



ДРУШТВО МЕТРОЛОГА



ТЕХНОЛОШКО-МЕТАЛУРШКИ
ФАКУЛТЕТ УНИВЕРЗИТЕТА У
БЕОГРАДУ

КОНГРЕС МЕТРОЛОГА 2007

ЗБОРНИК РАДОВА

Златибор, 26-28. септембар 2007. године

КОНГРЕС МЕТРОЛОГА 2007

Златибор, 26-28. септембар 2007. године

ЗБОРНИК РАДОВА

*Штампање Зборника апстраката и одржавање Конгреса метролога 2007
подржало је Министарство науке Републике Србије*

Издавач:

Технолошко-металуршки факултет
Универзитета у Београду
Београд, Карнегијева 4

За издавача:

Проф. др Иванка Поповић, декан

Главни и одговорни уредник:

Проф. др Шћепан Ушћумлић

Приређивачи:

Др Иванка Поповић, ред. проф

Др Ђорђе Јанаковић, ван. проф.

Мр Бојан Локић, истраживач сарадник

Мр Ђорђе Вељовић, истраживач сарадник

Тираж: 100 примерака

Штампа: Развојно-истраживачки центар графичког инжењерства

Технолошко-металуршког факултета

Београд, Карнегијева 4

ISBN 978-86-7401-248-2

NOVE ISPITNE METODE ZA PROVERU KVALITETA OPEKARSKIH PROIZVODA EN 772-1, EN 772-3 I EN 772-19

Radomir Vasić, Zagorka Radojević, Miloš Vasić, Milica Arsenović

Ključne reči : Elementi za zidanje, ispitne metode

KRATAK SADRŽAJ

U radu je dat prikaz ispitnih metoda obuhvaćenih standardima EN 772-1, EN 772-3 i EN 772-19. Osnovna namera predlagača ovih standarda je bila da se ujednače ispitne metode za sve elemente koji se koriste za zidanje, u meri koliko je to sa tehničkog aspekta izvodljivo i opravdano. Ove ispitne metode u bližoj budućnosti treba da zamene postojeći JUS standard JUS B.D8.011. Primena novih standarda EN 771-1+A1 kao i napred navedenih ispitnih metoda zahteva određeni period prilagodavanja koji ne sme biti manji od tri godine. U tom vremenskom periodu, proizvođači elemenata od gline treba da izvrše odgovarajuće izmene u svojim proizvodnim pogonima, da uvedu sistem kvaliteta u proizvodnju i da počnu da ga sprovode u svakodnevnom radu.

NEW TEST METHODS FOR MASONRY UNITS ACCORDING TO THE STANDARDS EN 772-1, EN 772-3 I EN 772-19

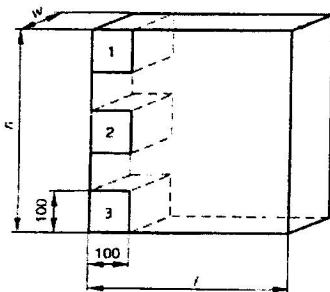
Key words: Masonry units, test methods

ABSTRACT

In this paper is presented a set of test methods embraced in standards EN 772-1, EN 772-3 and EN 772-19. The main idea of the proposes of these standards is to make uniformed testing methods for all masonry unites, which are used in different kinds of masonry, in the way where it is from technical and practical point justified and reasonable. In imminence future these methods should change standard JUS B.D8.011. The applying of new standards EN 771-1+A1 and previously mentioned testing standards demands a certain time of adapting which must not be less than three years. In that period the manufacturer of clay masonry units should make changes in theirs factories in order to establish and use a system of quality, which will be applied in every day production.

UVOD

Harmonizovani standardi, koji su predmet ovog rada (EN 772-1, EN 772-3 i EN 772-19) u bližoj budućnosti će zameniti u Republici Srbiji, važeće ispitne metode odnosno SRPS standard JUS B.D1.011. Osnovni cilj za donošenje ovih harmonizovanih standarda je bio unifikacija zahteva u pogledu kvaliteta ispitnih metoda za sve elemente za zidanje koji se koriste u zidanim armiranim ili nearmiranim konstrukcijama. Naravno, pri unifikaciji zahteva u pogledu kvaliteta građevinskih konstrukcionih proizvoda, vodilo se računa o ispunjenju svih „bitnih zahteva“ iz CPD Direktive 89/106/EEC. Takođe su uvažene i određene razlike koje proizlaze iz „prirode“ samih elemenata za zidanje. Set standarda 772 odnosno ispitnih metoda pripremljen je od strane Tehničkog komiteta CEN/TC 125 "Zidarstvo" i predstavlja ispitne metode za određivanje karakteristika kvaliteta elementa za zidanje. Jedna od zajedničkih karakteristika svih ispitnih metoda iz grupe standarda 772 je da ispitni uzorak prestavlja najmanje šet elemenata za zidanje. Ukoliko je u proizvođačkoj dokumentaciji naznačeno da je potreban veći broj uzoraka za ispitivanje tada se za ipitivanje uzima veći broj uzoraka. U slučaju velikih elemenata za zidanje, npr. kocke, reprezentativni delovi mogu biti isečeni iz elementa za zidanje iz različitih pozicija kao što je to prikazano na slici br.1.



Slika. 1: Prikaz načina isecanja reprezentativnih delova za određivanje pritisne čvrstoće

Prilikom uzorkovanja mora se voditi računa da način uzorkovanja i broj uzoraka budu izabrani tako da reprezentuju količinu koja je podvrgnuta kontroli. Način uzorkovanja i broj uzoraka uzetih za ispitivanje propisani su odgovarajućim poglavljima standarda EN 771-1.

EN 772 - 1: ISPITNA METODA ZA ODREĐIVANJE PRITISNE ČVRSTOĆE

Ispitna metoda za određivanje pritisne čvrstoće zasniva se na opterećenju, prethodno pripremljenog elemeta za zidanje u odgovarajućim presama, do pojave loma. Priprema površine uzoraka podrazumeva standardnu pripremu površina brušenjem ili izravnjavanjem sa cementnim malterom dok one ne postanu ravne i paralelne. Samo se

у случају равних и паралелних површина може obezbediti ravnomerna raspodela opterećenja.

Izravnjanje elemenata za zidanje od gline brušenjem

Izravnjavanje elementa za zidanje od gline brušenjem se vrši sve dok se ne postigne ravnost površina i njihova paralelnost. Ukoliko se procenjuje da će se u postupku brušenja ukloniti veća količina materijala, tada se umesto brušenja koristi metoda izravnjavanja sa malterom.

Ukoliko je preostala visina uzorka nakon brušenja manja od 40 mm ili ako je odnos visina /širina manji od 0,4 potrebno je pripremiti ispitni uzorak za određivanje pritiska čvrstoće spajanjem dva uzorka. Spajanje uzoraka se vrši tako što se na donji brušenjem izravnati uzorak nanosi malter ili neki drugi vezivni materijal a onda na njega postavlja drugi brušenjem izravnati uzorak.

Izravnjanje elemenata za zidanje od gline sa malterom

Za izravnjavanje elemenata za zidanje od gline, bez šupljina ili sa šupljinama, koristiti se malter za izravnjanje na bazi cementa i peska. Kada se ispitivanje vrši u skladu sa EN 1015-11, malter mora imati minimalnu pritisnu čvrstoću koja u trenutku ispitivanja uzoraka, postiže vrednost najmanje očekivane čvrstoće elementa ili je 30 N/mm². Uzorak koji se izravnava pomoću maltera, postavlja se na glatku čvrstu ploču od brušenog stakla ili nerđajućeg čelika. Ravnost površine ploče ne sme da odstupa više od 0,1 mm na svakih 100 mm. Na ploču se nanosi tanak sloj ulja ili tanak list papira da se malter ne bi zalepio za ploču. Nanosi se uniforman sloj maltera debljine oko 5 mm i oko 25 mm duži i oko 10 mm širi od uzorka, čije se površine izravnavaju. Površina uzorka se čvrsto uroni u sloj tako da vertikalna osa uzorka bude upravna na ravan ploče. Provera se vrši pomoću ugaonika ili libele, na svakoj od četiri vertikalne strane uzorka. Debljina izravnavajućeg sloja maltera mora da je najmanje 3 mm i treba da je naneta po celoj površini. Popunjavaju se samo šupljine koje će biti popunjene malterom prilikom gradnje. Zatim se uklanja višak maltera oko elementa za zidanje. Element sa izravnjavajućim slojem maltera se prekriva vlažnom krpom. Kada je malter dovoljno očvrstnuo vrši se pregled nanetog sloja maltera. Ako je bez defekata (kao što su: loše prijanjanje maltera za element za zidanje i/ili ispucalost) vrši se, izravnjavanje druge površine elemenata, tako što se druga strana elementa polaže u sloj maltera na isti način kao što je to urađeno i prvi put. Koristi se malter napravljen u istoj proporciji od istog cementa, peska i vode. Posle uklanjanja uzorka sa ploče, treba proveriti naneti sloj maltera u cilju eventualnog otklanjanja defekata. Ako je potrebno, mogu se napraviti male rupe za dreniranje vode zaostale u šupljinama uzorka.

Očvršćavanje izravnatih uzoraka vrši se u vlažnim vrećama ili u klima komori pri relativnoj vlažnosti većoj od 90% u periodu dovoljnom da malter postigne minimalnu propisanu čvrstoću.

Kondicioniranje uzoraka pre ispitivanja

Uzorci treba da budu kondicionirani pri odgovarajućoj vlažnosti ili u uslovima koji odgovaraju zadatoj vlažnosti radne sredine. Način kondicioniranja je naznačen za svaki proizvod u odgovarajućem delu standarda EN 771-1 ili EN 771-2. U svim slučajevima, osim u slučaju kondicioniranja potapanjem, potrebno je obezbediti slobodnu cirkulaciju vazduha oko uzorka.

Bruto površina

Pri ispitivanju pritisne čvrstoće, bruto površina elementa predstavlja površinu na koju se prenosi opterećenje. Ona se izračunava množenjem dužine uzorka sa širinom uzorka (dužina i širina uzorka se određuju prema ispitnoj metodi EN 772-16) i izražava se u milimetrima kvadratnim. Kada se ispituju uzorci u pravcu različitom od uobičajenog pravca polaganja prilikom zidanja, bruto površina se izračunava na sličan način, stim što se bruto površina određuje na osnovu širine i visine ili dužine i visine elementa u zavisnosti od pravca prenošenja opterećenja u ugrađenom stanju. Kod elemenata za zidanje sa udubljenjima koje se ispunjavaju malterom u toku zidanja a čija veličina udubljenja je veća od 35% bruto površine, pritisna čvrstoća se izračunava na osnovu neto površine na koju se nanosi opterećenje, odnosno bez površine udubljenja.

Postupak

Postupak određivanja pritisne čvrstoće sastoji od postavljanja, prethodno pripremljenog elementa za ispitivanje, u sredinu prese na kojoj se vrši ispitivanje a zatim se na njega prenosi opterećenje sve do loma uzorka. Presa mora da zadovolji određene karakteristike, kako u pogledu sile opterećenja koja se može na njoj postići, tako i u pogledu veličine ploča na koju se postavljaju ispitni uzorci, kao i u pogledu brzine prirasta opterećenja i tačnosti očitavanja. Svaka ispitna presa mora da je od naležnog organa / akreditovane laboratorije za baždarenje pregledana i da poseduje sertifikat o ispravnosti.

Ispitni uzorak se pažljivo postavlja na sredinu ploče. Elementi sa pojedinačnim udubljenjem postavljaju se sa udubljenjem na gore, a elementi sa udubljenjem na obe strane za polaganje postavljaju se sa većim udubljenjem na gore.

Opterećenje

U početku može se koristiti bilo koja uobičajena brzina prirasta opterećenja, sve do dostizanja polovine očekivanog maksimalnog opterećenja, zatim treba podesiti brzinu prirasta opterećenja tako da maksimalno opterećenje bude dostignuto za približno 1 min. U tabeli broj 1 dat je prikaz odgovarajućih brzina opterećenja. Beleži se maksimalno dostignuto opterećenje pri lomu uzorka.

Izračunavanje i izražavanje rezultata

Pritisna čvrstoća pojedinačnih uzoraka izračunava se na osnovu deljenja vrednosti najveće dostignutog opterećenja sa površinom koja je bila opterećena.

Tabela 1: Preporučene brzine povećanja opterećenja

Očekivana pritisna čvrstoća (N/mm ²)	Brzina prirasta opterećenja (N/mm ²)/s
<10	0,05
11 do 20	0,15
21 do 40	0,3
41 do 80	0,6
>80	1,0

Pritisna čvrstoća se izračunava kao srednja vrednost pritisne čvrstoće pojedinačnih uzoraka zaokružena na 0,1 N/mm². Izračunava se i koeficijent varijacije za ispitivani uzorak.

Pretvaranje pritisne čvrstoće elemenata za zidanje u normalizovanu pritisnu čvrstoću

Eksperimentalno utvrđena vrednost pritisne čvrstoće se prvo pretvara u ekvivalentnu pritisnu čvrstoću u uslovima režima suvog vazduha množenjem sa odgovarajućim faktorom, čija broječna vrednost, zavisi od sadržaja vlage u uzorku a određena je u tačkama 2.3.1; 2.3.2; 2.3.4 i 2.3.5 ovog standarda. Vrednost ovog faktora je 0,8 ; 1,0 ili 1,2 .

Normalizovana pritisna čvrstoća f , se dobija kada se ekvivalentna pritisna čvrstoća elemenata u uslovima suvog vazduha pomnoži sa faktorom oblika δ , datom u tabeli 2 gde širina i visina treba da budu određeni u skladu sa ispitnom metodom EN 772-16.

Tabela 2: Faktor oblika δ koji se koristi pri izračunavanju normalizovane pritisne čvrstoće

Širina mm (Visina ¹) mm	50	100	150	200	≥ 250
40	0,80	0,70	-	-	-
50	0,85	0,75	0,70	-	-
65	0,95	0,85	0,75	0,70	0,65
100	1,15	1,00	0,90	0,80	0,75
150	1,30	1,20	1,10	1,00	0,95
200	1,45	1,35	1,25	1,15	1,10
≥ 250	1,55	1,45	1,35	1,25	1,15

EN 772-3:ISPITNA METODA ZA ODREĐIVANJE NETO ZAPREMINE I PROCENTA ŠUPLJINA ELEMENATA ZA ZIDANJE METODOM HIDOSTATIČKE VAGE

Ispitivanje i izračunavanje neto zapremine elemenata za zidanje vrši se na osnovu merenja mase u suvom stanju, merenja mase elemenata potopljenog u vodi i merenja zapremine elementa pomoću odgovarajućeg kljunastog merila.

Ispitna aparatura i postupak merenja

Ispitna aparatura se sastoji od rezervoara zapremine dovoljne za potapanje celog elementa za zidanje u vodu i vage za merenje mase celog elementa za zidanje, tačnosti od najmanje 0,1 % u odnosu na suhu masu elementa. Prvo se izmere dimenzije elementa. Merenje dužine (l_u), širine (w_u) i visine (h_u) elementa vrši se prema ispitnoj metodi EN 772-16. Zatim se uzorak potapa u vodu u trajanju od najmanje 1 sata. Kada se vrednosti prividne mase (M_{wu}), dobijene pomoću dva uzastopna merenja u intervalu od 30 minuta, razlikuju za manje od 0,2%, element se vadi iz vode i zapisuje se rezultat drugog merenja kao masa (M_{wu}). Zatim se voda uklanja sa površine elementa pomoću vlažne krpe i odmah se vrši merenje. Izmerena vrednost predstavlja masu (M_{au}).

Proračun i prikazivanje rezultata

Izračunavanje neto zapremine (V_{nu}) vrši se na taj način što se od mase uzorka dobijene merenjem na vazduhu oduzme masa uzorka određena kada je on bio pod vodom ($M_{au} - M_{wu}$), i ta se razlika podeli sa gustinom vode (ρ_w). Neto zapremina uzorka se zaokružuje na najbliži 10^4 mm^3 kao : $V_{nu} = (M_{au} - M_{wu}) / \rho_w$.
 Određuje se srednja vrednost neto zapremine zaokružena na najbliži 10^4 mm^3 .
 Bruto zapremina uzorka (V_{gu}) izračunava se množenjem dužine (l_u) sa visinom (h_u) i širinom (w_u) uzorka, izmerenih u skladu sa EN 772-16 i zaokružena na najbliži 10^4 mm^3 . $V_{gu} = l_u \times h_u \times w_u$.

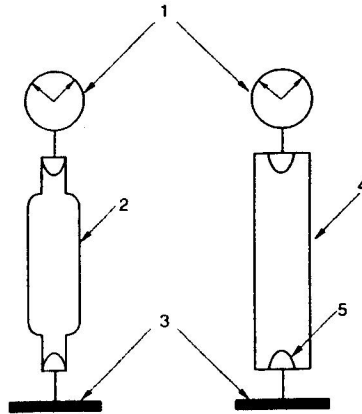
Izračunavanje zapremine šupljina (V_{vu}) vrši se prema izrazu: $V_{vu} = V_{gu} - V_{nu}$
 a procenat šupljina se izračunava zaokruživanjem do najbližeg celog % prema izrazu : $(V_{vu} / V_{gu}) \times 100\%$.

ODREĐIVANJE ŠIRENJA POD DEJSTVOM VLAGE VELIKIH ELEMENATA OD GLINE SA HORIZONTALNIM ŠUPLJINAMA

Ispitna metoda za određivanje širenja pod dejstvom vlage zasniva se na razlici mera konstatovanih kod ispitnih uzoraka posle potapanja u ključalu vodu u toku 24 sata i dužine uzoraka neposredno po završenom pečenju. Potrebno je iseći spoljni zid uzorka paralelno sa pravcem šupljina. Poželjno je da dužina uzorka bude što je moguće veća, između 150 mm i 250 mm, odnosno da odgovara dužini referentnog etalona (invara). Minimalna širina uzorka treba da je 40 mm. Potrebno je pripremiti krajeve uzorka tako da su oni ravni i pod uglom od 90 stepeni u odnosu na osu, jer se na krajeve naslanjaju krajevi instrumenta. Po završenoj pripremi ukoliko je uzorak bio navlažen, potrebno ga

je osušiti na vazduhu u toku od 24 sati na temperaturi okolne sredine. Uzorak se zatim postavlja u peć i zagreva brzinom od $50\text{ }^{\circ}\text{C/h}$ sve dok se ne postigne temperatura od $600^{\circ} \pm 15\text{ }^{\circ}\text{C}$. Uzorci se zadržavaju na toj temperaturi još 4 sata a zatim se ostavljaju u peći da se hlade zajedno sa njom. Kada temperatura dostigne $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ uzorci se vade iz peći i ostavljaju u eksikatoru gde stoje narednih 20 časova na temperaturi okolne sredine.

1. uređaj za praćenje promena, mehanički ili digitalni
2. invar referentna šipka
3. nosač
4. uzorak
5. kontakt na kome se vrši merenje



Slika 2: Prikaz načina merenja dimenzija invara i ispitnog uzorka

Početno merenje ukupne dužine (l_1)

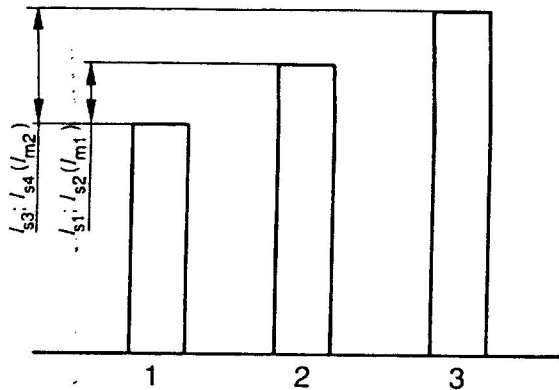
Određuje se i zapisuje se vrednost početne dužine (l_1) svakog uzorka sa tačnošću od 0.1 mm upotrebom odgovarajućeg mernog uređaja sličnom uređaju prikazanom na slici br.2. Bira se odgovarajuća referentna šipka / invar.

Merenje prvog i drugog odstupanja (l_{s1} i l_{s2}) i srednjeg početnog odstupanja (l_{m1})

Očitava se i beleži dužina referentne šipke/ invara (R_{in}). Očita se i beleži prvo očitavanje svakog uzorka posle žarenja u peći i hlađenja na sobnu temperaturu ($R_{\delta 1}$). Izračuna se i beleži, za svaki uzorak, prvo odstupanje (l_{s1}), odnosno razlika između ($R_{\delta 1}$) i (R_{in}) sa tačnošću od 0,01 mm. Očita se i beleži prvo očitavanje svakog uzorka posle žarenja u peći i hlađenja na sobnu temperaturu ($R_{\delta 1}$) nakon 3 sata zadržavanja ($R_{\delta 2}$). Izračuna se i beleži, za svaki uzorak, drugo odstupanje (l_{s2}), odnosno razlika između ($R_{\delta 2}$) i (R_{in}) sa tačnošću od 0,01 mm. Primeri odstupanja prikazani su na slici br.4. Za svaki ispitni uzorak, zapisati početno odstupanje (l_{m1}) kao i srednje početno odstupanje (l_{s1}) i (l_{s2}) sa tačnošću od 0,01 mm.

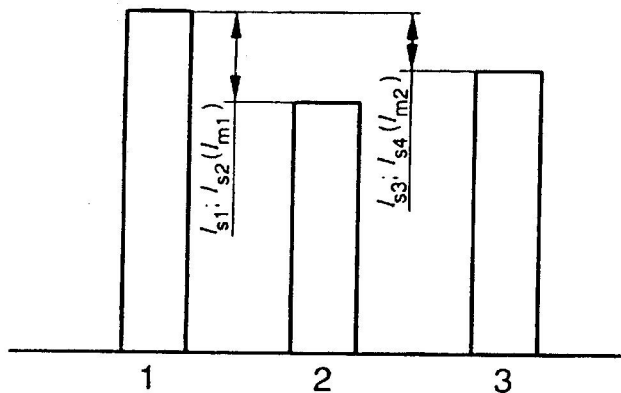
Slučaj kada je invar kraći od uzorka

- 1 invar šipka
- 2 uzorak nakon žarenja
- 3 uzorak nakon tretmana u ključaloj vodi



Slučaj kada je invar duži od uzorka

- 1 invar šipka
- 2 uzorak nakon žarenja
- 3 uzorak nakon tretmana u ključaloj vodi



Slika 3: Primeri odstupanja

Postupak sa ključalom vodom

Ispitni uzorci se potapaju u ključalu vodu u toku 24^h. Oni ne smeju dodirivati dno ni bočne strane posude. Nakon isteka zadatog vremena, uzorci se vade i ostavljaju da se hlade na sobnoj temperaturi.

Merenje trećeg i četvrtog odstupanja (l_{s3} i l_{s4}) i srednjeg krajnjeg odstupanja (l_{m2})

Očitavanje zahtevano u ovom stavu se vrši merenjem krajeva sa tačnošću od 0,01 mm.

Očita se i zabeleži vrednost referentne šipke / invara (R_{in}). Očita se i zabeleži, treća vrednost promene svakog pojedinačnog uzorka posle tretmana kuvanjem a nakon 1 časa

od hlađenja uzorka na sobnu temperaturu (R_{83}). Izračuna se i zabeleži, za svaki uzorak, treće odstupanje (I_{s3}), tj. razlika između R_{83} i R_{1n} sa tačnošću od 0,01 mm.

Očita se i zabeleži četvrta vrednost promene svakog pojedinačnog uzorka 24 sata posle trećeg očitavanja (R_{83}). Izračuna se i zabeleži, za svaki uzorak, četvrto odstupanje (I_{s4}), tj. razliku između R_{84} i R_{1n} sa tačnošću od 0,01 mm. Za svaki ispitni uzorak, zapisati krajnje odstupanje (I_{m2}) kao i srednje odstupanje (I_{s3}) i (I_{s4}) sa tačnošću od 0,01 mm. Za svaki uzorak se izračunava širenje izazvano vlagom nakon tretmana sa ključalom vodom (e_s) sa tačnošću od 0,1 mm/m kao što je prikazano:

$$e_s = |I_{m2} - I_{m1}| / I_1 \times 1000 \quad (\text{mm/m})$$

Iz pojedinačnih vrednosti e_s izračunava se srednja vrednost širenja izazvanog vlagom (e_m) sa tačnošću od 0,1 mm/m.

ZAKLJUČAK

Na osnovu napred iznetog prikaza ispitnih metoda obuhvaćenih setom standarda EN 772 može se zaključiti da postojeće kontrolne laboratorije u pogonima domaćih proizvođača ovih građevinskih materijala, ne mogu u jednom kratkom vremenskom periodu da primene i da implementiraju ove metode u svakodnevnoj praksi. Domaći proizvođači svoje poslovanje moraju prilagoditi savremenim zahtevima u pogledu kvaliteta, odnosno moraju uvesti sistem kvaliteta u proizvodnju. Na taj način će pored unapređenja samog postupka proizvodnje izvršiti i podizanje kvaliteta svojih proizvoda na evropski nivo kvaliteta.

ZAHVALNOST

Rad je urađen u okviru Projekta TD-7024B: "Istraživanje, razvoj i primena metoda i postupaka ispitivanja, kontrolisanja i sertifikacije građevinskih proizvoda u skladu sa zahtevima međunarodnih standarda i propisa" i finasiran je sredstvima Ministarstva za nauku Republike Srbije.

LITERATURA

1. EN 772 – 1: 2000, Methods of test masonry units – Part 1: Determination of compressive strength.
2. EN 772 – 3: 2000, Methods of test masonry units – Part 1: Determination of net volume and percentage of voids of clay masonry units by hydrostatic weighing.
3. EN 772 – 19: 2000, Methods of test masonry units – Part 1: Determination of moisture expansion of large horizontally perforated clay masonry units.

dr Radomir Vasić dipl.ing., naučni savetnik, Institut za ispitivanje materijala a.d., 1100 Beograd, Bulevar vojvode Mišića br.43, E-mail: radomir.vasic@institutims.co.yu

dr Zagorka Radojević dipl.ing., viši naučni saradnik, Institut za ispitivanje materijala a.d., 1100 Beograd, Bulevar vojvode Mišića br.43, E-mail: zagorka.radojevic@institutims.co.yu

Miloš Vasić dipl.ing. saradnik, Institut za ispitivanje materijala a.d., 1100 Beograd, Bulevar vojvode Mišića br.43, E-mail: milos.vasic@institutims.co.yu

Milica Arsenović dipl.ing. saradnik, Institut za ispitivanje materijala a.d., 1100 Beograd, Bulevar vojvode Mišića br.43, E-mail: milica.arsenovic@institutims.co.yu