

A. Strateški in dolgoročni cilji prejemnika, ukrepi za njihovo doseg, ciljne in izhodiščne vrednosti ter kazalniki prejemnika, s katerimi spremlja doseganje ciljnih vrednosti

Opis

Strategija razvoja Mednarodne podiplomske šole Jožefa Stefana (MPŠ) za sedemletno obdobje je bila sprejeta in dopolnjena na Ulpravnem odboru MPŠ (https://www.mps.si/documents/240/STRATEGIJA_RAZVOJA_MPS-UO-2023.pdf).

Strateške usmeritve ter iz njih izpeljani cilji so:

I. strateška usmeritev

Izboljšanje študijskega procesa, ki bo osredotočen na študenta, njegovo notranjo motivacijo in kulturo ustvarjalnega sodelovanja za znanstveno odličnost.

Cilji:

- krepitev modernih pedagoških pristopov, tehnične in prostorske opremljenosti
- izboljšanje sistema kakovosti pedagoško raziskovalnega procesa
- spodbujanje proaktivnosti študentov pri vključevanju v razvojne aktivnosti šole
- razvijanje kariernih kompetenc v delu Kariernega centra in Alumni kluba

II. strateška usmeritev

Okrepiti prepoznavnost MPŠ doma in v svetu.

Cilji:

- vzpodbujanje objav študentov in profesorjev v najodličnejših mednarodnih znanstvenih revijah
- krepitev sodelovanja z najboljšimi univerzami in ustvarjanje pogojev za skupne doktorate
- okrepitev mednarodne izmenjave študentov in profesorjev

III. strateška usmeritev

Okrepiti povezovanje raziskovanja in podiplomskega izobraževanja za ustvarjanje znanja in spodbujanje inovativnosti.

Cilji:

- vključevanje šole in sodelujočih raziskovalnih inštitutov v strateške raziskave gospodarstva
- okrepitev sodelovanja z industrijskimi partnerji pri skupnih projektih, predvsem znotraj prioritetenih tem pametne specializacije
- okrepitev dostopa do najbolj sodobne raziskovalne opreme v Sloveniji in tujini
- osveščanje in opolnomočenje šole pri pomenu komercializacije znanja

Ukrepi za njihovo doseg, ciljne in izhodiščne vrednosti ter kazalniki prejemnika, s katerimi spremlja doseganje ciljnih vrednosti, so opredeljeni v akcijskem načrtu izboljšav, ki ga je sprejel senat (https://www.mps.si/documents/320/Akcijski_nacrt_izboljsav_2024-2025_ilPZ0u7.pdf):

Strateška usmeritev I. Izboljšanje študijskega procesa, ki bo osredotočen na študenta, njegovo notranjo motivacijo in kulturo ustvarjalnega sodelovanja za znanstveno odličnost

a) Zagotoviti kakovostno izobraževanje

Indikatorji uspešnosti:

Indikator:

Cilj

Predmeti z učnimi enotami, ki uporabljajo nove učne metodologije

1

Predmeti, ki uporabljajo napredna orodja za spremljanje kompetenc

1

Povprečna anketna ocena profesorjev

4,5

Število izpolnjenih anketnih vprašanj (letno)

3000

Število delavnic na temo razvoja dodatnih kompetenc:

1

Dejavnosti:

- Razvoj in uvedba novih učnih metodologij:
- Organizirati delavnice in usposabljanja za profesorje na temo novih učnih metodologij, kot so obrnjeno učenje, projektno učenje, e-učenje, itd.
- Pilotno uvesti nove učne metode v izbrane predmete, analizirati rezultate in razširiti uporabo uspešnih metod.
- Implementacija naprednih orodij za spremljanje kompetenc:
- Razviti ali pridobiti napredna digitalna orodja za spremljanje napredka študentov pri pridobivanju in razvoju ključnih kompetenc.
- Usposobiti profesorje za uporabo teh orodij in jih vključiti v učni proces na izbranih predmetih.
- Spremljanje in izboljšanje kakovosti poučevanja:

- Vzpostaviti sistem rednega zbiranja povratnih informacij od študentov o kakovosti poučevanja, z osredotočenjem na povprečno oceno profesorjev.
- Uvesti mentorstvo in podporo profesorjem, ki so na začetku svoje akademske poti ali prejemajo nižje ocene da izboljšajo svoje metode poučevanja in pedagoške pristope.
- Povečanje števila delavnic za pridobivanje dodatnih kompetenc:
- Identificirati potrebe študentov po dodatnih kompetencah in organizirati ustrezne delavnice (npr. mehke veščine, uporaba novih tehnologij, podjetništvo, poznavanje slovenske zakonodaje s področja zaposlovanja za tuje študente).
- Spodbujati udeležbo študentov na teh delavnicah z informiranjem in promoviranjem pomembnosti dodatnih kompetenc.
- Vzpostaviti sistem priznavanja in potrjevanja neformalno in priložnostno pridobljenih kompetenc in znanja.

b) Spodbujanje akademskega uspeha

Indikatorji uspešnosti:

Indikator:

Cilj

Delež prvič vpisanih študentov v 1. letnik, ki so napredovali v 2. letnik
80%

Delež prvič vpisanih študentov v 2. letnik, ki so napredovali v 3. letnik
80%

Delež študentov, ki zaključijo študij v času statusa študenta
50%

Število izvirnih znanstvenih člankov študentov (v tekočem letu)
200

Povprečno število objavljenih člankov iz doktorskega študija
3

Delež objavljenih člankov iz doktorskega študija v A"
20%

Dejavnosti:

Pridobivanje informacij o napredovanju študentov:

- Sistematično spremljanje napredovanja prvič vpisanih študentov iz 1. v 2. letnik in iz 2. v 3. letnik. Vzpostaviti redne analize vzrokov za neuspeh pri napredovanju in oblikovati podporne ukrepe.
- Izvedba anket med študenti in profesorji za identifikacijo izzivov, s katerimi se soočajo študenti pri napredovanju, ter oblikovanje prilagojenih podpornih programov.

Pridobitev podatkov o času trajanja študija:

- Zbiranje podatkov o povprečnem času zaključevanja študija in analize dejavnikov, ki vplivajo na daljše trajanje študija. Na podlagi teh podatkov razviti strategije za pospešitev zaključevanja študija, kot so intenzivnejše mentorstvo, podpora ranljivim skupinam in dostop do raziskovalne infrastrukture ter pomoč/svetovanje pri analizi podatkov in pisanju zaključnega dela.

Pridobitev podatkov o objavljenih delih in analiza raziskovalne produktivnosti:

- Vzpostaviti sistem za zbiranje podatkov o objavljenih delih iz doktorskega študija, vključno s številom člankov in njihovim objavljanjem v visoko rangiranih revijah (A"). Spodbujati doktorske študente k objavljanju v visoko kakovostnih revijah skozi usposabljanja in mentorstvo.
- Organizirati delavnice in seminarje za doktorske študente o procesu objavljania raziskovalnih člankov, s posebnim poudarkom na strategijah za objavo v prestižnih revijah. Prav tako vzpostaviti spodbujevalne mehanizme za profesorje, ki bodo svojim študentom pomagali doseči te cilje.

Izboljšanje podpore študentom skozi celoten študij:

- Razviti in implementirati podporne programe za študente, ki so prilagojeni njihovim specifičnim potrebam (npr. akademsko svetovanje, karierno svetovanje, psihološka in socialna podpora).
- Uvesti sistem zgodnjega opozarjanja, ki bi zaznaval študente v težavah in jim nudil pravočasno podporo, da lahko redno in uspešno izpolnjujejo študijske obveznosti, napredujejo in zaključijo študij v predvidenem času.

Strateška usmeritev II. Okrepiti prepoznavnost MPŠ doma in v svetu

a) Povečanje internacionalizacije

Indikatorji uspešnosti:

Indikator:

Cilj

Število mobilnih posameznikov na Erasmus izmenjavi

15

Delež novo vpisanih študentov iz tujine

30%

Število zaključenih dvojnih doktoratov

1

Število aktivnih bilateralnih sporazumov

35

Število novo pridobljenih mednarodnih projektov, kjer MPŠ nastopa v vlogi koordinatorja ali projektnega partnerja

1

Dejavnosti:

Spodbujanje mobilnosti študentov:

- Aktivno promovirati možnosti Erasmus izmenjav med študenti s pomočjo informativnih dogodkov, spletnih seminarjev in osebnega svetovanja.
- Zagotoviti podporo študentom pri prijavi na Erasmus izmenjave, vključno s pomočjo pri administrativnih postopkih, iskanju nastanitve in zagotavljanju finančne podpore.
- Spodbujati študente k sodelovanju pri oblikovanju projektnih idej in aktivnostih Erasmus projektov in drugih izobraževalno-raziskovalnih projektov, kjer MPŠ nastopa v vlogi koordinatorja ali projektnega partnerja.

Spodbujanje mobilnosti profesorjev in osebja:

- Spodbujati profesorje in osebje k udeležbi na Erasmus izmenjavah z organizacijo informativnih srečanj in delavnic, kjer se bodo seznanili z možnostmi za izmenjavo, postopki prijave in koristni izmenjav.
- Uvesti sistem spodbud, kot so finančne podpore in priznanja, za tiste profesorje in osebje, ki se vključujejo v mednarodne izmenjave.

Povečanje vpisa tujih študentov:

- Okrepiti promocijo študijskih programov v tujini s pomočjo spletnih kampanj, sodelovanja na mednarodnih sejmih izobraževanja, vzpostavljanja partnerstev z univerzami v tujini ter vključevanja alumnov kot ambasadorjev, ki delujejo v tujini.
- Uvesti posebne podpirne programe, e-vodiče in delavnice za tuje študente, vključno z uvajalnimi tečaji, jezikovno podporo in mentorstvom.

Razvoj in promocija dvojnih doktoratov:

- Vzpostaviti in promovirati programe dvojnih doktoratov v sodelovanju z mednarodnimi univerzami. Pripravljati usklajene študijske načrte, ki bodo omogočili študentom pridobitev dvojnega doktorata.
- Zagotoviti mentorjem in študentom potrebna navodila in podporo pri organizaciji in izvedbi dvojnih doktoratov, vključno z usklajevanjem administrativnih zahtev in postopkov.

Krepitev bilateralnih sporazumov:

- Identificirati in vzpostaviti nove bilateralne sporazume s tujimi univerzami in raziskovalnimi ustanovami, ki so strateško pomembni za povečanje mednarodne aktivnosti in sodelovanja.
- Spremljati in obnavljati obstoječe bilateralne sporazume, da bi zagotovili njihovo učinkovitost in skladnost s cilji internacionalizacije. Redno ocenjevati uspešnost sporazumov in po potrebi prilagajati strategijo sodelovanja.

Povečanje števila mednarodnih izobraževalno-raziskovalnih projektov

- Aktivno iskanje priložnosti za mednarodna partnerstva preko spremljanja objavljenih razpisov (npr. Erasmus+, Interreg, MSCA, ARIS) in aktivnega sodelovanja na platformah in mrežah, kjer drugi konzorciji iščejo partnerje za skupne izobraževalno-raziskovalne projekte.
- Obveščanje VŠ osebja in študentov o objavljenih razpisih preko različnih komunikacijskih kanalov (socialna omrežja, spletna stran, direktni mailing) z namenom povečanja vključenosti v mednarodne projekte.
- Spodbujanje VŠ osebja in študentov k oblikovanju projektnih idej ter sodelovanju v projektnih aktivnostih, pri čemer jim nudimo strokovno podporo in svetovanje skozi celoten proces priprave in izvedbe projektov.

Monitoring in evalvacija:

- Redno pridobivanje, analiziranje in poročanje podatkov o številu študentov, profesorjev in osebja na Erasmus izmenjavah, številu novo vpisanih študentov iz tujine, zaključenih dvojnih doktoratih, aktivnih bilateralnih sporazumih in novo pridobljenih mednarodnih projektih MPŠ
- Organizacija rednih sestankov in evalvacijskih srečanj za pregled napredka pri doseganju ciljev internacionalizacije ter po potrebi prilagoditev strategij in aktivnosti.

b) Povečanje prepoznavnosti MPŠ

Indikatorji uspešnosti:

Indikator:

Cilj

Število objav na socialnih omrežjih (FB, LinkedIn, Twitter)
100

Število obiskov spletne strani
4000/leto

Število udeležencev na IPSSC
40

Število zunanjih udeležencev na IPSSC
5

Število sponzorjev IPSSC
3

Število dogodkov MPŠ, objavljenih v medijih
2

Povprečna ocena novo vpisanih študentov
8,5

Dejavnosti

Krepitev prisotnosti na družbenih omrežjih:

- Razviti letni načrt objav za družbena omrežja, ki vključuje redne objave o akademskih dosežkih, dogodkih, raziskavah, in uspehih študentov ter osebja.
- Ustvariti vsebinske kampanje, ki bodo povezane s ključnimi dogodki MPŠ, kot so IPSSC, dnevi odprtih vrat, in promocija novih študijskih programov.

Optimizacija in promocija spletne strani:

- Posodobiti spletno stran MPŠ z modernim dizajnom in uporabniško izkušnjo, ki bo privlačna tako za domače kot tuje obiskovalce.
- Izvajati SEO ((Search Engine Optimization) optimizacijo in digitalne marketing kampanje za povečanje vidnosti spletne strani na iskalnikih.

Organizacija in promocija IPSSC:

- Skupaj s Študentskim svetom pripraviti oglaševalno strategijo za IPSSC, ki vključuje ciljno usmerjeno oglaševanje na družbenih omrežjih, promocijo preko partnerskih univerz, in sodelovanje z mediji.
- Vzpostaviti partnerstva s ključnimi industrijskimi deležniki in podjetji za pridobivanje sponzorjev za IPSSC ter povečanje števila zunanjih udeležencev.

Povečanje medijske prepoznavnosti:

- Vzpostaviti redne stike z mediji ter ustvariti in posredovati sporočila za javnost ob pomembnih dogodkih MPŠ, kot so konference, raziskovalni dosežki, in mednarodne izmenjave.
- Organizirati tiskovne konference in javne dogodke, kjer bodo predstavniki MPŠ predstavili svoje aktivnosti in projekte.

Povečanje privlačnosti za nove študente:

- Izvajati ankete med novo vpisanimi študenti za oceno njihove izkušnje ob vpisu, in na podlagi teh rezultatov izboljšati študijski proces in podporne storitve.
- Razviti personalizirane komunikacijske kampanje, usmerjene na potencialne nove študente, ki vključujejo promocijo programov, študijskih možnosti in uspešnih zgodb alumnov.

Monitoring in evalvacija:

- Redno pridobivati in analizirati podatke o doseganju ciljev, povezanih z objavami na socialnih omrežjih, obiskom spletne strani, udeležbo in sponzorstvom na IPSSC, ter prepoznavnostjo v medijih.
- Na podlagi pridobljenih podatkov in povratnih informacij izvajati prilagoditve v komunikacijskih in promocijskih strategijah za boljše doseganje ciljev prepoznavnosti.

Preglednica 1

Zap. št. cilja	Naziv strateškega in dolgoročnega cilja	Uvrstitev cilja v kategorijo/e: (1) znanstvena odličnost, (2) družbeni in gospodarski vpliv, (3) mednarodna vpetost	Ukrep za doseg cilja	Kazalnik za spremljanje doseganja ciljne vrednosti	Izhodiščna vrednost (2022)	Ciljna vrednost (2027)	Komentar
1	Izboljšanje sistema kakovosti pedagoško raziskovalnega procesa	2	Redno spremljanje kakovosti z anketnimi vprašalniki in obravnavami na komisiji za kakovost	Število izpolnjenih anketnih vprašanj	3246	3600	Pri vprašalnikih je poudarek na kakovosti odgovorov, tako da se spodbujajo vsebinski odgovori, ki omogočajo izboljšanje stanja na podlagi zbranih predlogov.
2	Vzpodbujanje objav študentov in profesorjev v najodličnejših mednarodnih znanstvenih revijah	1	Spodbujanje odličnih objav, razpis za priznanja najboljšim študentom in profesorjem	Število izvirnih znanstvenih člankov študentov	256	300	Zelo pomembna je odličnost revij, v katerih so članki objavljeni. V zadnjem letu je bil najvišji faktor vpliva na članku z vključenim študentom 15,3.
3	Krepitev sodelovanja z najboljšimi univerzami in ustvarjanje pogojev za skupne doktorate	3	Spodbujanje mentorjev k sodelovanju	Število dvojnih doktoratov	0	3	V zadnjem letu je bil uspešno zaključen dvojni doktorat z avtralsko univerzo New Castle, prav tako tudi s francosko univezo La Rochelle.
4	Okrepitev mednarodne izmenjave študentov in profesorjev	3	Spodbujanje študentov in profesorjev za mednarodno mobilnost	Število mobilnih posameznikov	7	20	Mednarodna mobilnost se je po zaključku epidemije okrepila, tako da je že zdaj presežena ciljna vrednost za leto 2027. Veliko je bilo predvsem krajših mobilnosti, ki so bile namenjene raziskovalnemu delu na instituciji v tujini, ki je bilo komplementarno k raziskovalnemu delu v Sloveniji.
5							
6							
7							
8							
9							
10							

B. Razvojni cilji prejemnika, ukrepi za njihovo doseganje, ciljne in izhodiščne vrednosti ter kazalniki, s katerimi spremlja doseganje ciljnih vrednosti

Opis

Razvojni cilji so vključeni v strateško usmeritev III. Okrepiti povezovanje raziskovanja in podiplomskega izobraževanja za ustvarjanje znanja in spodbujanje inovativnosti

a) Sodelovanje z okoljem

Indikatorji uspešnosti:

Indikator Cilj

Število zaključnih del, opravljenih v sodelovanju z industrijo in drugimi uporabniki: 1
Število podpisanih sporazumov o sodelovanju z industrijo in negospodarstvom: 1
Število obiskov študentov v podjetjih v okviru Industrijskega seminarja: 10
Število praktičnih nalog, opravljenih v podjetjih v okviru Industrijskega seminarja: 1
Delež diplomantov, ki so zaposleni v industriji ali povezani s partnerji šole po zaključku študija: 10%

Dejavnosti

Razvoj in širitev sporazumov o sodelovanju z industrijo in negospodarstvom:

- Aktivno iskanje in angažiranje potencialnih partnerjev za podpis novih sporazumov o sodelovanju, vključno s pripravo predlogov in organizacijo pogajalskih sestankov.
- Organiziranje dogodkov za mrežno povezovanje z industrijskimi in negospodarskimi partnerji, ki bodo priložnost za podpis novih sporazumov in širitev obstoječih partnerstev.
- Uporaba Alumni kluba in Kariernega centra za iskanje novih partnerjev ter ohranjanje in nadgradnja obstoječih partnerstev z industrijo in negospodarstvom.
- Identifikacija, razvoj in izvedba projektov, ki so v skladu z raziskovalnimi prioritetami Instituta "Jožef Stefan" in drugih partnerjev, ki prispevajo k reševanju trajnostnih izzivov.
- Povečanje sinergij med raziskovalnimi interesi Instituta "Jožef Stefan" in drugih partnerjev na področju trajnostnih praks in inovacij.

Poleg navedenih ukrepov šola tudi organizira, spremlja in evalvira študijske obiske v podjetjih, da se poveča zaposljivost diplomantov in izboljša povezovanje z industrijo, kar se dodatno meri z naslednjimi kazalniki:

- Število zaključnih del, opravljenih v sodelovanju z industrijo in drugimi uporabniki.

- Število podpisanih sporazumov o sodelovanju z industrijo in negospodarstvom.
- Število praktičnih nalog, opravljenih v podjetjih v okviru Industrijskega seminarja.
- Delež diplomantov, ki so zaposleni v industriji ali povezani s partnerji šole po zaključku študija.

Organizacija, spremljanje in evalvacija študijskih obiskov v podjetjih:

- Organizacija in koordinacija obiska podjetij za študente, vključno s pripravo obiskov, usklajevanjem z industrijskimi partnerji in obveščanjem študentov o prihajajočih dogodkih.
- Razvoj komunikacijskih kanalov za obveščanje študentov o možnostih za obiske podjetij, vključno z e-pošto, oglasnimi deskami in socialnimi omrežji.
- Zbiranje povratnih informacij od študentov o obiskih podjetij in uporaba teh podatkov za izboljšanje prihodnjih obiskov.

Razvoj in vrednotenje praktičnih nalog v podjetjih v okviru Industrijskega seminarja:

- Skupaj s podjetji razviti konkretne naloge, ki jih bodo študenti reševali v okviru Industrijskega seminarja. To vključuje tudi usklajevanje nalog z realnimi potrebami podjetij.
- Priprava delavnic, kjer študenti spoznajo, kako izvesti praktične naloge in reševati industrijske izzive.
- Spremljanje izvedbe nalog in zbiranje povratnih informacij od podjetij ter študentov, da bi izboljšali učinkovitost in relevantno nalog.

Povečanje zaposljivosti diplomantov in povezovanje z industrijo:

- Razvoj programov kariernega svetovanja, vključno s pomočjo pri iskanju zaposlitve, pripravi življenjepisov in pripravi na zaposlitvene razgovore.
- Organizacija dogodkov za mrežno povezovanje, kjer diplomanti lahko srečajo potencialne delodajalce, zlasti podjetja in organizacije, s katerimi šola že sodeluje.
- Aktivno vključevanje članov Alumni kluba v podporo diplomantom pri iskanju zaposlitve in povezovanju z industrijskimi partnerji ter spremljanje njihove zaposljivosti.

b) Naslavljanje sodobnih družbenih izzivov

Indikatorji uspešnosti:

Indikator Cilj

Število predmetov s trajnostnimi vsebinami: 4

Število raziskovalnih projektov osredotočenih na trajnostne vsebine: 4

Delež raziskovalnih projektov, ki vključujejo rešitve za klimatske spremembe in energetske učinkovitost: 20%

Število sodelovanj z lokalnimi skupnostmi in nevladnimi organizacijami na področju trajnostnih, digitalnih, zelenih in vključujočih praks: 2

Dejavnosti za doseg strateškega cilja:

Integracija trajnostnih, digitalnih, zelenih in vključujočih praks v izobraževanje in raziskovanje:

- Vključitev tematik, kot so klimatske spremembe, obnovljivi viri energije, digitalizacija, umetna inteligenca in trajnostni razvoj, v učne načrte.
- Razvoj raziskovalnih projektov, ki se osredotočajo na zmanjšanje emisij, energetske učinkovitost, prilagajanje klimatskim spremembam in druge trajnostne, digitalne in vključujoče prakse.

Spodbujanje okoljske ozaveščenosti in družbene odgovornosti pri študentih, profesorjih, raziskovalcih in ostalem osebju, vključenem v delovni proces na MPŠ :

- Organizacija in izvedba projektov za zmanjšanje okoljskega vpliva in spodbujanje trajnostnih praks.
- Uvajanje ukrepov za energetske in okoljske učinkovitost (npr. zeleno naročanje in komuniciranje, brezpapirno poslovanje, zelene poti, virtualni dogodki) in zmanjšanje odpadkov v delovanju institucije.

Spodbujanje okoljskih in energijskih inovacij:

- Organizacija natečajev in raziskovalnih projektov za razvoj novih tehnologij in rešitev na področju energetske učinkovitosti in obnovljivih virov energije.
- Ustvarjanje sodelovanj z raziskovalnimi organizacijami in industrijo za razvoj naprednih tehnologij, ki prispevajo k trajnostnemu razvoju.

Preglednica 2

Zap. št. cilja	Naziv razvojnega cilja	Uvrstitev cilja v kategorijo/e: (1) znanstvena odličnost, (2) družbeni in gospodarski vpliv, (3) mednarodna vpetost	Ukrep za doseg cilja	Kazalnik za spremljanje doseganja ciljne vrednosti	Izhodiščna vrednost (2022)	Ciljna vrednost (2027)	Komentar
1	Okrepiti povezovanje raziskovanja in podiplomskega izobraževanja za ustvarjanje znanja in spodbujanje inovativnosti	2	- Aktivno iskanje in angažiranje potencialnih partnerjev za podpis novih sporazumov o sodelovanju, vključno s pripravo predlogov in organizacijo pogajalskih sestankov. - Organiziranje dogodkov za mrežno povezovanje z industrijskimi in negospodarskimi partnerji, ki bodo priložnost za podpis novih sporazumov in širitev obstoječih partnerstev. - Uporaba Alumni kluba in Kariernega centra za iskanje novih partnerjev ter ohranjanje in nadgradnja obstoječih partnerstev z industrijo in negospodarstvom. - Identifikacija, razvoj in izvedba projektov, ki so v skladu z raziskovalnimi prioritetami Instituta "Jožef Stefan" in drugih partnerjev, ki prispevajo k reševanju trajnostnih izzivov. - Povečanje sinergij med raziskovalnimi interesi Instituta "Jožef Stefan" in drugih partnerjev na področju trajnostnih praks in inovacij.	Število obiskov študentov v podjetjih v okviru Industrijskega seminarja	0	10	Razvojni cilj naslavlja izboljšanje sodelovanja z okoljem. Poleg navedenih ukrepov šola tudi organizira, spremlja in evalvira študijske obiske v podjetjih, da se poveča zaposljivost diplomantov in izboljša povezovanje z industrijo, kar se dodatno meri z naslednjimi kazalniki: Število zaključnih del, opravljenih v sodelovanju z industrijo in drugimi uporabniki. Število podpisanih sporazumov o sodelovanju z industrijo in negospodarstvom. Število praktičnih nalog, opravljenih v podjetjih v okviru Industrijskega seminarja. Delež diplomantov, ki so zaposleni v industriji ali povezani s partnerji šole po zaključku študija.
2	Naslavljanje sodobnih družbenih izzivov	1,2,3	Integracija trajnostnih, digitalnih, zelenih in vključujočih praks v izobraževanje in raziskovanje: - Vključitev tematik, kot so klimatske spremembe, obnovljivi viri energije, digitalizacija, umetna inteligenca in trajnostni razvoj, v učne načrte. - Razvoj raziskovalnih projektov, ki se osredotočajo na zmanjšanje emisij, energetske učinkovitost, prilagajanje klimatskim spremembam in druge trajnostne, digitalne in vključujoče prakse. Spodbujanje okoljske ozaveščenosti in družbene odgovornosti pri študentih, profesorjih, raziskovalcih in ostalem osebju, vključenem v delovni proces na MPS : - Organizacija in izvedba projektov za zmanjšanje okoljskega vpliva in spodbujanje trajnostnih praks. - Uvajanje ukrepov za energetske in okoljske učinkovitost (npr. zeleno naročanje in komuniciranje, brezpapirno poslovanje, zelene poti, virtualni dogodki) in zmanjšanje odpadkov v delovanju institucije. Spodbujanje okoljskih in energijskih inovacij: - Organizacija natečajev in raziskovalnih projektov za razvoj novih tehnologij in rešitev na področju energetske učinkovitosti in obnovljivih virov energije. - Ustvarjanje sodelovanj z raziskovalnimi organizacijami in industrijo za razvoj naprednih tehnologij, ki prispevajo k trajnostnemu razvoju.	Število raziskovalnih projektov osredotočenih na trajnostne vsebine	0	4	Razvojni cilj naslavlja izboljšanje vključenosti v reševanje sodobnih družbenih izzivov. Šola dodatno spremlja tudi naslednje kazalnike: Število predmetov s trajnostnimi vsebinami. Delež raziskovalnih projektov, ki vključujejo rešitve za klimatske spremembe in energetske učinkovitost. Število sodelovanj z lokalnimi skupnostmi in nevladnimi organizacijami na področju trajnostnih, digitalnih
3							
4							
5							

Načrt

Načrt izvajanja znanstvenoraziskovalne dejavnosti, ki vključuje razvoj dejavnosti v okviru programskega stebra financiranja

V okviru programskega stebra financiranja Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana izvaja program Nove slikovno-analitske metode, v sodelovanju z IMFM.

Slikovno-analitske metode so osnova eksperimentalnega dela pri raziskavah različnih materialov in jih lahko uporabljamo za zaznavanje in identifikacijo snovi ter določanje njihovih fizikalnih, kemijskih in strukturnih lastnosti. Nekatere metode so prenosljive tudi na druga področja, kot so npr. humanistične vede. Uporabili in optimizirali bomo slikovne in analitske metode za spremljanje razvoja kompetenc pri udeležencih različnih delavnic in usposabljanj (študenti, zaposleni v podjetjih).

V nadaljevanju raziskovalnega programa načrtuje Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana nadaljevati s THz spektroskopskimi in slikovnimi študijami farmacevtskih izdelkov in gradbenih materialov, ki zagotavljajo njihovo kakovost in varnost za ljudi in okolje. THz spektroskopijo bomo uporabili kot analitično orodje za analizo prehranskih dopolnil ali nutracevtikov v frekvenčnem območju do 15 THz. V tem frekvenčnem območju THz spektroskopija poda informacije o vibracijskih in rotacijskih stanjih molekul, ki so prisotne v prehranskih dopolnilih. Le-to informacijo bomo uporabili za proučevanje vsebnosti posameznih spojin v nutracevtikih in karakterizacijo kemijske učinkovine in strukture produktov, predvsem na simuliranih vzorcih, ki bodo izpostavljeni različnim okoljskim razmeram. Načrtujemo nadaljevanje raziskav na področju karakterizacije tradicionalnih in alternativnih gradbenih materialov, predvsem tistih baziranih na biopolimerih ter uporabe THz tehnologije pri upravljanju odpadkov in spremljanju okoljskih parametrov. Poleg tega bomo raziskovali THz lastnosti cementnih materialov ter spremljali homogenost porazdelitve aditivov v cementnih vzorcih, njihovo poroznost ter identifikacijo posameznih sestavin, kar je pomembno pri recikliranju odsluženih betonskih elementov. Za THz meritve bomo pripravili vzorce cementnih mas z različnimi koncentracijami aditivov, nanesenih na HDPE folije, in spremljali vpliv okoljskih dejavnikov, kot sta npr. temperatura in vlaga, na njihove lastnosti. Osredotočili se bomo na raziskave lomnega količnika in absorpcijskega koeficienta različnih biopolimernih gradbenih materialov v frekvenčnem območju med 600 GHz in 15 THz, saj je natančno poznavanje teh parametrov materiala bistvenega pomena za modeliranje širjenja THz valov v medijih, vključno z odbojem, transmisijo, uklonom in sipanjem. Ti modeli so na primer potrebni za preučevanje širjenja THz signala v prihodnjih brezžičnih komunikacijskih sistemih, ki bodo delovali na višjih frekvencah kot 5G telekomunikacije. Kot modelni sistem za študij THz tehnologije načrtujemo tudi uporabo tekočih kristalov. Poleg materialnih raziskav bomo slikovne in analitske metode uporabili tudi za spremljanje razvoja kompetenc pri udeležencih različnih delavnic in usposabljanj s področja senzorskih tehnologij in naprednih materialov (študenti, zaposleni v podjetjih). Na ta način bomo preizkusili prenosljivost slikovno-analitskih metod na druga področja.

1. Znanstvena izhodišča in predstavitev problema

2.

Slikovno-analitske metode so osnova eksperimentalnega dela pri raziskavah materialov in jih lahko uporabljamo za zaznavanje in identifikacijo snovi ter določanje njihovih fizikalnih, kemijskih in strukturnih lastnosti. Člani programske skupine že več desetletij sodelujemo pri razvoju in uporabi različnih slikovno-analitskih metod. Naj omenimo naš prispevek na področju varnosti prebivalstva, v medicini in farmaciji, na področju neporušnih preiskav v gradbeništvu, analitskih metod za iskanje prepovedanih snovi in za razvoja novih materialov. Uporaba različnih metod slikanja in analize na istem preizkušancu (to je lahko npr. le nekaj gramov nove snovi, človeški možgani ali cele zgradba) je izjemno interdisciplinarno delo, ki združuje znanje z različnih področij tehnike in naravoslovja ter prinaša natančnejše in zanesljivejše informacije o preizkušancu. V nadaljevanju raziskovalnega programa načrtujemo:

1) nadaljevati s THz spektroskopskimi in slikovnimi študijami farmacevtskih in prehranskih izdelkov, s poudarkom na bioaktivnih snoveh različnega izvora (živali, rastline, mikroorganizmi, glive), ki se uporabljajo v medicini in prehranski industriji;

2) razvijati numerične algoritme za opis faznih prehodov v tekočih kristalih, ki jih je možno opazovati s THz spektroskopijo.

3) izvajati THz spektroskopske in slikovne študije cementno baziranih materialov, vključno s spremljanjem porazdelitve aditivov v t. i. zelenih cementih. Raziskovali bomo vpliv sestave in homogenosti cementnih materialov na njihove fizikalno-kemijske lastnosti, pri čemer bomo posebno pozornost namenili trajnostnim cementnim kompozitom ter metodam identifikacije materialov za potrebe recikliranja odsluženih betonskih struktur;

4) razvijati metode za spremljanje razvoja kompetenc udeležencev različnih izobraževalnih programov, delavnic in usposabljanj. S slikovno-analitskimi metodami bomo preučevali procese pridobivanja znanja in spretnosti ter raziskovali možnosti prenosa teh metod v interdisciplinarna okolja, vključno z humanističnimi in družboslovnimi vedami.

THz spektroskopija

V raziskovalnem programu bomo nadaljevali z raziskavami na področju THz tehnologij. V prejšnjem programskem obdobju smo razvili dodatne komponente za napredno delovanje THz sistema za namene spektroskopskih in slikovnih meritev strukturnih in kemijsko-fizikalnih lastnosti različnih materialov. Pri raziskavah na področju karakterizacije materialov smo se osredotočili predvsem na dve skupini materialov, farmacevtske izdelke in gradbene materiale. Rezultate svojih raziskav smo predstavili na znanstvenem in strokovnem področju z objavami v revijah s pomembnimi faktorji vpliva in s predstavitvami na mednarodnih konferencah. Pokazali smo, da se THz spektroskopija lahko uporablja kot dodatno orodje za analizo zdravil na osnovi hormonov in prehranskih dopolnil (Puc et al., 2018). Tako hitre in zanesljive metode so še posebej pomembne pri nadzoru kakovosti in preverjanju pristnosti farmacevtskih izdelkov. Naše pretekle študije so pokazale, da ima THz tehnologija velik potencial tudi za analizo gradbenih materialov (Abina et al., 2015a, 2016). Pokazali smo, da je THz spektroskopija primerna za razlikovanje med različnimi odpadnimi materiali iz plastike (Abina et al., 2020). Poleg tega lahko s THz slikanjem odkrijemo in ugotovimo nekatere pomanjkljivosti ali napake v polimernih

gradbenih odpadkih. Tako se lahko odločimo, ali je možno odpadke ponovno uporabiti ali vrniti v proizvodni postopek. THz tehnologija lahko tako pomembno prispeva h krožnemu gospodarstvu in trajnostnemu razvoju, zlasti z zmanjšanjem gradbenih odpadkov in izboljšanim recikliranjem (Abina et al., 2022).

Trg THz tehnologije v Evropi naj bi se povečal z 49,6 milijona EUR od leta 2019 na 356 milijonov EUR do leta 2027, torej po trenutnih ocenah za 28,1% letno od leta 2020 do 2027, predvsem na račun neinvazivnih medicinskih preiskav, aplikacij v farmacevtski in živilski industriji, ki zagotavljajo varnost ljudi in okolja ter prispevajo k vzpostavitvi tehnologije po 5G telekomunikacijah ("Europe Terahertz Technology Market Forecast to 2027 - COVID-19 Impact and Regional Analysis By Component, Type, and Application,"). V naši programski skupini raziskave, ki temeljijo na THz tehnologiji, pokrivajo vsaj dve od zgoraj omenjenih področij, predvsem:

- (i) raziskave v farmaciji in prehrabeni industriji,
- (ii) aplikacije, ki zagotavljajo varnost ljudi in okolja.

THz raziskave v farmaciji

THz tehnologija je zanimanje v farmacevtskem sektorju pridobila zaradi treh ključnih lastnosti THz valovanja (Bawuah and Zeitler, 2021): (1) sposobnost zaznavanja medmolekularnih in nizkoenergijskih intramolekularnih vibracij znotraj in med molekulami; (2) razmeroma majhno sipanje THz valovanja zaradi dolge valovne dolžine v primerjavi z velikostjo delcev v farmacevtskih izdelkih; (3) nizka absorpcija THz valovanja v polimerni matrici in drugih pomožnih snoveh v farmacevtskih in farmacevtski embalaži. V zadnjem desetletju se THz spektroskopija uporablja predvsem za analizo polimorfov, kokristalov in hidratnih oblik trdnih farmacevtskih izdelkov. Zaradi naraščajočega zanimanja za učinkovite in natančne slikovno-analitične sisteme v molekularni spektroskopiji naj bi se v prihodnje THz raziskave osredotočile na nedestruktivna testiranja v farmaciji, kot je npr. karakterizacija gostote in poroznosti tablet v proizvodnem procesu (Lu et al., 2020) ali detekcija tujkov (Achouri et al., 2021), hitrost zajemanja podatkov in izboljšanje zanesljivosti metod analize podatkov (npr. multivariatna analiza) (Gorecki and Apostolopoulos, 2021).

Poseben cilj raziskav na tem področju je preveriti razvite metode THz spektroskopije in slikanja, da se zagotovi nadzor kakovosti in varnost vsebine farmacevtskih izdelkov v primeru izpostavljenosti različnim zunanjim pogojem (vlaga, temperatura, tlak). Visoka stopnja vlažnosti ali temperaturna sprememba lahko povzroči, da farmacevtska zdravila absorbirajo vlago med končnim pakiranjem, pošiljanjem ali skladiščenjem, kar povzroči, da se nekatera zdravila razgradijo in izgubijo svojo učinkovitost. To je bilo spoznano kot izjemno pomembno pri zagotavljanju kakovosti cepiv, zlasti sedaj v času epidemije Covid-19. THz spektroskopija bo uporabljena za proučevanje sprememb v kemijski strukturi simuliranih vzorcev zdravil, ki bodo izpostavljeni različnim okoljskim razmeram. Kot komplementarno metodo bomo uporabili THz slikanje, s katerim lahko preverimo spremembe v homogenosti tablet oz. kapsule zdravil, ki bodo izpostavljene različnim okoljskim razmeram. S THz spektroskopijo in slikanjem bomo preučevali tudi anomalije in pomanjkljivosti farmacevtske embalaže, ki pomembno vplivajo na odpornost zdravil in prehranskih dopolnil na različne okoljske parametre. Poseben poudarek bo na prehranskih dopolnilih pridobljenih iz gliv, ki imajo v zadnjem času velik pomen v prehrabni in drugi industriji, zlasti z vidika uvajanja fungalne biotehnologije, ki potrebuje za proizvodno dobrin manj virov in proizvaja manj odpadkov. THz slikanje bo uporabljeno za zaznavanje prisotnosti kontaminantov v prehranskih dopolnilih, kot so kovine in drugi škodljivi snovi, za namen zagotavljanja kvalitete in varnosti izdelkov, ki so namenjeni širši populaciji in do katerih je možen dostop brez zdravniškega posveta.

THz aplikacije, ki zagotavljajo varnost ljudi in okolja

Na področju gradbeništva in gradbene industrije je THz spektroskopija pokazala velik potencial, zlasti na področju nadzora kakovosti gradbenih materialov v fazi razvoja in proizvodnje, pa tudi kasneje v življenjskem ciklu uporabe. Čeprav se trenutno v gradbeništvu za te namene uporabljajo druge metode nedestruktivnega testiranja (NDT), kot so ultrazvok, infrardeča (IR) termografija, rentgenska mikrotomografija in lasersko skeniranje, imajo vse te metode svoje omejitve. Na primer, ultrazvočna metoda ni priporočljiva v hrupnem okolju, IR termografija slabo zazna majhne praznine v materialih, rentgenski žarki so nevarni za zdravje ljudi, laserska tehnologija pa običajno omogoča zaznavanje napak, večjih od 10 mm. THz tehnologija lahko zaobide vse te omejitve in ima številne prednosti pred drugimi obstoječimi metodami NDT, kot so brezkontaktna meritve površine ali notranjosti materiala, THz valovi so varni tako za ljudi kot za materiale, ki se preskušajo, sistem deluje pri sobni temperaturi brez potrebe po kriogenem sistemu, kompleksno dielektrično konstanto materialov pa je zaradi skladnega delovanja sistema mogoče pridobiti brez uporabe izračunov Kramer-Kronigovih relacij.

Pretekle raziskave so pokazale začetni potencial THz tehnologij pri preiskovanju gradbenih materialov, hkrati pa odpirajo številne nove raziskovalne priložnosti na tem področju. Ena izmed njih je identifikacija gradbenih odpadkov in odpadkov pri rušenju (CDW) ter njihovo ločevanje in zbiranje pri viru na podlagi analize absorpcijskih odzivov THz materialov, prisotnih v CDW. Nedavne raziskave so pokazale možnost ločevanja različnih plastik z uporabo njihovega frekvenčnega odziva v THz območju (Küter et al., 2017; Turku et al., 2017). Ker nas gradbeni materiali obkrožajo povsod, lahko hitro ugotovimo, da je CDW v Evropski uniji največji vir vseh količinskih odpadkov (Margareta Wahlström et al., 2020). Cilj Evropskega Zelenega dogovora in Akcijskega načrta za krožno gospodarstvo je spodbuditi razvoj in proizvodnjo ogljično nevtrálnih in krožnih izdelkov, zlasti v sektorjih, ki zahtevajo veliko virov, kot je gradbeništvo. Poleg betona CDW vključujejo tudi številne druge materiale, vključno z opeko, ometom, lesom, steklom, polimernimi penami, plastiko, topili, azbestom, asfaltom in izkopi iz onesnaženih območij. Pred kratkim je večina teh odpadkov končala na divjih odlagališčih, danes pa ti materiali vstopajo tudi v procese krožnega gospodarstva, kjer jih poskušajo ponovno uporabiti. Za zagotovitev trajnostne rabe gradbenih materialov je treba omogočiti stalno kroženje gradbenih materialov z minimalno količino odpadkov za odlaganje, po drugi strani pa si prizadevati za razvoj in proizvodnjo visokokakovostnih materialov z minimalnim vplivom na okolje. K temu stremi tudi Evropska komisija, ki je nedavno objavila protokol in smernice EU o gradbenih odpadkih in odpadkih iz rušenja.

Raziskovalna skupina MPŠ je eden od pionirjev na področju raziskav in uporabe THz spektroskopskih in slikovnih metod na področju gradbenih materialov (Abina et al., 2015b). V prihodnje načrtujemo nadaljevanje raziskav programske skupine na področju karakterizacije tradicionalnih in alternativnih gradbenih materialov ter CDW. Cilj je analizirati THz spektralne odzive iz več skupin trdnih CDW, ki vsebujejo nekovinske delce in biopolimere (lepila, kompoziti, premazi, izolativni materiali, aditivi), ki so polimeri, pridobljeni iz obnovljivih virov biomase ter jih je mogoče na različne načine uporabljati kot gradbene materiale. Uporaba biopolimerov v gradbeništvu in gradbenih materialih tako zmanjša vpliv gradbene industrije na okolje, hkrati pa zagotavlja trajnostne in inovativne rešitve pri gradnji in opremljanju stavb. Tako bomo lahko pripravili knjižnico

spektrov, ki bo lahko v te namene služila nadaljnjemu razvoju THz sistema. Tudi THz slikanje bo uporabljeno za odkrivanje napak in tujkov v gradbenih izdelkih iz zgoraj omenjenih materialov. To lahko bistveno prispeva k odločitvi, kateri izdelek ustreza vsem standardom in kateri se zaradi nepravilnosti vrne v proizvodni postopek. V naše raziskave bomo vključili tudi kemometrične rešitve za reševanje analitičnih izzivov v primeru kompleksnih gradbenih materialov. Tovrstne raziskave bodo laboratorijska osnova za razvrščanje gradbenih materialov s THz spektrometrom, ki jih bo mogoče kasneje prenesti v industrijsko okolje. Ker so THz sistemi v preteklosti že pokazali, da zagotavljajo najbolj zadovoljive rezultate v kombinaciji z drugimi NDT tehnikami, bomo dodatne informacije poskušali pridobiti z dodatnimi metodami, ki uporabljajo ultrazvok, mikrovalove (npr. georadar), infrardeče valove oz. rentgenske žarke.

Na podlagi zgoraj naštetih prednosti THz tehnologij, na primer prehoda skozi več nekovinskih materialov, vključno s tipičnimi gradbenimi materiali, je uporaba THz tehnologije zelo obetavna tudi na področju digitalizacije, zlasti za uporabo v brezžičnih komunikacijah na višjih frekvencah, nad trenutno uporabljanimi frekvencami 5G. Obstaja veliko obetavnih praktičnih aplikacij THz tehnologije v komunikacijah, razvoju različnih sistemskih komponent, kot so viri, detektorji, stikala, modulatorji, filtri in ojačevalniki (Hasan et al., 2016). Za večino teh aplikacij je treba pridobiti podatke o interakciji THz valovanja z okoliškimi materiali. Med temi so gradbenimi materiali zelo pomembni. Zato se bomo osredotočili tudi na študije lomnega količnika in absorpcijskega koeficienta različnih običajnih gradbenih materialov v frekvenčnem območju med 600 GHz in 6 THz, saj je natančno poznavanje teh snovnih lastnosti bistvenega pomena za modeliranje širjenja THz valov v medijih, vključno z odbojem, transmisijo, uklonom in sipanjem. Ti modeli so na primer potrebni tudi za preučevanje širjenja THz signala v prihodnjih brezžičnih komunikacijskih sistemih, ki bodo delovali na višjih frekvencah nad 5G.

2. Cilji raziskav

Na področju THz spektroskopije in slikanja:

- Razvoj in uporaba THz spektroskopskih metod za izbrane farmacevtike in nutracevtike kot so bioaktivne snovi različnega izvora.
- Razvoj in uporaba THz spektroskopskih metod za izbrane biopolimerne materiale kot gradbene materiale ter cementno bazirane materiale z različnimi aditivi.
-
- Razvoj slikovno-analitskih metod za spremljanje razvoja kompetenc udeležencev izobraževalnih programov (npr. senzorske tehnologije, kamor sodi tudi THz spektroskopija) ter optimizacija pristopov za vizualizacijo in analizo učnih procesov v interdisciplinarnih okoljih.

Na področju numeričnih algoritmov in novih metod slikanja:

- Optimizacija THz spektroskopskega in slikovnega sistema za raziskave nekaterih farmacevtskih in prehrabnih izdelkov in naprednih alternativnih gradbenih materialov kot je npr. zeleni cement ter razvoj algoritmov in numeričnih metod za analizo THz spektrov in interpretacijo THz slik.
- Študij faznih prehodov v tekočerkristalnih sistemih in proučitev primernosti za študij navedenih sistemov s THz spektroskopijo.
- Testiranje različnih algoritmov za ocenjevanje kompetenc pred in po usposabljanju ter razvoj metod vizualizacije napredka v razvoju trajnostnih in zelenih inovacijskih kompetenc, ki omogočajo poglobljeno analizo učnih procesov in učinkov usposabljanj.

3. Metodologija

Pridobivanje novega znanja in razvoj tehnologij na področju THz raziskav se izjemno pospešuje, zaradi tega je ključnega pomena slediti najnovejšim dosežkom in siliti v ospredje raziskav v svetovnem merilu. Zato bomo kot eno od raziskovalnih metod uporabili tudi sistematičen pregled literature, ki je v času velike količine podatkov vedno bolj pomemben. Pri pregledu literature bomo uporabili različne strategije in smernice ter s kritičnega stališča preskusili možnosti, ki jih ponuja umetna inteligenca, npr. analiza ogromne količine podatkov s statističnim modeliranjem za določanje relevantnosti člankov glede na izbrane tematike naših raziskav. Predlagane raziskave so kombinacija eksperimentalnega dela in programiranja oz. razvoja novih numeričnih algoritmov na različnih področjih slikanja. Vso potrebno eksperimentalno opremo imamo na voljo v obeh sodelujočih institucijah (IMFM in MPŠ) ali v okviru mednarodnih in domačih projektov, pri katerih sodelujemo. Znotraj teh projektov imamo dostop tudi do večine novih materialov, ki smo jih predlagali v programu. Nekatere materiale bomo poiskali tudi na trgu ali pridobili v okviru sodelovanja s tujimi in domačimi raziskovalnimi institucijami in podjetji.

Za analizo eksperimentalnih rezultatov in razvoj numeričnih metod bomo uporabili osebne računalnike in programska orodja z vgrajenimi osnovnimi numeričnimi metodami, kot so na primer MATLAB, NI LabVIEW in Wolfram Mathematica. Poleg klasičnih numeričnih metod bomo preizkusili tudi uporabo umetne inteligence in naprednih vizualizacijskih orodij za optimizacijo analize THz slik in spektrov, kar bo omogočilo boljše razumevanje materialnih lastnosti in hitrejšo interpretacijo eksperimentalnih podatkov. Navedene metode bomo uporabljali tudi za ocenjevanje kompetenc in njihovega izboljšanja za sodelavce raziskovalne skupine in za udeležence diseminacijskih dogodkov na podlagi raziskovalnih rezultatov programske skupine.

4. Časovnica

Delovne naloge in raziskovalci odgovorni za izvedbo

THz raziskave farmacevtikov in nutracevtikov v različnih okoljskih pogojih (A. Abina, U. Puc, A. Zidanšek) 2024-2027

THz spektroskopija in slikanje fitofarmacevtske embalaže (A. Abina, U. Puc, A. Zidanšek) 2025-2027

Karakterizacija biopolimernih materialov kot gradbenih materialov s THz spektroskopijo (A. Abina, U. Puc, A. Zidanšek) 2022-2025

Karakterizacija odpadkov in polutantov s THz spektroskopijo (A. Abina, U. Puc, A. Zidanšek) 2023-2025

Študij faznih prehodov v tekočerkristalnih sistemih (A. Abina, A. Zidanšek) 2023-2025

THz karakterizacija bioaktivnih snovi različnega izvora (A. Abina, U. Puc, A. Zidanšek) 2025-2027

THz fingerprinti materialov na osnovi cementa (A. Abina, U. Puc, A. Zidanšek) 2025-2027

Slikovne in analitske metode pri vizualizaciji razvoja kompetenc na področju senzorskih tehnologij (A. Abina, A. Zidanšek) 2025-2027

Literatura

Abina, A., et al., 2015a. Talanta 143, 169–177, doi:10.1016/j.talanta.2015.05.027

Abina, A., et al., 2015b. Appl. Spectrosc. Rev. 50, 279–303, doi:10.1080/05704928.2014.965825

Abina, A., et al., 2016. NDT E Int. 77, 11–18, doi:10.1016/j.ndteint.2015.09.004

Abina, A., et al., 2022. Journal of Environmental Management, doi:10.1016/j.jenvman.2022.115118

Abina, A., et al., 2022. Sustainability, doi: 10.3390/su14148539

Abina, A., et al., 2023. Micromachines, doi: <https://dx.doi.org/doi.org/10.3390/mi14111987>

Abina, A., et al., 2023. Photonics, doi: <https://dx.doi.org/10.3390/photonics10080883>

Abina, A., et al., 2023. Sustainability, doi: <https://dx.doi.org/10.3390/su15043477>

Abina, A., et al., 2023. Photonics, doi: <https://dx.doi.org/doi.org/10.3390/photonics10091051>

Abina, A., et al., 2024. Sustainability, doi: <https://dx.doi.org/10.3390/su16031295>

Achouri, I.E., et al., 2021. Talanta 224, 121885, doi:10.1016/j.talanta.2020.121885

Bawuah, P., et al., 2021. TrAC Trends Anal. Chem. 139, 116272, doi:10.1016/j.trac.2021.116272

Bonner, J.C., and Fisher, M.E., 1964. Phys. Rev. 135, A640, doi:10.1103/PhysRev.135.A640

Cheong and Mostovoy, 2017. Nature Mater 6, 13-20, doi:10.1038/nmat1804

Chilton, N.F., et al., 2013. J. Comp. Chem. 34, 1164-1175, doi:10.1002/jcc.23234

Cotič, P., et al., 2015. NDT & E International 74, 87-93, doi:10.1016/j.ndteint.2015.05.003

Europe Terahertz Technology Market Forecast to 2027 - COVID-19 Impact and Regional Analysis By Component, Type, and Application [WWW Document] (accessed 4.12.21).

Fiebig, M., 2005. J. Phys. D: Appl. Phys. 38, R123-R152, doi:10.1088/0022-3727/38/8/R01

Gallegos-Ortega, R., et al., 2017. Build. Environ. 124, 336-341, doi:10.1016/j.buildenv.2017.08.015

Gorecki, J., Apostolopoulos, V., 2021. Appl. Opt., doi:10.1364/AO.420987

Gramfort, A. et al., 2013. Front. Neurosci. 7:267, doi:10.3389/fnins.2013.00267

Gudimalla, A., Sabu T., Zidanšek, A. Journal of molecular structure. [Print ed.]. 2021, vol. 1235, str. 130217-1-130217-12. ISSN 0022-2860. DOI: 10.1016/j.molstruc.2021.130217

Hasan, M., et al., 2016. Nano Commun. Netw. 10, 68–78, doi:10.1016/j.nancom.2016.07.011

Klun, M., et al., 2018. SynerCrete'18, Proceedings, pp. 55-60

Kotnala, R.K. and J. Shah, 2015. Ferrite Materials: Nano to Spintronics Regime, in Handbook of Magnetic Materials. 291-379, doi:10.1016/B978-0-444-63528-0.00004-8

Koželj P. et al., 2014. PRL 113, 107001, doi:10.1103/PhysRevLett.113.107001

Krnel, M., et al., 2020. Intermetallics 113, 106680, doi:10.1016/j.intermet.2019.106680

Küter, A., et al., 2017. THz imaging for recycling of black plastics, doi: 10.1515/TEME-2017-0062

Lu, X., et al., 2020. Int. J. Pharm. 591, 120006, doi:10.1515/TEME-2017-0062

Lux, R.L., et al., 1978. IEEE TBME, 5:270–276, doi:10.1109/tbme.1978.326332

Masahiro, S., et al., 2004. Megvision magnetoencephalograph system and its applications, Yokogawa Technical Report

Wahlström, M, et al., 2020. European Topic Centre on Waste and Materials in a Green Economy, No. ETC/WMGE 2020/1

Phan, M.H. and Yu, S.C., 2007. JMMM 308, 325–340, doi:10.1016/j.jmmm.2006.07.025

Puc, U., et al., 2018. Sensors 18, 4098, doi:10.3390/s18124098

Sarlar, K., et al., 2020. Current Applied Physics 20, 18-22, doi:10.1016/j.cap.2019.09.019

Shah, V., et al., 2018. Proc. SPIE 10548, Steep Dispersion Engineering and Opto-Atomic Precision Metrology XI, 105481G, doi:10.1117/12.2299197

Turku, I., et al., 2017. Waste Manag. Res. 35, 200–206, doi:10.1177/0734242X16678066

Vrtnik, S., et al., 2018. J Alloys and Compounds 742, 877-886, doi:10.1016/j.jallcom.2018.01.331

Yang, Y., et al., 2020. Nature Photonics 14, 446–451, doi:10.1038/s41566-020-0618-9

Yeh, J. W. et al., 2004. Adv. Eng. Mater. 6, 299-303, doi:10.1002/adem.200300567

Zhang, W.J., et al., 2021. Angewandte Chemie 133, 4277-4283, doi:10.1002/ange.202012133

Znanstvena odličnost

Programska skupina je v obdobju poročanja poleg številnih objav v uglednih mednarodnih revijah objavila tudi knjigo pri mednarodni založbi in več prispevkov na mednarodnih znanstvenih konferencah.

Slikovno-analitske metode so osnova eksperimentalnega dela pri raziskavah materialov in jih lahko uporabljamo za zaznavanje in identifikacijo snovi ter določanje njihovih fizikalnih, kemijskih in strukturnih lastnosti. Člani programske skupine že več desetletij sodelujemo pri razvoju in uporabi različnih slikovno-analitskih metod. Naj omenimo naš prispevek na področju varnosti prebivalstva, v medicini in farmaciji, na področju neporušnih preiskav v gradbeništvu, analitskih metod za iskanje prepovedanih snovi in za razvoja novih materialov. Uporaba različnih metod slikanja in analize na istem preizkušancu (to je lahko npr. le nekaj gramov nove snovi, človeški možgani ali cele zgradba) je izjemno interdisciplinarno delo, ki združuje znanje z različnih področij tehnike in naravoslovja ter prinaša natančnejše in zanesljivejše informacije o preizkušancu.

V nadaljevanju raziskovalnega programa načrtujemo:

- 1) nadaljevati s THz spektroskopskimi in slikovnimi študijami farmacevtskih in prehranskih izdelkov, s poudarkom na bioaktivnih snoveh različnega izvora (živali, rastline, mikroorganizmi, glive), ki se uporabljajo v medicini in prehranski industriji;;
- 2) razvijati numerične algoritme za opis faznih prehodov v tekočih kristalih, ki jih je možno opazovati s THz spektroskopijo.
- 3) izvajati THz spektroskopske in slikovne študije cementno baziranih materialov, vključno s spremljanjem porazdelitve aditivov v t. i. zelenih cementih.

Raziskovali bomo vpliv sestave in homogenosti cementnih materialov na njihove fizikalno-kemijske lastnosti, pri čemer bomo posebno pozornost namenili trajnostnim cementnim kompozitom ter metodam identifikacije materialov za potrebe recikliranja odsluženih betonskih struktur; 4) razvijati metode za spremljanje razvoja kompetenc udeležencev različnih izobraževalnih programov, delavnic in usposabljanj. S slikovno-analitskimi metodami bomo preučevali procese pridobivanja znanja in spretnosti ter raziskovali možnosti prenosa teh metod v interdisciplinarna okolja, vključno z humanističnimi in družboslovnimi vedami.

Družbeni in gospodarski vpliv

Programska skupina je aktivno prenašala rezultate svojega raziskovalnega dela predvsem v pedagoški proces, a tudi v širšo družbeno skupnost.

Med pomembnejšimi dosežki velja izpostaviti:

Vodenje mednarodnega projekta Norveškega sklada RESPO VI (<https://respo-vi-project.eu/>, 2022-2024, partnerji iz Norveške)
Vodenje mednarodnega Erasmus+ projekta IGNITE (<https://ignite-project.eu/>, 2024-2026, partnerji iz Španije, Grčije, Belgije, Francije in Norveške)
Vodenje kompetenčnega centra KOC-TOP (<https://www.mps.si/sl/koc-top/>, 2019-2022, 50 partnerjev, vodilna slovenska podjetja vključno z: Gorenje Orodjarna, Gorenje IPS, Unior, Henkel, Yaskawa Europe Robotics, Kolektor Group, LPKF, Lotrič Certificiranje, Albaugh, Jub, Plastika Skaza idr.)
Sodelovanje v mednarodnem Erasmus+ projektu AIDA (<https://aidaeuproject.com/>, 2023-2024, partnerji iz Španije)
Sodelovanje v mednarodnem Erasmus+ projektu DECIDE (<https://decide-project.eu/>, 2022-2024, partnerji iz Poljske, Grčije in Bolgarije)
21.11.2023: Dve predavanji člana programske skupine (Aleksander Zidanšek) na letni skupščini Rimskega kluba, Winterthur, Švica
19.10.2024: Redno članstvo člana programske skupine (Aleksander Zidanšek) v Rimskem klubu

Vodenje mednarodnega Interreg projekta GreenHull (Uroš Puc, http://www.greenhull.eu/EN_GH_project_introduction.html, 2020-2022, partnerji iz Italije in Slovenije)

Vodenje Kariernega centra Mednarodne podiplomske šole Jožefa Stefana (Andreja Abina, 2020-danes)

Mednarodna vpetost

Raziskovalni program tesno sodeluje s skupino za THz spektroskopijo na ZHAW v Zurichu. Poleg tega sodeluje z raziskovalci iz Indije in drugih držav, preko programa Erasmus pa MPŠ sodeluje z več kot 35 univerzami po svetu, s katerimi je bilo v letu 2024 izvedenih kar 23 mobilnosti.