



MEHANIČKA I TOPLINSKA SVOJSTVA BIOKOMPOZITA NA BAZI PLUTA I PLA MATRICE

MECHANICAL AND THERMAL PROPERTIES OF BIOCOMPOSITES BASED ON CORK AND PLA MATRIX

Sara Šušak, Vesna Očelić Bulatović, Mirela Leskovac

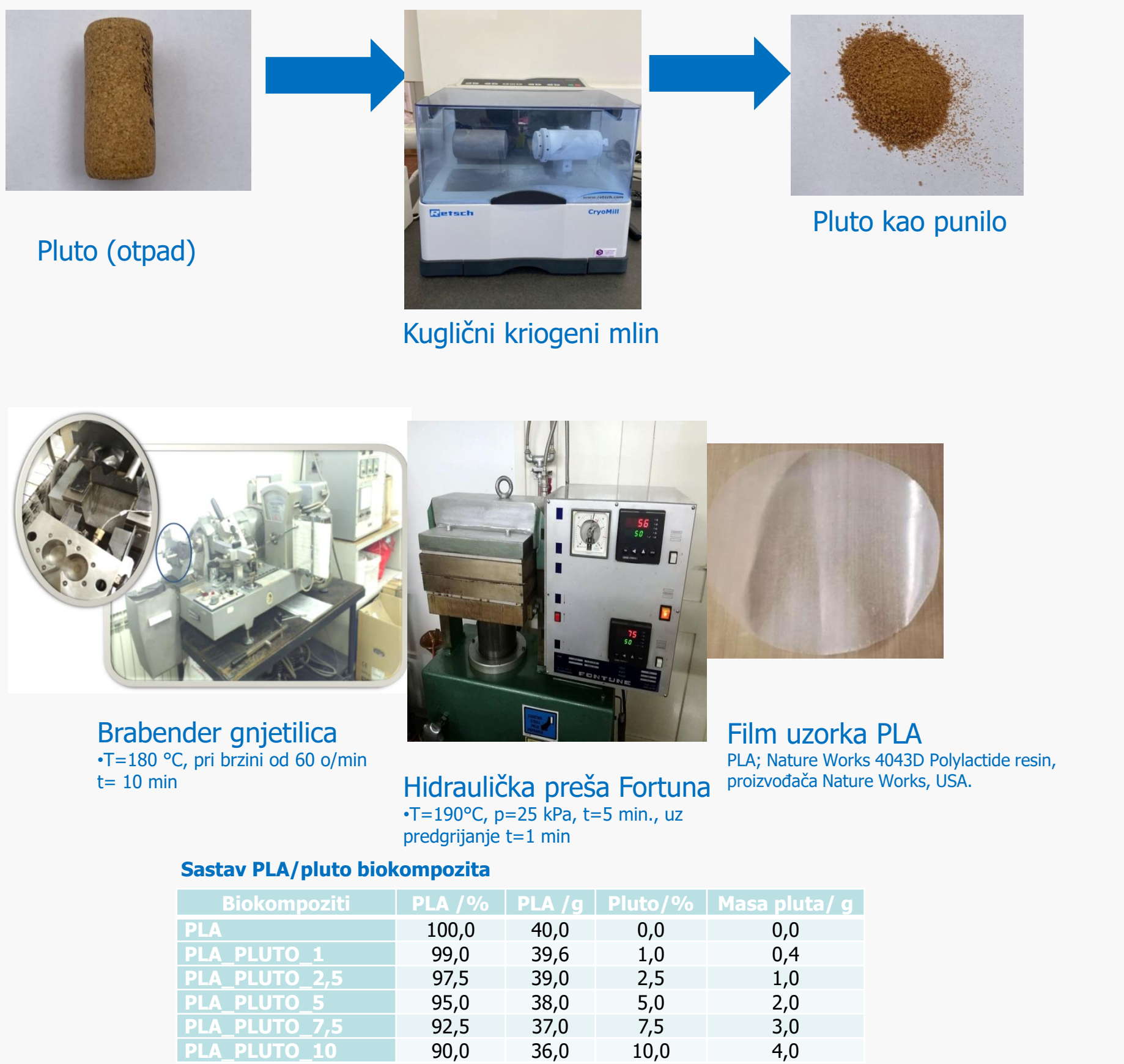
Sveučilište u Zagrebu, Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije, Marulićev trg 19, 10 000 Zagreb, Hrvatska

SAŽETAK

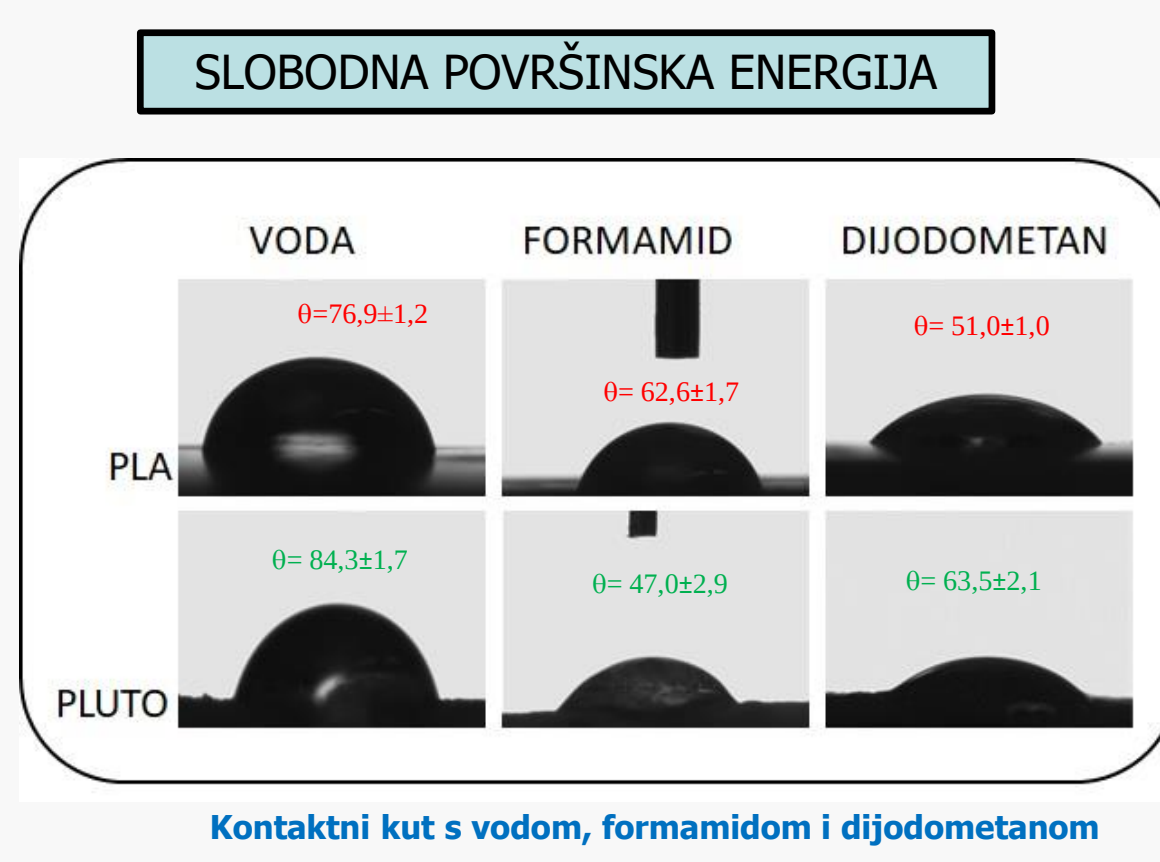
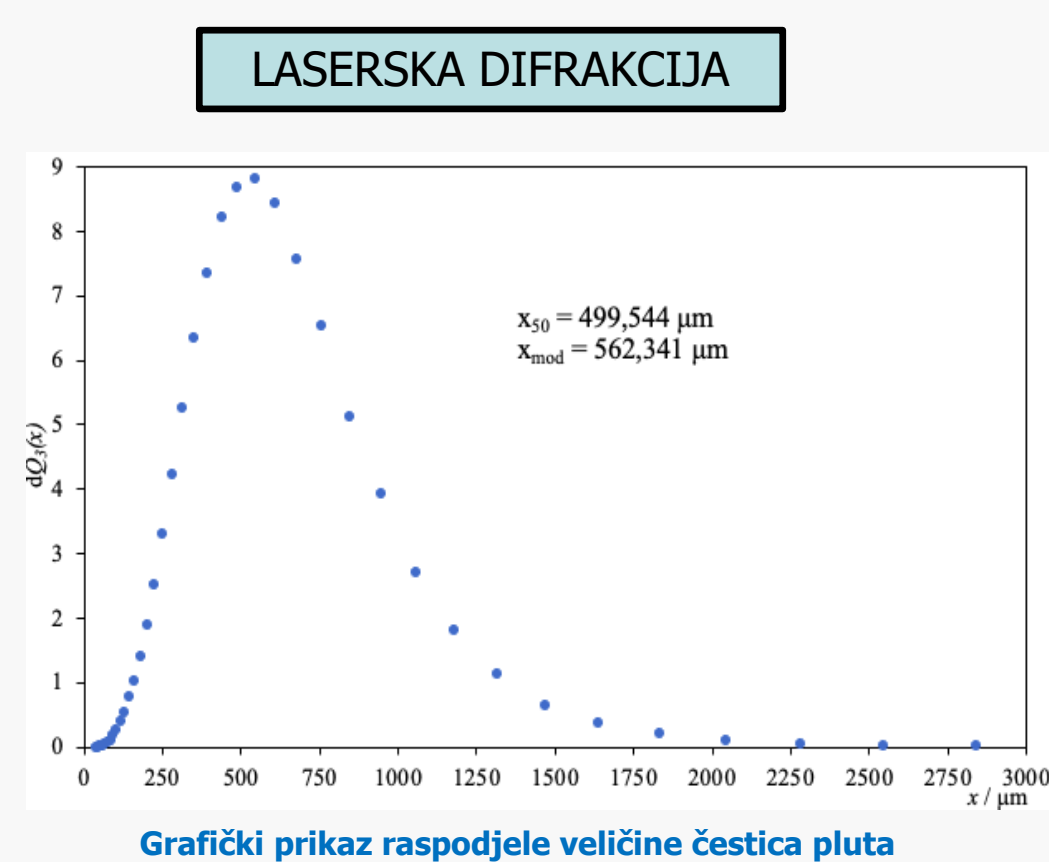
Današnja sve veća svijest o očuvanju okoliša te nepovoljni utjecaj plastičnog otpada na onečišćenje okoliša, stavlja veliki naglasak na istraživanja biokompozita koji kao matricu imaju biorazgradive polimere te kao ojačavala prirodna punila. Kao alternativni materijal za upotrebu u polimernim kompozitima nameće se pluto. Pluto, osim što je obnovljiv i biorazgradiv izvor, relevantan je za ugradnju u kompozite zbog niske gustoće, niske propusnosti za tekućine i plinove, dobre elastičnosti, ima nizak koeficijent toplinske vodljivosti, otporan je na mehaničko trošenje, koroziju i gorenje.

U ovom radu istraženi su biokompoziti na bazi pluta i polilaktidne (PLA) matrice. Toplinska svojstva ispitana su diferencijalnom pretražnom kalorimetrijom (DSC), termogravimetrijskom analizom (TGA) i mjerenjem toplinske vodljivosti dok su rastezna svojstva određena testom jednoosnog naprezanja. Analiza površinskih svojstava određena je primjenom kontaktnog kuta te su na osnovi proračuna parametara adhezije procijenjene interakcije na međupovršini PLA/pluto.

Proračun parametara adhezije ukazuje na prisutnost slabijih interakcija na međupovršini PLA/pluto. Iz DSC rezultata vidljiv je znatan porast entalpije kristalizacije, s porastom udjela pluta u PLA/pluto biokompozitima što upućuje da prisutnost pluta znatno potiče kristalizaciju PLA u ciklusu hlađenja. Pluto ne utječe na poboljšanje toplinske stabilnosti biokompozita. Smanjenje toplinske vodljivosti PLA/pluto biokompozita ukazuje na izvrsna izolacijska svojstva.

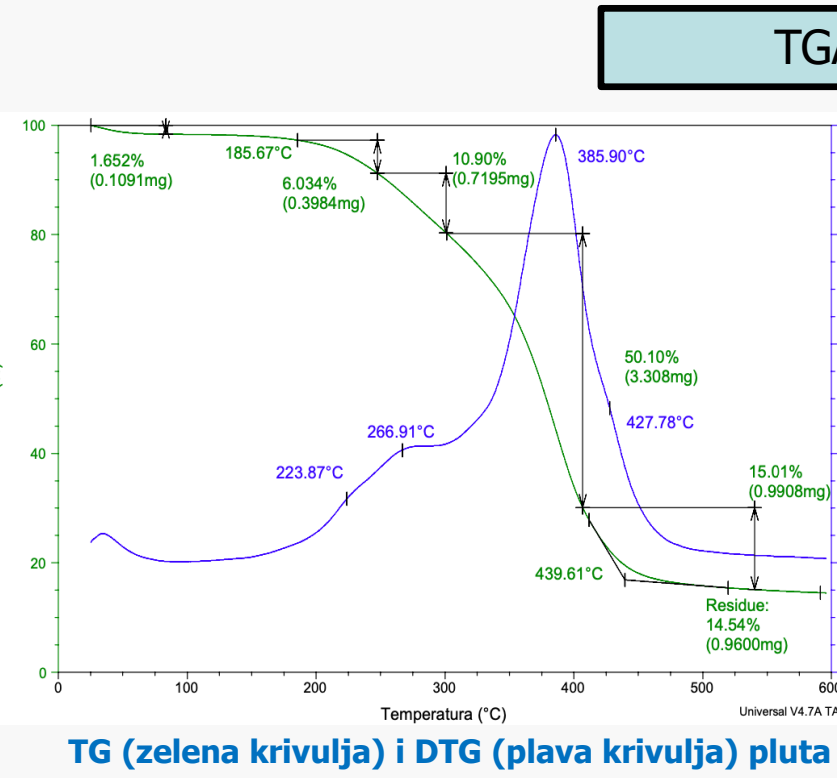
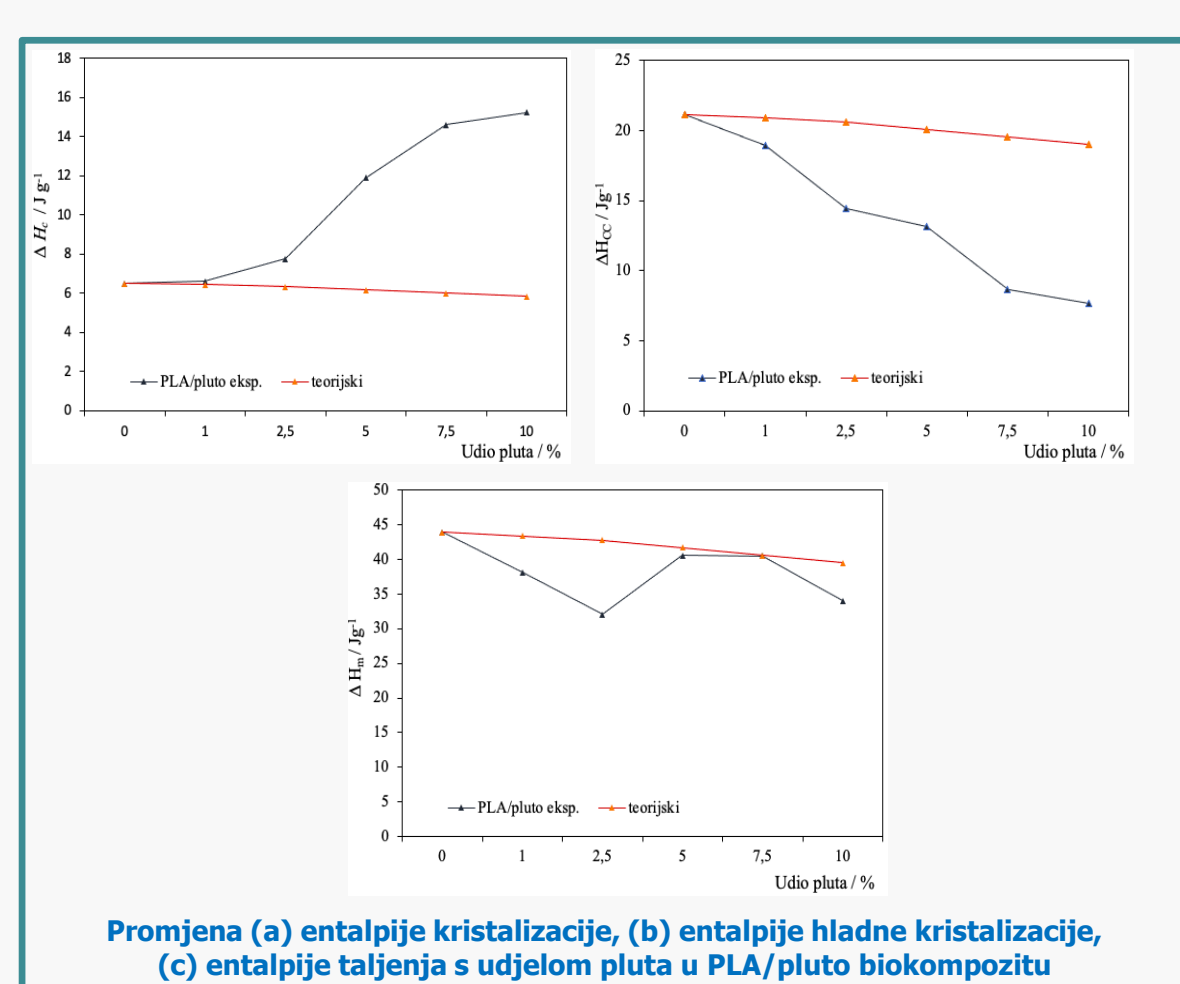
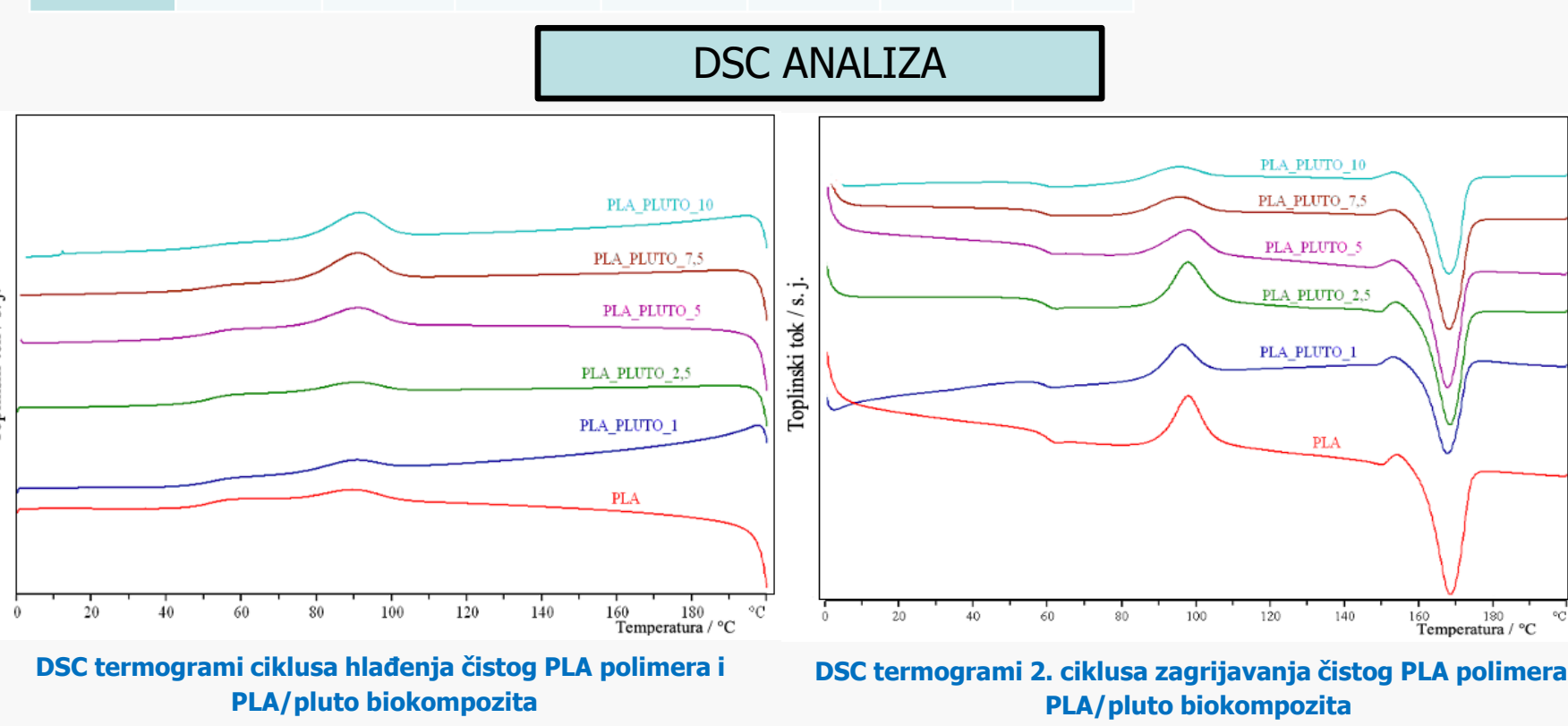


EKSPERIMENTALNI DIO

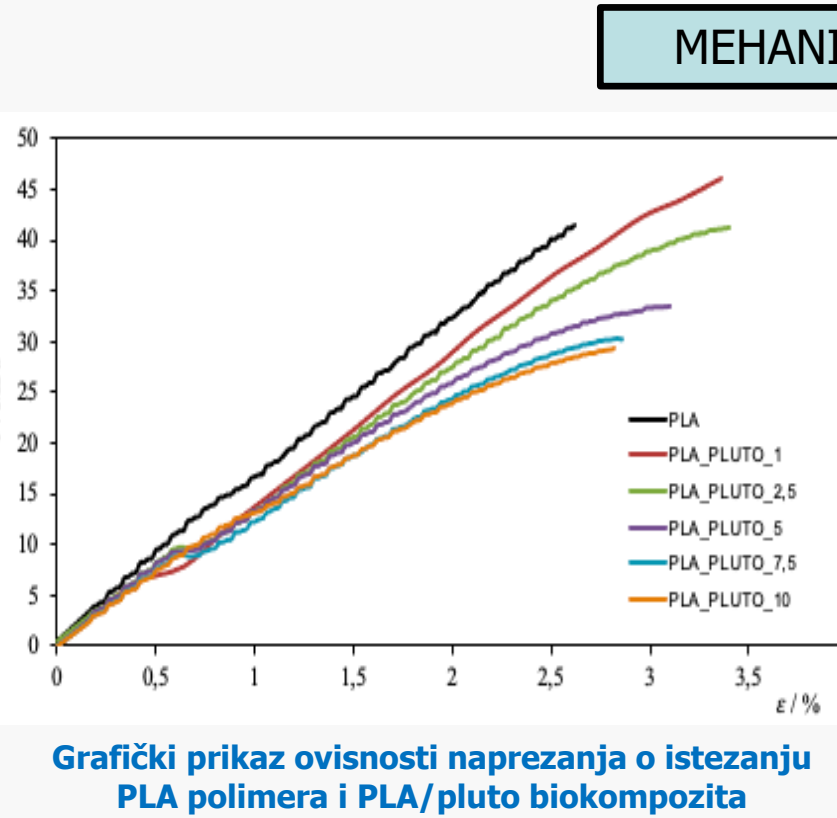


Vrijednosti disperzijske, polarne komponente i ukupne slobodne površinske energije i indeksa polarnosti PLA polimera i pluta							
UZORAK	Slobodna površinska energija, γ / mJ·m ⁻²						χ_p / %
	Owens-Wendt model			Wu model			
	γ_s^d	γ_s^p	γ_s	γ_s^d	γ_s^p	γ_s	
PLA	30,68	6,16	36,85	31,36	9,35	40,71	23,0
PLUTO	34,01	2,88	36,88	34,30	5,97	40,27	15,0

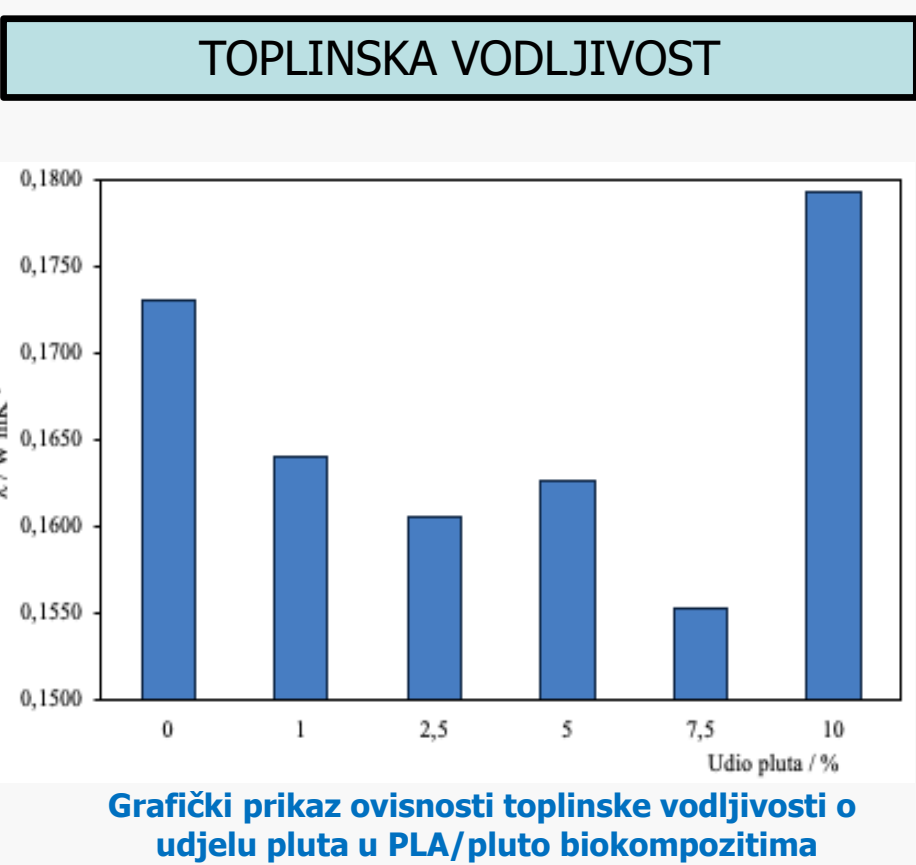
Par komponenti	Parametri adhezije / mJm ⁻²		
	γ_{12}	W_{12}	S_{12}
PLA/PLUTO	0,88	80,10	-0,44



Biokompoziti	TG						DTG
	T_g / °C	T_{sd} / °C	T_{sd} / °C	T_{inf} / °C	ΔH / %	$R_{600^\circ C}$ / %	T_{max} / °C
PLA	302,0	336,9	353,8	353,9	98,9	0,6894	342,7
PLA_PLUTO_1	303,7	335,5	352,7	351,7	97,9	1,195	341,1
PLA_PLUTO_2,5	304,2	337,6	355,7	354,3	97,2	1,915	343,3
PLA_PLUTO_5	302,5	336,3	364,9	352,8	96,0	1,990	341,5
PLA_PLUTO_7,5	301,3	334,6	365,9	352,3	95,7	2,481	339,5
PLA_PLUTO_10	298,7	333,2	386,9	351,1	95,5	2,980	337,3



Mehanička svojstva PLA polimera i PLA/pluto biokompozita				
Biokompoziti	σ_B / MPa	ϵ_B / %	E / MPa	W / Nm
PLA	41,53±2,95	2,65±0,64	1725,1±140,9	0,27±0,13
PLA_PLUTO_1	46,08±5,78	3,37±0,63	1595,1±198,2	0,45±0,19
PLA_PLUTO_2,5	41,33±3,19	3,43±0,23	1489,1±118,5	0,41±0,05
PLA_PLUTO_5	33,57±3,19	3,10±0,34	1516,3±154,4	0,30±0,05
PLA_PLUTO_7,5	30,26±3,19	2,86±0,17	1661,7±52,0	0,25±0,02
PLA_PLUTO_10	29,81±3,19	3,14±0,30	1489,2±76,0	0,29±0,05



REZULTATI

ZAKLJUČCI

- Mjerenja kontaktnog kuta su pokazala da su površine PLA polimera i pluta hidrofobnog karaktera
- Slične vrijednosti slobodne površinske energije PLA i pluta ukazuju na sličnu aktivnost površine
- Vrijednost termodinamičkog rada adhezije, niska vrijednost međupovršinske energije, uz negativnu vrijednost koeficijenta razlijevanja, para komponenti PLA/pluto ukazuje na prisutnost slabijih interakcija na međupovršini PLA/pluto
- Iz DSC rezultata vidljivo je da dodatkom i povećanjem udjela pluta ne dolazi do promjene temperature staklastog prijelaza što ukazuje da punilo ne utječe na promjenu fleksibilnosti makromolekula
- Iz DSC krivulja u ciklusu hlađenja vidljivo je da se temperature kristalizacije ne mijenjaju značajno, dok je vidljiv znatan porast entalpije kristalizacije s porastom udjela pluta u PLA/pluto biokompozitu što upućuje da prisutnost pluta znatno potiče kristalizaciju PLA u ciklusu hlađenja
- Entalpija hladne kristalizacije smanjuje se s porastom udjela pluta u PLA/pluto biokompozitu
- Dodatkom kao i povećanjem udjela punila pluta dolazi do neznatnog sniženja stupnja kristalnosti PLA matrice
- TGA analizom utvrđeno je da dodatak punila pluta ne utječe na poboljšanje toplinske stabilnosti PLA matrice
- Smanjenje toplinske vodljivosti PLA/pluto biokompozita u odnosu na PLA matricu ukazuje da pluto doprinosi boljim izolacijskim svojstvima
- Iz rezultata mehaničkih svojstava vidljivo je da PLA odražava ponašanje čvrstog, slabo rastezljivog materijala, visoke krutosti i male žilavosti
- Dodatkom manjeg udjela pluta (1,0 i 2,5 mas. %) dolazi do povećanja vrijednosti prekidne čvrstoće, prekidnog istezanja i rada loma u odnosu na PLA matricu, dok se vrijednost rasteznog modula smanjuje
- Porastom udjela pluta vrijednost prekidne čvrstoće znatno se smanjuje uz postupno sniženje rasteznog modula i rada loma što je posljedica slabih interakcija PLA matrice i prisutnih agregata čestica pluta koja predstavljaju slaba mjesta u strukturi