



Univerzitet u Novom Sadu, Prirodno-matematički fakultet
 Departman za hemiju, biohemiju i zaštitu životne sredine

17-19. Septembar 2025. Novi Sad

Suština problema: u stočarstvu (živina i svinje) **granica** između **otpadnih voda** i **tečnog stajnjaka** nije uvek jasna.

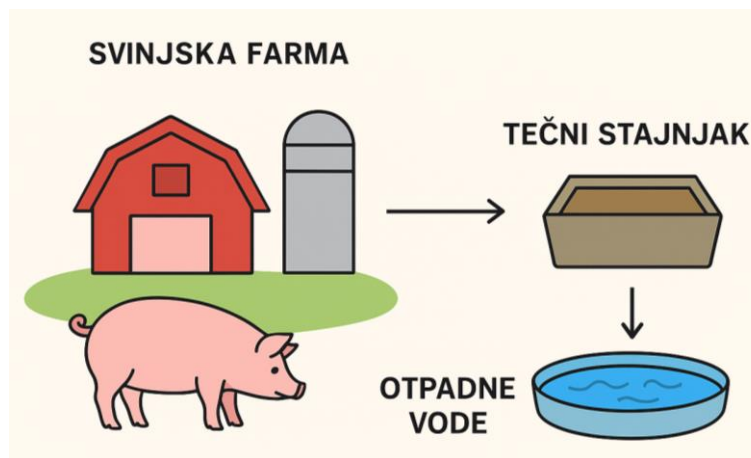
Tečni stajnjak = mešavina fecesa, urina, ostataka hrane, vode od pranja → poljoprivredno đubrivo.

Otpadne vode = previše razblažene, zagađene deterdžentima ili antibioticima. Vode koje zahtevaju tretman pre ispuštanja.

Porast intenzivne proizvodnje živine i svinja – u poređenju sa pre 30 godina, prosečna **potrošnja mesa po glavi stanovnika** povećana je za 50%, dok se potražnja za jajima i mlečnim proizvodima uvećala nekoliko puta → **veće količine otpadnih voda i stajnjaka**.

Postrojenja koja podležu **izdavanju integrisane dozvole (IPPC)**, registrovano je **220 operatera** od toga, **91 operater** upravlja postrojenjima za **tov živine i svinja** koja prema kapacitetu premašuju sledeće pragove:

- 40.000 mesta za živinu,
- 2.000 mesta za svinje za tov (težine preko 30 kg),
- 750 mesta za krmače.



Otpadna voda je opšti termin za vodu kontaminiranu izmetom, urinom, hemikalijama itd., koja zbog toga predstavlja rizik od zagađenja, ali ima **malu vrednost** kao đubrivo.

Otpadna tzv. „prljava voda“, potiče od pranja objekata za smeštaj stoke i opreme, iz objekata za osoblje, a naročito od oticanja sa dvorišta i otvorenih betonskih površina koje su kontaminirane stajnjakom, ostacima stočne hrane i sl.

Otpadna voda se može:

- **upravljati zajedno sa tečnim stajnjakom,**
- **ili zasebno tretirati i zbrinjavati, u kom slučaju je potrebno i posebno skladištenje.**

Na farmama živine cilj je da se **stajnjak održi suvim** kako bi se **smanjile emisije amonijaka** i olakšalo rukovanje. **Otpadna voda** se skladišti u posebnim rezervoarima i **zbrinjava odvojeno**.

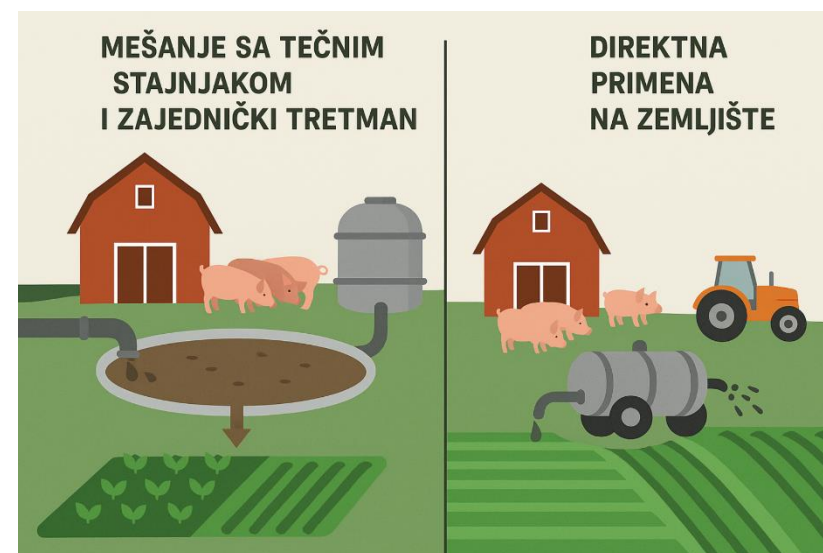
Na farmama svinja otpadna voda se **obično dodaje tečnom stajnjaku i tretira zajedno** s njom ili se direktno aplicira na zemljište.



Chapter 2

2.13 Treatment of waste water

Waste water is a general term for water contaminated with faeces, urine, chemicals etc. and so posing a risk of pollution but of little value as a fertiliser. **Waste water**, also called dirty water, originates from washing livestock houses and equipment, from facilities for personnel, and particularly from run-off from yards and open concrete areas that are contaminated by manure, waste animal feed, etc. Cleaning water from livestock farming facilities can contain residues of dung and urine, litter, and feedstuffs, as well as cleaning agents and disinfectants.



PROBLEM ?

Rizici neadekvatnog upravljanja:

- ✓ Povećanja količine otpadnih voda iz stočarstva,
- ✓ OV sadrže veliku količinu nutrijenata, teških metala, organskih materija, ksenobiotika i patogena koji se ispuštaju sa farmi,
- ✓ Količina otpadnih voda koje dospevaju u vodene tokove nastavlja da raste → eutrofikacija,
- ✓ Zagađenje voda postaje sve ozbiljnije, pored toga pasivno utiču i na kvalitet zemljišta, podzemnih voda i vazduha, pa čak ugrožavaju i javno zdravlje.

REŠENJE:

🦋 **BAT pristup** = prevencija + najbolje dostupne tehnologije.

Savremene **BAT tehnike** omogućavaju ne samo smanjenje emisija zagađujućih materija već i povećanje efikasnosti proizvodnih procesa, racionalniju upotrebu resursa i smanjenje operativnih troškova.





Proizvodnja tovnih svinja



Otpadne vode

- Količine otpadnih voda zavise od načina na koji se obori čiste.
- Čišćenje se može obavljati
 - usuvo,
 - hidraulički ili
 - mešovito.
- Kod čišćenja usuvo količina otpadnih tečnosti iznosi 11-13 litara, a od pranja vodom, 17-18 litara po jednoj svinji na dan.
- Udeo organskih zagađenja je znatan.
- U slučaju pranja vodom može se računati sa **150 do 200 g BPK₅** po jednoj svinji, a u slučaju čišćenja usuvo, sa **80 do 100 g**.

Ključne BAT mere u sektoru intenzivnog uzgoja živine i svinja

Opšti BAT zaključci mogu se sagledati kroz primenu različitih preventivnih i korektivnih mera koje obuhvataju:

- Odabir odgovarajuće lokacije postrojenja, vodeći računa o udaljenosti od površinskih i podzemnih voda, konfiguraciji terena, režimu padavina i potrebi za zaštitnim zonama/pojasevima kako bi se minimizirao rizik od zagađenja.
- Projektovanje sistema za sakupljanje i odvodnjavanje, uz primenu zatvorenih i nepropusnih sistema za prikupljanje otpadnih voda i curenja.
- Redovno održavanje postrojenja i opreme, uz pravovremenu detekciju i otklanjanje kvarova na sistemima za prikupljanje i prečišćavanje otpadnih voda.
- Održivo upravljanje stajnjakom i digestatom, uz korišćenje zatvorenih skladišta, sistema za anaerobnu digestiju ili separaciju čvrstih i tečnih frakcija, čime se smanjuje rizik od kontaminacije voda.
- Izrada i primena plana za vanredne situacije, uključujući curenja, prelivanja i druge nepredviđene događaje sa potencijalnim uticajem na vode.
- Obuka osoblja za pravilno upravljanje vodama

Primena ovih mera predstavlja osnovu za ispunjavanje zakonskih obaveza koje proističu iz propisa o integrisanom sprečavanju i kontroli zagađivanja životne sredine (IPPC) i direktno doprinosi očuvanju kvaliteta površinskih i podzemnih voda.

Efikasna upotreba vode – BAT pristup

U cilju postizanja racionalnog korišćenja vode, BAT preporučuje sledeće tehničke i organizacione mere:

- ✓ Vođenje evidencije o potrošnji vode, kako bi se identifikovale mogućnosti za smanjenje potrošnje i pravovremeno uočile promene koje ukazuju na curenje ili neučinkovito korišćenje vode.
- ✓ Otkrivanje i otklanjanje curenja vode kroz redovne inspekcije i održavanje vodovodnih sistema, čime se smanjuje nepotrebn gubitak vode.
- ✓ Upotreba uređaja za čišćenje pod visokim pritiskom objekata za uzgoj životinja i opreme, gde je primenjivo, kako bi se postiglo efikasno čišćenje uz manju potrošnju vode. Ova tehnika nije pogodna za pogone koji koriste sisteme za suvo čišćenje.
- ✓ Odabir i primena odgovarajuće opreme za napajanje životinja vodom (npr. kapljične pojilice, korita za vodu), uz obezbeđivanje stalne dostupnosti vode i minimizaciju rasipanja.
- ✓ Redovna provera i kalibracija opreme za distribuciju vode za piće, čime se osigurava optimalno funkcionisanje sistema i smanjuju nepotrebne gubitke.
- ✓ Ponovna upotreba nekontaminiranih atmosferskih voda za aktivnosti poput čišćenja, tamo gde je to tehnički i ekonomski opravdano, uz procenu potencijalnih rizika po biološku sigurnost.

Primena ovih mera omogućava racionalno korišćenje resursa, smanjenje operativnih troškova i smanjenje pritiska na prirodne vodne resurse, u skladu sa principima održivog poslovanja i zaštite životne sredine.

Smanjenje nastanka otpadnih voda

Kako bi se smanjio volumen otpadnih voda koje se moraju tretirati, na osnovu BAT preporučuje se sledeće:

- ✓ Prljave dvorišne površine trebaju biti što je moguće manje. Opšte primjenjiva tehnika.
- ✓ Minimalna upotreba vode. Smanjuje se količina otpadnih voda koje treba obraditi i dalje tretirati.
- ✓ Odvajanje nekontaminiranih atmosferskih voda od tokova otpadnih voda kojima je potrebna obrada.

Primena ovih tehnika omogućava ne samo smanjenje emisija iz otpadnih voda, već i racionalizaciju celokupnog sistema za upravljanje vodnim resursima - u skladu sa principima održivog poslovanja i zaštite životne sredine.

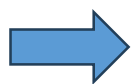


Tehnike za smanjenje emisija iz otpadnih voda

Tehnika	Opis
Minimalna upotreba vode	Primena mehaničkog ili hemijskog prethodnog čišćenja i/ili čišćenje pod pritiskom radi smanjenja količine otpadnih voda.
Odvajanje atmosferskih voda	Projektovanje sistema za zasebno prikupljanje atmosferskih voda u okviru održavanih sistema odvodnje.
Obrada otpadnih voda	Može uključivati taloženje, biološki tretman, ili primenu primenu prirodnih ili veštačkih plitkih depresija, jezeraca, izgrađenih močvara i sličnih sistema za otpadne vode sa niskim opterećenjem.
Sistem prvog ispiranja	Korišćenje za razdvajanje zagađenih tokova pre biološke obrade.
Rasipanje otpadnih voda po zemlji	Primena pomoću prskalica, mobilnih raspršivača, cisterni i sl. Voda se prethodno može nataložiti u lagunama, a čvrste frakcije koristiti kao đubrivo.
Kontrolisano navodnjavanje	Upotreba sistema sa preciznom primenom niskih doza i velikih kapljica za smanjenje isparavanja i povećanje efikasnosti.

Tretman otpadnih voda dva osnovna pristupa zbrinjavanju:

1. primena tretirane otpadne vode na poljoprivrednim površinama i
2. tretman u cilju postizanja propisanih standarda za ispuštanje.



zavisi od režima ishrane životinja, vrste i načina upravljanja stajnjakom, korišćene prostirke, kao i od prisustva dodatnih supstanci, poput lekova, sredstava za čišćenje i dezinfekciju.

Ukoliko se otpadne vode zbrinjavaju odvojeno, mogu se primeniti sistemi niskoprotočne **disperzije na zemljištu**, ili tretirati na farmerskom postrojenju za prečišćavanje otpadnih voda. Kao **minimalni tretman** u nekim zemljama, koristi se **taloženje otpadnih voda** koje nastaju iz sistema sa čvrstim stajnjakom.

U cilju poboljšanja kvaliteta otpadnih voda pre njihovog ispuštanja, moguće je koristiti **prirodne sisteme tretmana** kao što su **izgrađene močvare sa trskom**. Ovi sistemi, bazirani na vodenim biljkama, posebno su dizajnirani za uklanjanje azota iz razblaženih otpadnih voda prolaskom kroz vegetacione filtere.





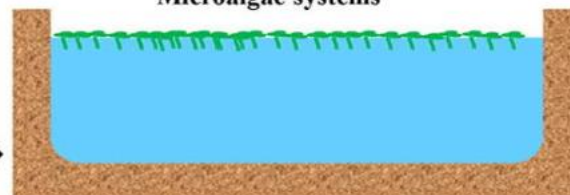
Livestock Farm



Livestock Wastewater



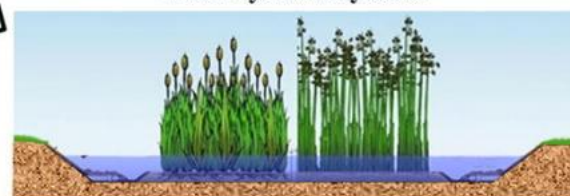
Microalgae systems



Duckweed systems



Water hyacinth systems



Constructed wetlands systems



Water bodies

1. Granične vrednosti emisije otpadnih voda iz objekata za uzgoj stoke

Granične vrednosti emisije navedene u ovom odeljku se odnose na otpadne vode čije zagađujuće materije potiču uglavnom od uzgoja stoke: živinarske farme, svinjogojske farme i farme goveda.

U toku gajenja i tova stoke, da bi se omogućilo da se otpadne vode ne ispuštaju u površinske vode, kao i obezbedio minimalan uticaj na podzemne vode, primenjuje se sledeće: 1) čišćenje prostora gde se uzgajaju životinje i opreme pomoću vode pod visokim pritiskom; 2) sprovođenje redovnog kalibrisanja uređaja za vodu za piće da bi se izbegla curenja; 3) praćenje podataka o potrošnji vode i detekcija i opravka mesta gde voda curi; 4) redovna analiza na sadržaj koliformnih i fekalnih bakterija 5) mesta za odlaganje otpada moraju biti udaljena od osetljivih receptora kao što su domaćinstva i vodotokovi do kojih mogu dospeti različiti efluenti.

U slučaju da se koriste zastareli sistemi, otpadna voda se može ispuštati u površinske vode pod uslovima navedenim u Tabeli 1.1. ovog odeljka.

Tabela 1.1. Zahtevi za granične vrednosti emisije na mestu ispuštanja u površinske vode

Parametar	Jedinica mere	Granična vrednost emisije ^(I)
Temperatura	°C	30
pH		6,5-9
Suspendovane materije	mg/l	35
Biohemijska potrošnja kiseonika (BPK ₅)	mgO ₂ /l	25 ^(IV)
Hemijska potrošnja kiseonika (HPK)	mgO ₂ /l	150 ^(IV)
Amonijak (kao NH ₄ -N)	mg/l	10
Ukupni neorganski azot (NH ₄ -N, NO ₃ -N, NO ₂ -N)	mg/l	18 ^(II)
Ukupni fosfor	mg/l	2 ^(III)

^(I) Vrednosti se odnose na dvočasovni uzorak.

^(II) Granična vrednost za azot (amonijačni-amonijak) i granična vrednost za ukupan neorganski azot se primenjuje kada je temperatura efluenta iz biološkog prečištača 12°C i kada je opterećenje ukupnog ulaznog azota, koje je dato u dozvoli veće od 100 kg/dan. Dozvoljena je i veća vrednost ukupnog azota od one u dozvoli sve do 25 mg/l, ako je efekat uklanjanja ukupnog azota najmanje 70%. Efekat prečišćavanja se računa u odnosu na ulazni ukupni azot (organski i neorganski) i izlaznu vrednost ukupnog azota u toku reprezentativnog vremenskog perioda koji nije duži od 24 h.

^(III) Zahtev za ukupni fosfor se primenjuje ako opterećenje ukupnim fosforom u otpadnoj vodi na kome se zasniva dozvola prevazilazi 20 kg/dan.

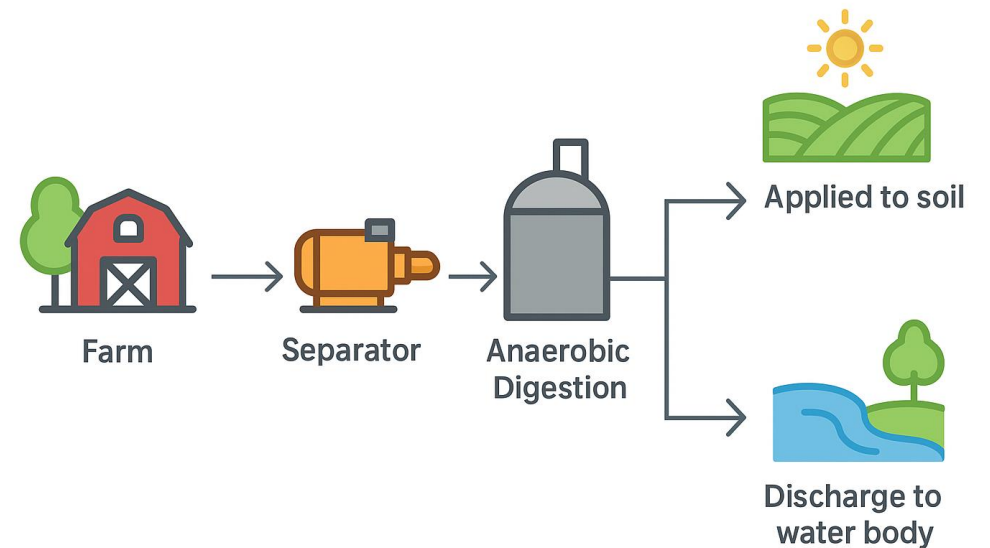
^(IV) U efluentima kanalizacionih laguna, dizajniranih sa vremenom zadržavanja od 24 h ili više u kojima dnevna zapremina otpadne vode, na kojoj je bazirana dozvola za ispuštanje, ne prelazi 500 m³, gde je uzorak očigledno obojen usled prisustva algi, HPK i BPK₅ treba određivati iz uzorka koji ne sadrži alge. U tom slučaju vrednosti prikazane u tabeli se smanjuju na 15 mgO₂/l za HPK i na 5 mgO₂/l za BPK₅.

Savremeni pregledi pokrivaju stanje istraživanja i primene pojedinačnih tehnologija, kao što su: odvajanje čvrstih materija (suspendovanih i taloživih) od tečne faze, aerobni i anaerobni tretman, korišćenje digestata, prirodni tretman, kao i kombinovani anaerobno-aerobni procesi i napredni tretmani, sve iz perspektive njihove primene u punoj meri.

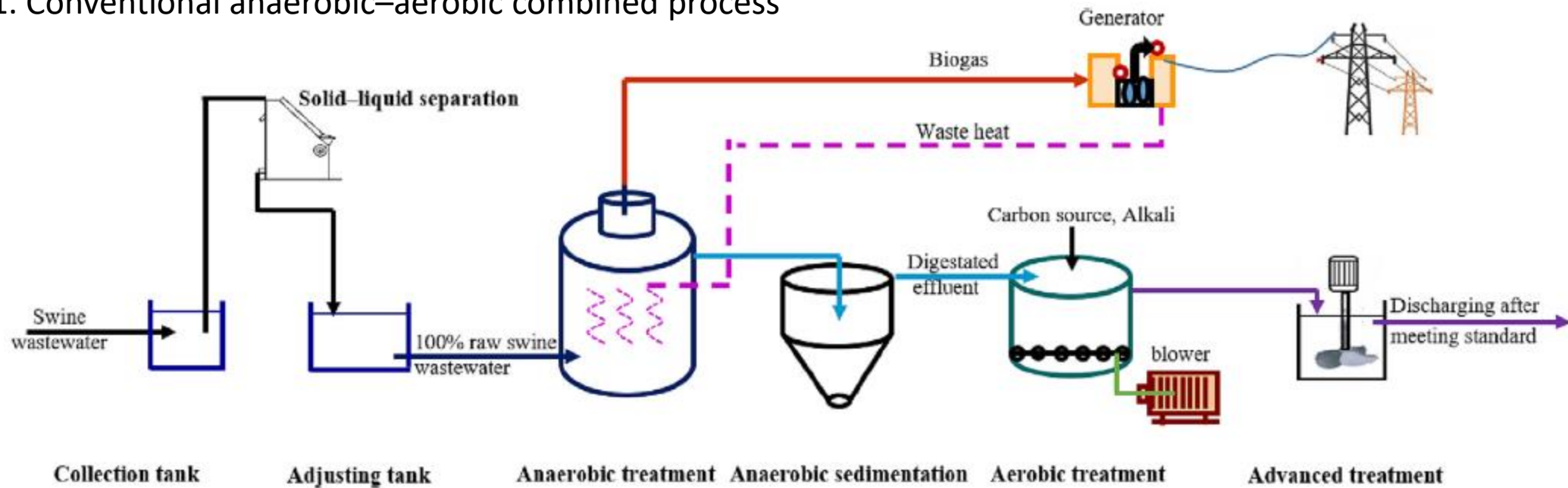
Tehnologija anaerobne digestije i **primena digestata na zemljištu** pokazala se kao najprikladnija **za male i srednje** farme svinja, kao i za velike farme koje **imaju dovoljno zemljišta za primenu digestata**.

S druge strane, proces „čvrsto-tečno odvajanje **anaerobni-aerobni-napredni tretman**“, koji je usmeren na **postizanje standarda za ispuštanje**, najpogodniji je za **velike i ekstra velike farme svinja** koje **nemaju dovoljno zemljišta**.

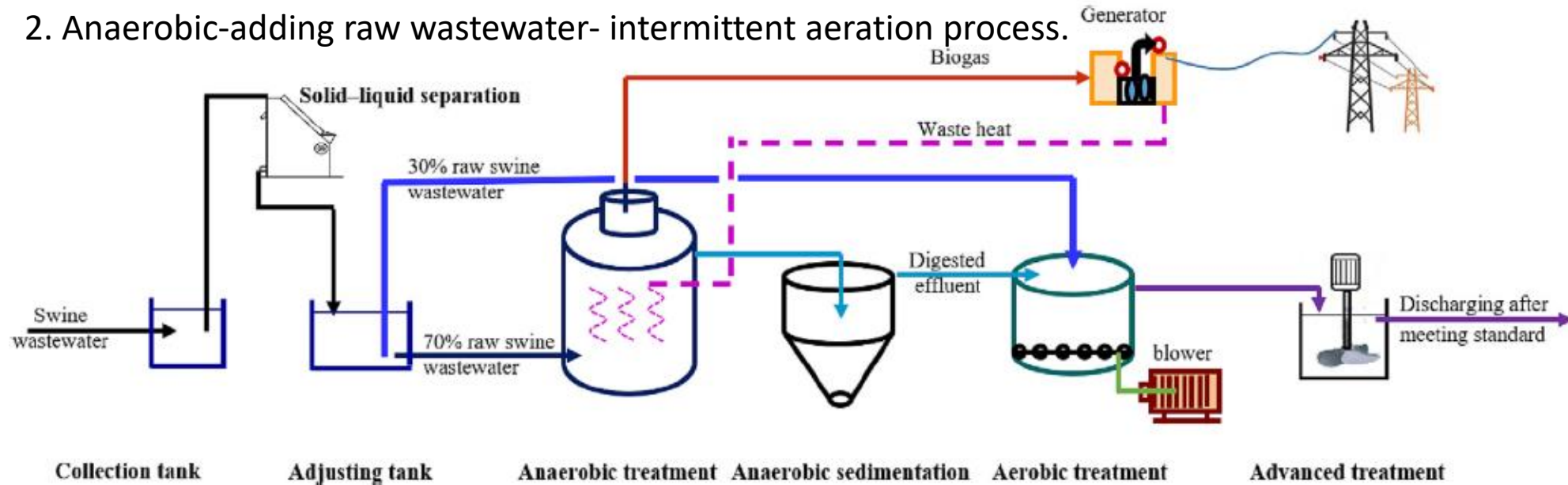
Glavni izazovi u primeni ovih tehnologija uključuju loše funkcionisanje anaerobnih digestora tokom zime, poteškoće u potpunom iskorišćenju tečnog digestata, kao i visoke troškove tretmana za postizanje propisanih standarda za ispuštanje.



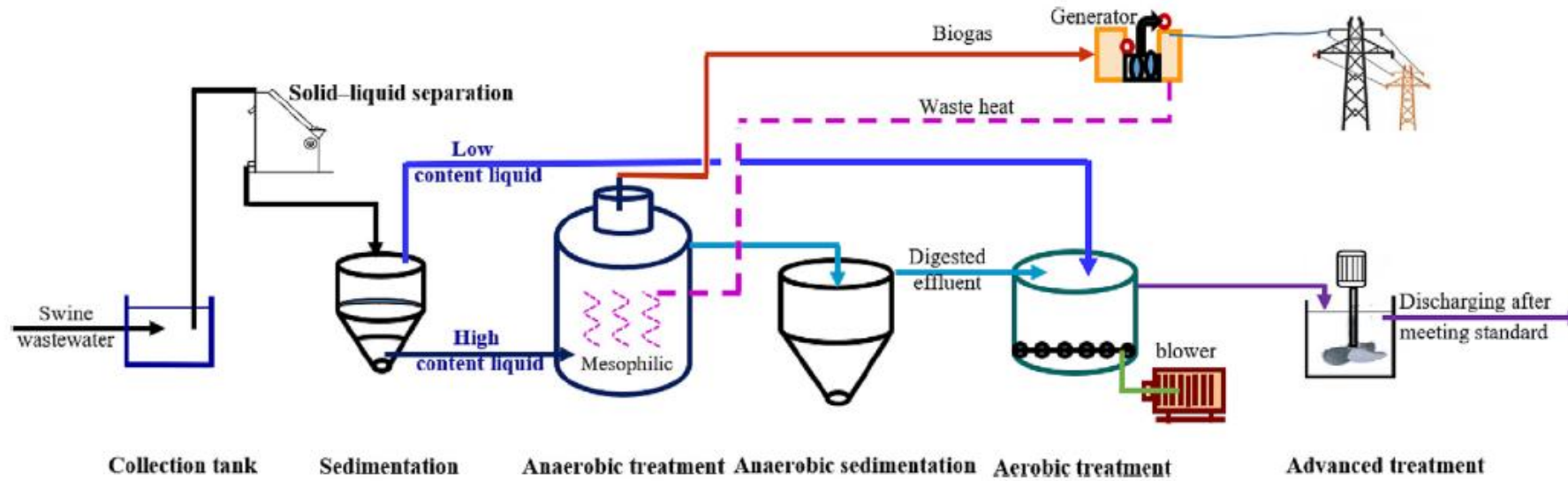
1. Conventional anaerobic–aerobic combined process



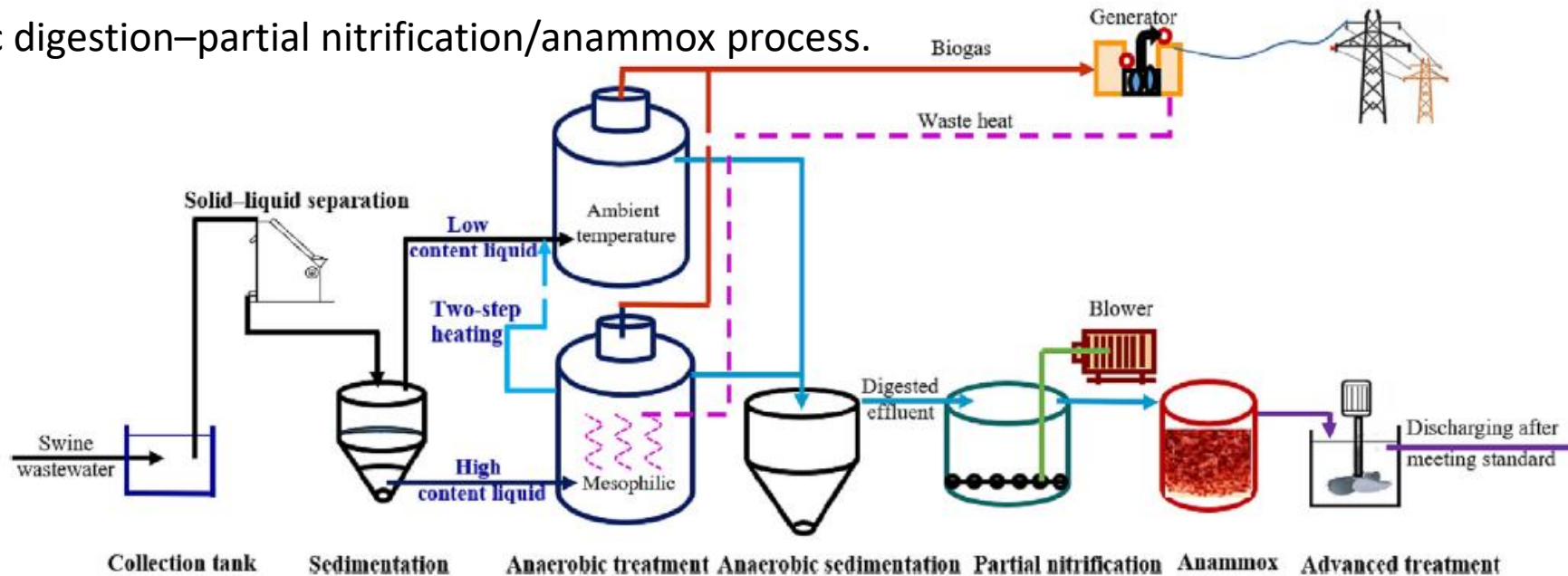
2. Anaerobic-adding raw wastewater- intermittent aeration process.



3. Anaerobic–aerobic combined process based on the separation of high-content liquid and low-content liquid.



4. Anaerobic digestion–partial nitrification/anammox process.



Dodatne opcije uključuju:

- ✓ Kanale (swales) – efikasni su za prikupljanje i transport oticajnih voda, ali zahtevaju znatnu površinu.
- ✓ Veštačke lagune/jezera – omogućavaju taloženje i delimičan tretman otpadnih voda.

Precizno dimenzionisanje skladišnih kapaciteta za otpadne vode, uzimajući u obzir količine koje nastaju prilikom pranja objekata, **kao i projektovane količine padavina**, naročito kod **otvorenih sistema poput laguna** i rezervoara bez pokrivki.

U skladu sa najboljim dostupnim tehnikama i iskustvima iz prakse, preporučuje se da se:

- ✓ lagune pune do maksimalno 750 mm ispod vrha zidova,
- ✓ podzemni i nadzemni rezervoari pune do najviše 300 mm ispod vrha.





Dragan Kurjački
Ekoloski pokret Srbobran



Dragan Kurjački
Ekoloski pokret Srbobran



Dragan Kurjački
Ekoloski pokret Srbobran

Svet je opasno mesto za život, ne zbog ljudi koji su zli, već zbog dobrih ljudi koji ništa ne preduzimaju.

Albert
Ajnštajn

