

Снаждане на столицата

Столиците се изпълняват като едноотворни (греди на 2 опори) или като многоотворни (герберови или непрекъснати) греди. /виж. Обяснения – Столица/

В зависимост от приетата статическа схема, елементите се снаждат в различни сечения.

При столици приети като едноотворни греди снаждане по дължина на елемента не е необходимо. Гредите от монолитна или слепена дървесина могат да се произведат до 12 метра.

Дългите елементи се получават, чрез клинозъбни снаждания.

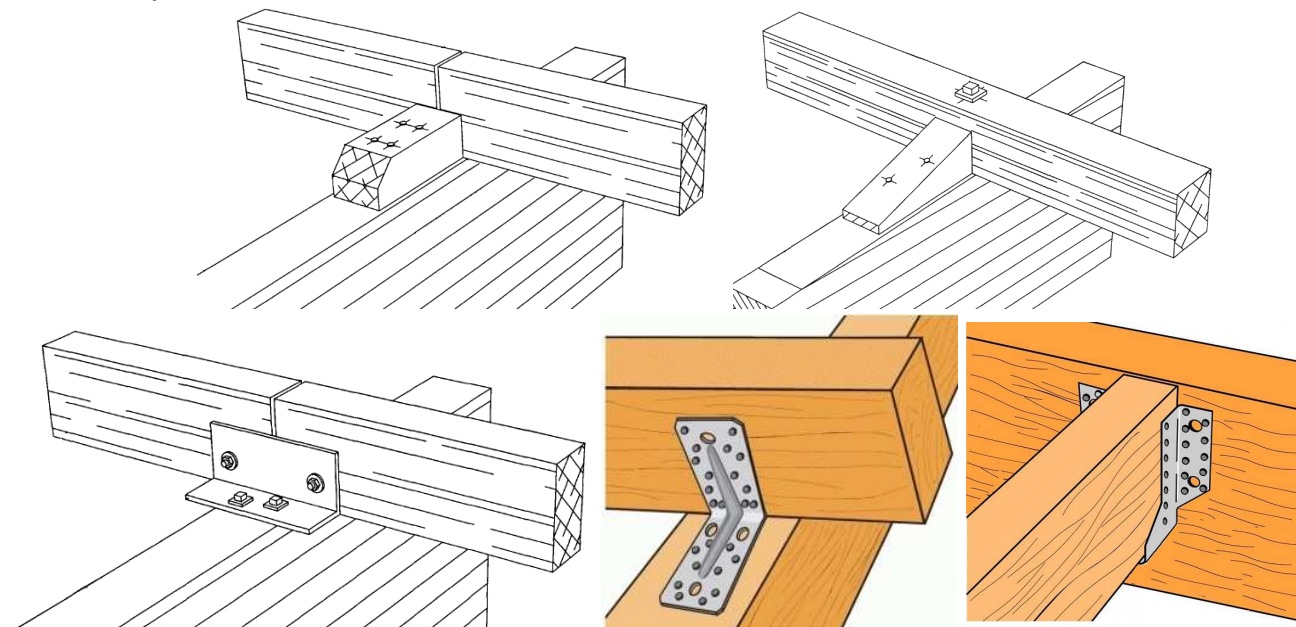


Фиг. 1. Клинозъбно снаждане

Връзката на столиците към главните греди може да се изпълни по няколко начина:

- Чрез дървени трупчета
- Чрез стоманени ъглови планки или ъглови профили
- Чрез стоманени „обувки“

При използването на тези стоманени елементи, столиците не минават над главните греди. Обикновено горния ръб на столиците е на нивото на горния ръб на главните греди.



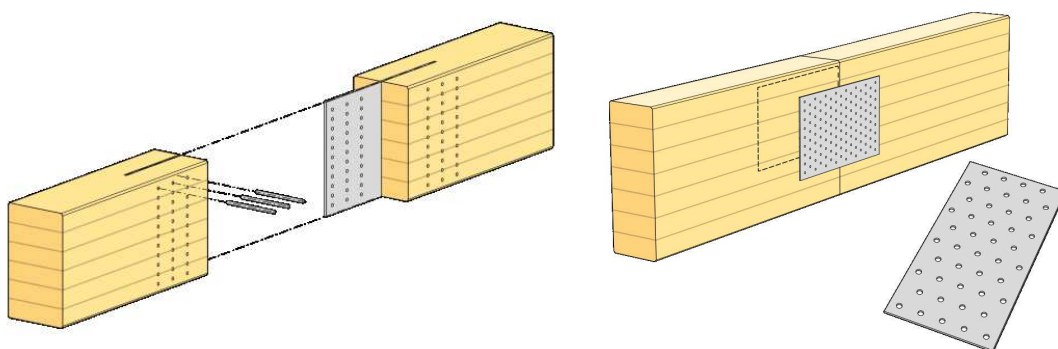
Фиг. 2. Варианти за връзка на столица и главна греда

Снаждането на многоотворните греди се снаждат в зоните, където стойността на огъващия момент от равномерно разпределено натоварване е 0 .

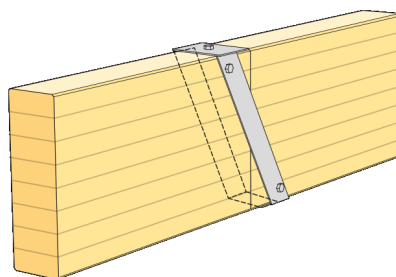
В тези сечения има единствено напречна сила. Оразмеряването на връзката между двете части на сечението е за тази сила V .

В съвременните дървени конструкции широко разпространено е използването на стоманени планки за връзка между два или повече елемента.

Стоманените планки могат да бъдат поставени в прорези в снажданите елементи, или да бъдат отвън.



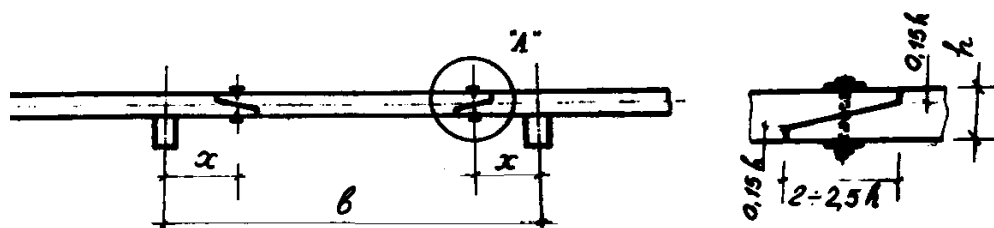
Фиг. 3. Снаждане на елементи със стоманени планки



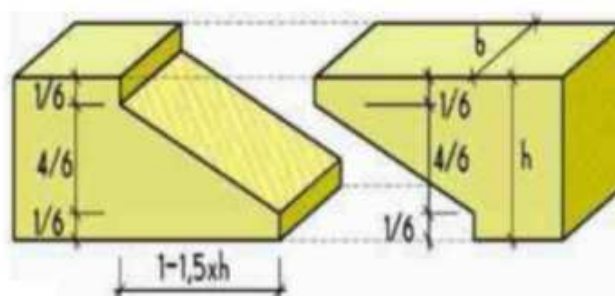
Фиг. 4. Специален стоманен елемент за ставна връзка при греди със статическа схема „герберова“ греда

Предимството на това стоманените планки да са поставени отвън (съответно 2 планки) е, че технологично заготвянето на елементите е много лесно. Монтажът също е по-лесен в сравнение с варианта за стоманена планка поставена в прорез.

Когато планките са в прорези, те са защитени от високите температури при пожарна ситуация. Също така остават скрити и това в повечето случаи е по доброто от естетическа гледна точка.



7.6 Герберови греди



Фиг. 5. Герберова греда, става – чрез зарязване

За курсовия проект:

В материала – „**Оразмеряване на снаждането на столицата**“ са дадени обяснения как се оразмеряват съединения със стоманени планки.

Всеки студент, с учебна цел, независимо от приетата статическа схема на столицата, трябва да представи:

1. *Оразмеряване на снаждане със стоманена планка на избран от него вариант.*

Оразмерителното усилие V_d , за което да се оразмери съединението се определя от изчислителната ситуация – Постоянно въздействие + Сняг, като:

- при Статическа схема „греда на 2 опори“ се приема опорната реакция от столицата;
- при Статическа схема „герберова“ и „непрекъсната“ греда – V_d е напречната сила в сечението, където стойността на огъващия момент е 0.

// на диаграмите с Огъващи моменти и напречни сили трябва да се означаи сечението, както и разстоянието от него до най-близката опора.

2. *Детайла в графичен вид, със съответните разрези, размери и означения.*
3. *Да изчертае детайл на ставна връзка, чрез зарязване.*



Оразмеряване на снаждането на столицата

Подготвено от доц. Д. Бояджиева, доц. В. Танев

Използвани означения:

d – диаметър на съединителя в **mm**;

t_i – дебелина на съответния дървен елемент;

ρ_k –характеристична обемна плътност в **kg/m³**;

$f_{h,i,k}$ –характеристична якост на местно смачкване в дървен елемент **i**;

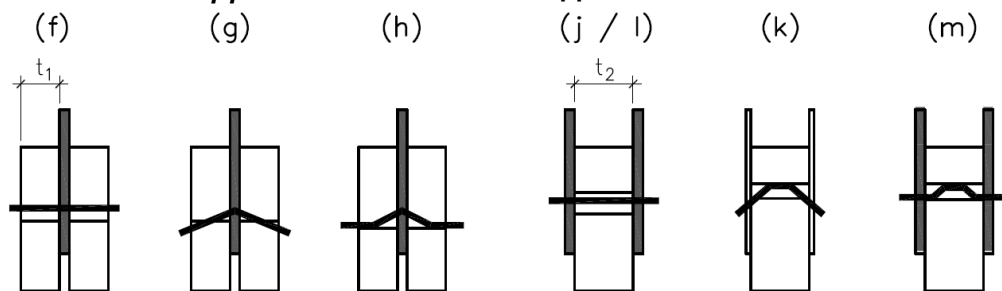
$\beta = \frac{f_{h,2,k}}{f_{h,1,k}}$ – отношение между якостите на смачкване на елементите;

α – ъгъл между силата и направлението на влакната;

$F_{ax,Rk}$ –е характеристична носимоспособност на изтръгване на свързващия елемент;

$M_{y,Rk}$ –е характеристична стойност на пластичния момент в **Nmm**;

ДВУСРЕЗНО СЪЕДИНЕНИЕ и всякаква дебелина на стоманената плоча



Форми на разрушение при двусрезни съединения от тип "стоманена плоча към дървесина"

Характеристична носимоспособност на една равнина на срязване на един съединител при съответните форми на разрушение са:

при стоманена плоча в средата

$$F_{v,Rk} = f_{h,1,k} t_1 d \quad (f)$$

$$F_{v,Rk} = f_{h,1,k} t_1 d \left[\sqrt{2 + \frac{4 M_{y,Rk}}{f_{h,1,k} d t_1^2}} - 1 \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \quad (g)$$

$$F_{v,Rk} = 2,3 \sqrt{M_{y,Rk} f_{h,1,k} d} + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \quad (h)$$

при стоманени плочи от 2-те страни на елемента

$$F_{v,Rk} = 0,5 f_{h,2,k} t_2 d \quad (j/l)$$

$$F_{v,Rk} = 1,15 \sqrt{2 M_{y,Rk} f_{h,2,k} d} + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \quad (k)$$

$$F_{v,Rk} = 2,3 \sqrt{M_{y,Rk} f_{h,2,k} d} + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \quad (m)$$

Характеристичната стойност на пластичния момент за болтове се приема :

$$M_{y,Rk} = 0,3 f_{u,k} d^{2,6}$$



Характеристичната стойност на якостта на смачкване на дървесината или LVL плочи при ъгъл α спрямо влакната, за болтове с диаметър $d < 30\text{mm}$:

$$f_{h,\alpha,k} = \frac{f_{h,0,k}}{k_{90} \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha} \quad N / \text{mm}^2$$

$$f_{h,0,k} = 0,082 \rho_k (1 - 0,01d) \quad N / \text{mm}^2$$

където

$$k_{90} = \begin{cases} 1,35 + 0,015 d & \text{за иглолистна дървесина} \\ 1,30 + 0,015 d & \text{за LVL} \\ 0,90 + 0,015 d & \text{за широколистна дървесина} \end{cases}$$

където:

$f_{h,0,k}$ – характеристична якост при местно смачкване в N/mm^2 ;

ρ_k – характеристична обемна плътност за дървесината в kg/m^3 ;

d – диаметър на болта в mm ;

Минимални разстояния между БОЛТОВЕТЕ до края и до страничния ръб на елемента
(възпроизвежда Таблица 8.4 от БДС EN 1995-1-1)

Разстояния	Ъгъл α	Минимални разстояния
Разстояние a_1 (успоредно на влакната)	$0^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$	$(4 + \cos \alpha) d$
Разстояние a_2 (перпендикулярно на влакната)	$0^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$	$4 d$
Разстояние $a_{3,t}$ (за натоварен край)	$-90^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$	$\max(7 d ; 80\text{mm})$
Разстояние $a_{3,c}$ (за ненатоварен край)	$90^\circ \leq \alpha \leq 150^\circ$	$(1+6 \sin \alpha) d$
	$150^\circ \leq \alpha \leq 210^\circ$	$4 d$
	$210^\circ \leq \alpha \leq 270^\circ$	$(1+6 \sin \alpha) d$
Разстояние $a_{4,t}$ (за натоварен ръб)	$0^\circ \leq \alpha \leq 180^\circ$	$\max[(2+2 \sin \alpha) d ; 3 d]$
Разстояние $a_{4,c}$ (за ненатоварен ръб)	$180^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$	$3 d$

Стомана S235

Граница на опън на стоманената плоча $f_u = 360 \text{ N}/\text{mm}^2$

Граница на провлачване на стоманената плоча $f_y = 235 \text{ N}/\text{mm}^2$

Частен коеф. на сигурност $\gamma_{M0} = \gamma_{M1} = 1,10$

Болтове клас 4.6

Граница на провлачване $f_{by} = 240 \text{ N}/\text{mm}^2$

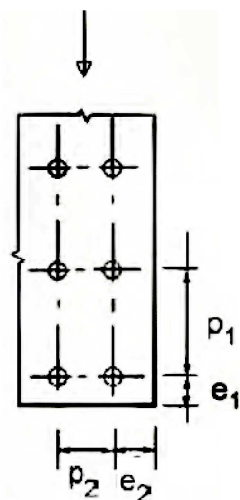
Граница на опън $f_{bu} = 400 \text{ N}/\text{mm}^2$

Частен коеф. на сигурност на съединения, носимоспособност на болтове
 $\gamma_{M2} = 1,25$

Частен коеф. на сигурност на съединения, носимоспособност на плочи,
подложени на смачкване $\gamma_{M2} = 1,25$

Конструиране

препоръчителни минимални разстояния



$$e_1 = 2 d_0$$

$$p_1 = 3 d_0$$

$$e_2 = 1,5 d_0$$

$$p_2 = 3 d_0$$

Определяне на носимоспособността на смачкване

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \alpha_b f_u d t}{\gamma_{M2}} ;$$

$$\alpha_b = \min \begin{cases} 1 \\ \alpha_d \\ f_{ub} / f_u \end{cases} ; \quad \alpha_d = \frac{e_1}{3 d_0} \text{ отчита влиянието на отстоянията по направление на}$$

усилието (за крайни болтове)

$$k_1 = 2,8 \frac{e_2}{d_0} - 1,7 \leq 2,5 \text{ отчита влиянието на отстоянията напречно на}$$

направлението на приложеното усилие (за крайни болтове)

$$t_{пл} = 4, 5, 6, 8, 10 \text{ mm}$$

Болтове М 10, М 12, М 14

Минимум 4 броя болтове.

Препоръчва се да се прилага снаждане със стоманена плоча в средата, поради по-добрата пожароустойчивост на снаждането – Пример 2.

Пример 1

Напречна сила в съединението $V = 10 \text{ kN}$ (което е меродавно);

Дървесина клас С 24 и категория по експлоатация 2.

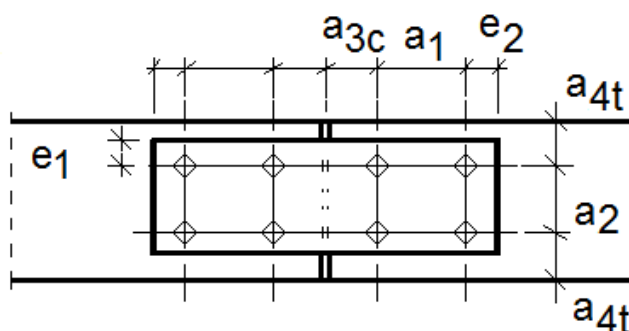
Плътност $\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$

Сечение 100 / 200mm

Приет диаметър на болта М 12, клас 4.6; Приета планка с $t_{пл} = 6 \text{ mm}$

Минимални разстояния	стомана	дървесина
	$d_0 = 13 \text{ mm}$	
$e_1 = 2 d_0$	$e_2 = 25 \text{ mm}$	$a_{3,c} = 7d \sim 85 \text{ mm}$
$e_2 = 1,5 d_0$	$e_1 = 30 \text{ mm}$	$a_{4,t} = 4d \sim 50 \text{ mm}$
$p_1 = 3 d_0$	$p_2 = 40 \text{ mm}$	$a_1 = 5d \sim 60 \text{ mm}$
$p_2 = 3 d_0$	$p_1 = 40 \text{ mm}$	$a_2 = 4d \sim 50 \text{ mm}$

Приети разстояния



$a_{3,c} = 85 \text{ mm}$
$a_1 = 60 \text{ mm}$
$e_1 = 30 \text{ mm}$
$e_2 = 30 \text{ mm}$
$a_{4,t} = 60 \text{ mm}$
$a_2 = 80 \text{ mm}$

Характеристичната стойност на пластичния момент за болтове се приема :

$$M_{y,Rk} = 0,3 f_{u,k} d^{2,6} = 0,3 \cdot 400 \cdot 12^{2,6} = 76745 \text{ N.mm}$$

$$k_{90} = 1,35 + 0,015 d = 1,35 + 0,015 \cdot 12 = 1,53 \quad \text{за иглолистна дървесина}$$

$$f_{h,0,k} = 0,082 \rho_k (1 - 0,01 d) = 0,082 \cdot 350 (1 - 0,01 \cdot 12) = 25,25 \text{ N/mm}^2$$

Силата е перпендикулярна на влакната

Характеристичната стойност на якостта на смачкване на дървесината

$$f_{h,\alpha,k} = \frac{f_{h,0,k}}{k_{90} \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha} = \frac{25,25}{1,53 \cdot 1 + 0} = 16,50 \text{ N/mm}^2$$

при стоманени плочи от 2-те страни на елемента

$$F_{v,Rk} = 0,5 f_{h,2,k} t_2 d = 0,5 \cdot 16,50 \cdot 100 \cdot 12 = 9900 \text{ N}$$

$$F_{v,Rk} = 1,15 \sqrt{2 M_{y,Rk} f_{h,2,k} d} = 1,15 \sqrt{2 \cdot 76745 \cdot 16,50 \cdot 12} = 6340 \text{ N}$$

$$F_{v,Rk} = 2,3 \sqrt{M_{y,Rk} f_{h,2,k} d} = 2,3 \sqrt{76745 \cdot 16,50 \cdot 12} = 8966 \text{ N}$$

изчислителна носимоспособност за 1 срез $F_{v,Rd} = \frac{F_{v,Rk}}{\gamma_M} k_{mod} = \frac{6340}{1,3} \cdot 0,8 = 3900 \text{ N} = 3,9 \text{ kN}$

Брой необходими болтове $n = \frac{V_d}{n_1 \cdot F_{v,Rd}} = \frac{10}{2,3 \cdot 3,9} = 1,3 \Rightarrow 2 \text{ бр.}; n_1 = 2$ срезност на

болта

Приети 4 броя.

Проверка на смачкване $t_{пл} = 6 \text{ mm}$

$$k_1 = 2,8 \frac{e_2}{d_0} - 1,7 \leq 2,5 \quad k_1 = 2,8 \frac{30}{13} - 1,7 = 4,8 \rightarrow k_1 = 2,5$$

$$\alpha_b = \min \left\{ \alpha_d = \frac{e_1}{3d_0} = \frac{30}{3 \cdot 13} = 0,77; \frac{f_{ub}}{f_u} = \frac{400}{360} = 1,11 \right\} \rightarrow \alpha_b = 0,77;$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \alpha_b f_u d t}{\gamma_{M2}} = \frac{2,5 \cdot 0,77 \cdot 360 \cdot 12 \cdot 6}{1,25} = 39917 \text{ N} = 39,9 \text{ kN}$$

Пример 2

Напречна сила в съединението $V = 10 \text{ kN}$ (което е меродавно);

Дървесина клас С 24 и категория по експлоатация 2.

Плътност $\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$

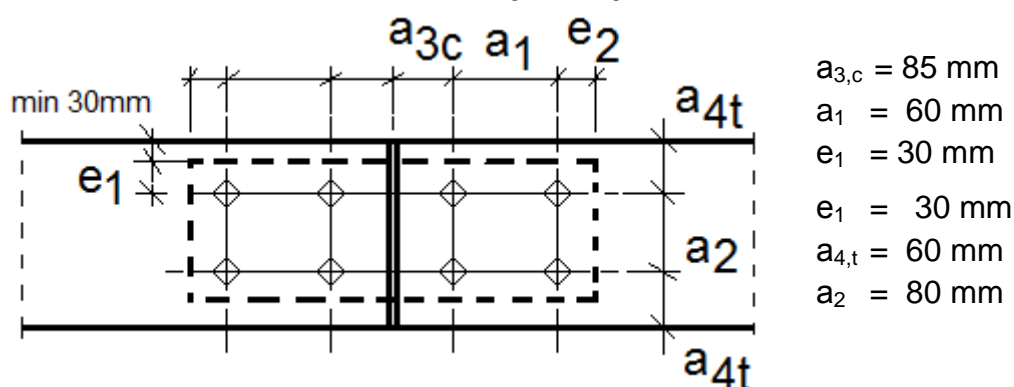
Сечение $100 / 200 \text{ mm}$

Приет диаметър на болта М 12, клас 4.6; Приета планка с $t_{пл} = 6 \text{ mm}$

Минимални разстояния

	стомана	дървесина
	$d_0 = 13 \text{ mm}$	
$e_1 = 2 d_0$	$e_2 = 25 \text{ mm}$	$a_{3,c} = 7d \sim 85 \text{ mm}$
$e_2 = 1,5 d_0$	$e_1 = 30 \text{ mm}$	$a_{4,t} = 4d \sim 50 \text{ mm}$
$p_1 = 3 d_0$	$p_2 = 40 \text{ mm}$	$a_1 = 5d \sim 60 \text{ mm}$
$p_2 = 3 d_0$	$p_1 = 40 \text{ mm}$	$a_2 = 4d \sim 50 \text{ mm}$

Приети разстояния



Характеристичната стойност на пластичния момент за болтове се приема :

$$M_{y,Rk} = 0,3 f_{u,k} d^{2,6} = 0,3 \cdot 400 \cdot 12^{2,6} = 76745 \text{ N}\cdot\text{mm}$$

$$k_{90} = 1,35 + 0,015 d = 1,35 + 0,015 \cdot 12 = 1,53 \quad \text{за иглолистна дървесина}$$

$$f_{h,0,k} = 0,082 \rho_k (1 - 0,01 d) = 0,082 \cdot 350 (1 - 0,01 \cdot 12) = 25,25 \text{ N/mm}^2$$



Силата е перпендикулярна на влакната

Характеристичната стойност на якостта на смачкване на дървесината

$$f_{h,\alpha,k} = \frac{f_{h,0,k}}{k_{90} \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha} = \frac{25,25}{1,53 \cdot 1 + 0} = 16,50 \text{ N/mm}^2$$

при стоманена плоча в средата

$$F_{v,Rk} = f_{h,1,k} t_1 d = 16,50 \cdot 47 \cdot 12 = 9306 \text{ N} \quad // \quad t_1 = (100 - 6) / 2 = 47 \text{ mm}$$

$$F_{v,Rk} = f_{h,1,k} t_1 d \left[\sqrt{2 + \frac{4 M_{y,Rk}}{f_{h,1,k} d t_1^2}} - 1 \right] = 9306 \cdot \left[\sqrt{2 + \frac{4 \cdot 76745}{16,5 \cdot 12 \cdot 47^2}} - 1 \right] = 9306 \cdot 0,644 = 6990 \text{ N}$$

$$F_{v,Rk} = 2,3 \sqrt{M_{y,Rk} f_{h,1,k} d} = 2,3 \sqrt{76745 \cdot 16,50 \cdot 12} = 2,3 \cdot 3898 = 8966 \text{ N}$$

изчислителна носимоспособност за 1 срез $F_{v,Rd} = \frac{F_{v,Rk}}{\gamma_M} k_{mod} = \frac{6990}{1,3} \cdot 0,8 = 4300 \text{ N} = 4,3 \text{ kN}$

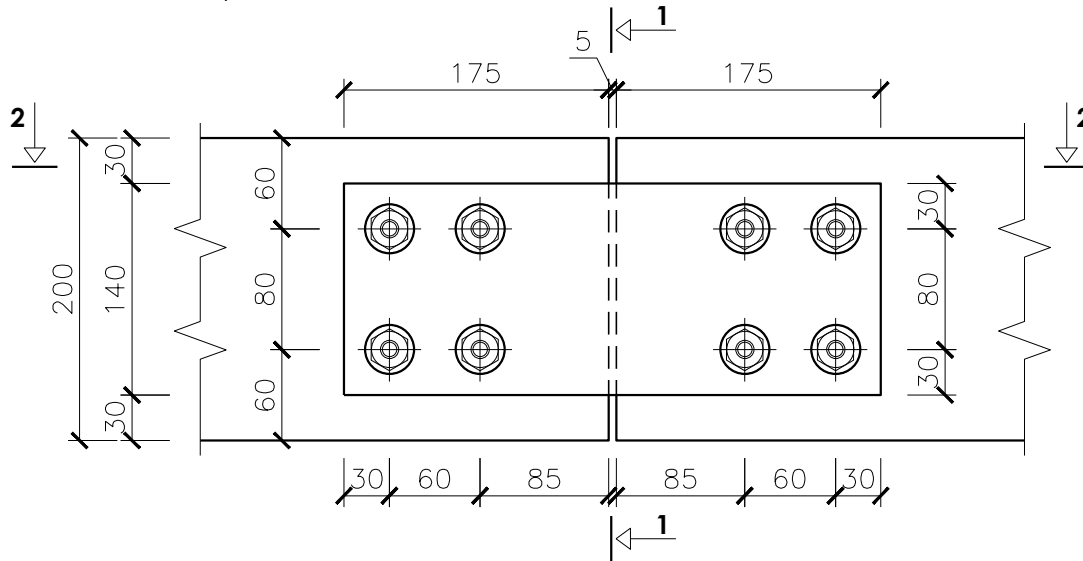
Брой необходими болтове $n = \frac{V_d}{n_1 \cdot F_{v,Rd}} = \frac{10}{2 \cdot 4,3} = 1,2 \Rightarrow 2 \text{ бр.}; \quad n_1 = 2 \quad \text{срезност на}$

болта

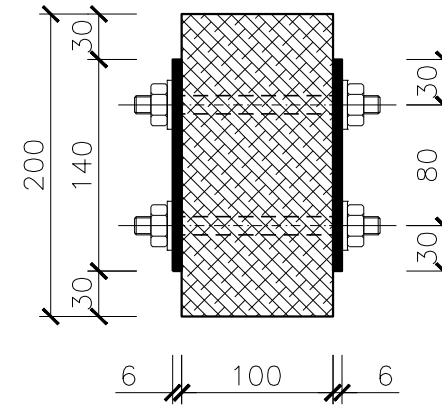
Приети 4 броя.

Детайл "Снаждане столица" - М 1:5

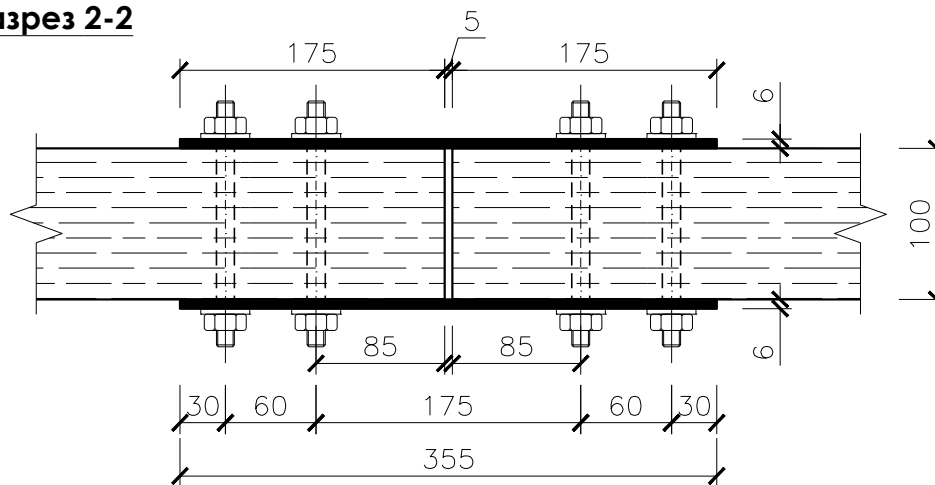
Вариант с две плочи отвън



Разрез 1-1



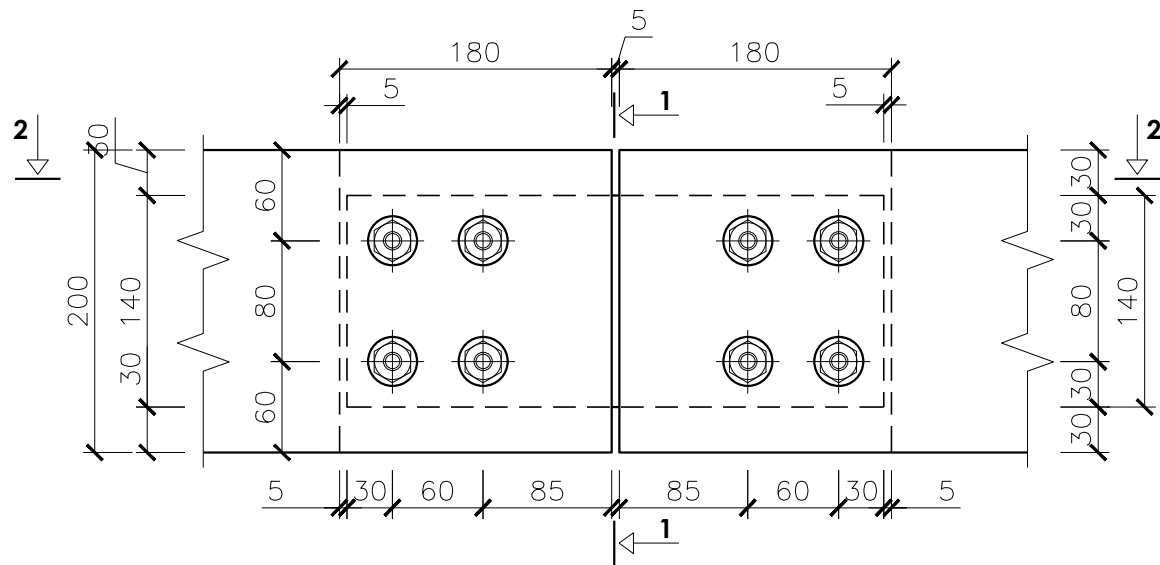
Разрез 2-2



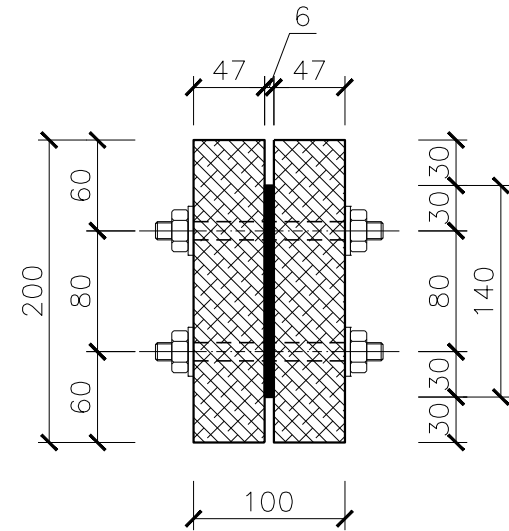
Чертежът е създаден с илюстративна цел към курсовия проект по КДКК на специалност ССС, III курс, УАСГ
Размерите са примерни. Щриховките не са задължителни.

Детайл "Снаждане столица" - М 1:5

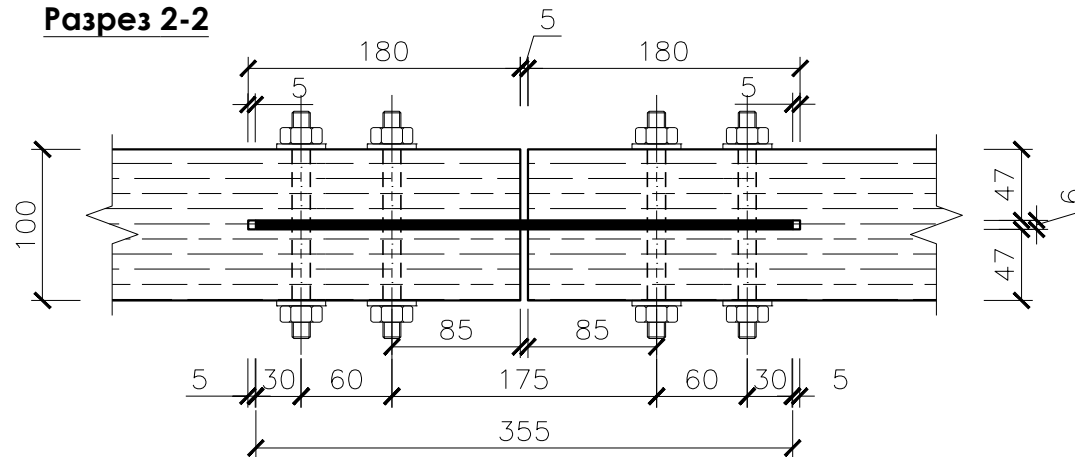
Вариант с една плоча в средата



Разрез 1-1



Разрез 2-2



Чертежът е създаден с илюстративна цел към курсовия проект по КДКК на специалност ССС, III курс, УАСГ
Размерите са примерни. Щриховките не са задължителни.