



Dizajn i karakterizacija naprednih biokompozitnih materijala

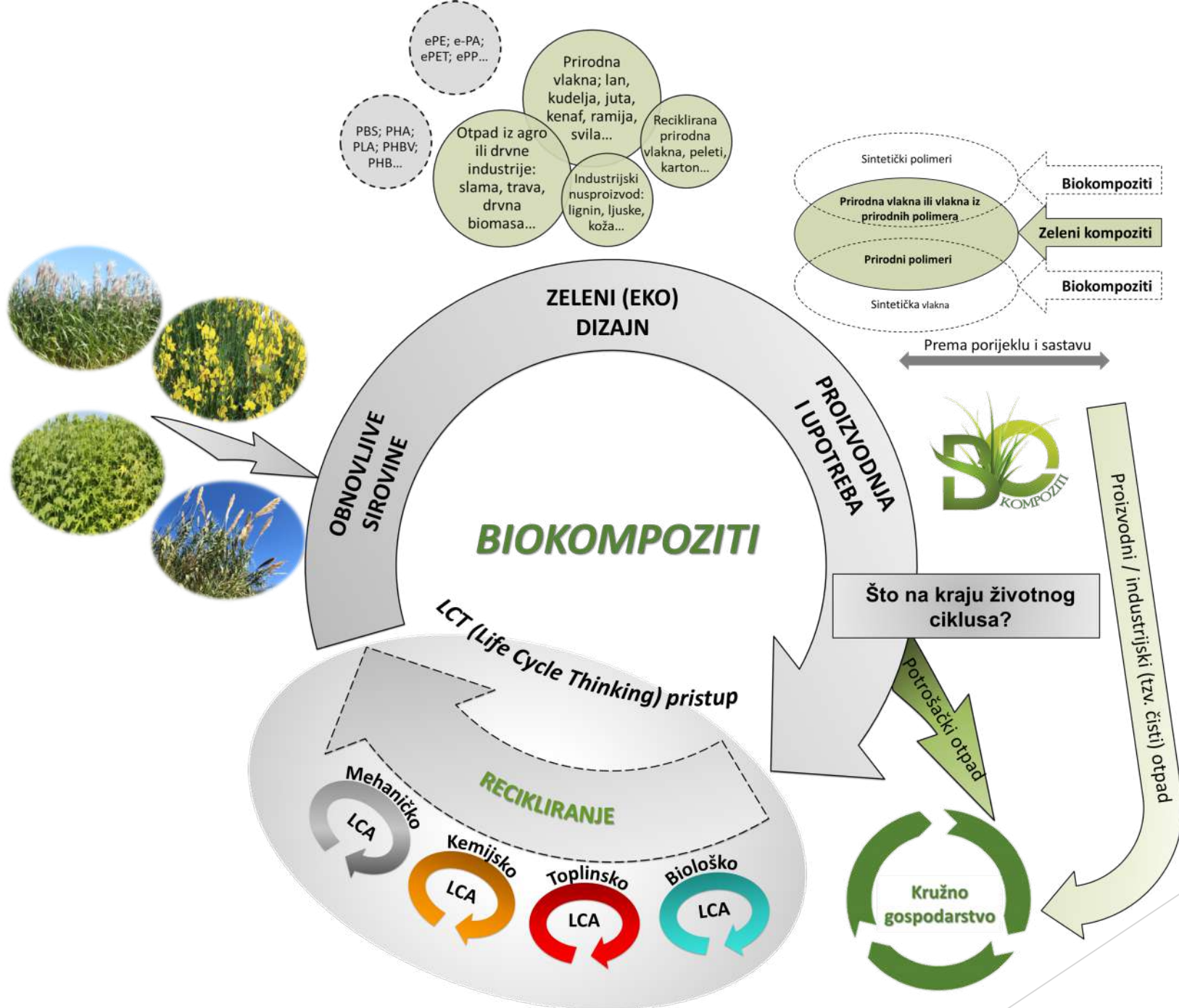
prof. dr. sc. Edita Vujasinović



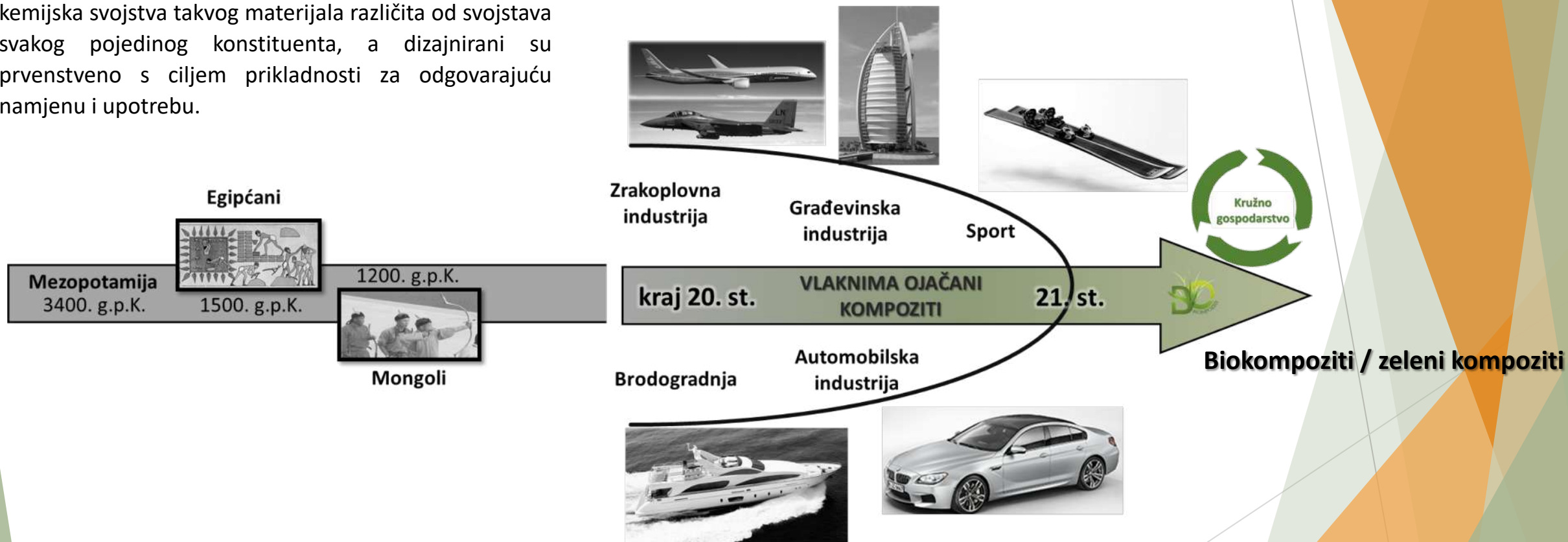
Završna diseminacijska konferencija projekta KK.01.1.1.04.0091 "BIOKOMPOZITI"
Četvrtak, 30. studenog 2023.



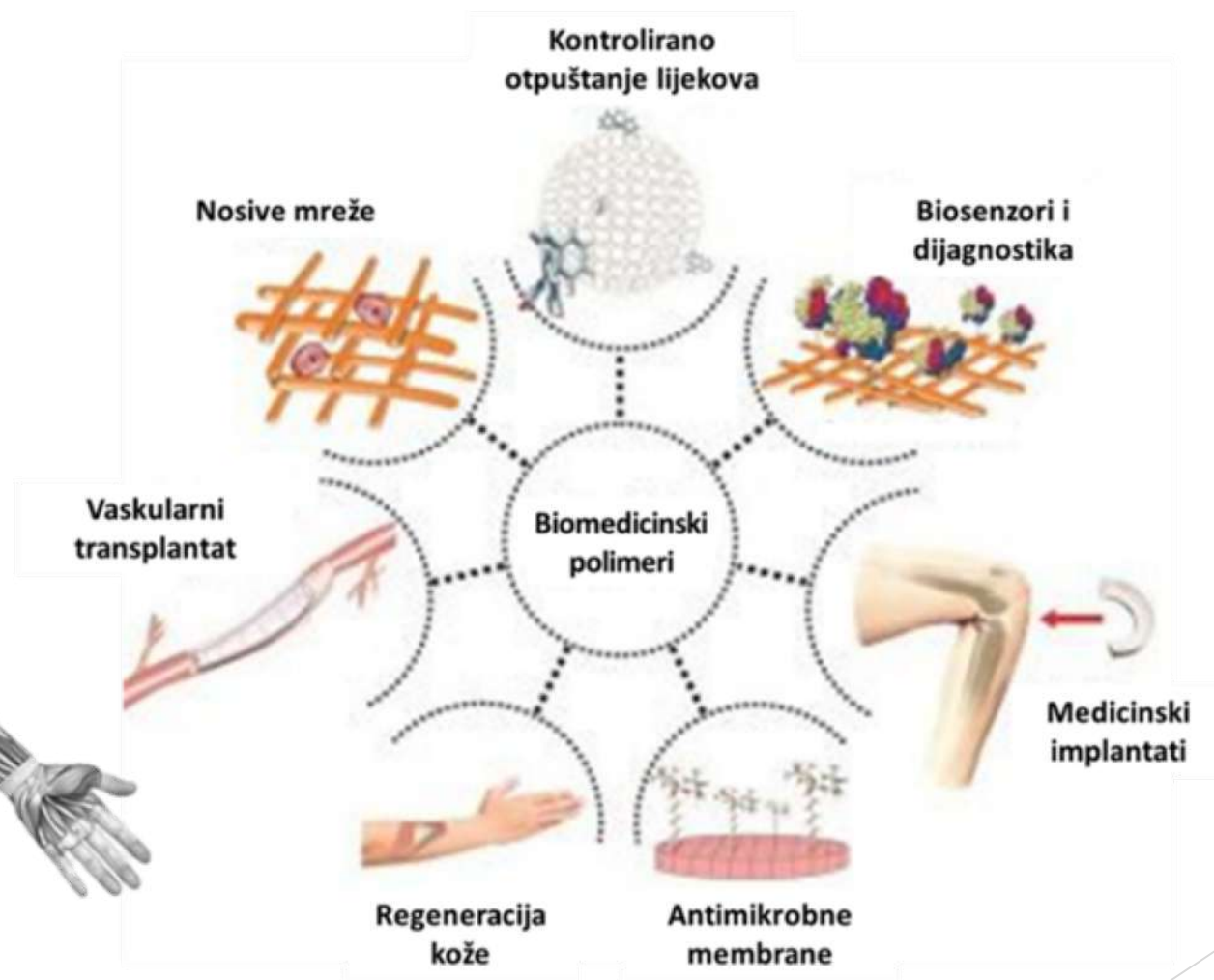
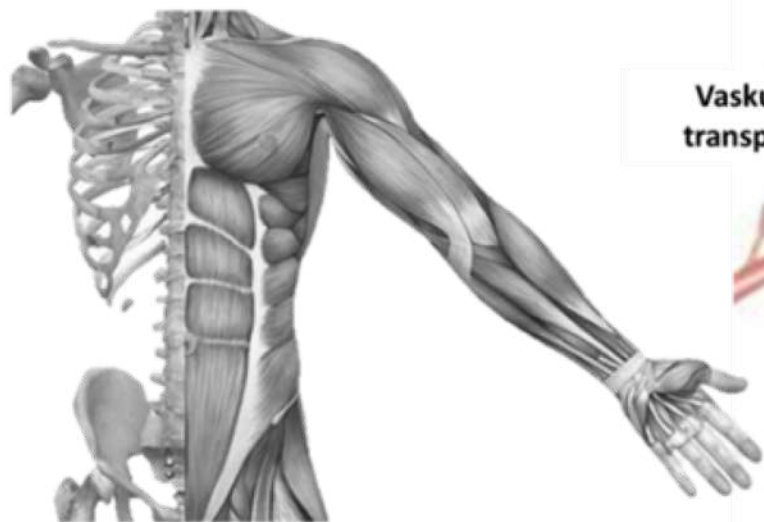
Europska unija
Zajedno do fondova EU



Pod pojmom **kompozita** ili **kompozitnog materijala** podrazumijevaju se proizvedeni višefazni materijali sastavljeni od dvije ili više faza (materijala koji su zasebno dobiveni), pri čemu su ti konstitutivni materijali (metali, keramika, polimeri) različitog kemijskog sastava i/ili različitog oblika (čestice, vlakna, lamele) s jasno određenom granicom između njih, dok su fizikalna i/ili kemijska svojstva takvog materijala različita od svojstava svakog pojedinog konstituenta, a dizajnirani su prvenstveno s ciljem prikladnosti za odgovarajuću namjenu i upotrebu.



Biokompoziti



Zrakoplovna industrija



Automobilska industrija



VLAKNIMA OJAČANI
KOMPOZITI
materijali budućnosti



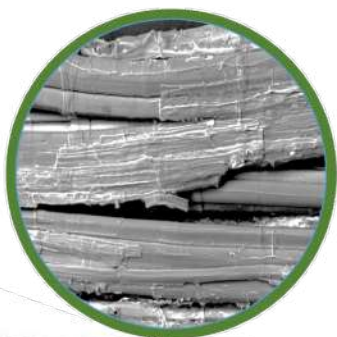
Građevinska industrija



Brodogradnja



Sport



Lignin ⇒ 2-3 %

Hemiceluloza ⇒ 15-20 %

Celuloza ⇒ 15-20 %

Biokompoziti

Arundo donax L.
Spartium junceum L.
Miscanthus giganteus
Sida hermaphrodita L.

Podjela tekstilnih vlakana

Prirodna vlakna

Biljna vlakna

Sjemenska vlakna

- Pamuk
- Kapok

Stabljična vlakna

- Lan
- Kudelja
- Juta
- Kenaf
- Ramija
- Brnistra (žuka)
- Bengalska ili bombajska konoplja (sunvlakno)

Vlakna iz lišća

- Sisal
- Henekan
- Maquey
- Abaka (Manila)
- Vlakna sanseverije
- Agava
- Alfa
- Novozelandski lan

Vlakna od ploda

- Kokos

Nova vlakna, npr. vlakna iz esparto trave, miskantus vlakna, vlakna borovog prelca i dr.

Životinjska vlakna

Keratinska vlakna

- Ovce
 - Vuna
- Koze
 - Moher
 - Kašmir
 - Kašgora
 - Kostrijet
 - Obična kozja dlaka
- Deve
 - Devina dlaka
- Ljame
 - Ljama
 - Alpaka
 - Vikunja
 - Gvanako

Zečevi

- Dlaka angorskog zeca
- Dlaka običnog zeca

Ostale životinje

- Strune i čekinje
 - ✓ Konjske dlake
 - ✓ Svinjske dlake
 - ✓ Kravlje dlake
- Perje i paperje
- Jak

Fibroinska vlakna

- Svila dudova svilca
- Divlje svile
 - Tusah
 - Eria
 - Anafe
- Paukova svila (paučina)
- Morska svila

Anorganska vlakna

- Azbest

Od prirodnih polimera

Celulozni regenerati

- Viskozna vlakna (CV)
- Bakarna vlakna (CUP)
- Modalna vlakna (CMD)
- Liocelna vlakna (CLY)

Celulozni derivati

- Acetatna vlakna (CA)
- Triacetatna vlakna (CTA)

Proteinska vlakna (PROT)

Alginatna vlakna (ALG)

Vlakna od prirodne gume (Elastodien; ED)

Nova vlakna, npr. vlakna iz hitina, bakterijske celuloze, škroba i dr.

Umjetna vlakna

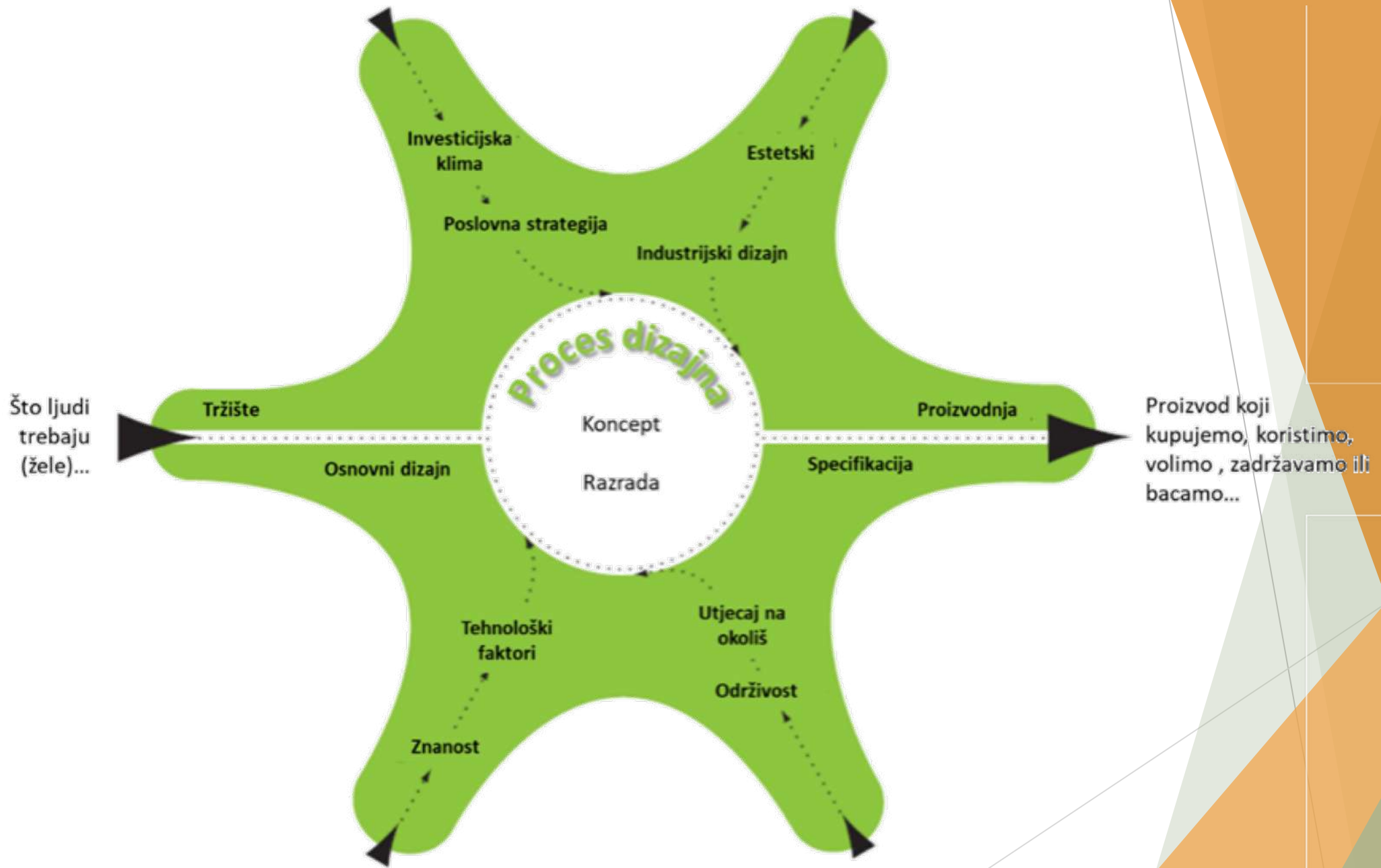
Od sintetičkih polimera

- Poliamidna vlakna (PA)
- Aramidna vlakna (AR)
- Poliimidna vlakna (PI)
- Polilaktidna vlakna (PLA)
- Poliesterska vlakna (PES)
- Polietilenska vlakna (PE)
- Polipropilenska vlakna (PP)
- Klorna vlakna (CLF)
- Fluorna vlakna (PTFE)
- Melaminska vlakna (MF)
- Vinilna vlakna (PVAL)
- Elastanska vlakna (EL)
- Elastodienska vlakna (ED)
- Elastolefinska vlakna (EOL)
- Elastomultiesterska vlakna (EME)
- Akrilna vlakna (PAN)
- Modakrilna vlakna (MAC)

Od anorganskih tvari

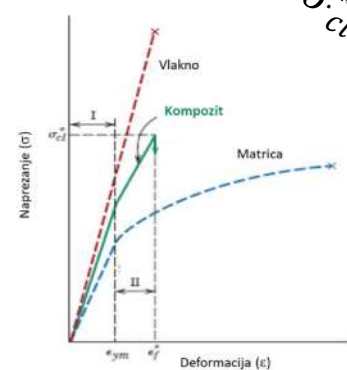
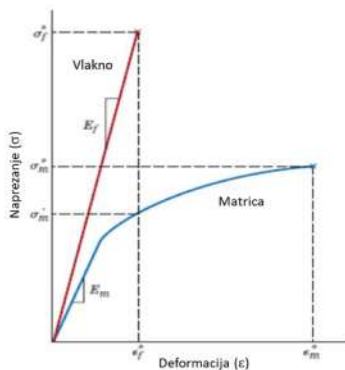
- Staklena vlakna (GF)
- Ugljikova vlakna (CF)
- Metalna vlakna (MTF)
- Keramička vlakna (CEF)

Vlakna iz novih biopolimera, npr. ePA, PLA i dr.





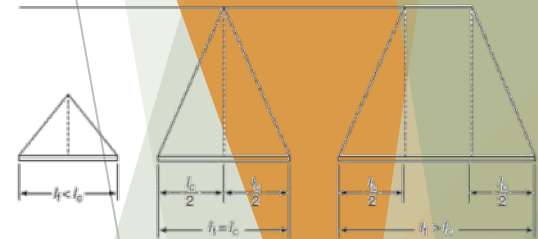
čvrstoća
finoća
duljina
Objektivna
mjerena
repriza
gustoća
morfologija



Biokompoziti

$$\sigma_{cl}^* = \sigma_m^* (1 - V_f) + \sigma_f^* V_f \left(1 - \frac{l_c}{2l}\right)$$

$$l_c = \frac{\sigma_f^* d}{2\tau_c}$$



$$\frac{E_{11}}{E_m} = \frac{1 + \zeta \cdot \eta \cdot V_f}{1 - \eta \cdot V_f}$$

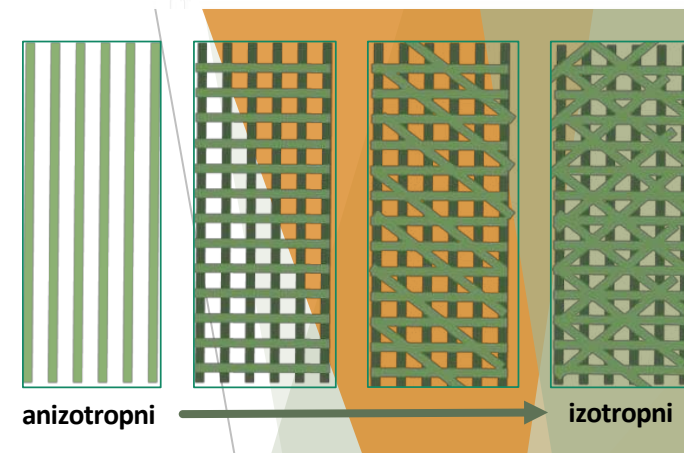
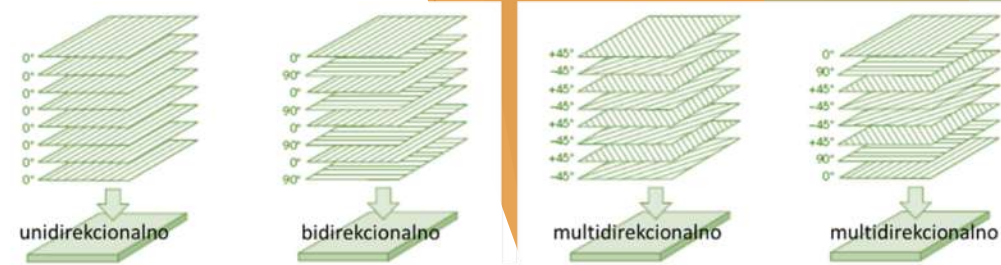
$$\eta = \frac{\left(\frac{E_f}{E_m}\right) - 1}{\left(\frac{E_f}{E_m}\right) + E_m \cdot \left(1 - V_f \cdot \left(1 - \frac{l}{2 \cdot d}\right)\right)}$$

$$(l \geq x_c) \quad \eta = \frac{\left(\frac{E_f}{E_m}\right) - 1}{\left(\frac{E_f}{E_m}\right) + V_f \cdot E_f \cdot \left(1 - \frac{x_c}{2 \cdot l}\right) + (1 - V_f) \cdot E_m}$$

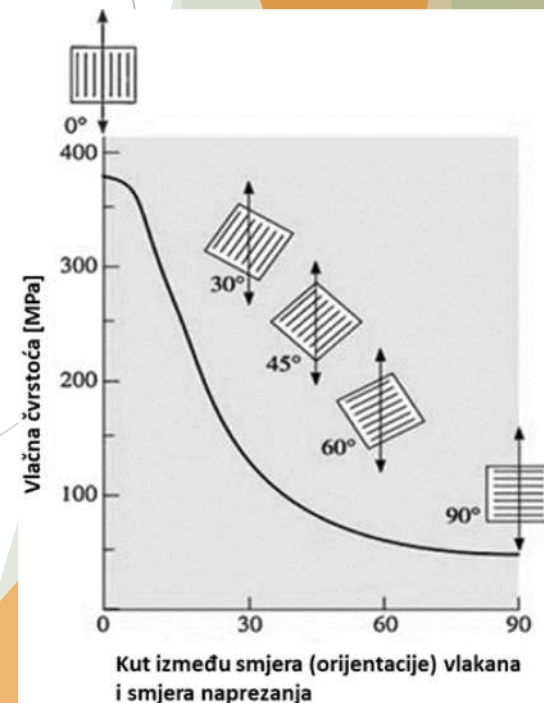
$$(l < x_c) \quad \eta = \frac{\left(\frac{E_f}{E_m}\right) - 1}{\left(\frac{E_f}{E_m}\right) + 2 + 40 \cdot V_f^{10}}$$



PLA matrica

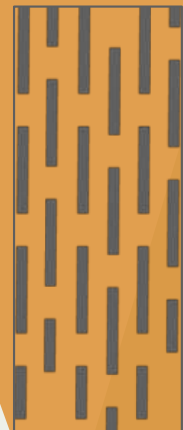


BIOkompoziti s dugim vlaknima

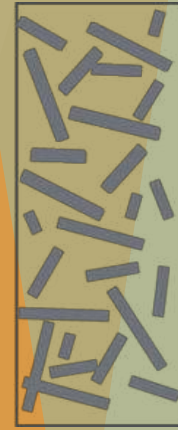




PLA matrica

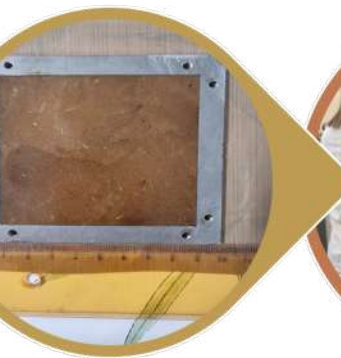


unidirekcionalno



slučajno

BIOkompoziti s kratkim vlaknima





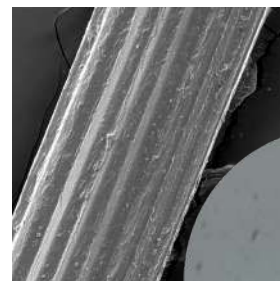
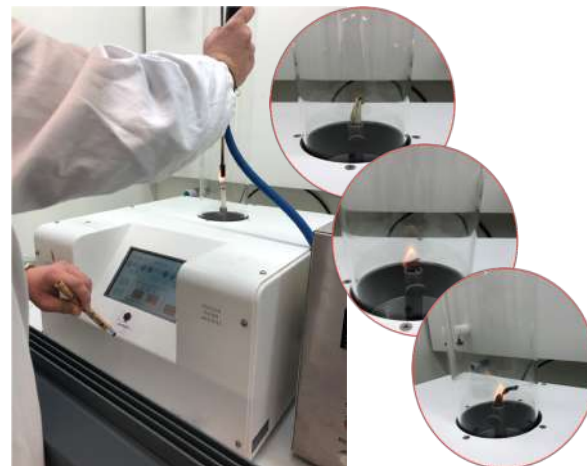
Miskantus
20 % w/w



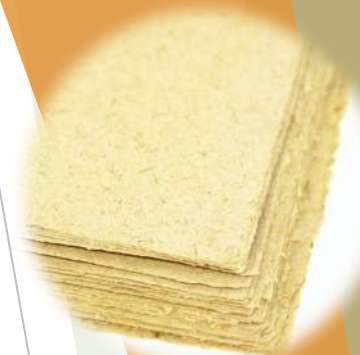
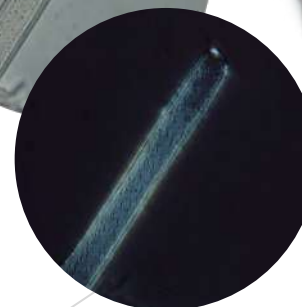
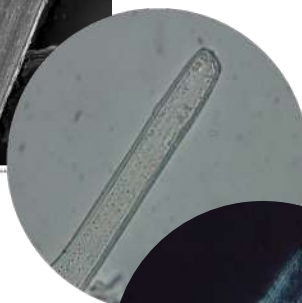
PLA
80/ 77/ 75 %w/w

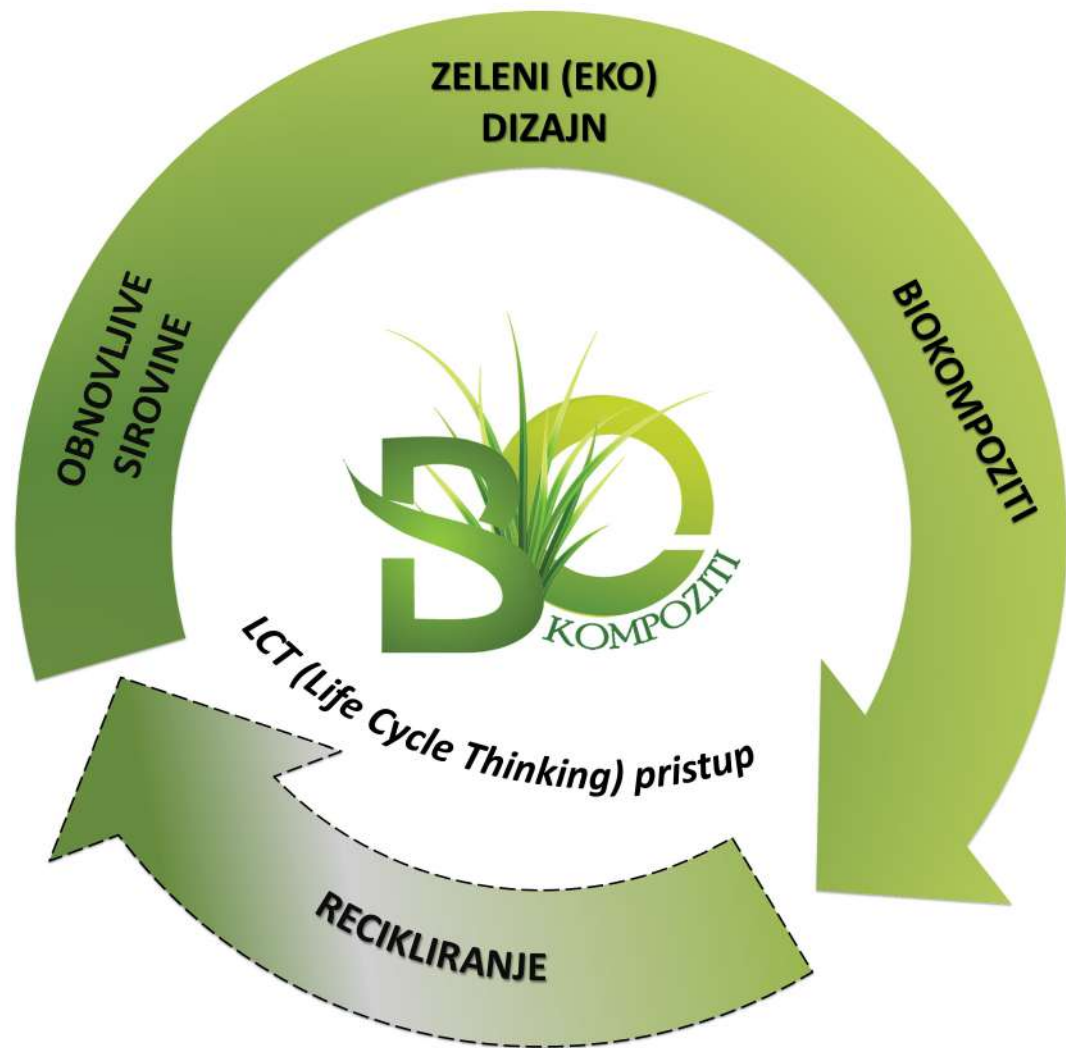


Nanoglina
0/ 3/ 5 % w/w



SEM HV: 5.00 kV WD: 31.87 mm
SCL: 10.00 kV Det: SE
ViewField: 144.5 um Depth: 0.02321





Kraj ili početak?



- **Kraj projekta KK.01.1.1.04.0091 "BIOKOMPOZITI"**
- **Interdisciplinarna istraživanja**
- **Projektirani biokompoziti iz obnovljivih sirovina**
- **Potaknuta i/ili produbljena suradnja s gospodarstvom i javnim sektorom**
- **Proširenje suradnje s akademskim i privrednim sektorom**
- **Nastavak suradnje s Agronomskim fakultetom**
- **Nastavak uspostave sustava objektivnih mjerenja i vrednovanja obzirom na ciljani dizajn i željena svojstva u upotrebi**
- **Novi pravci istraživanja**