

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2015/198



## ZAKLJUČNO POROČILO RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

## A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

## 1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

<b>Šifra projekta</b>	J2-4229
<b>Naslov projekta</b>	Raziskave dentalne keramike
<b>Vodja projekta</b>	3477 Tomaž Kosmač
<b>Tip projekta</b>	J Temeljni projekt
<b>Obseg raziskovalnih ur</b>	8428
<b>Cenovni razred</b>	B
<b>Trajanje projekta</b>	07.2011 - 06.2014
<b>Nosilna raziskovalna organizacija</b>	106 Institut "Jožef Stefan"
<b>Raziskovalne organizacije - soizvajalke</b>	381 Univerza v Ljubljani, Medicinska fakulteta
<b>Raziskovalno področje po šifrantu ARRS</b>	2 TEHNIKA 2.04 Materiali 2.04.01 Anorganski nekovinski materiali
<b>Družbeno-ekonomski cilj</b>	13.02 Tehnološke vede - RiR financiran iz drugih virov (ne iz SUF)
<b>Raziskovalno področje po šifrantu FOS</b>	2 Tehniške in tehnološke vede 2.05 Materiali

## B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

2. Povzetek raziskovalnega projekta<sup>1</sup>

SLO

Raziskovalni projekt obravnava nekatere od perečih problemov, ki spremljajo izdelavo polno-keramičnih zobnoprostetičnih konstrukcij s tetragonalno cirkonijevo oksidno keramiko kot ogrodnim materialom, njihovo cementiranje in obnašanje v kliničnih pogojih. Študirali smo

relacije med fazno sestavo, mikrostrukturo in mehanskimi lastnostmi tetragonalne zirkonijeve oksidne keramike ter mehanizmov, ki vodijo k njenemu propadanju med termičnim in mehanskim cikličnim obremenjevanjem v agresivnem okolju ustne votline. Del projekta je tudi študij fizikalnih pojavov in kemijskih reakcij, ki so pomembne za razumevanje adhezije z zobnimi cementi, porcelanskimi prevlekami in ortodontskimi nosilci, del raziskav pa je usmerjen v iskanje možnosti uporabe novih in/ali cenejših keramičnih materialov in tehnologij z zeleno/zahtevano kombinacijo lastnosti za uporabo v stomatologiji. Tako smo na primer razvijali keramiko z visoko trdnostjo in občutno nižjim elastičnim modulom, kot ga ima sedanja Y-TZP keramika. Zmanjšanje razlike v modulu med protetičnim materialom in dentinom naj bi zmanjšalo elastične napetosti na stiku ogrodja zobnega nadomestka s preparacijo zoba, s tem pa tudi verjetnost odpovedi marginalne zapore ter nastanek sekundarnega kariesa in/ali parodontalne bolezni.

ANG

This project addresses some of emerging problems related to fabrication of tetragonal zirconia (Y-TZP) based all-ceramic fixed partial dentures (FPDs), their cementation as well as the performance of these FPDs under clinical conditions. The relationship between the composition, microstructure and the mechanical properties of Y-TZP ceramics were studied, as well as the mechanisms and the kinetics of the reactions leading to a material's degradation under thermal and mechanical cyclic loading in a chemically aggressive environment of the oral cavity. Also considered in the project are chemical reactions and physical phenomena contributing to adhesion of commonly used dental cements to the core material of all-ceramic FPDs, as well as those relevant to bonding between the ceramic core and the veneering porcelain. Yet another part of the project is aimed at developing new and/or substitute materials as well as developing novel dental ceramic technologies, such as, for example, moderately porous Y-TZP ceramics exhibiting substantially reduced elastic modulus similar to that of the dentin, and a sufficiently high strength for dental applications. Diminished elastic mismatch is expected to reduce the magnitude of the stresses developed at the margin of the tooth and the restoration and therefore the likelihood of marginal seal failure and the onset of secondary caries. The research work is divided into the following four distinctive, but still interlacing thematic areas:

1. Fatigue behavior of "ageing resistant" fine-grained Y-TZP ceramic
2. In-vivo ageing of fine- and coarse-grained Y-TZP ceramic
3. Surface functionalization and adhesion
4. Development of nanostructured, moderately porous Y-TZP ceramic

### 3. Poročilo o realizaciji predloženega programa dela na raziskovalnem projektu<sup>2</sup>

Raziskave dentalne keramike YTZP, v katere so bili vključeni raziskovalci Odseka za Inženirsko keramiko IJS in stomatologi z MF, Univerze v Ljubljani, so potekale v več smereh. Ugotavljali smo pogoje, pri katerih pride do fazne nestabilnosti konvencionalno sintrane dentalne keramike YTZP v simuliranih kliničnih pogojih. Uporabili smo dva komercialna granulata z enako kemijsko sestavo, a z različno povprečno velikostjo primarnih kristalitov in spec. površino. S spreminjanjem temperature sintranja smo izdelali serije vzorcev, ki so se razlikovali v velikosti zrn, mehanskih lastnostih in

transformabilnosti. Sintrane vzorce v obliki ploščic smo pospešeno starali v raztopini umetne slin pri 134 °C. Spremljali smo napredovanje fazne spremembe  $ZrO_2$  iz tetragonalne v monoklinsko singonijo s časom staranja. Ugotavljali smo vpliv posameznih materialnih in procesnih spremenljivk na hitrost transformacije v simuliranih kliničnih pogojih ter določali učinke mehanske obdelave površin in pospešenega staranja na stopnjo preživetja med mehanskim utrujanjem. V okviru začetnega podiplomskega usposabljanja mlade raziskovalke z MF smo na modelnem sistemu študirali vpliv kinetične energije, oz. gibalne količine vpadnih delcev na vrsto poškodbe površine pri peskanju dveh tipov dentalne keramike, ki sta se razlikovala v velikosti zrn. Ugotavljali smo, pri katerih pogojih so se na površini keramike začele pojavljati razpoke ter pojasnili, zakaj se grobozrnava in fino zrnava keramika različno odzivata na peskanje. Da bi lahko ocenili predvideno življenjsko dobo zobnoprostetičnih ogrodij iz keramike YTZP v kliničnih pogojih, smo si v sodelovanju s stomatologi z Medicinske Fakultete v Ljubljani zamislili *in vivo* poskuse staranja ogrodne keramike YTZP. V ta namen smo v lingualni del snemne proteze smo vgradili dva para sintranih keramičnih ploščic, ki jim v rednih šestmesečnih intervalih določamo relativni delež transformiranega monoklinskega  $ZrO_2$  na površini, rezultate pa primerjamo z *in vitro* testi pospešenega staranja v umetni slini. V tej raziskavi je v letu 2011 sodelovalo šest pacientov, rezultati po štiriindvajsetih mesecih pa kažejo, da se kinetika staranja dentalne keramike YTZP v ustni votlini bistveno razlikuje od kinetike pospešenega staranja pri izotermnih pogojih.

Del raziskav smo namenili študiju vpliva nanostrukturne aluminatne prevleke na oprijem zobnih cementov na ogrodno keramiko na osnovi YTZP in CeTZP/ $Al_2O_3$ . Prevleke smo izdelali s precipitacijo aluminijevih hidroksidov, ki nastajajo pri reakciji hidrolize prahu aluminijevega nitrida v vodnem mediju. Po termični obdelavi so sintetizirane prevleke so enakomerno debele in homogene, imajo zelo visoko specifično površino in se trdno držijo podlage. Rezultati raziskav adhezije so pokazali, da aluminatni nanos izboljša trdnost spoja za več kot 100 %, poleg tega pa se trdnost ohrani tudi po termičnem cikliranju vzorcev, ki se v primeru vzorcev brez aluminatnega nanosa spontano odcementirajo.

V okviru usposabljanja mladega raziskovalca smo nadaljevali z raziskavami priprave bioaktivnih kalcijevih fosfatnih prevlek na keramiki iz Y-TZP, ki se zaradi estetskih in mehanskih lastnosti vse pogosteje uporablja v medicini kot material za zobne vsadke. Prevleke smo pripravili z uporabo biomimetične metode, ki vključuje namakanje substrata v raztopini s fiziološko temperaturo in s podobno sestavo, kakor jo ima človeška krvna plazma. Prednosti biomimetične metode so preprostost, nizka cena in dobra kontrola nad sestavo prevlek. Problem adhezije prevleke na substrat smo reševali s termično obdelavo in prišli do praktično uporabnih rezultatov.

V okviru usposabljanja drugega mladega raziskovalca smo se ukvarjali z razvojem porozne keramike na osnovi tetragonalnega YTZP, ki naj bi imela občutno nižji modul elastičnosti od gosto sintrane keramike, vendar še vedno dovolj veliko trdnost za uporabo v zobni protetiki. Priprava tako imenovanega »coreshell« nanokompozita temelji na agregaciji različno velikih delcev istega materiala v suspenziji, tako da so mikrometerski delci enakomerno obdani z delci nanometerskih dimenzij. Izvedli smo več MonteCarlo simulacij poteka aglomeracije med »core« YTZP delci in »shell« YTZP delci pri različnih pogojih in ugotovili, da na gostoto pokritosti mikrometerskih delcev z

nanometrskimi vpliva odstotek suhe snovi v suspenziji, pH in koncentracija elektrolita. Pričeli smo z raziskavami, ki bodo dale odgovor na vprašanje, kako bolje kontrolirati proces aglomeracije, ki bo omogočal pridobivanje kompozitov z načrtovano razporeditvijo različnih delcev, kar je do sedaj precej naključen proces

#### 4. Ocena stopnje realizacije programa dela na raziskovalnem projektu in zastavljenih raziskovalnih ciljev<sup>3</sup>

Na osnovi poročila o realizaciji projekta ocenjujem, da smo dosegli vse zastavljene cilje, saj smo:

- i) uspešno izpeljali raziskave utrujanja in pospešenega staranja monolitne YTZP keramike v simuliranih kliničnih pogojih
- ii) zasnovali in izpeljali raziskavo in-vivo staranja monolitne YTZP keramike v ustni votlini
- iii) nadaljevali z raziskavami funkcionalizacije površin YTZP in CeTZP/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> keramike za izboljšanje adhezije z zobnimi cementi
- iv) zaključili raziskave v okviru doktorskega dela na področju sinteze porozna YTZP keramike z nizkim modulom elastičnosti in visoko trdnostjo
- v) v okviru drugega doktorskega dela uspešno zaključili raziskave na področju priprave in karakterizacij bioaktivnih kalcijevih fosfatnih prevlek na keramiki iz Y-TZP, ki se zaradi estetskih in mehanskih lastnosti vse pogosteje uporablja v medicini kot material za zobne vsadke

#### 5. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega projekta oziroma sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave projektne skupine<sup>4</sup>

Spremembe programa raziskovalnega projekta niso bile potrebne.

#### 6. Najpomembnejši znanstveni rezultati projektne skupine<sup>5</sup>

Znanstveni dosežek		
1.	COBISS ID	29929945
		Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Vpliv nanostrukturiranega nanosa iz aluminijevega oksida na trdnost spoja med dentalnim cementom in površino keramike iz cirkonijevega oksida
	ANG	The effect of nano-structured alumina coating on the bond strength of resin-modified glass ionomer cements to zirconia ceramics
Opis	SLO	Namen raziskave je bil ugotoviti vpliv funkcionalizacije površine YTZP keramike z nanostrukturirano prevleko iz Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> na moč spoja z dentalnim cementom. Preverili smo trdnost spoja dveh različnih, najbolj uporabljenih dentalnih cementov in sicer FUJI + (GC Japonska) in RelyX Unicem (3M ESPE, ZDA) s prevlečeno in neprevlečeno površino keramike. SEM analize so pokazale, da uporaba prevleke iz aluminijevega oksida na YTZP keramiki ustvaril dobro površino za lepljenje. Spojne trdnosti so bile v primeru obeh cementov, ko smo uporabili prevleko značilno višje od trdnosti spoda brez prevleke.
		The purpose of this study was to evaluate the effect of Y-TZP ceramic surface functionalization with a nano-structured alumina coating on bond

			strength of the resin modified glass ionomer dental cement. A total of 160 disc-shaped specimens were produced and randomly divided into two groups of 80. Half of the discs in each group received an alumina coating which was fabricated by exploiting the hydrolysis of aluminum nitride (AlN) powder. The shear bond strengths of the resin-modified glass ionomer cement FUJI+ (GC Japan) and the composite resin luting agent RelyX Unicem (3M ESPE, USA) were then studied for the coated and uncoated surfaces. The SEM analyses revealed that the application of an alumina coating to the Y-TZP ceramics created a highly retentive surface for bonding. The bond strengths for the coated groups in both cements were significantly higher than the uncoated groups.
	Objavljeno v	Elsevier; ECerS XII; Journal of the European Ceramic Society; 2012; Str. 2641-2645; Impact Factor: 2.360; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 0.768; A'': 1; A': 1; WoS: PK; Avtorji / Authors: Jevnikar Peter, Golobič Matjaž, Kocjan Andraž, Kosmač Tomaž	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
2.	COBISS ID	25760807	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Staranje dentalne keramike na osnovi cirkonijevega oksida
		ANG	Ageing of dental zirconia ceramics
	Opis	SLO	V in vitro študiji smo spremljali t-m transformacijo 3YTZP keramike za uporabo v dentalni medicini, proizvedeno iz dveh vrst prahu iste nazivne kemične sestave, ki sta se razlikovali v specifični površini. Potrdili smo odvisnost staranja od temperature sintranja, medtem ko je bil vpliv izbire izhodnega prahu izrazit le pri nižjih temperaturah sintranja, pri višjih pa skoraj zanemarljiv.
		ANG	An in vitro study was designed to monitor the t-m transformation of biomedical grade 3YTZP ceramics produced from two ready to press granulated powders of the same nominal chemical composition, but differing in their specific surface area. The sintering temperature dependent transformability during ageing was confirmed, whereby the role of the starting powder characteristics was more pronounced at lower sintering temperatures and was almost negligible at higher sintering temperatures.
	Objavljeno v	Elsevier; ECerS XII; Journal of the European Ceramic Society; 2012; Vol. 32, no. 11; str. 2613-2622; Impact Factor: 2.360; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 0.768; A'': 1; A': 1; WoS: PK; Avtorji / Authors: Kosmač Tomaž, Kocjan Andraž	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
3.	COBISS ID	26453031	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Zgoščevanje in trdnost porozne YTZP keramike za uporabo v dentalne namene z bimodalno porazdelitvijo velikosti delcev.
		ANG	The densification and strength of porous Y-TZP materials with a bimodal particle size distribution for dental applications
	Opis	SLO	V raziskavi smo spremljali zgoščevanje vzorcev YTZP z bimodalno porazdelitvijo velikosti delcev ter podali razlago za izboljšane mehanske lastnosti delno sintranih vzorcev. In-situ analiza segrevanja v transmisijskem elektronskem mikroskopu je pokazala, da se do temperature 800 °C sintrajo samo nanodelci, pri temperaturi 900 °C pa se prične migracija delno sintranih nanodelcev v vratove med večjimi delci. Posledično se zmanjša gonilna sila sintranja, kar se odraža v počasnejšem zgoščevanju. Pri 1000 °C se pričnejo nanodelci združevati v mikronski delci, kar ima za posledico visok skok trdnosti zaradi povečane površine vratov med delci. Delno sintrani vzorci dosežejo visoke trdnosti (670 MPa) pri relativno nizki gostoti (70 % T.G.).

			In this study the densification behavior of bimodal YTZP powder compacts consisting of nano/submicron-sized particles was studied and an explanation for their improved flexural strength while biscuitsintered is provided. An in situ heating TEM analysis revealed that up to 800 degrees C only the nanoparticles sinter in a bimodal mixture without any densification. By increasing the temperature to 900 degrees C the densification of the nanoparticles begins and partially densified nanoparticle clusters migrate into the contact area between the core particles. Consequently, the driving force for the sintering of the powderblend compacts is reduced and this is reflected in a slower densification compared to that of the core material. At 1000 degrees C the sintered nanoparticle clusters begin to incorporate into the core material, resulting in a sharp increase in the strength due to the increased neck area. Biscuit-sintered powderblend compacts reached a plateau of strength at 670 MPa, which was reached at a relative density of 70%.
		ANG	
	Objavljeno v		Elsevier; ECerS XII; Journal of the European Ceramic Society; 2012; Vol. 32, no. 11; str. 2633-2639; Impact Factor: 2.360; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 0.768; A": 1; A': 1; WoS: PK; Avtorji / Authors: Perko Sebastjan, Dakskobler Aleš, Kosmač Tomaž
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
4.	COBISS ID	26983975	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Nova metoda sinteze beta-trikalcijskih fosfatnih nanosov na vsadke iz cirkonijeve oksidne keramike
		ANG	Novel method for the synthesis of a [beta]-tricalcium phosphate coating on a zirconia implant
	Opis	SLO	V članku je opisana nova hitra biomimetična metoda za nanos prevlek iz oktakalcijskega fosfata na površino keramike iz cirkonijevega oksida (YTZP). Takšne prevleke so bioaktivne in omogočajo priraščanje kostnega tkiva na površino kostnih implantov. Opisana metoda je hitra, enostavna in daje ponovljive rezultate, prevleke pa imajo po termični obdelavi tudi zelo dobre mehanske lastnosti in adhezijo.
		ANG	In this article, a new rapid biomimetic method for the deposition of octacalcium phosphate coatings on zirconia ceramics (YTZP) is described. Such coatings are bioactive and enable the growth of bone tissue on the surface of bone implants. The method described is fast, simple and very reproducible. After the thermal treatment the coatings exhibit good mechanical properties and excellent adhesion to the substrate.
	Objavljeno v		Elsevier; Journal of the European ceramic society; 2013; Vol. 33, 15/16; str. 3455-3465; Impact Factor: 2.307; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 0.892; A": 1; A': 1; WoS: PK; Avtorji / Authors: Štefanič Martin, Krnel Kristoffer, Kosmač Tomaž
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
5.	COBISS ID	31554521	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Stopnja preživetja površinsko obdelane dentalne keramike na osnovi ZrO2
		ANG	Survival-rate analysis of surface treated dental zirconia (Y-TZP) ceramics
	Opis	SLO	V raziskavi smo statistično obdelali vpliv mehanske obdelave površine, pospešenega staranja v hidrotermalnih pogojih z avtoklaviranjem in mehanskega cikliranja na trdnost dentalne keramike na osnovi ZrO2. Ugotovili smo večjo odvisnost trdnosti in zanesljivosti te keramike od mehanskih poškodb, kot od avtoklaviranja. Rezultate tolmačimo z različno subkritično rastjo defektov zaradi prisotnosti monoklinskega ZrO2. Raziskava ima praktičen pomen, saj predlagamo dokaj zanesljivo oceno

		vzdržljivosti dentalne Y-TZP keramike na osnovi statične trdnosti.
	ANG	The role of surface preparation, hydrothermal ageing exposure and subsequent cyclic fatigue testing on the biaxial strength of a dental Y-TZP material are investigated. The initial strength and survival rate of a dental Y-TZP ceramic material to fatigue testing was found to be highly dependent upon surface preparation more so than exposure to various hydrothermal exposure conditions. The results suggest that the monoclinic phase generated by either surface damage (especially sandblasting) and to a lesser extent hydrothermal exposure does appear to mitigate strength and fatigue degradation. The results are discussed in terms of the size of defects generated following various surface treatments and the role of cyclic fatigue induced crack growth. A critical ratio is established between the monotonic strength and fatigue stress survival. From the specimens that failed and exhibited reduced strength after cycling a plot of averaged crack growth rate versus max cyclic stress intensity factor was established which closely matched existing results for Y-TZP ceramics.
Objavljeno v		Chapman and Hall; Journal of materials science. Materials in medicine; 2014; Vol. 25, no. 10; str. 2255-2264; Impact Factor: 2.379; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 2.071; WoS: IG, QE; Avtorji / Authors: Oblak Čedomir, Verdenik Ivan, Swain Michael, Kosmač Tomaž
Tipologija	1.01	Izvirni znanstveni članek

## 7. Najpomembnejši družbeno-ekonomski rezultati projektne skupine<sup>6</sup>

	Družbeno-ekonomski dosežek		
1.	COBISS ID	26508071	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Peskanje keramike iz cirkonijevega oksida za dentalne namene
		ANG	Sandblasting of dental zirconia
	Opis	SLO	Zobne nadgradnje za osnovi cirkonijevega oksida so namenjene uporabi v agresivnem okolju ustne votline za realtivno dolgo časovno obdobje, navadno od 712 let. Z namenom zagotoviti visoko in trajno trdnost spoja med dentalnim cementom in kemijsko inertno površino kermaičnega ogrodja, je potrebno spojn površino očistiti in povečati njeno hrapavost, kar se navadno naredi s peskanje z 50–110µm delci pri zmernih tlakih. Ker je keramika iz tetragonalnega cirkonijevega oksida podvržena fazni ansformaciji pod vplivom napetosti, peskana površina ne bo samo poškodovana, ampak tudi pod mehansko napetostjo. Fazna transformacija kot posledica peskanja sicer ojača površino in pripomore ka manjši bčutljivosti na staranje, vendar pa poškodbe, ki nastanejo zaradi peskanja delujejo kot koncetratorji napetosti.
		ANG	Zirconia-based dental restorations are manufactured to serve in the aggressive environment of the oral cavity for a certain period of time, which normally spans 712 years. In order to obtain a high and durable bonding of dental cement to a chemically inert zirconia framework, the bonding surface should be cleaned and roughened, which is commonly achieved using sandblasting with 50–110µm airborne particles at a moderate pressure. Since tetragonal zirconia exhibits a stressinduced transformation, the abraded surface will be not only damaged but also constrained. The phase transformation contributes to the surface strengthening and enhanced ageing resistance, whereas impactinduced surface flaws act as the stress concentrators that may become strength determining. In this lecture, the sandblasting of dental zirconia ceramics will be elucidated from an engineering perspective, i.e., by considering

		the impact energy as a function of the process variables on the one hand, and the material's response on the other.
	Šifra	B.04 Vabljeno predavanje
	Objavljeno v	2012; Avtorji / Authors: Kosmač Tomaž
	Tipologija	3.16 Vabljeno predavanje na konferenci brez natisa
2.	COBISS ID	261783552 Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i> Zmerno porozna keramika iz cirkonijevega oksida za dentalne namene
		<i>ANG</i> Moderately porous zirconia ceramics for dental applications
	Opis	<i>SLO</i> Raziskava je bila namenjena razvoju delno porozne YTZP keramike z nizkim elastičnim modulom in visoko trdnostjo. Rezultati so doprinesli k boljšemu razumevanju sintranja mešanic nano/mikrodelcev z bimodalno porazdelitvijo velikosti. Potrdili smo tudi hipotezo hitrejše rasti vratov med sintranjem zaradi prisotnosti nanodelcev in razili novo keramiko za uporabo v dentalni medicini, ki ima ob visoki zlomni trdnosti bistveno nižji elastični modul.
		<i>ANG</i> The research was aimed at developing an alternative material, i. e. a moderately porous YTZP ceramic exhibiting a substantially reduced elastic modulus and, at the same time, a sufficiently high strength for dental applications. The results strengthened nowadays understanding of sintering of nano/microsized powders with bimodal particle size distribution, furthermore the working hypothesis of enhanced neck growth due to nanoparticle addition was confirmed and, a novel dental ceramic exhibiting low elastic modulus and practical flexural strength was developed.
	Šifra	D.09 Mentorstvo doktorandom
	Objavljeno v	[S. Perko]; 2012; XII, 73 str.; Avtorji / Authors: Perko Sebastjan
	Tipologija	2.08 Doktorska disertacija
3.	COBISS ID	25487655 Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i> "In-vivo" staranje dentalne keramike iz cirkonijevega oksida
		<i>ANG</i> "In-vivo" ageing of dental zirconia ceramics
	Opis	<i>SLO</i> V tem vabljenem predavanju smo prvi doslej poročali o rezultatih in-vivo študije staranja dentalne ZrO2 keramike v ustni votlini.
		<i>ANG</i> In this invited talk we were the first to report on the "In-vivo" ageing of dental zirconia ceramics in oral cavity.
	Šifra	B.04 Vabljeno predavanje
	Objavljeno v	The American Ceramic Society; Abstracts book; 2011; Str. 120; Avtorji / Authors: Kosmač Tomaž, Jevnikar Peter
	Tipologija	1.10 Objavljeni povzetek znanstvenega prispevka na konferenci (vabljeno predavanje)
4.	COBISS ID	268977408 Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i> Stomatološka protetika danes za jutri
		<i>ANG</i> Current trend in dental prosthodontics
	Opis	<i>SLO</i> V zborniku so objavljeni sodobni klinični in raziskovalni dosežki stomatološke protetike, ki so jih predstavili slovenski in vabljeni tuji predavatelji.
		<i>ANG</i> In this proceedings, contemporary clinical and scientific achievements are published that were presented by slovenian and invited foreign speakers.
	Šifra	C.02 Uredništvo nacionalne monografije



	Objavljeno v	Slovensko zdravniško društvo, Sekcija za stomatološko protetiko; 2013; 95 str.; Avtorji / Authors: Jevnikar Peter	
	Tipologija	2.30 Zbornik strokovnih ali nerecenziranih znanstvenih prispevkov na konferenci	
5.	COBISS ID	26663975	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Dentalna keramika na osnovi ZrO2
		ANG	Dental zirconia ceramics
	Opis	SLO	Predavanje, ki z inženirskega zornega kota obravnava cirkonijevo oksidno keramiko za dentalne namene, je bilo namenjeno doktorandom in učnemu osebju Oddelka za biomateriale in biomimetiko nsa Univerzi v Houstonu.
		ANG	In this presentation, dental zirconia ceramics were elucidated from an engineering perspective, by considering the interrelationship between the composition, microstructure and the mechanical properties of yttria partially stabilized tetragonal zirconia (YTZP) ceramics, as well as the mechanisms and the kinetics of the reactions leading to a material's degradation under thermal and mechanical cyclic loading in a chemically aggressive environment of the oral cavity.
	Šifra	B.05 Gostujoči profesor na inštitutu/univerzi	
	Objavljeno v	University of texas, Houston Center for Biomaterials and Biomimetics; 2013; Avtorji / Authors: Kosmač Tomaž	
	Tipologija	3.14 Predavanje na tuji univerzi	

## 8. Drugi pomembni rezultati projektne skupine<sup>2</sup>

- i) Ustanovitev spin-off firme InCert d.o.o. za tržnje postopka sinteze nanostrukturiranega aluminatnega nanosa za izboljšanje adhezije zobnoprostetičnega izdelka s cementi.
- ii) Ustanovitev spin-off firme Vallcer d.o.o. za proizvodnjo in trženje keramičnih zobnih koreninskih zatičev.
- iii) pregledni strokovni članek: OBLAK, Čedomir, JEVNIKAR, Peter, KOSMAČ, Tomaž. Lastnosti in uporaba cirkonijeve oksidne biokeramike v medicini = Properties and clinical application of zirconia bioceramics in medicine. Zdravniški vestnik, ISSN 1318-0347. [Tiskana izd.], dec. 2013, letn. 82, št. 12, str. 825-836, ilustr.
- iv) strokovni članek: Jevnikar P. Uporaba sidrnega elementa LOCATOR ; Zobozdravstveni Vestnik (2012; 62: 2731).

## 9. Pomen raziskovalnih rezultatov projektne skupine<sup>8</sup>

### 9.1. Pomen za razvoj znanosti<sup>9</sup>

SLO

Raziskava je pomembna in časovno dobro umeščena, saj se trg cirkonijevega oksida za uporabo zobozdravstvu vztrajno povečuje, tako da je vsak prispevek k boljšemu razumevanju lastnosti materiala in njegovega obnašanja v kliničnih pogojih z zanimanjem sprejet v domači in tuji znanstveni javnosti. Raziskava je poglobila obstoječe znanje o fizikalno-kemijskih principih, ki so pomembni tako pri izdelavi fiksnih zobno protetičnih izdelkov iz tetragonalne zirkonijeve oksidne keramike (Y-TZP), kot tudi pri njihovem cementiranju ter obnašanju v kliničnih pogojih. Dosedanji rezultati so spodbudili intenzivnejše raziskave ne samo v akademskih krogih, ampak tudi v industriji, vsled česar se izboljšuje zanesljivost in podaljšuje življenska doba stopnje polno keramičnega zobno protetičnih izdelkov.

ANG

This present research program is up-to-date as the zirconia market for dental application is growing ever greater and any contribution to a more fundamental understanding of the material and its behavior in-vivo is expected to be well received in the scientific community. We hope to further develop our knowledge of the principles regulating fabrication of tetragonal zirconia (Y-

TZP) based all-ceramic fixed partial dentures (FPDs), their cementation as well as the performance of these FPDs under clinical conditions. It is also expected that our results will foster similar research work at both the academic and industrial levels, which should ultimately extend the long-term survival rate of zirconia-based dental restorations. Clearly, this project has not only scientific but also clinical benefits. Thus, for example, the clinical aspects of the project will apply the above principles to enhance the adhesive bond strength of the luting agent without damaging the ceramic surface in a time- and cost-effective manner

## 9.2. Pomen za razvoj Slovenije<sup>10</sup>

SLO

Rezultati raziskav nedvomno izboljšujejo kvaliteto protetične in ortodontske oskrbe bolnikov v republiki Sloveniji. Delna brezobnost je poleg medicinskega tudi velik ekonomski problem, saj stroški rehabilitacije znatno bremenijo javno zdravstveno blagajno. Z raziskavami v okviru projekta smo prišli do aplikativnih rezultatov, ki smo jih lahko takoj prenesli v klinično prakso. Rutinska uporaba nanostrukturiranega nanosa bo podaljšala trajnostno dobo protetičnih izdelkov zaradi česar se bodo zmanjšale razmeroma dolge čakalne dobe za protetično rehabilitacijo, poleg tega se bodo tudi znižali stroški protetične oskrbe pacientov. Projekt prispeva tudi k izobraževanju mladih raziskovalcev, saj so trije člani projektne skupine tudi visokošolski učitelji, ki predavajo na Naravoslovnotehniški fakulteti in Medicinski fakulteti Univerze v Ljubljani ter na Mednarodni podiplomski šoli Jožefa Stefana. Poleg tega so sodelavci projektne skupine sodelovali pri sestavljanju predmetnika za prvostopenjski visokošolski študijski program Laboratorijska zobna protetika.

ANG

The results of the proposed research will undoubtedly improve the quality of prosthetic and orthodontic care for patients in the Republic of Slovenia. Partial edentulism is in addition to medical an enormous economic problem, since the cost of rehabilitation significantly charges the public health care budget. We believe that the results of the research work under the proposed project will be immediately transferred to clinical practice. Thus, the routine use of the nanostructured coatings will extend the lifetime of prosthetic products, which will reduce the relatively long waiting periods for prosthetic rehabilitation and in addition, will also lower the costs of prosthetic care.

The project also contributes to education of young researchers. Three researchers from the project team are university professors and are giving courses in ceramic engineering and bio-materials at the Faculty of natural sciences and engineeringat, University of Ljubljana and Jožef Stefan International postgraduate school.

## 10. Samo za aplikativne projekte in podoktorske projekte iz gospodarstva!

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

Cilj		
<b>F.01</b>	<b>Pridobitev novih praktičnih znanj, informacij in veščin</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.02</b>	<b>Pridobitev novih znanstvenih spoznanj</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.03</b>	<b>Večja usposobljenost raziskovalno-razvojnega osebja</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>

	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.04</b>	<b>Dvig tehnološke ravni</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.05</b>	<b>Sposobnost za začetek novega tehnološkega razvoja</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.06</b>	<b>Razvoj novega izdelka</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.07</b>	<b>Izboljšanje obstoječega izdelka</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.08</b>	<b>Razvoj in izdelava prototipa</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.09</b>	<b>Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.10</b>	<b>Izboljšanje obstoječega tehnološkega procesa oz. tehnologije</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.11</b>	<b>Razvoj nove storitve</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.12</b>	<b>Izboljšanje obstoječe storitve</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.13</b>	<b>Razvoj novih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov</b>	

	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.14</b>	<b>Izboljšanje obstoječih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.15</b>	<b>Razvoj novega informacijskega sistema/podatkovnih baz</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.16</b>	<b>Izboljšanje obstoječega informacijskega sistema/podatkovnih baz</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.17</b>	<b>Prenos obstoječih tehnologij, znanj, metod in postopkov v prakso</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.18</b>	<b>Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi, konference)</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.19</b>	<b>Znanje, ki vodi k ustanovitvi novega podjetja ("spin off")</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.20</b>	<b>Ustanovitev novega podjetja ("spin off")</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.21</b>	<b>Razvoj novih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.22</b>	<b>Izboljšanje obstoječih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE

	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.23</b>	<b>Razvoj novih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.24</b>	<b>Izboljšanje obstoječih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.25</b>	<b>Razvoj novih organizacijskih in upravljavskih rešitev</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.26</b>	<b>Izboljšanje obstoječih organizacijskih in upravljavskih rešitev</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.27</b>	<b>Prispevek k ohranjanju/varovanje naravne in kulturne dediščine</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.28</b>	<b>Priprava/organizacija razstave</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.29</b>	<b>Prispevek k razvoju nacionalne kulturne identitete</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.30</b>	<b>Strokovna ocena stanja</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.31</b>	<b>Razvoj standardov</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>

	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.32</b>	<b>Mednarodni patent</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.33</b>	<b>Patent v Sloveniji</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.34</b>	<b>Svetovalna dejavnost</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.35</b>	<b>Drugo</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>

**Komentar**


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

	Vpliv	Ni vpliva	Majhen vpliv	Srednji vpliv	Velik vpliv	
<b>G.01</b>	<b>Razvoj visokošolskega izobraževanja</b>					
G.01.01.	Razvoj dodiplomskega izobraževanja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.01.02.	Razvoj podiplomskega izobraževanja	<input type="radio"/>	<input 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"/>	
<b>G.02</b>	<b>Gospodarski razvoj</b>					
G.02.01	Razširitev ponudbe novih izdelkov/storitev na trgu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.02.	Širitev obstoječih trgov	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.03.	Znižanje stroškov proizvodnje	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.04.	Zmanjšanje porabe materialov in energije	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.05.	Razširitev področja dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.06.	Večja konkurenčna sposobnost	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.07.	Večji delež izvoza	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.08.	Povečanje dobička	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.09.	Nova delovna mesta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

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

**Komentar**

--

**12.Pomen raziskovanja za sofinancerje<sup>11</sup>**

	Sofinancer		
1.	Naziv		
	Naslov		
	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		

### 13. Izjemni dosežek v letu 2014<sup>12</sup>

#### 13.1. Izjemni znanstveni dosežek

Zaradi vrhunskih znanstvenih del, ki so pomembno vplivala na razvoj stroke in ji utrla nove smeri razvoja, se je projektna skupina trdno umestila v mednarodni strokovni prostor kot ena od najvidnejših neodvisnih ekspertnih skupin v svetovnem merilu. O tem pričata velika odmevnost objavljenih del in vrsta vabljenih predavanj na pomembnih mednarodnih strokovnih srečanjih, znanih univerzah in industriji. Velika komparativna prednost skupine pa je predvsem v dobrem poznavanju Y-TZP keramike in obvladanju keramičnih tehnologij, kar ji omogoča večjo fleksibilnost pri načrtovanju materialov in izdelavi vzorcev, večjo objektivnost pri interpretaciji rezultatov in polno avtonomijo pri objavah. Poznajo in upoštevajo jih tako vsi večji proizvajalci cirkonijeve oksidne keramike za dentalne namene, kot tudi strokovnjaki, ki sodelujejo pri pripravi priporočil za testiranje dentalne keramike.

#### 13.2. Izjemni družbeno-ekonomski dosežek

Uvedba nove klinične poti v slovensko stomatološko protetiko:  
Z razvojem sodobnih keramik visoke trdnosti in CAD/CAM tehnologij je YTZPkeramika postala material izbora tudi pri nekaterih snemnoprotetičnih oskrbah zlasti pa se je klinično uveljavila tehnika dvojnih prevlek, pri čemer primarno prevleko izdelamo iz YTZPkeramike, sekundarno pa v galvanski tehniki. V slovenski strokovni prostor smo uvedli klinične in laboratorijske postopke, ki temeljijo na računalniškem načrtovanju primarnih konusov. Zajem informacij, ki vključuje preparacijo sidrnih zob, odtiskovanje, izdelavo delovnega modela in skeniranje, sodi med uveljavljene CAD/CAM postopke. Pomembna prednost predlagane tehnike pred klasično konometrijo v paralelometru je računalniško načrtovanje primarnih konusov, kjer na virtualnem delovnem modelu določimo smer vstavitve konusne proteze, kakor tudi debelino keramičnih primarnih konusov.

## 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 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:

*zastopnik oz. pooblaščen oseba  
raziskovalne organizacije:*

in

*vodja raziskovalnega projekta:*

Institut "Jožef Stefan"

Tomaž Kosmač



---

**ŽIG**

Kraj in datum: 

Ljubljana	13.3.2015
-----------	-----------

**Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2015/198**

---

- <sup>1</sup> Napišite povzetek raziskovalnega projekta (največ 3.000 znakov v slovenskem in angleškem jeziku) [Nazaj](#)
- <sup>2</sup> Napišite kratko vsebinsko poročilo, kjer boste predstavili raziskovalno hipotezo in opis raziskovanja. Navedite ključne ugotovitve, znanstvena spoznanja, rezultate in učinke raziskovalnega projekta in njihovo uporabo ter sodelovanje s tujimi partnerji. Največ 12.000 znakov vključno s presledki (približno dve strani, velikost pisave 11). [Nazaj](#)
- <sup>3</sup> Realizacija raziskovalne hipoteze. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikost pisave 11) [Nazaj](#)
- <sup>4</sup> V primeru bistvenih odstopanj in sprememb od predvidenega programa raziskovalnega projekta, kot je bil zapisan v predlogu raziskovalnega projekta oziroma v primeru sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave projektne skupine v zadnjem letu izvajanja projekta, napišite obrazložitev. V primeru, da sprememb ni bilo, to navedite. Največ 6.000 znakov vključno s presledki (približno ena stran, velikost pisave 11). [Nazaj](#)
- <sup>5</sup> Navedite znanstvene dosežke, ki so nastali v okviru tega projekta. Raziskovalni dosežek iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) vpišete tako, da izpolnite COBISS kodo dosežka – sistem nato sam izpolni naslov objave, naziv, IF in srednjo vrednost revije, naziv FOS področja ter podatek, ali je dosežek uvrščen v A'' ali A'. [Nazaj](#)
- <sup>6</sup> Navedite družbeno-ekonomske dosežke, ki so nastali v okviru tega projekta. Družbeno-ekonomski rezultat iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) vpišete tako, da izpolnite COBISS kodo dosežka – sistem nato sam izpolni naslov objave, naziv, IF in srednjo vrednost revije, naziv FOS področja ter podatek, ali je dosežek uvrščen v A'' ali A'.
- Družbeno-ekonomski dosežek je po svoji strukturi drugačen kot znanstveni dosežek. Povzetek znanstvenega dosežka je praviloma povzetek bibliografske enote (članka, knjige), v kateri je dosežek objavljen.
- Povzetek družbeno-ekonomskega dosežka praviloma ni povzetek bibliografske enote, ki ta dosežek dokumentira, ker je dosežek sklop več rezultatov raziskovanja, ki je lahko dokumentiran v različnih bibliografskih enotah. COBISS ID zato ni enoznačen, izjemoma pa ga lahko tudi ni (npr. prehod mlajših sodelavcev v gospodarstvo na pomembnih raziskovalnih nalogah, ali ustanovitev podjetja kot rezultat projekta ... - v obeh primerih ni COBISS ID). [Nazaj](#)
- <sup>7</sup> Navedite rezultate raziskovalnega projekta iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) v primeru, da katerega od rezultatov ni mogoče navesti v točkah 6 in 7 (npr. ni voden v sistemu COBISS). Največ 2.000 znakov, vključno s presledki. [Nazaj](#)
- <sup>8</sup> 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](#)
- <sup>9</sup> Največ 4.000 znakov, vključno s presledki [Nazaj](#)
- <sup>10</sup> Največ 4.000 znakov, vključno s presledki [Nazaj](#)
- <sup>11</sup> Rubrike izpolnite / prepisite 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](#)
- <sup>12</sup> Navedite en izjemni znanstveni dosežek in/ali en izjemni družbeno-ekonomski dosežek raziskovalnega projekta v letu 2014 (največ 1000 znakov, vključno s presledki). Za dosežek pripravite diapozitiv, ki vsebuje sliko ali drugo slikovno gradivo v zvezi z izjemnim dosežkom (velikost pisave najmanj 16, približno pol strani) in opis izjemnega dosežka (velikost pisave 12, približno pol strani). Diapozitiv/-a priložite kot priponko/-i k temu poročilu. Vzorec diapozitiva je objavljen na spletni strani ARRS <http://www.arrs.gov.si/sl/gradivo/>, predstavitev dosežkov za pretekla leta pa so objavljena na spletni strani <http://www.arrs.gov.si/sl/analize/dosez/>. [Nazaj](#)

Obrazec: ARRS-RPROJ-ZP/2015 v1.00a  
4E-27-CF-C5-84-9C-CA-09-E3-12-DE-A1-2F-BF-B8-B6-64-ED-21-1A

## **Priloga 1**

Tehniške vede

2.04.01 Anorganski nekovinski materiali

## Raziskave cirkonijeve oksidne keramike za dentalne namene:

Zaradi vrhunskih znanstvenih del, ki so pomembno vplivala na razvoj stroke in ji utrla nove smeri razvoja, se je projektna skupina trdno umestila v mednarodni strokovni prostor kot ena od najvidnejših neodvisnih ekspertnih skupin v svetovnem merilu. O tem pričata velika odmevnost objavljenih del in vrsta vabljenih predavanj na pomembnih mednarodnih strokovnih srečanjih, znanih univerzah in industriji. Velika komparativna prednost skupine pa je predvsem v dobrem poznavanju Y-TZP keramike in obvladanju keramičnih tehnologij, kar ji omogoča večjo fleksibilnost pri načrtovanju materialov in izdelavi vzorcev, večjo objektivnost pri interpretaciji rezultatov in polno avtonomijo pri objavah. Poznajo in upoštevajo jih tako vsi večji proizvajalci cirkonijeve oksidne keramike za dentalne namene, kot tudi strokovnjaki, ki sodelujejo pri pripravi priporočil za testiranje dentalne keramike.

## **Priloga 2**

Tehniške vede

2.04.01 Anorganski nekovinski materiali

## Uvedba nove klinične poti v slovensko stomatološko protetiko:

Z razvojem sodobnih keramik visoke trdnosti in CAD/CAM tehnologij je YTZP keramika postala material izbora tudi pri nekaterih snemnoprotetičnih oskrbah zlasti pa se je klinično uveljavila tehnika dvojnih prevlek, pri čemer primarno prevleko izdelamo iz YTZP keramike, sekundarno pa v galvanski tehniki. V slovenski strokovni prostor smo uvedli klinične in laboratorijske postopke, ki temeljijo na računalniškem načrtovanju primarnih konusov. Zajem informacij, ki vključuje preparacijo sidrnih zob, odtiskovanje, izdelavo delovnega modela in skeniranje, sodi med uveljavljene CAD/CAM postopke. Pomembna prednost predlagane tehnike pred klasično konometrijo v paralelometru je računalniško načrtovanje primarnih konusov, kjer na virtualnem delovnem modelu določimo smer vstavitve konusne proteze, kakor tudi debelino keramičnih primarnih konusov.