

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2010-1/23

ZAKLJUČNO POROČILO O REZULTATIH RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

Šifra projekta	L2-9308	
Naslov projekta	Multifunkcionalni kompoziti na osnovi intermetalnih spojin Al - Mg - Ti, ojačenih s keramičnimi delci	
Vodja projekta	4968	Varužan Kevorkijan
Tip projekta	L	Aplikativni projekt
Obseg raziskovalnih ur	4.245	
Cenovni razred	D	
Trajanje projekta	01.2007 - 12.2009	
Nosilna raziskovalna organizacija	1520	Zasebni raziskovalec Varužan Kevorkijan
Raziskovalne organizacije - soizvajalke	106 206 719	Institut "Jožef Stefan" Inštitut za kovinske materiale in tehnologije IMPOL, industrija metalnih polizdelkov d.o. o.
Družbeno-ekonomski cilj	06.	Industrijska proizvodnja in tehnologija

2. Sofinancerji¹

1.	Naziv	IMPOL, industrija metalnih polizdelkov d.o. o.
	Naslov	Partizanska 38, 2310 Slovenska Bistrica
2.	Naziv	
	Naslov	
3.	Naziv	
	Naslov	

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

3. Poročilo o realizaciji programa raziskovalnega projekta²

V raziskovalni hipotezi projektne naloge smo predpostavili, da je kompozite na osnovi različnih intermetalnih spojin (AlFe₃, AlFe, Al₃Fe, AlTi₃, AlTi, Al₃Ti, Mg₂Si in Mg₂Sn), ojačenih s keramičnimi delci (TiC, TiB₂) možno uspešno izdelovati s postopkom reakcijskega sintranja in/ali reakcijske infiltracije. Predpostavili smo tudi, da bo intermetalne spojine AlFe₃, AlFe, Al₃Fe, AlTi₃, AlTi, Al₃Ti, Mg₂Si in Mg₂Sn možno pripraviti iz elementov, kar bi bil postopek najprimernejši za

industrijsko uporabo.

Cilj je bil razvoj naslednji vrst kompozitov: (i) z AlFe_3 , AlFe , Al_3Fe , AlTi_3 , AlTi , Al_3Ti , Mg_2Si in Mg_2Sn intermetalno matriko, diskontinuirno ojačeno s keramičnimi delci (TiC , TiB_2) in (ii) s kovinsko matriko iz aluminijevih ali magnezijevih zlitin, diskontinuirno ojačeno z zmresjo delcev intermetalnih spojin (AlFe_3 , AlFe , Al_3Fe , AlTi_3 , AlTi , Al_3Ti , Mg_2Si in Mg_2Sn) in TiC ali TiB_2 . Tovrstne kompozite smo želeli uporabiti kot monolitni inženirski material ali kot t.i. vezno plast v triplastnih makro-kompozitih kot so npr. bimetalni kompoziti Al-Fe, Al-Ti in Al-Mg.

Zlasti so nas zanimale visokotemperaturne kubične in heksagonalne intermetalne spojine magnezija (kot npr. Mg_2Si in Mg_2Sn) s tališčem med 715 in 1085 °C, ki so razvojna novost in so od pomena za razvoj novih magnezijevih zlitin in tudi lahkih sestavljenih materialov. Omenjene spojine smo izbrali zato, ker imajo tališče nad tališčem magnezija in aluminija in so za razliko od ostalih intermetalnih spojin magnezija na osnovi redkih zemelj ipd. cenejše ter zato bolj primerne za masovno uporabo. Zanimalo nas je, ali je tovrstne intermetalne spojine magnezija možno sintetizirati iz elementov ter v nadaljevanju pripraviti kompozite s postopkom infiltracije ali sintranja pri atmosferskem tlaku. Eno ključnih vprašanj se je glasilo, v kolikšni meri je s spreminjanjem pogojev sinteze (temperatura, čas, morfologija vhodnih reaktantov) možno vplivati na morfologijo nastalih intermetalnih faz in lastnosti kompozitov?

V primeru makro-kompozitov, nas je zanimala njihova priprava s postopkom protismerne infiltracije, ki je od precejšnjega pomena za sofinancerja tega aplikativnega projekta, saj omogočajo načrtovanje novih proizvodnih postopkov pri izdelavi kompozitov.

Poleg priprave različnih kompozitnih, so nas seveda zanimale tudi mehanske lastnosti tovrstnih materialov oz. kompozitnih struktur, kar smo preučevali s standardnimi metodami merjenja natezne in upogibne trdnost, trdote ter žilavosti pri sobni temperaturi. Raziskave smo zaokrožili z korozijskimi preizkusi, pri čemer smo korozijo spremljali na različne načine (metoda izgubljanja mase, potenciodinamske metode, meritev linearne polarizacijske upornosti).

V prvem delu raziskav smo sintetizirali intermetalne spojine Al_3Fe , AlFe_3 , TiAl , Ti_3Al , TiAl_3 , Mg_2Si in Mg_2Sn iz elementov in jih v nadaljnjem delu uporabili za pripravo kompozitov. Kompozite smo pripravljali z reaktivnim sintranjem hladno izostatsko stisnjenih tablet in z infiltracijop poroznih predoblik pri normalnem pritisku. Sintrali in infiltrirali smo v vakuumski peči v zaščitni atmosferi $\text{Ar}+4\% \text{H}_2$. Sintrane in infiltrirane vzorce smo razrezali in del le-teh uporabili za mikrostrukturno analizo, ki smo je izvajali s pomočjo vrstičnega elektronskega mikroskopa (SEM-EDS). Del vzorcev smo zdrobili in opravili rentgensko prašno analizo ter identificirali prisotne faze. Merjenje trdote po Vickersu in natezni preizkus smo izvajali pri sobni temperaturi. Prelomno žilavost smo ugotavljali z metodo vtiskovanja, tudi pri sobni temperaturi.

Dobljene rezultate smo pojasnili na osnovi strukturnih in mikrostrukturnih značilnosti testnih vzorcev kompozitov.

Ugotovili smo, da je spojine Al-Fe (AlFe_3 , AlFe , Al_3Fe), Al-Ti (AlTi_3 , AlTi , Al_3Ti), Mg_2Si in Mg_2Sn možno uspešno sintetizirati iz elementov z največ 3-5% stranskih produktov (neželenih faz ali ne reagiranih reaktantov). Linijske spojine (kot so npr. Al_3Fe , Al_3Ti , Mg_2Si , Mg_2Sn) nam je uspelo pripraviti s celo manj kot 1% stranskih produktov (neželenih faz ali ne reagiranih reaktantov). Izdelane intermetalne spojine smo lahko mleli (npr. v planetarnem mlinu) do zelene morfologije (npr. rutinsko do prahov z $d_{50} < 5 \mu\text{m}$).

Iz laboratorijsko pripravljenih prahov intermetalnih spojin smo s postopkom sintranja ali infiltracije pri atmosferskem tlaku izdelali naslednje kompozite: (i)

kompozite s kovinsko matrico (Al, Mg) diskontinuirno ojačene z delci intermetalnih spojin in keramične ojačitvene faze (TiC, TiB₂), in (ii) kompozite z matrico na osnovi izbrane intermetalne spojine diskontinuirno ojačene s keramičnimi delci (TiC, TiB₂).

Uspešno smo izdelali tudi makro-kompozite Al-Fe, Al-Ti in Al-Mg z vezno plastjo na osnovi intermetalnih spojin ojačenih s keramičnimi delci. V primeru makro-kompozitov smo izhajali iz treh vrst poroznih (ca. 85% T.G.) predoblik iz komercialnih prahov AlFe (predoblika A), AlTi (predoblika B) ter Mg₂Si (predoblika C) z dodatki keramične ojačitve (5-20 vol% TiB₂). Predobliki A in B smo nato infiltrirali s talino litega železa, nato pa še z druge strani z raztaljeno Al zlitino tako, da smo ustvarili tri-plastni kompozit lito železo – intermetalna vezna plast na osnovi AlFe ali AlTi ojačena z delci TiB₂ – aluminijeva zlitina. Predobliko C smo proti-smerno infiltrirali z raztaljeno Al zlitino in nato še z druge strani z raztaljeno Mg zlitino. Iz dobljenega tri-plastnega valja smo izdelali vzorce za optično in elektronsko mikroskopijo (prečni presek tri-plastne strukture), oz. pripravili epruvete za mehanske preiskave in korozijske preiskave. Identično je potekala tudi proti-smerna infiltracija poroznih predoblik z Al in Mg talino, pri čemer smo predobliko najprej do polovice infiltrirali s talino iz Al zlitine, ki ima višje tališče, in nato še s talino iz Mg zlitine z nižjim tališčem. Poudarek pri raziskavi je bil na preučevanju (optična mikroskopija, SEM, EDS, WDS, EBSD, TEM, XRD, meritve trdote) na faznih mejah med posameznimi plastmi (lito železo - vezna plast – aluminijeva zlitina oz. aluminijeva zlitina – vezna plast – magnezijeva zlitina) in na mejah medfaznih reakcij oz. reakcijskih produktov s poudarkom na preiskavah vmesne vezne plasti na osnovi infiltrirane predoblike ter mehanskih lastnosti (prelomna in upogibna trdnost, žilavost) tri-plastnega kompozita, zlasti vezne faze ojačene s keramičnimi delci.

Infiltracija poroznih predoblik izdelanih iz delcev intermetalnih spojin in keramične ojačitve z Al oz. Mg talino je potekala spontano, pri atmosferskem tlaku. Izjema je sistem Mg₂Si-TiB₂, kjer infiltracija z Mg ni bila možna (najverjetneje zaradi slabe omočljivosti predoblik s talino). Pogoji infiltracije: 1h pri 700-900 °C v zaščitni atmosferi Ar + 4% H₂. Vzporedno z infiltracijo je prihajalo med poroznim skeletom predoblike (infiltrantom) in talino (infiltrantom) do različnih kemijskih reakcij in nastanka številnih sekundarnih faz. Izjema so predoblike na osnovi Mg₂Si-TiC in Mg₂Sn, kjer pri (sicer spontani ter popolni) infiltraciji vzorcev ni prihajalo do kemijskih sprememb.

Sintranje (1h pri 1020-1200°C v zaščitni atmosferi Ar + 4% H₂) intermetalnih spojin pri atmosferskem pritisku je bilo uspešno le ob dodatku keramične ojačitve (TiC, TiB₂). Vzorci sintrani brez keramične ojačitve so izkazovali od 10% do 15% poroznosti. Pri dodatku TiC ali TiB₂ k tem spojinam pa smo uspešno dobili goste vzorce z več kot 95% teoretične gostote. Gostota infiltriranih vzorcev pa je povsod presegala 95%.

Sintranje je potekalo kot reakcijsko, ob nastanku različnih sekundarnih faz. Konkretno, v sistemu Al-Ti smo ugotovili prisotnost Al₂Ti₄C₂, Ti₃AlC in AlTi₂ ter prisotnost neznane Al-Ti-C faze. V sistemu Mg₂Si-TiC pa je med sintranjem prihajalo do nastanka Ti₃SiC₂ in TiSi₂ faz.

Zbrani eksperimentalni rezultati v celoti potrdili raziskovalno hipotezo.

Mehanske lastnosti (HV, natezna trdnost, prelomna žilavost) vzorcev kompozitov so funkcija: načina izdelave (infiltracija, sintranje), vrste matrice (kovinska, intermetalna), vrste ojačitve (keramična ojačitev, intermetalni delci), in vrste, morfologije ter deleža sekundarnih faz.

Primerjava mehanskih lastnosti različnih kompozitov je pokazala, da so natezna

trdnost, modul elastičnosti in trdota praviloma višji v sintranih kompozitih, prelomna žilavost pa v infiltriranih, s kontinuirno kovinsko fazo. Kompoziti infiltrirani z aluminijevimi zlitinami so imeli boljše mehanske lastnosti od neojačenih zlitin (z izjemo prelomne žilavosti); enako velja za kompozite infiltrirane z magnezijevimi zlitinami. Sintrani kompoziti pa so bili z izboljšano natezno trdnostjo in trdoto, vendar praviloma z precej poslabšano prelomno žilavostjo. Najboljšo prelomno žilavost smo ugotovili v infiltriranem Mg-Sn-Mg₂Sn kompozitu, s karakteristično mikrostrukturo sestavljeno iz zvezne Mg₂Sn faze (v obliki t.i. »kitajskih črk«) prežete z Mg matriko. Vsi trije korozijski testi (metoda izgubljanja mase, potenciodinamske metode, meritev linearne polarizacijske upornosti) so potrdili, da je korozijska obstojnost v slani vodi boljša v infiltriranih in slabša v sintranih vzorcih. Med infiltriranimi so korozijsko bolj obstojni kompozit na osnovi aluminija. Korozijsko najmanj obstojna intermetalna spojina med preučevanimi je Mg₂Sn, najbolj pa AlTi, AlTi₃, AlFe in AlFe₃. Zato je Mg₂Sn faza primerna le za ojačitev, kjer je obdana z Al ali Mg zlitino, in ne kot matrika. Mg₂Si je primeren za oboje. Enako velja za AlTi, AlTi₃, AlFe in AlFe₃.

4. Ocena stopnje realizacije zastavljenih raziskovalnih ciljev³

Ocenjujemo, da znaša stopnja realizacije projektne zastavljenih raziskovalnih ciljev ca. 90% ter, da smo z zbranimi eksperimentalnimi rezultati praktično v celoti realizirali raziskovalno hipotezo. Uspešno smo in v celoti sintetizirali vse predvidene intermetalne spojine (AlFe₃, AlFe, Al₃Fe, AlTi₃, AlTi, Al₃Ti, Mg₂Si in Mg₂Sn) ter s postopkom sintranja, infiltracije in proti-smerne infiltracije pri atmosferskem tlaku izdelali vse tri vrste kompozitov navedenih v projektni dokumentaciji: (i) kompozite z AlFe₃, AlFe, Al₃Fe, AlTi₃, AlTi, Al₃Ti, Mg₂Si in Mg₂Sn intermetalno matriko, diskontinuirno ojačeno s keramičnimi delci (TiC, TiB₂), (ii) kompozite s kovinsko matriko iz aluminijevih ali magnezijevih zlitin, diskontinuirno ojačeno z zmesjo delcev intermetalnih spojin (AlFe₃, AlFe, Al₃Fe, AlTi₃, AlTi, Al₃Ti, Mg₂Si in Mg₂Sn) in TiC ali TiB₂ ter (iii) makro-kompozite Al-Fe, Al-Ti in Al-Mg z vezno plastjo na osnovi intermetalnih spojin ojačenih s keramičnimi delci. Sintetizirali smo iz elementov in preučili lastnosti visokotemperaturnih spojin magnezija: kubičnega Mg₂Si in heksagonalnega Mg₂Sn, ter iz obeh pripravili kompozite s postopkom infiltracije ali sintranja pri atmosferskem tlaku. S spreminjanjem pogojev sinteze (temperatura, čas, morfologija vhodnih reaktantov) smo načrtno vplivali na morfologijo nastalih intermetalnih faz in lastnosti kompozitov ter tako dosegli projektne zastavljene cilje. Na vzorcih kompozitov smo v skladu s projektno dokumentacijo izvedli metalografske in mehanske preiskave ter korozijske teste. Dosegli smo tudi enega izmed ključnih aplikativnih ciljev projektne naloge – eksperimentalno potrdili možnost izdelave multifunkcionalnih kompozitnih materialov na osnovi intermetalnih spojin ojačenih s keramičnimi delci, z enostopenjskimi postopki kot so sintranje in infiltracija, primernimi za industrijsko proizvodnjo.

5. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega projekta⁴

Sprememb programa raziskovalnega projekta ni bilo.

6. Najpomembnejši znanstveni rezultati projektne skupine⁵

Znanstveni rezultat			
1.	Naslov	SLO	Sintranje in karakterizacija kompozitov na osnovi TiAl ₃ , ojačanih z delci B ₄ C, TiC in TiB ₂
		ANG	Pressureless sintering and characterization of B ₄ C, TiC and TiB ₂ particle reinforced TiAl ₃ matrix composites
	Opis	SLO	Z reakcijskim sintranjem smo pripravili kompozitne materiale (>95% teoretične gostote) na osnovi spojine TiAl ₃ ojačane z anorganskimi delci 10-50 vol% B ₄ C in TiC ter 10-30 vol% TiB ₂ . Med temperaturno obdelavo vzorcev na osnovi sistemov TiAl ₃ -B ₄ C in TiAl ₃ -TiC je zgoščevanje potekalo s tvorbo vmesnih faz, v sistemu TiAl ₃ -TiB ₂ pa z difuzijo tekočega Al. V vzorcih TiAl ₃ -TiB ₂ z več kot 30 vol% TiB ₂ je takšno zgoščevanje bilo nepopolno, zato so vzorci porozni. Mehanske lastnosti (natezna trdnost pri sobni temperaturi) so najboljše v vzorcih s 50 vol% B ₄ C in TiC.
		ANG	Dense (>95% of theoretical density) TiAl ₃ -based composites reinforced with 10-50 vol. % of B ₄ C or TiC and 10-30 vol.% of TiB ₂ particles were successfully prepared by pressureless reaction sintering. In the case of reactive systems (TiAl ₃ -B ₄ C and TiAl ₃ -TiC), densification proceeds via formation of various secondary bonding phases, whilst in non-reactive system (TiAl ₃ -TiB ₂) the process seems to proceed by infiltration of molten aluminium into pores. The superior room temperature tensile properties were observed in TiAl ₃ -B ₄ C and TiAl ₃ -TiC samples with 50 vol. % of ceramic particles.
	Objavljeno v	Kevorkijan Varužan, Škapin Srečo D., Sintranje in karakterizacija kompozitov na osnovi TiAl ₃ , ojačanih z delci B ₄ C, TiC in TiB ₂ , Materiali in tehnologije 43 (2009) 3, 123-128.	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
COBISS.SI-ID	22747943		
2.	Naslov	SLO	Reakcijsko sintranje kompozitov TiAl-TiC in Ti ₃ Al-TiC pri atmosferskem tlaku
		ANG	Pressureless reactive sintering of TiAl-TiC and Ti ₃ Al-TiC composites
	Opis	SLO	Z reakcijskim sintranjem, ob dodatku Ti in Al prahu, smo pripravili goste kompozitne materiale na osnovi spojin TiAl in Ti ₃ Al, ojačanih s TiC delci. Med sintranjem TiAl oz. Ti ₃ Al in TiC reagirata, pri čemer nastajajo vezne sekundarne faze Al ₂ Ti ₄ C ₂ in Ti ₃ AlC. Dodana elementa Al in Ti omogočita reakcijsko sintranje v tekoči fazi in tvorbo sekundarnih veznih faz na osnovi Ti-Al-C. Mehanske lastnosti (natezna trdnost in trdoto) smo merili pri sobni temperaturi. Izboljšanje natezne trdnosti in Vickersova trdota sta sorazmerni, raztezek pa obratno sorazmeren povečanju vsebnosti TiC v kompozitih.
		ANG	TiAl and Ti ₃ Al based composites reinforced with TiC particles were successfully prepared by pressureless reaction sintering. Densification was promoted by reactions between TiAl or Ti ₃ Al and TiC leading to the formation of Al ₂ Ti ₄ C ₂ and Ti ₃ AlC phases. The addition of Al and Ti promotes liquid reaction sintering and the formation of Ti-Al-C bonding phases. The tensile properties and Vickers hardness of composite samples were measured at room temperature. The improvement in tensile properties and Vickers hardness was found to correlate with the amount of TiC reinforcement in the matrix.
	Objavljeno v	Kevorkijan Varužan, Škapin Srečo D., Reakcijsko sintranje kompozitov TiAl-TiC in Ti ₃ Al-TiC pri atmosferskem tlaku, Materiali in tehnologije 43 (2009) 5, 239-244	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
COBISS.SI-ID	758442		
3.	Naslov	SLO	Priprava in preizkušanje prototipnih kompozitov Mg ₂ Si-Mg-TiC/TiB ₂ in Mg ₂ Si-TiC/TiB ₂
		ANG	Preparation and testing of prototype Mg ₂ Si-Mg-TiC and Mg ₂ Si-TiC/TiB ₂ composites
	Opis	SLO	Kompozite Mg-Mg ₂ Si-TiC, zgoščene do >95 % T.G., smo izdelali po postopku reakcijske infiltracije pri atmosferskem tlaku predoblik, stisnjenih iz prahov Mg ₂ Si in TiC. Keramične kompozite Mg ₂ Si-TiC/TiB ₂ , zgoščene do >97 % T.G., smo izdelali z reakcijskim sintranjem pri atmosferskem tlaku tablet, stisnjenih iz prahov Mg ₂ Si in TiC ali TiB ₂ . Rezultati nateznega preizkusa so pokazali, da imajo kompoziti Mg-Mg ₂ Si-TiC veliko boljše mehanske lastnosti

			kot magnezijeve zlitine, medtem ko vzorci Mg ₂ Si-TiC/TiB ₂ združujejo visoko trdoto (9–10 GPa) in nizko specifično maso (2.2.–2.5 g/cm ³).
		ANG	Mg-Mg ₂ Si-TiC composites with continuous magnesium matrix densified to >95 % T.D. were fabricated by pressureless reactive infiltration of performs made from Mg ₂ Si and TiC powders. Mg ₂ Si-TiC/TiB ₂ ceramic composites densified to >97 % T.D. were prepared by pressureless reactive sintering of tablets made from Mg ₂ Si and TiC or TiB ₂ powders. The results have shown that Mg-Mg ₂ Si-TiC composites are with tensile properties superior to that of conventional magnesium alloys while Mg ₂ Si-TiC/TiB ₂ samples combined high hardness (9–10 GPa) and low density (2.2. –2.5 g/cm ³).
	Objavljeno v		Kevorkijan varužan, Škapin Srečo D., Priprava in preizkušanje prototipnih kompozitov Mg ₂ Si-Mg-TiC/TiB ₂ in Mg ₂ Si-TiC/TiB ₂ , Materiali in tehnologije 43 (2009) 6, 309-313
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID		23199015
4.	Naslov	SLO	Multifunkcionalni kompoziti na osnovi intermetalnih spojin Al-Mg-Ti, ojačeni s keramičnimi delci
		ANG	Multifunctional Aluminum-Magnesium-Titanium-Based Intermetallic Compounds Reinforced with Ceramic Particles
	Opis	SLO	Ključni razvojni izzivi predstavljeni v omenjenem delu, so: izdelava komponent iz kompozitov na osnovi intermetalnih spojin AlFe, TiAl in Mg ojačenih s keramičnimi delci s postopkom reakcijskega sintranja, izdelava tri-plastnih kompozitov Al-Fe, Al-Ti in Al-Mg z vezno plastjo na osnovi intermetalnih spojin ojačenih s keramičnimi delci, in izdelava komponent iz kompozitov na osnovi intermetalnih spojin Al-Mg-Ti s postopkom reakcijske infiltracije. Ključna novost v našem pristopu je proti-smerna infiltracija kot postopek izdelave makro-kompozitov oz. večplastnih kompozitov keramika-kovina.
		ANG	The key development challenges include the production of composite components based on AlFe, TiAl and Mg reinforced with ceramic particles by reactive sintering; the production of the three-layer composites Al-Fe, Al-Ti and Al-Mg with a binding layer based on intermetallic alloys reinforced with ceramic particles; and the production of the composite components based on the intermetallic alloys Al-Mg-Ti with reactive infiltration. The key novelty of our approach is the reverse-flow infiltration, used as a procedure for producing macro-composites or multi-layer, ceramic-metal composites.
	Objavljeno v		V. Kevorkijan, Multifunctional Aluminum-Magnesium-Titanium-Based Intermetallic Compounds Reinforced with Ceramic Particles, American Ceramic Society Bulletin, Vol.86, No.7, 2007, 9301-9310.
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID		11593750
5.	Naslov	SLO	Uporaba intermetalnih spojin Al-Ti in Al-Fe pri razvoju mikrostrukture in izboljšanju mehanskih lastnosti Al zlitin
		ANG	The use of the intermetallic alloys Al-Ti and Al-Fe in the development of the microstructure and to improve the mechanical properties of Al alloys.
	Opis	SLO	Raziskali smo učinkovitost uporabe intermetalnih spojin Al-Ti in Al-Fe pri razvoju mikrostrukture in izboljšanju mehanskih lastnosti Al zlitin. Ugotovili smo, da imajo Al-Ti in Al-Fe vključki velik vpliv na rast Al zrn in omogočajo proizvodnjo Al zlitin z bolj uniformno in fino-zrnato mikrostrukturo, kar tudi občutno izboljša mehanske lastnosti.
		ANG	We studied the efficiency of using the intermetallic alloys Al-Ti and Al-Fe in the development of the microstructure and to improve the mechanical properties of the Al alloys. We found that the Al-Ti and Al-Fe inserts have a large influence on the growth of the Al grains, allowing the production of Al alloys with a more uniform and fine-grained microstructure, which also significantly improves the mechanical properties.
	Objavljeno v		I. Naglič, A. Smolej, M. Doberšek, Remelting of aluminium with the addition of AlTi ₅ B ₁ and AlTi ₃ C _{0,15} grain refiners, Metalurgija (Sisak), 2008, 47, 2, 115-118.
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID		673962

7. Najpomembnejši družbeno-ekonomsko relevantni rezultati projektne skupine⁶

Družbeno-ekonomsko relevantni rezultat			
1.	Naslov	SLO	Sinteza in karakterizacija intermetalnih spojin in kompozitov na osnovi TiAl, Ti3Al in TiAl3 ojačenih s keramičnimi delci
		ANG	Synthesis and characterization of intermetallic compounds and composites based on TiAl, Ti3Al in TiAl3 reinforced with ceramic particles
	Opis	SLO	Osvojili smo postopek priprave vhodnih prahov (TiAl, Ti3Al in TiAl3) iz elementov ter v nadaljevanju razvili postopek sintranja kompozitov z matrico na osnovi TiAl, Ti3Al in TiAl3 ojačano s keramičnimi delci pri atmosferskem tlaku. Postopek, ki je precejšnja novost, omogoča enostavno in poceni pripravo gosto sintranih ($\geq 95\%$ T.G.) vzorcev z 10-50 vol.% keramične ojačitve. Sintrani kompoziti imajo veliko večjo natezno trdnost, modul elastičnosti in mikrotrdoto v primerjavi z infiltriranimi. Obratno je pri prelomni žilavosti, ki je večja v infiltriranih vzorcih kompozitov.
		ANG	We mastered the procedure for preparing the TiAl, Ti3Al and TiAl3 powders from the elements and later developed the procedure for sintering composites with a matrix based on TiAl, Ti3Al and TiAl3 reinforced with ceramic particles under atmospheric pressure. The procedure is highly innovative, allowing a simple and cheap preparation of densely sintered ($\geq 95\%$ T.G.) samples with 10-50 vol. % of ceramic reinforcement. The sintered composites have better tensile properties and an increased microhardness. However, the fracture toughness is greater in the case of the infiltrated composite samples.
	Šifra	F.01 Pridobitev novih praktičnih znanj, informacij in veščin	
	Objavljeno v	Kevorkijan Varužan, Škapin Srečo D., Fabrication and characterization of TiAl/Ti3Al-based intermetallic composites (IMCs) reinforced with ceramic particles, Arch. Mater. Sci. Eng., 2008, vol. 29, no.4, 168-183.	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
	COBISS.SI-ID	13436950	
2.	Naslov	SLO	Sinteza in karakterizacija spojine Mg2Si in različnih kompozitov na osnovi Mg2Si izdelanih s sintranjem in infiltracijo pri atmosferskem tlaku
		ANG	The synthesis and characterisation of the Mg2Si alloy and the composites based on Mg2Si produced by pressureless sintering and infiltration.
	Opis	SLO	Razvili smo postopek pridobivanja spojine Mg2Si iz elementov, primeren za pilotsko oz. industrijsko proizvodnjo. Iz izdelanih Mg2Si prahov smo pripravili dve vrsti kompozitov: (1) Mg2Si-TiC oz. Mg2Si-TiB2 in (2) kompozite z matriko na osnovi Mg, diskontinuirno ojačane z Mg2Si in TiC delci. Kompozite z Mg2Si matriko smo izdelali s sintranjem pri atmosferskem tlaku, kompozite z Mg matriko pa z infiltracijo. Ugotovili smo, da sintrani kompoziti zagotavljajo visoko trdnost in trdoto, infiltrirani kompoziti pa izboljšano prelomno žilavost.
		ANG	We developed a procedure for obtaining the Mg2Si alloy from elements appropriate for either pilot or industrial production. We prepared two types of composites from the produced Mg2Si powders: (1) Mg2Si-TiC or Mg2Si-TiB2 and (2) the composites with an Mg-based matrix discontinuously reinforced with Mg2Si and TiC particles. We produced composites with an Mg2Si matrix with sintering under atmospheric pressure and composites with an Mg matrix using infiltration. The sintered composites ensure high strength and hardness, while the infiltrated have an improved fracture toughness.
	Šifra	F.01 Pridobitev novih praktičnih znanj, informacij in veščin	
	Objavljeno v	Kevorkijan Varužan, Development of Mg2Si-Mg-TiC and Mg2Si-TiC/TiB2 composites for lightweight applications, Aluminium 2009, vol. 85, 12, 53-58	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
	COBISS.SI-ID	13648150	
3.	Naslov	SLO	Sinteza in karakterizacija spojine Mg2Sn in različnih kompozitov na osnovi Mg2Sn izdelanih s sintranjem in infiltracijo pri atmosferskem tlaku
		ANG	The synthesis and characterisation of the Mg2Sn alloy and the composites based on Mg2Sn produced with pressureless sintering and infiltration.

Opis	SLO	Eksperimentalno smo potrdili, da je postopek sinteze iz elementov, ki smo ga uspešno uporabili za pripravo številnih drugih binarnih intermetalnih spojin učinkovit tudi za pripravo spojine Mg ₂ Sn. V primeru sinteze Mg ₂ Sn je bilo možno s prebitkom magnezija nivo nečistoč v spojini znižati pod 0.2%. Tudi v tem primeru se je izkazalo, da je s spreminjanjem vrste matrike (Mg ₂ Sn v sintranih in Mg ali Al v infiltriranih) možno v precejšnji meri vplivati na kombinacijo mehanskih lastnosti, s spreminjanjem sestave in deleža diskontinuirne ojačitve pa na posamezne lastnosti v kombinaciji.
	ANG	Experiments approved that the synthesis from elements, successfully applied for the preparation of some other binary intermetallic alloys, is also effective for the preparation of the Mg ₂ Sn alloy. In addition, with a surplus of magnesium, the reduction of the level of impurities to below 0.2% was achieved. Finally, the mechanical properties of sintered and infiltrated composites were successfully tailored by changing the type of the matrix (Mg ₂ Sn in the sintered samples, and Mg or Al in the infiltrated samples), as well as the volume fraction and morphology of the discontinuous reinforcement.
Šifra	F.01 Pridobitev novih praktičnih znanj, informacij in veščin	
Objavljeno v	Kevorkijan Varužan, Škapin Srečo D., Sinteza in karakterizacija kompozitov na osnovi intermetalnih spojin FE-Al, Ti-Al, Mg-Si in Mg-Sn ojačanih s keramičnimi delci. V: Jenko Monika (ur.). 17. konferenca o materialih in tehnologijah, 16-18. november 2009, Pororož. Program in knjiga povzetkov, 2009, 66.	
Tipologija	1.12 Objavljeni povzetek znanstvenega prispevka na konferenci	
COBISS.SI-ID	13605142	
4. Naslov	SLO	Razvoj cenovnega postopka sintranja titan-aluminidnih kompozitov, ojačenih s keramičnimi delci
	ANG	Development of cost effective sintering procedure for titanium aluminide composites reinforced with ceramic particles
Opis	SLO	Razvili smo postopek sintranja titan-aluminidnih kompozitov ojačenih s keramičnimi delci, ki omogoča pripravo gosto sintranih vzorcev pri atmosferskem tlaku, kar je precejšnja tehnološka novost, ki bo omogočila industrijsko proizvodnjo teh materialov.
	ANG	We developed a procedure for sintering titanium-aluminium composites reinforced with ceramic particles, allowing the preparation of thickly sintered samples under atmospheric pressure. This procedure is a significant technological innovation that will allow industrial production of these materials.
Šifra	F.01 Pridobitev novih praktičnih znanj, informacij in veščin	
Objavljeno v	Kevorkijan Varužan, Pressureless sintering of dense titanium aluminide based composites reinforced with ceramic particles, Aluminium, 2009, vol. 85, 4, 82-86.	
Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
COBISS.SI-ID	13353238	
5. Naslov	SLO	Priprava in karakterizacija prototipnih Mg ₂ Si-TiC in Mg ₂ Si-TiB ₂ kompozitov
	ANG	Synthesis and characterisation of prototype Mg ₂ Si-TiC and Mg ₂ Si-TiB ₂ composites
Opis	SLO	V delu opisujemo pripravo in karakterizacijo Mg ₂ Si-TiC in Mg ₂ Si-TiB ₂ kompozitov s poudarkom na razvoju metod infiltracije in sintranja pri atmosferskem pritisku, študiju mikrostrukture in njenem vplivu na izboljšanje mehanskih lastnosti (natezni preizkus, prelomna žilavost, trdota) na nivoju prototipnih vzorcev.
	ANG	In the report we describe the preparation and characterisation of the Mg ₂ Si-TiC and Mg ₂ Si-TiB ₂ composites, emphasizing the development of the methods for infiltration and sintering under atmospheric pressure, the study of the microstructure and its influence on the improved mechanical properties (tensile test, resistance to fracture, hardness) at the level of prototype samples.
Šifra	F.01 Pridobitev novih praktičnih znanj, informacij in veščin	
Objavljeno v	Kevorkijan Varužan, Pressureless reaction sintering and testing of prototype Mg ₂ Si-TiC and Mg ₂ Si-TiB ₂ composites, Metall (Berl. West), 2009, 63, 9,	

	233-236
Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
COBISS.SI-ID	13607958

8. Drugi pomembni rezultati projektne skupine⁷

Del rezultatov tretjega leta izvajanja projekta s področja sinteze in karakterizacije spojine Mg₂Sn in različnih kompozitov na osnovi Mg₂Sn so večinoma še v postopku objave (trije izvirni znanstveni članki). Zato jih navajamo kot druge pomembne rezultate projektne skupine. Iz Mg₂Sn, ki smo ga sintetizirali iz elementov ter zmelili v prah s povprečno velikostjo delcev pod 5 μm, smo izdelali različne vrste kompozitov: (i) Mg₂Sn-TiC in Mg₂Sn-TiB₂, (ii) Mg-Mg₂Sn in Al-Mg₂Sn, ter (iii) Mg-Mg₂Sn-TiC, Mg-Mg₂Sn-TiB₂, Al-Mg₂Sn-TiC in Al-Mg₂Sn-TiB₂. Kompozite Mg₂Sn-TiC in Mg₂Sn-TiB₂ smo izdelali z sintranjem pri atmosferskem tlaku, vse ostale pa z infiltracijo poroznih predoblik z Mg oz Al talino. S spreminjanjem vrste matrice (Mg₂Sn v sintranih in Mg ali Al v infiltriranih) je bilo možno vplivati na kombinacijo mehanskih lastnosti, s spreminjanjem sestave in deleža diskontinuirne ojačitve pa na posamezne lastnosti v kombinaciji. Ugotovili smo, da so v primeru Mg-Mg₂Sn in Mg-Mg₂Sn-TiC ter Mg-Mg₂Sn-TiB₂ ti vplivi najizrazitejši in sicer zaradi razvoja značilne morfologije Mg₂Sn faze v stiku z Mg. Mg₂Sn v Mg matriki preide v zvezno linijsko fazo, ki spominja na kitajsko pisavo, zato omenjeno morfološko značilnost Mg₂Sn tudi imenujejo »the Chinese script«. Medsebojna prepletenost linijskega Mg₂Sn z Mg matrice privede do znatnega izboljšanja prelomne žilavosti, ob istočasnem izboljšanju trdnosti in trdote, zlasti v vzorcih ojačanih s TiC ali TiB₂. Za razliko od tega, v Al matriki ne prihaja do spreminjanja morfologije Mg₂Sn in zato tudi ne do izboljšanja prelomne žilavosti teh kompozitov. Sintrani Mg₂Sn-TiC in Mg₂Sn-TiB₂ kompoziti so, podobno kot v primeru Mg₂Si, imeli višjo trdnost in trdoto kot pa infiltrirani Mg-Mg₂Sn, Al-Mg₂Sn, Mg-Mg₂Sn-TiC, Mg-Mg₂Sn-TiB₂, Al-Mg₂Sn-TiC in Al-Mg₂Sn-TiB₂. Obratno pa velja za prelomno žilavost in raztezek, ki sta pa bili boljši v infiltriranih vzorcih kompozitov.

9. Pomen raziskovalnih rezultatov projektne skupine⁸

9.1. Pomen za razvoj znanosti⁹

SLO

Med najpomembnejše rezultate projekta vsekakor sodi razvoj postopkov sintranja kompozitov izdelanih iz zmesi prahov intermetalnih spojin Al-Fe (AlFe₃, AlFe, Al₃Fe), Al-Ti (AlTi₃, AlTi, Al₃Ti), MgSi in Mg₂Sn in keramičnih prahov (TiC, TiB₂) pri atmosferskem tlaku. V literaturi so zaenkrat poročali o pripravi tovrstnih kompozitov le s postopkom vročega stiskanja, kar je s stališča industrijske uporabe drago ter s precejšnjimi omejitvami glede geometrije in produktivnosti. Uspešno sintranje Mg₂Si in Mg₂Sn pri atmosferskem tlaku z dodatkom TiC in TiB₂ pa sodi med povsem nove razvojne dosežke, ki odpirajo možnost priprave sestavljenih materialov z novimi kombinacijami lastnosti (zlasti v primeru Mg₂Si) kot so npr. povečana natezna trdnost in prelomna žilavost pri sobni in povišani temperaturi. Drug pomemben prispevek je razvoj lastnosti kompozitov na osnovi intermetalnih spojin Al-Fe, Al-Ti, Mg₂Si in Mg₂Sn, ki smo ga dosegli z načrtnim spreminjanjem njihove zgradbe ter sestave. Zgradbo kompozitov smo spreminjali tako, da smo enkrat kot matrico uporabili sintrane intermetalne spojine, ki smo jih ojačili s keramičnimi delci; drugič pa različne Al in Mg zlitine, ki smo jih ojačili z zmesjo delcev intermetalnih spojin ter TiC oz. TiB₂. V obeh primerih smo izhajali iz podobnih sestav, le da smo prvič stisnjene tablete sintrali, drugič pa jih infiltrirali z Al oz. Mg talino. Na ta način smo izdelali številne vzorce gosto sintranih kompozitov z intermetalno matrico (IMC), diskontinuirno ojačeno s keramičnimi delci (TiC, TiB₂) ter kompozitov s kovinsko matrico (MMC), diskontinuirno ojačeno z zmesjo delcev intermetalnih spojin in TiC oz. TiB₂. Tako zagotovljena makro in mikrostrukturalna raznolikost vzorcev nam je v nadaljevanju omogočila sistematično preučevanje vpliva spreminjanja zgradbe in sestave kompozitov na izbrane mehanske lastnosti (natezna trdnost, modlu elastičnosti, raztezek, mikrotrdota, prelomna žilavost) ter načrtovanje optimalnih kombinacij lastnosti (npr. natezne trdnosti in prelomne žilavosti) sestavljenih materialov. Med pomembnejše projektne dosežke prištevamo tudi uspešno sintezo prahov intermetalnih spojin Al-Fe (AlFe₃, AlFe, Al₃Fe), Al-Ti (AlTi₃, AlTi, Al₃Ti), MgSi in Mg₂Sn. Omenjene spojine smo uspešno sintetizirali iz elementov z največ 3-5% stranskih produktov (neželenih faz ali ne reagiranih reaktantov). Skupino t.i. "linijskih" spojin (kot so npr. Al₃Fe, Al₃Ti, Mg₂Si, Mg₂Sn) nam je uspelo pripraviti s celo manj kot 1% stranskih produktov (neželenih faz ali ne reagiranih reaktantov). Morfologijo delcev smo uspešno spreminjali z mletjem.

ANG

The most important results of the project certainly include the development of the procedures for sintering the composites made from a mixture of powders of the intermetallic alloys Al-Fe (AlFe₃, AlFe, Al₃Fe), Al-Ti (AlTi₃, AlTi, Al₃Ti), MgSi and Mg₂Sn, and the ceramic powders (TiC, TiB₂) under atmospheric pressure. So far the reference literature has only reported on the preparation of such composites by using the procedure of hot pressing, which is expensive with regard to industrial use and limited with respect to geometry and productivity. However, the successful sintering of Mg₂Si and Mg₂Sn under atmospheric pressure with the additives TiC and TiB₂ is a completely new development, making it possible to prepare composite materials with new property combinations (especially in the case of Mg₂Si) such as an increased tensile strength and resistance to fracture at room temperature or elevated temperatures.

Another important contribution is the development of the properties of the composites based on the intermetallic alloys Al-Fe, Al-Ti, Mg₂Si and Mg₂Sn that we achieved by a well-planned altering of their structure and composition. We first altered the structure of the composites by using sintered intermetallic alloys reinforced with ceramic particles as the matrix, and later by using different Al and Mg alloys reinforced with a mixture of intermetallic-alloy particles and with TiC or TiB₂. Both cases were based on a similar composition; however, in the first case we sintered pressed tablets and in the second case we infiltrated them with an Al or Mg melt. In this way we made numerous samples of densely sintered composites with an intermetallic matrix (IMC) discontinuously reinforced with ceramic particles (TiC, TiB₂), and the composites with a metal matrix (MMC) discontinuously reinforced with a mixture of intermetallic-alloy particles and with TiC or TiB₂. Such diversity of macro- and microstructures of the samples later allowed us to systematically study the effects of the altered structure and composition of the compounds on the chosen mechanical properties (tensile strength, elasticity modulus, elongation, micro-hardness, resistance to fracture) and to plan optimum property combinations (e.g., tensile strength and resistance to fracture) of the composite materials.

Another of the important project results was the successful synthesis of powders of the intermetallic alloys Al-Fe (AlFe₃, AlFe, Al₃Fe), Al-Ti (AlTi₃, AlTi, Al₃Ti), MgSi and Mg₂Sn. We successfully synthesised these alloys by using the elements with 3-5% of side products at the most (unwanted phases or unreacted reactants). We managed to prepare a group of so-called line compounds (such as Al₃Fe, Al₃Ti, Mg₂Si, Mg₂Sn) with even less than 1% of side products (unwanted phases or unreacted reactants). We successfully altered the morphology of the particles by milling.

9.2. Pomen za razvoj Slovenije¹⁰

SLO

Železovi aluminidi (AlFe, Al₃Fe, AlFe₃), titanovi aluminidi (TiAl, Ti₃Al, TiAl₃) in izbrane intermetalne spojine magnezija (Mg₂Si in Mg₂Sn) ojačani s keramičnimi delci sodijo v zelo perspektivno skupino sodobnih inženirskih materialov primernih za najrazličnejše aplikacije. Komericalna uporabnost teh kompozitnih materialov, kjer tvorijo intermetalne spojine matrico ojačeno s keramičnimi delci ali nastopajo kot diskontinuirna ojačitev v kovinski matrici na osnovi Al in Mg zlitin, je odvisna predvsem od razvoja praktične in zadosti konkurenčne metode njihove priprave in načrtnega doseganja izbranih lastnosti in kombinacij lastnosti, ki jih drugi materiali ne zagotavljajo pod konkurenčnimi pogoji. Zato ocenjujemo, da projektni rezultati prispevajo k praktični uporabi multifunkcionalnih kompozitov na osnovi intermetalnih spojin v industriji, predvsem skozi uspešen razvoj ustreznih postopkov izdelave končnih produktov (sintranje in infiltracija pri atmosferskem tlaku), ki v enem koraku poskrbijo za doseganje načrtovanih lastnosti in zelene geometrije izdelka. Osvojena znanja so na razpolago za krepitev konkurenčnost slovenskih podjetij s področja proizvodnje in predelave lahkih kovinskih in kompozitnih materialov: pri razvoju novih, visoko konkurenčnih Mg in Al zlitin, predvsem za nadomeščanje najdražjih vrst legirnih elementov (redke zemlje) z intermetalnimi fazami kot so Mg₂Si in Mg₂Sn in pri razvoju zlitin s posebnimi lastnostmi za najzahtevnejše tržne niše (strojgradnja, letalstvo, vojaška industrija); pri razvoju novih vrst lahkih kompozitov z intermetalno matrico; pri razvoju novih lahkih materialov (Mg₂Si, delno tudi Mg₂Sn); pri razvoju novih aplikacij za odpadni aluminij nižjega kakovostnega razreda, onesažen z visoko vsebnostjo železa (za pripravo Al-Fe spojin); razvoju novih znanj, predvsem s področja razvoja mikrostrukture sestavljenih materialov ter vpliva zgradbe in sestave kompozitov na njihove mehanske lastnosti. Nadaljnja uporabnost je pri razvoju gnetnih magnezijevih in aluminijevih zlitin odpornih proti lezenju pri povišanih temperaturah. Kompoziti na osnovi intermetalnih magnezijevih zlitin ojačenih s keramičnimi delci bi lahko bili tudi zelo zanimiv material za transportno industrijo, zlasti zato, ker so raziskave potrdile, da je končne izdelke na osnovi teh materialov možno izdelati v eni sami proizvodni operaciji (reakcijsko sintranje oz. reakcijska infiltracija)..

ANG

Iron aluminides (AlFe, Al₃Fe, AlFe₃), titanium aluminides (TiAl, Ti₃Al, TiAl₃) and the selected intermetallic magnesium alloys (Mg₂Si in Mg₂Sn) reinforced with ceramic particles are considered to be very promising modern engineering materials suitable for various applications. The commercial applicability of these composite materials, where intermetallic alloys form a matrix reinforced with ceramic particles, or form a discontinuous reinforcement of the metal matrix based on Al or Mg alloys, depends mainly on the development of a method that should be practical and competitive enough to allow us to prepare the concerned materials and plan the formation of the selected properties and property combinations that other materials cannot exhibit under competitive conditions.

For this reason we believe that the project results contribute towards a practical use of multi-functional composites based on intermetallic alloys in the industry, mainly through a successful development of the appropriate procedures for producing end products (sintering and infiltration under atmospheric pressure) allowing both the expected properties and the desired geometry of a product.

The acquired knowledge is available to the Slovenian companies that wish to increase their competitiveness in the area of producing and processing light metallic materials and composite materials – more precisely for the following purposes: developing new, highly competitive Mg and Al alloys mainly to replace the most expensive types of alloying elements (rare earths) with intermetallic phases such as Mg₂Si and Mg₂Sn, and developing alloys with specific properties for the most demanding market niches (machine manufacturing, aviation, military industry); developing new types of light composites with an intermetallic matrix; developing new light materials (Mg₂Si and partly Mg₂Sn); developing new applications for low-quality waste aluminium contaminated with a high-level iron content (for the preparation of Al-Fe alloys); developing new skills, mainly with respect to the microstructure of composite materials and the influence of the composites' composition and structure on their mechanical properties. Our project achievements can find further use in the development of easily mouldable Mg and Al alloys resistant to deformation at increased temperature. The composites based on intermetallic Mg alloys reinforced with ceramic particles can also be interesting for the transport industry, especially as the research has proved that the end products based on these materials can be produced in a single production operation (reactive sintering or reactive infiltration).

10. Samo za aplikativne projekte!

Označite, katerega od navedenih ciljev ste si zastavili pri aplikativnem projektu, katere konkretne rezultate ste dosegli in v kakšni meri so doseženi rezultati uporabljeni

Cilj	
F.01	Pridobitev novih praktičnih znanj, informacij in veščin
Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
Rezultat	Dosežen
Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih
F.02	Pridobitev novih znanstvenih spoznanj
Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
Rezultat	Dosežen
Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih
F.03	Večja usposobljenost raziskovalno-razvojnega osebja
Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
Rezultat	Dosežen
Uporaba rezultatov	Delno
F.04	Dvig tehnološke ravni
Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
Rezultat	Dosežen bo v naslednjih 3 letih

	Uporaba rezultatov	Delno
F.05	Sposobnost za začetek novega tehnološkega razvoja	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen bo v naslednjih 3 letih
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih
F.06	Razvoj novega izdelka	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen bo v naslednjih 3 letih
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih
F.07	Izboljšanje obstoječega izdelka	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Delno
F.08	Razvoj in izdelava prototipa	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen bo v naslednjih 3 letih
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih
F.09	Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen bo v naslednjih 3 letih
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih
F.10	Izboljšanje obstoječega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.11	Razvoj nove storitve	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen bo v naslednjih 3 letih
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih
F.12	Izboljšanje obstoječe storitve	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen bo v naslednjih 3 letih
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih
F.13	Razvoj novih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Delno
F.14	Izboljšanje obstoječih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov	

	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.15	Razvoj novega informacijskega sistema/podatkovnih baz	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.16	Izboljšanje obstoječega informacijskega sistema/podatkovnih baz	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.17	Prenos obstoječih tehnologij, znanj, metod in postopkov v prakso	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.18	Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi, konference)	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.19	Znanje, ki vodi k ustanovitvi novega podjetja ("spin off")	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen bo v naslednjih 3 letih <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	V celoti <input type="text"/>
F.20	Ustanovitev novega podjetja ("spin off")	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen bo v naslednjih 3 letih <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	Delno <input type="text"/>
F.21	Razvoj novih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.22	Izboljšanje obstoječih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.23	Razvoj novih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>

	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.24	Izboljšanje obstoječih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.25	Razvoj novih organizacijskih in upravljavskih rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.26	Izboljšanje obstoječih organizacijskih in upravljavskih rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.27	Prispevek k ohranjanju/varovanje naravne in kulturne dediščine	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.28	Priprava/organizacija razstave	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.29	Prispevek k razvoju nacionalne kulturne identitete	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.30	Strokovna ocena stanja	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.31	Razvoj standardov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.32	Mednarodni patent	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.33	Patent v Sloveniji	

	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.34	Svetovalna dejavnost	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.35	Drugo	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>

Komentar

Pridobitev novih praktičnih znanj, informacij in veščin s področja priprave in karakterizacije kompozitnih materialov z matrico na osnovi intermetalnih spojin aluminija, magnezija in titana, ki je bila zastavljena kot cilj je v celoti dosežena. Enako velja za pridobitev novih znanstvenih spoznanj, ki so objavljena v mednarodnih revijah-rezultati 3. leta projekta (priprava in karakterizacija kompozitov na osnovi Mg₂Sn) pa bodo objavljeni v l. 2010-2011 (en članek je že sprejet v objavo, ostali so v postopku recenzije).

Uspešna realizacija projekta je zagotovila sposobnost za začetek novega tehnološkega razvoja na področju vlečenih in stiskanih polizdelkov za posebne namene. Razvoj teh novih izdelkov ter razvoj in izdelava prototipov bodo zaključeni predvidoma v naslednjih treh letih.

Pri razvoju novih znanj s področja projektne naloge smo že od začetka načrtovali vključitev teh dosežkov in znanj v dejavnost novega podjetja ("spin off"). Impol je v ta namen že l. 2006 ustanovil novo podjetje Impol R in R d.o.o. ter sodeloval kot soustanovitelj podjetja Alureg-PIN d.o.o. - podjetniškega inkubatorja za lahke kovinske in kompozitne materiale. Projekt je v tem smislu prispeval prestižna nova znanja, ki vodijo k ustanovitvi novega podjetja specializiranega za proizvodnjo lahkih kompozitnih materialov. Vodja raziskovalnega projekta (dr. Varužan Kevorkijan) je aktualni direktor Impol R in R in Alureg-PIN (funkcijo opravlja zaenkrat nepoklicno-zaradi statusa zasebnega raziskovalca).

11. Samo za aplikativne projekte!**Označite potencialne vplive oziroma učinke vaših rezultatov na navedena področja**

	Vpliv	Ni vpliva	Majhen vpliv	Srednji vpliv	Velik vpliv	
G.01	Razvoj visoko-šolskega izobraževanja					
G.01.01.	Razvoj dodiplomskega izobraževanja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.01.02.	Razvoj podiplomskega izobraževanja	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.01.03.	Drugo: <input type="text"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02	Gospodarski razvoj					
G.02.01	Razširitev ponudbe novih izdelkov/storitev na trgu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.02.02.	Širitev obstoječih trgov	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.03.	Znižanje stroškov proizvodnje	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.04.	Zmanjšanje porabe materialov in energije	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.05.	Razširitev področja dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	

G.02.06.	Večja konkurenčna sposobnost		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.02.07.	Večji delež izvoza		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.08.	Povečanje dobička		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.09.	Nova delovna mesta		<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.10.	Dvig izobrazbene strukture zaposlenih		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.11.	Nov investicijski zagon		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.12.	Drugo:		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03	Tehnološki razvoj						
G.03.01.	Tehnološka razširitev/posodobitev dejavnosti		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.02.	Tehnološko prestrukturiranje dejavnosti		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.03.	Uvajanje novih tehnologij		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.04.	Drugo:		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04	Družbeni razvoj						
G.04.01	Dvig kvalitete življenja		<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.02.	Izboljšanje vodenja in upravljanja		<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.03.	Izboljšanje delovanja administracije in javne uprave		<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.04.	Razvoj socialnih dejavnosti		<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.05.	Razvoj civilne družbe		<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.06.	Drugo:		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.05.	Ohranjanje in razvoj nacionalne naravne in kulturne dediščine in identitete		<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.06.	Varovanje okolja in trajnostni razvoj		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07	Razvoj družbene infrastrukture						
G.07.01.	Informacijsko-komunikacijska infrastruktura		<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.02.	Prometna infrastruktura		<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.03.	Energetska infrastruktura		<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.04.	Drugo:		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.08.	Varovanje zdravja in razvoj zdravstvenega varstva		<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.09.	Drugo:		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

Komentar

Rezultati projekta imajo velik potencialni vpliv na področje gospodarskega razvoja: na razširitev Impolove ponudbe novih izdelkov/storitev na trgu in širitev obstoječih trgov, področja dejavnosti, konkurenčne sposobnosti, deleža izvoza in povečanje dobička. Veliko vplivajo tudi na tehnološki razvoj: tehnološko razširitev/posodobitev Impol-ove dejavnosti in uvajanje novih tehnologij. Ne vplivajo pa v veliki meri na razvoj visokošolskega izobraževanja, čeprav, po uspešno zaključenem projektu, v novonastalih podjetjih Impol R in R in Alureg-PIN že načrtujemo angažiranje mladih raziskovalcev prav za področje kompozitov. Vpliv rezultatov na ostalih področjih je majhen.

12. Pomen raziskovanja za sofinancerje, navedene v 2. točki¹¹

1.	Sofinancer		IMPOL, industrija metalnih polizdelkov d.o. o.	
	Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja projekta je znašala:		52.410,00	EUR
	Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:		25,00	%
	Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja			Šifra
		1.	Reakcijsko sintranje kompozitov TiAl-TiC in Ti3Al-TiC pri atmosferskem tlaku, Materiali in tehnologije 43(2009) 5, 239-244.	A.01
		2.	Priprava in preizkušanje prototipnih kompozitov Mg2Si-Mg-TiC/TiB2 in Mg2Si-TiC/TiB2, Materiali in tehnologije 43(2009) 6, 309-313	A.01
		3.	Sinteza in karakterizacija intermetalnih spojin in kompozitov na osnovi TiAl, Ti3Al in TiAl3 izdelnih s postopkom sintranja in infiltracije pri atmosferskem tlaku, Aluminium, 2009, vol. 85, 4, 82-86.	F.01
		4.	Sinteza in karakterizacija spojine Mg2Si in različnih kompozitov na osnovi Mg2Si izdelanih s postopkom sintranja in infiltracije pri atmosferskem tlaku, Aluminium 2009, vol. 85, 12, 53-58.	F.01
		5.	Sinteza in karakterizacija kompozitov na osnovi Mg2Sn V: Jenko Monika (ur.). 17. konferenca o materialih in tehnologijah, 16-18. november 2009, Portorož. Program in knjiga povzetkov, 2009, 66.	F.01
		Komentar		
	Mnenje Impol d.d.-sofinancerja projekta L2-9308 je v celoti pozitivno. Ocenjujemo, da so bili doseženi vsi pogodbeno določeni cilji, pri čemer so nekateri cilji bili celo preseženi. Sprememba programa raziskovalnega projekta ni bilo. Pridobljena nova znanja so dokazljivo objavljiva v mednarodnih revijah, kar potrjujejo letošnje objave rezultatov izvajanja projektnih aktivnosti. Sofinancer je sicer, kot zasebno podjetje, veliko bolj zainteresiran za aplikacijo kot za objave. Rezultate 3. leta izvajanja projekta smo že poslali v objavo in bodo objavljena predvidoma v l. 2010.			
	Ocena			
	Rezultati projekta imajo velik potencialen pomen za sofinancersko organizacijo. Impol se vse bolj usmerja v dodelavo polizdelkov s katero želi pridobiti nove kupce in, skupaj s povečanim tržnim deležem v transportnem segmentu - zlasti letalski industriji, zagotoviti svojim izdelkom višjo dodano vrednost. Kompozitni materiali, ki smo jih razvili in preučevali v tem projektu, so potencialno zelo zanimivi za tovrstne aplikacije. Zato bo Impol v nadaljevanju, skupaj s sodelavci na projektu, preučil možnost uporabe multifunkcionalnih kompozitov na osnovi intermetalnih spojin Al-Mg-Ti v tovrstnih novih proizvodnih programih namenjenih predvsem tržnim nišam in specializiranim kupcem s posebnimi zahtevami, kjer bi Impol rad vse bolj nastopal kot razvojni dobavitelj izdelkov z višjo dodano vrednostjo.			
2.	Sofinancer			
	Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja projekta je znašala:			EUR
	Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:			%
	Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja			Šifra
		1.		
		2.		
		3.		

	4.		
	5.		
	Komentar		
	Ocena		
3.	Sofinancer		
	Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja projekta je znašala:		EUR
	Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:		%
	Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja		Šifra
	1.		
	2.		
	3.		
	4.		
	5.		
	Komentar		
	Ocena		

C. IZJAVE

Podpisani izjavljam/o, da:

- so vsi podatki, ki jih navajamo v poročilu, resnični in točni
- se strinjamo z obdelavo podatkov v skladu z zakonodajo o varstvu osebnih podatkov za potrebe ocenjevanja, za objavo 6., 7. in 8. točke na spletni strani <http://sicris.izum.si/> ter obdelavo teh podatkov za evidence ARRS
- so vsi podatki v obrazcu v elektronski obliki identični podatkom v obrazcu v pisni obliki
- so z vsebino zaključnega poročila seznanjeni in se strinjajo vsi soizvajalci projekta

Podpisi:

Varužan Kevorkijan	in	
podpis vodje raziskovalnega projekta		zastopnik oz. pooblaščen oseba RO

Kraj in datum:

Maribor

6.4.2010

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2010-1/23

¹ Samo za aplikativne projekte. [Nazaj](#)

² Napišite kratko vsebinsko poročilo, kjer boste predstavili raziskovalno hipotezo in opis raziskovanja. Navedite ključne ugotovitve, znanstvena spoznanja ter rezultate in učinke raziskovalnega projekta. Največ 18.000 znakov vključno s presledki (približno tri strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

³ Realizacija raziskovalne hipoteze. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikosti pisave 11).

[Nazaj](#)

⁴ Samo v primeru bistvenih odstopanj in sprememb od predvidenega programa raziskovalnega projekta, kot je bil zapisan v predlogu raziskovalnega projekta. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

⁵ Navedite največ pet najpomembnejših znanstvenih rezultatov projektne skupine, ki so nastali v času trajanja projekta v okviru raziskovalnega projekta, ki je predmet poročanja. Za vsak rezultat navedite naslov v slovenskem in angleškem jeziku (največ 150 znakov vključno s presledki), rezultat opišite (največ 600 znakov vključno s presledki) v slovenskem in angleškem jeziku, navedite, kje je objavljen (največ 500 znakov vključno s presledki), izberite ustrezno šifro tipa objave po Tipologiji dokumentov/del za vodenje bibliografij v sistemu COBISS ter napišite ustrezno COBISS.SI-ID številko bibliografske enote.

Navedeni rezultati bodo objavljeni na spletni strani <http://sicris.izum.si/>.

PRIMER (v slovenskem jeziku):

Naslov: Regulacija delovanja beta-2 integrinskih receptorjev s katepsinom X;

Opis: Cisteinske proteaze imajo pomembno vlogo pri nastanku in napredovanju raka. Zadnje študije kažejo njihovo povezanost s procesi celičnega signaliziranja in imunskega odziva. V tem znanstvenem članku smo prvi dokazali... (največ 600 znakov vključno s presledki)

Objavljeno v: OBERMAJER, N., PREMZL, A., ZAVAŠNIK-BERGANT, T., TURK, B., KOS, J.. Carboxypeptidase cathepsin X mediates $\beta 2$ - integrin dependent adhesion of differentiated U-937 cells. Exp. Cell Res., 2006, 312, 2515-2527, JCR IF (2005): 4.148

Tipologija: 1.01 - Izvirni znanstveni članek

COBISS.SI-ID: 1920113 [Nazaj](#)

⁶ Navedite največ pet najpomembnejših družbeno-ekonomsko relevantnih rezultatov projektne skupine, ki so nastali v času trajanja projekta v okviru raziskovalnega projekta, ki je predmet poročanja. Za vsak rezultat navedite naslov (največ 150 znakov vključno s presledki), rezultat opišite (največ 600 znakov vključno s presledki), izberite ustrezen rezultat, ki je v Šifrantu raziskovalnih rezultatov in učinkov (Glej: <http://www.arrs.gov.si/sl/gradivo/sifranti/sif-razisk-rezult.asp>), navedite, kje je rezultat objavljen (največ 500 znakov vključno s presledki), izberite ustrezno šifro tipa objave po Tipologiji dokumentov/del za vodenje bibliografij v sistemu COBISS ter napišite ustrezno COBISS.SI-ID številko bibliografske enote.

Navedeni rezultati bodo objavljeni na spletni strani <http://sicris.izum.si/>. [Nazaj](#)

⁷ Navedite rezultate raziskovalnega projekta v primeru, da katerega od rezultatov ni mogoče navesti v točkah 6 in 7 (npr. ker se ga v sistemu COBISS ne vodi). Največ 2.000 znakov vključno s presledki. [Nazaj](#)

⁸ Pomen raziskovalnih rezultatov za razvoj znanosti in za razvoj Slovenije bo objavljen na spletni strani: <http://sicris.izum.si/> za posamezen projekt, ki je predmet poročanja. [Nazaj](#)

⁹ Največ 4.000 znakov vključno s presledki [Nazaj](#)

¹⁰ Največ 4.000 znakov vključno s presledki [Nazaj](#)

¹¹ Rubrike izpolnite/prepišite skladno z obrazcem "Izjava sofinancerja" (<http://www.arrs.gov.si/sl/progproj/rproj/gradivo/>), ki ga mora izpolniti sofinancer. Podpisan obrazec "Izjava sofinancerja" pridobi in hrani nosilna raziskovalna organizacija – izvajalka projekta. [Nazaj](#)

Obrazec: ARRS-RPROJ-ZP/2010 v1.00

56-D6-A6-03-9F-94-72-B1-1A-3A-E5-72-ED-C5-DD-D9-EF-9F-18-8B