

# Regulativa u području građenja betonom

Jovo Beslać

## Ključne riječi

građenje betonom,  
regulativa,  
norme,  
kloridna korozija,  
trajnost,  
morska okolina

## Key words

construction with  
concrete,  
legislation,  
standards,  
chloride corrosion,  
durability,  
marine environment

## Mots clés

constructions en béton,  
réglementation,  
normes,  
corrosion par chlorures,  
durée de vie,  
milieu marin

## Schlüsselworte:

Betonbau,  
Verordnungen,  
Normen,  
Chlorid-Korrosion,  
Dauerhaftigkeit,  
Meerumgebung

J. Beslać

Stručni rad

## Regulativa u području građenja betonom

*U radu je analizirano stanje naše regulative u području građenja betonom. Razmotrene su mogućnosti izlaza iz sadašnjeg nepovoljnog stanja. Osnovna konstatacija autora je zastarjelost i poddimenzioniranost specificiranih temeljnih svojstava, što je ilustrirano stanjem regulative i graditeljske prakse pri građenju u uvjetima agresivnog djelovanja morske okoline, što se prije svega odnosi na konkretna građenja jadranskih mostova u Hrvatskoj od prije otprilike 25 godina i danas.*

J. Beslać

Professional paper

## Regulations in concrete industry

*Current regulations in the field of concrete-based constructions is analyzed in the paper. Possibilities for overcoming the current unfavorable situation are presented. The author's principal assertion is that the present legislation is outdated and that the specifications regarding basic properties are too lax. This assertion is illustrated by the current legislation and practices relating to construction in aggressive marine environment, which primarily concerns bridges on the Adriatic coast in Croatia that have been built over the past twenty-five years.*

J. Beslać

Ouvrage professionnel

## La réglementation des constructions en béton

*L'article analyse l'état de notre réglementation en matière de constructions en béton. On étudie les possibilités de sortir du mauvais état actuel. L'auteur observe essentiellement que les propriétés fondamentales spécifiées sont désuètes et sous-dimensionnées, ce qu'il illustre par l'état de la réglementation et de la pratique du génie civil dans les conditions de l'action agressive du milieu marin, en visant particulièrement la construction des ponts sur l'Adriatique en Croatie depuis 25 environ jusqu'à nos jours*

J. Beslać

Fachbericht

## Verordnungen im Bereich des Betonbaus

*Im Artikel wird der Stand der kroatischen Verordnungen im Bereich des Betonbaus analysiert. Erläutert sind Möglichkeiten der Lösung des gegenwärtigen unzusagenden Zustandes. Die Grundfeststellung des Verfassers ist die Überlebtheit und die ungenügende Dimensionierung der spezifischen Grundeigenschaften, was illustriert wird mit dem Stand der Verordnungen und der Baufachpraxis beim Bauen im Umstände der aggressiven Wirkung der Meerumgebung. Das bezieht sich vor allem auf konkretes Bauen der Brücken an der Adria in Kroatien vor etwa 25 Jahren und heute.*

Autor: Prof. dr. sc. **Jovo Beslać**, dipl. ing. građ., Institut građevinarstva Hrvatske, Zagreb, Janka Rakuše 1

## 1 Uvod

U razvijenom je svijetu normalno da su regulativni dokumenti u stalnom razvoju (usavršavanjima, dopunjavanjima i izmjenama). Ubrzani tehnološki razvoj to logično i nužno traži. Uobičajeno se osnovni normni dokumenti dopunjavaju ili mijenjaju nakon svakih najviše 5 godina. U bivšoj državi to je pravilo, makar i samo formalno, vrijedilo i u nas.

Međutim, stjecajem poznatih okolnosti i našeg zaostajanja u praćenju i preuzimanju dostignuća svjetskog tehnološkog razvoja stanje se u nas općenito, pa i u području građenja betonom, gotovo alarmantno pogoršalo. Naši sadašnji i osnovni normativi u području građenja betonom stari su 25 i više godina, doduše ne i formalno, ali stvarno i sadržajno jesu. Primjerima je to ovdje i potvrđeno.

Hitne promjene, odnosno poboljšanja nužni su. Put je vjerojatno zacrtan: preuzimanje europskih normi (EN).

## 2 Stanje

Osnovni normni dokument u području građenja betonom, *Pravilnik o tehničkim normativima za beton i armirani beton* (PBAB), primjenjuje se od 1987. godine i ne čini se "prestarim". Međutim, treba imati na umu da su pripreme za njegovo donošenje počele gotovo petnaestak godina prije i da su približno toliko bile stare i specifikacije koje su primijenjene za njegovo formuliranje. Naime, na prijašnji je pravilnik (iz 1971. godine), izrađen prema starim švicarskim normama, bilo toliko primjedaba i pritužba da je već nakon dvije ili tri godine u tadašnjim stručnim organizacijama pokrenuta ozbiljna akcija za njegove dopune i izmjene. Nejasni i suprotstavljeni stavovi nisu se ni tijekom nekoliko godina dogovaranja i raspravljanja uspijevali usuglasiti ni prihvatiti konačni tekst dopuna i izmjena.

U takvoj situaciji iskorišten je tada novi CEB-FIP-ov model normativa za betonske konstrukcije, objavljen 1978. godine. U nadležnim je forumima donesena odluka da se prema tom dokumentu izradi potpuno novi pravilnik. Rasprave o njemu, provjere i usuglašavanja trajali su još gotovo desetak godina, tako da je novi PBAB stupio na snagu tek krajem 1987. godine sa specifikacijama već tada starijim više od 10 godina.

Već su tada bile uočene tri osnovne zamjerke:

- nekompletnost
- nedorečenost i složenost
- nespecificirana trajnost.

Nekompletan je zbog toga što se odnosi samo na konstrukcije od običnog i armiranog betona. Ne pokriva ni lagani ni teški niti prednapeti beton. Za prednapete konstrukcije ostao je na snazi stari pravilnik iz 1971. godine s neadekvatnim uvjetima. Za lagane betone doneseno je

desetak zasebnih norma (samo za pojedine podvrste). Novi propisi razvijenih zemalja i prijedlozi europskih norma jednim dokumentom pokrivaju sve te vrste betona.

Pravilnik je vrlo kompliciran i nedorečen u području utvrđivanja svojstava i potvrđivanju sukladnosti, koje jedva razumiju i malobrojni stručniji predstavnici njegove provedbe u praksi. Ima npr. tri osnovna i sedam ili osam parcijalnih kriterija kontrole i dokazivanja marke betona, što propisi većine razvijenih zemalja rješavaju s najviše dva ili tri. Specifikacije posebnih svojstava betona (nepropusnosti npr. i otpornosti na razna korozivna djelovanja) bitne za trajnost betonskih i armiranobetonskih konstrukcija potpuno su ispuštene.

Potpuno nedefiniran i nespecificiran ostao je i problem kontrole i osiguranja kvalitete betona, koji bi morao biti osnova specifikacija. Stanje je u tom području u nas i danas prilično kaotično. U Zagrebu npr. ima gotovo četrdesetak proizvođača i prodavača betona od kojih samo nekoliko najvećih ima kako-tako organiziranu kontrolu.

Posebno slabo, gotovo nikako su specificirani problemi trajnosti betonskih konstrukcija. Funkcionalni eksploatacijski vijek, koji je danas temeljna tema i preokupacija brojnih svjetskih stručnih organizacija, jedva da je i spomenut, što već danas ima goleme izravne gospodarske štete. Za ovo područje ostao je na snazi Pravilnik još iz 1970. godine koji ne uvjetuje gotovo ništa.

Problem trajnosti betonskih, posebno armiranobetonskih konstrukcija danas je osnovni, gotovo egzistencijalni problem građenja betonom u svijetu općenito. Na njegovu rješavanje rade brojni istraživači, institucije i stručne organizacije diljem svijeta. Već je novi CEB-FIP-ov model propisa za beton iz 1990. godine [8] tomu posvetio odgovarajuću pažnju uvjetujući da:

*"Betonske konstrukcije treba projektirati, izvoditi i koristiti se njima na način da pod očekivanim utjecajem okoliša zadrže svoju sigurnost, funkcionalnost i prihvatljiv izgled tijekom eksplicitnog ili implicitnog razdoblja vremena bez potrebe nepredviđenih visokih troškova održavanja i popravljanja".*

Ovaj nedopustivi manjak u našim sadašnjim propisima za građenje betonom najbolje i najdramatičnije se očituje na primjerima naših jadranskih mostova, i starijih (Šibenskog, Virskog, Paškog i Krčkog) i novijih (Masleničkog i Dubrovačkog).

Ovi stariji su zbog kloridne korozije armature danas, nakon, u prosjeku, jedva 25 godina iskorištavanja, u stanju nužne sanacije i zaštite. Često se u nas spekulira da je greška kod ovih starijih jadranskih mostova bila u neprihvatanju tadašnjih propisa i prakse razvijenog svijeta. Je li baš tako? Razmotrimo li osnovne parametre trajnosti armiranobetonskih konstrukcija u kloridno agresivnoj okolini

- kvalitetu betona (prvenstveno v/c faktor)
- debljinu betona zaštitnog sloja
- dodatne mjere zaštite

na nekim tipičnim mostovima projektiranim i građenim približno u to isto vrijeme (tablica 1.) uočiti ćemo da i nije. Ti su parametri tada bili slični i na našim i na sličnim mostovima (u sličnoj okolini) u razvijenim zemljama.

Tablica 1. Osnovni parametri trajnosti nekih tipičnih armiranobetonskih mostova u nas i u svijetu izvedenih prije otprilike 25 godina u kloridno agresivnoj morskoj okolini

Parametri trajnosti		Krčki most 1976./1980	Öland [3] (Švedska) 1968./1972	Gimsoy.[4] (Norveška) 1979./1980.
MB	temelji	-	30	35
	stupovi	40	30	35
	rasponska konstrukcija	50	45	40
Zaštitni sloj [mm]	temelji	30	-	50
	stupovi	25	30	50
	rasponska konstrukcija	25	30	30

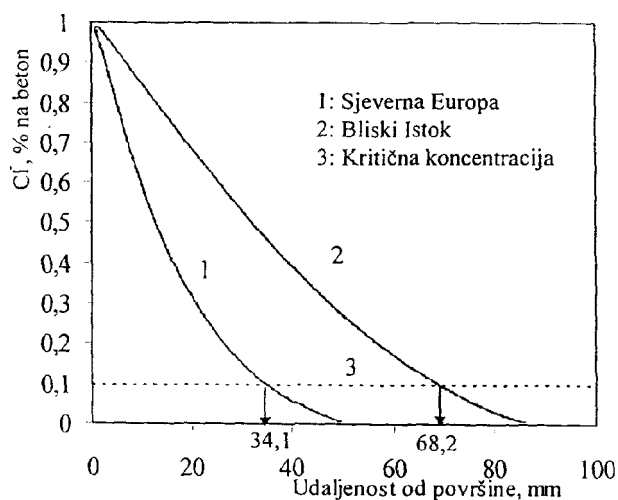
Sanacija i zaštita Gimsoystraumen mosta završena je prethodne godine a Öland (još uvijek najduži most u Europi) vjerojatno se još sanira. Na Ölandu se npr. već ranih 1980.-ih pojavila značajna korozija armature stupova u zoni plime i oseke i čak 5 do 6 m u moru. Ranih 1990.-ih već je sanirano 110 stupova uz cijenu od 48 milijuna američkih dolara [3].

Razvijeni svijet je nakon ovih i brojnih drugih sličnih spoznaja značajno pooštrio prethodno navedene osnovne kriterije kvalitete armiranobetonskih konstrukcija u kloridno agresivnoj okolini, što mi, nažalost, još uvijek nismo, barem ne u dovoljnoj mjeri (tablica 2.).

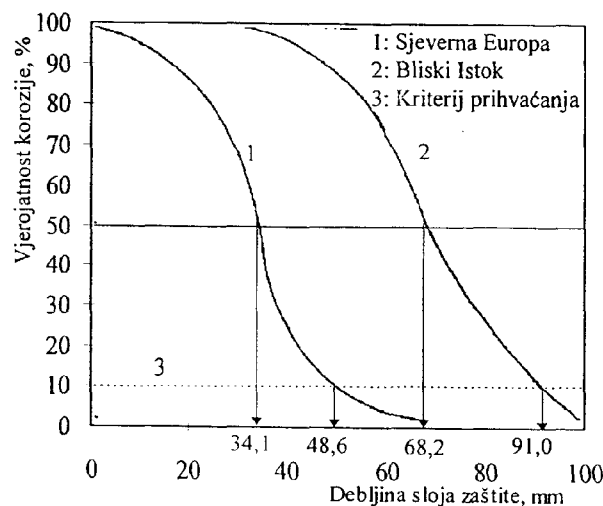
Tablica 2. Osnovni parametri trajnosti nekih tipičnih armiranobetonskih mostova u nas i u svijetu, izvedenih ovih godina u kloridno agresivnoj morskoj okolini

Parametri trajnosti gl. elem.	Maslenički 1996./1998	Dubrovač. 1999./2000	Great Belt (Danska) [2] 1988./1998.	Raftsundet (Norv.) [4] 1996./1998.
v/c	0,40	0,40	0,32-0,36	0,34
MB	40	45	65	65
Zašt. sloj [mm]	50	50(40)	70	120 temelji u moru 75 stupovi 55 greda
Dodatne mjere zaštite	-	-	epoksidne katodne silanske	posebne mjere bet. i njegovanja

Na našim novim jadranskim mostovima, ako ih na vrijeme ne zaštitimo, čekaju nas slični problemi kao i na starijima, to prije što se procesi kloridne korozije s porastom temperature značajno ubrzavaju. Prema istraživanjima S. Rostama [12] njihova se brzina pri porastu srednje temperature okoline za 10°C do 20°C gotovo udvostručuje. Njegovi dijagrami na slikama 1. i 2. to i grafički i numerički potvrđuju.



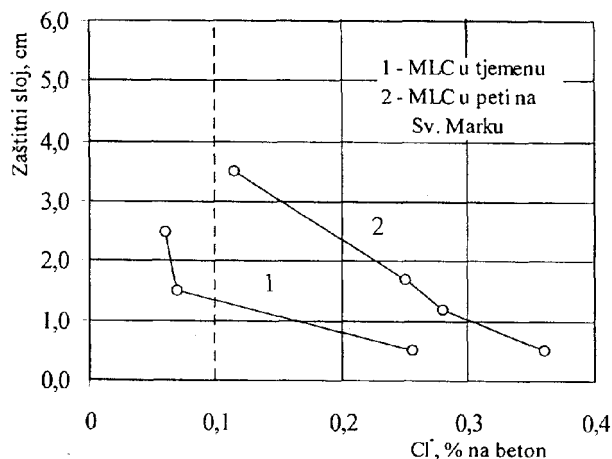
Slika 1. Zaštitni slojevi betona potrebni u različitim klimatskim uvjetima (uz 50%-tnu vjerojatnost) da količina klorida u zoni armature za 50 godina ne bi prešla kritičnih 0,1% [12]



Slika 2. U modernijem probabilističkom pristupu, koji se tek razrađuje, zaštitni slojevi betona potrebni za optimalni 10%-tni rizik pojave korozije nakon 50 godina vidljivo se povećavaju [12]

Rezultati ispitivanja izvršeni posljednjih godina na našim starijim jadranskim mostovima (Virskom, Paškom i Krčkom) potvrđuju ovaj Rostamov pristup i treba ih iskoristiti za kreiranje kriterija naših budućih propisa za građenje betonom u jadranskoj okolini. Pri tome je nužno imati na umu da je stanje na Krčkom mostu nešto povoljnije i od

onog na Virskom i Paškom i od onog na navedenim skandinavskim mostovima. Prema tim istraživanjima [14] na izloženijoj i osjetljivijoj konstrukciji malog luka Krčkog mosta koncentracija klorida u zoni armature prešla je kritičnu vrijednost od 0,1% na beton (0,4% na cement) i armatura iz inicijacijskog vjerojatno već ušla u propagacijski period na samo oko 20% do 30% ukupnih površina (pretežno onih bliže moru). Na ostalom dijelu ta je koncentracija još u prvih 1 do 2 cm betona (slika 3.).

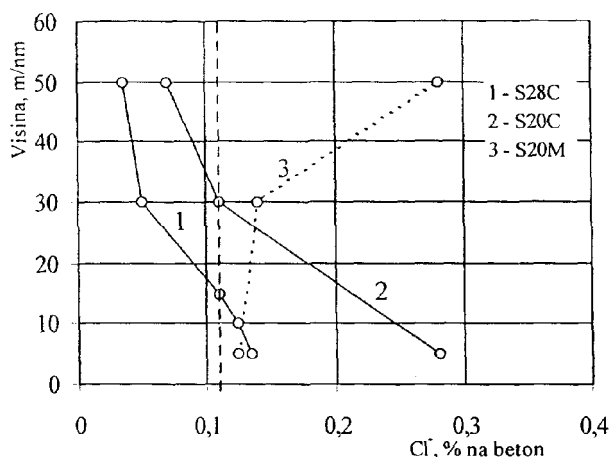


Slika 3. Karakteristični dijagrami sadašnje koncentracije klorida u betonu zaštitnog sloja malog luka Krčkog mosta (1 - u tjemenu i 2 - u petama) [14]

Takvo još uvijek relativno povoljno stanje klorida u betonu zaštitnog sloja Krčkog mosta vjerojatno treba zahvaliti visokoj kvaliteti betona, čija je sadašnja prosječna tlačna čvrstoća iznad 80 MPa [14], i upotrebi splitskog cementa s dodatkom zgre visokih peći, koji je tadašnji IGH intuitivno nametnuo investitoru i izvođaču, iako je postojala želja da se upotrijebi čisti portlandski cement iz bližih istarskih cementara. S cementom iz slovenske cementare Anhovu i s "pumpanim" betonom izrađen je dio mosta od razupora na niže, uključivo i razupore. Ostali betoni su "kranski" i sa splitskim cementom. Tek nekoliko godina kasnije eksperimentalno je utvrđeno (još uvijek ne i objašnjeno) da takvi cementi značajno usporavaju prodor klorida u beton [1].

Međutim nedostatak je Krčkog mosta što mu je projektirani zaštitni sloj betona samo 2,5 cm, koji je umjesto najmanji zapravo tek prosječna vrijednost, a realna je prema izvršenim ispitivanjima između 1,0 cm i 4,0 cm i tu nedvojbeno jest učinjena i projektantska i izvođačka greška, koja nas danas skupo stoji.

Koncentracija klorida se na dijelovima konstrukcije mosta malog luka otvorenim prema buri (na većem dijelu prema krčkoj strani) značajno smanjuje s visinom nad morem, što slabo vrijedi za stranu prema Sv. Marku, na kojoj je prodor klorida općenito intenzivniji nego na krčkoj strani (vjerojatno zbog određenih vrloženja udara bure)(slika 4.). Razlike u koncentraciji klorida po visini dijelova konstrukcije nad morem prije desetak godina bila je još veća [5].



Slika 4. Dijagrami promjene koncentracije klorida u zoni armature (na dubini 2,0 do 3,0 cm) po visini stupova S20 (na Sv. Marku) i S28 (na Krku) (1 i 2 - pojasnice stupa S28 i S20 prema Crikvenici i 3 - rebro stupa S20 prema Sv. Marku) [14]

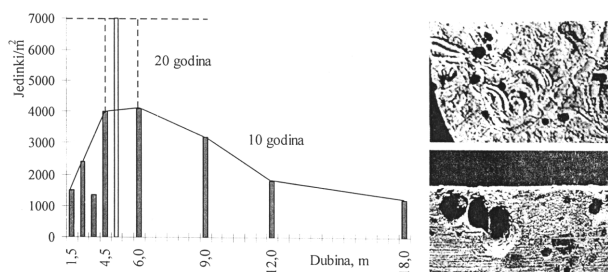
Pored kloridne korozije armature značajan problem naših jadranskih mostova, posebno onih u sjevernom dijelu, jest istodobno djelovanje smrzavanja, koje s jedne strane značajno povećava koeficijent difuzije klorida i ubrzava njihov prodor u beton, a s druge značajno umanjuje otpornost betona na smrzavanje. Pri nedavnom ispitivanju otpornosti na smrzavanje uzoraka betona promjera 50 mm i visine 56 mm s raznih pozicija malog luka utvrđeno je da se na uzorcima iz betona zaštitnog sloja s većom koncentracijom klorida već nakon 25 ciklusa oko zrna agregata formira i izlučuje bijeli talog kristala kalcijeva hidroksida i taj beton sadašnje prosječne tlačne čvrstoće iznad 80 MPa razara već nakon 50 ciklusa (slika 5.). Od 10 ispitanih uzoraka čak 7 ih se razorilo nakon 50 do 150 ciklusa smrzavanja. Samo 3 su izdržala 300 ciklusa i to 2 s gubitkom od 50% tlačne čvrstoće. Samo jedan, i to onaj iz tjemena luka i iz sredine presjeka, u koji kloridi nisu još dospjeli,



Slika 5. Uzorak betona malog luka zasićen kloridima nakon 75 ciklusa smrzavanja [14]

zadržao je tlačnu čvrstoću iznad 80 Mpa i nakon 300 ciklusa smrzavanja. Evidentno je da se kroz oslabljeni spoj cementnog kamena i agregata ubrzava prodor klorida pri smrzavanju i odmrzavanju betona i da bi te betone vjerojatno trebalo aerirati i primijeniti manje maksimalno zrno agregata. Treća, mjestimično vrlo značajna vrsta korozije betonskih konstruk-

cija u našoj morskoj okolini jest biološka korozija jedne vrste školjkaša, koji buše svoja staništa u površinskom sloju betona i oštećuju mu upravo taj najosjetljiviji i za armiranobetonke konstrukcije najvažniji dio. Na kosnicima temelja velikog luka utvrđeno je da školjkaš *Rocellaria Dubia* buši u površinskom sloju betona rupe promjera 5 do 10 mm i dubine do 30 mm (slika 6.). Stručnjaci ZRMK iz Ljubljane su 1989. godine na dubini 4 do 6 m ustanovili njihovu najveću koncentraciju od otprilike 4000 jedinki po m<sup>2</sup> površine. Deset godina kasnije taj se broj gotovo udvostručio. Na susjednom podmorskom tunelu koksare u Bakru taj je problem već tada, prije desetak godina, bio tolik da su morale biti poduzete mjere iznalaženja mogućnosti njegove vrlo skupe sanacije i zaštite. Čini se da navedeni školjkaš buši rupe u krupnijim zrnima mekanog karbonatnog agregata pa bi moguće rješenje moglo biti upotreba tvrdog agregata manjeg maksimalnog zrna.



Slika 6. Koncentracija i izgled staništa školjkaša *Rocellaria Dubia* u betonu kosnika velikog luka Krčkog mosta [11]

### 3 Mogućnosti i smjernice poboljšanja stanja

Navedeni primjeri i već poznato opće stanje naše prakse građenja betonom jasno upućuju na nedostatak specifikacija nužnih za kvalitetnije građenje betonom općenito, posebno u agresivnoj okolini, koje je i u razvijenom svijetu još uvijek u vrlo intenzivnoj fazi istraživanja i utvrđivanja.

Jasno je da je naša budućnost u preuzimanju europskih norma, ali je problem u tome što su i one još u pripremi, odnosno u većini slučajeva u stanju prednorme (prEN), ili još gore nacrtu prednorme, i što se i one za sada još zadržavaju na prilično uopćenim svojstvima i determinističkom pristupu njihova utvrđivanja ili procjene. Ne rješavaju ni približno navedene specifične slučajeve vrlo agresivnih djelovanja, čije specifikiranje rješavaju lokalni (nacionalni) faktori (državne institucije ili još češće veliki investitori, projektanti i rijeđe sami izvođači).

Eurokodovi za proračun i dimenzioniranje betonskih konstrukcija, koji su kao prednorme u opticaju već desetak godina (barem oni osnovni), rađeni su prema već spomenutom CEB-FIP-ovu modelu iz 1990. godine. Prema njemu je bila pripremljena i norma ENV 206 za svojstva, proizvodnju i potvrđivanje sukladnosti betona i za izvedbu

betonskih radova. Međutim, ova posljednja nije ni nakon 7 godina usuglašena na razini zemalja članica CEN-a. Prije 3 godine razbijena je na dvije nove: prEN 206-1 za svojstva, proizvodnju i potvrđivanje sukladnosti betona i prEN eee za izvedbu. Prvoj je prednacrt bio usuglašen u CEN/TC104 pretprošle godine, ali je pao na glasanju u zemljama članicama CEN-a, koje su na njega stavile još oko 200 stranica novih primjedaba, a neke su ga i potpuno odbile. Prednacrt je ponovno dopunjen i sada je opet na glasanju.

Najveći je problem upravo u specifikiranju trajnosti, za koju je CEN/TC104 na kraju priznao da taj problem u ponuđenoj verziji prEN 206-1 nije uspio riješiti. Zaključio je da za to nema još dovoljno pouzdanih kriterija ni postupaka [9].

Druga norma prEN eee, koja nema još ni broja, tek je u pripremi. Za prednacrt je zadužena grupa francuskih stručnjaka koju koordinira L. Croix.

Treba imati na umu da će se europske norme za građevinske proizvode prihvaćati i uvoditi u primjenu u paketima, i to norme za građenje betonom u jednom paketu, koji će sadržavati oko 100 norma, a usvojit će se tek kad i posljednja od njih bude prihvaćena. Takav su pristup Komisija Vijeća Europe i CEN dogovorili još prije desetak godina kad je među njima došlo do ozbiljnog nesuglasja. Kad su, naime, 1988. godine utvrđene i 1989. godine objavljene smjernice za građevinske proizvode (89/106/EEC) (7) s uvjetovanim bitnim svojstvima, prema kojima će se potvrđivati njihova sukladnost i omogućavati im slobodno prometovanje na zajedničkom tržištu, komisija je CEN-u izdala nalog za izradu odgovarajućih harmoniziranih norma. Međutim, CEN, koji je već bio preopterećen izradom općih korisničkih norma, koje osim 6 bitnih sadrže i sva ostala korisnicima relevantna svojstva, odbio je izvršiti taj zadatak. Dogovoreno je da će CEN nastaviti rad na općim korisničkim normama i u njih s nekoliko članaka ugrađivati harmonizirane dijelove prema kojima će im se sukladnost potvrđivati. Pretpostavlja se da će se tek na kraju izraditi zajednička, jedinstvena harmonizirana norma za sve građevinske proizvode (za potvrđivanje sukladnosti i dobivanje CE znaka).

Prema nekim programima očekuje se da će paket za građevinske proizvode biti prihvaćen i usvojen tek 2007. ili 2008. godine [6].

Nama, čini se, ne preostaje ništa drugo nego da europske norme preuzimamo pojedinačno, kako se to prije i prakticirano u Europskoj uniji, i to još u stanju konačnog nacrtu prednorme (final draft prEN), a da nedorečenosti u njima i naše specifičnosti specifikiramo aplikacijskim dokumentima.

Pri tome problemu trajnosti betonskih konstrukcija, koji se ovih godina vrlo intenzivno obrađuje u brojnim svjetskim

Slika 7. Mostovi vrlo različitog trajanja i sadašnjeg stanja u Meksičkom zaljevu (razoreni je star 30 god., a zdrav 60 god.) [13]

i europskim stručnim organizacijama (RILEM/CIB, ISO/TC59/SC14, CEN/TC51, CEN/TC104/WG12, EuRam, DuraNet i dr.), treba posvetiti posebnu pažnju i primjenjivati naša iskustva. Bit je u probabilističkom vrednovanju djelovanja okoline i odgovora, odnosno ponašanja konstrukcije tijekom projektiranog funkcionalnog vijeka prema prikupljenim podacima i prihvaćenim postupcima. U nekim od nabrojanih stručnih organizacija već su utvrđeni i predloženi određeni probabilistički modeli [12], ali je do sada na taj način projektiran tek jedan armirano-betonski tunel u Nizozemskoj [10]. Interesan je u tom kontekstu npr. primjer sa slike 7. na kojoj su prikazana dva mosta u Meksičkom zaljevu - jedan potpuno razoren i drugi u još vrlo zdravom stanju [13]. Dojam je na prvi pogled da je razoreni most starije izvedbe, a zdrav novije. Međutim, upravo je obratno: zdravi most star je 60 godina, ali je armiran nehrđajućim čelikom, a razoreni samo 30 (armiran običnim čelikom). Čini se da taj primjer upućuje i na neka moguća rješenja u našoj praksi.

#### 4 Zaključci

U području građenja betonom treba najhitnije preći na preuzimanje europskih norma, pojedinačno ili grupno kad je to moguće, u stanju prihvaćenoga konačnog teksta (harmoniziranog ili neharmoniziranog) i u stanju konačnog (prihvaćenog) teksta prednacrt (final draft prEN).

U njih putem aplikacijskih dokumenata treba ugrađivati nedefinirane specifikacije i naše specifičnosti. Pri utvrđivanju specifikacija za građenje betonom u okolini Jadranskog mora treba imati na umu sljedeće:

- jači (veći) intenzitet kloridne korozije od onog u hladnijim sjeverni područjima Europe, koja barataju određenim kriterijima i kritičnim vrijednostima
- različit intenzitet kloridne korozije prema položaju konstrukcije prema moru i lokalnim vjetrovima (do 15 m nad morem i iznad toga, u zoni direktnog djelovanja vjetra ili u zoni mogućeg vrtloženja, uz obalu ili dalje od obale i sl.)
- ugrožavajuće istovremeno djelovanje penetriranih klorida i smrzavanja u sjevernom dijelu Jadrana koje treba rješavati obvezatnim aeriranjem betona i nižim maksimalnim zrnom agregata
- ugrožavajuće agresivno djelovanje morskih organizama na nekim lokalitetima koje treba rješavati uvjetovanjem upotrebe agregata tvrdog zrna

U kritičnoj zoni djelovanja okoline mora (u zoni plime i oseke i neposredno iznad nje) treba preferirati nehrđajući čelik i dodatak betonu silicijske prašine, koja bitno homogenizira i poboljšava zonu dodira cementnog kamena i agregata kao najslabiju u betonu.

Budući da su tekstovi europskih norma u sva tri službena jezika, posebno u pojedinim definicijama i zaključcima, često slabo razumljivi, preporučljivo je za određene norme općeg karaktera, kao što su npr. eurokodovi i prEN 206, koji će se vjerojatno preuzimati na službenim jezicima, raditi i prateće makar i neslužbene prijevode.

#### LITERATURA

- [1] Mehta, P. H.: *Durability of Concrete Exposed to Marine Environment*. A Fresh Look, Proceedings of Second International Conference "Concrete in Marine Environment", ACI, SP-109, 1988., 2.-29.
- [2] Rostam, S.: *Design for Durability: The Great Belt Link, Concrete Technology*, New Trends, Industrial Applications, Proceedings of the International RILEM Workshop, E and FN SPON, 1994., 127.-155.
- [3] Bodin, J.; Lindbladh. L.; Nilson, P. A.: *The Management of the Eland Bridge - A Challenge of the Bridge Owner*, Proceedings of the International Conference "Repair of Concrete Structures, From Theory to Practice in Marine Environment", Svolver, Norway, 1999., 69.-79.
- [4] Fergastad, S.: *Durability and Design Improvements in the period from Gimsoystraumen Bridge to Rafsundet Bridge*, Proceedings of the International Conference "Repair of Concrete Structures from Theory to Practice in a Marine Environment", Svolver, Norway, 1997., 81.-88.

- [5] Beslać, J.; Bogović, M.: *Pojačano održavanje Krčkog mosta*, Građevinar, 49(1997) 8, 427.-434.
- [6] Maticainen, Y.: *Report of ECCE R&D for EU Parliament*, April 29, 1998.
- [7] Delort, M.: *Performance Testing for Durability of Concrete*, (CEN/TC51/TC104 approach), Workshop "Design of Durability of Concrete", Berlin, 1999., 14.-18.
- [8] Siemes, T.: History of Service Life Design of Concrete Structures, Workshop "Design of Durability of Concrete", Berlin, 1999., 19-27.
- [9] Helland, S.: Assessment and Prediction of Service Life of Structures. A Tool for Performance Based Requirements, Workshop "Design of Durability of Concrete", Berlin, 1999., 64.-75.
- [10] Breifenbucher, R.; Gehlen, C.; Shiessl, P.; Hoonard, J.; Siemes, T.: Service Life Design for The Western Scheldt Tunnel, Workshop "Design of Durability of Concrete", Berlin, 1999., 76.-87.
- [11] Beslać, J.; Hranilović, M.; Sesar, P.; Velan, D.; Sekulić, D.: The Krk Bridge: Corrosion and Maintenance, Proceedings of fib Symposium "Structural Concrete - The Bridge Between People", Prague, 1999., 603.-608.
- [12] Rostam, S.: Reliable Service Life Design - a Challenge for fib, Proceedings of fib Symposium "Structural Concrete - The Bridge Between People", Prague, 1999., 705.-710.
- [13] Knudsen, A.; Skovsagaard, T.: Reinforcement, Ahead of its Peers, Concrete Engineering International, 3(1999)6, August/September, 1999., 58.-61.
- [14] Beslać, J.: Istraživanje stanja armiranobetonske konstrukcije mosta malog luka Krčkog *mosta*, Izvještaj IGH broj 2131-1617, Zagreb, 1999.