

## ПРОРАЧУН АБ ПРЕСЕКА ИЗЛОЖЕНИХ САВИЈАЊУ ПРЕМА ЕВРОКОДУ 2

Даница Голеш<sup>1</sup>

УДК: 624.01.4.042

DOI:10.14415/konferencijaGFS 2016.010

**Резиме:** У раду су приказани и коментарисани прорачунски дијаграми напон-дилатација за бетон и арматуру према Еврокоду 2 и упоређени са одговарајућим дијаграмима према ПБАБ'87. Указано је на новине које доноси примена билинеарног радног дијаграма за челик без ограничења дилатација. Дискутована је потреба усвајања граничних величина дилатација у арматури. Коментарисан је "додатни коефицијент сигурности" за бетон, усвојен у Националном прилогу, те анализиран његов утицај на потребну површину арматуре и прорачунску носивост пресека. На примеру правоугаоног армиранобетонског пресека изложеног чистом правом савијању упоређени су резултати добијени према Еврокоду 2, применом оба радна дијаграма за челик, међусобно и са резултатима према ПБАБ'87.

**Кључне речи:** Армиранобетонске конструкције, димензионисање, савијање, Еврокод 2, ПБАБ'87

### 1. УВОД

Еврокодрави за конструкције представљају сет од десет европских стандарда који обезбеђују заједнички приступ пројектовању зграда и других грађевинских радова и грађевинских производа. Од марта 2010. године је њихова примена обавезна за све земље чланице Европске Уније (ЕУ).

Током деведесетих година прошлог века у нашој земљи се интензивно радило на превођењу тадашњих предстандарда (ENV), а организовани су и бројни скупови који су се бавили њиховом анализом и поређењем са тада важећим Југословенским стандардима. На жалост, док се активност на конверзији предстандарда ENV у EN стандарде у ЕУ интензивирала и резултирала њиховом обавезном применом, дотле се у Србији процес усвајања европских стандарда након 2000. године значајно успорио. Данас, када Технички комитет CEN/TC 250 припрема нову генерацију EN стандарда, чије се објављивање планира за 2020. годину, у Србији су, што на српском, што на енглеском језику, објављени сви основни делови актуелних EN стандарда (EN 1990 до EN 1999), изузев Еврокода 7 који се бави геотехничким пројектовањем. Међутим, добар део ових стандарда још није добио национални прилог (NA), који треба да садржи национално одређене параметре, одлуке о

<sup>1</sup> Доц. др Даница Голеш, дипл. инж. грађ., Грађевински факултет Суботица, Козарачка 2а, тел: 024/554-300, е-маил: [dgoles@gf.uns.ac.rs](mailto:dgoles@gf.uns.ac.rs)

примени информативних прилога и додатне информације које су комплементарне са еврокодом.

Европски стандард за пројектовање бетонских конструкција SRPS EN 1992-1-1 (ЕС 2) [1] објављен је у августу прошле године, а у новембру и његов национални анекс [2]. Ипак, основна препрека његовој примени при пројектовању бетонских конструкција је непостојање компатибилног техничког прописа за бетонске конструкције, али и националних анекса Еврокода 1, којима се дефинишу национални параметри за прорачун оптерећења од снега, ветра, температуре и др. У циљу брзог уклањања проблема који се јављају у пракси, пре свега због неусклађености важећег Правилника о техничким нормативима за бетон и армирани бетон (ПБАБ'87) [3] са савременим материјалима и њиховим својствима, ознакама и сл., изузетно је важно да се објављивање свих недостајућих делова еврокодова и њихових националних анекса обави у најкраћем могућем року.

Неке од новина које, у односу на ПБАБ'87, доноси ЕС 2 су посебан третман бетона високе класе чврстоће ( $C > 50$ , до  $C_{max} = 90 \text{ MPa}$ ), прорачунски дијаграм напона-дилатација за арматуру у виду билинеарне везе без ограничења дилатација, већа пажња посвећена трајности и заштитном слоју бетона, са детаљнијом класификацијом изложености, прорачун претходно напрегнутих елемената и конструкција, те поглавље посвећено бетонским конструкцијама од лаког бетона.

У националном анексу [2] Еврокода 2 махом су усвојене препоручене вредности национално одређених параметара. Најзначајнија одступања од препоручених вредности су усвајање коефицијента  $\alpha_{cc} = 0.85$  за одређивање прорачунске чврстоће бетона при притиску (препоручена вредност је  $\alpha_{cc} = 1.0$ ), те нешто строжији захтеви за минималне проценте армирања, минималне пречнике и вођење и обликовање арматуре у бетонским елементима.

Предмет овог рада је прорачун граничног стања носивости (ГСН) правоугаоног армиранобетонског пресека изложеног чистом правом савијању применом радних дијаграма бетона и арматуре према ЕС 2, те поређење тако добијених резултата са резултатима прорачуна према ПБАБ'87. Анализира се утицај величине коефицијента  $\alpha_{cc}$  и усвојеног облика радног дијаграма челика на прорачунски момент носивости пресека. Анализа је ограничена на бетоне нормалне чврстоће и једнострано армиране пресеке.

## 2. РАДНИ ДИЈАГРАМИ БЕТОНА И АРМАТУРЕ

У ПБАБ'87 је рачунска чврстоћа бетона при притиску  $f_b$  дата табеларно, у функцији марке бетона (МВ), при чему ова зависност није линеарна. Према ЕС 2, прорачунска вредност чврстоће бетона при притиску  $f_{cd}$  је линеарна функција карактеристичне вредности чврстоће при притиску  $f_{ck}$  бетонског цилиндра старости 28 дана, описана следећим изразом:

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

где је:

$\gamma_c$  парцијални коефицијент сигурности за бетон. За сталне и повремене прорачунске ситуације  $\gamma_c = 1,5$ , а за инцидентне:  $\gamma_c = 1,2$ .

$\alpha_{cc}$  коефицијент којим се узимају у обзир дуготрајни утицаји дејства на чврстоћу бетона при притиску и неповољни утицаји услед начина деловања оптерећења.

Вредност коефицијента  $\alpha_{cc}$ , која се користи у одређеној земљи, налази се у њеном националном прилогу и треба да буде између 0,8 и 1,0. Препоручена вредност је 1,0, јер се сматра да се ефекат спорог наношења оптерећења у реалним условима, услед којег се стварна притисна чврстоћа смањује на око 80% чврстоће лабораторијски испитаних узорака [Rüsch, 1960 и Hal/Valreven, 1993], може компензовати прирастом чврстоће бетона након 28 дана, будући да се реалне конструкције оптерећују при доста већој старости [4]. У нашем националном анексу, као и у националним анексима Хрватске и Велике Британије [5], усвојена је конзервативна вредност  $\alpha_{cc}=0,85$ , као додатни "фактор сигурности". Ефекат смањења препоручене вредности овог фактора на прорачунску вредност момента носивости АБ пресека анализиран је у овом раду.

Веза између напона и дилатација бетона при притиску за прорачун попречних пресека, према ЕС 2, дата је следећим изразима:

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

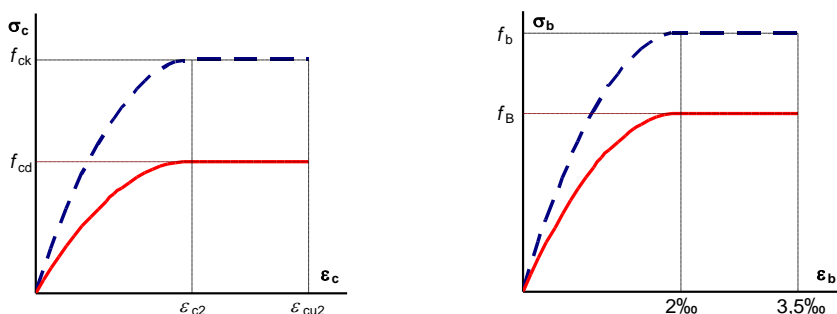
$$\sigma_c = f_{cd} \quad \text{за } \varepsilon_{c2} \leq \varepsilon_c \leq \varepsilon_{cu2}$$

За бетоне чија класа чврстоће није већа од С 50/60 усваја се  $n=2$  и граничне дилатације  $\varepsilon_{c2}=2\text{‰}$  и  $\varepsilon_{cu2}=3,5\text{‰}$ , па се изрази (2) свODE на

$$\sigma_c = \frac{f_{cd}}{4} (4 - \varepsilon_c) \varepsilon_c \quad \text{за } 0 \leq \varepsilon_c \leq 2\text{‰} \quad (3)$$

$$\sigma_c = f_{cd} \quad \text{за } 2\text{‰} \leq \varepsilon_c \leq 3,5\text{‰}$$

Функцијом (3) је описана веза напон-дилатација бетона при притиску у облику квадратна парабола+правоугаоник, која се од радног дијаграма бетона према ПБАБ'87 разликује само по прорачунској вредности чврстоће бетона при притиску (слика 1).



Слика 1. Идеализовани и прорачунски дијаграми напон-дилатација бетона при притиску за прорачун попречних пресека, према ЕС 2 (лево) и ПБАБ'87 (десно)

ЕС 2 допушта употребу и других упрошћених дијаграма напон-дилатација, као што су билинеарни и правоугаони дијаграм.

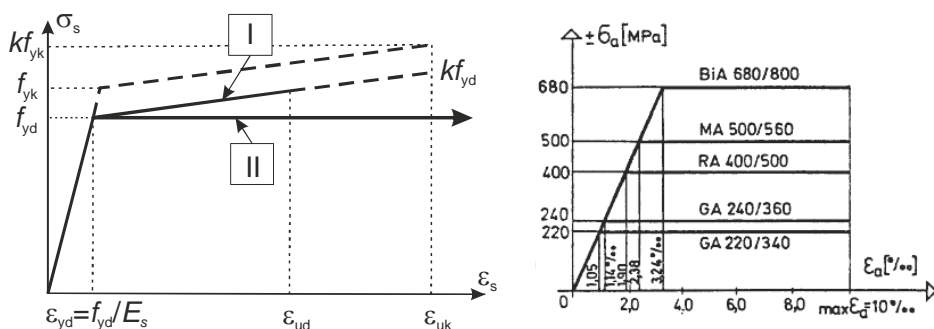
На слици 2 дат је упоредни приказ идеализованих дијаграма напон-дилатација за челик за арматуру према ЕС 2 и ПБАБ'87. ЕС 2 нуди две могућности:

- I. примена билинеарног дијаграма (I) са горњом граном у нагибу (са ојачањем) и ограничењем дилатације на вредност  $\varepsilon_{ud}=0,9\varepsilon_{uk}$  (у складу са националним прилогом [2]), где је  $\varepsilon_{uk}$  карактеристична дилатација при максималној сили. Максимални напон је ограничен на вредност  $kf_{yd}$ , где је  $k=(f_t/f_y)_k$ ,  $f_{yd}$  прорачунска вредност границе развлачења арматуре, а  $f_{tk}$  и  $f_{yk}$  карактеристичне вредности чврстоће при затезању и границе развлачења арматуре, респективно, или
- II. примена дијаграма (II) са хоризонталном горњом граном, без ограничења дилатације. У пракси се најчешће примењује овај идеализовани дијаграм, чија се основна разлика у односу на билинеарни дијаграм према ПБАБ'87 огледа у непостојању ограничења дилатације.

Прорачунска вредност границе развлачења арматуре одређује се према изразу

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s}, \quad (4)$$

где је  $\gamma_s$  парцијални коефицијент сигурности за челик за армирање, који за сталне и повремене прорачунске ситуације има вредност 1,15, а за инцидентне 1,0.

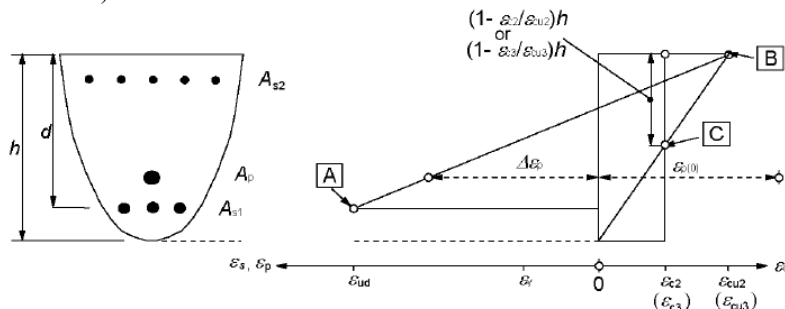


Слика 2. Идеализовани и прорачунски дијаграми напон-дилатација за челик за армирање, према ЕС 2 (лево) и ПБАБ'87 (десно)

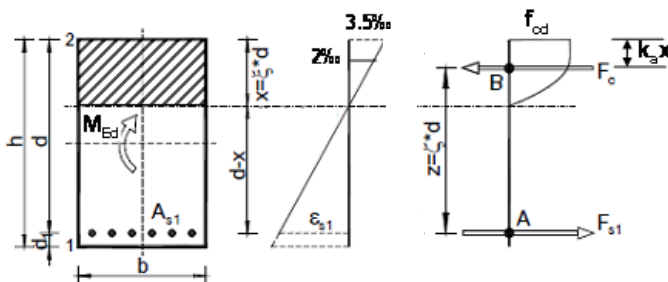
### 3. ПРОРАЧУН ПРАВОУГАОНОГ ПРЕСЕКА ПРИ САВИЈАЊУ

Дијаграми дилатација у ГСН, приказани на слици 3, за центричан притисак и притисак у области малог ексцентрицитета имају идентичан облик и граничне дилатације као и према ПБАБ'87. Међутим, у области великог ексцентрицитета употреба билинеарног дијаграма (II) напон-дилатација за челик за армирање, са неограниченим дилатацијама, доводи до тога да се лом пресека увек дешава "по бетону" [6], односно достизањем граничне дилатације  $\varepsilon_{cu2}$ , која за бетоне нормалне чврстоће има вредност 3,5‰. Ово само олакшава прорачун, будући да коефицијент пуности радног дијаграма бетона  $\alpha_v$  и коефицијент положаја силе притиска у бетону  $k_a$  (слика 4), описани изразима (5), постају константе  $\alpha_v=0,809523809$  и  $k_a=0,415966386$ . На овај начин се везано димензионисање

правоугаоног пресека изложеног прорачунском моменту савијања  $M_{Ed}$  своди на решавање квадратне једначине (9), без употребе било каквих помагала (таблица, дијаграма и сл.).



Слика 3. Могући дијаграми дилатација у ГСН, према ЕС 2: А - гранична дилатација арматуре при затезању (само за радни дијаграм челика са ојачањем); В - гранична дилатација бетона при притиску; С - гранична дилатација бетона при централном притиску [1]



Слика 4. Дијаграми дилатација и напона и унутрашње силе правоугаоног једнострано армираног пресека при чистом правом савијању

$$\alpha_v = \frac{\varepsilon_{c(2)}}{12} (6 - \varepsilon_{c(2)}); \quad k_a = \frac{8 - \varepsilon_{c(2)}}{4(6 - \varepsilon_{c(2)})} \quad \text{за } \varepsilon_{c(2)} \leq 2\text{‰},$$

$$\alpha_v = \frac{3\varepsilon_{c(2)} - 2}{3\varepsilon_{c(2)}}; \quad k_a = \frac{\varepsilon_{c(2)}(3\varepsilon_{c(2)} - 4) + 2}{2\varepsilon_{c(2)}(3\varepsilon_{c(2)} - 2)} \quad \text{за } 2\text{‰} \leq \varepsilon_{c(2)} \leq 3.5\text{‰},$$

У горњим изразима  $\varepsilon_{c(2)}$  представља дилатацију у крајњем притиснутом влакну бетона. Када се у (5) уврсти  $\varepsilon_{c(2)} = \varepsilon_{cu2} = 3.5\text{‰}$ , коефицијент положаја неутралне линије  $\xi$  и силе у тежишту арматуре  $F_{s1}$  и притиснутог бетона  $F_c$  постају:

$$\xi = \frac{1}{1 + \frac{\varepsilon_{s1}}{\varepsilon_{c(2)}}} = \frac{1}{1 + \frac{\varepsilon_{s1}}{3.5}} = \frac{3.5}{3.5 + \varepsilon_{s1}},$$

$$F_{s1} = A_{s1} f_{yd}; \quad F_c = \alpha_v b x f_{cd} = \alpha_v \xi b d f_{cd} = 0.8095 \xi b d f_{cd}.$$

Услови равнотеже дају:

$$\sum M_{(A)} = 0: M_{Ed} = F_c z; \quad z = d - k_a x = (1 - k_a \xi) d = \zeta d$$

$$M_{Ed} = \alpha_v \xi b d f_{cd} \zeta d = \alpha_v \xi \zeta b d^2 f_{cd} = \mu_{Ed} b d^2 f_{cd} \quad (8)$$

$$\mu_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b d^2 f_{cd}} = \alpha_v \xi \zeta = \alpha_v \xi (1 - k_a \xi) \Rightarrow$$

$$\xi_{1,2} = \frac{\alpha_v \pm \sqrt{\alpha_v^2 - 4k_a \alpha_v \mu_{Ed}}}{2k_a \alpha_v} = \frac{1}{2k_a} \pm \sqrt{\frac{1}{4k_a^2} - \frac{\mu_{Ed}}{k_a \alpha_v}} \quad (9)$$

$$\sum M_{(B)} = 0: M_{Ed} = F_{s1} z; \quad M_{Ed} = A_{s1} f_{yd} \zeta d \Rightarrow A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{\zeta d f_{yd}} \quad (10)$$

$$\sum N = 0: F_{s1} = F_c; \quad A_{s1} f_{yd} = \alpha_v \xi b d f_{cd} = \omega b d f_{cd} \Rightarrow A_{s1} = \omega b d \frac{f_{cd}}{f_{yd}}; \quad (11)$$

$$\omega = \alpha_v \xi; \quad \rho = \omega \frac{f_{cd}}{f_{yd}}.$$

У горњим изразима  $\zeta$  представља коефицијент крака унутрашњих сила,  $\omega$  механички коефицијент армирања, а  $\rho$  коефицијент армирања.  $\mu_{Ed}$  је бездимензионални прорачунски момент савијања.

Иако дијаграм (II) (слика 2, лево) не ограничава дилатације у армирури, а гранична вредност према дијаграму (I) је готово недостижно висока - нпр. за челик В500В је  $\varepsilon_{uk} \geq 5\%$  (Прилог С у [1]), односно  $\varepsilon_{ud} \geq 45\%$ , максимална прорачунска дилатација армиране се одређује из услова за минималну потребну количину армиране [2]:

$$A_{s1, \min} = 0.26 \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} b_t d, \text{ али не мање од } 0.0013 b_t d, \quad (12)$$

где је  $b_t$  средња ширина затегнуте зоне попречног пресека елемента, а  $f_{ctm}$  средња вредност чврстоће бетона при аксијалном затезању, дата са:

$$f_{ctm} = 0,30 \sqrt[3]{f_{ck}^2},$$

$$\text{па је } \rho_{\min} \geq \begin{cases} 0,078 \frac{\sqrt[3]{f_{ck}^2}}{f_{yk}} & \text{и } \varepsilon_{s1, \max} = \frac{3,5}{\rho_{\min} \cdot \frac{f_{yd}}{\alpha_v \cdot f_{cd}}} - 3,5 \quad [\%] \\ 0,0013 & \end{cases} \quad (13)$$

Доња гранична вредност дилатације у затегнутој армирури може се одредити:

- преко максималне допуштене површине затегнуте армиране према [2]:

$$\rho_{\max} \leq \begin{cases} 0,04 \\ \sim 0,28 \cdot f_{ck} / f_{yk} \end{cases}; \quad \varepsilon_{s1, \min} = \frac{3,5}{\rho_{\max} \cdot \frac{f_{yd}}{\alpha_v \cdot f_{cd}}} - 3,5 \quad [\%]; \quad (14)$$

- из услова за обезбеђење потребног капацитета ротације [1]. Уколико се усвоји однос прерасподељеног момента према еластичном моменту савијања  $\delta=1$  (без прерасподеле), за бетоне нормалне чврстоће се добија  $\varepsilon_{s1, \min}=4,3125\%$ , уз  $\omega_{\max}=0,363$  и  $\xi_{\max}=0,448$ ;

- из услова за спречавање кртог лома пресека:

$$\varepsilon_{s1,min} = \frac{f_{yd}}{E_s} \Rightarrow \text{за челик В500: } \varepsilon_{s1,min} = 2,174\%, \quad \omega_{max} = 0,449, \quad \xi_{max} = 0,6169 \quad (15)$$

За границу између једноструко и двоструко армираног пресека најчешће се усваја дилатација која одговара прорачунској вредности границе развлачења челика [5], [6]. Ипак, треба имати у виду и потребан капацитет ротације, који се обезбеђује тек при доста већим дилатацијама у арматури.

### 4. УПОРЕДНА АНАЛИЗА: ПБАБ'87 - ЕС 2

Анализа носивости правоугаоног пресека при чистом правом савијању спроведена је варирањем следећих параметара:

- класе чврстоће бетона: од С 12/15 до С 50/60,
- коефицијента армирања пресека затегнутом арматуром: од  $\rho_{min}$  до  $\rho_{max}$ , одређеним у складу са изразима (13) до (15) и потребним капацитетом ротације,
- коефицијента  $\alpha_{cc}$ :  $\alpha_{cc}=0,85$  и  $\alpha_{cc}=1,0$ ,
- прорачунског дијаграма напон-дилатација челика: I и II (слика 2, лево),
- односа сталног и променљивог оптерећења:  $k=M_g/M_q$ ,  $k=0,5 - 2,0$  са кораком 0,1,
- бездимензионалног момента носивости  $\mu_{Rd} \cdot \alpha_{cc}$ ,
- прописа: ЕС 2, ПБАБ'87.

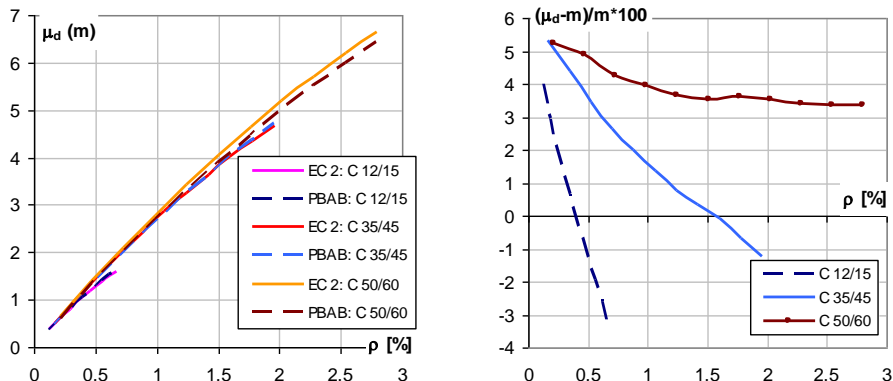
Како би резултати били међусобно упоредиви, уведен је "максимални прорачунски сервисни момент"  $\mu_d$  (за прорачун према ЕС 2), односно  $m$  (према ПБАБ'87):

$$\left. \begin{aligned} M_{Ed} &= 1,35M_g + 1,5M_q \\ M_g &= kM_q \Rightarrow M_{Ed} = M_q (1,35k + 1,5) \\ M_d &= (1+k) \frac{M_{Ed}}{(1,35k + 1,5)} \\ \mu_d &= (1+k) \frac{\mu_{Rd} f_{cd}}{(1,35k + 1,5)} \\ \mu_{Rd} &= \alpha_v \xi \zeta = \frac{M_{Rd}}{bd^2 f_{cd}} \end{aligned} \right| \left. \begin{aligned} M_u &= 1,6M_g + 1,8M_q \\ M_g &= kM_q \Rightarrow M_u = M_q (1,6k + 1,8) \\ M_d &= (1+k) \frac{M_u}{(1,6k + 1,8)} \\ m &= (1+k) \frac{m_{bu} f_B}{(1,6k + 1,8)} \\ m_{bu} &= \alpha_b \xi \zeta_b = \frac{M_{bu}}{bh^2 f_B} \end{aligned} \right. \quad (16)$$

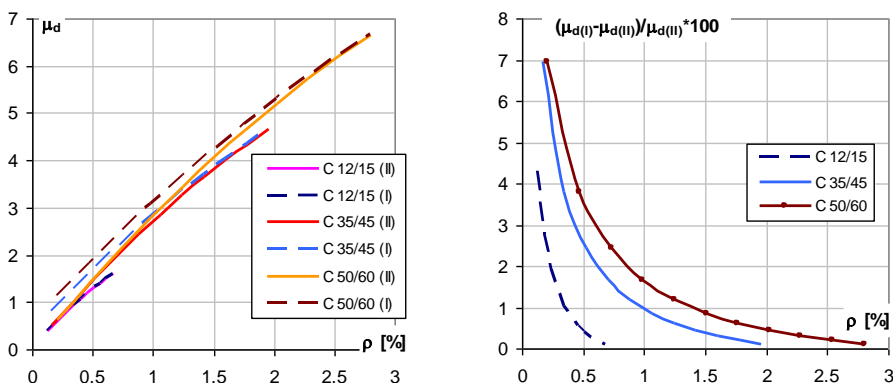
Поређењем максималних прорачунских сервисних момената на слици 5 може се приметити да се за ниже класе чврстоће бетона, прорачуном према ЕС 2 добијају нешто веће носивости за ниже проценте армирања, док се за више проценте армирања веће носивости добијају прорачуном према ПБАБ'87. Међутим, за бетоне нешто виших класа чврстоће, при истом проценту армирања ЕС 2 увек даје већу носивост него ПБАБ'87. Ова разлика се креће од 3,3 до 5,2% и већа је при нижим процентима армирања.

На слици 6 је анализиран утицај избора облика дијаграма напон-дилатација за челик на момент носивости пресека. Као што је и очекивано, применом дијаграма са ојачањем (I) добија се већа носивост пресека (чак до 6,9%), нарочито код бетона

виших класа и нижих процената армирања. Међутим, са порастом процента армирања ова разлика се брзо смањује.



Слика 5. Максимални сервисни момент и процентуална разлика максималних сервисних момената према ЕС 2 и ПБАБ'87 у функцији процента армирања, за дијаграм челика без ојачања (II),  $k=1,0$  и  $\alpha_{cc}=0,85$

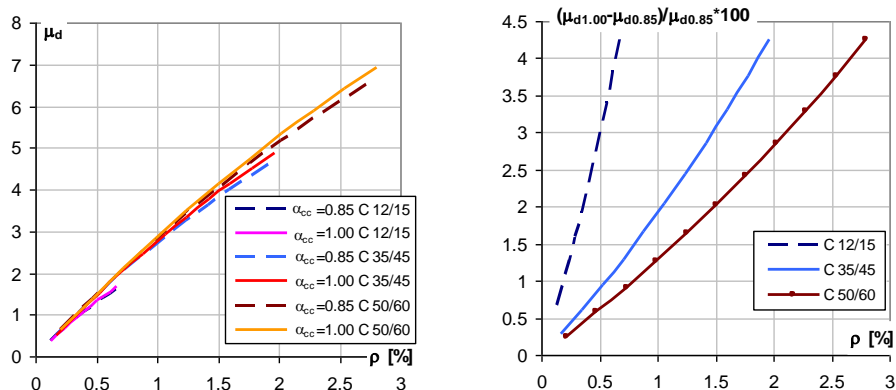


Слика 6. Максимални сервисни момент и процентуална разлика максималних сервисних момената за дијаграме челика са (I) и без ојачања (II) у функцији процента армирања, према ЕС 2, за  $k=1,0$  и  $\alpha_{cc}=0,85$

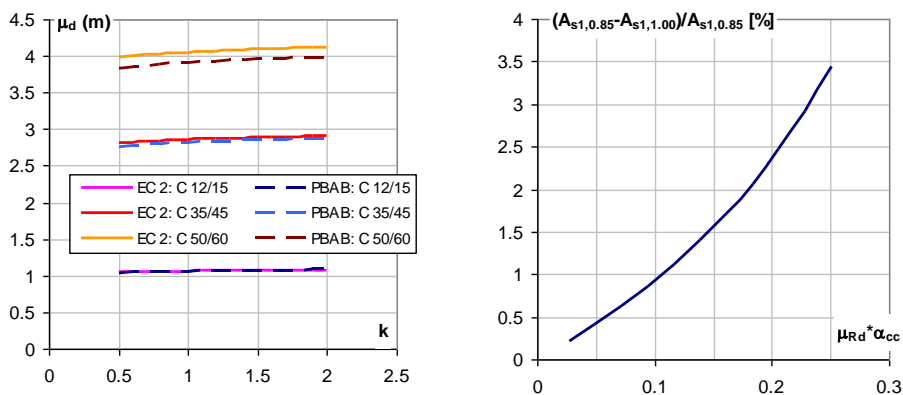
На слици 7 лево је приказан утицај коефицијента  $\alpha_{cc}$  на носивост пресека, за различите процене армирања. При  $\alpha_{cc}=1,00$  носивост пресека је за 0,2 до 4,25% већа него при  $\alpha_{cc}=0,85$ . Ова разлика расте са порастом процента армирања. Облик функције промене носивости пресека при варирању односа сталног и променљивог оптерећења  $k$  (слика 8, лево) је готово исти према ЕС 2 и ПБАБ'87 и не зависи од класе чврстоће бетона. Међутим, док се за ниске класе чврстоће, при истом  $k$  добијају једнаке носивости према ЕС 2 и ПБАБ'87, са повећањем класе чврстоће бетона повећава се разлика носивости, с тим што се веће вредности добијају прорачуном према ЕС 2. Дакле, утицај фактора  $k$  на разлику у носивости према ЕС 2 и ПБАБ'87 долази до изражаја тек код нешто виших класа чврстоће.



Утицај коефицијента  $\alpha_{cc}$  на потребну површину затегнуте арматуре  $A_{s1}$ , срачунату према ЕС 2, приказан је на слици 8 десно. Применом коефицијента  $\alpha_{cc}=1,00$  уместо  $\alpha_{cc}=0,85$  може се постићи смањење потребне површине арматуре између 0,22 и 3,44% при једнакој носивости пресека.



Слика 7. Максимални сервисни момент и процентуална разлика максималних сервисних момената за  $\alpha_{cc}=0,85$  и  $\alpha_{cc}=1,00$  у функцији процента армирања, према ЕС 2, за дијаграм челика без ојачања (II) и  $k=1,0$



Слика 8. Промена максималног сервисног момента у функцији  $k=M_g/M_q$  (лево), и процентуална разлика потребне површине арматуре за  $\alpha_{cc}=0,85$  и  $\alpha_{cc}=1,00$  у функцији бездимензионалног момента носивости, према ЕС 2, за дијаграм челика без ојачања (II) и  $k=1,0$  (десно)

## 5. ЗАКЉУЧАК

Прорачун АБ елемената при чистом правом савијању према Еврокоду 2 може резултирати рационалнијом употребом материјала у односу на прорачун према ПБАВ'87, нарочито код примене бетона нешто виших класа чврстоће.

Релативно велика разлика носивости пресека услед примене различитих радних дијаграма челика уочава се код малих процената армирања, блиских минималним вредностима. Веома нагло смањење ове разлике са порастом процента армирања, оправдава употребу једноставнијег, билинеарног дијаграма без ојачања.

Националним прилогом Еврокоду 2 усвојен је коефицијент за одређивање прорачунске чврстоће бетона на притисак  $\alpha_{cc}=0,85$ . Применом препоручене вредности  $\alpha_{cc}=1,00$ , прорачунска носивост пресека на савијање се може повећати до 4,25%, што је нарочито изражено при већим процентима армирања.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] SRPS EN 1992-1-1 Еврокод 2 - Пројектовање бетонских конструкција - Део 1-1: Општа правила и правила за зграде, Институт за стандардизацију Србије, **2015**.
- [2] SRPS EN 1992-1-1/NA Еврокод 2 - Пројектовање бетонских конструкција - Део 1-1: Општа правила и правила за зграде - Национални прилог, Институт за стандардизацију Србије, **2015**.
- [3] Правилник о техничким нормативима за бетон и армирани бетон, Сл. лист СФРЈ 11/87, **1987**.
- [4] *Eurocode 2 Commentary*, European Concrete Platform ASBL, Brussels, **2008**.
- [5] Beeby, A., Narayanan, R. S.: *Designer's Guide to EN1992-1-1 and EN1992-1-2*, Thomas Telford Publishing, London, **2005**.
- [6] Subramanian, N.: *Design of Reinforced Concrete Structures*, Oxford University Press, New Delhi, **2013**.

## DESIGN OF RC SECTION IN BENDING TO EUROCODE 2

**Summary:** *The paper presents and comments stress-strain diagrams of concrete and reinforcement according to Eurocode 2 and compares them to the corresponding diagrams of PBAB'87. It points to the changes brought about by the application of bilinear working diagram for steel without strain limitation. The necessity of adopting the steel strain limits is discussed. The "additional safety factor" for concrete, which was adopted by the National Annex, is commented, and its influence to the required cross sectional area of reinforcement and design value of section resistance analysed. On the example of rectangular reinforced concrete cross-section in pure bending, the results obtained to Eurocode 2, using both working diagrams for steel, are compared mutually and with the results according to PBAB'87.*

**Keywords:** *Reinforced concrete structures, design, bending, Eurocode 2, PBAB'87*