

# Prekretnica u dizajnu i sintezi lakih inženjerskih legura za zrakoplovnu i svemirsku industriju

---

**Kozina, Franjo; Zovko Brodarac, Zdenka; Petrič, Mitja**

*Source / Izvornik:* **Inovacije Sveučilišta u Zagrebu, 2021, 193 - 197**

**Book chapter / Poglavlje u knjizi**

*Publication status / Verzija rada:* **Accepted version / Završna verzija rukopisa prihvaćena za objavljivanje (postprint)**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:115:014989>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-13**



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
METALURŠKI FAKULTET  
UNIVERSITY OF ZAGREB  
FACULTY OF METALLURGY

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Faculty of Metallurgy University of Zagreb - Repository of Faculty of Metallurgy University of Zagreb](#)



## Obrazac rezultata istraživačkoga i stručnoga rada s inovacijskim potencijalom

Koji rezultati rada se pokrivaju obrascem može se vidjeti u čl. 5 Pravilnika o Uredu za transfer tehnologije dostupnom na poveznici:  
[http://www.unizg.hr/fileadmin/rektorat/O\\_Sveucilistu/Dokumenti\\_javnost/Propisi/Pravilnici/Pravilnik\\_Ureda\\_za\\_transfer\\_tehnologije.pdf](http://www.unizg.hr/fileadmin/rektorat/O_Sveucilistu/Dokumenti_javnost/Propisi/Pravilnici/Pravilnik_Ureda_za_transfer_tehnologije.pdf)

**\* ukoliko netko nije popunio sva polja iz određenih razloga, tada treba u navođenju u Katalogu ta prazna, nepopunjena polja, te sam upit izbrisati**

### **A. OPIS INOVACIJE (javna objava)**

#### **A.1. Stvaratelji inovacije**

Navedite informacije o osobi, istraživačkoj grupi, organizaciji uključenoj u nastanak inovacije.

Istraživačku grupu čini konzorcij istraživača s Metalurškog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu i Oddeleka za materiale in metalurgiju Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.

Franjo Kozina, mag.ing.met., Sveučilište u Zagrebu Metalurški fakultet  
izv.prof.dr.sc. Zdenka Zovko Brodarac, Sveučilište u Zagrebu Metalurški fakultet  
doc.dr.sc. Mitja Petrič, Univerze v Ljubljani Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za materiale in metalurgijo.

#### **A.2. Naziv inovacije**

Navedete naziv koji opisuje inovaciju i naglašava njezinu jedinstvenost, ali ne uključuje povjerljive informacije. Navedite naziv inovacije na **hrvatskom i engleskom jeziku** te **akronim** inovacije.

Prekretnica u dizajnu i sintezi lakih inženjerskih legura za zrakoplovnu i svemirsku industriju

A milestone in the design and synthesis of lightweight engineering alloys for the aero- and space industry

LightAlloy

#### **A.3. Opis inovacije**

Navedite kratki opis inovacije s glavnim osobinama te objašnjenjem koji problem rješava inovacija. Vodite računa da ne navodite povjerljive informacije.

Dizajneri modernih automobila te komercijalnih i vojnih letjelica konstantno su u potrazi za inovativnim inženjerskim materijalima koji će svojim poboljšanim funkcionalnim svojstvima cestovni i zračni pomet učiniti isplativijim, sigurnijim te ekološki i ekonomski prihvatljivim. Međutim, osim spomenutih svojstava na primjenjivost inovativnih inženjerskih materijala značajno utječe postupak proizvodnje i obrade. Model gospodarske održivosti moderne transportne industrije temelji se na pronalaženju adekvatnog postupka proizvodnje i obrade koji će rezultirati proizvodnjom komponenti visoke funkcionalnosti. Stoga, iako su aluminij-litij legure pronašle svoju primjenu u avionskoj industriji još davne 1920.g., njihova primjena ograničena je na izradu komercijalnih i vojnih letjelica zbog kompleksnog postupka proizvodnje. Svojstva poput smanjene mase, dobrog omjera čvrstoće i žilavosti kao i stabilnost u ekstremnim uvjetima te korozijska postojanost, rezultat su lijevanja poluproizvoda (ingota ili bloka) u zaštitnoj atmosferi praćenog obradom plastičnom deformacijom te toplinskom obradom. Tim postupcima termo – mehaničke obrade kompenzira se neuređenost ljevačke strukture te se utječe na precipitaciju faza odgovornih za svojstva aluminij-litij legura. Međutim, redizajniranjem kemijskog sastava, baziranom na proračunu i termodinamičkom modeliranju dijagrama stabilnosti pojedinih faza, prilagodbom postupaka lijevanja izrazitoj reaktivnosti litija te adekvatnom tehnološkom razradom procesa lijevanja proizvedene su taline koje svojim mehaničkim svojstvima već u lijevanom stanju mogu konkurirati drugim komercijalno primijenjenim aluminij – litij legurama. Međutim, njihova konkurentnost ne proizlazi samo iz dobrih mehaničkih svojstava i jednostavnije proizvodnje, nego i mogućnosti za proizvodnju visoko funkcionalnih komponenti kompleksne geometrije.

#### A.4. Ključne riječi

Navedite ključne riječi (na engleskom i hrvatskom jeziku) koje opisuju inovaciju.

Aluminij-magnezij-litij legura, transportna industrija, postupak proizvodnje, funkcionalna svojstva, proizvodi kompleksne geometrije

Aluminum-magnesium-lithium alloy, transport industry, production process, functional properties, complex geometry products

#### A.5. Reference (opcionalno, za javnu objavu)

Navedite dvije ili tri reference iz kojih je vidljiva funkcionalnost inovacije (npr. javno objavljena patentna dokumentacija, znanstveni radovi ili druge publikacije iz kojih se može saznati više o inovaciji).

Potencijal i funkcionalnost inovacije vidljivi su iz sljedećih publikacija:

F. Kozina, Z. Zovko Brodarac, P. Mrvar, M. Petrič, Solidification sequence of Al-2, 5wt.%Mg-0, 7wt.%Li alloy, 49th International October Conference on Mining And Metallurgy Proceedings, (N. Štrbac, I. Marković, Lj. Balanović), University of Belgrade Technical Faculty in Bor, 18.-21.10.2017, 2017, Bor, Serbia, pp. 556-559.

F. Kozina, Z. Zovko Brodarac, M. Petrič, Influence of solution hardening on microstructure and mechanical properties of Al-2.5Mg-0.7Li alloy, The 73rd World Foundry Congress "Creative Foundry", Congress Proceedings, (N. Sobczak, R. Asthana, J. Szajnar), Stowarzyszenie techniczne odlewników Polskich/Polish Foundrymen's Association, 23-27.08.2018, 2018, Krakow, Poland, pp. 21-22.

F. Kozina, Z. Zovko Brodarac, M. Petrič, Analysis of the low energy layering fracture in Al- 2.5Mg-0.7Li, Proceedings book of 17th International Foundrymen Conference, (N. Dolić, Z. Zovko Brodarac, A. Begić Hadžipašić), Sveučilište u Zagrebu Metalurški Fakultet, 16-18.05.2018, 2018, Sisak, Croatia, pp. 144-160.

#### Napomena:

Ukoliko postoji obaveza navođenja financijera inovacija, navedite ga kao napomenu.

Dosadašnji razvoj inovacije financiran je potporama i projektima:

„Dizajn i karakterizacija inovativnih inženjerskih legura“, 2014-2019, FPI-124-2019-ZZB, Sveučilište u Zagrebu, Financijska potpora istraživanju.

„Dizajn i karakterizacija inovativne aluminij - magnezij - litij legure, Znanstveno-tehnološka suradnja sa Slovenijom (2018.-2019.), Ministarstvo znanosti i obrazovanja.

„Centar za ljevarstvo – SIMET“, HR R.C.2.2.10-0005, infrastrukturni znanstveni projekt financiran iz Europski fond za regionalni razvoj (EFRR), Regionalna konkurentnost 2007.-2013. s prioritetsnom osi jačanja konkurentnosti hrvatskog gospodarstva te mjerama istraživanja, razvoja i transfera tehnologije.

„Centar za ljevarstvo – SIMET“, KK.01.1.1.02.0020, infrastrukturni znanstveni projekt financiran iz Europskog fonda za regionalni razvoj, Operativni program Konkurentnost i kohezija 2014. - 2020.

## **B. KOMERCIJALNI POTENCIJAL INOVACIJE**

### **B.1. Prednosti inovacije (javna objava)**

Procijenite **ključne prednosti** koje vaša inovacija može donijeti korisnicima.

Ključne prednosti inovacije su smanjena masa, bolja mehanička svojstva u odnosu na ostale komercijalne legure, gotovi proizvod s poboljšanim svojstvima već u lijevanom stanju, ali i kao dodatak za obradu drugih legura.

**B.2. Ciljano tržište/područja primjene (javna objava)**

Navedite ciljana tržišta/primjene za vašu inovaciju.

Inovacija predstavlja potencijal za proizvodnju vozila u transportnoj industriji s naglaskom na automobilsku industriju i zrakoplovnu industriju. Zbog iznimnih svojstava gnječive aluminijske legure s litijem kao glavnim legirnim elementom pronašle su primjenu u zrakoplovnoj industriji i industriji svemirskih letjelica. Međutim šira primjena aluminij-litij legura u transportnoj industriji ograničena je zbog iznimno kompleksne termo-mehaničke obrade i skupe proizvodnje. Međutim, redizajniranjem kemijskog sastava te optimizacijom procesa proizvodnje i obrade taline ostvaruje se bolja kontrola nad razvojem mikrostrukture tijekom lijevanja te omogućuje dobivanje gotovog proizvoda već u lijevanom stanju.

**B.3. Ključni potencijalni kupci / krajnji korisnici (interna evidencija)**

Navedite tko je potencijalni kupac vaše inovacije. Navedite tko bi bili krajnji korisnici proizvoda temeljenog na vašoj inovaciji.

Potencijalni kupac inovacije su proizvođači sigurnosno-kritičnih komponenti za transportnu industrije, s naglaskom na automobilsku i zrakoplovnu industriju. Krajnji korisnici su vozači / putnici u navedenim vozilima.

**B.4. Tržišna konkurencija (interna evidencija)**

Navedite tvrtke, njihove proizvode ili usluge koje postoje na tržištu a predstavljaju konkurenciju proizvodima ili uslugama zasnovanim na vašoj inovaciji.

Nema.

**C. DOSADAŠNJE POSTUPANJE S INOVACIJOM**

**C.1. Stupanj razvoja inovacije (javna objava)**

Navedite stupanj razvoja inovacije, npr. da li je inovacija na nivou teorije ili ideje, funkcionalnog laboratorijskog prototipa, industrijskog prototipa, gotovog proizvoda ili slično. Ukoliko znate, a ovisno o vašem području primjene, navedite na kojoj je razini tehnološke spremnosti (TRL – technology readiness level) vaša inovacija.

Inovacija je na nivou ideje te laboratorijskog prototipa. Do sada proizvedene taline odlikuju se dobrim mehaničkim svojstvima kojima mogu konkurirati komercijalnim aluminij-litij legurama uz dodatno smanjenje mase. Međutim, prilikom proizvodnje taline zabilježeni su visoki gubitci litija te plinska poroznost koji negativno utječu na razvoj mikrostrukture te funkcionalna svojstva.

**C.2. Zaštita intelektualnog vlasništva (javna objava)**

Navedite da li je za inovaciju već predana patentna prijava ili prijava za zaštitu nekog drugog oblika intelektualnog vlasništva (npr. žig, industrijski dizajn), te datum, naslov i prihvatni ured za prijavu.

Nema.

**C.3. Izvori financiranja inovacije (interna evidencija)**

Navedite sve izvore financiranja (proračun RH, državne agencije, EU izvori, privatni sektor) koji su korišteni u vezi s ovim ili povezanim istraživanjem. Navedite vrstu potpore (R&D ili komercijalni projekti, potpore za nabavku opreme, sporazumi o stipendiranju i sl.).

„Dizajn i karakterizacija inovativnih inženjerskih legura“, 2014-2019, FPI-124-2019-ZZB, Sveučilište u Zagrebu, Financijska potpora istraživanju.

„Dizajn i karakterizacija inovativne aluminij - magnezij - litij legure, Znanstveno-tehnološka suradnja sa Slovenijom (2018.-2019.), Ministarstvo znanosti i obrazovanja.

„Centar za ljevarstvo – SIMET“, HR R.C.2.2.10-0005, infrastrukturni znanstveni projekt financiran iz Europski fond za regionalni razvoj (EFRR), Regionalna konkurentnost 2007.-2013. s prioritetsnom osi jačanja konkurentnosti hrvatskog gospodarstva te mjerama istraživanja, razvoja i transfera tehnologije.

„Centar za ljevarstvo – SIMET“, KK.01.1.1.02.0020, infrastrukturni znanstveni projekt financiran iz Europskog fonda za regionalni razvoj, Operativni program Konkurentnost i kohezija 2014. - 2020.

## **D. KOMERCIJALIZACIJA INOVACIJE**

### **D.1. Dosadašnja komercijalizacija inovacije (interna evidencija)**

Molimo navedite dosadašnje aktivnosti komercijalizacije.

Nema.

## **E. KONTAKT PODACI**

### **E.1. Kontakt podaci za daljnje informacije**

Molimo navedite kontakt osobe koju je moguće kontaktirati za dodatne informacije, dopune i pojašnjenja.

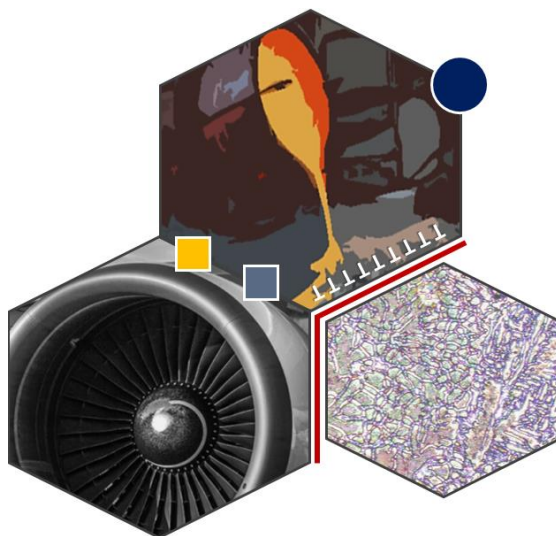
Franjo Kozina, mag.ing.met. [fkozin@simet.unizg.hr](mailto:fkozin@simet.unizg.hr)

izv.prof.dr.sc. Zdenka Zovko Brodarac, [zovko@simet.unizg.hr](mailto:zovko@simet.unizg.hr)

## **F. SLIKA INOVACIJE**

### **F.1. Slika, skica ili druga vizualna prezentacija**

Ukoliko je moguće prikazati vizualizaciju inovacije u obliku fotografije, skice, crteža ili video link



## **G. NAGRADE**



### **F.1. Nagrade i priznanja**

Popis nagrada ukoliko se sa inovacijom natjecalo na različitim skupovima ili priznanja od raznih državnih i društvenih tijela na međunarodnoj i domaćoj razini

F. Kozina, Z. Zovko Brodarac, P. Mrvar, M. Petrič, T. Rupčić, Inovativna Al-Mg-Li legura s poboljšanim svojstvima za zrakoplovnu i svemirsku industriju, 15. Međunarodni sajam inovacija ARCA 2017, 19.-21.10.2017., 2017., Zagreb, Hrvatska // zlatna medalja.

F. Kozina, Z. Zovko Brodarac, M. Petrič, Prekretnica u dizajnu i sintezi lakih inženjerskih legura za zrakoplovnu i svemirsku industriju, 16. Međunarodni sajam inovacija ARCA 2018, Zagreb, 18.-20.10.2018., 2018, Zagreb, Hrvatska // brončana medalja.

F. Kozina, Z. Zovko Brodarac, M. Petrič, T. Sinteza i modeliranje svojstava ultra lake Al-Mg-Li legure kao imperativ u zrakoplovnoj i svemirskoj industriji, 17. Međunarodni sajam inovacija ARCA 2019, 17.-19.10.2019., 2019, Zagreb, Hrvatska // srebrna medalja.