

# Centar za ljevarstvo – SIMET kao temelj razvoja metalske industrije Republike Hrvatske

Zdenka Zovko Brodarac<sup>1</sup>, Faruk Unkić<sup>2</sup>, Ljiljana Srećec<sup>3</sup>, Anita Filipović<sup>4</sup>

<sup>1</sup> član suradnik HATZ-a, Sveučilište u Zagrebu Metalurški fakultet, [zovko@simet.unizg.hr](mailto:zovko@simet.unizg.hr)

<sup>2</sup> Sveučilište u Zagrebu Metalurški fakultet, [unkic@simet.unizg.hr](mailto:unkic@simet.unizg.hr)

<sup>3</sup> Sveučilište u Zagrebu Metalurški fakultet, [srececlj@simet.unizg.hr](mailto:srececlj@simet.unizg.hr)

<sup>4</sup> Sveučilište u Zagrebu Metalurški fakultet, [afilipov@simet.unizg.hr](mailto:afilipov@simet.unizg.hr)

**Sažetak:** Metalurška proizvodnja smatra se jednim od pokretača svjetskog gospodarstva. U Republici Hrvatskoj, metalurgija predstavlja tradicionalnu, profitabilnu i izvezno orijentiranu industrijsku granu. Izvršnost je moguće temeljiti na ulaganju u visokosofisticiranu opremu kao potencijal stjecanja novih i/ili inovativnih znanja, kreativnosti te prepoznatljivosti na europskoj istraživačkoj karti. Potencijal ulaganja zasniva se na infrastrukturnom projektu Centar za ljevarstvo – SIMET (KK.01.1.1.02.0020) nositelja Metalurškog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu u partnerstvu sa Sisačko-moslavačkom županijom. Projekt je financiran iz Europskog fonda za regionalni razvoj, Operativnog programa Konkurentnost i kohezija (2014-2020.). Ulaganje u opremu nije samodostatan cilj! Uspostavljeni znanstvenoistraživački potencijal čini temelj za ulaganje u znanje, vještine i kompetencije djelatnika i studenata, ali i otvara mogućnost ciljanih djelatnosti usmjerenih ka gospodarstvu budući da je u društvenom poretku koji danas živimo nužno doseći samoodrživost. Specifičnim znanstvenoistraživačkim i stručnim projektima te ciljanom edukacijom i osposobljavanjem za kritičko i inovativno promišljanje prateći moto **od ideje do gotovog proizvoda** podiže se konkurentnost, prepoznatljivost i cjelokupan značaj ideja i inovacija u polju Metalurgija i Metalskoj industriji kao važnoj grani za razvoj gospodarstva Republike Hrvatske.

**Ključne riječi:** metalurgija, ljevarstvo, gospodarstvo, simet, znanstvenoistraživačka i stručna djelatnost.

## 1. Uvod

Povijest metalurgije seže čak 6000 god. pr. n. e. kada je zabilježen prvi čovjekov susret s bakrom. Metalurgija (prema grč. μεταλλουργείν: kopati rude) je gospodarska

i znanstvena djelatnost koja se bavi dobivanjem i primjenom metala i njihovih legura. Kao znanstveno polje spada u područje tehničkih znanosti te obuhvaća grane procesne, mehaničke te fizičke metalurgije. Procesna (ekstraktivna) metalurgija obuhvaća redukciju metala iz ruda te njihovu rafinaciju, odnosno izdvajanje, pročišćavanje, legiranje, lijevanje, oblikovanje metala, a sve radi dobivanja poluproizvoda ili gotovih proizvoda. Mehanička (prerađivačka) metalurgija bavi se oblikovanjem metala u plastičnom ili čvrstom stanju koristeći se tehnološkim postupcima poput valjanja, prešanja, kovanja, savijanja i izvlačenja metala. Fizička metalurgija bavi se utvrđivanjem fizikalnih i kemijskih zakonitosti ponašanja metalnih materijala tijekom obradbe, preradbe, ispitivanja i primjene. Obuhvaća kristalografiju, mehanička ispitivanja, određivanje fizikalnih karakteristika, metalografiju i druge postupke pri ispitivanju metala, odnosno gotovih proizvoda, a u svrhu predviđanja njihove kvalitete, planiranja proizvodnih procesa i uvjeta korištenja [1].

Ljevarstvo je djelatnost i znanstvena disciplina koja se bavi postupkom oblikovanja obično metalnih materijala, u rastaljenom stanju. Ljevarstvo predstavlja primarnu i najprosperitetniju proizvodnu granu zbog iznimne fleksibilnosti proizvodnje i prilagodivosti tržišnim uvjetima natjecanja. Također omogućava proizvodnju cijele palete materijala s metalnom osnovom bez kojih je naša svakodnevnica nezamisliva. Osim toga, primjena suvremenih tehnologija lijevanja omogućava veliku proizvodnost u kvalitativnom i kvantitativnom smislu, što tu industrijsku granu čini iznimno konkurentnom.

Znanje postaje sve važniji resurs gospodarskog razvoja. Republika Hrvatska suočena je s izazovima svjetskog gospodarstva prema kojima, između ostalog, mora ispuniti određene zahtjeve u oblikovanju obrazovnog sustava. Osiguranje jamstva kvalitete obrazovnog sustava samo je jedan od zahtjeva koje Metalurški fakultet ima postavljen kao kontinuiranu misiju. Kako stupanj obrazovanja stanovništva utječe na napredak gospodarstva, za Republiku Hrvatsku iznimno je važno povećati udio visokoobrazovanih upravo u strateškom polju Metalurgije u području Tehničkih znanosti.

Metalurški fakultet Sveučilišta u Zagrebu je jedina znanstveno-nastavna ustanova u Republici Hrvatskoj koja, poštujući kulturu kvalitete, na preddiplomskoj, diplomskoj, poslijediplomskoj i stručnoj razini pruža visokoškolsko obrazovanje iz područja metalurgije i materijala, industrijske ekologije i sigurnosti, zdravlja na radu i radnog okoliša, a organizacijom savjetovanja, seminara, radionica, javnih tribina i predavanja sustavno provodi program cjeloživotnog obrazovanja i usavršavanja i pruža potporu gospodarskim subjektima metalurške, metaloprerađivačke, brodograđevne i ljevačke industrije. Metalurški fakultet svoju djelatnost temelji na visokim akademskim i etičkim vrijednostima te doprinosu i odgovornosti prema društvu u cjelini [2,3].

Govoreći o metalurgiji nužno je naglasiti značaj struke koja više od 8000 godina kontinuirano mijenja ljudsko okruženje utemeljeno upravo na proizvodnji i primjeni

metala. Činjenica je da i danas živimo u metalnom dobu čiju osnovu čine inovativni metalni materijali s naprednim svojstvima. Povijesni upliv razvoju obrazovnog sustava u polju metalurgija ima i podatak da smo sljedbenica Tehničke visoke škole s izvođenjem prvog stručnog kolegija još davne 1919. godine te sastavnica Sveučilišta u Zagrebu, jednog od 15 najstarijih europskih sveučilišta koje čini osnovu znanstvenoistraživačkog i nastavnog potencijala Republike Hrvatske. Unutar Tehničkog fakulteta 1939. godine osnovan je Odsjek za rudarstvo i metalurgiju - iste godine kada je i puštena u rad prva visoka peć u Talionici Caprag. Velika imena i začetnici metalurškog obrazovanja, istraživači, znanstvenici i nastavnici poput profesora Vladimira Logomerca, Luje Chloupeka, Pavla Pavlovića, Marijana Laćana uočavaju potrebu za obrazovanjem u polju metalurgije i koncentriranjem znanja u gradu Sisku i bivšem Institutu Željezare Sisak. Sve su se aktivnosti odvijale pod patronatom tadašnjeg direktora Željezare Sisak Norbertom Veberom, čije je ime svojedobno nosila i sisačka srednja škola. Osnivanje Metalurškog odjela i Tehnološko pogonskog odjela za naftu u Sisku, na Tehnološkom fakultetu u Zagrebu, 1960. godine predstavlja prekretnicu za razvoj metalske industrije ne samo u gradu Sisku nego i Republici Hrvatskoj. Prvi nastavni program osmišljen je po uzoru na studij Montanistike Univerze v Ljubljani. Visokoškolsko obrazovanje i moćna metalska proizvodnja privlačili su mlade ljude s nadom i vjerom u budućnost. Ta budućnost osigurala je i razvoj grada Siska, koji je u to zlatno doba, imao minus nezaposlenost. Metalska industrija bila je pokretač razvoja grada u gradu. U neposrednoj blizini tog moćnog metaloprerađivačkog giganta niknuo je kvart Caprag sa svim socijalnim aspektima cjelovitog društva koji pokrivaju obrazovne, kulturne, zdravstvene i rekreativne resurse. Takav munjeviti razvoj predstavlja dokaz da se znanje množi dijeljenjem. Takav pristup njeguje se kroz više od 60 godina studijskih programa i on predstavlja viziju budućeg razvoja polja tehničkih znanosti i struke metalurgija!

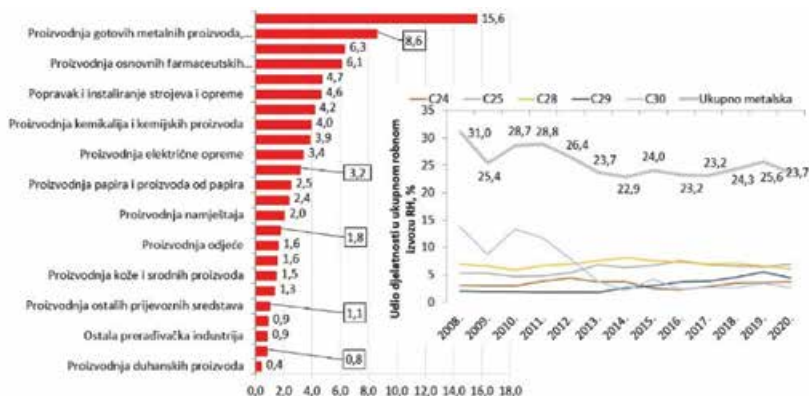
S potrebom za profilom stručnjaka iz polja metalurgija Metalurški fakultet se suočava na tjednoj bazi. Stoga je nužno promijeniti poimanje filozofije struke metalurgija u široj javnosti. Današnja moderna metalurgija je specifično polje koje se bavi dizajnom, razvojem i karakterizacijom metalnih materijala od onih svakodnevnih koji nas okružuju u našim domovima, na radnim mjestima do materijala s naprednim svojstvima i za specifične primjene poput onih za automobilsku ili svemirsku industriju, medicinu, ali i atraktivnu IT industriju. Metal čini osnovu svake sigurnosno-kritične komponente koja nas okružuje i čini našu svakodnevicu funkcionalnom, sigurnom i udobnom. Sve dosadašnje industrijske i tehnološke revolucije, kao i današnja Industrija 4.0 potpuno su nezamislive i neprovedive bez metalne platforme.

Proizvodne djelatnosti i obrazovanje čine temelj razvoja svake države te je i strategiju razvoja nužno osloniti upravo na izvrsne mlade ljude koji stjecanjem znanja na Metalurškom fakultetu te istraživačkim pristupom obogaćuju Republiku Hrvatsku rijetkim znanjima, vještinama i kompetencijama. Sve se to ogleda u strateškim pravcima Metalurško inženjerstvo, Metalni materijali te Sigurnost, zdravlje na radu i radni

okoliš. Izvrsnost se temelji na ulaganju u visokosofisticiranu opremu kao potencijal postizanja novih i/ili inovativnih znanja, kreativnosti te prepoznatljivosti na europskoj istraživačkoj karti. Potencijal ulaganja zasniva se na infrastrukturnom projektu Centar za ljevarstvo – SIMET (KK.01.1.1.02.0020) u partnerstvu sa Sisačko-moslavačkom županijom, ugovorenoj vrijednosti od 40.401.494,36 HRK. Projekt je financiran iz Europskog fonda za regionalni razvoj, Operativnog programa Konkurentnost i kohezija (2014–2020.). Ulaganje u opremu nije samo sebi cilj! Uspostavljeni znanstvenoistraživački potencijal čini temelj za ulaganje u znanje, vještine i kompetencije djelatnika i studenata, ali i otvara mogućnost ciljanih djelatnosti kroz otvaranje spin off poduzeća budući da je u društvenom poretku koji danas živimo nužno doseći samodostatnost. Ciljane aktivnosti otvorile bi vrata cjeloživotnom obrazovanju zainteresiranih vanjskih dionika koji bi kroz znanstvenoistraživačke i stručne projekte te fokusiranom edukacijom o mogućnostima istraživanja te osposobljavanjem za kritičko i inovativno promišljanje prateći moto od ideje do gotovog proizvoda, bili sposobni osnovati *start up* poduzeće temeljeno na realizaciji jedinstvenih i specifičnih ideja u polju Metalurgija.

Konkurentnost je moguće temeljiti isključivo na suvremenoj tehnologiji, učinkovitim proizvodnim postupcima, ali isto tako i na visokokvalificiranoj radnoj snazi. Sve to zahtijeva ulaganje u infrastrukturu i obrazovne studijske programe koje Metalurški fakultet usmjerava ka stjecanju prije svega praktičnih znanja i vještina s naglaskom na razvoj i primjenu suvremenih materijala i tehnologija. Aktivnosti istraživanja i razvoja te prijenosa znanja koje aktivno provodimo, uz inovativnost, kreativnost i fleksibilnost, neophodne su da bi gospodarstvo postalo konkurentnije. Industrijska strategija Republike Hrvatske utvrđuje strateškim ciljevima djelatnosti iz područja proizvodnje i prerade metala koje spadaju u skupinu tzv. “pokretača”, velikih izvozno orijentiranih poddjelatnosti koje ostvaruju dobit i zapošljavaju značajan broj djelatnika. Od poddjelatnosti Lijevanje metala očekuje se da ostvaruje veće stope rasta i zapošljavanja od kretanja BDP-a, odnosno preko 5%, koji se temelji prvenstveno na povećanju izvoza. Isto tako, prema analizama nezavisnih ekonomskih stručnjaka, kako Sisak, tako i cijela Republika Hrvatska, trebali bi tražiti svoj industrijski razvoj preko metalne i metaloprerađivačke industrije kroz otvaranje malih metalurških pogona sa specifičnim proizvodima, mini-postrojenja s relativno niskim investicijskim i pogonskim troškovima. Prema podacima Državnog zavoda za statistiku i FINA-e te na osnovu analize Sektora za financijske institucije, poslovne informacije i ekonomske analize Hrvatske gospodarske komore za 2020. godinu, u strukturi hrvatske industrijske proizvodnje primarna proizvodnja metala iznosi svega 1,8 % kao posljedica nepostojanja ekonomski isplativih nalazišta primarnih sirovina i tržišnih fluktuacija njihove cijene, ali i nedostatka suvremenih proizvodnih kapaciteta. Međutim, valorizacija i izvozna komponenta gotovih metalnih proizvoda ističe se visokim udjelom od gotovo 8,6 % te proizvodnja strojeva i uređaja s 3,2%, dok proizvodnja prijevoznih sredstava i motornih vozila, prikolica i poluprikolica zajedno čine 1,9%.

Ukupno metaloprerađivačka industrija temeljem ishoda ključnih poddjelatnosti u pandemijskoj 2020. godini čini 15,5% industrijske proizvodnje RH. Budući da je metaloprerađivačka industrija izrazito izvozno orijentirana, navedeno ukazuje da je i opseg proizvodnje orijentiran potrebama inozemnih proizvođača gotovih proizvoda. Tome u prilog ide i visoki udio djelatnosti metalske industrije u ukupnom robnom izvozu RH čiji je udio u 2020. iznosio gotovo 24% kako je prikazano slikom 1 [4].



Slika 1: Analiza strukture hrvatske industrijske proizvodnje u 2020. godini, izvor: DZS, obrada HGK [4]

Za jačanje konkurentnosti gospodarskih dionika nužna je pametna specijalizacija proizvodnje, odnosno održiva proizvodnja visoko kvalitetnih, jeftinih i ekološki prihvatljivih proizvoda. Globalno tržište zahtijeva optimizaciju postojećih tehnologija i racionalizaciju troškova proizvodnje.

Zadnjih godina uspješno se razvilo nekoliko malih poduzeća (dijelovi za autoindustriju, bolničke stolice, profilirani limovi, građevinska limarija) koja inovacijama i visokom kvalitetom proizvoda uspješno konkuriraju na domaćem i izvoznim tržištima. Uzevši u obzir sve veću potrebu velikih (globalnih) proizvođača za proizvodima malih serija, pretpostavka je da će isti graditi mrežu dobavljača u koju se mogu uključiti hrvatski proizvođači. Male količine su dovoljne za zapošljavanje njihovih proizvodnih kapaciteta, a uz kvalificiranu radnu snagu i nove tržišne prilike očekuje se rast postojećih poduzeća, ali i osnivanje novih. Ulaganjem u modernu opremu te certifikaciju proizvodnje, metaloprerađivači pokazuju želju za rastom. Osnovne značajke hrvatske industrije su stabilna kvaliteta i pouzdanost proizvoda u skladu s EU standardima, dok je s druge strane važno uložiti napore u raspoloživu stručnu radnu snagu, ciljanu potporu znanstvenih institucija, dobru proizvodnu infrastrukturu s naglaskom na suvremene tehnologije i prometnu povezanost sa svijetom.

Budući da je hrvatsko tržište premalo za značajniji rast proizvodnje, poduzeća iz pro-matrane djelatnosti prvenstveno usmjeravaju svoje proizvodne kapacitete na zemlje

Europske unije, što ujedno znači i povećanje razine produktivnosti imovine i radne snage, kako bi se moglo parirati stranoj konkurenciji. Konkurentnost je moguće temeljiti isključivo na suvremenoj tehnologiji, učinkovitim proizvodnim postupcima, ali isto tako i na visokokvalificiranoj radnoj snazi. Sve to zahtijeva ulaganje u infrastrukturu i obrazovne studijske programe koji trebaju težiti stjecanju prije svega praktičnih znanja i vještina s naglaskom na razvoj i primjenu suvremenih materijala i tehnologija, a kako bismo promijenili ovakav status Republike Hrvatske.

Stoga je Metalurški fakultet Sveučilišta u Zagrebu kao jedina znanstveno-nastavna ustanova u Republici Hrvatskoj koja na trogodišnjoj preddiplomskoj i dvogodišnjoj diplomskoj razini izvodi visokoškolsko obrazovanje iz polja metalurgije i to u dva smjera / usmjerenja: Metalurško inženjerstvo i Industrijska ekologija, prepoznao nužnost utjecanja na transformativnu viziju razvoja znanosti, nastavnog procesa i gospodarstva prijavom i provedbom upravo ovog infrastrukturnog projekta Centar za ljevarstvo – SIMET, strateški pozicioniranog u Sisačko-moslavačkoj županiji i izuzetno važnog za Fakultet i Sveučilište u Zagrebu u cijelosti.

Problemi s kojima se suočava hrvatska metalska industrija se odnose na nepovoljno poslovno okruženje, slabo razvijenu poduzetničku kulturu, nedostatak poslovnih ulaganja i kapitala te promotivnih aktivnosti relevantnih institucija. Stopa start up - ova je vrlo niska u usporedbi s EU standardima. Broj malih i srednjih poduzeća utemeljenih na znanju o metalurgiji je nedovoljan. Nadalje, nedostatna je aktivna suradnja između malih i srednjih poduzeća u području metalurgije, akademske zajednice i javne vlasti, kao i ograničena komunikacija unutar same istraživačke zajednice. Zbog nedostatka inter- i multidisciplinarnog pristupa i nedostatnosti odgovarajuće opreme, suradnja visokih učilišta s malim i srednjim poduzećima bila je ograničenog opsega.

Problem je prepoznat upravo u nedostatku kapaciteta za *know-how* koncept proizvodnje. Upravo na tom mjestu, Metalurški fakultet pronalazi nišu svoje pametne specijalizacije na kojoj će se, jačanjem znanstveno-istraživačkih kapaciteta, pozicionirati kao pokretač projektnih ideja te inovacija odnosno gospodarskog oporavka utemeljenog na znanju. Upravo je ta niša, predstavljala motivaciju za uspostavljanje veze između Metalurškog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu i Sisačko-moslavačke županije s ciljem stvaranja povoljnog okruženja kroz uspostavu Centra za ljevarstvo – SIMET, kojim bi se podigla razina transfera tehnologije i rezultata istraživanja i razvoja (R&D) od visokih učilišta ka gospodarskim subjektima.

## **2. Razvoj ideje, evaluacija i implementacija infrastrukturnog projekta Centar za ljevarstvo - SIMET**

Povijesni razvoj projektne ideje Centar za ljevarstvo - SIMET prikazan je Tablicom 1.

**Tablica 1:** Povijesni razvoj projektne ideje Centar za ljevarstvo - SIMET

DATUM	IDEJA/ DOGAĐAJ	SURADNICI NA PROVEDBI IDEJE/ DOGAĐAJA	ISHOD
	Development Component in Croatia		
30.6.2015.	Projekt: Centar za ljevarstvo – SIMET  Javni poziv za dostavu projektnih prijedloga Priprema zalihe infrastrukturnih projekata za Europski fond za regionalni razvoj 2007. – 2013.	Sveučilište u Zagrebu Metalurški fakultet (Zdenka Zovko Brodarac)  Suradne ustanove/partneri: Sisačko-moslavačka županija (Snježana Tomašević)	Iznos ukupno traženih sredstava: 3.8 M€.  Projekt je pozitivno ocijenjen i uvršten na Indikativnu listu zalihe infrastrukturnih projekata Ministarstva znanosti, obrazovanja i sporta: <a href="http://public.mzos.hr/Default.aspx?art=14109">http://public.mzos.hr/ Default.aspx?art=14109</a>
25.11.2015.	Projekt: Centar za ljevarstvo – SIMET  Ograničeni poziv: Priprema zalihe infrastrukturnih projekata za EFRR 2014. – 2020., Treći poziv	Sveučilište u Zagrebu Metalurški fakultet (Zdenka Zovko Brodarac, Martina Lovrić)  Suradne ustanove/partneri: Sisačko-moslavačka županija (Snježana Tomašević)	Projekt je odobren i uspješno implementiran (HR RC.2.2.10-0005). Iznos ukupno odobrenih sredstava: 409.333,33 HRK (100%).  Više informacija o provedenom projektu: <a href="http://castingpoint.simet.hr/">http://castingpoint.simet. hr/</a>
21.12.2018.	Projekt: Centar za ljevarstvo –SIMET  Europski fond za regionalni razvoj, Operativni program Konkurentnost i kohezija 2014.- 2020. u okviru poziva „Ulaganje u organizacijsku reformu i infrastrukturu u sektoru istraživanja, razvoja i inovacija“	Zdenka Zovko Brodarac Ljiljana Srećec Anita Filipović  Projektne i istraživački timovi imenovani odlukom Fakultetskog vijeća Metalurškog fakulteta	Projekt je odobren i trenutno je u tijeku implementacija (KK.01.1.1.02.0020). Iznos ukupno odobrenih sredstava: 40.401.494,36 HRK (100%).  Više informacija o provedbi: <a href="http://castingpoint.simet.hr/">http://castingpoint.simet. hr/</a>

Suočeni sa sve nižom stopom ulaganja u istraživanja i razvoja u bruto društvenom proizvodu (BDP-u) Republike Hrvatske u usporedbi sa srednjom vrijednošću udjela u Europskoj uniji, prepoznavanje ove projektne ideje uvrštavanjem na indikativnu listu projekata te implementacija projekta Centar za ljevarstvo - SIMET kroz projekt u okviru Priprema zalihe infrastrukturnih projekata za Europski fond za regionalni razvoj 2007.-2013. te konačnu implementaciju projekta kroz Europski fond za regionalni razvoj, Operativni program Konkurentnost i kohezija 2014.-2020. u okviru poziva „Ulaganje u organizacijsku reformu i infrastrukturu u sektoru istraživanja, razvoja i inovacija“ predstavlja direktnu potporu hrvatskom obrazovnom sustavu s naglaskom na visokoškolsko obrazovanje i gospodarstvu s općim informacijama o provedbi prikazanim na slici 1.



- ✓ **Nositelj projekta:** Sveučilište u Zagrebu Metalurški fakultet
- ✓ **Partner:** Sisačko – moslavačka županija
- ✓ **Projekt:** Centar za ljevarstvo – SIMET (KK.01.1.1.02.0020)
- ✓ **Razdoblje provedbe:** 1.2.2019. – 31.1.2022.
- ✓ **Ukupna vrijednost:** 40.401.494,36 HRK
- ✓ **Postotak EU sufinanciranja:** 100%
- ✓ **Financiranje:** Projekt financira Europska unija iz Europskog fonda za regionalni razvoj kroz Operativni program „Konkurentnost i kohezija 2014–2020“, Poziv na dostavu prijedloga „Ulaganje u organizacijsku reformu i infrastrukturu u sektoru istraživanja, razvoja i inovacija“.

Projekt je sufinancirala Europska unija iz Europskog fonda za regionalni razvoj.  
Sadrži prezentacije isključivo je odgovornost Metalurškog fakulteta.



**Slika 2:** Opće informacije o projektu Centar za ljevarstvo - SIMET

Strateški ciljevi na kojima se bazira budući razvoj Metalurškog fakulteta u dijelu znanstveno-istraživačke djelatnosti obuhvaćaju povećanje opsega i podizanje kvalitete znanstveno-istraživačke djelatnosti na razinu koja osigurava međunarodnu prepoznatljivost i konkurentnost Fakulteta u europskom istraživačkom prostoru; podizanje kvalitete sveučilišnog poslijediplomskog studija te znanstveno napredovanje i usavršavanje zaposlenika. Strateški ciljevi Metalurškog fakulteta u dijelu stručne djelatnosti predviđaju profesionalno napredovanje i konkurentnost temeljenu na snažnoj povezanosti Metalurškog fakulteta s vodećim gospodarskim subjektima u RH, jakoj alumni organizaciji i prepoznatljivim programima cjeloživotnog obrazovanja i usavršavanja; povezivanje s gospodarstvom, javnom i lokalnom zajednicom te unapređenje stručnog rada. Iza svega navedenog važan segment predstavlja i transfer znanja i tehnologija prema studentima, akademskoj zajednici i gospodarstvu.



Razlozi i motivacija za pokretanje i provedbu projekta Centar za ljevarstvo – SIMET definirani su općim i specifičnim ciljevima projekta. Opći cilj projekta je definiran na sljedeći način:

- Ulaganjem u organizacijsku reformu i infrastrukturu u sektoru istraživanja, razvoja i inovacija (IRI) nastoji se povećati sposobnost sektora za provođenje istraživanja vrhunske kvalitete i zadovoljavanje potreba gospodarstva, a sve to doprinosi jačanju gospodarstva primjenom istraživanja i inovacija. Jačanjem kapaciteta za istraživanje, razvoj i inovacije (IRI), poboljšat će se kompetencije nastavnog osoblja i studenata te pozicionirati Fakultet i općenito metalurški sektor u smislu prepoznavanja i aktiviranja njegovog IRI potencijala.

Svrha osnivanja Centra je umrežiti relevantne dionike kao ciljanu skupinu i omogućiti prijenos znanja i vještina u funkciji istraživanja u razvoju materijala i tehnologija prema potencijalnim korisnicima:

- znanstvenom, nastavnom i stručnom osoblju i studentima te
- dionicima iz proizvodnog sektora

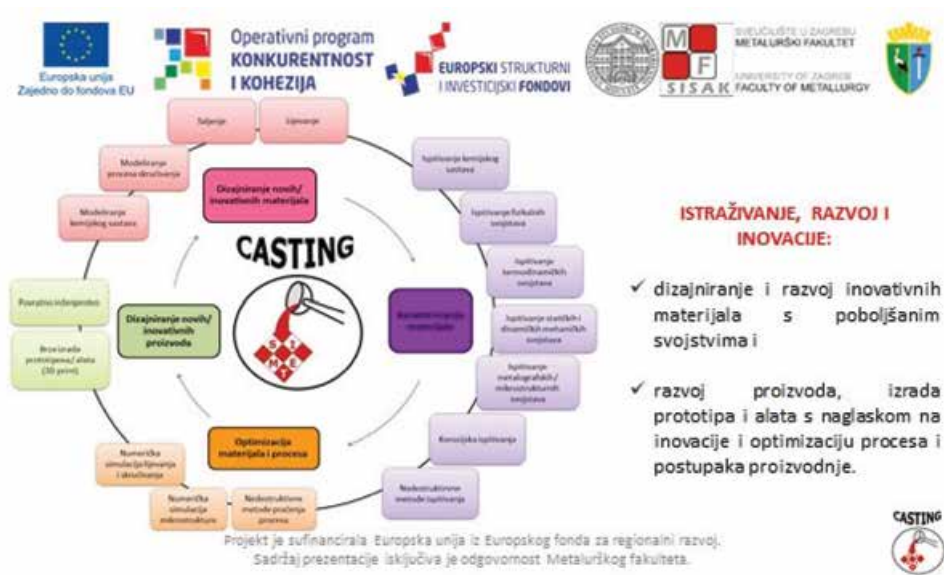
kroz dizajniranje inovativnih materijala prema zahtjevima tržišta te stvaranjem konačnog proizvoda, zatim razvoju proizvoda primjenom specifičnih tehnologija (CAD/CAE tehnologije), računalno podržanom projektiranju procesa razvoja proizvoda i konstrukcije, pripreme proizvodnje, ali i kroz cjeloživotno učenje namijenjeno studentima, stručnjacima iz gospodarstva itd.

Globalno tržište zahtijeva optimizaciju postojećih tehnologija i racionalizaciju troškova proizvodnje. Svršishodnost Centra za ljevarstvo - SIMET ogledat će se u ciljanim istraživanjima u razvoju materijala i transferu tehnologija prema partnerima iz realnog sektora pod motom od ideje do gotovog proizvoda. Aktivnosti bi bile usmjerene u tri osnovna smjera:

- dizajniranje inovativnih materijala prema specifičnim zahtjevima tržišta, odnosno proizvođača, te karakterizacija sintetiziranog ili inoviranog materijala prema specifičnim poboljšanim i/ili zahtijevanim svojstvima konačnog proizvoda
- razvoj proizvoda primjenom sofisticiranih CAD/CAE tehnologija (CAD - Computer Aided Design, računalom podržano projektiranje procesa razvoja proizvoda i konstrukcijske pripreme proizvodnje te CAE – Computer Aided Engineering, računalom potpomognuto inženjerstvo) razrade procesa lijevanja i skrućivanja te predviđanje potencijalnih grešaka). Razvojem proizvoda uz izradu prototipa i alata, naglasak je postavljen na inovacije i optimizaciju procesa i postupaka proizvodnje.
- cjeloživotno učenje (Lifelong learning - L3) –kroz koje je namjera približiti studentima, stručnjacima iz gospodarstva i svim zainteresiranim dionicima sofisticiranu opremu i istraživanja te na istima utemeljeno znanje, koje će omogućiti

razvoj inženjerskih vještina, inovativnost i inventivnost u rješavanju projektnih zadataka i time lansirati globalno kompetentne stručnjake u područje metalopredrađivačke industrije i djelatnicima metalurških poduzeća.

Dizajniranje i razvoj proizvoda uz izradu prototipa, stavlja naglasak na inovacije i optimizaciju procesa i postupaka proizvodnje uz ciljane ishode istraživanja i razvoja s pažljivo odabranom opremom jedinstvenom u Republici Hrvatskoj čiji doprinos razvoju materijala i tehnologija je prikazan shematskim prikazom istraživačkih metoda i tehnika povezanih u Centar za ljevarstvo - SIMET.



Slika 3: Shematski prikaz istraživačkih metoda i tehnika u okviru projekta Centra za ljevarstvo - SIMET

Već spomenuti važan segment transfera znanja, ali i tehnologija ogledao bi se u organizaciji brojnih događanja. Neka od njih su već prepoznata, neka su ciljana, a neka će biti u službi ne samo dionika u akademskoj zajednici već društveno odgovornog poslovanja poput Znanstveno-stručnih seminara, Međunarodnog savjetovanja ljevača, Dana karijera, ali i sudjelovanja s inovacijama na međunarodnim sajmovima / izložbama inovacija [5].

Danas je moderna metalurgija specifično polje koje se bavi dizajnom, razvojem i karakterizacijom materijala od onih svakodnevnih koji nas okružuju u našim domovima, radnim mjestima, ali i materijala s posebnim zahtjevima za specifične namjene poput onih za automobilsku ili svemirsku industriju. Pritom treba poznavati i proizvodne procese. Kroz ove prethodne spoznaje provlači se uporaba i zbrinjavanje metalnih materijala i otpada iz proizvodnje kojim se bavi Industrijska ekologija.

Metalurška proizvodnja smatra se jednim od glavnih čimbenika koji utječe na razvoj svjetske ekonomije. U svijetu je ona profitabilna dok je u Republici Hrvatskoj identificiran niz problema, među kojima su loše poslovno okruženje, nedostatak investicija te loša komunikacija između malih i srednjih poduzetnika iz područja metalne industrije, znanstvenih institucija, visokih učilišta te lokalnih i regionalnih vlasti. Projekt Centra za ljevarstvo – SIMET je prilika za promijeniti okolnosti. Uvažavajući teorijska znanja, metalurška struka snažno se oslanja na gospodarstvo u međusobnoj razmjeni znanja i iskustva. U okviru Centra za ljevarstvo – SIMET, predviđene aktivnosti istraživanja i razvoja, uz ostale aktivnosti povezane s uvođenjem inovacija u poduzeća, neophodne su za pozicioniranje, prepoznatljivost izvrsnosti Metalurškog fakulteta, prepoznatljivost i vidljivost Sveučilišta u Zagrebu, povratak Siska i Sisačko-moslavačke županije u status centra atraktivne znanstvene izvrsnosti, procesnih znanja i kompetencija te niše za razvoj gospodarstva Republike Hrvatske.



Slika 4: Predstavljanje i vizualne oznake projekta Centra za ljevarstvo - SIMET

Projekt Centar za ljevarstvo - SIMET se sastoji od elemenata i grupa prikazanih tablicom 2.

Tablica 2: Elementi i grupe projekta Centar za ljevarstvo - SIMET

Red.br.	ELEMENTI PROJEKTA I PRIPADAJUĆE GRUPE AKTIVNOSTI
1	Adaptacija i prilagodba prostora za potrebe Centra za ljevarstvo SIMET
1.1.	Adaptacija i prilagodba postojećeg prostora za potrebe Centra za ljevarstvo SIMET
1.2.	Oprema - namještaj prostora Centra za ljevarstvo SIMET

Red.br.		ELEMENTI PROJEKTA I PRIPADAJUĆE GRUPE AKTIVNOSTI
1	1.3.	Stručni nadzor
	1.4.	Novelacija izvedbenog projekta Adaptacija dvorišne zgrade i dijela glavne zgrade Metalurškog fakulteta
	1.5.	Izrada elaborata o ocjeni postojećeg stanja (protupotresni elaborat)
	1.6.	Izrada Građevinskog projekta hitne sanacije konstrukcije
	1.7.	Projekt hitne sanacije konstrukcije
	1.8.	Provođenje kompletnog stručnog nadzora nad izvođenjem radova hitne sanacije konstrukcije
	1.9.	Revizija projekta hitne sanacije konstrukcije
2.	Opremanje Centra za ljevarstvo SIMET instrumentima i znanstveno istraživačkom opremom	
	2.1.	Elektrolučna peć za taljenje i lijevanje u zaštitnoj atmosferi
	2.2.	Peć za taljenje V=3l, T=1500°C
	2.3.	Peć za taljenje V=15l, T=1000°C
	2.4.	Sustav za izračun ravnotežnih faznih dijagrama uključujući bazu podataka za Al, Fe i Cu
	2.5.	Sustav za toplinsku analizu željeznih ljevova s odgovarajućim softverom i čašicama za uzorkovanje
	2.6.	Specijalni alati za lijevanje ispitnih uzoraka s mogućnošću provođenja toplinske analiza talina
	2.7.	Optički emisijski spektrometar
	2.8.	Dilatometar
	2.9.	Kalorimetar
	2.10.	Konfokalni lasersko skenirajući mikroskop
	2.11.	Oprema za pripremu uzoraka i uzimanje replika (metalografskih otisaka)
	2.12.	Optički mjerni sustav za praćenje 3D površinskih koordinata, 3D pomake i brzine, vrijednosti i brzine naprezanja
	2.13.	Uređaj za ispitivanje dinamičkih mehaničkih svojstava
	2.14.	Uređaj za ispitivanje udarne radnje loma
	2.15.	Oprema za izradu zarezata prema normi
	2.16.	Priprema za ispitivanja pri sniženim temperaturama
	2.17.	CNC stroj- Priprema uzoraka
	2.18.	Oprema za ispitivanje magnetizma
2.19.	Nadogradnja opreme za korozijska ispitivanja	

Red.br.		ELEMENTI PROJEKTA I PRIPADAJUĆE GRUPE AKTIVNOSTI
2.	2.20.	Kontakt termometar sa sondom
	2.21.	Program za numeričku simulaciju lijevanja, skrućivanja i naprezanja s uključenim modulima za različite tehnologije lijevanja
	2.22.	Program za dizajniranje novih proizvoda
	2.23.	Program za simulaciju mikrostruktura
	2.24.	Optički mjerni sustav + ScanBox
	2.25.	3D printer (printer za jezgre + potrošni materijal)
	2.26.	3D printer (printer za metal + potrošni materijal)
	2.27.	Računala
3.	Organizacijska reforma institucije	
	3.1.	Usluge vanjskog stručnjaka za organizacijsku reformu institucije
	3.2.	Provedba pilot projekta
4.	Provedba mjera horizontalnih načela	
	4.1.	Edukacija
	4.2.	Putokazne ploče
V	Promidžba i vidljivost	
	V.1.	Paket mjera promidžbe i vidljivosti
PM	Upravljanje projektom i administracija	
	PM.1.	Administrator projekta
	PM.2.	Provedba postupka javne nabave
	PM.3.	Revizija projekta
	PM.4.	Neizravni troškovi

Projekt Centar za ljevarstvo – SIMET je do sada predstavljen kao popularan rad u časopisima i na Znanstveno-stručnim seminarima [6-10]. Istraživanja vezana uz infrastrukturni projekt Centar za ljevarstvo – SIMET rezultirala su do sada s 47 ishoda od toga: 7 znanstvenih radova u časopisima, 13 znanstvenih i stručnih radova u zbornicima skupova, 11 znanstvenih i stručnih sažetaka u zbornicima skupova, 5 ocjenskih radova, 3 inovacije i 1 mišljenjem/elaboratom za gospodarskog dionika te 7 uredničkih knjiga [11]

### 3. Izazovi u provedbi projekta Centar za ljevarstvo - SIMET

Sisačko-moslavačku županiju su 28. i 29. prosinca 2020. godine pogodili snažni potresi koji su uzrokovali proglašenje katastrofe. Metalurški fakultet Sveučilišta u Zagrebu pretrpio je znatna oštećenja no prvim brzim pregledom obavljenim 31.12.2020. godine zgradama Metalurškog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu dodijeljena je zelena naljepnicu (U2). Takvom odlukom stručnjaka, projektne aktivnosti su se nastavile.

Pripreme za izradu projektne - tehničke dokumentacije za sanaciju nakon potresa obuhvaćale su pokretanje postupka jednostavne nabave za izradu Elaborata ocjene postojećeg stanja građevinske konstrukcije. Utvrđeno je da zgrade Metalurškog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu temeljem navedenog Elaborata ne zadovoljavaju nosivost za potresne sile o čemu je obaviješteno Ministarstvo znanosti i obrazovanja (PT1) te Središnja agencija za financiranje i ugovaranje programa i projekata Europske unije (PT2).

Dana 25. lipnja 2021. obustavljeni su radovi adaptacije i prilagodbe prostora Centra za ljevarstvo – SIMET (KK.01.1.1.02.0020) u okviru Europskog fonda za regionalni razvoj Operativnog programa za koheziju i konkurentnost 2014—2020. u okviru poziva „Ulaganje u organizacijsku reformu i infrastrukturu u sektoru istraživanja, razvoja i inovacija”. S obzirom da je stručni nadzor obustavio građevinske radove zbog sigurnosti djelatnika izvođača radova (puknuće nosive grede, puknuće/urušavanje zidova), zatražio je dodatnu provjeru konstrukcije zgrada Metalurškog fakulteta. Temeljem drugog brzog pregleda stručnjaka iz Hrvatskog centra za protupotresno inženjerstvo, obavljenog dana 2. kolovoza 2021. glavnoj zgradi Metalurškog fakulteta dodijeljena je žuta naljepnica (PN1), dok je dvorišnoj zgradi dodijeljena crvena naljepnica (N2).

Projekt Centar za ljevarstvo – SIMET u visokoj je fazi provedbe, te ga bez provedbe hitne sanacije nije moguće dovršiti za što se očekuju dodatna financijska sredstva uz povećanje osnovnog Ugovora. Provedbom hitne sanacije konstrukcijske obnove prostora obuhvaćenih projektom Centar za ljevarstvo - SIMET projektni pokazatelji i ciljevi definirani Ugovorom i dalje će biti ostvareni u jednakom obimu no imati će utjecaja na ukupno razdoblje provedbe Ugovora o dodjeli bespovratnih sredstava za koje je potrebno osigurati dodatni vremenski period sukladno hodogramu predviđenih aktivnosti. Slijedom navedenog za prvobitno planirano vrijeme provedbe projekta od 1. veljače 2019. godine do 1. veljače 2022. godine predložen je produžetak trajanja projekta do 31. srpnja 2023. godine.

### 4. Zaključak

Metalska industrija u Hrvatskoj ima budućnost, no nužno je koncentrirati se na trojstvo konkurentnosti metalske industrije - suvremenu tehnologiju, učinkovit proi-

zvodni postupak i visokokvalificiranu radnu snagu čemu izravno doprinosi Centar za ljevarstvo - SIMET. Za razvoj znanstvene, nastavne i stručne djelatnosti Metalurškog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, ali i razvoj metalske industrije u Republici Hrvatskoj ključnu ulogu ima reprezentativan trokut utjecajnih čimbenika (Triple Helix): poslovni sektor, znanstvenoistraživački kapaciteti i javna politika.

Implementacijom projekta Centar za ljevarstvo-SIMET Metalurški fakultet i dalje će nastojati učvrstiti svoju prepoznatljivost kao mjesto stalnog unapređenja i poboljšanja studiranja i stjecanja znanja i kompetencija iz područja metalurgije i industrijske ekologije. Poboljšanim mogućnostima znanstvenog i stručnog rada i umrežavanja Metalurški fakultet steći položaj integrativne i konkurentne znanstveno-nastavne ustanove u europskom visokoobrazovnom i istraživačkom prostoru. Time se učvršćuje njegova pozicija društveno odgovorne institucije kroz podizanje razine obrazovanosti, stručnosti inženjera unutar tehničkog područja, razvoju gospodarskih grana povezanih s metalurgijom, materijalima i zaštitom okoliša te djelovanjem u skladu s akademskim etičkim načelima.

## Literatura

- [1] Lazić, L.; Zovko Brodarac, Z.; uredništvo: Enciklopedijska natuknica: metalurgija, Hrvatska tehnička enciklopedija, Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2021., Dostupan na <https://tehnika.lzmk.hr/metalurgija/>, Pristupljeno: 2022-01-10
- [2] ... Strategija razvoja Metalurškog fakulteta 2017.-2021., Sveučilište u Zagrebu Metalurški fakultet, Dostupan na <https://arhiva.simet.hr/hr/osiguranje-kvalitete/dokumenti/Strategija%20razvoja%20Metalurskog%20fakulteta%202017.-2021.pdf/view>, Pristupljeno: 2022-01-10
- [3] ... Strategija razvoja Metalurškog fakulteta 2022.-2026., Sveučilište u Zagrebu Metalurški fakultet, Dostupan na <https://arhiva.simet.hr/hr/osiguranje-kvalitete/dokumenti/strategija-razvoja-metalurskog-fakulteta-2022-2026/view>, Pristupljeno: 2022-01-10
- [4] Zovko Brodarac, Z.; Lazić, L.; Vanić, L.: Osvrti: 60. godina studijskih programa Metalurškog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu – I. dio, Kemija u industriji 71(2022) 1-2, 115-117, Dostupan na <https://hrcak.srce.hr/file/393211>, Pristupljeno: 2022-01-10
- [5] ... Popularizacija znanosti: Sveučilište u Zagrebu Metalurški fakultet, Dostupan na <https://www.simet.unizg.hr/hr/znanost/popularizacija-znanosti>, Pristupljeno: 2022-01-10
- [6] Zovko Brodarac, Z.; Brnardić, I.; Holjevac Grgurić, T.; Unkić, F.; Centar za ljevarstvo – SIMET, 4. Znanstveno-stručni seminar: Ljevarstvo - stanje i perspektive, Sveučilište u Zagrebu Metalurški fakultet, Sisak, Republika Hrvatska, 11, 2010.
- [7] Zovko Brodarac, Z.; Tomašević, S.: Metalska industrija: Centar za ljevarstvo - SIMET, BIZDirekt, X(2016) 64, 49, Dostupan na [www.mirakul.hr/wp-content/uploads/2016/12/BIZdirekt-prosianac16\\_Sredisnja\\_web.pdf](http://www.mirakul.hr/wp-content/uploads/2016/12/BIZdirekt-prosianac16_Sredisnja_web.pdf) Pristupljeno: 2022-01-10

- [8] Zovko Brodarac, Z.: *Metalska industrija: Trojstvo konkurentnosti metalske industrije – suvremena tehnologija, učinkovit proizvodni postupak i visokokvalificirana radna snaga*, BIZDirekt, XII(2018) 75, 41-43, Dostupan na [www.mirakul.hr/wp-content/uploads/2018/11/BIZdirekt\\_studeni\\_2018\\_Sredisnja\\_Hrvatska.pdf](http://www.mirakul.hr/wp-content/uploads/2018/11/BIZdirekt_studeni_2018_Sredisnja_Hrvatska.pdf) Pristupljeno: 2022-01-10
- [9] Zovko Brodarac, Z.; Srećec, Lj.; Fabijanić, A.: *Centar za ljevarstvo – SIMET, Knjiga sažetaka 12. Znanstveno-stručni seminar: Tehnologije proizvodnje kalupa i jezgara u ljevaonicama*, Dolić, N.; Zovko Brodarac, Z. (ur.); 1, ISBN: 978-953-7082-36-9, 11, 2019., Sisak, Sveučilište u Zagrebu Metalurški fakultet, (2019)
- [10] Zovko Brodarac, Zdenka; Srećec, Ljiljana; Filipović, Anita, *Centar za ljevarstvo – SIMET, Knjiga sažetaka 4. Dan karijera: Metalni materijali u svemirskoj industriji*, ur. Kozina, F.; Zovko Brodarac, Z. (ur.), 1, ISBN: 978-953-7082-40-6, 12, 2021., Sisak, Sveučilište u Zagrebu Metalurški fakultet, (2021)
- [11] ...CROSBİ: *Centar za ljevarstvo – SIMET (KK.01.1.1.02.0020)*, Dostupan na <https://www.bib.irb.hr/pretraga?operators=and|%5BEK-EFRR-KK.01.1.1.02.0020%5D+Centar+za+ljevarstvo+-+SIMET+%28SIMET%29+%286857%29|text|project-id&report=1>, Pristupljeno: 2022-01-10