

МОМЕНТНЕ ВЕЗЕ

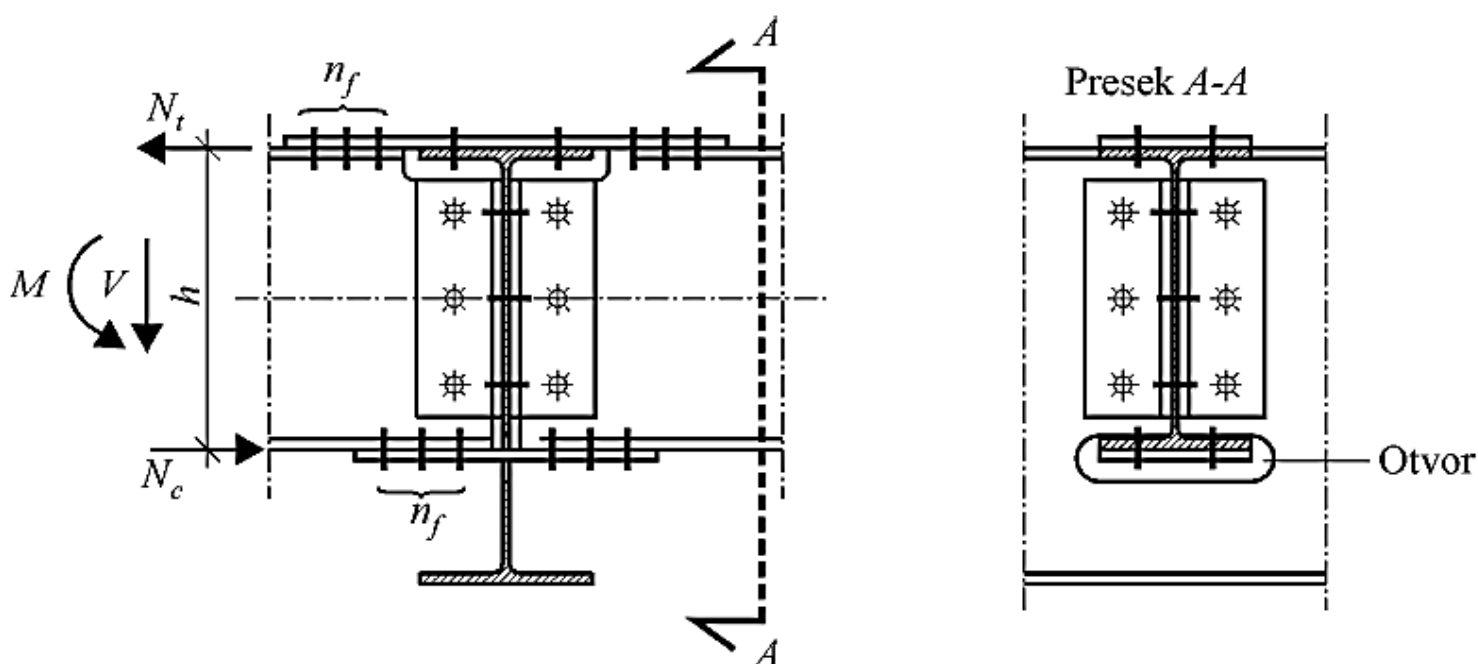
Опште:

- способне су да пренесу и моменте савијања
- у ову категорију спадају: круте и полу-круте, односно потпуно или делимично носиве везе
- могу да буду између два носача (роштиљни систем) или између носача и стуба
- обезбеђују бољу прераспodelу момената савијања, мања напрезања и мање деформације
- за преношење момената савијања потребно је предвидети посебне конструкцијске елементе, па моментне везе захтевају већи утрошак челика од зглобних, а и израда је нешто сложенија
- системи са моментним везама (статички неодређени носачи) су осетљиви на слегање ослонаца

Подела моментних веза према начину обликовања:

- везе са континуитет ламелом (нпр. везе подужних и попречних носача код железничких мостова)
- везе са чеоном плочом (нпр. везе између греда и стубова оквирних носача)
- везе у комплетно завареној изради (нпр. везе између греда и стубова оквирних носача)
- везе са везним угаонцима на ножицама (нпр. везе између греда и стубова оквирних носача)

42. Прорачун и конструкисање моментних веза са континуитет ламелом



Основна карактеристика оваквих веза је да се ослоначки момент прихвата помоћу додатних ламела, чиме се обезбеђује континуирање носача. Потребно је обезбедити преношење момента савијања (M_{Ed}) и трансверзалних сила ($V_{1,Ed}$ и $V_{2,Ed}$).

Момент савијања који делује на месту везе може се разложити на спрег сила N_t и N_c . Како је момент савијања углавном негативан, сила затезања делује у горњој, а сила притиска у доњој ножици подужног носача.

$$N_{t,Ed} = -N_{c,Ed} = \frac{M_{Ed}}{z}$$

Основни кораци при прорачуну су:

- I контрола носивости ослабљеног пресека
- II прорачун континуитет ламеле и њене везе са ножицом носача (преношење M_{Ed})
- III прорачун везе ребра носача (преношење $V_{1,Ed}$ и $V_{2,Ed}$)

I Контрола носивости ослабљеног пресека

$$M_{Ed} \leq M_{u,net,Rd}$$

M_{Ed} - прорачунска вредност момента на месту везе

$M_{u,net,Rd}$ - прорачунски момент носивости ослабљеног пресека на месту рупа за завртње

II Прорачун континуитет ламеле

Горња, затегнута ножица континуитет ламеле димензионише се према нето пресеку:

$$N_{p,Rd} = \min\left(A_p \frac{f_y}{\gamma_{M0}}; 0,9 A_{p,net} \frac{f_u}{\gamma_{M2}}\right)$$

$$\frac{N_{t,Ed}}{N_{p,Rd}} \leq 1$$

Потребна дебљина континуитет ламеле:

$$t_p \geq \frac{N_{t,Ed} \gamma_{M2}}{0,9 f_u (b_p - n_{f,1} d_{0,f})} \quad \text{ali} \quad t_p \geq \frac{N_{t,Ed} \gamma_{M0}}{f_y b_p}$$

b_p - ширина континуитет ламеле

$d_{0,f}$ - пречник рупе за завртањ

$n_{f,1}$ - број завртњева у једном реду

- Прорачун континуитет ламеле са ножицом носача:

Веза се по правилу остварује помоћу завртњева. Потребан број завртњева се одређује на основу силе затезања $N_{t,Ed}$:

$$n_f \geq \frac{N_{t,Ed}}{F_{Rd}}$$

$$F_{Rd} = \min(F_{v,Rd}, \min F_{b,Rd})$$

F_{Rd} - минимална носивост завртња у смичућем споју (смичање завртња, притисак по омотачу рупе ножице и континуитет ламеле)

- Преношење силе N_t

Сила затезања N_t се помоћу завртњева преноси из ножице подужног носача у континуитет ламелу. За димензионисање континуитет ламеле меродаван је попречни пресек на месту последњег реда завртњева (прорачун се врши на основу нето површине).

- Преношење силе N_c

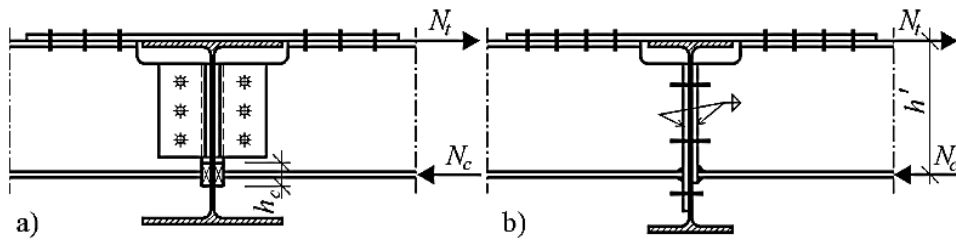
Сила притиска се преноси исто као N_t . При прорачуну притиснуте континуитет ламеле не узима се у обзир слабљење пресека, већ се рачуна са бруто површином. Пријем силе притиска може се остварити и директним контактом. Међутим у мостоградњи се због динамичких утицаја и могуће појаве ослоначког момента алтернативног знака избегава преношење силе притиска контактом, већ се врши континуирање и горњег и доњег појаса. Да би се поставила доња, притиснута континуитет ламела, када је попречни носач веће висине од подужног, потребно је да се на ребру попречног носача предвиди отвор, који омогућава њено постављање.

Пријем сила притиска може се остварити и помоћу столице.

У зградарству, где су оптерећења мирна, пријем силе притиска може да се оствари контактом, тако што се у отвор између притиснуте ножице подужног и ребра попречног носача упасује плочица.

Уколико се у подужним носачима не јавља алтернативни момент савијања, тада веза може да се реши и помоћу континуитет ламеле на затегнутој ножици и чеоне плоче на ребру. Део чеоне плоче уз притиснуту ножицу прихвата силу притиска контактом, а завртњеви прихватају трансверзалну силу.

Заједничко за све поменуте везе у зградарству је да се притисак преноси контактном, а затезање континуитет ламелом.



- a) упасована плоча (подметач у притиснутој зони)
- b) чеона плоча

III Преношење смичуће силе

Смичућа сила се преноси ребром носача.

Пренос силе смицања може да се оствари на два начина:

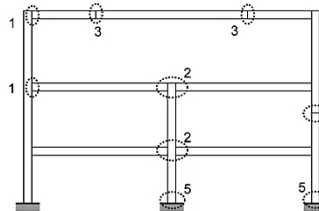
- помоћу прикључних угаоника и завртњева серије 1 и серије 2
Прорачун је исти као код зглобне везе са прикључним угаонцима (V_{Ed} , $M_{Ed} = V_{Ed} e$).
- помоћу чеоне плоче и завртњева
Прорачун је исти као код зглобне везе са чеоном плочом (V_{Ed}).

43. Зоне напрезања, видови лома и компоненте везе код моментних веза греда - стуб

Различити положаји у конфигурацији везе:

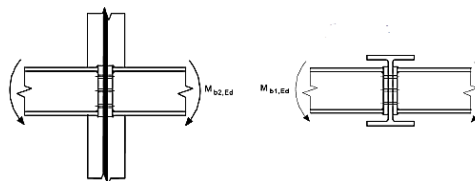
- Око јаче осе инерције:

1. једнострана веза греда - стуб
2. двострана веза греда - стуб
3. наставак греде
4. наставак стуба
5. стопа стуба



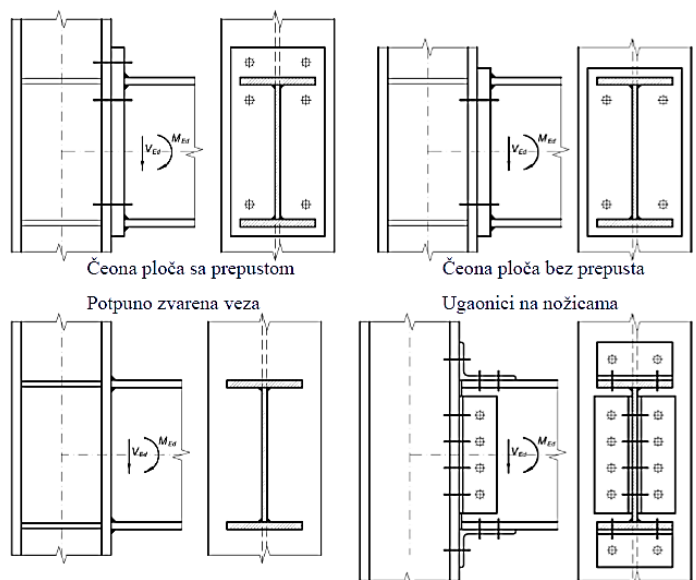
- Око слабије осе инерције:

1. на укрштању са стубом
2. на укрштању са гредом



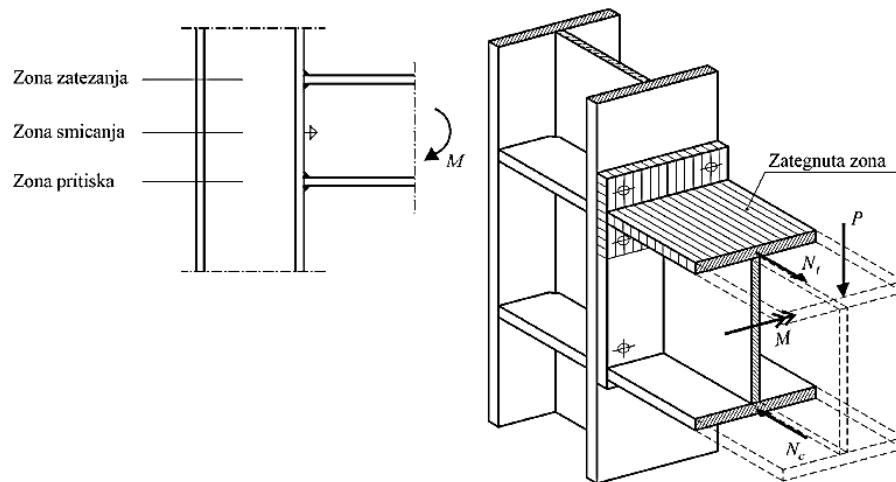
Типови моментних веза према ЕС3:

- веза са чеоном плочом (са препустом и без препуста)
- веза у комплетно завареној изради
- веза са угаонцима на ножицама



- Зоне напрезања

Момент савијања који делује на месту везе може да се разложи на спрег сила. Сила затезања преноси се помоћу завртњева смештених уз затегнуту ножицу, а сила притиска директним контактом.



- Компоненте везе

- Еврокод разликује 20 компонента које учествују у преношењу оптерећења код различитих веза греда - стуб
- различити типови веза садрже различите компоненте
- носивост одређене зоне напрезања се одређује као носивост најслабије компоненте у тој зони
- носивост шавова не сме да представља најслабију компоненту у зони напрезања, тј. момент носивости везе $M_{j,Rd}$ треба да буде ограничен носивошћу других компонента

Komponenta		Komponenta		Komponenta			
1	Smičuće polje rebra stuba 	4	Nožica stuba opterećena savijanjem 	7	Nožica i rebro grede ili stuba opterećeni pritiskom 	10	Zavrtnjevi opterećeni na zatezanje
2	Rebro stuba opterećeno poprečnim pritiskom 	5	Čeona ploča opterećena savijanjem 	8	Rebro grede opterećeno zatezanjem 	11	Zavrtnjevi opterećeni na smicanje
3	Rebro stuba opterećeno poprečnim zatezanjem 	6	Ugaonik na nožici opterećen savijanjem 	9	Ravan lim opterećen zatezanjem ili pritiskom 	12	Zavrtnjevi opterećeni na pritisak po omotaču rupe (na nožici grede ili stuba, na čeonoj ploči ili ugaoniku)

- Потенцијални облици лома веза са чеоном плочом услед момента савијања

Зона затезања:

- пластификација ребра стуба услед затезања
- пластификација ножице стуба услед савијања
- пластификација чеоне плоче услед савијања
- лом завртњева затезањем
- пластификација ребра греде у зони затезања
- лом шавова

Зона притиска:

- гњечење и избочавање ребра стубова
- притисак у ножици греде

Зона смицања:

- смицање ребра стуба

44. 45. Прорачун моментне везе греда - стуб са чеоном плочом са/без препуста

Моментне везе са чеоном плочом најчешће се користе за:

- везе греда - стуб код оквирних носача
- монтажне наставке носача
- континуирање секундарних носача код роштиљних конструкција

При прорачуну оваквих веза морају се контролисати сви елементи и спојеви неопходни за пренос сила:

- ножица стуба као прикључна површина
- завртњиви
- чеона плоча
- заварена, радионичка веза чеоне плоче са носачем

На месту везе делују момент савијања M_{Ed} и смичућа сила V_{Ed} .
Момент се дели на спрег сила притиска $N_{c,Ed}$ и затезања $N_{t,Ed}$:

$$N_{t,Ed} = -N_{c,Ed} = \frac{M_{Ed}}{z}$$

Силу затезања преносе завртњиви смештени уз затегнуту ножицу, а сила притиска се преноси директним контактом. Завртњиви преносе и смичућу силу V_{Ed} . Може се претпоставити да завртњиви у зони затезања имају пуну носивост на затезање (нема редукције услед интеракције затезања и смицања) ако прорачунска вредност силе смицања није већа од:

- носивости завртњева који не учествују у преношењу силе затезања на смицање
- 0,4/1,4 пута носивост свих завртњева на смицање

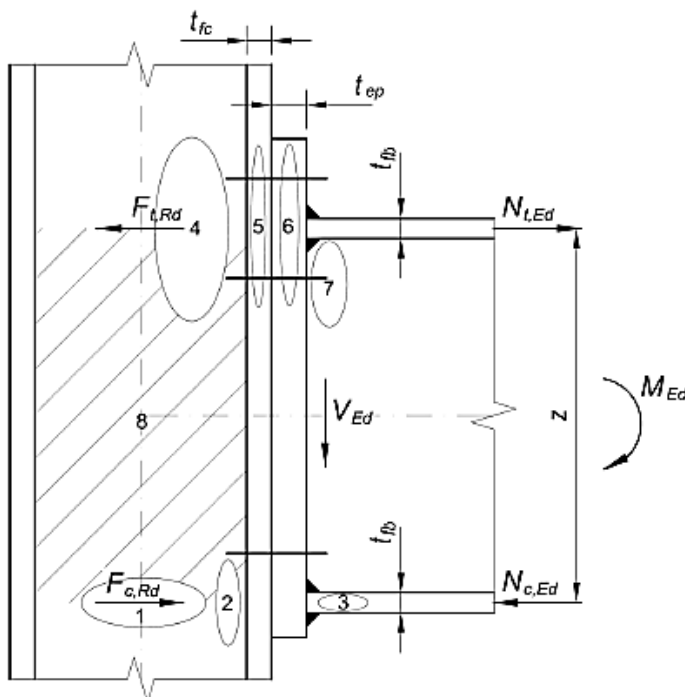
$$\sum_{com} F_{v,Rd} \geq V_{Ed}$$

$$\frac{0,4}{1,4} \sum_{tot} F_{v,Rd} \geq V_{Ed}$$

У супротном неопходно је да се сви завртњиви провере на комбиновано дејство затезања и смицања:

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1,4F_{t,Rd}} \leq 1$$

➤ Компоненте везе - чеона плоча са препустом



Зона притиска:

1. носивост ребра стуба на избочавање
2. носивост ребра стуба на гњечење
3. носивост ножице греде на притисак

Зона затезања:

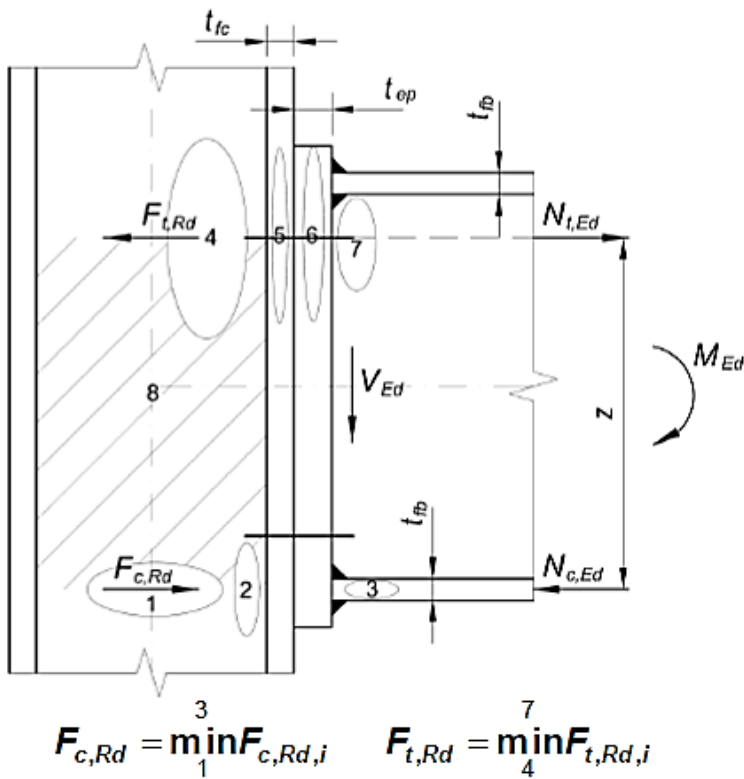
4. носивост ребра стуба на затезање
5. носивост ножице стуба на савијање и завртњева на затезање
6. носивост чеоне плоче на савијање и завртњева на затезање
7. носивост ребра греде на затезање

Зона смицања:

8. носивост смичућег поља ребра стуба

$$F_{c,Rd} = \min_1^3 F_{c,Rd,i} \quad F_{t,Rd} = \min_4^7 F_{t,Rd,i}$$

➤ Компоненте везе - чеона плоча без препуста



Зона притиска:

1. носивост ребра стуба на избочавање
2. носивост ребра стуба на гњечење
3. носивост ножице греде на притисак

Зона затезања:

4. носивост ребра стуба на затезање
5. носивост ножице стуба на савијање и завртњева на затезање
6. носивост чеоне плоче на савијање и завртњева на затезање
7. носивост ребра греде на затезање

Зона смицања:

8. носивост смичућег поља ребра стуба

$$F_{c,Rd} = \min_1 F_{c,Rd,i} \quad F_{t,Rd} = \min_4 F_{t,Rd,i}$$

Препоруке за пројектовање веза са чеоном плочом

- дебљина чеоне плоче треба да се усвоји у функцији пречника завртња
- растојања између завртњева могу да буду мања од минимално прописаних за смичуће спојеве; неопходно је да се обезбеди простор за несметану уградњу
- препоручује се примена укрућења на ребру стуба, јер значајно повећавају носивост и крутост везе (без укрућења су полу-круте везе)
- у случају великих напрезања могу се применити широке чеоне плоче са по 4 завртња у реду (по ширини); Еврокод 3 не даје експлицитан поступак прорачуна за широке чеоне плоче

46. Еквивалентни затегнути Т-елемент (модел лоба, ефективне дужине, носивост)

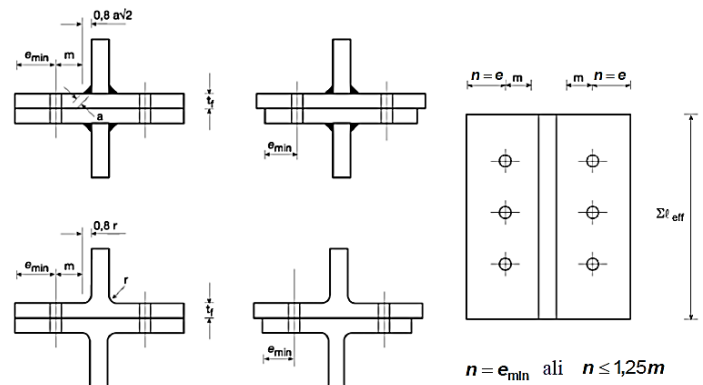
Помоћу еквивалентног затегнутог Т-елемента се прорачунава носивост следећих компонента везе у зони затезања:

- носивост ножице везе у зони затезања
- носивост ножице стуба на савијање и носивост завртњева на затезање

У случају ребра стуба са укрућењима у зони затезања (укрућена ножица) посебни Т-елементи се користе за моделирање ножице стуба изнад и испод укрућења.

Исто је и код чеоне плоче са препустом, где се посебни Т-елементи користе за моделирање дела чеоне плоче изнад и испод затегнуте ножице која се третира као укрућење.

Димензије еквивалентног Т-елемента ----->



Σl_{eff} је ефективна дужина Т-елемента која зависи од модела и облика лоба;
 $M_{pl,Rd} = \frac{\Sigma l_{eff} t_f^2}{4} f_y / \gamma_{M0}$ пластични момент носивости правougаоног пресека.

• **Модели лома**

- I Модел 1: лом потпуном пластификацијом ножице Т-елемента (носивост $F_{T,1,Rd}$)
- II Модел 2: комбинован лом делимичном пластификацијом ножице Т-елемента и затезањем завртњева (носивост $F_{T,2,Rd}$)
- III Модел 3: лом затезањем завртњева (носивост $F_{T,3,Rd}$)

Када постоји ефекат полуге, носивост Т-елемента једнака је минималној вредности носивости од сва три модела лома:

$$\min(F_{T,1,Rd}, F_{T,2,Rd}, F_{T,3,Rd})$$

Уколико нема ефекта полуге (код дебелих лимова), модели лома 1 и 2 се замењују јединственим моделом лома (носивост $F_{T,1-2,Rd}$), па је у том случају носивост једнака:

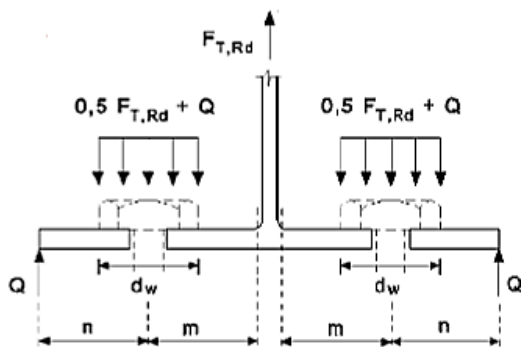
$$\min(F_{T,1-2,Rd}, F_{T,3,Rd})$$

Ефекат полуге

Код затезујих спојева са танким, флексибилним лимовима, услед савијања лимова долази до контакта крајева препуста на други елемент везе. Јавља се контактна сила притиска Q , која се назива сила од ефекта полуге и која додатно оптерећује завртњева.

Може се сматрати да су ефекти полуге занемарљиви ако је задовољен следећи услов:

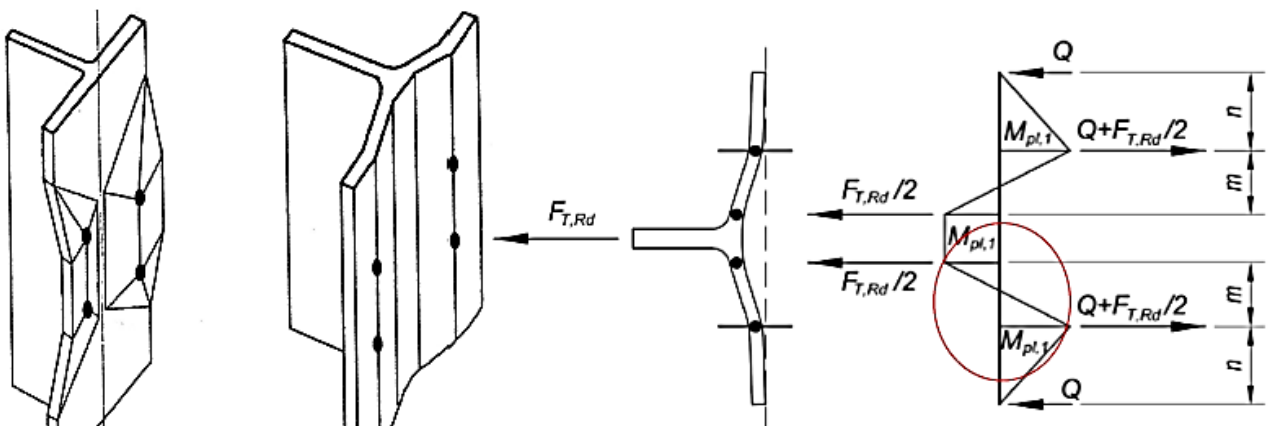
$$L_b \geq L_b^* = \frac{8,8 m^3 A_s n_b}{t_f^3 \sum l_{eff,1}}$$



- L_b - стезна дужина завртња (дебљина пакета + дебљина подлошки + половина дебљине навртке и главе завртња)
- n_b - број редова завртњева (са по два завртња)
- A_s - површина испитног пресека завртња
- t_f - дебљина ножице Т-елемента (ножица стуба или чеона плоча)
- $\sum l_{eff,1}$ - ефективна дужина Т-елемента за модел лома 1
- Q - сила услед ефекта полуге

I **Модел 1**

Карактеристичан је за ножице стуба или чеоне плоче мале дебљине, са израженим ефектом полуге.



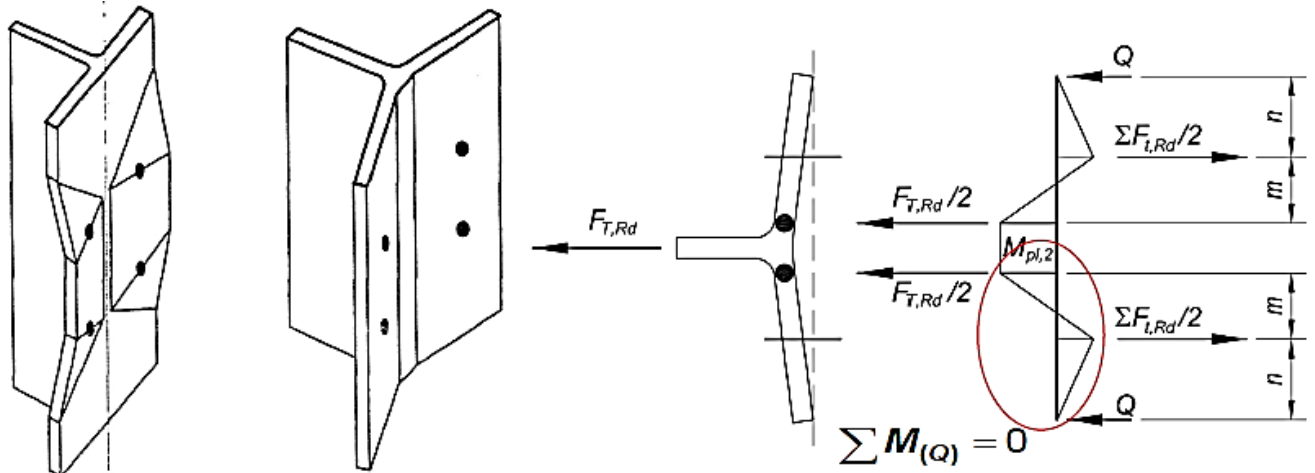
$$M_{pl,1,Rd} = 0,25 \sum l_{eff,1} t_f^2 f_y l \gamma_{M0}$$

$$\frac{F_{T,1,Rd}}{2} m = 2M_{pl,1,Rd} \Rightarrow$$

$$F_{T,1,Rd} = \frac{4M_{pl,1,Rd}}{m}$$

II Модел 2

Карактеристичан је за ножице стуба или чеоне плоче средње дебљине, са малим ефектом полуге.



$$\frac{F_{T,2,Rd}}{2} (m+n) - M_{pl,2,Rd} - n \frac{\sum F_{t,Rd}}{2} = 0 \Rightarrow$$

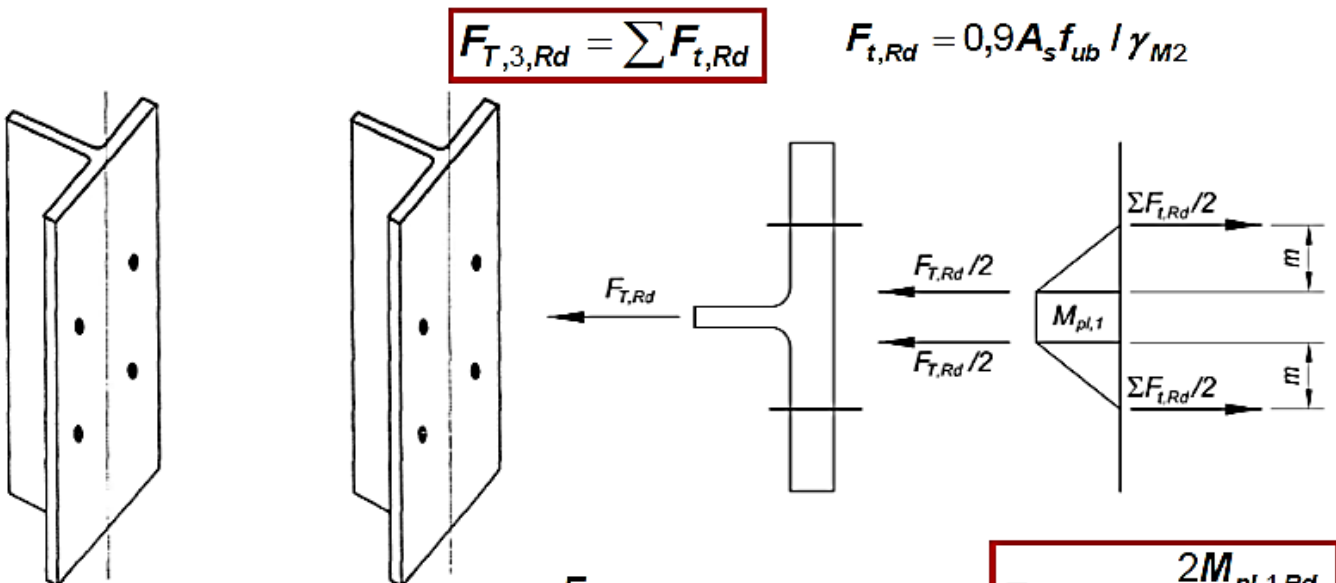
$$F_{T,2,Rd} = \frac{2M_{pl,2,Rd} + n \sum F_{t,Rd}}{m+n}$$

$$M_{pl,2,Rd} = 0,25 \sum \ell_{eff,2} t_f^2 f_y I \gamma_{M0}$$

$$F_{t,Rd} = 0,9 A_s f_{ub} I \gamma_{M2}$$

III Модел 3

Карактеристичан је за ножице стуба или чеоне плоче велике дебљине, код којих нема ефекта полуге.



$$F_{T,3,Rd} = \sum F_{t,Rd}$$

$$F_{t,Rd} = 0,9 A_s f_{ub} I \gamma_{M2}$$

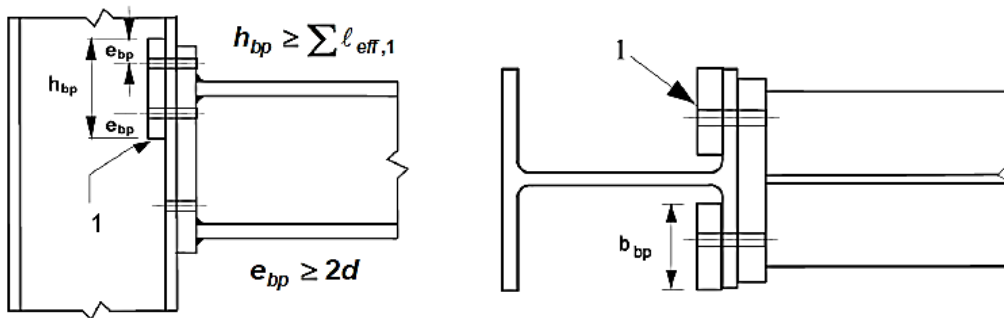
$$\frac{F_{T,1-2,Rd}}{2} m = M_{pl,1,Rd} \Rightarrow$$

$$F_{T,1-2,Rd} = \frac{2M_{pl,1,Rd}}{m}$$

$$M_{pl,1,Rd} = 0,25 \sum \ell_{eff,1} t_f^2 f_y I \gamma_{M0}$$

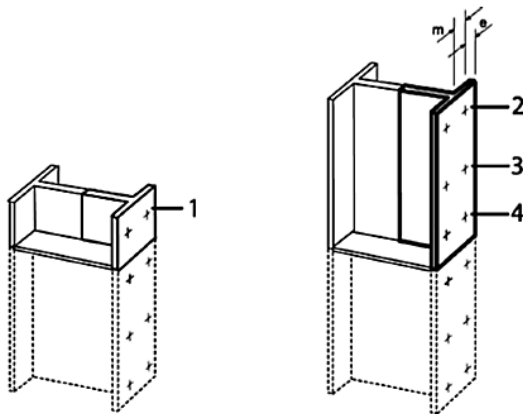
Контра-плочице

Постављају се са унутрашње стране ножице стуба, како би се повећала носивост ножице стуба на савијање. Оправдана је примена код танких ножица стуба код којих је меродаван модел лома 1. Димензије контра-плочице треба да буду као на скици.

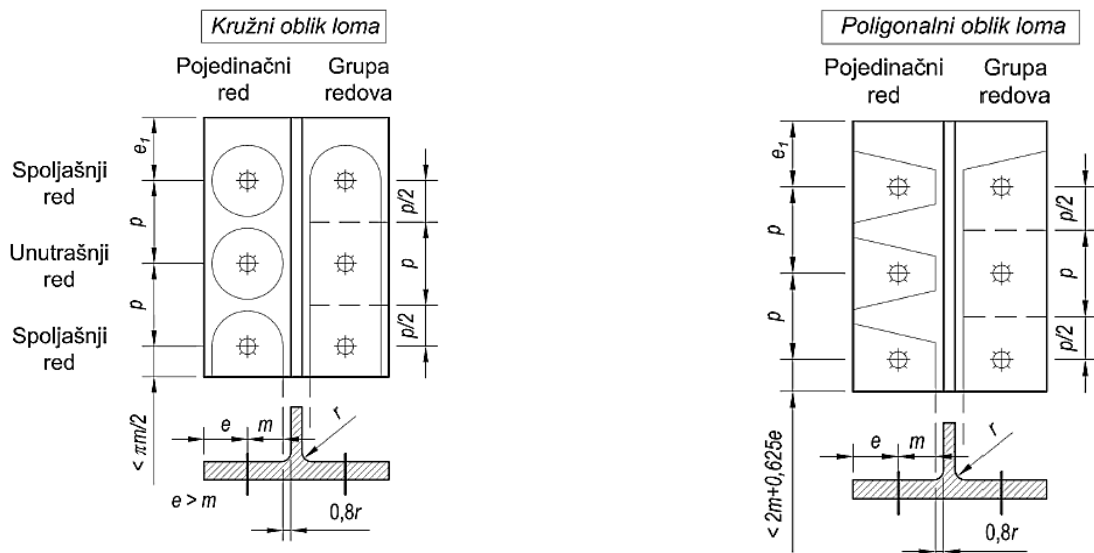


• Ефективна дужина

- представља замењујућу дужину еквивалентног затегнутог Т-елемента који има исти пластични момент носивости за разматрани модел и облик лома
- зависи од разматране групе завртњева и облика лома
- постоје два облика лома: кружни и полигонални
- ефективна дужина се разликује за појединачне редове завртњева и групе редова завртњева
- такође на ефективну дужину утиче и положај реда завртњева, који код неукрућених ножица стуба може бити: спољашњи и унутрашњи
- код укрућених ножица стуба и код чеоне плоче са препустом разликују се четири типа редова завртњева: крајњи ред, крајњи ред уз укрућење, унутрашњи ред, ред уз укрућење
- под редом завртњева у овом контексту се сматрају хоризонтални редови



- 1 - крајњи ред завртњева уз укрућење
- 2 - крајњи ред завртњева
- 3 - унутрашњи ред завртњева
- 4 - ред завртњева уз укрућење



47. Носивост смичућег поља ребра стуба код моментне везе греда - стуб

За једностране и двостране везе код којих су висине греда сличне, прорачунска носивост неукрућеног поља ребра стуба на смицање је:

$$V_{wp,Rd} = \frac{0,9 f_{y,wc} A_{vc}}{\sqrt{3} \gamma_{M0}}$$

A_{vc} - површина смицања стуба

Прорачунска носивост на смицање може да се повећа применом укрућења или додатних лимова на ребру.

Када се попречна укрућења на ребру постављају и у зони притиска и у зони затезања, прорачунска пластична носивост поља ребра стуба на смицање може да се повећа за:

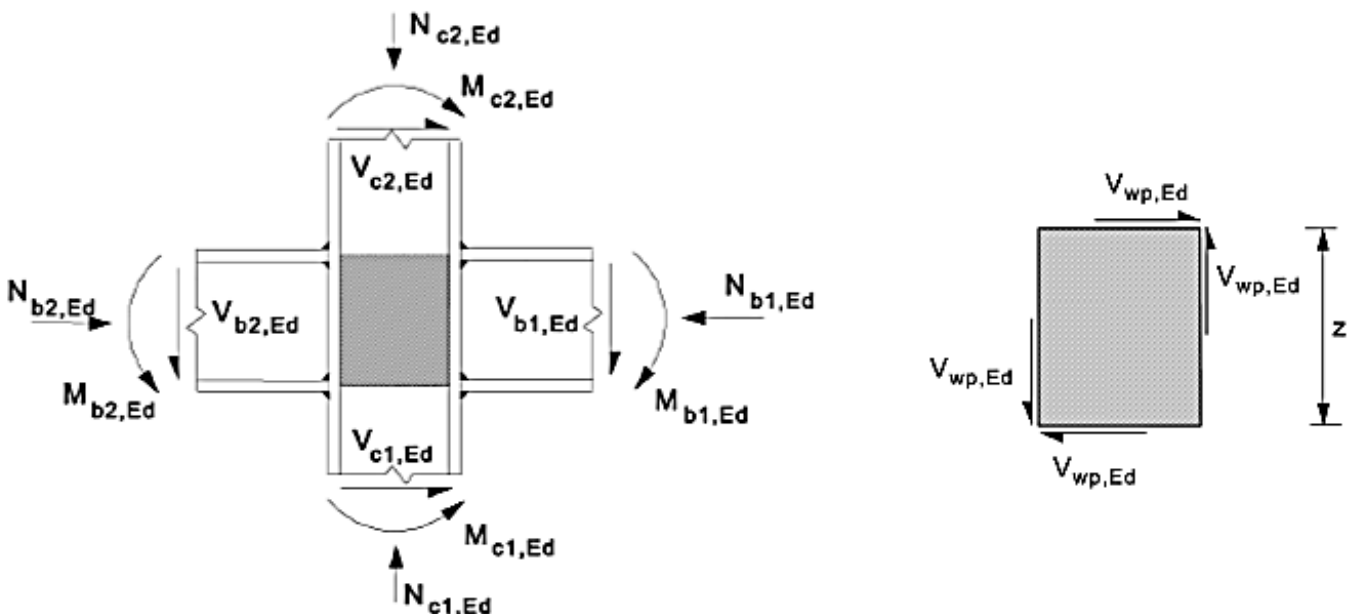
$$V_{wp,add,Rd} = \frac{4M_{pl,fc,Rd}}{d_s} \quad \text{ali} \quad V_{wp,add,Rd} \leq \frac{2M_{pl,fc,Rd} + 2M_{pl,st,Rd}}{d_s}$$

d_s - осовинско растојање између укрућења

$M_{pl,st,Rd}$ и $M_{pl,fc,Rd}$ - пластични моменти носивости укрућења и ножице стуба

Прорачунска носивост поља ребра стуба на смицање мора да буде већа или једнака од прорачунске силе смицања која се у општем случају одређује на следећи начин:

$$V_{wp,Ed} = (M_{b1,Ed} - M_{b2,Ed}) / z - (V_{c1,Ed} - V_{c2,Ed}) / 2 \leq V_{wp,Rd}$$



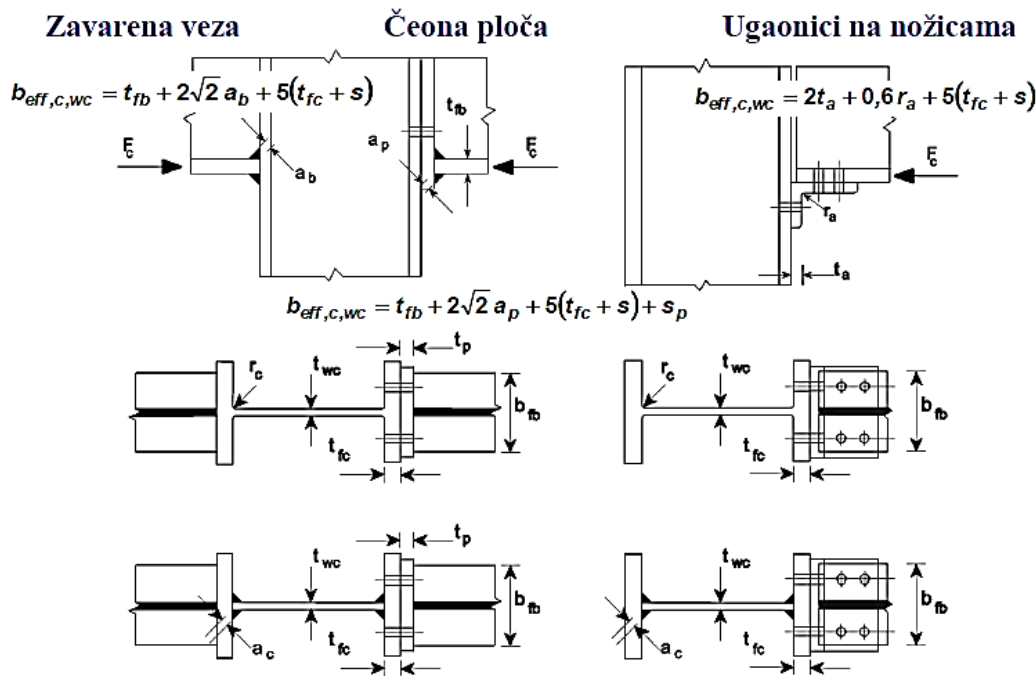
48. Носивост зоне притиска код моментних веза греда - стуб

- Носивост ребра стуба на попречни притисак:

$$F_{c,wc,Rd} = \frac{\omega k_{wc} b_{eff,c,wc} t_{wc} f_{y,wc}}{\gamma_{M0}} \leq \rho \frac{\omega k_{wc} b_{eff,c,wc} t_{wc} f_{y,wc}}{\gamma_{M1}}$$

- $b_{eff,c,wc}$ - ефективна ширина ребра стуба у зони притиска

- за заварене spojeve: $b_{eff,c,wc} = t_{fb} + 2\sqrt{2} a_b + 5(t_{fc} + s)$
- за spojeve sa čeonom pločom i zavrtnjevima: $b_{eff,c,wc} = t_{fb} + 2\sqrt{2} a_p + 5(t_{fc} + s) + s_p$
- за spojeve sa ugaonicima na nožicama: $b_{eff,c,wc} = 2t_a + 0,6r_a + 5(t_{fc} + s)$



s_p dužina dobijena prostiranjem sile kroz čeonu ploču pod uglom od 45° (minimum t_p , a kada je dužina čeonu ploče ispod nožice dovoljna $2t_p$)

$s = r_c$ za valjane I ili H preseke stuba

$s = \sqrt{2} a_c$ za zavarene I ili H preseke stuba

- ρ - коефицијент редукције за избочавање лима

$\rho = 1,0$	ako je $\bar{\lambda}_p \leq 0,72$	$\bar{\lambda}_p = 0,932 \sqrt{\frac{b_{eff,c,wc} d_{wc} f_{y,wc}}{E t_{wc}^2}}$	relativna vitkost rebra na izbočavanje
$\rho = (\bar{\lambda}_p - 0,2) / \bar{\lambda}_p^2$	ako je $\bar{\lambda}_p > 0,72$	$d_{wc} = h_c - 2(t_{fc} + r_c)$	za valjane I ili H preseke stuba
		$d_{wc} = h_c - 2(t_{fc} + \sqrt{2} a_c)$	za zavarene I ili H preseke stuba

- ω - коефицијент редукције помоћу кога се узима у обзир интеракција са смицањем

- Зависи од β - параметра трансформације и геометрије попречног пресека стуба

- β зависи од конфигурације везе (једнострана/двострана) и напрезања везе; $\beta = (0 - 2)$

- k_{wc} - коефицијент редукције услед нормалног напона притиска у стубу

$$k_{wc} = 1 \quad \text{kada je } \sigma_{com,Ed} \leq 0,7 f_{y,wc}$$

$$k_{wc} = 1,7 - \sigma_{com,Ed} / f_{y,wc} \quad \text{kada je } \sigma_{com,Ed} > 0,7 f_{y,wc}$$

$\sigma_{com,Ed}$ - прорачунска вредност напона притиска у ребру стуба услед глобалних утицаја

У општем случају k_{wc} је 1,0 и није неопходна редукција. Може се изоставити у почетним прорачунима, када су напони непознати, а проверава се накнадно.

- Носивост ножице греде на притисак:

$$F_{c,fb,Rd} = \frac{M_{c,Rd}}{h - t_{fb}}$$

h - висина греде

t_{fb} - дебљина ножице греде

$M_{c,Rd}$ - прорачунски момент носивости попречног пресека греде, редукован уколико је потребно да би се узео у обзир утицај смицања

Овај услов углавном није критичан.

Испуњење овог услова остварује се при димензионисању греде.

49. Носивост зоне затезања код моментних веза греда - стуб

- Носивост ребра стуба на попречно затезање:

$$F_{t,wc,Rd} = \frac{\omega b_{eff,t,wc} t_{wc} f_{y,wc}}{\gamma_{M0}}$$

- ω - коефицијент редукције помоћу кога се узима у обзир интеракција са смицањем
- $b_{eff,t,wc}$ - ефективна ширина ребра стуба

$$b_{eff,t,wc} = l_{eff,T}$$

- за везе са чеоном плочом и завртњевима
j

$l_{eff,T}$ - ефективна дужина еквивалентног Т-елемента

$$b_{eff,t,wc} = t_{fb} + 2\sqrt{2} a_b + 5(t_{fc} + s)$$

- за везе у комплетно завареној изради

$s = r_c$ - за ваљане I или H пресеке стуба

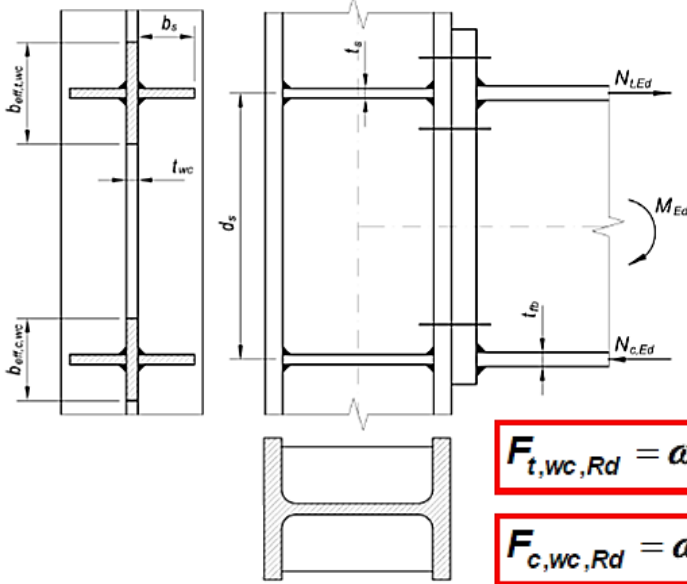
$s = \sqrt{2} a_c$ - за заварене I или H пресеке стуба

- Носивост ребра греде на затезање:

$$F_{t,wb,Rd} = b_{eff,t,wb} t_{wb} f_{y,wb} / \gamma_{M0}$$

- ефективна ширина затегнутог дела ребра греде $b_{eff,t,wb}$ је једнака ефективној дужини еквивалентног Т-елемента који представља чеону плочу оптерећену на савијање: $b_{eff,t,wb} = l_{eff,T}$
- код чеоних плоча са препустом када се анализира носивост препуштеног дела плоче уместо ребра греде које не постоји на том делу, треба разматрати ножицу греде
- у том случају се за ефективну ширину узима ефективна дужина еквивалентног Т-елемента којим се моделира носивост препуста (али не > b_f), а за дебљину се узима дебљина ножице греде t_{fb}

*Повећање носивости применом укрућења



Применом укрућења на ребру стуба, у продужетку ножица греде повећава се носивост следећих компонената везе:

- носивост ребра стуба на притисак
- носивост ребра стуба на затезање
- носивост смичућег поља ребра стуба
- носивост укрућене ножице стуба на савијање.

$$F_{t,wc,Rd} = \omega b_{eff,t,wc} t_{wc} f_{y,wc} / \gamma_{M0} + 2b_s t_s f_{y,s} / \gamma_{M0}$$

$$F_{c,wc,Rd} = \omega k_{wc} b_{eff,c,wc} t_{wc} f_{y,wc} / \gamma_{M0} + 2b_s t_s f_{y,s} / \gamma_{M0}$$

50. Прорачун момента носивости веза греда - стуб (општи случај, поступак прорачуна и ограничења)

Носивост одређене зоне се одређује као минимална вредност носивости свих компонената које учествују у преношењу силе.

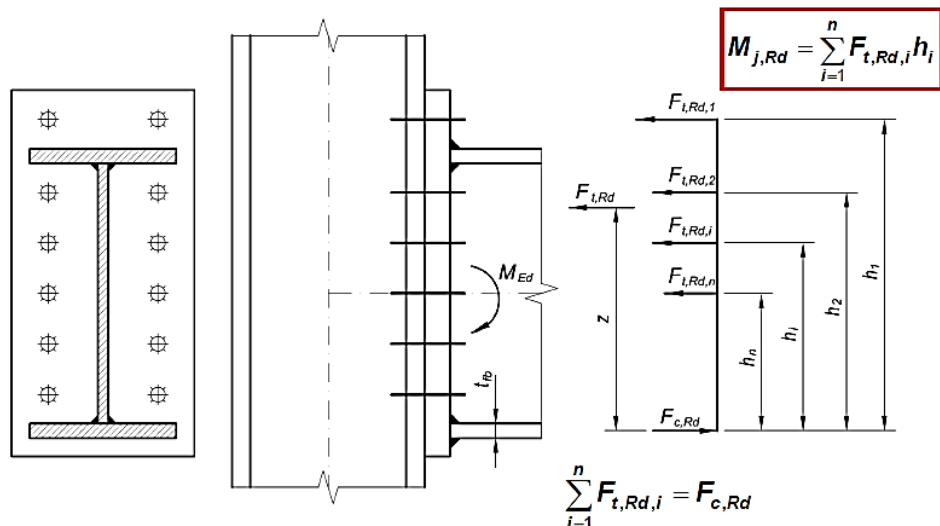
Момент носивости везе једнак је производу носивости одговарајуће зоне и крака унутрашњих сила (између центра притиска и центра затезања). Постоје ограничења у погледу носивости појединих зона носивости везе:

$$F_{c,Rd} = \min(F_{c,wc,Rd}; F_{c,fb,Rd})$$

$$F_{t,Rd} = \min(F_{t,wc,Rd}; F_{t,fc,Rd}; F_{t,ep,Rd}; F_{t,wb,Rd})$$

$$F_{Rd} = \min(F_{c,Rd}; F_{t,Rd}; V_{wp,Rd} / \beta)$$

- Момент носивости веза са више активних редова завртњева у зони затезања - општи случај



- **Поступак прорачуна и ограничења**

- прво се одређује носивост компонената у зони притиска $F_{c,Rd}$ и смицања $V_{wp,Rd}$
- потом се одређује носивост на затезање за први ред завртњева, најудаљенији од центра притиска $F_{t,Rd,1}$, посматрајући га као појединачни ред (остали редови завртњева као да не постоје)

$$F_{t,Rd,1} = \min(F_{t,wc,Rd}; F_{t,fc,Rd}; F_{t,ep,Rd}; F_{t,wb,Rd})$$

- носивост првог реда завртњева треба да испуни услове:

$$F_{t,Rd,1} \leq F_{c,Rd} \quad F_{t,Rd,1} \leq V_{wp,Rd} / \beta$$

- ако су испуњени претходни услови прелази се на прорачун следећег реда завртњева на исти начин

$$F_{t,Rd,2} = \min(F_{t,wc,Rd}; F_{t,fc,Rd}; F_{t,ep,Rd}; F_{t,wb,Rd})$$

- носивост другог (i-тог) реда завртњева на затезање по потреби редуковати да збир прорачунских носивости редова завртњева изнад посматраног реда, укључујући и тај ред, не прекорачује прорачунску носивост групе као целине (за $F_{t,wc,Rd}$, $F_{t,fc,Rd}$, $F_{t,ep,Rd}$, $F_{t,fb,Rd}$)
- носивост другог (или i-тог) реда завртњева треба по потреби редуковати како би били задовољени услови:

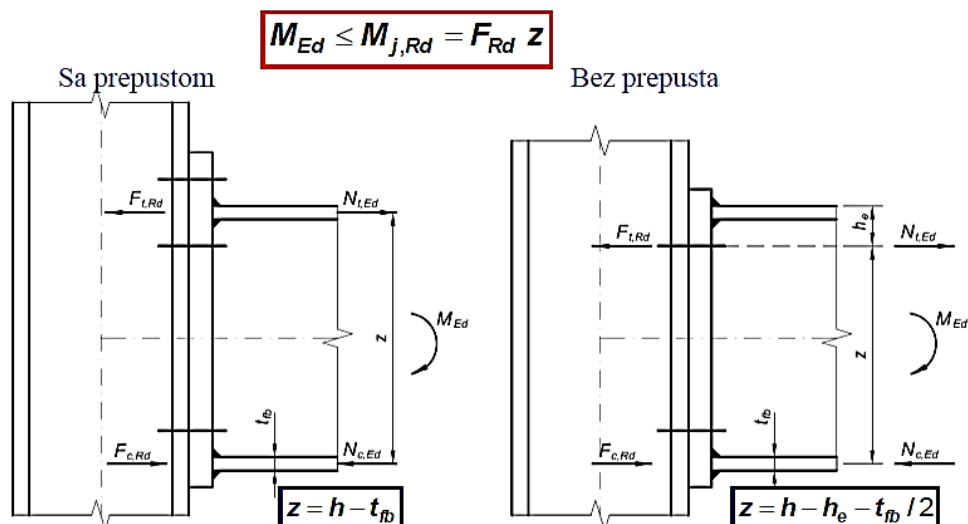
$$\sum_i F_{t,Rd,i} \leq F_{c,Rd} \quad \sum_i F_{t,Rd,i} \leq V_{wp,Rd} / \beta$$

51. Прорачун момента носивости веза греда - стуб (упрошћен поступак)

Упрошћен поступак може да се примени за:

- чеоне плоче без препуста са једним активним редом завртњева у зони затезања
- чеоне плоче са препустом са два активна реда завртњева у зони затезања, код којих су завртњеви у зони затезања симетрични у односу на ножице греде, код којих је $F_{Rd} \leq 3,8 F_{t,Rd}$

У том случају читава затегнута зона чеоне плоче може да се посматра као Т-елемент за одређивање силе у реду завртњева $F_{1,Rd}$, а усваја се да је $F_{2,Rd} = F_{1,Rd}$, па је $F_{Rd} = 2 F_{1,Rd}$.



$$F_{t,Rd,1} = F_{t,Rd,2}$$

$$F_{t,Rd} = 2F_{t,Rd,1}$$

$$F_{c,Rd} = \min(F_{c,wc,Rd}; F_{c,fb,Rd})$$

$$F_{t,Rd,1} = \min(F_{t,wc,Rd}; F_{t,fc,Rd}; F_{t,ep,Rd}; F_{t,wb,Rd})$$

$$F_{Rd} = \min(F_{c,Rd}; 2F_{t,Rd,1}; V_{wp,Rd} / \beta)$$

52. Прорачун шавова за моментне везе греде I preseka са чеоном плочом или ножицом стуба

- шавови су присутни код веза са чеоном плочом и веза у комплетно завареној изради
- носивост шавова не сме да буде мања од носивости најслабије компоненте у разматраној зони напрезања
- када се на месту везе предвиђа појава пластичног зглоба шавови треба да се одреде тако да њихов момент носивости $M_{w,Rd}$ буде већи или једнак од мање од следеће две вредности:
 - пластичног момента носивости греде $M_{pl,b,Rd}$
 - $\alpha M_{j,Rd}$ { $M_{j,Rd}$ - момент носивости везе; $\alpha = 1,4$ за оквирне системе са спреговима; $\alpha = 1,7$ за остале }
- углавном се примењују угаони шавови
- димензије угаоних шавова могу да се одреде као за статички покривен наставак према дебљини лима који се спаја (ножица или ребро), или на основу контроле напрезања у шавовима

Претпоставља се да се целокупна трансверзална сила преноси помоћу угаоних шавова на ребру носача, а унутрашње силе затезања односно притиска N_t и N_c , настале разлагањем спољашњег момента M , преко угаоних шавова на ножицама носача. Обострани угаони шавови за везу затегнуте ножице са чеоном плочом изазивају повољан ток сила.

Таčka 1: $\sigma_w = \frac{M_{y,Ed}}{W_{y,w}}$ $\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = \frac{\sigma_w}{\sqrt{2}}$

$$\sigma_{\perp} = \frac{M_{y,Ed}}{\sqrt{2}W_{y,w}} \leq \frac{0,9f_u}{\gamma_{M2}}$$

$$\sigma_u = \sqrt{\left(\frac{\sigma_w}{\sqrt{2}}\right)^2 + 3\left(\frac{\sigma_w}{\sqrt{2}}\right)^2} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}} \Rightarrow \frac{M_{y,Ed}}{W_{y,w}} \leq \frac{f_u}{\sqrt{2}\beta_w \gamma_{M2}}$$

Таčka 2: $\tau_{||} = \frac{V_{Ed} S_{y,w,2}}{2I_{y,w} a_2} \approx \frac{V_{Ed}}{2a_2 L_{w,2}} \leq f_{vw,d}$

Таčka 3: $\sigma_w = \frac{M_{y,Ed}}{I_{y,w}} z_3$ $\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = \frac{\sigma_w}{\sqrt{2}}$ $\tau_{||} = \frac{V_{Ed} S_{y,w,3}}{I_{y,w} 2a_2}$

$$\sigma_{\perp} = \frac{M_{y,Ed}}{\sqrt{2}I_{y,w}} z_3 \leq \frac{0,9f_u}{\gamma_{M2}}$$

$$\sigma_u = \sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{||}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}}$$