

Nova regulativa u području betonskih konstrukcija

Jovo Beslać, Franjo Blagus, Vladimir Marinić

Ključne riječi

betonske konstrukcije, regulativa, norme, kriteriji kvalitete, trajnost, objekti na autocestama

Key words

concrete structures, regulations, standards, quality criteria, durability, motorway structures

Mots clés

constructions en béton, réglementation, normes, critères de qualité, durée de vie, ouvrages d'art sur les autoroutes

Ключевые слова

бетонные конструкции, правила, нормы, критерии качества, долговечность, объекты на автострадах

Schlüsselworte:

Betonkonstruktionen, Regelung, Normen, Qualitätskriterien, Dauerhaftigkeit, Autobahnbauwerke

J. Beslać, F. Blagus, V. Marinić

Stručni rad

Nova regulativa u području betonskih konstrukcija

U članku se opisuju posljedice usvajanja europskih norma na hrvatsku građevinsku regulativu, posebno onu iz područja betonskih konstrukcija. Ističe se da je prilagođavanje naših norma europskim neminovnost i generacijska obveza. Ujedno je to i osnovni uvjet koji treba ispuniti za priključenje Europskoj uniji. Prikazuju se novosti koje će biti uvedene u našu praksu, posebno na objektima autocesta. Upozorava se da bi nove znatno oštrije kriterije trebalo odmah primijeniti.

J. Beslać, F. Blagus, V. Marinić

Professional paper

New regulations in the field of concrete structures

The effects of the adoption of European standards on Croatian construction regulations, especially in the field of concrete structures, are discussed in the paper. It is emphasized that the adjustment of our standards to European ones is an unavoidable need and a duty of the present-day generation. At the same time, it is the basic prerequisite for the adherence to the European Union. Novelities to be introduced into our practice, especially in relation to motorway structures, are presented. The author cautions that new more stringent criteria should be applied without delay.

J. Beslać, F. Blagus, V. Marinić

Ouvrage professionnel

Nouvelle réglementation dans le domaine des constructions en béton

L'article décrit les conséquences de l'adoption des normes européennes pour la réglementation croate du génie civil, notamment pour celle des constructions en béton. On souligne que les normes croates doivent nécessairement être adaptées aux normes européennes et que cela constitue une obligation de cette génération. En même temps, c'est la condition primordiale à remplir pour l'adhésion à l'Union européenne. On présente des nouveautés qui seront introduites dans notre pratique, en particulier sur les ouvrages d'art des autoroutes. Il est précisé que les nouveaux critères, nettement plus sévères, devraient être mis en œuvre immédiatement.

Ї. Беслач, Ф. Благус, В. Маринич

Отраслевая работа

Новые правила в области бетонных конструкций

В статье описываются последствия принятия европейских норм на хорватские строительные правила, особенно правила, относящиеся к области бетонных конструкций. Подчеркивается, что приспособление наших норм к европейским является неминуемым и представляет обязанность генерации. В то же время это и основное условие, необходимое для присоединения к Европейскому содружеству. Показываются новости, которые будут введены в нашу практику, особенно на объектах автострад. Предупреждается, чтобы новые, значительно более острые критерии, нужно было применить сразу.

J. Beslać, F. Blagus, V. Marinić

Fachbericht

Neue Regelung im Bereich der Betonkonstruktionen

Im Artikel beschreibt man die Folgen der Annahme der europäischen Normen auf die kroatische Bauregelung, besonders auf jene im Gebiet der Betonkonstruktionen. Es wird hervorgehoben dass die Anpassung der kroatischen Normen an die europäischen eine Unvermeidlichkeit und Generationsverpflichtung ist. Zugleich ist das die Grundbedingung die zum Anschluss an die Europaunion erfüllt werden muss. Es sind Neuigkeiten dargestellt die in die kroatische Praxis eingeführt werden, besonders betreffend Autobahnbauwerke. Es wird darauf hingewiesen dass die neuen, bedeutend schärferen Kriterien sofort angewendet werden sollten.

Autori: Prof. dr. sc. **Jovo Beslać**, dipl. ing. grad.; **Franjo Blagus**, dipl. ing. grad.; **Vladimir Marinić**, dipl. ing. grad.,
Institut građevinarstva Hrvatske, Zagreb

1 Uvod

Naša još uvijek valjana regulativa u području betonskih konstrukcija, naslijeđena iz bivše države, stara je više od 25 godina. PBAB je, naime, stupio na snagu 1987., ali je prije toga gotovo 10 godina pripreman i usuglašavan (prije nego što je "prepisan" iz CEB/FIP-ova kodnog modela iz 1978.). Već ta činjenica više nego evidentno upućuje na njezinu daljnju neodrživost u našoj praksi, o čemu se prije pisalo [1]. Ružna praktična iskustva s poluautoceste Oštrovica-Delnice-Kupjak, savskih mostova u Zagrebu (u Zaprešiću i u Ivanjoj Reci), a i ostalih naših autocesta to na drastičan način i potvrđuju (slika 1.). Treba pritom imati na umu da se upravo u tih nekoliko posljednjih desetljeća našeg zaostajanja u razvijenom svijetu ulažu golemi napor i unaprjeđivanju tehnologije betona, veći negoli u stotinu godina primjene betona prije toga, i da se u njoj i događaju krupne promjene. U svijetu se u raznim organizacijama i pod raznim pokroviteljstvima svake godine održava po nekoliko svjetskih i još više regionalnih znanstvenih i stručnih skupova iz različitih područja primjene betona. Rezultati se unose u nove regulativne dokumente, čije su izmjene sve češće.



Slika 1. Primjer kolničke ploče "provaljene" već nakon dvadesetak godina uporabe

Knjiga IV. (za betonske radove) naših novih Općih tehničkih uvjeta za radove na cestama pripremljena je sa specifikacijama iz novih europskih norma, a u Ministarstvu zaštite okoliša i prostornog uređenja formirano je povjerenstvo koje priprema izmjene vrijedećega PBAB-a i njegovu prilagodbu ovome novom stanju.

2 Proračun i dimenzioniranje

Proračun i dimenzioniranje konstrukcija reguliraju eurokodovi pretočeni u privremene europske norme niza ENV 1992 do 1998. Iako su u zemljama članicama CEN-a u opticaju već više od 10 godina, još se uvijek doraduju

i usklađuju. Primjedbe na njih već su godinama vrlo brojne. Opća je ocjena da su preopširne, komplicirane i općenito teške za primjenu i vodećim stručnjacima. Vjerojatno je to i ponukalo posljednjeg predsjednika FIP-a da na posljednjem kongresu (pred integraciju CEB u FIB) javno upozori da [2]:

"Inženjeri moraju čuvati svoj vlastiti jezik, različit od jezika arhitekata i znanstvenika".

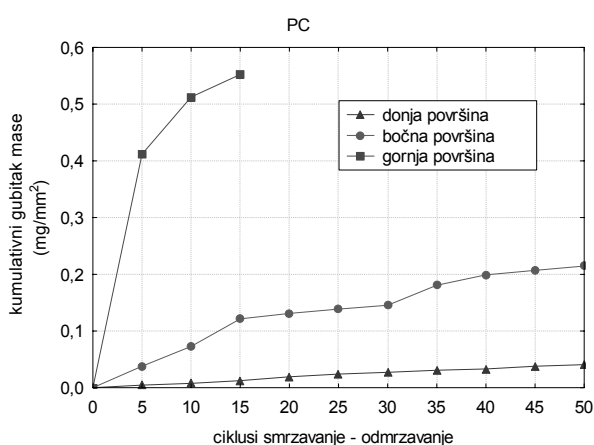
Zbog toga ćemo u ovom području i mi još neko vrijeme (recimo prijelazno) vjerojatno morati ostaviti taj dio našeg važećeg PBAB-a u paralelnoj primjeni, što ne mora biti i u području svojstava, proizvodnje i potvrđivanja sukladnosti betona pa ni u području izvedbe betonskih konstrukcija.

3 Svojstva, proizvodnja i potvrđivanje sukladnosti

U ovom su području novosti koje nas očekuju velike a i stanje je općenito prilično definirano. Osnovna norma EN 206-1 [3] nije samo objavljena, nego je kao obvezatna i uvedena u primjenu u sve zemlje članice CEN-a. Uvedena je na način da je prevedena ili objavljena u originalu, a način njezine primjene zasad je reguliran izmijenjenim i tomu prilagođenim nacionalnim propisom. U novom DIN 1045 iz prošle godine drugi dio sadrži upravo to pojašnjenje primjene DIN EN 206-1 uz zadržane određene nacionalne specifičnosti iz starog DIN-a. Prvi dio tog novog DIN-a obrađuje proračun i dimenzioniranje, treći izvedbu, a četvrti predgotovljene elemente. U ova dva posljednja unesene su i novosti iz ENV 13670-1 koje uvjetuju izvedbu betonskih konstrukcija općenito.

Prvi dio EN 206-1 čine klasifikacije, kojima su među ostalim utvrđene klase izloženosti betonskih konstrukcija, odnosno klase agresivnog djelovanja okoline. Utvrđeno je ukupno 6 klasa sa po 3 ili 4 razreda u svakoj. Međutim, uvjeti otpornosti betona na te agresivnosti nisu još dani potrebnim svojstvima betona nego vrlo grubo klasom, najmanjom količinom cementa i najvećim dopuštenim v/c omjerom. Ovo zbog toga što ni postupci ispitivanja tih svojstava (karbonatizacije, penetracije klorida, otpornosti na smrzavanje i sl.) ni kriteriji otpornosti betona još nisu usuglašeno utvrđeni. Ostavljeno je da se zasada to rješava na nacionalnim razinama ako postoje dovoljna iskustva. Morat ćemo to prema vlastitim iskustvima učiniti i mi. Čini nam se da ih (barem negativnih) imamo dovoljno. Zasada bismo vjerojatno trebali zadržati naše vrijedeće norme za ispitivanje i utvrditi kriterije koje još uvijek nemamo. Trebalo je da to prema sadašnjim propisima utvrđuju projektanti prema konkretnim uvjetima, ali je praksa pokazala da oni to nisu u stanju. Za kriterije otpornosti betona prema karbonatizaciji i penetraciji klorida preko svojstava plinopropusnosti,

apsorpcije ili difuzije ni mi ni svijet nemamo još dovoljno podataka. Međutim, za otpornost na smrzavanje možemo se prema našem iskustvu do daljnjega koristiti našom normom HRN U.M1.016 i kriterijem 100 ciklusa u nizinskom, a 200 ciklusa u planinskom dijelu zemlje s oštrijom zimom. Za otpornost na smrzavanje i soli za odmrzavanje bi kriterij 25 ciklusa prema HRN U.M1.055 obvezatno, i to odmah, trebalo podići na 50, što su neke razvijene zemlje sa sličnom kontinentalnom klimom već poodavno učinile [4]. Pritom bi trebalo uvjetovati da se ispituje ili rezana površina, što prakticiraju neke zemlje, ili ona površina koja će biti izložena (donja, bočna ili gornja) jer im otpornost prema dijagramu na slici 2. nije jednaka.



Slika 2. Otpornost na smrzavanje i soli za odmrzavanje različitih površina uzorka betona u plastičnom kalupu dimenzija 15 × 15 × 15 cm

Norma EN 206-1 za razliku od našeg PBAB-a pokriva sve uobičajene vrste betona: lagani, obični i teški te beton za prednapete elemente i konstrukcije, i to u području klasa od 8/10 do 100/115, pri čemu prvi broj označava 28-dnevnu tlačnu čvrstoću betona utvrđenu na valjku promjera 15 cm i visine 30 cm, a drugi na kocki brida 15 cm i to kao karakteristične vrijednosti 5%-tne vjerojatnosti podbačaja.

Za sastavne materijale već postoje, ili su pred usvajanjem, gotovo sve osnovne europske norme. U njihovu području i nema značajnijih promjena, barem ne u kriterijima kvalitete.

Beton prema navedenoj normi može biti uvjetovan svojstvima ovisnim o uvjetima eksploatacije konstrukcije, prema kojima mu se onda prethodnim ili početnim ispitivanjima utvrđuje i potvrđuje sastav, ili sastavom koji proizvođaču zadaje naručitelj. U prvom se slučaju radi o projektiranom betonu za koji je odgovoran proizvođač, a u drugom o betonu zadanog sastava pri kojem proizvođač odgovara samo za zadani sastav a ne i za svojstva. Ovaj drugi može biti za neka niža područja i normi-

ran, a vjerojatno će u nas i biti na način sličan betonu kategorije I u važećem PBAB-u.

Proizvodnja betona je proceduralno opširnije i striktnije uvjetovana pa će se i kontrola kvalitete proizvodnje zasnivati pretežno na nadzoru poštivanja tih procedura. Opseg ispitivanja svojstava očvrstlog betona znatno je smanjen. Broj kontrolnih uzoraka potrebnih za potvrđivanje sukladnosti tlačne čvrstoće nekoliko je puta manji od sadašnjeg. Dana je čak i mogućnost da se po nekoliko susjednih klasa betona udruži u *familiju*, utvrdi korelacija prema odabranom srednjem članu i onda rezultati pojedinih klasa preračunavaju na taj odabrani i s tom vrijednosti sukladnost potvrđuje za cijelu *familiju*. Mi se ovom mogućnosti zasada (u prijelaznom razdoblju) vjerojatno još ne bismo trebali koristiti, pogotovo ju ne bismo smjeli zloupotrebjavati.

Klasa betona jest strože uvjetovana, kao 5%-tni fraktil, ali kad se usporede statistički parametri tog kriterija i kontrolni uzorak onda on gotovo da i nije stroži od našeg važećeg 10%-tnog. Naime, faktor uvećanja standardne devijacije (s) jest 1,48

$$f_{cm} \geq f_{ck} + 1,48 s \quad (\text{PBAB: } f_{cm} \geq f_{ck} + 1,2 s)$$

ali se odnosi na rezultate ispitivanja kontrolnih uzoraka brida kocke 15 cm i nema preračunavanja na uzorak brida 20 cm (s faktorom 0,95). I uvjet za najmanji dopušteni rezultat ostao je isti (kao u PBAB-u):

$$f_{ci \min} \geq f_{ck} - 4.$$

Za ocjenjivanje i potvrđivanje sukladnosti betona odgovoran je, normalno, proizvođač, ali je preporučeno da se u to uključi i neutralna ovlaštena institucija, što će na nacionalnom nivou trebati precizirati (uvjete koje mora zadovoljavati i način na koji će djelovati). Sam postupak će se provoditi u tri faze:

- ispitivanje
- nadzor
- potvrđivanje.

Za svaku od njih trebat će ovlaštenje. Institucija ovlaštena za potvrđivanje sukladnosti moći će obavljati i ispitivanja i nadzor. Uloga neutralne ovlaštene institucije uglavnom je kontrolna. Vlastita ispitivanja izvodi po vlastitoj procjeni potrebe, ovisno o povjerenju u kontrolu proizvodnje proizvođača.

4 Izvedba

Za izvedbu betonskih konstrukcija usvojena je privremena norma ENV 13670-1 (5) i to njezin opći dio. Drugi je dio trebao obuhvatiti izvedbu betonskih mostova, ali se za sada od toga odustalo, dok se iz zemalja članica CEN-a ne dobije odaziv o primjeni norme. On bi trebao

stići do kraja ove godine, a ona će imati status privremenosti još do kraja iduće, kad bi ju trebalo prevesti u konačnu i krenuti dalje, vjerojatno na normiranje izvedbe pojedinih karakterističnih vrsta betonskih konstrukcija.

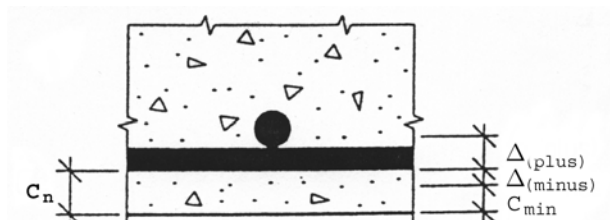
Normom su općenito obuhvaćene sve faze i stavke izvedbe betonskih konstrukcija, - od skela i oplata preko armature, prednapinjanja, betoniranja i izvedbe predgotovljenim elementima do geometrijskih tolerancija i nadzora. Propisana je procedura kontrole svih tih faza, a najpreciznije prednapinjanje kao najosjetljivije. Razumljivo je to i stoga što je 1980-tih godina bilo nekoliko ozbiljnih slomova prednapetih betonskih konstrukcija [1], nakon čega je tadašnji FIP osnovao poseban odbor za istraživanja ovih problema. U njemu je nekoliko godina surađivalo čak 35 priznatih svjetskih stručnjaka iz ovog područja. Jedan je od zaključaka bio da posebnu pozornost valja posvetiti zaštiti prednapetih kabela injektiranjem, koje trebaju izvoditi za to specijalizirane institucije uz obvezatni nadzor ovlaštene institucije.

Samo je betoniranje specificirano kroz sve karakteristične faze:

- isporuku, prihvata i gradilišni transport
- pripreme radnje (prije betoniranja)
- ugradnju i zbijanje
- njegovanje i zaštitu
- naknadne radnje (nakon betoniranja)
- specijalne postupke izvedbe i
- betoniranje složenih konstrukcija.

Dosta precizno uvjetovane su geometrijske tolerancije svih karakterističnih dijelova konstrukcije:

- temelja
- stupova i zidova
- greda i ploča
- poprečnih presjeka
- površina i rubova i
- otvora i uložaka.



Slika 3. Naznaka tolerancija položaja armature u poprečnom presjeku

Posebna je pažnja posvećena položaju armature u poprečnom presjeku u kojem su specificirana dopuštena

odstupanja od projektirane nominalne vrijednosti debljine zaštitnog sloja C_n (slika 3.). Nominalne su vrijednosti inače specificirane u ENV 1992, sa znatno većim vrijednostima od naših današnjih, a namjera je našeg povjerenstva da se u renoviranom PBAB-u one još i povećaju, posebno u uvjetima kloridno agresivne okoline.

Najdetaljnije je specificiran nadzor izvođača, i to u 3 razreda, čiji izbor obavlja projektant ovisno o složenosti i osjetljivosti konstrukcije. Specificirane su zadaće nadzora u svim fazama izvedbe.

Kontrola klase betona na građevini (pri izvedbi) nije specificirana. Ostavljeno je da se provodi prema potrebi koju procjenjuje nadzor. Provodi se tzv. identifikacijskim ispitivanjima, kojima se kontrolira tlačna čvrstoća samo određene količine betona ili određenog dijela konstrukcije za koji se sumnja da ne pripada skupu za koji je potvrda sukladnosti dobivena od proizvođača. Kriteriji koje ti rezultati trebaju zadovoljiti nešto su blaži od onih uvjetovanih u potvrđivanju sukladnosti tlačne čvrstoće u proizvodnji betona. Kontrola se ovisno o količini betona provodi na 1 do 6 uzoraka koji moraju zadovoljiti opći kriterij:

$$f_{cm} \geq f_{ck} + 1 \quad \text{za 2 do 4 rezultata}$$

$$f_{cm} \geq f_{ck} + 2 \quad \text{za 5 do 6 rezultata}$$

a za 1 rezultat i za najmanji rezultat uvjetovan je kriterij:

$$f_{ci\ min} \geq f_{ck} - 4.$$

Ovdje će, čini se, trebati najozbiljnije intervenirati. Naša se sadašnja praksa značajno oslanja na kontrolu betona na građevini (na mjestu ugradnje), pa će ju do daljnjega trebati i zadržati, i to na način kako je to učinio, poštujući dosadašnju praksu, DIN 1045-3 (za izvedbu). Zadržao je kontrolu tlačne čvrstoće betona na građevini i to s češćim ispitivanjima i strožim kriterijima od onih u potvrđivanju sukladnosti kvalitete proizvodnje betona (u DIN EN 206-1 i DIN 1045-2).

U slučaju nepotvrđene sukladnosti betona uvjetovana su naknadna ispitivanja slično našoj sadašnjoj praksi.

Ispitivanje osjetljivih betonskih konstrukcija pokusnim opterećenjem nije specificirano niti se ono više u razvijenom svijetu izvodi, izuzev eventualne posebno osjetljive i statički "nejasne" konstrukcije i to češće modelski nego u naravnoj veličini.

5 Održavanje

Održavanje u europskim normama još nije specificirano. Intenzivno se radi na specificiranju područja popravljivanja pogrešaka u betonskim konstrukcijama za koje CEN priprema oko 60 norma od kojih je više od polovice već objavljeno i u nas preuzeto.

6 Zaključak

Nužnost hitnog preuzimanja nove europske regulative u području betonskih konstrukcija smatramo evidentnom. Bit će mnogo novosti pa i problema. Nužna je hitna edukacija svih sudionika u građenju, koja će morati biti ubrza-

na, ali i sveobuhvatna pa baš zbog toga dobro organizirana. Da bi sve to uspjelo neophodna je i dobra i koordinirana suradnja mjerodavnih institucija, posebno Ministarstva zaštite okoliša i prostornog uređenja, Državnog zavoda za normizaciju i mjeriteljstvo te Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu.

LITERATURA

- [1] Beslać, J.: *Regulativa u području građenja betonom*, Građevinar 52 (2000) 4, 209.-215.
- [2] Verlogieux, M.: *President's Message*, FIP Notes, 1998/2, pp 2-3.
- [3] EN 206-1: Concrete – Part 1: *Specification, performance, production and conformity*, December 2000.
- [4] Marchand, J.; Sellevold E. J.; Pigeon M.: *The Deicer Salt Scaling Deterioration of Concrete – An Overview*, Proceedings of Third CANMET/ACI International Conference “Durability of Concrete”, Nice, France, 1994., pp 1-46.
- [5] ENV 13670-1: *Execution of concrete structures – Part 1: Common*, January 2000.