

2

**DIMK SRBIJE - BEOGRAD  
GRAĐEVINSKI FAKULTET - BEOGRAD  
FAKULTET TEHNIČKIH NAUKA - NOVI SAD  
GRAĐEVINSKO-ARHITEKTONSKI FAKULTET - NIŠ  
INSTITUT IMS - BEOGRAD**

---

**ELEMENTI OD BETONA NA BAZI LAKOG I NORMALNOG  
AGREGATA, ELEMENTI OD AUTOKLAVIRANOG AERISANOG  
BETONA, ELEMENTI OD VEŠTAČKOG KAMENA I ELEMENTI  
OD PRIRODNOG KAMENA,  
kao i  
"EVROKOD 6", 3 deo - UPROŠĆENA PRAVILA ZA PRORAČUN  
ZIDANIH KONSTRUKCIJA**

**Zbornik radova**

**Beograd, 24. maj 2007. godine**

**ELEMENTI OD BETONA NA BAZI LAKOG I NORMALNOG  
AGREGATA, ELEMENTI OD AUTOKLAVIRANOG AERISANOG  
BETONA, ELEMENTI OD VEŠTAČKOG KAMENA I ELEMENTI  
OD PRIRODNOG KAMENA,**

kao i

**"EVROKOD 6", 3 deo - UPROŠĆENA PRAVILA ZA PRORAČUN  
ZIDANIH KONSTRUKCIJA**

Zoran Grdić<sup>1</sup>  
Iva Despotović<sup>2</sup>

**ODREĐIVANJE OTPORNOSTI NA MRAZ ELEMENATA ZA ZIDANJE OD  
GLINE PREMA STANDARDU EN 772-22**

*Rezime: Evropski standard EN 772-22 definiše metodologiju ispitivanja otpornosti na mraz elemenata za zidanje od gline koji su od strane proizvođača deklarirani kao HD elementi (prema odredbama standarda EN 771-1). Standard EN 772-22 donosi značajne novine u metodologiji ispitivanja otpornosti opekarskih proizvoda na dejstvo mraza u poređenju sa kod nas važećim standardom SRPS B.D8.011:2002. Prema našem standardu predmetno ispitivanje se sprovodi putem 25 ciklusa naizmeničnog smrzavanja i odmrzavanja vodom zasićenih pojedinačnih komada proizvoda. Tokom ispitivanja ili nakon poslednjeg ciklusa se konstatuje da li je došlo do oštećenja proizvoda. S druge strane, standard EN 772-22 predviđa izradu panela (zida) od opekarskih proizvoda koji su predmet ispitivanja, pri čemu je procedura ispitivanja u značajnoj meri promenjena.*

*Ključne reči: standard EN 772-22, opekarski proizvodi, otpornost na mraz, klasifikacija oštećenja, kriterijumi za otpornost na mraz opekarskih proizvoda*

**DETERMINATION OF FROST RESISTANCE OF CLAY MASONRY  
ELEMENT ACCORDING TO THE EN 772-22 STANDARD**

*Summary: The European standard EN 772-22 defines the examination technology of frost resistance of the clay masonry elements which were declared as HD elements by the manufacturer (according to the regulations of EN 771-1 standard). The EN 772-22 standard brings significant innovations in the methodology of examination of masonry products frost resistance in comparison to the present standing standard SRPS B.D8.011:2002. According to our national standard, the examination is conducted by 25 cycles of alternate freezing and thawing of the individual pieces of water saturated products. During the examination, or after the last cycle, the possible damage of the product is assessed. On the other hand, the standard EN 772-22 entails the construction of a panel (wall) of the masonry products which are the subject of the examination, where the examination procedure is significantly changed.*

*Key words: standard EN 772-22, masonry products, frost resistance, damage classification, criteria for masonry products frost resistance.*

<sup>1</sup> V. prof., dipl.inž.građ, Građevinsko-arhitektonski fakultet, Niš

<sup>2</sup> dipl.inž.građ, Građevinsko-arhitektonski fakultet, Niš

### Neophodni pribor:

- kruti lenjir odgovarajuće veličine sa podelom na 10 mm
- dva referentna ravna metalna lenjira odgovarajuće veličine
- referentna ravna površina odgovarajuće veličine
- kljunasto pomično merilo sa preciznošću od 1/20 mm i mernim rasponom koji je najmanje jednak veličini elementa koji se meri (do 1000 mm)
  - merač profila (profilometar) > 500 mm dužine.
  - ravan metalni lenjir sa otvorima na svakih 100 mm, čija je dužina najmanje jednaka veličini elementa koji se meri (najviše 1500 mm).
  - komplet tankih mernih pločica (špijunki), tačnosti od 1/10 mm.
- komparator sa ravnom kontakt površinom i tačnosti od 1/10 mm
- komparator sa ravnom kontakt površinom, tačnosti od 1/50 mm
- uglomer dužine  $\geq 500$  mm koji je etaloniran na tačnost od  $0,1^\circ$
- ugaonik sa kracima  $\geq 600$  mm dužine
- merač dubine rupe za pričvršćivanje/anker tačnosti od 1/20 mm sa cilindričnim završetkom čiji prečnik nije nazivno veći od prečnika rupe
- referentni šablon i kontrolni šablon napravljeni od materijala otpornog prema koroziji čije su mere postojane u granici od 0,05% pod uticajem prirodnih promena temperature i vlažnosti okruženja.
- šipka čiji je prečnik manji od prečnika rupe i tolike dužine da viri oko 100 mm kada se stavi u rupu
- kljunasto pomično merilo tačnosti od 1/20 mm i mernim rasponom koji je najmanje jednak veličini elementa koji se meri (do 1000 mm)
  - merač zazora sa većim prečnikom ne sme da uđe u rupu;
  - merač zazora sa manjim prečnikom može nesmetano da uđe u rupu.

## 9. ZAKLJUČAK

Da bi se zadovoljili uslovi standarda EN 771-6 potrebno je edukovati proizvođače o novinama koje donosi ovaj standard u pogledu opreme, metoda ispitivanja a takođe i neophodnosti uvođenja sistema kvaliteta u svoje proizvodne pogone. Obzirom na trenutnu situaciju to će biti težak zadatak koji će zahtevati vreme i velika finansijska ulaganja. Smatramo da uz dovoljno dug prelazni period određeni broj proizvođača Arhitektonsko građevinskog kamena će biti u stanju da zadovolji stroge zahteve koje nameće ovaj standard.

## 10. LITERATURA

1. EN 771-6:2005; Specification for masonry units – Part 6: Natural stone masonry units
2. EN 1936; Natural stone test method – Determination of real density and apparent density and of total and open porosity
3. EN 12371; Natural stone test methods – Determination of frost resistance
4. EN 12372; Natural stone test methods – Determination of flexural strenght under concentrated load
5. EN 12407; Natural stone test methods – Petrographic examination
6. EN 13373; Natural stone test methods – Determination of geometric characteristics of units

$$w_m = \frac{m_w - m_d}{m_d} \cdot 100$$

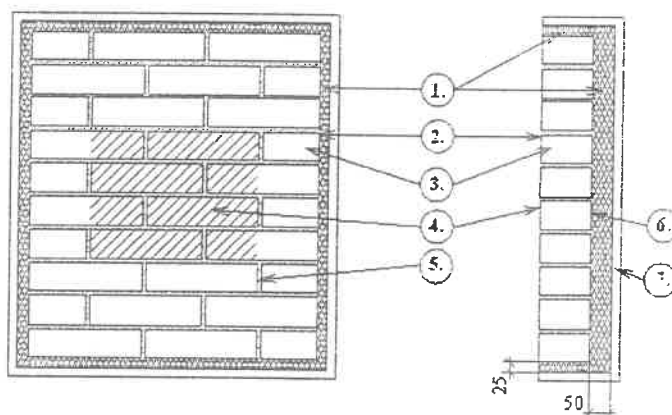
U drugom slučaju, pravi se panel sa malterom kao veznim materijalom i ostavi se da tri dana stoji na vazduhu u laboratorijskim uslovima. Zatim se ceo panel potapa u vodu u trajanju od 7. dana.

### 3. IZRADA OPITNOG PANELA

Kako je već rečeno, opitni panel može biti izrađen ili sa penastom gumom ili sa malterom kao spojnim sredstvom za elemente od gline čija se otpornost na dejstvo mraza proverava. Dosadašnja iskustva stečena prilikom ispitivanja otpornosti na mraz pokazuju da su rezultati ispitivanja praktično isti bez obzira koji je materijal korišćen za izradu spojnika.

Sve površine panela, izuzev one koja će biti izložena smrzavanju i odmrzavanju, moraju biti obložene termoizolacionim materijalom. U tu svrhu pogodno je koristiti ekstrudirani polistiren čija zapreminska masa iznosi najviše  $50 \text{ kg/m}^3$ . Najmanja debljina termoizolacije mora biti 50 mm na zadnjem delu panela, odnosno najmanje 25 mm na površinama po obimu panela (slika 1). Spoj između polistirena i površina po obimu panela treba da bude vodonepropustljiv kako voda tokom ispitivanja tu nebi mogla da prodire. Zato se pre postavljanja polistirena može naneti sloj penaste gume čime bi se pomenuti spoj zaptio.

Zidanje samog panela se radi pomoću uzoraka koji su prethodno bili 7 dana potopljeni u vodu i iz vode se vade neposredno pre zidanja koje se izvodi na pola "opeke". To znači da se spojnice susednih redova mimoilaze za polovinu dužine uzoraka kojima se zida panel. Kada se red završava polovinama uzoraka, onda ka unutrašnjem delu panela treba da budu okrenute površine koje nisu sečene, dok sečene površine ostaju okrenute ka stiroporu. Površina panela koja će biti izložena cikličnom smrzavanju i odmrzavanju treba da iznosi  $0,25$  do  $0,5 \text{ m}^2$ . Ceo panel je pogodno smestiti u na pr. drvenu kutiju kojom je panel sa svih, osim sa prednje (ispitne) strane, uokviren.



Slika 1. Izgled tipičnog panela, prednja strana (levo) i preseka kroz panel (desno)  
 (1 – izolacija od stiropora, 2 – red koji počinje sa celim uzorkom, 3 – red koji počinje sa polovinom uzorka, 4 – oblast u kojoj se postavljaju termoparovi, 5 – spojnica od penaste gume ili maltera, 6 – vodonepropustljiv kontakt između panela i stiropora, 7 – drvena kutija)

## 4. POSTUPAK ISPITIVANJA

Ispitivanje panela sa malterom mora da otpočne u roku od 30 minuta od vađenja panela iz vode. Ako se iz nekog razloga ovo vreme prekorači do najviše 4 sata, moraju se preduzeti mere sprečavanja isparavanja vode iz panela uvijanjem u plastičnu foliju. U slučaju da ispitivanje ne otpočne ni posle 4 sata, panel se mora vratiti ponovo u vodu i to u trajanju od najmanje 20 do najviše 24 sata. Panel u klima komori stoji vertikalno. Pre otpočinjanja ciklusa smrzavanja i odmrzavanja ispitna površina panela mora da se isprska vodom ambijentalne temperature. Protok vode treba da bude  $6 \pm 0,5$  l/min. po metru širine panela tokom  $15 \pm 1$  minuta. Kako bi se prethodni uslovi obezbedili potrebno je staviti pogodnu brizgaljku na vrhu panela po celoj njegovoj širini.

Ispitivanje panela sa penastom gumom treba da počne u roku od 2 sata mereno od trenutka vađenja uzoraka iz posude sa vodom koja je korišćena za određivanje upijanja vode. U suprotnom treba preduzeti mere da se spreči isušivanje uzoraka, na pr. umotavanjem u foliju ili držanjem u prostoru vlažnosti najmanje 95%. Nastavak pripreme panela – prskanje vodom se izvodi na isti način kao kod panela sa malterom.

### 4.1. Smrzavanje

Jedan ciklus ispitivanja se sastoji od perioda smrzavanja i period odmrzavanja. Prvi period smrzavanja traje 6 sati  $\pm 5$  min., a svaki naredni  $120 \pm 5$  min. Temperaturu ohlađenog vazduha u komori treba meriti na rastojanju od  $30 \pm 10$  mm od centra izložene površine panela. Komora mora imati kapacitet da obezbedi snižavanje temperature vazduha sa početne vrednosti od  $20 \pm 3^\circ\text{C}$  na  $-15 \pm 3^\circ\text{C}$  u trajanju od min. 20 do max. 30 minuta. Temperatura od  $-15 \pm 3^\circ\text{C}$  treba da se održi daljih 90 do 100 min., tako da je ukupno trajanje smrzavanja  $120 \pm 5$  minuta.

U toku perioda smrzavanja treba izmeriti protok toplote preko uređaja opisanog u tački 3. Temperatura površine aluminijumske ploče treba da se podesi na  $0^\circ\text{C}$  pri temperaturi vazduha u komori od  $-15^\circ\text{C}$  u trajanju od 15 minuta. Temperatura ploče se održava konstantnom promenom napona struje u otporniku sa kojim je ona povezana. Temperatura ploče i vazduha u komori se meri pomoću odgovarajućih termoparova. Treba izračunati srednju potrošnju energije na osnovu izmerenih parametara struje. Brzina emitovanja toplotne energije preko površine ploče se računa prema obrascu:

$$\text{brzina emitovanja toplote} \left[ \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \right] = \frac{\text{srednja apsorbovana energija [W]}}{\text{povrsina plocice [m}^2\text{]}}$$

Brzina emitovanja (gubitka) toplote mora iznositi  $400 \pm 80$  W/m<sup>2</sup>. Ako nije moguće obezbediti razliku između srednje površine temperature ploče i vazduha u komori od tačno 15 °C, recimo zbog variranja temperature vazduha u komori, računa se korigovana vrednost brzine emitovanja toplote po obrascu:

$$\text{korigovana brzina emitovanja toplote} \left[ \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \right] = A \cdot \left( \frac{15}{15+b} \right)$$

## 6. OCENA REZULTATA ISPITIVANJA

Standardom EN 722-22 su definisane moguće vrste (tipovi) oštećenja (defekata) koji su ovde dati u tabeli 1.

| Opis oštećenja   | Tip oštećenja |
|--|---------------|
| Nema oštećenja   | 0             |
| Oštećenje u obliku rupica (Crater)   | 1             |
| Prsline kao vlas kose $\leq 0,2$ mm (Hair crack)*  | 2             |
| Male prsline* (Minor crack)  | 3             |
| Površinske prsline $\geq 0,2$ mm (Surface crack)*  | 4             |
| Prsline koje delimično presecaju uzorak (Through crack)  | 5             |
| Otpadanje delića materijala po ivici uzorka, površinsko ljuštenje i ljuštenje (Chipping, peeling, scaling) | 6             |
| Prelom uzoraka (Fracture)  | 7             |
| Odvajanje većih komada materijala, delaminacija (Spalling, delamination)                                   | 8             |

Ukoliko se prsline (označene zvezdicom) pojave zajedno sa delaminacijom pri čemu se može konstatovati one presecaju uzorak, oštećenje se definiše kao delaminacija

Tabela 1 – Tipovi oštećenja uzoraka

Prethodno opisana oštećenja su u aneksu "A" standarda prikazana šematski, a ovde su prikazana na slici 4. Treba registrovati broj uzoraka (bez obzira da li su u pitanju celi ili polovine) koji su pretrpeli oštećenja nabrojana u tabeli 1. To se može učiniti posle zahtevanog broja ciklusa i/ili posle 100 ciklusa ispitivanja. Prilikom ocenjivanja nastalih oštećenja treba napraviti razliku između prslina na ležišnoj površini uzoraka koje su bile prisutne pre početka ispitivanja koje su nastale u procesu proizvodnje i prslina koje su nastale tokom ispitivanja i mogu se oceniti kao delaminacija. U slučaju da se konstatuje da nema oštećenja tipa 4 ili više ni na jednom uzorku, ispitani proizvod se može svrstati u klasu F2 – ekstremni uslovi eksploatacije.

## 7. IZVEŠTAJ O ISPITIVANJU

Izveštaj o ispitivanju treba da sadrži sledeće informacije:

- broj, naslov i godinu izdanja evropskog standarda,
- naziv organizacije koja je izvršila uzorkovanje i korišćena metoda ispitivanja,
- naziv proizvođača, proizvodne mere i podaci prema EN 771-1,
- broj komada proizvoda u uzorku,
- datum prijema uzorka u laboratoriji,
- upijanje vode (ako se zahteva),
- opis uzoraka, uključujući dimenzije izložene površine,
- vrsta vezivnog materijala za zidanje opitnog panela (malter ili penasta guma),
- opis utvrđenog oštećenja uzoraka od tipa 4 do 8 koja su nastala posle zahtevanog broja ciklusa ili posle 100 ciklusa ispitivanja,
- da li uzorci ispunjavaju uslove za kategoriju F2 (ekstremni uslovi).