ISTRAŽIVANJA NA PODRUČJU MATERIJALA I NJIHOVE PRIMENE

Sekula ŽIVKOVIĆ
Dragica JEVTIĆ
Vlastimir RADONJANIN

Generalni izveštaji i prikaz radova
UDK: 691.07-405+692.07.004.1"312" = 861

Razvoj na području materijala, a to važi i za građevinske materijale, danas i dalje teče na osnovama naučne discipline pod nazivom nauka o materijalima. Ova nauka, koja povezuje fiziku i fizičku hemiju čvrstog stanja materije, predstavlja veoma efikasan aparat za uspešno tumačenje i rešavanje praktično svih problema na području materijala, prvenstveno u segmentu opštih zakonitosti dobijanja određenih tipova materijala, ali i na polju ispitivanja i istraživanja materijala u najopštijem smislu. Okosnicu ove nauke predstavlja tzv. strukturalistički koncept, prema kome se uslovi formiranja određenih materijala i determinisanje njihovih svojstava u najvećoj meri svode na funkcionalnu relaciju koja povezuje karakteristike materijala i njihov sastav, odnosno strukturu. Međutim, zbog kompleksnosti problematike o kojoj je reč, karakteristike materijala se nužno moraju sagledavati i kroz faktor tehnologije, tako da se u okviru nauke o materijalima svojstva materijala uvek razmatraju kao rezultat simultanog delovanja sledećih uticajnih parametara: sastava u najširem smislu reči, tehnologije proizvodnje i ostvarene strukture.

Iako se ne može govoriti o *građevinskoj hemiji* kao samostalnoj grani hemije, ipak se teško može poreći činjenica da disciplina građevinskih materijala, a posebno oblast tehnologije tih materijala, danas predstavlja vrlo važnu granu opšte hemijske tehnologije. To je područje u kome imaju primenu mnogi zakoni i principi neorganske, organske i koloidne hemije, a u kome do punog izražaja dolazi i primena opštih metoda hemije i fizičke hemije: hemijske termodinamike, statističke mehanike (koja se bazira na molekularnoj prirodi tela) i učenju o strukturi atoma i molekula. Zbog toga se danas u literaturi koja se šire bavi problematikom građevinskih materijala - njihovom tehnologijom i primenom - sve više sreće sintagma *hemija građevinskih materijala* koja vrlo adekvatno odražava suštinu i prirodu problema koji se metodama hemije i fizičke hemije tumače i rešavaju na području graditeljstva.

Uzimajući u obzir navedeno, za veliki broj savremenih građevinskih materijala se sasvim osnovano može govoriti da su zasnovani na *hemijskoj osnovi*, a šire gledano može se govoriti i o danas vrlo prisutnoj *hemizaciji graditeljstva*, tj. o sve većoj prisutnosti novih materijala koji se formiraju na bazi različitih hemijskih i fizičko-hemijskih procesa vođenih ne samo u industrijskim uslovima, već i na samim gradilištima (*in situ*) i pod kontrolom graditelja. U takve nove materijale spadaju i različite hemijske supstance koje se u većim ili manjim količinama mešaju sa tradicionalnim materijalima i koje, u hemijskoj ili fizičko-hemijskoj interakciji sa njima, proizvode povoljne efekte u odnosu na finalne materijale koji se na osnovu takvih procesa dobijaju.

Filozofija nauke o materijalima, uz "hemizaciju" o kojoj je napred bilo reči, omogućila je u novije vreme i vrlo intenzivan razvoj jedne specifične vrste savremenih složenih materijala - tzv. kompozita. Reč je o veštačkim materijalima koji se dobijaju kombinovanjem na makro planu više elementarnih materijala, a sa ciljem optimizacije svojstava tako dobijenih novih materijala, odnosno, tačnije rečeno, materijalnih sistema. Kombinovanje se u ovakvim slučajevima ne zasniva na primeni nekih mehaničkih spojnih sredstava, već ono podrazumeva zajednički rad elementarnih materijala isključivo uspostavljanjem određenih atomskih veza, odnosno dejstvom različitih unutrašnjih (međumolekulskih) sila. Ovako shvaćeni kompozitni materijali uključuju u sebe i mnoge tradicionalne materijale, kao što su malteri, betoni i dr., koji se danas, sasvim ispravno, i tretiraju kao svojevrsni kompoziti - kompoziti tipa aglomerata. Ovde, međutim, treba napomenuti da u građevinskoj praksi, osim navedenih kompozita-aglomerata, primenu imaju i druge vrste ovakvih materijala - armirani kompoziti, kompoziti-laminati, materijali sa modifikovanim površinskim slojem, i dr.

Adrese autora:
Prof. dr Sekula Živković, dipl.inž.građ.
Prof. dr Dragica Jevtić, dipl.inž.tehn.
Institut za materijale i konstrukcije Građevinskog fakulteta
Bulevar kralja Aleksandra 73, Beograd
Doc. dr Vlastimir Radonjanin, dipl.inž.građ.
Fakultet tehničkih nauka - Institut za građevinarstvo
Trg Dositeja Obradovića 6, Novi Sad

Izložena orijentacija u istraživanjima na području građevinskih materijala generalno zasnovana na konceptu nauke o materijalima i "hemizaciji" graditeljstva, posebno se ogleda na nekoliko područja te discipline, o čemu će u daljem biti nešto više reći.

Na području keramičkih materijala istraživanja i razvoj se zasnivaju na činjenici da te materijale u opštem slučaju konstituišu četiri osnovna elementa: kristalna faza, staklasta faza, neproreagovana zrna i pore i da od udela ovih elemenata zavisi struktura i kvalitet proizvoda. Bolje sinterovani proizvodi uvek će imati manji udeo pora, veću gustinu i bolja mehanička svojstva.

Razvoj keramičkih materijala ide i u pravcu smanjenja težine finalnih proizvoda bez uticaja na njihovu čvrstoću. To je stoga što se od tzv. ciglarskih proizvoda zahteva istovremeno zadovoljavanje i visokog nivoa fizičko-mehaničkih svojstava i termotehničkih karakteristika. U vezi sa ovim, razvoj ide u pravcu proizvodnje poroziranih keramičkih elemenata, koji su u odnosu na tradicionalne i znatno većih formata.

Savremeni keramički materijali su rezultat istraživanja u oblasti materijala, koja su sistematski projektovana radi dobijanja materijala sa unapred zadatim svojstvima. Savremeni keramički materijali obuhvataju vrlo veliki broj novih konstrukcionih materijala koji su po hemijskoj prirodi veoma različiti. Oni treba da zadovolje zahteve savremene tehnike kao što su visoke temperature, pritisak i dr. U keramičkoj mikrostrukturi ovih materijala nema staklaste faze ili su njene količine male u odnosu na kristalnu fazu. Na svojstva keramičkih proizvoda osim faznog sastava, veoma mnogo utiče raspodela i veličine pora i kristalnih zrna.

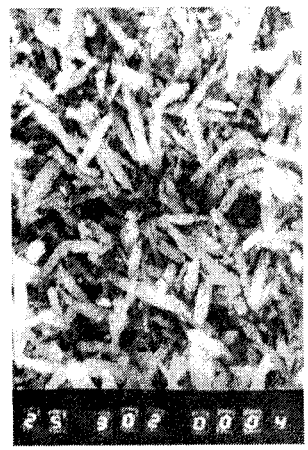
Treba reći da fizička, hemijska i tehnološka svojstva keramičkih materijala određuju njegovu primenu, a ta svojstva su direktno funkcija strukture i prirode hemijske veze u strukturi konstituenata svakog materijala.

Ako se govori o novim horizontima u oblasti keramike, a to isto važi i za oblast stakla, četiri pravca se nesumnjivo izdvajaju: zeoliti, superprovodna keramika, nanokeramički materijali i optička vlakna.

Nanokeramički materijali, o kojima će u daljem biti nešto više reči, su jedna od novih, obećavajućih oblasti u savremenim materijalima. Njihova glavna odlika je veličina čestica od kojih se polazi i koje su nanodimenzija: nekoliko milijarditih delova metra. U odnosu na veličine uobičajenih čestica keramičkih prahova, to je kao "veličina sportske jedrilice od desetak metara prema Zemljinoj kugli" kako reče jedan istraživač u ovoj oblasti. Ovako sitne čestice, presovane i sinterovane, daju materijale sa potpuno neočekivanim svojstvima. Tako je, na primer utvrđeno da se keramički materijali od nano prahova ponašaju kao veoma duktilni, jer se mogu plastično deformisati klizanjem čestica jednih u odnosu na druge, pa otud nema klasičnog krtog loma koji je karakterističan za tradicionalne keramičke materijale.

Neoksidni keramički materijali predstavljaju visokokvalitetne keramičke materijale izuzetnih svojstava (sintetička keramika). To znači da se polazni prahovi koji se koriste za njihovu sintezu ne nalaze u prirodi, već se dobijaju sintezom izgrađivačkih elemenata. Najizrazitiji predstavnici te grupe materijala su Si_3N_4 (silicijum - nitrid), SiC (silicijum-karbid), AlN (aluminijum-nitrid) i dr. Ovi materijali se odlikuju velikom tvrdoćom, otpornošću na koroziju, na oksidaciju, kao i na termičke šokove.

Na sl. 1 prikazana je tipična mikrostruktura silicijum - nitrida (Si_3N_4) koja se sastoji od međusobno isprepletanih štapičastih zrna.



Slika 1. Mikrostruktura silicijum - nitrida (Si3N4)

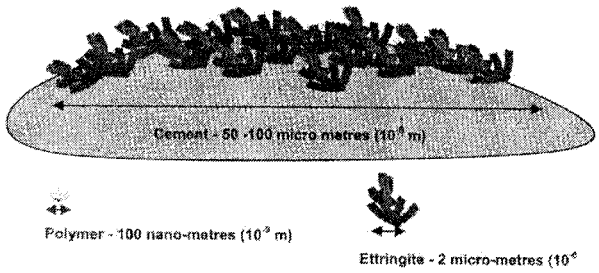
Poslednjih godina svedoci smo velikog interesa naučnika u oblasti nanotehnologije i brojnih istraživanja u okviru velikih kompanija kao što su IBM, Motorola, Hitachi, Dow Chemical, Ford, 3M, General Motors. U poslednje dve, tri godine trošeno je oko 2 biliona dolara godišnje za razvoj ove oblasti u tehnički razvijenim zemljama. Najveće interesovanje naučnika je u oblasti materijala, a zatim sledi polje elektronike, biotehnologije i dr. S tim u vezi posebna pažnja je posvećena razumevanju fenomena na nano nivou (hidratacija cementa, reološka svojstva, koroziona otpornost), ili modifikaciji nano strukture materijala kao što su čelik/metali, keramika/ staklo, polimeri, cement, beton ili različiti kompoziti.

Poslednjih godina evidentna je primena nanotehnologije i kod novog tipa aditiva za beton - hemijskih dodataka tipa superplastifikatora devete i desete generacije koji zadovoljavaju visoke performanse betona kako u svežem, tako i u očvrslom stanju. Ovde se radi o superplastifikatorima neophodnim za spravljanje tzv. samozbijajućeg betona.

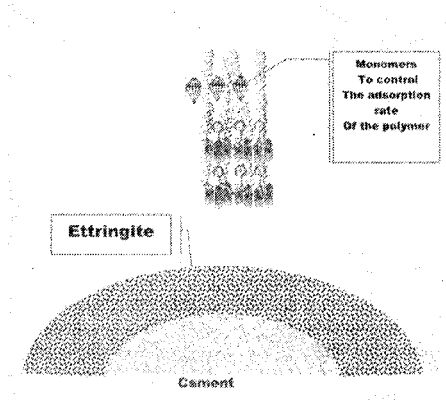
Ako pogledamo razvoj hemijske industrije na primeru hemijskih dodataka tipa plastifikatora, videćemo da se 60-tih godina prošlog veka radilo o onim na bazi lignosulfonata, 70-tih godina o onim na bazi melamin formaldehida, a 90-tih godina onim na bazi karboksilnih eter polimera.

Prednost nove generacije hemijskih dodataka je u tome da održavaju sleganje (slump) i više od 90 minuta, čak i pri povišenoj temperaturi ambijenta. Prema tome, sinergetsko dejstvo organske hemije (polimera) i neorganske hemije (cement) kod napred pomenutog hemijskog dodatka tipa karboksilnih eter polimera (polikarboksilata), koji poseduju i bočne lance koji su pvoezani sa polimernom strukturom, čine mogućim održavanje konzistencije tokom vremena zahvaljujući svom steričnom efektu, tj. zadržavanju čestica na određenoj udaljenosti.

Hipoteza o mehanizmu reakcije koju je dao M. Corradi prikazana je na sl. 2 i sl. 3.



Slika 2. Mehanizam dejstva superplastifikatora



Slika 3. Efekat "padobrana" monomera superplastifikatora

Na ovim slikama vidi se da nove funkcionalne grupe monomera služe kao tzv. padobrani usporavajući adsorpciju i tako održavajući sleganje.

Plastični materijali kao savremeni sintetički materijali koj su u XX veku napravili pravi tehnički "bum" i dalje su predmet intenzivnog istraživanja. Razlog za ovo je svakako činjenica i da se plastični materijali mogu tretirati kao kompoziti čija je svojstva u funkciji sastava i strukture, kao i primenjene tehnologije proizvodnje, moguće modelirati tako da se dobiju materijali ili proizvodi zahtevanih - povoljnih svojstava, ali u velikom broju slučajeva sa značajnom prednošću u odnosu na druge materijale - sa srazmerno niskom cenom koštanja. Prognozira se da će u ne tako dalekoj budućnosti ovi materijali u još daleko većem obimu nego danas, postati supstitucija za mnoge tradicionalne materijale, i da će mnogi od njih u primeni prevazići još uvek na nekim poljima nezamenljive materijale, na primer, metale.

S obzirom na tehničku i ekonomsku superiornost u odnosu na niz tradicionalnih materijala, plastični materijali su našli primenu kako na području proizvodnje predmeta široke potrošnje, tako i u praktično svim oblastima tehnike. Oni se danas u najvećem procentu dobijaju na bazi polimera sintetizovanih od sekundarnih produkata petrohemijske industrije, ali isto tako i na bazi komponenata dobijenih preradom uglja i prirodnog gasa. Srazmerno razvoju u tim industrijskim granama, a u nekim slučajevima i brže, teče i današnji razvoj na polju tehnologije plastičnih materijala. Prema nekim statistikama, godišnja stopa povećanja proizvodnje tih materijala u svetskim okvirima kreće se između 5 i 10%, što u poređenju sa cca 2% godišnjeg porasta proizvodnje tradicionalnih materijala, vrlo ubedljivo govori o mestu koje "plastika" već danas zauzima u svetskoj privredi, ali i u životu uopšte.

Proizvodi od plastičnih materijala (masa) koji se već duže koriste u savremenom građevinarstvu, a takođe i dalje istražuju, mogu se podeliti na tri osnovne grupe:

- plastične mase sa ograničenim sadržajem, ili potpuno bez punilaca, koje pored polimera u svom sastavu mogu da imaju još pigmente, katalizatore, plastifikatore i stabilizatore;
- plastične mase sa zrnastim (praškastim) puniocima, koje u opštem slučaju, osim polimera i punilaca, sadrže i druge neophodne komponente (u ovu grupu se ubrajaju i penoplasti i poroplasti - mase sa "puniocima" u obliku vazdušnih mehurića);
- plastične mase sastavljene od nekoliko različitih makrostrukturnih konstituenata - kompoziti tipa armiranih i višeslojnih plastičnih materijala.

Navedeni opšti tipovi plastičnih materijala (masa) primenjuju se kako u visokogradnji, tako i u niskogradnji, hidrogradnji, instalaterskim i završnim završnim građevinskim radovima.

Nadalje, samo će se generalno pobrojati osnovne grupe plastičnih materijala namenjenih za primenu u građevinarstvu koje se i danas istražuju i usavršavaju:

- Materijali za pokrivanje podova
- Hidroizolacioni materijali
- Hermetici
- Materijali i proizvodi specijalno namenjeni za pokrivanje krovova
- Kruti nearmirani i armirani proizvodi
- Termoizolacioni materijali
- Materijali za zvučnu zaštitu.
- Plastični materijali tipa gipkih armiranih membrana
- Vlakna i "žice" ("konci")
- Materijali za oblaganje, pregrađivanje i unutrašnju dekoraciju
- Cevi
- Materijali za antikorozionu zaštitu - boje i lakovi
- Ležišta za konstrukcije
- Elementi - profili za izradu građevinske stolarije
- Polimer-malteri i polimer-betoni
- Modifikatori svojstva bitumena, asfaltnih mešavina i cementnih maltera i betona

U oblasti mineralnih veziva, odnosno cemenata, prisutan je i dalje tretman cemenata kao svojevrsnih kompozita u koje, osim portlandcementne komponente ulaze i različiti mineralni-latentno-hidraulični (pucolanski) i/ili inertni dodaci. Ovakav koncept sastava cemenata danas je široko prihvaćen u svetu i u njima se sreće veoma širok spektar različitih dodataka kao što su oni tipa pucolana i zgure, letećeg pepela, sagorelog škriljca, silikatne prašine i sl. do kvarcnog peska, kamenog brašna i dr. Ovi dodaci predstavljaju dopunske cementne materijale koji, s jedne strane smanjuju utrošak velike količine energije i emisiju ugljen dioksida pri proizvodnji cementa, a sa druge strane omogućavaju modeliranje svojstava određenog cementa sa tačno zahtevanim fizičko-mehaničkim, reološkim i toplotnim karakteristikama i trajnošću.

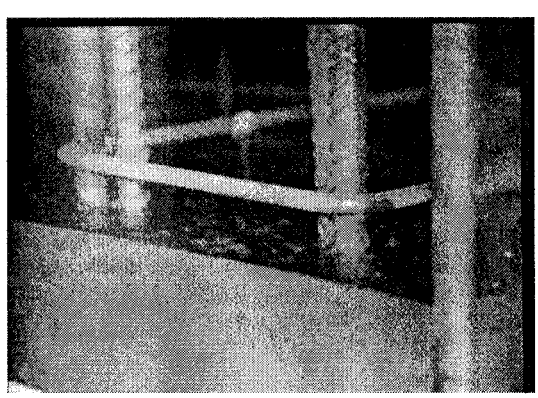
Poslednjih godina intenzivno se istražuje mogućnost primene metakaolina kao dodatka cementu tipa pucolana zbog poznatih efekata kao što su veća otpornost na hemijsku koroziju (hlor jone i morsku vodu) i alkalno-silikatnu reakciju, kao i uticaj na strukturu pora

u pastama i malterima. Istraživanja su pokazala da prisustvo metakaolina može da redukuje ekspanziju i smanji količinu dostupnog $Ca(OH)_2$, kao i odnos $Ca(OH)_2/SiO_2$ (aktivni) i na taj način spreči kako formiranje bubrećeg gela tako i eflorescenciju. Smatra se da će se istraživanja u ovoj oblasti nastaviti i da će predmet istraživanja biti iznalaženje optimalnog procenta dodatka metakaolina za zahtevani nivo poroznosti betona.

Svakako treba pomenuti i upotrebu silikatne prašine kao pucolanskog dodatka koji hemijskim reakcijama sa cementom, a i fizičkim putem (veličinom čestica) utiče na svojstva maltera i betona. Dodatak silikatne prašine je posebno važan pri spravljenju samozbijajućeg betona (SCC), o čemu govore brojni radovi u ovoj oblasti.

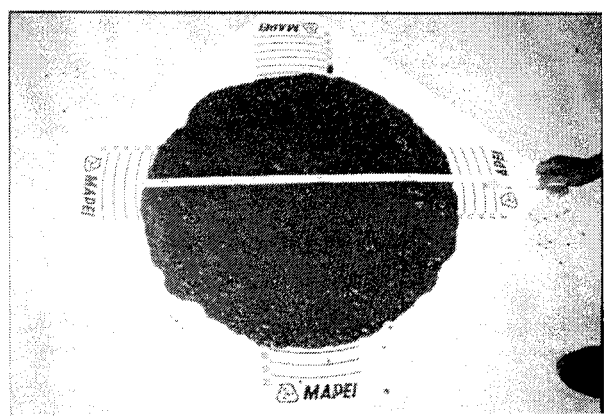
U istraživanjima iz oblasti betona može se slobodno reći da poslednjih dvadesetak godina dominiraju dve osnovne, međusobno svakako povezane teme: Samozbijajući betoni i Trajnost betona, odnosno betonskih konstrukcija.

Samozbijajući betoni (Self Compacting Concrete ili SCC), čija su istraživanja i prve praktične primene počele u Japanu početkom osamdesetih godina tek minulog veka, nastali su upravo kao rezultat traganja za povećanjem trajnosti betona i betonskih konstrukcija. Naime, usled sve većeg nedostatka kvalifikovane radne snage za kvalitetno ugrađivanje betona, dramatično su se ukazale dve međusobno suprotsavljene činjenice. Sa jedne strane, brz napredak na polju razvoja projektovanja i proizvodnje vrlo kvalitetnih betonskih mešavina, visoke kompaktnosti, pa samim tim i potencijalno visoke trajnosti, a sa druge strane nastavljanje tendencije brze degradacije betonskih konstrukcija. Stoga je moto japanskih istraživača bio da se počne sa projektovanjem i proizvodnjom takvih betonskih mešavina kojima bi se eliminisao ili bar sveo na najmanju meru uticaj ljudskog faktora na kvalitet izvođenja betonskih konstrukcija. Kao rezultat ubrzo je rođena ideja: napraviti beton koji se može kompaktirati bez vibriranja, odnosno koji će u potpunosti ispuniti (filling ability) prostor ograničen oplatom betonskog elementa (videti sl. 4.), samo pod uticajem svoje sopstvene težine, odnosno sile gravitacije.

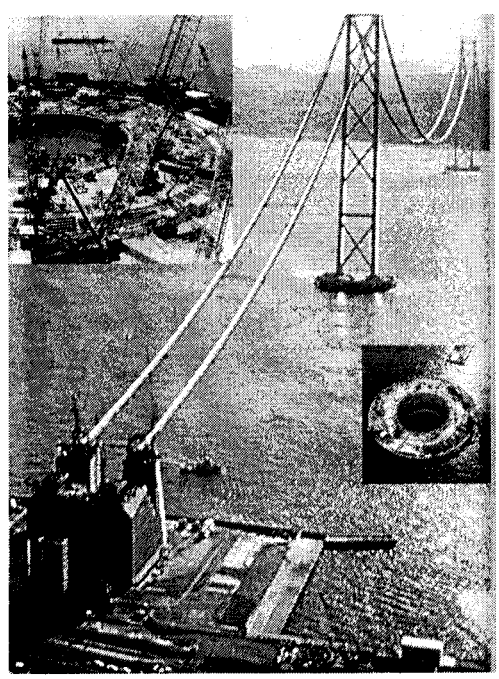


Slika 4. Popunjavanje oplate samozbijajućim betonom (SCC)

Značajan "potencijalni kapital" japanski istraživači su imali u tada već veoma razvijenoj tehnoligiji proizvodnje hemijskih dodataka tipa superplastifikatora, sa visokom moći redukcije vode (HRWRA). Trebalo je još samo naći odgovor na pitanje kako da takav beton, koji dakle, mora da poseduje visok stepen fluidnosti, istovremeno bude i otporan na segregaciju krupnog agregata i posebno na izdvajanje vode u mešavini. Relativno lako se zaključilo da bi u tom smislu trebalo povećati učešće najsitnijih čestica, koje bi, uz adekvatno smanjenje udela najkrupnije frakcije i ograničenje njenog najvećeg zrna, ostvarilo bolju povezanost (kohezivnost) mešavine. Do krajnjeg cilja ostao je još samo korak, koji je učinjen primenom jedne nove vrste aditiva- modifikatora viskoziteta (Viscosity Modifying Admixture-VMA), kojim se, bez uticaja na fluidnost mešavine, dodatno povećao stepen njene povezanosti. Kao rezultat, dobijen je beton koji se nakon punjenja i odizanja Abramsovog konusa putem tečenja (slump flow test) rasprostire u prečniku preko 60 cm (sl. 5.), a da pritom poseduje visoku otpornost na sve vidove segregacije. Već 1993. godine samo u ankerne blokove mosta Akashi Kaikyo u Japanu ugrađeno je cca 250000 m^3 ove vrste betona (sl. 6.).



Slika 5. Test sleganja razlivanjem ("Slump-flow")



Slika 6. Izgradnja ankernih blokova mosta Akashi Kaikyo u Japanu

Kod nas su prva eksperimentalna istraživanja i objavljivanje prvih radova u ovoj oblasti počela 2002. godine, da bi već u prvoj polovini tekuće godine počela i uspešna primena samozbijajućeg betona. Tako je ovim betonom u Novom Beogradu izbetonirana temeljna ploča, sa kapitelima stubova i podvlakom, poslovnog objekta "European Business Centar" zapremine cca 3000 m^3.

Samozbijajućim betonom, koji se danas vrlo široko primenjuje na svim kontinentima, ostvarena je ne samo mogućnost bržeg izvođenja betonskih konstrukcija, već iznad svega potpuno osnovana pretpostavka da će se primenom ovakvog betona u armiranobetonskim elementima i konstrukcijama dobiti kvalitetno, potpuno zbijeni zaštitni slojevi i time značajno unaprediti njihova trajnost.

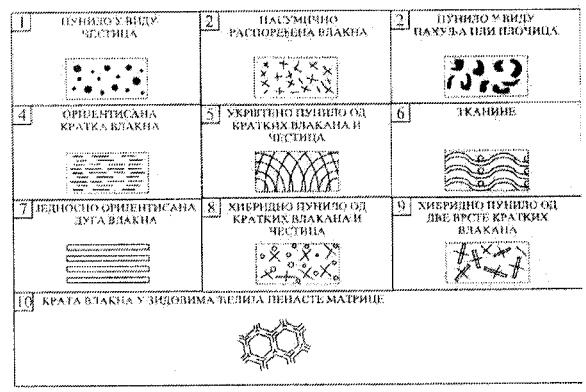
U vezi sa istraživanjima vezanim za trajnost betona i betonskih konstrukcija, koja su se krajem prošlog veka u najvećoj meri odnosila na objekte u moru i u blizini mora, potrebno je istaći da se došlo do nesumnjivog zaključka da u ovakvim sredinama osnovni uzrok brze degradacije betonskih konstrukcija predstavlja korozija armature izazvana uticajem hlorida. Iz tih razloga se, umesto ranije vrlo široke primene sulfatno otpornih portland cemenata (niskog sadržaja minerala C_3A), danas u ovakvoj sredini, u kojoj, dakle, postoji istovremena izloženost betona i sulfatima i hloridima, primenjuju portland cementi sa umerenim (8-10%) sadržajem ovog minerala. Razlog za ovo je činjenica da C_3A ima veliku sposobnost vezivanja slobodnih hlorida, prodrlih u beton penetracijom morske vode.

Koliko se problemu trajnosti betona, odnosno betonskih konstrukcija pridaje veliki značaj govori i činjenica da se u evropskom standardu za beton EN 206-1: 2000 **Beton – Deo 1: Specifikacija, svojstva, proizvodnja i kontrola saglasnosti** na prvom mestu (tačka 4.1) poglavlja *4. Klasifikacija* ne daju *Klase čvrstoće* betona, već *Klase izloženosti prema delovanju sredine*. Razume se da "*klase izloženosti*" ne znače istovremeno i "*klase trajnosti*" betona, ali nema sumnje da je ovako značajnim tretmanom uticaja sredine na betonske konstrukcije već učinjen značajan korak ka tome. Sadašnja istraživanja na ovom polju, koja su započela čak nešto ranije nego istraživanja samozbijajućih betona, usmerena su upravo ka preciznom definisanju samog pojma "*klase trajnosti betona*", podeli betona prema ovim klasama i postupku projektovanja betonskih mešavina sa aspekta trajnosti.

U svetu se takođe vrše veoma obimna istraživanja na području tzv. mikroarmiranih maltera i betona. U okviru ovih materijala kao armatura se primenjuju različita vlakna (metalna, sintetička, biljna), što omogućava da se u velikoj meri eliminišu poznati nedostaci klasičnih maltera i betona - niske čvrstoće pri zatezanju i male žilavosti. Savremeni reparaturni malteri i betoni često se izrađuju sa dodatkom različitih tipova vlakana. Vlakna o kojima je reč mogu biti od čelika, polipropilena, ugljenika, alkalnootpornog stakla i dr. Njihovom upotrebom, osim osnovnog efekta povećanja zatezne čvrstoće i žilavosti konkretnog kompozita, ostvaruju se i dopunski efekti kao: smanjivanje mogućnosti pojave prslina usled skupljanja cementa, obezbeđenje tiksotropnosti mešavina u svežem stanju i dr.

Istraživanja u ovoj oblasti idu i u pravcu kombinovanja različitih vrsta vlakana (hibridni mikroarmirani kompoziti), kao na primer čeličnih i polipropilenskih, u cilju uspešnijeg modeliranja svojstava maltera i betona (sl. 7.).

Na području maltera najveći broj istraživanja se sprovodi u oblasti tzv. reparaturnih maltera. U ovim materijalima najveću primenu od veziva i danas imaju cementi, pri čemu se u najvećem broju slučajeva ide na korišćenje "čistih" portland cemenata ili portland cemenata sa manjim sadržajem latentnih hidrauličnih dodataka (zgura, pucolani, elektrofilterski pepeo i dr.). Pored toga koriste se i druge vrste cemenata, kao što su sulfatnootporni cementi, aluminatni cement i dr. što je u prvom redu uslovljeno dobijanjem maltera i betona potrebne hemijske otpornosti.



Slika 7. Prikaz različitih mogućnosti ojačanja polimerne matrice

Suština primene pojedinih vrsta cemenata najčešće se, međutim, svodi na to da se njihovom upotrebom u prvom redu dobiju malteri i betoni visokih krajnjih, ali isto tako i visokih početnih čvrstoća. U vezi sa ovim danas se u reparaturnim malterima i betonima, zajedno sa odgovarajućim cementima koriste i mnogi uobičajeni dodaci - aditivi tipa plastifikatora, superplastifikatora, akceleratora, specifičnih dodataka za prskane (torkret) betone i dr., a takođe i niz dodataka mineralnog porekla među kojima na prvo mesto dolazi silikatna prašina (silica fume), koja se uglavnom koristi u količinama do 10% u odnosu na masu upotrebljenog cementa.

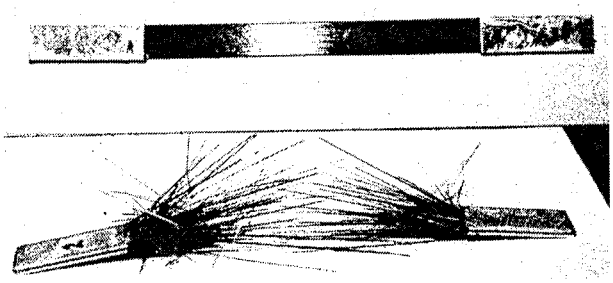
Osim primene klasičnih mineralnih veziva, istraživanja se sprovode i u pravcu primene polimera od kojih se danas za sanacione radove najviše primenjuju epoksidi (tačnije rečno formulacije u okviru kojih dominantan udeo čine epoksidne smole), a takođe i poliuretani, poliesteri i dr. kao i različiti elastomeri i termoplastični polimeri u vidu vodenih disperzija: lateksi, poliakrilati, poliacetati i dr. Logično, pomenute disperzije su, s obzirom na svoj sastav, uvek kompatibilne sa vodom, pa se one koriste u tzv. polimerom modifikovanim kompozicijama na bazi cementa, tj. u kompozitima tipa premaza, namaza, pasta, injekcionih masa, maltera i betona koji se spravljaju sa vodom.

S obzirom na sastav, navedeni reparaturni malteri mogu biti:

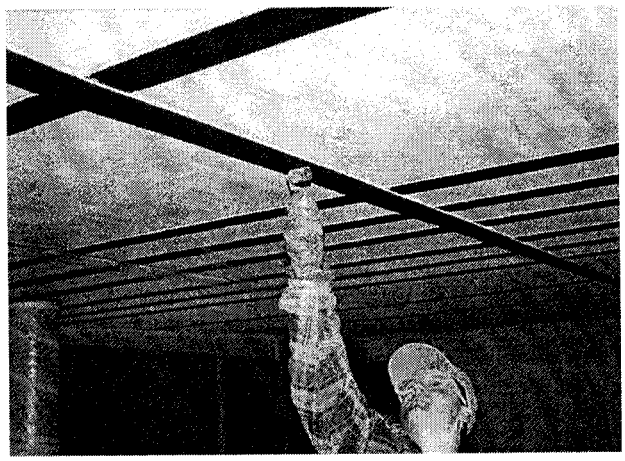
- cementni malteri;
- cementni malteri sa aditivima,
- cementni malteri sa mineralnim dodacima;
- polimerima modifikovani malteri;
- polimer malteri;
- mikroarmirani malteri.

Poslednjih godina, zahvaljujući nizu fundamentalnih i praktičnih ispitivanja, na području građevinarstva sve više ulaze u primenu i materijali na bazi ugljeničnih - karbonskih - vlakana. To su gotovi fabrički proizvodi koji se javljaju u obliku traka, odnosno tkanina, dobijenih najčešće od vlakana prečnika 0,01-0,10 mm. Ovi proizvodi se isporučuju u različitim debljinama i širinama. Na primer, trake, u kojima su vlakna međusobno sleplje-na, odnosno koje se isporučuju u obliku tzv. laminata, imaju debljine do cca 3 mm, a širine do 200 mm, dok su u slučaju tkanina njihove debljine manje od milimetra, a širine najčešće 50-1000 mm (sl. 8. i sl.9.). Ovde se na-pominje da se tkanine o kojima je reč, osim preko debljine, deklarišu i prema površinskoj masi koja se izražava u g/m^2 i koja uglavnom ide do 800 g/m^2. I trake i tkanine se proizvode u praktično neograničenim dužinama.

U okviru traka vlakna su uglavnom orijentisana podužno-jednoaksijalno, dok kod tkanina njihova orijentacija može da bude jednoaksijalna i biaksijalna, što znači da osim podužno postvljenih, kod tkanina mogu da postoje i poprečno orijentisana vlakna; kod tkanina, isto tako, postoji još i mogućnost tzv. dijagonalnog tkanja. Navedeni materijali danas sve više ulaze u upotrebu umesto čeličnih limova koji se, zajedno sa odgovarajućim epoksidnim lepkovima, koriste za sanaciju, odnosno ojačanja betonskih konstrukcija.



Slika 8. Uzorak trake-laminata pre i posle ispitivanja zatezanjem



Slika 9. Primena karbonskih traka prilikom izvođenja sanacija

Osnovni razlog za sve veću primenu traka i tkanina na bazi karbonskih vlakana je u tome što ti materijali imaju veoma visoke mehaničke karakteristike, daleko su lakši od čelika, pa je samim tim rad sa njima mnogo jednostavniji, ne zahtevaju antikorozionu zaštitu i dr. Pored toga oni su već danas, uz sve navedene tehničko-tehnološke prednosti, u određenim situacijama i u ekonomskom pogledu povoljniji od čelika.

Na kraju treba istaći da ono što je kod materijala fascinantno jeste saznanje da se na ovom polju neprekidno proširuju znanja o njima (svakako na bazi poznavanja strukture, modeliranja svojstava i tehnologije dobijanja), pa se stalno povećava broj novih materijala sa dragocenim svojstvima - često ranije nepoznatim.

LITERATURA

[1] J. Yajin, J.H. Cahyadi: Simulation of silica fume blended cement hydration. Materials and Structures, vol. 37, July 2004, pp. 397-404.

[2] M. Tarhan, H.N. Atahan, C.Sengul, A.S. Agar, M.A. Tasidemir: Fracture and dermeability properties of high performance concretes, fib Symposium "Keep Concrete Attractive, Budapest 2005, pp. 265-274.

[3] N. Fukuura, K. Kano, Y. Tanaka: Investigation for tension softening of ultra high performance fiber-reinforced concrete, pp. 263-268.

[4] W. Zhu, P.J.M. Bartos, A. Povio: Application of nanotechnology in construction, Summary of a state-of-the-art-report, Materials and Structures, vol. 37, November 2004, pp. 649-658.

[5] L.Y. Dvorkin, A.V. Lushmikova, Y.A. Klimov, S.P. Shcherbina, I.O. Kirichenko: Properties of high - performance concrete with composite metakaolin - based admixture, fib Symposium "Keep Concrete Attractive, Budapest 2005, pp. 286-291.

[6] D. Jevtić: Dodaci betonu, Naše građevinarstvo, god. XLV -1991, br. 5-6, str. 325-331.

[7] Muravljov, M., Radonjanin, V., Malešev, M.: Fabrički pripremljene malterske mešavine ("suvi" malteri), JUDIMK, uvodni referat na savetovanju "Stanje u proizvodnji osnovnih građevinskih materijala", Zbornik radova, Editor M. Muravljov, JUDIMK, Beograd, jun 2001, str. 77-90.

[8] Svet hemije, Beograd, SANU; 1997. god. ISBN 86-82977-06-0.

[9] Radonjanin, V., Malešev, M., Folić, R.: Polimerima modifikovani betoni, u monografiji "Specijalni betoni i malteri - svojstva, tehnologija, primena", Editor M. Muravljov, Građevinski fakultet - Beograd, str. 117-136.

[10] S. Živković: EN 206-1:2000: Klasifikacija, ocena saglasnosti i označavanje betona projektovanih svojstava, naučno-stručni skup "Harmonizacija domaće i evropske regulative u oblasti tehnologije betona saglasno standardu EN 206-1:2000", Beograd, oktobar 2004. god.

[11] Radonjanin, V., Malešev, M.: Specifikacija za beton, Naučno-stručni skup "Harmonizacija domaće i evropske regulative u oblasti tehnologije betona saglasno standardu EN 206-1:2000", JUDIMK, Beograd, 2004, Zbornik radova, str. 35-42.

[12] Malešev, M., Radonjanin, V.: Isporuka svežeg betona, Naučno-stručni skup "Harmonizacija domaće i evropske regulative u oblasti tehnologije betona saglasno standardu EN 206-1:2000", JUDIMK, Beograd, 2004, Zbornik radova, str. 43-48.

[13] Radonjanin, V., Malešev, M., Kovačević, I.: Kontrola proizvodnje betona, Naučno-stručni skup "Harmonizacija domaće i evropske regulative u oblasti tehnologije betona saglasno standardu EN 206-1:2000", JUDIMK, Beograd, 2004, Zbornik radova, str. 59-78.

[14] Malešev, M., Radonjanin, V.: Analiza stanja tehničke regulative u oblasti proizvodnje i kontrole kvaliteta cementa, Naučno-stručni skup "Harmonizacija domaće i evropske regulative u oblasti tehnologije betona saglasno standardu EN 206-1:2000", JUDIMK, Beograd, 2004, Zbornik radova, str. 97-112.

[15] V. Radonjanin: Parametarska analiza karakteristika reparaturnih maltera sa aspekta njihove primene pri sanaciji AB konstrukcija, Doktorska disertacija, Doktorska disertacija, Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, 2003, str. 732.

[16] Malešev, M., Radonjanin, V.: Termoizolacioni materijali, poglavlje u monografiji "Građevinska fizika i materijali", JUDIMK i Građevinski fakultet - Beograd, Oktobar/2003, str. 65-96.

[17] D. Jevtić: Dodaci betonu, naučno-stručni skup "Harmonizacija domaće i evropske regulative u oblasti tehnologije betona saglasno standardu EN 206-1:2000", Beograd, oktobar 2004. god., str. 113-128.

[18] M. Corradi, R. Khurana, R. Magarotto: Tailored properties of concrete to keep it attractive, fib Symposium "Keep Concrete Attractive", Budapest 2005, pp. 223-228.

[19] M. Muravljov, D. Jevtić: Istraživanja na području materijala i njihove primene, Materijali i konstrukcije 45 (2002) 3-4, str. 11-15.

[20] Malešev, M., Radonjanin, V., Muravljov, M.: The Analysis of the Applicability of the Most Commonly used Empirical Expressions for Defining the Relation between Compressive Strength and Water-Cement Ratio, 9th National and 3td International scientific meeting "INDIS 2003-Planning, Design, Construction and Renewal in the Construction Industry ", FTN-Institute od Civil Engineering and Yugoslav Engineering Academy, Novi Sad, Novembar/2003., Proceedings, pp. 255-266.

[21] M. Muravljov, D. Jevtić, D. Zakić: Primeri poboljšanja performansi betona i maltera putem mikroarmiranja, Godišnja konferencija "Savremeni problemi u građevinarstvu", Građevinski fakultet u Subotici, Subotica, jun 2005, str. 225-235, YU ISSN 0352-6852.

[22] D. Jevtić: Osnovni aspekti trajnosti betona, konferencija "Saradnja istraživača različitih struka na području korozije i zaštite materijala" povodom 50. godišnjice Saveza inženjera i tehničara za zaštitu materijala Srbije, Tara, maj 2005., str. 31-41 (uvodno izlaganje).

[23] Radonjanin, V., Malešev, M.: Fabrički proizvedeni reparaturni malteri - osnovna svojstva i mogućnost primene pri sanaciji i zaštiti AB konstrukcija, Građevinski kalendar 2006, Savez građevinskih inženjera i tehničara Srbije i Crne Gore, Vol. 38, Decembar 2005, str. 164-226.

[24] Malešev, M., Radonjanin, V.,Ršumović, M., Đuričić, R.: Osnovna svojstva betona u zavisnosti od vrste i tipa cementa domaće proizvodnje koji su usklađeni sa EN 197-1, Građevinski kalendar 2006, Savez građevinskih inženjera i tehničara Srbije i Crne Gore, Vol. 38, Decembar 2005, str. 56-163.

[25] M. Muravljov, D. Jevtić, D. Zakić: Primeri primene polimernih materijala u malterima i betonima, Simpozijum o primeni plastičnih materijala u izgradnji i održavanju puteva, Institut za puteve AD Beograd, Subotica, jun 2003, str. 293-304.

[26] Malešev, M., Radonjanin, V.,Ršumović, M.: Harmonizacija naše i evropske regulative iz oblasti hidrauličnih veziva, Časopis "Put i saobraćaj", br. 4, Oktobar - Decembar 2005, str. 60-68.

[27] M. Muravljov, S. Živković, D. Jevtić, D. Zakić: Uticaj dodataka polipropilenskih vlakana na smanjenje skupljanja i fisuraciju kompozita tipa maltera i betona, Materijali i konstrukcije 1-2/2002, str. 11-19.

[28] D. Jevtić, D. Zakić: Uticaj vrste i količine polipropilenskih vlakana na mehanička svojstva kompozita tipa maltera i betona; Metalurgija, br. 1, vol. 8, Beograd, 2002, str. 39-50.

[29] D. Zakić: Uticaj dodatka polipropilenskih vlakana na atheziju maltera za podlogu, Materijali i konstrukcije 3-4/2001, str. 39-46.

[30] Folić, R., Radonjanin, V., Malešev, M.: Improvement of Bond Properties due to polymer Modification, 3rd International Symposium "Bond in Concrete - from research to standards", Budapest 2002, Proceedings, pp.412 - 419.

[31] S. Živković: Samougradljivi betoni trajnije armiranobetonske konstrukcije, Materijali i konstrukcije 46 (2003) 3-4, 13-22.

[32] D. Jevtić, D. Zakić: Analiza rezultata ispitivanja betona mikroarmiranog čeličnim vlaknima "SPAJIĆ", Simpozijum JDGK, Vrnjačka Banja, oktobar 2004, str. 321-326.

[33] M. Muravljov, D. Jevtić, D. Zakić: Properties of cement based composite made with expanded polystyrene grains and polypropylene fibers, Chemical industry, vol. 54, 2000, HMIDA 8, pp. 501-504.

[34] D. Jevtić, T. Kovačević, N. Rajković: Mogućnost primene poliuretana pri sanaciji industrijskih podova, Treće savetovanje Saveza građevinskih inženjera i tehničara Jugoslavije "Ocena stanja, održavanje i sanacija građevinskih objekata", Vrnjačka Banja 2003, str. 67-76.

[35] M. Muravljov, D. Jevtić, Zakić, D.: The Influence of Polypropylene Fibers on Mortar as a Composite Material, Euromat 2001, 7th European Conference on Advanced Materials and Processes, Rimini, Italy, 10-14 June 2001

[36] D. Jevtić, D. Zakić, S. Harak: Ispitivanje različitih tipova maltera spravljenih na bazi opekarskog loma, XXII Kongres JUDIMK-a, Niška Banja, oktobar 2002
[37] D. Jevtić: Uticaj vrste cementa i termohigrometrijskog faktora na neka osnovna svojstva svežeg i očvrslog betona, Simpozijum Materijali i konstrukcije, posvećen stogodišnjici rođenja akad. dr h.c. Đorđa Lazarevića, Surdulica 18-19.09.2003., str. 169-178.
[38] D. Jevtić: Hidroizolacioni materijali - svojstva i metode ispitivanja, Monografija Građevinska fizika i materijali, JUDIMK-a i Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu, str. 167/181.
[39] D. Jevtić, N. Denić: Mogućnosti zaštite od vlage kulturnih dobara primenom krutih hidroizolacionih materijala, Zbornik radova naučno-stručnog skupa "Metode utvrđivanja i otklanjanja posledica dejstva vlage na kulturna dobra", Novi Sad, 21-22.10.2004. (277-283).
[40] M. Muravljov, D. Jevtić, J. Markićević: Influence of Filler Content to the Characteristics of Eps Mortars, 4th Internation Conference Research and Development in Mechanical Industry RaDMI 2004, Proceedings p. 858-865, 31.08.-04.09.2004, Zlatibor.
[41] Jevtić D., J. Markićević: Rezultati ispitivanja materijala visokih performansi tipa ferobetona pogodnog za sanacione radove na podovima, IV savetovanje SGITS-a "Ocena stanja, održavanje i sanacija građevinskih objekata i naselja", Zlatibor, 25-28. aprila 2005, str. 195-200.
[42] Drakulić, Z., Radonjanin, V., Malešev, M. Muravljov, M.: Experimental and theoretical research of the interaction between the core drilling speed and the concrete compressive strength, 11th International Simposium of MASE, Ohrid, 28-30 September/2005., Proceedings, pp. 135-141.
[43] M. Muravljov, M.Aćić: Savremeni materijali za saniranje betonskih konstrukcija, JDGK, Simpozijum, Vrnjačka Banja, novembar 2000, str. 133-145
[44] Ouchi M.: "Self-Compacting Concrete - Development, Aplication and Investigation", Kochi University of Technology, Japan, 1998.
[45] Malešev, M., Radonjanin, V.: Efekti revibriranja svežeg betona, JUDIMK, 23 Simpozijum o istraživanjima i primeni savremenih dostignuća u našem građevinarstvu u oblasti materijala i konstrukcija, Zbornik radova, JUDIMK, Novi Sad, 20-21 oktobar 2005, str. 103-110.
[46] Bartos, P.J.M.: "Measurment of Key Properties of Fresh Self-Compacting Concrete, Paris, 2000.
[47] Copola, L.: "Rheology Proportioning and Properties of Self-Compacting Concretes, Enco, Engineering Concrete, Spresiano (TV), Italy.
[48] Dean, A., Frank, P.E.: "Self-Compacting Concrete - SCC places itself in a class of its own", National Precast Concrete Association, 2001.

II DEO - PRIKAZ I ANALIZA PRISPELIH RADOVA

Iz oblasti "Istraživanja na području materijala i njihove primene" za XXIII kongres Društva za ispitivanje materijala i konstrukcija SCG pristigao je najveći broj radova (ukupno 17 radova). Autori i naslovi predmetnih radova su:

1. **"Neki rezultati istraživanja mikroarmiranih samozbijajućih betona"**; Autori: Prof. dr Sekula Živković, Vanr. prof. dr Dragica Jevtić i Asist. mr Dimitrije Zakić, Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu.

2. **"Dinamičke karakteristike skeletnih asfaltnih mešavina SMA 0/11 sa dodatkom različitih celuloznih aditiva"**; Autori: dr Imre Pap, dr Milorad Smiljanić, Uroš Tatić, dipl.građ.inž. iz Instituta za puteve iz Beograda i Krešimir Krešić, dipl.građ.teh. iz "WERKOS-a" iz Zagreba.

3. **"Analiza eksperimentalnih rezultata fizičkih i mehaničkih karakteristika maltera i betona modifikovanih elektrofilterskim pepelom"**; Autori: doc. dr Zoran Grdić, dipl.građ.inž., mr Gordana Topličić-Ćurčić, dipl.građ.inž. i dr Biserka Marković, Građevinsko-arhitektonski fakultet iz Niša.

4. **"Statistička analiza tehničkih svojstava karbonatnih stena kamenoloma Ladne vode-Petrovac na Mlavi"**; Autor: Vesna Matović, Rudarsko-geološki fakultet iz Beograda.

5. **"Veza između puzanja i mineraloških karakteristika vezivnih faza kod vatrostalnih materijala"**; Autori: Ljubica Pavlović i Sanja Martinović iz Instituta za tehnologiju nuklearnih i drugih mineralnih sirovina iz Beograda i Anja Terzić sa Građevinskog fakultet Univerziteta u Beogradu.

6. **"Ispitivanje fizičko-mehaničkih karakteristika maltera u fasadnom termo-izolacionom sistemu u skladu sa preporukama EOTA"**; Autori: doc. dr Zoran Grdić, dipl.građ.inž., mr Slobodan Ranković, dipl.građ.inž., Građevinsko-arhitektonski fakultet iz Niša.

7. **"Rezultati laboratorijskih ispitivanja fizičko-mehaničkih karakteristika dva tipa kompozitnih materijala namenjenih za izradu podova"**; Autori: Vanr. prof. dr Dragica Jevtić, dipl.inž.teh. i Asist. mr Dimitrije Zakić, dipl.građ.inž., Asist. prip. Aleksandar Savić, dipl.građ.inž., Marijana Nikolić, dipl.građ.inž., Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu.

8. **"Hidroizolacione membrane za mostove po hladnom postupku na bazi metil-metakrilata"**; Autori: dr Imre Pap, dr Milorad Smiljanić, Nevenka Vukelić, dipl.građ.inž. iz Instituta za puteve u Beogradu i Nebojša Miletić, dipl.građ.inž. iz firme "NESHVYL" iz Beograda.

9. **"Organizacija prethodnih ispitivanja i betoniranje jednog hidrotehničkog tunela u Alžiru"**; Autori: Prof. dr Sekula Živković, dipl.građ.inž. sa Građevinskog fakulteta Univerziteta u Beogradu i mr Branislav Vukadinović, dipl.građ.inž. iz Energoprojekta – hidroinženjering iz Beograda.

10. **"Nove ispitne metode za crepove od gline"**; Autori: Radomir Vasić, Željko Lalić i Dragan Stanković, Institut za ispitivanje materijala iz Beograda.

11. **"Termalne deformacije kamena"**; Autori: Vesna Matović sa Rudarsko-geološkog fakultet iz Beograda i Nenad Bilbija iz Beograda.

12. **"Otpornost na dejstvo mraza građevinskih materijala"**; Autori: Miroslava Radeka sa Instituta za građevinarstvo - Fakulteta tehničkih nauka iz Novog Sada, Vilma Ducman i Ana Mladenović iz Zavoda za gradbeništvo Slovenije iz Ljubljane, Radmila Marinković-Nedučin i Jonjaua Ranogajec sa Tehnološkog fakulteta u Novom Sadu.

13. **"Otpornost na dejstvo mraza i soli građevinskih materijala"**; Autor: Miroslava Radeka sa Instituta za građevinarstvo - Fakulteta tehničkih nauka iz Novog Sada.

14. **"Porozirani opekarski proizvodi - proizvodnja i očekivana primena kod nas"**; Autori: Radojević Zagorka, Vasić Radomir, Lalić Željka i Mitrović Aleksandra, Institut za ispitivanje materijala iz Beograda.

15. **"Analiza parametara koji utiču na zavisnost između čvrstoće betona pri pritisku i brzine bušenja betona"**; Autori: Zoran Drakulić iz preduzeća "Vojvodina" iz Novog Sada, Vlastimir Radonjanin i Mirjana Malešev sa Instituta za građevinarstvo - Fakulteta tehničkih nauka iz Novog Sada i Mihailo Muravljov sa Građevinskog fakulteta Univerziteta u Beogradu.

16. **"Efekti revibriranja svežeg betona"**; Autori: Mirjana Malešev i Vlastimir Radonjanin sa Instituta za građevinarstvo - Fakulteta tehničkih nauka iz Novog Sada.

17. **"Masivni betoni"**; Autori: Dragan Bojović, Ksenija Janković, Ljiljana Lončar, Zoran Kačarević i Zoran Romakov, Institut IMS iz Beograda.

U radu **"Neki rezultati istraživanja mikroarmiranih samozbijajućih betona"** autora Sekule Živkovića, Dragice Jevtić i Dimitrija Zakića, prikazani su rezultati istraživanja jednog novog hibridnog kompozita, tzv. "mikroarmiranog samozbijajućeg betona".

U uvodnom delu rada autori su dali definiciju i prednosti primene samozbijajućih betona, kao i kratak prikaz metoda za određivanje stepena pokretljivosti i samougradljivosti sveže betonske mešavine. Takođe, dati su i osnovni podaci o mikroarmiranim betonima (definicija, prednosti i problemi pri primeni mikroarmiranih betona).

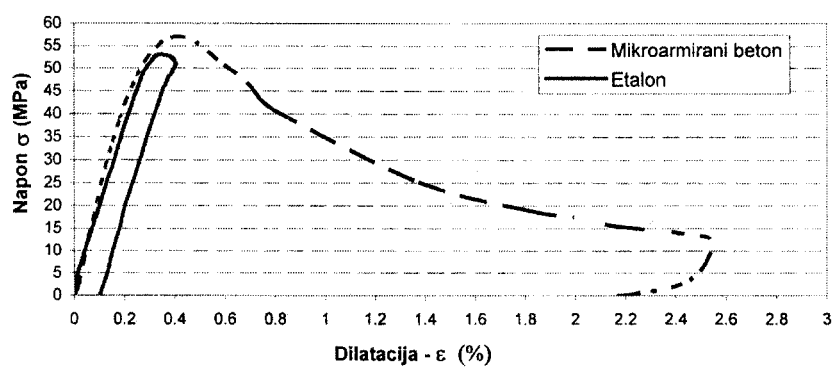
U drugom delu rada autori su detaljno opisali postupak projektovanja sastava samozbijajućih betona, koji je predložio Okamura iz Japana. Za eksperimentalno istraživanje samozbijajućih betona sa čeličnim vlaknima autori su upotrebili sledeće komponentne materijale: rečni trofrakcijski agregat tipa "Moravac", cement PC 20M (V-L) 42.5N, proizvođača "LAFARGE" BFC,krečnjačko brašno "Jelen Do", plastifikator i modifikator viskoznosti Glenium 51 – "MAC s.p.a" i čelična vlakna (savijena na krajevima, L=20+2x4.5mm, d=0.6mm, proizvođač "Spajić").

Komparativnim ispitivanjem obuhvaćene su dve vrste betona:

- "AN" – samozbijajući beton (referentni beton)
- "AV" – mikroarmirani samozbijajući beton

Istraživanje ukazuje na nove mogućnosti primene samozbijajućih i mikroarmiranih betona, zato što je eksperimentalno dokazano da relativno mala količina čeličnih vlakana od 40kg/m^3:

- nema negativnog uticaja na samougradljivost betona,
- povećava se čvrstoća betona na zatezanje za 26% i
- značajno se poboljšavaju deformacione karakteristike, odnosno povećava se duktilnost betona (površina ispod σ-ε krive mikroarmiranog samougrađujućeg betona je za 16 puta veća u odnosu na referentni samougrađujući beton) - slika 1.
- oba betona imaju projektovanu MB 40 i oba betona su vodonepropustljiva.



Slika 1. "σ-ε" dijagrami za etalonski beton i mikroarmirani samozbijajući beton

Autori u dužem periodu istražuju i publikuju svoje rezultate iz oblasti samougrađujućih i mikroarmiranih betona, čime otvaraju put za širu primenu ovih kompozita u našoj praksi. U radu je dat relativno mali popis korišćene literature, iako je oblast samougrađujućih i mikroarmiranih betona izuzetno aktuelna i veoma istraživana.

U radu **"Dinamičke karakteristike skeletnih asfaltnih mešavina SMA 0/11 sa dodatkom različitih celuloznih aditiva"** autora Imre Papa, Milorada Smiljanića, Uroša Tatića, i Krešimira Krešića, prikazani su rezultati ispitivanja karakteristika skeletnih asfaltnih mešavina SMA0/11111 u zavisnosti od vrste dodatog celuloznog stabilizujućeg aditiva.

Skeletni mastiks-asfalti "Stone Mastic Asphalt" predstavljaju grupu asfaltnih mešavina sa otvorenom strukturom mineralnog skeleta (koji je sačinjen od krupnog agregata i koji je ispunjen bitumenskim

mastiksom, najčešće od polimer-bitumena) i od stabilizirajućih aditiva (vlakna, granule). Skeletni mastiks-asfalti se koriste za izradu habajućeg sloja na putevima, aerodromima i drugim kolovoznim površinama sa različitim saobraćajnim opterećenjem i nezavisno od klimatskih uslova, a naročito su pogodni za primenu na putevima sa teškim saobraćajnim opterećenjem, gradskim saobraćajanicama, kao i na mostovima gde se zbog male debljine kolovoznog zastora ne može primeniti asfalt-beton.

U radu su objašnjene prednosti korišćenja prirodnih i sintetičkih vlakana u svojstvu aditiva za bitumenske mastikse i skeletne asfaltne mešavine, a naglašeno je da su za skeletne mastiks-asfalte posebno pogodna celulozna vlakna i celulozne granule.

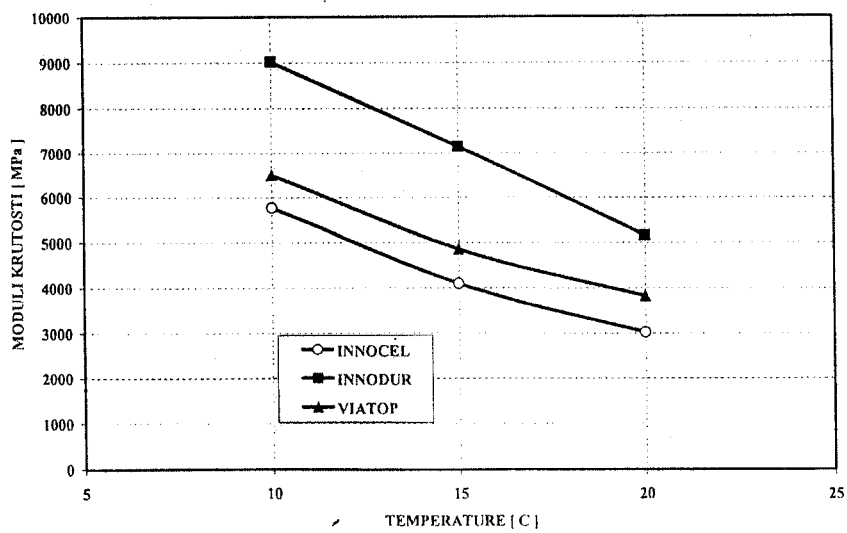
Eksperimentalnim ispitivanjem obuhvaćene su tri serije asfaltnih mešavina:

Serija 1: SMA sa standardnim putnim bitumenom BIT 60 i mikrogranulama "INODUR HCHB COMOD"

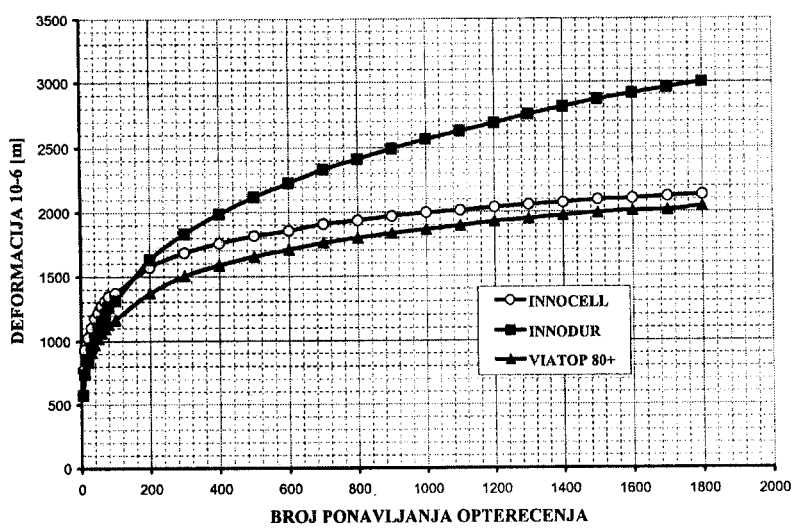
Serija 2: SMA sa polimer-bitumenom PmB 50/90 i mikrogranulama "INNOCELL"

Serija 3: SMA sa polimer-bitumenom PmB 50/90 i mikrogranulama "VIATOP 80+"

Pored standardnih fizičko-mehaničkih karakteristika prdmetnih asfaltnih mešavina, autori su komparativnom analizom posebno obuhvatili sledeće dinamičke parametre: indirektni zatezni modul krutosti pri konstantnom opterećenju u funkciji temperature (slika 2) i otpornost na trajne deformacije pomoću opita cikličnog vertikalnog opterećenja sa sprečenim bočnim deformacijama (slika 3).



Slika 2. Modul krutosti ispitivanih asfaltnih mešavina



Slika 3. Otpornost na plastičnedeformacije ispitivanih asfaltnih mešavina

Najveću otpornost na trajne deformacije pokazale su asfaltne mešavine sa granulama "VIATOP 80+", a najmanji modul krutosti mešavine sa "INNOCELL" granulama.

Za konačnu ocenu primenljivosti predmetnih celuloznih granula u skeletnim asfaltnim mešavinama autori su predložili da je potrebno uraditi probne putne deonice i ispitati ih u eksploatacionim uslovima.

U radu **"Analiza eksperimentalnih rezultata fizičkih i mehaničkih karakteristika maltera i betona modifikovanih elektrofilterskim pepelom"** autora Zorana Grdića, Gordane Topličić-Ćurčić i Biserke Marković, analizirana je savremena tematika korišćenja industrijskih otpadnih materijala u građevinarstvu, a samo istraživanje predstavlja prvi korak u definisanju moguće primene naših elektrofilterskih pepela u malterima i betonima.

U uvodnom delu rada su dati osnovni podaci o elektrofilterskim pepelima, kao što su: mineralni sastav, hemijski sastav, pucolanska aktivnost, oblik i dimenzije čestica letećeg pepela, značaj rešavanja ekoloških problema u sredinama sa termoelektranama.

Kao komponentni materijali za spravljanje ispitivanih kompozita korišćeni su: rečni, trofrakcijski agregat "Moravac", dve vrste cementa iz fabrika "Novi Popovac" i "Kosjerić", elektrofilterski pepeo iz termoelektrane "Kostolac" i hiperplastifikator "ZETA SUPER S" proizvođača "Kema". Eksperimentalnim ispitivanjem bile su obuhvaćene sledeće grupe maltera i betona:

- 3 vrste maltera sa cementom i elektrofilterskim pepelom kao vezivom i sa elektrofilterskim pepelom kao agregatom,
- 3 vrste maltera sa hidratisanim krečom i elektrofilterskim pepelom kao vezivom i sa elektrofilterskim pepelom kao agregatom,
- 6 betonskih mešavina sa dodatkom elektrofilterskog pepela i sa hiperplastifikatorom (0.4 – 1%),
- 3 betonske mešavine sa elektrofilterskim pepelom kao vezivom i kao agregatom.

Na osnovu dobijenih čvrstoća pri pritisku na uzorcima maltera i betona, autori rada, ukazali su na moguću primenu u proizvodnji građevinskih prefabrikata i betonskih prefabrikovanih nosećih elemenata manjih raspona. Izvođenje pouzdanih zaključaka je donekle bilo otežano zato što nisu istovremeno ispitivani i etalonski malter i beton (bez elektrofilterskog pepela), a komparativna analiza svih ispitivanih kompozita se nije mogla do kraja sprovesti zato što su korišćene dve različite vrste cementa.

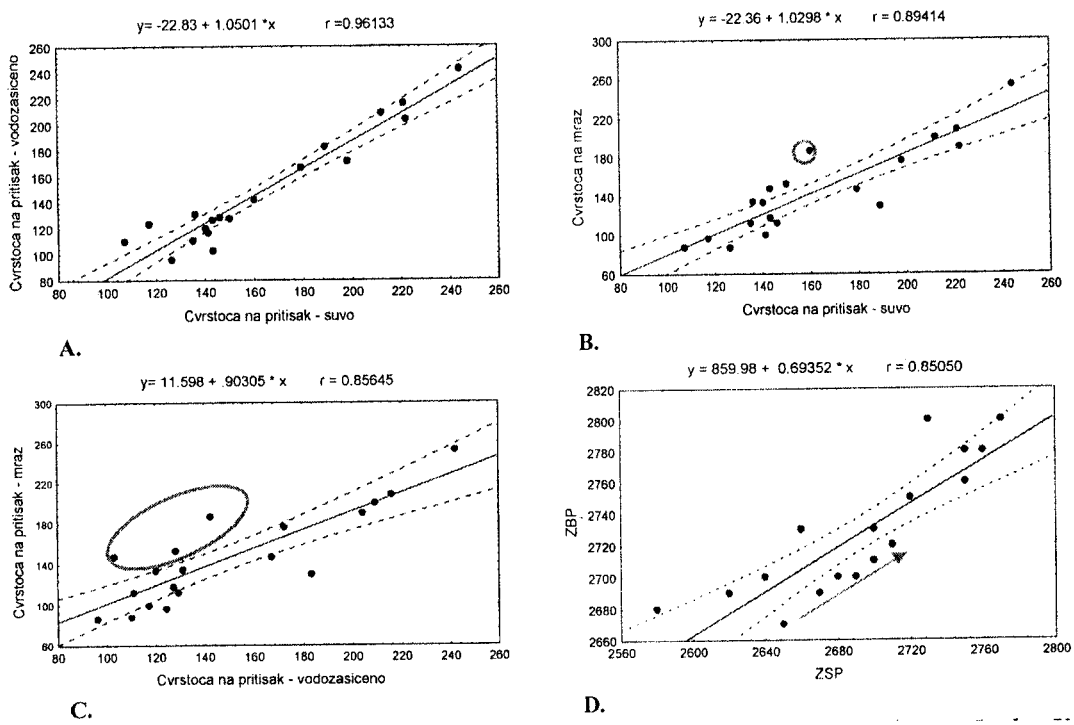
Autori su, takođe, nagovestili dalja istraživanja u ovoj oblasti, prvenstveno istraživanje pepela kao komponente termoizolacionih materijala, kao dodatka za vodonepropusne betone, kao agregata za betone i kao dodatka za samougrađujuće betone.

U radu **"Statistička analiza tehničkih svojstava karbonatnih stena kamenoloma Ladne vode-Petrovac na Mlavi"**, autora Vesne Matović, prikazani su rezultati detaljne statističke analize tehničkih karakteristika karbonatnih stena. Cilj istraživanja je bio da se utvrdi reperezentativni numerički pokazatelj kvaliteta kamena i da se uspostave pouzdane funkcionalne zavisnosti između pojedinih svojstva kamena koje se mogu koristiti u praksi umesto uobičajenog postupka gde se kao reprezent uzimala samo aritmetička sredina rezultata merenja i upoređivala sa propisanim uslovima kvaliteta.

U statističkoj analizi korišćeni su rezultati višegodišnjih ispitivanja karbonatnih stena kamenoloma "Ladne Vode" iz arhive Instituta za puteve – Beograd. Analizirana su sledeća svojstva karbonatnih stena:

- čvrstoća na pritisak u suvom stanju,
- čvrstoća na pritisak u vodozasićenom stanju,
- čvrstoća na pritisak posle mraza,
- otpornost na habanje,
- zapreminska masa sa porama,
- zapreminska masa bez pora,
- poroznost,
- upijanje vode.

Nakon određivanja osnovnih statističkih parametara navedenih svojstava, uspostavljene su korelacione veze između pojedinih svojstava (slika 4).



Slika 4. Funkcionalne zavisnosti između pojedinih svojstava karbonatnih stena

Nakon obimnog matematičko – statističkog eksperimenta izvedeni su zaključci o osnovnim numeričko-statističkim pokazateljima kao reprezenatima kvaliteta karbonatnih stena površinskog kopa "Ladne Vode", a na osnovu analize kvaliteta uspostavljenih korelacionih veza predložene su za primenu u praksi jednostavne linearne funkcionalne zavisnosti, koje omogućavaju smanjenje obima ispitivanja (naročito destruktivnih) i određene ekonomske uštede.

$$ZBP = 0.69352 \cdot ZSP + 859{,}98 \pm 21{,}86 \quad (1)$$

$$\sigma_v = 1.0501 \cdot \sigma_s - 22.83 \pm 12{,}29 \quad (2)$$

$$\sigma_m = 1.0298 \cdot \sigma_s - 22.36 \pm 21{,}06 \quad (3)$$

$$\sigma_m = 0.90305 \cdot \sigma_v + 11.598 \pm 24{,}28 \quad (4)$$

U radu **"Veza između puzanja i mineraloških karakteristika vezivnih faza kod vatrostalnih materijala"**, autora Ljubice Pavlović, Sanje Martinović i Anje Terzić, prikazani su rezultati istraživanja uticaja mineraloškog i faznog sastava različitih vatrostalnih i vezivnih materijala na vrednost energije aktivacije procesa puzanja materijala.

U istraživanju se krenulo od hipoteze da manja energija aktivacije ukazuje da će dati vatrostalni materijal, sa definisanim sastavom vezivnog sredstva, biti osetljiviji na pojavu deformacije pri puzanju.

Eksperimentalnim ispitivanjem obuhvaćeno je 5 grupa različitih vatrostalnih materijala:

- visokoaluminatni materijali povećane čistoće (VAŠ),
- visokoaluminatni materijali snižene čistoće (VAD),
- katranom vezani magnezitni materijali (TMR),
- dolomitni materijali (TDS),
- silikatno vezani hrommagnezitni materijali (HMM).

U toku eksperimenta uzorci vatrostalnih materijala su prvo zagrevani do neke maksimalne temperature, a zatim su bili opterećeni pritiskom od 0.2 MPa. Maksimalna temperatura za jednu grupu uzoraka iznosila je 1350/1400^{0}C, a za drugu grupu uzoraka 1500/1510^{0}C. U toku 24 sata registrovane su promene vrednosti relativnog izduženja i brzine promene relativnog izduženja za dve maksimalne temperature u funkciji vremena.

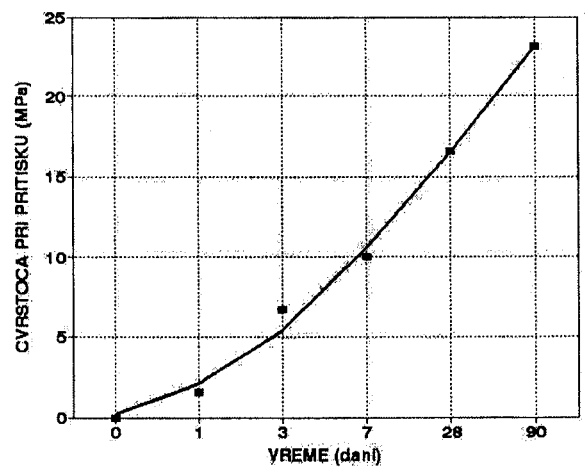
Ispitivanja su pokazala da posebno veliku osetljivost na deformaciju izazvanu puzanjem pokazuju visokoaluminatni materijali sa visokim sadržajem primesa i katranom vezani dolomitni materijali na 1500^{0}C. Autori ističu da je dominantan mehanizam puzanja u svim fazama procesa plastično-viskozni tok. Energija aktivacije puzanja se kretala u intervalu od 221.5 do 391.6 kJ/mol kod većine vatrostalnih opeka, sem kod visokoaluminatne vatrostalne opeke sa niskim sadržajem primesa kod koje je iznosila 936 kJ/mol. Ovako visoka vrednost energije aktivacije čini da je ova vrsta vatrostalne opeke najmanje osetljiva na deformacije koje izaziva puzanje na datim temperaturama.

Analiza rezultata i zaključci bi se daleko lakše pratili da su oznake za vatrostalne opeke iz eksperimentalnog rada usaglašene sa oznakama na dijagramima i da su preciznije definisani materijali koji spadaju u I ili u II seriju uzoraka. Takođe je nejasno, zašto su autori ispitivali uzorke dolomitnih materijala na temperaturi od 1350^{0}C, iako su naveli da je tačka omekšavanja 1256^{0}C. Autori su dali spisak karakterističnih referenci, koje mogu biti od koristi pri proučavanju deformacija tečenja vatrostalnih keramačkih materijala.

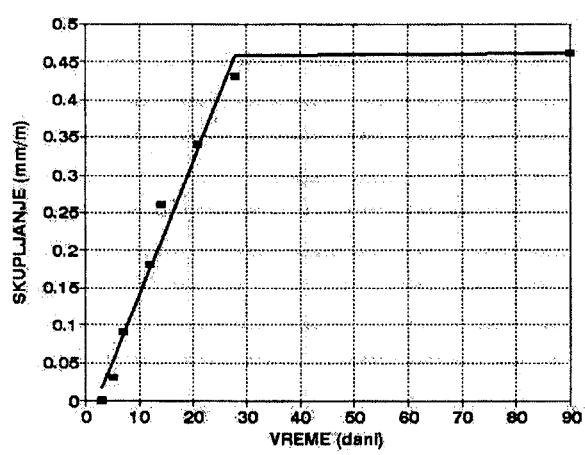
U radu **"Ispitivanje fizičko-mehaničkih karakteristika maltera u fasadnom termoizolacionom sistemu u skladu sa preporukama EOTA"** autora Zorana Grdića, i Slobodana Rankovića, prikazani su rezultati ispitivanja fizičko-mehaničkih karakteristika polimer-cementnog maltera, kao jednog sloja u fasadnom termoizolacionom sistemu. Ispitivanje je bilo deo naučno-istraživačkog projekta u okviru nacionalnog programa "Energetska efikasnost". Cilj istraživanja bio je eksperimentalna i računska provera ispunjenosti uslova termoizolacionog sistema, za dobijanje evropskog odobrenja tehničke ispravnosti kompozitnih sistema spoljne toplotne izolacije sa malterisanjem, pri čemu je smernice definisala Evropska organizacija za tehničku ispravnost "EOTA".

U okviru eksperimentalnog dela istraživanja, na malteru "POLITERM", proizvođača PP "Cementni proizvodi" iz Vlasotinaca, ispitana su sledeća svojstva:

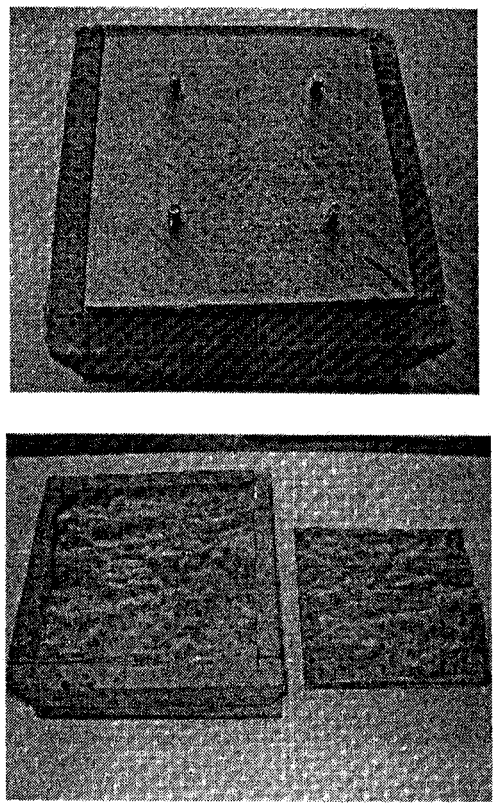
- čvrstoća pri pritisku (slika 5),
- čvrstoća na savijanje,
- skupljanje (slika 6),
- otpornost prema dejstvu mraza 25 i 50 ciklusa,
- athezija između maltera i mineralne vune i maltera i betona.



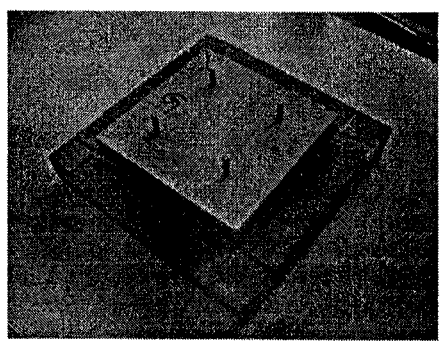
Slika 5. Čvrstoća pri pritisku maltera "Politerm"

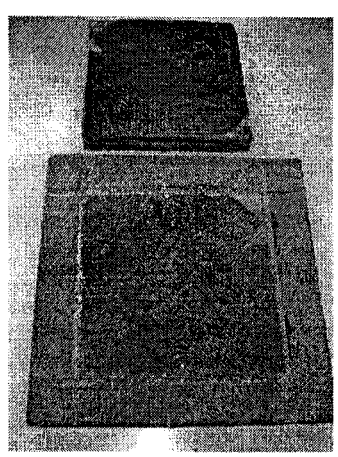


Slika 6. Skupljanje maltera "Politerm"



Slika 7. ispitivanje athezije između maltera "Politerm" i mineralne vune





Slika 8. ispitivanje athezije između maltera "Politerm" i betona

U radu su objašnjene razlike u priraštaju čvrstoće običnih cementnih maltera i polimer-cementnih maltera sa hemijskim dodatkom tipa retardera. Kontinurani priraštaj čvrstoće u periodu od 28 do 90 dana (slika 5) naveo je autore da predlože da se kao referentna čvrstoća pri pritisku ovakvih vrsta termoizolacionih fasadnih maltera uzima čvrstoća pri starosti od 90 dana.

Do stabilizacije procesa skupljanja dolazi pri starosti do 28 dana, pri čemu je nastanak prslina usled skupljanja kod tzv. mladih maltera delimično sprečen prisustvom retardera i mlevenim krečnjakom koji fizički vezuje vodu i smanjuje hidrauličko skupljanje.

Rad pripada grupi aktuelnih istraživanja zato što je deo opšteg koncepta povećanja energetske efikasnosti. Autori rada su se založili za što brže usaglašavanje naše i evropske regulative u oblasti fasadnih termoizolacionih sistema.

U radu **"Rezultati laboratorijskih ispitivanja fizičko-mehaničkih karakteristika dva tipa kompozitnih materijala namenjenih za izradu podova"** autora Dragice Jevtić, Dimitrija Zakića, Aleksandra Savića i Marijane Nikolić, prikazani su rezultati istraživanja pogodnosti različitih cementnih kompozita za izvođenje podova u garažama i javnim objektima.

U uvodnom delu rada dati su osnovni podaci o podnim konstrukcijama (definicije, vrste slojeva, moguća rešenja), kao i tehnički uslovi koji garantuju kvalitet podnih konstrukcija.

Eksperimentalnim delom istraživanja obuhvaćene su bile dve vrste cementnih kompozita:

- cementni malter sa kvarcnim peskom i superplastifiktorom
- polimer-modifikovani cementni malter sa kvarcnim peskom

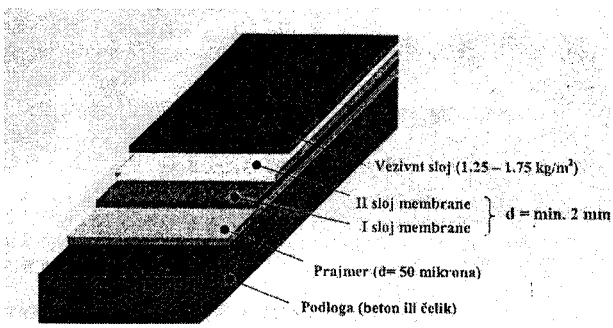
Na obe vrste maltera ispitana su različita svojstva: promena zapreminske mase u toku vremena (3, 7, 14 i 28 dana), čvrstoća pri pritisku i njena promena u toku vremena (3, 7, i 28 dana), čvrstoća na savijanje i njena promena u toku vremena (3, 7, i 28 dana), upijanje vode, vodonepropustljivost, otpornost na habanje, otpornost na dejstvo mraza (25 ciklusa), otpornost na istovremeno dejstvo mraza i soli za odmrzavanje (25 cikl.).

Dobijeni rezultati ispitivanja cementnih kompozita pokazali su da se i obični cementni malter sa superplastifikatorom i polimer-modifikovani cementni malter mogu ravnopravno primenjivati za izradu podova u otvorenim i zatvorenim prostorima. Za konačnu ocenu primenljivosti ispitivanih kompozita potrebno je nastaviti istraživanje ispitivanjem drugih svojstava (deformacije skupljanja, koeficijent linearnog širenja, otpornost na različite hemijski agresivne uticaje, mogućnost kompaktiranja na mestu ugrađivanja, optimalni režim nege, itd.).

U radu **"Hidroizolacione membrane za mostove po hladnom postupku na bazi metil-metakrilata"** autora Imre Papa, Milorada Smiljanića, Nevenke Vukelić i Nebojše Miletića, prikazan je jedan novi sistem hidroizolacionih membrana, koji se u formi premaza koristi za hidroizolaciju betonskih i čeličnih mostovskih konstrukcija.

U uvodnom delu rada dati su opšti podaci o hidroizolacijama mostova (značaj hidroizolacije za trajnost mostova, kratak istorijski pregled rešenja hidroizolacije mostova i nedostaci pojedinih hidroizolacionih sistema).

Detaljno su prikazane karakteristike membrane na bazi metil-metakrilata pod komercijalnim nazivom "Eliminator" - firme "Stirling Lloyd" iz Velike Britanije (slika 9). Istaknute su osnovne razlike između hidroizolacionih membrana na bazi metil-metakrilata (MMA) i poliuretana (PU), što može biti od velike koristi za projektante i izvođače mostovskih konstrukcija u praksi.



Slika 9. Dvoslojna hidroizolacija sa MMA membranama

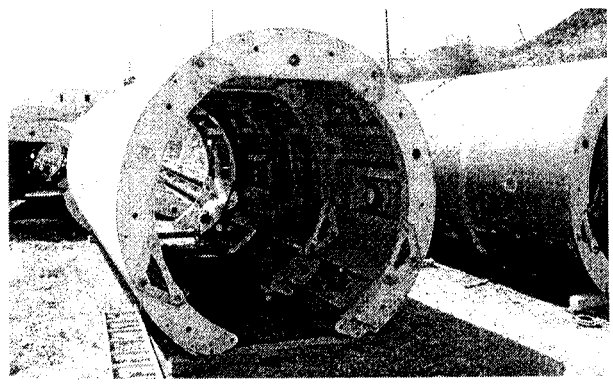
Autori ovog rada se duži period bave istraživanjem problema hidroizolacije mostova i predlažu moguća rešenja u ovoj oblasti. Prikazani sistem hidroizolacije mostova "ELIMINATOR" na bazi metil- metakrilata je dobar put za rešavanje problema hidroizolacije mostova, kao jednog od ozbiljnih uzroka ugrožavanja trajnosti mostova. Za konačnu ocenu primenljivosti predmetnog hidroizolacionog sistema potrebno je uraditi paralelna probna polja sa oba hidroizolaciona sistema ("MMA" i "PU") i to i na čeličnim i na betonskim mostovima, što su i sami autori rada predložili.

U radu **"Organizacija prethodnih ispitivanja i betoniranje jednog hidrotehničkog tunela u Alžiru"**, autora Sekule Živkovića i Branislava Vukadinovića, prikazani su najinteresantniji podaci u vezi sa prethodnim ispitivanjima i organizacijom betoniranja jedan specifičnog objekta – hidrotehničkog tunela velike dužine sa izuzetno kompleksnim uslovima za građenje.

Objašnjene su najvažnije faze procesa betoniranja obloge hidrotehničkog tunela:

- Prethodna ispitivanja betona i njegovih komponentnih materijala.
- Poteškoće pri projektovanju betonskih mešavina za armirani i nearmirani deo tunelske obloge.
- Mere za snižavanje temperature svežeg betona u uslovima povišenih temperatura.
- Organizacija betoniranja obloge hidrotehničkog tunela (slika 10).
- Specifičnosti u proizvodnji, transportu (slika 11) i ugrađivanju betona, koje su bile uslovljene velikom dužinom tunela (12.5km), skučenim unutrašnjim prostorom (2.5m), temperaturom vazduha u tunelu (35^0C) i velikom vlažnošću vazduha u tunelu (100%).

U radu su dati korisni podaci o neophodnim prilagođavanjima procesa izvođenja betonskih radova, uključujući sve faze od spravljanja do kompaktiranja. Istaknuta je složenost i ozbiljnost u organizaciji prethodnih ispitivanja komponentnih materijala za beton i opisan je jedan model izbora vrste komponentnih materijala. Opisan je postupak izbora sastava prethodnih betonskih mešavina, pri čemu su neki parametri varirani, a neki su bili konstantni (zbog potrebne pumpabilnosti, itd.). Autori su naveli i interesantan podatak, da se čak i kod ovako velikih građevinskih poduhvata u koji su bile uključene velike svetski renomirane kompanije, često luta u izboru optimalnih rešenja.



Slika 10. Segment čelične oplate sa 16 oplatnih vibratora



Slika 11. Vagon-mikser, kapaciteta 7m^3

Rad pod naslovom "**Nove ispitne metode za crepove od gline**", autora Radomira Vasića, Željka Lalića i Dragana Stankovića, obrađuje veoma interesantnu problematiku novih standarda za crepove od gline EN 1304, kao ispitne metode date u standardima EN 1024, EN 538, EN 539-1 i 539-2 koji su usvojeni od strane komisije za standarde SCG i čije se objavljivanje očekuje do kraja 2005. godine. Ukazano je na razlike u kvalitetu propisanom standardom EN 1304 u odnosu na kvalitet propisan standardima JUS/B.D.1.009. i JUS B.D1.010.

Kao najveći očekivani problem pri primeni novih standarda postavljena su dva pitanja. Kako kvantifikovati dejstvo slobodnog kreča koje je neprecizno definisano u novom standardu i kako rešavati reklamacije korisnika na trajnost crepa.

Rad pod naslovom "**Termalne deformacije kamena**", autora Vesne Matović i Nenada Bilbije, tretira deformisanje mermernih ploča u tankim oblogama debljine nekoliko centimetara. Pojava se vezuje za karakteristike sklopa (strukture i teksture) i osobenosti osnovnog konstituenta kalcita koji je jedan od retkih minerala koji se pri povećanju temperature u pravcu jedne kristalografske ose širi (osa "c"), a po drugoj skuplja (osa "a"). Prikazane su obloge nekih u svetu poznatih građevina koje su pretrpele takve deformacije da su morale biti zamenjene drugim vrstama kamena koji nisu podložni termalnoj deformaciji. Zaključak autora

je da svaka primena mermera u tankim oblogama mora biti praćena detaljnim analizama njegovog sklopa i uslova sredine u kojoj će biti primenjen, a debljina ploča mora biti predmet posebne analize kojom će se oceniti kritična vrednost.

Rad pod naslovom "**Otpornost na dejstvo mraza građevinskih materijala**" grupe autora Radeka Miroslava, Vilma Ducman, Ana Mladenović, Radmila Marinković-Nedučin, Jonjaua Ranogajec, je rezultat rada istraživača u okviru projekta bilateralne saradnje Slovenija/Srbija 2004. godine i bavi se strukturom materijala. Eksperimentalni rezultati se odnose na definisanje teksturalnih parametara (ukupna poroznost) i parametara vezanih za strukturnu stabilnost sistema (relativna izduženja na niskim temperaturama) za uzorke crepa, keramičkih ploča i kamena. Dobijeni rezultati ispitivanja (ukupna poroznost i raspodela pora, kapilarna poroznost i relativno izduženje) bili su osnov za obrazovanje modela za predviđanje otpornosti na mraz građevinskih materijala.

Rad autora Miroslave Radeke pod naslovom "**Otpornost na dejstvo mraza i soli građevinskih materijala**" tretira problem trajnosti materijala na niskim temperaturama preko oštećenja u strukturi nastalim kao rezultat dejstva mraza i površinskim oštećenjima nastalim kombinovanim dejstvima mraza i rastvorljivih soli. Analiziran je mehanizam dejstva mraza i rastvorljivih soli. Konstatovano je da su površinska oštećenja rezultat mnogo složenijih procesa od procesa nastanka unutrašnjih oštećenja; da ukupna poroznost i raspodela veličine pora ima veliki uticaj na stepen oštećenja površine; da stepen destrukcije zavisi od koncentracije spoljašnjeg rastvora pri čemu postoji koncentracija soli pri kojoj je najveće oštećenje površine.

Rad pod naslovom "**Porozirani opekarski proizvodi - proizvodnja i očekivana primena kod nas**" autora Radojević Zagorke, Vasić Radomira, Lalić Željka i Mitrović Aleksandre tretira jedan aktuelan pravac u proizvodnji opekarskih proizvoda - proizvodnju poroziranih opekarskih proizvoda postupkom dodavanja sagorljive komponente glinenoj masi pri čemu proizvod poseduje nižu zapreminsku masu i bolja termoizolaciona svojstva. Prikazuju se porozirani blokovi od gline jednog od najvećeg evropskih proizvođača kompanije WIENERBERGER, kao i neke specifičnosti u načinu građenja u sistemu POROTHERM koje svakako daju određene uštede pri gradnji.

Rad pod naslovom "**Analiza parametara koji utiču na zavisnost između čvrstoće betona pri pritisku i brzine bušenja betona**" grupe autora Zorana Drakulića, Vlastimira Radonjanina, Mirjane Malešev i Mihaila Muravljova predstavlja vredan doprinos istraživanju mogućnosti primene jednog novog semi-destruktivnog postupka (metoda lokalne destrukcije) za naknadno određivanje čvrstoće pri pritisku betona ugrađenog u noseće konstrukcije postojećih objekata.

Istraživanje se bazira na hipotezi da je između brzine bušenja betona i njegove čvrstoće pri pritisku moguće uspostaviti odgovarajuću funkcionalnu zavisnost. Za realizaciju eksperimentalnog istraživanja konstruisana je nova mašina za vađenje cilindara sa burgijom prečnika 50 mm, koja radi sa poznatim ulaznim parametrima. Na osnovu podataka o brzinama prodora burgije kroz očvrsle betone različite starosti i različitih čvrstoća pri pritisku, na zavidnom broju od ukupno 1152 izvađena cilindra, definisane su linearne funkcionalne zavisnosti između ovih dveju veličina.

Autori nameravaju da nastave istraživanje sa ciljem da se uspostave i funkcionalne zavisnosti između brzine bušenja sa jedne i brzine prolaza ultrazvuka, indeksa sklerometra i zapreminske mase betona, sa druge strane.

U radu pod naslovom "**Efekti revibriranja svežeg betona**", autora Mirjane Malešev i Vlastimira Radonjanina, prikazani su rezultati eksperimentalnog istraživanja revibriranja jedne vrste betona na rast čvrstoće pri pritisku u prvih 28 dana. Izrađeno je ukupno 5 serija od po 25 uzoraka-kocki ivica 15 cm, od kojih jedna serija (etalon-serija) nije izlaganja revibriranju, dok su uzorci preostale 4 serije izlagani revibriranju nakon 1 h, nakon 1+1 h (dva revibriranja), nakon 1+1+1 h (3 revibriranja) i nakon 1+1+1+1 (4 revibriranja). Svi uzorci su nakon vađenja iz kalupa negovani u vodi temperature 20 ± 2 0C, da bi se zatim po 3 kocke iz svake serije podvrgle ispitivanjima čvrstoće pri pritisku nakon 1, 3, 7, 14 i 28 dana po spravljanju.

Autori su došli do zaključka da se revibriranjem omogućava povećanje čvrstoće kako u početnom periodu očvršćavanja (3 i 7 dana), tako i pri starosti nakon 28 dana. Maksimalni efekti revibriranja-povećanje čvrstoće u odnosu na etalonske uzorke za 25.2 i 26.4% postižu se u početnom periodu očvršćavanja, pri starosti betona od 3 dana, a za slučajeve sa 3, odnosno 4 revibriranja, respektivno.

Rad pod naslovom "**Masivni betoni**" grupe autora: Dragana Bojovića, Ksenije Janković, Ljiljane Lončar, Zorana Kačarevića i Zorana Romakova, predstavlja zanimljiv prikaz najznačajnijih parametara, vezanih za izgradnju poznatih brana u svetu i kod nas. U tom smislu analizirane su količine i vrste cementa sa aspekta razvoja hidratacione toplote i mogućnosti pojave pukotina, granulometrijski sastav i najveće zrno agegata u mešavinama, primena aditiva, kao i mogući postupci pri projektovanju betonskih mešavina. U zaključku autori ističu da se predmetni rad u velikom delu oslanja na iskustva američkih graditelja brana. Ističu takođe da su iskustva naših građevinara veoma velika, ali i veoma nesistematizovana i smatraju da bi bilo interesantno uporediti iskustva američkih i naših građevinara sa aspekta primenjivanih materijala, osobenosti samog betona i trajnosti masivnih konstrukcija.

REZIME

ISTRAŽIVANJA NA ODRUČJU MATERIJALA I NJIHOVE PRIMENE

Sekula ŽIVKOVIĆ
Dragica JEVTIĆ
Vlastimir RADONJANIN

Izvestioci u svom izveštaju ističu da se sva istraživanja na području materijala danas zasnivaju na tzv. strukturalističkom konceptu, prema kome se uslovi formiranja odre|enih materijala i determinisanje njihovih svojstava u najve}oj meri svode na funkcionalnu relaciju koja povezuje karakteristike materijala i njihov sastav, odnosno strukturu. Naime, radi se o odre|enom zaokretu sa linije tradicionalnog pristupa problematici discipline materijala ka liniji proučavanja i re{avanja aktuelnih probema u toj oblasti na bazi stavova jedne nove naučne discipline - nauke o materijalima. Posebna pažnja je posvećena savremenim građevinskim materijalima zasnovanim na hemijskoj osnovi.

U drugom delu izveštaja prikazuju se radovi prispeli za ovu oblast Simpozijuma (17) koji obuhvataju problematiku cementa, različitih kompozita tipa maltera i betona, poroziranih opekarskih proizvoda, kao i materijala fasadnih omotača u sistemima industrijalizovane gradnje.

Analizirajući broj i sadržaj radova prijavljenih za Simpozijum, kao i rezultate koji su dobijeni putem sprovedenih istraživanja, izvestioci zaključuju da, s obzirom na prilike u kojima se radi i na današnju eksperimentalnu bazu koja se pri tome koristi, ostvarenim dometima na području građevinskih materijala u nas u proteklom periodu ne treba biti nezadovoljan.

SUMMARY

RESEARCH IN THE FIELD OF STRUCTURAL MATERIALS AND THEIR APPLICATION

Sekula ŽIVKOVIĆ
Dragica JEVTIĆ
Vlastimir RADONJANIN

In this paper the reviewers point out that current research in the field of materials is based on so called "Structural concept". This means that the conditions needed for forming of certain materials and determination of their characteristics mostly depend on functional relation connecting material properties and material structure. Namely, it also means making a certain turn from the traditional approach line concerning materials problematic, and taking a direction toward studying and solving actual problems using a new scientific discipline - material science.

In the second part of the Report, the papers submitted for this Symposium session (17) concerning cement, different types of cementitious composite materials, porous clay products and prefabricated facade elements are being reviewed. Special attention are conserated to modern structural materias projected on chemical basis.

Analyzing the number of submitted papers together with their content, as well as the results obtained by the researchers, the reviewers are satisfied with the presented achievements in the field of structural materials in the recent period, especially having in mind the state of our experimental base and working conditions.