

POVRNITEV NUTRIENTOV IZ DIGESTATA PRI PROIZVODNJI BIOPLINA

Dean ČERNEC

POVZETEK

Digestat kot stranski produkt anaerobne razgradnje pri proizvodnji bioplina ima lastnosti zelo kvalitetnega gnojila, saj je bogat tako z organskimi snovmi kot makro- in mikrohranili. Digestat se ponavadi brez nadaljnje obdelave uporablja kot gnojilo na obdelovalnih površinah, kar pripomore k zmanjšanju uporabe umetnih (mineralnih) gnojil. A naraščanje potreb po učinkovitejšem upravljanju z nutrijenti na lokalni in globalni ravni, pogojeno z usihanjem naravnih virov ter zakonskimi omejitvami uporabe gnojil, botruje razvoju novih tehnologij in pristopov, ki v končnih produktih omogočajo višje koncentracije nutrientov v primerjavi z neobdelanim digestatom. Končni produkti po obdelavi so lahko tudi gnojila v mineralni obliki.

ABSTRACT

Digestate as a by-product of anaerobic digestion in the biogas production has the properties similar to high-quality fertilizer, since it is rich in both organic matter and in macro- and micronutrients. In general, digestate is applied to the land without further treatment, thus reducing the usage of industrially produced mineral fertilizers. However, a growing need for a more efficient nutrient management at the local and global level, conditioned on the depletion of natural resources and the legal restrictions on the use of fertilizers, is fueling the development of new technologies and approaches that allow higher concentrations of nutrients in the end-products compared to these of untreated digestate, whereby the final products can also be in the form of mineral fertilizers.

1. UVOD

Naraščanje zavedanja o negativnih okoljskih vplivih, ki jih povzročajo organski odpadki v povezavi z uporabo gnojil širom sveta, je v zadnjih desetletjih na območjih intenzivne živinoreje privedlo do postopnega zakonskega omejevanja vnosa hranil v tla obdelovalnih površin. Zaradi teh omejitev je postala anaerobna razgradnja živalskih fekalij in gnojevke marsikje sestavni del procesa izboljševanja veterinarske varnosti, nadzora kakovosti zraka ter zaključevanja cikla hranilnih snovi oz. nutrientov. Če pogledamo iz druge perspektive, se svet sooča tudi z usihanjem dostopnih naravnih virov nekaterih bistvenih nutrientov kot sta fosfor in kalij (rezerve kalija sicer niso tako problematične, a to ne opravičuje nesmotrne rabe le-tega) in s tem z naraščujočo potrebo, da se zagotovijo zaloge in alternativni viri za prihodnje

generacije. V razvitem svetu se zato, v nasprotju z dosedanja prakso odstranjevanja iz odpadnih tokov ter deponiranja, težišče problematike nutrientov pomika k postopkom povrnitve in ponovne uporabe. Tehnologije, ki to omogočajo, se s ciljem izboljševanja upravljanja z nutrienti v kmetijstvu in v sistemih za obdelavo odpadnih tokov hitro razvijajo in nadgrajujejo.

2. DIGESTAT KOT STRANSKI PRODUKT PROIZVODNJE BIOPLINA

Bioplin vsebuje $50 \div 70$ % metana in $30 \div 50$ % ogljikovega dioksida z manjšimi deleži drugih plinov (npr. vodik in vodikov sulfid), dejanska sestava pa je močno odvisna od vhodne surovine oziroma substrata. Podobno so od vrste substrata odvisne tudi lastnosti digestata (pregnito blato oziroma ostanek substrata), kot imenujemo ostanek anaerobnega vrenja pri proizvodnji bioplina. Digestat je navadno v tekočem, pastoznem stanju, kadar gre za proces suhe anaerobne razgradnje, pa je lahko tudi v trdni obliki. Zadrževalni čas substrata (le-ta je lahko mešanica različnih substratov, lahko pa je čisti »monosubstrat«) v digestorju ali fermentacijski posodi je nekaj tednov, odvisen pa je od več faktorjev, kot so koncentracija organskih snovi v substratu, temperatura, stopnja mešanja,... V tem času mikroorganizmi v anaerobnem okolju (brez prisotnosti kisika) v sosledju kompleksnih biokemičnih procesov substrat razgradijo, pri čemer dobimo končna produkta: bioplin in digestat. Digestat nato odstranimo iz digestorja in ga skladiščimo v posebnih posodah, ponavadi pa ga uporabljamo namesto mineralnih gnojil na obdelovalnih površinah, saj vsebuje veliko makronutrientov kot so dušik, fosfor, kalij in žveplo, različne mikronutriente ter organske snovi in je kot gnojilo visoko kompatibilen z rastlinami.

Kot že omenjeno pa fizikalno-kemične lastnosti digestata variirajo in so močno odvisne od izvora in sestave substrata ter od parametrov anaerobnega procesa razgradnje. Na splošno je v primerjavi s surovimi živalskimi fekalijami ali gnojnico v digestatu skupno manj trdnih snovi in skupne vsebnosti ogljika, nižje je razmerje med ogljikom in dušikom, digestat pa je tudi manj viskozen. Nasprotno pa sta pH vrednost in delež amonija v digestatu višja. Kot substrati se v Evropi tradicionalno uporabljajo odpadni produkti iz poljedelstva in živinoreje, komunalni organski odpadki (ostanki hrane), energetske rastline (npr. koruzna in travna silaža) ter odpadki iz živilsko predelovalne panoge. V zadnjem času se kot substrat uporabljajo tudi ostanki, ki nastanejo pri proizvodnji bioetanolu in biodizelskega goriva.

Vsebnost suhe snovi oziroma skupna vsebnost trdnih snovi se po anaerobni razgradnji lahko zmanjša za 50% do 80%, odvisna pa je tako od vsebnosti suhe snovi v vstopnem substratu kot od deleža lahko razgradljivih organskih snovi. Tako imajo recimo leseni ostanki, ki vsebujejo veliko lignina nizko stopnjo razgradljivosti, medtem ko so substrati, ki vsebujejo maščobe, sladkor in alkohol zelo dobro razgradljivi. 70 % suhe snovi v digestatu je organskega izvora, kar na dolgi rok predstavlja velik potencial pri uporabi na poljedelskih površinah, saj gre večinoma za inertne organske snovi in vlakna (lignin-celuloza), ki so neobhodne pri procesu tvorbe humusa.

V procesu anaerobne razgradnje organskih dušikovih spojin se sprošča amonij, ki ga lahko rastline takoj absorbirajo za svojo rast, njegova vsebnost v digestatu pa je neposredno povezana s skupno vsebnostjo dušika v substratu, ki pa je lahko tudi mešanica različnih vrst substrata. V takšnih primerih, ko gre dejansko za ko-razgradnjo različnih substratov, lahko koncentracije dušika v digestatu zelo nihajo, saj je vsebnost dušika v različnih substratih lahko zelo različna.

Vsebnost fosforja v digestatu se navaja kot skupna vsebnost fosforja ali kot ekvivalent fosfata, vendar pa pri fosforju anaerobna razgradnja ne vpliva na vsebnost v digestatu, saj je le-ta odvisna zgolj od vsebnosti fosfatov v substratu. Seveda pa bo pri ko-razgradnji substrata z visoko vrednostjo fosfatov (npr. prašičja gnojevka) ter substrata z nižjo vsebnostjo fosfatov imel digestat zaradi razredčenja posledično manjšo vsebnost fosfatov.

Prisotnost nečistoč in kontaminantov v digestatu, je v veliki meri odvisna od količine teh snovi v substratu. Biološke onesnaževalce (patogeni, seme plevela,...) lahko v procesu anaerobne razgradnje učinkovito odstranimo z ustrežno procesno temperaturo in zadrževalnim časom v digestorju. Večje težave lahko nastanejo pri trdnih nerazgradljivih nečistočah ali celo večjih delcih (npr. plastični in kovinski kosi) ter pri kemičnih onesnaževalcih kot so težke kovine in trdovratni organski polutanti, na katere anaerobna razgradnja večinoma nima nobenega vpliva. Prisotnost takšnih snovi v digestatu predstavlja okoljsko tveganje, s čimer je lahko njegova uporaba kot gnojila zelo vprašljiva. V takšnih primerih je potrebno upoštevati zakonsko dovoljene mejne vrednosti oziroma slediti navodilom nacionalnih priglasišenih organov, ki se vključujejo v postopke ocenjevanja in preverjanja končnih produktov.

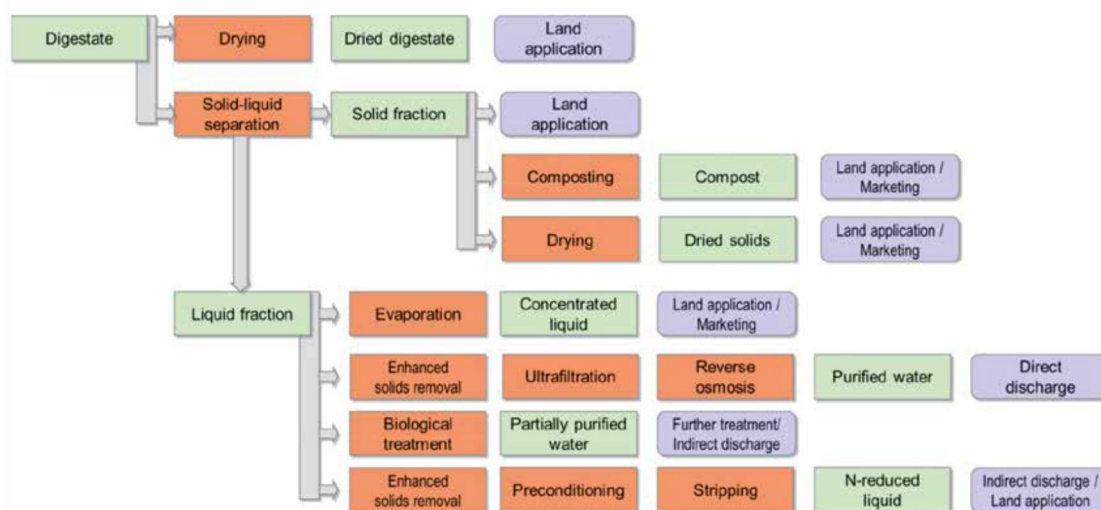
3. POSTOPKI OBDELAVE DIGESTATA ZA POVRNITEV NUTRIENTOV

Postopki nadaljnje obdelave digestata vključujejo različne tehnologije, ki so povečini primerljive s tehnologijami za obdelavo odpadnih vod, kanalizacijskih odplak in gnojnic. Obdelava digestata je lahko samo delna z namenom zmanjšanja volumna, lahko pa je dokončna, pri čemer dobimo naslednje končne produkte: očiščeno vodo, frakcijo biognojila v trdni obliki in koncentrate različnih vrst gnojil.

Prva stopnja obdelave je ločevanje trdne frakcije digestata od tekoče frakcije. Trdna frakcija se lahko kot biognojilo takoj uporabi v poljedelskih dejavnostih, lahko pa se tudi kompostira ali suši za kasnejšo uporabo.

Delna obdelava digestata je sorazmerno enostavna in ne vključuje dragih tehnologij, za kompletno obdelavo pa je na voljo več različnih tehnologij, med katerimi so tudi takšne, ki tehnično gledano še niso čisto dovršene, vsem pa so skupni višji stroški investicije, večja poraba energije in višji obratovalni stroški. Za povrnitev nutrientov se lahko uporabljajo membranske tehnologije, recimo nano in ultrafiltracija, včasih pa tudi reverzna osmoza. Pri membranskih filtracijah dobimo na vstopni strani koncentrirane nutriente, na iztoku pa očiščeno vodo. Tekoči digestat lahko obdelamo tudi s postopkom aerobne biološke obdelave odpadnih vod, čeprav je v tem primeru zaradi visokih vsebnosti dušika in nizke biološke potrebe po kisiku pogosto potrebno dodajanje ogljika zunanega izvora, da dosežemo dovolj

visoko stopnjo denitrifikacije. Koncentracijo digestata lahko povečamo tudi z uparjanjem, pri čemer lahko uporabimo presežno toploto iz kogeneratorske enote bioplinske naprave, za zmanjševanje vsebnosti dušika v digestatu pa se lahko uporablja desorpcija amoniaka (ang. ammonia stripping), ionska izmenjava ter obarjanje (precipitacija) struvita. Kot že omenjeno pa napredna obdelava digestata, neglede na uporabljeno tehnologijo, v večini primerov terja veliko porabo energije in kemičnih reagentov. Na sliki 1 je pregled trenutno razpoložljivih tehnologij za obdelavo digestata.



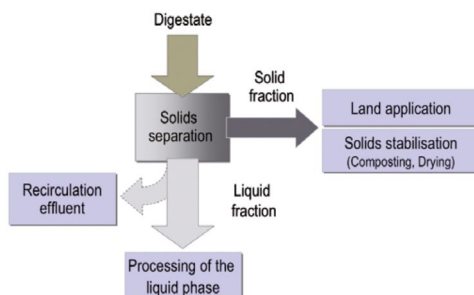
Sl.1: Pregled trenutno razpoložljivih tehnologij za obdelavo digestata

(vir: Fuchs and Drogg, 2013)

Očitno je, da imamo na voljo velik nabor razpoložljivih tehnologij za obdelavo digestata, od katerih pa na trgu še nobena ni prevzela vodilne vloge, a dejstvo je, da se najpogosteje začne obdelava digestata z ločevanjem trdne frakcije od tekoče.

3.1 Ločevanje trdne in tekoče frakcije digestata

Ločevanje trdne frakcije od tekoče je največkrat uporabljen postopek začetka procesa obdelave digestata, saj poteka obdelava brez ločevanja frakcij le v primerih sušenja celotne količine digestata. Na sliki 2 je shematično prikazan način ločevanja trdne od tekoče frakcije.



Slika 2: Ločevanje trdno-tekoče (vir: Fuchs and Drogg, 2010)

Pri izbiri separacijske metode za ločevanje trdne frakcije od tekoče je bistvenega pomena, da se problematike lotimo celostno z upoštevanjem faz obdelave, ki še sledijo, saj le z optimalno kombinacijo uporabljenih tehnologij dobimo dobre in ekonomsko upravičene rezultate (npr. kadar ločevanju frakcij sledi proces membranske filtracije ali uparjanja, je potrebno separacijo izvesti temu primerno - t.j. trdna frakcija ne sme imeti niti premalo niti preveč vsebnosti vode).

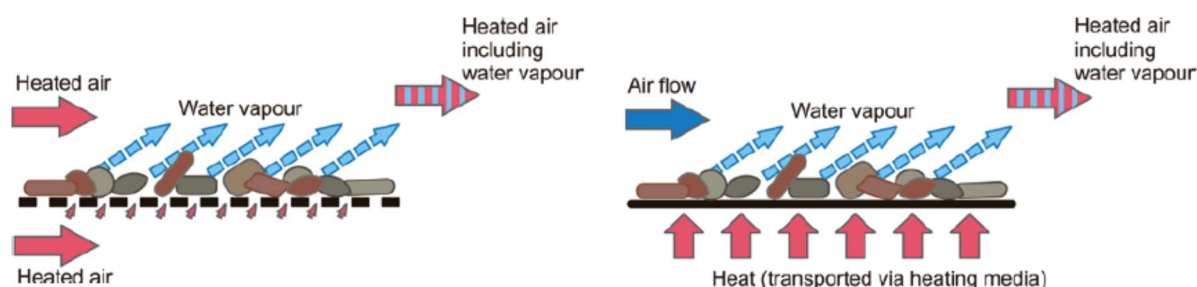
Ločevanje trdno-tekoče frakcije lahko izvajamo z vijačnimi stiskalnicami (za digestate z visoko vsebnostjo vlaken), »karafno« centrifugo (ang. decanter centrifuge; za ločevanje manjših trdnih delcev in kolidov), tračnimi stiskalnicami in vakuumskimi tračnimi filtri (večja učinkovitost separacije v primerjavi s postopkom z vijačno stiskalnico in manjša poraba energije v primerjavi s postopkom s karafno centrifugo, slabost pa je, da je pri tem postopku uporaba kemičnih reagentov za obarjanje in flokulacijo neobhodna), centrifugiranjem v šaržah (gre za nekontinuirano centrifugiranje - v primerjavi s postopkom s karafno centrifugo lahko dosežemo malenkost večji delež skupnih trdnih snovi v trdni frakciji) ter z izboljšanimi postopki odstranjevanja trdnih snovi (tu gre za dodatne metode prečiščenja tekoče frakcije digestata kot so obarjanje, flokulacija, flotacija,...).

3.2 Obdelava trdne frakcije digestata

Koncentracija skupnih trdnih snovi, ki jo ima trdna frakcija digestata po končanem procesu ločevanja od tekoče frakcije je v območju 20 ÷ 30%. Ta frakcija je delno stabilizirana in jo lahko takoj uporabimo kot biognojilo ali za obogatitev zemljišča v poljedelstvu. Ker pa je mikrobiološka aktivnost v takšni frakciji še vedno prisotna, proces gnitja pa še ni povsem končan (lahko se pojavijo neprijetne vonjave), so potrebni za doseg stabilnega produkta (biognojila), ki bi ga radi lansirali na trg, še dodatni ukrepi - na primer kompostiranje ali sušenje.

Pri kompostiranju gre za proces mikrobne razgradnje, kjer se v aerobnih pogojih organske snovi v trdni frakciji digestata pretvorijo v kompost oziroma stabilizirano organsko snov z huminskimi substancami. Ker je trdna frakcija digestata mokra oziroma vsebuje dosti vlage, je za zagotovitev dobrih aerobnih pogojev potrebno trdni frakciji dodati sredstvo za povečanje volumna, da se gomila razrahlja, kar dosežemo na primer z dodajanjem lesnih sekancev. Posebna vrsta kompostiranja je pridobivanje vermikomposta, kjer kompost »pridelujejo« deževniki. Kompostiranje na splošno pripomore k povečanju koncentracije nutrientov v trdni frakciji digestata, lahko pa se pri tem postopku pojavijo izgube dušika.

Namen postopka sušenja trdne frakcije digestata je stabilizacija, zmanjšanje prostornine in povečanje koncentracije nutrientov. Če bioplin uporabljamo za proizvodnjo električne energije v kogeneracijski enoti, lahko presežno toploto uporabimo za sušenje trdne faze digestata. Presežno odpadno toploto pa lahko uporabimo tudi za sušenje celotnega digestata še pred ločevanjem v trdno-tekoče, čeprav se to v praksi ne izvaja pogosto, saj presežne toplote ponavadi ni dovolj za celotno količino neobdelanega digestata. Na sliki 3 je prikazan osnovni princip sušenja digestata.



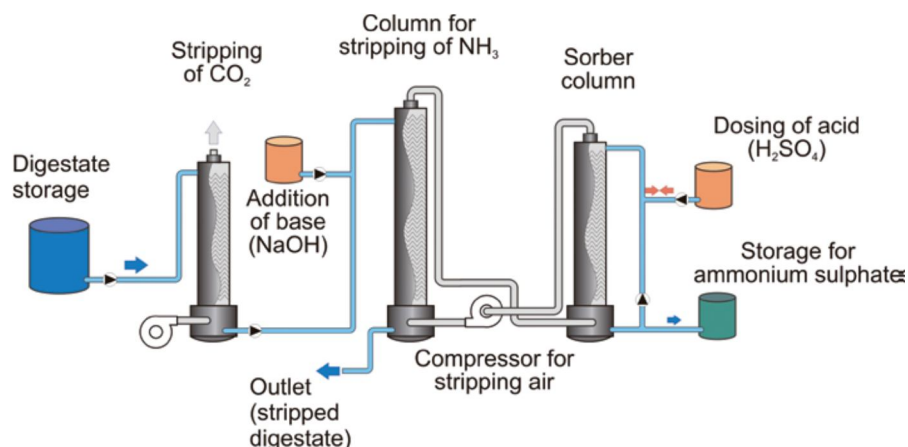
Slika 3: Princip procesa sušenja; levo s konvekcijskim načinom, desno s kondukcijskim načinom (vir: Fuchs and Drosig, 2010)

Posušen digestat se lahko dobavlja v obliki peletov. Takšni produkti so na trgu že dosegljivi in se uporabljajo v vrtnarstvu, hortikulturi ali pa za posebne namene, kot je na primer gojenje gob.

3.3 Obdelava tekoče frakcije digestata

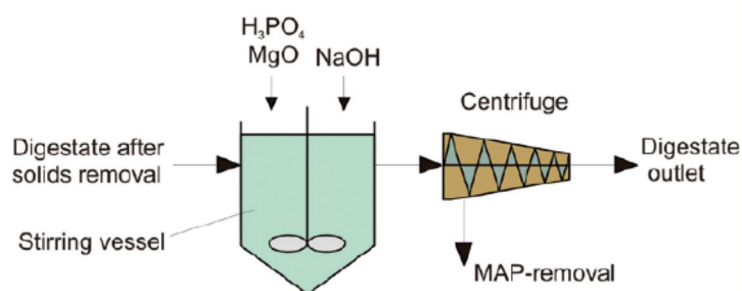
Po ločitvi trdne frakciji je v tekoči frakciji digestata še vedno prisotna precejšnja količina nutrientov in suspendiranih trdnih delcev, ki je odvisna od vrste substrata in separacijske metode trdno-tekoče, zato tekoča frakcija po ločitvi od trdne frakcije ni primerna za izpust v okolje. Del tekoče faze se, odvisno od vsebnosti vode in amoniaka v substratu, lahko vrača v digestor, kjer poteka anaerobna razgradnja. S tem vsaj delno zmanjšamo količino tekoče frakcije, ki jo moramo še dodatno obdelati. V državah, kjer v bližini bioplinske naprave proizvajajo tudi kompost se lahko tekoča frakcija uporabi za močenje gomil nastajajočega komposta, pri čemer se priporoča predhodna redukcija amoniaka, da se preprečijo prekomerne emisije le-tega. Za ta namen se uporabljajo desorpcijski postopki, kjer v koloni za desorpcijo hlapljive komponente v tekočini (tekoča frakcija) z dovajanjem plina (zrak ali para) odstranimo iz tekoče frakcije. Hlapljivost amoniaka v procesu lahko povečamo s povišanjem temperature in zniževanjem pH vrednosti. Za povišanje temperature lahko uporabimo presežno toploto iz kogeneracijske enote bioplinske naprave, pH pa zmanjšamo s predhodnim odstranjevanjem ogljikovega dioksida, ki v digestatu deluje kot pufer in se kot tak upira spremembi pH vrednosti. Amoniak, ki v desorpcijski koloni (slika 4) preide na tok plina, nato pri izpiranju plina z žvepleno kislino pridobimo nazaj v obliki amonijevega sulfata, t.j. umetnega gnojila z veliko vsebnostjo dušika in žvepla. Če uporabljamo kot plinski medij vodno paro, je zaradi uparjanja potrebna veliko večja temperatura kot pri zraku, prednost pa je ta, da zadnja stopnja čiščenja oz. izpiranja v tem primeru odpade, saj v procesu kondenzacije amoniak kondenzira skupaj z vodno paro, pri čemer dobimo amoniakovo vodo s 25 ÷ 35 % vsebnosti amoniaka. Glavni težavi pri desorpcijskem postopku obdelave digestata sta mašenje napeljav v koloni (zaradi preostalih trdnih delcev v tekoči fazi digestata – zato je učinkovita predhodna separacija trdno-tekoče bistvenega pomena) ter zahtevnost čiščenja in vzdrževanja. Obetavni so rezultati alternativnih pristopov, kjer se namesto kolon uporabljajo enostavni mešalni kotli.

Največja prednost postopkov desorpcije amoniaka je ta, da z ustreznimi parametri dobimo kot končni produkt čisto, standardizirano dušikovo gnojilo.



Slika 4: Desorpcija amoniaka z zrakom z odstranjevanjem CO_2 in povrnitvijo amoniaka v obliki amonijevega sulfata (vir: Fuchs and Drogg, 2010)

Naslednja možnost obdelave tekoče frakcije digestata je obarjanje struvita ali magnezijevega amonijevega sulfata. Da je povrnitve nutrientov čim učinkovitejša, je potrebno med postopkom obdelave dodajati presežno količino magnezija, da je približno razmerje nutrientov 1,3 : 1 : 0,9 za Mg : N : P. Ker je amoniaka v digestatu največ, je poleg magnezijevega oksida potrebno dodajati še fosforno kislino, pH pa je potrebno zvišati na 8,5 – 9,0. Produkt, ki ga dobimo je zgoraj omenjen struvit, gnojilo z daljšim sproščanjem, ki vsebuje N, P in Mg. Pomanjkljivost postopka z obarjanjem struvita je predvsem velika poraba kemikalij, s čimer naraščajo operativni stroški. Slika 5 prikazuje postopek pridobivanja struvita iz tekoče faze digestata.



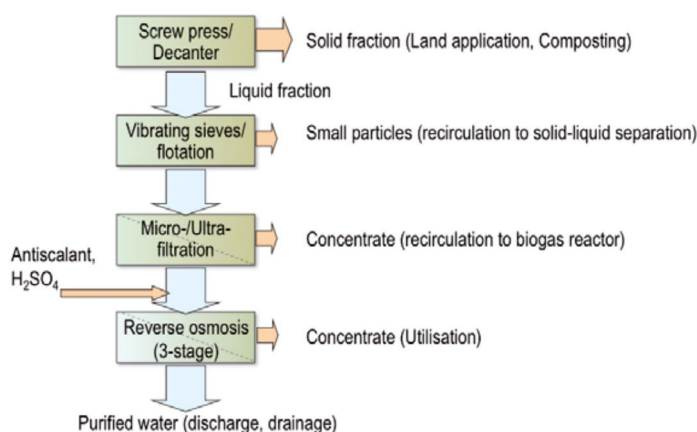
Slika 5: Proces obarjanja struvita iz tekoče faze digestata (vir: Lehmkuhl, 1990)

Postopki, ki omogočajo koncentriranje nutrientov, ki so prisotni v tekoči frakciji digestata, so pravzaprav postopki čiščenja vode. K tem postopkom uvrščamo membranske in uparjalne tehnologije.

Pri membranskih tehnologijah gre za proces fizičnega ločevanje, kjer tekočina, ki bi jo radi prečistili, prehaja skozi membrano. Velikost delcev, ki lahko prehajajo skozi membrano, je odvisna od poroznosti membrane oziroma od velikosti por. Delce, ki so večji od velikosti por, membrana zadrži in ostanejo v koncentratu, vsi manjši delci in tekočina, ki tvorijo precedek pa prehajajo skozi membrano. Membranske postopke lahko na splošno razvrstimo

glede na velikost por membrane: mikrofiltracija (izločanje delcev do 0,1 μm), ultrafiltracija (do 0,01 μm) ter nanofiltracija in reverzna osmoza, pri katerih lahko izločamo iz vode tudi raztopljene soli (do 0,001 μm , pri reverzni osmozi so velikosti por še manjše). Obstajata dva tipa membranskih tehnologij – prve so že omenjene porozne membrane, druge pa so tako imenovane raztopinsko-difuzijske membrane (ang. solution-diffusion membrane), kjer temelji ločevanje različnih substanc na manjši ali večji zmožnosti raztapljanja v materialu membrane ter posledično na različnih difuzijskih hitrostih. Takšne membrane so lahko keramične ali pa iz polimerov.

Membransko čiščenje tekoče frakcije digestata je kompleksen proces (slika 6), saj poleg separacije trdno-tekoče vključuje še dodatno procesiranje tekoče frakcije z izboljšanimi postopki izločevanja trdnih delcev. Dodatni koraki so ključnega pomena, saj s tem bistveno zmanjšamo možnosti, da se v naslednji fazi procesa, t.j. ultrafiltraciji, membrana zamaši. Kot zadnja faza membranskega čiščenja se uporablja reverzna osmoza v treh stopnjah, kjer lahko zadnjo stopnjo nadomestimo tudi z ionsko izmenjavo. V procesu čiščenja z reverzno osmozo odstranimo amoniak in preostale organske snovi. Slabost takšnih membranskih procesov je, da prečiščena voda predstavlja samo polovico vode, ki jo vsebuje neobdelan digestat. Okoli 50 % digestata se namreč akumulira v stranskih produktih, t.j. trdni frakciji, v ostanku po ultrafiltraciji in nazadnje še v koncentratu, ki ostane po reverzni osmozi. Da zmanjšamo količine teh stranskih produktov, se na primer ostanek po ultrafiltraciji ponavadi vrača v bioplinško napravo ali v fazo sepracije trdno-tekoče. Membransko čiščenje digestata je drag postopek, kjer se porabi precejšnja količina energije.



Slika 6: Tipične stopnje v procesu membranskega čiščenja digestata (vir: Fuchs and Drog, 2010)

Uparjalne tehnologije oziroma uparjanje digestata je smiselno le v primeru, ko imamo na razpolago dovolj presežne toplote iz kogeneracijske enote bioplinške naprave ali iz kateregakoli drugega vira, ki je v bližini bioplinškega postrojenja. Ker se bioplinarne nahajajo večinoma na ruralnih območjih brez prisotnosti druge industrije, lahko to predstavlja težavo (v Nemčiji to rešujejo s finančnimi spodbudami za uporabo odpadne toplote, tako da je tam kar nekaj bioplinarn opremljenih tudi z uparjalniki).

Pri uparjanju prevladuje tehnologija z uparjalniki s prisilnim kroženjem (z obtočno črpalko) tekoče frakcije digestata, uporabljajo pa se tudi uparjalniki z naravno cirkulacijo. Po ločevanju trdno-tekoče z vijačno stiskalnico in vibracijskim platnom (da izločimo čim več vlaknastega in nitastega materiala, s čimer zmanjšamo možnost mašenja napeljav in uparjalnikov), dodajamo tekoči frakciji digestata žveplovo kislino. S postopkom desorpcije nato odstranimo ogljikov dioksid. Z dodajanjem kisline se zniža tudi pH (na 4,5), s čimer dosežemo, da je celoten dušik vezan v obliki amonija. Na ta način zagotovimo, da v procesu 3-stopenjskega nizko tlačnega uparjanja pri nizki temperaturi (90°C) ohranimo skoraj ves dušik v koncentratu oziroma v koncentratu gnojila.

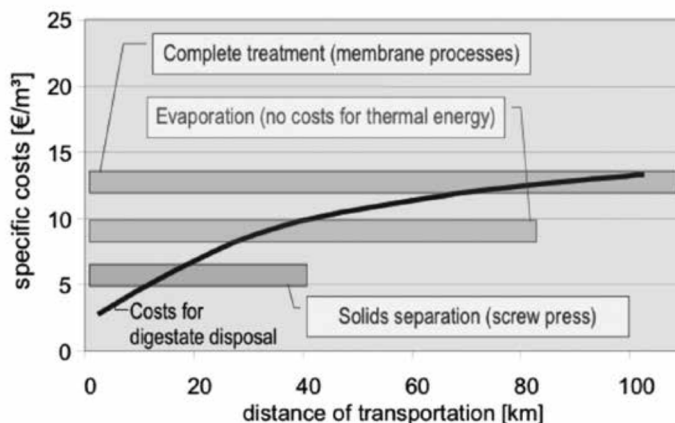
Kondenzat uparjenega dela tekoče frakcije vsebuje manjše količine amoniaka ter hlapljive kisline, zato ga ne moremo izpustiti direktno v okolje. Ponavadi ga uporabimo kot procesno vodo v bioplinski napravi, lahko pa ga izpustimo v čistilno napravo za odpadne vode. Če je v dani situaciji najbolj smiselno, da kondenzat izpustimo v okolje, ga je potrebno še naknadno prečistiti z uporabo reverzne osmoze ali ionske izmenjave, da zadostimo zakonsko določenim mejnim vrednostim za izpust. Kadar v procesu uparjanja uporabljamo presežno toploto iz kogeneracijske enote, je tipično zmanjšanje volumna digestata petdeset odstotno, poraba toplotne energije na tono uparjene vode iz digestata pa se giblje med 300 in 350 kWh.

4. EKONOMSKA UPRAVIČENOST IN ZAKLJUČNE BESEDE

Utemeljevanje ekonomske upravičenosti obdelave digestata je zahtevno že iz tega razloga, ker pri obdelavi dobimo različne končne in stranske produkte. Po drugi strani imajo tudi lokalni dejavniki močan vpliv na ekonomsko uspešnost. Analizo ekonomske upravičenosti je zato smiselno osnovati na podlagi referenčnih stroškov. V primeru obdelave digestata lahko za referenco vzamemo stroške prevoza neobdelanega digestata na kraj končne uporabe in raztrosa po zemljišču, saj stroški transporta naraščajo z večanjem oddaljenosti od bioplinske naprave. Očitno je, da v primeru, ko neobdelan digestat raztrosimo po obdelovalnih površinah v neposredni bližini bioplinarne (t.j. ob zanemarljivih stroških prevoza), ne moremo upravičiti dodatnih stroškov, ki bi jih povzročili s postopki nadaljnje obdelave digestata. Tu je sicer potrebno še poudariti, da obdelovalne zemlje v neposredni bližini bioplinarne ne smemo preobremeniti z vnosom digestata. Ko je ustrezna količina vnosa dosežena, je v vsakem primeru potrebno ostali digestat raztrositi po bolj oddaljenih, s hranili siromašnejših površinah.

Za posamezne tipične obdelave digestata lahko stroške ocenimo in jih nato primerjamo z referenčnimi vrednostmi. Slika 7 prikazuje splošno primerjavo specifičnih stroškov nekaterih načinov obdelave digestata v odvisnosti od oddaljenosti od bioplinarne. Kot vidimo, postanejo najdražje tehnologije (npr. celovita membranska separacija z vsemi predhodnimi postopki) ekonomsko upravičene šele v primerih, ko bi morali neobdelan digestat trositi po zemljiščih, ki so od bioplinarne oddaljena več kot 80 kilometrov.

Glede samega procesiranja digestate velja omeniti še stranske produkte, ki predstavljajo slabo polovico količine digestata (ostalo je prečiščena voda). Sploh pri večjih sistemih gre za velike količine stranskih produktov, ki jih lahko zaenkrat samo delno izkoristimo (npr. vračanje ostanka ultrafiltracije v bioplinsko napravo). V teh stranskih produktih je še veliko potenciala za razvoj novih, namenskih tehnologij procesiranja, sploh ker gre za produkte z visoko vsebnostjo nutrientov.



Slika 7: Primerjava specifičnih stroškov nekaterih načinov obdelave digestata v odvisnosti od oddaljenosti od bioplinarne (vir: Fuchs and Drog, 2013)

Zaključimo lahko, da se tehnologije za povrnitev nutrientov, katerih razvoj narekuje potreba po boljšem gospodarjenju z nutrienti tako v kmetijstvu kot v sistemih za obdelavo odpadnih tokov, hitro razvijajo, obenem pa se večajo tudi potrebe po komercializaciji in standardizaciji organskih gnojil. S pomočjo smelih ter strokovno in trajnostno naravnanih odločitev, ki morajo biti v sodelovanju s predstavniki gospodarskih dejavnosti sprejete na državnem in lokalnem nivoju, lahko z uvajanjem teh tehnologij najdemo precej odgovorov na sodobne okoljske in ekonomske izzive.

VIRI, LITERATURA

- [1] Nutrient Recovery by Biogas Digestate Processing; Technical Brochure prepared by: Bernhard DROSG, Werner FUCHS, Tedorita AL SEADI, Michael MADSEN, Bernd LINKE; ISBN 978-1-910154-16-8 (eBook electronic edition), 2015
- [2] N. Samec, "Inženirstvo okolja (Študijsko gradivo za univerzitetni študijski program strojništva – smer okoljevarstveno inženirstvo)," Maribor: Fakulteta za strojništvo, 2005.
- [3] D. Černec, "Fosfor v odpadnih tokovih in ponovna uporaba"; Maribor, 27. Mednarodno posvetovanje "Komunalna energetika 2018"
- [4] Biogas For Road Vehicles; Technology brief; IRENA 2017
- [5] www.watrec.com; " <http://www.watrec.com/solutions/waste-energy/biogas-plants/>"

NASLOV AVTORJEV

Dean Černec

Trg Dušana Kvedra 3

2000 Maribor

Tel: + 386 41 840 156

Elektronska pošta: cerdej@yahoo.com