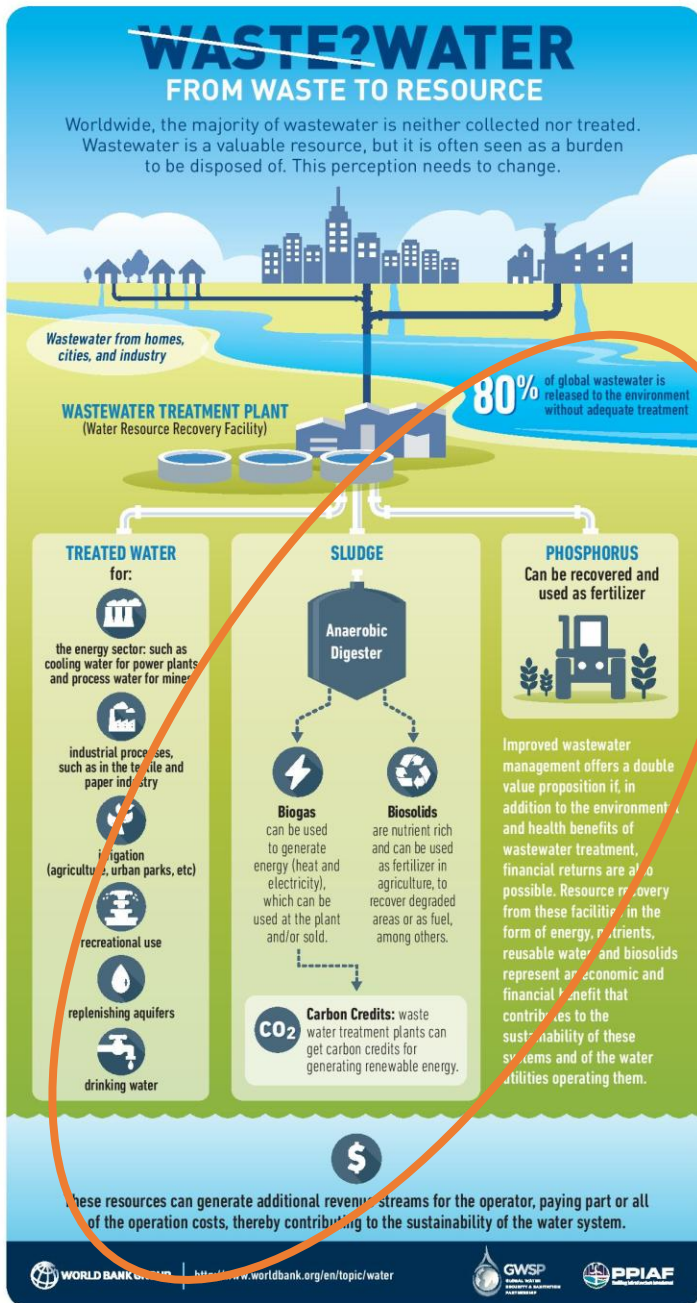


Potencijal primene mulja na poljoprivredno zemljište i regulatorni zahtevi

dr Anita Leovac Maćerak

18-20. Septembar 2024. Novi Sad



- Izvor obnovljive energije i rekuperacije materijala;
- Pozitivni efekti: povećanje sadržaja organske materije zemljišta, dostupnost nutrijenata, stimulacija mikrobne aktivnosti i, poboljšanje fizičkih parametara zemljišta;
- Sastav varijabilan – godišnja doba, tehnologije, kvaliteta otpadnog influenta itd.;
- P iz mulja;
- Teški metali, organske supstance, patogeni

- Godišnja proizvodnja u EU-27 u 2020. – 13 ml t SM/god.
- Preporuke za usvajanje nove UWWTD – tretman otpadnih voda u naseljima manjim od 2000 ES - povećanje količine mulja.
- Tretmani mulja sa PPOV za korišćenje u poljoprivredi: kompostiranje i termičke metode (sušenje i spaljivanje).



Potencijal primene mulja na poljoprivredno zemljište

- Visok sadržaj organske materije (50%-70%) sa makro- i mikroelementima, posebno azotom i fosforom, čini mulj odličnim đubrivom, jeftinim i bogatim oplemenjivačem zemljišta;
- Ponovno korišćenje – smanjenje otpada;
- Direktna primena podstiče bolji razvoj biljaka (bor, mangan, bakar, molibden i cink) i povećanje sadržaja humusa u zemljištu;
- Povećanje sadržaja organske materije – smanjenje nasipne gustine, povećanje stabilnosti agregata i kapaciteta zadržavanja vode u zemljištu, kao i apsorpcije vode, smanjenje erozije, povećanje infiltracije, recirkulacije vazduha.
- Sertifikacija mulja u proizvod koji ima tržišnu vrednost.

EU zakonodavstvo

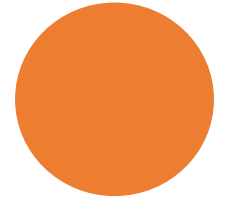
Najvažnije direktive koje ce tiču upravljanja muljem su:

- **Direktiva o tretmanu gradskih otpadnih voda (91/271/EEC, UWWTD)** - postavlja zahteve za sakupljanje i tretman otpadnih voda širom zemalja EU, kako bi se zaštitila životna sredina od štetnih efekata ispuštanja gradskih otpadnih voda. Član 14 Direktive se odnosi na mulj koji nastaje tokom tretmana otpadnih voda i navodi da se otpadna voda/mulj moraju ponovo koristiti kad god je to potrebno, pod uslovom da se u svakom trenutku spreče štetni uticaji na životnu sredinu.
- **Okvirna Direktiva o otpadu (2008/98/EC, WFD)** - reguliše reciklažu otpada, uključujući i mulj. Direktiva navodi da je prevencija proizvodnje otpada na prvom mestu, a da sledi priprema otpada za ponovnu upotrebu, reciklažu ili druge oblike oporavka i na kraju odlaganje otpada. Direktiva propisuje da je zbog sve veće produkcije mulja, veoma bitno njegovo ponovno iskorišćenje, odnosno ponovna upotreba, uključujući moguću obnovu energije ili organsku reciklažu.
- **Direktiva 86/278/EES (SSD) o zaštiti životne sredine, a posebno zemljišta, pri korišćenju kanalizacionog mulja u poljoprivredi** - usvojena kako bi se podstakla pravilna upotreba mulja u poljoprivredi i regulisala njegova upotreba u cilju sprečavanja štetnih uticaja na zemljište, vegetaciju, životinje i ljude.

- SSD: zahteva tretman mulja pre nanošenja na zemljište, ali ne definiše tretman (digestat iz anaerobne digestije, kompost, pepeo od spaljivanja).
- Sve države članice su u potpunosti transponovale Direktivu 86/278/EEC u nacionalno zakonodavstvo.
- **ALI, 17 država članica** usvojilo je **strože zahteve** od onih propisanih SSD: Austrija, Belgija, Hrvatska, Češka, Danska, Francuska, Finska, Nemačka, Mađarska, Letonija, Luksemburg, Malta, Holandija, Poljska, Rumunija, Slovenija i Švedska.

Dozvoljene koncentracije **teških metala** u komunalnom mulju koji se primenjuje u poljoprivredi mg/kg suve materije

Земља	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
ЕУ Директива 86/278/ЕЕС	20-40	-	1000-1750	16-25	300-400	750-1200	2500-4000
Аустрија	2-10	50-500	300-500	2-10	25-100	100-500	1500-2000
Белгија	6	250	375	5	100	300	900
Бугарска	30	500	1600	16	350	800	3000
Чешка	5	200	500	4	100	200	2500
Данска	0,8	100	1000	0,8	30	120	4000
Финска	3	300	600	2	100	150	1500
Француска	20	1000	1000	10	200	800	3000
Немачка	2	80	600	1,4	60	100	1500
Грчка	20-40	500	1000-1750	16-25	300-400	750-1200	2500-4000
Мађарска	10	1000 (Cr VI)	1000	10	200	750	2500
Италија	20	-	1000	10	300	750	2500
Холандија	125	75	75	0,75	30	100	300
Пољска	20	500	1000	16	300	750	2000
Португал	20	1000	1000	16	300	750	2000
Румунија	10	500	500	5	100	300	2000
Словенија	0,5	40	30	0,2	30	40	100
Шпанија	20-40	1000-1750	1000-1750	16-25	300-400	750-1200	2500-4000
Шведска	2	100	600	2,5	50	100	800



Dozvoljene koncentracije **organskih mikropolutanata** u mulju za primenu u poljoprivredi, mg/kg suve materije

Органски полутант	ЕУ	Данска	Шведска	Аустрија	Француска	Немачка	Словенија	Чешка
АОХ	500	-	-	500	-	500	140	500
DEHP	100	50	-	-	-	-	-	-
LAS	2600-5000	1300	-	-	-	-	-	-
NP/NPE	50-450	10	50	-	-	-	-	-
PAH	6 ^a	3 ^a	3 ^a	-	Флуорантен 4 Бензо(б)флуорантен 2.5 Бензо(а)пирен 1.5	-	-	-
PCB	0,8 ^б	-	0,4 ^б	0,2 ^ц	0,8 ^б	0,2 за сваки конгенер	<0,5	0,6
PCDD/F	10 ⁻⁴	-	-	10 ⁻⁴	-	10 ⁻⁴	-	-

^aЗбир аценафтена, флуорена, фенантрена, флуорантена, пирена, бензо(б+ј+к)флуорантена, бензо(а)пирена, бензо(ghi)перилена, индено(1,2,3-ц,д)пирена.

^бЗбир од седам конгенера.

^цЗбир од шест конгенера.

- **Neke države članice zabranile su upotrebu mulja u poljoprivredi**, npr. regioni Brisela i Flandrije u Belgiji i Slovačkoj.
- Nemačka i Austrija se fokusiraju na **reciklažu fosfora** iz mulja i pepela nakon spaljivanja u monoincineratorima.
- Nekoliko zemalja je **dozvolilo upotrebu neobrađenog mulja** pod određenim odobrenim uslovima (npr. Francuska, Švedska i Estonija).
- **Neki imaju specifične zahteve za tretman** kao što su stabilizacija, termička obrada, kompostiranje ili digestija pre upotrebe (Austrija, Danska, Finska i Poljska), čime se prevazilaze zahtevi SSD koja ne propisuje vrstu tretmana koji se primenjuje.

Evalucionni dokument SSD, maj 2023.

- Cilj Direktive o kanalizacionom mulju da podstakne oporavak nutrijenata u skladu sa Akcionim planom kružne ekonomije pod okriljem Zelenog dogovora.
- Rekuperacija nutrijenata – obezbeđivanje snabdevanja hranom.
- Anaerobna digestija – obezbeđivanje nutrijenata i biogasa.
- Težnja visokom nivou zaštite životne sredine – revidiranje liste zagađujućih supstanci (monitoring) – procena uticaja na zemljište i ljude
- Mere upravljanja rizikom – granične koncentracije, protokoli tretmana ili primene (količine tokom nekoliko godina, primena u određenim periodima godine itd.).
- Ne postoje informacije vezane za potrebe biljaka za nutrijentima, što bi moglo da dovede do neoptimalne upotrebe mulja ili viška hranljivih materija, a onda i do zagađenja podzemnih voda. Takođe nije poznato da li se mulj primenjuje van perioda rasta biljaka, kao npr. nedostaju podaci o privremenom skladištenju mulja i kapacitetima.

Uredba o utvrđivanju pravila o stavljanju proizvoda za đubrenje EU na raspolaganje na tržištu (Fertilising Products Regulation FPR, 2019/1009)

Podsticaj smanjenja upotrebe mineralnih đubriva i zavisnost EU od uvoza istih, a sa druge strane da podstakne veću upotrebu organskih đubriva i razvoj cirkularne ekonomije za nutrijente.

Prema ovoj Uredbi, đubrivo dobijeno od otpadnog mulja se trenutno ne može staviti na tržište EU niti se njime može trgovati između zemalja članica.

Sa razvojem tehnologija za rekuperaciju fosfora iz otpadnog mulja i kako proizvodni proces postaje naučno utemeljen, đubriva dobijena iz mulja će moći nesmetano da pređu na tržište EU u bliskoj budućnosti (precipitirane soli i termičke oksidacione materijale dobijene preradom mulja sa PPOV).

EU Direktiva VS Uredbe RS



Granične vrednosti emisije zagađujućih materija u mulju iz postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda za upotrebu u poljoprivredi

SSD 86/278/EEC

Uredba o graničnim vrednostima emisije zagađujućih materija u vodama i rokovima za njihovo postizanje (Sl. glasnik RS, 67/2011, 48/2012, 1/2016)

Uredba o načinu i postupku upravljanja muljem iz postrojenja za prečišćavanje komunalnih otpadnih voda (Sl. glasnik RS, 103/2023)

Neorganske zagađujuće supstance (mg/kg SM)

Cd	20-40	2.5	2.5
Cu	1000-1750	700	700
Ni	300-400	60	60
Pb	750-1200	120	120
Zn	2500-4000	1500	1500
Hg	16-25	1.6	1.6
Cr	/	100	100
As	/	15	/

Organske zagađujuće supstance

AOX (mg/kg SM)	/	400	/
PCB (mg/kg SM)	/	0.1 (per congener)	/
PCCD/F (mg/kg SM)	/	30	/

Patogeni

Salmonella (MPN/10 g SM)	/	0-10	0-10
Enterovirus (MPCN/10 g SM)	/	3	3

Mulj u poljoprivredi se koristi na način koji vodi računa o potrebama biljaka za prihranom, čuva kvalitet zemljišta (održava ili poboljšava njegove fizičke i biološke osobine) i čuva kvalitet površinskih i podzemnih voda.

Zabranjeno je koristiti mulj na:

- 1) travnjaci i pašnjaci koji se koriste za ispašu stoke;
- 2) površine na kojima se uzgaja krmno bilje najmanje dva meseca pre žetve;
- 3) zemljište na kome rastu zasadi voća i povrća, osim voćaka;
- 4) zemljište namenjeno za uzgoj voća i povrća koje može biti u neposrednom kontaktu sa zemljom i koje se može jesti sirovo, u periodu od najmanje deset meseci pre početka berbe, kao i tokom berbe;
- 5) zemljište na kome postoji opasnost od ispiranja mulja u površinske vode;
- 6) zemljište sa pH vrednošću nižom od 5;
- 7) zemljište kraškog polja, plitko ili skeletno kraško zemljište;
- 8) zemljište zasićeno vodom, zasnježeno i na zaleđenom poljoprivrednom zemljištu;
- 9) u priobalnim ili poplavljenim rečnim područjima i vodozaštitnim područjima;
- 10) u zonama izloženim riziku od prodora nitrata u površinske i podzemne vode.

Uredba o načinu i postupku upravljanja muljem iz postrojenja za prečišćavanje komunalnih otpadnih voda (Sl. glasnik RS, 103/2023)

- Većina odredbi SSD je transponovana u ovu Uredbu.
- **Ograničena upotreba mulja u poljoprivredi** navedena u članu 3, stav 2: „odredbe ove uredbe ne odnose se na poljoprivredno zemljište koje se koristi za poljoprivrednu proizvodnju i koje je prema vrsti zemljišta i načinu korišćenja kao takvo upisano u katastar nepokretnosti“.

Uredbom se regulišu obaveze proizvođača/vlasnika mulja:



- Analiza mulja najmanje jednom u šest meseci,
- Zabranjeno je razređivanje mulja sa PPOV drugim materijama pre uzorkovanja.
- Analiza mulja se sprovodi u laboratoriji akreditovanoj po posebnom propisu.
- Proizvođač /vlasnik mulja je dužan da vodi evidenciju o mulju i mora pre predaje mulja dostaviti korisniku mulja kopiju Izveštaja o rezultatima analize mulja.
- Proizvođač /vlasnik mulja dužan je da sačini godišnji izveštaj o proizvodnji i korišćenju mulja – količina proizvedenog mulja; način tretmana mulja; sastav i svojstva mulja prema Izveštajima o rezultatima analize mulja; ukupna količina mulja koja je predata za upotrebu u poljoprivredi; korisnik mulja, lokacije na kojima je mulj korišćen u poljoprivredi i količina korišćenog mulja na ovim lokacijama.



WWTP

*Monitoring kvaliteta mulja
2 puta/god*

Analiza mulja obuhvata sledeće parametre:

- SM%;
- TOC %;
- pH;
- TN%;
- TP %;
- Cd, Cu, Ni, Pb, Zn, Cr and Hg in mg/kg;
- *Salmonella, Enterovirus.*



Poljoprivrednik

*Monitoring kvaliteta zemljišta
jedanput godišnje*

Analiza zemljišta na koje se primenjuje mulj obuhvata sledeće parametre:

- pH;
- Cd, Cu, Ni, Pb, Zn, Cr and Hg in mg/kg.

Zaključna razmatranja

U dobro razvijenim zemljama preferira se **minimiziranje proizvodnje otpada, reciklaža (npr. primenom na zemljišta ako je moguće).**

Odlaganje otpada nije poželjna opcija.

U manje razvijenim zemljama, više mulja se deponuje ili odlaže na zemljištima bez kontrole.

U Republici Srbiji su, kao i u većini evropskih zemalja, postavljene strože granične vrednosti sa proširenom listom zagađujućih supstanci koje uslovljavaju primenu mulja sa PPOV na poljoprivredno zemljište.

Zaključna razmatranja

Primena mulja u poljoprivredi je važna sa aspekta **sadržaja organske materije i nutrijenata**.

Primena na zemljištu može poboljšati svojstva zemljišta, povećati proizvodnju biljne biomase i smanjiti emisije gasova staklene bašte.

Dodatno, rezultuje i povećanjem strukturne stabilnosti zemljišta, smanjujući njegovu degradaciju, istovremeno povećavajući puferski i sorpcioni kapacitet zemljišta.

Sa ekonomskog stanovišta, smatra se i dalje najisplativijom opcijom.

HVALA NA PAŽNJI.



Smart Water Twin HEProject



SmartWater Summer FORUM