

PROJEKTOVANJE PUNIH LIMENIH NOSAČA

- drugi dio

Efektivne karakteristike kod elemenata sa podužnim ukrućenjima

Opšte

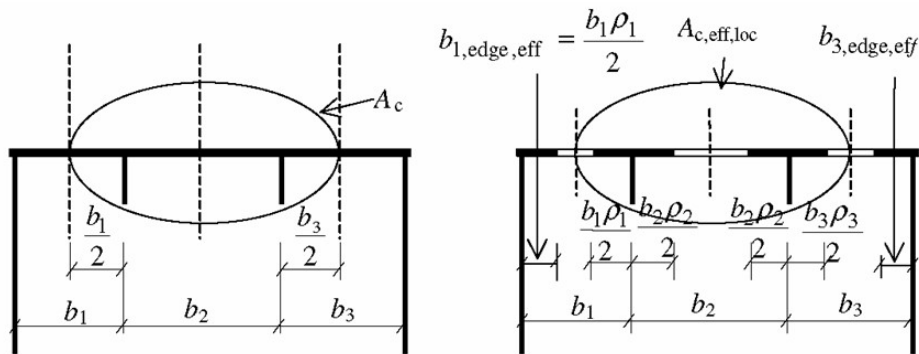
- Za limove sa podužnim ukrućenjima treba da se uzmu u obzir efektivne površine usljed lokalnog izbočavanja pojedinačnih polja između ukrućenja i efektivnih površina usljed globalnog izbočavanja ukrućenog polja. Znači potrebno je odrediti efektivnu površinu svakog pojedinačnog polja, ako su ta polja klase 4, kao i efektivnu površinu globalno cijelog polja od jednog do drugog poprečnog ukrućenja.
- Efektivna površina presjeka svakog pojedinačnog polja treba da se odredi pomoću faktora redukcije ρ u skladu sa prethodnim postupkom, kako bi se uzelo u obzir lokalno izbočavanje. Ukrućeni lim sa efektivnim površinama presjeka ukrućenja treba da se provjeri na globalno izbočavanje (modeliranjem kao ekvivalentna ortotropna ploča ili neki drugi približni postupak), a faktor redukcije ρ_c treba da se odredi za izbočavanje ploče kao cjeline.
- Efektivnu površinu pritisnute zone ukrućenog lima treba uzeti kao:

$$A_{c,eff} = \rho_c A_{c,eff,loc} + \sum b_{edge,eff} t$$

gdje je:

$A_{c,eff,loc}$ efektivna površina presjeka svih ukrućenja i pojedinačnih polja koja su potpuno ili djelimično u pritisnutoj zoni osim efektivnih djelova pridržanih susjednim limenim elementom;
 $b_{edge,eff}$ efektivna širina dijela ploče pridrža susjednim limenim elementom.

ČELIČNE KONSTRUKCIJE II
PREDAVANJE 04



Slika 4.4: Ukručeni lim izložen dejstvu ravnomjernog pritiska

- Površinu $A_{c,eff,loc}$ treba odrediti iz:

$$A_{c,eff,loc} = A_{st,eff} + \sum_c \rho_{loc} b_{c,loc} t$$

gdje je:

- \sum_c se primjenjuje na dio širine ukrućenog pritisnutog polja, izuzimajući djelove $b_{edge,eff}$;
- $A_{st,eff}$ je suma efektivnih presjeka svih podužnih ukrućenja sa bruto površinom A_{st} koja se nalaze u pritisnutoj zoni;
- $b_{c,loc}$ je širina pritisnutog dijela svakog pojedinačnog polja;
- ρ_{loc} je faktor redukcije za svako pojedinačno polje.

- Pri određivanju faktora redukcije ρ_c za izbočavanje ploče kao cjeline, treba da se razmotri faktor redukcije za izvijanje štapa, koji je strožiji od faktora redukcije za izbočavanje ploče.
- Da bi se odredio faktor ρ_c treba da se sprovede interpolacija (na kraju ovog poglavlja), između faktora redukcije ρ za izbočavanje ploče i faktora redukcije χ_c za izvijanje štapa (sljedeća dva pod poglavlja: *Površinsko izbočavanje podužno ukrućene ploče* i *Izbočavanje slično izvijanju podužno ukrućene ploče*).
- Redukcija pritisnute površine $A_{c,eff,loc}$ pomoću faktora ρ_c može da se uzme kao ravnomjerna redukcija po cijelom poprečnom presjeku.

ČELIČNE KONSTRUKCIJE II

PREDAVANJE 04

- Ako je *shear lag* relevantan, efektivna površina poprečnog presjeka pritisnute zone ukrućenog lima $A_{c,eff}$ treba da se uzme kao $A_{c,eff}^*$ uzimajući u obzir ne samo uticaje izbočavanja već i uticaje *shear lag-a*.
- Efektivna površina poprečnog presjeka zategnute zone ukrućenog lima treba da se uzme kao bruto površina zategnute zone, redukovane usljed *shear lag-a* ako je relevantan.
- Efektivni otporni moment presjeka W_{eff} treba da se uzme kao moment inercije efektivnog poprečnog presjeka podijeljen sa rastojanjem od njegovog težišta do sredine debljine nožice.

Površinsko izbočavanje podužno ukrućene ploče

- Površinsko izbočavanje podužno ukrućene ploče predstavlja globalno izbočavanje jednog polja koje se sastoji od ploče i podužnih ukrućenja.

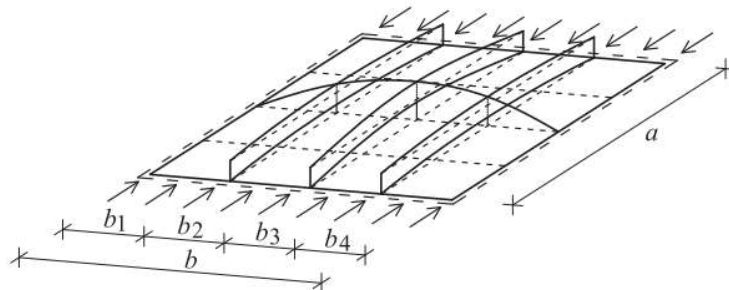


Fig. 2.21: Plate-like buckling of a stiffened plate

- Relativna vitkost $\bar{\lambda}_p$ za ekvivalentnu ploču definiše se kao:

$$\bar{\lambda}_p = \sqrt{\frac{\beta_{A,c} f_y}{\sigma_{cr,p}}}$$

gdje je:

$$\beta_{A,c} = \frac{A_{c,eff,loc}}{A_c}$$

ČELIČNE KONSTRUKCIJE II

PREDAVANJE 04

- A_c bruto površina pritisnute zone ukrućenog lima, izuzimajući djelove pojedinačnih polja koji su pridržani susjednim limovima, vidjeti prethodnu sliku (pomnožena *shear lag* faktorom ako je *shear lag* relevantan);
- $A_{c,eff,loc}$ efektivna površina istog dijela ploče (uključujući uticaj *shear lag-a*, ako je relevantan), uzimajući u obzir moguće izbočavanje pojedinačnih polja i/ili ukrućenja. U slučaju kada su pojedinačna polja između podužnih ukrućenja klase 1, 2 ili 3, tada je $A_{c,eff,loc} = A_c$.

- Faktor redukcije ρ za ekvivalentne ortotropne ploče dobija se po postupku iz prethodnog poglavlja, pod uslovom da je $\bar{\lambda}_p$ izračunato kako se ovdje definiše.
- U nastavku će se analizirati proračun elastičnog kritičnog napona izbočavanja $\sigma_{cr,p}$, podužno ukrućene ploče, pomoću dva približna postupka.

Ekvivalentna ortotropna ploča

- Limovi sa bar tri podužna ukrućenja mogu da se tretiraju kao ekvivalentne ortotropne ploče.
- Elastični kritični napon izbočavanja ekvivalentne ortotropne ploče može da se uzme kao (Teorija površinskih nosača):

$$\sigma_{cr,p} = k_{\sigma,p} \sigma_E$$

gdje je:

σ_E Ojlerov kritični napon elastičnog izbočavanja;

$$\sigma_E = \frac{\pi^2 E t^2}{12(1-\nu^2)b^2} = 190000 \left(\frac{t}{b}\right)^2 \quad \text{u [MPa]}$$

$k_{\sigma,p}$ koeficijent izbočavanja prema teoriji ortotropnih ploča sa ukrućenjima razmazanim po limu;

b širina ukrućenog lima;

t debljina lima.

ČELIČNE KONSTRUKCIJE II

PREDAVANJE 04

- $\sigma_{cr,p}$ je elastični kritični napon izbočavanja na ivici polja gdje se javlja maksimalni napon pritiska (vidi sljedeću sliku).
- Za ukružene limove sa bar tri podužna ukružanja koja su raspoređena na jednakom međusobnom rastojanju i za slučajeve kada je analizirano polje u cjelosti pritisnuto, koeficijent izbočavanja $k_{\sigma,p}$ (za globalno izbočavanje ukrućenog polja) može da se aproksimira pomoću:

$$k_{\sigma,p} = \frac{2\left(\left(1+\alpha^2\right)^2 + \gamma - 1\right)}{\alpha^2(\psi + 1)(1 + \delta)} \quad \text{ako je} \quad \alpha \leq \sqrt[4]{\gamma}$$

$$k_{\sigma,p} = \frac{4\left(1 + \sqrt{\gamma}\right)}{(\psi + 1)(1 + \delta)} \quad \text{ako je} \quad \alpha > \sqrt[4]{\gamma}$$

gdje je:

$$\psi = \frac{\sigma_2}{\sigma_1} \geq 0,5$$

$$\gamma = \frac{I_{sl}}{I_p}$$

$$\delta = \frac{A_{sl}}{A_p}$$

$$\alpha = \frac{a}{b} \geq 0,5$$

I_{sl} moment inercije cijele ukružene ploče

I_p moment inercije ploče na savijanje

$$= \frac{bt^3}{12(1-\nu^2)} = \frac{bt^3}{10,92}$$

A_{sl} suma bruto površina svih zasebnih podužnih ukružanja;

A_p bruto površina ploče = bt ;

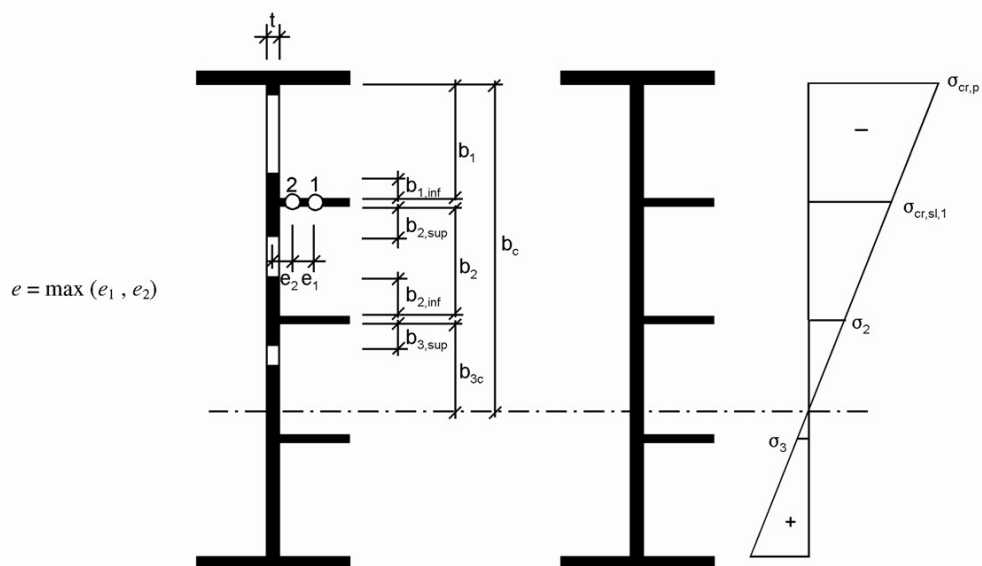
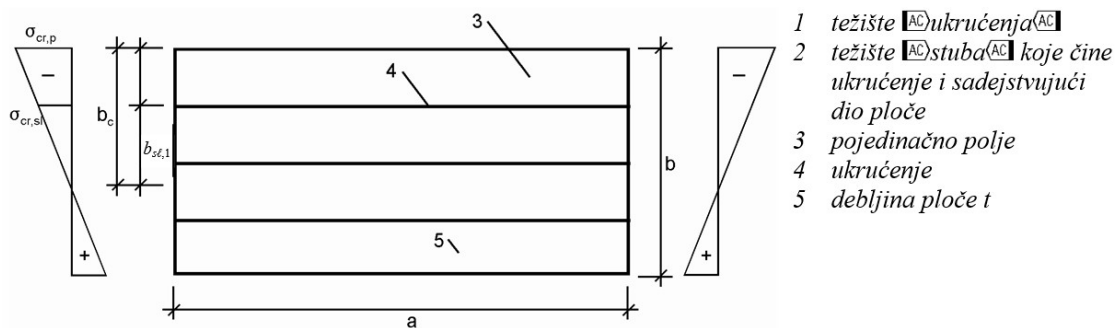
σ_1 veći ivični napon;

σ_2 manji ivični napon;

a, b i t su definisani na sljedećoj slici.

ČELIČNE KONSTRUKCIJE II

PREDAVANJE 04



	Širina za bruto površinu	Širina za efektivnu površinu, prema tabeli 4.1	Uslov za ψ_i
$b_{1,inf}$	$\frac{3-\psi_1}{5-\psi_1} b_1$	$\frac{3-\psi_1}{5-\psi_1} b_{1,eff}$	$\psi_1 = \frac{\sigma_{cr,s,1}}{\sigma_{cr,p}} > 0$
$b_{2,sup}$	$\frac{2}{5-\psi_2} b_2$	$\frac{2}{5-\psi_2} b_{2,eff}$	$\psi_2 = \frac{\sigma_2}{\sigma_{cr,s,1}} > 0$
$b_{2,inf}$	$\frac{3-\psi_2}{5-\psi_2} b_2$	$\frac{3-\psi_2}{5-\psi_2} b_{2,eff}$	$\psi_2 > 0$
$b_{3,sup}$	$0,4 b_{3c}$	$0,4 b_{3c,eff}$	$\psi_3 = \frac{\sigma_3}{\sigma_2} < 0$

Slika A.1: Oznake za podužno ukrućene ploče

ČELIČNE KONSTRUKCIJE II

PREDAVANJE 04

Kritični napon izbočavanja za ploče sa jednim ili dva ukrućenja u pritisnutoj zoni

- *Opšte procedure*

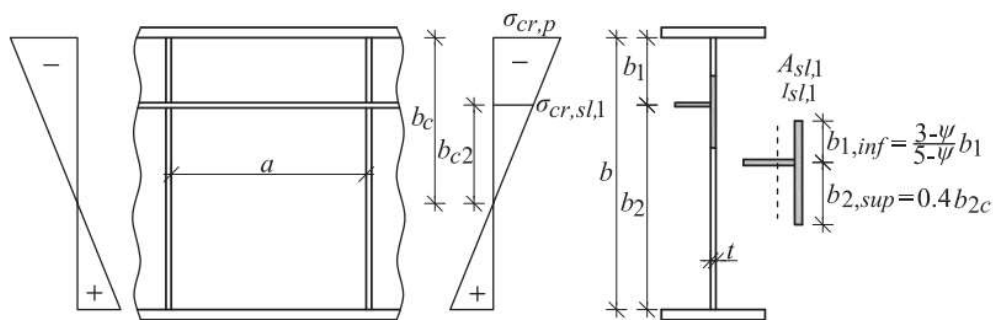
- Ako ukrućeni lim ima samo jedno podužno ukrućenje u pritisnutoj zoni, prethodni postupak može da se pojednostavi fiktivnim izolovanim stubom na elastičnoj podlozi, koja predstavlja uticaj ploče u pravcu upravnom na ovaj stub. Elastični kritični napon pritisnutog štapa može da se odredi prema *pojednostavljenom modelu koji se daje u nastavku*.
- Za proračun $A_{st,1}$ i $I_{st,1}$, bruto poprečni presjek stuba treba da se uzme kao bruto površina ukrućenja i susjednih djelova lima opisanih na sljedeći način. Ako je pojedinačno polje potpuno pritisnuto, treba uzeti dio $(3-\psi)/(5-\psi)$ od njegove širine b_1 , na ivici polja, a preostali dio $2/(5-\psi)$ uz ivicu sa najvećim naponom. Ako se napon u okviru pojedinačnog polja mijenja iz pritiska u zatezanje, dio od 0,4 širine b_c pritisnutog dijela ovog pojedinačnog polja treba da se uzme kao dio stuba, vidjeti sljedeću sliku, kao i prvu od tabela za određivanje efektivnog presjeka (*Unutrašnji pritisnuti djelovi presjeka*). ψ je odnos napona kod razmatranog pojedinačnog polja.
- Efektivna površina poprečnog presjeka stuba $A_{st,eff}$ treba da se uzme kao efektivni poprečni presjek ukrućenja i susjednih efektivnih djelova lima, vidjeti prethodnu sliku.
- Ako je odnos $\rho_c f_y / \gamma_{M1}$, sa ρ_c određenim u skladu *Interakcija između izbočavanja i izvijanja* (daje se na kraju ovog poglavlja), veći od prosječnog napona u stubu $\sigma_{com,Ed}$, ne treba da se dodatno redukuje efektivna površina stuba. U suprotnom, efektivna površina $A_{c,eff,loc}$ treba da se modifikuje kako slijedi:

$$A_{c,eff,loc} = \frac{\rho_c f_y A_{st,1}}{\sigma_{com,Ed} \gamma_{M1}}$$

i kako je to navedeno u prvoj formuli u ovom poglavlju.

- Ova redukcija treba da se primijeni samo na površinu stuba. Ona ne treba da se primjenjuje na druge pritisnute djelove lima - $b_{edge,eff}$.
- Kao alternativa primijeni efektivne površine, nosivost stuba može da se odredi prema sljedećoj metodi i da se provjeri kako bi se osiguralo da njegova nosivost bude veća od prosječnog napona $\sigma_{com,Ed}$. Ova metoda može da se koristi u slučaju više ukrućenja kod kojih se zanemaruje uticaj pridržavanja limom, tako da se smatra da se fiktivni stub slobodno izvija izvan ravni rebra.

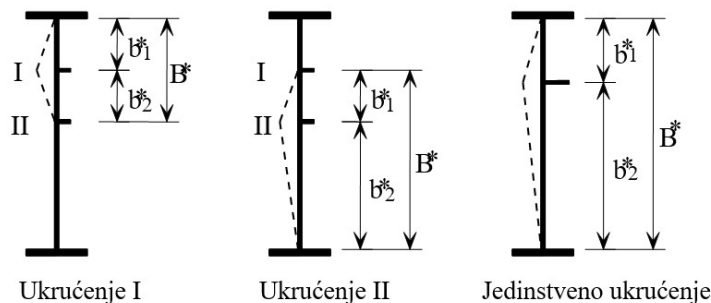
ČELIČNE KONSTRUKCIJE II
PREDAVANJE 04



- Ako ukrućeni lim ima dva podužna ukrućenja u pritisnutoj zoni, može da se primijeni postupak za jedno ukrućenje opisan prethodno, s tim što postupak treba ponoviti tri puta (vidjeti sljedeću sliku). Prvo, pretpostavlja se da se jedno od ukrućenja izvija dok se drugo ponaša kao kruti oslonac. Istovremeno izvijanje oba ukrućenja se uzima u obzir razmatranjem jednog jedinstvenog ukrućenja koje zamjenjuje oba pojedinačna ukrućenja, tako da:
 - su površina njegovog poprečnog presjeka i moment inercije I_{sl} redom jednaki zbiru ovih veličina za pojedinačna ukrućenja;
 - se nalazi na mjestu rezultante odgovarajućih sila u pojedinačnim ukrućenjima.

Za svaku od ovih situacija ilustrovanih na sljedećoj slici proračunava se relevantna vrijednost $\sigma_{cr,p}$ (prema *Pojednostavljenom modelu sa stubom na elastičnoj podlozi* - u nastavku), s tim da je

$$b_1 = b_1^* \text{ i } b_2 = b_2^* \text{ i } B^* = b_1^* + b_2^*$$



Površina poprečnog presjeka	$A_{sl,I}$	$A_{sl,II}$	$A_{sl,I} + A_{sl,II}$
Moment inercije	$I_{sl,I}$	$I_{sl,II}$	$I_{sl,I} + I_{sl,II}$

Slika A.3: Oznake za lim sa dva ukrućenja u pritisnutoj zoni

ČELIČNE KONSTRUKCIJE II

PREDAVANJE 04

Kritični napon izbočavanja za ploče sa jednim ili dva ukrućenja u pritisnutoj zoni

- Pojednostavljeni model sa stubom na elastičnoj podlozi
- U slučaju ukrućenog lima sa jednim podužnim ukrućenjem u pritisnutoj zoni, elastični kritični napon izvijanja ukrućenja može da se proračuna na sljedeći način, zanemarujući ukrućenja u zategnutoj zoni:

$$\sigma_{cr,sl} = \frac{1,05 E}{A_{st,1}} \frac{\sqrt{I_{st,1} t^3 b}}{b_1 b_2} \quad \text{ako je } a \geq a_c$$

$$\sigma_{cr,sl} = \frac{\pi^2 E I_{st,1}}{A_{st,1} a^2} + \frac{E t^3 b a^2}{4 \pi^2 (1 - \nu^2) A_{st,1} b_1^2 b_2^2} \quad \text{ako je } a < a_c$$

gdje je:

$$a_c = 4,33 \sqrt[4]{\frac{I_{st,1} b_1^2 b_2^2}{t^3 b}}$$

- $A_{st,1}$ bruto površina stuba;
- $I_{st,1}$ moment inercije bruto poprečnog presjeka stuba oko ose koja prolazi kroz njegovo težište i paralelna je ravni lima;
- b_1 i b_2 rastojanja od podužnih ivica rebra do ukrućenja ($b_1 + b_2 = b$).

- Konačno elastični kritični napon izbočavanja ploče $\sigma_{cr,p}$ se dobija ekstrapolacijom elastičnog kritičnog napona izvijanja ukrućenja $\sigma_{cr,sl}$, uz pomoć sljedećeg izraza (slika gore):

$$\sigma_{cr,p} = \frac{b_c}{b_{c2}} \sigma_{cr,sl}$$

- U slučaju ukrućenog lima sa dva podužna ukrućenja u pritisnutoj zoni, elastični kritični napon izvijanja treba da se usvoji kao najmanji od kritičnih napona izračunatih za sva tri slučaja korišćenjem prethodnih formula, uz to da je

$$b_1 = b_1^* \text{ i } b_2 = b_2^* \text{ i } B^* = b_1^* + b_2^* .$$

Ukrućenja u zategnutoj zoni treba da se zanemare pri proračunu.

Izbočavanje slično izvijanju podužno ukrućene ploče

- Elastični kritični napon izvijanja $\sigma_{cr,c}$ neukrućenog ili ukrućenog lima treba usvojiti kao napon izvijanja ploče bez podužnih oslonaca.
- Za neukrućeni lim, elastični kritični napon izvijanja $\sigma_{cr,c}$ može da se odredi kao:

$$\sigma_{cr,c} = \frac{\pi^2 E t^2}{12(1-\nu^2) a^2}$$

- Kod ukrućenog lima $\sigma_{cr,c}$ može da se odredi kao elastični kritični napon izvijanja $\sigma_{cr,sl}$ ukrućenja koje je najbliže ivici polja sa najvećim naponom pritiska kako slijedi:

$$\sigma_{cr,sl} = \frac{\pi^2 E I_{sl,1}}{A_{sl,1} a^2}$$

gdje je:

- $I_{sl,1}$ moment inercije bruto poprečnog presjeka ukrućenja i susjednih djelova lima, u odnosu na savijanje van ravni lima;
- $A_{sl,1}$ bruto površina poprečnog presjeka ukrućenja i susjednih djelova lima.

- Elastični kritični napon izvijanja $\sigma_{cr,c}$ može da se odredi iz sličnosti trouglova, kao:

$$\sigma_{cr,c} = \sigma_{cr,sl} \frac{b_c}{b_{sl,1}},$$

gdje se $\sigma_{cr,c}$ odnosi na pritisnutu ivicu lima, a $b_{sl,1}$ i b_c su geometrijske veličine iz raspodjele napona korišćene za ekstrapolaciju, vidjeti sliku A.1.

ČELIČNE KONSTRUKCIJE II

PREDAVANJE 04

- Relativna vitkost štapa $\bar{\lambda}_c$ je definisana kako slijedi:

$$\bar{\lambda}_c = \sqrt{\frac{f_y}{\sigma_{cr,c}}} \quad \text{za neukružene limove}$$

$$\bar{\lambda}_c = \sqrt{\frac{\beta_{A,c} f_y}{\sigma_{cr,c}}} \quad \text{za ukružene limove}$$

gdje je:

$$\beta_{A,c} = \frac{A_{st,1,eff}}{A_{st,1}}$$

$A_{st,1}$ bruto površina poprečnog presjeka ukrućenja i susjednih djelova lima;

$A_{st,1,eff}$ efektivna površina poprečnog presjeka ukrućenja i susjednih djelova lima, uzimajući u obzir izbočavanje.

- Faktor redukcije χ_c treba da se odredi prema EN 1993-1-1 (*Centrično pritisnuti elementi*). Za neukružene limove treba da se koristi $\alpha = 0,21$, što odgovara krivoj izvijanja a. Za ukružene limove ova vrijednost treba da se poveća na:

$$\alpha_e = \alpha + \frac{0,09}{i/e}$$

gdje je:

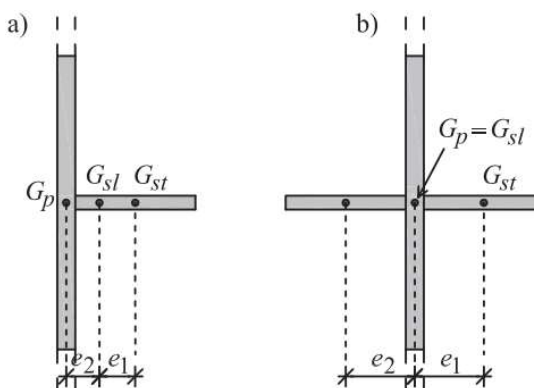
α = 0,34 (kriva b) za ukrućenja zatvorenog presjeka;
= 0,49 (kriva c) za ukrućenja otvorenog presjeka.

$$i = \sqrt{\frac{I_{st,1}}{A_{st,1}}}$$

$e = \max (e_1, e_2)$,

e_1 rastojanje od težišta dijela rebra koje pripada ukrućenju do težišta efektivnog stuba (zajedno ukrućenje i pripadajući dio rebra);

e_2 rastojanje od težišta jednostranog ukrućenja do težišta efektivnog stuba;
kod obostranih ukrućenja $e_1 = e_2$ (vidi sljedeću sliku);



Interakcija između izbočavanja i izvijanja

- U slučajevima kraćih ploča, tj kada je razmak između krutih porečnih ukrućenja manji, *izbočavanje slično izvijanju podužno ukrućene ploče* može imati uticaja, pa se mora razmotriti interakcija fenomena *površinsko izbočavanje podužno ukrućene ploče* i *izbočavanje slično izvijanju podužno ukrućene ploče*. U MEST EN 1993-1-5, daje se faktor redukcije ρ_c kojim se uvodi u razmatranje interpolacija ova dva fenomena i koji nam je potreban da bi konačno završili proračun nosivosti podužno ukrućene ploče na izbočavanje.
- Konačni faktor redukcije ρ_c treba da se odredi interpolacijom između χ_c i ρ kako slijedi:

$$\rho_c = (\rho - \chi_c) \xi (2 - \xi) + \chi_c$$

gdje je:

$$\xi = \frac{\sigma_{cr,p}}{\sigma_{cr,c}} - 1 \quad \text{ali} \quad 0 \leq \xi \leq 1$$

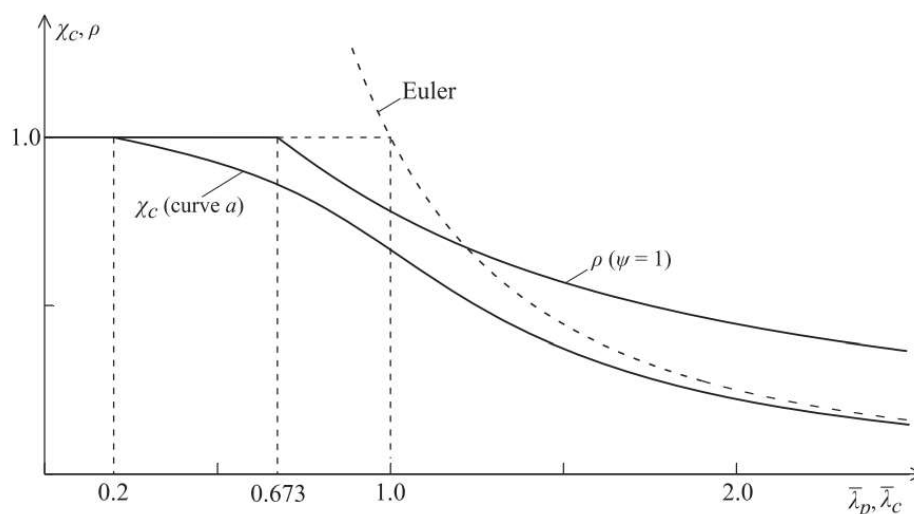
$\sigma_{cr,p}$	elastični kritični napon izbočavanja;
$\sigma_{cr,c}$	elastični kritični napon izvijanja;
χ_c	faktor redukcije usljed izvijanja;
ρ	faktor redukcije usljed izbočavanja.

ČELIČNE KONSTRUKCIJE II PREDAVANJE 04

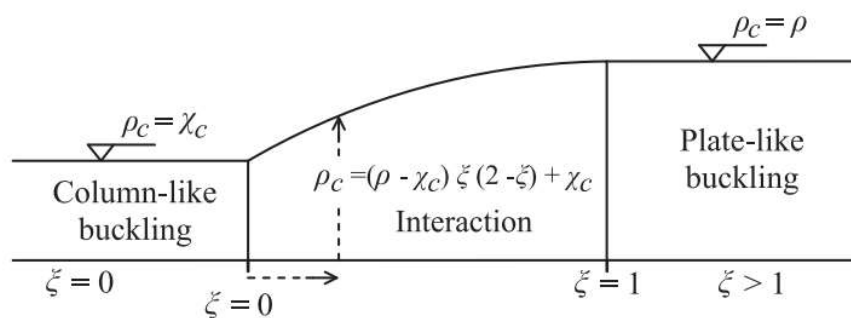
- Po definiciji $\sigma_{cr,p}$ je uvijek veći od $\sigma_{cr,c}$, jer je $\sigma_{cr,c}$ sračunat pod pretpostavkom slobodnog izvijanja ukrućenog štapa nepridrzanog od ostatka ploče. Upoređujući relativne vitkosti, može se konstatovati da je:

$$\bar{\lambda}_p < \bar{\lambda}_c$$

što za posljedicu ima da je, za istu ploču, faktor redukcije ρ uvijek veći od χ_c , kako je to prikazano na sljedećoj slici.



- Za kraće ploče gdje je *izbočavanje slično izvijanju* dominantno, odnos $\sigma_{cr,p}/\sigma_{cr,c}$ je blizu 1.0 i $\xi \sim 0$. Za duže ploče odnos $\sigma_{cr,p}/\sigma_{cr,c}$ raste preko 2, pa je $\xi = 1$ i dominantno je *površinsko izbočavanje*. Za ostale slučajeve važi interpolacioni izraz (dat prethodno) kako se to grafički vidi na sljedećoj slici, gdje je prikazan odnos $\rho - \xi$.



ČELIČNE KONSTRUKCIJE II

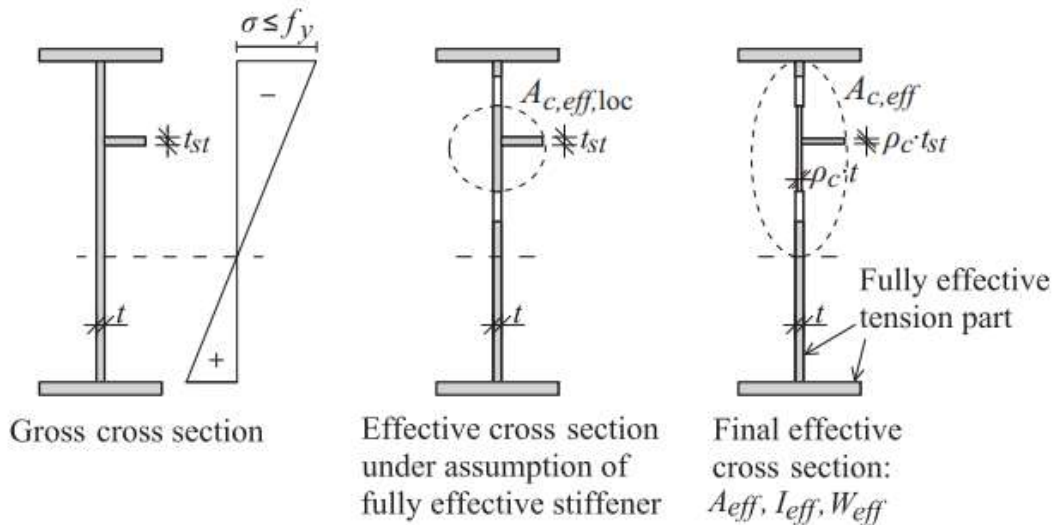
PREDAVANJE 04

Zaključak

- Nakon što se sračuna ρ_c , može se preći na finalni proračun nosivosti podužno ukrućene ploče na izbočavanje.
- Kada je koeficijent redukcije $\rho_c = 1.0$, izbočavanje se ne može desiti i kaže se da su ukrućenja u potpunosti efikasna. Za slučaj kada je $\rho_c < 1.0$, kaže se da ukrućenja nisu u potpunosti efikasna i da je moguće izbočavanje ploče. Ovo se uvodi u razmatranje redukovanjem efektivne površine sa ρ_c .
- Konačna efektivna površina pritisnute zone $A_{c,eff}$ neukrućenog rebra je jednostavno $A_{c,eff} = \rho_c b_{eff} t$.
- Za podužno ukrućenu ploču, da ponovimo izraz sa početka, $A_{c,eff}$ je:

$$A_{c,eff} = \rho_c A_{c,eff,loc} + \sum_i b_{i,edge,eff} t$$

- Kada se računaju geometrijske karakteristike A_{eff} , I_{eff} , W_{eff} konačne efektivne površine ploče, najjednostavnije je da se zamjene debljine ukrućenja t_{st} i pripadajućeg dijela ploče t sa redukovanim debljinama $\rho_c t_{st}$ i $\rho_c t$, kao što se vidi na sljedećoj slici. Treba voditi računa o shear lag-u ako je potrebno,



ČELIČNE KONSTRUKCIJE II

PREDAVANJE 04

- Kada se koristi uprošteni slučaj sa jednim ili dva ukrućenja u pritisnutom dijelu rebra za proračun elastičnog kritičnog napona izbočavanja, redukovanje površine sa ρ_c treba da se uradi ako je izraz $\rho_c f_y / \gamma_{M1}$ manji od prosječnog napona $\sigma_{com,Ed}$ u stubu ukrućenja (prosječni napon $\sigma_{com,Ed}$ treba sračunati na osnovu karakteristika efektivnog presjeka). U tom slučaju efektivna površina stuba ukrućenja treba da se redukuje prema:

$$A_{c,eff,loc} = \frac{\rho_c f_y A_{sl,1}}{\sigma_{com,Ed} \gamma_{M1}}$$

Ovaj pristup je veoma djelotvoran kod rebara nosača izloženih savijanju, jer je na mjestu podužnog ukrućenja, napon znatno niži nego na ivici ploče rebra. Kod nožica ovo nema uticaja (prethodni stav se, takođe, ponavlja - naveli smo ga već u: *Kritični napon izbočavanja za ploče sa jednim ili dva ukrućenja u pritisnutoj zoni - Opšte procedure*).

- Nako što se proračunaju geometrijske karakteristike konačne efektivne površine ploče A_{eff} , I_{eff} i W_{eff} i eventualno e_N , može se završiti provjera nosivosti na izbočavanje podužno ukrućene ploče, pomoću relacije od koje smo počeli ovo poglavlje:

$$\eta_1 = \frac{N_{Ed}}{f_y A_{eff} \gamma_{M0}} + \frac{M_{Ed} + N_{Ed} e_N}{f_y W_{eff} \gamma_{M0}} \leq 1,0$$