

# E. PŘÍLOHY

## ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ

Fakulta stavební

Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí



### BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

### DVOULODNÍ TENISOVÁ HALA

TWO-BAY TENNIS HALL

Autor: Eva Netíková

Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. Michal Jandera, Ph.D.

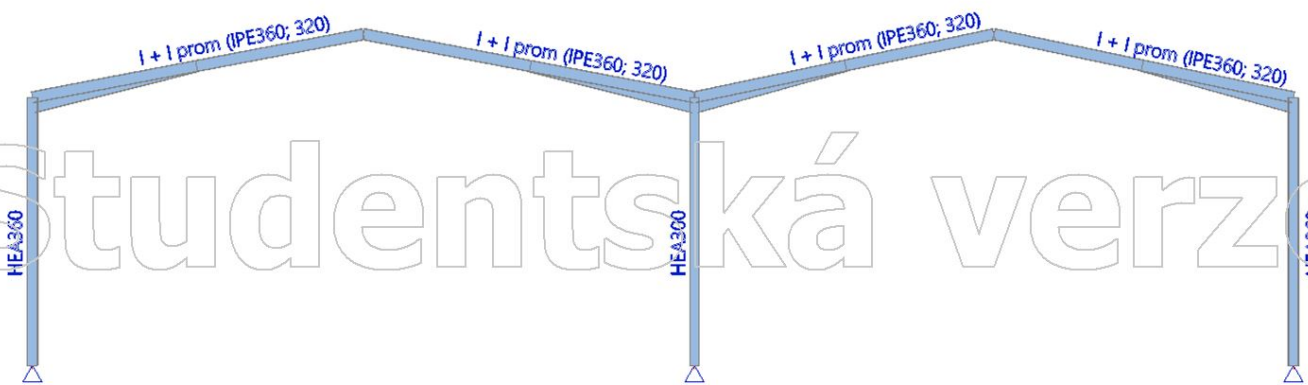
Studijní obor: Konstrukce pozemních staveb

2021

## PŘÍLOHA 1

## 1. Výpočtový model

# Studentská verze

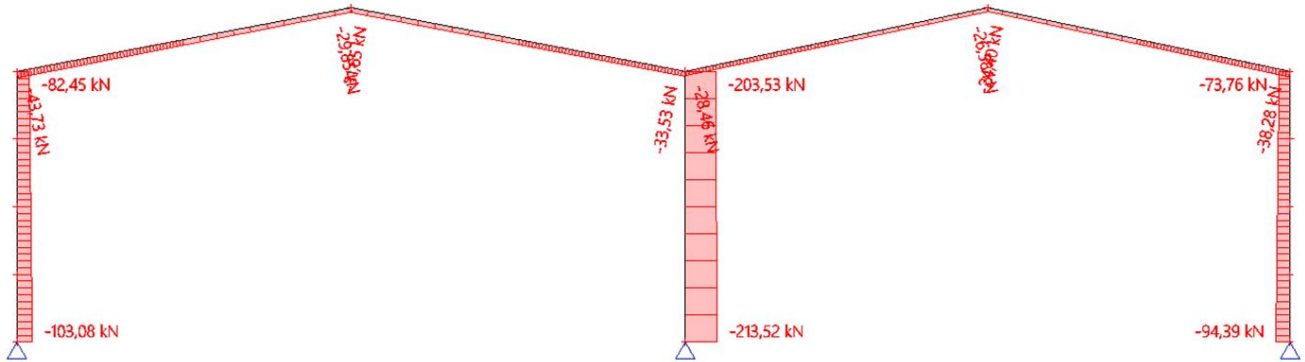


# Studentská verze

# Studentská verze

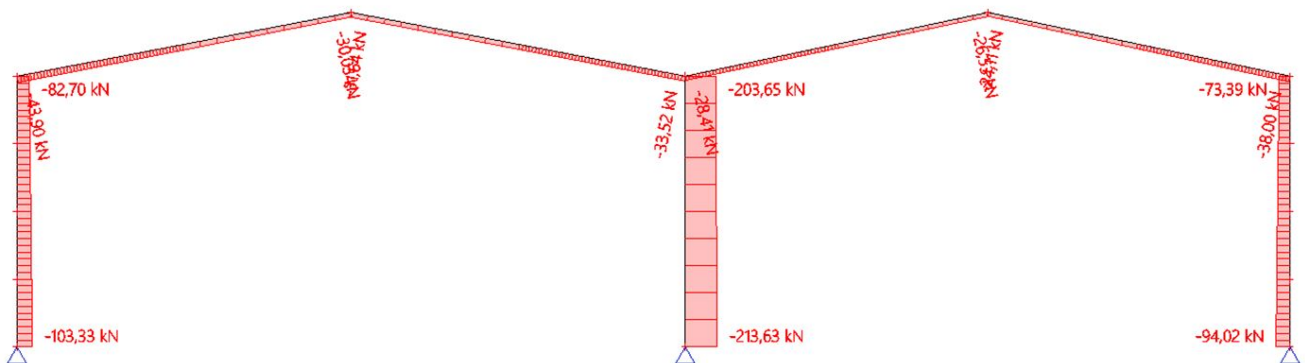
## 2. 1D vnitřní síly; N

Hodnoty: N  
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NC1  
Souřadný systém: Dílec  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: Vše



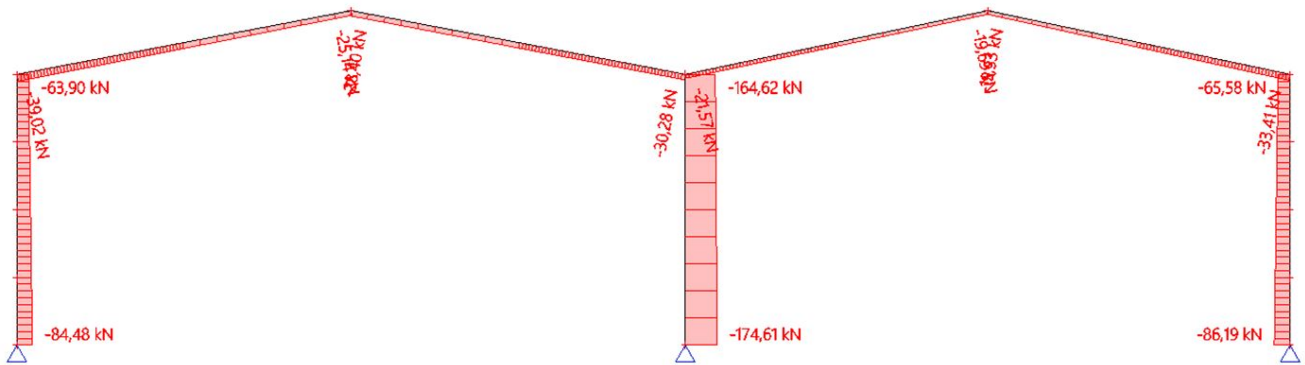
## 3. 1D vnitřní síly; N

Hodnoty: N  
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NC2  
Souřadný systém: Dílec  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: Vše



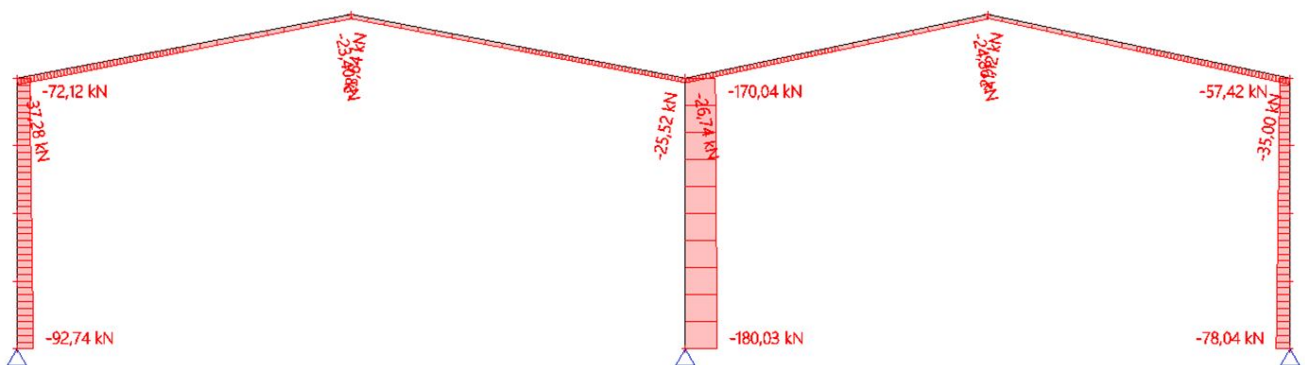
#### 4. 1D vnitřní síly; N

Hodnoty: N  
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NC3  
Souřadný systém: Dílec  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: Vše



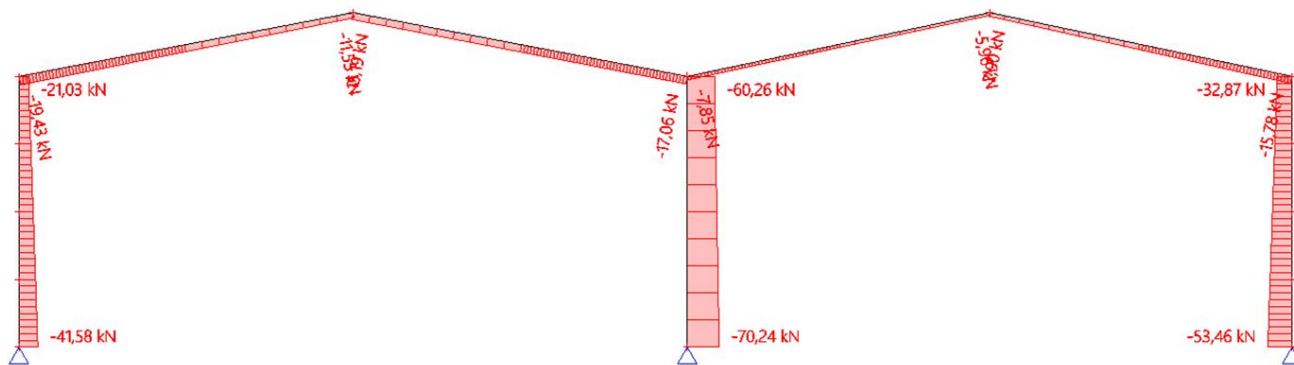
#### 5. 1D vnitřní síly; N

Hodnoty: N  
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NC4  
Souřadný systém: Dílec  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: Vše



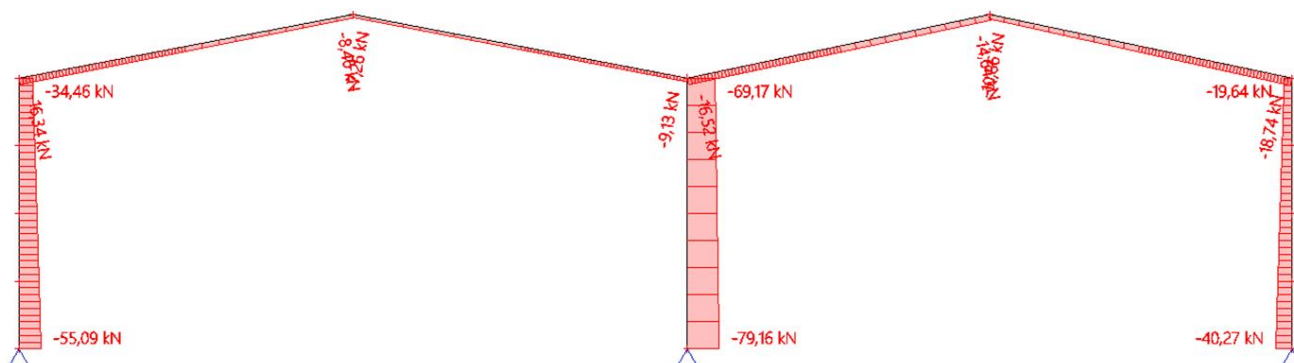
## 6. 1D vnitřní síly; N

Hodnoty: N  
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NC5  
Souřadný systém: Dílec  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: Vše



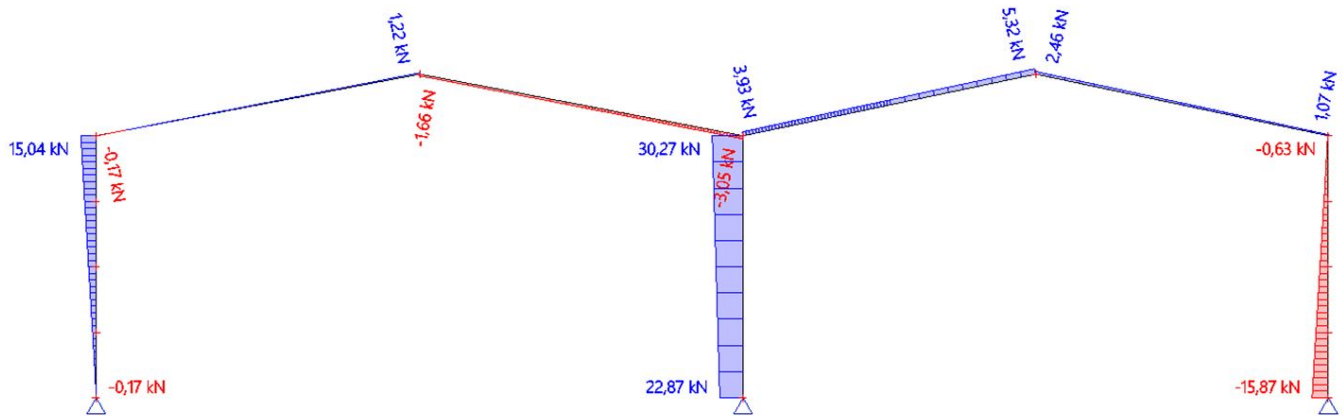
## 7. 1D vnitřní síly; N

Hodnoty: N  
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NC6  
Souřadný systém: Dílec  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: Vše



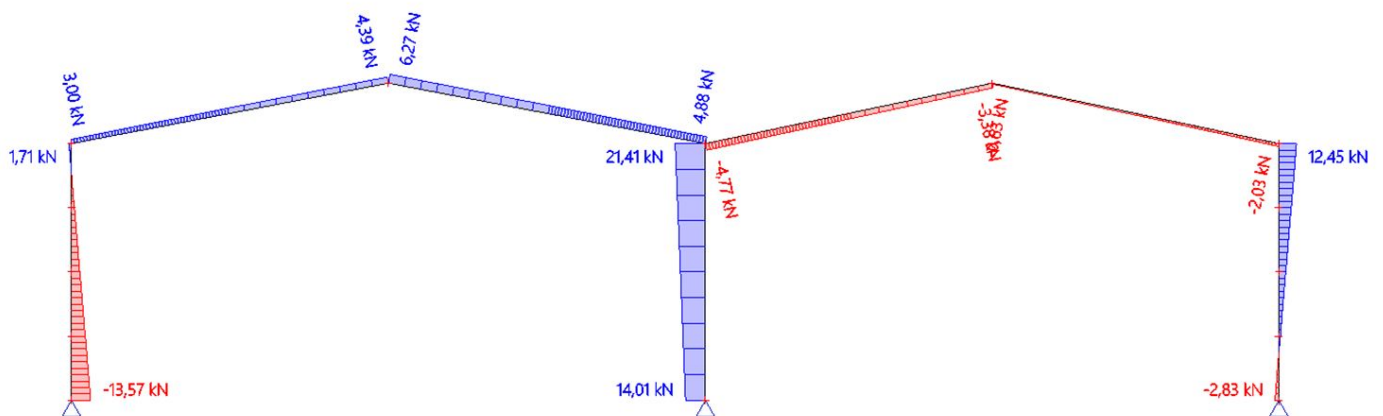
## 8. 1D vnitřní síly; N

Hodnoty: N  
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NC7  
Souřadný systém: Dílec  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: Vše



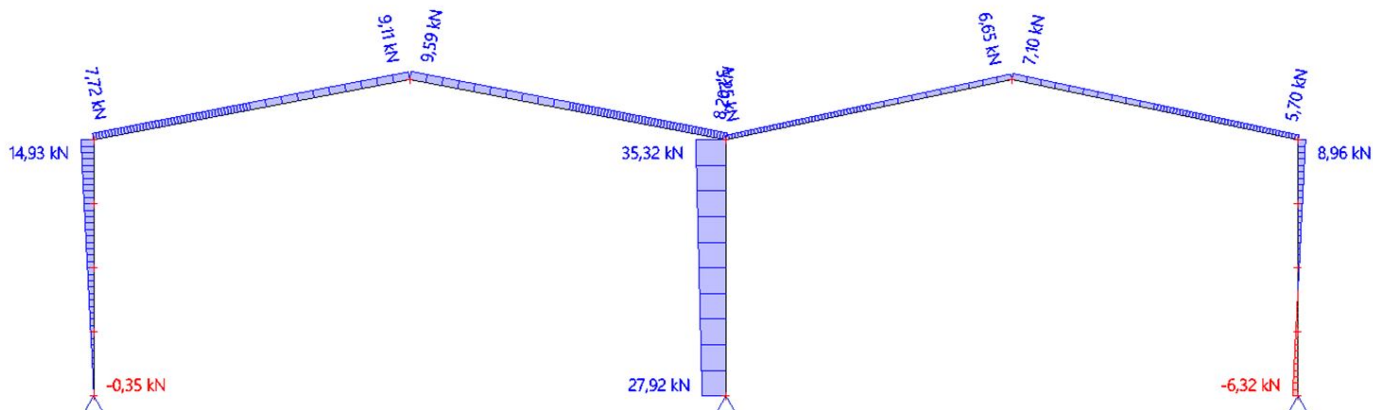
## 9. 1D vnitřní síly; N

Hodnoty: N  
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NC8  
Souřadný systém: Dílec  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: Vše



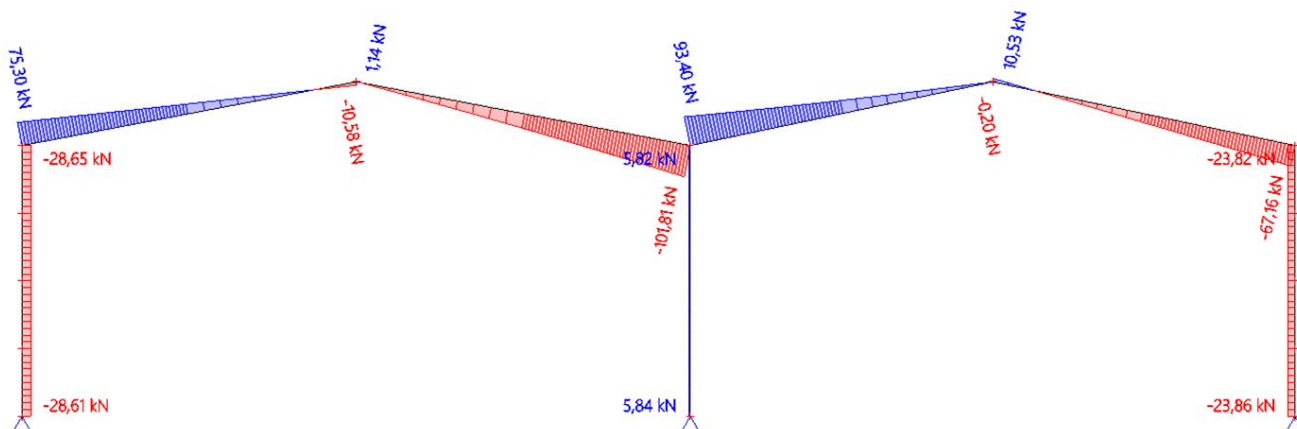
## 10. 1D vnitřní síly; N

Hodnoty: N  
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NC9  
Souřadný systém: Dílec  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: Vše



## 11. 1D vnitřní síly; V<sub>z</sub>

Hodnoty: V<sub>z</sub>  
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NC1  
Souřadný systém: Dílec  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: Vše





## 12. 1D vnitřní síly; $V_z$

Hodnoty:  $V_z$

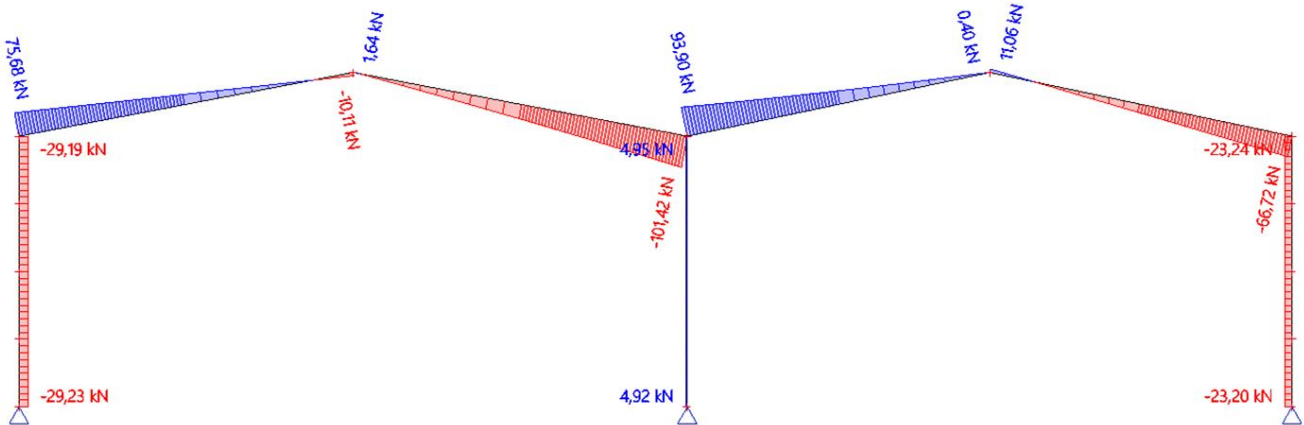
Nelineární výpočet

Nelineární kombinace: NC2

Souřadný systém: Dílec

Extrém 1D: Lokální

Výběr: Vše



## 13. 1D vnitřní síly; $V_z$

Hodnoty:  $V_z$

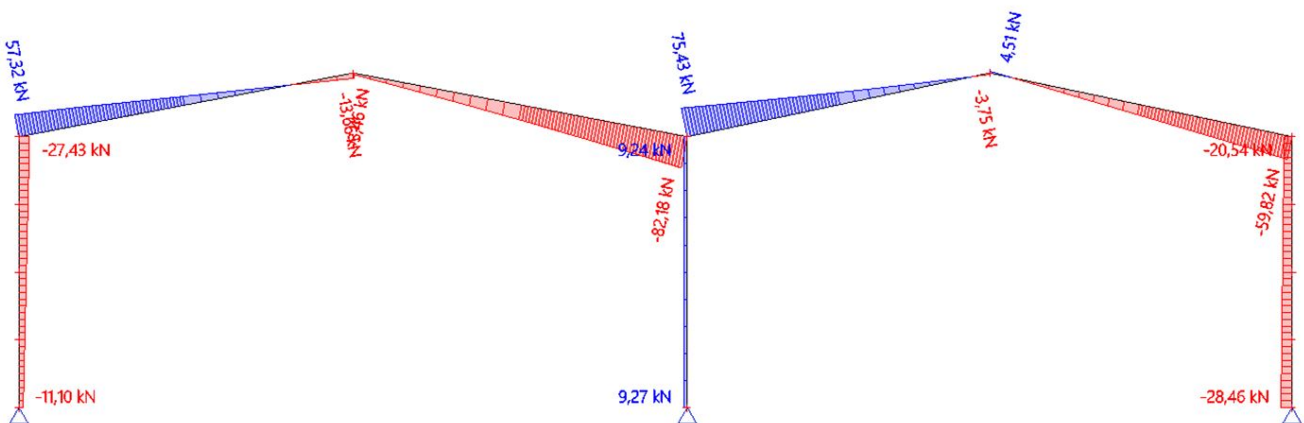
Nelineární výpočet

Nelineární kombinace: NC3

Souřadný systém: Dílec

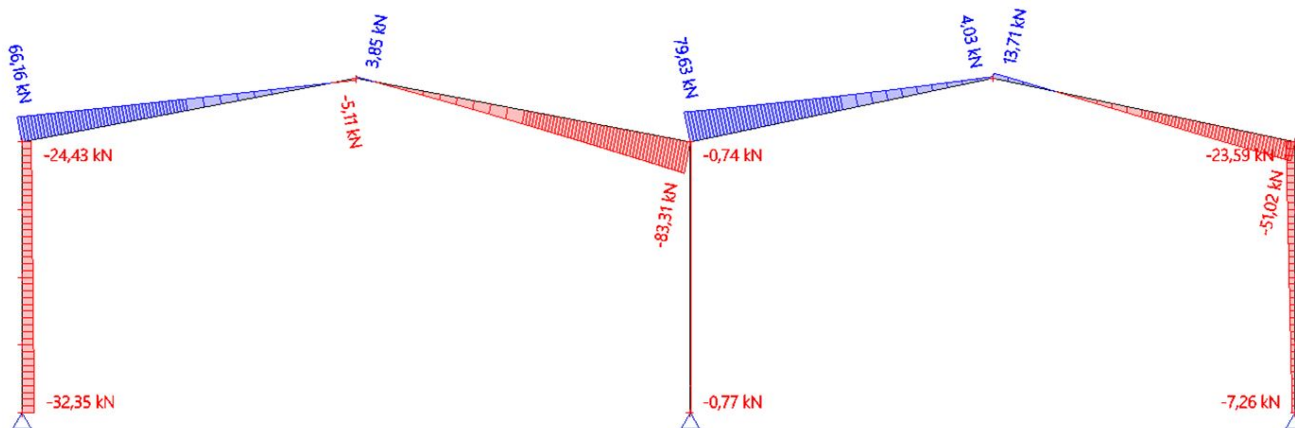
Extrém 1D: Lokální

Výběr: Vše



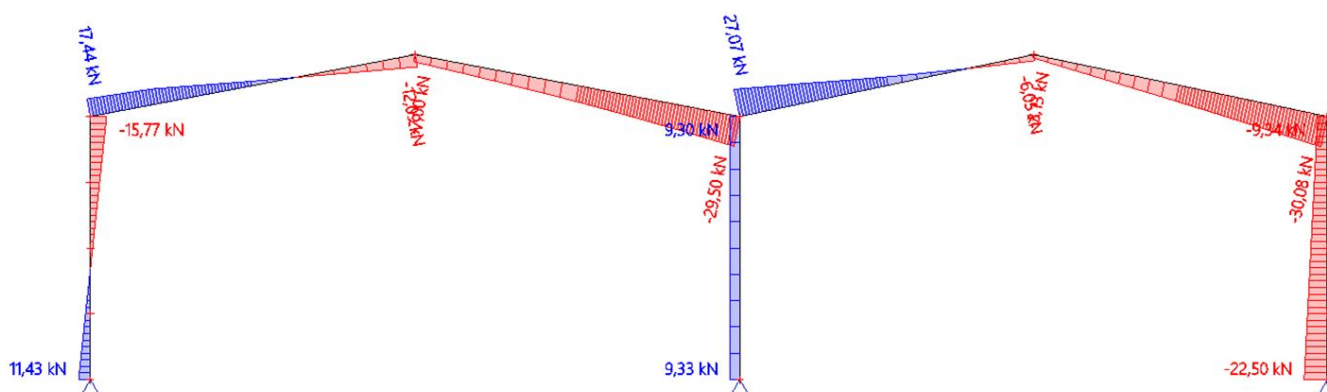
## 14. 1D vnitřní síly; $V_z$

Hodnoty:  $V_z$   
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NC4  
Souřadný systém: Dílec  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: Vše



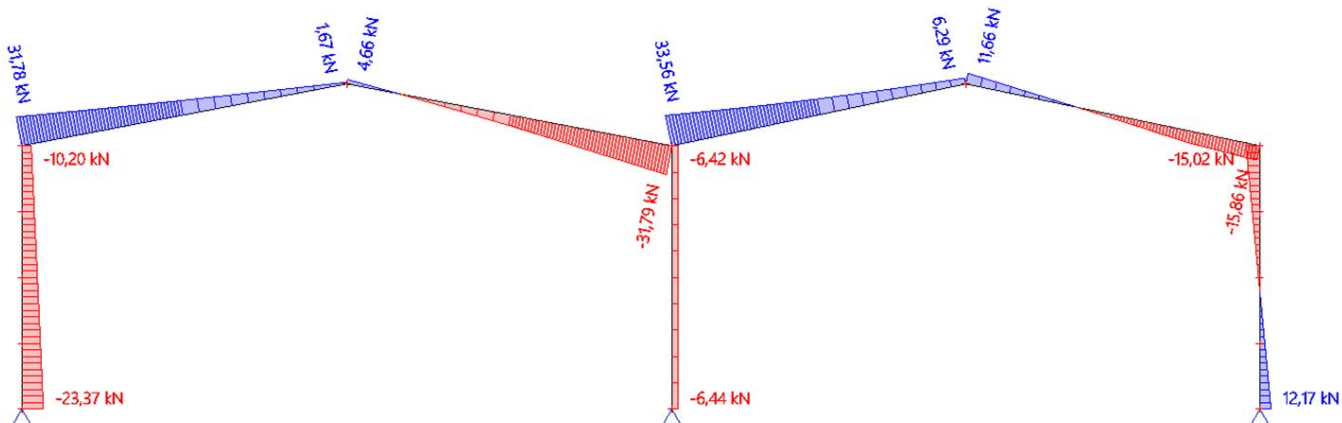
## 15. 1D vnitřní síly; $V_z$

Hodnoty:  $V_z$   
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NC5  
Souřadný systém: Dílec  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: Vše



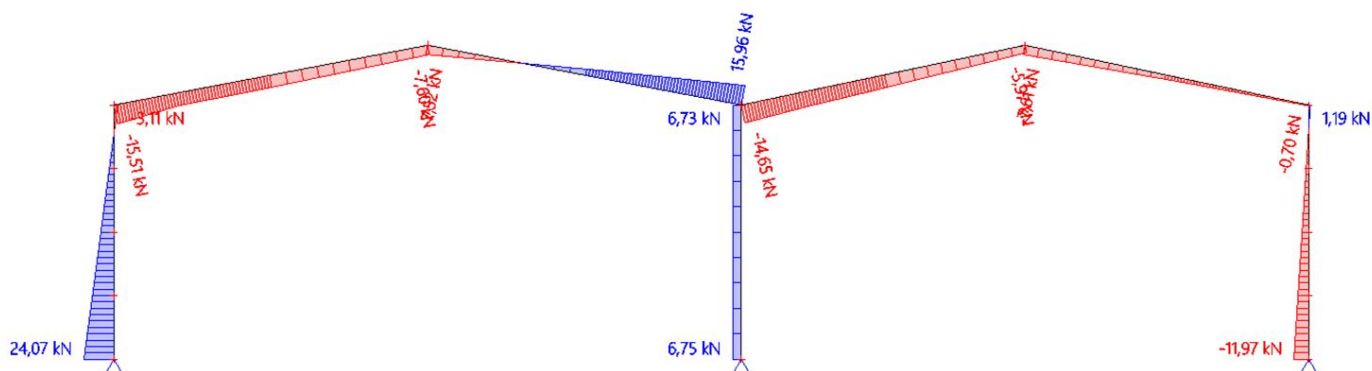
## 16. 1D vnitřní síly; $V_z$

Hodnoty:  $V_z$   
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NC6  
Souřadný systém: Dílec  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: Vše



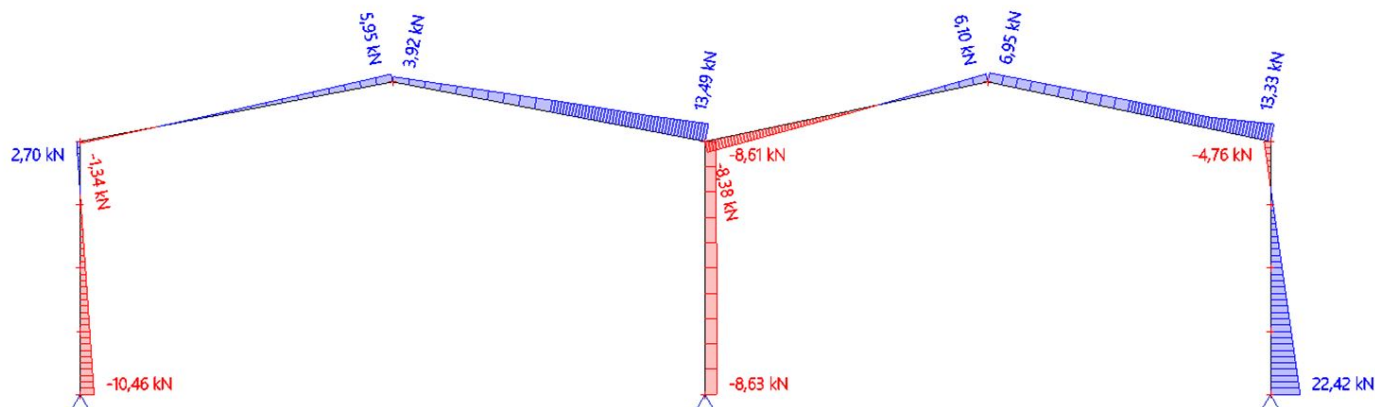
## 17. 1D vnitřní síly; $V_z$

Hodnoty:  $V_z$   
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NC7  
Souřadný systém: Dílec  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: Vše



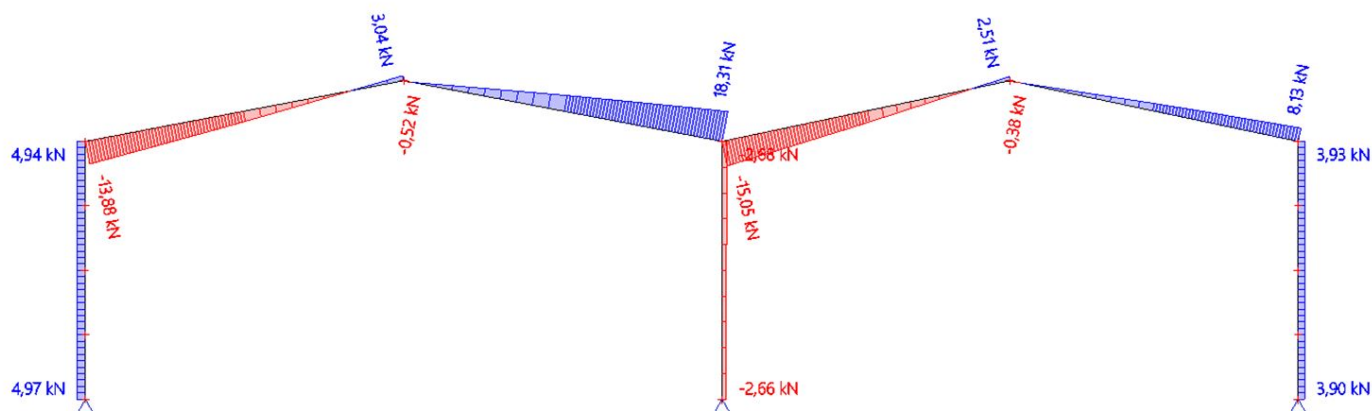
## 18. 1D vnitřní síly; V<sub>z</sub>

Hodnoty: V<sub>z</sub>  
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NC8  
Souřadný systém: Dílec  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: Vše



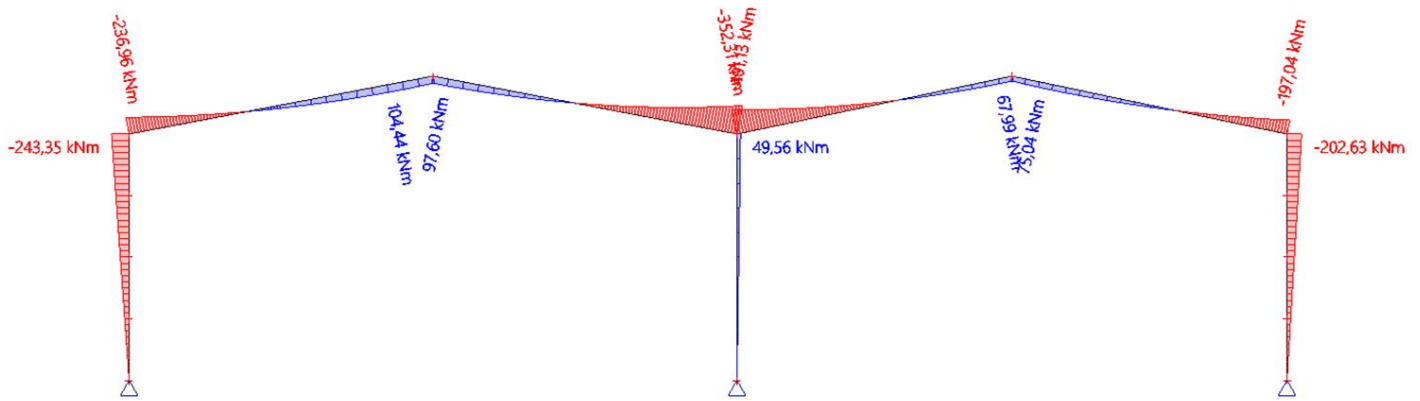
## 19. 1D vnitřní síly; V<sub>z</sub>

Hodnoty: V<sub>z</sub>  
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NC9  
Souřadný systém: Dílec  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: Vše



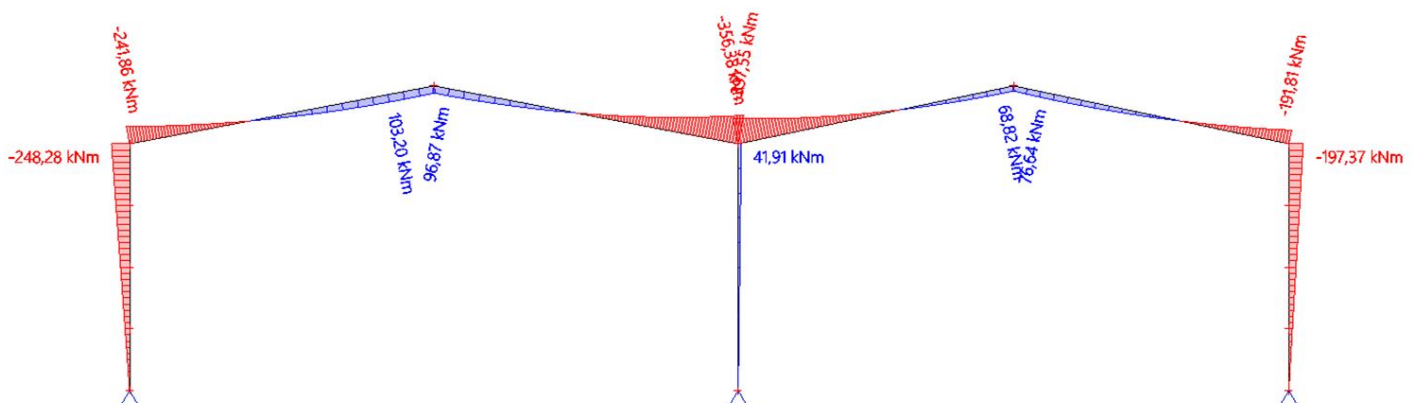
## 20. 1D vnitřní síly; M<sub>y</sub>

Hodnoty: M<sub>y</sub>  
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NC1  
Souřadný systém: Dílec  
Extrém 1D: Dílec  
Výběr: Vše



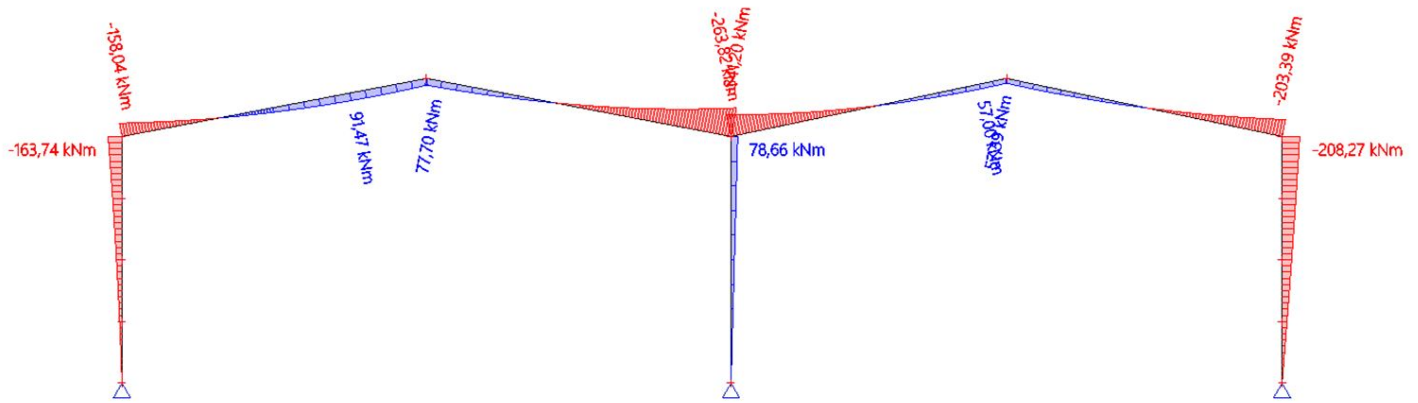
## 21. 1D vnitřní síly; M<sub>y</sub>

Hodnoty: M<sub>y</sub>  
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NC2  
Souřadný systém: Dílec  
Extrém 1D: Dílec  
Výběr: Vše



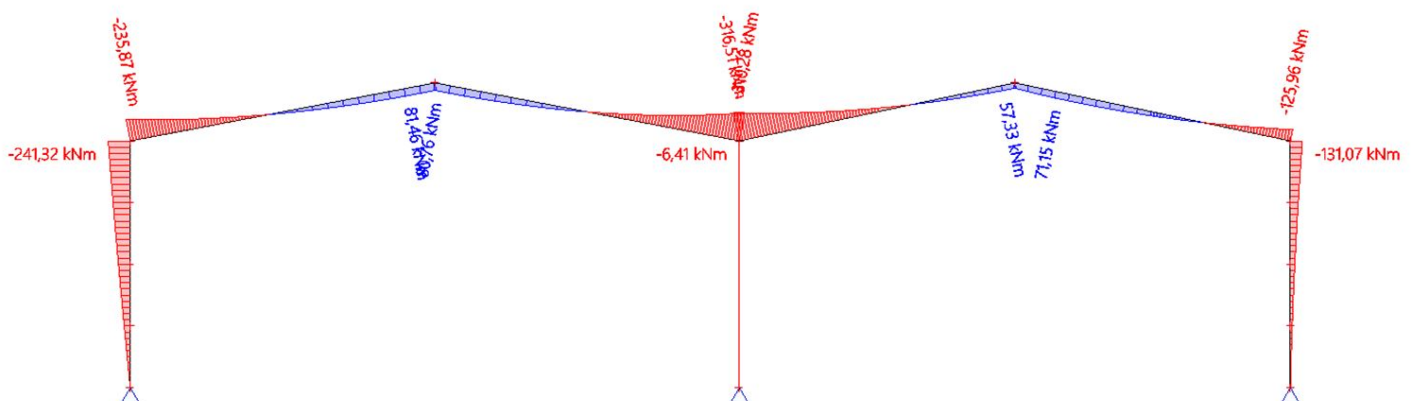
## 22. 1D vnitřní síly; M<sub>y</sub>

Hodnoty: M<sub>y</sub>  
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NC3  
Souřadný systém: Dílec  
Extrém 1D: Dílec  
Výběr: Vše



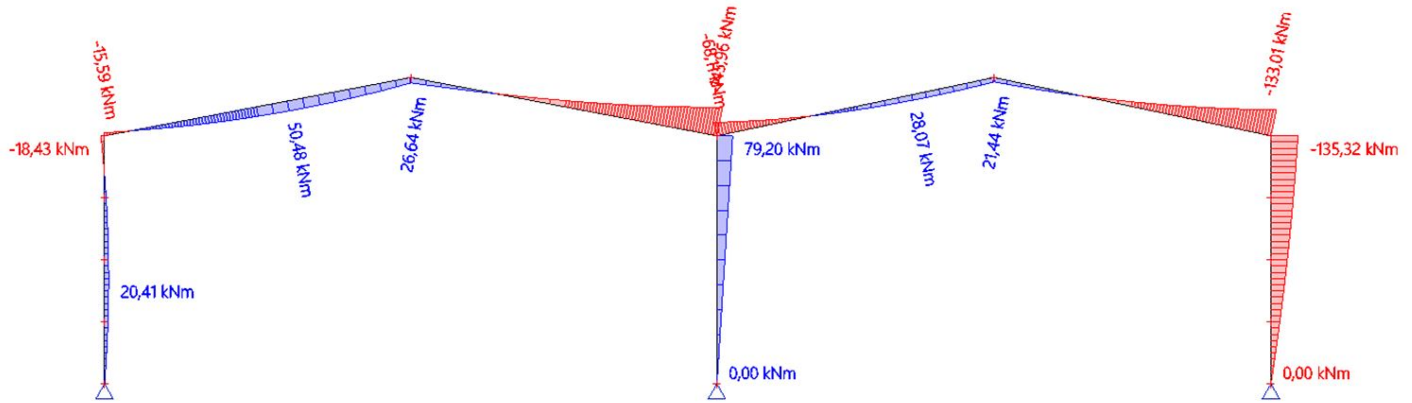
## 23. 1D vnitřní síly; M<sub>y</sub>

Hodnoty: M<sub>y</sub>  
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NC4  
Souřadný systém: Dílec  
Extrém 1D: Dílec  
Výběr: Vše



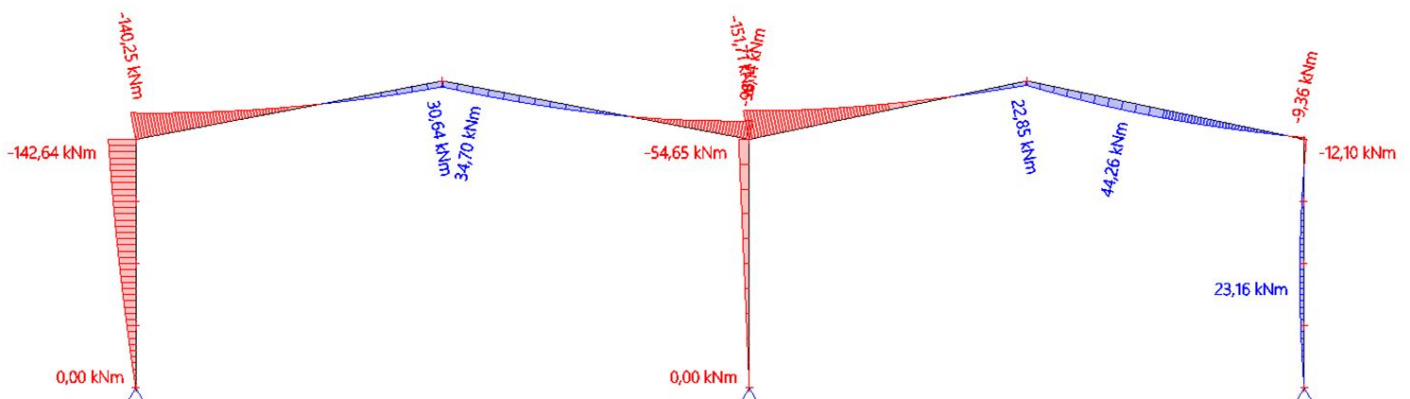
## 24. 1D vnitřní síly; M<sub>y</sub>

Hodnoty: M<sub>y</sub>  
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NC5  
Souřadný systém: Dílec  
Extrém 1D: Dílec  
Výběr: Vše



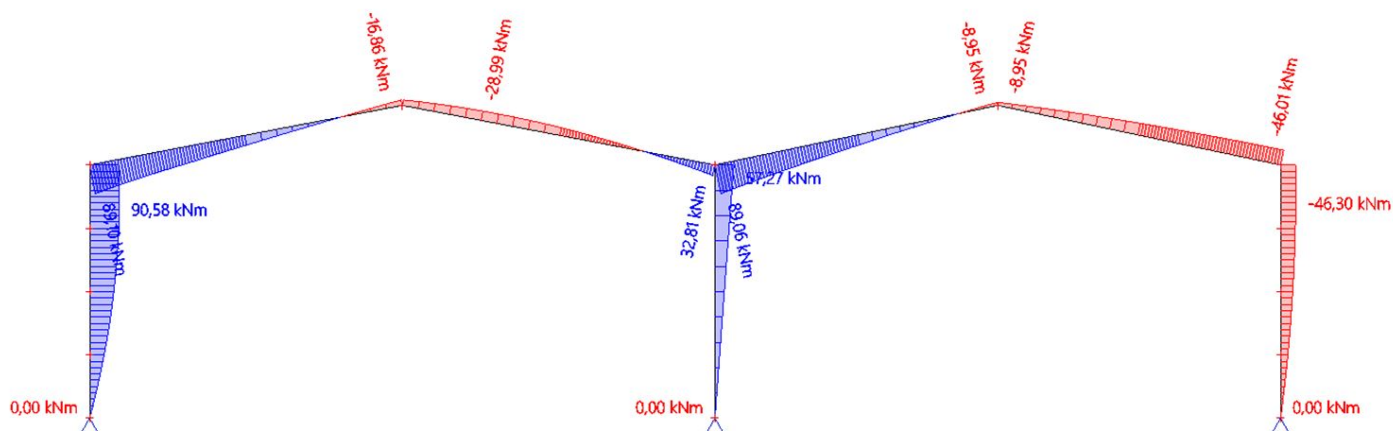
## 25. 1D vnitřní síly; M<sub>y</sub>

Hodnoty: M<sub>y</sub>  
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NC6  
Souřadný systém: Dílec  
Extrém 1D: Dílec  
Výběr: Vše



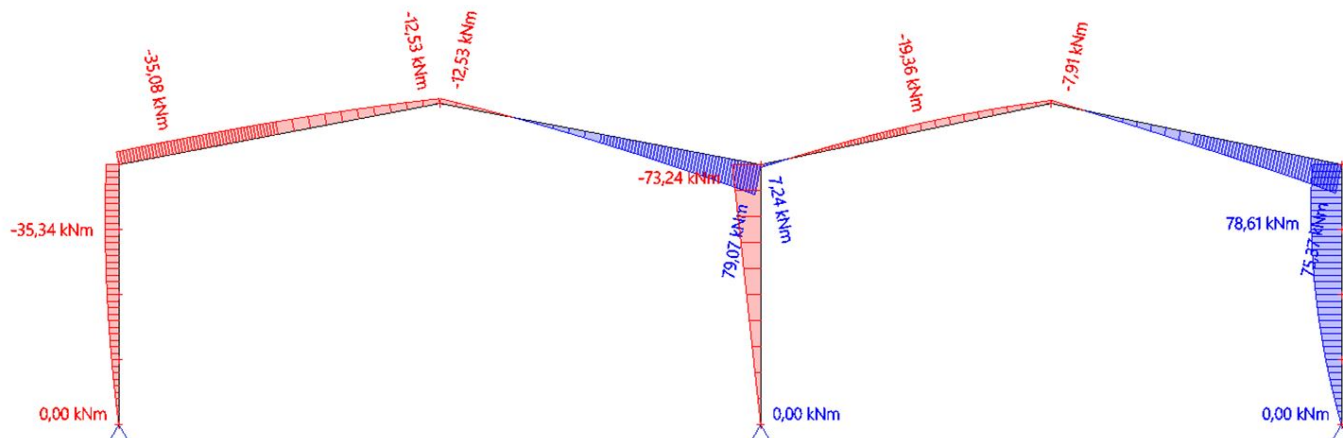
## 26. 1D vnitřní síly; $M_y$

Hodnoty:  $M_y$   
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NC7  
Souřadný systém: Dílec  
Extrém 1D: Dílec  
Výběr: Vše



## 27. 1D vnitřní síly; $M_y$

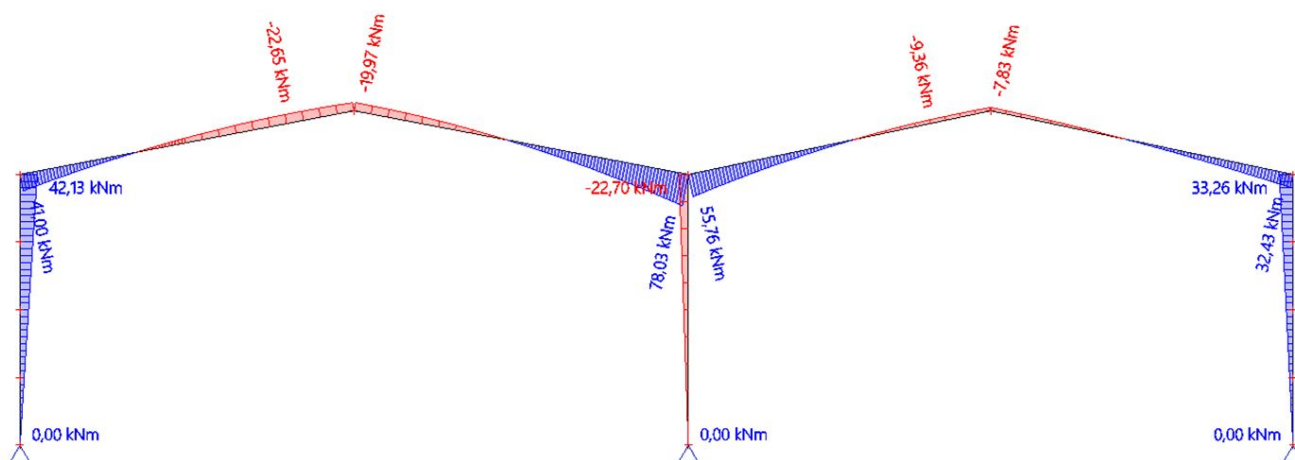
Hodnoty:  $M_y$   
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NC8  
Souřadný systém: Dílec  
Extrém 1D: Dílec  
Výběr: Vše





## 28. 1D vnitřní síly; M<sub>y</sub>

Hodnoty: M<sub>y</sub>  
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NCS  
Souřadný systém: Dílec  
Extrém 1D: Dílec  
Výběr: Vše



Studentská verze

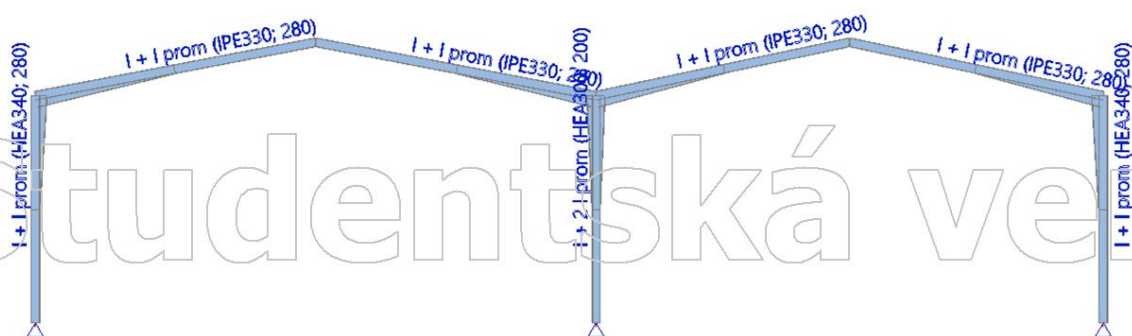
Studentská verze

## PŘÍLOHA 2

NÁVRH 1

## 1. Výpočtový model

# Studentská verze

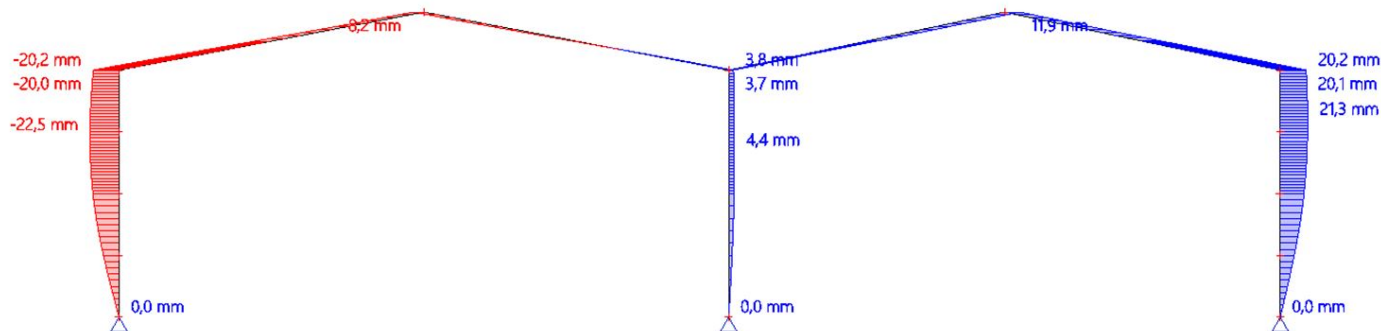


# Studentská verze

# Studentská verze

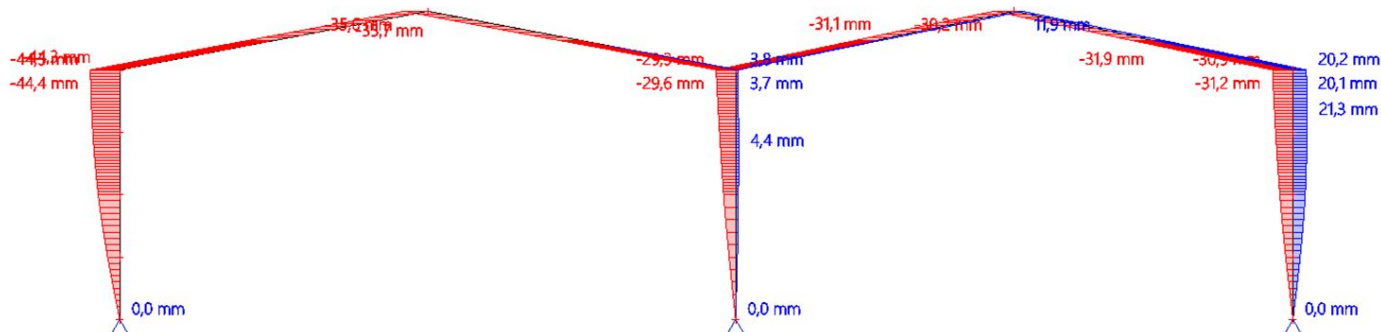
## 2. 1D deformace; $u_x$

Hodnoty:  $u_x$   
Lineární výpočet  
Kombinace: ZS1  
Souřadný systém: Globální  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: Vše



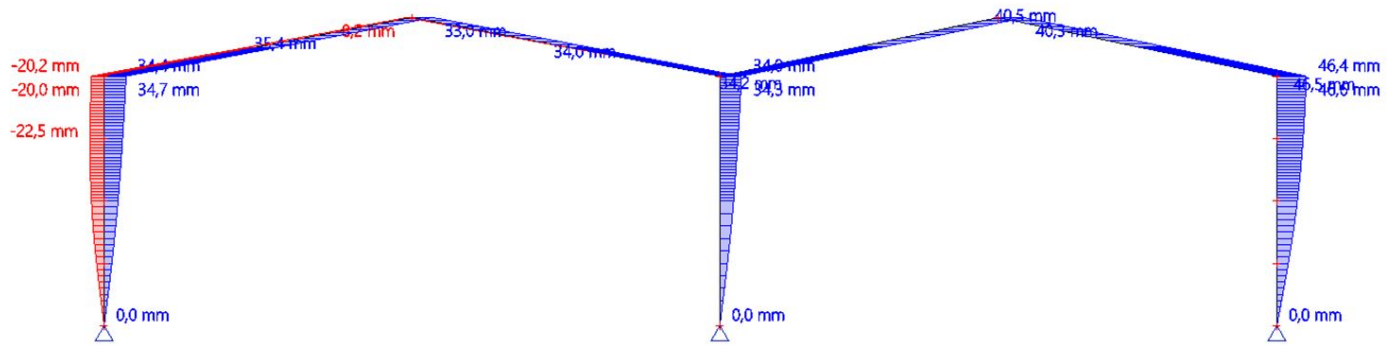
## 3. 1D deformace; $u_x$

Hodnoty:  $u_x$   
Lineární výpočet  
Kombinace: ZS2  
Souřadný systém: Globální  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: Vše



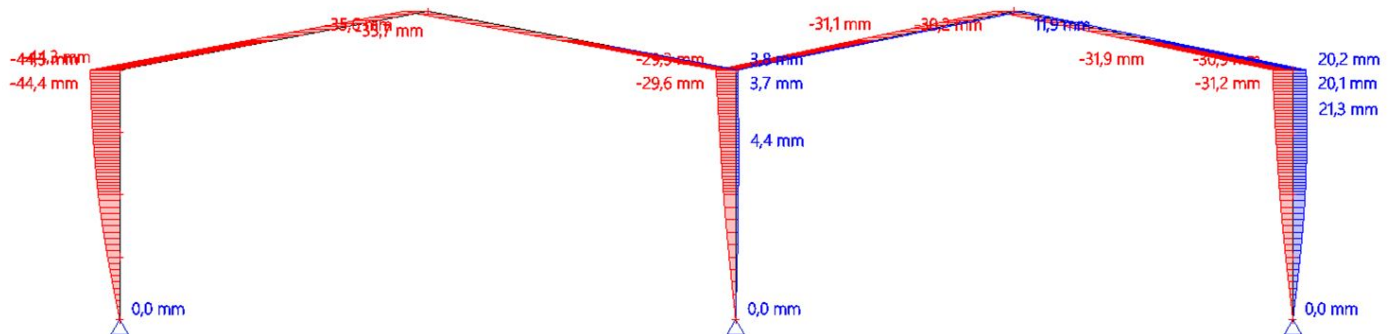
#### 4. 1D deformace; $u_x$

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



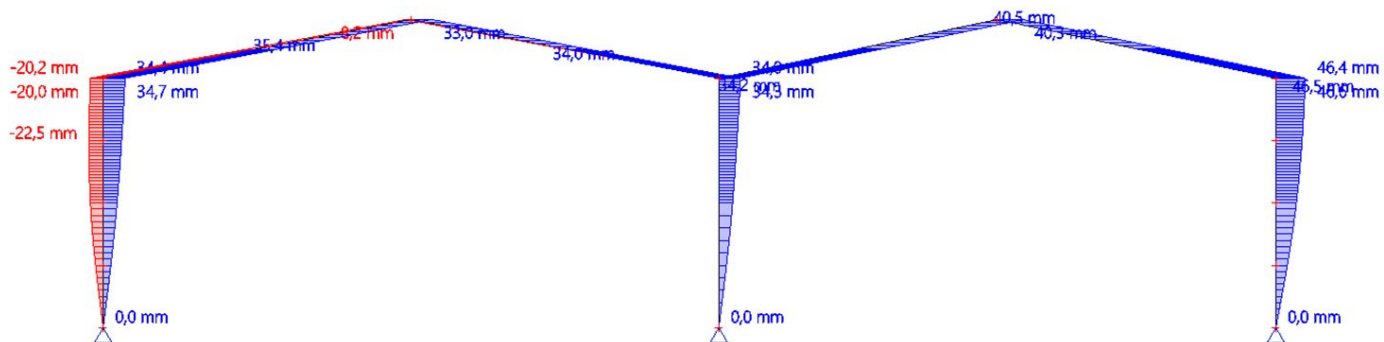
#### 5. 1D deformace; $u_x$

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



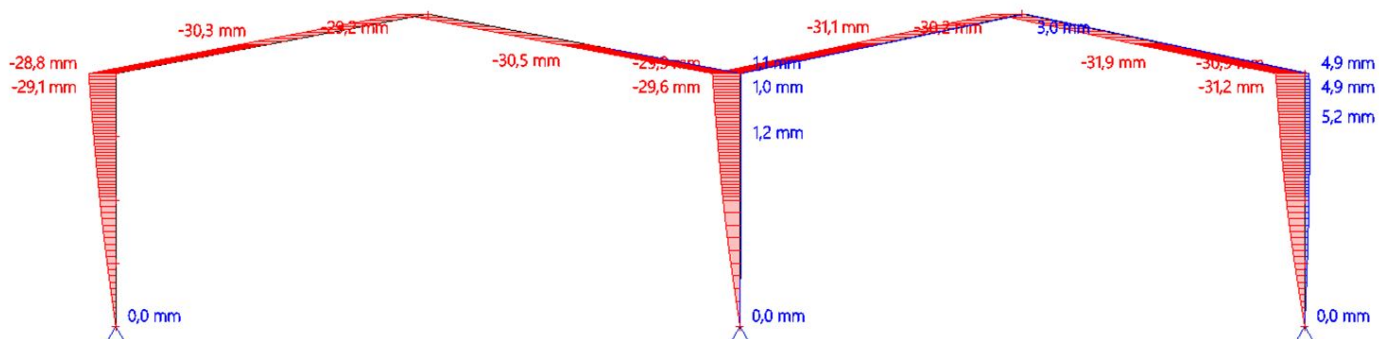
## 6. 1D deformace; $u_x$

Hodnoty:  $u_x$   
Lineární výpočet  
Kombinace: Z55  
Souřadný systém: Globální  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: Vše



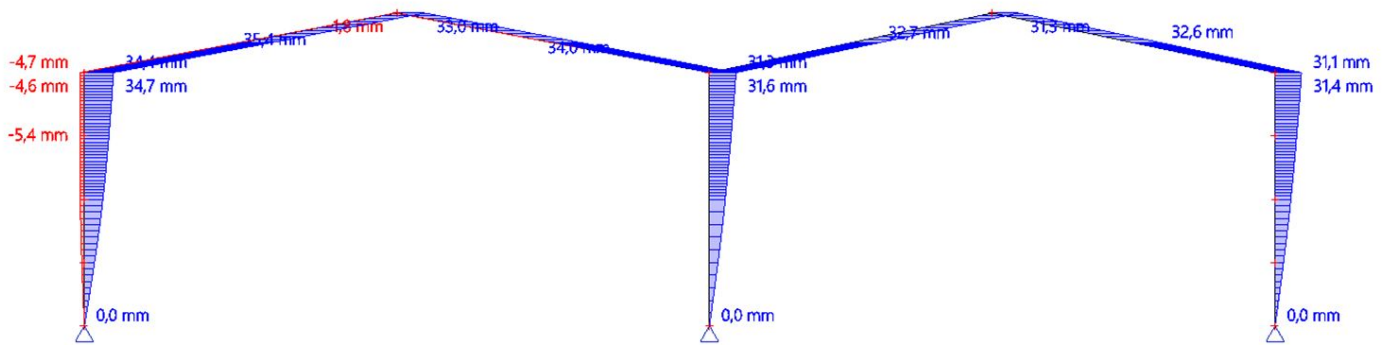
## 7. 1D deformace; $u_x$

Hodnoty:  $u_x$   
Lineární výpočet  
Kombinace: Z56  
Souřadný systém: Globální  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: Vše



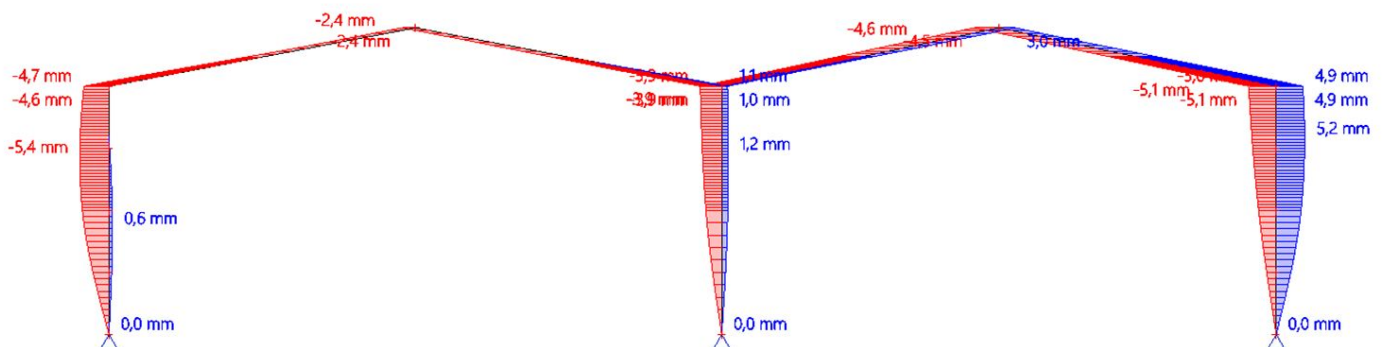
## 8. 1D deformace; $u_x$

Hodnoty:  $u_x$   
Lineární výpočet  
Kombinace: ZS7  
Souřadný systém: Globální  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: Vše



## 9. 1D deformace; $u_x$

Hodnoty:  $u_x$   
Lineární výpočet  
Kombinace: ZS8  
Souřadný systém: Globální  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: Vše



Studentská verze



## 10. 1D napětí; $\sigma_x$

Hodnoty:  $\sigma_x$

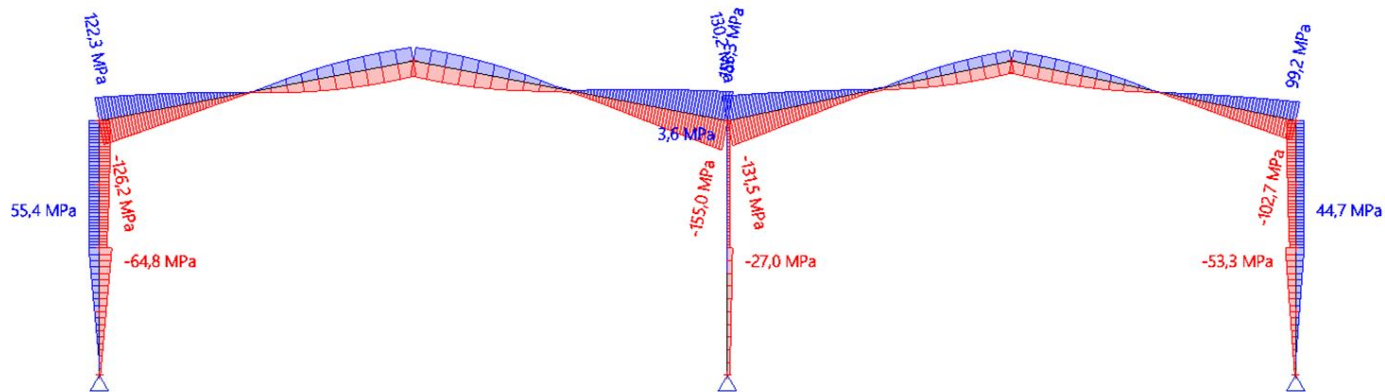
Lineární výpočet

Kombinace: ZS1

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Dílec

Výběr: Vše



## 11. 1D napětí; $\sigma_x$

Hodnoty:  $\sigma_x$

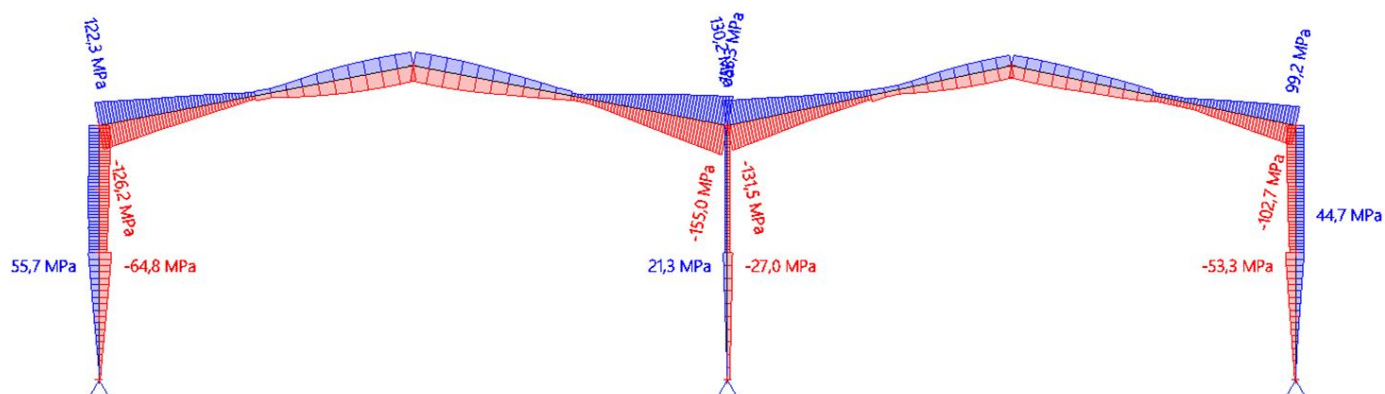
Lineární výpočet

Kombinace: ZS2

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Dílec

Výběr: Vše



## 12. 1D napětí; $\sigma_x$

Hodnoty:  $\sigma_x$

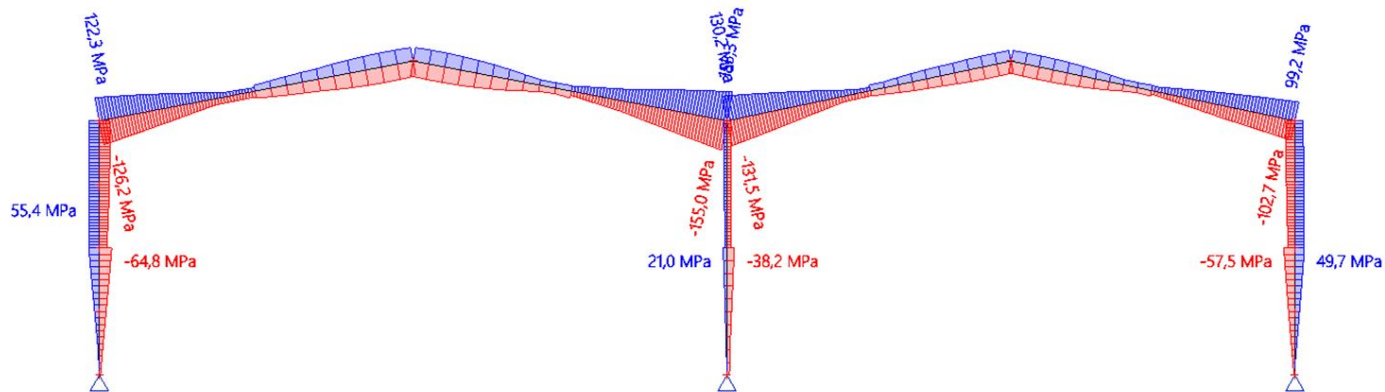
Lineární výpočet

Kombinace: ZS3

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Dílec

Výběr: Vše



## 13. 1D napětí; $\sigma_x$

Hodnoty:  $\sigma_x$

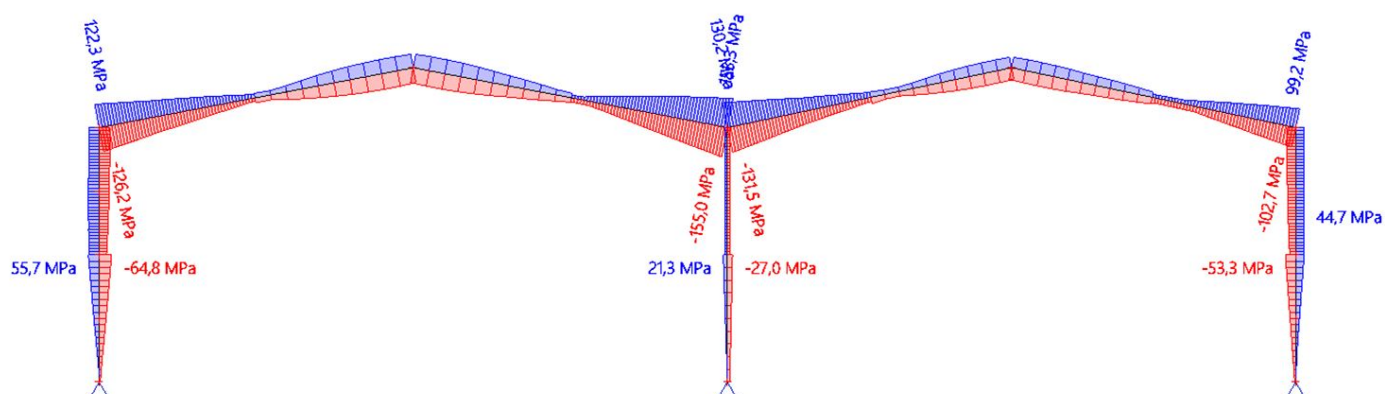
Lineární výpočet

Kombinace: ZS4

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Dílec

Výběr: Vše



Studentská verze

## 14. 1D napětí; $\sigma_x$

Hodnoty:  $\sigma_x$

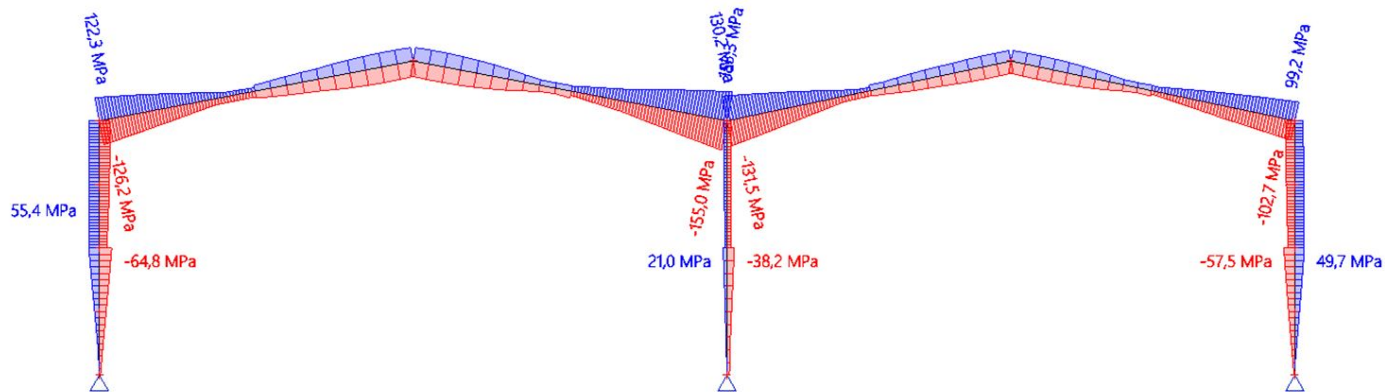
Lineární výpočet

Kombinace: Z55

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Dílec

Výběr: Vše



## 15. 1D napětí; $\sigma_x$

Hodnoty:  $\sigma_x$

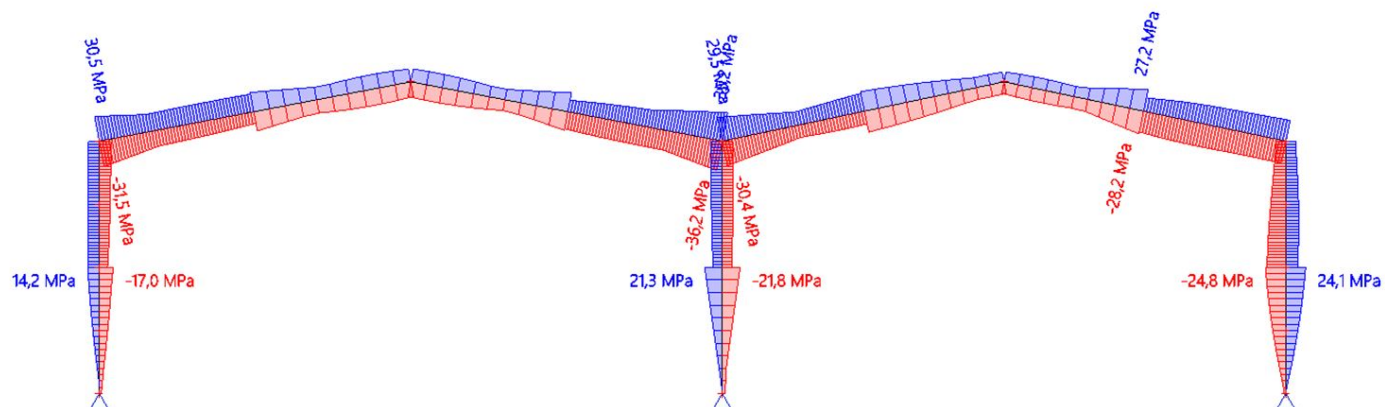
Lineární výpočet

Kombinace: Z56

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Dílec

Výběr: Vše



## 16. 1D napětí; $\sigma_x$

Hodnoty:  $\sigma_x$

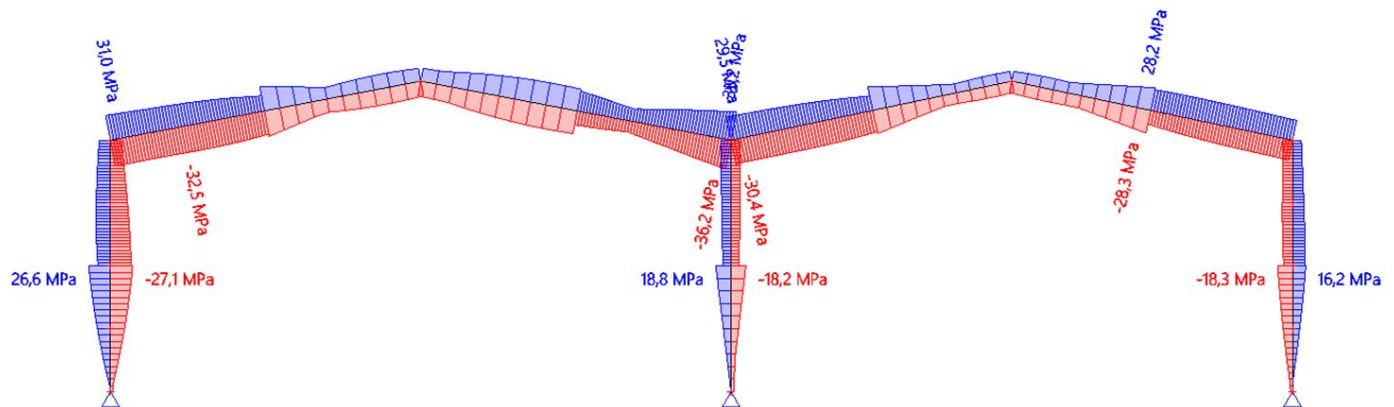
Lineární výpočet

Kombinace: Z57

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Dílec

Výběr: Vše



## 17. 1D napětí; $\sigma_x$

Hodnoty:  $\sigma_x$

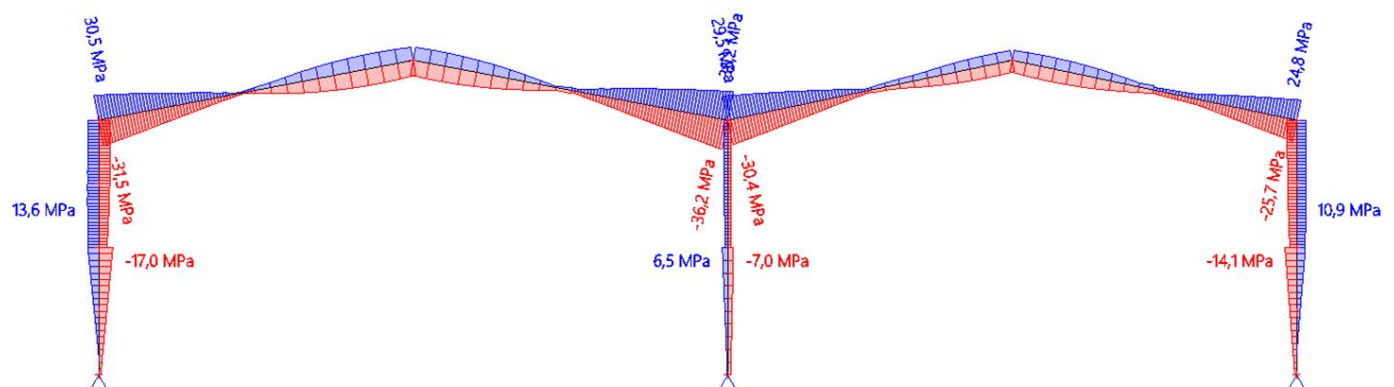
Lineární výpočet

Kombinace: Z58

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Dílec

Výběr: Vše



## 18. 1D vnitřní síly; N

Hodnoty: N

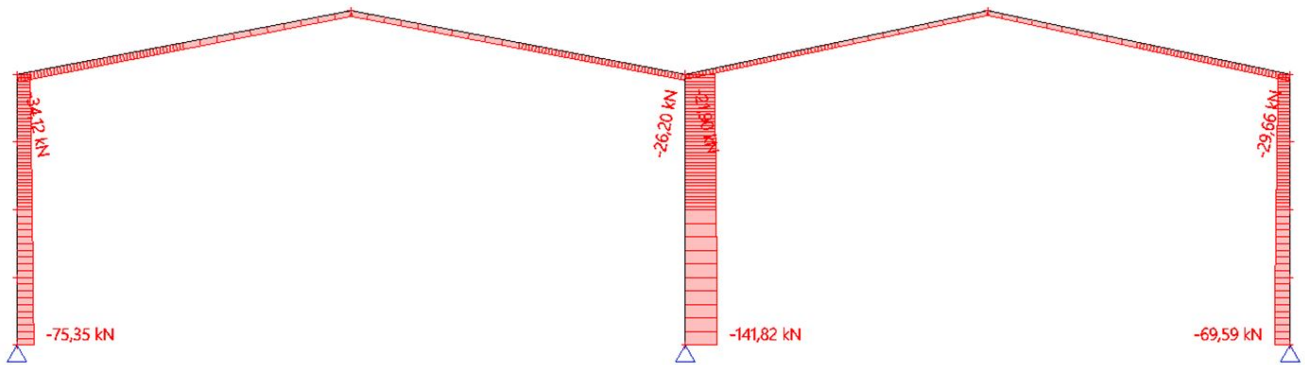
Lineární výpočet

Kombinace: ZS1

Souřadný systém: Dílec

Extrém 1D: Dílec

Výběr: Vše



## 19. 1D vnitřní síly; V<sub>z</sub>

Hodnoty: V<sub>z</sub>

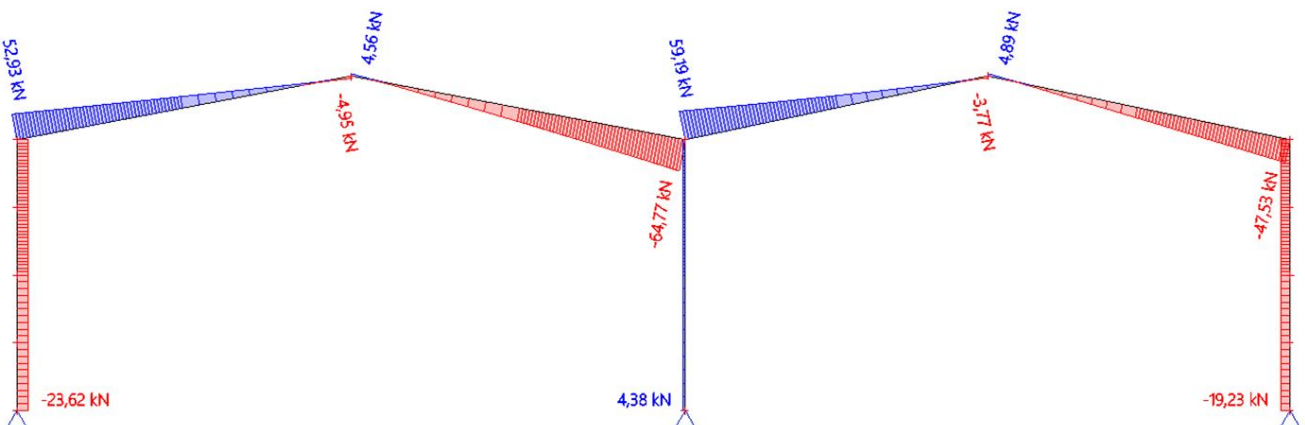
Lineární výpočet

Kombinace: ZS1

Souřadný systém: Dílec

Extrém 1D: Dílec

Výběr: Vše



## 20. 1D vnitřní síly; M<sub>y</sub>

Hodnoty: M<sub>y</sub>

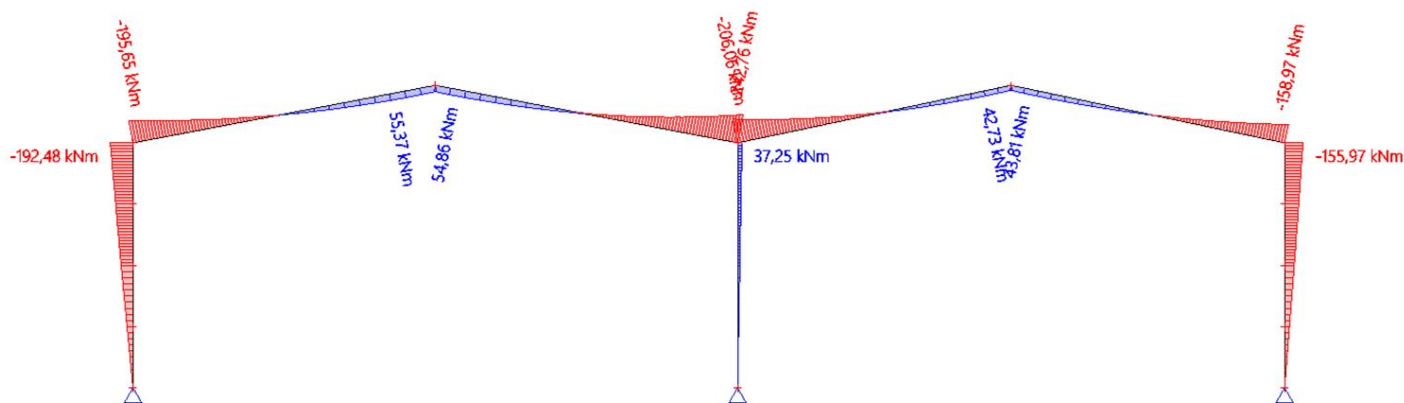
Lineární výpočet

Kombinace: ZS1

Souřadný systém: Dílec

Extrém 1D: Dílec

Výběr: Vše



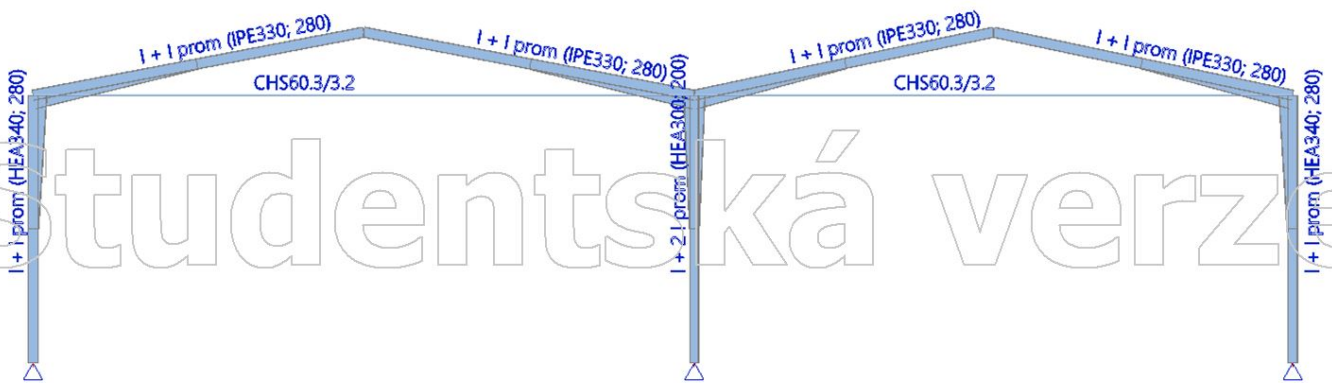
Studentská verze

Studentská verze

## NÁVRH 2

## 1. Výpočtový model

# Studentská verze



# Studentská verze

# Studentská verze



## 2. 1D deformace; $u_x$

Hodnoty:  $u_x$

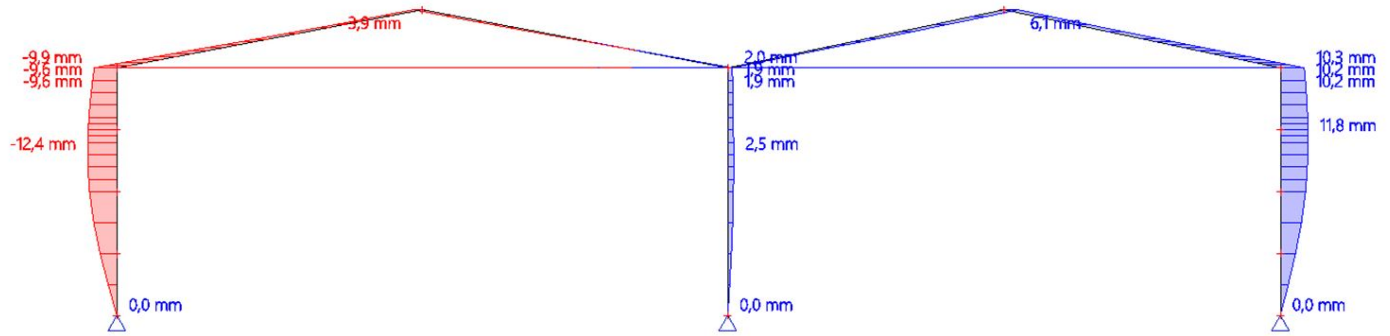
Lineární výpočet

Kombinace: ZS1

Souřadný systém: Globální

Extrém 1D: Lokální

Výběr: Vše



## 3. 1D deformace; $u_x$

Hodnoty:  $u_x$

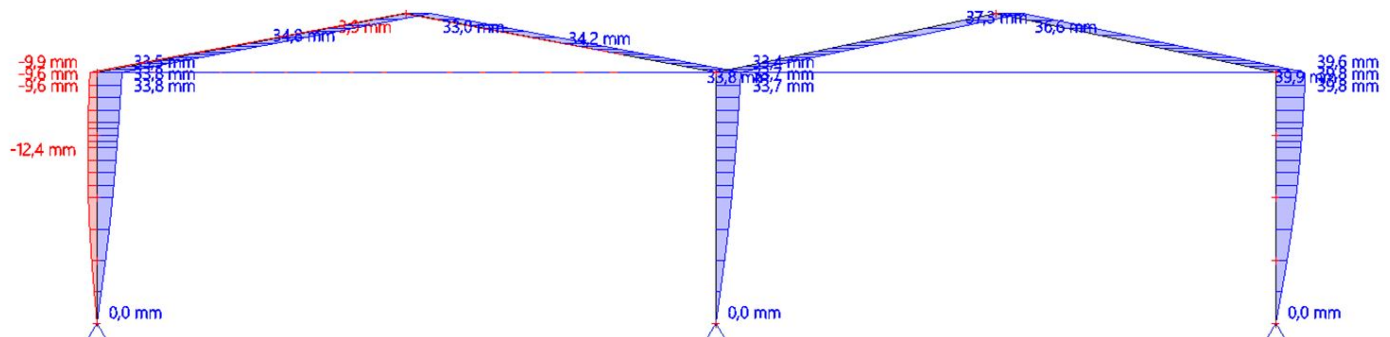
Lineární výpočet

Kombinace: ZS2

Souřadný systém: Globální

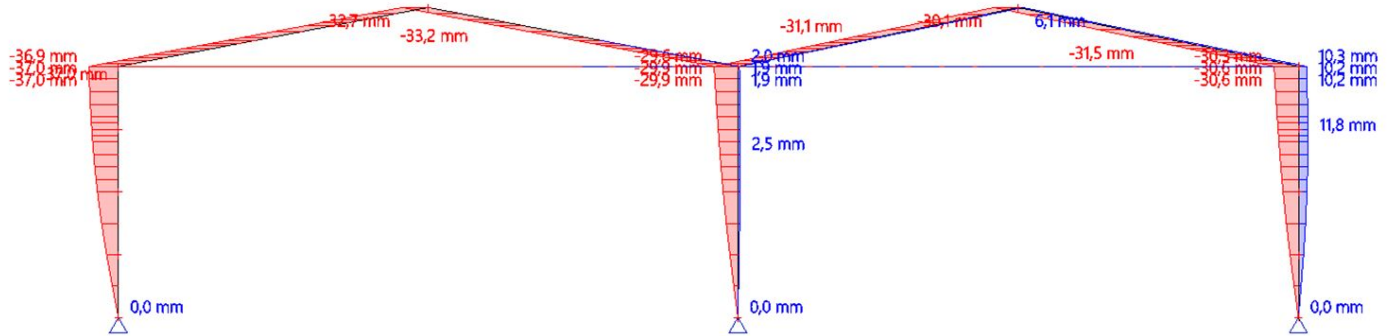
Extrém 1D: Lokální

Výběr: Vše



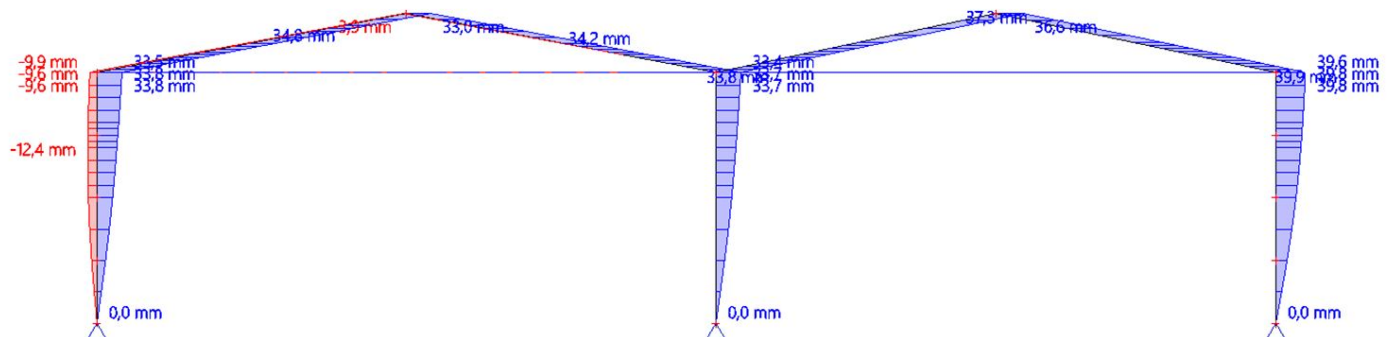
#### 4. 1D deformace; $u_x$

Hodnoty:  $u_x$   
Lineární výpočet  
Kombinace: ZS3  
Souřadný systém: Globální  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: Vše



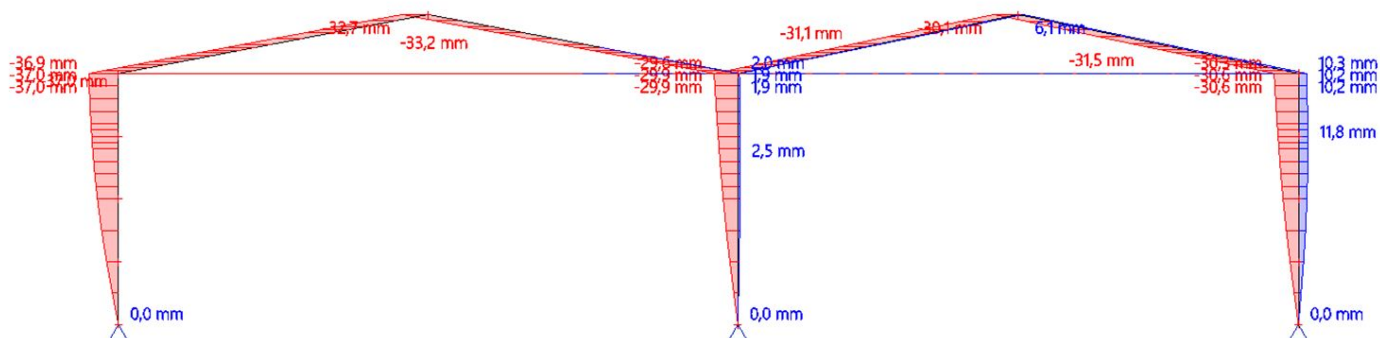
#### 5. 1D deformace; $u_x$

Hodnoty:  $u_x$   
Lineární výpočet  
Kombinace: ZS4  
Souřadný systém: Globální  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: Vše



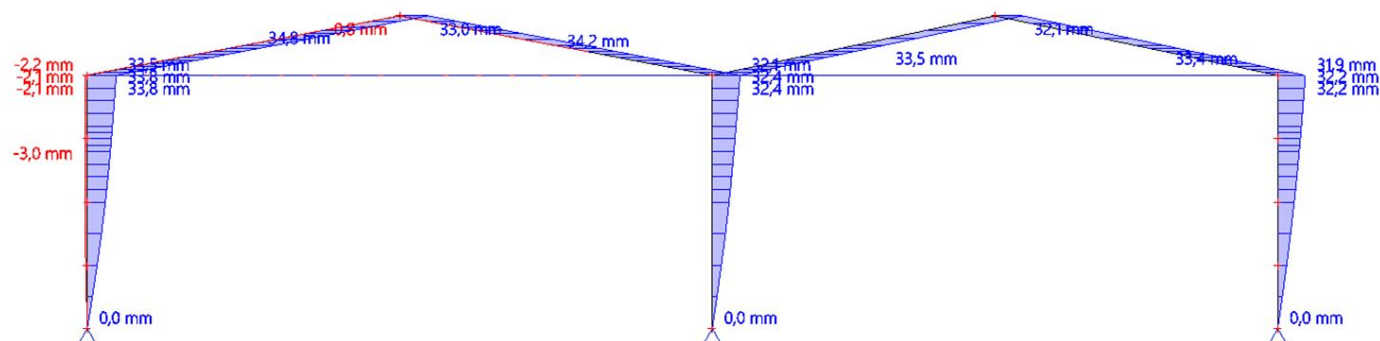
## 6. 1D deformace; $u_x$

Hodnoty:  $u_x$   
Lineární výpočet  
Kombinace: Z55  
Souřadný systém: Globální  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: Vše



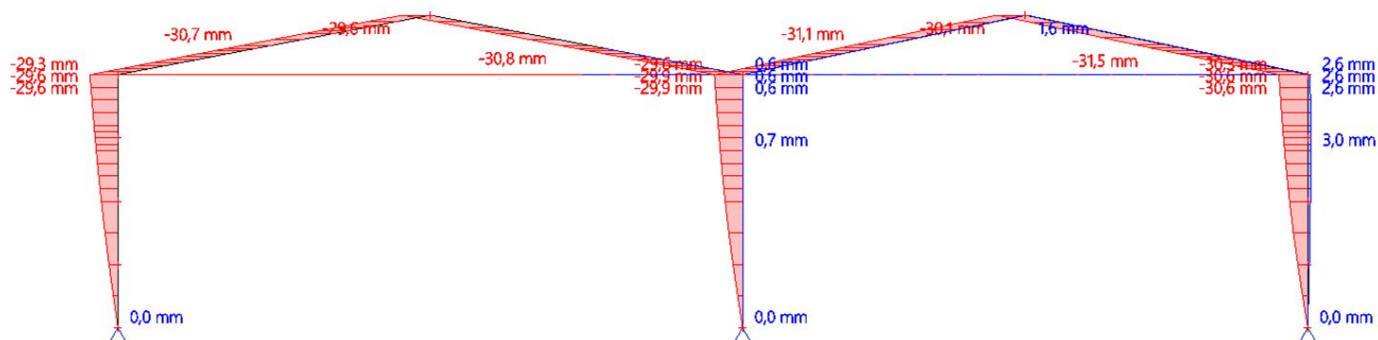
## 7. 1D deformace; $u_x$

Hodnoty:  $u_x$   
Lineární výpočet  
Kombinace: Z56  
Souřadný systém: Globální  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: Vše



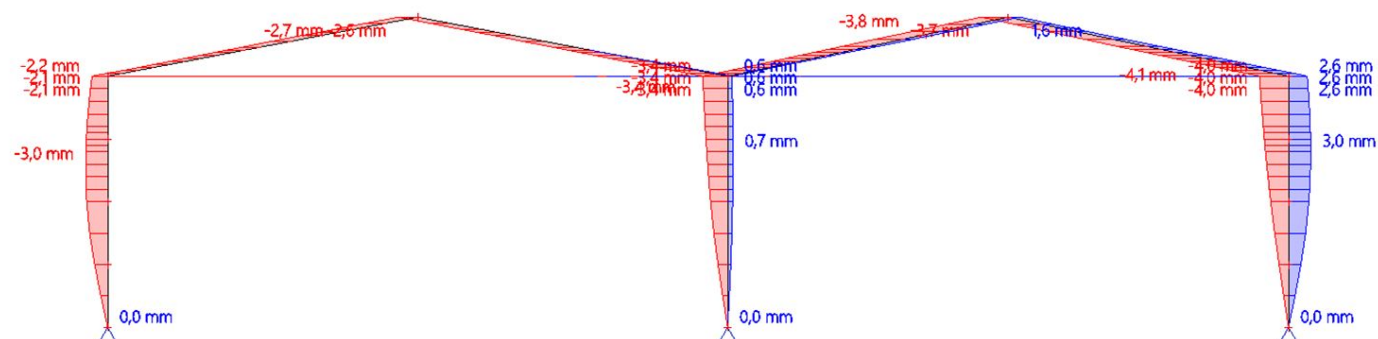
## 8. 1D deformace; $u_x$

Hodnoty:  $u_x$   
Lineární výpočet  
Kombinace: ZS7  
Souřadný systém: Globální  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: Vše



## 9. 1D deformace; $u_x$

Hodnoty:  $u_x$   
Lineární výpočet  
Kombinace: ZS8  
Souřadný systém: Globální  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: Vše



## 10. 1D napětí; $\sigma_x$

Hodnoty:  $\sigma_x$

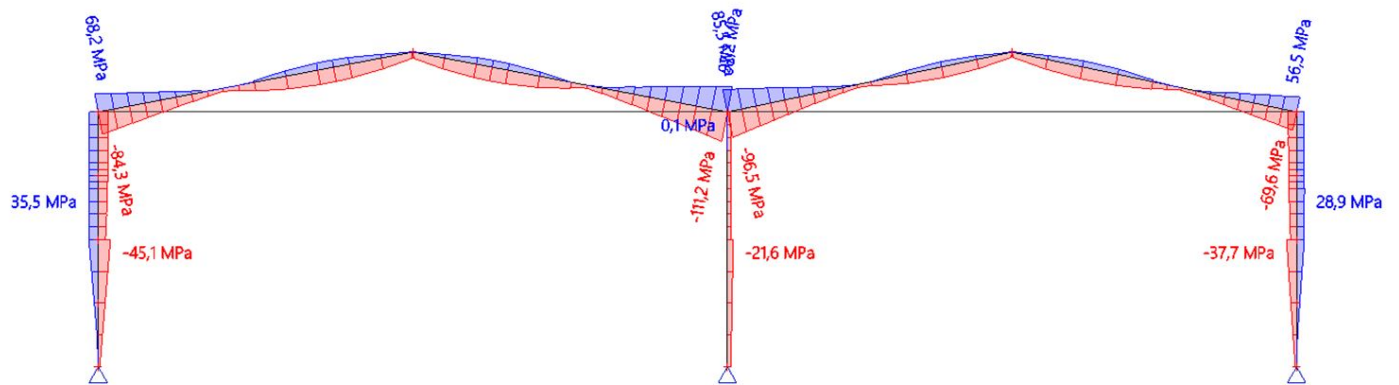
Lineární výpočet

Kombinace: ZS1

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Dílec

Výběr: B1..B7



## 11. 1D napětí; $\sigma_x$

Hodnoty:  $\sigma_x$

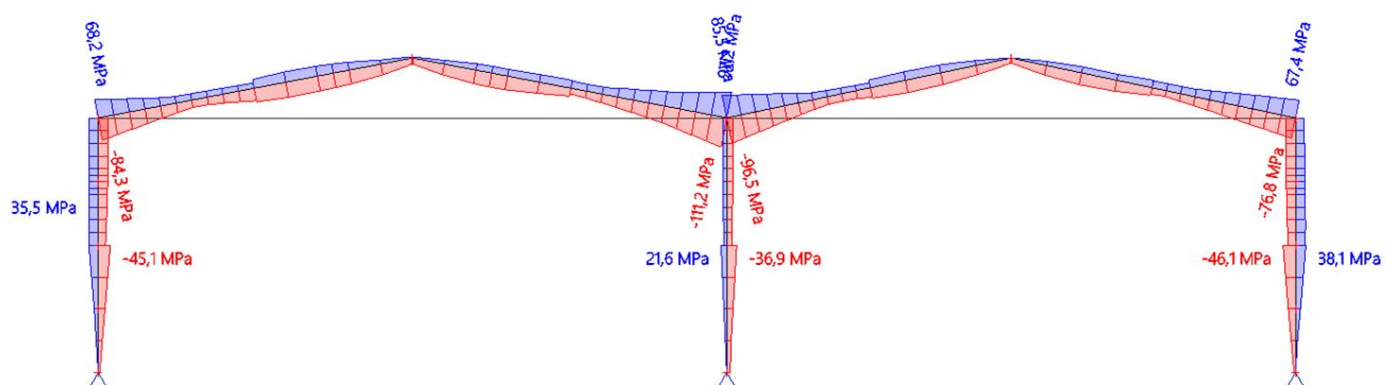
Lineární výpočet

Kombinace: ZS2

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Dílec

Výběr: B1..B7



## 12. 1D napětí; $\sigma_x$

Hodnoty:  $\sigma_x$

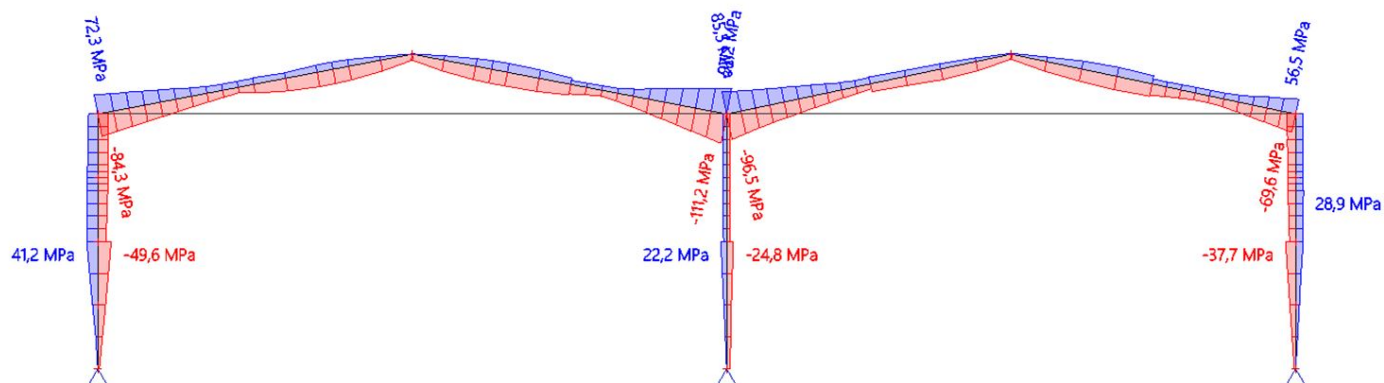
Lineární výpočet

Kombinace: Z53

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Dílec

Výběr: B1..B7



## 13. 1D napětí; $\sigma_x$

Hodnoty:  $\sigma_x$

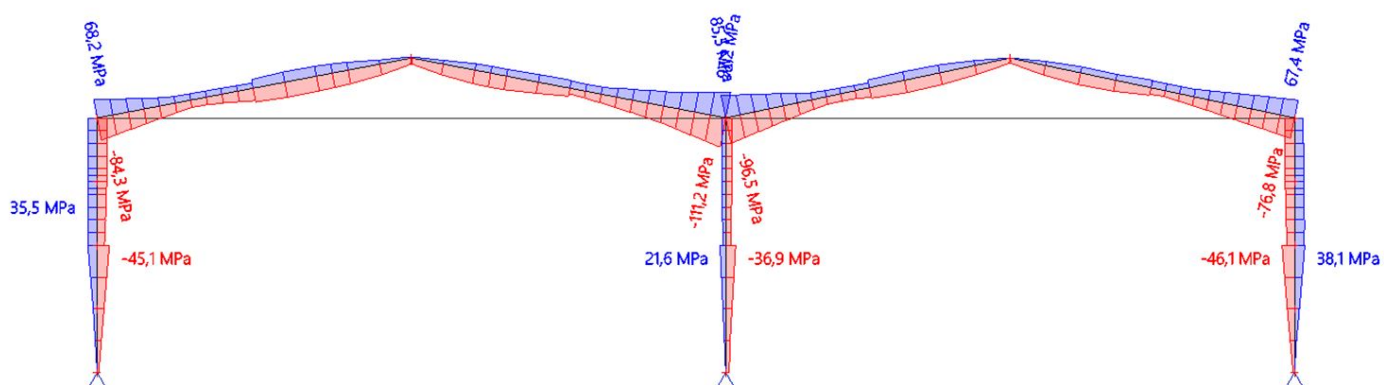
Lineární výpočet

Kombinace: ZS4

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Dílec

Výběr: B1..B7



## 14. 1D napětí; $\sigma_x$

Hodnoty:  $\sigma_x$

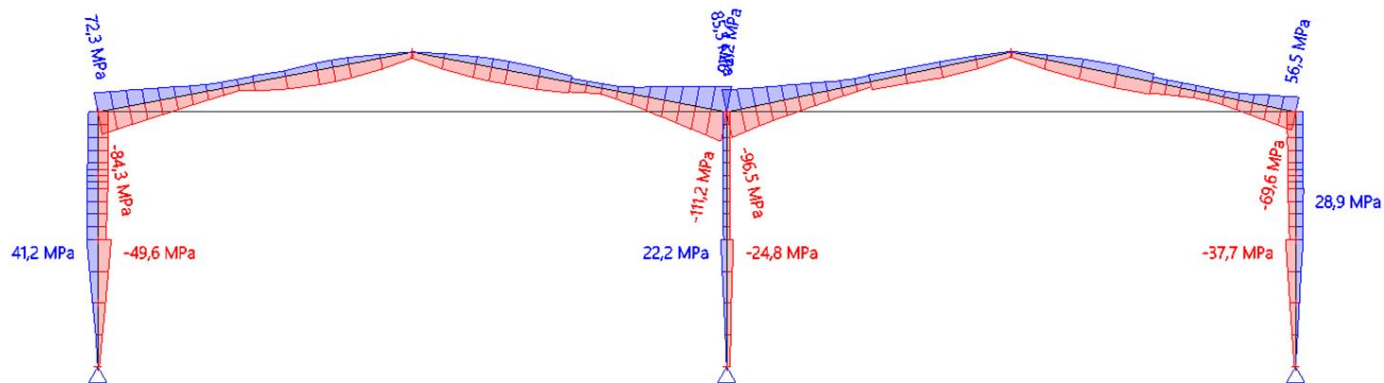
Lineární výpočet

Kombinace: Z55

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Dílec

Výběr: B1..B7



## 15. 1D napětí; $\sigma_x$

Hodnoty:  $\sigma_x$

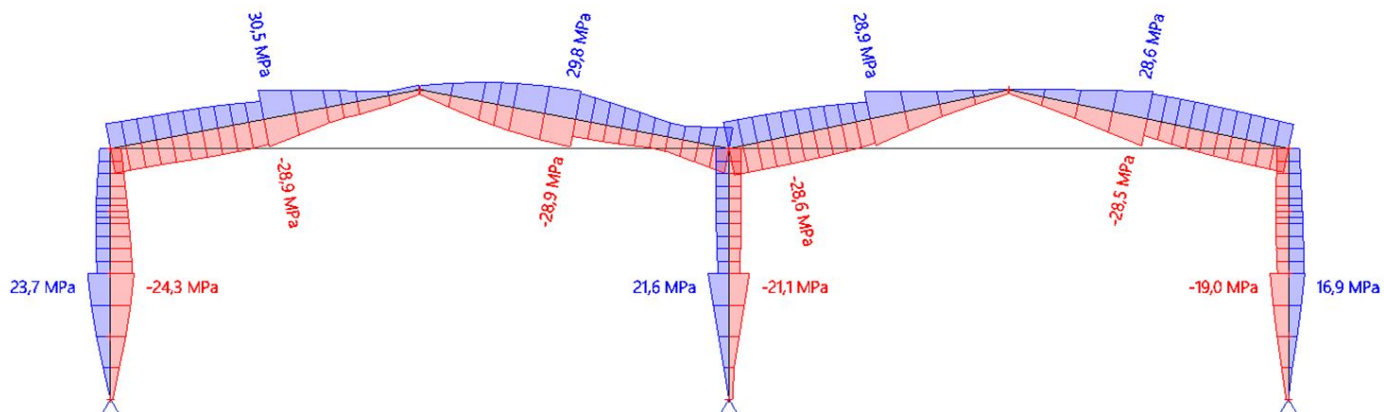
Lineární výpočet

Kombinace: Z56

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Dílec

Výběr: B1..B7



## 16. 1D napětí; $\sigma_x$

Hodnoty:  $\sigma_x$

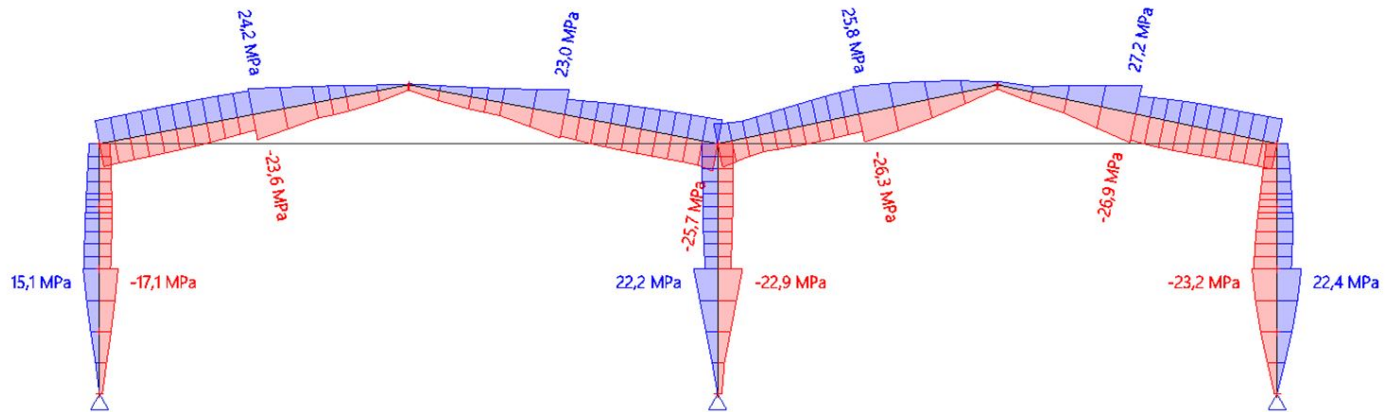
Lineární výpočet

Kombinace: ZS7

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Dílec

Výběr: B1..B7



## 17. 1D napětí; $\sigma_x$

Hodnoty:  $\sigma_x$

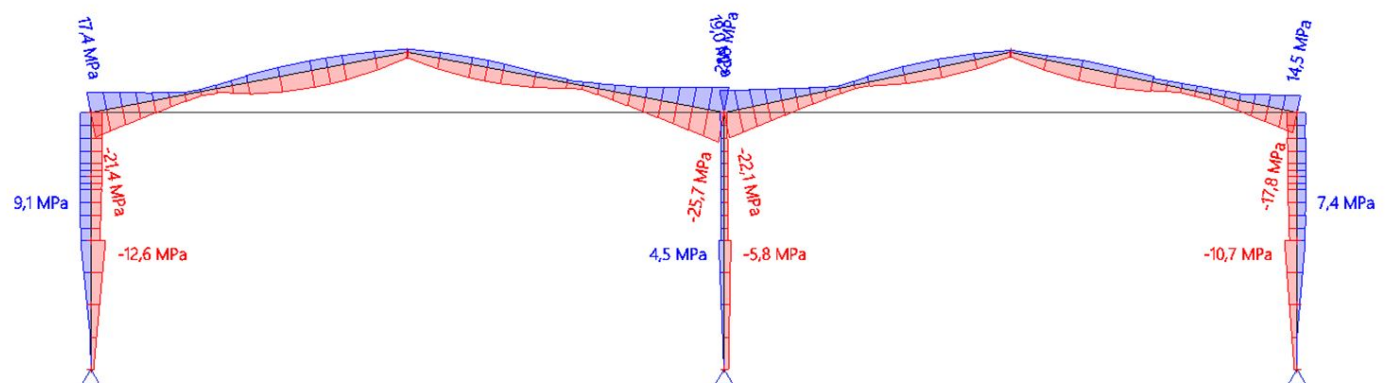
Lineární výpočet

Kombinace: ZS8

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Dílec

Výběr: B1..B7





## 18. 1D vnitřní síly; N

Hodnoty: N

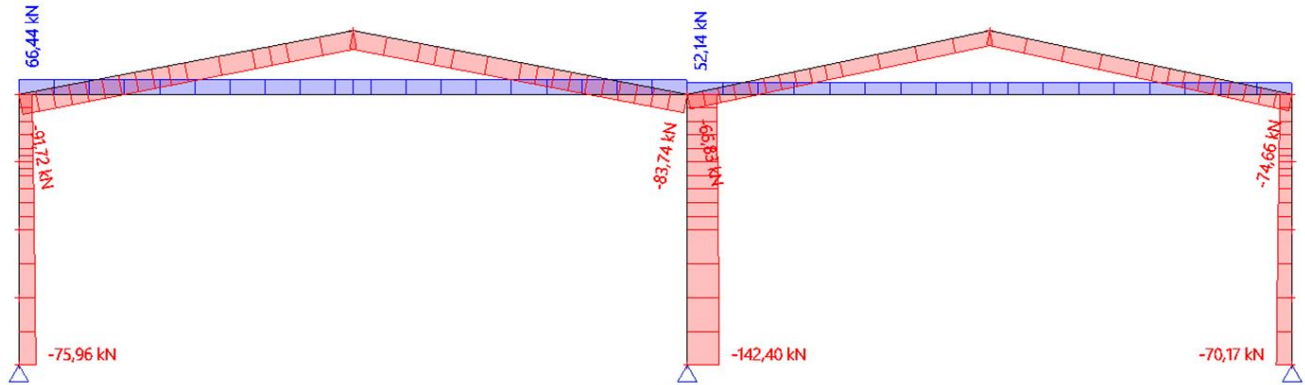
Lineární výpočet

Kombinace: ZS1

Souřadný systém: Dílec

Extrém 1D: Dílec

Výběr: Vše



## 19. 1D vnitřní síly; V<sub>z</sub>

Hodnoty: V<sub>z</sub>

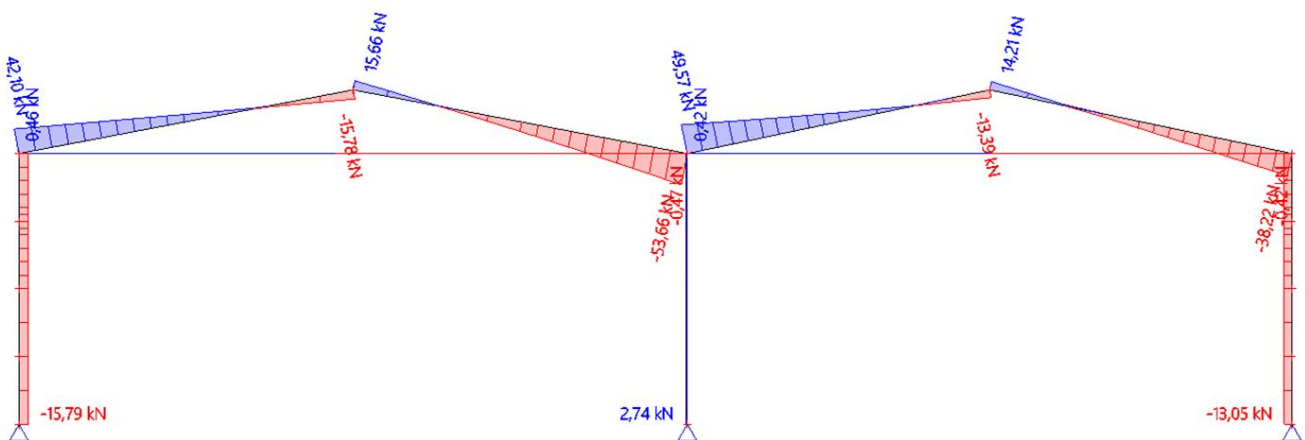
Lineární výpočet

Kombinace: ZS1

Souřadný systém: Dílec

Extrém 1D: Dílec

Výběr: Vše



## 20. 1D vnitřní síly; M<sub>y</sub>

Hodnoty: M<sub>y</sub>

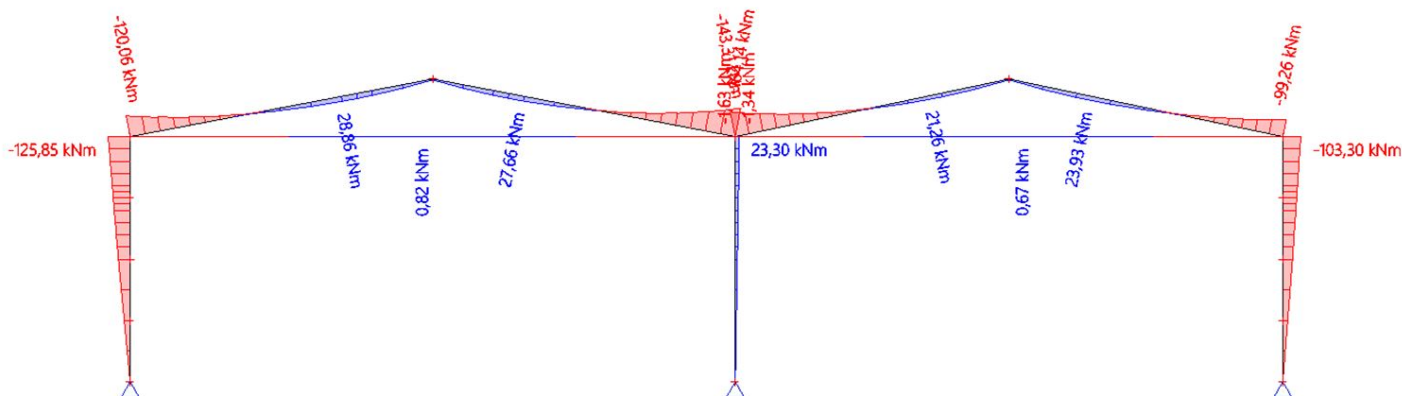
Lineární výpočet

Kombinace: ZS1

Souřadný systém: Dílec

Extrém 1D: Dílec

Výběr: Vše



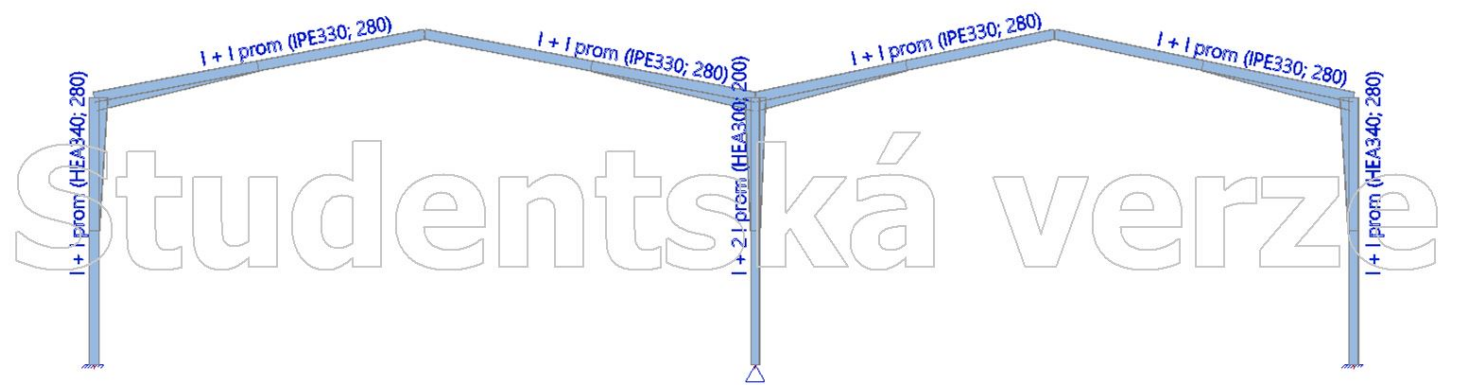
Studentská verze

Studentská verze

## NÁVRH 3

## 1. Výpočtový model

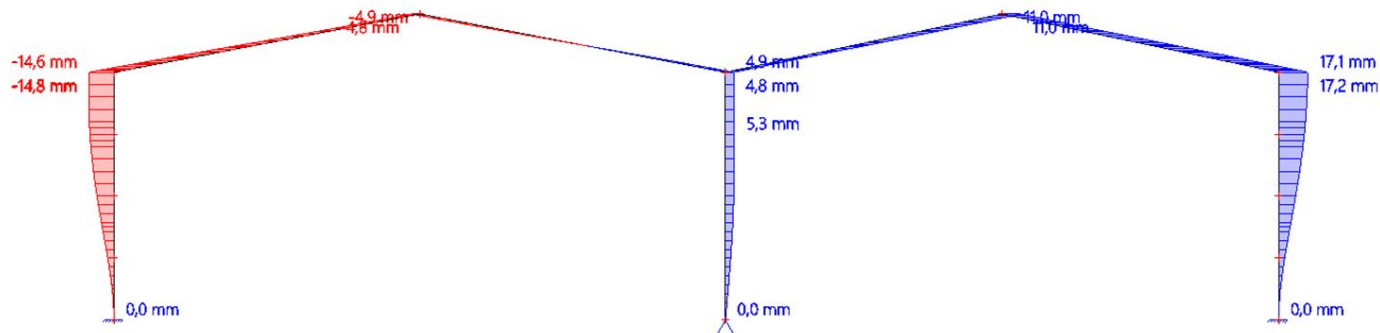
# Studentská verze



# Studentská verze

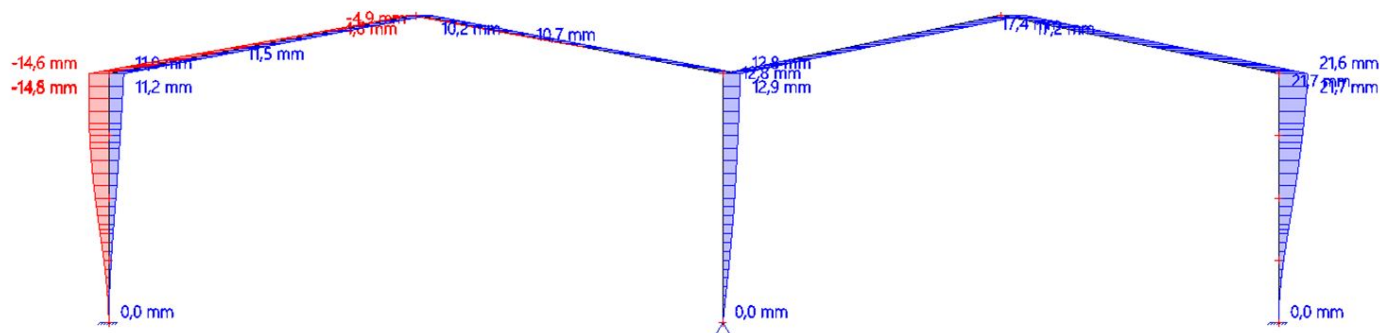
## 2. 1D deformace; $u_x$

Hodnoty:  $u_x$   
Lineární výpočet  
Kombinace: ZS1  
Souřadný systém: Globální  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: Vše



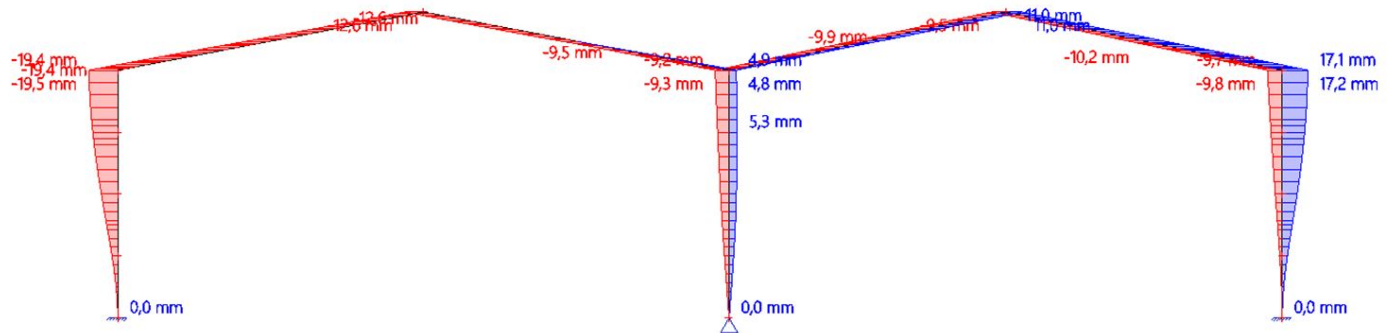
## 3. 1D deformace; $u_x$

Hodnoty:  $u_x$   
Lineární výpočet  
Kombinace: ZS2  
Souřadný systém: Globální  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: Vše



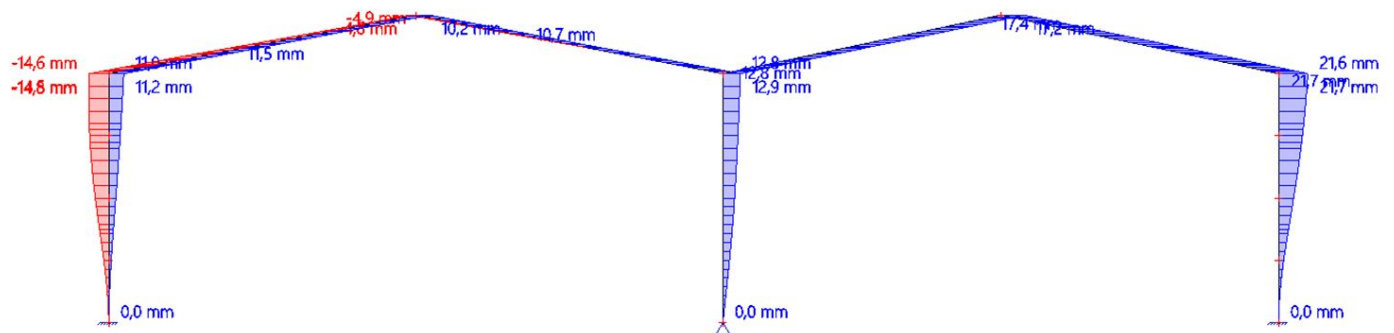
#### 4. 1D deformace; $u_x$

Hodnoty:  $u_x$   
Lineární výpočet  
Kombinace: ZS3  
Souřadný systém: Globální  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: Vše



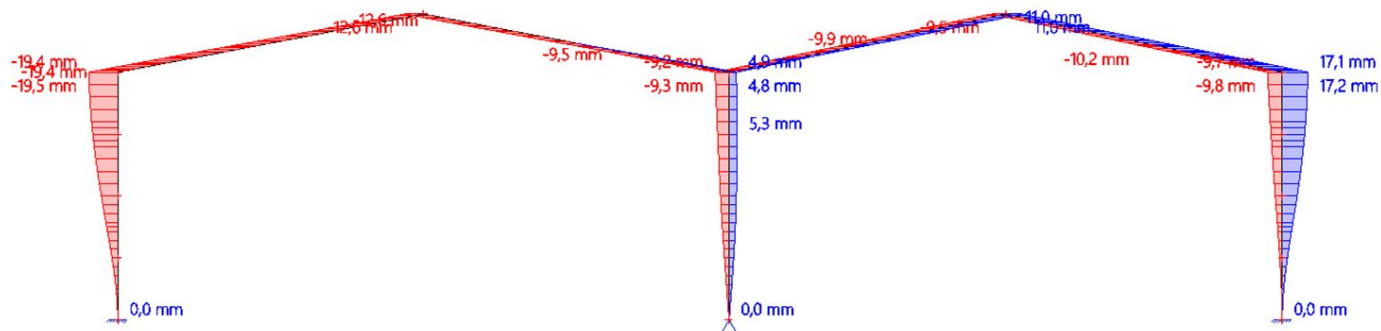
#### 5. 1D deformace; $u_x$

Hodnoty:  $u_x$   
Lineární výpočet  
Kombinace: ZS4  
Souřadný systém: Globální  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: Vše



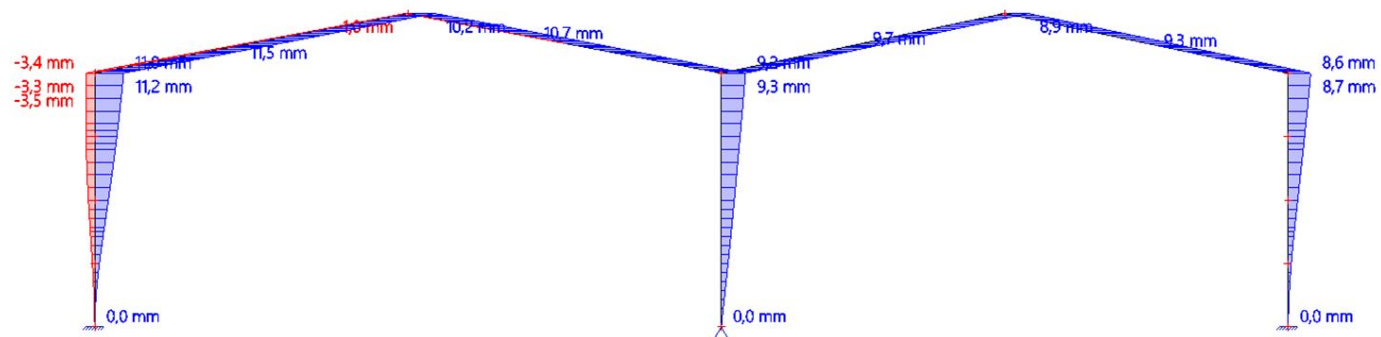
## 6. 1D deformace; $u_x$

Hodnoty:  $u_x$   
Lineární výpočet  
Kombinace: Z55  
Souřadný systém: Globální  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: Vše



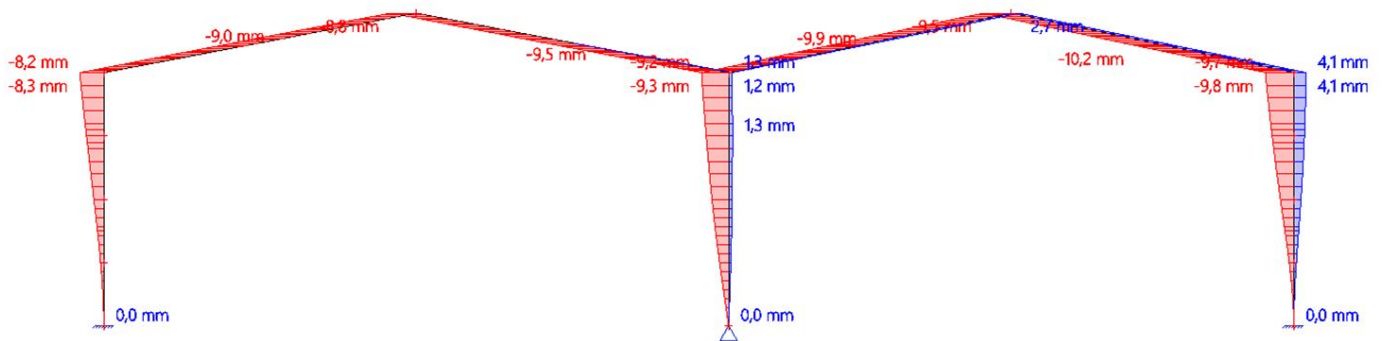
## 7. 1D deformace; $u_x$

Hodnoty:  $u_x$   
Lineární výpočet  
Kombinace: Z56  
Souřadný systém: Globální  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: Vše



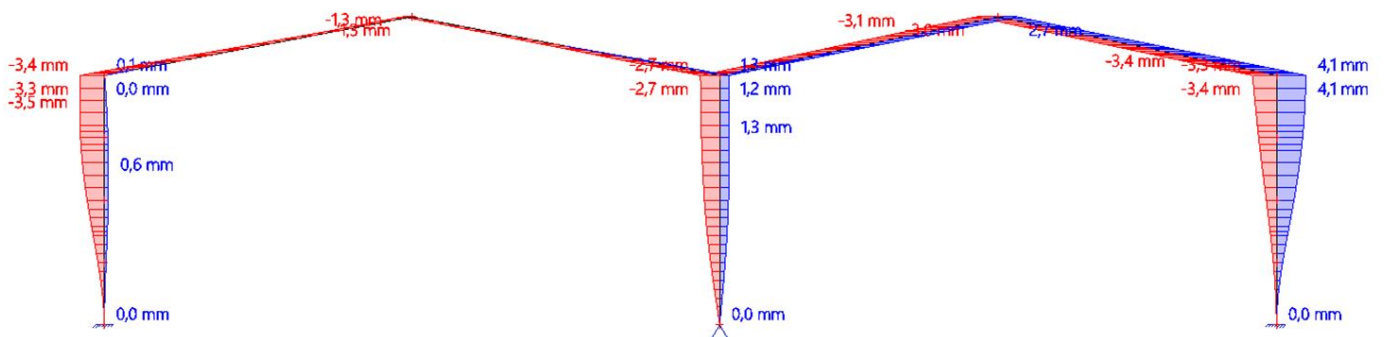
## 8. 1D deformace; $u_x$

Hodnoty:  $u_x$   
Lineární výpočet  
Kombinace: ZS7  
Souřadný systém: Globální  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: Vše



## 9. 1D deformace; $u_x$

Hodnoty:  $u_x$   
Lineární výpočet  
Kombinace: ZS8  
Souřadný systém: Globální  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: Vše





## 10. 1D napětí; $\sigma_x$

Hodnoty:  $\sigma_x$

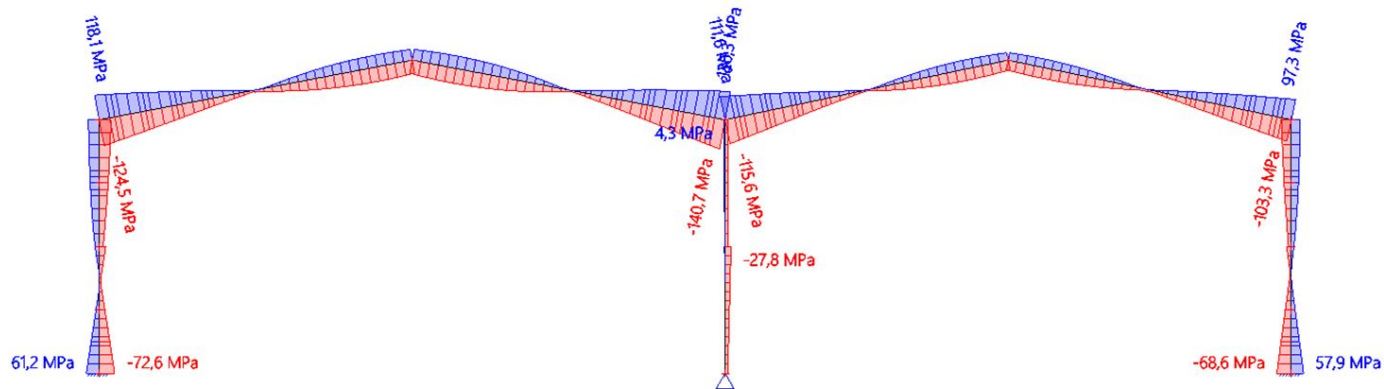
Lineární výpočet

Kombinace: ZS1

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Dílec

Výběr: Vše



## 11. 1D napětí; $\sigma_x$

Hodnoty:  $\sigma_x$

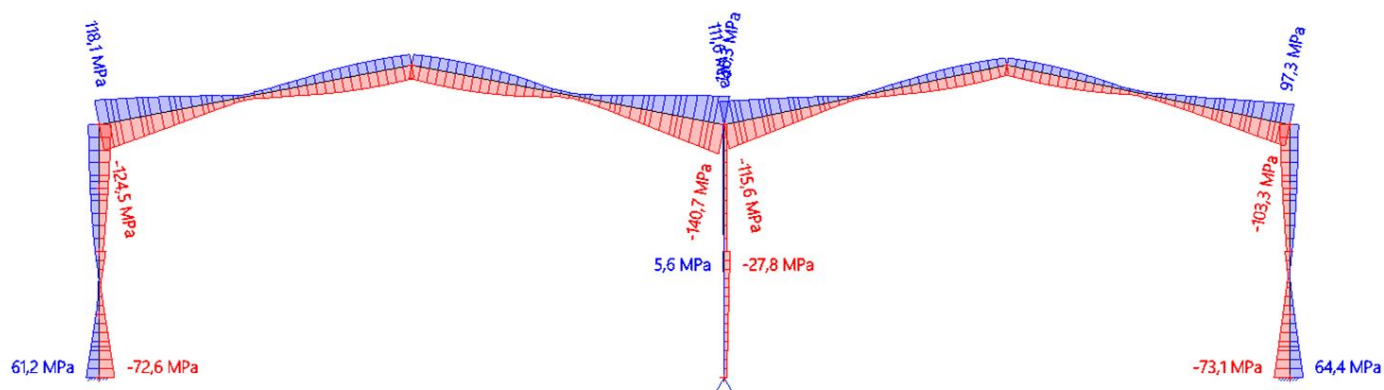
Lineární výpočet

Kombinace: ZS2

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Dílec

Výběr: Vše



## 12. 1D napětí; $\sigma_x$

Hodnoty:  $\sigma_x$

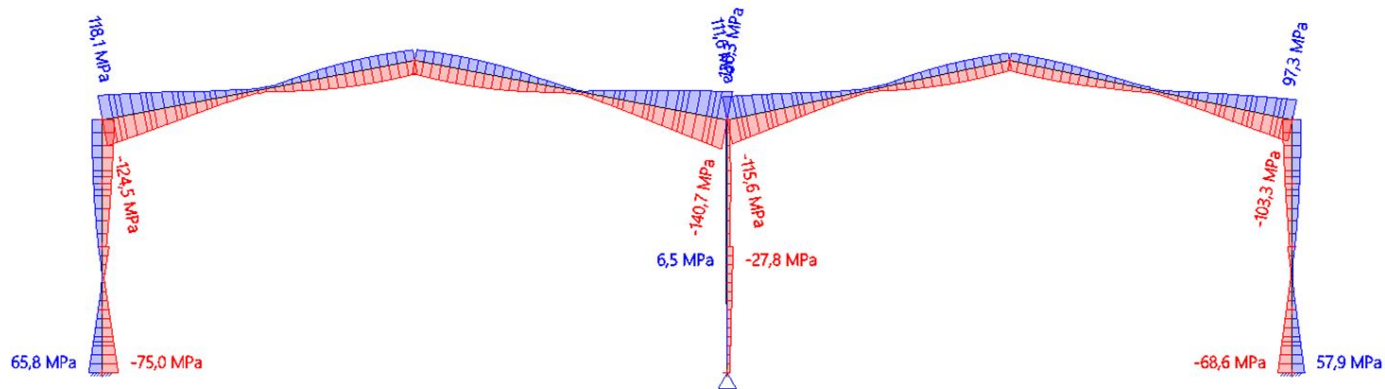
Lineární výpočet

Kombinace: ZS3

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Dílec

Výběr: Vše



## 13. 1D napětí; $\sigma_x$

Hodnoty:  $\sigma_x$

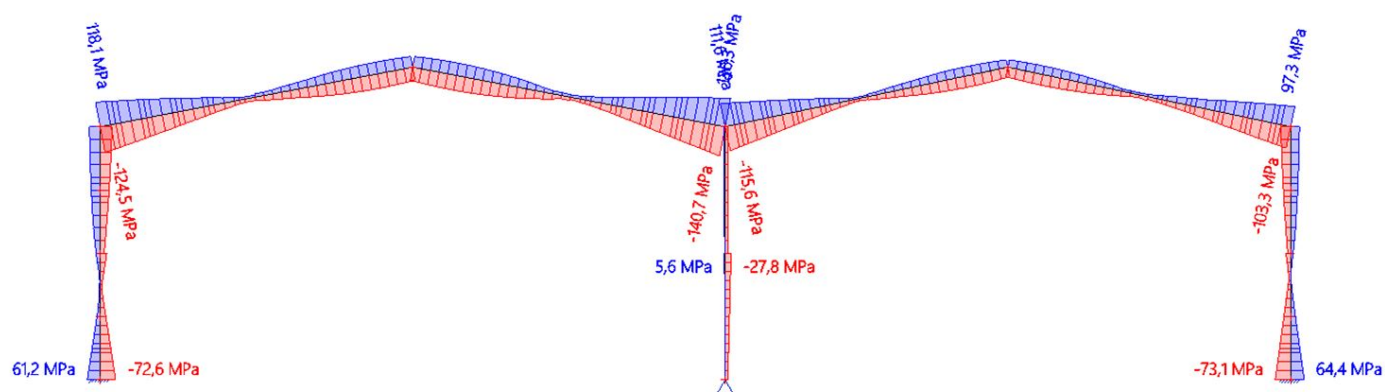
Lineární výpočet

Kombinace: ZS4

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Dílec

Výběr: Vše



## 14. 1D napětí; $\sigma_x$

Hodnoty:  $\sigma_x$

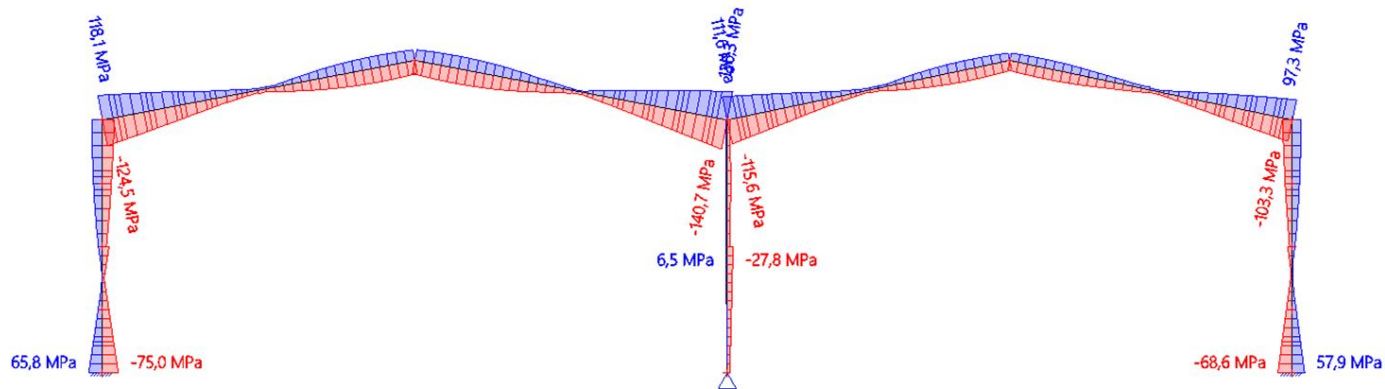
Lineární výpočet

Kombinace: Z55

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Dílec

Výběr: Vše



## 15. 1D napětí; $\sigma_x$

Hodnoty:  $\sigma_x$

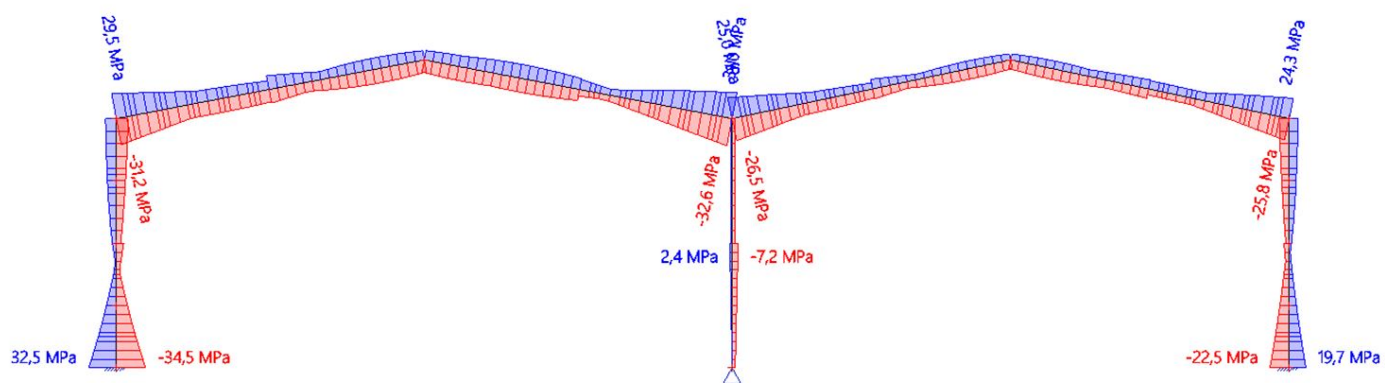
Lineární výpočet

Kombinace: Z56

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Dílec

Výběr: Vše



## 16. 1D napětí; $\sigma_x$

Hodnoty:  $\sigma_x$

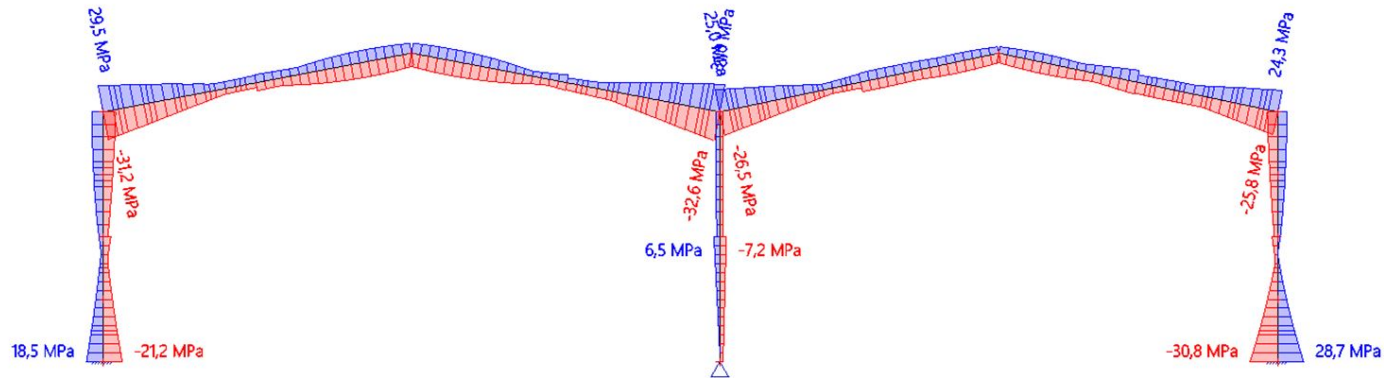
Lineární výpočet

Kombinace: ZS7

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Dílec

Výběr: Vše



## 17. 1D napětí; $\sigma_x$

Hodnoty:  $\sigma_x$

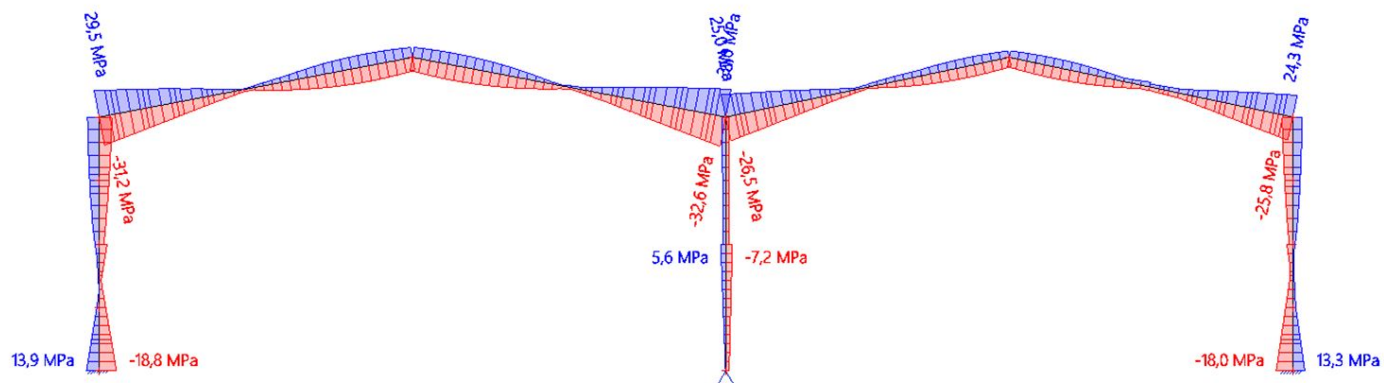
Lineární výpočet

Kombinace: ZS8

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Dílec

Výběr: Vše



## 18. 1D vnitřní síly; N

Hodnoty: N

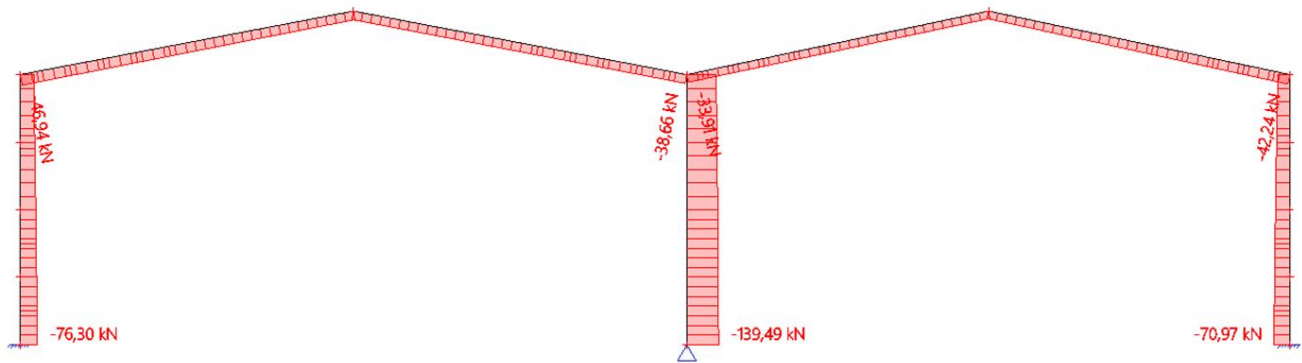
Lineární výpočet

Kombinace: ZS1

Souřadný systém: Dílec

Extrém 1D: Dílec

Výběr: Vše



## 19. 1D vnitřní síly; V<sub>z</sub>

Hodnoty: V<sub>z</sub>

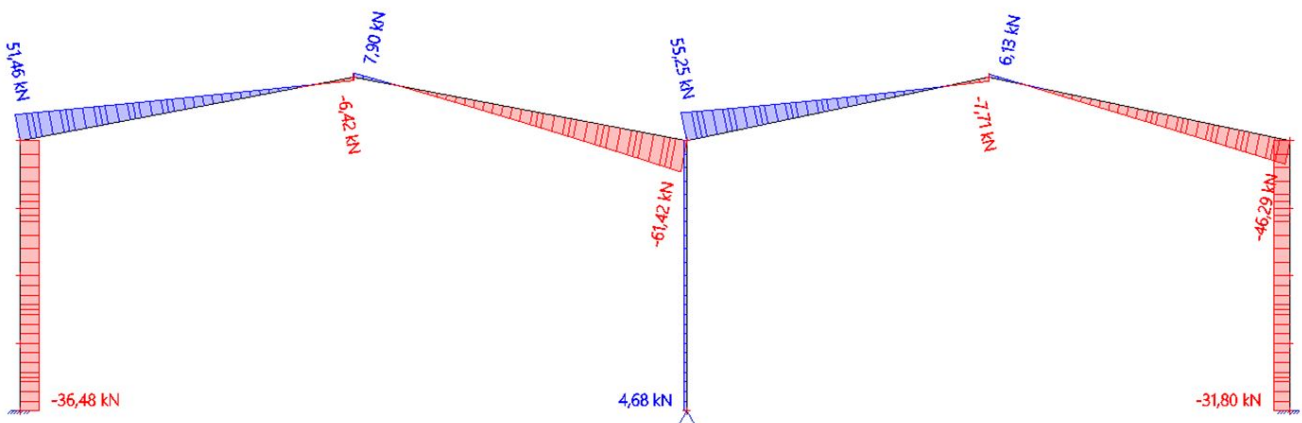
Lineární výpočet

Kombinace: ZS1

Souřadný systém: Dílec

Extrém 1D: Dílec

Výběr: Vše



## 20. 1D vnitřní síly; M<sub>y</sub>

Hodnoty: M<sub>y</sub>

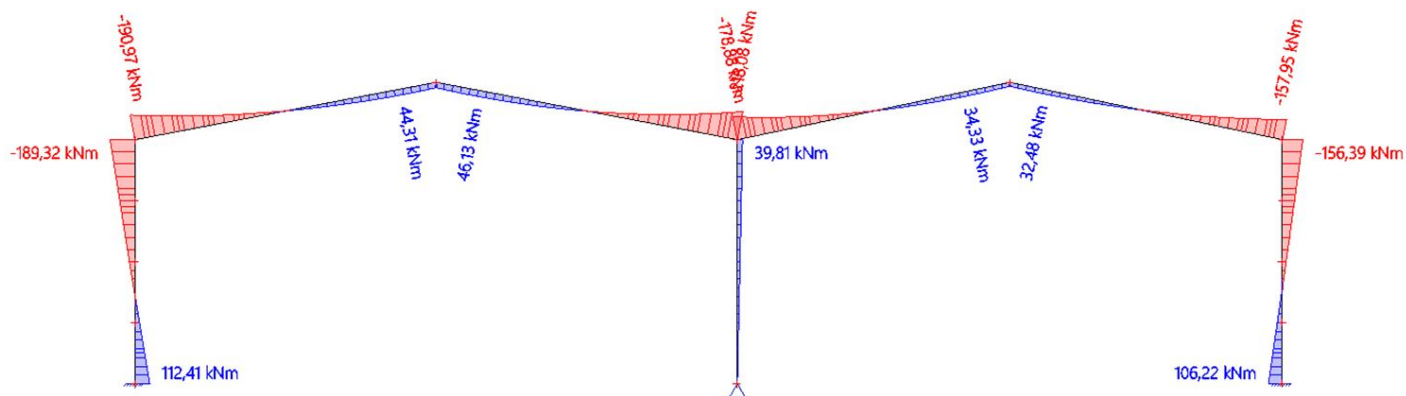
Lineární výpočet

Kombinace: ZS1

Souřadný systém: Dílec

Extrém 1D: Dílec

Výběr: Vše



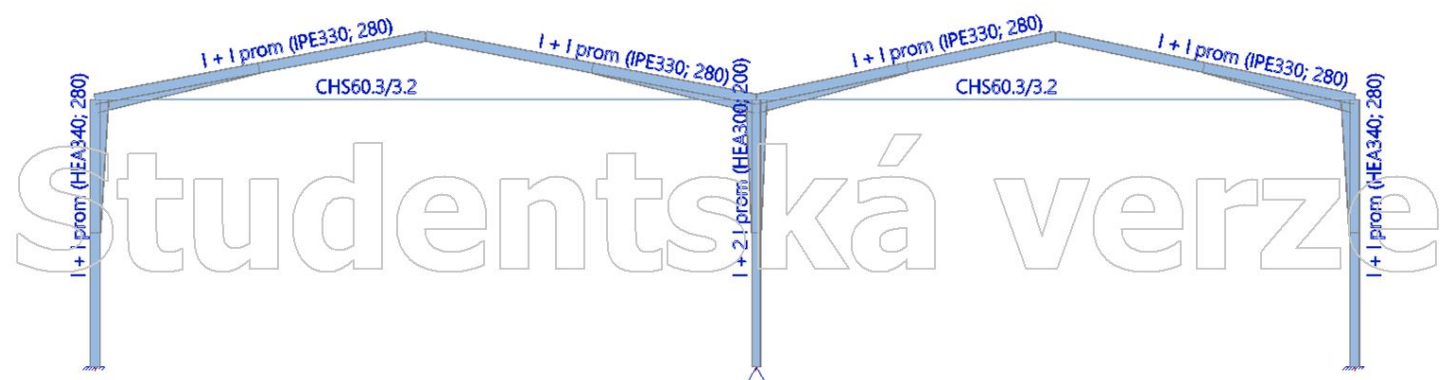
Studentská verze

Studentská verze

## NÁVRH 4

## 1. Výpočtový model

# Studentská verze

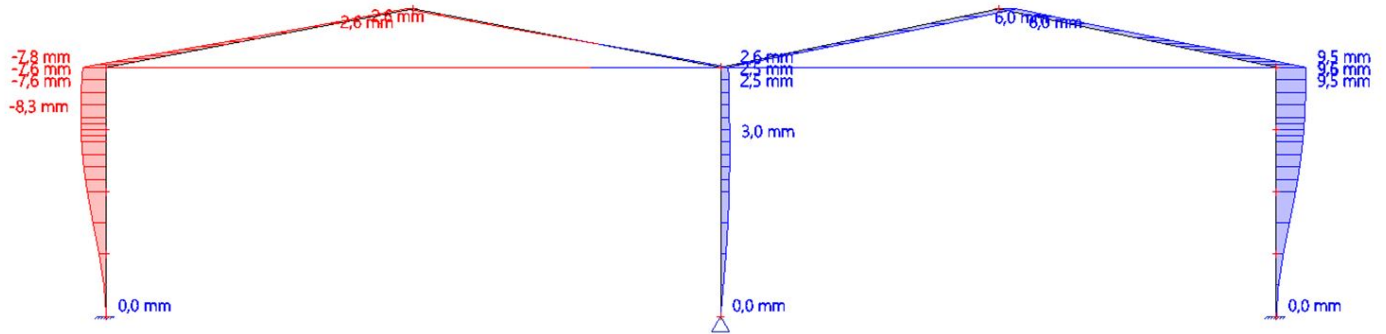


# Studentská verze



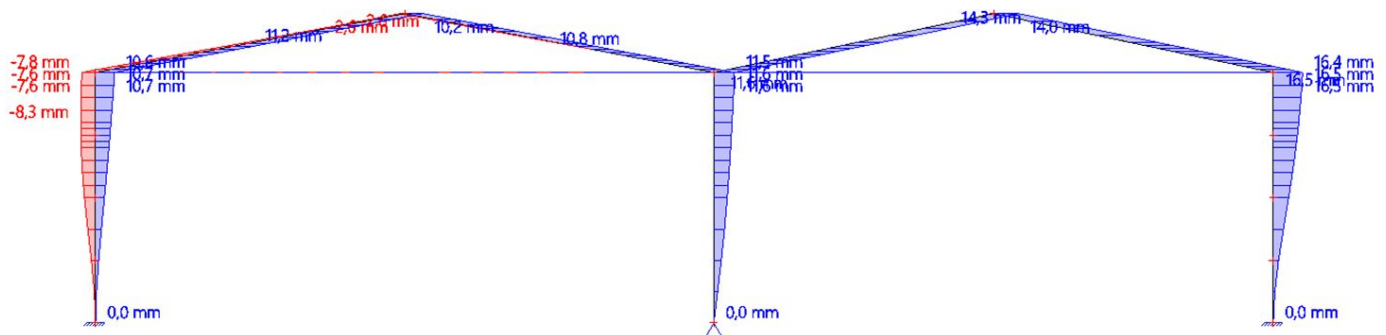
## 2. 1D deformace; $u_x$

Hodnoty:  $u_x$   
Lineární výpočet  
Kombinace: ZS1  
Souřadný systém: Globální  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: Vše



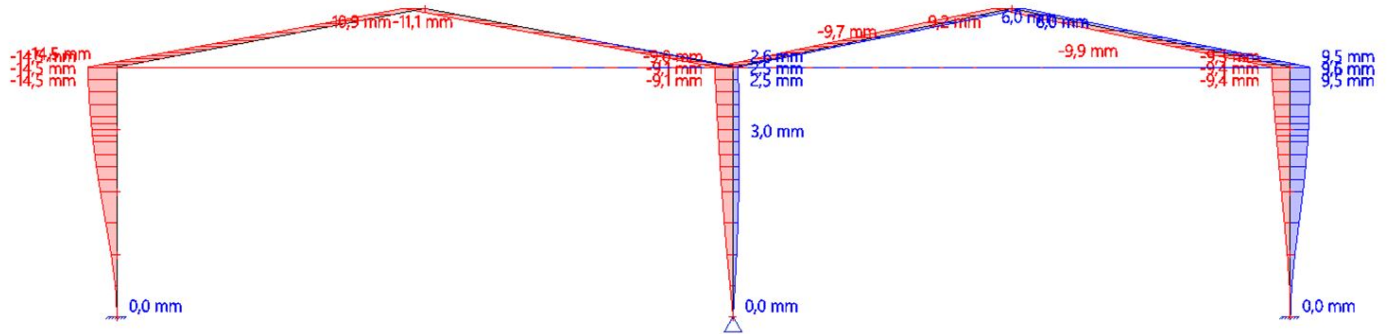
## 3. 1D deformace; $u_x$

Hodnoty:  $u_x$   
Lineární výpočet  
Kombinace: ZS2  
Souřadný systém: Globální  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: Vše



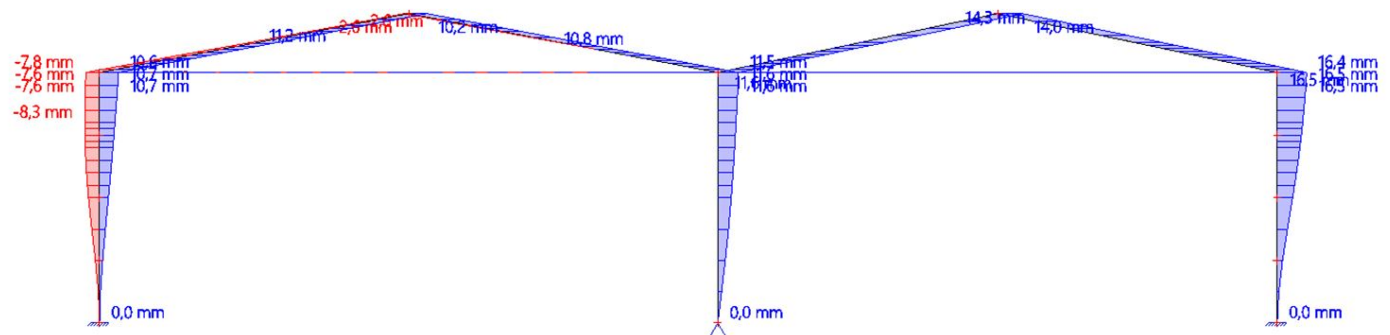
#### 4. 1D deformace; $u_x$

Hodnoty:  $u_x$   
Lineární výpočet  
Kombinace: ZS3  
Souřadný systém: Globální  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: Vše



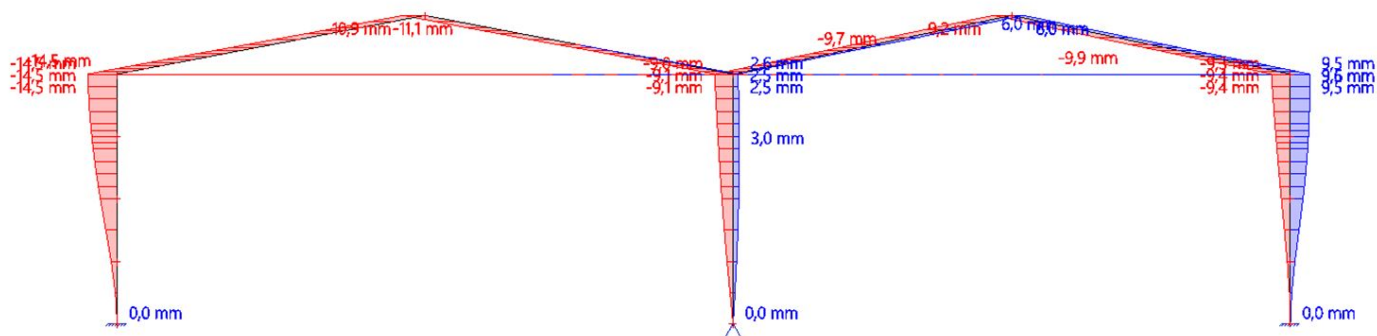
#### 5. 1D deformace; $u_x$

Hodnoty:  $u_x$   
Lineární výpočet  
Kombinace: ZS4  
Souřadný systém: Globální  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: Vše



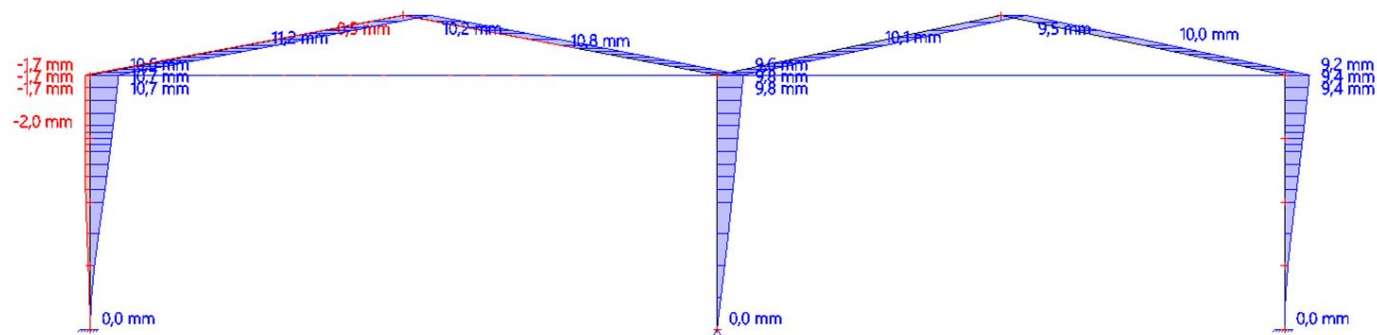
## 6. 1D deformace; $u_x$

Hodnoty:  $u_x$   
Lineární výpočet  
Kombinace: Z55  
Souřadný systém: Globální  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: Vše



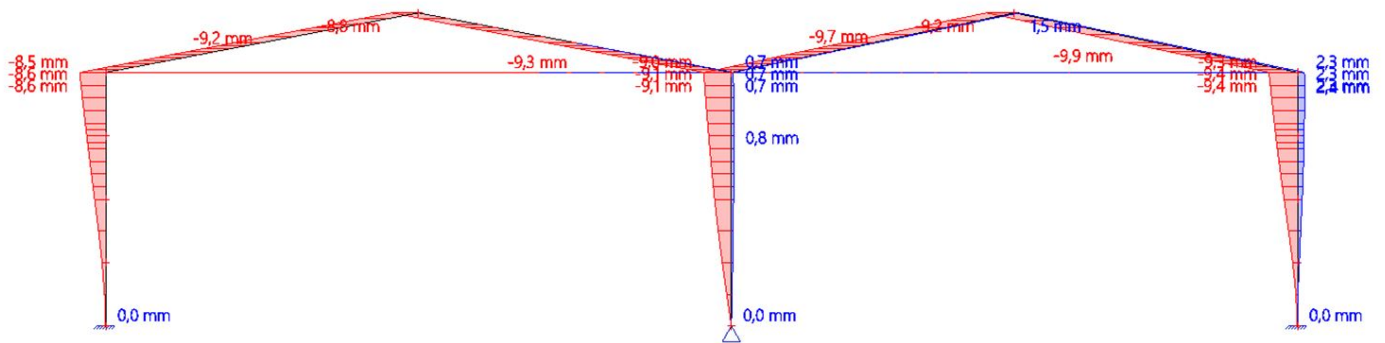
## 7. 1D deformace; $u_x$

Hodnoty:  $u_x$   
Lineární výpočet  
Kombinace: Z56  
Souřadný systém: Globální  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: Vše



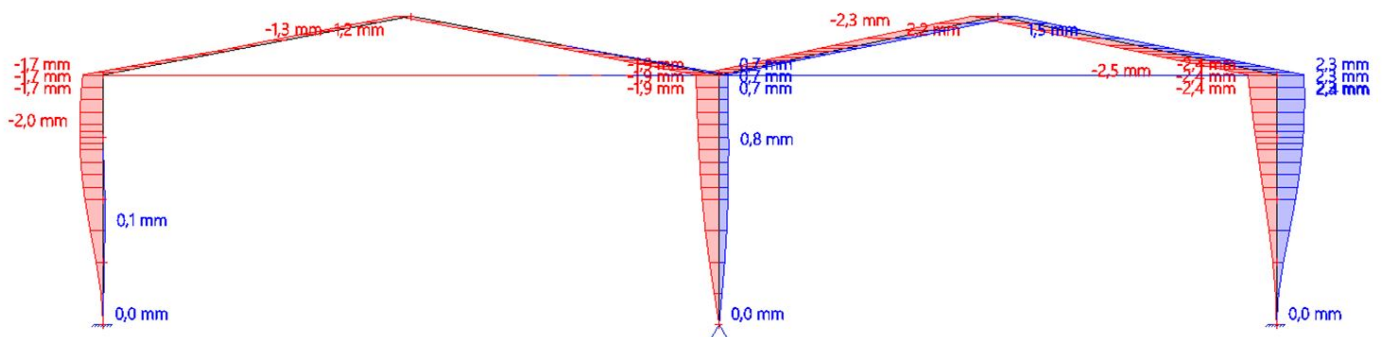
## 8. 1D deformace; $u_x$

Hodnoty:  $u_x$   
Lineární výpočet  
Kombinace: ZS7  
Souřadný systém: Globální  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: Vše



## 9. 1D deformace; $u_x$

Hodnoty:  $u_x$   
Lineární výpočet  
Kombinace: ZS8  
Souřadný systém: Globální  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: Vše



## 10. 1D napětí; $\sigma_x$

Hodnoty:  $\sigma_x$

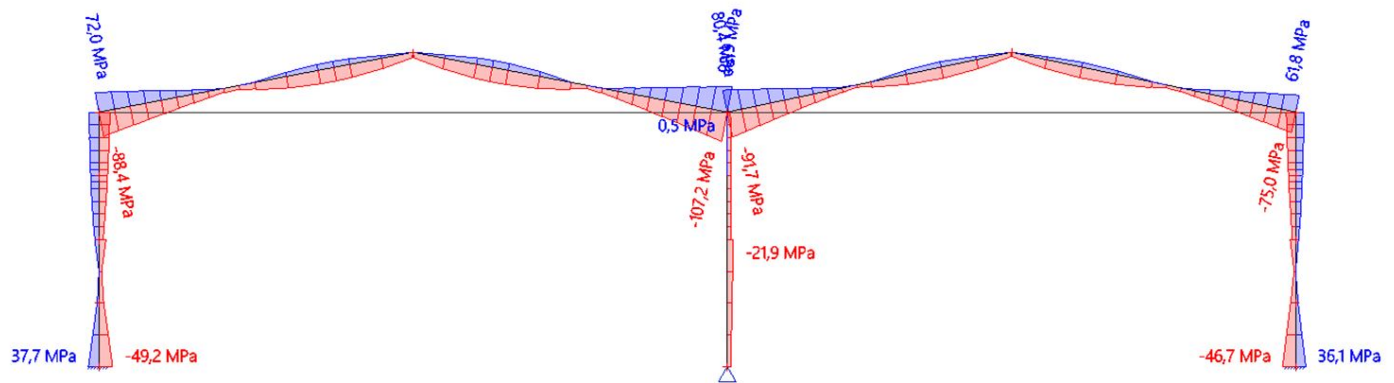
Lineární výpočet

Kombinace: ZS1

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Dílec

Výběr: B1..B7



## 11. 1D napětí; $\sigma_x$

Hodnoty:  $\sigma_x$

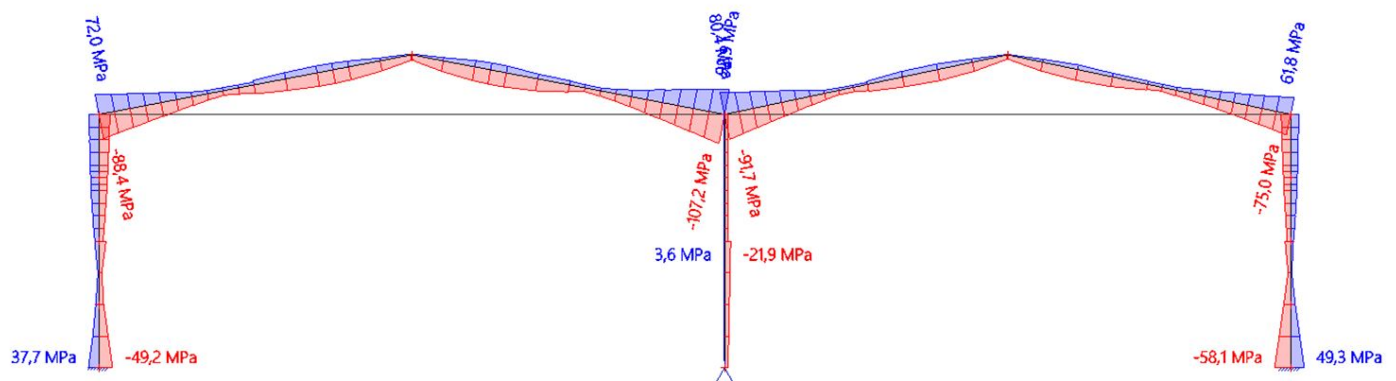
Lineární výpočet

Kombinace: ZS2

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Dílec

Výběr: B1..B7



## 12. 1D napětí; $\sigma_x$

Hodnoty:  $\sigma_x$

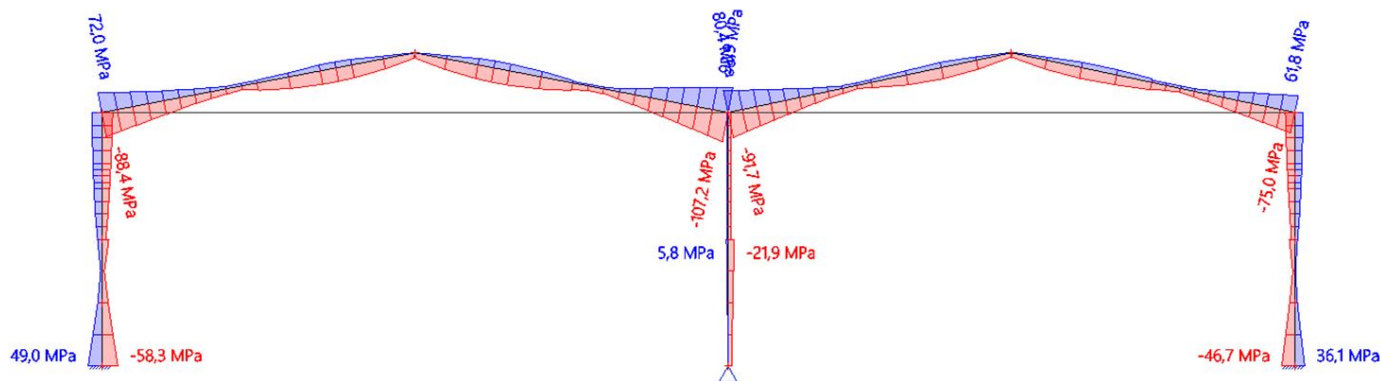
Lineární výpočet

Kombinace: ZS3

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Dílec

Výběr: B1..B7



## 13. 1D napětí; $\sigma_x$

Hodnoty:  $\sigma_x$

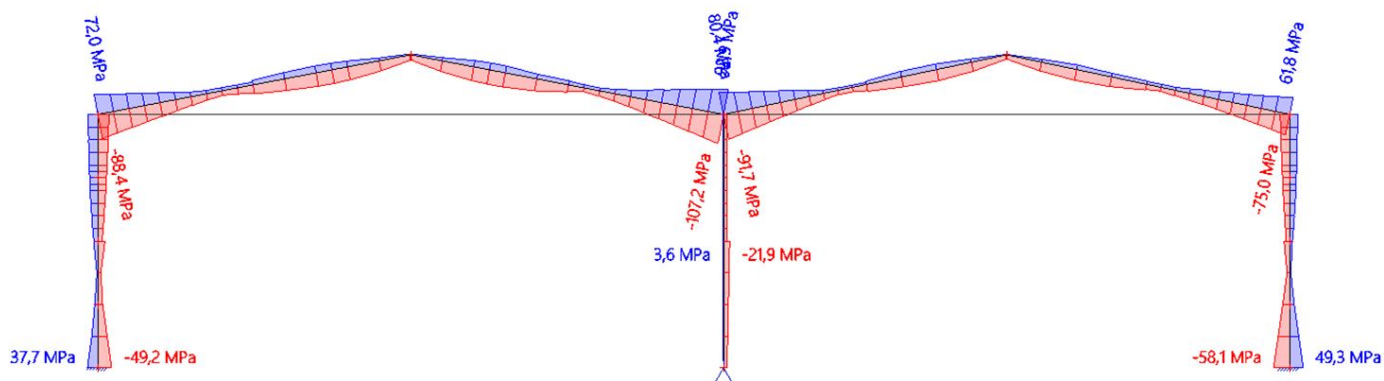
Lineární výpočet

Kombinace: ZS4

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Dílec

Výběr: B1..B7



## 14. 1D napětí; $\sigma_x$

Hodnoty:  $\sigma_x$

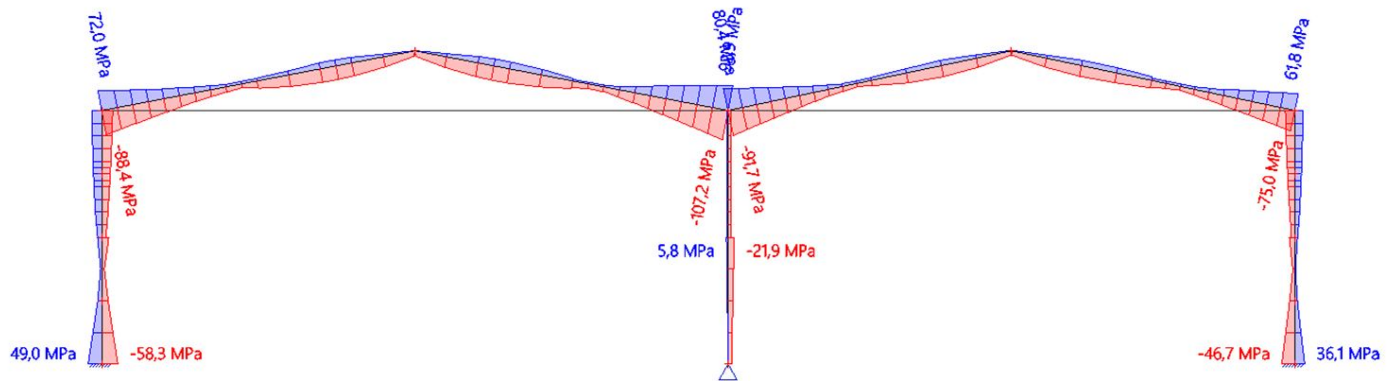
Lineární výpočet

Kombinace: Z55

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Dílec

Výběr: B1..B7



## 15. 1D napětí; $\sigma_x$

Hodnoty:  $\sigma_x$

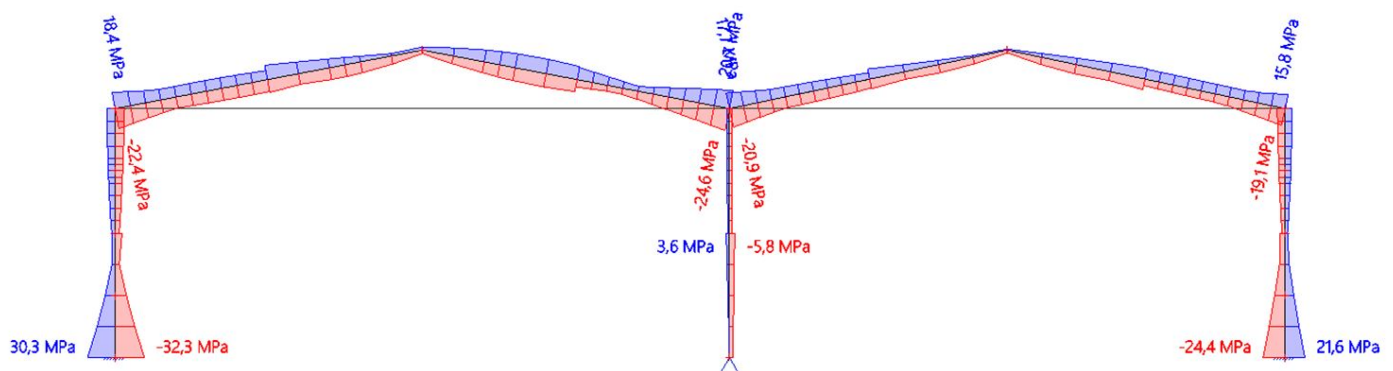
Lineární výpočet

Kombinace: Z56

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Dílec

Výběr: B1..B7



## 16. 1D napětí; $\sigma_x$

Hodnoty:  $\sigma_x$

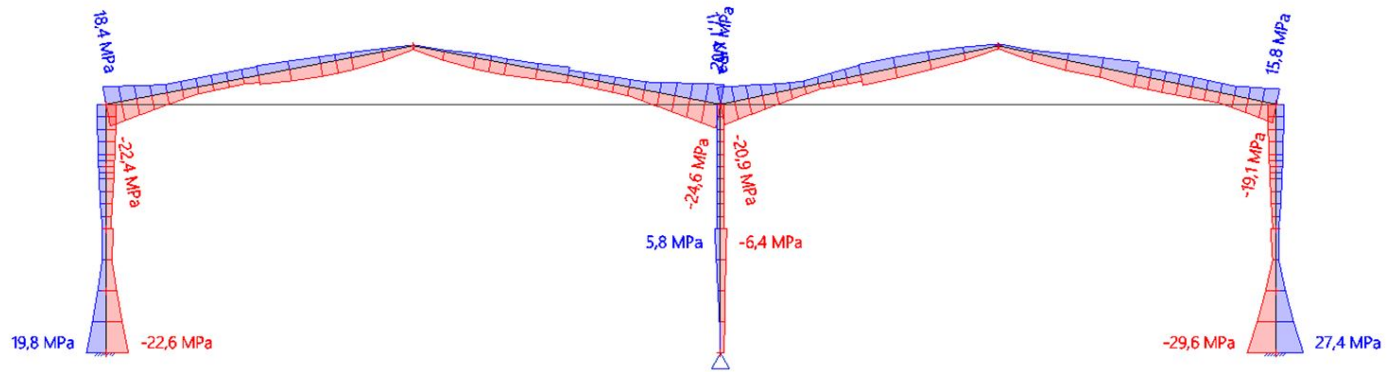
Lineární výpočet

Kombinace: ZS7

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Dílec

Výběr: B1..B7



## 17. 1D napětí; $\sigma_x$

Hodnoty:  $\sigma_x$

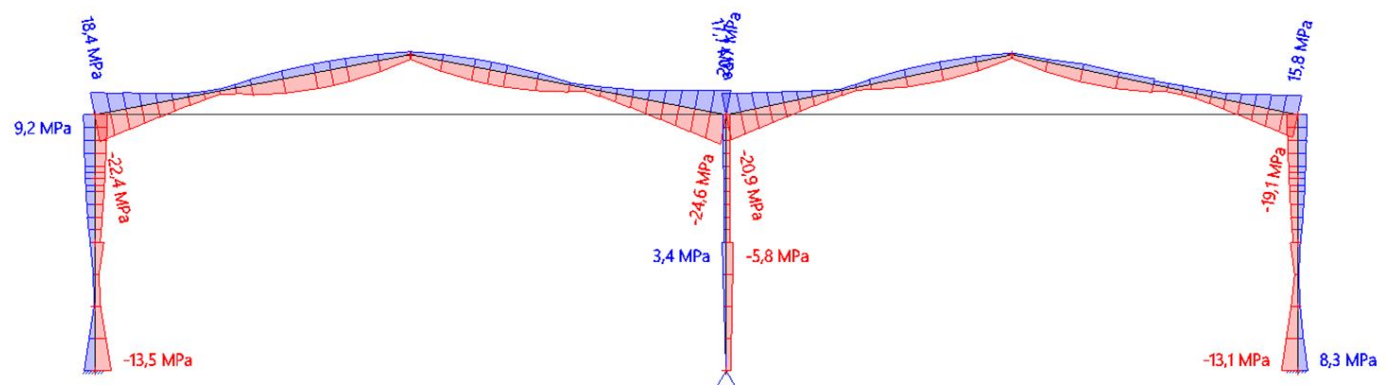
Lineární výpočet

Kombinace: ZS8

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Dílec

Výběr: B1..B7





## 18. 1D vnitřní síly; N

Hodnoty: N

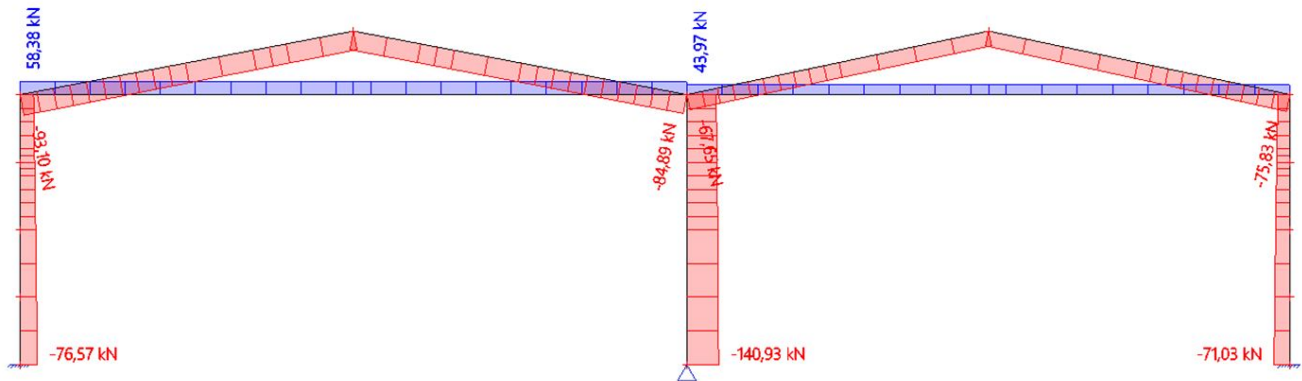
Lineární výpočet

Kombinace: ZS1

Souřadný systém: Dílec

Extrém 1D: Dílec

Výběr: Vše



## 19. 1D vnitřní síly; V<sub>z</sub>

Hodnoty: V<sub>z</sub>

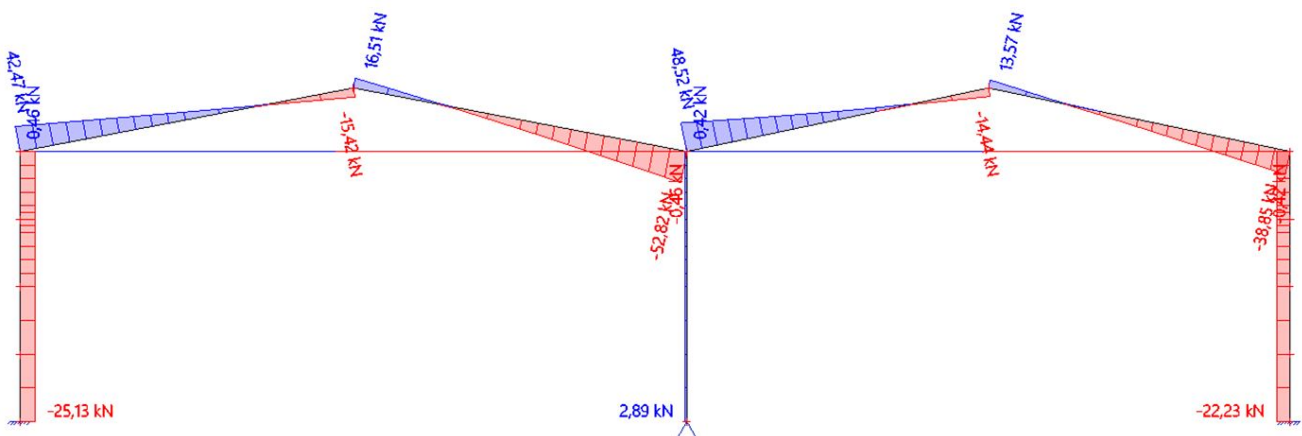
Lineární výpočet

Kombinace: ZS1

Souřadný systém: Dílec

Extrém 1D: Dílec

Výběr: Vše



## 20. 1D vnitřní síly; M<sub>y</sub>

Hodnoty: M<sub>y</sub>

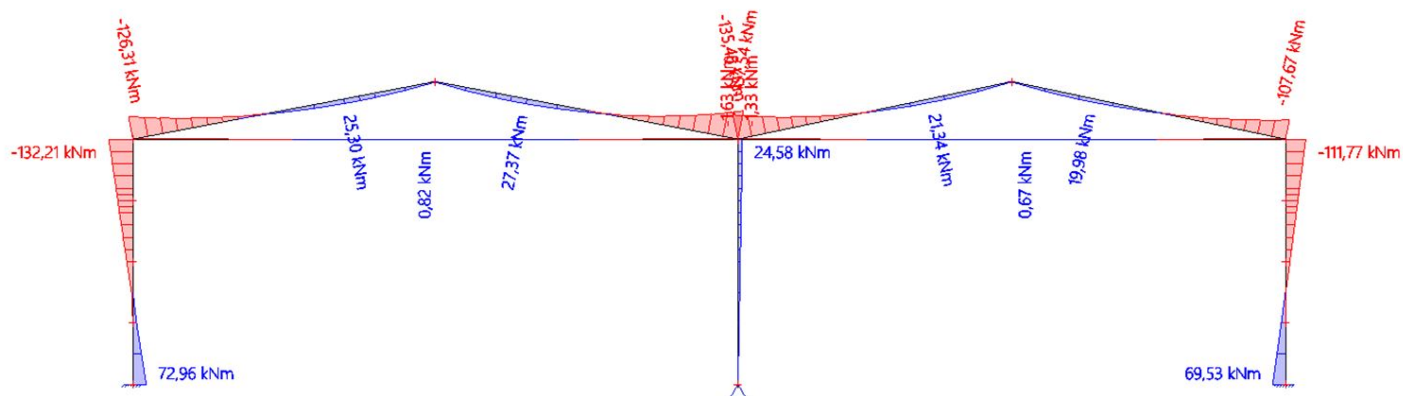
Lineární výpočet

Kombinace: ZS1

Souřadný systém: Dílec

Extrém 1D: Dílec

Výběr: Vše



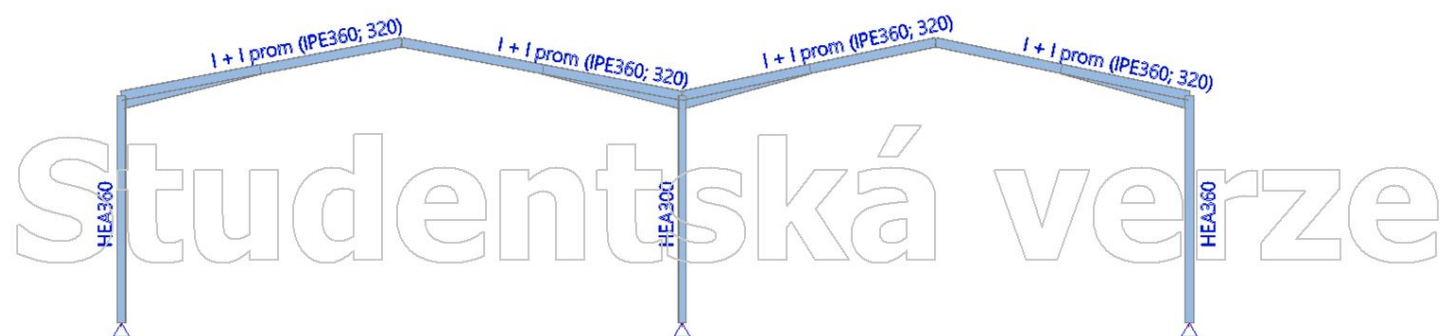
Studentská verze

Studentská verze

## PŘÍLOHA 3

## 1. Výpočtový model

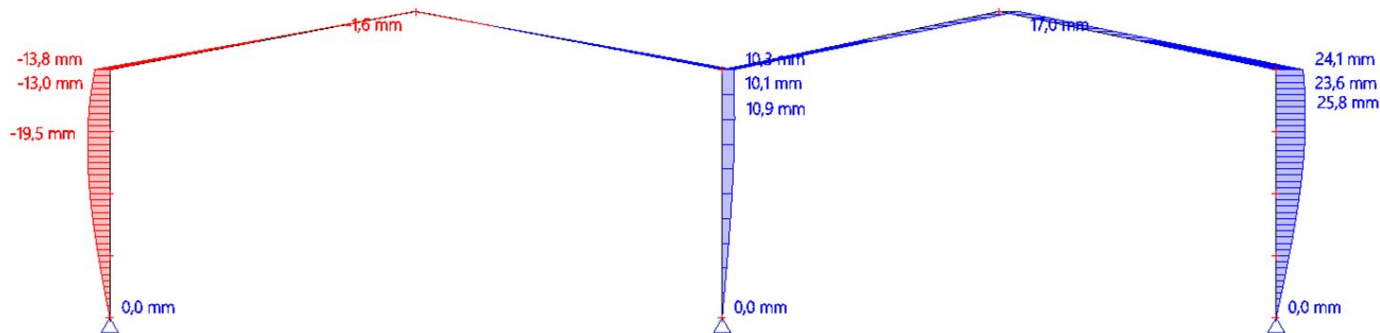
# Studentská verze



# Studentská verze

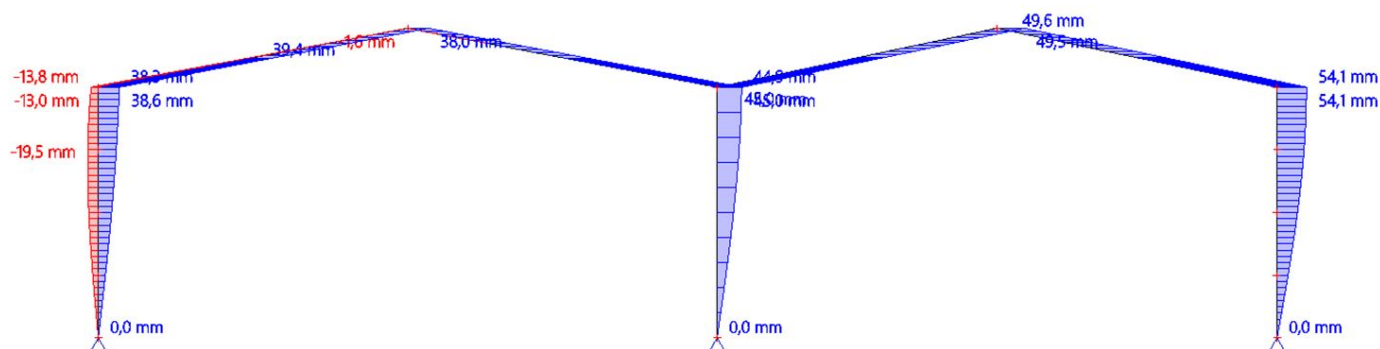
## 2. 1D deformace; $u_x$

Hodnoty:  $u_x$   
Lineární výpočet  
Kombinace: ZS1  
Souřadný systém: Globální  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: Vše



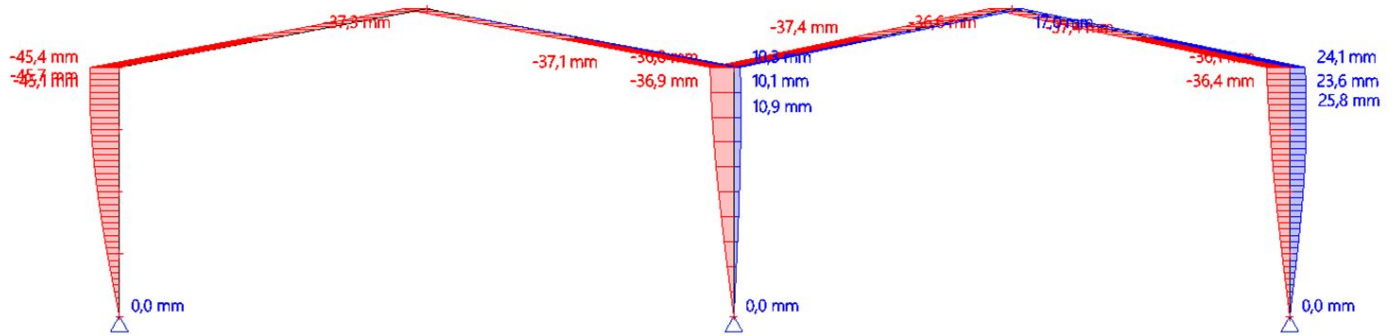
## 3. 1D deformace; $u_x$

Hodnoty:  $u_x$   
Lineární výpočet  
Kombinace: ZS2  
Souřadný systém: Globální  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: Vše



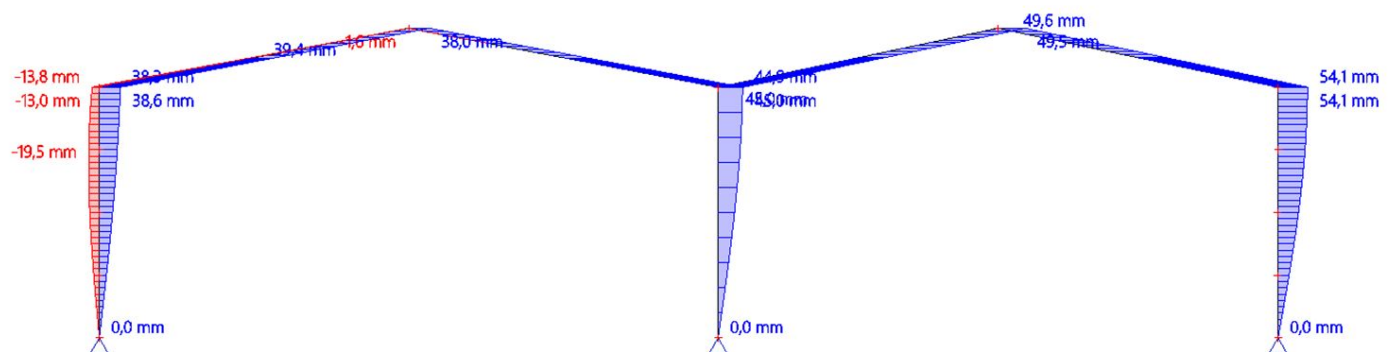
#### 4. 1D deformace; $u_x$

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



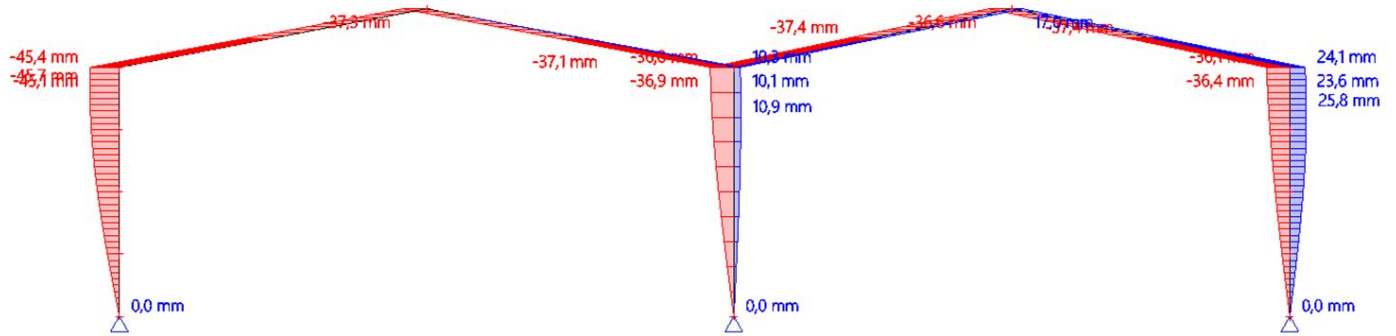
#### 5. 1D deformace; $u_x$

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



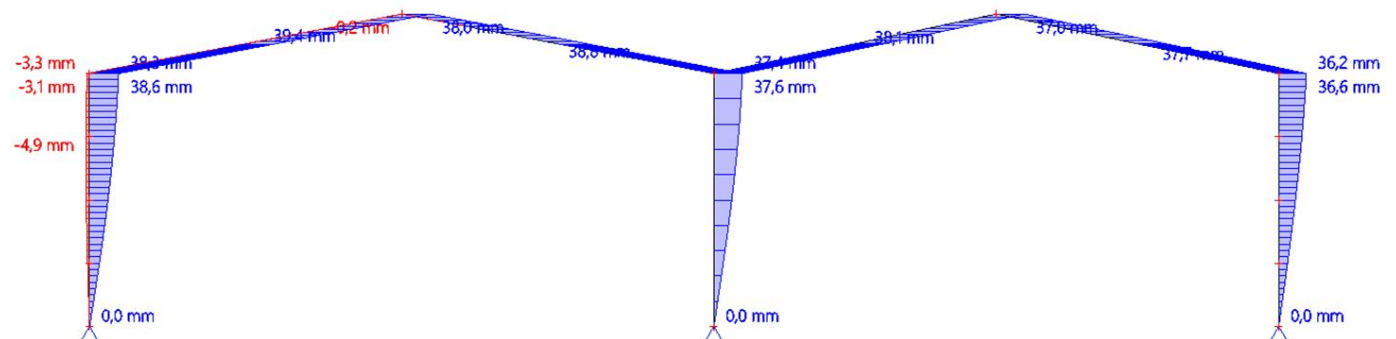
## 6. 1D deformace; $u_x$

Hodnoty:  $u_x$   
Lineární výpočet  
Kombinace: Z55  
Souřadný systém: Globální  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: Vše



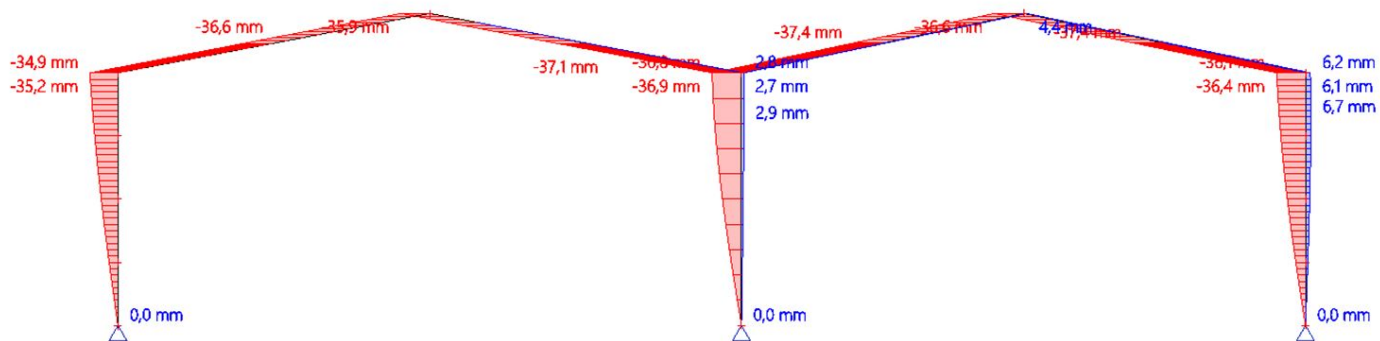
## 7. 1D deformace; $u_x$

Hodnoty:  $u_x$   
Lineární výpočet  
Kombinace: Z56  
Souřadný systém: Globální  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: Vše



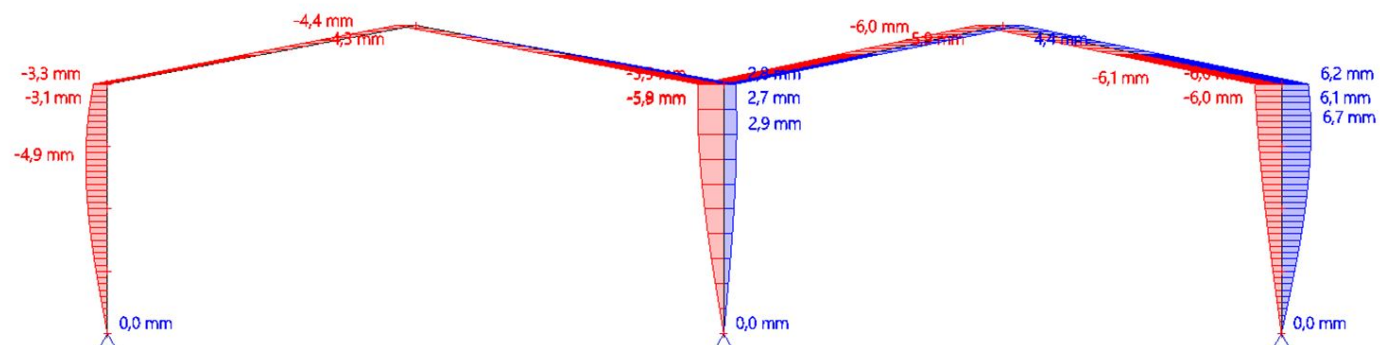
## 8. 1D deformace; $u_x$

Hodnoty:  $u_x$   
Lineární výpočet  
Kombinace: ZS7  
Souřadný systém: Globální  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: Vše



## 9. 1D deformace; $u_x$

Hodnoty:  $u_x$   
Lineární výpočet  
Kombinace: ZS8  
Souřadný systém: Globální  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: Vše





## 10. 1D napětí; $\sigma_x$

Hodnoty:  $\sigma_x$

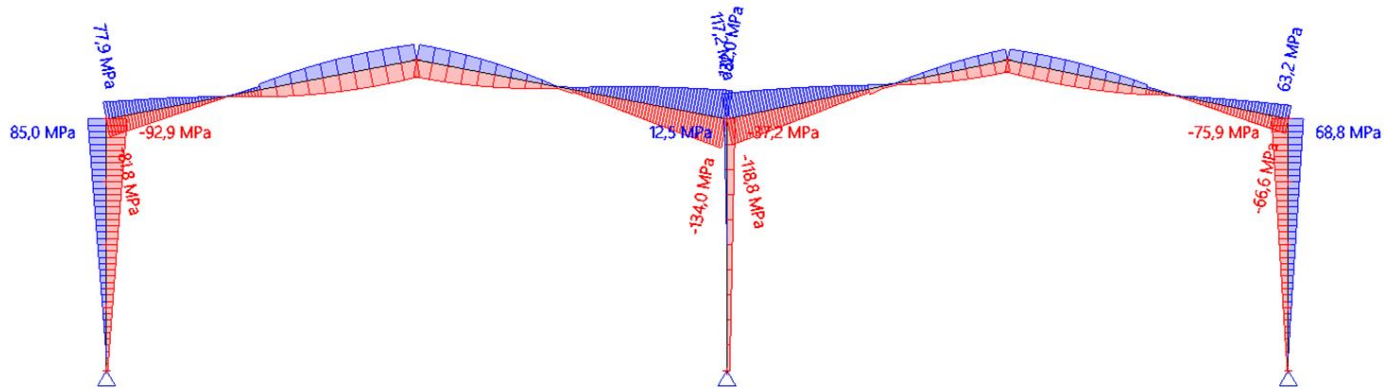
Lineární výpočet

Kombinace: ZS1

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Dílec

Výběr: Vše



## 11. 1D napětí; $\sigma_x$

Hodnoty:  $\sigma_x$

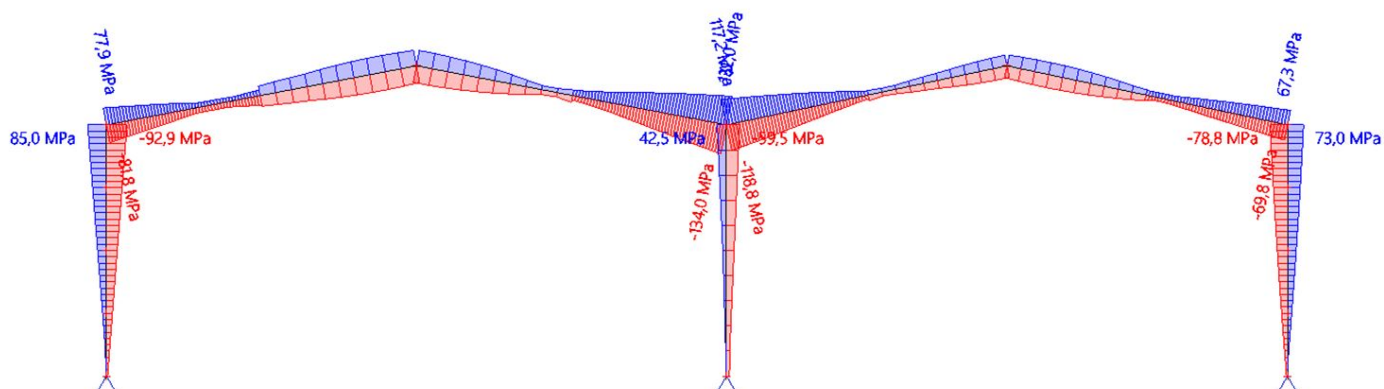
Lineární výpočet

Kombinace: ZS2

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Dílec

Výběr: Vše



## 12. 1D napětí; $\sigma_x$

Hodnoty:  $\sigma_x$

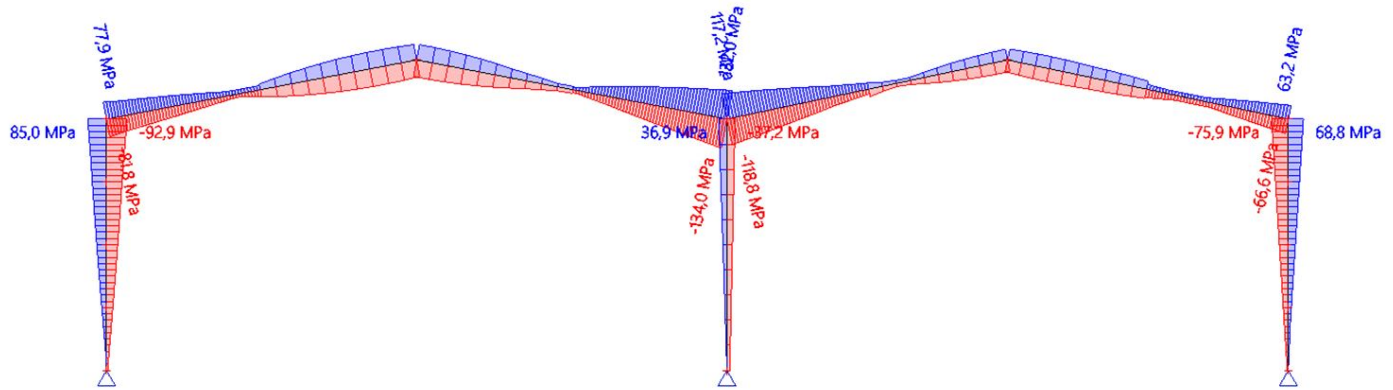
Lineární výpočet

Kombinace: ZS3

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Dílec

Výběr: Vše



## 13. 1D napětí; $\sigma_x$

Hodnoty:  $\sigma_x$

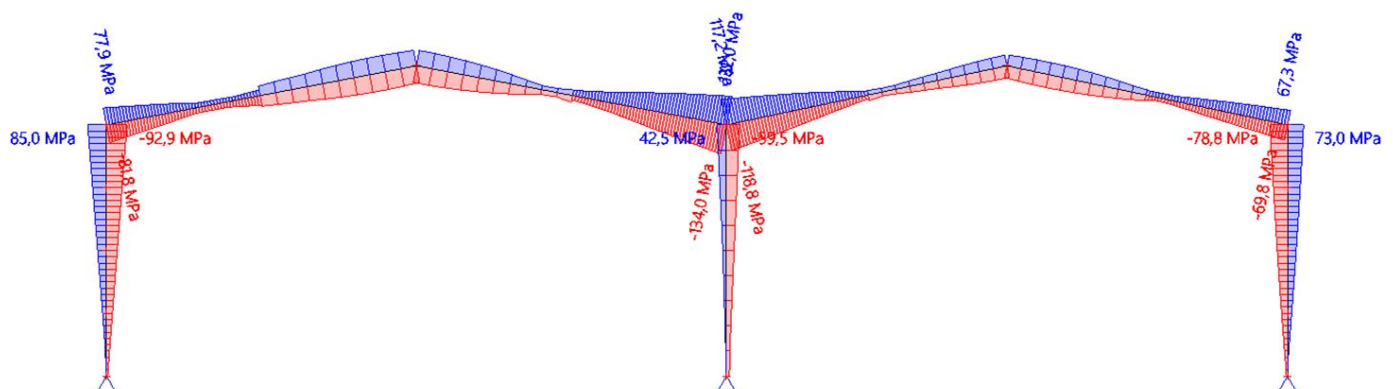
Lineární výpočet

Kombinace: ZS4

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Dílec

Výběr: Vše



## 14. 1D napětí; $\sigma_x$

Hodnoty:  $\sigma_x$

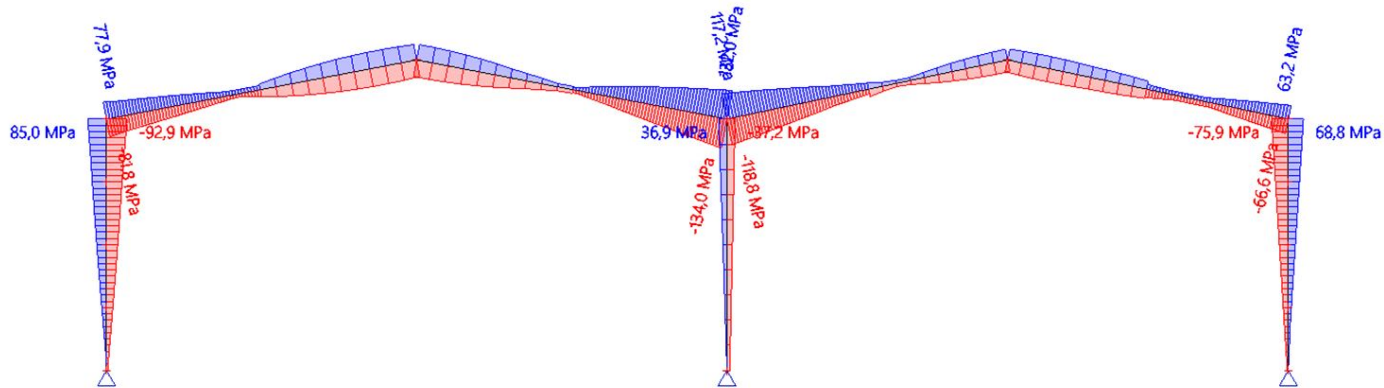
Lineární výpočet

Kombinace: Z55

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Dílec

Výběr: Vše



## 15. 1D napětí; $\sigma_x$

Hodnoty:  $\sigma_x$

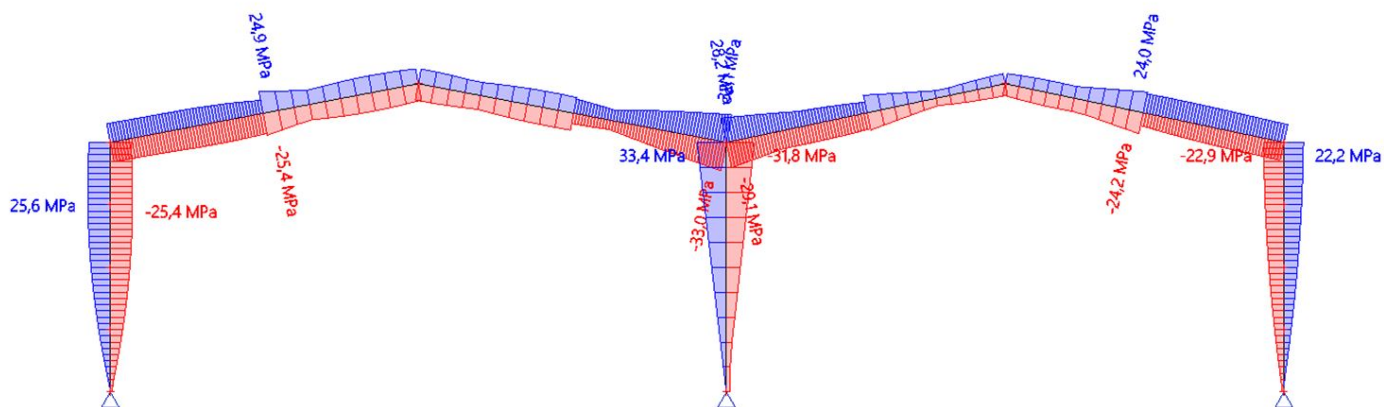
Lineární výpočet

Kombinace: Z56

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Dílec

Výběr: Vše



## 16. 1D napětí; $\sigma_x$

Hodnoty:  $\sigma_x$

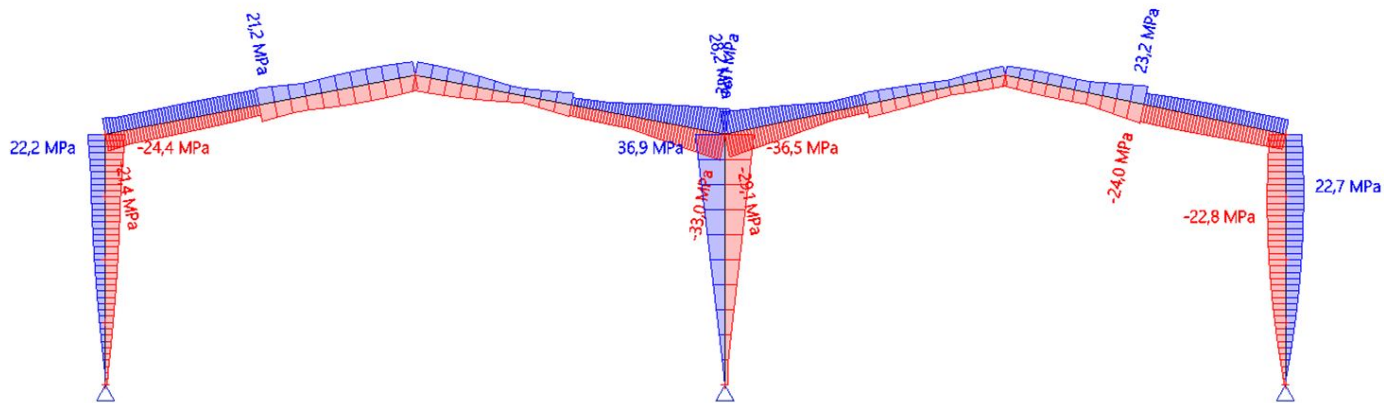
Lineární výpočet

Kombinace: ZS7

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Dílec

Výběr: Vše



## 17. 1D napětí; $\sigma_x$

Hodnoty:  $\sigma_x$

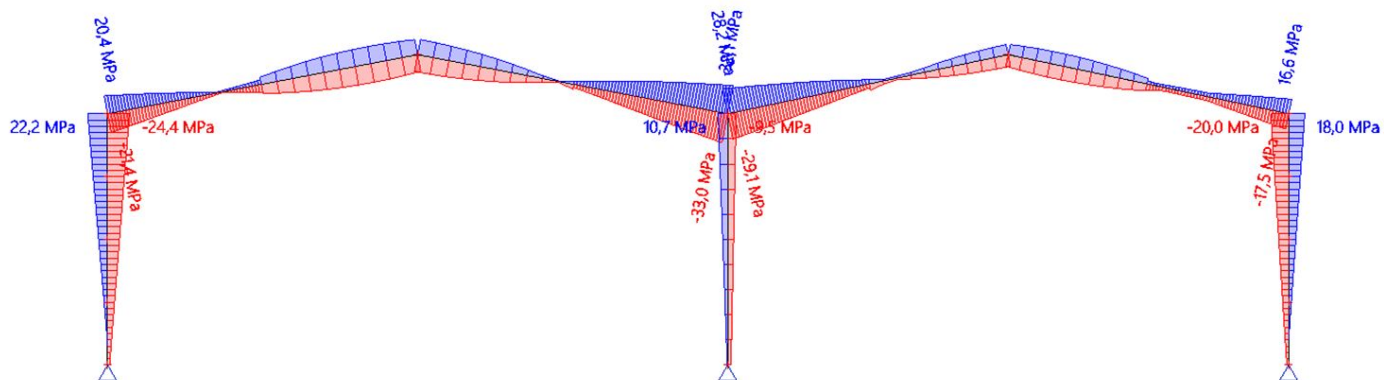
Lineární výpočet

Kombinace: ZS8

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Dílec

Výběr: Vše



## 18. 1D vnitřní síly; N

Hodnoty: N

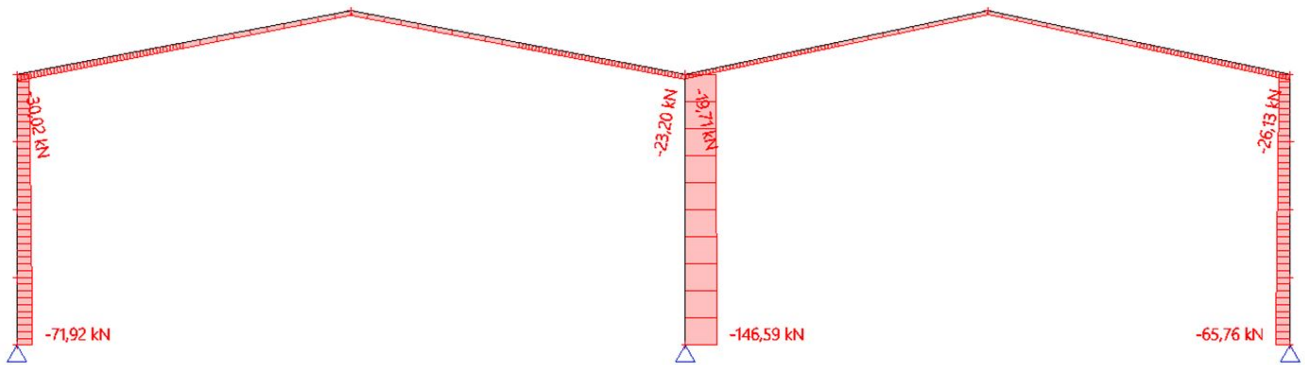
Lineární výpočet

Kombinace: ZS1

Souřadný systém: Dílec

Extrém 1D: Dílec

Výběr: Vše



## 19. 1D vnitřní síly; V<sub>z</sub>

Hodnoty: V<sub>z</sub>

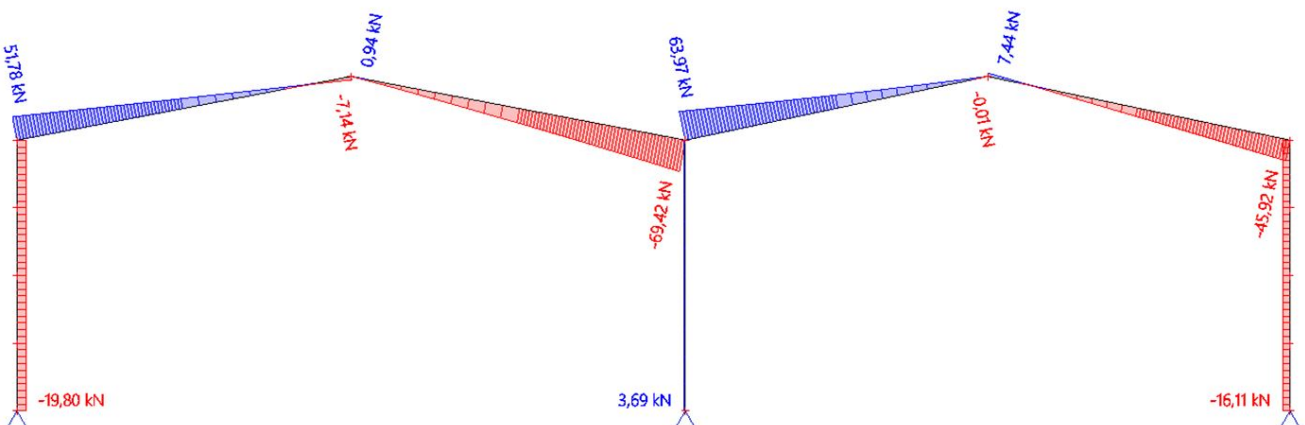
Lineární výpočet

Kombinace: ZS1

Souřadný systém: Dílec

Extrém 1D: Dílec

Výběr: Vše



## 20. 1D vnitřní síly; M<sub>y</sub>

Hodnoty: M<sub>y</sub>

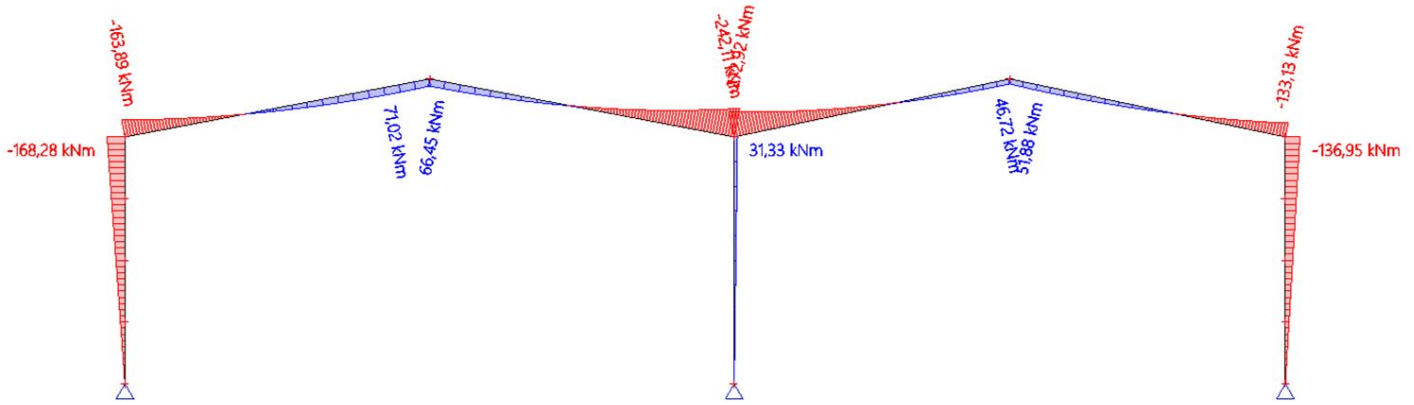
Lineární výpočet

Kombinace: ZS1

Souřadný systém: Dílec

Extrém 1D: Dílec

Výběr: Vše



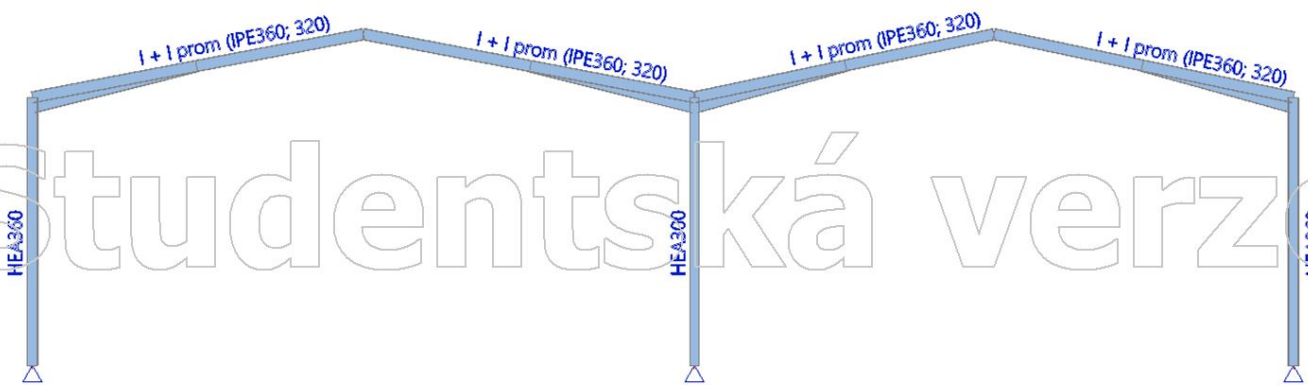
Studentská verze

Studentská verze

## PŘÍLOHA 4

## 1. Výpočtový model

# Studentská verze



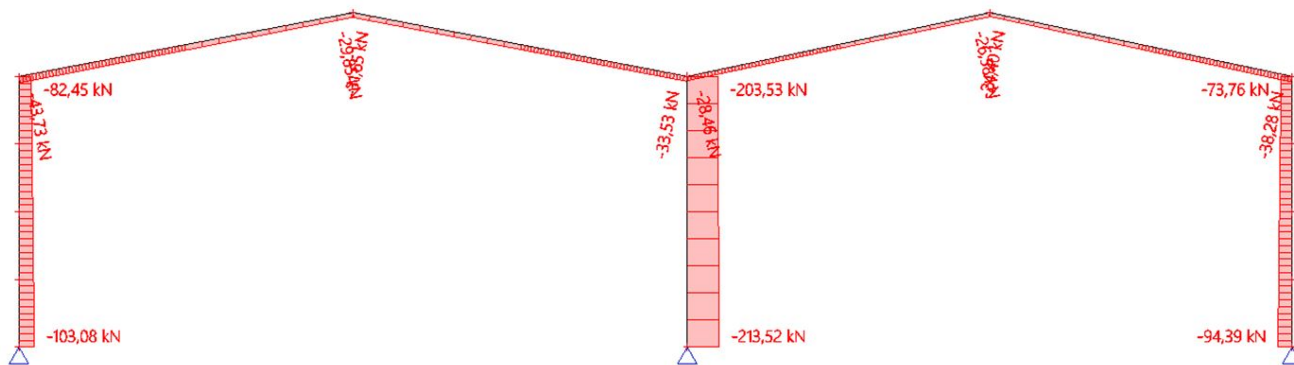
# Studentská verze

# Studentská verze



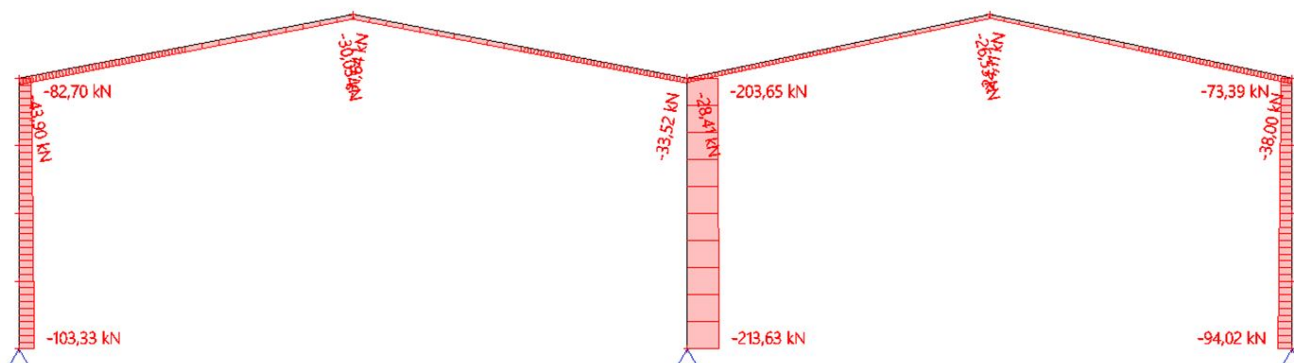
## 2. 1D vnitřní síly; N

Hodnoty: N  
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NC1  
Souřadný systém: Dílec  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: Vše



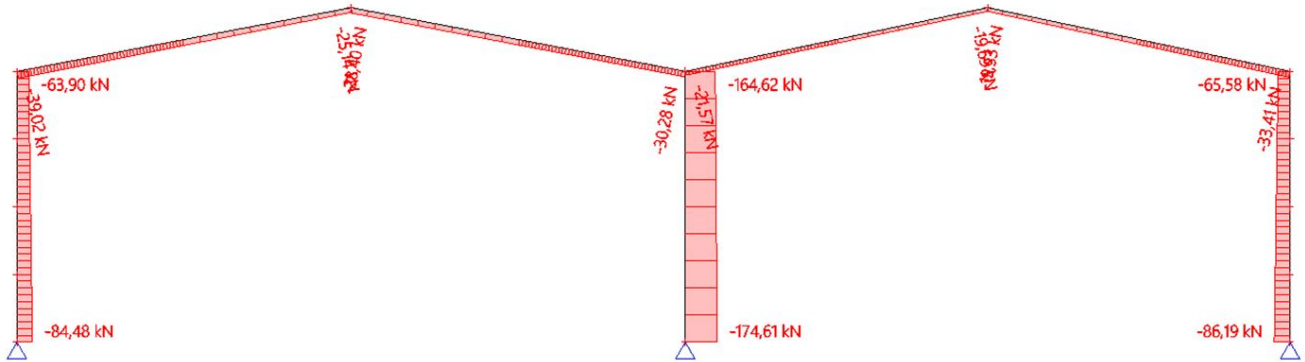
## 3. 1D vnitřní síly; N

Hodnoty: N  
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NC2  
Souřadný systém: Dílec  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: Vše



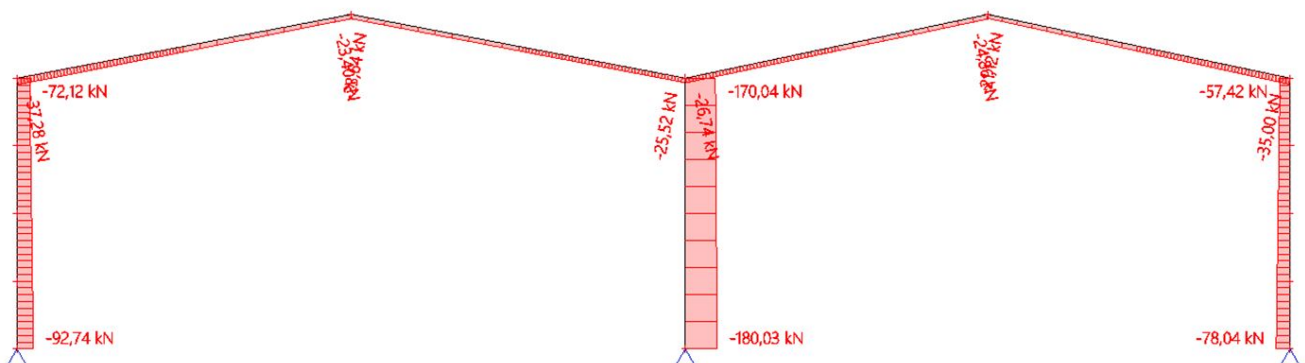
#### 4. 1D vnitřní síly; N

Hodnoty: N  
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NC3  
Souřadný systém: Dílec  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: Vše



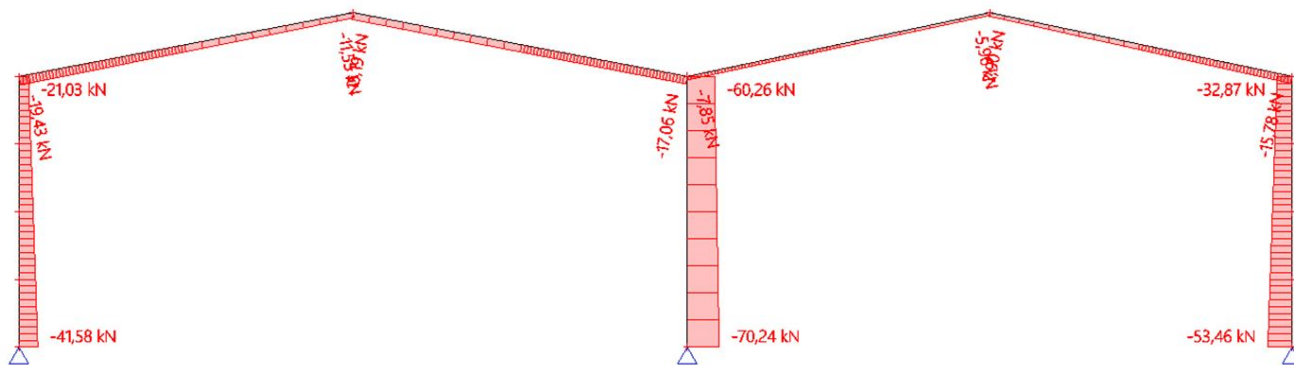
#### 5. 1D vnitřní síly; N

Hodnoty: N  
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NC4  
Souřadný systém: Dílec  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: Vše



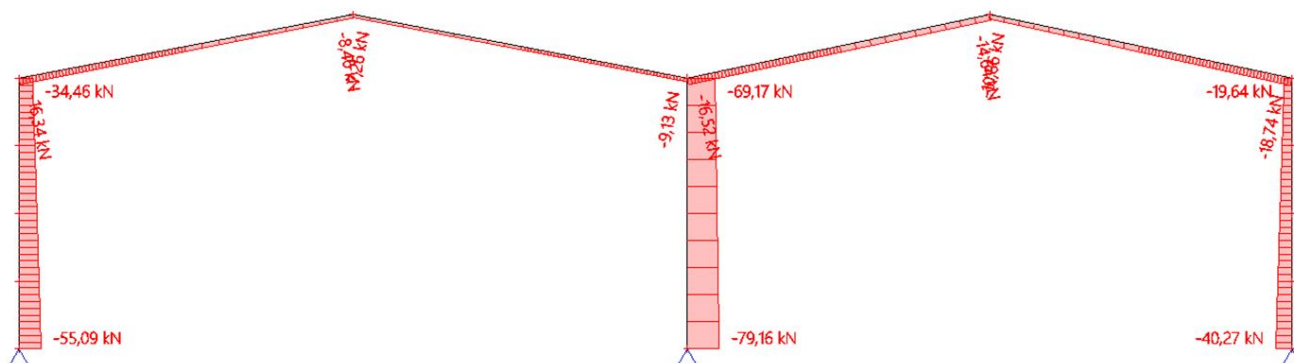
## 6. 1D vnitřní síly; N

Hodnoty: N  
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NC5  
Souřadný systém: Dílec  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: Vše



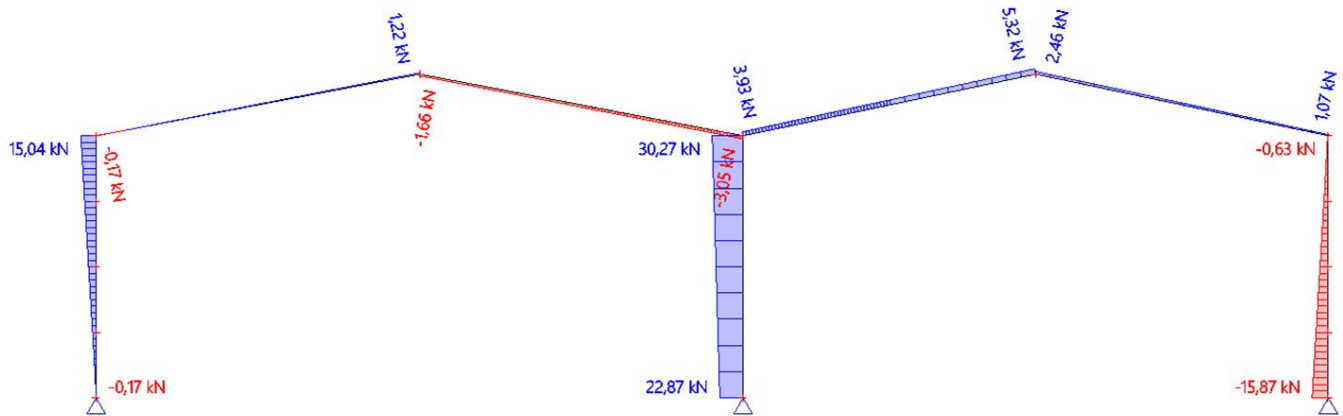
## 7. 1D vnitřní síly; N

Hodnoty: N  
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NC6  
Souřadný systém: Dílec  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: Vše



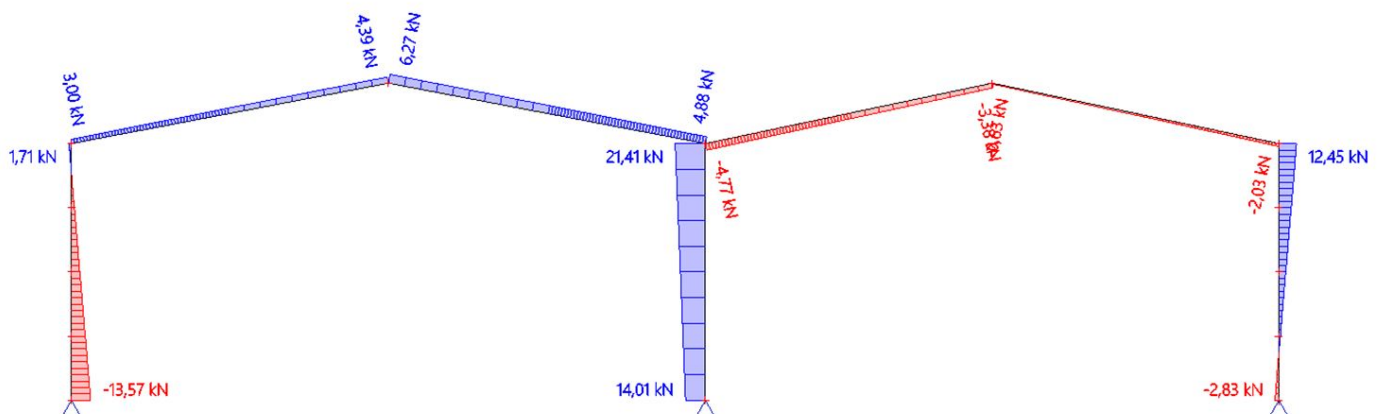
## 8. 1D vnitřní síly; N

Hodnoty: N  
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NC7  
Souřadný systém: Dílec  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: Vše



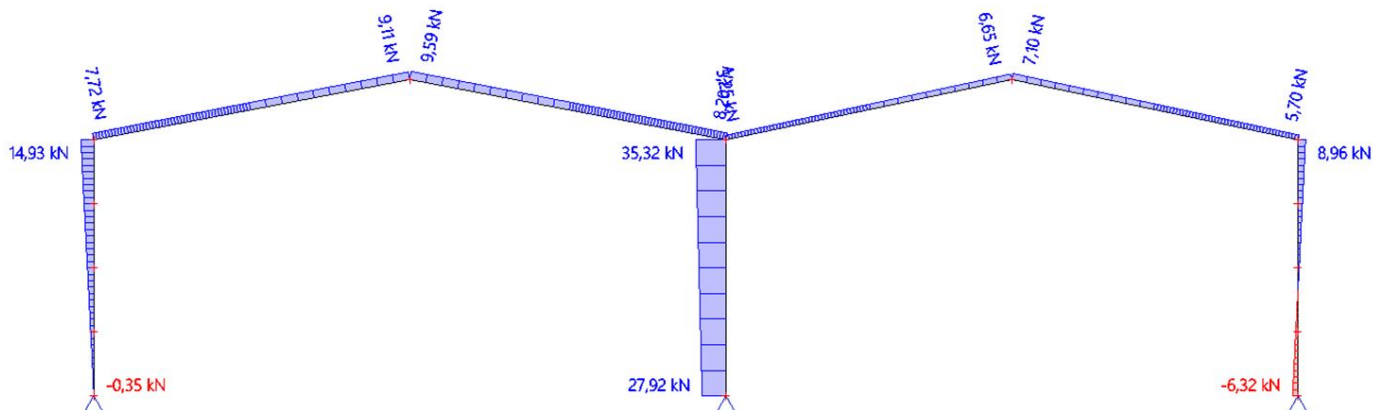
## 9. 1D vnitřní síly; N

Hodnoty: N  
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NC8  
Souřadný systém: Dílec  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: Vše



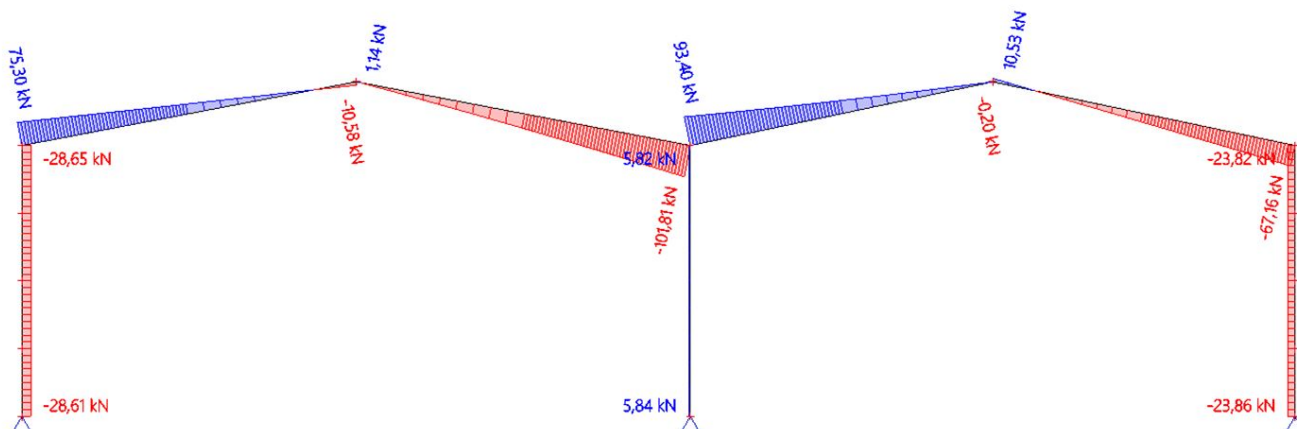
## 10. 1D vnitřní síly; N

Hodnoty: N  
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NC9  
Souřadný systém: Dílec  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: Vše



## 11. 1D vnitřní síly; V<sub>z</sub>

Hodnoty: V<sub>z</sub>  
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NC1  
Souřadný systém: Dílec  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: Vše



## 12. 1D vnitřní síly; $V_z$

Hodnoty:  $V_z$

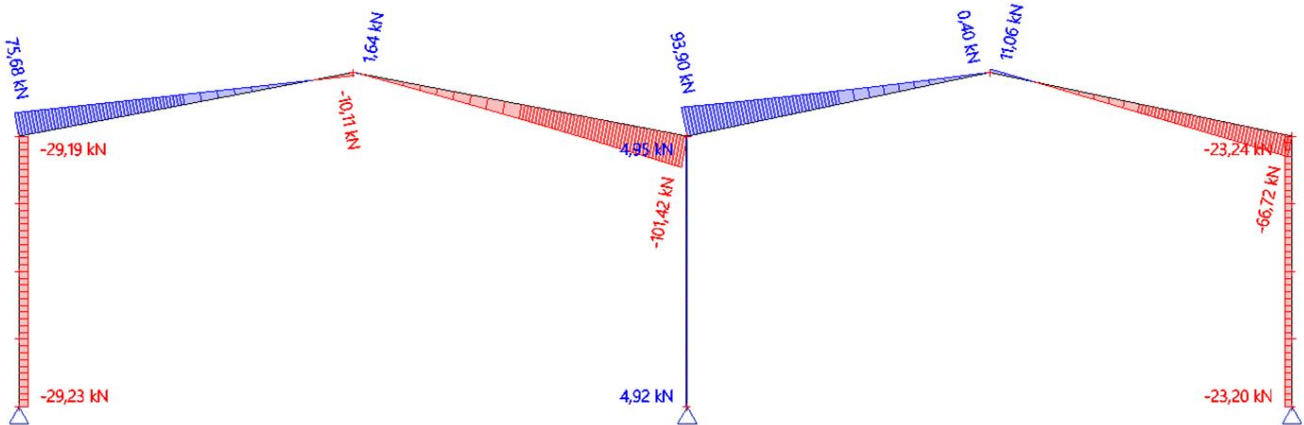
Nelineární výpočet

Nelineární kombinace: NC2

Souřadný systém: Dílec

Extrém 1D: Lokální

Výběr: Vše



## 13. 1D vnitřní síly; $V_z$

Hodnoty:  $V_z$

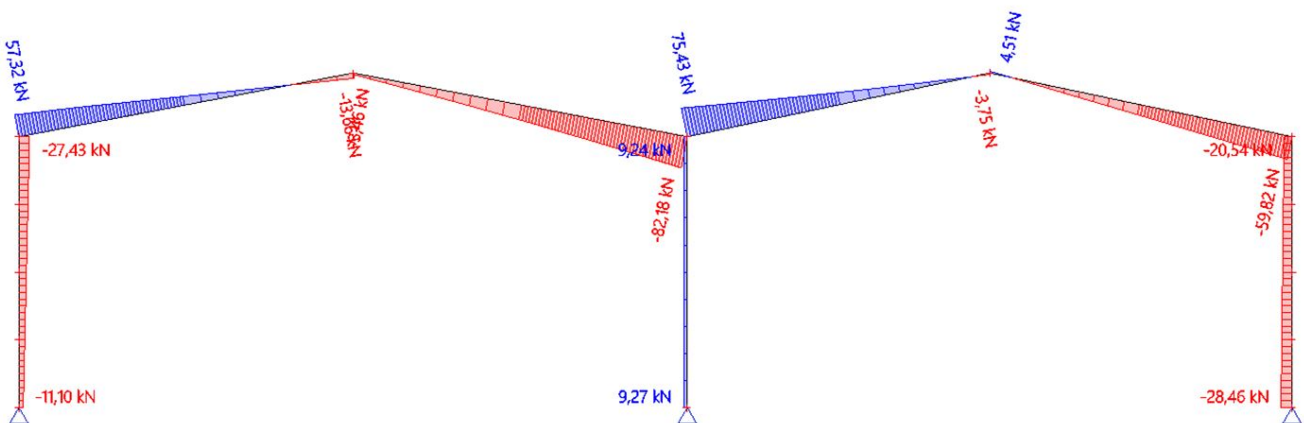
Nelineární výpočet

Nelineární kombinace: NC3

Souřadný systém: Dílec

Extrém 1D: Lokální

Výběr: Vše



## 14. 1D vnitřní síly; $V_z$

Hodnoty:  $V_z$

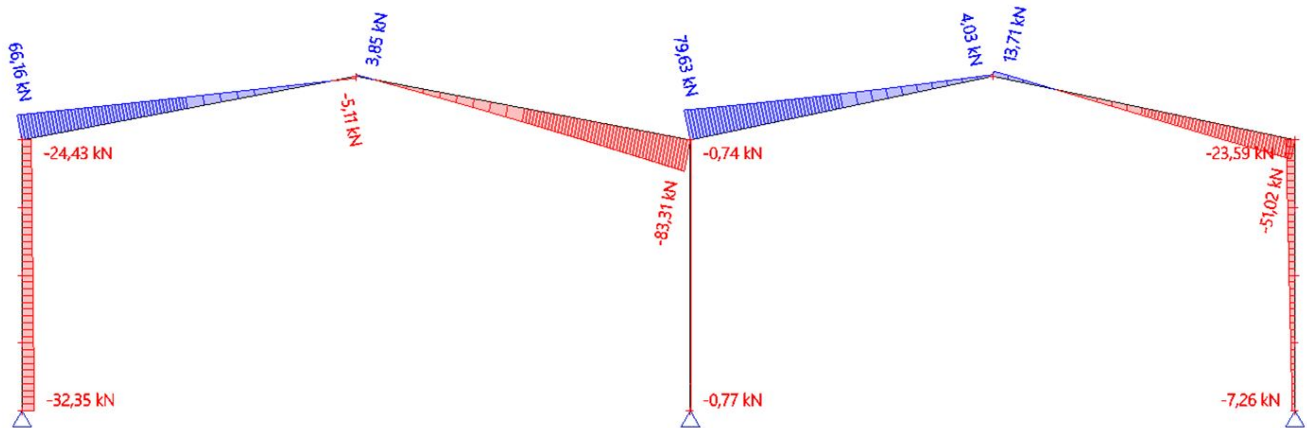
Nelineární výpočet

Nelineární kombinace: NC4

Souřadný systém: Dílec

Extrém 1D: Lokální

Výběr: Vše



## 15. 1D vnitřní síly; $V_z$

Hodnoty:  $V_z$

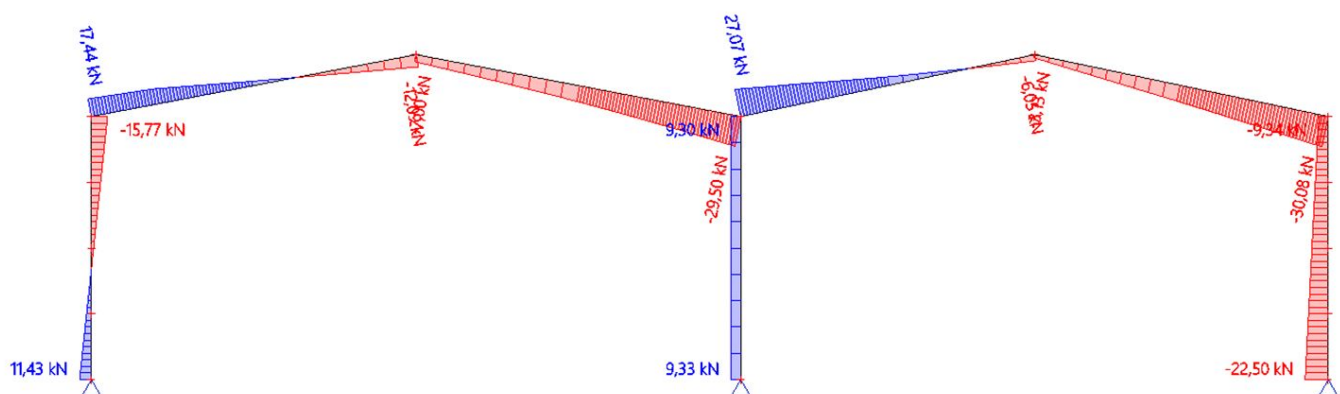
Nelineární výpočet

Nelineární kombinace: NC5

Souřadný systém: Dílec

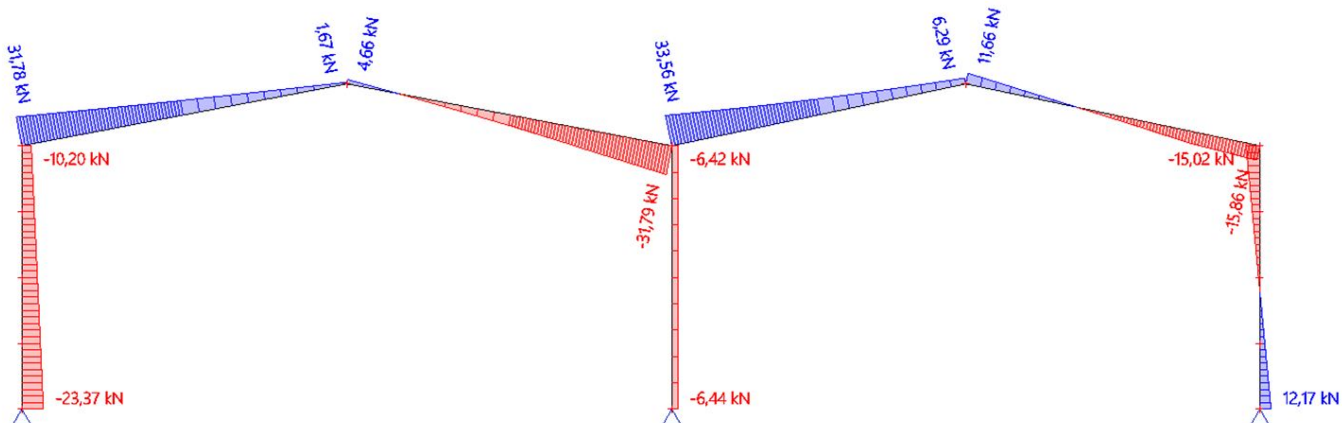
Extrém 1D: Lokální

Výběr: Vše



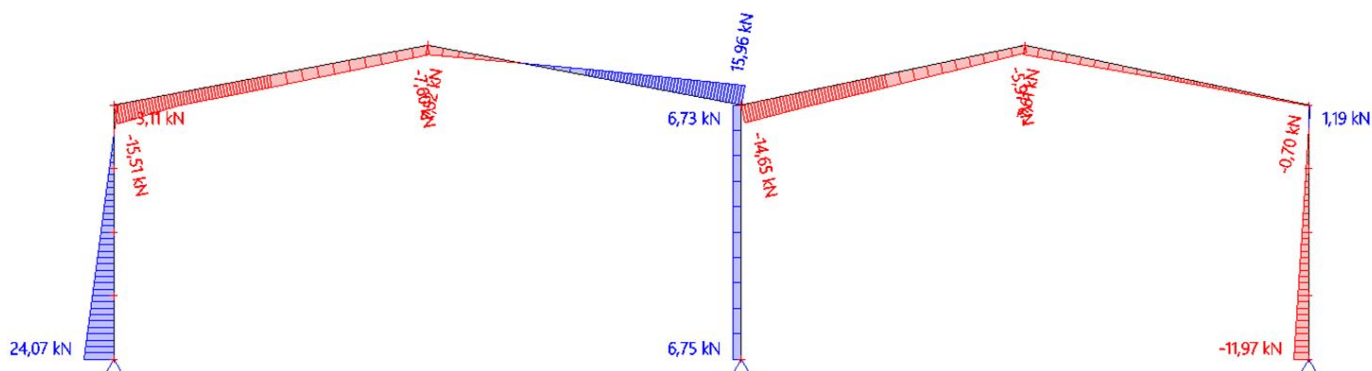
## 16. 1D vnitřní síly; $V_z$

Hodnoty:  $V_z$   
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NC6  
Souřadný systém: Dílec  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: Vše



## 17. 1D vnitřní síly; $V_z$

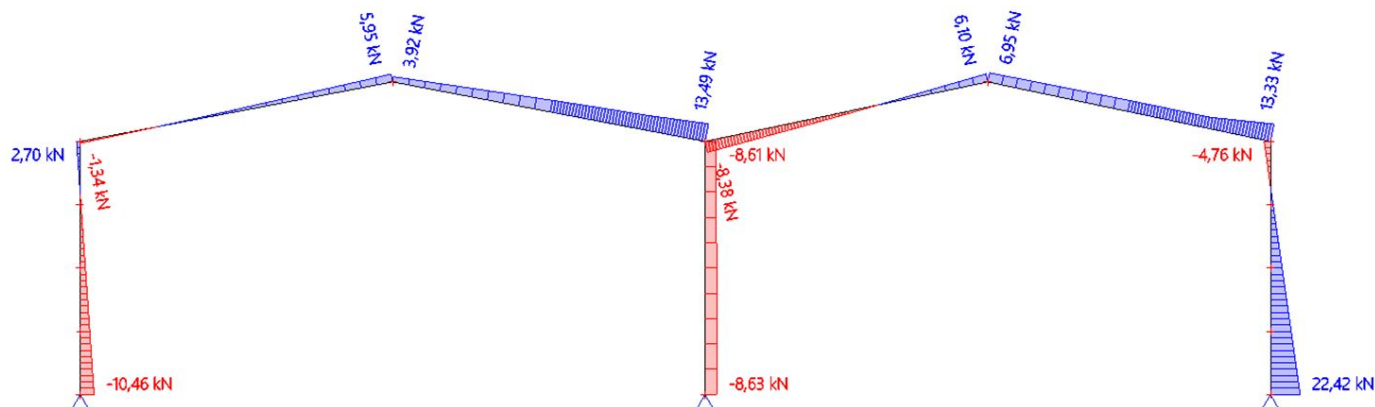
Hodnoty:  $V_z$   
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NC7  
Souřadný systém: Dílec  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: Vše





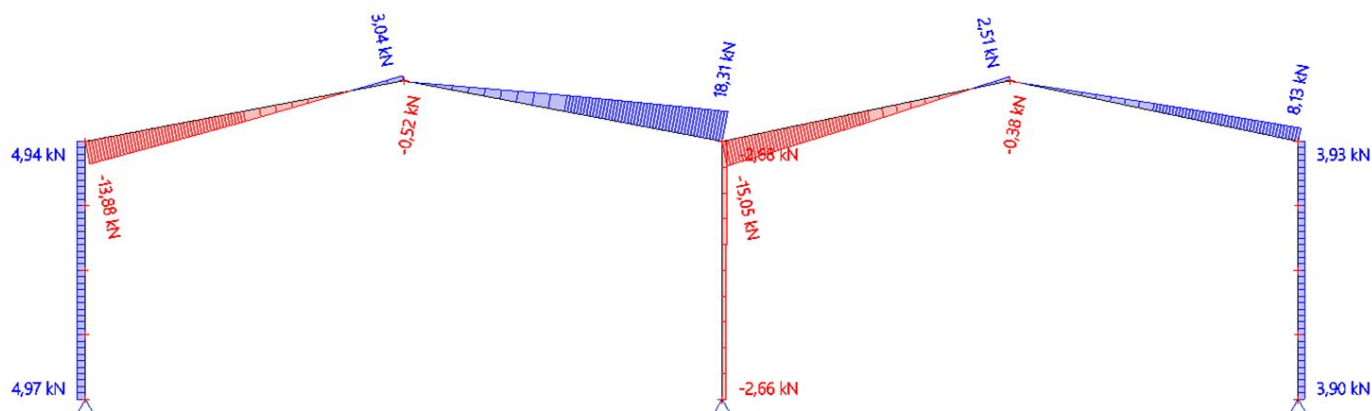
## 18. 1D vnitřní síly; $V_z$

Hodnoty:  $V_z$   
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NC8  
Souřadný systém: Dílec  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: Vše



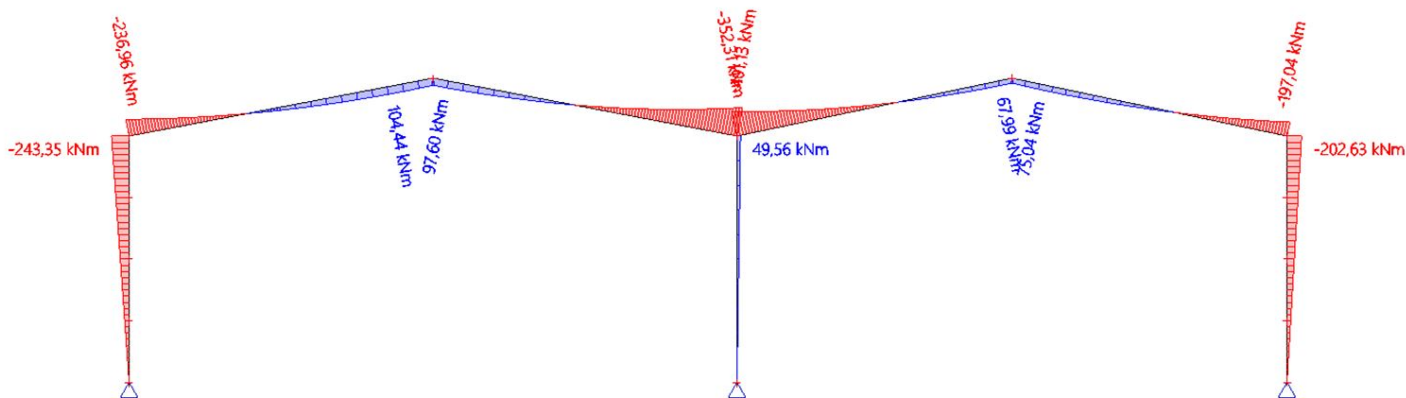
## 19. 1D vnitřní síly; $V_z$

Hodnoty:  $V_z$   
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NC9  
Souřadný systém: Dílec  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: Vše



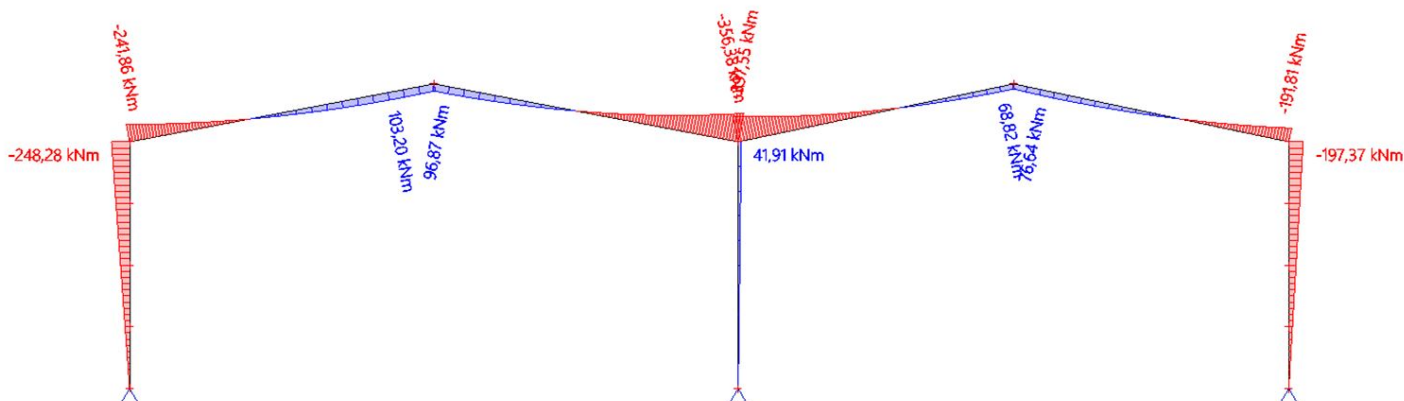
## 20. 1D vnitřní síly; M<sub>y</sub>

Hodnoty: M<sub>y</sub>  
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NC1  
Souřadný systém: Dílec  
Extrém 1D: Dílec  
Výběr: Vše



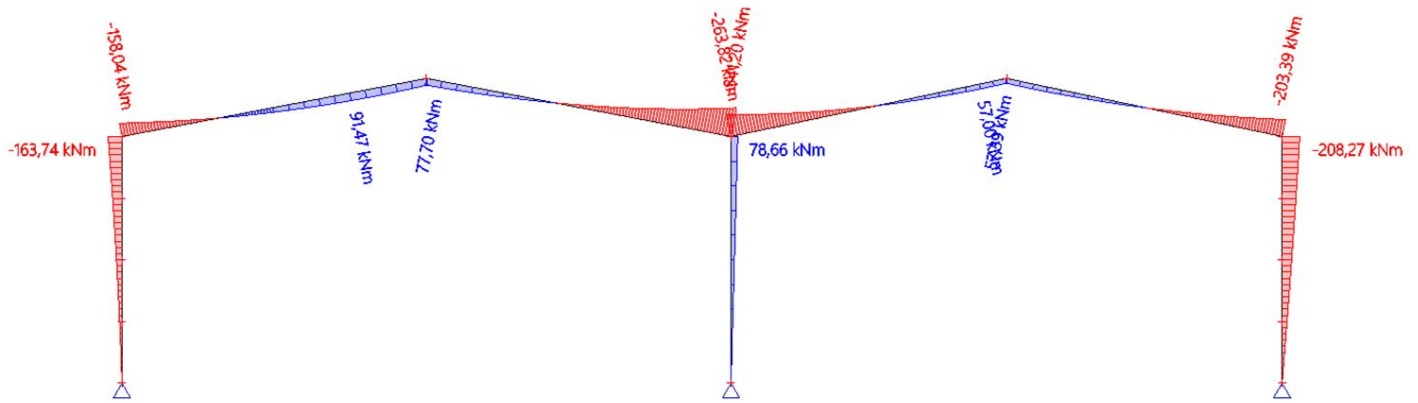
## 21. 1D vnitřní síly; M<sub>y</sub>

Hodnoty: M<sub>y</sub>  
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NC2  
Souřadný systém: Dílec  
Extrém 1D: Dílec  
Výběr: Vše



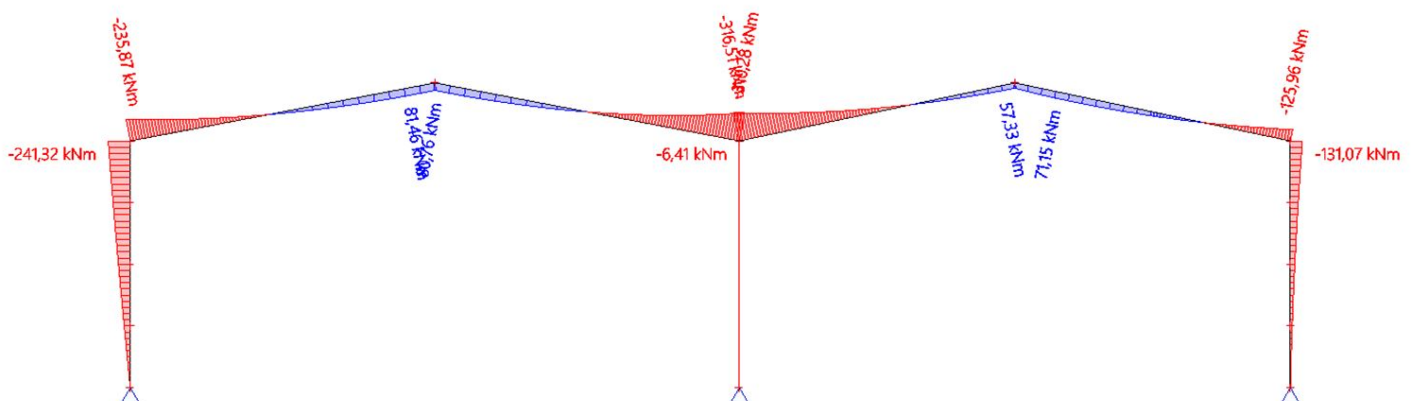
## 22. 1D vnitřní síly; M<sub>y</sub>

Hodnoty: M<sub>y</sub>  
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NC3  
Souřadný systém: Dílec  
Extrém 1D: Dílec  
Výběr: Vše



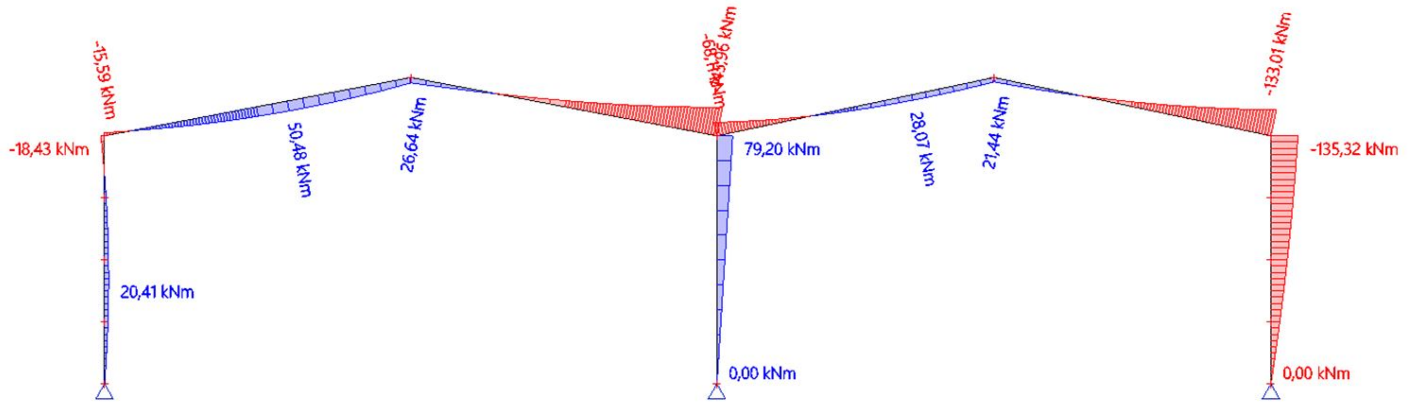
## 23. 1D vnitřní síly; M<sub>y</sub>

Hodnoty: M<sub>y</sub>  
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NC4  
Souřadný systém: Dílec  
Extrém 1D: Dílec  
Výběr: Vše



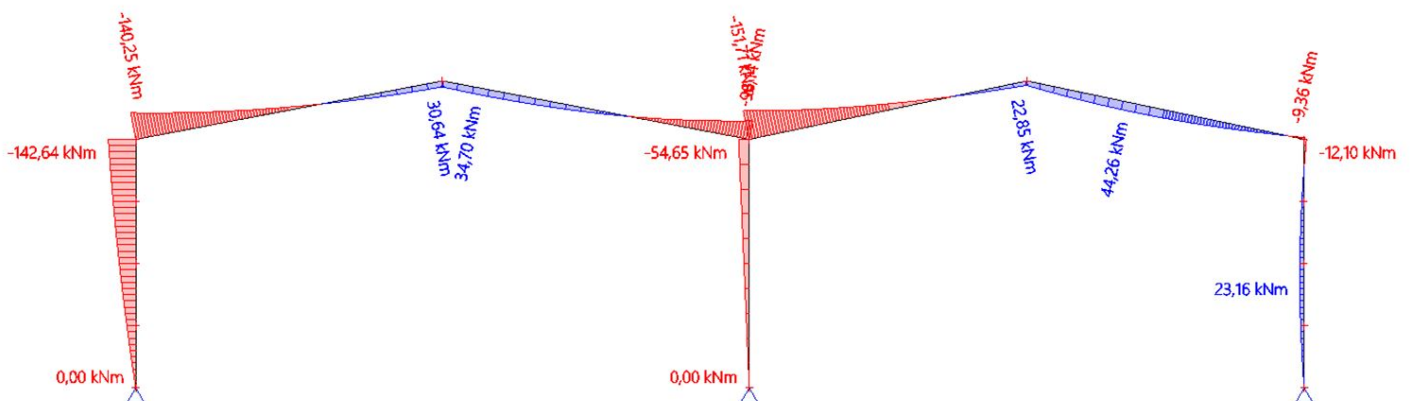
## 24. 1D vnitřní síly; M<sub>y</sub>

Hodnoty: M<sub>y</sub>  
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NC5  
Souřadný systém: Dílec  
Extrém 1D: Dílec  
Výběr: Vše



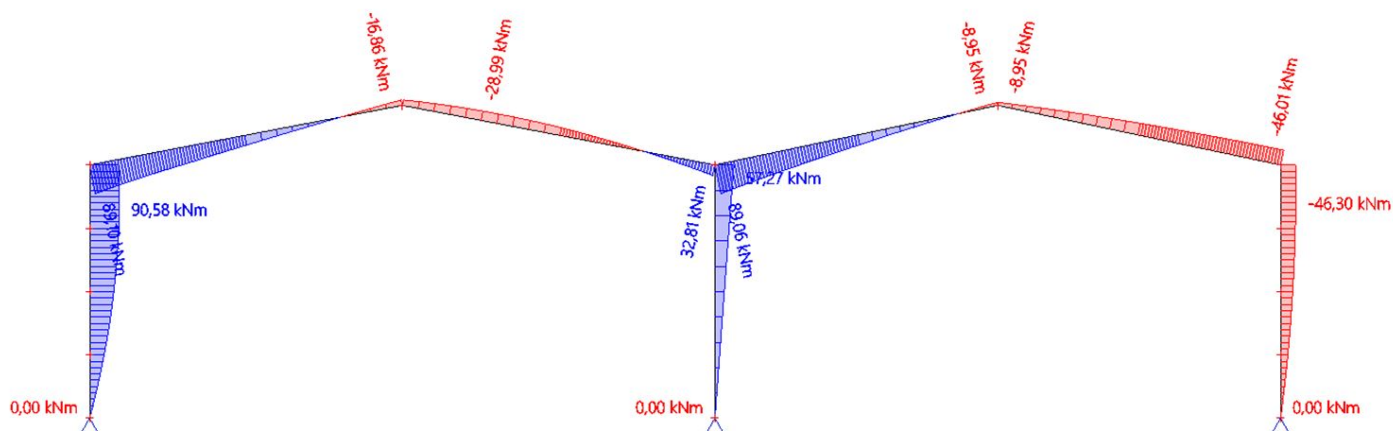
## 25. 1D vnitřní síly; M<sub>y</sub>

Hodnoty: M<sub>y</sub>  
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NC6  
Souřadný systém: Dílec  
Extrém 1D: Dílec  
Výběr: Vše



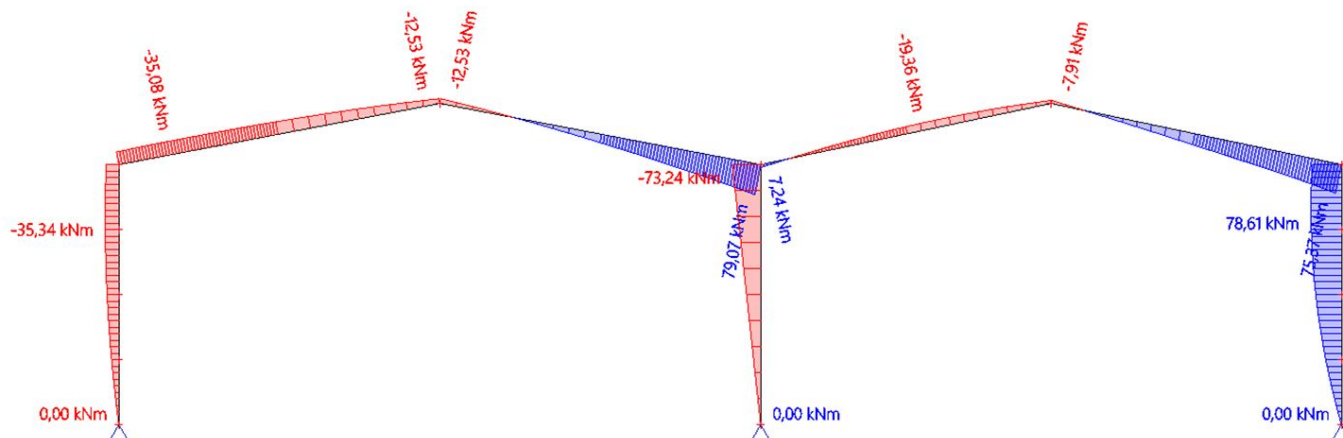
## 26. 1D vnitřní síly; $M_y$

Hodnoty:  $M_y$   
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NC7  
Souřadný systém: Dílec  
Extrém 1D: Dílec  
Výběr: Vše



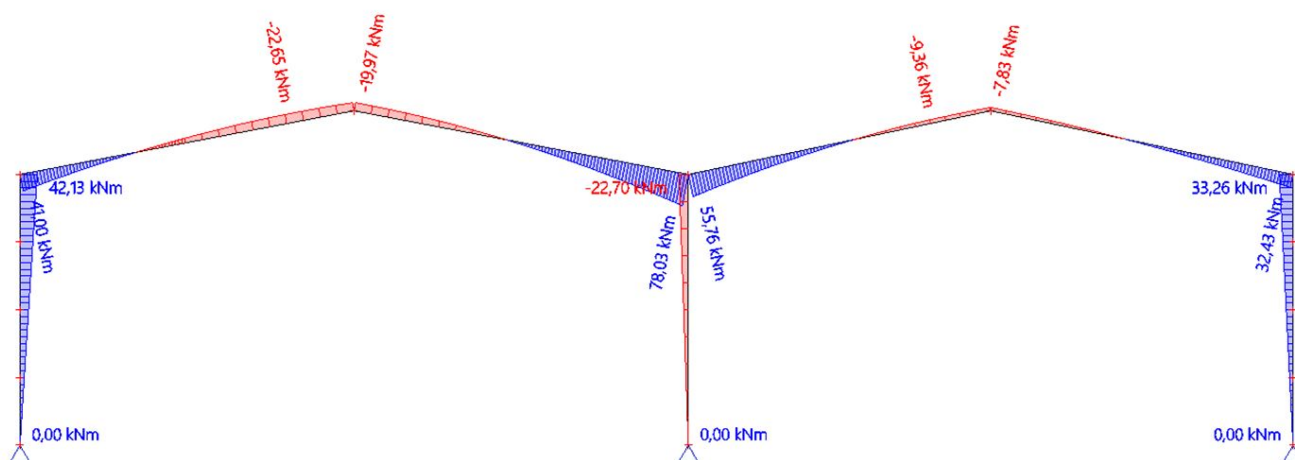
## 27. 1D vnitřní síly; $M_y$

Hodnoty:  $M_y$   
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NC8  
Souřadný systém: Dílec  
Extrém 1D: Dílec  
Výběr: Vše



## 28. 1D vnitřní síly; M<sub>y</sub>

Hodnoty: M<sub>y</sub>  
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NCS  
Souřadný systém: Dílec  
Extrém 1D: Dílec  
Výběr: Vše



Studentská verze

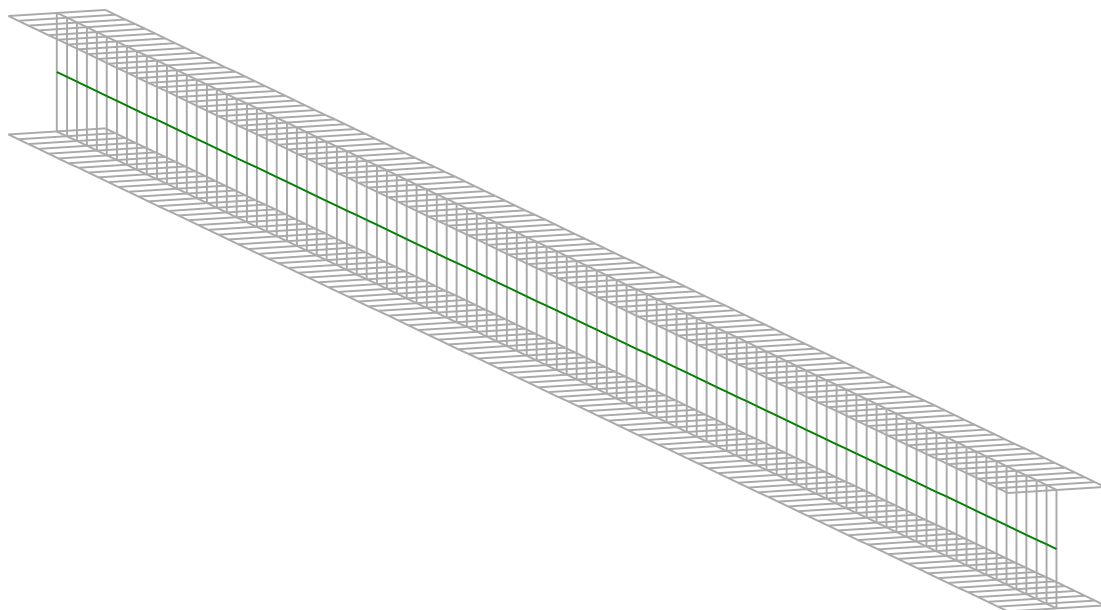
Studentská verze

## PŘÍLOHA 5

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

v 1.0.3

## **CALCULATION SHEET**







## I - PARAMETERS

### *I.1 - General parameters*

Projected total length :	$L = 8,5 \text{ m}$
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
-------------------------	-----

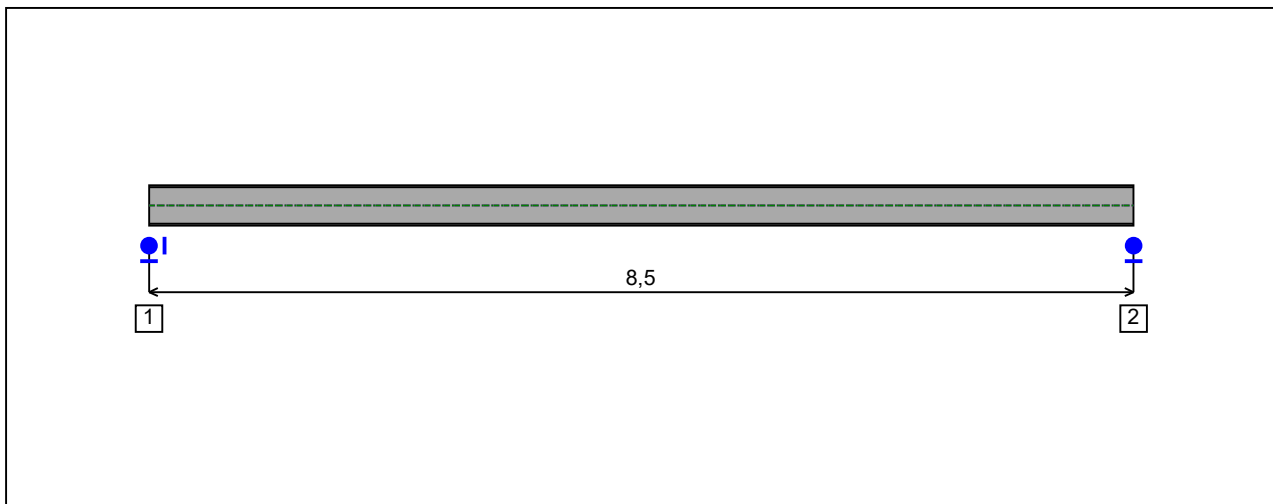


Figure 1 : Profile in long with section numbers.

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

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

Type : In catalogue (OTUA)

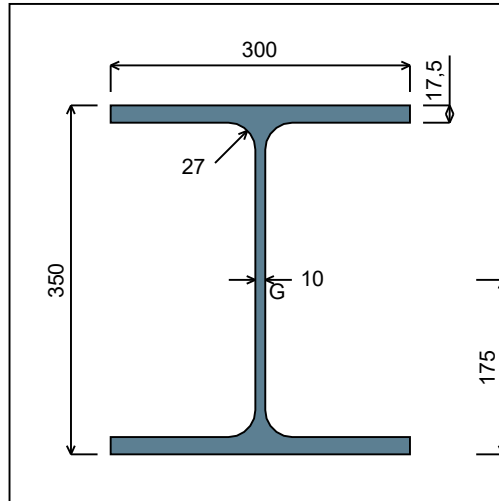


Figure 2 : Section No. 1 (HEA 360).

Main geometrical properties :

$z_S$	= 0 cm
$z_G$	= 17,5 cm
$I_y$	= 33090 cm <sup>4</sup>
$I_z$	= 7886,8 cm <sup>4</sup>
$I_t$	= 149,08 cm <sup>4</sup> (Villette)
$I_w$	= 2,18E+6 cm <sup>6</sup>

Other geometrical properties :

$A$	= 142,76 cm <sup>2</sup>	$A_{v,z}$	= 48,96 cm <sup>2</sup>
$A_{v,y}$	= 105 cm <sup>2</sup>	$W_{el,z}$	= 525,79 cm <sup>3</sup>
$W_{el,y,sup}$	= 1890,8 cm <sup>3</sup>	$W_{pl,z}$	= 802,28 cm <sup>3</sup>
$W_{el,y,inf}$	= 1890,8 cm <sup>3</sup>		
$W_{pl,y}$	= 2088,5 cm <sup>3</sup>		

Stiffness relaxations :

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

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

Abscissa from the left end of the beam :  $x = 8,5 \text{ m}$

Type : In catalogue (OTUA)

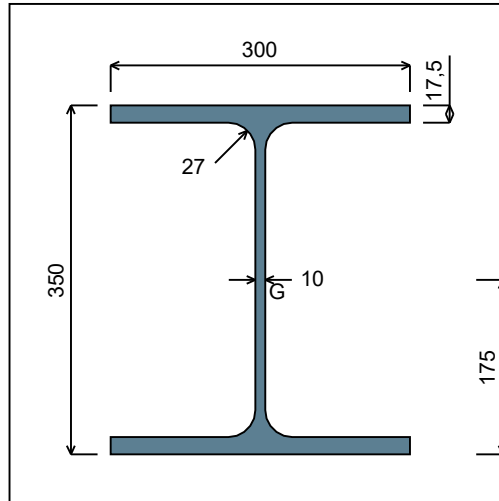


Figure 3 : Section No. 2 (HEA 360).

Main geometrical properties :

$z_S$	= 0 cm
$z_G$	= 17,5 cm
$I_y$	= 33090 cm <sup>4</sup>
$I_z$	= 7886,8 cm <sup>4</sup>
$I_t$	= 149,08 cm <sup>4</sup> (Villette)
$I_w$	= 2,18E+6 cm <sup>6</sup>

Other geometrical properties :

$A$	= 142,76 cm <sup>2</sup>	$A_{v,z}$	= 48,96 cm <sup>2</sup>
$A_{v,y}$	= 105 cm <sup>2</sup>	$W_{el,z}$	= 525,79 cm <sup>3</sup>
$W_{el,y,sup}$	= 1890,8 cm <sup>3</sup>	$W_{pl,z}$	= 802,28 cm <sup>3</sup>
$W_{el,y,inf}$	= 1890,8 cm <sup>3</sup>		
$W_{pl,y}$	= 2088,5 cm <sup>3</sup>		

Stiffness relaxations :

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

**I.4 - Lateral restraints**

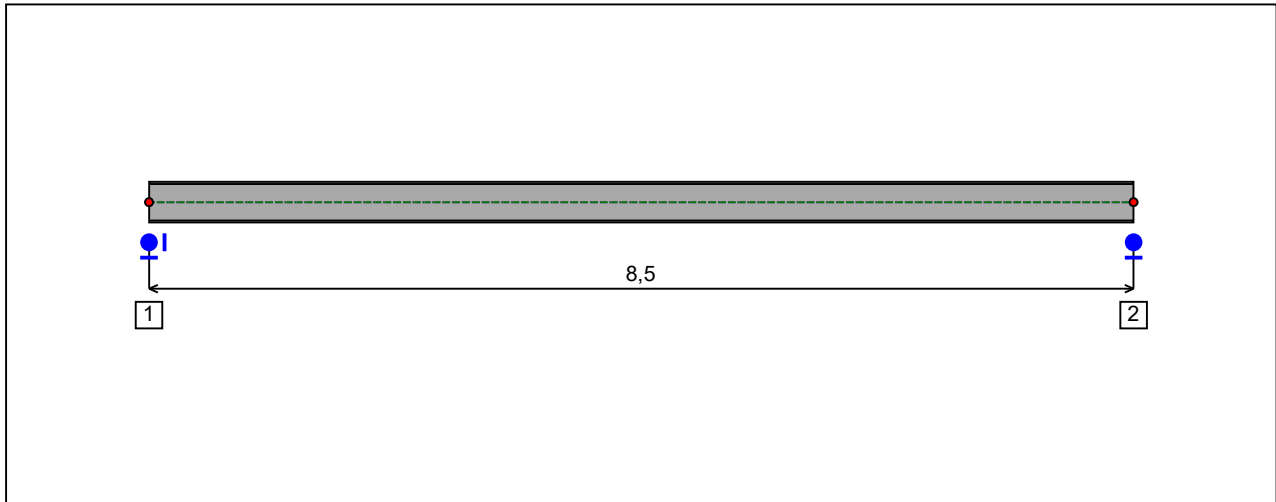


Figure 4 : Profile in long with restraint numbers.

**- 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 :  $x = 8,5$  m

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

Restraint conditions :

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

**1.5 - Supports**

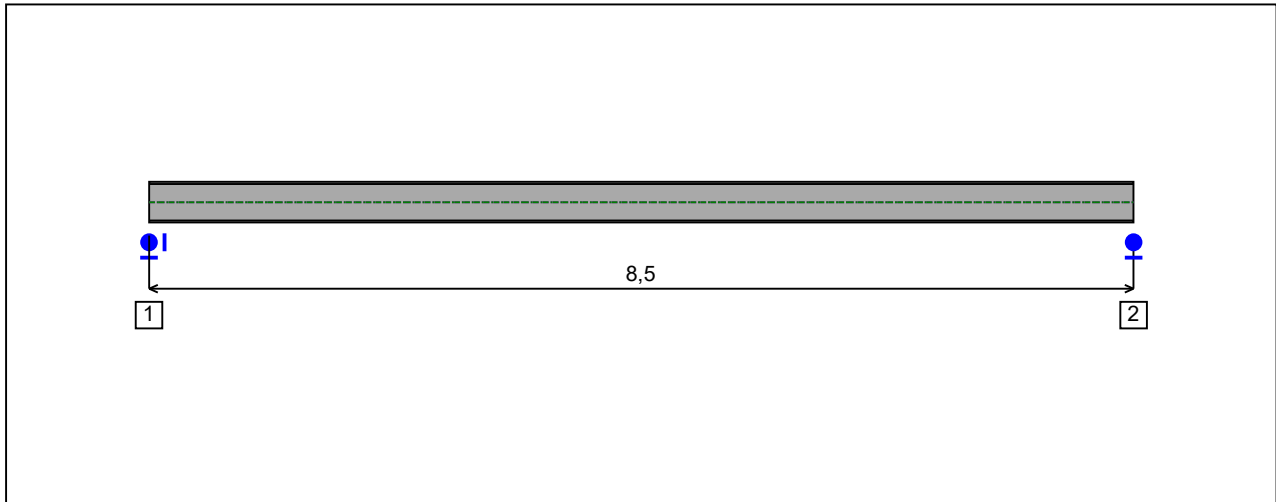


Figure 5 : Profile in long with support numbers.

**- 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 :  $x = 8,5 \text{ m}$

Support conditions :

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

**I.6 - Loads**

Type of loading :

Internal

**- Moment diagram :**

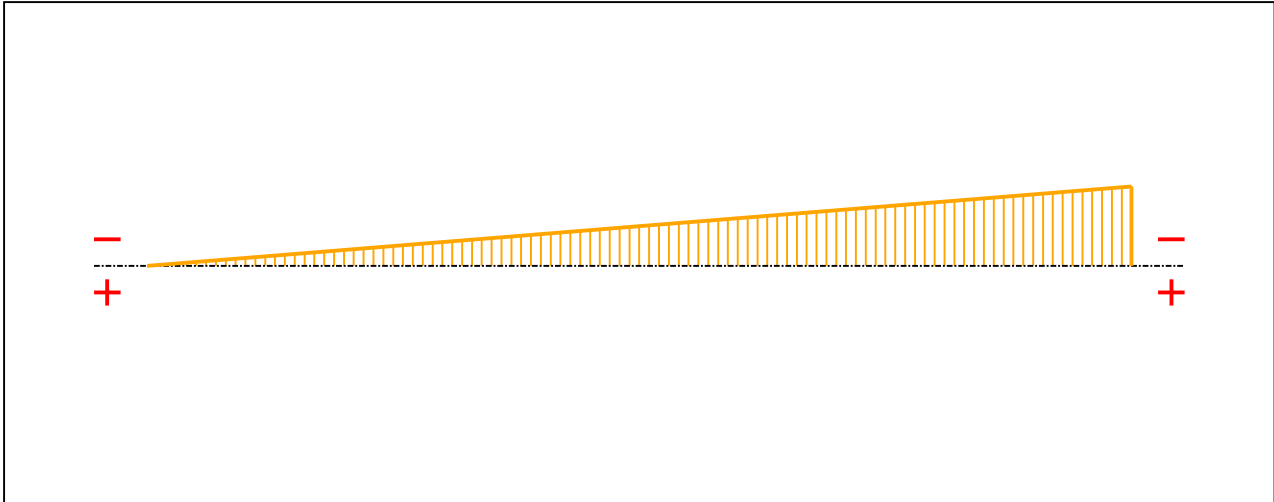


Figure 6 : Moment diagram.

Active :

Yes

Table 1 : Moment diagram.

x(m)	M(kN.m)
0	0
8,5	-243,35

**- Axial force diagram :**

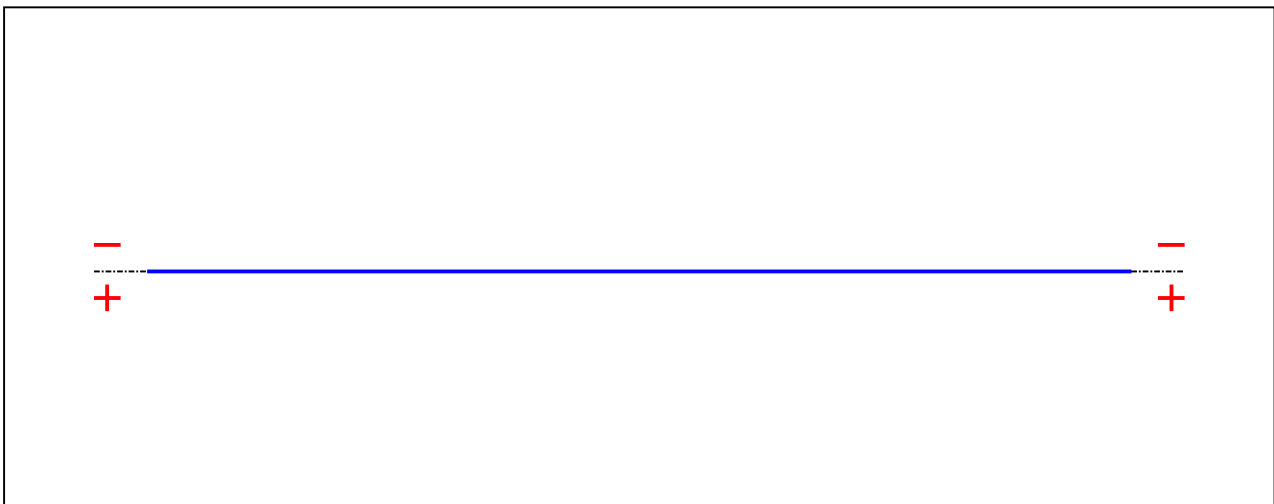


Figure 7 : Axial force diagram.

Active :

No

Table 2 : Axial force diagram.

x(m)	N(kN)
0	0
8,5	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	4,839	-1177,6	8,5	0	8,5

### 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	4,839	-1177,6	8,5	0	8,5

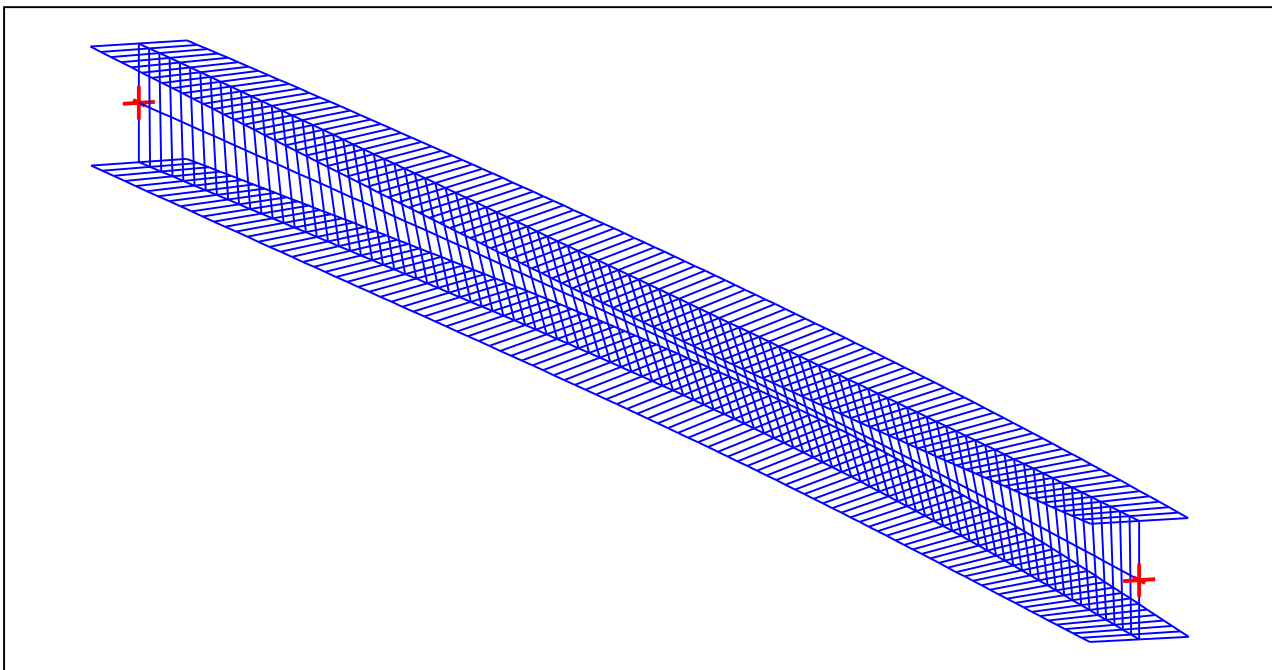


Figure 8 : Mode shape in 3D (Mode 1).

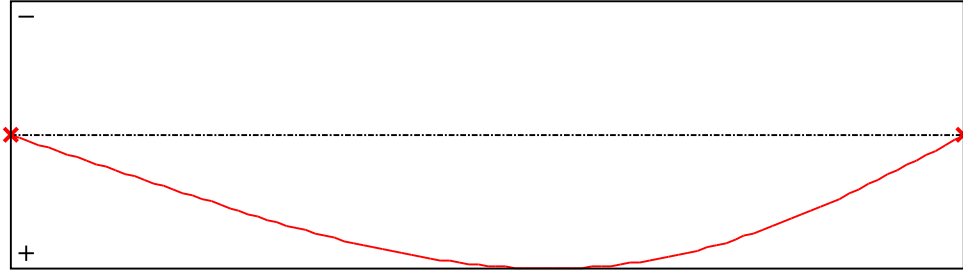


Figure 9 : Lateral displacement compopent of the shear centre (Mode 1).

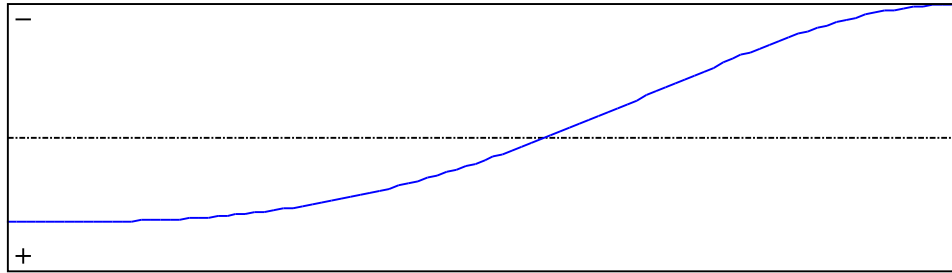


Figure 10 : Rotation in lateral flexure component of the shear centre (Mode 1).

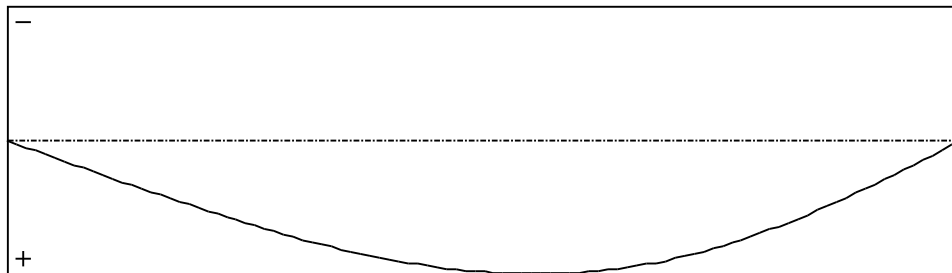


Figure 11 : Longitudinal rotation (torsion) component of the shear centre (Mode 1).

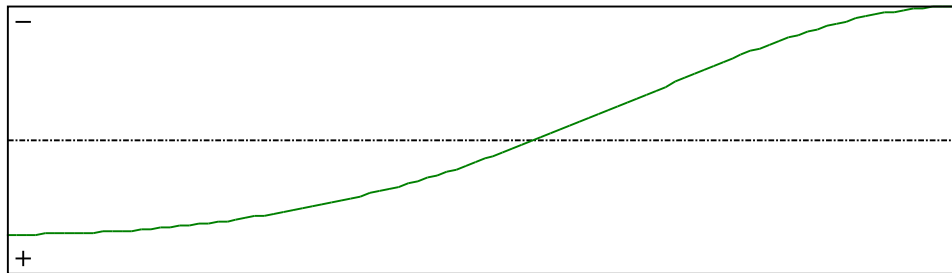


Figure 12 : Warping component of the shear centre (Mode 1).

Table 5 : Mode 1.

x [m]	v [cm]	v' [rd]	$\theta$ [rd]	$\theta'$ [rd/m]
0	-5,433E-29	0,0029	1,697E-26	0,0114
0,085	0,0243	0,0029	9,685E-4	0,0114
0,17	0,0485	0,0029	0,0019	0,0114
0,255	0,0728	0,0029	0,0029	0,0114
0,34	0,0971	0,0029	0,0039	0,0113
0,425	0,1213	0,0029	0,0048	0,0113
0,51	0,1456	0,0029	0,0058	0,0113
0,595	0,1698	0,0028	0,0068	0,0113
0,68	0,194	0,0028	0,0077	0,0112
0,765	0,2182	0,0028	0,0087	0,0112
0,85	0,2423	0,0028	0,0096	0,0111
0,935	0,2664	0,0028	0,0105	0,011
1,02	0,2904	0,0028	0,0115	0,011
1,105	0,3144	0,0028	0,0124	0,0109
1,19	0,3382	0,0028	0,0133	0,0108
1,275	0,362	0,0028	0,0142	0,0107
1,36	0,3857	0,0028	0,0152	0,0106
1,445	0,4092	0,0028	0,0161	0,0105
1,53	0,4326	0,0027	0,0169	0,0104
1,615	0,4558	0,0027	0,0178	0,0103
1,7	0,4789	0,0027	0,0187	0,0102
1,785	0,5018	0,0027	0,0196	0,01
1,87	0,5244	0,0027	0,0204	0,0099
1,955	0,5469	0,0026	0,0212	0,0098
2,04	0,569	0,0026	0,0221	0,0096
2,125	0,5909	0,0026	0,0229	0,0094
2,21	0,6126	0,0025	0,0237	0,0093
2,295	0,6339	0,0025	0,0244	0,0091
2,38	0,6548	0,0024	0,0252	0,0089
2,465	0,6754	0,0024	0,026	0,0087
2,55	0,6956	0,0024	0,0267	0,0085
2,635	0,7154	0,0023	0,0274	0,0083
2,72	0,7348	0,0023	0,0281	0,008
2,805	0,7537	0,0022	0,0288	0,0078
2,89	0,7721	0,0021	0,0294	0,0076

Table 5 (Next) : Mode 1.

x [m]	v [cm]	v' [rd]	$\theta$ [rd]	$\theta'$ [rd/m]
2,975	0,79	0,0021	0,0301	0,0073
3,06	0,8074	0,002	0,0307	0,007
3,145	0,8241	0,0019	0,0312	0,0068
3,23	0,8403	0,0019	0,0318	0,0065
3,315	0,8559	0,0018	0,0324	0,0062
3,4	0,8709	0,0017	0,0329	0,0059
3,485	0,8851	0,0016	0,0334	0,0056
3,57	0,8987	0,0016	0,0338	0,0052
3,655	0,9115	0,0015	0,0342	0,0049
3,74	0,9235	0,0014	0,0346	0,0046
3,825	0,9348	0,0013	0,035	0,0042
3,91	0,9453	0,0012	0,0354	0,0039
3,995	0,9549	0,0011	0,0357	0,0035
4,08	0,9637	9,807E-4	0,036	0,0031
4,165	0,9716	8,749E-4	0,0362	0,0027
4,25	0,9786	7,663E-4	0,0364	0,0023
4,335	0,9846	6,549E-4	0,0366	0,0019
4,42	0,9897	5,407E-4	0,0367	0,0015
4,505	0,9938	4,24E-4	0,0368	0,0011
4,59	0,9969	3,047E-4	0,0369	6,195E-4
4,675	0,999	1,831E-4	0,0369	1,786E-4
4,76	1	5,915E-5	0,0369	-2,695E-4
4,845	1	-6,694E-5	0,0369	-7,242E-4
4,93	0,9989	-1,951E-4	0,0368	-0,0012
5,015	0,9966	-3,25E-4	0,0367	-0,0017
5,1	0,9933	-4,567E-4	0,0365	-0,0021
5,185	0,9889	-5,9E-4	0,0363	-0,0026
5,27	0,9833	-7,246E-4	0,0361	-0,0031
5,355	0,9766	-8,605E-4	0,0358	-0,0036
5,44	0,9687	-9,973E-4	0,0355	-0,0041
5,525	0,9596	-0,0011	0,0351	-0,0045
5,61	0,9494	-0,0013	0,0347	-0,005
5,695	0,938	-0,0014	0,0343	-0,0055
5,78	0,9254	-0,0016	0,0338	-0,006
5,865	0,9116	-0,0017	0,0333	-0,0065

Table 5 (Next) : Mode 1.

x [m]	v [cm]	v' [rd]	$\theta$ [rd]	$\theta'$ [rd/m]
5,95	0,8966	-0,0018	0,0327	-0,007
6,035	0,8805	-0,002	0,0321	-0,0075
6,12	0,8632	-0,0021	0,0314	-0,008
6,205	0,8448	-0,0022	0,0307	-0,0084
6,29	0,8252	-0,0024	0,03	-0,0089
6,375	0,8044	-0,0025	0,0292	-0,0094
6,46	0,7825	-0,0026	0,0284	-0,0098
6,545	0,7596	-0,0028	0,0275	-0,0103
6,63	0,7355	-0,0029	0,0266	-0,0107
6,715	0,7104	-0,003	0,0257	-0,0111
6,8	0,6842	-0,0031	0,0247	-0,0116
6,885	0,657	-0,0033	0,0237	-0,012
6,97	0,6288	-0,0034	0,0227	-0,0124
7,055	0,5997	-0,0035	0,0216	-0,0127
7,14	0,5696	-0,0036	0,0205	-0,0131
7,225	0,5387	-0,0037	0,0194	-0,0134
7,31	0,5069	-0,0038	0,0183	-0,0138
7,395	0,4743	-0,0039	0,0171	-0,0141
7,48	0,4409	-0,004	0,0159	-0,0144
7,565	0,4068	-0,004	0,0146	-0,0147
7,65	0,3721	-0,0041	0,0134	-0,0149
7,735	0,3367	-0,0042	0,0121	-0,0151
7,82	0,3008	-0,0043	0,0108	-0,0153
7,905	0,2643	-0,0043	0,0095	-0,0155
7,99	0,2274	-0,0044	0,0082	-0,0157
8,075	0,1902	-0,0044	0,0068	-0,0158
8,16	0,1525	-0,0044	0,0055	-0,0159
8,245	0,1146	-0,0045	0,0041	-0,016
8,33	0,0765	-0,0045	0,0027	-0,0161
8,415	0,0383	-0,0045	0,0014	-0,0161
8,5	8,681E-29	-0,0045	-1,719E-26	-0,0162

## 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 360	<i>p.2</i>
- Section No. 2 : HEA 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>
<b><i>I.5 - Supports</i></b>	<b><i>p.5</i></b>
- Support No. 1 :	<i>p.5</i>
- Support No. 2 :	<i>p.5</i>
<b><i>I.6 - Loads</i></b>	<b><i>p.6</i></b>
- Moment diagram :	<i>p.6</i>
- Axial force diagram :	<i>p.6</i>
- Eccentric concentrated loads :	<i>p.7</i>
- Eccentric distributed loads :	<i>p.7</i>
<b>II - LTB CALCULATION</b>	<b>p.8</b>
<b><i>II.1 - LTB modes</i></b>	<b><i>p.8</i></b>
<b><i>II.2 - Mode shapes</i></b>	<b><i>p.8</i></b>
- Mode 1	<i>p.8</i>

**WARNING !**

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

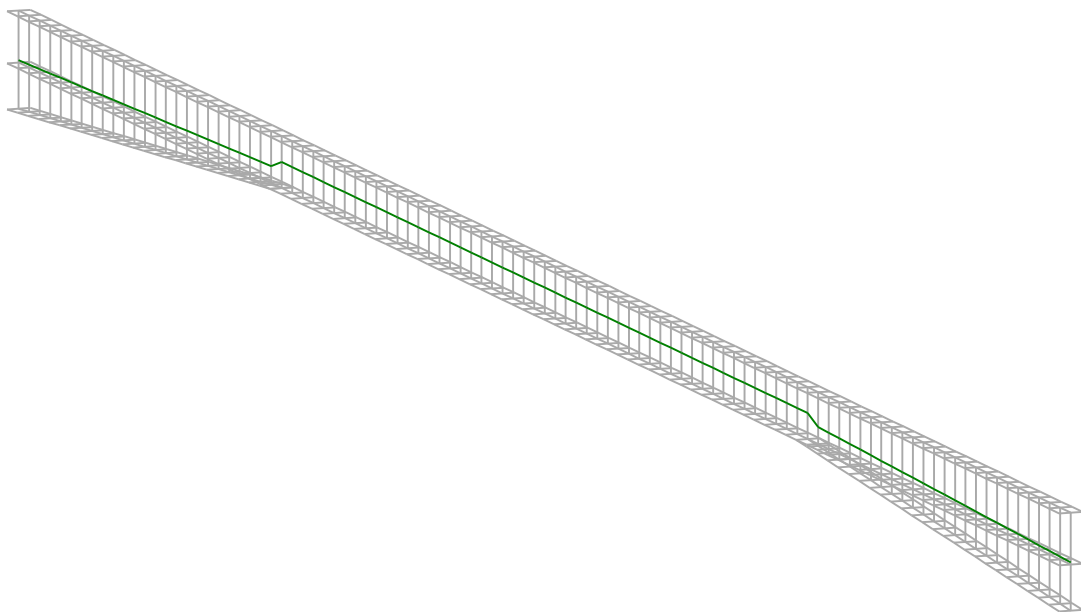
Because of the complexity of the calculations involved, the software is only for users who are able to make themselves an accurate idea of its possibilities, its limitations and adequacy to the various practical applications. The user will use it under his own responsibilities at his own risk.

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 :  $L = 21$  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 :  $\rho = 7850$  kg/m<sup>3</sup>

***I.3 - Sections***

Alignment of sections : Top

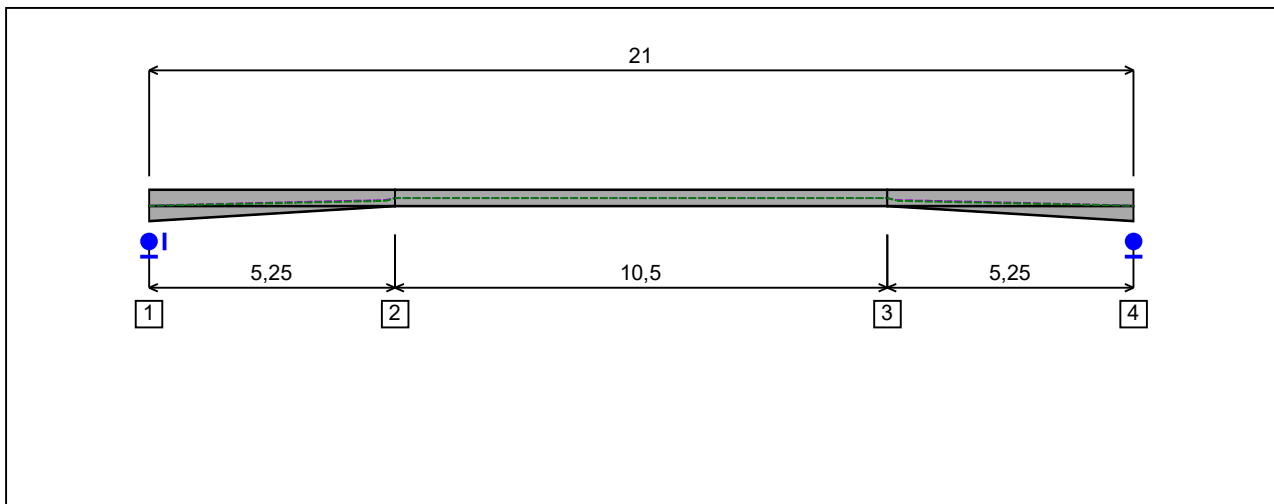


Figure 1 : Profile in long with section numbers.

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

Abscissa from the left end of the beam :

x = 0 m

Type :

In catalogue (OTUA)

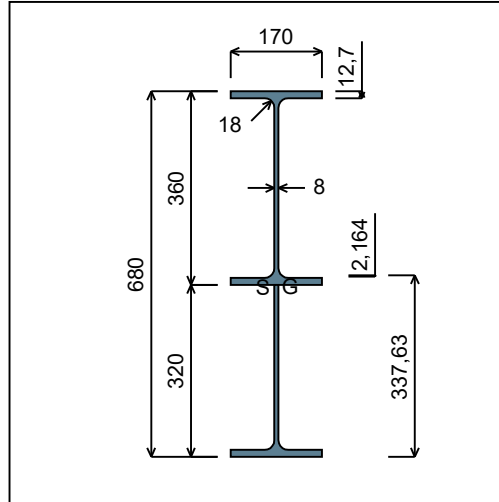


Figure 2 : Section No. 1 (IPE 360).

Main geometrical properties :

- $z_S$  = -0,2164 cm
- $z_G$  = 33,76 cm
- $I_y$  = 69716 cm<sup>4</sup>
- $I_z$  = 1565,8 cm<sup>4</sup>
- $I_t$  = 58,07 cm<sup>4</sup> (Villette)
- $I_w$  = 1,144E+6 cm<sup>6</sup>

Other geometrical properties :

- |   |                                     |
|---|-------------------------------------|
| $A$ = 120,29 cm <sup>2</sup>            | $A_{v,z}$ = 60,74 cm <sup>2</sup>   |
| $A_{v,y}$ = 64,77 cm <sup>2</sup>       |                                     |
| $W_{el,y,sup}$ = 2036,3 cm <sup>3</sup> | $W_{el,z}$ = 184,21 cm <sup>3</sup> |
| $W_{el,y,inf}$ = 2064,9 cm <sup>3</sup> | $W_{pl,z}$ = 288,89 cm <sup>3</sup> |
| $W_{pl,y}$ = 2396,9 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 :

$x = 5,25 \text{ m}$

Type :

In catalogue (OTUA)

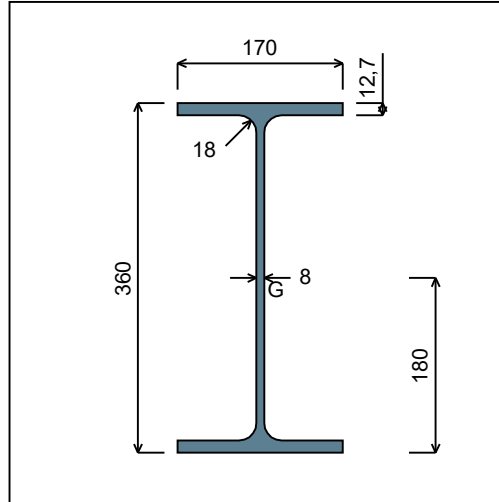


Figure 3 : Section No. 2 (IPE 360).

Main geometrical properties :

- $z_S = 0 \text{ cm}$
- $z_G = 18 \text{ cm}$
- $I_y = 16266 \text{ cm}^4$
- $I_z = 1043,5 \text{ cm}^4$
- $I_t = 37,09 \text{ cm}^4$  (Villette)
- $I_w = 314646 \text{ cm}^6$

Other geometrical properties :

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

Stiffness relaxations :

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

**- Section No. 3 : IPE 360**

Abscissa from the left end of the beam :

$x = 15,75 \text{ m}$

Type :

In catalogue (OTUA)

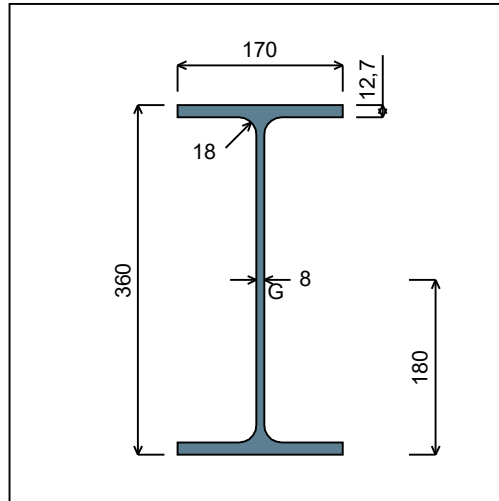


Figure 4 : Section No. 3 (IPE 360).

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

Stiffness relaxations :

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

**- Section No. 4 : IPE 360**

Abscissa from the left end of the beam :

$x = 21 \text{ m}$

Type :

In catalogue (OTUA)

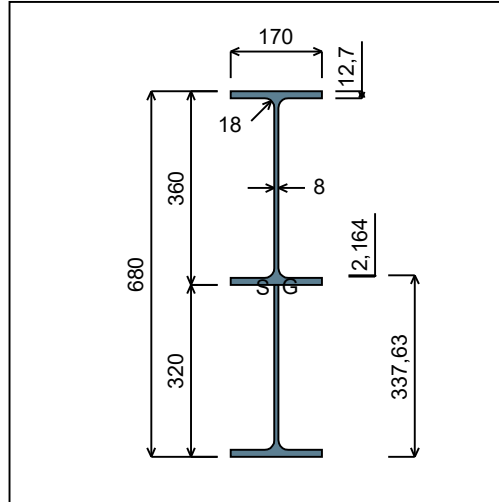


Figure 5 : Section No. 4 (IPE 360).

Main geometrical properties :

- $z_S = -0,2164 \text{ cm}$
- $z_G = 33,76 \text{ cm}$
- $I_y = 69716 \text{ cm}^4$
- $I_z = 1565,8 \text{ cm}^4$
- $I_t = 58,07 \text{ cm}^4$  (Villette)
- $I_w = 1,144\text{E}+6 \text{ cm}^6$

Other geometrical properties :

- |                                      |                                  |
|--------------------------------------|----------------------------------|
| $A = 120,29 \text{ cm}^2$            |                                  |
| $A_{v,y} = 64,77 \text{ cm}^2$       | $A_{v,z} = 60,74 \text{ cm}^2$   |
| $W_{el,y,sup} = 2036,3 \text{ cm}^3$ | $W_{el,z} = 184,21 \text{ cm}^3$ |
| $W_{el,y,inf} = 2064,9 \text{ cm}^3$ | $W_{pl,z} = 288,89 \text{ cm}^3$ |
| $W_{pl,y} = 2396,9 \text{ cm}^3$     |                                  |

Stiffness relaxations :

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

**I.4 - Lateral restraints**

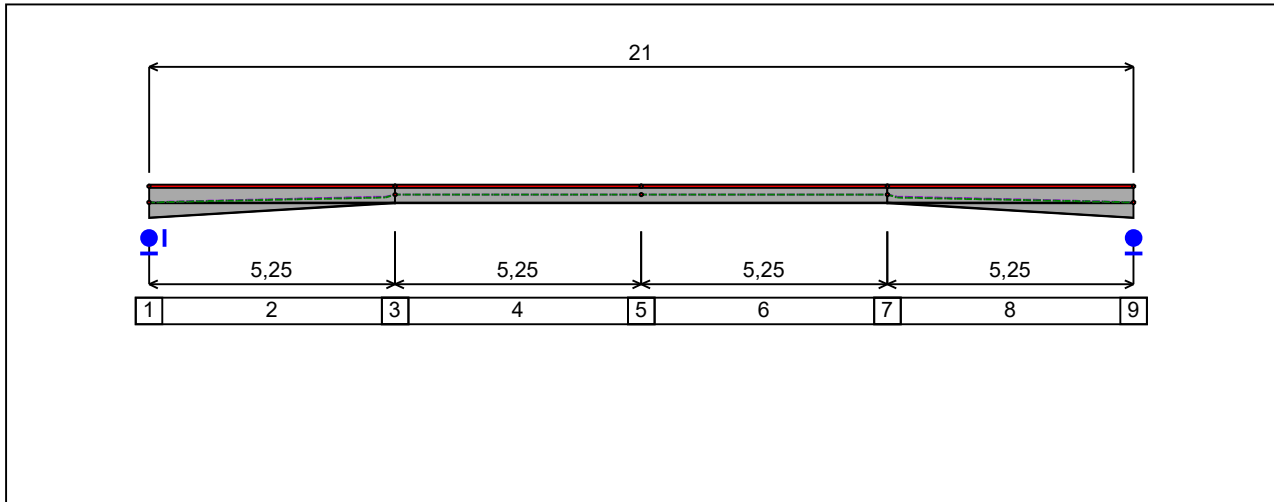


Figure 6 : Profile in long with restraint numbers.

**- 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 : Continuous

Coordinates of the left end :

Abscissa from the left end of the beam :  $x_1 = 0$  m

Vertical position from the shear centre :  $z_1 = 34,45$  cm

Coordinates of the right end :

Abscissa from the left end of the beam :  $x_2 = 5,25$  m

Vertical position from the shear centre :  $z_2 = 18$  cm

Restraint conditions :

- $v$  : Fixed

$\theta$  : Free $v'$  : Free**- Restraint No. 3 :**

Type : Ponctual

Abcissa from the left end of the beam :  $x = 5,25$  mVertical position from the shear centre :  $z = 0$  cm

Restraint conditions :

 $v$  : Fixed $\theta$  : Free $v'$  : Free $\theta'$  : Free**- Restraint No. 4 :**

Type : Continuous

Coordinates of the left end :

Abcissa from the left end of the beam :  $x_1 = 5,25$  mVertical position from the shear centre :  $z_1 = 18$  cm

Coordinates of the right end :

Abcissa from the left end of the beam :  $x_2 = 10,5$  mVertical position from the shear centre :  $z_2 = 18$  cm

Restraint conditions :

 $v$  : Fixed $\theta$  : Free $v'$  : Free**- Restraint No. 5 :**

Type : Ponctual

Abcissa from the left end of the beam :  $x = 10,5$  mVertical position from the shear centre :  $z = 0$  cm

Restraint conditions :

 $v$  : Fixed $\theta$  : Free $v'$  : Free $\theta'$  : Free**- Restraint No. 6 :**

Type : Continuous



Coordinates of the left end :

Abscissa from the left end of the beam :  $x_1 = 10,5 \text{ m}$

Vertical position from the shear centre :  $z_1 = 18 \text{ cm}$

Coordinates of the right end :

Abscissa from the left end of the beam :  $x_2 = 15,75 \text{ m}$

Vertical position from the shear centre :  $z_2 = 18 \text{ cm}$

Restraint conditions :

$v$  : Fixed

$\theta$  : Free

$v'$  : Free

**- Restraint No. 7 :**

Type : Ponctual

Abscissa from the left end of the beam :  $x = 15,75 \text{ m}$

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

Restraint conditions :

$v$  : Fixed

$\theta$  : Free

$v'$  : Free

$\theta'$  : Free

**- Restraint No. 8 :**

Type : Continuous

Coordinates of the left end :

Abscissa from the left end of the beam :  $x_1 = 15,75 \text{ m}$

Vertical position from the shear centre :  $z_1 = 18 \text{ cm}$

Coordinates of the right end :

Abscissa from the left end of the beam :  $x_2 = 21 \text{ m}$

Vertical position from the shear centre :  $z_2 = 34,45 \text{ cm}$

Restraint conditions :

$v$  : Fixed

$\theta$  : Free

$v'$  : Free

**- Restraint No. 9 :**

Type : Ponctual

Abscissa from the left end of the beam :  $x = 21$  m

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

Restraint conditions :

$v$  : Fixed

$\theta$  : Fixed

$v'$  : Free

$\theta'$  : Free

**I.5 - Supports**

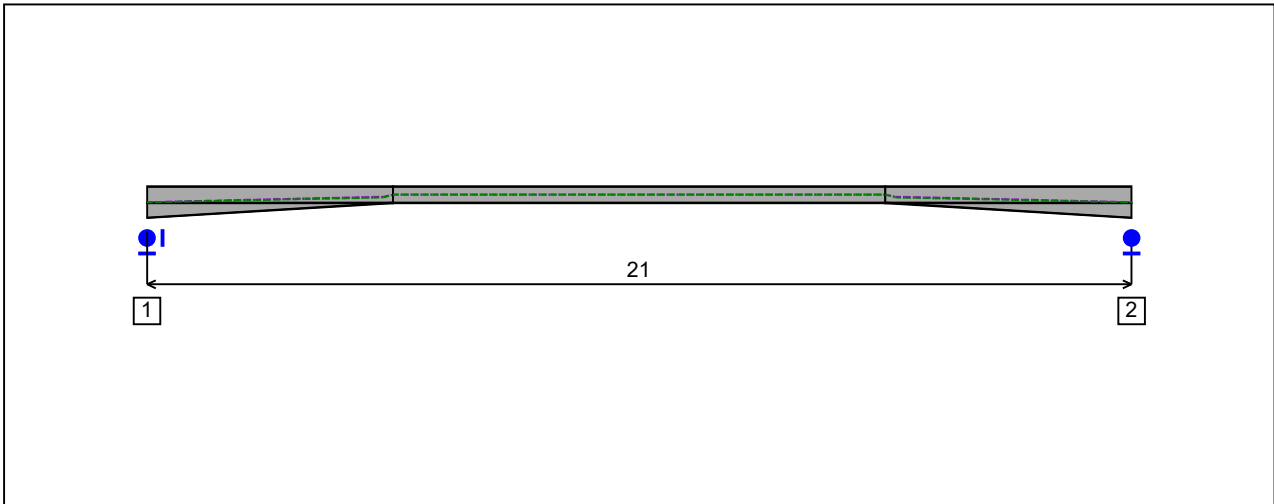


Figure 7 : Profile in long with support numbers.

**- 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 :  $x = 21 \text{ m}$

Support conditions :

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

**I.6 - Loads**

Type of loading :

Internal

**- Moment diagram :**

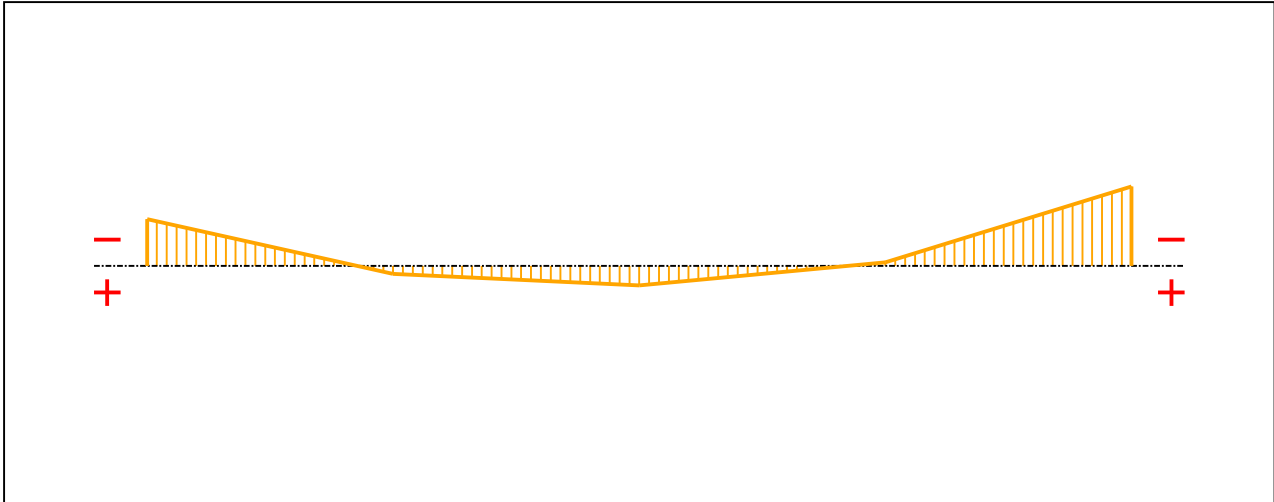


Figure 8 : Moment diagram.

Active :

Yes

Table 1 : Moment diagram.

x(m)	M(kN.m)
0	-236,96
5,25	40,51
10,5	97,6
15,75	-19,02
21	-401,13

**- Axial force diagram :**

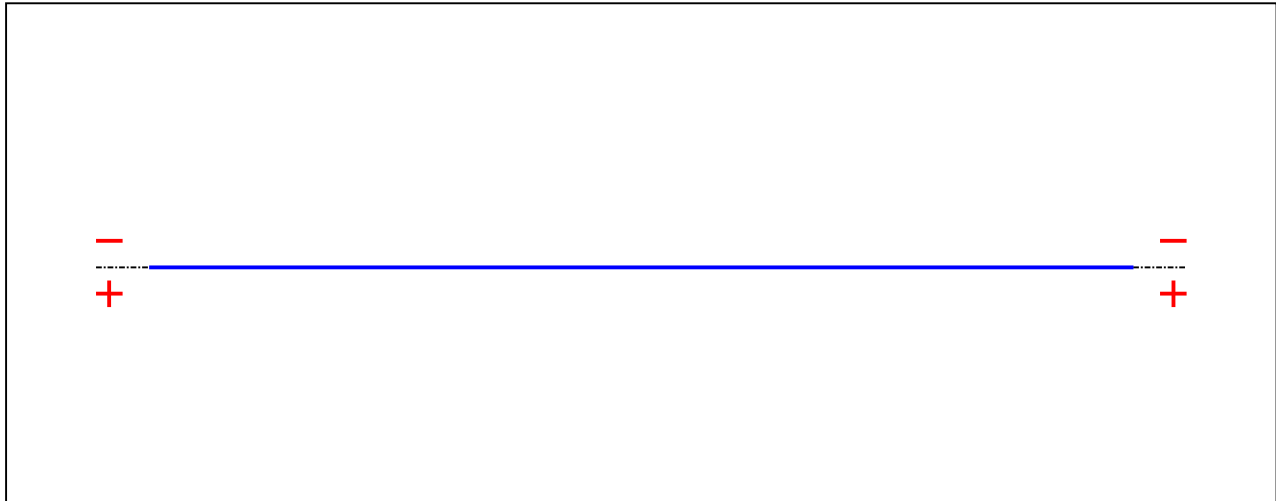


Figure 9 : Axial force diagram.

Active :

No

Table 2 : Axial force diagram.

x(m)	N(kN)
0	0
21	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	2,101	-842,77	21	0	21

**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	2,101	-842,77	21	0	21

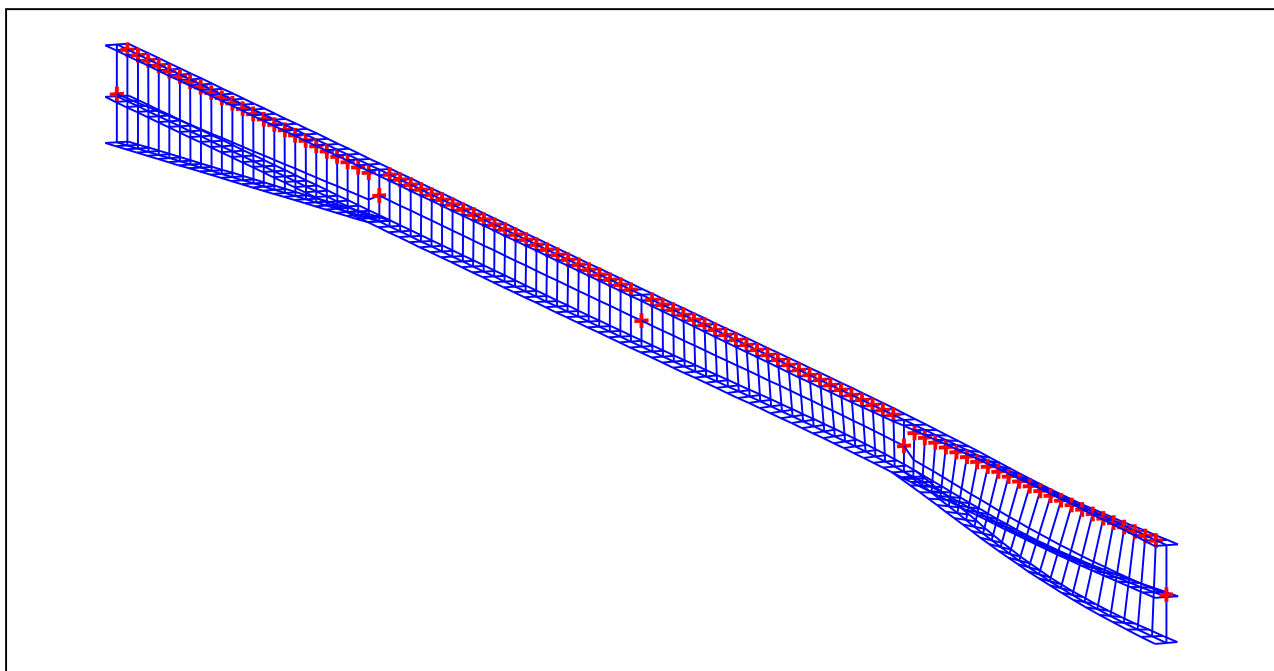


Figure 10 : Mode shape in 3D (Mode 1).

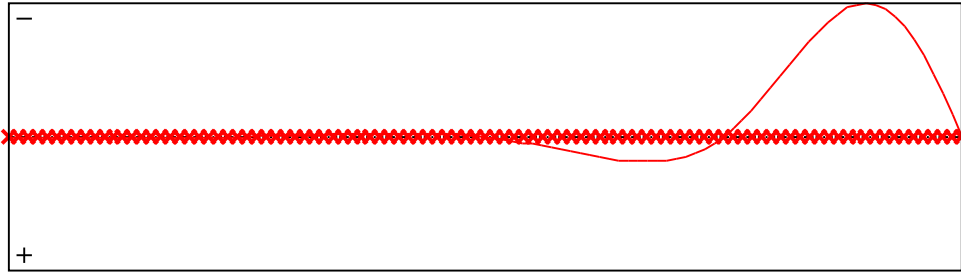


Figure 11 : Lateral displacement compoment of the shear centre (Mode 1).

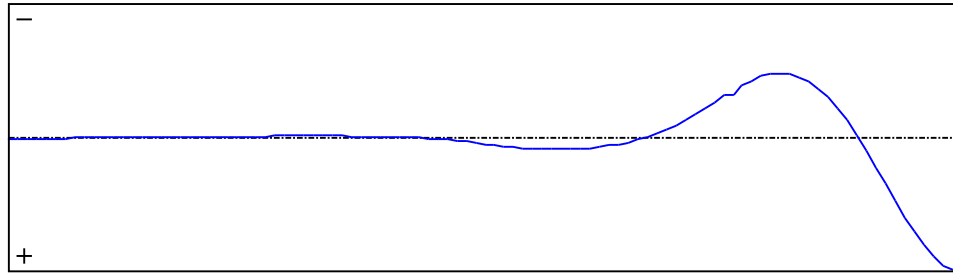


Figure 12 : Rotation in lateral flexure component of the shear centre (Mode 1).

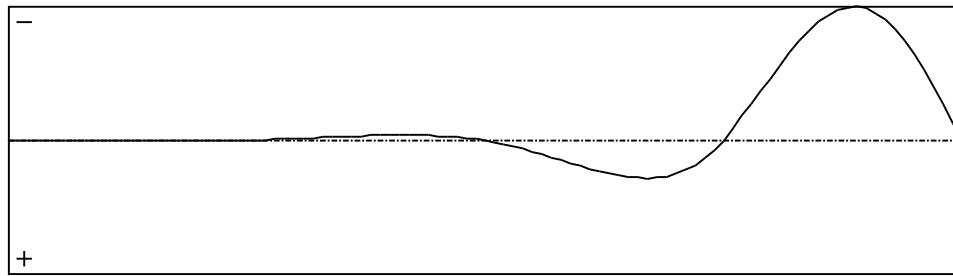


Figure 13 : Longitudinal rotation (torsion) component of the shear centre (Mode 1).

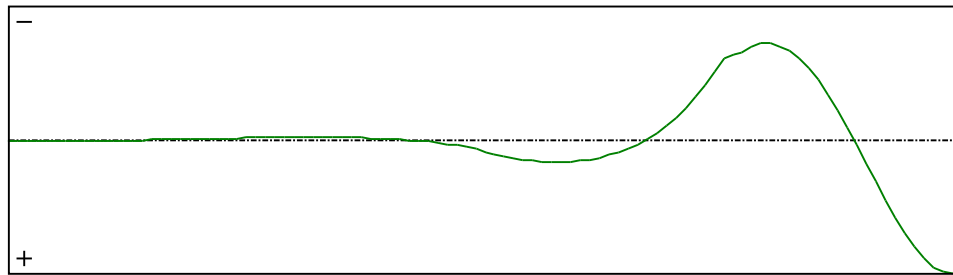


Figure 14 : Warping component of the shear centre (Mode 1).

Table 5 : Mode 1.

x [m]	v [cm]	v' [rd]	$\theta$ [rd]	$\theta'$ [rd/m]
0	-2,573E-30	5,07E-5	6,571E-29	1,466E-4
0,21	0,0011	5,037E-5	3,124E-5	1,501E-4
0,42	0,0021	4,924E-5	6,287E-5	1,504E-4
0,63	0,0031	4,724E-5	9,434E-5	1,484E-4
0,84	0,004	4,45E-5	1,251E-4	1,438E-4
1,05	0,0048	4,11E-5	1,547E-4	1,37E-4
1,26	0,0056	3,716E-5	1,827E-4	1,28E-4
1,47	0,0062	3,277E-5	2,085E-4	1,17E-4
1,68	0,0068	2,804E-5	2,319E-4	1,043E-4
1,89	0,0072	2,306E-5	2,524E-4	9,011E-5
2,1	0,0075	1,794E-5	2,698E-4	7,456E-5
2,31	0,0077	1,275E-5	2,839E-4	5,787E-5
2,52	0,0078	7,561E-6	2,943E-4	4,022E-5
2,73	0,0078	2,429E-6	3,009E-4	2,174E-5
2,94	0,0077	-2,602E-6	3,035E-4	2,515E-6
3,15	0,0074	-7,505E-6	3,021E-4	-1,739E-5
3,36	0,0071	-1,226E-5	2,963E-4	-3,8E-5
3,57	0,0067	-1,688E-5	2,862E-4	-5,936E-5
3,78	0,0061	-2,137E-5	2,715E-4	-8,165E-5
3,99	0,0055	-2,577E-5	2,52E-4	-1,05E-4
4,2	0,0048	-3,008E-5	2,274E-4	-1,3E-4
4,41	0,0041	-3,449E-5	1,974E-4	-1,562E-4
4,62	0,0032	-3,86E-5	1,616E-4	-1,873E-4
4,83	0,0023	-4,424E-5	1,193E-4	-2,122E-4
5,04	0,0013	-4,497E-5	6,975E-5	-2,769E-4
5,25	-1,674E-28	-6,219E-5	1,75E-27	-3,615E-4
5,46	-0,0014	-7,341E-5	-7,991E-5	-4,036E-4
5,67	-0,0031	-8,033E-5	-1,696E-4	-4,474E-4
5,88	-0,0048	-8,597E-5	-2,668E-4	-4,773E-4
6,09	-0,0067	-8,974E-5	-3,695E-4	-4,986E-4
6,3	-0,0086	-9,196E-5	-4,756E-4	-5,109E-4
6,51	-0,0105	-9,27E-5	-5,835E-4	-5,15E-4
6,72	-0,0124	-9,201E-5	-6,914E-4	-5,112E-4
6,93	-0,0144	-8,995E-5	-7,977E-4	-4,997E-4
7,14	-0,0162	-8,651E-5	-9,007E-4	-4,806E-4



Table 5 (Next) : Mode 1.

x [m]	v [cm]	v' [rd]	$\theta$ [rd]	$\theta'$ [rd/m]
7,35	-0,018	-8,165E-5	-9,99E-4	-4,536E-4
7,56	-0,0196	-7,53E-5	-0,0011	-4,184E-4
7,77	-0,0211	-6,735E-5	-0,0012	-3,742E-4
7,98	-0,0224	-5,763E-5	-0,0012	-3,202E-4
8,19	-0,0235	-4,591E-5	-0,0013	-2,551E-4
8,4	-0,0244	-3,191E-5	-0,0014	-1,773E-4
8,61	-0,0249	-1,526E-5	-0,0014	-8,476E-5
8,82	-0,025	4,501E-6	-0,0014	2,5E-5
9,03	-0,0246	2,793E-5	-0,0014	1,552E-4
9,24	-0,0238	5,573E-5	-0,0013	3,096E-4
9,45	-0,0223	8,874E-5	-0,0012	4,93E-4
9,66	-0,02	1,28E-4	-0,0011	7,112E-4
9,87	-0,0168	1,749E-4	-9,355E-4	9,714E-4
10,08	-0,0126	2,308E-4	-6,999E-4	0,0013
10,29	-0,0071	2,977E-4	-3,928E-4	0,0017
10,5	1,543E-28	3,78E-4	2,765E-27	0,0021
10,71	0,0088	4,583E-4	4,893E-4	0,0025
10,92	0,0192	5,247E-4	0,0011	0,0029
11,13	0,0308	5,788E-4	0,0017	0,0032
11,34	0,0434	6,216E-4	0,0024	0,0035
11,55	0,0568	6,538E-4	0,0032	0,0036
11,76	0,0708	6,754E-4	0,0039	0,0038
11,97	0,0851	6,863E-4	0,0047	0,0038
12,18	0,0995	6,861E-4	0,0055	0,0038
12,39	0,1138	6,74E-4	0,0063	0,0037
12,6	0,1277	6,488E-4	0,0071	0,0036
12,81	0,141	6,094E-4	0,0078	0,0034
13,02	0,1532	5,54E-4	0,0085	0,0031
13,23	0,1641	4,81E-4	0,0091	0,0027
13,44	0,1733	3,884E-4	0,0096	0,0022
13,65	0,1803	2,739E-4	0,01	0,0015
13,86	0,1846	1,354E-4	0,0103	7,519E-4
14,07	0,1858	-2,976E-5	0,0103	-1,654E-4
14,28	0,1832	-2,239E-4	0,0102	-0,0012
14,49	0,1761	-4,495E-4	0,0098	-0,0025

Table 5 (Next) : Mode 1.

x [m]	v [cm]	v' [rd]	$\theta$ [rd]	$\theta'$ [rd/m]
14,7	0,164	-7,09E-4	0,0091	-0,0039
14,91	0,1461	-0,001	0,0081	-0,0056
15,12	0,1216	-0,0013	0,0068	-0,0074
15,33	0,0896	-0,0017	0,005	-0,0095
15,54	0,0494	-0,0021	0,0027	-0,0118
15,75	3,89E-27	-0,0026	-7,538E-26	-0,0144
15,96	-0,0631	-0,0026	-0,0034	-0,0148
16,17	-0,1257	-0,0031	-0,0065	-0,0153
16,38	-0,1971	-0,0034	-0,0099	-0,0165
16,59	-0,276	-0,0036	-0,0134	-0,0169
16,8	-0,3604	-0,0038	-0,0169	-0,0169
17,01	-0,4485	-0,0038	-0,0204	-0,0164
17,22	-0,5381	-0,0038	-0,0238	-0,0155
17,43	-0,6266	-0,0036	-0,0269	-0,0142
17,64	-0,7117	-0,0033	-0,0297	-0,0125
17,85	-0,7905	-0,0029	-0,0322	-0,0104
18,06	-0,8605	-0,0024	-0,0341	-0,008
18,27	-0,919	-0,0017	-0,0355	-0,0053
18,48	-0,9632	-9,942E-4	-0,0363	-0,0023
18,69	-0,9909	-1,502E-4	-0,0364	8,457E-4
18,9	-1	7,709E-4	-0,0359	0,0041
19,11	-0,9887	0,0017	-0,0347	0,0074
19,32	-0,9559	0,0028	-0,0327	0,0106
19,53	-0,901	0,0038	-0,0302	0,0136
19,74	-0,8241	0,0047	-0,027	0,0164
19,95	-0,726	0,0056	-0,0233	0,0188
20,16	-0,6083	0,0064	-0,0191	0,0208
20,37	-0,4735	0,0071	-0,0146	0,0222
20,58	-0,3245	0,0076	-0,0098	0,0231
20,79	-0,1653	0,0079	-0,0049	0,0234
21	5,564E-28	0,0079	5,115E-27	0,023

## 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>
- Section No. 3 : IPE 360	<i>p.4</i>
- Section No. 4 : IPE 360	<i>p.5</i>
<b><i>I.4 - Lateral restraints</i></b>	<b><i>p.6</i></b>
- Restraint No. 1 :	<i>p.6</i>
- Restraint No. 2 :	<i>p.6</i>
- Restraint No. 3 :	<i>p.7</i>
- Restraint No. 4 :	<i>p.7</i>
- Restraint No. 5 :	<i>p.7</i>
- Restraint No. 6 :	<i>p.7</i>
- Restraint No. 7 :	<i>p.8</i>
- Restraint No. 8 :	<i>p.8</i>
- Restraint No. 9 :	<i>p.8</i>
<b><i>I.5 - Supports</i></b>	<b><i>p.10</i></b>
- Support No. 1 :	<i>p.10</i>
- Support No. 2 :	<i>p.10</i>
<b><i>I.6 - Loads</i></b>	<b><i>p.11</i></b>
- Moment diagram :	<i>p.11</i>
- Axial force diagram :	<i>p.11</i>
- Eccentric concentrated loads :	<i>p.12</i>
- Eccentric distributed loads :	<i>p.12</i>
<b>II - LTB CALCULATION</b>	<b>p.13</b>
<b><i>II.1 - LTB modes</i></b>	<b><i>p.13</i></b>
<b><i>II.2 - Mode shapes</i></b>	<b><i>p.13</i></b>
- Mode 1	<i>p.13</i>

**WARNING !**

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

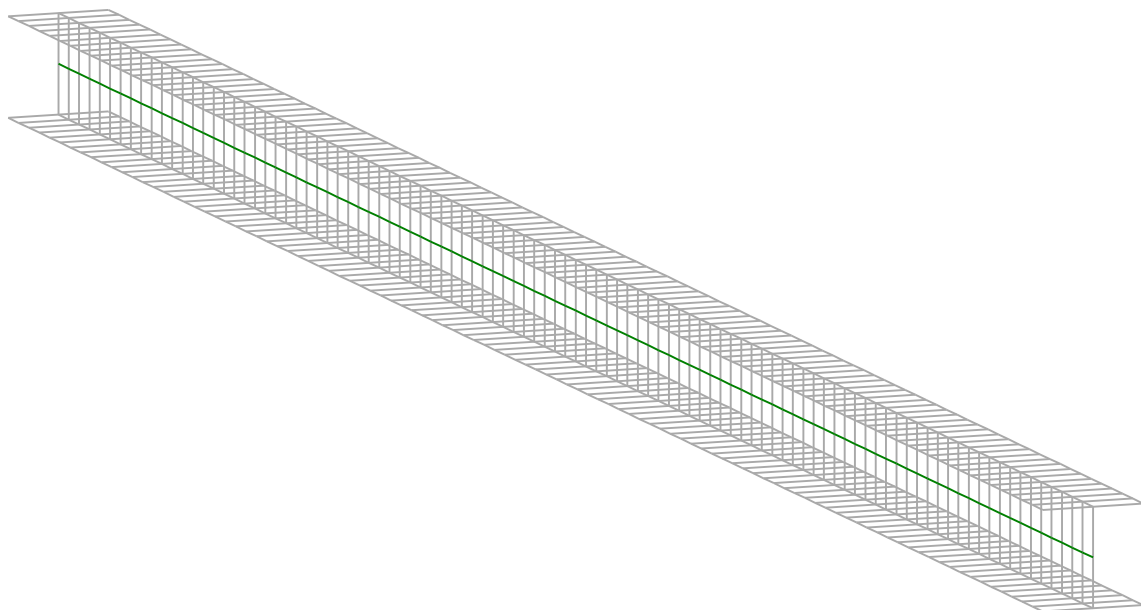
Because of the complexity of the calculations involved, the software is only for users who are able to make themselves an accurate idea of its possibilities, its limitations and adequacy to the various practical applications. The user will use it under his own responsibilities at his own risk.

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 = 8,5 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
-------------------------	-----

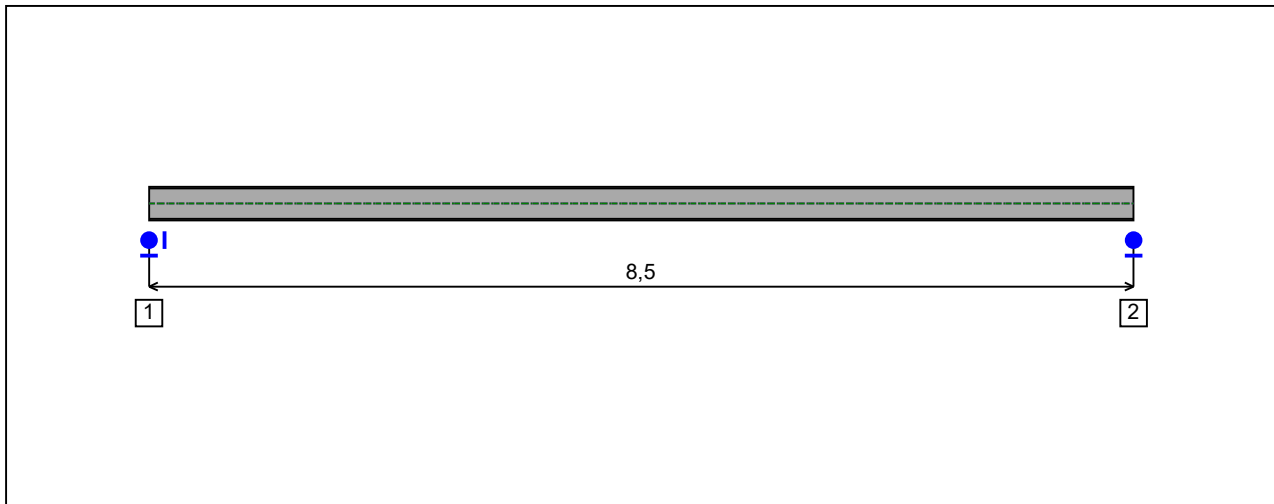


Figure 1 : Profile in long with section numbers.

**- Section No. 1 : HEA 300**

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

Type : In catalogue (OTUA)

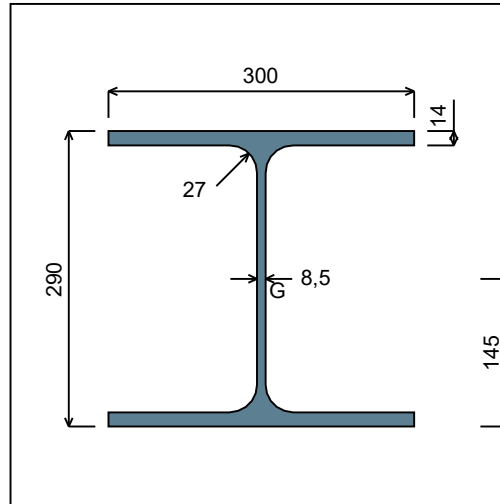


Figure 2 : Section No. 1 (HEA 300).

Main geometrical properties :

$z_S$	= 0 cm
$z_G$	= 14,5 cm
$I_y$	= 18263 cm <sup>4</sup>
$I_z$	= 6309,6 cm <sup>4</sup>
$I_t$	= 82,74 cm <sup>4</sup> (Villette)
$I_w$	= 1,202E+6 cm <sup>6</sup>

Other geometrical properties :

A	= 112,53 cm <sup>2</sup>	$A_{v,z}$	= 37,28 cm <sup>2</sup>
$A_{v,y}$	= 84 cm <sup>2</sup>	$W_{el,z}$	= 420,64 cm <sup>3</sup>
$W_{el,y,sup}$	= 1259,6 cm <sup>3</sup>	$W_{pl,z}$	= 641,17 cm <sup>3</sup>
$W_{el,y,inf}$	= 1259,6 cm <sup>3</sup>		
$W_{pl,y}$	= 1383,3 cm <sup>3</sup>		

Stiffness relaxations :

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



**- Section No. 2 : HEA 300**

Abscissa from the left end of the beam :  $x = 8,5 \text{ m}$

Type : In catalogue (OTUA)

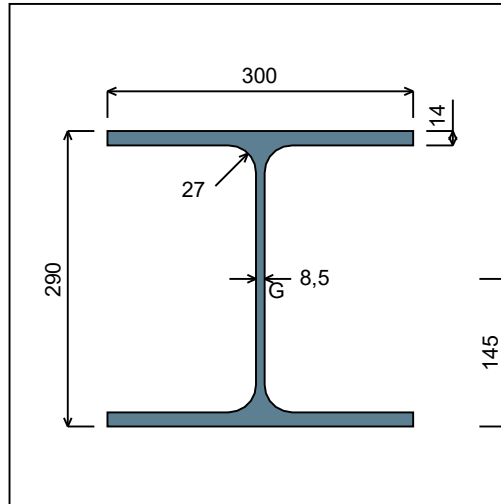


Figure 3 : Section No. 2 (HEA 300).

Main geometrical properties :

$z_S$	= 0 cm
$z_G$	= 14,5 cm
$I_y$	= 18263 cm <sup>4</sup>
$I_z$	= 6309,6 cm <sup>4</sup>
$I_t$	= 82,74 cm <sup>4</sup> (Villette)
$I_w$	= 1,202E+6 cm <sup>6</sup>

Other geometrical properties :

$A$	= 112,53 cm <sup>2</sup>	
$A_{v,y}$	= 84 cm <sup>2</sup>	$A_{v,z}$ = 37,28 cm <sup>2</sup>
$W_{el,y,sup}$	= 1259,6 cm <sup>3</sup>	
$W_{el,y,inf}$	= 1259,6 cm <sup>3</sup>	$W_{el,z}$ = 420,64 cm <sup>3</sup>
$W_{pl,y}$	= 1383,3 cm <sup>3</sup>	$W_{pl,z}$ = 641,17 cm <sup>3</sup>

Stiffness relaxations :

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

**I.4 - Lateral restraints**

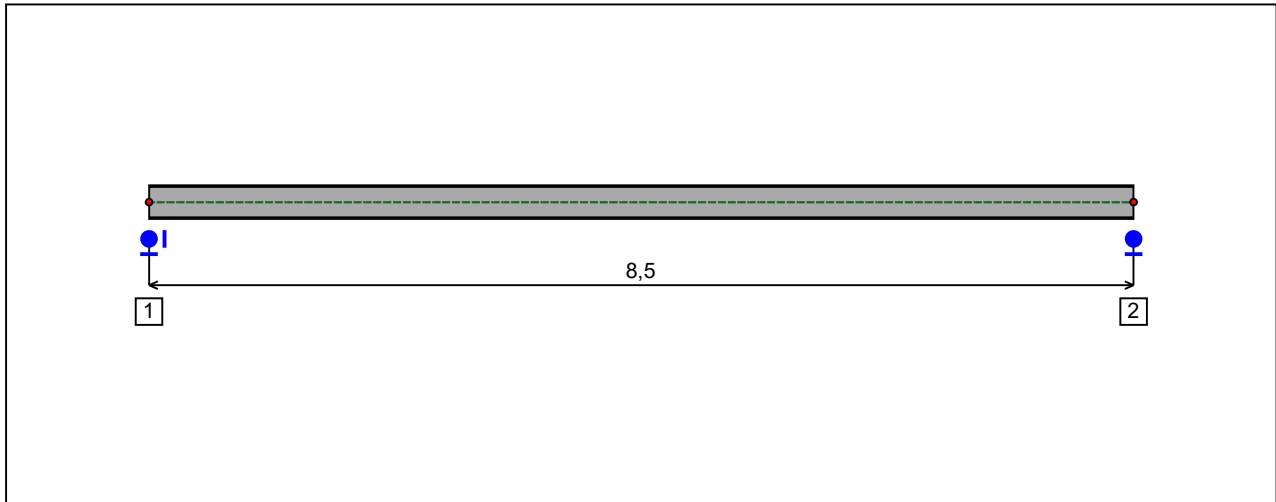


Figure 4 : Profile in long with restraint numbers.

**- 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 :  $x = 8,5$  m

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

Restraint conditions :

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

### 1.5 - Supports

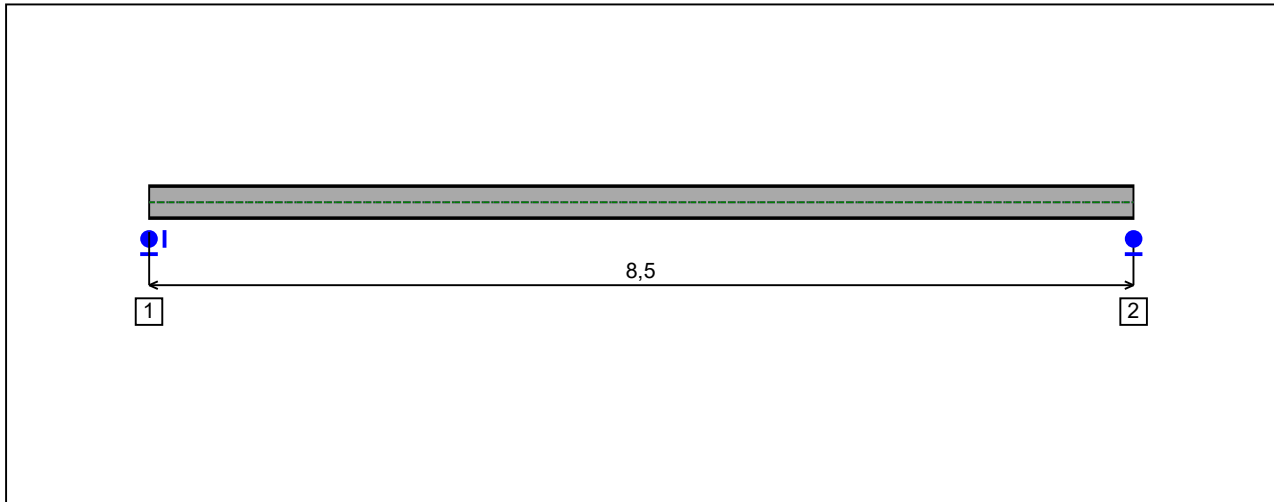


Figure 5 : Profile in long with support numbers.

#### - 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 :  $x = 8,5$  m

Support conditions :

u : Free  
w : Fixed  
w' : Free

**I.6 - Loads**

Type of loading :

Internal

**- Moment diagram :**

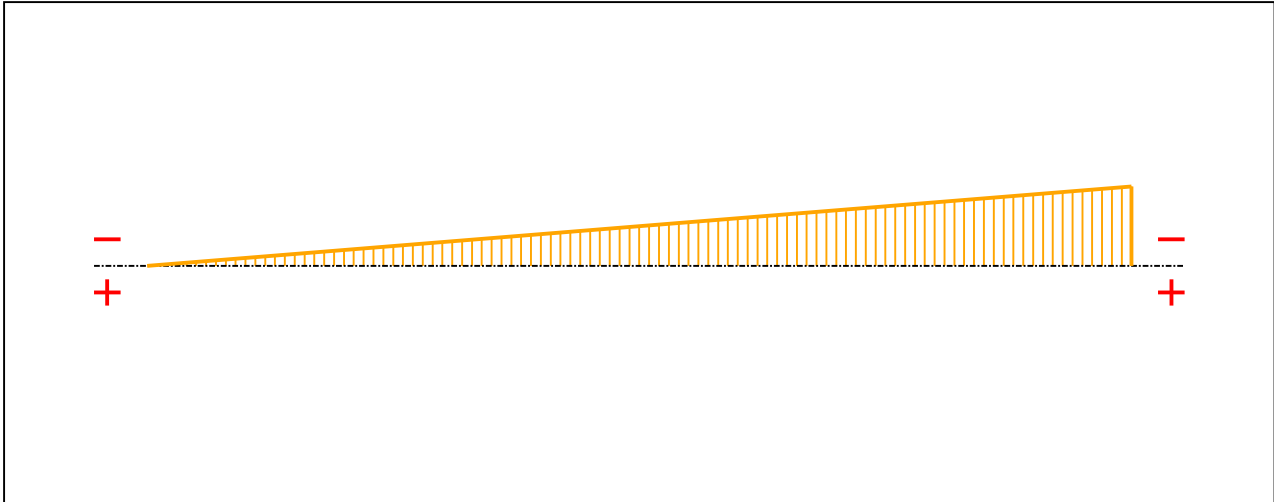


Figure 6 : Moment diagram.

Active :

Yes

Table 1 : Moment diagram.

x(m)	M(kN.m)
0	0
8,5	-78,66

**- Axial force diagram :**

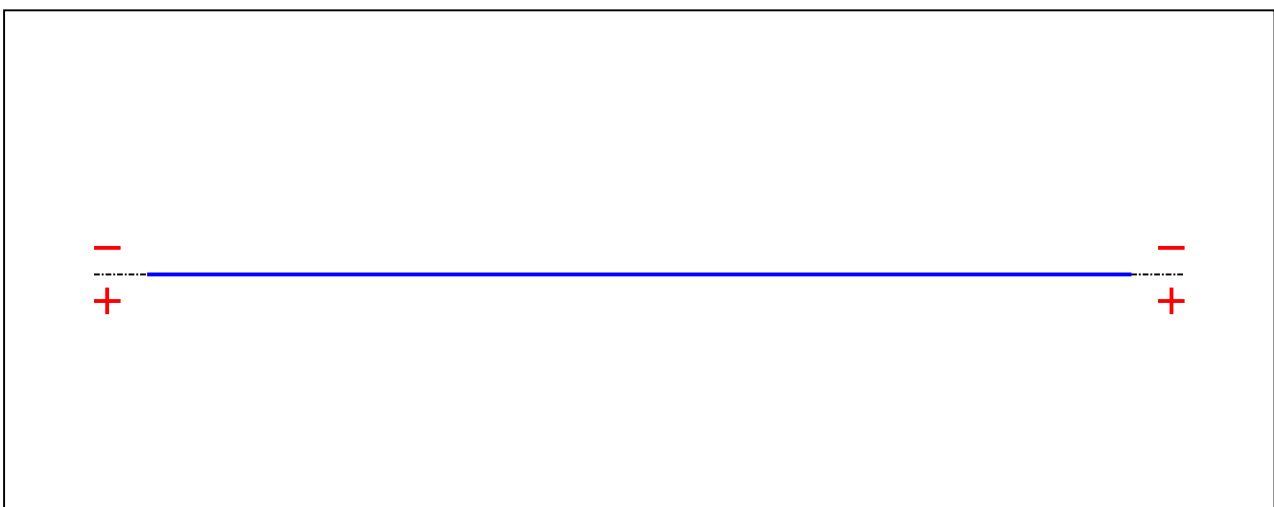


Figure 7 : Axial force diagram.

Active :

No

Table 2 : Axial force diagram.

x(m)	N(kN)
0	0
8,5	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	9,963	-783,7	8,5	0	8,5

**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	9,963	-783,7	8,5	0	8,5

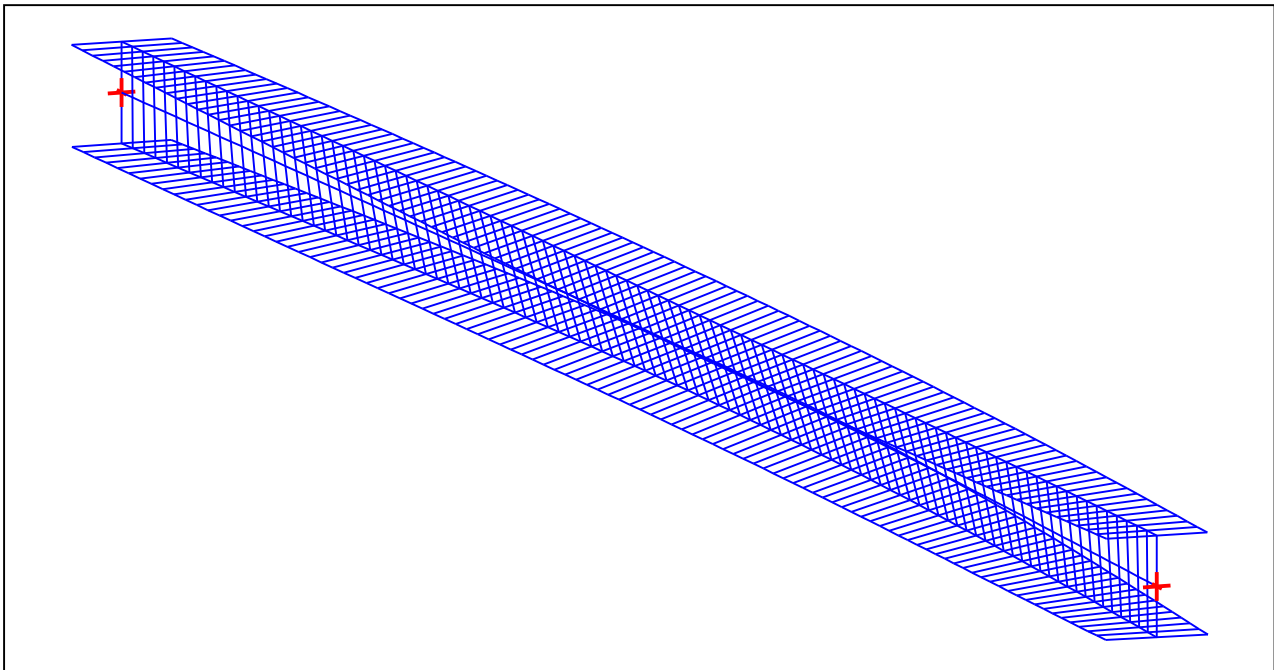


Figure 8 : Mode shape in 3D (Mode 1).

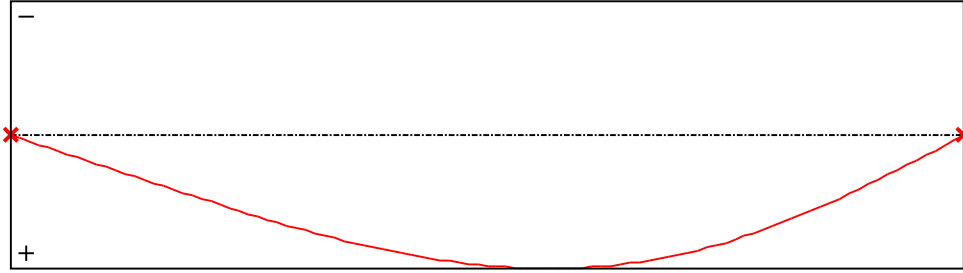


Figure 9 : Lateral displacement compopent of the shear centre (Mode 1).

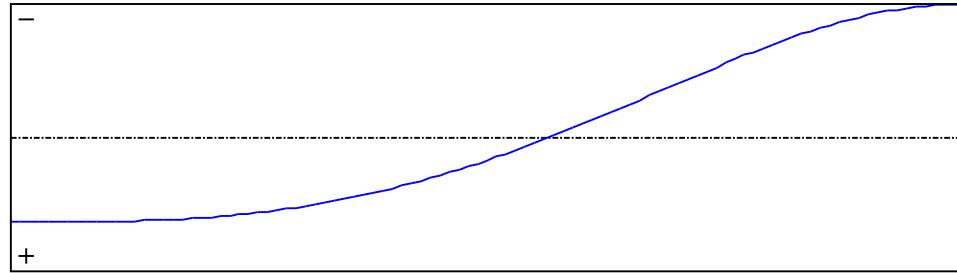


Figure 10 : Rotation in lateral flexure component of the shear centre (Mode 1).

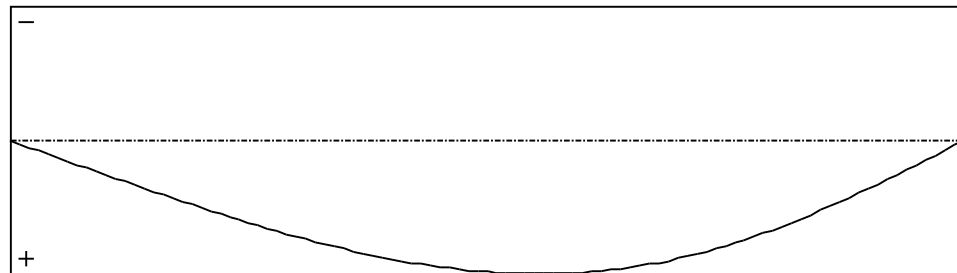


Figure 11 : Longitudinal rotation (torsion) component of the shear centre (Mode 1).

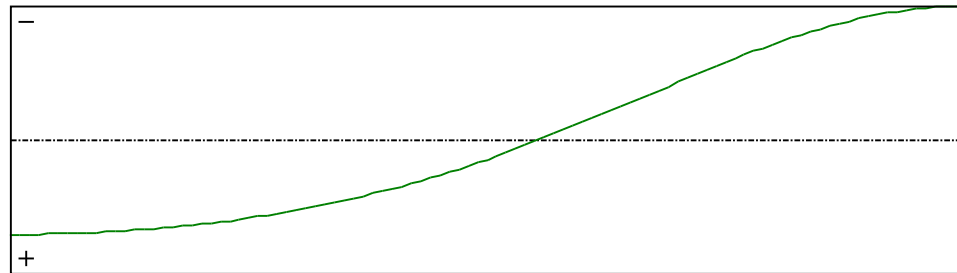


Figure 12 : Warping component of the shear centre (Mode 1).

Table 5 : Mode 1.

x [m]	v [cm]	v' [rd]	$\theta$ [rd]	$\theta'$ [rd/m]
0	1,317E-31	0,0029	1,155E-26	0,0137
0,085	0,0243	0,0029	0,0012	0,0137
0,17	0,0485	0,0029	0,0023	0,0137
0,255	0,0728	0,0029	0,0035	0,0137
0,34	0,0971	0,0029	0,0046	0,0136
0,425	0,1213	0,0029	0,0058	0,0136
0,51	0,1456	0,0029	0,007	0,0136
0,595	0,1698	0,0028	0,0081	0,0135
0,68	0,194	0,0028	0,0093	0,0135
0,765	0,2182	0,0028	0,0104	0,0134
0,85	0,2423	0,0028	0,0115	0,0133
0,935	0,2664	0,0028	0,0127	0,0133
1,02	0,2904	0,0028	0,0138	0,0132
1,105	0,3143	0,0028	0,0149	0,0131
1,19	0,3382	0,0028	0,016	0,013
1,275	0,362	0,0028	0,0171	0,0129
1,36	0,3856	0,0028	0,0182	0,0128
1,445	0,4092	0,0028	0,0193	0,0127
1,53	0,4326	0,0027	0,0204	0,0125
1,615	0,4558	0,0027	0,0214	0,0124
1,7	0,4789	0,0027	0,0225	0,0122
1,785	0,5017	0,0027	0,0235	0,0121
1,87	0,5244	0,0027	0,0245	0,0119
1,955	0,5468	0,0026	0,0255	0,0117
2,04	0,569	0,0026	0,0265	0,0115
2,125	0,5909	0,0026	0,0275	0,0113
2,21	0,6125	0,0025	0,0284	0,0111
2,295	0,6338	0,0025	0,0294	0,0109
2,38	0,6548	0,0024	0,0303	0,0107
2,465	0,6754	0,0024	0,0312	0,0105
2,55	0,6956	0,0024	0,0321	0,0102
2,635	0,7154	0,0023	0,0329	0,0099
2,72	0,7347	0,0023	0,0338	0,0097
2,805	0,7536	0,0022	0,0346	0,0094
2,89	0,7721	0,0021	0,0354	0,0091



Table 5 (Next) : Mode 1.

x [m]	v [cm]	v' [rd]	$\theta$ [rd]	$\theta'$ [rd/m]
2,975	0,79	0,0021	0,0361	0,0088
3,06	0,8073	0,002	0,0368	0,0085
3,145	0,8241	0,0019	0,0376	0,0081
3,23	0,8403	0,0019	0,0382	0,0078
3,315	0,8559	0,0018	0,0389	0,0074
3,4	0,8708	0,0017	0,0395	0,0071
3,485	0,8851	0,0016	0,0401	0,0067
3,57	0,8986	0,0016	0,0406	0,0063
3,655	0,9114	0,0015	0,0412	0,0059
3,74	0,9235	0,0014	0,0416	0,0055
3,825	0,9348	0,0013	0,0421	0,0051
3,91	0,9453	0,0012	0,0425	0,0046
3,995	0,9549	0,0011	0,0429	0,0042
4,08	0,9637	9,81E-4	0,0432	0,0037
4,165	0,9716	8,752E-4	0,0435	0,0033
4,25	0,9786	7,666E-4	0,0438	0,0028
4,335	0,9846	6,552E-4	0,044	0,0023
4,42	0,9897	5,411E-4	0,0442	0,0018
4,505	0,9938	4,243E-4	0,0443	0,0013
4,59	0,9969	3,051E-4	0,0444	7,517E-4
4,675	0,999	1,834E-4	0,0444	2,216E-4
4,76	1	5,951E-5	0,0444	-3,171E-4
4,845	1	-6,658E-5	0,0444	-8,637E-4
4,93	0,9989	-1,947E-4	0,0443	-0,0014
5,015	0,9967	-3,247E-4	0,0441	-0,002
5,1	0,9933	-4,564E-4	0,0439	-0,0025
5,185	0,9889	-5,896E-4	0,0437	-0,0031
5,27	0,9833	-7,243E-4	0,0434	-0,0037
5,355	0,9766	-8,601E-4	0,0431	-0,0043
5,44	0,9687	-9,97E-4	0,0427	-0,0049
5,525	0,9596	-0,0011	0,0422	-0,0055
5,61	0,9494	-0,0013	0,0417	-0,006
5,695	0,938	-0,0014	0,0412	-0,0066
5,78	0,9254	-0,0016	0,0406	-0,0072
5,865	0,9116	-0,0017	0,04	-0,0078

Table 5 (Next) : Mode 1.

x [m]	v [cm]	v' [rd]	$\theta$ [rd]	$\theta'$ [rd/m]
5,95	0,8967	-0,0018	0,0393	-0,0084
6,035	0,8806	-0,002	0,0385	-0,009
6,12	0,8633	-0,0021	0,0378	-0,0096
6,205	0,8448	-0,0022	0,0369	-0,0101
6,29	0,8252	-0,0024	0,036	-0,0107
6,375	0,8045	-0,0025	0,0351	-0,0113
6,46	0,7826	-0,0026	0,0341	-0,0118
6,545	0,7596	-0,0028	0,0331	-0,0123
6,63	0,7356	-0,0029	0,032	-0,0129
6,715	0,7104	-0,003	0,0309	-0,0134
6,8	0,6842	-0,0031	0,0298	-0,0139
6,885	0,657	-0,0033	0,0285	-0,0144
6,97	0,6289	-0,0034	0,0273	-0,0149
7,055	0,5997	-0,0035	0,026	-0,0153
7,14	0,5697	-0,0036	0,0247	-0,0158
7,225	0,5387	-0,0037	0,0233	-0,0162
7,31	0,5069	-0,0038	0,022	-0,0166
7,395	0,4743	-0,0039	0,0205	-0,0169
7,48	0,4409	-0,004	0,0191	-0,0173
7,565	0,4069	-0,0041	0,0176	-0,0176
7,65	0,3721	-0,0041	0,0161	-0,0179
7,735	0,3367	-0,0042	0,0145	-0,0182
7,82	0,3008	-0,0043	0,013	-0,0185
7,905	0,2644	-0,0043	0,0114	-0,0187
7,99	0,2275	-0,0044	0,0098	-0,0189
8,075	0,1902	-0,0044	0,0082	-0,019
8,16	0,1525	-0,0044	0,0066	-0,0192
8,245	0,1146	-0,0045	0,0049	-0,0193
8,33	0,0765	-0,0045	0,0033	-0,0194
8,415	0,0383	-0,0045	0,0017	-0,0194
8,5	1,797E-30	-0,0045	-1,155E-26	-0,0194

## 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 300	<i>p.2</i>
- Section No. 2 : HEA 300	<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>
<b><i>I.5 - Supports</i></b>	<b><i>p.5</i></b>
- Support No. 1 :	<i>p.5</i>
- Support No. 2 :	<i>p.5</i>
<b><i>I.6 - Loads</i></b>	<b><i>p.6</i></b>
- Moment diagram :	<i>p.6</i>
- Axial force diagram :	<i>p.6</i>
- Eccentric concentrated loads :	<i>p.7</i>
- Eccentric distributed loads :	<i>p.7</i>
<b>II - LTB CALCULATION</b>	<b>p.8</b>
<b><i>II.1 - LTB modes</i></b>	<b><i>p.8</i></b>
<b><i>II.2 - Mode shapes</i></b>	<b><i>p.8</i></b>
- Mode 1	<i>p.8</i>

**WARNING !**

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

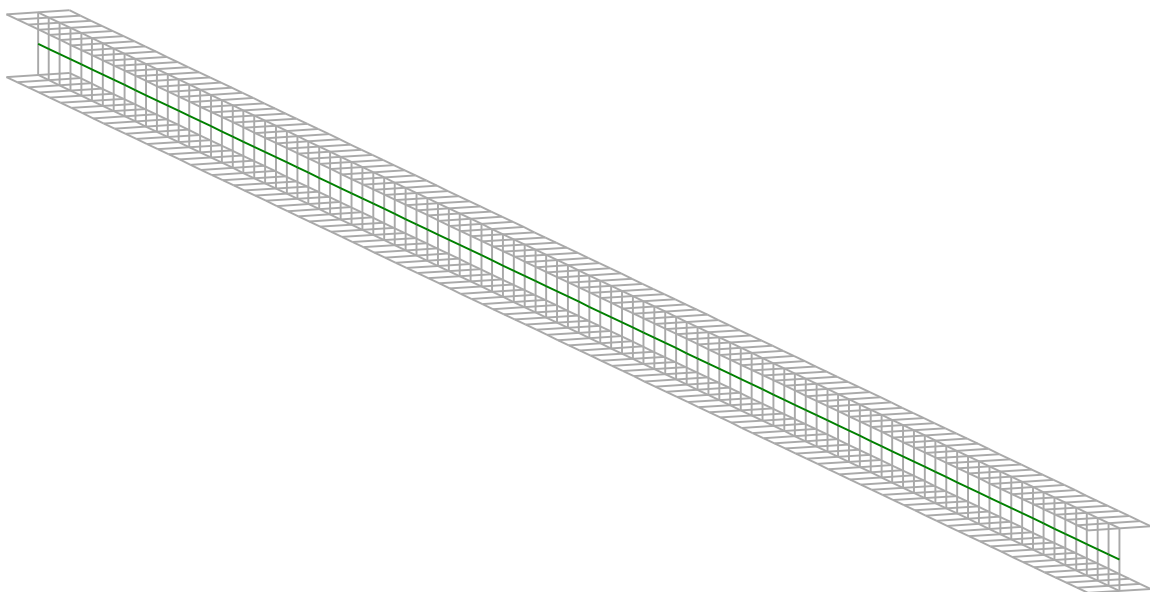
Because of the complexity of the calculations involved, the software is only for users who are able to make themselves an accurate idea of its possibilities, its limitations and adequacy to the various practical applications. The user will use it under his own responsibilities at his own risk.

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 :	$L = 8,5 \text{ m}$
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
-------------------------	-----

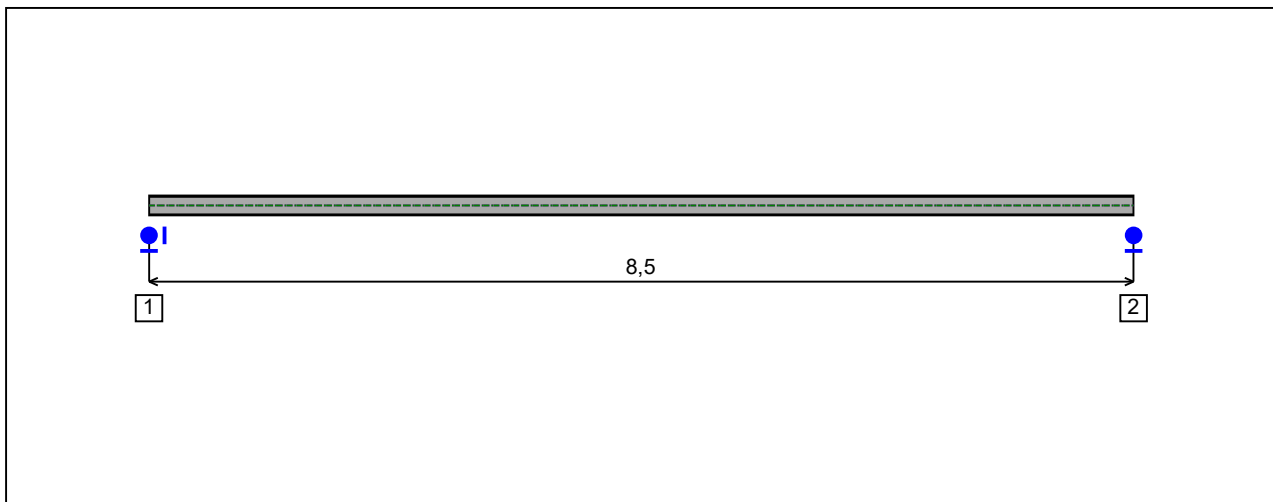


Figure 1 : Profile in long with section numbers.

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

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

Type : In catalogue (OTUA)

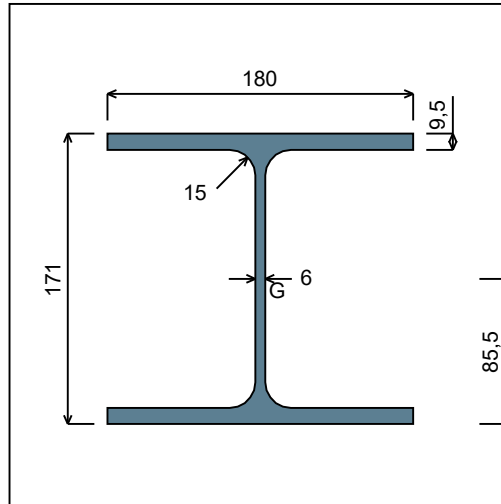


Figure 2 : Section No. 1 (HEA 180).

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 :  $x = 8,5 \text{ m}$

Type : In catalogue (OTUA)

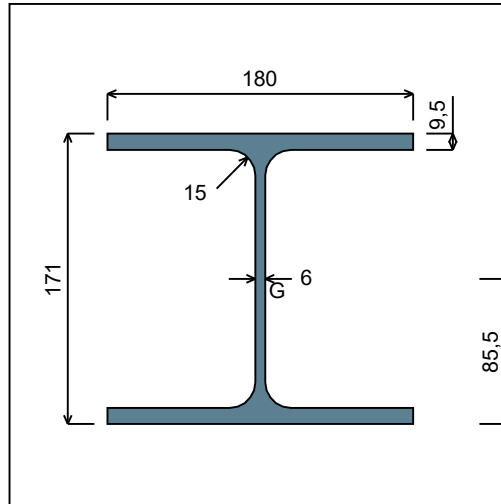


Figure 3 : Section No. 2 (HEA 180).

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**

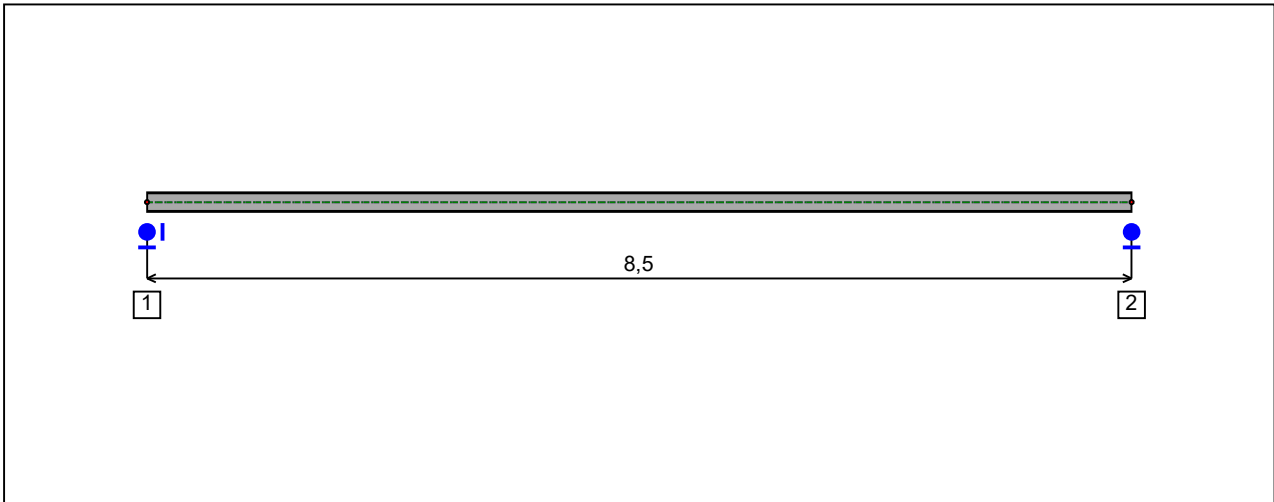


Figure 4 : Profile in long with restraint numbers.

**- 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 :  $x = 8,5$  m

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

Restraint conditions :

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

### 1.5 - Supports

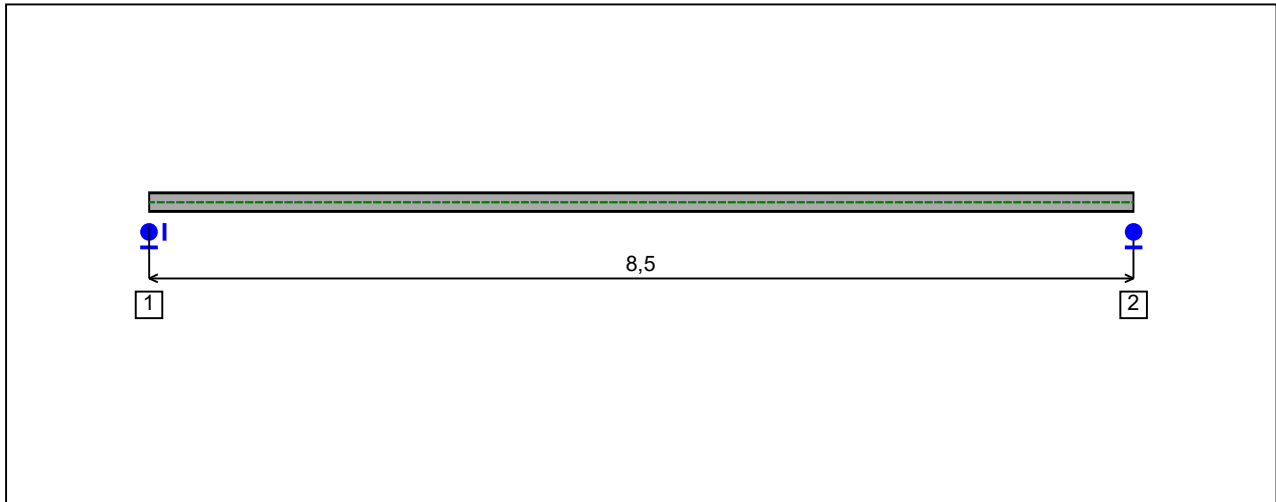


Figure 5 : Profile in long with support numbers.

#### - 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 :  $x = 8,5$  m

Support conditions :

u : Free  
w : Fixed  
w' : Free

**I.6 - Loads**

Type of loading :

Internal

**- Moment diagram :**

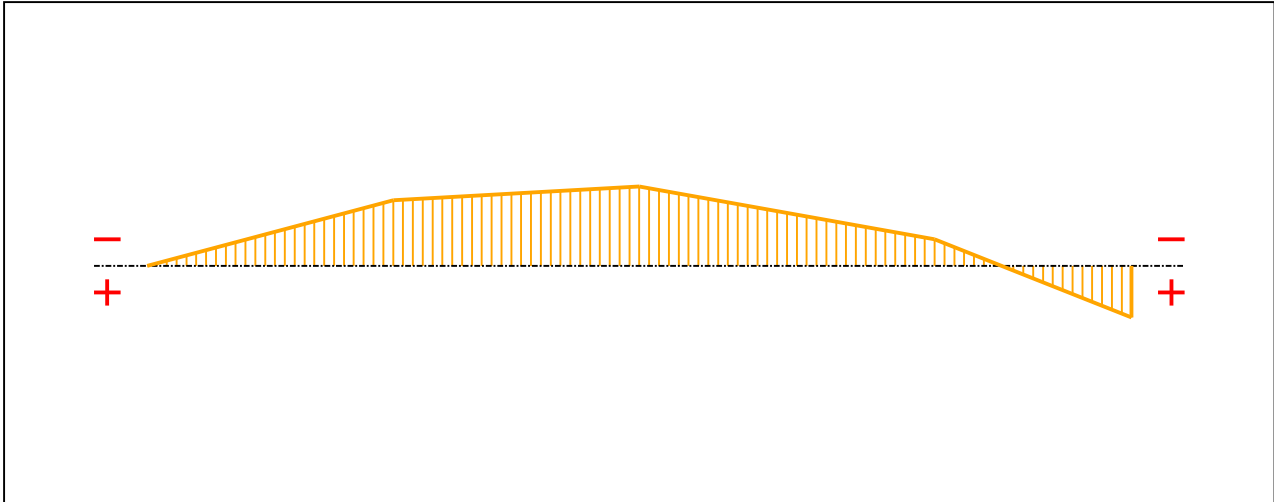


Figure 6 : Moment diagram.

Active :

Yes

Table 1 : Moment diagram.

x(m)	M(kN.m)
0	0
2,125	-14,72
4,25	-17,83
6,8	-5,94
8,5	11,52

**- Axial force diagram :**

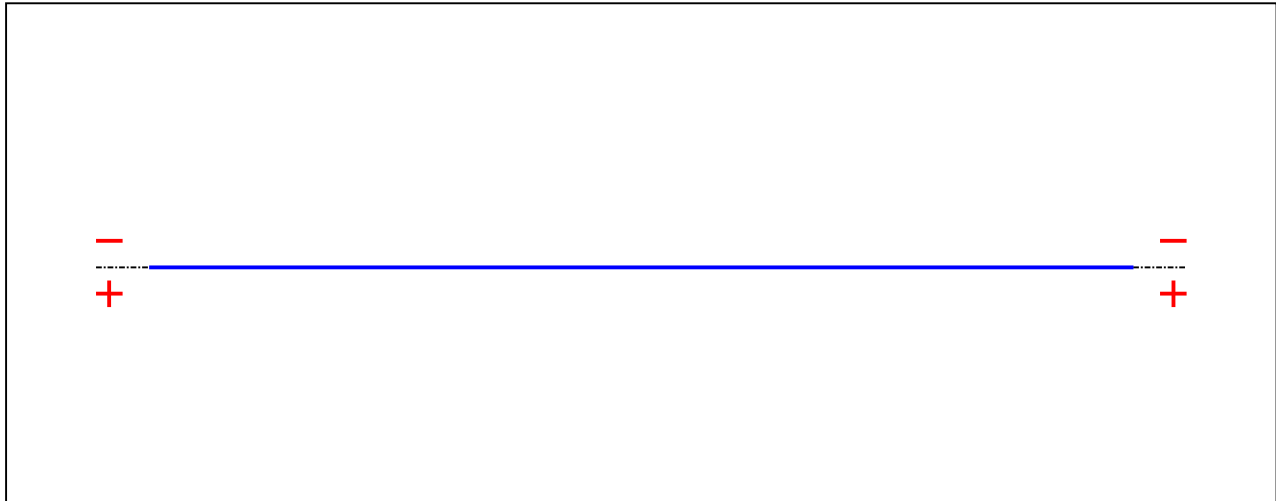


Figure 7 : Axial force diagram.

Active :

No

Table 2 : Axial force diagram.

x(m)	N(kN)
0	0
8,5	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	4,18	-74,53	4,25	0	4,25

### 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	4,18	-74,53	4,25	0	4,25

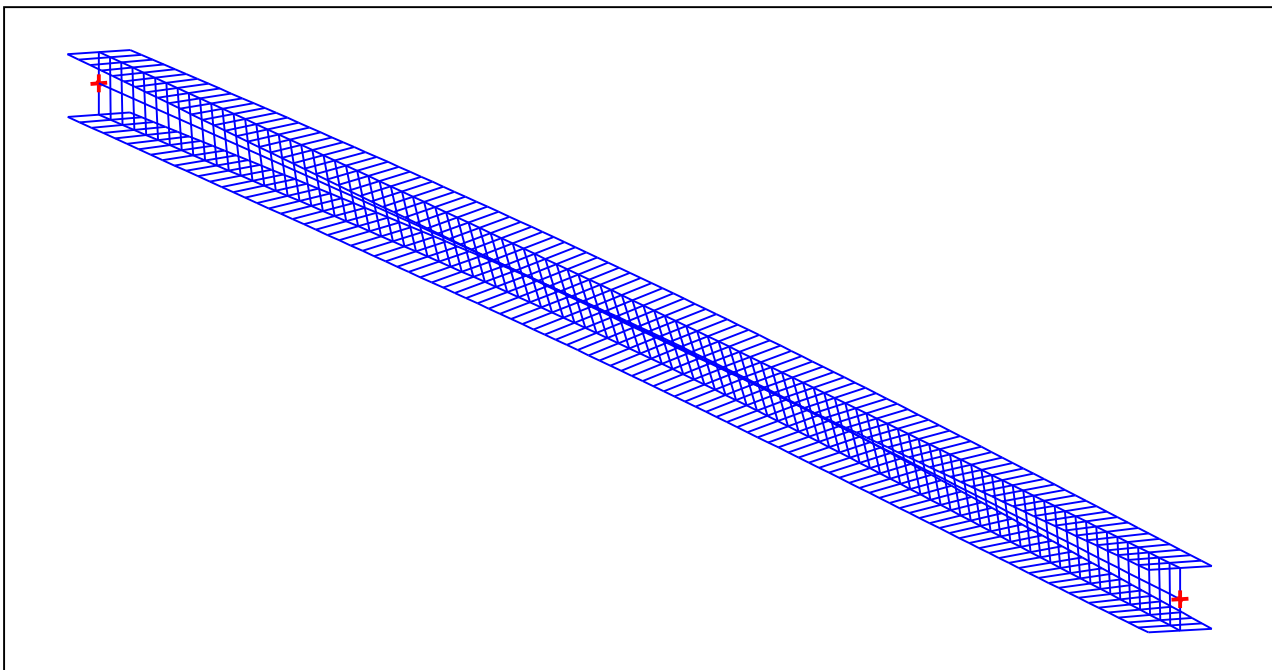


Figure 8 : Mode shape in 3D (Mode 1).

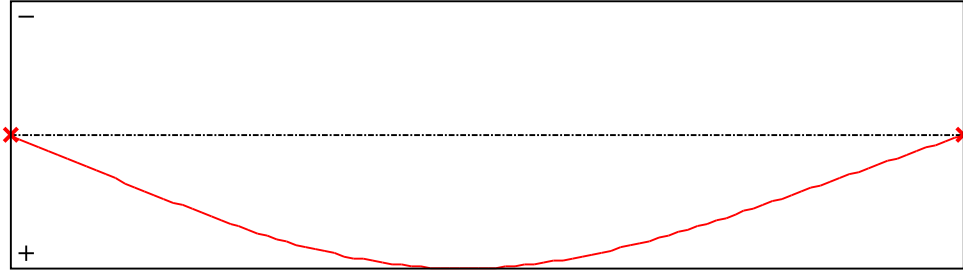


Figure 9 : Lateral displacement compopent of the shear centre (Mode 1).

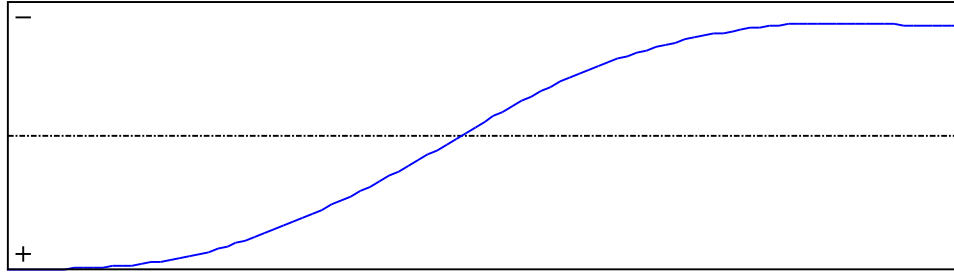


Figure 10 : Rotation in lateral flexure component of the shear centre (Mode 1).

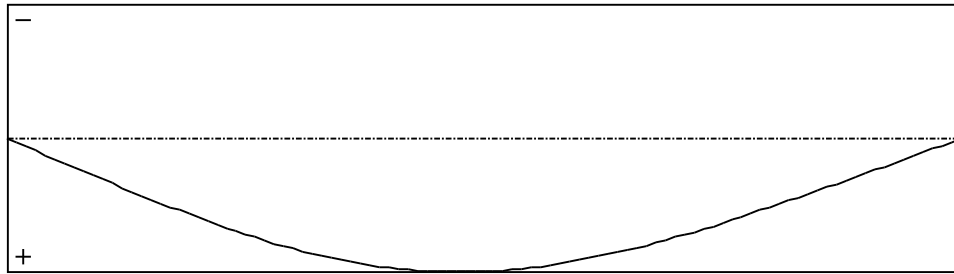


Figure 11 : Longitudinal rotation (torsion) component of the shear centre (Mode 1).

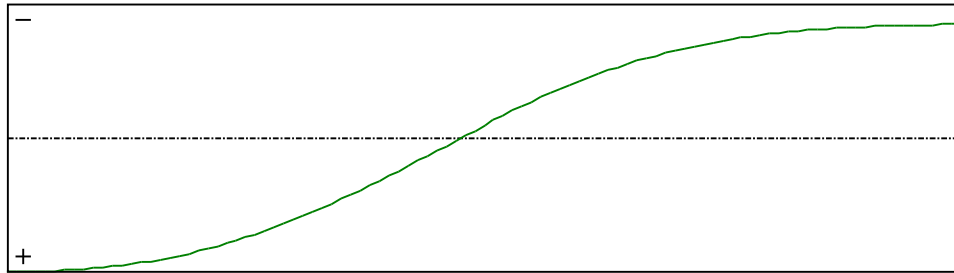


Figure 12 : Warping component of the shear centre (Mode 1).

Table 5 : Mode 1.

x [m]	v [cm]	v' [rd]	$\theta$ [rd]	$\theta'$ [rd/m]
0	3,888E-30	0,0035	2,202E-27	0,0168
0,085	0,0301	0,0035	0,0014	0,0168
0,17	0,0602	0,0035	0,0029	0,0168
0,255	0,0904	0,0035	0,0043	0,0168
0,34	0,1205	0,0035	0,0057	0,0167
0,425	0,1505	0,0035	0,0071	0,0167
0,51	0,1806	0,0035	0,0085	0,0166
0,595	0,2106	0,0035	0,01	0,0166
0,68	0,2405	0,0035	0,0114	0,0165
0,765	0,2704	0,0035	0,0128	0,0164
0,85	0,3001	0,0035	0,0141	0,0163
0,935	0,3297	0,0035	0,0155	0,0161
1,02	0,3592	0,0035	0,0169	0,016
1,105	0,3885	0,0034	0,0182	0,0158
1,19	0,4175	0,0034	0,0196	0,0157
1,275	0,4463	0,0034	0,0209	0,0155
1,36	0,4748	0,0033	0,0222	0,0153
1,445	0,503	0,0033	0,0235	0,015
1,53	0,5309	0,0033	0,0248	0,0148
1,615	0,5583	0,0032	0,026	0,0145
1,7	0,5853	0,0031	0,0272	0,0142
1,785	0,6117	0,0031	0,0284	0,0139
1,87	0,6376	0,003	0,0296	0,0136
1,955	0,663	0,0029	0,0307	0,0133
2,04	0,6876	0,0029	0,0319	0,0129
2,125	0,7116	0,0028	0,0329	0,0125
2,21	0,7348	0,0027	0,034	0,0121
2,295	0,7573	0,0026	0,035	0,0117
2,38	0,7789	0,0025	0,036	0,0113
2,465	0,7997	0,0024	0,0369	0,0108
2,55	0,8196	0,0023	0,0378	0,0103
2,635	0,8386	0,0022	0,0387	0,0098
2,72	0,8567	0,0021	0,0395	0,0093
2,805	0,8738	0,002	0,0403	0,0088
2,89	0,8899	0,0018	0,041	0,0083



Table 5 (Next) : Mode 1.

x [m]	v [cm]	v' [rd]	$\theta$ [rd]	$\theta'$ [rd/m]
2,975	0,9051	0,0017	0,0417	0,0077
3,06	0,9192	0,0016	0,0423	0,0071
3,145	0,9322	0,0015	0,0429	0,0066
3,23	0,9441	0,0013	0,0434	0,006
3,315	0,955	0,0012	0,0439	0,0054
3,4	0,9647	0,0011	0,0443	0,0048
3,485	0,9733	9,418E-4	0,0447	0,0041
3,57	0,9807	8,041E-4	0,045	0,0035
3,655	0,987	6,645E-4	0,0453	0,0029
3,74	0,992	5,231E-4	0,0455	0,0022
3,825	0,9959	3,8E-4	0,0457	0,0016
3,91	0,9985	2,355E-4	0,0458	9,61E-4
3,995	0,9999	8,969E-5	0,0458	3,201E-4
4,08	1	-5,726E-5	0,0458	-3,187E-4
4,165	0,9989	-2,052E-4	0,0458	-9,537E-4
4,25	0,9965	-3,539E-4	0,0457	-0,0016
4,335	0,9929	-5,01E-4	0,0455	-0,0022
4,42	0,988	-6,442E-4	0,0453	-0,0028
4,505	0,9819	-7,834E-4	0,045	-0,0034
4,59	0,9747	-9,184E-4	0,0447	-0,004
4,675	0,9663	-0,001	0,0444	-0,0046
4,76	0,9569	-0,0012	0,0439	-0,0051
4,845	0,9464	-0,0013	0,0435	-0,0057
4,93	0,9348	-0,0014	0,043	-0,0062
5,015	0,9223	-0,0015	0,0424	-0,0067
5,1	0,9089	-0,0016	0,0418	-0,0072
5,185	0,8945	-0,0017	0,0412	-0,0077
5,27	0,8793	-0,0018	0,0405	-0,0081
5,355	0,8632	-0,0019	0,0398	-0,0085
5,44	0,8464	-0,002	0,0391	-0,0089
5,525	0,8288	-0,0021	0,0383	-0,0093
5,61	0,8106	-0,0022	0,0375	-0,0097
5,695	0,7916	-0,0023	0,0367	-0,01
5,78	0,772	-0,0023	0,0358	-0,0104
5,865	0,7518	-0,0024	0,0349	-0,0107

Table 5 (Next) : Mode 1.

x [m]	v [cm]	v' [rd]	$\theta$ [rd]	$\theta'$ [rd/m]
5,95	0,7311	-0,0025	0,034	-0,011
6,035	0,7098	-0,0025	0,033	-0,0113
6,12	0,6881	-0,0026	0,0321	-0,0115
6,205	0,6659	-0,0026	0,0311	-0,0118
6,29	0,6432	-0,0027	0,0301	-0,012
6,375	0,6202	-0,0027	0,029	-0,0122
6,46	0,5968	-0,0028	0,028	-0,0124
6,545	0,5731	-0,0028	0,0269	-0,0126
6,63	0,5491	-0,0028	0,0258	-0,0128
6,715	0,5248	-0,0029	0,0248	-0,0129
6,8	0,5003	-0,0029	0,0236	-0,0131
6,885	0,4756	-0,0029	0,0225	-0,0132
6,97	0,4507	-0,0029	0,0214	-0,0133
7,055	0,4256	-0,003	0,0203	-0,0135
7,14	0,4005	-0,003	0,0191	-0,0136
7,225	0,3752	-0,003	0,018	-0,0137
7,31	0,35	-0,003	0,0168	-0,0137
7,395	0,3247	-0,003	0,0156	-0,0138
7,48	0,2994	-0,003	0,0144	-0,0139
7,565	0,2741	-0,003	0,0133	-0,014
7,65	0,2489	-0,003	0,0121	-0,014
7,735	0,2237	-0,003	0,0109	-0,0141
7,82	0,1986	-0,003	0,0097	-0,0141
7,905	0,1736	-0,0029	0,0085	-0,0142
7,99	0,1486	-0,0029	0,0073	-0,0142
8,075	0,1237	-0,0029	0,0061	-0,0142
8,16	0,0989	-0,0029	0,0049	-0,0142
8,245	0,0741	-0,0029	0,0036	-0,0143
8,33	0,0494	-0,0029	0,0024	-0,0143
8,415	0,0247	-0,0029	0,0012	-0,0143
8,5	5,401E-30	-0,0029	3,19E-27	-0,0143

## 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>
<b><i>I.5 - Supports</i></b>	<b><i>p.5</i></b>
- Support No. 1 :	<i>p.5</i>
- Support No. 2 :	<i>p.5</i>
<b><i>I.6 - Loads</i></b>	<b><i>p.6</i></b>
- Moment diagram :	<i>p.6</i>
- Axial force diagram :	<i>p.6</i>
- Eccentric concentrated loads :	<i>p.7</i>
- Eccentric distributed loads :	<i>p.7</i>
<b>II - LTB CALCULATION</b>	<b>p.8</b>
<b><i>II.1 - LTB modes</i></b>	<b><i>p.8</i></b>
<b><i>II.2 - Mode shapes</i></b>	<b><i>p.8</i></b>
- Mode 1	<i>p.8</i>

**WARNING !**

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

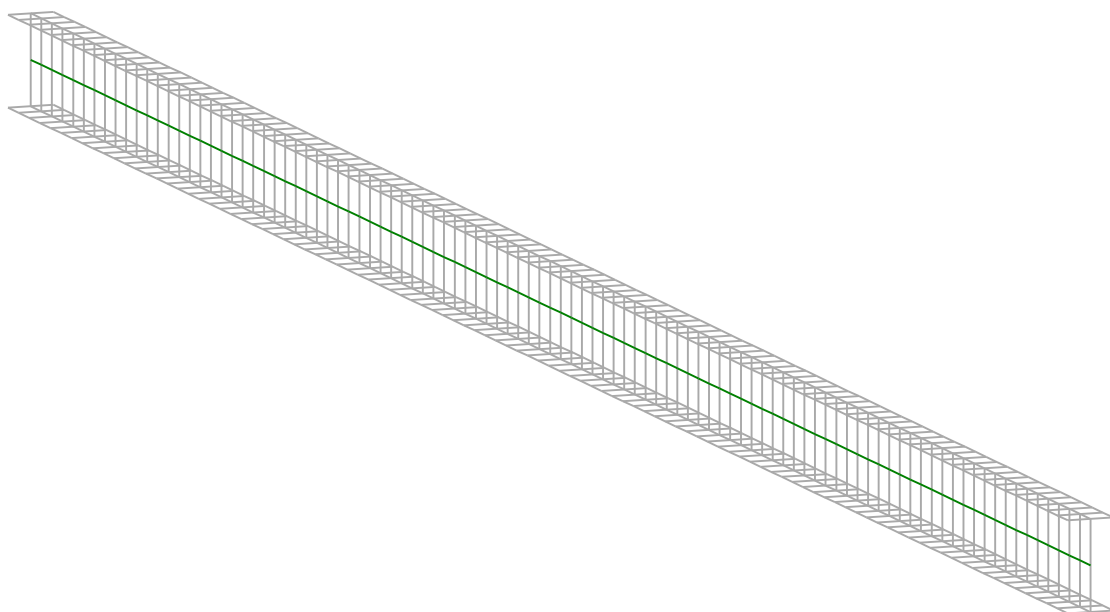
Because of the complexity of the calculations involved, the software is only for users who are able to make themselves an accurate idea of its possibilities, its limitations and adequacy to the various practical applications. The user will use it under his own responsibilities at his own risk.

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 = 5,25 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
-------------------------	-----

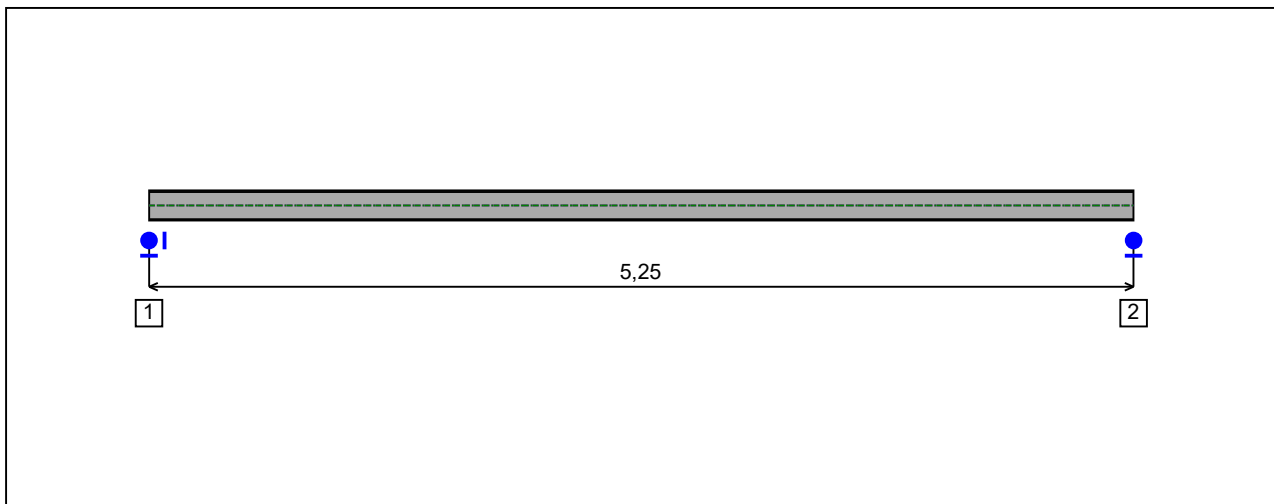


Figure 1 : Profile in long with section numbers.

**- Section No. 1 : IPE 160**

Abscissa from the left end of the beam :

$x = 0$  m

Type :

In catalogue (OTUA)

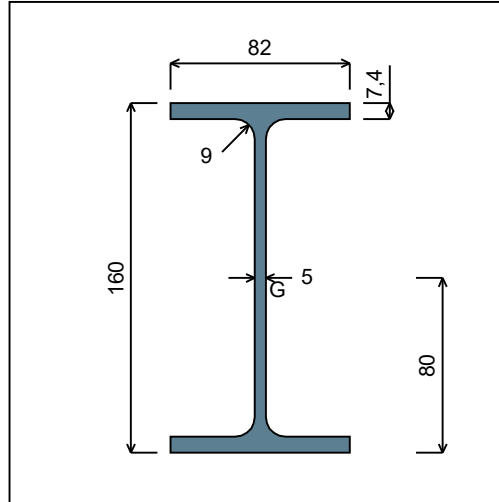


Figure 2 : Section No. 1 (IPE 160).

Main geometrical properties :

$z_S$	= 0 cm
$z_G$	= 8 cm
$I_y$	= 869,29 cm <sup>4</sup>
$I_z$	= 68,31 cm <sup>4</sup>
$I_t$	= 3,579 cm <sup>4</sup> (Villette)
$I_w$	= 3977,1 cm <sup>6</sup>

Other geometrical properties :

$A$	= 20,09 cm <sup>2</sup>	$A_{v,z}$	= 9,657 cm <sup>2</sup>
$A_{v,y}$	= 12,14 cm <sup>2</sup>	$W_{el,z}$	= 16,66 cm <sup>3</sup>
$W_{el,y,sup}$	= 108,66 cm <sup>3</sup>	$W_{pl,z}$	= 26,1 cm <sup>3</sup>
$W_{el,y,inf}$	= 108,66 cm <sup>3</sup>		
$W_{pl,y}$	= 123,86 cm <sup>3</sup>		

Stiffness relaxations :

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



- Section No. 2 : IPE 160

Abscissa from the left end of the beam :

$x = 5,25 \text{ m}$

Type :

In catalogue (OTUA)

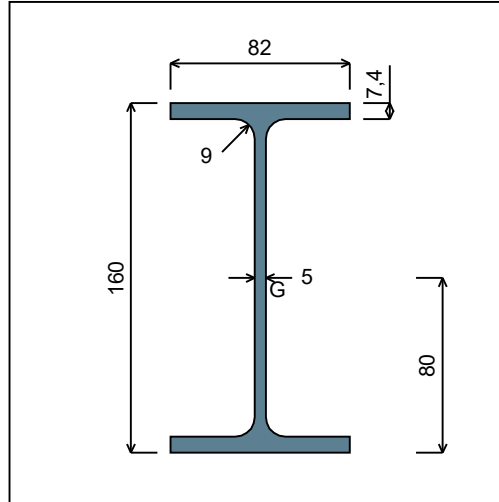


Figure 3 : Section No. 2 (IPE 160).

Main geometrical properties :

$z_S$	= 0 cm
$z_G$	= 8 cm
$I_y$	= 869,29 cm <sup>4</sup>
$I_z$	= 68,31 cm <sup>4</sup>
$I_t$	= 3,579 cm <sup>4</sup> (Villette)
$I_w$	= 3977,1 cm <sup>6</sup>

Other geometrical properties :

$A$	= 20,09 cm <sup>2</sup>	$A_{v,z}$	= 9,657 cm <sup>2</sup>
$A_{v,y}$	= 12,14 cm <sup>2</sup>	$W_{el,z}$	= 16,66 cm <sup>3</sup>
$W_{el,y,sup}$	= 108,66 cm <sup>3</sup>	$W_{pl,z}$	= 26,1 cm <sup>3</sup>
$W_{el,y,inf}$	= 108,66 cm <sup>3</sup>		
$W_{pl,y}$	= 123,86 cm <sup>3</sup>		

Stiffness relaxations :

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

**I.4 - Lateral restraints**

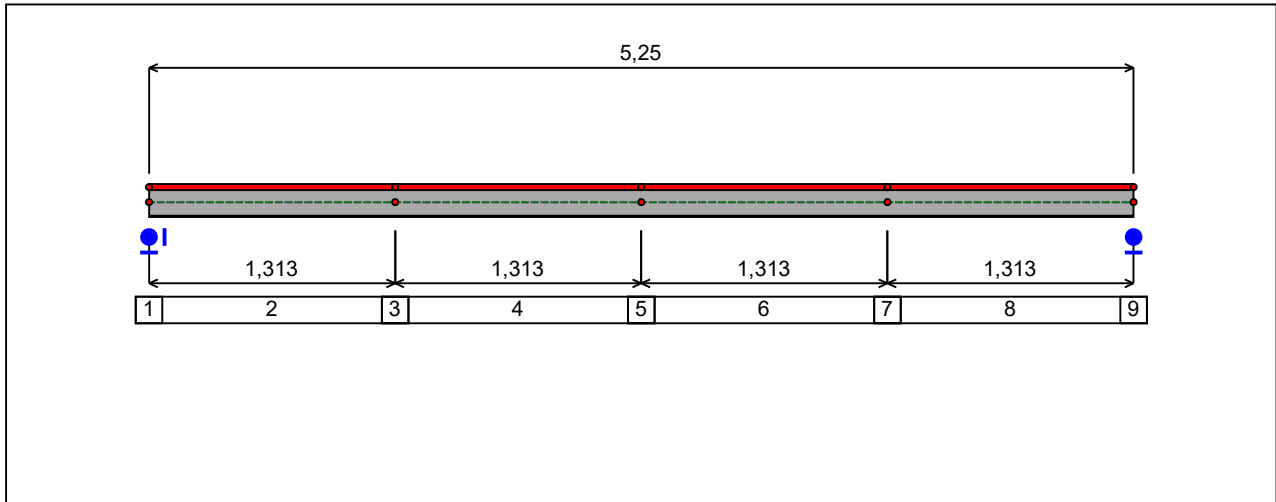


Figure 4 : Profile in long with restraint numbers.

**- 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 : Continuous

Coordinates of the left end :

Abscissa from the left end of the beam :  $x_1 = 0$  m

Vertical position from the shear centre :  $z_1 = 8$  cm

Coordinates of the right end :

Abscissa from the left end of the beam :  $x_2 = 1,313$  m

Vertical position from the shear centre :  $z_2 = 8$  cm

Restraint conditions :

- $v$  : Fixed

$\theta$  : Free $v'$  : Free**- Restraint No. 3 :**

Type : Ponctual

Abcissa from the left end of the beam :  $x = 1,313$  mVertical position from the shear centre :  $z = 0$  cm

Restraint conditions :

 $v$  : Fixed $\theta$  : Free $v'$  : Free $\theta'$  : Free**- Restraint No. 4 :**

Type : Continuous

Coordinates of the left end :

Abcissa from the left end of the beam :  $x_1 = 1,313$  mVertical position from the shear centre :  $z_1 = 8$  cm

Coordinates of the right end :

Abcissa from the left end of the beam :  $x_2 = 2,625$  mVertical position from the shear centre :  $z_2 = 8$  cm

Restraint conditions :

 $v$  : Fixed $\theta$  : Free $v'$  : Free**- Restraint No. 5 :**

Type : Ponctual

Abcissa from the left end of the beam :  $x = 2,625$  mVertical position from the shear centre :  $z = 0$  cm

Restraint conditions :

 $v$  : Fixed $\theta$  : Free $v'$  : Free $\theta'$  : Free**- Restraint No. 6 :**

Type : Continuous

Coordinates of the left end :

Abscissa from the left end of the beam :  $x_1 = 2,625$  m

Vertical position from the shear centre :  $z_1 = 8$  cm

Coordinates of the right end :

Abscissa from the left end of the beam :  $x_2 = 3,938$  m

Vertical position from the shear centre :  $z_2 = 8$  cm

Restraint conditions :

$v$  : Fixed

$\theta$  : Free

$v'$  : Free

**- Restraint No. 7 :**

Type : Ponctual

Abscissa from the left end of the beam :  $x = 3,938$  m

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

Restraint conditions :

$v$  : Fixed

$\theta$  : Free

$v'$  : Free

$\theta'$  : Free

**- Restraint No. 8 :**

Type : Continuous

Coordinates of the left end :

Abscissa from the left end of the beam :  $x_1 = 3,938$  m

Vertical position from the shear centre :  $z_1 = 8$  cm

Coordinates of the right end :

Abscissa from the left end of the beam :  $x_2 = 5,25$  m

Vertical position from the shear centre :  $z_2 = 8$  cm

Restraint conditions :

$v$  : Fixed

$\theta$  : Free

$v'$  : Free

**- Restraint No. 9 :**

Type : Ponctual

Abscissa from the left end of the beam :  $x = 5,25$  m

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

Restraint conditions :

$v$  : Fixed

$\theta$  : Fixed

$v'$  : Free

$\theta'$  : Free

### 1.5 - Supports

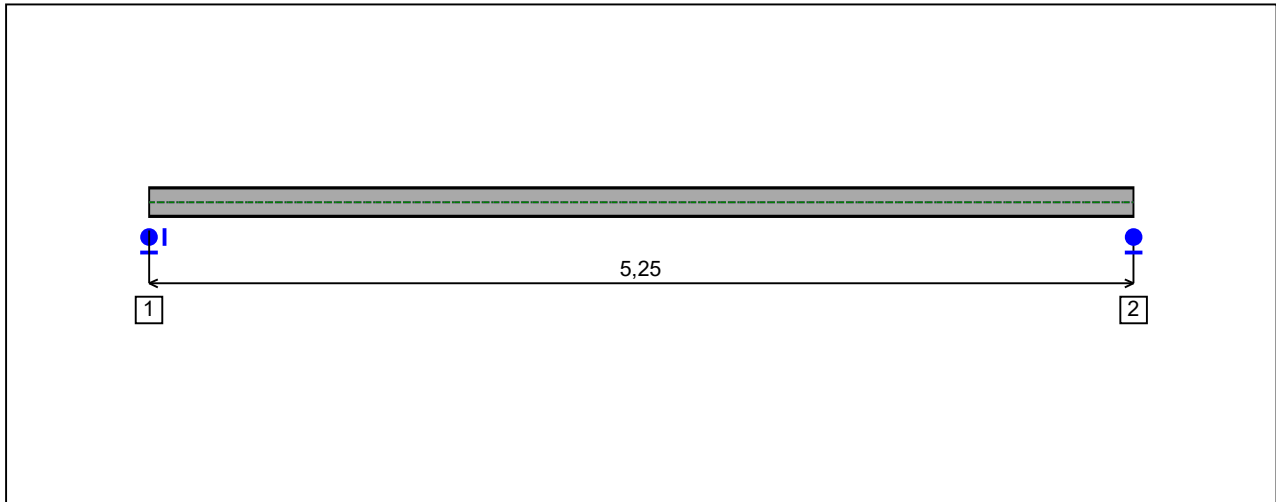


Figure 5 : Profile in long with support numbers.

#### - 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 :  $x = 5,25$  m

Support conditions :

u : Free  
w : Fixed  
w' : Free

**I.6 - Loads**

Type of loading :

Internal

**- Moment diagram :**

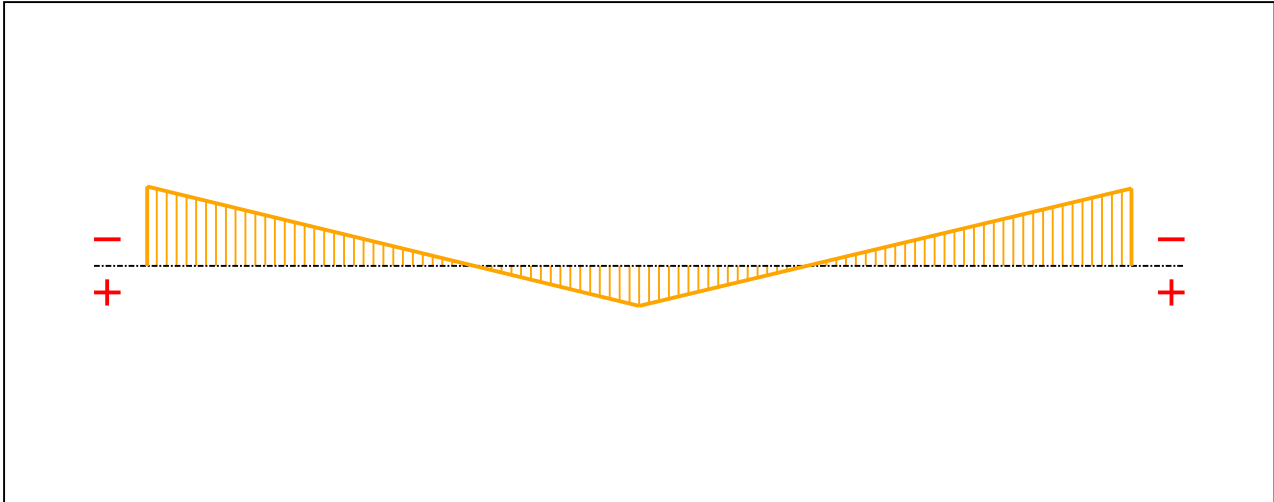


Figure 6 : Moment diagram.

Active :

Yes

Table 1 : Moment diagram.

x(m)	M(kN.m)
0	-11,86
2,625	5,94
5,25	-11,56

**- Axial force diagram :**

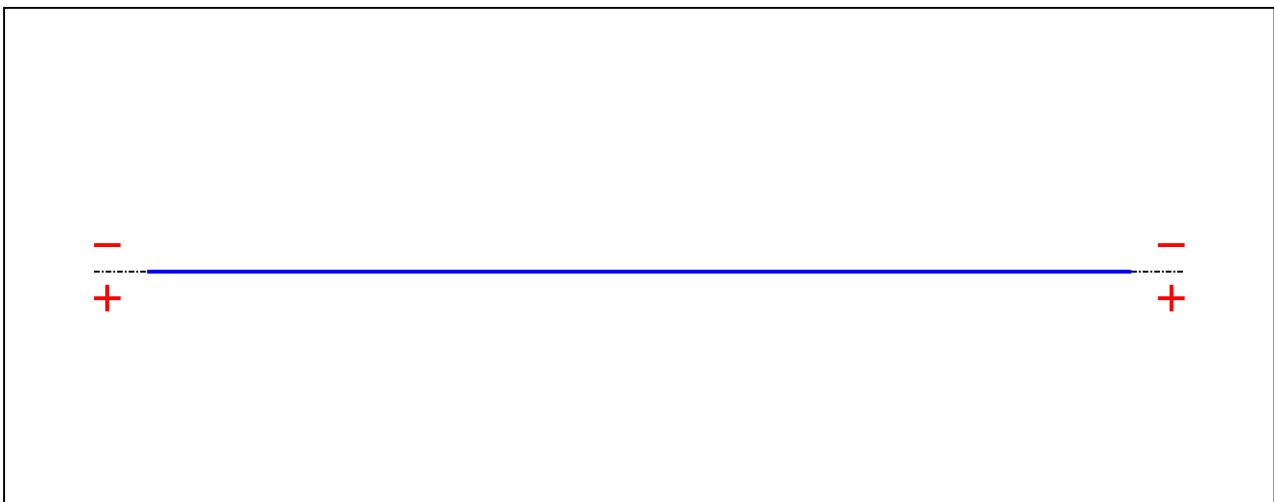


Figure 7 : Axial force diagram.

Active :

No

*Table 2 : Axial force diagram.*

x(m)	N(kN)
0	0
5,25	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	13,28	-157,49	0	0	0

### 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	13,28	-157,49	0	0	0

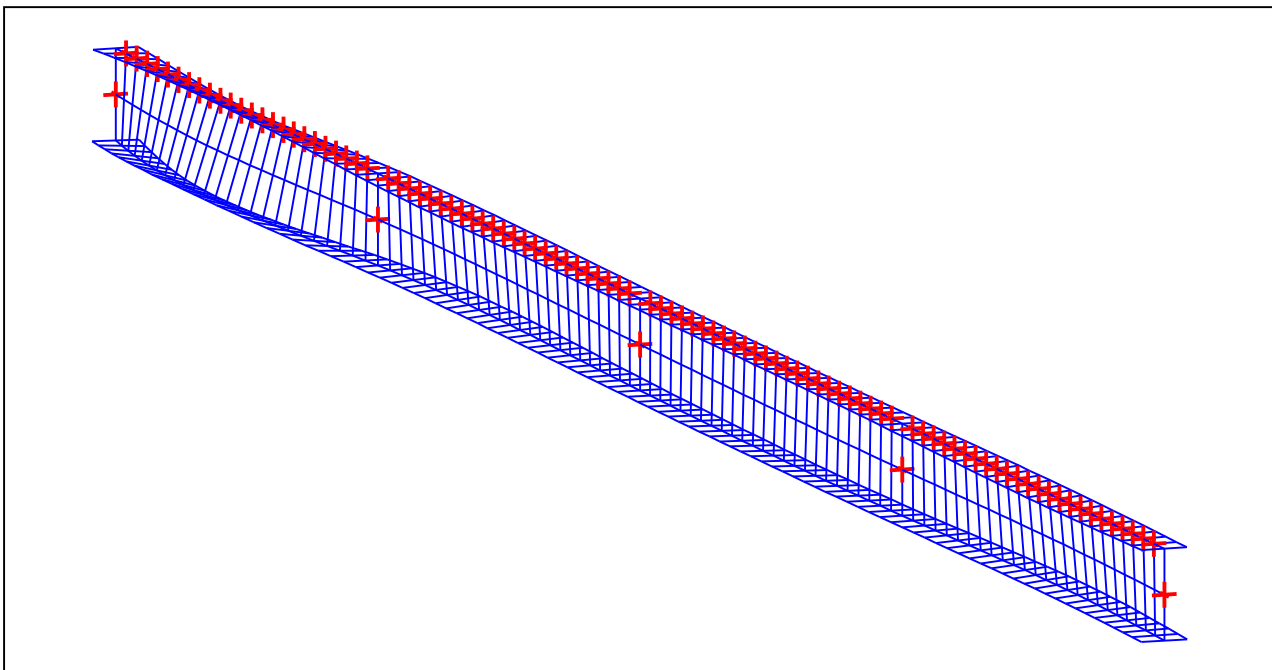


Figure 8 : Mode shape in 3D (Mode 1).

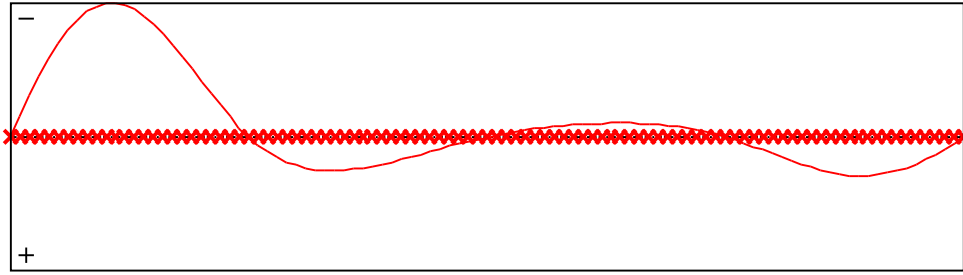


Figure 9 : Lateral displacement compopent of the shear centre (Mode 1).

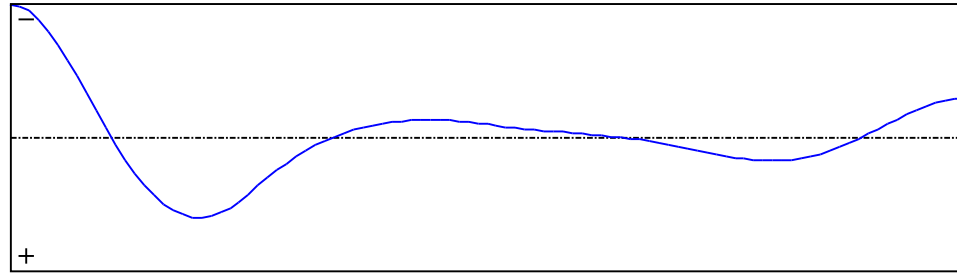


Figure 10 : Rotation in lateral flexure component of the shear centre (Mode 1).

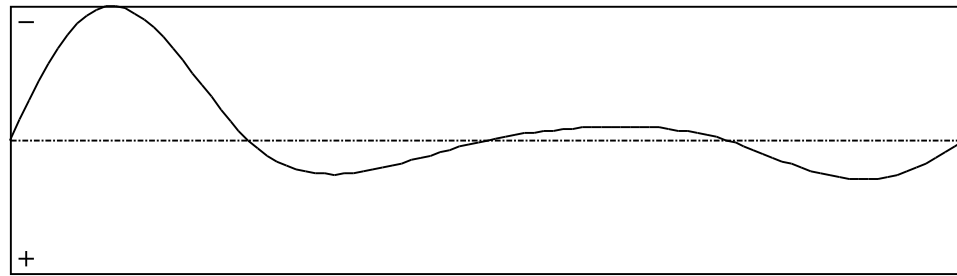


Figure 11 : Longitudinal rotation (torsion) component of the shear centre (Mode 1).

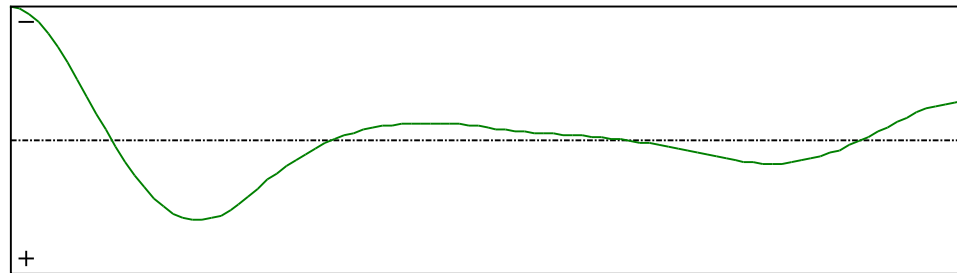


Figure 12 : Warping compopent of the shear centre (Mode 1).

Table 5 : Mode 1.

x [m]	v [cm]	v' [rd]	$\theta$ [rd]	$\theta'$ [rd/m]
0	1,504E-27	-0,0296	5,379E-27	-0,3694
0,0525	-0,1545	-0,0292	-0,0193	-0,3644
0,105	-0,3047	-0,028	-0,0381	-0,3496
0,1575	-0,4469	-0,0261	-0,0559	-0,3261
0,21	-0,5776	-0,0236	-0,0722	-0,295
0,2625	-0,6939	-0,0206	-0,0867	-0,2576
0,315	-0,7934	-0,0172	-0,0992	-0,2154
0,3675	-0,8743	-0,0136	-0,1093	-0,1698
0,42	-0,9357	-0,0098	-0,117	-0,1223
0,4725	-0,977	-0,0059	-0,1221	-0,0743
0,525	-0,9982	-0,0022	-0,1248	-0,0271
0,5775	-1	0,0014	-0,125	0,0181
0,63	-0,9834	0,0048	-0,1229	0,0602
0,6825	-0,95	0,0079	-0,1187	0,0985
0,735	-0,9014	0,0106	-0,1127	0,1321
0,7875	-0,8397	0,0129	-0,105	0,1608
0,84	-0,7671	0,0147	-0,0959	0,184
0,8925	-0,6859	0,0161	-0,0857	0,2016
0,945	-0,5985	0,0171	-0,0748	0,2136
0,9975	-0,5073	0,0176	-0,0634	0,22
1,05	-0,4145	0,0177	-0,0518	0,2211
1,103	-0,3223	0,0174	-0,0403	0,217
1,155	-0,2329	0,0166	-0,0291	0,208
1,208	-0,1482	0,0156	-0,0185	0,1946
1,26	-0,07	0,0142	-0,0087	0,177
1,313	-1,771E-27	0,0125	-1,34E-26	0,1556
1,365	0,0606	0,0106	0,0076	0,1329
1,418	0,1117	0,0089	0,014	0,111
1,47	0,154	0,0072	0,0192	0,0904
1,523	0,1879	0,0057	0,0235	0,0711
1,575	0,214	0,0043	0,0267	0,0533
1,628	0,2329	0,003	0,0291	0,0371
1,68	0,2453	0,0018	0,0307	0,0224
1,733	0,2519	7,474E-4	0,0315	0,0093
1,785	0,2534	-1,742E-4	0,0317	-0,0022

Table 5 (Next) : Mode 1.

x [m]	v [cm]	v' [rd]	$\theta$ [rd]	$\theta'$ [rd/m]
1,838	0,2503	-9,751E-4	0,0313	-0,0122
1,89	0,2434	-0,0017	0,0304	-0,0208
1,943	0,2331	-0,0022	0,0291	-0,028
1,995	0,22	-0,0027	0,0275	-0,0339
2,048	0,2048	-0,0031	0,0256	-0,0387
2,1	0,1877	-0,0034	0,0235	-0,0423
2,153	0,1693	-0,0036	0,0212	-0,045
2,205	0,15	-0,0037	0,0188	-0,0468
2,258	0,1301	-0,0038	0,0163	-0,0478
2,31	0,11	-0,0038	0,0137	-0,048
2,363	0,0899	-0,0038	0,0112	-0,0475
2,415	0,0702	-0,0037	0,0088	-0,0463
2,468	0,0511	-0,0036	0,0064	-0,0446
2,52	0,0329	-0,0034	0,0041	-0,0422
2,573	0,0158	-0,0031	0,002	-0,0392
2,625	4,459E-28	-0,0029	3,993E-27	-0,0357
2,678	-0,0142	-0,0026	-0,0018	-0,0321
2,73	-0,027	-0,0023	-0,0034	-0,029
2,783	-0,0386	-0,0021	-0,0048	-0,0262
2,835	-0,0491	-0,0019	-0,0061	-0,0237
2,888	-0,0586	-0,0017	-0,0073	-0,0215
2,94	-0,0671	-0,0015	-0,0084	-0,0193
2,993	-0,0748	-0,0014	-0,0093	-0,0172
3,045	-0,0816	-0,0012	-0,0102	-0,0152
3,098	-0,0875	-0,001	-0,0109	-0,0131
3,15	-0,0926	-8,721E-4	-0,0116	-0,0109
3,203	-0,0967	-6,868E-4	-0,0121	-0,0086
3,255	-0,0998	-4,88E-4	-0,0125	-0,0061
3,308	-0,1018	-2,729E-4	-0,0127	-0,0034
3,36	-0,1026	-3,882E-5	-0,0128	-4,852E-4
3,413	-0,1022	2,163E-4	-0,0128	0,0027
3,465	-0,1003	4,944E-4	-0,0125	0,0062
3,518	-0,0969	7,967E-4	-0,0121	0,01
3,57	-0,0919	0,0011	-0,0115	0,014
3,623	-0,0851	0,0015	-0,0106	0,0185

Table 5 (Next) : Mode 1.

x [m]	v [cm]	v' [rd]	$\theta$ [rd]	$\theta'$ [rd/m]
3,675	-0,0763	0,0019	-0,0095	0,0232
3,728	-0,0656	0,0023	-0,0082	0,0282
3,78	-0,0526	0,0027	-0,0066	0,0334
3,833	-0,0375	0,0031	-0,0047	0,0389
3,885	-0,0199	0,0036	-0,0025	0,0446
3,938	5,768E-28	0,004	3,349E-27	0,0503
3,99	0,0223	0,0044	0,0028	0,0556
4,043	0,0466	0,0048	0,0058	0,0598
4,095	0,0724	0,005	0,009	0,0629
4,148	0,0992	0,0052	0,0124	0,0647
4,2	0,1266	0,0052	0,0158	0,0652
4,253	0,1538	0,0051	0,0192	0,0642
4,305	0,1803	0,0049	0,0225	0,0618
4,358	0,2054	0,0046	0,0257	0,0578
4,41	0,2286	0,0042	0,0286	0,0522
4,463	0,2491	0,0036	0,0311	0,0452
4,515	0,2663	0,0029	0,0333	0,0366
4,568	0,2797	0,0021	0,035	0,0267
4,62	0,2886	0,0012	0,0361	0,0156
4,673	0,2926	2,727E-4	0,0366	0,0034
4,725	0,2914	-7,654E-4	0,0364	-0,0096
4,778	0,2845	-0,0018	0,0356	-0,0231
4,83	0,272	-0,0029	0,034	-0,0367
4,883	0,2537	-0,004	0,0317	-0,0502
4,935	0,2299	-0,0051	0,0287	-0,0631
4,988	0,2008	-0,006	0,0251	-0,0751
5,04	0,167	-0,0069	0,0209	-0,0856
5,093	0,1291	-0,0076	0,0161	-0,0944
5,145	0,088	-0,0081	0,011	-0,101
5,198	0,0446	-0,0084	0,0056	-0,1052
5,25	-3,67E-28	-0,0085	-1,247E-27	-0,1066

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 160	<i>p.2</i>
- Section No. 2 : IPE 160	<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.5</i>
- Restraint No. 4 :	<i>p.5</i>
- Restraint No. 5 :	<i>p.5</i>
- Restraint No. 6 :	<i>p.5</i>
- Restraint No. 7 :	<i>p.6</i>
- Restraint No. 8 :	<i>p.6</i>
- Restraint No. 9 :	<i>p.6</i>
<b><i>I.5 - Supports</i></b>	<b><i>p.8</i></b>
- Support No. 1 :	<i>p.8</i>
- Support No. 2 :	<i>p.8</i>
<b><i>I.6 - Loads</i></b>	<b><i>p.9</i></b>
- Moment diagram :	<i>p.9</i>
- Axial force diagram :	<i>p.9</i>
- Eccentric concentrated loads :	<i>p.10</i>
- Eccentric distributed loads :	<i>p.10</i>
<b>II - LTB CALCULATION</b>	<b>p.11</b>
<b><i>II.1 - LTB modes</i></b>	<b><i>p.11</i></b>
<b><i>II.2 - Mode shapes</i></b>	<b><i>p.11</i></b>
- Mode 1	<i>p.11</i>

**WARNING !**

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

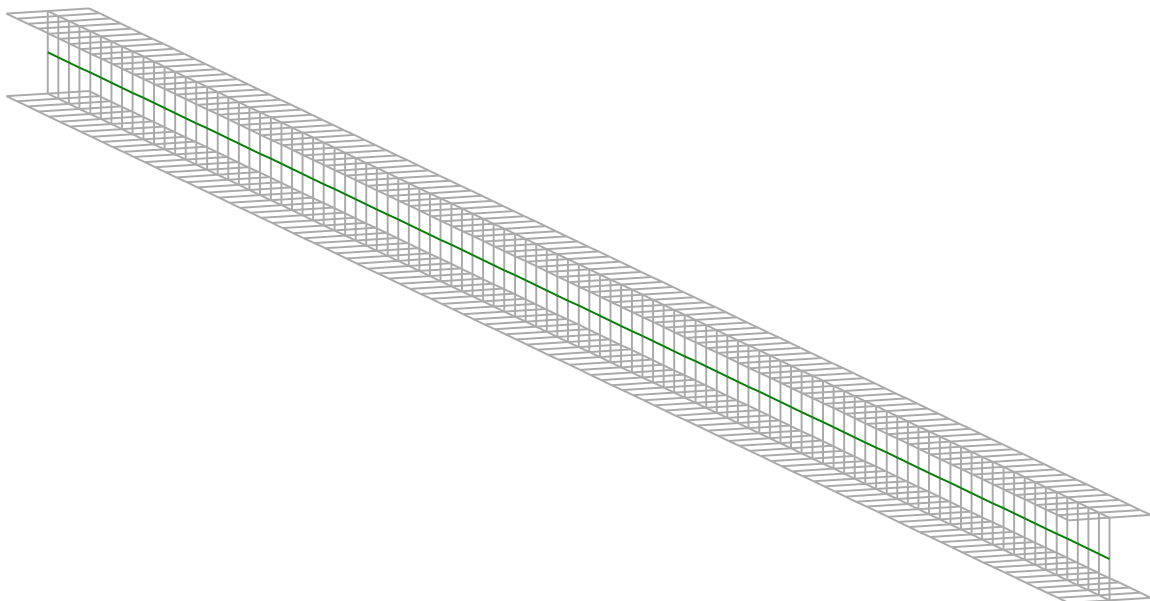
Because of the complexity of the calculations involved, the software is only for users who are able to make themselves an accurate idea of its possibilities, its limitations and adequacy to the various practical applications. The user will use it under his own responsibilities at his own risk.

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 :	$L = 8,5 \text{ m}$
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
-------------------------	-----

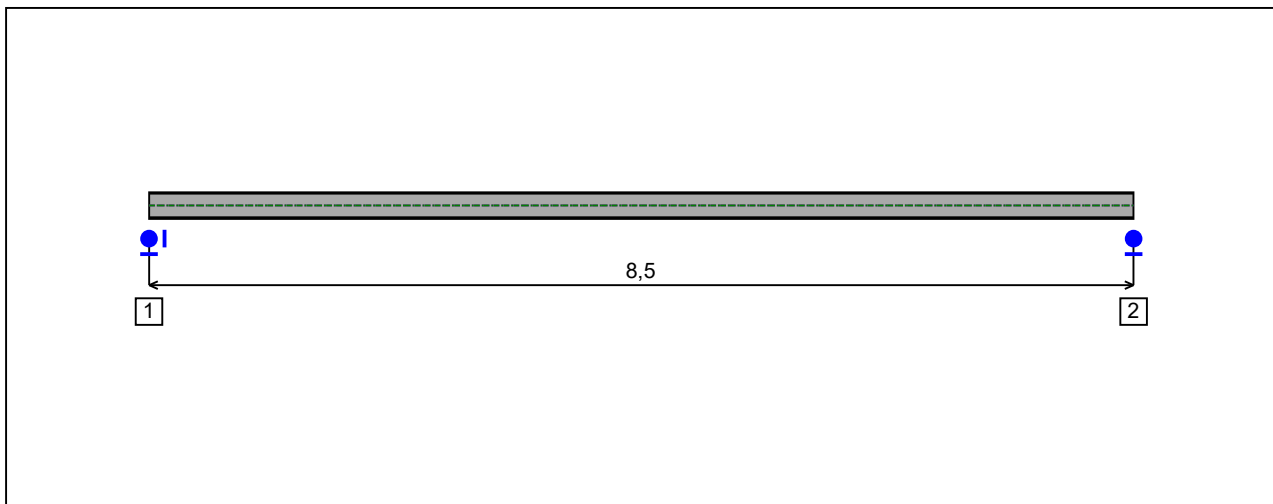


Figure 1 : Profile in long with section numbers.

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

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

Type : In catalogue (OTUA)

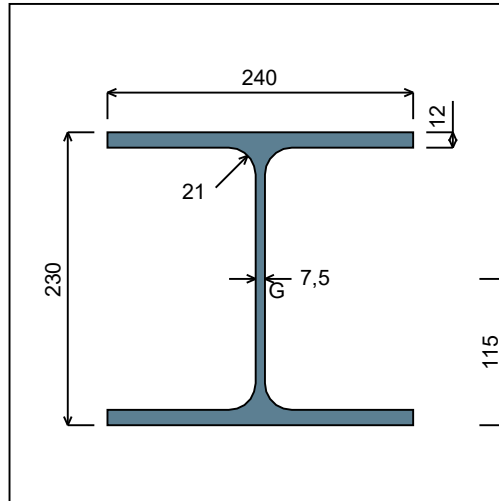


Figure 2 : Section No. 1 (HEA 240).

Main geometrical properties :

- $z_S$  = 0 cm
- $z_G$  = 11,5 cm
- $I_y$  = 7763,2 cm<sup>4</sup>
- $I_z$  = 2768,8 cm<sup>4</sup>
- $I_t$  = 40,64 cm<sup>4</sup> (Villette)
- $I_w$  = 328962 cm<sup>6</sup>

Other geometrical properties :

- |   |                                     |
|---|-------------------------------------|
| $A$ = 76,84 cm <sup>2</sup>             | $A_{v,z}$ = 25,18 cm <sup>2</sup>   |
| $A_{v,y}$ = 57,6 cm <sup>2</sup>        |                                     |
| $W_{el,y,sup}$ = 675,06 cm <sup>3</sup> | $W_{el,z}$ = 230,73 cm <sup>3</sup> |
| $W_{el,y,inf}$ = 675,06 cm <sup>3</sup> | $W_{pl,z}$ = 351,69 cm <sup>3</sup> |
| $W_{pl,y}$ = 744,62 cm <sup>3</sup>     |                                     |

Stiffness relaxations :

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

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

Abscissa from the left end of the beam :  $x = 8,5 \text{ m}$

Type : In catalogue (OTUA)

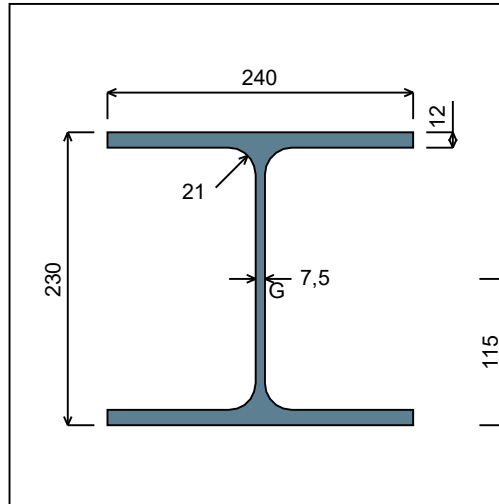


Figure 3 : Section No. 2 (HEA 240).

Main geometrical properties :

- $z_S = 0 \text{ cm}$
- $z_G = 11,5 \text{ cm}$
- $I_y = 7763,2 \text{ cm}^4$
- $I_z = 2768,8 \text{ cm}^4$
- $I_t = 40,64 \text{ cm}^4$  (Villette)
- $I_w = 328962 \text{ cm}^6$

Other geometrical properties :

- |                                      |                                  |
|--------------------------------------|----------------------------------|
| $A = 76,84 \text{ cm}^2$             |                                  |
| $A_{v,y} = 57,6 \text{ cm}^2$        | $A_{v,z} = 25,18 \text{ cm}^2$   |
| $W_{el,y,sup} = 675,06 \text{ cm}^3$ |                                  |
| $W_{el,y,inf} = 675,06 \text{ cm}^3$ | $W_{el,z} = 230,73 \text{ cm}^3$ |
| $W_{pl,y} = 744,62 \text{ cm}^3$     | $W_{pl,z} = 351,69 \text{ cm}^3$ |

Stiffness relaxations :

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

**I.4 - Lateral restraints**

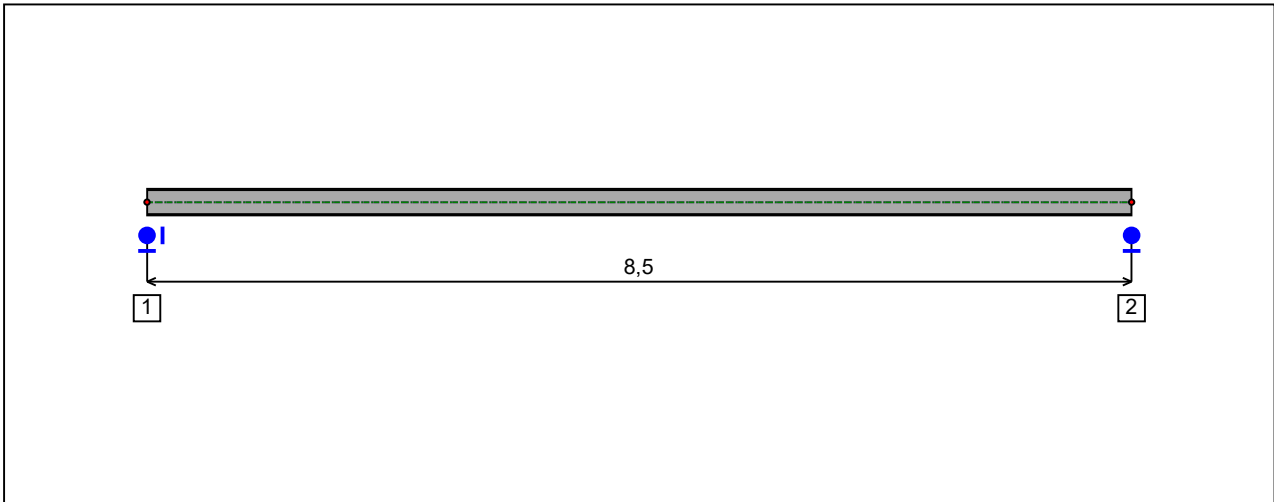


Figure 4 : Profile in long with restraint numbers.

**- 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 :  $x = 8,5$  m

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

Restraint conditions :

$v$  : Fixed

$\theta$  : Fixed

$v'$  : Free

$\theta'$  : Free

### 1.5 - Supports

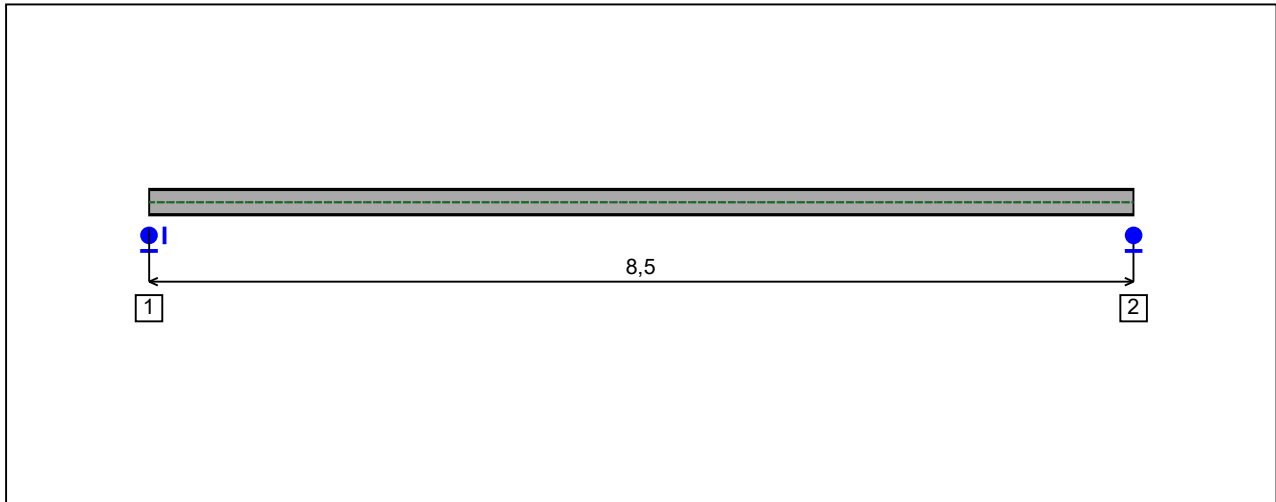


Figure 5 : Profile in long with support numbers.

#### - 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 :  $x = 8,5$  m

Support conditions :

u : Free  
w : Fixed  
w' : Free

**I.6 - Loads**

Type of loading :

Internal

**- Moment diagram :**

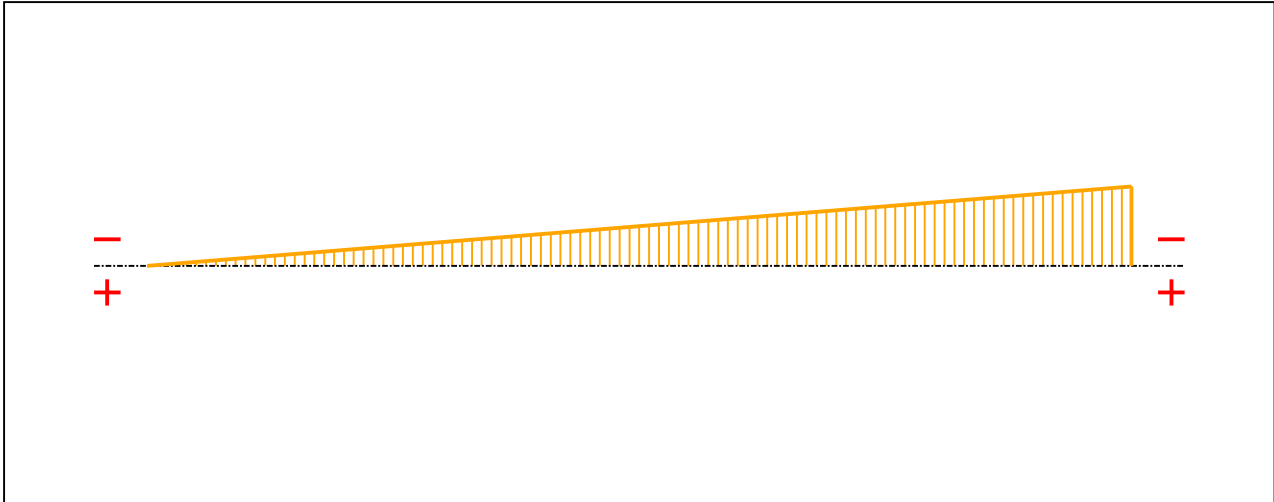


Figure 6 : Moment diagram.

Active :

Yes

Table 1 : Moment diagram.

x(m)	M(kN.m)
0	0
8,5	-0,22

**- Axial force diagram :**

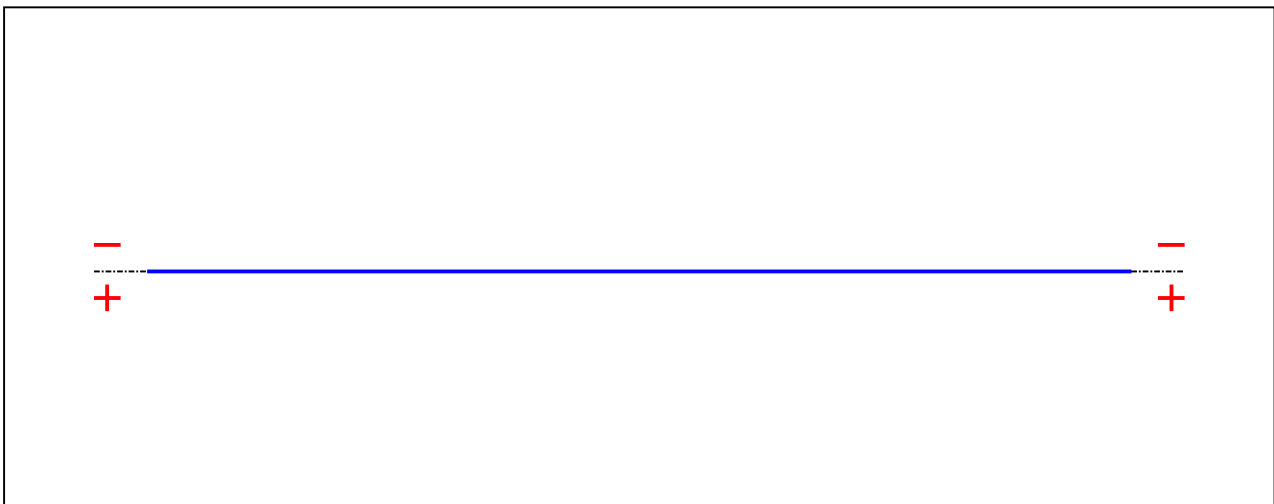


Figure 7 : Axial force diagram.

Active :

No

Table 2 : Axial force diagram.

x(m)	N(kN)
0	0
8,5	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	1517,9	-333,94	8,5	0	8,5

### 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	1517,9	-333,94	8,5	0	8,5

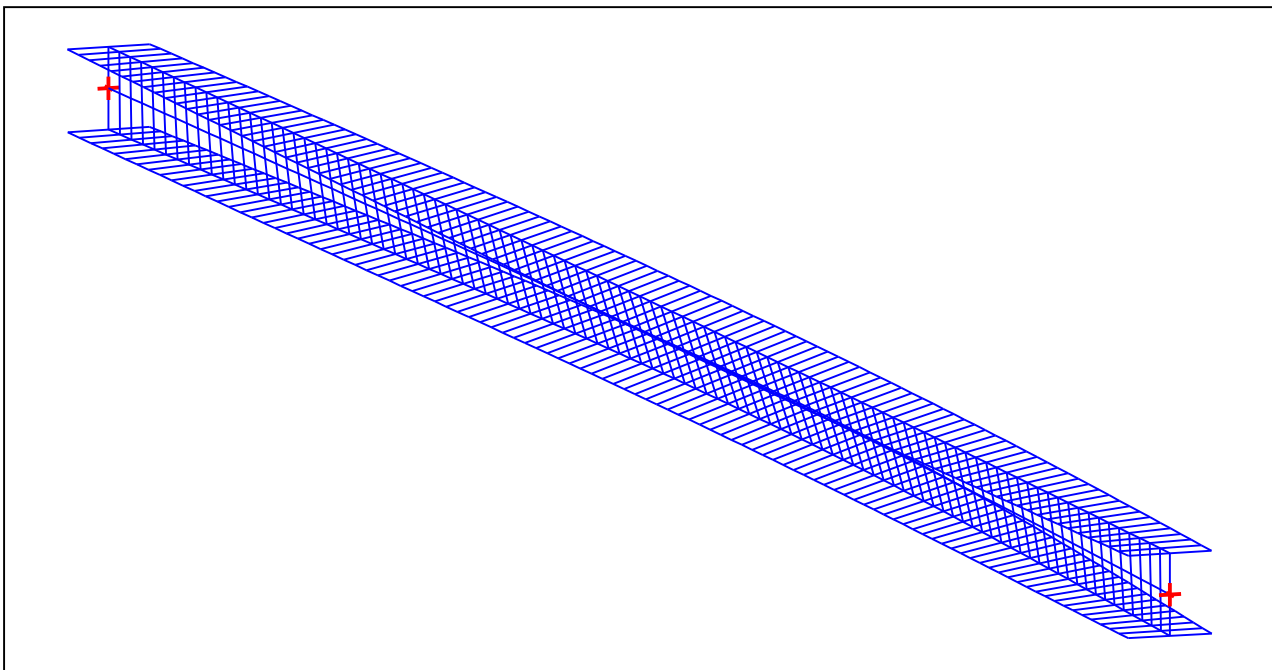


Figure 8 : Mode shape in 3D (Mode 1).

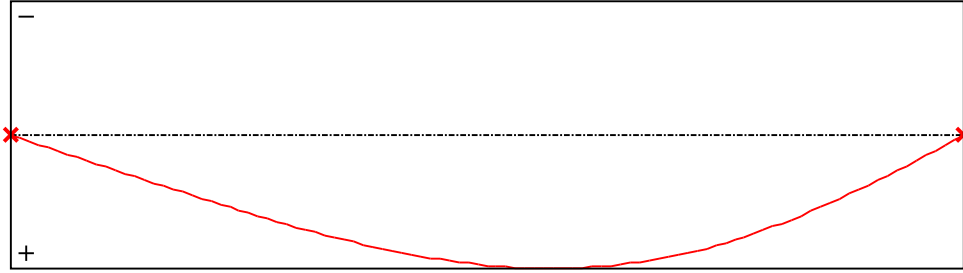


Figure 9 : Lateral displacement compopent of the shear centre (Mode 1).

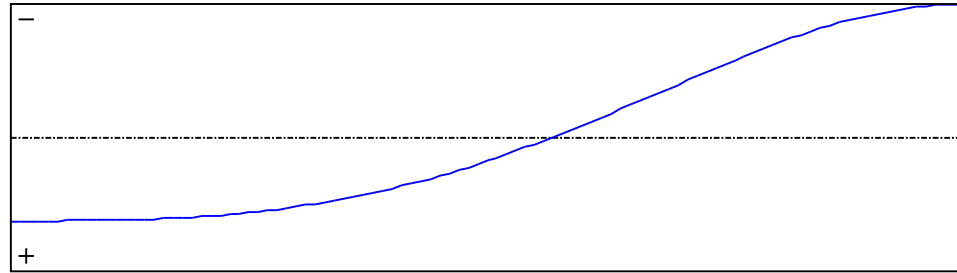


Figure 10 : Rotation in lateral flexure component of the shear centre (Mode 1).

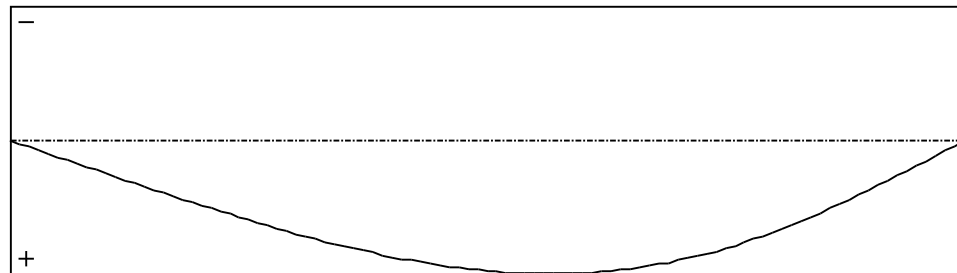


Figure 11 : Longitudinal rotation (torsion) component of the shear centre (Mode 1).

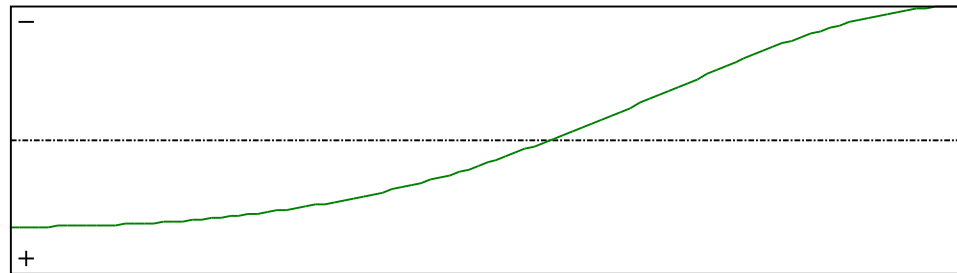


Figure 12 : Warping component of the shear centre (Mode 1).

Table 5 : Mode 1.

x [m]	v [cm]	v' [rd]	$\theta$ [rd]	$\theta'$ [rd/m]
0	6,1E-26	0,0028	4,377E-25	0,0134
0,085	0,0241	0,0028	0,0011	0,0134
0,17	0,0482	0,0028	0,0023	0,0134
0,255	0,0722	0,0028	0,0034	0,0134
0,34	0,0963	0,0028	0,0046	0,0134
0,425	0,1204	0,0028	0,0057	0,0134
0,51	0,1444	0,0028	0,0068	0,0133
0,595	0,1685	0,0028	0,008	0,0133
0,68	0,1925	0,0028	0,0091	0,0133
0,765	0,2164	0,0028	0,0102	0,0132
0,85	0,2404	0,0028	0,0114	0,0132
0,935	0,2643	0,0028	0,0125	0,0131
1,02	0,2881	0,0028	0,0136	0,0131
1,105	0,3119	0,0028	0,0147	0,013
1,19	0,3356	0,0028	0,0158	0,0129
1,275	0,3592	0,0028	0,0169	0,0128
1,36	0,3827	0,0028	0,018	0,0127
1,445	0,4061	0,0027	0,019	0,0126
1,53	0,4293	0,0027	0,0201	0,0125
1,615	0,4524	0,0027	0,0212	0,0124
1,7	0,4753	0,0027	0,0222	0,0123
1,785	0,4981	0,0027	0,0233	0,0122
1,87	0,5206	0,0026	0,0243	0,012
1,955	0,5429	0,0026	0,0253	0,0119
2,04	0,565	0,0026	0,0263	0,0117
2,125	0,5868	0,0026	0,0273	0,0115
2,21	0,6083	0,0025	0,0283	0,0114
2,295	0,6296	0,0025	0,0292	0,0112
2,38	0,6505	0,0024	0,0302	0,011
2,465	0,671	0,0024	0,0311	0,0108
2,55	0,6912	0,0024	0,032	0,0106
2,635	0,711	0,0023	0,0329	0,0103
2,72	0,7303	0,0023	0,0338	0,0101
2,805	0,7493	0,0022	0,0346	0,0098
2,89	0,7677	0,0021	0,0354	0,0096

Table 5 (Next) : Mode 1.

x [m]	v [cm]	v' [rd]	$\theta$ [rd]	$\theta'$ [rd/m]
2,975	0,7856	0,0021	0,0362	0,0093
3,06	0,8031	0,002	0,037	0,009
3,145	0,8199	0,002	0,0378	0,0087
3,23	0,8362	0,0019	0,0385	0,0084
3,315	0,8519	0,0018	0,0392	0,008
3,4	0,8669	0,0017	0,0398	0,0077
3,485	0,8813	0,0017	0,0405	0,0073
3,57	0,895	0,0016	0,0411	0,007
3,655	0,908	0,0015	0,0417	0,0066
3,74	0,9202	0,0014	0,0422	0,0062
3,825	0,9317	0,0013	0,0427	0,0058
3,91	0,9424	0,0012	0,0432	0,0053
3,995	0,9522	0,0011	0,0436	0,0049
4,08	0,9613	0,001	0,044	0,0044
4,165	0,9694	9,041E-4	0,0444	0,004
4,25	0,9766	7,967E-4	0,0447	0,0035
4,335	0,9829	6,863E-4	0,045	0,003
4,42	0,9883	5,732E-4	0,0452	0,0025
4,505	0,9927	4,573E-4	0,0454	0,002
4,59	0,996	3,388E-4	0,0456	0,0015
4,675	0,9984	2,177E-4	0,0457	9,076E-4
4,76	0,9997	9,417E-5	0,0457	3,527E-4
4,845	1	-3,164E-5	0,0457	-2,131E-4
4,93	0,9992	-1,596E-4	0,0457	-7,894E-4
5,015	0,9973	-2,897E-4	0,0456	-0,0014
5,1	0,9943	-4,216E-4	0,0454	-0,002
5,185	0,9901	-5,552E-4	0,0452	-0,0026
5,27	0,9848	-6,904E-4	0,045	-0,0032
5,355	0,9784	-8,269E-4	0,0447	-0,0038
5,44	0,9708	-9,647E-4	0,0444	-0,0044
5,525	0,962	-0,0011	0,0439	-0,0051
5,61	0,952	-0,0012	0,0435	-0,0057
5,695	0,9408	-0,0014	0,043	-0,0063
5,78	0,9285	-0,0015	0,0424	-0,007
5,865	0,9149	-0,0017	0,0418	-0,0076

Table 5 (Next) : Mode 1.

x [m]	v [cm]	v' [rd]	$\theta$ [rd]	$\theta'$ [rd/m]
5,95	0,9002	-0,0018	0,0411	-0,0083
6,035	0,8843	-0,0019	0,0404	-0,0089
6,12	0,8671	-0,0021	0,0396	-0,0095
6,205	0,8488	-0,0022	0,0388	-0,0102
6,29	0,8294	-0,0024	0,0379	-0,0108
6,375	0,8087	-0,0025	0,0369	-0,0114
6,46	0,787	-0,0026	0,0359	-0,012
6,545	0,7641	-0,0028	0,0349	-0,0126
6,63	0,74	-0,0029	0,0338	-0,0132
6,715	0,7149	-0,003	0,0326	-0,0138
6,8	0,6887	-0,0031	0,0314	-0,0144
6,885	0,6615	-0,0033	0,0302	-0,0149
6,97	0,6333	-0,0034	0,0289	-0,0155
7,055	0,6041	-0,0035	0,0276	-0,016
7,14	0,5739	-0,0036	0,0262	-0,0165
7,225	0,5428	-0,0037	0,0248	-0,017
7,31	0,5109	-0,0038	0,0233	-0,0174
7,395	0,4781	-0,0039	0,0218	-0,0178
7,48	0,4446	-0,004	0,0203	-0,0182
7,565	0,4103	-0,0041	0,0187	-0,0186
7,65	0,3753	-0,0042	0,0171	-0,019
7,735	0,3396	-0,0042	0,0155	-0,0193
7,82	0,3034	-0,0043	0,0138	-0,0196
7,905	0,2667	-0,0044	0,0122	-0,0199
7,99	0,2295	-0,0044	0,0105	-0,0201
8,075	0,1919	-0,0044	0,0087	-0,0203
8,16	0,1539	-0,0045	0,007	-0,0204
8,245	0,1157	-0,0045	0,0053	-0,0206
8,33	0,0772	-0,0045	0,0035	-0,0206
8,415	0,0387	-0,0045	0,0018	-0,0207
8,5	9,696E-26	-0,0045	1,067E-25	-0,0207

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 240	<i>p.2</i>
- Section No. 2 : HEA 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>
<b><i>I.5 - Supports</i></b>	<b><i>p.5</i></b>
- Support No. 1 :	<i>p.5</i>
- Support No. 2 :	<i>p.5</i>
<b><i>I.6 - Loads</i></b>	<b><i>p.6</i></b>
- Moment diagram :	<i>p.6</i>
- Axial force diagram :	<i>p.6</i>
- Eccentric concentrated loads :	<i>p.7</i>
- Eccentric distributed loads :	<i>p.7</i>
<b>II - LTB CALCULATION</b>	<b>p.8</b>
<b><i>II.1 - LTB modes</i></b>	<b><i>p.8</i></b>
<b><i>II.2 - Mode shapes</i></b>	<b><i>p.8</i></b>
- Mode 1	<i>p.8</i>

**WARNING !**

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

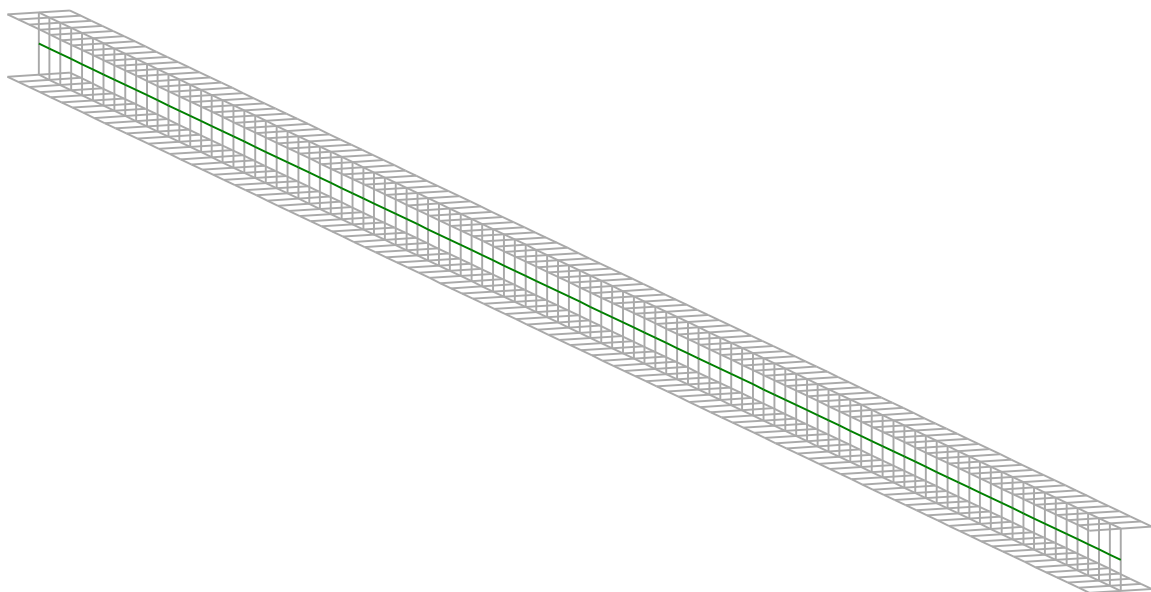
Because of the complexity of the calculations involved, the software is only for users who are able to make themselves an accurate idea of its possibilities, its limitations and adequacy to the various practical applications. The user will use it under his own responsibilities at his own risk.

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*TB**eamN

v 1.0.3

## CALCULATION SHEET







**I - PARAMETERS**

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

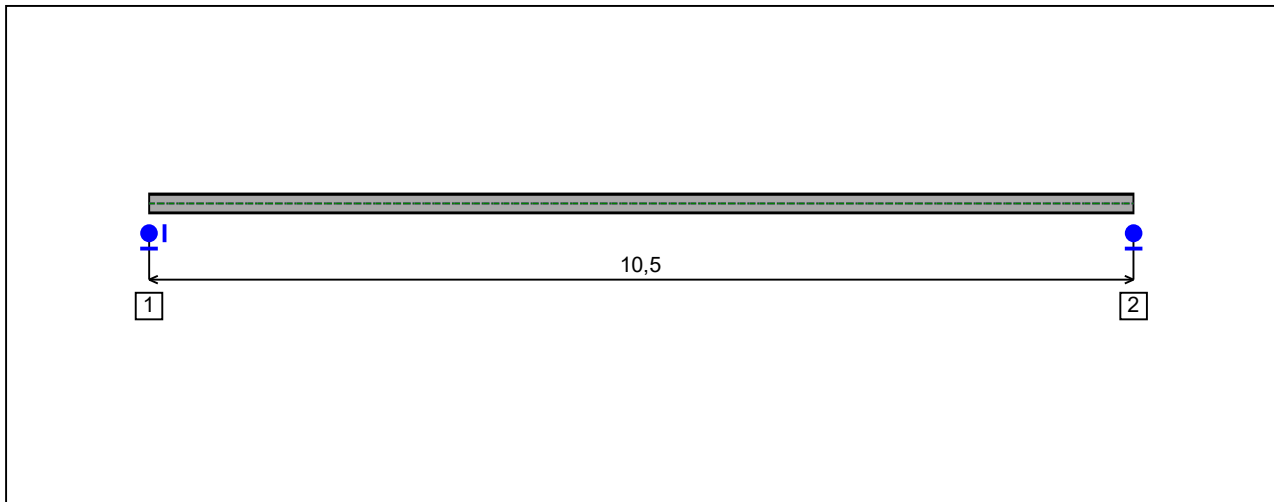
Projected total length :	L = 10,5 m
Initial discretization of the beam :	$n_{el} = 100$ elements

***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 : HEA 220**

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

Type : In catalogue (OTUA)

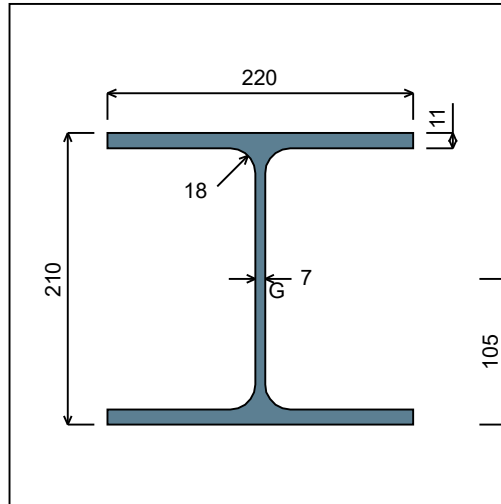


Figure 2 : Section No. 1 (HEA 220).

Main geometrical properties :

$z_S$	= 0 cm
$z_G$	= 10,5 cm
$I_y$	= 5409,7 cm <sup>4</sup>
$I_z$	= 1954,6 cm <sup>4</sup>
$I_t$	= 27,96 cm <sup>4</sup> (Villette)
$I_w$	= 193506 cm <sup>6</sup>

Other geometrical properties :

$A$	= 64,34 cm <sup>2</sup>	$A_{v,z}$	= 20,67 cm <sup>2</sup>
$A_{v,y}$	= 48,4 cm <sup>2</sup>	$W_{el,z}$	= 177,69 cm <sup>3</sup>
$W_{el,y,sup}$	= 515,21 cm <sup>3</sup>	$W_{pl,z}$	= 270,59 cm <sup>3</sup>
$W_{el,y,inf}$	= 515,21 cm <sup>3</sup>		
$W_{pl,y}$	= 568,46 cm <sup>3</sup>		

Stiffness relaxations :

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

**- Section No. 2 : HEA 220**

Abscissa from the left end of the beam :  $x = 10,5 \text{ m}$

Type : In catalogue (OTUA)

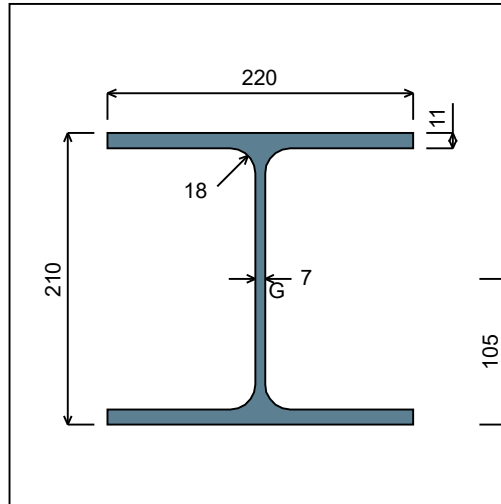


Figure 3 : Section No. 2 (HEA 220).

Main geometrical properties :

- $z_S = 0 \text{ cm}$
- $z_G = 10,5 \text{ cm}$
- $I_y = 5409,7 \text{ cm}^4$
- $I_z = 1954,6 \text{ cm}^4$
- $I_t = 27,96 \text{ cm}^4$  (Villette)
- $I_w = 193506 \text{ cm}^6$

Other geometrical properties :

- |                                      |                                  |
|--------------------------------------|----------------------------------|
| $A = 64,34 \text{ cm}^2$             |                                  |
| $A_{v,y} = 48,4 \text{ cm}^2$        | $A_{v,z} = 20,67 \text{ cm}^2$   |
| $W_{el,y,sup} = 515,21 \text{ cm}^3$ |                                  |
| $W_{el,y,inf} = 515,21 \text{ cm}^3$ | $W_{el,z} = 177,69 \text{ cm}^3$ |
| $W_{pl,y} = 568,46 \text{ cm}^3$     | $W_{pl,z} = 270,59 \text{ cm}^3$ |

Stiffness relaxations :

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

**I.4 - Lateral restraints**

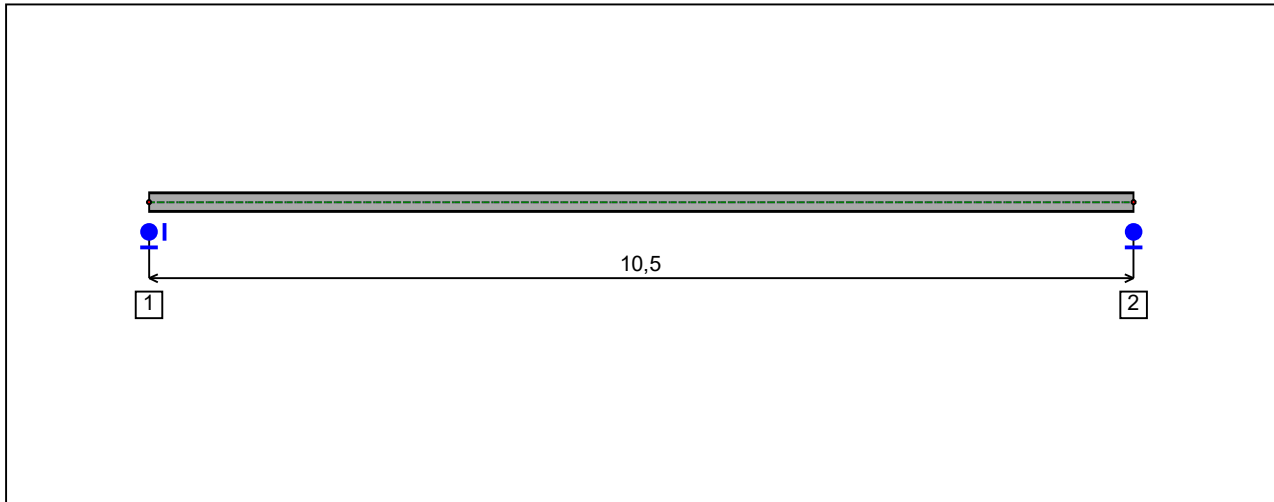


Figure 4 : Profile in long with restraint numbers.

**- 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 :  $x = 10,5$  m

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

Restraint conditions :

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

### 1.5 - Supports

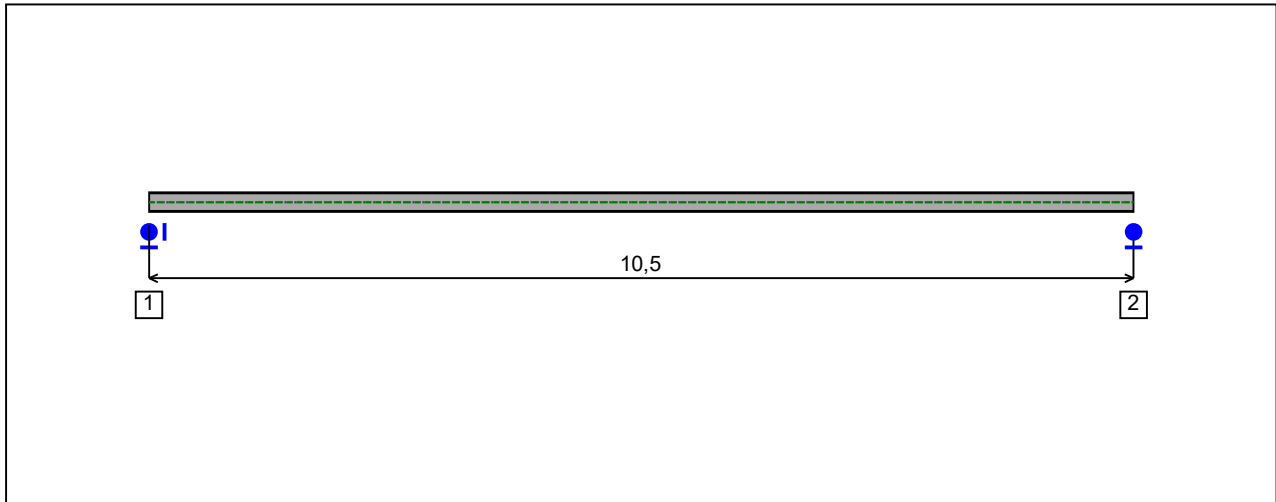


Figure 5 : Profile in long with support numbers.

#### - 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 :  $x = 10,5$  m

Support conditions :

u : Free  
w : Fixed  
w' : Free

**I.6 - Loads**

Type of loading :

Internal

**- Moment diagram :**

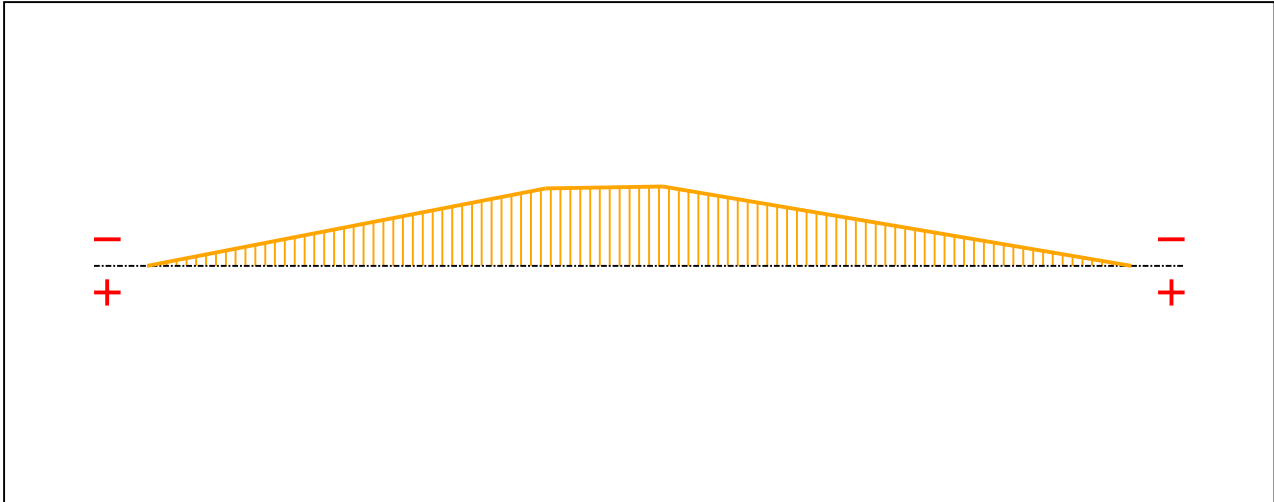


Figure 6 : Moment diagram.

Active :

Yes

Table 1 : Moment diagram.

x(m)	M(kN.m)
0	0
4,25	-48,66
5,5	-49,94
10,5	0

**- Axial force diagram :**

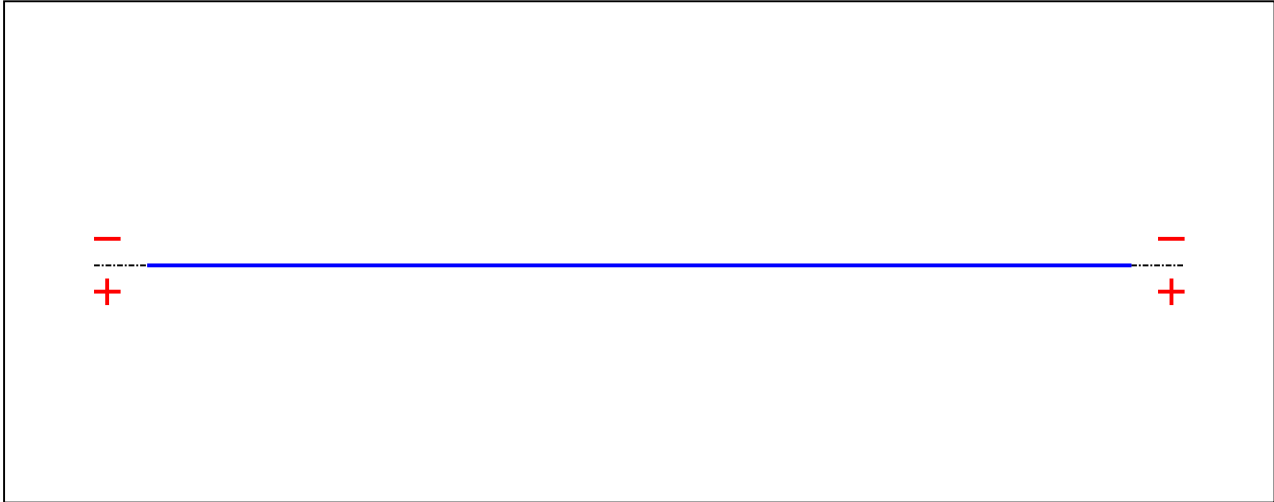


Figure 7 : Axial force diagram.

Active :

No

Table 2 : Axial force diagram.

x(m)	N(kN)
0	0
10,5	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	2,444	-121,95	5,46	0	5,46

### 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	2,444	-121,95	5,46	0	5,46

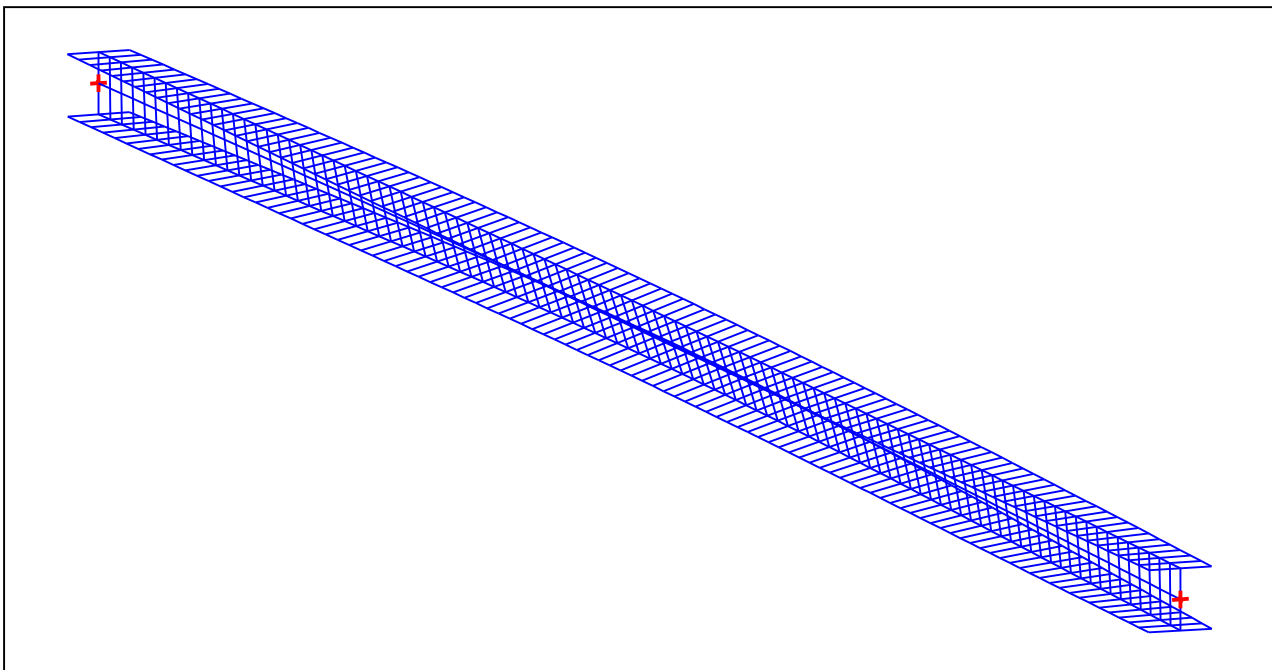


Figure 8 : Mode shape in 3D (Mode 1).

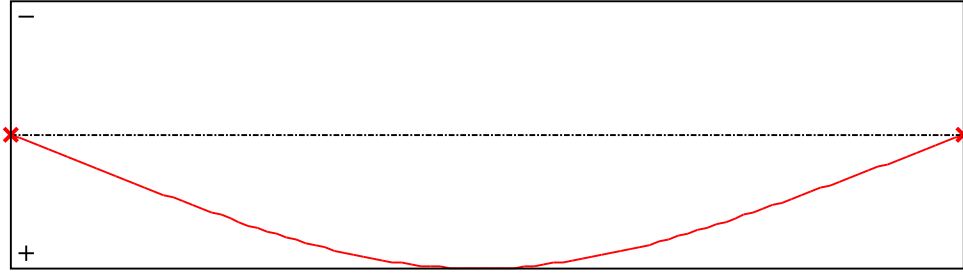


Figure 9 : Lateral displacement compopent of the shear centre (Mode 1).

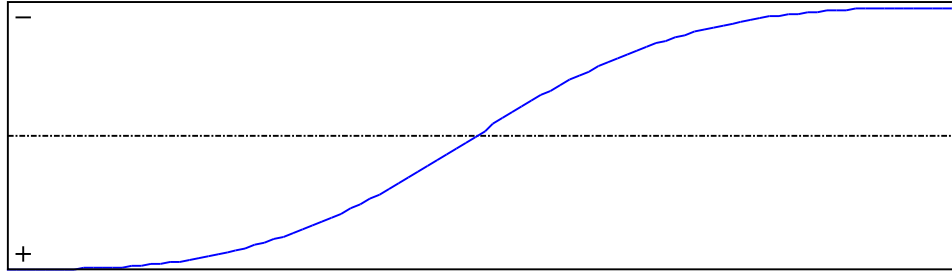


Figure 10 : Rotation in lateral flexure component of the shear centre (Mode 1).

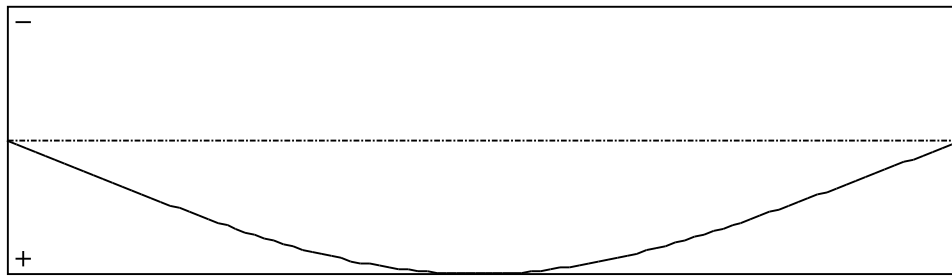


Figure 11 : Longitudinal rotation (torsion) component of the shear centre (Mode 1).

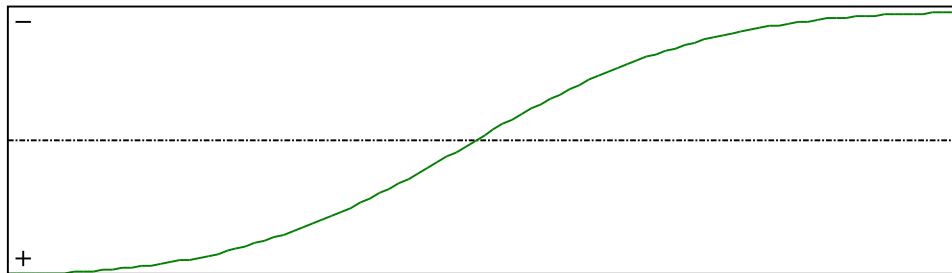


Figure 12 : Warping component of the shear centre (Mode 1).

Table 5 : Mode 1.

x [m]	v [cm]	v' [rd]	$\theta$ [rd]	$\theta'$ [rd/m]
0	-5,887E-31	0,0027	2,625E-27	0,0107
0,105	0,0281	0,0027	0,0011	0,0107
0,21	0,0563	0,0027	0,0023	0,0107
0,315	0,0844	0,0027	0,0034	0,0107
0,42	0,1125	0,0027	0,0045	0,0107
0,525	0,1406	0,0027	0,0056	0,0107
0,63	0,1687	0,0027	0,0067	0,0106
0,735	0,1968	0,0027	0,0079	0,0106
0,84	0,2248	0,0027	0,009	0,0106
0,945	0,2527	0,0027	0,0101	0,0105
1,05	0,2806	0,0027	0,0112	0,0105
1,155	0,3084	0,0026	0,0123	0,0104
1,26	0,3361	0,0026	0,0134	0,0103
1,365	0,3637	0,0026	0,0144	0,0102
1,47	0,3911	0,0026	0,0155	0,0101
1,575	0,4183	0,0026	0,0166	0,0101
1,68	0,4453	0,0026	0,0176	0,0099
1,785	0,4722	0,0025	0,0187	0,0098
1,89	0,4987	0,0025	0,0197	0,0097
1,995	0,525	0,0025	0,0207	0,0096
2,1	0,551	0,0025	0,0217	0,0094
2,205	0,5767	0,0024	0,0227	0,0093
2,31	0,6019	0,0024	0,0236	0,0091
2,415	0,6268	0,0023	0,0246	0,0089
2,52	0,6512	0,0023	0,0255	0,0087
2,625	0,6751	0,0023	0,0264	0,0085
2,73	0,6985	0,0022	0,0273	0,0083
2,835	0,7213	0,0021	0,0282	0,0081
2,94	0,7436	0,0021	0,029	0,0078
3,045	0,7652	0,002	0,0298	0,0076
3,15	0,7861	0,002	0,0306	0,0073
3,255	0,8063	0,0019	0,0313	0,007
3,36	0,8257	0,0018	0,0321	0,0067
3,465	0,8443	0,0017	0,0328	0,0064
3,57	0,8621	0,0016	0,0334	0,0061

Table 5 (Next) : Mode 1.

x [m]	v [cm]	v' [rd]	$\theta$ [rd]	$\theta'$ [rd/m]
3,675	0,879	0,0016	0,034	0,0058
3,78	0,8949	0,0015	0,0346	0,0054
3,885	0,9098	0,0014	0,0352	0,0051
3,99	0,9237	0,0013	0,0357	0,0047
4,095	0,9366	0,0012	0,0362	0,0043
4,2	0,9483	0,0011	0,0366	0,0039
4,305	0,9589	9,516E-4	0,037	0,0035
4,41	0,9683	8,384E-4	0,0373	0,0031
4,515	0,9765	7,238E-4	0,0376	0,0027
4,62	0,9835	6,082E-4	0,0379	0,0022
4,725	0,9893	4,916E-4	0,0381	0,0018
4,83	0,9938	3,741E-4	0,0383	0,0014
4,935	0,9971	2,56E-4	0,0384	9,291E-4
5,04	0,9992	1,373E-4	0,0385	4,902E-4
5,145	1	1,817E-5	0,0385	5,117E-5
5,25	0,9996	-1,012E-4	0,0385	-3,868E-4
5,355	0,9979	-2,207E-4	0,0384	-8,224E-4
5,46	0,9949	-3,403E-4	0,0383	-0,0013
5,565	0,9907	-4,588E-4	0,0381	-0,0017
5,67	0,9853	-5,748E-4	0,0379	-0,0021
5,775	0,9787	-6,876E-4	0,0377	-0,0025
5,88	0,9709	-7,972E-4	0,0374	-0,0029
5,985	0,9619	-9,034E-4	0,0371	-0,0033
6,09	0,9519	-0,001	0,0367	-0,0037
6,195	0,9408	-0,0011	0,0363	-0,0041
6,3	0,9287	-0,0012	0,0359	-0,0044
6,405	0,9156	-0,0013	0,0354	-0,0048
6,51	0,9016	-0,0014	0,0349	-0,0051
6,615	0,8866	-0,0015	0,0343	-0,0055
6,72	0,8707	-0,0015	0,0337	-0,0058
6,825	0,8541	-0,0016	0,0331	-0,0061
6,93	0,8366	-0,0017	0,0324	-0,0064
7,035	0,8184	-0,0018	0,0317	-0,0066
7,14	0,7994	-0,0018	0,031	-0,0069
7,245	0,7798	-0,0019	0,0303	-0,0072

Table 5 (Next) : Mode 1.

x [m]	v [cm]	v' [rd]	$\theta$ [rd]	$\theta'$ [rd/m]
7,35	0,7595	-0,002	0,0295	-0,0074
7,455	0,7386	-0,002	0,0287	-0,0076
7,56	0,7171	-0,0021	0,0279	-0,0078
7,665	0,6951	-0,0021	0,0271	-0,008
7,77	0,6726	-0,0022	0,0262	-0,0082
7,875	0,6497	-0,0022	0,0254	-0,0084
7,98	0,6262	-0,0022	0,0245	-0,0086
8,085	0,6024	-0,0023	0,0236	-0,0087
8,19	0,5782	-0,0023	0,0226	-0,0089
8,295	0,5537	-0,0024	0,0217	-0,009
8,4	0,5288	-0,0024	0,0208	-0,0091
8,505	0,5037	-0,0024	0,0198	-0,0093
8,61	0,4783	-0,0024	0,0188	-0,0094
8,715	0,4527	-0,0025	0,0178	-0,0095
8,82	0,4269	-0,0025	0,0168	-0,0096
8,925	0,4008	-0,0025	0,0158	-0,0097
9,03	0,3747	-0,0025	0,0148	-0,0097
9,135	0,3483	-0,0025	0,0138	-0,0098
9,24	0,3219	-0,0025	0,0127	-0,0099
9,345	0,2953	-0,0025	0,0117	-0,0099
9,45	0,2687	-0,0025	0,0106	-0,01
9,555	0,242	-0,0025	0,0096	-0,01
9,66	0,2152	-0,0026	0,0085	-0,0101
9,765	0,1884	-0,0026	0,0075	-0,0101
9,87	0,1615	-0,0026	0,0064	-0,0101
9,975	0,1346	-0,0026	0,0054	-0,0102
10,08	0,1077	-0,0026	0,0043	-0,0102
10,19	0,0808	-0,0026	0,0032	-0,0102
10,29	0,0539	-0,0026	0,0021	-0,0102
10,4	0,0269	-0,0026	0,0011	-0,0102
10,5	4,98E-31	-0,0026	2,47E-27	-0,0102

## 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 220	<i>p.2</i>
- Section No. 2 : HEA 220	<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>
<b><i>I.5 - Supports</i></b>	<b><i>p.5</i></b>
- Support No. 1 :	<i>p.5</i>
- Support No. 2 :	<i>p.5</i>
<b><i>I.6 - Loads</i></b>	<b><i>p.6</i></b>
- Moment diagram :	<i>p.6</i>
- Axial force diagram :	<i>p.6</i>
- Eccentric concentrated loads :	<i>p.7</i>
- Eccentric distributed loads :	<i>p.7</i>
<b>II - LTB CALCULATION</b>	<b>p.8</b>
<b><i>II.1 - LTB modes</i></b>	<b><i>p.8</i></b>
<b><i>II.2 - Mode shapes</i></b>	<b><i>p.8</i></b>
- Mode 1	<i>p.8</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.

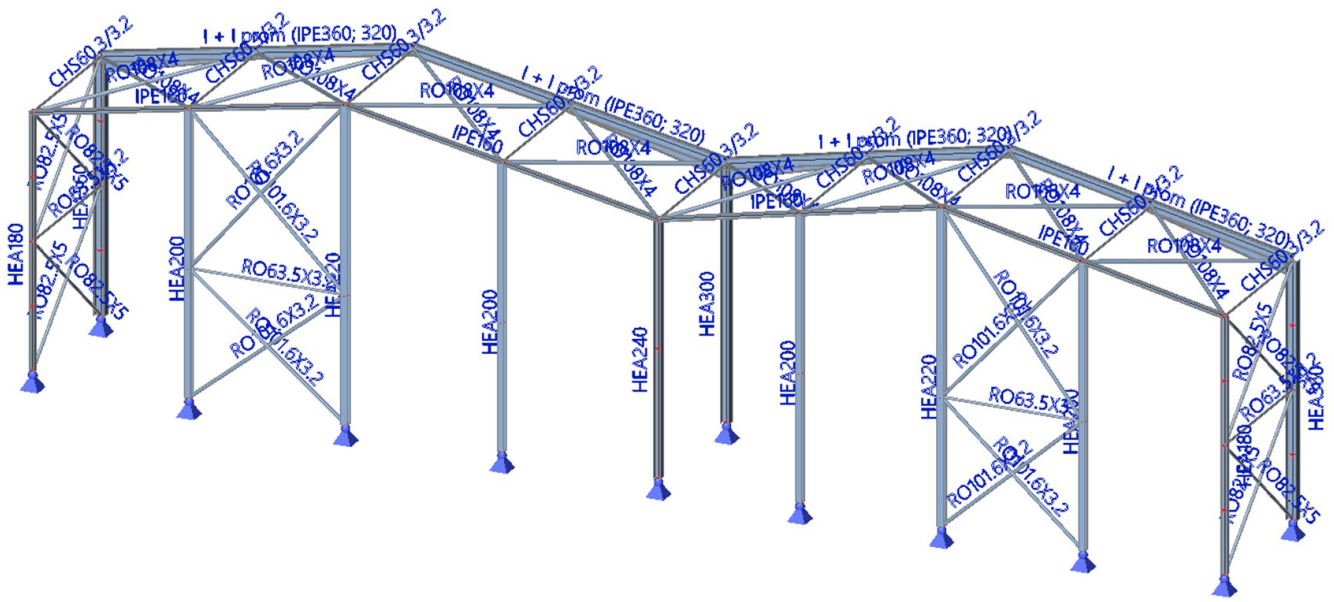
This software is available free of charge. No rights are conferred on the user of the present software. The property and all intellectual rights of the latter continue belonging exclusively to CTICM. The use of this software involves no guarantee for the profit of the user who is committed to keep CTICM 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.

## PŘÍLOHA 6



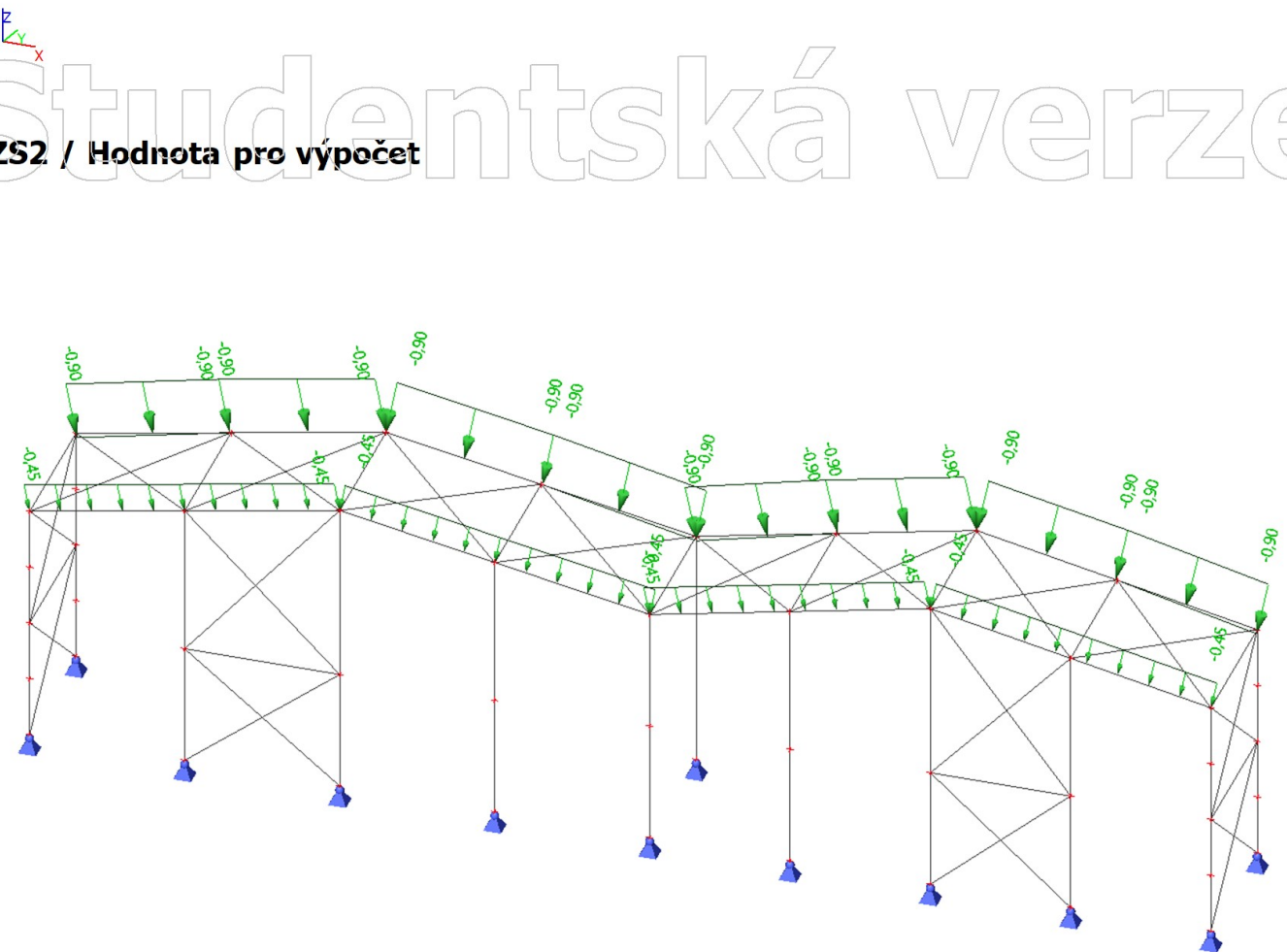
# 1. Výpočtový model

# Studentská verze



# 2. ZS2 / Hodnota pro výpočet

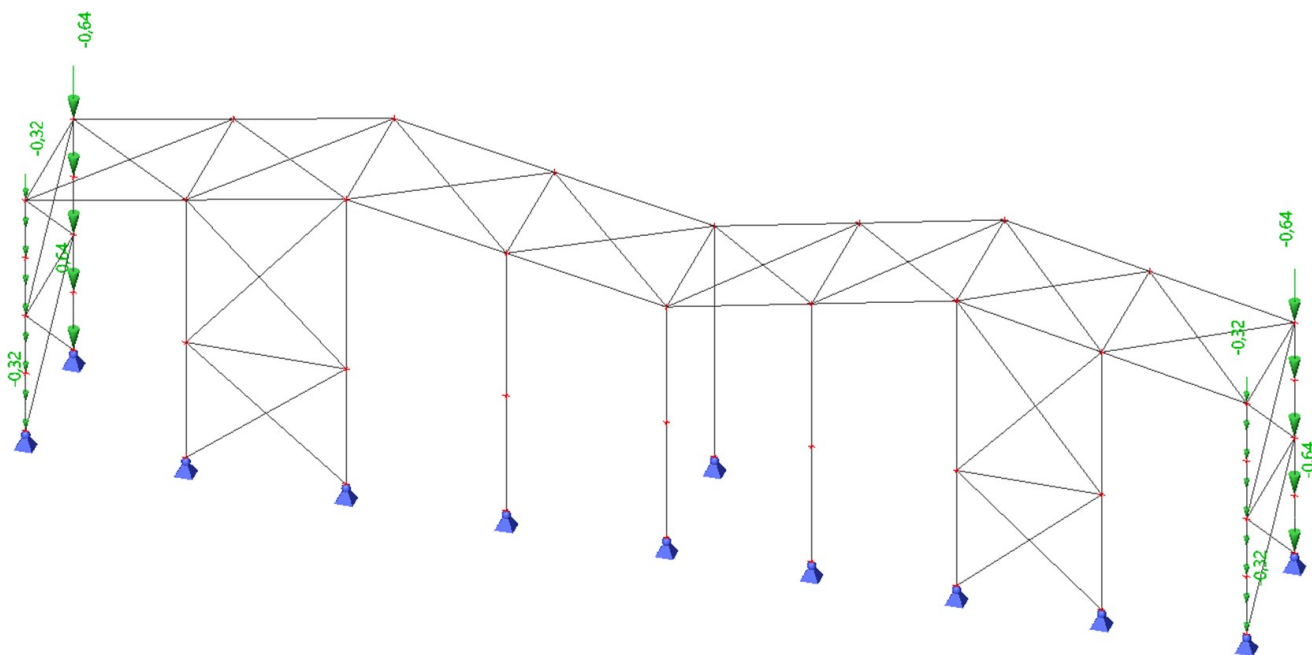
# Studentská verze



# Studentská verze

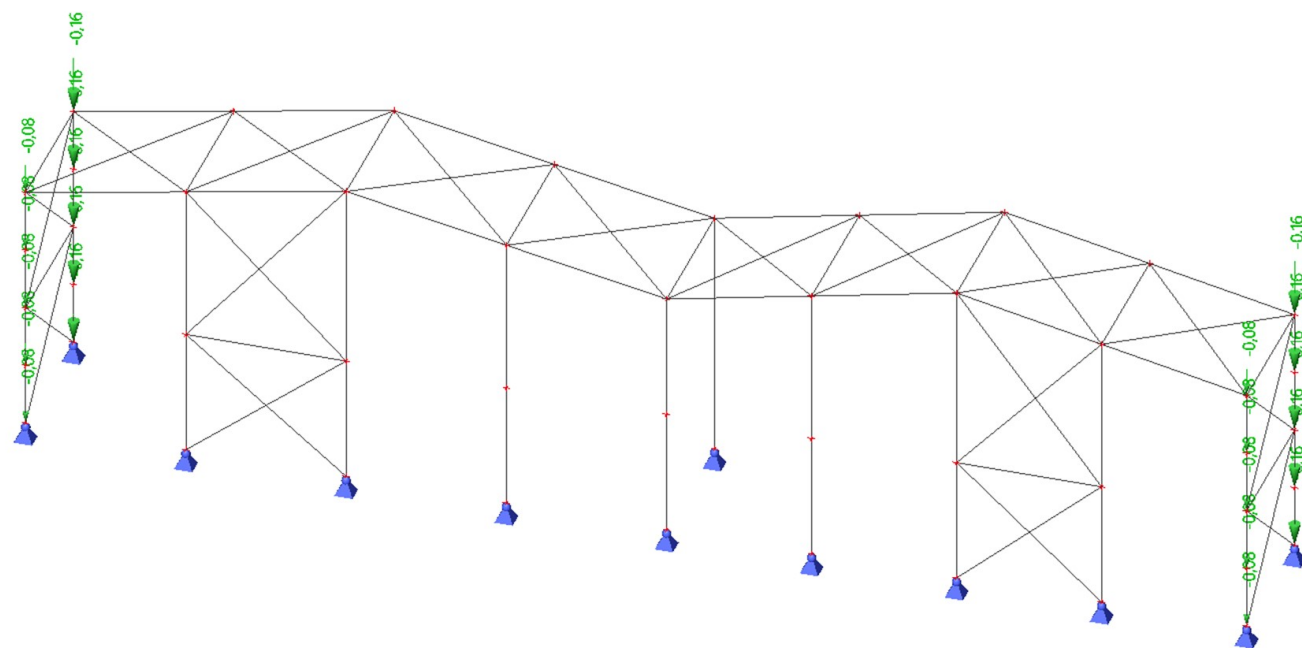
### 3. ZS3 / Hodnota pro výpočet

Studentská verze



### 4. ZS4 / Hodnota pro výpočet

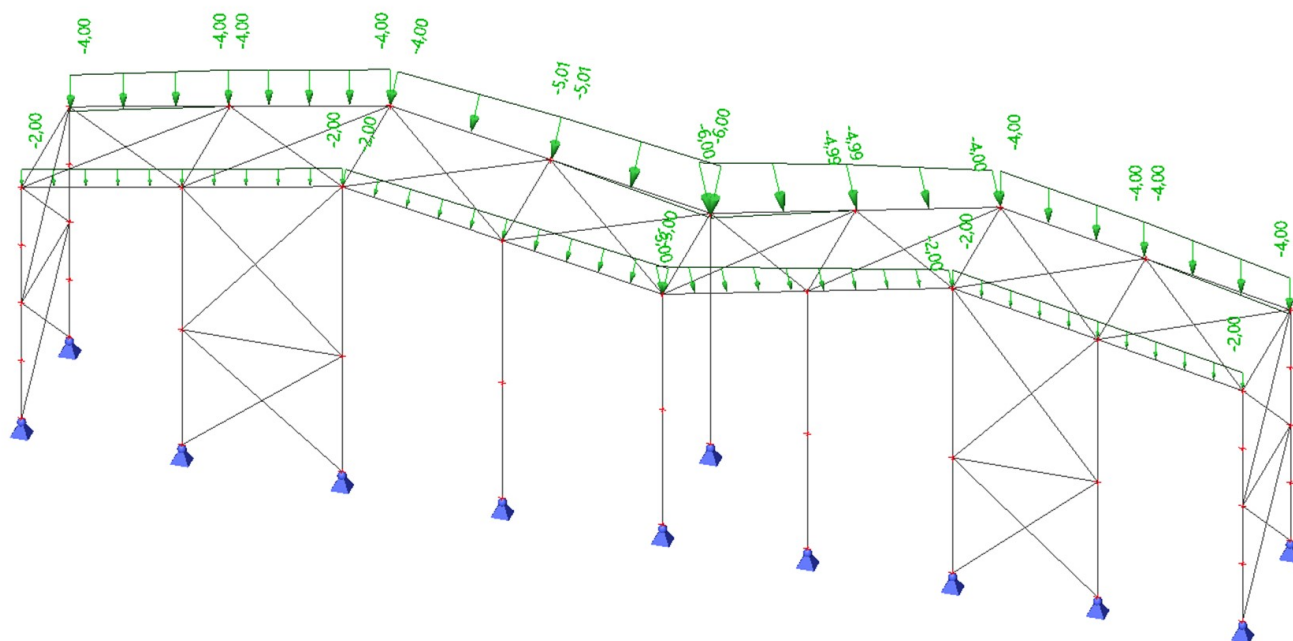
Studentská verze



Studentská verze

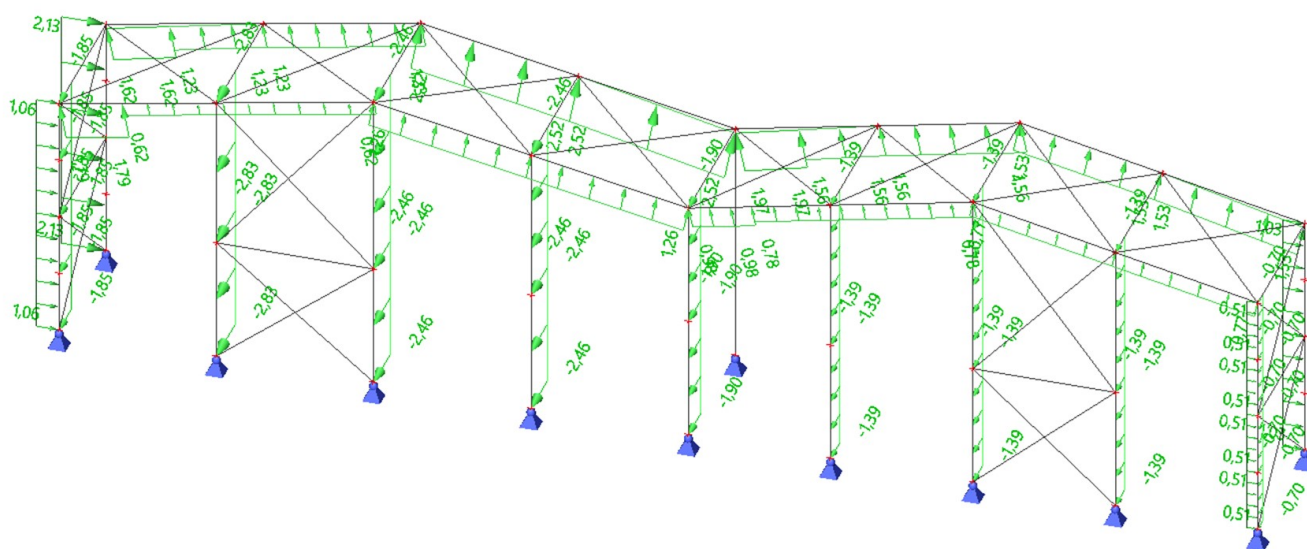
5. ZS5 / Hodnota pro výpočet

Studentská verze



6. ZS6 / Hodnota pro výpočet

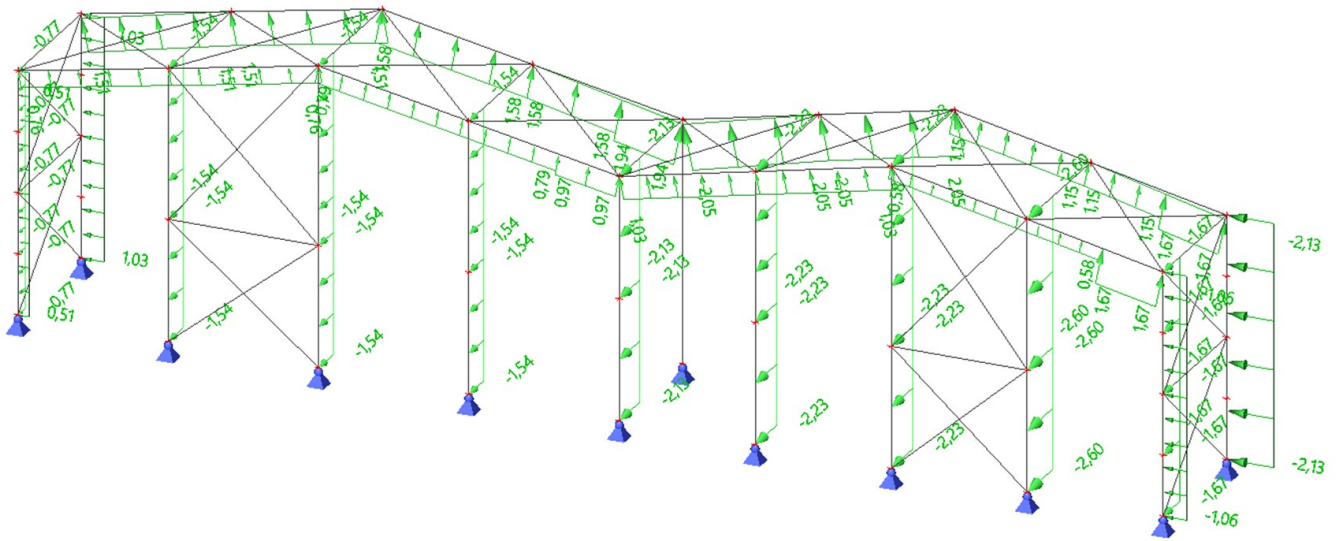
Studentská verze



Studentská verze

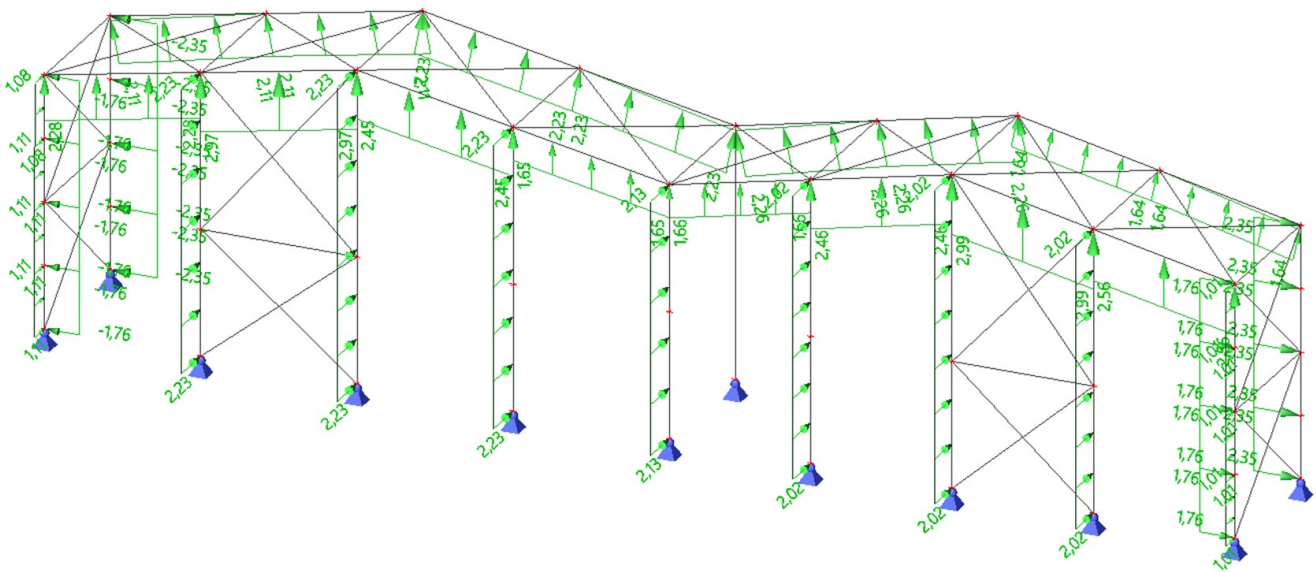
7. ZS7 / Hodnota pro výpočet

# Studentská verze



8. ZS8 / Hodnota pro výpočet

# Studentská verze



# Studentská verze

## PŘÍLOHA 7

## 1. 1D deformace; $u_z$

Hodnoty:  $u_z$

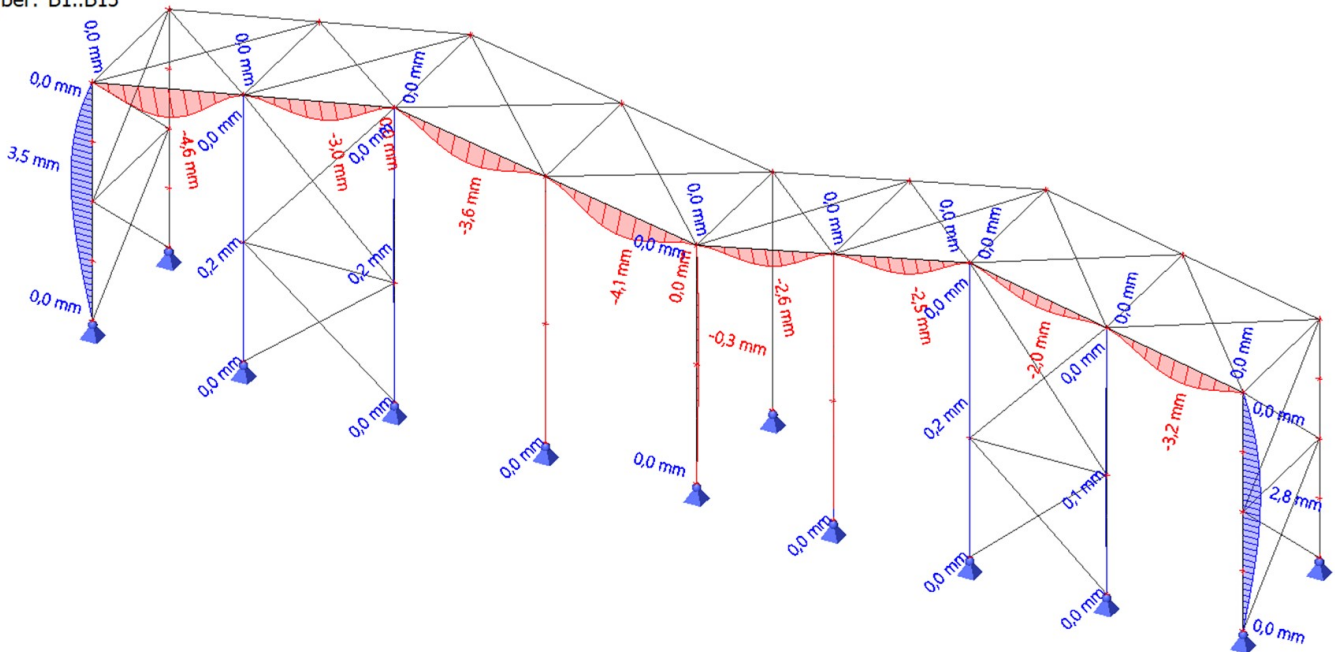
Lineární výpočet

Kombinace: ZS1

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Lokální

Výběr: B1..B13



## 2. 1D deformace; $u_z$

Hodnoty:  $u_z$

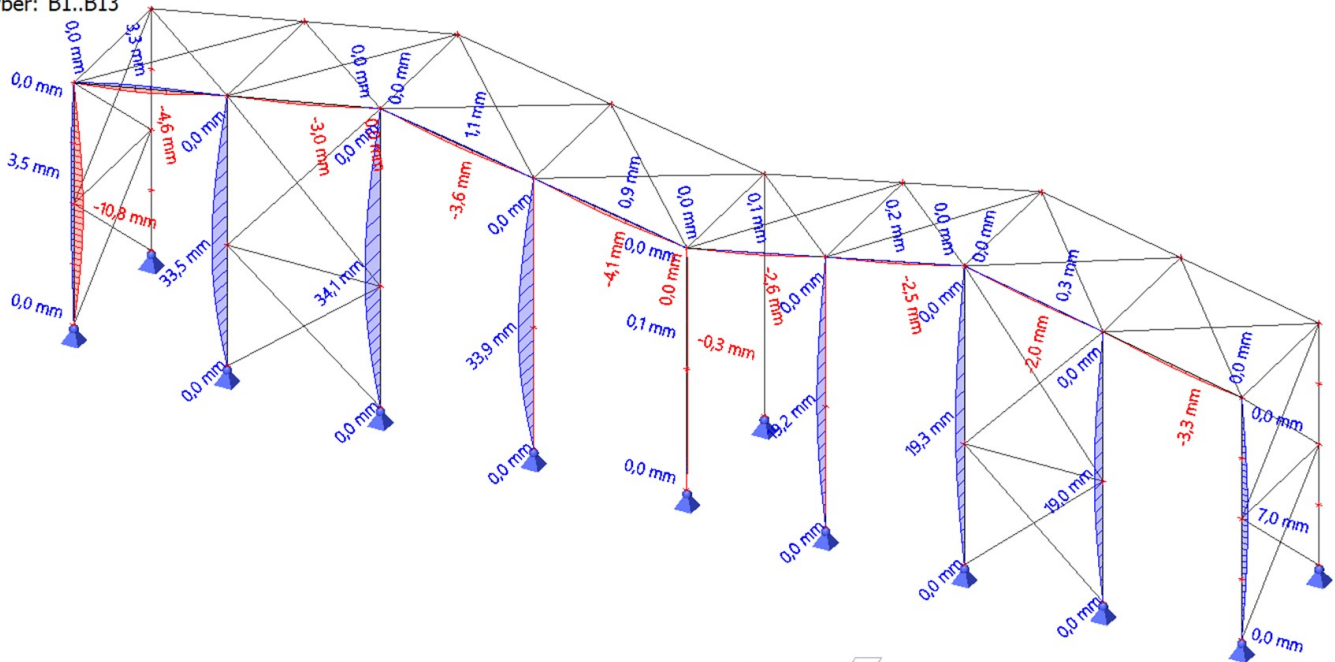
Lineární výpočet

Kombinace: ZS2

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Lokální

Výběr: B1..B13



### 3. 1D deformace; $u_z$

Hodnoty:  $u_z$

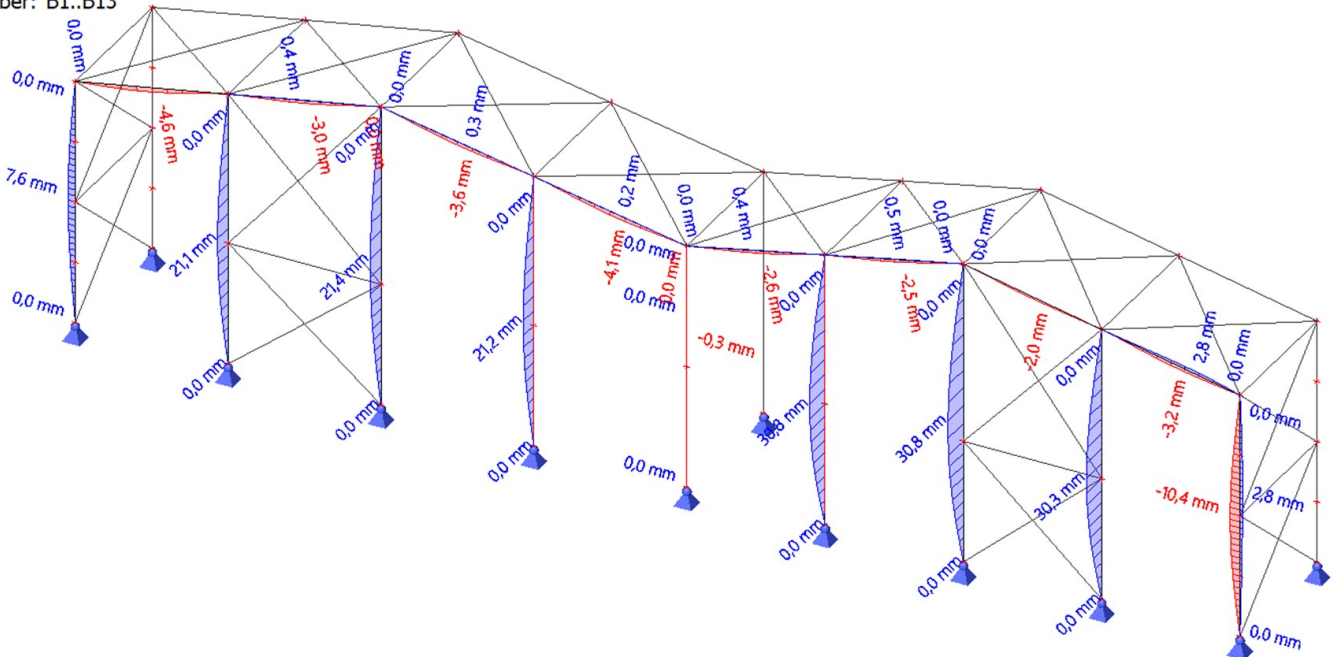
Lineární výpočet

Kombinace: Z53

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Lokální

Výběr: B1..B13



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

Hodnoty:  $u_z$

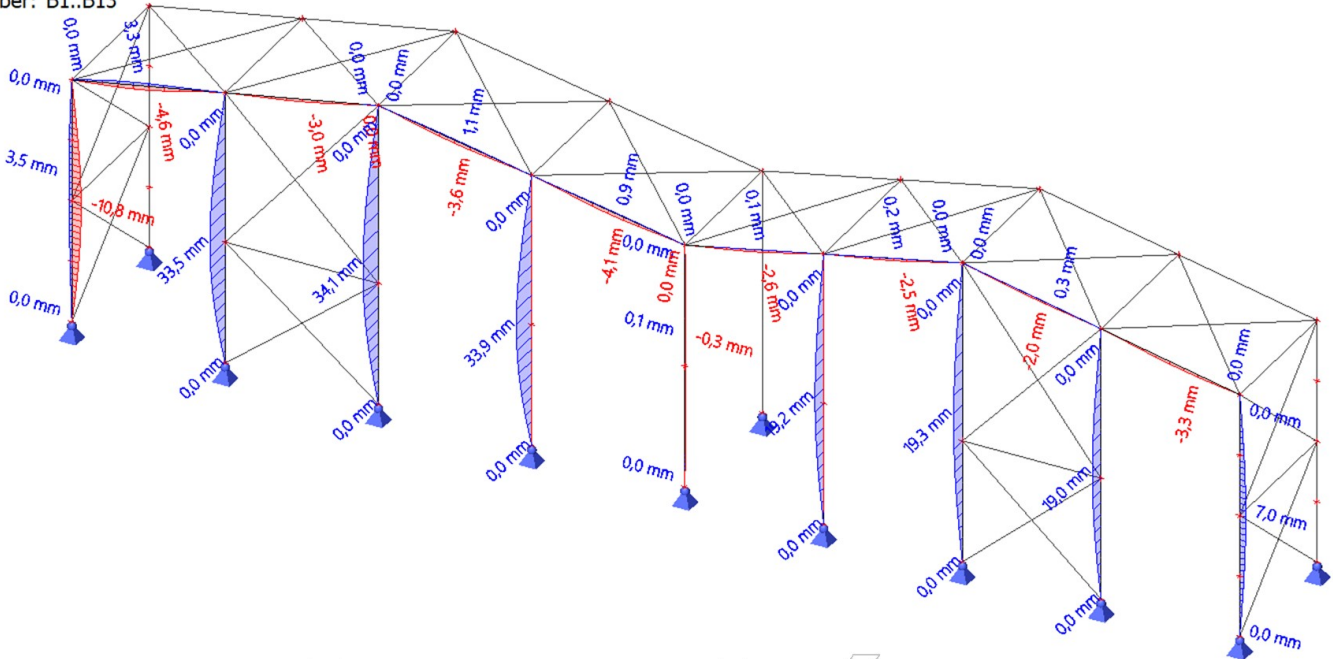
Lineární výpočet

Kombinace: Z54

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Lokální

Výběr: B1..B13



## 5. 1D deformace; $u_z$

Hodnoty:  $u_z$

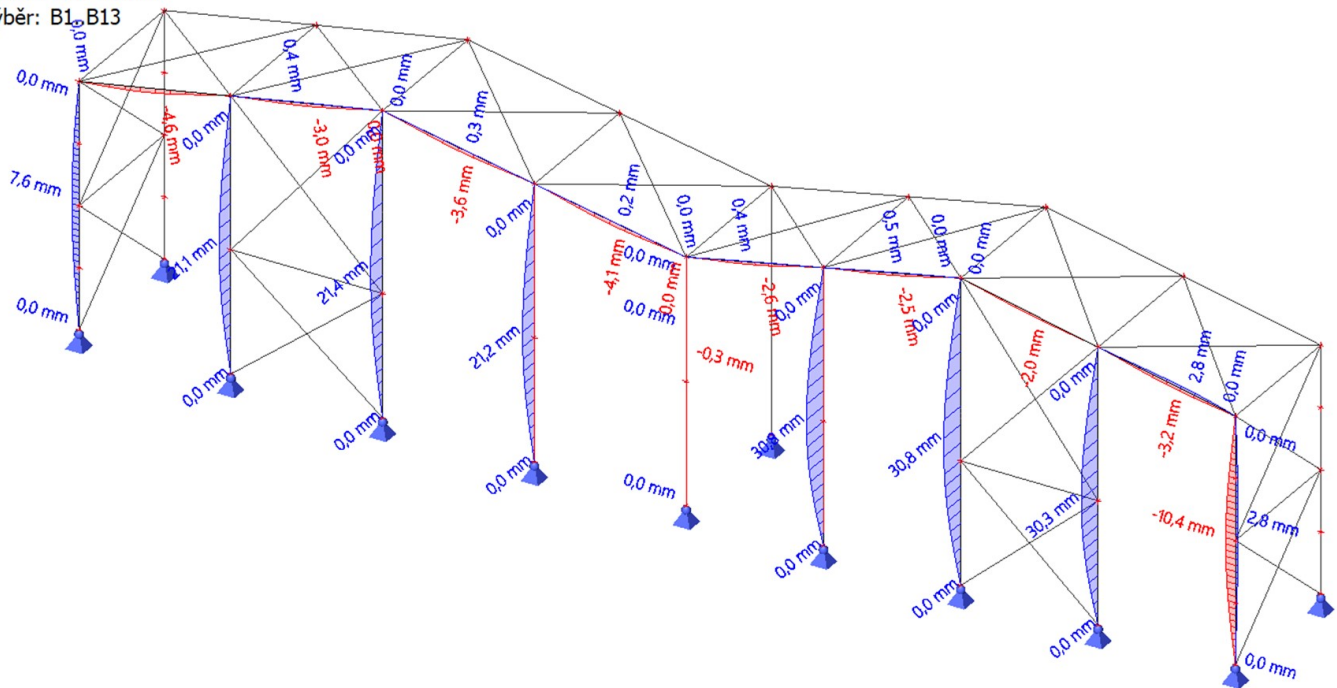
Lineární výpočet

Kombinace: Z55

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Lokální

Výběr: B1, B13



## 6. 1D deformace; $u_z$

Hodnoty:  $u_z$

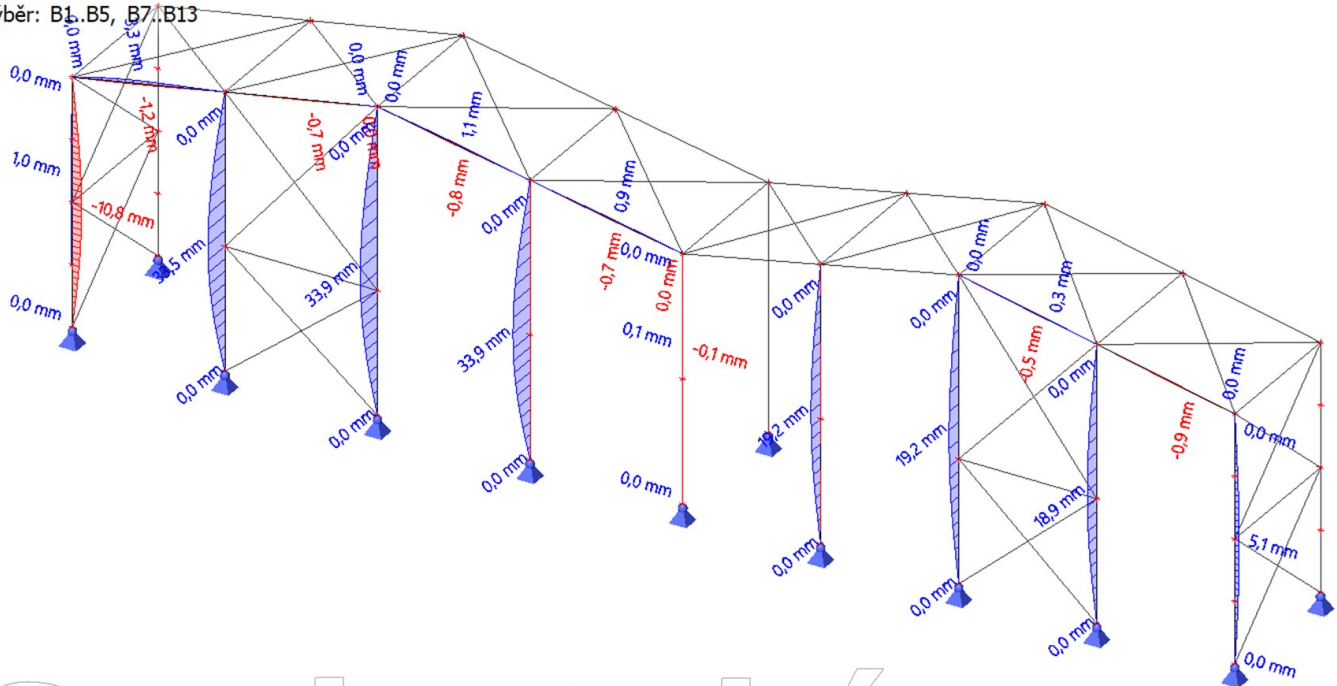
Lineární výpočet

Kombinace: Z56

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Lokální

Výběr: B1, B5, B7, B13





## 7. 1D deformace; $u_z$

Hodnoty:  $u_z$

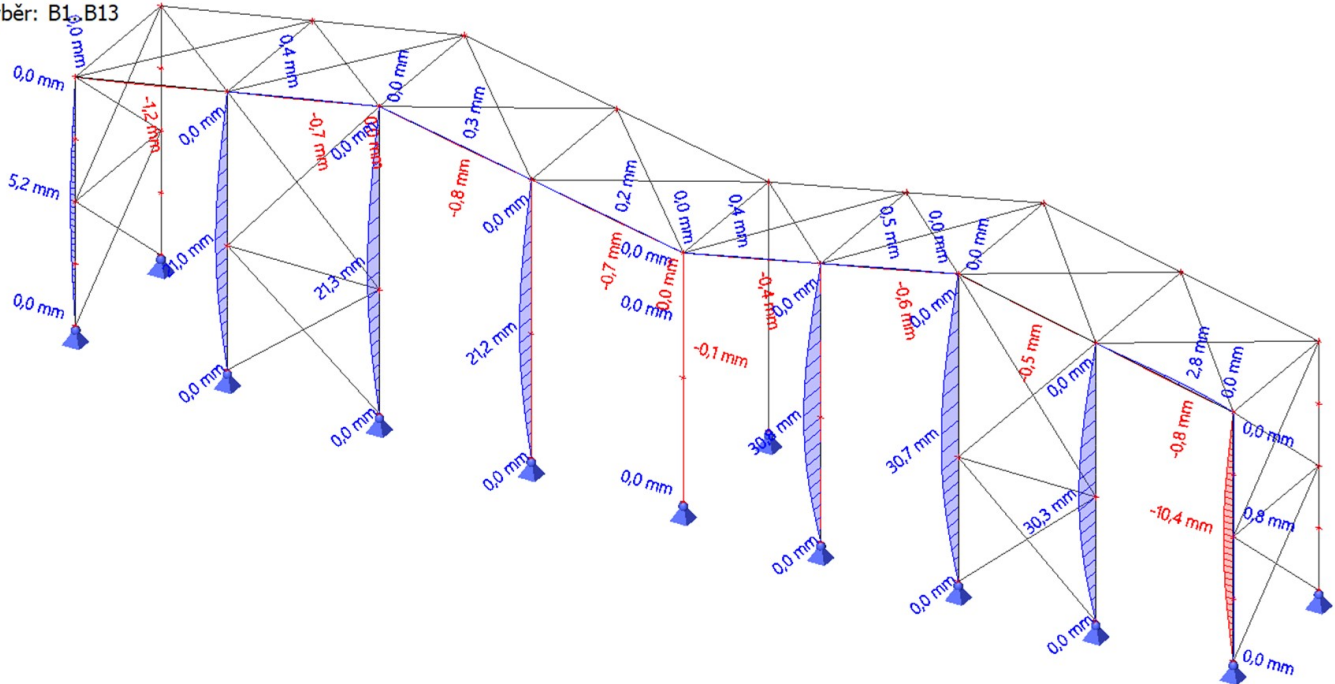
Lineární výpočet

Kombinace: ZS7

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Lokální

Výběr: B1..B13



## 8. 1D deformace; $u_z$

Hodnoty:  $u_z$

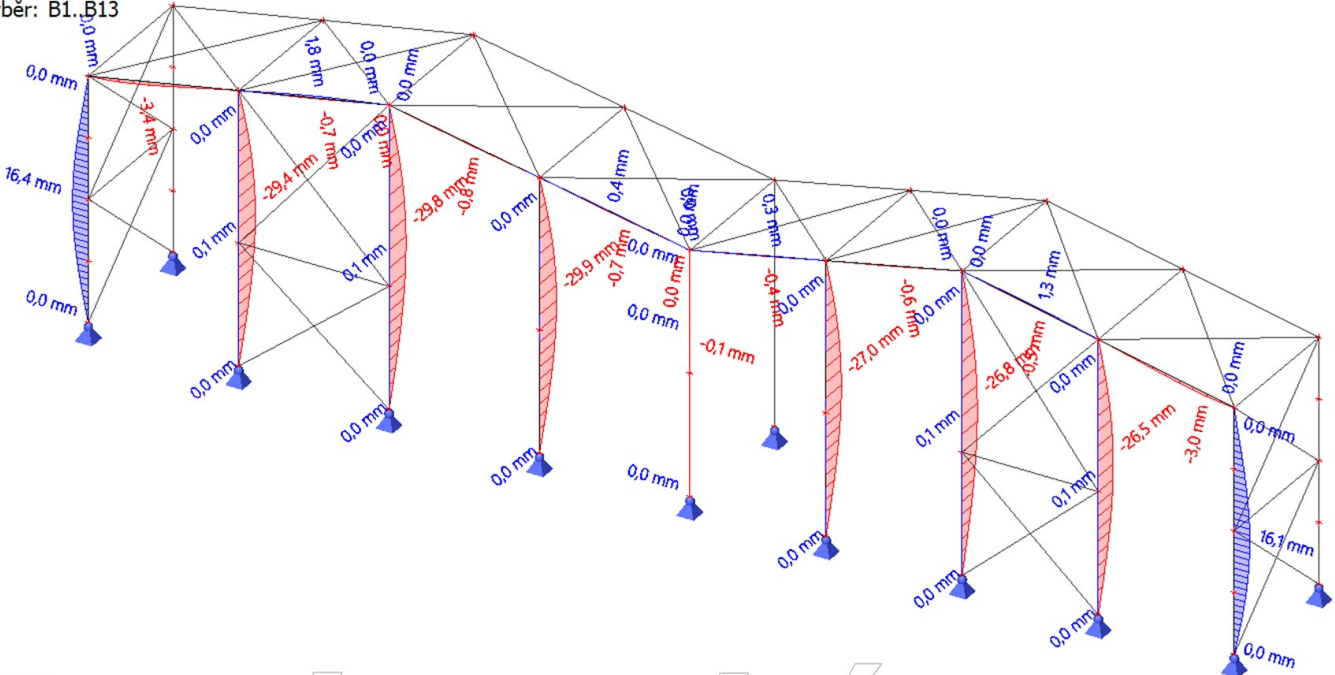
Lineární výpočet

Kombinace: ZS8

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Lokální

Výběr: B1..B13



## 9. 1D deformace; $u_y$

Hodnoty:  $u_y$

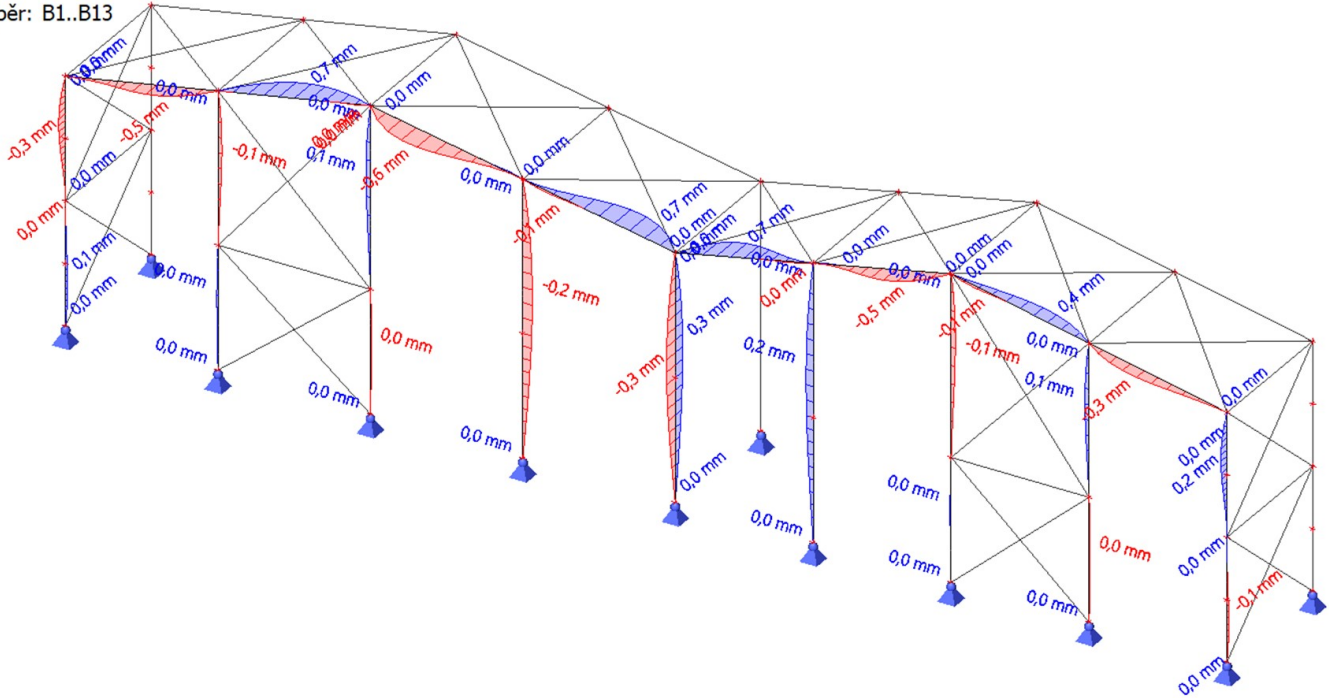
Lineární výpočet

Kombinace: ZS1

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Lokální

Výběr: B1..B13



## 10. 1D deformace; $u_y$

Hodnoty:  $u_y$

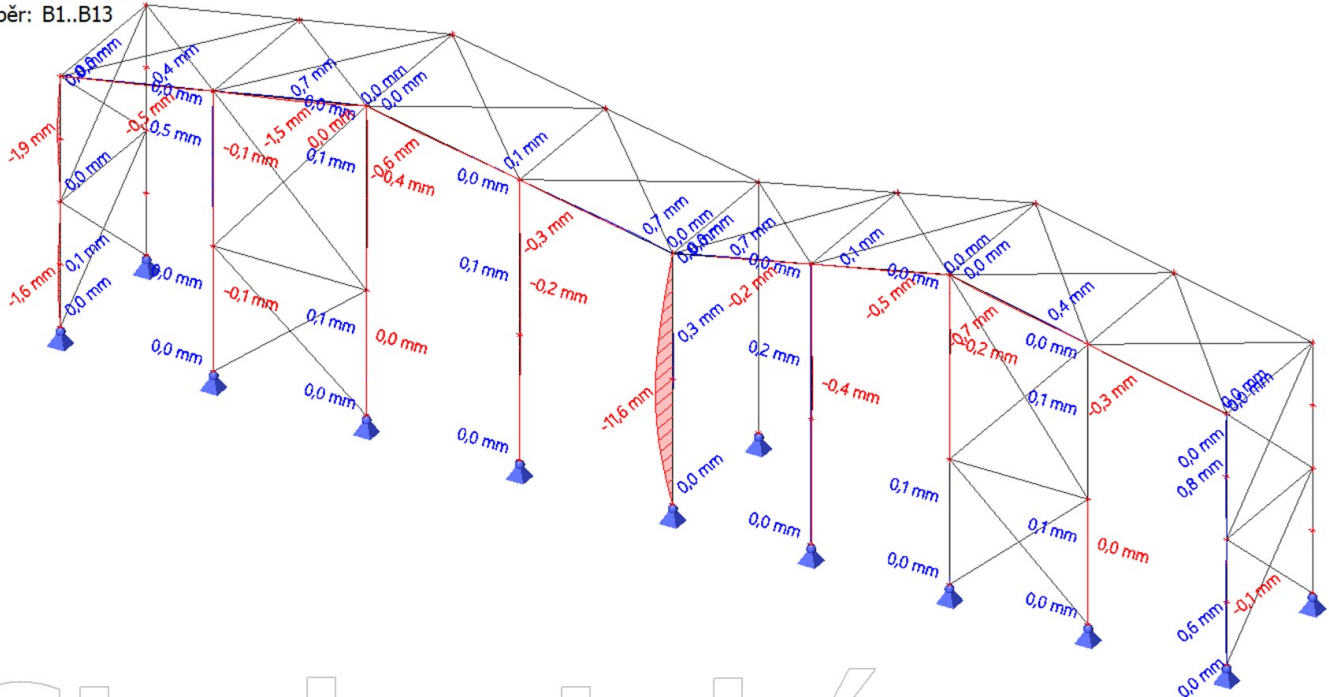
Lineární výpočet

Kombinace: ZS2

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Lokální

Výběr: B1..B13



## 11. 1D deformace; $u_y$

Hodnoty:  $u_y$

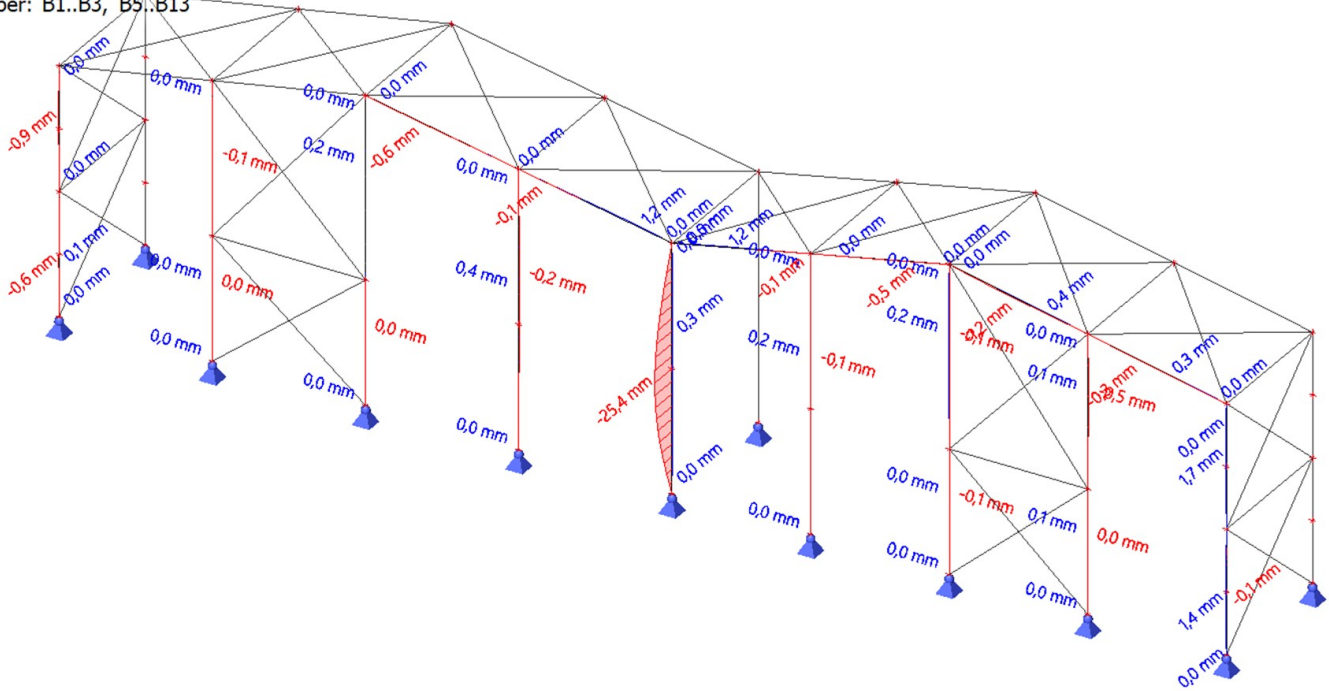
Lineární výpočet

Kombinace: Z53

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Lokální

Výběr: B1..B3, B5..B13



## 12. 1D deformace; $u_y$

Hodnoty:  $u_y$

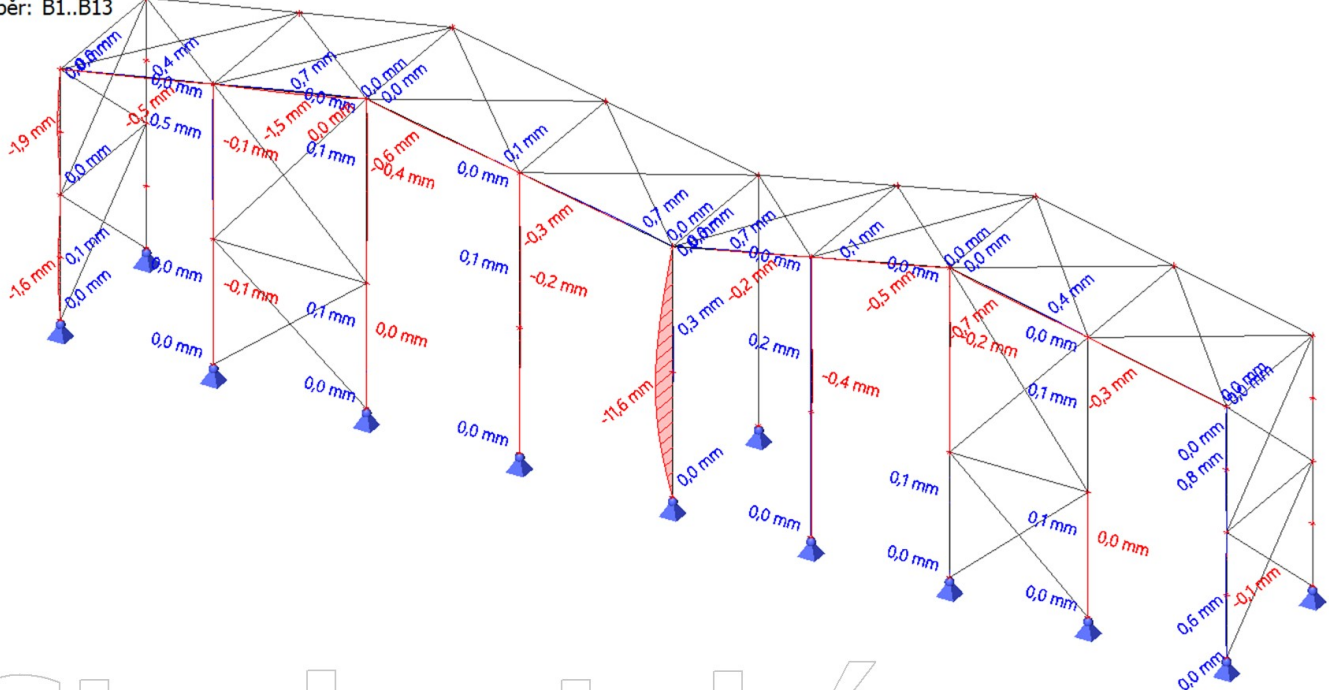
Lineární výpočet

Kombinace: ZS4

Souřadný systém: Hlavní

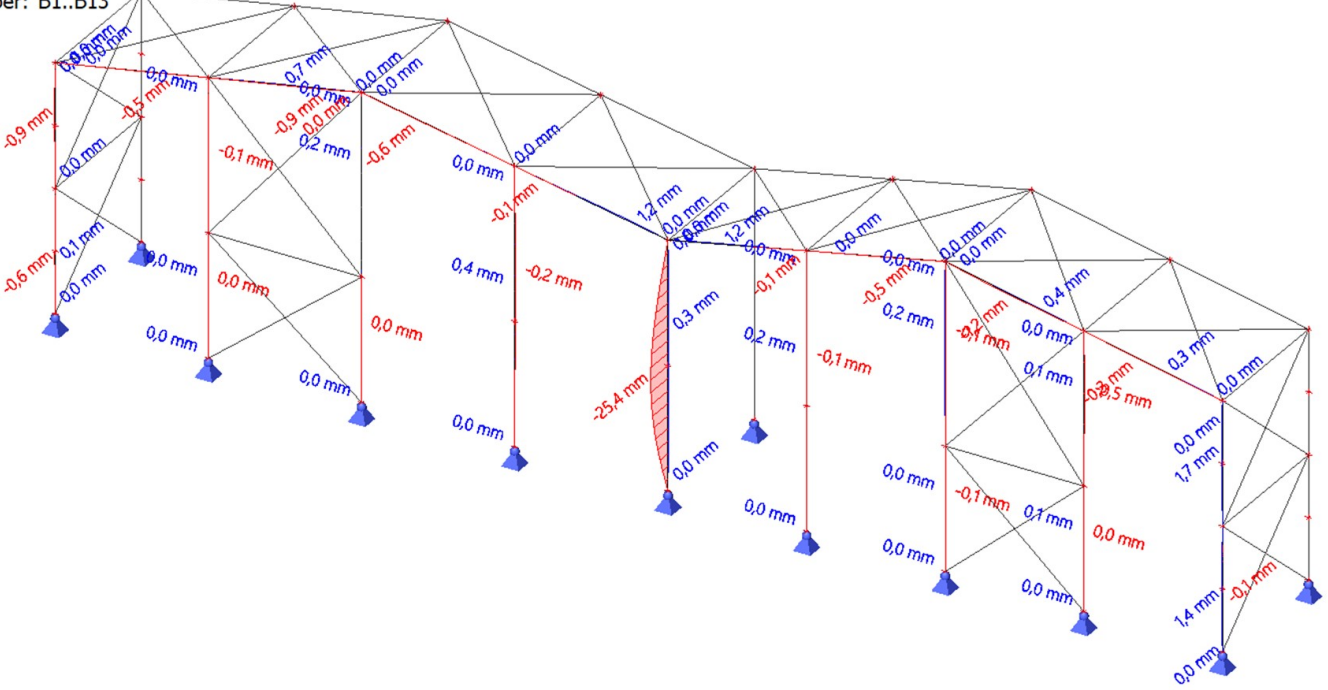
Extrém 1D: Lokální

Výběr: B1..B13



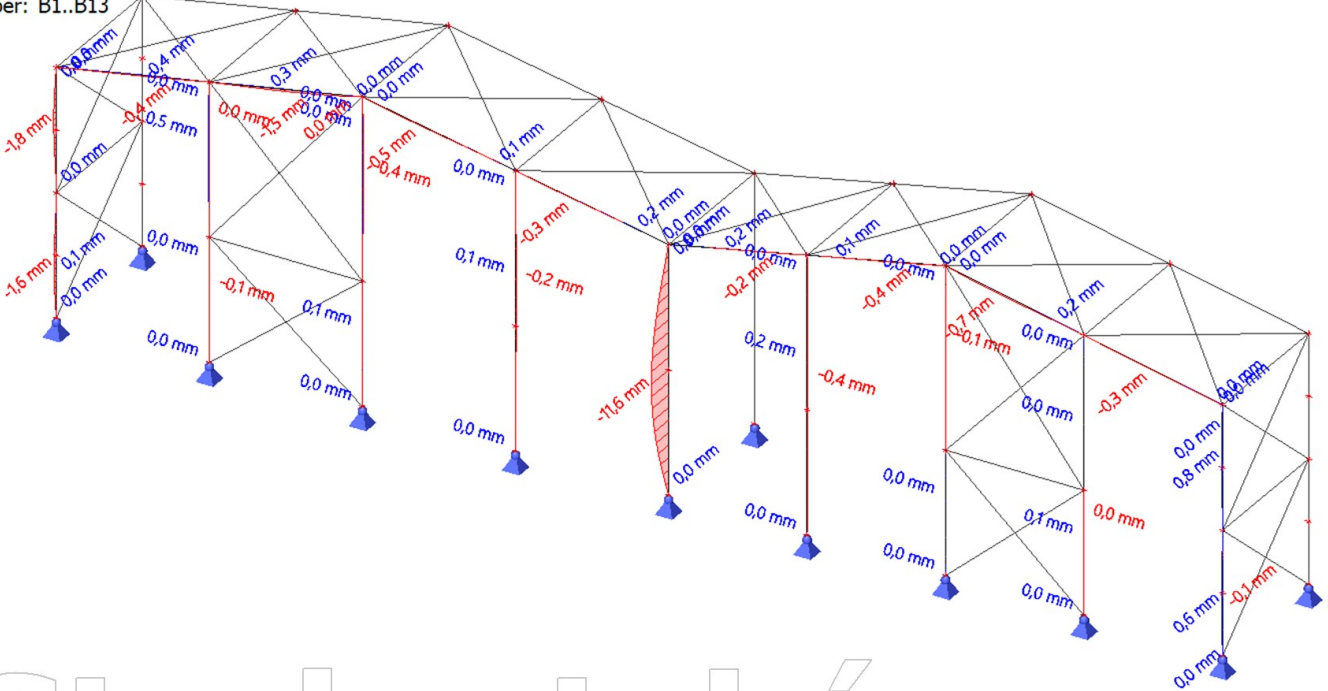
### 13. 1D deformace; $u_y$

Hodnoty:  $u_y$   
Lineární výpočet  
Kombinace: Z55  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: B1..B13



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

Hodnoty:  $u_y$   
Lineární výpočet  
Kombinace: Z56  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: B1..B13



## 15. 1D deformace; $u_y$

Hodnoty:  $u_y$

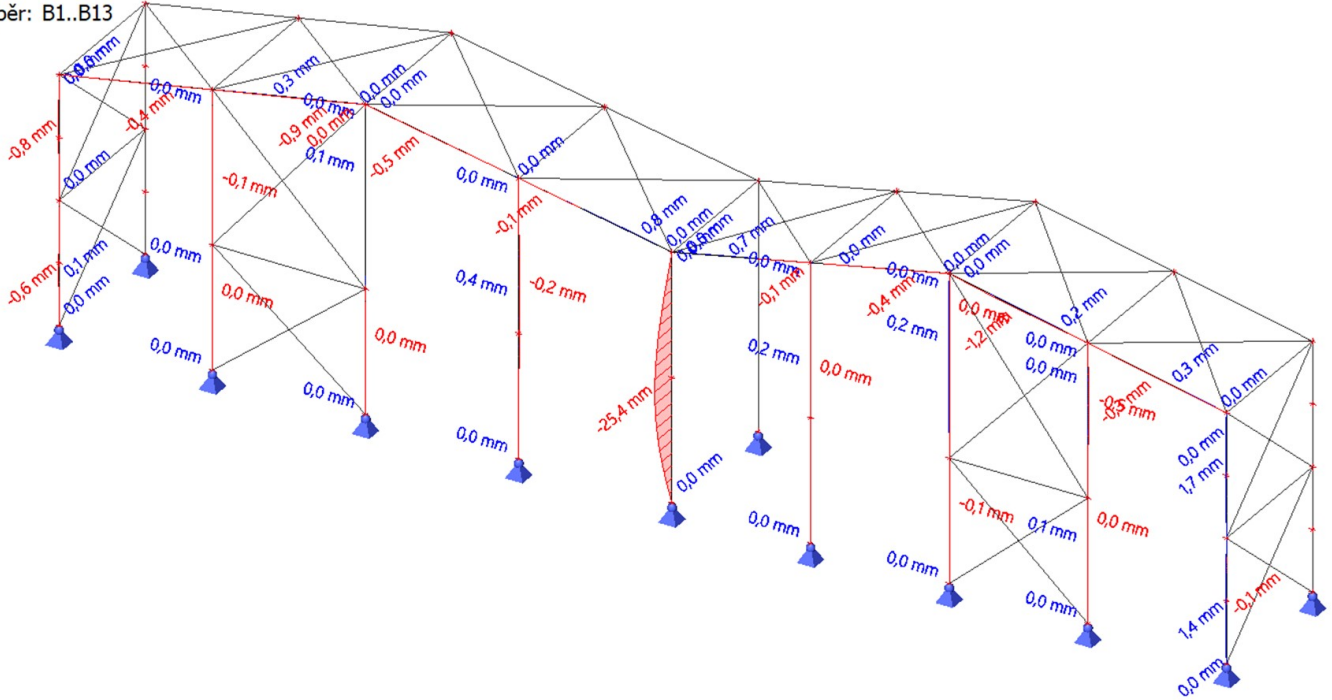
Lineární výpočet

Kombinace: ZS7

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Lokální

Výběr: B1..B13



## 16. 1D deformace; $u_y$

Hodnoty:  $u_y$

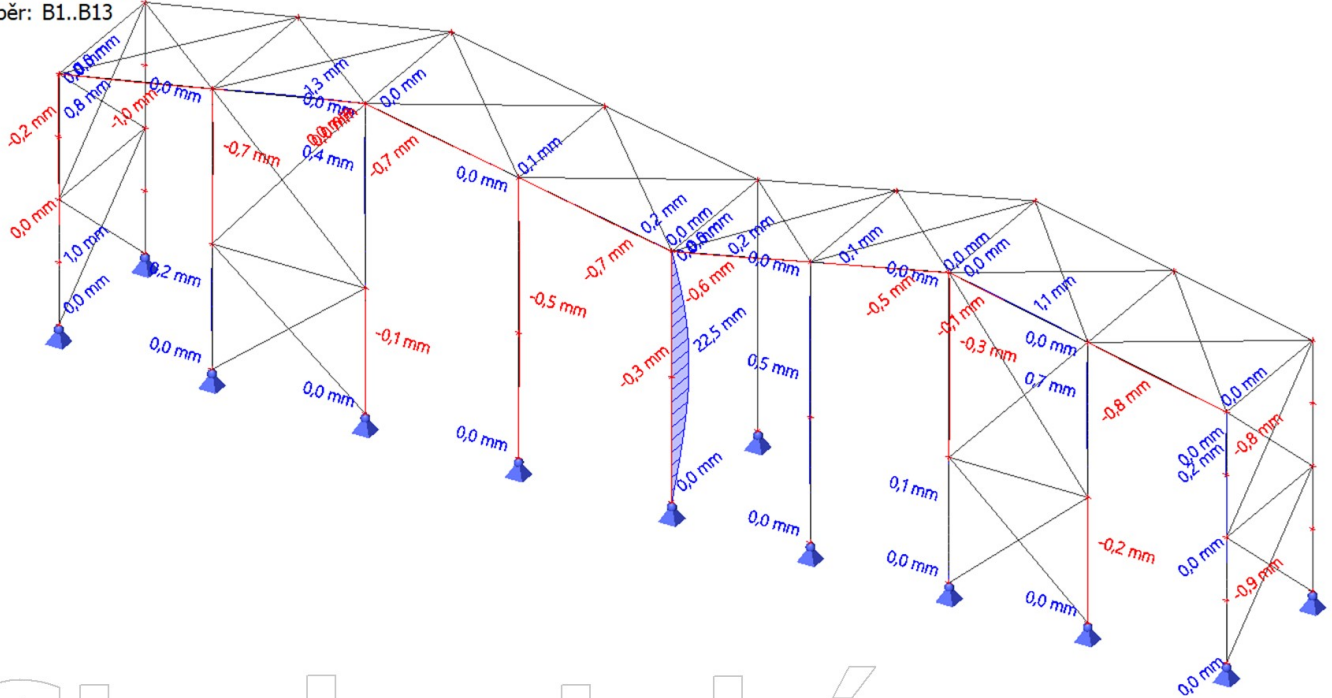
Lineární výpočet

Kombinace: ZS8

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Lokální

Výběr: B1..B13



## 17. 1D napětí; $\sigma_x$

Hodnoty:  $\sigma_x$

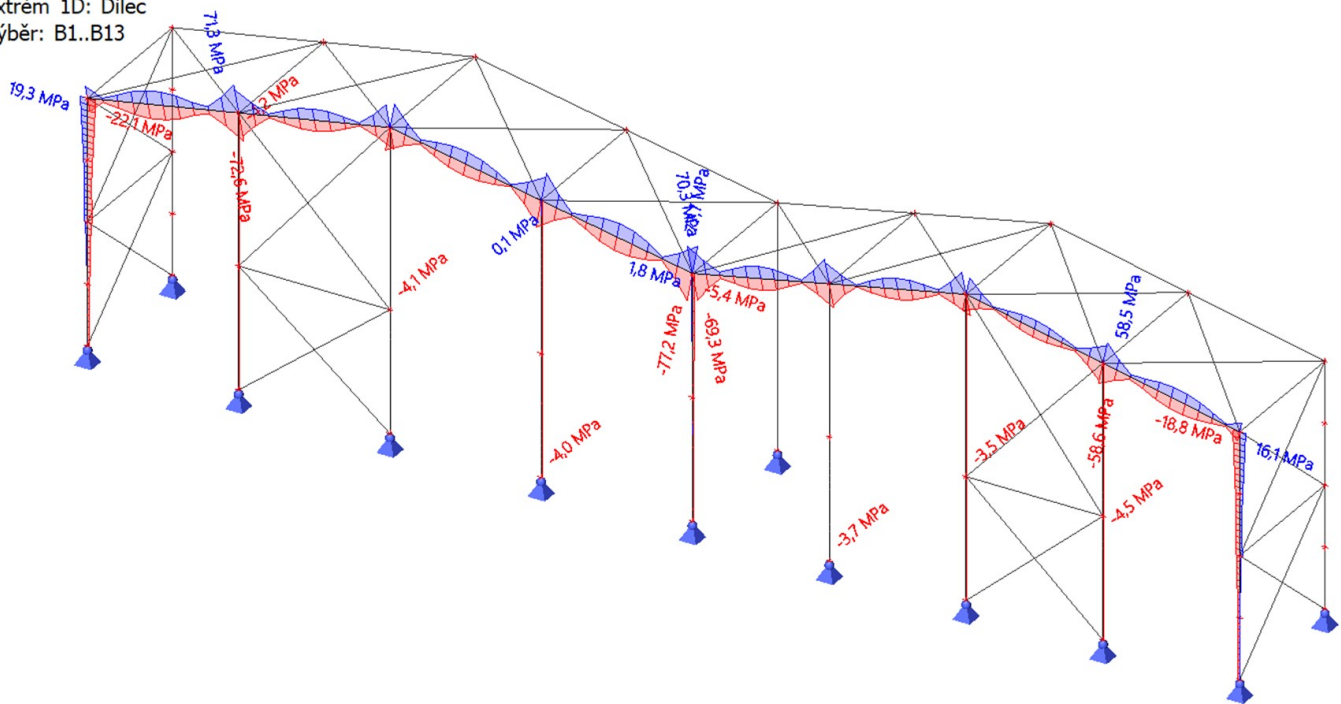
Lineární výpočet

Kombinace: ZS1

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Dílec

Výběr: B1..B13



## 18. 1D napětí; $\sigma_x$

Hodnoty:  $\sigma_x$

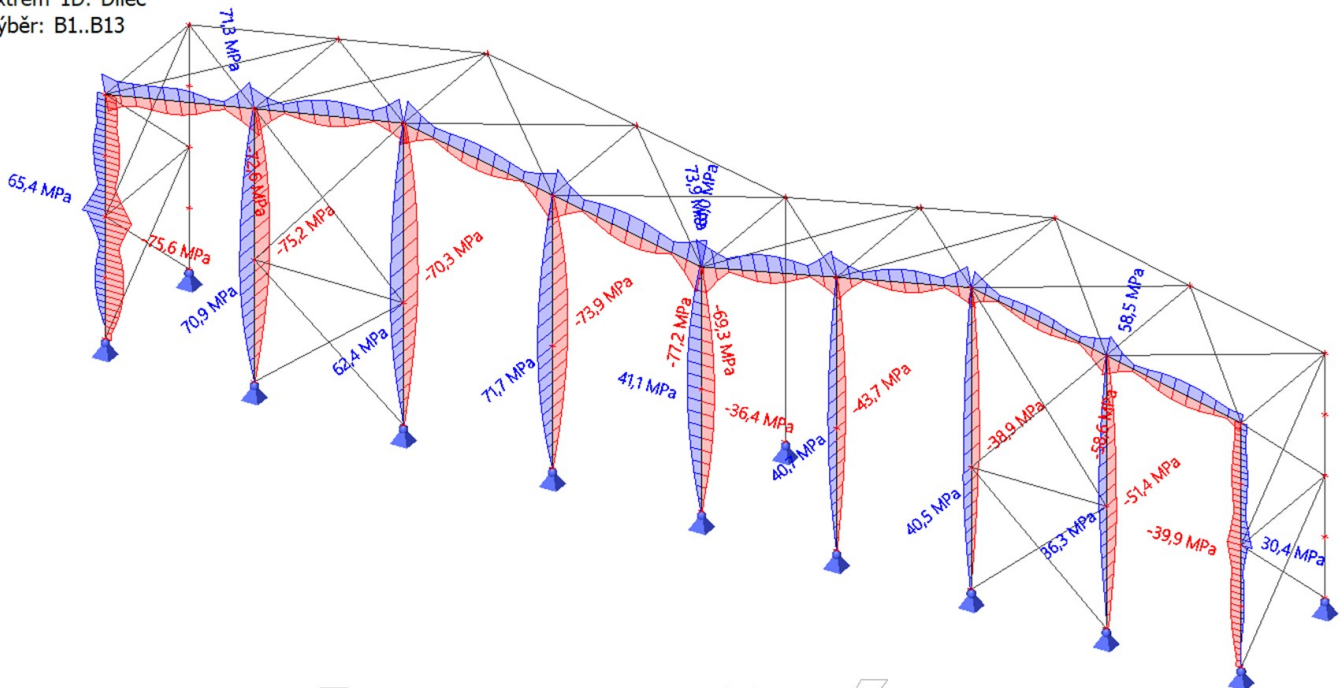
Lineární výpočet

Kombinace: ZS2

Souřadný systém: Hlavní

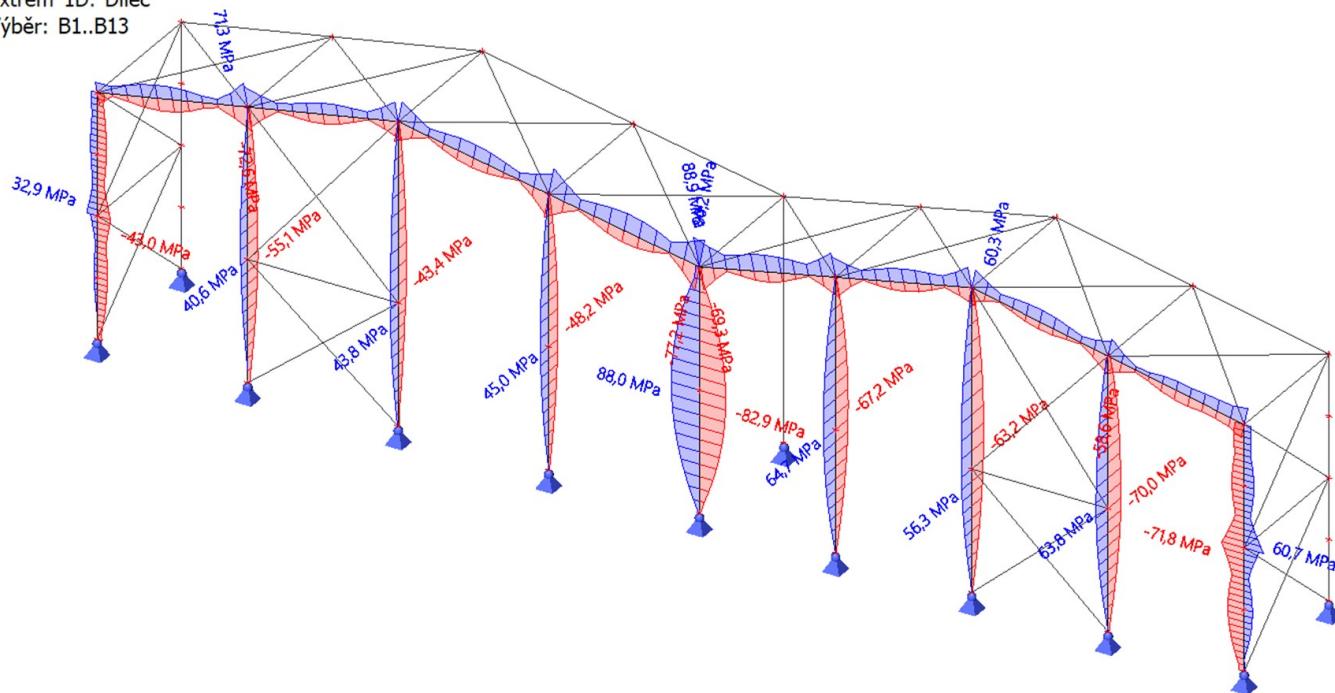
Extrém 1D: Dílec

Výběr: B1..B13



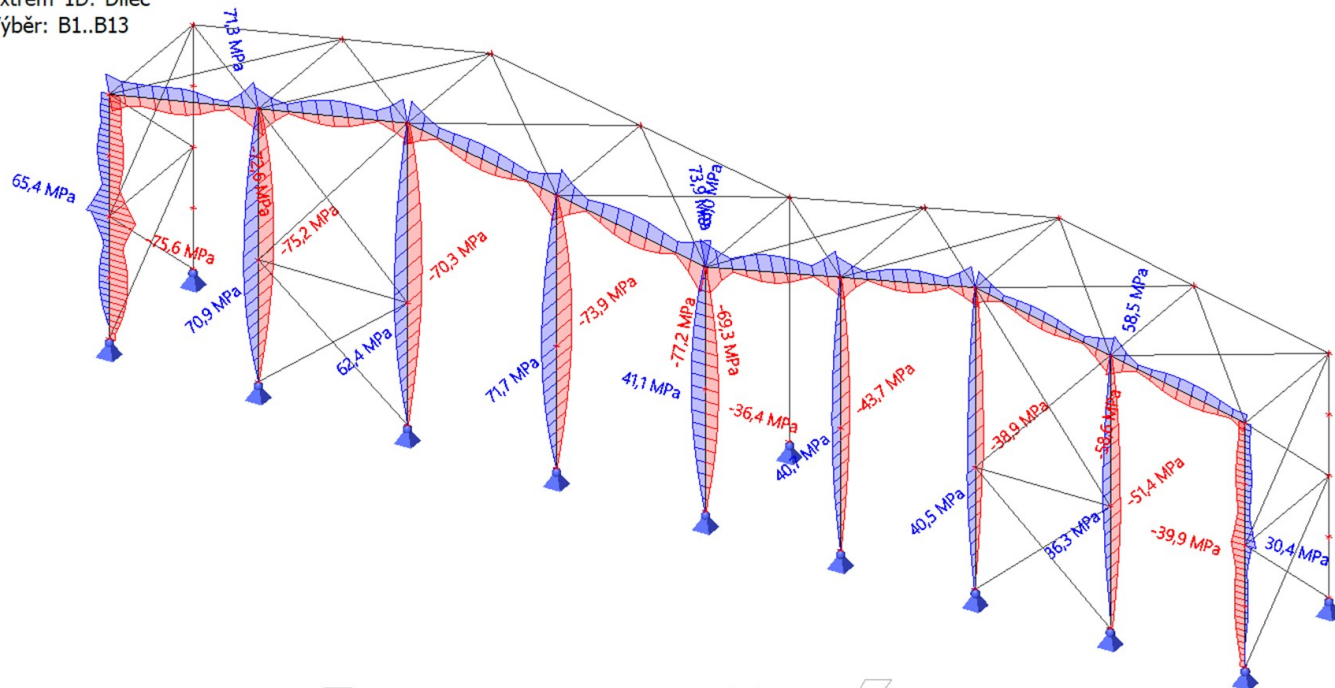
## 19. 1D napětí; $\sigma_x$

Hodnoty:  $\sigma_x$   
Lineární výpočet  
Kombinace: Z53  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Dílec  
Výběr: B1..B13



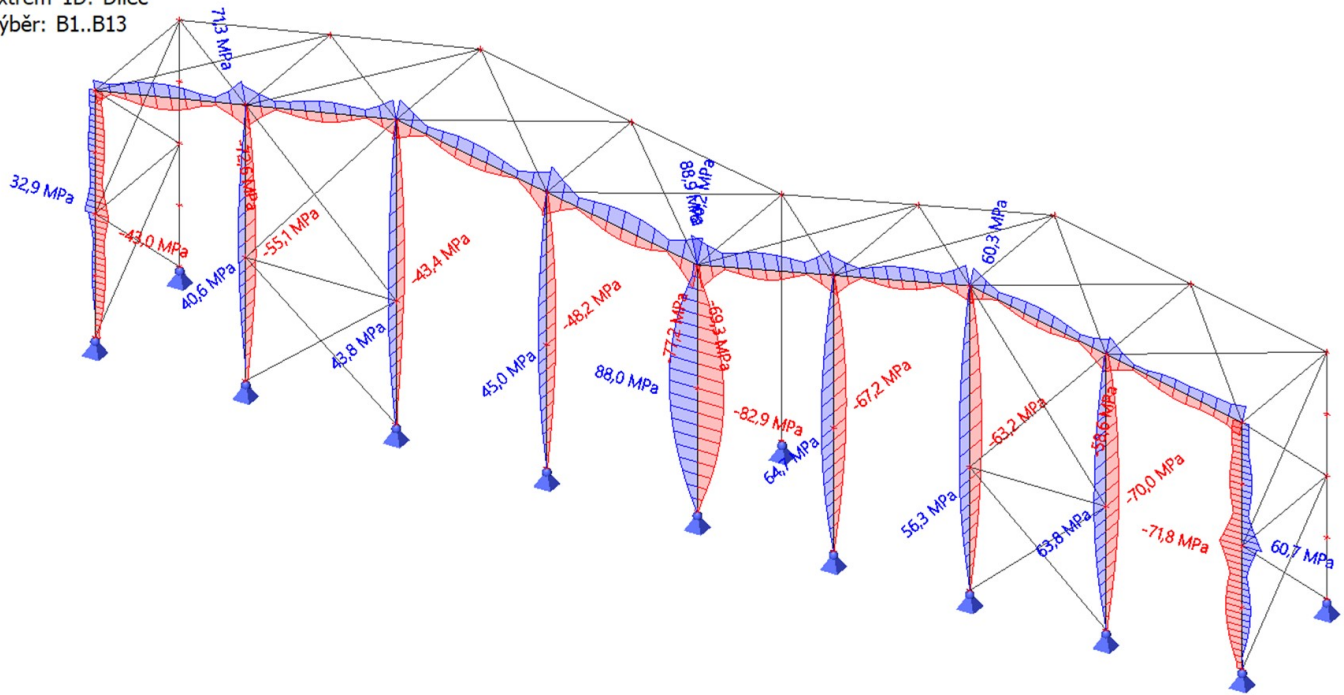
## 20. 1D napětí; $\sigma_x$

Hodnoty:  $\sigma_x$   
Lineární výpočet  
Kombinace: ZS4  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Dílec  
Výběr: B1..B13



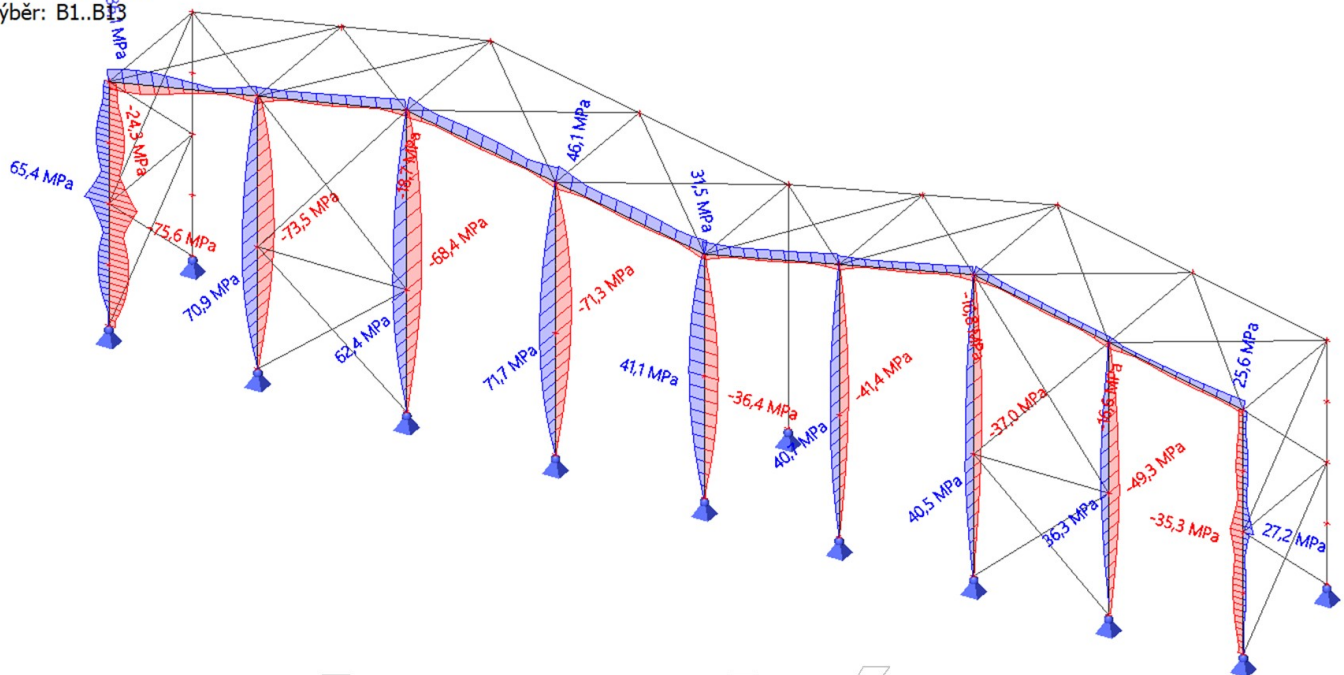
## 21. 1D napětí; $\sigma_x$

Hodnoty:  $\sigma_x$   
Lineární výpočet  
Kombinace: Z55  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Dílec  
Výběr: B1..B13



## 22. 1D napětí; $\sigma_x$

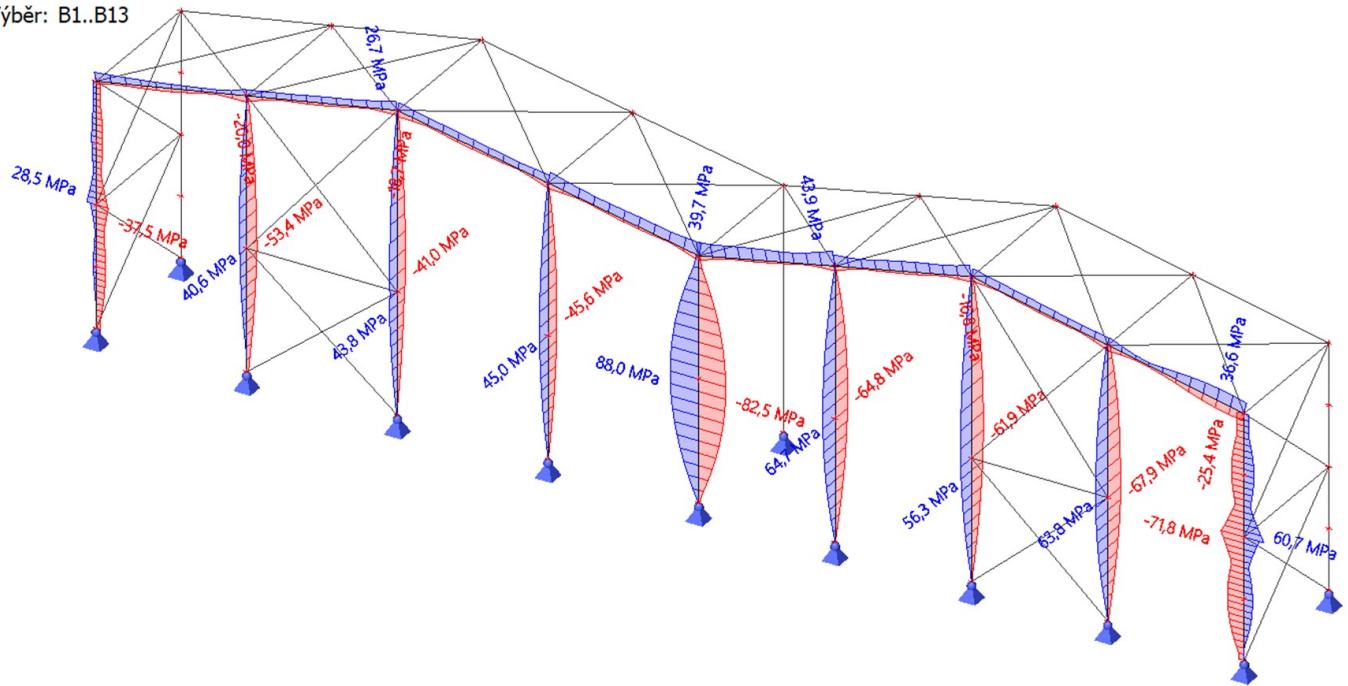
Hodnoty:  $\sigma_x$   
Lineární výpočet  
Kombinace: Z56  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Dílec  
Výběr: B1..B13





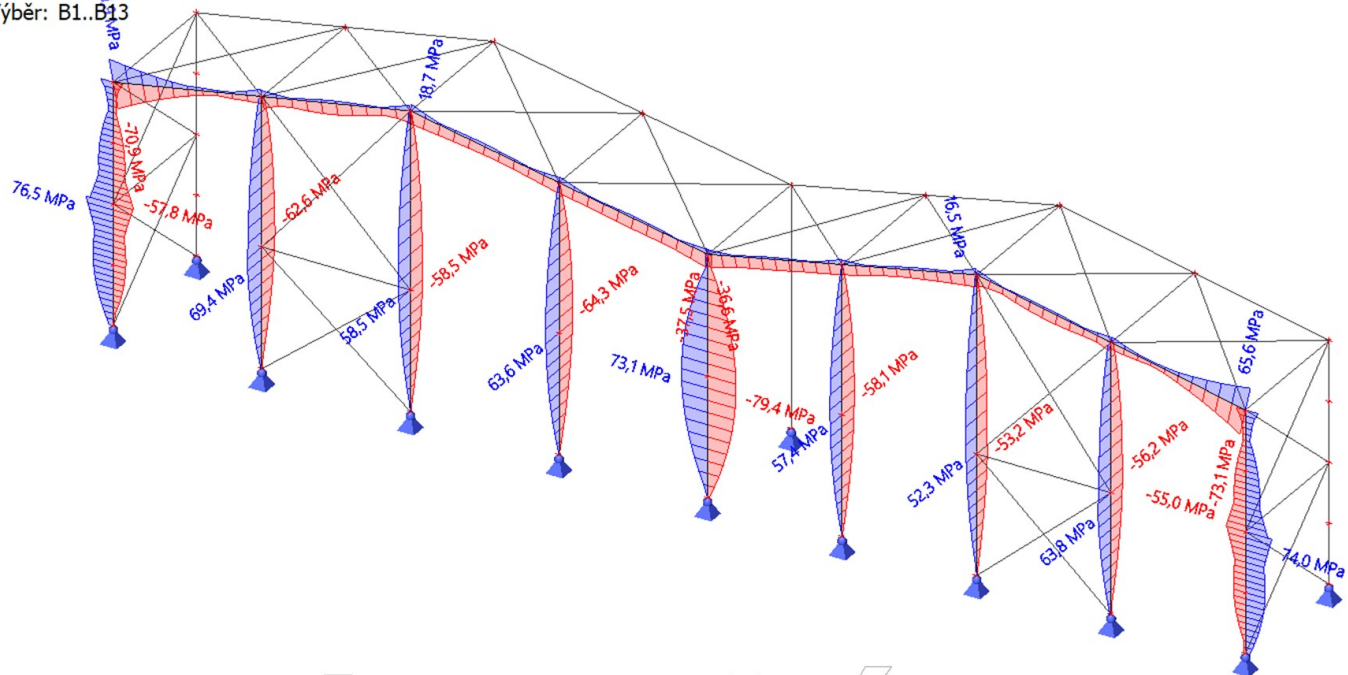
### 23. 1D napětí; $\sigma_x$

Hodnoty:  $\sigma_x$   
Lineární výpočet  
Kombinace: ZS7  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Dílec  
Výběr: B1..B13



### 24. 1D napětí; $\sigma_x$

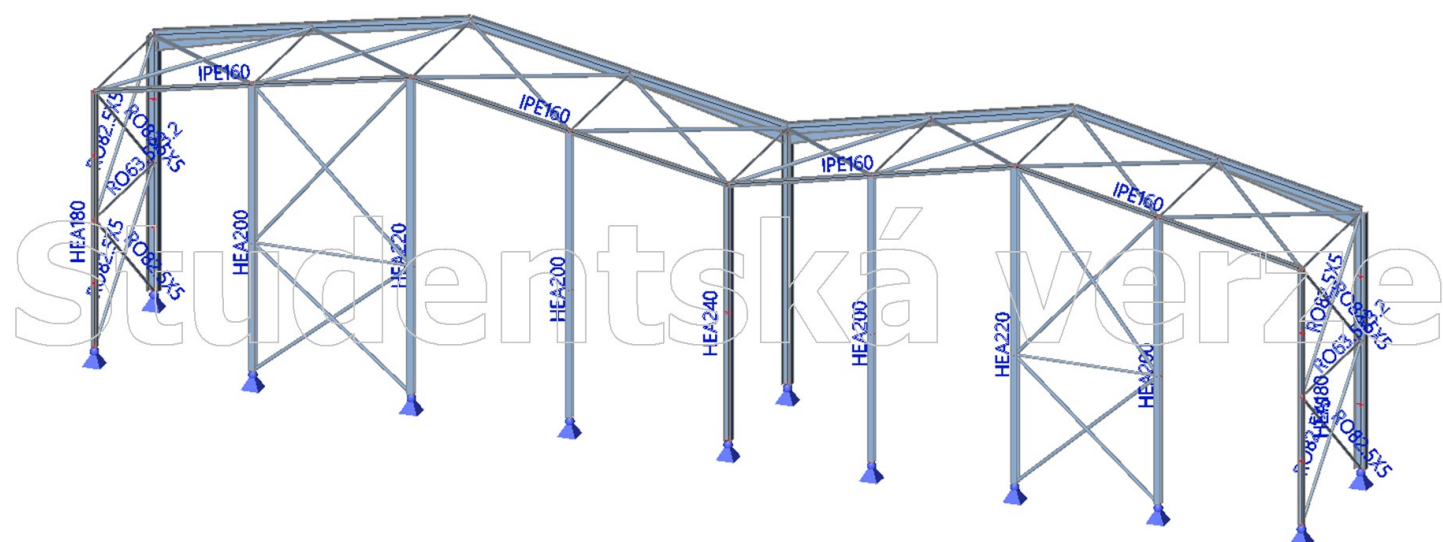
Hodnoty:  $\sigma_x$   
Lineární výpočet  
Kombinace: ZS8  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Dílec  
Výběr: B1..B13



## PŘÍLOHA 8

## 1. Výpočtový model

# Studentská verze



Studentská verze

## 2. 1D vnitřní síly; N

Hodnoty: N

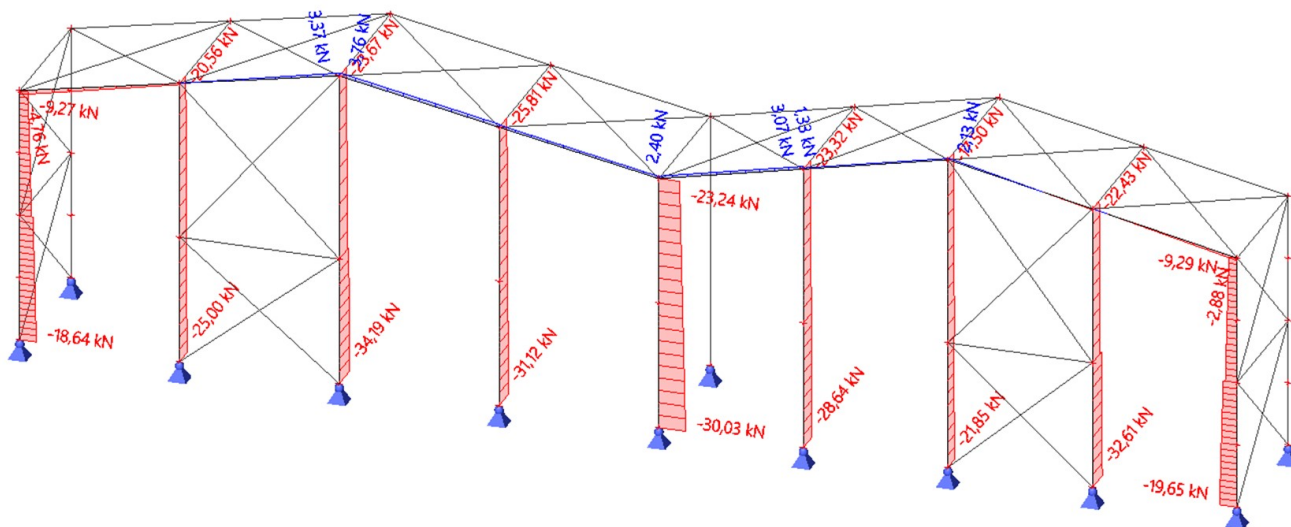
Nelineární výpočet

Nelineární kombinace: NC1

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Dílec

Výběr: B1..B13



## 3. 1D vnitřní síly; N

Hodnoty: N

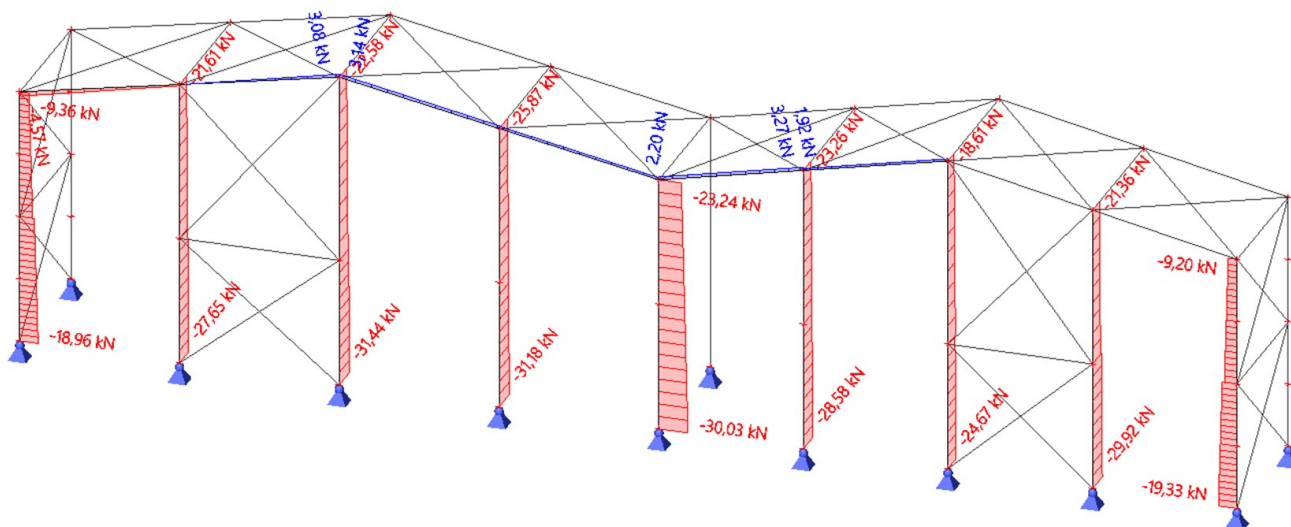
Nelineární výpočet

Nelineární kombinace: NC2

Souřadný systém: Hlavní

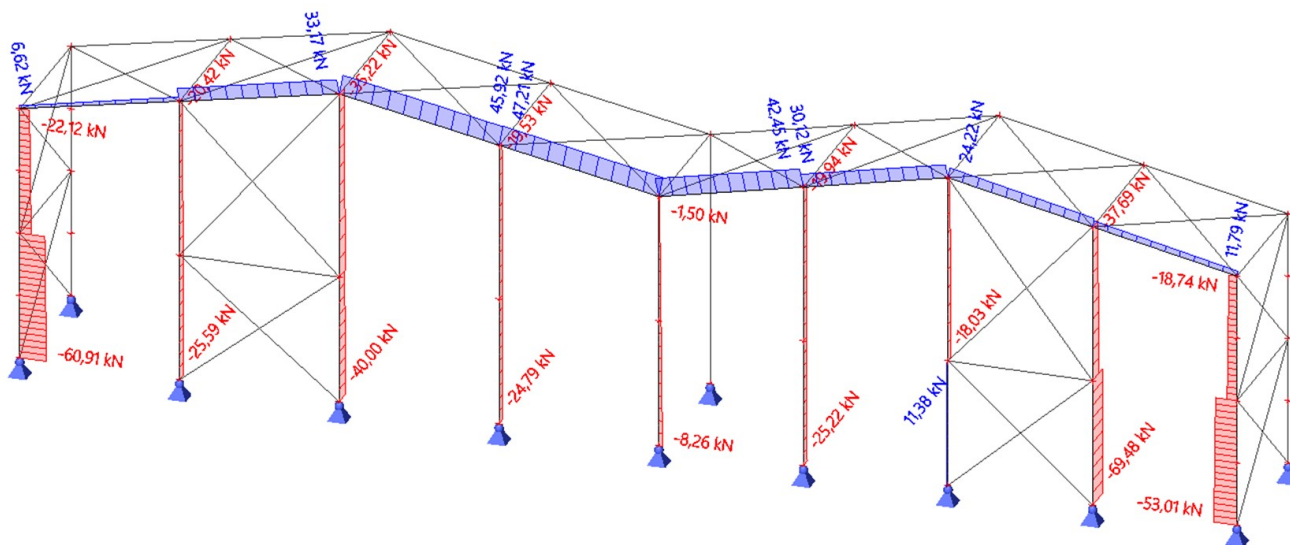
Extrém 1D: Dílec

Výběr: B1..B6, B8..B13



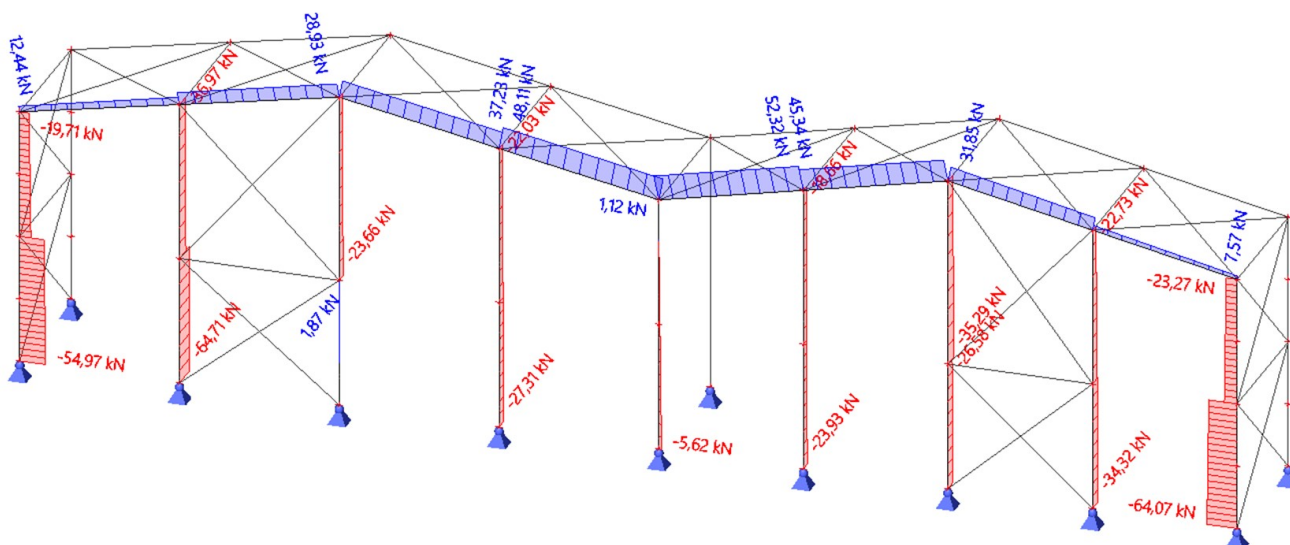
#### 4. 1D vnitřní síly; N

Hodnoty: N  
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NC3  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Dílec  
Výběr: B1..B13



#### 5. 1D vnitřní síly; N

Hodnoty: N  
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NC4  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Dílec  
Výběr: B1..B13



## 6. 1D vnitřní síly; N

Hodnoty: N

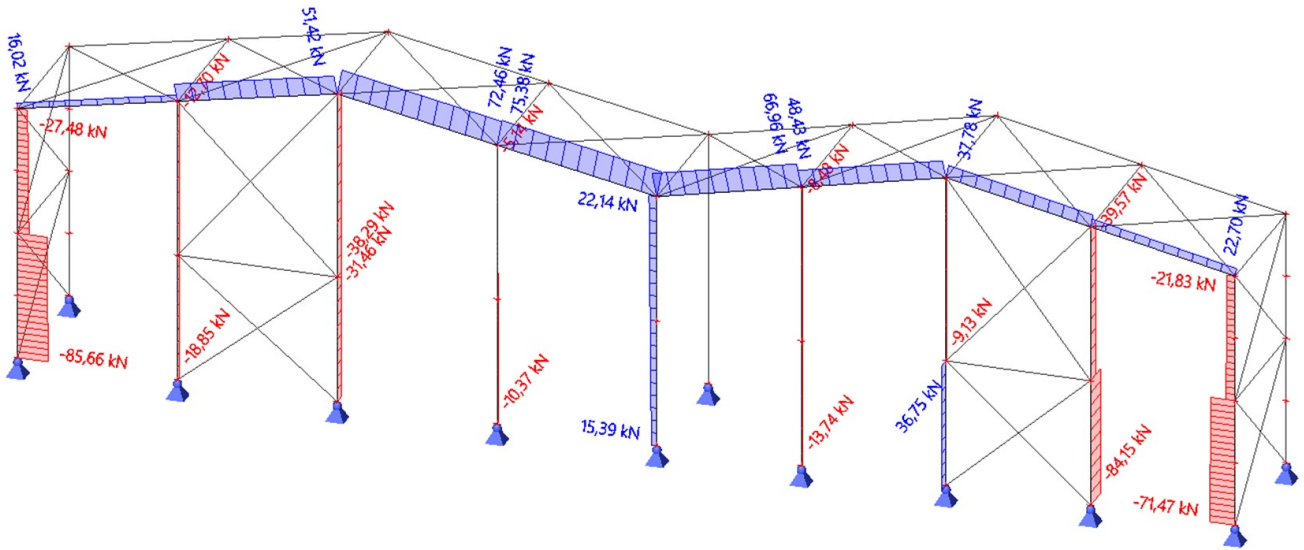
Nelineární výpočet

Nelineární kombinace: NC5

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Dílec

Výběr: B1..B13



## 7. 1D vnitřní síly; N

Hodnoty: N

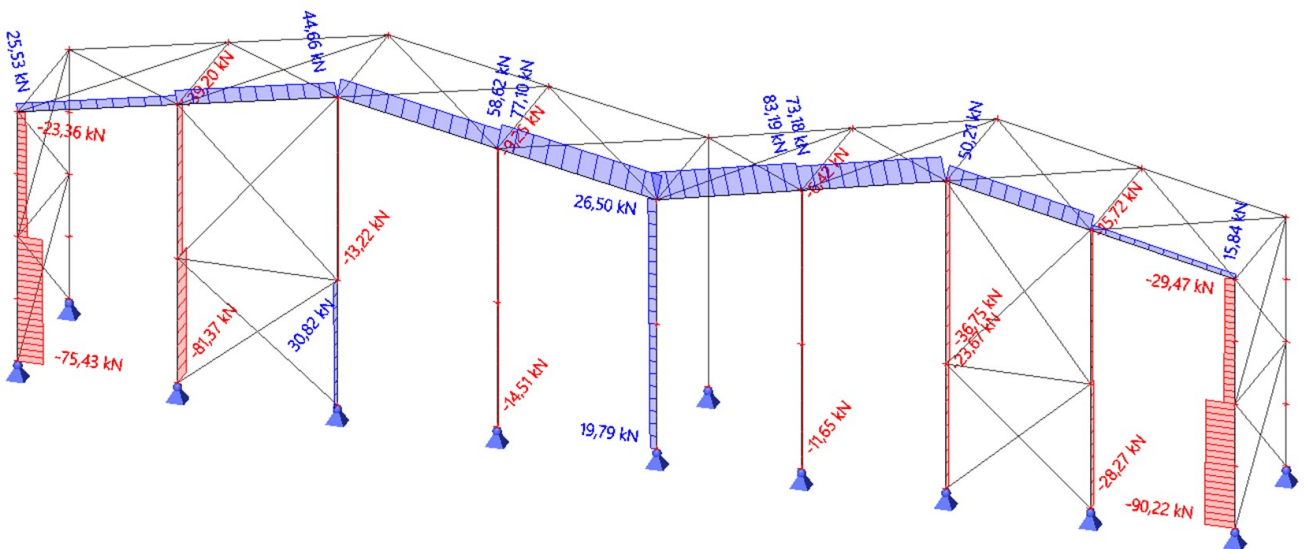
Nelineární výpočet

Nelineární kombinace: NC6

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Dílec

Výběr: B1..B13



## 8. 1D vnitřní síly; N

Hodnoty: N

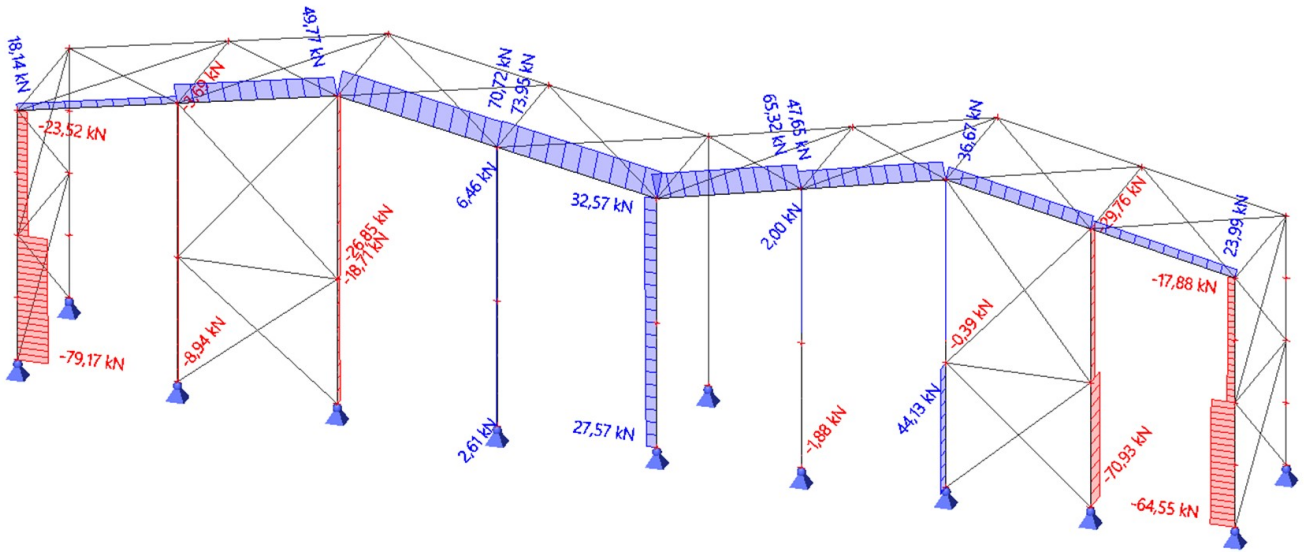
Nelineární výpočet

Nelineární kombinace: NC7

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Dílec

Výběr: B1..B13



## 9. 1D vnitřní síly; N

Hodnoty: N

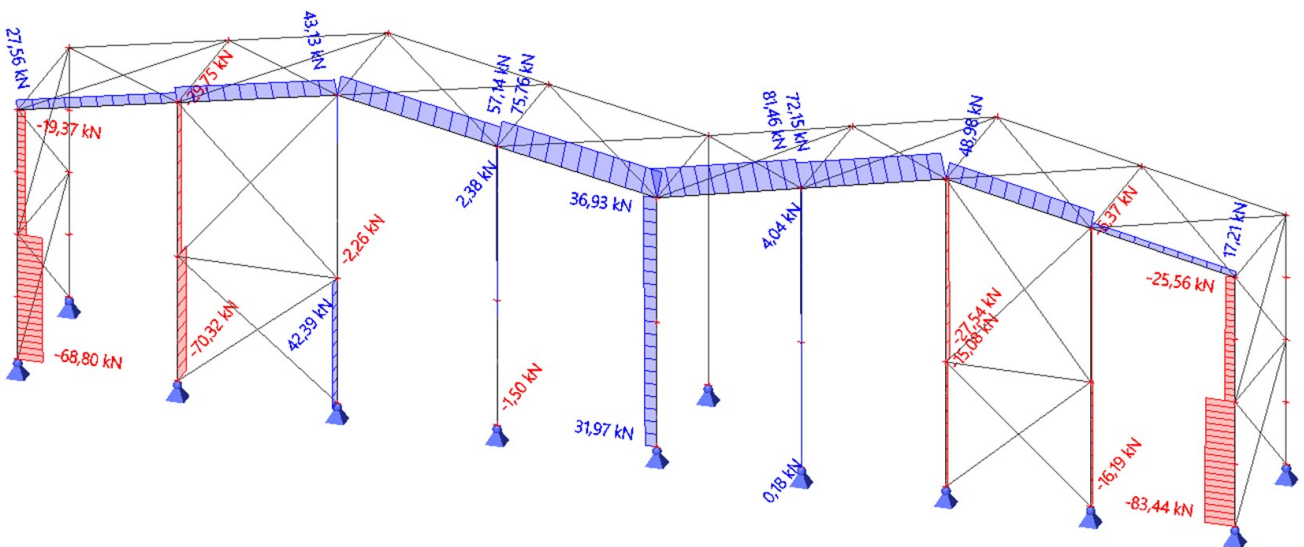
Nelineární výpočet

Nelineární kombinace: NC8

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Dílec

Výběr: B1..B13



## 10. 1D vnitřní síly; N

Hodnoty: N

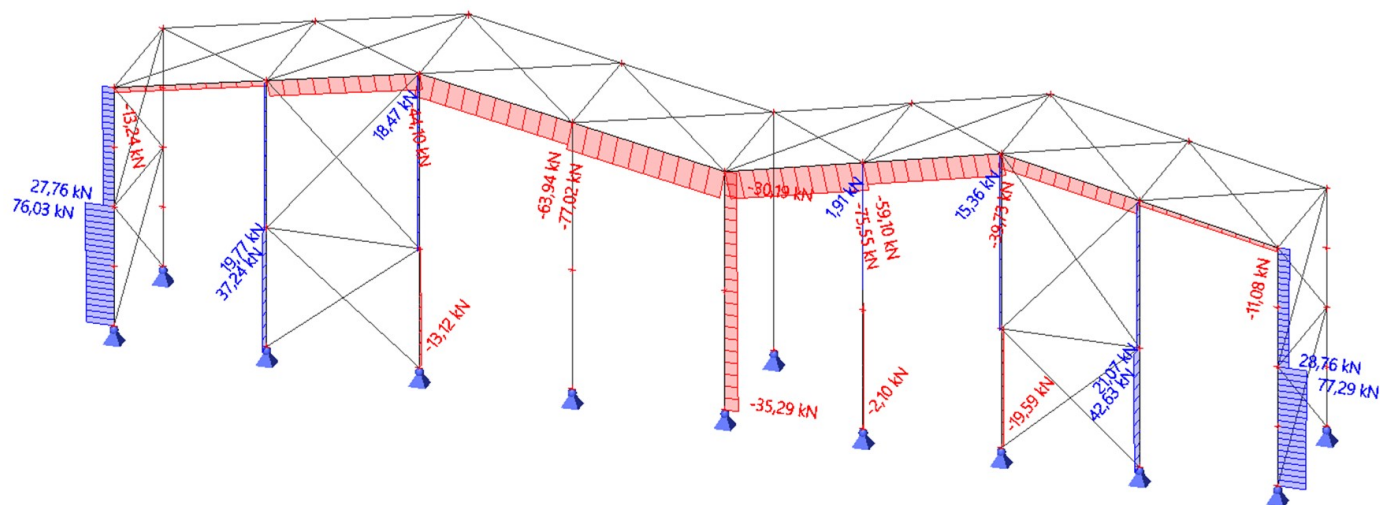
Nelineární výpočet

Nelineární kombinace: NC9

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Dílec

Výběr: B1..B10, B12, B13



## 11. 1D vnitřní síly; N

Hodnoty: N

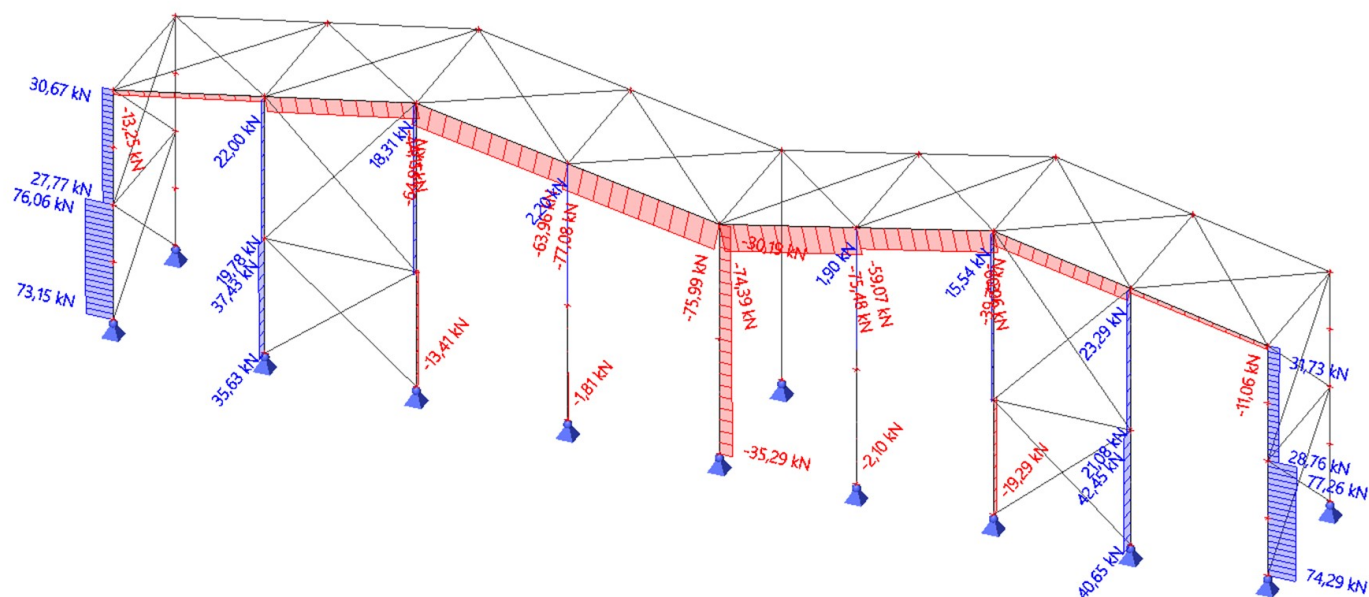
Nelineární výpočet

Nelineární kombinace: NC10

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Lokální

Výběr: B1..B13





## 12. 1D vnitřní síly; $V_z$

Hodnoty:  $V_z$

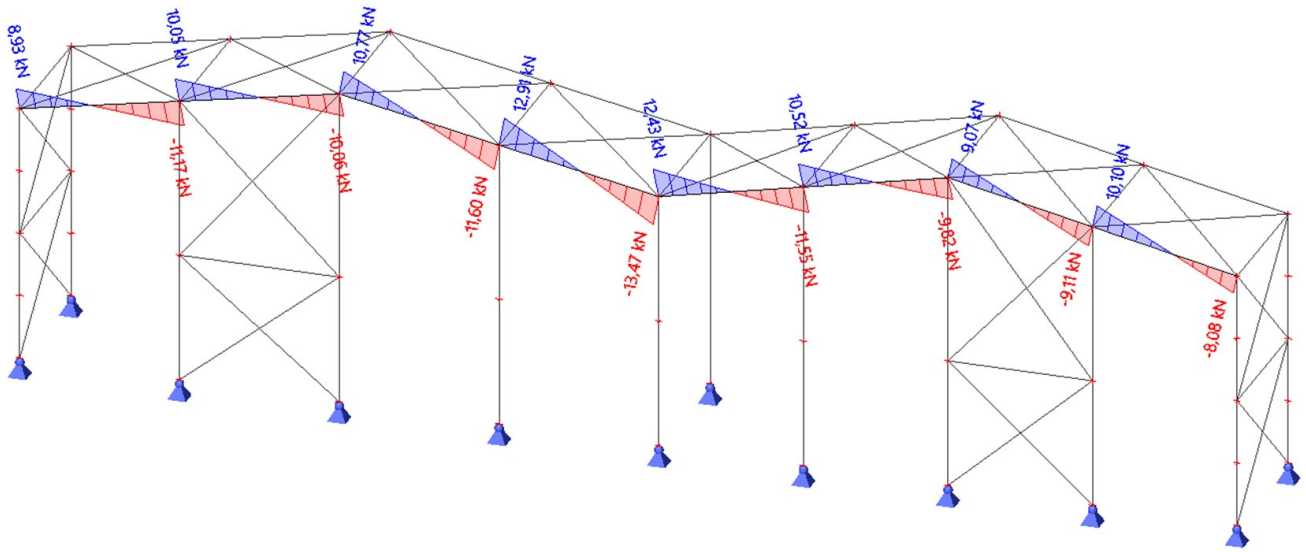
Nelineární výpočet

Nelineární kombinace: NC1

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Lokální

Výběr: B4..B7



## 13. 1D vnitřní síly; $V_z$

Hodnoty:  $V_z$

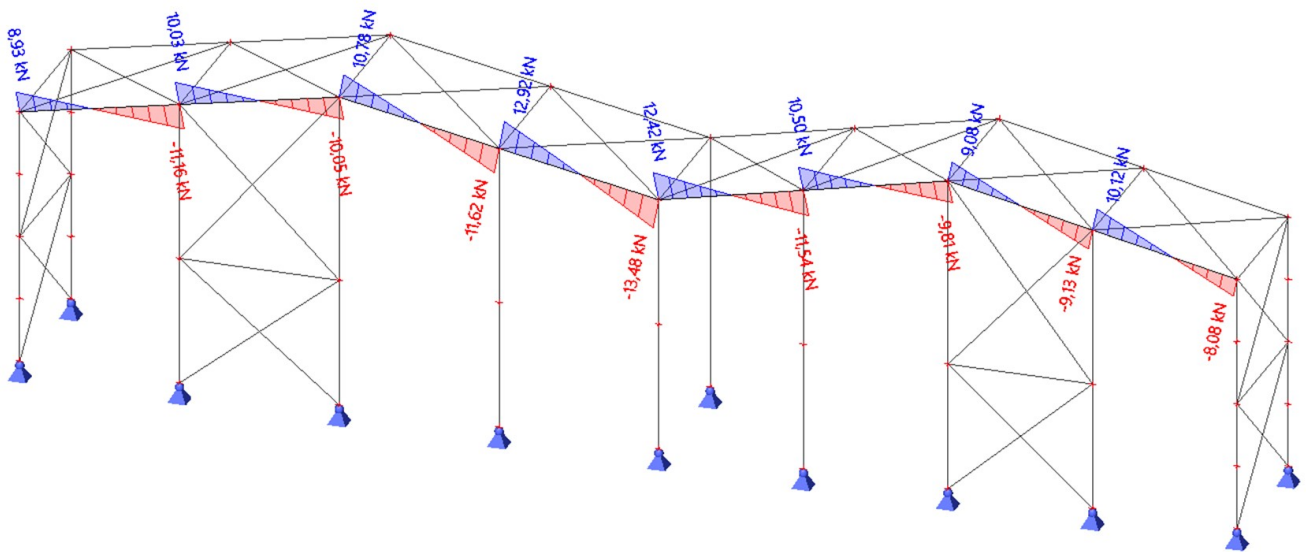
Nelineární výpočet

Nelineární kombinace: NC2

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Lokální

Výběr: B4..B7



## 14. 1D vnitřní síly; $V_z$

Hodnoty:  $V_z$

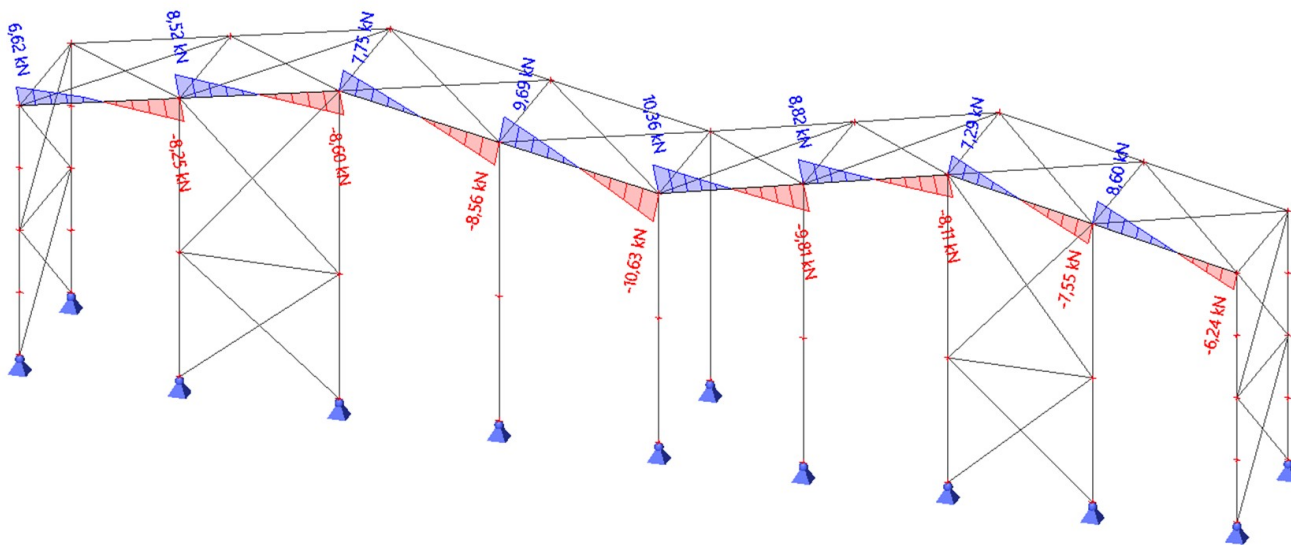
Nelineární výpočet

Nelineární kombinace: NC3

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Lokální

Výběr: B4..B7



## 15. 1D vnitřní síly; $V_z$

Hodnoty:  $V_z$

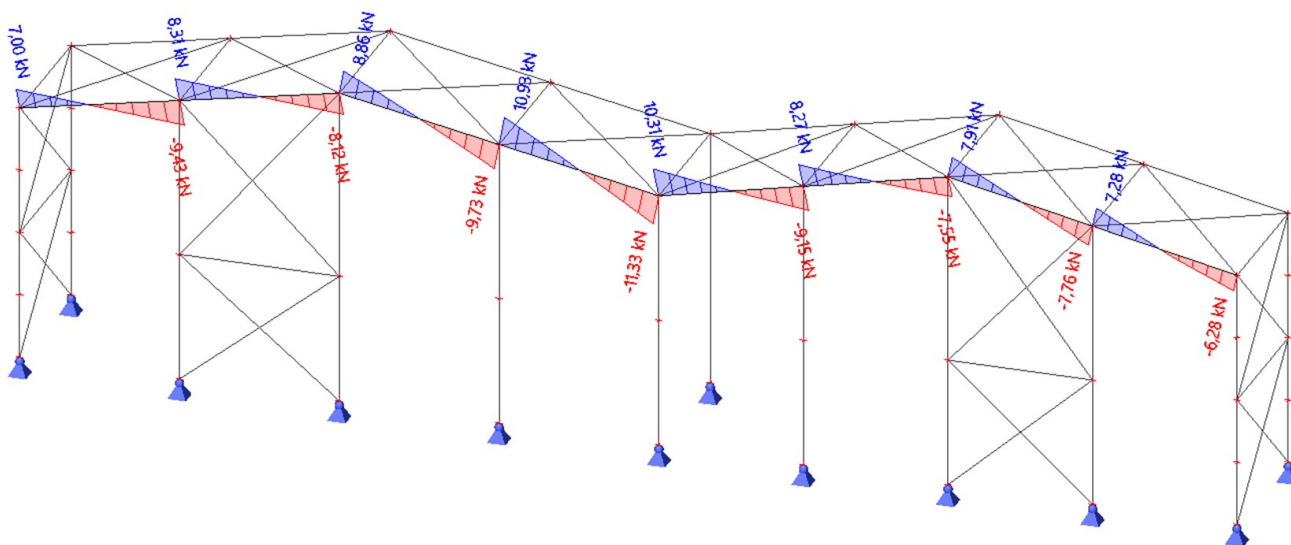
Nelineární výpočet

Nelineární kombinace: NC4

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Lokální

Výběr: B4..B7



## 16. 1D vnitřní síly; $V_z$

Hodnoty:  $V_z$

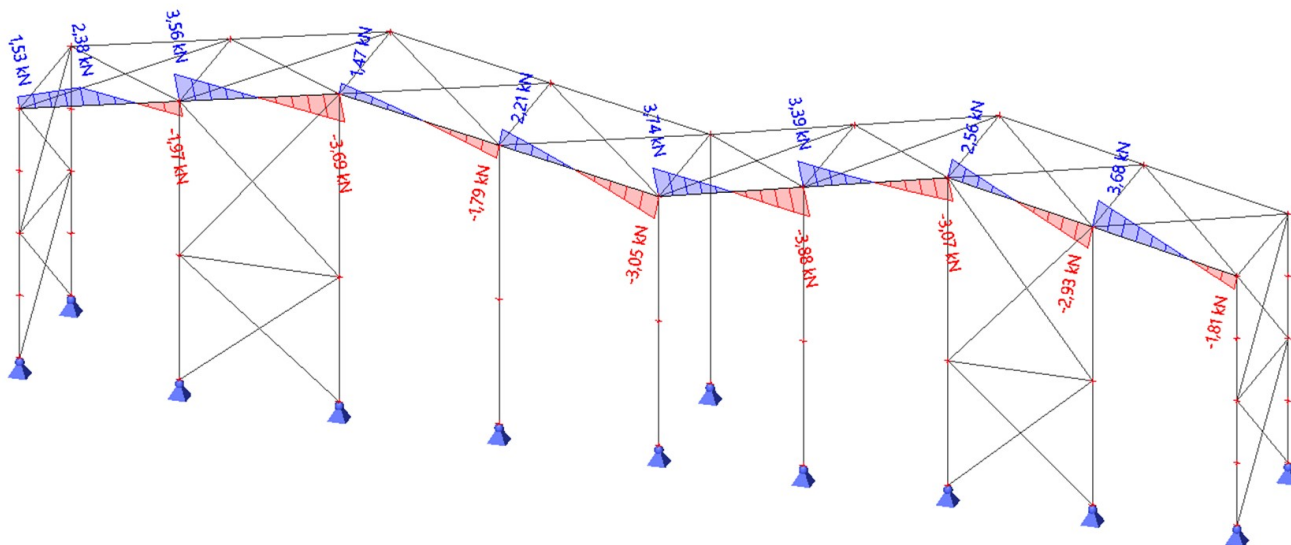
Nelineární výpočet

Nelineární kombinace: NC5

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Lokální

Výběr: B4..B7



## 17. 1D vnitřní síly; $V_z$

Hodnoty:  $V_z$

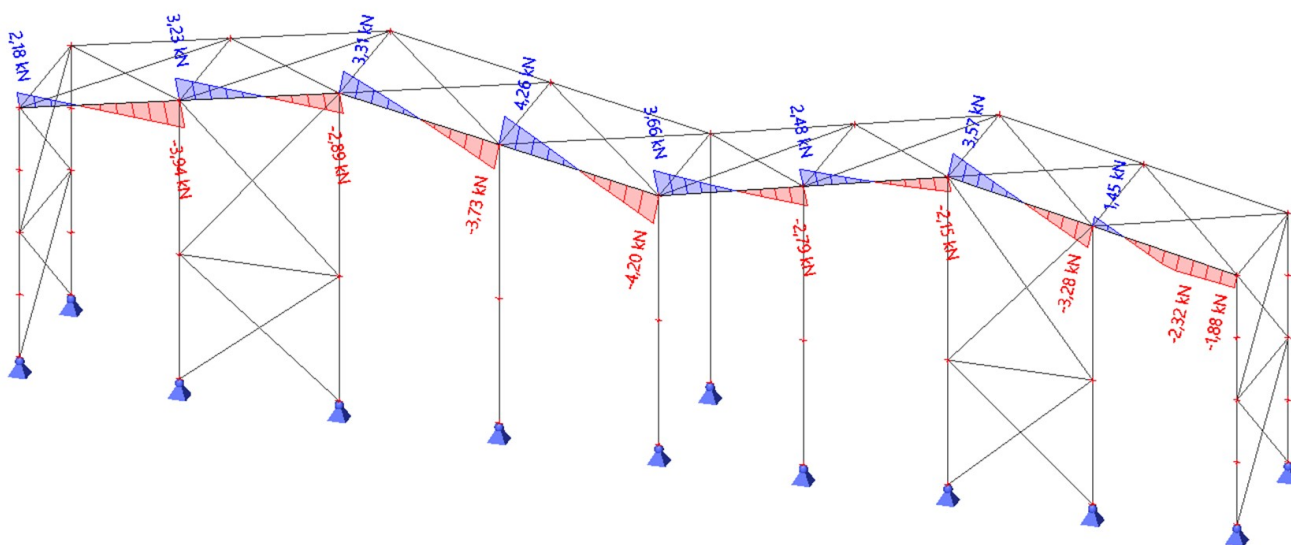
Nelineární výpočet

Nelineární kombinace: NC6

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Lokální

Výběr: B4..B7



## 18. 1D vnitřní síly; $V_z$

Hodnoty:  $V_z$

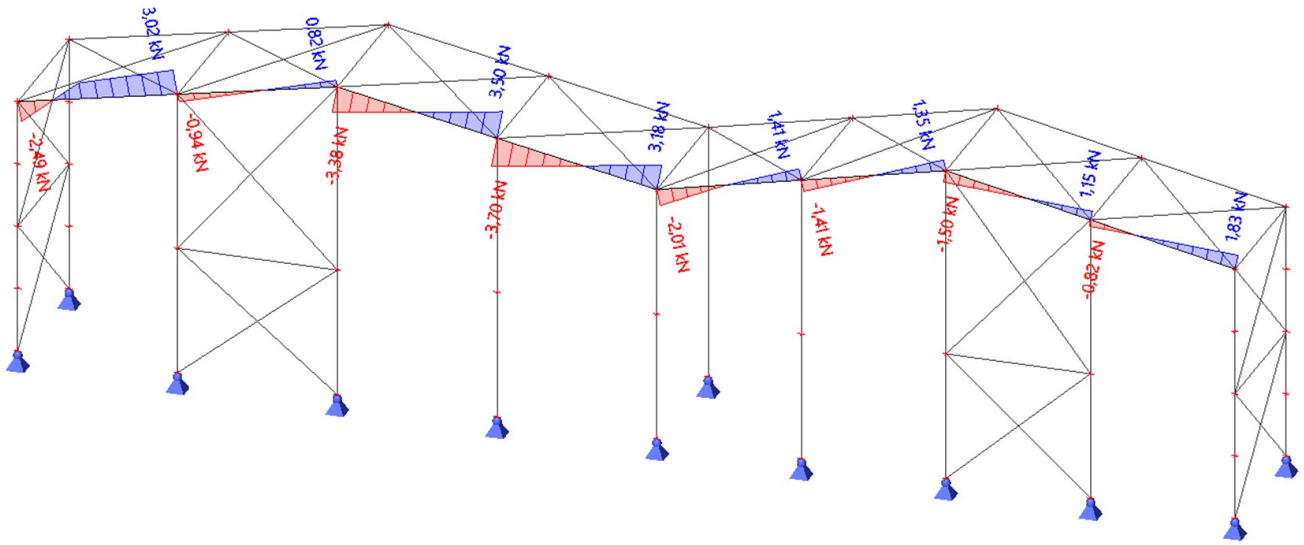
Nelineární výpočet

Nelineární kombinace: NC7

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Lokální

Výběr: B4..B7



## 19. 1D vnitřní síly; $V_z$

Hodnoty:  $V_z$

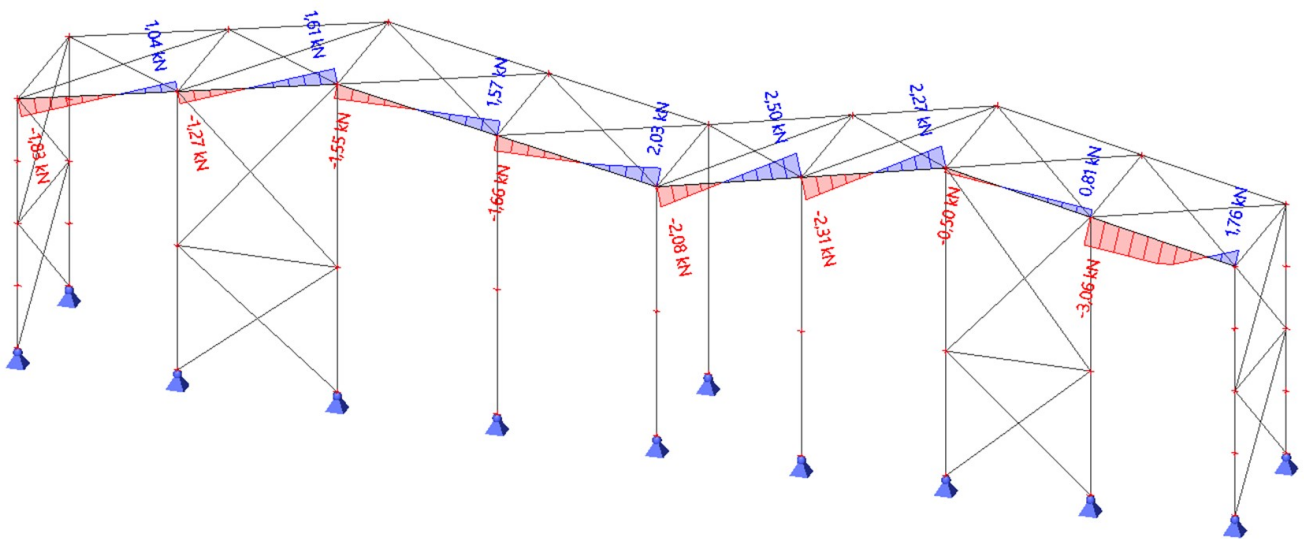
Nelineární výpočet

Nelineární kombinace: NC8

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Lokální

Výběr: B4..B7



## 20. 1D vnitřní síly; $V_z$

Hodnoty:  $V_z$

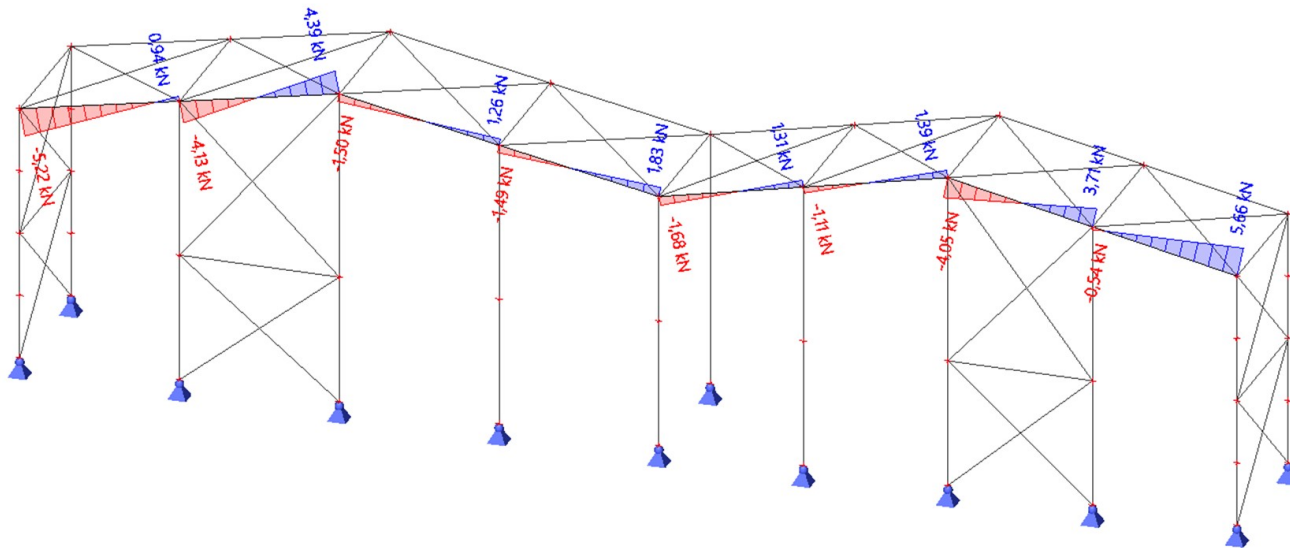
Nelineární výpočet

Nelineární kombinace: NC9

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Lokální

Výběr: B4..B7



## 21. 1D vnitřní síly; $V_z$

Hodnoty:  $V_z$

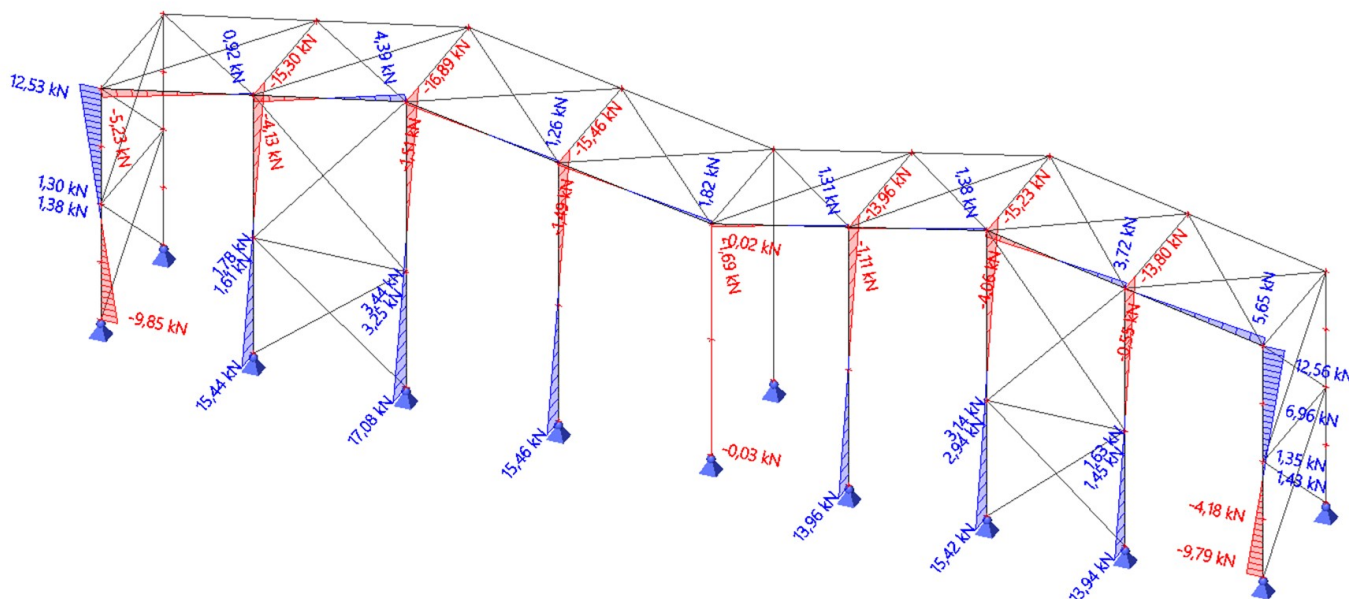
Nelineární výpočet

Nelineární kombinace: NC10

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Lokální

Výběr: B1..B13



## 22. 1D vnitřní síly; $M_y$

Hodnoty:  $M_y$

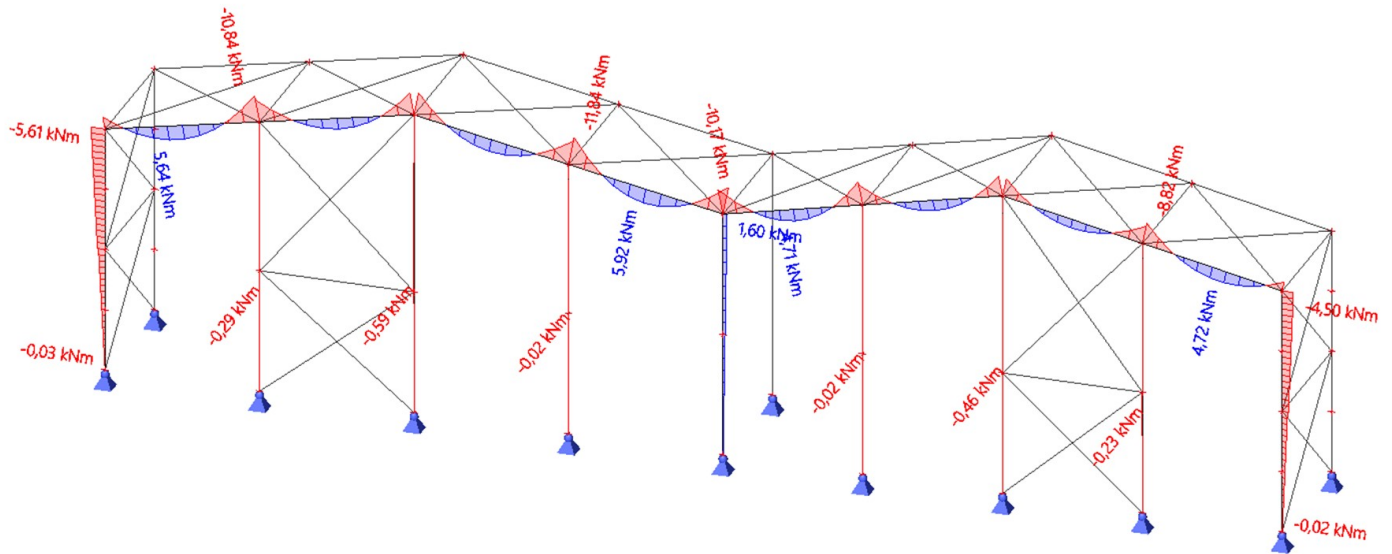
Nelineární výpočet

Nelineární kombinace: NC1

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Dílec

Výběr: B1..B13



## 23. 1D vnitřní síly; $M_y$

Hodnoty:  $M_y$

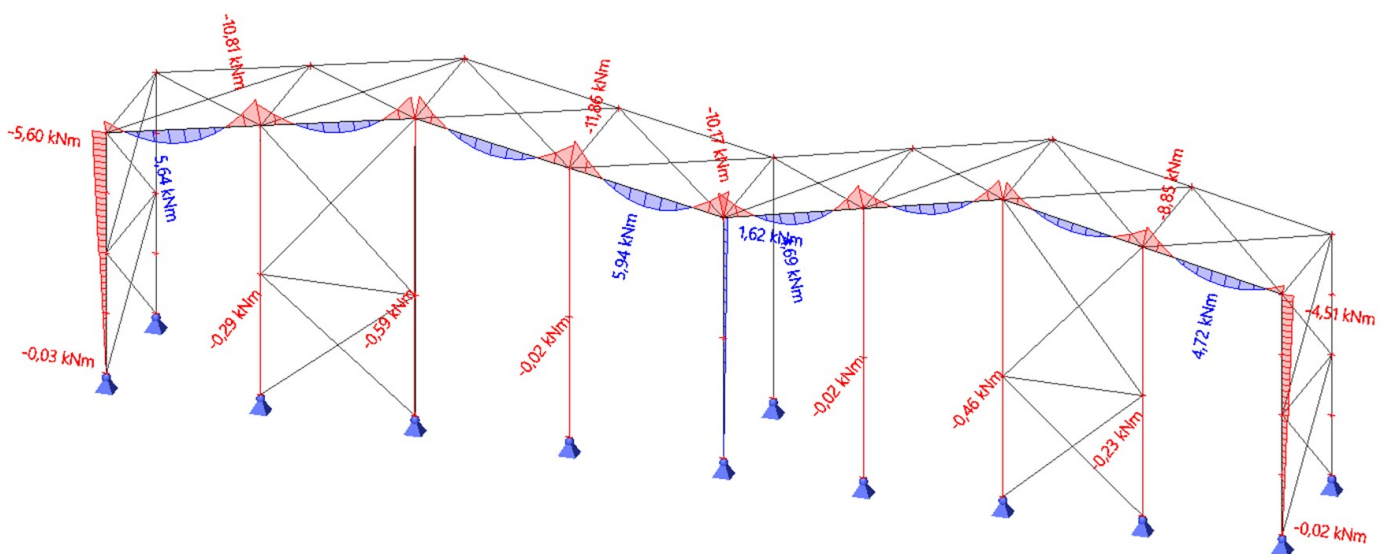
Nelineární výpočet

Nelineární kombinace: NC2

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Dílec

Výběr: B1..B13



## 24. 1D vnitřní síly; $M_y$

Hodnoty:  $M_y$

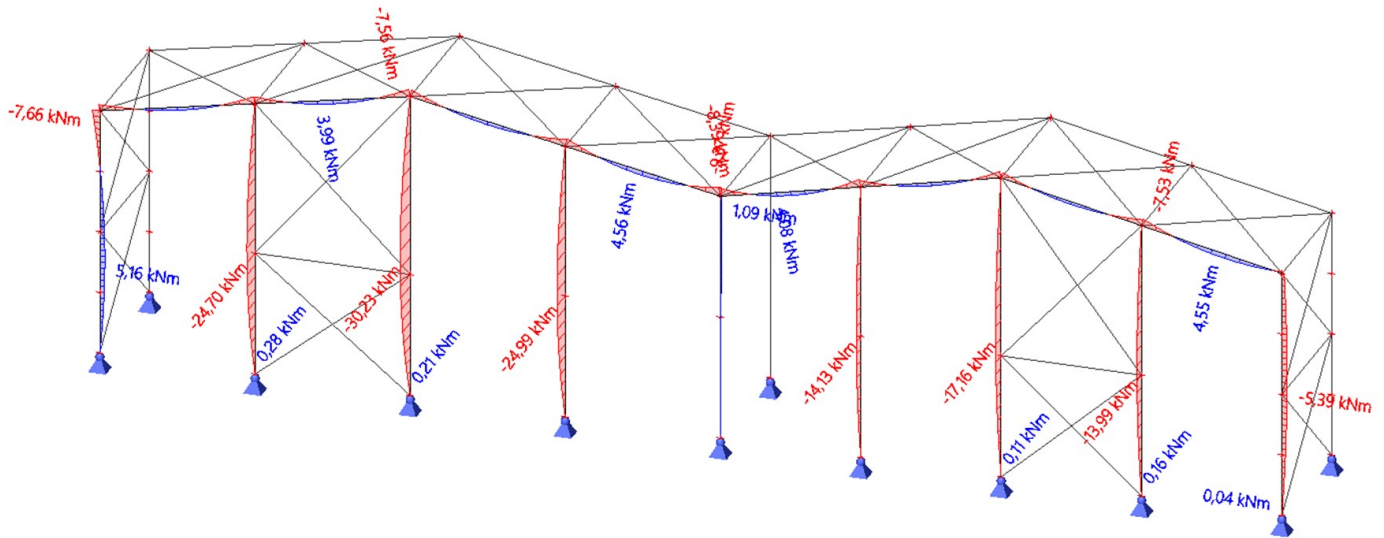
Nelineární výpočet

Nelineární kombinace: NC3

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Dílec

Výběr: B1..B13



## 25. 1D vnitřní síly; $M_y$

Hodnoty:  $M_y$

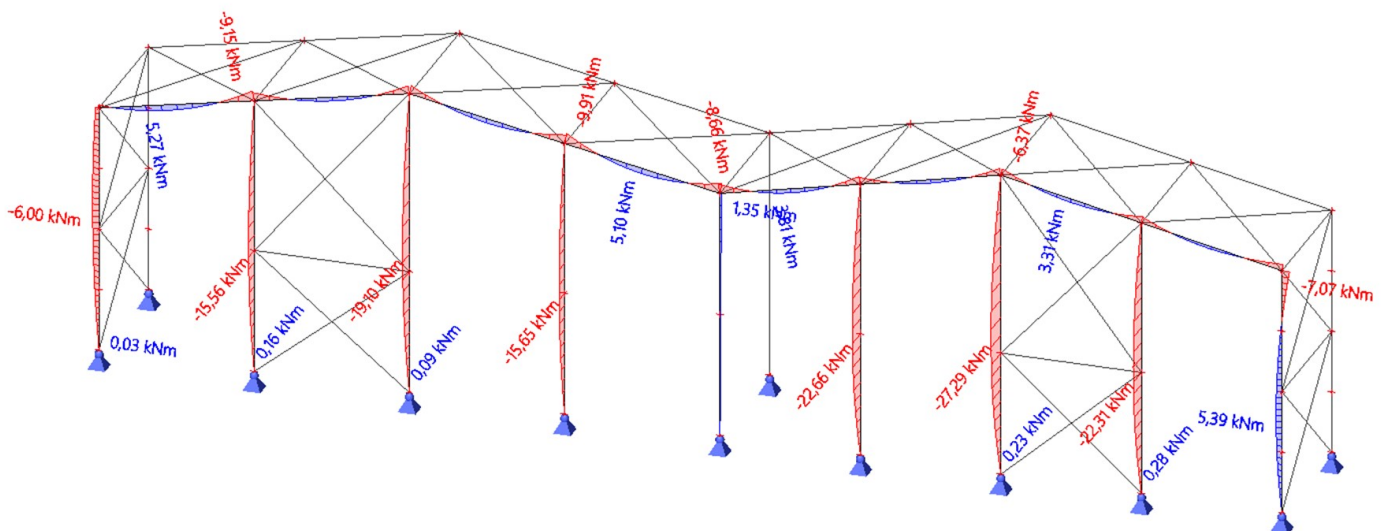
Nelineární výpočet

Nelineární kombinace: NC4

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Dílec

Výběr: B1..B13



## 26. 1D vnitřní síly; $M_y$

Hodnoty:  $M_y$

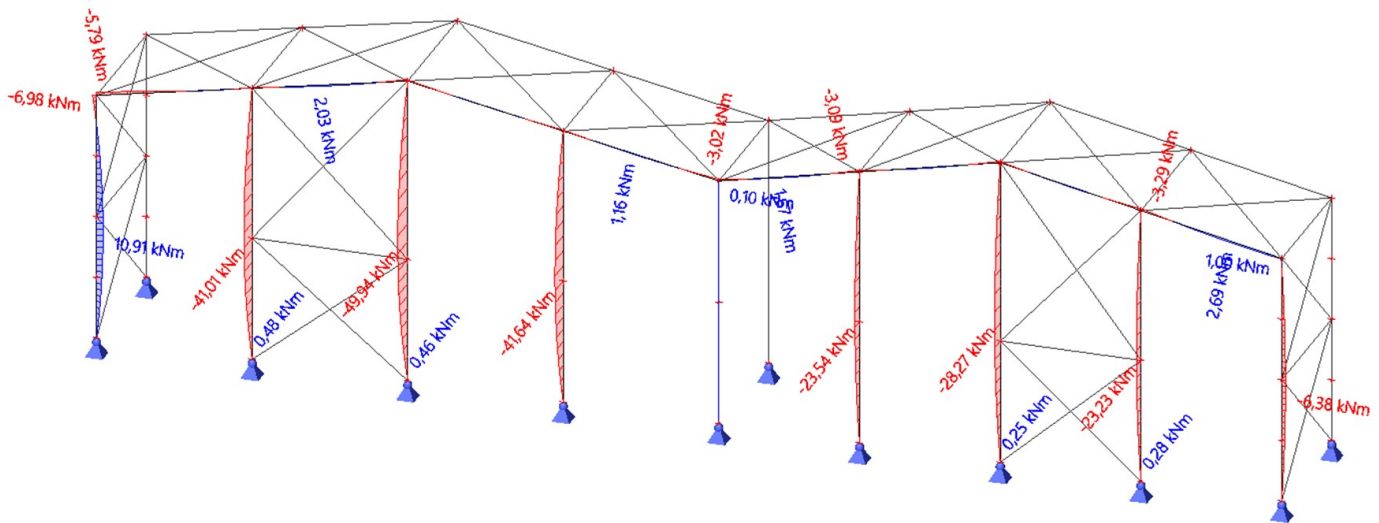
Nelineární výpočet

Nelineární kombinace: NC5

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Dílec

Výběr: B1..B13



## 27. 1D vnitřní síly; $M_y$

Hodnoty:  $M_y$

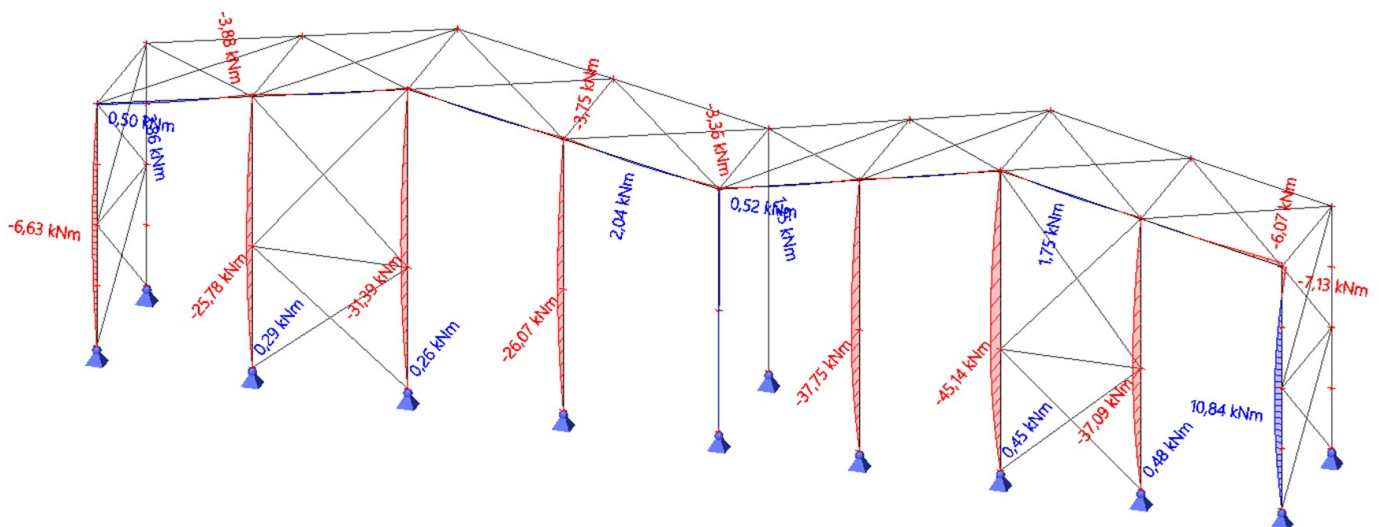
Nelineární výpočet

Nelineární kombinace: NC6

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Dílec

Výběr: B1..B13





## 28. 1D vnitřní síly; $M_y$

Hodnoty:  $M_y$

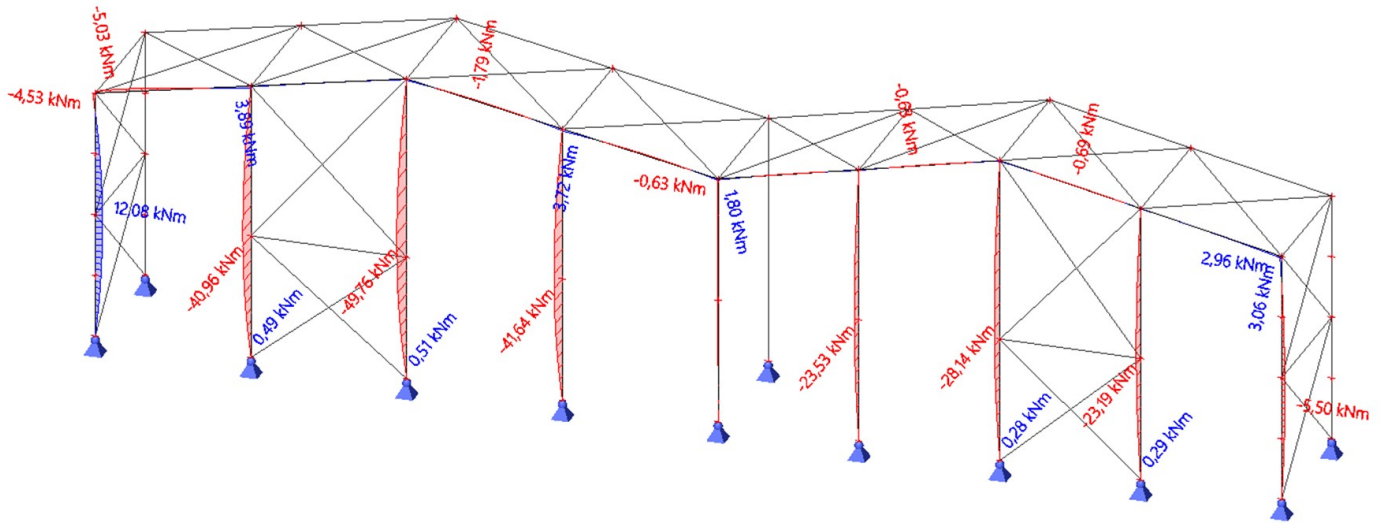
Nelineární výpočet

Nelineární kombinace: NC7

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Dílec

Výběr: B1..B13



## 29. 1D vnitřní síly; $M_y$

Hodnoty:  $M_y$

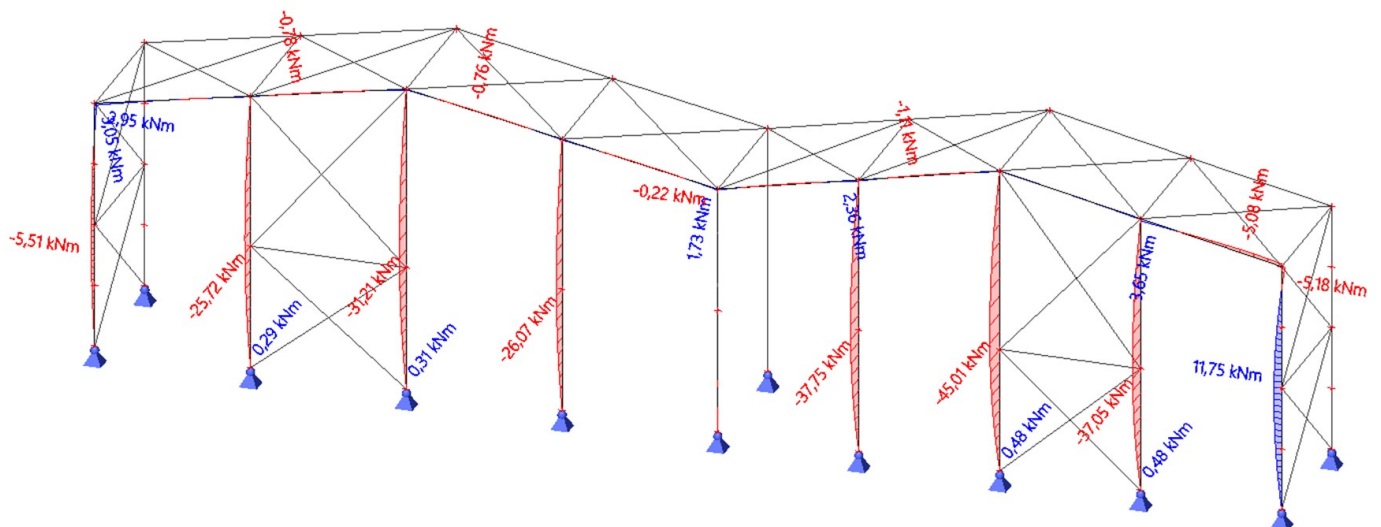
Nelineární výpočet

Nelineární kombinace: NC8

Souřadný systém: Hlavní

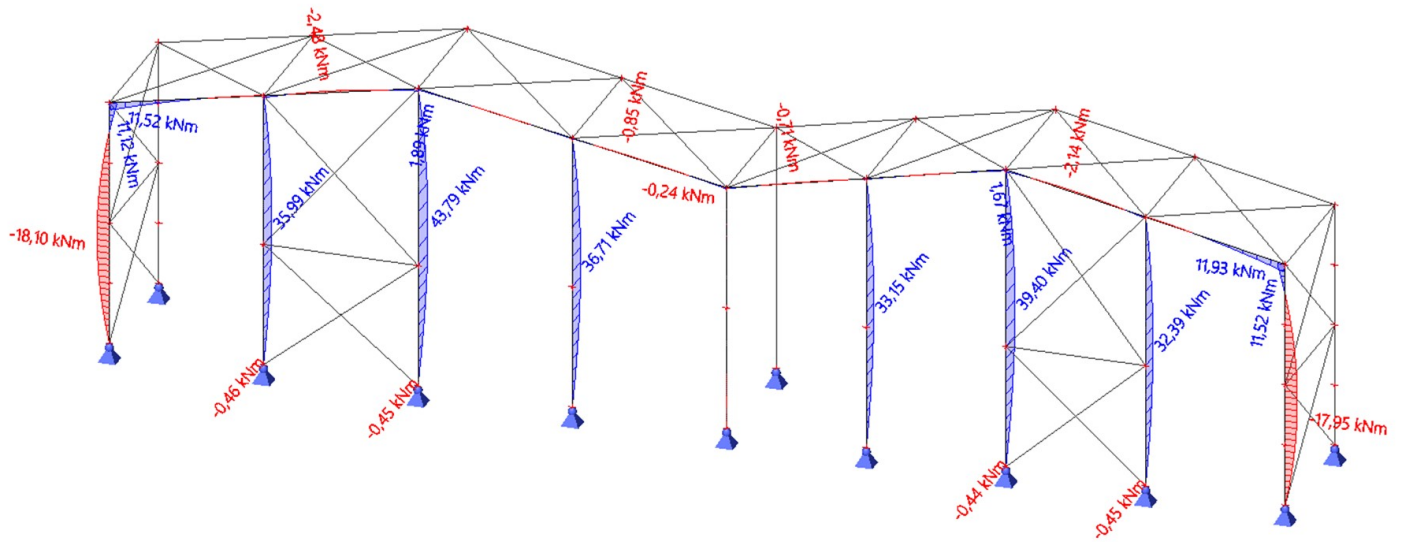
Extrém 1D: Dílec

Výběr: B1..B13



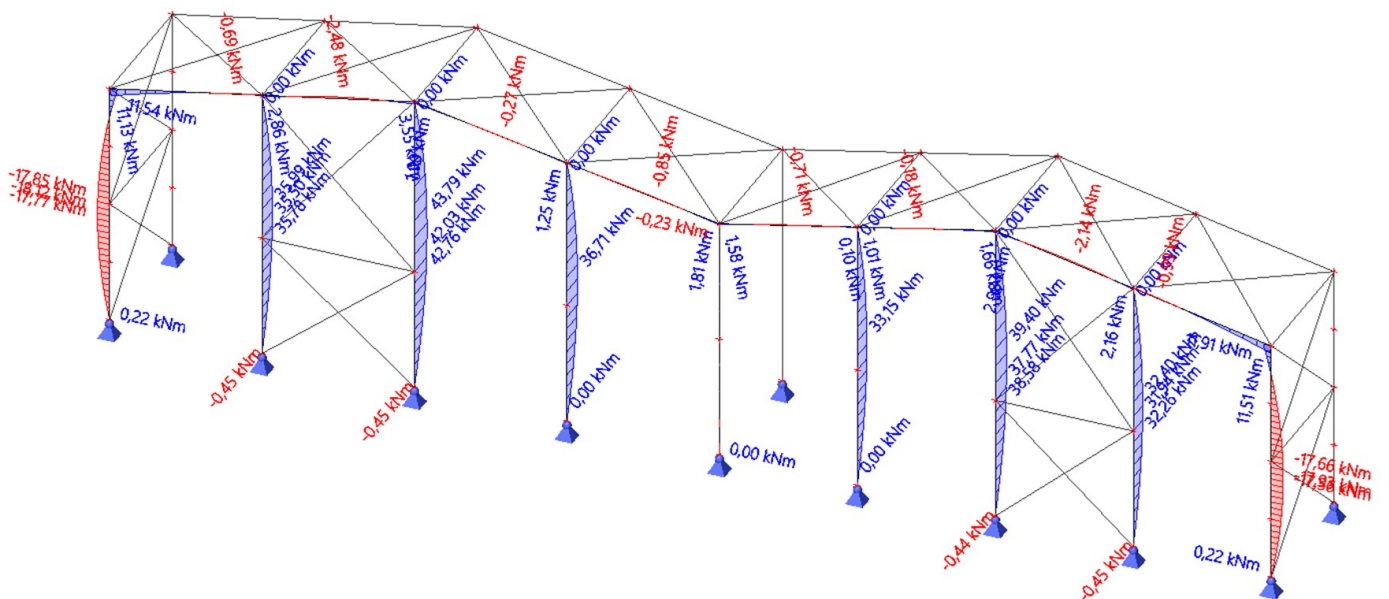
### 30. 1D vnitřní síly; $M_y$

Hodnoty:  $M_y$   
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NC9  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Dílec  
Výběr: B1..B13



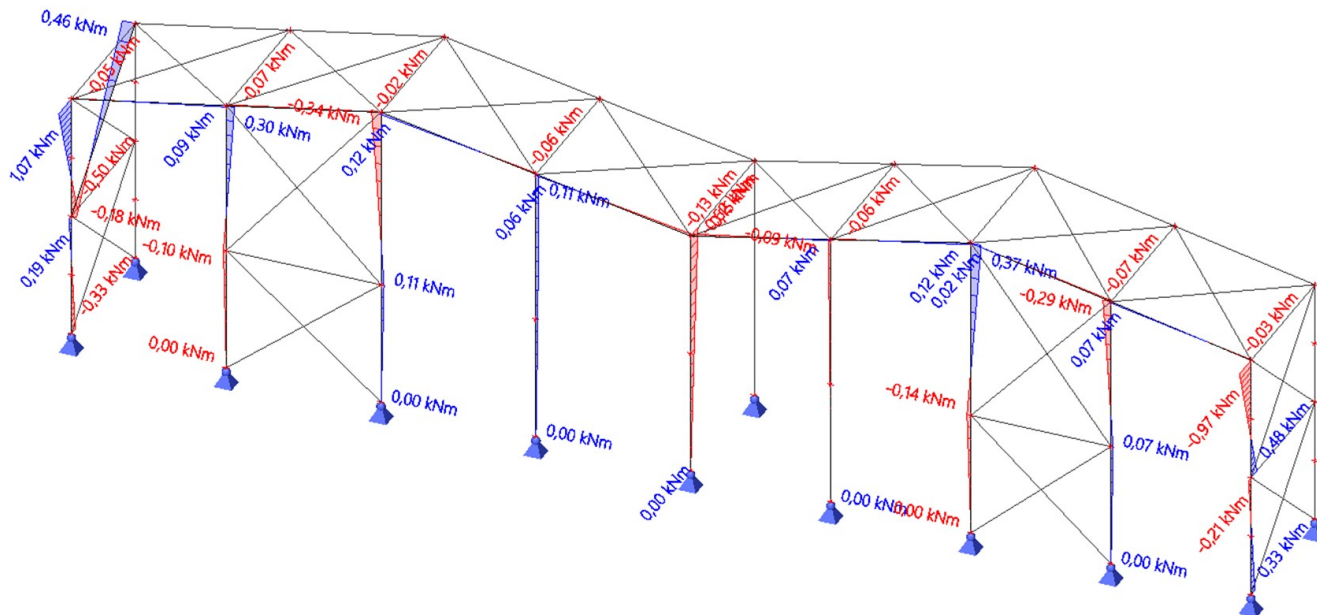
### 31. 1D vnitřní síly; $M_y$

Hodnoty:  $M_y$   
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NC10  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: B1..B13



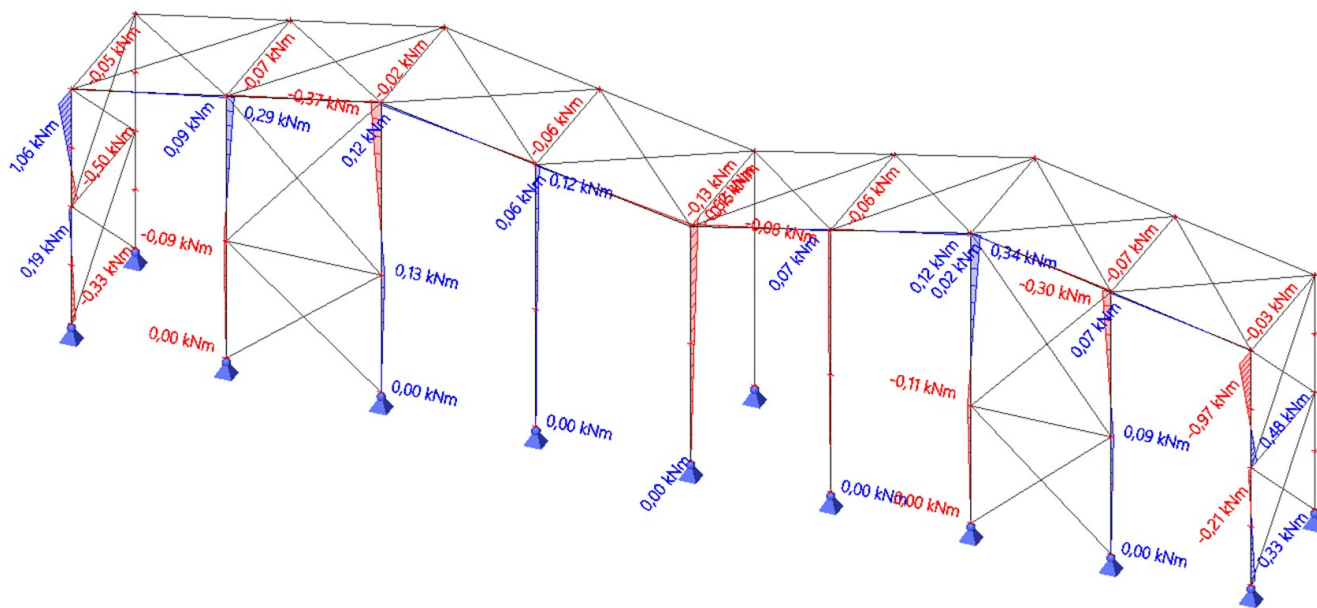
### 32. 1D vnitřní síly; $M_z$

Hodnoty:  $M_z$   
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NC1  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: B1..B13, B69



### 33. 1D vnitřní síly; $M_z$

Hodnoty:  $M_z$   
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NC2  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: B1..B13







### 38. 1D vnitřní síly; $M_z$

Hodnoty:  $M_z$

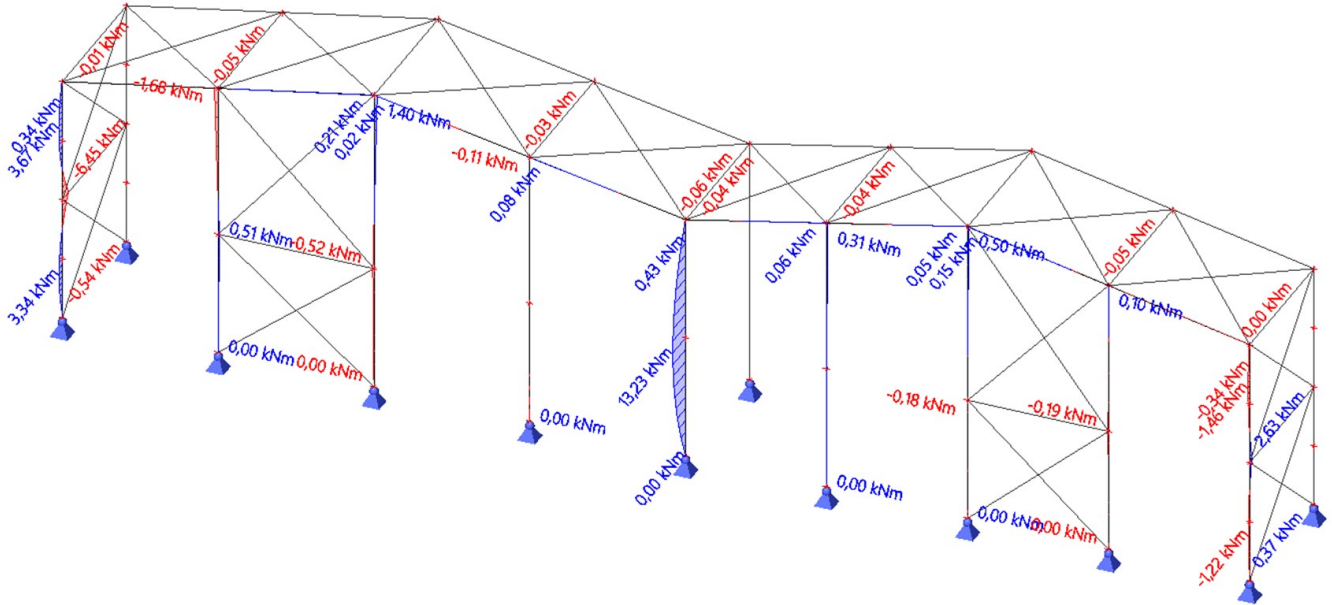
Nelineární výpočet

Nelineární kombinace: NC7

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Lokální

Výběr: B1..B13



### 39. 1D vnitřní síly; $M_z$

Hodnoty:  $M_z$

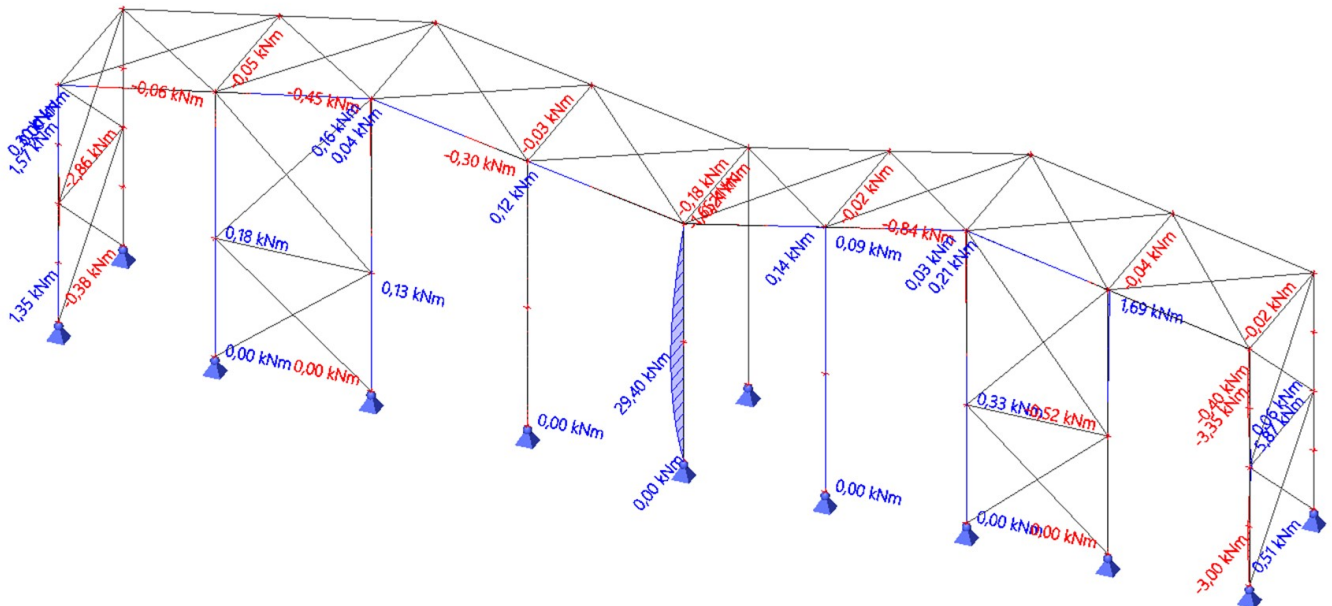
Nelineární výpočet

Nelineární kombinace: NC8

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Lokální

Výběr: B1..B13



## 40. 1D vnitřní síly; $M_z$

Hodnoty:  $M_z$

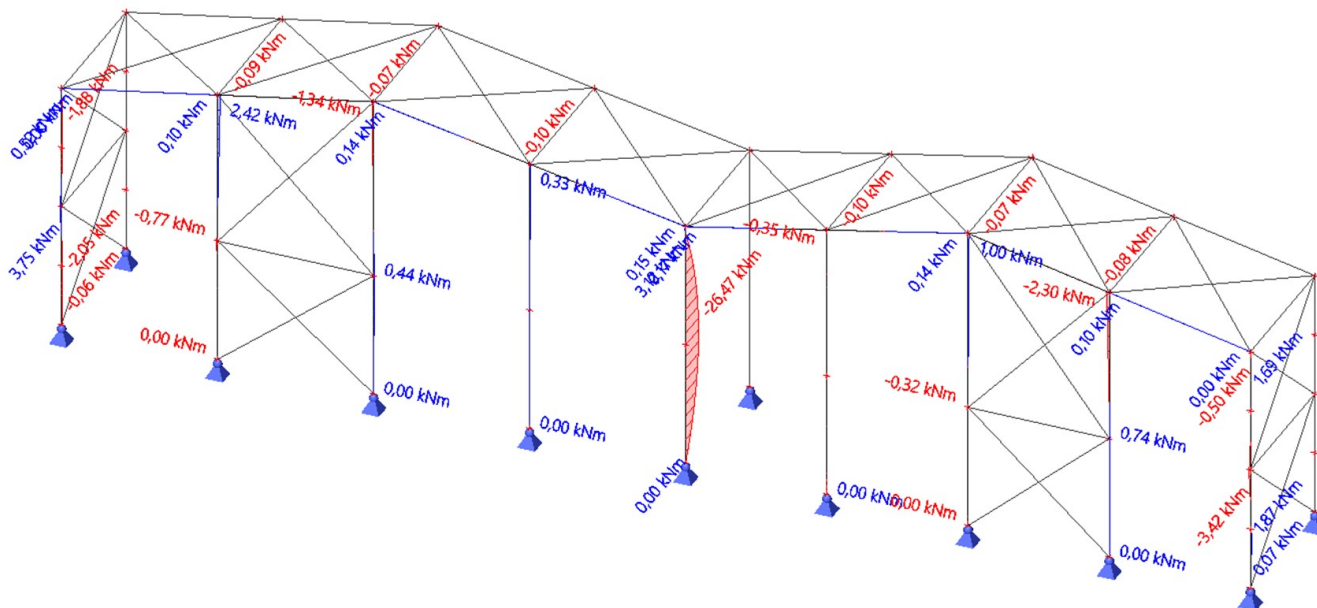
Nelineární výpočet

Nelineární kombinace: NC9

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Lokální

Výběr: B1..B13



## 41. 1D vnitřní síly; $M_z$

Hodnoty:  $M_z$

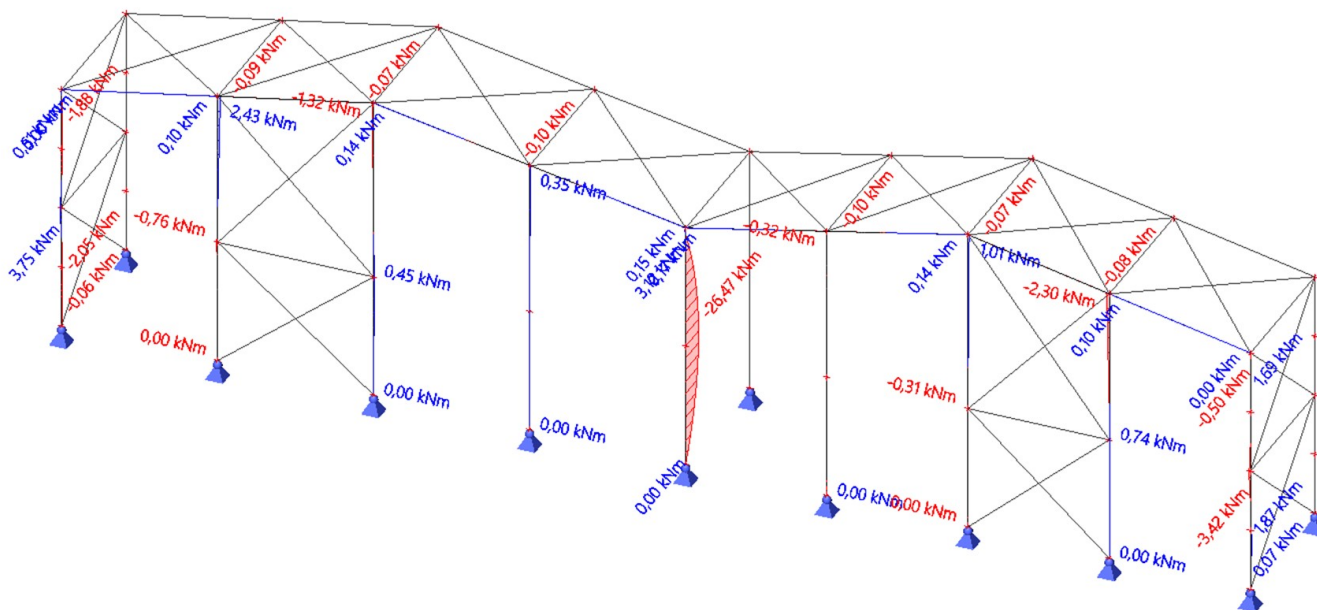
Nelineární výpočet

Nelineární kombinace: NC10

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Lokální

Výběr: B1..B13



## PŘÍLOHA 9



[www.hilti.cz](http://www.hilti.cz)

Společnost:  
Adresa:  
Telefon | fax:  
Návrh: | beton - 24. dub 2021  
Dílní projekt / pozice č.:

Strana: 1  
Projektant:  
E-mail:  
Datum: 24.04.2021

**Komentář projektanta:**
**1 Vstupní data**
**Typ a velikost kotvy:** HIT-HY 200-A + HIT-Z 100 Years M20

**SAFE-SET**

Předpokládaná životnost (životnost v letech): 100

Číslo artiklu: 2018420 HIT-Z M20x215 (vložit) / 2022696 HIT-HY 200-A (chemická hmota)

 Efektivní kotvení hloubka:  $h_{ef,opti} = 100,0$  mm ( $h_{ef,limit} = 220,0$  mm)

Materiál: DIN EN ISO 4042

Certifikát č.: ETA 12/0006

Vydaný | Platný: 28.10.2020 | -

Posouzení: Návrhová metoda EN 1992-4, Mechanické

 Distanční montáž: bez upnutí (kotva); stupeň zadržení (kotevní deska): 2,00;  $e_b = 40,0$  mm;  $t = 20,0$  mm

 Kotevní deska<sup>R</sup>: Hilti malta: CB-G EG, epoxidová,  $f_{c,GROUT} = 120,00$  N/mm<sup>2</sup>  
 $l_x \times l_y \times t = 400,0$  mm x  $400,0$  mm x  $20,0$  mm; (Doporučená tloušťka kotevní desky: nepočítána)

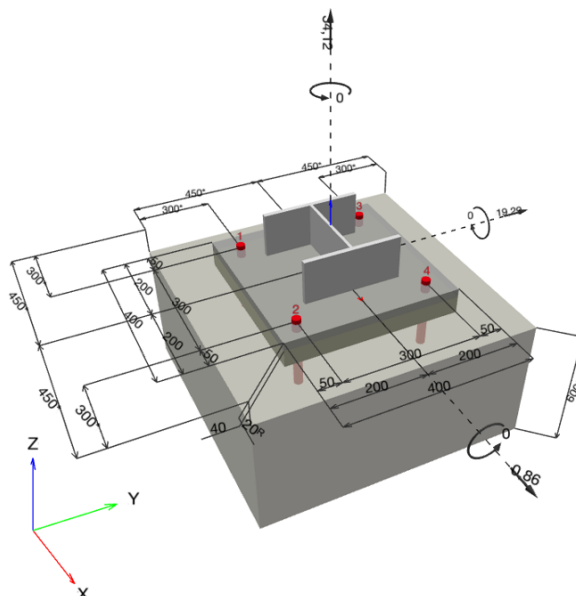
 Profil: IPBi/HEA profil, IPBI 220 / HE 220 A; ( $V \times \check{S} \times T \times T$ ) =  $210,0$  mm x  $220,0$  mm x  $7,0$  mm x  $11,0$  mm

 Základní materiál: s trhlinami beton, C20/25,  $f_{c,cyl} = 20,00$  N/mm<sup>2</sup>;  $h = 600,0$  mm, teplota krátkodobá/dlouhodobá: 40/24 °C, Uživatelem definovaný parciální bezpečnostní součinitel materiálu  $\gamma_c = 1,500$ 
**Montáž: kotevní otvor vrtaný přiklepem, montážní podmínky: suché**

 Výztuž: Žádná výztuž nebo osová vzdálenost výztuže  $\geq 150$  mm (jakýkoliv  $\emptyset$ ) nebo  $\geq 100$  mm ( $\emptyset \leq 10$  mm)

Žádná podélná výztuž okraje

<sup>R</sup> - Výpočet kotvy je proveden na základě předpokladu tuhé kotevní desky.

**Geometrie [mm] & Zatížení [kN, kNm]**


[www.hilti.cz](http://www.hilti.cz)

 Společnost:  
 Adresa:  
 Telefon I fax: |  
 Návrh: beton - 24. dub 2021  
 Dílčí projekt / pozice č.:

 Strana: 2  
 Projektant:  
 E-mail:  
 Datum: 24.04.2021

**1.1 Kombinace zatížení**

Stav	Popis	Síly [kN] / Momenty [kNm]	Seismický	Požár	Max. využití kotvy [%]
1	Kombinace 1	N = 36,160; V <sub>x</sub> = -1,940; V <sub>y</sub> = -0,050; M <sub>x</sub> = 0,000; M <sub>y</sub> = 0,000; M <sub>z</sub> = 0,000;	Ne	ne	40
2	Kombinace 2	N = 32,720; V <sub>x</sub> = -1,270; V <sub>y</sub> = -0,040; M <sub>x</sub> = 0,000; M <sub>y</sub> = 0,000; M <sub>z</sub> = 0,000;	Ne	ne	36
3	Kombinace 3	N = 40,990; V <sub>x</sub> = -0,610; V <sub>y</sub> = 11,540; M <sub>x</sub> = 0,000; M <sub>y</sub> = 0,000; M <sub>z</sub> = 0,000;	Ne	ne	48
4	Kombinace 4	N = -7,450; V <sub>x</sub> = 10,820; V <sub>y</sub> = 7,330; M <sub>x</sub> = 0,000; M <sub>y</sub> = 0,000; M <sub>z</sub> = 0,000;	Ne	ne	32
<b>5</b>	<b>Kombinace 5</b>	<b>N = 34,120; V<sub>x</sub> = 0,860; V<sub>y</sub> = 19,290; M<sub>x</sub> = 0,000; M<sub>y</sub> = 0,000; M<sub>z</sub> = 0,000;</b>	<b>Ne</b>	<b>ne</b>	<b>61</b>
6	Kombinace 6	N = -43,120; V <sub>x</sub> = 19,220; V <sub>y</sub> = 12,270; M <sub>x</sub> = 0,000; M <sub>y</sub> = 0,000; M <sub>z</sub> = 0,000;	Ne	ne	56
7	Kombinace 7	N = 19,890; V <sub>x</sub> = 1,650; V <sub>y</sub> = 19,320; M <sub>x</sub> = 0,000; M <sub>y</sub> = 0,000; M <sub>z</sub> = 0,000;	Ne	ne	53
8	Kombinace 8	N = -55,880; V <sub>x</sub> = 19,710; V <sub>y</sub> = 12,290; M <sub>x</sub> = 0,000; M <sub>y</sub> = 0,000; M <sub>z</sub> = 0,000;	Ne	ne	57
9	Kombinace 9	N = 21,830; V <sub>x</sub> = -10,540; V <sub>y</sub> = -17,100; M <sub>x</sub> = 0,000; M <sub>y</sub> = 0,000; M <sub>z</sub> = 0,000;	Ne	ne	52

**2 Zatěžovací stav/Výsledné síly na kotvu**

Kontrolovaný zatěžovací stav: 5 Kombinace 5

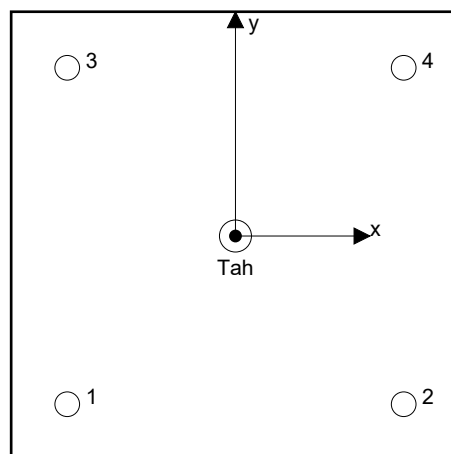
**Reakce kotvy [kN]**

Tahová síla: (+ Tah, - Tlak)

Kotva	Tahová síla	Smyková síla	Smyková síla x	Smyková síla y
1	8,530	4,827	0,215	4,822
2	8,530	4,827	0,215	4,822
3	8,530	4,827	0,215	4,822
4	8,530	4,827	0,215	4,822

 max. tlakové přetvoření betonu: - [%]  
 max. tlakové napětí v betonu: - [N/mm<sup>2</sup>]  
 výsledná tahová síla v (x/y)=(0,0/0,0): 34,120 [kN]  
 výsledná tlaková síla v (x/y)=(0,0/0,0): 0,000 [kN]

Kotevní síly jsou vypočítány na základě předpokladu tuhé kotevní desky.



www.hilti.cz

Společnost:		Strana:	3
Adresa:		Projektant:	
Telefon I fax:		E-mail:	
Návrh:	beton - 24. dub 2021	Datum:	24.04.2021
Díličí projekt / pozice č.:			

### 3 Tahové zatížení (EN 1992-4, oddíl 7.2.1)

	Zatížení [kN]	Únosnost [kN]	Využití $\beta_N$ [%]	Stav
Porušení oceli*	8,530	97,333	9	OK
Porušení vytažením*	8,530	90,000	10	OK
Porušení vytržením betonového kuželu**	34,120	91,828	38	OK
Porušení rozštěpením**	Není k dispozici	Není k dispozici	Není k dispozici	Není k dispozici

\* nejnepříznivější kotva \*\* skupina kotev (kotvy v tahu)

#### 3.1 Porušení oceli

$$N_{Ed} \leq N_{Rd,s} = \frac{N_{Rk,s}}{\gamma_{M,s}} \quad \text{EN 1992-4, Tabulka 7.1}$$

$N_{Rk,s}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$N_{Rd,s}$ [kN]	$N_{Ed}$ [kN]
146,000	1,500	97,333	8,530

#### 3.2 Porušení vytažením

$$N_{Ed} \leq N_{Rd,p} = \frac{\psi_c \cdot N_{Rk,p}}{\gamma_{M,p}} \quad \text{EN 1992-4, Tabulka 7.1}$$

$N_{Rk,p}$ [kN]	$\psi_c$	$\gamma_{M,p}$	$N_{Rd,p}$ [kN]	$N_{Ed}$ [kN]
135,000	1,000	1,500	90,000	8,530

www.hilti.cz

 Společnost:  
 Adresa:  
 Telefon I fax: |  
 Návrh: beton - 24. dub 2021  
 Dílčí projekt / pozice č.:

 Strana: 4  
 Projektant:  
 E-mail:  
 Datum: 24.04.2021

**3.3 Porušení vytržením betonového kuželu**

$$N_{Ed} \leq N_{Rd,c} = \frac{N_{RK,c}}{\gamma_{M,c}} \quad \text{EN 1992-4, Tabulka 7.1}$$

$$N_{RK,c} = N_{RK,c}^0 \cdot \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec1,N} \cdot \psi_{ec2,N} \cdot \psi_{M,N} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.1)}$$

$$N_{RK,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1,5} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.2)}$$

$$A_{c,N}^0 = s_{cr,N} \cdot s_{cr,N} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.3)}$$

$$\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.4)}$$

$$\psi_{ec1,N} = \frac{1}{1 + \left( \frac{2 \cdot e_{N,1}}{s_{cr,N}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.6)}$$

$$\psi_{ec2,N} = \frac{1}{1 + \left( \frac{2 \cdot e_{N,2}}{s_{cr,N}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.6)}$$

$$\psi_{M,N} = 1 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.7)}$$

$A_{c,N}$ [mm <sup>2</sup> ]	$A_{c,N}^0$ [mm <sup>2</sup> ]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	$f_{c,cyl}$ [N/mm <sup>2</sup> ]		
360 000	90 000	150,0	300,0	20,00		
$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	
0,0	1,000	0,0	1,000	1,000	1,000	
$z$ [mm]	$\psi_{M,N}$	$k_1$	$N_{RK,c}^0$ [kN]	$\gamma_{M,c}$	$N_{Rd,c}$ [kN]	$N_{Ed}$ [kN]
0,0	1,000	7,700	34,435	1,500	91,828	34,120

ID skupiny kotev

1-4

www.hilti.cz

Společnost:		Strana:	5
Adresa:		Projektant:	
Telefon I fax:		E-mail:	
Návrh:	beton - 24. dub 2021	Datum:	24.04.2021
Dílčí projekt / pozice č.:			

#### 4 Smykové zatížení (EN 1992-4, oddíl 7.2.2)

	Zatížení [kN]	Únosnost [kN]	Využití $\beta_v$ [%]	Stav
Porušení oceli (bez distanční montáže)*	4,827	58,400	9	OK
Porušení oceli (s distanční montáží)*	4,827	9,391	52	OK
Porušení vylomením betonu**	19,309	235,079	9	OK
Porušení okraje betonu ve směru $y+^{**}$	19,295	36,843	53	OK

\* nejnepříznivější kotva \*\* skupina kotev (rovnocenné kotvy)

##### 4.1 Porušení oceli (bez distanční montáže)

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,s} = \frac{V_{Rk,s}}{\gamma_{M,s}} \quad \text{EN 1992-4, Tabulka 7.2}$$

$$V_{Rk,s} = k_7 \cdot V_{Rk,s}^0 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.35)}$$

$V_{Rk,s}^0$ [kN]	$k_7$	$V_{Rk,s}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$V_{Rd,s}$ [kN]	$V_{Ed}$ [kN]
73,000	1,000	73,000	1,250	58,400	4,827

##### 4.2 Porušení oceli (s distanční montáží)

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,s,M} = \frac{V_{Rk,s,M}}{\gamma_{M,s}} \quad \text{EN 1992-4, Tabulka 7.2}$$

$$V_{Rk,s,M} = \frac{\alpha_M \cdot M_{Rk,s}}{l_a} \quad \text{EN 1992-4, Eq. 7.37}$$

$$M_{Rk,s} = M_{Rk,s}^0 \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{Rd,s}}\right) \quad \text{EN 1992-4, Eq. 7.38}$$

$$l_a = e_c + \frac{t}{2} + a_3 \quad \text{EN 1992-4, Eq. 6.2}$$

$l$ [mm]	$\alpha_M$			
60,0	2,00			
$N_{Ed} / N_{Rd,s}$	$1 - N_{Ed} / N_{Rd,s}$	$M_{Rk,s}^0$ [kNm]	$M_{Rk,s} = M_{Rk,s}^0 (1 - N_{Ed}/N_{Rd,s})$ [kNm]	
0,088	0,912	0,386	0,352	
$V_{Rk,s}^M = \alpha_M \cdot M_{Rk,s} / l$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$V_{Rd,s}^M$ [kN]	$V_{Ed}$ [kN]	
11,739	1,250	9,391	4,827	

[www.hilti.cz](http://www.hilti.cz)

Společnost:	Strana: 6
Adresa:	Projektant:
Telefon I fax:	E-mail:
Návrh: beton - 24. dub 2021	Datum: 24.04.2021
Dílčí projekt / pozice č.:	

**4.3 Porušení vylomením betonu**

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,cp} = \frac{V_{Rk,cp}}{\gamma_{M,c,p}} \quad \text{EN 1992-4, Tabulka 7.2}$$

$$V_{Rk,cp} = k_8 \cdot N_{Rk,c} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.39a)}$$

$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec1,N} \cdot \psi_{ec2,N} \cdot \psi_{M,N} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.1)}$$

$$N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1,5} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.2)}$$

$$A_{c,N}^0 = s_{cr,N} \cdot s_{cr,N} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.3)}$$

$$\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.4)}$$

$$\psi_{ec1,N} = \frac{1}{1 + \left( \frac{2 \cdot e_{v,1}}{s_{cr,N}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.6)}$$

$$\psi_{ec2,N} = \frac{1}{1 + \left( \frac{2 \cdot e_{v,2}}{s_{cr,N}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.6)}$$

$$\psi_{M,N} = 1 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.7)}$$

$A_{c,N}$ [mm <sup>2</sup> ]	$A_{c,N}^0$ [mm <sup>2</sup> ]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	$k_8$	$f_{c,cyl}$ [N/mm <sup>2</sup> ]		
360 000	90 000	150,0	300,0	2,560	20,00		
$e_{c1,v}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,v}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	$\psi_{M,N}$	
0,0	1,000	0,0	1,000	1,000	1,000	1,000	
$k_1$	$N_{Rk,c}^0$ [kN]	$\gamma_{M,c,p}$	$V_{Rd,cp}$ [kN]	$V_{Ed}$ [kN]			
7,700	34,435	1,500	235,079	19,309			

ID skupiny kotev

1-4

**www.hilti.cz**

Společnost:

Adresa:

Telefon I fax:

Návrh:

Dílčí projekt / pozice č.:

 |  
beton - 24. dub 2021

Strana:

Projektant:

E-mail:

Datum:

7

24.04.2021

**4.4 Porušení okraje betonu ve směru y+**

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,c} = \frac{V_{Rk,c}}{\gamma_{M,c}} \quad \text{EN 1992-4, Tabulka 7.2}$$

$$V_{Rk,c} = k_T \cdot V_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,V}}{A_{c,V}^0} \cdot \psi_{s,V} \cdot \psi_{h,V} \cdot \psi_{\alpha,V} \cdot \psi_{ec,V} \cdot \psi_{re,V} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.40)}$$

$$V_{Rk,c}^0 = k_9 \cdot d_{nom}^\alpha \cdot l_f^\beta \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot c_1^{1,5} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.41)}$$

$$\alpha = 0,1 \cdot \left( \frac{l_f}{c_1} \right) \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.42)}$$

$$\beta = 0,1 \cdot \left( \frac{d_{nom}}{c_1} \right)^{0,2} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.43)}$$

$$A_{c,V}^0 = 4,5 \cdot c_1^2 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.44)}$$

$$\psi_{s,V} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c_2}{1,5 \cdot c_1} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.45)}$$

$$\psi_{h,V} = \left( \frac{1,5 \cdot c_1}{h} \right)^{0,5} \geq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.46)}$$

$$\psi_{ec,V} = \frac{1}{1 + \left( \frac{2 \cdot e_V}{3 \cdot c_1} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.47)}$$

$$\psi_{\alpha,V} = \sqrt{\frac{1}{(\cos \alpha_V)^2 + (0,5 \cdot \sin \alpha_V)^2}} \geq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.48)}$$

$l_f$ [mm]	$d_{nom}$ [mm]	$k_9$	$\alpha$	$\beta$	$f_{c,cyl}$ [N/mm <sup>2</sup> ]
100,0	20,00	1,700	0,058	0,058	20,00
$c_1$ [mm]	$A_{c,V}$ [mm <sup>2</sup> ]	$A_{c,V}^0$ [mm <sup>2</sup> ]			
300,0	405 000	405 000			
$\psi_{s,V}$	$\psi_{h,V}$	$\psi_{\alpha,V}$	$e_{c,V}$ [mm]	$\psi_{ec,V}$	$\psi_{re,V}$
0,900	1,000	1,000	0,0	1,000	1,000
$V_{Rk,c}^0$ [kN]	$k_T$	$\gamma_{M,c}$	$V_{Rd,c}$ [kN]	$V_{Ed}$ [kN]	
61,394	1,0	1,500	36,843	19,295	

www.hilti.cz

Společnost:		Strana:	8
Adresa:		Projektant:	
Telefon I fax:		E-mail:	
Návrh:	beton - 24. dub 2021	Datum:	24.04.2021
Dílčí projekt / pozice č.:			

## 5 Kombinace zatížení tah/smyk (EN 1992-4, oddíl 7.2.3)

Selhání oceli

$\beta_N$	$\beta_V$	$\alpha$	Využití $\beta_{N,V}$ [%]	Stav
0,088	0,083	2,000	2	OK

$$\beta_N^\alpha + \beta_V^\alpha \leq 1,0$$

Porušení betonu

$\beta_N$	$\beta_V$	$\alpha$	Využití $\beta_{N,V}$ [%]	Stav
0,372	0,524	1,500	61	OK

$$\beta_N^\alpha + \beta_V^\alpha \leq 1,0$$

## 6 Posuny (nejvíce zatížená kotva)

Krátkodobé teplotní zatížení:

$N_{Sk}$	=	6,319 [kN]	$\delta_N$	=	0,1006 [mm]
$V_{Sk}$	=	7,146 [kN]	$\delta_V$	=	0,2858 [mm]
			$\delta_{NV}$	=	0,3030 [mm]

Dlouhodobé teplotní zatížení:

$N_{Sk}$	=	6,319 [kN]	$\delta_N$	=	0,2112 [mm]
$V_{Sk}$	=	7,146 [kN]	$\delta_V$	=	0,4288 [mm]
			$\delta_{NV}$	=	0,4780 [mm]

Poznámka: Posuny vlivem tahové síly jsou platné při poloviční hodnotě předepsaného utahovacího momentu pro bez trhlin beton! Smykové posuny jsou platné za předpokladu žádného tření mezi betonem a kotevní deskou! Mezery mezi kotvou a vrtaným kotevním otvorem a mezery mezi kotvou a otvorem v kotevní desce nejsou v tomto výpočtu zahrnuty!

Přípustné posuny kotev závisí na připevňované konstrukci a musejí být definovány projektantem!

## 7 Upozornění

- S přerozdělením zatížení na jednotlivé kotvy vlivem elastických deformací kotevní desky se neuvažuje. Předpokládá se natolik tuhá kotevní deska, u které při zatěžování nedochází k deformacím! Musí být zkontolováno, zda jsou vstupní data a výsledky v souladu s aktuálními podmínkami a zda jsou věrohodné!
- Posouzení přenosu zatížení do základního materiálu musí být provedeno podle EN 1992-4, Příloha A!
- Návrh je platný pouze když velikost otvorů pro kotvy v kotevní desce není větší než velikosti uvedené v EN 1992-4 tabulka 6.1! Pro větší kotevní otvory postupujte podle EN 1992-4 část 6.2.2!
- Seznam příslušenství v tomto protokolu slouží pouze jako informace uživateli. V každém případě je třeba dodržovat návod k použití dodávaný s výrobkem, aby byla zajištěna správná instalace.
- Pro stanovení  $\psi_{re,v}$  (selhání betonové okraje) se předpokládá  $c = 30$  mm betonové krytí vyztužení okraje
- Charakteristická odolnost spoje závisí na údržbě a životnosti (životnosti v letech): 100

**Upevnění je bezpečné!**



[www.hilti.cz](http://www.hilti.cz)

Společnost:  
Adresa:  
Telefon | fax: |  
Návrh: beton - 24. dub 2021  
Dílčí projekt / pozice č.:

Strana: 9  
Projektant:  
E-mail:  
Datum: 24.04.2021

## 8 Montážní pokyny

Kotevní deska, ocel: S 235;  $E = 210\,000,00\text{ N/mm}^2$ ;  $f_{yk} = 235,00\text{ N/mm}^2$

Profil: IPBi/HEA profil, IPBI 220 / HE 220 A; (V x Š x T x T) = 210,0 mm x 220,0 mm x 7,0 mm x 11,0 mm

Průměr otvoru v kotevní desce (přednastavení) :  $d_f = 22,0\text{ mm}$

Průměr otvoru v kotevní desce (průvleková montáž) :  $d_f = 24,0\text{ mm}$

Tloušťka kotevní desky (vstup): 20,0 mm

Doporučená tloušťka kotevní desky: nepočítána

Metoda vrtání: Vyvrtno příklepem

Čištění: čištění vyvrtného kotevního otvoru není požadováno.

Typ a velikost kotvy: HIT-HY 200-A + HIT-Z 100 Years M20

Číslo artiklu: 2018420 HIT-Z M20x215 (vložit) / 2022696 HIT-HY 200-A (chemická hmota)

Maximální utahovací moment: 150 Nm

Průměr otvoru v základním materiálu: 22,0 mm

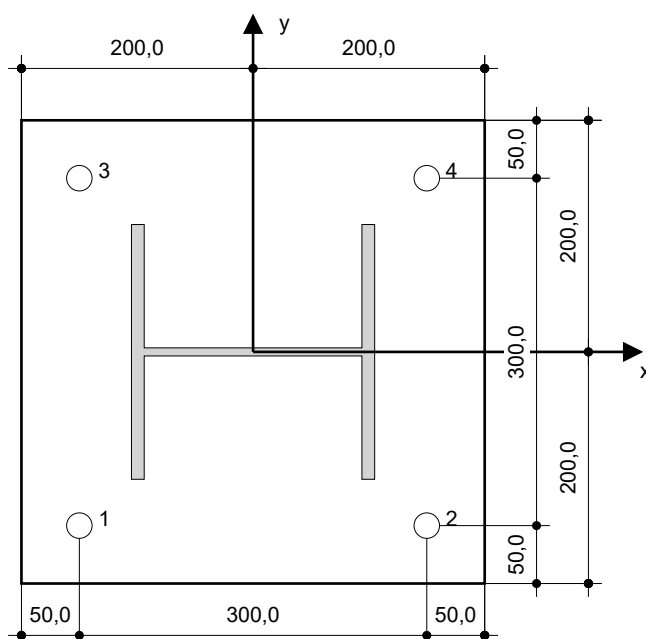
Hloubka kotevního otvoru v základním materiálu: 156,0 mm

Minimální tloušťka základního materiálu: 200,0 mm

Hilti HIT-Z chemická expanzní kotva bez nutnosti čištění s HIT-HY 200 lepicí hmota s 100 mm kotevní hloubka  $h_{ef}$ , M20, Galvanicky pozinkováno, Vrtání příklepem instalace podle ETA 12/0006

### 8.1 Doporučené příslušenství

Vrtání	Čištění	Osazení
<ul style="list-style-type: none"> <li>Vhodná pro vrtací kladivo</li> <li>Vrták správného průměru</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Příslušenství není požadováno</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Výtlačovací přístroj včetně vodící kazety a směšovače</li> <li>Momentový klíč</li> </ul>



#### Souřadnice kotev [mm]

Kotva	x	y	$c_{-x}$	$c_{+x}$	$c_{-y}$	$c_{+y}$
1	-150,0	-150,0	300,0	600,0	300,0	600,0
2	150,0	-150,0	600,0	300,0	300,0	600,0
3	-150,0	150,0	300,0	600,0	600,0	300,0
4	150,0	150,0	600,0	300,0	600,0	300,0

**www.hilti.cz**

---

Společnost:		Strana:	10
Adresa:		Projektant:	
Telefon I fax:		E-mail:	
Návrh:	beton - 24. dub 2021	Datum:	24.04.2021
Dílní projekt / pozice č.:			

---

## 9 Poznámky, požadavky na vaší kooperaci

- Veškeré informace a data obsažená v Softwaru se týkají výhradně použití výrobků Hilti a vycházejí ze zásad, předpisů a bezpečnostních nařízení v souladu s technickými směnicemi a provozními, montážními a instalačními pokyny společnosti Hilti, jimiž se uživatel musí striktně řídit. Veškerá čísla obsažená v Softwaru představují průměrné hodnoty, a proto je před použitím příslušného výrobku Hilti nutno provést testy pro jeho konkrétní použití. Výsledky výpočtů provedených pomocí Softwaru vycházejí především z vámi zadaných dat. Nesete proto výhradní odpovědnost za bezchybnost, úplnost a relevantnost zadávaných dat. Mimoto nesete výhradní odpovědnost za kontrolu výsledků vzešlých z výpočtů a za to, že si tyto výsledky před jejich použitím pro konkrétní zařízení necháte ověřit a schválit od odborníka, zejména co se týče souladu s příslušnými normami a povoleními. Software slouží pouze jako pomůcka pro interpretaci norem a povolení bez jakékoli záruky ohledně bezchybnosti, přesnosti a relevantnosti výsledků nebo vhodnosti pro konkrétní použití.
- Abyste předešli škodám, které by Software mohl způsobit, nebo omezili jejich rozsah, musíte přijmout veškerá nutná a přiměřená opatření. Obzvláště je třeba pravidelně zálohovat programy a data a v případě potřeby provádět aktualizace Softwaru, které společnost Hilti pravidelně nabízí. Nepoužíváte-li funkci AutoUpdate, která je součástí Softwaru, je nutné zajistit aktuálnost vámi používané verze Softwaru ručními aktualizacemi prostřednictvím internetových stránek společnosti Hilti. Společnost Hilti nenese žádnou zodpovědnost za důsledky vzešlé z vámi zaviněného porušení povinností, jako je například nutnost obnovy ztracených či poškozených dat nebo programů.