



Univerza v Mariboru

Fakulteta za kemijo
in kemijsko tehnologijo



Univerza v Mariboru

Fakulteta za strojništvo

Zaključno poročilo projekta z naslovom: Razvoj aktivne plastične embalaže v okviru razpisa: Projektno delo z gospodarstvom in negospodarstvom v lokalnem in regionalnem Okolju – Po Kreativni Poti Do Znanja 2017-2020

Vodja projekta: prof. dr. Lidija Fras Zemljič, FS UM

Ostala projektna skupina:

- Izr. prof. dr. Urban Bren, FFKT UM
- Doc. dr. Maša Knez Hrnčič, FFKT UM
- Urška Sušnik Pivk, LAJOVIC TUBA, d.o.o.
- Damjan Tomažin, LAJOVIC TUBA, d.o.o.
- Sanja Potrč, FS UM

Maribor, 5.7. 2019

**JAVNI RAZPIS PROJEKTNO DELO Z GOSPODARSTVOM IN NEGOSPODARSTVOM V LOKALNEM IN
REGIONALNEM OKOLJU – PO KREATIVNI POTI DO ZNANJA 2017 – 2020, 2. odpiranje**

KONČNO POROČILO O DOSEŽENIH CILJIH

Navodila

- 1. Številka pogodbe:** navedite številko pogodbe o sofinanciranju, ki jo je prejel samostojni visokošolski zavod oz. univerza.
- 2. Podatki o projektu**
 - 2.1 Osnovni podatki**
 - Šifra projekta: navedite šifro projekta.
 - Naziv projekta: navedite polni naziv projekta kot je bil naveden v vlogi.
 - Akronim: navedite akronim projekta, v kolikor ga uporabljate.
 - Izvajalec/nosilec projekta: navedite samostojni visokošolski zavod oz. univerzo ter članico univerze, v okviru katere se projekt izvaja.
 - Trajanje projekta: navedite dejanska datuma obdobja izvajanja projekta.
 - Partner 1: navedite gospodarsko družbo oz. samostojnega podjetnika, ki je sodeloval pri izvedbi projekta kot partner 1. (V kolikor je med trajanjem projekta prišlo do zamenjave partnerja 1, navedite oba.)
 - Delovni mentor 1: navedite delovnega mentorja prvega partnerja, ki je sodeloval pri projektu. (V kolikor je med trajanjem projekta prišlo do zamenjave delovnega mentorja 1, navedite oba.)
 - Partner 2: navedite organizacijo z (ne)gospodarskega ali družbenega področja, ki je sodelovala pri izvedbi projekta kot partner 2. (V kolikor je med trajanjem projekta prišlo do zamenjave partnerja 2, navedite oba.)
 - Delovni mentor 2: navedite delovnega mentorja drugega partnerja, ki je sodeloval pri projektu. (V kolikor je med trajanjem projekta prišlo do zamenjave delovnega mentorja 2, navedite oba.)
 - Pedagoški mentor/i: navedite pedagoškega mentorja, ki je izvajal projektne aktivnosti. (v primeru več vključenih pedagoških mentorjev, jih ustrezno dodajte, tudi v kolikor je med trajanjem projekta prišlo do zamenjav.)

Za ostale točke poročila so morebitna dodatna kratka navodila navedena znotraj poročila.

Končnemu poročilu sodi tudi izjava, ki se nahaja ob koncu dokumenta, katero je potrebno obvezno izpolniti in priložiti h končnemu poročilu.

Izstavitev končnega poročila

Ob zaključku projekta je zavod dolžan predložiti končno poročilo, ki vsebuje poročilo o vsebinskem izvajanju projekta ter o doseženih ciljih, skladno z načrtom v vsebinski zasnovi projekta.

Rok za predložitev končnega poročila je ob izstavitvi zadnjega zahtevka za sofinanciranje (ZzS), to je 21. 8. 2019.

Način oddaje končnega poročila

Končno poročilo s pripadajočo dokumentacijo se oddaja v tiskani ali elektronski obliki. Skupaj z zadnjim ZzS se posreduje po pošti na naslov: Javni študentski, razvojni, invalidski in preživninski sklad Republike Slovenije, Dunajska 20, 1000 Ljubljana s pripisom »ZzS - PKP«. Če zavod zadnji ZzS (skupaj s končnim poročilom) pošlje priporočeno po pošti, se za dan prejema šteje dan oddaje na pošto. Če zavod zadnji ZzS (skupaj s končnim poročilom) ne pošlje priporočeno, se za dan prejema šteje dan prejema ZzS (skupaj s končnim poročilom) na skladu.

Priloga 9: KONČNO POROČILO O DOSEŽENIH CILJIH

JAVNI RAZPIS PROJEKTNO DELO Z GOSPODARSTVOM IN NEGOSPODARSTVOM V LOKALNEM IN REGIONALNEM OKOLJU – PO KREATIVNI POTI DO ZNANJA 2017-2020

v okviru

Operativnega programa kot neposredna potrditev operacije »Odprt, odziven in kakovosten sistem visokega šolstva - Projektno delo z gospodarstvom in negospodarstvom v lokalnem in regionalnem okolju – Po kreativni poti do znanja 2016 - 2020«, prednostne osi 10.: Znanje, spretnosti in se življenjsko učenje za boljšo zaposljivost; prednostne naložbe 10.1: Izboljšanje enakega dostopa do vseživljenjskega učenja za vse starostne skupine pri formalnih, neformalnih in priložnostnih oblikah učenja, posodobitev znanja, spretnosti in kompetenc delovne sile ter spodbujanje prožnih oblik učenja, tudi s poklicnim svetovanjem in potrjevanjem pridobljenih kompetenc; specifičnega cilja 3: Spodbujanje prožnih oblik učenja ter podpora kakovostni karierni orientaciji za šolajočo se mladino na vseh ravneh izobraževalnega sistema.«

1. Številka pogodbe: _____ **11081-24/2018** _____

2. PODATKI O PROJEKTU

2.1. OSNOVNI PODATKI

Naziv projekta	Razvoj aktivne plastične embalaže	
Akronim projekta	AktPak	
Izvajalec/nosilec projekta	Fakulteta za strojništvo	
Trajanje projekta	od: 1.2.2019	do: 30.6.2019
Partner 1 (gospodarska družba oz. s.p.)	LAJOVIC TUBA embalaža, d.o.o.	
Delovni mentor - 1	Ime in priimek: Damjan Tomažin Funkcija: Skrbnik kakovosti – QA in QC	
Partner 2 (organizacija z gospodarskega ali družbenega področja)	-	
Delovni mentor - 2	Ime in priimek: Funkcija:	
Pedagoški mentor/ji	Ime in priimek: Lidija Fras Zemljič Zavod/članica: FS UM	
	Ime in priimek: Urban Bren in Maša Knez Hrnčič Zavod/članica: FKKT UM	

2.2. Seznam sodelujočih študentov

(Navedete vse študente, ki so sodelovali na projektu in so uveljavljali stroške (v kolikor je v času trajanja projekta prišlo do zamenjave študenta navedite oba).

Ime in priimek študenta	Zavod/članica, kjer je študent vpisan	Naziv študijskega programa	Bolonjska stopnja študija	Vključeni od do	
				od	do
Larisa Spasković	FS UM	Oblikovanje in tekstilni materiali, smer tekstilni materiali	2. MAG	1.2.2019	30.6.2019
Uroš Filipič	FS UM	Tehniško varstvo okolja	2. MAG	1.2.2019	30.6.2019
Katja Kuzmič	FS UM	Tehniško varstvo okolja	2. MAG	1.2.2019	30.6.2019
Klavdija Petelin	FS UM	Tehniško varstvo okolja	1. UNI	1.2.2019	30.6.2019
Martina Švajger	FKKT UM	Kemijska tehnologija	1. VS	1.2.2019	30.6.2019
Rok Špindler	FKKT UM	Kemijska tehnologija	2. MAG	1.2.2019	30.6.2019
Stanko Kramer	FKKT UM	Kemija	2. MAG	1.2.2019	30.6.2019
Katja Lečnik	FKKT UM	Kemija	2. MAG	1.2.2019	30.6.2019

2.3. V katero področje na prvi klasifikacijski ravni KLASIUS-P se uvršča projekt glede na vsebinsko zasnov projekta (neustrezna področja izbrišite oz. odebelite ustrezno):

- 00 - Osnovne in splošne izobraževalne aktivnosti/izidi
- 01 - Izobraževalne znanosti in izobraževanje učiteljev
- 02 - Umetnost in humanistika
- 03 - Družbene vede, novinarstvo in informacijska znanost
- 04 - Poslovne in upravne vede, pravo
- 05 - Naravoslovje, matematika in statistika
- 06 - Informacijske in komunikacijske tehnologije (IKT)
- 07 - Tehnika, proizvodne tehnologije in gradbeništvo**
- 08 - Kmetijstvo, gozdarstvo, ribištvo in veterinarstvo
- 09 - Zdravstvo in socialna varnost

10 - Transport, varnost, gostinstvo in turizem, osebne storitve

2.4. Povzetek projekta:

Na kratko opišite vsebino ter namen projekta. Jasno opišite problem, potrebo oz. izziv ter rešitve oz. rezultate, ki ste jih s projektom dosegli (največ 500 besed).

Na področju pakirnega materiala prihaja kljub hitremu razvoju še vedno do številnih problemov, najočitnejši so prehitro staranje živil, kozmetike, zdravil, itd. Nadalje je v večini pakirnih tub še vedno prisotna prevelika oprijemljivost pakirane snovi na stene tub in s tem premala učinkovitost izrabe pakirane snovi za uporabnika (iztisljivost polnila iz tube ni popolna). Velikokrat se v pakirnem materialu tudi nabira kondenz, ki neugodno vpliva na pakiranje živil in pospešuje njihovo staranje oz. nestabilnost. Ena izmed rešitev tovrstnih problemov je lahko v razvoju funkcionalne, še posebej aktivne embalaže s uporabo nanotehnologije. Nanotehnologija nam omogoča izdelavo naprednih materialov, ki imajo popolnoma nove ali pa dodatne specifične lastnosti. Zaradi velike površine glede na maso (razmerje med prostornino in površino) nanodelci izkazujejo povečano kemijsko aktivnost. Tako se nanodelci, nanocevice, nanoplasti kot nanoaditivi dodajajo sintetičnim polimernim materialom v sami fazi proizvodnje materialov ali kot premazovanje končnih produktov. Slednje je izjemno atraktivno tudi na področju razvoja novih embalirnih materialov. Kljub številnim raziskavam, pa izziv pri razvoju funkcionalnosti embalažnih materialov povzroča sinergistični izbor nanoaditivov kot tudi pravilna tehnologija nanosa le teh na plastične in druge materiale. V projektu smo se tako osredotočili na razvoj funkcionalnih premazov iz nanoaditivov. Osredotočili smo se na razvoj funkcionalne pakirne plastične embalaže v obliki folij in laminatnih tub. Zaradi velike specifične površine, učinkovitosti in ekonomičnosti smo tako uporabili dodatke nanoaditivov tako anorganskega kot tudi z organskega izvora. Teža projekta je na tem, da se razvijejo nanoaditivi v obliki premazov, ki bodo učinkoviti, kakor tudi okoljsko in ekonomsko prijazni in ki bodo doprinesli multifunkcionalnost (več naprednih lastnosti hkrati); to recimo pomeni zadostiti zahtevam po antistatičnosti, izboljšani drsnosti, antibakterijskemu učinku, antioksidativnosti, specifičnim mehanskim zahtevam, kot tudi hidrofiliti/hidrofobnosti materiala individualno ali aditivno. Izbor tehnologije nanosa sloni na učinkovitosti (omogoča stabilno vezava ali kontrolirano sproščanje, če je le to zahtevano), ekonomičnosti in okoljski prijaznosti. V ta namen smo testirali tehnologije nanosa premazov: pršenja, omakanje, printanja, itd. in pridobljene materiale podrobno fizikalno kemijsko in bioaktivno analizirali. Cilj je bil, da podjetju Lajovic Tuba pomagamo razviti konkurenčne materiale visoke dodane vrednosti.

2.5. Izvajanje projekta:

Navedite aktivnosti, ki ste jih izvajali na projektu na način, da je iz opisov razvidno za kakšno aktivnost gre ter kako je posamezna aktivnost prispevala k doseganju ciljev oz. razreševanju opredeljenega problema (npr. navajanje »delo v laboratoriju« ni ustrezno, potrebna je specifična opredelitev aktivnosti kot npr. »delo v laboratoriju s strojem za merjenje električne napetosti...ugotovili smo...« ipd.)(največ 300 besed).

V okviru projekta so potekale sledeče aktivnosti:

Razvoj in karakterizacija nanoaditivov: Osredotočili smo se na naslednje nanoaditive: nanodelce TiO₂ ter nanodelce hitozana s ujetimi rastlinskimi ekstrakti. S superkritičnimi fluidi smo pridobili ekstrakte cimeta, pitaje, rožmarina in ekstrakta origana. Sintezne postopke nanodelcev smo optimizirali glede na učinkovitost in ekonomičnost. Tako smo nanodelce hitozana pripravili s tehniko ionskega geliranja in s obarjanjem (dvig pH). Nanodelcem hitozana in nanodelcem hitozana s ujetimi ekstrakti v dispergiranim v vodnem mediju, smo določili hidrodinamski radij in zeta potencial (stabilnost). Povečanje nanodelcev hitozana iz 300 nm na mikronsko skalo kaže na uspešno ujetje ekstraktov v nanodelce. Disperzije so v večini tudi stabilne. Z uporabo FTIR spektroskopije smo preverjali prisotnost funkcionalnih skupin na površini nanodelcev in prav tako zaznali, da se ekstrakti

ujamejo tako na površino, kot tudi notranjost nanodelcev. Prav tako smo spektrofotometrično določili antioksidativnost vseh pripravljenih formulacij, vključno samo raztopini hitozana in raztopinam ekstraktov (slepe probe). Računalniška kemija (metoda modeliranja) kaže tudi na antikarcinogene učinke ekstrakta cimeta in rožmarin ter origana. Ugotovili smo, da hitozan in pitaja ne izkazujeta antioksidativne kapacitete, medtem ko ostali ekstrakti izkazujejo velik antioksidativni potencial. Vsem ekstraktom smo določili minimalne inhibitorne koncentracije in skupno koncentracijo polifenolov. Glede na slednje je najboljši ekstrakt rožmarina in cimeta.

Prav tako smo se **poigrali z izbiro tehnologij za nanos aditivov na plastične folije in tube** in ugotovili, da je najboljši nanos s valjčkanjem premaza na površino materiala. Tako smo na izbrane materiale podjetja Lajovic Tuba nanесли protimikrobne in antioksidativne premaze in sicer v več slojih. Po nanosu smo materiale testirali na protimikrobnost in antioksidativnost in ugotovili doprinos obeh lastnosti glede na referenco. Nadalje smo materiale premazali še s silikonskimi polimeri, enoslojno in večslojno ter tudi s predhodnim jedkanjem v koncentriranih kislinah. Slednja funkcionalizacija bi naj doprinesla povečano drsnost materiala, kar se je tudi v večini primerov izkazalo, saj smo dobili povečanje stičnih kotov tudi do 160 stopinj. Za pridobitev antistatičnih lastnosti smo uporabili funkcionalizacijo s tenzidi. Vse materiale smo analizirali tudi z vidika elementne sestave. Metoda infrardeče spektroskopije je pokazala uspešen nanos premazov. V vseh primerih smo tudi izboljšali barierne lastnosti za kisik.

2.6. Rezultati projekta:

Navedite, opredelite oz. opišite rezultate (končni produkt, storitev), ki so nastali v okviru projekta ter njegov potencial in uporabno vrednost. Opišite na kakšen način in kako ti rezultati izkazujejo družbeno korist. (največ 300 besed).

V okviru projekta smo tako embalažnim izdelkom podjetja Lajovic Tuba doprinesli dodane funkcionalnosti in tako rešili problem staranja in drsnosti snovi v pakirnih materialih. Na tubah in folijah smo doprinesli s nanosom hitozana in nanodelcev hitozana s ujetim ekstraktom (cimeta, rožmarina) protimikrobne, antioksidativne in protikondenčne lastnosti, kar je bistvenega pomena za kakovostnejše embaliranje snovi. S dvoslojnim premazovanjem tub smo tako dosegli bioaktivne lastnosti, ki so pomembne za zaviranje oksidacijskih procesov in zaviranja rasti mikroorganizmov. Prav tako smo izboljšali barierne lastnosti za kisik. Tovrstni koncept premazovanja je tako omogočil, da smo razvili laboratorijski prototip aktivne embalaže podjetja Tuba Lajovic.

Hkrati smo uspeli tudi izvesti funkcionalizacijo tub za izboljšanje drsnosti in tako boljši masni izkupiček embaliranega substrata. Nanosi silikonskih polimerov v več-slojih in s predhodno aktivacijo so namreč omogočili nastanek take površine tub, da smo povišali stični kot in doprinesli hidrofobni karakter, kar vpliva na izboljšanje drsnosti, saj je omočljivost substrata s stenami tub izredno majhna. Tovrstno funkcionalizirane tube predstavljajo laboratorijski prototip tub z izboljšano izstisljivostjo produktov.

Tovrstna inovativna embalaža bi lahko v primeru prenosa znanj na TRL 9 tako prinesla veliko družbeno korist uporabniku, saj bo učinkovitejša in varna. Z vidika proizvajalca pa taka embalaža predstavlja inovativno embalažo in tako prednost pred konkurenco ter večji dobiček in prepoznavnost na trgu. Potrebno je poudariti, da so razvita znanja za razvoj funkcionalnega embalirnega materiala namenjena specifičnim produktom, vzporednice se lahko začrtajo še za ostale produkte Lajovic Tube (tube za mezgo, majonezo, itd.);, kot tudi za ostale segmenta embaliranja (različni prehranski sektorji, tekstilna industrija, prehrabena industrija, itd.).

2.7. Odstopanja od predvidenih aktivnosti

V kolikor je prišlo do odstopanja od predvidenih aktivnosti, izpostavite ovire, s katerimi ste se soočali ter na kratko pojasnite odstopanja. Ocenite, v kolikšnem delu načrtovani cilji niso bili doseženi zaradi odstopanja od predvidenih aktivnosti (največ 200 besed).

Ni bilo odstopanj od predvidenih aktivnosti. V večini smo dosegli načrtovane cilje, skozi planirane aktivnosti.

2.8. Pridobljene kompetence, znanja in praktične izkušnje študentov

Navedite poklicno specifične kompetence, ki so jih študenti pridobili z vključitvijo v projekt, in način pridobitve kompetence (za vsakega študenta posebej).

Larisa Spasković	<i>Poklicno specifična kompetenca</i>
	Študentka obvlada, razume in izvaja postopke kemijske sinteze nanodelcev SiO ₂ ter priprave makromolekularnih silikonskih raztopin. Sistem analizira z vidika stabilnosti, velikosti delcev in elementne sestave ter viskoznosti.
	<i>Način pridobitve kompetenc</i>
	Delo v analiznem laboratoriju, dobra laboratorijska praksa, upoštevanje varnostnih predpisov, delo s preglednicami in uporaba statističnih metod. Seznanitev s koloidno kemijo, delo z naprednimi analiznimi metodami, kot so viskozimetrija ter spektrofotometrija. Kritična ocena rezultatov.
Uroš Filipič	<i>Poklicno specifična kompetenca</i>
	Študent nanese izbrane nanoadditive na plastične folije in notranjost tub s tehniko pršenje, printanja, omakanja; poudarek na tehnologiji valjčkanja. Izvede karakterizacijo nanosov in jih primerja iz vidika učinkovitosti (uspešnosti nanosa), kot tudi okoljevarstvenega in ekonomskega aspekta.
	<i>Način pridobitve kompetenc</i>
	Pregled obstoječe literature in seznanitev s tehnikami nanosa nanodisperzij na površino plastičnih materialov. Delo v analiznem laboratoriju, dobra laboratorijska praksa, upoštevanje varnostnih predpisov, delo s preglednicami in uporaba statističnih metod. Seznanitev s koloidno kemijo, delo z naprednimi analiznimi metodami, kot so viskozimetrija ter spektrofotometrija in meritve stičnega kota. Kritična ocena rezultatov.
Katja Kuzmič	<i>Poklicno specifična kompetenca</i>
	Študentka izvede sinteze nanodelcev in enkapsulacijo s ekstrakti. Nato disperzije analizira z vidika elementne sestave in mikrobiološke aktivnosti (protimikrobnost in antioksidativnost). Prav tako vpelje in izvede metode za meritve antioksidativne aktivnosti na funkcionaliziranih folijah in tubah.
	<i>Način pridobitve kompetenc</i>
	Pregled obstoječe literature iz področja ekstrakcije polifenolov in postopkov ujetja le teh v polimerne nanodelce. Delo v

	<p>analiznem laboratoriju, dobra laboratorijska praksa, upoštevanje varnostnih predpisov, delo s preglednicami in uporaba statističnih metod. Seznanitev s koloidno kemijo, delo z naprednimi analiznimi metodami, kot so spektrofotometrija.</p>
Klavdija Petelin	<i>Poklicno specifična kompetenca</i>
	<p>Študentka izvede karakterizacija sistemov in izbor optimalnega embalažnega materiala:</p> <p>Učinkovitost vezave zgoraj omenjenih nanodelcev s polimerno plastično matrico (folije, notranjost tub) bo ovrednotila z elektrokinetičnimi meritvami in spektrofotometričnimi metodami. Uspešnost adsorpcije nanodelcev na površino plastičnih materialov bo analizirala spektrofotometrično, gravimetrično, ter z atomsko adsorpcijsko spektroskopijo (AAS). Prav tako bodo analizirane specifične funkcionalnosti (antioksidativnost-metode prostega radikala, protimikrobnost - standardna tehnika ASTM E2149, hidrofилnost/hidrofobnost-goniometrija, antistatičnost s standardnimi metodami). Pri razvoju funkcionalnih tub bodo le te testirane tudi v skladu internimi standardi podjetja Tuba Lajovic.</p>
	<i>Način pridobitve kompetenc</i>
	<p>Seznanitev s koloidno-fizikalno kemijo, delo z naprednimi analiznimi metodami ter ovrednotenje rezultatov in statistična obdelava. Seznanitev s protokoli testiranja plastičnih laminatnih tub v podjetju Tuba Lajovic.</p>
Martina Švajger	<i>Poklicno specifična kompetenca</i>
	<p>Študentka izvede ekstrakcijo polifenolov. Uporabi klasične in napredne ekstrakcijske tehnike pridobivanja ekstraktov iz naravnih materialov, ugotavlja vpliv procesnih parametrov (topilo, razmerje med materialom in topilom, mešanje, temperatura, tlak) na izkoristek ekstrakcije in na kvaliteto ekstrakta ter izvaja teste antioksidativne učinkovitosti s spektrofotometrično metodo, kakor tudi skupni delež polifenolov.</p>
	<i>Način pridobitve kompetenc</i>
	<p>Pregled obstoječe literature iz področja ekstrakcije polifenolov in postopkov ujetja le teh v polimerne nanodelce. Delo v analiznem laboratoriju, dobra laboratorijska praksa, upoštevanje varnostnih predpisov, delo s preglednicami in uporaba statističnih metod. Seznanitev s koloidno kemijo in biotehnoškimi postopki, delo z naprednimi analiznimi metodami.</p>
Rok Špindler	<i>Poklicno specifična kompetenca</i>
	<p>Razvoj prototipa protimikrobnega in antioksidativnega materiala v podjetju Tuba Lajovic. Študent bo najbolj optimalen produkt (multifunkcionalen in stabilen) uporabil za razvoj prototipa tube v podjetju. Preverili bomo ali zahtevane funkcionalnosti delujejo tudi v realnem okolju po protokolu v točki 3 in v skladu s zahtevami podjetja.</p>
	<i>Način pridobitve kompetenc</i>
	<p>Znanje na področju razvoja prototipov in aplikacije v industrijo. Seznanitev s zahtevami za kakovost končnega produkta v</p>

	podjetju.
Stanko Kramer	<i>Poklicno specifična kompetenca</i>
	Razvoj prototipa hidrofobnega materiala v podjetju Tuba Lajovic. Študent bo najbolj optimalen produkt (multifunkcionalen in stabilen) uporabil za razvoj prototipa tube v podjetju. Preverili bomo ali zahtevane funkcionalnosti delujejo tudi v realnem okolju po protokolu v točki 3 in v skladu s zahtevami podjetja.
	<i>Način pridobitve kompetenc</i>
	Znanje na področju razvoja prototipov in aplikacije v industrijo. Seznanitev s zahtevami za kakovost končnega produkta v podjetju.
Katja Lečnik	<i>Poklicno specifična kompetenca</i>
	Z metodami molekularnega modeliranja bo študentka raziskovala antioksidativni, antimikrobni ter antikarcinogeni potencial osrednjih bioaktivnih spojin iz rastlinskih ekstraktov. Antioksidativni potencial bo naslovila s kvantno-mehanskimi izračuni, antimikrobni potencial z inverznim molekulskim sidranjem in antikarcinogeni potencial s simulacijami molekulske dinamike.
	<i>Način pridobitve kompetenc</i>
	Znanje na področju računalniške kemije in modeliranje vključenih substanc in seznanitev s zahtevami za bioaktivni značaj.

2.9. Potencial uporabne vrednosti morebitnih rešitev/rezultatov projekta za vključeno podjetje (gospodarsko družbo oz. samostojnega podjetnika – PARTNER 1)

Navedite, kakšen je doprinos projekta k poslovanju podjetja oz. kaj je podjetje s projektom pridobilo (največ 150 besed).

V okviru projekta smo tako embalažnim izdelkom podjetja Lajovic Tuba doprinesli dodane funkcionalnosti in tako rešili problem staranja in drsnosti snovi v pakirnih materialih. Na tubah in folijah smo doprinesli s nanosom hitozana in nanodelcev hitozana s ujetim ekstraktom (cimeta, rožmarina) protimikrobne, antioksidativne in protikondenčne lastnosti, kar je bistvenega pomena za kakovostnejše embalažiranje snovi. Prav tako smo izboljšali barijerne lastnosti za kisik. Hkrati smo uspeli tudi izvesti funkcionalizacijo tub za izboljšanje drsnosti in tako boljši masni izkupiček embalažiranega substrata. Velik potencial je zaznati na laminatnih tubah za paste za zobe. Pri teh tubah se potrošnik najpogosteje srečuje s težavo iztisljivosti polnila iz tube. Zobne paste so izredno goste in težje iztisljive. S premazi, na silikonski bazi, se bo tako iztisljivost povečala. V podjetju v proizvodnji laminatnih tub izdelajo kar 50% tub za paste za zobe. V svetu pa po statistiki ETMA (European Tube manufacturer Association) paste za zobe zavzemajo kar 15 % celotnega trga med laminatnimi tubami. Ne smemo pa zanemariti še ostalih tub za prehrano, kamor bo znanje tudi preneseno in v prihodnosti testirano za tubo majoneze, kjer je bistvenega pomena tudi protimikrobnost in antioksidativnost itd. Razvoj tovrstnih produktov bo tako kupcem izbranega embalažnega materiala omočil prijaznejšo in varnejšo uporabo. Gospodarski družbi pa razvoj tovrstnega inovativnega produkta predstavlja izboljšano konkurenčnost ter dvig inovativnosti ter posledično potencialno tržno rast. Hkrati s tem pa tudi povečano prepoznavnost blagovne znamke in podjetja.

2.10. Potencial uporabne vrednosti morebitnih rešitev/rezultatov projekta za vključeno organizacijo z gospodarskega ali družbenega področja (PARTNER 2)

Izpolnite zgolj v primeru, da je bil v projekt vključen tudi drugi partner - navedite, kaj je podjetje oz. organizacija s projektom pridobila (največ 150 besed).

-

2.11. Izkazovanje družbene koristi morebitnih rešitev/rezultatov projekta

Navedite, kakšen je doprinos projekta in njegovih rezultatov k družbenemu razvoju in napredu (največ 150 besed).

Razvoj tovrstnih produktov bo tako kupcem izbranega embalažnega materiala omočil prijaznejšo, varnejšo in ekonomično uporabo. Gospodarski družbi pa razvoj tovrstnega inovativnega produkta predstavlja izboljšano konkurenčnost ter dvig inovativnosti ter posledično potencialno tržno rast. Hkrati s tem pa tudi povečano prepoznavnost blagovne znamke in podjetja.

Projekt je v skladu s prioritetaми Akcijskih načrtov S4 na področju Trajnostna pridelava hrane, kjer je razvoj nove embalaže tudi eden izmed ciljev za zagotovitev boljše kakovosti živil. Nadalje pa na prednostnem področju Razvoj materialov kot produktov (SRIP MATPRO) pa podpira sledeče fokusna področja:

d) Področje multikomponentnih pametnih materialov: 2. Kompoziti ter

e) Področje funkcionalnih premazov in naprednih veziv: 1. Funkcionalni premazi.

Projekt bo tako združil različna področja uporabe S4, ki so komplementarna in definirana in rezultati le teh izkazujejo veliko družbeno korist.

Z naraščajočo proizvodnjo in porabo plastike tako v svetu kot tudi v Evropi je razvoj novih, kupcu prijaznejših in funkcionalnih plastičnih materialov naslednji logični korak tako v znanosti kot tudi tehnologiji. Proizvajalci plastike se zavedajo povečanih potreb po inovativnih/funkcionalnih embaliranih materialih zaradi večje okoljske in zdravstvene ozaveščenosti kot tudi standarda in zahtev kupcev. Rezultati projekta so odskočna deska za pripravo takih produktov tudi na SLO tleh in bodo zaradi svojih funkcionalnosti, ki omogočajo ekonomično in bolj varno pakiranje, izkazovali velik prispevek k družbenemu razvoju in ekonomskemu napredu.

2.12. Izkazovanje medsebojne izmenjave znanj, izkušenj in dobrih praks visokošolskih učiteljev in strokovnjakov iz (ne)gospodarstva

Navedite aktivnosti, ki ste jih izvedli v okviru prenosa znanja (pedagoški mentorji in delovni mentorji) ter način prenosa znanja (največ 150 besed).

Prenos znanj, izkušenj in dobrih praks pedagoških mentorjev v partnerske institucije je bil izveden v obliki predavanj, na katerih so pedagoški mentorji predstavili:

a) znanje priprave nanodelcev, sinteznih postopkov in postopkov enkapsulacije rastlinskih polifenolov- Lidija Fras Zemljič (30.5. 2019)

b) znanje in izkušnje pri izvajanju laboratorijskih postopkov za pripravo in karakterizacijo rastlinskih ekstraktov, inovativni pristopi in karakterizacija ekstraktov (Maša Knez Hrnčič. 14.6. 2019)

c) znanje in izkušnje pri optimizaciji nanosa nanodisperzij na površino plastičnih embalažnih materialov (folij in tub), Lidija Fras Zemljič (30.5. 2019)

d) karakterizacija funkcionalnih materialov in računalniška kemija (modeliranje bioaktivnih značilnih lastnosti nanodisperzij kot aktivnih premazov) (Urban Bren, 24.6. 2019).

Ciljna publika so bili zaposleni v podjetju Tuba Lajovic, ki se ukvarjajo s področji, ki jih zajema tematika projekta, npr. tehnologi, ekologi, vodje razvojnih oddelkov, zaposleni v laboratorijih in srednji management.

Cilj dejavnosti je povezovanje akademske sfere z realnim sektorjem z namenom uporabe akademskega znanja pri reševanju industrijskih problemov. Posebna dodana vrednost je izrazita interdisciplinarnost predlaganega pristopa, saj v projektu povezujemo temeljne naravoslovne znanosti (kemija) in tehniške vede (kemijska tehnika, materiali) za razvoj novih materialov v povezavi s okoljskim in ekonomskim vidikom. Temeljna znanja iz teh področij smo tako približali kadru iz gospodarstva preko dinamičnih in zanimivih predavanj.

Z zvezi s pridobitvijo realnih izkušenj je potekel tudi prenos znanja delovnega mentorja, ki je poleg področja razvoja nove embalaže, problematike odpadne plastike in tehnologij funkcionalizacij laminatnih tub in ostalih plastičnih embalažnih materialov, prikazal tudi svojo karierno pot in dal napotke za razvoj uspešne kariere. Prikazal je, kako poteka razvoj projektov v praksi in prenos rezultatov do realizacije. Osvetlil je praktične omejitve pri realizaciji projektov in prikazal procese odločanja pri sprejemanju kratkoročnih, srednjeročnih in dolgoročnih odločitev v podjetju. Prav tako je podal izkušnje o vključitvi podjetja v evropske projekte. Podal je zadnje trende razvoja funkcionalne embalaže, s poudarkom na laminatih, na trgih EU.

Sledila je tudi diskusija o aktualnih vsebinah, ki bi jih lahko vključevali v kurikule študijskih programov sodelujočih fakultet glede na potrebe realnega sektorja.

S pomočjo aktivnosti na področju medsebojne izmenjave znanj smo se partnerji projekta bolje spoznali in utrdili odnose, ki niso prinesli samo k odličnim rezultatom tega projekta, ampak tudi prihajajočih.

2.13. Izkazovanje trajnosti rezultatov morebitnih rešitev/rezultatov projekta skozi medsebojno izmenjavo znanj, izkušenj in dobrih praks

Navedite, kakšen je doprinos projekta in njegovih rezultatov k trajnosti rezultatov (največ 150 besed).

Trajnost rezultatov bo dosežena tako, da se bo raziskovalno delo nadaljevalo še po zaključku operacije. Nivo raziskav od TRL 2-4, se bo po končanem projektu prenesel v industrijsko okolje podjetja Tuba. Razvita znanja za razvoj funkcionalnega embaliranega materiala so namenjene specifičnim produktom, vzporednice se lahko začrtajo še za ostale njihove produkte, recimo gorčico, kečap). Prav tako se lahko razširi nabor izbranih biopolimerov ter nanoaditivov. Dolgoročno sodelovanje se bo izražalo tudi s skupnimi izvedenimi diplomskimi in magistrski deli. Raziskovalno delo študentov bo po vsej verjetnosti doprineslo kasneje tudi k skupnemu patentu oz. tehnološki inovaciji, kar že samo po sebi zagotavlja trajnost sodelovanja s podjetjem. FS in FKKT že imata vzpostavljene navezave s tujimi raziskovalnimi inštitucijami, ki izkazujejo odličnost na področju raziskav materialov, in bo tako podjetju Tuba Lajovic omogočila mednarodno mreženje in sodelovanje v prestižnih EU konzorcijih projektov programa H2020 in ostalih prihajajočih mednarodnih razpisih. Skupno delo bomo promovirali tudi na mednarodnih konferencah ter domačih sejmih. Delo bomo nadaljevali tudi v okviru nacionalnih razpisov. Obe fakulteti bosta v prihodnosti podprli razvojno delo v Tuba Lajovic tudi s infrastrukturo; se pravi s specifično analizo opremo, ki daje podjetju raziskovalno podporo, medtem ko bo podjetje zagotovilo pogoje za testiranje v realnem okolju in omogočilo nadaljnje projekte aplikativnega značaja.

3. Prihodnost projekta

Ali obstaja možnost za nadgradnjo obstoječega projekta – v kakšnem smislu, kje in kako?

Da, glede na dobljene rezultate in aktualno tematiko obstaja možnost nadgradnje obstoječega projekta v prijavi novega še bolj interdisciplinarnega projekta, širšega konzorcija. Razmišljamo o prijavi projekta na RAZPIS: Develop sustainable bio-based materials for high-volume consumer products; ID: BBI-2019-SO3-R8 in razpis M-ERA NET 2020. Prav tako bomo delo nadgrajevali s skupnimi diplomskimi in magistrskimi deli. V planu imamo tudi skupne publikacije, ki bodo prav tako zahtevale nadgradnjo obstoječega projekta.

4. Posredni učinki na projektu

Navedite posredne učinke vključenih oseb v projekt

	<i>Število študentov</i>	<i>Opomba</i>
<i>Zaposlitev študenta v partnerskem podjetju</i>	<i>0</i>	<i>Trenutno ne potrebujejo kadra.</i>
<i>Možnost zaposlitve študenta v partnerskem podjetju (po zaključku izobraževanja)</i>	<i>±</i>	<i>—Obstaja potencial po zaposlitvi enega študenta iz področja materialov ali kemije.</i>
<i>Študent nadaljuje delo v partnerskem podjetju preko študentske napotnice, pogodbe, druge oblike sodelovanja</i>	<i>0</i>	<i>Trenutno ni potreb po tovrstnem delu. Ob pridobitvi projekta se lahko pojavi možnost po tovrstni zaposlitvi.</i>
<i>Izvajanje študijskih obveznosti (priprava magistrske, diplomske naloge na podlagi potrebe podjetja,)</i>	<i>1</i>	<i>Priprava vsaj ene diplomske ali magistrske naloge.</i>

Če so na projektu vidni tudi drugi učinki (npr. posodobitev učnega programa, prenos znanja kot npr. izvedeno predavanje s strani predstavnika podjetja, novoustanovljeni start –up, osvojitve nagrade na tekmovanju, natečaju, podelitev kadrovske štipendije....) le-te navedite in jih na kratko opišite.

V okviru predmetov vezanih na tematiko Polimernih materialov se lahko v naslednjem letu predavanja popestrijo s predavatelji iz podjetja Lajovic Tuba.

5. Izvajanje strateškega dokumenta zavoda

Navedite in opredelite oz. opišite način izvajanja nalog in načrtov iz strateškega dokumenta zavoda z namenom doseganja zadanih ciljev, ki so opredeljeni v strateškem dokumentu.

Projekt je prispeval k izvajanju nalog in načrtov iz Programa dela Univerze v Mariboru 2019 in sicer pri interdisciplinarnem povezovanju raziskovalcev in vključevanju študentov v raziskovalno in projektno delo ter povezovanju z gospodarskim okoljem oz. delodajalci. V projektu smo namreč sodelovali raziskovalci in študenti z več raziskovalnih področij (kemija/kemijska tehnologija, strojništvo, tehniško varstvo okolja, tekstilni materiali), študentje so obiskali sodelujoči podjetji in aktivno sodelovali z njihovimi strokovnjaki.

Prav tako smo z aktivnostmi v projektu prispevali k cilju UM za povezovanje izobraževanja z okoljem. Od strokovnjakov iz gospodarstva smo dobili koristne informacije o njihovih potrebah glede diplomantov oz. želenih kompetenc, ki jih pridobijo med študijem, kar predstavlja koristne smernice za posodabljanje študijskih programov.

Projekt Aktpack je prispeval tudi k uresničevanju Strategije razvoja Univerze v Mariboru 2014-2020 in sicer v smislu inovativnih metod poučevanja in učenja, osredotočenega na študente, saj so študentje pri izvajanju projekta spoznali dejansko izpeljavo projektov v praksi, morali so biti samostojni pri delu in samostojno sprejemati odločitve. V okviru projekta so študentje tudi osebno napredovali, pridobili so samostojnost, samozavest, spoznali pomen sodelovanja, timskega dela ipd. Strokovnjaki iz podjetij so dobili vpogled v nova znanja in s tem tudi sami napredovali v smislu vseživljenjskega učenja. Projekt je prispeval h krepitvi raziskovalnih področij UM, ki so v skladu s Slovensko strategijo pametne specializacije S4. S povezovanjem s strokovnjaki iz podjetij se je povečala vpetost univerze v lokalno okolje in izboljšalo sodelovanje z okoljem.

Projekt je tudi v skladu s strategijo podjetja Lajovic Tuba, ki tezi v razvoju inovativnih in kupcu prijaznih produktov.

6. Informiranje in obveščanje

Navedite aktivnosti s področja obveščanja in informiranja javnosti npr. zaključni dogodek s predstavitevjo rezultatov, vabila širši javnosti, objave v medijih, na spletnih straneh in drugih družbenih omrežjih ipd.

Objava rezultatov na spletni strani FS in Inštituta za inženirske materiale UM ter strani FKKT UM (<https://www.fs.um.si/>; <https://www.fkkt.um.si/>).

Informiranje študentov in zaposlenih v Lajovic Tubi o zaključnem dogodku, v podjetju (21.6.2019), kjer so študentje v power point obliki predstavili delo ter zaključke projekta.

Priprava članka za objavo v reviji Tekstilec in glasniku podjetja.

Izjava

S podpisom in žigom na tem obrazcu potrjujemo točnost in resničnost vseh podatkov, navedenih v končnem poročilu in vseh priloženih prilogah k njemu (npr. fotokopija oz. sken končnega izdelka).

Kraj: Maribor

Datum: 2.7. 2019

Ime in priimek ter podpis osebe, ki je pripravila poročilo: red. prof. dr. Lidija Fras Zemljič

Žig

Ime in priimek ter podpis odgovorne /
pooblaščene osebe

Dekan FS, prof. dr. Bojan Dolšak