

РЕШЕТКАСТИ НОСАЧИ

69. Поделе решеткастих носача

Основне карактеристике:

- састоје се од међусобно повезаних аксијално оптерећених штапова
- момент савијања преноси се напрезањем појасних штапова, а утицај трансверзалних сила преузимају штапови испуне
- боље искоришћење материјала (константна расподела напона)
- мања тежина у односу на пуне носаче
- могућност премощавања великих распона
- транспарентност и могућност провођења инсталација
- компликованија израда у односу на пуне носаче
- већа јединична цена

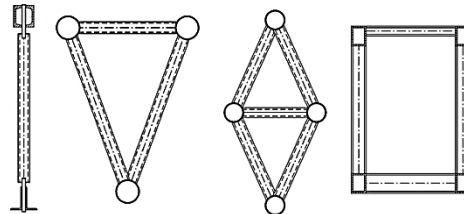
Примена решеткастих носача:

- у зградарству (рожњаче, кровни носачи, подни носачи и подвлаке, крански носачи, спрегови и укрућења за пријем утицаја од ветра...)
- у мостоградњи (главни носачи, попречни носачи и укрућења, спрегови за пријем ветра, спрегови за кочење и бочне ударе...)

Поделе:

- 1 - Према броју појасева
- 2 - Према просторном облику
- 3 - Према интензитету оптерећења
- 4 - Према начину обликовања чворова

- 1 - Према броју појасева
 - двопојасни
 - вишепојасни
- 2 - Према просторном облику
 - равански
 - просторни



Равански решеткасти носачи су носачи код којих системне линије свих штапова леже у једној равни → имају два појаса (двопојасни).

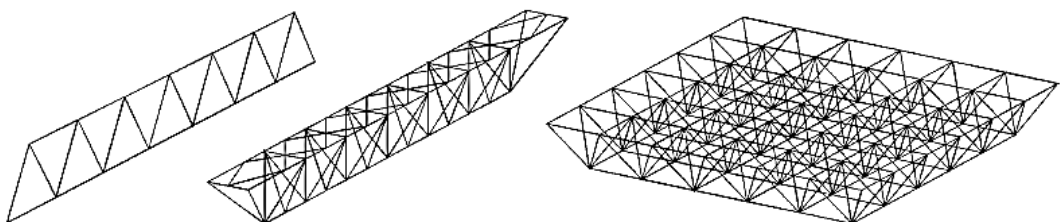
Просторни решеткасти носачи су носачи код којих системне линије штапова не леже у једној равни већ формирају просторну структуру.

Могу се поделити на линијске и површинске носаче.

Линијски просторни решеткасти носачи имају јасно изражен правац пружања (дужину).

Површински просторни решеткасти носачи представљају дискретизацију плоча и понашају се слично као површински носачи.

Моменти савијања, који се код плоча јављају у два правца, се прихватају мрежом аксијално напрегнутих појасних штапова, док се смичуће силе прихватају штаповима испуне.



3 - Према интензитету оптерећења

- лаки
- средње тешки
- тешки

Лаки решеткасти носачи се користе углавном у зградарству при мирним оптерећењима умереног интензитета. (L, T, U, I...)

Средње тешки решеткасти носачи се примењују за веће распоне и оптерећења значајног интензитета и то углавном као кровни и подни носачи, или као крански носачи. (U, I, HEA, HEB...)

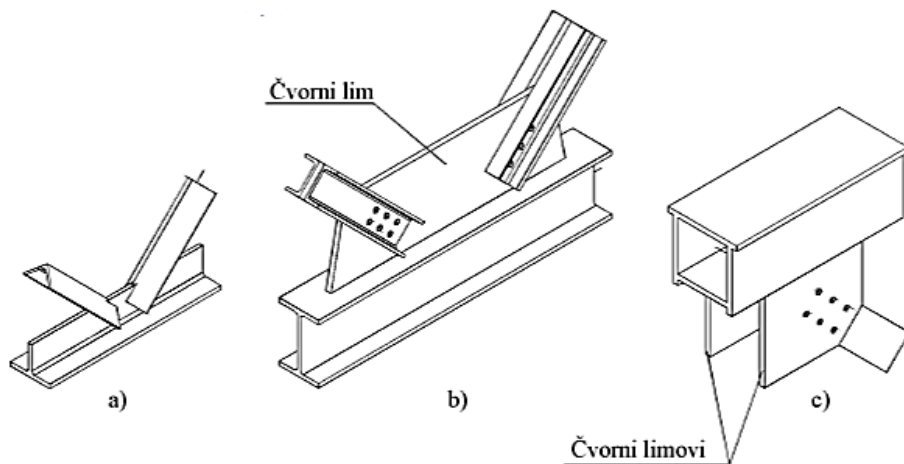
Тешки решеткасти носачи примењују се код великих распона и оптерећења (мостови, кровни носачи хала, стадиона...)

4 - Према начину обликовања чворова

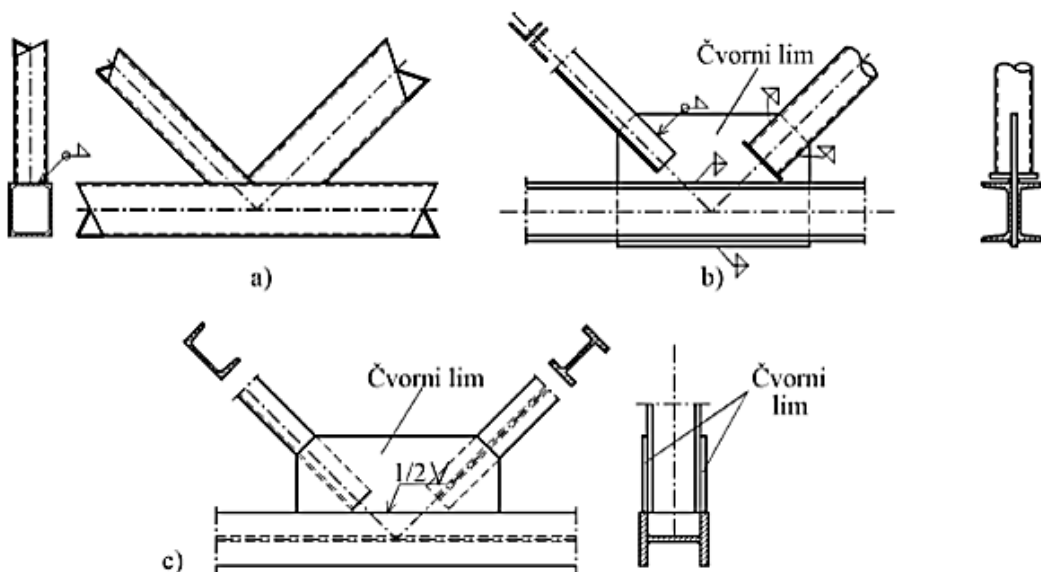
- без чворног лима
- са чворним лимом

Решеткасти носачи без чворног лима су носачи код којих се веза у чвору остварује директним везивањем штаповима испуне за појасне штапове, било завртњевима или заваривањем (лаки решеткасти носачи).

Решеткасти носачи са чворним лимом су носачи код којих се штапови испуне за појасне штапове прикључују помоћу посебних, додатних лимова, који се називају чворни лимови.



Решеткасти носачи код којих се за прикључак користи један чворни лим називају се **једнозидни решеткасти носачи** и примењују се за лаке и средње тешке носаче у зградарству. Када се веза остварује преко два чворна лима који леже у две паралелне равни - **двозидни решеткасти носачи**.



$$h \in (l/7 - l/15)$$

70. Основна правила за конструисање решеткастих носача

1. СПОЉАШЊЕ ОПТЕРЕЂЕЊЕ ТРЕБА ДА ДЕЛУЈЕ У ЧВОРОВИМА
На тај начин се избегава локално свијање појасних штапова, па су сви штапови изложени само дејству аксијалних сила.
2. ДУЖИНА ПРИТИСНУТИХ ШТАПОВА ТРЕБА ДА БУДЕ ШТО МАЊА
Овако се повећава отпорност притиснутих штапова на извијање, јер је критична сила еластичног извијања обрнуто пропорционална квадрату дужине.
3. УГЛОВИ ПОД КОЈИМА СЕ СУСТИЧУ ШТАПОВИ РЕШЕТКАСТИХ НОСАЧА ТРЕБА ДА БУДУ ВЕЋИ ОД 30°
Код решеткастих носача са простом дијагоналном испуном најповољније је да дијагонале са појасним штаповима заклапају угао од 60°. У случају решеткастих носача са вертикалама и дијагоналама угао од 45° је оптимално решење.
4. ШТАПОВИ РЕШЕТКАСТИХ НОСАЧА ТРЕБА ДА БУДУ ПРАВИ ИЗМЕЂУ ЧВОРОВА
Криве или коленасте штапове треба избегавати због могуће појаве момената савијања.
5. МОНТАЖНЕ НАСТАВКЕ ПОЈАСНИХ ШТАПОВА ТРЕБА ПРЕДВИДЕТИ НЕПОСРЕДНО УЗ ЧВОРОВЕ, СА СТРАНЕ МАЊЕ НАПРЕГНУТОГ ШТАПА
6. ПОЈАСНИ ШТАПОВИ ТРЕБА ДА БУДУ ПРАВИ У ОКВИРУ ЈЕДНОГ МОНТАЖНОГ КОМАДА
Избегавају се релативно скупи радионички наставци.
7. ЦЕНТРАЛНИ ШТАПОВИ ТРЕБА ДА СЕ СЕКУ У ЧВОРУ
Системне линије централних штапова треба да се секу у једној тачки.

71. Облици решеткастих носача и облици попречних пресека штапова

Облици и димензије решеткастих носача зависе од статичког система, функције носача, типа конструкције и интензитета оптерећења. Њихов облик дефинисан је геометријом појасних штапова.

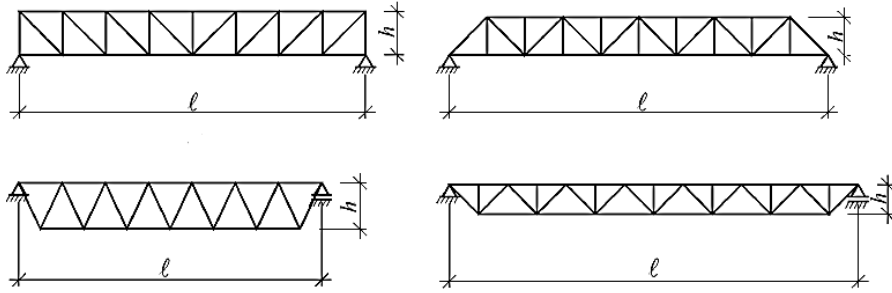
- Облици решеткастих носача

1. решеткасти носачи са паралелним појасем
 2. са горњим појасом у нагибу
 3. са параболичним појасом или појасевима
1. **Решеткасти носачи са паралелним појасевима** могу да буду правоугаоног или трапезастог облика. Најчешће се примењују као рожњаче, подни носачи, подвлаке, спрегови и крански носачи, а у мостоградњи и као главни носачи.
- Системна висина носача се креће: (h)
- од $l/15$ до $l/10$ за лаке решеткасте носаче
 - од $l/9$ до $l/7$ за тешке решеткасте носаче
- За континуалне носаче се могу усвојити мање висине.
- Распони могу бити: (l)
- од 12 до 18m за рожњаче и подне носаче
 - од 30 до 100m па и више (у мостоградњи)

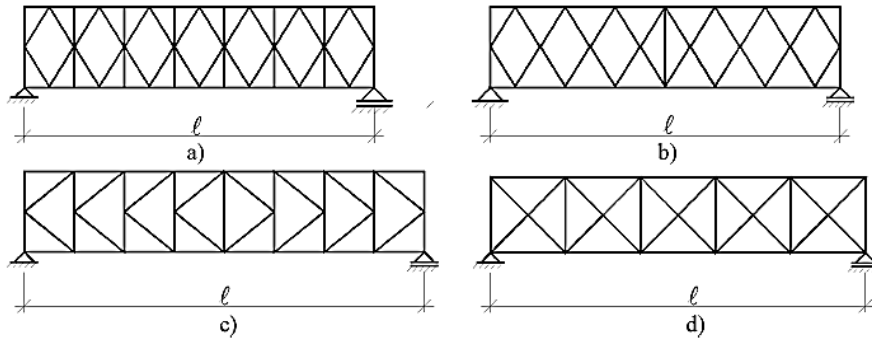
Када спољашње оптерећење не мења смер деловања (гравитационо), дијагонале решеткастог носача треба да падају према средини, симетрично са обе стране (тако су дијагонале затегнуте - мањи утросак материјала).

Најрационалнија је примена просте решеткасте испуне, која је састављена искључиво од дијагонала (нема вертикала - мања тежина). Често се додају вертикале како би се смањила дужина извијања притиснутог појаса.

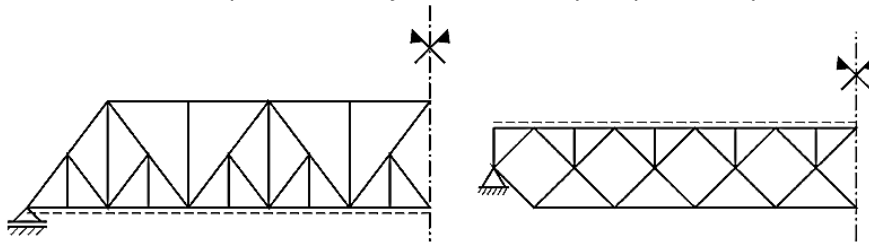
$$h \in (\ell/7 - \ell/15)$$



- облици испуне код спрегова



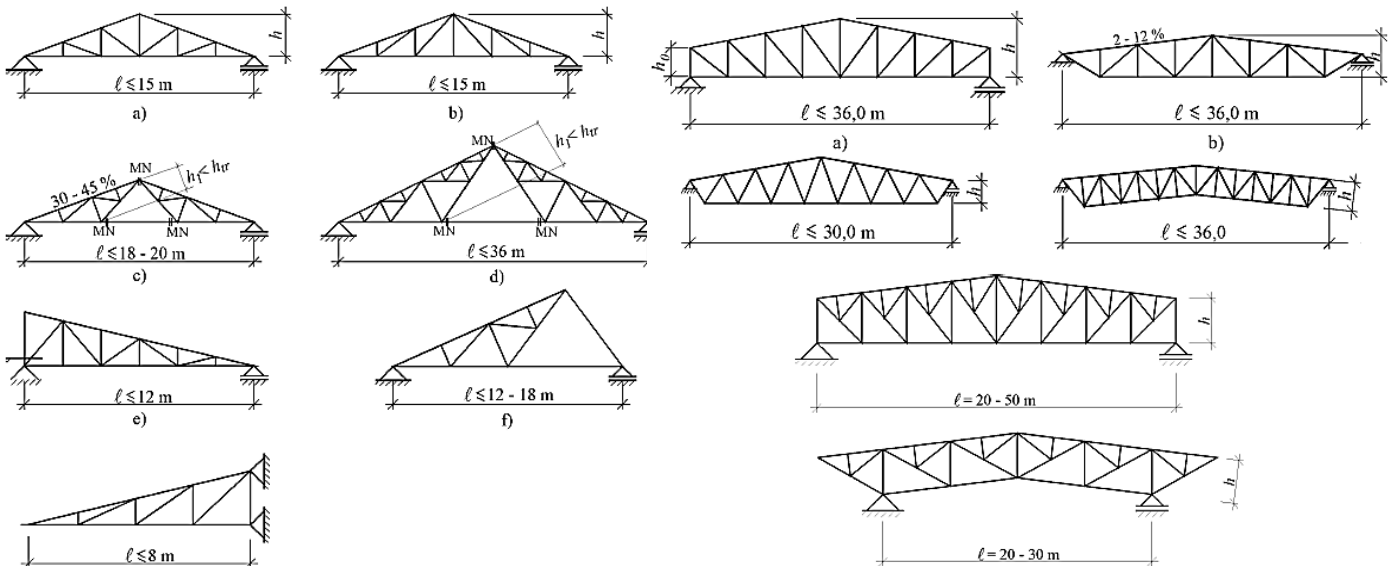
- решеткasti носачи са паралелним појасевима и секундарном испуном



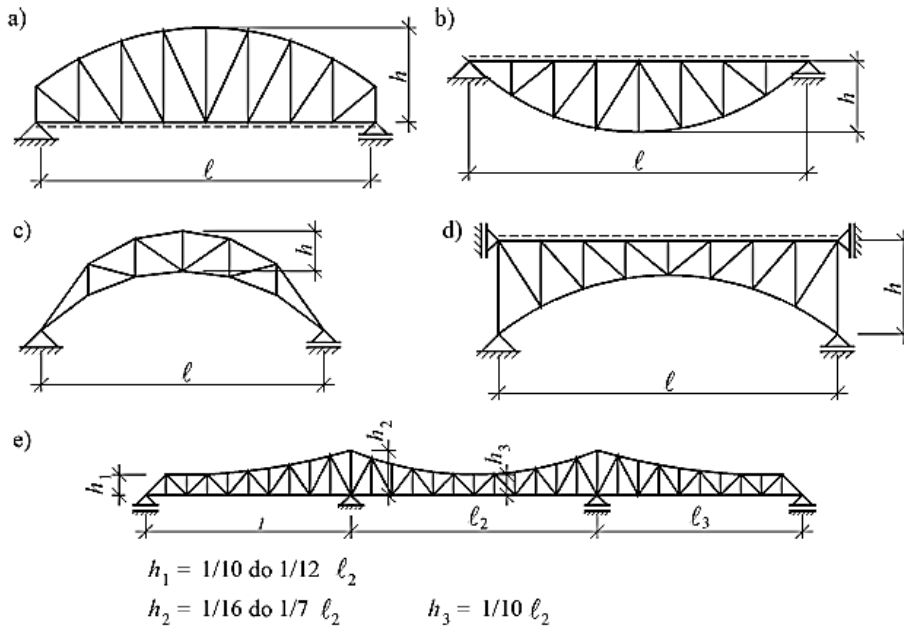
2. Решеткasti носачи са горњим појасом у нагибу примењују се искључиво у зградарству као кровни носачи. По облику се могу поделити на троугаоне и полигоналне (трапезасте).

Троугаони се примењују код стрмих кровова, а висине се крећу од $\ell/6$ до $\ell/4$. Дијагонале су затегнуте када падају од средине ка крајевима.

Трапезасте се углавном примењују код кровних носача са благим нагибом. Најчешће се користе за веће распоне, а висина се креће од $\ell/14$ до $\ell/10$. Изостављањем ослоначких вертикала и подизањем ослонаца до нивоа горњег појаса обезбеђује се стабилност на претурање (аутостабилност). За веће распоне користе се трапезасте носачи са секундарном испуном.



3. **Параболични решеткасти носачи** су носачи код којих чворови бар једног појаса образују параболу. Појасави су углавном полигонални (због секундарног утицаја савијања). Погодни су јер њихов облик може да се прилагоди дијаграму момената.



• Облици попречних пресека штапова

Различити облици попречних пресека примењују се за:

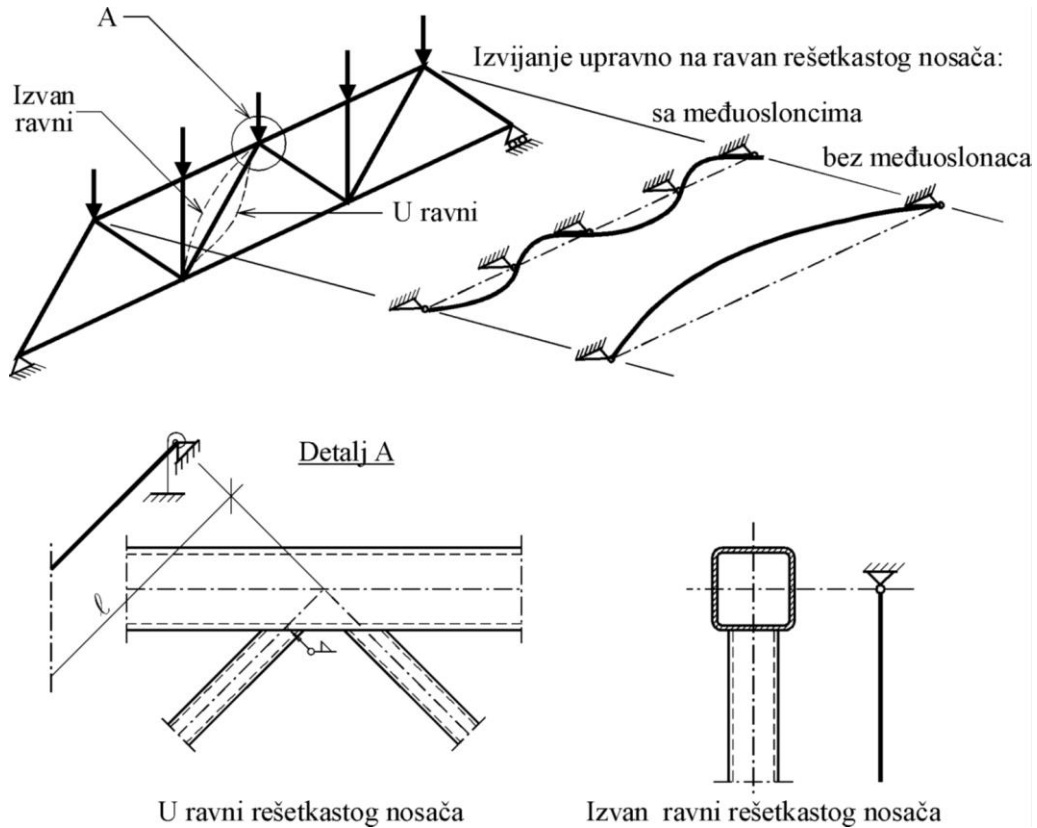
- појасне штапове
- штапове испуне
- затегнуте штапове
- притиснуте штапове

	Појасни штапови	Штапови испуне
Rešetkasti nosači bez čvornog lima		
	a)	b)
Jednozidni rešetkasti nosači		
	c)	d)
Dvozidni rešetkasti nosači		
	e)	f)

Користе се сви стандардни ваљани профили (отворени и затворени), као и попречни пресеци образовани заваривањем.

Треба водити рачуна да избор облика појасних штапова и штапова испуне буде у складу са предвиђеним обликовањем чворног лима.

72. Дужине извијања штапова решеткастих носача



Посебно се анализирају појасни штапови и штапови испуне, као и извијање у равни решеткастог носача и изван равни.

Системна дужина у равни решеткастог носача једнака је растојању између чворова решеткастог носача, а изван равни је једнака осовинском растојању између тачака бочног придржавања.

→ ДУЖИНЕ ИЗВИЈАЊА ПОЈАСЕВА

Генерално, дужина извијања појасног елемента у равни и изван равни једнака је његовој системној дужини L ($\beta = 1$).

За појасне штапове од I или H профила, може се усвојити да је дужина извијања у равни једнака $0,9L$, а изван равни је L .

За појасне штапове од шупљих профила дужина извијања у равни и изван равни је $0,9L$.

→ ДУЖИНЕ ИЗВИЈАЊА ШТАПОВА ИСПУНЕ

Генерално, дужина извијања штапова испуне изван равни једнака је системној дужини, а у равни једнака је $0,9L$ изузев у случају штапова од угаоника.

Код решеткастих носача од шупљих профила код којих је однос ширине појаса (b_0) и ширине штапа испуне (b_i) мањи од $0,6$ дужина извијања у равни и изван равни једнака је $0,75 L$.

→ ДУЖИНЕ ИЗВИЈАЊА ШТАПОВА ИСПУНЕ ОД L ПРОФИЛА

За штапове од угаоника, када веза са појасом поседује одређен степен укљештења (заварена или са бар два завртња) може се занемарити ексцентрицитет, а угаоник се прорачунава као центрично притиснут елемент са еквивалентном релативном виткошћу:

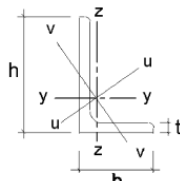
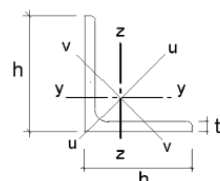
$$\bar{\lambda}_{\text{eff},v} = 0,35 + 0,7\bar{\lambda}_v$$

$$\bar{\lambda}_{\text{eff},y} = 0,50 + 0,7\bar{\lambda}_y$$

$$\bar{\lambda}_{\text{eff},z} = 0,50 + 0,7\bar{\lambda}_z$$

У случају везе са само једним завртњем ексцентрицитет мора да се узме у обзир, а дужина извијања је једнака системној дужини L .

$$\bar{\lambda} = L / i, \quad i = \sqrt{I / A}$$



ОПШТЕ О ПРОРАЧУНУ ШТАПОВА РЕШЕТКАСТИХ НОСАЧА

При одређивању сила у штаповима користи се прорачунски модел који је заснован на следећим претпоставкама:

1. штапови су идеално зглобно ослоњени
2. оптерећење делује у чворовима
3. осе штапова су праве и центрисане

У појединим случајевима се допушта и ексцентрично везивање. Услед одступања од идеализованог прорачунског модела долази до појаве секундарних утицаја.

У штаповима се као доминантна, примарна напрезања јављају нормални напони изазвани дејством аксијалних сила, док се утицаји настали услед момената савијања сматрају секундарним.

Утицаји услед нормалних сила су и преко десет пута већи од утицаја насталих услед момената савијања. Утицаји услед момената савијања у крутим угловима се могу занемарити.

Уколико се оптерећење уноси изван чворова (рожњаче) оно изазива локално савијање појаса дуж којег делује. Ови моменти савијања се не могу занемарити, третирају се као примарни утицаји.

Због своје мале крутости, штапови испуне су ослобођени утицаја момената савијања, само обезбеђују ослањање континуалног појаса. Да би се избегли секундарни утицаји од момената ексцентричности потребно је да се изврши центрисање штапова.

Пре свега треба водити рачуна да попречни пресеци штапова имају бар једну осу симетрије, која лежи у равни решеткастог носача, како би се обезбедило да тежишне линије свих штапова буду у истој равни. Осим тога, треба тежити да се тежишне линије појасних штапова и штапова испуне секу у чворовима носача.

Приликом везивања штапова испуне увек треба тежити да се тежиште штапа поклапа са тежиштем спојних средстава.

Код L профила не поклапају се тежишна оса и линија завтрњева, па је ексцентрицитет неизбежан. У том случају вршимо центрисање:

- према линији завтрњева или
- према тежишној линији.

Прорачун и обликовање детаља чворова зависи од:

- типа решеткастог носача (са чворним лимом или без њега)
- облика попречних пресека појасних штапова и штапова испуне
- броја чворних лимова
- врсте спојних средстава.

73. Прорачун и конструисање чворова код једнозидних решеткастих носача

Веза штапова испуне са појасним штаповима може да се оствари ДИРЕКТНО (изводи се у завареној изради) или преко ЧВОРНОГ ЛИМА.

Чворни лим:

-Обликују се тако

- да имају минималне димензије
- да им је облик једноставан за израду.

-До лома чворног лима може да дође

1. ЛОКАЛНО (у зони уношења сила из штапова испуне)
2. ГЛОБАЛНО (по читавој висини чворног лима, на месту теоријског чвора).

-Чворни лим има двојаку функцију:

- да омогући увођење сила из штапова испуне у чвор решеткастог носача
- да обезбеди равнотежу чвора.

1. ЛОКАЛНА НАПРЕЗАЊА У ЧВОРНИМ ЛИМОВИМА

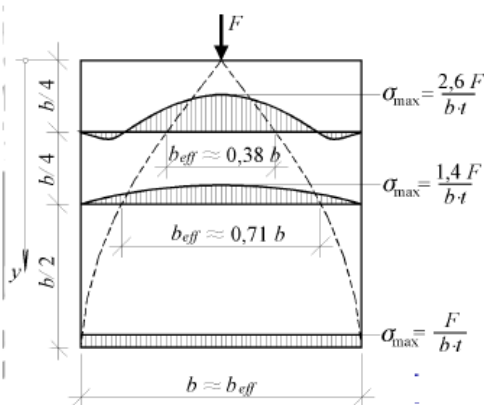
- При димензионисању чворног лима дозвољена је примена упрошћеног прорачунског модела, који подразумева линеарно простирање напона под углом од 30°. Према овом моделу дијаграм нормалних напона је константан на ефективној ширини b_{eff} . Контролу напона треба спровести у меродавном пресеку у којем се јавља максимална сила.

а) КОД ВЕЗА СА ЗАВРТЊЕВИМА (последњи ред завртњева)

$$\sigma_{Ed} = \frac{F_{Ed}}{A_{net}} = \frac{F_{Ed}}{t(b_{eff} - nd_0)} \leq f_{y,d}$$

б) КОД ВЕЗА У ЗАВАРЕНОЈ ИЗРАДИ (завршетак шавова)

$$\sigma_{Ed} = \frac{F_{Ed}}{A} = \frac{F_{Ed}}{t b_{eff}} \leq f_{y,d} = f_y / \gamma_{M0}$$

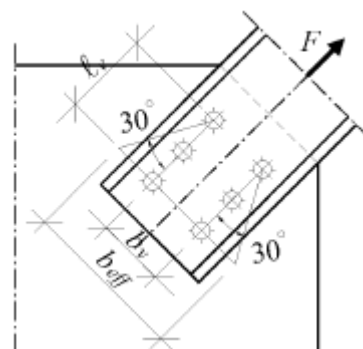
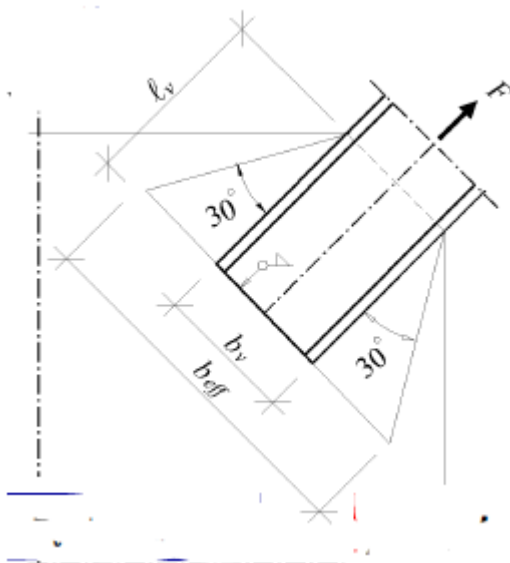


Овако се спроводи контрола напона, а у оба случаја ширина чворног лима на месту меродавног пресека b_{eff} може да се одреди на исти начин:

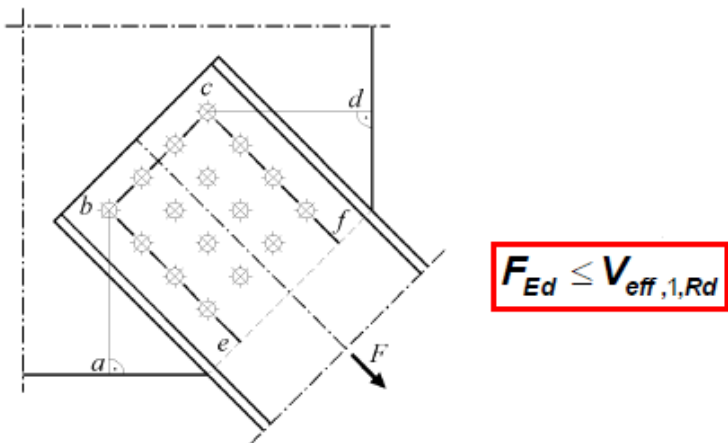
$$b_{eff} = b_v + 2l_v \operatorname{tg}30^\circ$$

b_v - ширина везе

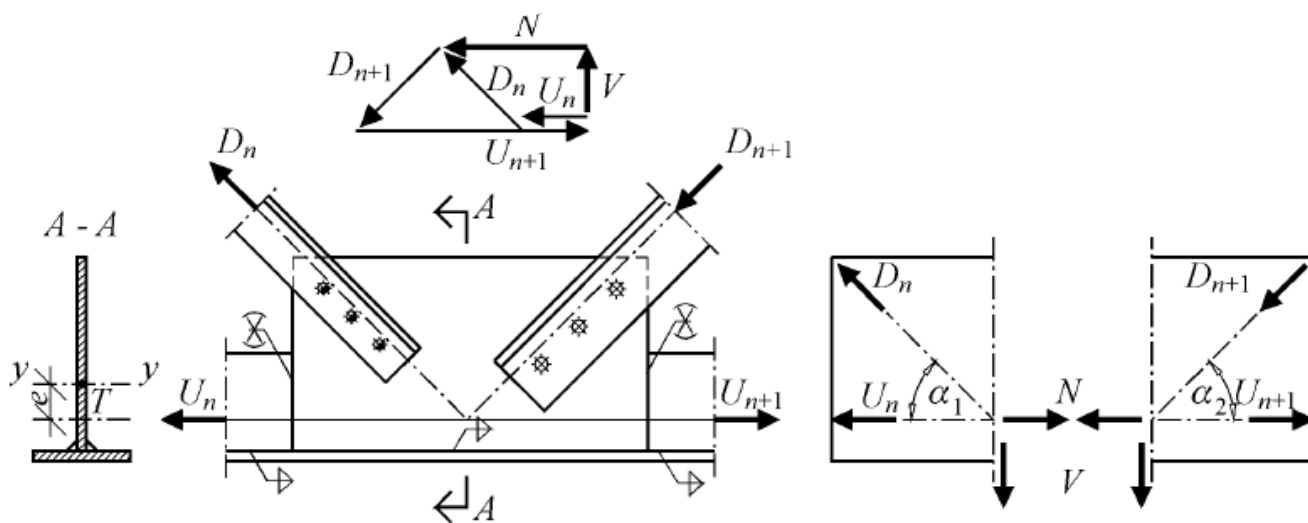
l_v - дужина везе



У одређеним случајевима треба проверити и цепање блока:



2. НАПРЕЗАЊА ЧВОРНОГ ЛИМА НА МЕСТУ ТЕОРИЈСКОГ ЧВОРА



Најоптерећенији пресек А-А, који сачињавају појасни штап и чворни лим, је изложен дејству аксијалне силе N , смичуће силе V и момента ексцентрицитета M . За чвор решеткастог носача приказаног на горњој слици ове пресечне силе могу да се одреде на следећи начин:

$$N_{Ed} = U_n + D_n \cos \alpha_1$$

$$V_{Ed} = D_n \sin \alpha_1$$

$$M_{Ed} = N_{Ed} e$$

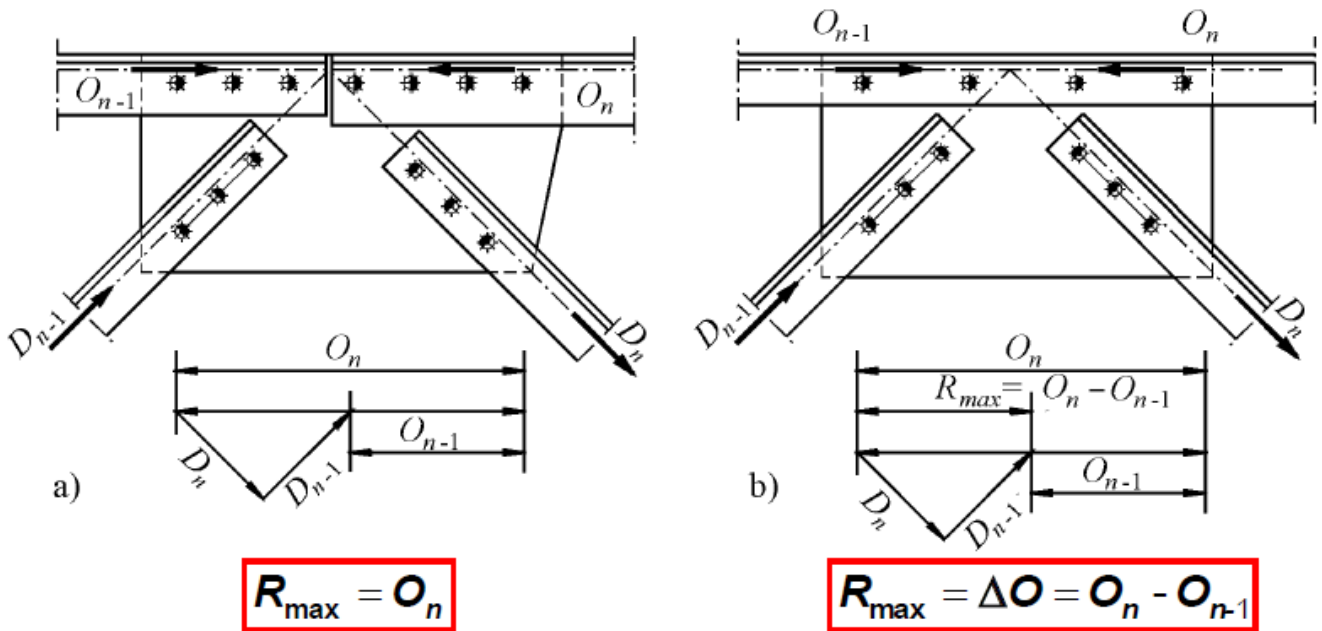
e - растојање између тежишта појасних штапова и тежишта пресека А-А

U_n, D_n, D_{n+1} - прорачунске вредности сила у штаповима решеткастог носача

- ВЕЗА ЧВОРНОГ ЛИМА СА ПОЈАСНИМ ШТАПОВИМА

Вега се остварује заваривањем или помоћу механичких спојних средстава. При прорачуну ове везе било да је остварена заваривањем или механичким спојним средствима постоје два суштински различита случаја:

- КАДА СЕ ПОЈАС ПРЕКИДА У ЧВОРУ
- КАДА СЕ ПОЈАСНИ ШТАП НЕ ПРЕКИДА

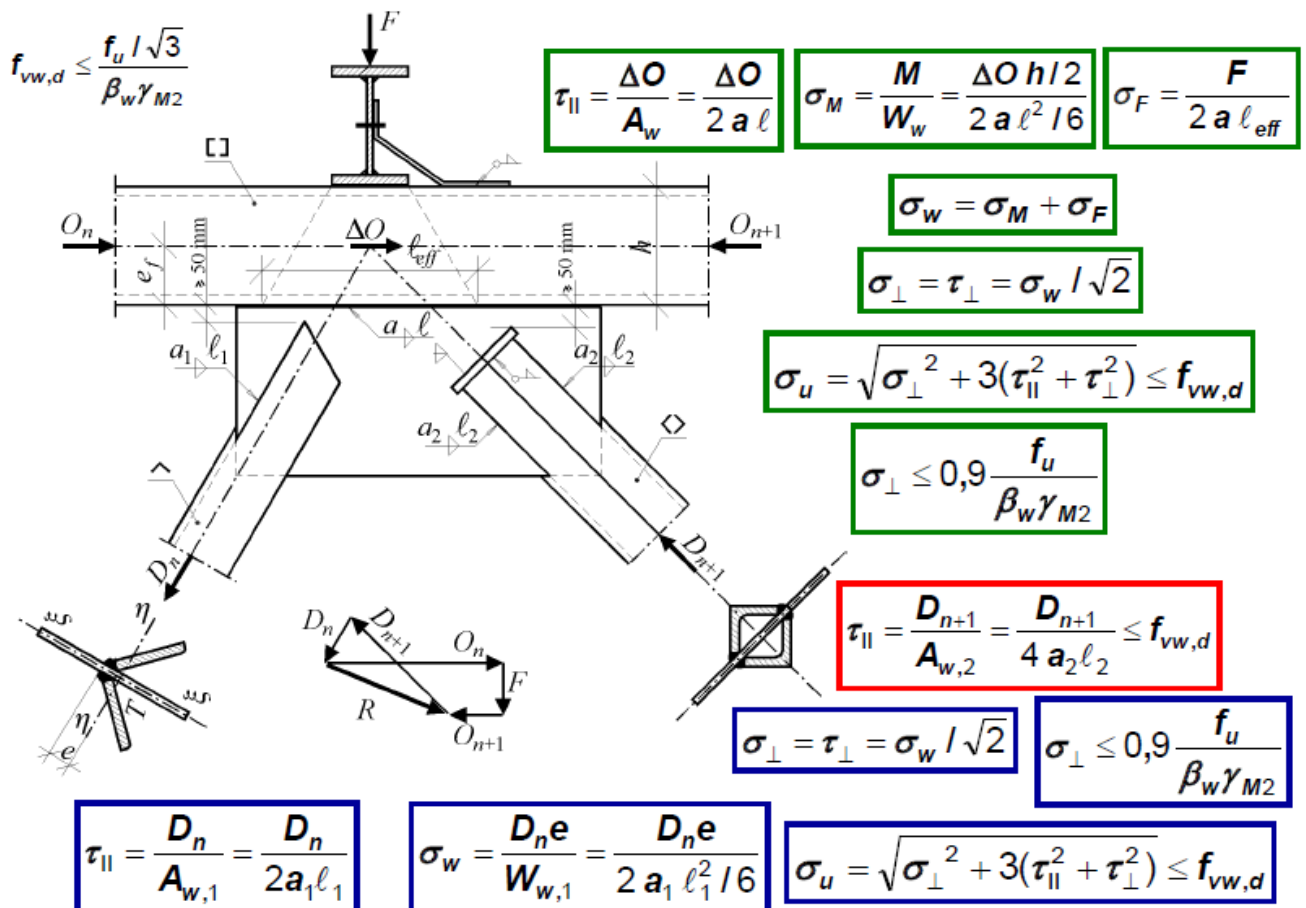


Први случај је неповољнији јер када се појасни штапови прекидају у чвору, везу сваког штапа треба димензионисати према сили која се у њему јавља (O_n односно O_{n+1}).

Код непрекинутих појасних штапова, због материјалног континуитета, ваза чворног лима са појасним штаповима треба да пренесе само максималну резултанту која се јавља у штаповима испуне R_{\max} .

74. Прорачун везе у чвору једнозидног решеткастог носача

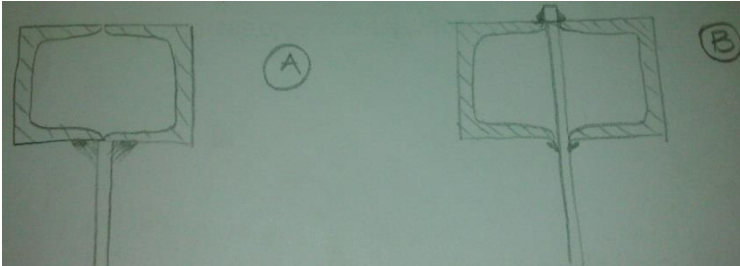
Прорачун везе чворног лима у завареној изради приказан је на наредној слици:



≥ 50мм - мора се поштовати минимално растојање између краја штапова испуне и појасних штапова

Да би се одредила стварна дужина шавова ℓ за везу чворног лима са појасом, неопходно је да се најпре срачунају везе штапова испуне од чијих дужина зависе облик и димензије чворног лима. Заваривање обавезно треба извести по читавој дужини чворног лима.

Дакле, поента је одредити дужине шавова ℓ_1 и ℓ_2 (што се постиже контролом напона), а затим треба одредити димензије чворног лима. Веза чворног лима са појасним штаповима може да се оствари на два начина (варијанте А и В).



- СРАЧУНАВАЊЕ ВЕЗА ШТАПОВА ИСПУНЕ

1. Веза притиснуте дијагонале (D_{n+1})

- ова веза се остварује са четири подужна угаона шавова ($a_2 \times \ell_2$). Тежиште штапа се поклапа са тежиштем шавова, па се у њима јавља само компонента напона која је паралелна са осом шавова. Контрола напона се своди на:

$$\tau_{\parallel} = \frac{D_{n+1}}{A_{w,2}} = \frac{D_{n+1}}{4 a_2 \ell_2} \leq f_{vw,d}$$

2. Веза затегнуте дијагонале (D_n)

- израђена је од једног угаоника и остварује се заваривањем. Да би се избегло ексцентрично напрезање угаоника, он се поставља тако да му тежиште и главна оса инерције $\bar{x}-\bar{z}$ леже у средњој равни чворног лима. Због непоклапања тежишта штапа и везе долази до ексцентричног напрезања шавова, па се осим смичуће компоненте (τ_{\parallel}), у њима јавља и нормална компонента напона (σ_w). Контрола напона се своди на:

$$\tau_{\parallel} = \frac{D_n}{A_{w,1}} = \frac{D_n}{2 a_1 \ell_1}$$

$$\sigma_w = \frac{D_n e}{W_{w,1}} = \frac{D_n e}{2 a_1 \ell_1^2 / 6}$$

Осим појединачне контроле обе компоненте напона (τ_{\parallel} и σ_w), потребно је проверити и упоредни напон (σ_u):

$$\sigma_u = \sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\parallel}^2 + \tau_{\perp}^2)} \leq f_{vw,d}$$

- ОДРЕЂИВАЊЕ ДИМЕНЗИЈА ЧВОРНОГ ЛИМА - ВАРИЈАНТА А

- Када се чворни лим везује само са доње стране појаса, тежиште шавова се не поклапа са тежиштем штапа, па се у шавовима јавља момент ексцентрицитета:

$$M = (O_{n+1} - O_n) e_f = \Delta O h/2, \quad e_f - \text{растојање између тежишта појаса и шавова}$$

- Према томе, услед силе ΔO у шавовима се јављају следеће компоненте напона:

$$\tau_{||} = \frac{\Delta O}{A_w} = \frac{\Delta O}{2 a \ell} \quad \sigma_M = \frac{M}{W_w} = \frac{\Delta O h / 2}{2 a \ell^2 / 6}$$

- Услед концентрисане силе F која делује у чвору, јавља се додатни нормални напон у шавовима:

$$\sigma_F = \frac{F}{2 a \ell_{eff}}$$

ℓ_{eff} - ефективна ширина шавова која се добија уз претпоставку да се напони услед силе F линеарно шире под углом од 45°

- Провера упоредних напона врши се на следећи начин:

$$\sigma_u = \sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{||}^2 + \tau_{\perp}^2)} \leq f_{vw,d}$$

- ОДРЕЂИВАЊЕ ДИМЕНЗИЈА ЧВОРНОГ ЛИМА - ВАРИЈАНТА В

- У овом случају тежиште шавова се поклапа са тежиштем појаса, па отпада компонента нормалног напона (σ_M) услед момента ексцентрицитета. Међутим ова варијанта је неповољнија и избегава се.

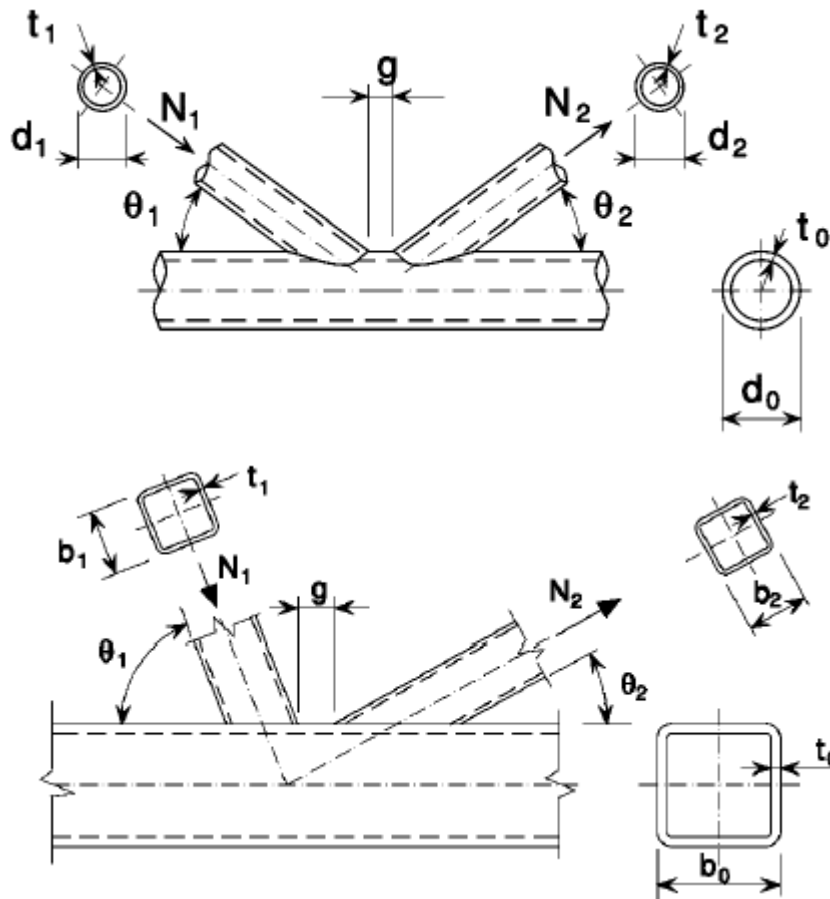
75. Прорачун и конструисање решеткастих носача од шупљих профила кружног попречног пресека (*Circular Hollow Section*)

76. Прорачун и конструисање решеткастих носача од шупљих профила правоугаоног попречног пресека (*Rectangular Hollow Section*)

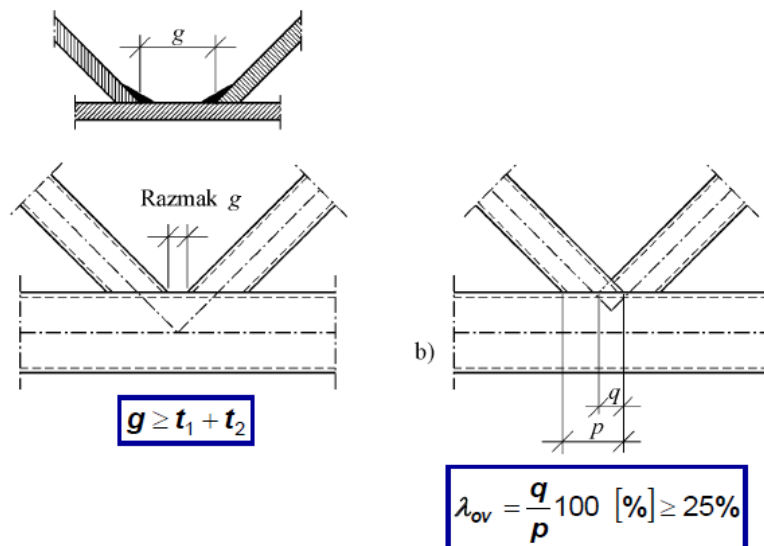
- Спадају у решеткасте носаче без чворног лима. Везе у чворовима се остварују директним заваривањем.
- Предности у односу на класичне решеткасте носаче:
 1. мања тежина
 2. јефтинија антикорозиона заштита
 3. повољнији аеродинамички облик у односу на отворене
 4. велике могућности архитектонског обликовања
- Израђују се од:
 1. Шупљих профила кружног попречног пресека (CHS)
 2. Шупљих профила квадратног или правоугаоног попречног пресека (RHS)

– Прорачун веза се ради према ПОГЛАВЉУ 7 (EN 1993, 1 - 8). Правила дата у овом поглављу важе за:

- врућевалане и хладнообликоване шупље профиле израђене од челика са границом развлачења не већом од 460MPa (у случају већег од 355MPa врши се редукција прорачунских носивости множењем са 0,9 - 10%)
- шупље профиле са дебелином зида t не мањом од 2,5мм
- појасне штапове са дебелином зида t не већом од 25мм
- решеткасте носаче са углом између појаса и елемената испуне не мањим од 30°
- притиснуте штапове класе 1 и 2 за случај чистог савијања

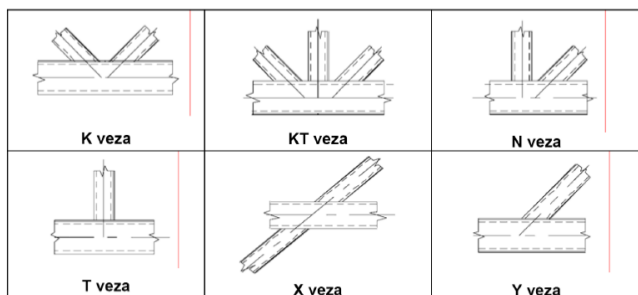


• РАЗМАЦИ И ПРЕКЛОПИ (дефиниције и ограничења)

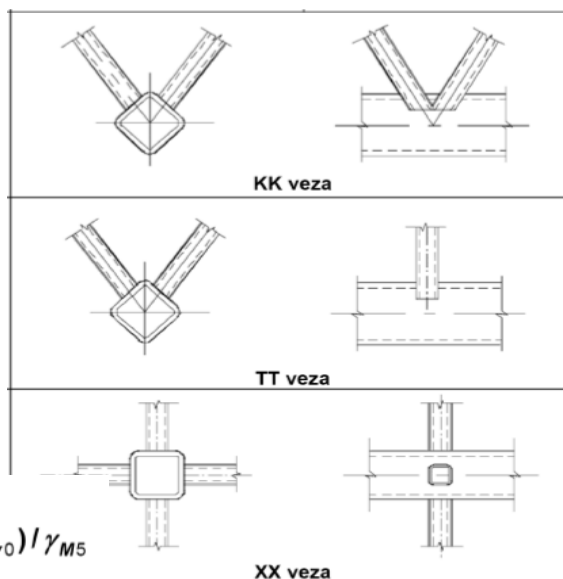


- ТИПОВИ ВЕЗА У ЧВОРОВИМА

A) РАВАНСКЕ



B) ПРОСТОРНЕ



- НАПОНИ У ПОЈАСНИМ ШТАПОВИМА

$$\sigma_{0,Ed} = \frac{N_{0,Ed}}{A_0} + \frac{M_{0,Ed}}{W_{el,0}} \quad n = (\sigma_{0,Ed} / f_{y0}) / \gamma_{M5}$$

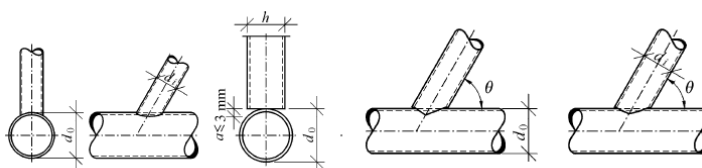
$$\sigma_{p,Ed} = \frac{N_{p,Ed}}{A_0} + \frac{M_{0,Ed}}{W_{el,0}} \quad n_p = (\sigma_{p,Ed} / f_{y0}) / \gamma_{M5}$$

$$N_{p,Ed} = N_{0,Ed} - \sum_{i>0} N_{i,Ed} \cos \theta_i$$

- ТИПОВИ ЛОМА ВЕЗА ЕЛЕМЕНАТА ОД ШУПЉИХ ПРОФИЛА

- ЛОМ ПЛАСТИФИКАЦИЈОМ ПОВРШИНЕ ПОЈАСА или његовог читавог попречног пресека
- ЛОМ БОЧНИХ ЗИДОВА ПОЈАСА или ЛОМ РЕБРА ПОЈАСА услед пластификације, гњечења или нестабилности (улубљење или избочавање бочних зидова појаса или ребра појаса) испод притиснутог елемента испуне
- ЛОМ СМИЦАЊЕМ ПОЈАСА
- ЛОМ УСЛЕД КИДАЊА (ПРОБОЈА) СМИЦАЊЕМ зида шупљег профила појаса (појава прслине која доводи до одвајања елемента испуне од појаса)
- ЛОМ ЕЛЕМЕНАТА ИСПУНЕ са редукованом ефективном ширином (прслине у шавовима или у елементима испуне)
- ЛОМ ИЗБОЧАВАЊЕМ елемената испуне или шупљег профила појасног елемента на месту везе

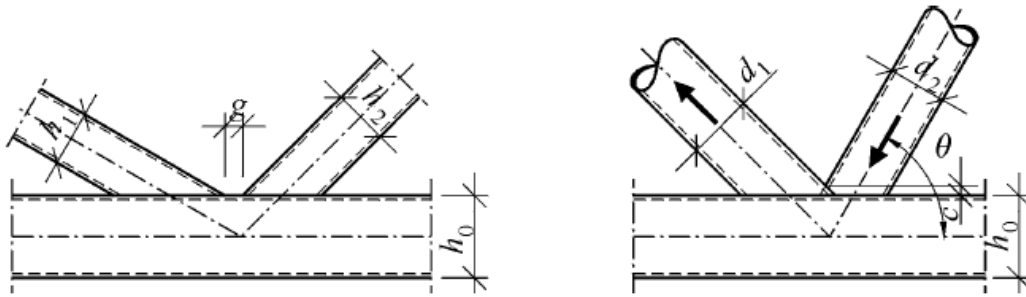
- CHS



Opseg важења за заварене везе између елемената испуне и појасева од шупљих профила кружног попречног пресека

$0,2 \leq d_1 / d_0 \leq 1,0$		
Klasa 2	i	$10 \leq d_0 / t_0 \leq 50$ u општем случају
		али $10 \leq d_0 / t_0 \leq 40$ за X чворове
Klasa 2	i	$10 \leq d_1 / t_1 \leq 50$
$\lambda_{ov} \geq 25\%$		
$g \geq t_1 + t_2$		

• RHS



Tip veze	Parametri veze ($i = 1$ ili 2 , $j =$ preklapljeni element ispune)					
	b_i / b_0 ili d_i / b_0	b_i / t_i i h_i / t_i Pritisak Zatezanje	h_0 / b_0 i h_i / b_i	b_0 / t_0 i h_0 / t_0	Razmak ili preklap b_i / b_j	
T, Y i X veze	$b_i / b_0 \geq 0,25$	$\frac{b_i}{t_i} \leq 35$ i	$\geq 0,5$ ali ≤ 2	≤ 35 i Klasa 2	-	
K i N veze sa razmakom	$b_i / b_0 \geq 0,35$ i $\geq 0,1 + 0,01 b_0 / t_0$	$\frac{h_i}{t_i} \leq 35$ i Klasa 2		$\frac{b_i}{t_i} \leq 35$ i $\frac{h_i}{t_i} \leq 35$	≤ 35 i Klasa 2	$\frac{g}{b_0} \geq 0,5(1 - \beta)$ ali $\leq 1,5(1 - \beta)^{1)}$ $g \geq t_1 + t_2$
K i N veze sa preklomom	$b_i / b_0 \geq 0,25$	Klasa 1		Klasa 2	$\lambda_{ov} \geq 25\%$ ali $\lambda_{ov} \leq 100\%^{2)}$ i $\frac{b_i}{b_j} \geq 0,75$	

1) Ako je $\frac{g}{b_0} > 1,5(1 - \beta)$ i $g > t_1 + t_2$, vezu treba tretirati kao dve odvojene T i Y veze.
2) Preklap se može povećati da bi se omogućilo da nožica preklapljenog elementa ispune bude zavarena za pojas.

Tip elementa ispune	Tip veze	Parametri veze	
Šuplji profili kvadratnog poprečnog preseka	T, Y ili X	$b_i / b_0 \leq 0,85$	$b_0 / t_0 \geq 10$
	K ili N sa razmakom	$0,6 \leq \frac{b_1 + b_2}{2b_1} \leq 1,3$	$b_0 / t_0 \geq 15$

- Знатно једноставнији и јефтинији процес израде у односу на CHS
- Равно сечење, нема посебне обраде крајева штапова испуне
- Штапови испуне могу да буду и кружног попречног preseka CHS
- Могућност ојачања veze за разлику од CHS
- Нешто лошији аеродинамички облик у односу на CHS

• ПРОРАЧУНСКЕ НОСИВОСТИ

Lom plastifikacijom površine pojasa – T i Y veze		$N_{i,Rd} = \frac{\gamma^{0,2} k_p f_y t_0^2 (2,8 + 14,2\beta^2)}{\sin \theta_1} l \gamma_{MS}$
Lom plastifikacijom površine pojasa – X veze		$N_{i,Rd} = \frac{k_p f_y t_0^2}{\sin \theta_1} \frac{5,2}{1 - 0,81\beta} l \gamma_{MS}$
Lom plastifikacijom površine pojasa – K i N veze sa razmakom ili preklomom		$N_{i,Rd} = \frac{k_g k_p f_y t_0^2}{\sin \theta_1} \left(1,8 + 10,2 \frac{d_1}{d_0} \right) l \gamma_{MS}$ $N_{c,Rd} = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} N_{i,Rd}$
Lom usled kidanja smicanjem – K, N i KT veze sa razmakom i sve T, Y i X veze		Kada je: $d_i \leq d_0 - 2t_0$ $N_{i,Rd} = \frac{f_y t_0}{\sqrt{3}} \frac{1 + \sin \theta_1}{2 \sin^2 \theta_1} l \gamma_{MS}$ $k_g = \gamma^{0,2} \left[1 + \frac{0,024 \gamma^{1,2}}{1 + \exp(0,5g/t_0 - 1,33)} \right]$ $k_p = 1 - 0,3n_p(1 + n_p) \leq 1$ za $n_p > 0$ (pritisak) $k_p = 1$ za $n_p \leq 0$ (zatezanje)

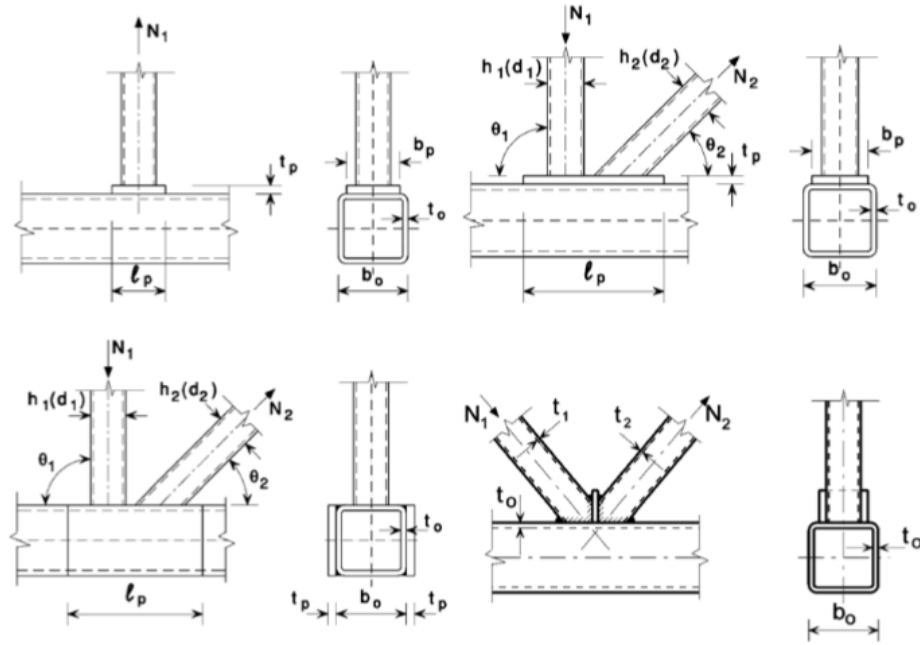
CHS

Tip veze	Proračunska nosivost ($i = 1$ ili 2 , $j =$ preklapljeni štاپ)
T, Y i X veza	Lom plastifikacijom površine pojasa $\beta \leq 0,85$ $N_{i,Rd} = \frac{k_p f_y t_0^2}{(1 - \beta) \sin \theta_1} \left(\frac{2\beta}{\sin \theta_1} + 4(1 - \beta)^{0,5} \right) l \gamma_{MS}$
K i N veze sa razmakom	Lom plastifikacijom površine pojasa $\beta \leq 1,0$ $N_{i,Rd} = \frac{8,9 \gamma^{0,5} k_p f_y t_0^2}{\sin \theta_1} \left(\frac{b_1 + b_2}{2b_0} \right) l \gamma_{MS}$
K i N veze sa preklomom ^{*)}	Lom elementa ispune $25\% \leq \lambda_{ov} < 50\%$ Element i ili element j mogu biti zategnuti ili pritisnuti, ali jedan treba da bude zategnut a drugi pritisnut. $N_{i,Rd} = f_y t_i (b_{eff} + b_{c,ov} + \frac{\lambda_{ov}(2h_i - 4t_i)}{50}) l \gamma_{MS}$ Lom elementa ispune $50\% \leq \lambda_{ov} < 80\%$ $N_{i,Rd} = f_y t_i (b_{eff} + b_{c,ov} + 2h_i - 4t_i) l \gamma_{MS}$ Lom elementa ispune $\lambda_{ov} \geq 80\%$ $N_{i,Rd} = f_y t_i (b_1 + b_{c,ov} + 2h_i - 4t_i) l \gamma_{MS}$
Parametri b_{eff} , $b_{c,ov}$ i k_n	
$b_{eff} = \frac{10}{b_0} \frac{f_y t_0}{f_{yt_i}} b_1$ ali $b_{eff} \leq b_1$	$k_n = 1,3 - \frac{0,4n}{\beta}$ ali $k_n \leq 1,0$ za $n > 0$ (pritisak)
$b_{c,ov} = \frac{10}{b_j} \frac{f_{yt_j}}{f_{yt_i}} b_1$ ali $b_{c,ov} \leq b_j$	$k_n = 1$ za $n \leq 0$ (zatezanje)

^{*)} Potrebno je kontrolisati samo preklapni element ispune j. Treba uzeti da je efikasnost preklapljenog elementa ispune j (to jest proračunska nosivost veze podeljena sa proračunskom plastičnom nosivošću elementa ispune) jednaka efikasnosti preklapnog elementa ispune.

RHS

- ОЈАЧАЊЕ RHS



77. Прорачун и конструисање монтажних наставкаа решеткастих носача

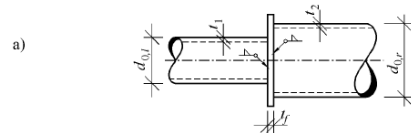
- Радионички наставци се углавном остварују заваривањем, а лоцирају се изван чвора на страни слабије напрегнутог штапа.

- ВРСТЕ МОНТАЖНИХ НАСТАВАКА

➤ ЗАВАРЕНА ИЗРАДА

- Постоје три различите могућности за остваривање наставкаа у завареној изради:

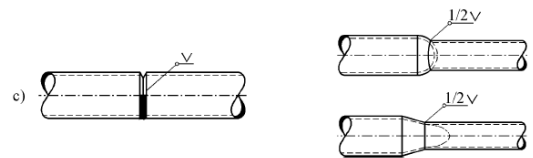
- a) ПОМОЋУ УМЕТНУТЕ ПЛОЧЕ



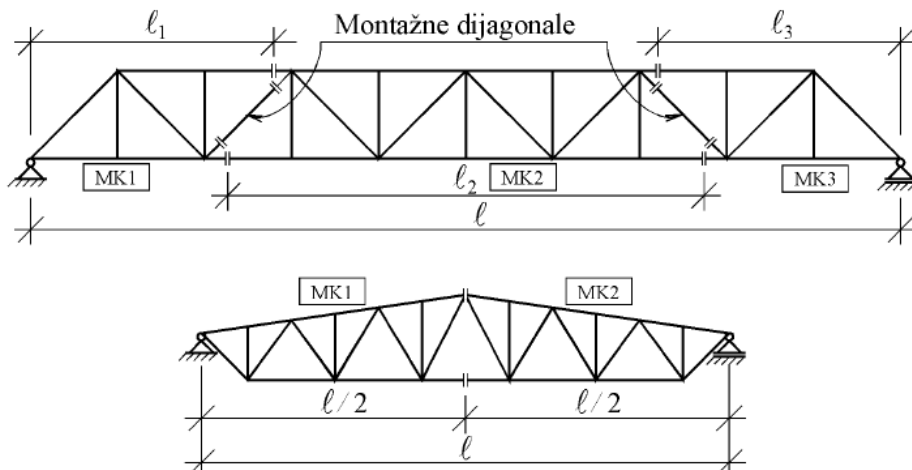
- b) ПОМОЋУ „МУФА“



- c) ДИРЕКТНИМ ЗАВАРИВАЊЕМ СУЧЕОНИХ ШАВОВА



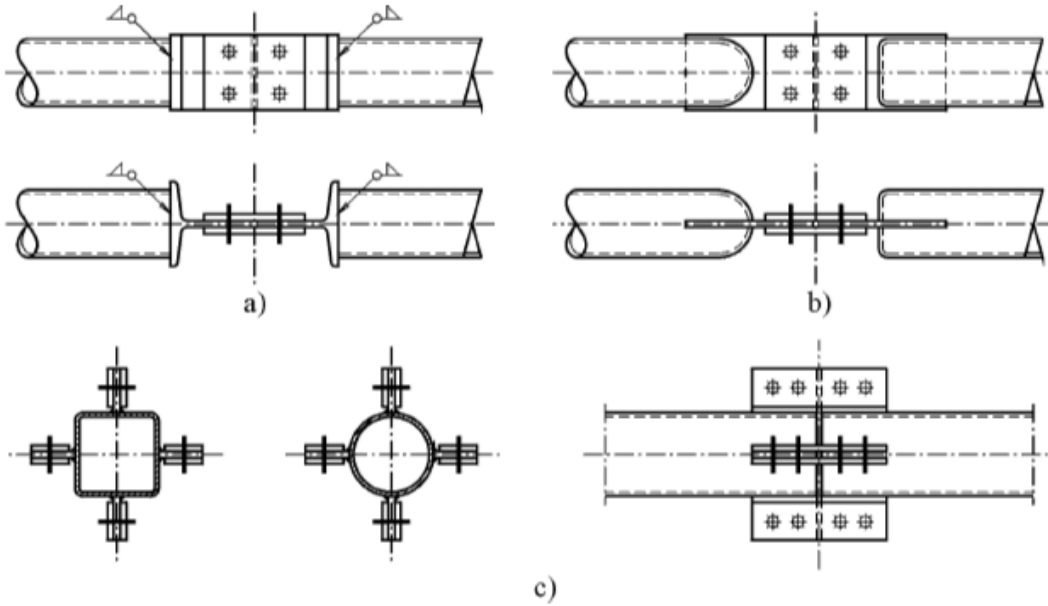
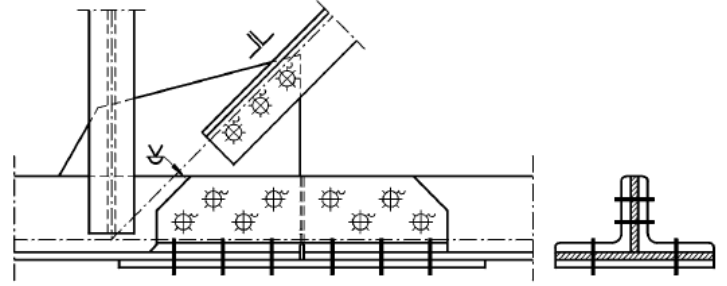
- ПОЛОЖАЈ МОНТАЖНИХ НАСТАВАКА



➤ КОМБИНОВАНА ИЗРАДА

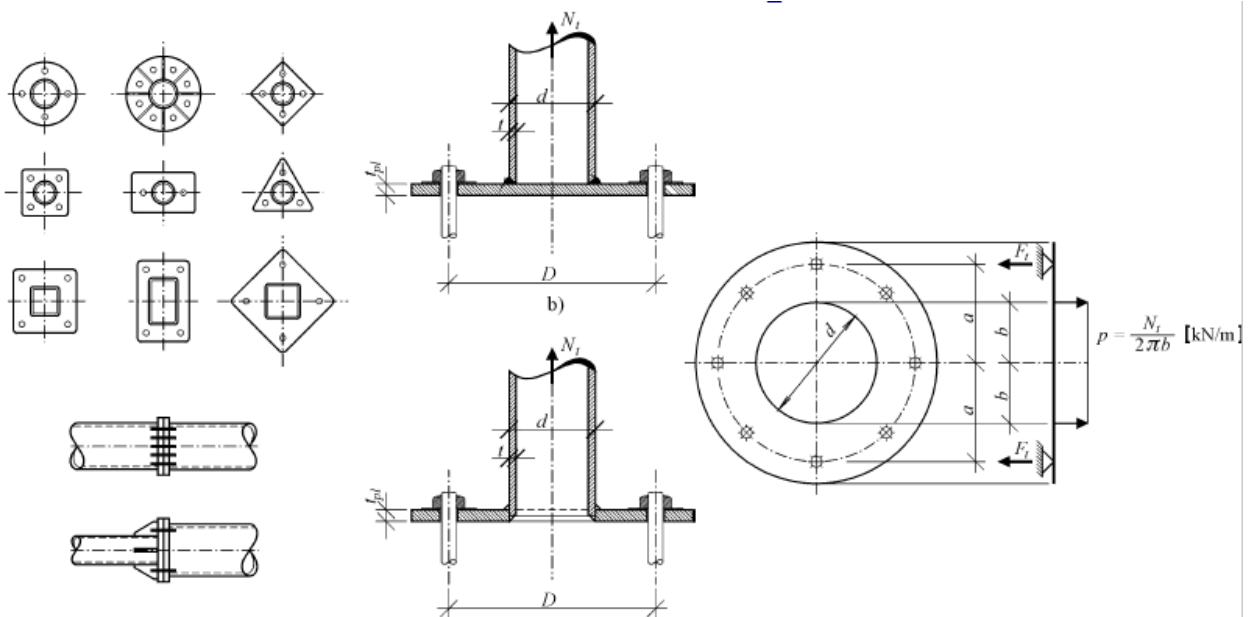
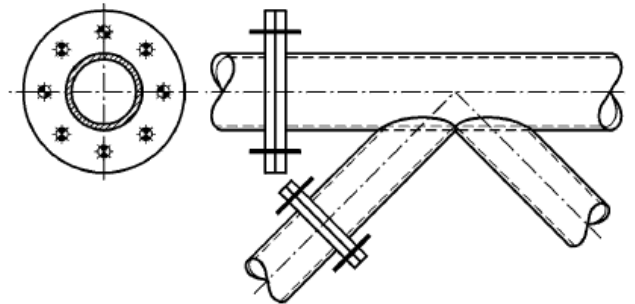
1. СА ПОДВЕЗИЦАМА

- Углавном се примењују код затегнутих појасних штапова



2. СА ЧЕОНОМ ПЛОЧОМ

- Могу да буду пуне или шупље



- МОНТАЖНИ НАСТАВЦИ ПОМОЋУ ЧЕОНЕ ПЛОЧЕ СА УКРУЋЕЊИМА

- Чеоне плоче могу да се украте подужним укрућењима која знатно смањују савијање чеоне плоче, па се може смањити њена дебљина

- Укрућења су обавезна када:

- a) се настављају два шупља профила различитих димензија

- b) угаони шавови за везу профила са чеоном плочом не могу да пренесу силу затезања

$$N_{t,Ed} > N_{w,Rd} = A_w f_{uw,d}$$

У том случају разлика силе

$$\Delta N_{Ed} = N_{t,Ed} - N_{w,Rd}$$

се преноси индиректно помоћу укрућења.

Свако укрућење преноси подједнак део силе

$$N_{s,Ed} = \Delta N_{Ed} / n$$

n - број подужних укрућења

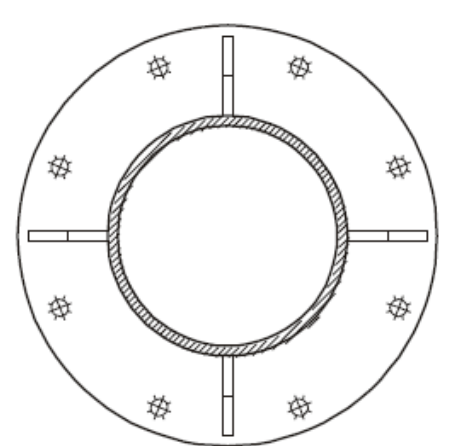
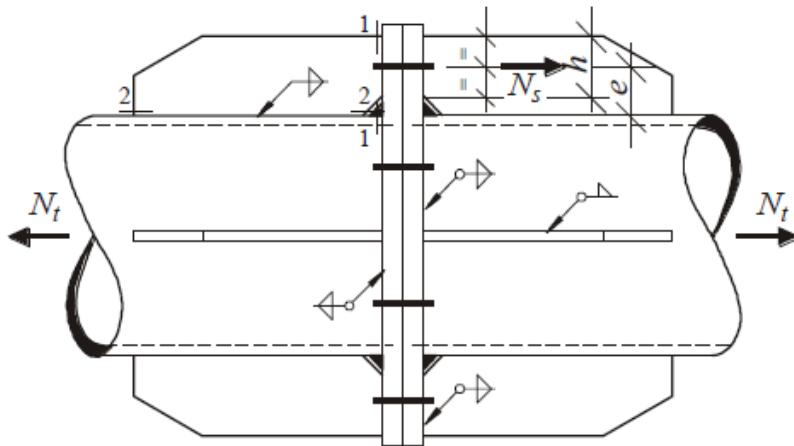
→ У ПРЕСЕКУ 2-2 јавља се подужна ($\tau_{||}$) и нормална (σ_w) компонента напона

→ У ПРЕСЕКУ 1-1 постоји само компонента управна на ток силе затезања (σ_w)

$$N_{t,Ed} > N_{w,Rd} = A_w f_{uw,d}$$

$$\Delta N_{Ed} = N_{t,Ed} - N_{w,Rd}$$

$$N_{s,Ed} = \Delta N_{Ed} / n$$



Presek 1-1:

$$\sigma_w = N_{s,Ed} / A_{w,1} \leq f_{uw,d}$$

$$f_{uw,d} = \frac{f_u / \sqrt{2}}{\beta_w \gamma_{M2}}$$

Presek 2-2:

$$\tau_{||} = N_{s,Ed} / A_{w,2}$$

$$\sigma_w = N_{s,Ed} e / W_{w,2}$$

$$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = \frac{\sigma_w}{\sqrt{2}}$$

$$\sigma_u = \sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{||}^2 + \tau_{\perp}^2)} \leq f_{vw,d}$$