



Koliko smo blizu zatvaranju kruga u upravljanju otpadnim vodama i muljem?

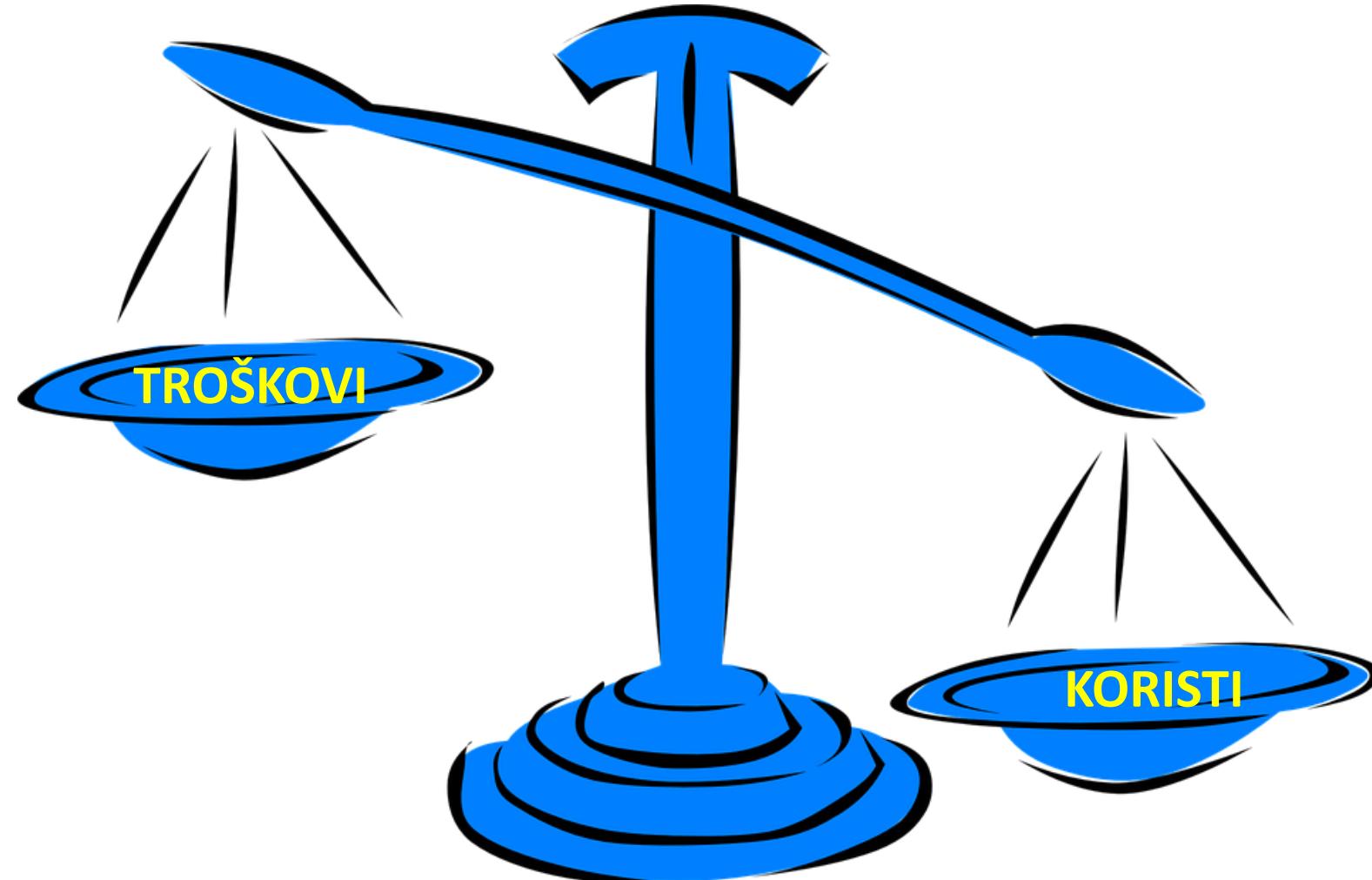
Prof. dr Milena Bečelić-Tomin

OTPADNA VODA-RESURS



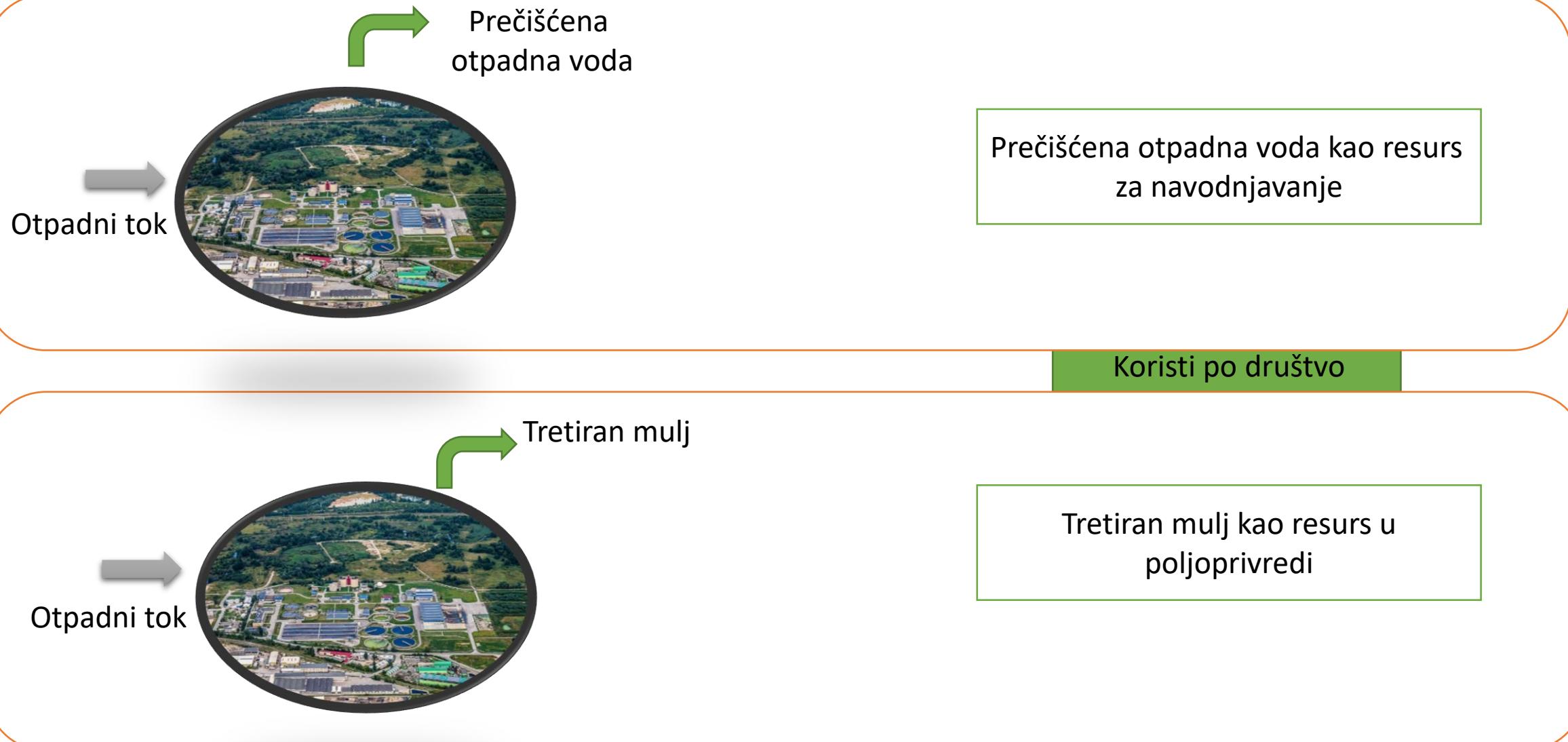
Karakteristike održivih sistema sanitacije i upravljanja otpadnim vodama

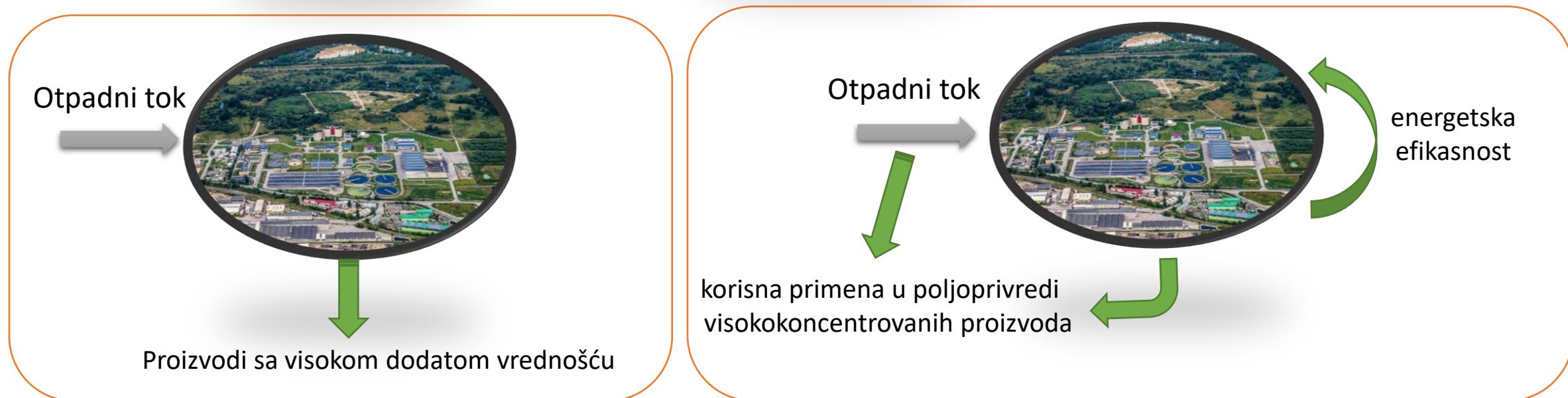
- ✓ Štite i unapređuju zdravlje ljudi
- ✓ Neznatan uticaj na degradaciju životne sredine
- ✓ Tehnički i društveno prihvatljivi
- ✓ Bez značajnih uticaja na eksploataciju resursa uz povrat resursa
- ✓ Dugoročno ekonomski održivi
- ✓ Otporni na katastrofe



Ekonomija u sektoru otpadnih voda

Mogućnosti postizanja cirkularnosti





Identifikovane globalne potrebe

- Viši nivo resursne i energetske efikasnosti i energetska samodovoljnost
- Niži nivo emisije gasova staklene baste

Mogućnosti

Unapređenje inovacija, napredne tehnike tretmana,
nove tehnologije za oporavak materijala

Razvijanje novih tržišta za nusproizvode prečišćavanja
otpadnih voda

Najvažniji uslovi za primenu cirkularne ekonomije u upravljanju otpadnim vodama i muljem



Značajni biogeohemijski ciklusi u fokusu
cirkularne ekonomije u oblasti otpadnih
voda:

- Ciklus vode
- Ciklus N
- Ciklus P
- Ciklus C



Proizvod	Korisna upotreba	Nivo tehnološke razvijenosti
Voda/voda za različite upotrebe	Industrijska, rashladna voda, uređenje prostora, poljoprivreda, akvakultura	Visok
Energija/biogas	Proizvodnja toplotne ili električne energije	Visok
Tretiran mulj/biočvrste materije, biomasa, biochar	Kondicioniranje zemljišta, građevinski materijali	Visok
N i P/fosfati, deterdženti, fosforna kiselina	Đubriva	Visok
Celuloza/reciklirana celuloza	Plastika, izolacija, karton, građevinarstvo	Srednji do visok
Alge/biodizel, alginat	Goriva, stočna hrana, papirna industrija, farmaceutski proizvodi, kozmetika	Nizak do srednji
Komercijalne hemikalije/sukcinska kiselina, etil acetat, metil acetat, buterna kiselina	Hemikalije za mnoge sektore	Nizak

Značajni kriterijumi pored vrste resursa u vrednovanju razvijenih tehnologija

- Troškovi ulaganja
- Troškovi operativnosti i održavanja
- Zauzetost zemljišta
- Smanjenje zapremine mulja
- Tehnička kompleksnost
- Obnavljanje resursa i budućih proizvoda
- Ugljenični otisak
- Redukcija patogena i hemijskih supstanci

Veštačka đubriva i otpadne vode/mulj kao izvori nutrijenata

- Neefikasna upotreba P-đubriva u proizvodnji hrane
- Evropska potrošnja: 4 kg reaktivnog P za 1 kg hrane.
- 50% P se gubi iz sistema (17% u vodna tela).
- Fosfatne stene i fosfor se nalaze na poslednjoj objavljenoj listi 30 kritičnih sirovina u EU

- Ekonomska izvodljivost procesa za oporavak nutrijenata i dalje izazov
- Prinosi i profitabilna prodaja na tržištu: N-niski prinosi, P-do 90% iz mulja i do 50% iz otpadne vode
- Količina ostalih elemenata Ca, K, Mg ne može da zameni u potpunosti potražnju za komercijalnim đubrivima
- Većina sistema za oporavak nutrijenata nije profitabilna u ovoj fazi: prihodi od đubriva su viši od troškova oporavka nutrijenata
- Subvencije za veštačka đubriva usporavaju proces

Projekcije

- Očekuje se dostizanje tržišne zrelosti tehnologija čemu može doprineti ekonomija obima i ekološke koristi
- Povrat nutrijenata iz otpadnih voda dobiće značaj sa povećanom potražnjom za đubrivima
- Nedavne procene pokazuju da će upotreba obnovljenog fosfora u EU korišćenjem uspostavljenih tehnologija i praksi moći da zameni oko 30% minerala koji se koristi u poljoprivredi do 2030. godine
- Oporavak nutrijenata u PPOV, zajedno sa efikasnijim praksama upravljanja poljoprivredom i hranom, mogao bi pomoći da se sadašnji ekonomski sistem transformiše u kružniji

Oporavak resursa na izvoru

- Veći deo nutrijenata je u urinu, posebno N, sadrži i P i K sa odnosima većim nego u većini komercijalnih đubriva
- Urin sadrži manje patogena u odnosu na drugu izlučevinu što povećava bezbednost
- Procena: izlučen urin jedne osobe/god je dovoljan da zadovolji potrebe za đubrenjem azotom $300\text{--}400 \text{ m}^2$ useva i potrebe za đubrenjem fosforom za 600 m^2 useva za jednu vegetacionu sezonu
- Izazov: preporučeno vreme skladištenja varira u zavisnosti od podešavanja sistema i temperature okoline, između 1-6 meseci

Glavni troškovi sistema upotrebe otpadnih voda

	Glavni elementi troškova	
	Fizički objekti i prateći troškovi	Ostali troškovi
Generisanje otpadnih voda	Predtretman (posebno u industriji)	Regulatorni sistem kontrole izvora
Sistem kanalizacije	Troškovi izgradnje, rada i održavanja cevi, pumpne stanice	
Prečišćavanje otpadnih voda za ispuštanje ili ponovnu upotrebu	Troškovi izgradnje, rada i održavanja postrojenja za tretman	Regulatorni sistem za postavljanje standarda za tretman ili kvalitet efluenta i za praćenje kvaliteta prečišćene vode, zaštita radnika
Dodatni tretman otpadnih voda za ponovnu upotrebu		
Lokacija za upotrebu vode	Troškovi izgradnje, rada i održavanja cevi, kanala, brojila ili uređaji za merenje vode, ventilii, oprema za navodnjavanje; sanacija postojećih lokacija kako bi se odvojile cevi za piće od onih koje nisu za piće	Dodatna kupovina vode za ispiranje soli iz zemlje, zaštita radnika, negativni efekti na proizvodnju i prihod na farmi, edukacija lokalnog stanovništva, praćenje podzemnih voda, regulatorni nadzor
Sistem za ispuštanje otpadnih voda	Izgradnja, rad i troškovi održavanja cevi	Regulatorni nadzor

Nedovoljno iskorišćen potencijal otpadne vode-energija

- oko 80-90% obnovljive energije čini toplotna energija
- oko 10-20 % čini hemijska energija
- manje od 1% hidraulična energija

U celom sistemu otpadnih voda, potpuni potencijal je neiskorišćen!

Procena: energija dostupna u tipičnim komunalnim vodama premašuje energiju potrebnu za prečišćavanje otpadnih voda za faktor 10.

Mulj kao vredan izvor ostalih materijalnih tokova

Ostali materijalni tokovi u fokusu cirkularne ekonomije u oblasti otpadnih voda:

- Celuloza
- Biopolimeri
- Bioplastika
- Biopesticidi
- Volatilne masne kiseline
- Proteini
- Enzimi
- Metali

Uslov: visok nivo operativnosti i efikasniji rad PPOV u cilju uklanjanja zagađujućih supstanci

Cilj: svesno stvaranje vrednosti sa tržišnom orijentacijom uz što veću redukciju otpada i eksploataciju resursa i povraćaj troškova

- proizvodnja biovodonika iz anaerobno digestiranog mulja bogatog ugljenikom ograničena je niskim prinosom i akumulacijom volatilnih masnih kiselina, što proces čini nekonkurentnim
- proteini i enzimi: i dalje veći troškovi proizvodnje u poređenju sa tradicionalnim izvorima, potreba za prečišćavanje
- obnavljanje metaboličkih proizvoda (npr. bioplastika, biopesticidi, bioflokulanti i biosurfaktanti) i naknadna obrada viška biološkog mulja kao što je fermentacija ienzimska ekstrakcija i dalje zahtevaju značajnu TRL optimizaciju

Još uvek izazovi

Zdravlje/životna sredina

- prisustvo toksičnih hemikalija (npr. iz industrijskih izvora otpadnih voda) i patogenih mikroorganizama
- putevi izlaganja ljudi

Društveni

- nedostatak javne ekološke svesti koja dovodi do prihvatanja alternativnih rešenja
- nedostatak ozbiljne obuke korisnika da bi se obezbedila adekvatna upotreba, rad i održavanje

Institucionalni

- aktivna saradnja između javnog sektora
- razvoj adekvatnih institucionalnih instrumenata za promovisanje promena
- mnogi nacionalni programi za promenu ponašanja nisu dovoljno informisani istraživanjem stavova korisnika

Tehnički

- konstantan kvalitet tokom vremena
- troškovi nadogradnje ili zamene postojećih sistema
- prelazak sa pilota na industrijsku skalu-izvodljivosti tehnologija i logistika

Finansijski

- veće početne investicije
- ukupna ekonomija tržišta

HVALA NA PAŽNJI!