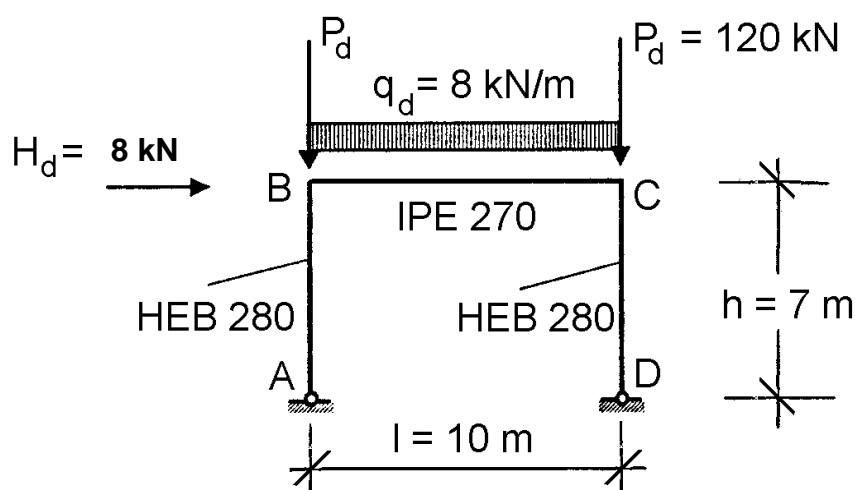


## 4.1.3

### 4.1.3 Merevítetlen, kilengő keret

Ellenőrzendők az 1. ábrán látható keret elemei. Tervezési terhek:  $q_d = 8 \text{ kN/m}$ ,  $H_d = 8 \text{ kN}$  és  $P_d = 120 \text{ kN}$ . A csomópontoknak a síkból való kilépését meggátolták. Anyagminőség: S 235.



1. ábra: A keret méretei és terhelése

Keresztmetszeti adatok:

IPE 270:  $A=45,94 \text{ cm}^2$ ;  $I_b=5790 \text{ cm}^4$ ;  $W_{pl,y}=484 \text{ cm}^3$

HEB 280:  $A=131 \text{ cm}^2$ ;  $I_y = I_c=19270 \text{ cm}^4$ ;  $i_y=12,1 \text{ cm}$

$I_z=7,09 \text{ cm}^4$ ;  $W_{pl,y}=1534 \text{ cm}^3$ ;  $W_{el,y}=1376 \text{ cm}^3$

$I_z=6595 \text{ cm}^4$ ;  $I_t=143,7 \text{ cm}^3$ ;  $I_w=1130 \cdot 10^3 \text{ cm}^6$

## 1. A keret osztálybesorolása

5.2.5.3

### 1.1 A keret *merevített* osztálybesorolásának ellenőrzése

A keret nyilvánvalóan *merevítetlen*, hiszen semmilyen stabilizálóelem (függőleges hossz kötés, vasbetonfal, stb.) sem található, amely a keret vízszintes eltolódásait csökkentené.

### 1.2 Merevség szerinti osztálybesorolás

5.2.5.2

A keretfejnél ható  $H = 1 \text{ kN}$  vízszintes erő hatására számított keretfej-eltolódás:  $\delta = 0,478 \text{ cm}$

ld. 4.1.1. példa

A függőleges terhek összege:

$$V = 2P_d + q_d l = 2 \times 120 + 8 \times 10 = 320 \text{ kN}$$

Merevségellenőrzés az (5.6) összefüggés segítségével:

$$\frac{\delta V}{hH} = \frac{0,478 \cdot 320}{700 \cdot 1} = 0,218 > 0,1$$

(5.6)

A keret tehát *kilengő*.

### 1.3 Számítási módszerek

A keret háromféleképpen számítható:

- Elsőrendű elmélettel, Dischinger-tényezőkkel megnövelt hajlítónyomatékokkal.
- Elsőrendű elmélettel, a helyettesítő-rúd eljárást alkalmazva.
- Másodrendű elmélettel.

5.2.6.2.  
(1) (a)5.2.6.2.  
(1) (b)

A két első módszer azért alkalmazható, mert:

$$\frac{V_{sd}}{V_{cr}} = \frac{\delta}{h} \cdot \frac{V}{H} = 0,218 < 0,25$$

5.2.6.2.  
(4)

## 2. Számítás Dischinger-tényezőkkel (elsőrendű elmélet, módosított nyomatékok módszere)

A keret elsőrendű elmélet szerinti statikai számítását a 4.1.1. példából vesszük át.

A 4.1.1 példában szereplő  $\varphi = \frac{1}{200}$  kezdeti ferdeség helyett

$$\Delta H_d = \varphi V = \frac{1}{200} \cdot (2 \cdot 120 + 8 \cdot 10) = 1,6 \text{ kN}$$

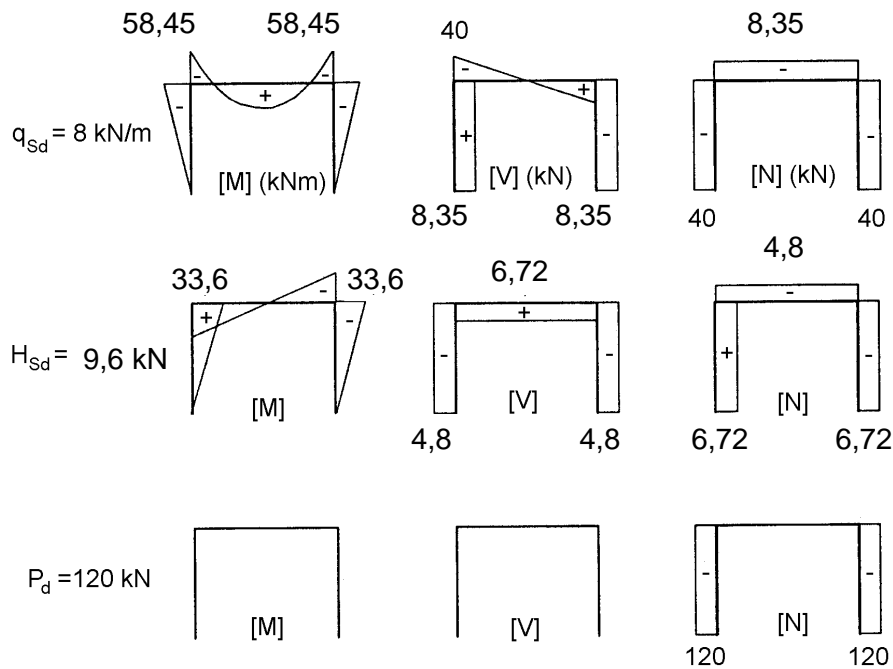
vízszintes irányú helyettesítő terhet veszünk fel.

Így a vízszintes összteher:

$$H_{Sd} = H_d + \Delta H_d = 8 + 1,6 = 9,6 \text{ kN.}$$

Az M, V és N igénybevételek alakulása következő ábrán látható:

### 4.1.3



2 ábra: Az elsőrendű számítás szerinti M, V és N igénybevételek

Az oldalirányú eltolódás (kilengés) miatt ennél a számítási módszernél (a módosított nyomatékok módszere) a  $H_{Sd}$  teher okozta kilengési nyomatékokat az

$$\frac{1}{1 - V_{Sd}/V_{cr}} = \frac{1}{1 - 0,218} = 1,278$$

értékű Dischinger-féle növelő tényezővel kell megszorozni.

Tervezési nyomaték a mértékadó "D" pontban:

$$M_{Sd} = M_D = -58,45 - 1,278 \times 33,6 = -101,4 \text{ kNm.}$$

Az oszlop normál- és nyírőereje "D" pontban:

$$N_{Sd} = 40 + 1,278 \times 6,72 + 120 = 168,6 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 7,92 + 1,278 \times 4,8 = 14,48 \text{ kN.}$$

### 2.1 Az oszlopkeresztmetszet ellenőrzése

A 4.1.1. példa adatai szerint:

$$V_{pl,Rd} = 507,3 \text{ kN}; N_{pl,Rd} = 2798,6 \text{ kN}; M_{pl,Rd} = 327,7 \text{ kNm}$$

## 4.1.3

A nyíróerő ellenőrzése:

$$V_{Sd} = 14,48 \text{ kN} < 0,5V_{pl,Rd} = 0,5 \times 507,3 = 253,65 \text{ kN}$$

5.4.7  
(2)

Ezért nem kell figyelembe venni a hajlítónyomaték-nyíróerő interakciót.

A nyomaték ellenőrzése:

$$n = N_{Sd}/N_{pl,Rd} = 168,6 / 2798,6 = 0,060$$

$$M_{Ny,Rd} = 1,1 \times 327,7 \times (1 - 0,060) = 341,9 \text{ kNm} > M_{pl,y,Rd},$$

tehát

$$M_{Ny,Rd} = 327,7 \text{ kNm}$$

(5.27)

Ellenőrzés:

$$M_{y,Sd} = 101,4 \text{ kNm} < M_{Ny,Rd} = 327,7 \text{ kNm}$$

### 2.2 Az oszlop ellenőrzése hajlítás és nyomás esetére

A keret síkjában (a 4.1.1. példa 3. pontjában leírtakhoz hasonlóan) a keretszerkezet *nem-kilengő* tönkrementelési módjához tartozó kihajlási hosszakat használjuk.

5.2.6.2.  
(7)

A 4.1.1. példából átvett további részeredmények:

$$\chi_{\min} = 0,5115; \quad k_y = 1,002$$

Ellenőrzés:

$$\begin{aligned} & \frac{N_{Sd}}{\chi_{\min} A f_y / \gamma_{M1}} + \frac{k_y M_{y,Sd}}{W_{pl,y} f_y / \gamma_{M1}} = \\ & = \frac{168,6}{0,5115 \cdot 131 \cdot 23,5/1,1} + \frac{1,002 \cdot 10140}{32772} = 0,12 + 0,31 = 0,43 < 1 \end{aligned}$$

(5.51)

### 2.3 Az oszlop kifordulásvizsgálata

Az ellenőrzést a 4.1.1. példa 2.3.4 pontjában szereplő adatok felhasználásával végezzük:

$$\chi_z = 0,5115; \quad \chi_{LT} = 0,913; \quad k_{LT} = 0,996$$

### 4.1.3

$$\frac{N_{Sd}}{\chi_z A f_y / \gamma_{M1}} + \frac{k_{LT} M_{y,Sd}}{\chi_{LT} W_{pl,y} f_y / \gamma_{M1}} = \quad (5.52)$$
$$= \frac{168,6}{0,5115 \cdot 131 \cdot 23,5/1,1} + \frac{0,996 \cdot 101,4}{0,913 \cdot 327,7} = 0,118 + 0,338 = 0,456 < 1$$

### 2.4 A gerenda ellenőrzése

Ugyanúgy, mint a 4.1.1 példában, itt is feltételezzük, hogy a gerenda oldalirányban meg van támasztva, s ezért csak hajlításra kell ellenőrizni (tehát semmilyen egyéb elemvizsgálatra sincs szükség).

Mértékadó igénybevételek a "D" keresztmetszetben:

$$M_{Sd} = 101,4 \text{ kNm}; \quad N_{Sd} = 8,35 + 1,278 \times 4,8 = 14,48 \text{ kN};$$

$$V_{Sd} = 40 + 1,278 \times 6,72 = 48,59 \text{ kN}$$

A 4.1.1 példa adatai szerint:

$$M_{pl,Rd} = 103,4 \text{ kNm}; \quad N_{pl,Rd} = 981,5 \text{ kN};$$

$$V_{pl,Rd} = 272,9 \text{ kN}$$

A nyíróerő ellenőrzése:

$$V_{Sd} = 48,59 \text{ kN} < 0,5 V_{pl,Rd} = 0,5 \times 272,9 = 136,4 \text{ kN}$$

Ezért hajlítónyomaték-nyíróerő interakcióval nem kell számolni.

5.4.7  
(2)

Ellenőrzés hajlításra:

$$n = N_{Sd} / N_{pl,Rd} = 14,48 / 981,5 = 0,015$$

$$M_{Ny,Rd} = 1,1 \times 103,4 \times (1 - 0,015) = 113,1 \text{ kNm} > M_{pl,y,Rd}$$

tehát

$$M_{Ny,Rd} = 103,4 \text{ kNm}$$

$$M_{Sd} = 101,4 \text{ kNm} < M_{Ny,Rd} = 103,4 \text{ kNm}$$

(5.27)

## 3. Helyettesítő-rúd eljárás (elsőrendű elmélet, ellenőrzés a kilengő kihajlási hossz alapján)

5.2.6.2.  
(1) (b)

### 3.1 Az oszlop ellenőrzése

Tervezési igénybevételek a "D" keresztmetszetben:

$$M_{Sd} = 58,45 + 33,6 = 92,05 \text{ kNm};$$

$$N_{Sd} = 40 + 6,72 + 120 = 166,72 \text{ kN};$$

$$V_{Sd} = 8,35 + 4,8 = 13,15 \text{ kN}$$

Nincs semmiféle interakciós kapcsolat a normálérő, a nyíróerő és a hajlítónyomaték között.

Ellenőrzés hajlításra:

$$M_{Sd} = 92,05 \text{ kNm} < M_{pl,Rd} = 327,7 \text{ kNm}$$

### 3.2 Ellenőrzés hajlítás és nyomás esetére

Az ellenőrzés a *kilengő* keret kihajlási hosszaival történik.

A 4.1.1. példa 2.3.1-3. pontjaiban szereplő adatok felhasználásával:

$$\ell = 3,4 \times L = 3,4 \times 7 = 23,8 \text{ m};$$

$$\chi_y = 0,1937; \quad \chi_z = 0,5115; \quad \chi_{\min} = 0,1937; \quad \mu_y = -0,721$$

$$k_y = 1 - \mu_y \frac{N_{Sd}}{\chi_y A f_y} = 1 + \frac{0,721 \cdot 166,72}{0,1937 \cdot 131 \cdot 23,5} = 1,20 < 1,5$$

5.5.4  
(1)

Ellenőrzés:

$$\frac{N_{Sd}}{\chi_{\min} A f_y / \gamma_{M1}} + \frac{k_y M_{y,Sd}}{W_{pl,y} f_y / \gamma_{M1}} = \quad (5.51)$$

$$= \frac{166,72}{0,1937 \cdot 131 \cdot 23,5 / 1,1} + \frac{1,20 \cdot 9205}{1534 \cdot 23,5 / 1,1} = 0,308 + 0,337 = 0,645 < 1$$

### 3.3 Kifordulásvizsgálat

A 4.1.1. példa 2.3.4. pontjában szereplő adatokkal:

$$\chi_{LT} = 0,913; \quad \beta_{M,LT} = 1,8; \quad \mu_{LT} = 0,134 < 0,90$$

$$k_{LT} = 1 - \mu_{LT} \frac{N_{Sd}}{\chi_y A f_y} = 1 - \frac{0,134 \cdot 166,72}{0,5115 \cdot 131 \cdot 23,5} = 0,986 < 1$$

5.5.4  
(2)

Ellenőrzés:

$$\frac{N_{Sd}}{\chi_z A f_y / \gamma_{M1}} + \frac{k_{LT} M_{y,Sd}}{\chi_{LT} W_{pl,y} f_y / \gamma_{M1}} =$$

$$= \frac{166,72}{0,5115 \cdot 131 \cdot 23,5 / 1,1} + \frac{0,986 \cdot 9205}{0,913 \cdot 1534 \cdot 23,5 / 1,1} = 0,116 + 0,303 = 0,422 < 1$$

### 4.1.3

#### 3.4 Az oszlopkeresztmetszet ellenőrzése (HEB 280)

A mértékadó "D" keresztmetszetet ellenőrizzük.

Tervezési igénybevételek:

$$M_{Sd} = 92,05 \text{ kNm}; \quad N_{Sd} = 166,72 \text{ kN}; \quad V_{Sd} = 13,15 \text{ kN}$$

A nyíróerő ellenőrzése:

$$A_v = 41,13 \text{ cm}^2$$

$$V_{pl,Rd} = A_v \left( f_y / \sqrt{3} \right) / \gamma_{M0} = 41,13 \cdot \frac{23,5}{\sqrt{3} \cdot 1,1} = 507,3 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 13,15 \text{ kN} < 0,5 V_{pl,Rd} = 0,5 \times 507,3 = 253,6 \text{ kN}$$

Nincs semmiféle interakciós kapcsolat a nyomatékok és a nyíróerők között.

A nyomaték ellenőrzése:

$$N_{pl,Rd} = A f_y / \gamma_{M0} = 131 \times 23,5 / 1,1 = 2798,6 \text{ kN};$$

$$n = N_{Sd} / N_{pl,Rd} = 166,72 / 2798,6 = 0,060;$$

$$M_{pl,y,Rd} = 1534 \times 23,5 / (1,10 \times 100) = 327,7 \text{ kNm}$$

$$M_{Ny,Rd} = 1,1 M_{pl,y,Rd} (1 - n) = 1,1 \times 327,7 \times (1 - 0,060) = 341,9 \text{ kNm}$$

$$> M_{pl,y,Rd}$$

tehát

$$M_{Ny,Rd} = 327,7 \text{ kNm}$$

Ellenőrzés:

$$M_{Ny,Rd} = 327,7 \text{ kNm} > M_{Sd} = 92,05 \text{ kNm}$$

#### 3.5 A gerenda ellenőrzése (IPE 270)

A gerendát csak hajlításra ellenőrizzük, ugyanis feltételezzük, hogy oldalirányban meg van támasztva.

Mértékadó a "C" keresztmetszet. Az oldalirányú eltolódás (kilengés) miatt a nyomatékokat 1,2-es növelő tényezővel szorozzuk meg.

Tervezési igénybevételek:

$$M_{Sd} = 58,45 + 1,2 \times 33,6 = 98,77 \text{ kNm};$$

$$N_{Sd} = 8,35 + 4,8 = 13,15 \text{ kN};$$

$$V_{Sd} = 40 + 6,72 = 46,72 \text{ kN}$$

5.4.6  
(4)

5.4.6  
(1)

5.4.7 (2)

5.4.4  
(1) (a)

(5.27)

5.2.6.2  
(8)

### 4.1.3

A nyíróerő ellenőrzése:

5.4.6

$$A_v = 22,13 \text{ cm}^2;$$

(4)

$$V_{pl,Rd} = A_v \left( f_y / \sqrt{3} \right) / \gamma_{M0} = 22,13 \cdot \frac{23,5}{\sqrt{3} \cdot 1,1} = 272,9 \text{ kN}$$

5.4.6

(1)

$$V_{Sd} = 46,72 \text{ kN} < 0,5 V_{pl,Rd} = 0,5 \times 272,9 = 136,4 \text{ kN}$$

Nem kell figyelembe venni interakciós kapcsolatot a nyomatékok és a nyíróerők között.

5.4.7

(2)

A nyomaték ellenőrzése:

5.4.4

$$N_{pl,Rd} = A f_y / \gamma_{M0} = 45,94 \times 23,5 / 1,1 = 981,4 \text{ kN}$$

(1) (a)

$$n = N_{Sd} / N_{pl,Rd} = 13,15 / 981,4 = 0,013$$

$$M_{pl,y,Rd} = 484 \cdot 23,5 / (1,10 \times 100) = 103,4 \text{ kNm}$$

$$M_{Ny,Rd} = 1,1 M_{pl,y,Rd} (1 - n) = 1,1 \times 103,4 \times (1 - 0,013) = 112,3 \text{ kNm} > M_{pl,y,Rd},$$

(5.27)

tehát

$$M_{Ny,Rd} = 103,4 \text{ kNm}$$

Ellenőrzés:

$$M_{Ny,Rd} = 103,4 \text{ kNm} > M_{Sd} = 98,77 \text{ kNm}$$