

Izazovi i mogućnosti suvremenog gospodarenja muljem iz pročištača otpadnih voda u Hrvatskoj

Prof. dr. sc. Neven Voća

Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu



Statistika Eurostat (2020)



Prema posljednje dostupnim podacima:

- Danska, Francuska, Italija, Portugal, Island, Švicarska i UK nisu dostavili podatke i nisu ušli u statistiku EU.

Od ukupno proizvedenog mulja u EU (bez navedenih država):

- 30% se zbrinjava kroz poljoprivredu;
- 23% se kompostira;
- 11% odlaže na odlagališta;
- 22% termički obrađuje;
- 14% koriste ostale metode zbrinjavanja.



Statistika Eurostat (2020)



Prema posljednje dostupnim podacima - države koje dominantno:

- koriste poljoprivredu za zbrinjavanje mulja: Irska 88%; Španjolska 87%; Bugarska 77%; Estonija 58%; Norveška 55%.
- kompostiraju mulj: Mađarska 74%; Finska 58%; Cipar 57%; Slovačka 48%.
- odlažu mulj na odlagališta: Malta 100%; Rumunjska 55%; Grčka 36%.
- termički obrađuju mulj: Nizozemska 96%; Belgija 75%; Njemačka 74%; Austrija 53%; Slovenija 36%.

Hrvatska:

- 8% zbrinjava mulj u poljoprivredi,
- 14% koristi mulj kao sirovinu za kompostiranje,
- 12% odlaže mulj na odlagališta,
- 14% termički obrađuje,
- 52% koristi ostale tretmane obrade.

Statistika HR 2021. godina (ROO - MINGOR)

- UPOV su u 2021. godini proizveli 67.648 tona, odnosno 20.944 tona suhe tvari mulja.
- **3,02% (631,70 tona suhe tvari mulja) iskorišteno u poljoprivredi i kao poboljšivač tla.**
 - 58% se koristilo koristile za uzgoj silažnog kukuruza za potrebe bioplinskog postrojenja,
 - 42% se koristilo se kao prirodni poboljšivač na poljoprivrednim površinama na kojoj se sljedećih 12 mjeseci ne planira proizvodnja hrane
- Mulj koji je korišten u poljoprivredi je zadovoljavao uvjete za dopušteni sadržaj teških metala i tlo na kojem se mulj koristio zadovoljavalo propisane uvjete.
- U 2018. godini se 62% više mulja koristilo u poljoprivredi jer nije bilo zabrane korištenja muljeva na poljoprivrednim površinama za proizvodnju hrane.

Zakonodavstvo

- **Direktiva 86/278/EEC** zabrana odlagana mulja na odlagališta otpada u EU (12% u HR se i dalje odlaže) - poljoprivreda se smatra prirodnim načinom zbrinjavanja i vrlo dobrim poboljšivačem tla.
- **Pravilnik o gospodarenju muljem sa uređaja za pročišćavanje otpadnih voda kada se mulj koristi u poljoprivredi** (NN 38/2008) - **propisana je količina aplikacije mulja na tlo od najviše 1,66 t/ha suhe tvari mulja godišnje** (u potpunosti se prenosi odredbe Direktive 86/278/EEZ, koja se primjenjuje u svim zemljama EU).
- Pravilnikom dopušteni sadržaj teških metala u suhoj tvari mulja značajno je **niži** od graničnih vrijednosti dopuštenih Direktivom (HR pravilnik stroži za kadmij osam puta, bakar tri puta, nikal i živu pet puta, a olovo i cink dva puta).

Zakonodavstvo

- **Pravilnik o zaštiti poljoprivrednog zemljišta od onečišćenja** (NN 71/19) nije dopušteno korištenje muljeva na poljoprivrednim površinama za proizvodnju hrane.
- **Zakon o poljoprivrednom zemljištu** (NN 57/2022): „Zabranjuje se primjena na poljoprivrednom zemljištu digestata dobivenog u bioplinskom postrojenju u kojem se koristi otpad osim biootpada sukladno propisu o gnojidbenim proizvodima” - nije moguće korištenje stabiliziranog mulja u poljoprivredi (**u suprotnosti sa Pravilnikom NN 38/2008**).
- **Pravilnik o nusproizvodima i ukidanju statusa otpada** (NN 117/14) (**koji je još uvijek na snazi**) dopušta u bioplinskim postrojenjima i kompostanama obradu i stabilizaciju mulja uz stvaranje organskog gnojiva, odnosno poboljšivača tla (definiran uvjetima kao kompost klase III).

Zakonodavstvo

- **Uredba EK 2019/1009** o utvrđivanju pravila o stavljanju gnojidbenih proizvoda EU s oznakom CE na tržište - izrekom se navodi da se kompost i digestat koji se stavlja na tržište **ne mogu proizvoditi iz mulja iz pročištača otpadnih voda**.
- EK tumačenja Uredbe 2019/1009 - Uredba ne se bi trebala primjenjivati na proizvode koji ne nose oznaku CE - **dozvoljavaju korištenje mulja na lokalnoj razini** (uz definiranje svih granica za kontaminante i patogene organizme).

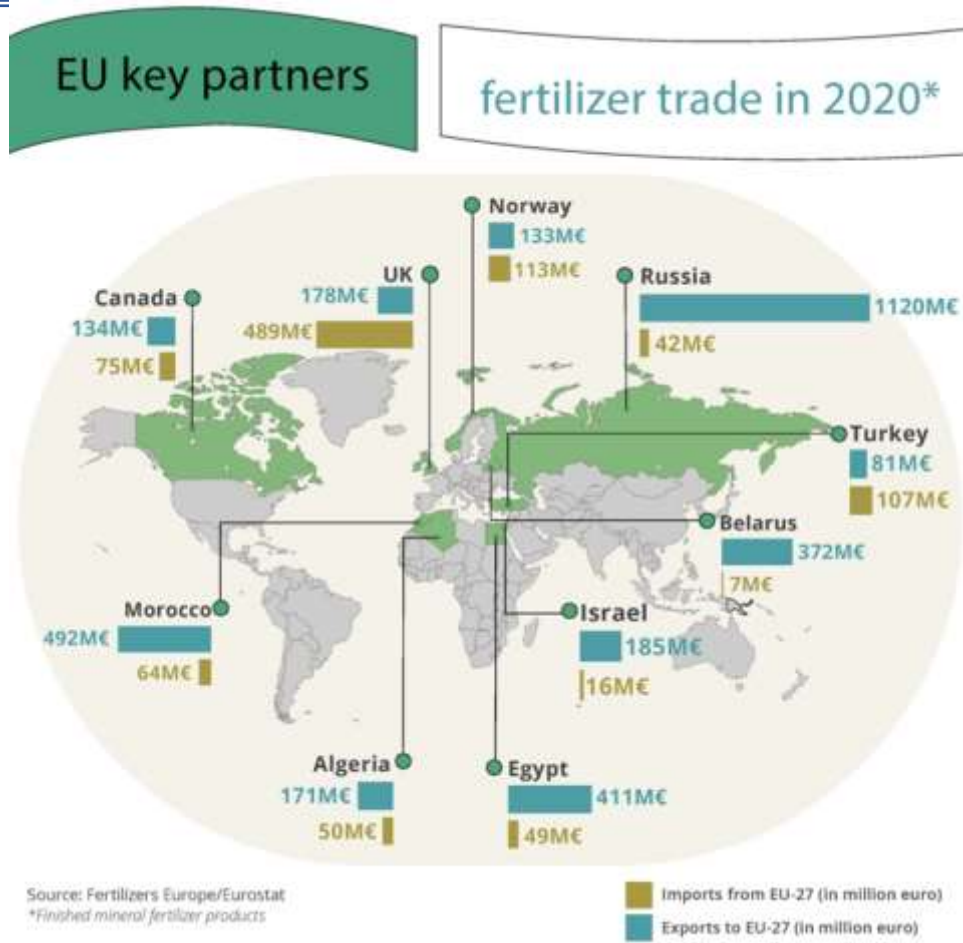
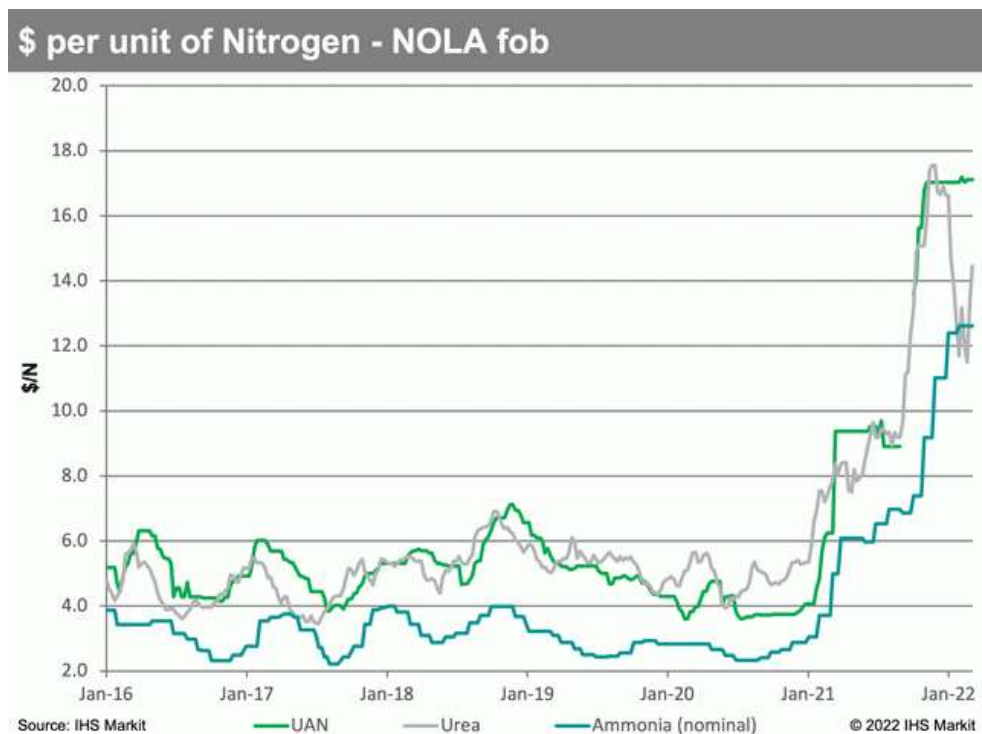
Zakonodavstvo

- **Zakon o gnojidbenim proizvodima** (NN 39/23) koji se poziva na Uredbu 2019/1009
 - ne pravi razliku između gnojidbenih proizvoda s ili bez oznake CE.
 - isključuje mulj otpadnih voda, industrijski mulj te nusproizvode životinjskog podrijetla
 - **rezultat:** kompost i digestat koji sadrži mulj se neće moći upisati u HR gnojidbene proizvode.
- Novi prijedlog **Pravilnika o ukidanju statusa otpada** definira anaerobni digestat i kompost kao gnojidbene proizvode koji udovoljava uvjetima Uredbe (EU) 2019/1009 - **kompostu i digestatu koji su nastali obradom mulja se neće moći ukinuti status otpada.**
- Novim Zakonom o gnojidbenim proizvodima i Pravilnikom o ukidanju statusa otpada prenosimo EU uredbe i direktive **na najnepovoljniji mogući način.**

Zakonodavstvo

- Potrebno je uskladiti Zakonske akte i Pravilnike koji su na snazi u HR, a koji otprije definiraju korištenje mulja čime će se svakako definirati njihovo korištenje pod propisanim pravilima i sve u skladu sa pravnom stečevinom EU.
- Kako bi spriječile bilo kakve moguće probleme, EU članice imaju nacionalne standarde za kvalitetu komposta i digestata, te su jasno definirana ograničenja korištenja u poljoprivredi.
- Svakako uzeti u obzir puno bolju kvalitetu mulja u HR u usporedbi sa zapadnim državama EU.
- **Ovi Zakoni pisani su u EU prije Ruske agresije na Ukrajinu.**

Rat u Ukrajini - porast cijene mineralnog gnojiva



CUPOV Zagreb

- U CUPOV-u se godišnje izdvoji približno 50.000 t mulja u stabiliziranoj formi (nakon proizvodnje bioplina) odlične kvalitete.
- Mulj je pomiješan s vapnom radi suzbijanja patogenih organizama i neugodnih mirisa.
- Problem: obrađen i stabiliziran mulj se skladišti na otvorenom gdje dolazi do povećanja vlažnosti i kontaminacije mulja, njegovog prolaska do podzemnih voda.



CUPOV ZG

- Trenutno se mulj CUPOV Zagreb zbrinjava bez natječaja (putem narudžbenica) na tri načina i tri tvrtke: ozelenjivanje odlagališta otpada (Kemokop iz Dugog Sela), proizvodnja poboljšivača tla (Zeleni plan iz Zagreba) i proizvodnja geokompozitnog materijala (Eko recens iz Zadra).
- **Kvaliteta mulja daleko ispod graničnih vrijednosti onečišćujućih tvari propisanima Pravilnicima i Zakonima.**

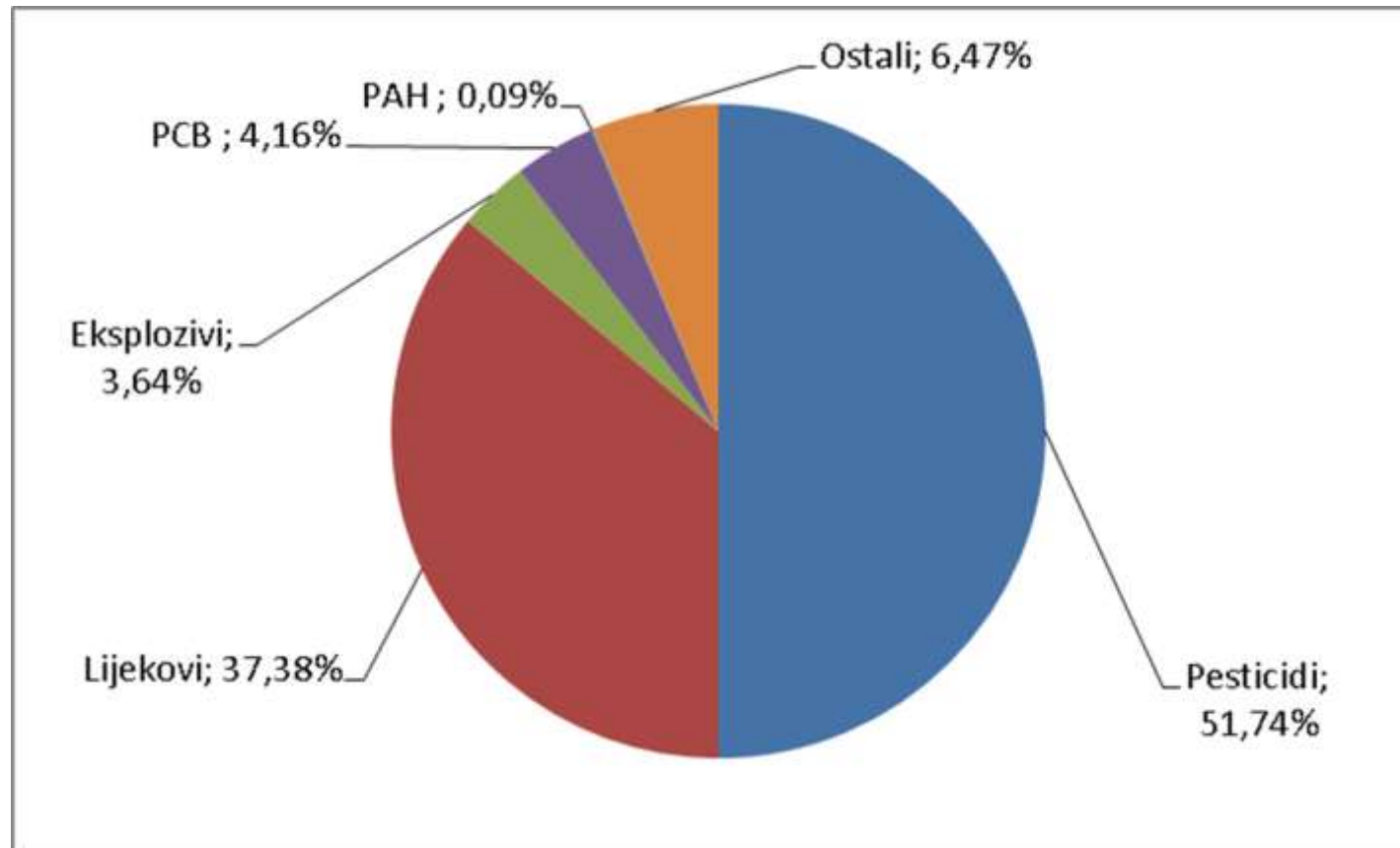
CUPOV Zagreb analiza mulja

| Analizirani parametar | Jedinica | Uzorak |
|---|----------|--------|
| S.T. (105 °C) | % | 31,09 |
| pH (H ₂ O, 10%) | - | 12,10 |
| C - organski (S.T.) | % | 27,31 |
| organska tvar (S.T.) | % | 47,25 |
| N - ukupni (izvorni uzorak) | % | 1,21 |
| N - ukupni (S.T.) | % | 3,89 |
| N (105 °C) | % | 3,21 |
| NH ₃ -N | % | 0,07 |
| NO ₃ -N | % | 0,02 |
| P ₂ O ₅ - ukupni (S.T.) | % | 3,26 |
| K ₂ O - ukupni (S.T.) | % | 0,69 |
| Ca - ukupni (S.T.) | % | 13,21 |
| Mg - ukupni (S.T.) | % | 0,63 |

| Analizirani parametar | Jedinica | Dopušteni sadržaj | Uzorak |
|-----------------------|--------------|-------------------|---------------|
| Željezo | mg/kg | | 7.493,33 |
| Mangan | mg/kg | | 833,33 |
| Cink | mg/kg | 2.000 | 357.67 |
| Bakar | mg/kg | 600 | 261,50 |
| Kadmij | mg/kg | 5 | 0,29 |
| Olovo | mg/kg | 500 | 54,65 |
| Nikal | mg/kg | 80 | 26,71 |
| Krom | mg/kg | 500 | 98,01 |
| Živa | mg/kg | 5 | 0,52 |

Onečišćujuće tvari u mulju CPOVZG

Ukupno pronađeno 2,0396 mg/kg onečišćujućih tvari u mulju



Zašto je važan odabir tehnologije obrade mulja u CUPOVZG?

- Odluka o određivanju osjetljivih područja (NN 81/10), na CUPOVZG-u mora se nadograditi za uređaj s trećim stupnjem pročišćavanja.
- Treća faza uključuje dodatne procese pročišćavanja koji se koriste nakon sekundarne obrade kako bi se postigla veća razina čistoće efluenta - jedan od ključnih ciljeva je uklanjanje fosfora koji se može koristiti kao gnojivo u poljoprivredi ili u industrijskim procesima.
- **Tehnologija izdvajanje fosfora iz mulja ovisi o načinu njegova zbrinjavanja - nije istovjetna ako se mulj zbrinjava termički ili nekim drugim biološkim načinima obrade.**

Primjeri nekih tehnologija zbrinjavanja mulja u HR

Neki od trenutni načini zbrinjavanja mulja u HR:

- korištenje u poljoprivredi (OPG, Poljoprivredne tvrtke),
- ozelenjivanje odlagališta (Odlagalište fosfogipsa u Kutini - Kemokop),
- proizvodnja geokompozitnih materijala (Livit u Belišću i Ekorecens u Benkovcu),
- proizvodnja poboljšivača tla (komposta) (Zeleni plan u Stručcu),
- ozemljivanje mulja (Međimurske vode u Čakovcu).

Planovi: termička obrada mulja u ZGB (monospalionica mulja ZCGO, DOKING)

Korištenje mulja u poljoprivredi

- Korištenje najviše 1,66 t suhe tvari po hektaru,
- Ograničenja u smislu kvalitete i korištenja mulja,
- Aplikacija samo kod neprehrambenih kultura - energetske kulture, dominantno kukuruzna silaža za bioplinska postrojenja,
- Korištenjem mulja iz pročišćivača otpadnih voda na marginalnim tlima popravljaju se njihova struktura,
- Stigma mulja kao zdravstveno ispravnog proizvoda za poljoprivredu (štetne tvari, droge, lijekovi).



Ozelenjivanje odlagališta fosfogipsa kod Kutine

Deponija kalcijevog sulfata dihidrata - fosfogipsa (otpad nastao prilikom proizvodnje fosforne kiseline) kao dio Petrokemije Kutina (danas u privatnom vlasništvu DE-FOS iz Kutine) i nalazi se na nizinskom močvarnom dijelu u blizini parka prirode Lonjsko polje:

- odloženo je oko 8,5 milijuna tona fosfogipsa,
- deponija ima površinu dna odlagališta oko 150 ha unutar zemljanih nasipa,
- potrebno zatvoriti odlagalište i uklopiti ga u okoliš - trenutna situacija je vrlo loša, ne samo sa aspekta izgleda, već i emisije štetnih tvari u okoliš erozijom vodom i vjetrom,
- prostorno-planskom dokumentacijom na tom prostoru predviđa izgradnja solarne elektrane.



Ozelenjivanje odlagališta fosfogipsa kod Kutine

Zatvaranje deponija i njegovo ozelenjivanje određeno „Rješenjem o okolišnoj dozvoli“:

- pokrivanje odlagališta s gornjim brtvenim slojem i materijalom za rekultivaciju uz obavezno ozelenjavanje biljkama karakterističnima za okoliš odlagališta.
- potrebno je napraviti sustav prihvatnih kanala za oborinske vode.

Temeljem Rješenja o okolišnoj dozvoli je 2020. godina izrađen od strane tvrtke Kemokop iz Dugog Sela **Pilot projekt zatvaranja probnog polja rekultivirajućim materijalom i ozelenjivanjem** (dobivene sve suglasnosti).



Ozelenjivanje odlagališta fosfogipsa kod Kutine

Rekultivacija se mora provoditi točno utvrđenim materijalom koji u sebi sadrži stabilizirani mulj koji mu daje potrebnu strukturu za uzgoj biljaka - organsku tvar, hranjive tvari.

Rekultivirajući materijal se miješa na odlagalištu u sljedećim omjerima:

- stabilizirani dehidrirani mulj (70%),
- prosijana mineralna sirovina (crijep, opeka, pijesak 5%),
- kvarcni pijesak (5%),
- kalcijev florid 20%.



Ozemljivanje mulja

- Međimurske vode iz Čakovca zgusnuti mulj stabiliziraju aerobnim putem (40 dana).
- Biološka obrada u poljima za ozemljavanje mulja - 10 polja površine oko 3.420 m² - nanošenje mulja svakih 5 - 7 dana, 50 - 60 kg/m² suhe tvari mulja (moguće nanositi novi sloj mulja dok se prethodni ne ukloni).
- Sprečavanje otjecanja procjednih voda osigurava se vodonepropusnom folijom - dubina polja oko 2,5 m.
- Mulj se isušuje se i mineralizira uz primjenu obične trske (*Phragmites australis*) kroz vremenski period od 6 do 10 godina.



Proizvodnja geokompozitnog materijala

- Geokompozitni materijal se proizvodi miješanjem mulja i pepela u omjerima približno 70-30 i koristi u građevinarstvu za izgradnju nasipa, šumskih puteva ili prekrivka za odlagališta.
- Ova tehnologija zbrinjavanja mulja je u suglasju sa Direktivama EU.
- U HR trenutno dvije tvrtke proizvode geokompozitni materijal
 - Livit u Belišću (stacionarno postrojenje kapaciteta **25.000 t/god**),
 - Ekorecens u Benkovcu (mobilno postrojenje kapaciteta **6.800 t/god**).



SLUDGE



ASH



VALUABLE MATERIALS



Proizvodnja geokompozitnog materijala

- U Belišću tvrtka Livit zbrinjava industrijski i komunalni mulj na mjestu njegova nastanka (u sklopu UPOV-a) - nema transporta mulja, već se transportira biokompozitni materijal.
- Biokompozitni materijal je kemijski stabilan, ima malu vodopropusnost, otporan je na pucanje tijekom višestrukih ciklusa smrzavanja i odmrzavanja te se ne smatra zapaljivim.
- Proizvedeni biokompozitni materijal ima Hrvatsku tehničku ocjenu za prikladnosti za uporabu u građevinarstvu.



Proizvodnja geokompozitnog materijala

- Korištenje ovakvog oblika zbrinjavanja mulja omogućuje smanjenje investicijskih troškova od samog početka zbog smanjenih potreba za skladišnim kapacitetom potrebnim za skladištenje muljeva.
- Zahvaljujući brznoj preradi mulja, razgradnja organskih tvari stajanjem mulja na otvorenim skladištima svedena je na najnižu moguću razinu i kao rezultat toga postiže se daljnje smanjenje negativnih utjecaja na okoliš.
- **Moguće korištenje muljeva iz industrijskih pročišćavanja otpadnih voda jer se proizvod ne koristi u poljoprivredi.**



Proizvodnja poboljšivača tla

- Tvrtka Zeleni plan iz Zagreba, na svojoj kompostani u Stručcu pored Popovače obrađuje odvojeno mulj i biootpad u udjelima 70-30 svojeg kapaciteta.
- Biootpad se inače manje kompostira jer približno 60% JLS još uvijek nema uvedeno odvojeno prikupljanje biootpada.
- Aerobna obrada (kompostiranje) se provodi na formiranjem kompostnih hrpa ili brazdi na vodonepropusnom betonskom platou.
- U kompostne brazde se dodaje drvena sječka u količini od 30% kako bi se napravili zračni džepovi i stvorili uvjeti bolje aerobne razgradnje.



Proizvodnja poboljšivača tla

- Aerobna razgradnja se provodi u tri faze :
 - I početna faza - razvija se temperatura od 55 do 60°C, trajanje do 30 dana, smanjenje volumena za 20%.
 - II faza - temperatura 40°C, trajanje do 30 dana, smanjenje volumena za 15%
 - III faza sazrijevanja - trajanje 30 i više dana, smanjenje volumena za 10%
- Konačni produkt kompost (ako je iz biootpada ili zelenog otpada) ili poboljšivač tla (ako je iz mulja).
- Iako se prema trenutno važećem Pravilniku o nusproizvodima i ukidanju statusa otpada NN 117/2014 klasificira kao **kompost klase III**, analize koje je rađene pokazuju da dobiveni proizvod iz aerobne obrade mulja u pogledu sadržaja teških metala, organske tvari i patogenih mikroorganizama odgovara **kompostu klase I**.

Proizvodnja poboljšivača tla

Aerobno obrađeni mulj se koristi kao supstrat ili poboljšivač tla za:

- rekultivacija zemljišta,
- pripremu zemljišta u uzgoju energetskih kultura
- rasadnike ukrasnog bilja,
- za uređenje parkovnih i javnih površina, travnjaka koje se ne koriste u proizvodnji hrane.



Postrojenje za termičku obradu mulja u sklopu ZCGO

- Postrojenje za termičku obradu mulja na lokaciji CUPOVZ ili CGO.
- Koncipirano je kao kogerenacijsko postrojenje isključivo iz jedne sirovine - mulja.
- Okvirno vrijeme za izradu projekta, ishodaenje potrebnih dozvola te izvedba građevinskih, strojarskih i elektrotehničkih radova je 6 godina.
- „Monospalionica” mulja imala bi visoke operabilne troškove, potrošnju dodatnog goriva.
- Problem ostatnog pepela (25-35%)!
- Pogodnije za industrijske muljeve ili UPOV gradova čiji mulj je opterećen industrijom i teškim metalima.
- Kvalitetnije alternative: piroliza mulja i proizvodnja biougljena - korištenje u poljoprivredi kao poboljšivači tla.

Zaključak: Provesti multidisciplinarnan pristup zbrinjavanju mulja



Proizvodnja kvalitetnog poboljšivača tla (komposta)



Korištenje u poljoprivredi za neprehrambeni lanac



Kvalitetan gekompozitni materijal za građevinarstvo



**NEPOTREBNO
UVOĐENJE PTO
MULJA**



Kvalitetan supstrat za ozelenjivanje odlagališta otpada

Hvala na pažnji!



Prof. dr. sc. Neven Voća

nvoca@agr.hr

Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu