

Oznaka poročila: ARRS_ZV_RPROG_ZP_2008/1402

ZAKLJUČNO POROČILO O REZULTATIH RAZISKOVALNEGA PROGRAMA V OBDOBJU 2004-2008

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROGRAMU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem programu

Šifra programa	P2-0273
Naslov programa	Materiali v gradbeništvu
Vodja programa	8281 Andraž Legat
Obseg raziskovalnih ur	17.000
Cenovni razred	C
Trajanje programa	01.2004 - 12.2008
Izvajalke programa (raziskovalne organizacije in/ali koncesionarji)	1502 Zavod za gradbeništvo Slovenije

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROGRAMA

2. Poročilo o realizaciji programa raziskovalnega programa¹

Sklop 1: Karakterizacija fizikalnih in kemijskih procesov v gradbenih materialih

Poznavanje procesov degradacije vseh materialov, posebej pa še gradbenih, ki vplivajo na trajnost in mehansko stabilnost, je ključno pri razvoju materialov in definiciji njihove uporabe. V okviru dosedanjega raziskovalnega dela smo naredili občuten napredek pri osnovnem in aplikativnem znanju ključnih degradacijskih procesov različnih gradbenih materialov v gradbeništvu: alkalijsko-silikatne reakcije in sulfatne korozije betonov, korozije jekla v betonu in kompleksnih korozijskih procesov kovinskih zlitin. Raziskali, evalvirali in razvili/modificirali smo tudi več tehnoloških postopkov za preprečevanje teh procesov. Glede na to, da so obstoječe metode za študij kompleksnih degradacijskih procesov pomanjkljive, smo istočasno razvijali metode za njihovo spremljanje in karakterizacijo.

Med posameznimi področji velja posebej omeniti študijo vpliva podzemnih voda (predvsem z vsebnostjo nitratov in sulfatov) na trajnost betonov – rezultati se že delno uporabljajo pri gradnji predorov, še v večji meri pa bodo upoštevani pri načrtovanju podzemne verzije odlagališča NSRAO. V okviru raziskav korozije jekla v betonu smo modelirali časovno in prostorsko dinamiko procesa pri različnih pogojih. Nadaljevali smo s študijem kompleksnih lokalnih oblik korozije: špranjske korozije in napetostno-korozijskega pokanja (NKP). Posebno pozornost smo posvetili detekciji in proučevanju NKP prednapetega jekla v betonu. Izvedli smo prvi sklop raziskav korozijske obstojnosti bakra v bentonitu/podzemni vodi – simulacija podzemnega odlagališča izrabljenega jedrskega goriva, oziroma VSRAO, v granitnem okolju južne Švedske. Izvedli smo obsežen sklop raziskav degradacijskih procesov različnih veziv v kombinaciji z najbolj pogosto uporabljenimi pigmenti. Določili smo vplive

posameznih parametrov okolja na posamezne materiale. Rezultati so že delno uporabljeni pri ocenjevanju degradacijskih procesov malt in ometov izbranih kulturno-zgodovinskih objektov: Samostan Stična – križni hodnik, Dvorec Novo Celje in Žička kartuzija.

Večina naših raziskav je bila izvedena v okviru EU projektov, s posebnim poudarkom na aplikaciji domačih materialov. Objave v mednarodnih revijah najvišjega ranga dokazujejo, da naši rezultati predstavljajo določen napredek v temeljni in aplikativni znanosti tudi v svetovnem merilu.

Sklop 2: Razvoj novih metod za ocenjevanje lastnosti materialov

Kot je bilo že omenjeno, imajo obstoječe metode za raziskave kompleksnih degradacijskih procesov določene omejitve, zato smo vzporedno s študijem procesov razvijali ali modificirali tudi metode za njihovo spremljanje in karakterizacijo. Pri anorganskih, organskih in kompozitnih materialih so naše raziskave temeljile predvsem na metodah, ki omogočajo karakterizacijo mikrostrukturnih lastnosti: uporaba slikovne analize za karakterizacijo mikrostrukture in mikro-, mezo- ter makro-poroznosti, plinska adsorpcija (karakterizacija mikro- in nano-poroznosti nizko poroznih materialov, kot je kamen), Hg porozimetrija (karakterizacija mezo- in makro-poroznosti v kamnu in gradbenih materialih na splošno). Pri posameznih tehnikah smo nagradili določene analizne postopke, oziroma specificirali parametre za različne načine uporabe.

Razvili smo ustrezno metodologijo za sistematično in celovito raziskavo originalnih notranjih in zunanjih ometov in opleskov (pigmentov, veziv) historičnih objektov, pri čemer smo kombinirali mikroskopske in makroskopske tehnike. Predlagali smo tudi postopek za analizo, pripravo in aplikacijo nadomestnih materialov ter spremljanje mehansko-fizikalnih in kemijskih parametrov v odvisnosti od časa vgradnje (»monitoring«). Pokazali smo, da le s poznavanjem sestave in lastnosti materialov, tehnologije vgradnje ter korozijskih procesov in vzrokov propadanja, lahko zagotovimo ohranitev originala in obenem čimvečjo trajnost restavriranega objekta. Omenjena metodologija je ena od ključnih analiznih postopkov v predlogih projektov na področju kulturne dediščine za 7. OP EU, v katerih sodelujemo.

Izvedli smo obširen sklop primerjave različnih metod za spremljanje korozije v betonu. Patentirali smo električni uporovni senzor, ki je primeren tudi za vgradnjo v že obstoječe armiranobetonske objekte. Omenjena vrsta senzorja je, skupaj z definirano proceduro merjenja in tehniko interpretacije rezultatov, ena ključnih tehnologij za spremljanje korozije, vključena v EU projekta ARCHES in v spremljanje degradacijskih procesov inženirskih pregrad odlagališč NSRAO. Korozijske procese kovin/zlitin smo študirali s kombinacijo klasičnih in novih/modificiranih elektrokemijskih tehnik: elektrokemijski šum in merjenje delnih korozijskih tokov z mrežo mikroelektrod. Dokazali smo, da pri določenih korozijskih procesih, predvsem v kombinaciji z mehanskim obremenjevanjem (erozijska korozija, napetostno-korozijsko pokanje), omenjeni metodi omogočata karakterizacijo posameznih delov procesa, kar pomeni bistveni napredek pri razumevanju njihove sinergije.

Z uporabo akustične tehnike (AT) smo poleg detekcije mehanskih dogodkov pri napetostno-korozijskem pokanju spremljali tudi pokanje armirano-betonskih konstrukcij. Zanesljivo smo določili posamezna območja pokanja in detektirali razlike v fazi obremenjevanja/razbremenjevanja vzorca, ter tako tudi ločili med različno poškodovanimi konstrukcijskimi elementi. Omenjena tehnika je sestavni del metodologije pri ocenjevanju poškodovanosti premostitvenih objektov v okviru EU projekta ARCHES.

Sklop 3: Raziskave na področju novih gradbenih materialov in tehnologij

V zadnjem obdobju se tudi v gradbeništvu pojavljajo vedno večje zahteve po visoko

kvalitetnih materialih, ki imajo posebne mehanske ali kemijske lastnosti: visoko trdnost in žilavost (velikokrat v povezavi z majhno gostoto) in izredno kemijsko obstojnost. Taki materiali so primerni za izboljšanje splošnih mehanskih, trajnostnih ali fizikalnih lastnosti objekta, lahko pa tudi za reševanje tehnično posebej zahtevnih detajlov (stiki, hidroizolacije, toplotni mostovi). Nerealno bi bilo pričakovati, da bi bil ZAG nosilec osnovnega razvoja novih materialov, temveč bomo poskušali predvsem prenesti znanje in izkušnje iz ostalih temeljnih področij v segment gradbeništva.

V okviru mednarodne mreže NANOCEM smo izvedli sklop raziskav novih in modificiranih cementnih/betonskih materialov – predvsem na področju organsko-anorganskih kompozitov. Postopek za pripravo hibridnih polimernih lateksov iz silana in akrilatnih monomernih prekursorjev, ki smo ga razvili za modificiranje lastnosti malt ali betona, smo tudi patentirali. Začeli smo z raziskavami in razvojem visokotrdnih mikroarmiranih betonov (UHPFRC Ultra High Performance Fibre Reinforced Concretes) – ta material naj bi se prvenstveno uporabljal za izgradnjo ključnih betonskih elementov in sanacije betonskih objektov.

Razvili smo skupino zaščitnih premaznih sistemov, ki so primerni predvsem za zaščito kulturne dediščine iz kamnitih in opečnih materialov – raziskave so bile del EU projekta GRAFFITAGE. Realizirali smo širše raziskave prototipne verzije antigrafitnega premaza, ki dokazujejo izjemno dobre lastnosti pri vplivu na absorpcijo vode, kapilarnem vpijanju, paroprepustnosti in sušenju, spremembi barve in sijaja, staranju zaradi UV svetlobe in drugih dejavnikov okolja.

Poleg obsežne študije novih materialov za protikorozijske zaščite armature v betonu (organski inhibitorji – EU projekt SAMARIS) smo izvedli tudi osnovno skupino raziskav dveh novih tehnologij za zaščito armature: uporaba nerjavnih jekel, katodna zaščita. Obe metodi sta sicer že poznani, vendar so v naših raziskavah vključeni novi materiali in postopki, ki so bistveno cenejši od trenutno uporabljanih.

Izvedli smo obširni sklop raziskav na področju samočistilnih premazov različnih gradbenih površin, katerih osnova so fotokatalitski nanodelci TiO₂. Uporaba samočistilnih (gradbenih) materialov je zanimiva iz več vidikov; s tem, ko razkraja razne polutante, podaljšuje trajnost in estetsko neoporečnost proizvodov, hkrati pa zmanjšuje potrebo po pogostem čiščenju, s čimer se znižajo stroški vzdrževanja. Čedalje pomembnejši postaja tudi ekološki aspekt takšnih materialov, saj bi ob ustrezni pripravi in razširjeni uporabi, zaradi razgradnje strupenih plinov (denimo dušikovih oksidov), lahko tudi občutno izboljševali kakovost zraka. Del teh raziskav je vključen tudi v predlogu projekta na področju varovanja okolja za 7. OP EU.

Sklop 4: Reciklirani materiali

Uporaba industrijskih odpadkov - polega varčevanja z naravnimi surovinami in energijo - zmanjšuje pritisk na deponije nevarnih in inertnih odpadkov in s tem razbremenjuje okolje. Rezultati našega dosedanjega raziskovalnega dela so dokazali, da industrijski odpadni produkti (kamni in papirni mulj, odpadno steklo, črna jeklarska žlindra, livarski peski) predstavljajo dobre alternativne surovine, ter v določenih primerih lahko uspešno nadomeščajo naravne materiale v gradbeništvu. Glede na toksičnost nekaterih odpadkov, je izjemno pomembno, da se razvije tehnološke postopke za trajno imobilizacijo toksičnih komponent in s tem za ekološko odstranitev nevarnih odpadkov. Na drugi strani omenjeni tehnološki postopki tudi omogočajo imobilizacijo nevarnih snovi v gradbene elemente.

Posebej je potrebno omeniti sklop raziskav postopkov in možnosti uporabe voluminoznih inertnih in nenevarnih odpadkov v gradbeništvu in industriji gradbenih izdelkov. Proučevali smo možnost predelave različnih odpadkov v proizvodnji lahkega agregata: ugotovili smo, da s kombinacijo odpadnega kamenega in papirniškega mulja, ter odpadnega stekla dobimo ustrezno mešanico za proizvodnjo lahkega agregata, katerega lastnosti so primerljive ali boljše od komercialno dostopnih lahk

agregatov (postopek smo tudi patentirali).

Skupaj z IJS in FKKT - UL, smo izvedli raziskave možne uporabe nekaterih problematičnih (delno toksičnih) industrijskih odpadkov. Dosedanji rezultati raziskav so ugodni, saj smo dokazali, da je stabilizacija možna tako s cementom kot tudi z asfaltom, kar odpira široke možnosti za imobilizacijo nevarnih odpadkov. Razvili smo tehnologijo za predelavo izbranih filternih prahov, črne jeklarske žlindre in odpadnega mulja iz komunalnih čistilnih naprav.

3. Ocena stopnje realizacije zastavljenih raziskovalnih ciljev²

V okviru izvajanja programa smo uresničili večino načrtovanih ciljev. Dejavnosti raziskovalnega programa so bile usmerjene predvsem k temu, da se v področje gradbenih materialov z izrazito interdisciplinarnim pristopom uspešno implementira znanje iz drugih temeljnih področij. Rezultati programa so s tem pomembno prispevali k osnovnemu znanju o gradbenih materialih samih ter procesih v njih, do določene mere pa tudi vzpodbudili dodatne raziskave na temeljnih znanstvenih področjih. Eden od ciljev raziskovalnega programa je bilo enakopravno sodelovanje pri raziskavah na širšem področju gradbenih materialov na svetovnem nivoju. Pri tem smo uspeli, saj so sodelavci programske skupine vključeni v številne mednarodne projekte. Naše uspešno delovanje na mednarodnem področju se izraža tudi z delom v različnih tehničnih odborih združenj (CEN, CEB, RILEM, SIST), kjer pripravljamo standarde in priporočila s področja gradbenih materialov in metodologije posameznih tehnoloških postopkov.

Kljub temu, da so bile naše raziskave pretežno aplikativno usmerjene, smo na posameznih ožjih področjih vzpostavili neposreden stik z najnovejšimi znanstvenimi dognanji na teh področjih, kar dokazujejo tudi naše objave v revijah najvišjega ranga. Rezultati naših raziskav so pomembno prispevali predvsem k razumevanju nekaterih kompleksnih degradacijskih procesov v materialih (alkalijsko-silikatna reakcija, sulfatna korozija, kompleksni lokalni korozijski procesi) in na področju metod za karakterizacijo teh procesov. S poznavanjem omenjenih procesov in uporabo novih ali modificiranih merilnih metod smo pomembne rezultate dosegli tudi na področju novih materialov in tehnologij:

- razvoj novih cementnih materialov (velika tlačna/natezna trdnost in permeabilnost, dobra obdelavnost, velika korozijska odpornost): visokovredni betoni in malte, samorazlivni betoni, betoni za posebne potrebe (podzemni objekti, obrabno odporni),
- uporaba polimernih nano-kompozitnih materialov: sistemi za ojačevanje/prednapenjanje, premazi/impregnacijska sredstva, termično/zvočno izolativni materiali,
- uporabo novih kovinskih materialov (posebne mehanske in/ali korozijske lastnosti): sistemi za prednapenjanje, zabojniki za posebne odpadke, elementi v nuklearni in dentalni tehniki,
- razvoj nadomestnih historičnih materialov,
- razvoj novih funkcionalnih gradbenih materialov (razvoj nanoprevlek in nanofilmov na površini gradbenih materialov).

Kot je bilo že omenjeno, je bila velika večina raziskav v okviru programa vključena v mednarodne projekte (predvsem v 5. 6. in 7. EU Okvirnem programu), kar dokazuje, da so naše aktivnosti zagotavljale neposreden stik z najnovejšimi raziskavami v svetu, predvsem v Evropi. S sodelovanjem v številnih mednarodnih projektih smo bili velikokrat vmesni člen med svetovnim tehnološkim razvojem in domačimi podjetji, oziroma smo neposredno prenesli pridobljeno znanje v industrijsko prakso.

4. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega programa³

Med izvajanjem programa ni bilo nobenih vsebinskih ali formalnih sprememb.
--

5. Najpomembnejši znanstveni rezultati programske skupine⁴

Znanstveni rezultat			
1.	Naslov	SLO	Alkalijsko-silikatna reaktivnost nekaterih pogosto uporabljenih lahkih agregatov
		ANG	Alkali-silica reactivity of some frequently used lightweight aggregates
	Opis	SLO	V Sloveniji se patološke kemijske reakcije v betonih manifestirajo kot alkalijsko-silikatna (ASR) in sulfatna (SR) reakcija. Mehanizem ASR zavisi od kristaliničnosti agregata, nevarnost te reakcije pa obstaja pri uporabi silikatnih prodov ter nekaterih lahkih agregatov. Raziskave SR so identificirale dva tipa reakcije: thaumasitno (v železniških predorih, kot posledico onesnaženja z žveplom) in etringitno (v cestnih predorih, ki so zgrajeni v kamninah, ki vsebujejo minerale z žveplom). Izsledki so pomembni za razumevanje mehanizma in za izbor preventivnih ukrepov.
		ANG	In Slovenia the pathological chemical reactions in concrete occur as alkali-silica (ASR) and sulphate reaction (SR). The mechanism of the ASR depends upon the crystallinity of the aggregate, and the threat of the phenomena exists in the use of silicate gravel and of certain lightweight aggregates. The studies of the SR have shown thaumasite (in railway tunnels due to sulphur pollution), and etringite (in road tunnels, built in rock containing sulphur) reaction. The studies are important for the understanding of the reaction mechanisms, and for the selection of prevention measures.
	Objavljeno v		MLADENOVIC, A., STRUPI-ŠUPUT, J., DUCMAN, V., SEVER ŠKAPIN, A. Cem. concr. res., 2004, vol. 34, no 10, str. 1809-1816.
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
COBISS.SI-ID		986727	
2.	Naslov	SLO	Karakterizacija korozijskih procesov jekla v betonu z elektrokemijskim šumom, merjenjem delnih tokov s sklopljenimi elektrodami in ER senzorji
		ANG	Corrosion processes of steel in concrete characterized by means of electrochemical noise, electrode arrays and ER probes
	Opis	SLO	Ugotovili smo, da so korozijski procesi jekla v betonu v določenih pogojih lahko izjemno dinamični in lokalizirani. V takih primerih je uporabnost konvencionalnih elektrokemijskih metod omejena, saj z njimi dobimo le splošne podatke v izbranem časovnem intervalu. Razvili, oziroma nadgradili smo tri različne metode (elektrokemijski šum, merjenje delnih korozijskih tokov z mrežo elektrod, električni uporovni senzorji), ki nadgrajujejo klasične metode tako, da lahko detektiramo hitre spremembe in lokalizacijo korozijskih procesov.
		ANG	It was established that corrosion processes of steel in concrete can be dynamic and localized. In such cases the applicability of conventional electrochemical methods is limited, because they provide only general data over a defined time interval. Three different methods were developed (electrochemical noise, measurements of partial corrosion currents using coupled electrodes, electrical resistance probes), upgrading the traditional methods in such a way as to allow the detection of rapid changes in the corrosion processes and their localization.
	Objavljeno v		LEGAT, A., LEBAN, M., BAJT, Ž. Corrosion processes of steel in concrete characterized by means of electrochemical noise. Electrochim. acta, 2004, vol. 49, iss. 17-18, str. 2741-2751. LEGAT, A. Monitoring of steel corrosion in concrete by electrode arrays and electrical resistance probes. Electrochim. acta, 2007, issue 27, vol. 52, str. 7590-7598.
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
COBISS.SI-ID		958055	
3.	Naslov	SLO	Detekcija in razločevanje med procesi napetostno-korozijskega pokanja (NKP) z merjenjem elektrokemijskih in mehanskih parametrov (akustična tehnika)
			Detection and differentiation between SCC processes based on

		ANG	electrochemical (EN) and mechanical (AE) measurements
	Opis	SLO	V skupini člankov smo obravnavali problem merjenja in karakterizacije kompleksnih vrst korozije, ki so značilne za v splošnem korozijsko odporne kovinske zlitine. Dokazali smo, da način napetostno-korozijskega pokanja (NKP) bistveno določa možnost detekcije in spremljanja teh procesov. Pri transkristalnem pokanju je s kombinacijo več metod (elektrokemijski šum, akustična emisija) mogoče zaznati posamezne dogodke pokanja, pri interkristalnem pokanju pa smo uspeli spremljati kumulativni razvoj pokanja, oziroma poškodb.
		ANG	The articles listed above deal with the problem of measurements and characterization of complex types of corrosion, which are typical of corrosion-resistant alloys. It was proved that the method of stress-corrosion cracking (SCC) is crucial for crack detection and the monitoring of these processes. By using a combination of several methods (electrochemical noise, acoustic emission), in transgranular SCC was possible to detect individual cracking events, whereas in intergranular SCC was possible to monitor the cumulative development of cracking (cumulation of defects due to corrosion).
	Objavljeno v		A1. KOVAČ, J., LEBAN, M., BAJT, Ž., LEGAT, A. Detection and differentiation between cracking processes based on electrochemical and mechanical measurements. Electrochim. acta, 2004, vol. 49, iss. 17-18, str. 2795-2801.; An attempt to detect SCC by combined measurements of EN and AE. Mater. corros., dec. 2007, vol. 58, no. 12, str.970-976.; Detection of SCC on prestressing steel wire by the simultaneous use of EN and AE measurements. Electrochim. acta, 2007, vol. 52, str. 7607-7616.
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID		957799
4.	Naslov	SLO	Uporaba amino-silanov kot sklopitvenih agentov v cementnih materialov
		ANG	Use of aminosilane coupling agents in cementitious materials
	Opis	SLO	Raziskovali smo možnosti uporabe sklopitvenih agentov na osnovi organsko modificiranih alkoksilsilanov za modifikacijo določenih lastnosti cementnih materialov. Dodatek sklopitvenega agenta omogoča nastanek kovalentne povezave med anorganskimi fazami cementnega sistema ter v primeru modificiranja malte s polimeri, med anorgansko cementno matriko in polimerom. Rezultati raziskav so pokazali, da lahko izbranim vrstam malt z dodatkom določenih akriloksilanov bistveno izboljšamo mehanske lastnosti in trajnost.
		ANG	The study focused on the possibility of use of coupling agents based on organically modified alkosysilanes as potential modifiers for cementitious materials. The role of the coupling agent was to make covalent bonding among different inorganic phases of inorganic matrix (cement, aggregate) and covalent bridging between inorganic matrix and organic (polymer) phase of the cementitious system. The study showed that by adding different acryloxysilanes to the cement mortars a significantly improvement in mechanical properties and durability of mortars was achieved.
	Objavljeno v		ŠVEGL, F., STRUPI-ŠUPUT, J. Use of aminosilane coupling agents in cementitious materials. Macromol. symp., 2005, vol. 221, str. 153-164.
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID		1028967
5.	Naslov	SLO	Vpliv staranja na različna veziva za restavriranje in na nekatere kombinacije veziv in pigmentov za stenske poslikave
		ANG	Effects of ageing on different binders for retouching and on some binder-pigment combinations used for restoration of wall paintings.
	Opis	SLO	Z enostavno tehniko na osnovi optične in elektronske mikroskopije lahko zanesljivo identificiramo pigmente v historičnih poslikavah in določimo njihov razvoj. Relevanco predlagane tehnike smo preverili na barvnih plasteh iz samostana Stične in dvorca Novo Celje. Določili smo mehanizme staranja različnih veziv, pri čemer je bilo ugotovljeno, da so nekatera veziva bolj obstojna, še posebej, ko jih kombiniramo z različnimi pigmenti, ki znatno vplivajo na proces staranja. Delo je ključno pri odločanju, katero vezivo uporabiti v konkretnem primeru restavriranja fresk.
			It was proved that the pigments used in historical paintings can be reliably

	ANG	identified by using a simple technique based on a combination of optical and scanning electron microscopy. The relevance of the proposed technique was verified during the study of colour layers from the Abbey of Stična, and the Manor of Novo Celje. The mechanisms of ageing of different binders were also determined. It was found that some binders are more stable, especially when combined with different pigments. The results of this work are crucial when deciding which binder to use in specific case of restoration.
Objavljeno v		SEVER ŠKAPIN, A., ROPRET, P., BUKOVEC, P., ZOUBEK, R., Mater. charact., nov./dec. 2007, vol. 58, no. 11/12, str. 1138-1147 in 1148-1159.
Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
COBISS.SI-ID		1306215

6. Najpomembnejši družbeno-ekonomsko relevantni rezultati programske skupine⁵

Družbeno-ekonomsko relevantni rezultat		
1.	Naslov	SLO Hibridni akrilatni polimeri za uporabo v gradbeništvu: patent SI 21962 A. Ljubljana: Urad Republike Slovenije za intelektualno lastnino ANG Hybrid acrylic polymers intended for use in construction: Patent SI 21962 A. Ljubljana: Slovenian Intellectual Property Office
	Opis	SLO Predmet izuma je sintezni postopek hibridnih akrilatnih polimerov, modificiranih z molekulami metakriloksipropil-trietoksisilana ali metakriloksipropil-trimetoksisilana, primernih za dodajanje maltam in betonu. Sinteza hibridnih polimerov je bila opravljena z dvostopenjsko emulzijsko polimerizacijo akrilatnih prekurzorjev v vodnem mediju. Hibridni organsko-anorganski polimeri so bili pripravljani kot stabilne vodne disperzije, iz katerih smo pripravili polimerne prahove. Dobljene disperzije in prahovi izboljšajo mehanske lastnosti, oprijem in trajnost polimerno modificiranih cementnih malt.
		ANG The subject of the invention is a synthetic procedure of hybrid acrylic polymers modified by molecules of methacryloxypropyl-triethoxysilane/trimethoxysilane, which are appropriate modifiers for mortars and concrete. The synthesis of hybrid polymers was accomplished by two step emulsion polymerization of acrylate precursors in water. Hybrid organic-inorganic polymers were prepared as water borne dispersions. Results of the study have shown that hybrid organic-inorganic polymer water dispersions and powders improve mechanical properties, adhesion and durability of polymer modified mortars.
	Šifra	F.33 Patent v Sloveniji
	Objavljeno v	F.33. ŠVEGL, F., LIKON, M., PANGERŠIČ, B., KECELJ, J., Hibridni akrilatni polimeri za uporabo v gradbeništvu: patent SI 21962 A. Ljubljana: Urad Republike Slovenije za intelektualno lastnino, 31.8.2006.
	Tipologija	2.24 Patent
	COBISS.SI-ID	1232487
2.	Naslov	SLO Senzor, naprava in postopek za ugotavljanje hitrosti korozije kovinske armature v armiranobetonskih konstrukcijah: patent SI 22559 A. ANG Sensor, device and procedure for determining the corrosion rate in the metal reinforcement of reinforced-concrete structures: Patent SI 22559 A
	Opis	SLO Posebna konstrukcija senzorja minimizira temperaturne vplive in omogoča veliko ločljivost pri merjenju spremembe debeline. Konstrukcija senzorja omogoča tudi relativno enostavno vgradnjo v beton: v nasprotju z ostalimi znanimi rešitvami dovoljuje vgradnjo v otrdeli beton. Poleg tega omogoča tudi spremljanje korozije pod pogoji katodne zaščite. Pripadajoči merilni sistem omogoča enostavno merjenje vseh potrebnih parametrov in izračun korozijske hitrosti v času. Ob poznavanju ustreznih osnovnih podatkov rezultati meritev z mrežo senzorjev omogočajo tudi oceno preostale življenjske dobe objekta.
		ANG The special structure of the sensor minimizes the influence of temperature, and allows high resolution in measuring the thickness change. Contrary to existing solutions it allows incorporation into the hardened concrete, and corrosion monitoring under the cathodic protection. The accompanying measuring system facilitates the measuring of all the necessary parameters and the evaluation of general corrosion rate. In the case that the basic data

		are available, the results of the measurements by a network of sensors can be used also to predict the remaining service life of a structure.
	Šifra	F.33 Patent v Sloveniji
	Objavljeno v	F.33. LEGAT, A., KUCHAR, V., Senzor, naprava in postopek za ugotavljanje hitrosti korozije kovinske armature v armiranobetonskih konstrukcijah : patent SI 22559 A. Ljubljana: Urad Republike Slovenije za intelektualno lastnino, 2008.
	Tipologija	2.24 Patent
	COBISS.SI-ID	1465191
3.	Naslov	SLO Revitalizacija Žičke kartuzije; Revitalizacija kartuzije v Žižah s pomočjo evropskih sredstev
		ANG The revitalisation of the monastery at Žiče; The revitalization of the Carthusian monastery at Žiče with the help of European funds
	Opis	SLO Žička kartuzija je najstarejši samostan kartuzijanskega reda zunaj romanskega prostora. Do 17. stoletja je predstavljala enega od kulturnih centrov srednjevropskega prostora, saj je bila v določenem obdobju njena knjižnica tretja največja v Evropi. Raziskave, ki smo jih opravili skupaj z ZVKD Celje in mednarodno ekipo (BAM iz Berlina in Univerzo v Pavii), so dale odgovore glede časovnega razvoja kartuzije, sami rezultati pa bodo prispevali k ustreznim restavratorskim in obnovitvenim delom. Rezultati raziskav so predstavljeni tudi kot del stalne razstave v kartuziji Žiče.
		ANG The monastery at Žiče is the oldest monastery of the Carthusian order outside the Romanic territory. The research work was carried out in co-operation with the ZVKDS and an international team of experts (from BAM, University of Pavia), helped to clarify several problems related to the chronological development of the monastery. The results of the study will contribute to a more appropriate approach towards rehabilitation works of the building. The results of the research are part of a permanent exhibition inside the premises of the monastery at Žiče.
	Šifra	B.03 Referat na mednarodni znanstveni konferenci
	Objavljeno v	GOLEŽ, M., BADOVINAC, B., MAUKO, A., SHEPPARD, P. V: Safeguarded cultural heritage: understanding & viability for the enlarged Europe: proceedings of 7th Eur. Conf. "SAUVEUR", 31st May - 3rd June 2006, Prague. ITAM, 2006, vol. 2, str. 1046.
		GOLEŽ, M. V: RADIĆ, J. (ur.), RAJČIĆ, V. (ur.), ŽARNIĆ, R. (ur.). Heritage protection - Construction aspects : proceedings of the Inter. Conf. organized by SECON, ECTP, UZ and UL, Dubrovnik, Croatia, Oct. 14-17, 2006. Zagreb: Secon HDGK, 2006.
	Tipologija	1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci
	COBISS.SI-ID	1292391
4.	Naslov	SLO Postopek za pripravo agregata zlasti iz odpadnih surovin in tako dobljen agregat: patentna prijava št. P-2006 0 0249
		ANG Procedure for the preparation of aggregate from predominantly waste raw materials and aggregate thus obtained: Patent Application No. P-2006 0 0249
	Opis	SLO V sodelovanju s podjetjem Termit je bil razvit nov postopek za pridobivanje lahkega agregata iz odpadnih surovin. Tehnologija zajema proces kompaktiranja odpadnega mulja, vmešavanja ustreznih drugih odpadkov, granuliranja, sušenja in žganja. Ko bo stekla proizvodnja omenjenega agregata, bo to pomembno iz vidika ohranjanja naravnih zalog in koristne uporabe odpadkov ter s tem manjše zasedenosti deponij. Pri tem končni proizvod dosega boljše toplotno-izolativne karakteristike od običajnega agregata, s čimer tudi prispeva k zmanjšanju potrebne energije za ogrevanje.
		ANG A new procedure for making lightweight aggregate from waste materials was developed in co-operation with the Termit enterprise, which consists of the compaction of silica sludge, the addition of other waste, granulation, drying and firing. The other waste can be used such as: paper sludge, waste glass, waste resulting from rock polishing. The production of the aggregate will contribute towards conservation of natural resources and to efficient use of waste materials, which will release landfills. The final product has excellent

		insulating properties so the energy for heating can be decreased.
	Šifra	F.33 Patent v Sloveniji
	Objavljeno v	DUCMAN, V., MIRTIC, B., SESEK PAVLIN, A. Ljubljana: Urad Republike Slovenije za intelektualno lastnino, 24.10.2006.
	Tipologija	2.23 Patentna prijava
	COBISS.SI-ID	1232743
5.	Naslov	SLO Izluževanje Cr(VI) in drugih kovin iz asf. komp. z dodatkom filtrskega prahu; Ocena primernosti sodov za skladiščenje IDDS produktov posušenih gošč
		ANG Leachability of Cr(VI) and metals from asph. comp. with add. of filter dust; Assessment of barrels suitability for IDDS and dried sludge prod. storage
	Opis	SLO Raziskali smo uporabnost toksičnih ind. odpadkov v gradbeništvu. Ugotovljeno je bilo, da je stabilizacija filtrnih prahov, jeklarske žlindre in muljev iz čistilne naprave možna tako s cementom kot tudi z asfaltom. Skupaj z IMT smo ocenjevali dolgoročno trajnost kovinskih sodov za skladiščenje nizko- in srednje-radioaktivnih odpadkov. V sodelovanju s KTH in SKB iz Švedske smo raziskovali korozijske procese bakrenih zabojnikov, ki se bodo uporabljali za skladiščenje visoko-radioaktivnih odpadkov in izrabljenega jedrskega goriva. Del eksperimentov smo izvedli tudi v podzemnem laboratoriju v Äspö.
		ANG The possibilities of re-using toxical ind. waste in civil eng. were studied. A permission for the use in concrete and asphalt has been issued for filter dust, steel slag, and sewage sludge. In co-operation with the IMT the long-term stability of metal canisters for the storage of low- and medium- radioactive nuclear waste was assessed. In co-operation with KTH and SKB, Sweden, the corrosion processes which could act on the copper cases used for the storage of highly rad. nuclear waste and spent nuclear fuel were studied. Experimental work was performed in the underground laboratory at Äspö.
	Šifra	F.10 Izboljšanje obstoječega tehnološkega procesa oz. tehnologije
	Objavljeno v	VAHČIČ, M., MILAČIČ, R., MLADENVIČ, A., MURKO, S., ZULIANI, T., ZUPANČIČ, M., ŠČANČAR, J. Waste manag. (Elmsford), 2008. VOJVODIČ-TUMA, J., DONIK, Č., KMETIČ, D., LEGAT, A., KUCHAR, V. Ljubljana: IMT: ZAG, april 2004. LEGAT, A., KUCHAR, V., KRANJC, A., Reports - research of copper electrodes from Sweden and ZAG. Ljubljana: ZAG, 2007.
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID	21510183

7. Pomen raziskovalnih rezultatov programske skupine⁶

7.1. Pomen za razvoj znanosti⁷

SLO

Velika večina naših raziskav je bila vključena v mednarodne projekte (predvsem v 5, 6. in 7. EU Okvirnem programu), kar dokazuje, da so bile raziskave pomembne za razvoj znanosti v širšem smislu. Usmeritve gradbeništvu pri nas so bile bolj ali manj podobne tistim v tujini: razvoj novih materialov in tehnologije, boljše energetska učinkovitost in zmanjšanje vplivov na okolje, iskanje možnosti za izboljšanje gradnje s tradicionalnimi in naravnimi materiali, reševanje specifičnih problemov povezanih s prenovo starejših objektov, oziroma ohranitvijo kulturne dediščine.

Kljub temu, da so naše raziskave pretežno aplikativno usmerjene, smo na določenih segmentih obdržali neposreden stik z najnovejšimi znanstvenimi spoznanji, kar dokazujejo tudi objave v mednarodnih revijah najvišjega ranga posameznih področij. Izpostavimo lahko predvsem:

- razvoj organsko-anorganskih kompozitnih materialov,
- študij vplivnih parametrov pri alkalijsko-silikatni reakciji,
- raziskave časovnega poteka korozije jekla v betonu,
- karakterizacijo procesov napetostno-korozijskega pokanja,
- razvoj in implementacijo različnih merilnih metod,
- karakterizacijo degradacijskih procesov historičnih materialov in razvoj nadomestnih

materialov,
- študij imobilizacije toksičnih snovi pri uporabi industrijskih odpadkov v gradbeništvu,
- uvajanje nanomaterialov na področje gradbeništv in s tem povezan razvoj ustreznih metod sinteze, aplikacije in meritev specifičnih lastnosti,
- raziskave premazov in impregnacij za zaščito površin gradbenih materialov za trajnostni razvoj in izboljšanje okolja.

Rezultati naših raziskav so prispevali tudi k osnovnemu znanju teh področij, oziroma delno tudi usmerjali glavne aktivnosti na posameznih segmentih. Vpliv rezultatov omenjenih raziskav na razvoj znanosti dokazujejo tudi citati v mednarodnih revijah najvišjega ranga in vpetost raziskovalcev kot stalnih recenzentov teh znanstvenih revij.

ANG

Most of ZAG's research efforts are already included in international projects (mainly within the scope of the 6th and 7th EU Framework Programmes), which proves that this research is important for the development of science in a wider sense. The general trends in building and civil engineering in Slovenia are similar to those in other countries, i.e. the development of new materials and technologies, improved energy efficiency, and reduction of negative effects on the environment, investigation of possibilities for improved construction with traditional and natural materials, the solving of specific problems in connection with the restoration of older buildings and the preservation of the cultural heritage.

In spite of the fact that most of ZAG's research work is oriented towards applied research work, in certain sectors ZAG's researchers are in direct contact with the latest scientific results, which is proved by the publication of papers in internationally renowned scientific journals of the highest rank. The following fields can be listed:

- development of organic-anorganic composite materials,
- studies of the parameters which affect alkali silica reaction,
- research into the corrosion over time of steel in concrete,
- characterization of the processes of stress corrosion cracking,
- development and implementation of different kinds of measuring methods,
- characterization of the degradation processes of historical materials and the development of replacement materials,
- studies of the immobilization of toxic materials in the use of industrial waste in the construction industry,
- studies of toxic substances immobilization in the use of industrial waste in the construction industry,
- the introduction of nanomaterials in the field of construction and development of appropriate methods for synthesis, application and measurements of specific properties,
- research in coatings and impregnations of building materials for sustainable development and improving the environment.

The validity of the results obtained in the above research projects, and their effect on the development of science, has been proved by references in international scientific journals of the highest rank, as well as the work of ZAG's researchers as permanent reviewers of publications for these journals.

7.2. Pomen za razvoj Slovenije⁸

SLO

Področje gradbeništv v vseh razvitih državah predstavlja močno industrijsko vejo, ki posredno vpliva tudi na velik krog ostalih industrijskih panog. Posebej tesno je gradbeništvo povezano z infrastrukturo v prometu, energetiki in komunalnih dejavnostih. Raziskave v okviru programa so zagotavljale neposreden stik z najnovejšimi raziskavami v svetu, predvsem v Evropi. S sodelovanjem v številnih mednarodnih projektih smo bili velikokrat vmesni člen med svetovnim tehnološkim razvojem in domačimi podjetji, oziroma smo neposredno prenesli pridobljeno znanje v industrijsko prakso.

Stabilnost in varnost gradbenih objektov je že sama po sebi pomembna za trajnostni družbeno-ekonomski razvoj. Porušitev ali izrazita poškodovanost objektov (stavbe, infrastrukturni in industrijski objekti) med potresom bi lahko za dalj časa povzročila prekinitev gospodarskih dejavnosti države. Potrebno je omeniti, da bi bila v takem primeru relativno velika tudi verjetnost onesnaženj, oziroma ekoloških katastrof. Zato so raziskave na segmentu potresnega inženirstva pomembne za družbeno-ekonomski razvoj, saj večji del Slovenije spada med tektonsko aktivna področja.

Posamezni aplikativni rezultati raziskovalnega programa so bili že do sedaj in bodo tudi vnaprej podlaga za dopolnitve obstoječe tehnične zakonodaje in na novo sprejetih evropskih standardov z ustreznimi nacionalnimi aplikacijskimi dokumenti. Aktivno sodelujemo in bomo sodelovali pri izobraževanju in prilagajanju domačih podjetij na novo tehnično zakonodajo, saj lahko le tako uspešno nastopajo na domačem in tujih trgih.

Z raziskavami na področju uporabe sekundarnih surovin in energetske učinkovitosti stavb intenzivno sodelujemo pri zmanjšanju obremenitev okolja, naravnih surovin in energije. Nekateri naši rezultati se že uspešno uporabljajo v praksi, trenutni trendi v svetu in Sloveniji pa kažejo, da se bodo naše aktivnosti na tem področju še intenzivirale.

Pomemben del slovenske kulturne dediščine predstavlja tudi stavbna dediščina, ki jo je potrebno stalno vzdrževati in periodično obnavljati/restavrirati. Z analizami materialov izbranih historičnih objektov smo opredelili razlike med posameznimi stilnimi obdobji v našem prostoru in tako z umetnostno-zgodovinskega vidika prispevali k poznavanju uporabljenih materialov. Glede na to, da je ohranjanje originala eden najpomembnejših parametrov restavratorskega posega, z rezultati naših raziskav v sodelovanju z ostalimi inštitucijami zagotavljamo ustrezen nivo obnavljanja kulturne dediščine in tudi osnovo za razvoj nadomestnih historičnih materialov.

Pričakujemo, da se bo del pridobljenega znanja prelil tudi v učne programe na univerzitetnem dodiplomskem in predvsem podiplomskem študiju.

ANG

In all developed countries, the field of building and civil engineering is an important branch of industry, which has an indirect effect on many other such branches. Building and civil engineering is particularly strongly linked to the infrastructure in traffic, energetic and communal activities. Research within the framework of the proposed program will ensure direct contact with the latest research in the world, particularly in Europe. Through participation in numerous international projects ZAG's researchers can frequently provide a link between worldwide technological development and Slovenian enterprises, which means that such knowledge is transferred directly into industrial practice.

The stability and safety of buildings is important for durable socio-economic development. The collapse or severe damage, during earthquakes, of buildings, as well as of structures belong to the infrastructure or industry, could cause a severe interruption in the output capacity of Slovenia's economy. It should be mentioned that in such cases there is also a quite high possibility of pollution and ecological disasters. Research in the field of earthquake engineering is thus important from the point of view of socio-economic development, since most of Slovenia is located in a seismically active region.

The results of applied research within the framework of the research program have so far been, and will remain, a basis for the improvement of the existing technical regulations, as well as of newly implemented European standards with the corresponding national applied documents. ZAG's researchers have actively participated, and will continue to participate, in the education and adjusting of Slovenian enterprises to the new technical regulations, so that they can compete successfully on both the Slovenian and other markets.

ZAG's researchers have also been involved in research into the use of secondary raw materials, and the improvement of the energy efficiency of buildings, in order to reduce impact on the environment, as well as the use of natural materials and energy. Some of ZAG's research results have already been used in practice, and current trends, both in Slovenia and in other parts of the world, indicate that our work in this field will intensify.

Slovenia's buildings are an important part of its cultural heritage, and they need to be maintained and periodically renewed/restored. By means of analysis of the materials used in selected historical buildings it is possible to define differences between different style periods (in Slovenia), and thus to contribute, from the history-of-art point of view, to knowledge about these materials. Since preservation of the original is one of the most important concepts of restoration work, the results of ZAG's research can be used, together with contributions by other research institutes, to achieve a satisfactory level for the preservation of the cultural heritage, and as a basis for the development of replacement historical materials.

It is expected that some of the knowledge gained will be used for teaching programs at both undergraduate and, particularly, postgraduate level.

8. Zaključena mentorstva članov programske skupine pri vzgoji kadrov⁹

Vrsta izobraževanja	Število mentorstev	Od tega mladih raziskovalcev
- magisteriji	2	1
- doktorati		
- specializacije	2	2
Skupaj:	4	3

9. Zaposlitev vzgojenih kadrov po usposabljanju

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

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

	Ime oz. naslov publikacije, podatkovne informacijske baze, korpusa, zbirke z virom (ID, spletna stran)	Število *
1.	Proceedings of NANOCEM Consortium. [Ljubljana: Salonit Anhovo: ZAG Ljubljana], 2006. 1 zv. (loč. pag.), ilustr. [COBISS.SI-ID 1283943]	1
2.	Characterisation techniques for cementitious materials : proceedings of Marie Curie Research Training Network Training Course 2, March 5-10, 2007, Ljubljana, Slovenia. Ljubljana: Zag Ljubljana, 2007. 1 mapa (loč. pag.), ilustr. [COBISS.SI-ID 1287527]	1
3.	Corrosion 2005: [April 3-7, 2005, George R. Brown Convention Center, Houston, Texas]; papers: symposium "Field and laboratory advancements in electrochemical noise" to be held as part of Corrosion 2005. Houston, Tex.: NACE International, cop. 2005. 413 pts., ilustr. [COBISS.SI-ID 1256295]	1
4.	Revitalization of the Carthusian Monastery at Žiže: EC project within the programme CULTURE 2000: [zloženska]. [Ljubljana: ZAG, 2008] [COBISS.SI-ID 1361767]	1
5.	Recenzije člankov za: Electrochimica Acta Cement and Concrete Research Waste Management Acta Chimica Slovenica Materials Chemistry and Physics	1
6.		
7.		
8.		
9.		

10.

*Število urejenih prispevkov (člankov) /število sodelavcev na zbirki oz. bazi /povečanje obsega oz. število vnosov v zbirko oz. bazo v obdobju

11. Vključenost raziskovalcev iz podjetij in gostovanje raziskovalcev, podoktorandov ter študentov iz tujine, daljše od enega meseca

Sodelovanje v programski skupini	Število
- raziskovalci-razvijalci iz podjetij	1
- uveljavljeni raziskovalci iz tujine	1
- podoktorandi iz tujine	1
- študenti, doktorandi iz tujine	2
Skupaj:	5

12. Vključevanje v raziskovalne programe Evropske unije in v druge mednarodne raziskovalne in razvojne programe ter drugo mednarodno sodelovanje v obravnavanem obdobju¹¹

- SAMARIS (GRD2-2000-30228-MAP) - Sustainable and advanced materials for road infrastructure – WP 13: Corrosion inhibitors as repair strategy of concrete highway structures (2000-2005) (pog. 2410/02)
- PeBBu - Performance based buildings (pog. P 2437/03)
- GRAFFITAGE (513718 (SSPI)) - Development of a new anti-graf system, based on traditional concepts, preventing damage or architectural heritage materials (2005-2008) (pog. 3220/05)
- MICROSENS (ICA1-CT-2002-70004) - Electrochemical sensors for in-situ detection of target species in the pore solution of microporous materials (2005-2006) (pog. 2501/03)
- ECO-SERVE (G1RD-CT-2002-00782) - European construction in service of society (2002-2006) (pog. 2678/03)
- CHLORTEST (G6RD-CT-2002-00855) - Resistance of concrete of chloride ingress – from laboratory tests to in-field performance (2002 - 2006)
- CON REP NET (G1RT-CT-2002-05090) - Network on performance based rehabilitation of reinforced concrete structures (2002-2006) (pog. 2440/03)
- NANOCEM (MRTN-CT-2005-019283) - European Network in Science and Technology of Cementitious Materials (2006-2009) (pog. 3349)
- ARCHES (pog. TST5-CT-2006-031272) - Assessment and Rehabilitation of Central European Highway Structures - WP 3: Prevention of corrosion, WP 5: Hardening structures with UHPFRC (pog. TST5-CT-2006-031272)
- CULTURE 2000 (2005-0817/001-001CLT-C31) - Evropski dediščinski laboratorij s programom prenove in revitalizacije Žičke kartuzije (2005-2007) (pog. 3187/05)
- CHEF (pog. 44251) - Cultural heritage protection against flood (pog.)
- EUREKA E!3969 CLEANTILE - Development of self-cleaning clay roofing tiles (2007-2009)
- EUREKA PETROSCOPE - An optical analyzer for construction aggregates and rocks
- TWINNING LIGHT - Izobraževanje in vpeljava tekočih postopkov potrjevanja skladnosti gradbenih proizvodov (pog. CZ05/B/OT/01)
- NATO CLG - Study of corrosion processes on Al alloys by means of EN (2005-2006)
- SLO-A - Developement of electrochemical sensors
- SLO-CEA (Francija) - Detection and characterization of stress-corrosion cracking (SCC) of metals and alloys in nuclear environment (2006-2007)
- SLO-ČG - Procesi degradacije gradbenih materialov zaradi delovanja mraza s poudarkom na keramiki, kamnu in betonu
- SLO-HRV - Modeliranje trajnosti armiranobetonskih konstrukcij
- COST 348 - Reinforcement of pavements with steel meshes and geosynthetics
- COST 351 - Water movement in road pavements and embankments
- COST 353 - Winter service strategies for increased European road safety
- COST 534 - New materials and systems for prestressed concrete structures
- COST 540 - »PHONASUM« Photocatalytic technologies and novel nanosurfaces materials – critical issues
- COST C12 - Improving buildings' structural quality by new technologies
- COST E29 - Innovative timber & composite elements for buildings

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

- Nanoscience of cementitious materials (naročnik Mednarodni akademski in industrijski konzorcij NANOCEM Network)
- Priprava in karakterizacija soli za posipavanje cestišč oploščene z melaso (naročnik Direkcija Republike Slovenije za ceste)
- Raziskave trajnosti cementov pri posebnih pogojih (naročnik Salonit Anhovo d.d.)
- Učinek različnih polimernih dodatkov na lastnosti sanacijskih malt (naročnik TTK Srpenica d.d.)
- Raziskave trajnosti kamnitih fasadnih plošč (naročnik Marmor Hotavlje d.d.)
- Razvoj sulfatno odpornih brizganih betonov (naročnik DARS d.d.)
- Raziskave protikorozijske zaščite sistemov za odvajanje vode s premostitvenih objektov (naročnik DARS d.d.)
- Metode preiskav asfaltnih zmesi po novih evropskih standardih (naročnik DARS d.d.)
- Določitev kriterijev za prevzem cementnobetonovskih premostitvenih objektov ob izteku garancijske dobe (naročnik DARS d.d.)
- Proizvodnja agregatov iz industrijskih odpadkov (naročnik Termit d.d.)
- Odpornost na zmrzovanje – določitev vplivnih parametrov (naročnik Tondach d.d.)
- Uvedba metod za preskušanje opečni polnil (naročniki Opekarna Wienerberger Ormož d.d., Opekarna Pragersko d.d.)
- Uporaba filterskega prahu v opekarski industriji, priprava zmesi in testiranje (naročnik Termo d.d.)
- Priprava gradiva za normative za keramičarska dela (naročnik Obrtna zbornica Slovenije)
- Razvoj ustreznega lepila za spajanje kovinskih površin (naročnik TRIMO d.d.)
- Raziskave premaznih sistemov za zaščito betonskih konstrukcij (naročnik JUB d.d.)
- Razvoj lepil za lepljenje polimernih kompozitnih materialov (naročnik ELAN MARINE d.o.o.)
- Razvoj samočistilnih premazov (CRP MIR –M2-0106)
- Raziskave korozijskih poškodb in možne protikorozijske zaščite pri mehanski obdelavi kovinskih elementov (naročnik HIDRIA d.d.)
- Raziskave mehanskih lastnosti avtomobilskih podsklopov (naročnik CIMOS d.d.)
- Ocena in spremljanje degradacijskih procesov inženirskih pregrad odlagališča NSRAO (naročnik ARAO)
- Characterization of corrosion processes on copper canister for HRW in bentonite / groundwater environment (naročnik SKB Švedska)
- Priprava gradiv za zemeljska, gradbena in obrtniška dela za potrebe nadzora pri stanovanjski gradnji (naročnik Stanovanjski sklad Slovenije)

14. Dolgoročna sodelovanja z uporabniki, sodelovanje v povezavah gospodarskih in drugih organizacij (grozdi, mreže, platforme), sodelovanje članov programske skupine v pomembnih gospodarskih in državnih telesih (upravni odbori, svetovalna telesa, fundacije, itd.)

European Network of Building Research Institutes (ENBRI): Andraž Legat je predsednik združenja, Vilma Ducman je članica RTD skupine.

Federation of Highway Research Laboratories (FEHRL): Andraž Legat je podpredsednik združenja.

Construction Technology Platform (ECTP): Andraž Legat je član High Level Group (HLG), član strateškega sveta Slovenske gradbene platforme (SGTP) in član znanstveno-strokovnega odbora Raziskovalnega sklada (RS SGTP). Vilma Ducman je članica skupine za Materiale, Mateja Golež je članica skupine za Kulturno dediščino.

European Transport Advisory Council (ERTRAC): Andraž Legat je podpredsednik strateškega sveta Slovenske platforme za vozila, ceste in promet.

Andraž Legat je član Transport Advisory Group (TAG) pri Evropski komisiji (EC) za 7. Okvirni program.

Solarna termalna tehnološka platforma (STTP): Andraž Legat je član strateškega sveta.

Andraž Legat je član razvojne skupine za okolje in gradbeništvo Sveta za konkurenčnost, ki ga je ustanovila Vlada RS.

Andraž Legat je član strokovnega sveta Hidria Inštituta Klima.

Sodelujemo v mreži Nanoscience of Cementitious Materials (NANOCEM) v katerem sodelujejo najbolj priznane evropske izobraževalno-raziskovalne inštitucije in vsa večja evropska industrija na področju cementnih materialov.

Sodelujemo pri delu mreže European Cooperative Group on Corrosion Monitoring of Nuclear Materials (ECG-COMON).

Člani programske skupine so udeleženi v delo večjega števila CEN, RILEM in SIST-ovih tehničnih odborov.

15. Skrb za povezavo znanja s slovenskim prostorom in za slovensko znanstveno terminologijo (Cobiss tip 1.04, 1.06, 1.07, 1.08, 1.09, 1.17, 1.18, 2.02, 2.03, 2.04, 2.05, 2.06)¹³

Naslov	Zakonodaja barv in premaznih sredstev za zaščito zidov; Mikrostrukturalna karakterizacija gradbenih materialov
Opis	V člankih razlagamo terminologijo na področju barv in premaznih materialov, podrobno opisujemo veljavne standarde na področju premazov za zaščito zidov in stropov na vodni osnovi za notranje zidove in stropove ter za zunanjo zaščito zidov in betona, podrobneje se dotaknemo tudi specialnih premazov, kot so samočistilni premazi in razlagamo pomen in načine merjenja barv. V člankih predstavljamo tudi metode za karakterizacijo gradbenih materialov.
Objavljeno v	SEVER ŠKAPIN, A., KNEZ, F., SAKSIDA, M. Gradbenik, 2007, letn. 11, št. 5, str. 22-24.; MAUKO, A., MLADENOVICH, A. Gradbenik, apr. 2008, letn. 12, št. 6, str. 36-39.
COBISS.SI-ID	1296743

16. Skrb za popularizacijo znanstvenega področja (Cobiss tip 1.05, 1.21, 1.22, 2.17, 2.19, 3.10, 3.11, 3.12)¹⁴

Naslov	Tehnološke platforme in razvoj; Nanotehnologija bo gradbeništvu omogočila nove preboje; Revitalizacija Žičke kartuzije;
Opis	Člani programske skupine so objavili več kot 30 strokovnih in poljudnih prispevkov posvečenih problematiki gradbenih materialov, vključno z opisom vloge znanosti in predstavitvijo raziskovalnih dosežkov. Posebej bi lahko izpostavili področja povezovanja znanosti in gospodarstva (tehnološke platforme), uporabo nanotehnologije v gradbeništvu in obnovo kulturne dediščine.
Objavljeno v	LEGAT, A., Finance, 31. mar. 2008, str. 46; SEVER ŠKAPIN, A., DUCMAN, V. Finance, 10.7.2006, priloga, št. 130, str. 27; LEGAT, A. Delo (Ljubl.), 5. apr. 2007, leto 49, str. 17; GOLEŽ, M. Stalna razstava Kulturna dediščina Žičke kartuzije, avtorice prof. N. Golob. Lj, 2007;
COBISS.SI-ID	1182823

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

1.	Naslov predmeta	Inženirski materiali
	Vrsta študijskega programa	Univerzitetni program Gradbeništvo
	Naziv univerze/fakultete	FAGG, UM
	Naslov predmeta	Gradiva

2.	Vrsta študijskega programa	Univerzitetni program Gradbeništvo
	Naziv univerze/fakultete	FGG, UL
3.	Naslov predmeta	Materiali
	Vrsta študijskega programa	Univerzitetni program Kemijska tehnologija
	Naziv univerze/fakultete	FKKT, UL
4.	Naslov predmeta	Propadanje gradbenih materialov
	Vrsta študijskega programa	Podiplomski program Gradbeništvo
	Naziv univerze/fakultete	FGG, UL
5.	Naslov predmeta	Sanacije gradbenih konstrukcij
	Vrsta študijskega programa	Podiplomski program Gradbeništvo
	Naziv univerze/fakultete	FGG, UL
6.	Naslov predmeta	Člani programske skupine so kot mentorji/komentorji ali kot strokovni sodelavci sodelovali pri več kot 20 diplomskih nalogah na FGG, NTF in FMF, Univerze v Ljubljani. Sodelovali so tudi pri več magisterijih na FGG in MF, Univerze v Ljubljani. Trenutno člani programske skupine sodelujejo pri doktorskem študiju na NTF, FS, MF in ALU, Univerze v Ljubljani, ter FG, Univerze v Zagrebu.
	Vrsta študijskega programa	
	Naziv univerze/fakultete	
7.	Naslov predmeta	
	Vrsta študijskega programa	
	Naziv univerze/fakultete	

18. Označite potencialne vplive oziroma učinke vaših rezultatov na navedena področja:

	Vpliv	Ni vpliva	Majhen vpliv	Srednji vpliv	Velik vpliv	
G.01	Razvoj visoko-šolskega izobraževanja					
G.01.01.	Razvoj dodiplomskega izobraževanja	☐	☒	☐	☐	
G.01.02.	Razvoj podiplomskega izobraževanja	☐	☐	☒	☐	
G.01.03.	Drugo:	☐	☐	☐	☐	

G.02	Gospodarski razvoj					
G.02.01.	Razširitev ponudbe novih izdelkov/storitev na trgu	☐	☐	☐	☒	
G.02.02.	Širitev obstoječih trgov	☐	☐	☐	☒	
G.02.03.	Znižanje stroškov proizvodnje	☐	☐	☐	☒	
G.02.04.	Zmanjšanje porabe materialov in energije	☐	☐	☐	☒	
G.02.05.	Razširitev področja dejavnosti	☐	☐	☐	☒	
G.02.06.	Večja konkurenčna sposobnost	☐	☐	☐	☒	
G.02.07.	Večji delež izvoza	☐	☐	☐	☒	
G.02.08.	Povečanje dobička	☐	☐	☒	☐	
G.02.09.	Nova delovna mesta	☐	☒	☐	☐	
G.02.10.	Dvig izobrazbene strukture zaposlenih	☐	☐	☒	☐	
G.02.11.	Nov investicijski zagon	☐	☐	☒	☐	
G.02.12.	Drugo:	☐	☐	☐	☐	
G.03	Tehnološki razvoj					
G.03.01.	Tehnološka razširitev/posodobitev dejavnosti	☐	☐	☐	☒	
G.03.02.	Tehnološko prestrukturiranje dejavnosti	☐	☐	☐	☒	
G.03.03.	Uvajanje novih tehnologij	☐	☐	☐	☒	
G.03.04.	Drugo:	☐	☐	☐	☐	
G.04	Družbeni razvoj					
G.04.01.	Dvig kvalitete življenja	☐	☐	☒	☐	
G.04.02.	Izboljšanje vodenja in upravljanja	☒	☐	☐	☐	
G.04.03.	Izboljšanje delovanja administracije in javne uprave	☐	☐	☒	☐	
G.04.04.	Razvoj socialnih dejavnosti	☐	☒	☐	☐	
G.04.05.	Razvoj civilne družbe	☒	☐	☐	☐	
G.04.06.	Drugo:	☐	☐	☐	☐	
G.05.	Ohranjanje in razvoj nacionalne naravne in kulturne dediščine in identitete	☐	☐	☐	☒	
G.06.	Varovanje okolja in trajnostni razvoj	☐	☐	☐	☒	
G.07	Razvoj družbene infrastrukture					
G.07.01.	Informacijsko-komunikacijska infrastruktura	☐	☒	☐	☐	
G.07.02.	Prometna infrastruktura	☐	☐	☐	☒	
G.07.03.	Energetska infrastruktura	☐	☐	☐	☒	
G.07.04.	Drugo:	☐	☐	☐	☐	
	Varovanje zdravja in razvoj					

G.08.	zdravstvenega varstva	☐	☐	☐	☐	
G.09.	Drugo:	☐	☐	☐	☐	

Komentar¹⁵

Programska skupina Materiali v gradbeništvu je bila zelo uspešna pri pridobivanju EU projektov, kjer je velikokrat nastopala tudi kot vmesni člen med našimi podjetji in globalnimi raziskavami v EU. Skupno delovanje na razvojno-raziskovalnem področju je domačim podjetjem omogočilo neposreden stik z najnaprednejšimi tehnologijami na posameznih področjih in posredno tudi lažji dostop na zunanje trge. V zadnjem obdobju je bil delež EU sredstev primerljiv, oziroma celo večji od financiranja raziskav s strani ARRS, kar dokazuje smiselnost vlaganja javnih sredstev v omenjeni segment.

Rezultati naših raziskav in mednarodno sodelovanje so omogočili tudi ustrezno in neposredno strokovno podporo različnim Ministrstvom (MP, MOP, MK, MO), agencijam (ARAO, ARSO), direkcijam (DRSC, DŽ) in ostalim državnim inštitucijam.

V določeni meri je raziskovalno delo programske skupine vplivalo tudi na podiplomske programe različnih fakultet s področja gradbeništva, materialov, fizike, kemije, geologije in strojništva. Pri večji odprtosti slovenskih univerz bi bil ta vpliv lahko še bistveno večji, saj pri večini EU projektov sodelujemo z vrhunskimi evropskimi univerzami. Na drugi strani se zaradi omejenega števila habilitiranih raziskovalcev ne vidi realnega vpliva Programske skupine v učnem procesu – tudi, če so bile raziskave del naših projektov, raziskovalci pri diplomskih delih, magisterijih in doktoratih lahko le redko nastopajo kot uradni mentorji ali komentorji.

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 5., 6. in 7. 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

Podpisi:

vodja raziskovalnega programa		zastopniki oz. pooblaščen osebe raziskovalnih organizacij in/ali koncesionarjev
Andraž Legat	in/ali	Zavod za gradbeništvo Slovenije

Kraj in datum:

Ljubljana

21.4.2009

Oznaka poročila: ARRS_ZV_RPROG_ZP_2008/1402

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

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

³ Samo v primeru bistvenih odstopanj in sprememb od predvidenega programa raziskovalnega programa, kot je bil zapisan v predlogu raziskovalnega programa. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

⁴ Navedite največ pet najpomembnejših znanstvenih rezultatov programske skupine, ki so nastali v času trajanja programa v okviru raziskovalnega programa, 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](#)

⁵ Navedite največ pet najpomembnejših družbeno-ekonomsko relevantnih rezultatov programske skupine, ki so nastali v času trajanja programa v okviru raziskovalnega programa, 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, izberite ustrezen rezultat, ki je v Sifrantu 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](#)

⁶ Pomen raziskovalnih rezultatov za razvoj znanosti in za razvoj Slovenije bo objavljen na spletni strani: <http://sicris.izum.si> [Nazaj](#)

⁷ Največ 4.000 znakov vključno s presledki [Nazaj](#)

⁸ Največ 4.000 znakov vključno s presledki [Nazaj](#)

⁹ Za raziskovalce, ki niso habilitirani, so pa bili mentorji mladim raziskovalcem, se vpiše ustrezen podatek samo v stolpec MR [Nazaj](#)

¹⁰ Vpisuje se uredništvo revije, monografije ali zbornika v skladu s Pravilnikom o kazalcih in merilih znanstvene in strokovne uspešnosti (Uradni list RS, št. 39/2006, 106/2006 in 39/2007), kar sodi tako kot mentorstvo pod sekundarno avtorstvo, in delo (na zlasti nacionalno pomembnim korpusu ali zbirki) v skladu z 3. in 9. členom istega pravilnika. Največ 1000 znakov (ime) oziroma 150 znakov (število) vključno s presledki. [Nazaj](#)

¹¹ Navedite oziroma naštejite konkretne projekte. Največ 12.000 znakov vključno s presledki. [Nazaj](#)

¹² Navedite konkretne projekte, kot na primer: industrijski projekti, projekti za druge naročnike, državno upravo, občine ipd. in ne sodijo v okvir financiranja pogodb ARRS. Največ 9.000 znakov vključno s presledki. [Nazaj](#)

¹³ Navedite objavo oziroma prevod (soobjavo) članov programske skupine strokovnega prispevka v slovenskem jeziku, ki se nanaša na povezavo znanja s slovenskim prostorom in za slovensko znanstveno terminologijo (Cobiss tip 1.04, 1.06, 1.07, 1.08, 1.09, 1.17, 1.18, 2.02, 2.03, 2.04, 2.05, 2.06). Napišite naslov (največ 150 znakov vključno s presledki), kratak opis (največ 600 znakov vključno s presledki), navedite, kje je objavljen/a (največ 500 znakov vključno s presledki) ter napišite ustrezno COBISS.SI-ID številko bibliografske enote. [Nazaj](#)

¹⁴ Navedite objavo oziroma prevod (soobjavo) članov programske skupine, povezano s popularizacijo znanosti (Cobiss tip 1.05, 1.21, 1.22, 2.17, 2.19, 3.10, 3.11, 3.12). Napišite naslov (največ 150 znakov vključno s presledki), kratak opis (največ 600 znakov vključno s presledki), navedite, kje je objavljen/a (največ 500 znakov vključno s presledki), ter napišite ustrezno COBISS.SI-ID številko bibliografske enote. [Nazaj](#)

¹⁵ Komentar se nanaša na 18. točko in ni obvezen. Največ 3.000 znakov vključno s presledki. [Nazaj](#)

Obrazec: ARRS-ZV-RPROG-ZP/2008 v1.00a