

Uspostavni istraživački projekt UIP-2019-04-8304

**Molekularno krojenje istezljivih i zacjeljivih
vodljivih polimera za nosivu elektroniku**

**Molecular Tailoring of Stretchable and Healable
Conductive Polymers for Wearable Electronics**

SHaPes



Radionica, 30. 6. 2023.

O PROJEKTU

- Upostavni istraživački projekt Hrvatske zaklade za znanost
- Natječaj UIP-2019-04
- Trajanje projekta: 1. 2. 2020. – 31. 1. 2025.
- Vrijednost projekta: **1.969.600,00 kn (261.410 Eur)**

Troškovi materijala: 426.100,00 kn

Kemikalije, otapala, plinovi, sitan pribor, potrošni predmeti, ispisne glave i spremnici za *inkjet* pisač, vanjske analize (^1H NMR)

Troškovi opreme: 459.500,00 kn

Inkjet pisač Fuji Dimatix DMP-2850 (536.000,00 kn – FKIT sufinanciranje 150.000,00 kn), reaktori, miješalice, servis opreme

Troškovi osoblja: 879.000,00 kn

Plaće doktoranda (48 mjeseci) i postdoktoranda (18 mjeseci)

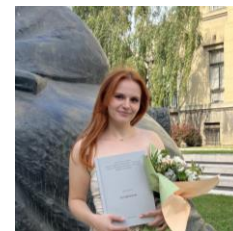
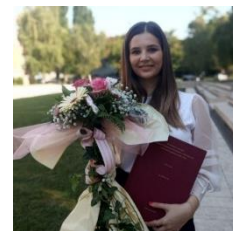
Troškovi obuke, diseminacije i suradnje: 205.000,00 kn

Sudjelovanje na znanstvenim konferencijama, troškovi objavljivanja članka *open access*, usavršavanje doktoranda u inozemstvu

O PROJEKTU

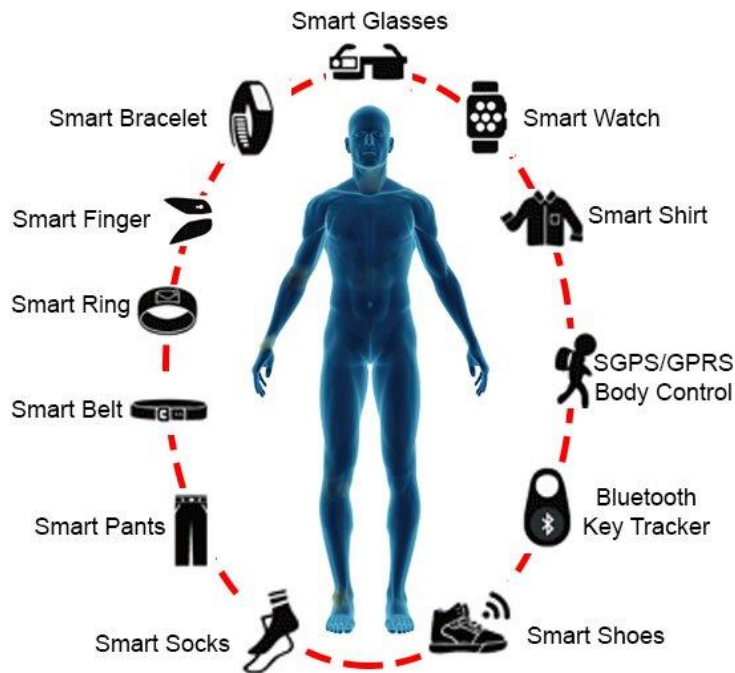
Istraživačka grupa:

- | | |
|--|-------------------|
| • Voditelj: doc. dr. sc. Zvonimir Katančić | cijeli projekt |
| • Doktorand: Lucija Fiket, mag. ing. cheming. | 10/2020 – 10/2024 |
| • Doktorand: Marin Božičević, mag. ing. cheming. | 10/2020 – 10/2024 |
| • Poslijedoktorand: dr. sc. Denis Sačer | 10/2020 – 4/2022 |
| • Istraživač: dr. sc. Vanja Gilja | 3/2020 – 6/2020 |
| • Istraživač: Roko Blažić, mag. ing. cheming. | 3/2020 – ? |
| • Istraživač: Patricia Žagar, mag. ing. cheming. | 3/2021 – 9/2022 |
| • Istraživač: Katarina Marković, bacc. cheming. | 1/2023 – 1/2025 |



O PROJEKTU

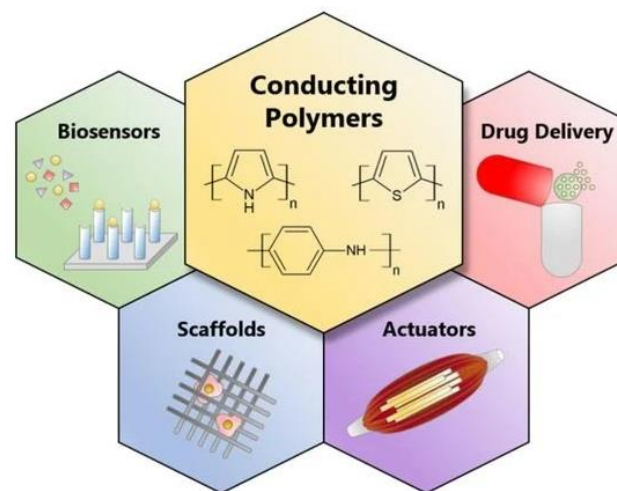
Nosiva elektronika



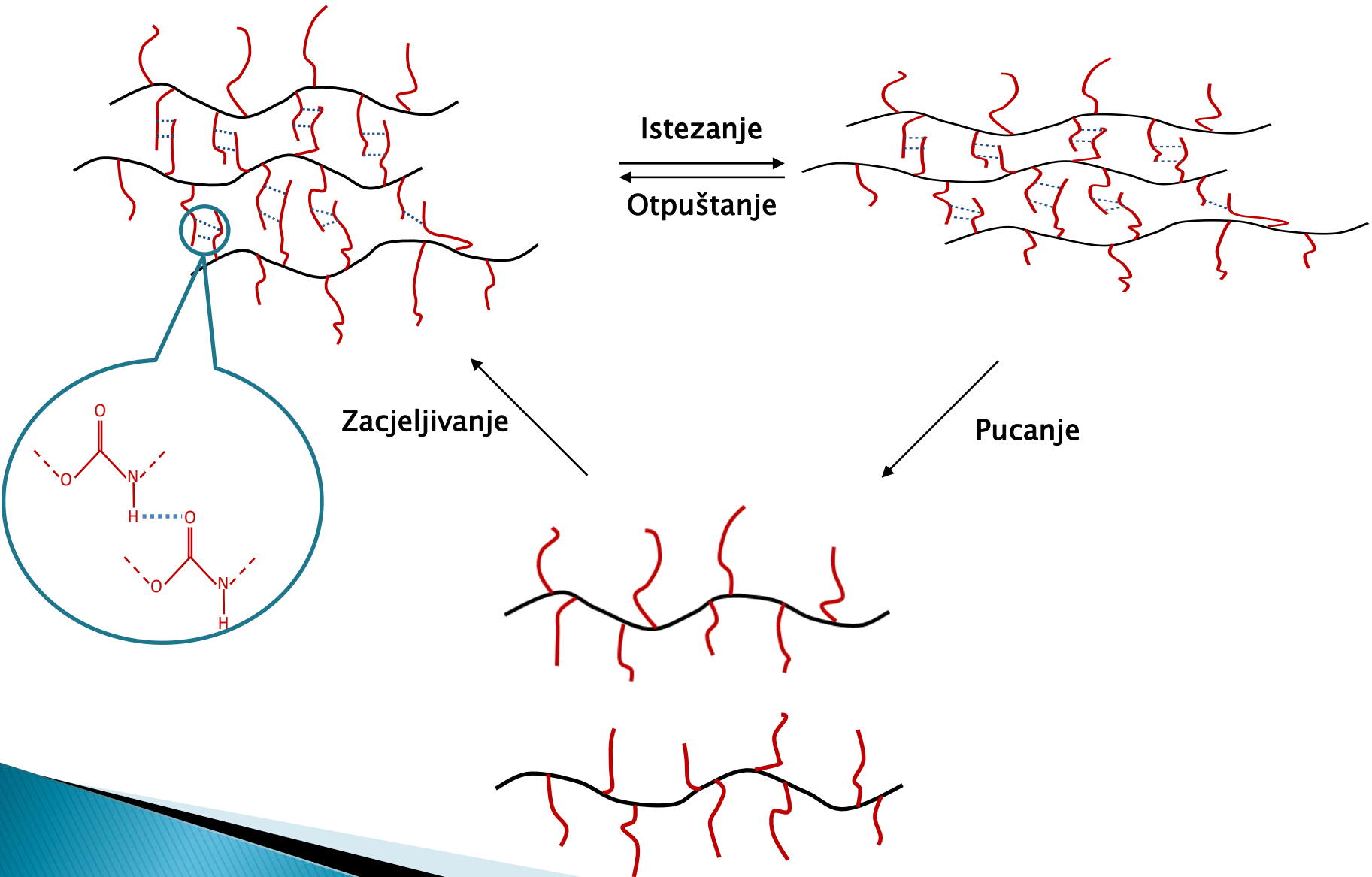
- istežljiva, fleksibilna elektronika koja može oponašati svojstva ljudske kože, mogućnost kretanja zajedno s ljudskim tijelom
- nosivost zbog male veličine elektroničkih komponenti
- potencijalna primjena u protetici, umjetnoj inteligenciji, sustavima za robotiku, biosenzorima za praćenje osobnog zdravlja
- ljudska koža je i samozacjeljujuća → ideja o samozacjeljujućim materijalima u području organske elektronike

O PROJEKTU

- vodljivi polimeri idealan su materijal zbog svoje električne provodnosti i stabilnosti
- nedostatak → kruti, nisu istezljivi
- povećanje istezljivosti – uvođenje kemijskih skupina kako bi se potaklo dinamičko nekovalentno umrežavanje vodikovim vezama
- glavni polimerni lanac u potpunosti konjugiran
- bočni lanci sadrže vodikove veze koje omogućuju nekovalentno umrežavanje vodljivih polimera i daju fleksibilnost glavnom lancu

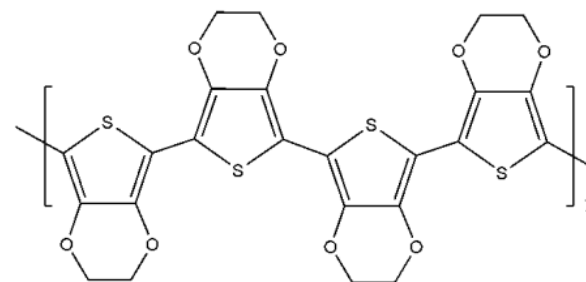


O PROJEKTU



O PROJEKTU

- **SHaPes** – zasniva se na razvoju intrinzično istezljivog i samozacjeljivog materijala
- molekularni dizajn konjugiranih polimera na osnovi cijepljenog (graft) polimera koji se sastoje od poli(3,4–etilendioksitiofen) (PEDOT) vodljivog polimera kao glavnog polimernog lanca i različitih bočnih lanaca
- Prvi put da se PEDOT koristi u istraživanju istezljivih vodljivih polimera
- predstavnik tiofenskih vodljivih polimera
- polimerizacija EDOT monomera
- visoka stabilnost
- mala širina zabranjene zone



O PROJEKTU

CILJ 1

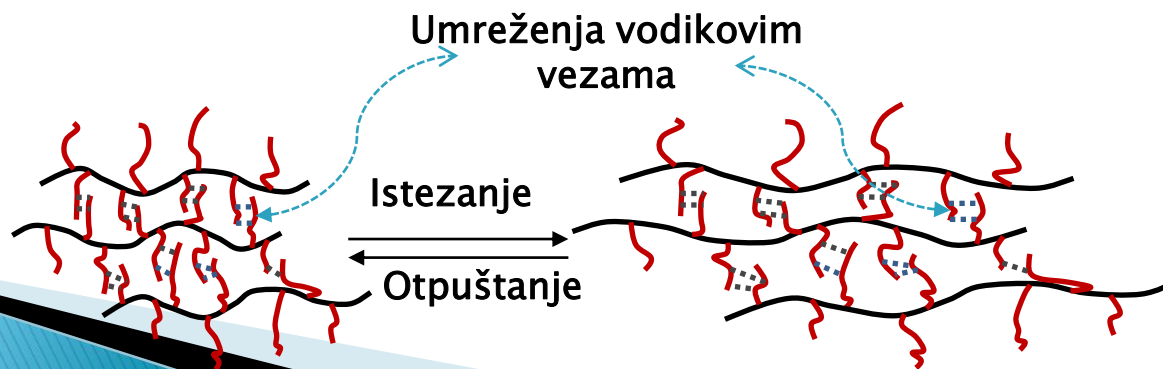
sintetizirati intrinzično istezljive i zacjeljive vodljive polimere pomoću radikalske polimerizacije uz prienos atoma (ATRP)

Glavni lanac:

- poli(3,4-etilendioksitiofen) (PEDOT)

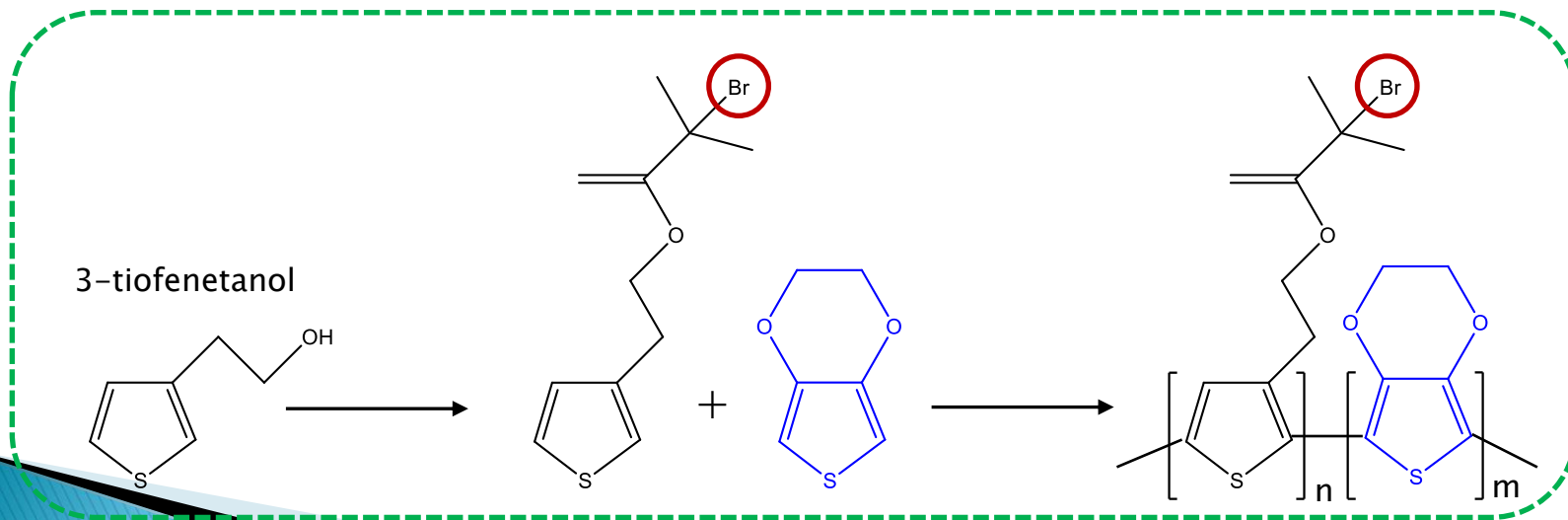
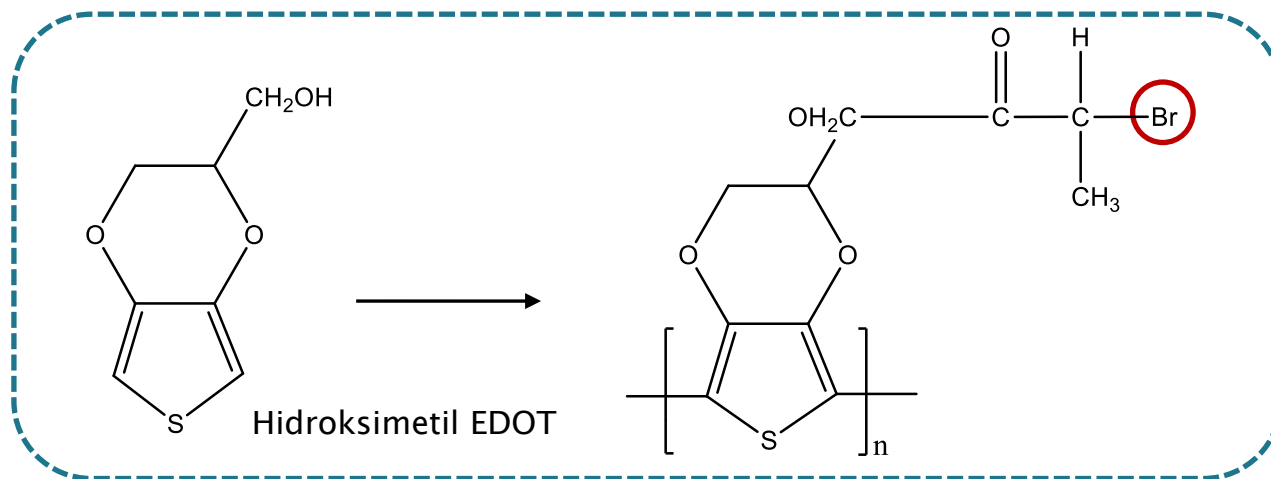
Bočni lanci:

- poli(akril-uretan) (PAU) → PEDOT-*g*-PAU
- polietilen glikol (PEG) → PEDOT-*g*-PEG
- polikaprolakton (PCL) → PEDOT-*g*-PCL

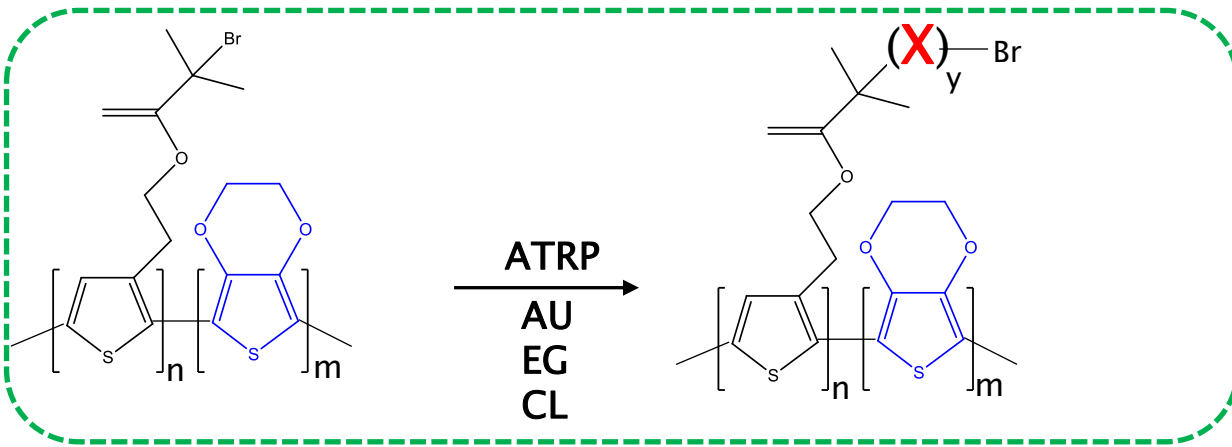
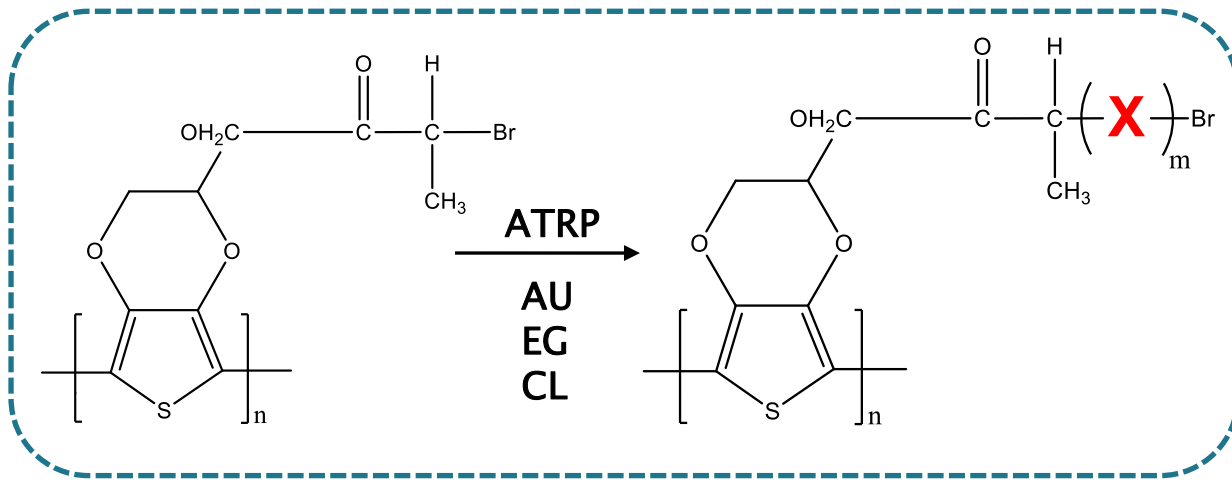


O PROJEKTU

Radikalska polimerizacija uz prijenos atoma (ATRP), sinteza makroinicijatora

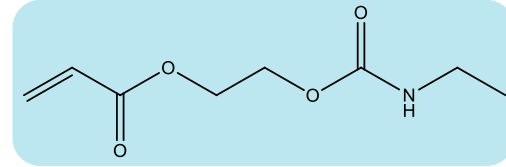


O PROJEKTU

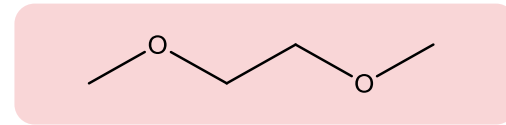


PEDOT-*g*-PAU
PEDOT-*g*-PEG
PEDOT-*g*-PCL

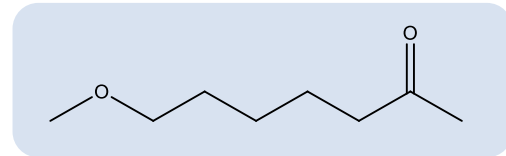
X:



PAU



PEG



PCL

Različita vremena
polimerizacije

↓
različita duljina bočnih
grana

O PROJEKTU

CIJLJ 2

analizirati i karakterizirati sintetizirane PEDOT graft polimere za uspostavljanje odnosa struktura-svojstva određivanjem strukture, morfologije i elektrokemijskih svojstava

- ^1H NMR, FTIR – uspješnost sinteze
- TGA, DSC – toplinska svojstva dobivenih graft polimera
- SEM – morfologija površine
- Mehanička kidalica – mehanička svojstva: Youngov modul i istežanje
- Elektrokemijska svojstva – električna provodnost, u neistegnutom i istegnutom stanju
- Učinak dopiranja na provodnost
- Zacjeljivanje – pritiskanje polimernih traka, promatranje spoja SEM, kvalitativna analiza

O PROJEKTU

CILJ 3

inkjet ispisati sintetizirane PEDOT graft polimere na elastične podloge (polidimetilsiloksan (PDMS) i poliuretan (PU)) kako bi se proizveo materijal spreman za integraciju senzora



FujiFilm Dimatix DMP-2850

O PROJEKTU

CILJ 3

inkjet ispisati sintetizirane PEDOT graft polimere na elastične podloge (polidimetilsiloksan (PDMS) i poliuretan (PU)) kako bi se proizveo materijal spreman za integraciju senzora

- Priprema sintetiziranih graft polimera kao tinta – nanošenje na površinu supstrata ispisom, različita debljina
- Stabilnost i adhezija ispisanog sloja – test natapanja, ultrazvučni test (različita vremena)
- Stabilnost ispisanog sloja – SEM i optički mikroskop (ispitivanje degradacije ili delaminacija ispisanih polimera)
- Vodljivost i mehanička svojstva prilikom višestrukog istežanje
- Kovalentno umreženi uzorci – UV umrežavanje nakon ispisa na podloge

O tisku više na završnoj radionici projekta!

Molekularni dizajn istezljivih elektrovodljivih polimera

- 10:00 – 10:30 Otvaranje i uvodno o projektu
Doc. dr. sc. Zvonimir Katančić
- 10:30 – 11:00 ATRP makroinicijatori – ulaznica u ATRP svijet
Lucija Fiket, mag. ing. cheming.
Marin Božičević, mag. ing. cheming.
- 11:00 – 11:45 Poli(akril–uretan) (PAU) kao modifikator PEDOT–a
Lucija Fiket, mag. ing. cheming.
- 11:45 – 12:00 Pauza
- 12:00 – 12:45 Poli(etilen–glikol) (PEG) i polikaprolakton (PCI) kao modifikatori PEDOT–a
Marin Božičević, mag. ing. cheming.
- 12:45 – 13:00 Izrada završnog rada kao član projektnog tima?
Katarina Marković
- 13:00 – 13:30 Diskusija, razgledavanje laboratorija i zatvaranje radionice