



**IZPOSTAVLJENO: PROJEKT ZA PRIHODNOST
FTPO - HORIZON EUROPE IPPT_TWINN**



#5 2023

IZPOSTAVLJENO

PROJEKT ZA PRIHODNOST FTPO – HORIZON EUROPE IPPT_TWINN	4
Razvoj novega skupnega predmeta »Predelava elastomernih materialov«	10
Študijski obiski mladih raziskovalcev	
FTPO na partnerskih institucijah	11
Dvomesečna izmenjava asistentke Rebeke Lorber v okviru projekta IPPT_TWINN na PCCL	12
Mednarodna poletna šola IPPT_TWINN na temo kompozitnih tehnologij	13
Prva IPPT_TWINN konferenca na temo recikliranja polimernih materialov	14
Vzpostavitev projektne pisarne in uvedba sistema ter orodij za uspešno vodenje in prijavljanje projektov	15

INTERVJU

Janez Navodnik	16
----------------	----

KARIERNA ZGODBA

Karierna zgodba diplomanta FTPO Matica Delaka	18
--	----

ŠTUDIJSKA DEJAVNOST

Pričetek novega študijskega leta	21
Uspešen zagovor diplomskega dela študenta Žige Podlesnika	24
Uspešen zagovor diplomskega dela študenta Tilna Meseca	25
Uspešen zagovor diplomskega dela študentke Nike Bizilj	26
Uspešen zagovor diplomskega dela študentke Sabine Golob	27
Uspešen zagovor diplomskega dela študentke Leonite Etemaj	28
Uspešen zagovor magistrskega dela študenta Matjaža Sekavčnika	29
Uspešen zagovor magistrskega dela študenta Jake Vaupota	30
Uspešen zagovor magistrskega dela študentke Inje Škrinjar	31
Uspešen zagovor magistrskega dela študenta Sandija Kavčiča	32
Strokovna ekskurzija študentov 1. letnika magistrskega študija v podjetje ROTO	33
Vabljen predavanje strokovnjakinje z Zavoda za gradbeništvo Slovenije pri predmetu NM	33
Tehnologija pihanja in podjetje SEP d.o.o.	34
Ekskurzija v podjetje Stramex PET in Novem Car Interior Design	36
Ekskurzija v podjetje Tesnila GK	38
Ekskurzija študentov 3. letnika pri predmetu Polimerno inženirstvo	40
Vabljen predavanje pri predmetu Funkcionalni polimerni materiali	41
Brucovanje študentov FTPO	42
Tradicionalno študentsko okraševanje jelke	43

R&R DEJAVNOST

Gostujoča urednica revije materials, doc. dr. Klementina Pušnik Črešnar	44
Nova oprema na FTPO – testiranje zobnikov	45
Aktivnosti znotraj projekta IPPT-TWINN	46
9. delavnica v okviru projekta IPPT_TWINN »R-RTM Technology«	46
Aktivnosti znotraj projekta Deremco	48
Projekt GrinShield	50
Objava znanstvenega članka z naslovom »A review on graphene and graphene composites for application in electromagnetic shielding«	50
Nov projekt Horizon europe NIAGARA	51
Začetek novega INTERREG si-at projekta ADDCIRCLES	52
Projekt STEAM	55
Soorganizacija Tabora za učitelje naravoslovja	55

SODELOVANJE Z INDUSTRIJO

Sodelovanje s podjetji v oktobru, novembru in decembru 2023	56
Zlato priznanje Koroške gospodarske zbornice	57
Obisk v podjetju Arex d.o.o.	58
Tehnološki dan Alpina na FTPO	59
Tehnološki dan Termoplasti Plama na FTPO	60
Letna pogodba s podjetjem Termoplasti Plama	61
Sodelovanje s podjetjem Suman	62
Sokraska predavanja	63

DELOVANJE ZAVODA

Izr. prof. dr. Blaž Nardin ponovno izvoljen za dekana FTPO	65
Volitve in konstitutivna seja Študentskega sveta FTPO	66
Uradna ustanovitev Alumni FTPO in prvo srečanje	67

OBISKI IN DOGODKI

Uspešna tudi 3. mednarodna konferenca o krožni embalaži (3 rd Circular packaging conference)	70
Obisk predstavnikov podjetja Meusberger, 12. 10. 2023	76
60 let gimnazije Franca Miklošiča Ljutomer	77
Obisk državnega sekretarja dr. Matjaž Krajnc	78
V zborniku znanstvenih prispevkov Svet strojništva – Akademija strojništva 2023 tudi prispevek naše fakultete	79
Obisk Indijske delegacije	80
Zaključno druženje zaposlenih FTPO in zaključek leta 2023	81

DOGODKI V OKVIRU KARIERNEGA CENTRA FTPO

Dobra praksa sodelovanja Gimnazije Slovenj Gradec in Fakultete za tehnologijo polimerov	84
Dogodek za študente 1. letnikov - Predstavitev obštudijskih dejavnosti, Erasmus+ mobilnost FTPO in podjetništvo kot karierni izziv	88
Dogodek za študente FTPO »Vsak je svoje kariere kovač«	89
FTPO prisotna na Koroškem kariernem sejmu in Kariernem sejmu Maribor	90
Obiski učencev in dijakov	92

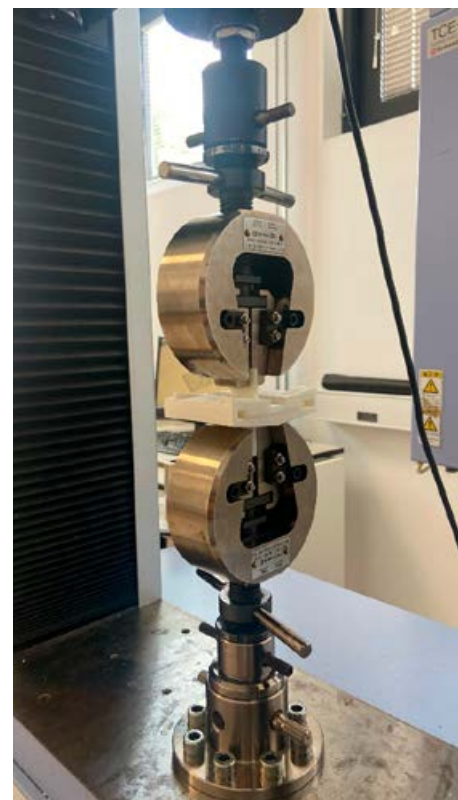
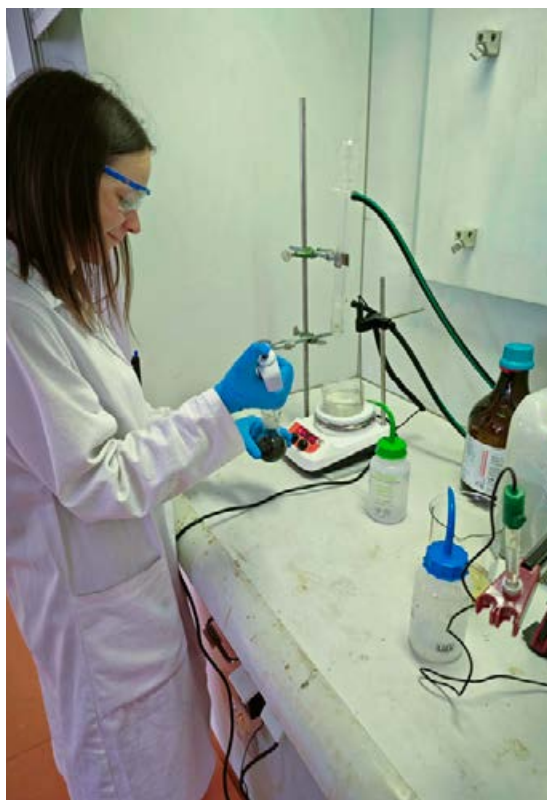
NAPOVED DOGODKOV	94
------------------	----

PROJEKT ZA PRIHODNOST FTPO – HORIZON EUROPE IPPT_TWINN

Minilo je prvo leto, odkar smo začeli izvajati projekt IPPT_TWINN, ki je financiran s strani Evropske komisije v sklopu programa Horizon Europe – Twinning in katerega vodilni partner je naša fakulteta.



Funded by
the European Union



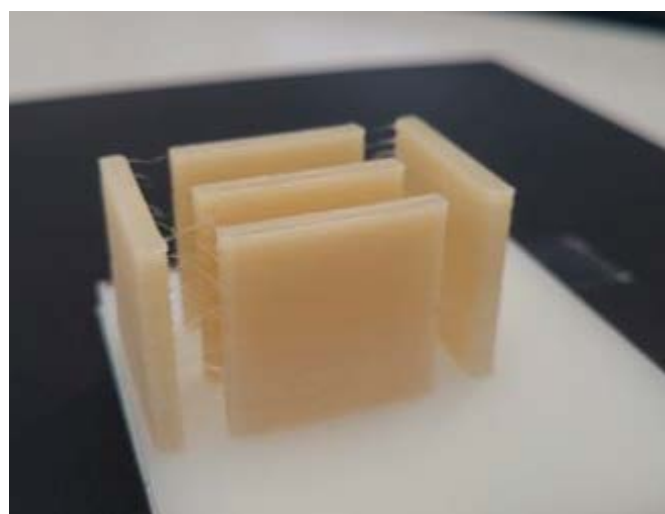
Glavni namen projekta je krepitev raziskovalnih potencialov Fakultete za tehnologijo polimerov na področju inovativnih metod predelave. V prvi številki Novičnika v letu 2023 smo podrobno predstavili sam projekt, njegovo organizacijo in cilje. Sedaj bralce seznanjamo, kako projekt napreduje in kaj smo v prvem letu projekta dosegli.

Projekt je razdeljen na t.i. raziskovalni del in del namenjen krepitvi našega raziskovalnega potenciala na vseh nivojih.

Napredne hibridne predelovalne tehnologije za potrebe prihodnosti

Raziskovalni del projekta (Delovni sklop 1) je razdeljen na pet podsklopov, v prvem letu izvajanja projekta so aktivnosti potekale na prvih treh podsklopih, in sicer:

- **Sinteza polimerov s prilagodljivimi kovalentnimi vezmi** – v sklopu tega dela smo z uporabo ustreznih katalizatorjev in zamreževal pripravili polimere na polipropilenski osnovi s prilagodljivimi kovalentnimi vezmi. V začetni fazi smo eksperimente v manjših količinah izvedli na partnerski instituciji, izbrane polimere smo nato pripravili z



reakcijskim ekstrudiranjem na FTPO. Iz tako pripravljenih granulatov smo z brizganjem pripravili testne preiskušance, ki jih trenutno karakteriziramo. S polimeri, ki se bodo izkazali kot najprimernejši bomo pripravili kompozite, ki jih bomo uporabili pri 3D tisku.

- **Študij jakosti vezi med komponentami iz različnimi materialov oz. pripravljenih z različnimi tehnologijami.** V prvem letu izvajanja projekta smo se osredotočili na pripravo brizganih poliamidnih ploščič na katere smo z različnimi aditivnimi



Contents lists available at ScienceDirect

Polymer Testing

journal homepage: www.elsevier.com/locate/polytest

Modeling and measuring the bonding strength of overmolded polymer parts

Anna Szuchács^a, Tatyana Ageyeva^{a,b}, József Gábor Kovács^{a,b,*}^a Department of Polymer Engineering, Faculty of Mechanical Engineering, Budapest University of Technology and Economics, Műgyetem rkp. 3., H-1111, Budapest, Hungary^b MTA-BME Lendület Lightweight Polymer Composites Research Group, Hungary

ARTICLE INFO

Keywords:
Bonding strength
Overmolding
Polymer bonding

ABSTRACT

Overmolding a polymer onto a polymer substrate is a versatile plastic processing technique already widely used in industry and has a high potential to customize mass-produced polymer parts. Even though the industry is ready for this technology, there are still no engineering calculation methods to predict the strength of overmolded parts. None of the available engineering software packages contains the modeling of bonding strength between a polymer substrate and an overmolded element of the same material. This is because the complexity and interdisciplinary nature of bonding and the lack of a unified adhesion theory. In this study, we developed a unique modeling method that can accurately predict the bonding strength of the interface formed between a substrate and an overmolded element for acrylonitrile butadiene styrene (ABS). The method combines the analytical modeling of reptation, the numerical modeling of overmolding, the modeling of tensile tests, and the verification of the obtained modeling results with the tested ones. Our method has an average accuracy of over 90%.

1. Introduction

The growing demand from various industries for high-performance thermoplastic polymers and their composites drives the development of so-called "hybrid" technologies, which integrate two processes to produce a single part [1]. Such a combination gives engineers greater design freedom [2], and it has economic motivation like the overmolding of bio-based materials [3]. It also enhances the structural performance and appearance of components [4,5], and even allows the customized mass production of thermoplastics [6,7]. One of the most developed hybrid processes is polymer-polymer injection overmolding (hereinafter referred to as overmolding), in which one material is molded onto a previously formed and solidified substrate.

Even though overmolding is a well-developed industrial process, ensuring proper bonding between the substrate and the overmolded component is a challenge [8]. Its importance increases exponentially with high-performance structures designed to withstand high loads. The strength of the interface achieved during overmolding depends on many factors. Such factors are the structure of the interface, the physical and chemical properties of the materials joined, and the processing parameters of overmolding, such as temperature, pressure, holding time, etc.

(Fig. 1). The number of possible combinations of these factors is very great. Therefore, it is reasonable to use a modeling approach to predict bond strength and find optimal processing parameters for overmolding at an early design stage.

Injection molding is a well-known field of simulation [10–12], and several CAE packages are available for modeling this technology. However, no available simulation software contains the modeling of bond strength between a substrate and an overmolded component. This is because the formation of bonding is quite a complex process and requires an interdisciplinary approach. Also, there is no unified theory of adhesion. Our current understanding is that after wetting, adhesion between two materials occurs due to the following mechanisms: mechanical interlocking, molecular diffusion, electrostatic interaction, and chemical bonding [13]. These mechanisms act simultaneously, but the degree of their impact on the resulting bonding strength is different. Several studies have proved that the formation of bonding during overmolding between the same thermoplastic polymers is well described by the molecular interdiffusion or healing theory, more specifically, the reptation theory, which de Gennes proposed in the 1970s [14]. According to this theory, the macromolecules of a polymer are surrounded by a "tube", which is a steric border between them and other molecules.

* Corresponding author. Department of Polymer Engineering, Faculty of Mechanical Engineering, Budapest University of Technology and Economics, Műgyetem rkp. 3., H-1111, Budapest, Hungary.

E-mail address: kovacs@pt.bme.hu (J.G. Kovács).

<https://doi.org/10.1016/j.polytest.2023.108133>

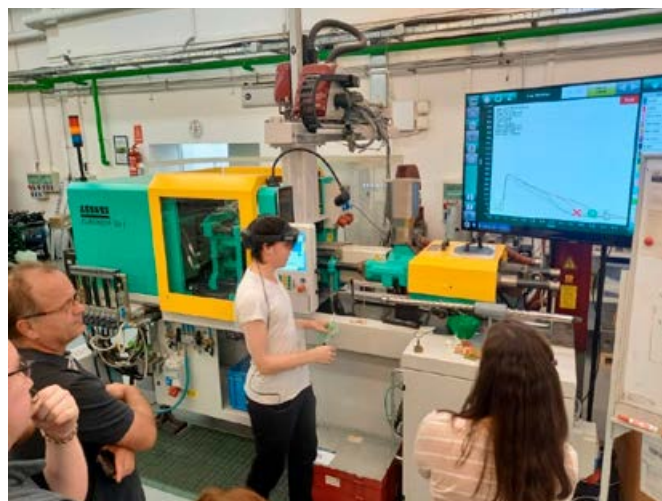
Received 27 April 2023; Received in revised form 9 June 2023; Accepted 26 June 2023

Available online 28 June 2023

0142-9418/© 2023 The Authors. Published by Elsevier Ltd. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).



1st IPPT_TWINN workshop on AM (freeformer technology) – IWK Rapperswil



2nd IPPT_TWINN workshop on Injection molding and rapid prototyping at BME, Budapest

tehnologijami natisnili rebrasto strukturo (PA, TPU), kot je prikazano na spodnji sliki. Študirali smo vpliv stične površine, hrapavosti površine in procesnih parametrov na jakost vezi med obema komponentama. Dodatno smo proučili vpliv silanizacije površine na adhezijo komponent. Izsledki raziskav so zbrani v članku, ki je bil v mesecu januarju poslan v objavo. Poleg tega smo objavili tudi znanstveni poster Understanding the bonding strength of hybrid-produced thermoplastic composites to enable homogenous recycling (dostopen [tukaj](#)).

- Z namenom predvidevanja jakosti vezi med posameznimi komponentami so partnerji iz BME razvili **matematični model**, ki v 90 % korelira z izmerjenimi vrednostmi. Model se nanaša na ABS, PC in PS. Članek v katerem je predstavljen matematični model je objavljen v reviji Polymer Testing (<https://doi.org/10.1016/j.polymertesting.2023.108133>). V nadaljevanju projekta načrtujemo pripravo matematičnega modela za komponente pripravljene iz PA.
- V mesecu juniju 2024 začnemo z naslednjo aktivnostjo v tem delovnem sklopu in sicer z **uporabo CAN-ov v hibridnih tehnologijah**. Ta aktivnost bo potekala do konca projekta. V

zadnji tretjini projekta začnemo z **razvojem demonstratorjev**, ki bodo dokazovali uporabnost raziskovalnih rezultatov.

Devet uspešnih IPPT_TWINN delavnic v 2023, napoved sedmih novih v 2024

V prvem letu delovanja projekta smo izvedli 9 delavnic na lokacijah naših projektnih partnerjev v Švici, Španiji in na Madžarskem. Delavnice, ki smo jih izvedli, so bile prosto dostopne tudi drugi zainteresirani javnosti, tako v živo kot tudi na daljavo. V ta namen smo na FTPO investirali v sistem Holo-lens, ki omogoča enostavno in slušatelju prijazno spremljanje delavnic v laboratoriju na daljavo. Zelo smo veseli, da se je delavnic udeležilo skupaj preko 100 slušateljev, kar si štejemo v lep uspeh. Delavnice so bile izveden na naslednjih tematskih področjih:

1. Dodajne tehnologije s sistemom Freeformer (IWK – Rapperswil, Švica)
2. Brizganje plastike in hitra izdelava orodij (BME – Budimpešta, Madžarska)
3. Delavnica na temo konstruiranja orodij za brizganje plastike (AITIIP – Zaragoza, Španija)
4. Dodajne tehnologije kot stroškovno učinkovita alternativa (AITIIP – Zaragoza, Španija)
5. Brizganje plastike s penjenjem in zabrizgavanjem filmov (IWK – Rapperswil, Švica)



3rd IPPT_TWINN workshop on Additive manufacturing at AITIIP, Zaragoza



4th IPPT_TWINN workshop on Design for injection molding, Zaragoza, Spain



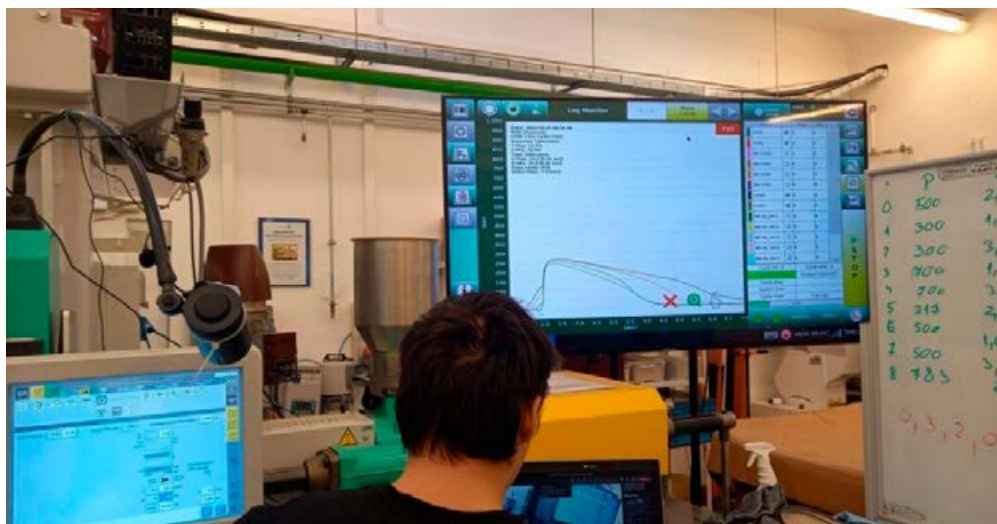
5th IPPT_TWINN workshop on Foam injection molding and back film molding of plastic and metal foils, IWK, Rapperswil

6. Senzorji pri brizganju plastike – Industrija 4.0 (BME – Budimpešta, Madžarska)
7. Postprocesiranje plastičnih izdelkov (IWK – Rapperswil, Švica)
8. Variotermno segrevanje orodij (IWK – Rapperswil, Švica)
9. T-RTM tehnologija (BME – Budimpešta, Madžarska)

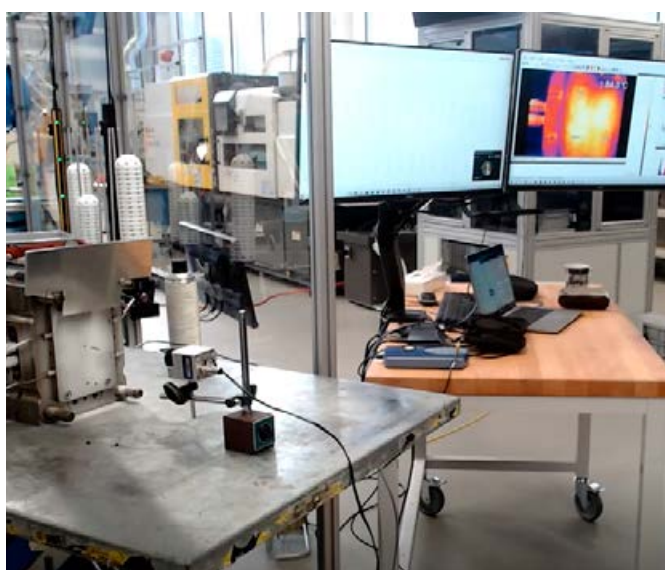
Vse delavnice smo tudi evalvirali in na osnovi odzivov ugotovili, da so bili v veliki večini udeleženci zelo zadovoljni z izvedbo in vsebino. Delavnice so bile tudi praktično usmerjene in so omogočile praktično delo udeležencem.

Za Fakulteto za tehnologijo polimerov je zelo pomembno tudi dejstvo, da smo pri vseh delavnicah pridobili veliko kakovostnega gradiva, ki ga bomo lahko uporabili v našem izobraževalnem procesu in pridobljeno znanje širili našim študentom. Prav tako smo v sklopu delavnic identificirali kar nekaj novih projektnih idej, za katere bomo lahko v prihodnje skupaj s partnerji razvili nove projektne ideje in se z njimi prijavi na različne razpise. Vse delavnice smo tudi posneli in so na razpolago vsem, ki bi jih posamezna delavnica zanimala.

V letošnjem letu bomo izvedli nov sklop delavnic – tokrat 7. Z njimi začnemo v mesecu marcu. Tako kot v letu 2023 bodo vse delavnice brezplačne, saj jih v celoti financira Evropske komisija. Teme letošnjih delavnic so vezane na naslednje teme:



6th IPPT_TWINN workshop on sensor-based technology in injection molding – industry 4.0, BME, Budapest



7th IPPT_TWINN workshop – Varioterm tool heating, IWK, Rapperswil



8th IPPT_TWINN workshop – Joining technologies, IWK, Rapperswil

- **12. in 13. marec 2024:** Trendi na področju izdelave kompozitnih izdelkov (IWK – Rapperswil, Švica)
- **8. do 10. april 2024:** Predelave recikliranih materialov - rešitve s kompaundiranjem (AITIP – Zaragoza, Španija)
- **11. do 12. april 2024:** Izzivi, trendi in rešitve na področju recikliranja materialov (AITIP – Zaragoza, Španija)
- **19. do 20. junij 2024:** Moderne tehnologije na področju brizganja elastomernih materialov (PCCL – Leoben, Avstrija)
- **3. do 4. julij 2024:** Določevanje materialnih lastnosti za simulacije brizganja plastike (PCCL – Leoben, Avstrija)

- **15. do 16. oktober 2024:** Ekstrudiranje večslojnih filmov (PCCL – Leoben, Avstrija)
- **11. do 12. december:** Trendi na področju simulacij brizganja plastike (BME – Budimpešta, Madžarska)

Spremljajte nas na naših spletnih straneh <https://www.ippt-twinn.eu/Workshops> kjer sproti objavljamo vse tekoče informacije in vabila na delavnice. Vsi, ki vas posamezne delavnice zanimajo nam lahko pišete na naslov projectoffice@ftpo.eu. Z veseljem vam bomo odgovorili na vsa vaša vprašanja.

Razvoj novega skupnega predmeta »Predelava elastomernih materialov«



Fotografija iz okrogle mize na temo priprave skupnega predmeta »Predelava elastomernih materialov«, julij 2023

V okviru projekta smo v prvem letu delovanja izvajali tudi aktivnosti za razvoj in pripravo novega predmeta na področju predelave elastomerov. Aktivnosti je vodil Blaž Nardin, pri tem pa so sodelovali tudi raziskovalci in visokošolski učitelji s tega področja s partnerskih institucij PCCL in BME (Roman KERSCHBAUMER in Mauricio AZEVEDO DE FREITAS, PCCL ter István HALÁSZ-KUTASI, Béla ZINK in TAMÁS-BÉNYEI, BME) ter predstavniki gospodarstva, Miha Ogrič, Siliko d.o.o., Janez Konc in Nataša Mrgole, Trelleborg Slovenia d.o.o. ter Tadej Šrajner, Gumarstvo Šrajner d.o.o.

Ekspertna skupina je na podlagi diskusij in analiz pripravila koncept novega predmeta ter učni načrt z navedno ciljev, kompetenc ter načina izvajanja. Strokovnjak s partnerske fakultete BME Dr. Halász-Kutasi István Zoltán pa je tudi potrdil pripravljenost za sodelovanje pri izvedbi predmeta.

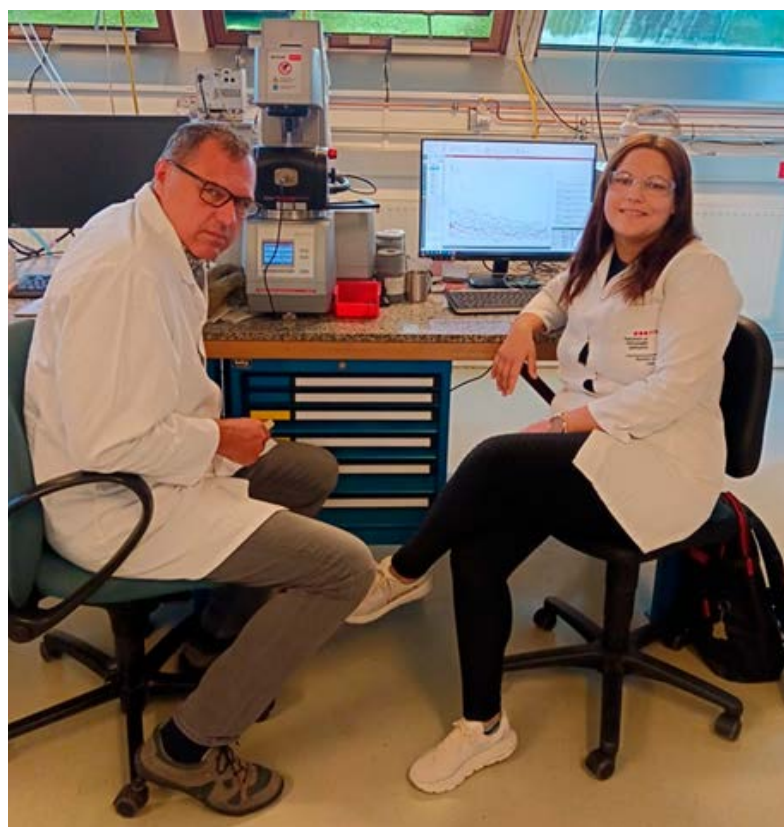
Študijski obiski mladih raziskovalcev FTPO na partnerskih institucijah

V okviru projekta je predvidenih več krajših ter dva daljša študijska obiska na partnerske institucije z namenom spoznavanja novih tehnologij in postopkov sinteze in predelave polimernih materialov in izdelkov.



Izr. prof. dr. Miroslav Huskić in Rajko Bobovnik ob Arburg Freeformerju

Meritve na reometru, lab. Rajko Bobovnik in asist. Rebeka Lorber



V letu 2023 sta bila izvedena dva krajša študijska obiska (PCCL, Leoben in IWK, Rapperswil) ter en daljši, dvomesečni obisk oziroma izmenjava asistentke Rebeke Lorber na partnerski instituciji Polymer Competence Centre v Avstriji.

Izr. prof. dr. Miroslav Huskić in tehnični sodelavec Rajko Bobovnik sta bila na delovnem obisku pri partnerjih z Institut für Werkstofftechnik und Kunststoffverarbeitung (IWK), v Švici. Obisk je potekal od 17. do 21. julija 2023, namen obiska pa je bil spoznati tehnologijo 3D-tiska s freeformerjem, ki ga izdeluje podjetje Arburg.

V začetku septembra 2023 sta se asistentka Rebeka Lorber in laborant Rajko Bobovnik udeležila enotedenske izmenjave na Polymer Competence Center Leoben. Ukvarjala sta se s spoznavanjem načina merjenja hrapavosti površine brizganih ploščic. Metodo je bilo treba spoznati zaradi potreb raziskovalnega dela. Prav tako sta spoznavala tehnologijo priprave vzorcev za delo na vakuumski stiskalnici Collin P200PV in pripravo vzorcev za meritve reologije na reometru.

Dvomesečna izmenjava asistentke Rebeke Lorber v okviru projekta IPPT_TWINN na PCCL



Asistentka Rebeka Lorber je bila od 5. julija do 25. avgusta na izmenjavi na Polymer Competence Center v Leobnu. Fokus izmenjave oziroma raziskovalnega dela je bil praktični del preizkusov za njeno doktorsko disertacijo - priprava vitrimerov na osnovi polipropilena graftiranega z malein anhidridom s pomočjo gnetilnika Brabender Lab Station z enoto Mixer 30/50 LTE. Preko raztapljanja matrice je v kemijskem laboratoriju pripravljala tudi vzorce z disociativno kemijo, pri katerih izmenjava poteka preko Diels-Alderjevega mehanizma. Tekom dveh mesecev je tako skupno pripravila več različnih novih materialov. Začela je tudi delo na dokazovanju prisotnosti dinamičnih vezi v materialu z uporabo reometra. Vzorce za reometrijo je potrebno predhodno pripraviti na stiskalnici. Reometer, kakor tudi gnetilnik in stiskalnica, sta v pristojnosti skupine za materialne podatke, oddelka za predelavo polimerov Montanuniverze v Leobnu, ki jo vodi dr. Ivica Duretek, ki je izvedel šolanja za Rebeko za vse naprave ter podpiral pri modificiranju metode za dokaz prisotnosti kovalentnih prilagodljivih vezi.

Asist. Rebeka Lorber pri delu na reometru

Asist. Rebeka Lorber pri delu na reometru

Mednarodna poletna šola IPPT_TWINN na temo kompozitnih tehnologij



Med 28. in 31. avgustom 2023 je na Univerzi tehnologije in ekonomije v Budimpešti (BME) potekala poletna šola na temo kompozitnih tehnologij. Poletne šole se je udeležilo 15 udeležencev, med drugimi tudi štirje predstavniki FTPO. Prvi dan poletne šole se je pričel s predavanjem profesorja BME Dr. Gábor Szebényija z naslovom Uvod v kompozite. Predavanje je imelo poudarek na duromernih kompozitih z neprekinjenimi vlakni. V nadaljevanju je profesor BME Dr. András Suplicz predstavil tematiko brizganja polimernih kompozitov s kratkimi vlakni. Ob koncu dneva so predstavniki različnih inštitucij, ki sodelujejo v projektu, predstavili zadnje tehnologije in trende raziskav na področju polimernih kompozitov. Drugi dan se je začel z laboratorijskimi vajami na tematiko brizganja termoplastičnih kompozitov, ki jih je vodil Dr. Béla Zink. V popoldanskem dnevu je Dr. Gábor Szebényi

predstavil predelovalne tehnologije za duroplastične kompozite z dolgimi in neprekinjenimi vlakni, medtem ko je Dr. András Suplicz predstavil tehnologije za predelavo termoplastičnih kompozitov, s posebnim poudarkom na tehnologiji T-RTM. Tretji dan je bil namenjen praktičnemu delu s tehnologijo T-RTM, ki ga je vodil Dr. András Suplicz. Udeleženci so pripravili termoplastične kompozite ojačene z različnimi ojačitvami (vrsta in orientacija vlaken), v popoldanskem delu pa so izmerili mehanske lastnosti termoplastov in termoplastičnih kompozitov pripravljenih z brizganjem plastike. Zadnji dan se je pričel z laboratorijskimi vajami pod vodstvom Dr. Czél Gergelya, kjer so udeleženci izdelali kompozite z različnimi postopki (avtoklav, vakuumksa infuzija in ročno laminiranje), v drugem delu pa so izmerili mehanske lastnosti kompozitov pripravljenih s T-RTM.



V LETU 2024 BOMO ORGANIZIRALI IPPT_TWINN MEDNARODNO POLETNO ŠOLO PRI NAS V SLOVENJ GRADCU.

Potekala bo od 10. do 13. septembra 2024. Tema tokratne poletne šole pa bo *Advanced technologies in injection molding*.

Prva IPPT_TWINN konferenca na temo recikliranja polimernih materialov

Prva IPPT_TWINN konferenca na temo recikliranja polimernih materialov

21. in 22. septembra 2023 smo v okviru projekta na fakulteti organizirali mednarodno konferenco z naslovom *Challenges, trends and solutions in developing and processing recycled materials*.

V okviru projekta IPPT_TWINN bomo organizirali tri brezplačne mednarodne konference. Cilj prve, ki je potekala pri nas v Slovenj Gradcu, je bil povezati različne deležnike iz industrije in akademske sfere, ki jih zanima tematika razvoja in predelave recikliranih polimernih materialov, s poudarkom na izzivih, trendih in rešitvah pri uporabi recikliranih materialov, proizvedenih z mehanskim recikliranjem za tehnologije brizganja za različne vrste industrije (npr. embalažna, avtomobilska, elektro, bela tehnika ...).

Z zanimivimi predstavami o stanju in trendih, novimi raziskovalnimi ugotovitvami in inovacijami, študijami primerov iz resničnega življenja podjetij, panelno razpravo strokovnjakov in B2B srečanji smo prispevali k ustvarjanju novih partnerstev in vrednostnih verig med udeleženci iz industrije in raziskovalne sfere. Vzporedno z B2B srečanji smo

udeležencem ponudili tudi 3 urno usposabljanje o pridobivanju sredstev iz programa Horizon Europe, ki so ga izvedli naši partnerji iz Španije – tehnološki center AITIIP.

Drugi dan konference je bil namenjen predstavitvi aktualnih raziskovalnih dognanj in je vključeval tri plenarne govorce, štiri vabljene govornike in sprejete znanstvene prispevke. Vsi prispevki so objavljeni v zborniku povzetkov, ki je objavljen na spletni strani (**Book of abstracts**). Več o programu konference in predavateljih pa si lahko preberete na uradni spletni strani https://www.ippt-twinn.eu/Conferences/1st-IPPT_TWINN-conference.

Dvodnevne konference se je se je skupaj udeležilo več kot 90 udeležencev iz 13 držav (v živo in preko spleta).

V letu 2024 najavljamo **ново brezplačno mednarodno konferenco**, tokrat na temo **Challenges, trends and solutions in developing and processing biobased products**, ki bo potekala 14. in 15. maja v Zaragozi (Španija). Več si lahko preberet na spletni strani **TUKAJ**. Znanstvene prispevke zbiramo do 15. 3. 2024. Objavljen bo tudi Book of abstracts.

Vzpostavitev projektne pisarne in uvedba sistema ter orodij za uspešno vodenje in prijavljanje projektov



Prvo usposabljanje na temo vzpostavitve projektne pisarne FTPO, april 2023

V okviru projekta IPPT_TWINN je bil v letu 2023 vzpostavljen nov sistem prijavljanja in vodenja projektov na fakulteti, nova organizacijska struktura Kariernega centra in mednarodne pisarne s formalno vzpostavitevijo projektne pisarne ter uvedbo novega orodja za spremljanje in nadzor dela na projektih (4PM).

Prvih 6 mesecev projekta je bilo namenjenih intenzivnemu usposabljanju sodelavcev FTPO na temo organizacije dela, orodij in strategije projektnega vodenja in projektne pisarne s strani priznanega in zelo uspešnega tehnološkega centra AITIIP iz Španije, ki je partner projekta IPPT_TWINN. Izvedeno je bilo tridnevno usposabljanje na FTPO, čemur je sledil študijski obisk na lokaciji AITIIP-a v Zaragozi.

V mesecu oktobru 2023 pa še usposabljanje širše ekipe na temo prijave projektov z naslovom »Matching the idea with the right call«.

Na podlagi obeh usposabljanj in študijskega obiska ter pogovorov znotraj fakultete, smo na FTPO pripravili nov koncept projektne pisarne, uvedli novo programsko opremo za vodenje projektov (4PM), sprejeli Priročnik za vodenje projektov in novo or-



Drugo usposabljanje AITIIP "Matching the idea with the right call", oktober 2023

ganizacijo ter razporeditev dela v Kariernem centru in mednarodni pisarni ter se odločili za spremembo imena tega centra v Karierni center in projektno pisarno.

Leto pa zaključili še s tridnevним študijskim obiskom na temo prijave in vodenja EU-projektov na partnerski univerzi v Budimpešti, kjer smo prav tako imeli priložnost poglobljeno spoznati način dela na tem področju.

Menimo, da bodo opisana usposabljanja ter izvedene izboljšave prispevale k učinkovitejšemu in kakovostnejšemu delu na področju prijave in vodenja projektov.

V juniju 2024 načrtujemo še obisk partnerske institucije IWK v Švici ter usposabljanje ekipe AITIIP širše skupine raziskovalcev in sodelavk projektne pisarne FTPO na temo prijave projektov programa Horizon Europe. Predvideno je usposabljanje na konkretnem primeru prijave projekta za ta program. Eden izmed kazalnikov projekta so namreč tudi skupne prijave EU projektov.

Ekipa FTPO

Janez Navodnik

Janez Navodnik, univerzitetni diplomiran inženir kemije z več kot 50-letnimi izkušnjami na področju predelave polimernih materialov, lastnika podjetja Navodnik d.o.o., direktor Gospodarskega interesnega združenja Grozd Plasttehnika, od leta 2005 koordinator Tehnološke platforme Napredni materiali in tehnologije. Ukvarja se s svetovanjem in izobraževanjem na področju predelave plastike, novih materialov in tehnologij ter povezuje podjetja v skupne nacionalne in evropske projekte.

Poleg tega je član in ima pomembne funkcije v organizacijah in združenjih, kot so: Združenje kemijske in gumarske industrije pri Gospodarski zbornici Slovenije, Sekcija plastičarjev pri Obrtni zbornici Slovenije, Plastics Europe in Material-Cluster-Net. Je urednik in pisec večine člankov v reviji PlastForma ter avtor preko samostojnih publikacij, priročnika Plastik-orodjar, knjige Slovenija je ustvarjena za nanotehnologije in učbenika za srednje šole Polimeri. Imel je vsako leto nekaj strokovnih seminarjev v združenjih in mnogih podjetjih. Soorganiziral je nekaj evropskih razvojnih projektih, strokovnih posvetih in konferencah in v njih sodeloval.

Janez Navodnik je častni član Akademskega zbora FTPO ter aktiven član Upravnega odbora FTPO, eden od pobudnikov ustanovitve, nekaj let tudi predavatelj, ter predvsem velik podpornik naše fakultete od začetka delovanja le-te.

Na Fakulteti za tehnologijo polimerov vas poznamo predvsem kot velikega strokovnjaka in zagovornika plastike z večletnimi izkušnjami na področju predelave polimernih materialov. Zakaj so vas ravno polimerni materiali tako pritegnili? In drugič, s svojo razgledanostjo in bogatimi izkušnjami ste bili nepogrešljiv deležnik pri snovanju razvoja Visoke šole za tehnologijo polimerov, pri vzpostavljanju sodelovanja s podjetji in iskanju novih izzivov pri delovanju novonastale visoke šole. Sodelovali ste pri zasnovi vseh študijskih programov in najbolj intenzivno pri nastajanju in izvajanju visokošolskega strokovnega študijskega

programa Tehnologija polimerov. Kako se spominjate tistih prvih začetkov ustanovitve?

Plastika raste 6% letno od 1950. Plastičarji v Sloveniji so rasli kot gobe po dežju, saj smo edini v Jugoslaviji in Vzhodnem bloku smeli imeti privatne firme tudi z preko 100 zaposlenimi, in je bil vzhod ogromno tržišče. Še sedaj imamo cca 1500 obratov plastike, na prebivalca dokazano popoln svetovni rekord. V šole to ni prodrlo, zato se PE embalaža pri nas imenuje PVC vrečke, čez Kolpo pa najlon kesice. Lastna potrebe in velik naval na nas nekaj, ki smo ločili PVC od bakelita, me je spodbudil k zbiranju tujega gradiva, nato pisanju priročnika, ustanavljanju grozda in nazadnje aktivnostim za ustanavljanje fakultete ali vsaj visoke šole. Univerze in inštituti so obvladovali osnove polimerov, plastike in sploh njene predelave pač ne. Niso hoteli konkurence s strani podeželskih mojstrov. Zato so kar javno nasprotovali. Izjema je bil prof. dr. Karl Kuzman z asistentom in direktorjem Tecosa dr. Blažem Nardinom, sedanjim dekanom šole, ki sta s priznano strokovnostjo premaknila razmerje sil. Na naši strani so bili le profesorji kemijskih, kak župan in seveda podjetniki. Po neuspešni turneji Ljubljana-Maribor-Celje-Velenje je odločilno vlogo odigrala ekipa iz Slovenj Gradca. Uspeh je zgodovinski.

Kdaj ste se začeli ukvarjati s plastiko in kaj je bil povod za to?

Še med študijem kemije sem več mesecev delal v razvojnem inštitutu firme BASF, ki je še vedno največja tovarna v tej panogi na svetu, ravno na razvoju poliamida (Nylon). Spoznal sem velike prednosti in še večje napake, npr. najlonske srajce, v katerih smo se takrat potili, splaknili ovratnike in še mokre spet oblekli. V Gorenju, ki je tedaj temeljilo na pločevini, sem sodeloval pri uvajanju plastike. Veplas pa smo gradili samo na inovativnih izdelkih iz najtrdnjših polimernih kompozitov, od jadralnih desk, velikih toboganov in masažnih bazenov do motorskih in vojaških čelad.



Izr. prof. dr. Blaž Nardin in Janez Navodnik na dogodku Mednarodnega industrijskega sejma Celje

Katero področje plastike vidite trenutno kot najbolj perspektivno?

Tam, kjer so največji problemi in zato potrebe. Plastika z lahko embalažo in super izolacijami rešuje očuvanje hrane, ki je v nerazvitih državah gre v nič 80%; rešuje tudi 40% porabo energije v gradbeništvu. Njeno proizvodnjo in segrevanje s CO₂ rešuje z vetrnicami in sončno energijo.

Z obvezno reciklažo tudi kompozita in tekstila v 2026 bo rešila problem odpadkov, odpadnih vod in umirajočih oceanov. Umetni kolki in drugi vsadki postajajo plastični, tudi že iz bio-plastike, ki jo telo posvoji. Zato bomo dalje zdravi živeli. Jaz jih nosim (dobesedno) v srcu že 25 let.

Zakaj trdite, da je vsaka plastika dobra?

Katera pa ni? Zaradi pogroma nad »strupenim« PVC je predelava v Sloveniji skoraj izumrla. V svetu pa poraba raste z 5,3%, v gradbeništvu celo povsem dominira. Da, v »nevarnem« PVC so še vedno vse zaloge krvi za transfuzijo.

Kaj bi izpostavili kot svoj najbolj pomemben dosežek na področju plastike?

Vsekakor vztrajna iniciativa za nastanek FTPO. Če mislite na proizvode, pa verjetno kak (tudi patentiran) proizvod oziroma postopek, ki se je prebil v EU čisto na vrh.

Študenti so zelo cenili vaše bogate izkušnje in znanje ter zagreto in argumentirano zagovarjanje pomembnosti študijskega področja ter vašo vizionarstvo pri napovedovanju trendov v njem. Kakšne spomine gojite na vlogo predavatelja na FTPO?

Užival sem. Če bo kak študent to bral, se mu zahvaljujem za pozornost, ki sem je bil deležen. O plastiki lahko vedno poveš kaj atraktivnega, tudi trendovskega. Študentje so bili radovedni in niso spali. Še zdaj z vsako generacijo pokramljam vsaj enkrat po par ur.



Kako vidite nadaljnji razvoj plastičarstva v Sloveniji in EU?

Seveda samo navzgor. Pametni funkcionalni materiali in s tem nastajajoča umetna inteligenca nastaja samo z polimeri ali varno vgradnjo nano-strukturiranih materialov v polimere. V kovine, steklo, les ali beton jih ni mogoče vgraditi. Brez plastike ni dobre izolacije niti lahke varne embalaže za hrano. Brez kompozitov bi bila sedaj Nemčija v temi, hrvaški turizem pa na psu.

Kje vidite prednosti naše fakultete v primerjavi z drugimi?

Profesorji izhajajo iz prakse, zato so pridobili večšine hitrega pridobivanja znanja o novih materialih in postopkih, in dobro ločijo potrebno znanje od tistega, ki kvečjemu ohranja svetovno zakladnico znanja, včasih zastarelega, ki ga ogromna večina študentov nikoli več ne potrebuje.

Kaj si želite za fakulteto v prihodnje?

Da bi se zgradila 3. razvojna os ali ustanovil kak oddelek npr v Ljubljani. Za mnoge je lokacija skoraj nedosegljiva. In da bi podjetniki spoznali, da znanja o plastiki ne pokriva niti strojništvo niti kemija, niti vsota obeh. V tem primeru bo vpis višji kot na večini tehniških fakultet in financiranje, javno in privatno, ne bo težava.

Da vas bolje spoznamo. Kaj vas motivira v življenju?

Izdelek ali delo, ki mi je všeč, ko ga končam. Nekateri me imajo za deloholika, pa nisem, sicer bi ne sovražil rutinskih neopaznih del. Mogoče sem bolj umetnik.

Kako najraje preživljate prosti čas?

Delo, če mi je všeč, mi je tudi hobi. Občutka, ki mu rečejo dolg čas, res ne poznam. Sicer rad plavam in hodim, tudi še smučam; kadar je možno tudi z vnuki.

KARIERNA ZGODBA

Karierna zgodba diplomanta FTPO

Matica Delaka

Vaša srednješolska izobrazba in od kod prihajate?

Prihajam iz enega najmanjših in hkrati najlepših mest v Sloveniji in sicer iz Kostanjevice na Krki (ne bi bil pravi "Kostajevčan", če se ne bi pohvalil 😊). Srednjo šolo sem opravljal na Šolskem centru Novo mesto in sicer program kemijski tehnik.

Zakaj ste se odločili za študij na FTPO?

Kot dijak zaključnih letnikov srednje šole nisem vedel, kaj točno me veseli oz. katera smer po srednji šoli me najbolj interesira. Kot večini dijakov, je bil v ospredju študij v Ljubljani, predvsem so me zanimala smeri povezane s kemijo. Razmišljanje se je spremenilo, ko smo s srednjo šolo obiskali prostore FTPO, kjer so nam predstavili potek študija ter praktično naravnost le tega. Od tistega dne naprej Ljubljana ni bila več prva izbira ampak sem se odločil nadaljevati šolanje na FTPO (kar se je izkazalo za zelo dobro izbiro).

Lahko poveste nekaj besed o samem študiju na FTPO? (kaj vam je bilo všeč, česa se še posebej spominjate, kaj mislite, da je prednost naše fakultete/študija, kaj ste morda pogrešali)

Poudarek na praktičnem, "hands-on" izobraževanju je zagotovo ena izmed največjih prednosti študija na FTPO. Dejstvo, da imamo na fakulteti na razpolago opremo za sintezo, predelavo in karakterizacijo pomeni, da se študent lahko ne le teoretično temveč tudi praktično seznani s celotnim procesom predelave in karakterizacije polimernih materialov. Osebnostno mi je bilo všeč, da se o vsem tem strojnem parku nismo le učili v teoriji, temveč so nam na fakulteti tudi zaupali delo z njim. Glede na vrednost nekatere opreme, me še danes prese- neča pogum profesorjev in asistentov, da so nam pustili delati z napravami vrednimi več 100 tisoč €, ko še nismo imeli ne občutka ne volje za delo (haha). Toda že sam Ernest Hemingway je dejal:



„Najboljši način, da izveš če lahko komu zaupaš je ta, da mu zaupaš« in to je kvaliteta, ki je FTPO ne sme zapustiti. Potrebno je omeniti tudi zdravo razmerje med raziskovalci ter predavatelji iz industrije na FTPO, kar bistveno pripomore k temu, da smo imeli na snov dva pogleda - eden je bil tisti bolj raziskovalni, drugi pa bolj eksperimentalni. Znanje, ki smo ga pridobili je bilo tako široko in raznoliko, kar bistveno pripomore k vključitvi v delovni proces pri prvi zaposlitvi.

Še danes pa se spomnim kot v živo prve vožnje v Slovenj Gradec iz Kostanjevice, ko smo se s sošolci po 2 urni vožnji pogledali in si mislili, kolikokrat nas še čaka ta vožnja predno pridobimo diplomo. Vsak pri sebi je kontempliral, če je vredno vse skupaj. Po 3 letih in mnogo prevoženih kilometrih mislim, da ni bilo nobenemu žal :).

Kakšno je bilo študentsko življenje v Slovenj Gradcu?

Glede na to, da sem po naravi bolj mirna oseba, ki ne išče ravno zabave ob večerih (kar je tako ali tako v Slovenj Gradcu bolj izjema kot pravilo haha) bi rekel, da je bilo študentsko življenje skoraj da idealno. Ne glede na to, da se v Slovenj Gradcu "ni dogajalo", smo se vseeno podružili ob večerih pri komu v stanovanju in si naredili zabavo po svoje (naše stanovanje v katerem sem prebil vsa 3 leta je bilo "hot spot" za tovrstne zabave, zato bi rekel, da sem se jih hočeš nočeš kar naužil 😊. Žal pa nam je COVID 19 preprečil, da bi lahko uživali kaj več

študentskega življenja ampak kljub temu imam na ta čas vseeno lepe spomine.

Kaj ste počeli ob študiju? (ste že v času študija navezali stik z delodajalci, smo vam na FTPO pri tem pomagali, ste se vključili v kakšne projekte...)

Ob študiju sem, kolikor mi je čas omogočal, preko študentskega dela pomagal lokalnemu mizarju, prav tako pa me je ves čas spremljal tudi šport in fitnes tako v Slovenj Gradcu kot doma.

Ste se udeležili mednarodne mobilnosti v času študija? (kaj vas je prepričalo, da ste šli na mobilnost in kaj ste odnesli od nje?)

Ker sem se že v srednji šoli udeležil v programu mednarodne mobilnosti Erasmus+ in imel eno izmed najboljših izkušenj v mojem življenju, sem slednje želel ponoviti tudi v času dodiplomskega študija. Toda prišel je COVID 19, ki nam je močno omejil možnosti za mednarodno mobilnost in iz tega se na koncu ni izcimilo nič. Tudi na drugi stopnji FTPO omogoča mednarodno mobilnost, toda zaposlitev v podjetju mi kaj takega ni omogočala, tako da je vse ostalo le pri željah.

Kako je potekala vaša karierna pot po diplomi (delovne izkušnje)? (kako ste dobili prvo službo, zakaj ste izbrali ravno tega delodajalca, ste potrebovali veliko dodatnega usposabljanja na delovnem mestu?)

Moja karierna pot se je začela v podjetju Arex d.o.o. in sicer z obveznim praktičnim usposabljanjem v tretjem letniku. To je bil prvi stik in prva izkušnja z neko večjo organizacijo kot je Arex. Podjetje je unikum na slovenskem področju, saj se ukvarja z obrambno industrijo, kar je zagotovo pripomoglo k temu, da sem izbral to podjetje in ne ostalih. Delodajalec je po končanem praktičnem usposabljanju izkazal interes za opravljanje študentskega dela, kar sem sprejel z veseljem in tako lahko rečem, da sem v podjetju sedaj skupno že skoraj 3 leta. Svojo pot v podjetju sem začel na oddelku plastike, kjer sem se spoznal z delovanjem naprav za brizganje plastike ter potekom dela v proizvodnji. Delo sem nato nadaljeval v orodjar- ni, kjer sem pridobil veliko znanja o tem, kako se samo orodje naredi ter kakšni so postopki izdelave. Slednje mi je močno pomagalo na mestu kjer trenutno delujem, saj sem lahko lažje razumel kako konstruirati orodje, da bo le ta lažji za izdelavo oz. da ga bo sploh mogoče izdelati. S tem sem pridobil zaokroženo znanje, kar se tiče predelave polimernih materialov ter izdelave ter konstruiranja orodij. Dejstvo, da sem večino znanja o vsem tem pridobil že na fakulteti mi je omogočilo, da sem lahko teoretično znanje pretvoril v praktično, zato sem imel pri vključitvi v delovni proces zelo malo problemov oz. zadržkov.

V kolikem času po diplomi ste se zaposlili? Kje in na katerem delovnem mestu ste zaposleni?

Diplomiral sem septembra 2022, zaposlil pa sem se novembra 2022 v podjetju Arex d.o.o. Trenutno delujem v oddelku razvoja kot konstrukter.

Trenutne odgovornosti in dolžnosti pri delu?

V največjem delu sem trenutno odgovoren za tehničen del na področju plastičnih izdelkov v podjetju. Tu spada koordinacija z zunanjimi kooperanti, konstrukcija orodij za brizganje plastike ter raznih priprav in naprav, prav tako sem projektni vodja tehničnega dela nekaterih projektov, sodelujem pa tudi pri razvoju in iskanju rešitev za izboljšanje ali zamenjavo obstoječih polimernih materialov z novimi. Obseg dela je tako zelo širok in nikoli enak, kar mi omogoča pridobivanje in bogatenje znanja na mnogih področjih.

Kateri so bili doslej vaši največji delovni dosežki?

Izpostavil bi rad predvsem izdelavo naprave za namen avtomatizacije proizvodnje, kjer smo zamenjali ročno proizvodnjo z avtomatsko proizvodnjo in s tem povečali kapacitete za 10-kratnik (zaradi poslovnih skrivnosti je to največ kar lahko povem). Dodal bi še nekaj konstrukcij orodij za brizganje plastike ter uspešno sodelovanje in vodenje tehničnega dela večjih projektov.

Kje se vidite čez 10 let?

V roku 10 let si želim predvsem nabrati dovolj znanja in izkušenj tako na področju polimerov, kot na področju vodenja projektov. Sem človek, ki vedno išče nove izzive in priložnosti, s katerimi izpopolnujem sebe v vseh pogledih. Odprt sem za vse priložnosti, tako da ne izključujem niti dela v tujini. Morda bi se nekoč preizkusil tudi v predavateljskih vodah na FTPO, ampak kot sam rad pravim, pustimo času čas.

Ste še v stiku s fakulteto, če da kako? (sodelujete raziskovalno, se udeležujete usposabljanj, bi si želeli, da je le-teh več..)

Stika s fakulteto mi ne manjka, saj sem trenutno študent druge stopnje na FTPO. Prav tako sodelujem s FTPO tudi poslovno preko podjetja, kjer uspešno sodelujemo pri analizah in iskanju rešitev za probleme, ki se nam pojavljajo med delovnim procesom in razvojem. S ponosom lahko povem, da sem letos postal tudi član Alumni kluba v katerem je mnogo možnosti za poslovna mreženja ali pa le za sproščena druženja med bivšimi diplomanti in profesorji, kar omogoča ohranjati zdrav stik tako s fakulteto kot sošolci in bivšimi diplomanti.

Kaj v prostem času najraje počnete, oz. vaša najljubša stvar?

Zdrav um v zdravem telesu je vodilo, ki se ga probam držati kolikor le lahko. Zdravo telo ohranjam predvsem s hojo v naravi ter rednim obiskovanjem fitnesa, tako da me šport spremlja skoraj da vsak dan. Za zdrav um pa se trudim vsak dan naučiti nekaj novega ter prebrati kakšno knjigo, ampak na slednjem nisem tako uspešen kot pri športu 😊. Ob vsem tem pa seveda ne sme manjkati dobrega druženja s prijatelji.

Pričetek novega študijskega leta

Na Uvodnem dnevu FTPO smo sprejeli nove študente 1. letnikov in to tako na I. kot na II. stopnji študijskega programa Tehnologija polimerov.

Po uvodnem pozdravu dekana, izr. prof. dr. Blaža Nardina, smo študente seznanili s pomembnimi informacijami o študiju, pestrih obštudijskih dejavnostih in aktivnostih fakultete. Študentom sta se predstavila tutorja študenta Patricija Skrivar in Lan Kresnik ter predsednica Študentskega sveta FTPO Ajda Dobnik. Študenti so bili prvi dan deležni usposabljanja za uporabo spletnih učilnic (MS Teams) ter tudi usposabljanja za varstvo pri delu za opravljanje laboratorijskih vaj v laboratorijih FTPO.

Za novopečene bruce in brucke pa smo to leto v okviru uvodnega dne pripravili še družabno delavnico Spoznajmo se. Predstavniki MKC in Spotur Slovenj Gradec, Mitja Javornik, je študente 1. letnika vodil skozi zanimive igre spoznavanja.

Vsem študentom želimo uspešen študij.

izr. prof. dr. Irena Pulko



Dekan, izr. prof. dr. Blaž Nardin ob uvodnem nagovoru



Prodekanica za izobraževanje, izr. prof. dr. Irena Pulko



Tutorja študenta Patricija Skrivar in Lan Kresnik



Predstojnica Kariernega centra in projektne pisarne Maja Mešl





Predsednica Študentskega sveta FTPO Ajda Dobnik



Spoznavna delavnica za bruce in brucke

Uspešen zagovor diplomskega dela študenta Žige Podlesnika

Pred tričlansko komisijo, pod vodstvom doc. dr. Matije Hriberška, mentorja izr. prof. dr. Blaža Nardina ter članice komisije asist. Teje Pešl, je Žiga Podlesnik 18. decembra 2023 uspešno opravil zagovor diplomskega dela z naslovom »Konfigurator, optimizacijsko orodje za končni produkt«.

POVZETEK

Konfigurator, optimizacijsko orodje za končni produkt. Diplomsko delo poglobljeno obravnava izzive obvladovanja specifičnih zahtev za proizvodnjo, namenjene reševalnim gasilskim vozilom in opremljenosti. Glavni cilj diplomske naloge je bil razviti konfigurator in optimizacijsko orodje za izdelavo plastičnih rezervoarjev, ki bi omogočilo učinkovito upravljanje novih materialov, tehnoloških procesov ter standardov gradnje. V teoretičnem delu naloge smo temeljito predstavili materiale za izdelavo rezervoarjev, tehnologije predelave polimernih materialov ter osnove konstrukcije rezervoarjev. V eksperimentalnem delu smo izvedli analizo dokumentacije, določili stroške izdelave rezervoarjev in razvili konfiguracijski vmesnik. Konfigurator, kot ključno orodje v procesu, je omogočil razdelitev stroškov dela, materiala in tehnologije. V nadaljevanju smo v proces vključili empirične podatke podjetja, pridobljene v določenem obdobju. S tem smo v celotnem poteku diplomske naloge podprli in pojasnili teoretične koncepte, zbrane iz znanstvenih člankov in knjig. Kot rezultat naloge smo uspešno implementirali delujoč konfiguracijski vmesnik, ki omogoča natančen izračun cene rezervoarja, ter pripravili podrobna navodila za njegovo uporabo. Uporaba konfiguracijskega vmesnika je prinesla značilne izboljšave v procesu pridobivanja prodajnih cen plastičnih rezervoarjev. Z uspešno implementacijo smo zmanjšali čas pridobitve prodajne cene rezervoarja ter razbremenili oddelke inženiringa, kalkulacij, tehnologijo ter proizvodnjo. Hkrati smo kupcem omogočili izbiro dodatnih zah-



tev, obenem pa zmanjšali možnosti napak pri izbiri materiala. S tem smo potrdili uspešnost koncepta konfiguracijskega vmesnika v praksi ter poudarili njegovo pozitivno vlogo pri optimizaciji proizvodnih procesov.

Ključne besede:

Konfigurator, plastični rezervoarji, polimerni materiali, tehnološki procesi, konstrukcija rezervoarjev.

Uspešen zagovor diplomskega dela študenta Tilna Meseca

Pred tričlansko komisijo, pod vodstvom viš. pred. Silvestra Bolke, mentorja red. prof. dr. Walterja Friesenbichlerja ter članice komisije asist. Tamare Rozman, je Tilen Mesec 14. decembra 2023 uspešno opravil zagovor diplomskega dela z naslovom »Ensuring the functionality and durability of elastomeric components«.

POVZETEK

The purpose of this bachelor's thesis was to investigate the influences that cause fluctuations in the production process of mixing elastomer compounds and injection molding of elastomeric components. We analyzed whether the production process can produce finished products within the prescribed tolerance range by planned modification of the recipe of the elastomer mixture. We first mixed the planned recipes on the laboratory level and characterized them. Once the recipes with desired properties were confirmed, we mixed them on the production level and used them in injection molding of finished products, the sway bar bushings. We measured the hardness and stiffness of the finished products. Then we investigated for connections between the mechanical properties measured on the material slabs and on the finished products. We evaluated the process capability and searched for possible improvements to the mixture recipe, mixing process, or compound quality control procedures that would further improve the production process capability.

Keywords:

Elastomer compound, mixing, injection molding, recipe, tolerance range, sway bar bushing.



Uspešen zagovor diplomskega dela študentke Nike Bizilj

Pred tričlansko komisijo, pod vodstvom izr. prof. dr. Andrijane Sever Škapin, mentorice Irene Pulko ter somentorja Miroslava Huskića, je Nika Bizilj 13. decembra 2023 uspešno opravila zagovor diplomskega dela z naslovom »Depolimerizacija PET-a z aminolizo«.

POVZETEK

Aminoliza je ena od metod kemične razgradnje PET, pri kateri se z uporabo različnih aminov depolimerizira polietilentereftalat (PET). Pri tej diplomski nalogi smo v laboratoriju za sintezo polimerov depolimerizirali PET kosmiče in PET reciklat z etilendiaminom, 1,4-diaminobutanom in 1,6-diaminoheksanom ob prisotnosti katalizatorja 1,5,7-triazabicyclo [4.4.0] dec-5-en (TBD). Pripravili smo 18 vzorcev, ki so se med seboj razlikovali v razmerju med PET-om in amini, ta razmerja so bila 1:4; 1:8 in 1:16. Namen te diplomske naloge je bil pripraviti ustrezne vzorce, pridobiti ustrezne tereftalamide kot produkte in jih okarakterizirati. Prav tako je bil cilj ugotoviti, pri katerem razmerje ter kateri amin dajeta največ produkta. Termične lastnosti smo določili z metodama DSC ter TGA. Prisotnost funkcionalnih skupin smo potrdili z ATR-FTIR.

Ključne besede:

Aminoliza, depolimerizacija, PET, amini, karakterizacija, tereftalamidi.



Uspešen zagovor diplomskega dela študentke Sabine Golob

Pred tričlansko komisijo, pod vodstvom izr. prof. dr. Blaža Nardina, mentorja viš. pred. Silvestra Bolke ter članice komisije asist. Teje Pešl, je Sabina Golob 11. decembra 2023 uspešno opravila zagovor diplomskega dela z naslovom »Izdelava in karakterizacija termoplastičnih kompozitov iz odpadnega aluminijevega prahu«.

POVZETEK

Namen diplomskega dela je bil ugotoviti, kako dodatek aluminijevega prahu vpliva na lastnosti pri določenih materialih. Prvotno smo nameravali narediti preizkušance iz PA, PLA in POM, z dodatki AL prahu v odstotkih 5 %, 15 % in 30 %. PA in aluminijev prah se nista želela zmešati, kot bi želeli, pri višjih odstotkih, kot je 30 %, pa ostalih dveh materialov nismo mogli ekstrudirati, saj nam je zapikalo ekstrudirnega polža. Zato smo namesto aluminijevega prahu pri vsakem vzorcu dodali 1 % SMA (stabilizatorja). Uporabljeni metode in postopki so bili ekstrudiranje, sušenje vzorcev, brizganje vzorcev za določene preizkuse, upogibni in natezni preizkus, DMA, udarna žilavost, TGA, HOT DISC in FTIR. Ugotovili smo, da dodatek AL prahu izboljša lastnosti prav tako kot dodatek stabilizator SMA.

Ključne besede:

Kompoziti, odpadni aluminijev prah, karakterizacija, lastnosti, stabilizator.



Uspešen zagovor diplomskega dela študentke Leonite Etemaj

Pred tričlansko komisijo, pod vodstvom doc. dr. Klementine Pušnik Črešnar, mentorja izr. prof. dr. Miroslava Huskića ter somentorice izr. prof. dr. Irene Pulko, je Leonita Etemaj 11. decembra 2023 uspešno opravila zagovor diplomskega dela z naslovom »Aminoliza poliamida 6«.

POVZETEK

V diplomskem delu smo se odločili kemijsko reciklirati poliamid 6 z aminolizo. Uporabili in preučili smo tri različne amine, in sicer 1,6-diaminoheksan, ki sublimira in smo zato uporabili ksilen, ki ga je spirala s sten reaktorja, p-fenilendiamino, ki se je zaradi oksidacije obarval, ter furfurilamin. Preučili smo tudi vpliv katalizatorja na aminolizo. Vsaka aminoliza je trajala 2,5 h. Pridobljene vzorce smo nato zmleli, sušili v vakuumskem sušilniku 48 h pri 50 °C in karakterizirali s pomočjo FTIR, DSC in TGA. S FTIR spektroskopijo smo potrdili strukturo naših vzorcev, ki se ni bistveno razlikovala od strukture PA6. Pri DSC analizi smo ugotovili, da so se lastnosti najbolj spremenile pri vzorcu, kjer je bil uporabljen 1,6-diaminoheksan brez katalizatorja, najmanj pa pri vzorcu, kjer je bil uporabljen furfurilamin brez katalizatorja. S pomočjo TGA smo potrdili, da so bili najboljši rezultati pri uporabi 1,6-diaminoheksana. Dodatek katalizatorja pa je v večini primerov pomagal pri izboljšanju rezultatov. V rezultatih DSC in TGA analiz je tudi vidna izguba mase oz. izhlapevanje hlapnih snovi v naših vzorcih. Določili smo tudi ostanke vzorcev, ki so bili zelo majhni, kar pomeni, da so bili vzorci v večini organske sestave in skoraj nič anorganske.

Ključne besede:

Aminoliza, poliamid 6, 1,6-diaminoheksan, p-fenilendiamin, furfurilamin.



Uspešen zagovor magistrskega dela študenta Matjaža Sekavčnika

Pred tričlansko komisijo, pod vodstvom doc. dr. Matije Hriberška, mentorja izr. prof. dr. Blaža Nardina ter člana komisije viš. pred. Silvestrom Bolke, je Matjaž Sekavčnik 21. decembra 2023 uspešno opravil zagovor magistrskega dela z naslovom »Raziskava vpliva procesnih parametrov na dolgoročno dimenzijsko stabilnost velikih komponent iz trde poliuretanske pene, izdelanih z ROM tehnologijo«.

POVZETEK

V okviru magistrskega dela smo raziskali vpliv tlaka dolivanja izocianata, mešalnega razmerja in časa zadrževanja izdelka v orodju na dolgoročno dimenzijsko stabilnost in morfologijo velikih komponent iz trde poliuretanske pene. Cilj je bil najti optimalne procesne parametre za najbolj dimenzijsko stabilen produkt. V magistrskem delu smo za raziskovanje uporabili različne metode, in sicer lasersko 3D skeniranje, Cup test, tlačni test, DMA, TGA, ATR FT-IR in Hot Disk analizo ter digitalni optični mikroskop. Naši rezultati so pokazali, da so dimenzijska odstopanja pri vseh vzorcih zelo majhna v primerjavi z nominalnimi dimenzijami vzorca. Na podlagi tega smo se odločili, da se osredotočimo tudi na optimizacijo časa izdelave in povečanje ekonomske učinkovitosti pri proizvodnji. Določili smo optimalne procesne parametre za proizvodnjo velikih temperaturno-izolacijskih kosov iz trde poliuretanske pene z uporabo ROM tehnologije. Izbrano mešalno razmerje ponuja optimalno ravnovesje med mehanskimi in termičnimi lastnostmi, hkrati pa zmanjšuje porabo poliola, kar vpliva na končno ceno izdelka. Z izbranim časom zadrževanja izdelka v orodju smo dosegli dober kompromis med mehanskimi in termičnimi lastnostmi ter hkrati izboljšali produktivnost. Pri tlaku dolivanja izocianata smo opazili vpliv na toplotno prevodnost, pri čemer nižji tlak izocianata prinaša boljše rezultate hkrati pa tudi zmanjša porabo energije oz. zniža proizvodne stroške. Skupaj z doseženimi cilji magistrskega dela smo pridobili dragocene podatke, ki bodo prispevali k izdelavi visokokakovostnih in dobičkonosnih izdelkov.



Uspešen zagovor magistrskega dela študenta Jake Vaupota

Pred tričlansko komisijo, pod vodstvom izr. prof. dr. Irene Pulko, mentorice izr. prof. dr. Andrijane Sever Škapin ter somentorja Gregorja Stršmljana, strok. sod., je Jaka Vaupot 13. decembra 2023 uspešno opravil zagovor magistrskega dela z naslovom »Vpliv temperature in gostote na mehanske lastnosti ekspandiranega polistirena«.

POVZETEK

Namen magistrskega dela je določiti vpliv povišane temperature in temperaturnega utrujanja na dimenzijsko stabilnost, mikrostrukturo in mehanske lastnosti ekspandiranega polistirena, različnih gostot. V prvem delu magistrskega dela smo se osredotočili na teoretični pregled vpliva povišane temperature in temperaturnega utrujanja na ključne lastnosti ekspandiranega polistirena, kot so: toplotna prevodnost, mehanske lastnosti in dimenzijska stabilnost, ter vpliv temperature na njegovo mikrostrukturo. V drugem delu so predstavljene metode dela, ki smo jih uporabili pri delu med nastajanjem magistrskega dela, in rezultati mehanskih testov, izvedenih pred temperaturnim utrujanjem in po njem, ter pri povišanih temperaturah. Rezultati meritev so potrdili hipoteze magistrskega dela, da bodo s povišanjem temperature padali: natezna in tlačna trdnost ter pripadajoči elastični moduli. Ugotovili smo, da dvomesečno temperaturno utrujanje pri povišanih temperaturah do 90 °C nima vpliva na tlačno trdnost in elastični modul, spremeni pa dimenzije ter strukturo ekspandiranega polistirena. Z višanjem gostote so tlačne trdnosti večje, vendar neposredne povezave med gostoto ekspandiranega polistirena in padcem tlačnih lastnosti nismo zaznali, saj je prišlo pri vseh vzorcih do podobnega poslabšanja tlačne trdnosti.

Ključne besede:

Ekspandiran polistiren, tlačna trdnost, natezna trdnost, temperaturno utrujanje materiala, povišana temperatura, mikrostruktura, dimenzijska stabilnost.



Uspešen zagovor magistrskega dela študentke Inje Škrinjar

Pred tričlansko komisijo, pod vodstvom doc. dr. Klementina Pušnik Črešnar, mentorja izr. prof. dr. Miroslava Huskića ter članice komisije izr. prof. dr. Andrijane Sever Škapin, je Inja Škrinjar 13. decembra 2023 uspešno opravila zagovor magistrskega dela z naslovom »Optimizacija vezivnega sistema na bazi fenol formaldehidne smole za izboljšanje temperaturne obstojnosti vroče stiskanih brusnih plošč in definiranje s tem povezanega razvojnega sistema v podjetju Weiler d.o.o.«.

POVZETEK

Vroče stiskane brusne plošče so med procesom brušenja oziroma odstranjevanjem oksidne skorje na površini obdelovanca izpostavljene zelo visokim temperaturam. Le-te povzročijo razpad vezivnega sistema oziroma smole, kar rezultira v hitrejšem in povečanem izpadanju brusnih zrn in s tem povezano hitrejšo obrabo brusne plošče. Z optimizacijo vezivnega sistema želimo povečati obstojnost smole pod vplivom visokih temperatur in tako podaljšati življenjsko dobo brusne plošče, kar doprinese velik finančni prihranek pri končnem uporabniku – kupcu. V magistrskem delu sem se optimizacije vezivnega sistema lotila z dodatkom zaviralca gorenja, ki ima lastnost, da poveča obstojnost smole pri izredno visokih temperaturah in tako zmanjša delež izpadlih zrn. TGA analiza, izvedena v sodelovanju s podjetjem Fenolit d.o.o., mi je dala rezultat o temperaturno najbolj obstojni smoli, ki pa sem ji v naslednjem koraku dodala še zaviralec gorenja in steklena vlakna za dodatno obstojnost. Izvedba eksperimentalnega dela je potekala z izdelavo šestih različnih etalonov. Njihovo obstojnost pa sem kasneje preizkusila z razletnim in brusnim testom. Moja pričakovanja so bila, da se bo z dodatkom zaviralca gorenja obstojnost etalonov zvišala, vendar so na koncu rezultati odstopali od tega. Kot glavni razlog za to bi navedla, da izdelani etaloni niso 100 % primerljivi z industrijskimi brusnimi ploščami in



tudi okoliščine v laboratoriju in testirnici se razlikujejo od okoliščin v železarnah. Kljub temu pa so rezultati pokazali dovolj pozitiven vpliv dodatka zaviralca gorenja, da imamo izhodišče za nadaljnja testiranja.

Ključne besede:

TGA, smola, brušenje, slab, vezivo, železarna.

Uspešen zagovor magistrskega dela študenta Sandija Kavčiča

Pred tričlansko komisijo, pod vodstvom doc. dr. Matije Hriberška, mentorja izr. prof. dr. Miroslava Huskića ter somentorja viš. pred. Silvestra Bolke, je Sandi Kavčič 12. decembra 2023 uspešno opravil zagovor magistrskega dela z naslovom »Določitev optimalnega kompozita za brizganje statorja avtomobilske vodne črpalke«.

POVZETEK

Avtomobilske vodne črpalke so v svoji življenjski dobi izpostavljene povišanim temperaturam in vodi ter kemikalijam. Zato je izbira ustreznega kompozita za brizganje statorja vodne črpalke velikega pomena v fazi razvoja. V tem magistrskem delu smo z različnimi parametri brizgali statorje iz enega PPS in dveh PPA kompozitov in na njih, ter epruветah iz teh kompozitov izvedli test navlaževanja v destilirani vodi pri 90 °C. Med tem testom smo na vzorcih spremljali spremembo mase, izvedli tritočkovne upogibne teste ter TMA, DSC in analize FTIR. Za splošno najbolj primernega izmed vseh se je izkazal PPA kompozit Grivory HT1VA-4 HY Black 9225.

Ključne besede:

PPA, PPS, steklasti prehod, koeficient temperaturnega raztezka, upogibna trdnost.



Strokovna ekskurzija študentov 1. letnika magistrskega študija v podjetje ROTO

Študenti 1. letnika rednega magistrskega študijskega programa na FTPO so 20. oktobra 2023 obiskali podjetje ROTO d.o.o. v Črnelavcih pri Murski Soboti.

Pri predmetu Tehnologije predelave polimernih materialov se študenti seznanjajo z različnimi tehnološkimi postopki predelave polimernih materialov. Postopek rotacijskega litja je eden izmed njih. Na predavanjih so se študenti seznanili s teoretičnimi osnovami postopka, medtem, ko so na obisk podjetja v živo spremljali celotno vrednostno verigo v postopku rotacijskega litja. Seznanili so se s procesom pridobivanja naročila, definiranja zahtev izdelka, razvoja in izdelave orodij za rotacijski liv, priprave materiala, ter samega postopka roto litja. Posebej zanimiv je bil ogled največjega stroja za rotacijsko litje v Evropi, v katerem podjetje izdeluje

svoje največje izdelke iz različnih programov.

Korak naprej je podjetje naredilo z uvedbo avtomatizacije postopka roto litja, kar je bilo za podjetje poseben izziv, saj je bilo potrebno na novo zasnovati celoten postopek, razviti ustrezna orodja ter robote opremiti z zahtevnimi programi, ki bodo zagotavljali zahtevano kakovost izdelkov.

Študenti so si na koncu ekskurzije lahko ogledali tudi prototipno delavnico, v kateri je podjetje ravno instaliralo največji 3D tiskalnik, ki trenutno obstaja v tem delu sveta.

Vodstvu podjetja, g. Matjažu Pavlinjeku in našemu diplomantu in magistrskemu študentu 2. letnika FTPO Maticu Premužiču se najlepše zahvaljujemo za gostoljubje in vse informacije, ki smo jih dobili.

izr. prof. dr. Blaž Nardin

Vabljen predavatelj strokovnjakinje z Zavoda za gradbeništvo Slovenije pri predmetu NM

Pri predmetu Nauk o materialih so študentje 19. oktobra 2023 poslušali vabljen predavatelj strokovnjakinje dr. Andreje Pondelak iz raziskovalne organizacije Zavoda za Gradbeništvo Slovenije. Predstavila je aktualno tematiko današnjega časa: modifikacijo lesa za izboljšanje požarnih lastnosti in trajnosti. Osredotočila se je na različne vrste modifikacij, poudarila prednosti in slabosti le-teh in predstavila napredne karakterizacijske metode za določevanje uspešnosti modifikacije. Velik poudarek je namenila računalniški mikrotomografiji, ki je zelo pomembna metoda za določevanje strukturnih lastnosti materialov.

doc. dr. Andrijana Sever Škapin



Tehnologija pihanja in podjetje SEP d.o.o.

V petek, 27.oktobra 2023, smo pri predmetu Tehnologije predelave polimerov 2 izvedli predstavitev tehnologije predelave polimerov za študente 3. letnika rednega študija Tehnologije polimerov. Kot gostujočega predavatelja smo gostili Branka Stojanoviča iz podjetja SEP d.o.o..

Podjetje SEP d.o.o. se ukvarja z razvojem pralnih in zračnih sistemov za avtomobilsko industrijo. Zaradi redkosti podjetij, ki bi se ukvarjala s tehnologijo pihanja v Sloveniji in bližnjimi sosednjimi državami, je SEP d.o.o. predvsem znan po svojih pragmatičnih rešitvah za večje kupce in hkrati tudi konkurente, specializirano na ekstruzijskem pihanju tehničnih izdelkov. Tehnologija nudi ekonomske in tehnične prednosti pred ostalimi tehnologijami izdelave votlih izdelkov, zaradi nizke investicije in hitrih ciklov procesa. S pravilnimi in hitrimi potezami je podjetje tudi vzgojilo lastnega orodjarja lokalno v Sloveniji, medtem ko večina konkurence orodja izdeluje v tujini (Portugalska, Španija, Nemčija..). Z letom 2016 je podjetje osvojilo tudi tehnologijo vakuumskega pihanja (suction blow molding), kot edino podjetje v Sloveniji.

Povzetek predavanja (Lucija Kotnik, Nika Bizilj - študentki 3. letnika):

»Tehnologija pihanja je trenutno eno najhitreje rastočih tehnologij in že pri samem predavanju smo izvedeli, za kaj vse se lahko uporablja ter zakaj je tako pomembno za aplikacije npr. v avtomobilski industriji in na splošno povsod, kjer uporabljajo posode. Pihanje omogoča hitro izdelavo manjših votlih izdelkov vendar pa osnovna tehnologija ustvari veliko količino odpada..

Pri pihanju poznamo EBM (ekstruzijsko pihanje), IBM (brizgalno pihanje) in SBM (raztežno pihanje).

Ena od tehnologij, ki jo uporabljajo v podjetju SEP je ekstruzijsko pihanje. Ekstrudat vlečemo po obliki orodja, ki je skozi celoten proces vlečenja zaprto. Maso po orodju vlečemo s pomočjo vakuma. Ko se orodje popolnoma zapolni, izdelek napihnemo, orodje odpremo in izmetavamo izdelek. Pihanje je primernejše za izdelovanje votlih posod (SEP proizvaja izdelke v avtomobilski industriji in v beli tehniki), saj so orodja za pihanje veliko cenejša od orodji za brizganje, cikel časi pa so krajši.

S spremembo oblike šobe lahko spreminjamo volumski pretok materiala, pri enakomerni hitrosti vlečenja to pomeni spremembo debeline stene ekstrudata kar lahko uporabimo za zagotavljanje enakomerne debeline stene pri posebnih oblikah končnega izdelka (npr. mehovi, ostre razširitve...). Orodje je med celotnim procesom vakumiranja/pihanja zaprto. Ekstrudat ne sme biti poln ampak mora biti na sredini votel, drugače pihanje ni mogoče. Poleg tega pa more biti material tako izbran, da se ne lepi sam nase.

Vakumsko pihanje deluje na principu vlečenja ekstrudata skozi kompleksno obliko orodja, ko pa material doseže dno orodja se pa le ta napihne v želeno obliko. Za nemoteno vlečenje ekstrudata je potrebno zagotoviti mazanje orodja, materiala ali pa uporabiti material ki lažje drsi.

Pihanje polimerov ima pomembno vlogo v avtomobilski industriji, saj se uporablja za izdelavo različnih plastičnih komponent, ki so bistvene za

notranjo in zunanjo obliko ter funkcionalnost vozil. Ena od glavnih uporab tehnologije pihanja polimerov v podjetju SEP v avtomobilski industriji je za izdelavo zračnih in veznih cevi pri pretoku mrzlega oziroma toplega zraka. Te cevi so lahke, trajne in odporne na kemikalije, kar pomaga povečati učinkovitost in zanesljivost avtomobilov. Poleg tega se pihanje polimerov uporablja za izdelavo plastičnih rezervoarjev za tekočine, kot so rezervoarji za gorivo, rezervoarji za tekočino za pranje vetrobranskega stekla in rezervoarji za hladilno sredstvo. Tehnologija pihanja polimerov ima več prednosti v avtomobilski industriji, ki pomagajo izboljšati obliko, funkcionalnost in učinkovitost vozil ter pripomorejo k zmanjšanju stroškov izdelave. Glavne lastnosti:

- **Lahkost in trdnost:** Plastične komponente, izdelane s pomočjo tehnologije pihanja polimerov, so lažje od kovinskih, kar pomaga zmanjšati skupno težo avtomobila. Hkrati pa so te komponente dovolj trpežne in odporne na obremenitve ter udarce, kar prispeva k varnosti in vzdržljivosti vozila. Proizvodnja je tudi veliko lažja, saj tehnologija pihanja polimerov omogoča relativno enostavno proizvodnjo kompleksnih oblik, kar vodi v nižje proizvodne stroške. Ta učinkovitost proizvodnje lahko pripomore k zmanjšanju stroškov vozila.
- **Svoboda pri oblikovanju:** Pihanje polimerov omogoča oblikovalcem avtomobilov večjo svobodo pri oblikovanju kompleksnih in aerodinamičnih oblik komponent. To omogoča izboljšano estetiko in funkcionalnost vozila.
- **Varčnost pri gorivu:** Zaradi lažjih plastičnih komponent se skupna masa avtomobila zmanjša, kar prispeva k boljši energetski učinkovitosti in zmanjšanim emisijam CO₂.
- **Odpornost proti koroziji:** Plastične komponente so odporne proti koroziji, kar zmanjšuje potrebo po rednem vzdrževanju in podaljšuje življenjsko dobo avtomobila.

Za izbiro tehnologij izdelave moramo upoštevati želje kupca, ki obsegajo ceno, izgled ter funkcionalnost.

Za izdelavo cistern za vodo lahko uporabimo brizganje, pri katerem dobimo estetsko lep izdelek z enakomerno debelino po celotnem izdelku. Slabosti brizganja pa je višja cena, kar je posledica daljših ciklov izdelave, večje porabe energije, dražjega orodja in dodatnega postopka, kjer je potrebno obe polovici spojiti skupaj. S pihanjem pa dosežemo krajše cikle izdelave z manj porabljen energije, cena orodja pa je tudi nižja kot pri brizganju. Kot produkt pihanja dobimo izdelek, ki po izgledu ni tako lep kot brizgan, ter stene niso povsod enako debele, kar je lahko slabo, ampak to ni nujno. Pri pihanju pa je potrebno upoštevati tudi veliko količino obrezkov, ki jih je potrebno ponovno premleti in vrniti v začetek procesa.

S tehnologijo vakuumskega pihanja se največ izdeluje za avtomobilsko industrijo (posode z različnimi črpalkami, posode za nalivanje tekočin) ter industrijo bele tehnike. Pihajo se večinoma materiali PE-HD, PP, PELD in PA.

Poleg avtomobilske industrije je praktični primer uporabe ideja o izdelavi sončnih celic na vodi. Izdelali bi se "floterji", ki bi poskrbeli, da bi sončne celice plavale na vodi. S to tehnologijo bi povečali območje uporabe sončnih celic, saj bi tako iz zelenih površin prišli na morje.

Poleg diskusije o tehnologiji pihanja je predavanje zašlo tudi na druge teme kot so razvoj samovozečih avtomobilov. Ta tehnologija bi delovala s pomočjo senzorjev, pri katerih je pomembno samočiščenje le-teh.

Tehnologija že nekod po svetu deluje vendar ni izpopolnjena, saj so ugotovili, da ljudje lahko posegajo v delovanje vozila. Ljudje lahko nadaljujejo predmete, ki vozilo zmotijo tako da se ustavi in ni možnosti nadaljevanja poti.

Poleg tega smo se tudi pogovarjali s katerimi svetovnimi avtomobilskimi podjetji sodelujejo in katere dele za ta podjetja proizvajajo.«

asist. Teja Pešl

Ekskurzija v podjetje Stramex PET in Novem Car Interior Design

V petek, 17. oktobra 2023, so se študenti 3. letnika rednega programa Tehnologije polimerov v okviru predmeta Tehnologije predelave polimernih materialov odpravili na ekskurzijo v podjetje Stramex PET, kjer so spoznali in si ogledali postopek izdelave PET (in tudi PLA) plastenkov ter v podjetje Novem Car Interior Design d.o.o., kjer so spoznali postopek izdelave okrasnih elementov za notranjo opremo avtomobilov višjega cenovnega razreda.

Kratek povzetek (zapisali študenti 3. letnika):

Podjetje Stramex PET je družinsko podjetje, ki obstaja že 30 let. Je razmeroma majhno podjetje z eno proizvodno halo, manjšim skladiščem in manj kot 20 zaposlenimi. Izdelujejo plastenke iz PET in R-PET, predforme iz PET in R-PET, PET uporabljajo tudi za izdelavo sveče ter biorazgradljive plastenke iz PLA. Njihovi izdelki se uporabljajo za različne namene: pijačo, mlečne izdelke, olje, kis, vino, čistila, mehčalce, kozmetiko. Izdelujejo votle plastične izdelke s tehnologijo eno in dvostopenjskega brizgalnega pihanja.

Podjetje je v določeni meri avtomatizirano, ima 3 pihalne stroje z visokim pretokom izdelkov (tudi do 6000 kosov/h), dovod predform pa je preko tekočih trakov. Sami stroji so popolnoma avtomatski, končani izdelki so se na dveh linijah tudi avtomatsko zlagali v škatle, za zlaganje škatel pa je bil še vedno potreben delavec. Opazen je bil tudi hrup med delovanjem strojev, delavci zato uporabljajo zaščito sluha. Glede na to, da so bili nekateri stroji tišji od drugih je mogoče to pripisati obrabi oz. starosti opreme.

Direktor je poudaril, da je velika prednost PET-a v tem, da je 100 % reciklabilen, druga prednost pa je ta, da ima PET v primerjavi z ostalo embalažo torej papir, aluminij in steklo, najnižjo vrednost nastalega CO₂ pri recikliranju. Pokazal nam je granule materialov, ki so uporabljene v podjetju, torej PET, rPET, PLA in mlevec PLA. Nekaj besed je spregovoril tudi o PLA-ju. Omenil je njegovo šibkost, ki je ta, da se zaradi vsebnosti mlečne kisline ne more

proizvajati v ogromnih količinah. Mlečna kislina je pogosto pridobljena iz prehrabnih virov, kar pomeni da je pridobivanje surovin težavno in sporno. V Stramex PET so sicer že izdelali plastenke iz PLA, ki so razgradljive na industrijskem kompostu.

V podjetju Novem izdelujejo dekorativne dele za notranjost avtomobilov višjega cenovnega razreda (Mercedes, BMW, Audi, Land Rover). Pokazali so nam različne izdelke, kot so dodatki na armaturni plošči, dodatek pri menjalniku, držalo za pijačo, plastični deli na vratih, mreže za zvočnike, deli na zadnjem delu naslonjala ipd. Omenjeno je bilo tudi, da imajo v zadnjem času največ naročil prav za BMW serijo 7. Pokazal nam je tudi zanimiv nov dodatek, ki ga Mercedes-Benz uporablja za električne avtomobile

V podjetju izdelujejo okrasne letvice za notranjost luksuznih avtomobilov v videzu lesa, karbona, itd.. V prvotni fazi izdelave kosov notranjosti uporabljena tehnologija prešanja in brizganja z vstavljanjem kosa. Najprej se furnirni vložki odrežejo na zahtevano obliko, za kar je uporabljen CNC rezalni stroj oz. preša z rezilom glede na velikost serije. Nato se furnirni vložki v preši preoblikujejo v pravo obliko za nabrizgavanje plastičnega kosa. Preša je počasna, saj se pri sunkovitem preoblikovanju kosi hitro poškodujejo. Pri prešanju kosov je tudi potrebno zagotoviti zaščito proti razenju površine. Po končanem prešanju se kosi vstavijo v orodje brizgalnega stroja, kjer se izdelajo plastični kos s trdno pritrjenim oz. zabrizganim lesenim furnirjem. Pri tej fazi postopka izdelave je pomembna dobra adhezija in natančnost, saj furnir ne sme v



nobeni meri odstopati od plastičnega kosa. Po končanem zabrizgavanju se kosi pošljejo na pripravo za barvanje in lakiranje. Ta faza sestoji iz grobega in finega brušenja, čiščenja preko pihanja in sesanja, na koncu pa pri nekaterih kosih tudi sušenja. Opazili smo veliko ročnega dela, saj delavci ročno vstavljajo kose v preše in orodja, poleg tega je pa tudi brušenje kosov opravljeno z ročnimi brusilkami. Kot zanimivost je vredno omeniti, da je tovarna tako velika, da je prisoten transport zaposlenih s kolesom.

Po končani začetni obdelavi in brušenju se polizdelki pošljejo v lakirnico, kjer se pobarvajo z običajnimi dvokomponentnimi barvami, nato pa polakirajo z ulivanjem poliuretanskega laka ali pa z običajnim lakom v lakirnici, tip laka in barve ni bil omenjen. Lakirnica ima ročna delovna mesta, poleg tega pa premore tudi avtomatske lakirne stroje. PUR lakirnica je sestavljena iz več vrst strojev za ulivanje poliuretanske mešanice. Ena polovica orodja je bila fiksna, druga pa se je preko zgiba zaprla. Tudi tu je bilo veliko ročnega dela, saj so delavci ročno vstavljali in odstranjevali kose. Za

sam PUR lak pa je bil v uporabi centralni, avtomatiziran sistem, ki je dovajal poliole in izocianate, ti pa so se zmešali šele v orodju.

V lakirnici skrbijo za optimalno čistost in zdravju primernejše okolje. Vsak prostor za lakiranje je izoliran od proizvodnega dela, da ne bi delci prahu prišli na izdelek in zmanjšali kakovost le-teh. Prav tako je na vsakem kotičku, kjer se lakira, vgrajen pretok vode, da se lak med lakiranjem ne zadržuje v prostoru. Poleg tega imajo lakirne komore vgrajeno odsesavanje za odvajanje delcev barve proti sredini prostora.

Po končanem lakiranju kosa in po vizualnem pregledu, gredo kosi še na dokončno obdelavo. Na koncu proizvodnega procesa se v CNC rezkarju odstranijo nepravilnosti, ki so se pojavile med brizganjem, robovi se zgladijo in dodelajo se nekatere površine. Po končanem rezkanju gredo kosi še na končno poliranje, ki sestoji iz strojnega grobega poliranja in finega ročnega poliranja. Nato se kosi še končno preverijo za napake in pošljejo stranki.

asist. Teja Pešl

Ekskurzija v podjetje Tesnila GK

V petek, 1. decembra 2023, so se študenti 3. letnika rednega programa Tehnologije polimerov v okviru predmeta Tehnologije predelave polimernih materialov 2 odpravili še na zadnjo ekskurzijo v tem koledarskem letu in sicer v podjetje Tesnila GK, kjer so spoznali brizganje gume in termoplastičnih elastomerov.



Kratek povzetek (zapisali študenti 3. letnika):

TGK (Tesnila GK) je zanesljiv in ugleden dobavitelj gumijastih delov in elastomernih rešitev predvsem za avtomobilsko industrijo, vedno bolj pa se širi jo tudi področja uporabe v drugih panogah (npr. protipožarne zaščite, gospodinski aparati, sanitar-na oprema itd.). V podjetju Tesnila GK izdelujejo bovdne, kabske snope, sisteme razsvetljave, pralne sisteme in sisteme za dovod zraka. Podjetje v glavnem izdeluje izdelka za avtomobilsko industrijo. Podjetje je specializirano v brizganju elastomerov. Brizgalni stroji so podobni strojem namenjenim predelavi termoplastov, vendar se razlikujejo v temperaturah orodja in cilindra, tlakih in brizgalnih hitrostih. Tlaki in brizgalne hitrosti so veliko nižje kot pri brizganju termoplastov, orodje pa je bolj vroče kot pa talina materiala. Zaradi zamreževanja gumene mešanice pri visokih temperaturah se kos

brez dolivnega kanala doseže s hladnim dolivkom, topli dolivek je pa pri elastomerih ekvivalenten hladnemu dolivku pri brizganju termoplastov. Surova gumena mešanica, ki vstopa v stroj je po otipu podobna plastelinu. Pri izdelavi votlih izdelkov se zaradi fleksibilnosti materiala uporabljajo jedra names-to tehnologij pihanja, GIT ali WIT. Gumijasti izdelki v proizvodnji se 100-odstotno merijo in testirajo proti puščanju z interno razvitimi in izdelanimi avtomatiziranimi napravami za vizualno in mehansko kontrolo. Imajo več kot 39 brizgalnih strojev, laboratorij za preverjanje kakovosti izdelkov, orodjarno, ter skladišče. Pri Tesnila GK sami razvijajo, izdelujejo in uporabljajo nekatere robote za avtomatiziran potek v proizvodnji. Roboti so sicer omejeni na le nekaj strojev, poleg tega pa so nekateri kosi zaradi težavnega odstranjevanja iz orodja neprimerni za avtomatizacijo. Kadar gre za večgnezdna orodja in s tem preveliko število kosov naenkrat, se doliv na



kosih ne odstranjuje ročno temveč avtomatično. S pomočjo tekočega dušika kos ohladijo, da najtanjši del zamrzne (doliv) in nato sam odpade. Pri takih kosih je pomembno zagotoviti, da dolivek ni prevelik. Zamreženi elastomeri imajo dobre barierne lastnosti, odpornost na vlago, kemikalije, mehanske obremenitve, utrujanje in obrabo. Poleg tega elastomeri nimajo temperature tališča kar omogoča uporabo pri visokih temperaturah. So pa še vedno občutljivi na degradacijo pri stalnih visokih toplotnih obremenitvah. Počasna reakcija zamreženja pri elastomerih nastopi pri razmeroma nizkih temperaturah. Zaradi tega je zelo pomembno, da se material skladišči v prostorih, kjer temperatura ne naraste čez 20 °C. V nasprotnem primeru lahko polimer zamreži še preden ga predelamo in s tem povzroči težave ali celo onemogoči predelavo. Pri pravilnem skladiščenju je življenjska doba materiala med par tedni in par meseci. V podjetju imajo tudi

svoj testni laboratorij, kjer preverjajo sile za montažo in demontažo, odpornost na različne medije, funkcionalnost ter trajanje gume. Nekatere merilne naprave so avtomatizirane, druge pa so mehанизirane ali ročne. V podjetju proizvajajo predvsem izdelke za avtomobilsko industrijo. Ogledali smo si zanimiv mehanizem za zadnja vrata avtomobila, ki so ga razvili v podjetju. Avtomobilski program je širok in krije proizvajalce iz večine držav in vseh cenovnih razredov, razdeljen je pa na bovdne, izolacijo za električne snope in tesnila. Poleg tega podjetje dela tudi na področju bele tehnike, in požarne varnosti. Izdelujejo tesnila za pralne stroje, izolacijske mašete za elektrovođe, tesnila za cevi in druge bolj specializirane proizvode.

asist. Teja Pešl

Ekskurzija študentov 3. letnika pri predmetu Polimerno inženirstvo

V četrtek, 7. decembra 2023, je bila v okviru predmeta Polimerno inženirstvo, izvedena ekskurzija v podjetje Helios, Tovarna barv in lakov in umetnih smol, d.o.o., (TBLUS) v Količevem pri Domžalah.



Direktor dr. Peter Venturini je predstavil podjetje Kansai Helios.

Najprej nas je pozdravilo vodstvo podjetja ter predstavnica kadrovske službe, ki so na kratko predstavili zgodovino podjetja ter samo podjetje, ter kadrovske potrebe ter željo po sodelovanju s študenti FTPO.

Helios TBLUS je del podjetja Kansai Helios, ki je vodilno podjetje na področju premazov v Evropi in ima v Sloveniji proizvodne obrate na treh lokacijah, V Količevem pri Domžalah, v Preski pri Medvodah (bivši Color) in Črnuče pri Ljubljani (Belinka). Skupaj proizvedejo okoli 80.000 ton smol, ki jih večinoma izvozijo, nekaj pa prodajo ali predelajo v barve in lake, tako za industrijo, kot široko potrošnjo.

Nato so nam predstavili sintezo smol in njihovo uporabo, predvsem za premaze. Sledil je ogled

podjetja. Najprej smo si ogledali laboratorije, v katerih opravljajo razvoj novih izdelkov in kontrolo kvalitete, tako surovin kot končnih izdelkov. Laboratoriji so opremljeni z vrhunsko opremo, od aparatov za termične karakterizacije, določevanje reoloških lastnosti, različne tehnike kromatografije, spektroskopije in elektronskim mikroskopom.

Nato smo si ogledali sintezo smol, proizvodnjo premazov na osnovi topil ter premazov na vodni osnovi. Na koncu smo si ogledali še linijo za pakiranje v embalažo za široko potrošnjo ter skladiščne prostore.

izr. prof. dr. Miroslav Huskić

Vabljeno predavanje pri predmetu Funkcionalni polimerni materiali



Sofinancira
Evropska unija

V sredo, 6. decembra 2023, je dr. Zoran Ereš, iz Inštituta Ruđer Bošković v Zagrebu, v okviru predmeta Funkcionalni polimerni materiali, izvedel predavanje o grafenu. Grafen je praviloma enoplastni sp² hibridiziran ogljik, poznamo pa tudi večplastnega (manj kot 10 plasti). Zaradi svojih kemijskih in fizikalnih lastnosti, je trenutno eden od najzanimivejših materialov na svetu. Ker ima odlične mehanske lastnosti (elastični modul 1 TPa) je zanimiv tudi za izdelavo polimernih nanokompozitov, s čimer se ukvarjamo tudi na FTPO. Nekateri nanokompoziti pa so že prišli tudi na trg.

Dr. Ereš je podrobno predstavil predvsem sintezo grafena s kemijskim naparevanjem (CVD), ki jo je izvajal v sklopu svoje doktorske naloge. Ker je cena CVD reaktorjev precej visoka si je reaktor izdelal sam in pokazal, da se tudi visoka znanost lahko včasih izvaja precej poceni. Prikazal je tudi kompleksnost dela in nepredvidljive težave, ki so se pojavile pri tem, vzroke zanje in način reševanja le-teh.

Predavanje je bilo financirano v sklopu Erasmus +.

izr. prof. dr. Miroslav Huskić



Prvi športni copati s podplatom iz elastomernega nanokompozita z grafenom, ki so ga razvili na Univerzi v Manchestru.



Brucovanje študentov FTPO



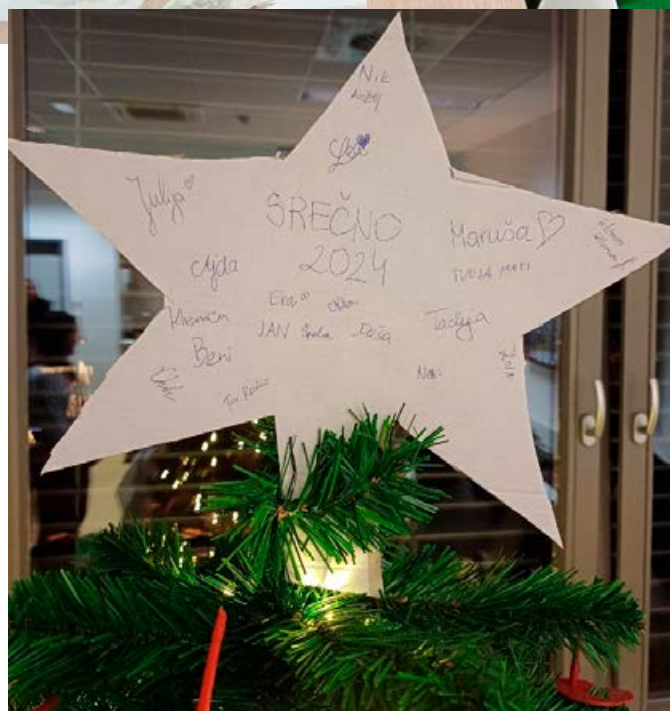
V torek, 7. novembra 2023, se je na dogodku brucovanja FTPO zbralo več kot 30 študentov, kjer smo naredili prečudovito vzdušje. Brucovanje je potekalo na piknik prostoru Bimer v Slovenj Gradcu, ki je kot zanalašč narejen za majhne feštice in smo se tako, v lepem ambientu, sprostili na polno. Zahvala gre vsem študentom, ki so organizirali hrano in pijačo, ter predvsem študentom 1. letnika, ki so se zbrali v lepem številu in nam dovolili, da jih sprejmemo medse.

Predvsem pa se zahvaljujemo vodstvu fakultete in zaposlenim, da so nam omogočili ta prostor, ker sami bi to naredili bolj težko. Upam, da bomo takšno zabavo lahko ponovili tekom študijskega leta, saj je to eden od načinov narediti dober vtis za bodoče študente na FTPO.

Študentka Tia Renko



Tradicionalno študentsko okraševanje jelke



Na FTPO se vedno poskrbi za dobrobit študentov, tako smo v letu 2023 za praznično vzdušje, v študentski sobi okrasili smrekico. To smo okrasili z nabrizganimi plastičnimi okraski in lučkami. Seveda pa je bilo poskrbljeno, da študenti nismo bili lačni, saj nas je fakulteta pogostila s picami. Okrašena študentska soba pa nam je tako lepšala ambient med učenjem in bivanjem v njej.

Študentka Tia Renko

Gostujoča urednica revije materials, doc. dr. Klementina Pušnik Črešnar

Z veseljem sporočamo, da doc. dr. Klementina Pušnik Črešnar sodeluje v reviji MATERIALS kot gostujoča urednica v posebni izdaji; Towards a Sustainable and Recyclable Future with Wood and Wood-Based Composites. V omeneni izdaji sta sodelujoči urednici znanstvena sodelavka Dr. Olivija Plohl in Prof. Dr. Maryam Tabrizian. Rok za oddajo prispevkov je 20. maj 2024, vendar lahko prispevke oddate takoj ali kadar koli pred rokom, saj bodo

prispevki objavljeni sproti. Vabimo vas, da si ogledate spletno stran posebne izdaje na tem naslovu.

Ne zamudite priložnosti. Pojdimo skupaj v trajnostno prihodnost.

Doc. dr. Klementina Pušnik Črešnar



The image shows the cover of a Special Issue in the journal *materials*. The cover has a brown background. At the top left is the *materials* logo, which consists of a stylized bar chart with an upward arrow and the word *materials* in a serif font. Below the logo is the text 'an Open Access Journal by MDPI'. At the top right are three circular icons: a yellow one with 'IMPACT FACTOR 3.4', a blue one with 'Indexed in: PubMed', and a blue one with 'CITESCORE 5.2'. In the center, the title 'Towards a Sustainable and Recyclable Future with Wood and Wood - Based Composites' is written in a white serif font. Below the title, the 'Guest Editors' are listed: 'Dr. Klementina Pušnik Črešnar, Dr. Olivija Plohl'. Below that, the 'Deadline' is given as '20 May 2024'. At the bottom left is the URL 'mdpi.com/si/185853' and at the bottom right is the text 'Invitation to submit'. The words 'Special Issue' are written in a large, light-colored serif font across the bottom right.

materials
an Open Access Journal by MDPI

IMPACT FACTOR 3.4
Indexed in: PubMed
CITESCORE 5.2

**Towards a Sustainable and Recyclable
Future with Wood and Wood - Based
Composites**

Guest Editors
Dr. Klementina Pušnik Črešnar, Dr. Olivija Plohl

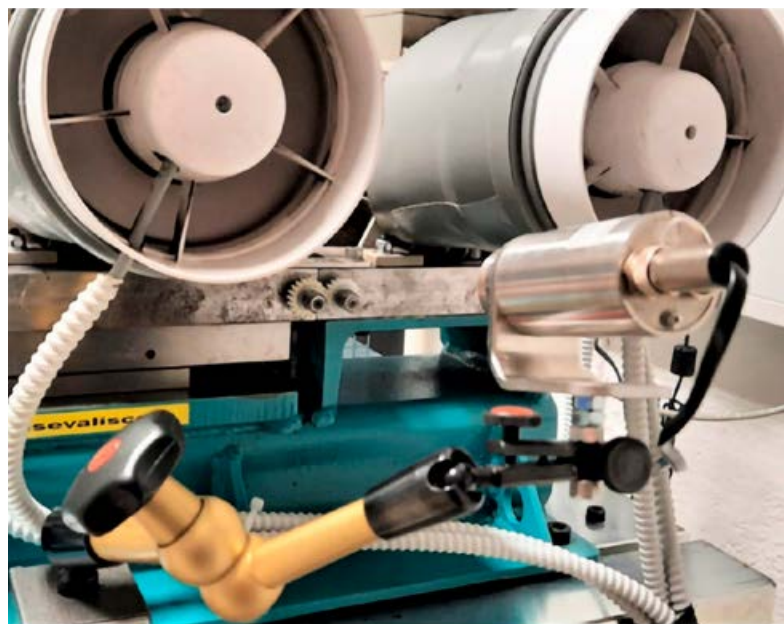
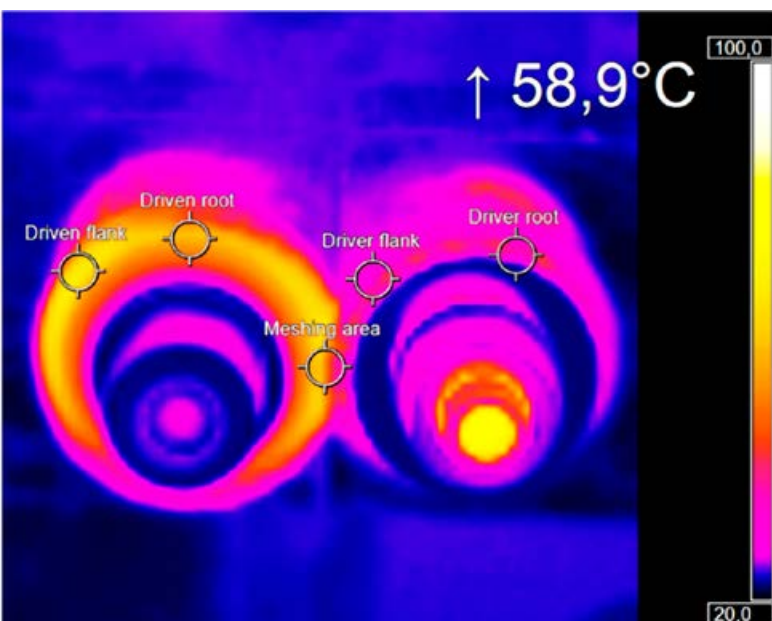
Deadline
20 May 2024

mdpi.com/si/185853

Invitation to submit

Special Issue

Nova oprema na FTPO – testiranje zobnikov



18. decembra 2023 je Fakulteta za tehnologija polimerov pridobila novo opremo za testiranje polimernih zobnikov s strani podjetja Podkrižnik d.o.o. S podjetjem Fakulteta uspešno sodeluje na področju razvoja in karakterizacije polimernih materialov za pogonsko tehniko, kar se je med drugim že izkazalo z uspešno izvedenimi preteklimi projekti.

Preskuševališče za testiranje zobniških dvojic bo fakulteti omogočilo celovito obvladovanje raziskav in razvoja polimernih materialov in ostalih naprednih konceptov za oblikovanje in preračun naprednih lahkih struktur v pogonski tehniki.

Preskuševališče temelji na obratovanju zobniških dvojic na osnovi polimernih materialov, kjer se določa dobo trajanja zobnikov iz različnih polimernih materialov, kot tudi toploten odziv omenjenih zobniških materialov, ki se ga izmeri s termo-kamero. Pridobljeni rezultati iz testiranj bodo dali upo-

rabniku informacijo o stopnji primernosti razvitega materiala, glede na proces utrujanja, toplote, obrabe, kar je izrednega pomena za preračun realnega pogonskega sistema.

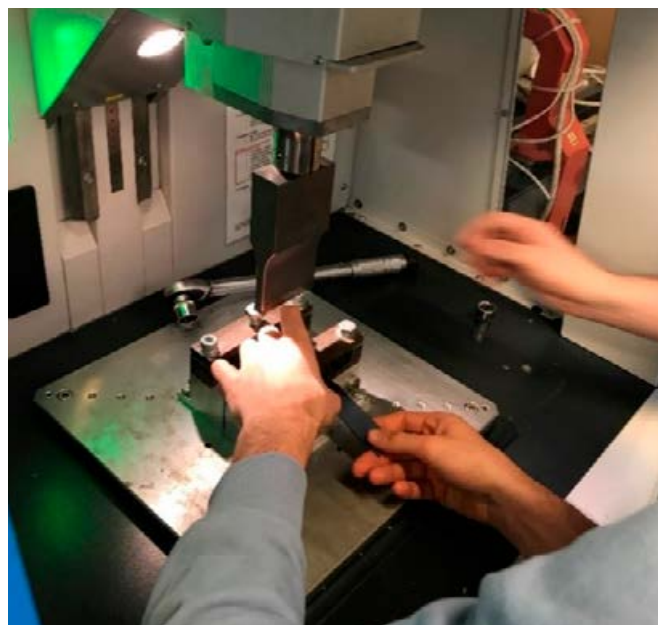
Z omenjenim testnim mestom bo omogočeno iskanje novih korelacij med okarakteriziranimi osnovnimi mehanskimi značilnostmi in obratovnimi značilnostmi materialov, kot so utrujanje, toploten odziv, obraba in mehanizem porušitve komponent, kar bo prispevalo k povečanju znanstvene odličnosti Fakultete. Pri tem bo preskuševališče omogočilo večjo znanstveno odličnosti, kot tudi praktično naravnost študentov, ki se bo izkazovala preko novo izvedenih diplomskih in magistrskih del, kot tudi potencial za prijavo novih projektov.

doc. dr. Matija Hriberšek

Aktivnosti znotraj projekta IPPT-TWINN

9. delavnica v okviru projekta IPPT_TWINN »R-RTM Technology«

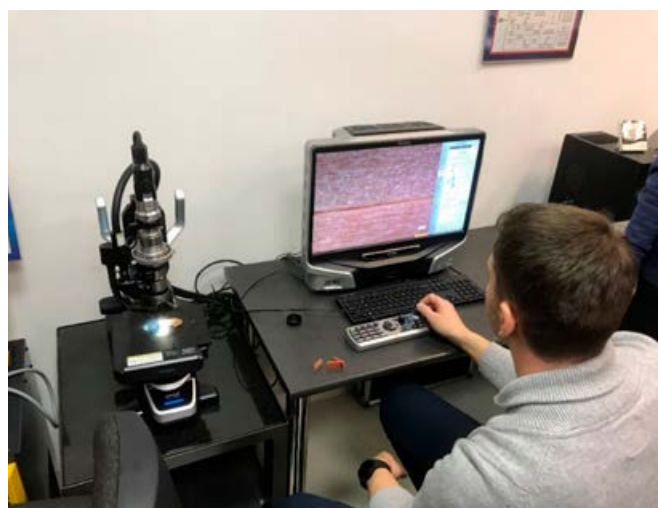
Deveta delavnica v sklopu projekta IPPT_TWINN je potekala na Univerzi v Budimpešti. Univerza za tehnologijo in ekonomijo v Budimpešti (BME) je bila ustanovljena leta 1782 in že skoraj 240 let velja za prvo tehnično visokošolsko institucijo na Madžarskem. Na 8 fakultetah in 76 oddelkih univerze deluje kar 1200 predavateljev, ki vsak semester poučujejo 5000 predmetov in 10.000 predmetov. Oddelek za polimerno inženirstvo (BMEPT) spada pod Fakulteto za strojništvo. Zahvaljujoč odličnim raziskovalcem Oddelek sodeluje pri številnih domačih in mednarodnih inovativnih raziskovalno-razvojnih projektih na področju znanosti o materialih, razvoja materialov in razvoja procesnih tehnologij. BMEPT se osredotoča tudi na več različnih najso-



Ultrazvočno varjenje vzorcev



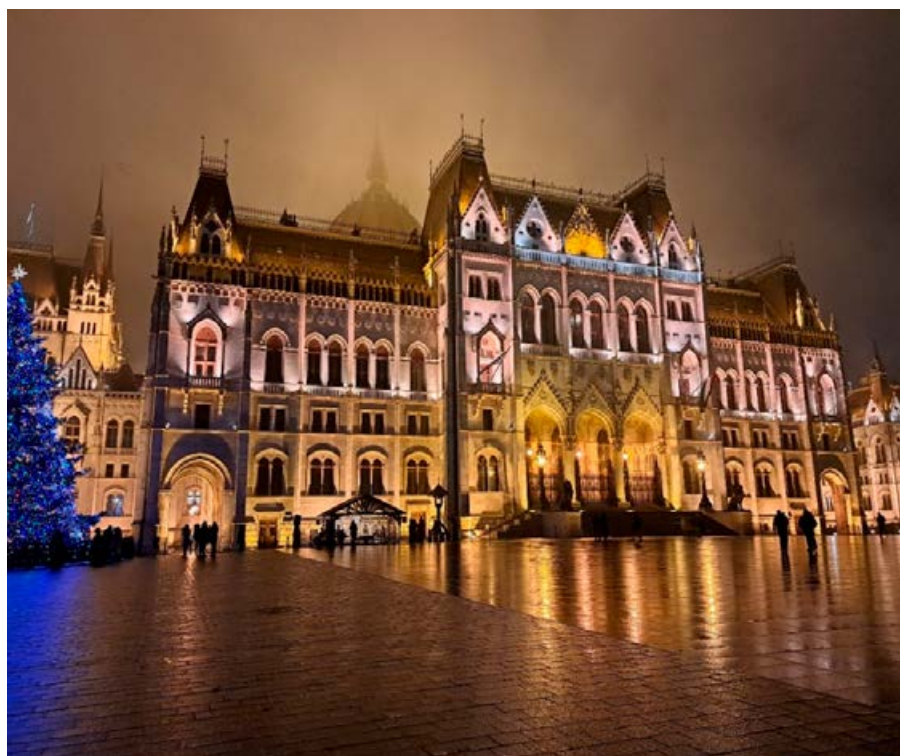
Orodje za T-RTM



Ogled vzorcev pod mikroskopom



Razgledno kolo



Parlament

dobnejših tem, da ohrani svojo raznolikost. Njegove specifične teme so nanomateriali in nanovlakna, inovativni in lahki kompoziti, gume, tehnologije brizganja in ekstrudiranja, 3D-tiskanje, razvoj materialov na biološki osnovi in recikliranje polimerov. Oddelek je certificiran s strani TÜV Rheinland za sistem zagotavljanja kakovosti ISO 9001 in 14001. Njihov akreditirani laboratorij ima več kot 100 kosov opreme, ki zajema od priprave materialov preko obdelave materialov do kompleksnih testiranj materialov.

Delavnica je potekala 12. in 13. decembra 2023.

Delavnica se je začela s predstavitvijo dr. Andrása Suplicza o termoplastičnih kompozitih in tehnologiji T-RTM, nato pa nam je Gergő Zsolt Marton

predstavil zanimivo temo o raziskavah vzorcev kompozitov in njihovih mehanskih lastnosti s tehnologijo DIC v popoldanski delavnici. Dr. András Suplicz in Péter Széplaki sta nam predstavila tehnologijo T-RTM tudi na praktični način v njihovem laboratoriju. Naslednji dan smo začeli s predavanjem Pétra Széplakija o študiji primera ultrazvočnega varjenja termoplastičnih kompozitov. Po predstavitvi smo odšli v laboratorij, kjer smo ultrazvočno zvarili vzorce T-RTM za nadaljnjo karakterizacijo mehanskih in mikroskopskih lastnosti kompozitnih vzorcev, ter nato izvedli še natezne teste izdelanih vzorcev in si jih pogledali tudi pod mikroskopom.

Večerni prosti čas smo izkoristili za ogled praznično okrašene Budimpešte.

asist. Teja Pešl

Aktivnosti znotraj projekta Deremco



Cilj projekta DeremCo je vzpostaviti sistemsko, medsektorsko rešitev krožnega gospodarstva, ki temelji na povpraševanju, ki bo omogočila stroškovno učinkovito ponovno uporabo kompozitnih materialov in komponent po uporabi v novih izdelkih z visoko dodano vrednostjo.



Izdelani vzorci termoplastičnih kompozitov iz odpada podjetja Technol in PA66 GF15, PA6 GF50, ABS GF30 in PP matricami

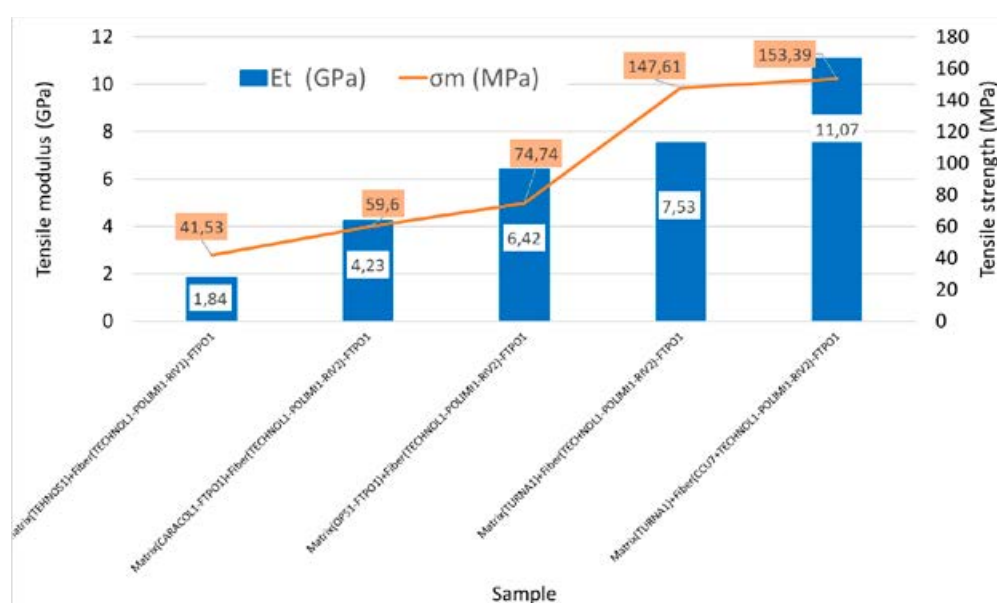
DeremCo je projekt EU_I3, ki bo trajal do novembra 2025 in bo vključeval 30 evropskih partnerjev iz Italije, Finske, Avstrije, Španije, Slovenije, Belgije in Portugalske.

V mesecih oktober, november in december 2023 smo v okviru WP2 smo izvedli analizo odpadnega prahu podjetja Technol, kjer smo izvedli sejalno analizo, analizo velikosti delcev in vsebnost steklenih vlaken. Pripravili smo vzorce termoplastičnih kompozitov iz recikliranih matric rPA66 GF15, rPA6 GF50, rABS GF30 in rPP z dodatkom odpada duroplasta iz podjetja Technol, ki so ga zmleli pri projektnem partnerju POLIMI in presejali pri projektnem partnerju Rivierasca. Izdelali smo tudi prvi prototip iz odpada termoplastičnega poliestrskega flisa iz podjetja CAP, ki smo ga dodali matrici recikliranega termoplastičnega elastomera. Z odpadom duroplasta iz podjetja Technol, ki so ga

zmleli pri projektnem partnerju POLIMI in presejali pri projektnem partnerju Rivierasca, smo pripravili tudi vzorce, ki smo jih impregnirali z drugim vzorcem poliestrske smole podjetja Technol. Nadaljevali smo s karakterizacijo predhodno pripravljenih termoplastičnih kompozitov, kjer smo študirali vpliv količine in kombinacije različnih kompatibilizatorjev na toplotne in mehanske lastnosti termoplastičnih kompozitov. Skupaj s projektnim partnerjem Technol smo izbrali nenasičeno poliestrsko smolo, s katero smo izvedli teste zamreževanja s pomočjo Model Free Kinetics. Rezultati nam bodo služili za optimizacijo pogojev zamreževanja vseh nadaljnjih vzorcev pripravljenih s to smolo. Po zaključku testov s termoplastičnimi kompoziti smo pripravili recepture, izvedli kompavndiranje, brizganje in karakterizacijo vseh potrebnih izvedb termoplastičnih kompozitov za namen validacije receptur, ki bodo



Izdelani vzorci iz recikliranega odpada poliestrskega flisa iz podjetja CAP, ki je bil dodan reciklatu termoplastičnega elastomera (zeleni del strgala levo in pripravljen granulat desno)



Izvedbe termoplastičnih kompozitov, ki smo jih validirali za izdelavo prvih demonstratorjev

osnova za pripravo večje količine potrebnih materialov za izdelavo prvih demonstratorjev pri partnerskih podjetjih OPS Breznik, Turnaplast, Tehnos in Caracol iz Italije.

Pričeli smo tudi že v vnosom podatkov v podatkovno bazo za zasledovanje vzorcev projekta DeremCo.

Pripravili smo predloge za deviacije v okviru projekta DeremCo, ki smo jih poslali vodilnemu partnerju POLIMI. Oddali smo tudi drugo vmesno poročilo vodilnemu partnerju POLIMI, kjer smo poročali o izvedenih aktivnostih in realiziranih urah dela. Na rednih periodičnih sestankih vseh projektih partnerjev smo okvirno definirali tudi naslednji skupni sestanek vseh partnerjev, ki bo na Portugalskem.

S podjetjem Helios TBLUS smo se dogovorili za mesečni najem rotacijskega DMA. Rezultati meritev nam bodo koristili za optimizacijo receptur in tudi kot vhodni podatki za vse simulacije, ki jih bomo potrebovali za optimizacijo brizganja pripravljenih termoplastičnih kompozitov.

Projekt DeremCo smo predstavili tudi na tehnološkem dnevu podjetja Alpina, kjer smo se dogovorili za eventualno sodelovanje s podjetjem na tem področju. Za konstrukcijske elemente tekaških čevljev bi lahko uporabili termoplastične kompozite, ki jih razvijamo v okviru projekta DeremCo.

Spletna stran projekta je sedaj že aktivna in si jo lahko ogledate na [tej povezavi](#).

Dejavnosti in objave lahko spremljate tudi na [LinkedIn](#) in Twitter profilu (@DeremCo_project).

viš. pred. Silvester Bolka

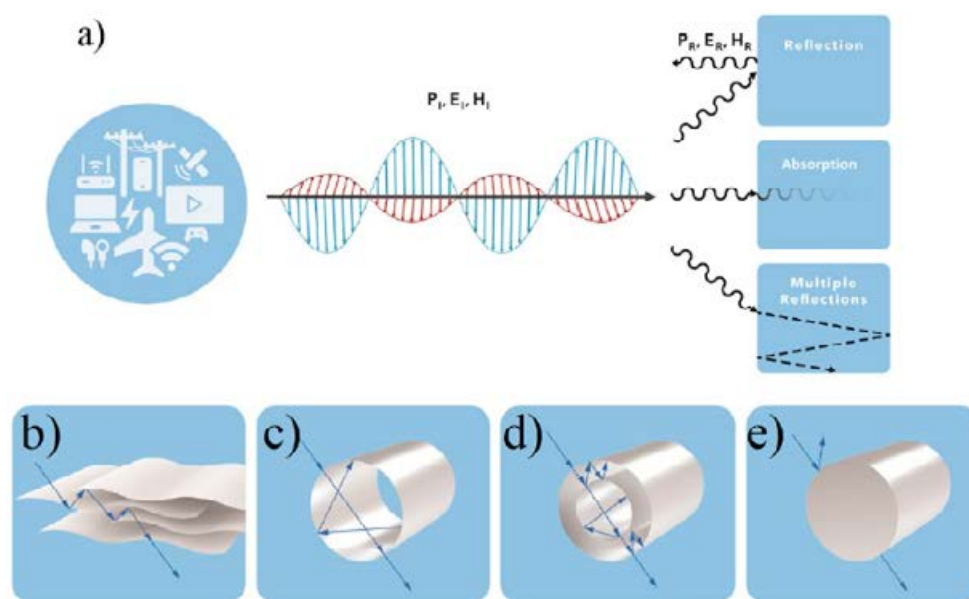


GrinShield

Funded by
the European Union

Projekt GrinShield

Objava znanstvenega članka z naslovom »A review on graphene and graphene composites for application in electromagnetic shielding«



Slika prikazuje (a) interakcije EM valovanja, ki so absorpcija, odboj (refleksija) ter večkratni odboj; (b) v lamelnem materialu; (c, d) v poroznem materialu; (e) v kompaktnem materialu.

V oktobru 2023 smo, v okviru projekta GrInShield, ki ga financira EU, objavili pregledni članek o uporabi grafena za zaščito pred elektromagnetnim sevanjem (EMS). Avtorji članka prihajajo iz vseh štirih partnerskih institucij in sicer so Svetlana Jovanović Vučetić in Dejan Kević iz Inštituta Vinča, Beograd Srbija, Muhammad Yasir iz University of Oldenburg, Oldenburg, Nemčija, Kamel Haddadi iz University of Lille, CNRS, Centrale Lille, Francija in Miroslav Huskić iz FTPO.

Izvleček:

Elektromagnetni valovi (EMW) so precej prispevali k dvigu kakovosti vsakdanjega življenja ljudi, saj jih uporabljamo za komunikacijo, obveščanje in zaznavanje v sodobni družbi. Hkrati EMW povzročajo elektromagnetno onesnaženje, težave z elektromagnetnimi motnjami (EMI) in uhajanjem radiofrekvenčnega (RF) signala. Te okolščine povzročajo

veliko povpraševanje po učinkovitih materialih za zaščito pred EMI.

Za oblikovanje izdelka za zaščito pred elektromagnetnimi motnjami je treba doseči kompromis med učinkovitostjo elektromagnetne zaščite, debelino zaščitnih materialov, vzdržljivostjo, mehansko trdnostjo, zmanjšano prostornino in težo ter elastičnostjo. Zaradi svoje zmožnosti blokiranja elektromagnetnih valov, prožnosti, nizke gostote in kemijske odpornosti je bil grafen opredeljen kot obetaven kandidat za učinkovito zaščito pred elektromagnetnimi motnjami. Tu smo pregledali študije, ki so preučevale različne kompozite na osnovi grafena kot potencialne materiale za zaščito pred EMI, s poudarkom na kompozitih na osnovi grafena in srebrovih nanožic, zaradi njihove visoke učinkovitosti zaščite pred EMI, nizke proizvodne cene in ugodnih mehanskih lastnosti.

Članek je dostopen [tukaj](#).

izr. prof. dr. Miroslav Huskić

Nov projekt Horizon europe NIAGARA



Funded by
the European Union

»Understanding, monitoring, and remediating the spread of chemical, microbiological and plastic pollution in drinking water treatment plants«

V Valencii (ITENE tehnološkem parku), je od 13. do 15. novembra 23 potekal prvi sestanek («Kick off meeting») v okviru HORIZON EUROPE projekta, v katerem sodelujemo tudi raziskovalci s fakultete. Projekt s strani ekipe FTPO vodi doc. dr. Klementina Pušnik Črešnar, v tesnem sodelovanju z izr. prof. dr. Blaža Likozar in Viktorije Zanoškar s projektne pisarne. Projekt, bo z začetkom izvedbe od 1. 11. 2023 do 31. 10. 2027, v vrednosti 3,6 milijonov evrov, koordinirala španska raziskovalna ekipa ITENE.

NIAGARA združuje vse potrebne pristope za celovit odziv na pojav širjenja onesnaževanja (kemičnega, mikrobiološkega in plastičnega) iz virov pitne vode vse do izpostavljenosti ljudi, in sicer prek čistilnih naprav za pitno vodo.

Ti pristopi vključujejo naslednje rešitve:

(1) Spremljanje v realnem času. NIAGARA bo razvila večanalitne biosenzorje, ki bodo lahko hkrati kvantificirali 4 zelo pomembna onesnaževala, kontaminante zelo različnih kemijskih lastnosti: BPA, imazalil, H. pylori in paracetamol/ibuprofen. Uporaba enot za predkoncentracijo, kjer bodo meje zaznavnosti dosegle pg/ml za kemikalije in 10-100 vi-talnih celic za H. pylori, kar je pod ravni škodljivosti za človeka za izpostavljenost zdravju.

(2) Sistem za odstranjevanje in razkuževanje, ki temelji na tandemskega načina, ki ga tvorita dva biofiltra IEDS (imobilizirani encimi razgradni sistemi) in fotoreaktorja UV/TiO₂. S to rešitvijo bomo dosegli popolno odstranitev štirih analitov (koncentracije pod mejo zaznavnosti laboratorijskih tehnik za de-



tekcijo kontaminantov v vodi) in odstranitev skupnega organskega ogljika v višini > 70 %, kar presega trenutno stanje tehnike.

Identificirali bomo nastale snovi DBP ter predvideli mehanizme njihovega nastanka in toksičnost.

(3) Hitra in stroškovno učinkovita metoda za spremljanje širjenja teh 4 onesnaževal v realnem času z uporabo hidravličnega modela, ki presega učinkovitost sedanjih metod (sekunde v primerjavi s tedni, > 60-odstotna natančnost).

Te rešitve bodo potrjene do pilotnega obsega (TRL=5) v študiji primera v mestu Valencia, v čistilni napravi za odpadne vode in z uporabo pitne vode in oskrbe s pitno vodo v okrožju št. 9 (Jesús), pri čemer bo sodelovalo občinsko podjetje za oskrbo s pitno vodo, in z zagotavljanjem varnosti in trajnostno zasnovo.

Končno je načrt komuniciranja in uporabe posebej zasnovan tako, da ima jasno projekcijo zunaj EU, da bi povečal njeno učinkovitost, konkurenčnost v vodnem sektorju ter okrepiti njen položaj in vlogo v svetovnem vodnem prostoru, pri čemer so sodelovali tudi predstavniki EU, ki so že prej sodelovali v projektu EU in zunaj nje.

doc. dr. Klementina Pušnik Črešnar

Interreg



Sofinancira
EVROPSKA UNIJA
Kofinanziert von
der EUROPÄISCHEN UNION

Slovenija – Österreich

ADDCIRCLES

Začetek novega INTERREG si-at projekta ADDCIRCLES

Konec lanskega leta smo na FTPO začeli z izvajanjem še ene mednarodne aktivnosti. Kot vodilni partner tokrat povezujemo konzorcij šestih institucij v sklopu Interreg SI-AT projekta z naslovom ADDCIRCLES. Poleg naše fakultete pri projektu, ki bo trajal od 1. novembra 2023 do 31. oktobra 2026, sodelujejo še Carinthian University of Applied Sciences iz Beljaka, Wood K plus iz Linza, GPS-Kärnten iz Celovca, TECOS iz Celja in Zavod za gradbeništvo iz Ljubljane.



Glavni cilj partnerstva je opolnomočiti regionalna podjetja in mreže za uporabo dodajalnih tehnologij, ki omogočajo proizvodnjo izdelkov z visoko dodano vrednostjo z razvojem trajnostnih rešitev. Projekt spodbuja implementacijo dodajalnih tehnologij za izboljšanje učinkovitost virov v proizvodnji, recikliranje in uporabo naravnih materialov ter prehod na prožno in krožno gospodarstvo v regiji.

V okviru projekta bomo izvajali aktivnosti na naslednjih treh področjih:

- Skupen razvoj inovativnih rešitev na področju dodajalnih tehnologij
- Spodbujanje uporabe dodajalnih tehnologij v industriji
- Učinkovit prenos znanja na področju dodajalnih tehnologij za različne ciljne skupine

Prvi sestanek vseh partnerjev 6. novembra 2023 je potekal preko spleta, v živo pa smo se nato srečali 19. decembra 2023 na FTPO, kjer smo že začrtali pomembne korake za izvedbo prvih skupnih aktivnosti. Te so se začele odvijati z začetkom novega leta: 16. februarja bo v Beljaku potekala prva brezplačna delavnica na temo uporabe 3D tiska za proizvodnjo lahkih kompozitnih izdelkov, 13. marca pa bomo na FTPO gostili izkušene predavatelje na brezplačni delavnici na temo inovativnih IKT orodij in didaktičnih metod.

Vabimo vas, da novice in aktivnosti sodelovanja spremljate na Facebook in LinkedIn profilu projekta ADDCIRCLES.

Zala Lorber

QUICK PROJECT OVERVIEW

MAIN OBJECTIVE: To foster the transition to circular economy by adoption and awareness raising of additive manufacturing technologies in the cross-border area and creation of market opportunities for such deployment.

DURATION: 1. 11. 2023 – 31. 10. 2026

BUDGET: 1.305.647,35 EUR

PARTNERS:



1st ADDCIRCLES
DEMONSTRATOR WORKSHOP

Interreg  Co-funded by the European Union
Slovenia – Austria

ADDCIRCLES

**MATERIAL EXTRUSION ADDITIVE MANUFACTURING FOR
HIGH PERFORMANCE LIGHTWEIGHT PRODUCTS**

16th February 2024, 11:00–15:30

Carinthia University of Applied Sciences, Europastrasse 4, 9524 Villach

Please register here: <https://forms.office.com/e/npb494cqnp>

1st ADDCIRCLES
WORKSHOP ON INNOVATIVE ICT TOOLS
AND DIDACTICAL METHODS

Interreg  Co-funded by the European Union
Slovenia – Austria

ADDCIRCLES

FUTURE FOCUSED BLENDED LEARNING IN SCIENCE AND ENGINEERING
Uncovering the transformative potential and discovering good practices
of blended learning in science and engineering courses

13th March 2024, 9:30–16:30

On-site: Faculty of Polymer Technology, Ozare 19, 2380 Slovenj Gradec, Slovenia
On-line: MS TEAMS

Please register here: <https://forms.office.com/e/Ybvka8QeVS>

Projekt STEAM



Soorganizacija Tabora za učitelje naravoslovja



Dekanov pozdrav
navzočim učiteljem



Podžupanja MO Slovenj
Gradec Martina Šisernik



Izbrani učitelji biologije, kemije in fizike iz vse Slovenije so bili v mesecu oktobru na tridnevnem gostovanju na Fakulteti za tehnologijo polimerov. V sodelovanju z Zavodom Republike Slovenije za šolstvo, s področno podsekretarko Anito Poberžnik in Dušanom Klemenčičem smo namreč pripravili tabor na katerem so učitelji proučevali vpliv biopolimerov in bioplastike na okolje in zdravje.

Na začetku tabora sta udeležence nagovorila dekan fakultete izr. prof., dr. Blaž Nardin in podžupanja Mestne občine Martina Šisernik ter predstojnica območne enote SG ZRSŠ Romana Košutnik. Po uvodnih predavanjih:

- Bioplastika in konvencionalna plastika - miti in realnost (Irena Pulko, FTPO);
- Naravni biopolimeri in rešitve za prehod v družbo brez odpadkov (Uroš Novak, Kemijski inštitut Ljubljana);

- Vidiki in okoljska problematika mikroplastike: viri in učinki na organizme (Anita Jemec Kokalj, Biotehnična fakulteta UL) in
- Izzivi ravnanja odpadkov iz plastike na Koroškem (Ivan Plevnik, KOCEROD);

je sledilo projektno delo z eksperimentalnim delom, ki smo ga za udeležence pripravili na fakulteti. Dodatno je bila udeležencem na voljo vsa raziskovalna oprema, ki so jo lahko uporabili pri kreiranju lastnih eksperimentov in pri preizkušanju modela medpredmetnega poučevanja. Učitelji so tako zasnovali svoje eksperimente, ki jih bodo preizkusili z osnovnošolci in dijaki. Predstavitev izvedb in evalvacija bosta izvedeni v mesecu aprilu.

Več informacij o projektu, gradivih za učitelje, poletnih šolah in natečajih si lahko preberete na uradni spletni strani **TUKAJ**.

izr. prof. dr. Irena Pulko



Fakulteta za
tehnologijo
polimerov

Sodelovanje s podjetji v oktobru, novembru in decembru 2023

**V okviru Centra za sodelovanje z gospodarstvom
smo v oktobru, novembru in decembru 2023
opravili meritve in karakterizacije za naslednja
podjetja in institucije:**

BSH Hišni aparati Nazarje, APC, Arex, Roto, Bifix, Kopur, Tehnomat, Aplast, SC Kompoziti, Lotrič certificiranje, Fist, Polycom, Filc, KO-SI, Gorenje, Plastiko Skaza, E-plast, Isokon, Iskra mehanizmi, Alpina, Mahle Filter Systems, UL FS, Mahle electric Drives, Huliot in Uteksol.

Obiskali smo podjetja in inštitucije Arex, Veplas, Suman, Helios TBLUS, OPS Breznik in Uteksol.

Na FTPO pa smo gostili predstavnike podjetij: Meusburger, Intralighting, Termoplasti Plama, Alpina, Mahle Filter Systems, UL FS, OPS Breznik, Uteksol in Top Teh.

Na daljavo preko spleta smo izvedli sestanke s podjetji Intralighting, Cinkarna Celje, Gorenje in Suman.

viš. pred. Silvester Bolka

Zlato priznanje Koroške gospodarske zbornice

NAMEN / CILJ

Skupaj s partnerjema OPS Breznik in Ekstera smo na FTPO razvili material za inovativni MATTERRA lonček, ki je izdelan iz 100 odstotno bioosnovanih materialov. Za MATTERRA lonček smo prejeli zlato priznanje Koroške gospodarske zbornice za leto 2023.



TEHNOLOGIJA / METODE

- Projektno delo smo si razdelili tako, da so v Eksteri razvili obliko lončka, pri OPS Breznik so izdelali orodje, na FTPO smo razvili material, ga testirali in skupaj z OPS Breznik optimirali procesne parametre za brizganje.
- Kot termoplastično matrico smo uporabili polimlečno kislino
- Odpadni hmelj smo dobili od lokalnih koroških pridelovalcev hmelja
- Uporabili smo kompatibilizator, da smo zagotovili dobre interakcije med odpadnim hmeljem in termoplastično matrico
- Dodali smo penilo, da smo zagotovili penjenje materiala v orodju za brizganje
- Lončke smo brizgali pri minimalnih možnih temperaturah
- Dodatek hmelja smo variirali tako, da smo dobili naravni izgled lončka in še vedno zadovoljive mehanske in toplotne lastnosti
- Uporabili smo tehnologijo brizganja termoplastičnega biokompozita z minimalno možno porabo energije, krajšimi ciklus časi in hkratnim penjenjem

REZULTATI

Z inovativno konstrukcijo lončka in inovativnim postopkom brizganja, kjer hkrati tudi penimo material, dobimo tako zadostno trdnost kot odlične izolacijske lastnosti. Dodatek hmelja omogoča tako odlične mehanske lastnosti, izboljša temperaturno obstojnost skodelice in hkrati zagotavlja nespremenjene lastnosti pri ponovni uporabi materiala oz. recikliranju. Obenem zviša hmelj tudi stopnjo kristaliničnosti materiala, kar omogoča krajše cikle časa pri brizganju in s tem nižjo porabo energije. S projektom smo projektni partnerji dokazali, da lahko z uporabo bioloških odpadov lokalnih pridelovalcev razvijemo inovativne izdelke, ki v primerjavi z obstoječimi izdelki močno zmanjšajo vpliv na okolje.



Obisk v podjetju Arex d.o.o.



V četrtek, 5. oktobra 2023, so se izr. prof. dr. Blaž Nardin, dekan, viš. pred. Silvester Bolka, vodja Centra za sodelovanje z gospodarstvom, in asist. Teja Pešl odpravili na Dolenjsko na sestanek in ogled proizvodnje podjetja Arex d.o.o., kjer sta zaposlena tudi dva naša diplomanta prve stopnje in študenta druge stopnje študijskega programa Tehnologija polimerov. Arex je srednje veliko podjetje na Dolenjskem, natančneje v Šentjerneju in zaposluje okoli 112 zaposlenih. Predhodno je bil lastnik Arex-a Ivan Kralj (sedaj direktor) z letom 2017 pa so lastniki postali Češka družba RSBC DEFENCE S.R.O.. Je edino podjetje v Sloveniji, ki se ukvarja z izdelavo ročnih pištol in ostalih proizvodov, ki so namenjeni obrambnemu sektorju, zato podjetje v Sloveniji na tem področju nima konkurence. V zadnjih letih se je produktni portfelj zelo spremenil zaradi strateške usmeritve v povečevanje vojaških in namenskih izdelkov in postopnim opuščanjem izdelkov smučarskega in avtomobilskega programa. Značilnost proizvodnje je prepletanje unikatnih izdelkov in serijskih proizvodov. Enkratnih izdelkov z izjemo orodjarskega programa je vedno manj, povečuje

pa se število in velikost serij. Večji del izdelkov je rezultat lastnega razvoja s celovitimi rešitvami od ideje, izdelave tehnične dokumentacije, izdelave prototipov, konstrukcije in proizvodnje. Produktna mapa obsega preko 1000 različnih variant in generacij izdelkov in polizdelkov. Življenjski cikel izdelkov je zelo različen, s stalnim izpopolnjevanjem, modifikacijami in izboljšavami imamo več generacij istovrstnih proizvodov. Podjetje je začelo s proizvodnjo orodij za brizganje plastike in izsekovanje kovin, pozneje pa je proizvodnjo razširilo še na izdelavo lastnih izdelkov iz plastike, tekstila in kovin. Podjetje se tako lahko pohvali s prvo serijsko pištolo, izdelano v Sloveniji; proizvaja pa tudi dele za orožje, kovinske linke za strelivo, manevrsko in trening strelivo, proizvodne linije, cevi za orožje, ohišje za solzilce, plastične polizdelke, ...

Namen obiska v podjetju je bilo reševanje težav s katerimi se srečujejo pri manevrskem strelivu. Center za sodelovanje z gospodarstvom tako z znanjem in izkušnjami pomaga in svetuje podjetju Arex pri razvoju novih polimernih materialov in odpravljanju težav.

asist. Teja Pešl

Tehnološki dan Alpina na FTPO



Udeleženci tehnološkega dneva

Za podjetje Alpina smo organizirali Tehnološki dan Alpina na FTPO. Tehnološki dan je bil namenjen predstavitvi Fakultete za tehnologijo polimerov in pričetek sodelovanja s podjetjem Alpina, ki sta se ga udeležila zaposlena v podjetju Alpina, Gašper Eniko in Robert Križnar.

14. novembra 2023 sta asistentka Teja Pešl in Predstojnik centra za sodelovanje z gospodarstvom Silvester Bolka predstavila FTPO predstavnikoma podjetja Alpina.

Tehnološki dan Alpina se je pričel s predstavitvijo Fakultete za tehnologijo polimerov, ki sta jo izvedla Teja Pešl in Silvester Bolka s korporativno predstavitvijo, kjer sta predstavila študijski program, njegovo vsebino, raziskovalno delo, sodelovanje z industrijo in laboratorijsko opremo.

Sledila je predstavitev podjetja Alpina, kjer sta Gašper Eniko in Robert Križnar predstavila delovanje podjetja in njihove pereče izzive, ter načrte za prihodnost.

Z delovanjem FTPO je nadaljeval Silvester Bolka s primeri možnih izvedb karakterizacije na laboratorijski opremi FTPO. Izpostavil je predvsem termično karakterizacijo in na koncu še DeremCo

projekt. Celotna predstavitev je bila podkrepljena tudi s primeri demonstratorjev, s pomočjo katerih je bilo zelo nazorno predstavljeno raziskovalno delo z nadgradnjo do izdelkov v različnih podjetjih. S tem so bile zelo nazorno podkrepljene uporabne raziskave, ki se izvajajo v laboratorijih FTPO.

Sledil je ogled laboratorijev za predelavo, mehansko in termično karakterizacijo, kjer sta Teja Pešl in Silvester Bolka udeležencema razkazala laboratorijsko opremo in predstavila primere in načine uporabe opreme za predelavo in karakterizacijo polimerov. Pereče probleme v podjetju Alpina so udeleženci predebatirali pri ogledu laboratorijev.

Tehnološki dan Alpina se je zaključil s pogovori o pričetku sodelovanja med podjetjem Alpina in FTPO na področju karakterizacije termoplastičnih elastomerov.

viš. pred. Silvester Bolka

Tehnološki dan Termoplasti Plama na FTPO

●●●● FTPO

Fakulteta za
tehnologijo polimerov

SOUSTVARJAMO PRIHODNOST



TEHNOLOŠKI DAN – TERMOPLASTI PLAMA

Fakulteta za tehnologijo polimerov, 10.11.2023
Teja Pešl, Silvester Bolka

Za podjetje Termoplasti Plama smo organizirali Tehnološki dan Termoplasti Plama na FTPO. Tehnološki dan je bil namenjen predstavitvi Fakultete za tehnologijo polimerov in pričetek sodelovanja s podjetjem Termoplasti Plama, ki so se ga udeležili zaposleni v podjetju Termoplasti Plama, Sandi Prosen, Anja Prosen in Jožica Rojc Rutar.

10. novembra 2023 sta asistentka Teja Pešl in Predstojnik centra za sodelovanje z gospodarstvom Silvester Bolka predstavila FTPO predstavnikoma podjetja Termoplasti Plama.

Tehnološki dan Termoplasti Plama se je pričel s predstavitvijo Fakultete za tehnologijo polimerov, ki sta jo izvedla Teja Pešl in Silvester Bolka s korporativno predstavitvijo, kjer sta predstavila študijski program, njegovo vsebino, raziskovalno delo, sodelovanje z industrijo in laboratorijsko opremo.

Sledila je predstavitev podjetja Termoplasti Plama, kjer so Sandi Prosen, Anja Prosen in Jožica Rojc Rutar predstavili delovanje podjetja in njihove pereče izzive, ter načrte za prihodnost. Glavni poudarek je bil namenjen izzivom, ki so povezani z uporabo recikliranih surovin za njihove produkte.

Z delovanjem FTPO je nadaljeval Silvester Bolka s primeri možnih izvedb karakterizacije na laborato-

rijski opremiti FTPO. Izpostavil je predvsem karakterizacijo na laboratorijski opremiti, ki vrednoti kvaliteto reciklatov. Celotna predstavitev je bila podkrepljena tudi s primeri demonstratorjev, s pomočjo katerih je bilo zelo nazorno predstavljeno raziskovalno delo z nadgradnjo do izdelkov v različnih podjetjih. S tem so bile zelo nazorno podkrepljene uporabne raziskave, ki se izvajajo v laboratorijih FTPO.

Sledil je ogled laboratorijev za predelavo, mehaniko in termično karakterizacijo, kjer sta Teja Pešl in Silvester Bolka udeležencema razkazala laboratorijsko opremo in predstavila primere in načine uporabe opreme za predelavo in karakterizacijo polimerov. Pereče probleme v podjetju Termoplasti Plama so udeleženci predebatirali pri ogledu laboratorijev.

Tehnološki dan Termoplasti Plama se je zaključil s pogovori o sodelovanju med podjetjem Termoplasti Plama in FTPO tudi na področju študijskih dejavnosti, saj so predstavniki podjetja izrazili pripravljenost štipendirati naše študente. Zmenili smo se tudi za nadaljnje korake pri podpisu letne pogodbe o sodelovanju med podjetjem Termoplasti Plama in FTPO.

viš. pred. Silvester Bolka

Letna pogodba s podjetjem Termoplasti Plama

Kot nadgradnja tehnološkega dneva Termoplasti Plama na FTPO, ki je bil izveden 10. 11. 2023, sta bila podpis pogodbe o ne razkrivanju podatkov, kateri je sledil še podpis letne pogodbe o sodelovanju med podjetjem Termoplasti Plama in FTPO. Letno pogodbo sta 22. novembra 2023 podpisala direktor podjetja Termoplasti Plama, g. Sandi Prosen in dekan FTPO, izr. prof. dr. Blaž Nardin.

Podjetje Termoplasti Plama se ukvarja z izdelavo embalažnega materiala, prvenstveno iz LDPE, vendar tudi iz HDPE in PP. Zaposlenih je 130 delavcev in letno predelajo okoli 14.000 ton polimerov. Sledijo trendom na trgu predelave plastike, zato je njihova proizvodnja usmerjena tudi v predelavo recikliranih termoplastov za embalažne materiale. Pri tem se soočajo z vsakodnevnimi izzivi povezanimi s predelavo reciklatov, zato so se obrnili na FTPO, da bi skupaj reševali te pereče probleme.

Glavne točke sodelovanja med podjetjem Termoplasti Plama in FTPO bi bile:

1. reševanja kakovostnih težav v proizvodnji;
2. vhodne kontrole materialov v proizvodnjo;

3. pomoč pri izbiri opreme in uvedbe le te za namen vhodne kontrole in kontrole proizvodnje;
4. razvoja metod za novo opremo;
5. pomoč pri vzpostavitvi kakovosti PCR (Post-Consumer Recycled) materialov;
6. strateško raziskovalno inovacijsko delo;
7. izvajanje usposabljanja za zaposlene.

Sodelovanje se je takoj tudi pričelo, saj smo v začetku decembra 2023 že prejeli prve vzorce iz podjetja Termoplasti Plama. Sodelovanje bomo nadgradili tudi z obiskom ekipe FTPO v podjetju Termoplasti Plama, ki ga bomo izvedli v drugi polovici januarja 2024.

viš. pred. Silvester Bolka



Sodelovanje s podjetjem Suman

7. decembra 2023 sta dekan, izr. prof. dr. Blaž Nardin in predstojnik Centra za sodelovanje z gospodarstvom, Silvester Bolka, obiskala podjetje Suman v Bosni in Hercegovini, kjer sta ju gostila Damir Mehmedović in Nedim Dedić.



Avtomatska linija za sestavo nosilnih elementov senčnikov v podjetju Suman



Sitotisk linija v podjetju Suman, ki je dolga 70 metrov.



Izdelki, ki jih podjetje Suman dobiva od svojih poddobaviteljev.

Podjetje Suman se ukvarja z izdelavo senčnikov, ki jih distribuira po Evropi in tudi širše. V svojem prodajnem programu imajo veliko različnih izvedb, večina pa vsebuje tudi manjše plastične kose, ki jim jih dobavljajo njihovi poddobavitelji.

Obisk smo pričeli s predstavitvijo podjetja Suman in nadaljevali s predstavitvijo FTPO. Sledila je predstavitev perečih problemov podjetja Suman in ogled njihove proizvodnje senčnikov. Zelo pomembna je njihova sitotisk linija za tisanje senčnikov, ki je dolga kar 70 metrov. Po končanem ogledu proizvodnje smo ogled nadaljevali pri dveh podjetjih v bližini, kjer brizgajo plastične kose za podjetje Suman. To sta bili podjetji Plamingo in Plastic and

Steel »P & S«. Tu smo si natančno pogledali celoten tok materiala vključno z brizganjem. V obeh podjetjih smo vzeli tudi vzorce termoplastov in brizganih kosov, ki jih bomo na FTPO natančno karakterizirali.

Druženje smo sklenili ob kosilu, kjer smo naredili še analizo vidnega in oblikovali predlog za pričetek sodelovanja med podjetjem Suman in FTPO. Predlog za sodelovanje zajema tako karakterizacijo problematičnih kosov kot tudi področje predlogov za izboljšave, tako na področju izbora materialov kot same izvedbe brizganih plastičnih kosov.

viš. pred. Silvester Bolka

Sokratska predavanja

V decembru se je Fakulteta za tehnologijo polimerov odzvala na povabilo Medicinske fakultete Univerze v Ljubljani in pristopila k sodelovanju organizacije Sokratskih predavanj, ki so potekala 9. decembra 2023. Tokrat so v organizacijo vključene še štiri tuje univerze, in sicer Evropska univerza iz Tbilisija, Univerza iz Lvova, Univerza iz Madrida in Univerza iz Arada.

Naš del je bila organizacija sekcije vezane na Trajnostno rabo polimerov. V okviru sekcije je viš. pred. Silvester Bolka predstavil prispevka z naslovoma: »The Effect of Size and Surface Treatment of Nucleating Agents on PA6 Morphology Studied by Flash DSC« in »The Use of Different Fractions of Waste Thermosets for Thermoplastic Composites«, ki sta nastala v soavtorstvu z izr. prof. dr. Blažem Nardinom, asist. Tejo Pešl in asist. Tamaro Rozman.

V nadaljevanju sta objavljena povzetka omenjenih prispevkov.

»The Effect of Size and Surface Treatment of Nucleating Agents on PA6 Morphology Studied by Flash DSC«

Abstract:

The use of recycled polymer materials with low carbon footprint, which enables circular economy, is becoming increasingly interesting for commercial use in the world. The main reasons for this are the accumulation of waste after the use of polymer products and the warming of the atmosphere due to the overloading of the environment with greenhouse gases produced during the extraction of these materials. We were interested in the differences in properties between differently modified samples of thermoset waste in a thermoplastic matrix. Our main focus was on the influence of the modification of the interface on the stiffness and strength of the prepared material. The results



Faculty of
Polymer Technology



8. 2023
SOCRATIC
LECTURES

SHAPING THE FUTURE



The Use of Different Fractions of Waste Thermosets for Thermoplastic Composites

Blaž Nardin, Teja Pešl, Tamara Rozman, Silvester Bolka, Faculty of polymer technology
10th 2023 SOCRATIC LECTURES, 09.12.2023

of tensile and bending tests showed that with the right combination of compatibilizers, we were able to successfully increase the stiffness and strength of the composites. The simultaneous increase in stiffness and strength is a very good indicator that with the right combination of compatibilizers (PP-g-MA and modified TPU co-polymer) we were able to ensure good surface interaction between the fibres and the polymer matrix in these samples. Waste paper was added to the thermoplastic matrix as a reference. The difference in the performance of the composites can be explained by the better wettability of the waste paper with the SEBS-g-MA compatibilizer and the better interfacial interactions of the modified TPU copolymer with the thermoset and the PP-g-MA with the glass fibres in the case of the waste thermoset composite.

»The Use of Different Fractions of Waste Thermosets for Thermoplastic Composites«

Abstract:

The use of recycled polymer materials with a low carbon footprint, which enable a circular economy, is becoming increasingly interesting for commercial use in the world. The main reasons for this are the accumulation of waste after the use of polymer products and the warming of the atmosphere as a

result of the overloading of the environment with greenhouse gases produced during the extraction of these materials. We were interested in the differences in properties between differently modified samples of thermoset waste in a thermoplastic matrix. We paid the most attention to the influence of the modification of the interface on the stiffness and strength of the prepared material. The results of tensile and bending tests showed that with the right combination of compatibilizers, we could successfully increase the stiffness and strength of the composites. The simultaneous increase in stiffness and strength is a very good indicator that with the right combination of compatibilizers (PP-g-MA and modified TPU co-polymer) we were able to ensure a good surface interaction between the fibres and the polymer matrix in these samples with the right combination of compatibilizers (PP-g-MA and modified TPU copolymer). Waste paper was added to the thermoplastic matrix as a reference. The difference in the performance of the composites can be explained by the better wettability of the waste paper with the SEBS-g-MA compatibilizer and the better interfacial interactions of the modified TPU copolymer with the thermoset and the PP-g-MA with the glass fibres in the case of the waste thermoset composite.

asist. Teja Pešl

Izr. prof. dr. Blaž Nardin ponovno izvoljen za dekana FTPO



Z veseljem in ponosom sporočamo, da je Senat FTPO na svoji 11. redni seji dne 28. novembra 2023, izr. prof. dr. Blaža Nardina ponovno imenoval za dekana Fakultete za tehnologijo polimerov. Dekan je novo mandatno obdobje 2024 – 2027 nastopil s 1. 1. 2024. Svoje prvo mandatno obdobje je izr. prof. dr. Blaž Nardin nastopil pred štirimi leti. Z njegovim imenovanjem sta Senat FTPO in Upravni odbor FTPO na predlog takratne direktorice, Maje Mešl, odločila, da se poslovodna funkcija in funkcija strokovnega vodenja fakultete združita. Združeni funkciji je tako dekan v prvem mandatu nastopil s prenehanjem mandata takratne direktorice in ju opravlja kot dekan tudi v svojem drugem mandatu.

Ob začetku novega mandata je novinar časnika Večer z dekanom opravil zanimiv intervju, v katerem je izr. prof. dr. Blaž Nardin, kot dekan fakultete "za plastiko" pojasnil, zakaj plastiko vidi kot ključni material prihodnosti, kako se na fakulteti soočamo z negativno percepcijo plastike ter podal odgovore na druga zanimiva vprašanja.

Ekipa FTPO vas vljudno vabi k branju intervjuja, ob nastopu novega mandata pa dekanu ponovno čestita in mu želi zanimivih izkušenj, izjemnih dosežkov ter svežega zagona.

Vabljeni k branju **novega intervjuja** z dekanom v časniku Večer.

Štefi Grah

Volitve in konstitutivna seja Študentskega sveta FTPO

27. oktobra 2023 so potekale volitve članov Študentskega sveta FTPO za študijsko leto 2023/2024.



Predsednica Študentskega sveta FTPO Ajda Dobnik



Nova sestava Študentskega sveta FTPO za leto 2023/2024

13. novembra 2023 pa je potekala 1. konstitutivna seja Študentskega sveta Fakultete za tehnologijo polimerov. Na seji so se poleg obravnave in sprejema predloge novega Pravilnika o imenovanju predstavnikov študentov v organe Fakultete za tehnologijo polimerov, predstavili novi člani ter tako uradno konstituirali Študentski svet za študijsko leto 2023/2024. Prav tako sta se izvolila predsednik in namestnik Študentskega sveta. Predsednica Študentskega sveta ostaja študentka 3. letnika Ajda Dobnik, njen namestnik pa je študent Vanja

Jeriček. Študentski svet Fakultete za tehnologijo polimerov je izvolil tudi člane v organe fakultete za novo mandatno obdobje.

Člane nove sestave Študentskega sveta FTPO je pozdravil in čestital tudi dekan izr. prof. dr. Blaž Nardin in jim zaželel uspešno delovanje.

Aktualne sestavo študentskega sveta FTPO in si lahko ogledate [tukaj](#).

Sara Jeseničnik



Uradna ustanovitev Alumni FTPO in prvo srečanje

V petek 17. novembra 2023 smo v prostorih naših laboratorijev organizirali prvo srečanje Alumni FTPO, kjer smo dolgo pričakovano ustanovitev tudi uradno potrdili ter izbrali predsednika, kateri je postal Nejc Ozimic.

Na FTPO do danes beležimo skupno 225 diplomantov. Od prve generacije študentov, takrat še VŠTP, je minilo že 16 let, zato smo bili še posebej veseli vseh prisotnih. Na srečanju smo potrdili formalnosti, članom predstavili novosti naše fakultete in

Centra za sodelovanje z gospodarstvom ter nato v sproščenem vzdušju nadoknadili zamujeno, obujali spomine na študentska leta na FTPO ter že določili datum naslednjega srečanja.

Sara Jeseničnik



Predstojnik Centra za sodelovanje z gospodarstvom je predstavil novosti Centra za sodelovanje z gospodarstvom





Predstojnica Kariernega centra in mednarodne pisarne Maja Mešl je predstavila novosti fakultete in Pravilnik o organiziranosti in delovanju Alumni Fakultete za tehnologijo polimerov.



Uspešna tudi 3. mednarodna konferenca o krožni embalaži (3rd Circular packaging conference)

Za nami je uspešna dvodnevna mednarodna konferenca o krožni embalaži, ki je potekala 19. in 20. oktobra 2023 na Inštitutu za celulozo in papir v Ljubljani. Konferenco, ki je potekala v živo in na daljavo, smo že tretjič zapovrstjo organizirali skupaj z Inštitutom za celulozo in papir. Z več kot 100 udeleženci iz 15 držav je konferenca požela veliko uspeh.

Namen konference je bil povezati inštitucije znanja in gospodarstvo ter druga podjetja, ki so vključena v življenjski cikel embalaže, za izmenjavo znanj, idej, širjenje dobrih praks in oblikovanje novih verig vrednosti pri preoblikovanju iz linearnega v krožno pakiranje.

Tematike konference so bile zelo raznovrstne in so obsegale vsa področja, ki so pomembna v življenjskem ciklu embalaže: poslovni model in krožna embalaža, materiali in tehnologije za krožno embalažo, LCA in veriga vrednosti za krožno embalažo, nove rešitve recikliranja ter raziskave na področju krožne embalaže – od oblikovanja, premazov, biokompozitov, pametne embalaže pa vse do tiska in recikliranja.

Konferenco sta prvi dan z vabljenima predavateljema otvorila Maja Desgrées du Loû iz evropske komisije ter Ulrich Leberle iz organizacije Cepi. Predstavila sta predlog uredbe za embalažo in odpadno embalažo in kritične vidike za celulozno in papirno industrijo. Sledil je pogled na krožno embalažo, ki so ga predstavili predstavniki podjetij: DS Smith, BSH, tesa, Kaligraf, Hirsch Porozell, gr3n SA, PreZero International, Aitiip Centro Tecnológico, Mitja Brgant in VCG.

Drugi dan sta se na vabilo odzvala prof. Julien Bras in prof. Nadia Lotti. Prof. Bras je predstavil različne celulozne materiale primerne za embalažo, ki jih razvijajo v Grenoblu v Franciji v okviru projekta

Cellulose Valley. Prof. Lotti pa je predstavila pomemben napredek v smeri izdelave bio osnovanega mono-materiala iz trajnostnih termoplastičnih polimerov, ki so primerni za pakiranje živil. Sledila je predstavitev projekta LEAP - Učno-demonstracijska mreža za načrtovanje in izdelavo trajnostne industrijske embalaže iz alternativnih lignoceluloznih vlaken ter več kot 25 odličnih raziskav s področja krožne embalaže, ki so objavljene v zborniku konference, ki je v pdf obliki dostopen na [spletni strani konference](#).

S predstavitev iz industrije ter trenutnimi raziskavami na področju ne moremo prezreti pomembnosti ponovne uporabe, recikliranja, vse večjega zanimanja za lito embalažo kot nadomestka za EPS, nanoceluloze ter alternativnih vlakninskih virov.

Glede na navdušenje udeležencev nad celotno konferenco pa vsekakor lahko računamo tudi na četrto različico konference o krožni embalaži.

Nekaj vsebinskih utrinkov konference tudi v spodnjih citatih:

- »Circular packaging means also less packaging« Maja Degrees du Lou
- "You can't unscramble eggs" Julia Roitner
- »If you think you are too small, try to sleep with a mosquito« (Dalai Lama) - »Let's be a mosquito« Rok Štifter



Generalni sponzor konference

Sporočilo za javnost, FTPO in ICP

V nadaljevanju so objavljeni **povzetki prispevkov**, ki so jih pripravili naši raziskovalci. Vsi prispevki so zbrani tudi v zborniku na [tej povezavi](#).

“Mechanical recycling of shrink PE films”

Avtorji: Silvester Bolka, Teja Pešl, Tamara Rozman, Rajko Bobovnik, Blaž Nardin

Povzetek:

“Packaging recycling is often more economically feasible than other sectors of the plastic market due to high turnover rates of the collected post-consumer waste in Europe. The stability of plastics, a key performance feature that has promoted their use, also reduces their ability to degrade. Packaging films are primarily made out of linear low-density polyethylene (LLDPE) and low-density polyethylene (LDPE). The global plastics economy is largely linear. Plastics are produced, used and more than half of them are disposed with no recovery. There are four main types of recycling process: primary recycling, secondary recycling, tertiary recycling and quaternary recycling. Primary recycling involves extruding preconsumer polymer or pure polymer streams. Secondary recycling requires sorting of polymer waste streams, reduction of polymer waste size, followed by extrusion. With proper control over processing conditions, many polymers can undergo several cycles of primary and secondary mechanical recycling without concern for loss of performance. Tertiary or chemical recycling is often complementary to traditional recycling methods, and can retain significant value. Quaternary recycling is applied to plastics that are unsuitable for any other type of recycling and are used for energy recovery via pyrolysis. The need for improved plastic circularity is clear. Mechanical

recycling will remain the most effective method to recycle plastics – in terms of time, economic cost, carbon footprint and environmental impact. This paper explores mechanical up-cycling challenges and solutions for the shrink PE films. Our work demonstrates that mechanical recycling is key in improving waste shrink PE films by highlighting the influence of the used compatibilizer and processing aids connected with processing parameters on the mechanical properties to enable recycling via up-cycling.”

“Modification of PLA-based bio nanocomposite with NCC”

Avtorja: Silvester Bolka, Blaž Nardin

Povzetek:

“In this article, the properties of bio-nanocomposite with poly(lactic acid) (PLA)/polycarbonate (PC)/ bled, prepared with reactive extrusion, are described. For good dispersion of nanocrystalline cellulose (NCC) mixture of two compatibilizers was used, without surface treatment of NCC. To enhance the miscibility of the bio-nanocomposite two compounding cycles were performed. To enable the crystallization during the cooling of PLA, CaCO₃ was added in all series. A mixture of PLA/PC with all additives and without NCC was used as a reference. The addition of NCC enhanced stiffness, strength, and elongation at break, showing good interfacial interaction between thermoplastic matrix and NCC due to proper compatibilizer mixtures. At lower NCC loading the mechanical properties were enhanced also beyond the glass transition temperature. The crystal moieties formation was characterized by Flash DSC. At 1 % and 2 wt.% NCC loading the time for crystal formation is min. 600 s, at 5 wt.% NCC loading time is min. 100 s. The toughness was enhanced except for the sample with 5 wt.% NCC and second compounding cycle due to the PLA and NCC degradation. With the material, the design jars were produced. Production was possible due to the material modification, with plain PLA production via injection molding not possible due to the negative angle. Modified bio-nanocomposite is suitable for the production of design injection molded parts.”



Otvoritev konference in nagovor direktorja Inštituta za celulozo in papir, David Ravnjak

“Mechanical recycling of pre-consumer polyethylene terephthalate (PET)”

Avtorji: Rebeka Lorber, Aleksandra Nešić, Silvester Bolka, Blaž Nardin

Povzetek:

“The exponential rise in plastic waste, particularly polyesters such as polyethylene terephthalate (PET), polylactic acid (PLA) and other packaging materials, has become a pressing environmental concern on a global scale. To tackle this issue, mechanical recycling has emerged as a promising solution. Mechanical recycling of PET, such as any other polymer, involves a series of crucial steps, including collection, sorting, cleaning, size reduction, and reprocessing. These steps aim to convert polymer waste into high-quality recycled materials suitable for diverse applications, however they come with challenges that need to be addressed, the most significant risks are represented by contamination and degradation. The main advantages of the are reduced energy consumption, carbon emissions compared to the production of virgin PET and conservation of valuable resources by decreasing the demand for raw materials. In the paper prospect of pre-consumer recycled PET (rPET) for mechanical recycling is studied by evalu-

ating the influence of multiple cycles of mechanical recycling on the thermal and mechanical properties. The results show that rPET can be mechanically recycled up to 7 times starting from virgin material, before losing its processability. However, the yielding properties after 7 cycles of mechanical recycling are still acceptable for less demanding applications, since PET retain moduli quite well, strength on the other hand decreases more noticeable. Thermal properties do not change significantly, only small decreases in degradation temperatures were recorded and crystallization behaviour shifted to higher temperature. “

»Sn-catalysis as an efficient depolymerization step of poly(lactide) to lactide«

Avtorici: Klementina Pušnik Črešnar, Irena Pulko

Povzetek:

Increasing the high-performance quality of recycled material, accelerating the renewable raw material and renewable energy, production technologies, renewable material addressing the non-toxic chemical with the generation of minimised waste; and secondly, improving the green way of producing plastic material are the main Economy Strategy plan. In this context, plastics made



izr. prof. dr. Blaž Nardin (FTPO) in David Ravnjak (ICP)



from renewable resources have advantages over fossil-based plastics and provide benefits to the circular economy. Therefore, the chemical recycling of renewable resources such as poly(lactide) (PLA) could be a beneficial approach to ensure the high quality of the produced material (monomer) and to add benefits to a circular economy. In this context, PLA-based plastics have been investigated. Due to its bio-based and renewable nature, PLA has been expanded in many applications such as packaging, biopharmaceuticals, drug delivery carriers, 3D printing devices. In this context, many different types of chemical recycling based on depolymerisation have been developed, where the conversion of the end-of-life polymer into useful molecular weight compounds is crucial. The lactide obtained by chemical recycling is subjected to ring-opening polymerisation accompanied by catalysis to obtain high molecular weight PLA. In addition, the catalytic depolymerisation of PLA to lactide was investigated. In the literature, many salts have been used as catalysts for the depolymerisation of PLA. In our study, the depolymerisation step of PLA was investigated by varying the depolymerisation conditions such as concentration of tin salts as catalysts, time of depolymerisation and the potential of $\text{Sn}(\text{OAc})_2$ as a catalyst in the depolymerisation of PLA.

isation of PLA has been demonstrated so far. The results of Sncatalysed depolymerisation of PLA to obtain lactide, characterised by DSC, ATR- 220 FTIR and TGA methods, showed the presence of yields at 220°C (6 mbar) within 4 hours.

»Depolymerisation of post-consumer pet bottles with aminolysis in the presence of organocatalyst«

Avtorja: Irena Pulko, Miroslav Huskić

Povzetek:

Polyethylene terephthalate (PET) is a saturated polyester synthesized by the esterification of a dibasic acid (terephthalic acid) and a diol (ethylene glycol) and is used for fibres, bottles, films, and other moulded products. PET is recycled by both physical and chemical routes. The physical route generally consists of remelting and forming new products with the help of suitable additives. PET can be chemically reprocessed by complete depolymerisation into oligomers, monomers, and other by-products. In this way, a wide range of terephthalamide monomers can be produced, which can serve as building blocks for high-performance materials with desired mechanical and thermal properties. In this study, different amines



Vabljen predavatelj Julien Bras



viš. pred. Silvester Bolka



asist. Rebeka Lorber



iz. prof. dr. Irena Pulko

(ethylenediamine - EDA, 1,4-diaminobutane - DAB, 1,6-diaminohexane - DAH) were used to depolymerise post-consumer PET beverage bottles. The bottles were cut into pieces with an edge length of less than 2 cm. Aminolysis of PET was carried out in the presence of organocatalyst (1,5,7- triazabicyclo[4.4.0]dec-5-ene (TBD)) and with an excess of amine (ethylenediamine, 1,4-diaminobutane,

1,6-diaminohexane; 1.5 and 3 eq.). After completion of the reaction the product was isolated, washed with organic solvents and dried. The products bearing amino functional groups were characterised by Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR) and differential scanning calorimetry (DSC).



Dekan FTPO, izr. prof. dr. Blaž Nardin



Thom as Kandolf, Hirsch Porozell



Maurizio Crippa – CEO, gr3n SA



viš. pred. Silvester Bolka



Obisk predstavnikov podjetja Meusberger, 12. 10. 2023

V okviru internega šolanja podjetja Meusburger, ki so ga od 12. do 13. oktobra 2023 izvedli na FTPO, je imel dekan izr. prof. dr. Blaž Nardin predavanje z naslovom »RECIKLIRANJE TERMOPLASTOV«.



60 let gimnazije Franca Miklošiča Ljutomer



Gimnazija Franca Miklošiča Ljutomer in Fakulteta za tehnologijo polimerov že dolga leta sodelujeta na različnih strokovnih področjih. Iz Gimnazije Franca Miklošiča Ljutomer prihaja na študij na FTPO kar nekaj dijakov, sedaj tudi že naših diplomantov in diplomantk. Zato smo bili zelo počaščeni z vabilom, ki smo ga prejeli s strani vodstva gimnazije na praznovanje njihove 60 letnice obstoja. Gimnazija Franca Miklošiča ima zanimiv slogan in sicer: »Z znanjem ponosni v prihodnost«. Ta sloga zelo dobro povzema vrednote šole in njenih maturantk in maturantov.

Svečane akademije ob 60-letnici GFML, ki je potekala v soboto, 14. oktobra 2023, so se v dvorani ŠIC v Ljutomeru udeležili minister za vzgojo in izobraževanje dr. Darjo Felda, direktor Zavoda za šolstvo mag. Vinko Logaj, županja mag. Olga Karba in mnogi drugi gosti, med njimi tudi dekan FTPO, dr. Blaž Nardin.

Na akademiji se je vodstvo šole zahvalilo in izpostavilo tiste, ki so bili v teh 60 letih najbolj zaslužni za to, da je do gimnazije v Ljutomeru sploh prišlo, da se je ta gimnazija uspešno razvijala.

Da gre za resnično kakovostno gimnazijo priča tudi dejstvo, da se je svečane akademije udeleži-



Vir fotografij: spletna stran Gimnazije Franca Miklošiča Ljutomer

lo zavidljivo veliko bivših gimnazijk in gimnazijcev GFML, kar samo potrjuje njihov slogan om znanju in ponosu.

Gimnaziji Franca Miklošiča Ljutomer želimo še veliko uspešnih let in predvsem vzgoje vrhunskih maturantk in maturantov, ki jih Slovenija nujno potrebuje za njen nadaljnji razvoj.

izr. prof. dr. Blaž Nardin

Obisk državnega sekretarja dr. Matjaža Krajnca

S ciljem da FTPO čim bolj izboljša kakovost študija in poskrbi za bolj enakopraven položaj študentov v Slovenj Gradcu v primerjavi s položajem študentov v univerzitetnih središčih, si vodstvo Fakultete za tehnologijo polimerov vseskozi prizadeva za dialog z odločevalci na področju visokošolske politike.



To je privedlo tudi do obiska državnega sekretarja, odgovornega za visoko šolstvo in znanost na Ministrstvu za visoko šolstvo, znanost in inovacije, dr. Matjaža Krajnca na sedežu Fakultete za tehnologijo polimerov. Skupaj z go. Nino Kuhar smo sekretarja gostili 15. novembra 2024.

Dr. Matjaž Krajnc je v tako v Sloveniji, kot tudi v tujini priznan znanstvenik in raziskovalec na področju polimernih materialov, zato tudi zelo dobro pozna dejavnost Fakultete za tehnologijo polimerov. Z veseljem je prisluhnil predstavitvi dosežkov FTPO na področju pedagoške dejavnosti, raziskovalne dejavnosti in sodelovanja z industrijo. Z veseljem si je ogledal prostore Fakultete za tehnologijo

polimerov in opremo, ki jo je fakulteta pridobila iz naslova sodelovanja na raziskovalnih projektih, kakor tudi z donacijami slovenskih in tujih podjetij, ter z industrijskim sodelovanjem.

Vodstvo fakultete je državnemu sekretarju predstavilo izzive, s katerimi se srečujejo študenti v Slovenj Gradcu. Dogovorili smo se, da bodo na ministrstvu preučili opcije, na kakšen način bi lahko izboljšali pogoje študija v Slovenj Gradcu in s tem čim bolj izenačili pogoje, ki jih imajo študenti v celi Sloveniji.

izr. prof. dr. Blaž Nardin

V zborniku znanstvenih prispevkov Svet strojništva – Akademija strojništva 2023 tudi prispevek naše fakultete



Received: 13.10.2023

Received in revised form: 6.11.2023

Accepted: 6.11.2023

Evaluation of durability and wear behaviour of polyoxymethylene and polyamide-based gears

Matija Hriberšek^a, Simon Kulovec^{b*}

^aFaculty of Polymer technology (FTPO), Ozare 19, 2380 Slovenj Gradec

^bPodkrižnik d.o.o., Loke 33, 3333 Ljubno ob Savinji (*simon.kulovec@podkrižnik.si)

When designing gear systems, a key is to select a right material for gear pair to ensure appropriate operating characteristics of the drive train system. System performance does not depend on a single material, but on material pairs that form a gear system. In this paper, the impact of the glass fibers and internal lubricant Polytetrafluoroethylene (PTFE) incorporated into polyamide 66 (PA66) matrix are studied on the durability and wear of Polyoxymethylene (POM) gear and compared to gear pair comprised of virgin POM and PA66. The results showed higher wear rate on the POM gears in comparison to virgin PA66 and reinforced PA66. The results show that wear and deformation of gears are inversely proportional with durability.

Introduction

al. (2020) developed thermo-mechanical model produces results consistent experimental measurements of polymer gear running using high-speed infrared thermography [6]. VDI guideline (2016) propose polymer materials which are mainly used in drive train applications with roughly determined durability and wear characteristics [7].

Materials and methods

In this research, an impact of glass fibers compounded into PA66 matrix were studied when observing POM as a driving gear and mentioned composite PA66 based driven gear. To evaluate correct the impact of glass fibers on the durability and wear behavior of the POM driving gear, a gear pair comprised of POM as driving gear mated with PA66 driven gear was analyzed. Polymer gears were manufactured using two different production technologies. At first, circular semi parts were injection molded with machine Krauss Maffei KM 50/100 CX.

22. novembra 2023 je v Cankarjevem Domu v Ljubljani potekala tradicionalna vsakoletna Akademija Strojništva, kjer se zberejo vsi najpomembnejši deležniki na področju strojništva v Sloveniji. Ob dogodku vsakoletno izide tudi zbornik z znanstvenimi prispevki, ki vključuje pregled aktualnih prispevkov na področju raziskav v strojništvu, med katerimi je letos tudi naša Fakulteta.

Doc. dr. Matija Hriberšek je objavil prispevek v sodelovanju s podjetjem Podkrižnik na temo polimernih zobnikov. Prispevek se nahaja na 62. in 63. strani **Revije Svet strojništva – Akademija strojništva 2023 – November 2023**.

Vabljeni k ogledu dogodka **TUKAJ**.

doc. dr. Matija Hriberšek

Obisk Indijske delegacije



6. decembra se je na obisku v Slovenj Gradcu mudila delegacija Indijskih poslovnežev, ki so se zanimali za različne oblike vlaganj v Slovenijo. Delegacijo v Slovenj Gradcu je vodila njena ekstenza ga. Namrata S. Kumar, veleposlanica Indije v Sloveniji. S člani delegacije smo se pogovarjali tudi o možnosti sodelovanja na visokošolskem področju, predvsem na področju študentske izmenjave. Tukaj je posebej zanimiva možnost, da bi našli način sodelovanja

na magistrskem študijskem programu Tehnologija polimerov. Na tem področju bi lahko organizirali obiske študentov iz Indije v Slovenj Gradcu, saj imajo študenti na nekaterih indijskih univerzah v sklopu magistrskega študijskega programa izvesti pol letno usposabljanje oziroma prakso v tujini. O nadaljnjih aktivnostih se bomo individualno pogovarjali.

izr. prof. dr. Blaž Nardin

Zaključno druženje zaposlenih FTPO in zaključek leta 2023



V petek 15. decembra 2023 smo se zaposleni dobili na prijetnem zaključnem druženju v Celju. Dan smo pričeli z zanimivim vodenim ogledom v Pokrajinskem muzeju Celje, kjer smo se sprehodili med starodavnimi zidovi Celeie, ki pričajo o bogati zgodovini mesta ter si hkrati ogledali še zbirko Grofje Celjski in najbolj znamenit strop v Celju v Stari Grofiji. V popoldanskem delu smo dobro jedli v Gostilni Franci, kjer smo izvedli tudi naše tradicionalno skrivno obdarovanje. Sledilo je druženje pod

prazničnimi lučkami celjskega trga.

V petek 22. decembra 2023 pa smo se zaposleni družili ob skupni malici, ob kateri smo si zadnji delovni dan v letu 2023 popestrili z družabnimi igrami uganek. Zaposleni smo predhodno pripravili svoje fotografije iz osnovnošolskih dni ter pripravili najljubšo skladbo. Sledilo je zabavno uganjevanje komu pripada posamezna fotografija in izbrana najljubša skladba.

Sara Jeseničnik



Tradicionalno skrivno obdarovanje



Skupna malica na zadnji delovni dan v letu 2023



Igra Ugani komu pripada fotografija iz otroštva



Skupinska fotografija zaposlenih z dežniki FTPO

Dobra praksa sodelovanja Gimnazije Slovenj Gradec in Fakultete za tehnologijo polimerov

Dijaki 3. letnika naravoslovnega ITS Gimnazije Slovenj Gradec so v šolskem letu 2023/2024 pod vodstvom učiteljice Andreje Šeliga Reberčnik in v sodelovanju s strokovnjaki Fakultete za tehnologijo polimerov uspešno izvedli interdisciplinarni projekt, ki so ga poimenovali Pomagajmo planetu!

ITS ali Interdisciplinarni tematski sklop je izbirni predmet v 2. in 3. letniku, ki ga je Gimnazija Slovenj Gradec kot prva v Sloveniji uvedla že v šolskem letu 2016/2017.

Skupni cilj ITS-a je uresničevanje in poglobljanje medsebojno povezanih ciljev različnih predmetov. Osnovni elementi izvedbe so: timski pristop učiteljev, skupinsko in sodelovalno delo dijakov, sodobni didaktični pristopi, avtentične učne situacije, uporabna znanja in veščin, sodelovanje zunanjih strokovnjakov, ekskurzije ter pridobivanje ocen brez testov in spraševanja.

Fakulteta za tehnologijo polimerov že vrsto let poleg izvajanja primarnega poslanstva terciarnega študija ter raziskovalne in razvojne dejavnosti zelo aktivno deluje tudi na področju sodelovanja z mladimi oziroma z vrtci, osnovnimi in srednjimi šolami, predvsem pri organizaciji kakovostnih obšolskih aktivnosti ter spodbujanja mladih za raziskovalno dejavnost ter STE(A)M področja (npr. poletne šole, sodelovanje pri izvajanju raziskovalnih nalog, predstavitve in usposabljanja za dijake in učitelje...).

Dijaki Gimnazije Slovenj Gradec in drugih številnih srednjih in osnovnih šol tako že vrsto let

obiskujejo predstavitve in laboratorijske vaje s področja Polimerov in okolja ter poletne šole. V začetku leta 2023 pa je v sodelovanju z Gimnazijo Slovenj Gradec zrasla ideja o še tesnejšem sodelovanju v okviru izbirnega predmeta naravoslovni ITS na temo recikliranja.

Cilj projekta je bil poleg že predstavljenih ciljev ITS uvajati načela trajnostnega razvoja, spoznati postopke in pogoje reuporabe in recikliranja različnih materialov s poudarkom na plastičnih in papirnih odpadkih ter s svojimi akcijami ekološko osveščati tudi ostale dijake in širšo javnost.

Dijak 3. letnika naravoslovnega ITS Nik Pavlič je projekt oziroma skupno sodelovanje opisal takole:

Na Gimnaziji smo organizirali zbiralno akcijo papirja, PP plastike in PE zamaškov z namenom, da bi iz njih izdelali nove, uporabne predmete in s tem odpadke spet naredili uporabne oziroma jih reciklirali.

Najprej smo pričeli s predelavo starega papirja. Iz zbranega papirja smo pri pouku izdelali novega, ki smo ga uporabili za novoletne voščilnice ter darilne škatlice. Zbrano plastiko pa smo ločili po barvi, narezali na manjše koščke in jo poleg papirne gošče, ki je ostala po izdelavi papirja, pripravili za



Akcija zbiranja zamaškov na Gimnaziji Slovenj Gradec

predelavo na Fakulteti za tehnologijo polimerov. Prav tako smo pripravili različne idejne predloge za produkt, ki bi ga zbrizgali z recikliranih materialov in bi ga lahko razdelili dijakom.

Na FTPO so nam predstavili najpomembnejše pojme, ki se nanašajo na polimere, njihovo uporabo, postopek mehanske reciklaže ter tehnologije predelave, kot tudi opremo za karakterizacijo materialov.

Naš bivši dijak, danes njihov študent, nam je nato predstavil, kako je iz našega osnutka produkta (obesek za ključe) izdelal 3D model ter nato še orodje za brizganje plastike. Sledilo je izpihovanje in čiščenje 3D natisnjene orodja ter ločevanje in mletje odpadkov. Zmletim plastičnim odpadkom smo dodali različne odstotke posušenega in zmletga odpadnega papirja, ki doda zaželeno lastnost. S pomočjo ekstrudorja smo zmes, naš novi bio-kompozit predelali v granulato ter nato na brizgalnem stroju s pomočjo razvitega 3D natisnjene orodja predelali v obesek za ključ. Obeske smo nato še obrezali, pobrusili in lasersko gravirali.

Ob obisku fakultete za tehnologijo polimerov smo spoznali veliko novega o plastiki, njenih lastnostih, kako vpliva na okolje in njeno pomembnost v

vsakdanjem življenju. Najbolj pa smo bili navdušeni, da nam je iz odpadne plastike in papirja uspelo narediti nov in uporaben izdelek.

Kot je povedala ravnateljica Gimnazije Slovenj Gradec Alenka Kac Herkovič »Je sodelovanje s Fakulteto za tehnologijo polimerov odprlo nova vrata možnosti za naše dijake in za nas kot izobraževalno ustanovo. Skozi to povezovanje ne le spodbujamo izmenjavo znanja in raziskav, ampak tudi krepimo medsebojne vezi med akademsko sfero in našo lokalno skupnostjo. Z veseljem opažam, kako dijaki naše gimnazije postajajo del raziskovalnih projektov, ki izvirajo iz sodelovanja s fakulteto. To sodelovanje ne le širi njihova obzorja, temveč jih tudi spodbuja k raziskovalnemu pristopu in uporabi znanstvenih metod pri reševanju konkretnih okoljskih izzivov. Verjamem, da bodo ti praktični izkustveni pristopi k učenju pripomogli k boljšemu razumevanju in cenjenju ekoloških vrednot. Gimnazija kot izobraževalna ustanova ima odgovornost, da ne le prenaša znanje, temveč tudi vzgaja odgovorne državljane, ki razmišljajo globalno in delujejo lokalno. S ponosom lahko trdim, da naši dijaki postajajo ravno takšni posamezniki, ki razumejo pomen trajnostnega razvoja in se zavedajo, kako



pomembno je ohranяти naš planet za prihajajoče generacije.«

Maja Mešl, predstojnica Kariernega centra in projektne pisarne na fakulteti je dodala, da so tovrstni sodelovalni projekti izredno pomembni s številnih vidikov: v prvi vrsti so izvrstna priložnost za dijake, da pridobijo ključne prečne veščine, predvsem kritično mišljenje, povezovanje znanja z različnih področij, pa tudi raziskovalno in timsko delo, poleg tega pa tudi boljši vpogled v problematiko ter poglobljeno razumevanje postopka recikliranja, reuporabe odpadkov, kot tudi poznavanje sodobnih tehnologij predelave in karakterizacije materialov.

Tesno sodelovanje je že sprožilo dodatne ideje za nadaljnje skupne aktivnosti, tako pri izvajanju vaj pri predmetu fizika in matematika v laboratorijih in z mentorji na fakulteti, za skupne raziskovalne naloge ter konkretno tudi skupno zbiranje plastenk za Lidlovo dobrodelno akcijo Junaki tretjega nadstropja.

Sporočilo za javnost Gimnazije Slovenj Gradec
in Fakultete za tehnologijo polimerov





Predelava starega papirja v kemijskem laboratoriju Gimnazije Slovenj Gradec



Delo dijakov v naših laboratorijih



Dogodek za študente 1. letnikov - Predstavitev obštudijskih dejavnosti, Erasmus+ mobilnost FTPO in podjetništvo kot karierni izziv



SPOT svetovalec
Primož Mirkac



Erasmus koordinatorka
Sara Jeseničnik

V okviru Kariernega centra in mednarodne pisarne FTPO, smo 12. oktobra 2023 organizirali dogodek, kjer smo za študente 1. letnikov predstavili obštudijske dejavnosti in priložnosti, ki jih ponuja

projekt Erasmus+ ter jih seznanili s storitvami Podjetniškega centra Slovenj Gradec (SPOT svetovanje Koroška).

Sara Jeseničnik

Dogodek za študente FTPO

»Vsak je svoje kariere kovač«



V kariernem centru FTPO se nenehno trudimo, da študentom ponujamo zanimive in predvsem koristne vsebine in obširne dejavnosti. V ta namen smo v decembru 2023 pripravili Uvodno predavanje v sklopu delavnic karierne orientacije: »Vsak je svoje kariere kovač«. Tekom študijskega leta pa bomo nadaljevali z delavnicami, ki bodo študentom

ponudile usmeritev in podkrepile zaposlitvene ter druge pomembne kompetence. Karierno predavanje je potekalo v sodelovanju s svetovalko Janjo Bartelj, iz Svetovalnega središča za izobraževanje odraslih @MOCIS.

Sara Jeseničnik

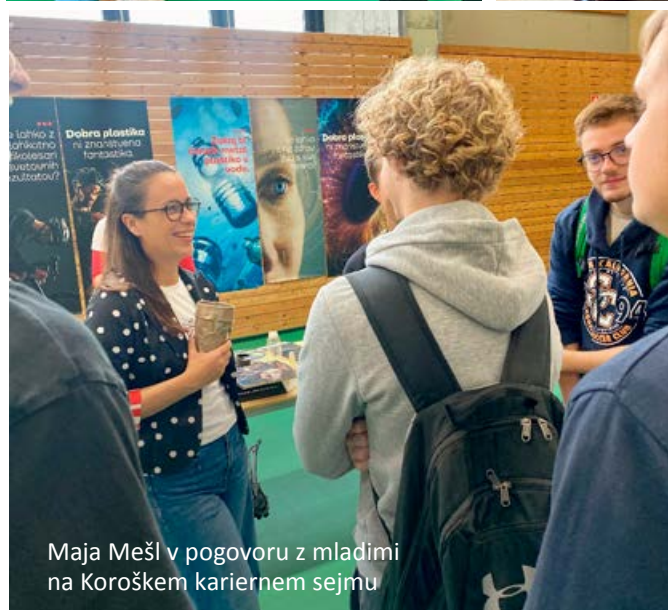
FTPO prisotna na Koroškem kariernem sejmu in Kariernem sejmu Maribor



V mesecu oktobru smo se udeležili Koroškega kariernega sejma, kjer smo se s svojo stojnico predstavili v Dravogradu skupaj z ostalimi Koroškimi podjetji. 15. in 16. novembra 2023 pa smo bili prisotni tudi na 8. Kariernem sejmu – sejmu poklicev in

izobraževanja 2023 v Mariboru. Pojavljanja na tovrstnih sejmih so se izkazala za odlične priložnosti, da se mladim, tisti, ki nas še ne poznajo, predstavimo in jih navdušimo za študij Tehnologije polimerov.

Sara Jeseničnik



Maja Mešl v pogovoru z mladimi
na Koroškem kariernem sejmu



Mimoidoči imajo na naši stojnici možnost sodelovanja v nagradni igri in si s pomočjo VR očal ogledati naše laboratorije

Obiski učencev in dijakov

Dogodke, ki jih za mlade organiziramo so namenjeni predstavitvi področja polimernih materialov in tehnologij ter spodbujanju zanimanja za poklice prihodnosti.



Pri promociji naše fakultete sodelujejo tudi naši študenti (Lucija in Tadej)



V mesecu novembru so nas obiskali učenci Osnovne šole Šentjanž in dijaki Srednje šole Velenje – smer strojni in avtoservisni tehnik. 14. decembra 2023 pa smo prvič gostili dijake Srednje šole tehniških strok Šiška in sicer 90 dijakov 1. letnika smeri Tehnik mehatronike. V okviru ITS (interdisciplinar-

nega sklopa) Naravoslovje pa večkrat gostili dijake Gimnazije Slovenj Gradec in z njimi sodelovali v interdisciplinarni projektu, ki so ga poimenovali Pomagajmo planetu! (Več o tem v predhodni novici).

Sara Jeseničnik



Študent Marko Verčkovnik ob predstavitvi laboratorijske opreme



Fakulteta za
tehnologijo
polimerov

NAPOVED DOGODKOV

Slavnostna podelitev diplom FTPO (10. 5. 2024),
Koroška galerija likovnih umetnosti, Slovenj Gradec

2nd International IPPT_TWINN conference on Challenges,
trends and solutions in developing and processing biobased products,
14. – 15. 5. 2024, Aitiip Centro Tecnológico, Zaragoza, Španija
(projekt IPPT-TWINN)

Summer school “Polymer technology –
processing and manufacturing” Grinshield (26. 6. – 28. 6. 2024),
Fakulteta za tehnologijo polimerov, Slovenj Gradec

2. brezplačna poletna šola FTPO - Modeliranje in izdelave modelov
lahkih letal s tehnologijo 3D tiska, 26. 8. – 30. 8. 2024, Fakulteta za
tehnologijo polimerov, Slovenj Gradec in Univerza v Novi Gorici,
Vipava (projekt STEAM)

2st IPPT_TWINN summer school: Advanced technologies
in injection moulding (10. - 13. 9. 2024) Fakulteta za tehnologijo
polimerov, Slovenj Gradec (projekt IPPT-TWINN)