

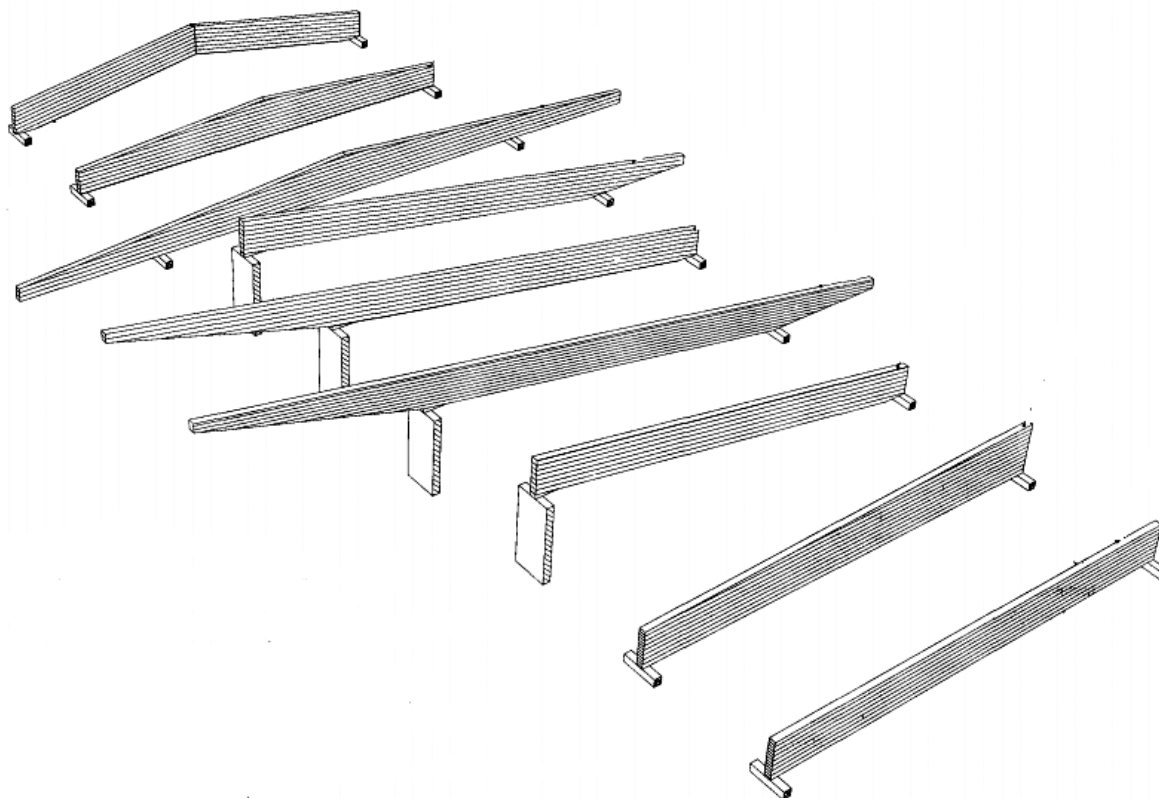
ГЛАВНА ГРЕДА ОТ ЛЕПЕНА ДЪРВЕСИНА

1. Обща информация, статическа схема, напречно сечение и материал.

Главната греда е основен елемент от напречната рамка. В курсовия проект е решено тя да стъпва свободно (ставно) върху колоните поради опростеното детайлиране и изчистената работа на елемента – статическата схема е „проста греда“.

Напречното сечение е правоъгълно, с голяма височина поради необходимостта от голяма огъвна коравина и носимоспособност. Предвид отвора на рамката, който гредата трябва да покрие и необходимостта от коравина и носимоспособност е решено тя да бъде изпълнена от лепена дървесина. Дървени ферми и други видове съставени греди, разбира се, са също подходящи, но греда от масивна дървесина, например, за тези отвори (от 15 - 20м) е абсолютно невъзможно да се оформи.

Гредите от лепена дървесина могат да се оформят по най-разнообразни начини, както се вижда на фигурата долу (Фиг.1.1, [2]). В нашия курсов проект ще разглеждаме само варианти на гредите с еднокатен и двускатен наклон на горния ръб, оформящи съответно еднокатен и двускатен покрив на сградата.



Фиг. 1.1. Различни начини за оформяне на гредите от лепена дървесина [2].

Като начало, за курсовия проект, височината на гредата в нейната среда (независимо дали е двускатна или еднокатна) може да приемете в зависимост от отвора на рамката (L) в диапазона:

$$h_2 \approx \left(\frac{1}{12} \div \frac{1}{14} \right) \cdot L$$

Ширината на сечението (b_r) обикновено е най-малката възможна, заради по-лесното изпълнение, но съблюдавайки стройността на сечението: $(h_{\max} / b_r) < 9$.

Приетата височина и крайните размери на гредата приемете закръглени на 10мм, ширината закръглена на 5мм.

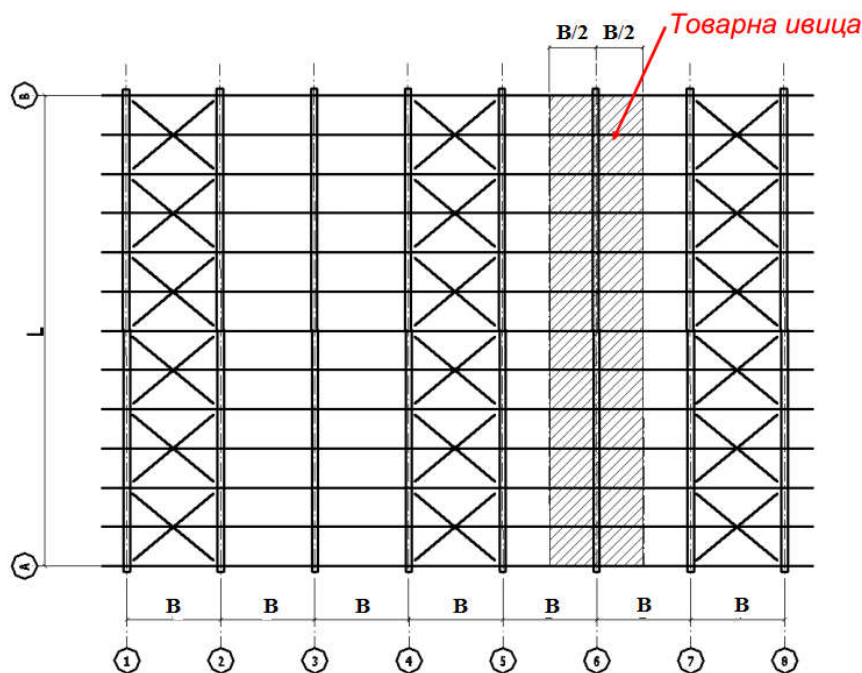
Материалът за елементите от лепена дървесина има означение GL и цифрово означение, сходно по смисъл с това на иглолистната дървесина (класове С). Стандартните класове лепена дървесина и техните характеристики можете да намерите в Ръководството [1]. В случай, че материалът за главната греда не е предварително зададен, изберете го по ваше усмотрение.

При избор на материал вземете предвид, че в реалния живот, извън курсовия проект, по отношение на дървения материал също важи популярната сентенция, че качеството струва пари! Изборът на материал трябва да бъде обоснован. Няма логика да оразмерите главната греда с най-високо качество материал и при това да проявите небрежност по отношение преразхода!

2. Натоварване

Натоварването върху главната греда включва постоянни и временни товари. То може да се намери основно по два начина. Единият, който е представен по-нататък в записката, представлява изчисление на товарите на принципа на приспадащите се площи. Другият, който не е описан тук, е определяне на натоварването с помощта на опорните акции/реакции от присъединените към главната греда второстепенни елементи (напр. столциите).

Приспадащата се площ на една рамка (респ. главна греда) се формира от половината от разстоянието до предишната рамка и половината от разстоянието до следващата в поредицата рамки. Сумарно това е равно на едно композиционно междуосие **В**.



Фиг.2.1 Определяне на приспадащата се товарната ивица за една греда [3].

2.1 Постоянни товари

- собствено тегло покривно покритие (топло и хидроизолация):

$$g_{k,1} = \frac{g_k \times B}{\cos \alpha} [kN / m]$$

$$g_{d,1} = g_{k,1} \times \gamma_G [kN / m]$$

В случая деленето на (cos α) стои заради разликата в дължината на ската по наклона и неговата хоризонтална проекция, която е взета за дължина на статическата схема.

g_k – тегло на покривното покритие (по задание)

B – композиционно междуосие (разстояние между напречните рамки, стъпка на колоните).

$\gamma_G = 1,35$ (коефициент за натоварване, за постоянни товари, за крайни гранични състояния)

α – ъгъл на наклона на покрива

- собствено тегло дъсчена обшивка:

$$g_{k,2} = \frac{t_d \times B \times \rho_k}{\cos \alpha} [kN / m]$$

$$g_{d,2} = g_{k,2} \times \gamma_G [kN / m]$$

Тук също деленето на $(\cos \alpha)$ стои заради по-голямата дължина на ската, мерено по наклона.

t_d – дебелина на дъските от дъсчената обшивка - приема се както е изчислена

B – композиционно междуосие (разстояние между напречните рамки)

ρ_k – обемно тегло (плътност) на дървесината на дъсчената обшивка; $[kN/m^3]$

$\gamma_G = 1,35$ (коефициент за натоварване, за постоянни товари, за крайни гранични състояния)

α – ъгъл на наклона на покрива

- собствено тегло столци:

$$g_{k,3} = \frac{h_c \times b_c \times B \times \rho_k^{\text{столци}}}{a_c} [kN / m]$$

$$g_{d,3} = g_{k,3} \times \gamma_G [kN / m]$$

h_c – височина на напречното сечение на столци;

b_c – ширина на напречното сечение на столци;

B – композиционно междуосие (разстояние между напречните рамки)

$\rho_k^{\text{столци}}$ – обемно тегло (плътност) на дървесината на столци; $[kN/m^3]$

a_c – разстояние между столците, хоризонтална проекция;

$\gamma_G = 1,35$ (коефициент за натоварване, за постоянни товари, за крайни гранични състояния)

Натоварването от собствено тегло на столците е представено като линеен равномерно разпределен товар върху главната греда. Теглото на една столца с дължина, равна на приспадащата се товарна площ на гредата (в числител) е разделена на разстоянието между столците (в знаменател), тоест, казано с прости думи, теглото ѝ е разпределено върху зоната ѝ на влияние (в нейната приспадаща се товарна ширина). Същото би се получило ако се сумират всички тегла на всички столци върху една главна греда и сумарното тегло се раздели на отвора на гредата, т.е. се разпредели по дължината на гредата.

- собствено тегло главна греда:

$$g_{k,4} = \frac{(h_{\max} + h_{\min})}{2} \times b_g \times \rho_k^{GL} [kN / m]$$

$$g_{d,4} = g_{k,4} \times \gamma_G [kN / m]$$

h_{\max} – най-голямата височина на гредата (виж Фиг.3.1);

h_{\min} – най-малката височина на гредата (виж Фиг.3.1);

b_g – ширина на напречното сечение на гредата;

ρ_k^{GL} – обемно тегло (плътност) на дървесината на главната греда; $[kN/m^3]$

$\gamma_G = 1,35$ (коефициент за натоварване, за постоянни товари, за крайни гранични състояния)

Както е видно от формулата, теглото се определя за еквивалентна греда с постоянно напречно сечение, която има височина, равна на средната за гредата. По този начин обемът дървесина в еквивалентната греда е

равен на обема дървесина в нашата греда с променливо сечение. Формулата е валидна както за двускатна, така и за едноскатна греда.

Направеното опростяващото приемане **не е в полза на сигурността**, сравнено с точното отчитане на теглото, но разликата в получените разрезни усилия не е голяма и може да се пренебрегне в този конкретен случай.

Общо постоянни товари:

$$\text{Характеристични стойности: } g_{k,0} = g_{k,1} + g_{k,2} + g_{k,3} + g_{k,4} \text{ [kN/m]}$$

$$\text{Изчислителни стойности: } g_{d,0} = g_{d,1} + g_{d,2} + g_{d,3} + g_{d,4} \text{ [kN/m]}$$

2.2 Временни товари

- натоварване от сняг – дадено е в нормите по следната формула, като изчисленото по този начин натоварване е площно натоварване за хоризонтална повърхност.

$$S = \mu \times C_e \times C_t \times s_k \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

μ – коефициент, отчитащ формата на покрива ($\mu=0,8$ за едноскатни и двускатни покриви с малки наклони)

C_e – коефициент на изложение. ($C_e = 1,0$)

C_t – температурен коефициент. ($C_t = 1,0$)

s_k – базова стойност на натоварването от сняг (по задание) [kN/m²]

Коефициентът на изложение и температурният коефициент имат нормална стойност, равна на 1,0 като могат по принцип да се задават от проектанта с различни стойности, но само ако има налице надеждно основание, че натоварването от сняг през целия експлоатационен срок на сградата ще бъде намалено или респ. увеличено вследствие на специфични условия и фактори.

$$S_{k,1} = S \times B \text{ [kN/m]}$$

$$S_{d,1} = S_{k,1} \times \gamma_Q \text{ [kN/m]}$$

B – композиционно междуосие (разстояние между напречните рамки)

$\gamma_Q = 1,50$ (коефициент за натоварване, за временни товари, за крайни гранични състояния)

- натоварване от вятър – натоварването от вятър може да окаже влияние върху главната греда, но в курсовия проект, с цел опростяване, натоварване от вятър по покрива, респ. главната греда не се изчислява.

2.3 Комбинации на товарите.

В тези товарни комбинации влизат постоянни G_k и временни товари Q_k . Комбинирането на въздействията в основна комбинация обобщено може да се опише чрез израза:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \times G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \times Q_{k,1} + \sum_{i \geq 2} \gamma_{Q,i} \times \psi_{0,i} \times Q_{k,i}$$

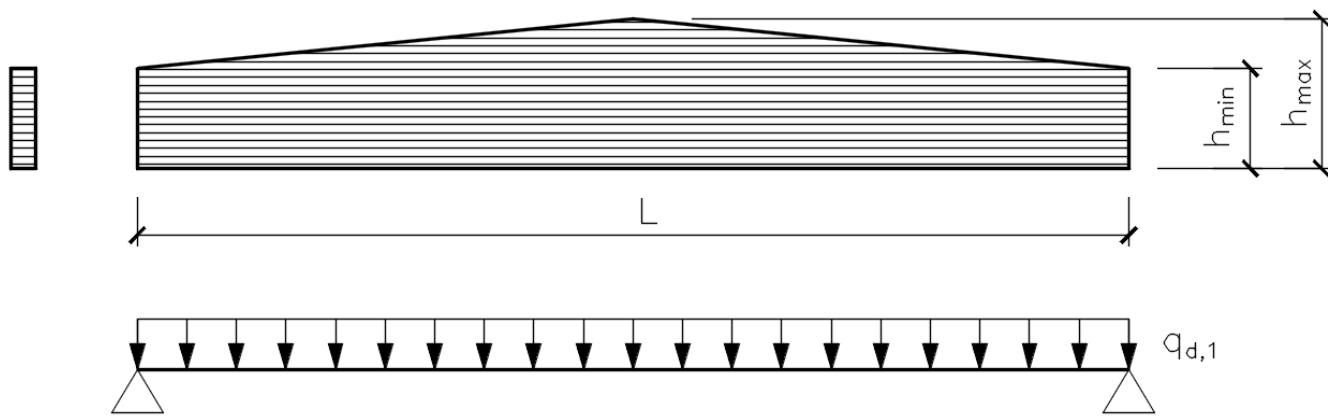
Общо за курсовия проект съставяме само една товарна комбинация:

(1) Постоянни товари [G] + Сняг [S] (среднопродължителна изчислителна ситуация)

Общ разпределен товар с характеристични стойности за ЕГС: $q_{k,1} = g_{k,0} + S_{k,1} \text{ [kN/m]}$

Общ разпределен товар с изчислителни стойности за КГС: $q_{d,1} = g_{d,0} + S_{d,1} \text{ [kN/m]}$

3. Разрезни усилия.



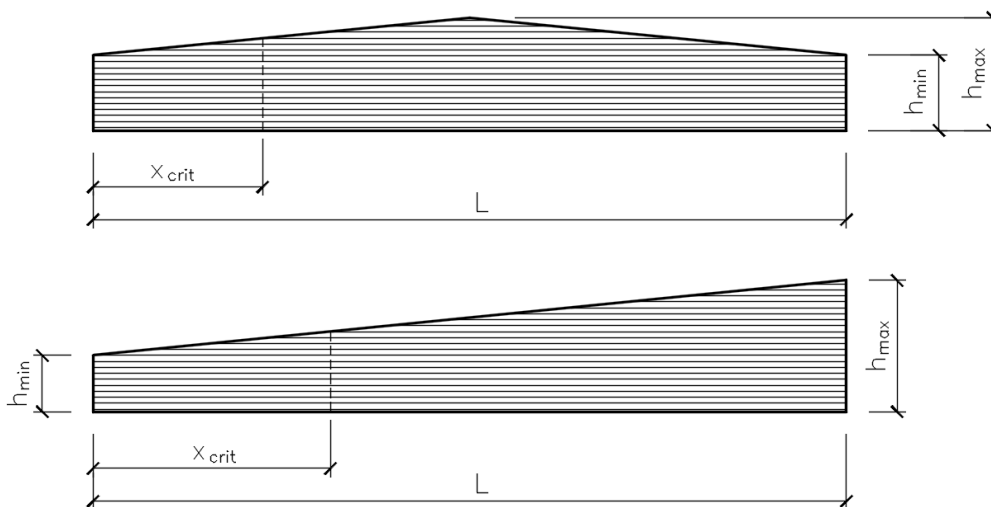
Фиг.3.1 Геометрия и статическа схема на главната греда.

Главната греда е със статическа схема „проста греда“.

За оразмерителните проверки са ни нужни диаграми на огъващ момент и срязващи сили от комбинираното изчислително натоварване $q_{d,1}$ [kN/m], които можете да изчислите и съставите сами, с помощта на познанията ви по статика.

Тъй като гредата е с променливо сечение, мястото на максималните напрежения от огъване **не съвпада** с мястото където огъващият момент е максимален.

Сечението с максимални нормални напрежения от огъване е илюстрирано на Фиг.3.2.



Фиг.3.2 Разположение на „критичното“ сечение в едноскатна и двускатна греда.

Разстоянието x_{crit} се намира по следните изрази:

Двускатна главна греда:
$$x_{crit} = L \times \frac{h_{min}}{2 \times h_{max}}$$

Едноскатна главна греда:
$$x_{crit} = L \times \frac{h_{min}}{(h_{min} + h_{max})}$$

В диаграмата на огъващия момент трябва да бъде отбелязан както максималният огъващ момент в средата, така и огъващият момент в „критичното“ сечение на разстояние x_{crit} от опората.

4. Проверки по крайни гранични състояния (КГС).

Проверките по КГС за главната греда включват:

- проверка на максималните нормални напрежения от огъване (1);
- проверка на максималните срязващи напрежения (2);
- проверка за загуба на обща устойчивост (3);

Допълнително само за двускатните греди се правят следните проверки:

- проверка на нормалните напрежения в билото (4);
- проверка на опънните напрежения в билото, перпендикулярно на влакната (5);

В гредите обикновено съществува и риск от локално смачкване в опорните зони, което също е вид КГС, но то ще бъде разгледано при конструиране на опорния детайл.

Якостни характеристики на лепената дървесина (за информация и справка – не е нужно да изчислявате всичките възможни, ако не ви трябват за проверките) – изчислителни стойности:

- | | |
|---|--|
| ➤ Якост на огъване: | $f_{m,g,d} = k_{mod} \times \frac{f_{m,g,k}}{\gamma_M} \times k_h$ |
| ➤ Якост на срязване: | $f_{v,g,d} = k_{mod} \times \frac{f_{v,g,k}}{\gamma_M}$ |
| ➤ Якост на натиск успоредно на влакната | $f_{c,0,g,d} = k_{mod} \times \frac{f_{c,0,g,k}}{\gamma_M}$ |
| ➤ Якост на натиск перпендикулярно на влакната | $f_{c,90,g,d} = k_{mod} \times \frac{f_{c,90,g,k}}{\gamma_M}$ |
| ➤ Якост на опън успоредно на влакната | $f_{t,0,g,d} = k_{mod} \times \frac{f_{t,0,g,k}}{\gamma_M}$ |
| ➤ Якост на опън перпендикулярно на влакната | $f_{t,90,g,d} = k_{mod} \times \frac{f_{t,90,g,k}}{\gamma_M}$ |

В гореизброените формули са използвани следните означения:

$\gamma_M = 1,25$ – коефициент на сигурност по материал за лепена многопластова дървесина;

k_{mod} - коефициент, отчитащ влиянието на продължителността на натоварване и на съдържанието на вода в дървесината:

= 0,80 за слепен дървен материал, средно продължително въздействие и 1 или 2 категория по експлоатация;

= 1,10 за слепен дървен материал, мигновено въздействие и 1 или 2 категория по експлоатация;

k_h – коефициент, отчитащ ефекта от размера на елемента. При слепен слоест дървен материал с правоъгълно напречно сечение, k_h се определя чрез израза:

$$1,00 \leq k_h = \left(\frac{600}{h} \right)^{0,1} \leq 1,10,$$

където h е височината на елемента на огъване, в mm.

$f_{m,g,k}, f_{v,g,k}, f_{c,0,g,k}, f_{c,90,g,k}, f_{t,0,g,k}, f_{t,90,g,k}$ – характеристичната стойност на съответната якост за слепен дървен материал, виж Таблица 2 от Приложение 2 на Ръководството [1];

4.1. Проверка на максималните нормални напрежения от огъване.

Проверката се извършва в мястото с максимални напрежения, което в нашия случай е в критичното сечение (на разстояние x_{crit} от опората):

$$\frac{\sigma_{m,d}}{k_{m,\alpha} \times f_{m,g,d}} \leq 1,0$$

където:

$f_{m,g,d}$ е изчислителната стойност на якостта на огъване (виж т.4);

$k_{m,\alpha}$ е коефициент отчитащ влиянието на наклона върху якостта, определя се по таблици 10 и 11 на Приложение 1 от Ръководството [1] или по следните формули (α е наклонът на покрива):

- при напрежения на опън от страната на наклонения ръб на гредата:

$$k_{m,\alpha} = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{f_{m,g,d}}{0,75 \times f_{v,g,d}} \times \operatorname{tg}(\alpha) \right)^2 + \left(\frac{f_{m,g,d}}{f_{c,90,g,d}} \times \operatorname{tg}^2(\alpha) \right)^2}}$$

- при напрежения на натиск от страната на наклонения ръб на гредата:

$$k_{m,\alpha} = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{f_{m,g,d}}{1,5 \times f_{v,g,d}} \times \operatorname{tg}(\alpha) \right)^2 + \left(\frac{f_{m,g,d}}{f_{c,90,g,d}} \times \operatorname{tg}^2(\alpha) \right)^2}}$$

$\sigma_{m,d}$ са нормалните напрежения от огъване в критичното сечение:

$$\sigma_{m,\alpha,d} = \frac{M(x_{crit})}{W_y(x_{crit})}$$

$M(x_{crit})$ е огъващият момент в „критичното“ сечение (виж фиг.3.2);

$W_y(x_{crit})$ е съпротивителен момент на сечението на гредата в „критичното“ сечение.

Тъй гредата е с променлива височина, трябва да си намерите височината на гредата $h(x_{crit})$ в „критичното“ сечение и с нейна помощ да изчислите съпротивителния момент на сечението. Имайте предвид, че тук оста у-у е хоризонталната ос на сечението и в известната ви от „Съпротивление на материалите“ формула за съпротивителен момент на правоъгълно сечение именно $h(x_{crit})$ е размерът, повдигнат на квадрат.

4.2. Проверка на максималните срязващи напрежения.

Проверката се извършва за зоната с максимални срязващи напрежения. В нашия случай това са зоните на опорите, а в едноскатната греда, логично, само от страната на h_{min} :

$$\frac{\tau_d}{f_{v,g,d}} \leq 1,0$$

където:

$f_{v,g,d}$ е изчислителната стойност на якостта на срязване (виж т.4);

τ_d са напреженията от срязване. Изчисляват се по известната формулата на Журавски за срязващите напрежения, която тук е преработена за правоъгълно сечение и има вида:

$$\tau_d = \frac{1,5 \times V_d}{b_{ef} \times h_s}$$

V_d е изчислителната стойност на срязващото усилие;

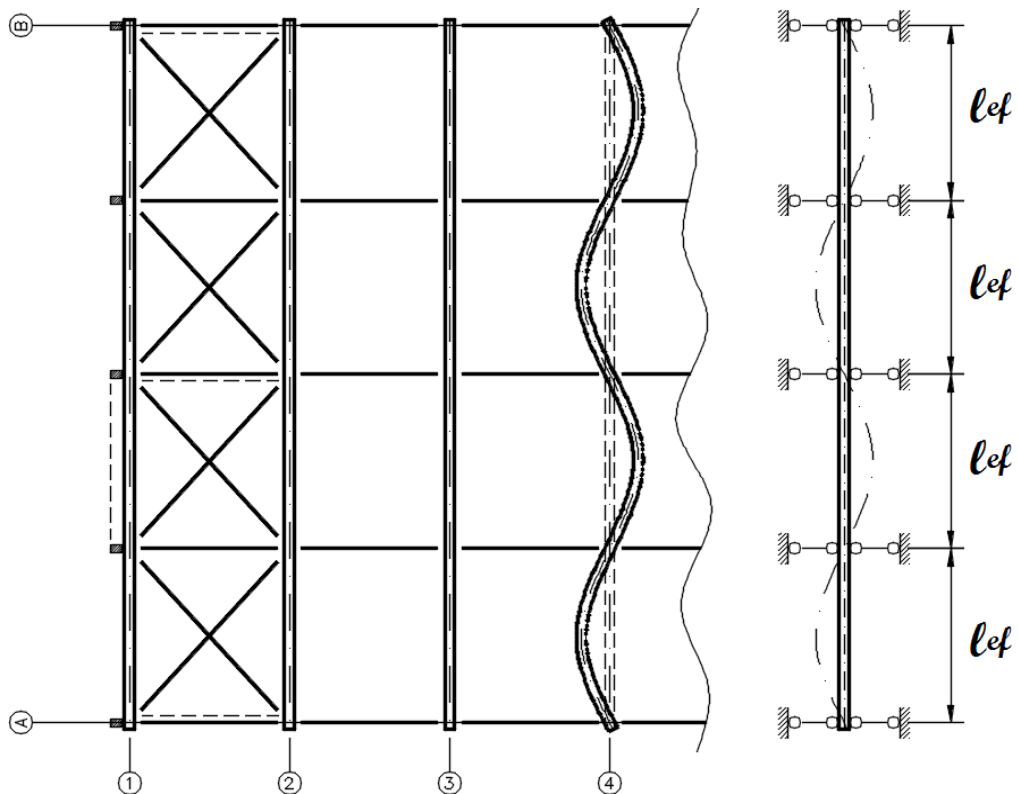
h_s – височината на гредата където е приложена изчислителната срязваща сила. В нашия случай с известно опростяване може да вземем $h_s = h_{min}$;

b_{ef} – ефективната широчина на елемента. Определя се приблизително като $b_{ef} = 0,67 \cdot b_T$ (отчитат се евентуални естествени напуквания в дървесината по външната повърхност на сечението);

4.3. Проверка за загуба на обща устойчивост.



Фиг.4.1 Загуба на устойчивост на гредата с правоъгълно напречно сечение [3].



Фиг.4.2 Укрепени точки и изкълчвателни дължини за примерна главна гредата от конструкцията.

Загубата на устойчивост на гредите е състояние, което настъпва при достигане на критично голяма стойност на вертикалното натоварване. Като явление, загубата на устойчивост се характеризира с необратимо странично преместване и завъртане на гредата в неукрепените участъци (виж фиг.4.1), което се случва след достигане на критичното натоварване и без да е необходимо то да се увеличава. Процесът, веджъж започнал, е необратим и води до неконтролируема деформация от описания тип, до разрушението на елемента или конструкцията. Важно е да се знае, че в зависимост от стройността на гредата **критичното натоварване може да е много по-малко от граничното**, което тя може да понесе, ако е непрекъснато укрепена по цялата си дължина.

За укрепени точки от гредата се считат тези, които я свързват с укрепваща система посредством разпънки или други точки, чието преместване перпендикулярно на оста на гредата е ограничено. На Фиг.4.2 са показани традиционни укрепени точки и неукрепени участъци (изкълчвателни дължини l_{ef}) по дължината на една примерна главна греда.

Проверката за обща устойчивост на гредата наподобява проверка на напреженията от огъване, но с коефициент, който отчита всички фактори, имащи влияние върху устойчивостта. По този начин допустими са само напрежения по-малки или най-много равни на критичните ($k_{crit} \times f_{m,d}$, при които гредата би загубила устойчивост).

Проверката се извършва по формулата:

$$\frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit} \times f_{m,g,d}} \leq 1,0$$

където

$\sigma_{m,d}$ са нормалните напрежения от огъване в гредата, в критичното сечение (виж т.4.1);

$f_{m,g,d}$ – изчислителната якост на огъване на слепен дървен материал (виж т.4);

k_{crit} – коефициент на устойчивост. Определя се както следва:

$$k_{crit} = \begin{cases} 1 & \text{за } \lambda_{rel,m} \leq 0,75 \\ 1,56 - 0,75 \times \lambda_{rel,m} & \text{за } 0,75 < \lambda_{rel,m} \leq 1,40 \\ \frac{1}{\lambda_{rel,m}^2} & \text{за } \lambda_{rel,m} > 1,40 \end{cases}$$

където:

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{m,g,k}}{\sigma_{m,crit}}}$$

$f_{m,g,k}$ – характеристичната якост на огъване на слепен дървен материал, от който е изградена главната греда, виж Таблица 2 от Приложение 2;

$\sigma_{m,crit}$ – критичното натисково напрежение за загуба на обща устойчивост на гредата. За греди от иглолистен дървен материал с правоъгълно сечение, $\sigma_{m,crit}$ може да се определи по формулата:

$$\sigma_{m,crit} = \frac{\pi \times b_r^2}{h_r \times l_{ef}} \times \sqrt{E_{0,05} \times G_{0,05} \times \left(1 - 0,63 \times \frac{b_r}{h_r}\right)}$$

където:

b_r е широчината на гредата;

h_r – височината на гредата в разглежданото сечение. В нашия случай може да се приеме $h_r = h_{crit}$, височината на гредата в „критичното“ сечение;

l_{ef} – ефективната дължина на гредата, зависи от подпорните условия и от разпределението на товара, виж Фиг.4.2;

$E_{0,05}$ – стойност на модула на линейни деформации с 95% обезпеченост, виж Таблица 2 от Приложение 2.

$G_{0,05}$ – стойност на модула на срязване с 95% обезпеченост. Приемете $G_{0,05} = (1/16) \cdot E_{0,05}$

4.4. Проверка на нормалните напрежения в билото (за двускатна греда).

$$\frac{\sigma_{m,ap,d}}{k_r \times f_{m,g,d}} \leq 1,0$$

където:

k_r - отчита намаляването на якостта вследствие на огъване на слоевете при производство на елемента; тъй като двускатните греди се произвеждат без огъване (за разлика от дъговидните например), то $k_r = 1,0$ за двускатни греди;

$f_{m,g,d}$ е изчислителната якост на огъване на слепен дървен материал (виж т.4);

$\sigma_{m,ap,d}$ са нормалните напрежения в билото; определят се чрез израза:

$$\sigma_{m,ap,d} = k_\ell \times \frac{M_{ap,d}}{W_{ap}}$$

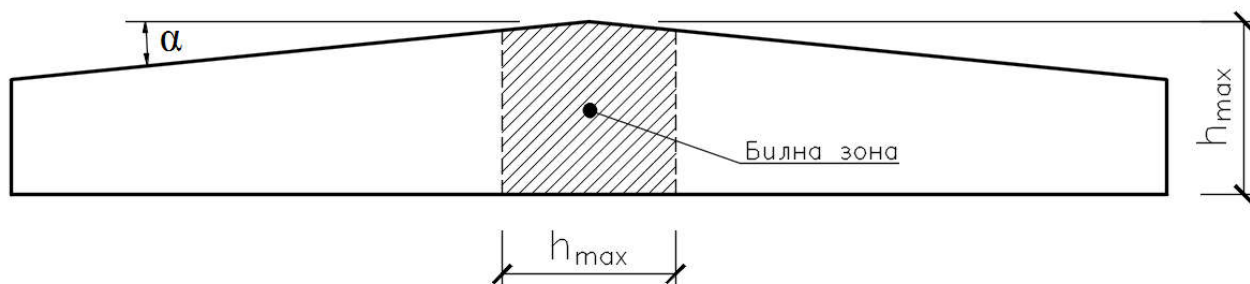
$k_\ell = k_1 + k_2 \times \left(\frac{h_{max}}{r}\right) + k_3 \times \left(\frac{h_{max}}{r}\right)^2 + k_4 \times \left(\frac{h_{max}}{r}\right)^3$, но $r \rightarrow \infty$ при двускатна греда и следователно:

$$k_\ell = k_1 = 1 + 1,4 \times (\tan \alpha) + 5,4 \times (\tan^2 \alpha)$$

$M_{ap,d}$ са нормалните напрежения от огъване в билото на гредата;

W_{ap} е съпротивителният момент на напречното сечение в билото на гредата, с височина h_{max} ;

4.5. Проверка на опънните напрежения в билото, перпендикулярно на влакната (за двускатна греда).



Фиг.4.3 Билна зона в главната греда.

$$\frac{\sigma_{t,90,d}}{k_{dis} \times k_{vol} \times f_{t,90,g,d}} \leq 1,0$$

където:

$$\sigma_{t,90,d} = k_p \times \frac{M_{ap,d}}{W_{ap}}$$

$M_{ap,d}$ са нормалните напрежения от огъване в билото на гредата;

W_{ap} е съпротивителният момент на напречното сечение в билото на гредата;

$$k_p = k_5 + k_6 \times \left(\frac{h_{\max}}{r} \right) + k_7 \times \left(\frac{h_{\max}}{r} \right)^2, \text{ но } r \rightarrow \infty \text{ при двускатна греда и следователно:}$$

$$k_p = k_5 = 0,2 \times (\tan \alpha)$$

$k_{\text{dis}} = 1,40$ за двускатни греди

$$k_{\text{vol}} = \left(\frac{V_0}{V} \right)^{0,2}, \text{ където } V_0 = 0,01 \text{ m}^3, \text{ а } V \text{ е напрегнатия обем [m}^3\text{] в билната зона (виж Фиг.4.3)}$$

$f_{t,90,g,d}$ е изчислителната якост на опън перпендикулярно на влакната (виж т.4);

5. Проверки по експлоатационни гранични състояния (ЕГС)

От проверките по ЕГС за главната греда ще направим проверка на провисването на гредата. Изчислението на провисването на главната греда е по-специфично поради спецификата на материала (лепен многослоен материал) и поради геометрията ѝ (променливо сечение). Тези два фактора дават отражение във формулите за изчисление. На първо място, **поради слоестия материал** провисването се изчислява като съставено от две компоненти – компонента вследствие огъването и компонента вследствие срязването. На второ място, **поради променливото сечение**, към формулите за провисване се добавят коефициенти, които отчитат тази особеност на геометрията. Коефициентите ще бъдат изписани във формулите с по-общото означение $k_{\delta b}$ и $k_{\delta s}$, а конкретно за различните главни греди използвайте следните коефициенти:

- Двускатна греда: Вместо $k_{\delta b}$ и $k_{\delta s}$, изчислявайте съответно с **$k4_{\delta b}$** и **$k4_{\delta s}$** (Табл.3 и Табл.4 от Приложение 3 на Ръководството [1]);
- Едноскатна греда: Вместо $k_{\delta b}$ и $k_{\delta s}$, изчислявайте съответно с **$k2_{\delta b}$** и **$k2_{\delta s}$** (Табл.3 и Табл.4 от Приложение 3 на Ръководството [1]);

Формулите за изчисление на мигновено провисване вследствие огъване са:

$$w_{\text{inst,G}}^M = \frac{5}{384} \times \frac{g_{k,0} \times L^4 \times k_{\delta b}}{E_{0,g,\text{mean}} \times I_{\text{min}}}$$

$$w_{\text{inst,S}}^M = \frac{5}{384} \times \frac{S_{k,1} \times L^4 \times k_{\delta b}}{E_{0,g,\text{mean}} \times I_{\text{min}}}$$

Формулите за изчисление на мигновено провисване вследствие срязване са:

$$w_{\text{inst,G}}^V = \frac{1,2}{8} \times \frac{g_{k,0} \times L^2 \times k_{\delta s}}{G_{0,g,\text{mean}} \times A_{\text{min}}}$$

$$w_{\text{inst,S}}^V = \frac{1,2}{8} \times \frac{S_{k,1} \times L^2 \times k_{\delta s}}{G_{0,g,\text{mean}} \times A_{\text{min}}}$$

Сумарното мигновено провисване се ограничава до следната стойност:

$$w_{\text{inst}} = \left(w_{\text{inst,G}}^M + w_{\text{inst,G}}^V \right) + \left(w_{\text{inst,S}}^M + w_{\text{inst,S}}^V \right) \leq \frac{L}{400}$$

$E_{0,g,\text{mean}}$ – средна стойност на модула на линейни деформации, успорено на влакната, виж Табл. 2 от Приложение 2 на Ръководството [1];

$G_{g,\text{mean}}$ – средна стойност на модула на срязване – Табл. 2 от Приложение 2 на Ръководството [1]

$I_{\text{min}}, A_{\text{min}}$ – стойности съответно на инерционния момент и площта на напречното сечение в края на гредата, с височина h_{min} ;

Крайното провисване, което се получава само от дълготрайни и постоянни товари, изчислително се получава от мигновеното, мащабирано с помощта на деформационен коефициент (k_{def}):

$$w_{fin,G} = w_{inst,G} \times (1 + k_{def}) = (w_{inst,G}^M + w_{inst,G}^V) \times (1 + k_{def})$$

k_{def} – деформационен коефициент, който отчита категорията на експлоатация и вида на дървесината (виж Табл.2 от Приложение 1 на Ръководството [1]);

Някои от временните товари също предизвикват пълзене в дървесината, ако са дълготрайни, и това води до увеличение на мигновеното провисване. В нашия проект, временно натоварване е снегът:

$$w_{fin,S} = w_{inst,S} \times (1 + \psi_2 \times k_{def}) = (w_{inst,S}^M + w_{inst,S}^V) \times (1 + \psi_2 \times k_{def})$$

ψ_2 – коефициент за квазипостоянна стойност на променливите въздействия;

= 0 за натоварване от сняг при терени с надморска височина до 1000 m;

= 0,2 за натоварване от сняг при терени с надморска височина по-голяма от 1000 m;

Стойностите на коефициента ψ_2 за тези и други временни товари са дадени в Таблица NA.A1.1 в стандарт БДС EN 1990:2003/NA:2012.

Сумарното крайно провисване на главната греда се ограничава до стойността:

$$w_{fin} = w_{fin,G} + w_{fin,S} \leq \frac{L}{300}$$

Използвана литература.

[1] Бояджиева Д. Дървени конструкции. Ръководство за курсово и дипломно проектиране в съответствие с БДС EN 1995-1-1 (*второ допълнено и преработено издание*), София, 2016, ISBN 978-954-724-096-4

[2] Шмидт А., Дмитриев П. Атлас строительных конструкций из клееной древесины и водостойкой фанеры., АСВ, Москва, 2002.

[3] Учебни материали за часовете по ДПК – доц. И. Тотев