

Oznaka poročila: ARRS-RPROG-ZP-2014/49



ZAKLJUČNO POROČILO O REZULTATIH RAZISKOVALNEGA PROGRAMA

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROGRAMU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem programu

Šifra programa	P2-0158	
Naslov programa	Gradbene konstrukcije in gradbena fizika	
Vodja programa	11536 Jože Korelc	
Obseg raziskovalnih ur	22100	
Cenovni razred	B	
Trajanje programa	01.2009 - 12.2013	
Izvajalci raziskovalnega programa (javne raziskovalne organizacije - JRO in/ali RO s koncesijo)	792 Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo	
Raziskovalno področje po šifrantu ARRS	2	TEHNIKA
	2.01	Gradbeništvo
Družbeno-ekonomski cilj	06.	Industrijska proizvodnja in tehnologija
Raziskovalno področje po šifrantu FOS	2	Tehniške in tehnološke vede
	2.01	Gradbeništvo

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROGRAMA

2. Povzetek raziskovalnega programa¹

SLO

Tema 1: Sovprežne konstrukcije iz jekla in betona visoke trdnosti

Predmet preiskav so betoni do trdnostnega razreda C80/95 in jekla do trdnostnega razreda S690 ter sovprežne konstrukcije oziroma konstrukcijski elementi iz teh visoko zmogljivih materialov.

Tema 2: Prednapete betonske konstrukcije, izpostavljene požaru

Računski postopek nelinearne analize odziva armiranobetonskih konstrukcij na sočasno mehansko in požarno obtežbo bomo v okviru predlaganih raziskav razširili tudi na prednapete konstrukcije. V analizi bomo poleg do sedaj upoštevanih običajnih nelinearnosti materiala in konstrukcije upoštevali tudi zdrs v stiku med betonom in jeklom ter vpliv povišane temperature na obnašanje betona in jeklene armature.

Tema 3: Jekla visoke trdnosti v potresno odpornih okvirnih konstrukcijah

Za povečanje potresne odpornosti ob razumnih stroških bo raziskana možnost kombiniranja mehkih jekel in jekel visoke trdnosti – prvih v conah disipiranja in drugih v varovanih conah konstrukcije. S tem naj bi se zagotovili naslednji ključni vidiki robustnosti jeklenih konstrukcij pri potresni obtežbi:

- razvoj plastičnih deformacij v izbranih disipativnih elementih
- več možnih poti za prenos sil in prerazporejanje sil zaradi plastifikacije v conah disipiranja
- zadostno dodatno nosilnost v konstrukcijskih elementih, ki se ne smejo znatneje poškodovati.

Tema 4: Polnostenski nosilci

Strokovne razprave v okviru ECCS/T8/WG3, ki se ukvarja s problem pločevinastih konstrukcij, so pokazale na potrebo po dodatnih raziskavah interakcije striga in upogiba v panelih vzdolžno ojačanih stojin ob vmesnih podporah kontinuirnih nosilcev. Problem bo obravnavan s pomočjo numeričnih simulacij, ki bodo v podprte s testi na preizkušancih naravne velikosti.

Tema 5: Plamensko ravnanje jeklenih konstrukcij

S testi in predvsem z numeričnimi simulacijami je obravnavano ravnanje varjenih jeklenih konstrukcij s pomočjo plemenskega segrevanja. Končni cilj raziskave bo (skupaj z ostalimi partnerji RFCS projekta) izdelati priporočila za plamensko ravnanje.

Tema 6: Razvoj metod in orodij numeričnega modeliranja materialov in konstrukcij

Novi materiali in nove tehnične rešitve zahtevajo opis mehanskih problemov na več skalah od nano, mikro do makro nivoja. Cilj programa pri razvoju numeričnih metod reševanja inženirskih problemov je z uporabo simbolno-numeričnih orodij izboljšati numerično učinkovitost modeliranja na več skalah.

ANG

Theme 1: Composite structures made of high strength steel and high strength concrete.

Concretes and steels of up to the strength classes C80/95 and S690, respectively, are investigated together with composite structures and structural components made of these high performance materials

Theme 2: Prestressed concrete structures exposed to fire

The computational procedure of the nonlinear analysis of the response of reinforced concrete structures on simultaneous mechanical and fire loading will be extended also to prestressed structures. In addition to the hitherto considered regular nonlinearities of the material and the structure, the analysis will also take into account the slip at the contact between concrete and steel, as well as the influence of elevated temperature on the behaviour of the concrete and steel reinforcement.

Theme 3: High strength steel in seismic resistant frame structures

For the enhancement of seismic resistance at reasonable costs a combined use of mild and high strength steel is investigated – mild steel in dissipation zones and high strength steel outside these zones. By applying this approach (steel up to nominal yield stress 690 MPa) the following key aspects of steel frame robustness are to be fulfilled:

- to enable development of plastic zones in preselected dissipative elements
- to enable multiple routes for the transfer of forces and to ensure the redistribution of them

- to provide sufficient overstrength to structural members that are not allowed to collapse at any cost.

Theme 4: Plated girders

Technical discussions within the ECCS/TC8/WG3, responsible for plated structures, revealed the necessity for additional research on moment-shear interaction in longitudinally stiffened web panels at intermediate supports of continuous plate girders. This problem is studied by means of numerical simulations, supported by full scale specimens.

Theme 5: Flame straightening of steel structures

The problems of flame straightening of welded steel structures are studied by means of test and primarily by numerical simulations. The main goal of the project is to develop (together with other partners in the RFCS project) recommendations for flame straightening.

Theme 6: Development of methods and tools for numerical modelling of materials and structures

New materials and new technical solutions require description of problems on different scales from nano, micro to macro level of the structure. The basic goal of the program in the field of numerical modelling is to bring together modern symbolic-numeric software tools and multi-scale modelling.

Theme 7: Renewable energy sources in buildings

Starting point of the work is harmonization of thermal and optical flows on the basis of the bioclimatic concept of building design. The conceptualization of innovative bioclimatic building elements with low energy use and supported by incorporation of renewable energy technologies comprises low-temperature large-surface system for heating and cooling.

3. Poročilo o realizaciji predloženega programa dela na raziskovalnem programu²

SLO

Na področju konstrukcij je bilo obravnavanih več tem:

Uporabo jekel visoke trdnosti v potresno odpornih konstrukcijah (v okviru evropskega projekta – program RFCS) smo obravnavali na osnovi 16 testov sklopa prečka steber v naravni velikosti in obsežne numerične parametrične študije analizirali obnašanje teh sklopov s stebri iz jekla visoke trdnosti (S460, S690), prečkami iz običajnega konstrukcijskega jekla (S355) in varjenimi spoji, ojačenimi s trikotnimi rebri ali veznimi pločevinami ob pasnicah prečke. Ključna je bila preprečitev poškodb v stebrih in spojih in relokacijo con disipiranja stran od stebra in spoja v prečko. Na osnovi dobljenih rezultatov je v pripravi predlog za dopolnitev pravil za projektiranje potresno odpornih jeklenih konstrukcij v Evrokodu 8 (skupaj z ostalimi partnerji pri evropskem projektu).

Plamensko ravnanje jeklenih konstrukcij je bilo prav tako obravnavano v okviru evropskega projekta (program RFCS). Končni rezultat je bil priročnik za plamensko ravnanje jeklenih konstrukcij, ki podaja principe plamenskega ravnanja in konkretne napotke za delo v delavnici.

Polnostenski nosilci: Obravnavali smo predvsem problem interakcije med upogibnim momentom in prečno silo in problem vmesnih prečnih ojačitev polnostenskih nosilcev. V obeh primerih smo na osnovi lastnih testov in numeričnih simulacij in (pri prvi nalogi v sodelovanju z Univerzo v Stuttgartu) razvili za inženirsko prakso poenostavljene a še vedno dovolj zanesljive metode projektiranja, ki so v obravnavi na pristojnem tehničnem odboru ECCS in na pristojni delovni skupini CEN kot predlog za dopolnitev EN 1993-1-

5. S sodelavci iz različnih evropskih univerz je bilo objavljenih več člankov v revijah in na kongresih (Imperial College London, Trinity College Dublin, Stuttgart University, Eindhoven University, Delft University).

Betoni visokih trdnost: V okviru raziskav mehanskih in reoloških lastnosti betonov iz domačih materialov smo v preteklem obdobju raziskovalnega programa izvedli naslednje preiskave: krčenje vlaknastih betonov običajne in visoke trdnosti pri različnih prostorninskih deležih in dolžinah jeklenih ter polipropilenskih vlaken; krčenje vlaknastih betonov visoke trdnosti z namočenimi polipropilenskimi vlakni; eksperimentalno smo preučili vpliv notranje nege betona visoke trdnosti na velikost njegove tlačne trdnosti.

Prednapete betonske konstrukcije, izpostavljene požaru: Razvili smo relativno preprost matematični model in programsko opremo za nelinearno analizo mehanskega odziva predhodno in naknadno prednapetih betonskih linijskih konstrukcij pri kratkotrajni statični obtežbi vse do porušitve. V analizi smo poleg materialne in geometrijske nelinearnosti upoštevali tudi lokalizacijo deformacij in materialno mehčanje prečnih prereзов elementov pri povišanih temperaturah, kar nam omogoča tudi analizo konstrukcij v pogojih požara. Razpokanost betona smo upoštevali z modelom razmazane razpoke, vpliv lokalizacije deformacij in mehčanje betona pa s t.i. kratkim elementom v kombinaciji s konstantno energijo loma betona.

Cilj raziskovalnega programa pri **razvoju numeričnih metod reševanja inženirskih problemov** je bil z uporabo simbolno-numeričnih orodij izboljšati numerično učinkovitost obstoječih numeričnih metod in razviti nove, originalne numerične metode, ki bodo polno izkoristile nove možnosti hibridnega simbolno-numeričnega pristopa: 1) sistematizacija metode avtomatskega odvajanja in notacije mehanskih problemov; 2) razvita je bila zasnova od neodvisnega numeričnega modula za masivno paralelizacijo večnivojske metode končnih elementov (FE²) za analizo materialov in konstrukcij; 3) razvite so bile napredne formulacij končnih elementov z visoko stopnjo gladkosti (izogeometrični elementi), ki se v zadnjem času vse bolj nadomeščajo klasične končne elemente; 4) napredek je bil dosežen pri izboljšanju robustnosti tridimenzionalnih končnih elementov pri modeliranju duktilnih materialov v izjemnih razmerah, kot je na primer kombinirano strižno dominantno in nestisljivo deformacijsko stanje. Razvoj je bil opravljen v sodelovanju s Slovenskim visokotehnološkim podjetjem C3M d.o.o., Leibniz University of Hannover in Institute of Fundamental Technological Research - Polish Academy of Sciences.

Na področju **obnovljivih virov energije** v gradbenih objektih so bili v ospredju naslednji cilji: Oblikovanje fizikalnih modelov novih struktur konstrukcijskih sklopov in računalniške simulacijske programske opreme kontrolnega sistema, ki temelji na mehki logiki in vzporedni razvoj in implementacija kontrolnih algoritmov v realno okolje (sodelovanje s Fakulteto za elektrotehniko, UL), Veliko površinski, nizkotemperaturni sistemi za gretje in hlajenje ter izvedba in situ. Izvedbe meritev vpliva uporabe teh sistemov v realnem času in prostoru v eksperimentalnem prostoru, ki je opremljen s potrebnimi instalacijami za gretje in hlajenje, premičnimi žaluzijami in avtomatiziranim oknom, harmonizirano naravno in umetno razsvetljavo in mehkim kontrolnim sistemom. Ugotavljanje vpliva mehkega vodenja v okviru obravnavanega sistema in vzpostavljanje vodenja sistema kontrole notranjega okolja s strani uporabnika (energy demand management).

Vzporedno in komplementarno so potekale aktivnosti na področju **oblikovanja modelov za eksergijske analize sistemov za gretje in hlajenje** v okviru cilja EPBRr blizu0energijske stavbe (sodelovanje z Laboratory of Building Environment, Tokyo City

University in DTU Department of Civil Engineering), LowEx (nizko eksergijski sistem) je bil uporabljen pri študiji individualizacije osebnega prostora na ekstremnem primeru visoko zahtevnega bolnišničnega okolja. Izdelane so bile študije osončenosti na nivoju reprezentativnih zazidalnih vzorcev kot tudi analiza potenciala osončenosti celotne Slovenije na podlagi analize digitalnih modelov terena. Dodatno je bila izvedena tudi študija avtomatične kontrole dnevne svetlobe v povezavi z vizualnimi in nevizualnimi učinki ter analize pospešenega staranja in določanja življenjskih dob za spektralno selektivne premaze za sončne absorberje (sodelovanje s Kemijskim inštitutom, Ljubljana).

4. Ocena stopnje realizacije programa dela na raziskovalnem programu in zastavljenih raziskovalnih ciljev³

SLO

Na področju gradbenih konstrukcij so bile ključne teme raziskovalnega programa oblikovane na osnovi mednarodnih aktivnostih članov programske skupine v pomembnih mednarodnih organizacijah s področja gradbenih konstrukcij (CEN /TC 250/SC2, CEN/TC 250/SC3, ECCS TC8, ECCS T10, IABSE, CEB-FIB). Gre za prioritete teme teh mednarodnih teles in tako kot v preteklosti je pričakovati, da bodo rezultati ustrezno odmevali v evropskem prostoru. Ocenjujemo, da je predvideni program v celoti uspešno realiziran. Uspešnost se kaže v mednarodnih objavah in z rezultati, ki so neposredno uporabni v inženirski praksi ali pa obstaja velika verjetnost, da bodo vključeni v ustrezne Evrokod standarde (višanje trdnosti betona z notranjim negovanjem; M-V interakcija pri polnostenskih nosilcih; izvedenost delnih varnostnih faktorjev odpornosti za vzdolžno ojačene panele, priročnik za plamensko ravnanje jeklenih konstrukcij; priročnik Design of plated structures, ki ga je vodja raziskovalnega programa prof. Darko Beg izdal skupaj s tremi avtorji iz tujine pri priznani založbi Ernst&Sohn, a Wiley Company,...).

Na področju razvoja orodij za numerično modeliranje je razvoj tekkel v skladu z zastavljenimi cilji. Primarni cilj, to je bila avtomatizacija večnivojske analize končnih elementov FE², je bil dosežen, saj je bila razvita inovativna metoda razvoja FE² numeričnih shem bazirana na občutljivostni analizi, ki rezultira v kvadratično konvergentnem algoritmu za poljuben časovno odvisne in povezane probleme. Razvita metoda je že v uporabi na več raziskovalnih inštitucijah v Sloveniji (podjetje C3M d.o.o) in po svetu (Univerza v Hannoveru).

Na področju gradbene fizike je delo potekalo v skladu s časovnim potekom predvidenega programa. Izdelali smo novo simulacijsko programsko opremo za kontrolni sistem notranjega okolja in strojno opremo: instalacije z grelno/hladilnimi paneli za testiranje in razvoj programske opreme za vodenje sistema notranjega okolja na teoretični osnovi in na ravni harmonizacije toplotnega in svetlobnega odziva v realnem prostoru, realnem času in praktični (on line) uporabi. Poleg tega smo obravnavali tudi probleme nizko eksergijskih sistemov (LowEx), dnevne svetlobe, osončenosti stavb in terena ter staranja materialov, ki pridejo v poštev pri načrtovanju aktivnih sistemov ovoja stavbe.

5. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega programa oziroma sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave programske skupine⁴

V letih 2009-2013 je programsko skupino vodil prof. Darko Beg, ki je v začetku leta 2014 nepričakovano preminil. Pričujoče poročilo podajam kot novi vodja za novo obdobje odobrene programske skupine, na podlagi dokumentacije, ki jo zapustil prof. Darko Beg.

Cilji programske skupine programske skupine se v zadnjem letu niso spremenili.

Opravljen je bila so bile naslednje kadrovske spremembe:

- prof. Vito Lampret in prof. Franc Saje sta se je upokojila in zapustila programsko skupino

- ker je doc. Primož Može sredi 2013 končal podoktorski projekt, se je ponovno vključil z urami v raziskovalni program in zamenjal dr. Luko Pavlovčiča

6. Najpomembnejši znanstveni rezultati programske skupine⁵

Znanstveni dosežek			
1.	COBISS ID	5173345	Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i>	Raziskava viječenih spojev iz jekel visoke trdnosti s strižno obremenjenimi vijaki
		<i>ANG</i>	Investigation of high strength steel connections with several bolts in double shear
	Opis	<i>SLO</i>	Izvirnost članka je v testih na preklopnih spojih iz jekla S690 s tremi ali štirimi vijaki postavljenimi v smeri obremenitve. Testi so bili tudi numerično simulirani z namenom, da bi ovrednotili deformacijsko in napetostno polje v pločevinah kot posledica bočnih pritiskov vijakov. Ugotovili smo, da se obtežba lahko neenakomerno razporedi med vijake in kot takšna ni obravnavana v standardu evrokod. Rezultate smo primerjali tudi s kontrolo bočne nosilnosti po standardu evrokod in ugotovili, da ta kontrola slabo definira nosilnost na bočni pritisk, prav tako pa smiselno ne omeji deformacije lukenj za vijake. Ugotovili smo, da tudi neugoden začetni položaj vijakov, ki je posledica toleranc izdelave, bistveno ne vpliva na nosilnost in razporeditev sil. Predlagana je tudi nova formula za izračun mejne obremenitve pločevine, obremenjene z b očnimi pritiski, ki na konsistenten način opiše dejansko nosilnost na b očni pritisk in loči različne tipe porušitev. Rezultati, izračunani po tej formuli, se mnogo bolje ujemajo z rezultati testov kot rezultati formule iz standarda evrokod.
		<i>ANG</i>	The originality of this paper is in the presentation of the experimental results on tension splices in steel S690 with three or four bolts, positioned in the direction of loading. The tests were also numerically simulated to evaluate the stress and deformation state in the steel plates due to localized pressure of the bolts. It was shown that the distribution of forces between bolts may be nonuniform and as such it is not included in any of the Eurocode rules. The results were compared to the Eurocode bearing resistance formula and it was proven that the bearing resistance is not properly defined and it also does not properly limit the bolthole deformation. It was demonstrated that the unfavourable initial position of the bolts due to fabrication tolerances did not significantly affect the force distribution or the resistance. The new bearing resistance formula is also proposed in the paper. The new formula defines the bearing resistance in a more consistent way and can differ between failure modes. In comparison to tests it gives better results than Eurocode bearing resistance formula.
	Objavljeno v	Elsevier; Journal of Constructional Steel Research; 2011; letn. 67, št. 3; str. 333-347; Impact Factor: 1.251; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 0.895; A': 1; WoS: FA, IM; Avtorji / Authors: Može Primož, Beg Darko	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
2.	COBISS ID	4708193	Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i>	Avtomatizacija primarne in občutljivostne analize povezanih tranzientnih

		problemov
	ANG	Automation of primal and sensitivity analysis of transient coupled problems
Opis	SLO	V članku so kot prvič sistematsko predstavljene metode avtomatskega odvajanja in notacija mehanskih problemov za avtomatizacijo zapisa splošnih povezanih tranzientnih problemov.
	ANG	The paper presents modified automatic differentiation approach that leads to the new notation of the classical mechanical problems and automation of derivation of transient coupled problems.
Objavljeno v		Springer; Computational mechanics; 2009; letn. 44, št. 5; str. 631-649; Impact Factor: 1.517; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.269; A': 1; WoS: PO, PU; Avtorji / Authors: Korelc Jože
Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
3.	COBISS ID	4969825 Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Analiza vzorcev eksergijske rabe za ogrevanje prostorov v Sloveniji
	ANG	Analysis on exergy consumption patterns for space heating in Slovenian buildings
Opis	SLO	Problem velike porabe energije za ogrevanje stavb v Sloveniji je analiziran z energijskimi in ksergijskimi analizami. Rezultati se primerjajo, analizirajo, določijo se najučinkovitejše rešitve roblema. Trije primeri stavbnega ovoja so pozicionirani na tri različne klimatske cone v Sloveniji, tekom zimskega obdobja. Če primerjamo rezultate le na nivoju dobavljene energije in eksergije, ugotovimo, da so enaki. Exergijske analize nam omogočajo, da z njimi analiziramo koliko eksergije se porabi na mestih, od generatorja do stavbnega ovoja. Najbolj učinkovita rešitev je holističen pristop.
	ANG	Problem of high energy use for heating in Slovenian buildings is analysed with exergy and energy analysis. Results are compared and discussed, and the most effective solutions are defined. Three cases of exterior building walls are located in 3 climatic zones in winter conditions. If the comparison is made only on the energy and exergy supply, the results are the same. Exergy calculations enable us to analyze how much exergy is consumed in which part, from boiler to building envelope. The most effective solution is holistic approach.
Objavljeno v		IPC Science and Technology Press Ltd; Energy policy; 2010; Letn. 38, št. 6; str. 2998-3007; Impact Factor: 2.614; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.348; A'': 1; A': 1; WoS: ID, JA, JB; Avtorji / Authors: Dovjak Mateja, Shukuya Masanori, Olesen Bjarne W., Krainer Aleš
Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
4.	COBISS ID	5509729 Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Napovedovanje življenske dobe in uporabnih lastnosti novega na poliuretanu temelječega od debeline odvisnega in neodvisnega spektralno selekcijskega premaza za sončne sprejemnike
	ANG	Life expectancy prediction and application properties of novel polyurethane based thickness sensitive and thickness insensitive spectrally selective paintcoatings for solar absorbers
		Toplotno razgradnjo premazov TSSS PU A in TSSS PU B, obeh nanešenih na aluminijsko podlago, smo preučevali s čim tesnejšim upoštevanjem zahtev po TASK 10 združenja IEA 'Solar and Heating Programme'. Testi toplotne obremenitve so bili izvedeni v območju temperatur od 170 °C do 200 °C, v različnih časovnih intervalih (od 1, 6, 10, 15 do 21 dni). Degradacija premazov je bila ocenjena z uporabo različnih degradacijskih kazalnikov: spremembe vrednosti absorpcije in toplotne emisivnosti smo ocenjevali na podlagi sprememb v spektrih pridobljenih

Opis	SLO	z meritvami v hemisferičnem prostoru v IR in VIS / NIR spektrih. Intenzivnost sprememb v izbranih vibracijskih trakovih polimernih in uretanskih veziv premazov, je v tesni povezavi z razpadom veziv, ki jih definira odpornost na odtržni test lupljenja (peeloff test). Rezultati so pokazali, da je moč degradacijo veziva poliuretanske smole premaza povezati z razpadom poliuretanskih veziv, kar je bilo tudi jasno razločno iz meritev AFM in XPS spektrov. Za TISS PU A premaz, je bila pričakovana življenjska doba ocenjena na 22,77 let (aktivacijska energija (Ea) je znašala 163,2 kJ/mol in efektivna temperatura (Teff) 113,4 °C), medtem ko je za TSSS PU B premaz, bila ugotovljena življenjska doba vsaj 25,96 let (aktivacijska energija (Ea) je 96 kJ/mol in efektivna temperatura (Teff) 102 °C).	
	ANG	Thermal degradation of the TSSS PU B and TISS PU A coatings, both deposited on aluminium substrates, was studied by following, as close as possible, the methodology worked out within TASK 10 of the IEA's Solar and Heating Programme. Thermal load tests were performed in the temperature range from 170 to 200 °C at various time intervals (1, 6, 10, 15, 21 days). Degradation of the coatings was assessed using a variety of degradation indicators: changes of solar absorptance and thermal emittance determined from the hemispherical IR and VIS/NIR spectra, intensity changes of selected vibrational modes attributed to the polymeric backbone and ester and urethane linkages and combined with peeloff tests used as adhesion and cohesion indicators. The results revealed that the degradation of the polyurethane resin binder was attributable to the reaking of the urethane linkages, also shown from the AFM and XPS spectra measurements. For the TISS PU A coating, the life expectancy was estimated to be 22.77 years (activation energy (Ea)=163.2 kJ/mol, Teff=113.4 °C), while for the TSSS PU B coatings it was at least 25.96 years (activation energy (Ea)=96 kJ/mol, Teff=102 °C).	
	Objavljeno v	North-Holland;Elsevier Science; Solar energy materials and solar cells; 2011; Letn. 95, št.11; str. 2965-2975; Impact Factor: 4.542;Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 2.27; A': 1; WoS: ID, PM; Avtorji / Authors: Kunič Roman, Mihelčič Mohor, Orel Boris, Slemenik Perše Lidija, Bizjak Aleš, Kovač Janez, Brunold Stefan	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
5.	COBISS ID	6247009	Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Interakcija moment prečna sila pri vzdolžno ojačenih polnostenskih nosilcih testi in ovrednotenje računskega modela	
	ANG	Moment-shear interaction of stiffened plate girders -Tests and numerical model verification	
Opis	SLO	Članek obravnava problem interakcije velikih upogibnih momentov in velikih prečnih sil v vitkih vzdolžno ojačanih panelih. V prispevku so podrobno opisani rezultati štirih testov naravnih velikosti ter primerjava rezultatov pridobljenih z numeričnim modelom. Rezultati prodobljeni z numeričnim modelom so povsem primerljivi rezultatom iz testov kar potrjuje ustreznost numeričnega modela. V prispevku je komentirana tudi primerjava z evropskim standardom EN 199315, ki pokriva projektiranje pločevinastih konstrukcij. Za vse testne primere se je izkazalo, da je nosilnost določena po standardu manjša za 3% do 30 %.	
		This paper deals with buckling interaction of longitudinally stiffened steel	

	ANG	panels subjected to large bending moments and shear forces. The results of four full scale tests are presented and discussed as well as compared against results obtained from numerical simulations. The results from numerical simulations are comparable to the results of tests, which confirm the adequacy of the numerical model. The test resistance is compared to the resistance determined according to European standard EN 199315 which covers the design of plated structural elements. For all test cases it has been shown that EN 199315 gives 3% to 30% smaller capacity.
Objavljeno v		Elsevier; Journal of Constructional Steel Research; 2013; Letn. 85; str. 116-119; Impact Factor: 1.327; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.001; A': 1; WoS: FA, IM; Avtorji / Authors: Sinur Franc, Beg Darko
Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek

7. Najpomembnejši družbeno-ekonomski rezultati programske skupine⁶

	Družbeno-ekonomski dosežek	
1.	COBISS ID	5711713 Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO Enodnevni tečajji o projektiranju pločevinastih konstrukcij za Norveško združenje za jeklene konstrukcije ANG Design of Plated Structures According to EN 1993-1-5
	Opis	SLO Norveško združenje za jeklene konstrukcije je povabilo prof. D. Bega, da je imel tri enodnevne tečaje o projektiranju pločevinastih konstrukcij za norveške gradbene inženirje (5.4.2011, 28.3.2012, 21.3.2013) : predvsem polnostenski in škatlasti nosilci, ki se uporabljajo pri gradnji mostov. Glavna tema seminarja je bilo reševanje zahtevnih problemov stabilnosti, kot so ojačene pločevine, interakcijski problemi, itd. Povabilo je sledilo izdaji knjige Design of plated structures, ki je izšla pri založbi Ernst&Sohn a Wiley Company v letu 2010 (skupaj s tremi soavtorji iz Nemčije in Francije). ANG Norwegian steel construction association invited Prof. D. Beg to have three one day courses on the design of plated structures for Norwegian structural engineers (5.4.2011, 28.3.2012, 21.3.2013: mainly slender plate and box girders for bridges. The main topic of the course was advanced stability problems, including stiffened plates, interactive stability, etc. The invitation followed the publication of the book Design of plated structures, published by Ernst&Sohn a Wiley Company and ECCS in 2010 (with three coauthors from Germany and France).
	Šifra	F.18 Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi, konference)
	Objavljeno v	2011; Avtorji / Authors: Beg Darko
	Tipologija	3.16 Vabljen predavanje na konferenci brez natisa
2.	COBISS ID	5320033 Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO Prof. dr. Jože Korelc je prejel Mercator Visiting Professorship ANG Prof. dr. Jože Korelc has received Mercator Visiting Professorship
	Opis	SLO Nemška znanstvena fundacija (Deutsche Forschungsgemeinschaft DFG) je dne 27.9.2010 na predlog Leibniz University of Hannover prof. dr. Jožetu Korelcu podelila "Mercator Visiting Professorship" za obdobje 4 mesecev. Nemška znanstvena fundacija preko programa Mercator financira delo gostujoči profesorjev, ki s pedagoškimi aktivnostmi

		prispevajo k mednarodni dimenziji izobraževanja nanstveno usmerjenih mladih raziskovalcev na gostujoči inštituciji. Prof. Korelc je prejel "Mercator Visiting Professorship" za svoje znanstveno delo na področju avtomatizacije metod numeričnega modeliranja.
	ANG	The Deutsche Forschungsgemeinschaft DFG offers the Mercator Programme to enable Germany's research universities to invite highly qualified scientists and academics working abroad to complete a DFGfunded stay at their institutes. Prof. dr. Jože Korelc has received Mercator Visiting Professorship for the period of 4 moths at Institut für Kontinuumsmechanik, Leibniz Universität Hannover for his scientific work on a field of automatization of numerical modeling.
	Šifra	B.05 Gostujoči profesor na inštitutu/univerzi
	Objavljeno v	KORELC, Jože. Short Course on Automation of Computational Modeling : predavanja, 22.30.11.2010, Gotfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover, Germany. 2010, Hannover.
	Tipologija	3.14 Predavanje na tuji univerzi
3.	COBISS ID	5357665 Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO Novi študijski program druge stopnje Stavbarstvo. Razis 20112012
		ANG New Master study programme on building physics
	Opis	SLO Okvir novega učnega programa so stavbe. Njihovo načrtovanje, gradnja, uporaba in odstranitev predstavljajo velik del področja graditeljstva. V obstoječem izobraževalnem sistemu ljubljanske univerze sta dobro zastopana dva dela tega področja: arhitekturno načrtovanje (Fakulteta za arhitekturo) in načrtovanje nosilne konstrukcije stavb,(Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo). V obeh programih je nezadostno zastopano izobraževanje na področju načrtovanja "zaščitnih" konstrukcij, ki obsega predvsem konstruktivno gradbeno fiziko.
		ANG The frame of new study programme is buildings. Their design, construction and use represent a big part of construction sector. In the existing educational system of the University of Ljubljana two parts of the construction area are well represented: Architectural design (Faculty of Architecture) and design of loadcarrying building structures (Faculty of Civil and Geodetic Engineering). In neither of the programmes the education in the area of "protective" structures, related mainly to structural building physics, is represented to a sufficient degree.
	Šifra	D.10 Pedagoško delo
	Objavljeno v	KRAINER, Aleš. Stavbarstvo : magistrski študijski program druge stopnje. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, 2009. 1 zv. (loč. pag.), ilustr.
	Tipologija	2.13 Elaborat, predštudija, študija
4.	COBISS ID	5237601 Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO Priročnik : Projektiranje pločevinastih konstrukcij
		ANG Design of plated structures
	Opis	SLO Pri znani založbi Ernst&Sohn – A Wiley Company je bil objavljen priročnik za projektiranje pločevinastih konstrukcij (predvsem polnostenski in škatlasti nosilci v mostogradnji). Priročnik podaja podrobna navodila za projektiranje po Evrokod standardu EN 199315 in številne računske primere. Vsebuje tudi dodatne postopke projektiranja, ki so rezultat raziskovalnega dela avtorjev.

		ANG	A design manual for plated structures (mainly plate and box girders in bridge construction) was published by Ernst&Sohn – A Wiley Company. A design manual explains the correct and economic use of Eurocode EN 199315 design rules and a large number of experimental results. The manual contains also additional design procedures that result from the research work of the authors.
Šifra	F.17		Prenos obstoječih tehnologij, znanj, metod in postopkov v prakso
Objavljeno v			BEG, Darko, KUHLMANN, Ulrike, DAVAINÉ, Laurence, BRAUN, Benjamin. Design of plated structures : Eurocode 3 : design of steel structures : part 15 design of plated structures, (ECCS Eurocode design manuals). Brussels: ECCS European Convention for Constructional Steel Work; Berlin: Ernst &Sohn, 2010. 272 str., ISBN 9789291471003. ISBN 9783433029800.
Tipologija	2.06		Enciklopedija, slovar, leksikon, priročnik, atlas, zemljevid
5.	COBISS ID	246638848	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Priročnik za projektiranje gradbenih konstrukcij po evrokod standardih
		ANG	Structural design manual for design according to Eurocode standards
	Opis	SLO	Darko Beg je sourednik Priročnika za projektiranje gradbenih konstrukcij po evrokod standardih. Ta priročnik predstavlja zaključek izjemno obsežne in uspešne akcije uvajanja evrokod standardov za projektiranje gradbenih konstrukcij v Slovenijo, ki jo je vodil prav Darko Beg. Priročnik obsega 1100 strani, pokriva projektiranje vseh vrst gradbenih konstrukcij, vključuje tudi računske primere in je edinstvena publikacija take vrste v Evropi. Prva naklada priročnika je bila razprodana v dveh mesecih. Priročnik predstavlja enega ključnih elementov pri uspešnem prehodu na projektiranje po Evrokodih v Sloveniji.
		ANG	Darko Beg is a coeditor of the Structural design manual for design according to Eurocode standards. This Manual represents a completion of a long and successful campaign on the introduction of Eurocodes in Slovenia, which was coordinated by Darko Beg. The Manual has 1100 pages, covers all types of structures, includes numerical examples and is a unique publication of this kind in Europe. The first edition was sold out in only two months. The manual represents one of the key elements at the successful transition to the Eurocode structural design in Slovenia.
	Šifra	C.02	Uredništvo nacionalne monografije
	Objavljeno v		Inženirska zbornica Slovenije; 2009; 1077 str. loč. pag.; Avtorji / Authors: Beg Darko, Pogačnik Andrej, Može Primož
	Tipologija	2.06	Enciklopedija, slovar, leksikon, priročnik, atlas, zemljevid

8. Drugi pomembni rezultati programske skupine^Z

Odmevni strokovni rezultati

-Izdelali smo študijo požarne odpornosti armiranobetonske podporne konstrukcije v Galeriji Šentvid in Pokritem vkopu Šentvid z uporabo razvite lastne napredne računske metode za analizo mehanskega odziva armiranobetonskih okvirnih konstrukcij v pogojih požara. Na podlagi rezultatov naše študije in ob izvedbi določenih operativnih varnostnih ukrepov je bil izdan sklep, da Predor Šentvid izkazuje zadostno požarno odpornost tudi brez izvedene pasivne protipožarne zaščite.

-Skupaj s podjetjema Ponting d.o.o. iz Maribora in SCT d.d. iz Ljubljane smo sodelovali pri razvoju inovativne metode postopnega narivanja mostov, ki se uspešno uporablja pri gradnji velikega mostu preko Save v Beogradu.

-Projekt prestavitve rezervoarja za vodo (1000 m³) za podjetje Nafta Strojna, Lendava. Zaradi visokih temperatur na lokaciji novega rezervoarja za vodo je bilo potrebno rezervoar zgraditi 50 m stran od končne lokacije in ga po dokončanju z žerjavom prestaviti na končno lokacijo.

- Sodelovanje v Kompetenčnem centru Trajnostno in inovativno gradbeništvo, TIGR, DS1.

Razvoj koncepta stavbe in DS3. Raba energije.

Izdelava programske opreme

Programi AceGen in AceFEM so bili uporabljeni s strani več partnerjev v Sloveniji in po svetu kot osnova za njihovo raziskovalno in strokovno delo npr.: na Zavodu za gradbeništvo (ZAG

Ljubljana) je skupina raziskovalcev razvila program za oceno potresne odpornosti zidanih stavb (SREMB), v visokotehnološkem podjetju C3M, d.o.o. so bili uporabljeni za izdelavo modelov v biomehaniki (modeli za simulacije tipa ter modeliza za zdravljenje raka z električnimi polji).

Programska oprema za analizo toplotnega odziva stavb TOST in TEDI: Programska oprema, ki se izdeluje po modulih, omogoča kreativno uporabo SIST EN 13790 in povezanih standardov kot podpora za izvajanje novega Pravilnika o energetske učinkovitosti stavb (2010) in prenovljeni Direktive o energetske učinkovitosti stavb 2010-(EPBD-recast 2010).

9.Pomen raziskovalnih rezultatov programske skupine⁸

9.1.Pomen za razvoj znanosti⁹

SLO

Ključne teme raziskovalnega programa so bile, podobno kot v preteklem obdobju, oblikovane na osnovi mednarodnih aktivnostih članov programske skupine v pomembnih mednarodnih organizacijah s področja gradbenih konstrukcij (CEN /TC 250/SC2, CEN/TC 250/SC3, ECCS TC8, ECCS T10, IABSE, CEB-FIB). Gre za prioritete teme teh mednarodnih teles in tako kot v preteklosti (npr. rezultati naših raziskav so bili neposredno uporabljeni v dveh evropskih standardih iz skupine EUROCODE – EN1993-1-5 in EN1993-1-12) je pričakovati, da bodo rezultati ustrezno odmevali v evropskem prostoru. Raziskave so usmerjene predvsem v ustrezno uporabo materialov visoke zmogljivosti v betonskih jeklenih in sovprežnih konstrukcijah in na delovanje konstrukcij v primeru delovanja izjemnih obtežb, kot sta potres in požar.

Prijavitelj je ne področju razvoja numeričnih modelov za računalniške simulacije obnašanja materialov in konstrukcij dosegel visoko stopnjo razvoja in povezanosti s komplementarnimi področji na mednarodni ravni. Numerično modeliranje na več skalah je trenutno v samem centru razvoja numeričnih metod, saj predstavlja osnovo visokotehnoloških rešitev pri razvoju novih materialov in konstrukcij. S strani prijavitelja razvita simbolna sistema AceGen in okolje za končne elemente AceFEM sta postala temeljno raziskovalno orodje številnih raziskovalnih skupin v Sloveniji in po svetu. Glede na vedno večjo razširjenost je za pričakovati, da bo tudi novo razvita nadgradnja sistema z možnostjo numeričnega reševanja problemov na več skalah postala temeljno raziskovalno orodje za obravnavo problemov na več skalah v okviru programske skupine, fakultete in širšem področju tehnike.

Pri obravnavanju gradbeno fizikalne problematike naletimo na problem njene umestitve med že rešena osnovna fizikalna vprašanja na eni strani in med problem delovanja stavbe kot celote z mnogimi nerešenimi, med seboj odvisnimi, gradbeno fizikalnimi in z njimi povezanimi zdravstvenimi vprašanji. V prvi vrsti gre za znanstveno oceno vpliva čimbolj učinkovitih načinov gretja in hlajenja: ali se to rešuje preko manipulacije z zrakom ali ovojem. V prid ovoja, kar mi tudi podpiramo, obstojajo nekatera osnovna izhodišča, na primer princip eksergije, stvari pa niso niti teoretično (z novimi fizikalnimi modeli grajenih struktur) niti eksperimentalno dokazane. Raziskave bodo omogočile ocene vpliva reševanja porabe energije v povezavi z vplivi na oblikovanje bivalnega in delovnega okolja s stališča učinkovitostjo delovanja človeka povezanega s faktorji, ki vplivajo na zdravje. Glavni rezultat bo dokaz, da ima manipulacija s strukturo ovoja, kjer se upošteva dinamični toplotni, odziv odvisen od razporeditve funkcionalnih plasti, spektralno selektivnih lastnosti površin in aktivnih grelno-hladilnih funkcionalnih plasti, prednost pred uporabo zraka kot prenosnega medija toplote. Prispevek z

znanosti s področja gradbene fizike bo izdelava modela in analitičnega instrumentarija za ocenjevanje delovanja sistema s stališča učinkovitosti in zdravja (človek) in s stališča minimalne porabe energije iz nizkotemperaturnih virov, oziroma virov z minimalno potrebno temperaturno razliko toplotnega vira in določeno okoljsko temperaturo v prostoru.

ANG

The main research theme of the research programme was as in the last five-year period proposed on the basis of the involvement of research programme members in important and relevant European organizations in the field of structures (CEN /TC 250/SC2, CEN/TC 250/SC3, ECCS TC8, ECCS T10, IABSE, CEB-FIB). Some of the priority themes of these international bodies will be developed (as in the past when our research results were directly included in two European standards – EUROCODES: EN 1993-1-5, EN 1993-1-12) and it is expected that also in the next period some of the result will reach adequate international relevancy. Research activities are focused mainly on the appropriate use of high performance construction materials in concrete, steel and composite steel-and-concrete structures and on the performance of structures under exceptional loading conditions, as for example seismic excitation or exposure to fire.

Multi-scale modelling is currently one of the priority issues in the field of computational engineering as well as priority issue of EU and national research programs. Growing requirements of modern engineering structures necessitate the development and use of new materials. In particular, improvement of material properties can be achieved by the optimization of material microstructure. Principal researcher Prof. Jože Korelc is a primal developer of the commercial software systems AceGen and AceFEM for on-demand numerical code generation and finite element analysis. The systems have become principal tools for the development of new numerical methods worldwide. It is expected that the extension of the systems developed within the proposed project to the field of multi-scale analysis will become a basic research tool for multi-scale analysis within the project group in Slovenia as well as for the worldwide computational community.

When dealing with building physics tasks, we come upon the problem of positioning it among already solved basic physical questions on one hand and problems of a building behaviour with many unsolved, inter-related building physics and health issues on the other hand. Primarily it is a question of scientific approach toward the estimation of the influence of energy efficient heating and cooling systems on energy balance of the building and which element to manipulate: indoor air or building envelope. The favourisation of building envelope (the idea which we support) can be supported by some basic ideas, for instance exergy, but its functioning is not proven either theoretically (with new physical models of built structures) or experimentally. The research will enable the estimation of energy use influence related to the influences on design of living and working environment from the human point of view (functioning of a person regarding the factors that influence his/her health). The main result is the proof that manipulating with building envelope (taking into account dynamical thermal response depending on the sequence of functional layers, spectrally selective coatings and active heating/cooling functional layers) has better results than using air as a transport media of heat. Contribution to science in the building physics field will be the design of a model and of analytical instruments for the estimation of system functioning (human efficiency and health and low energy use from low-temperature sources - sources with minimum temperature difference among heat source and indoor environment).

9.2.Pomen za razvoj Slovenije¹⁰

SLO

-Razvoj konstrukcij in konstrukcijskih elementov, ki porabijo manj materiala, manj energije in izkazujejo zahtevano varnost (tudi v primeru požara in potresa).

-Prenos razvitega znanja s področja konstrukcij in gradbene fizike v študijske programe UL FGG in v inženirsko prakso.

-Razvita računska metoda za nelinearno analizo odziva ojačanih betonskih konstrukcij v pogojih požara bo omogočala pripravo tehničnih smernic za zagotavljanje potrebne požarne odpornosti konstrukcij in oceno primernosti v požaru poškodovanih nosilnih konstrukcij za obnovo oziroma nadaljnjo uporabo.

-Prenos znanja v industrijo preko razvojnih projektov, ki jih člani raziskovalnega programa izvajajo v sodelovanju s partnerji iz industrije (npr. TRIMO Trebnje d.d..)

-Aktivnost članov programske skupine pri uvajanju EUROCODE standardov v Sloveniji (vodenje odbora za gradbene konstrukcije pri SIST, vodenje pododborov za jeklene in betonske konstrukcije, prevodi evrokodov v slovenščino, priprava Nacionalnih dodatkov, tečaji za inženirje in priprava ustreznega gradiva z računskimi primeri).

-Raziskovalno usposabljanje: v okviru raziskovalnega programa so uspešno zaključili doktorski študij trije študenti doktorskega študija. Pričakujemo, da bo v naslednjem obdobju številka vsaj tako velika, če ne večja.

-Numerične simulacije so na področju tehnike dandanes postale skoraj obvezen del vsake resne raziskave in doktorske disertacije, razvoj zahtevane programske opreme pa zaradi naraščajoče kompleksnosti zahteva vedno večji del časa. Z uporabo naprednih tehnologij se bo ta čas skrajšal ter tako omogočil raziskovalcu da se bo lahko bolj posvetil študiju samega fenomena in prenosu dognanj v prakso.

-Tako Slovenija kot tudi EU kot njeno formalno okolje v bližnji prihodnosti potrebuje izboljšanje energetskega odziva zgradb. Energetska uvozna odvisnost je pri obeh približno enaka, več kot 70%. Energetski sektor emitira več kot 90% CO₂. Potencialna polja za varčevanje so: naravno osvetljevanje (poraba 14% celotne energije v terciarnem sektorju, kjer je možen prihranek 30-50% z uporabo bolj učinkovitih komponent, kontrolnih sistemov, integracije dnevne svetlobe), ohlajevanje (trenutni trendi so dvakratno povečanje uporabe klimatizacije do 2020 in možni minimalni prihranki 25%), proizvodnja zelene energije (obnovljivi viri), bioklimatsko oblikovanje (možni prihranki do 60%!)). Predlagano projektno področje se navezuje na zgoraj navedene ugotovitve in z njimi povezanimi (velikimi) možnostmi za tehnološki razvoj, predvsem na področju intergriranega energetskega delovanja zgradb (povezano: toplotne izolacija-ogrevanje-hlajenje-prezračevanje-naravno osvetljevanje).

ANG

-Development of structures and structural elements that use less material and less energy and provide required reliability (also in earthquake conditions or in fire).

-Transfer and developed knowledge on structures and building physics into study programs of UL Faculty of Civil and Geodetic Engineering and into engineering practice.

-The computational method developed for the purpose of nonlinear analysis of the response of reinforced concrete structures under fire will allow to draw up technical directives designed to ensure the required fire resistance of structures and relevant estimations as to whether fire-damaged load-carrying structures are still appropriate for repair and further use.

-Transfer of knowledge into industry through industrial R/D projects with parties from the construction industry (TRIMO Trebnje, GD Primorje Ajdovščina, ...).

-Important contribution of research programme members at the activities related to introduction of Eurocode Standards in Slovenia (Chairmanship of the SIST committee for structures and sub-committee for concrete and steel structures, translation of Eurocodes to Slovenian language, development of National annexes, courses for engineers and preparation of written material including illustrative worked examples).

-Research training: during last five years six doctoral students and one MSc student successfully finished their studies within this research programme and it is to be expected the same or even better result in the next period.

-Today numerical simulations in the technical area have become almost compulsory part of each serious research and each doctoral thesis. However, owing to the growing complexity the development of the required software equipment demands more and more time. With the use of advanced technologies this time will get shorter and allow researchers to focus more on the study of the phenomena and on the transfer of the findings into practice.

-In the near future Slovenia and EU need to improve thermal efficiency of the built environment. Dependence on imported energy is approximately equal in Slovenia and EU and is 70%. Energy sector is responsible for more than 90% of CO₂ emissions. Potential fields for the reduction of energy use are: daylighting (14% of energy in tertiary sector is used for lighting, potential savings are 30-50% with the use of efficient components, control systems and integration of daylighting), cooling (at the moment trends show that by 2020 the extent of climatisation in buildings is going to be doubled, the potential of minimum reductions of energy

use is by 25%), production of green energy (renewable sources), bioclimatic design (potential of reduced energy use by 60%!)). The proposed project area is linked to the above mentioned findings and deals with the potential (large) possibilities for technological development, especially in the field of integrated energy management in buildings (integrated: thermal insulation-heating-ventilation-cooling-daylighting).

10. Zaključena mentorstva članov programske skupine pri vzgoji kadrov v obdobju 1.1.2009-31.12.2013¹¹

10.1. Diplome¹²

vrsta usposabljanja	število diplom
bolonjski program - I. stopnja	31
bolonjski program - II. stopnja	1
univerzitetni (stari) program	97

10.2. Magisterij znanosti in doktorat znanosti¹³

Šifra raziskovalca	Ime in priimek	Mag.	Dr.	MR	
29639	Branko Bandelj	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
29265	Mateja Dovjak	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
28349	Franc Sinur	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Legenda:

Mag. - Znanstveni magisterij

Dr. - Doktorat znanosti

MR - mladi raziskovalec

11. Pretok mladih raziskovalcev – zaposlitev po zaključenem usposabljanju¹⁴

Šifra raziskovalca	Ime in priimek	Mag.	Dr.	Zaposlitev	
29639	Branko Bandelj	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	C - Gospodarstvo	
28349	Franc Sinur	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	D - Javni zavod	
29265	Mateja Dovjak	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	D - Javni zavod	

Legenda zaposlitev:

A - visokošolski in javni raziskovalni zavodi

B - gospodarstvo

C - javna uprava

D - družbene dejavnosti

E - tujina

F - drugo

12. Vključenost raziskovalcev iz podjetij in gostovanje raziskovalcev, podoktorandov ter študentov iz tujine, daljše od enega meseca, v obdobju 1.1.2009-31.12.2013

Šifra raziskovalca	Ime in priimek	Sodelovanje v programski skupini	Število mesecev	
0	Štefan Radek	C - študent - doktorand	3	
0	Peter Wriggers	B - uveljavljeni	3	

0	Vaclav Hartman	C - študent - doktorand	3	
0	Tibor Lang	C - študent - doktorand	3	

Legenda sodelovanja v programski skupini:

- A** - raziskovalec/strokovnjak iz podjetja
- B** - uveljavljeni raziskovalec iz tujine
- C** - študent - doktorand iz tujine
- D** - podoktorand iz tujine

13. Vključevanje v raziskovalne programe Evropske unije in v druge mednarodne raziskovalne in razvojne programe ter drugo mednarodno sodelovanje v obdobju 1.1.2009-31.12.2013 z vsebinsko obrazložitvijo porabe dodeljenih sredstev iz naslova dodatnega letnega sofinanciranja mednarodnega sodelovanja na podlagi pozivov za EU vpetost.¹⁵

SLO

MARIE (Ref : 3649/IS-MED10-002) Mediterranean Building Rethinking for Energy Efficiency Improvement (MARIE). 2007-2014, A. Krainer

RFCS (Research fund for coal and steel) projekt RFS2-CT-2012-00026: S+G – Innovative steel glass composite structures for high performance building skins, 2012-2015 (UL FGG podizvajalec podjetja TRIMO Trebnje), D. Beg

RFCS projekt RFS2-CT-2011-00025: MACS+ Membrane action in fire design of composite slab with solid and cellular steel beams, 2011-2012, D. Beg

RFCS projekt RFSR-CT-2007-00040: OPTISTRAIGHT -Optimisation and improvement of the flame straightening process, 2007-2010, D. Beg

RFCS projekt RFSR-CT-2009-00024: HSS-SERF – High-strength steel in seismic resistant building frames, 2009-2013, D. Beg

Leonardo da Vinci, No. 2009-1-LU1-LEO05-00219, FRACOF - Innovation transfer on Fire Resistance Assessment of Partially Protected Composite Floor, 2009-2011, D. Beg

Bilateralni projekt s Poljsko: BI-PL/08-09-14 Razvoj učinkovitih numeričnih algoritmov za opis kompleksnih konstitutivnih modelov, J. Korelc

Bilateralni projekt s Poljsko: Slovenia-Poland 10-11 Development of efficient computational algorithms for multi-scale analysis of microstructured materials, J. Korelc

Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG), Raziskovalni projekt: Trageverhalten von Blech mit Längessteifen unter Interaktion von Biegemoment und Querkraft, Nosilec: Univerza v Stuttgartu, 2010-2012, F. Sinur

COST Action C24 “Analysis and Design of Innovative Systems for Low-EXergy in the BuiltEnvironment: COSTeXergy”, 2006-2010, A. Krainer

COST Action C26 “ URBAN HABITAT CONSTRUCTIONS UNDER CATASTROPHIC EVENTS”, 2007-2010, D. Beg

Leonardo da Vinci, 07/0227-L/LLP-LdV-TOI-2007 –HU_001, AWARD, Accessible world for all respecting differences, 2007-2009, A. Krainer

SERIES BRACED, 7. okvirni program – dostop do velike laboratorijske opreme, No. 227887, 2010-2013, D. Beg

SERIES DUAREM, 7. okvirni program – dostop do velike laboratorijske opreme, 2010-2013, D. Beg

TIGR, Kompetenčni center, Trajnostno in inovativno gradbeništvo, DS1. Razvoj koncepta stavbe in DS3. Raba energije, 2011-2013, A. Krainer

Članstvo v pomembnih mednarodnih strokovnih in znanstvenih organizacijah in odborih:

Darko Beg:

- CEN TC250 SC3 (Evropska organizacija za standardizacijo, Tehnični odbor za konstrukcije, Pododbor za jeklene konstrukcije)
- Trije tehnični odbori ECCS (Evropska konvencija za jeklene konstrukcije): TC8-Stabilnost, TC10-Spoji, TC13-Potresna varnost
- Član uredniškega odbora znanstvene revije Steel Structures – Design and Research, Ernst & Sohn, a Wiley Company

J.Lopatič: Tehnični odbor mednarodnega združenja za beton "Comite Euro-International du Beton - fib"

A. Krainer:

- član upravnega odbora ISES (International Solar Energy Society)

J. Korelc

- član odbora in predsednik (2008-2012) Central European Association of Computational Mechanics (CEACM)
- podpredsednik komiteja za znanstveno računstvo pri ECCOMAS

Poročilo o porabi sredstev, pridobljenih na podlagi dodatnega letnega sofinanciranja zaradi mednarodnega sodelovanja (sodelovanje v projektih okvirnih programov EU)

programska skupina ni dobila dodatnih sredstev s tega naslova

14. Vključenost v projekte za uporabnike, ki v so obdobju trajanja raziskovalnega programa (1. 1. 2009 – 31. 12. 2013), potekali izven financiranja ARRS¹⁶

SLO

Strokovno mnenje o vibracijah konstrukcije Objekta X (FKKT in FRI) zaradi vzbujanja s hojo, naročnik Univerza v Ljubljani, D. Beg

Sodelovanje pri projektiranju jeklenega dela mostu na poševnih vrveh s sovprežno voziščno konstrukcijo in razponom 120 m preko jezera Farris na Norveškem (za podjetje Ramboll, Norveška), D. Beg

Meritve zaostalih napetosti in določitev uklonske nosilnosti za velike vroče valjane kotne profile, naročnik ArcelorMittal, Luksemburg, D. Beg

Poročilo eksperimentalnih preiskav : VITP fasadni paneli Trimo, naročnik Trimo Trebnje, D. Beg

Več revizijskih poročil za nosilne konstrukcije rezervoarjev, različni naročniki, D. Beg

Več revizijskih poročil za nosilne konstrukcije obal v luci Koper, naročnik OPI INTER d.o.o., D. Beg

Izdelava končnega elementa za modeliranje nizkocikličnega utrujanja kovin za Rockfield Software, Swansea, Anglija, J. Korelc

Razviti matematični model ter izdelana programska orodja za nelinearno analizo prednapetih betonskih konstrukcij so bili uporabljeni za oceno požarne odpornosti nosilne konstrukcije galerije in pokritega vkopa avtocestnega predora Sentvid brez vgrajene protipožarne obloge. Ker je obloga kmalu po nanosu ponekod odpadla s stropa galerije, je bila sprejeta odločitev, da se oblogo v celoti odstrani – konstrukcija v takšnem stanju v primeru požara je bila predmet naše študije, S. Bratina

Strokovno mnenje o vzrokih porušitve kupolaste strehe velikega rezervoarja za naftne derivate v Smederevu, Srbija. Naročnik podjetje TOP Projekt, Zagreb, D. Beg

Revizijsko poročilo za okvirne konstrukcije - portale, ki nosijo signalne table za nadzor in vodenje prometa na hitri cesti Vipava – Vrtojba, kjer so te konstrukcije izpostavljene zelo močni burji. Naročnik podjetje Traffic Design d.o.o., Ljubljana, D. Beg

Revizijsko poročilo za jeklene konstrukcije v okviru posodobitve linije za proizvodnjo klinkerja – faza 3 v Salonitu Anhovo. Naročnik podjetje Salonit Anhovo, D. Beg

Za inženirje podjetja Nafta Strojna, Lendava, je bil organiziran tečaj o projektiranju kovinskih rezervoarjev (D. Beg)

Za podjetje Nafta Strojna, Lendava, je bil razvit in sprojektiran aluminijasti pomični oder za varjenje rezervoarjev, D. Beg

Za podjetje TRIMO so bile v okviru razvoja novega fasadnega panela izračunane značilne projektne obtežbe z vetrom. Naročnik Trimo Trebnje, D. Beg

V sodelovanju s podjetjema Ponting d.o.o. iz Maribora in SCT d.d. iz Ljubljane je bil razvita inovativna metoda postopnega narivanja mostov, ki je bila uspešno uporabljena pri gradnji velikega mostu preko Save v Beogradu, J. Lopatič

Sodelovanje z ADRIA MOBIL, d.o.o. Straška cesta 50 8000 Novo mesto za dvig konkurenčnosti na EU globalnem trgu, izpolnitev EU zahtev: izdelava predloga izbora alternativnih materialov z izbranim deležem zamenjave v izdelkih AM, razvoj mobilnih hišk nove generacije z doseženim celovitim udobjem, okolju prijazne in energetske varčne, razvoj koncepta ovoja, A Krainer

15. Ocena tehnološke zrelosti rezultatov programa in možnosti za njihovo implementacijo v praksi (točka ni namenjena raziskovalnim programom s področij humanističnih ved)¹²

SLO

Sodelavci raziskovalnega programa so sodelovali pri uvajanju Evrokodov v Slovenijo, ki je bilo zaključeno v letu 2009 z izdajo obsežnega Priročnika za projektiranje gradbenih konstrukcij po evrokod standardih (D. Beg urednik in avtor ali soavtor treh poglavij, J. Lopatič in F. Saje soavtorja enega poglavja). Ta priročnik je prav gotovo pripomogel k dvigu kakovosti projektiranja gradbenih konstrukcij v Sloveniji.

Paket programske opreme TOST & TEDI (iz točke 9.) se uvaja v projektantsko prakso. Do sedaj je bilo organiziranih več izobraževalnih seminarjev (tudi v okviru Inženirske zbornice Slovenije), ki se jih je udeležilo več kot 300 inženirjev. Po seminarju vsak udeleženec dobi CD s programsko opremo. Dopolnitev programa (2010) z instalacijskim delom, prilagojenim arhitektom in gradbenikom za projekte gradbene fizike, v skladu z zahtevami direktive 2010/31/EU o energetske učinkovitosti stavb (prenovitev), PURES 2010 in Tehnične smernice TSG-1-004:2000 Učinkovita raba energije

Do konca leta 2013 bo integralni sistem kontrole notranjega okolja (osvetljenost, ogrevanje, hlajenje, naravno prezračevanje) na osnovi mehkega vodenja zrel za izdelavo prototipa.

Razvita programa simbolni sistem AceGen in okolje za končne elemente AceFEM sta postala temeljno raziskovalno orodje številnih raziskovalnih skupin v Sloveniji in po svetu

ter se komercialno prodajata. Mednarodna korporacija Wolfram Research, Inc. (www.wolfram.com/products/thirdparty.html) s sedežem v Chicagu, ki je tudi lastnik Mathematice, je prevzela mednarodno zastopstvo, distribucijo ter marketing razvitih programov.

Raziskave s področja plamenskega ravnanja pločevin so dale dva rezultata, ki sta neposredno uporabna v inženirski praksi: a) razvit je bil poenostavljen analitični postopek za oceno temperatur, potrebnih za razvoj pomikov pri ravnanju, b) izdelana priporočila za ustrezne postopke pri ravnanju jeklenih konstrukcijskih elementov

Na področju gradbenih konstrukcij je velik del raziskav usmerjen v odprte probleme projektiranja konstrukcij, identificirane v okviru relevantnih evropskih tehniških organizacij (CEN, ECCS). Nekateri rezultati naših raziskav so bili v preteklih letih že vključeni v Evrokod standarde, trenutno pa je v razpravi več novih predlogov, ki imajo veliko možnost, da bodo vključeni ob naslednji prenovi Evrokodov (npr. bočni pritisk vijakov na pločevine, uklonska nosilnost kotnih profilov, nov računski model za dimenzioniranje polnostenskih nosilcev pri M-V interakciji).

Rezultati raziskav s področja mehanskih in reoloških lastnosti betonov običajne in visoke trdnosti neposredno širijo potrebno znanje na področju receptur tovrstnih betonov izdelanih iz domačih materialov. To znanje je nujno potrebno za vsakdanjo prakso tehnologije betona. Prenos znanja v prakso se opravlja z objavami v domačih strokovnih revijah in z objavami na domačih strokovnih konferencah.

16. Ocenite, ali bi doseženi rezultati v okviru programa lahko vodili do ustanovitve spin-off podjetja, kolikšen finančni vložek bi zahteval ta korak ter kakšno infrastrukturo in opremo bi potrebovali

možnost ustanovitve spin-off podjetja	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
potrebni finančni vložek	500000
ocena potrebne infrastrukture in opreme ¹⁸	Razvita programska paketa AceGen za avtomatsko generacijo programske kode in okolje za analizo tehničnih problemov z metodo končnih elementov AceFEM se že uporabljata v raziskovalne namene ter se v svetu tržišta s posredovanjem ameriške korporacije Wolfram Research. Preskok z znanstveno raziskovalnega orodja v tržno zanimiv izdelek visoke tehnologije, ki bi bil zanimiv tudi za neznanstveno tehnično sfero pa bi zahteval bistvene dodatne vložke v: izdelavo uporabniško prijaznega grafičnega vmesnika (delo, prostori), razširitev obstoječe knjižnice končnih elementov (delo, prostori), vzpostavitev sistema za online generacijo in izmenjavo končnih elementov (software, hardware, prostori), marketing in trženje.

17. Izjemni dosežek v 2013¹⁹

17.1. Izjemni znanstveni dosežek

Jekleni pomični in okviri so danes pogosto uporabljeni konstrukcijski sistemi v poslovnih, stanovanjskih in industrijskih objektih. Njihova statična zasnova je sestavljena iz stebrov in prečk, medseboj povezanih z vijachenimi ali varjenimi spoji. Vse do močnega potresa v kaliforniji leta 1994 in leta kasneje na Japonskem, je med inženirji veljalo prepričanje, da se jekleni momentni okviri v splošnem dobro obnašajo v primeru potresne obtežbe. Žal se je po obeh omenjenih potresih izkazalo, da so jekleni momentni spoji prečke na steber utrpeli relativno

veliko poškodb. Za evropsko prakso velik doprinos na tem področju predstavlja projekt HSS-SERF „High Strength Steel in Seismic Resistant Building Frames. Opravljenih je bilo 16 laboratorijskih testov v naravni velikosti. Na podlagi komplementarnih numeričnih simulacij smo predlagali novo in za inženirsko prakso enostavno metodo za dimenzioniranje dveh konfiguracij potresno odpornih ojačanih varjenih momentnih spojev prečka-steber.

17.2. Izjemni družbeno-ekonomski dosežek

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 in obdelavo teh podatkov za evidence ARRS
- so vsi podatki v obrazcu v elektronski obliki identični podatkom v obrazcu v papirnati obliki
- so z vsebino poročila seznanjeni in se strinjajo vsi izvajalci raziskovalnega programa

Podpisi:

*zastopnik oz. pooblaščen oseba JRO
in/ali RO s koncesijo:*

in

vodja raziskovalnega programa:

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za
gradbeništvo in geodezijo

Jože Korelc

ŽIG

Kraj in datum: Ljubljana 11.4.2014

Oznaka prijave: ARRS-RPROG-ZP-2014/49

¹ Napišite povzetek raziskovalnega programa v slovenskem jeziku (največ 3.000 znakov vključno s presledki – približno pol strani, velikost pisave 11) in angleškem jeziku (največ 3.000 znakov vključno s presledki – približno pol strani, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

² Napišite kratko vsebinsko poročilo, v katerem predstavite raziskovalno hipotezo in opis raziskovanja. Navedite ključne ugotovitve, znanstvena spoznanja, rezultate in učinke raziskovalnega programa in njihovo uporabo ter sodelovanje s tujimi partnerji. Največ 12.000 znakov vključno s presledki (približno dve strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

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

⁴ V primeru bistvenih odstopanj in sprememb od predvidenega programa dela raziskovalnega programa, kot je bil zapisan v predlogu raziskovalnega programa oziroma v primeru sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave programske skupine v zadnjem letu izvajanja raziskovalnega programa, napišite obrazložitev. V primeru, da sprememb ni bilo, to navedite. Največ 6.000 znakov vključno s presledki (približno ena stran, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

⁵ Navedite znanstvene dosežke (največ pet), ki so nastali v okviru tega programa. Raziskovalni dosežek iz obdobja izvajanja programa (do oddaje zaključnega poročila) vpišete tako, da izpolnite COBISS kodo dosežka – sistem nato sam izpolni naslov objave, naziv, IF in srednjo vrednost revije, naziv FOS področja ter podatek, ali je dosežek uvrščen v A" ali A'. [Nazaj](#)

⁶ Navedite družbeno-ekonomske dosežke (največ pet), ki so nastali v okviru tega programa. Družbeno-ekonomski dosežek iz obdobja izvajanja programa (do oddaje zaključnega poročila) vpišete tako, da izpolnite COBISS kodo dosežka – sistem nato sam izpolni naslov objave, naziv, IF in srednjo vrednost revije, naziv FOS področja ter podatek, ali je dosežek uvrščen v A" ali A'.

Družbeno-ekonomski dosežek je po svoji strukturi drugačen kot znanstveni dosežek. Povzetek znanstvenega dosežka je praviloma povzetek bibliografske enote (članka, knjige), v kateri je dosežek objavljen.

Povzetek družbeno-ekonomskega dosežka praviloma ni povzetek bibliografske enote, ki ta dosežek dokumentira, ker je dosežek sklop več rezultatov raziskovanja, ki je lahko dokumentiran v različnih bibliografskih enotah. COBISS ID zato ni enoznačen, izjemoma pa ga lahko tudi ni (npr. prehod mlajših sodelavcev v gospodarstvo na pomembnih raziskovalnih nalogah, ali ustanovitev podjetja kot rezultat programa ... - v obeh primerih ni COBISS ID). [Nazaj](#)

⁷ Navedite rezultate raziskovalnega programa iz obdobja izvajanja programa (do oddaje zaključnega poročila) 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 (približno 1/3 strani, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

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

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

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

¹¹ Upoštevajo se le tiste diplome, magisteriji znanosti in doktorati znanosti (zaključene/i v obdobju 1. 1. 2009 – 31. 12. 2013), pri katerih so kot mentorji sodelovali člani programske skupine. [Nazaj](#)

¹² Vpišite število opravljenih diplom v času trajanja raziskovalnega programa glede na vrsto usposabljanja. [Nazaj](#)

¹³ Vpišite šifro raziskovalca in/ali ime in priimek osebe, ki je v času trajanja raziskovalnega programa pridobila naziv magister znanosti in/ali doktor znanosti ter označite doseženo izobrazbo. V primeru, da se je oseba usposabljala po programu Mladi raziskovalci, označite MR. [Nazaj](#)

¹⁴ Za mlade raziskovalce, ki ste jih navedli v tabeli 11.2. točke (usposabljanje so uspešno zaključili v obdobju od 1. 1. 2009 do 31. 12. 2013), ustrezno označite, kje so se zaposlili po zaključenem usposabljanju. [Nazaj](#)

¹⁵ Navedite naslove projektov in ime člana programske skupine, ki je bil vodja/koordinator navedenega projekta. Točko izpolnijo tudi izvajalci raziskovalnega programa, prejemniki sredstev iz naslova dodatnega letnega sofinanciranja raziskovalnega programa zaradi mednarodnega sodelovanja (sodelovanja v projektih okvirnih programov Evropske unije). Izvajalec, ki je na podlagi pogodbe prejel sredstva iz navedenega naslova, vsebinsko opiše porabo prejetih sredstev za financiranje stroškov blaga in storitev ter amortizacije, nastalih pri izvajanju tega raziskovalnega programa. V primeru, da so bili v okviru raziskovalnega programa prejemniki sredstev različni izvajalci, vsak pripravi vsebinsko poročilo za svoj delež pogodbenih sredstev. Vodja raziskovalnega programa poskrbi, da je vsebinsko poročilo, ločeno za vsakega izvajalca, vključeno v navedeno točko poročila. Največ 6.000 znakov vključno s presledki (približno ena stran, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

¹⁶ Navedite naslove projektov, ki ne sodijo v okvir financiranja ARRS (npr: industrijski projekti, projekti za druge naročnike, državno upravo, občine idr.) in ime člana programske skupine, ki je bil vodja/koordinator navedenega projekta. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

¹⁷ Opišite možnosti za uporabo rezultatov v praksi. Opišite izdelke oziroma tehnologijo in potencialne trge oziroma tržne niše, v katere sodijo. Ocenite dodano vrednost izdelkov, katerih osnova je znanje, razvito v okviru programa oziroma dodano vrednost na zaposlenega, če jo je mogoče oceniti (npr. v primerih, ko je rezultat izboljšava obstoječih tehnologij oziroma izdelkov). Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

¹⁸ Največ 1.000 znakov vključno s presledki (približno 1/6 strani, velikost pisave 11) [Nazaj](#)

¹⁹ Navedite en izjemni znanstveni dosežek in/ali en izjemni družbeno-ekonomski dosežek raziskovalnega programa v letu 2013 (največ 1000 znakov, vključno s presledki, velikost pisave 11). Za dosežek pripravite diapozitiv, ki vsebuje sliko ali drugo slikovno gradivo v zvezi z izjemnim dosežkom (velikost pisave najmanj 16, približno pol strani) in opis izjemnega dosežka (velikost pisave 12, približno pol strani). Diapozitiv/-a priložite kot priponko/-i k temu poročilu. Vzorec diapozitiva je objavljen na spletni strani ARRS <http://www.arrs.gov.si/sl/gradivo/>, predstavitev dosežkov za pretekla leta pa so objavljena na spletni strani <http://www.arrs.gov.si/sl/analize/dosez/>. [Nazaj](#)

Obrazec: ARRS-RPROG-ZP/2014 v1.00a
7F-FB-A6-29-3A-C3-9B-B3-7C-D1-C8-82-3E-E1-58-A2-B1-22-D8-92

Priloga 1

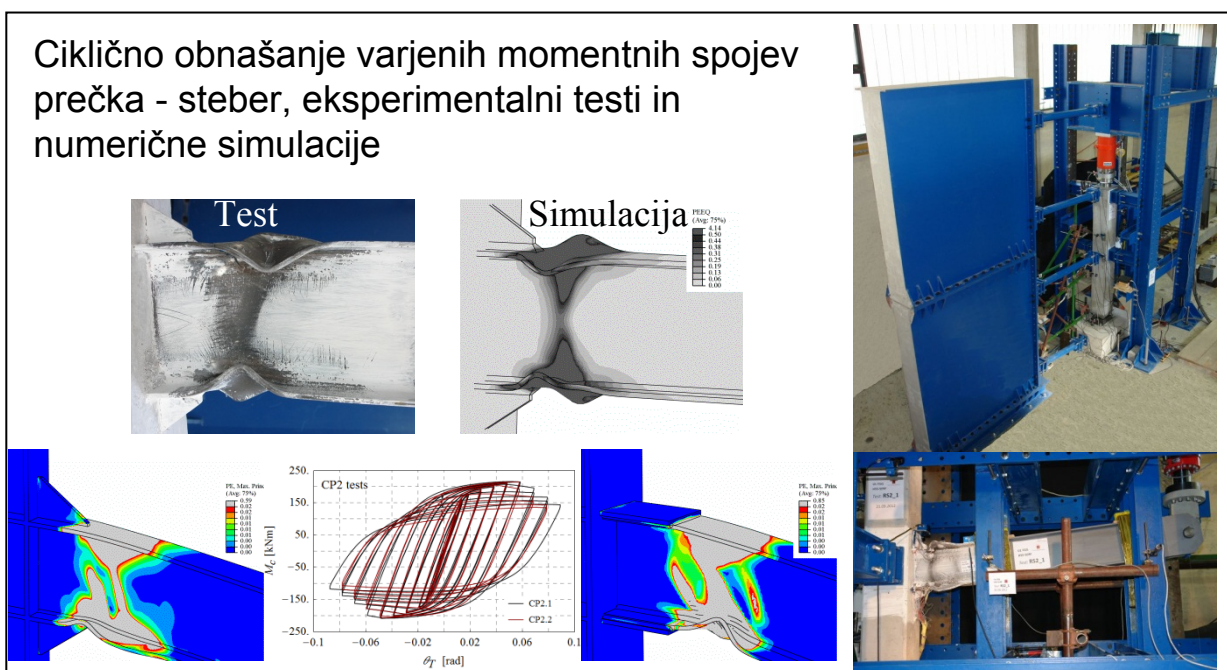
TEHNIKA

Področje: 2.01 Gradbeništvo

Dosežek 1: Predkvalifikacija jeklenih varjenih momentnih spojev – standardizacija novega koncepta potresno odporne zasnove spojev prečke na steber

- Čermelj B., BEG D., Numerical study on welded beam-to-column joints in hybrid-steel building frames. Ljubljana: University of Ljubljana, Faculty of Civil and Geodetic Engineering, Chair of Metal Structures, 2012. [COBISS.SI-ID 5767521]

- Čermelj B., BEG D., Cyclic behaviour of welded stiffened beam-to-column joints, experimental tests. Ljubljana: University of Ljubljana, Faculty of Civil and Geodetic Engineering, Chair of Metal Structures, 2012. (poslano v objavo v Steel Construction)



Jekleni pomični in zavetrovani okviri so danes pogosto uporabljeni konstrukcijski sistemi v poslovnih, stanovanjskih in industrijskih objektih. Njihova statična zasnova je sestavljena iz stebrov in prečk, medseboj povezanih z vijačenimi ali varjenimi spoji. Vse do močnega potresa v kaliforniji leta 1994 in leta kasneje na Japonskem, je med inženirji veljalo prepričanje, da se jekleni momentni okviri v splošnem dobro obnašajo v primeru potresne obtežbe. Žal se je po obeh omenjenih potresih izkazalo, da so jekleni momentni spoji prečke na steber utrpeli relativno veliko poškodb. Za evropsko prakso velik doprinos na tem področju predstavlja projekt HSS-SERF „High Strength Steel in Seismic Resistant Building Frames“ v okviru organizacije RFCS, v katerem je aktivno sodeloval tudi UL FGG. Opravljenih je bilo 16 laboratorijskih testov v naravni velikosti. Na podlagi komplementarnih numeričnih simulacij smo predlagali novo in za inženirsko prakso enostavno metodo za dimenzioniranje dveh konfiguracij potresno odpornih ojačanih varjenih momentnih spojev prečka-steber.

Raziskave so bile izdelane pod mentorstvom preminulega rednega profesorja Darka Bega*, dolgoletnega vodje programske skupine, raziskovalca, znanstvenika ter vrhunskega strokovnjaka.

*1954 - 2014