

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2011-1/51

## ZAKLJUČNO POROČILO O REZULTATIH RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

### A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

#### 1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

<b>Šifra projekta</b>	J2-0845
<b>Naslov projekta</b>	Visoko-propustno računsko okolje za analizo potresenga tveganja
<b>Vodja projekta</b>	18793 Matjaž Dolšek
<b>Tip projekta</b>	J Temeljni 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>	
<b>Družbeno-ekonomski cilj</b>	13. Splošni napredek znanja - RiR financiran iz drugih virov (ne 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	
	Naslov	
2.	Naziv	
	Naslov	
3.	Naziv	
	Naslov	

### B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

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

Izkušnje kažejo, da so konstrukcije precej ranljive na potresno obtežbo, saj so izgube zaradi potresov pri nas in v svetu velike. Ker se konstrukcij projektirajo z uporabo linearno elastičnih metod analize ob upoštevanju t.i. projektne spektra pospeškov, nimamo dovolj informacij o tem, kaj bi se zgodilo, če bi konstrukcijo prizadel močnejši potres, ali potres z bolj neugodno frekvenčno sestavo gibanja tal, in podobno. Na takšna vprašanja lahko odgovorimo le, če ocenimo potresno tveganje konstrukcije in tako napovemo kakšne so pričakovane izgube zaradi možnih potresov, ki se lahko pojavijo v življenjski dobi konstrukcije. Problem nastane, ker ocena potresnega tveganja obsega nelinearno dinamično ali statično analizo, pri čemer je potrebno upoštevati vse vrste negotovosti, ki so povezane s potresi, modelom konstrukcije in z vhodnimi parametri modela. Takšne analize so računsko zelo intenzivne, vendar so informacije, ki jih dobimo dragocene, saj omogočajo odločitve o sprejemljivosti novogradnje ali utrditvi obstoječega objekta glede na eksplicitne ocene tveganja (npr. verjetnost porušitve, pričakovane denarne izgube). Zato so bile raziskave v okviru projekta Visoko-propustno računsko okolje za analize potresnega tveganja usmerjene v razvoj programski orodji in metod s katerimi bi lahko v čim krajšem času ter čim bolj natančno določili potresno tveganje konstrukcij.

V prvem letu raziskav smo se osredotočili predvsem na razvoj programskega orodja za učinkovito oceno potresnega tveganja armiranobetonskih okvirov. Orodje smo poimenovali Performance-based Earthquake Engineering (PBEE) toolbox (<http://ice4risk.slo-projekt.info/applications.html>). To orodje smo v drugih dveh letih stalno dopolnjevali in posodabljali. Samo z uporabo takšnega orodja smo lahko potrdili uporabnost nekaterih računsko intenzivnih metod, ki smo jih razvili v okviru projekta in omogočajo precej natančno določitev potresnega tveganja. Vzporedno z razvojem PBEE toolboxa smo vzpostavili visoko-propustno računsko okolje, ki vključuje več kot 160 visoko-zmogljivih CPU jeder.

Drugo in tretjo tretjino projekta smo namenili razvoju metod za oceno potresnega tveganja za različne stopnje natančnosti ter študijam ocene potresnega tveganja na izbranih primerih konstrukcij. Poleg tega smo razvili spletno aplikacijo WIDA (<http://ice4risk.slo-projekt.info/analysis/>) s katero lahko zelo učinkovito, enostavno in s precejšno natančnostjo določimo odziv konstrukcije pri potresni obtežbi. Nekatera programska orodja in metode, ki smo jih razvili v okviru projekta so opisane v nadaljevanju.

Ocenjujemo, da smo dosegli zastavljene cilje projekta, v določenih primerih pa smo jih celo presegle. Nekatero ključne ugotovitve in spoznanja raziskav so:

- simulacije potresnega odziva večetažnih stavb je v raziskovalne namene mogoče izvajati z uporabo nelinearne dinamične analize ob upoštevanju modelnih negotovosti ter velike skupine akcelerogramov. Z razviti metodami (inkrementna dinamična analiza z upoštevanjem modelnih negotovosti, progresivna inkrementna dinamična analiza, ocena potresnega tveganja z upoštevanjem staranja konstrukcije) in orodji (PBEE toolbox, spletna aplikacija WIDA) lahko sedaj precej natančno in učinkovito ocenimo potresno tveganje, saj lahko upoštevamo določene fenomene, ki so bili običajno zanemarjeni. Te metode in orodja predstavljajo osnovo za kalibracijo predpisov, razvoj novih metod projektiranja in poenostavljenih metod.
- pokazali smo, da je lahko potresno tveganje podcenjeno, če ne upoštevamo modelnih negotovosti pri oceni potresnega tveganja stavb. Te raziskave smo opravili z uporabo PBEE toolboxa in inkrementne dinamične analize ob upoštevanju modelnih negotovosti.
- vpliv staranja konstrukcije z upoštevanjem korozije armature lahko bistveno poveča potresno tveganje v času življenjske dobe konstrukcij. Predvsem to velja za starejše konstrukcije, ki imajo nezadostno strižno nosilnost stebrov.
- dokazali smo, da je mogoče zelo natančno napovedati mediano in raztros parametrov potresnega odziva, čeprav izvedemo dinamično analizo le za nekaj

akcelerogramov ne za 30 ali več, kar je bila dosedanja praksa. S tem smo bistveno zmanjšali potreben računski čas ter posledično pospešili uporabo nelinearne dinamične analize v praksi.

- dokazali smo, da je z uporabo spletnih tehnologij in visoko-propustnim računskim okoljem možno približati računsko intenzivne metode končnim uporabnikom. V ta namen smo razvili spletno aplikacijo WIDA, s katero lahko precej bolj natančno napovemo ciljni pomik konstrukcije pri potresni obtežbi, kot je to predpisano v standardu EC8.

Del rezultatov projekta je že objavljen. Izbrani rezultati projekta so dostopni tudi na spletnem portalu projekta (<http://ice4risk.slo-projekt.info/>), ki ga bomo posodabljali tudi po končanju projekta. Velik del rezultatov bo objavljen v letošnjem letu. V okviru projekta smo dosegli naslednje objave, rezultate in učinke:

- **Izvirni znanstveni članki** (A.01): Do danes so objavljeni 4 izvirni znanstveni članki, en članek je sprejet v objavo, dva pa v recenziji.
- **Referati na mednarodnih znanstvenih konferencah** (B.03): 9 referatov na mednarodnih znanstvenih konferencah (COBISS.SI-ID [5119073](#), [5144929](#), [5106785](#), [4674145](#), [4674145](#), [5024865](#), [5106273](#), [5107297](#), [4748385](#)).
- **Mednarodna znanstvena delavnica** (B.01): Organizirali smo mednarodno delavnico z naslovom "Protection of built environment against earthquake" (Ljubljana, 27.-28. Avgust 2010, <http://ice4risk.slo-projekt.info/workshop/>). Osrednje predavanje je imel prof. Krawinkler z Univerze Stanford. Sledilo je 14 prispevkov uveljavljenih mlajših raziskovalcev iz Evrope, ZDA in Nove Zelandije.
- **Najbolj citiran članek objavljen v letu 2009** (A.05) Članek z naslovom »Incr. Dyn. Analysis with consideration of modelling uncertainties« (COBISS 4362337) je dobil priznanje za najbolj citirani članek objavljen v letu 2009 v reviji Earth. Engn. and Struct. Dyn., ki sodi med svetovno najbolj ugledne revije s potresnega inženirstva.
- **Znanstvena monografija, uredništvo znanstvene monografije** (A.02, C.01) V sodelovanj s približno 30 avtorji s celega sveta smo pripravili znanstveno monografijo z naslovom »Protection of built environment against earthquakes« (<http://www.springer.com/earth+sciences+and+geography/book/978-94-007-1447-2>, ki jo je na lastne stroške založila priznana založba Springer. Matjaž Dolšek je urednik. Knjiga ima 15 poglavji, 315 strani in bo izšla avgusta 2011.
- **Poglavje v knjigi** (A.03): V zgoraj omenjeni knjigi smo v dveh prispevkih objavili rezultate projekta, skupaj 47 strani, avtorji: Brozovič, Celarec, Dolenc, Dolšek, Klinc in Peruš.
- **Pedagoško delo** (D.09, D.10) Za PBEE toolbox smo pripravili obsežno študijsko gradivo, skupaj 131 strani (COBISS 4395873, 4395631), saj se program intenzivno uporablja pri usposabljanju podiplomskih študentov pri nas (Celarec, Brozovič, Vidrih, Kreslin in drugi) in v tujini (npr. Grčija, Italija, Turčija). Paolo Ricci (Italija), ki je bil na več mesečnem usposabljanju na UL FGG IKPIR, je v okviru doktorata razširil uporabnost PBEE toolboxa na okvire s polnili. Program sedaj uporablja pri svoje delu v okviru nacionalnega projekta RELUIS ter tudi pri evropskih projektih.
- **Prenos rezultatov v prakso** Izdelali smo prvo študijo ocene potresnega tveganja za prakso v Sloveniji. V okviru študije smo ocenili potresno tveganje za pojav razpok, zdrsa ali prevrnitve težnostne betonske pregrade (COBISS [5024353](#)).
- **Prenos rezultatov na mednarodne projekte** Tudi na osnovi rezultatov projekta smo bili povabljeni k projektni skupini, ki je prijavila INTERREG projekt Multi-risk assessment of building stock. Mednarodni konzorcij pripravlja projekt ADVACEES, h kateremu je bila povabljena tudi UL FGG IKPIR. V okviru projekta bo mogoče direktno uporabiti

spletno aplikacijo WIDA. Že v času projekta smo navezali stike z nekaterimi raziskovalci iz tujine. V okviru teh sodelovanj smo pridobili dva bi-lateralna projekta in sicer z EUCENTROm (Pavia, Italija) in Univerzo Stanford (ZDA).

### **PBEE toolbox**

Programsko orodje je sestavljeno iz številnih Matlabovih funkcij, ki omogočajo učinkovito generacijo matematičnih modelov za potresne analize za različno stopnjo natančnosti. Analize se izvajajo s programom OpenSees, ki je objektno orientiran programski paket za nelinearno analizo potresnega odziva, ki je razvit v Pacific Earthquake Engineering Research Center (Kalifornija). Poleg tega smo razvili funkcije, ki omogočajo hitro generacijo modelov za nelinearno dinamično analizo sistema z eno prostostno stopnjo. Te funkcije se lahko uporabljajo za obsežne parametrične študije, ki lahko služijo pri oceni potresnega tveganja za širša urbana območja ali pa za določevanje ciljnega pomika z N2 metodo. Poleg tega lahko izvedemo nelinearno statično analizo, nelinearno dinamično analizo, analizo z vsiljenimi pomiki, inkrementno dinamično analizo, razširjeno inkrementno dinamično analizo pri čemer upoštevamo modelne negotovosti ter progresivno inkrementno dinamično analizo. V povezavi z visoko-propustnim nadgradljivim računskim okoljem je tako možno izvajati različne in številne potresne analize dejanskih konstrukcij, ki se uporabljajo za oceno potresnega tveganja.

Orodje, ki smo ga razvili, smo testirali na primerih armiranobetonskih okvirjev, ki so bili v naravnem merilu pseudo-dinamično preizkušeni v Evropskem laboratoriju za preizkušanje konstrukcij (ELSA, Ispra). Nekateri rezultati so na voljo na spletnem portalu (<http://ice4risk.slo-projekt.info/applications.html>, <http://ice4risk.slo-projekt.info/examples.html>). Čeprav so modeli, ki jih generiramo z razvitim orodjem, sorazmerno enostavni, smo dobili dobro ujemanje med eksperimentalnimi in računskimi rezultati.

PBEE toolbox smo uporabljali pri bilateralnem projektu z Republiko Ciper (BI-CY/08-09-002) ter za druge raziskovalne in pedagoške potrebe. Na primer, Zlatko Vidrih, podplomski študent na UL FGG je razvil PBEE toolbox za mostove. Paolo Ricci (Neapelj, Italija) se je leta 2010 tri mesece usposabljal na UL FGG IKPIR. Razširil je uporabnost PBEE toolboxa na okvire s polnili.

### **Vzpostavitev stabilnega in dinamično nadgradljivega visoko-propustnega računskega okolja**

V okviru projekta je bilo vzpostavljeno računsko okolje, ki ga sestavlja 12 (160 CPU jeder) visoko zmogljivih računalnikov z 8GB RAM-a, ki so z ustrezno programsko opremo (Condor, Eucalyptus) integrirani v visoko-propustno računsko okolje. Glede na zahtevnost nalog je možno računsko okolje razširiti z drugimi prostimi računalniki v okviru obstoječe strojne opreme ali z virtualnimi računalniki, ki se jih najame (najem računalniške gruče smo testirali pri AmazonWS - [aws.amazon.com](http://aws.amazon.com)). V računsko okolje so integrirani ter testirani naslednji programski paketi: (1) OpenSees ([opensees.berkeley.edu](http://opensees.berkeley.edu)): program za dinamično analizo, (2) Octave ([www.octave.org](http://www.octave.org)): s programom Matlab kompatibilen odprto kodni program in (3) različna programska orodja (Ruby, C/C++ prevajalnik, ...).

Dostop do računskega okolja je zagotovljena raziskovalcem FGG preko protokola SSH, ki zagotavlja varno povezavo med strežnikom, ki je dostopen na spletnem naslovu [kgi-cl.fgg.uni-lj.si](http://kgi-cl.fgg.uni-lj.si), in klientom. Raziskovali smo tudi kako preko protokola HPPT oz. HHTTPS zagotoviti (1) enoten dostop do integriranih računskih primerov oz. metod, (2) uporabo računskega okolja, (3) izmenjavo informacij med uporabniki in (4) dostop do dokumentacije o računskih metodah ter računskem okolju. Prve korake v tej smeri se lahko preveri na naslovu <http://ice4risk.slo-projekt.info/> in <http://ice4risk.slo-projekt.info/analysis>.

### **WIDA - Spletna aplikacija za oceno potresnega odziva stavb**

Razvili smo metodo, s katero smo posplošili določevanje potresnih zahtev z uporabo

poenostavljenih nelinearnih metod, ki se uporabljajo tudi že v praksi. Metodologija sloni na dveh neodvisnih procesih. Rezultat prvega procesa je podatkovna baza potresnega odziva sistema z eno prostostno stopnjo, medtem ko drugi proces vključuje napoved približnih IDA krivulj za poljubne parametre konstrukcije. V tem procesu uporabimo n-dimenzionalno linearno interpolacijo. Tak pristop omogoča uporabniku prijazno napoved potresnega odziva parametrov z visoko natančnostjo.

Da bi dokazali sposobnosti predlagane metodologije, je bila razvita spletna aplikacija WIDA (<http://ice4risk.slo-projekt.info/analysis/>) za napovedovanje kvantil IDA krivulj armiranobetonskih stavb. Za primer dobre prakse je baza potresnega odziva izračunana za sklop tridesetih zapisov gibanja ter za številne kombinacije parametrov s katerimi določimo lastnosti konstrukcije. S tem orodjem lahko med drugim napovemo tudi pospešku tal pri kateremu se pojavi globalna porušitve konstrukcije.

Na različnih primerih smo dokazali zelo dobro ujemanje med dejanskimi in približnimi IDA krivuljami. Računski čas, ki je potreben za določitev približnih IDA krivulj predstavlja manj kot 1% računskega časa, ki je potreben za določitev dejanskih IDA krivulj. Zato je spletna aplikacija WIDA zelo dobro programsko orodje za analize potresnega tveganja. WIDA je razvita tako, da jo je mogoče enostavno razširiti, kar pomeni, da se bo praktična vrednost WIDE stalno povečevala.

### **IDA z upoštevanjem modelnih negotovosti**

Razvili smo metodo in orodje, ki omogoča oceno potresnega odziva z upoštevanjem modelnih negotovosti. V okviru metode lahko upoštevamo različne modelne negotovosti, ki nastopijo pri potresni analizi armirano-betonskih stavb. Namesto običajnega determinističnega modela konstrukcije tako definiramo skupino modelov konstrukcije, t.i. stohastični model konstrukcije, ki ga definiramo s slučajnimi spremenljivkami, s katerimi opišemo izbrane negotovosti. Za določevanje vzorca slučajnih spremenljivk smo uporabili metodo stratificiranega vzorčenja (LHS). Potresni odziv konstrukcije nato določamo z inkrementno dinamično analizo ali pa z N2 metodo. Vse analize lahko opravimo v okolju PBEE toolbox in OpenSees.

Rezultati analize so pokazali, da je mera, s katero izbrane negotovosti vplivajo na potresni odziv obravnavanih konstrukcij, odvisna od zasnove konstrukcije in kvalitete konstrukcijskih detajlov. Vpliv negotovosti tako doseže najvišjo raven v primeru stavb, ki so nesimetrične in, ki niso projektirane z uporabo sodobnih standardov za projektiranje potresno-odpornih stavb (Evrokod 8). Po drugi strani smo opazili, da je vpliv negotovosti na potresni odziv konstrukcije najmanjši, če je stavba projektirana po pravih metode načrtovanja nosilnosti.

### **Ocena potresnega tveganja stavb z upoštevanjem staranja konstrukcije**

PBEE Toolbox smo uporabili tudi v okviru bilateralnega projekta s Ciprom. Razvili smo metodo za napovedovanje potresnega tveganja z upoštevanjem staranja konstrukcij. Upoštevali smo, da korozija zmanjšuje prerez vzdolžne in prečne armature, ostale vplive, kot je odpadanje krovnega sloja betona in zmanjšanje maksimalne sprijemne napetosti med betonom in armaturo, smo zanemarili. Metodo smo prikazali na primeru trietažne armirano-betonske okvirne konstrukcije in ocenili srednjo frekvenco prekoračitve mejnega stanja za različna obdobja od izgradnje pa do 50. leta starosti konstrukcije. Glede na rezultate primera ugotovljamo, da ima korozija velik vpliv na strižno odpornost konstrukcije. Posledično se zato frekvenca prekoračitve mejnega stanja blizu strižne porušitve konstrukcije bistveno poveča (za 26%) v primerjavi s primerom, kjer korozije ne upoštevamo. Lahko zaključimo, da neupoštevanje degradacije konstrukcije zaradi pojava korozije vodi v podcenjeno oceno potresnega tveganja. V fazi projektiranja bi bilo zato potrebno upoštevati staranje konstrukcije zaradi negativnih vplivov iz okolja. Omenjene analize ne bi bile mogoče brez orodja PBEE toolbox, saj ocena potresnega tveganja z upoštevanjem degradacije konstrukcije zahteva številne računske simulacije.

### **Progressivna inkrementna dinamična analiza**

Razvili smo metodo za natančno določitev 16-tega, 50-tega in 84-tega kvantila potresnega odziva konstrukcije pri čemer se odziv računa le za majhno število akcelerogramov, ki so po pomembnosti sortirani v prednosti listi akceleogramov. Določitev prednostne liste je optimizacijski problem, ki temelji na rezultatih IDA analize enostavnega modela, npr. modela z eno prostostno stopnjo. Po določitvi prednostne liste se izvaja IDA analize postopno od prvega zapisa na prednostni listi naprej, dokler ni dosežena zahtevana toleranca potresnega odziva konstrukcije. Prikazano je, da lahko na ta način zagotovimo dovolj dobre rezultate za srednji odziv konstrukcije, če izberemo štiri zapise iz skupine tridesetih. S tem postopkom bistveno zmanjšamo potreben računski čas v primeru, če za parametre potresnega odziva določamo z nelinearno dinamično analizo.

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

Ocenjujem, da so zastavljeni cilji v okviru temeljnega projekta v celoti izpolnjeni. Razvili smo aplikacijo PBEE toolbox v okolju Matlab v povzavah s programom OpenSees. S to aplikacijo je mogoče avtomatsko generirati modele armiranobetonskih okvirov, okvirov s polnili ter tudi nekaterih vrst mostov. PBEE toolbox v kombinaciji z OpenSeesom podpira različne vrste analiz: nelinearna statična analiza, nelinearna dinamična analiza, inkrementna dinamična analiza, razširjena inkrementna dinamična analiza (upoštevanje modelnih negotovosti) in progresivna inkrementna dinamična analiza. Razširjena in progresivna inkrementna dinamična analiza sta bili razviti v okviru projekta. Za omenjeni program smo pripravili celovito dokumentacijo, ki služi za predstavitev programa ali pa za pripravo novih primerov. Razvili smo tudi spletno aplikacijo WIDA za določitev približnih IDA krivulj. Na ta način smo lahko na osnovi nelinearne statične analize sorazmerno hitro, prijazno do uporabnika in precej natančno napovemo odziv konstrukcije za različne intenzitete potresne obtežbe.

Za analiza potresnega tveganja smo vzpostavili stabilno in dinamično nadgradljivo visoko-propustno računsko okolje, ki omogoča izvajanje potresnih analiz na več računalniških hkrati. V okviru projekta ter s sredstvi, ki smo jih pridobili od Fakultete za gradbeništvo in geodezijo, smo vzpostavili delovanje gruče 12 visoko zmogljivih HP strežnikov. Strojno opremo smo uporabili za analize potresnega tveganja stavb ter za račun baze potresnega odziva, ki je osnova za spletno aplikacijo WIDA.

Z namenom, da bi dosegli čim večje učinke rezultatov, smo že v prvem letu pripravili spletni portal, ki vsebuje osnovne informacije o projektu. Organizirali smo tudi zelo odmevno mednarodno delavnico z naslovom Protection of Built Environment Against Earthquakes. Na osnovi te delavnice smo skupaj s približno 30 avtorji s celega sveta pripravili znanstveno monografijo, ki jo bo na svoje stroške založila mednarodno priznana založba Springer.

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

Ocenjujem, da vsebinskih sprememb glede na predlagane raziskave, ni bilo. Prišlo je do nekaterih manjših sprememb projektne skupine zaradi uskladitve s programsko skupino Potresno inženirstvo (vodja prof. Peter Fajfar). Spremembe projektne skupine so bile potrjene s strani ARRS in niso vplivale na delo projektne skupine.

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

Znanstveni rezultat			
1.	Naslov	SLO	Inkrementna dinamična analiza z upoštevanjem modelnih negotovosti
		ANG	Incremental dynamic analysis with consideration of modeling uncertainties
			Inkrementna dinamična analiza je bila razširjena z uvedbo skupine modelov.

	Opis	SLO	Ta skupina modelov odraža epistemične (modelne) negotovosti, in se jih določi na osnovi metode stratificiranega vzorčenja slučajnih spremenljivk (LHS metoda). Z uporabo razširjene IDA lahko merimo tako učinke aleatornih negotovosti, ki jih povezujemo s slučajnostjo gibanja tal med potresom, kot tudi učinke epistemičnih negotovosti ali pa hkratno učinke obeh virov negotovosti. Na primeru je pokazano, da vpliv epistemičnih negotovosti lahko zmanjšuje kapaciteto konstrukcije.
		ANG	Incremental dynamic analysis has been extended by introducing a set of structural models in addition to the set of ground motion records which is employed in IDA analysis in order to capture record-to-record variability. The set of structural models reflects epistemic uncertainties, and is determined by utilizing the latin hypercube sampling (LHS) method. The effects of both aleatory and epistemic uncertainty on seismic response parameters are therefore considered in extended IDA analysis. It is shown that epistemic uncertainty could have a significant influence on collapse capacity
	Objavljeno v	DOLŠEK, Matjaž. Incremental dynamic analysis with consideration of modeling uncertainties. Earthquake Engineering and Structural Dynamics, 2009, 38, 805-825.	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
	COBISS.SI-ID	4362337	
2.	Naslov	SLO	Razvoj računskega okolja za oceno potresnega odziva AB okvirov z uporabo enostavnih nelinearnih modelov
		ANG	Development of computing environment for the seismic performance assessment of reinforced concrete frames by using simplified nonlinear models
	Opis	SLO	V Matlabu ter v kombinaciji s programom OpenSees smo razvili računsko okolje za oceno potresnega odziva armiranobetonskih okvirov. PBEE toolbox sestavlja več funkcij s katerimi je mogoče določiti odnos moment-rotacija za grede in stebre, enostavno določiti nelinearni model, procesirati rezultate analize in oceniti potresni odziv stavbe. Zmogljivosti razvitega orodja smo prikazali na različnih primerih
		ANG	A computing environment for the seismic performance assessment of reinforced concrete frames has been developed in Matlab in combination with OpenSees. It includes several functions which provide calculations of the moment-rotation relationship of plastic hinges in columns and beams, rapid determination of simplified nonlinear structural models, the post-processing of the results of analyses and structural performance assessment. PBEE toolbox is demonstrated by means of different examples
	Objavljeno v	DOLŠEK, Matjaž. Development of computing environment for the seismic performance assessment of reinforced concrete frames by using simplified nonlinear models. Bulletin of earthquake engineering, 2010, letn. 8, št. 6, str. 1309-1329	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
	COBISS.SI-ID	5018209	
3.	Naslov	SLO	Progressivna inkrementna dinamična analiza za stavbe s prevladujočo prvo nihajno obliko
		ANG	Progressive Incremental Dynamic Analysis for First-Mode Dominated Structures
	Opis	SLO	Inkrementna dinamična analiza (IDA) omogoča določitev variabilnosti parametrov potresnega odziva konstrukcije, saj se odziv določi za večjo skupino akceleroگرامov. Z namenom, da bi pospešili uporabo metode v praksi, smo uvedli prednostno listo akceleroگرامov, katera omogoča določevanje parametrov potresnega odziva s čim manjšim številom akceleroگرامov. V progresivni IDA so parametri potresnega odziva konstrukcije izračunani tako, da se najprej določi odziv konstrukcije za prvi akceleroگرام iz prednostne liste in tako naprej, dokler ni zagotovljena dovolj velika natančnost.
		ANG	Incremental dynamic analysis (IDA) enables direct evaluation of the record-to-record variability in structural response through a set of ground-motion records. To facilitate its practical application, a precedence list of ground-motion records has been introduced, aiming at selecting the most representative ground-motion records for IDA analysis. Seismic response is therefore computed progressively, starting from the first ground-motion

		record in the precedence list. After an acceptable tolerance has been achieved, the analysis is terminated.
	Objavljeno v	AZARBAKHT, Alireza, DOLŠEK, Matjaž. Progressive Incremental Dynamic Analysis for First-Mode Dominated Structures. J. struct. eng. (New York, N.Y.), posted ahead of print July 16, 2010.
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID	5169249
4.	Naslov	SLO Poenostavljena metoda za določevanje potresnega tveganja armiranobetonskih okvirov z upoštevanjem staranja konstrukcije zaradi korozije armature
		ANG Simplified estimation of seismic risk for reinforced concrete buildings with consideration of corrosion over time
	Opis	SLO V članku je predstavljena poenostavljena metoda za določevanje potresnega tveganja z upoštevanjem staranja konstrukcije zaradi korozije. Ta vpliv se običajno zanemari. Na primeri trietažne AB stavbe smo pokazali, da je povprečna letna verjetnost prekoračitve mejnega stanja povečana za 10% v primerjavi s primerom, če staranja konstrukcije ne upoštevamo. Staranje ima še precej večji vpliv na verjetnost porušitve (40%), če je mejno stanje definirano z upoštevanjem kriterija strižne porušitve.
		ANG A simplified methodology for seismic performance evaluation with consideration of performance degradation over time, which is usually neglected in seismic design and risk assessment, is presented and applied to an example of an older three-storey asymmetric reinforced concrete building, in which corrosion has just started to propagate. The time-averaged annual probability of failure increases for the corroded building by 10% in comparison to the typical case without corrosion. However, it can be magnified by almost 40% if the near-collapse limit state is related to a brittle shear failure.
	Objavljeno v	CELAREC, Daniel, VAMVATSIKOS, Dimitrios, DOLŠEK, Matjaž. Simplified estimation of seismic risk for reinforced concrete buildings with consideration of corrosion over time. Bulletin of earthquake engineering, 2011, letn. XX, št. XX, str. 1-9, ilustr., doi: 10.1007/s10518-010-9241-3. [COBISS.SI-ID 5342561]
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
COBISS.SI-ID	5342561	
5.	Naslov	SLO Razvoj inovativnega računskega okolje za določitev približnih IDA krivulj
		ANG Development of innovative computing environment for approximate approximate IDA curves
	Opis	SLO Razvili smo spletno aplikacijo za določitev približnih IDA krivulj armiranobetonskih okvirov. Spletna aplikacija omogoča enostavno določevanje 16te, 50te in 84te fraktile potresnega odziva stavbe. Približne IDA krivulje so določene na osnovi baze podatkov odziva SDOF sistema z uporabo n-dimenzionalne linearne interpolacije. Predlagano računsko okolje je učinkovito, prijazno do uporabnika in izboljšuje postopke in pravila, ki so predpisana v različnih standardih in smernicah za oceno potresne odpornosti stavb.
		ANG A web application for prediction of approximate IDA curves of reinforced concrete structures was developed. It enables determination of the approximate 16th, 50th and 84th fractile response of a reinforced concrete structures. The approximate IDA curves are predicted by performing the n-dimensional linear interpolation based on the response database of the SDOF system. The proposed approach significantly improves the simplified nonlinear procedures for seismic performance or risk assessment of structures, which are prescribed in different structural codes and guidelines.
	Objavljeno v	KLINC, Robert, PERUŠ, Iztok, DOLENC, Matevž, DOLŠEK, Matjaž. Development of innovative computing environment for approximate IDA curves. V: GAREVSKI, Mihail (ur.). Fourteenth European Conference on Earthquake Engineering, Ohrid, Republic of Macedonia, 30.8.2010-3.9.2010. Proceedings. Kočani: MAEE, Macedonian Association for Earthquake Engineering, 2010, str. 1-8.
	Tipologija	1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci
COBISS.SI-ID	5107809	



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

Družbeno-ekonomsko relevantni rezultat			
1.	Naslov	SLO	Programsko orodje "PBEE toolbox" za oceno potresne odpornosti AB okvirov in mostov z uporabo enostavnih nelinearnih modelov
		ANG	A PBEE toolbox for seismic performance assessment of reinforced concrete frames and bridges by using simplified nonlinear models
	Opis	SLO	Programsko orodje "PBEE toolbox" za oceno potresne odpornosti AB okvirov in mostov vsebuje več funkcij za določitev odnosa med momentov in rotacijo v plastičnih členkih stebrov in/ali gred, hitro določitev poenostavljenih nelinearnih modelov konstrukcij, učinkovito procesiranje OpenSees-ovih rezultatov in oceno potresne odpornosti konstrukcij z različnimi metodami. Zato se lahko uporablja za kalibracijo predpisov, kot osnova za nove aplikacije, npr. za projektiranje konstrukcij na osnovi nelinearne analize, ali za parametrične/verjetnostne študije.
		ANG	A PBEE toolbox for seismic performance assessment of reinforced concrete frames and bridges includes several functions which provide calculations of the moment-rotation relationship of plastic hinges in columns and beams, rapid determination of simplified nonlinear structural models, the post-processing of the OpenSees and structural performance assessment with different methods. As such, the PBEE toolbox can serve for code calibration, as a basis for new applications, e.g. for the design of structures based on nonlinear analysis or for parametric/probabilistic studies.
	Šifra	F.09 Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Objavljeno v	VIDRIH, Zlatko, DOLŠEK, Matjaž. A PBEE toolbox for seismic performance assessment of reinforced concrete frames and bridges by using simplified nonlinear models. V: GAREVSKI, Mihail (ur.). Fourteenth European Conference on Earthquake Engineering, Ohrid, Republic of Macedonia, 30.8.2010-3.9.2010. Proceedings. Kočani: MAEE, Macedonian Association for Earthquake Engineering, 2010, str. 1-8, ilustr. [COBISS.SI-ID 5106785]	
	Tipologija	1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci	
COBISS.SI-ID	5106785		
2.	Naslov	SLO	Ocena potresnega tveganja za pregrado HE Učja : poročilo
		ANG	Seismic risk assessment of HE Učja gravity dam: Report
	Opis	SLO	Za namen presoje vplivov na okolje smo izdelali študijo potresnega tveganja za pregrado HE Učja. Potresno tveganje smo ocenili ob upoštevanju kart potresne nevarnosti in sicer za mejno stanje razpok, zdrsa in prevrnitve pregrade. Uporabili smo nelinearno dinamično analizo pri čemer smo upoštevali tri modificirane akceleroگرامe. Rezultati analize kažejo, da je pregrada varna, saj je tveganje za porušitev pregrade zanemarljivo. Nekoliko večja je verjetnost, da se zaradi potresov pojavijo razpoke ali pa manjši zdrsi pregrade.
		ANG	For the purpose of environmental impact assessment we have assessed seismic risk for the gravity dam HE Učja with consideration of the limit state of the cracking of concrete, sliding and overturning of the dam. Seismic hazard maps were adopted in the risk study, while response of the dam was obtained by the nonlinear dynamic analysis. Results showed that the dam is safe since the estimated risk for collapse of the dam is practically negligible. Slightly higher risk was assessed for violating the limit state of cracking of the dam, which may cause only economic losses.
	Šifra	F.17 Prenos obstoječih tehnologij, znanj, metod in postopkov v prakso	
	Objavljeno v	DOLŠEK, Matjaž, FAJFAR, Peter, REJEC, Klemen, CELAREC, Daniel. Ocena potresnega tveganja za pregrado HE Učja : poročilo. Ljubljana: Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Inštitut za konstrukcije, potresno inženirstvo in računalništvo, 2009. 72 str., ilustr. [COBISS.SI-ID 5024353]	
	Tipologija	2.13 Elaborat, predštudija, študija	
COBISS.SI-ID	5024353		
3.	Naslov	SLO	WIDA – Spletna aplikacija za približno IDA
		ANG	

		ANG	WIDA – Web application for approximate IDA
Opis		SLO	Razvili smo spletno aplikacijo ( <a href="http://ice4risk.slo-projekt.info/analysis/">http://ice4risk.slo-projekt.info/analysis/</a> ), s katero lahko enostavno in učinkovito določimo približne IDA krivulje na osnovi podatkov nelinearne statične analize. Ciljni pomik je tako določen bolj natančno, kot je predvideno v trenutno veljavnih predpisih in smernicah za potresnoodporno projektiranje konstrukcij.
		ANG	A web application ( <a href="http://ice4risk.slo-projekt.info/analysis/">http://ice4risk.slo-projekt.info/analysis/</a> ) for the prediction of the approximate IDA curves of reinforced concrete structures was developed in order to demonstrate the applicability of the proposed web-based methodology for approximate IDA. The web application makes it possible to predict the seismic response parameters with higher accuracy than that which can be achieved by the currently available approaches in various standards and guidelines.
Šifra	F.06 Razvoj novega izdelka		
Objavljeno v	PERUŠ, Iztok, KLINC, Robert, DOLENC, Matevž, DOLŠEK, Matjaž. WIDA - Web application for approximate IDA. Ljubljana: Inštitut za konstrukcije, potresno inženirstvo in računalništvo, 2010. Spletna stran. <a href="http://ice4risk.slo-projekt.info/analysis/">http://ice4risk.slo-projekt.info/analysis/</a> . [COBISS.SI-ID 5343329]		
Tipologija	2.21 Programska oprema		
COBISS.SI-ID	5343329		
4. Naslov		SLO	Ocena parametrov potresnega odziva z uporabo razširjene inkrementne dinamične analize
		ANG	Estimation of seismic response parameters through extended incremental dynamic analysis
Opis		SLO	V poglavju znanstvene monografije smo pokazali, da je razširjena IDA učinkovita metoda za oceno parametrov potresnega odziva z upoštevanjem modelnih negotovosti. Rezultati analize so direktno uporabni za določitev verjetnosti prekoračitve mejnega stanja, saj so parametri potresnega odziva določeni z upoštevanjem variabilnosti potresne obtežbe ter z upoštevanjem modelnih negotovosti, ki imajo velik vpliv na disperzijo parametrov potresnega odziva ter tudi na srednjo vrednost, če se le ta nanaša na globalno porušitev konstrukcije.
		ANG	In the chapter it is shown that extended IDA is a simple yet efficient method for estimating the seismic response parameters, while taking into account the modelling uncertainties. The results can be used directly for the determination of the probability of exceeding a given limit state since the seismic response parameters are determined with consideration of both sources of uncertainties. Epistemic uncertainties can have an important influence on the dispersion and on the spectral acceleration capacity, which corresponds to global dynamic instability.
Šifra	F.02 Pridobitev novih znanstvenih spoznanj		
Objavljeno v	DOLŠEK, Matjaž. Estimation of seismic response parameters through extended incremental dynamic analysis. V: PAPADRAKAKIS, Manolis (ur.). Computational Methods in Earthquake Engineering, (Computational Methods in Applied Sciences, Vol. 21). 1st Edition. Dordrecht; New York: Springer, cop. 2011, str. 285-304, ilustr. [COBISS.SI-ID 5210209]		
Tipologija	1.16 Samostojni znanstveni sestavek ali poglavje v monografski publikaciji		
COBISS.SI-ID	5210209		
5. Naslov		SLO	Spletno računsko okolje za oceno parametrov potresnega odziva stavb
		ANG	Web based computing environment for prediction of approximate seismic response parameters of structures
Opis		SLO	Novodobni socialni in tehnološki trendi spreminjajo ustaljene poslovne procese, tudi v gradbeništvu. Pojavlja se potreba po inovativni in sodobni porazdeljeni programski infrastrukturi. Takšna platforma bi omogočala uporabo porazdeljenih virov in reševanja zahtevnih problemov na nadzorovan, varen, intuitiven ter uporabniku prijazen način. V namen predstavitve prednosti takšne infrastrukture je bila razvita spletna aplikacija za napovedovanje približnih IDA krivulj. Članek opisuje projekt ICE4RISK in podaja opis ter razlago uporabljenih tehnologij.
			Newly emerging social and technological trends are changing business processes as we know. There is an emergent need for novel distributed

	ANG	software platforms capable of addressing the real-world needs of scientific and engineering AEC community. To present the benefits of the above-mentioned computing environment services, a web application for prediction of approximate IDA curves has been developed. In this paper, an overview of the ICE4RISK project as well as a brief description and discussion of the underlying technologies used in the development of the computing environment is provided.
Šifra	B.03	Referat na mednarodni znanstveni konferenci
Objavljeno v		KLINC, Robert, PERUŠ, Iztok, DOLŠEK, Matjaž, DOLENC, Matevž. Web based computing environment for prediction of approximate seismic response parameters of structures. V: MENZEL, Karsten (ur.), SCHERER, Raimar J. (ur.). eWork and eBusiness in architecture, engineering and construction : proceedings of the European Conference on Product and Process Modelling 2010, Cork, Republic of Ireland, 14-16 September 2010. Boca Raton, Fla.: CRC; London: Taylor & Francis, 2010, str. 39-44.
Tipologija	1.08	Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci
COBISS.SI-ID	5144673	

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

<p>Večji del rezultatov projekta bo objavljen v letošnjem letu. Poleg že omenjenih dosežkov navajamo še izbor nekaterih zelo pomembnih rezultatov:</p> <p>Organizacija mednarodne delavnice (B.01)</p> <p>Organizirali smo mednarodno delavnico "Protection of built environment against earthquakes" (Ljubljana, 27.-28. August 2010, <a href="http://ice4risk.slo-projekt.info/workshop/">http://ice4risk.slo-projekt.info/workshop/</a>). Osrednje predavanje je imel prof. Krawinkler z Univerze Stanford. Sledilo je 14 prispevkov uveljavljenih mlajših raziskovalcev iz Evrope, ZDA in Nove Zelandije.</p> <p>Najbolj citiran članek objavljen v letu 2009 (A.05)</p> <p>Članek z naslovom »Incr. Dyn. Analysis with consideration of modelling uncertainties« (COBISS 4362337) je dobil priznanje za najbolj citiran članek objavljen v letu 2009 v reviji Earth. Engn. and Struct. Dyn., ki sodi med svetovno najbolj ugledne revije s potresnega inženirstva.</p> <p>Knjiga, Urednik (A.02, C.01)</p> <p>V sodelovanju s približno 30 avtorji s celega sveta smo pripravili znanstveno monografijo z naslovom »Protection of built environment against earthquakes« (<a href="http://www.springer.com">http://www.springer.com</a>), ki jo je na lastne stroške založila priznana založba Springer. Matjaž Dolšek je urednik. Knjiga ima 15 poglavji, 315 strani in bo izšla avgusta 2011.</p> <p>Poglavje v knjigi (A.03)</p> <p>V zgoraj omenjeni knjigi smo v dveh prispevkih objavili rezultate projekta, skupaj 47 strani, avtorji: Brozovič, Celarec, Dolenc, Dolšek, Klinc in Peruš.</p> <p>Pedagoško delo (D.09, D.10)</p> <p>Za PBEE toolbox smo pripravili obsežno študijsko gradivo, skupaj 131 strani (COBISS 4395873, 4395631), saj se program intenzivno uporablja pri usposabljanju podiplomskih študentov pri nas (Celarec, Brozovič, Vidrih, Kreslin in drugi) in v tujini (npr. Grčija, Italija, Turčija). Paolo Ricci (Italija), ki je bil na več mesečnem usposabljanju na UL FGG IKPIR, je v okviru doktorata razširil uporabnost PBEE toolboxa na okvire s polnili. Program sedaj uporablja pri svoje delu v okviru nacionalnega projekta RELUIS ter tudi pri evropskih projektih.</p>
--

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

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

SLO

V okviru predlaganega projekta smo razvili računsko okolje, ki omogoča analize potresnega

tveganja stavb za različne stopnje natančnosti. Visoko-propustno računsko okolje omogoča račun potresnega tveganja tako z upoštevanjem aleatornih kot tudi epistemskih negotovosti. To orodje, ki podpira računsko intenzivne metode analize, odpira nove možnosti za raziskave, ki niso mogoča brez številnih simulacij potresnega odziva. Na primer, možno je raziskovati metode za projektiranje konstrukcij na osnovi nelinearnih analiz, kar se v praksi praktično ne izvaja. Nadalje, zelo enostavno je narediti veliko primerov z namenom kalibriranja obstoječega predpisa za projektiranje potresnoodpornih konstrukcij (Evrokod 8). Možne so študije s področja vpliva staranja konstrukcij na potresno tveganje in podobne študije, za katere je potrebno opraviti obsežno število simulacij potresnega odziva stavb.

Spletna aplikacija WIDA za določitev približnih IDA krivulj, predstavlja prvo takšno aplikacijo na svetu. Bistvena prednost takšnega pristopa, v primerjavi s klasičnimi poenostavljenimi metodami je v tem, da je z uporabo predlagane metodologije, katere rezultat je spletna aplikacija WIDA, možno potresni odziv napovedati bistveno bolj natančno pri čemer sam postopek za uporabnika ni nič bolj kompliciran kot tisti, ki je predpisan za različne poenostavljene postopke.

Poleg orodji smo predlagali nove metode za oceno potresnega odziva stavb, ki omogočajo upoštevanje dodatnih različnih novih kriterijev pri oceni potresnega tveganja stavb. Na primer, s predlaganimi metodami je sorazmerno enostavno določiti potresno tveganje stavb pri čemer eksplicitno upoštevamo vpliv staranja in/ali modelne negotovosti. Predvsem pomembno je, da smo približali uporabo nelinearne dinamične analize v raziskovalne namene ter tudi za namen projektiranja konstrukcij. To smo omogočili s progresivno inkrementno dinamično analizo. Z uporabo te metodo lahko zanesljivo napovemo odziv konstrukcij ob uporabi majhnega števila akceleroграмov.

Tako programska orodja, kot tudi metode, ki smo jih razvili v okviru projekta Visoko-propustno računsko okolje za analize potresnega tveganja, omogočajo precej natančno ocena potresnega tveganja stavb, kar je ključen kriterij za varovanje grajenega okolja pred potresi. Samo z natančnim poznavanjem potresnega tveganja se lahko dovolj dobro pripravimo na bodoče potrese in tako omilimo njihove negativne posledice.

ANG

A high-throughput computing environment, which enables seismic risk assessment of buildings for different levels of accuracy, was developed within the research project. High-throughput computing environment allows seismic risk by taking into account aleatory and epistemic uncertainty. The computing environment is based on the OpenSees software and supports computationally intensive analysis methods (<http://ice4risk.slo-projekt.info>). Such approach opened new possibilities for research that is not possible without extensive simulations of seismic response. For example, it is possible to develop methods for design of structures based on the nonlinear analysis. Furthermore, it is very easy to perform the calibration studies in order to improve standard for design of earthquake resistance structures (Eurocode 8). Structural deterioration due to aging process, which involves many simulations of seismic response of building, can be also evaluated by using tools developed within the research project.

WIDA (<http://ice4risk.slo-projekt.info/analysis/>) - web application to determine the approximate IDA curves, represents the first such application in the world. The major advantage of this approach compared with traditional simplified methods can be found in the more accurate prediction of seismic response of buildings without losing the practical value of the simplified methods.

In addition to tools, new methods for seismic risk assessment of buildings were introduced. For example, we proposed methods which enable relatively simple estimation of the seismic risk of buildings taking into account the effect of aging and/or modelling uncertainty. In order to facilitate the use of nonlinear dynamic analysis the so called progressive incremental dynamic analysis was proposed. By using this method the response of structures can be reliably predicted by a small number of ground motions.

Such software tools, as well as methods that were developed under the project High-throughput computing environment for seismic risk assessment, allowing an accurate assessment of seismic risk of buildings, this being a key element for the protection of the built environment against earthquakes. Only with detailed information regarding the seismic risk can be adequately prepared to mitigate negative consequences of future earthquakes.

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

SLO

S temeljnimi raziskavami v okviru projekta Visoko-propustno računsko okolje za analize potresnega tveganja smo dosegli pomembne rezultate za razvoj Slovenije na različnih področjih:

- Razvoj metod in orodji za oceno potresnega tveganja za nove in obstoječe konstrukcije

S pomočjo programskih orodji in metod za oceno potresnega tveganja stavb lahko sedaj pridobimo zanesljive informacije o potresnem tveganju stavb. Tovrstnih informacij v Sloveniji praktično ni, kar pomeni, da dejansko ne vemo, koliko tvegamo zaradi potresov (npr. letna verjetnost porušitve zaradi potresov). Takšne informacije lahko pridobimo z uporabo metod in orodji, ki smo jih razvili v okviru projekta.

- Ocena potresnega tveganja za širša območja

Slovenija nima izdelanih ocene potresnega tveganja stavbnega fonda, ki bi temeljila na sodobnih verjetnostnih metodah, ki se uporabljajo v svetu. Na primer, s spletno aplikacijo WIDA je mogoče zelo natančno in v realnem času napovedati potresne zahteve za večje število stavb.

- Prenos znanja v prakso, razvoj nove storitve na trgu

Z razvojem metod za oceno potresnega tveganja so se pojavile prve potrebe za tovrstne informacije na trgu. Za namen presoje vplivov na okolje smo zato izdelali študijo potresnega tveganja za pregrado HE Učja. Rezultati analize kažejo, da je pregrada varna, saj je verjetnost za porušitev pregrade zaradi potresov zanemarljivo

- Razvoj podiplomskega izobraževanja, mentorstvo doktorandom

V času trajanja projekta je vodja projekta pridobil nov predmet Zanesljivost konstrukcij z uporabo v potresnem inženirstvu, ki se izvaja na doktorskem študiju Grajeno okolje (UL FGG). Tako bo omogočeno sistematično izobraževanje študentov, katere zanima področje potresno inženirstvo. Rezultati projekta so vključeni v učno snov predmeta. V času trajanja projekta smo pridobili nove mlade raziskovalce.

- Prispevek k ohranjanju objektov kulturne dediščine

Stranje konstrukcije je še posebej problematično za objekte kulturne dediščine, ki so običajno starejši od predvidene življenjske dobe konstrukcije. Zaradi tega je pri oceni potresnega tveganja za tovrstne objekte potrebno upoštevati tudi vplive staranja materiala, kar lahko upoštevamo z metodo, ki smo jo razvili v okviru projekta.

- Promocija Slovenije v svetu

Že v času trajanja projekta smo dosegli odmevne objave v svetovnem merilu (npr. nagrada za najbolj citiran izvirni znanstveni članek objavljen v letu 2009 v svetovno priznani reviji Earth Engineering and Struct. Dyn.). Organizirali smo odmevno mednarodno delavnico na kateri so sodelovali uveljavljeni raziskovalci iz Evrope, ZDA in Nove Zelandije. Skupaj s 30 avtorji s celega sveta smo pripravili znanstveno monografijo, ki jo bo na svoje stroške založila mednarodna založba Springer. Knjiga je v produkciji in bo predvidoma v prodaji od avgusta 2011.

- Sodelovanje pri prijavi evropskih in drugih projektov

Tudi na osnovi rezultatov projekta smo bili povabljeni k projektni skupini, ki je prijavila INTERREG projekt Multi-risk assessment of building stock. Mednarodni konzorcij pripravlja projekt ADVACEES, h kateremu je bila povabljena tudi UL FGG IKPIR. V okviru projekta bo mogoče direktno uporabiti spletno aplikacijo WIDA. Pridobili smo dva bi-lateralna projekta in sicer z EUCENTROM (Pavia, Italija) in Univerzo Stanford (ZDA).

Ocenjujemo, da so rezultati projekta doprinesli k zakladnici znanja s področja potresnega inženirstva ter da bodo olajšali in pospešili uporabo bolj realnih metod projektiranja in ocene potresnega tveganja stavb tako za individualne obstoječe ali nove stavbe, kot tudi za oceno tveganja za širša območja. Na ta način bomo imeli dostop do novih kvalitetnih informacij o potresnem tveganju stavbnega fonda. Takšne informacije so ključne za razvoj predpisov za projektiranje konstrukcij kot tudi določitev strategije za obvladovanje tveganj, ki so povezana s potresi.

ANG

Basic research within the project entitled High-throughput computing environment for seismic risk assessment contributed significant results for Slovenia's development in various areas:

- Methods and tools for seismic risk assessment for new and existing structures

Software tools and methods developed within the project enable to assess the seismic risk of buildings. Such information, which is the key element for protection of the built environment against earthquakes, was not available in Slovenia before.

- Assessment of seismic risk for large areas

the WIDA web application can be used to predict the seismic risk of building stock in Slovenia, since Slovenia does not have sufficient information regarding the seismic risk of building stock.

- Transferring knowledge into practice

For the purpose of environmental impact assessment we have assessed seismic risk for the gravity dam HE Učja with consideration of the limit state of the cracking of concrete, sliding and overturning of the dam. Results showed that the dam is safe since the estimated risk for collapse of the dam is practically negligible.

- Development of graduate study, supervision of PhD. students

During the project a new course entitled Reliability of structures in earthquake engineering was established within the doctoral study Built Environment (UL FGG). This will enable the systematic education of students interested in the field of earthquake engineering and reliability of structures. Results of the project are included in the course syllabus. During the project, a position for two PhD. students was obtained.

- Contribution to the preservation of cultural heritage

Aging of structure is particularly problematic for cultural heritage buildings, which are usually older than the expected life of the structure. Therefore, the assessment of seismic risk for such facilities should take into consideration the effects of aging, which can be considered by using the method developed under the project.

- Promotion of Slovenia in the world

During the project, results were already published and cited in international Journals (e.g. the award for most-cited original research papers published in 2009 in the world-renowned Journal of Earth. Engineering and Struc. Dyn.). We organized high-profile international workshop, which was attended by established researchers from Europe, USA and New Zealand. Together with 30 researchers from around the world, we have prepared a scientific monograph, which will be published by international publisher Springer. The book is in production and is expected to be on sale from August 2011.

- Participation in the application of European and other projects

Based on the past work and on the results of the project we were invited to the project consortium, which has applied proposal for the INTERREG project Multi-risk assessment of building stock. The international consortium is preparing a project ADVACEES to which it was invited UL FGG IKPIR. In the project, if accepted, the use of WIDA will directly applicable. Two bi-lateral projects, one with EUCENTRE (Pavia, Italy) and another with the Stanford University (USA), was obtained.

We consider the results of the project contributed to the treasury of knowledge in the field of earthquake engineering and to facilitate and accelerate the use of more realistic methods of design and seismic risk assessments for individual buildings, existing or new buildings, as well as to evaluate the risk of building stock. In this way we have access to new quality information on the seismic risk of building stock. Such information is important for development of standards for design of earthquake resistance of structures as well as for development of strategies for mitigation of consequences of future earthquakes.

### 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 type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.02</b>	<b>Pridobitev novih znanstvenih spoznanj</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.03</b>	<b>Večja usposobljenost raziskovalno-razvojnega osebja</b>	

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

	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.13</b>	<b>Razvoj novih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.14</b>	<b>Izboljšanje obstoječih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.15</b>	<b>Razvoj novega informacijskega sistema/podatkovnih baz</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.16</b>	<b>Izboljšanje obstoječega informacijskega sistema/podatkovnih baz</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.17</b>	<b>Prenos obstoječih tehnologij, znanj, metod in postopkov v prakso</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.18</b>	<b>Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi, konference)</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.19</b>	<b>Znanje, ki vodi k ustanovitvi novega podjetja ("spin off")</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.20</b>	<b>Ustanovitev novega podjetja ("spin off")</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.21</b>	<b>Razvoj novih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>



<b>F.22</b>	<b>Izboljšanje obstoječih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.23</b>	<b>Razvoj novih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.24</b>	<b>Izboljšanje obstoječih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.25</b>	<b>Razvoj novih organizacijskih in upravljavskih rešitev</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.26</b>	<b>Izboljšanje obstoječih organizacijskih in upravljavskih rešitev</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.27</b>	<b>Prispevek k ohranjanju/varovanje naravne in kulturne dediščine</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.28</b>	<b>Priprava/organizacija razstave</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.29</b>	<b>Prispevek k razvoju nacionalne kulturne identitete</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.30</b>	<b>Strokovna ocena stanja</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.31</b>	<b>Razvoj standardov</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE

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

**Komentar**

--

**11. Samo za aplikativne projekte!**

Označite potencialne vplive oziroma učinke vaših rezultatov na navedena področja

	Vpliv	Ni vpliva	Majhen vpliv	Srednji vpliv	Velik vpliv	
<b>G.01</b>	<b>Razvoj visoko-šolskega izobraževanja</b>					
G.01.01.	Razvoj dodiplomskega izobraževanja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.01.02.	Razvoj podiplomskega izobraževanja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.01.03.	Drugo: <input type="text"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<b>G.02</b>	<b>Gospodarski razvoj</b>					
G.02.01	Razširitev ponudbe novih izdelkov/storitev na trgu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.02.	Širitev obstoječih trgov	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.03.	Znižanje stroškov proizvodnje	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.04.	Zmanjšanje porabe materialov in energije	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.05.	Razširitev področja dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.06.	Večja konkurenčna sposobnost	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.07.	Večji delež izvoza	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

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

**Komentar**

--

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

1.	<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>			
2.	<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>			
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:

Matjaž Dolšek	in	
podpis vodje raziskovalnega projekta		zastopnik oz. pooblaščen oseba RO

Kraj in datum:

Ljubljana

18.4.2011

### Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2011-1/51

<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  
F5-B8-1C-17-21-94-DD-EA-B5-DC-91-44-49-32-F5-38-40-AF-F8-0A