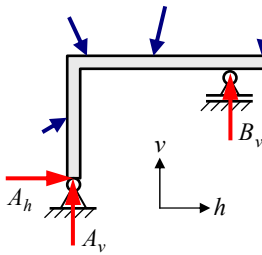


## ПОСЛЕДОВАТЕЛНОСТ ЗА РЕШАВАНЕ НА ЗАДАЧИ

### I. Опорни реакции

- Въвежда се координатна система с хоризонтална и вертикална ос –  $hv$ , с произволно начало;
- Опорите се означават като  $A$  и  $B$ , а опорните реакции в тях – като  $A_h$  и/или  $A_v$ ;  $B_h$  и/или  $B_v$ ;
- Пресмятат се опорните реакции и се прави проверка:

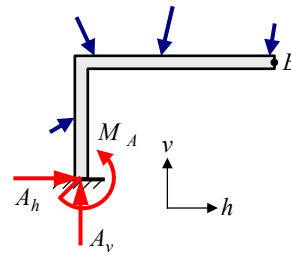
Рамка на две опори:



$$\begin{aligned} \sum M_{Ai} &= 0; \quad B_v = \dots; \\ \sum M_{Bi} &= 0; \quad A_v = \dots; \\ \sum h_i &= 0; \quad A_h = \dots; \end{aligned}$$

Проверка:  $\sum v_i = 0; \quad 0 = 0; \text{вярно.}$

Запъната рамка:



$$\begin{aligned} \sum M_{Ai} &= 0; \quad M_A = \dots; \\ \sum v_i &= 0; \quad A_v = \dots; \\ \sum h_i &= 0; \quad A_h = \dots; \end{aligned}$$

Проверка:  $\sum M_{Bi} = 0; \quad 0 = 0; \text{вярно.}$

### II. Вътрешни усилия

#### 1. Поставя се реперна линия

- В хоризонталните участъци - от долната им страна;
- Във вертикалните участъци - избира се такава страна, че реперната линия да пресича оста на рамката възможно най-малко пъти.

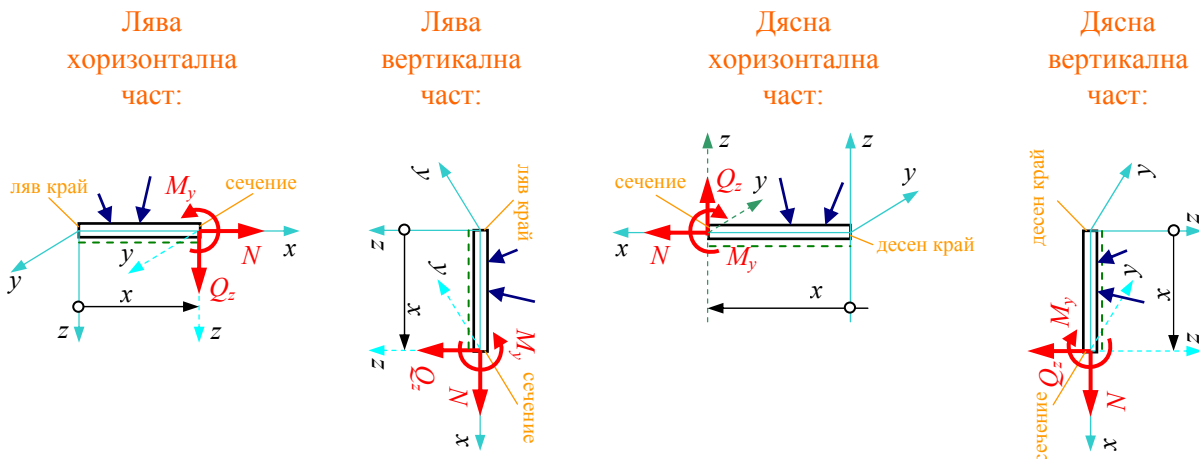
#### 2. Рамката се разделя на участъци

За граници на участъци служат: опорите; възлите; приложните точки на съсредоточените сили и моменти; местата на промяна на интензивността на разпределените товари; местата, в които рамката мени формата и/или размерите на напречното си сечение.

#### 2. Прави се сечение през всеки участък и се отделя по-просто натоварената част

#### 3. Прави се схема на отделената част

Схемата съдържа реперната линия, товарите, опорните реакции, координатата  $x$  на сечението спрямо края на гредата, неизвестните вътрешни усилия (с червено). Записват се границите на изменение на координатата  $x$  – това са координатите  $x$  на границите на разглеждания участък.



### 3. Съставят се уравненията на вътрешните усилия за всеки участък

- $\sum x_i = 0$ ;  $N = \dots$ ;
- $\sum z_i = 0$ ;  $Q_z = \dots$ ;
- $\sum M_{yi}^{сеч.} = 0$ ;  $M_y = \dots$  (уравнението на  $M_y$  се съставя спрямо сечението);
- Пресмятат се стойностите на  $N$ ,  $Q_z$  и  $M_y$  в границите на участъка;
- Ако уравнението на някое вътрешно усилие е различно от константа или права линия (например квадратна парабола), това уравнение се изследва за екстремуми. Пресмятат се положението и стойността на екстремумите.

### III. Диаграми на вътрешните усилия

- Графиките се строят върху оси, успоредни на оста на рамката;
- Положителната посока на диаграмите  $N(x)$  и  $Q_z(x)$  е над реперната линия. Положителната посока на диаграмата  $M_y(x)$  е откъм реперната линия;
- Върху диаграмата се поставя знакът на вътрешното усилие, заграден в кръгче;
- Диаграмата се шрихова с линии, перпендикулярни на реперната линия;
- ДВУ се надписват отстрани, като се отбелязва и използваната мерна единица;
- Върху ДВУ се нанасят характерни стойности на вътрешното усилие - стойностите в границите на участъци; мястото и стойността на екстремумите, ако има такива.

### IV. Проверка на диаграмите на вътрешните усилия

#### 1. Проверка за вид на кривите в даден участък

- Ако  $q_z(x)$  е полином от степен  $n$ , то  $Q_z(x)$  е полином от степен  $n + 1$ , а  $M_y(x)$  – полином от степен  $n + 2$ .
- Ако  $q_x(x)$  е полином от степен  $n$ , то  $N(x)$  е полином от степен  $n + 1$ .

Пример 1: В даден участък  $q_z(x) = 0$ . Тогава  $Q_z(x) = \text{const}$ , а  $M_y(x)$  е права линия.

Пример 2: Ако в даден участък  $q_z(x) = \text{const}$ , то  $Q_z(x)$  е права линия,  $M_y(x)$  – квадратна парабола.

#### 2. Проверка за скокове и рогови точки (прави се от ляво на дясно)

- Съсредоточена сила  $F_x$  по ос  $x$  предизвиква скок в  $N$ -диаграмата с големината на  $F_x$ ;
- Съсредоточена сила  $F_z$  по ос  $z$  предизвиква скок в  $Q_z$ -диаграмата с големината и посоката на  $F_z$ ;
- Съсредоточена сила  $F_z$  по ос  $z$  предизвиква *рогова точка* (връх) в  $M_y$ -диаграмата по посоката на  $F_z$ , стига в същото сечение да няма скок в  $M_y$ -диаграмата;
- Съсредоточен момент  $M$  около ос  $y$  предизвиква скок в  $M_y$ -диаграмата, с големината на  $M$ . Посоката на скока също може да се провери, като се използва правилото: Ако се постави момента  $M$  върху  $M_y$ -диаграмата от външната ѝ страна, стрелката на момента трябва да сочи към скока;
- *Проверката за скокове и рогови точки не важи за възлите!*

#### 3. Проверка за екстремуми

Ако в даден участък  $Q_z$  сменя знака си, то в сечението, в което  $Q_z = 0$ ,  $M_y$  има екстремум. Координатата на екстремума  $x_{extr}$  се получава от уравнението  $Q_z(x) = 0$ , а самият екстремум е  $extrM_y = M_y(x=x_{extr})$ .

#### 4. Проверка на възела

- Възелът (заедно със съсредоточените в него сили и моменти) се отделя от рамката със сечения, отдалечени на разстояние  $dx$  от него;
- Във всяко от тези сечения се означават вътрешните усилия, а стойностите и знаците им се вземат от построените вече ДВУ;
- Проверява се дали възелът е в статично равновесие:  $\sum x_i = 0$ ;  $\sum z_i = 0$ ;  $\sum M_{yi}^{възел} = 0$ .  
В моментното уравнение произведенията  $Q_{zi}.dx$  и  $q_{zi}.dx$  се пренебрегват, защото  $dx$  клони към нула.