

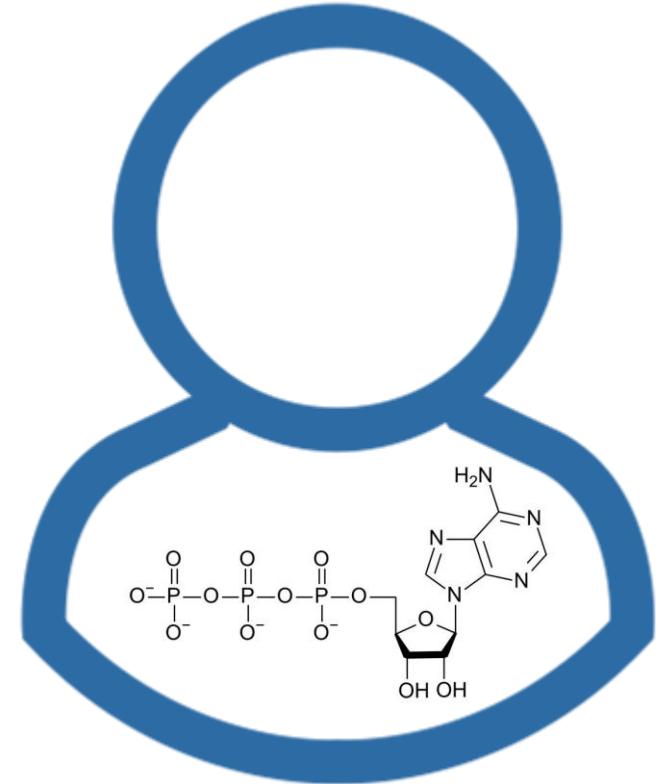


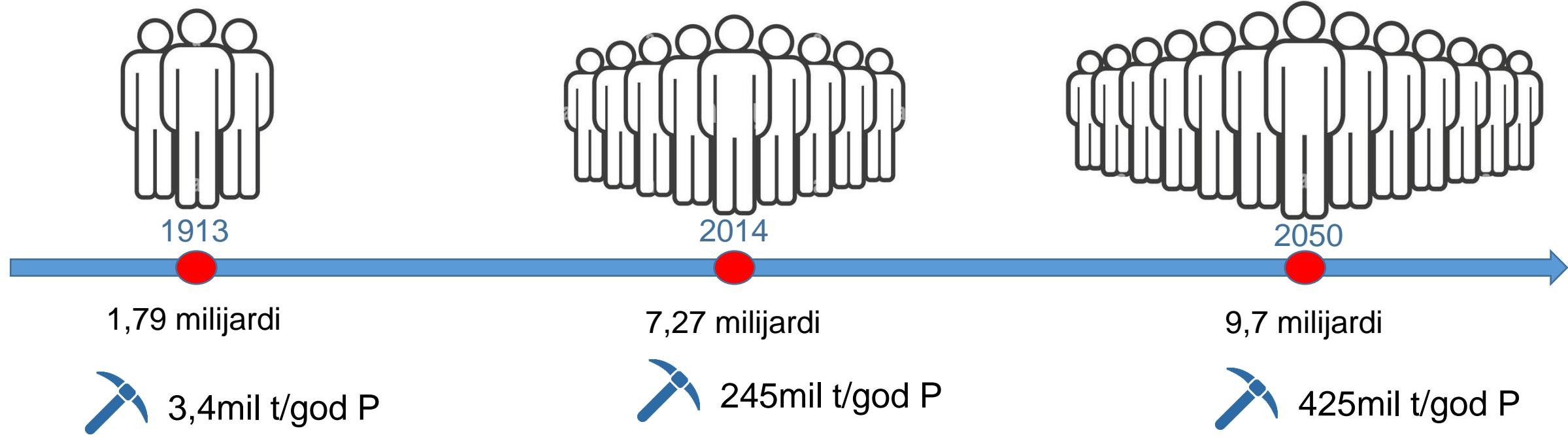
Osvrt na tehnologije za uklanjanje i rekuperaciju fosfora iz komunalnih otpadnih voda: Trenutne prakse i novi pravci

dr Đurđa Kerkez

P

- P je “građevinski komponenta” za sve oblike života.
- P je takođe glavna “građevinski komponenta” za komercijalna đubriva.
- Više od 80% iskopanog fosfatnog kamena (PR) koristi se kao đubrivo za proizvodnju hrane.
- Veliki deo P iz humanog ciklusa završava u prirodnim vodnim telima.
- Jednom kada se P “izgubi” u okeanima, gotovo je nemoguće da se on ekonomski rekuperiše.





- Potrebe za P se konstantno nadoknađuju rudarenjem.
- Fosfor i fosfatne stene na listi „**kritičnih**“ sirovina prema izveštaju Evropske komisije „Study on the review of the list of Critical Raw Materials“



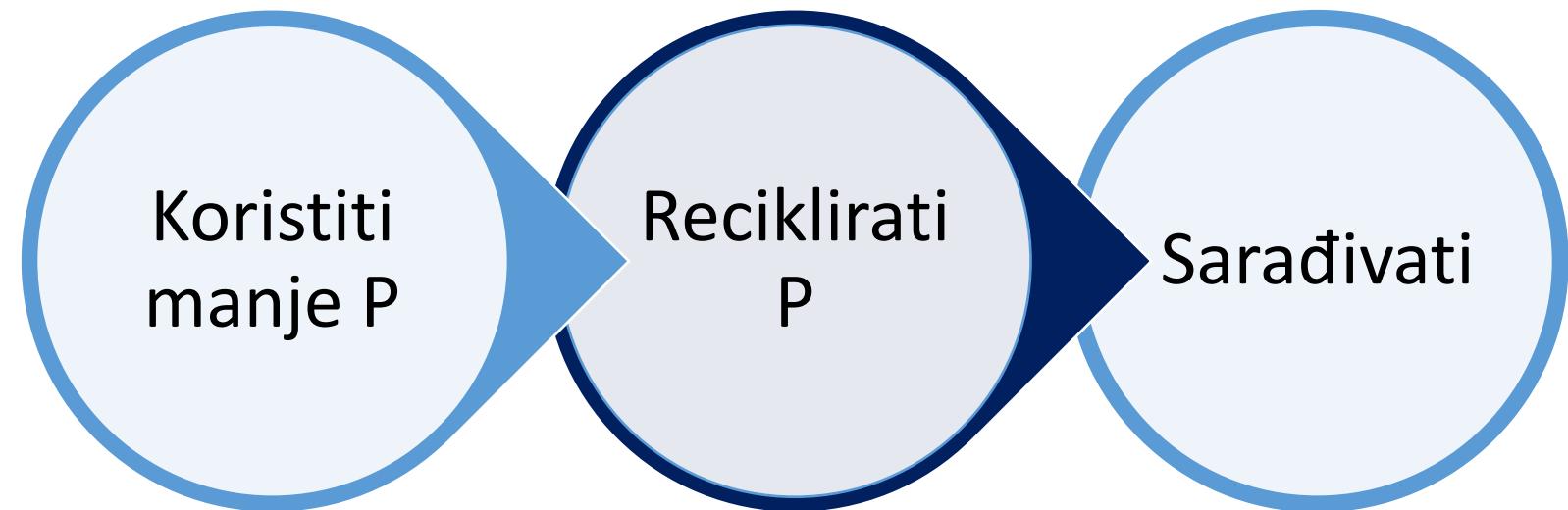
- Neravnomerna i ograničena distribucija P stvara složenosti sa geopolitičkog stanovišta.
- Društven i politički izazovi, zajedno sa rizikom lanca snabdevanja i visokim cenama, će početi mnogo pre nego što rezerve nestanu.



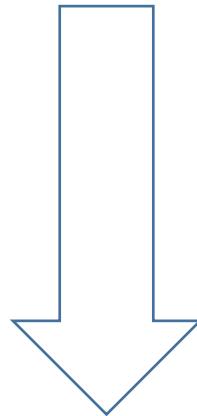
Jedini održivi put za poboljšanje kvaliteta voda i efikasnog kretanja P je

“ZATVORENA PETLJA FOSFORA”

koja bi smanjila unos (putem rekuperacije), smanjila akumulaciju u zenljištu i smanjila spiranje u prirodne vode.

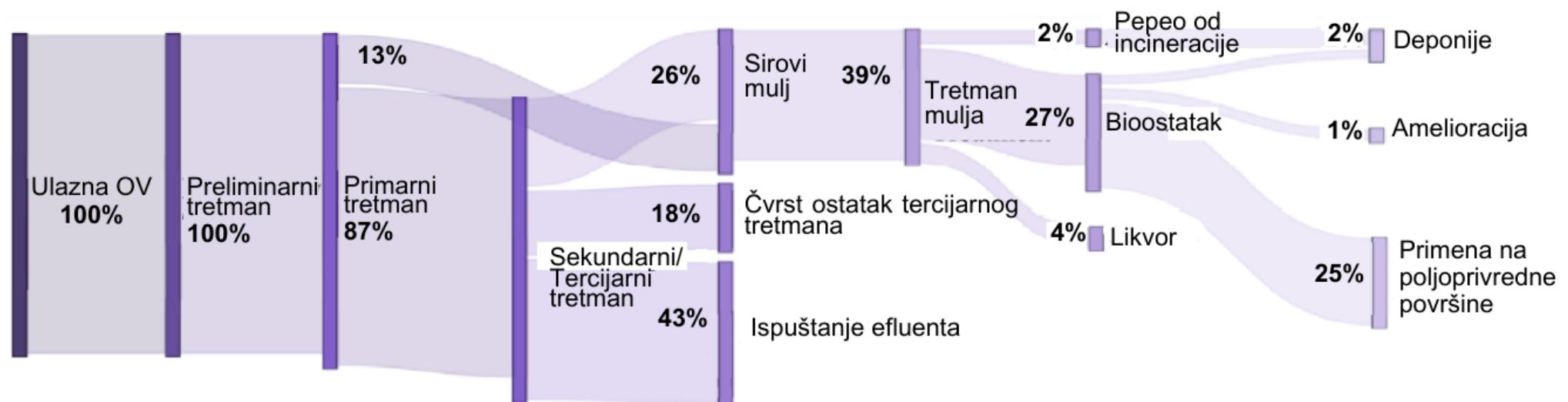


WWTP

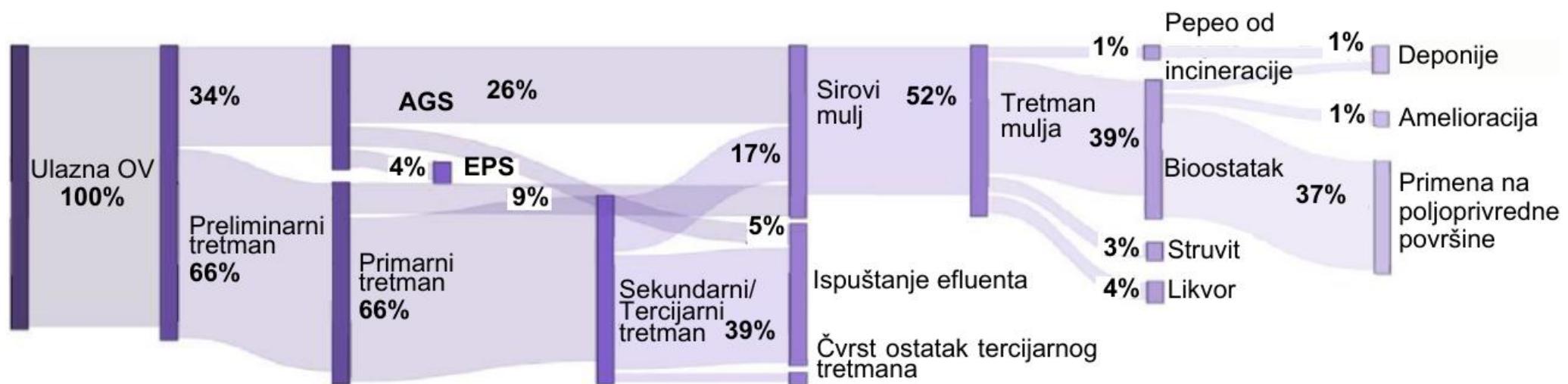


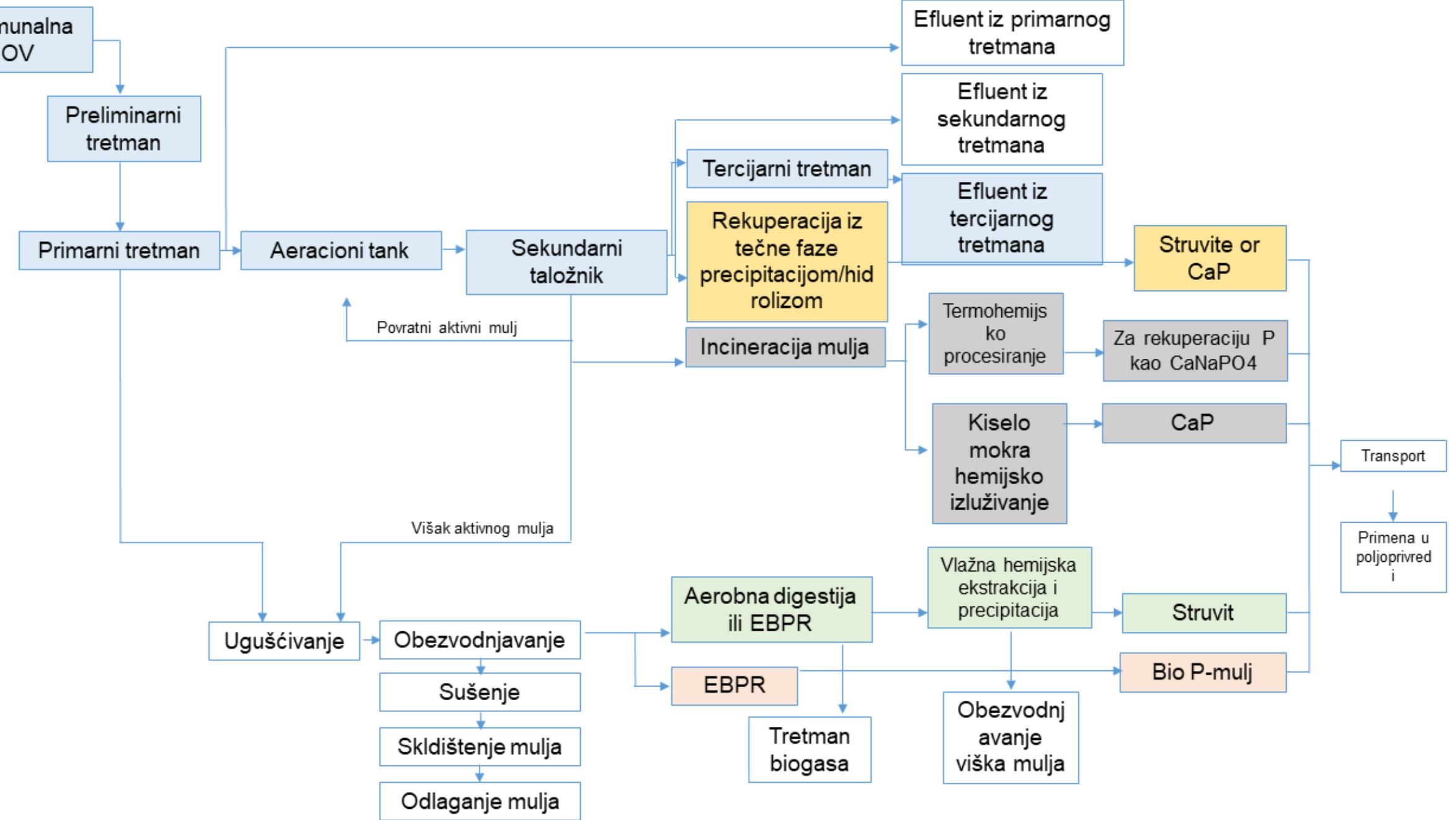
WRRF

Tok P kroz PPOV



Tok P kroz PPOV sa integrisanim rekuperacijom resursa



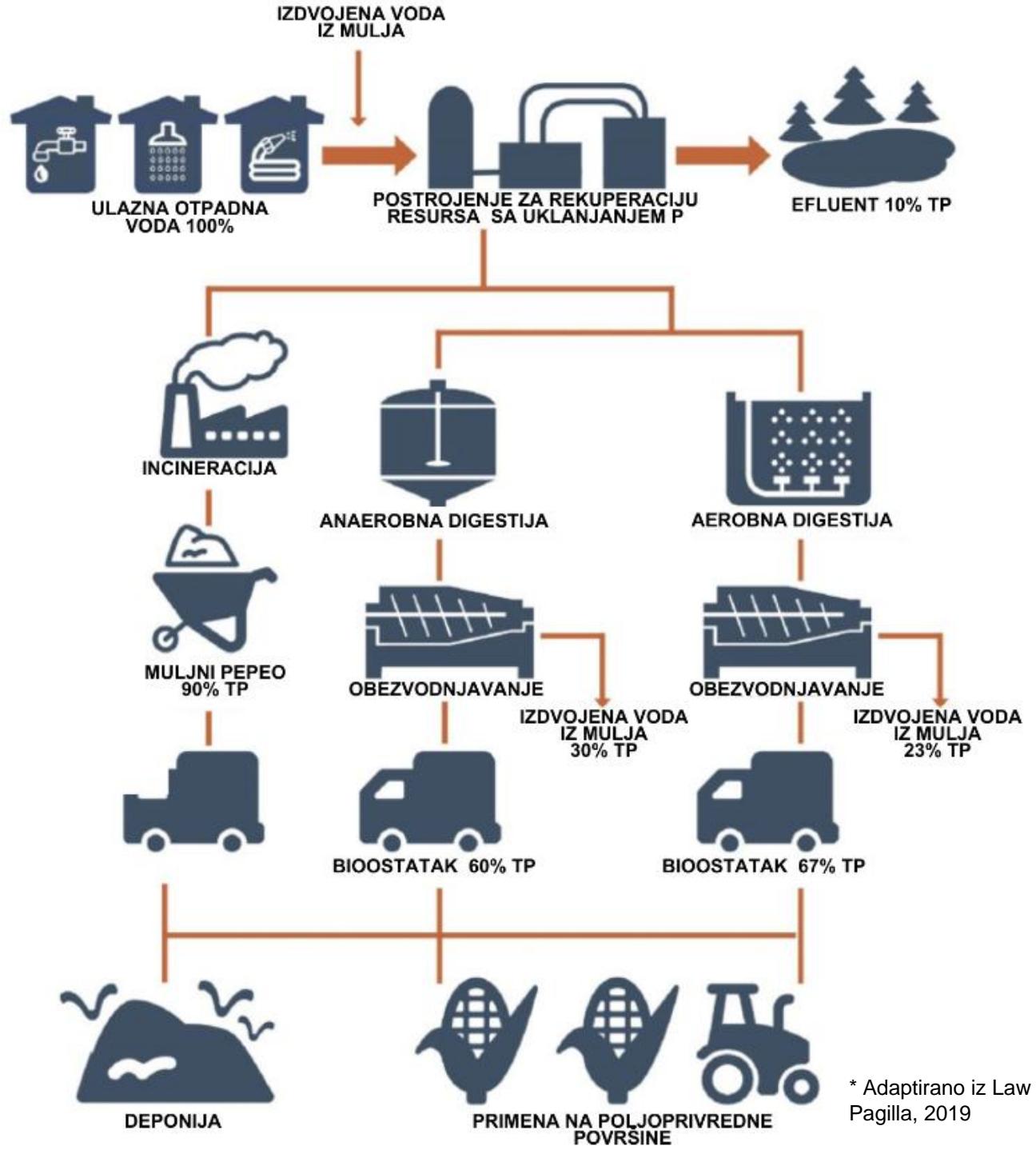


Postrojenja za rekuperaciju resursa iz OV

Obrada izdvojene
muljne vode

Bioostatak
(obrađeni mulj)

Muljni pepeo



Primena na zemljište

- Bioostatak



PREDNOSTI

Relativno jeftina metoda

Zemljište dobija neophodnu vlagu i poboljšava se zadržavanje N i P

Unos makronutrijenata (N i P) i unos mikronutrijenata (Fe, Cu, Zn etc.)

IZAZOVI

Transport i skladištenje tokom zime

Prisutne zagađujuće materije

Potrebne strategije za minimiziranje spiranja nutrijenata

Sadržaj vodorastvornog fosfora samo 2,5%

Rekuperacija P kao đubriva za neposrednu upotrebu

- Struvit - $MgNH_4 PO_4 \cdot 6H_2O$
- Brušit - $CaHPO_4 \cdot 2H_2O$
- Vivijanit - $Fe_3(PO_4)_2 \cdot 8H_2O$



PREDNOSTI

Jednostavna metoda

Ekonomski izvodljiva

Nadmuljna voda/likvor
sadrži znatne količine P i
amonijaka

Bolje obezvodnjavanje
mulja i lakše odlaganje

IZAZOVI

Mala efikasnost povraćaja P

Veći kapitalni troškovi za
mala postrojenja

Isplativost, pogotovo za
mala postrojenja

Rekuperisan P kao strateška rezerva za buduću upotrebu

- Ca-P
 - Brušit
 - Hidroksiapatit



PREDNOSTI

Jeftine hemikalije za proces rekuperacije i velika efikasnost

Oblik rekuperisanog P nudi mogućnost različite upotrebe

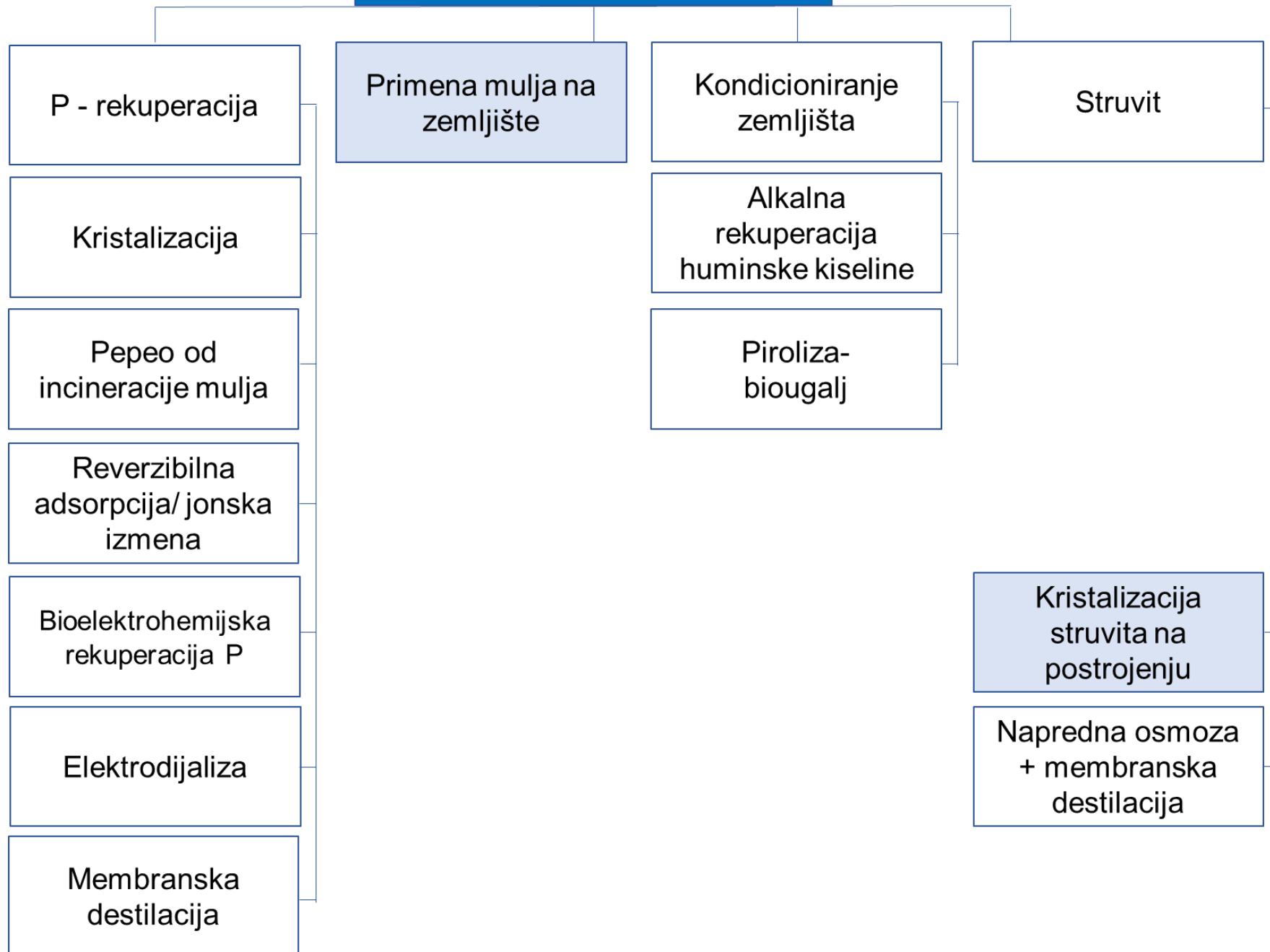
Rekuperisani Ca-P se može skladištiti na regionalnom nivou

IZAZOVI

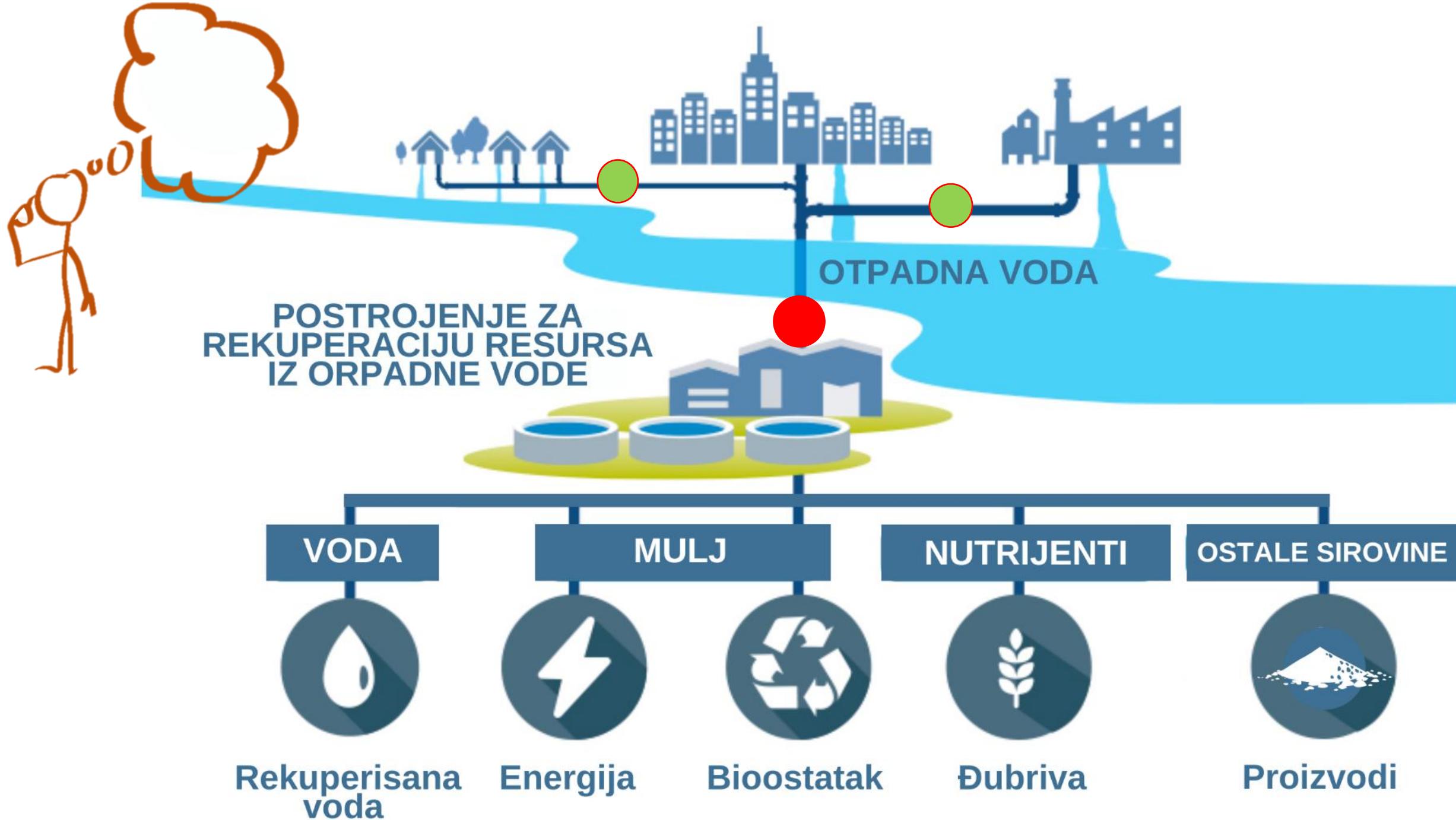
Veći investicioni troškovi

Sadržaj teških metala

REKUPERACIJA P



Tehnologija	Ulazna sirovina	Efikasnost/stopa rekuperacije	Komentari
Heatphos	mulj	87%	<ul style="list-style-type: none"> Jednostavno zagrevanje na 70 °C tokom 1h Oslobađanje polifosfata i precipitacija nakon dodatka CaCl₂
Termohemijski tretman	mulj	>95%	<ul style="list-style-type: none"> Dodaje se izvor hlorida: MgCl₂ ili CaCl₂
Hibridni poces mokre oksidacije pod niskim pritiskom i nanofiltracije	mulj	54%	<ul style="list-style-type: none"> Redukovana emisija GHG Uklanjanje teških metala
Superkritična mokra oksidacija	mulj	90%	<ul style="list-style-type: none"> Ekstrakcija P u kaustičnim usovima
Superkritični procesi iz vode	mulj	85%	<ul style="list-style-type: none"> Moguća ponovna upotreba ekstraktionskih sredstava
Mokra hemijska ekstrakcija	muljni pepeo	25%-40% za helatne agense, >90%	<ul style="list-style-type: none"> Ekstrakcija organskim kiselinama sadrži više elemenata u tragovima Sumporna kiselina kao optimalna
Elektrodijaliza	muljni pepeo	59%	<ul style="list-style-type: none"> Separacija suspenzije muljnog pepela sa sumpornom kiselinom 14 dana
Donnan proces/jonska izmena	digestirani mulj	>60%	<ul style="list-style-type: none"> Ekstrakcija sa 25% sumpornom kiselinom Donnan membrana sa membranom za katjonsku izmenu - uklanjanje Al, Ca, Fe
Adsorpcija	obezvodnjeni anaerobni mulj	76%-98%	<ul style="list-style-type: none"> Ekstrakcija sa sumpornom kiselinom i termalni tretman Moguća adsorpcija štetnih materija
Hidrotermalni tretman sa gasifikacijom	mulj	85%	<ul style="list-style-type: none"> Najbolji rezultati za hidročar pripremljen na 200 °C sa dodatkom CaO
Incineracija	mulj	80%	
Bakterijski tretman (<i>Acidithiobacillus thioxidans</i>)	mulj	57%	<ul style="list-style-type: none"> Dugo vreme - 27 dana



HVALA NA PAŽNJI



www.smartwatertwin.pmf.uns.ac.rs
smartwatertwin@pmf.uns.ac.rs



Smart Water Twin HEProject