

Inštitut
za kovinske materiale
in tehnologije



Lepi pot 11, 1000 Ljubljana, Slovenija
t: 01 4701 800, f: 01 4701 939
e: info@imt.si, w: www.imt.si

PROGRAM DELA

V OKVIRU STABILNEGA FINANCIRANJA

INŠTITUTA ZA KOVINSKE MATERIALE IN

TEHNOLOGIJE

ZA OBDOBJE 2022-2027

Ljubljana, 1.9.2022

Direktor IMT:

Izr. prof. dr. Matjaž Godec



**PROGRAM DELA
V OKVIRU STABILNEGA FINANCIRANJA
INŠTITUTA ZA KOVINSKE MATERIALE IN
TEHNOLOGIJE
ZA OBDOBJE 2022-2027**

Izdaja 1

SPISEK SPREMemb:

Kazalo

1. Povzetek Programa dela za obdobje 2022–2029	4
2. Znanstveno – raziskovalna usmeritev JRZ	6
2.1. Vizija	6
2.2. Poslanstvo	6
2.3.2. Osnovni podatki o raziskovalni in razvojni dejavnosti.....	9
2.4. Posamezni kazalniki za zadnje pet letno obdobje 2017–2021.....	11
2.5. Zakonske podlage in dokumenti razvojnega načrtovanja, ki opredeljujejo delovanje JRZ	17
2.6. Sredstva JRZ za obdobje 2017-2021	18
2.7. Okolje JRZ	21
2.8. Ključna področja delovanja JRZ in znanstveno-raziskovalna usmeritev JRZ	23
2.9. Pomen znanstveno-raziskovalne usmeritve JRZ za razvoj znanosti v širšem (svetovnem) merilu.....	30
2.10. Pomen znanstveno-raziskovalne usmeritve JRZ za razvoj Slovenije.....	32
2.11. Dolgoročni cilji JRZ.....	35
2.12. Podpora dejavnosti raziskovalni dejavnosti	38
2.12.1. Infrastrukturni programi.....	38
2.12.2. Druga podpora dejavnost, vključno s fiksнимi stroški upravljanja JRZ in fiksнимi stroški za financiranje instrumentalnih centrov in zbirk	39
3. Program investicij v raziskovalno opremo in investicijskega vzdrževanja za obdobje 2022–2027	39
4. Kadrovska projekcija razvoja s sistemizacijo programskeih in infrastrukturnih skupin za obdobje 2022–2027	45
5. Projekcija stabilnega financiranja v obdobju 2022–2027	47

1. Povzetek Programa dela za obdobje 2022–2029

Inštitut za kovinske materiale in tehnologije (IMT) je javni raziskovalni zavod, ki prvenstveno raziskovalno in tudi pedagoško deluje na področju kovinskih materialov in tehnologij. Primarna naloga inštituta je ustvarjanje novega znanja predvsem na področju metalurgije, jeklarstva, aluminija, kovinskih materialov, orodjarstva in kovinskopredelovalne industrije, dodajalnih tehnologij, inženiringa površine, biomaterialov, kompozitov, nanoznanosti in nanotehnologije, ekotehnologije, vakuumskih tehnik, metrologije tlaka in varstva okolja. Njegova sekundarna naloga pa je prenos ustvarjenega novega znanja v prakso za potrebe proizvodnih gospodarskih družb, energetike, ohranjanja okolja in družbe s ciljem izboljšanja kakovosti življenja in trajnostnega razvoja.

Inštitut kot multidisciplinarni javni raziskovalni zavod, povezan z visokošolskimi organizacijami, v okviru programa dela inštituta izvaja kot javno službo raziskovalne programe, ki predstavljajo zaokroženo področje raziskovalnega dela, za katerega je pričakovati, da bo v svetu aktualen še v naslednjem desetletju in je hkrati za Slovenijo tako pomembno, da obstaja državni interes, da se na tem področju dolgoročno nadaljuje z raziskavami. Del raziskovalnih področij inštituta je zajetih v strategiji Pametne specializacij RS. Inštitut opravlja temeljno in aplikativno raziskovanje ter skrbi za razvoj in delovanje infrastrukture v okviru Raziskovalne in inovacijske strategije Slovenije. Inštitut se vključuje v domačo in mednarodno znanstveno raziskovalno dejavnost in se v ta namen povezuje s sorodnimi organizacijami doma in v svetu.

Inštitut zagotavlja vsestransko dostopnost ter uporabo znanja v družbi in gospodarstvu, prenos raziskovalnih dosežkov v prakso, popularizacijo znanosti, širjenje znanstvene kulture in obveščanje javnosti. Inštitut v okviru svoje dejavnosti daje poseben poudarek znanstvenim osnovam za varstvo okolja in spremljanje procesov v njem ter razvoju novih čistih materialov in tehnologij ter se usmerja v razvoj kovinskih materialov na področju trajnosti in prehoda v brezogljivo družbo.

Središče raziskovanja na inštitutu bo tudi v naslednjem obdobju potekalo na področju kovinskih materialov, kot so jekla, aluminijeve, magnezijeve in titanove zlitine, nikljeve superzlitine in ostalih kovinskih materialov, namenjenih avtomobilski industriji, strojogradnji, energetiki in proizvodnji električne, gradbeništva, medicini, letalski industriji, vesoljskim in ostalim aplikacijam. Materiali so izpostavljeni najzahtevnejšim in specifičnim pogojem, ki jih lahko s posebnim znanjem izboljšamo do te mere, da lahko dosegajo in presegajo meje do sedaj znanega in raziskanega. Raziskovanja bodo tako usmerjena v procese v staljenem stanju kot strjevalne procese, termomehanska preoblikovanja, pa tudi procese na površinah, mejnih površinah, mejah zrn in faznih mejah, tako s stališča eksperimentalnega dela kot s stališča modeliranja metalurških procesov in mikrostruktur. Poleg tega se raziskovalno usmerjamo tudi na področja kovinskih biomaterialov in na nove tehnologije sinteze kovinskih materialov, kot so dodajne tehnologije. Del raziskav bo usmerjen tudi v raziskave kovinskih materialov na področju zelenega prehoda, kot je shranjevanje in prenos vodika ter trajnostni razvoj, povezan z recikliranjem. Inštitut raziskovalno deluje in bo nadaljeval svoje raziskave na področju tehnike, kjer se največji del raziskav posveča področju Materiali s podpodročjem Kovinski materiali. Del raziskav je usmerjen tudi v področje Elektronske komponente in tehnologije s

podpodročjem Vakuumistika in del raziskav na področje Procesno strojništvo s podpodročjem Večfazni sistemi, v okviru katerega poteka modeliranje metalurških procesov.

Raziskovalno področje Kovinski materiali se uvršča v moderno raziskovalno področje, ki predstavlja enega najpomembnejših področij na svetu in v Evropi. Od razvoja materialov in predvsem kovinskih materialov je odvisen razvoj družbe. Tega se Evropa močno zaveda, zato je ena od prioritet Horizonta 2020 in prihajajočih novih perspektiv, raziskave na področju kovinskih materialov. Ključne omogočitvene tehnologije, ki jih je prepoznała evropska komisija so: nanotehnologije, napredni materiali, biotehnologija, trajnostni razvoj in drugo. Na področju naprednih materialov so prepoznali pomemben industrijski sektor metalurgijo, kar se kaže tudi v strateškem dokumentu Metallurgy Europe. Zaradi usmeritve Evrope v brezogljivo družbo in s tem povezanim zelenim prehodom ter usmeritve iz fosilnih v obnovljive vire se pričakuje povečanje rabe kovinskih materialov za naprave za tovrstno zajemanje energije in shranjevanje in prenos energije. Poleg tega vstopamo tudi v dobo digitalizacije, obdelovanja velikega števila podatkov, ki v metalurških procesih igrajo ključno vlogo, tako pri obdelavi analiz kot stanja med samim procesom. Vse to povečuje potrebe po novih naprednih kovinskih materialov, ki bodo kos novim zahtevnim izzivom. Hkrati pa se povečuje potreba po nekaterih elementih, ki jih Evropa lahko dobi le z urbanim rudarjenjem. Tako bo znanje na področju recikliranja in uporaba sekundarnih surovin pri izdelavi kvalitetnih kovinskih zlitin igrala zelo pomembno nalogu.

Znanstvena odličnost in specifično strokovno znanje s področja jekel in aluminija nam omogoča širok nabor prijemov in metod s katerimi se lotevamo razvoja kovinskih materialov in povezovanja lastnosti in mikrostrukture. Preučevanja materiala od teoretičnih osnov termodinamike, kristalnih zgradb in procesov na ravni atomov v povezavi z »know how-om« na področju sinteze materialov omogoča razumevanje fizikalne metalurgije in znanstvene preboje na področju novih materialov ter razumevanja lastnosti na atomskem nivoju. Zaradi majhnega zanimanja slovenske znanstvene in izobraževalne sfere je delež ljudi z metalurškim znanjem zelo upadel, IMT pa je ostal eden izmed redkih JRZ v katerem se je ohranil metalurški »know-how« ter znanstvena odličnost na področju metalurgije.

Znanstvenoraziskovalne usmeritve IMT so povezane s strategijo pametne specializacije in njenim prednostnim področjem materialov kakor tudi s sodobnimi izzivi prehoda v trajnostno brezogljivo družbo. S sprejetjem strategije pametne specializacije se okolje, v katerem deluje IMT v zadnjem letu, izboljšuje, saj je razvoj materialov in s tem metalurgije, kot ene pomembnejših vej industrije v slovenskem okolju, ponovno prepoznan kot gonilo razvoja družbe in pomemben člen v povečevanju BDP, povečevanju dodane vrednosti in vzpostavljanju novih verig vrednosti. Nevarnost, ki se nakazuje v zadnjem obdobju, je predvsem energetska kriza, ki lahko močno prizadene metalurško in kovinskopredelovalno industrijo saj sta obe visoko energetsko intenzivni industriji. V slovenskem prostoru pa glavno omejitev predstavlja pomanjkanje zrcaljenja pomena prednostnih področij pametne specializacije v bazične raziskave in podpore pri nabavi nove opreme in podcenjenosti pomena področja metalurgije.

V obdobju 2022 do 2027 na IMT načrtujemo nadaljnji dvig znanstvene odličnosti, ki se izkazuje v objavah z večjim faktorjem vpliva in večji citiranosti znanstvenih objav. Poleg tega Izdaja 1

načrtujemo večjo vpetost v mednarodne in evropske projekte ter preboj na področje Evropske vesolske agencije in drugih EU institucij. Poleg tega načrtujemo še tesnejše povezovanje z raziskovalci iz Skandinavije, Nemčije, Kitajske in Južne Koreje, ki so ene od najrazvitejših držav na metalurškem področju. Sledili bomo zastavljenim ciljem vlaganj v state-of-the-art raziskovalno opremo s pomočjo sofinanciranja države.

2. Znanstveno – raziskovalna usmeritev JRZ

2.1. Vizija

Kovinski materiali bodo tudi nadalje najpomembnejši materiali za obstoj moderne civilizacije in kljub hitremu razvoju nekovinskih materialov, predstavljajo zelo pomembno področje, ki ga ostali materiali v bližji prihodnosti ne bodo mogli prevzeti. Brez kovin bi moderna civilizacija dobesedno razpadla.

Vizija IMT je ostati najuspešnejši na področju razvoja, raziskav in inovacij kovinskih materialov v Sloveniji ter kompetenten, ugleden in odgovoren partner v trajnostnem razvoju družbenega okolja, poleg tega pa še okrepliti mednarodno prepoznavnost. IMT bo ohranjal in razvil vlogo vodilnega inštituta na področju kovinskih materialov, ki bo s svojimi raziskavami, razvojem, inovacijami in prenosom znanja v industrijo ter izobraževanjem strokovnjakov prispeval h gospodarski rasti, zaposlovanju in blagostanju naše države kot članice EU. Z najboljšimi sistemi vodenja in ključnimi strateškimi znanji bo IMT zagotavljal nenehno preseganje pričakovanja zaposlenih, poslovnih partnerjev in okolja ter ustvarjal privlačne priložnosti za zaposlitev najboljših kadrov.

2.2. Poslanstvo

Poslanstvo IMT je ustvarjanje novega znanja na področju metalurgije, jeklarstva, aluminija, kovinskih materialov, orodjarstva, dodajalnih tehnologij in inženiringa površine, biomaterialov, kompozitov, nanoznanosti in nanotehnologije, ekotehnologije, vakumske optoelektronike, metrologije, inženirskih materialov, varstva okolja in večje kakovosti življenja ter trajnostnega razvoja. Poslanstvo izvajamo z naslednjimi vrstami dejavnosti:

- ustvarjanje novega znanja s temeljnimi raziskavami in z eksperimentalnim razvojem na področju kovinskih materialov oziroma na področju naravoslovja in tehnologij ter posledično z objavo rezultatov v mednarodno priznanih znanstvenih publikacijah
- prenos ustvarjenega novega znanja v prakso za potrebe proizvodnih gospodarskih družb, proizvodnje elektrike in družbe, s ciljem izboljšanja kakovosti življenja in trajnostnega razvoja
- poslanstvo IMT je tudi izobraževanje na dodiplomskem in podiplomskem študiju predvsem v okviru Naravoslovnotehniške fakultete smer Materiali in metalurgija, v okviru Mednarodne podiplomske šole Jožefa Stefana ter ostalih domačih (UL, UM in UNG) in mednarodnih izobraževalnih ustanov in univerz. Poslanstvo prenašanja znanja

se izraža tudi v izobraževanju in usposabljanju v obliki strokovnih seminarjev in učnih delavnic.

2.3. Predstavitev JRZ na kratko

IMT je javni raziskovalni zavod, ki prvenstveno raziskovalno in tudi pedagoško deluje na področju kovinskih materialov in tehnologij. Primarna naloga inštituta je ustvarjanje novega znanja predvsem na področju metalurgije, jeklarstva, aluminija, kovinskih materialov, orodjarstva, dodajnih tehnologij in inženiringa površine, biomaterialov, kompozitov, nanoznanosti in nanotehnologije, ekotehnologije, vakuumskih tehnik in metrologije tlaka ter varstva okolja. Njegova sekundarna naloga pa je prenos ustvarjenega novega znanja v prakso za potrebe proizvodnih gospodarskih družb, termo in jedrske energetike, s ciljem izboljšanja kakovosti življenja in trajnostnega razvoja.

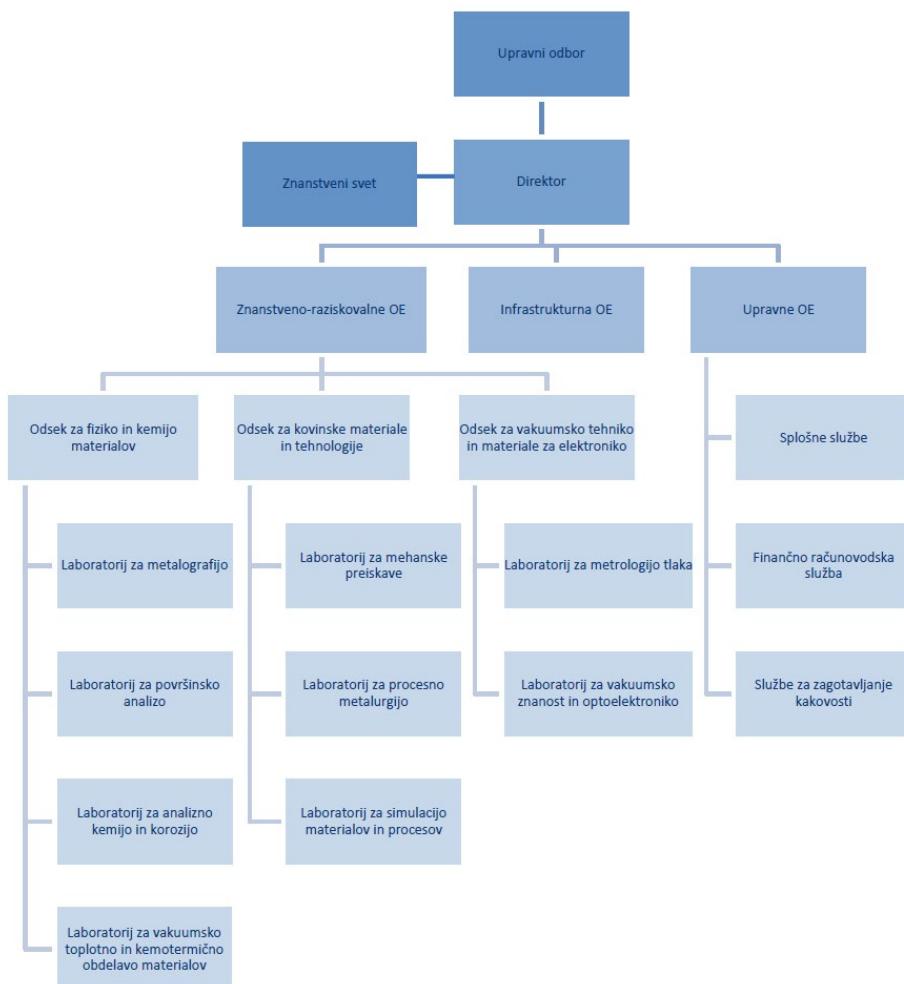
Inštitut kot multidisciplinarni javni raziskovalni zavod, povezan z visokošolskimi organizacijami, v okviru programa dela inštituta izvaja kot javno službo raziskovalne programe, ki predstavljajo zaokroženo področje raziskovalnega dela, za katerega je pričakovati, da bo v svetu aktualen še v naslednjih desetletjih in je hkrati za Slovenijo tako pomembno, da obstaja državni interes, da se na tem področju dolgoročno raziskuje. Inštitut opravlja temeljno in aplikativno raziskovanje ter skrbi za razvoj in delovanje infrastrukture v okviru Raziskovalne in inovacijske strategije Slovenije ter Pametne specializacije. Inštitut se vključuje v domačo in mednarodno znanstveno raziskovalno dejavnost in se v ta namen povezuje s sorodnimi organizacijami doma in v svetu.

Inštitut zagotavlja vsestransko dostopnost ter uporabo znanja v družbi in gospodarstvu, prenos raziskovalnih dosežkov v prakso, popularizacijo znanosti, širjenje znanstvene kulture in obveščanje javnosti. Inštitut v okviru svoje dejavnosti daje poseben poudarek znanstvenim osnovam za varstvo okolja in spremljanje procesov v njem ter razvoju novih čistih in trajnostnih tehnologij.

Inštitut je sestavljen iz organizacijskih enot, in sicer: znanstveno-raziskovalnih, infrastrukturnih in upravnih. Organi inštituta so: Upravni odbor, Znanstveni svet in direktor. Upravni odbor ima pet članov, od katerih: dva člena imenuje ustavotitelj, in sicer enega člena na predlog ministrstva, pristojnega za raziskovalno dejavnost, in enega člena na predlog ministrstva, pristojnega za gospodarstvo; dva člena imenuje Znanstveni svet iz vrst uporabnikov Inštituta, ki imajo dolgoročen interes pri povezovanju raziskovalnih dejavnosti Inštituta oziroma zainteresirane javnosti in enega člena izvolijo zaposleni delavci Inštituta izmed sebe.

Na inštitutu je bilo 31. 12. 2021 zaposlenih 60 oseb (konec leta 2022 bo število zaposlenih več kot 60), od tega jih je bilo 32 raziskovalcev. Med raziskovalci je bilo 11 žensk in 21 moških. Poleg teh je bilo zaposlenih še 6 mladih raziskovalcev, od tega 1 ženska in 5 moških. V letu 2021 so bili realizirani celotni prihodki v višini 3.417.255 EUR in celotni odhodki v višini 3.288.472 EUR. V letu 2021 smo realizirali 128.783 EUR (AOP 888) presežka prihodkov nad odhodki.

2.3.1. Organiziranost JRZ (organi, organizacijska struktura)



Upravni odbor IMT:

Prof. dr. Bojan Podgornik (predsednik), predstavnik IMT
 Dr. Peter Cvahte (podpredsednik), iz vrst uporabnikov
 Boris Kumer, iz vrst uporabnikov
 Dr. Ivan Skubic, MIZŠ
 Dr. Matej Novak, MGRT

Znanstveni svet IMT:

Prof. dr. Bojan Podgornik (predsednik)
 Dr. Aleksandra Kocijan
 Prof. dr. Božidar Šarler
 Dr. Janez Šetina
 Prof. dr. Matjaž Godec, (po funkciji)

2.3.2. Osnovni podatki o raziskovalni in razvojni dejavnosti

Središče raziskovanja na inštitutu poteka na področju kovinskih materialov, kot so jekla, aluminijeve zlitine, nikljeve superzlitine, in ostali kovinski materiali, namenjeni avtomobilski industriji, strojegradištvu, termoenergetiki, gradbeništvu, medicini, letalski industriji, vesolju, visokotehnološkim in ostalim aplikacijam, kjer so materiali izpostavljeni zahtevnim in specifičnim pogojem. Raziskovanja so usmerjana v procese v staljenem stanju, kot strjevalne procese, vse do procesov na površinah, mejah in faznih mejah in v končni fazi na dosežene lastnosti. Del raziskav je namenjen tudi novim modernim postopkom sinteze kovinskih materialov in inženiringa površine, kot so dodajalne tehnologije in teksturiranje. Raziskave potekajo tako preko eksperimentalnega dela kot na področju modeliranja metalurških procesov in mikrostruktur. Del raziskav pa je namenjen vakuumski tehniki in materialom za ultra visoke vakuumskie tehnologije.

Glavna področja raziskovanja so opredeljena preko treh programskeh skupin:

P2-0132 (C) Fizika in kemija površin kovinskih materialov, nosilec IMT, 7,3 FTE, 12406 ur,

P2-0050 (C) Kovinski materiali in tehnologije, nosilec IMT, 3,53 FTE, 6003 ur;

P2-0056 (C) Vakumska tehnika in materiali za elektroniko, nosilec IMT, 1,15 FTE, 1955 ur;
ene infrastrukturne skupine:

IO-0006 Raziskovalna infrastrukturna dejavnost IMT, nosilec IMT, 3 FTE, 5100 ur.

Na inštitutu se izvajajo še nacionalni (ARRS) projekti:

Temeljni projekti

- J2-1729 (C); Nova biorazgradljiva Fe-Mn zlitina izdelana s konvencionalnim postopkom in s postopkom dodajalnih tehnologij s prilagojeno biorazgradljivostjo, IMT nosilec, 0,63 FTE, 1065 ur
- J2-1718 (B); Napredno brezmrežno modeliranje in simulacija večfaznih sistemov, sodelujoča JRZ, 0,44 FTE, 747 ur
- J2-1741 (D); Lasersko mikro in nanostrukturiranje za razvoj biomimetičnih kovinskih površin z edinstvenimi lastnostmi (LaMiNaS), sodelujoča JRZ, 0,10 FTE, 173 ur
- J2-2486 (D); Izboljšan prenos toplote pri vrenju z uporabo hierarhičnih funkcionaliziranih površin (eHEATs), sodelujoča JRZ, 0,23 FTE, 385 ur
- J2-2511 (C); Prilagodljivo utrjevanje površin avstenitnih jekel s procesi kriogenega preoblikovanja, sodelujoča JRZ, 0,32 FTE, 548 ur
- J2-3044 (C); Kontroliranje ekstremnih kavitacijskih pogojev z lasersko funkcionalizacijo površin (eCATS), sodelujoča JRZ, 0,10 FTE, 170 UR (začel v letu 2021)
- J2-3052 (C); Inženiring inovativnih in pametnih hibridnih materialov prihodnosti z združevanjem lasersko funkcionaliziranih kovinskih površin in živih celic (LaserInSMarT), sodelujoča JRZ, 0,33 FTE, 564 ur (začel v letu 2021)
- J3-3066 (A); Optimizacija s trombociti in zunajceličnimi vezikli bogate avtologne krvne plazme za zdravljenje pooperativnih ran v otorinolaringologiji, sodelujoča JRZ, 0,10 FTE, 170 ur (začel v letu 2021) (začel v letu 2021)

- J4-1771 (D); Nove protimikrobne strategije preprečevanja tvorbe biofilma z uporabo lektinov, ki inhibirajo bakterijsko adhezijo, sodelujoča JRZ, 0,06 FTE , 110 ur
- J7-3152 (C); Napredni pristopi načrtovanja, modeliranja in optimizacije po meri prilagojenih magnetnih materialov za vgradnjo v električne naprave, izdelanih s postopki dodajalnih tehnologij, sodelujoča JRZ, 0,58 FTE , 984 ur (začel v letu 2021)
- FWO/ARRS (Flanders – Research projects), 1. 10. 2021-30. 9. 2024, Funkcionalni gradient volfram-baker kompozit s penetriranimi fazami

Aplikativni projekti

- L2-2609 (B); Simulacije vročega valjanja za proizvodnjo jekel vrhunskih kvalitet, IMT nosilec, 1,02 FTE, 1736 ur
- L2-2613 (C); Novi kompozitni materiali s kovinsko matrico, ojačano z nanodelci ter izdelani s selektivnim laserskim taljenjem za aplikacije v orodjarstvu, IMT nosilec, 1,18 FTE, 1998 ur
- L2-3164 (C); Visokotrdnostna aluminijeva zlitina za selektivno lasersko taljenje in aplikacije z zahtevano nizko težo, IMT nosilec, 1,18 FTE, 2004 ur (začel v letu 2021)
- L2-1831 (C); Implementacija aditivnih tehnologij v stomatološki protetiki, sodelujoča JRZ, 0,17 FTE, 290 ur
- L2-3173 (B); Napredna simulacija in optimizacija celotne procesne poti za izdelavo vrhunskih jekel, sodelujoča JRZ , 0,61 FTE, 1031 ur (začel v letu 2021)

Podoktorski projekt

- Z2-2646 (C); Vpliv procesnih parametrov in toplotne obdelave na mikrostrukturni razvoj in mehanske lastnosti Inconela 718 izdelanega po hibridnem postopku dveh dodajalnih tehnologij, (2020-2022), 0,67 FTE, 1133 UR

Poleg tega se na inštitutu izvajajo še projekti iz OP EU in Obzorja 2020:

- 18SIB04-Quantum Pascal, OBZORJE 2020 - 0,13 FTE220 ur
- EMPIR 20SIP01 ISO Gauge - 0 ur
- EUROfusion, 1.1.2021-31.12.2026, Funkcionalno gradientna izdelava W-Cu diverterja z dodajalno tehnologijo za fuzijsko elektrarno

projekt v okviru Norveškega finančnega mehanizma – Blaženje podnebnih sprememb in prilagajanje nanje (2014-2021):

- C1541-22B710004, 1.5.2022 – 28.2.2024, Krožno gospodarstvo – Uvajanje krožnega gospodarstva v industrijske procese, 0,58 FTE, 980 ur

Vključeni smo tudi v tako imenovane projekte WEAVE, kjer gre za sodelovanje ene ali več držav.

- ARRS/N2-0182, 1. 2. 2021 - 31. 1. 2024 (Slovenija-Češka), Razvoj naprednih biorazgradljivih materialov na osnovi Zn z uporabo tehnik metalurgije prahov, 1,12 FTE, 1907 ur
- ARRS/N2-0276, 1. 1. 2023 - 31. 12. 2025 (Slovenija-Polska-Češka), Nova jeklena struktura ODS za ekstremna okolja z uporabo ultrazvočne disperzije nanooksidov v kombinaciji s SLM in PPS, 1,13 FTE, 1920 ur,

Na inštitutu smo vključeni tudi v ESA projekte Evropske vesoljske agencije, izven Obzorja 2020.

- Pogodba ESA št. 4000138315/22/NL/SC, 1. 6. 2022 – 1. 9. 2023, Nov pristop za izboljšanje mehanskih lastnosti in lastnosti odpornosti proti obrabi s hibridno aditivno proizvodnjo Ti-zlitine (Ti-TiC MMC)

2.4. Posamezni kazalniki za zadnje pet letno obdobje 2017–2021

V tabeli so prikazani najpomembnejši kazalniki za zadnje petletno obdobje 2017-2021. Na ta način lahko zasledujemo trende na posameznih področjih. Enake kazalnike bomo spremljali v naslednjem šestletnem obdobju.

	Kazalnik	2017	2018	2019	2020	2021
1.	Število prijavljenih patentov	1	1	1	2	2
2.	Število prijavljenih inovacij	1	1	2	2	2
3.	Raziskovalna oprema (€)	483.617 €	763.782 €	510.381 €	171.065 €	637.383 €
4.	Število raziskovalnih projektov ARRS (IMT nosilec)	4	5	3	4	5
5.	FTE raziskovalnih projektov ARRS (IMT nosilec)	4,17 FTE	4,6 FTE	2,06 FTE	3,09 FTE	3,31 FTE
6.	Število raziskovalnih projektov ARRS (IMT sodelujoč)	6	5	7	8	13
7.	FTE raziskovalnih projektov ARRS (IMT sodelujoč)	1,44 FTE	1,55 FTE	1,76	2,39 FTE	2,75 FTE
8.	Število podoktorskih projektov ARRS	0	0	2	4	2
9.	Mednarodni projekti število (ARRS)	0	0	0	0	2
10.	Mednarodni projekti FTE (ARRS)	0	0	0	0	1,51 FTE
11.	Projekti MIZŠ število	1	2	4	3	2
12.	Projekti MIZŠ €	465.508	449.569	631.832	525.513	129.328 €
13.	Projekti MGRT število	1	1	1	1	1
14.	Projekti MGRT €	6.674	6.765	10.482	15.064	18.694 €
15.	ESA projekti število	0	0	0	0	0
16.	ESA projekti €	0	0	0	0	0
17.	EU projekti število	4	4	3	3	2
18.	EU projekti €	38.097 €	46.709 €	74.934 €	35.527 €	4.534 €
19.	Število raziskovalnih programov	3	3	3	3	3
20.	Raziskovalni programi FTE	11,45 FTE	11,51 FTE	11,09 FTE	12,04 FTE	11,98 FTE
21.	Število Infrastrukturnih programov	1	1	1	1	1
22.	FTE Infrastrukturnih programov	3 FTE				
23.	Št. mladih raziskovalcev konec leta	6	6	4	4	6
24.	Št. mladih raziskovalcev tekom leta	7	7	5	5	6
25.	Število člankov Q1/Q2/Q3/Q4	22/17/6/7	27/15/0/14	30/14/4/13	31/10/0/10	32/34/2/10
26.	Točke člankov A"/A'/A ^{1/2}	486/1343/2148	281/1304/1836	439/1352/2003	279/2029/2603	413/2275/3584
27.	Delež visoko citiranih objav (v revijah z največjim impact faktorjem, A"+A') v vseh znanstvenih objavah	42%	48%	49%	60%	41%
28.	Delež znanstvenih in višjih znanstvenih sodelavk med vsemi znanstvenimi in višjimi znanstvenimi sodelavci (%)	44%	35%	40%	42%	50%
29.	Število raziskovalcev, ki so opravili vsaj 1 mesečno neprekinjeno raziskovalno delo na tujih inštitucijah	1	7	5	1	2

2.4.1. Najpomembnejši raziskovalni dosežki v zadnjih petih letih so sledeči:

Izvirni znanstveni članki

2021

Vpliv smeri gradnje in toplotne obdelave na obrabno odpornost 3D printanega Maraging jekla

PODGORNIK, Bojan, ŠINKO, Mario, GODEC, Matjaž. Dependence of the wear resistance of additive-manufactured maraging steel on the build direction and heat treatment. *Additive manufacturing*, ISSN 2214-7810. [Spletna izd.], oct. 2021, vol. 46, 10 str., ilustr. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214860421002888?via%3Dihub>, doi: [10.1016/j.addma.2021.102123](https://doi.org/10.1016/j.addma.2021.102123). [COBISS.SI-ID [74971139](#)], kategorija: 1A1 (Z, A'', A', A1/2); uvrstitev: SCI, Scopus, MBP; tip dela še ni verificiran, točke: 113.33

Vpliv podhlajevanja na površinsko kemijo in mikrostrukturo hitroreznih jekel

JOVIČEVIC KLUG, Patricia, JENKO, Monika, KLUG JOVIČEVIC, Matic, ŠETINA, Barbara, KOVAČ, Janez, PODGORNIK, Bojan. Effect of deep cryogenic treatment on surface chemistry and microstructure of selected high-speed steels. *Applied Surface Science*, ISSN 0169-4332. [Print ed.], May 2021, vol. 548, str. 1-11, ilustr. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169433221003330>, doi: [10.1016/j.apsusc.2021.149257](https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2021.149257). [COBISS.SI-ID [50543363](#)], kategorija: 1A1 (Z, A'', A', A1/2); uvrstitev: SCI, Scopus, MBP; tip dela je verificiral OSICT, točke: 113.33

Recikliranje redkih zemelj kot zahteva posredovanje trga.

BINNEMANS, Koen, MCGUINNESS, Paul J., JONES, Peter Tom. Rare-earth recycling needs market intervention. *Nature reviews Materials*, ISSN 2058-8437, 2021, 3 str. <https://www.nature.com/articles/s41578-021-00308-w>, doi: 10.1038/s41578-021-00308-w. [COBISS.SI-ID 57967363], [JCR, SNIP, WoS do 23. 12. 2021: št. citatov (TC): 2, čistih citatov (CI): 2, čistih citatov na avtorja (CIau): 0.67, Scopus do 25. 12. 2021: št. citatov (TC): 3, čistih citatov (CI): 3, čistih citatov na avtorja (CIau): 1.00] kategorija: 1A1 (Z, A'', A', A1/2); uvrstitev: SCI, Scopus, MBP; tip dela je verificiral OSICT točke: 96.47

Hibridna aditivna proizvodnja Inconel 718 za prihodnje vesoljske aplikacije.

GODEC, Matjaž, MALEJ, Simon, FEIZPOUR, Darja, DONIK, Črtomir, BALAŽIC, Matej, KLOBČAR, Damjan, PAMBAGUIAN, L., CONRADI, Marijeta, KOCIJAN, Aleksandra. Hybrid additive manufacturing of Inconel 718 for future space applications. *Materials characterization*, ISSN 1044-5803. [Print ed.], 2021, vol. 172, str. 1-16, ilustr. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1044580320323135?via%3Dihub>, doi: [10.1016/j.matchar.2020.110842](https://doi.org/10.1016/j.matchar.2020.110842). [COBISS.SI-ID 45252611], [JCR, SNIP, WoS do 30. 1. 2022: št. citatov (TC): 6, čistih citatov (CI): 5, čistih citatov na avtorja (CIau): 3.33, Scopus do 22. 12. 2021: št. citatov (TC): 5, čistih citatov (CI): 4, čistih citatov na avtorja (CIau): 2.67] kategorija: 1A1 (Z, A', A1/2); uvrstitev: SCI, Scopus, MBP; tip dela je verificiral OSICT točke: 94.93,

Vpliv parametrov toplotne obdelave na učinkovitost podhlajevanja hitroreznih jekel

JOVIČEVIC KLUG, Patricia, PUŠ, Gašper, KLUG JOVIČEVIC, Matic, ŽUŽEK, Borut, PODGORNIK, Bojan. Influence of heat treatment parameters on effectiveness of deep cryogenic treatment on properties of high-speed steels. *Materials Science & Engineering. A, Structural materials: Properties, Microstructure and Processing*, ISSN 0921-5093. [Print ed.], jan. 2022, vol. 829, 12 str., ilustr. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921509321014210>, doi: [10.1016/j.msea.2021.142157](https://doi.org/10.1016/j.msea.2021.142157). [COBISS.SI-ID [79463171](#)], kategorija: 1A1 (Z, A', A1/2); uvrstitev: SCI, Scopus, MBP; tip dela je verificiral OSICT točke: 157.34

2020

Vpliv post procesnega plazemskega nitriranja na obrabno in korozjsko odpornost nerjavnega jekla 316L izdelanega s prahovno posteljno fuzijo

GODEC, Matjaž, DONIK, Črtomir, KOCIJAN, Aleksandra, PODGORNIK, Bojan, SKOBIR BALANTIČ, Danijela Anica. Effect of post-treated low-temperature plasma nitriding on the wear and corrosion resistance of 316L stainless steel manufactured by laser powder-bed fusion. *Additive manufacturing*, ISSN 2214-8604. [Print ed.], 2020, vol. 32C, str. 1-9, ilustr. <https://doi.org/10.1016/j.addma.2019.101000>, doi: [10.1016/j.addma.2019.101000](https://doi.org/10.1016/j.addma.2019.101000). [COBISS.SI-ID [1528746](#)], [JCR, SNIP, WoS] do 5. 2. 2021: št. citatov (TC): 8, čistih citatov (CI): 7, čistih citatov na avtorja (CIAu): 7.00, [Scopus](#) do 8. 12. 2020: št. citatov (TC): 6, čistih citatov (CI): 5, čistih citatov na avtorja (CIAu): 5.00] kategorija: 1A1 (Z, A', A1/2);

Kvantitativna več nivojska korelativna mikrostrukturna preiskava nerjavnega jekla 316L izdelanega s postopkom selektivnega laserskega taljenja

GODEC, Matjaž, ZAEFFERER, Stefan, PODGORNIK, Bojan, ŠINKO, Mario, TCHERNYCHOVA, Elena. Quantitative multiscale correlative microstructure analysis of additive manufacturing of stainless steel 316L processed by selective laser melting. *Materials characterization*, ISSN 1044-5803. [Print ed.], 2020, vol. 160, str. 1-10, ilustr. <https://doi.org/10.1016/j.matchar.2019.110074>, doi: [10.1016/j.matchar.2019.110074](https://doi.org/10.1016/j.matchar.2019.110074). [COBISS.SI-ID [1529002](#)], [JCR, SNIP, WoS] do 30. 1. 2021: št. citatov (TC): 11, čistih citatov (CI): 10, čistih citatov na avtorja (CIAu): 6.00, [Scopus](#) do 9. 12. 2020: št. citatov (TC): 11, čistih citatov (CI): 10, čistih citatov na avtorja (CIAu): 6.00] kategorija: 1A1 (Z, A', A1/2);

Laserska funkcionalizacija površin za nadzor hidrodinamske kavitacije

PETKOVŠEK, Martin, HOČEVAR, Matej, GREGORČIČ, Peter. Surface functionalization by nanosecond-laser texturing for controlling hydrodynamic cavitation dynamics. *Ultrasonics Sonochemistry*, ISSN 1350-4177, 2020, vol. 67, str. 1-10, ilustr. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1350417719313173?via%3Dhub#!>, doi: [10.1016/j.ulsonch.2020.105126](https://doi.org/10.1016/j.ulsonch.2020.105126). [COBISS.SI-ID [17154075](#)], [JCR, SNIP, WoS] do 10. 8. 2020: št. citatov (TC): 1, čistih citatov (CI): 1, čistih citatov na avtorja (CIAu): 0.33, [Scopus](#) do 29. 11. 2020: št. citatov (TC): 2, čistih citatov (CI): 2, čistih citatov na avtorja (CIAu): 0.67] kategorija: 1A1 (Z, A'', A', A1/2); uvrstitev

Časovno stabilna karakterizacija kvadropolnega masnega spektrometra

ELKATMIS, Alper, KANGI, Rifat, BECKER, Ute, JOUSTEN, Karl, MARI, Domenico, BOINEAU, Frédéric, VIČAR, Martin, RUIZ GONZÁLEZ, Salustiano, ŠETINA, Janez. Time stability characterization of quadrupole mass spectrometers. *Measurement : journal of the International Measurement Confederation*, ISSN 0263-2241. [Print ed.], Dec. 2020, vol. 165, str. 1-14, ilustr. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0263224120306813>, doi: [10.1016/j.measurement.2020.108143](https://doi.org/10.1016/j.measurement.2020.108143). [COBISS.SI-ID [46813955](#)], [JCR, SNIP, WoS] do 15. 1. 2021: št. citatov (TC): 0, čistih citatov (CI): 0, čistih citatov na avtorja (CIAu): 0, [Scopus](#) do 14. 1. 2021: št. citatov (TC): 0, čistih citatov (CI): 0, čistih citatov na avtorja (CIAu): 0] kategorija: 1A1 (Z, A', A1/2); uvrstitev: [SCI](#), Scopus, MBP; tip dela je verificiral OSICT točke: 11.56, št. avtorjev: 1/9

Učinkovitost globokega podhlajevanja na precipitacijo karbidov

JOVIČEVIĆ KLUG, Patricia, KLUG JOVIČEVIĆ, Matic, PODGORNIK, Bojan. Effectiveness of deep cryogenic treatment on carbide precipitation. *Journal of Materials Research and Technology*, ISSN 2238-7854, 2020, vol. 9, iss. 6, str. 13014-13026, ilustr. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2238785420317889?via%3Dhub>, doi: [10.1016/j.jmrt.2020.09.063](https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2020.09.063). [COBISS.SI-ID [32467971](#)], [JCR, SNIP]

kategorija: 1A1 (Z, A', A1/2); uvrstitev: SCI, Scopus, MBP; tip dela je verificiral OSICT
točke: 140.23, št. avtorjev: 3/

2019

Nova pot do biokompatibilnega Nitinola temelji na hitri obdelavi s plinsko plazmo H₂ / O₂

JENKO, Monika, GODEC, Matjaž, KOCIJAN, Aleksandra, RUDOLF, Rebeka, DOLINAR, Drago, OVSENIK, Maja, GORENŠEK, Matevž, ZAPLOTNIK, Rok, MOZETIČ, Miran. A new route to biocompatible Nitinol based on a rapid treatment with H₂/O₂H₂/O₂ gaseous plasma. Applied Surface Science, ISSN 0169-4332. [Print ed.], April 2019, vol. 473, str. 976-984, doi: 10.1016/j.apsusc.2018.12.140. [COBISS.SI-ID 21981974], [JCR, SNIP, WoS do 12. 1. 2020: št. citatov (TC): 3, čistih citatov (CI): 1, čistih citatov na avtorja (CIAu): 0.22, Scopus do 29. 11. 2019: št. citatov (TC): 2, čistih citatov (CI): 1, čistih citatov na avtorja (CIAu): 0.22] kategorija: 1A1 (Z, A'', A', A1/2); uvrstitev: SCI, Scopus, MBP; tip dela je verificiral OSICT točke: 37.78, št. avtorjev: 2/9

Spremembe površinske kemije in morfologije zaradi nastopa kritične gostote toplotnega toka na lasersko strukturiranih bakrenih površinah

MOŽE, Matic, ZUPANČIČ, Matevž, HOČEVAR, Matej, GOLOBIČ, Iztok, GREGORČIČ, Peter. Surface chemistry and morphology transition induced by critical heat flux incipience on laser-textured copper surfaces. Applied Surface Science, ISSN 0169-4332. [Print ed.], Oct. 2019, vol. 490, str. 220-230, ilustr. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169433219317623?via%3Dhub>, doi: 10.1016/j.apsusc.2019.06.068. [COBISS.SI-ID 16653083], [JCR, SNIP, WoS do 9. 2. 2020: št. citatov (TC): 3, čistih citatov (CI): 2, čistih citatov na avtorja (CIAu): 0.80, Scopus do 29. 1. 2020: št. citatov (TC): 4, čistih citatov (CI): 3, čistih citatov na avtorja (CIAu): 1.20] kategorija: 1A1 (Z, A'', A', A1/2); uvrstitev: SCI, Scopus, MBP; tip dela še ni verificiran točke: 68, št. avtorjev: 2/5

Obnašanje obrabe in povezave z mikrostrukturnimi karakteristikami toplotno obdelanega orodnega jekla za delo v vročem

SKELA, Božo, SEDLAČEK, Marko, KAFEXHIU, Fevzi, PODGORNIK, Bojan. Wear behaviour and correlations to the microstructural characteristics of heat treated hot work tool steel. Wear, ISSN 0043-1648. [Print ed.], Apr. 2019, vol. 426-427, str. 1118-1128, ilustr. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0043164818315825>, doi: 10.1016/j.wear.2018.12.032. [COBISS.SI-ID 1476522], [JCR, SNIP, WoS do 12. 1. 2020: št. citatov (TC): 1, čistih citatov (CI): 1, čistih citatov na avtorja (CIAu): 1.00, Scopus do 29. 11. 2019: št. citatov (TC): 1, čistih citatov (CI): 1, čistih citatov na avtorja (CIAu): 1.00] kategorija: 1A1 (Z, A', A1/2); uvrstitev: SCI, Scopus, MBP; tip dela je verificiral OSICN točke: 102.81, št. avtorjev: 4/4

Vpliv segregacijskih pasov in vročega valjanja nikljeve zlitine 625 na izločanje sekundarnih faz med staranjem pri temperaturi 750 °C

MALEJ, Simon, MEDVED, Jože, ŠETINA, Barbara, TEHOVNIK, Franc, VODE, Franci, BURJA, Jaka, GODEC, Matjaž. The influence of segregation bands and hot rolling on the precipitation of secondary phases during aging at 750 °C for nickel alloy 625. Metals, ISSN 2075-4701, 2019, vol. 9, iss. 3, [20] str., ilustr. <https://www.mdpi.com/2075-4701/9/3/314/htm>, doi: 10.3390/met9030314. [COBISS.SI-ID 1467818], [JCR, SNIP, WoS do 26. 4. 2019: št. citatov (TC): 0, čistih citatov (CI): 0, čistih citatov na avtorja (CIAu): 0, Scopus do 25. 4. 2019: št. citatov (TC): 0, čistih citatov (CI): 0, čistih citatov na avtorja (CIAu): 0] kategorija: 1A1 (Z, A', A1/2); uvrstitev: SCI, Scopus, MBP; tip dela je verificiral OSICT točke: 94.58, št. avtorjev: 6/7

Simulacija testnega primera strjevanja z makroizcejanjem v cilindričnem koordinatnem sistemu z brezmrežno metodo

HATIĆ, Vanja, CISTERNAS FERNÁNDEZ, Martín, MAVRIČ, Boštjan, ZALOŽNIK, Miha, COMBEAU, Hervé, ŠARLER, Božidar. Simulation of a macrosegregation benchmark in a cylindrical coordinate system with a meshless method. International journal of thermal sciences, ISSN 1290-0729, Aug. 2019, vol. 142, str. 121-133, ilustr. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1290072918319197>, doi:

10.1016/j.ijthermalsci.2019.04.009. [COBISS.SI-ID 1476266], [JCR, SNIP, WoS do 15. 12. 2019: št. citatov (TC): 1, čistih citatov (CI): 0, čistih citatov na avtorja (CIAu): 0, Scopus do 6. 5. 2019: št. citatov (TC): 0, čistih citatov (CI): 0, čistih citatov na avtorja (CIAu): 0] kategorija: 1A1 (Z, A', A1/2); uvrstitev: SCI, Scopus, MBP; tip dela je verificiral OSICN točke: 63.1, št. avtorjev: 3/6

2018

Izboljšana biorazgradljivost zlitine Fe-Mn po spremembi kemije površine in topografije z lasersko ablacijo

DONIK, Črtomir, KOCIJAN, Aleksandra, PAULIN, Irena, HOČEVAR, Matej, GREGORČIČ, Peter, GODEC, Matjaž. Improved biodegradability of Fe-Mn alloy after modification of surface chemistry and topography by a laser ablation. *Applied Surface Science*, ISSN 0169-4332. [Print ed.], 2018, vol. 453, str. 383-393, graf. prikazi, ilustr. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169433218313412>, doi: [10.1016/j.apsusc.2018.05.066](https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2018.05.066). [COBISS.SI-ID [1398698](#)], [JCR, SNIP, WoS] do 13. 1. 2019: št. citatov (TC): 2, čistih citatov (CI): 1, čistih citatov na avtorja (CIAu): 0.83, [Scopus](#) do 30. 11. 2018: št. citatov (TC): 2, čistih citatov (CI): 1, čistih citatov na avtorja (CIAu): 0.83] kategorija: 1A1 (Z, A'', A', A1/2); uvrstitev: SCI, Scopus, MBP; tip dela je verificiral OSICT točke: 141.67, št. avtorjev: 5/6

Simulacija večkratnega vročega valjanja z uporabo brezmrežne metode

HANOGLU, Umut, ŠARLER, Božidar. Multi-pass hot-rolling simulation using a meshless method. *Computers & Structures*, ISSN 0045-7949. [Print ed.], Jan. 2018, vol. 194, str. 1-14, ilustr. http://ac.els-cdn.com/S004579491730038X/1-s2.0-S004579491730038X-main.pdf?_tid=d90e0950-9397-11e7-b016-00000aab0f26&acdnat=1504766785_f7050a8813a3d32e98f6a93afb8e7f30, doi: [10.1016/j.compstruc.2017.08.012](https://doi.org/10.1016/j.compstruc.2017.08.012). [COBISS.SI-ID [15624731](#)], [JCR, SNIP, WoS] do 2. 7. 2018: št. citatov (TC): 1, čistih citatov (CI): 1, čistih citatov na avtorja (CIAu): 1.00, [Scopus](#) do 1. 3. 2018: št. citatov (TC): 1, čistih citatov (CI): 1, čistih citatov na avtorja (CIAu): 1.00] kategorija: 1A1 (Z, A'', A', A1/2); uvrstitev: SCI, Scopus, MBP; tip dela je verificiral OSICT točke: 114.16, št. avtorjev: 2/2

Elastokalorični učinek glede na življenjsko dobo utrujenosti: Raziskovanje meja trajnosti Ni-Ti plošč v pogojih pred napetostjo za elastokalorično hlajenje

TUŠEK, Jaka, ŽEROVNIK, Andrej, ČEBRON, Matjaž, BROJAN, Miha, ŽUŽEK, Borut, ENGELBRECHT, Kurt, CADELLI, Andrea. Elastocaloric effect vs fatigue life : exploring the durability limits of Ni-Ti plates under pre-strain conditions for elatocaloric cooling. *Acta materialia*, ISSN 1359-6454. [Print ed.], May 2018, vol. 150, str. 295-307, ilustr. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S135964541830226X>, doi: [10.1016/j.actamat.2018.03.032](https://doi.org/10.1016/j.actamat.2018.03.032). [COBISS.SI-ID [15964187](#)], [JCR, SNIP, WoS] do 11. 11. 2018: št. citatov (TC): 4, čistih citatov (CI): 4, čistih citatov na avtorja (CIAu): 0.57, [Scopus](#) do 29. 12. 2018: št. citatov (TC): 6, čistih citatov (CI): 6, čistih citatov na avtorja (CIAu): 0.86] kategorija: 1A1 (Z, A'', A', A1/2); uvrstitev: SCI, Scopus, MBP; tip dela še ni verificiran točke: 24.29, št. avtorjev: 1/7

Ojačitev Mn-Cr jekla z nanodelci za izboljšano trdnost in visoko temperaturno odpornost

KRAČUN, Ana, JENKO, Darja, GODEC, Matjaž, SAVILOV, S. V., PRIETO, G., TUCKART, Walter, PODGORNIK, Bojan. Nanoparticles reinforcement for the improved strength and high-temperature wear resistance of Mn-Cr steel. *Metallurgical and materials transactions. A, Physical metallurgy and materials science*, ISSN 1073-5623, Nov 2018, vol. 49, iss. 11, str. [5683-5694], ilustr. <http://link.springer.com/article/10.1007/S11661-018-4833-7>, doi: [10.1007/s11661-018-4833-7](https://doi.org/10.1007/s11661-018-4833-7). [COBISS.SI-ID [1414570](#)], [JCR, SNIP, WoS] do 20. 10. 2018: št. citatov (TC): 0, čistih citatov (CI): 0, čistih citatov na avtorja (CIAu): 0, [Scopus](#) do 3. 8. 2018: št. citatov (TC): 0, čistih citatov (CI): 0, čistih citatov na avtorja (CIAu): 0]

kategorija: 1A1 (Z, A', A1/2); uvrstitev: SCI, Scopus, MBP; tip dela je verificiral OSICT
točke: 42.86, št. avtorjev: 3/7

Vpliv redkih zemeljskih elementov na morfologijo evtektičnih karbidov v orodnih jeklih AISI D2: eksperimentalni in modelni pristop

ZELIČ, Klemen, BURJA, Jaka, MCGUINESS, Paul J., GODEC, Matjaž. Effect of rare earth elements on the morphology of eutectic carbides in AISI D2 tool steels : experimental and modelling approaches. *Scientific reports*, ISSN 2045-2322, 2018, vol. 8, str. [1-8], ilustr., graf. prikazi. <https://www.nature.com/articles/s41598-018-27658-w>, doi: [10.1038/s41598-018-27658-w](https://doi.org/10.1038/s41598-018-27658-w). [COBISS.SI-ID 1406378], [JCR, SNIP, WoS do 11. 11. 2018: št. citatov (TC): 1, čistih citatov (CI): 0, čistih citatov na avtorja (CIAu): 0, Scopus do 29. 12. 2018: št. citatov (TC): 1, čistih citatov (CI): 0, čistih citatov na avtorja (CIAu): 0]

kategorija: 1A1 (Z, A', A1/2); uvrstitev: SCI, Scopus, MBP; tip dela je verificiral OSICT
točke: 99.33, št. avtorjev: 3/4

2017

Microstructural development in a laser-remelted Al-Zn-Si-Mg coating

GODEC, Matjaž, PODGORNIK, Bojan, DAVID, Nolan.. *Scientific reports*, ISSN 2045-2322, Nov. 2017, vol. 7, str. 1-7, ilustr. <https://www.nature.com/articles/s41598-017-15847-y>, doi: [10.1038/s41598-017-15847-y](https://doi.org/10.1038/s41598-017-15847-y). [COBISS.SI-ID 1362346], kategorija: 1A1 (Z, A', A1/2); uvrstitev: SCI, Scopus, MBP; tip dela je verificiral OSICT

XPS investigations of tribofilms formed on CrN coatings

MANDRINO, Djordje, PODGORNIK, Bojan.. *Applied Surface Science*, ISSN 0169-4332. [Print ed.], Feb. 2017, vol. 396, str. 554-559, ilustr. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169433216323303>, doi: [10.1016/j.apsusc.2016.10.194](https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2016.10.194). [COBISS.SI-ID 1288874], kategorija: 1A1 (Z, A'', A', A1/2); uvrstitev: SCI, Scopus, MBP; tip dela je verificiral OSICN točke: 170, št. avtorjev: 2/2

Transition from superhydrophilic to superhydrophobic state of laser textured stainless steel surface and its effect on corrosion resistance

TRDAN, Uroš, HOČEVAR, Matej, GREGORČIČ, Peter.. *Corrosion science*, ISSN 0010-938X. [Print ed.], str. 1-6, ilustr. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0010938X17300069>, doi: [10.1016/j.corsci.2017.04.005](https://doi.org/10.1016/j.corsci.2017.04.005). [COBISS.SI-ID 15482907], [kategorija: 1A1 (Z, A'', A', A1/2); uvrstitev: SCI, Scopus, MBP; tip dela ni verificiran točke: 56.31, št. avtorjev: 1/3

Surface chemistry and microstructure of metallic biomaterials for hip and knee endoprostheses.

JENKO, Monika, GORENŠEK, Matevž, GODEC, Matjaž, HODNIK, Maxinne, ŠETINA, Barbara, DONIK, Črtomir, GRANT, John T., DOLINAR, Drago. *Applied Surface Science*, ISSN 0169-4332. [Print ed.], Avg. 2017, vol. 427, str. 584-593, ilustr. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169433217323206>, doi: [10.1016/j.apsusc.2017.08.007](https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2017.08.007). [COBISS.SI-ID 1331882], kategorija: 1A1 (Z, A'', A', A1/2); uvrstitev: SCI, Scopus, MBP; tip dela je verificiral OSICT točke: 63.75, št. avtorjev: 3/8

A comparison of the uniaxial deformation of copper and nickel (1 1 19) surfaces: a molecular dynamics study

PUKŠIČ, Nuša, JENKO, Monika, GODEC, Matjaž, MCGUINESS, Paul J... *Scientific reports*, ISSN 2045-2322, Feb. 2017, vol. 7, str. 1-7, ilustr. <http://www.nature.com/articles/srep42234>?WT.feed_name=subjects_physics, doi: [10.1038/srep42234](https://doi.org/10.1038/srep42234). [COBISS.SI-ID 1283498], kategorija: 1A1 (Z, A', A1/2); uvrstitev: SCI, Scopus, MBP; tip dela je verificiral OSICT točke: 111.34, št. avtorjev: ¾

2.5. Zakonske podlage in dokumenti razvojnega načrtovanja, ki opredeljujejo delovanje JRZ

IMT je bil ustanovljen leta 1950 kot sestavni del Tehniške visoke šole pri Fakulteti za rudarstvo in metalurgijo v Ljubljani. Z odločbo Izvršnega sveta LRS št. 755/2-1954 in z odločbo št. 04-585/1-58 je bil IMT preoblikovan v finančno samostojni zavod. S sklepom št. 022-20/97-1, z dne 23. 9. 1997, ki sta ga podpisala Vlada RS in Slovenske železarne, d.d. Ljubljana, se je IMT preoblikoval v javni raziskovalni zavod. Sklep je bil spremenjen 29. 7. 1999 (št. 691-03/98-3) zaradi spremembe naslova soustanovitelja Slovenske železarne, ki se je preimenoval v Slovensko industrijo jekla. Po sklepu iz leta 1997 ustanovitelske pravice in obveznosti opravlja Vlada RS, soustanovitelj je Slovenska industrija jekla (prej Slovenske železarne), ki sta medsebojne pravice iz ustanoviteljstva in soustanoviteljstva uredila s pogodbo, sklenjeno dne 04. 11. 1997. IMT je dne 20. 6. 2011 prejel sklep Vlade Republike Slovenije, da na 140. redni seji dne 16. 6. 2011 sprejela ugotovitveni sklep z naslednjim besedilom: S sprejetjem Sklepa o ustanovitvi javnega raziskovalnega zavoda Inštitut za kovinske materiale in tehnologije št. 01403-30/2011 z dne 16. 6. 2011 preneha soustanoviteljstvo v javnem raziskovalnem zavodu zavoda Inštitut za kovinske materiale in tehnologije, Lepi pot 11, 1000 Ljubljana, dosedanjemu soustanovitelju SIJ – Slovenska industrija jekla, d. d., Gerbičeva ulica 98, Ljubljana (prej Slovenske železarne, d.d. Ljubljana), in sicer na podlagi Sklepa o izstopu iz soustanoviteljstva javnega raziskovalnega zavoda Inštitut za kovinske materiale in tehnologije, ki ga je sprejela Uprava družbe SIJ – Slovenska industrija jekla, d. d., Gerbičeva ulica 98, Ljubljana, dne 18. 3. 2011.

Pri pripravi šestletnega programa dela smo upoštevali:

- Poziv ARRS številka 6312-4/2022-14 »Obvestilo o obsegu sredstev za stabilno financiranje znanstvenoraziskovalne dejavnosti za leto 2022 in poziv k posredovanju dokumentacije za stabilno financiranje znanstvenoraziskovalne dejavnosti«.

Strategijo smo pripravili glede na naslednje dokumente:

- Zakon o znanstvenoraziskovalni in inovacijski dejavnosti (ZZRID), Uradni list RS, št. 186/2021, Datum tiska: 20. 7. 2022, Veljaven čistopis - prva objava - Veljavnost oz. uporaba: od 1. 1. 2022
- Splošni akt o stabilnem financiraju znanstvenoraziskovalne dejavnosti, Uradni list RS, št. 87/2022, Datum tiska: 20. 7. 2022, Veljaven čistopis - prva objava - Veljavnost oz. uporaba: od 25. 6. 2022
- Uredba o financiranju znanstvenoraziskovalne dejavnosti iz Proračuna Republike Slovenije, Uradni list RS, št. 35/2022, Datum tiska: 28. 7. 2022, Veljaven čistopis - prva objava - Veljavnost oz. uporaba: od 12. 3. 2022

in naslednje strategije:

- Strategija razvoja Slovenije 2030 <https://www.gov.si/assets/vladne-sluzbe/SVRK/Strategija-razvoja-Slovenije-2030/Strategija razvoja Slovenije 2030.pdf>

- Slovenska Strategija Pametne Specializacije, <https://www.gov.si/assets/vladne-sluzbe/SVRK/S4-Slovenska-strategija-pametne-specializacije/Slovenska-strategija-pametne-specializacije.pdf>, <https://www.gov.si/zbirke/projekti-in-programi/izvajanje-slovenske-strategije-pametne-specializacije/>
- SRIP MATPRO, <https://www.gzs.si/matpro/>
- European Steel, A manifesto: 2019-2024, <https://www.eurofer.eu/publications/brochures-booklets-and-factsheets/european-steel-2019-2024/>
- CLEAN STEEL PARTNERSHIP, Strategic Research and Innovation Agenda (SRIA), <https://www.estep.eu/clean-steel-roadmap/>
- VISION 2050, EUROPEAN ALUMINIUM'S CONTRIBUTION TO THE EU'S MID-CENTURY LOW-CARBON ROADMAP, A vision for strategic, low carbon and competitive aluminium, EXECUTIVE https://www.european-aluminium.eu/vision-2050/
- Circular Aluminium Action Plan, A STRATEGY FOR ACHIEVING ALUMINIUM'S FULL POTENTIAL FOR CIRCULAR ECONOMY BY 2030, https://www.european-aluminium.eu/media/2931/2020-05-13_european-aluminium_circular-aluminium-action-plan_executive-summary.pdf

in ostale veljavne predpise.

2.6. Sredstva JRZ za obdobje 2017-2021

V tabelah po letih so navedena sredstva IMT in njihova struktura za obdobje 2017-2021

2017	skupni prihodki	Struktura skupnih prihodkov	skupni odhodki	presežek
javna služba	2.721.615,00	83,86%	2.721.615,00	0,00
trg	524.000,00	16,14%	507.099,20	16.900,80
Skupni prihodki	3.245.615,00	100,00%	3.228.714,20	16.900,80
		Struktura javne službe	% v vseh prihodkih	
javna služba	2.721.615,00	100,00%	83,86%	
ARRS	2.183.410,08	80,22%	67,27%	
MINISTRSTVA	459.867,35	16,90%	14,17%	
EU	78.337,57	2,88%	2,41%	
trg	524.000,00	100,00%	% v vseh prihodkih	
raziskovalni projekti in storitve	444.000,00	84,73%	14%	
drugo	80.000,00	15,27%		
	3.245.615,00		3.228.714,20	16.900,80

2018	skupni prihodki	Struktura skupnih prihodkov	skupni odhodki	presežek
javna služba	2.548.847,84	80,18%	2.465.359,25	83.488,59
trg	630.179,60	19,82%	607.184,40	22.995,20
Skupni prihodki	3.179.027,44	100,00%	3.072.543,66	106.483,78
		Struktura javne službe	% v vseh prihodkih	
javna služba	2.548.847,84	100,00%	80,18%	
ARRS	2.011.168,68	78,91%	63,26%	
MINISTRSTVA	499.582,16	19,60%	15,71%	
EU	38.097,00	1,49%	1,20%	
trg	630.179,60	100,00%	% v vseh prihodkih	
raziskovalni projekti in storitve	485.318,04	77,01%	15%	
drugo	144.861,56	22,99%		
	3.179.027,44		3.072.543,66	106.483,78

2019	skupni prihodki	Struktura skupnih prihodkov	skupni odhodki	presežek
javna služba	2.241.014,06	77,38%	2.235.646,50	5.367,56
trg	654.941,94	22,62%	652.912,76	2.029,18
Skupni prihodki	2.895.956,00	100,00%	2.888.559,26	7.396,74
		Struktura javne službe	% v vseh prihodkih	
javna služba	2.241.014,06	100,00%	77,38%	
ARRS	1.994.575,94	89,00%	68,87%	
MINISTRSTVA	212.682,39	9,49%	7,34%	
EU	33.755,73	1,51%	1,17%	
trg	654.941,94	100,00%	% v vseh prihodkih	
raziskovalni projekti in storitve	494.826,57	75,55%	17%	
drugo	160.115,37	24,45%		
	2.895.956,00		2.888.559,26	7.396,74

2020	skupni prihodki	Struktura skupnih prihodkov	skupni odhodki	presežek
javna služba	1.790.906,14	68,99%	1.774.186,60	16.719,54
trg	804.814,69	31,01%	804.179,98	634,71
Skupni prihodki	2.595.720,83	100,00%	2.578.366,58	17.354,25
		Struktura javne službe	% v vseh prihodkih	
javna služba	1.790.906,14	100,00%	68,99%	
ARRS	1.717.635,67	95,91%	66,17%	
MINISTRSTVA	53.149,19	2,97%	2,05%	
EU	20.121,28	1,12%	0,78%	
trg	804.814,69	100,00%	% v vseh prihodkih	
raziskovalni projekti in storitve	683.075,00	84,87%	26%	
drugo	121.739,69	15,13%		
	2.595.720,83		2.578.366,58	17.354,25

2021	skupni prihodki	Struktura skupnih prihodkov	skupni odhodki	presežek
javna služba	1.844.968,73	67,03%	1.844.215,50	753,23
trg	907.307,52	32,97%	904.987,45	2.320,07
Skupni prihodki	2.752.276,25	100,00%	2.749.202,95	3.073,30
		Struktura javne službe	% v vseh prihodkih	
javna služba	1.844.968,73	100,00%	67,03%	
ARRS	1.707.532,98	92,55%	62,04%	
MINISTRSTVA	82.949,59	4,50%	3,01%	
EU	54.486,16	2,95%	1,98%	
trg	907.307,52	100,00%	% v vseh prihodkih	
raziskovalni projekti in storitve	761.584,74	83,94%	28%	
drugo	145.722,78	16,06%		
	2.752.276,25		2.749.202,95	3.073,30

2.7. Okolje JRZ

Mednarodno okolje

Evropski Zeleni dogovor (EU Green Deal) je dokument oziroma politika Evrope, ki je že in bo v prihodnjih letih močno zaznamovala vsakega prebivalca Evrope in seveda tudi vplivala na delovanje IMT. Za zeleno in digitalno Evropo bodo kovinski materiali igrali ključno vlogo.

Energetski prehod je postavljen na vrh evropske politične agende, digitalni prehod pa mu tesno sledi. Vojna v Ukrajini in politična kriza Evrope je potrebe po čim hitrejši energetski neodvisnosti Evrope še pospešila. Toda za uspešno izvajanje energetskega prehoda in digitalizacije mora EU preučiti in prilagoditi svojo ponudbo in uporabo kovin. Obnovljiva energija zahteva veliko več kovin in tehnologij izdelave kot fosilna. Digitalni prehod, ki je še ena prednostna naloga EU, se prav tako opira na široko paleto uporabe kovin in njihovih zlitin.

Medtem ko je energija sonca in vetra skoraj neskončna, pa potrebujemo veliko virov za zajemanje te energije s sončnimi paneli, vetrnimi turbinami, baterijami, električnimi vodniki in kabli. Ključni material za tehnologije obnovljive energije so kovine zaradi edinstvenih lastnosti kot so žilavost, prevodnost in sposobnost, da prenesejo visoke temperature. Toda kovine je treba pridobiti iz rud, ki jih izkopljemo. Nekatere kovine so redke in se izčrpavajo. Večina rudarjenja pa je umazan posel in težaški posel. Več energije kot poberemo z neba nad glavo, globlje bomo morali kopati za kovinami pod našimi nogami. Zaradi svoje decentralizirane narave sistem obnovljive energije zahteva veliko več kovin kot sistem fosilne energije. Za zamenjavo ene elektrarne na premog je potrebna celo postrojenje vetrnih turbin. Ker sta sonce in veter občasna vira energije, je treba del njune energije shraniti za kasnejšo uporabo ali pa jo prenesti prek prevodnikov do končnega odjemalca. Tudi shranjevanje zahteva veliko kovin, za baterije in elektrolizerje, ki pretvarjajo elektriko v vodik.

Digitalni prehod, drugo vodilo EU, prav tako temelji na kovinah. Številne digitalne inovacije izboljšujejo kakovost našega življenja. Delo na daljavo in videokonference so se med krizo zaradi koronavirusa izkazale za posebej uporabne. Senzorji, podatki in algoritmi nam omogočajo bolj trajnostno rabo virov, vključno z energijo in materiali. Toda vse digitalne tehnologije zahtevajo energijo in materiale. Kljub eterični metafori "oblaka" ima podatkovna ekonomija velik materialni odtis, ki vključuje široko paleto kovin. Povečanje energetske in materialne učinkovitosti naprav in omrežij prehiteva eksponentna rast uporabe podatkov, ki se vsaki dve do tri leta podvoji. Evropsko povpraševanje po redkih zemeljskih kovinah za digitalne tehnologije ter za električne avtomobile in vetrne turbine bi se lahko do leta 2050 povečalo za desetkrat.

Evropa je pri večini kovin med 75 in 100 odstotki odvisna od uvoza. To ustvarja tveganja za varnost oskrbe Evrope in njeno strateško avtonomijo. Odpira tudi vprašanje podnebne pravičnosti, saj največja bremena rudarjenja kovin padejo na globalni jug. Zato bi lahko kovine postale Ahilova peta energetskih in digitalnih prehodov.

Vetrne turbine, sončni kolektorji in električna vozila, ki jih Evropa potrebuje, da postane podnebno nevtralna, zahtevajo veliko kovin. Običajno se nam zdi samoumevno, da bodo te kovine na voljo. Vendar jih je treba izkopati iz tal in nekaterih je malo. Države EU so rudarjenje Izdaja 1

kovin večinoma predale zunanjim izvajalcem na svetovni jug. To ustvarja tveganja pri dobavi, a tudi odgovornost za družbene in okoljske zlorabe, povezane z rudarjenjem v državah, kot so Demokratična republika Kongo (kobalt), Čile (litij) in Kitajska (redke zemlje).

V obdobju do leta 2050, ko si je Evropa postavila za cilj ogljično nevtralnost, bo treba vpeljati t. i. urbano rudarjenje in recikliranje kritičnih kovin in drugih elementov.

Slovensko okolje

Področje materialov kot končnih produktov je tako v Evropi kot v Sloveniji izrazito poudarjeno prednostno področje, ki neposredno in v celoti sledi načelom pametne specializacije ter podpira regijsko prednost Slovenije. Analiza področja materialov, svetovnih trgov in trendov, industrijskih potreb in izzivov RR, kompetenčnih prednosti, raziskovalno-razvojnih kapacitet in predvsem potenciala slovenskih gospodarskih družb je pokazala, da primerjalne prednosti deležnikov v Sloveniji izstopajo na naslednjih področjih: (i) visoka specializiranost in visoka stopnja prilagodljivosti, (ii) visoka tehnološka intenzivnost in usmerjenost v inovacije, (iii) relativno dobra organizacija in čvrstost, (iv) odgovorno ravnanje, efektivna raba virov in visoka stopnja recikliranja, (v) tesno sodelovanje gospodarskih družb in institucij znanja pri rabi javnih sredstev RR, (vi) vključenost v globalne verige, (vii) nišni način delovanja pri srednjih in majhnih podjetjih, (viii) dobro poznavanje trga in (ix) izkoriščanje lokalnih ponudnikov. Na podlagi opravljenih analize je bil identificiran nabor fokusnih področij, ki ustrezajo merilom za razvoj prebojnih pobud. Pri tem so bile ključne obstoječe kompetence, kritična masa in potencial povezovanja v verige oz. mreže vrednosti, ki bi omogočili razvoj prebojnih rešitev. S sprejetjem pametne specializacije se okolje, v katerem deluje IMT v zadnjem letu izboljšuje, saj je razvoj materialov in s tem metalurgije, kot ene pomembnejših vej industrije v slovenskem okolju, ponovno prepoznan kot gonilo razvoja družbe in pomemben člen v povečevanju BDP, povečevanju dodane vrednosti in vzpostavljanju novih verig vrednosti. Podjetja s področja metalurgije“ kakor tudi kovinskopredelovalne industrije, na katerih dejavnost je vezano znanstvenoraziskovalno delo IMT, so prisotna tako v vzhodni kot zahodni regiji in s tem tudi dejavnost JRZ neposredno povezana z razvojem obeh regij. S prepoznanjem pomembnosti metalurgije, ki je kot eno prednostnih področij prepoznano tudi na nivoju Evrope (program Metalurgy Europe) se kažejo tudi možnosti razvoja inštituta in to tako na regionalnem, državnem in evropskem nivoju. Na drugi strani pa energetska kriza predstavlja veliko nevarnost za metalurško industrijo, ki je velik porabnik energije in ne more v kratkem zamenjati energentov.

Inštitut ima edinstvene zmogljivosti za sintezo kovinskih materialov (atomizacija, 3D-tiskanje, plinsko in vakuumsko taljenje, horizontalno kontinuirno litje), plastično deformacijo (valjanje, kovanje), toplotne obdelave in površinske kemotermične obdelave (vakuumsko žarjenje, plazemsko nitriranje), ob možnosti analiziranja in preizkušanja v akreditiranih laboratorijih (kemijski, metalografski, mehanski). Inštitut ima tudi možnosti računalniškega modeliranja metalurških procesov ter poglobljeno površinsko in mikrostruktурno karakterizacijo z uporabo najsodobnejše opreme (XPS, SIMS, HR-TEM, FIB-SEM). Ob tem je izrazita prednost inštituta pokrivanje celotnega cikla razvoja materiala, od izdelave, termomehanske predelave, toplotne obdelave, mehanskega, korozjskega in tribološkega testiranja do detajlne mikrostruktурne karakterizacije. Omejitve na evropskem nivoju izhajajo iz majhnosti inštituta, omejenih Izdaja 1

sredstev za nabavo drage sodobne opreme za izdelavo in karakterizacijo, brez katere je nemogoče držati vzporeden korak z močnimi in s strani industrije podprtimi mednarodnimi inštituti. V slovenskem prostoru pa glavno omejitev predstavlja pomanjkanje zrcaljenja pomena prednostnih področij pametne specializacije pri bazičnih raziskavah in podcenjenost metalurgije kot področja.

Največja težava pri pridobivanju domačih kot tudi mednarodnih projektov na področju raziskov s področja metalurgije tako v Sloveniji kot v svetu je izrazito negativno mnenje ocenjevalcev projektov za področje metalurgije. Velik del mednarodnih ocenjevalcev, ki večinoma izhajajo iz drugih področji, kot so fizika, strojništvo, kemija itd. so mnenja, da je na področju kovinskih materialov, predvsem klasičnih kot so jeklo, aluminijeve, titanove in magnezijeve zlitine že vse znano in da ni mogoče odkriti nečesa novega, kar lahko z zagotovostjo in znanstveno podprto dokažemo, da ni res.

Ključen in zelo pereč problem slovenskega raziskovalnega okolja so kadri, tako kadri, ki so pripravljeni postati mladi raziskovalci, kot tudi kadri, ki so že formirani raziskovalci s področja metalurgije oziroma kovinskih materialov, in ki jih želimo zaposliti za delo na projektih. Zaradi sprememb socialnega okolja se precej spreminja zanimanje dobrih kadrov za raziskovalno delo in je tako na področju metalurgije izredno zahtevno dobiti dobre kadre. S podobnimi problemi se srečujejo naši industrijski partnerji. Zelo težko prihajajo do ustreznih kadrov, predvsem do kadrov, ki bi imeli znanja, ki jih zahteva industrija 4.0.

Že nekaj let ostaja tudi odprt in pereč problem raziskovalna oprema, ki je nezadostno financirana s strani ARRS. Stopnja odpisanosti opreme na IMT znaša 81,5 %, kar pomeni, da smo v zelo nezavidljivem položaju za resno vključevanje v evropske projekte in ustrezeno pomoč slovenski industriji pri reševanju temeljnih problematik.

Zelo velik problem je tudi zelo slabo stanje zgradbe inštituta. Zgradba je potresno zelo ogrožena in ima izredno slabo stanje strehe, oken in mehanske delavnice. Strešna kritina je še vedno azbestna in se ob vsakem večjem neurju odkrije. Streha občasno pušča na več mestih, kar ogroža delovanje valjarniškega sistema, posameznih peči in druge visoko vredne raziskovalne opreme. Tudi posamezne raziskovalne naprave na inštitutu so izpostavljene tudi drugim neustreznim pogojem. Stavba je energetsko neučinkovita, električna napeljava je stara in neprimerna za visokotehnološke naprave, ki so zahtevane za uspešne raziskave na IMT.

2.8. Ključna področja delovanja JRZ in znanstveno-raziskovalna usmeritev JRZ

Inštitut je bil ustanovljen leta 1948 z namenom delovati na področju jeklarstva in znanje prenašati v jeklarsko industrijo. V obdobju jeklarske krize v sedemdesetih in osemdesetih letih prejšnjega stoletja se je inštitut delno preusmeril na področja energetike, kjer je s svojim znanjem aktivno sodeloval pri remontih delih tako na področju termo energetike, kot tudi jedrske industrije. Ta dela intenzivno izvaja še danes. V tem obdobju se je usmeril tudi na barvno metalurgijo, predvsem na področje aluminijevih zlitin. Proizvodnja aluminijevih zlitin, volumsko gledano, celo presega proizvodnjo jekla. Z zaprtjem inštituta IEVT se je na IMT ustanovila močna raziskovalna skupina na področju vakuma in tlaka. Glavno raziskovalno Izdaja 1

področje IMT so raziskave kovinskih materialov s poudarkom na raziskavah jekel, aluminijevih in nikljevih zlitin. Velik del raziskav je namenjenih tudi površinam kovinskih materialov na področju orodjarstva. Poleg tega se na inštitutu intenzivno ukvarjamо z razvojem biokompatibilnih in biorazgradljivih materialov. V zadnjem obdobju pa tudi z dodajnimi tehnikami na področju tehnologij PBF, kjer so raziskave usmerjeni v študij vpliva parametrov na lastnosti in na razumevanje nastanka mikrostruktur med izdelavo kovinskega izdelka. Poleg tega se za potrebe vesoljske tehnologije ukvarjamо tudi s spajanjem različnih dodajnih tehnologij in tiskanjem kovin v zmanjšani gravitaciji.

Inštitut deluje prvenstveno na podpodročju kovinskih materialov:

2 Tehnika

2.04 Materiali

2.04.03 Kovinski materiali

Poleg tega je inštitut še prisoten na dveh drugih podpodročjih, vakuumistika in večfazni sistemi:

2 Tehnika

2.09 Elektronske komponente in tehnologije

2.09.05 Vakuumistika

2.13 Procesno strojništvo

2.13.01 Večfazni sistemi

Ključna področja delovanja inštituta bodo v naslednjem šestletnem obdobju temeljila na tematiki temeljnega raziskovanja v okviru **programov, projektov ARRS, projektov EU, projektov ESA** in v okviru **razvojnega stebra**. Vsebine raziskav bodo naslednje:

Fizika in kemija površin kovinskih materialov

Študij in modeliranje atomske zgradbe in kemijske sestave površin in faznih mej ter eksperimentalne raziskave lastnosti kovinskih materialov s ciljem razumevanja zveze med strukturo, sestavo in lastnostmi.

Kovinski materiali in tehnologije

Proučevanje in razumevanje termodinamike in kinetike procesov v staljenem in trdnem stanju z vsemi spremljajočimi pojavi, ki vplivajo na izoblikovanje mikrostrukture in pripadajočih lastnosti, poznavanju difuzijskih procesov, faznih premen pri toplotni obdelavi ter mehanizmov statične in dinamične rekristalizacije.

Simulacija materialov in metalurških procesov

Osnovna dejavnost je razvoj vrhunskega temeljnega znanja za numerično modeliranje in simulacijo materialov in procesov ter uporaba tega znanja v izboljšavah proizvodnih postopkov in izdelkov.

Vakumska tehnika in materiali za elektroniko

Raziskave so vpete v slovenski nacionalni meroslovni sistem, poleg tega pa so raziskave usmerjene tudi na področje vakumske tehnike v povezavi z elektronskimi komponentami in tehnologijami. Raziskave zajemajo karakterizacijo materialov in posebnih kovinskih zlitin za različne tehnologije v ultravisokem vakuumu (UVV) in ekstremno visokem vakuumu (XHV), od pospeševalnikov delcev do vakumske optoelektronike.

Raziskovalna vsebina temeljnih raziskav na inštitutu bo v obdobju naslednja:

Višanje dodane vrednosti jekel in zlitin s specialnimi metalurškimi postopki (Specialni metalurški postopki temeljijo na kontroli visokotemperaturnih termodinamskih pogojev, ki vladajo na fazni meji kovinska talina-žlindra-plinska faza. Za obvladovanje specialnih postopkov je potrebno poznavanje metalurških reakcij v talini (oksidacija, redukcija, izločanje, raztplavljanje, modifikacija nekovinskih vključkov), reakcij taline z žlindrom (oksidacija, redukcija, absorpcija, reakcije z nekovinskimi vključki v talini) in reakcije žlindre in taline s plinsko fazo (oksidacija, redukcija, ravnotežne stopnosti plinov, nadušičenje, razvodičenje). Ti postopki so ponovnčna metalurgija, elektropretaljevanje pod žlindrom (EPŽ), vakuumsko pretaljevanje z oblokom (VAR), vakuumsko razplinjevanje (VD), vakuumsko oksidacija (VAD in VOD), vakuumsko indukcijsko pretaljevanje (VIM). Zahteve kupcev vedno bolj obširne in se nanašajo na: čistost, segregacije, mikrostrukturo, materialne lastnosti. Vse te zahteve narekujejo vedno ostrejše pogoje za sprejemljivost dobavljenega materiala. Kljub temu, da proizvajalci jekla proizvajajo isto kvalitetno njihovi izdelki dosegajo različne cene glede na zgornje štiri pogoje. Tak primer je termoenergetika, kjer se zahteva visoka čistost nizka stopnja segregacij ter homogena mikrostruktura. Razlika v ceni med povprečnim materialom ter tistim z višjo čistostjo, manjšimi segregacijami, bolj homogeno mikrostrukturo in višjimi mehanskimi lastnostmi, je lahko tudi za 100 %.)

Raziskave na področju čistih jekel (obvladovanje procesa nastajanja nekovinskih vključkov, termodinamika v večkomponentnih sistemih)

Lahka jekla in drugi lahki kovinski materiali (jekla z dodatki aluminija, aluminijeve zlitine, Mg zlitine, Zn zlitine)

Raziskave nikljevih superzlitin (Izdelava nikljevih superzlitin zajema zahtevne visoko tehnološke metalurške procese, kar vključuje vakuumsko obdelavo taline in visoke sile med vročo predelavo v omejenem temperaturnem območju. »Know how«, ki je potreben za proizvodnjo visoko kvalitetnih nikljevih zlitin, zahteva poglobljeno razumevanje metalurških procesov.)

Raziskave na področju materialov, ki imajo biorazgradljive lastnosti (raziskave Fe-Mn zlitin, Zn zlitin, Mg zlitin, AM PBF izdelava biorazgradljivih materialov, itd. Raziskave principa inženiringa kristalnih mej, strukturiranja površine in AM postopkov za načrtovanje časovno spremenljive biorazgradljivosti)

Raziskave 3D tiska (AM, dodajalne tehnologije) kovinskih materialov (Študij parametrov 3D tiska kovin in njegov vpliv na mikrostrukturo in posledično na mehanske lastnosti. Glede na

specifično mikrostrukturo 3D tiskanih kovin študij optimizacija toplotne obdelave tovrstnih izdelkov. Raziskave se bodo odvijale na Ni zlitinah, Al visoko trdnostnih zlitinah, Ti zlitinah in orodnih jeklih maraging, H13, H11 in tudi PBF postopki izdelave zlitin HEA)

Raziskave hibridnih dodajalnih tehnologij (Študij procesnih parametrov SLM in LENS tehnologije za nikljeve super zlitine in titanove zlitine. Raziskave toplotne obdelave za doseganje visokotemperaturnih lastnosti in raziskave spoja obeh AM tehnologij)

Raziskave kovinskih kompozitov na osnovi jekel ojačenih z nanodelci izdelanih s SLM tehnologijo (študij mešanja nanodelcev s kovinskim prahom, študij SLM procesnih parametrov in post procesiranje – toplotna obdelava in nitriranje)

Raziskave tekstur (raziskave tekstur elektro pločevin, raziskave tekstur aluminijevih zlitin)

Raziskave na področju zlitin z visoko entropijo HEA (raziskave in izdelave zlitin z visoko entropijo in študij mikrostrukture in mehanskih ter korozijskih lastnosti)

Raziskave na področju toplotnih obdelav (raziskave toplotnih obdelav 3D tiskanih kovinskih materialov (možnost in-situ toplotne obdelave med procesom izdelave), podhlajevanje konvencionalnih in 3D tiskanih kovinskih materialov)

Načrtovanje novih zlitin za področje energetike (načrtovanje s pomočjo programskih orodij Termocalc in Dictra, porazdelitev karbidnih izločkov in intermetalnih faz materialov za energetska postrojenja odpornih proti deformaciji z lezenjem, študij termične krhkosti Cr-Mo feritnih avstenitnih jekel, spinodalni razpad delta ferita)

Raziskave na področju metalurgije prahov – plinska atomizacija, ultrazvočna plazemska atomizacija, sinteza novih zlitin (nove sinteze materialov s pomočjo SLM in DED dodajalnih tehnologij potrebujemo za vhodni material prahove s specialnimi kemijami in morfološkimi lastnostmi, zato so raziskave na področju izdelave prahov zelo pomembne)

Modeliranje metalurških procesov (izdelava jekla in aluminijevih zlitin, različni tipi ulivanj, toplo in hladno valjanje, toplotna obdelava, ogrevanje, modeliranje celotne procesne verige na podlagi fizikalnih modelov in umetne inteligence, modeliranje 3D tiska kovin)

Raziskave na področju nerjavnih jekel (raziskave termodinamičnih in metalurških parametrov pri pripravi taline in reakcijah z žlindro, vpliva modifikatorjev in nečistoč, vpliva dušika v visoko legiranih nerjavnih jeklih ter vpliva dvofazne mikrostrukture na fenomenologijo in kinetiko sproščanja deformacijske energije, raziskave korozije avstenitnega in dupleksnega nerjavnega jekla pod simuliranimi fiziološkimi pogoji)

Raziskave mehko in trdo magnetnih materialov (Razvoj nove generacije visoko permeabilnih elektropločevin z nizkimi močnostnimi izgubami - mehkomagnetni materiali, razvoj trajnih sintranih magnetov. Raziskave vpliva procesnih parametrov na lastnosti trdomagnetnih materialov.)

Raziskave lastnosti površinsko modificiranih materialov (razvoj metod za določevanje dinamičnih lastnosti površinsko modificiranih kovinskih materialov, določanje povezav med različnimi lastnostmi kovinskih materialov in njihove mikrostrukture ter vpliva lastnosti

kovinskih materialov na nosilne lastnosti in možnost aplikacije trdih zaščitnih prevlek v preoblikovalnih procesih, tehnika površin in aplikacija v slovensko orodjarstvo)

Raziskave kovinskih zlitin s postopki hitrega strjevanja (Hitro strjevanje določenih aluminijevih zlitin z izboljšanimi mehanskimi lastnostmi. Ustrezno mikrostrukturo, ki bo zlitini dala superiorne lastnosti, je mogoče doseči s postopki hitrega strjevanja. Na ta način se izoblikuje tipična amorfna mikrostruktura ozioroma nanokristalinična mikrostruktura, ki se ob procesu popolnega vročega zgoščevanja (npr.: ekstruzije) konsolidira in transformira v mikrostrukturo z nanoizločki, kar ima za posledico boljše mehanske lastnosti tudi pri povišanih temperaturah.)

Inženirstvo mejnih površin in nanostrukture (Reakcije rekonstrukcije površine in degradacije z namenom boljšega razumevanja njihovega osnovnega mehanizma fizikalno-kemijskih reakcij. Razvoj nanostrukturiranih zaščitnih plasti za preprečevanje biološkega nalaganja mikroorganizmov, izdelava plasti z izboljšanimi mehanskimi, adhezijskimi in koroziskimi lastnostmi z namenom preprečevanja adhezije mikroorganizmov v morski vodi.)

Razvoj učinkovitih algoritmov za simulacijo mehanike trdnin in tekočin. (razvoj adaptivnih brezmrežnih numeričnih metod s posebnim poudarkom na večfizikalnem in večnivojskem modeliranju metalurških procesov ter paralelni superračunalniški arhitekturi, obravnavanje sistemov v realistični 3D geometriji)

Modeliranje in simulacija metalurških procesov na makroskopskem merilu (izdelava jekel in aluminijevih zlitin: različni tipi ulivanj, pretaljevanje pod žlindro in termomehanskega obdelavo kot npr. ogrevanje, homogenizacija, toplo in hladno valjanje, toplotna obdelava, itd. Simulacije napetostnih, deformacijskih, temperaturnih, hitrostnih in koncentracijskih polj.)

Modeliranje in simulacija mikrostrukture (modeliranje mikrostrukture od nukleacije do merila dendritov in merila zrn, multikomponentne zlitine, uporaba metod molekularne dinamike, točkovnih avtomatov ter faznega polja)

Modeliranje vpliva zunanjih polj na metalurške procese (nizko in visokofrekvenčna elektromagnetna polja, vrtenje, ultrazvočna polja, itd.)

Optimizacija celotne procesne verige izdelave kovinskih polizdelkov na podlagi sosledja sklopljenih fizikalnih modelov ter metod umetne inteligence, kot so npr. nevronske mreže in genetski algoritmi.

Modeliranje dodajalnih postopkov (3D tiskanje na makroskopskem in mikroskopskem merilu)

Razvoj visokotrdnostnih jekel tretje generacije (razvoj tretje generacije naprednih visoko trdnostnih jekel. Razvoj nanobainitnih jekel in podobnih nanojekel ter z ustrezno porazdelitvijo ogljika med nanofazami, metode dodajanja nanodelcev v kovinske materiale za doseganje boljših mehanskih, obrabnih in drugih fizikalno-kemijskih lastnosti)

Raziskave strukturiranja in funkcionalizacije površin (raziskave biološkega nalaganja, raziskave biokompatibilne površine odporne proti obrabi. Samočistilne površine in površine s spremenljivo omočljivostjo, raziskave biorazgradljive površine s primernimi mehanskimi

lastnostmi in časovno omejeno funkcijo uporabe v biomedicinskih aplikacijah, raziskave samoorganizirane (ultra) tanke plasti za uporabo v sončnih panelih)

Inženirstvo kristalnih mej (Raziskave na področju spremnjanja karakterja kristalnih mej in s tem lastnosti materiala. Kristalne meje izrazito vplivajo na plastično preoblikovanje in na korozjske lastnosti)

Raziskave na področju samopoprave kovinskih materialov s poudarkom na aluminijevih zlitinah

Raziskave inženiringa površin titana in titanovih zlitin (osredotočali se bomo na razvoj modificiranja površin z nitriranjem v pulzirajoči plazmi za aplikacije v avtomobilski in letalski industriji ter medicinskih aplikacijah)

Raziskave materialov in specialnih kovinskih zlitin za različne tehnologije v ultravisokem in ekstremno visokem vakuumu (vakumska optoelektronika, nanostrukturiranje površin z ionskim curkom za doseganje posebnih lastnosti)

Meroslovne raziskave v okviru nacionalnega laboratorija za vakuum in tlak (razvoj nove primarne metode za generiranje kalibracijskih tlakov z metodo statične ekspanzije, kvadrupolna masna spektrometrija v razredčenih plinih, raziskave meroslovnih lastnosti referenčnih merilnikov vakuma ter raziskave za podporo sledljivosti nacionalnih etalonov za tlak in vakuum)

Raziskave na področju recikliranja jekel, aluminija, magnetnih materialov in drugih zlitin ter(npr. načrtovanje reciklaže aluminijevega scraba glede na okarakteriziran vstopni material - določitev postopkov in parametrov posameznih delov reciklaže glede na potrebo čiščenja taline v odvisnosti od vnesenih nečistoč. Zelo pomembna je reciklaža elementov, ki jih v EU kritično primanjkuje.)

Vpliv kristalnih mej na lastnosti materialov (Kristalne meje odločilno vplivajo na lastnosti kovinskih materialov, na njihovo naravo pa dislokacije, dvojenje in procesi poprave ter rekristalizacije. Nove analizne tehnike z vrstičnimi in presevnimi elektronskimi mikroskopimi omogočajo in-situ analize in natančen vpogled v dogajanje na nivoju dislokacij in atomov, kljub temu pa sta celosten vpogled in razumevanje povezave med atomsko strukturo in naravo posameznih mej, interakcijami z dislokacijami, ter migracijo mej še vedno pomanjkljiva.)

Vodikova krhkost v jeklih (shranjevanje in transport vodika zahteva nova jekla oziroma kovinske materiale)

V naslednjem obdobju bomo morali odgovoriti na nekatere izzive, ki nam jih nalaga okolje v katerem živimo in to so interdisciplinarne raziskovalne tematike pomembne za našo prihodnost. Med njimi so sledeča:

Trajnost kovinskih materialov in doseganje trajnosti na osnovi kovinskih materialov

Oblikovanje naše prihodnosti v smislu trajnostnih tehnologij, novih materialov in industrijskih procesov je ena najpomembnejših tem naše generacije in potrebujemo znanstvene in Izdaja 1

inženirske odgovore. Potrebna bo izdelava trajnih magnetov brez redkih zemelj. Razvoj kovinski materiali za prenos vodika, ki prenesejo krhkost, ki jo povzroča vodik. Recikliranje kovinskih materialov z namenom pridobivanja kritičnih kovin/elementov in še veliko drugih izvivov povezanih s trajnostno metalurgijo.

Kovinski materiali v ekstremnem okolju in stabilnost njihovih površin in mejnih površin

Degradacije kovinskih materialov v težkih okoljskih pogojih se pojavljajo zaradi korozije, napetostno-korozijskega pokanja in vodikove krhkost. Po nekaterih ocenah je na ta način uničenega približno 3,4 % svetovnega BDP. Kakršnekoli izboljšave kovinskih materialov v tej smeri imajo velik vpliv na življenjsko dobo in varnost izdelkov, kot tudi pripomore k izboljšanju trajnosti.

Napredni materiali

Napredni materiali so bili ključni dejavniki tehnološkega napredka skozi tisočletja, po katerih so celotna obdobja dobila svoje ime. Posledica pospešenega povpraševanja po nosilnih in funkcionalnih materialih v ključnih sektorjih, kot so energetika, trajnost, gradbeništvo, zdravje, komunikacije, infrastruktura, varnost in transport, so predvidene stopnje rasti proizvodnje do 200 odstotkov do leta 2050 za številne materiale. To zahteva ne le boljše razumevanje temeljnih odnosov med sintezo, proizvodnjo, osnovnimi mehanizmi, mikrostrukturo in lastnostmi, temveč tudi odkrivanje novih materialov, ki izpolnjujejo oboje (mehanske lastnosti in funkcionalnost).

Mikrostruktura in lastnosti

Medsebojno delovanje mikrostrukture in lastnosti je v središču znanosti o materialih in inženiringu ter je ključnega pomena za načrtovanje optimiziranih – pogosto večnamenskih – materialov. Lomna žilavost, trdnost, topotna prevodnost, topotna stabilnost, odpornost proti koroziji, električna prevodnost, magnetna koercitivnost in magnetna histereza so vidni primeri lastnosti materialov, ki jih krogimo glede na zunanjio in notranjo »arhitekturo« materialov. V nasprotju z idealnimi monokristali imajo napredni materiali običajno kompleksno mikrostrukturo. Primeri elementov mikrostrukture so stabilne ali metastabilne faze (z njihovo poravnavo je mogoče manipulirati s sintezo in kasnejšimi termomehanskimi obdelavami), tekstura, napake zloga, vmesne površine (z ali brez obogatitve legirnih elementov), dislokacije in točkasti defekti; poleg tega te "nepopolnosti" same vsebujejo napake nižje dimenzionalnosti in so lahko podvržene faznim transformacijam.

Umetna inteligencia in digitalizacija

Načrtovanje novih materialov, mikrostruktur in proizvodnih procesov je skozi tisočletja temeljilo na poskusih in napakah. Znanje, pridobljeno z naključnimi odkritji, sistematičnimi poskusi in prenosom iz sosednjih znanstvenih disciplin, je ustvarilo mnoga empirična pravila in kasneje napovedne teorije. V kombinaciji z računalniškimi simulacijami je načrtovanje novih materialov izredno pomembno orodje, ki omogoča odkrivanje in izboljšanje naprednih materialov in procesov na podlagi podrobnega razumevanja. Ta klasični pristop "inteligentnega oblikovanja" je trenutno pod izzivom in delno razpuščen zaradi vse večje uporabe napredne statistične analize in umetne intelligence, ki se uporablja za velike nize

podatkov. Dejansko ne le avtomatizacija proizvodnje in testiranja materialov, temveč tudi hiter razvoj napredne karakterizacije in simulacij materialov dramatično povečuje obseg ustreznih informacij, ki jih zbirajo raziskovalci. Če so ti podatki na voljo vsem, ima to velik pomen za celotno družbo. Tako bo umetna inteligenca in strojno učenje močno vplivalo na metalurgijo prihodnosti.

Razvoj novih metod sinteze in analize materialov

Razvoj novih sintez materialov je ključnega pomena za izdelavo novih naprednih materialov s specifičnimi lastnostmi. Tu gre tudi za t. i. materiale HEA, kjer izkoriščamo edinstvene lastnosti tovrstnih materialov. Poleg tega je pomemben razvoj novih analiznih in testnih metod za odkrivanje mikrostrukture, mehanskih lastnosti kot tudi korozijskih in drugih lastnosti. Lep tak primer je ECCI metoda, ki omogoča opazovanje dislokacij na površini kovinskih materialov in elektronskem vrstičnem mikroskopu na večjem področju.

2.9. Pomen znanstveno-raziskovalne usmeritve JRZ za razvoj znanosti v širšem (svetovnem) merilu

Raziskovalno področje **2.04 Materiali, s podpodročjem 2.04.03 Kovinski materiali**, se uvršča v moderno raziskovalno področje, ki predstavlja enega najpomembnejših področji na svetu in v Evropi. Od razvoja materialov in predvsem kovinskih materialov je odvisen razvoj družbe. Tega se Evropa močno zaveda, zato je ena od prioritet Obzorje 2020 (Horizon 2020) in prihajajočih novih perspektiv, raziskave na področju kovinskih materialov. Ključne omogočitvene tehnologije, ki jih je prepoznała evropska komisija so: nanotehnologije, napredni materiali, biotehnologija, trajnostni razvoj in drugo. Na področju naprednih materialov so prepoznavi pomemben industrijski sektor metalurgijo, kar se kaže tudi v strateškem dokumentu Metallurgy Europe. Kot že opisano, se bo za prehod s fosilnih goriv v obnovljive vire in brezogljivo družbo potrebovalo ogromno znanja za nove napredne kovinske materiale. Na drugi strani pa siromašnost Evrope s surovinami in vedno večja potreba po kritičnih elementih zahteva trajnostni razvoj in povečano recikliranje ter proizvodnjo kovin na osnovi sekundarnih surovin.

IMT je vodilni JRZ v Sloveniji na področju raziskav jekel, aluminijevih zlitin in ostalih kovinskih materialov. Delovanje na širokem področju jekel in aluminija zajema celostno področje, od izdelave taline, ulivanja oz. litja, vroče predelave, topotnih obdelav do preizkušanja končnih lastnosti, kar zajema tako mehanske, tribološke kot korozijski teste ter mikrostruktorno karakterizacijo. Znanstvena odličnost in specifično strokovno znanje s področja jekel in aluminija nam omogoča širok nabor prijemov in metod s katerimi se lotevamo perečih problemov tako v industrijski proizvodnji kot tudi v znanstvenih krogih. Preučevanja materiala od teoretičnih osnov termodinamike, kristalnih zgradb in procesov na ravni atomov v povezavi z »know how-om« na področju praktičnih aplikacij, kot so ulivanje, vroče preoblikovanje, topotne obdelave idr. je nujno za ohranjanje konkurenčnosti slovenske kovinskopredelovalne industrije. Zaradi majhnega zanimanja slovenske znanstvene in izobraževalne sfere je delež ljudi z metalurškim znanjem zelo upadel, IMT pa je ostal eden izmed redkih JRZ v katerem se

je ohranil metalurški »know-how« ter znanstvena odličnost na področju metalurgije. Tudi raziskovalna oprema na inštitutu omogoča izdelave manjših količin zlitin, kar je izredno pomembno tako za fundamentalne raziskave kot tudi za prenos znanja v industrijo. Zelo pomembna je tudi mikroskopska in spektroskopska oprema, pa tudi ostala oprema za določanje mehanskih, funkcionalnih in korozjskih lastnosti, ki omogoča razumevanje procesov preko nastalih mikrostruktur in lastnosti kovinskih materialov. Vzporedno z eksperimentalnim delom pa je inštitut usmerjen tudi v matematično-fizikalne simulacije metalurških procesov kot tudi mikrostruktur, ki temeljijo na različnih pristopih.

Zelo pomembno področje delovanja inštituta je tudi področje energetike, vezano predvsem na razvoj materialov za ekstremne pogoje in zasledovanje sprememb mikrostrukture materialov, ki so izpostavljeni ekstremnim pogojem.

Inštitut se intenzivno ukvarja z razumevanjem površin kovinskih materialov in to znanje aplicira na orodja, kjer so lastnosti, kot je obrabna odpornost, topotno utrujanje in ostale lastnosti povezane z življensko dobo. To znanje se prenaša v slovensko orodjarsko industrijo.

Poleg metalurške usmeritve ostala področja delovanja inštituta ostajajo povezana s kovinskimi materiali. Dodajalne tehnologije (AM) so pomembno raziskovalno področje v naslednjem obdobju, predvsem zaradi tega ker se orodjarska, avtomobilska in tudi ostala industrija intenzivno ukvarja s tem. Ker je kvaliteten 3D tisk kovinskih materialov izrazito metalurški problem, je za inštitut to področje zelo pomembno. Na razvoju kovinskega prahu, kot tudi na razvoju materialov pa se pričakuje v prihodnosti izreden napredek. Drugo vsaj tako pomembno področje je področje biomaterialov in to seveda predvsem kovinskih biomaterialov. Razvoj biomaterialov se navezuje tudi na dodajne tehnologije, ker ima AM način izdelave tu veliko prednost in omogoča mešanje prahu in s tem doseganje posebnih lastnosti in tudi izdelavo gradientnih in votlih struktur.

Zaradi visokih vlaganj v razvoj metalurškega znanja se je v zadnjih desetih letih močno povečal prispevek Kitajske, ki je poleg Južne Koreje, Indije in Japonske predstavljajo prevladujoč vpliv na področju raziskav jekla. Znanstveni prispevki raziskovalcev ZDA in EU so v manjšini, zato želi IMT v prihodnosti povečati svoj vpliv v svetovnem merilu. Poleg držav EU želimo okrepiti vezi s Kitajskimi in Južnokorejskimi raziskovalci ter sodelovati pri svetovnem vrhu metalurškega razvoja. Sodelovanje z Južno Korejo in Kitajsko metalurško znanstveno sfero pri raziskavah s področja izdelave jekla (jeklarstva) nam bodo služila pri višanju znanstvene odličnosti, prepoznavnosti in ugleda v svetovnem merilu. S Kitajsko že sodelujemo na področju recikliranja in uporabe redkih zemelj za namene udrobnjevanja mikrostrukture kot tudi vpliva na posamezne mikrostruktурne faze.

Raziskovalno področje **2.09 Elektronske komponente in tehnologije** s podpodročjem **2.09.05 Vakuumistika** se uvršča v moderno raziskovalno področje. Ta program je zelo vpet v slovenski nacionalni metrološki sistem in deluje na področju vakuumske tehnike v povezavi z elektronskimi komponentami in tehnologijami. Program je usmerjen v raziskave na področju vakuumske znanosti in tehnike, ki je izrazito multidisciplinarna veda in zajema aplikacije v visokih tehnologijah, kot so: mikroelektronika, nanotehnologije, inženirstvo površin, farmacija itd. Vakuumsko okolje je nujno potrebno tudi pri raziskavah, kot so elektronska mikroskopija

in znanost o površinah, pospeševalniki delcev, raziskave vesolja itd. Za nadaljnji razvoj na teh področjih je odločilen napredok v vakuumskem meroslovju in v poznavanju vakuumskih lastnosti materialov. Ukvaramo se z raziskavami metroloških lastnosti vakuumskih merilnikov in kvadrupolnih masnih spektrometrov (QMS), kjer je glavni cilj zmanjšati merilne negotovosti. Naše raziskave vakuumskih materialov vključujejo študij permeacije plinov v elastomerih, zmanjšanje razplinjevanja vodika iz nerjavnih jekel in materialov, ki se uporablajo v vakuumski optoelektroniki ter uporabo getrskih materialov za izboljšanje življenske dobe zaprtih vakuumskih produktov (vakuumske optoelektronske naprave, MEMS, vakuumska toplotna izolacija).

Raziskovalno področje **2.13 Procesno strojništvo**, s podpodročjem **2.13.01 Večfazni sistemi** Laboratorija za simulacijo materialov in procesov se uvršča v moderno raziskovalno področje virtualnega razvoja na podlagi modeliranja, simulacije in optimizacije procesov, materialov in izdelkov, ki ima vse bolj vidno vlogo v mednarodnem raziskovalnem prostoru - zaradi vse večjih potreb po cenenih izdelkih z visoko vsebnostjo znanja, novih materialih ter okolju bolj prijaznih tehnologijah. Vsebina raziskav je v ta prostor aktivno vpeta tako s temeljnimi kot aplikativnimi raziskavami. Pri tem si v okviru temeljnih raziskav prizadevamo v svetovno zakladnico znanja prispevati z novimi pristopi modeliranja kapljivo-trdnih in trdno-trdnih sistemov na več sklopljenih merilih, z novimi brezmrežnimi numeričnimi rešitvenimi postopki ter s kombinacijo uporabe računske inteligence. Med drugim smo demonstrirali prvi razvoj in uporabo brezmrežnih metod za industrijsko relevantne probleme s turbulentnim tokom, povezali vpliv elektromagnetnih polj s strjevanjem kot prvi uporabili brezmrežne metode pri modeliranju mikrostrukture (naša originalna metoda točkovnih avtomatov) in kot prvi prikazali modeliranje skozi proces proizvodnje aluminija in jekla na podlagi umetnih nevronskih mrež. Sistematično dograjujemo znanja na področju mikrofluidike (prva simulacija mikro-šobe s stisljivim tokom), potrebna za simulacije tehnologij z dodajanjem. Prav tako smo udeleženi pri razvoju mednarodnih testnih primerov za Stefanove probleme. Med drugim smo kot prvi demonstrirali od diskretizacije neodvisne rezultate makroizcejanja ter predlagali prvi mednarodni testni primer kontinuirnega ulivanja. Predlagane raziskave imajo neposredne povezave z mednarodnim raziskovalnim prostorom (Evropa, ZDA, Azija, Nemčija) preko več mednarodnih projektov. Mednarodno izobraževanje, ki izhaja iz rezultatov programa, rezultira v sodelovanju pri pedagoškem procesu doma in v tujini (Avstralija, Kitajska, Italija). Znanstveni cilji laboratorija sovpadajo s prioritetami EU 2020: nanotehnologije, napredni materiali in napredni proizvodni postopki. Dosežke laboratorija odlikujejo najvišje državne in mednarodne nagrade in priznanja ter priznanja za najboljše prispevke na mednarodnih konferencah.

2.10. Pomen znanstveno-raziskovalne usmeritve JRZ za razvoj Slovenije

Znanstvenoraziskovalne usmeritve IMT so neposredno povezane s strategijo pametne specializacije in njenim prednostnim področjem materialov. S tem neposredno prispeva k razvoju slovenske kovinske in kovinskopredelovalne industrije, ki prispeva dobro četrtino BDP. S spodbujanjem in pomočjo pri razvoju omogoča povečanje konkurenčnosti slovenskih podjetij v tujini, dvig dodane vrednosti, deluje kot povezovalni člen in pomaga pri identifikaciji in vzpostavljanju novih verig vrednosti.

Približno četrtina slovenskega BDP je vezana na kovinskopredelovalno industrijo in IMT je že ali pa je potencialni partner podjetij v tej panogi. Naše delovanje ni usmerjeno zgolj v sodelovanje z velikimi igralci, kot so SIJ, Impol, Talum in Štore, ampak s svojim strokovnim znanjem pomagamo tudi manjšim podjetjem. Vzpostavitev zanesljive službe za razvoj in kontrolo kakovosti na področju jekel in aluminija je dolgotrajen in naporen proces. Praktično uporabne discipline, kot je metalografija jekel so zahtevne tako za razumevanje vzorcev, interpretacijo, kot tudi s stališča izjemno velikega nabora različnih kakovosti in zahtev. Tako nudimo rešitve za problematike, ki mnogokrat predstavljajo nepremostljive ovire pri vstopu manjših podjetij na večje trge.

Inštitut tako prenaša znanje na področju procesne metalurgije jekel in aluminija, od teoretičnih osnov termodinamike, do poznavanja kristalnih zgradb in procesov na atomski ravni v povezavi z metalurškimi postopki, kot so vlivanje, vroče preoblikovanje, topotne obdelave. Tovrstna znanja in inovacije so nujni za ohranjanje konkurenčnosti slovenske kovinskopredelovalne industrije.

Inženiring procesov na mejah zrn in funkcionalizacija površin omogočata izdelavo naprednih kovinskih materialov s ciljnimi, načrtovanimi lastnostmi. Pričakujemo, da bodo raziskave samoobnovitve kovinskih materialov odprle popolnoma novo raziskovalno področje, z aplikativnim potencialom in uporabno vrednostjo. Slovenski industriji aluminija in jekla sta zelo razviti in med vodilnimi v svetu. Impol in Talum skupaj ustvarita približno 2,5 milijardo EUR prometa letno, kar je velik delež celotnega slovenskega BDP. Raziskave v okviru programa bodo odprle tudi povsem novo področje izdelave odkovkov za avtomobilsko industrijo, kjer bomo s podstaranjem Al-zlitin lahko v tako imenovanem varnem področju v primeru nastanka razpoke. V dosedanjem skupnem sodelovanju je bilo veliko temeljnega znanja prenesenega v industrijske aplikacije, tako na področju uporabe večjega deleža recikliranega aluminija kot tudi samega modeliranja metalurških procesov, kot je strjevanje, homogenizacija in preoblikovanje.

V Sloveniji je izredno močna tudi jeklarska industrija v okviru SIJ in Štore Steel. Pomemben segment raziskav na tem področju je jeklo odporno na lezenje, namenjeno energetiki, tendenca pa je tudi v razvoju maraging jekel in nikljevih superzlitin. Izboljšanje lastnosti teh materialov in vgraditev principa samoobnovitve bi pomenilo povečanje varnosti, s tem pa konkurenčnosti in povečanje dodane vrednosti. Slovensko orodjarstvo si lahko obeta kakovostno vakuumsko topotno obdelana orodja ter orodja, katerih površine bodo zaščitene s trdimi večplastnimi prevlekami, izdelanimi s plazemskimi tehnologijami PACVD, kar bo zagotovilo daljšo dobo trajanja in obrabno odporne prevleke površin ter omogočilo depozicijo teh plasti na večja orodja. Pomembno je tudi povezovanje več različnih tehnologij za izboljšanje obrabne in obstojne lastnosti površin orodnih jekel, kot je npr. raziskava o istočasnem utrjevanju površine s plazemskim nitriranjem in nanosom ekstra trdih prevlek na površino orodij. S tem bomo omogočili izboljšavo dosedanje prakse izboljšanja površine jekla, ker bomo inženirsko utrdili najprej površino osnovnega materiala z gradientnim prehodom in s tem omogočili nanos končnih trdih in obstojnih prevlek na že utrjeno površino. Predviden doprinos k podaljšanju življenske dobe takih orodij je za 40% večji.

Raziskave na področju novih sinteznih tehnik kovinskih materialov, kot so dodajne tehnologije, predstavljajo za slovenska podjetja zelo pomembna znanja. V okviru SIEVE je nastal konzorcij dvanaajstih slovenskih podjetij, inštitutov in univerz, kjer je IMT enakopraven partner. Podjetja v konzorciju že intenzivno prehajajo v industrijo 4.0 in si želijo del maloserijske proizvodnje izdelati s postopki PBF. Znanja, potrebna za načrtovanje in razumevanje postopkov dodajalnih tehnologij, so izrazito metalurška in ključnega pomena za izdelavo končnih produktov z želenimi lastnostmi. Slabosti in prednosti AM načina izdelave in specifičnih mikrostruktur lahko izkoristimo v svojo prednost. Poleg tega je treba prilagoditi toplotne obdelave AM kovinskih izdelkov.

Raziskave usmerjene v funkcionalizacijo površin in raziskave biomaterialov s poudarkom na razvoju in raziskavah biorazgradljivih materialov, kar bo imelo velik vpliv na področju zdravstva. Klinično razviti biorazgradljivi materiali bodo popolnoma spremenili zasnov ponovne operacije pri zdravljenju travmatoloških poškodb kostnega tkiva. Za paciente bo to veliko olajšanje, predvsem v smislu hitrejšega okrevanja, za zdravstvo pa bo to pomenilo manjše število operacij, manj zapletov in znižanje stroškov zdravstvenega varstva ter tudi pereč problem našega zdravstva, zmanjšanje čakalnih vrst.. Nova spoznanja bodo predstavljena širši mednarodni javnosti, kar bo imelo velik vpliv na promocijo Slovenije. V okviru dela programske skupine se bomo mednarodno povezovali in tako načrtovali določene zahtevne raziskave. Delo programa bo tudi usmerjeno v recikliranje kritičnih elementov, kar bo pripomoglo k varstvu narave in nekaterim podjetjem omogočilo manjša tveganja.

Znanstvenoraziskovalna usmeritev Laboratorija za simulacijo materialov in procesov vsebuje uravnotežene temeljne in aplikativne raziskave kot tudi konkretne posodobitve proizvodnje in izdelkov. Raziskave karakterizira logično sosledje: skoraj celotno znanje, razvito v predhodnih temeljnih in predkonkurenčnih raziskavah, je dokazano našlo industrijsko uporabo kmalu po razvoju.

Laboratorij za simulacijo materialov in procesov je v Sloveniji usmerjen v sodelovanje z največjimi, najbolj dobičkonosnimi in v izvoz naravnanimi slovenskimi družbami (od katerih je odvisnih več deset tisoč delovnih mest), kot so IMPOL Slovenska Bistrica (kontinuirno ulivanje ter trakovno ulivanje aluminijevih zlitin), METAL Ravne (ulivanje velikih jeklenih ingotov, pretaljevanje pod žlindro), Štore Steel (modeliranje skozi proces), TALUM Kidričevo (implementacija nanodelcev v aluminij), HIDRIA Idrija (tlačno ulivanje). Našteto demonstrira spin-of naših temeljnih raziskovalnih rezultatov, ki vplivajo na več milijonske evrske letne prihranke v teh družbah in so brez dvoma pomembni za Slovenijo. Raziskave laboratorija prispevajo k transformaciji te tradicionalno surovinsko in energijsko intenzivne industrijske panoge v na znanju temelječo panogo. Raziskave laboratorija poleg ostalega utrujejo slovensko znanstveno in kulturno dediščino ter narodno identiteto in morajo biti v Sloveniji doma prej kot kjerkoli drugod! Jožef Stefan (1835-1893) je bil med prvimi, ki je vzpostavil analitične osnove za obravnavanje kapljevito-trdnih procesov. V čast našemu velikemu znanstveniku se je za tovrstne procese uveljavilo ime Stefanovi problemi. Program dela laboratorija pokriva področje Stefanovih problemov.

Raziskave na področju vakumske znanosti in tehnologij imajo velik pomen za bodoči razvoj vakuumskih tehnologij v Sloveniji. V razvitih državah vse najsodobnejše tehnologije vključujejo Izdaja 1

ali povsem slonijo na uporabi vakuumskega okolja (mikroelektronika, nanotehnologije, farmacevtska in kemijska industrija, materiali s posebnimi lastnostmi, optična industrija, jedrska tehnika, letalstvo in vesoljska tehnika). Z našimi raziskavami na področju vakuumskih tehnologij v Sloveniji ohranjamo in razvijamo temeljno znanje, ki ga lahko prenašamo v svojo industrijo, kar je ključnega pomena za ohranjanje konkurenčnosti Slovenije v globalnem okolju. Na IMT imamo tudi akreditiran Laboratorij za metrologijo tlaka, ki je na najvišjem nivoju v Sloveniji. Urad za meroslovje RS je s posebno odločbo priznal laboratorij za nosilca slovenskih nacionalnih etalonov za vakuum in tlak. Doseženi položaj Laboratorija za metrologijo tlaka na nacionalnem nivoju in v mednarodnem prostoru zahteva, da zelo aktivno delujemo na področju znanstvenega meroslovja svoje fizikalne veličine ter sodelujemo s tujimi nacionalnimi laboratoriji in s tem nenehno dokazujemo vrhunsko usposobljenost. To je temelj za mednarodno uveljavitev celotnega slovenskega nacionalnega meroslovnega sistema in za ohranjanje zaupanja drugih mednarodnih meroslovnih organizacij v naš sistem.

2.11. Dolgoročni cilji JRZ

Glavni dolgoročni cilji IMT na področju stabilnega financiranja so:

- ostati vodilni na področju kovinskih materialov v Sloveniji in še okrepliti mednarodno prepoznavnost in veljavo,
- Povečanje obsega vključenosti v mednarodne in evropske projekte
- Sodelovanje z Evropsko vesoljsko agencijo
- vzgoja vrhunskih kadrov,
- z dobro organiziranostjo in vrhunsko raziskovalno opremo doseči inovativnost in zadovoljstvo zaposlenih,
- ustvarjati vrhunsko znanje na področju kovinskih materialov in tehnologij kot mednarodno uveljavljena institucija.

Poleg teh znanj je dolgoročni cilj IMT tudi aktivno vključevanje v trajnostni razvoj, raziskave na področju razvoja materiala, ki posredno vpliva na okolje in trajnostno družbo. Poslanstvo IMT je tudi popularizacija znanosti, ozaveščanje prebivalstva o trajnostnem razvoju in s tem povezanimi kovinskimi materiali. Poslanstvo IMT je tudi skrb za varnost delovanja NEKa in drugih termoenergetski postrojen, vključno s hidroelektrarnami in drugimi objekt.

Glavni kazalniki, ki jih bomo spremljali pri razvoju IMT, so podani v priloženi tabeli. Narejen je načrt za obdobje 2021-2027 in je naslednji:

	Kazalnik	2021	Načrt 2022	Načrt 2023	Načrt 2024	Načrt 2025	Načrt 2026
1.	Število prijavljenih patentov	2	2	2	2	2	2
2.	Število prijavljenih patentov	2	2	2	2	2	2

3.	Nakup raziskovalne opreme*	637.383 €	902.000 €	800.000 €	500.000 €	600.000 €	700.00 €
4.	Število raziskovalnih projektov ARRS (IMT nosilec)	5	4	5	5	5	5
5.	FTE raziskovalnih projektov ARRS (IMT nosilec)	3,31 FTE	4,01 FTE	4 FTE	4 FTE	4 FTE	4 FTE
6.	Število raziskovalnih projektov ARRS (IMT sodelujoč)	13	11	8	7	7	7
7.	FTE raziskovalnih projektov ARRS (IMT sodelujoč)	2,75 FTE	2,98 FTE	3 FTE	3 FTE	3 FTE	3 FTE
8.	Število podoktorskih projektov ARRS	2	0	1	2	2	2
9.	Mednarodni projekti število (ARRS)	2	3	3	3	3	3
10.	Mednarodni projekti FTE (ARRS)	1,51 FTE	2,27	2	2	2	2
11.	Projekti MIZŠ število	2	0	1	1	1	1
12.	Projekti MIZŠ €	129.328 €	0 FTE	70.000 €	70.000 €	70.000 €	70.000 €
13.	Projekti MGRT število	1	1	1	1	1	1
14.	Projekti MGRT €	18.694 €	0 €	20.000 €	20.000 €	20.000 €	20.000 €
15.	ESA projekti število	0	1	2	2	2	2
16.	ESA projekti €	0	15.000 €	50.000 €	100.000 €	100.000 €	100.000 €
17.	EU projekti število	2	1	1	2	2	2
18.	EU projekti €	4,534 €	6.000 €	100.000 €	150.000 €	150.000 €	150.000 €
19.	Število raziskovalnih programov	3	3	3	3	3	3
20.	Raziskovalni programi FTE	11,98 FTE	12 FTE	12,5 FTE	13 FTE	13,5 FTE	14 FTE
21.	Število Infrastrukture	1	1	1	1	1	1
22.	FTE Infrastruktura	3 FTE	3 FTE	3,1 FTE	3,2 FTE	3,3 FTE	3,4 FTE
23.	Število mladih raziskovalcev konec leta	6	5	6	7	7	8
24.	Število mladih raziskovalcev tekom leta	6	6	7	7	8	8
25.	Število člankov Q1/Q2/Q3/Q4	32/34/2/10	27/15/0/14	30/14/4/13	31/10/0/10	32/34/2/10	32/34/2/10
26.	Točke člankov A"/A'/A ^{1/2}	413/2275/3584	281/1304/1836	439/1352/2003	279/2029/2603	413/2275/3584	413/2275/3584
27.	Delež visoko citiranih objav (v revijah z največjim impact faktorjem, A"+A')	41%	41%	43%	45%	45%	45%

	znanstvenih objavah					
28.	Delež znanstvenih in višjih znanstvenih sodelavk med vsemi znanstvenimi in višjimi znanstvenimi sodelavci (%)	50 %	50 %	50 %	50 %	50 %
29.	Število raziskovalcev, ki so opravili vsaj 1 mesečno neprekinjeno raziskovalno delo na tujih inštitucijah	2	0	1	2	2

*v ceni upoštevan tudi delež sofinanciranja in ostalih donacij

V tabeli so podani glavni kazalniki, ki jih bomo spremljali na področju stabilnega financiranja. V prvi polovici šestletnega obdobja ne načrtujemo sprememb deležev financiranj programskih skupin. Samoevalvacije znotraj inštituta in zunanje ocene programov pa bodo lahko izhodišče za morebitna spremnjanja tovrstnih deležev. Kot je določeno v internem aktu o stabilnem financiranju, bo metodologijo in merila za samoevalvacije pripravil Znanstveni svet IMT. Ocenjevali se bodo članki, patenti, pridobljeni projekti ARRS, mednarodni projekti, projekti Obzorja 2020, projekti ESA idr. Ter vpetost v delo z industrijo z različno utežno vrednostjo posameznega dela. Poleg tega se bo ocenjevala tudi vzgoja kadrov (mladi raziskovalci, doktorandi in drugi kadri) ter druge specifike, kot je popularizacija znanosti, odprta znanost, enakost spolov itd. Na podlagi tega se bodo lahko združevale oz. ustanavlje nove programske in druge skupine glede na kakovost predlaganih programov in predvsem dodatnih sredstev, ki bodo v prihodnosti na voljo.

V naslednjem šestletnem obdobju načrtujemo uvedbo **Razvojnega stebra**, ki bo omogočil financiranje posebnih novih aktualnih področji, dodatnih mladih raziskovalcev, mladih raziskovalcev na začetku kariere ipd. V okviru razvojnega stebra bo mogoče financirati inovacije in patente oziroma mednarodna povezovanja. Namen razvojnega stebra bo tudi financiranje priprav za evropske projekte in druge dejavnosti, ki bodo strateškega pomena za prihodnost inštituta.

Na področju stabilnega financiranja je ena od glavnih prioriteta inštituta v nadaljnjem šestletnem obdobju pridobitev evropskih projektov, predvsem na področju Obzorja 2020, področju jekla (RFCS), področju vesolja (ESA), in ostalih EU sofinanciranih projektih ERA NET, ERA MIN, CEA ter ostalih ARRS mednarodnih projektov (Weave, CEUS...).

2.12. Podpora dejavnost raziskovalni dejavnosti

2.12.1. Infrastrukturni programi

Temeljna naloga Infrastrukturnega programa IMT je infrastrukturna podpora raziskovalnim programom in projektom. Poleg tega pa je raziskovalna infrastruktura inštituta na razpolago tudi drugim raziskovalnim organizacijam kot podpora njihovim raziskovalnim programom in projektom. Infrastrukturni program izvaja tudi samostojne raziskovalne in razvojne projekte in programe ter storitve za trg. Hkrati je raziskovalna infrastruktura IMT namenjena podpori pri izvajanju številnih mednarodnih projektov.

Infrastrukturni program IMT z vrhunsko specifično raziskovalno opremo velike vrednosti in usposobljenim ter specializiranim raziskovalnim osebjem izvajajo tri znanstvenoraziskovalne organizacijske enote:

Fizika in kemija materialov

Kovinski materiali in tehnologije

Vakuumska tehnika in materiali za elektroniko

Organacijska enota Fizika in kemija površin kovinskih materialov je usmerjena na področje temeljnih in aplikativnih raziskav kemijskih reakcij in fizikalnih lastnosti površin ter mejnih površin kovinskih materialov. V okviru organizacijske enote delujejo štirje laboratoriji. Laboratorij za metalografijo, Laboratorij za površinsko analizo, Laboratorij za analizno kemijo in korozijo in Laboratorij za vakuumsko toplotno in kemotermično obdelavo materialov.

Organacijska enota Kovinski materiali in tehnologije deluje na področju raziskav termodinamike in kinetike procesov v staljenem in trdnem stanju, poznavanju difuzijskih procesov, faznih premen pri topotni obdelavi, mehanizmov statične in dinamične rekristalizacije ter razvoju simulacijskih modelov. V okviru organizacijske enote delujejo trije laboratoriji: Laboratorij za mehanske preiskave, Laboratorij za procesno metalurgijo in Laboratorij za simulacijo materialov in procesov.

Organacijska enota Vakuumska tehnika in materiali za elektroniko obravnava aplikacije vakuma v visokih tehnologijah, kot so: mikroelektronika, nanotehnologije, inženirstvo površin, farmacija itd. Vakuumsko okolje je nujno potrebno tudi pri raziskavah, kot sta elektronska mikroskopija in znanost o površinah, v pospeševalnikih delcev in v vesoljski tehniki. V okviru organizacijske enote Vakuumska tehnika in materiali za elektroniko delujeta dva laboratorija: Laboratorij za metrologijo tlaka in Laboratorij za vakuumsko tehniko in optoelektroniko.

2.12.2. Druga podpora dejavnost, vključno s fiksнимi stroški upravljanja JRZ in fiksнимi stroški za financiranje instrumentalnih centrov in zbirk

Drugo podporno dejavnost opravljajo posamezne administrativne službe na inštitutu.

Poleg osnovnih administrativnih služb deluje tudi specialna knjižnica. Knjižnica je odprtega tipa, kjer si gradivo lahko izposojo tako domači kot tuji raziskovalci in drugi. V sklopu knjižnice je IMT naročen na večje število revij in ima tudi možnost do spletnega dostopa do znanstvenih revij. Na inštitutu izdajamo revijo Materiali in tehnologije, ki ima faktor vpliva 0,638. Revija je odprtega tipa in ima lahko vsak dostop do nje. Z letom 2017 je bilo uvedeno tudi plačevanje objave člankov in konferenčnih prispevkov. Raziskovalci IMT skrbijo za to da je večji del njihovih objav prosto dostopen, tako preko revije MIT kot tudi v drugih revijah z visokim faktorjem vpliva. Del objav je tako imenovanega odprtega tipa.

Za predstavitev raziskovalnih dosežkov in povezovanja raziskovalne sfere z gospodarstvom IMT vsako leto organizira mednarodno konferenco o materialih in tehnologijah. Pomen konference je v tem, da združuje raziskovalno sfero z industrijo, temeljne raziskave s prenosom znanja v industrijo tako, da povezuje akademsko sfero z realnim sektorjem s pomočjo predavanj in ostalih nauradnih druženj v okviru konference. Vzporedno s konferenco, vsako leto organiziramo Metalurški posvet z aktualnimi temami, kot so materiali v krožnem gospodarstvu, industrija 4.0, kadri, izzivi na področju metalurgije in podobno, kar nam daje velik ugled med znanstveno srenjo kot tudi med industrijskimi partnerji.

Inštitut v okviru SRIP MATPRO pripravlja izobraževanja za slovensko industrijo.

3. Program investicij v raziskovalno opremo in investicijskega vzdrževanja za obdobje 2022–2027

3.1. Raziskovalna oprema

V naslednjem 6-letnjem obdobju načrtujemo intenzivna vlaganja v raziskovalno opremo s katero bo možno izvesti načrtovan obseg raziskav. Pri tem računamo na podporo ARRS, kjer preko razpisov delno sofinancira tovrstne nakupe. Raziskovalna oprema je namenjena podpori obstoječim raziskovalnim področjem in predstavlja nadomeščanje že odslužene opreme. Poleg tega je del načrtovane raziskovalne opreme namenjen premiku inštituta na nova raziskovalna področja, vezana na evropski zeleni prehod in energijsko neodvisnost, kot so npr. vodikova krhkost v jeklih, recikliranje kritičnih elementov, dodajne tehnologije in druga področja opisana v prejšnjih poglavjih.

2022					
	Investicija Opis investicije	Ocenjena vrednost investicije, skupaj EUR z DDV	Lastna sredstva iz presežkov EUR	Sofinancer ARRS EUR (razpis paket)	Drugo (sofinancer industrija,...)
1	Naprava za horizontalno kontinuirno litje (horizontal continuous casting machine) HCC	214.000	53.500	107.000	53.500
2	Laboratorijska visokotlačna vakuumskalilna peč	238.000	119.000	119.000	
3	Rentgenski fluorescenčni spektrometer XRF	57.000	34.034	22.966	
4	SIMS sklopljen s FIB-SEM aparatom	230.000	109.385	120.615	
5	State-of-the-art« vrstični presevni elektronski mikroskop z ultimativno slikovno in energijsko ločljivostjo (solastništvo z IJS)	175.000	175.000		
6	Manjša laboratorijska oprema	30.000			
	Skupaj	944.000	490.919	369.581	53.500
2023					
	Investicija Opis investicije	Ocenjena vrednost investicije, skupaj EUR z DDV	Lastna sredstva iz presežkov EUR	Sofinancer ARRS EUR (razpis paket)	Drugo (sofinancer industrija,...)
1	Naprava za meritev lastnosti na makro in mikro nivoju (trdota, elastičnost, odpornost na razenje in obrabo)	300.000	150.000	150.000	
2	FE TEM brez CS korektorja	800.000	400.000 (zamik plačila v leto 2024 in 2025)	400.000	
3	PECS+CSP (naprave za pripravo vzorcev	300.000	150.000	150.000	
4	Manjša laboratorijska oprema	30.000			
	Skupaj	1.430.000	300.000	700.000	

2024					
	Investicija Opis investicije	Ocenjena vrednost investicije, skupaj EUR z DDV	Lastna sredstva iz presežkov EUR	Sofinancer ARRS EUR (razpis paket)	Drugo (sofinancer industrija,...)
1	Naprava za nitriranje in kemotermično obdelavo	600.000	300.000	300.000	
2	FE TEM brez CS korektorja (nabavljen v letu 2023)		200.000		
3	Manjša laboratorijska oprema	30.000			
	Skupaj	630.000	500.000	300.000	

2025					
	Investicija Opis investicije	Ocenjena vrednost investicije, skupaj EUR z DDV	Lastna sredstva iz presežkov EUR	Sofinancer ARRS EUR (razpis paket)	Drugo (sofinancer industrija,...)
1	Naprava za dinamično testiranje z možnostjo torzijskih testov (plačilo v dveh obrokih) 50 % prvi obrok	300.000	150.000	150.000	
2	Žaga za razrez zahtevnih vzorcev	100.000	50.000	50.000	
3	Peč (vakuum, inertna atmosfera, dušik, vodik)	300.000	150.000	150.000	
5	Manjša laboratorijska oprema	30.000			
	Skupaj	730.000	350.000	350.000	

2026					
	Investicija Opis investicije	Ocenjena vrednost investicije, skupaj EUR z DDV	Lastna sredstva iz presežkov EUR	Sofinancer ARRS EUR (razpis paket)	Drugo (sofinancer industrija,...)
1	Magnetic scanner (hall probe)	30.000	15.000	15.000	

2	Žaga za razrez zahtevnih vzorcev (diamantna nit)	80.000	40.000	40.000	
3	Natezni stroj	400.000	200.000	200.000	
5	In situ segrevanje v TEMu	150.000	75.000	75.000	
4	Manjša laboratorijska oprema	30.000			
	Skupaj	690.000	330.000	330.000	

2027					
	Investicija Opis investicije	Ocenjena vrednost investicije, skupaj EUR z DDV	Lastna sredstva iz presežkov EUR	Sofinancer ARRS EUR (razpis paket)	Drugo (sofinancer industrija,...)
1	Nov EBSD analizator	150.000	75.000	75.000	
2	Preša, brusno polirna naprava	80.000	40.000	40.000	
3	Komora za podhlajevanje	80.000	40.000	40.000	
4	Naprava za merjenje zaostalih napetosti	100.000	50.000	50.000	
5	Manjša laboratorijska oprema	30.000			
	Skupaj	440.000	205.000	205.000	

3.2. Investicijsko vzdrževanje

Inštitut za kovinske materiale in tehnologije upravlja zgradbo na naslovu Ljubljana, Lepi pot 11; Ljubljana, Jamova cesta 3, Ljubljana, Lepi pot 13. Objekt in parcela spadajo pod katastrsko občino 2679 Gradišče II, številka parcele 207/1. Metalurški inštitut (MI), predhodnik današnjega Inštituta za kovinske materiale in tehnologije je bil ustanovljen leta 1950 z odločbo Sveta za kulturo in prosveto LRS. Temeljni kamen je bil postavljen leta 1947, ko se je začela gradnja stavbe MI. Objekt je v souporabi z Univerzo v Ljubljani, Naravoslovnotehniško fakulteto, Oddelek za materiale in metalurgijo (NTF OMM).

Na osnovi pogodbe iz leta 1954 in na osnovi trenutnega koriščenja prostorov smo predlagali razdelitev prostorov in ustrezni vpis v zemljiško knjigo. V začetku leta 2022 je bilo poslan na

vlado predlog za razdelitev prostorov. Smo v fazi čakanja soglasja vlade. Ko bomo imeli dokončno urejeno razdelitev prostorov, nameravamo začeti z večjimi naložbami v nove prostore, tako skupaj z UL (novejša zgradba) kot samostojno (starejša zgradba).

Na lokaciji Lepi pot bomo po razdelitvi prostorov z Univerzo v Ljubljani NTF OMM imeli dve ločeni zgradbi. Novejši objekt si bomo delili z UL NTF OMM, starejši objekt pa si bomo delili s tremi stanovalci (lastniki stanovanj-Jazbinškov zakon). V naslednjem obdobju nameravamo s pomočjo MIZŠ oba objekta obnoviti. Novejši objekt bomo adaptirali skupaj z UL. Glede na potresno varnost starejšega objekta in stanje objekta načrtujemo fazno nadomestiti objekt z več fazno novogradnjo. V letu 2022-2023 bomo začeli priprave dokumenta identifikacije investicijskega projekta (DIIP).

Poleg tega bomo v naslednjem šestletnem obdobju izvedli nujna vzdrževalna dela. Obseg in dinamika tovrstnih del bo seveda močno odvisna od obsega novogradnje.

V načrtu investicijskega vzdrževanja predvidevamo tista dela, ki omogočajo zagotavljanje varnosti in minimalnih standardov obratovanja inštitucij v objektih.

Nujna vzdrževalna dela

2022			
Predmet	Vrednost del v EUR z DDV	VIRI SREDSTEV V %	
		MIZŠ	Lastna sredstva IMT iz amortizacije
Interventna sanacija dela strešne kritine, žlebov, odtokov v steni ter sanacija oken nad Laboratorijem za mehanske preskuse	130.000	100.000	30.000
Ureditev laboratorijev	20.000		20.000
Ureditev parkirišč	10.000		10.000
Ureditev etažne lastnine	8.000		8.000
Ureditev pisarn	10.000		10.000
Ostala manjša vzdrževalna dela	20.000		20.000
Skupaj	198.000	100.000	98.000

2023			
Predmet	Vrednost del v EUR z DDV	VIRI SREDSTEV V %	
		MIZŠ	Lastna sredstva IMT iz amortizacije
DIIP (I. Faza)	50.000		50.000
Sanacija odpadne vode in kanalizacije	50.000		50.000
Ureditev laboratorijev	20.000		20.000
Ureditev pisarn	20.000		20.000
Ostala vzdrževalna dela	20.000		20.000
Skupaj	160.000		160.000

2024			
Predmet	Vrednost del v EUR z DDV	VIRI SREDSTEV V %	
		MIZŠ	Lastna sredstva IMT iz amortizacije
Gradnja dela novega objekta I. FAZA	2.000.000	2.000.000	0
Sanacija trafo postaje	50.000		50.000
Ureditev laboratorijev	20.000		20.000
Ureditev pisarn	10.000		10.000
Ostala vzdrževalna dela	20.000		20.000
Skupaj	2.100.000	2.000.000	100.000

2025			
Predmet	Vrednost del v EUR z DDV	VIRI SREDSTEV V %	
		MIZŠ	Lastna sredstva IMT iz amortizacije
Gradnja dela novega objekta I. FAZA	2.000.000	2.000.000	0
DIIP (skupni prostori IMT -UL OMM NTF)	25.000		25.000
Ureditev pisarn	10.000		10.000
Ostala vzdrževalna dela	20.000		20.000
Skupaj	2.055.000		55.000

2026			
Predmet	Vrednost del v EUR z DDV	VIRI SREDSTEV V %	
		MIZŠ	Lastna sredstva IMT iz amortizacije
DIIP (II. Faza)	50.000		50.000
Sanacija novejšega dela zgradbe skupj z UL OMM NTF	1.000.000	1.000.000	
Ureditev laboratorijev	10.000		10.000
Ureditev pisarn	10.000		10.000
Ostala vzdrževalna dela	20.000		20.000
Skupaj	1.090.000		40.000

2027			
Predmet	Vrednost del v EUR z DDV	VIRI SREDSTEV V %	
		MIZŠ	Lastna sredstva IMT iz amortizacije
Gradnja dela novega objekta II. FAZA	2.000.000	2.000.000	
Ureditev laboratorijev	10.000		10.000
Ureditev pisarn	10.000		10.000
Ostala vzdrževalna dela	20.000		20.000
Skupaj	2.040.000		40.000

4. Kadrovska projekcija razvoja s sistemizacijo programskih in infrastrukturnih skupin za obdobje 2022–2027

Analiza izobrazbe raziskovalcev z doktorskim nazivom glede na smer izobrazbe kaže na dokaj širok nabor različnih znanj, kar ustreza raziskovalnim področjem, ki jih pokriva inštitut. Na institutu delujejo tri programske skupine, ki se nekoliko razlikujejo glede znanj, ki jih potrebujejo za svoje delovanje. Najbolj metalurško je usmerjen program P2-0050, sledi mu P2-0132 in nato P2-056. Analiza je pokazala, da bi bilo glede na zastavljene cilje programa in potrebe trga bolje, da bi bila kadrovska struktura nekoliko drugačna. Razmerje raziskovalcev, ki imajo metalurška znanja bi bilo lahko med 35 % in 45 %. Za nastal položaj je možnih več vzrokov, od manjšega vpisa na ta področje, do negativnega javnega mnenja o metalurgiji, pa vse do krize metalurgije konec prejšnjega stoletja. V naslednjem šestletnem obdobju nameravamo vzgojiti nove mlade raziskovalce s tega področja oziroma skrbeti, da se bodo na novo zaposlovali predvsem raziskovalci z metalurškim znanjem in znanjem o kovinskih materialih.

V naslednjem petletnem obdobju načrtujemo od 5 % do 10 % rast števila zaposlenih. Število zaposlenih je odvisno od sredstev stabilnega financiranja in pridobljenih projektov.

Preglednica: Načrtovano število zaposlenih za šestletno obdobje po virih financiranja in podatki na dan 1. 1. 2022

Viri	Načrt 1. 1. 2022	Realizacija 1. 1. 2022	Načrt 1. 1. 2023	Načrt 1. 1. 2024	Načrt 1. 1. 2025	Načrt 1. 1. 2026	Načrt 1. 1. 2027
1. DRŽAVNI PRORAČUN							
2. PRORAČUNI OBČIN							
3. ZZSS IN ZPIZ							
4. DRUGA JAVNA SREDSTVA ZA OPRAVLJANJE JAVNE SLUŽBE (NPR. TAKSE, PRISTOJBINE, KONCESNINE, RTV-PRISPEVEK)							
5. SREDSTVA OD PRODAJE BLAGA IN STORITEV NA TRGU	20,94	13,58	14	14	14	14	14
6. NEJAVNA SREDSTVA ZA OPRAVLJANJE JAVNE SLUŽBE							
7. SREDSTVA PREJETIH DONACIJ							
8. SREDSTVA EU ALI DRUGIH MEDNARODNIH VIROV, VKLJUČNO S SREDSTVI SOFINANCIRANJA IZ DRŽAVNEGA PRORAČUNA	5,55	0,1	1,5	1,5	2	3	3
9. SREDSTVA PRORAČUNA ZA ZAPOSLENE IZ PRVEGA, DRUGEGA IN TRETELJEGA ODSTAVKA 25. člena Zakona o zdravniški službi (Uradni list RS, št. 72/06 – uradno prečiščeno besedilo, 15/08 – ZPacP, 58/08, 107/10 – ZPPKZ, 40/12 – ZUJF, 88/16 – ZdZPZD, 40/17, 64/17 – ZZDej-K, 49/18 in 66/19) in iz tretjega odstavka 34. člena ZZDej							
10. SREDSTVA IZ SISTEMA JAVNIH DEL							
11. SREDSTVA RAZISKOVALNIH PROJEKTOV IN PROGRAMOV TER SREDSTVA ZA PROJEKTE IN PROGRAME, NAMENJENA ZA INTERNACIONALIZACIJO IN KAKOVOST V IZOBRAŽEVANJU IN ZNANosti	41,71	37,52	38	39	39	39	39
SKUPNO ŠTEVilo VSEH ZAPOSLENIH OD 1. DO 11. TOČKE	68,2	51,2	53,5	54,5	55	56	56
ŠTEVilo ZAPOSLENIH, KI SE FINANCIRajo IZ 1., 2., 3. in 4 TOČKE	0	0	0	0	0	0	0
ŠTEVilo ZAPOSLENIH, KI SE FINAANCIRajo IZ 6., 7., 8., 9., 10. in 11. TOČKE	68,2	51,2	53,5	54,5	55	56	56

Preglednica: Zaposleni po plačnih (pod)skupinah in trajanju zaposlitve na dan 31. 12. 2021 ter projekcija za šestletno obdobje, v FTE

	Število zaposlenih na dan 31. 12.			Načrt števila zaposlenih na dan 31. 12.			Načrt števila zaposlenih na dan 31. 12.			Načrt števila zaposlenih na dan 31. 12.			Načrt števila zaposlenih na dan 31. 12.			Načrt števila zaposlenih na dan 31. 12.			Načrt števila zaposlenih na dan 31. 12.					
	2021 (v FTE)			2022 (v FTE)			2023 (v FTE)			2024 (v FTE)			2025 (v FTE)			2026 (v FTE)			2027 (v FTE)					
	Določen čas	Nedoločen čas	Skupaj	Določen čas	Nedoločen čas	Skupaj	Določen čas	Nedoločen čas	Skupaj	Določen čas	Nedoločen čas	Skupaj	Določen čas	Nedoločen čas	Skupaj	Določen čas	Nedoločen čas	Skupaj	Določen čas	Nedoločen čas	Skupaj			
POSLOVODJENI ORGANI (DM plačne skupine B)	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0		
RAZDELNIČI (DM plačne podskupine H1, brez DM H017002, H017003, H017001 in brez sosednjih podskupin J1 in J2)	6,0	19,0	26,0	6,0	19,0	26,0	8,0	19,0	27,0	8,0	20,0	28,0	8,0	20,0	28,0	9,0	20,0	29,0	9,0	21,0	30,0	9,0	21,0	30,0
RAZDELNIČI – dopolnilni delovni čas (147. člen ZDR) (DM plačne podskupine H1, brez DM H017002, H017003, H017001)	0,8	0,2	1,0	0,8	0,2	1,0	0,8	0,2	1,0	0,8	0,2	1,0	0,8	0,2	1,0	0,8	0,2	1,0	0,4	0,2	0,6	0,4	0,2	0,6
MILADNI (DM H017002, H017003 in H018001)	6,0	0,0	6,0	4,0	0,0	4,0	6,0	0,0	6,0	6,0	0,0	6,0	6,0	0,0	6,0	6,0	0,0	6,0	6,0	0,0	6,0	6,0	0,0	6,0
STROKOVNI SODELAVCI (DM plačne podskupine C)	2,2	1,0	3,2	1,2	1,0	2,2	1,2	1,0	2,2															
STROKOVNI DELAVCI (DM plačne skupin oz. podskupin J1 in J2 in sosednjih podskupin J1 in J2)	1,0	9,0	10,0	0,0	9,0	9,0	0,0	9,0	9,0															
ADMINISTRATIVNI DELAVCI IN DRUGI STROKOVNO TEHNIČNI DELAVCI (DM plačne podskupine J2 in J3)	1,0	7,0	8,0	1,0	6,5	7,5	1,0	6,5	7,5															
SKUPAJ	17,0	38,0	65,7	13,0	37,5	51,3	17,0	36,7	53,7	17,0	37,7	54,7	17,0	37,7	54,7	18,0	37,7	55,7	17,0	38,7	56,3	17,0	38,7	56,3

5. Projekcija stabilnega financiranja v obdobju 2022–2027

NAMEN	Realizacija 2021	Ocena realizacije 2022	Načrt 2023	Načrt 2024	Načrt 2025	Načrt 2026	Načrt 2027
CELOTNI PRIHODKI SKUPAJ	3.417.255	3.479.000	3.720.650	3.900.883	4.090.127	4.288.833	4.497.475
PRIHODKI ZA IZVAJANJE JAVNE SLUŽBE	2.810.760	2.899.000	3.113.150	3.264.508	3.423.433	3.590.305	3.765.520
PREJETA SREDSTVA IZ DRŽAVNEGA PRORAČUNA (vključno s sredstvi iz državnega proračuna iz sredstev proračuna EU)	2.663.313	2.769.000	2.976.650	3.121.183	3.272.942	3.432.289	3.599.603
od ARRS	2.515.290	2.753.000	2.890.650	3.035.183	3.186.942	3.346.289	3.513.603
od MIZŠ	129.329		70.000	70.000	70.000	70.000	70.000
od drugih neposrednih uporabnikov državnega proračuna (druga ministrstva, SAZU)	18.694	16.000	16.000	16.000	16.000	16.000	16.000
DRUGI PRIHODKI Iz SREDSTEV JAVNIH FINANC	147.447	130.000	136.500	143.325	150.491	158.016	165.917
CELOTNI PRIHODKI OD PRODAJE BLAGA IN STORITEV NA TRGU	606.495	580.000	607.500	636.375	666.694	698.528	731.955
PRIHODKI OD GOSPODARSKIH DRUŽB IN SAMOSTOJNIH PODJETNIKOV (definicija ZGD-1)	574.609	550.000	577.500,00	606.375,00	636.693,75	668.528,44	701.954,86
DRUGO	31.886	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000

Program dela Inštituta za kovinske materiale in tehnologije za obdobje 2021-2027 je Upravni odbor IMT sprejel na svoji 56. dopisni seji dne 9.9.2022.

Direktor IMT
Izr. prof. dr. Matjaž Godec

Predsednik UO IMT:
prof. dr. Bojan Podgornik