

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**

**FAKULTA STAVEBNÍ**

**KATEDRA OCELOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ**



**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**JEDNOLODNÍ TENISOVÁ HALA**

**SINGLE-BAY TENNIS HALL**

**2022**

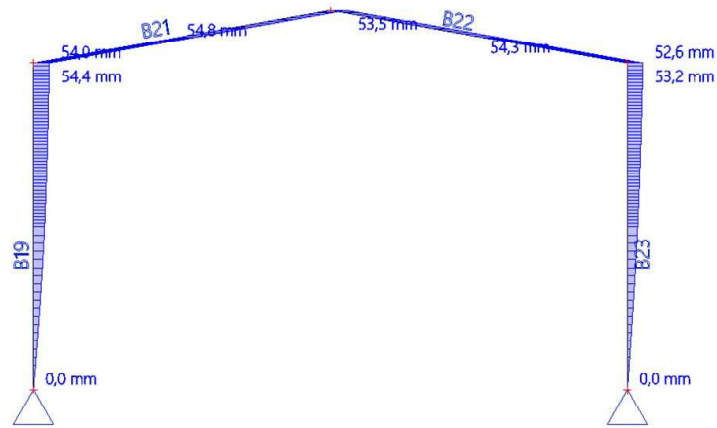
**VÝSTUP Z VÝPOČETNÍCH PROGRAMŮ**

## **OBSAH**

1.	SCIA Engineer – Typický rám .....	1
2.	SCIA Engineer – Štítová stěna .....	32
3.	SCIA Engineer – Střešní ztužidlo .....	68
4.	SCIA Engineer – Podélné ztužidlo .....	70
5.	SCIA Engineer – Reakce Ry pro výpočet ztužidel .....	71
6.	SCIA Engineer – Příčné ztužidlo .....	75
7.	LTBeamN – Sloup typického rámu .....	79
8.	LTBeamN – Příčel typického rámu .....	97
9.	LTBeamN – Rámový sloup .....	117
10.	LTBeamN – Štítový sloup .....	134
11.	LTBeamN – Příčel štítové stěny .....	151
12.	FIXPERIENCE – Kotvení kloubové patky .....	168

## 2. 1D deformace; $u_x$

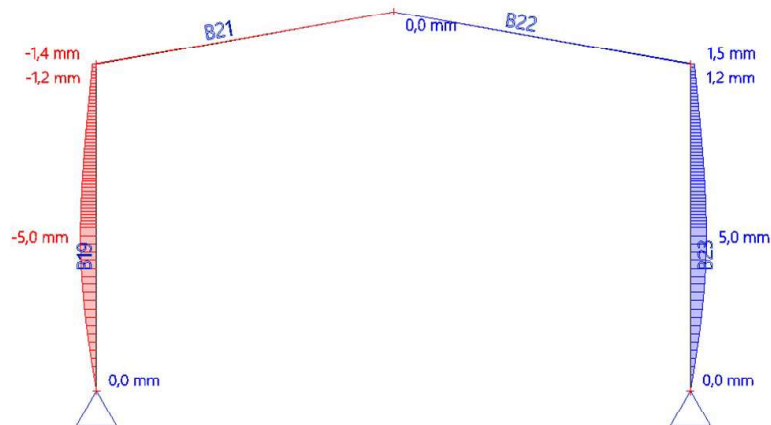
Hodnoty:  $u_x$   
Lineární výpočet  
Kombinace: MSP KZ 1  
Souřadný systém: Globální  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: Vše



Studentská verze

## 3. 1D deformace; $u_x$

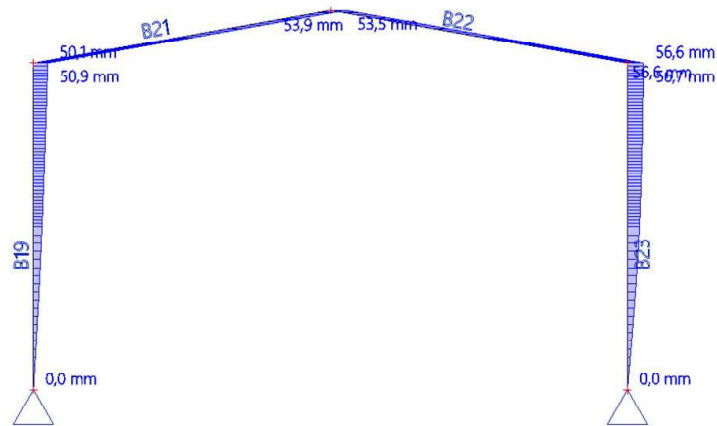
Hodnoty:  $u_x$   
Lineární výpočet  
Kombinace: MSP KZ 2  
Souřadný systém: Globální  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: Vše



Studentská verze

#### 4. 1D deformace; $u_x$

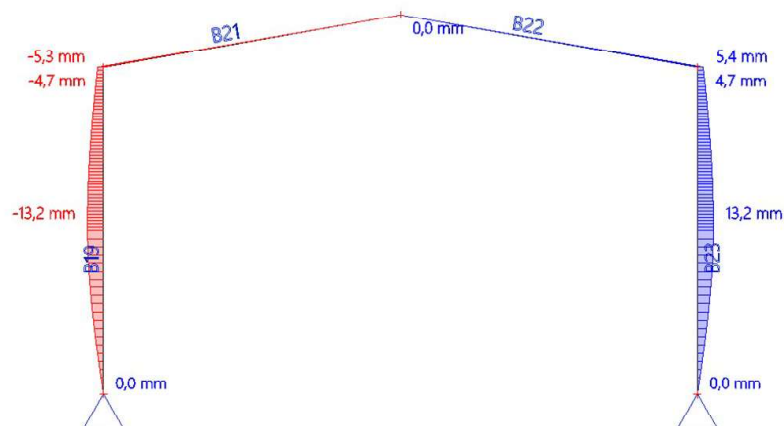
Hodnoty:  $u_x$   
Lineární výpočet  
Kombinace: MSP KZ 3  
Souřadný systém: Globální  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: Vše



Studentská verze

#### 5. 1D deformace; $u_x$

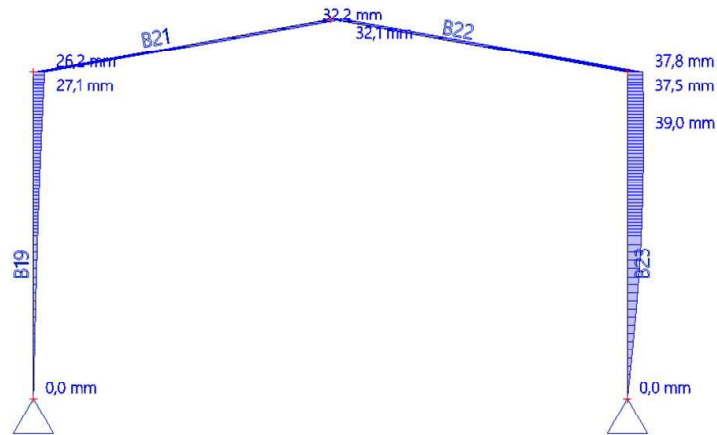
Hodnoty:  $u_x$   
Lineární výpočet  
Kombinace: MSP KZ 4  
Souřadný systém: Globální  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: Vše



Studentská verze

## 6. 1D deformace; $u_x$

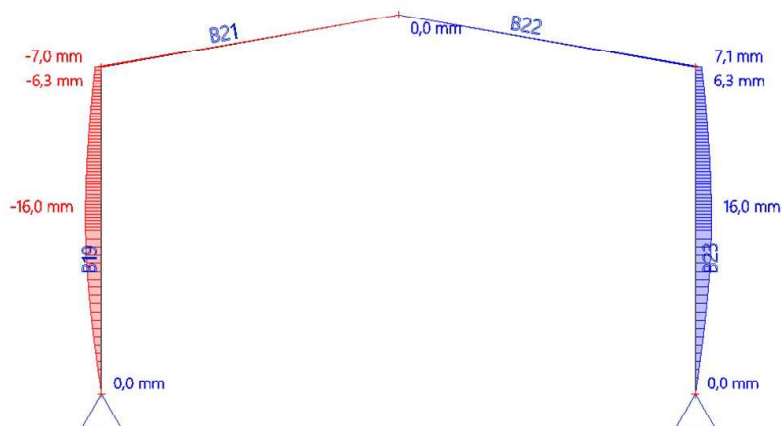
Hodnoty:  $u_x$   
Lineární výpočet  
Kombinace: MSP KZ 5  
Souřadný systém: Globální  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: Vše



Studentská verze

## 7. 1D deformace; $u_x$

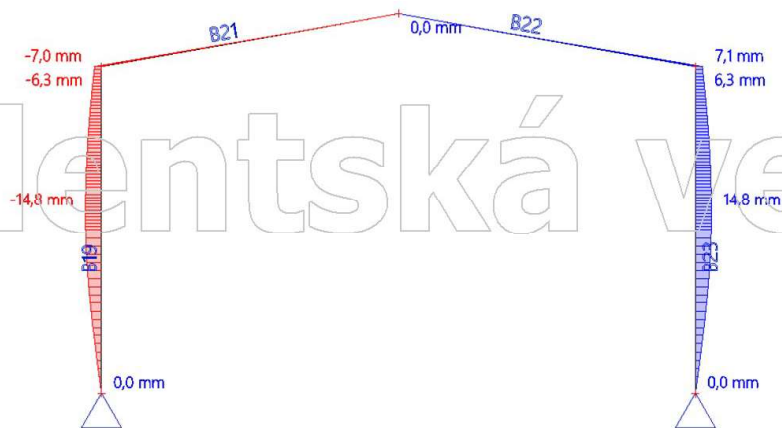
Hodnoty:  $u_x$   
Lineární výpočet  
Kombinace: MSP KZ 6  
Souřadný systém: Globální  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: Vše



Studentská verze

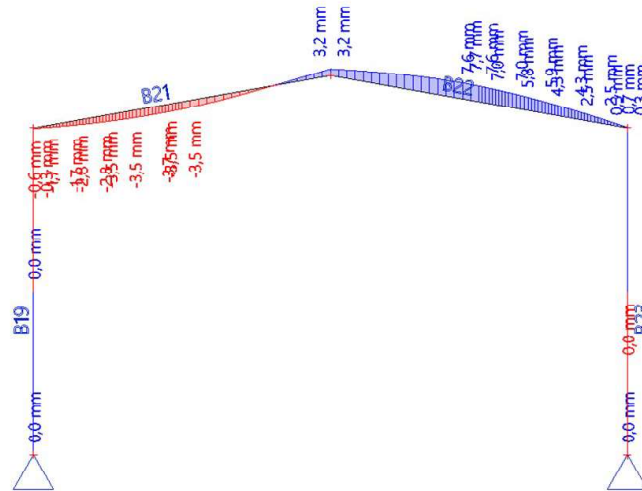
## 8. 1D deformace; $u_x$

Hodnoty:  $u_x$   
Lineární výpočet  
Kombinace: MSP KZ 7  
Souřadný systém: Globální  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: Vše



### 9. 1D deformace; $u_z$

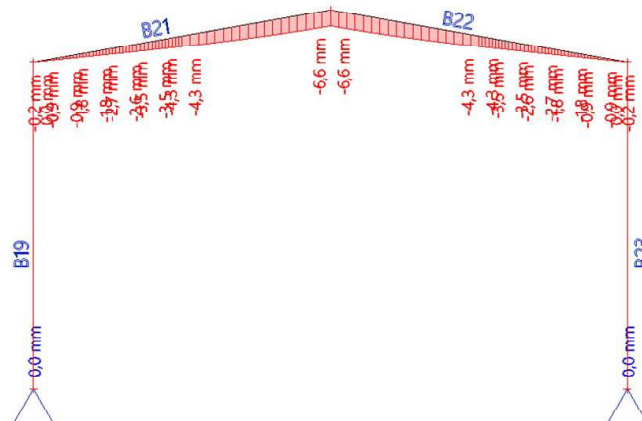
Hodnoty:  $u_z$   
Lineární výpočet  
Kombinace: MSP KZ 1  
Souřadný systém: Globální  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: Vše



Studentská verze

### 10. 1D deformace; $u_z$

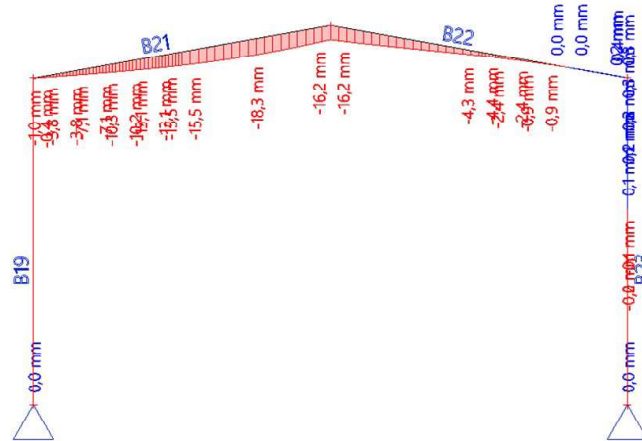
Hodnoty:  $u_z$   
Lineární výpočet  
Kombinace: MSP KZ 2  
Souřadný systém: Globální  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: Vše



Studentská verze

### 11. 1D deformace; $u_z$

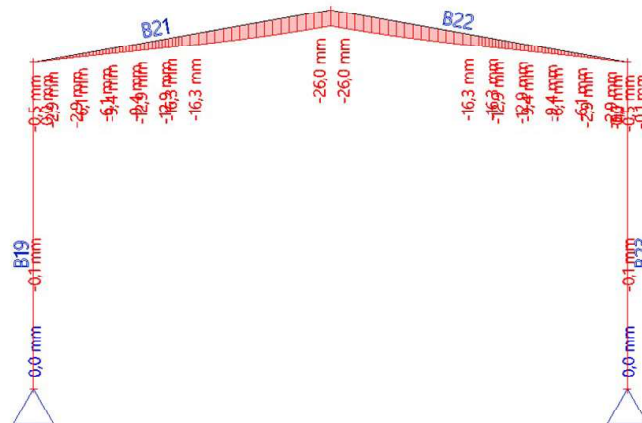
Hodnoty:  $u_z$   
Lineární výpočet  
Kombinace: MSP KZ 3  
Souřadný systém: Globální  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: Vše



Studentská verze

### 12. 1D deformace; $u_z$

Hodnoty:  $u_z$   
Lineární výpočet  
Kombinace: MSP KZ 4  
Souřadný systém: Globální  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: Vše



Studentská verze



### 13. 1D deformace; $u_z$

Hodnoty:  $u_z$

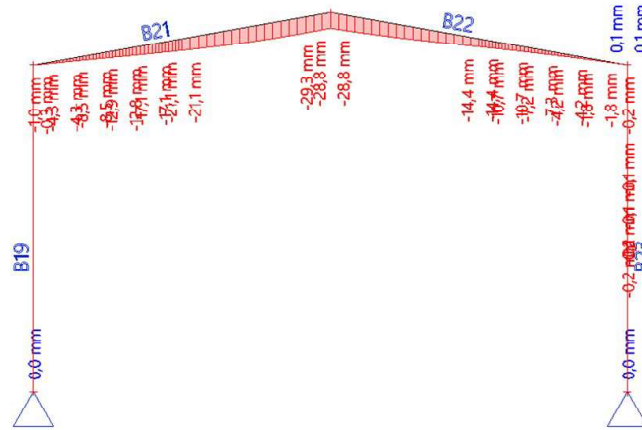
Lineární výpočet

Kombinace: MSP KZ 5

Souřadný systém: Globální

Extrém 1D: Lokální

Výběr: Vše



Studentská verze

### 14. 1D deformace; $u_z$

Hodnoty:  $u_z$

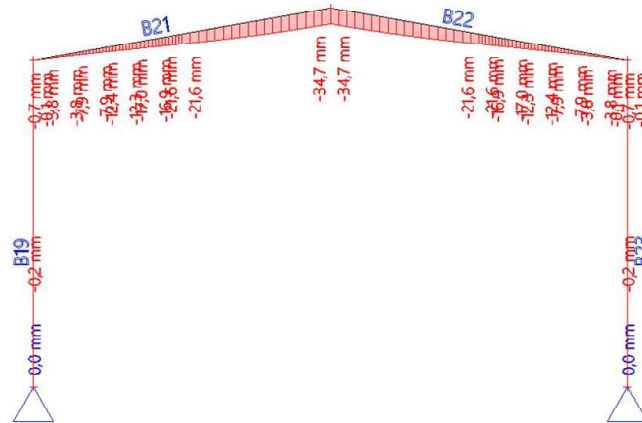
Lineární výpočet

Kombinace: MSP KZ 6

Souřadný systém: Globální

Extrém 1D: Lokální

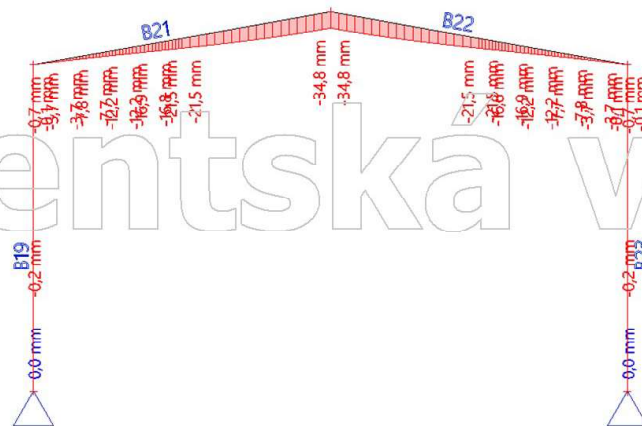
Výběr: Vše



Studentská verze

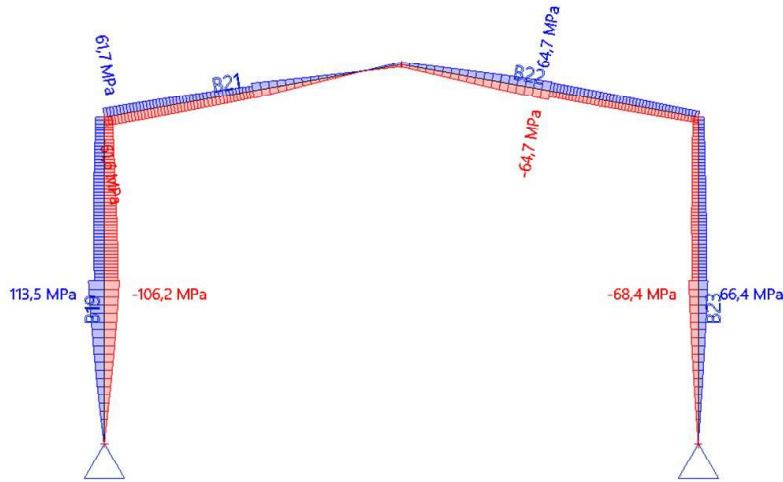
### 15. 1D deformace; $u_z$

Hodnoty:  $u_z$   
Lineární výpočet  
Kombinace: MSP KZ 7  
Souřadný systém: Globální  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: Vše



### 16. 1D napětí; $\sigma_x$

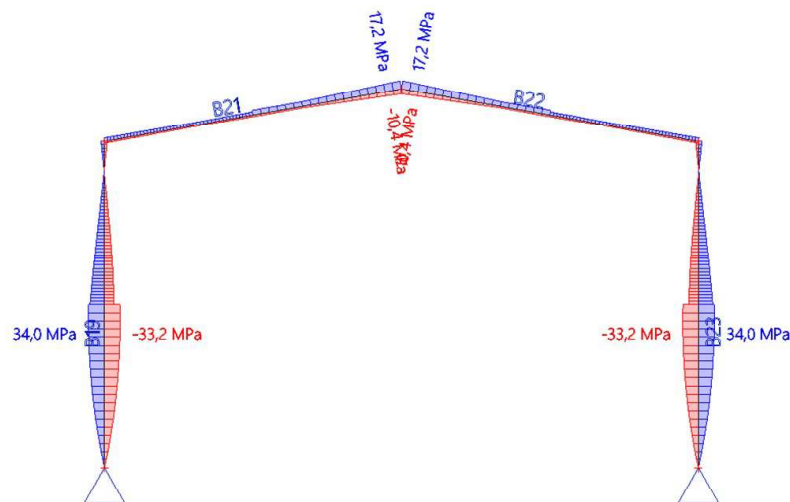
Hodnoty:  $\sigma_x$   
Lineární výpočet  
Kombinace: KZ 1  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Dílec  
Výběr: Vše



Studentská verze

### 17. 1D napětí; $\sigma_x$

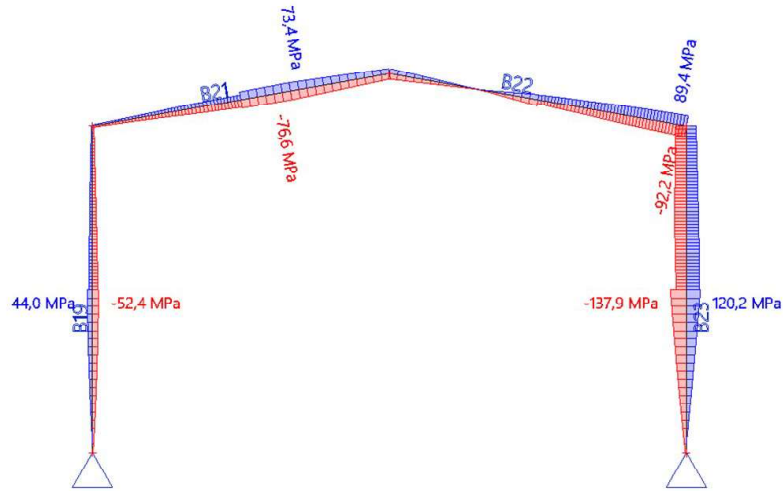
Hodnoty:  $\sigma_x$   
Lineární výpočet  
Kombinace: KZ 2  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Dílec  
Výběr: Vše



Studentská verze

### 18. 1D napětí; $\sigma_x$

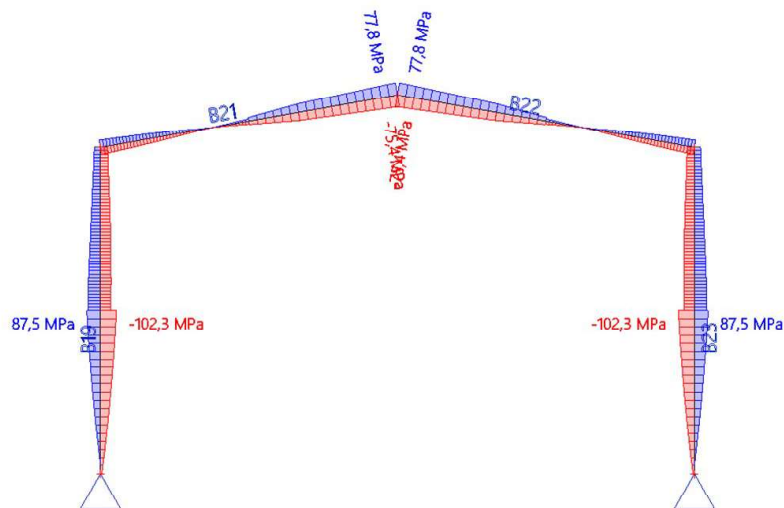
Hodnoty:  $\sigma_x$   
Lineární výpočet  
Kombinace: KZ 3  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Dílec  
Výběr: Vše



Studentská verze

### 19. 1D napětí; $\sigma_x$

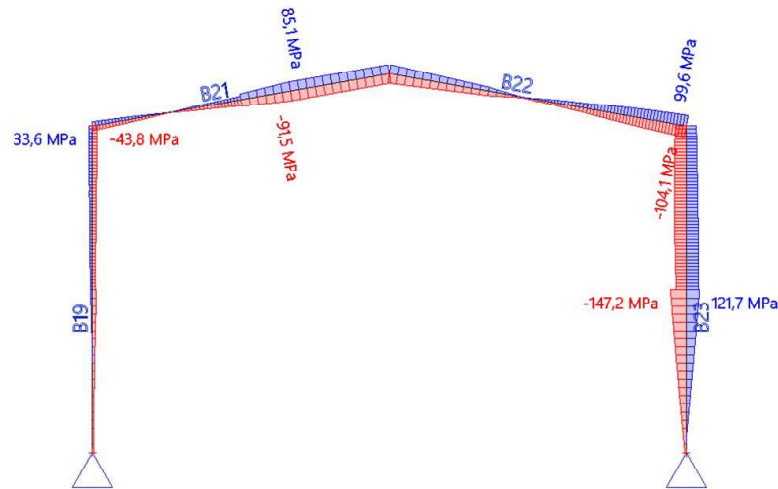
Hodnoty:  $\sigma_x$   
Lineární výpočet  
Kombinace: KZ 4  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Dílec  
Výběr: Vše



Studentská verze

## 20. 1D napětí; $\sigma_x$

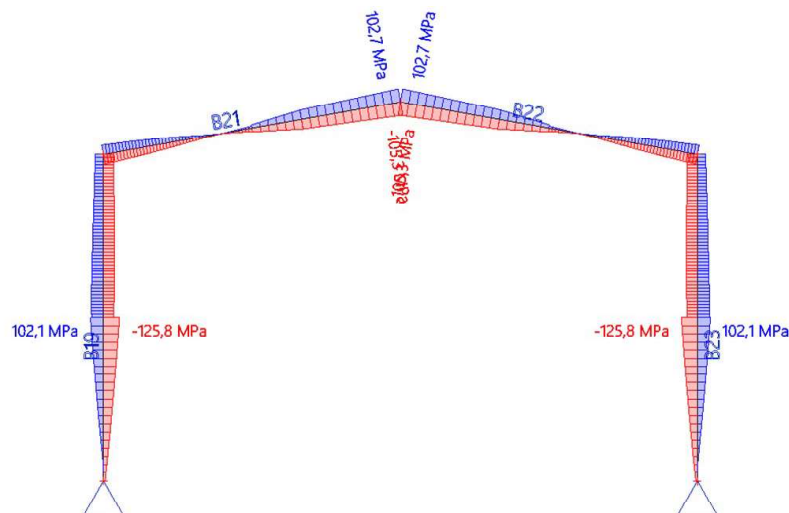
Hodnoty:  $\sigma_x$   
Lineární výpočet  
Kombinace: KZ 5  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Dílec  
Výběr: Vše



Studentská verze

## 21. 1D napětí; $\sigma_x$

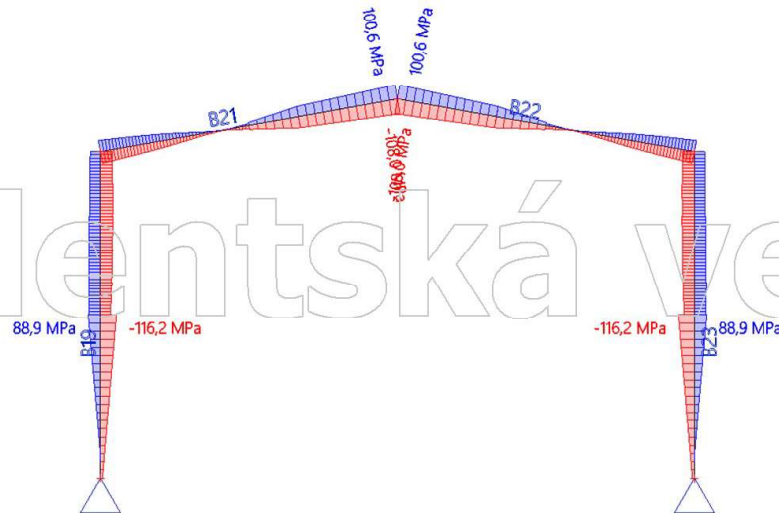
Hodnoty:  $\sigma_x$   
Lineární výpočet  
Kombinace: KZ 6  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Dílec  
Výběr: Vše



Studentská verze

## 22. 1D napětí; $\sigma_x$

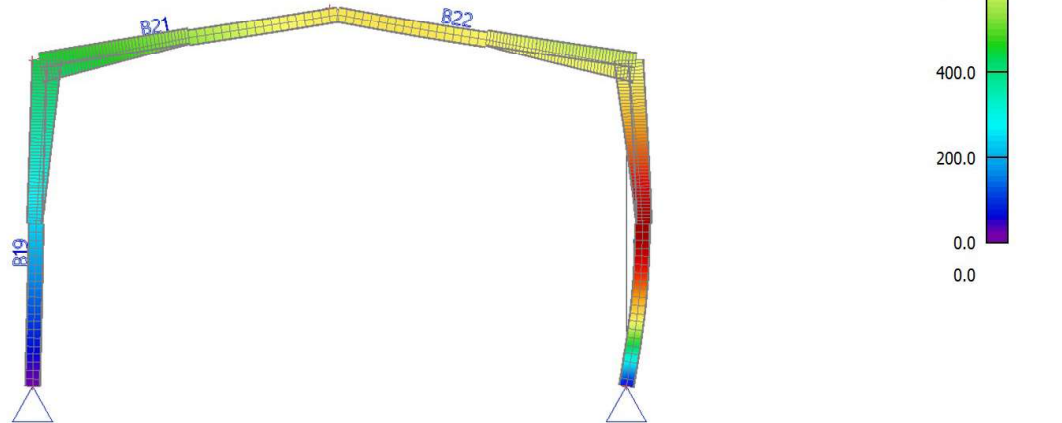
Hodnoty:  $\sigma_x$   
Lineární výpočet  
Kombinace: KZ 7  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Dílec  
Výběr: Vše



### 23. 3D přemístění; $U_{total}$

Hodnoty:  $U_{total}$

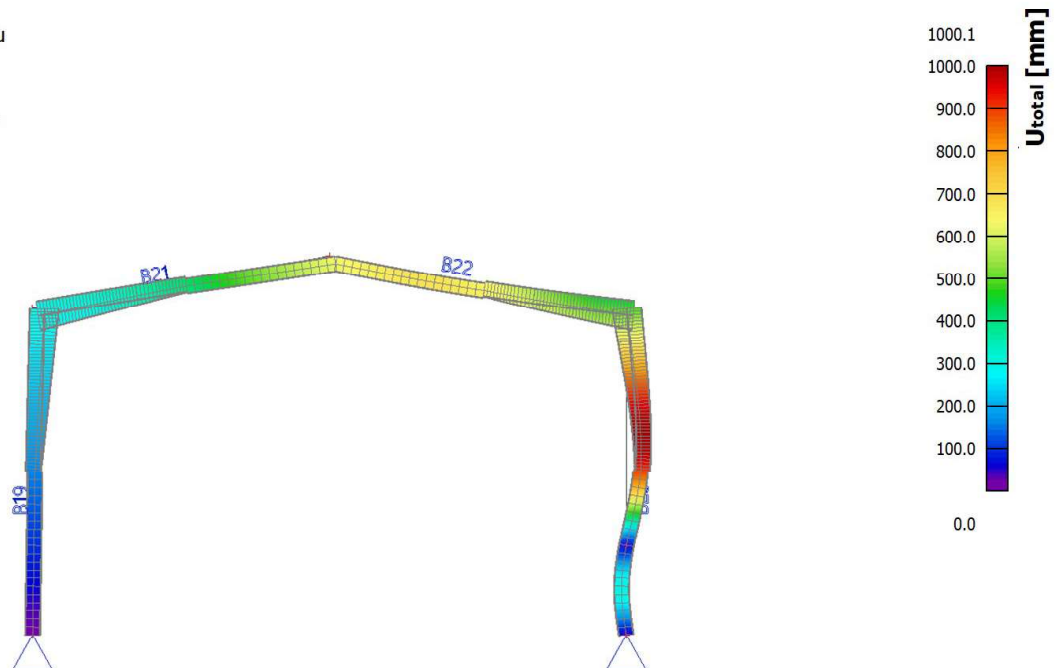
Stabilitní výpočet. Tvary vybočení jsou normované tak, aby se maximální složka přemístění nebo pootočení každého uzlu rovnala 1 m nebo 1 rad.  
Stabilitní kombinace: S1/1 - 867,34  
Výběr: Vše  
Poloha: V uzlech s průměrováním.  
Systém: Globální



### 24. 3D přemístění; $U_{total}$

Hodnoty:  $U_{total}$

Stabilitní výpočet. Tvary vybočení jsou normované tak, aby se maximální složka přemístění nebo pootočení každého uzlu rovnala 1 m nebo 1 rad.  
Stabilitní kombinace: S1/2 - 4028,06  
Výběr: Vše  
Poloha: V uzlech s průměrováním.  
Systém: Globální

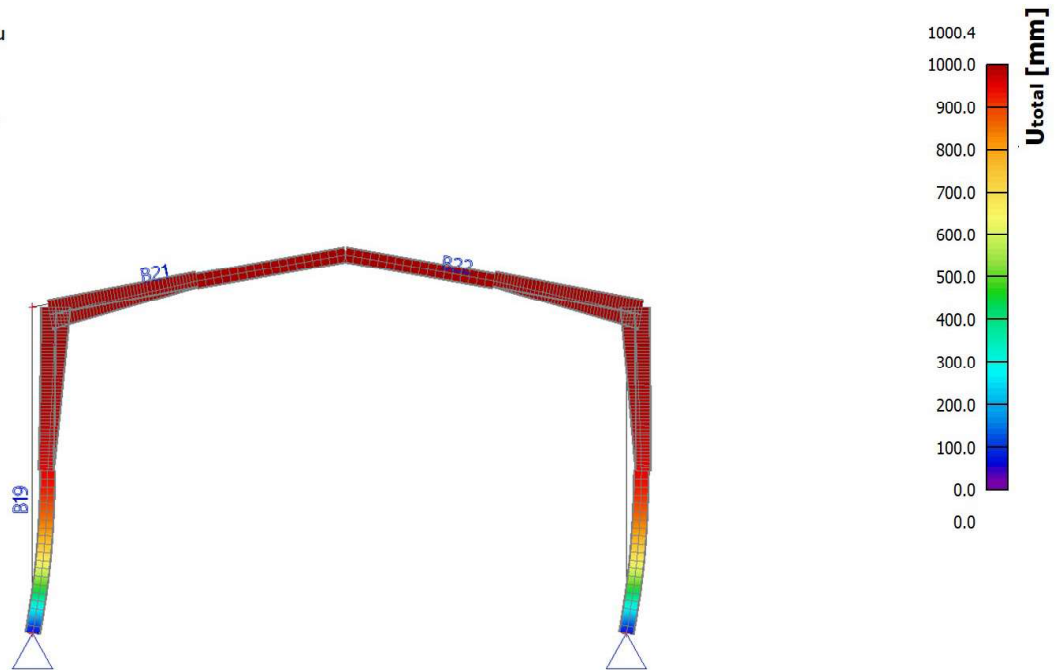


### Studentská verze

## 25. 3D přemístění; $U_{total}$

Hodnoty:  $U_{total}$

Stabilitní výpočet. Tvary vybočení jsou normované tak, aby se maximální složka přemístění nebo pootočení každého uzlu rovnala 1 m nebo 1 rad.  
Stabilitní kombinace: S2/1 - 6855,02  
Výběr: Vše  
Poloha: V uzlech s průměrováním.  
Systém: Globální

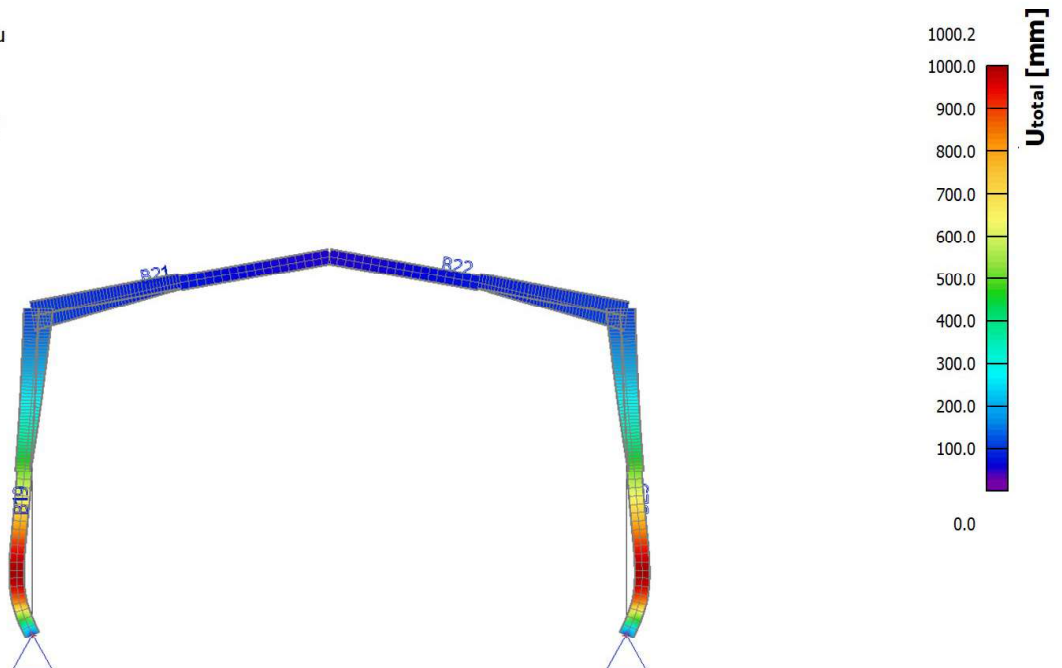


Studentská verze

## 26. 3D přemístění; $U_{total}$

Hodnoty:  $U_{total}$

Stabilitní výpočet. Tvary vybočení jsou normované tak, aby se maximální složka přemístění nebo pootočení každého uzlu rovnala 1 m nebo 1 rad.  
Stabilitní kombinace: S2/2 - 34506,77  
Výběr: Vše  
Poloha: V uzlech s průměrováním.  
Systém: Globální



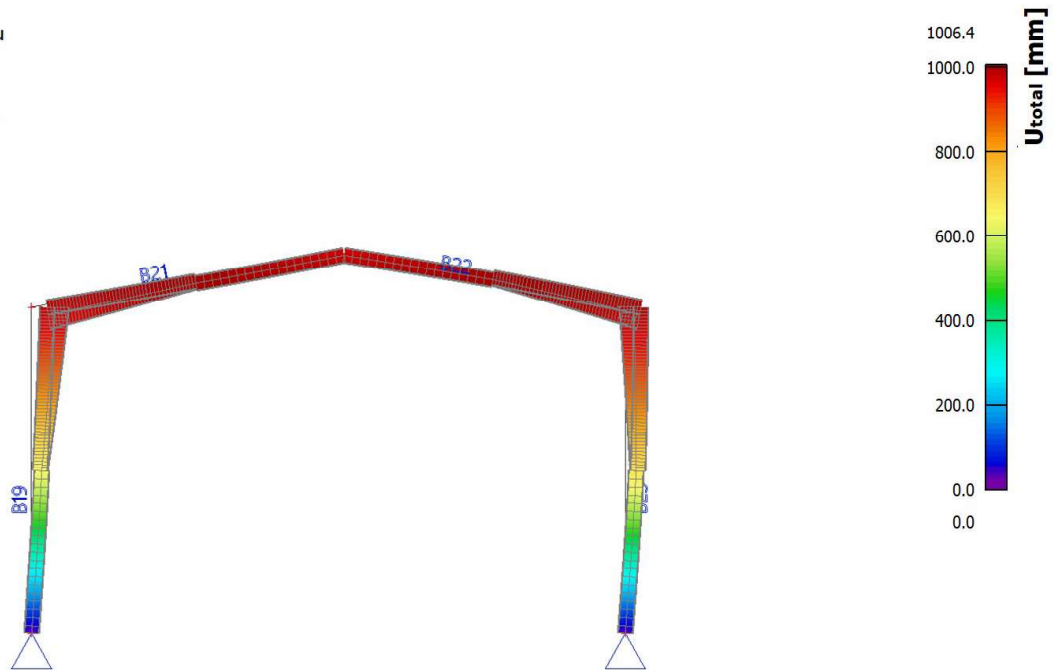
Studentská verze



### 27. 3D přemístění; $U_{total}$

Hodnoty:  $U_{total}$

Stabilitní výpočet. Tvary vybočení jsou normované tak, aby se maximální složka přemístění nebo pootočení každého uzlu rovnala 1 m nebo 1 rad.  
Stabilitní kombinace: S3/1 - 36,39  
Výběr: Vše  
Poloha: V uzlech s průměrováním.  
Systém: Globální

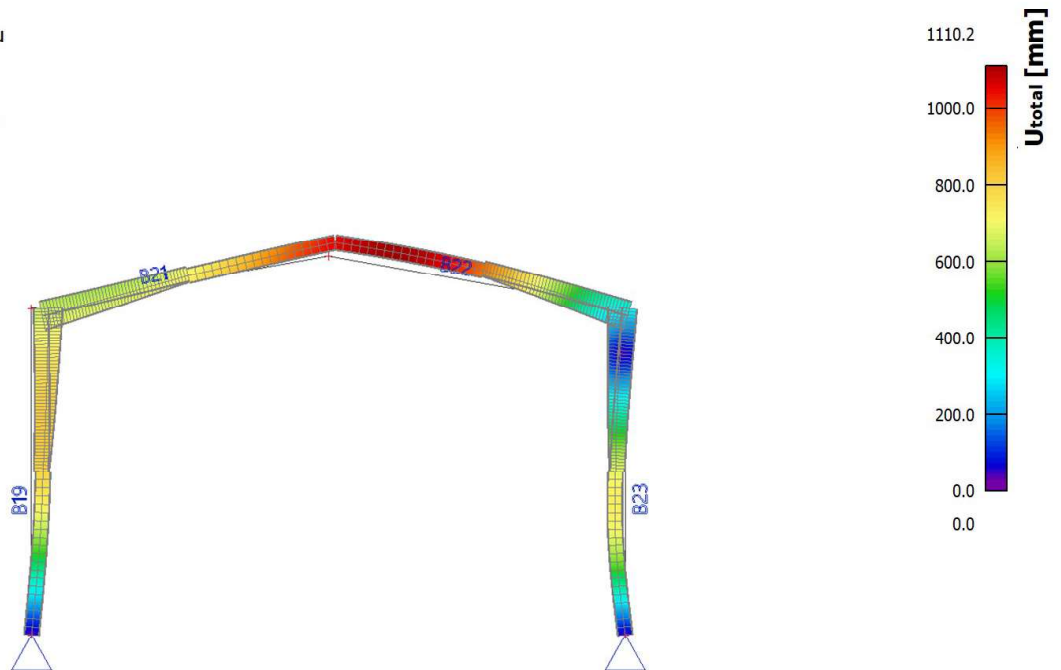


Studentská verze

### 28. 3D přemístění; $U_{total}$

Hodnoty:  $U_{total}$

Stabilitní výpočet. Tvary vybočení jsou normované tak, aby se maximální složka přemístění nebo pootočení každého uzlu rovnala 1 m nebo 1 rad.  
Stabilitní kombinace: S3/2 - 132,20  
Výběr: Vše  
Poloha: V uzlech s průměrováním.  
Systém: Globální



Studentská verze

### 29. 3D přemístění; $U_{total}$

Hodnoty:  $U_{total}$

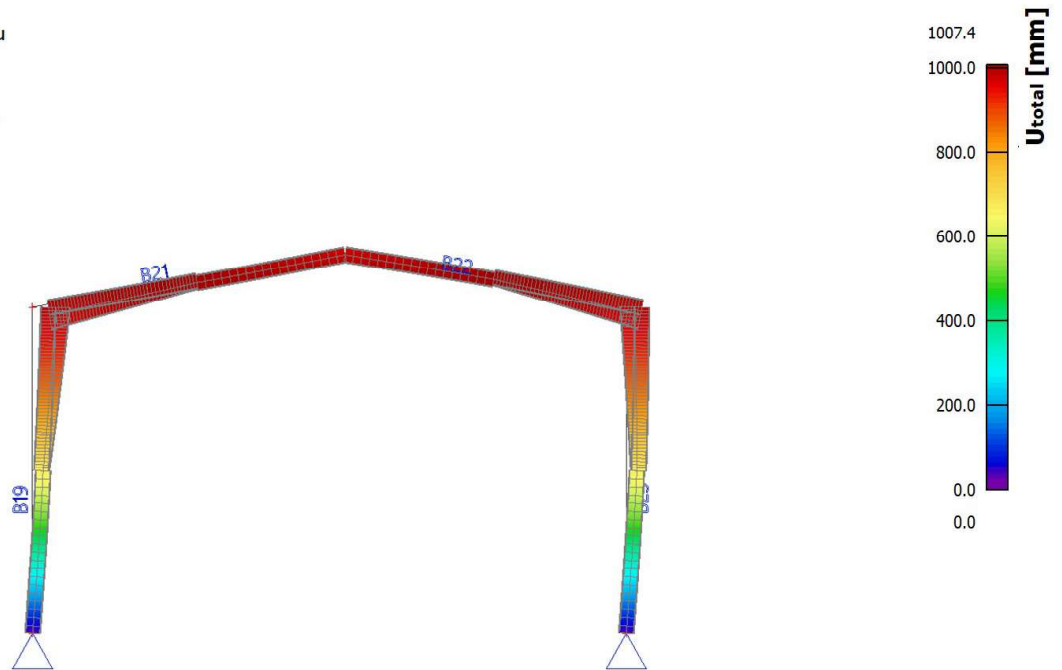
Stabilitní výpočet. Tvary vybočení jsou normované tak, aby se maximální složka přemístění nebo pootočení každého uzlu rovnala 1 m nebo 1 rad.

Stabilitní kombinace: S4/1 - 33,35

Výběr: Vše

Poloha: V uzlech s průměrováním.

Systém: Globální



Studentská verze

### 30. 3D přemístění; $U_{total}$

Hodnoty:  $U_{total}$

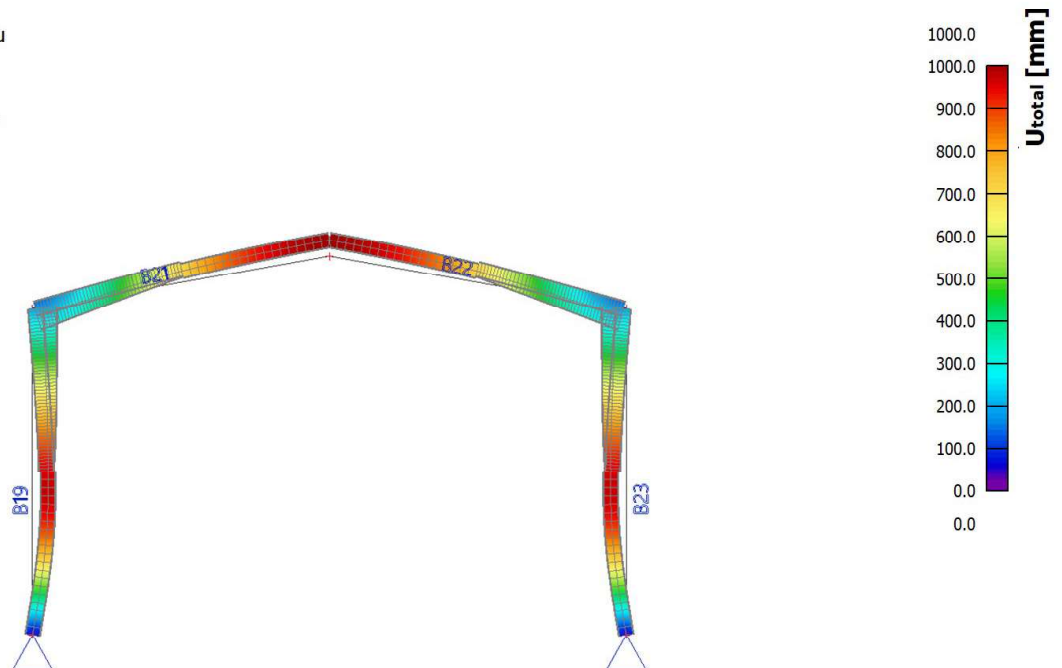
Stabilitní výpočet. Tvary vybočení jsou normované tak, aby se maximální složka přemístění nebo pootočení každého uzlu rovnala 1 m nebo 1 rad.

Stabilitní kombinace: S4/2 - 151,11

Výběr: Vše

Poloha: V uzlech s průměrováním.

Systém: Globální



Studentská verze

### 31. 3D přemístění; $U_{total}$

Hodnoty:  $U_{total}$

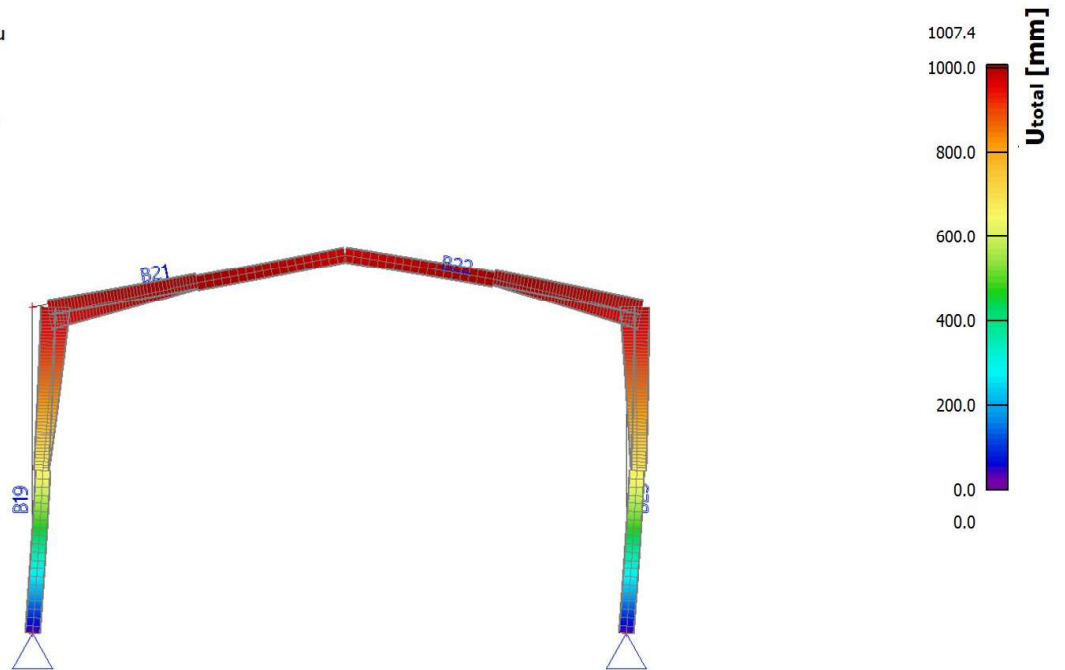
Stabilitní výpočet. Tvary vybočení jsou normované tak, aby se maximální složka přemístění nebo pootočení každého uzlu rovnala 1 m nebo 1 rad.

Stabilitní kombinace: S5/1 - 21,58

Výběr: Vše

Poloha: V uzlech s průměrováním.

Systém: Globální



Studentská verze

### 32. 3D přemístění; $U_{total}$

Hodnoty:  $U_{total}$

Stabilitní výpočet. Tvary vybočení jsou normované tak, aby se maximální složka přemístění nebo pootočení každého uzlu rovnala 1 m nebo 1 rad.

Stabilitní kombinace: S5/2 - 82,60

Výběr: Vše

Poloha: V uzlech s průměrováním.

Systém: Globální



Studentská verze

### 33. 3D přemístění; $U_{total}$

Hodnoty:  $U_{total}$

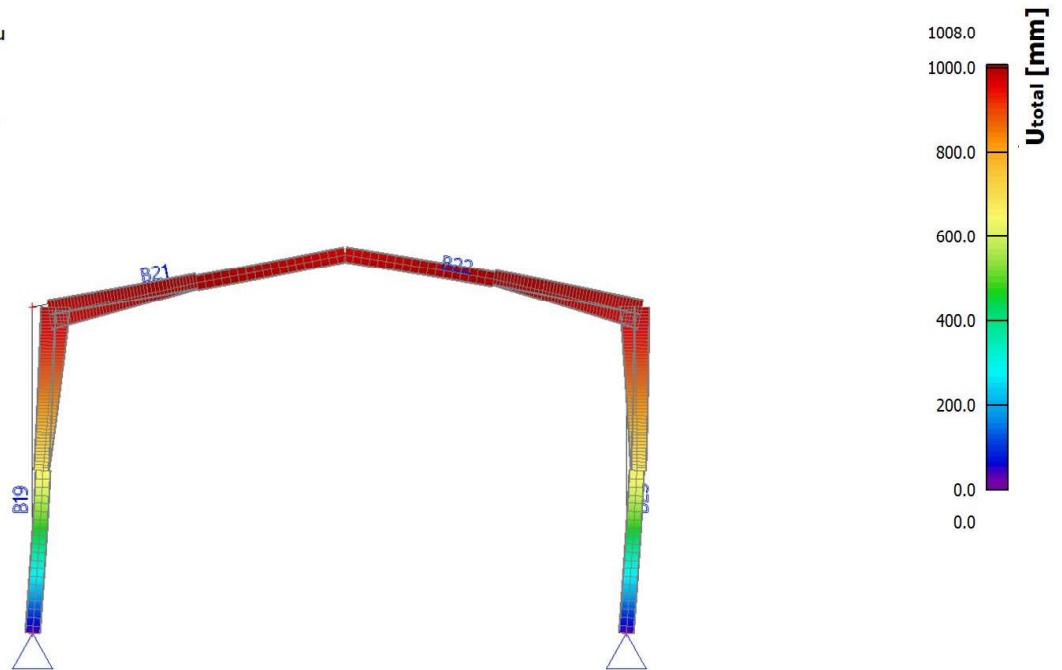
Stabilitní výpočet. Tvary vybočení jsou normované tak, aby se maximální složka přemístění nebo pootočení každého uzlu rovnala 1 m nebo 1 rad.

Stabilitní kombinace: S6/1 - 20,88

Výběr: Vše

Poloha: V uzlech s průměrováním.

Systém: Globální



Studentská verze

### 34. 3D přemístění; $U_{total}$

Hodnoty:  $U_{total}$

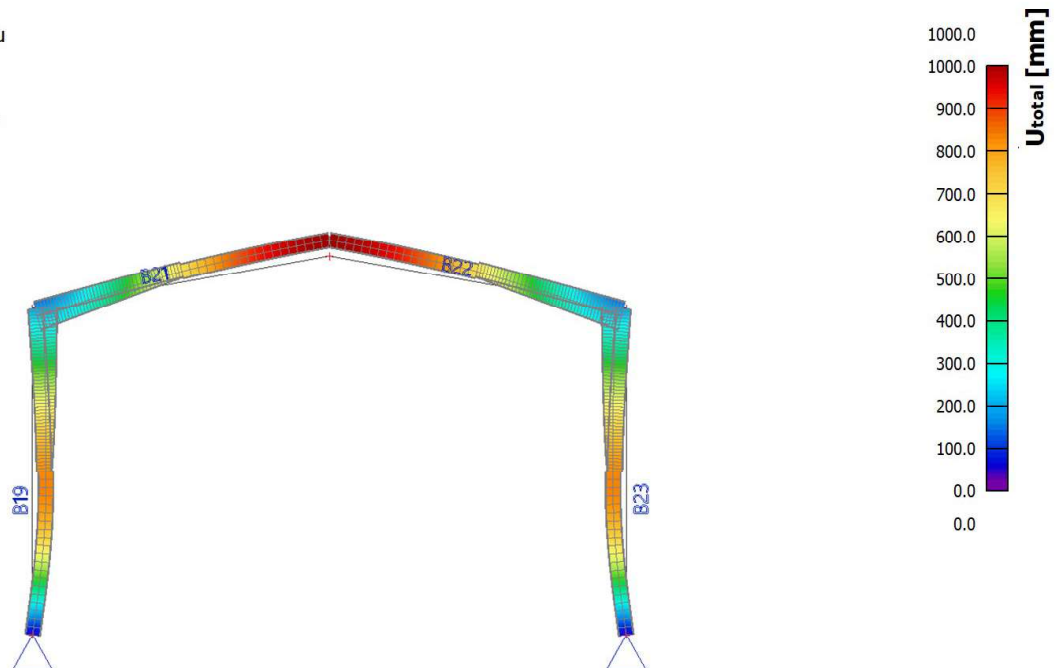
Stabilitní výpočet. Tvary vybočení jsou normované tak, aby se maximální složka přemístění nebo pootočení každého uzlu rovnala 1 m nebo 1 rad.

Stabilitní kombinace: S6/2 - 86,30

Výběr: Vše

Poloha: V uzlech s průměrováním.

Systém: Globální



Studentská verze

### 35. 3D přemístění; $U_{total}$

Hodnoty:  $U_{total}$

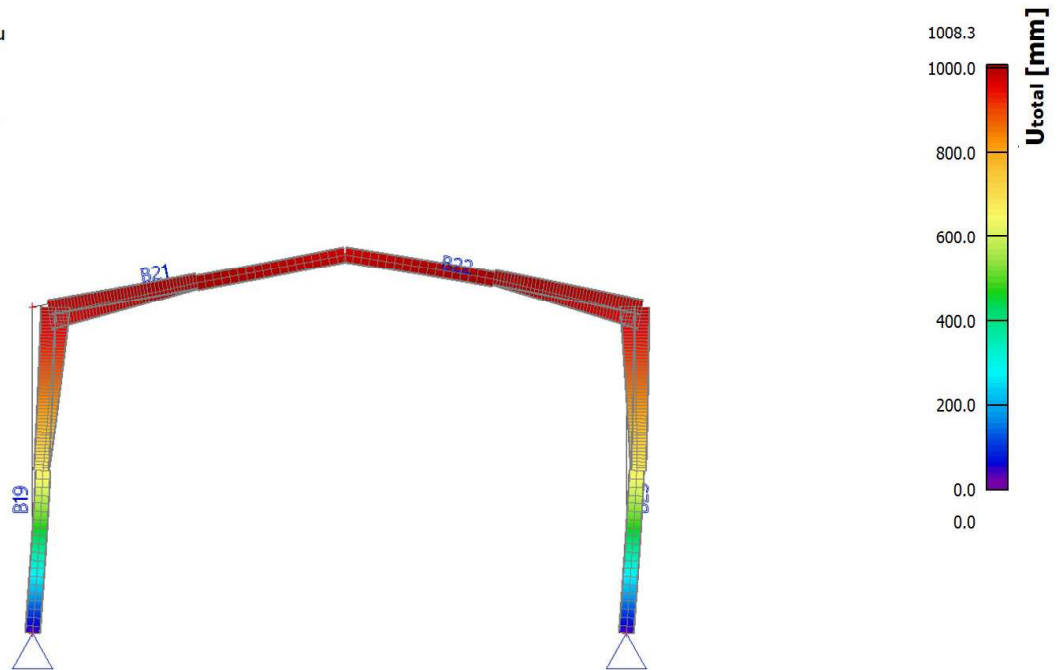
Stabilitní výpočet. Tvary vybočení jsou normované tak, aby se maximální složka přemístění nebo pootočení každého uzlu rovnala 1 m nebo 1 rad.

Stabilitní kombinace: S7/1 - 18,05

Výběr: Vše

Poloha: V uzlech s průměrováním.

Systém: Globální



Studentská verze

### 36. 3D přemístění; $U_{total}$

Hodnoty:  $U_{total}$

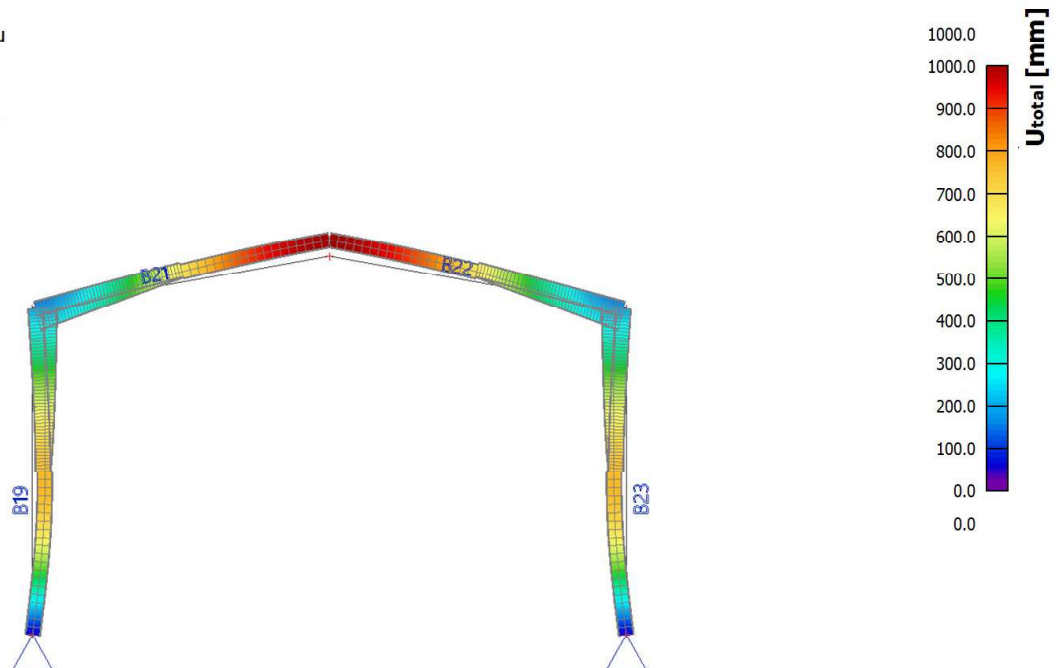
Stabilitní výpočet. Tvary vybočení jsou normované tak, aby se maximální složka přemístění nebo pootočení každého uzlu rovnala 1 m nebo 1 rad.

Stabilitní kombinace: S7/2 - 70,25

Výběr: Vše

Poloha: V uzlech s průměrováním.

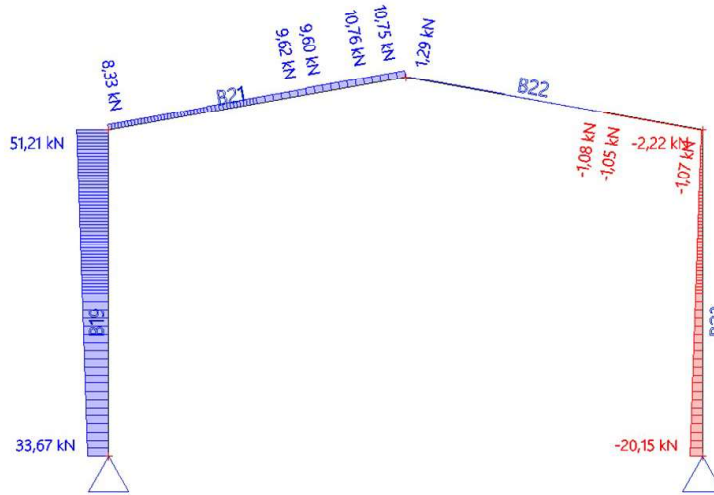
Systém: Globální



Studentská verze

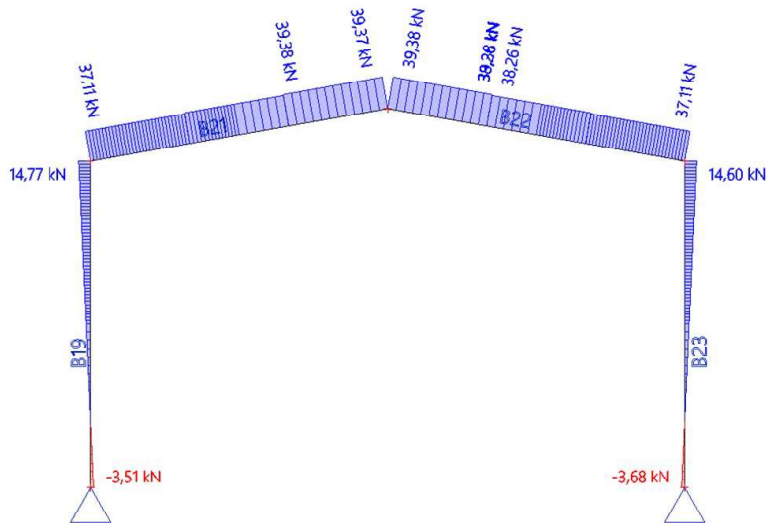
### 37. 1D vnitřní síly; N

Hodnoty: **N**  
 Nelineární výpočet  
 Nelineární kombinace: NK\_KZ 1  
 Souřadný systém: Dílec  
 Extrém 1D: Lokální  
 Výběr: Vše



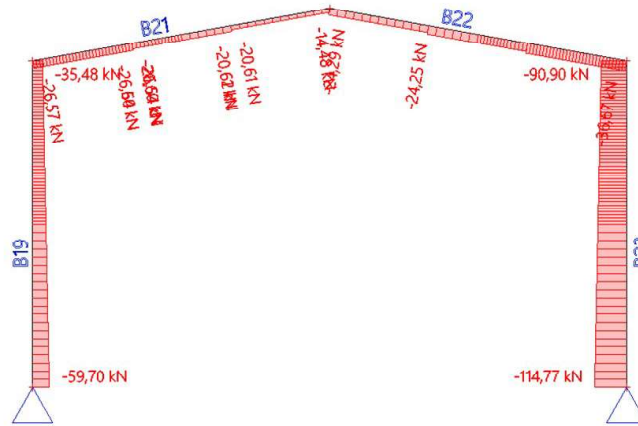
### 38. 1D vnitřní síly; N

Hodnoty: **N**  
 Nelineární výpočet  
 Nelineární kombinace: NK\_KZ 2  
 Souřadný systém: Dílec  
 Extrém 1D: Lokální  
 Výběr: Vše



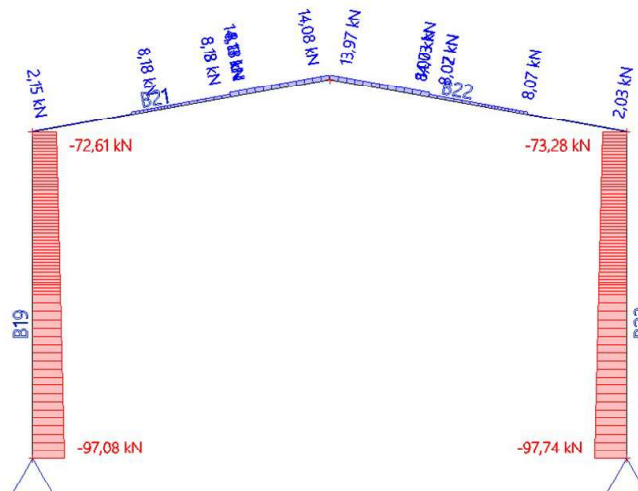
### 39. 1D vnitřní síly; N

Hodnoty: **N**  
 Nelineární výpočet  
 Nelineární kombinace: NK\_KZ 3  
 Souřadný systém: Dílec  
 Extrém 1D: Lokální  
 Výběr: Vše



### 40. 1D vnitřní síly; N

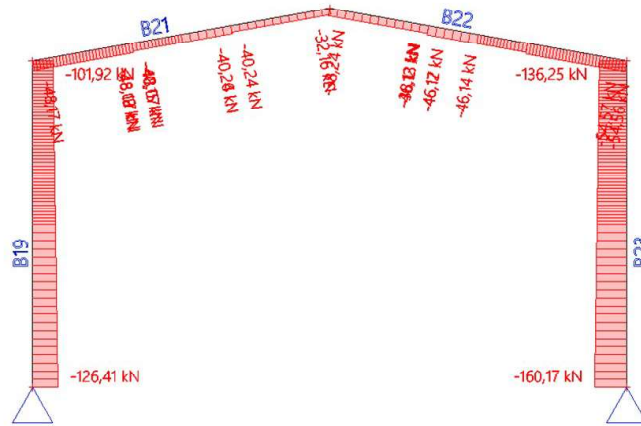
Hodnoty: **N**  
 Nelineární výpočet  
 Nelineární kombinace: NK\_KZ 4  
 Souřadný systém: Dílec  
 Extrém 1D: Lokální  
 Výběr: Vše



### Studentská verze

### 41. 1D vnitřní síly; N

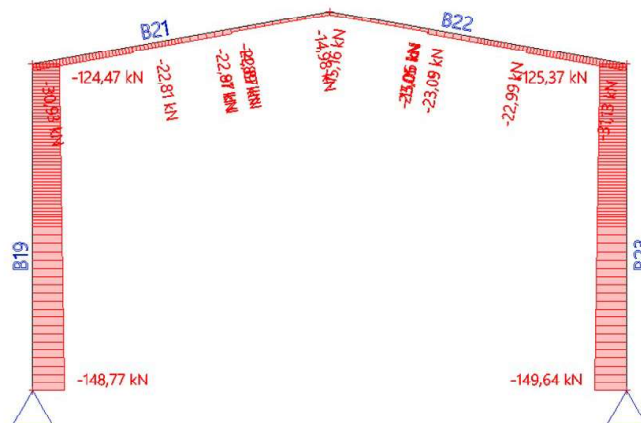
Hodnoty: **N**  
 Nelineární výpočet  
 Nelineární kombinace: NK\_KZ 5  
 Souřadný systém: Dílec  
 Extrém 1D: Lokální  
 Výběr: Vše



Studentská verze

### 42. 1D vnitřní síly; N

Hodnoty: **N**  
 Nelineární výpočet  
 Nelineární kombinace: NK\_KZ 6  
 Souřadný systém: Dílec  
 Extrém 1D: Lokální  
 Výběr: Vše

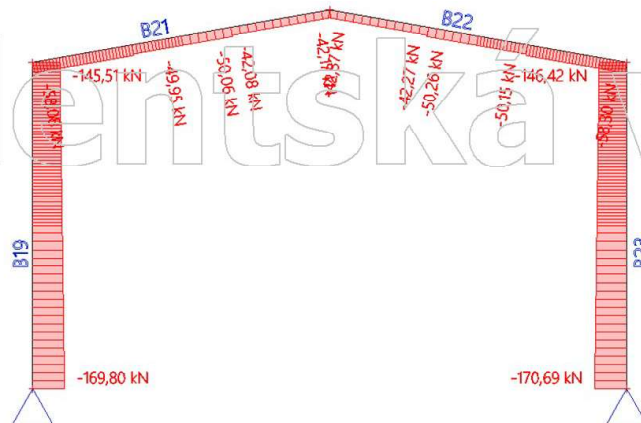


Studentská verze



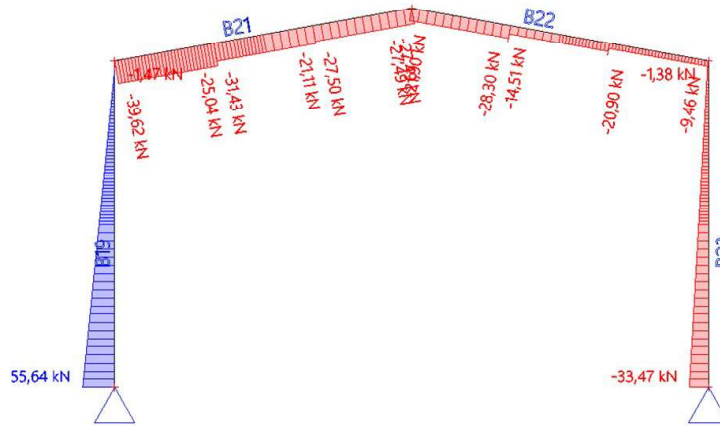
### 43. 1D vnitřní síly; N

Hodnoty: **N**  
 Nelineární výpočet  
 Nelineární kombinace: NK\_KZ 7  
 Souřadný systém: Dílec  
 Extrém 1D: Lokální  
 Výběr: Vše



### 44. 1D vnitřní síly; $V_z$

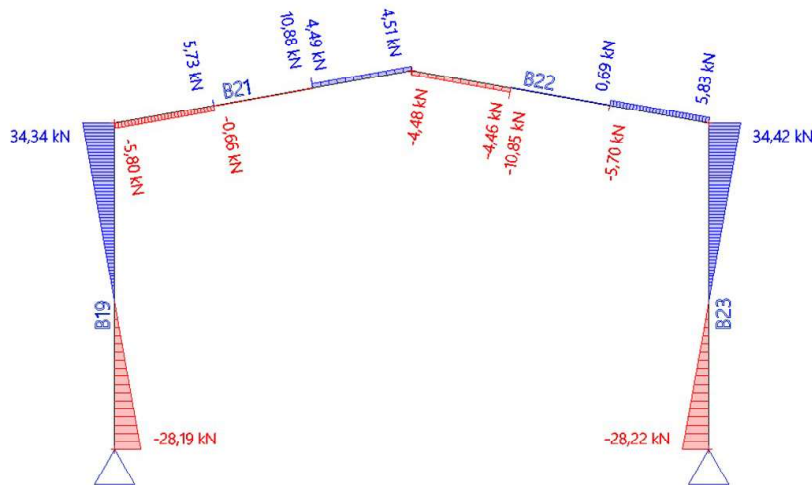
Hodnoty:  $V_z$   
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NK\_KZ 1  
Souřadný systém: Dílec  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: Vše



Studentská verze

### 45. 1D vnitřní síly; $V_z$

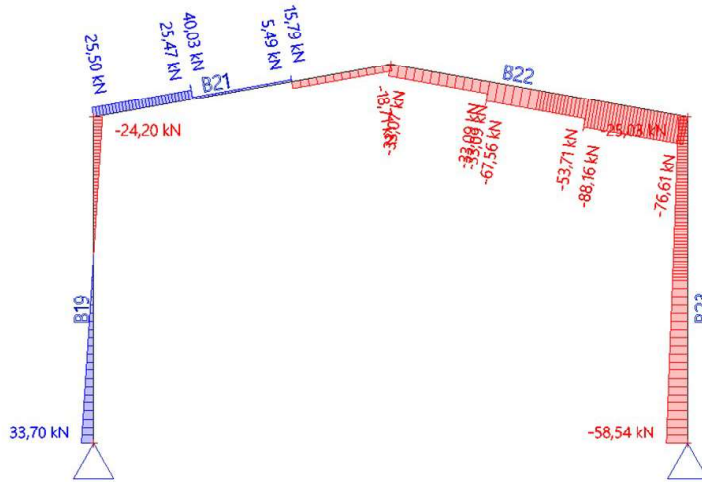
Hodnoty:  $V_z$   
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NK\_KZ 2  
Souřadný systém: Dílec  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: Vše



Studentská verze

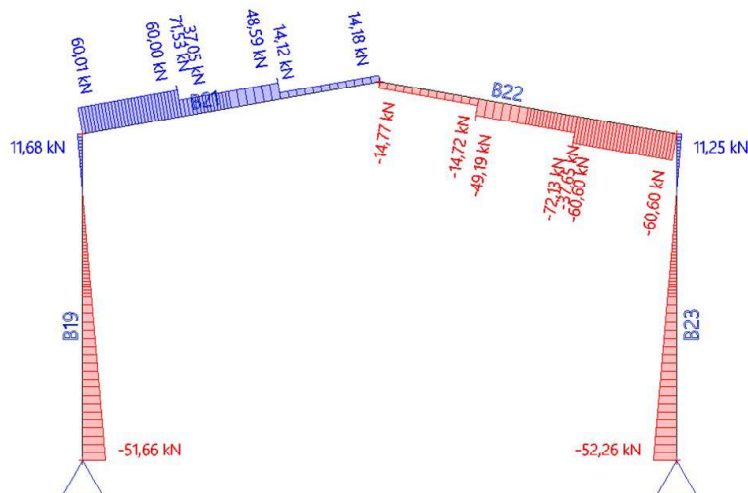
### 46. 1D vnitřní síly; $V_z$

Hodnoty:  $V_z$   
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NK\_KZ 3  
Souřadný systém: Dílec  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: Vše



### 47. 1D vnitřní síly; $V_z$

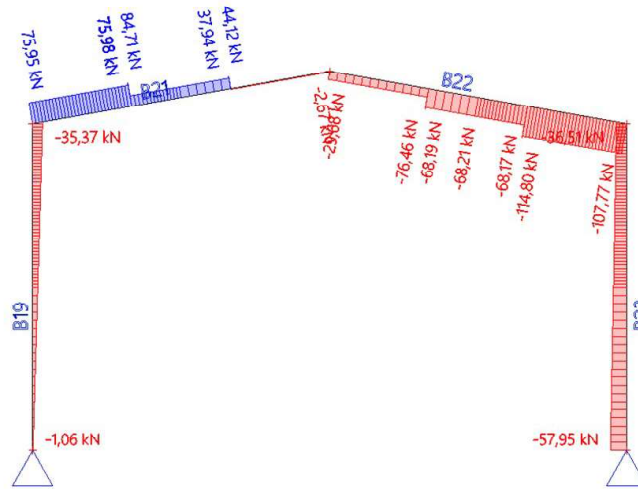
Hodnoty:  $V_z$   
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NK\_KZ 4  
Souřadný systém: Dílec  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: Vše



### Studentská verze

### 48. 1D vnitřní síly; V<sub>z</sub>

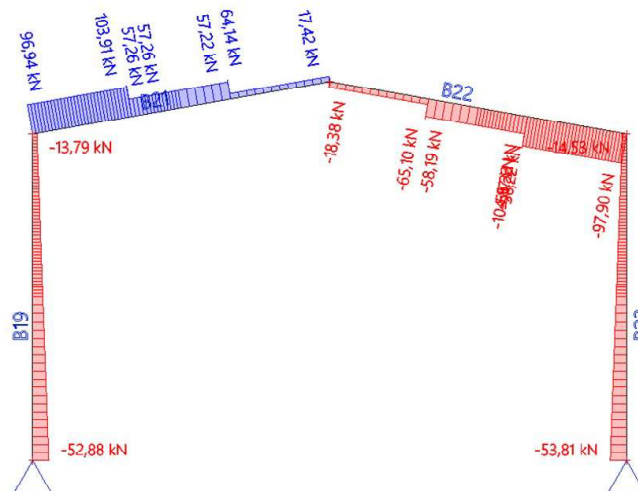
Hodnoty: V<sub>z</sub>  
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NK\_KZ 5  
Souřadný systém: Dílec  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: Vše



Studentská verze

### 49. 1D vnitřní síly; V<sub>z</sub>

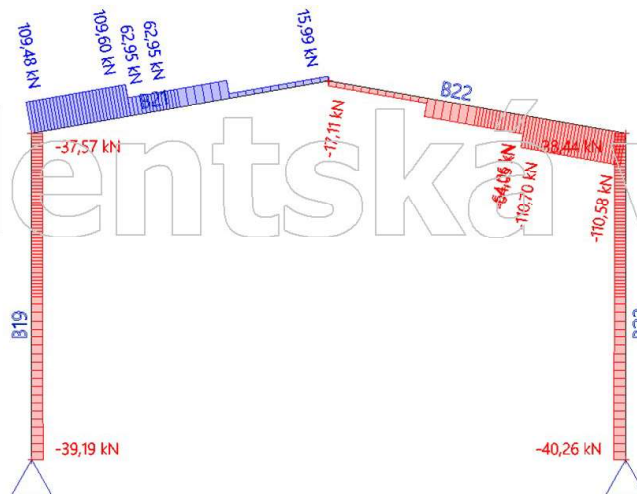
Hodnoty: V<sub>z</sub>  
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NK\_KZ 6  
Souřadný systém: Dílec  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: Vše



Studentská verze

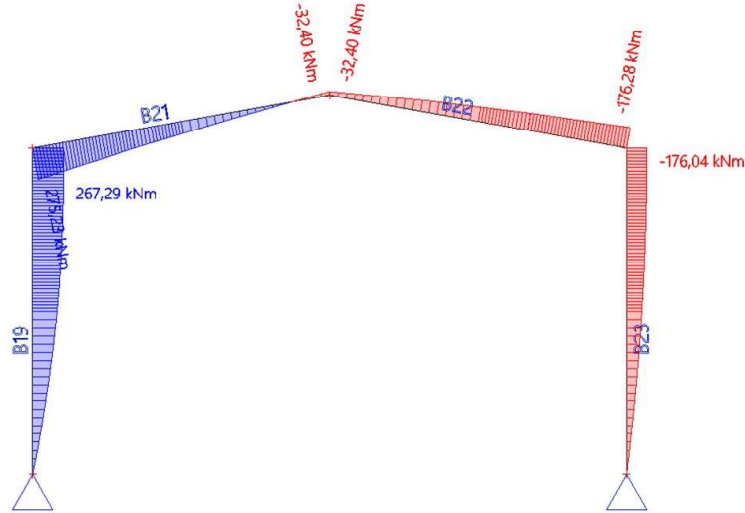
### 50. 1D vnitřní síly; V<sub>z</sub>

Hodnoty: V<sub>z</sub>  
 Nelineární výpočet  
 Nelineární kombinace: NK\_KZ 7  
 Souřadný systém: Dílec  
 Extrém 1D: Lokální  
 Výběr: Vše



### 51. 1D vnitřní síly; $M_y$

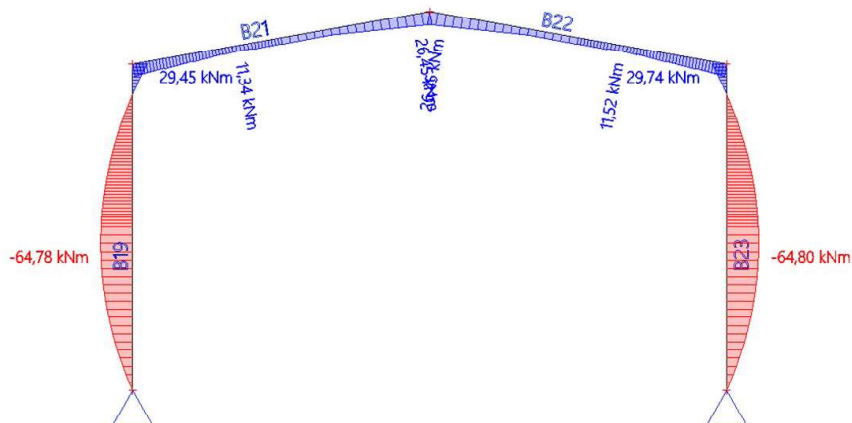
Hodnoty:  $M_y$   
 Nelineární výpočet  
 Nelineární kombinace: NK\_KZ 1  
 Souřadný systém: Dílec  
 Extrém 1D: Dílec  
 Výběr: Vše



Studentská verze

### 52. 1D vnitřní síly; $M_y$

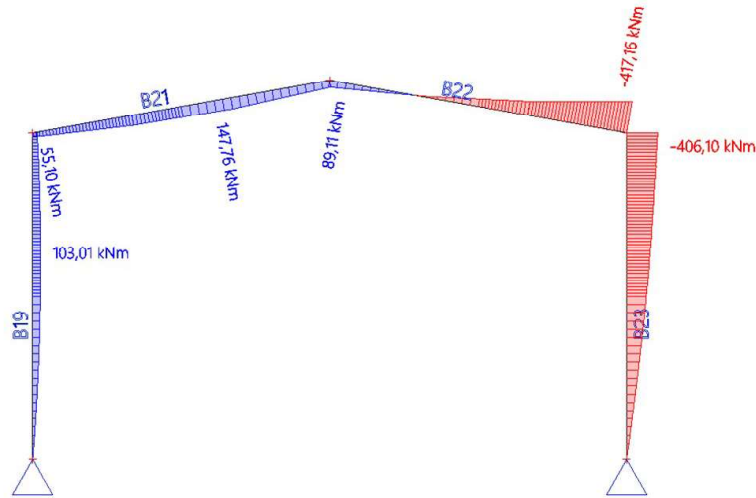
Hodnoty:  $M_y$   
 Nelineární výpočet  
 Nelineární kombinace: NK\_KZ 2  
 Souřadný systém: Dílec  
 Extrém 1D: Dílec  
 Výběr: Vše



Studentská verze

### 53. 1D vnitřní síly; $M_y$

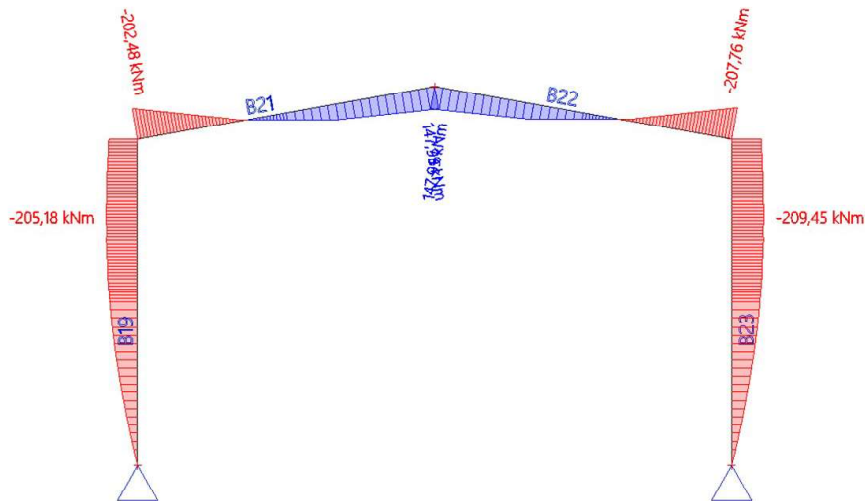
Hodnoty:  $M_y$   
 Nelineární výpočet  
 Nelineární kombinace: NK\_KZ 3  
 Souřadný systém: Dílec  
 Extrém 1D: Dílec  
 Výběr: Vše



Studentská verze

### 54. 1D vnitřní síly; $M_y$

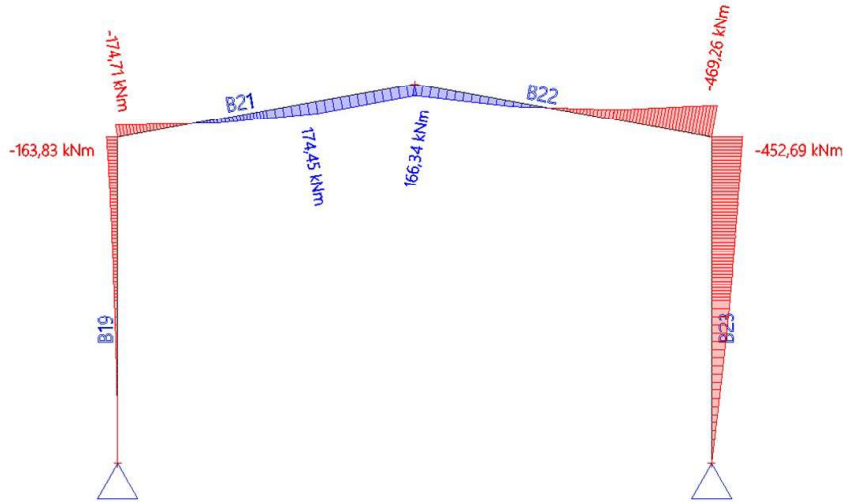
Hodnoty:  $M_y$   
 Nelineární výpočet  
 Nelineární kombinace: NK\_KZ 4  
 Souřadný systém: Dílec  
 Extrém 1D: Dílec  
 Výběr: Vše



Studentská verze

### 55. 1D vnitřní síly; $M_y$

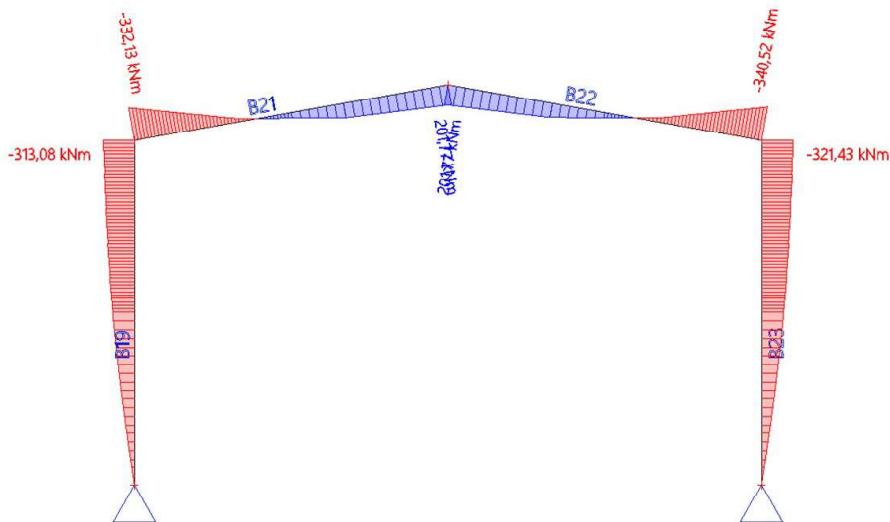
Hodnoty:  $M_y$   
 Nelineární výpočet  
 Nelineární kombinace: NK\_KZ 5  
 Souřadný systém: Dílec  
 Extrém 1D: Dílec  
 Výběr: Vše



Studentská verze

### 56. 1D vnitřní síly; $M_y$

Hodnoty:  $M_y$   
 Nelineární výpočet  
 Nelineární kombinace: NK\_KZ 6  
 Souřadný systém: Dílec  
 Extrém 1D: Dílec  
 Výběr: Vše

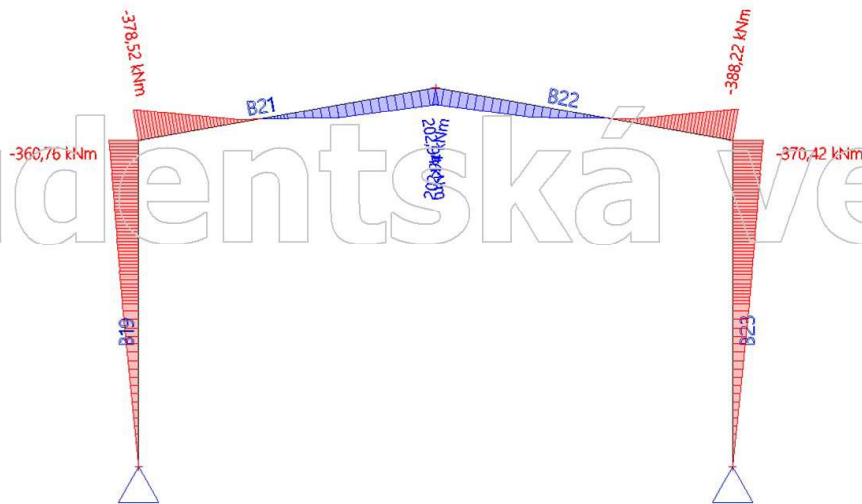


Studentská verze



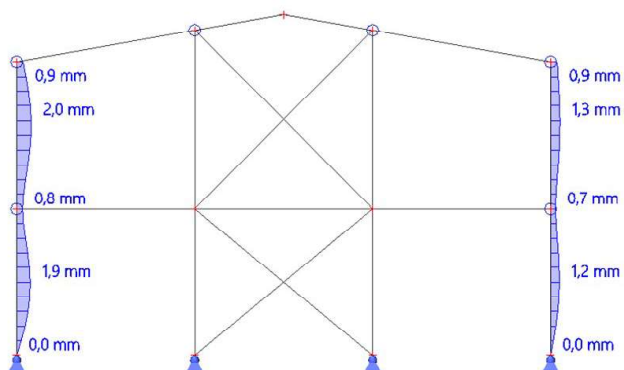
### 57. 1D vnitřní síly; $M_y$

Hodnoty:  $M_y$   
 Nelineární výpočet  
 Nelineární kombinace: NK\_KZ 7  
 Souřadný systém: Dílec  
 Extrém 1D: Dílec  
 Výběr: Vše



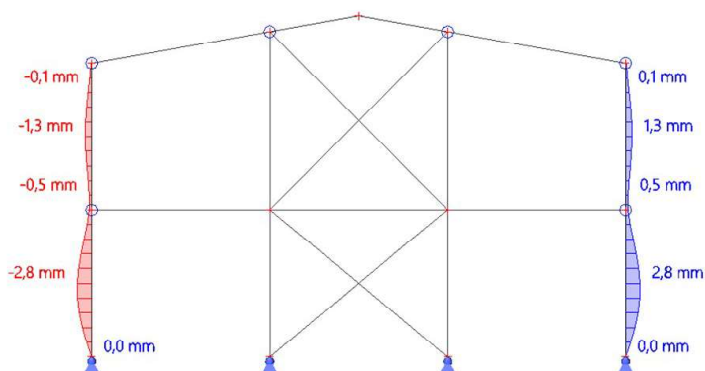
## 2. 1D deformace; $u_x$

Hodnoty:  $u_x$   
 Lineární výpočet  
 Kombinace: MSP KZ 1  
 Souřadný systém: Globální  
 Extrém 1D: Lokální  
 Výběr: B19, B23



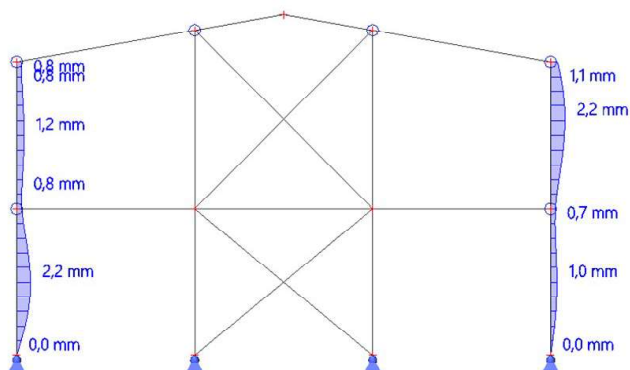
## 3. 1D deformace; $u_x$

Hodnoty:  $u_x$   
 Lineární výpočet  
 Kombinace: MSP KZ 2  
 Souřadný systém: Globální  
 Extrém 1D: Lokální  
 Výběr: B19, B23



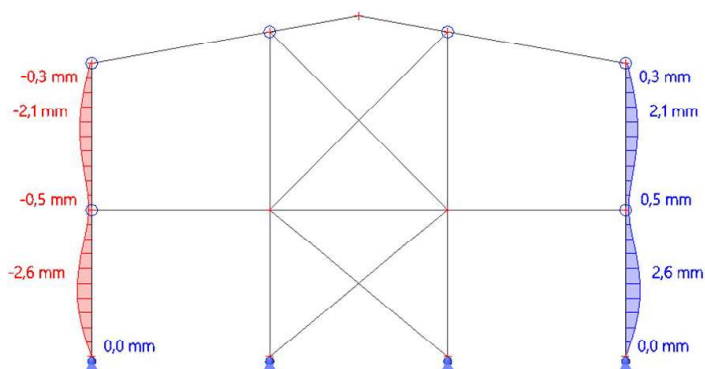
#### 4. 1D deformace; $u_x$

Hodnoty:  $u_x$   
 Lineární výpočet  
 Kombinace: MSP KZ 3  
 Souřadný systém: Globální  
 Extrém 1D: Lokální  
 Výběr: B19, B23



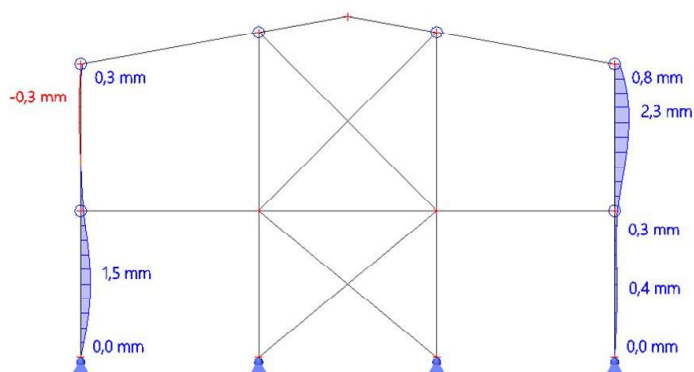
#### 5. 1D deformace; $u_x$

Hodnoty:  $u_x$   
 Lineární výpočet  
 Kombinace: MSP KZ 4  
 Souřadný systém: Globální  
 Extrém 1D: Lokální  
 Výběr: B19, B23



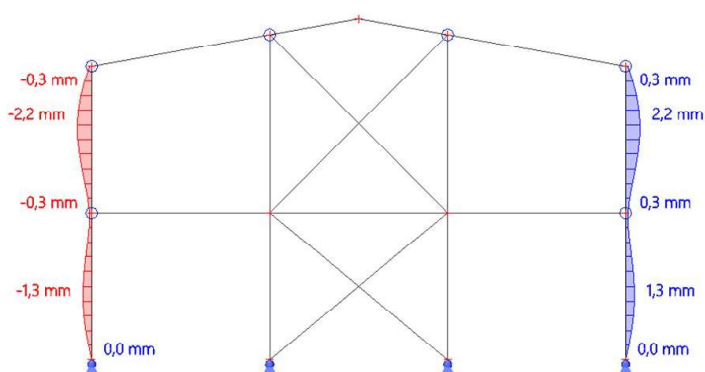
## 6. 1D deformace; $u_x$

Hodnoty:  $u_x$   
 Lineární výpočet  
 Kombinace: MSP KZ 5  
 Souřadný systém: Globální  
 Extrém 1D: Lokální  
 Výběr: B19, B23



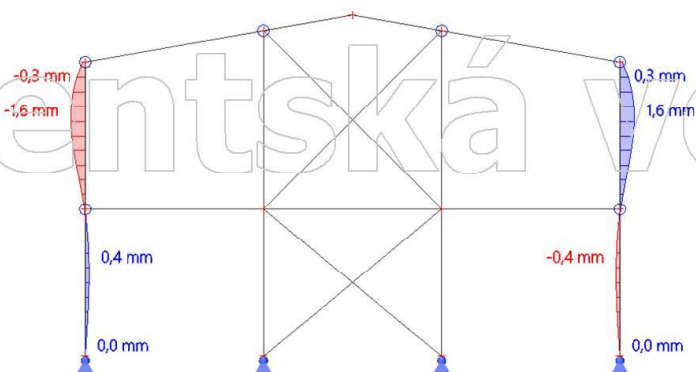
## 7. 1D deformace; $u_x$

Hodnoty:  $u_x$   
 Lineární výpočet  
 Kombinace: MSP KZ 6  
 Souřadný systém: Globální  
 Extrém 1D: Lokální  
 Výběr: B19, B23



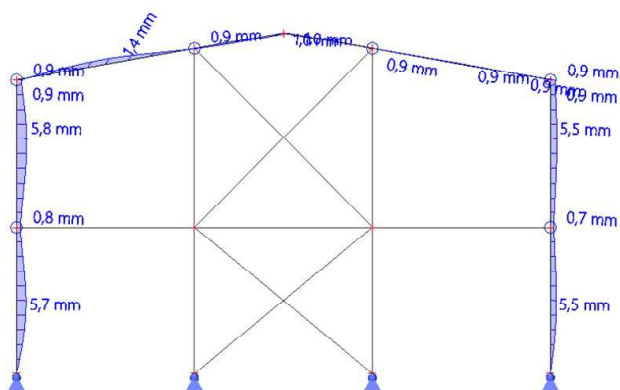
## 8. 1D deformace; $u_x$

Hodnoty:  $u_x$   
Lineární výpočet  
Kombinace: MSP KZ 7  
Souřadný systém: Globální  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: B19, B23



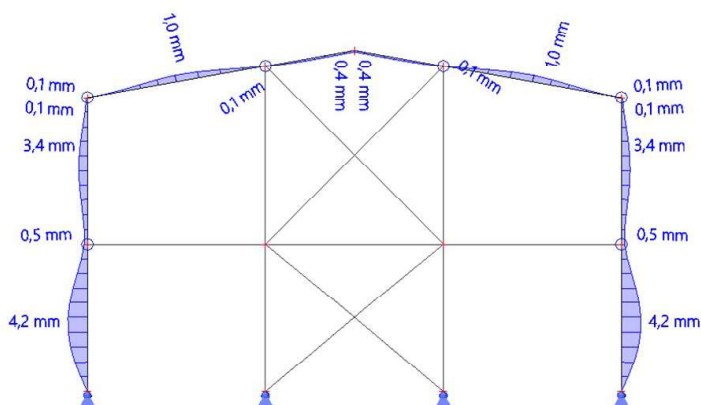
### 9. 1D deformace; $U_{total}$

Hodnoty:  $U_{total}$   
 Lineární výpočet  
 Kombinace: MSP KZ 1  
 Souřadný systém: Globální  
 Extrém 1D: Lokální  
 Výběr: B19, B21..B23



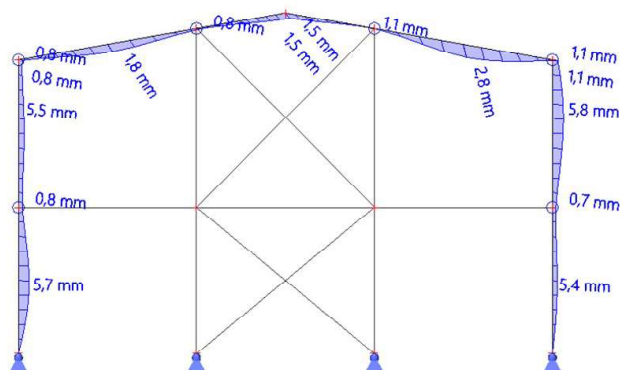
### 10. 1D deformace; $U_{total}$

Hodnoty:  $U_{total}$   
 Lineární výpočet  
 Kombinace: MSP KZ 2  
 Souřadný systém: Globální  
 Extrém 1D: Lokální  
 Výběr: B19, B21..B23



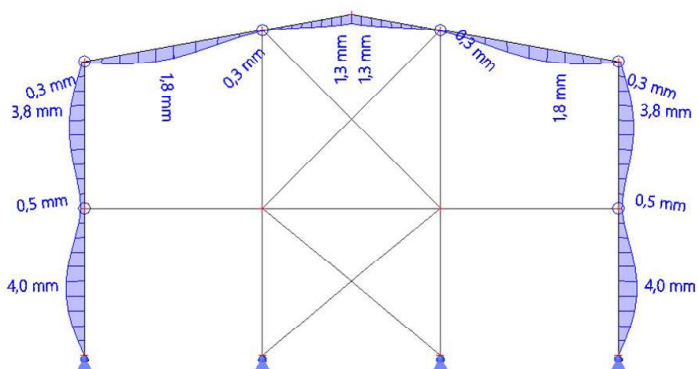
### 11. 1D deformace; $U_{total}$

Hodnoty:  $U_{total}$   
 Lineární výpočet  
 Kombinace: MSP KZ 3  
 Souřadný systém: Globální  
 Extrém 1D: Lokální  
 Výběr: B19, B21..B23



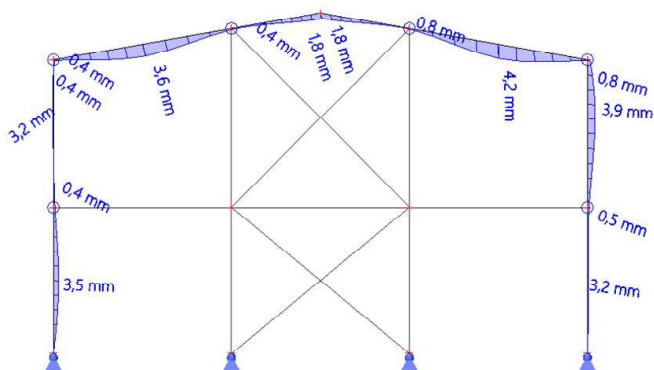
### 12. 1D deformace; $U_{total}$

Hodnoty:  $U_{total}$   
 Lineární výpočet  
 Kombinace: MSP KZ 4  
 Souřadný systém: Globální  
 Extrém 1D: Lokální  
 Výběr: B19, B21..B23



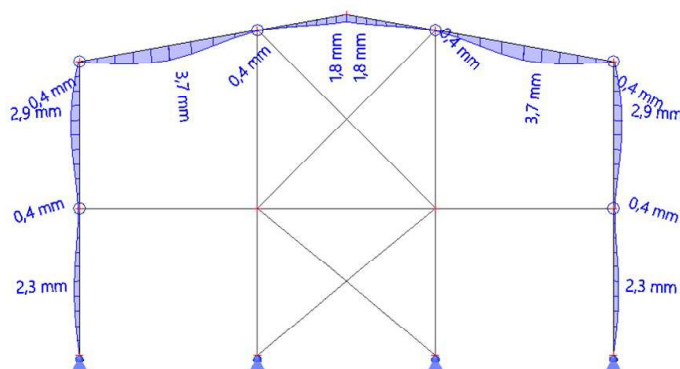
### 13. 1D deformace; $U_{total}$

Hodnoty:  $U_{total}$   
 Lineární výpočet  
 Kombinace: MSP KZ 5  
 Souřadný systém: Globální  
 Extrém 1D: Lokální  
 Výběr: B19, B21..B23



### 14. 1D deformace; $U_{total}$

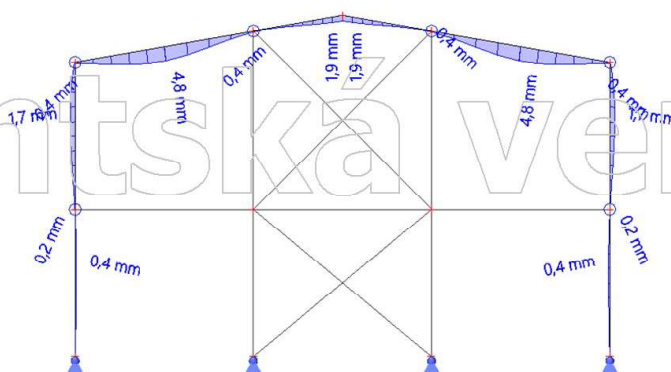
Hodnoty:  $U_{total}$   
 Lineární výpočet  
 Kombinace: MSP KZ 6  
 Souřadný systém: Globální  
 Extrém 1D: Lokální  
 Výběr: B19, B21..B23





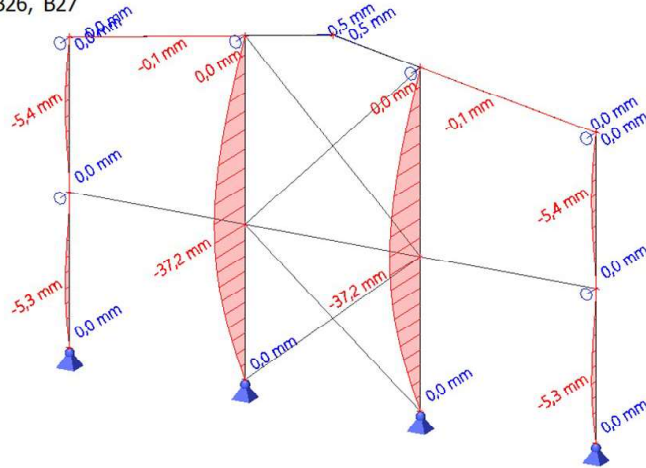
## 15. 1D deformace; $U_{total}$

Hodnoty:  $U_{total}$   
Lineární výpočet  
Kombinace: MSP KZ 7  
Souřadný systém: Globální  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: B19, B21..B23



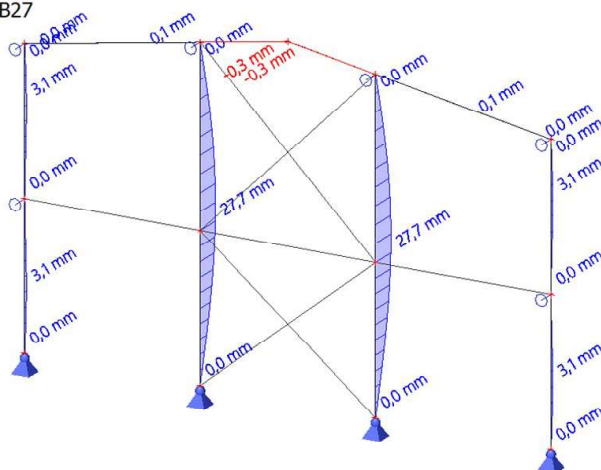
### 16. 1D deformace; $u_y$

Hodnoty:  $u_y$   
Lineární výpočet  
Kombinace: MSP KZ 1  
Souřadný systém: Globální  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: B19, B21..B23, B26, B27



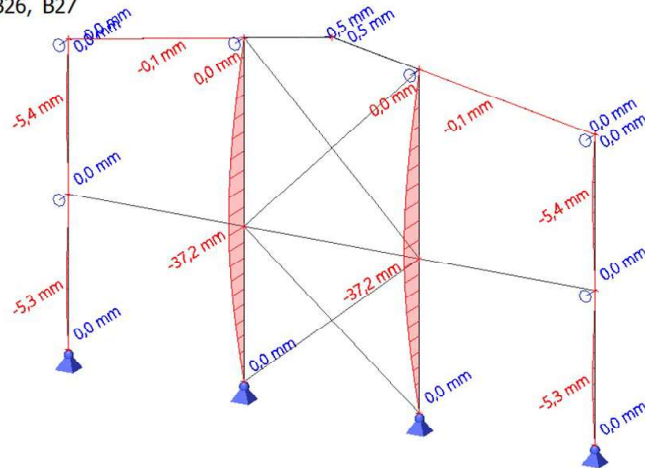
### 17. 1D deformace; $u_y$

Hodnoty:  $u_y$   
Lineární výpočet  
Kombinace: MSP KZ 2  
Souřadný systém: Globální  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: B19, B21..B23, B26, B27



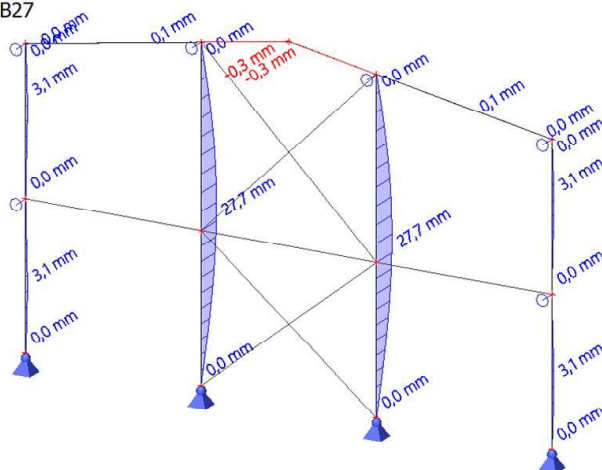
### 18. 1D deformace; $u_y$

Hodnoty:  $u_y$   
 Lineární výpočet  
 Kombinace: MSP KZ 3  
 Souřadný systém: Globální  
 Extrém 1D: Lokální  
 Výběr: B19, B21..B23, B26, B27



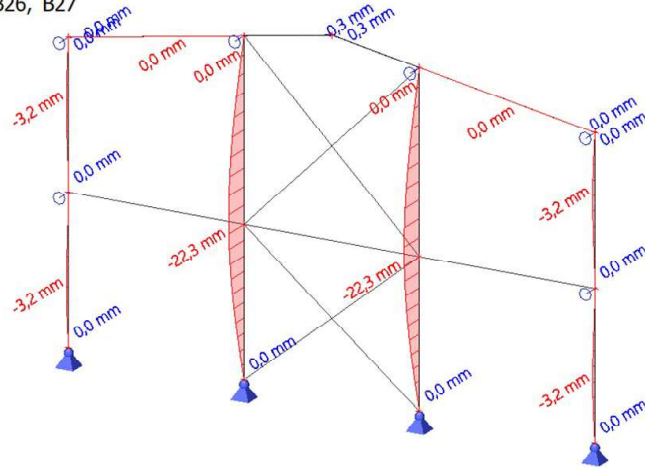
### 19. 1D deformace; $u_y$

Hodnoty:  $u_y$   
 Lineární výpočet  
 Kombinace: MSP KZ 4  
 Souřadný systém: Globální  
 Extrém 1D: Lokální  
 Výběr: B19, B21..B23, B26, B27



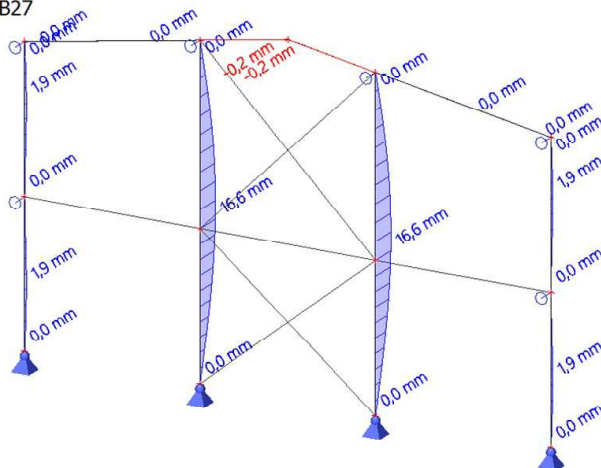
## 20. 1D deformace; $u_y$

Hodnoty:  $u_y$   
Lineární výpočet  
Kombinace: MSP KZ 5  
Souřadný systém: Globální  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: B19, B21..B23, B26, B27



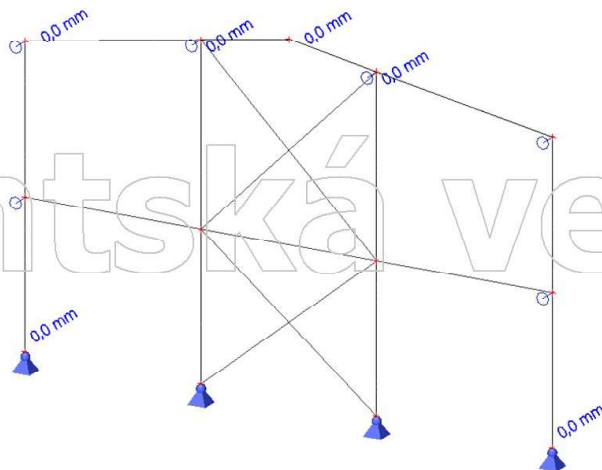
## 21. 1D deformace; $u_y$

Hodnoty:  $u_y$   
Lineární výpočet  
Kombinace: MSP KZ 6  
Souřadný systém: Globální  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: B19, B21..B23, B26, B27



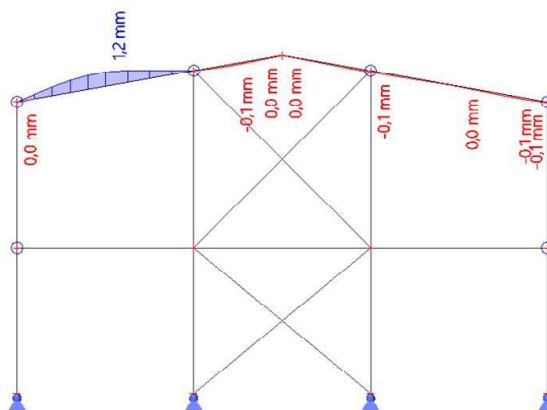
## 22. 1D deformace; $u_y$

Hodnoty:  $u_y$   
Lineární výpočet  
Kombinace: MSP KZ 7  
Souřadný systém: Globální  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: B19, B21..B23, B26, B27



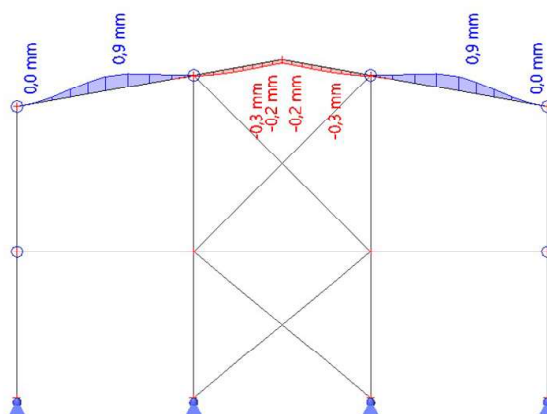
### 23. 1D deformace; $u_z$

Hodnoty:  $u_z$   
 Lineární výpočet  
 Kombinace: MSP KZ 1  
 Souřadný systém: Globální  
 Extrém 1D: Lokální  
 Výběr: B21, B22



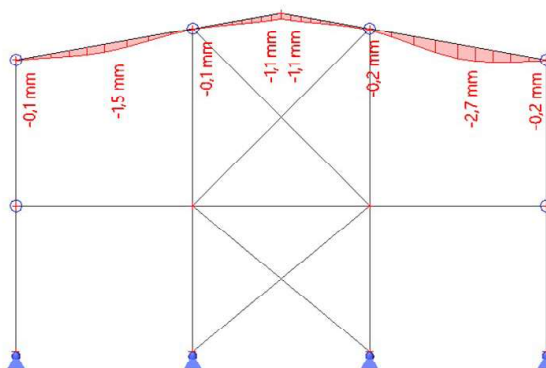
### 24. 1D deformace; $u_z$

Hodnoty:  $u_z$   
 Lineární výpočet  
 Kombinace: MSP KZ 2  
 Souřadný systém: Globální  
 Extrém 1D: Lokální  
 Výběr: B21, B22



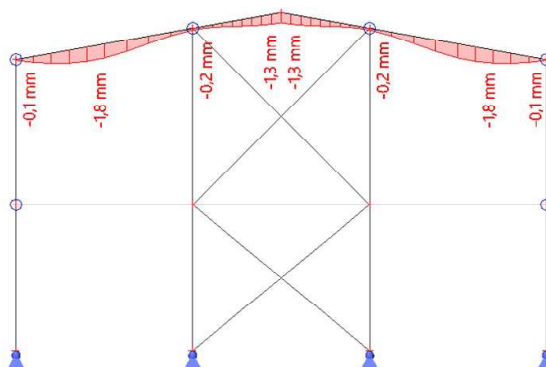
## 25. 1D deformace; $u_z$

Hodnoty:  $u_z$   
Lineární výpočet  
Kombinace: MSP KZ 3  
Souřadný systém: Globální  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: B21, B22



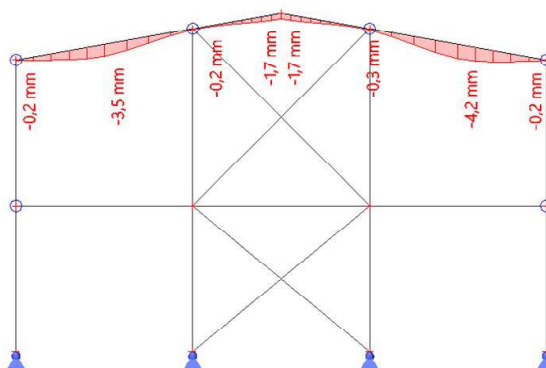
## 26. 1D deformace; $u_z$

Hodnoty:  $u_z$   
Lineární výpočet  
Kombinace: MSP KZ 4  
Souřadný systém: Globální  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: B21, B22



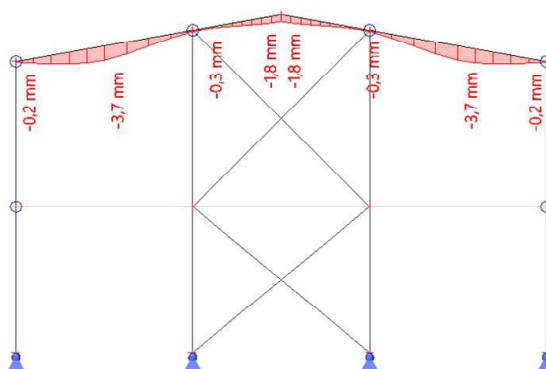
## 27. 1D deformace; $u_z$

Hodnoty:  $u_z$   
Lineární výpočet  
Kombinace: MSP KZ 5  
Souřadný systém: Globální  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: B21, B22



## 28. 1D deformace; $u_z$

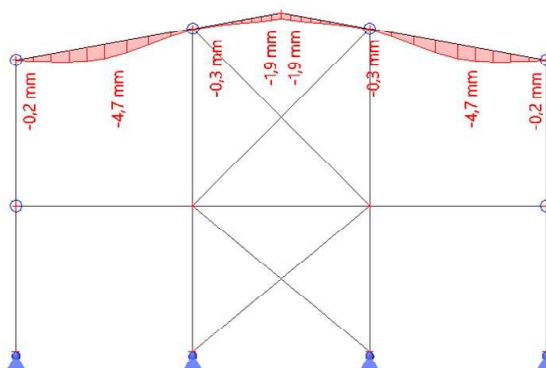
Hodnoty:  $u_z$   
Lineární výpočet  
Kombinace: MSP KZ 6  
Souřadný systém: Globální  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: B21, B22





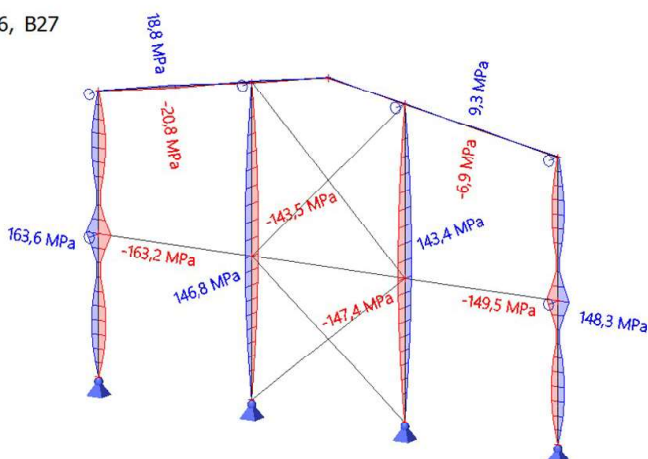
### 29. 1D deformace; $u_z$

Hodnoty:  $u_z$   
 Lineární výpočet  
 Kombinace: MSP KZ 7  
 Souřadný systém: Globální  
 Extrém 1D: Lokální  
 Výběr: B21, B22



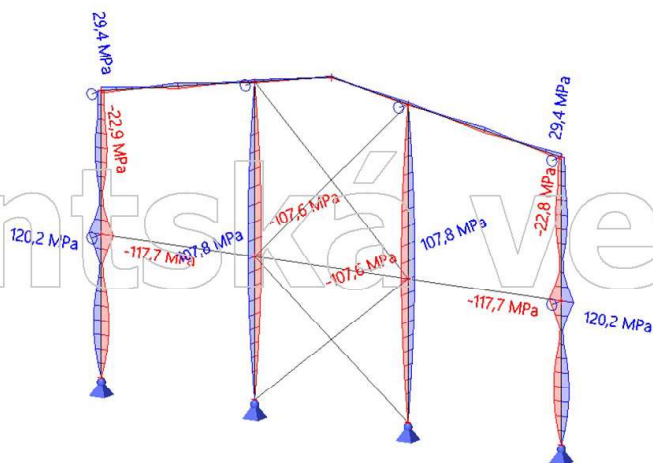
### 30. 1D napětí; $\sigma_x$

Hodnoty:  $\sigma_x$   
 Lineární výpočet  
 Kombinace: KZ 1  
 Souřadný systém: Hlavní  
 Extrém 1D: Dílec  
 Výběr: B19, B21..B23, B26, B27



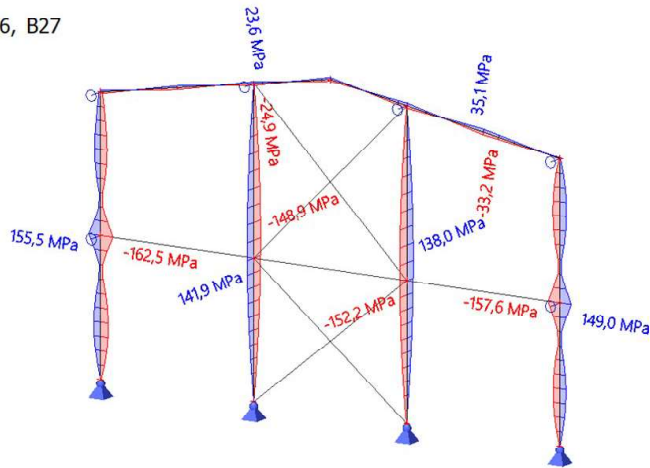
### 31. 1D napětí; $\sigma_x$

Hodnoty:  $\sigma_x$   
Lineární výpočet  
Kombinace: KZ 2  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Dílec  
Výběr: B19, B21..B23, B26, B27



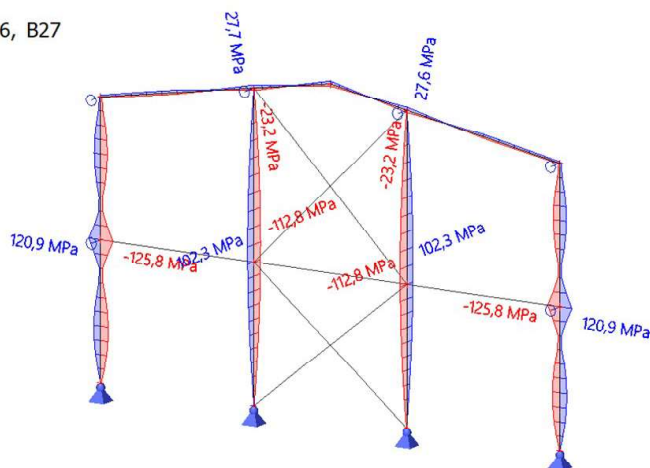
### 32. 1D napětí; $\sigma_x$

Hodnoty:  $\sigma_x$   
Lineární výpočet  
Kombinace: KZ 3  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Dílec  
Výběr: B19, B21..B23, B26, B27



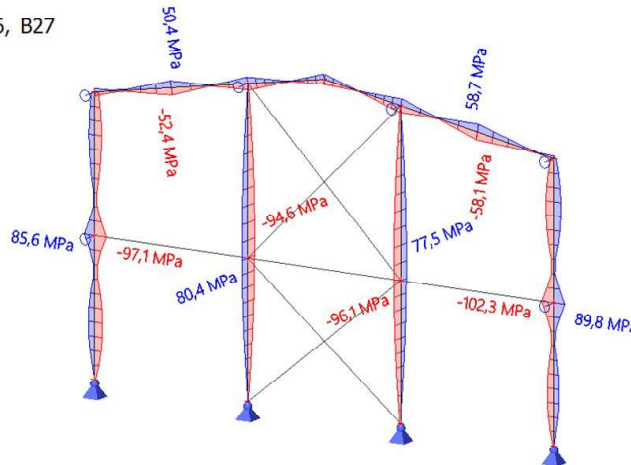
### 33. 1D napětí; $\sigma_x$

Hodnoty:  $\sigma_x$   
Lineární výpočet  
Kombinace: KZ 4  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Dílec  
Výběr: B19, B21..B23, B26, B27



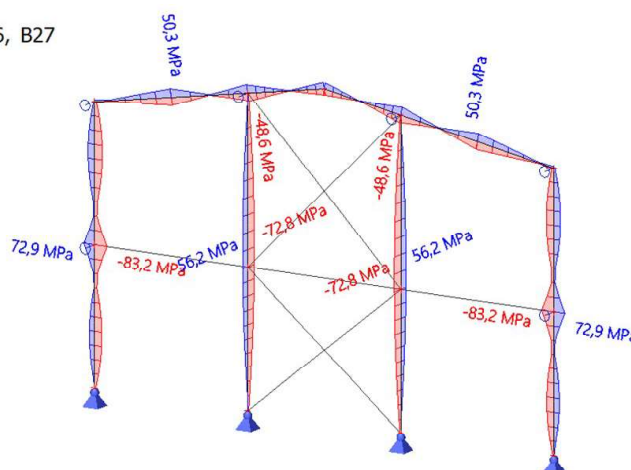
### 34. 1D napětí; $\sigma_x$

Hodnoty:  $\sigma_x$   
Lineární výpočet  
Kombinace: KZ 5  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Dílec  
Výběr: B19, B21..B23, B26, B27



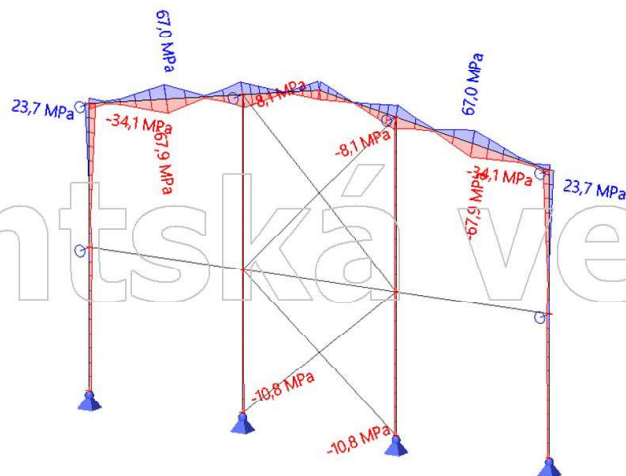
### 35. 1D napětí; $\sigma_x$

Hodnoty:  $\sigma_x$   
Lineární výpočet  
Kombinace: KZ 6  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Dílec  
Výběr: B19, B21..B23, B26, B27



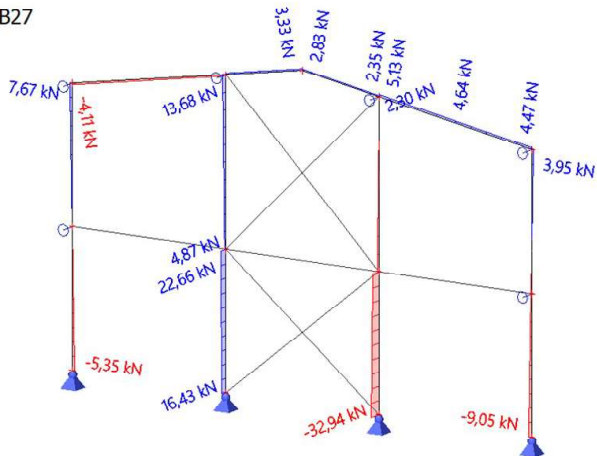
### 36. 1D napětí; $\sigma_x$

Hodnoty:  $\sigma_x$   
Lineární výpočet  
Kombinace: KZ 7  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Dílec  
Výběr: B19, B21..B23, B26, B27



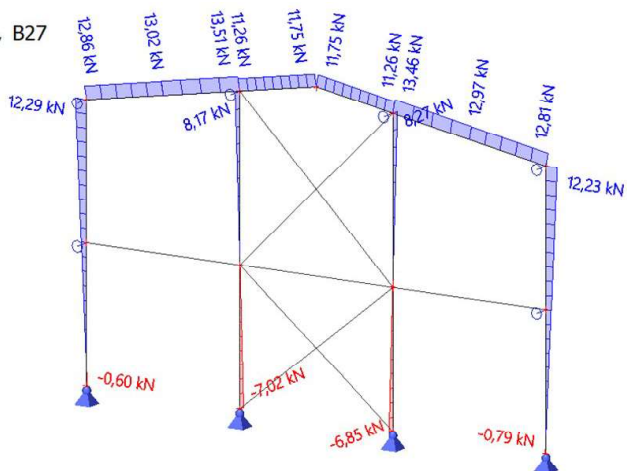
### 37. 1D vnitřní síly; N

Hodnoty: **N**  
 Nelineární výpočet  
 Nelineární kombinace: NK\_KZ 1  
 Souřadný systém: Dílec  
 Extrém 1D: Lokální  
 Výběr: B19, B21..B23, B26, B27



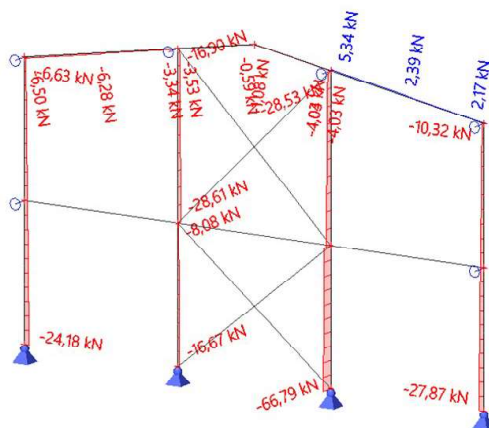
### 38. 1D vnitřní síly; N

Hodnoty: **N**  
 Nelineární výpočet  
 Nelineární kombinace: NK\_KZ 2  
 Souřadný systém: Hlavní  
 Extrém 1D: Lokální  
 Výběr: B19, B21..B23, B26, B27



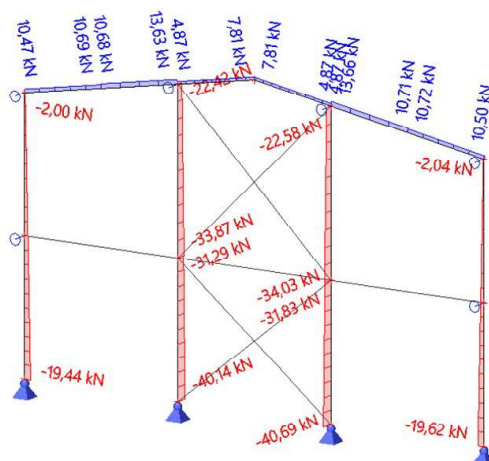
### 39. 1D vnitřní síly; N

Hodnoty: **N**  
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NK\_KZ 3  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: B19, B21..B23, B26, B27



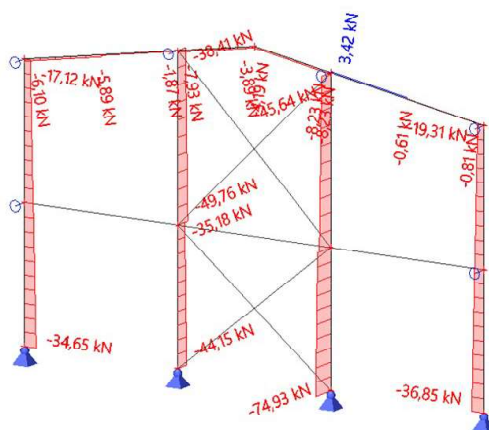
### 40. 1D vnitřní síly; N

Hodnoty: **N**  
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NK\_KZ 4  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: B19, B21..B23, B26, B27



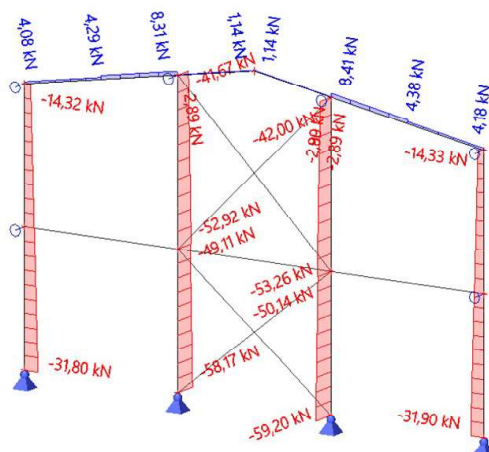
### 41. 1D vnitřní síly; N

Hodnoty: **N**  
 Nelineární výpočet  
 Nelineární kombinace: NK\_KZ 5  
 Souřadný systém: Hlavní  
 Extrém 1D: Lokální  
 Výběr: B19, B21..B23, B26, B27



### 42. 1D vnitřní síly; N

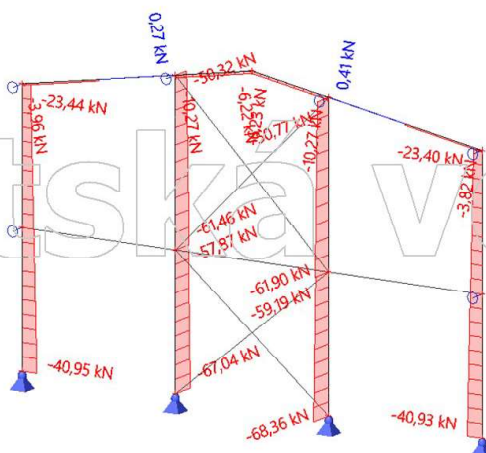
Hodnoty: **N**  
 Nelineární výpočet  
 Nelineární kombinace: NK\_KZ 6  
 Souřadný systém: Hlavní  
 Extrém 1D: Lokální  
 Výběr: B19, B21..B23, B26, B27





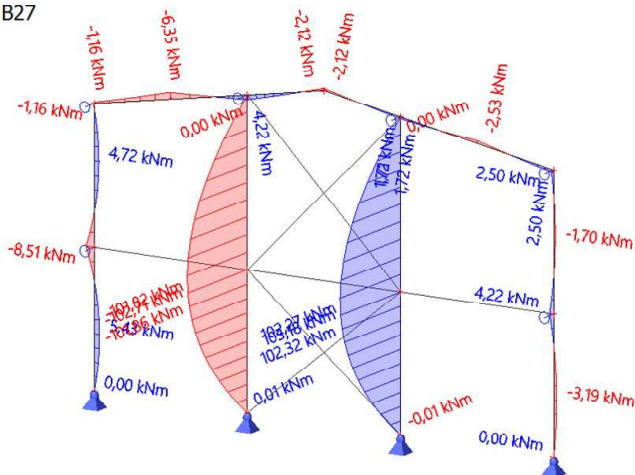
### 43. 1D vnitřní síly; N

Hodnoty: **N**  
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NK\_KZ 7  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: B19, B21..B23, B26, B27



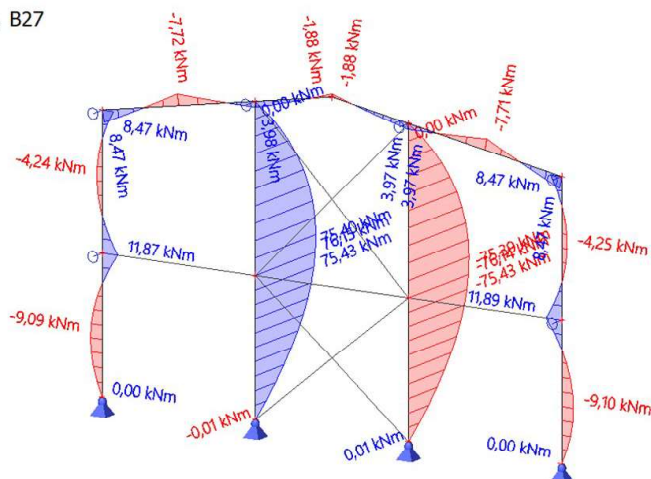
#### 44. 1D vnitřní síly; $M_y$

Hodnoty:  $M_y$   
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NK\_KZ 1  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: B19, B21..B23, B26, B27



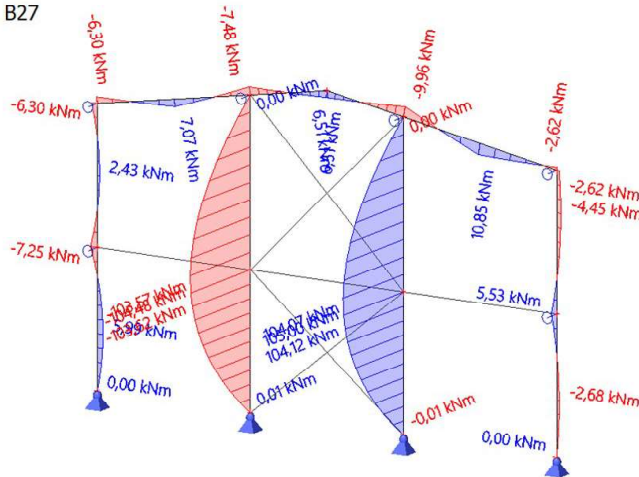
#### 45. 1D vnitřní síly; $M_y$

Hodnoty:  $M_y$   
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NK\_KZ 2  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: B19, B21..B23, B26, B27



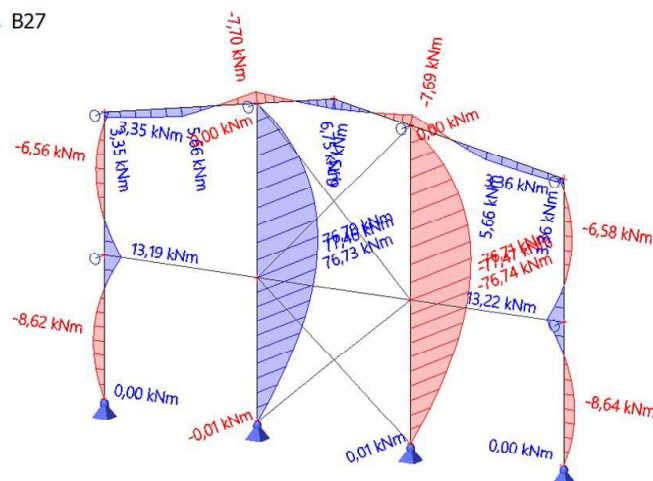
### 46. 1D vnitřní síly; $M_y$

Hodnoty:  $M_y$   
 Nelineární výpočet  
 Nelineární kombinace: NK\_KZ 3  
 Souřadný systém: Hlavní  
 Extrém 1D: Lokální  
 Výběr: B19, B21..B23, B26, B27



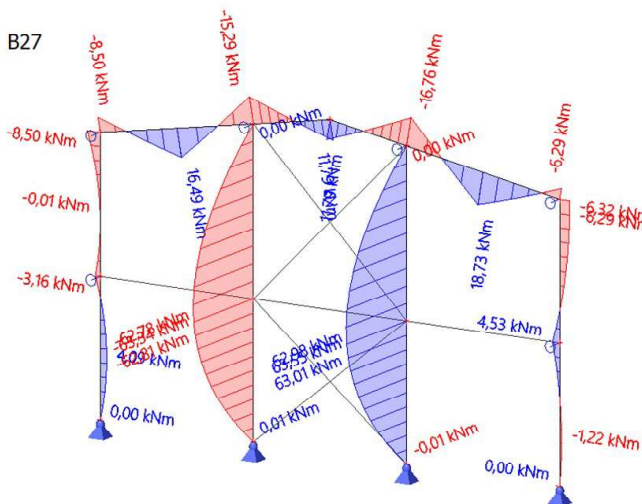
### 47. 1D vnitřní síly; $M_y$

Hodnoty:  $M_y$   
 Nelineární výpočet  
 Nelineární kombinace: NK\_KZ 4  
 Souřadný systém: Hlavní  
 Extrém 1D: Lokální  
 Výběr: B19, B21..B23, B26, B27



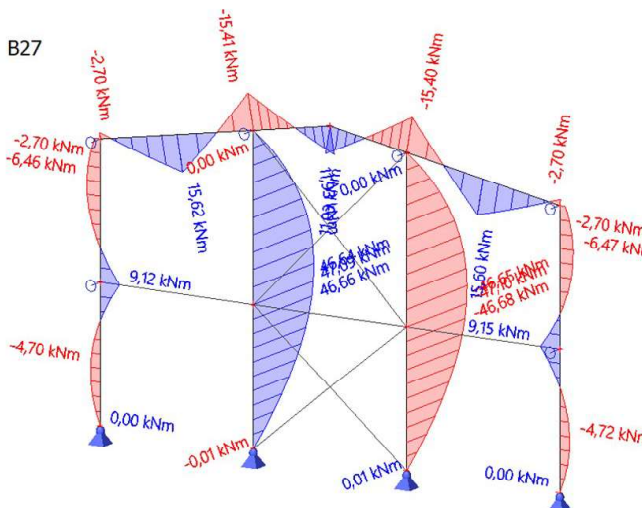
### 48. 1D vnitřní síly; $M_y$

Hodnoty:  $M_y$   
 Nelineární výpočet  
 Nelineární kombinace: NK\_KZ 5  
 Souřadný systém: Hlavní  
 Extrém 1D: Lokální  
 Výběr: B19, B21..B23, B26, B27



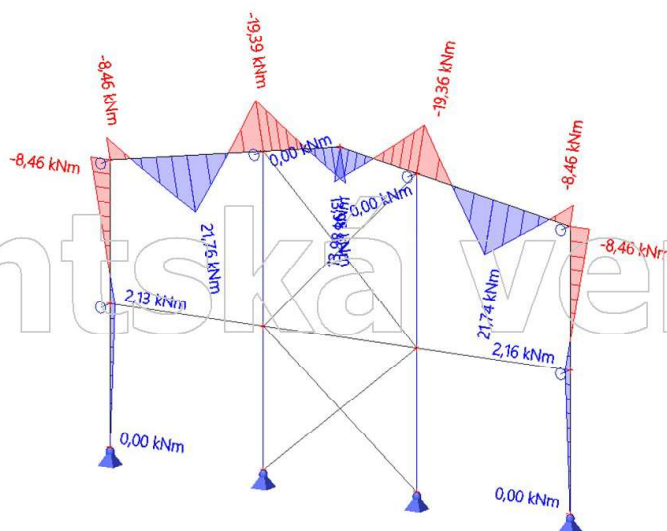
### 49. 1D vnitřní síly; $M_y$

Hodnoty:  $M_y$   
 Nelineární výpočet  
 Nelineární kombinace: NK\_KZ 6  
 Souřadný systém: Hlavní  
 Extrém 1D: Lokální  
 Výběr: B19, B21..B23, B26, B27



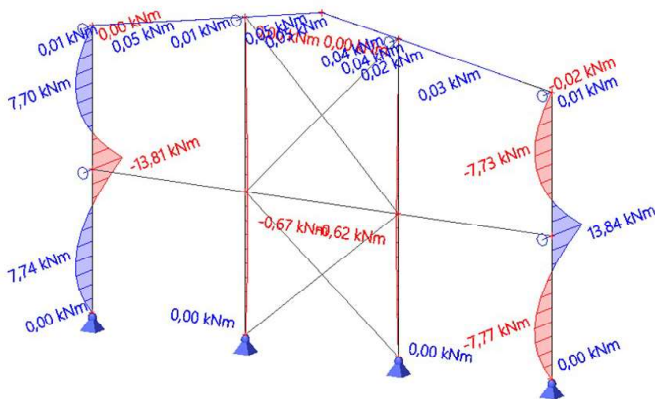
## 50. 1D vnitřní síly; $M_y$

Hodnoty:  $M_y$   
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NK\_KZ 7  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: B19, B21..B23, B26, B27



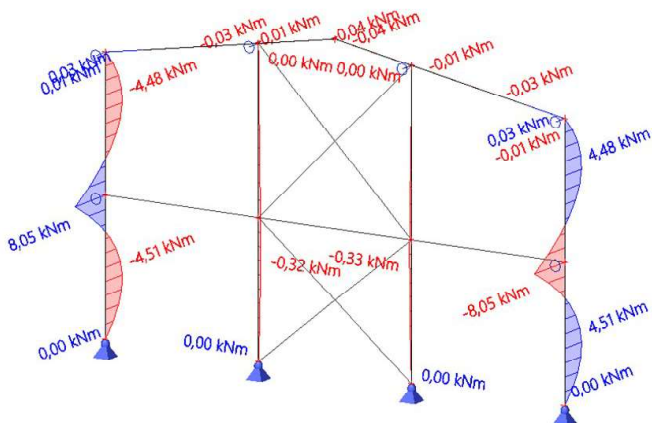
### 51. 1D vnitřní síly; $M_z$

Hodnoty:  $M_z$   
 Nelineární výpočet  
 Nelineární kombinace: NK\_KZ 1  
 Souřadný systém: Hlavní  
 Extrém 1D: Lokální  
 Výběr: B19, B21..B23, B26, B27



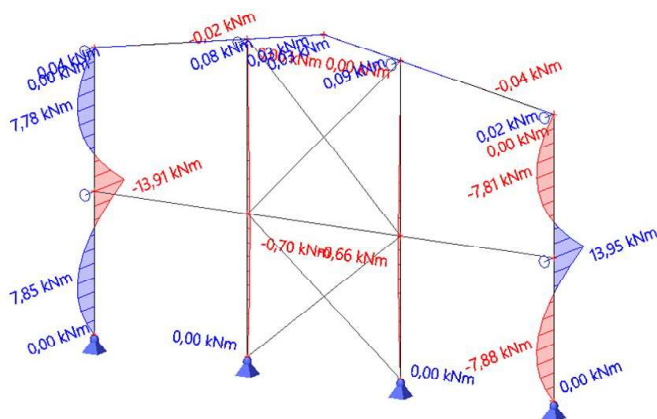
### 52. 1D vnitřní síly; $M_z$

Hodnoty:  $M_z$   
 Nelineární výpočet  
 Nelineární kombinace: NK\_KZ 2  
 Souřadný systém: Hlavní  
 Extrém 1D: Lokální  
 Výběr: B19, B21..B23, B26, B27



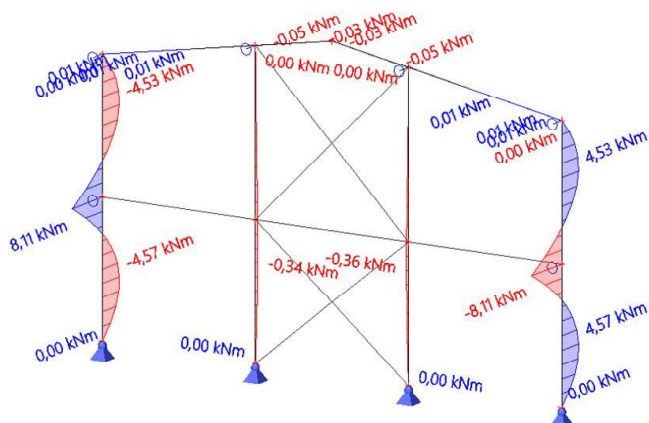
### 53. 1D vnitřní síly; $M_z$

Hodnoty:  $M_z$   
 Nelineární výpočet  
 Nelineární kombinace: NK\_KZ 3  
 Souřadný systém: Hlavní  
 Extrém 1D: Lokální  
 Výběr: B19, B21..B23, B26, B27



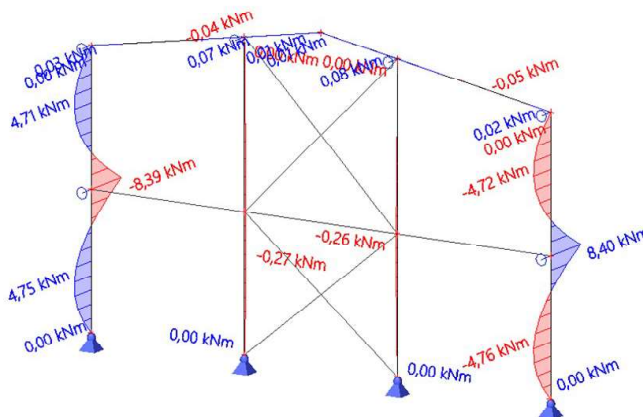
### 54. 1D vnitřní síly; $M_z$

Hodnoty:  $M_z$   
 Nelineární výpočet  
 Nelineární kombinace: NK\_KZ 4  
 Souřadný systém: Hlavní  
 Extrém 1D: Lokální  
 Výběr: B19, B21..B23, B26, B27



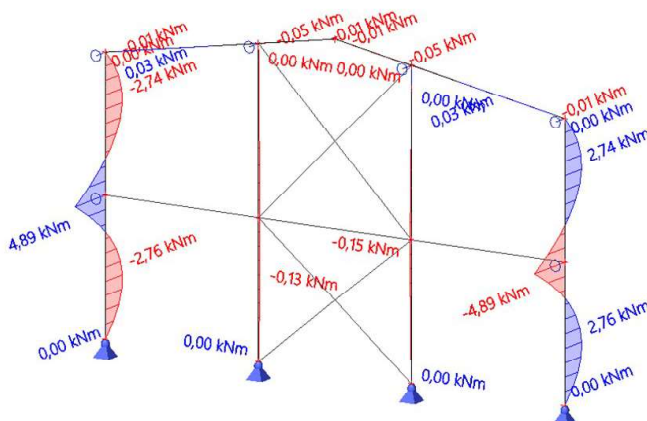
### 55. 1D vnitřní síly; $M_z$

Hodnoty:  $M_z$   
 Nelineární výpočet  
 Nelineární kombinace: NK\_KZ 5  
 Souřadný systém: Hlavní  
 Extrém 1D: Lokální  
 Výběr: B19, B21..B23, B26, B27



### 56. 1D vnitřní síly; $M_z$

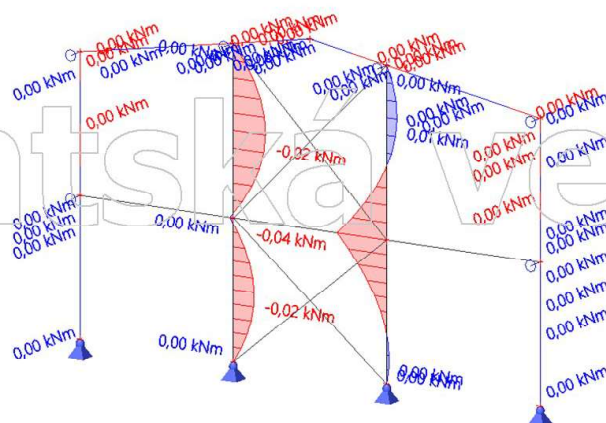
Hodnoty:  $M_z$   
 Nelineární výpočet  
 Nelineární kombinace: NK\_KZ 6  
 Souřadný systém: Hlavní  
 Extrém 1D: Lokální  
 Výběr: B19, B21..B23, B26, B27





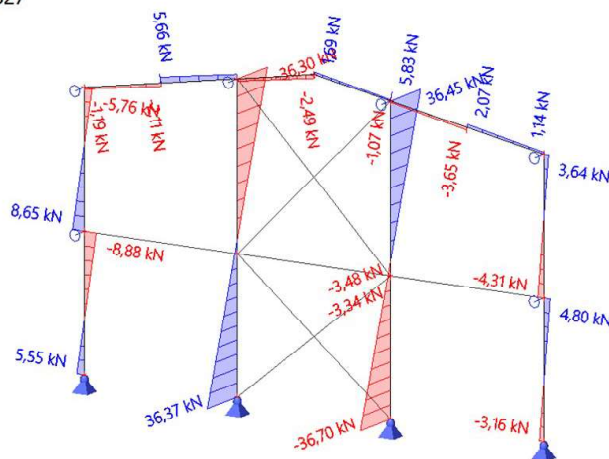
## 57. 1D vnitřní síly; $M_z$

Hodnoty:  $M_z$   
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NK\_KZ 7  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: B19, B21..B23, B26, B27



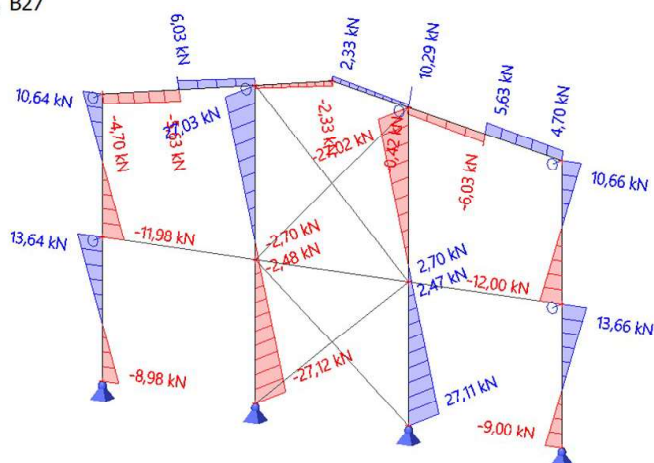
### 58. 1D vnitřní síly; $V_z$

Hodnoty:  $V_z$   
 Nelineární výpočet  
 Nelineární kombinace: NK\_KZ 1  
 Souřadný systém: Hlavní  
 Extrém 1D: Lokální  
 Výběr: B19, B21..B23, B26, B27



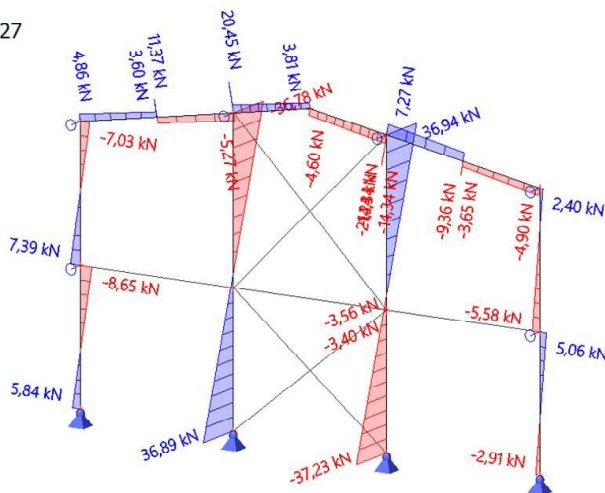
### 59. 1D vnitřní síly; $V_z$

Hodnoty:  $V_z$   
 Nelineární výpočet  
 Nelineární kombinace: NK\_KZ 2  
 Souřadný systém: Hlavní  
 Extrém 1D: Lokální  
 Výběr: B19, B21..B23, B26, B27



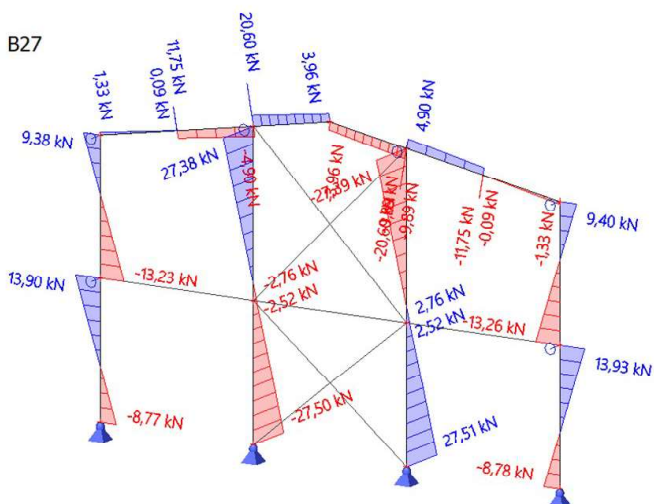
### 60. 1D vnitřní síly; $V_z$

Hodnoty:  $V_z$   
 Nelineární výpočet  
 Nelineární kombinace: NK\_KZ 3  
 Souřadný systém: Hlavní  
 Extrém 1D: Lokální  
 Výběr: B19, B21..B23, B26, B27



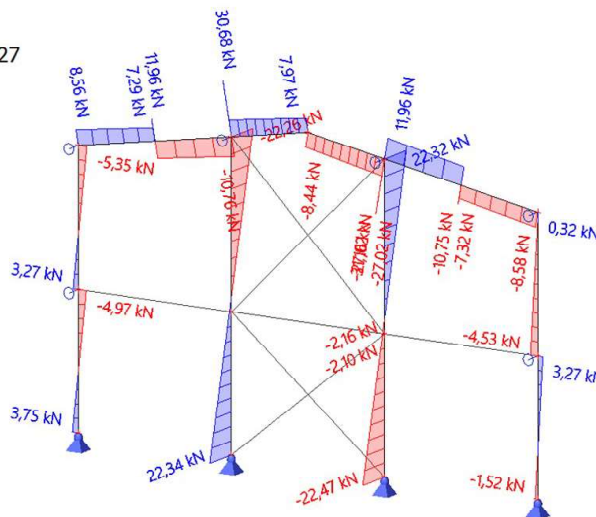
### 61. 1D vnitřní síly; $V_z$

Hodnoty:  $V_z$   
 Nelineární výpočet  
 Nelineární kombinace: NK\_KZ 4  
 Souřadný systém: Hlavní  
 Extrém 1D: Lokální  
 Výběr: B19, B21..B23, B26, B27



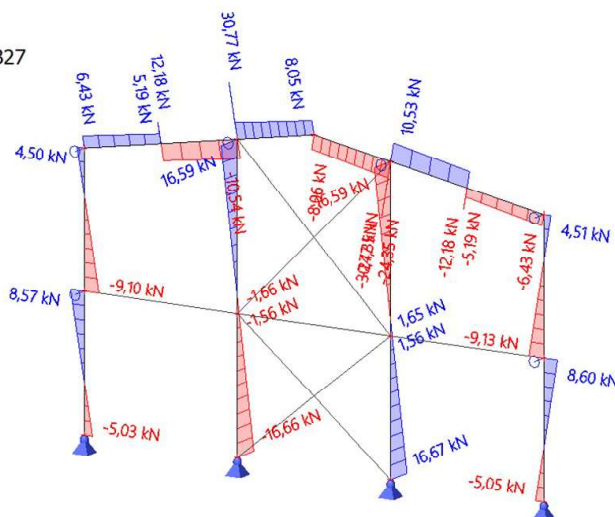
## 62. 1D vnitřní síly; $V_z$

Hodnoty:  $V_z$   
 Nelineární výpočet  
 Nelineární kombinace: NK\_KZ 5  
 Souřadný systém: Hlavní  
 Extrém 1D: Lokální  
 Výběr: B19, B21..B23, B26, B27



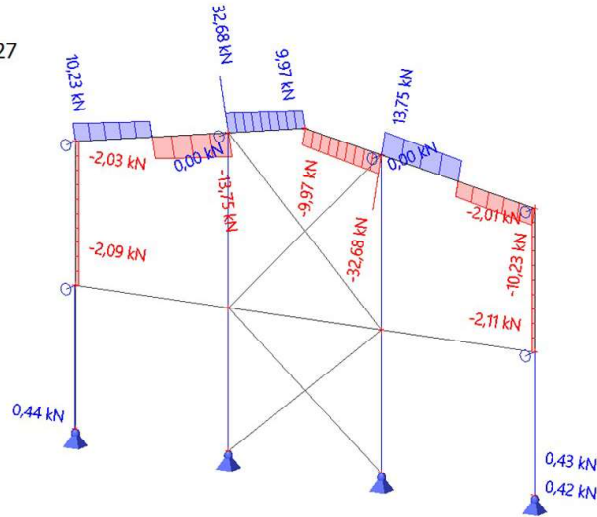
## 63. 1D vnitřní síly; $V_z$

Hodnoty:  $V_z$   
 Nelineární výpočet  
 Nelineární kombinace: NK\_KZ 6  
 Souřadný systém: Hlavní  
 Extrém 1D: Lokální  
 Výběr: B19, B21..B23, B26, B27



### 64. 1D vnitřní síly; $V_z$

Hodnoty:  $V_z$   
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NK\_KZ 7  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: B19, B21..B23, B26, B27

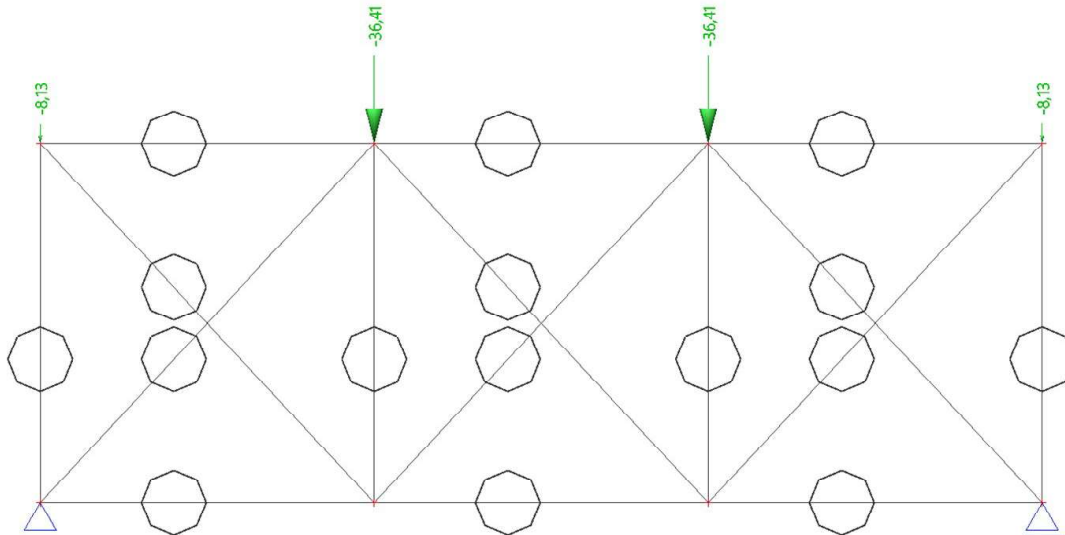


Studentská verze

Studentská verze

## 2. ZS2 / Hodnota pro výpočet

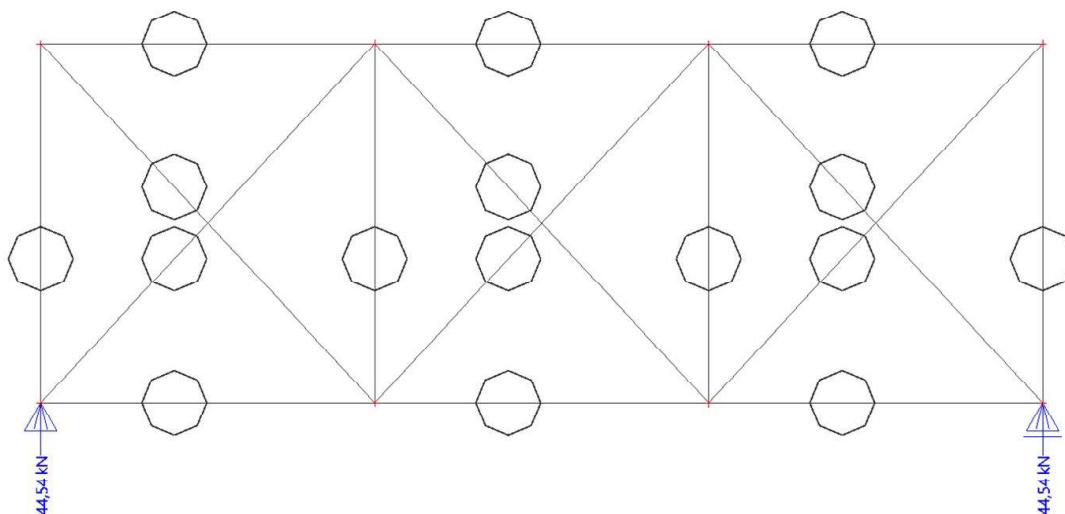
4



Studentská verze

## 3. Reakce; $R_z$

Hodnoty:  $R_z$   
Lineární výpočet  
Zatěžovací stav: ZS2  
Systém: Globální  
Extrém: Dílec  
Výběr: Vše



Studentská verze

#### 4. 1D vnitřní síly; N

Hodnoty: **N**

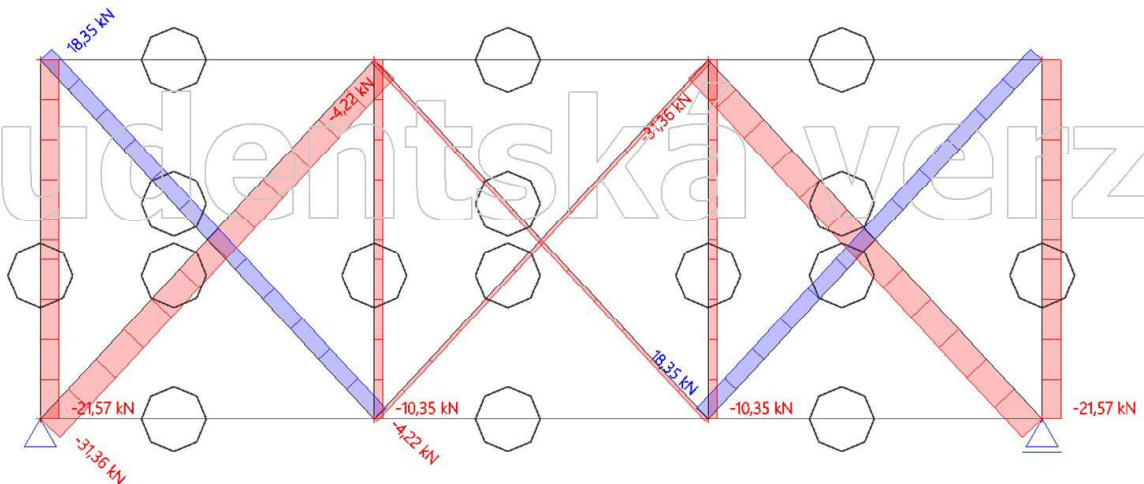
Lineární výpočet

Zatěžovací stav: ZS2

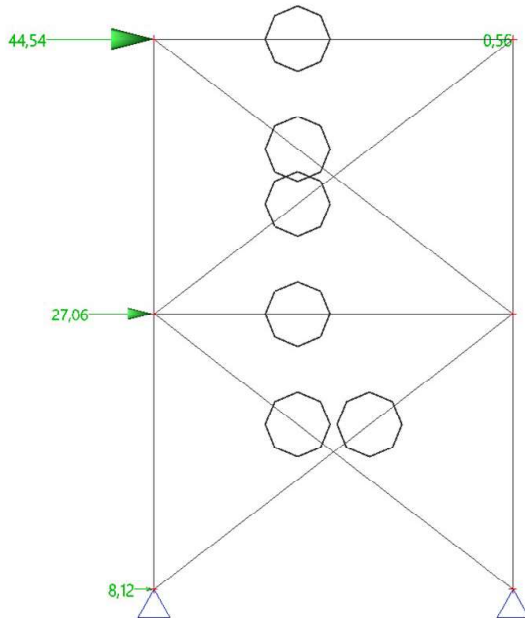
Souřadný systém: Dílec

Extrém 1D: Lokální

Výběr: B1..B4, B11..B16



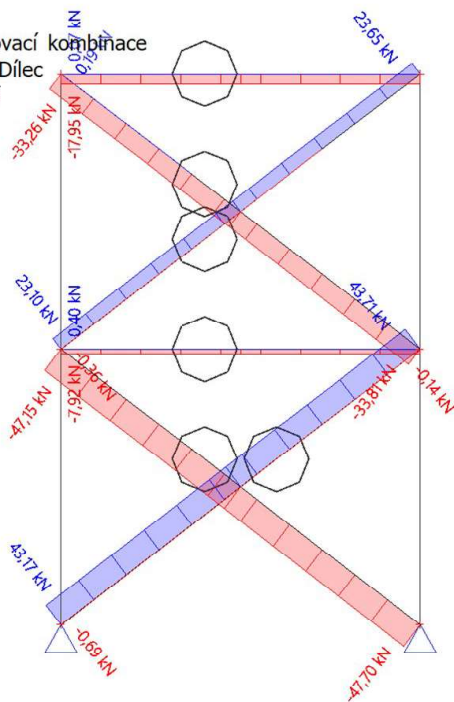
### 5. ZS2 / Hodnota pro výpočet



Studentská verze

### 6. 1D vnitřní síly; N

Hodnoty: **N**  
 Lineární výpočet  
 Kombinace: Zatěžovací kombinace  
 Souřadný systém: Dílec  
 Extrém 1D: Lokální  
 Výběr: B19..B24



Studentská verze



## 2. Reakce; R<sub>y</sub>

Hodnoty: R<sub>y</sub>

Lineární výpočet

Kombinace: KZ 1

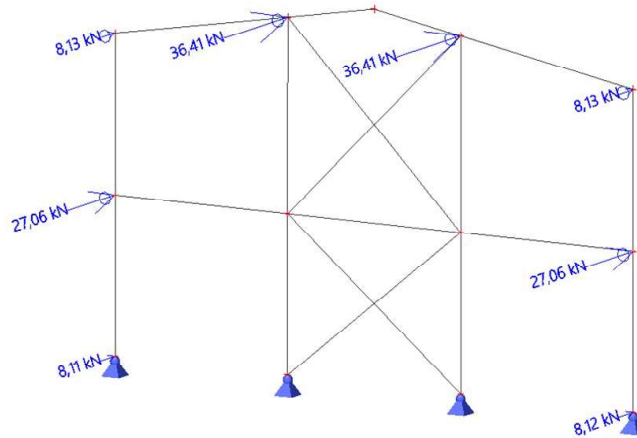
Systém: Globální

Extrém: Sít

Výběr: Sn9, Sn10, Sn12..Sn17, B19,

B21..B23, N27..N29, N31, N33, N7,

N41, N42, N45



Studentská verze

## 3. Reakce; R<sub>y</sub>

Hodnoty: R<sub>y</sub>

Lineární výpočet

Kombinace: KZ 2

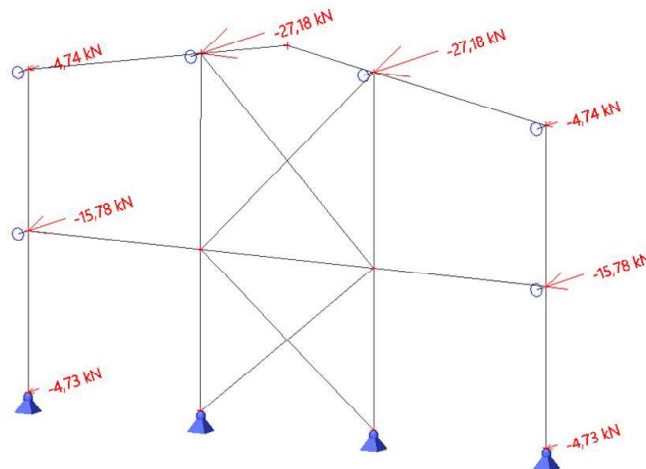
Systém: Globální

Extrém: Sít

Výběr: Sn9, Sn10, Sn12..Sn17, B19,

B21..B23, N27..N29, N31, N33, N7,

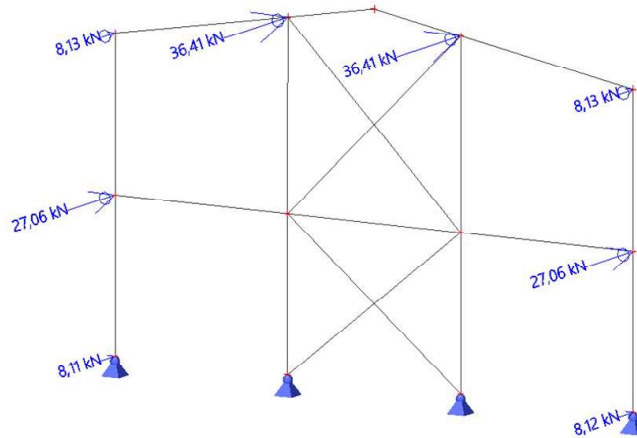
N41, N42, N45



Studentská verze

#### 4. Reakce; R<sub>y</sub>

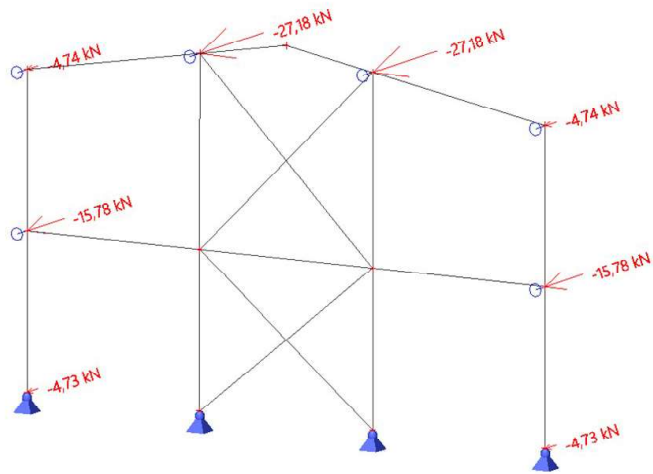
Hodnoty: R<sub>y</sub>  
Lineární výpočet  
Kombinace: KZ 3  
Systém: Globální  
Extrém: Síť  
Výběr: Sn9, Sn10, Sn12..Sn17, B19,  
B21..B23, N27..N29, N31, N33, N7,  
N41, N42, N45



Studentská verze

#### 5. Reakce; R<sub>y</sub>

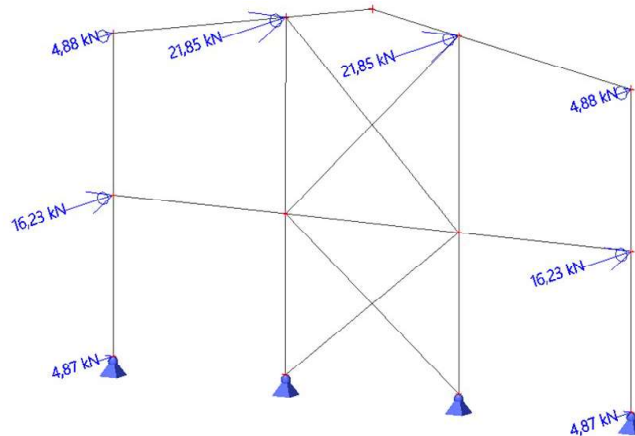
Hodnoty: R<sub>y</sub>  
Lineární výpočet  
Kombinace: KZ 4  
Systém: Globální  
Extrém: Síť  
Výběr: Sn9, Sn10, Sn12..Sn17, B19,  
B21..B23, N27..N29, N31, N33, N7,  
N41, N42, N45



Studentská verze

## 6. Reakce; R<sub>y</sub>

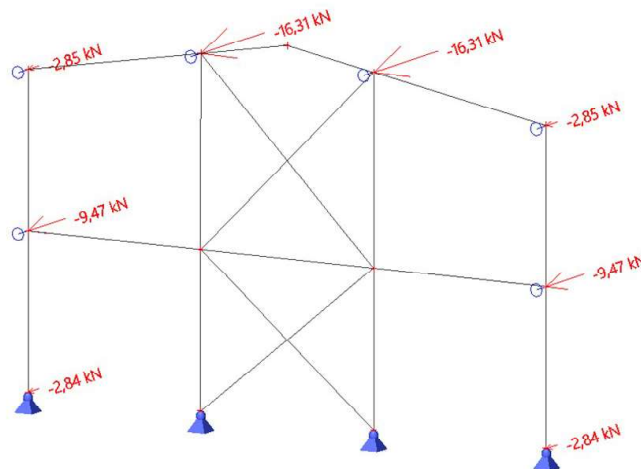
Hodnoty: R<sub>y</sub>  
Lineární výpočet  
Kombinace: KZ 5  
Systém: Globální  
Extrém: Síť  
Výběr: Sn9, Sn10, Sn12..Sn17, B19,  
B21..B23, N27..N29, N31, N33, N7,  
N41, N42, N45



Studentská verze

## 7. Reakce; R<sub>y</sub>

Hodnoty: R<sub>y</sub>  
Lineární výpočet  
Kombinace: KZ 6  
Systém: Globální  
Extrém: Síť  
Výběr: Sn9, Sn10, Sn12..Sn17, B19,  
B21..B23, N27..N29, N31, N33, N7,  
N41, N42, N45



Studentská verze

## 8. Reakce; R<sub>y</sub>

Hodnoty: R<sub>y</sub>

Lineární výpočet

Kombinace: KZ 7

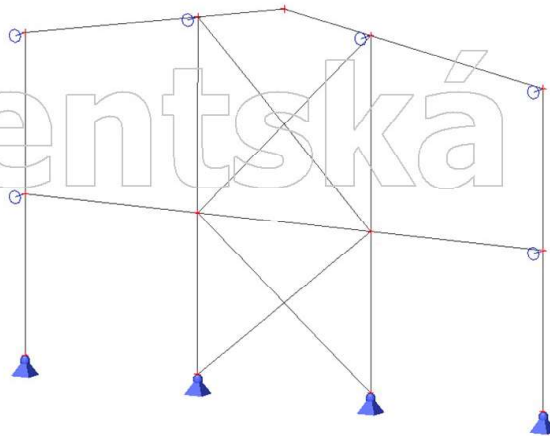
Systém: Globální

Extrém: Sít

Výběr: Sn9, Sn10, Sn12..Sn17, B19,

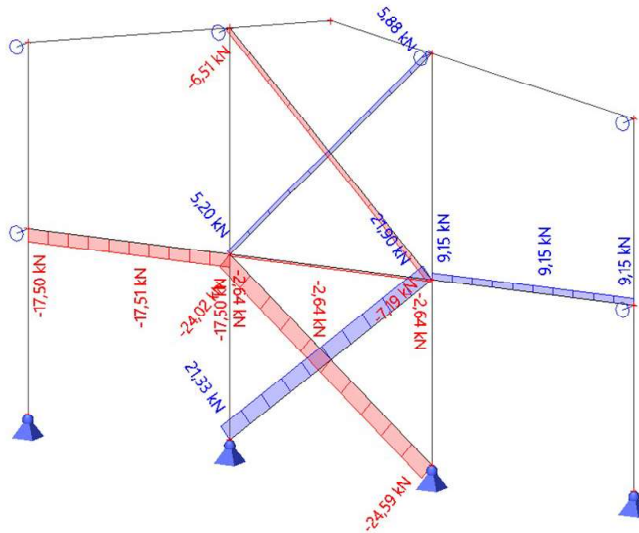
B21..B23, N27..N29, N31, N33, N7,

N41, N42, N45



### 9. 1D vnitřní síly; N

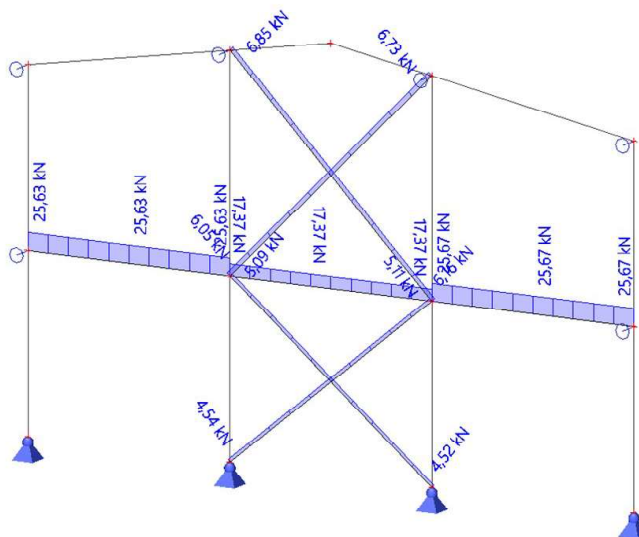
Hodnoty: **N**  
 Nelineární výpočet  
 Nelineární kombinace: NK\_KZ 1  
 Souřadný systém: Hlavní  
 Extrém 1D: Lokální  
 Výběr: B28..B34



Studentská verze

### 10. 1D vnitřní síly; N

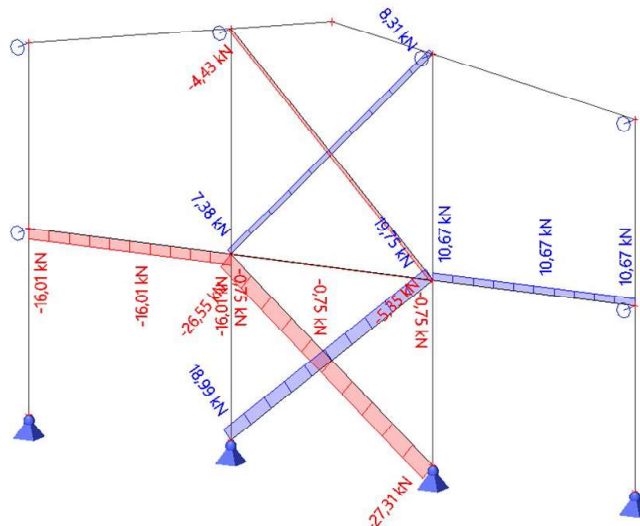
Hodnoty: **N**  
 Nelineární výpočet  
 Nelineární kombinace: NK\_KZ 2  
 Souřadný systém: Hlavní  
 Extrém 1D: Lokální  
 Výběr: B28..B34



Studentská verze

## 11. 1D vnitřní síly; N

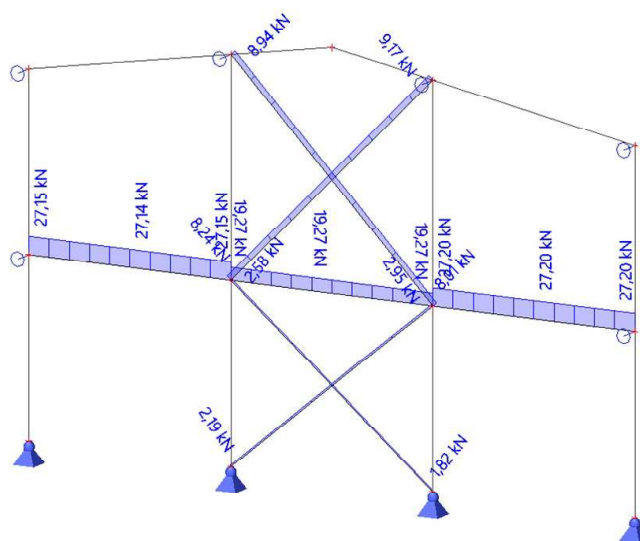
Hodnoty: **N**  
 Nelineární výpočet  
 Nelineární kombinace: NK\_KZ 3  
 Souřadný systém: Hlavní  
 Extrém 1D: Lokální  
 Výběr: B28..B34



Studentská verze

## 12. 1D vnitřní síly; N

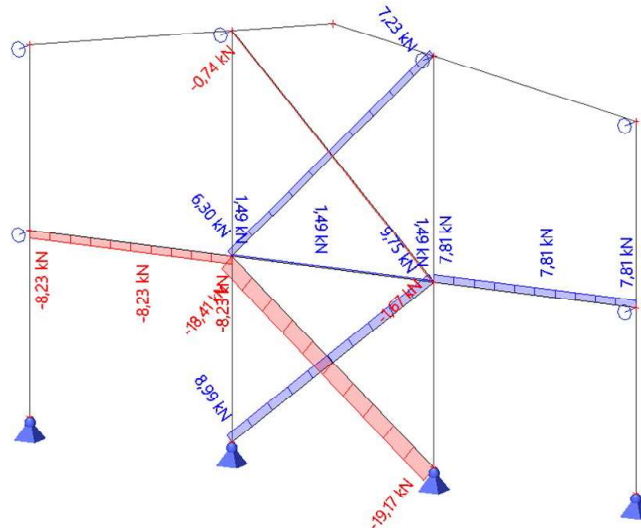
Hodnoty: **N**  
 Nelineární výpočet  
 Nelineární kombinace: NK\_KZ 4  
 Souřadný systém: Hlavní  
 Extrém 1D: Lokální  
 Výběr: B28..B34



Studentská verze

### 13. 1D vnitřní síly; N

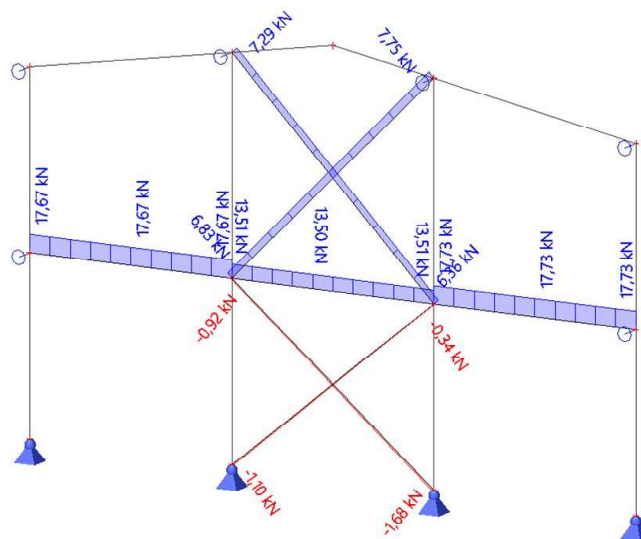
Hodnoty: **N**  
 Nelineární výpočet  
 Nelineární kombinace: NK\_KZ 5  
 Souřadný systém: Hlavní  
 Extrém 1D: Lokální  
 Výběr: B28..B34



Studentská verze

### 14. 1D vnitřní síly; N

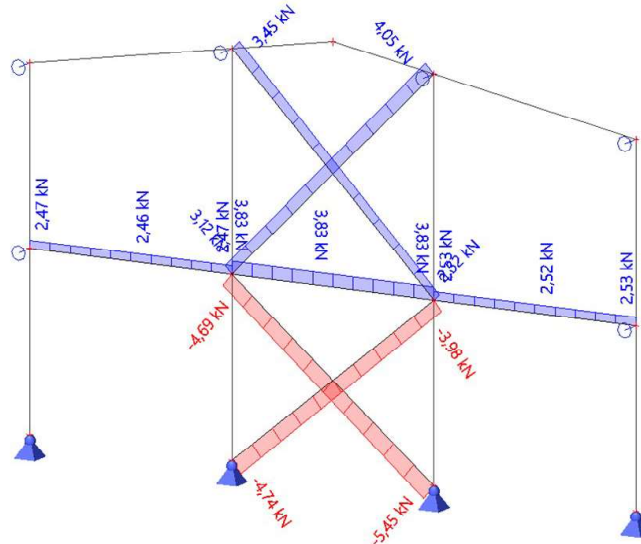
Hodnoty: **N**  
 Nelineární výpočet  
 Nelineární kombinace: NK\_KZ 6  
 Souřadný systém: Hlavní  
 Extrém 1D: Lokální  
 Výběr: B28..B34



Studentská verze

### 15. 1D vnitřní síly; N

Hodnoty: **N**  
 Nelineární výpočet  
 Nelineární kombinace: NK\_KZ 7  
 Souřadný systém: Hlavní  
 Extrém 1D: Lokální  
 Výběr: B28..B34



Studentská verze

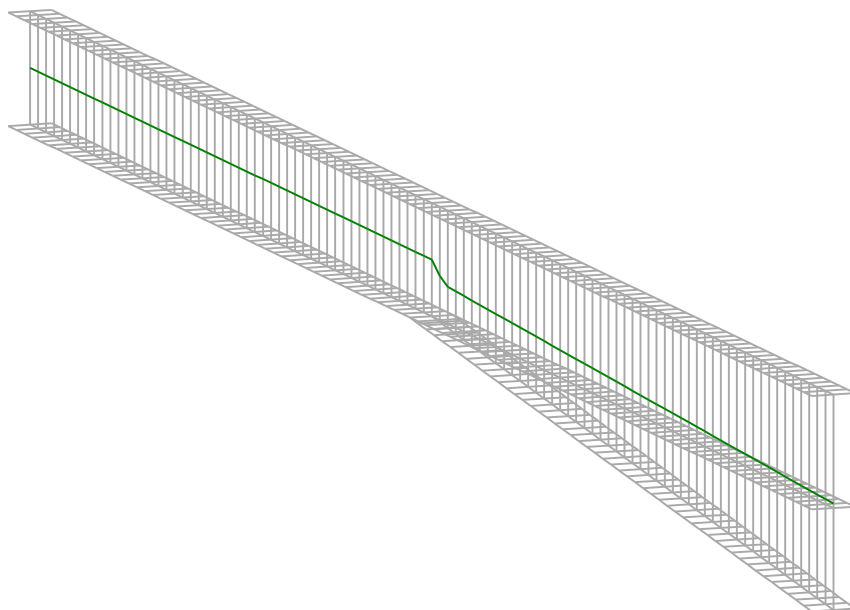
Studentská verze



# ***LTB***eamN

v 1.0.3

## CALCULATION SHEET





**I - PARAMETERS**

***I.1 - General parameters***

Projected total length :  $L = 10,2 \text{ m}$   
 Initial discretization of the beam :  $n_{el} = 100 \text{ elements}$

***I.2 - Material***

Name : Steel  
 Young modulus :  $E = 210000 \text{ MPa}$   
 Shear modulus :  $G = 80769 \text{ MPa}$   
 Poisson factor :  $\nu = 0,3$   
 Density :  $\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$

***I.3 - Sections***

Alignment of sections : Top

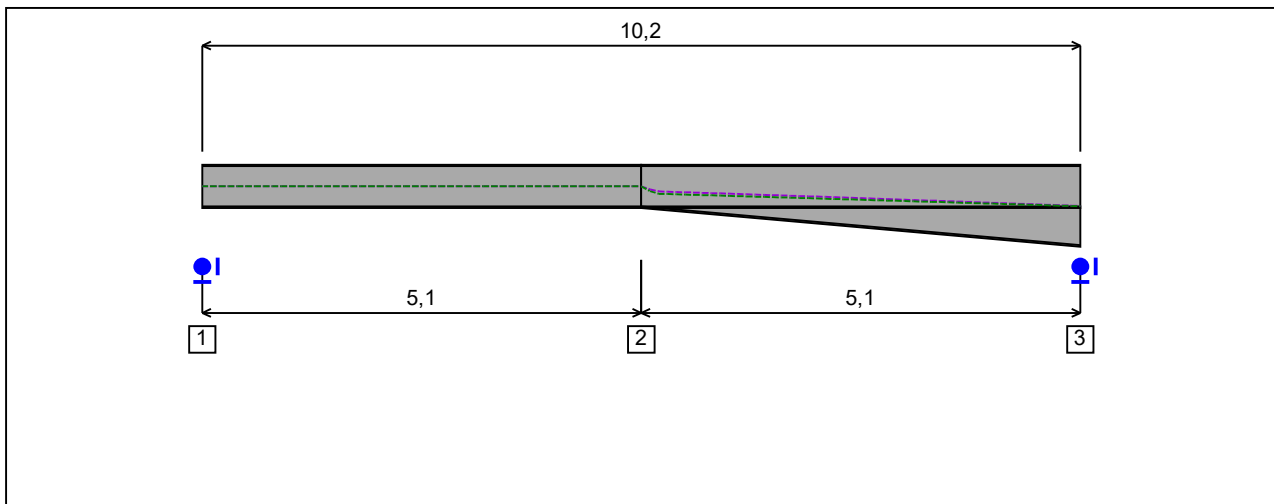


Figure 1 : Profile in long with section numbers.

**- Section No. 1 : IPE 500**

Abscissa from the left end of the beam :

$x = 0$  m

Type :

In catalogue (OTUA)

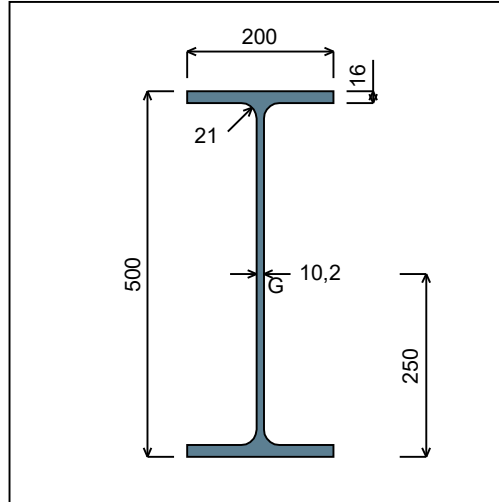


Figure 2 : Section No. 1 (IPE 500).

Main geometrical properties :

$z_S$	= 0 cm
$z_G$	= 25 cm
$I_y$	= 48199 cm <sup>4</sup>
$I_z$	= 2141,7 cm <sup>4</sup>
$I_t$	= 89,01 cm <sup>4</sup> (Villette)
$I_w$	= 1,254E+6 cm <sup>6</sup>

Other geometrical properties :

A	= 115,52 cm <sup>2</sup>	$A_{v,z}$	= 59,87 cm <sup>2</sup>
$A_{v,y}$	= 64 cm <sup>2</sup>	$W_{el,z}$	= 214,17 cm <sup>3</sup>
$W_{el,y,sup}$	= 1927,9 cm <sup>3</sup>	$W_{pl,z}$	= 335,88 cm <sup>3</sup>
$W_{el,y,inf}$	= 1927,9 cm <sup>3</sup>		
$W_{pl,y}$	= 2194,1 cm <sup>3</sup>		

Stiffness relaxations :

$\theta$	: Continuous
$v'$	: Continuous
$\theta'$	: Continuous
$w'$	: Continuous

**- Section No. 2 : IPE 500**

Abscissa from the left end of the beam :

$x = 5,1 \text{ m}$

Type :

In catalogue (OTUA)

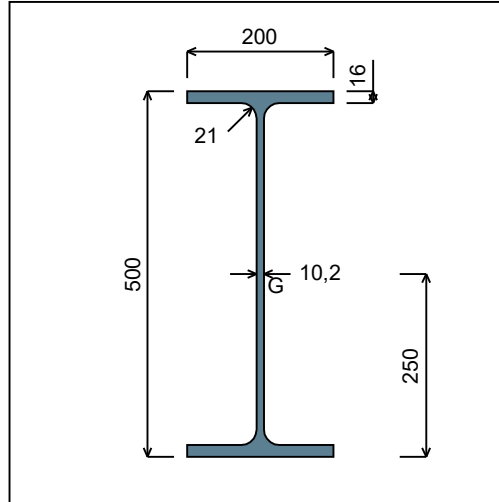


Figure 3 : Section No. 2 (IPE 500).

Main geometrical properties :

- $z_S = 0 \text{ cm}$
- $z_G = 25 \text{ cm}$
- $I_y = 48199 \text{ cm}^4$
- $I_z = 2141,7 \text{ cm}^4$
- $I_t = 89,01 \text{ cm}^4$  (Villette)
- $I_w = 1,254E+6 \text{ cm}^6$

Other geometrical properties :

- |                                      |                                  |
|--------------------------------------|----------------------------------|
| $A = 115,52 \text{ cm}^2$            |                                  |
| $A_{v,y} = 64 \text{ cm}^2$          | $A_{v,z} = 59,87 \text{ cm}^2$   |
| $W_{el,y,sup} = 1927,9 \text{ cm}^3$ |                                  |
| $W_{el,y,inf} = 1927,9 \text{ cm}^3$ | $W_{el,z} = 214,17 \text{ cm}^3$ |
| $W_{pl,y} = 2194,1 \text{ cm}^3$     | $W_{pl,z} = 335,88 \text{ cm}^3$ |

Stiffness relaxations :

- $\theta$  : Continuous
- $v'$  : Continuous
- $\theta'$  : Continuous
- $w'$  : Continuous

**- Section No. 3 : IPE 500**

Abscissa from the left end of the beam :

$x = 10,2 \text{ m}$

Type :

In catalogue (OTUA)

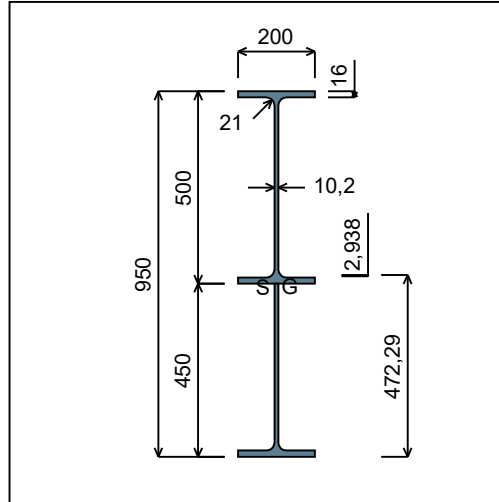


Figure 4 : Section No. 3 (IPE 500).

Main geometrical properties :

- $z_S = -0,2938 \text{ cm}$
- $z_G = 47,23 \text{ cm}$
- $I_y = 213243 \text{ cm}^4$
- $I_z = 3214,3 \text{ cm}^4$
- $I_t = 140,7 \text{ cm}^4$  (Villette)
- $I_w = 4,607E+6 \text{ cm}^6$

Other geometrical properties :

- |                                      |                                  |
|--------------------------------------|----------------------------------|
| $A = 193,68 \text{ cm}^2$            |                                  |
| $A_{v,y} = 96 \text{ cm}^2$          | $A_{v,z} = 105,77 \text{ cm}^2$  |
| $W_{el,y,sup} = 4463,9 \text{ cm}^3$ |                                  |
| $W_{el,y,inf} = 4515,1 \text{ cm}^3$ | $W_{el,z} = 321,43 \text{ cm}^3$ |
| $W_{pl,y} = 5326,9 \text{ cm}^3$     | $W_{pl,z} = 509,02 \text{ cm}^3$ |

Stiffness relaxations :

- $\theta$  : Continuous
- $v'$  : Continuous
- $\theta'$  : Continuous
- $w'$  : Continuous

**I.4 - Lateral restraints**

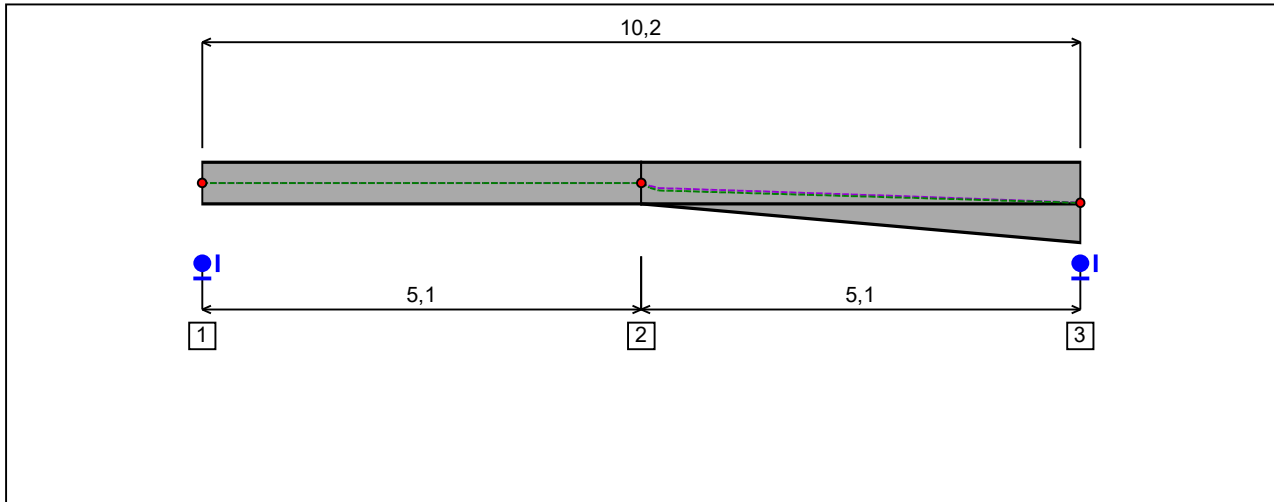


Figure 5 : Profile in long with restraint numbers.

**- Restraint No. 1 :**

Type : Ponctual

Abscissa from the left end of the beam :  $x = 0$  m

Vertical position from the shear centre :  $z = 0$  cm

Restraint conditions :

- $v$  : Fixed
- $\theta$  : Fixed
- $v'$  : Free
- $\theta'$  : Free

**- Restraint No. 2 :**

Type : Ponctual

Abscissa from the left end of the beam :  $x = 5,1$  m

Vertical position from the shear centre :  $z = 0$  cm

Restraint conditions :

- $v$  : Fixed
- $\theta$  : Free
- $v'$  : Free
- $\theta'$  : Free

**- Restraint No. 3 :**

Type : Ponctual

Abscissa from the left end of the beam :  $x = 10,2$  m

Vertical position from the shear centre :

 $z = 0 \text{ cm}$ 

Restraint conditions :

 $v$  : Fixed $\theta$  : Fixed $v'$  : Free $\theta'$  : Free



**I.5 - Supports**

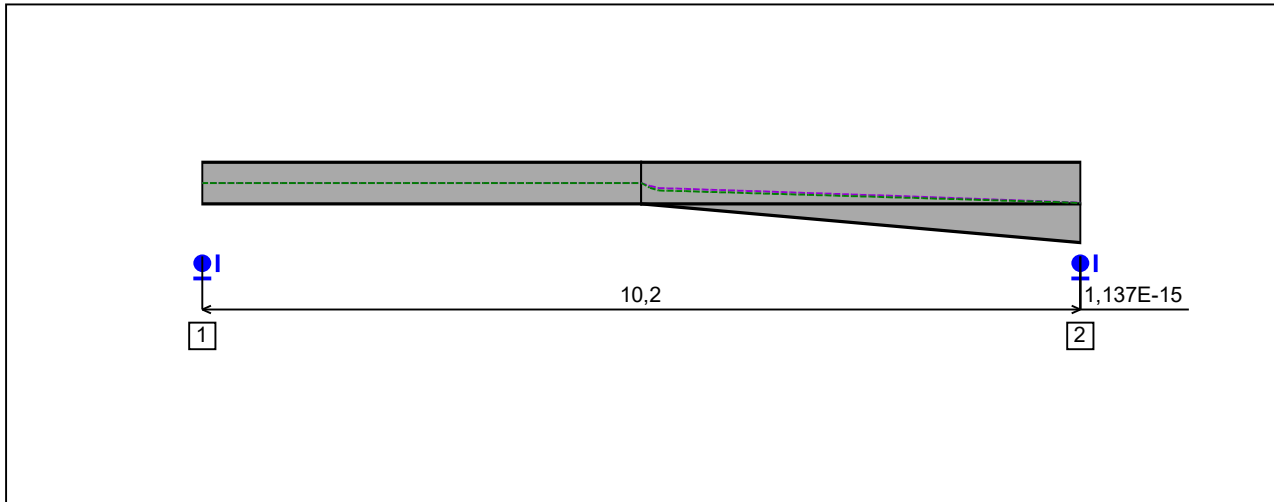


Figure 6 : Profile in long with support numbers.

**- Support No. 1 :**

Abscissa from the left end of the beam :  $x = 0$  m

Support conditions :

- u : Fixed
- w : Fixed
- w' : Free

**- Support No. 2 :**

Abscissa from the left end of the beam :  $x = 10,2$  m

Support conditions :

- u : Fixed
- w : Fixed
- w' : Free

**I.6 - Loads**

Type of loading :

Internal

**- Moment diagram :**

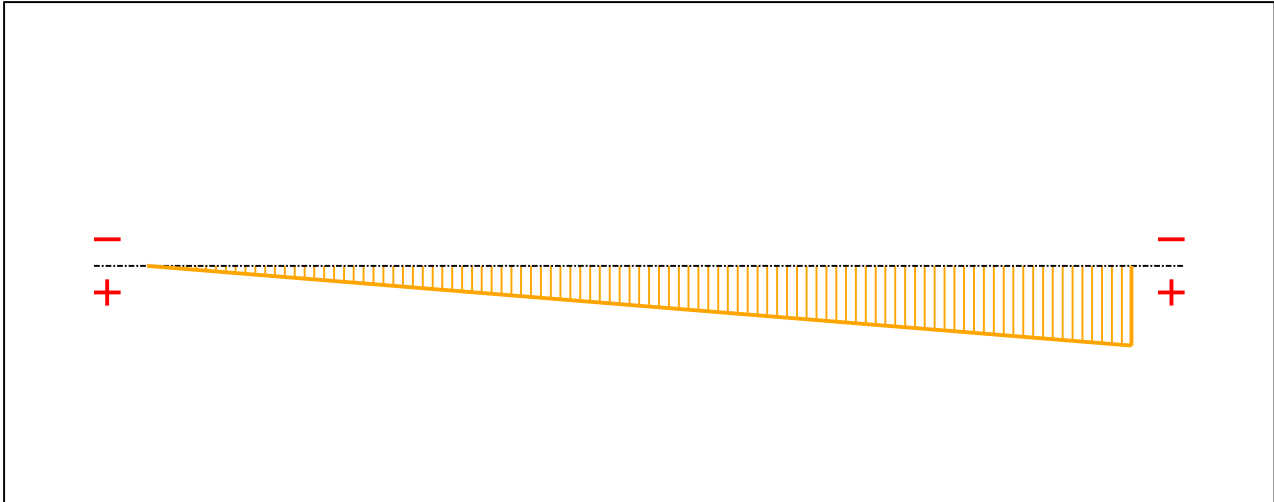


Figure 7 : Moment diagram.

Active :

Yes

Table 1 : Moment diagram.

x(m)	M(kN.m)
0	0
10,2	452,69

**- Axial force diagram :**

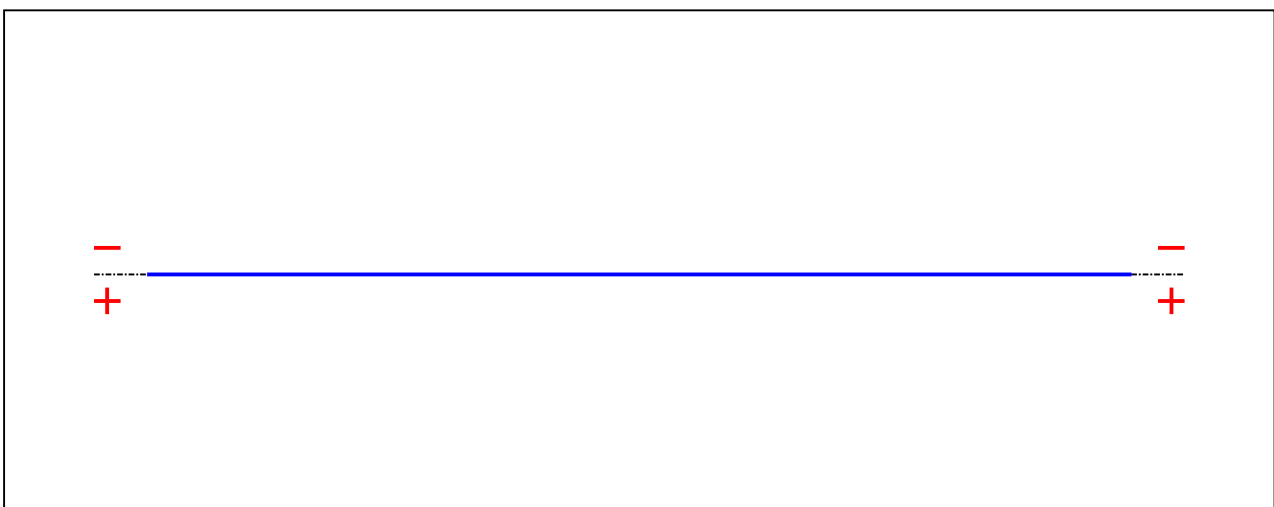


Figure 8 : Axial force diagram.

Active :

No

*Table 2 : Axial force diagram.*

x(m)	N(kN)
0	0
10,2	0

**- Eccentric concentrated loads :**

No load has been defined.

**- Eccentric distributed loads :**

No load has been defined.

## II - LTB CALCULATION

Requested number of modes : 1

Blocked moment diagram : No

Blocked axial force diagram : No

The TAPER effect is taken into account

### II.1 - LTB modes

Table 3 : LTB modes.

Mode	$\mu_{cr}$	$M_{max,cr}$ [kN.m]	$x(M_{max})$ [m]	$N_{max,cr}$ [kN]	$x(N_{max})$ [m]
1	2,912	1318,4	10,2	0	10,2

### II.2 - Mode shapes

#### - Mode 1

Table 4 : Mode 1.

Mode	$\mu_{cr}$	$M_{max,cr}$ [kN.m]	$x(M_{max})$ [m]	$N_{max,cr}$ [kN]	$x(N_{max})$ [m]
1	2,912	1318,4	10,2	0	10,2

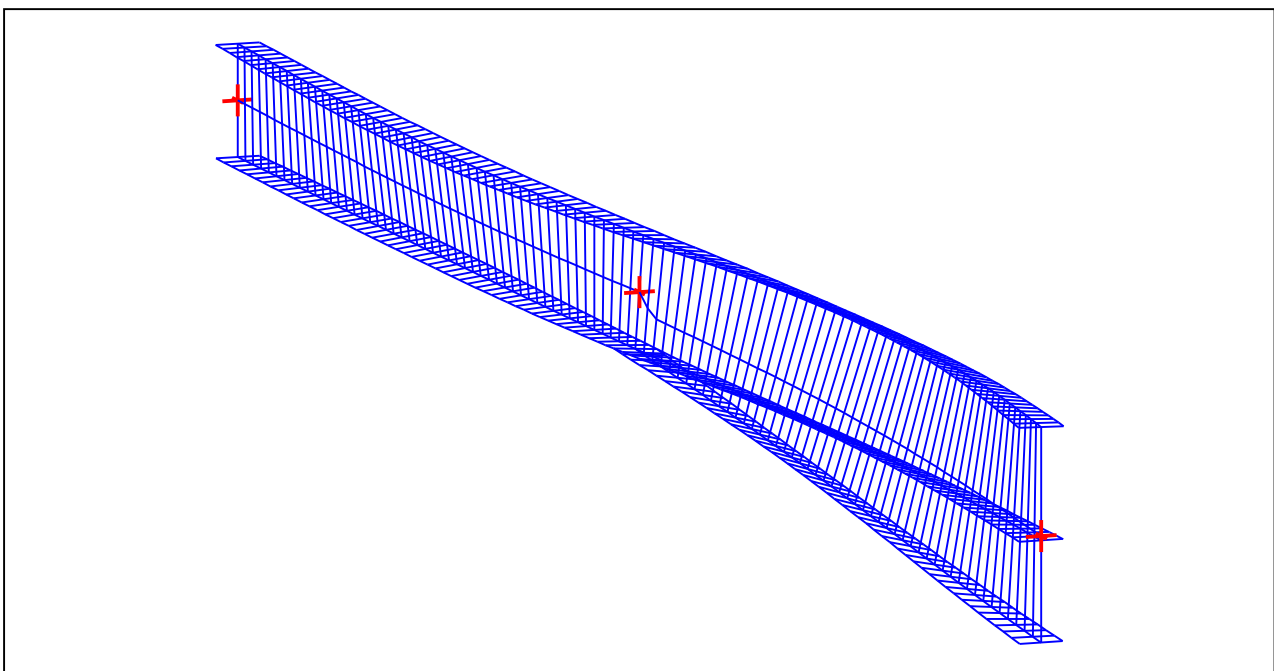


Figure 9 : Mode shape in 3D (Mode 1).

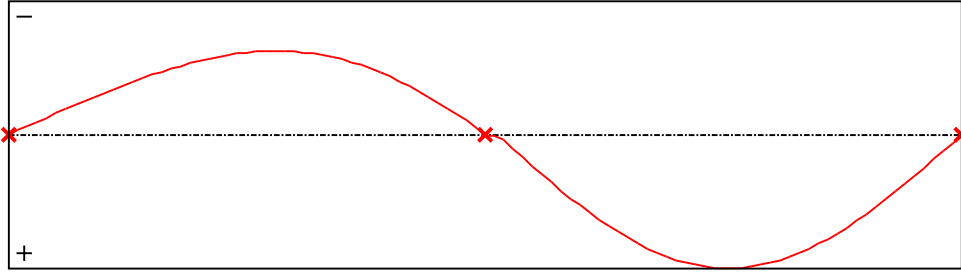


Figure 10 : Lateral displacement component of the shear centre (Mode 1).

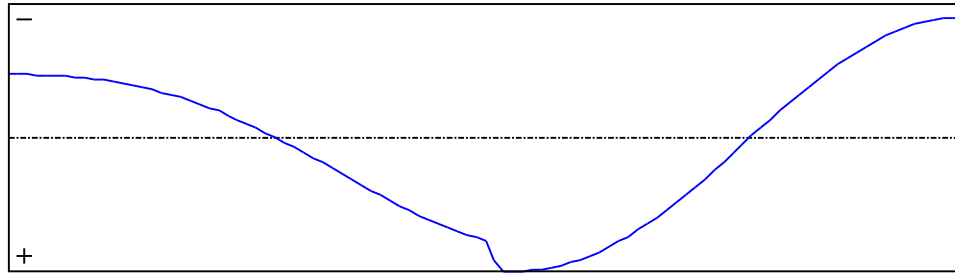


Figure 11 : Rotation in lateral flexure component of the shear centre (Mode 1).

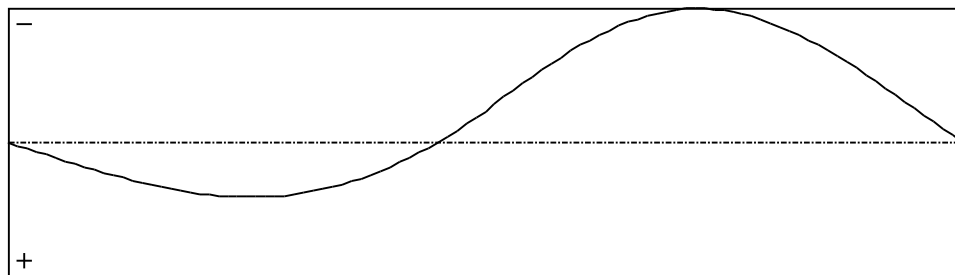


Figure 12 : Longitudinal rotation (torsion) component of the shear centre (Mode 1).

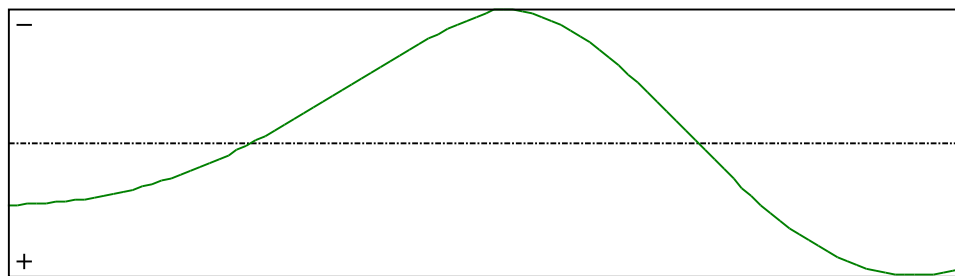


Figure 13 : Warping component of the shear centre (Mode 1).

Table 5 : Mode 1.

x [m]	v [cm]	v' [rd]	$\theta$ [rd]	$\theta'$ [rd/m]
0	9,887E-28	-0,0032	1,173E-26	0,008
0,102	-0,0323	-0,0032	8,126E-4	0,008
0,204	-0,0646	-0,0032	0,0016	0,0079
0,306	-0,0967	-0,0031	0,0024	0,0079
0,408	-0,1287	-0,0031	0,0032	0,0078
0,51	-0,1605	-0,0031	0,004	0,0077
0,612	-0,1919	-0,0031	0,0048	0,0076
0,714	-0,223	-0,003	0,0056	0,0074
0,816	-0,2537	-0,003	0,0063	0,0072
0,918	-0,2838	-0,0029	0,007	0,007
1,02	-0,3133	-0,0029	0,0077	0,0068
1,122	-0,3421	-0,0028	0,0084	0,0065
1,224	-0,3701	-0,0027	0,0091	0,0063
1,326	-0,3973	-0,0026	0,0097	0,006
1,428	-0,4234	-0,0025	0,0103	0,0056
1,53	-0,4484	-0,0024	0,0108	0,0053
1,632	-0,4723	-0,0023	0,0114	0,0049
1,734	-0,4948	-0,0021	0,0118	0,0045
1,836	-0,5159	-0,002	0,0123	0,0041
1,938	-0,5355	-0,0018	0,0127	0,0036
2,04	-0,5535	-0,0017	0,013	0,0031
2,142	-0,5698	-0,0015	0,0133	0,0026
2,244	-0,5842	-0,0013	0,0135	0,0021
2,346	-0,5967	-0,0011	0,0137	0,0015
2,448	-0,6071	-9,216E-4	0,0139	9,156E-4
2,55	-0,6155	-7,076E-4	0,0139	3,043E-4
2,652	-0,6215	-4,846E-4	0,0139	-3,295E-4
2,754	-0,6253	-2,532E-4	0,0138	-9,846E-4
2,856	-0,6267	-1,386E-5	0,0137	-0,0017
2,958	-0,6256	2,327E-4	0,0135	-0,0024
3,06	-0,6219	4,859E-4	0,0132	-0,0031
3,162	-0,6156	7,447E-4	0,0129	-0,0038
3,264	-0,6067	0,001	0,0125	-0,0045
3,366	-0,5951	0,0013	0,012	-0,0053
3,468	-0,5807	0,0015	0,0114	-0,006

Table 5 (Next) : Mode 1.

x [m]	v [cm]	v' [rd]	$\theta$ [rd]	$\theta'$ [rd/m]
3,57	-0,5635	0,0018	0,0107	-0,0068
3,672	-0,5436	0,0021	0,01	-0,0076
3,774	-0,5209	0,0024	0,0092	-0,0083
3,876	-0,4954	0,0026	0,0083	-0,0091
3,978	-0,4672	0,0029	0,0073	-0,0099
4,08	-0,4362	0,0032	0,0063	-0,0106
4,182	-0,4027	0,0034	0,0052	-0,0113
4,284	-0,3666	0,0037	0,004	-0,0121
4,386	-0,328	0,0039	0,0027	-0,0128
4,488	-0,2871	0,0041	0,0014	-0,0134
4,59	-0,2439	0,0043	-3,065E-5	-0,0141
4,692	-0,1986	0,0045	-0,0015	-0,0147
4,794	-0,1514	0,0047	-0,003	-0,0153
4,896	-0,1024	0,0049	-0,0046	-0,0159
4,998	-0,0519	0,005	-0,0063	-0,0164
5,1	9,579E-28	0,0051	-0,008	-0,0169
5,202	0,0085	0,0062	-0,0097	-0,0172
5,304	0,0416	0,0067	-0,0114	-0,0173
5,406	0,1062	0,0067	-0,0132	-0,0172
5,508	0,1703	0,0067	-0,0149	-0,0171
5,61	0,2337	0,0067	-0,0167	-0,0168
5,712	0,296	0,0066	-0,0184	-0,0164
5,814	0,3572	0,0065	-0,02	-0,0159
5,916	0,4168	0,0064	-0,0216	-0,0153
6,018	0,4748	0,0063	-0,0231	-0,0146
6,12	0,5308	0,0061	-0,0246	-0,0138
6,222	0,5845	0,0059	-0,026	-0,013
6,324	0,6359	0,0057	-0,0273	-0,0121
6,426	0,6846	0,0055	-0,0284	-0,0111
6,528	0,7305	0,0052	-0,0295	-0,01
6,63	0,7733	0,0049	-0,0305	-0,0089
6,732	0,8129	0,0046	-0,0314	-0,0078
6,834	0,849	0,0043	-0,0321	-0,0066
6,936	0,8816	0,004	-0,0327	-0,0054
7,038	0,9105	0,0036	-0,0332	-0,0041

Table 5 (Next) : Mode 1.

x [m]	v [cm]	v' [rd]	$\theta$ [rd]	$\theta'$ [rd/m]
7,14	0,9356	0,0033	-0,0336	-0,0029
7,242	0,9567	0,0029	-0,0338	-0,0016
7,344	0,9737	0,0025	-0,034	-3,702E-4
7,446	0,9866	0,0021	-0,0339	8,864E-4
7,548	0,9953	0,0016	-0,0338	0,0021
7,65	0,9998	0,0012	-0,0335	0,0034
7,752	1	7,894E-4	-0,0331	0,0046
7,854	0,996	3,581E-4	-0,0326	0,0057
7,956	0,9877	-7,388E-5	-0,032	0,0069
8,058	0,9753	-5,045E-4	-0,0313	0,008
8,16	0,9587	-9,318E-4	-0,0304	0,009
8,262	0,938	-0,0014	-0,0294	0,01
8,364	0,9134	-0,0018	-0,0284	0,0109
8,466	0,885	-0,0022	-0,0272	0,0118
8,568	0,8528	-0,0026	-0,026	0,0126
8,67	0,817	-0,0029	-0,0247	0,0134
8,772	0,7779	-0,0033	-0,0233	0,0141
8,874	0,7355	-0,0037	-0,0218	0,0147
8,976	0,6902	-0,004	-0,0203	0,0153
9,078	0,642	-0,0043	-0,0187	0,0157
9,18	0,5913	-0,0046	-0,0171	0,0161
9,282	0,5382	-0,0049	-0,0155	0,0165
9,384	0,483	-0,0051	-0,0138	0,0167
9,486	0,4261	-0,0053	-0,0121	0,0169
9,588	0,3676	-0,0055	-0,0103	0,017
9,69	0,3078	-0,0057	-0,0086	0,0171
9,792	0,247	-0,0058	-0,0068	0,0171
9,894	0,1856	-0,0059	-0,0051	0,017
9,996	0,1237	-0,006	-0,0034	0,0168
10,1	0,0618	-0,006	-0,0017	0,0166
10,2	-6,194E-28	-0,006	2,293E-27	0,0163



TABLE OF CONTENTS

<b>I - PARAMETERS</b>	<b>p.1</b>
<b><i>I.1 - General parameters</i></b>	<b><i>p.1</i></b>
<b><i>I.2 - Material</i></b>	<b><i>p.1</i></b>
<b><i>I.3 - Sections</i></b>	<b><i>p.1</i></b>
- Section No. 1 : IPE 500	<i>p.2</i>
- Section No. 2 : IPE 500	<i>p.3</i>
- Section No. 3 : IPE 500	<i>p.4</i>
<b><i>I.4 - Lateral restraints</i></b>	<b><i>p.5</i></b>
- Restraint No. 1 :	<i>p.5</i>
- Restraint No. 2 :	<i>p.5</i>
- Restraint No. 3 :	<i>p.5</i>
<b><i>I.5 - Supports</i></b>	<b><i>p.7</i></b>
- Support No. 1 :	<i>p.7</i>
- Support No. 2 :	<i>p.7</i>
<b><i>I.6 - Loads</i></b>	<b><i>p.8</i></b>
- Moment diagram :	<i>p.8</i>
- Axial force diagram :	<i>p.8</i>
- Eccentric concentrated loads :	<i>p.9</i>
- Eccentric distributed loads :	<i>p.9</i>
<b>II - LTB CALCULATION</b>	<b>p.10</b>
<b><i>II.1 - LTB modes</i></b>	<b><i>p.10</i></b>
<b><i>II.2 - Mode shapes</i></b>	<b><i>p.10</i></b>
- Mode 1	<i>p.10</i>

**WARNING !**

The following software may be used for working out technical solutions during preparatory engineering studies.

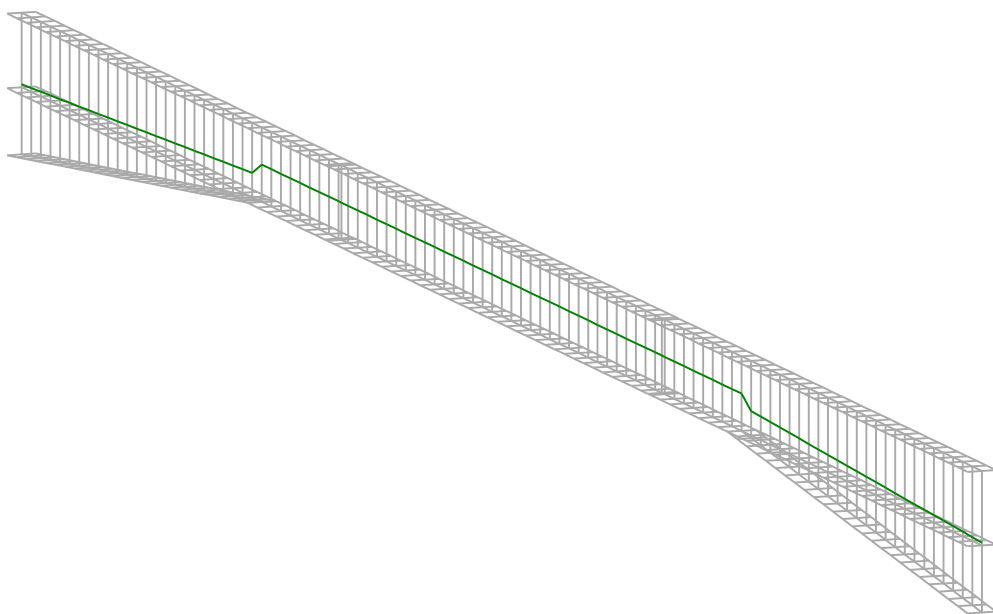
Because of the complexity of the calculations involved, the software is only for users who are able to make themselves an accurate idea of its possibilities, its limitations and adequacy to the various practical applications. The user will use it under his own responsibilities at his own risk.

This software is available free of charge. No rights are conferred on the user of the present software. The property and all intellectual rights of the latter continue belonging exclusively to CTICM. The use of this software involves no guarantee for the profit of the user who is committed to keep CTICM released and unharmed from any direct or indirect recourse and damage resulting from an incorrect or improper use or from a use for inadequate or inappropriate ends.

# ***L***TBeamN

v 1.0.3

## CALCULATION SHEET





**I - PARAMETERS**

***I.1 - General parameters***

Projected total length :	$L = 18,55 \text{ m}$
Initial discretization of the beam :	$n_{el} = 100 \text{ elements}$

***I.2 - Material***

Name :	Steel
Young modulus :	$E = 210000 \text{ MPa}$
Shear modulus :	$G = 80769 \text{ MPa}$
Poisson factor :	$\nu = 0,3$
Density :	$\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$

***I.3 - Sections***

Alignment of sections : Top

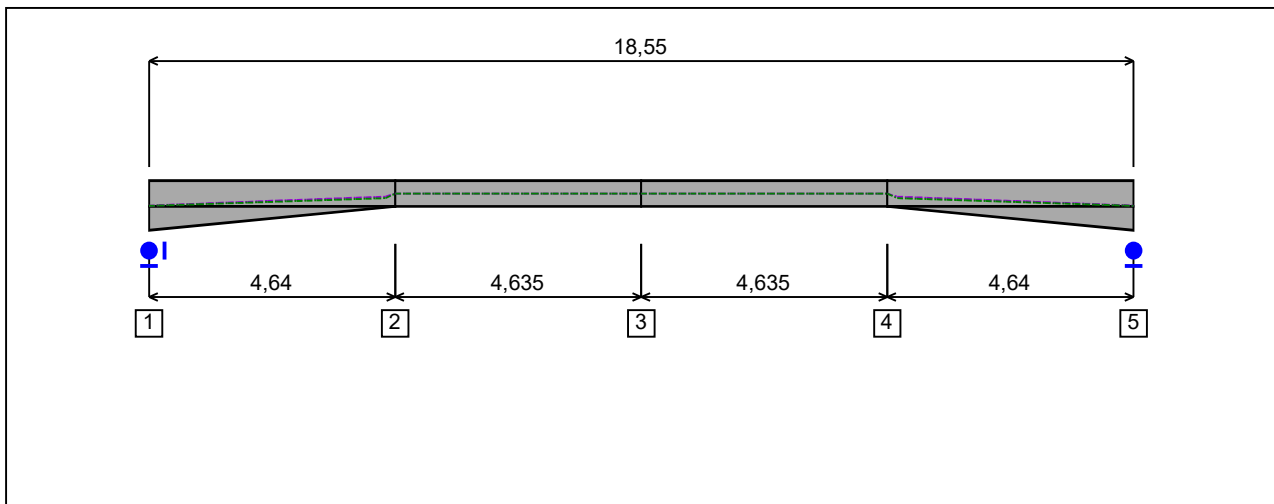


Figure 1 : Profile in long with section numbers.

**- Section No. 1 : IPE 500**

Abscissa from the left end of the beam :

x = 0 m

Type :

In catalogue (OTUA)

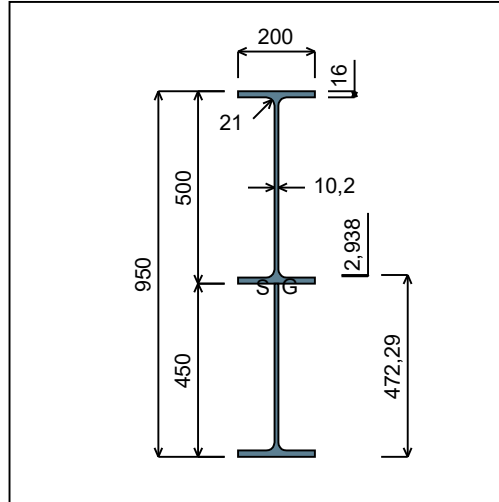


Figure 2 : Section No. 1 (IPE 500).

Main geometrical properties :

- $z_S$  = -0,2938 cm
- $z_G$  = 47,23 cm
- $I_y$  = 213243 cm<sup>4</sup>
- $I_z$  = 3214,3 cm<sup>4</sup>
- $I_t$  = 140,7 cm<sup>4</sup> (Villette)
- $I_w$  = 4,607E+6 cm<sup>6</sup>

Other geometrical properties :

- |   |                                     |
|---|-------------------------------------|
| $A$ = 193,68 cm <sup>2</sup>            | $A_{v,z}$ = 105,77 cm <sup>2</sup>  |
| $A_{v,y}$ = 96 cm <sup>2</sup>          |                                     |
| $W_{el,y,sup}$ = 4463,9 cm <sup>3</sup> | $W_{el,z}$ = 321,43 cm <sup>3</sup> |
| $W_{el,y,inf}$ = 4515,1 cm <sup>3</sup> | $W_{pl,z}$ = 509,02 cm <sup>3</sup> |
| $W_{pl,y}$ = 5326,9 cm <sup>3</sup>     |                                     |

Stiffness relaxations :

- $\theta$  : Continuous
- $v'$  : Continuous
- $\theta'$  : Continuous
- $w'$  : Continuous

**- Section No. 2 : IPE 500**

Abscissa from the left end of the beam :

$x = 4,64 \text{ m}$

Type :

In catalogue (OTUA)

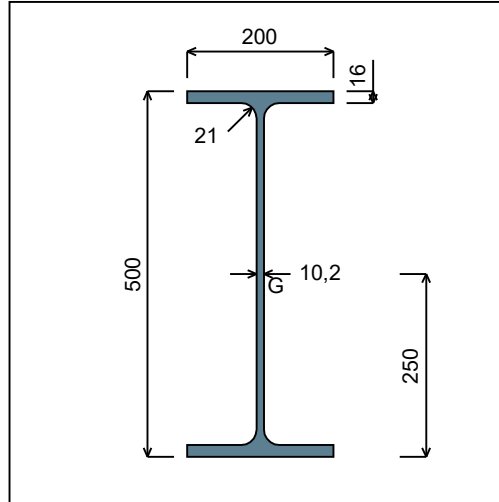


Figure 3 : Section No. 2 (IPE 500).

Main geometrical properties :

- $z_S = 0 \text{ cm}$
- $z_G = 25 \text{ cm}$
- $I_y = 48199 \text{ cm}^4$
- $I_z = 2141,7 \text{ cm}^4$
- $I_t = 89,01 \text{ cm}^4 \text{ (Villette)}$
- $I_w = 1,254E+6 \text{ cm}^6$

Other geometrical properties :

- |                                      |                                  |
|--------------------------------------|----------------------------------|
| $A = 115,52 \text{ cm}^2$            |                                  |
| $A_{v,y} = 64 \text{ cm}^2$          | $A_{v,z} = 59,87 \text{ cm}^2$   |
| $W_{el,y,sup} = 1927,9 \text{ cm}^3$ |                                  |
| $W_{el,y,inf} = 1927,9 \text{ cm}^3$ | $W_{el,z} = 214,17 \text{ cm}^3$ |
| $W_{pl,y} = 2194,1 \text{ cm}^3$     | $W_{pl,z} = 335,88 \text{ cm}^3$ |

Stiffness relaxations :

- $\theta$  : Continuous
- $v'$  : Continuous
- $\theta'$  : Continuous
- $w'$  : Continuous

**- Section No. 3 : IPE 500**

Abscissa from the left end of the beam :

$x = 9,275 \text{ m}$

Type :

In catalogue (OTUA)

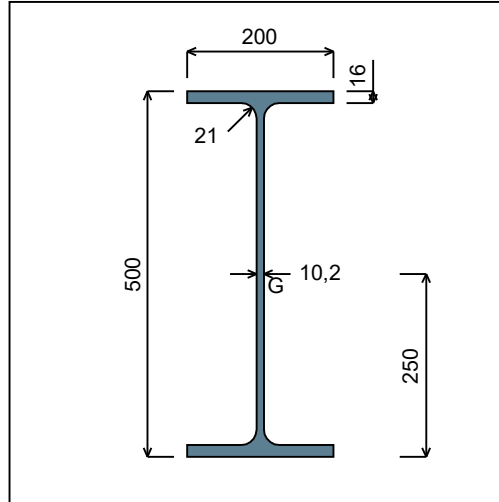


Figure 4 : Section No. 3 (IPE 500).

Main geometrical properties :

- $z_S = 0 \text{ cm}$
- $z_G = 25 \text{ cm}$
- $I_y = 48199 \text{ cm}^4$
- $I_z = 2141,7 \text{ cm}^4$
- $I_t = 89,01 \text{ cm}^4$  (Villette)
- $I_w = 1,254E+6 \text{ cm}^6$

Other geometrical properties :

- |                                      |                                  |
|--------------------------------------|----------------------------------|
| $A = 115,52 \text{ cm}^2$            |                                  |
| $A_{v,y} = 64 \text{ cm}^2$          | $A_{v,z} = 59,87 \text{ cm}^2$   |
| $W_{el,y,sup} = 1927,9 \text{ cm}^3$ |                                  |
| $W_{el,y,inf} = 1927,9 \text{ cm}^3$ | $W_{el,z} = 214,17 \text{ cm}^3$ |
| $W_{pl,y} = 2194,1 \text{ cm}^3$     | $W_{pl,z} = 335,88 \text{ cm}^3$ |

Stiffness relaxations :

- $\theta$  : Continuous
- $v'$  : Continuous
- $\theta'$  : Continuous
- $w'$  : Continuous



**- Section No. 4 : IPE 500**

Abscissa from the left end of the beam :

$x = 13,91$  m

Type :

In catalogue (OTUA)

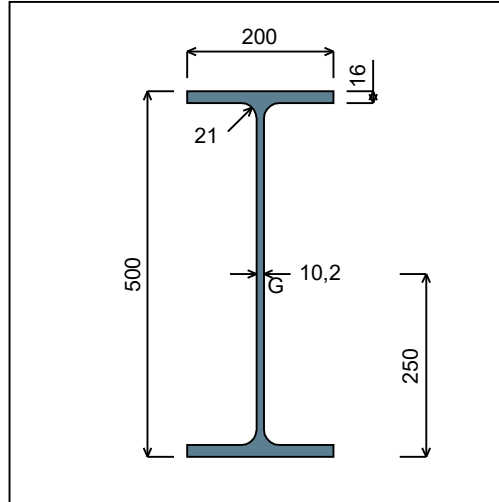


Figure 5 : Section No. 4 (IPE 500).

Main geometrical properties :

- $z_S = 0$  cm
- $z_G = 25$  cm
- $I_y = 48199$  cm<sup>4</sup>
- $I_z = 2141,7$  cm<sup>4</sup>
- $I_t = 89,01$  cm<sup>4</sup> (Villette)
- $I_w = 1,254E+6$  cm<sup>6</sup>

Other geometrical properties :

- |   |                                     |
|---|-------------------------------------|
| $A = 115,52$ cm <sup>2</sup>            | $A_{v,z} = 59,87$ cm <sup>2</sup>   |
| $A_{v,y} = 64$ cm <sup>2</sup>          |                                     |
| $W_{el,y,sup} = 1927,9$ cm <sup>3</sup> | $W_{el,z} = 214,17$ cm <sup>3</sup> |
| $W_{el,y,inf} = 1927,9$ cm <sup>3</sup> | $W_{pl,z} = 335,88$ cm <sup>3</sup> |
| $W_{pl,y} = 2194,1$ cm <sup>3</sup>     |                                     |

Stiffness relaxations :

- $\theta$  : Continuous
- $v'$  : Continuous
- $\theta'$  : Continuous
- $w'$  : Continuous

**- Section No. 5 : IPE 500**

Abscissa from the left end of the beam :

$x = 18,55$  m

Type :

In catalogue (OTUA)

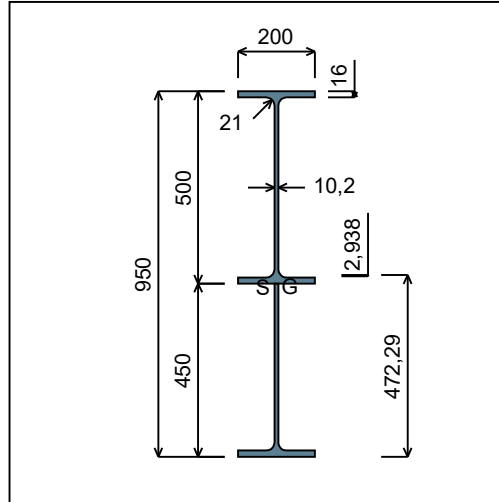


Figure 6 : Section No. 5 (IPE 500).

Main geometrical properties :

- $z_S$  = -0,2938 cm
- $z_G$  = 47,23 cm
- $I_y$  = 213243 cm<sup>4</sup>
- $I_z$  = 3214,3 cm<sup>4</sup>
- $I_t$  = 140,7 cm<sup>4</sup> (Villette)
- $I_w$  = 4,607E+6 cm<sup>6</sup>

Other geometrical properties :

- |   |                                     |
|---|-------------------------------------|
| $A$ = 193,68 cm <sup>2</sup>            | $A_{v,z}$ = 105,77 cm <sup>2</sup>  |
| $A_{v,y}$ = 96 cm <sup>2</sup>          |                                     |
| $W_{el,y,sup}$ = 4463,9 cm <sup>3</sup> | $W_{el,z}$ = 321,43 cm <sup>3</sup> |
| $W_{el,y,inf}$ = 4515,1 cm <sup>3</sup> | $W_{pl,z}$ = 509,02 cm <sup>3</sup> |
| $W_{pl,y}$ = 5326,9 cm <sup>3</sup>     |                                     |

Stiffness relaxations :

- $\theta$  : Continuous
- $v'$  : Continuous
- $\theta'$  : Continuous
- $w'$  : Continuous

**I.4 - Lateral restraints**

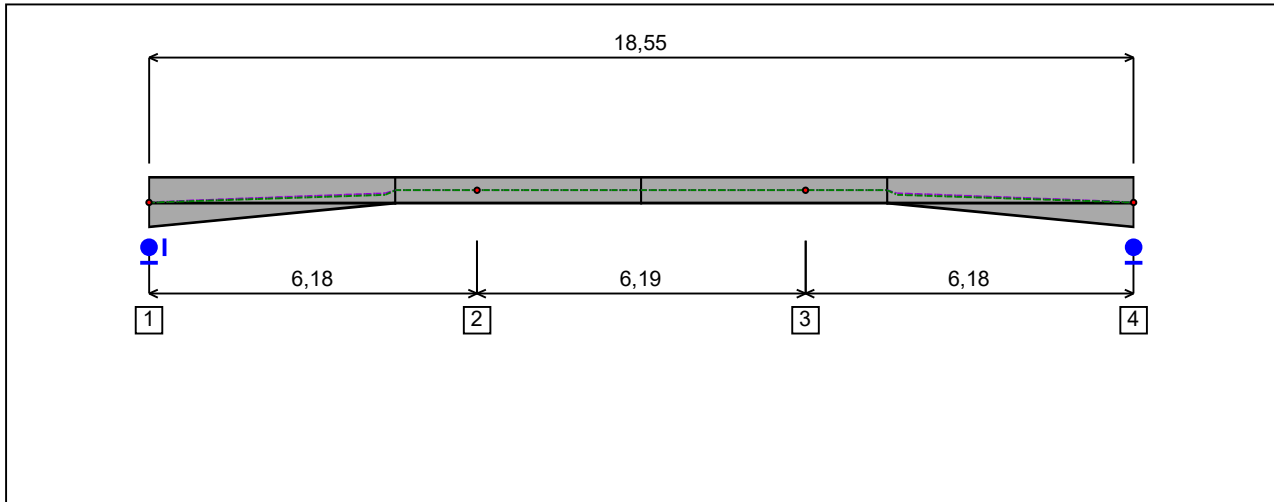


Figure 7 : Profile in long with restraint numbers.

**- Restraint No. 1 :**

Type : Ponctual

Abscissa from the left end of the beam :  $x = 0$  m

Vertical position from the shear centre :  $z = 0$  cm

Restraint conditions :

- $v$  : Fixed
- $\theta$  : Fixed
- $v'$  : Free
- $\theta'$  : Free

**- Restraint No. 2 :**

Type : Ponctual

Abscissa from the left end of the beam :  $x = 6,18$  m

Vertical position from the shear centre :  $z = 0$  cm

Restraint conditions :

- $v$  : Fixed
- $\theta$  : Free
- $v'$  : Free
- $\theta'$  : Free

**- Restraint No. 3 :**

Type : Ponctual

Abscissa from the left end of the beam :  $x = 12,37$  m

Vertical position from the shear centre :  $z = 0$  cm

Restraint conditions :

$v$  : Fixed  
 $\theta$  : Free  
 $v'$  : Free  
 $\theta'$  : Free

**- Restraint No. 4 :**

Type : Ponctual

Abscissa from the left end of the beam :  $x = 18,55$  m

Vertical position from the shear centre :  $z = 0$  cm

Restraint conditions :

$v$  : Fixed  
 $\theta$  : Fixed  
 $v'$  : Free  
 $\theta'$  : Free

**1.5 - Supports**

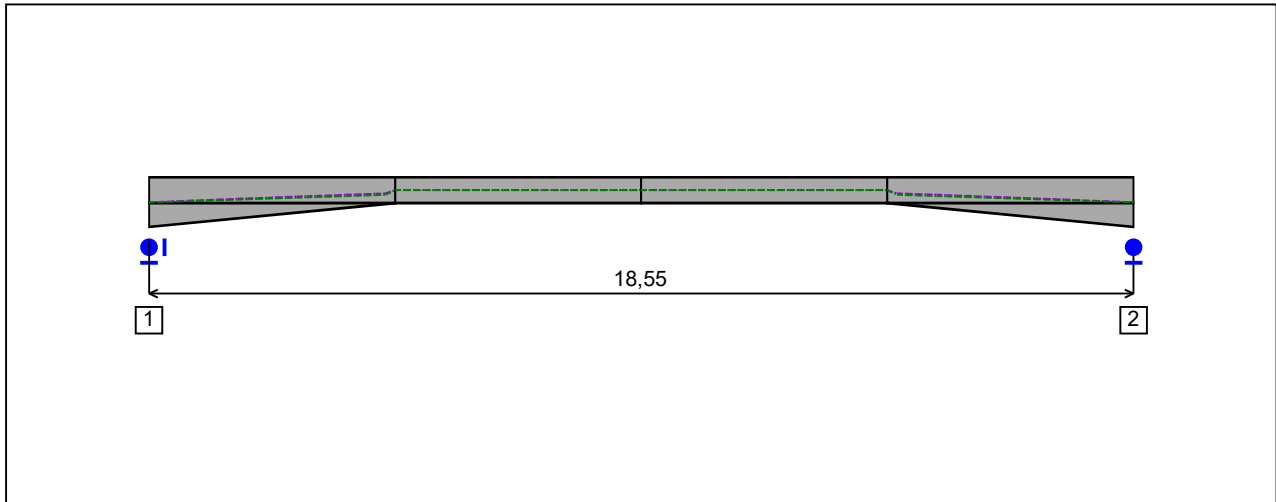


Figure 8 : Profile in long with support numbers.

**- Support No. 1 :**

Abscissa from the left end of the beam :  $x = 0 \text{ m}$

Support conditions :

- u : Fixed
- w : Fixed
- w' : Free

**- Support No. 2 :**

Abscissa from the left end of the beam :  $x = 18,55 \text{ m}$

Support conditions :

- u : Free
- w : Fixed
- w' : Free

**I.6 - Loads**

Type of loading :

Internal

**- Moment diagram :**

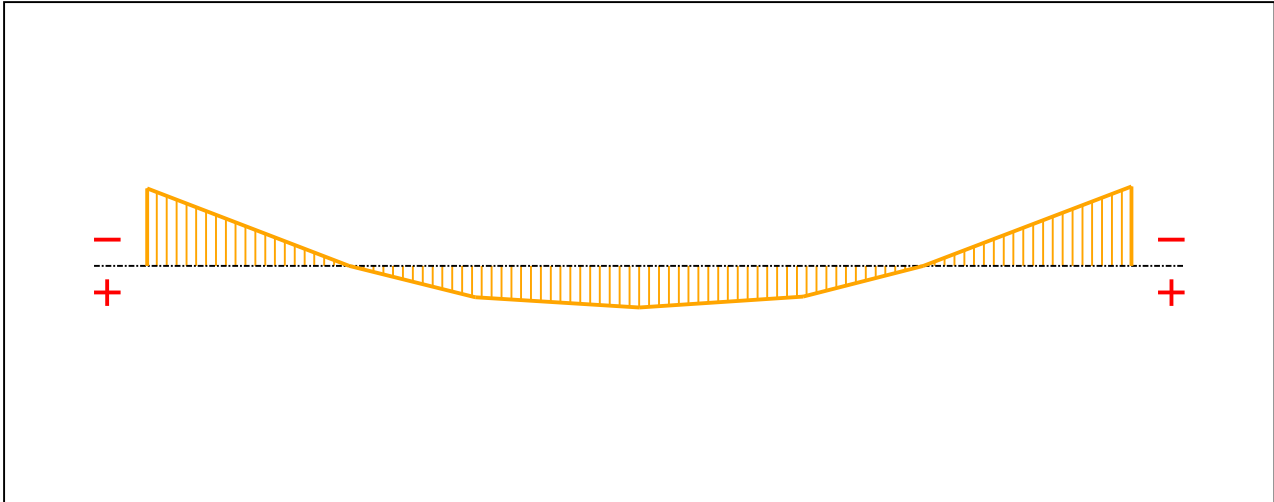


Figure 9 : Moment diagram.

Active :

Yes

Table 1 : Moment diagram.

x(m)	M(kN.m)
0	-378,52
3,81	0
6,187	152,37
9,275	202,94
12,36	148,92
14,63	0
18,55	-388,22

**- Axial force diagram :**

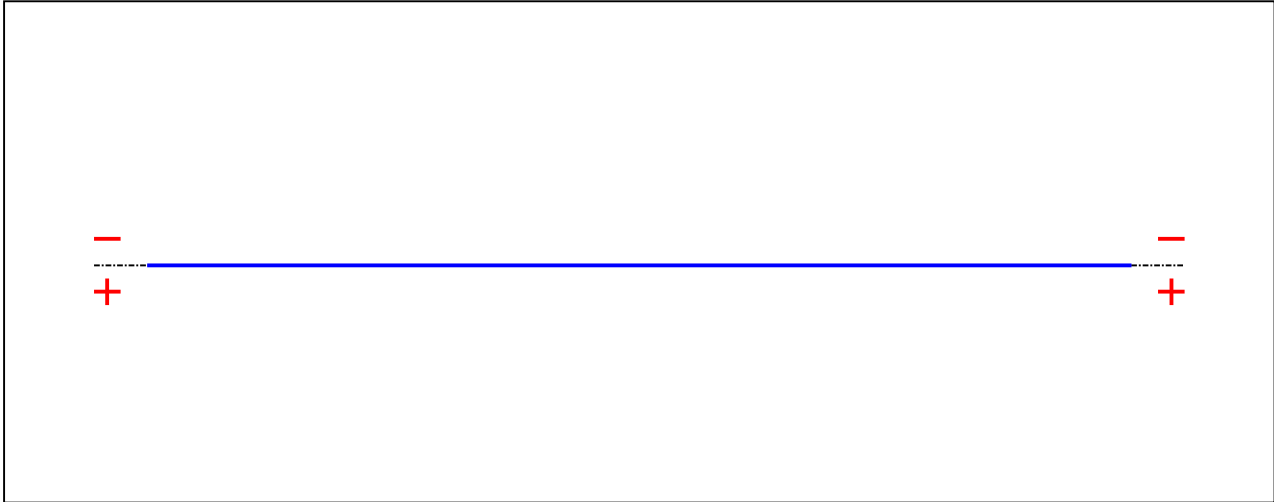


Figure 10 : Axial force diagram.

Active :  No

Table 2 : Axial force diagram.

x(m)	N(kN)
0	0
18,55	0

**- Eccentric concentrated loads :**

No load has been defined.

**- Eccentric distributed loads :**

No load has been defined.

**II - LTB CALCULATION**

Requested number of modes : 1

Blocked moment diagram : No

Blocked axial force diagram : No

The TAPER effect is taken into account

**II.1 - LTB modes**

Table 3 : LTB modes.

Mode	$\mu_{cr}$	$M_{max,cr}$ [kN.m]	$x(M_{max})$ [m]	$N_{max,cr}$ [kN]	$x(N_{max})$ [m]
1	1,682	-652,94	18,55	0	18,55

**II.2 - Mode shapes**

**- Mode 1**

Table 4 : Mode 1.

Mode	$\mu_{cr}$	$M_{max,cr}$ [kN.m]	$x(M_{max})$ [m]	$N_{max,cr}$ [kN]	$x(N_{max})$ [m]
1	1,682	-652,94	18,55	0	18,55

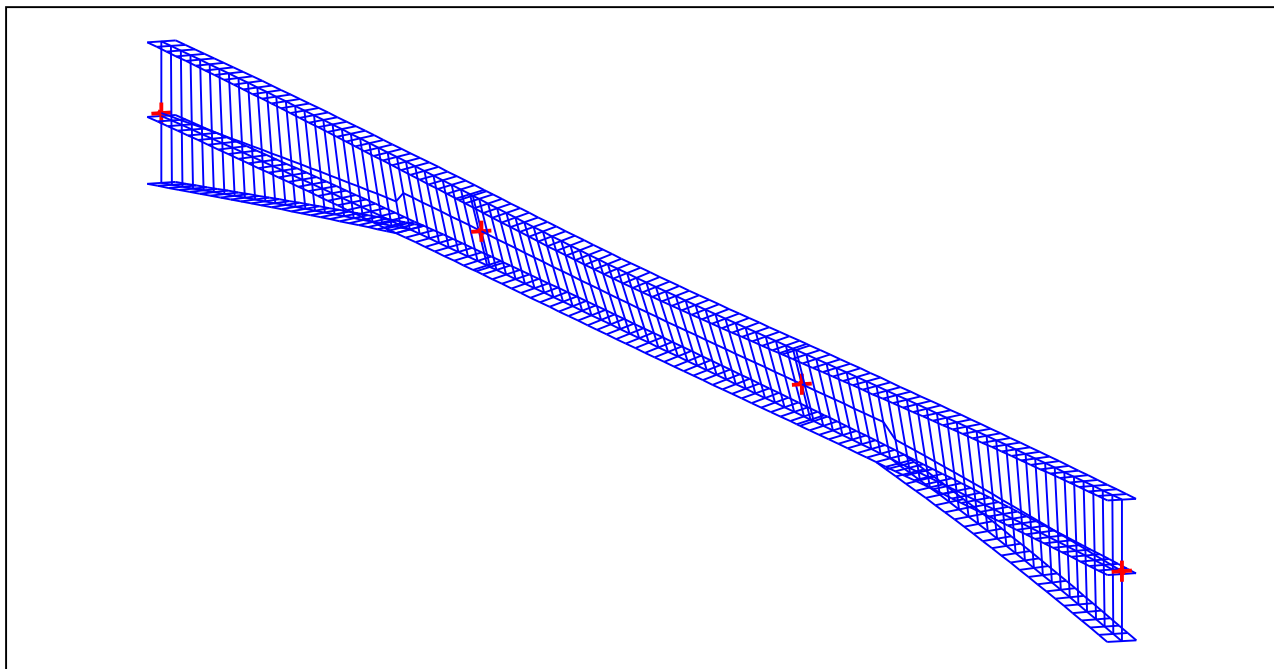


Figure 11 : Mode shape in 3D (Mode 1).



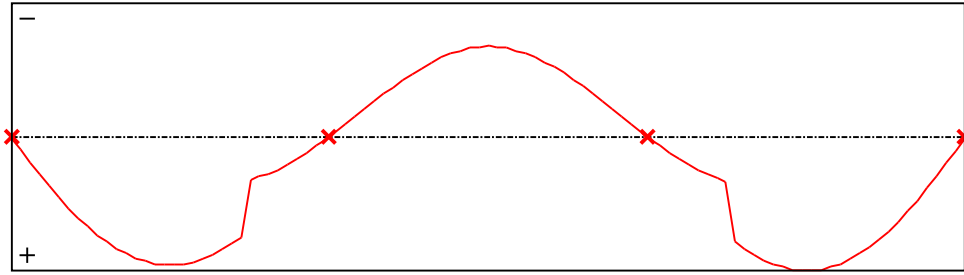


Figure 12 : Lateral displacement compoment of the shear centre (Mode 1).

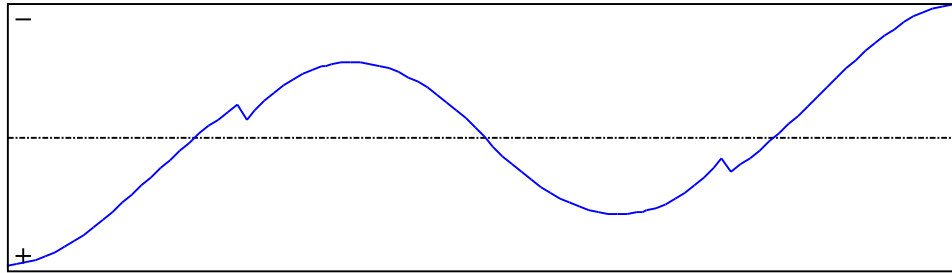


Figure 13 : Rotation in lateral flexure component of the shear centre (Mode 1).

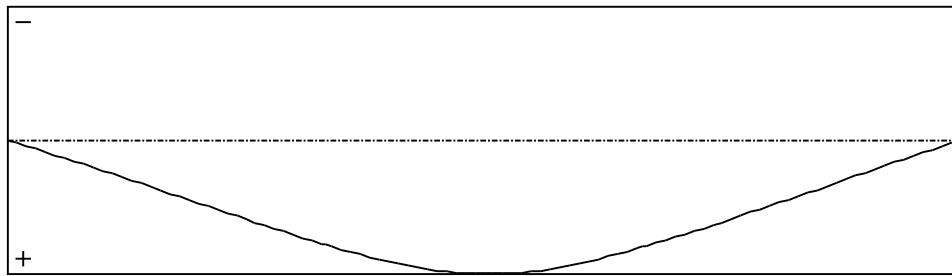


Figure 14 : Longitudinal rotation (torsion) component of the shear centre (Mode 1).

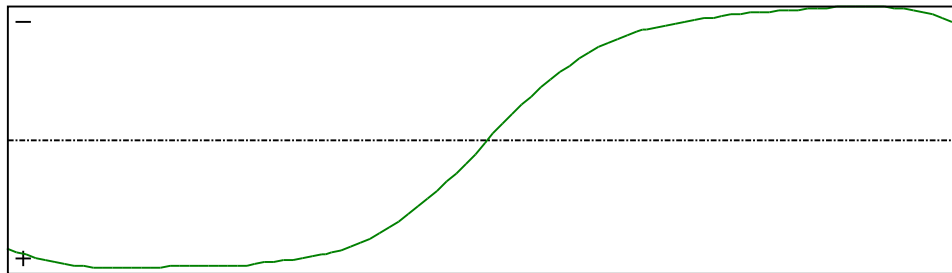


Figure 15 : Warping component of the shear centre (Mode 1).

Table 5 : Mode 1.

x [m]	v [cm]	v' [rd]	$\theta$ [rd]	$\theta'$ [rd/m]
0	2,974E-28	0,0052	-5,472E-27	0,0091
0,1856	0,0958	0,0052	0,0017	0,0094
0,3712	0,1897	0,0051	0,0035	0,0097
0,5568	0,281	0,005	0,0053	0,01
0,7424	0,3688	0,0049	0,0072	0,0102
0,928	0,4525	0,0047	0,0091	0,0103
1,114	0,5315	0,0045	0,0111	0,0105
1,299	0,605	0,0042	0,013	0,0106
1,485	0,6727	0,004	0,015	0,0107
1,67	0,7339	0,0037	0,017	0,0107
1,856	0,7883	0,0034	0,019	0,0108
2,042	0,8356	0,003	0,021	0,0108
2,227	0,8754	0,0027	0,023	0,0108
2,413	0,9075	0,0023	0,0251	0,0108
2,598	0,9318	0,002	0,0271	0,0108
2,784	0,9482	0,0016	0,0291	0,0107
2,97	0,9566	0,0012	0,0311	0,0107
3,155	0,9572	8,865E-4	0,0331	0,0107
3,341	0,9499	5,337E-4	0,0351	0,0107
3,526	0,9349	1,912E-4	0,0371	0,0107
3,712	0,9125	-1,377E-4	0,0391	0,0107
3,898	0,883	-4,523E-4	0,0411	0,0107
4,083	0,8465	-7,561E-4	0,0431	0,0107
4,269	0,8033	-0,001	0,045	0,0107
4,454	0,7535	-0,0013	0,047	0,0106
4,64	0,3181	-7,528E-4	0,0492	0,0106
4,825	0,3005	-0,0011	0,0511	0,0105
5,011	0,2759	-0,0015	0,053	0,0104
5,196	0,2449	-0,0018	0,055	0,0103
5,382	0,2081	-0,0021	0,0569	0,0102
5,567	0,1661	-0,0024	0,0588	0,0101
5,752	0,1197	-0,0026	0,0606	0,01
5,938	0,0696	-0,0028	0,0625	0,0099
6,123	0,0167	-0,0029	0,0643	0,0097
6,18	-2,984E-28	-0,0029	0,0648	0,0096

Table 5 (Next) : Mode 1.

x [m]	v [cm]	v' [rd]	$\theta$ [rd]	$\theta'$ [rd/m]
6,309	-0,0383	-0,003	0,0661	0,0095
6,494	-0,0945	-0,0031	0,0678	0,0093
6,679	-0,1513	-0,0031	0,0695	0,009
6,865	-0,2081	-0,0031	0,0711	0,0087
7,05	-0,2643	-0,003	0,0727	0,0083
7,236	-0,3193	-0,0029	0,0742	0,0079
7,421	-0,3725	-0,0028	0,0756	0,0074
7,606	-0,4232	-0,0027	0,0769	0,0069
7,792	-0,4709	-0,0025	0,0782	0,0063
7,977	-0,5149	-0,0023	0,0793	0,0057
8,163	-0,5548	-0,002	0,0803	0,005
8,348	-0,5899	-0,0018	0,0811	0,0043
8,533	-0,6197	-0,0015	0,0818	0,0036
8,719	-0,6437	-0,0011	0,0824	0,0028
8,904	-0,6615	-7,823E-4	0,0829	0,002
9,09	-0,6726	-4,104E-4	0,0832	0,0011
9,275	-0,6766	-1,776E-5	0,0833	3,026E-4
9,46	-0,6732	3,753E-4	0,0833	-5,346E-4
9,646	-0,6628	7,486E-4	0,0831	-0,0014
9,831	-0,6456	0,0011	0,0828	-0,0022
10,02	-0,6221	0,0014	0,0823	-0,003
10,2	-0,5928	0,0017	0,0817	-0,0037
10,39	-0,5581	0,002	0,0809	-0,0044
10,57	-0,5186	0,0023	0,08	-0,0051
10,76	-0,4748	0,0025	0,079	-0,0058
10,94	-0,4273	0,0027	0,0779	-0,0063
11,13	-0,3765	0,0028	0,0767	-0,0069
11,31	-0,3232	0,0029	0,0753	-0,0074
11,5	-0,2679	0,003	0,0739	-0,0078
11,69	-0,2112	0,0031	0,0724	-0,0082
11,87	-0,1538	0,0031	0,0709	-0,0086
12,06	-0,0962	0,0031	0,0693	-0,0089
12,24	-0,039	0,0031	0,0676	-0,0091
12,37	-2,954E-28	0,003	0,0664	-0,0093
12,43	0,017	0,003	0,0659	-0,0094

Table 5 (Next) : Mode 1.

x [m]	v [cm]	v' [rd]	$\theta$ [rd]	$\theta'$ [rd/m]
12,61	0,0713	0,0029	0,0641	-0,0096
12,8	0,1228	0,0027	0,0623	-0,0097
12,98	0,1708	0,0025	0,0605	-0,0099
13,17	0,2144	0,0022	0,0587	-0,01
13,35	0,2529	0,0019	0,0568	-0,0101
13,54	0,2855	0,0016	0,0549	-0,0103
13,72	0,3117	0,0012	0,053	-0,0104
13,91	0,3308	8,301E-4	0,0511	-0,0105
14,1	0,7843	0,0014	0,049	-0,0106
14,28	0,8364	0,0011	0,047	-0,0107
14,47	0,8819	8,113E-4	0,045	-0,0108
14,65	0,9204	4,982E-4	0,043	-0,0108
14,84	0,9518	1,696E-4	0,0409	-0,0109
15,02	0,9758	-1,766E-4	0,0389	-0,0109
15,21	0,9919	-5,372E-4	0,0369	-0,011
15,39	1	-9,085E-4	0,0348	-0,011
15,58	0,9999	-0,0013	0,0327	-0,0111
15,77	0,9915	-0,0017	0,0307	-0,0111
15,95	0,9748	-0,0021	0,0286	-0,0112
16,14	0,9497	-0,0024	0,0265	-0,0112
16,32	0,9164	-0,0028	0,0244	-0,0113
16,51	0,875	-0,0032	0,0223	-0,0113
16,69	0,8257	-0,0035	0,0202	-0,0113
16,88	0,769	-0,0038	0,018	-0,0113
17,07	0,705	-0,0041	0,0159	-0,0113
17,25	0,6342	-0,0044	0,0138	-0,0112
17,44	0,5573	-0,0047	0,0118	-0,0111
17,62	0,4746	-0,0049	0,0097	-0,011
17,81	0,3868	-0,0051	0,0077	-0,0108
17,99	0,2947	-0,0053	0,0057	-0,0106
18,18	0,199	-0,0054	0,0037	-0,0103
18,36	0,1005	-0,0054	0,0018	-0,01
18,55	3,081E-28	-0,0055	-5,588E-27	-0,0097

TABLE OF CONTENTS

<b>I - PARAMETERS</b>	<b>p.1</b>
<b><i>I.1 - General parameters</i></b>	<b><i>p.1</i></b>
<b><i>I.2 - Material</i></b>	<b><i>p.1</i></b>
<b><i>I.3 - Sections</i></b>	<b><i>p.1</i></b>
- Section No. 1 : IPE 500	<i>p.2</i>
- Section No. 2 : IPE 500	<i>p.3</i>
- Section No. 3 : IPE 500	<i>p.4</i>
- Section No. 4 : IPE 500	<i>p.5</i>
- Section No. 5 : IPE 500	<i>p.6</i>
<b><i>I.4 - Lateral restraints</i></b>	<b><i>p.7</i></b>
- Restraint No. 1 :	<i>p.7</i>
- Restraint No. 2 :	<i>p.7</i>
- Restraint No. 3 :	<i>p.7</i>
- Restraint No. 4 :	<i>p.8</i>
<b><i>I.5 - Supports</i></b>	<b><i>p.9</i></b>
- Support No. 1 :	<i>p.9</i>
- Support No. 2 :	<i>p.9</i>
<b><i>I.6 - Loads</i></b>	<b><i>p.10</i></b>
- Moment diagram :	<i>p.10</i>
- Axial force diagram :	<i>p.10</i>
- Eccentric concentrated loads :	<i>p.11</i>
- Eccentric distributed loads :	<i>p.11</i>
<b>II - LTB CALCULATION</b>	<b>p.12</b>
<b><i>II.1 - LTB modes</i></b>	<b><i>p.12</i></b>
<b><i>II.2 - Mode shapes</i></b>	<b><i>p.12</i></b>
- Mode 1	<i>p.12</i>

**WARNING !**

The following software may be used for working out technical solutions during preparatory engineering studies.

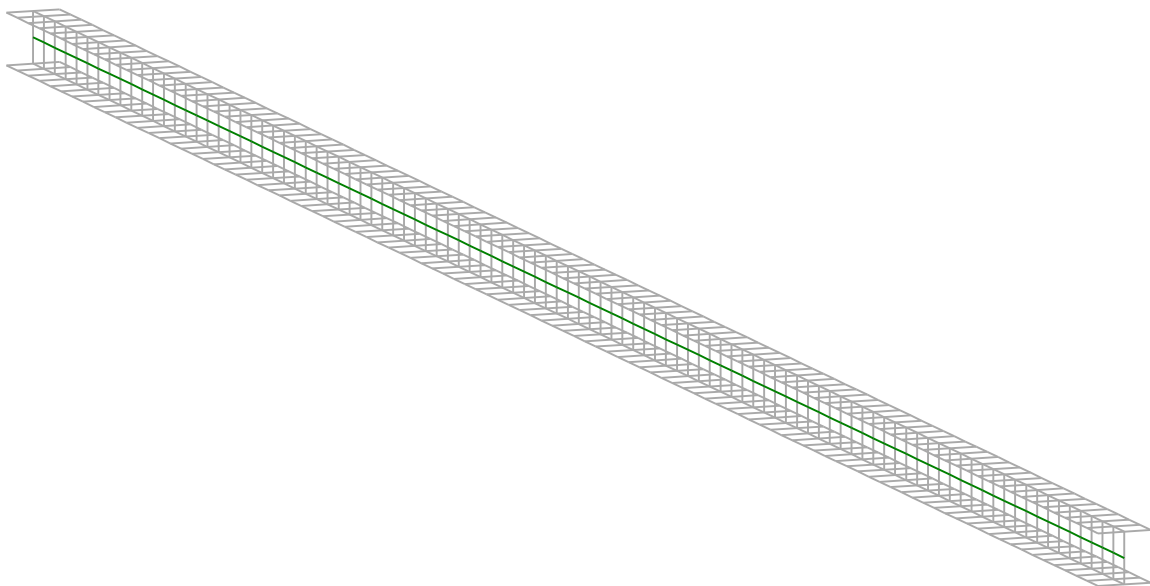
Because of the complexity of the calculations involved, the software is only for users who are able to make themselves an accurate idea of its possibilities, its limitations and adequacy to the various practical applications. The user will use it under his own responsibilities at his own risk.

This software is available free of charge. No rights are conferred on the user of the present software. The property and all intellectual rights of the latter continue belonging exclusively to CTICM. The use of this software involves no guarantee for the profit of the user who is committed to keep CTICM released and unharmed from any direct or indirect recourse and damage resulting from an incorrect or improper use or from a use for inadequate or inappropriate ends.

# ***LTB*eamN**

v 1.0.3

## **CALCULATION SHEET**







## I - PARAMETERS

### *I.1 - General parameters*

Projected total length :	$L = 10,2 \text{ m}$
Initial discretization of the beam :	$n_{el} = 100 \text{ elements}$

### *I.2 - Material*

Name :	Steel
Young modulus :	$E = 210000 \text{ MPa}$
Shear modulus :	$G = 80769 \text{ MPa}$
Poisson factor :	$\nu = 0,3$
Density :	$\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$

### *I.3 - Sections*

Alignment of sections :	Top
-------------------------	-----

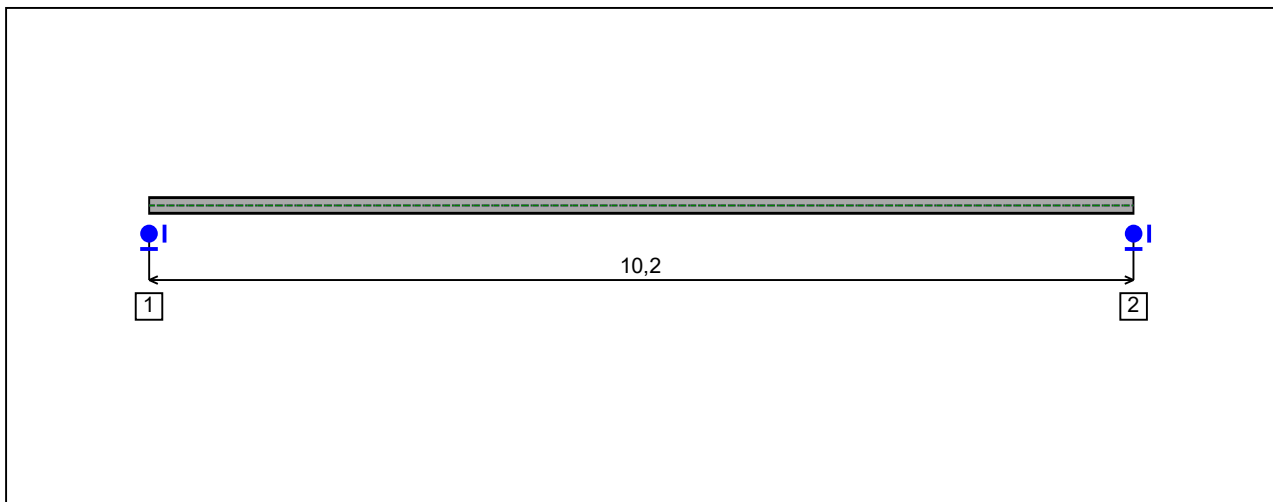


Figure 1 : Profile in long with section numbers.

**- Section No. 1 : HEA 180**

Abscissa from the left end of the beam :  $x = 0$  m

Type : In catalogue (OTUA)

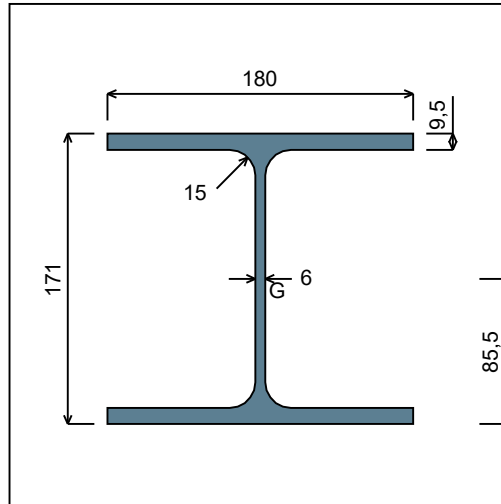


Figure 2 : Section No. 1 (HEA 180).

Main geometrical properties :

$z_S$	= 0 cm
$z_G$	= 8,55 cm
$I_y$	= 2510,3 cm <sup>4</sup>
$I_z$	= 924,61 cm <sup>4</sup>
$I_t$	= 14,6 cm <sup>4</sup> (Villette)
$I_w$	= 60289 cm <sup>6</sup>

Other geometrical properties :

$A$	= 45,25 cm <sup>2</sup>	$A_{v,z}$	= 14,47 cm <sup>2</sup>
$A_{v,y}$	= 34,2 cm <sup>2</sup>	$W_{el,z}$	= 102,73 cm <sup>3</sup>
$W_{el,y,sup}$	= 293,6 cm <sup>3</sup>	$W_{pl,z}$	= 156,49 cm <sup>3</sup>
$W_{el,y,inf}$	= 293,6 cm <sup>3</sup>		
$W_{pl,y}$	= 324,85 cm <sup>3</sup>		

Stiffness relaxations :

$\theta$	: Continuous
$v'$	: Continuous
$\theta'$	: Continuous
$w'$	: Continuous

**- Section No. 2 : HEA 180**

Abscissa from the left end of the beam :  $x = 10,2 \text{ m}$

Type : In catalogue (OTUA)

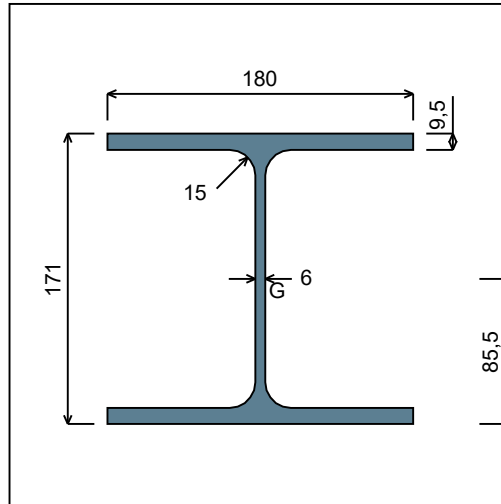


Figure 3 : Section No. 2 (HEA 180).

Main geometrical properties :

$z_S$	= 0 cm
$z_G$	= 8,55 cm
$I_y$	= 2510,3 cm <sup>4</sup>
$I_z$	= 924,61 cm <sup>4</sup>
$I_t$	= 14,6 cm <sup>4</sup> (Villette)
$I_w$	= 60289 cm <sup>6</sup>

Other geometrical properties :

$A$	= 45,25 cm <sup>2</sup>	$A_{v,z}$	= 14,47 cm <sup>2</sup>
$A_{v,y}$	= 34,2 cm <sup>2</sup>	$W_{el,z}$	= 102,73 cm <sup>3</sup>
$W_{el,y,sup}$	= 293,6 cm <sup>3</sup>	$W_{pl,z}$	= 156,49 cm <sup>3</sup>
$W_{el,y,inf}$	= 293,6 cm <sup>3</sup>		
$W_{pl,y}$	= 324,85 cm <sup>3</sup>		

Stiffness relaxations :

$\theta$	: Continuous
$v'$	: Continuous
$\theta'$	: Continuous
$w'$	: Continuous

**I.4 - Lateral restraints**

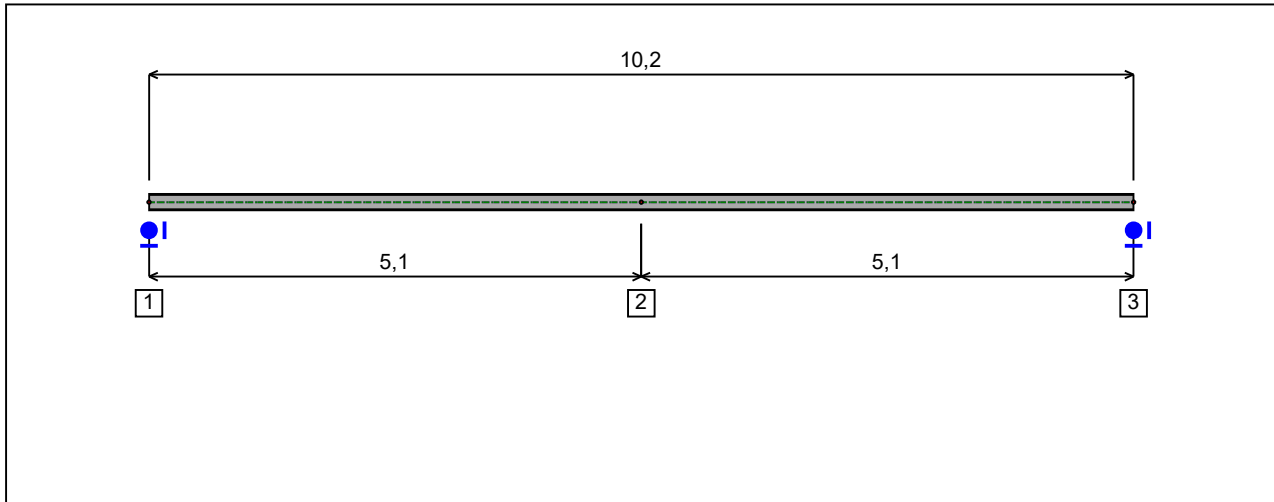


Figure 4 : Profile in long with restraint numbers.

**- Restraint No. 1 :**

Type : Ponctual

Abscissa from the left end of the beam :  $x = 0$  m

Vertical position from the shear centre :  $z = 0$  cm

Restraint conditions :

- $v$  : Fixed
- $\theta$  : Fixed
- $v'$  : Free
- $\theta'$  : Free

**- Restraint No. 2 :**

Type : Ponctual

Abscissa from the left end of the beam :  $x = 5,1$  m

Vertical position from the shear centre :  $z = 0$  cm

Restraint conditions :

- $v$  : Fixed
- $\theta$  : Free
- $v'$  : Free
- $\theta'$  : Free

**- Restraint No. 3 :**

Type : Ponctual

Abscissa from the left end of the beam :  $x = 10,2$  m

Vertical position from the shear centre :

 $z = 0$  cm

Restraint conditions :

 $v$  : Fixed $\theta$  : Fixed $v'$  : Free $\theta'$  : Free

**1.5 - Supports**

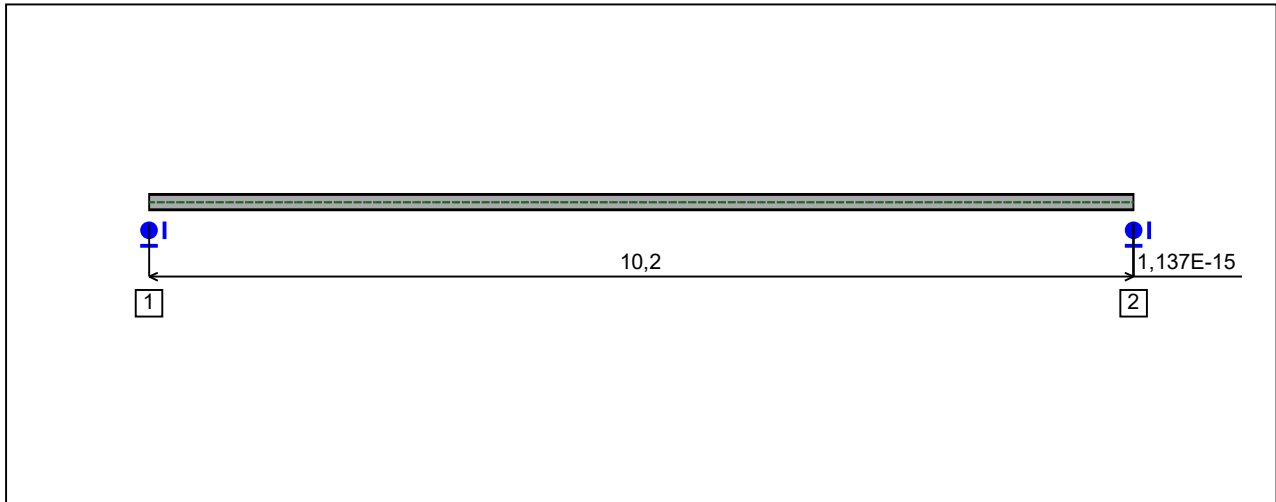


Figure 5 : Profile in long with support numbers.

**- Support No. 1 :**

Abscissa from the left end of the beam :  $x = 0 \text{ m}$

Support conditions :

- u : Fixed
- w : Fixed
- w' : Free

**- Support No. 2 :**

Abscissa from the left end of the beam :  $x = 10,2 \text{ m}$

Support conditions :

- u : Fixed
- w : Fixed
- w' : Free

**I.6 - Loads**

Type of loading :

Internal

**- Moment diagram :**

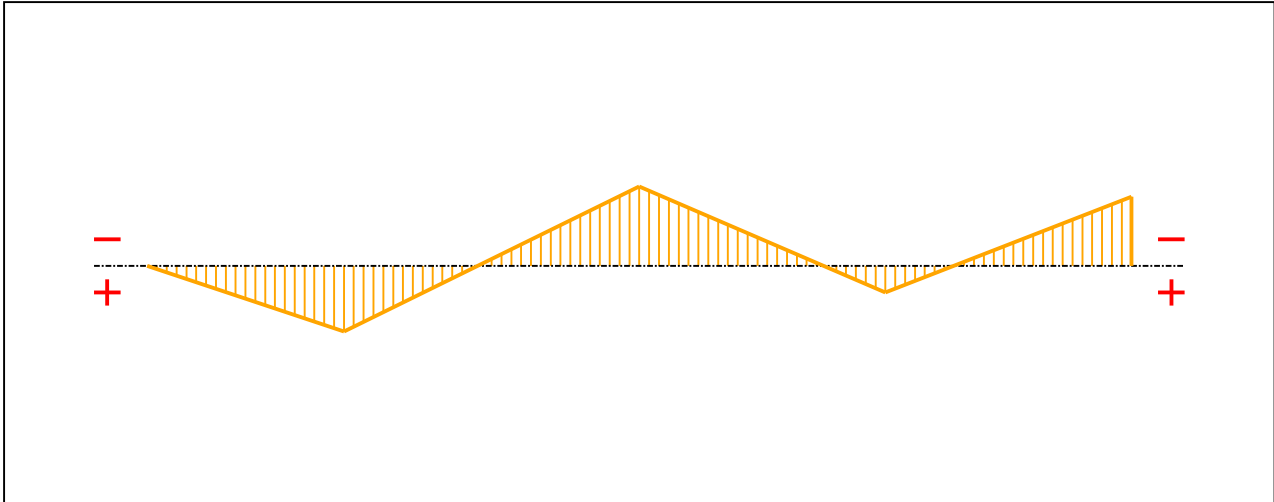


Figure 6 : Moment diagram.

Active :

Yes

Table 1 : Moment diagram.

x(m)	M(kN.m)
0	0
2,04	5,99
5,1	-7,25
7,65	2,43
10,2	-6,3

**- Axial force diagram :**

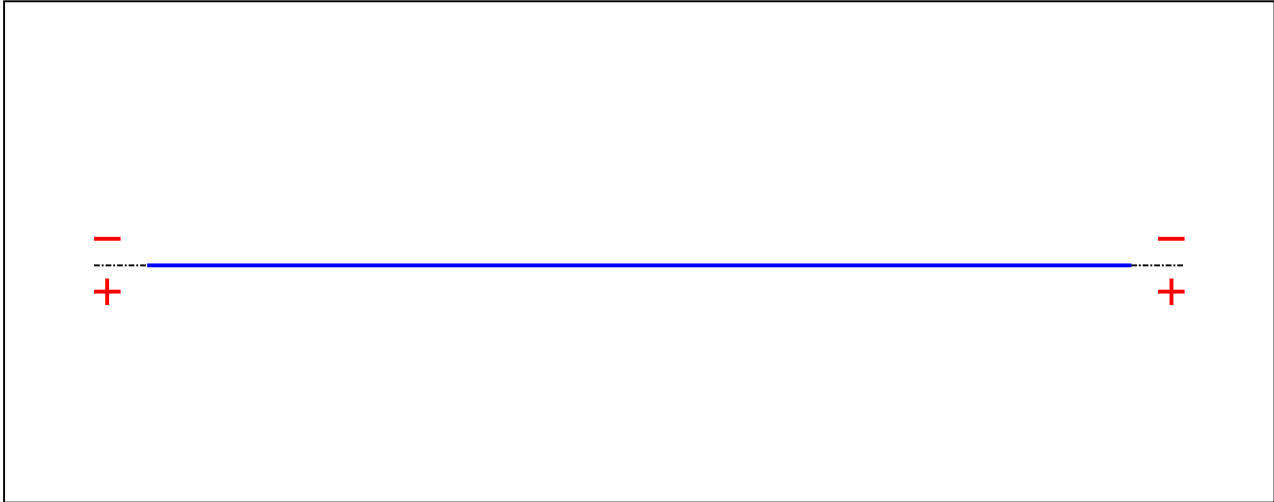


Figure 7 : Axial force diagram.

Active :

No

Table 2 : Axial force diagram.

x(m)	N(kN)
0	0
10,2	0

**- Eccentric concentrated loads :**

No load has been defined.

**- Eccentric distributed loads :**

No load has been defined.



## II - LTB CALCULATION

Requested number of modes :	1
Blocked moment diagram :	No
Blocked axial force diagram :	No

### II.1 - LTB modes

Table 3 : LTB modes.

Mode	$\mu_{cr}$	$M_{max,cr}$ [kN.m]	$x(M_{max})$ [m]	$N_{max,cr}$ [kN]	$x(N_{max})$ [m]
1	14,74	-106,86	5,1	0	5,1

### II.2 - Mode shapes

#### - Mode 1

Table 4 : Mode 1.

Mode	$\mu_{cr}$	$M_{max,cr}$ [kN.m]	$x(M_{max})$ [m]	$N_{max,cr}$ [kN]	$x(N_{max})$ [m]
1	14,74	-106,86	5,1	0	5,1

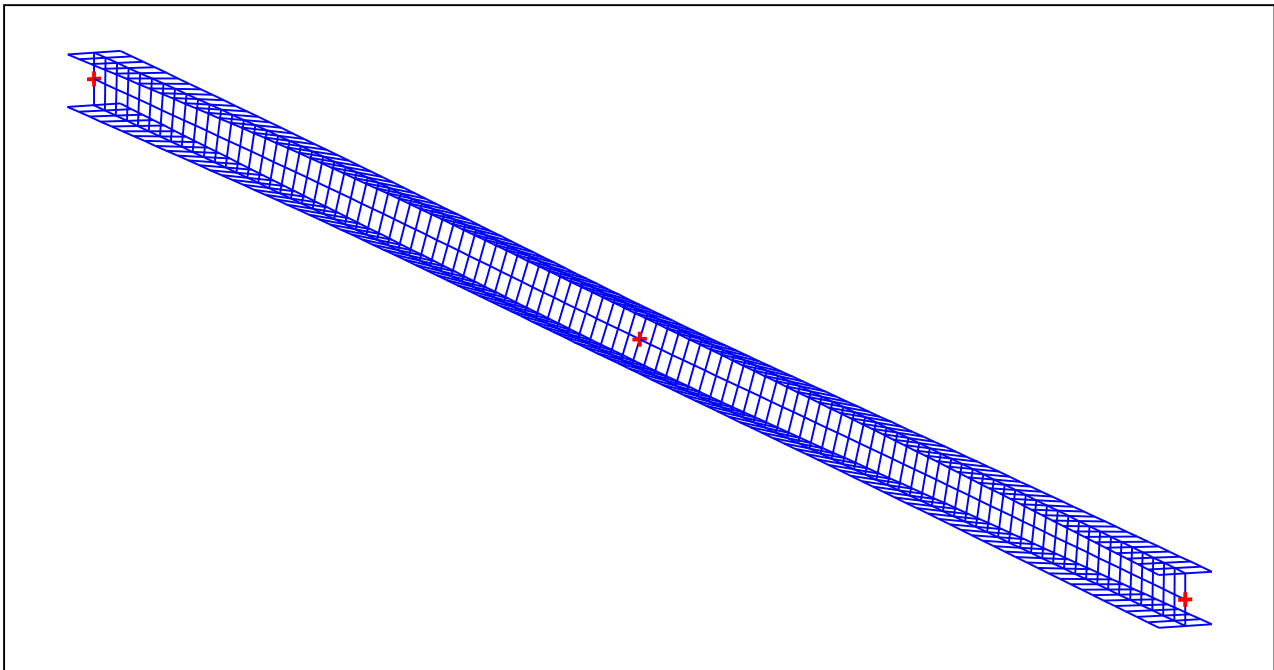


Figure 8 : Mode shape in 3D (Mode 1).

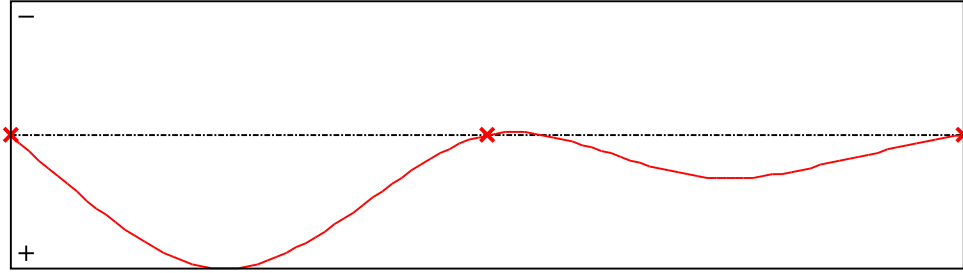


Figure 9 : Lateral displacement compoment of the shear centre (Mode 1).

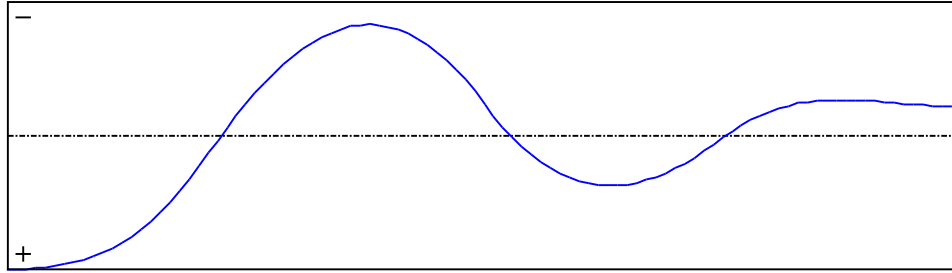


Figure 10 : Rotation in lateral flexure component of the shear centre (Mode 1).

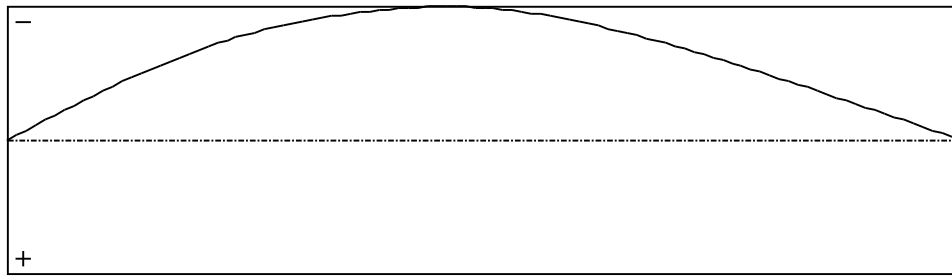


Figure 11 : Longitudinal rotation (torsion) component of the shear centre (Mode 1).

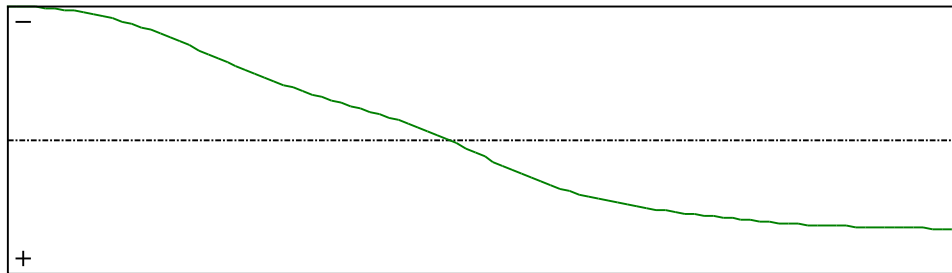


Figure 12 : Warping compoment of the shear centre (Mode 1).

Table 5 : Mode 1.

x [m]	v [cm]	v' [rd]	$\theta$ [rd]	$\theta'$ [rd/m]
0	1,117E-28	0,0061	-7,995E-27	-0,059
0,102	0,0623	0,0061	-0,006	-0,059
0,204	0,1246	0,0061	-0,012	-0,0589
0,306	0,1867	0,0061	-0,018	-0,0587
0,408	0,2484	0,006	-0,024	-0,0584
0,51	0,3097	0,006	-0,0299	-0,058
0,612	0,3704	0,0059	-0,0358	-0,0575
0,714	0,4301	0,0058	-0,0416	-0,0569
0,816	0,4887	0,0057	-0,0474	-0,0562
0,918	0,546	0,0055	-0,0531	-0,0554
1,02	0,6015	0,0054	-0,0587	-0,0545
1,122	0,6551	0,0051	-0,0642	-0,0535
1,224	0,7063	0,0049	-0,0696	-0,0524
1,326	0,7548	0,0046	-0,0749	-0,0512
1,428	0,8002	0,0043	-0,0801	-0,0498
1,53	0,8421	0,0039	-0,0851	-0,0484
1,632	0,8801	0,0035	-0,0899	-0,0469
1,734	0,9137	0,0031	-0,0946	-0,0452
1,836	0,9424	0,0026	-0,0992	-0,0435
1,938	0,9658	0,002	-0,1035	-0,0417
2,04	0,9834	0,0014	-0,1077	-0,0399
2,142	0,9948	8,112E-4	-0,1116	-0,038
2,244	1	2,141E-4	-0,1154	-0,0362
2,346	0,9992	-3,642E-4	-0,119	-0,0343
2,448	0,9926	-9,204E-4	-0,1224	-0,0325
2,55	0,9805	-0,0015	-0,1257	-0,0308
2,652	0,9631	-0,002	-0,1287	-0,0291
2,754	0,9407	-0,0024	-0,1316	-0,0275
2,856	0,9137	-0,0029	-0,1343	-0,0259
2,958	0,8823	-0,0033	-0,1369	-0,0244
3,06	0,847	-0,0036	-0,1393	-0,023
3,162	0,8081	-0,004	-0,1416	-0,0216
3,264	0,7661	-0,0043	-0,1437	-0,0203
3,366	0,7213	-0,0045	-0,1457	-0,019
3,468	0,6742	-0,0047	-0,1476	-0,0177

Table 5 (Next) : Mode 1.

x [m]	v [cm]	v' [rd]	$\theta$ [rd]	$\theta'$ [rd/m]
3,57	0,6253	-0,0049	-0,1493	-0,0165
3,672	0,575	-0,005	-0,1509	-0,0152
3,774	0,5237	-0,0051	-0,1524	-0,014
3,876	0,472	-0,0051	-0,1538	-0,0127
3,978	0,4204	-0,005	-0,155	-0,0114
4,08	0,3693	-0,005	-0,1561	-0,01
4,182	0,3192	-0,0048	-0,1571	-0,0086
4,284	0,2708	-0,0047	-0,1579	-0,0071
4,386	0,2244	-0,0044	-0,1585	-0,0055
4,488	0,1806	-0,0042	-0,159	-0,0039
4,59	0,1398	-0,0038	-0,1593	-0,0022
4,692	0,1027	-0,0034	-0,1594	-3,858E-4
4,794	0,0697	-0,003	-0,1594	0,0015
4,896	0,0412	-0,0025	-0,1591	0,0034
4,998	0,0178	-0,002	-0,1587	0,0054
5,1	-2,235E-28	-0,0015	-0,158	0,0074
5,202	-0,012	-8,975E-4	-0,1572	0,0094
5,304	-0,0185	-3,789E-4	-0,1561	0,0113
5,406	-0,0199	9,321E-5	-0,1549	0,0132
5,508	-0,0167	5,185E-4	-0,1534	0,015
5,61	-0,0095	8,97E-4	-0,1518	0,0167
5,712	0,0014	0,0012	-0,15	0,0183
5,814	0,0155	0,0015	-0,1481	0,0198
5,916	0,0322	0,0018	-0,146	0,0213
6,018	0,0511	0,002	-0,1437	0,0226
6,12	0,0718	0,0021	-0,1414	0,0238
6,222	0,0939	0,0022	-0,1389	0,0249
6,324	0,1168	0,0023	-0,1363	0,0259
6,426	0,1402	0,0023	-0,1336	0,0268
6,528	0,1637	0,0023	-0,1309	0,0277
6,63	0,1869	0,0022	-0,128	0,0285
6,732	0,2095	0,0022	-0,125	0,0292
6,834	0,2309	0,002	-0,122	0,0299
6,936	0,2511	0,0019	-0,119	0,0305
7,038	0,2695	0,0017	-0,1158	0,0311

Table 5 (Next) : Mode 1.

x [m]	v [cm]	v' [rd]	$\theta$ [rd]	$\theta'$ [rd/m]
7,14	0,2859	0,0015	-0,1126	0,0317
7,242	0,3001	0,0013	-0,1093	0,0322
7,344	0,3117	0,001	-0,106	0,0328
7,446	0,3206	7,261E-4	-0,1027	0,0333
7,548	0,3265	4,23E-4	-0,0992	0,0338
7,65	0,3292	1,015E-4	-0,0958	0,0343
7,752	0,3286	-2,095E-4	-0,0922	0,0347
7,854	0,325	-4,838E-4	-0,0887	0,0352
7,956	0,3188	-7,233E-4	-0,0851	0,0355
8,058	0,3104	-9,3E-4	-0,0814	0,0359
8,16	0,3	-0,0011	-0,0778	0,0362
8,262	0,2879	-0,0013	-0,074	0,0365
8,364	0,2745	-0,0014	-0,0703	0,0368
8,466	0,26	-0,0015	-0,0665	0,0371
8,568	0,2446	-0,0015	-0,0627	0,0373
8,67	0,2287	-0,0016	-0,0589	0,0375
8,772	0,2123	-0,0016	-0,0551	0,0377
8,874	0,1956	-0,0016	-0,0512	0,0379
8,976	0,1789	-0,0016	-0,0474	0,038
9,078	0,1622	-0,0016	-0,0435	0,0382
9,18	0,1457	-0,0016	-0,0396	0,0383
9,282	0,1295	-0,0016	-0,0357	0,0384
9,384	0,1136	-0,0015	-0,0317	0,0386
9,486	0,0981	-0,0015	-0,0278	0,0387
9,588	0,083	-0,0015	-0,0238	0,0388
9,69	0,0683	-0,0014	-0,0199	0,0389
9,792	0,054	-0,0014	-0,0159	0,0389
9,894	0,0402	-0,0013	-0,0119	0,039
9,996	0,0266	-0,0013	-0,008	0,039
10,1	0,0132	-0,0013	-0,004	0,0391
10,2	1,106E-28	-0,0013	-6,04E-27	0,0391

TABLE OF CONTENTS

<b>I - PARAMETERS</b>	<b>p.1</b>
<b><i>I.1 - General parameters</i></b>	<b><i>p.1</i></b>
<b><i>I.2 - Material</i></b>	<b><i>p.1</i></b>
<b><i>I.3 - Sections</i></b>	<b><i>p.1</i></b>
- Section No. 1 : HEA 180	<i>p.2</i>
- Section No. 2 : HEA 180	<i>p.3</i>
<b><i>I.4 - Lateral restraints</i></b>	<b><i>p.4</i></b>
- Restraint No. 1 :	<i>p.4</i>
- Restraint No. 2 :	<i>p.4</i>
- Restraint No. 3 :	<i>p.4</i>
<b><i>I.5 - Supports</i></b>	<b><i>p.6</i></b>
- Support No. 1 :	<i>p.6</i>
- Support No. 2 :	<i>p.6</i>
<b><i>I.6 - Loads</i></b>	<b><i>p.7</i></b>
- Moment diagram :	<i>p.7</i>
- Axial force diagram :	<i>p.7</i>
- Eccentric concentrated loads :	<i>p.8</i>
- Eccentric distributed loads :	<i>p.8</i>
<b>II - LTB CALCULATION</b>	<b>p.9</b>
<b><i>II.1 - LTB modes</i></b>	<b><i>p.9</i></b>
<b><i>II.2 - Mode shapes</i></b>	<b><i>p.9</i></b>
- Mode 1	<i>p.9</i>

**WARNING !**

The following software may be used for working out technical solutions during preparatory engineering studies.

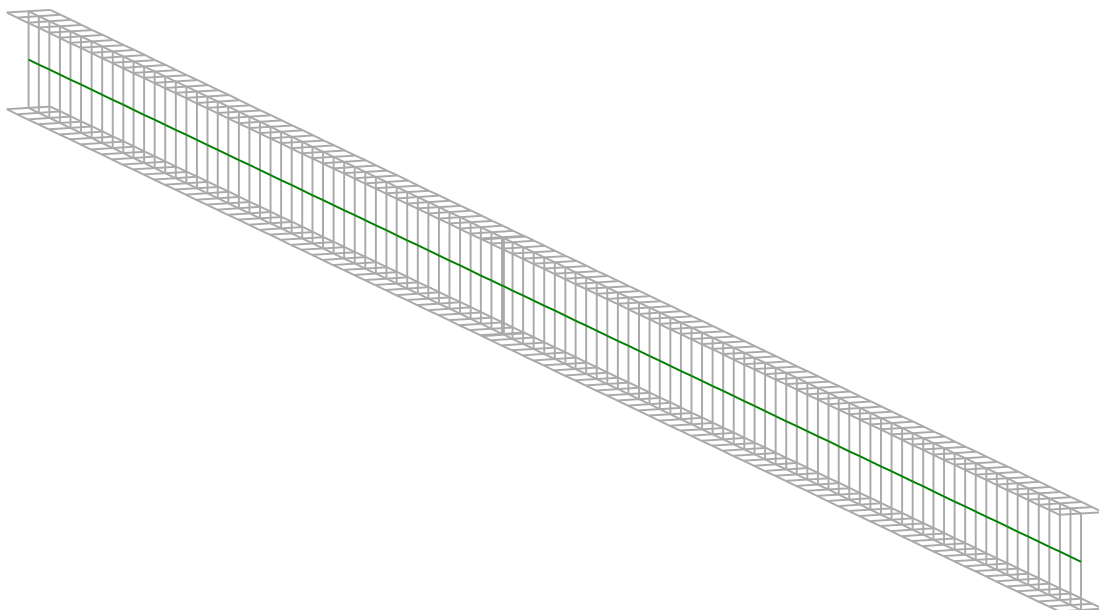
Because of the complexity of the calculations involved, the software is only for users who are able to make themselves an accurate idea of its possibilities, its limitations and adequacy to the various practical applications. The user will use it under his own responsibilities at his own risk.

This software is available free of charge. No rights are conferred on the user of the present software. The property and all intellectual rights of the latter continue belonging exclusively to CTICM. The use of this software involves no guarantee for the profit of the user who is committed to keep CTICM released and unharmed from any direct or indirect recourse and damage resulting from an incorrect or improper use or from a use for inadequate or inappropriate ends.

# ***L*TBeamN**

v 1.0.3

## **CALCULATION SHEET**







**I - PARAMETERS**

***I.1 - General parameters***

Projected total length :	L = 11,29 m
Initial discretization of the beam :	$n_{el} = 100$ elements

***I.2 - Material***

Name :	Steel
Young modulus :	E = 210000 MPa
Shear modulus :	G = 80769 MPa
Poisson factor :	$\nu = 0,3$
Density :	$\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$

***I.3 - Sections***

Alignment of sections :	Top
-------------------------	-----

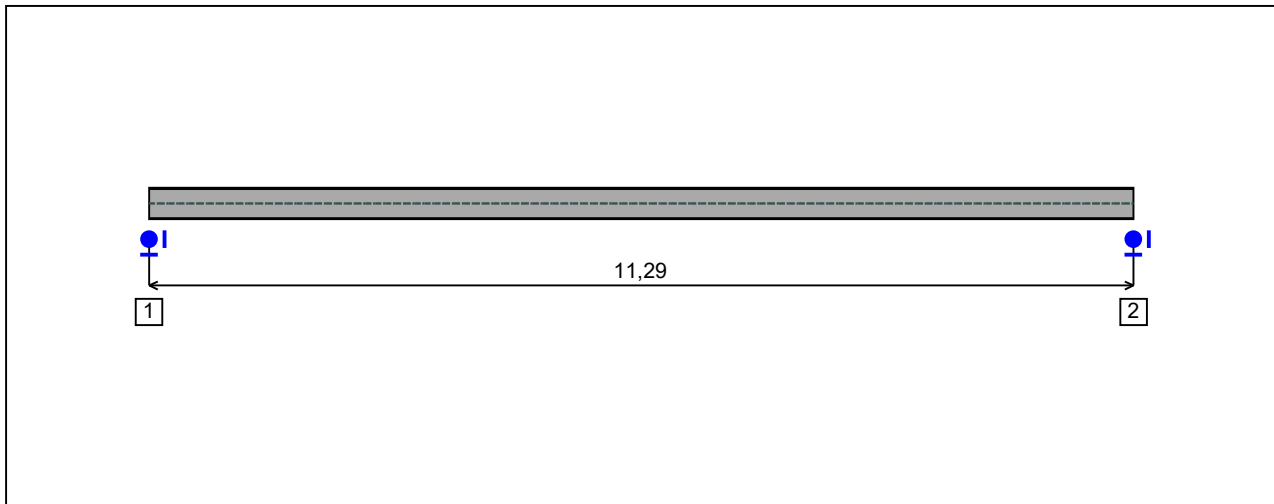


Figure 1 : Profile in long with section numbers.

**- Section No. 1 : IPE 360**

Abscissa from the left end of the beam :

$x = 0$  m

Type :

In catalogue (OTUA)

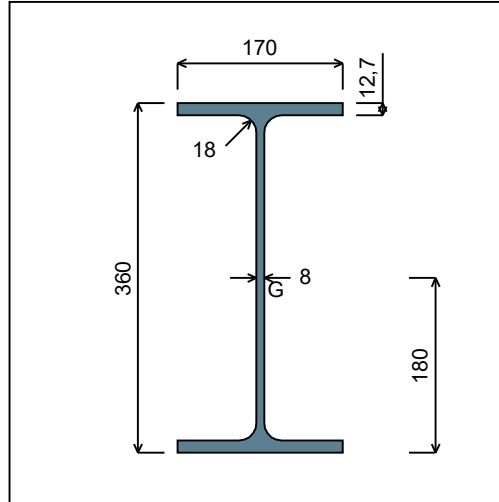


Figure 2 : Section No. 1 (IPE 360).

Main geometrical properties :

- $z_S = 0$  cm
- $z_G = 18$  cm
- $I_y = 16266$  cm<sup>4</sup>
- $I_z = 1043,5$  cm<sup>4</sup>
- $I_t = 37,09$  cm<sup>4</sup> (Villette)
- $I_w = 314646$  cm<sup>6</sup>

Other geometrical properties :

- |   |                                     |
|---|-------------------------------------|
| $A = 72,73$ cm <sup>2</sup>             |                                     |
| $A_{v,y} = 43,18$ cm <sup>2</sup>       | $A_{v,z} = 35,14$ cm <sup>2</sup>   |
| $W_{el,y,sup} = 903,65$ cm <sup>3</sup> |                                     |
| $W_{el,y,inf} = 903,65$ cm <sup>3</sup> | $W_{el,z} = 122,76$ cm <sup>3</sup> |
| $W_{pl,y} = 1019,1$ cm <sup>3</sup>     | $W_{pl,z} = 191,1$ cm <sup>3</sup>  |

Stiffness relaxations :

- $\theta$  : Continuous
- $v'$  : Continuous
- $\theta'$  : Continuous
- $w'$  : Continuous

**- Section No. 2 : IPE 360**

Abscissa from the left end of the beam :

$x = 11,29$  m

Type :

In catalogue (OTUA)

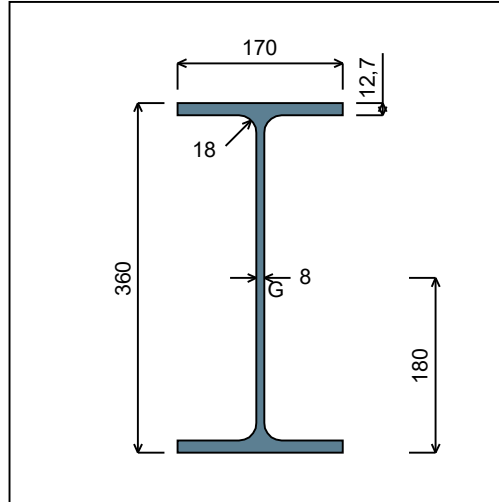


Figure 3 : Section No. 2 (IPE 360).

Main geometrical properties :

- $z_S = 0$  cm
- $z_G = 18$  cm
- $I_y = 16266$  cm<sup>4</sup>
- $I_z = 1043,5$  cm<sup>4</sup>
- $I_t = 37,09$  cm<sup>4</sup> (Villette)
- $I_w = 314646$  cm<sup>6</sup>

Other geometrical properties :

- |   |                                     |
|---|-------------------------------------|
| $A = 72,73$ cm <sup>2</sup>             |                                     |
| $A_{v,y} = 43,18$ cm <sup>2</sup>       | $A_{v,z} = 35,14$ cm <sup>2</sup>   |
| $W_{el,y,sup} = 903,65$ cm <sup>3</sup> |                                     |
| $W_{el,y,inf} = 903,65$ cm <sup>3</sup> | $W_{el,z} = 122,76$ cm <sup>3</sup> |
| $W_{pl,y} = 1019,1$ cm <sup>3</sup>     | $W_{pl,z} = 191,1$ cm <sup>3</sup>  |

Stiffness relaxations :

- $\theta$  : Continuous
- $v'$  : Continuous
- $\theta'$  : Continuous
- $w'$  : Continuous

**I.4 - Lateral restraints**

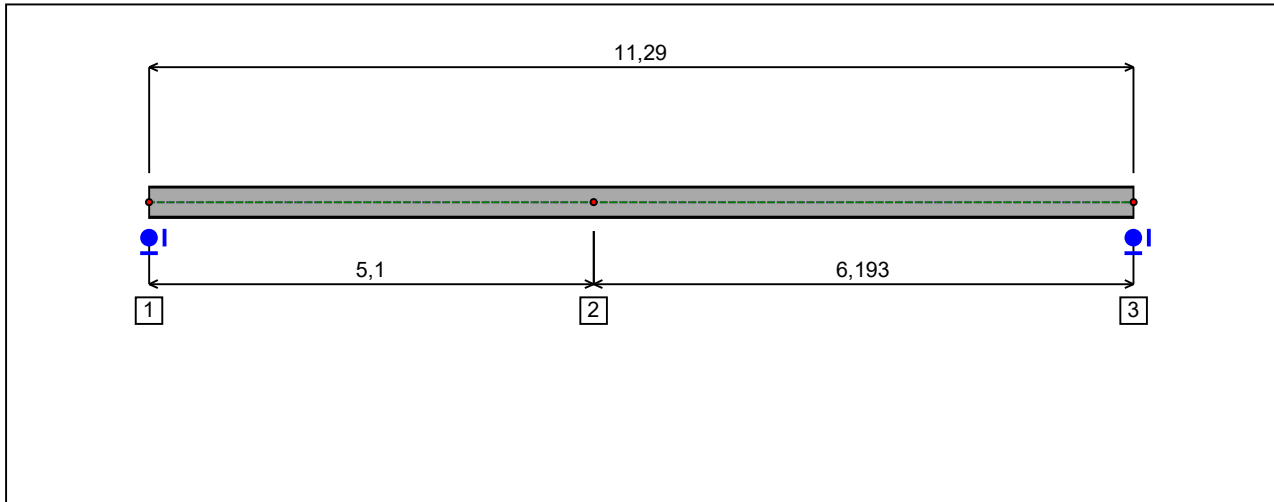


Figure 4 : Profile in long with restraint numbers.

**- Restraint No. 1 :**

Type : Ponctual

Abscissa from the left end of the beam :  $x = 0$  m

Vertical position from the shear centre :  $z = 0$  cm

Restraint conditions :

- $v$  : Fixed
- $\theta$  : Fixed
- $v'$  : Free
- $\theta'$  : Free

**- Restraint No. 2 :**

Type : Ponctual

Abscissa from the left end of the beam :  $x = 5,1$  m

Vertical position from the shear centre :  $z = 0$  cm

Restraint conditions :

- $v$  : Fixed
- $\theta$  : Free
- $v'$  : Free
- $\theta'$  : Free

**- Restraint No. 3 :**

Type : Ponctual

Abscissa from the left end of the beam :  $x = 11,29$  m

Vertical position from the shear centre :

 $z = 0$  cm

Restraint conditions :

v : Fixed

 $\theta$  : Fixed

v' : Free

 $\theta'$  : Free

**I.5 - Supports**

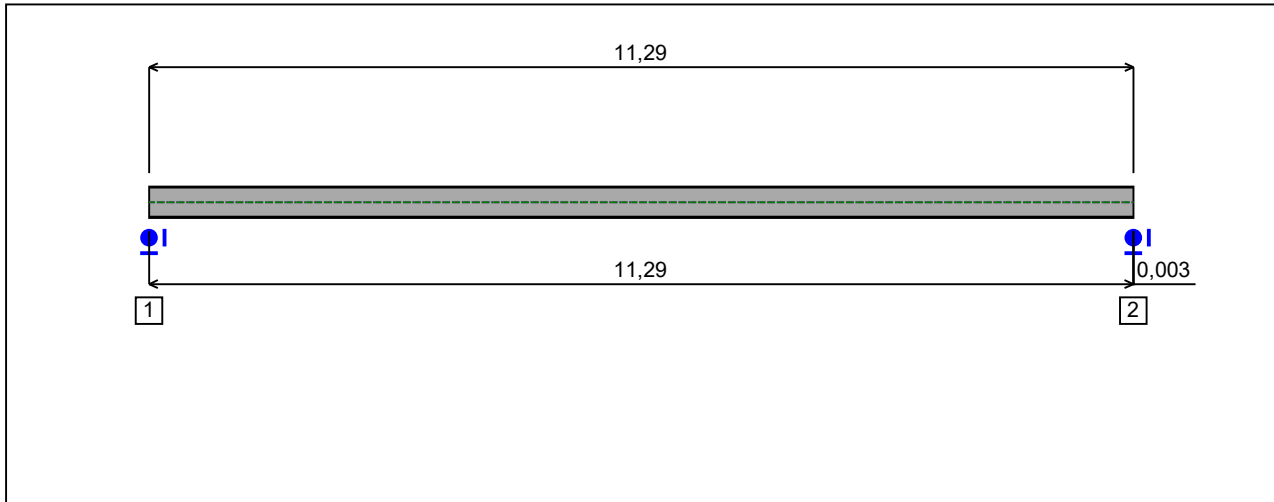


Figure 5 : Profile in long with support numbers.

**- Support No. 1 :**

Abscissa from the left end of the beam :  $x = 0 \text{ m}$

Support conditions :

- u : Fixed
- w : Fixed
- w' : Free

**- Support No. 2 :**

Abscissa from the left end of the beam :  $x = 11,29 \text{ m}$

Support conditions :

- u : Fixed
- w : Fixed
- w' : Free

**I.6 - Loads**

Type of loading :

Internal

**- Moment diagram :**

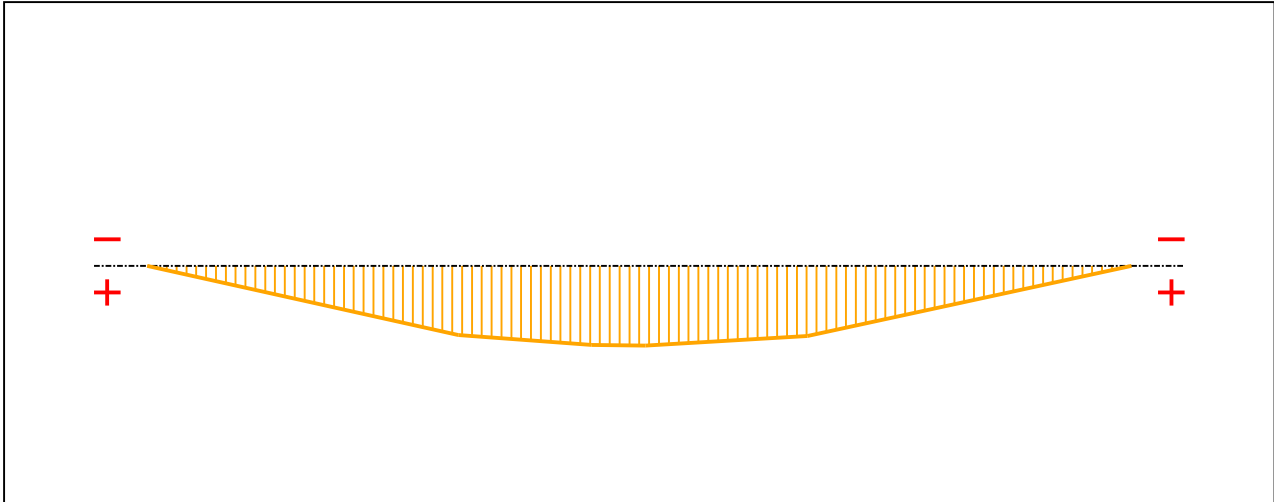


Figure 6 : Moment diagram.

Active :

Yes

Table 1 : Moment diagram.

x(m)	M(kN.m)
0	0
3,57	91,08
5,1	104,12
5,72	105
7,577	92,6
11,29	0

**- Axial force diagram :**



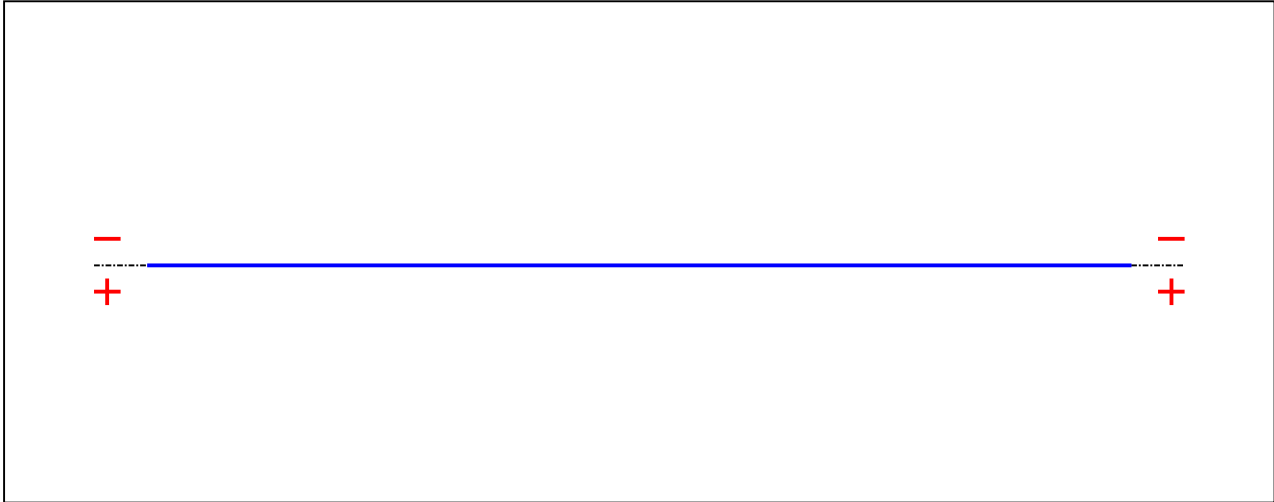


Figure 7 : Axial force diagram.

Active :

No

Table 2 : Axial force diagram.

x(m)	N(kN)
0	0
11,29	0

**- Eccentric concentrated loads :**

No load has been defined.

**- Eccentric distributed loads :**

No load has been defined.

## II - LTB CALCULATION

Requested number of modes :	1
Blocked moment diagram :	No
Blocked axial force diagram :	No

### II.1 - LTB modes

Table 3 : LTB modes.

Mode	$\mu_{cr}$	$M_{max,cr}$ [kN.m]	$x(M_{max})$ [m]	$N_{max,cr}$ [kN]	$x(N_{max})$ [m]
1	2,439	255,85	5,646	0	5,646

### II.2 - Mode shapes

#### - Mode 1

Table 4 : Mode 1.

Mode	$\mu_{cr}$	$M_{max,cr}$ [kN.m]	$x(M_{max})$ [m]	$N_{max,cr}$ [kN]	$x(N_{max})$ [m]
1	2,439	255,85	5,646	0	5,646

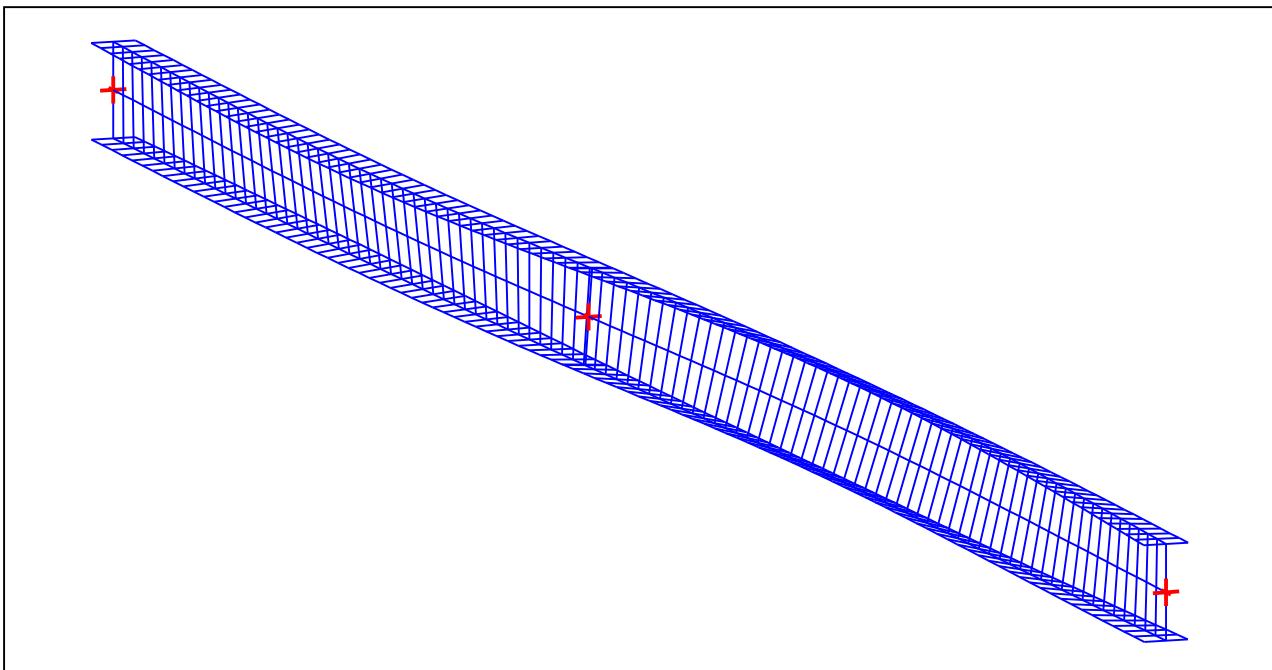


Figure 8 : Mode shape in 3D (Mode 1).

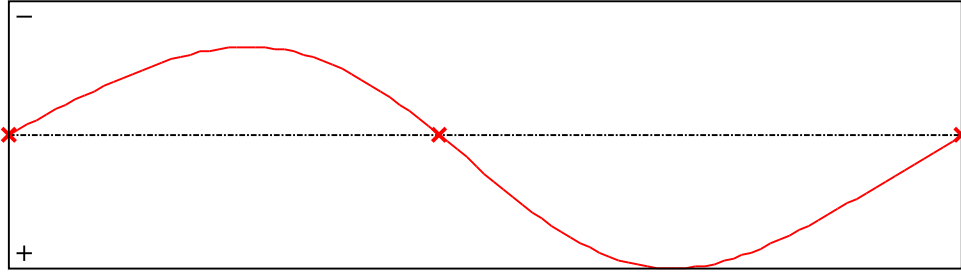


Figure 9 : Lateral displacement compoment of the shear centre (Mode 1).

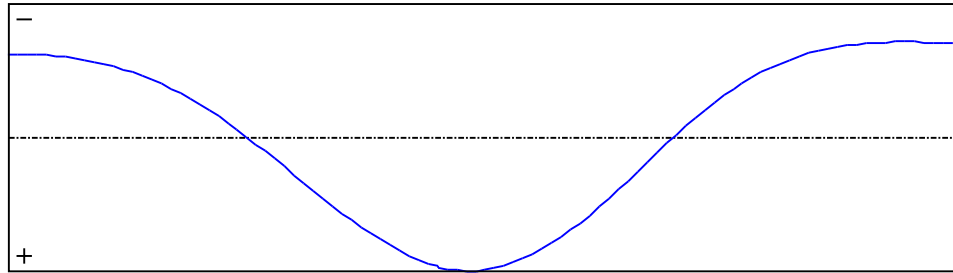


Figure 10 : Rotation in lateral flexure component of the shear centre (Mode 1).

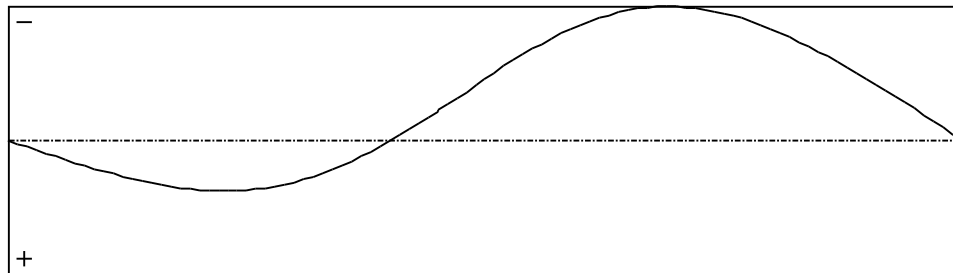


Figure 11 : Longitudinal rotation (torsion) component of the shear centre (Mode 1).

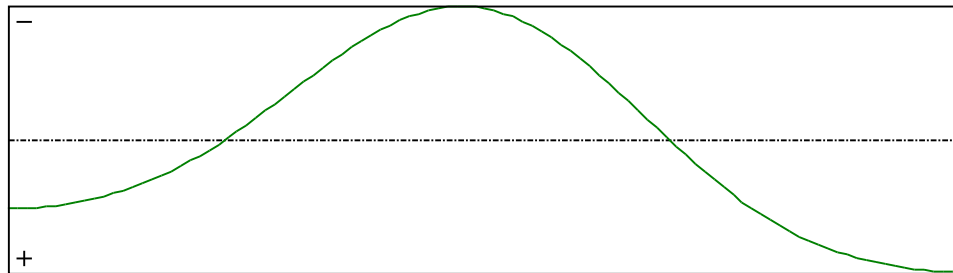


Figure 12 : Warping compoment of the shear centre (Mode 1).

Table 5 : Mode 1.

x [m]	v [cm]	v' [rd]	$\theta$ [rd]	$\theta'$ [rd/m]
0	-9,222E-29	-0,0033	4,778E-27	0,0099
0,1129	-0,0378	-0,0033	0,0011	0,0099
0,2259	-0,0754	-0,0033	0,0022	0,0099
0,3388	-0,113	-0,0033	0,0033	0,0098
0,4517	-0,1503	-0,0033	0,0044	0,0097
0,5647	-0,1873	-0,0033	0,0055	0,0095
0,6776	-0,2239	-0,0032	0,0066	0,0093
0,7905	-0,26	-0,0032	0,0076	0,0091
0,9034	-0,2954	-0,0031	0,0086	0,0088
1,016	-0,33	-0,003	0,0096	0,0085
1,129	-0,3638	-0,0029	0,0106	0,0081
1,242	-0,3965	-0,0028	0,0115	0,0077
1,355	-0,428	-0,0027	0,0123	0,0073
1,468	-0,4581	-0,0026	0,0131	0,0068
1,581	-0,4868	-0,0025	0,0138	0,0063
1,694	-0,5138	-0,0023	0,0145	0,0057
1,807	-0,539	-0,0021	0,0151	0,0051
1,92	-0,5623	-0,002	0,0157	0,0045
2,033	-0,5834	-0,0018	0,0161	0,0038
2,146	-0,6023	-0,0016	0,0165	0,003
2,259	-0,6186	-0,0013	0,0168	0,0023
2,372	-0,6324	-0,0011	0,017	0,0014
2,484	-0,6435	-8,522E-4	0,0172	5,653E-4
2,597	-0,6516	-5,906E-4	0,0172	-3,36E-4
2,71	-0,6568	-3,176E-4	0,0171	-0,0013
2,823	-0,6588	-3,436E-5	0,0169	-0,0022
2,936	-0,6575	2,581E-4	0,0166	-0,0032
3,049	-0,6529	5,586E-4	0,0161	-0,0042
3,162	-0,6449	8,656E-4	0,0156	-0,0053
3,275	-0,6333	0,0012	0,015	-0,0063
3,388	-0,6183	0,0015	0,0142	-0,0074
3,501	-0,5996	0,0018	0,0133	-0,0084
3,614	-0,5774	0,0021	0,0123	-0,0095
3,727	-0,5516	0,0024	0,0111	-0,0105
3,84	-0,5224	0,0027	0,0099	-0,0115

Table 5 (Next) : Mode 1.

x [m]	v [cm]	v' [rd]	$\theta$ [rd]	$\theta'$ [rd/m]
3,953	-0,4898	0,003	0,0085	-0,0125
4,065	-0,4538	0,0033	0,0071	-0,0134
4,178	-0,4148	0,0036	0,0055	-0,0143
4,291	-0,3727	0,0039	0,0038	-0,0152
4,404	-0,3277	0,0041	0,0021	-0,016
4,517	-0,2801	0,0043	2,437E-4	-0,0167
4,63	-0,2301	0,0045	-0,0017	-0,0173
4,743	-0,1777	0,0047	-0,0037	-0,0179
4,856	-0,1233	0,0049	-0,0057	-0,0184
4,969	-0,0671	0,005	-0,0078	-0,0188
5,082	-0,0094	0,0052	-0,01	-0,0191
5,1	1,697E-28	0,0052	-0,0103	-0,0192
5,195	0,0496	0,0053	-0,0121	-0,0193
5,308	0,1095	0,0053	-0,0143	-0,0194
5,421	0,17	0,0054	-0,0165	-0,0194
5,534	0,2306	0,0054	-0,0187	-0,0193
5,647	0,291	0,0053	-0,0209	-0,0191
5,759	0,3508	0,0053	-0,023	-0,0188
5,872	0,4097	0,0052	-0,0251	-0,0184
5,985	0,4672	0,005	-0,0272	-0,0179
6,098	0,5232	0,0049	-0,0292	-0,0173
6,211	0,5772	0,0047	-0,0311	-0,0166
6,324	0,629	0,0045	-0,0329	-0,0158
6,437	0,6783	0,0042	-0,0346	-0,0149
6,55	0,7249	0,004	-0,0363	-0,0139
6,663	0,7684	0,0037	-0,0378	-0,0129
6,776	0,8087	0,0034	-0,0392	-0,0118
6,889	0,8455	0,0031	-0,0405	-0,0107
7,002	0,8788	0,0028	-0,0416	-0,0095
7,115	0,9083	0,0024	-0,0426	-0,0082
7,228	0,9338	0,0021	-0,0434	-0,007
7,34	0,9553	0,0017	-0,0442	-0,0057
7,453	0,9727	0,0014	-0,0447	-0,0043
7,566	0,9858	9,75E-4	-0,0451	-0,003
7,679	0,9947	5,998E-4	-0,0454	-0,0017

Table 5 (Next) : Mode 1.

x [m]	v [cm]	v' [rd]	$\theta$ [rd]	$\theta'$ [rd/m]
7,792	0,9994	2,334E-4	-0,0455	-3,921E-4
7,905	1	-1,218E-4	-0,0455	8,987E-4
8,018	0,9967	-4,644E-4	-0,0453	0,0022
8,131	0,9896	-7,928E-4	-0,045	0,0034
8,244	0,9788	-0,0011	-0,0446	0,0046
8,357	0,9646	-0,0014	-0,044	0,0058
8,47	0,9472	-0,0017	-0,0433	0,0069
8,583	0,9267	-0,0019	-0,0424	0,0079
8,696	0,9033	-0,0022	-0,0415	0,009
8,809	0,8773	-0,0024	-0,0404	0,0099
8,921	0,8489	-0,0026	-0,0392	0,0108
9,034	0,8182	-0,0028	-0,038	0,0117
9,147	0,7855	-0,003	-0,0366	0,0125
9,26	0,751	-0,0031	-0,0351	0,0133
9,373	0,7148	-0,0033	-0,0336	0,014
9,486	0,6772	-0,0034	-0,032	0,0146
9,599	0,6384	-0,0035	-0,0303	0,0152
9,712	0,5986	-0,0036	-0,0286	0,0158
9,825	0,5578	-0,0036	-0,0267	0,0163
9,938	0,5163	-0,0037	-0,0249	0,0167
10,05	0,4742	-0,0037	-0,023	0,0171
10,16	0,4317	-0,0038	-0,021	0,0175
10,28	0,3888	-0,0038	-0,019	0,0178
10,39	0,3457	-0,0038	-0,017	0,0181
10,5	0,3024	-0,0038	-0,0149	0,0184
10,62	0,2591	-0,0038	-0,0129	0,0186
10,73	0,2158	-0,0038	-0,0107	0,0188
10,84	0,1725	-0,0038	-0,0086	0,0189
10,95	0,1293	-0,0038	-0,0065	0,019
11,07	0,0861	-0,0038	-0,0043	0,0191
11,18	0,043	-0,0038	-0,0022	0,0191
11,29	-7,765E-29	-0,0038	-7,4E-27	0,0192

TABLE OF CONTENTS

<b>I - PARAMETERS</b>	<b>p.1</b>
<b><i>I.1 - General parameters</i></b>	<b><i>p.1</i></b>
<b><i>I.2 - Material</i></b>	<b><i>p.1</i></b>
<b><i>I.3 - Sections</i></b>	<b><i>p.1</i></b>
- Section No. 1 : IPE 360	<i>p.2</i>
- Section No. 2 : IPE 360	<i>p.3</i>
<b><i>I.4 - Lateral restraints</i></b>	<b><i>p.4</i></b>
- Restraint No. 1 :	<i>p.4</i>
- Restraint No. 2 :	<i>p.4</i>
- Restraint No. 3 :	<i>p.4</i>
<b><i>I.5 - Supports</i></b>	<b><i>p.6</i></b>
- Support No. 1 :	<i>p.6</i>
- Support No. 2 :	<i>p.6</i>
<b><i>I.6 - Loads</i></b>	<b><i>p.7</i></b>
- Moment diagram :	<i>p.7</i>
- Axial force diagram :	<i>p.7</i>
- Eccentric concentrated loads :	<i>p.8</i>
- Eccentric distributed loads :	<i>p.8</i>
<b>II - LTB CALCULATION</b>	<b>p.9</b>
<b><i>II.1 - LTB modes</i></b>	<b><i>p.9</i></b>
<b><i>II.2 - Mode shapes</i></b>	<b><i>p.9</i></b>
- Mode 1	<i>p.9</i>

**WARNING !**

The following software may be used for working out technical solutions during preparatory engineering studies.

Because of the complexity of the calculations involved, the software is only for users who are able to make themselves an accurate idea of its possibilities, its limitations and adequacy to the various practical applications. The user will use it under his own responsibilities at his own risk.

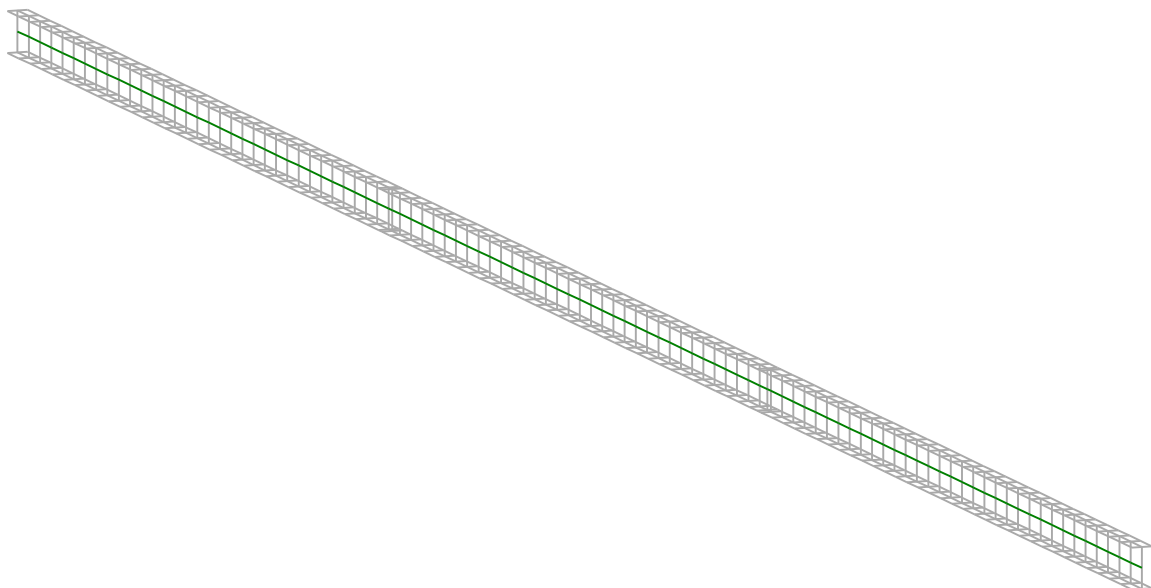
This software is available free of charge. No rights are conferred on the user of the present software. The property and all intellectual rights of the latter continue belonging exclusively to CTICM. The use of this software involves no guarantee for the profit of the user who is committed to keep CTICM released and unharmed from any direct or indirect recourse and damage resulting from an incorrect or improper use or from a use for inadequate or inappropriate ends.



# ***L*****T*****B***eam***N***

v 1.0.3

## CALCULATION SHEET





## I - PARAMETERS

### *I.1 - General parameters*

Projected total length :	$L = 18,55 \text{ m}$
Initial discretization of the beam :	$n_{el} = 100 \text{ elements}$

### *I.2 - Material*

Name :	Steel
Young modulus :	$E = 210000 \text{ MPa}$
Shear modulus :	$G = 80769 \text{ MPa}$
Poisson factor :	$\nu = 0,3$
Density :	$\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$

### *I.3 - Sections*

Alignment of sections :	Top
-------------------------	-----

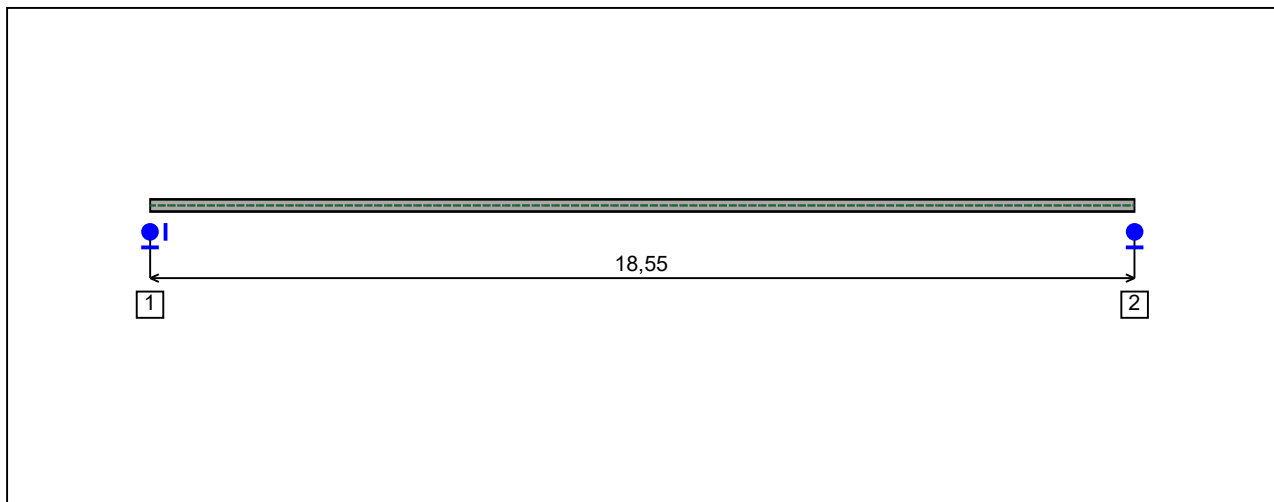


Figure 1 : Profile in long with section numbers.

**- Section No. 1 : IPE 240**

Abscissa from the left end of the beam :  $x = 0$  m

Type : In catalogue (OTUA)

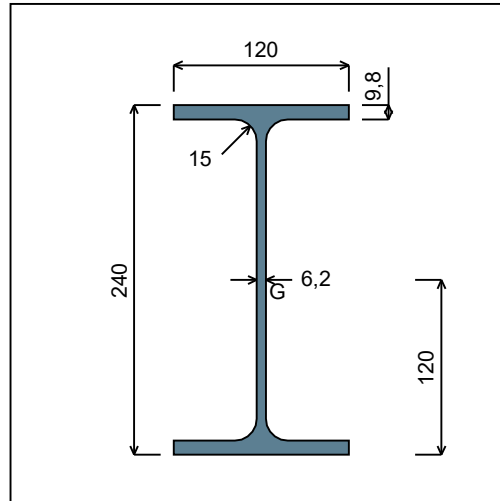


Figure 2 : Section No. 1 (IPE 240).

Main geometrical properties :

$z_S$	= 0 cm
$z_G$	= 12 cm
$I_y$	= 3891,6 cm <sup>4</sup>
$I_z$	= 283,63 cm <sup>4</sup>
$I_t$	= 12,7 cm <sup>4</sup> (Villette)
$I_w$	= 37576 cm <sup>6</sup>

Other geometrical properties :

$A$	= 39,12 cm <sup>2</sup>	$A_{v,z}$	= 19,14 cm <sup>2</sup>
$A_{v,y}$	= 23,52 cm <sup>2</sup>	$W_{el,z}$	= 47,27 cm <sup>3</sup>
$W_{el,y,sup}$	= 324,3 cm <sup>3</sup>	$W_{pl,z}$	= 73,92 cm <sup>3</sup>
$W_{el,y,inf}$	= 324,3 cm <sup>3</sup>		
$W_{pl,y}$	= 366,65 cm <sup>3</sup>		

Stiffness relaxations :

$\theta$	: Continuous
$v'$	: Continuous
$\theta'$	: Continuous
$w'$	: Continuous

**- Section No. 2 : IPE 240**

Abscissa from the left end of the beam :

$x = 18,55$  m

Type :

In catalogue (OTUA)

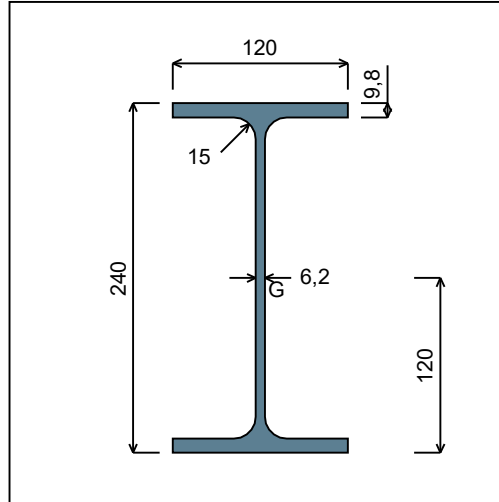


Figure 3 : Section No. 2 (IPE 240).

Main geometrical properties :

$z_S$	= 0 cm
$z_G$	= 12 cm
$I_y$	= 3891,6 cm <sup>4</sup>
$I_z$	= 283,63 cm <sup>4</sup>
$I_t$	= 12,7 cm <sup>4</sup> (Villette)
$I_w$	= 37576 cm <sup>6</sup>

Other geometrical properties :

$A$	= 39,12 cm <sup>2</sup>	
$A_{v,y}$	= 23,52 cm <sup>2</sup>	$A_{v,z}$ = 19,14 cm <sup>2</sup>
$W_{el,y,sup}$	= 324,3 cm <sup>3</sup>	
$W_{el,y,inf}$	= 324,3 cm <sup>3</sup>	$W_{el,z}$ = 47,27 cm <sup>3</sup>
$W_{pl,y}$	= 366,65 cm <sup>3</sup>	$W_{pl,z}$ = 73,92 cm <sup>3</sup>

Stiffness relaxations :

$\theta$	: Continuous
$v'$	: Continuous
$\theta'$	: Continuous
$w'$	: Continuous

**I.4 - Lateral restraints**

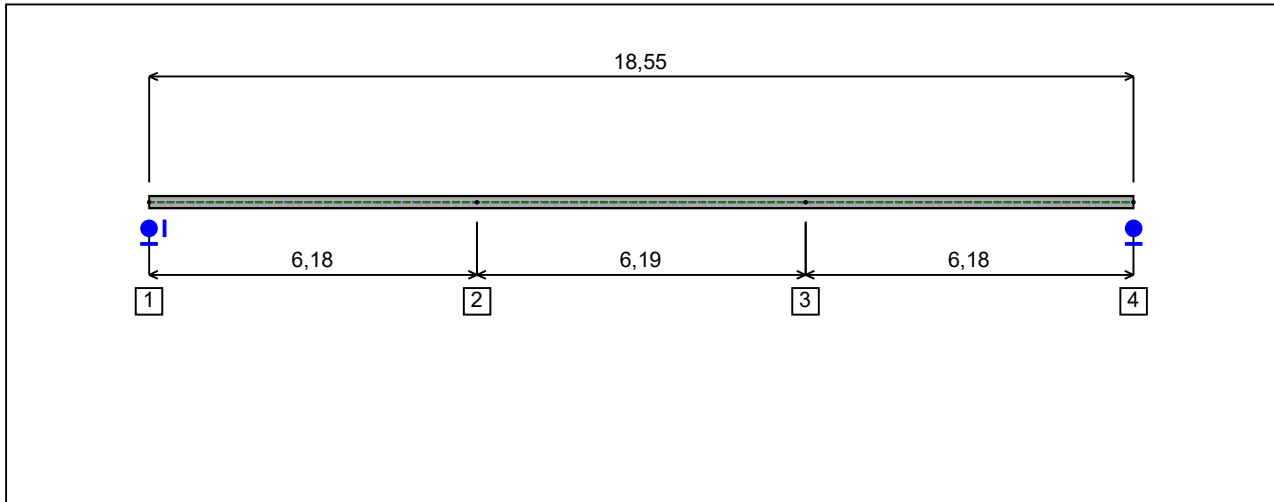


Figure 4 : Profile in long with restraint numbers.

**- Restraint No. 1 :**

Type : Ponctual

Abscissa from the left end of the beam :  $x = 0 \text{ m}$

Vertical position from the shear centre :  $z = 0 \text{ cm}$

Restraint conditions :

- $v$  : Fixed
- $\theta$  : Fixed
- $v'$  : Free
- $\theta'$  : Free

**- Restraint No. 2 :**

Type : Ponctual

Abscissa from the left end of the beam :  $x = 6,18 \text{ m}$

Vertical position from the shear centre :  $z = 0 \text{ cm}$

Restraint conditions :

- $v$  : Fixed
- $\theta$  : Fixed
- $v'$  : Free
- $\theta'$  : Free

**- Restraint No. 3 :**

Type : Ponctual

Abscissa from the left end of the beam :  $x = 12,37 \text{ m}$

Vertical position from the shear centre :  $z = 0$  cm

Restraint conditions :

$v$  : Fixed

$\theta$  : Fixed

$v'$  : Free

$\theta'$  : Free

**- Restraint No. 4 :**

Type : Ponctual

Abscissa from the left end of the beam :  $x = 18,55$  m

Vertical position from the shear centre :  $z = 0$  cm

Restraint conditions :

$v$  : Fixed

$\theta$  : Fixed

$v'$  : Free

$\theta'$  : Free

**1.5 - Supports**

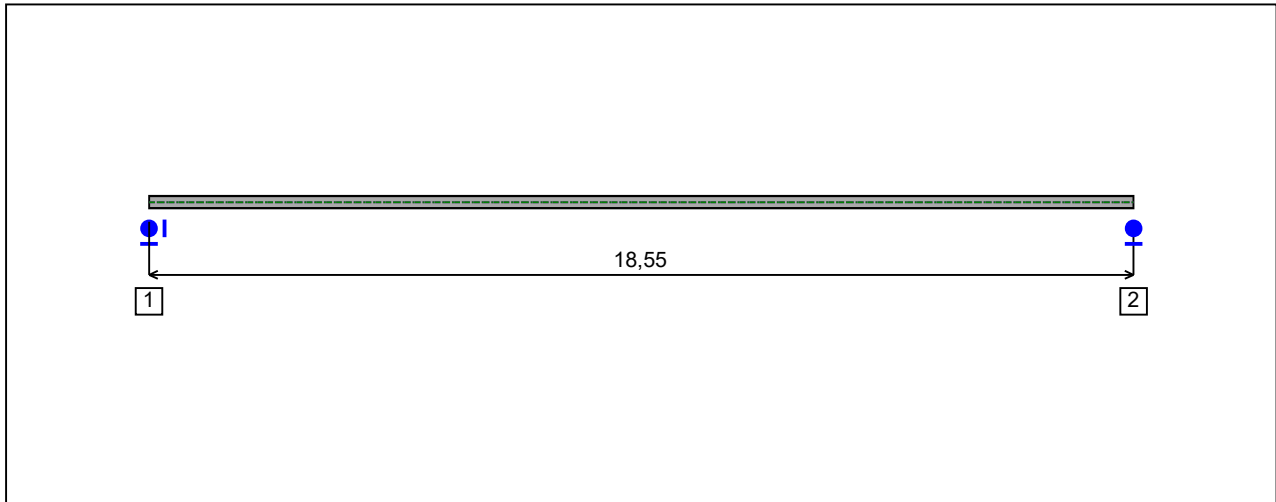


Figure 5 : Profile in long with support numbers.

**- Support No. 1 :**

Abscissa from the left end of the beam :  $x = 0$  m

Support conditions :

- u : Fixed
- w : Fixed
- w' : Free

**- Support No. 2 :**

Abscissa from the left end of the beam :  $x = 18,55$  m

Support conditions :

- u : Free
- w : Fixed
- w' : Free



**I.6 - Loads**

Type of loading :

Internal

**- Moment diagram :**

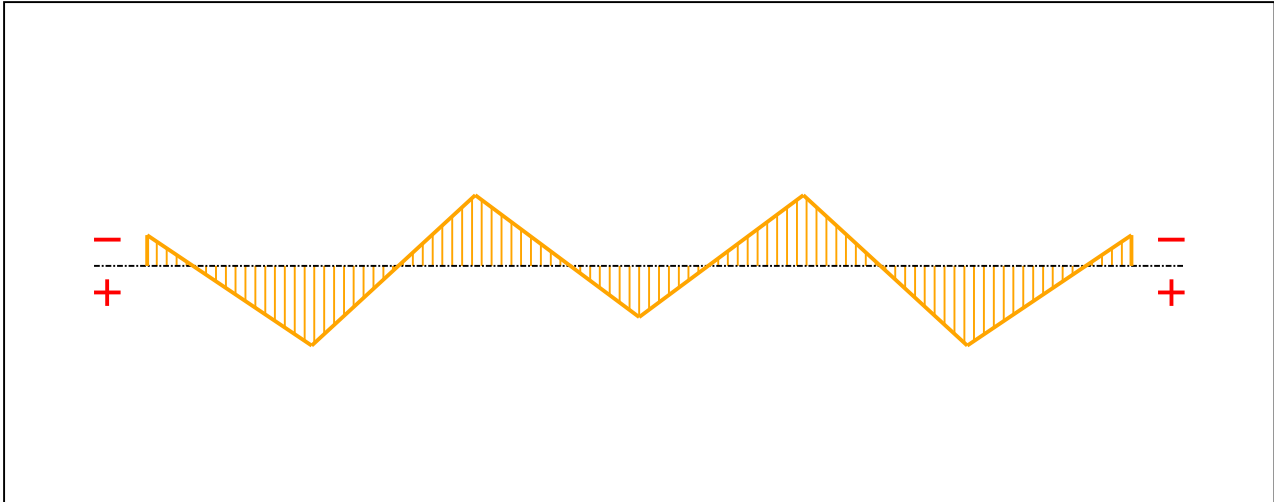


Figure 6 : Moment diagram.

Active :

Yes

Table 1 : Moment diagram.

x(m)	M(kN.m)
0	-8,46
3,1	21,76
6,183	-19,39
9,275	13,98
12,37	-19,36
15,45	21,74
18,55	-8,46

**- Axial force diagram :**

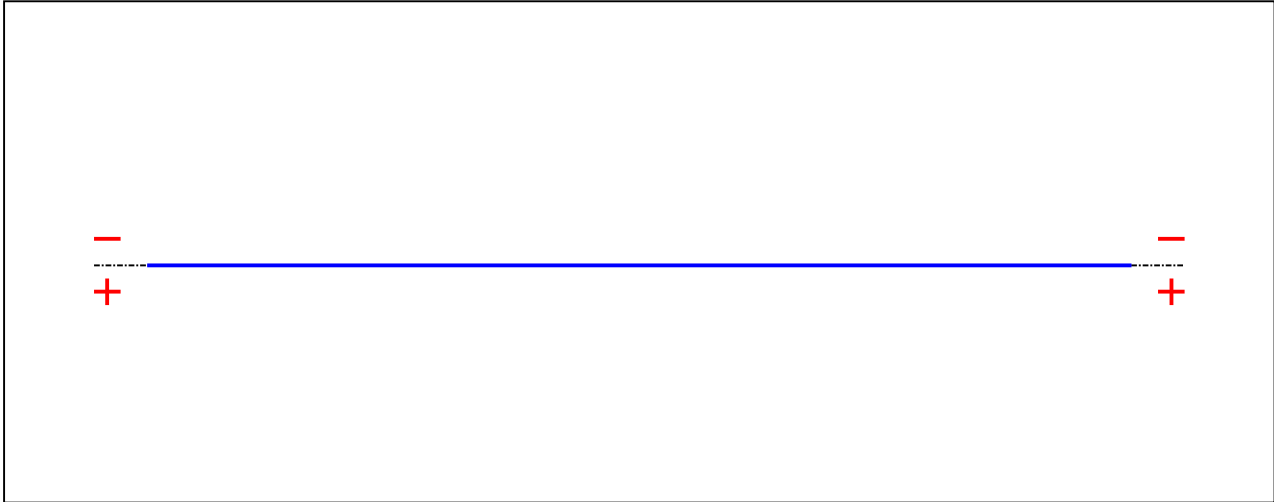


Figure 7 : Axial force diagram.

Active :

No

Table 2 : Axial force diagram.

x(m)	N(kN)
0	0
18,55	0

**- Eccentric concentrated loads :**

No load has been defined.

**- Eccentric distributed loads :**

No load has been defined.

**II - LTB CALCULATION**

Requested number of modes : 1

Blocked moment diagram : No

Blocked axial force diagram : No

**II.1 - LTB modes**

Table 3 : LTB modes.

Mode	$\mu_{cr}$	$M_{max,cr}$ [kN.m]	$x(M_{max})$ [m]	$N_{max,cr}$ [kN]	$x(N_{max})$ [m]
1	3,485	73,35	3,153	0	3,153

**II.2 - Mode shapes**

**- Mode 1**

Table 4 : Mode 1.

Mode	$\mu_{cr}$	$M_{max,cr}$ [kN.m]	$x(M_{max})$ [m]	$N_{max,cr}$ [kN]	$x(N_{max})$ [m]
1	3,485	73,35	3,153	0	3,153

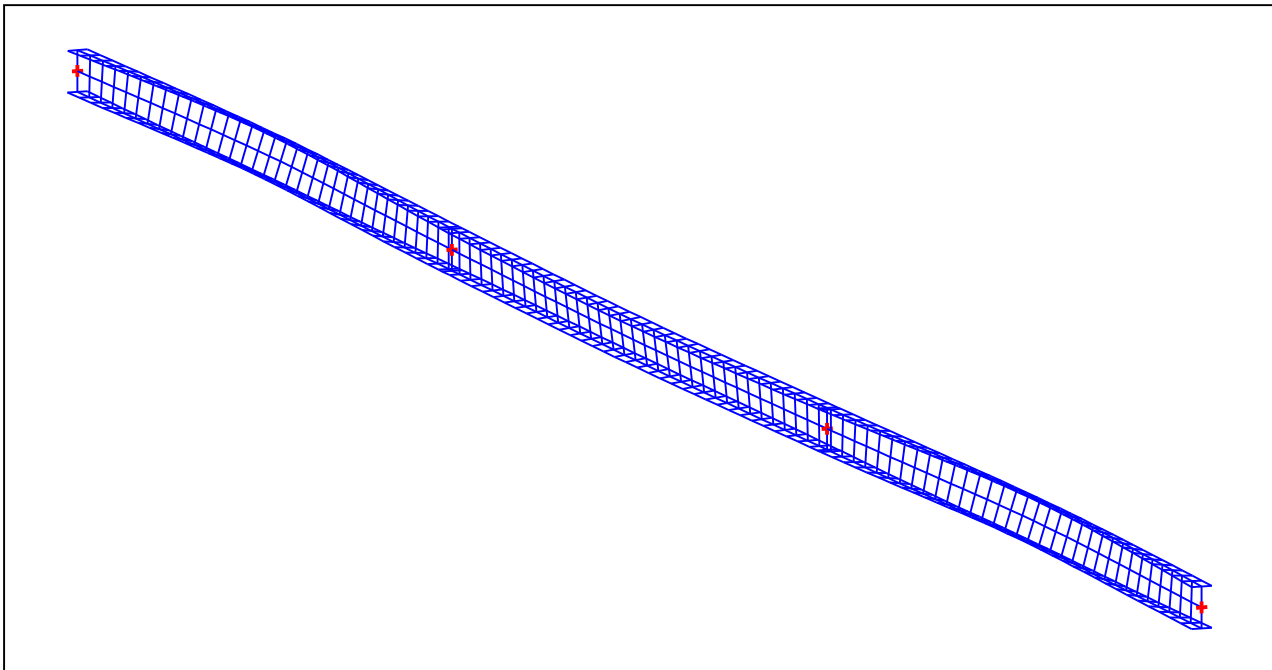


Figure 8 : Mode shape in 3D (Mode 1).

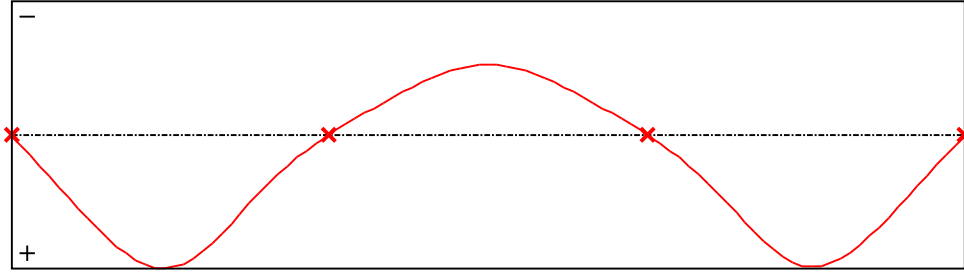


Figure 9 : Lateral displacement compopent of the shear centre (Mode 1).

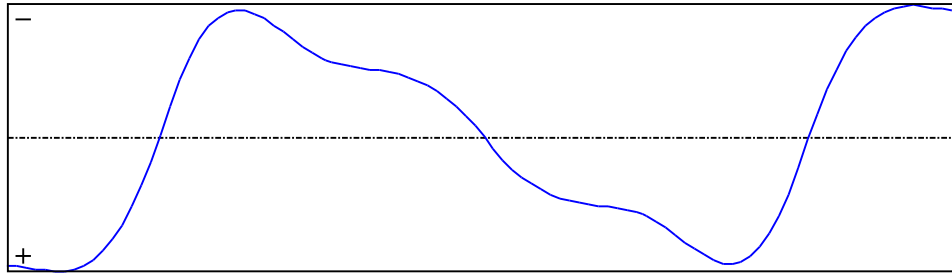


Figure 10 : Rotation in lateral flexure component of the shear centre (Mode 1).

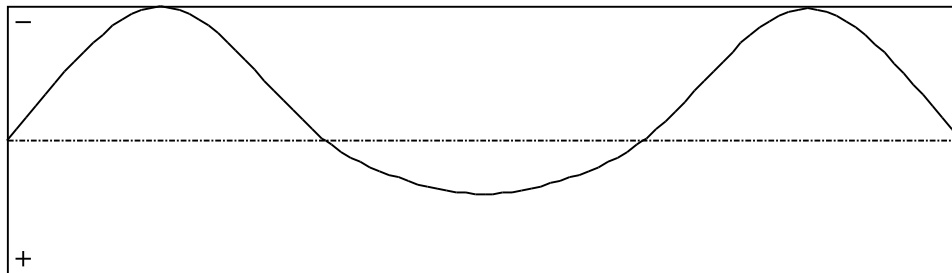


Figure 11 : Longitudinal rotation (torsion) component of the shear centre (Mode 1).

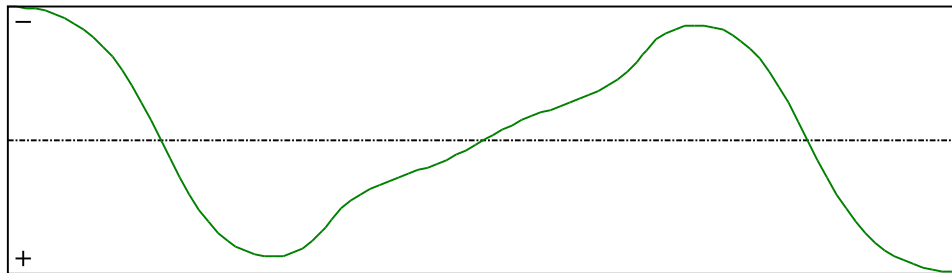


Figure 12 : Warping component of the shear centre (Mode 1).

Table 5 : Mode 1.

x [m]	v [cm]	v' [rd]	$\theta$ [rd]	$\theta'$ [rd/m]
0	-4,834E-30	0,0041	-3,506E-27	-0,0205
0,1855	0,0764	0,0041	-0,0038	-0,0204
0,371	0,1534	0,0042	-0,0076	-0,0203
0,5565	0,2313	0,0042	-0,0113	-0,02
0,742	0,31	0,0043	-0,015	-0,0197
0,9275	0,3894	0,0043	-0,0186	-0,0193
1,113	0,4689	0,0043	-0,0221	-0,0187
1,299	0,5478	0,0042	-0,0255	-0,0179
1,484	0,625	0,0041	-0,0288	-0,017
1,67	0,6993	0,0039	-0,0318	-0,0158
1,855	0,7693	0,0036	-0,0346	-0,0144
2,041	0,8333	0,0033	-0,0371	-0,0127
2,226	0,8895	0,0028	-0,0393	-0,0107
2,412	0,9362	0,0022	-0,0411	-0,0084
2,597	0,9714	0,0016	-0,0424	-0,0058
2,783	0,9933	7,858E-4	-0,0432	-0,003
2,968	1	-7,446E-5	-0,0435	-7,196E-5
3,154	0,9902	-9,87E-4	-0,0433	0,0029
3,339	0,9638	-0,0018	-0,0425	0,0058
3,525	0,9228	-0,0026	-0,0411	0,0084
3,71	0,8699	-0,0031	-0,0394	0,0106
3,896	0,8078	-0,0036	-0,0372	0,0126
4,081	0,7388	-0,0039	-0,0347	0,0141
4,267	0,6654	-0,004	-0,032	0,0154
4,452	0,5896	-0,0041	-0,0291	0,0163
4,638	0,5135	-0,0041	-0,026	0,017
4,823	0,4386	-0,004	-0,0228	0,0175
5,009	0,3661	-0,0038	-0,0195	0,0177
5,194	0,2971	-0,0036	-0,0162	0,0178
5,38	0,2322	-0,0034	-0,0129	0,0177
5,565	0,1716	-0,0031	-0,0097	0,0173
5,751	0,1154	-0,0029	-0,0065	0,0166
5,936	0,0633	-0,0027	-0,0035	0,0155
6,122	0,0147	-0,0025	-7,983E-4	0,0139
6,18	1,055E-29	-0,0025	-2,498E-27	0,0133

Table 5 (Next) : Mode 1.

x [m]	v [cm]	v' [rd]	$\theta$ [rd]	$\theta'$ [rd/m]
6,307	-0,0311	-0,0024	0,0016	0,0121
6,493	-0,0751	-0,0023	0,0037	0,0105
6,678	-0,1177	-0,0023	0,0055	0,0093
6,864	-0,1594	-0,0022	0,0072	0,0083
7,049	-0,2003	-0,0022	0,0086	0,0075
7,235	-0,2406	-0,0021	0,01	0,0068
7,42	-0,2799	-0,0021	0,0112	0,0062
7,606	-0,3181	-0,002	0,0123	0,0057
7,791	-0,3549	-0,0019	0,0133	0,0052
7,977	-0,3897	-0,0018	0,0142	0,0047
8,162	-0,4221	-0,0017	0,015	0,0041
8,348	-0,4514	-0,0015	0,0157	0,0036
8,533	-0,477	-0,0013	0,0163	0,003
8,719	-0,4982	-0,001	0,0168	0,0023
8,904	-0,5142	-7,113E-4	0,0172	0,0016
9,09	-0,5243	-3,731E-4	0,0174	8,056E-4
9,275	-0,5278	4,706E-6	0,0175	-1,995E-5
9,461	-0,5241	3,823E-4	0,0174	-8,452E-4
9,646	-0,5138	7,201E-4	0,0172	-0,0016
9,832	-0,4977	0,001	0,0168	-0,0024
10,02	-0,4763	0,0013	0,0163	-0,003
10,2	-0,4506	0,0015	0,0157	-0,0036
10,39	-0,4212	0,0017	0,0149	-0,0042
10,57	-0,3888	0,0018	0,0141	-0,0047
10,76	-0,3539	0,0019	0,0132	-0,0052
10,94	-0,3171	0,002	0,0122	-0,0057
11,13	-0,2789	0,0021	0,0111	-0,0062
11,32	-0,2396	0,0021	0,0099	-0,0068
11,5	-0,1994	0,0022	0,0086	-0,0075
11,69	-0,1586	0,0022	0,0071	-0,0083
11,87	-0,117	0,0023	0,0055	-0,0093
12,06	-0,0746	0,0023	0,0037	-0,0105
12,24	-0,0309	0,0024	0,0016	-0,012
12,37	6,269E-30	0,0025	-2,427E-27	-0,0132
12,43	0,0146	0,0025	-7,899E-4	-0,0138

Table 5 (Next) : Mode 1.

x [m]	v [cm]	v' [rd]	$\theta$ [rd]	$\theta'$ [rd/m]
12,61	0,0628	0,0027	-0,0035	-0,0153
12,8	0,1145	0,0029	-0,0064	-0,0163
12,99	0,1701	0,0031	-0,0095	-0,017
13,17	0,23	0,0033	-0,0127	-0,0174
13,36	0,2942	0,0036	-0,016	-0,0176
13,54	0,3624	0,0038	-0,0192	-0,0175
13,73	0,4339	0,0039	-0,0225	-0,0172
13,91	0,5079	0,004	-0,0256	-0,0168
14,1	0,583	0,0041	-0,0287	-0,0161
14,28	0,6577	0,004	-0,0316	-0,0151
14,47	0,7301	0,0038	-0,0343	-0,0139
14,65	0,7981	0,0035	-0,0367	-0,0124
14,84	0,8594	0,0031	-0,0388	-0,0105
15,03	0,9115	0,0025	-0,0406	-0,0082
15,21	0,9519	0,0018	-0,0419	-0,0057
15,4	0,978	9,74E-4	-0,0427	-0,0029
15,58	0,9877	7,405E-5	-0,0429	6,881E-5
15,77	0,981	-7,753E-4	-0,0426	0,003
15,95	0,9595	-0,0015	-0,0418	0,0057
16,14	0,9247	-0,0022	-0,0405	0,0083
16,32	0,8786	-0,0028	-0,0388	0,0106
16,51	0,8231	-0,0032	-0,0366	0,0125
16,7	0,7599	-0,0036	-0,0341	0,0142
16,88	0,6908	-0,0039	-0,0314	0,0156
17,07	0,6174	-0,004	-0,0284	0,0167
17,25	0,5411	-0,0042	-0,0252	0,0177
17,44	0,4632	-0,0042	-0,0218	0,0184
17,62	0,3847	-0,0042	-0,0184	0,019
17,81	0,3063	-0,0042	-0,0148	0,0194
17,99	0,2285	-0,0042	-0,0112	0,0198
18,18	0,1516	-0,0041	-0,0075	0,02
18,36	0,0755	-0,0041	-0,0037	0,0201
18,55	-1,065E-29	-0,0041	-3,483E-27	0,0202

## TABLE OF CONTENTS

<b>I - PARAMETERS</b>	<b>p.1</b>
<b><i>I.1 - General parameters</i></b>	<b><i>p.1</i></b>
<b><i>I.2 - Material</i></b>	<b><i>p.1</i></b>
<b><i>I.3 - Sections</i></b>	<b><i>p.1</i></b>
- Section No. 1 : IPE 240	<i>p.2</i>
- Section No. 2 : IPE 240	<i>p.3</i>
<b><i>I.4 - Lateral restraints</i></b>	<b><i>p.4</i></b>
- Restraint No. 1 :	<i>p.4</i>
- Restraint No. 2 :	<i>p.4</i>
- Restraint No. 3 :	<i>p.4</i>
- Restraint No. 4 :	<i>p.5</i>
<b><i>I.5 - Supports</i></b>	<b><i>p.6</i></b>
- Support No. 1 :	<i>p.6</i>
- Support No. 2 :	<i>p.6</i>
<b><i>I.6 - Loads</i></b>	<b><i>p.7</i></b>
- Moment diagram :	<i>p.7</i>
- Axial force diagram :	<i>p.7</i>
- Eccentric concentrated loads :	<i>p.8</i>
- Eccentric distributed loads :	<i>p.8</i>
<b>II - LTB CALCULATION</b>	<b>p.9</b>
<b><i>II.1 - LTB modes</i></b>	<b><i>p.9</i></b>
<b><i>II.2 - Mode shapes</i></b>	<b><i>p.9</i></b>
- Mode 1	<i>p.9</i>



**WARNING !**

The following software may be used for working out technical solutions during preparatory engineering studies.

Because of the complexity of the calculations involved, the software is only for users who are able to make themselves an accurate idea of its possibilities, its limitations and adequacy to the various practical applications. The user will use it under his own responsibilities at his own risk.

This software is available free of charge. No rights are conferred on the user of the present software. The property and all intellectual rights of the latter continue belonging exclusively to CTICM. The use of this software involves no guarantee for the profit of the user who is committed to keep CTICM released and unharmed from any direct or indirect recourse and damage resulting from an incorrect or improper use or from a use for inadequate or inappropriate ends.



C-FIX 1.108.0.0  
Verze databáze  
2022.4.4.7.26  
Datum  
02.05.2022

**fischer** 

fischer international s.r.o.

Průmyslová 1833  
25001 Brandýs nad Labem  
Telefon: +42 03 26 90 46 01  
Fax: +42 03 26 90 46 00  
adam.vesely@fischer-cz.cz  
www.fischer-cz.cz

## Detaily návrhu

### Kotva

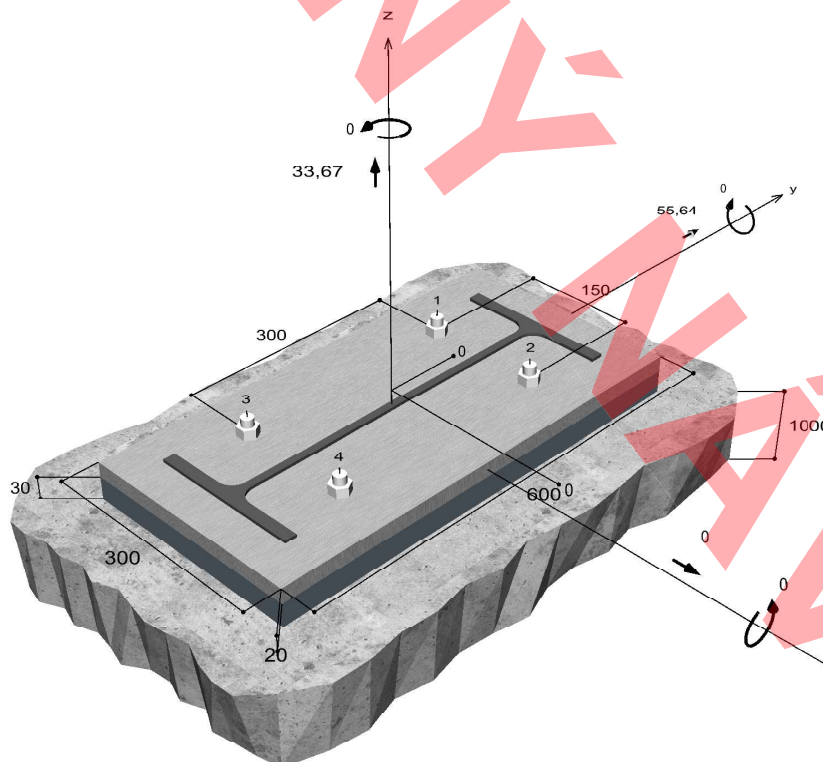
Systém fischer Svorníková kotva FAZ II  
Kotva Svorníková kotva FAZ II 16/50,  
Ocel galvanicky zinkovaná  
Kotevní hloubka 65 mm  
Design data Návrh kotev dle Beton Evropský technický posudek  
ETA-05/0069, Option 1,  
Datum vydání 24.04.2020



### Geometrie / Zatížení

mm, kN, kNm

Hodnoty návrhového zatížení (včetně součinitele bezpečnosti pro zatížení)



Neodpovídá měřítku



### Vstupní data

Návrhová metoda	TR055/Návrhová metoda ETA - Mechanické kotvy
Kotevní podklad	C25/30, EN 206
Vlastnosti betonu	Tažený beton, Suchý otvor
Výztuž	Žádné nebo běžné armování.. Bez výztuže. S výztuží proti rozštěpení
Metoda vrtání	Příklepové vrtání
Typ montáže	Průvlečná montáž
Prstencová mezera	Prstencová mezera bez výplně
Druh zatížení	Statické
Distance	S nenosnou vrstvou, g = 30 mm Rameno síly l = 48 mm Míra větknutí $\alpha_M = 1,0$ Pevnost malty v tlaku: 30,0 N/mm <sup>2</sup>
Tvar kotevní desky	300 mm x 600 mm x 20 mm
Typ profilu	IPE 500

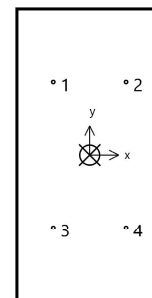
### Návrhová zatížení \*)

#	N <sub>Sd</sub> kN	V <sub>Sd,x</sub> kN	V <sub>Sd,y</sub> kN	M <sub>Sd,x</sub> kNm	M <sub>Sd,y</sub> kNm	M <sub>T,Sd</sub> kNm	Druh zatížení
1	33,67	0,00	55,64	0,00	0,00	0,00	Statické

\*) Požadovaný součinitel bezpečnosti pro zatížení je vzat do úvahy

### Výsledné síly kotev

Kotva č.	Tahová síla kN	Smyková síla kN	Smyková síla x kN	Smyková síla y kN
1	8,42	13,91	0,00	13,91
2	8,42	13,91	0,00	13,91
3	8,42	13,91	0,00	13,91
4	8,42	13,91	0,00	13,91



Max. stlačení betonu :

0,00 ‰

Max. tlakové napětí v betonu :

0,0 N/mm<sup>2</sup>

Výsledné tahové síly :

33,67 kN , Poloha X/Y ( 0 / 0 )

Výsledné tlakové síly :

0,00 kN , Poloha X/Y ( 0 / 0 )

### Návrhová únosnost v tahu

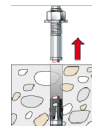
Důkaz	Zatížení kN	Únosnost kN	Využití $\beta_N$ %
Selhání ocele *	8,42	44,67	18,8
Vytažení kotvy *	8,42	20,16	41,8
Selhání betonu	16,83	24,38	69,1



\* Nejnepriznivější kotva

### Selhání ocele

$$N_{Sd} \leq \frac{N_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}} \quad (N_{Rd,s})$$



$N_{Rk,s}$ kN	$\gamma_{Ms}$	$N_{Rd,s}$ kN	$N_{Sd}$ kN	$\beta_{N,s}$ %
67,00	1,50	44,67	8,42	18,8

Kotva č.	$\beta_{N,s}$ %	Skupina N°	Rozhodující Beta
1	18,8	1	$\beta_{N,s,1}$
2	18,8	2	$\beta_{N,s,2}$
3	18,8	3	$\beta_{N,s,3}$
4	18,8	4	$\beta_{N,s,4}$

### Vytažení kotvy

$$N_{Sd} \leq \frac{N_{Rk,p}}{\gamma_{Mp}} \quad (N_{Rd,p})$$



$N_{Rk,p}$ kN	$\psi_c$	$\gamma_{Mp}$	$N_{Rd,p}$ kN	$N_{Sd}$ kN	$\beta_{N,p}$ %
30,24	1,120	1,50	20,16	8,42	41,8

Uvedený součinitel Psi, c-factor je možné určit interpolací.

Kotva č.	$\beta_{N,p}$ %	Skupina N°	Rozhodující Beta
1, 2, 3, 4	41,8	1	$\beta_{N,p,1}$

### Selhání betonu

$$N_{Sd} \leq \frac{N_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}} \quad (N_{Rd,c})$$



$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot \Psi_{s,N} \cdot \Psi_{re,N} \cdot \Psi_{ec,N} \quad \text{Rovnice (5.2)}$$

$$N_{Rk,c} = 20,67kN \cdot \frac{67275mm^2}{38025mm^2} \cdot 1,000 \cdot 1,000 \cdot 1,000 = 36,56kN$$

$$N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck,cube}} \cdot h_{ef}^{1,5} = 7,2 \cdot \sqrt{30,0N/mm^2} \cdot (65mm)^{1,5} = 20,67kN \quad \text{Rovnice (5.2a)}$$

$$\Psi_{s,N} = \min\left(1; 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}}\right) = \min\left(1; 0,7 + 0,3 \cdot \frac{\infty}{98mm}\right) = 1,000 \leq 1 \quad \text{Rovnice (5.2c)}$$

$$\Psi_{re,N} = 1,000 \quad \text{Rovnice}$$

Vstupní hodnoty a výsledky návrhu je nutné podrobit kontrole souladu s národními normami a certifikáty.



(5.2d)

Rovnice  
(5.2e)

$$\Psi_{ec,N} = \frac{1}{1 + \frac{2e_y}{s_{cr,N}}} \Rightarrow \Psi_{ec,Nx} \cdot \Psi_{ec,Ny} = 1,000 \cdot 1,000 = 1,000 \leq 1$$

$$\Psi_{ec,Nx} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot 0mm}{195mm}} = 1,000 \leq 1 \quad \Psi_{ec,Ny} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot 0mm}{195mm}} = 1,000 \leq 1$$

$N_{RK,c}$ kN	$Y_{Mc}$	$N_{Rd,c}$ kN	$N_{Sd}$ kN	$\beta_{N,c}$ %
36,56	1,50	24,38	16,83	69,1

Kotva č.	$\beta_{N,c}$ %	Skupina N°	Rozhodující Beta
1, 2	69,1	1	$\beta_{N,c;1}$
3, 4	69,1	2	$\beta_{N,c;2}$

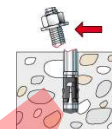
## Únosnost ve smyku

Důkaz	Zatížení kN	Únosnost kN	Využití $\beta_v$ %
Selhání ocele s ramenem síly *	13,91	2,49	558,9
Selhání betonu na opačné straně zatížení	27,82	78,00	35,7

\* Nejnepriznivější kotva

### Selhání ocele s ramenem síly

$$V_{Sd} \leq \frac{V_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}} \quad (V_{Rd,s})$$



$$V_{Rk,s} = \frac{\alpha_M}{l} \cdot M_{Rk,s}^0 \cdot \left(1 - \frac{N_{Sd}}{N_{Rd,s}}\right) = \left(\frac{1}{0,048m} \cdot 184,0Nm \cdot \left(1 - \frac{8,42kN}{44,67kN}\right)\right) \div \left(1000 \frac{N}{kN}\right) = 3,11kN \quad \text{Rovnice (5.5/a)}$$

$V_{RK,s}$ kN	$Y_{Ms}$	$V_{Rd,s}$ kN	$V_{Sd}$ kN	$\beta_{Vs}$ %
3,11	1,25	2,49	13,91	558,9

Kotva č.	$\beta_{Vs}$ %	Skupina N°	Rozhodující Beta
1	558,9	1	$\beta_{Vs;1}$
2	558,9	2	$\beta_{Vs;2}$
3	558,9	3	$\beta_{Vs;3}$
4	558,9	4	$\beta_{Vs;4}$



### Selhání betonu na opačné straně zatížení

$$V_{Sd} \leq \frac{V_{Rk,cp}}{\gamma_{Mc}} \quad (V_{Rd,cp})$$



$$V_{Rk,cp} = k \cdot N_{Rk,c} = 3,2 \cdot 36,56kN = 117,00kN$$

Rovnice (5.6)

$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot \Psi_{s,N} \cdot \Psi_{re,N} \cdot \Psi_{ec,N}$$

Rovnice (5.2)

$$N_{Rk,c} = 20,67kN \cdot \frac{67275mm^2}{38025mm^2} \cdot 1,000 \cdot 1,000 \cdot 1,000 = 36,56kN$$

$$N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck,cube}} \cdot h_{ef}^{1,5} = 7,2 \cdot \sqrt{30,0N/mm^2} \cdot (65mm)^{1,5} = 20,67kN$$

Rovnice (5.2a)

$$\Psi_{s,N} = \min\left(1; 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}}\right) = \min\left(1; 0,7 + 0,3 \cdot \frac{\infty}{98mm}\right) = 1,000 \leq 1$$

Rovnice (5.2c)

$$\Psi_{re,N} = 1,000$$

Rovnice (5.2d)

$$\Psi_{ec,N} = \frac{1}{1 + \frac{2e_N}{8e_{r,N}}} \Rightarrow \Psi_{ec,Nx} \cdot \Psi_{ec,Ny} = 1,000 \cdot 1,000 = 1,000 \leq 1$$

Rovnice (5.2e)

$V_{Rk,cp}$ kN	$\gamma_{Mc}$	$V_{Rd,cp}$ kN	$V_{Sd}$ kN	$\beta_{V,cp}$ %
117,00	1,50	78,00	27,82	35,7

Kotva č.	$\beta_{V,cp}$ %	Skupina N°	Rozhodující Beta
1, 2	35,7	1	$\beta_{V,cp;1}$
3, 4	35,7	2	$\beta_{V,cp;2}$

### Využití tahových a smykových zatížení

Tahová zatížení	Využití $\beta_N$ %
Selhání ocele *	18,8
Vytažení kotvy *	41,8
Selhání betonu	69,1

\* Nejnepriznivější kotva

Smykové zatížení	Využití $\beta_V$ %
Selhání ocele s ramenem síly *	558,9
Selhání betonu na opačné straně zatížení	35,7

### Únosnost kombinace tahu a smyku.

$$\beta_N = \beta_{N;c;2} = 0,69 \leq 1$$

$$\beta_V = \beta_{V;s;1} = 5,59 > 1$$

$$\frac{\beta_N + \beta_V}{1,2} = \frac{\beta_{N;c;1} + \beta_{V;s;1}}{1,2} = 5,23 > 1$$



Chyba

Rovnice (5.8a)

Rovnice (5.8b)

Rovnice (5.8c)



## Informace o kotevní desce

### Podrobnosti kotevní desky

Tloušťka kotevní desky specifikovaná užitelem bez zkoušky

t = 20 mm

Typ profilu

IPE 500

### Technické poznámky

Pokud je zadaná okrajová vzdálenost nižší než charakteristická (ccr,N - návrhová metoda A), měla by být přítomna podélná výztuž o průměru min. 6mm souběžná s okrajem betonové konstrukce a to po celé hloubce kotvení. Výpočet byl proveden s předpokladem, že je v kotevním podkladu podélná výztuž účinně bránící jeho rozštěpení. V tomto případě lze vypustit posouzení selhání rozštěpením.

Přenos zatížení prostřednictvím kotev do betonové konstrukce by měl být zohledněn při posuzování konstrukce na mezní stav únosnosti a mezní stav použitelnosti; posouzení by mělo být provedeno s ohledem na zatížení představované kotvami. Pro ověření je nutné vzít do úvahy bezpečnostní standardy v souladu s platnými normami.



## Informace k montáži

### Kotva

#### Systém

Kotva

**fischer Svorníková kotva FAZ II**  
Svorníková kotva FAZ II 16/50,  
Ocel galvanicky zinkovaná

Kat. č. 95864



#### Příslušenství

Vyfukovací pumpička velká ABG  
Quattric II 16/160/210  
nebo také  
FHD 16/250/380  
Příklepové vrtání s nebo bez  
odsávání

Kat. č. 89300

Kat. č. 549951

Kat. č. 546599

### Detaily montáže

Průměr závitu

M 16

Průměr vyvrtaného otvoru

$d_0 = 16 \text{ mm}$

Hloubka vyvrtaného otvoru

$h_2 = 158 \text{ mm}$

Kotevní hloubka

$h_{er} = 65 \text{ mm}$

Kotevní hloubka

$h_{nom} = 83 \text{ mm}$

Metoda vrtání

Příklepové vrtání

Čištění vyvrtaného otvoru

Pouze vyfouknout ruční pumpičkou.  
Při použití dutého vrtáku s  
odsáváním (např. fischer FHD) se  
nevyžaduje čištění vyvrtaného  
otvoru.

Typ montáže

Průvlečná montáž

Prstencová mezera

Prstencová mezera bez výplně

Utahovací moment

$T_{inst} = 110,0 \text{ Nm}$

Velikost klíče

24 mm

Tloušťka kotevní desky

$t = 20 \text{ mm}$

Tloušťka podlití

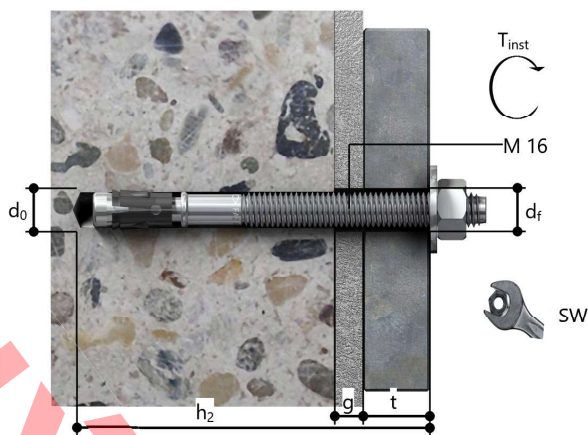
$g \leq 30 \text{ mm}$

$t_{fix}$

$t_{fix} \leq 50 \text{ mm}$

$T_{fix,max}$

$t_{fix,max} = 70 \text{ mm}$







### Podrobnosti kotevní desky

Materiál kotevní desky      Nedostupné  
Tloušťka kotevní desky       $t = 20 \text{ mm}$   
Průměr otvoru v kotevní  
desce       $d_i = 18 \text{ mm}$

### Přípevňovaná součást

Typ profilu      IPE 500

### Souřadnice kotvy

Kotva č.	x mm	y mm
1	-75	150
2	75	150
3	-75	-150
4	75	-150

