

Trajnostno pridobivanje strateških in kritičnih surovin iz e-odpadnih zaslonov na dotik in tiskanih vezij z uporabo magnetnih nanokompozitov na osnovi biopolimerov ter njihova uporaba kot elektrokemijski senzorji za endokrine motilce v okolju (SURE RECYCLE)

Šifra | J2-70090

Naziv projekta | **Trajnostno pridobivanje strateških in kritičnih surovin iz e-odpadnih zaslonov na dotik in tiskanih vezij z uporabo magnetnih nanokompozitov na osnovi biopolimerov ter njihova uporaba kot elektrokemijski senzorji za endokrine motilce v okolju (SURE RECYCLE)**

Nosilec projekta na UM FS | doc. dr. Olivija Plohl



Raziskovalni projekt financira Javna agencija za raziskovalno in inovacijsko dejavnost Republike Slovenije

Trajanje projekta	1. 3. 2026 do 28.2.2029
Obseg financiranja	4,99 FTE (cenovna kategorija C)
Nosilec projekta	dr. Olivija Plohl
Koordinator projekta	Fakulteta za strojništvo, Univerza v Mariboru
Sodelujoče RO	https://cris.cobiss.net/ecris/si/sl/project/24387
Sestava projektne skupine	https://cris.cobiss.net/ecris/si/sl/project/24387

Povzetek projekta

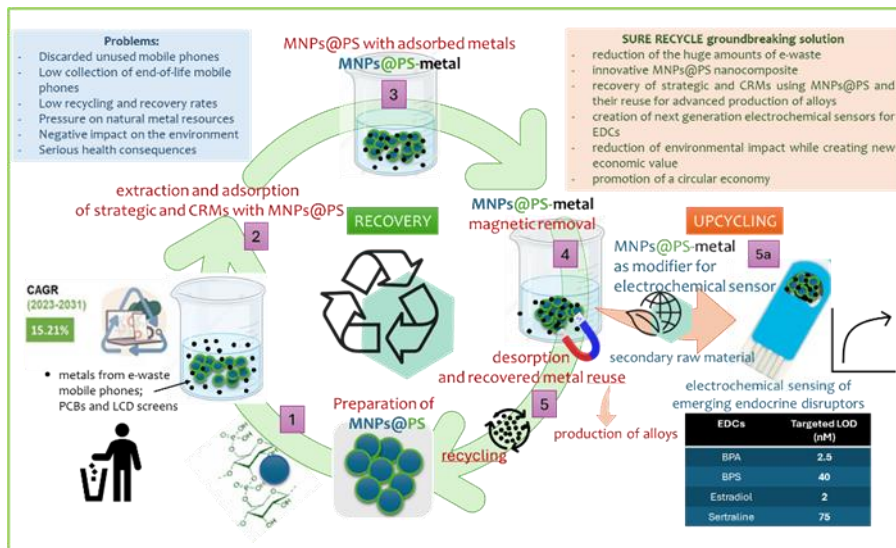
Vedno večje nastajanje e-odpadkov predstavlja velik izziv za sodobna gospodarstva. Danes velja, da je to najhitreje rastoči tok odpadkov na svetu, s zaskrbljujočim 3–5 % letnim povečanjem. Samo v EU se vsako leto na trg da približno 13,5 milijona ton električne in elektronske opreme, kar posledično pomeni približno 4,9 milijona ton e-odpadkov. Projekcije kažejo, da bi se ta številka do leta 2030 lahko povečala na 74,7 milijona ton, do leta 2050 pa na osupljivih 110 milijonov ton. Skrb vzbujajoče je, da je trenutno le 22,3 % teh odpadkov dokumentiranih, zbranih in recikliranih na okoljsko odgovoren način. To ogroža dobavne verige in ovira napredek pri doseganju ciljev EU glede podnebne nevtralnosti do leta 2050 v okviru zelenega dogovora EU, dekarbonizacije in prehoda na krožno gospodarstvo. Naš projekt neposredno obravnava ta pereča vprašanja s predlogom inovativnega in trajnostnega pristopa za predelavo osnovnih, strateških in kritičnih surovin (CRM) iz odpadnih mobilnih telefonov, s posebnim poudarkom na ploščah tiskanih vezij

(PCB) in zaslonih na dotik. Predstavljamo magnetno nanohidrometalurgijo kot prebojni postopek pridobivanja kovin, saj zagotavlja okolju prijazno alternativo tradicionalnim metodam, kot so hidrometalurgija, pirometalurgija in biološko luženje. Glavne komponente PCB mobilnih telefonov, vključno z bakrom, aluminijem, magnezijem, nikljem, srebrom, kobaltom in redkimi zemljami, nujno potrebujejo obnovo. Naša predlagana metoda vključuje tudi stroškovno učinkovito pridobivanje indija, itrija in drugih dragocenih kovin iz zaslonov LCD. Projekt se osredotoča na razvoj okolju prijaznih magnetnih polisaharidnih nanokompozitov (MNPs@PS), modificiranih s funkcionalnimi skupinami (npr. sulfatnimi in fosfatnimi) za izboljšanje učinkovitosti pridobivanja kovin. Ti nanokompoziti bodo omogočili hkratno ekstrakcijo in adsorpcijo več dragocenih kovin ter hkrati omogočili regeneracijo MNPs@PS in recikliranje desorbiranih kovin v nove zlitine visoke dodane vrednosti. Projekt SURE RECYCLE se bo osredotočil tudi na temeljne študije učinkovitosti ekstrakcije in adsorpcije različnih kovin. Poleg obnove kovin bo projekt SURE RECYCLE uporabil s kovinami obogatene MNPs@PS kot sekundarne surovine za napredne elektrokemijske senzorje. Ti senzorji lahko v okoljskih vzorcih zaznavajo endokrine motilce (EDCs), kot so BPA, BPS, estradiol in sertralin. Ti onesnaževalci predstavljajo veliko tveganje za zdravje že pri nizkih koncentracijah in zahtevajo razvoj izboljšanih analitičnih senzorskih tehnologij. Cilj naših senzorjev je preseči obstoječe tehnologije z nižjimi mejami zaznavanja, večjo občutljivostjo in selektivnostjo v širšem koncentracijskem območju. Projekt ponazarja našo zavezanost trajnosti z načeli zelene kemije in je namenjen razvoju tehnologije, ki bistveno zmanjšuje vpliv na okolje in hkrati ustvarja gospodarsko vrednost. Da bi preverili trajnost razvitih senzorjev in postopkov obnove, bomo izvedli analize življenjskega cikla in analize stroškov življenjskega cikla. Pričakovani rezultati bodo poglobili naše razumevanje elektrokemijskega zaznavanja EDC in zagotovili pomembna znanstvena dognanja z objavami v revijah z odprtim dostopom in visokim faktorjem vpliva. Z reševanjem perečega vprašanja ravnanja z e-odpadki ob hkratnem izboljšanju zmožnosti zaznavanja onesnaževal želimo okrepiti dobavne verige in spodbujati varstvo okolja v skladu s cilji zakona EU o kritičnih surovinah za recikliranje in samozadostnost. Za uresničitev tega ambicioznega projekta je moči združilo šest slovenskih partnerjev z izjemnim strokovnim znanjem na svojih področjih, vključno z vodilnimi znanstveniki s področja (nano)materialov, strokovnjaki s področja elektrokemije, recikliranja odpadkov ter analize življenjskega cikla. Inovativni pristop projekta SURE RECYCLE ne obravnava le kritičnih okoljskih izzivov, temveč postavlja v ospredje tudi razvoj tehnologij predelave virov in senzorjev.

Cilji predlaganega projekta SURE RECYCLE so:

- Sintetizirati in karakterizirati magnetne nanodelce železovega oksida (MNPs) ter makromolekularne disperzije polisaharidov z visoko afiniteto za vezavo kovin.
- Funkcionalizirati MNPs s sulfatnimi in fosfatnimi skupinami ter preučiti interakcije med polisaharidi in MNPs.
- Zbrati in karakterizirati ključne frakcije iz PCB-jev in LCD zaslonov za pridobivanje kovin iz e-odpadkov mobilnih telefonov.
- Raziskati adsorpcijske parametre za pridobivanje kovin z uporabo kompozitov MNPs@PS iz e-odpadnih PCB-jev in zaslonov na dotik ter preučiti regeneracijo nanokompozitov in proizvodnjo zlitin iz desorbiranih kovin.
- Razviti elektrokemijske senzorje z uporabo kompozitov MNPs@biopolimer-kovina za elektrokemijsko zaznavanje izbranih EDC-jev.

- Izvesti oceno življenjskega cikla (LCA) in analizo stroškov življenjskega cikla (LCC) za oceno trajnosti obnove in razvitih senzorjev.



Slika 1: Celoten predlagan projektni pristop.