

# 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:* **2025-03-24**



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.

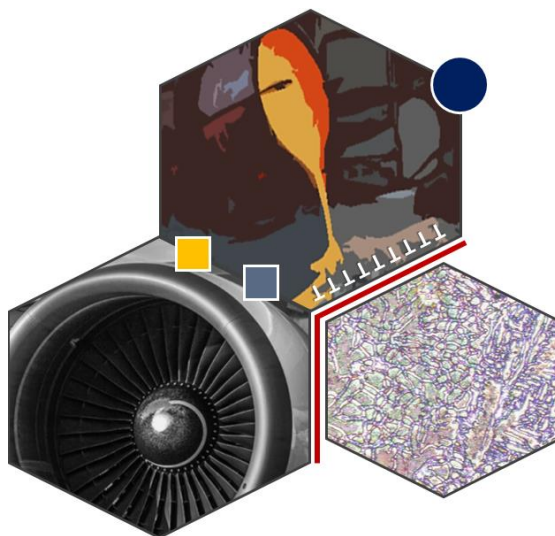
Franjo Kozina, mag.ing.met. [fkozin@simet.unizg.hr](mailto:fkozin@simet.unizg.hr)

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.