

UTJECAJ ŽELJEZOVIH NANOČESTICA NA TiO_2 ILI SiO_2 NOSAČU NA PRIMJENSKA SVOJSTVA PLA KOMPOZITA

INFLUENCE OF TiO_2 AND SiO_2 AS CARRIERS FOR IRON NANOPARTICLES ON APPLICATION PROPERTIES OF PLA COMPOSITES



Andrea Špoljarić, Elvira Vidović, Ante Jukić
 Sveučilište u Zagrebu, Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije, Marulićev trg 19, 10000 Zagreb, Hrvatska
 aspoljari@fkit.hr



UVOD

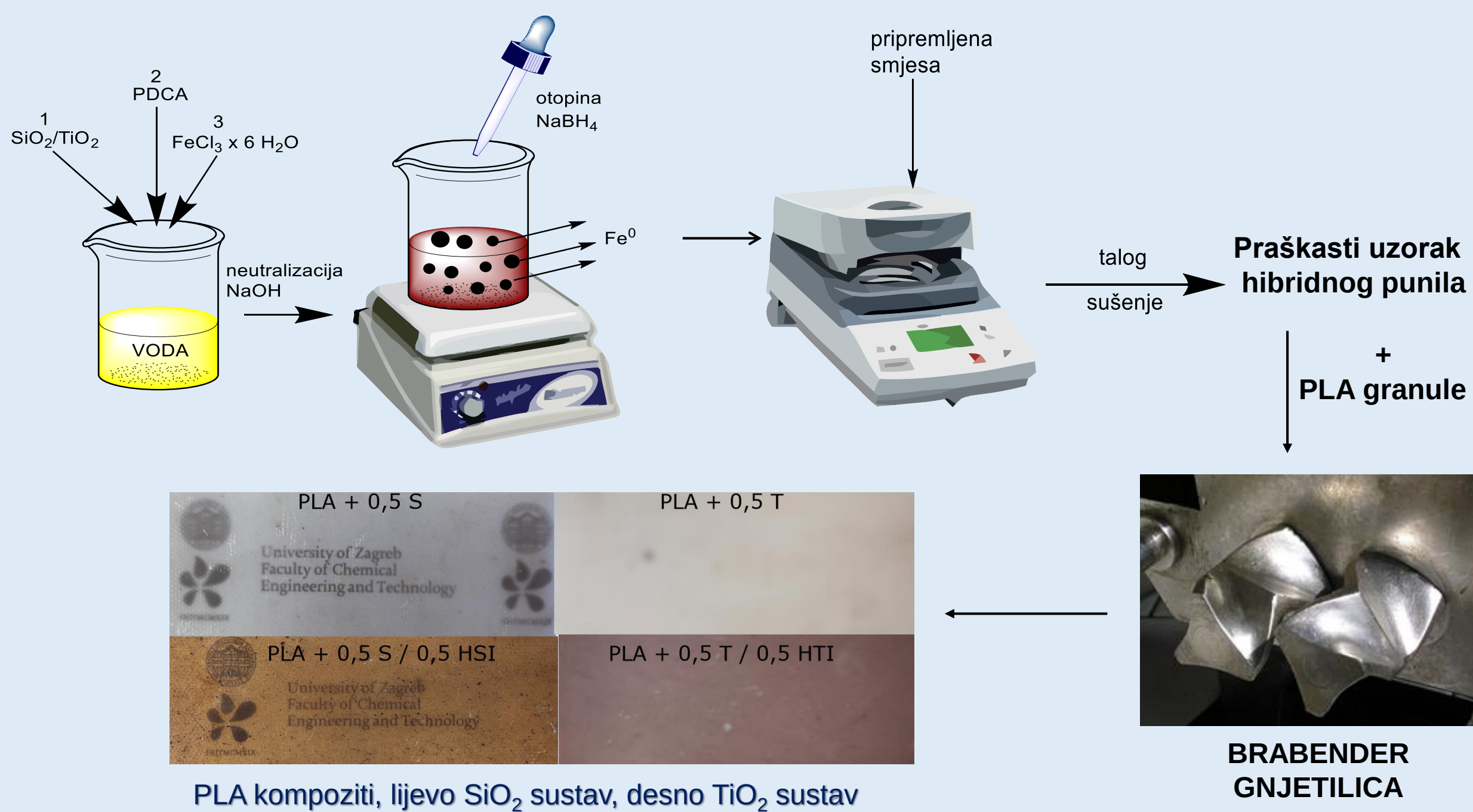
Polimerni kompoziti su u današnjici nezamjenjivi materijali potrebni u svim industrijskim poljima. Porastom brige i nastojanja za očuvanjem okoliša, dosada korišteni konvencionalni petrokemijski polimeri poput poli(vinil-klorida) (PVC), polipropilena (PP) i polietilena (PE) se pokušavaju zamijeniti tzv. biopolimerima. Polilaktidna kiselina (PLA) je u zadnjih desetak godina postala vrlo pristupačna biopolimerna matrica, što je doprinijelo daljnjem porastu primjene te najzastupljenije bioplastike prema tržišnim izvještajima za 2021. godinu. Međutim, zbog izražene krutosti, niskog staklišta često su nužne modifikacije PLA, što se obično provodi pomoću punila. Silicijev dioksid (silika) i titanov dioksid su komercijalna punila uobičajeno korištena u industriji prilikom proizvodnje kompozitnih materijala kako bi se poboljšala toplinska, mehanička, fotokatalitička i slična primjenska svojstva. Često se provodi modifikacija punila kako bi se osigurala bolja dispergiranoost čestica unutar kompozitnih materijala, ali to nije jedini razlog. Nerijetko se na punila pokušavaju uklopiti druge vrste punila s ciljem da se djelovanjem takvog tzv. hibridnog punila dodatno poveća utjecaj na svojstva kompozita. Ideja ovog istraživanja je pokušaj modifikacije konvencionalnih punila dodatkom željeza u sustav. Nanočestice željeza u polimernim matricama pospješuju magnetna svojstva, električna svojstva, osiguravaju bolji prijenos topline, a neke od mogućih primjena su za sanaciju onečišćenog tla i otpadnih voda.

EKSPERIMENTALNI DIO

Materijali

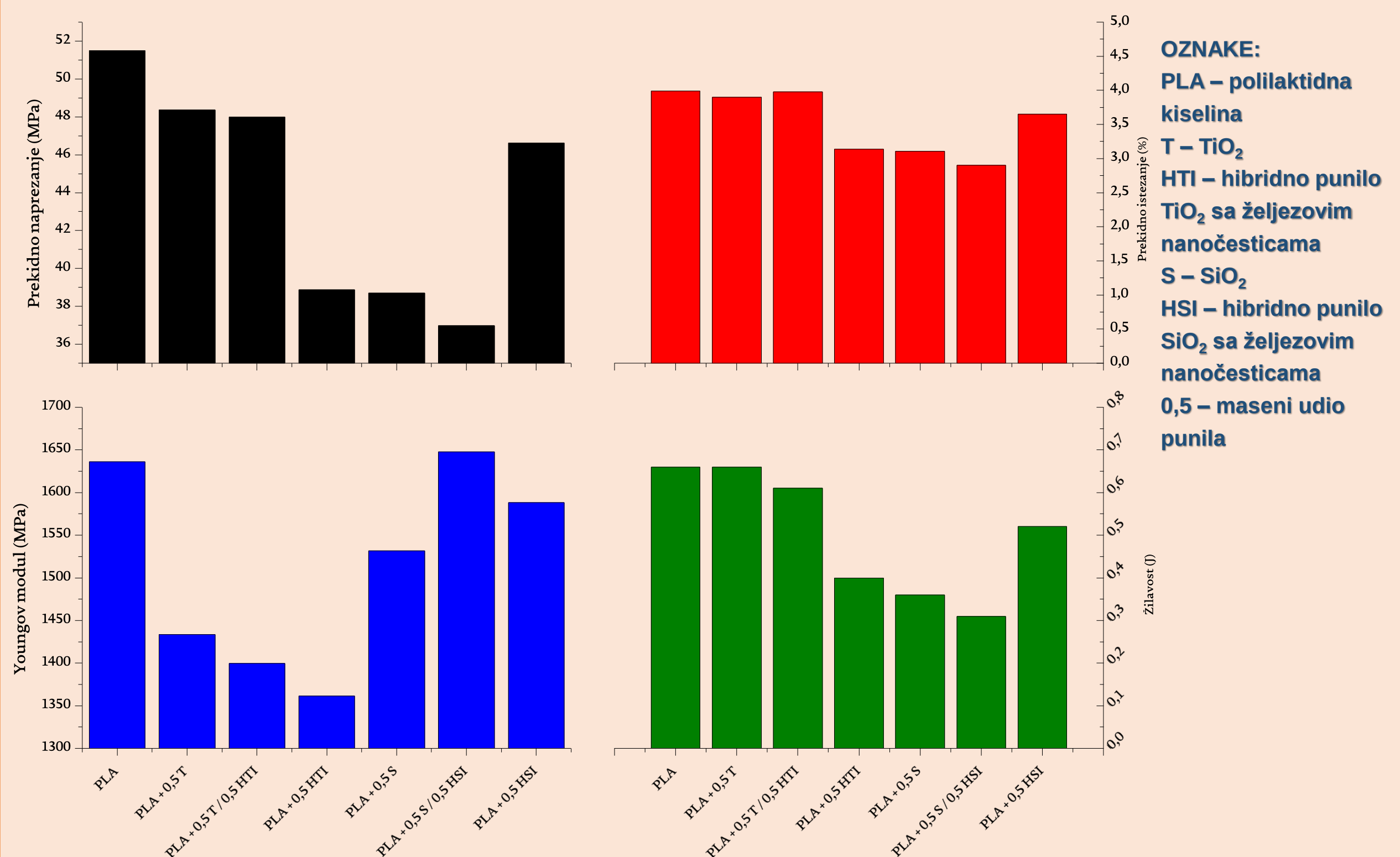
- Granule PLA (NatureWorks, Ingeo 4043D)
- Željezov (III) klorid, (FeCl_3) (Sigma Aldrich)
- Komercijalna punila: silicijev (IV) oksid (SiO_2) (MKNano, hidrofilni, APS: 15 nm) i titanov (IV) oksid (TiO_2) (Nanografi, anatase, APS = 13 nm)
- 2,6-piridin-dikarboksilna kiselina (PDCA) (Acros Organics)
- Natrijev borhidrid (NaBH_4) (Sigma Aldrich)
- destilirana voda, etanol, NaOH granule (Sigma Aldrich)

Priprema hibridnih čestica i PLA kompozita



REZULTATI

Ispitivanje mehaničkih svojstava kompozita

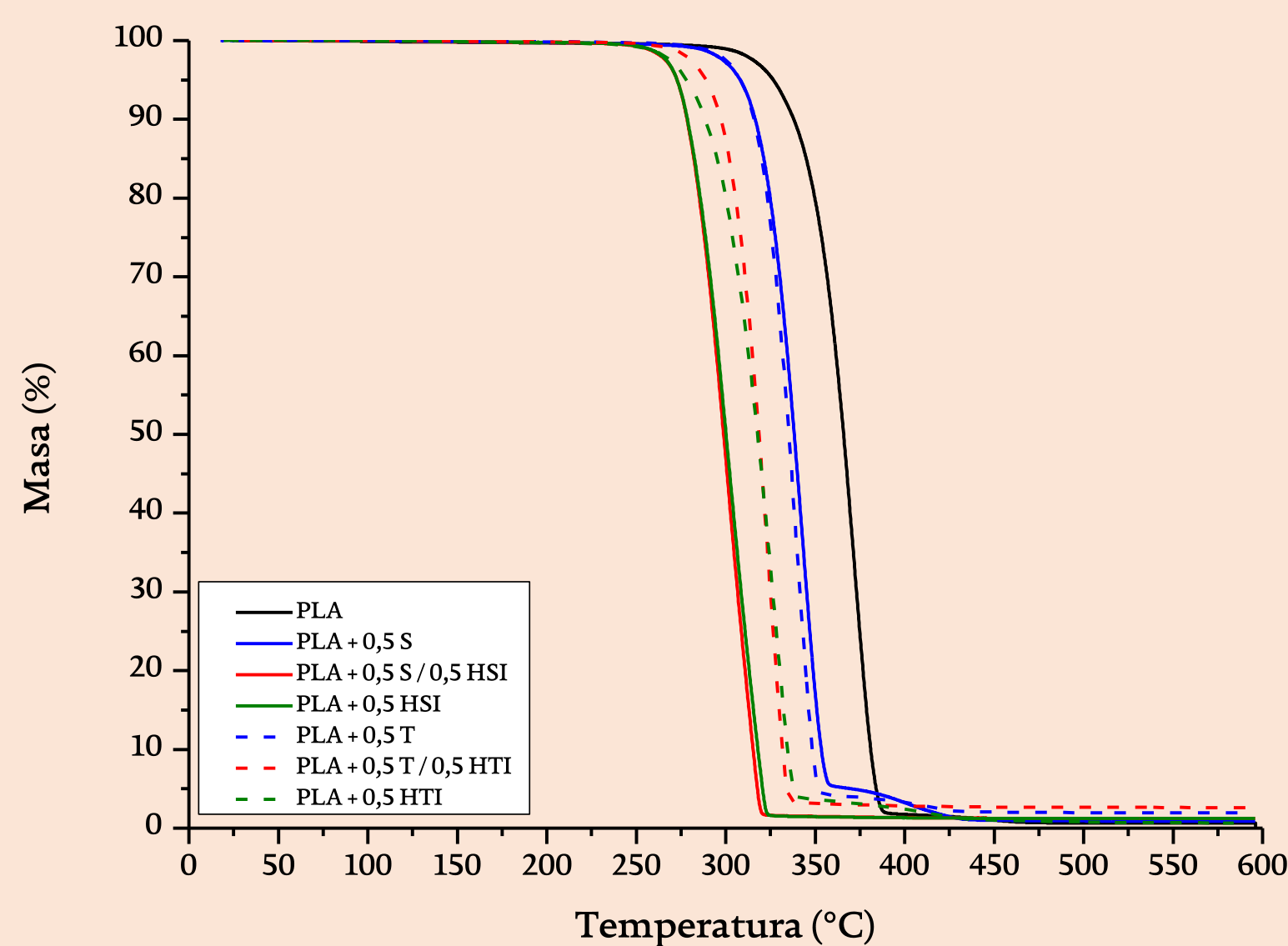


Mehanička svojstva kompozita, pretežito su se pokazala lošijim nego kod čistog PLA, pri čemu je pogoršanje svojstava kod sustava sa TiO_2 manje izraženo za razliku od kompozita sa silikom.

Uočava se da dodatkom TiO_2 i HTI hibrida u PLA kompozit nisu značajnije narušeni istezljivost i žilavost materijala za razliku od dodatnih SiO_2 i HSI hibrida. Najlošija svojstva u sustavu sa TiO_2 pokazuje PLA + 0,5 HTI kompozit.

U SiO_2 sustavu najmanje pogoršanje žilavosti, čvrstoće i deformabilnosti pokazuje PLA + 0,5 HSI kompozit, a najveće PLA + 0,5 S kompozit.

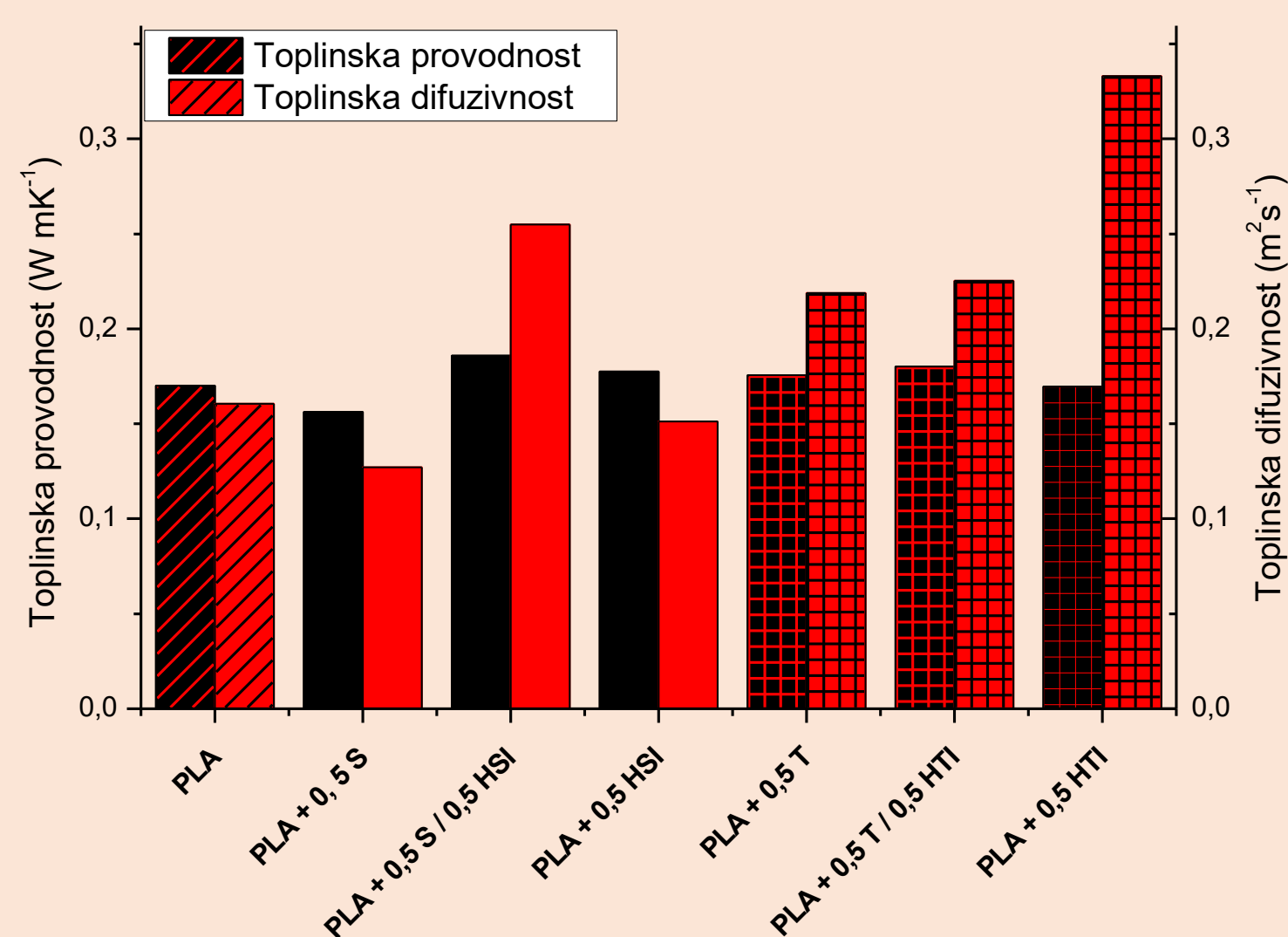
Termogravimetrijska analiza (TGA)



Toplinska stabilnost kompozita opada dodatkom komercijalnih oksidnih punila za 50 °C.

Uz modifikaciju sa željezovim nanočesticama toplinska stabilnost dodatno se smanjuje u oba sustava, pri čemu je vidljiva razlika između SiO_2 i TiO_2 sustava kompozita. Najlošiju toplinsku stabilnost imaju kompoziti iz SiO_2 sustava: PLA + 0,5 S / 0,5 HSI i PLA + 0,5 HSI.

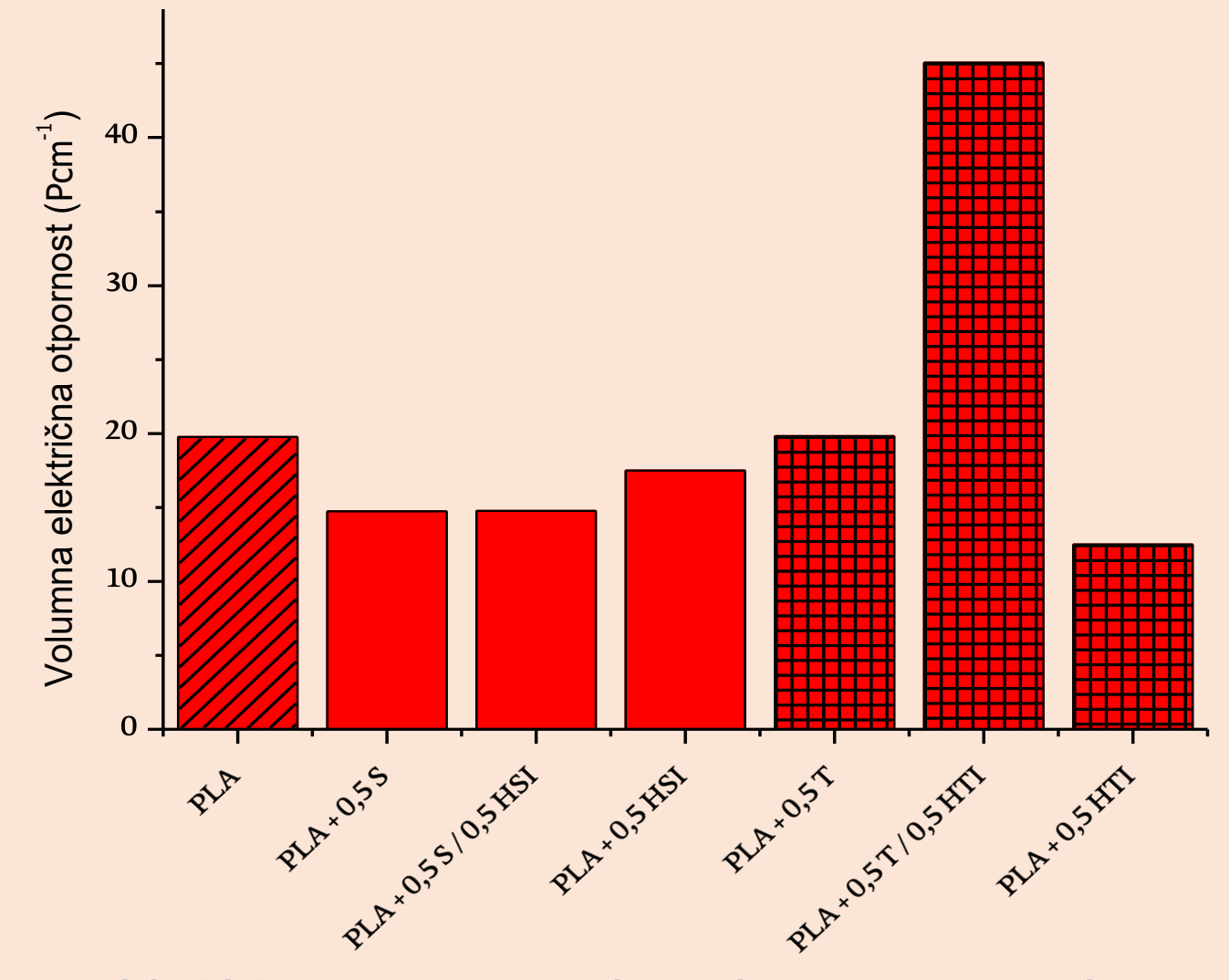
Ispitivanje toplinske provodnosti



PLA + 0,5 T pokazuje bolju provodnost topline u usporedbi sa PLA + 0,5 S kompozitom. Modifikator, željezove nanočestice, su u oba sustava PLA kompozita pospješile sposobnost prijenosa topline materijala.

Utjecaj željezovih nanočestica na poboljšanu toplinsku provodnost izraženiji je u sustavu SiO_2 kompozita.

Ispitivanje električne otpornosti



Kompoziti SiO_2 sustava pokazuju malu promjenu otpora u usporedbi s čistim PLA.

Slično je i sa TiO_2 sustavom, uz iznimku kompozita PLA + 0,5 T / 0,5 HTI koji pokazuje dvostruko veći otpor u usporedbi s čistim PLA i ostalim kompozitima.

Trenutno nema objašnjenja za promjenu električne otpornosti prema većim vrijednostima, suprotno od očekivanog smanjenja vrijednosti.

ZAKLJUČAK

Cilj ovog rada bio je modificirati često korištena komercijalna oksidna punila SiO_2 i TiO_2 sa željezovim nanočesticama i upotrijebiti ih u pripremi kompozitnog materijala u biorazgradivoj polimernoj matrici PLA. Za usporedbu pripremljeni su kompoziti bez modifikatora. Pripremljenim PLA kompozitima su ispitana sljedeća primjenska svojstva: mehanička, toplinska stabilnost, električna otpornost i toplinska vodljivost. Rezultati analize su pokazali da je:

- Toplinska stabilnost kompozita u oba sustava je narušena, a najlošija je u sustavu silike i hibridnog punila (S / HSI i HSI)
- Komercijalno punilo TiO_2 blago narušava mehaniku kompozita, koja se dodatno narušava sa uvođenjem željeza u sustav. U sustavu kompozita sa silikom mehanička svojstva su značajno narušena, no u ovom slučaju modifikacija silike sa željezovim nanočesticama pozitivno utječu na mehaniku PLA kompozita.
- U kompozitu PLA + 0,5 HSI, HSI hibrid slabo utječe na smanjenje električnog otpora kompozita, a kompozit PLA + 0,5 HTI ima manji otpor u usporedbi sa homopolimerom PLA
- Toplinska vodljivost kompozitnog materijala je neznatno promijenjena kod TiO_2 sustava, dok u SiO_2 sustavu dolazi do poboljšanja prijenosa topline dodatkom željezovih čestica

Istraživanje je provedeno u sklopu projekta sufinanciranog iz IRI projekta (suradnja FKIT-a i Končara): KK.01.2.1.02 (Razvoj potopljenog agregata za male hidroelektrane s niskim padom vode)