

ПРСЛИНЕ У БЕТОНСКИМ КОНСТРУКЦИЈАМА

Узроци и последице настајања прслина

Настајање прслина у бетонским конструкцијама је често неизбежно али такође и прихватљиво.

Основни узрок настајања прслина је претходни настанак, на појединим местима у конструкцији, напона затезања који су достигли чврстоћу бетона при затезању. Постоји више узрока затезања која могу да доведу до настанка прслина у конструкцијама. Најчешћи се могу сврстати у две групе:

(1) затезање изазвано дејствима

(2) затезање изазвано скупљањем бетона при спреченим деформацијама

Затезање изазвано дејствима, (1), је последица одговора конструкцијског елемента на оптерећивање. На пример, код греде или плоче изложене савијању затегнут је део пресека са једне стране неутралне линије; код појединих штапова решетке цео пресек може бити изложен затезању.

Скупљање бетона, (2), на два основна начина производи затезање. Елемент од бетона који се скупља тежи да се скрати. Његово скраћивање често је делимично, а понекад и скоро потпуно спречено начином на који се ослања (начином на који је повезан у конструкцију). Последица скраћивања при ограниченим контурним условима је први начин на који скупљање бетона производи затезање. Овакво затезање не настаје код статички одређених конструкција. Бетонске конструкције су, међутим, у већини случајева (многоструко) статички неодређене па практично увек постоје затезања изазвана на овај начин. Други начин на који скупљање изазива затезање последица је чињенице да су бетонски елементи спрегнути од бетона и арматуре. Арматура нема особину скупљања и, посматрано на нивоу пресека, супроставља се скраћивању бетона изазваном скупљањем изазивајући затезање у бетону. Истовремено са затезањем бетона настаје притисак у арматури. Ова напрезања сабирају се са онима која изазивају друга дејства, а њихове резултате су у равнотежи (унутрашње равнотежно стање). За први начин уобичајено се каже да је то затезање изазвано спољашње, а за други начин унутрашње спреченим или ограниченим скупљањем.

У већини случајева узроци затезања (1) и (2) доводе до настајања прслина. Током изградње конструкције и по њеном завршетку, након излагања укупном дуготрајном оптерећењу, настаје већина прслина. Нове прслине, али у мањем броју могу се јавити при деловању максималних променљивих оптерећења или услед затезања изазваног скупљањем. Мали број нових прслина је превасходно условљен уобичајеним односом величина квази-сталног и максималног експлоатационог оптерећења код већине бетонских зграда (максимално оптерећење није знатно веће од сталног), као и због умереног прираста чврстоће при затезању бетона током времена.

Настајање већег броја накнадних или веома широких појединачних прслина током експлоатације у већини случајева указује на постојање дејстава која нису обухваћена пројектом (на пример слегања ослонаца) или на пропусте при пројектовању или градњи.

Формирана (стабилизована) „слика“ прслина на елементу често има неколико уобичајених одлика.

- Правац пружања појединачне прслине углавном одговара правцу управном на главни напон затезања. Тако су, на пример, прслине око средине распона

греде вертикалне (управне на осу греде) јер су ту трансверзалне силе мале па је правац главног напона затезања близак правцу нормалног напона (σ) затезања од савијања (који је хоризонталан). Идући ка ослонцу прслине постају све нагнутије, јер пораст трансверзалних сила (τ напона) у комбинацији са опадајућим моментима (σ напонима) искошава правац главних напона.

- Размак суседних прслина је често уједначен. То не значи да су оне еквидистантне, али се уочава „ритам“ – већина размака не одступа много од просечне вредности размака.
- Ширина (отвор) прслина се током времена, под деловањем дуготрајних оптерећења (умерено) увећава у односу на своју почетну величину („трајна“ ширина). Краткотрајно наношење променљивог оптерећења увећава ширину прслине, скоро пропорционално увећању укупног оптерећења. По уклањању краткотрајног оптерећења, ширина прслине се умањује. Притом, уколико је у питању прво наношење променљивог оптерећења (то јест, први пут се достиже тај ниво укупног оптерећења), прслина се неће вратити на првобитну ширину, већ ће се „трајна“ ширина увећати. При наредним увећањима оптерећења до истог нивоа, након растерећења од променљивог терета прслина се углавном враћа на претходну „трајну“ ширину, без даљег увећавања.

Експерименталним и теоријским изучавањем прслина установљено је и следеће:

- При истој површини арматуре, употреба (мањег броја) дебљих шипки уместо (већег броја) тањих шипки (са истом укупном површином) даје већи размак прслина.
- При претходном, ако је оптерећење два посматрана елемента исто, прслине у првом случају (са већим размаком) имају већу ширину.
- Већи заштитни слој води већем растојању прслина.
- Већи напон у арматури даје већу ширину прслина
- Елементи са већим процентом армирања имају прслине са мањим размаком. При стандардном експлоатационом искоришћењу материјала – односно (при истом) напону у арматури, то значи мању ширину прслина.

Прслине које настану на једном елементу често имају различиту ширину, чак и када су непосредно једна уз другу (суседне). То је последица бројности фактора који имају утицаја на прслине, а у највећој мери резултат неуједначености чврстоће бетона при затезању дуж елемента. Пројектни критеријуми (ограничења) везани су за најшире прслине које се јављају на елементу.

Оријентационо, растојања прслина изазваних деловањем оптерећења износе 10 – 30 центиметара. Уколико је арматура усвојена према ULS прорачуну без повећања, оријентациона максимална ширина је у распону 0,2 – 0,4 милиметара.

Прслине које настају услед спречених деформација могу бити и на знатно већим растојањима, а такође и са врло широким отвором. Када се јави, велики отвор код овако узрокованих прслина је најчешће последица неадекватних детаља армирања или неусаглашености прорачунског модела са реалном конструкцијом.

Прслине су код највећег дела конструкција прихватљиве, под условом да немају прекомерну ширину (или отвор). За такве конструкције декларише се максимална допуштена ширина прслина за коју се очекује да неће стварати проблеме у експлоатацији. Основни разлози због којих превелика ширина прслина може да представља сметњу јесу

- (а) смањење трајности конструкције
- (б) угрожавање носивости
- (с) визуелна неприхватљивост.

Смањење трајности, (а), се дешава у срединама (класама изложености) које исказују одређени тип агресије према бетону и/или арматури. Деградација конструкцијских материјала утиче на перформанске конструкције. Деградација која се прекомерно развила може да има за последицу умањење носивости, (b). Прслине које се лако уочавају због своје ширине, (с), на визуелно доступним местима најчешће нису прихватљиве чак и када, у неагресивним срединама, немају утицаја на трајност.

Ограничавање ширине прслина

Препоручена ограничења ширине прслина у дата су у Табели 7.1N у одредби 7.3.1(5) Еврокода 2. Наш Национални документ је усвојио препоручене вредности.

Табела 7.1N Препоручене вредности за $w_{\max}$ (mm)

Класа изложености	Армиранобетонски и претходно напрегнути елементи са кабловима без приањања са бетоном	Претходно напрегнути елементи са кабловима са приањањем
	Квази-стална комбинација оптерећења	Честа комбинација оптерећења
X0, XC1	0,4 ¹	0,2
XC2, XC3, XC4	0,3	0,2 ²
XD1, XD2, XD3, XS1, XS2, XS3		декомпресија
Напомена 1: За класе изложености X0, XC1, ширина прслине нема утицаја на трајност и то ограничење треба само да обезбеди прихватљив изглед конструкције. Ако нема услова који се односе на изглед ово ограничење може да се ублажи. Напомена 2: За те класе изложености, осим тога, треба да се провери и декомпресија за квази-сталну комбинацију оптерећења.		

Ако нема специфичних захтева (на пример, водонепропустљивост), може да се претпостави да ће ограничење прорачунских ширина прслина за квази-сталне комбинације оптерећења на вредности $w_{\max}$, дате у табели 7.1N, генерално да задовољи захтеве у погледу изгледа и трајности армиранобетонских елемената у зградама.

На трајност претходно напрегнутих елемената прслине могу критичније да утичу. Ако нема детаљнијих захтева, може да се претпостави да ће ограничење прорачунских ширина прслина за честе комбинације оптерећења на вредности $w_{\max}$, дате у табели 7.1N, генерално да буде задовољавајуће за претходно напрегнуте елементе. Под границом декомпресије подразумева се да су сви делови каблова који приањају са бетоном или цеви за каблове најмање 25 мм унутар притиснутог бетона.

Контрола ширине прслина

Термин „контрола ширине прслина“ може да значи две ствари. Прво, то може бити поступак којим се испитује да ли су очекиване максималне ширине прслина у прихватљивим границама. Друго, то могу бити мере које се предузимају при прорачуну и конструисању елемената, како би се обезбедила прихватљива максимална ширина прслина.

Контрола ширине прслина може се вршити израчунавањем ширине и поређењем са усвојеним ограничењем, или употребом индиректних поступака који су прилагођени за инжењерску праксу. Индиректни поступци су изведени из поступка прорачуна, али би обим рачунања требало да буде нешто мањи, а сам прорачун једноставнији. И Еврокод 2 нуди обе ове могућности. Независно од изабраног поступка контроле ширине прслина, потребно је обезбедити минималну површину арматуре у зони затегнутог бетона.

Минимална површина арматуре за „контролу“ прслина (спречавање прешироких прслина)

Минимална површина арматуре на затегнутој страни пресека одређује се из услова да арматура може да прихвати, бар са напоном на граници течења f_{yk} , силу која представља резултанту напона затезања у бетону непосредно пре формирања прслине (релација (7.1) из одредбе 7.3.2(2) Еврокода 2)

$$A_{s,min} \cdot \sigma_s \geq k_c \cdot k \cdot A_{ct} \cdot f_{ct,eff}$$

где су:

$A_{s,min}$ минимална површина затегнуте арматуре;

σ_s напон у арматури; за овај прорачун може $\sigma_s = f_{yk}$;

k коефицијент напона који износи 1,0 за ребра висине $h \leq 300$ mm, 0,65 за ребра висине $h \geq 800$ mm, а за међувредности може да се интерполира; на страни сигурности може се узети да је $k = 1,0$;

k_c коефицијент који описују облик дијаграма затезања и промену крака унутрашњих сила. $k_c = 0,4$ за правоугаони пресек и чисто савијање, а $k_c = 1,0$ за чисто затезање. У случају разуђених пресека k_c се одређује за појединачне делове пресека (фланше, ребра), а затим се за сваки од њих одређује минимална арматура. Прорачун вредности коефицијента k_c има неколико корака, а уколико у пресеку делује и спољна нормална сила, вредност k_c зависи од величине и знака силе (требало би да се срачунава за све вредности SLS нормалних сила). Као помоћ, у наставку су дате вредности коефицијента k_c за чисто за чисто савијање „Т“ пресека. На страни сигурности је $k_c = 1,0$, али је потребно одредити површину затегнутог дела пресека непосредно пре отварања прслине;

A_{ct} површина бетона у затегнутом делу пресека;

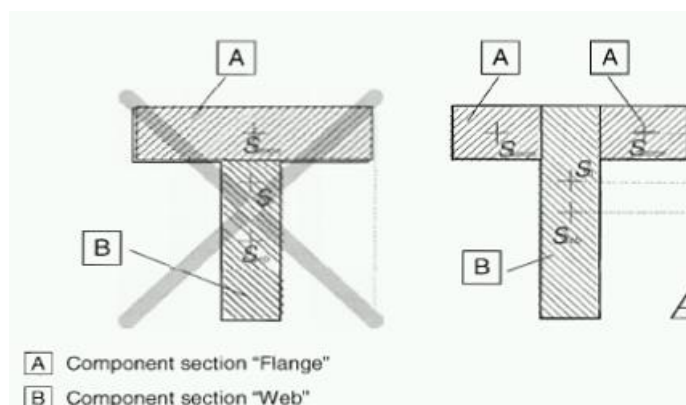
$f_{ct,eff}$ средња вредност ефективне чврстоће бетона при затезању у тренутку појаве прслина; за овај прорачун може $f_{ct,eff} = f_{ctm}$.

Коначно одређена потребна површина арматуре $A_{s,min}$ се пореди са оном која се добија из услова избегавања кртог лома затезањем ($A_{s,min} = 0,26 \cdot b_t \cdot d \cdot f_{ctm} / f_{yk}$ - релација (9.1)N Еврокода 2).

Приближно, на страни сигурности (коефицијент k је узет 1,0), за пресеке правоугаоног облика (на пример плоче):

$$A_{s,min} = 0,20 \cdot b \cdot h \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}}$$

а резултат је практично увек мањи од $0,26 b_t \cdot d \cdot f_{ctm} / f_{yk}$, колико прописује релација (9.1)N Еврокода 2.



Прорачун $A_{s,min}$ према релацији (7.1) Еврокода 2 је прилично приметан у случајевима када пресек није физички облика правоугаоника (на пример „Т“ пресек, било у случају да је затегнуто ребро, било фланша – потребно је одређивање тежишта пресека, рачунање напона од утицаја који отвара прслине и израчунавање коефицијента k и k_c у неколико корака).

„Т“ пресеци се декомпонују на део В - „ребро“ (w , ширине b и висине h) и део А - „фланша“ (fl , ширине $b_{eff} - b$ и висине h_{fl}), према слици.

Потребно је одредити положај тежишта пресека, који, у случају чистог савијања дефинише границу затегнуте зоне (на пример одстојање z_{c1} од ивице 1).

Потенцијално су потребне и три вредности коефицијента k_c :

- када је затегнуто ребро (k_{cw1}), а A_{ct} је $b \times z_{c1}$
- када је затегнута фланша, за део В који припада ребру (k_{cw2}), а A_{ct} је $b \times (h - z_{c1})$
- када је затегнута фланша, за део А који припада фланши (k_{cfl}), а A_{ct} је $(b_{eff} - b) \times h_{fl}$ када је $h_{fl} \leq h - z_{c1}$, или $(b_{eff} - b) \times (h - z_{c1})$ за случај $h_{fl} > h - z_{c1}$.

Потребне вредности (z_{c1} , k_{cw1} , k_{cw2} и k_{cfl}) су дате у 4 наредне табеле.

z_{c1}/h	$b_{eff}/b = 1$	1.5	2	2.5	3	4	5	7	10
$h_{fl}/h = 0.05$	0.50	0.51	0.52	0.53	0.54	0.56	0.58	0.61	0.65
0.10	0.50	0.52	0.54	0.56	0.58	0.60	0.63	0.67	0.71
0.15	0.50	0.53	0.56	0.58	0.60	0.63	0.66	0.70	0.74
0.20	0.50	0.54	0.57	0.59	0.61	0.65	0.68	0.72	0.76
0.25	0.50	0.54	0.58	0.60	0.63	0.66	0.69	0.73	0.76
0.30	0.50	0.55	0.58	0.61	0.63	0.67	0.69	0.73	0.76
0.35	0.50	0.55	0.58	0.61	0.63	0.67	0.69	0.72	0.75
0.40	0.50	0.55	0.59	0.61	0.63	0.66	0.68	0.71	0.73
0.50	0.50	0.55	0.58	0.61	0.63	0.65	0.67	0.69	0.70

k_{cw1}	$b_{eff}/b = 1$	1.5	2	2.5	3	4	5	7	10
$h_{fl}/h = 0.05$	0.40	0.41	0.43	0.44	0.45	0.47	0.48	0.51	0.54
0.10	0.40	0.42	0.45	0.46	0.48	0.50	0.52	0.55	0.58
0.15	0.40	0.43	0.46	0.48	0.50	0.53	0.55	0.57	0.60
0.20	0.40	0.44	0.47	0.49	0.51	0.54	0.56	0.58	0.60
0.25	0.40	0.45	0.48	0.50	0.52	0.55	0.56	0.59	0.61
0.30	0.40	0.45	0.48	0.51	0.52	0.55	0.57	0.59	0.60
0.35	0.40	0.45	0.49	0.51	0.53	0.55	0.56	0.58	0.60
0.40	0.40	0.45	0.49	0.51	0.53	0.55	0.56	0.58	0.59
0.50	0.40	0.45	0.49	0.51	0.52	0.54	0.55	0.56	0.57

k_{cw2}	$b_{eff}/b = 1$	1.5	2	2.5	3	4	5	7	10
$h_{fl}/h = 0.05$	0.40	0.39	0.39	0.38	0.37	0.36	0.35	0.33	0.29
0.10	0.40	0.39	0.38	0.36	0.35	0.33	0.31	0.26	0.20
0.15	0.40	0.38	0.37	0.35	0.33	0.30	0.28	0.22	0.15
0.20	0.40	0.38	0.36	0.34	0.32	0.29	0.25	0.19	0.12
0.25	0.40	0.38	0.35	0.33	0.31	0.27	0.24	0.18	0.11
0.30	0.40	0.37	0.35	0.33	0.31	0.27	0.24	0.18	0.12
0.35	0.40	0.37	0.35	0.32	0.30	0.27	0.24	0.19	0.14
0.40	0.40	0.37	0.34	0.32	0.30	0.27	0.24	0.20	0.16
0.50	0.40	0.37	0.35	0.33	0.31	0.29	0.27	0.24	0.22

k_{cfl}	$b_{eff}/b = 1$	1.5	2	2.5	3	4	5	7	10
$h_f/h = 0.05$	0.86	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.84	0.84
0.10	0.81	0.81	0.80	0.80	0.79	0.79	0.78	0.76	0.74
0.15	0.77	0.76	0.75	0.74	0.73	0.72	0.70	0.67	0.64
0.20	0.72	0.71	0.69	0.68	0.67	0.64	0.62	0.58	0.53
0.25	0.68	0.65	0.64	0.62	0.60	0.57	0.54	0.50	0.50
0.30	0.63	0.60	0.58	0.56	0.53	0.50	0.50	0.50	0.50
0.35	0.59	0.55	0.52	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
0.40	0.54	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50

Контрола прслина без директног прорачуна

Контрола прслина није потребна за плоче у зградама изложене савијању, уколико њихова дебљина није већа од 20 центиметара, под условом да су испуњени услови по питању $A_{s,min}$ (у односу на крти лом и на контролу прслина) као и да су испоштовани захтеви Еврокода 2 при конструисању арматуре.

Поступак за контролу прслина без директног прорачуна спроводи се у неколико корака:

- (1) Израчуна се напон у затегнутој арматури, на месту највећег напрезања (тамо где се очекује највећа вредност напона) од утицаја из одговарајуће комбинације дејстава. За армиранобетонске конструкције предвиђена је употреба квази-сталног оптерећења. Напон се израчунава по моделу пресека са прслином.
- (2) Очитају се максимални пречник ($\varnothing_s^*$, табела 7.2N) и/или максимални размак арматуре ($e_\varnothing$, табела 7.3N), према израчунатом напону и ограничењу ширине прслина које се примењује.
- (3) Уради се прерачунавање очитаног пречника арматуре $\varnothing_s^*$ да се добије ограничење стварног пречника $\varnothing_{s,max}$. За очитани размак није потребна корекција.
- (4) За прслине које су последица оптерећења довољно је да буде испуњен бар један од два услова: да је $\varnothing \leq \varnothing_{s,max}$ или да је размак мањи од максималног да би се сматрало да је доказ спроведен.
- (5) За прслине које су последица спречених деформација може се користити само критеријум по максималном пречнику ($\varnothing_s^*$, табела 7.2N).

Једноставнији за спровођење је критеријум по максималном размаку (табела 7.3N), али се може користити само за прслине услед оптерећења.

Табеле 7.2N и 7.3N: Максимални пречници и максимална растојања ребрасте арматуре према ограничењу ширине прслина w_k

Напон у арматури (MPa)	$w_k = 0,4 \text{ mm}$		$w_k = 0,3 \text{ mm}$		$w_k = 0,2 \text{ mm}$	
	Max $\varnothing_s^*$ (mm)	max $e_\varnothing$ (mm)	max $\varnothing_s^*$ (mm)	max $e_\varnothing$ (mm)	max $\varnothing_s^*$ (mm)	Max $e_\varnothing$ (mm)
160	40	300	32	300	25	200
200	32	300	25	250	16	150
240	20	250	16	200	12	100
280	16	200	12	150	8	50
320	12	150	10	100	6	-
360	10	100	8	50	5	-

Прерачунавање пречника арматуре спроводи се на следећи начин

$$\varnothing_{s,\max} = \varnothing_s^* \cdot \frac{f_{ct,eff}}{2,9} \cdot \frac{k_c h_{cr}}{2(h-d)}$$

где су

h_{cr} висина затегнуте зоне непосредно пре појаве прслине (растојање неутралне линије пресека без прслине од затегнуте ивице);

d статичка висина до првог (спољашњег) слоја арматуре.

Вредности у табелама 7.2N и 7.3N одређене су усвајањем појединих вредности релевантних параметара. Ове вредности наведене су у тексту Еврокода 2 у напоменама уз табеле. Прерачунавањем се постиже усаглашавање пројектних услова са еталоном коришћеним при израчунавању вредности у табелама. Када су пројектни услови битно различити од еталонских, прерачунавање може дати превише груб резултат. У таквим случајевима прикладније је спровести директан прорачун ширине прслина.

Уколико је затегнута зона армирана профилима различитог пречника, треба користити еквивалентни (заменењујући) пречник $\varnothing_{eq}$:

$$\varnothing_{eq} = \frac{n_1 \varnothing_1^2 + n_2 \varnothing_2^2}{n_1 \varnothing_1 + n_2 \varnothing_2}$$

Прорачун ширине прслина (контрола прслина прорачуном)

Прорачун ширине прслина спроводи се поступцима који су засновани на експерименталним резултатима и теоријским моделима. Поступак презентиран у Еврокоду 2 укључује утицај већине релевантних параметара на величину ширине прслина. Карактеристична (очекивана максимална, са задовољавајућим фрактилом) ширина прслина w_k добија се као производ максималног размака прслина $s_{r,\max}$ и релативне средње дилатације затегнуте арматуре ($\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}$), што је дефинисано изразом (7.8) Еврокода 2

$$w_k = s_{r,\max} (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}),$$

где су:

ε_{sm} средња вредност дилатације арматуре за меродавну комбинацију бетона, узимајући у обзир садејство затегнутог бетона;

ε_{cm} средња вредност дилатације у бетону између прслина.

Није потребно појединачно израчунавање дилатација ε_{sm} и ε_{cm} . Изразом (7.9) Еврокода 2 дефинисана је њихова разлика

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - k_t \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}} (1 + \alpha \cdot \rho_{p,eff})}{E_s} \geq 0,6 \frac{\sigma_s}{E_s}$$

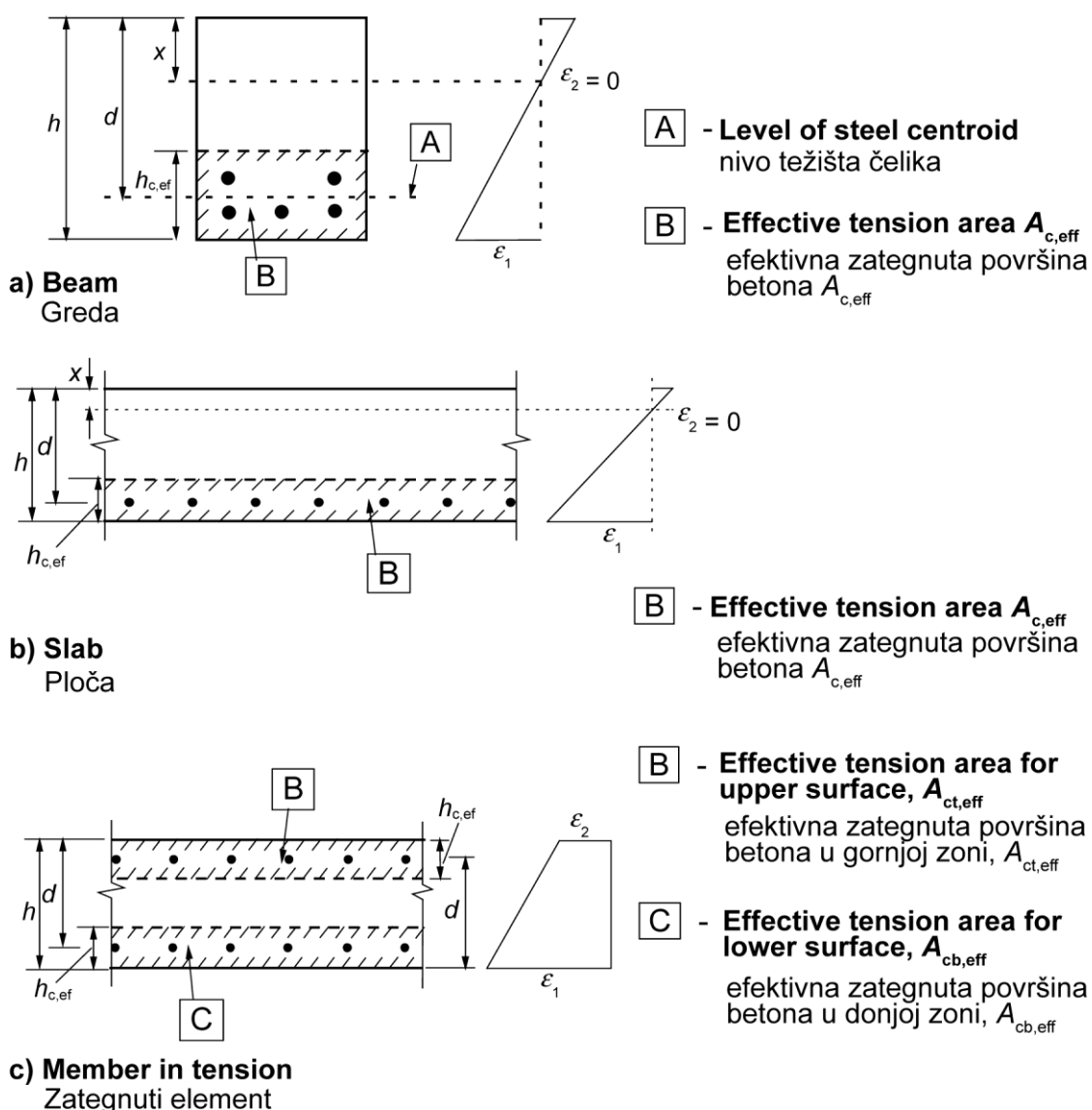
где су:

σ_s напон у затегнутој арматури, за одговарајућу комбинацију оптерећења, срачунат за пресек са прслином (за армирано-бетонске конструкције предвиђена је употреба квази-сталног оптерећења). Напон се израчунава по моделу пресека са прслином;

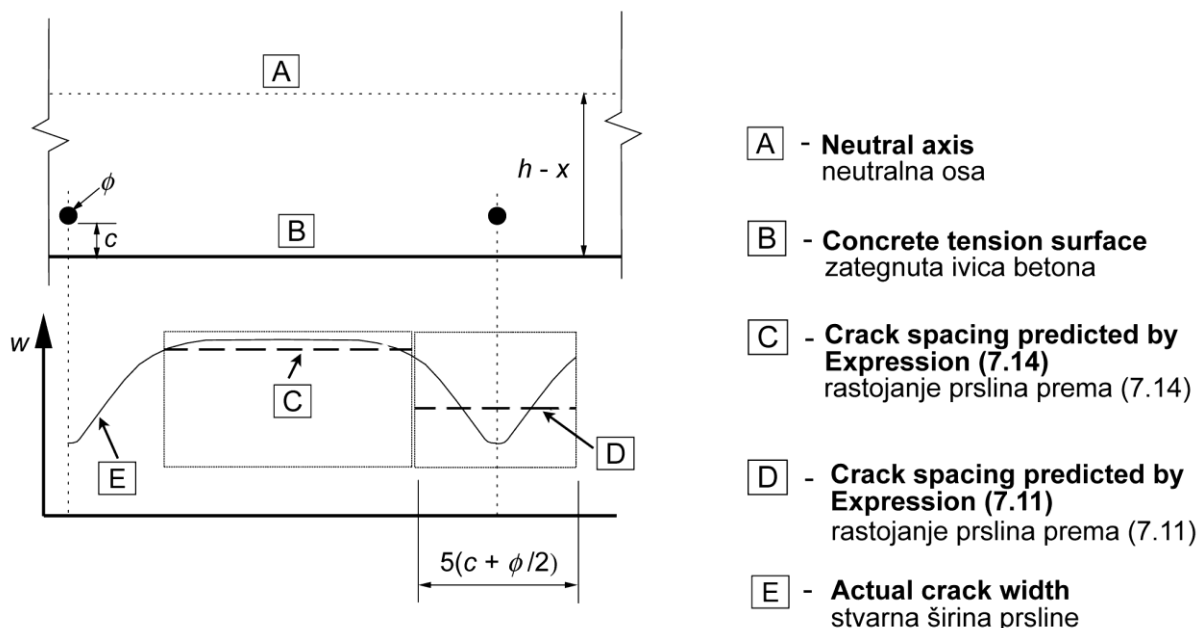
α однос модула еластичности, $\alpha = E_s / E_{cm}$;

- $\rho_{p,eff} = A_s / A_{c,eff}$, где је A_s површина затегнуте арматуре (A_{s1}), а $A_{c,eff}$ ефективна површина затегнутог бетона, висине $h_{c,ef}$, где је $h_{c,ef}$ мања од величина $2,5(h - d)$, $(h - x)/3$ или $h/2$, према слици 7.1 Еврокода 2;
- k_t коефицијент који зависи од трајања оптерећења,
 $k_t = 0,6$ за краткотрајно оптерећење
 $k_t = 0,4$ за дуготрајно оптерећење.

Израчуната ширина односи се на површину бетона и зону непосредно око правца пружања арматуре. Уколико је арматура на већем размаку (што може бити случај код армиранобетонских плоча), ширина прслине (на површини бетона) може бити већа на потезу између шипки, као што је приказано на слици 7.2 Еврокода 2. То се при прорачуну проверава срачунавањем карактеристичне ширине прслина са два различита размака.



Слика 7.1 (EC2) Ефективне површине затегнутог бетона (типични случајеви)



Слика 7.2 (EC2) Ширине прспине, w , на површини бетона, у зависности од растојања арматуре

У случајевима када је арматура на размацама који нису већи од $5(c + \phi/2)$, максимални размак прспина срачунава се према изразу (7.11) Еврокода 2

$$s_{r,\max} = k_3 c + k_1 k_2 k_4 \phi / \rho_{p,\text{eff}}$$

где су:

- ϕ пречник арматуре или ϕ_{eq} , када је арматура комбинована;
- c заштитни слој бетона до подужне арматуре;
- k_1 коефицијент који урачунава квалитет приањања,
 $k_1 = 0,8$ за шипке са високом прионљивошћу (оребрене)
 $k_1 = 1,6$ за глатке шипке или ужад;
- k_2 коефицијент којим се узима у обзир облик дијаграма дилатација,
 $k_2 = 0,5$ за савијање
 $k_2 = 1,0$ за чисто затезање.
- k_3 коефицијент дефинисан у националном документу, $k_3 = 3,4$;
- k_4 коефицијент дефинисан у националном документу, $k_4 = 0,425$.

Коефицијент k_2 се у случају ексцентричног затезања срачунава према дијаграму дилатација. Инструкција је дата у Еврокоду 2.

Када је арматура на растојању већем од $5(c + \phi/2)$, за максимално растојање прспина може да се претпостави

$$s_{r,\max} = 1,3 (h - x).$$

Закључак и препоруке

Вишедеценијска искуства прозашла из посматрања конструкција у различитим срединама ублажила су претходне бојазни по питању пропадања армирано-бетонских конструкција услед тога што имају прспине изазване напонима затезања. Због тога су критеријуми везани за ширину прспина у стандардима и препорукама нове генерације ублажени у односу на претходно постављане. То значи да се сада допуштају, у односу на критеријум трајности, нешто веће ширине прспина него раније.

У вези са претходним констатацијама требало би имати у виду следеће:

- Ублажени критеријуми које дефинише Еврокод 2 у односу на раније стандарде подразумевају веће величине заштитних слојева (оне које „прописује“ Еврокод 2. То значи да, када се разматра стање постојећих конструкција у смислу задовољења нових стандарда (што се све чешће поставља као задатак), не би требало примењивати допуштене веће ширине прслина када су њихови заштитни слојеви мањи од препоручених Еврокодом 2 (што је углавном случај!).
- Прслине ширине 0,3 милиметра и веће су лако уочљиве и могу да изазивају нелагодност. Због тога би их требало избегавати код лако визуелно доступних површина, као што су међуспратне конструкције у станоградњи (плафони без обраде малтером). Иако се код плоча дебљине до 20 см не захтева провера прслина, требало би их у таквим случајевима проверити (искључиво прорачуном!), с обзиром да арматура В500 има прилично велика издужења при искоришћењу.
- Уколико се, при пројектовању, жели умањење ширине прслина у односу на срачунату вредност, поуздана мера је повећање површине арматуре (смањење напона у арматури). Смањење пречника и размака арматуре, са задржавањем приближно исте површине, није поуздана мера.

ГРАЂЕВИНСКИ ФАКУЛТЕТ У БЕОГРАДУ

ТЕОРИЈА БЕТОНСКИХ КОНСТРУКЦИЈА 2

školska 2024/25. godina

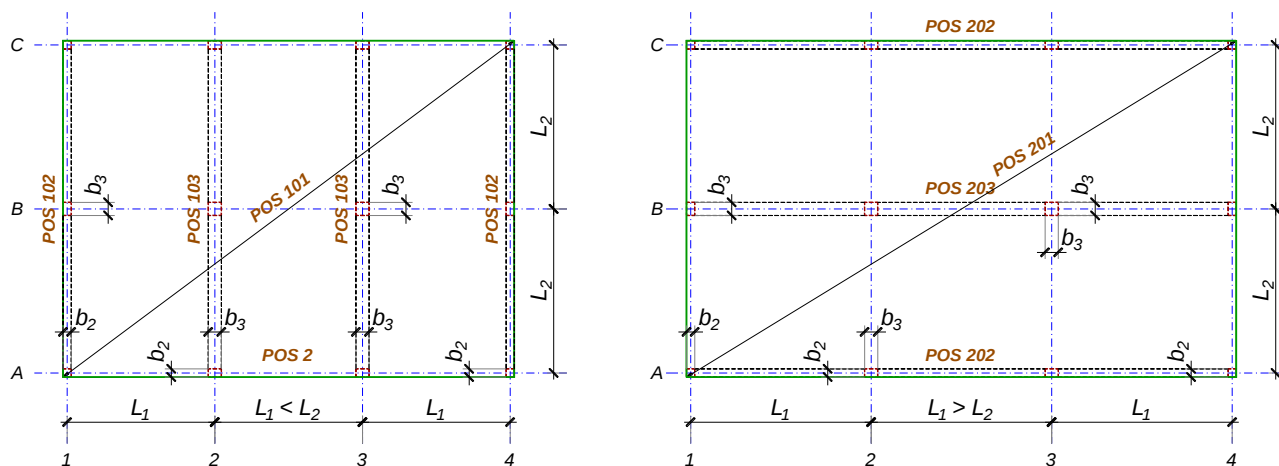
kandidat:

Име Презиме

бр. индекса

#n

ZADATAK 3



(↑ zadatak sa LISTA 1)

Izvršiti kontrolu širine prslina za naznačenu gredu prema preporukama Evrokoda 2. Ograničenje širine prslina je $w_k = 0.20$.

0. Proračunati širinu prslina za presek u polju grede. Komentarisati rezultat (zadovoljava/ne zadovoljava; ako ne zadovoljava, predložiti rešenje).
1. Sračunati minimalnu armaturu za kontrolu širine prslina za presek nad osloncem (za deo »rebro« i deo »flanša«, 7.3.2(2)). Za presek nad osloncem grede, za deo preseka »rebro«, sprovesti kontrolu širine prslina bez direktnog proračuna prema tabelama 7.2N i 7.3N Evrokoda 2. Izračunati oba kriterijuma (maksimalni prečnik i maksimalni razmak armature). Komentarisati rezultat (zadovoljava/ne zadovoljava; ako ne zadovoljava, predložiti rešenje).