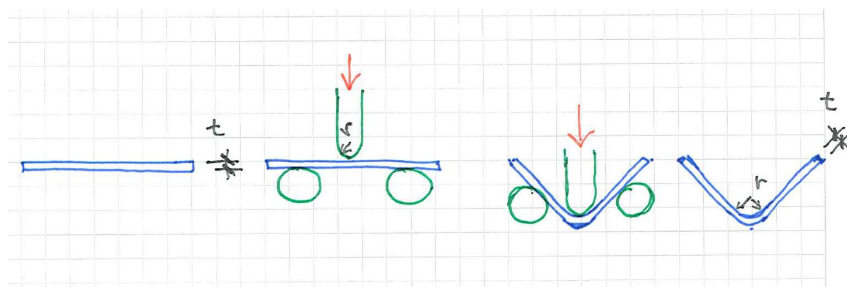


## PROJEKTOVANJE HLADNO OBLIKOVANIH ELEMENATA

- Hladno oblikovani čelični proizvodi prave se od zaštićenih (od korozije i požara) i nezaštićenih, vruće ili hladno valjanih limova ili traka, koje su hladno oblikovane procesima kao što su hladno valjanje ili presovanje.



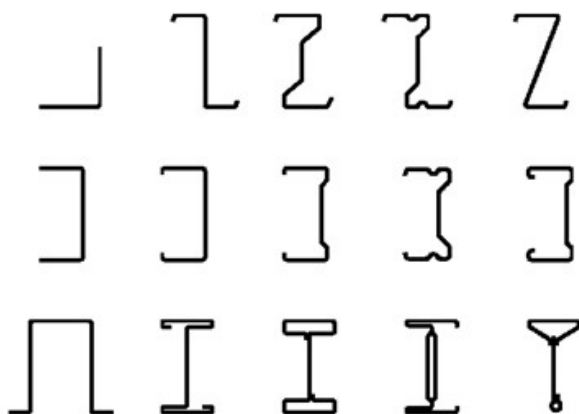
- Upotreba hladno oblikovanih presjeka u čeličnim konstrukcijama podrazumijeva rješavanje određenih problema koji nisu uobičajeni kod konstrukcija sa vruće valjanim presjecima. Ovo podrazumijeva:
  - nejednake osobine materijala usljed presavijanja,
  - zaobljene uglove i računanje geometrijskih karakteristika,
  - izbočavanje,
  - distorziono izbočavanje,
  - torziono i fleksiono-torziono izvijanje,
  - shear lag,
  - ugibanje nožice i
  - gnječenje, izbočavanje i izvijanje rebra.
- Modeli proračuna nosivosti, u kojima su obrađene ove pojave, predmet su standarda MEST EN 1993-1-3: Dodatna pravila za hladno oblikovane elemente i limove, sa pripadajućim nacionalnim aneksom MEST EN 1993-1-3 NA.
- Sa druge strane, postupci proračuna stabilnosti:
  - fleksiono, torziono i torziono-fleksiono izvijanje,
  - bočno-torziono izvijanje i
  - savijanje i pritisak,

su suštinski isti kao u MEST EN 1993-1-1, sa određenim specifičnostima koji će se ovdje navesti, a koji su definisani u MEST EN 1993-1-3.

## **OBLICI POPREČNIH PRESJEKA I UKRUĆENJA**

- Hladno oblikovani elementi i profilisani limovi imaju, unutar dopuštenih tolerancija, konstantnu nominalnu debljinu po cijeloj dužini.
- Poprečni presjeci hladno oblikovanih elemenata i profilisanih limova u suštini se sastoje od određenog broja ravnih elemenata spojenih sa zakrivljenim elementima.
- Tipični oblici presjeka hladno oblikovanih elemenata su:

### *Jednodjelni otvoreni presjeci*



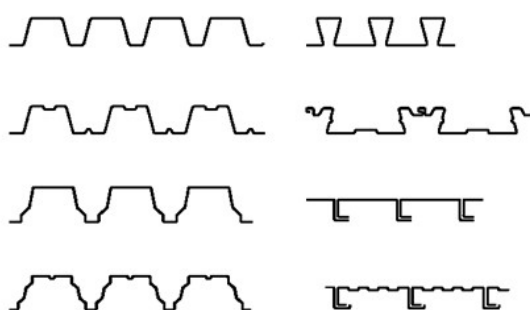
### *Otvoreni višedjelni presjeci*



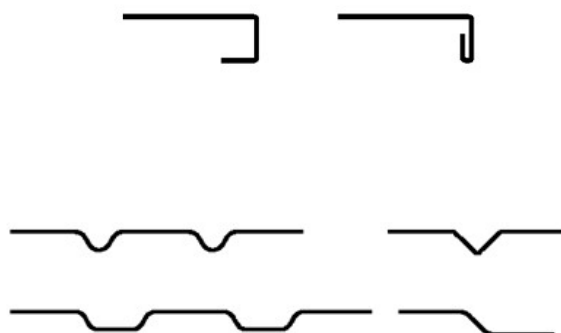
**Zatvoreni višedjelni presjeci**



**Profilisani limovi i kasete**

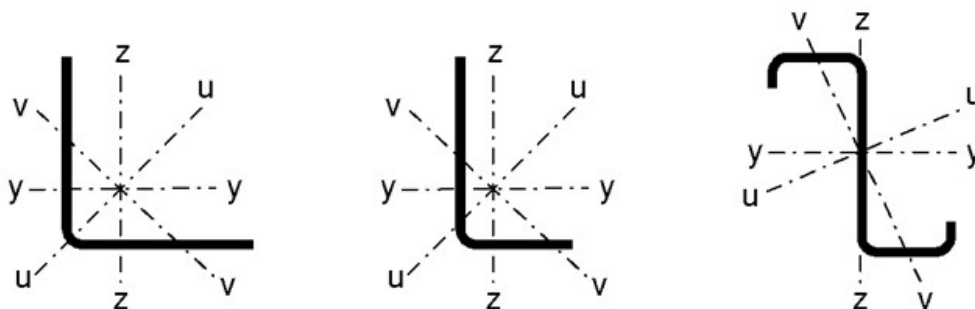
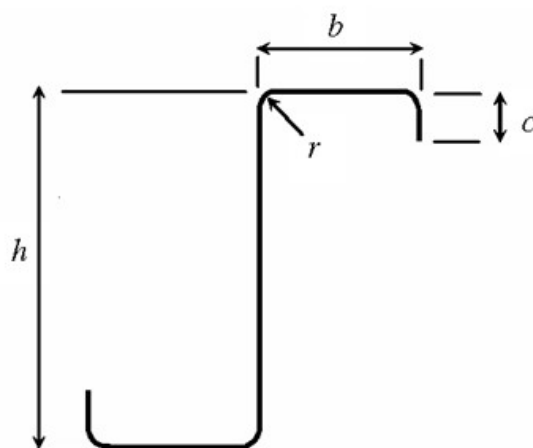


- Ukrućenja limova mogu biti na krajevima lima - ivična ukrućenja ili na samom limu - međuukrućenja. Formiraju se ili zakrivljenjem kraja lima ili formiranjem prevoja ili žlijeba na limu:



## DIMENZIJE PRESJEKA I KONVENCIJE ZA OSE

- Dimenzije poprečnih presjeka i konvencije za ose daju se na sljedećim slikama:



- Debljina elementa označava se sa  $t$  i predstavlja debljinu čeličnog jezgra (bez debljine zaštite od korozije ili protiv požarne zaštite).

## OSNOVE PRORAČUNA

- Proračun hladno oblikovanih elemenata i limova treba da bude u skladu sa opštim pravilima datim u MEST EN 1990 i MEST EN 1993-1-1.
- Odgovarajući parcijalni faktori moraju se usvojiti za granična stanja nosivosti i granična stanja upotrebljivosti.
- Za provjeru pri graničnim stanjima nosivosti, parcijalni faktor  $\gamma_M$  mora se uzeti kako slijedi:
  - nosivost poprečnih presjeka na prekomjerno tečenje, uključujući lokalno i distorziono izbočavanje:  $\gamma_{M0}$
  - nosivost elemenata i limova kada je lom prouzrokovan globalnim izvijanjem:  $\gamma_{M1}$
  - nosivost neto poprečnih presjeka na mjestima rupa za spojna sredstva:  $\gamma_{M2}$
- U nacionalnom aneksu MEST EN 1993-1-3 NA definišu se vrijednosti za parcijalne faktore u zgradama:

$$\gamma_{M0} = 1,00$$

$$\gamma_{M1} = 1,00$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

- Za provjeru pri graničnim stanjima upotrebljivosti, u NA definisan je parcijalni faktor:

$$\gamma_{M,ser} = 1,00$$

## MATERIJALI

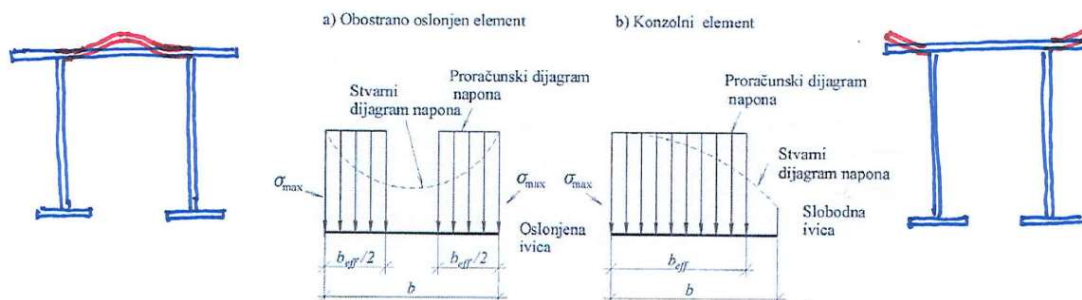
- Svi čelici koji se koriste za hladno oblikovane elemente i profilisane limove treba da budu pogodni za hladno oblikovanje i zavarivanje. Čelici korišćeni za elemente i limove koji se galvanizuju takođe treba da budu pogodni za galvanizovanje.
- Nominalne vrijednosti svojstava materijala, date u sljedećoj tabeli, za odgovarajuće klase čelika, treba da se usvoje kao karakteristične vrijednosti pri proračunu.

Vrsta čelika	Standard	Klasa	$f_{yb}$ N/mm <sup>2</sup>	$f_u$ N/mm <sup>2</sup>
Vruće valjani proizvodi od nelegiranih konstrukcijskih čelika. Dio 2: Tehnički uslovi isporuke za nelegirane konstrukcijske čelike	EN 10025 - Dio 2	S 235	235	360
		S 275	275	430
		S 355	355	510
Vruće valjani proizvodi od konstrukcijskih čelika. Dio 3: Tehnički uslovi isporuke za normalizovane/normalizovano valjane zavarljive sitnozrne konstrukcijske čelike.	EN 10025 - Dio 3	S 275 N	275	370
		S 355 N	355	470
		S 420 N	420	520
		S 460 N	460	550
		S 275 NL	275	370
		S 355 NL	355	470
		S 420 NL	420	520
S 460 NL	460	550		
Vruće valjani proizvodi od konstrukcijskih čelika. Dio 4: Tehnički uslovi isporuke za termomehanički valjane zavarljive sitnozrne konstrukcijske čelike.	EN 10025 - Dio 4	S 275 M	275	360
		S 355 M	355	450
		S 420 M	420	500
		S 460 M	460	530
		S 275 ML	275	360
		S 355 ML	355	450
		S 420 ML	420	500
		S 460 ML	460	530

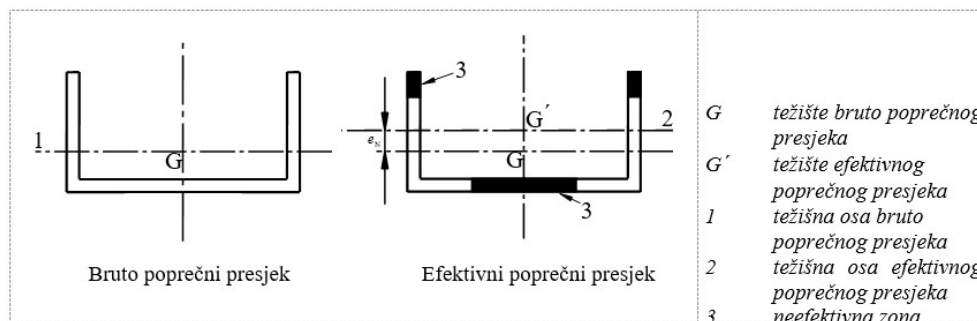
Kontinualno vruće cinkovani ugljenični čelični limovi konstrukcijskog kvaliteta	EN 10326	S220GD+Z	220	300
		S250GD+Z	250	330
		S280GD+Z	280	360
		S320GD+Z	320	390
		S350GD+Z	350	420

## KONSTRUKCIJSKA ANALIZA - EFEKTIVNE POVRŠINE

- Da bi se uzeli u obzir efekti lokalnog izbočavanja i shear leg-a, uvodi se koncept efektivnih površina.
- Postupak proračuna efektivne površine (efektivne širine) je isti kao u MEST EN 1993-1-5 (vidi predavanja 1, 2 i 3, Čelične konstrukcije II). Ovdje će se ponoviti određeni dijelovi prethodnih predavanja.



- Efektivna površina za pritisnute dijelove poprečnih presjeka klase 4 određuje se u Eurokodu 3 – Dio 1-5, za vruće valjane i zavarene presjeke, u Eurokodu 3 – Dio 1-3, za hladno oblikovane presjeke, i u Eurokodu 3 – Dio 1-6, za kružne šuplje presjeke. U daljem se, ponovo, daje postupak određivanja efektivne površine za vruće valjane i zavarene presjeke, koji važi i za najveći dio hladno oblikovanih presjeka.
- Efektivna površina  $A_{eff}$  treba da se odredi pretpostavljajući da je poprečni presjek izložen samo naponima usljed konstantnog aksijalnog pritiska. Kod nesimetričnih poprečnih presjeka moguće pomjeranje  $e_N$  težišta efektivne površine  $A_{eff}$  u odnosu na težište bruto poprečnog presjeka uzrokuje dodatni moment koji treba da se uzme u obzir pri provjeri poprečnog presjeka. Ovaj slučaj je ilustriran na sljedećoj slici.



- U skladu sa MEST EN1993-1-5: Puni limeni elementi, efektivna površina pritisnute zone lima sa bruto površinom poprečnog presjeka  $A_c$  treba da se odredi kao:

$$A_{c,eff} = \rho A_c$$

gdje je  $\rho \leq 1,0$ , faktor redukcije za izbočavanje.

- Faktor redukcije  $\rho$  se može sračunati na sljedeći način:

#### Za unutrašnje pritisnute djelove poprečnog presjeka

$$\rho = 1,0 \quad \text{za } \bar{\lambda}_p \leq 0,5 + \sqrt{0,085 - 0,055\psi}$$

$$\rho = \frac{\bar{\lambda}_p - 0,055(3 + \psi)}{\bar{\lambda}_p^2} \leq 1,0 \quad \text{za } \bar{\lambda}_p > 0,5 + \sqrt{0,085 - 0,055\psi}$$

#### Za konzolne pritisnute djelove poprečnog presjeka

$$\rho = 1,0 \quad \text{za } \bar{\lambda}_p \leq 0,748$$

$$\rho = \frac{\bar{\lambda}_p - 0,188}{\bar{\lambda}_p^2} \leq 1,0 \quad \text{za } \bar{\lambda}_p > 0,748$$

gdje je  $\bar{\lambda}_p$  vitkost ploče:

$$\bar{\lambda}_p = \sqrt{\frac{f_y}{\sigma_{cr}}} = \frac{\bar{b}/t}{28,4 \varepsilon \sqrt{k_\sigma}}$$



U prethodnim izrazima koriste se sljedeća obilježavanja:

$\psi$  odnos napona na ivicama razmatranog dijela poprečnog presjeka (prikazano u sljedećim tabelama);

$$\psi = \sigma_2 / \sigma_1 = \text{manji napon} / \text{veći napon (zatezanje je negativno!)};$$

$\bar{b}$  odgovarajuća širina koja se uzima na sljedeći način:

- $b_w$  za rebra;
- $b$  za unutrašnje djelove nožica (izuzev za RHS);
- $b - 3t$  za nožice šupljih profila pravougaonog presjeka (RHS);
- $c$  za konzolne djelove nožica;
- $h$  za ugaonike istih ili različitih dužina krakova;

$k_\sigma$  faktor izbočavanja koji odgovara odnosu napona  $\psi$  i graničnim uslovima oslanjanja (faktor izbočavanja se daje u sljedećim tabelama);

$t$  debljina;

$\sigma_{cr}$  elastični kritični napon izbočavanja;

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y \left[ N / mm^2 \right]}}$$

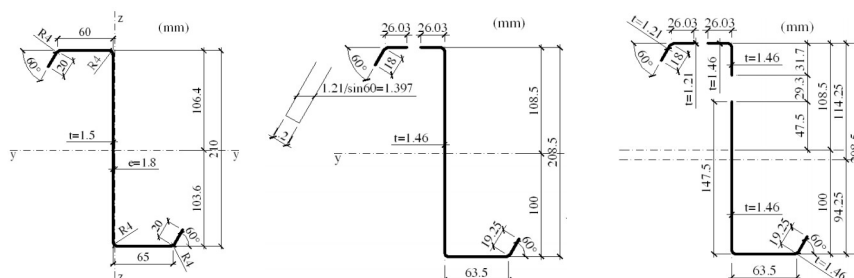
### Unutrašnji pritisnuti djelovi presjeka

Raspodjela napona (pritisak je pozitivan)		Efektivna <sup>a</sup> širina $b_{eff}$				
		$\psi = 1:$ $b_{eff} = \rho \bar{b}$ $b_{e1} = 0,5 b_{eff}$ $b_{e2} = 0,5 b_{eff}$				
		$1 > \psi > 0:$ $b_{eff} = \rho \bar{b}$ $b_{e1} = \frac{2}{5-\psi} b_{eff}$ $b_{e2} = b_{eff} - b_{e1}$				
		$\psi < 0:$ $b_{eff} = \rho b_c = \rho \bar{b} / (1-\psi)$ $b_{e1} = 0,4 b_{eff}$ $b_{e2} = 0,6 b_{eff}$				
$\psi = \sigma_2 / \sigma_1$	1	$1 > \psi > 0$	0	$0 > \psi > -1$	-1	$\overline{AC}$ - $1 > \psi \geq -3 \overline{AC}$
Faktor izbočavanja $k_\sigma$	4,0	$8,2 / (1,05 + \psi)$	7,81	$7,81 - 6,29\psi + 9,78\psi^2$	23,9	$5,98(1-\psi)^2$

**Konzolni pritisnuti djelovi presjeka**

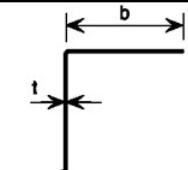
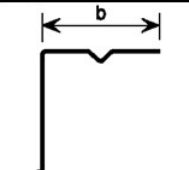
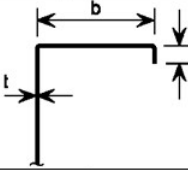
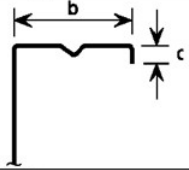
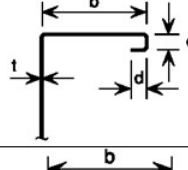
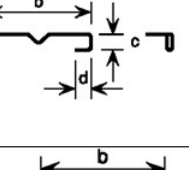
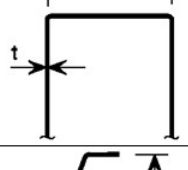
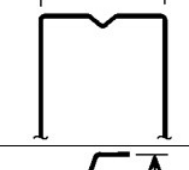
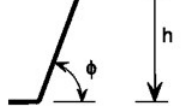

Raspodjela napona (pritisak je pozitivan)		Efektivna <sup>2</sup> širina $b_{eff}$			
		$1 > \psi > 0$ : $b_{eff} = \rho c$			
		$\psi < 0$ : $b_{eff} = \rho b_c = \rho c / (1 - \psi)$			
$\psi = \sigma_2 / \sigma_1$	1	0	-1	$1 \geq \psi \geq -3$	
Faktor izbočavanja $k_a$	0,43	0,57	0,85	$0,57 - 0,21 \psi + 0,07 \psi^2$	
		$1 > \psi > 0$ $b_{eff} = \rho c$			
		$\psi < 0$ : $b_{eff} = \rho b_c = \rho c / (1 - \psi)$			
$\psi = \sigma_2 / \sigma_1$	1	$1 > \psi > 0$	0	$0 > \psi > -1$	-1
Faktor izbočavanja $k_a$	0,43	$0,578 / (\psi + 0,34)$	1,70	$1,7 - 5\psi + 17,1\psi^2$	23,8

- Prema tome, opšta definicija vitkosti ploče  $\bar{\lambda}_p$  uključuje faktor izbočavanja  $k_\sigma$ , kojim se uzimaju u obzir različite raspodjele napona pritiska i različiti granični uslovi elementa (*Teorija površinskih nosača*).
- Intenzitet faktora izbočavanja  $k_\sigma$  zavisi od odnosa napona  $\psi$  dijela presjeka koji se analizira. Najčešći slučajevi su čisti pritisak, kada je  $\psi = 1$  i čisto savijanje kada je  $\psi = -1$ .
- Za nožice, odnos napona  $\psi$  treba da se zasniva na bruto poprečnom presjeku. Za rebra, odnos napona  $\psi$  treba da se sračuna koristeći raspodjelu napona sa efektivnom površinom pritisnute nožice i bruto površinom rebra.



## GEOMETRIJSKE PROPORCIJE I OBLAST PRIMJENE

- Odredbe MEST EN 1993-1-3 ograničavaju maksimalne odnose širine prema debljini lima.
- Maksimalni odnosi širine prema debljini lima, daju se u sljedećoj tabeli.

Element poprečnog presjeka		Maksimalna vrijednost
		$b/t \leq 50$
		$b/t \leq 60$ $c/t \leq 50$
		$b/t \leq 90$ $c/t \leq 60$ $d/t \leq 50$
		$b/t \leq 500$
		$45^\circ \leq \phi \leq 90^\circ$ $h/t \leq 500 \sin \phi$

- U cilju osiguravanja dovoljne krutosti i izbjegavanja primarnog izvijanja samog ukrućenja, veličine ukrućenja treba da budu unutar sljedećih granica:

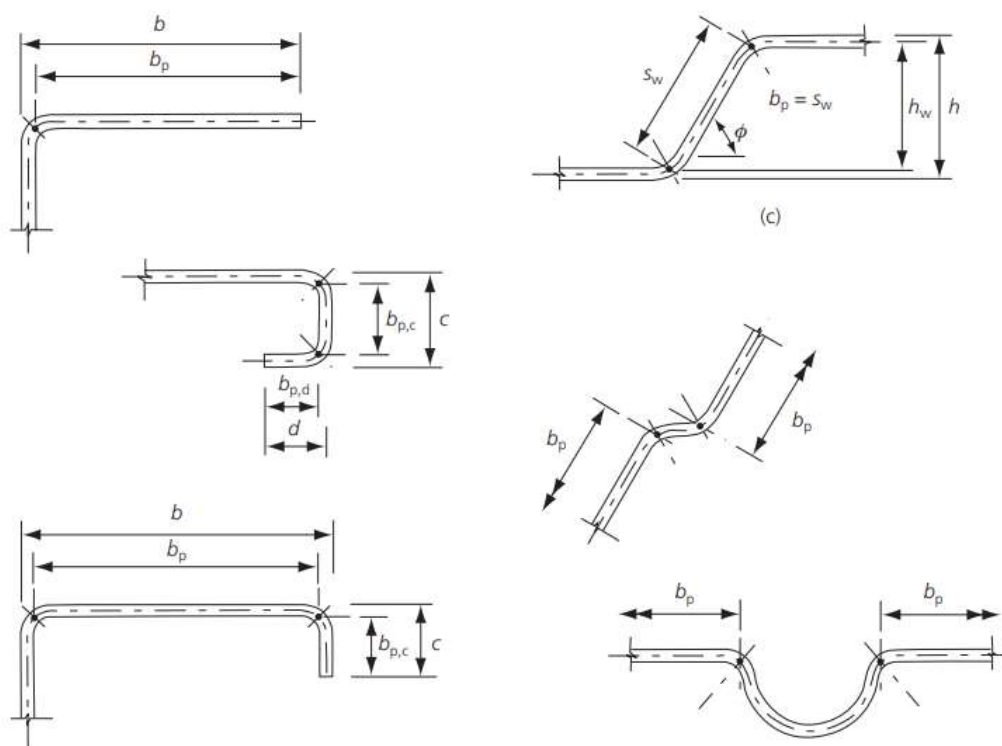
$$0,2 \leq c/b \leq 0,6$$

$$0,1 \leq d/b \leq 0,3$$

- Ukoliko je  $c/b < 0,2$  ili  $d/b < 0,1$ , prevoj treba ignorisati ( $c = 0$  ili  $d = 0$ ).

## UTICAJ ZAobljenih UGLOVA

- Hladno oblikovani presjeci imaju zaobljene uglove. Nominalne ravne širine  $b_p$  ravnih elemenata, koje se koriste za proračun efektivnih širina, treba da se mjere do srednje tačke ugla, kako je to prikazano na sljedećoj slici.

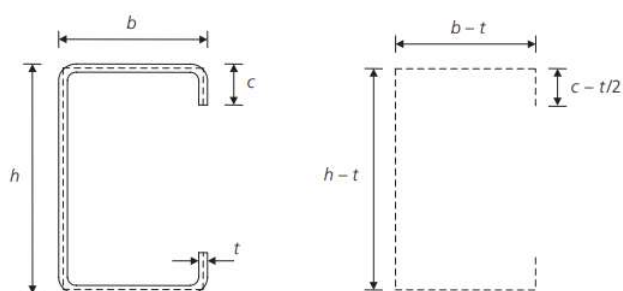
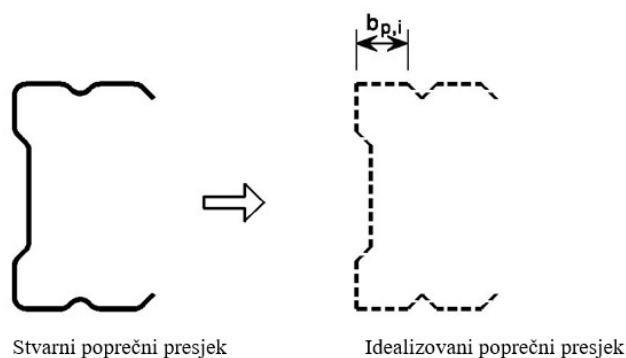


- Kod poprečnih presjeka sa zaobljenim uglovima, proračun karakteristika poprečnog presjeka treba da bude zasnovan na nominalnoj geometriji poprečnog presjeka.
- Moguće je koristiti sljedeći aproksimativni postupak. Uticaj zaobljenih uglova na nosivost poprečnog presjeka može da se zanemari ako je unutrašnji poluprečnik:

$$r \leq 5 t \quad \text{i}$$

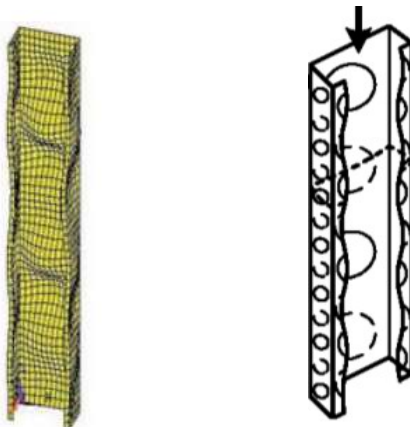
$$r \leq 0,10 b_p$$

U ovim slučajevima može se smatrati da se poprečni presjek sastoji od ravnih elemenata sa oštrim uglovima, kako je to prikazano na sljedećoj slici.



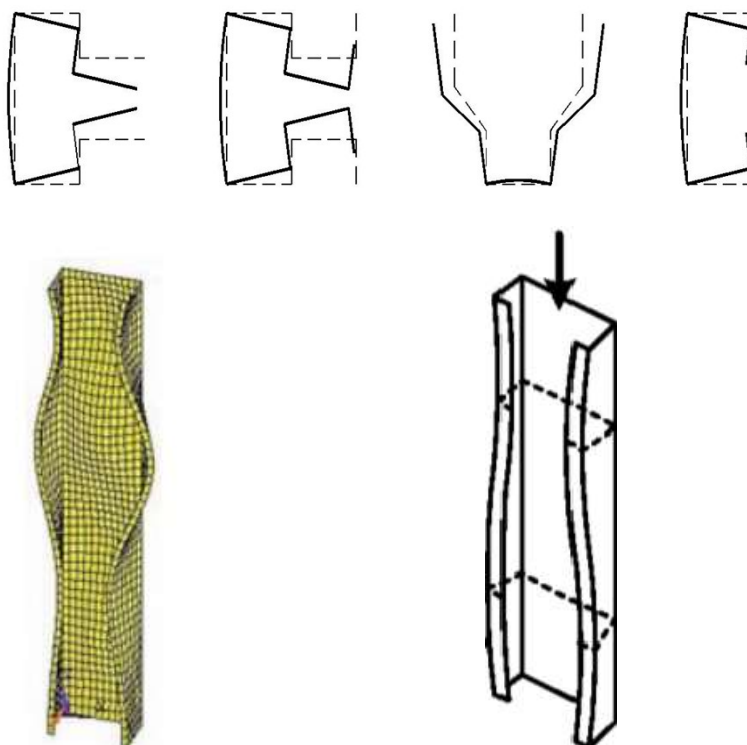
## LOKALNO IZBOČAVANJE

- Lokalno izbočavanje pritisnutih dijelova elementa se u MEST EN 1993-1-3 primarno oslanja na standard MEST EN 1993-1-5: Puni limeni elementi. Uvodi se koncept efektivne širine (efektivne površine), kao što je to, prethodno, detaljno izloženo. Neefektivni dijelovi poprečnog presjeka se uklanjaju i geometrijske karakteristike se određuju na osnovu aktivnog ostatka presjeka.

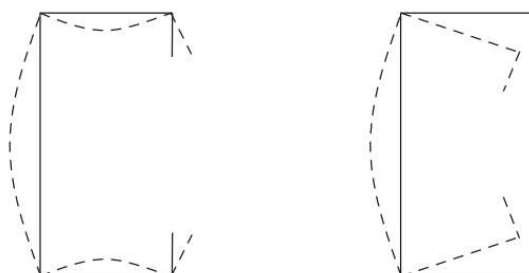


## DISTORZIONO IZBOČAVANJE

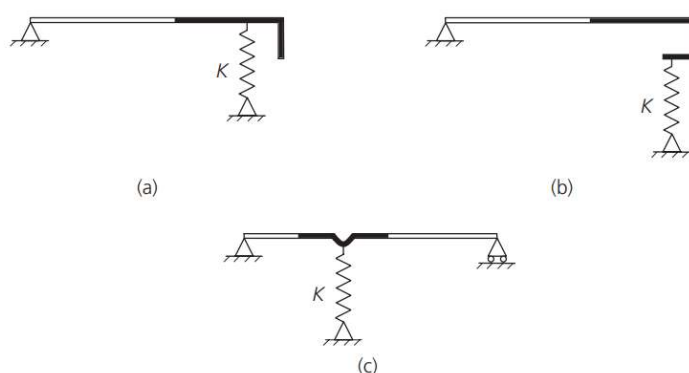
- Distorziona izbočavanja se javlja kada ivična ili srednja ukrućenja ne mogu da zadrže pomjeranja čvora. Usljed napona pritiska dolazi do torzionog gubitka stabilnosti krajeva poprečnog presjeka. Ivična ukrućenja i/ili međukrućenja se izvijaju slično fleksionom izvijanju, kao što je to prikazano na sljedećim slikama.



- Na sljedećoj slici vidi se razlika u deformisanoj figuri elementa sa lokalnim izbočavanjem i distorzionim izbočavanjem, u slučaju čistog pritiska.



- Postupak provjere elementa na distorziono izbočavanje zasniva se, takođe na određivanju efektivnog poprečnog presjeka ivičnih i/ili međuukrućenja i izračunavanju odgovarajućih geometrijskih karakteristika na osnovu kojih se dalje određuje nosivost i stabilnost konstruktivnog elementa.
- Proračun se zasniva na pretpostavci da se ivično ili međuukrućenje ponaša kao pritisnuti štap sa kontinuiranim djelimičnim podužnim pridržavanjem, koje se predstavlja preko linearne opruge sa krutošću  $K$ . Smatra se da se opruga nalazi u težištu ukrućenja, kao što se prikazuje na sljedećoj slici.

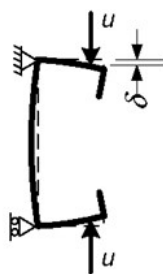


- Krutost opruge ukrućenja treba da se odredi primjenjujući jedinično opterećenje  $u$  po jedinici dužine. Krutost opruge  $K$  po jedinici dužine može se odrediti iz:

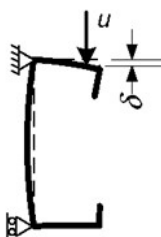
$$K = u / \delta$$

gdje je:

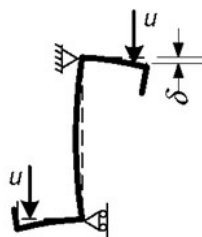
$\delta$  ugib ukrućenja usljed jediničnog opterećenja  $u$  koje djeluje u težištu efektivnog dijela poprečnog presjeka.



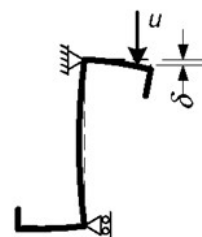
Pritisak



Savijanje

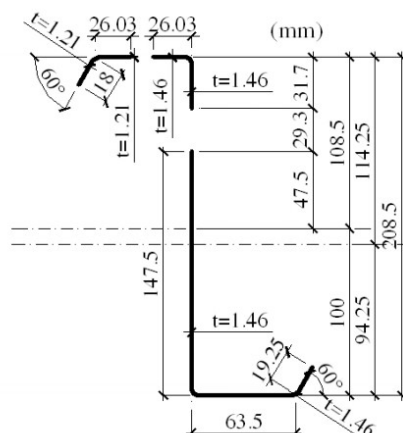


Pritisak



Savijanje

- Rezultat na kraju postupka je smanjena debljina efektivnog presjeka ukrućenja  $t_{red}$ .



- Za ovako dobijen konačni efektivni presjek, treba sračunati sve potrebne geometrijske karakteristike da bi se sračunala nosivost porečnog presjeka i nosivost na izvijanje elementa.

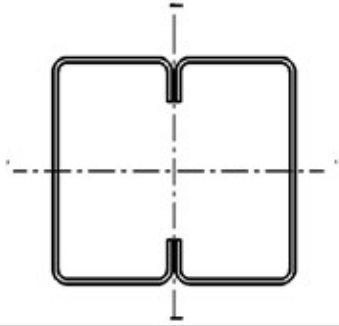
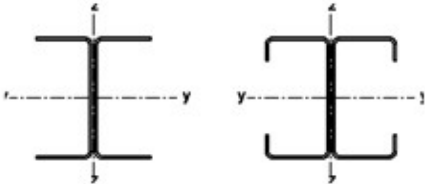
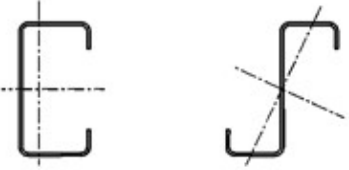
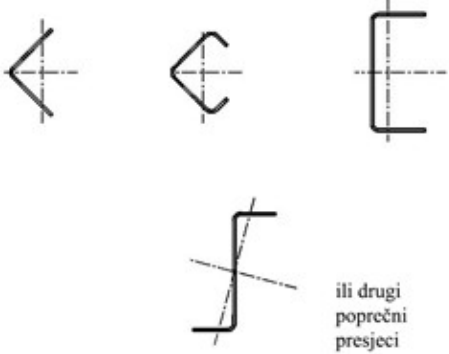
## FLEKSIONO, TORZIONO I TORZIONO-FLEKSIONO IZVIJANJE



- Fleksiono izvijanje je glavni oblik izvijanja za pritisnute elemente u konstrukcijama u kojima se primjenjuju konvencionalni vruće valjani presjeci. U lakoj konstrukciji, sa hladno oblikovanim presjecima, fleksiono izvijanje je mjerodavno za mnoge proračunske situacije, ali torziono i torziono-fleksiono izvijanje, takođe mogu biti mjerodavan oblik gubitka stabilnosti.



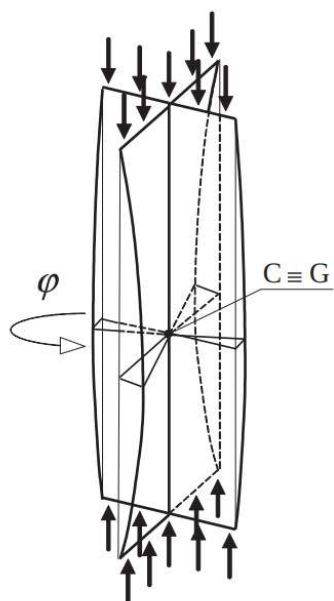
- Odredbe standarda za fleksiono izvijanje u MEST EN 1993-1-3 su suštinski iste kao i one u MEST EN 1993-1-1, sa jedinom razlikom što se za odabir krivih izvijanja koristi sljedeća tabela (u kojoj su obuhvaćene razne vrste hladno oblikovanih poprečnih presjeka).

Vrsta poprečnog presjeka	Izvijanje oko ose	Kriva izvijanja
	Ako se koristi $f_{yb}$	Bilo koja b
	Ako se koristi $f_{yk}$ *	Bilo koja c
	y-y z-z	a b
	Bilo koja	b
	Bilo koja	c

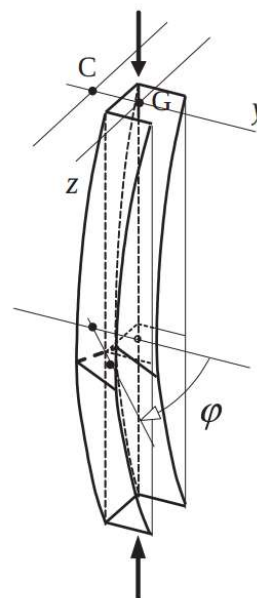
\* Prosječna granica razvlačenja  $f_{yk}$  ne treba da se koristi osim ako je  $A_{eff} = A_g$ .

- Torziono izvijanje predstavlja čisto uvrtanje poprečnog presjeka, i dešava se samo u centrično pritisnutim elementima koji su osno simetrični i imaju nisku torzionu krutost (npr. krstasti presjeci).

- Torziono-fleksiono izvijanje je opštiji odgovor koji se javlja kod centrično pritisnutih elemenata sa jednom osom simetrije čije se težište i centar smicanja ne poklapaju (npr. U poprečni presjek).



a) Torsional buckling



b) Flexural-torsional buckling

- Proračunska otpornost na izvijanje za torziono ili torziono-fleksiono izvijanje treba da se odredi prema MEST EN 1993-1-1, primjenom odgovarajuće krive izvijanja za izvijanje oko z-z ose (prethodna tabela).

## BOČNO-TORZIONO IZVIJANJE

- Proračunski moment nosivosti na bočno-torziono izvijanje elementa treba da se odredi prema odredbama MEST EN 1993-1-1, korišćenjem krive izvijanja  $b$ .

## SAVIJANJE I AKSIJALNI PRITISAK

- Interakcija između aksijalne sile i momenta savijanja može da se odredi primjenom analize drugog reda elementa (kako je navedeno u MEST EN 1993-1-1), koja se zasniva na karakteristikama efektivnog poprečnog presjeka.
- Kao alternativa se može koristiti interakciona formula

$$\left( \frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \right)^{0.8} + \left( \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \right)^{0.8} \leq 1,0$$

- $N_{b,Rd}$  predstavlja proračunsku otpornost na izvijanje pritisnutog elementa s obzirom na fleksiono, torziono ili torziono-fleksiono izvijanje,  $M_{b,Rd}$  je proračunska nosivost na savijanje s obzirom na bočno-torziono izvijanje i  $M_{Ed}$  uključuje efekte pomjeranja neutralne ose, ako su relevantni.

## UGIBANJE NOŽICE

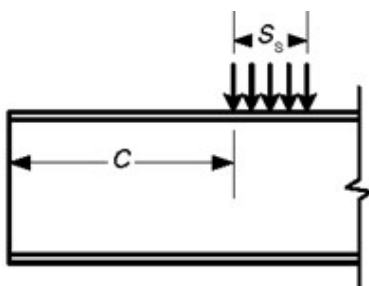
- Kod presjeka sa širokim nožicama može doći do deformacije poprečnog presjeka, bilo od sopstvene težine nožice, bilo od nesavršenosti izrade konstruktivnih elemenata. Ovaj fenomen se naziva ugibanje nožice (flange curling).



- Uticaj ugibanja veoma široke nožice na nosivost presjeka ne treba uzeti u obzir ukoliko je takvo ugibanje manje od 5% od visine poprečnog presjeka profila. Ukoliko je ugibanje veće, onda redukciju nosivosti, na primjer zbog smanjenja kraka sile za djelove širokih nožica, i mogućeg uticaja savijanja rebara, treba uzeti u obzir. U MEST EN 1993-1-3, daje se jednostavna procedura za proračun ugibanja nožice  $u$ .

## GNJEČENJE, IZBOČAVANJE I IZVIJANJE REBRA

- Poprečno opterećena rebra vitkih proporcija, koja su uobičajene za hladno oblikovane presjeke, podložna su oblicima loma kao što su gnječenje rebra, izbočavanje dijela rebra (ulublјivanje) i izvijanje rebra (izbočavanje cijelog rebra).



- Gnječenje rebra podrazumijeva tečenje materijala rebra u neposrednoj blizini nožice, a što za posljedicu ima i savijanje nožice prema dolje. Ulublјivanje rebra predstavlja oblik loma kada se izboči dio rebra ispod opterećenja praćen sa gnječenjem rebra i plastičnom deformacijom nožice. Gubitak nosivosti poprečno opterećenog rebra može, takođe da bude posljedica cjelokupnog izvijanja rebra ili izbočavanja po cijeloj visini rebra, gdje se rebro ponaša kao pritisnuti element.
- Proračun lokalne nosivosti rebra na transversalnu silu  $R_{w,Rd}$  podrazumijeva kategorizaciju poprečnog presjeka i određivanje niza konstanti koje se odnose na svojstva poprečnog presjeka i detalje opterećivanja. Detaljni postupak proračune dat je u MEST EN 1993-1-3.

## **PREDAVANJE 07**

### **Pitanja:**

1. U kome standardu se obrađuju dodatna pravila za hladno oblikovane elemente i limove?
2. Da li kod hladno oblikovanog C presjeka može biti različita debljina rebra, nožice i ukrućenja nožice?
3. Koliko krivih izvijanja se definiše kod proračuna centrično pritisnutih hladno oblikovanih elemenata?
4. Koji oblik izvijanja je karakterističan kod centrično pritisnutih elemenata sa jednom osom simetrije (presjeci čije se težište i centar smicanja ne poklapaju - na primjer U presjek)?
5. O kojoj karakterističnoj osobini hladno oblikovanih presjeka sa širokim pojasevima treba voditi računa?
6. Kojim lokalnim oblicima loma su podložni hladno oblikovani presjeci opterećeni poprečnom koncentrisanom silom?