

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2011-1/176

## ZAKLJUČNO POROČILO O REZULTATIH RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

### A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

#### 1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

<b>Šifra projekta</b>	L2-0873
<b>Naslov projekta</b>	Optimizirani pristop k načrtovanju ukrepov za ohranjanje objektov zgodovinske in druge stavbne dediščine
<b>Vodja projekta</b>	15189 Vlatko Bosiljkov
<b>Tip projekta</b>	L Aplikativni projekt
<b>Obseg raziskovalnih ur</b>	4.650
<b>Cenovni razred</b>	C
<b>Trajanje projekta</b>	02.2008 - 01.2011
<b>Nosilna raziskovalna organizacija</b>	792 Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo
<b>Raziskovalne organizacije - soizvajalke</b>	1969 Gradbeni inštitut ZRMK d.o.o. 2316 Javni zavod Republike Slovenije za varstvo kulturne dediščine
<b>Družbeno-ekonomski cilj</b>	12. Splošni napredek znanja - RiR financiran iz splošnih univerzitetnih fondov (SUF)

#### 1.1. Družbeno-ekonomski cilj<sup>1</sup>

<b>Šifra</b>	13.02
<b>Naziv</b>	Tehnološke vede - RiR financiran iz drugih virov (ne iz SUF)

#### 2. Sofinancerji<sup>2</sup>

1.	Naziv	Gradbeni Inštitut ZRMK d.o.o. (GI ZRMK)
	Naslov	Dimičeva 12, 1000 Ljubljana, Slovenija
2.	Naziv	Zavod za varstvo kulturne dediščine slovenije (ZVKDS)
	Naslov	Metelkova 6, (dejanski sedež Metelkova 4), 1000 Ljubljana, Slovenia
3.	Naziv	
	Naslov	

### B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

### 3. Poročilo o realizaciji programa raziskovalnega projekta<sup>3</sup>

Delo na projektu je potekalo v okviru delovnih paketov. V nadaljevanju podajamo kratek povzetek opravljenih del:

#### **DP1 – Definicije in klasifikacija**

Narejen je pregled arhitekturne oziroma stavbne kulturne dediščine na Slovenskem. Zgodovinski razvoj skozi različna obdobja (romanika, gotika, renesansa, barok, klasicizem, zgodnja industrijska arhitektura, secesija) je posebej obdelan za profano (mestna arhitektura in gradovi) in sakralno dediščino. Zaradi svoje specifikke predstavlja sakralna dediščina s konstrukcijskega stališča vrhunec graditeljskih sposobnosti naših arhitektov in gradbenikov že od časa nastanka objekta. Iz tega razloga smo v projektu večjo pozornost posvetili prav objektom sakralne dediščine.

#### **DP2 – Diagnostika**

Na osnovi rezultatov naših in-situ preiskav, pregleda literature, sodelovanja v okviru RILEM SAM komiteja smo za različne metode diagnosticiranja objektov podali osnovne smernice. Metode so klasificirane v odvisnosti od njihove destruktivnosti. Za vsako izmed metod so podani: njen namen, teoretična razlaga, kratek opis in način izvajanja meritev, interpretacija rezultatov, obstoječi standardi ter omejitve metode. V sklopu poročila smo obdelali naslednje metode: termografija, geoelektrične metode, metoda udarec-odmev, pahometer, metoda s klavivom, radar, ultrasonične preiskave, določanje trdnosti in trdote, sondiranje, boroskopija, metoda enojne in dvojne blazine, in-situ tlačne, diagonalne in strižne preiskave.

»In situ« strižne preiskave so bile izvajane na objektu s tipičnimi kamnitimi zidovi v Posočju. S štirimi mešanici, izbranimi na podlagi rezultatov preliminarnih preiskav, so bili sistematično zainjektirani štirje vzorčni zidovi (slopi), ki so bili preskušani za določitev strižne nosilnosti. Štirje zidovi so bili preskušani 180 dni po opravljenem sistematičnem injektiranju, eden pa v obstoječem, nezainjektiranem stanju. Z uporabo različnih vrst injekcijskih mešanic pri injektiranju smo dosegli različne stopnje nosilnosti preskušancev. Rezultati kažejo, da je stopnja povečanja nosilnosti z injektiranjem utrjenega zidu odvisna ne samo od votlikavosti in kvalitete obstoječega zidu, ampak tudi vrste (sestave) uporabljene injekcijske mešanice. Ugotovitev nakazuje na to, da je mogoče s spreminjanjem sestave injekcijske mešanice vsakokratnim zahtevam prilagoditi stopnjo utrditve posameznega zidu in posledično tudi stopnjo potresne odpornosti stavbe kot celote.

V sklopu »in situ« preiskav so na istem objektu poleg strižnih bile izvajane še georadarske meritve, meritve s termokamero, meritve s klavivom, preskus z dvojnimi jeklenimi blazinami, sondiranje, boroskopija ter izdelava katastra razpok. Analiza rezultatov izvedenih preiskav je pokazala, da je za pravilno tolmačenje rezultatov potrebno kombinirati več metod preiskovanja, vsekakor pa neporušne (NDT) preiskave dopolniti z delno porušnimi (MDT) in porušnimi (DDT) preiskavami. Izkaže se, da so georadarske metode in metode s klavivom učinkovite za določanje efektivnosti injektiranja ter prisotnosti votlin pri neinjektirani zidovini. Pri injektiranju s cementnimi mešanici, kjer pride pri strjevanju mešanice v zidu do sproščanja hidratacijske toplote, se je kot možnost spremljanja uspešnosti injektiranja pokazala uporaba termografskih meritev, s katerimi smo lahko identificirali povišane temperature na površini zidu (max 10cm v globino).

#### **DP3 - Stabilizacija, revitalizacija in ojačitev obstoječih objektov**

V okviru tega delovnega paketa smo naredili pregled različnih metod za ojačanje in revitalizacijo obstoječih objektov. V okviru eksperimentalnega dela projekta smo z laboratorijskimi in in-situ preiskavami ovrednotili vpliv injekcijskih mas na osnovi apna in cementa na seizmično odpornost kamnitega zidovja po injektiranju. Poleg tega smo opravili obsežne laboratorijske preiskave različnih mešanic za injektiranje kamnitih zidov. Na podlagi sodelovanja s partnerji iz ZVKDS smo postavili kriterije za mešanice, ki se bodo uporabljale za injektiranje zgodovinskih objektov. V nadaljevanju podajamo povzetek dela na projektu.

Preiskavam je bilo podvrženih devet injekcijskih mešanic, dobavljivih na slovenskem tržišču. Ker proizvajalci praviloma ne razkrivajo točne komponentne sestave svojih

proizvodov, je bil naveden splošen opis, zapisan v tehničnih listih, iz katerega je bilo mogoče razbrati vrsto uporabljenega veziva ter navodila za hrambo in pripravo posamezne mešanice. Izvedene preliminarne laboratorijske preiskave so bile razdeljene na štiri sklope. V prvem sklopu je bila s kemijskimi preiskavami analizirana vsebnost potencialno škodljivih snovi v suhi injekcijski mešanici, in sicer vsebnost kloridov, sulfatov, alkalij in nitratov. V drugem sklopu preiskav je bil poudarek na obnašanju sveže pripravljene injekcijske mešanice, kjer sta bili merjeni pretočnost in izločanje vode ter je bila izvedena kategorizacija mešanic glede na vodovezivna razmerja in obdelavnost. Tretji, najboljšežnejši sklop v okviru preliminarnih preiskav, so predstavljale preiskave obnašanja strjene injekcijske mešanice. Tu je bila spremljana sprememba prostornine, izvedene so bile meritve upogibne, tlačne in natezne cepilne trdnosti preskušancev, »pull off« test na dveh substratih (apnenec in peščenjak), meritve kapilarnega dviga in vrednotena homogenost ter razpokanost preskušancev. Četrty sklop preliminarnih preiskav so predstavljale preiskave cilindričnih preskušancev višine  $v=30$  cm in premera  $d=15$  cm, narejenih iz kamnov ter naknadno injektiranih. Namen preiskav je bil ponazoriti utrjeno kamnito jedro zidu in ovrednotiti vpliv mehanskih lastnosti injekcijskih mešanic na kakovost vgrajevanja ter mehanske lastnosti preskušanca. Pri vsaki izmed izvedenih preiskav so bile določene mejne vrednosti in kriteriji za uvrstitev posamezne mešanice v kakovostni razred. Določeni so bili trije kakovostni razredi mešanic, in sicer: mešanice visoke kakovosti (razred A), mešanice srednje kakovosti (razred B) in mešanice nizke kakovosti (razred C). Pri doseganju kriterijev za posamezni kakovostni razred je bilo dopuščeno 10 % odstopanja od mejnih vrednosti.

**DP4** - Numerična analiza objektov: Delo na numerični analizi je potekalo na več nivojih v odvisnosti od zahtevane stopnje poznavanja konstrukcije: LV1 –kvalitativne analitične metode za oceno ranljivosti sakralnih objektov, LV2 – kinematične metode (makro elementi) za določanje minimalnega projektnega pospeška, ki bi lahko aktiviral posamične lokalne mehanizme porušitve, LV3 – ocena globalne potresne odpornosti konstrukcije (nelinearna analiza ob upoštevanju etažnega odziva konstrukcije - SREMB, nelinearna analiza ob upoštevanju globalnega odziva konstrukcije - 3Muri, MKE).

LV1 – kvalitativne analitične metode za oceno ranljivosti sakralnih objektov. Analizirali smo 42 objektov sakralne dediščine na Slovenskem.

Pri izdelavi ocene ranljivosti konstrukcije objekta na potresno obtežbo smo upoštevali dva modela:

Model faktoriranja razmerij površin nosilnih elementov, višin in površine objekta. Model sloni na izračunu petih različnih indeksov.

Model izračuna indeksa glede na opažene karakteristične porušne mehanizme izhaja iz analize poškodovanosti cerkev neposredno po potresu. Na osnovi identifikacije karakterističnih konstrukcijskih razpok in formiranja mehanizmov porušitve (28 različnih mehanizmov), katere bi lahko pričakovali ob potresu, je izpeljan indeks ranljivosti obravnavane konstrukcije.

Glede na tlorisno zasnovo sakralnih objektov pri nas ločimo vzdolžne in središčne (centralne) stavbe. Slednje so v veliki manjšini (<10%). Na osnovi tega lahko sklepamo, da je potresna odpornost v smeri glavne ladje bistveno večja kot v smeri pravokotno nanjo, kar pa zaradi razvejanosti tlorisa ne velja vedno v primeru baročnih stavbah.

Na osnovi rezultatov prvega modela smo ugotovili da 76% obravnavanih objektov ne zadošča zahtevam potresne odpornosti glede na maksimalno pričakovani projektne pospešek s povratno periodo 475 let. Vitkosti elementov presegajo meje, definirane za Indeks 4, pri 21% obravnavanih stavbah. Pri 23% objektov je že prišlo do formiranja karakterističnih mehanizmov porušitve sakralnih objektov. Ranljivost objektov bi se lahko bistveno zmanjšala z vgraditvijo povezovalnikov oziroma zidnih vezi. Tovrstna tehnika je sicer prisotna pri večjem številu objektov iz baroka, manjka pri objektih iz romanike in gotike.

LV2 – kinematične metode za določanje minimalnega projektnega pospeška, ki bi lahko aktiviral posamične lokalne mehanizme porušitve, so bile razvite za določanje potresne ranljivosti zidanih stavb v središčih zgodovinskih mest. Uporabljena metoda FaMIVE analizira potresno ranljivost stavb in zgodovinskih stavb v središčih mest z uporabo različnih možnih mehanizmov porušitve, neposredno povezanih s poškodbami opaženih po potresu (11 možnih mehanizmov). Ta metoda je bila razvita za izračun ekvivalentnega

strižnega koeficienta (ESC), ki je funkcija vitkosti, povezave z drugimi stenami in etažnimi konstrukcijami zidanih stavb ter koeficienta trenja. Omogoča izpeljavo funkcij ranljivosti in učinek možnih ukrepov za utrditev ter zmanjšanje ranljivosti.

V ta namen smo analizirali 33 fasad 21 objektov poškodovanih po potresih 1998 in 2004 v Posočju. Za vse objekte poškodovane v potresu 1998, je povprečni ESC znašal 0,14g, prav toliko je znašal ESC za objekte, pri katerih se je opaženi mehanizem porušitve ujemal z napovedanim. Za objekte poškodovane leta 2004, je povprečni ESC znašal 0,18g, oziroma 0,26g za tiste, pri katerih so se mehanizmi ujemali. Za celotno populacijo obravnavanih objektov je povprečni ESC znašal 0,17g, za tiste, kjer sta se napovedani in dejanski mehanizem porušitve ujemala pa 0,22g. Glede na to, da je pričakovani projektni pospešek tal za trdna tla za Posočje 0,225g, menimo da se je model dokaj dobro izkazal. Program FaMIVE določa pet razredov ranljivosti. V našem primeru velika večina objektov sodi v srednji – tretji razred. Ob študiju ukrepov za utrditev ter zmanjšanje ranljivosti smo ugotovili, da bi ob sistematičnem povezovanju zidov lahko zmanjšali ESC za faktor 2,5.

LV3 – ocena globalne potresne odpornosti konstrukcije.

### **Rezultati za cerkve: sveti Urh v Bovcu, sveti Anton v Kobaridu, sveti Anton Puščavnik v Čezsoči in sveta devica Marija na Polju)**

Zaradi arhitekturne raznolikosti sakralnih objektov in florisne razporeditve zidov, ki je značilna za cerkve, ter velikega števila odprtih različnih velikosti se rezultati med posameznimi cerkvami močno razlikujejo. Zato je za oceno učinkovitosti seizmične analize pomembna kontrolna primerjava dobljenih numeričnih rezultatov s katastri razpok. Pri primerjavi Sremba s 3Murijem se izkaže, da je togost pri računu s 3Murijem precej manjša, kar je posledica modela z ekvivalentnimi okvirji ter upoštevanja celotnega objekta in ne le kritične etaže (kar pa za cerkve ni značilno). S programom 3Muri smo dobili bistveno boljše ujemanje poškodb na objektu z numerično dobljenimi, vendar pa tudi bistveno manjše vrednosti za SRC, kar je verjetno posledica tako samega modela in predpostavljenega porušnega mehanizma, kot tudi dejstva, da je v Srembu k potresni odpornosti upoštevan tudi vpliv zidov, pravokotnih na ravnino obremenjevanja. Vendar pa so zaradi upoštevanja disipiranja energije tudi v prekladnih elementih duktilnosti pri 3Muriju večje, kar ima za posledico višje maksimalne pospeške, ki jih objekt prenese.

Izkaže se, da zahtevane potresne odpornosti po določilih Evrokoda 8 pri obravnavanih sakralnih objektih v obstoječem stanju v nobenem primeru ni mogoče doseči. Zaradi specifičnosti arhitekturne zasnove sakralnih objektov je seizmična odpornost v vzdolžni smeri objekta bistveno večja kot v prečni smeri. Pri analizah tovrstnih objektov se postavlja tudi vprašanje merodajnosti kontrolne točke (elementa oz. konstrukcijskega sklopa) pri kontroli pospeška temeljnih tal pri doseženem mejnem stanju. Pri vseh objektih so bili namreč najbolj ranljivi prav zvoniki, kar kaže na to, da je pri tovrstnih objektih potrebno analizirati več nihajnih oblik. Izbira ustreznih materialnih parametrov pri analizi rezultira k spremembam tako brezdimezionalnega koeficiente potresne odpornosti (SRC), kot nihajnega časa konstrukcije.

Na osnovi analize štirih tipičnih objektov lahko sklepamo da zahtevane potresne odpornosti sakralnih objektov ne moremo doseči samo z injektiranjem zidov. Potrebni so tudi drugi ukrepi. Ranljivost tovrstnih objektov lahko bistveno zmanjšamo s povezovanjem zidov z vodoravnimi vezmi, kar smo numerično tudi pokazali. Kljub temu se zaradi specifičnosti arhitekturne zasnove sakralnih objektov še zastavlja vprašanje, kako izkoristiti nosilnost elementov obremenjenih pravokotno na svojo raven. Zaradi anizotropne narave kamnite zidovine, zanesljivih modelov zaenkrat še ni.

### **Rezultati za večji objekt (opečna zidovina): Kolizej v Ljubljani**

Po izračunih z obema programoma je ugotovljeno, da v nobenem primeru ne zadostimo današnjim potresnim zahtevam. Pri primerjavi Sremba s 3Murijem se izkaže, da je togost pri računu s 3Murijem precej manjša, kar je posledica modela z ekvivalentnimi okvirji ter upoštevanja celotnega objekta in ne le kritične etaže. Pri analizi s 3Murijem se bistveno zmanjšajo brezdimezionalni koeficienti odpornosti SRC (50%), kar je verjetno posledica tako samega modela, kot tudi dejstva, da so v Srembu upoštevani zidovi, pravokotni na ravnino obremenjevanja. Vendar pa so zaradi upoštevanja disipiranja energije tudi v prekladnih elementih duktilnosti večje, kar ima za posledico primerljive maksimalne pospeške, ki jih objekt prenese. Pospeški so po obeh programih skoraj enaki v primeru računanja z enakomerno porazdelitvijo sil ter natezno trdnostjo, ne glede na

predpostavko togih ali podajnih stropov. Iz primerjave rezultatov 3Murija je vidno, da je ocena potresne odpornosti v vseh primerih z računom strižne nosilnosti po SIST EN 1998-3 v primerjavi z računom po starih predpisih bolj konservativna.

Za določanje potresne odpornosti torej ni dovolj samo primerjava SRC in BSC koeficientov, temveč je potrebno upoštevati tudi pomike. Če primerjamo mejne pospeške, ki jih konstrukcija prenese, le-ti pri računu s 3Murijem namreč niso nujno manjši od tistih po Srembu, temveč so za posamezne primere in smeri analize lahko, kljub bistveno manjšim SRC, večji tudi preko 30% (primer s podajnimi stropovi, računat po starih predpisih in modalno razporeditvijo sil).

#### **Rezultati za Romanski stolp v Pišecah**

Ocena odpornosti je bila narejena z analizo etažnega mehanizma (SREMB) in globalnega odziva (MKE). Rezultati metod niso povsem primerljivi, ker smo v slednjem primeru izvajali le elastično analizo. Pri etažnem mehanizmu so rezultati odvisni od višine predpostavljene etaže ter nivoja, v katerem definiramo maso konstrukcije. V primeru da bi upoštevali celotno višino objekta bi dobili bistveno manjši SRC kot če bi obravnavali le prvo etažo stolpa. V slednjem primeru bi objekt v injektiranem stanju izpolnjeval zahteve seizmične odpornosti po EC8. Metoda MKE je časovno bolj zamudna, vendar pa so rezultati bolj primerljivi z opaženimi mehanizmi razpokanosti stolpa. Tudi v primeru stolpa je potrebna modalna analiza objekta. Ob ustreznem sidranju bi lahko preprečili izven ravninske mehanizme porušitve, ki so bili prisotni na objektu.

#### **Rezultati za kamnito hišo v Posočju:**

Na obravnavani stavbi je bila opravljena kombinacija porušnih, delno porušnih in neporušnih metod preskušanja. Glede na to smo lahko poznavanje konstrukcije uvrstili v najvišjo raven poznavanja. Tako je projektna potresna odpornost določena direktno iz in-situ preiskav dobljenimi mehanskimi lastnostmi zidovja. Posledica napačne izbire materialnih lastnosti se ne izrazi le z nepravilno določeno potresno odpornostjo, ampak pogosto vpliva tudi na spremenjen porušni mehanizem. Ugotovili smo, da lahko v primeru izbranih mehanskih lastnosti iz literature (ali priporočene) potresna odpornost stavbe odstopa od odpornosti na osnovi preiskav tudi za 100 %. Dodatna slabost uporabe materialnih podatkov iz literature se je pokazala ob upoštevanju faktorja zaupanja, saj se je pri tem potresna odpornost dodatno zmanjšala za približno 20 %. V takem primeru je namreč po Evrokodu 8-3 trdnosti zidovja potrebno deliti s faktorjem zaupanja 1,35.

V splošnem se je izkazalo, da postane konstrukcija po injektiranju bolj toga, precej naraste tudi potresna odpornost. Po injektiranju z obema injekcijskima mešanicama konstrukcija doseže zahtevano potresno odpornost. Ker se z injektiranjem izboljša sodelovanje zidov pri prevzemanju potresne obtežbe, se spremeni tudi merodajni porušni mehanizem. Prevladuje upogibni mehanizem.

Italijanski pravilnik, ki obravnava obstoječe stavbe, se od Evrokoda 8-3 bistveno razlikuje v tem, da začetno strižno trdnost v enačbi strižne odpornosti reducira le s faktorjem zaupanja in ne dodatno z materialnim varnostnim faktorjem. V opravljenem primeru je bila upoštevana vrednost materialnega varnostnega faktorja z 1,5. Vrednost je bila izbrana za zidovje srednje kvalitete. Ker natančne ocene razreda zidovja nismo imeli, bi morali nelinearno analizo izvesti z višjim materialnim varnostnim faktorjem. S tem pa bi dobili prevelik padec potresne odpornosti. V tem pogledu je italijanski standard veliko bolj stvaren, saj pri nelinearni analizi materialne varnostne faktorje uporablja le pri seizmičnem projektiranju novih stavb, pri obstoječih pa je vpliv tega faktorja upoštevan s faktorjem zaupanja.

**DP5** - Optimizacijo ukrepov smo naredili za dva objekta: Glasbeno šolo v Piranu in Pišeški grad. V vseh primerih smo izhajali iz primerjave dejanskih stroškov sanacije ter stroškov sanacije ob predpostavki, da bi za določen objekt zagotovili optimalno diagnostiko. Pri tem smo upoštevali še vse morebitne stroške, ki bi zaradi ustavitve gradnje lahko dodatno bremenile investitorja. Na osnovi analize vseh stroškov se izkaže, da 1€ investiran v predhodne preiskave lahko povrne do 10€ v fazi izvedbe.

#### **4. Ocena stopnje realizacije zastavljenih raziskovalnih ciljev<sup>4</sup>**

Celoten projekt vsebuje materialne, eksperimentalne in numerične raziskave. V celoti smo dosegli vse zastavljene cilje materialnega dela projekta. Še več, ker smo zahvaljujoč tehnični pisarni v Bovcu dobili preskusni objekt, ki je predviden za rušenje, smo dobili priložnost izpeljati dodatne NDT, MDT in DT preiskave zidovine v neinjektiranem in injektiranem stanju.

Dobljeni rezultati materialnega dela preiskav so že v sedanji fazi uporabni. Kriteriji so jasno zastavljeni in definirani. Glede na to, da smo kot injekcijske mase uporabljali izdelke domačih proizvajalcev, ki ponavadi nočejo razkriti sestave mešanic ter vsebin posameznih komponent, smo se odločili za dodatne kemijske analize mešanic in ugotovili sestavo. Dobljeni rezultati za neinjektirano in injektirano zidovino pa so lahko direktni pokazatelj učinkovitosti injektiranja kamnite zidovine. Pri tem pa ne smemo pozabiti, da dobljeni rezultati veljajo le za zidovino z določenim procentualnim deležem votlin.

Numerične raziskave so izhajale iz treh nivojev poznavanja konstrukcije (LV1-3). V okviru LV1 smo se nekoliko bolj intenzivno ukvarjali s sakralnimi objekti. Glede na njihovo številčnost v Sloveniji (2500) smo analizirali 50 reprezentančnih objektov vrhunskega pomena za kulturno dediščino Slovenije.

V okviru LV2 smo ovrednotili 21 objektov poškodovanih po potresih 1998 in 2004 v Posočju. Rezultati so indikativni, vendar je potreben še večji vzorec za dokončno definiranje varnostnih faktorjev. Z ustreznim povezovanjem zidov bi lahko bistveno zmanjšali ranljivost objektov in v primeru potresov nižje intenzitete in večje verjetnosti dogodkov zagotovili zadostno potresno odpornost.

V okviru LV3 smo detajlno analizirali 4 sakralne objekte poškodovane po potresih v Posočju, en romanski stolp, en večji objekt v Ljubljani ter kamnito hišo v Čezsoči, na kateri smo obenem izvedli in-situ preiskave. Iz analiz rezultatov je razvidno, da izbira metode za določanje seizmične odpornosti lahko bistveno vpliva na dobljene rezultate.

Na osnovi dela na nacionalnem projektu smo pridobili reference in izkušnje, na podlagi katerih smo si uspešno izborili nadaljevanje projekta v širšem Evropskem kontekstu. V okviru 7. okvirnega programa od 1/1/2010 sodelujemo pri projektu PERPETUATE - *PERformance-based aPproach to Earthquake proTection of cUltural heriTage in European and mediterranean countries* ([www.perpetuate.eu](http://www.perpetuate.eu)). Skupaj s partnerji iz Italije (koordinator projekta je Univerza v Genovi), Francije, Grčije, Anglije, in Alžirije pripravljamo **Evropska navodila za oceno in ublažitev potresnega tveganja objektov kulturne dediščine**. Pri tem se osredotočamo na zidane konstrukcije. Izbran pristop temelji na modelih, ki so sposobni predvideti poškodbe pri različnih jakostih potresnih vplivov. Na podlagi tako dobljene ocene ranljivosti objekta kulturne dediščine lahko načrtujemo posege za njegovo ojačitev.

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

Bistvenih sprememb programa raziskovalnega projekta ni bilo. Postavitev portala z rezultati dela na projektu je narejena v širšem - evropskem okviru in so določena poročila že dostopna na [www.perpetuate.eu](http://www.perpetuate.eu).

Zaradi dodatnih pedagoških obveznosti vodje projekta je prišlo do prerazporeditve števila ur v okviru raziskovalne skupine 0792 (Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo). Vodja projekta je bil razbremenjen, Petra Štukovnik in Franci Čepon pa sta dobila večje število raziskovalnih ur.

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

Znanstveni rezultat			
1.	Naslov	SLO	Določanje obnašanja opečnih zidov pri potresni obtežbi.
		ANG	Evaluation of the seismic performance of brick masonry walls.

	Opis	SLO	Prispevek podaja pregled različnih metod za določanje strižne odpornosti zidov pri delovanju potresne obtežbe. Analitično izpeljane rezultate smo primerjali z našimi eksperimentalnimi rezultati strižnih zidov pri ciklični obremenitvi. Na osnovi primerjav analitičnih in eksperimentalnih rezultatov smo podali smernice za upoštevanje različnih modelov in rezultatov pri vrednotenju zidanih konstrukcij v primeru projektiranja konstrukcij s kontroliranim obnašanjem zidovine.
		ANG	This paper provides an overview of some of the methods for the evaluation of the in plane resistance of masonry walls which are already incorporated in national codes. Some results of recent experimental investigations of the shear capacity of in-plane loaded masonry walls subjected to cyclic loading are also presented with the aim of studying the potential for the application of these new concepts of assessment of seismic performance.
	Objavljeno v	BOSILJKOV, Vlatko, PAGE, Adrian W., BOKAN-BOSILJKOV, Violeta, ŽARNIČ, Roko. Evaluation of the seismic performance of brick masonry walls. Structural control & health monitoring, feb. 2010, letn. 17, št. 1, str. 100-118, ilustr., doi: 10.1002/stc.299.	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
	COBISS.SI-ID	4963169	
2.	Naslov	SLO	Strižna nosilnost stika strižni zid-pasnica zidov sestavljenih prerezov
		ANG	Shear Capacity of the Flange-Web Intersections of Brick Masonry Non Rectangular Sections
	Opis	SLO	Ustrezno izvedena povezava med strižno steno in pasnico direktno vpliva na potresno odpornost zidov sestavljenih prerezov. Na ta način dobimo bolj robustne in potresno odporne konstrukcijske elemente. Da bi lahko analizirali različne vplivne parametre na strižno nosilnost te povezave, smo preskusili serijo zidov »H« prečnega prereza. S pomočjo numerične analize rezultatov preiskav smo določili kritične parametre, ki vplivajo na vertikalno strižno nosilnost opečnih zidov sestavljenih prerezov in predlagali vodilne parametre za določitev ustreznega načina preskušanja.
		ANG	To analyse the significance of the parameters that influence the vertical shear resistance of interfaces of flanged sections of masonry obtained using different types of bonding and bonding patterns, a series of specimens with "H"-shaped cross sections were tested. Considerable strength reserves and shear ductility were observed in almost all cases. Using the results of the numerical investigation, the critical parameters for a test to determine the vertical shear capacity of masonry non-rectangular cross-sections are assessed and the governing parameters for a suitable shear test suggested.
	Objavljeno v	BOSILJKOV, Vlatko, PAGE, Adrian W., SIMUNDIĆ, Goran, ŽARNIČ, Roko. Shear Capacity of the Flange-Web Intersections of Brick Masonry Non Rectangular Sections. J. struct. eng. (New York, N.Y.), 2010, letn. 136, št. 5, str. 574-585, ilustr., doi: 10.1061/(ASCE)ST.1943-541X.0000139.	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
COBISS.SI-ID	4786785		
3.	Naslov	SLO	Integralni diagnostični pristop za oceno stanja zgodovinskih zidanih konstrukcij
		ANG	An integrated diagnostic approach for the assessment of historic masonry structures.
	Opis	SLO	V prispevku smo zbrali in analizirali zajeten kup rezultatov dobljenih na več objektov kulturne dediščine v Sloveniji. Objekti so bili različni tako po starosti kako po konstrukcijskemu sistemu. Ugotovljeno je bilo, da je učinkovitost posamezne tehnike za diagnosticiranje objekta lahko odvisna od številnih parametrov. Podane so ugotovitve, katera izmed metod je učinkovita v odkrivanju določenega problema ter kakšne rezultate lahko pričakujemo. Na osnovi eksperimentalnih in numeričnih analiz je ugotovljeno, da je vedno treba investirati v predhodne preiskave.
		ANG	Several masonry heritage structures from Slovenia, which differ both from the historical and structural point of view, have been investigated by means of different testing techniques, and numerically analysed. It was concluded that the effectiveness of any particular diagnostic technique for the investigation of masonry structures, and for the planning restoration, depends on numerous factors which were identified. In the process of assessing the state of a structure, even a simple investigation technique is



		better than none and it will be always repaid.
	Objavljeno v	BOSILJKOV, Vlatko, URANJEK, Mojmir, ŽARNIČ, Roko, BOKAN-BOSILJKOV, Violeta. An integrated diagnostic approach for the assessment of historic masonry structures. J. cult. herit., [in press] 2010, letn. XX, št. XX, str. 1-11, ilustr., doi: 10.1016/j.culher.2009.11.007.
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID	4963681
4.	Naslov	SLO Ocena stanja konstrukcije z uporabo neporušnih in delno porušnih metod: Primer Cerkve Žičke Kartuzije (Slovenija)
		ANG Assessment of Structure Through NDT and MDT Investigation: Case Study of The Church at Carthusian Monastery at Žice (SLOVENIA)
	Opis	SLO V prispevku je podan pregled eksperimentalnega dela opravljenega na cerkvi Sv. Janeza Krstnika Žičke Kartuzije. V sklopu projekta so narejene in-situ preiskave objekta v cilju karakterizacije konstrukcije, določanja izvedbe detajlov in stanja vgrajenih materialov. Metode katere smo uporabilo so bile: posnetek razpok, preiskave z radarjem (zidov in tal), termografija, sondiranje in boroskopija ter laboratorijske preiskave vzorcev iz konstrukcije objekta.
		ANG The case study presented herein, encompass experimental work carried out at the Church of St. John the Baptist at the Carthusian monastery at Žiče, Slovenia. Within this project, on-site investigation was carried out in order to characterize wall cross sections, to identify different types of masonry and to collect the samples of mortars and stone particles for further laboratory tests. Methods that were applied: crack pattern investigation, radar investigation, thermography, coring and boroscopy as well as laboratory tests on cored samples.
	Objavljeno v	BOSILJKOV, Vlatko, URANJEK, Mojmir, ŽARNIČ, Roko, BOKAN-BOSILJKOV, Violeta. An integrated diagnostic approach for the assessment of historic masonry structures. J. cult. herit., [in press] 2010, letn. XX, št. XX, str. 1-11, ilustr., doi: 10.1016/j.culher.2009.11.007.
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
COBISS.SI-ID	4795233	
5.	Naslov	SLO Projekt PERPETUATE: Potresna zaščita objektov kulturne dediščine – ocena na osnovi kontroliranega obnašanja objektov
		ANG PERPETUATE Project: the Proposal of a Performance-based Approach to Earthquake Protection of Cultural Heritage.
	Opis	SLO Metodologija sloni na oceni ranljivosti objektov ob kontroliranem stanju posameznih elementov na osnovi mejnih pomikov. Tovrsten pristop omogoča uporabo novih tehnik za ojačenje konstrukcij in povezovanje konstrukcijskih in umetniških sklopov znotraj posamezne konstrukcije. Postopek sloni na naslednjih korakih: definiranje mejnih stanj, določanje potresnega tveganja ob upoštevanju sodelovanja temeljnih tal in konstrukcije, upoštevanje različnih nivojev poznavanja konstrukcije, razvoj numeričnih modelov za oceno potresne odpornosti konstrukcij in umetniških del ter metod za ojačenje.
		ANG The methodology uses a displ.-based approach for the vulnerability evaluation and design of interventions. The use of safety verification in terms of displacement orients to new strengthening techniques and helps in the comprehension of interaction between structural elements and unmovable artistic assets. The procedure is based on: definition of performance limit states; evaluation of seismic hazard and soil-foundation interactions; construction knowledge; develop. of structural models for the seismic analysis of masonry structures and artistic assets and design of interventions.
	Objavljeno v	LAGOMARSINO, Sergio, MODARESSI, Hormoz, PITILAKIS, Kyriazis, BOSILJKOV, Vlatko, CALDERINI, Chiara, D'AYALA, Dina, BENOUAR, Djillali. PERPETUATE Project : the Proposal of a Performance-based Approach to Earthquake Protection of Cultural Heritage. Adv. mat. res. (Online). [Online ed.], 2010, letn. 133/134, str. 1119-1124, ilustr., doi: 10.4028/www.scientific.net/AMR.133-134.1119.
	Tipologija	1.02 Pregledni znanstveni članek
COBISS.SI-ID	5112417	



7. Najpomembnejši družbeno-ekonomsko relevantni rezultati projektne skupine<sup>6</sup>

Družbeno-ekonomsko relevantni rezultat		
1.	Naslov	<i>SLO</i> Statična ocena in analiza potresne odpornosti objekta "Kolizej" v Ljubljani
		<i>ANG</i> Static and seismic assessment of the "Kolizej" building in Ljubljana
	Opis	<i>SLO</i> Po naročilu ZVKDS je pripravljena ocena nosilnosti konstrukcije stavbe Kolizej v Ljubljani na statično obremenitev in analizo njene odpornosti na potresno obtežbo. Na osnovi rezultatov raziskav in posnetka obstoječega stanja objekta smo izdelali presojo obremenitev zidovja zaradi navpične obtežbe ter analizo potresne odpornosti objekta v obstoječem stanju. Na podlagi tega smo podali odgovore na vprašanja, ki jih je postavil naročnik glede bodoče funkcije objekta.
		<i>ANG</i> On the request of the Institute for the Protection of Cultural heritage of Slovenia, static and seismic assessment of the Kolizej building in Ljubljana was made. Following the results of laboratory tests analysis and assessment of the existing structure was made. On the basis of obtained results statements were made regarding structure and foreseen status of the building.
	Šifra	F.30 Strokovna ocena stanja
	Objavljeno v	BOSILJKOV, Vlatko, ŽARNIČ, Roko, ČEPON, Franci, KRŽAN, Meta. Statična ocena in analiza potresne odpornosti objekta "Kolizej" v Ljubljani. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Katedra za preskušanje materialov in konstrukcij, 2008. 72 f.
	Tipologija	2.12 Končno poročilo o rezultatih raziskav
COBISS.SI-ID	4111201	
2.	Naslov	<i>SLO</i> Ohranjanje in zaščita objektov kulturne dediščine
		<i>ANG</i> Preservation and protection of cultural heritage assets
	Opis	<i>SLO</i> V okviru oddaje smo predstavili nekatere izmed rezultatov tekočih projektov programske skupine financiranih od strani Republike Slovenije (ARRS) in sicer rezultate projekta: L2—0873 Optimizirani pristop k načrtovanju ukrepov za ohranjanje objektov zgodovinske in druge stavbne dediščine in M4—0207 Izdelava in demonstracija modela za načrtovanje ohranjanja umetnostnozgodovinske dediščine v vojnih spopadih
		<i>ANG</i> Within this interview some of the main outcomes from the research projects financed by Republic of Slovenia (provided by ARRS) were briefly presented: L2—0873 Optimized planning of sustainable retrofitting actions for preservation of historical monuments and building heritage and M4—0207 Efficient models for the assessment of vulnerability of historical monuments in case of armed conflicts
	Šifra	F.27 Prispevek k ohranjanju/varovanje naravne in kulturne dediščine
	Objavljeno v	SARK, Primož, ŽARNIČ, Roko, BOSILJKOV, Vlatko. Ohranjanje in zaščita objektov kulturne dediščine : TV Pika, Oddaja Sadovi znanja na sporedu 25. junij 2009, Poptv. Ljubljana, 2009: TV Pika. 30 min. <a href="http://www.arrs.gov.si/sl/dogodki/09/sadovi-znanja-220609.asp">http://www.arrs.gov.si/sl/dogodki/09/sadovi-znanja-220609.asp</a> , <a href="http://poptv.si/search?parent_id=35838&amp;type_id=35838&amp;group=true">http://poptv.si/search?parent_id=35838&amp;type_id=35838&amp;group=true</a> .
	Tipologija	3.11 Radijski ali TV dogodek
COBISS.SI-ID	4655713	
3.	Naslov	<i>SLO</i> Nizke in visoke tehnologije v diagnosticiranju zidanih konstrukcij
		<i>ANG</i> Low vs. high tech diagnosis techniques for the assessment of masonry structures.
	Opis	<i>SLO</i> Skozi delo na EU in nacionalnih raziskovalnih projektih smo zbrali in analizirali rezultate dobljene na več objektov kulturne dediščine. Objekti so bili različni tako po starosti kako po konstrukcijskem sistemu. Ugotovljeno je bilo, da je učinkovitost posamezne tehnike za diagnosticiranje objekta lahko odvisna od številnih parametrov. Podane so ugotovitve, katera izmed metod je učinkovita v odkrivanju določenega problema ter kakšne rezultate lahko pričakujemo.

		ANG	Following results of recently carried EU and national research projects, a comprehensive set of data regarding the effectiveness of diff. testing meth. depending from the type of problem were collected and analyzed. Masonry heritage structures that differ both in historical and structural point of view, have been investigated and analyzed. It was concluded that the effectiveness of particular diagnosis technique for the investigation of masonry structures depends from numerous factors. Attempt to determine which of technique may be appropriate depending from the observed problem was made.
	Šifra		B.04 Vabljeno predavanje
	Objavljeno v		BOSILJKOV, Vlatko, BOKAN-BOSILJKOV, Violeta, ŽARNIČ, Roko. Low vs. high tech diagnosis techniques for the assessment of masonry structures. V: BOKAN-BOSILJKOV, Violeta (ur.), BOSILJKOV, Vlatko (ur.). Caracterização, diagnóstico, conservação, reparação, compatibilidade. Lisbon; Lnc: [s. n.], 2008, str. 1-16, ilustr.
	Tipologija		1.06 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci (vabljeno predavanje)
	COBISS.SI-ID		4300129
4.	Naslov	SLO	Monitoring in seizmična analiza stavbe Veterinarske fakultete na Gerbičevi 60 v Ljubljani : končno poročilo za leto 2010.
		ANG	Monitoring and seismic analysis of the building of Veterinary Faculty in Ljubljana at Gerbičeva 60: final report for 2010.
	Opis	SLO	Predstavljeni so rezultati večletnega monitoringa stavbe Veterinarske fakultete. Ugotovljeno je da se na vseh merskih mestih širijo razpoke. Obstaja izraziti trend odpiranja razpok v zgornjih nadstropjih, kar kaže na konstantno pogrezanje konstrukcije. Rezultati seizmične analize narejene s programoma SREMB in SAP 2000 kažejo, da je s predlaganimi ukrepi mogoče potresno odpornost konstrukcije do neke mere povečati, vendar ni mogoče izpolniti zahtev veljavnih pravilnikov za potresno varne objekte
		ANG	The results of long-term monitoring of the building of Veterinary Faculty in Ljubljana are presented. According to the results of survey it was concluded that existing cracks are progressing. Due to the settlement problems, the cracks in upper stories are in constant progress. Results of seismic analysis carried out with push-over analysis (SREMB software) and modal analysis with SAP 2000, confirm that with proposed strengthening measures is possible to rise the level of seismic resistance up to certain level but still not enough to fulfill the requirements of current code provisions
	Šifra		F.30 Strokovna ocena stanja
	Objavljeno v		BOSILJKOV, Vlatko, BOKAN-BOSILJKOV, Violeta, ŽARNIČ, Roko, ANTOLINC, David, KRŽAN, Meta, ČEPON, Franci. Monitoring in seizmična analiza stavbe Veterinarske fakultete na Gerbičevi 60 v Ljubljani : poročilo o nalogah in preiskavah v okviru projekta - tretje fazno in končno poročilo za leto 2010. Ljubljana: UL FGG KPMK, 2010. 20 f., ilustr.
	Tipologija		2.12 Končno poročilo o rezultatih raziskav
COBISS.SI-ID		4961633	
5.	Naslov	SLO	Problemi povezani z injektiranjem zidov objektov stavbne dediščine
		ANG	Problems related to grout injection of heritage buildings walls
	Opis	SLO	Kemijsko smo analizirali sestavo devet uporabljenih mešanic v smislu prisotnosti potencialno škodljivih primesi. Potem smo določali lastnosti sveže in otrdele injekcijske mase. V zadnjem sklopu preiskav, so izvedene preiskave cilindričnih preskušancev, ki ponazarjajo utrjeno kamnito jedro zidu. Pri vsaki izmed preiskav v so definirani kriteriji, na podlagi katerih so mešanice razvrščene v tri kakovostne razrede. Kriteriji so bili določeni v sodelovanju s konzervatorji in proiz. injekcijskih mas. Na koncu smo podali navodila za oceno učinkovitosti injektiranja zidov.
		ANG	The content of potentially harmful substances for nine different dry injection grouts were analyzed. Properties of fresh and hardened grouts were determined. Cylindrical specimens that represented internal core of injected wall were tested and their mechanical parameters were evaluated. Based on the obtained test results, chemical, physical and mechanical criteria for selecting optimal grout mixture were given and the tested grouts were classified in three classes. Criteria for different classes were determined through collaboration with conservators and producers of grouts.
		B.03 Referat na mednarodni znanstveni konferenci	

Šifra	
Objavljeno v	URANJEK, Mojmir, ŽARNIČ, Roko, BOKAN-BOSILJKOV, Violeta, BOSILJKOV, Vlatko. Problems related to grout injection of heritage buildings walls. V: JÄGER, Wolfram (ur.), HASELTINE, Barry (ur.), FRIED, Anton (ur.). Proceedings of the Eighth International Masonry Conference : held in Dresden from 4th to 7th of July 2010, (Proceedings of the British Masonry Society, No. 11). Dresden: International Masonry Society, 2010, str. 1055-1064, ilustr.
Tipologija	1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci
COBISS.SI-ID	5131105

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

<p>Mentorstvo vodje projekta</p> <p>Magisterij: URANJEK, Mojmir. Problematika injektiranja zidov objektov kulturne dediščine : magistrsko delo = Problems in case of grout injection of heritage buildings walls : master of science thesis. Ljubljana: [M. Uranjek], 2008. XIII, 146 str., ilustr. 1 optični disk (CD-ROM). [COBISS.SI-ID 4320097]</p> <p>Diplome: NOVAK, Sandi. Optimiziran pristop sanacije kulturnozgodovinskih objektov na primeru gradu Pišece : diplomska naloga = Optimized planning of retrofitting actions for preservation of historical monuments ž case study of Pišece castle : graduation thesis. Ljubljana: [S. Novak], 2008. X, 78 str., ilustr. 1 optični disk (CD-ROM). [COBISS.SI-ID 4290145] VIDALI, Anja. Obnova nepremičnine kulturne dediščine: primer godbenega doma v Piranu : diplomska naloga = Immovable cultural heritage: case study of Piran music house : graduation thesis. Ljubljana: [A. Vidali], 2008. IX f., 65 str., pril., ilustr. 1 optični disk (CD-ROM). [COBISS.SI-ID 3952993] KRŽAN, Meta. Parametrična analiza potresne odpornosti Kolizeja v Ljubljani : diplomska naloga = Parametric seismic esistance of Kolizej in Ljubljana : graduation thesis. Ljubljana: [M. Kržan], 2008. XXIV, 95 str., pril., ilustr. 1 optični disk (CD ROM). [COBISS.SI-ID 4246113] NAGLIČ, Ana. Seizmična analiza sakralnih objektov : diplomska naloga = Seismic analysis of regiois buildings : graduation thesis. Ljubljana: [A. Naglič], 2011. XIX, 146 str., ilustr. [COBISS.SI-ID 5289825]</p> <p>Prešernova nagrada UL FGG: COTIČ, Patricia. Eksperimentalno podprta parametrična nelinearna seizmična analiza kamnite zidane stavbe : delo je pripravljeno v skladu s Pravilnikom o podeljevanju Prešernovih nagrad študentom, pod mentorstvom doc. dr. Vlatka Bosiljkova in somentorstvom Mete Kržan. Ljubljana: [P. Cotič], 2010. XIX, 115 str., ilustr. [COBISS.SI-ID 5217377]</p>
--

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

### 9.1. Pomen za razvoj znanosti<sup>10</sup>

SLO

Razvoj injektirnih malt na osnovi apna in določanje njihove učinkovitosti z in-situ preiskavami. Navodila ter preiskave, potrebne za ugotavljanje stanja in vrste kamnitih in mešanih kamnito-opečnih zidov. Kriteriji in nabor preiskav za ugotavljanje lastnosti suhe, sveže pripravljene in strjene injekcijske mešanice. Navodila za zagotavljanje kakovostne izvedbe in kontrole del. Pri vsaki izmed preiskav v prvih treh sklopih so definirani kriteriji, na podlagi katerih so mešanice (devet mešanic) razvrščene v kakovostne razrede A, B in C. Kriteriji so določeni na osnovi sodelovanja proizvajalcev injektirnih malt, konservatorjev in predstavnikov projektne skupine. V četrtem, zadnjem sklopu laboratorijskih preiskav, so bile izvedene še preiskave cilindričnih preskušancev, ki ponazarjajo utrjeno kamnito jedro zidu.

Eksperimentalni del preiskav pomeni praktično aplikacijo uporabe izbranih injekcijskih mešanic (štiri mešanice) pri utrditvi izbranih zidnih slopov kamnitega objekta (»in situ« preiskave). V sklopu »in situ« preiskav so bile na istem objektu poleg strižnih izvajane še različne druge metode za diagnosticiranje zidovine: georadarske meritve, meritve s termokamero, meritve s kladivom, preskus z dvojnimi jeklenimi blazinami, sondiranje, boroskopija ter izdelava katastra razpok. Analiza rezultatov izvedenih preiskav je pokazala, da je za pravilno tolmačenje

rezultatov potrebno kombinirati več metod preiskovanja, vsekakor pa NDT preiskave dopolniti z DDT in DT preiskavami. Pri ugotavljanju kakovosti injektiranja je prikazana možnost kombiniranja rezultatov georadarskih in termografskih meritev.

Numerični del preiskav obsega eksperimentalno podprto oceno potresne odpornosti objektov kulturne dediščine v odvisnosti od vrste in stopnje poznavanja objekta. Za objekte kulturne dediščine do zdaj sistematične analize še niso bile narejene.

Narejena je primerjalna analiza različnih metod za oceno potresne ranljivosti objektov. V tem kontekstu smo ugotovitve dobljene s pomočjo kinematičnih modelov primerjali z odpornostmi dobljenimi s pomočjo nelinearnih modelov. Metode so sicer kompatibilne (v odvisnosti od obravnavanih parametrov), vendar je potrebno poznati njihove limite in včasih hkrati uporabljati več metod za optimiziranje trajnostnih ukrepov za utrditev zidanih konstrukcij.

Parametrična analiza različnih nelinearnih metod za določanje seizmične odpornosti je narejena skozi primerjalno analizo več različnih objektov kulturne dediščine (hiše, palače, cerkve, stolpi). Predvsem smo primerjali odzive konstrukcije v primeru etažnega in globalnega modeliranja konstrukcije. Rezultate numeričnega modeliranja smo primerjali s poškodbami na dejanskih objektih po potresih.

Optimizacija ukrepov pri načrtovanju revitalizacije objektov kulturne dediščine v odvisnosti od stopnje poznavanja objekta in uporabljene metode za oceno seizmične odpornosti.

ANG

The purpose of the present work is to contribute to the establishment of standards and methodology of work in the field of strengthening multiple leaf stone and stone-brick walls with lime based grout injection, where such standards do not exist. This is especially problematic in case of grout injection of heritage buildings walls, where, because of strict requirements and limitations, there is a necessity of supplementary research and directions, both in planning and in actual execution of the work. At first the rules and the needed research to determine the state and the type of stone masonry are presented. Criteria and the list of the research to determine the characteristics of dry, fresh and hardened injection grout is given. At the end, guidelines to assure the quality control of the work are presented. The first part of the research is represented by preliminary research that consists of four segments. In each segment, criteria are given, on base of which grouts are positioned in quality classes A, B and C. Criteria for grouts are defined upon agreement between producers of grouts, artistic conservators and experts from this research group. In the fourth segment of the preliminary research, cylindrical specimens that represent the strengthened internal core of the wall are analysed as well.

The second part of the research is practical, »in situ« application of selected injection grouts (four types) in strengthening of chosen stone masonry walls by means of grout injection technique. In the scope of in-situ tests different techniques were used to characterize unstrengthened and strengthened walls: GRP, IR thermography, sonic tests, single and double flat jack, probing and boroscopy, crack pattern survey. To determine the quality of grouting, the possibility of combining results from GPR (ground penetrating radar) and IR (infra-red) thermography methods is shown. In the last part of the work, guidelines for quality execution of strengthening by means of grout injection technique are presented.

Numerical part encompass experimentally supported seismic assessment of cultural heritage assets depending from the type of the structure and levels of knowledge. Till now there were no systematic analysis on CH structures.

Analysis of different methods for the evaluation of the vulnerability of CH structures. Within this context, the results from kinematic methods were compared with the results gained with non-linear methods. The results of both approaches are comparable (depending from the considered parameter), but it is necessary to be aware of the limits of applied methods and sometimes to combine different methods to obtain efficient revitalisation of the structure.

Parametric analysis of different non-linear models for the assessment of seismic resistance of stone masonry buildings (house, palace, church, tower). Assessment of the seismic resistance of buildings considering storey mechanisms vs. global response mechanisms. Defining efficiency of proposed models by comparison of gained failure mechanisms with observed on-site, following seismic event.

Optimization of strengthening methods for the revitalization of CH structures in dependence from the knowledge level and methodology for seismic assessment.

## 9.2. Pomen za razvoj Slovenije<sup>11</sup>

SLO

Neposredni pomen rezultatov raziskav bo bolj učinkovito ohranjanje kulturne dediščine Republike Slovenije. Do sedaj je vzpostavljeno kakovostno sodelovanje s strokovnjaki z ZVKDS, kot končnimi uporabniki ter subjekti, ki postavljajo konservatorske zahteve, GI ZRMK, kot izvajalci ter subjektom, ki postavlja izvajalske zahteve in UL FGG kot raziskovalnim partnerjem. Rezultati dosedanjih raziskav omogočajo neposredni prenos znanja iz raziskovalne sfere v prakso.

Rezultati raziskav bodo služili kot eno izmed temeljnih izhodišč za implementacijo novega Zakona o varstvu kulturne dediščine (ZVKD-1) ter za pripravo nacionalnih dokumentov za implementacijo prihajajočih evropskih standardov za Evrokod 8 – Projektiranje potresnoodpornih konstrukcij – Del 1-3: Splošna pravila – Utrditev in popravilo stavb. Skozi sodelovanje v EU projektu PERPETUATE, v okviru katerega pripravljamo evropska navodila za oceno in ublažitev potresnega tveganja objektov kulturne dediščine, bomo umestili slovenske specifične objekte kulturne dediščine v širši evropski kontekst.

Strokovna obnova z uporabo domačih materialov pomeni tržno priložnost za potencialne proizvajalce ali dobavitelje teh materialov. Vsi do sedaj uporabljeni materiali za preiskave so bili domači. Do sedaj smo postavili kriterije za kvalitetno in pravilno injektiranje zidov, kar bo za posledico vsekakor imelo boljše stanje objekta po sanaciji, dolgoročno pa nižje stroške obnove in večjo kakovost bivanja v teh objektih.

Uveljavitev nekaterih metod preskušanja, ki se bodo izkazale kot nujne za učinkovito evalvacijo stanja objekta in določitev mehanskih parametrov, bo omogočila manjšim podjetjem (SME) ustvarjanje tržnih niš na trgu zgodovinske in druge stavbne dediščine. Na osnovi kalibracij rezultatov različnih NDT in MDT metod z rezultati DT preiskav smo dobili optimalne kombinacije metod v odvisnosti od obravnavane problematike.

Do sedaj je prevladujoča metoda določanja seizmične odpornosti objektov kulturne dediščine slonela na obravnavanju etažnega mehanizma obnašanja objektov. Pri nas do sedaj primerjalne analize etažnega in globalnega odziva konstrukcij še niso bile narejene. Prav tako smo skozi projekt uvedli novo metodo določanja lokalnih mehanizmov porušitve. Metoda je učinkovita za mestna jedra, zato si obetamo širšo uporabo metode v območjih z večjim potresnim tveganjem.

Prenos pridobljenih znanj iz evropskih projektov v slovensko prakso.

Vzgoja kadrov:

V projekt sta vključena tudi dva mlada raziskovalca (Meta Kržan in David Antolinc), zaposlena na UL Fakulteti za gradbeništvo in geodezijo, ter mlada raziskovalka (Patricia Cotič) zaposlena na Inštitutu za matematiko, fiziko in mehaniko. Vsi trije so podiplomski študenti konstrukcijske smeri.

V projekt so bili skozi svoje diplomske in magistrske naloge vključeni tudi študenti FGG in sicer: URANJEK, Mojmir. Problematika injektiranja zidov objektov kulturne dediščine : magistrsko delo, 2008. XIII, 146 str., [COBISS.SI-ID 4320097]

KRŽAN, Meta. Parametrična analiza potresne odpornosti Kolizeja v Ljubljani : diplomska naloga, 2008. XXIV, 95 str., pril [COBISS.SI-ID 4246113]

NOVAK, Sandi. Optimiziran pristop sanacije kulturnozgodovinskih objektov na primeru gradu Pišce : diplomska naloga, 2008. X, 78 str., [COBISS.SI-ID 4290145]

VIDALI, Anja. Obnova nepremičnine kulturne dediščine: primer godbenega doma v Piranu : diplomska naloga, 2008. IX f., 65 str., pril [COBISS.SI-ID 3952993]

NAGLIČ, Ana. Seizmična analiza sakralnih objektov : diplomska naloga Ljubljana: [A. Naglič], 2011. XIX, 146 str., ilustr. [COBISS.SI-ID 5289825]

SEVŠEK, Mojca. Ocena potresne ranljivosti kamnitih stavb v Posočju z analizo lokalnih mehanizmov porušitve – zagovor predviden za maj mesec 2011.

Prešernova nagrada UL FGG:

COTIČ, Patricia. Eksperimentalno podprta parametrična nelinearna seizmična analiza kamnite zidane stavbe, 2010. XIX, 115 str., ilustr. [COBISS.SI-ID 5217377]

ANG

Results of proposed research project may influence better preserving of cultural heritage of Republic of Slovenia. Till now, full cooperation was establish between key partners in the proces of preserving our cultural heritage assets: ZVKDS as end user and as responsible partner for

determining conservators demand, GI ZRMK as civil eng. company responsible for implementation of works and UL FGG as research partner. Results of present work, represent solid ground for the implementation of gained knowledge from research field into practice.

Results of proposed project will represent a solid ground for the implementation of new "Law for the protection of cultural heritage" as well as for the preparation of national documents for the implementation of European standards – EC 8–1-3. Through EU project PERPETUATE, where European guidelines for evaluation and mitigation of seismic risk to cultural heritage are going to be prepared, Slovenian aspect will be considered as well.

Restoration works that will be oriented towards domestic sources of materials will increase demand for such materials that will have an impact on local producers and suppliers. All used materials till now were domestic. Qualitative and methodically evaluated restoration works on particular object, will have an impact on better condition of the structure, long term lower costs of maintenance and higher quality of living in that building.

Some of the methods for diagnostic of historical building may represent opportunity for local SME's, so it may open a new market for them. Preliminary results of in-situ tests show significant increase of shear resistance of masonry injected with cement and lime based grouts. Depending from the observed problem, different combinations of NDT and MDT together with DT methods were calibrated.

Till now waste majority of CH buildings were analyzed considering storey mechanisms. There were no comparative analysis of non-linear models for storey vs. global mechanisms. Through this project a new method was introduced – kinematic method for the evaluation of local mechanisms of failure. This method is efficient for city centres with high seismic risk.

Transfer of the knowledge from European projects into Slovenian practice.

Education of new professionals:

Two young researchers from UL Faculty of civil engineering and geodesy and one researcher from the Institute for mathematics, physics and mechanics are involved in project activities through their postgraduate studies.

Through diploma and master degree thesis following students from FGG were involved:  
URANJEK, Mojmir. Problems in case of grout injection of heritage buildings walls : master of science thesis., 2008. XIII, 146 str., ilustr. 1 optični disk (CD-ROM). [COBISS.SI-ID 4320097] – mentor V.Bosiljkov

KRŽAN, Meta. Parametric seismic resistance of Kolizej in Ljubljana : graduation thesis. 2008. XXIV, 95 str., pril., ilustr. 1 optični disk (CD ROM). [COBISS.SI-ID 4246113] – mentor V.Bosiljkov

NOVAK, Sandi. Optimized planning of retrofitting actions for preservation of historical monuments – case study of Pišce castle : graduation thesis., 2008. X, 78 str., ilustr. 1 optični disk (CD-ROM). [COBISS.SI-ID 4290145] – mentor V.Bosiljkov

VIDALI, Anja. Immoveable cultural heritage: case study of Piran music house : graduation thesis, 2008. IX f., 65 str., pril., ilustr. 1 optični disk (CD-ROM). [COBISS.SI-ID 3952993] – mentor V.Bosiljkov

NAGLIČ, Ana. Seismic analysis of regional buildings : graduation thesis. Ljubljana: [A. Naglič], 2011. XIX, 146 str., ilustr. [COBISS.SI-ID 5289825]

SEVŠEK, Mojca. »Vulnerability seismic assessment of stone masonry buildings in Posočje region by kinematic method« – foreseen for May 2011.

Prešern's grant UL FGG:

COTIČ, Patricia. Experimentally supported parametric non linear seismic analysis of stone masonry building, under supervision of doc. dr. Vlatka Bosiljkova and Mete Kržan. Ljubljana: [P. Cotič], 2010. XIX, 115 str., ilustr. [COBISS.SI-ID 5217377]

#### 10. Samo za aplikativne projekte!

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

Cilj	
<b>F.01</b>	<b>Pridobitev novih praktičnih znanj, informacij in veščin</b>
	Zastavljen cilj <input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE

	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
<b>F.02</b>	<b>Pridobitev novih znanstvenih spoznanj</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
<b>F.03</b>	<b>Večja usposobljenost raziskovalno-razvojnega osebja</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
<b>F.04</b>	<b>Dvig tehnološke ravni</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih
<b>F.05</b>	<b>Sposobnost za začetek novega tehnološkega razvoja</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
<b>F.06</b>	<b>Razvoj novega izdelka</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
<b>F.07</b>	<b>Izboljšanje obstoječega izdelka</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
<b>F.08</b>	<b>Razvoj in izdelava prototipa</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
<b>F.09</b>	<b>Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
<b>F.10</b>	<b>Izboljšanje obstoječega tehnološkega procesa oz. tehnologije</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	



<b>F.11</b>	<b>Razvoj nove storitve</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.12</b>	<b>Izboljšanje obstoječe storitve</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	Delno <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 checked="" 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 checked="" 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 checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen bo v naslednjih 3 letih <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih <input type="text"/>
<b>F.16</b>	<b>Izboljšanje obstoječega informacijskega sistema/podatkovnih baz</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen bo v naslednjih 3 letih <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih <input type="text"/>
<b>F.17</b>	<b>Prenos obstoječih tehnologij, znanj, metod in postopkov v prakso</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	V celoti <input type="text"/>
<b>F.18</b>	<b>Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi, konference)</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen bo v naslednjih 3 letih <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	V celoti <input type="text"/>
<b>F.19</b>	<b>Znanje, ki vodi k ustanovitvi novega podjetja ("spin off")</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" 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 checked="" 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 checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	V celoti <input type="text"/>
<b>F.22</b>	<b>Izboljšanje obstoječih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	V celoti <input type="text"/>
<b>F.23</b>	<b>Razvoj novih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" 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 checked="" 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 checked="" 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 checked="" 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 checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	V celoti <input type="text"/>
<b>F.28</b>	<b>Priprava/organizacija razstave</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" 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 checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>

	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.30</b>	<b>Strokovna ocena stanja</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text" value="Dosežen"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text" value="V celoti"/>
<b>F.31</b>	<b>Razvoj standardov</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text" value="Dosežen bo v naslednjih 3 letih"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text" value="Uporabljen bo v naslednjih 3 letih"/>
<b>F.32</b>	<b>Mednarodni patent</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" 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 checked="" 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 checked="" 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 checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>

**Komentar**

<p>F.15 Razvoj novega informacijskega sistema/podatkovnih baz V okviru projekta nismo uspeli postaviti lastni informacijski portal. Glede na to, da smo v sklopu EU projekta sodelovali pri vzpostavitvi portala PERPETUATE, ki vsebinsko ustreza našem projektu, menimo da ni potrebe po podvajanju dela. Rezultati so in bodo dostopni na <a href="http://www.perpetuate.eu">www.perpetuate.eu</a></p> <p>F.16 Izboljšanje obstoječega informacijskega sistema/podatkovnih baz V sklopu izvajanja projekta CRP-MIR M4—0207 "Izdelava in demonstracija modela za načrtovanje ohranjanja umetnostnozgodovinske dediščine v vojnih spopadih", ki je bil zaključen leta 2009 smo vzpostavili podatkovno bazo za vrednotenje ranljivosti sakralnih objektov. Zbiranje podatkov o objektih smo nadaljevali tudi v sklopu tega projekta.</p>
---

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

	Vpliv	Ni	Majhen	Srednji	Velik
--	-------	----	--------	---------	-------

		vpliva	vpliv	vpliv	vpliv	
<b>G.01</b>	<b>Razvoj visoko-šolskega izobraževanja</b>					
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"/>	
<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 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 type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.02.05.	Razširitev področja dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.06.	Večja konkurenčna sposobnost	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.07.	Večji delež izvoza	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.08.	Povečanje dobička	<input checked="" 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 checked="" 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"/>	
<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 checked="" type="radio"/>	
G.03.02.	Tehnološko prestrukturiranje dejavnosti	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.03.	Uvajanje novih tehnologij	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.04.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<b>G.04</b>	<b>Družbeni razvoj</b>					
G.04.01	Dvig kvalitete življenja	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.02.	Izboljšanje vodenja in upravljanja	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.03.	Izboljšanje delovanja administracije in javne uprave	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.04.	Razvoj socialnih dejavnosti	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.05.	Razvoj civilne družbe	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.06.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<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 checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.02.	Prometna infrastruktura	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.03.	Energetska infrastruktura	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

G.07.04.	Drugo:		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<b>G.08.</b>	<b>Varovanje zdravja in razvoj zdravstvenega varstva</b>		<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<b>G.09.</b>	Drugo:		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

**Komentar**

--

**12. Pomen raziskovanja za sofinancerje, navedene v 2. točki [12](#)**

1.	<b>Sofinancer</b>	Gradbeni Inštitut ZRMK d.o.o. (GI ZRMK)		
	<b>Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja projekta je znašala:</b>		34.724,00	<b>EUR</b>
	<b>Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:</b>		16,30	<b>%</b>
	<b>Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja</b>			<b>Šifra</b>
		1.	BOSILJKOV, Vlatko et al. An integrated diagnostic approach for the assessment of historic masonry structures. J. cult. herit. 2010, letn. XX, št. XX, str. 1-11, ilustr.	A.01
		2.	URANJEK, Mojmir et al. Smernice za kakovostno izvedbo utrjevanja zidov stavbne dediščine s sistematičnim injektiranjem, Gradb. vestn., avg. 2010,	A.01
		3.	URANJEK, Mojmir. Problematika injektiranja zidov objektov kulturne dediščine : magistrsko delo - zagovor doktorata predvidoma maja 2011	A.08
		4.	URANJEK, Mojmir et al. Strengthening of Heritage Buildings by Means of Grout Injection - Problems and Solutions.	B.03
		5.	Rezultati projekta so podpora delu sofinancera v Tehnični Pisarni v Bovcu (koordinator potresne obnove Posočja), projektivnem oddelku na GI ZRMK in izvajalskem delu GRAS-a.	F.02
		<b>Komentar</b>	Rezultati projekta so direktno aplikativni na objektih v Posočju. Večina analiziranih objektov je bila že poškodovanih v potresih 1998 in 2004. GI ZRMK je vključen v nadaljevanje projekta kot enakopraven partner v konzorciju EU projekta PERPETUATE.	
	<b>Ocena</b>	Vsi zastavljeni cilji so bili doseženi. Skozi projekt je potekala tudi vzgoja kadrov: mag. Mojmir Uranjek, mladi raziskovalec iz gospodarstva zaposlen na GI ZRMK, je oddal doktorsko disertacijo v pregled, Mojca Sevšek, pravit tako zaposlena na GI ZRMK, bo do konca maja 2011 diplomirala.		
2.	<b>Sofinancer</b>	Zavod za varstvo kulturne dediščine slovenije (ZVKDS)		
	<b>Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja projekta je znašala:</b>		18.547,00	<b>EUR</b>
	<b>Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:</b>		8,70	<b>%</b>
	<b>Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja</b>			<b>Šifra</b>
		1.	KRŽAN, Meta. Parametrična analiza potresne odpornosti Kolizeja v Ljubljani	F.30
		2.	COTIČ, Patricia. Eksperimentalno podprta parametrična nelinearna seizmična analiza kamnite zidane stavbe	F.30
		3.	NAGLIČ, Ana. Seizmična analiza sakralnih objektov : sveti Urh v Bovcu, sveti Anton v Kobaridu, sveti Anton Puščavnik v Čezsoči in sveta devica Marija na Polju	F.30

	4.	NOVAK, Sandi. Optimiziran pristop sanacije kulturnozgodovinskih objektov na primeru gradu Pišce	F.30
	5.	ZVKDS je član svetovalnega komiteja projekta PERPETUATE in ima zagotovljen dostop do vseh rezultatov projekta.	D.03
<b>Komentar</b>		Diplomska dela so pripravljena tako da so direktno uporabna za sofinancerja projekta.	
<b>Ocena</b>		Vsi zastavljeni cilji so bili doseženi.	
3.	<b>Sofinancer</b>		
<b>Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja projekta je znašala:</b>			<b>EUR</b>
<b>Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:</b>			<b>%</b>
<b>Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja</b>			<b>Šifra</b>
	1.		
	2.		
	3.		
	4.		
	5.		
<b>Komentar</b>			
<b>Ocena</b>			

### C. IZJAVE

Podpisani izjavljam/o, da:

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

#### Podpisi:

Vlatko Bosiljkov	in	
podpis vodje raziskovalnega projekta		zastopnik oz. pooblaščen oseba RO

Kraj in datum:

Ljubljana

20.4.2011

**Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2011-1/176**

<sup>1</sup> Zaradi spremembe klasifikacije družbeno ekonomskih ciljev je potrebno v poročilu opredeliti družbeno ekonomski cilj po novi klasifikaciji. [Nazaj](#)

<sup>2</sup> Samo za aplikativne projekte. [Nazaj](#)

<sup>3</sup> Napišite kratko vsebinsko poročilo, kjer boste predstavili raziskovalno hipotezo in opis raziskovanja. Navedite ključne ugotovitve, znanstvena spoznanja ter rezultate in učinke raziskovalnega projekta. Največ 18.000 znakov vključno s presledki (približno tri strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

<sup>4</sup> Realizacija raziskovalne hipoteze. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

<sup>5</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 (obrazložitev). V primeru, da sprememb ni bilo, to navedite. Največ 6.000 znakov vključno s presledki (približno ena stran, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

<sup>6</sup> Navedite največ pet najpomembnejših znanstvenih rezultatov projektne skupine, ki so nastali v času trajanja projekta v okviru raziskovalnega projekta, ki je predmet poročanja. Za vsak rezultat navedite naslov v slovenskem in angleškem jeziku (največ 150 znakov vključno s presledki), rezultat opišite (največ 600 znakov vključno s presledki) v slovenskem in angleškem jeziku, navedite, kje je objavljen (največ 500 znakov vključno s presledki), izberite ustrezno šifro tipa objave po Tipologiji dokumentov/del za vodenje bibliografij v sistemu COBISS ter napišite ustrezno COBISS.SI-ID številko bibliografske enote. Navedeni rezultati bodo objavljeni na spletni strani <http://sicris.izum.si/>.

**PRIMER** (v slovenskem jeziku):

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

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

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

**Tipologija:** 1.01 - Izvirni znanstveni članek

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

<sup>7</sup> Navedite največ pet najpomembnejših družbeno-ekonomsko relevantnih rezultatov projektne skupine, ki so nastali v času trajanja projekta v okviru raziskovalnega projekta, ki je predmet poročanja. Za vsak rezultat navedite naslov (največ 150 znakov vključno s presledki), rezultat opišite (največ 600 znakov vključno s presledki), izberite ustrezen rezultat, ki je v Šifrantu raziskovalnih rezultatov in učinkov (Glej: <http://www.arrs.gov.si/sl/gradivo/sifranti/sif-razisk-rezult.asp>), navedite, kje je rezultat objavljen (največ 500 znakov vključno s presledki), izberite ustrezno šifro tipa objave po Tipologiji dokumentov/del za vodenje bibliografij v sistemu COBISS ter napišite ustrezno COBISS.SI-ID številko bibliografske enote. Navedeni rezultati bodo objavljeni na spletni strani <http://sicris.izum.si/>. [Nazaj](#)

<sup>8</sup> Navedite rezultate raziskovalnega projekta v primeru, da katerega od rezultatov ni mogoče navesti v točkah 6 in 7 (npr. ker se ga v sistemu COBISS ne vodi). Največ 2.000 znakov vključno s presledki. [Nazaj](#)

<sup>9</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>10</sup> Največ 4.000 znakov vključno s presledki [Nazaj](#)

<sup>11</sup> Največ 4.000 znakov vključno s presledki [Nazaj](#)

<sup>12</sup> Rubrike izpolnite/prepišite skladno z obrazcem "Izjava sofinancerja" (<http://www.arrs.gov.si/sl/progproj/rproj/gradivo/>), ki ga mora izpolniti sofinancer. Podpisan obrazec "Izjava sofinancerja" pridobi in hrani nosilna raziskovalna organizacija – izvajalka projekta. [Nazaj](#)

Obrazec: ARRS-RPROJ-ZP/2011-1 v1.01

EF-8E-B7-34-7A-9C-CA-7D-99-AB-62-69-A2-06-7E-E1-CF-F8-48-69