

КОЕФИЦИЈЕНТ α_{cc} У ПРОРАЧУНСКОЈ ВРЕДНОСТИ ЧВРСТОЋЕ БЕТОНА ПРИ ПРИТИСКУ

Даница Голеш¹

УДК: 691.382

DOI: 10.14415/zbornikGFS30.04

Резиме: Коefицијентом α_{cc} уводе се ефекти брзине наношења и дужине трајања оптерећења на чврстоћу бетона при притиску. Ови ефекти могу бити делимично или потпуно поништени кроз прираштај чврстоће бетона при притиску током времена. Избор величине овог коefицијента, у препорученим границама између 0,8 и 1,0, врши се кроз националне анексе Еврокода 2. У раду се приказују нека разматрања везана за увођење овог коefицијента, као и вредности усвојене у појединим земљама Европе. Разматра се ефекат усвајања конзервативне вредности $\alpha_{cc}=0,85$ на прорачунску вредност носивости правоугаоног пресека на притисак и на савијање, за бетоне нормалне и високе чврстоће. Анализира се утицај различитих вредности коefицијента α_{cc} на површину арматуре потребну за постизање жељене носивости пресека.

Кључне речи: Армирани бетон, коefицијент α_{cc} , прорачунска вредност чврстоће бетона при притиску, Еврокод 2

1. УВОД

Неповољан утицај брзине наношења и дужине трајања оптерећења на чврстоћу бетона при притиску у Еврокоду 2 [1] се уводи кроз коefицијент α_{cc} , па је израз за прорачунску вредност чврстоће бетона при притиску дат у облику

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \frac{f_{ck}}{\gamma_c}, \quad (1)$$

где је γ_c парцијални коefицијент сигурности за бетон. Вредност коefицијента α_{cc} се налази у националном прилогу одређене земље и треба да буде између 0,8 и 1,0, али се у [1] препоручује вредност 1,0. Према Коментарима на Еврокод 2 [2], ова препорука је проистекла из анализе резултата истраживања узорака бетона нормалне (NSC) [Rüsch, 1960] и високе чврстоће (HSC) [Han/Walraven, 1993], која је довела до закључка да се у реалним условима (испитивање чврстоће бетона 28 дана након уградње, а наношење оптерећења на конструкцију при знатно већој старости) пад чврстоће изазван дуготрајним деловањем оптерећења компензује кроз прираст притисне чврстоће бетона након 28 дана [3]. *fib Model Code 2010* [4] такође препоручује вредност $\alpha_{cc}=1,00$ за нове конструкције, али саветује усвајање $\alpha_{cc}=0,85$

¹ Доц. др Даница Голеш, дипл. инж. грађ., Грађевински факултет Суботица, Козарачка 2а, тел: 024/554-300, е-маил: dgoles@gf.uns.ac.rs

ако се чврстоћа бетона одређује у старости већој од 28 дана. Коefицијенту α_{cc} се у [5] приписује и улога покривања разлике између стварног и идеализованог (прорачунског) дијаграма напон-дилатација у притиснутој зони пресека елемената изложених савијању, чиме се објашњава разлог усвајања вредности $\alpha_{cc}=0,85$ у Великој Британији.

Велики број земаља у својим националним прилозима усваја нижу, конзервативну вредност коefицијента α_{cc} [6] (Табела 1).

Табела 1. Вредности коefицијента α_{cc} у појединим земљама

Држава	α_{cc}	Напомена
Велика Британија	0,85 или 1,0	За савијање и притисак се усваја вредност 0,85, иначе 1,0 (смицање...)
Данска	1,0	-
Француска	1,0	-
Финска	0,85	-
Швајцарска	0,85 до 1,2	<ul style="list-style-type: none"> • $\alpha_{cc}=0,85$ ако делују само стална дејства • $\alpha_{cc}=1,00$ ако утицаји од сталних дејстава не прелазе 85% укупних утицаја • за међувредности може се применити линеарна интерполација • $\alpha_{cc}=1,20$ за елементе изложене ударном оптерећењу (експлозија, удар возила...)
Шведска	1,0	-
Италија	0,85	-
Мађарска	0,85	-
Хрватска	0,85	-
Србија	0,85	SRPS EN 1992-1-1/NA [7]

Ефекат усвајања нижих вредности коefицијента α_{cc} на прорачунску вредност момента носивости и потребну површину затегнуте арматуре АБ елемената изведених од NSC је анализиран у раду [3]. У овом раду се анализа проширује на примену бетона високе чврстоће. Како притисна чврстоћа бетона игра доминантну улогу код елемената претежно изложених притиску, то је утицај избора вредности α_{cc} на носивост и потребну површину арматуре централно притиснутих елемената много већи него у случају чистог савијања, како код NSC тако и код HSC, што ће такође бити приказано у овом раду.

На основу резултата горњих анализа изводи се закључак о потреби даљих истраживања ефеката на основу којих се усваја коefицијент α_{cc} , у циљу добијања економичнијих конструктивних решења, имајући у виду комплексност проблематике и самих истраживања.

2. ВРЕМЕНСКИ ЗАВИСНО ПОНАШАЊЕ БЕТОНА

Бетон је материјал са израженим временски зависним понашањем, које се може посматрати кроз три категорије:

- Временска зависност спољашњих дејстава. У анализи бетонских конструкција, поред промене интензитета и положаја на конструкцији током времена, од посебне је важности време почетка и дужина трајања деловања,

- Одговор конструкције - временски независне (тренутне) и временски зависне деформације (скупање и течење бетона),
- Временски зависна својства материјала (старење бетона).

Почевши од тридесетих година прошлог века, спроведен је велики број испитивања понашања бетона различитих старости, са различитим брзинама наношења оптерећења или прираштаја деформације и дужинама трајања оптерећења [8]. Резултати ових испитивања су често међусобно неупоредиви, па и опречни, што је последица разлика у саставу мешавина, димензијама узорака, условима неге и чувања узорака (пре свега влажности и температуре средине и трајања неге), влажности узорака, начина наношења оптерећења, начина мерења тражених величина, избора величина за мерење (нпр. подужне или попречне дилатације) и др. Ипак, јављају се и заједничка запажања, међу којима су за потребе овог истраживања најзначајнија следећа:

- При брзом наношењу оптерећења до лома бетон показује већу притисну чврстоћу него при спором оптерећивању. Дилатације које одговарају највећем напону су мање у случају брзог наношења оптерећења;
- Уколико се узорак изложи дуготрајном дејству оптерећења довољно великог интензитета, до лома ће доћи при нижем напону него у случају брзог наношења оптерећења све до лома;
- Током времена долази до повећања притисне чврстоће бетона. Овај прираст је најбржи у првих 28 дана након уградње, али се наставља и касније.

Препоручена вредност коефицијента $\alpha_{cc}=1,00$ у Еврокоду 2 заснива се пре свега на истраживањима Rüscha на NSC и Hana и Walravena на HSC, па ће овде бити приказани њихови најважнији закључци.

Испитујући узорке бетона нормалне чврстоће, Rüschi [9] уочава да се дијаграми напон-дилатација при различитим брзинама деформације међусобно веома разликују, те да при спором развоју деформација долази до пада чврстоће при притиску за 10-15% у односу на вредност која се добија брзим прирастом деформације (када се лом достиже за око 2 мин.). Редукција чврстоће до око 20% се јавља ако се узорак подвргне дуготрајном оптерећењу (нагло нането оптерећење, које изазива напон интензитета преко 75% од притисне чврстоће за краткотрајно оптерећење, се одржава непромењено све до лома узорка). При трајном одржавању напона на нивоу не већем од 75% краткотрајне притисне чврстоће, до лома узорка неће доћи ни после дугог времена. Rüschi уочава да на бетон под дуготрајним оптерећењем делују два супротна процеса: пад чврстоће услед деловања дуготрајног оптерећења и њен пораст услед старења бетона. Који ће од ова два процеса превагнути зависи од старости бетона у тренутку наношења оптерећења и нивоа оптерећења.

До сличних закључака на узорцима бетона високе чврстоће долази и Han [8]. Анализирајући резултате до којих је дошао Rüschi, Han констатује да ће, при релативно ниском нивоу почетних напона (нпр. мањем од 30% притисне чврстоће), коначна чврстоћа узорка под дуготрајним оптерећењем (узорак се након периода дуготрајног оптерећења оптерећује све до лома) бити већа него чврстоћа при краткотрајном оптерећењу у старости 28 дана. На основу сопствених испитивања, закључује да је HSC осетљивији на промену брзине деформације и на дуготрајно оптерећење него NSC, те да при спором развоју деформације, као и при дуготрајном оптерећењу, редукција притисне чврстоће HSC износи и преко 20%. Већу

осетљивост HSC на брзину деформације Нап приписује структури HSC (ситније поре, равномерно распоређене и слабије повезане, као и већа густина у односу на NSC), која спречава слободно кретање заостале воде у бетону, због чега се при брзом наношењу оптерећења ствара хидростатички притисак унутар пора, резултујући већом чврстоћом HSC. Под дуготрајним оптерећењем се ова вода ослобађа, узрокујући већи пад чврстоће. Као главне факторе који утичу на осетљивост притисне чврстоће на брзину деформације Нап наводи услове неге бетона, његову чврстоћу, старост у тренутку испитивања и метод контроле брзине деформације. Нап испитује и прираст чврстоће при притиску за HSC са различитим агрегатом. Код бетона старости 180 дана уочава се прираст притисне чврстоће за 5 до 15% у односу на чврстоћу мерену у старости 28 дана.

Упркос тежњи да се ефекти редукције притисне чврстоће под дуготрајним оптерећењем, делимично или потпуно компензовани њеним прирастом током времена кроз продужену хидратацију цемента, због једноставности прорачуна обухвате једним јединим параметром (α_{cc}), очигледно је да старост бетона у тренутку оптерећивања, ниво, брзина наношења и трајање оптерећења, номинална чврстоћа и други фактори имају важан утицај на чврстоћу бетона при притиску. Поставља се питање оправданости усвајања вредности коефицијента $\alpha_{cc}=1,00$, са грубим објашњењем да се у реалним условима ефекти редукције чврстоће услед дуготрајног оптерећења и њеног прираста услед старења бетона међусобно потиру. С друге стране, усвајање коефицијента $\alpha_{cc}=0,85$, иако претежно на страни сигурности, за последицу има мање прорачунске носивости пресека и већи утршак арматуре.

За реалније усвајање прорачунске вредности чврстоће бетона при притиску потребно је познавање темпа изградње објекта, који ће диктирати старост бетона у тренутку наношења оптерећења, као и историју оптерећења. Ове околности су најчешће непознате током израде пројекта конструкције, а њихова детаљна анализа би била врло сложена и временски захтевна, уз разматрање различитих сценарија током извођења и експлоатације, па се поставља питање њене оправданости и исплативости.

Утицај избора величине коефицијента α_{cc} на носивост и потребну површину арматуре правоугаоних АБ пресека изложених чистом правом савијању и централном притиску анализира се у наредном поглављу, како би се проценила оправданост даљих истраживања овог проблема.

3. УТИЦАЈ α_{cc} НА ГРАНИЧНУ НОСИВОСТ И ПОТРЕБНУ ПОВРШИНУ АРМАТУРЕ

3.1 Правоугаони пресеци изложени чистом правом савијању

Анализа приказана у раду [3] овде ће бити проширена на употребу HSC. Разматрање ће бити ограничено на употребу билинеарног радног дијаграма челика за арматуру са хоризонталном горњом граном, без ограничења дилатације у арматури, због чега до лома пресека увек долази по достизању граничне дилатације ε_{cu2} у крајњем

притиснутом влакну бетона. Веза између напона и дилатација бетона при притиску за прорачун попречних пресека, у Еврокоду 2 је дата следећим изразима

$$\sigma_c = f_{cd} \left[1 - \left(1 - \frac{\varepsilon_c}{\varepsilon_{c2}} \right)^n \right] \quad \text{за } 0 \leq \varepsilon_c \leq \varepsilon_{c2} \quad (2)$$

$$\sigma_c = f_{cd} \quad \text{за } \varepsilon_{c2} \leq \varepsilon_c \leq \varepsilon_{cu2}$$

У табели 2 су приказани најважнији прорачунски параметри у функцији класе чврстоће бетона.

Табела 2. Прорачунски параметри у функцији класе чврстоће бетона, према [1]

Класа С	12/15 до 50/60	55/67	60/75	70/85	80/95	90/105
f_{ck} (МПа)	12 до 50	55	60	70	80	90
$f_{ck,cube}$ (МПа)	15 до 60	67	75	85	95	105
ε_{c2}	2	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6
ε_{cu2}	3.5	3.1	2.9	2.7	2.6	2.6
n	2	1.75	1.6	1.45	1.4	1.4

Коефицијент пуности радног дијаграма бетона β_1 (у [3] означен са α_v) и коефицијент положаја силе притиска у бетону β_2 (у [3] означен са k_a), описани општим изразима (3) и (4) имају константну вредност за сваку класу чврстоће бетона (табела 3).

$$\beta_1(\varepsilon_c) = \frac{\int_0^{\varepsilon_c} \sigma_c d\varepsilon}{f_{cd} \varepsilon_c}; \quad \beta_2(\varepsilon_c) = 1 - \frac{\int_0^{\varepsilon_c} \sigma_c(\varepsilon) \varepsilon d\varepsilon}{\varepsilon_c \int_0^{\varepsilon_c} \sigma_c(\varepsilon) d\varepsilon}, \quad (3)$$

односно, за $\varepsilon_c = \varepsilon_{cu2}$:

$$\beta_1 = 1 - \frac{\varepsilon_{c2}}{\varepsilon_{cu2}} \frac{1}{n+1}; \quad \beta_2 = \frac{\frac{\varepsilon_{cu2}^2}{2} - \frac{\varepsilon_{c2} \varepsilon_{cu2}}{n+1} + \frac{\varepsilon_{c2}^2}{(n+1)(n+2)}}{\varepsilon_{cu2} \left(\varepsilon_{cu2} - \frac{\varepsilon_{c2}}{n+1} \right)} \quad (4)$$

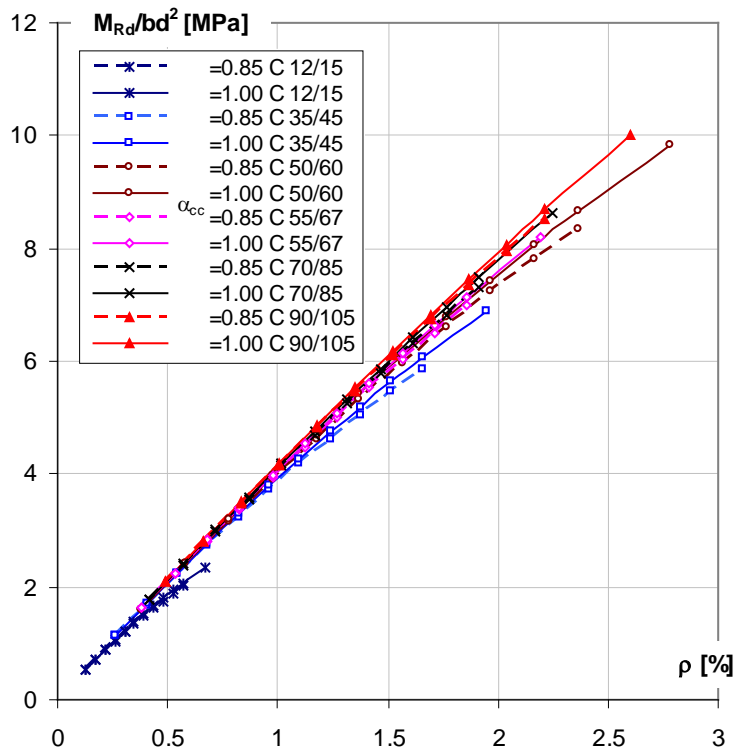
Табела 3. Коефицијенти β_1 и β_2 у зависности од класе чврстоће бетона

Класа С	12/15 до 50/60	55/67	60/75	70/85	80/95	90/105
$\beta_1(\varepsilon_{cu2})$	0.80952381	0.741935484	0.694960212	0.63718821	0.59935897	0.583333333
$\beta_2(\varepsilon_{cu2})$	0.415966387	0.391912108	0.377233775	0.36200652	0.35481646	0.352941176

За сваку класу чврстоће бетона варирани су коефицијенти армирања пресека затегнутом арматуром између граничних вредности ρ_{min} до ρ_{max} , одређених у складу са изразима (13) до (15) у [3] и потребним капацитетом ротације. Као мера носивости пресека на савијање узета је величина:

$$\frac{M_{Rd}}{bd^2} = \rho f_{yd} \left(1 - \rho \frac{\beta_2 f_{yd}}{\beta_1 f_{cd}} \right). \quad (5)$$

Промена мере момента носивости пресека у функцији коефицијента армирања, за различите класе чврстоће бетона, те $\alpha_{cc}=1,00$ и $\alpha_{cc}=0,85$ приказана је на слици 1. Процентуална разлика момента носивости пресека M_{Rd} добијених применом $\alpha_{cc}=1,00$ и $\alpha_{cc}=0,85$, за различите проценте армирања затегнутом арматуром приказана је на слици 2 лево. Применом $\alpha_{cc}=1,00$ постиже се нешто већи момент носивости (за NSC до 3.43%, а за HSC од 1.93% за највишу, до 2.38% за најнижу класу чврстоће бетона). Приметно већа крајња мера носивости (око 17%) за $\alpha_{cc}=1,00$ (слика 1), резултат је веће меродавне вредности максималног коефицијента армирања ρ_{max} , одређене из захтева дуктилности (тачка 5.5 Еврокода 2, за $\delta=1$), која је функција прорачунске вредности чврстоће при притиску f_{cd} , а самим тим и коефицијента α_{cc} .



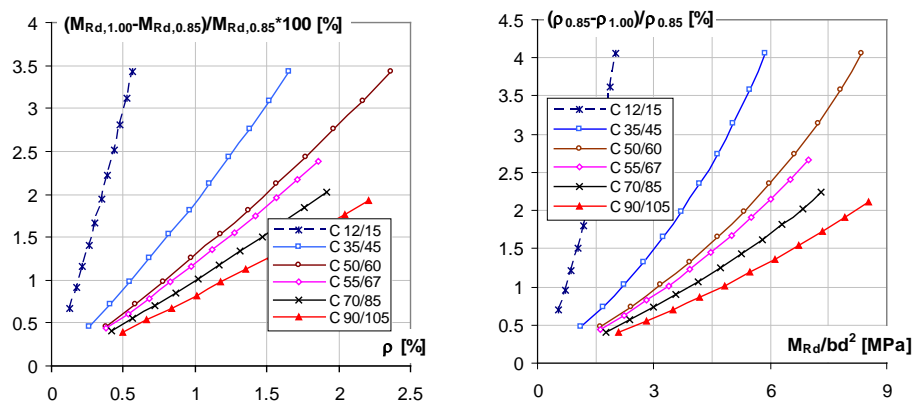
Слика 1. Мера носивости пресека на савијање за $\alpha_{cc}=0,85$ и $\alpha_{cc}=1,00$ у функцији процента армирања и класе чврстоће бетона

Потребан коефицијент армирања затегнутом арматуром за постизање момента носивости пресека M_{Rd} може се одредити из израза:

$$\rho = \beta_1 \xi \frac{f_{cd}}{f_{yd}}, \quad (6)$$

$$\text{где је: } \xi = \frac{1}{2\beta_2} - \sqrt{\frac{1}{4\beta_2^2} - \frac{\mu_{Rd}}{\beta_1\beta_2}} \text{ и } \mu_{Rd} = \frac{M_{Rd}}{bd^2f_{cd}}.$$

У горњим изразима ξ је коефицијент положаја неутралне линије. Процентуална разлика потребне површине арматуре за $\alpha_{cc}=0,85$ и $\alpha_{cc}=1,00$ у функцији мере носивости пресека на савијање приказана је на слици 2 десно. Док се применом веће вредности коефицијента α_{cc} код NSC може постићи уштеда арматуре до 4.05% за сваку класу чврстоће, докле се код HSC највећа уштеда (2.67%) постиже код бетона најниже, а најмања (2.12%) код бетона највише класе.



Слика 2. Процентуална разлика момента носивости пресека M_{Rd} за $\alpha_{cc}=1,00$ и $\alpha_{cc}=0,85$ у функцији процента армирања (лево), и процентуална разлика потребне арматуре за $\alpha_{cc}=0,85$ и $\alpha_{cc}=1,00$ у функцији мере носивости пресека на савијање (десно)

3.2 Пресеци изложени централном притиску

Анализа носивости пресека изложених сили притиска је овде, због једноставности, спроведена без увођења минималног ексцентрицитета $e_0 = h/30 \geq 20\text{mm}$ који се захтева у тачки 6.1 Еврокода 2, па су пресеци третирани као централно притиснути. Као мера носивости пресека уведена је величина N_{Rd}/A_c , где је N_{Rd} прорачунска вредност носивости пресека на аксијални притисак, док је A_c површина попречног пресека бетонског елемента. Процент армирања је вариран у складу са [7] у границама од $\rho_{min}=0,3\%$ до $\rho_{max}=4,0\%$. Мера носивости пресека се одређује из

$$\frac{N_{Rd}}{A_c} = \frac{N_{Rd}}{bh} = f_{cd} + \rho \sigma_{sd} \quad (7)$$

У изразу (7) σ_{sd} је прорачунска вредност напона у арматури при дилатацији $\epsilon_s = \epsilon_{c2}$. Код NSC је $\epsilon_{c2}=2\%$, а за челик B500 дилатација на граници развлачења износи

$$\epsilon_{yd} = \frac{f_{yd}}{E_s} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s E_s} = \frac{500}{1.15 \cdot 200} = 2.17\% > \epsilon_{c2} = 2.0\% \quad (8)$$

Због овога се код централно притиснутих NSC елемената не достиже граница развлачења челика, па је одговарајући напон у арматури

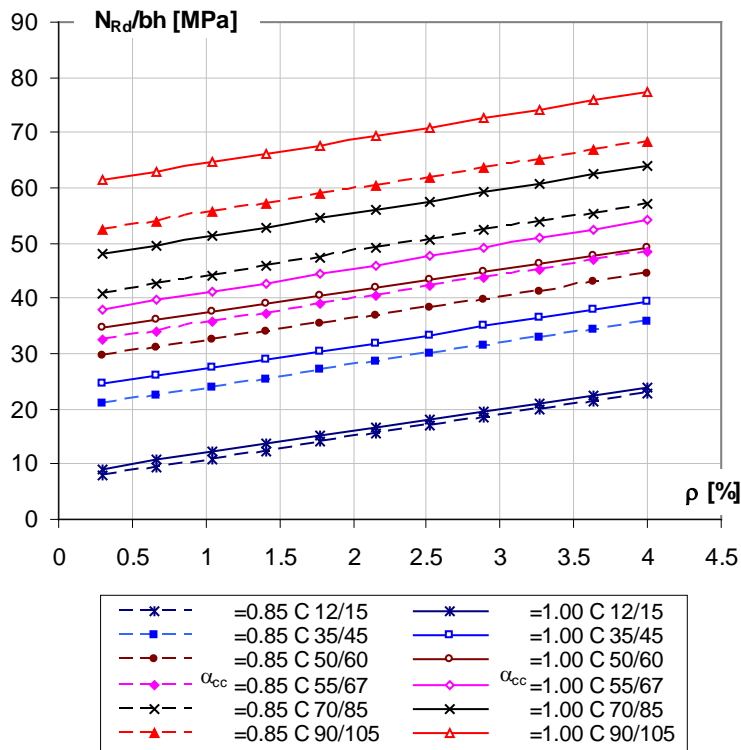
$$\sigma_{sd} = \epsilon_{c2} E_s = 0.002 \cdot 200 \cdot 10^3 = 400\text{MPa} \quad (9)$$

За HSC је увек $\epsilon_{c2} > \epsilon_{yd} = 2.17\%$ (табела 2), па у израз (7) треба унети

$$\sigma_{sd} = f_{yd} = \frac{f_{sk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1.15} = 434.78 \text{MPa}, \quad (10)$$

где је γ_s парцијални коефицијент за челик за армирање.

На слици 3 је приказана мера носивости пресека на центрични притисак за различите класе чврстоће и проценте армирања, применом $\alpha_{cc}=1,00$ и $\alpha_{cc}=0,85$.



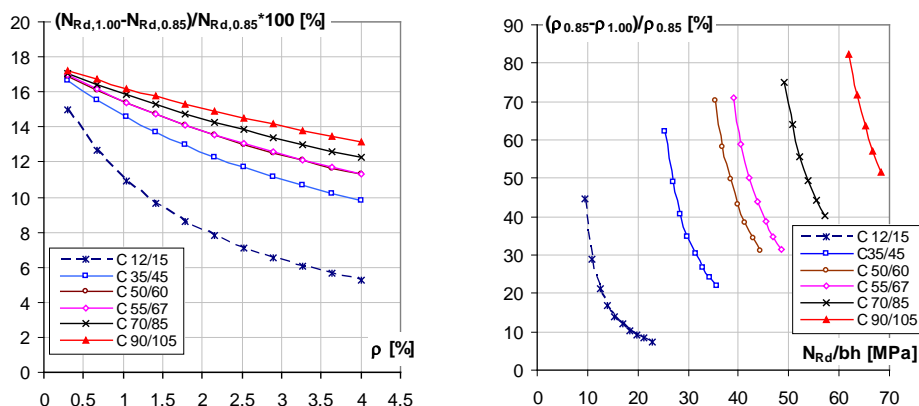
Слика 3. Мера носивости пресека на центрични притисак за $\alpha_{cc}=0,85$ и $\alpha_{cc}=1,00$ у функцији процента армирања и класе чврстоће бетона

Процентуална разлика носивости на притисак при $\alpha_{cc}=1,00$ и $\alpha_{cc}=0,85$ је дата на слици 4 лево. Може се уочити да се при усвајању већег коефицијента α_{cc} носивост пресека на центрични притисак повећава за 5 до 17% при истом проценту армирања. Смањењем процента армирања повећава се удео носивости бетона у укупној носивости пресека, што објашњава већу процентуалну разлику носивости при мањим процентима армирања пресека. Са повећањем класе бетона повећава се и процентуална разлика носивости.

Утицај избора вредности коефицијента α_{cc} на потребну површину арматуре центрично притиснутих пресека исте мере носивости види се на слици 4 десно. Преласком са $\alpha_{cc}=0,85$ на $\alpha_{cc}=1,00$ може се остварити уштеда у арматури од 7.5% за бетоне најниже класе са највећом носивошћу (и максималним процентом армирања) до 82% за HSC највише класе са најмањом носивошћу пресека, односно

минималним процентом армирања. Код бетона класе C 90/105 се и при максималном проценту армирања, преласком на $\alpha_{cc}=1,00$ може постићи уштеда у арматури од 51% у односу на прорачун са $\alpha_{cc}=0,85$, уз непромењену носивост пресека на централни притисак.

Из горње анализе је јасно да, за разлику од елемената изложених савијању, код елемената напрегнутих претежно на притисак коефицијент α_{cc} има значајну улогу како на прорачунску вредност носивости пресека, тако и на потребну површину арматуре за постизање жељене носивости.



Слика 4. Процентуална разлика носивости на притисак N_{Rd} за $\alpha_{cc}=1,00$ и $\alpha_{cc}=0,85$ у функцији процента армирања (лево), и процентуална разлика потребне арматуре за $\alpha_{cc}=0,85$ и $\alpha_{cc}=1,00$ у функцији мере носивости пресека на притисак (десно)

4. ЗАКЉУЧАК

У нашем националном прилогу Еврокоду 2, као и у већини земаља Европе, за коефицијент α_{cc} се усваја вредност 0.85, уместо препоручене $\alpha_{cc}=1.00$. Последица усвајања конзервативне вредности се огледа у нешто мањим прорачунским моментима носивости (до 3.43%), односно незнатно већој потрошњи арматуре (до 4.05%) пресека изложених савијању. Ове разлике су мање изражене код бетона високе чврстоће и смањују се са повећањем класе бетона.

За пресеке који су изложени аксијалној сили притиска последице усвајања ниже вредности коефицијента α_{cc} су много веће. Носивост пресека на централни притисак се, применом $\alpha_{cc}=1.00$ уместо $\alpha_{cc}=0.85$, повећава за 5 до 17%, у зависности од класе бетона и процента армирања. Уштеда у арматури је овде значајна, и креће се од 7.5 до 82%. Бетони високе чврстоће изложени притиску су осетљивији на промену коефицијента α_{cc} , па се код њих постиже и већа уштеда у арматури него код бетона нормалне чврстоће.

Ако се узме у обзир незнатан ефекат промене вредности коефицијента α_{cc} на носивост и потребну површину арматуре пресека изложених савијању, нарочито

код HSC, а имајући у виду и улогу овог коефицијента у премошћавању разлике између реалног и прорачунског дијаграма напон-дилатација бетона, може се закључити да за елементе изложене савијању нема потребе за даљим истраживањима коефицијента α_{cc} , те да је прихватљива вредност $\alpha_{cc}=0.85$.

Код елемената чији су пресеци у потпуности изложени притиску промена вредности коефицијента α_{cc} има значајне ефекте, како на носивост, тако и на потребну површину арматуре. Због овога су даља истраживања утицаја историје оптерећења на чврстоћу бетона оправдана, нарочито за бетоне високе чврстоће. При томе треба имати у виду да је, како се чини на основу истраживања Нана, пад чврстоће HSC под дуготрајним оптерећењем већи него њен прираштај услед продужене хидратације цемента након 28 дана, што намеће употребу $\alpha_{cc}<1.00$.

Поставља се питање да ли је могуће ефекте прираштаја чврстоће бетона након 28 дана с једне, и старости бетона у тренутку наношења оптерећења, брзине наношења, дужине трајања и интензитета оптерећења, као и његове целе историје с друге стране, прецизно обухватити само једним коефицијентом α_{cc} .

У циљу што реалнијег сагледавања утицаја наведених дејстава на поузданост армиранобетонских елемената и конструкција, у анализи конструкција је потребно размотрити различита сценарија током извођења и експлоатације објекта, која обухватају најнеповољније историје оптерећења и развој чврстоће бетона током времена.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] SRPS EN 1992-1-1 Evrokod 2 - Projektovanje betonskih konstrukcija - Deo 1-1: Opšta pravila i pravila za zgrade, Institut za standardizaciju Srbije, **2015**.
- [2] Eurocode 2 Commentary, European Concrete Platform ASBL, Brussels, **2008**.
- [3] Goleš, D.: Proračun AB preseka izloženih savijanju prema Evrokodu 2, 4. međunarodna konferencija Savremena dostignuća u građevinarstvu, Zbornik radova, Subotica, 22.04.2016., DOI:10.14415/konferencijaGFS 2016.010, str. 113-122.
- [4] fib Model Code for Concrete Structures 2010, Ernst & Sohn, Germany, **2013**.
- [5] Beeby, A., Narayanan, R. S.: Designer's Guide to EN1992-1-1 and EN1992-1-2, Thomas Telford Publishing, London, **2005**.
- [6] https://usingeurocodes.com/en/eurocode-2-1-1/Clause/NDP/316_1P, preuzeto 30.11.2016.
- [7] SRPS EN 1992-1-1/NA Evrokod 2 - Projektovanje betonskih konstrukcija - Deo 1-1: Opšta pravila i pravila za zgrade - Nacionalni prilog, Institut za standardizaciju Srbije, **2015**.
- [8] Han, N.: Time dependant behaviour of high strength concrete, PhD thesis, Delft University of Technology, The Netherlands, **1996**.
- [9] Rüsçh, H.: Researches Toward a General Flexural Theory for Structural Concrete, Journal of the American Concrete Institute, Vol. 32, No. 1, Title No. 57-1, July **1960**, pp. 1-28.

COEFFICIENT α_{cc} IN DESIGN VALUE OF CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH

Summary: Coefficient α_{cc} introduces the effects of rate and duration of loading on compressive strength of concrete. These effects may be partially or completely compensated by the increase in concrete strength over time. Selection of the value of this coefficient, in recommended range between 0.8 and 1.0, is carried out through the National Annexes to Eurocode 2. This paper presents some considerations related to the introduction of this coefficient and its value adopted in some European countries. The article considers the effect of the adoption of conservative value $\alpha_{cc}=0.85$ on design value of compressive and flexural resistance of rectangular cross-section made of normal and high strength concrete. It analyzes the influence of different values of coefficient α_{cc} on the area of reinforcement required to achieve the desired resistance of cross-section.

Keywords: Reinforced concrete, coefficient α_{cc} , design value of concrete compressive strength, Eurocode 2