

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2010-1/15

ZAKLJUČNO POROČILO

O REZULTATIH RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU**1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu**

Šifra projekta	L2-9575	
Naslov projekta	Hidratacija sistema Portland cement-apnenec-elektrofiltrski pepel in vpliv končne fazne sestave na sulfatno odpornost	
Vodja projekta	3373 Venčeslav Kaučič	
Tip projekta	L Aplikativni projekt	
Obseg raziskovalnih ur	3.150	
Cenovni razred	C	
Trajanje projekta	01.2007 - 12.2009	
Nosilna raziskovalna organizacija	104	Kemijski inštitut
Raziskovalne organizacije - soizvajalke		
Družbeno-ekonomski cilj	06.	Industrijska proizvodnja in tehnologija

2. Sofinancerji¹

1.	Naziv	Salonit Anhovo, gradbeni materiali, d.d.
	Naslov	Vojkova ulica 1, 5210 Deskle
2.	Naziv	
	Naslov	
3.	Naziv	
	Naslov	

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA**3. Poročilo o realizaciji programa raziskovalnega projekta²**

Cement je, od kar se je pojavil v dvajsetih letih 19. stoletja, utrdil svojo vlogo kot najbolj razširjen material v gradbeništvu. Zaradi svoje cennosti ter dobrih mehanskih lastnosti je omogočil vsestran razvoj infrastrukture ter bivalnih okolij. V preteklih desetletjih pa so se v moderni družbi začele pojavljajo zahteve o varovanju okolja, zniževanju porabe energije, uporabi stranskih ali odpadnih produktov drugih industrij ter o pristopih k trajnostnemu razvoju materialov na osnovi cementa. Te zahteve so direktno povezane z industrijo cementa, ki je velik porabnik energije in onesnaževalec okolja z ogljikovim dioksidom. Možnost znižanja obremenitve okolja pri proizvodnji

cementa je uporaba mineralnih dodatkov v cementu. S tem količinsko znižamo proizvodnjo klinkerja ter tako znižamo porabo energije, obenem pa se zaradi manjših količin izdelanega klinkerja proporcionalno zmanjšajo tudi emisije CO_2 v okolje. Podrobno poznavanje vplivov mineralnih dodatkov na lastnosti cementa v procesu hidratacije je izredno pomembno. Ti vplivi pogojujejo končne fizikalno-kemijske in mehanske lastnosti ter vplivajo na dolgoročno odpornost cementa na različne korozijske vplive.

V predlagani raziskavi smo se odločili natančno preiskati časovno kinetiko hidratacije ternarnega sistema portland cement (v nadaljevanju: cement)-apnenec-elektrofiltrski pepel (v nadaljevanju: pepel) ter ugotoviti povezave med mineralnimi dodatki ter faznimi sestavami in posledično odpornost specifičnih formulacij na sulfatno odpornost. Tak sistem do sedaj še ni bil podrobnejše raziskan in smo ga izbrali zato, ker v Salonitu Anhovo cemente s podobno sestavo proizvajajo.

V sistemu cement-apnenec poteka reakcija, ki kaže na to, da apnenec ni le inertno polnilo, ampak do neke mere sodeluje v kemijski reakciji z aluminatno fazo pri hidrataciji cementa. Dokaz za to je nastanek tetrakalcijevega monokarboaluminata (v nadaljevanju: monokarboaluminat). Predpostavili smo, da je porazdelitev delcev apnenceva pomemben faktor v procesu hidratacije cementa z apnencem, verjetno pomembnejša kot sama vsebnost CaCO_3 . Če sistem cement-apnenec vsebuje še pepel, ki ima pucolanske in/ali hidravlične lastnosti, se celoten potek reakcij hidratacije znatno spremeni in je o njihovem podrobnejšem poteku v specifičnem sistemu le malo znanega. Za vsak hidratiziran cementni sistem je sulfatna korozija eden od najbolj škodljivih vplivov in vzrok za njegovo propadanje. Vzrok temu je nastanek minerala, taumasita, ki nastaja iz silikatnih, sulfatnih in karbonatnih anionov, ki se nahajajo v hidratiziranih spojinah strnjene cementne paste. Problemi, ki smo jih v naši raziskavi podrobno obdelali in ovrednotili so bili naslednji:

1. Vpliv dodatka elektrofiltrskega pepela na časovni potek hidratacije cementa.
2. Vpliv dodatka pepela na hidratacijo klinkerskih mineralov ter na vsebnost $\text{Ca}(\text{OH})_2$.
3. Kemijska reakcija med pepelom in apnencem ter eventualni vpliv prisotnosti pepela na nastanek monokarboaluminata.
4. Reakcije med aluminosilikatno in steklasto komponento pepela ter cementom in apnencem.
5. Fazna sestava dobro hidratiziranega sistema portland cement-apnenec-pepel.
6. Sulfatna odpornost različnih formulacij sistema portland cement-apnenec-pepel.

Cilj raziskave je bil podrobno spoznati časovni potek reakcij hidratacije v ternarnem sistemu cement-apnenec-pepel ter na osnovi dobljenih spoznanj na koncu ovrednotiti sulfatno odpornost specifičnega sistema. Celoten zbir rezultatov raziskav naj bi omogočil definicijo optimalne formulacije mineralnih dodatkov, ki bi ob ustreznih fizikalno-kemijskih in mehanskih lastnostih pogojevala material z visoko odpornostjo na sulfatno korozijo. Za karakterizacijo osnovnih komponent ter hidratiziranih spojin smo uporabljali sledeče inštrumentalne metode: praškovno rentgensko difrakcijo (v nadaljevanju: XRD), termogravimetrično analizo (v nadaljevanju: TG), vrstično elektronsko mikroskopijo (v nadaljevanju: SEM) in infrardečo spektroskopijo (v nadaljevanju: FTIR).

Cementu, apnencu ter pepelu smo določili vse pomembne kemijsko-fizikalne lastnosti, ki jih moramo poznati ter upoštevati pri formulacijah priprave mešanic za hidratacijo. V cementu (CEM I 52,5 R, Salonit Anhovo), smo s termogravimetrično analizo določili vsebnosti vlage, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ in CaCO_3 zaradi skladiščenja.. Dobljene vsebnosti so bili korekcijski faktorji pri izračunih vsebnosti $\text{Ca}(\text{OH})_2$ in CaCO_3 v hidratiziranih cementih brez dodatkov in z dodatki. Apnenu (Apnenec Černotiče, Salonit Anhovo) smo določili vsebnost CaCO_3 s termogravimetrično analizo ter porazdelitev delcev z lasersko difrakcijo. Pepel, heterogen sistem z nizko vsebnostjo kristalinične in z visoko vsebnostjo amorfne faze, smo okarakterizirali z XRD (mineralne faze, indikacija amorfnega deleža), SEM (morfologija), FTIR (Si-O-Si in Si-O-Al tipi spojin) ter TG (karakteristične izguba mase).

Sintetizirali smo tetrakalcijev monokarboaluminat, ga podrobno okarakterizirali ter s TG določili kinetiko termičnega razpada. Cement brez in z 10- in 20 % dodatki apnenceva smo hidratizirali pri 25 in 40 °C v časovnem obdobju od 3 do 90 dni. Določili smo splošen časovni potek hidratacij, prisotnost in vsebnost nastalih faz, morfologijo strjenih past, stopnje hidratacije ter nastanek specifičnih hidratiziranih faz. Pod enakimi pogojih hidratacije ter z istimi metodami karakterizacije smo preiskali potek reakcij med cementom in pepelom ter med pepelom in apnencem. Hidratizirane produkte ternarnega sistema cement-pepel-apnenec, ki smo jih hidratizirali 90 dni, smo namakali 6 mesecev v 2 % raztopini MgSO_4 pri temperaturi $5\pm1^\circ\text{C}$. Raztopino MgSO_4 smo prve tri mesece menjavali vsak mesec, nato pa ne več.

Pri sintezi monokarboaluminata smo ustrezno določili optimalne pogoje sinteze in dobili produkt z 90,6 % čistostjo. Prisotnost Na^+ ali K^+ ionov zavira nastanek monokarboaluminata. Temperatura sinteze, višja od 70°C je znatno pospešila nastanek nezaželenega hidrogarneta. Celični

parametri sintetiziranega produkta so ustrezali literurnim podatkom za monokristal monokarboaluminata iz nekaj let starega betona. Termični razpad monokarboaluminata poteka v treh stopnjah med 125 in 280 °C ter v dodatni stopnji pri 865 °C. Prvi dve stopnji razpada zelo zavisa od sintezne temperature, preostali dve pa ne.

Reakcije med pepelom in apnencem skorajda ni bilo, oz. je bila stopnja zreagiranosti pepela zelo nizka. Vzrok temu je bila vrsta pepela z visoko vsebnostjo silikatne komponente, ki za pucolansko reaktivnost potrebuje aktivacijo. Po aktivaciji pepela z 10 % dodatkom Ca(OH)₂ sta kot edini dobro kristalizirani fazi nastala etringit, ki pa je imel precej nižjo temperaturo razpada kot etringit v hidratiziranem cementu ter spojina karboaluminatnega tipa s karakteristično temperaturo razpada 860+5 °C.

Pri hidrataciji cementa brez apnenca smo ugotovili največje spremembe v času hidratacije od 7-28 dni; rezultati 3-dnevnih hidratacij so pokazali precejšnja sisanja, 90-dnevna hidratacija pa je le malo doprinesla k faznim sestavam hidratiziranih faz. Dodatka apnenca (10 in 20 %) sta imela velik vpliv na pospešitev hidratacije klinkerskih mineralov, kar je bilo razvidno iz naraščanja vsebnosti Ca(OH)₂, tako z dodatkom apnenca, kot tudi s časom hidratacije.

Hidratacija sistema cement-pepel je potekala v časih 28- in 90 dni brez opaznejših razlik, produkti hidratacij so bili enaki, nekoliko so se razlikovale le njihove vsebnosti. Temperatura hidratacije ni imela izrazitega vpliva, le vsebnost etringita je bila pričakovano večja pri hidratacijah pri 25 °C. Na SEM posnetkih smo v vseh hidratiziranih vzorcih opazili gosto zamreženo CSH fazo, v kateri so se pojavljali paličasti kristali etringita običajnih dimenzijs. Po 90 dneh hidratacije smo na SEM posnetkih nastale morfologije opazili v cementni matriki mnogo praznih luknj, ki so nastale kot posledica zreagiranosti alumino-silikatnih faz, ki sestavljajo cenosfero pepela. Največkrat so v teh luknjah različnih premerov navzven rastli submikrometrski kristali etringita. TG krivulje niso pokazale posebnih razlik med vzorci; prisotnost etringita je bila slabo izražena, stopnja hidratacije sistema pa je bila neodvisna od množine dodanega pepela.

Hidratacija sistema cement-pepel-apnenec je potekala povsem podobno kot hidratacija sistema cement-pepel, skorajda neodvisno tako od trajanja, kot tudi od temperature hidratacije (28- ali 90 dni, 25- in 40 °C). V vseh sistemih so bili po XRD in TG določitvah prisotni etringit, portlandit ter kalcit, vendar jih na SEM fotografijah pri običajnih povečavah skoraj ni bilo možno opaziti. Vsi ti hidratizirani produkti so bili mnogo manjših dimenzijs, kot smo jih poznali v standardni hidratizirani cementni pasti. Sistem je vseboval tudi slabo kristalizirane oz. skoraj amorfne spojine tipa CSH, kar smo lahko opazili na posnetkih rentgenske difrakcije kot dvig ozadja na pozicijah med 20- in 35° 2θ.

Na osnovi študija reakcij v binarnih sistemih cement-apnenec, cement-pepel in pepel-apnenec, smo po študiju ternarnega sistema cement-pepel-apnenec prišli do mnogih novih spoznanj. Glede na trajanje- in temperaturo hidratacije smo ugotovili, da je bil čas hidratacije pomemben faktor, temperatura hidratacije pa zanemarljiv faktor. Največji vpliv dodatkov pri hidrataciji takega sistema je imela granulacija apnenca. Pri uporabi finejše frakcije smo opazili pospešitev začetne hidratacije klinkerskih mineralov cementa, kar je povzročilo v začetni fazi hidratacije nastanek večjih vsebnosti etringita ter portlandita. Prisotnost apnenca je obenem stabilizirala nastali etringit ter preprečila njegov običajni prehod v monosulfoaluminat. Pozitiven vpliv reaktivnosti finejše frakcije apnenca smo opazili tudi na površini cenosfer pepela, kjer so se nabirale tankoplastne hidratizirane faze tipa Ca-Al in Ca-Si-Al s pretežno ploščato, heksagonalno morfologijo. V vseh hidratiziranih mešanicah je bil prisoten tudi monokarboaluminat kot posledica reakcije med apnencem ter aluminatno komponento v cementu, po daljših časih pa tudi z aluminatno komponento v dodanem pepelu. Vsebnosti monokarboaluminata so bile večje, kadar smo uporabili finejšo frakcijo apnenca. Po daljših časih hidratacije (28 dni in dalj) pa je bil v sistemih glavnji proces pucolanska reakcija med aluminosilikatno fazo v pepelu in portlanditom, nastalim pri hidrataciji klinkerskih mineralov v cementu. Posledica tega sta bila nastanka sekundarnega etringita ter dodatne CSH faze, ki je glavni vezivo v hidratiziranem cementu. Dobro hidratiziran ter termodinamsko stabilen sistem cement-pepel-apnenec je po 90 dneh hidratacije vseboval kot glavne kristalizirane faze portlandit, etringit, monokarboaluminat ter nezreagiran apnenec. Prisoten je bil, v večjih množinah, tudi CSH, sicer rentgensko amoren, vendar dobro viden na SEM in FTIR posnetkih. Amorfni del so v glavnem predstavljale hidratizirane Ca-Al in Ca-Al-Si spojine spremenljive sestave, ki so nastale preko hidratacije aluminosilikatne kristalizirane ter amorfne faze v pepelu.

Hidratizirane mešanice, ki smo jih namakali v 2 % raztopini MgSO₄ pri 5±1 °C v obdobju 6 mesecev so pokazale spremembe, ki smo jih lahko smatrali in ovrednotili kot posledice vpliva sulfatnih ionov, t.j. sulfatne korozije. V vseh produktih so bile povišane vsebnosti etringita ter na novo nastale sadre. Taumasit, katerega nastanek je bil glavni cilj raziskave, je bil sicer prisoten, vendar v znatno nižjih vsebnosti kot v cementu z enakimi dodatki apnenca. Ugotovili smo, da je dodatek do 20 % silikatnega tipa pepela k cementu, ki je vseboval 10 ali 20 % apnenca, uspešno zavrl nastanek večjih množin minerala taumasita, ki je glavni vzrok propadanja hidratizirane

cementne paste in posledično betona. Pozitivni vpliv pepela smo pripisali pucolanski reakciji njegove aluminosilikatne faze z nastalim portlanditom iz predhodne hidratacije cementa. Posledično znižanje vsebnosti portlandita ter nastanek dodatnega CSH je ob zunanjem viru dodatnih sulfatnih ionov pogojevalo najprej nastanek sekundarnega etringita zaradi visokega razmerja $\text{SO}_4/\text{Al}_2\text{O}_3$ ter zaradi nizkega topnognega produkta etringita ($\text{pK}_{\text{sp}} = 44$) ter nato sadre. Magnezijevi ioni v preiskovanem sistemu preidejo v netopni magnezijev hidroksid, znižanje pH vrednosti, ki je posledica te reakcije, pa kompenzirajo tako K^+ in Na^+ ion iz pepela in cementa kot tudi del preostalega portlandita. Nastanek taumasita je bil torej pogojen z vsebnostmi razpoložljivih silikatnih ionov iz CSH, portlandita in kalcijevega karbonata. Ugotovimo lahko, da je sistem cement-pepel-apnenec z razmerji 60 %-20 %-20 % po 90 dneh hidratacije zelo odporen proti vplivom sulfatne korozije. Izbrana koncentracija sulfatnih ionov sicer predstavlja izredno agresivem medij, ki mu v praktičnih situacijah v okolju cement verjetno ne bi bil nikoli izpostavljen. Uporaba precej visokih množin mineralnih dodatkov torej omogoča uporabo manj cementa, kar pomeni znatne energetske prihranke ter pomembno znižano obremenitev okolja.

4. Ocena stopnje realizacije zastavljenih raziskovalnih ciljev³

V poteku raziskovalnega projekta smo uspešno realizirali vse zadane naloge, ki so vključevale eksperimentalno delo, karakterizacije produktov ter obdelavo in vrednotenje eksperimentalnih podatkov in rezultatov. Sprememb ali odstopanj v projektu ni bilo.

Za sintezo monokarboaluminata, ki nastaja kot ena od glavnih kristaliziranih faz pri hidrataciji cementa z apnencem, smo določili optimalne pogoje sinteze. Na njegov nastanek je pozitivno vplivala uporaba finejše frakcija kalcijevega karbonata, negativno pa sta vplivali prisotnost Na in/ali K ionov ter temperatura, višja od 70° C. Termični razpad monokarboaluminata, ki ga v literaturi nismo zasledili, je potekal v štirih stopnjah.

Pri hidrataciji cementa z mineralnimi dodatki smo pri vseh sistemih ugotovili, da je bil čas hidratacije bistveno bolj pomemben kot temperatura hidratacije. Pri hidrataciji cementa z apnencem smo ugotovili, da so največje spremembe potekale v času hidratacije od 7-28 dni; 90-dnevna hidratacija pa je le malo doprinesla k faznim sestavam hidratiziranih faz. Velik vpliv smo ugotovili pri cementu z dodatkom fine frakcije apneca ($D_{90} < 2 \mu\text{m}$, $D_{50} = 0,8 \mu\text{m}$): vsebnosti etringita so bile višje, vsebnosti portlandita in nezreagiranega apneca pa nižje. Vsi produkti so vsebovali monokarboaluminat, ne glede na čas hidratacije.

Hidratacija silikatnega tipa pepela z apnencem je bila možna le po predhodni aktivaciji pepela z dodatkom 10 % portlandita; nastale faze so bili slabo kristalizirani hidrat tipa Ca-Al in Ca-Si-Al ter spojine monokarboaluminatnega tipa ter kristaliziran etringit z netipično morfologijo in z nižjo temperaturno obstojnostjo. Stopnja zreagiranosti pepela je dosegla uporabne vrednosti šele po 28 in 90 dneh hidratacije.

Fazne sestave hidratiziranega sistema cement-pepel-apnenec kažejo veliko podobnost s hidratiziranim sistemom cement-pepel. Pri običajnih povečavah SEM preiskav nismo opazili prisotnosti standardnih hidratiziranih spojin, ki smo jih določili z rentgensko difrakcijo in s TG (etringit, kalcit ter portlandit). Sklepamo, da prisotnost aluminijeve komponente ter visoka vsebnost alkalij v pepelu zaustavita normalno rast hidratiziranih spojin ter jih usmerita v rast kristalov nanometrskih dimenzijs.

Sistem cement-pepel-apnenec je po 90 dneh hidratacije pokazal visoko odpornost proti 6-mesečnim vplivom sulfatne korozije. V tem sistemu je še posebej pomemben vpliv pepela, ki je s svojo počasno pucolansko reakcijo temeljito spremenil sestavo hidratiziranih faz v smer območja, ki posledično zavira, v procesu sulfatne korozije, nastanek glavnega škodljivega minerala v hidratiziranem cementu, taumasita.

Številna koristna spoznanja, pojasnитеv izvorov specifičnih interakcij med mineralnimi dodatki v cementu ter njihovi vplivi na fazne sestave ter še posebej na odpornost proti sulfatni koroziji so rezultat uspešno zaključene raziskave. Uporabnost rezultatov bo koristila industrijskemu partnerju pri pripravi novih veziv v smeri trajnostnega razvoja.

5. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega projekta⁴

V projektu ni bilo odstopanj ali sprememb glede na predloge v osnovnem projektu.

6. Najpomembnejši znanstveni rezultati projektne skupine⁵

Znanstveni rezultat

1.	Naslov	<i>SLO</i>	Sinteza in strukturne raziskave Ti-Beta (brez Al)/SBA-15 kompozita	
		<i>ANG</i>	Synthesis and structural investigations on aluminium-free Ti-Beta/SBA-15 composite	
Opis	<i>SLO</i>	Kompozit Ti-Beta (brez Al)/SBA-15 smo pripravili z nanosom raztopine, ki je vsebovala nanodelce Ti-Beta (brez Al), na površino SBA-15 matrike. Prisotnost nanodelcev Ti-Beta (brez Al) v impregacijski raztopini smo potrdili s HRTEM, heksagonalno ureditev por v SBA-15 pa z XRD in TEM metodama. Vgraditev nanodelcev Ti-Beta v stene mezopor v SBA-15 smo potrdili z adsorpcijo dušika, z IR in TG analizami. Preiskava lokalnega okolja vgrajenega titana je pokazala, da je titanova koordinacija 5. Te pozicije lahko služijo kot oksidacijska mesta titana.		
		<i>ANG</i>	An aluminium-free Ti-Beta/SBA-15 composite material was prepared by the post-synthesis deposition of Ti-Beta nanoparticles solution on the SBA-15. The presence of crystalline nanoparticles in the impregnating solution was confirmed by HRTEM. The presence and the deposition of Ti-incorporated zeolitic nanoparticles on the mesopore walls of SBA-15 were proven by nitrogen sorption, IR and TG. The XAS spectroscopy of local environment of incorporated titanium showed that the product contained five fold coordinated framework titanium. These Ti sites can be oxidation titanium sites.	
Objavljeno v		MAZAJ, Matjaž, STEVENS, Wesley J.J., ZABUKOVEC LOGAR, Nataša, RISTIČ, Alenka, NOVAK TUŠAR, Nataša, ARČON, Iztok, DANEU, Nina, MEYNEN, Vera, COOL, Pegie, VANSANT, Etienne F., KAUČIČ, Venčeslav. Synthesis and structural investigations on aluminium-free Ti-Beta/SBA-15 composite. Microporous and mesoporous materials, 2009, vol. 117, no. 1/2, str. 458-465.		
Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek		
COBISS.SI-ID		4066074		
2.	Naslov	<i>SLO</i>	Funkcionalizacija in strukturne karakterizacije poroznih silikatov in aluminofosfatov	
		<i>ANG</i>	Functionalisation and structure characterisation of porous silicates and aluminophosphates	
Opis	<i>SLO</i>	Opisujemo nove dosežke o pripravi in strukturni karakterizaciji s prehodnimi kovinami modifiiranimi nanoporoznimi silikatnimi in fosfatnimi ogrodnimi katalitskimi materiali. Primeri uspešne priprave in funkcionalizacije novih materialov z uporabo hidrotermalne klasične in mikrovalovne sinteze so Mn, Fe ali Ti mikro- in mezoporozni silikati in aluminofosfati, mikro/mezoporozni silikatni kompoziti z nanozeolitnimi delci in mezoporozni aluminofosfatni tanki filmi. Študije strukturnih lastnosti z uporabo XRD, XAS in NMR spektroskopij, plinske adsorpcije in elektronske mikroskopije so razložene.		
		<i>ANG</i>	We present recent achievements in preparation and structure characterisation of transition Me-modified nanoporous silica- and phosphate-based materials for catalytic applications. Successful preparation and functionalisation of new materials using hydrothermal conventional and microwave procedures yielded Mn-, Fe- or Ti-containing micro- and mesoporous silicates and AlPOs, micro/mesoporous silicate composites with nanosized zeolitic particles and mesoporous aluminophosphate thin films. Structure-property relations using XRD, XAS, NMR, gas adsorption and EM characterisations are discussed.	
Objavljeno v		ZABUKOVEC LOGAR, Nataša, NOVAK TUŠAR, Nataša, RISTIČ, Alenka, MALI, Gregor, MAZAJ, Matjaž, KAUČIČ, Venčeslav. Functionalisation and structure characterisation of porous silicates and aluminophosphates. V: VALTCHEV, Valentin (ur.). Ordered porous solids : recent advances and prospects. 1st ed. Amsterdam [etc.]: Elsevier, 2009, str. 101-126.		
Tipologija		1.16 Samostojni znanstveni sestavek ali poglavje v monografski publikaciji		
COBISS.SI-ID		4005914		
3.	Naslov	<i>SLO</i>	Priprava in termično obnašanje kalcijevega monokarboaluminata	
		<i>ANG</i>	The preparation and thermal behavior of calcium monocarboaluminate	
		Monokarboaluminat smo sintetizirali pri 80 °C v času 24 in 48 h in ga karakterizirali z XRD, TG, IR in SEM. XRD ter IR spektri monokarboaluminatov niso pokazali velikih razlik med produkti. Dehidratacija		

	Opis	<i>SLO</i>	kalcijevega monokarboaluminata je potekala v treh- ali štirih stopnjah v odvisnosti od kombinacije izhodnih surovin. Vpliv sinteznih pogojev na način dehydratacije je bil manj izrazit. Glavni vpliv na nastanek kalcijevega monokarboaluminata je imela kombinacija aluminijeve komponente ter dimenzijske velikosti apnenca.	
		<i>ANG</i>	The synthesis of monocarboaluminate starting was performed at 80 °C with synthesis times of 24 and 48 hours. Products were characterized by XRD,TG, IR and SEM. The differences in XRD and IR were small. Thermogravimetric curves revealed three or four dehydration steps of calcium monocarboaluminate indicating different water contents, depending on starting materials combination and, to a lesser extent, on synthesis conditions. The main effect on the formation of calcium monocarboaluminate from the above starting materials was a combination of aluminum source and limestone particle size.	
	Objavljen v	GABROVŠEK, Roman, VUK, Tomaž, KAUČIČ, Venčeslav. The preparation and thermal behavior of calcium monocarboaluminate. Acta chim. slov.. [Tiskana izd.], 2008, vol. 55, no. 4, str. 942-950.		
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek		
	COBISS.SI-ID	4076058		
4.	Naslov	<i>SLO</i>	Vplivi priprave Me-aluminosilikatov (Me = Li, Na, K, Rb in Cs) na produkte	
		<i>ANG</i>	The influences of the way of preparation of Me-aluminosilicates (Me = Li, Na, K, Rb and Cs) on the products	
	Opis	<i>SLO</i>	Študirali smo novo metodo priprave aluminosilikatnih keramičnih materialov ($\text{Me}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2-\text{H}_2\text{O}$) s termično obdelavo sintetiziranih amorfnih aluminosilikatov, pripravljenih na dva načina: z mešanjem Me-silikata in Me-aluminata ter z ionsko izmenjavo Na^+ v aluminosilikatu. Amorfne aluminosilikate smo segreli do temperature prehoda. Nastale kristalinične faze smo okarakterizirali z XRD, IR, EDX, TG/DTG, SEM in TEM. Ugotovili smo povezave med kemijsko sestavo prekurzorjev, metodo priprave ter kemijskimi ter strukturnimi lastnostmi produktov. Določili smo kinetiko nastanka kristalinične faze.	
		<i>ANG</i>	We studied a novel method for the preparation of aluminosilicate-based ceramic materials by the thermal treatment of synthetic amorphous aluminosilicates. Amorphous aluminosilicates in the systems: $\text{Me}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2-\text{H}_2\text{O}$ were prepared by two routes: By mixing Me-silicate- and Me-aluminate solutions and by preparing the ion exchanged $\text{Na}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2-\text{H}_2\text{O}$. Crystalline phases formed were characterized by XRD, IR, EDX, TG/DTG, SEM and TEM. Their structural and chemical properties and formation kinetics are discussed in terms of chemical compositions of precursors and the methods of their preparation.	
	Objavljen v	KOSANOVIČ, Cleo, BOSNAR, Sanja, SUBOTIČ, Boris, NOVAK TUŠAR, Nataša, RISTIČ, Alenka, GABROVŠEK, Roman, KAUČIČ, Venčeslav. The influences of the way of preparation of Me-aluminosilicates (Me = Li, Na, K, Rb and Cs) on the products. Microporous and mesoporous materials, 2008, vol. 112, no. 1/3, str. 542-552.		
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek		
	COBISS.SI-ID	3950106		
5.	Naslov	<i>SLO</i>		
		<i>ANG</i>		
	Opis	<i>SLO</i>		
		<i>ANG</i>		
	Objavljen v			
	Tipologija			
	COBISS.SI-ID			

7. Najpomembnejši družbeno-ekonomsko relevantni rezultati projektnje skupine⁶

	Družbeno-ekonomsko relevantni rezultat
	Hidratacija sistema portland cement-apnenec-elektrofiltrski pepel in vpliv

1.	Naslov	<i>SLO</i>	končne fazne sestave na sulfatno odpornost
		<i>ANG</i>	The hydration of a system portland cement-limestone-fly ash and the influence of final phase composition on sulfate resistance
Opis	<i>SLO</i>	Potek hidratacije v ternarnem sistemu cement-apnenec-pepel je kompleksno področje mnogih reakcij ter njihovih interakcij. V začetku raziskave ugotavljali potek hidratacije v binarnih sistemih cement-apnenec, cement-EFP ter apnenec-EFP. Ovrednotili smo nastale faze ter njihove morfologije. Hidratacija sistema cement-EFP-apnenec poteka neodvisno od časa in temperature hidratacije (28/90 dni, 25/40 °C). Vedno so prisotni etringit, CSH, portlandit in kalcit, ki jih na SEM posnetkih težko opazimo. Hidratizirani produkti so mnogo manjših dimenzij, kot jih poznamo v čistih cementnih sistemih.	
		<i>ANG</i>	Hydration in the system-cement-limestone-fly ash represents a complex area of numerous reactions and their interactions. The investigations dealt with binary systems: cement-limestone, cement-fly ash and limestone-fly ash. Hydrated phases and their morphologies were determined. The hydration of cement-limestone-fly ash is only weakly dependent on time and temperature (28/90 days and 25/40 °C). All products contain ettringite, CSH, portlandite and calcite, but they are not clearly visible on SEM. All these hydrated phases are of much smaller dimensions than in standard hydrated cements.
Šifra		F.14	Izboljšanje obstoječih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov
Objavljen v		GABROVŠEK, Roman. Hidratacija sistema portland cement-apnenec-elektrofiltrski pepel in vpliv končne fazne sestave na sulfatno odpornost : poročilo za raziskovalno obdobje 2007-2008, (Delovno poročilo KI, 2472). Ljubljana: Kemijski inštitut, februar 2009.	
Tipologija		2.13	Elaborat, predštudija, študija
COBISS.SI-ID		4136730	
2.	Naslov	<i>SLO</i>	Hidratacija cementa z dodatki kalcijevega karbonata: vplivi množine dodatka, granulacije ter pogojev hidratacije
		<i>ANG</i>	The hydration of limestone-containing cement: influences of limestone amount added, limestone particle size distribution and hydration conditions
Opis	<i>SLO</i>	Portland cement z 10% in 20% kalcita različnih granulacij (od 0,8 do 40 mm) smo hidratizirali od 3- do 90 dni pri 25 °C. Fazne sestave hidratiziranih produktov smo ovrednotili s TG/DTG in z XRD. Zasledovali smo nastanek kalcijevega monokarboaluminata ter ugotovili odvisnost med dimenzijo delcev kalcita ter intenziteto visokotemperaturnega efekta dekarboksilacije monokarboaluminata na DTG. Vsebnost monokarboaluminata narašča s časom hidratacije, njegova vsebnost po 90 dneh hidratacije (7%) predstavlja pomembno kristalinično fazo v strjeni cementni pasti.	
		<i>ANG</i>	Portland cement with 10 and 20% of calcite of different particle sizes (from 0.8 to 40 mm) was hydrated from 3 to 90 days at 25 °C. Phase composition of hydrated products was evaluated by TG/DTG and XRD. The formation of monocarboaluminate was followed and the relation between calcite characteristic dimension and the appearance of high-temperature DTG effect of monocarboaluminate decarboxylation was established. Monocarboaluminate content increases with hydration time and the content of 7% after 90 days of hydration represents an important crystalline phase in a hardened cement paste.
Šifra		F.14	Izboljšanje obstoječih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov
Objavljen v		GABROVŠEK, Roman. Hidratacija cementa z dodatki kalcijevega karbonata : vplivi množine dodatka, granulacije ter pogojev hidratacije : poročilo za raziskovalno obdobje 2006-2007, (Delovno poročilo KI, 2403). Ljubljana: Kemijski inštitut, maj 2007.	
Tipologija		2.12	Končno poročilo o rezultatih raziskav
COBISS.SI-ID		3730970	
3.	Naslov	<i>SLO</i>	Karakterizacija mikro- in mezoporoznih materialov s kombinacijo rentgenske difrakcije in rentgenske absorpcijske spektroskopije
		<i>ANG</i>	Characterization of microporous and mesoporous solids using complementary diffraction and X-ray absorption spectroscopic techniques
			Eno od pomembnejših vabljenih predavanj na temo karakterizacije mikro- in mezoporoznih materialov je imel prof. Kaučič na 4. Mednarodni FEZA

Opis	<i>SLO</i>	konferenci v Parizu. Raziskovalci programske skupine so svoje rezultate predstavili na več kot desetih vabljenih predavanjih na mednarodnih konferencah. Predavanja utrjujejo prepoznavnost slovenske znanosti in raziskovalnih skupin.
	<i>ANG</i>	An important invited lecture on the topic of the characterization of micro- and mesoporous materials was delivered by prof. Kaučič at the 4th International FEZA Conference in Paris, France in 2008.
Šifra	B.04	Vabljeno predavanje
Objavljeno v		Kaučič, Venčeslav, Zabukovec Logar, Nataša, Arčon, Iztok. Characterization of microporous and mesoporous solids using complementary diffraction and X-ray absorption spectroscopic techniques. V: 2nd International FEZA School, September 1-2, 2008, Paris. Characterization Techniques for Zeolites and Related Materials: State-of-the-Art and Recent Developments (S.l.: s.n.), str. 91-123.
Tipologija	1.06	Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci (vabljeno predavanje)
COBISS.SI-ID	3992602	
4.	Naslov	<i>SLO</i>
		<i>ANG</i>
	Opis	<i>SLO</i>
		<i>ANG</i>
Šifra		
Objavljeno v		
Tipologija		
COBISS.SI-ID		
5.	Naslov	<i>SLO</i>
		<i>ANG</i>
	Opis	<i>SLO</i>
		<i>ANG</i>
Šifra		
Objavljeno v		
Tipologija		
COBISS.SI-ID		

8. Drugi pomembni rezultati projetne skupine⁷

A. Ipavec, R. Gabrošek, T. Vuk, V. Kaučič, J. Maček in T. Meden, Carboaluminate Phases Formation During the Hydration of Calcite-Containing Portland Cement, 16 str. + 2 tabeli + 3 slike; poslano v recenzijo za objavo v Journal of the American Ceramic Society.

9. Pomen raziskovalnih rezultatov projektne skupine⁸

9.1. Pomen za razvoj znanosti⁹

SLO

Znanost o nanomaterialih, kamor spadajo tudi hidratizirani cementi z dodatki, je trenutno v svetu v polnem razmahu, čeprav praktične uporabe, ki jih ti materiali omogočajo, še niso ustrezno izkoriščene. Z našimi raziskavami se vključujemo v moderne svetovne trende na področju nanocementov in se pridružujemo raziskovalni sferi, ki temu področju znanosti posveča vedno več pozornosti. Cement z mineralnimi dodatki, ki vplivajo na uporabne lastnosti, je pomemben nanomaterial. Vse njegove lastnosti (hidratacijo in razvoj hidratiziranih faz, kemijsko in sulfatno odpornost ter vplive okolja) je potrebno raziskati v mikro- in nanoobmočjih.

Pomembni vidiki programa so tudi sodelovanje z industrijskim partnerjem in sodelovanje z raziskovalnimi skupinami po svetu ter publiciranje in diseminacija doseženih rezultatov.

ANG

The science of nanomaterials, which includes also hydrated cements with mineral admixtures, is nowadays in a full swing worldwide, although practical issues and the relevance of their usefulness have not yet been adequately exploited. With our research we will join to the international research community that focuses its research effort to that particular field of science. Cements with mineral admixtures that influence their useful properties represent an important class of nanomaterials. All the properties (hydration, the development of hydrated phases, chemical, environmental and, in particular, sulfate resistance) must be thoroughly investigated both on micro- and nano levels.

The important aspects of this research are also the collaboration with the industrial partner and with international research groups and also the publication and dissemination of research results.

9.2. Pomen za razvoj Slovenije¹⁰

SLO

Materiali, ki smo jih raziskali v okviru projekta, so zanimivi za slovensko industrijo cementa, predvsem za Salonit Anhovo, ki proizvaja podobne cemente in s katerim intenzivno sodelujemo že vrsto let. Razširitev proizvodnje z novimi, okolju prijaznimi cementi z mineralnimi dodatki, bi lahko pomembno pripomogla k zmanjšanju obremenitve okolja ter k večji konkurenčnosti podjetja na evropskih trgih.

Izboljšane korozijske in mehanske lastnosti cementov z mineralnimi dodatki potrjujejo smiselnost njihovega razvoja in podrobnejših raziskav s ciljem praktične uporabe na novih področjih v smeri trajnostnega razvoja novih veziv.

Uporaba pepela omogoča koristno porabo sicer odpadnega materiala ter zmanjšuje potrebe po deponijah v naravi. Uporaba pepela znižuje porabo naravnih surovin in ustvarja trend ohranjanja naravnih virov.

ANG

Materials and systems that were investigated in this project are interesting to Slovenian cement producers, particularly to Salonit Anhovo, the largest Slovenian cement producer, with which we have actively collaborated for more than a decade. The production of novel, environmentally-friendly cements with mineral admixtures can effectively decrease the environmental pollution and can also extend the competitiveness of the company on the European market.

The improved corrosion and mechanical properties of cements with mineral admixtures are the main reasons for their development and further detailed investigations with a view towards their practical novel applications that altogether represent a sustainable development of novel binders.

The use of fly ash enables in the first instance the consumption of otherwise waste material and in the second instance it reduces the needs for the deponies in the environment. The use of fly ash also reduces the consumption of natural resources and thus helps in their conservation.

10. Samo za aplikativne projekte!

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

Cilj		
F.01	Pridobitev novih praktičnih znanj, informacij in veščin	
Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE	
Rezultat		Dosežen
Uporaba rezultatov		V celoti
F.02	Pridobitev novih znanstvenih spoznanj	
Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE	
Rezultat		Dosežen
Uporaba rezultatov		V celoti

F.03	Večja usposobljenost raziskovalno-razvojnega osebja	
Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE	
Rezultat	Dosežen	
Uporaba rezultatov	V celoti	
F.04	Dvig tehnološke ravni	
Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE	
Rezultat		
Uporaba rezultatov		
F.05	Sposobnost za začetek novega tehnološkega razvoja	
Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE	
Rezultat		
Uporaba rezultatov		
F.06	Razvoj novega izdelka	
Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE	
Rezultat		
Uporaba rezultatov		
F.07	Izboljšanje obstoječega izdelka	
Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE	
Rezultat	Dosežen	
Uporaba rezultatov	V celoti	
F.08	Razvoj in izdelava prototipa	
Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE	
Rezultat		
Uporaba rezultatov		
F.09	Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE	
Rezultat		
Uporaba rezultatov		
F.10	Izboljšanje obstoječega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE	
Rezultat		
Uporaba rezultatov		
F.11	Razvoj nove storitve	
Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE	
Rezultat		
Uporaba rezultatov		
F.12	Izboljšanje obstoječe storitve	
Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE	

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

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

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

Komentar

Med praktičnim raziskovalnim delom smo izdelali postopek optimizirane priprave mešanic, ki je omogočal doseganje ustreznih ponovljivosti postopkov hidratacije. Ugotovili smo tudi časovno odvisnost med dejansko fazno sestavo vzorcev ter spremembami, ki nastopajo v času med odvzemom vzorca za analiz ter dejansko izvedbo analize. Zaustavljanje hidratacije s topili in/ali s sušenjem, kot ga priporoča literatura, ne ustreza, ker s tem znatno spremenimo fazno sestavo hidratov, ki je osnova za nadaljnje vrednotenje lastnosti cementne paste. Nova znanstvena spoznanja so bila ugotovitev velikega vpliva fine frakcije apnenca na hidratacijo cementa, velik vpliv trajanja hidratacije, dolgoročen pozitiven vpliv pepela na nastanek ettringita ter dodatnega CSH veziva in, ne nazadnje, slabo izražen vpliv višje temperature hidratacije. Vsebnosti pepela in apnenca v cementu, vsak v količinah do 20 %, kažejo na precejšnje energetske prihranke ter na zmanjšanje obremenitve okolja. Visoka odpornost proti sulfatni koroziji je indikator ustrezne formulacije sistema in kaže trend uspešnega trajnognostnega razvoja takih veziv. Predvsem pri vrednotenjih številnih podatkov inštrumentalnih karakterizacij mnogih kombinacij sistemov smo ovrednotili specifične pristope, ki omogočajo pridobiti čim več pomembnih in predvsem smiselnih rezultatov, ki jih lahko kasneje koristno uporabimo. Metodologija vrednotenja podatkov iz posameznih vrst inštrumentov je pomembna za izračun rezultatov, ki kažejo dejansko stanje materialov, ki jih preiskujemo. Ugotovili smo, da v nekaterih primerih s spremembo izbire fizikalnih karakteristik ter z vsebnostjo mineralnih primes lahko dosežemo boljše lastnosti hidratizirane cementne paste. To še zlasti velja za uporabo pepela, ki znatno in pozitivno vpliva na končno sestavo hidratiziranih faz z vidika njihove odpornosti proti (sulfatni) koroziji.

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

	Vpliv	Ni vpliva	Majhen vpliv	Srednji vpliv	Velik vpliv

G.01	Razvoj visoko-šolskega izobraževanja					
G.01.01.	Razvoj dodiplomskega izobraževanja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.01.02.	Razvoj podiplomskega izobraževanja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.01.03.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02	Gospodarski razvoj					
G.02.01	Razširitev ponudbe novih izdelkov/storitev na trgu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.02.	Širitev obstoječih trgov	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.03.	Znižanje stroškov proizvodnje	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.04.	Zmanjšanje porabe materialov in energije	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.05.	Razširitev področja dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.06.	Večja konkurenčna sposobnost	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.07.	Večji delež izvoza	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.08.	Povečanje dobička	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.09.	Nova delovna mesta	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.10.	Dvig izobrazbene strukture zaposlenih	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.11.	Nov investicijski zagon	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.12.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03	Tehnološki razvoj					
G.03.01.	Tehnološka razširitev/posodobitev dejavnosti	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.02.	Tehnološko prestrukturiranje dejavnosti	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.03.	Uvajanje novih tehnologij	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.04.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04	Družbeni razvoj					
G.04.01	Dvig kvalitete življenja	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.02.	Izboljšanje vodenja in upravljanja	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.03.	Izboljšanje delovanja administracije in javne uprave	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.04.	Razvoj socialnih dejavnosti	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.05.	Razvoj civilne družbe	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.06.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.05.	Ohranjanje in razvoj nacionalne naravne in kulturne dediščine in identitete	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.06.	Varovanje okolja in trajnostni razvoj	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07	Razvoj družbene infrastrukture					
G.07.01.	Informacijsko-komunikacijska infrastruktura	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.02.	Prometna infrastruktura	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.03.	Energetska infrastruktura	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

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

Komentar

--

12. Pomen raziskovanja za sofinancerje, navedene v 2. točki¹¹

1.	Sofinancer	Salonit Anhovo, gradbeni materiali, d.d.							
	Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja projekta je znašala:		35.581,00	EUR					
	Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:		25,00	%					
	Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja					Šifra			
	1.	Rezultati so pomembni za proizvajalca cementa, kjer lahko upoštevajo spremembe ter po potrebi modificirajo pripravo cementnih mešanic za svoje standardne preiskave ter za kasnejšo izdelavo normativov.		F.01					
	2.	Rezultati so pomembni za proizvajalca cementa pri izdelavi ternarnih sistemov. Na podlagi dobljenih spoznanj lahko proizvajalec enostavneje formulira sisteme znotraj določenih standardnih zahtev.		F.02					
	3.	Uskladitev vseh pristopov s proizvajalcem cementa je nujna. Le-ta olajša primerjave ali rezultate, ki bi bili lahko zaradi neenakih postopkov nesprejemljivi glede na zahteve standardov.		F.03					
	4.	Proizvajalec cementa z uporabo večjih množin mineralnih dodatkov pridobi produkt z nižjo proizvodno ceno. Proizvajalec obenem znižuje porabo energije in zmanjšuje emisije v okolje.		F.07					
	5.								
	Komentar								
	Ocena	Raziskani sistem cementa z mineralnimi dodatki ter dobljeni rezultati v okviru projekta so zanimivi za Salonit Anhovo, ker podobne cemente že proizvajamo. Razširitev proizvodnje z novimi, okolju prijaznimi cementi z mineralnimi dodatki bi lahko pomembno pripomogla k zmanjšanju obremenitve okolja ter ohranjanju naravnih virov ter k večji konkurenčnosti podjetja na evropskih trgih. Izboljšane korozijske lastnosti cementov z mineralnimi dodatki potrjujejo smiselnost njihovega razvoja in podrobnejših raziskav s ciljem praktične uporabe na novih področjih v smeri trajnostnega razvoja novih veziv.							
2.	Sofinancer								
	Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja projekta je znašala:			EUR					
	Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:			%					
	Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja					Šifra			
	1.								
	2.								

	3.			
	4.			
	5.			
Komentar				
Ocena				
3.	Sofinancer			
	Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja projekta je znašala:			
	Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:		%	
	Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja			Šifra
		1.		
		2.		
3.				
4.				
5.				
Komentar				
Ocena				

C. IZJAVE

Podpisani izjavljjam/o, da:

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

Podpisi:

Venčeslav Kaučič	in	
podpis vodje raziskovalnega projekta		zastopnik oz. pooblaščena oseba RO

Kraj in datum: Ljubljana, 19.4.2010

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2010-1/15

¹ Samo za aplikativne projekte. [Nazaj](#)

² Napišite kratko vsebinsko poročilo, kjer boste predstavili raziskovalno hipotezo in opis raziskovanja. Navedite ključne ugotovitve, znanstvena spoznanja ter rezultate in učinke raziskovalnega projekta. Največ 18.000 znakov vključno s presledki (približno tri strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

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

⁴ Samo v primeru bistvenih odstopanj in sprememb od predvidenega programa raziskovalnega projekta, kot je bil zapisan v predlogu raziskovalnega projekta. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

⁵ Navedite največ pet najpomembnejših znanstvenih rezultatov projektne skupine, ki so nastali v času trajanja projekta v okviru raziskovalnega projekta, ki je predmet poročanja. Za vsak rezultat navedite naslov v slovenskem in angleškem jeziku (največ 150 znakov vključno s presledki), rezultat opišite (največ 600 znakov vključno s presledki) v slovenskem in angleškem jeziku, navedite, kje je objavljen (največ 500 znakov vključno s presledki), izberite ustrezno šifro tipa objave po Tipologiji dokumentov/del za vodenje bibliografij v sistemu COBISS ter napišite ustrezno COBISS.SI-ID številko bibliografske enote.

Navedeni rezultati bodo objavljeni na spletni strani <http://sicris.izum.si/>.

PRIMER (v slovenskem jeziku):

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

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

Objavljeno v: OBERMAIER, N., PREMZL, A., ZAVAŠNIK-BERGANT, T., TURK, B., KOS, J.. Carboxypeptidase cathepsin X mediates β2 - 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](#)

⁶ Navedite največ pet najpomembnejših družbeno-ekonomsko relevantnih rezultatov projektne skupine, ki so nastali v času trajanja projekta v okviru raziskovalnega projekta, ki je predmet poročanja. Za vsak rezultat navedite naslov (največ 150 znakov vključno s presledki), rezultat opišite (največ 600 znakov vključno s presledki), izberite ustrezni rezultat, ki je v Šifrantu raziskovalnih rezultatov in učinkov (Glej: <http://www.arrs.gov.si/sl/gradivo/sifranti/sif-razisk-rezult.asp>), navedite, kje je rezultat objavljen (največ 500 znakov vključno s presledki), izberite ustrezno šifro tipa objave po Tipologiji dokumentov/del za vodenje bibliografij v sistemu COBISS ter napišite ustrezno COBISS.SI-ID številko bibliografske enote.

Navedeni rezultati bodo objavljeni na spletni strani <http://sicris.izum.si/>. [Nazaj](#)

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

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

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

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

¹¹ Rubrike izpolnite/prepišite skladno z obrazcem "Izjava sofinancerja" (<http://www.arrs.gov.si/sl/progproj/rproj/gradivo/>), ki ga mora izpolniti sofinancer. Podpisani obrazec "Izjava sofinancerja" pridobi in hrani nosilna raziskovalna organizacija – izvajalka projekta. [Nazaj](#)

Obrazec: ARRS-RPROJ-ZP/2010 v1.00a
7B-6D-4A-90-7A-43-CE-7A-44-09-B9-AD-C7-6F-4D-72-D6-0B-96-24