



Povzetek projekta Po kreativni poti do znanja 2017 – 2020, 1. odpiranje, za namen objave in predstavitve na spletni strani sklada

1. Polni naslov projekta: Krožni snovno-energetski tok nenevarnih odpadkov (KRONOD)

- V katero področje na prvi klasifikacijski ravni KLASIUS-P se uvršča projekt glede na vsebinsko zasnovano (neustrezno področje izbršite):

5 - Tehnika, proizvodne tehnologije in gradbeništvo

2. V sodelovanju z:

Nosilec projekta: Univerza v Mariboru, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo

Sodelujoči članici:

Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo

Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko

Podjetji:

Gorenje Surovina družba za predelavo odpadkov d.o.o.

ALP-LAB d.o.o. Napredne tehnologije

3. Besedilo:

- Opređelite problem, ki se je razreševal tekom izvajanja projekta

Ravnanje z odpadki je eno izmed ključnih področij za napredek družbe v krožno gospodarstvo. Izziv predstavlja razvoj tehnologij, s katerimi bi odpadke predelali v nove izdelke, toploto in elektriko, pridobili dodaten vir prihodkov in tako prilagodili poslovne modele v smeri krožnega gospodarstva. V projektu smo identificirali možnosti za izdelavo novih izdelkov iz odpadne embalaže, ki je ni mogoče reciklirati in iz muljev čistilnih naprav.

V primeru odpadne embalaže je bil cilj predlagati preliminarni načrt postrojenja za izdelavo goriva prve kvalitete z nadzorovano sestavo in kalorično vrednostjo, ki se lahko uporabi kot nadomestek ali dodatek fosilnim gorivom (ang. Solid Recovery Fuel, SRF).

V primeru mulja smo izvedli odstranitev težkih kovin z oplaščenimi magnetnimi nanodelci in vakuumsko sušenje mulja ter predlagali alternativne izdelke, ki bi jih lahko proizvedli iz mulja. Za predlagane alternative smo izvedli približne ekonomske ocene, kar predstavlja osnovo za izbor tehnologij predelave odpadkov v koristne produkte in s tem temelj novega, optimalnega, krožnega poslovnega modela.

- Opišite potek reševanja problema oz. kratek povzetek projekta

Izdelali smo zasnovano krožnega poslovnega modela na področju zbiranja in predelave nenevarnih industrijskih odpadkov. Osredotočili smo se na izboljšanje predelave odpadkov v trdna goriva in na predelavo muljev čistilnih naprav v koristne produkte. Med obstoječe tehnologije smo dodali nove postopke in definirali potencialne nove produkte. Povezali smo laboratorijske eksperimente, inženirske izračune in ekonomske analize za študijo možnosti posameznih tehnologij.

V laboratorijskem delu raziskav smo izvedli pirolizo trdnega goriva v laboratorijskem in pilotnem merilu in pokazali, da vsi trije produkti, plinasti, tekoči in trdni, izkazujejo potencial za nadaljnjo uporabo. Zastavili smo poskus ločevanja PVC iz goriva s flotacijo, podrobnejše analize bodo predmet bodočih raziskav.

Sintetizirali smo magnetne nanodelce, jih oblekli s plastjo silicijevega dioksida in funkcionalizirali s hitozanom, ki je amino-biopolimer in ima zaradi aminskih skupin v svoji strukturi sposobnost

keliranja kovin. Ugotovili smo, da lahko s temi delci odstranimo do 160 mg težkih kovin na g nanodelcev. Izdelali smo preliminarni načrt industrijskega postrojenja in ga okvirno ekonomsko ovrednotili.

Pri vakuumskem sušenju mulja smo razvijali regulacijski sistem, s katerim bi učinkovito nadzirali proces sušenja za različne vrste muljev. Razvili smo nevronske modele, s katerimi smo modelirali proces sušenja na obstoječih (preteklih) meritvah ter pridobili simulacijske nevronske modele, ki zelo dobro oponašajo delovanje sušilnika in služijo za simulacijo, učenje in optimizacijo. S pomočjo simulacij smo določili pravila vodenja in parametre za Fuzzy nelinearni regulator, ki z ustreznimi pravili odpravlja problematično vodenje sušilnika skozi faze sušenja. S tem smo razvili zadovoljiv regulator oz. sistem vodenja, ki na podlagi merjenih vrednosti tlaka, temperature, faze procesa in vlažnosti mulja prilagaja hitrost in smer mešala ter vzdržuje ustrezen podtlak v sistemu. Tako bi pridobili ustrezne produkte sušenja ne glede na vrsto vhodnega mulja.

Zastavljen krožni poslovni model nakazuje veliko možnosti za predelavo odpadnih snovi v koristne produkte, z uvedbo novih tehnologij se odpirajo nova delovna mesta. Prihodnji cilj je, da z večkriterijsko optimizacijo, ki bo poleg ekonomskih kazalcev upoštevala tudi okoljske in družbene vplive, izberemo optimalni nabor tehnologij in produktov za trajnostno povečanje dodane vrednosti, zapiranje snovnih in energijskih tokov ter ustvarjanje novih verig vrednosti na področju ravnanja z odpadki.

- Navedite in opišite rezultate projekta ter njihov doprinos k družbeni koristnosti

Doseženi rezultati projekta so naslednji:

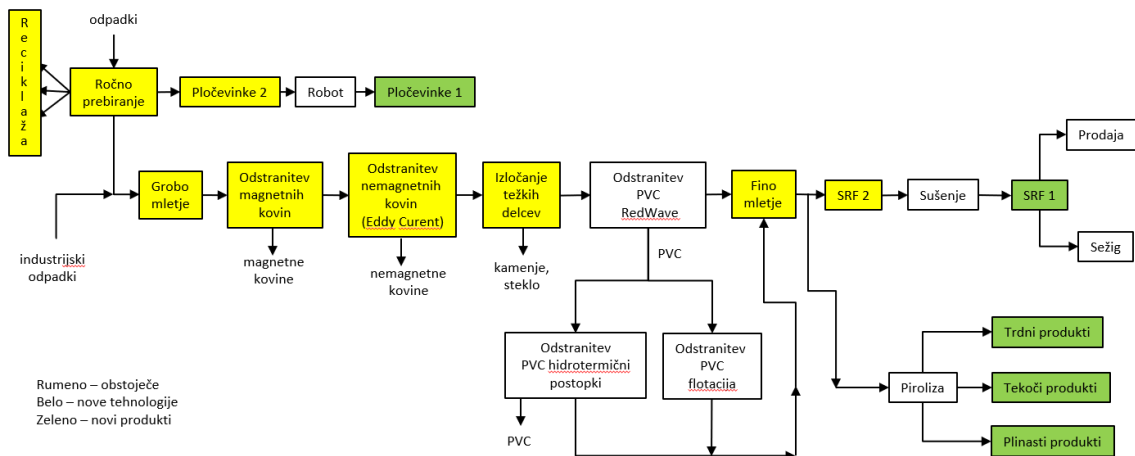
- a) Razvit je konceptualni krožni poslovni model s predlogi tehnologij za predelavo muljev v koristne produkte in vire energije.
- b) Izdelani so nevronske modeli za simulacijo sušenja v pilotni sušilni napravi pri znižanem tlaku in razvita je struktura Fuzzy regulatorja za optimalno vodenje procesa sušenja.
- c) Sintetizirani so nanodelci maghemita, oplasčeni s siliko in polimerom karboksimetiliranim hitozanom za odstranjevanje težkih kovin iz muljev, določeni optimalni pogoji za kemijsko oplasčenje, analizirana učinkovitosti odstranjevanja na primeru bakrovih ionov.
- d) Izvedene so študije možnosti tehnologij BAT in tehnologij za odstranjevanje klora pri predelavi odpadkov v trdno gorivo prvega kakovostnega razreda,
- e) Razvit je konceptualni krožni poslovni model s predlogi tehnologij za predelavo nenevarnih odpadkov v kakovostno trdno gorivo in frakcije recikliranih odpadkov višje kakovosti.

Rezultati projekta so bili predstavljeni na mednarodni konferenci TBMCE 2018 (Tehnologije in krožni poslovni modeli za krožno gospodarstvo) v Portorožu med 5. in 9. septembrom 2018 in v zborniku konference: Novak Pintarič Z., Fras Zemljič L., Plohl O., Šafarič R., Bratina B., Dvoršak S. Krožni poslovni modeli na osnovi novih produktov iz odpadkov. V: Bogataj Miloš (ur.), Kravanja Zdravko (ur.), Novak Pintarič Zorka (ur.). *Conference proceedings*, International Conference on Technologies & Business Models for Circular Economy, 1, 2018, Portorož. 1st ed. Maribor: University of Maribor. 2018, str. 69-87 [COBISS.SI-ID 21888790].

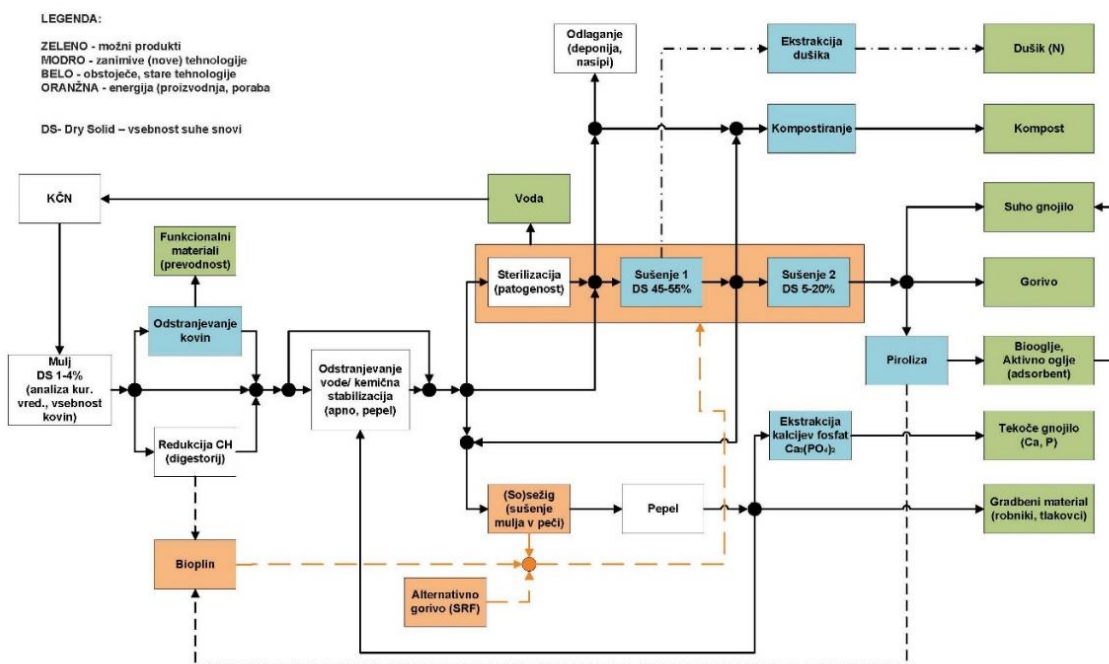
Projekt je v skladu s slovensko strategijo pametne specializacije S4, saj neposredno naslavlja eno izmed glavnih fokusnih področij, to je "Tehnologije za uporabo sekundarnih surovin in ponovno uporabo odpadkov". Doseženi rezultati vključujejo načrtovanje tehnologij za predelavo odpadkov in muljev ter izdelavo koristnih produktov iz njih in s tem vzpostavljajo krožne snovno-energijske tokove na področju nenevarnih odpadkov. Rezultati projekta pozitivno vplivajo na trajnostno uporabo virov in materialov, spodbujajo snovno in energijsko samozadostnost procesov in regij. Zastavljen krožni poslovni model nakazuje veliko možnosti za predelavo odpadnih snovi v koristne produkte, z uvedbo novih tehnologij bi se odprla tudi nova delovna mesta.

4. Priloge:

- Slikovno gradivo:



Slika 1: Shema procesa izdelave trdnega goriva iz odpadkov



Slika 2: Shema predelave muljev v koristne produkte



Slika 3: Piroliza trdnega goriva iz odpadkov, avgust 2018



Slika 4: Obisk podjetja Gorenje Surovina 24. 4. 2018