

Oznaka poročila: ARRS_ZV_RPROG_ZP_2008/1022

ZAKLJUČNO POROČILO O REZULTATIH RAZISKOVALNEGA PROGRAM V OBDOBJU 2004-2008

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROGRAMU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem programu

Šifra programa	P2-0087
Naslov programa	Inženirska in biokeramika
Vodja programa	3477 Tomaž Kosmač
Obseg raziskovalnih ur	27.200
Cenovni razred	D
Trajanje programa	01.2004 - 12.2008
Izvajalke programa (raziskovalne organizacije in/ali koncesionarji)	106 Institut "Jožef Stefan"

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROGRAMA

2. Poročilo o realizaciji programa raziskovalnega programa¹

Dolgoročni cilji raziskovanega programa „Inženirska in bio-keramika“ so bili poglobiti osnovno znanje, ki je potrebno za načrtovanje, razvoj in izdelavo inženirskih keramičnih materialov in izdelkov z večjo zmogljivostjo in zanesljivostjo ter razširiti obstoječe znanje na področju karakterizacije zgradbe, mikrostrukture in lastnosti teh materialov. Rezultati raziskovalnega dela so originalni in so pomembno prispevali k ustvarjanju novega osnovnega znanja. Objavljali smo jih v znanstvenih revijah z nadpovprečnim faktorjem vpliva, o njih pa smo tudi tekoče poročali na mednarodnih in domačih znanstvenih in strokovnih srečanjih ter tujih univerzah. Aplikativno-razvojni del programa je bil usmerjen v iskanje novih možnosti uporabe inženirske keramike, predvsem v medicini, v razvoj novih in/ali cenejših materialov z ustreznimi lastnostmi ter v razvoj alternativnih, ekonomičnih in okolju prijaznejših keramičnih tehnologij. Ta del programa je bil pripravljen v sodelovanju s strokovnjaki iz industrije, ki so pri izvajanju programa tudi aktivno sodelovali. Del ustvarjenega znanja smo tudi uspešno prenesli v industrijsko prakso, nekatere dosežke pa smo tudi patentirali. Raziskave v okviru programa so bile razdeljene na tri področja: i) raziskave keramičnih konstrukcijskih materialov, ii) raziskave v podporo keramičnim tehnologijam in iii) razvoj materialov za nove aplikacije s poudarkom na biokeramiki, ki pa se med seboj prepletajo in smiselno dopolnjujejo. i) V okviru **raziskav keramičnih konstrukcijskih materialov** smo raziskali učinkovito upogibno trdnost plastnatih kompozitov z ravnimi plastmi ter njihovo odpornost proti tunelskim razpokam, predvsem za kompozite iz aluminijevega in cirkonijevega oksida. Upogibna trdnost in zlomna žilavost takšnih kompozitov sta odvisni od mehanskih in termičnih lastnosti ter debelin posameznih plasti. Računsko smo izvedli sistematično optimizacijo sestave kompozitov z mnogimi plastmi, tako s simetrično kot nesimetrično razporeditvijo posameznih plasti. Pokazali smo npr., da se da z ustreznim načrtovanjem sestave in zgradbe tehnološko izredno pomembnih kompozitov iz aluminijevega in cirkonijevega oksida (Al_2O_3/ZrO_2) učinkovito trdnost povečati tudi za faktor 2 v primerjavi z monolitkeramiko pri čemer pa morati biti zunanji plasti iz Al_2O_3 . V zvezi s mehanskimi lastnostmi keramičnih materialov smo raziskali tudi Weibullovo porazdelitev vrednosti nekaterih mehanskih veličin. Ker je pri majhnem številu

meritev vprašljiva predvsem zanesljivost ocene Weibulovega parametra, smo se temu vprašanju posvetili iz teoretičnega izhodišča, tako da smo študirali Monte Carlo simulacije Weibullove porazdelitve.

Razvili smo kompozitni material na osnovi transformacijsko utrjenega mulita, ki ima skoraj dvakratno upogibno trdnost od mulita, pri čemer smo ohranili nizko toplotno prevodnost in dobro obstojnost proti termičnemu šoku. Dodatna prednost tega materiala je tudi to, da se pri mehanskih preobremenitvah ne poruši, ampak samo razpoka in pri zmanjšanih obremenitvah še vedno lahko opravlja svojo funkcijo (t.i. »Graceful failure«). Material smo uspešno uporabili za izdelavo prototipnih zavornih batkov za vgradnjo v zavorne čeljusti novih zavornih sistemov iz kompozitov ogljik-silicijev karbid. Zavorni batki, ki smo jih tudi patentno zaščitili, so uspešno prestali vsa testiranja in se lahko uporabljajo v cestnem prometu.

Razvijali smo keramične kompozite, ki bi bili primerni za izdelavo nove generacije žarilnih svečk za dieselske motorje. Preučili smo primernost različnih materialov (AlN , SiC , Y_2O_3 , WC , MoSi_2 , TiN , ZrN), tehnologij izdelave (vlivanje v kalup iz gipsa, valjanje plasti, stiskanje prahov), geometrijo svečk (valjna, ploščata), izmerili smo tudi mehanske lastnosti prototipnih materialov ter električno prevodnost, naredili pa smo tudi laboratorijsko simulacijo delovanja prototipnih svečk. Raziskave so potekale v sodelovanju s podjetji HIDRIA in Iskra ISD. Razvijali tudi novo sestavo za izdelavo visokoaluminatne keramike z izboljšano obrabno odpornostjo, pri kateri kot sekundarno fazo dodajamo mešanico manganovega in titanovega oksida. Zaradi tvorbe nizkotaljive prehodne tekoče faze poteka sintranje tovrstne keramike pri $300\text{ }^\circ\text{C}$ do $400\text{ }^\circ\text{C}$ nižjih temperaturah kot pri »standardni« visokoaluminatni keramiki z dodatki silikatov. Določili smo optimalno sestavo tekoče faze in ustrezne pogoje sintranja za nastanek drobnozrnate mikrostrukture, s čimer smo izboljšali mehanske lastnosti in obrabno obstojnost sintrane keramike. Rezultati raziskav bodo osnova za prenos tehnologije v proizvodnjo v podjetju Hidria AET.

Razvili smo relativno preprost način merjenja obdelovalnosti in obrabne obstojnosti trde keramike, ki smo ga preskusili na različnih tipih keramike Al_2O_3 , ki jo izdeluje AET. Pri tej metodi smo uporabili laboratorijske naprave za žaganje, brušenje in poliranje keramičnih vzorcev. Čeprav je metoda preprosta, daje ponovljive rezultate in pokaže značilne razlike med posameznimi tipi keramike, ki smo jih lahko s pomočjo kvantitativne mikrostrukturne analize obrabnih površin tudi teoretično razložili.

V okviru raziskav plastnih kompozitov s trakasto mikrostrukturno, pripravljenih z večkratnim prepegibanjem in valjanjem laminatov iz parafinskih past ter kasnejšim sintranjem smo izdelali kompozite trikalcijev fosfat - cirkonijev oksid, aluminijev titanat - mulit, aluminijev titanat/aluminijev oksid in aluminijev oksid - nikelj ter pokazali, da so po prehodu iz plastovite v valovito trakasto mikrostrukturno lastnosti tovrstnih kompozitov praviloma veliko boljše od lastnosti delčnih kompozitov podobne sestave. Pri pojasnjevanju funkcionalnih lastnosti kompozitov s trakasto mikrostrukturno smo si pomagali s teoretično raziskavo perkolacijskega praga za električno prevodnost v delčnem kompozitu iz keramične matrice in prevodne faze. Numerično smo raziskali vpliv geometrijskih lastnosti prevodnih delcev na perkolacijski prag, t.j. na volumski delež prevodne faze, kjer kompozit postane prevoden. Izide teoretične študije smo primerjali z eksperimentalnimi podatki, ki smo jih dobili s preučevanjem električne prevodnosti in dielektričnosti plastnatega kompozita BaTiO_3 -Ni pred in po prehodu iz plastovite v valovito trakasto mikrostrukturno. Pri raziskavah mehanskih lastnosti smo ugotovili, da je po prehodu iz ravne plastovite v valovito trakasto mikrostrukturno mehanska trdnost kompozita za 50% višja od trdnosti delčnega kompozita podobne sestave, pri indentaciji z Vickersovo diamantno prizmo kaže material psevdoplastično obnašanje in veliko stopnjo izotropnosti, kar velja tudi za koeficient toplotnega raztezanja.

ii) V okviru **raziskav v podporo keramičnim tehnologijam** smo nadaljevali z raziskavami hidrolize prahu aluminijevega nitrata. Raziskovali smo vpliv temperature in časa staranja na tvorbo kristaliničnih produktov reakcije AlN z vodo: bajerita, bemita in psevdobemita. Ugotovili smo, da začetna temperatura in čas staranja močno vplivata na reakcijske produkte ter njihovo morfologijo. Na osnovi teh rezultatov smo predložili razširitev modela Bowena in sodelavcev pri višjih temperaturah. Ugotovili smo, da poteka tvorba bemita preko psevdobemita po mehanizmu raztapljanja in ponovne kristalizacije. Reakcijo smo izkoristili za sintezo aluminijevih oksidnih nanostrukturnih keramičnih prevlek na substratu tetragonalne dentalne Y-TZP keramike, s katerimi je mogoče izboljšati adhezijo zobnega cementa na površino Y-TZP. Postopek nanosa, ki smo ga razvili in tudi patentno zaščitili, je relativno enostaven in ponovljiv. Preliminarne meritve strižne trdnosti spoja običajnih zobnih cementov na površini ogrodne keramike, ki potekajo v sodelovanju z Medicinsko fakulteto pa kažejo, da s temi prevlekami dosežemo tudi do petkrat višje vrednosti kot pri Y-TZP keramiki brez prevlek. Raziskovali smo tudi mehanizme, ki vodijo do nastanka zaščitne plasti po obdelavi prahu z aluminijevim dihidrogen fosfatom. Rezultati kažejo na kemijsko vezavo fosfatnih anionov na površino prahu, ki je pri povišanih temperaturah še bolj izrazita zaradi nastanka sveže

hidratizirane površine prahu. Slednje smo dokazali tudi z FTIR spektroskopijo površine prahov pred in po zaščiti z aluminijevim dihidrogen fosfatom. Ta postopek, ki se je zelo dobro obnesel pri zaščiti mikrometrskih delcev, smo razširili tudi na področje nanometrskih praškov aluminijevega nitrida. Pokazali smo, da je mogoče pred hidrolizo zaščititi tudi prah aluminijevega nitrida z velikostjo delcev okrog 100 nm, ne da bi se pri tem znatno povečala vsebnost kisika na površini delcev. Nadaljevali smo tudi raziskave postopka HAS, pri katerem izkoriščamo hidrolizo prahu AlN za strjevanje vodne suspenzije v neporoznem kalupu. Ugotavljali smo vpliv aluminijevega oksida, ki nastane po termičnem razpadu reakcijskih produktov hidrolize, na kinetiko zgoščevanja in razvoj mikrostrukture Y-TZP keramike. Na področju nizekotlačnega injekcijskega brizganja (LPIM) smo študirali reološke lastnosti parafinskih suspenzij keramičnih prahov ter določali parametre, ki vplivajo na spreminjanje le-teh. Ugotovili smo, da imajo na te lastnosti poleg deleža keramičnega prahu in porazdelitve velikosti delcev pomemben vpliv tudi tiste lastnosti materiala, ki so izražene s Hamakerjevo konstanto. Le-ta pri različnih keramičnih praških variira tudi za red velikosti. Ugotovili smo tudi, da lahko mejna napetost parafinske suspenzije po ohladitvi disperznega medija pod temperaturo faznega prehoda tekoče-trdno in ponovnem segrevanju nad to temperaturo naraste celo za dva ali celo več redov velikosti. Ukvarjali smo se tudi z oblikovanjem piezoelektričnih resonatorjev s postopkom LPIM. Eden od ciljev raziskav je bil določitev spodnje dimenzijske meje, da jih je še mogoče oblikovati z brizganjem parafinske suspenzije keramičnega prahu v kovinski kalup. Minimalni presek stebričkov, ki smo jih še lahko oblikovali z razmerjem dolžina/širina 7 je bil 500 mm ´ 500 mm, kar je mnogo manj, kot se je do sedaj mislilo.

V okviru raziskav tega sklopa smo v sodelovanju s podjetjem Hidria AET razvili postopek direktnega vmešavanja keramičnih prahov v parafinsko suspenzijo, ki pomeni precejšno racionalizacijo obstoječe tehnologije priprave mase za brizganje in je že prenesen v proizvodnjo. V ta namen je bilo treba spremeniti sestavo prahov za pripravo suspenzij, in sicer tako, da se nadaljnji postopek ni spremenil (oblikovanje, odstranjevanje veziva in sintranje). Z novim načinom priprave suspenzij smo dosegli izboljšanje mehanskih lastnosti sintrane keramike, kot tudi boljšo dimenzijsko kontrolo sintranih izdelkov in večjo ponovljivost postopka. iii) V okviru **razvoja materialov za nove aplikacije s poudarkom na biokeramiki** smo največ pozornosti posvetili predkliničnemu testiranju prototipnih zobnih zatičev z nazidki iz tetragonalnega ZrO₂, ki smo jih razvili v sodelovanju s stomatologi z MF v Ljubljani. Ugotavljali smo vpliv peskanja in diamantnega brušenja na trdnost in zanesljivost prototipnih zatičev, študirali pa smo tudi vpliv cikličnega mehanskega obremenjevanja na zlomno trdnost in predvideno življenjsko dobo cirkonijeve dentalne keramike. Posebno pozornost smo posvetili tudi mehanizmu in kinetiki pospešenega staranja Y-TZP keramike v vodnem mediju ter njenemu utrujanju v umetni slini. Dosedanji rezultati kažejo, da so nizekotemperaturni t-m transformaciji v hidrotermalnih pogojih (staranju), najbolj podvrženi površinsko neobdelani vzorci, medtem ko so peskane in brušene površine obstojnejše. Večjo stabilnost mehansko obdelane Y-TZP keramike pripisujemo dvojčenju in delni popačenosti kristalne mreže retransformiranih tetragonalnih zrn, nanjo pa vpliva tudi prisotnost površinskih tlačnih napetosti. V primerjavi z mehanskim utrujanjem na zraku se stopnja preživetja po utrujanju v umetni slini bistveno zmanjša, kar kaže na močan vpliv napetostne korozije, na katero dodatno vplivajo mehanske poškodbe zaradi brušenja in peskanja.

Študirali smo vpliv procesnih parametrov na trdnost homogenih in večplastnih stopenjskih kompozitov Al₂O₃/Al₂O₃-ZrO₂ za izdelavo kolčnih protez. Material smo izdelali z vlivanjem vodnih suspenzij v mavčni kalup. Ugotovili smo, da je trdnost bolj kot od sestave in zgradbe odvisna od napak, ki so prisotne v vzorcih. Analiza prelomnih površin je namreč pokazala, da so najpogostejši izvori preloma kompozitov s homogeno sestavo velike sferične pore pod površino vzorcev, ki jih pripisujemo prisotnosti zračnih mehurčkov v suspenziji, in polkrožne pore kot posledica diferenčnega sintranja sedimentiranih aglomeratov. Pri simetričnih večplastnih stopenjskih kompozitih pa so se pri nekaterih vzorcih večjih dimenzij pojavile tunelske razpoke.

Raziskave bioaktivnih keramičnih kompozitov na osnovi Al₂O₃ in/ali ZrO₂ so potekale v dveh smereh. Enkrat smo površino gosto sintrane keramike z visoko trdnostjo prekrili s tanko plastjo bioaktivnega hidroksilapatita (HA). V ta namen smo uporabili biomimetično metodo precipitacije HA iz prenasičene raztopine kalcijevih in fosfatnih ionov. Pokazali smo, da ima tako pripravljena bioaktivna prevleka kristalno strukturo hidroksiapatita (HA). S spreminjanjem časa in temperature smo ugotavljali pogoje za pripravo tanke in enakomerno debele prevleke.

Raziskali smo tudi vpliv spreminjanja pH in koncentracije Ca²⁺ ter PO₄³⁻ ionov v uporabljeni prenasičeni raztopini. Ugotovili smo, da ima stopnja prenasičenosti HA v raztopini pglavitno vlogo pri nukleaciji HA na površini podlage, kar nadalje vpliva na debelino in homogenost nanosa. Poleg priprave bioaktivne prevleke na keramiki z visoko trdnostjo smo preučevali tudi možnosti priprave bioaktivnega kompozitnega materiala, sestavljenega iz trdne matrike na

osnovi Al_2O_3 ali ZrO_2 in bioaktivne sekundarne faze $\text{CaTi}_4(\text{PO}_4)_6$ (CTP). Ugotovili smo, da pride med sintranjem do reakcije med matrično fazo in CTP, ki onemogoča izdelavo delčnih kompozitov visoke gostote in trdnosti, zato smo v nadaljevanju raziskave preusmerili v študij reakcijskega sintranja Al_2O_3 in/ali ZrO_2 z dodatkom majhnih količin CTP.

3. Ocena stopnje realizacije zastavljenih raziskovalnih ciljev²

S študijem relacij med sestavo, zgradbo in mikrostrukturo obravnavanih keramičnih konstrukcijskih materialov ter njihovimi intrinzičnimi lastnostmi smo ustvarili novo znanje, ki je pomembno za načrtovanje novih materialov z večjo zmogljivostjo in zanesljivostjo delovanja. Prišli smo tudi do boljšega razumevanja in obvladovanja fizikalnih pojavov in kemijskih reakcij, ki uravnavajo posamezne faze tehnologije izdelave keramičnih izdelkov ter mehanizmov, ki vodijo k njihovem propadanju med obratovanjem. Razvili smo postopek deformacijskega procesiranja, od katerega si obetamo večfunkcijske keramične kompozite, katerih lastnosti bodo daleč presegle lastnosti gradnikov. Aplikativno-razvojni del programa je nakazal nove možnosti uporabe inženirske keramike, predvsem v medicini, omogočil je razvoj nekaterih novih in/ali cenejših materialov z ustreznimi lastnostmi ter razvoj alternativnih keramičnih tehnologij. Del znanja, ki smo ga ustvarili v sodelovanju s strokovnjaki iz industrije, smo tudi uspešno prenesli v prakso.

4. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega programa³

-

5. Najpomembnejši znanstveni rezultati programske skupine⁴

Znanstveni rezultat		
1.	Naslov	SLO Raeaktivnost prahu AlN v vodenem okolju
		ANG Degradation of AlN powder in aqueous environments
	Opis	SLO V članku so opisani rezultate obširne raziskave reaktivnosti prahu aluminijevega nitrida v vodnem mediju, ki nakazujejo možnosti za kontrolo in preprečevanje hidrolize prahu AlN ter njenega izkoriščanja v postopku HAS. Ugotavljali smo tudi kinetiko hidrolize ter vpliv pogojev hidrolize na zgradbo in morfologijo nastalih trdnih reakcijskih produktov. Raziskava je pomembno prispevala k boljšemu razumevanju mehanizmov in kinetike reakcij prahu AlN z vodo, ki smo jih kasneje uporabili za razširitev Bownovega modela hidrolize pri sobni temperaturi na širše temperaturno območje
		ANG The paper describes the results of an extensive research on reactivity of aluminium nitride powder in aqueous environments, which point out the possibilities for the control and preventing the hydrolysis of the AlN powder as well as its exploitation in the HAS forming process. The kinetics of the hydrolysis reactions and their influence on the structure and morphology of solid reaction products was investigated. This research has made an important contribution to better understanding of the mechanisms and kinetics of the reactions between the AlN powder and water.
	Objavljeno v	K. Krnel, G. Dražič, T. Kosmač, Degradation of AlN powder in aqueous environments, J. Mater. Res., 2004, vol. 19, str. 1157-1163
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
COBISS.SI-ID	18341415	
2.	Naslov	SLO Tdnost in termodinamska stabilnost dentalne keramike na osnovi tetragonalnega ZrO_2 (Y-TZP)
		ANG The strength and hydrothermal stability of Y-TZP ceramics for dental applications

	Opis	SLO	V delu povzemamo rezultate raziskav, s katerimi smo smo ovrednotili in pojasnili vpliv brušenja in peskanja na trdnost in ciklično utrujanje Y-TZP keramike za dentalne namene. Bili smo prvi, ki smo pokazali vpliv površinske obdelave na mehanske lastnosti in zanesljivost dentalne Y-TZP keramike, s čimer smo pomembno prispevali k nadaljnjemu razvoju tega materiala v dentalne namene.
		ANG	In this paper we present the results of the investigations, where we evaluated and explained the influence of grinding and sand-blasting on bending strength and mechanical fatigue of Y-TZP ceramics for dental applications. We were the first to show the influence of surface treatment on mechanical properties and the reliability of the dental Y-TZP ceramics, thus making an important contribution to further development of this material for dental applications.
	Objavljeno v	KOSMAČ, Tomaž, DAKSKOBLER, Aleš, OBLAK, Čedomir, JEVNIKAR, Peter, The strength and hydrothermal stability of Y-TZP ceramics for dental applications. Int.Journal of applied ceramic technology, 2007, vol. 4, no. 2, str. 164-174.	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
	COBISS.SI-ID	20752935	
3.	Naslov	SLO	Izdelava in lastnosti kompozitov Al ₂ O ₃ -ZrO ₂ s trakasto mikrostrukturo
		ANG	The preparation and properties of Al ₂ O ₃ -ZrO ₂ composites with corrugated microstructures
	Opis	SLO	Uporabili smo doma razvit postopek deformacijskega procesiranja, ki temelji na večkratnem valjanju in prepogibanju surovcev večplastnatega laminata iz keramičnih past. Ugotavljali smo vpliv procesnih spremenljivk na mikrostrukturo in mehanske lastnosti kompozitov po sintranju . Ugotovili smo, da se da s to tehniko precej izboljšati trdnost takšnih kompozitov, vzrok za to pa je pojav valovitosti plasti po večkratnem valjanju in prepogibanju, čeprav so bile plasti na začetku ravne.
		ANG	The composites were fabricated with the use of the deformation processing method. This process is based on the repeated rolling and folding of green multilayered composites from ceramic pastes. The influence of processing parameters on the microstructure and mechanical properties of sintered bodies were investigated. It was discovered that using this process the strength of these composites can be significantly improved due to corrugation of the layers after repeated rolling and folding of initially flat layers.
	Objavljeno v	A. Dakskobler, T. Kosmač, The preparation and properties of Al ₂ O ₃ -ZrO ₂ composites with corrugated microstructures, J. Eur. Ceram. Soc., 2004, vol. 24, str. 3351-3357	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
COBISS.SI-ID	18341159		
4.	Naslov	SLO	Izdelava in lastnosti nanokompozitov na osnovi C/C-SiC
		ANG	Preparation and properties of C/C-SiC nano-composites
	Opis	SLO	Namen dela je bil razviti kompozitni material za zavorne sisteme, ki bo združeval visoko žilavost in dobro odpornost proti oksidaciji in obrabi. Raziskali smo možnosti priprave C/C-SiC kompozitov z gradientno strukturo z žilavo ogljikovo matrico v notranjosti in trdo silicij karbidno matrico na površini. V ta namen smo uporabili več različnih polimernih keramičnih prekursorjev in raziskali strukturo kompozitov, interakcije med posameznimi sestavinami, njihovo termično obstojnost ter mehanske lastnosti.
		ANG	The aim of our work was to develop a composite that will combine good fracture toughness and good oxidation and abrasion resistance. The possibilities for the preparation of C/C-SiC composites with gradient structure of the ceramic matrix, from carbon in the core to SiC on the surface. The use of various polymeric precursors was studied and the structure, interactions between the components and thermomechanical properties were investigated.
	Objavljeno v	K. Krnel, Kristoffer, Z. Stadler, T. Kosmač, Preparation and properties of C/C-SiC nano-composites, J. Eur. Ceram. Soc., 2007, vol. 27, str. 1211-1216	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	

	COBISS.SI-ID	20683047
5.	Naslov	<i>SLO</i> Izboljšava upogibne trdnosti ravnih plastnih kompozitov na osnovi Al ₂ O ₃ -ZrO ₂ <i>ANG</i> Optimization of the Bend Strength of Flat-Layered Alumina-Zirconia Composites
	Opis	<i>SLO</i> Teoretično smo raziskali učinkovito upogibno trdnost plastnatih kompozitov z ravnimi plastmi in pri tem upoštevali zaostale termične napetosti, ki nastanejo med izdelavo kompozitov zaradi različnih temperaturnih razteznostnih koeficientov posameznih plasti. Pokazali smo, da lahko z načrtovanjem sestave in debeline plasti povečamo učinkovito trdnost teh tehnološko izredno pomembnih kompozitov tudi za faktor 2 v primerjavi z monolitno keramiko, pri čemer morata biti zunanji plasti iz Al ₂ O ₃ . <i>ANG</i> The effective bending strength of the flat-layered composites were theoretically analysed taking into account residual thermal stresses due to different thermal expansion coefficients of the layers. It was shown that by an appropriate design of the composition and thickness of the layers it is possible to increase the effective strength of these technologically important composites by a factor of 2, as compared to monolithic ceramics.
	Objavljeno v	M. Ambrožič, T. Kosmač, Optimization of the Bend Strength of Flat-Layered Alumina-Zirconia Composites, J. Am. Ceram. Soc., 2007, vol. 90, str. 1545-1550
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID	20741415

6. Najpomembnejši družbeno-ekonomsko relevantni rezultati programske skupine⁵

	Družbeno-ekonomsko relevantni rezultat	
1.	Naslov	<i>SLO</i> So-organizacija IX konference Evropskega keramičnega združenja 2005, Predsedovanje programskima odboroma sekcij Inženirska keramika in Biokeramika <i>ANG</i> Co-organization of the IXth Conference of the European Ceramic Society 2005, program chair of two symposia, Structural ceramics and Bioceramics
	Opis	<i>SLO</i> Na konferenco smo privabili vodilne strokovnjake s področja inženirske in biokeramike, ki so poročali o najnovejših dosežkih s področij, ki so relevantna za raziskovalni projekt, revija JECS je imela v času izida drugi najvišji IF v skupini. <i>ANG</i> Based on the reputation we were able to invite world leading experts in the field of engineering and bio-ceramics, who reported on the recent and state-of-the-art achievements in the fields relevant for the program. JECS journal is one of the top ranked journals in its group.
	Šifra	B.02 Predsedovanje programskemu odboru konference
	Objavljeno v	J. Eur. Ceram. Soc., 2007, vol. 27, no. 2/3
	Tipologija	2.31 Zbornik recenziranih znanstvenih prispevkov na mednarodni ali tuji konferenci
	COBISS.SI-ID	19637799
2.	Naslov	<i>SLO</i> Vodno procesiranje prahu aluminijevega nitrida <i>ANG</i> Aqueous processing of AlN powder
	Opis	<i>SLO</i> V delu je opisana pomembna raziskava s področja reaktivnosti prahu aluminijevega nitrida v vodnem mediju, ki nakazuje možnosti za kontrolo in preprečevanje hidrolize prahu AlN. Poznavanje reakcij hidrolize prahu AlN nam je omogočilo razviti postopek sinteze nanostrukturnih nanosov aluminijevega hidroksida na keramične substrate, ki smo ga tudi patentno zaščitili (KOSMAČ, Tomaž, KRNEL, Kristoffer, KOCJAN, Andraž, JEVNIKAR, Peter. Postopek nanosa adhezijske prevleke na substrat : patentna prijava št. P-200700154. Ljubljana: Urad RS za intelektualno lastnino, 2007). <i>ANG</i> The important research dealing with the reactivity of AlN powder in an aqueous environment was presented. This research indicates the possibilities for the control and prevention of the AlN powder hydrolysis. Fundamental

		understanding of the hydrolysis reactions allowe us to develop a novel process for forming of nanostructured alumina coatings on ceramic substrates.
Šifra	B.04	Vabljenno predavanje
Objavljeno v	Mater. sci. forum, 2007, vol. 554, str. 189-196. http://www.scientific.net/0-87849-439-1/4.html .	
Tipologija	1.06 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci (vabljenno predavanje)	
COBISS.SI-ID	20682791	
3.	Naslov	SLO Puhovo priznanje za razvojne dosežke in uporabo znanstvenih izsledkov v gospodarsko prakso
		ANG National (Puh) award for the year 2007 for technological achievements and their implementation into practice
Opis	SLO	Keramični zatiček iz cirkonijevega oksida za estetsko fiksno protetično oskrbo zob, avtorji: KOSMAČ T, MARION L, DAKSKOBLER A, ZAGOŽEN I, OBLAK Č Rezultate dolgoletnih laboratorijskih raziskav smo uspešno uporabili pri komercializaciji doma razvitih koreninskih zatičkov z nadzidki za endodontsko oskrbo poškodovanih zob. Na osnovi razvoja keramičnih zobnih koreninskih zatičev na Odseku za inženirsko keramiko IJS, je bil ustanovljen nov oddelek v podjetju Gald d.o.o., ki je pričelo s proizvodnjo zobnih koreninskih zatičev.
	ANG	Ceramic Y-TZP dental posts with a core for aesthetic restoration of endodontically treated teeth, , authors: KOSMAČ T, MARION L, DAKSKOBLER A, ZAGOŽEN I, OBLAK Č. On the basis of the knowledge gained during development of ceramic dental root posts a foundation of a "spin off" - new department was established in the Gald d.o.o. company, which started with the production of ceramic dental root posts.
Šifra	E.01	Domače nagrade
Objavljeno v	http://www.mvzt.gov.si/si/delovna_podrocja/znanost_in_visoko_solstvo/znanost/dejav	
Tipologija	1.25 Drugi članki ali sestavki	
COBISS.SI-ID	15901440	
4.	Naslov	SLO Optimizacija keramičnih materialov na osnovi aluminijevega oksida
		ANG Optimisation of alumina based ceramic materials
Opis	SLO	V sodelovanju z AET d.o.o. smo določili kritične dejavnike priprave keramičnih prahov, na podlagi katerih smo določili nove parametre mletja in homogenizacije prahov. Poleg ekonomsko učinkovitejšega in ekološko sprejemljivejšega postopka omogoča novi režim mletja in homogenizacije prahov izdelavo keramičnih izdelkov v ožjem dimenzijskem tolerančnem območju. Prispevek je pomemben s stališča razumevanja in obvladovanja tehnologij oblikovanja keramičnih izdelkov v industrijskem merilu.
	ANG	In cooperation with AET d.o.o. the critical factors for the preparation of ceramic powders were determined, and on their basis new parameters for milling and homogenization were defined. The new regime of milling and homogenization of the ceramic powders will enable the production of ceramic products in a narrower dimension tolerance range, together with improved economical efficiency and decreased effect on the environment. The contribution is important form the stand point of understanding and implementation of the shaping techniques for the production of the green ceramic bodies.
Šifra	F.10	Izboljšanje obstoječega tehnološkega procesa oz. tehnologije
Objavljeno v	DAKSKOBLER, Aleš, PETERNEL, Peter, PETKOVIČ, Natalija, GABRŠČEK, Nataša. Optimizacija keramičnih materialov na osnovi aluminijevega oksida : zaključno poročilo, (IJS delovno poročilo, 9381). 2006; [S. l.: s. n.].	
Tipologija	2.13 Elaborat, predštudija, študija	
COBISS.SI-ID	19882279	

5.	Naslov	SLO	Nosilstvo, vodenje, mentorstvo
		ANG	Principal investigator, Head, Mentor
Opis		SLO	Nosilstvo in sonosilstvo slovenskega dela projektov v 5., 6. in 7. okvirnem programu EC in bilateralnih projektov z Norveško, Turčijo in Japonsko; vodenje raziskovalnega programa; vodenje Odseka za inženirsko keramiko IJS; mentorstvo doktorandom na NTF in MF, Uni-Lj. ter MPŠ, nosilstvo študijskih predmetov na Uni-Lj in MPŠ. Urednik zbornikov mednarodnih konferenc, član uredniškega odbora revije Materials and Technology journal, ISSN.1580-2949, član uredniškega odbora novo ustanovljene revije "Journal of Materials Engineering Innovation-IJMatEI" - INDERSCIENCE PUBLISHERS, UK
		ANG	Principal investigator of the research programme Engineering and bio-ceramics, EC and bi-lateral projects, Head of Engineering Ceramics Department. Mentor to PhD students; Lecturer of undergraduate and post-graduate courses at Uni-Lj. Jožef Stefa Postgraduate school. Co-editor of int. conf. proceedings, member of the editorial advisory board of the Materials and Technology journal, ISSN.1580-2949, member of the editorial board of newly established "Journal of Materials Engineering Innovation-IJMatEI" - INDERSCIENCE PUBLISHERS, UK
	Šifra	D.11	Drugo
	Objavljeno v	-	
	Tipologija	1.25	Drugi članki ali sestavki
	COBISS.SI-ID	19882279	

7. Pomen raziskovalnih rezultatov programske skupine⁶

7.1. Pomen za razvoj znanosti⁷

SLO

V okviru raziskovalnega programa smo razvijali in poglobljali temeljno in aplikativno usmerjeno znanje s področja vede o materialih, ki je eno od prednostnih področij v vseh industrijsko razvitih državah. Raziskovalne vsebine so aktualne in se vključujejo v tendence razvoja sodobne inženirske in biokeramike v svetu. Rezultati prispevajo k boljšemu razumevanju lastnosti tovrstnih materialov in mehanizmov njihovega propadanja. S študijem relacij med sestavo, zgradbo in mikrostrukturo obravnavanih keramičnih materialov ter njihovimi intrinzičnimi lastnostmi smo ustvarili novo znanje, ki je potrebno za načrtovanje novih materialov z večjo zmogljivostjo in zanesljivostjo delovanja. Raziskave v podporo keramičnim tehnologijam so prispevale k boljšemu razumevanju in obvladovanju kritičnih faz postopkov izdelave, rezultati teh raziskav pa niso pomembni samo za inženirsko keramiko, ampak so širše uporabni: zakonitosti, ki jih ugotavljamo pri dispergiranju prahov v tekočinah, so splošno veljavne in jih je mogoče aplicirati na vse keramične suspenzije, vključno s suspenzijami nanodelcev; od karakterističnih dominantnih populacij defektov, ki izvirajo iz procesiranja keramike, pa niso odvisne samo mehanske, ampak tudi druge funkcionalne (električne, magnetne, optične) lastnosti. Rezultati raziskovalnega dela so originalni in so pomembno prispevali k ustvarjanju novega osnovnega znanja. Objavljali smo jih v znanstvenih revijah z nadpovprečnim faktorjem vpliva, o njih pa smo tudi tekoče poročali na mednarodnih in domačih znanstvenih in strokovnih srečanjih ter tujih univerzah.

ANG

In the frame of the research program basic and applicative knowledge from the field of material science that is one of the preferential areas in every industrially developed country, were developed and expanded. The research topics are up-to-date and are included into the tendencies of the development of up-to-date engineering and bioceramics all over the world. The results contribute to better understanding of the properties of these materials and their degradation. The study of the relations between composition, structure and microstructure of such ceramic materials and their intrinsic properties created new knowledge needed for the design of new materials with improved efficiency and reliability. The research in the support of ceramic technologies contributed to better understanding and mastering of the critical phases of the production processes. The results, however, are not useful only for the engineering ceramics but have wider area of application. The principles established during the study of the dispersing of the ceramic particles in liquids are general and can be applied to all ceramic

suspensions including the suspensions of nano-particles. The characteristic dominant populations of defects that originate from the processing of ceramics determine not only mechanical but also other functional properties (electrical, magnetic, optical etc.) The results were published in scientific journals with high impact factor, besides they were presented at numerous international and national scientific conferences and foreign universities.

7.2. Pomen za razvoj Slovenije⁸

SLO

Aplikativno-razvojni del programa je bil usmerjen v iskanje novih možnosti uporabe inženirske keramike, predvsem v medicini, v razvoj novih in/ali cenejših materialov z ustreznimi lastnostmi ter v razvoj alternativnih, ekonomičnih in okolju prijaznejših keramičnih tehnologij. Ta del programa je bil pripravljen v sodelovanju s strokovnjaki iz industrije, ki so pri izvajanju programa tudi aktivno sodelovali. Del ustvarjenega znanja smo tudi uspešno prenesli v industrijsko prakso, nekatere dosežke pa smo tudi patentirali.

Programska skupina je prispevala tudi k tehnološkemu razvoju Slovenije s posredovanjem znanja industrijskim partnerjem v obliki svetovanja, literaturnih študij, pomoči pri reševanju težav v proizvodnji, sodelovanja pri manjših in velikih razvojnih projektih in pomoči pri uvajanju novih proizvodov in tehnologij, s specializacijo raziskovalcev iz industrije in predavanji za tehnične sodelavce, s pedagoško dejavnostjo na dodiplomskem in podiplomskem študiju ter mentorstvom pri podiplomskih in podoktorskih programih. S tem smo prispevali tudi h kvalitetnejšemu izobraževanju študentov tehnike in naravoslovja na dodiplomski in podiplomski stopnji.

S širitvijo obsega raziskav na področje biokeramike smo v slovenski prostor uvedli novo problematiko, ki je v svetu že nekaj časa zelo aktualna, pri nas pa to šele postaja. Tesnejše povezovanje strokovnjakov s področja vede o materialih s strokovnjaki s področja medicine pri raziskavah biokeramike je obogatilo študijske programe in vsebine predmetov tako na tehniki, kot na medicini.

Aktivno sodelovanje industrijskih partnerjev in uporabnikov pri raziskavah materialov za visoke tehnologije in biomedicinske aplikacije nedvomno prispeva k dvigovanju splošne tehnične ravni in osveščenosti laične javnosti o pomenu raziskovalnega dela za okolje, v katerem živimo.

Nenazadnje prispevata k utrjevanju nacionalne identitete tudi prepoznavnost raziskovalne skupine in njihovih industrijskih partnerjev v mednarodnem okolju.

ANG

The applicative and development part of the program was aimed at searching for new possible applications of the engineering ceramics, especially in medicine, into development of new and/or cheaper materials with desired properties and into development of alternative, economical and environmentally friendly ceramic technologies. Part of this program was prepared in cooperation with the experts from the industry that also actively participated in its execution, and part of the created knowledge was successfully transferred into practice and patented.

The program group also contributed to the technological development of Slovenia with the dissemination of knowledge in the form of counseling, literature surveys of potentially interesting areas, help in the solving technological problems in the production, cooperation in smaller or larger development projects and help with introduction of new products and technologies, specialization of the researchers from the industry and lectures for technical staff, pedagogical activity in undergraduate and graduate studies and mentoring diplomas and doctoral thesis. With all this it contributed to better education of students of natural and technical sciences.

With the expansion of the research to the field of bioceramics new up-to-date topic was introduced in Slovenian research area. Closer cooperation of experts from the field of material science with the experts from the field of medicine on bioceramics enriched the educational programs and courses on technics as well as medicine.

Active cooperation of industrial partners and end-users in the research of the materials for high-tech and biomedicine applications contributed to the rise of technical level and awareness of public on the importance of the research for the environment and the society we live in. Nevertheless, the recognizability of the research group and its industrial partners contributed to consolidation of national identity.

8. Zaključena mentorstva članov programske skupine pri vzgoji kadrov⁹

Vrsta izobraževanja	Število mentorstev	Od tega mladih raziskovalcev

- magisteriji		
- doktorati	3	1
- specializacije		
Skupaj:	3	1

9. Zaposlitev vzgojenih kadrov po usposabljanju

Organizacija zaposlitve	Število doktorjev	Število magistrov	Število specializantov
- univerze in javni raziskovalni zavodi	2		
- gospodarstvo	1		
- javna uprava			
- drugo			
Skupaj:	3	0	0

10. Opravljeno uredniško delo, delo na informacijskih bazah, zbirkah in korpusih v obdobju¹⁰

	Ime oz. naslov publikacije, podatkovne informacijske baze, korpusa, zbirke z virom (ID, spletna stran)	Število *
1.	T. Kosmač, vabljeni so-urednik revije JECS, Vol. 27, 2007 (Elsevier)	68
2.		
3.		
4.		
5.		
6.		
7.		
8.		
9.		
10.		

*Število urejenih prispevkov (člankov) /število sodelavcev na zbirki oz. bazi /povečanje obsega oz. štev

11. Vključenost raziskovalcev iz podjetij in gostovanje raziskovalcev, podoktorandov ter študen

Sodelovanje v programski skupini	Število
- raziskovalci-razvijalci iz podjetij	1
- uveljavljeni raziskovalci iz tujine	
- podoktorandi iz tujine	
- študenti, doktorandi iz tujine	5
Skupaj:	6

12. Vključevanje v raziskovalne programe Evropske unije in v druge mednarodne raziskovalne i mednarodno sodelovanje v obravnavanem obdobju¹¹

1. Mreža za nanostrukturne materiale v novopridruženih evropskih državah NENAMAT; 6. okvirni progr: Koordinator prof. dr. Jan Dusza, Institute of Materials Research - Slovak Academy of Sciences, Košice,
2. Inovativna izdelava keramike, CERAMOS, Marie Curie Training Site; 5. okvirni program; EC; HPMT-C

Marija Kosec, prof. dr. Tomaž Kosmač, dr. Barbara Malič
3. Razvoj nanomaterialov na osnovi cirkonijevega oksida za senzorske aplikacije
NATO SfP - Zirconia Nanomaterials, NATO SfP - 974054,
NATO Scientific Affairs Division; dr. Claude Monty, CNRS / LEA SIMAP / IMP, Odeillo, Cedex Font Romei
Marija Kosec
4. Izboljšanje lastnosti totalnih kolčnih protez z uporabo funkcionalno gradientnega materiala; 5. okvir
00354, EC; prof. dr. Omer Van Der Biest, Katoliška Univerza Leuven, Oddelek za metalurgijo in tehnolo
Novak Krmpotič
5. Meritve zeta potenciala; CeramTec AG, Materialwirtschaft, Plochingen Nemčija, prof. dr. Tomaž Kos
6. Plastifikacija keramičnega prahu; dr. Wolfgang Burger, CeramTec AG, Materialwirtschaft, Plochingen,
7. Kompatibilnost tetragonalne ZrO₂ keramike za zobno protetiko z dentalnim porcelanom, N-3/2002, :
NIOM, Scandinavian Institute of Dental Materials Haslum, Haslum, Norveška; prof. Tomaž Kosmač
8. Nizkotlačno injekcijsko brizganje piezoelektrične keramike "skoraj končnih oblik" , U3-MM/K6-06-028
Machinery and Materials (KIMM), Ceramic Materials Group, Changwon, Koreja, IJS: prof. dr. Tomaž Kos
9. Načrtovanje in razvoj funkcijsko graduirane SiAlON-ske keramike, BI-TR/04-07-007: prof. dr. Hasan
Engineering and Architecture, Department of Materials and Engineering, Eskisehir, Turčija, IJS: prof. dr
10. Formacija modificiranih oksidnih plasti za izboljšanje obrabne obstojnosti titanovih zlitin za umetne
College of Life and Health Sciences, Department of Biomedical Sciences, Kasugai, Japonska, Prof. Tada

13. Vključenost v projekte za uporabnike, ki potekajo izven financiranja ARRS¹²

Tekoči projekti z domačo industrijo:

1. Hidrofobizacija keramičnega prahu, (naročnik TOMOS-invalidsko podjetje, d.o.o., podružnica AET, Tc
Tomaž Kosmač
2. Raziskave keramične čepne svečke, (naročnik Hidria-ip.d.o.o., Tolmin), prof. dr. Tomaž Kosmač
3. Optimizacija keramike, (naročnik Hidria - ip. d.o.o., Tolmin; dr. Aleš Dakskobler
4. Razvoj postopka izdelave C/C-SiC kompozitov s keramično matrico iz polimerov za zavorne sisteme,
pogodbe U1-BL-K6-60/06, nosilec prof. dr. Tomaž Kosmač, OK 6141 TR, 25. 4. 06 - 31. 1. 07
5. Razvoj obrabnoobstoje keramike, (naročnik AET Tolmin, d.o.o.), št. pogodbe U1-BL-K6-54/06, nosi
4. 10. 07, OK-6143-TR
6. Razvoj keramičnega grelca, (naročnik AET Tolmin, d.o.o.), št. pogodbe U1-BL-K6-114/06, nosilec pr
TR,1.6.06 - 30.12.07
7. Razvoj keramičnega grelca, (naročnik Iskra ISD, Kranj), nosilec prof. dr. Tomaž Kosmač, št. pogodb
06 - 30. 10. 07)
8. Vpliv polnil na mehanske lastnosti vlaknocemenetnih kompozitov, PR-00731, št. pog. U1-BL-K6-19/0
Anhovo), (1. 1. 2007 - 31. 12. 2009)
9. Raziskovalno razvojna dela v okviru projekta CarCIM, PR-01449, int. št. pog. P070165, dr. A. Daksk
9. 2007 - 30. 6. 2009)

Ostali projekti (ki jih ne financira ARRS):

1. Znanje za varnost in mir 2004 - 2010, Večplastni proti prebojni kompoziti na osnovi SiC, M2-0002-0
Tomaž Kosmač, dr. Milan Ambrožič)

14. Dolgoročna sodelovanja z uporabniki, sodelovanje v povezavah gospodarskih in drugih orga sodelovanje članov programske skupine v pomembnih gospodarskih in državnih telesih (upravn itd.)

1. Tehnološke platforme na področju materialov in kemije.
2. Center odličnosti Nanoznanosti in nanotehnologije, projekt "Sinteza nanodelcev in nanokompozitov",

Tomaž Kosmač, dr. Aleš Dakskobler, dr. Irena Pribošič, dr. Milan Ambrožič

3. T. Kosmač, predstavnik RS (ekspert) v programskem odboru NMP EC.

15. Skrb za povezavo znanja s slovenskim prostorom in za slovensko znanstveno terminologijo 1.09, 1.17, 1.18, 2.02, 2.03, 2.04, 2.05, 2.06)¹³

Naslov	Raziskave reaktivnosti prahu aluminijevega nitrída v keramičnih vodnih suspenzijah
Opis	V članku so opisani rezultate obširne raziskave reaktivnosti prahu aluminijevega nitrída v vodnem mediju, ki nakazujejo možnosti za kontrolo in preprečevanje hidrolize prahu AIN ter njenega izkoriščanja v postopku HAS. Ugotavljali smo tudi kinetiko hidrolize ter vpliv pogojev hidrolize na zgradbo in morfologijo nastalih trdnih reakcijskih produktov. Raziskava je pomembno prispevala k boljšemu razumevanju mehanizmov in kinetike reakcij prahu AIN z vodo.
Objavljeno v	KOSMAČ, Tomaž, KRNEL, Kristoffer. Raziskave reaktivnosti prahu aluminijevega nitrída v keramičnih vodnih suspenzijah = Reactivity of aluminum nitride powder in aqueous ceramic slurries. V: GLAVIČ, Peter (ur.), BRODNJAK-VONČINA, Darinka (ur.). Jubilejni 10. Slovenski kemijski dnevi 2004, Maribor, 23. in 24. september 2004. Maribor: FKKT, 2004, 8 str.
COBISS.SI-ID	18701607

16. Skrb za popularizacijo znanstvenega področja (Cobiss tip 1.05, 1.21, 1.22, 2.17, 2.19, 3.10,

Naslov	Inženirska keramika kot biomaterial
Opis	Sestavek na poljuden način predstavlja uporabo keramičnih materialov na področju medicine in zobozdravstva.
Objavljeno v	AMBROŽIČ, Milan. Inženirska keramika kot biomaterial. Življ. teh., 2005, let. 56, št. 9, str. 41-43.
COBISS.SI-ID	19579175

17. Vpetost vsebine programa v dodiplomske in podiplomske študijske programe na univerzah i organizacijah v letih 2004 – 2008

1.	Naslov predmeta	Prof. dr. T. Kosmač, Keramika II
	Vrsta študijskega programa	Dodiplomski.
	Naziv univerze/fakultete	Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakul., Oddelek za materiale in metalurgijo, Ljubljana
2.	Naslov predmeta	Prof. dr. T. Kosmač, Inženirska keramika in silikati
	Vrsta študijskega programa	Podiplomski.
	Naziv univerze/fakultete	Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakul., Oddelek za materiale in metalurgijo, Ljubljana
3.	Naslov predmeta	Prof. dr. T. Kosmač, Biokeramični materiali
	Vrsta študijskega programa	Podiplomski.

	Naziv univerze/ fakultete	Mednarodna podiplomska šola IJS, Ljubljana
4.	Naslov predmeta	Prof. dr. T. Kosmač, Tehnologije oblikovanja
	Vrsta študijskega programa	Podiplomski
	Naziv univerze/ fakultete	Mednarodna podiplomska šola IJS, Ljubljana
5.	Naslov predmeta	Računske vaje iz fizike za študente 1. let. kemije (dr. Milan Ambrožič)
	Vrsta študijskega programa	Dodiplomski.
	Naziv univerze/ fakultete	Univerza v Ljubljani, Fakulteta za fiziko, Lj.
6.	Naslov predmeta	Računske vaje iz fizike za študente 1. let. FRI (dr. Milan Ambrožič)
	Vrsta študijskega programa	Dodiplomski.
	Naziv univerze/ fakultete	Univerza v Ljubljani, Fakulteta za računalništvo in informatiko, Lj.
7.	Naslov predmeta	Vaje pri predmetu Anorganska in splošna kemija za študente univerzitetnega študija Zootehniko (dr. Kristoffer Krnel)
	Vrsta študijskega programa	Dodiplomski.
	Naziv univerze/ fakultete	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta

18. 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 type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.01.02.	Razvoj podiplomskega izobraževanja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.01.03.	Drugo:	<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 type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.02.04.	Zmanjšanje porabe materialov in energije	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" 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 type="radio"/>	<input checked="" 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 type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.10.	Dvig izobrazbene strukture zaposlenih	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" 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 type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.03.02.	Tehnološko prestrukturiranje dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.03.03.	Uvajanje novih tehnologij	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" 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 type="radio"/>	<input checked="" 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 type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.05.	Razvoj civilne družbe	<input type="radio"/>	<input checked="" 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					
G.06.	Varovanje okolja in trajnostni razvoj					
G.07	Razvoj družbene infrastrukture					
G.07.01.	Informacijsko-komunikacijska infrastruktura	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.02.	Prometna infrastruktura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.03.	Energetska infrastruktura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" 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					
G.09.	Drugo:					

Komentar¹⁵

Raziskovalne vsebine programa so vpete v visokošolske študijske programe in prispevajo h kvalitetnejšemu izobraževanju študentov tehnike in naravoslovja na dodiplomski in podiplomski stopnji. Povezovanje strokovnjakov s področja vede o materialih in strokovnjakov s področja medicine pri raziskavah biokeramike bogati študijske programe in vsebine predmetov tako na tehniki, kot na medicini.

V sodelovanju z industrijskimi partnerji bo skupina tudi v bodoče izboljšala in/ali razvila vrsto novih keramičnih izdelkov in tehnologij ter sodelovala pri njihovi vpeljavi v industrijsko prakso. Pričakujemo, da da bomo na ta način del ustvarjenega znanja uspešno prenesli v prakso, kar

bo prispevalo k povečanju konkurenčne sposobnosti domače industrije.
S širitvijo obsega raziskav na področje biokeramike uvajamo v slovenski prostor novo problematiko, ki je v svetu že nekaj časa zelo aktualna, pri nas pa to šele postaja. Aktivno sodelovanje industrijskih partnerjev in uporabnikov pri raziskavah materialov za visoke tehnologije in biomedicinske aplikacije nedvomno prispeva k dvigovanju splošne tehnične ravni in osveščenosti laične javnosti o pomenu raziskovalnega dela za okolje, v katerem živimo.

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 oče 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

Podpisi:

vodja raziskovalnega programa		zastopniki oz. pooblaščen osebe raziskovalnih organizacij in/ali koncesionarjev
Tomaž Kosmač	in/ali	Institut "Jožef Stefan"

Kraj in datum:

Ljubljana

10.4.2009

Oznaka poročila: ARRS_ZV_RPROG_ZP_2008/1022

¹ Napišite kratko vsebinsko poročilo, kjer boste predstavili raziskovalno hipotezo in opis raziskovanja. Navedite ključne ugotovitve in učinke raziskovalnega programa. Največ 21.000 znakov vključno s presledki (približno tri in pol strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

² Največ 3000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

³ Samo v primeru bistvenih odstopanj in sprememb od predvidenega programa raziskovalnega programa, kot je bil zapisan v obrazcu, največ 3000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

⁴ Navedite največ pet najpomembnejših znanstvenih rezultatov programske skupine, ki so nastali v času trajanja programa v poročanju. Za vsak rezultat navedite naslov v slovenskem in angleškem jeziku (največ 150 znakov vključno s presledki), rezu (največ 500 znakov vključno s presledki) v slovenskem in angleškem jeziku, navedite, kje je objavljen (največ 500 znakov vključno s presledki), izberite 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 povezano vlogo pri nastanku in napredovanju raka. V tem znanstvenem članku smo prvi dokazali... (največ 600 znakov vključno s presledki)

Objavljeno v: OBERMAJER, N., PREMŽL, A., ZAVAŠNIK-BERGANT, T., TURK, B., KOS, J.. Carboxypeptidase cathepsin X med differentiatied U-937 cells. Exp. Cell Res., 2006, 312, 2515-2527, JCR IF (2005): 4.148

Zaključno poročilo o rezultatih raziskovalnega programa v obdobju 2004-2008

Tipologija: 1.01 - Izvirni znanstveni članek
COBISS.SI-ID: 1920113 [Nazaj](#)

- ⁵ Navedite največ pet najpomembnejših družbeno-ekonomsko relevantnih rezultatov programske skupine, ki so nastali v času programa, ki je predmet poročanja. Za vsak rezultat navedite naslov v slovenskem in angleškem jeziku (največ 150 znakov v znakov vključno s presledki) v slovenskem in angleškem jeziku, izberite ustrezen rezultat, ki je v Šifrantu raziskovalnih rezultatov <http://www.arrs.gov.si/sl/gradivo/sifranti/sif-razisk-rezult.asp>, navedite, kje je rezultat objavljen (največ 500 znakov vključno s presledki) 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](#)
- ⁶ Pomen raziskovalnih rezultatov za razvoj znanosti in za razvoj Slovenije bo objavljen na spletni strani: <http://sicris.izum.si/>
- ⁷ Največ 4.000 znakov vključno s presledki [Nazaj](#)
- ⁸ Največ 4.000 znakov vključno s presledki [Nazaj](#)
- ⁹ Za raziskovalce, ki niso habilitirani, so pa bili mentorji mladim raziskovalcem, se vpiše ustrezen podatek samo v stolpec MR
- ¹⁰ Vpisuje se uredništvo revije, monografije ali zbornika v skladu s Pravilnikom o kazalcih in merilih znanstvene in strokovne in 39/2007), kar sodi tako kot mentorstvo pod sekundarno avtorstvo, in delo (na zlasti nacionalno pomembnim korpusu ali zbirki). Največ 1000 znakov (ime) oziroma 150 znakov (število) vključno s presledki. [Nazaj](#)
- ¹¹ Navedite oziroma naštejite konkretne projekte. Največ 12.000 znakov vključno s presledki. [Nazaj](#)
- ¹² Navedite konkretne projekte, kot na primer: industrijski projekti, projekti za druge naročnike, državno upravo, občine ipd. Največ 9.000 znakov vključno s presledki. [Nazaj](#)
- ¹³ Navedite objavo oziroma prevod (soobjavo) članov programske skupine strokovnega prispevka v slovenskem jeziku, ki se objavi v slovenskem in za slovensko znanstveno terminologijo (Cobiss tip 1.04, 1.06, 1.07, 1.08, 1.09, 1.17, 1.18, 2.02, 2.03, 2.04, 2.05, 2.06, 2.07, 2.08, 2.09, 2.10, 2.11, 2.12, 2.13, 2.14, 2.15, 2.16, 2.17, 2.18, 2.19, 2.20, 2.21, 2.22, 2.23, 2.24, 2.25, 2.26, 2.27, 2.28, 2.29, 2.30, 2.31, 2.32, 2.33, 2.34, 2.35, 2.36, 2.37, 2.38, 2.39, 2.40, 2.41, 2.42, 2.43, 2.44, 2.45, 2.46, 2.47, 2.48, 2.49, 2.50, 2.51, 2.52, 2.53, 2.54, 2.55, 2.56, 2.57, 2.58, 2.59, 2.60, 2.61, 2.62, 2.63, 2.64, 2.65, 2.66, 2.67, 2.68, 2.69, 2.70, 2.71, 2.72, 2.73, 2.74, 2.75, 2.76, 2.77, 2.78, 2.79, 2.80, 2.81, 2.82, 2.83, 2.84, 2.85, 2.86, 2.87, 2.88, 2.89, 2.90, 2.91, 2.92, 2.93, 2.94, 2.95, 2.96, 2.97, 2.98, 2.99, 3.00, 3.01, 3.02, 3.03, 3.04, 3.05, 3.06, 3.07, 3.08, 3.09, 3.10, 3.11, 3.12, 3.13, 3.14, 3.15, 3.16, 3.17, 3.18, 3.19, 3.20, 3.21, 3.22, 3.23, 3.24, 3.25, 3.26, 3.27, 3.28, 3.29, 3.30, 3.31, 3.32, 3.33, 3.34, 3.35, 3.36, 3.37, 3.38, 3.39, 3.40, 3.41, 3.42, 3.43, 3.44, 3.45, 3.46, 3.47, 3.48, 3.49, 3.50, 3.51, 3.52, 3.53, 3.54, 3.55, 3.56, 3.57, 3.58, 3.59, 3.60, 3.61, 3.62, 3.63, 3.64, 3.65, 3.66, 3.67, 3.68, 3.69, 3.70, 3.71, 3.72, 3.73, 3.74, 3.75, 3.76, 3.77, 3.78, 3.79, 3.80, 3.81, 3.82, 3.83, 3.84, 3.85, 3.86, 3.87, 3.88, 3.89, 3.90, 3.91, 3.92, 3.93, 3.94, 3.95, 3.96, 3.97, 3.98, 3.99, 4.00, 4.01, 4.02, 4.03, 4.04, 4.05, 4.06, 4.07, 4.08, 4.09, 4.10, 4.11, 4.12, 4.13, 4.14, 4.15, 4.16, 4.17, 4.18, 4.19, 4.20, 4.21, 4.22, 4.23, 4.24, 4.25, 4.26, 4.27, 4.28, 4.29, 4.30, 4.31, 4.32, 4.33, 4.34, 4.35, 4.36, 4.37, 4.38, 4.39, 4.40, 4.41, 4.42, 4.43, 4.44, 4.45, 4.46, 4.47, 4.48, 4.49, 4.50, 4.51, 4.52, 4.53, 4.54, 4.55, 4.56, 4.57, 4.58, 4.59, 4.60, 4.61, 4.62, 4.63, 4.64, 4.65, 4.66, 4.67, 4.68, 4.69, 4.70, 4.71, 4.72, 4.73, 4.74, 4.75, 4.76, 4.77, 4.78, 4.79, 4.80, 4.81, 4.82, 4.83, 4.84, 4.85, 4.86, 4.87, 4.88, 4.89, 4.90, 4.91, 4.92, 4.93, 4.94, 4.95, 4.96, 4.97, 4.98, 4.99, 5.00, 5.01, 5.02, 5.03, 5.04, 5.05, 5.06, 5.07, 5.08, 5.09, 5.10, 5.11, 5.12, 5.13, 5.14, 5.15, 5.16, 5.17, 5.18, 5.19, 5.20, 5.21, 5.22, 5.23, 5.24, 5.25, 5.26, 5.27, 5.28, 5.29, 5.30, 5.31, 5.32, 5.33, 5.34, 5.35, 5.36, 5.37, 5.38, 5.39, 5.40, 5.41, 5.42, 5.43, 5.44, 5.45, 5.46, 5.47, 5.48, 5.49, 5.50, 5.51, 5.52, 5.53, 5.54, 5.55, 5.56, 5.57, 5.58, 5.59, 5.60, 5.61, 5.62, 5.63, 5.64, 5.65, 5.66, 5.67, 5.68, 5.69, 5.70, 5.71, 5.72, 5.73, 5.74, 5.75, 5.76, 5.77, 5.78, 5.79, 5.80, 5.81, 5.82, 5.83, 5.84, 5.85, 5.86, 5.87, 5.88, 5.89, 5.90, 5.91, 5.92, 5.93, 5.94, 5.95, 5.96, 5.97, 5.98, 5.99, 6.00, 6.01, 6.02, 6.03, 6.04, 6.05, 6.06, 6.07, 6.08, 6.09, 6.10, 6.11, 6.12, 6.13, 6.14, 6.15, 6.16, 6.17, 6.18, 6.19, 6.20, 6.21, 6.22, 6.23, 6.24, 6.25, 6.26, 6.27, 6.28, 6.29, 6.30, 6.31, 6.32, 6.33, 6.34, 6.35, 6.36, 6.37, 6.38, 6.39, 6.40, 6.41, 6.42, 6.43, 6.44, 6.45, 6.46, 6.47, 6.48, 6.49, 6.50, 6.51, 6.52, 6.53, 6.54, 6.55, 6.56, 6.57, 6.58, 6.59, 6.60, 6.61, 6.62, 6.63, 6.64, 6.65, 6.66, 6.67, 6.68, 6.69, 6.70, 6.71, 6.72, 6.73, 6.74, 6.75, 6.76, 6.77, 6.78, 6.79, 6.80, 6.81, 6.82, 6.83, 6.84, 6.85, 6.86, 6.87, 6.88, 6.89, 6.90, 6.91, 6.92, 6.93, 6.94, 6.95, 6.96, 6.97, 6.98, 6.99, 7.00, 7.01, 7.02, 7.03, 7.04, 7.05, 7.06, 7.07, 7.08, 7.09, 7.10, 7.11, 7.12, 7.13, 7.14, 7.15, 7.16, 7.17, 7.18, 7.19, 7.20, 7.21, 7.22, 7.23, 7.24, 7.25, 7.26, 7.27, 7.28, 7.29, 7.30, 7.31, 7.32, 7.33, 7.34, 7.35, 7.36, 7.37, 7.38, 7.39, 7.40, 7.41, 7.42, 7.43, 7.44, 7.45, 7.46, 7.47, 7.48, 7.49, 7.50, 7.51, 7.52, 7.53, 7.54, 7.55, 7.56, 7.57, 7.58, 7.59, 7.60, 7.61, 7.62, 7.63, 7.64, 7.65, 7.66, 7.67, 7.68, 7.69, 7.70, 7.71, 7.72, 7.73, 7.74, 7.75, 7.76, 7.77, 7.78, 7.79, 7.80, 7.81, 7.82, 7.83, 7.84, 7.85, 7.86, 7.87, 7.88, 7.89, 7.90, 7.91, 7.92, 7.93, 7.94, 7.95, 7.96, 7.97, 7.98, 7.99, 8.00, 8.01, 8.02, 8.03, 8.04, 8.05, 8.06, 8.07, 8.08, 8.09, 8.10, 8.11, 8.12, 8.13, 8.14, 8.15, 8.16, 8.17, 8.18, 8.19, 8.20, 8.21, 8.22, 8.23, 8.24, 8.25, 8.26, 8.27, 8.28, 8.29, 8.30, 8.31, 8.32, 8.33, 8.34, 8.35, 8.36, 8.37, 8.38, 8.39, 8.40, 8.41, 8.42, 8.43, 8.44, 8.45, 8.46, 8.47, 8.48, 8.49, 8.50, 8.51, 8.52, 8.53, 8.54, 8.55, 8.56, 8.57, 8.58, 8.59, 8.60, 8.61, 8.62, 8.63, 8.64, 8.65, 8.66, 8.67, 8.68, 8.69, 8.70, 8.71, 8.72, 8.73, 8.74, 8.75, 8.76, 8.77, 8.78, 8.79, 8.80, 8.81, 8.82, 8.83, 8.84, 8.85, 8.86, 8.87, 8.88, 8.89, 8.90, 8.91, 8.92, 8.93, 8.94, 8.95, 8.96, 8.97, 8.98, 8.99, 9.00, 9.01, 9.02, 9.03, 9.04, 9.05, 9.06, 9.07, 9.08, 9.09, 9.10, 9.11, 9.12, 9.13, 9.14, 9.15, 9.16, 9.17, 9.18, 9.19, 9.20, 9.21, 9.22, 9.23, 9.24, 9.25, 9.26, 9.27, 9.28, 9.29, 9.30, 9.31, 9.32, 9.33, 9.34, 9.35, 9.36, 9.37, 9.38, 9.39, 9.40, 9.41, 9.42, 9.43, 9.44, 9.45, 9.46, 9.47, 9.48, 9.49, 9.50, 9.51, 9.52, 9.53, 9.54, 9.55, 9.56, 9.57, 9.58, 9.59, 9.60, 9.61, 9.62, 9.63, 9.64, 9.65, 9.66, 9.67, 9.68, 9.69, 9.70, 9.71, 9.72, 9.73, 9.74, 9.75, 9.76, 9.77, 9.78, 9.79, 9.80, 9.81, 9.82, 9.83, 9.84, 9.85, 9.86, 9.87, 9.88, 9.89, 9.90, 9.91, 9.92, 9.93, 9.94, 9.95, 9.96, 9.97, 9.98, 9.99, 10.00, 10.01, 10.02, 10.03, 10.04, 10.05, 10.06, 10.07, 10.08, 10.09, 10.10, 10.11, 10.12, 10.13, 10.14, 10.15, 10.16, 10.17, 10.18, 10.19, 10.20, 10.21, 10.22, 10.23, 10.24, 10.25, 10.26, 10.27, 10.28, 10.29, 10.30, 10.31, 10.32, 10.33, 10.34, 10.35, 10.36, 10.37, 10.38, 10.39, 10.40, 10.41, 10.42, 10.43, 10.44, 10.45, 10.46, 10.47, 10.48, 10.49, 10.50, 10.51, 10.52, 10.53, 10.54, 10.55, 10.56, 10.57, 10.58, 10.59, 10.60, 10.61, 10.62, 10.63, 10.64, 10.65, 10.66, 10.67, 10.68, 10.69, 10.70, 10.71, 10.72, 10.73, 10.74, 10.75, 10.76, 10.77, 10.78, 10.79, 10.80, 10.81, 10.82, 10.83, 10.84, 10.85, 10.86, 10.87, 10.88, 10.89, 10.90, 10.91, 10.92, 10.93, 10.94, 10.95, 10.96, 10.97, 10.98, 10.99, 11.00, 11.01, 11.02, 11.03, 11.04, 11.05, 11.06, 11.07, 11.08, 11.09, 11.10, 11.11, 11.12, 11.13, 11.14, 11.15, 11.16, 11.17, 11.18, 11.19, 11.20, 11.21, 11.22, 11.23, 11.24, 11.25, 11.26, 11.27, 11.28, 11.29, 11.30, 11.31, 11.32, 11.33, 11.34, 11.35, 11.36, 11.37, 11.38, 11.39, 11.40, 11.41, 11.42, 11.43, 11.44, 11.45, 11.46, 11.47, 11.48, 11.49, 11.50, 11.51, 11.52, 11.53, 11.54, 11.55, 11.56, 11.57, 11.58, 11.59, 11.60, 11.61, 11.62, 11.63, 11.64, 11.65, 11.66, 11.67, 11.68, 11.69, 11.70, 11.71, 11.72, 11.73, 11.74, 11.75, 11.76, 11.77, 11.78, 11.79, 11.80, 11.81, 11.82, 11.83, 11.84, 11.85, 11.86, 11.87, 11.88, 11.89, 11.90, 11.91, 11.92, 11.93, 11.94, 11.95, 11.96, 11.97, 11.98, 11.99, 12.00, 12.01, 12.02, 12.03, 12.04, 12.05, 12.06, 12.07, 12.08, 12.09, 12.10, 12.11, 12.12, 12.13, 12.14, 12.15, 12.16, 12.17, 12.18, 12.19, 12.20, 12.21, 12.22, 12.23, 12.24, 12.25, 12.26, 12.27, 12.28, 12.29, 12.30, 12.31, 12.32, 12.33, 12.34, 12.35, 12.36, 12.37, 12.38, 12.39, 12.40, 12.41, 12.42, 12.43, 12.44, 12.45, 12.46, 12.47, 12.48, 12.49, 12.50, 12.51, 12.52, 12.53, 12.54, 12.55, 12.56, 12.57, 12.58, 12.59, 12.60, 12.61, 12.62, 12.63, 12.64, 12.65, 12.66, 12.67, 12.68, 12.69, 12.70, 12.71, 12.72, 12.73, 12.74, 12.75, 12.76, 12.77, 12.78, 12.79, 12.80, 12.81, 12.82, 12.83, 12.84, 12.85, 12.86, 12.87, 12.88, 12.89, 12.90, 12.91, 12.92, 12.93, 12.94, 12.95, 12.96, 12.97, 12.98, 12.99, 13.00, 13.01, 13.02, 13.03, 13.04, 13.05, 13.06, 13.07, 13.08, 13.09, 13.10, 13.11, 13.12, 13.13, 13.14, 13.15, 13.16, 13.17, 13.18, 13.19, 13.20, 13.21, 13.22, 13.23, 13.24, 13.25, 13.26, 13.27, 13.28, 13.29, 13.30, 13.31, 13.32, 13.33, 13.34, 13.35, 13.36, 13.37, 13.38, 13.39, 13.40, 13.41, 13.42, 13.43, 13.44, 13.45, 13.46, 13.47, 13.48, 13.49, 13.50, 13.51, 13.52, 13.53, 13.54, 13.55, 13.56, 13.57, 13.58, 13.59, 13.60, 13.61, 13.62, 13.63, 13.64, 13.65, 13.66, 13.67, 13.68, 13.69, 13.70, 13.71, 13.72, 13.73, 13.74, 13.75, 13.76, 13.77, 13.78, 13.79, 13.80, 13.81, 13.82, 13.83, 13.84, 13.85, 13.86, 13.87, 13.88, 13.89, 13.90, 13.91, 13.92, 13.93, 13.94, 13.95, 13.96, 13.97, 13.98, 13.99, 14.00, 14.01, 14.02, 14.03, 14.04, 14.05, 14.06, 14.07, 14.08, 14.09, 14.10, 14.11, 14.12, 14.13, 14.14, 14.15, 14.16, 14.17, 14.18, 14.19, 14.20, 14.21, 14.22, 14.23, 14.24, 14.25, 14.26, 14.27, 14.28, 14.29, 14.30, 14.31, 14.32, 14.33, 14.34, 14.35, 14.36, 14.37, 14.38, 14.39, 14.40, 14.41, 14.42, 14.43, 14.44, 14.45, 14.46, 14.47, 14.48, 14.49, 14.50, 14.51, 14.52, 14.53, 14.54, 14.55, 14.56, 14.57, 14.58, 14.59, 14.60, 14.61, 14.62, 14.63, 14.64, 14.65, 14.66, 14.67, 14.68, 14.69, 14.70, 14.71, 14.72, 14.73, 14.74, 14.75, 14.76, 14.77, 14.78, 14.79, 14.80, 14.81, 14.82, 14.83, 14.84, 14.85, 14.86, 14.87, 14.88, 14.89, 14.90, 14.91, 14.92, 14.93, 14.94, 14.95, 14.96, 14.97, 14.98, 14.99, 15.00, 15.01, 15.02, 15.03, 15.04, 15.05, 15.06, 15.07, 15.08, 15.09, 15.10, 15.11, 15.12, 15.13, 15.14, 15.15, 15.16, 15.17, 15.18, 15.19, 15.20, 15.21, 15.22, 15.23, 15.24, 15.25, 15.26, 15.27, 15.28, 15.29, 15.30, 15.31, 15.32, 15.33, 15.34, 15.35, 15.36, 15.37, 15.38, 15.39, 15.40, 15.41, 15.42, 15.43, 15.44, 15.45, 15.46, 15.47, 15.48, 15.49, 15.50, 15.51, 15.52, 15.53, 15.54, 15.55, 15.56, 15.57, 15.58, 15.59, 15.60, 15.61, 15.62, 15.63, 15.64, 15.65, 15.66, 15.67, 15.68, 15.69, 15.70, 15.71, 15.72, 15.73, 15.74, 15.75, 15.76, 15.77, 15.78, 15.79, 15.80, 15.81, 15.82, 15.83, 15.84, 15.85, 15.86, 15.87, 15.88, 15.89, 15.90, 15.91, 15.92, 15.93, 15.94, 15.95, 15.96, 15.97, 15.98, 15.99, 16.00, 16.01, 16.02, 16.03, 16.04, 16.05, 16.06, 16.07, 16.08, 16.09, 16.10, 16.11, 16.12, 16.13, 16.14, 16.15, 16.16, 16.17, 16.18, 16.19, 16.20, 16.21, 16.22, 16.23, 16.24, 16.25, 16.26, 16.27, 16.28, 16.29, 16.30, 16.31, 16.32, 16.33, 16.34, 16.35, 16.36, 16.37, 16.38, 16.39, 16.40, 16.41, 16.42, 16.43, 16.44, 16.45, 16.46, 16.47, 16.48, 16.49, 16.50, 16.51, 16.52, 16.53, 16.54, 16.55, 16.56, 16.57, 16.58, 16.59, 16.60, 16.61, 16.62, 16.63, 16.64, 16.65, 16.66, 16.67, 16.68, 16.69, 16.70, 16.71, 16.72, 16.73, 16.74, 16.75, 16.76, 16.77, 16.78, 16.79, 16.80, 16.81, 16.82, 16.83, 16.84, 16.85, 16.86, 16.87, 16.88, 16.89, 16.90, 16.91, 16.92, 16.93, 16.94, 16.95, 16.96, 16.97, 16.98, 16.99, 17.00, 17.01, 17.02, 17.03, 17.04, 17.05, 17.06, 17.07, 17.08, 17.09, 17.10, 17.11, 17.12, 17.13, 17.14, 17.15, 17.16, 17.17, 17.18, 17.19, 17.20, 17.21, 17.22, 17.23, 17.24, 17.25, 17.26, 17.27, 17.28, 17.29, 17.30, 17.31, 17.32, 17.33, 17.34, 17.35, 17.36, 17.37, 17.38, 17.39, 17.40, 17.41, 17.42, 17.43, 17.44, 17.45, 17.46, 17.47, 17.48, 17.49, 17.50, 17.51, 17.52, 17.53, 17.54, 17.55, 17.56, 17.57, 17.58, 17.59, 17.60, 17.61, 17.62, 17.63, 17.64, 17.65, 17.66, 17.67, 17.68, 17.69, 17.70, 17.71, 17.72, 17.73, 17.74, 17.75, 17.76, 17.77, 17.78, 17.79, 17.80, 17.81, 17.82, 17.83, 17.84, 17.85, 17.86, 17.87, 17.88, 17.89, 17.90, 17.91, 17.92, 17.93, 17.94, 17.95, 17.96, 17.97, 17.98, 17.99, 18.00, 18.01, 18.02, 18.03, 18.04, 18.05, 18.06, 18.07, 18.08, 18.09, 18.10, 18.11, 18.12, 18.13, 18.14, 18.15, 18.16, 18.17, 18.18, 18.19, 18.20, 18.21, 18.22, 18.23, 18.24, 18.25, 18.26, 18.27, 18.28, 18.29, 18.30, 18.31, 18.32, 18.33, 18.34, 18.35, 18.36, 18.37, 18.38, 18.39, 18.40, 18.41, 18.42, 18.43, 18.44, 18.45, 18.46, 18.47, 18.48, 18.49, 18.50, 18.51, 18.52, 18.53, 18.54, 18.55, 18.56, 18.57, 18.58, 18.59, 18.60, 18.61, 18.62, 18.63, 18.64, 18.65, 18.66, 18.67, 18.68, 18.69, 18.70, 18.71, 18.72, 18.73, 18.74, 18.75, 18.76, 18.77, 18.78, 18.79, 18.80, 18.81, 18.82, 18.83, 18.84, 18.85, 18.86, 18.87, 18.88, 18.89, 18.90, 18.91, 18.92, 18.93, 18.94, 18.95, 18.96, 18.97, 18.98, 18.99, 19.00, 19.01, 19.02, 19.03, 19.04, 19.05, 19.06, 19.07, 19.08, 19.09, 19.10, 19.11, 19.12, 19.13, 19.14, 19.15, 19.16, 19.17, 19.18, 19.19, 19.20, 19.21, 19.22, 19.23, 19.24, 19.25, 19.26, 19.27, 19.28, 19.29, 19.30, 19.31, 19.32, 19.33, 19.34, 19.3