

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE  
FAKULTA STAVEBNÍ

Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí



**BAKALÁŘSKÁ  
PRÁCE**

**OCELOVÁ KONSTRUKCE SKLADIŠTNÍ HALY  
PŘÍLOHY**

Vypracoval:  
Vedoucí práce:

Lukáš Hozman  
doc. Ing. Michal Jandera, Ph.D.

## SEZNAM PŘÍLOH

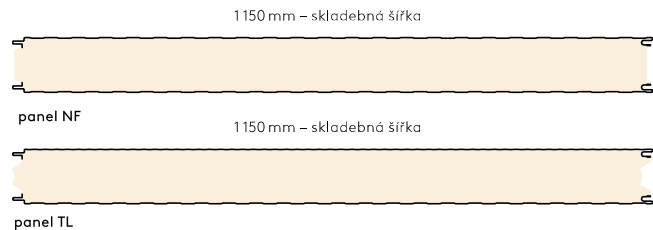
Příloha č. 1 – Tabulky únosnosti (technické listy).....	3
Příloha č. 2 – Report Scia Engineer (deformace a vnitřní síly).....	7
Příloha č. 3 – LTBeamN (stanovení kritického momentu).....	45
Příloha č. 4 – Hilti (návrh kotev).....	109

## KS1000/1150 NF/TL 120

## Stěnové panely s jádrem IPN/QuadCore®

## Stěnový panel KS1000/1150 NF/TL 120

plech vnější/vnitřní: **0,6/0,4 mm**  
 profilace vnější/vnitřní: **M (Micro)/Q (Minibox)**  
 S280GD podle ČSN EN 14509  
 platí pro panely NF dodávané z výrobního závodu  
 v Hradci Králové, Kingspan Česká republika



SÁNÍ										
systém	barevná skupina	charakteristické proměnné zatížení								
		0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	[kN/m <sup>2</sup> ]
prostý nosník ▲	I.	10,40	7,36	6,01	5,20	4,65	4,25	3,93	3,68	význam hodnot v tabulce: <b>X,XX</b> max. rozpon [m]  maximální přípustná deformace: – L/100 (dle ČSN EN 14509) kde L je vzdálenost mezi podporami
	II.	10,40	7,36	6,01	5,20	4,65	4,25	3,93	3,68	
	III.	10,18	7,36	6,01	5,20	4,65	4,25	3,93	3,68	
spojitý nosník o 2 polích ▲▲	I.	10,40	7,36	6,01	5,20	4,62	3,87	3,34	2,95	
	II.	10,40	7,36	6,01	5,20	4,49	3,75	3,23	2,85	
	III.	10,20	7,36	6,01	5,20	4,29	3,57	3,07	2,70	
spojitý nosník o 3 polích ▲▲▲	I.	10,40	7,36	6,01	5,20	4,65	4,25	3,79	3,32	
	II.	10,40	7,36	6,01	5,20	4,65	4,25	3,74	3,26	
	III.	10,40	7,36	6,01	5,20	4,65	4,25	3,65	3,18	

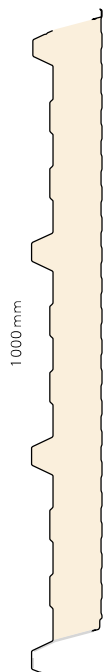
TLAK										
systém	barevná skupina	charakteristické proměnné zatížení								
		0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	[kN/m <sup>2</sup> ]
prostý nosník ▲	I., II., III.	40 11,34	40 9,12	53 7,72	65 6,69	76 5,98	85 5,46	94 5,06	102 4,73	význam hodnot v tabulce: <b>AAA</b> min. šířka krajní podpory [mm] <b>X,XX</b> max. rozpon [m] <b>BBB</b> min. šířka střední podpory [mm]  maximální přípustná deformace: – L/100 (dle ČSN EN 14509) kde L je vzdálenost mezi podporami
spojitý nosník o 2 polích ▲▲	I.	40 8,28	40 6,38	40 5,53	43 5,02	53 4,67	64 4,40	73 4,17	82 3,97	
	II.	40 8,28	40 6,38	40 5,53	43 5,02	53 4,67	64 4,40	73 4,17	82 3,97	
	III.	40 8,28	40 6,38	40 5,53	43 5,02	53 4,67	64 4,40	73 4,17	82 3,97	
spojitý nosník o 3 polích ▲▲▲	I.	40 10,83	40 7,78	40 6,43	51 5,63	61 5,09	70 4,70	78 4,39	87 4,14	
	II.	40 10,83	40 7,78	40 6,43	51 5,63	61 5,09	70 4,70	78 4,39	87 4,14	
	III.	40 10,83	40 7,78	40 6,43	51 5,63	61 5,09	70 4,70	78 4,39	87 4,14	

Minimální šířka krajní podpory je 40 mm, minimální šířka střední podpory je 60 mm, nevyplyvá-li z tabulek pro zatížení v tlaku šířka větší.

Tabulka platí pro běžná proměnná klimatická zatížení (typicky zatížení větrem dle ČSN EN 1991-1-4). Pro jiné typy profilací, jiné tloušťky povrchových plechů a pro jiné požadavky zatížení (dlouhodobá zatížení, zatížení stálým teplotním gradientem s chlazením apod.) kontaktujte technické oddělení pro konkrétní statické posouzení. Výpočty jsou provedeny v souladu s ČSN EN 14509. Hodnoty mezních zatížení uvedené v tabulkách porovnávejte s charakteristickými hodnotami zatížení. Možné chyby a opomenutí vyhrazeny. Mějte prosím na paměti, že tato tabulka nenahrazuje statický výpočet.

# Střešní panel KS1000 RW 100

## Tabulky únosnosti



### Střešní panel KS1000 RW 100

plech vnější/vnitřní: 0,5/0,4 mm  
 profiline vnější/vnitřní: trapez 35 mm/Q (minibox)  
 S320GD/S280GD podle ČSN EN 14509  
 platí pro panely RW dodávané z výrobního závodu v Hradci Králové, Kingspan Česká republika

#### TLAK

systém	barevná skupina	charakteristické proměnné zatížení sněhem [kN/m <sup>2</sup> ]																			
		0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	4,25	4,50	4,75	5,00
prostý nosník ▲▲▲▲▲	I., II., III.	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
	6,69	5,69	5,06	4,35	3,68	3,16	2,74	2,40	2,12	1,89	1,71	1,56	1,44	1,34	1,26	1,18	1,12	1,07	1,02	0,99	0,99
spojitý nosník o 2 polích ▲▲▲▲▲	I., II., III.	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
	6,76	4,76	3,77	3,16	2,76	2,46	2,24	2,06	1,92	1,80	1,70	1,56	1,44	1,34	1,26	1,18	1,12	1,07	1,02	0,99	0,99
spojitý nosník o 3 polích ▲▲▲▲▲	I., II., III.	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
	7,64	5,35	4,21	3,52	3,06	2,73	2,48	2,28	2,12	1,89	1,71	1,56	1,44	1,34	1,26	1,18	1,12	1,07	1,02	0,99	0,99

#### SÁNÍ

systém	barevná skupina	charakteristické proměnné zatížení sání větru [kN/m <sup>2</sup> ]																			
		0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	4,25	4,50	4,75	5,00
prostý nosník ▲▲▲▲▲	I.	6,84	6,84	5,96	5,16	4,59	4,18	3,86	3,60	3,40	3,22	3,05	2,90	2,77	2,65	2,54	2,44	2,35	2,27	2,20	2,13
	II.	6,84	6,77	5,69	5,04	4,58	4,17	3,86	3,60	3,40	3,22	3,05	2,90	2,77	2,65	2,54	2,44	2,35	2,27	2,20	2,13
	III.	6,75	5,69	5,11	4,70	4,31	3,99	3,74	3,52	3,34	3,18	3,04	2,90	2,77	2,65	2,54	2,44	2,35	2,27	2,20	2,13
spojitý nosník o 2 polích ▲▲▲▲▲	I.	9,60	7,16	5,01	3,94	3,31	2,88	2,56	2,32	2,13	1,98	1,85	1,74	1,64	1,56	1,49	1,42	1,37	1,32	1,27	1,23
	II.	9,60	6,78	4,72	3,72	3,13	2,73	2,44	2,22	2,04	1,90	1,78	1,67	1,59	1,51	1,44	1,38	1,33	1,28	1,24	1,20
	III.	9,60	6,16	4,28	3,39	2,86	2,51	2,26	2,06	1,91	1,78	1,67	1,58	1,50	1,44	1,38	1,32	1,27	1,23	1,19	1,15
spojitý nosník o 3 polích ▲▲▲▲▲	I.	10,76	7,60	5,81	4,53	3,76	3,24	2,86	2,57	2,35	2,17	2,02	1,90	1,79	1,70	1,62	1,54	1,48	1,42	1,37	1,33
	II.	10,76	7,59	5,60	4,36	3,62	3,12	2,76	2,48	2,27	2,10	1,96	1,84	1,74	1,65	1,57	1,50	1,44	1,39	1,34	1,30
	III.	10,76	7,60	5,28	4,11	3,40	2,93	2,60	2,34	2,15	1,99	1,86	1,75	1,66	1,58	1,50	1,44	1,39	1,34	1,29	1,25

Minimální šířka krajní podpory je 40 mm, minimální šířka střední podpory je 60 mm, nevyplyvá-li z tabulek zatížení v tlaku šířka větší.  
 Tabulka platí pro běžná proměnná klimatická zatížení. Při jiných požadavcích (dlouhodobá zatížení, teplotní zatížení v chladných epod.) je třeba provést zvláštní výpočet.  
 Výpočty jsou provedeny v souladu s ČSN EN 14509. Hodnoty mezních zatížení uvedené v tabulkách porovnávejte s charakteristickými hodnotami zatížení.  
 Výpočty berou v úvahu vlastní hmotnost panelu. Možné chyby a opomenutí vyhrazeny. Mějte prosím na paměti, že tato tabulka nenahrazuje statický výpočet.

#### význam hodnot v tabulce:

A44	min. šířka krajní podpory [mm]
X, XX	max. rozpon [m]
BBB	min. šířka střední podpory [mm]

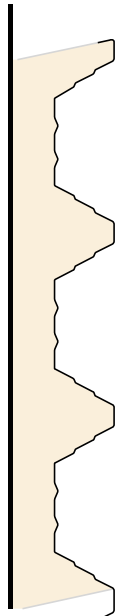
#### Přípustná deformace:

- pro krátkodobé zatížení L/200
  - pro dlouhodobá zatížení L/100
- kde L je vzdálenost mezi podporami

# Střešní panel KS1000 X-DEK XG/XM 140

## Tabulky únosnosti

1000 mm – skladebná šířka



### Střešní panel KS1000 X-DEK XG/XM 140

plech vnější/vnitřní: ~0,9 mm

profilace a povrch vnější/vnitřní: 1,2 nebo 1,5 mm PVC fólie (XM),

0,45 mm skleněná tkanina (XG)/trapéz 108 mm

podle ČSN EN 14509

platí pro panely X-DEK XG/XM dodávané z výrobního závodu v Lipsku, Kingspan Polsko

		TLAK									
		rozpón [m]									
systém		barevná skupina									
		3,00	3,50	4,00	4,50	5,00	5,50	6,00	6,50	7,00	
prostý nosník ▲▲	I., II., III.	60	60	60	60	60	60	60	60	60	40
		4,46	3,28	2,50	1,93	1,38	1,02	0,76	0,58	0,45	
spojitý nosník o více polích ▲▲▲▲	I., II., III.	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
		2,62	2,24	1,95	1,73	1,55	1,41	1,23	1,04	0,89	120
		SÁNÍ									
		rozpón [m]									
systém		barevná skupina									
		3,00	3,50	4,00	4,50	5,00	5,50	6,00	6,50	7,00	
prostý nosník ▲▲	I., II., III.	3,93	2,87	2,19	1,64	1,17	0,86	0,64	0,48	0,37	
		1,74	1,48	1,29	1,14	1,03	0,93	0,82	0,69	0,59	
spojitý nosník o více polích ▲▲▲▲	I., II., III.										

N – hodnota nespécifikována.

Tabulka platí pro běžná proměnná klimatická zatížení (venkovní teplota: 2 skupina = +65°C/-20°C léto/zima, vnitřní teplota: +20°C).

Při jiných požadavcích (dlouhodobá zatížení, teplotní zatížení v chladných apod.) je třeba provést zvláštní výpočet.

**V případě uložení jako spojitý nosník je s ohledem na tuhost panelu nutné dodržet limit rovinnosti podkladní konstrukce L/600**, kde L je vzdálenost mezi sousedními podporami.

Výpočty jsou provedeny v souladu s ČSN EN 14509. Hodnoty mezních zatížení uvedené v tabulkách porovnávejte s charakteristickými hodnotami zatížení.

Výpočty berou v úvahu vlastní hmotnost panelů. Možné chyby a opomenutí vyhrazeny. Májte prosím na paměti, že tato tabulka nenahrazuje statický výpočet.

význam hodnot v tabulce:

AAA	min. šířka krajní podpory [mm]
X, XX	mezní zatížení [kN/m <sup>2</sup> ]
BBB	min. šířka střední podpory [mm]

maximální přípustná deformace:

- L/200  
kde „L“ je vzdálenost mezi podporami



## 1. Deformace

### 1.1. 1D deformace; $u_x$

Hodnoty:  $u_x$

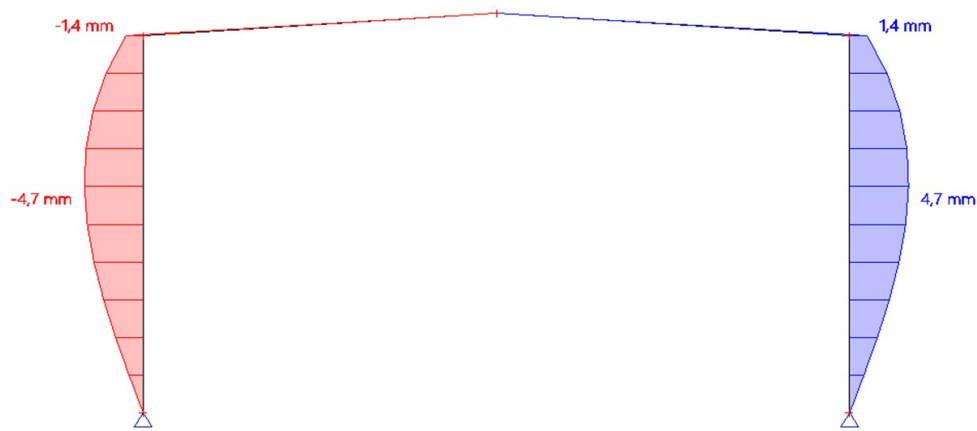
Lineární výpočet

Kombinace: MSP KZS1

Souřadný systém: Globální

Extrém 1D: Dílec

Výběr: Vše



### 1.2. 1D deformace; $u_x$

Hodnoty:  $u_x$

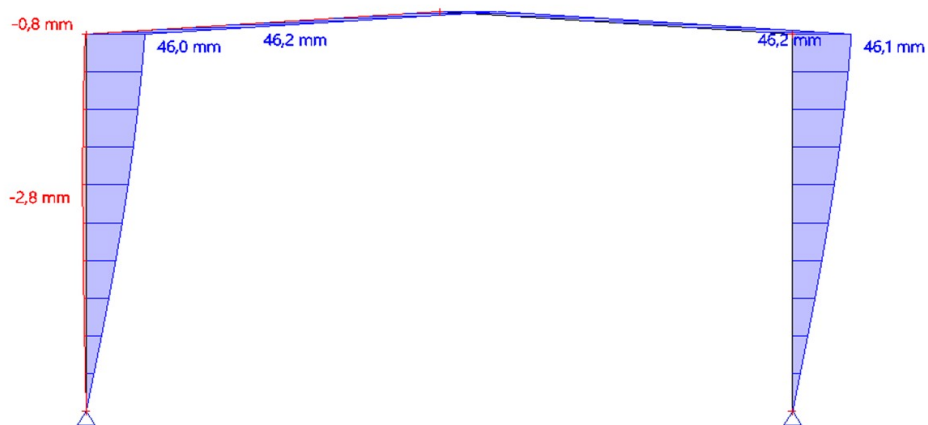
Lineární výpočet

Kombinace: MSP KZS3

Souřadný systém: Globální

Extrém 1D: Dílec

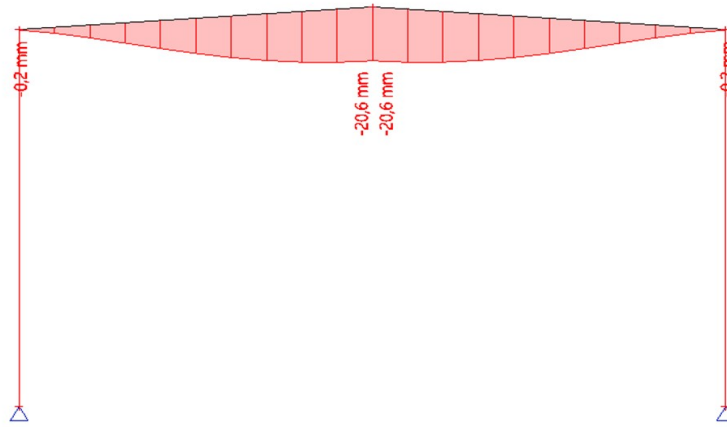
Výběr: Vše



Studentská verze

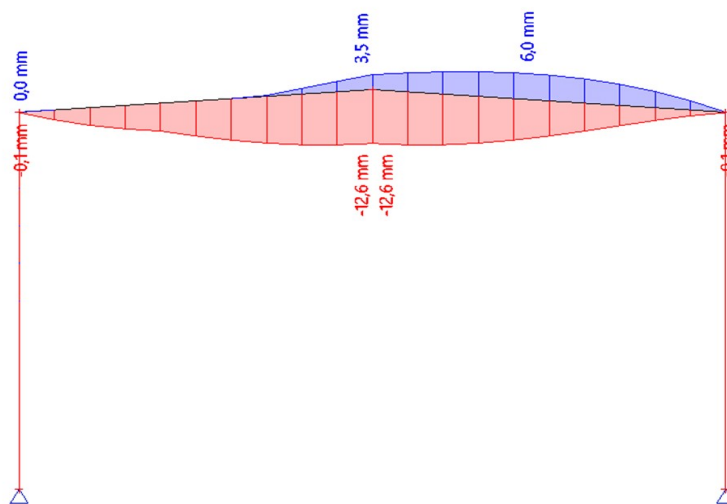
### 1.3. 1D deformace; $u_z$

Hodnoty:  $u_z$   
Lineární výpočet  
Kombinace: MSP KZS1  
Souřadný systém: Globální  
Extrém 1D: Dílec  
Výběr: Vše



### 1.4. 1D deformace; $u_z$

Hodnoty:  $u_z$   
Lineární výpočet  
Kombinace: MSP KZS3  
Souřadný systém: Globální  
Extrém 1D: Dílec  
Výběr: Vše

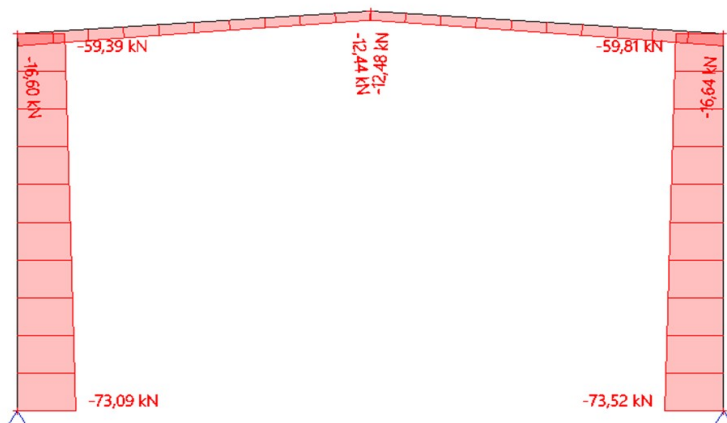




## 2. Vnitřní síly

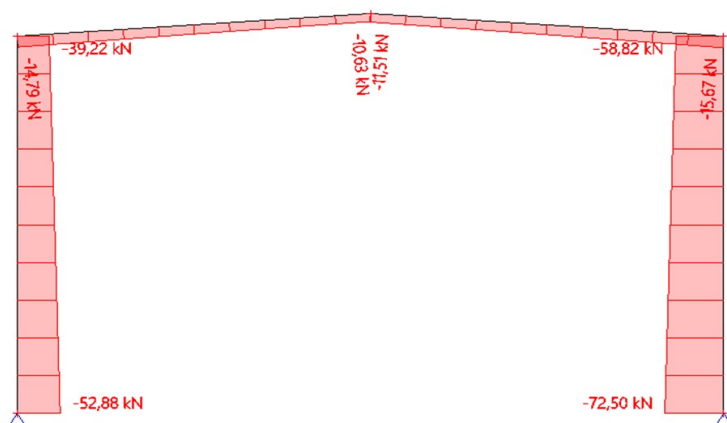
### 2.1. 1D vnitřní síly; N

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



### 2.2. 1D vnitřní síly; N

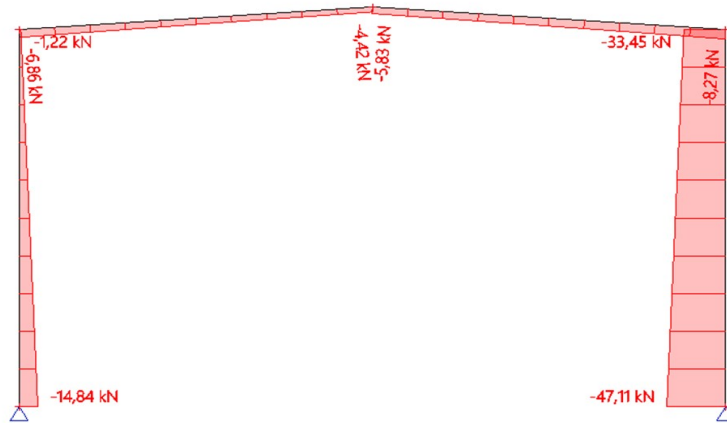
Hodnoty: N  
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NC2  
Souřadný systém: Dílec  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: Vše



Studentská verze

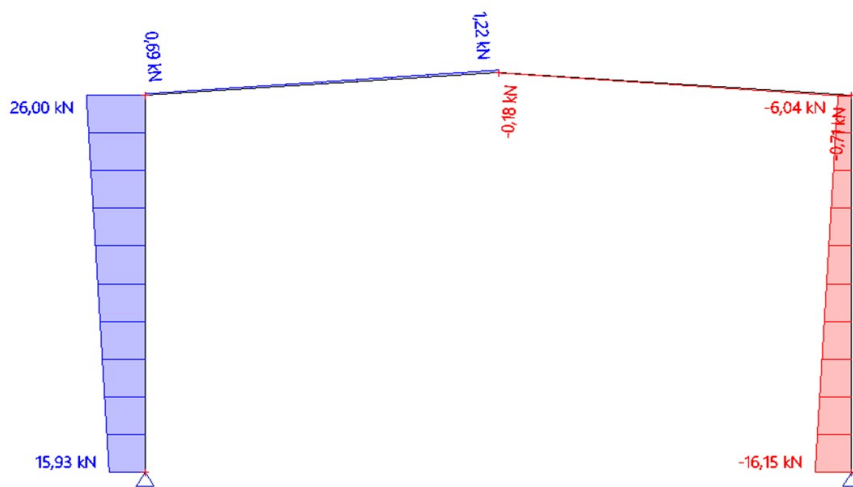
### 2.3. 1D vnitřní síly; N

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



### 2.4. 1D vnitřní síly; N

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



## 2.5. 1D vnitřní síly; N

Hodnoty: N

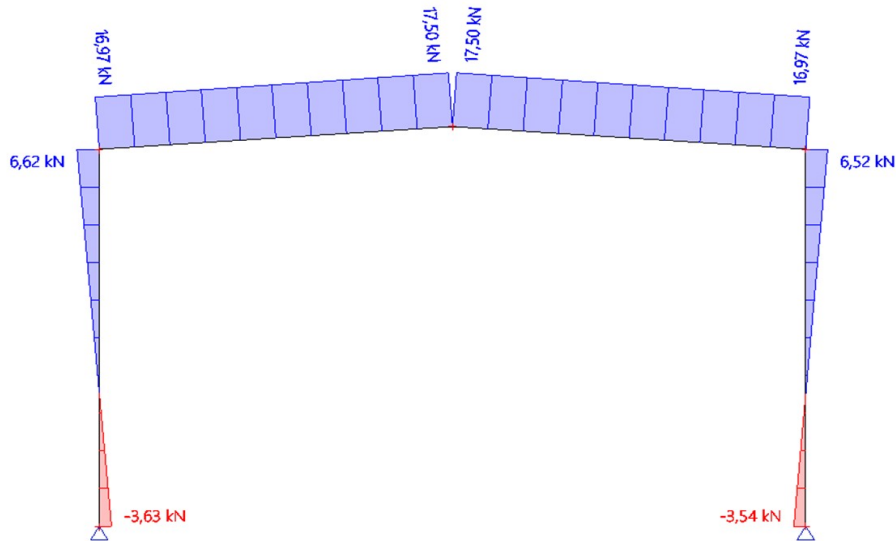
Nelineární výpočet

Nelineární kombinace: NC5

Souřadný systém: Dílec

Extrém 1D: Lokální

Výběr: Vše



## 2.6. 1D vnitřní síly; V<sub>z</sub>

Hodnoty: V<sub>z</sub>

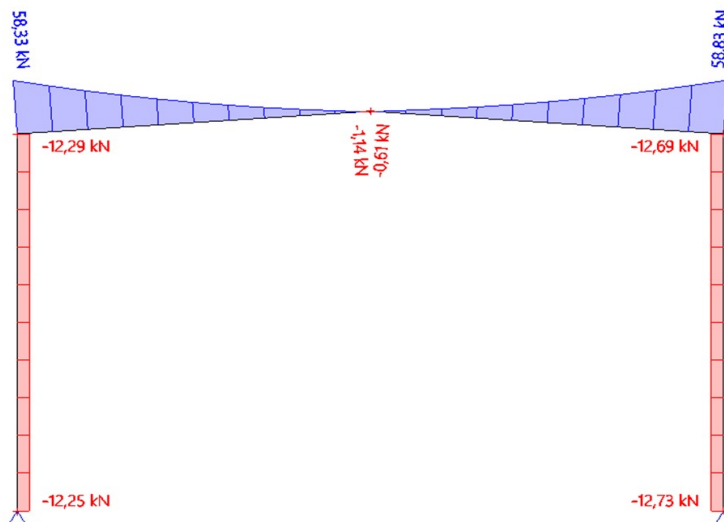
Nelineární výpočet

Nelineární kombinace: NC1

Souřadný systém: Dílec

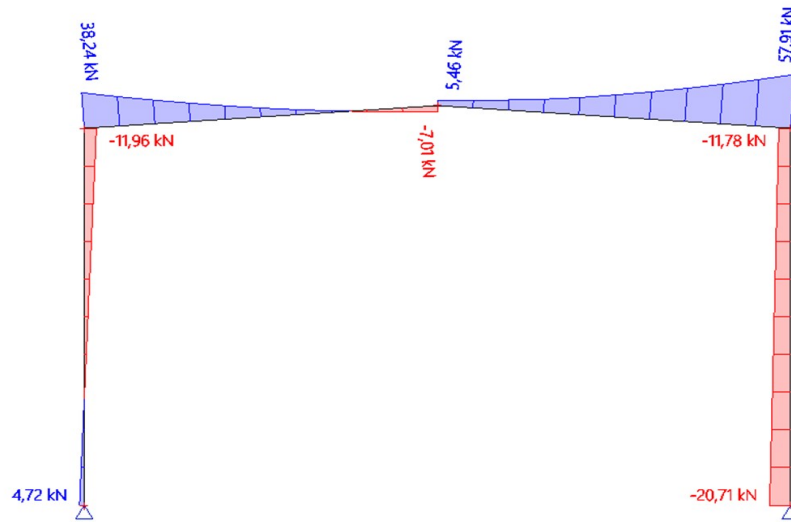
Extrém 1D: Lokální

Výběr: Vše



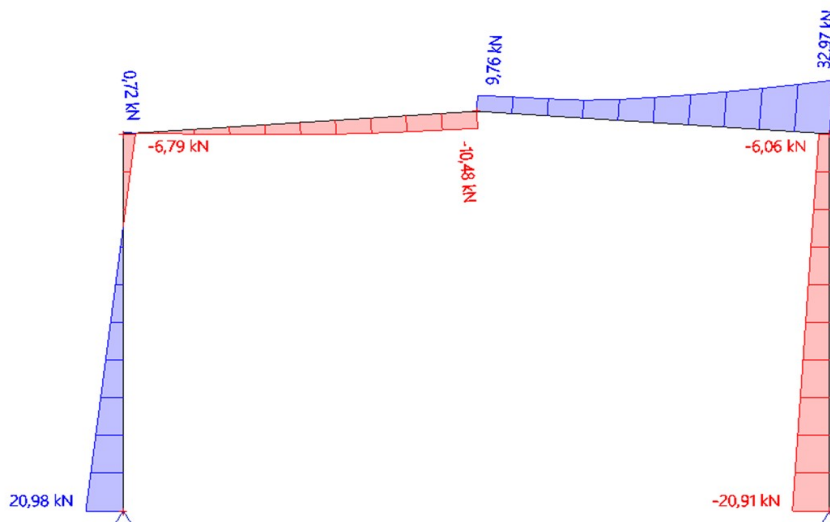
## 2.7. 1D vnitřní síly; V\_z

Hodnoty: V<sub>z</sub>  
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NC2  
Souřadný systém: Dílec  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: Vše



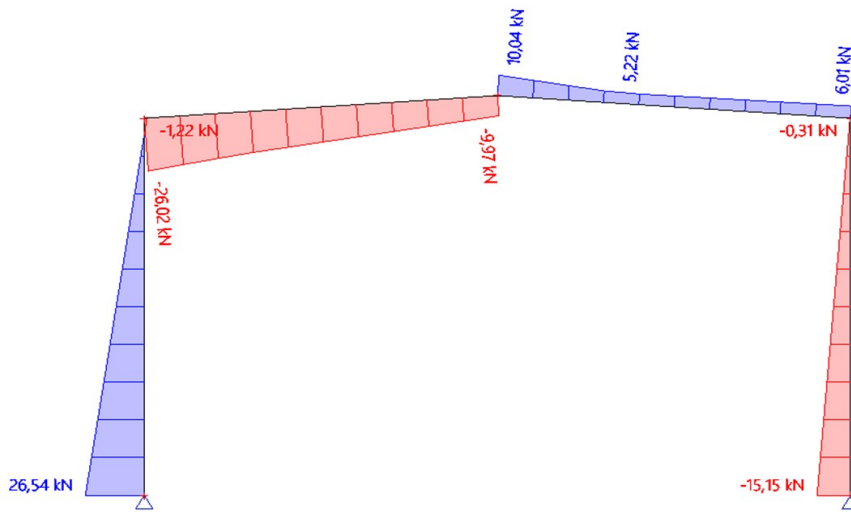
## 2.8. 1D vnitřní síly; V\_z

Hodnoty: V<sub>z</sub>  
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NC3  
Souřadný systém: Dílec  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: Vše



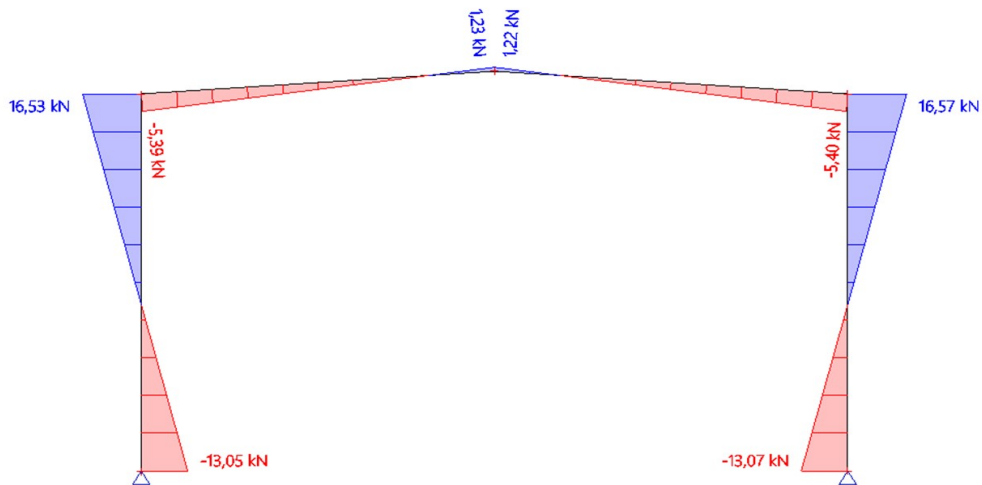
## 2.9. 1D vnitřní síly; V\_z

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



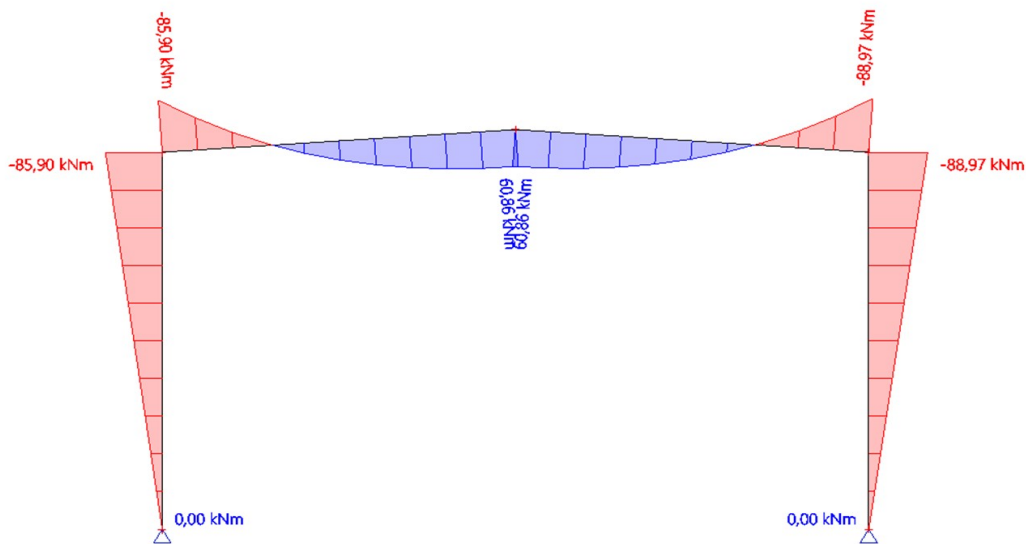
## 2.10. 1D vnitřní síly; V\_z

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



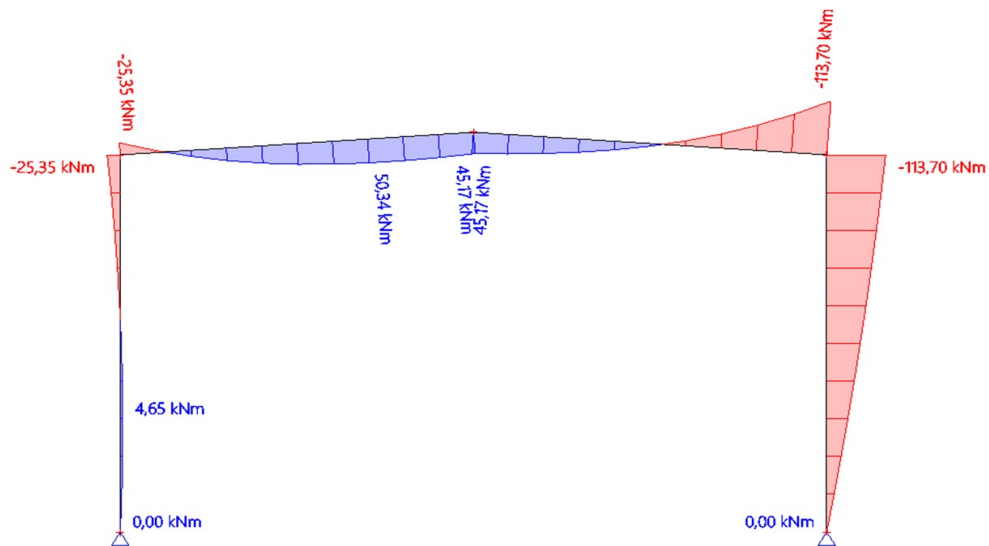
## 2.11. 1D vnitřní síly; M<sub>y</sub>

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



## 2.12. 1D vnitřní síly; M<sub>y</sub>

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



### 2.13. 1D vnitřní síly; M<sub>y</sub>

Hodnoty: M<sub>y</sub>

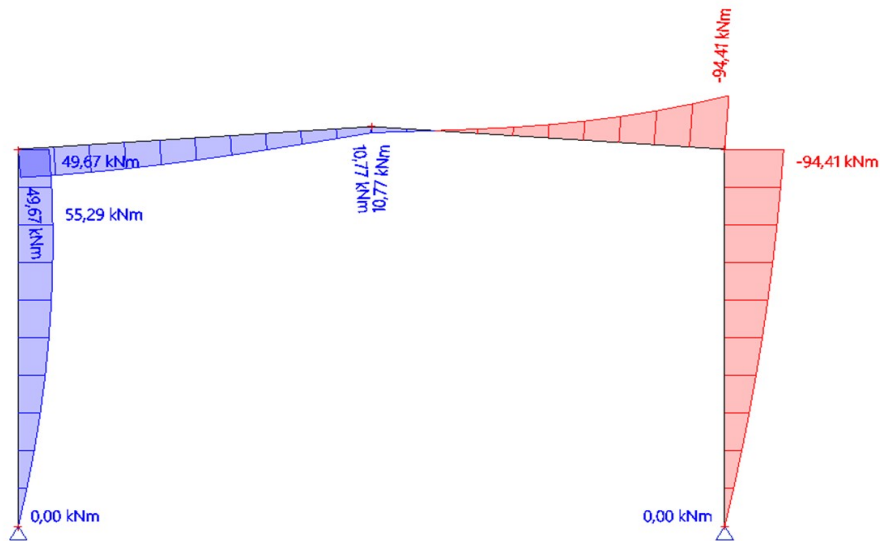
Nelineární výpočet

Nelineární kombinace: NC3

Souřadný systém: Dílec

Extrém 1D: Lokální

Výběr: Vše



### 2.14. 1D vnitřní síly; M<sub>y</sub>

Hodnoty: M<sub>y</sub>

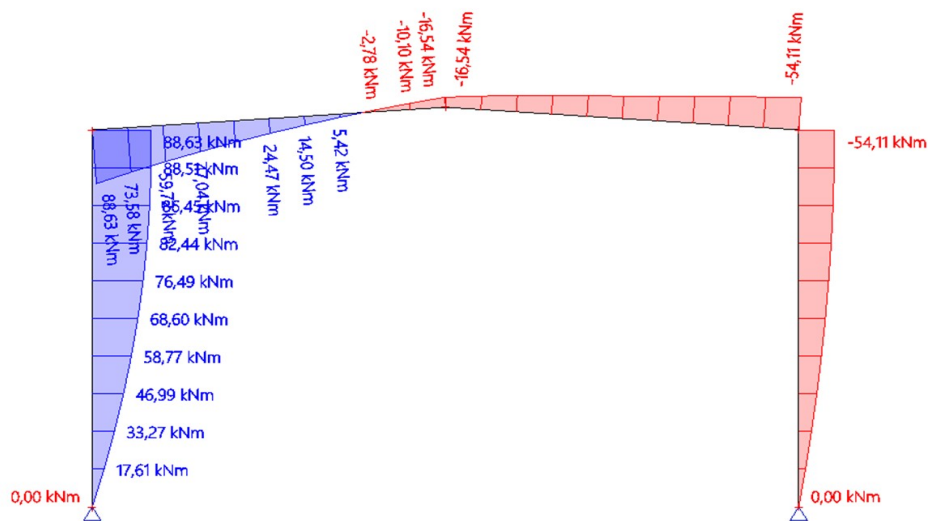
Nelineární výpočet

Nelineární kombinace: NC4

Souřadný systém: Dílec

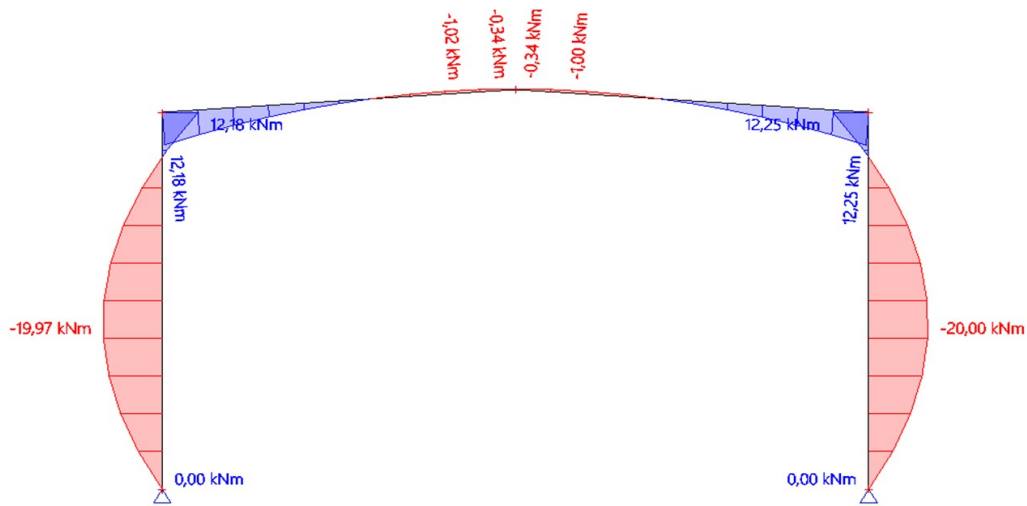
Extrém 1D: Lokální

Výběr: Vše



## 2.15. 1D vnitřní síly; M<sub>y</sub>

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



Studentská verze

Studentská verze



## 1. Deformace

### 1.1. 1D deformace; $u_x$

Hodnoty:  $u_x$

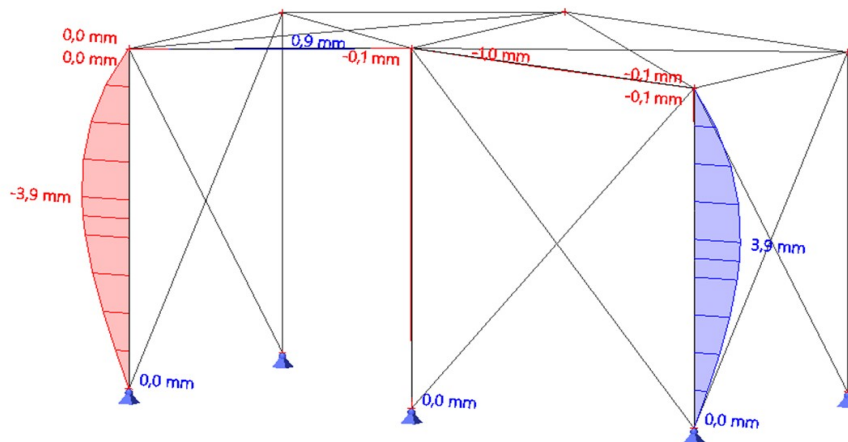
Lineární výpočet

Kombinace: MSP KZS1

Souřadný systém: Globální

Extrém 1D: Lokální

Výběr: B1..B4, B9



### 1.2. 1D deformace; $u_x$

Hodnoty:  $u_x$

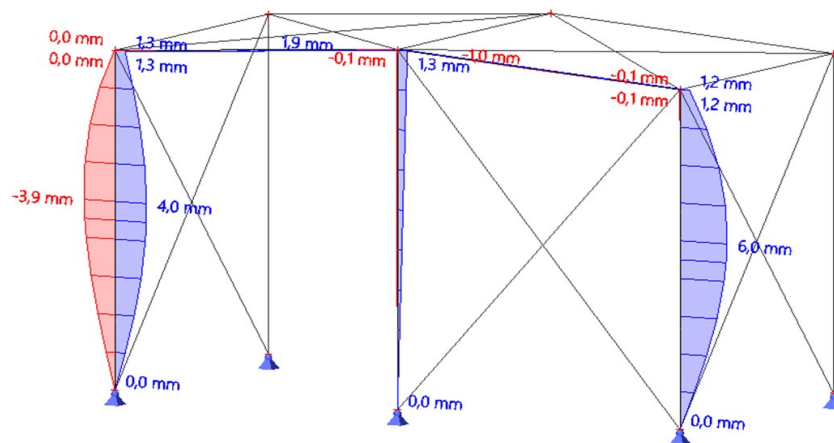
Lineární výpočet

Kombinace: MSP KZS2

Souřadný systém: Globální

Extrém 1D: Lokální

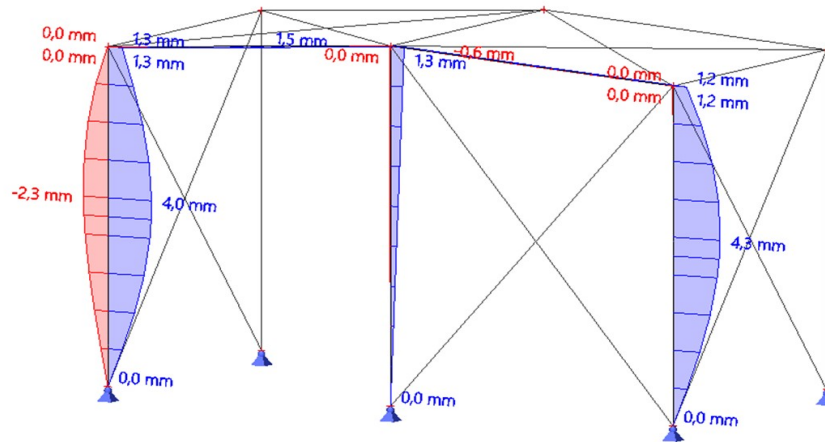
Výběr: B1..B4, B9



Studentská verze

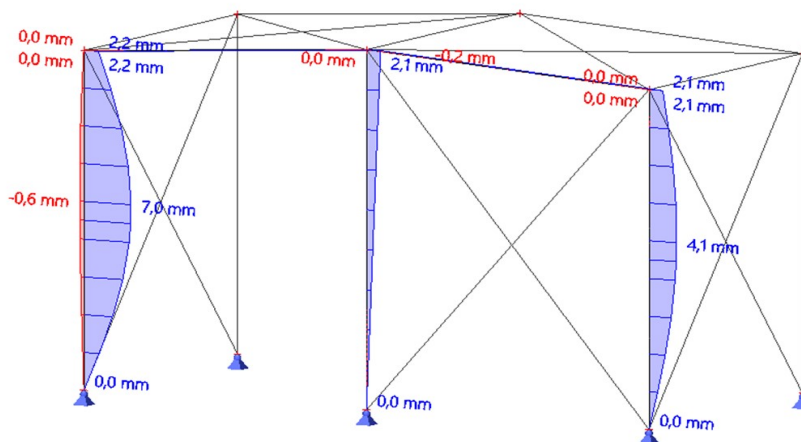
### 1.3. 1D deformace; $u_x$

Hodnoty:  $u_x$   
Lineární výpočet  
Kombinace: MSP KZS3  
Souřadný systém: Globální  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: B1..B4, B9



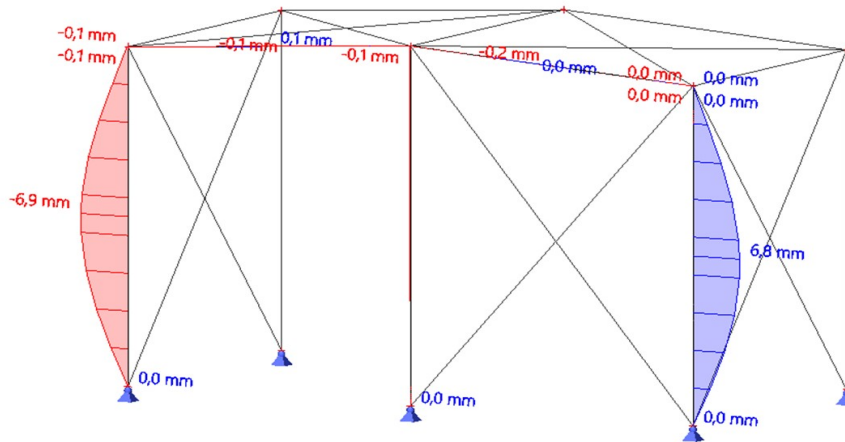
### 1.4. 1D deformace; $u_x$

Hodnoty:  $u_x$   
Lineární výpočet  
Kombinace: MSP KZS4  
Souřadný systém: Globální  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: B1..B4, B9



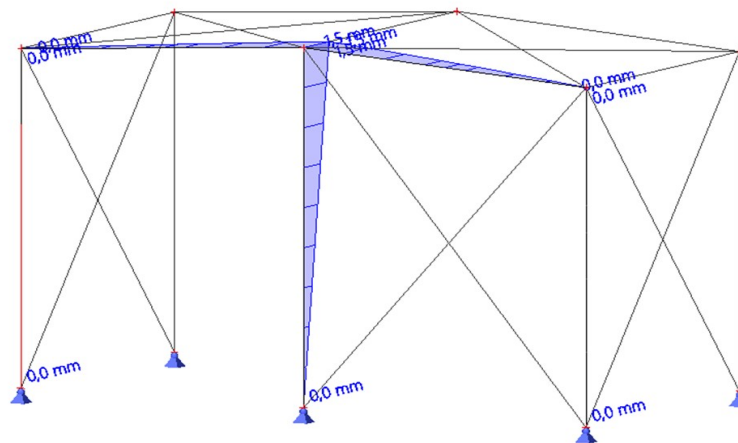
### 1.5. 1D deformace; $u_x$

Hodnoty:  $u_x$   
Lineární výpočet  
Kombinace: MSP KZS5  
Souřadný systém: Globální  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: B1..B4, B9



### 1.6. 1D deformace; $u_y$

Hodnoty:  $u_y$   
Lineární výpočet  
Kombinace: MSP KZS1  
Souřadný systém: Globální  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: B1..B4, B9



## 1.7. 1D deformace; $u_y$

Hodnoty:  $u_y$

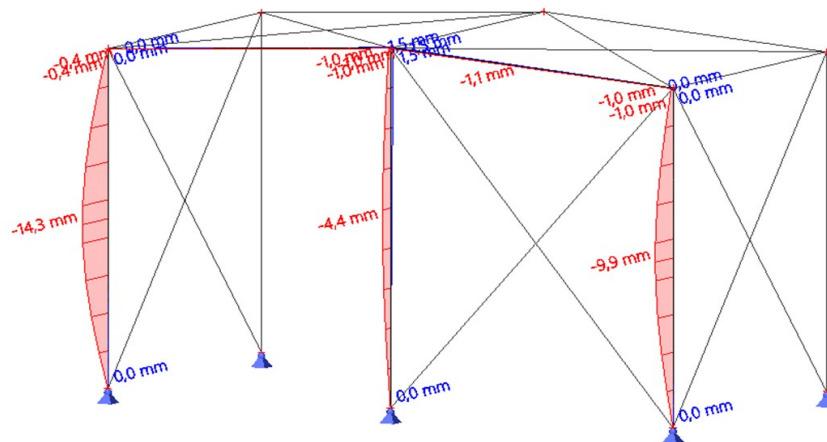
Lineární výpočet

Kombinace: MSP KZS2

Souřadný systém: Globální

Extrém 1D: Lokální

Výběr: B1..B4, B9



## 1.8. 1D deformace; $u_y$

Hodnoty:  $u_y$

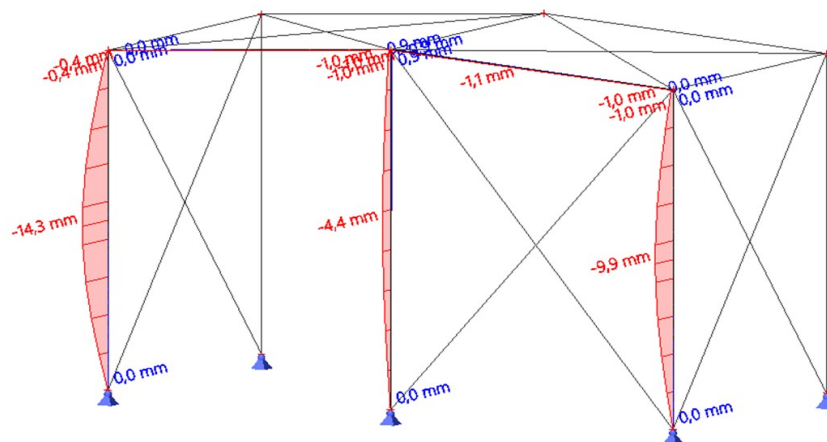
Lineární výpočet

Kombinace: MSP KZS3

Souřadný systém: Globální

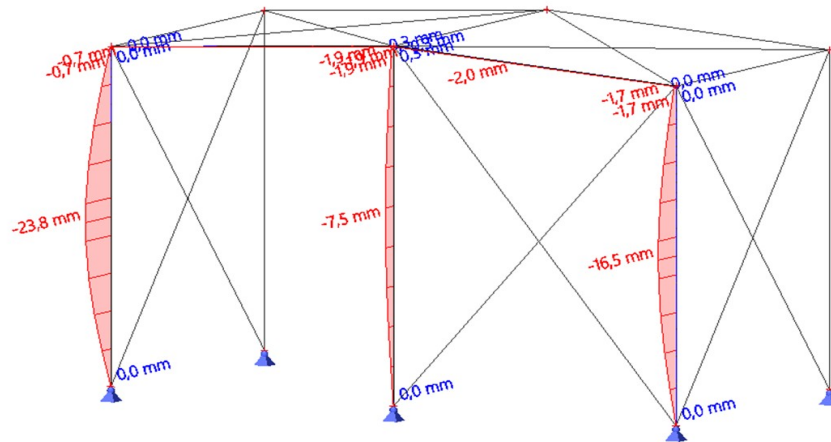
Extrém 1D: Lokální

Výběr: B1..B4, B9



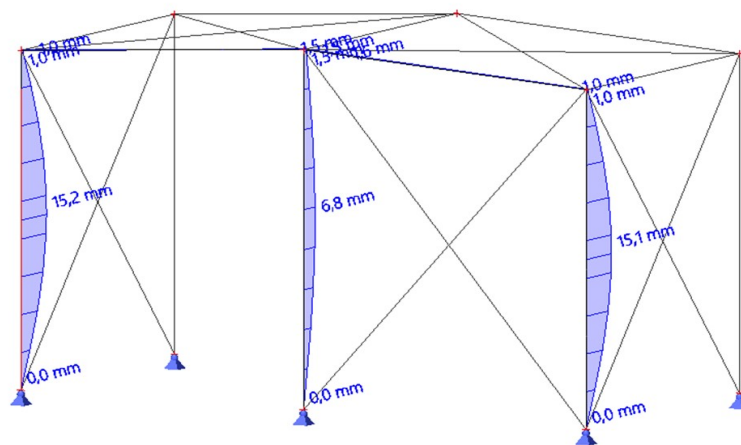
### 1.9. 1D deformace; $u_y$

Hodnoty:  $u_y$   
Lineární výpočet  
Kombinace: MSP KZS4  
Souřadný systém: Globální  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: B1..B4, B9



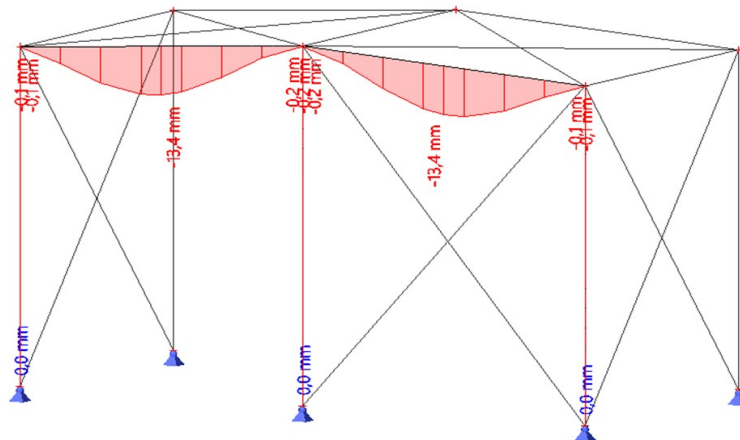
### 1.10. 1D deformace; $u_y$

Hodnoty:  $u_y$   
Lineární výpočet  
Kombinace: MSP KZS5  
Souřadný systém: Globální  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: B1..B4, B9



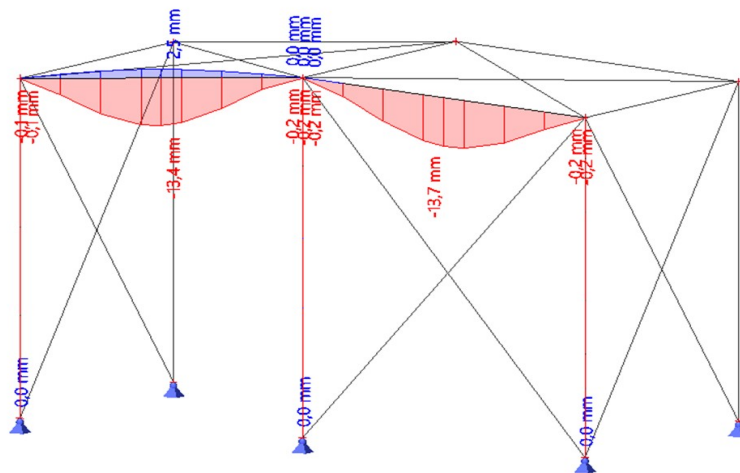
### 1.11. 1D deformace; $u_z$

Hodnoty:  $u_z$   
Lineární výpočet  
Kombinace: MSP KZS1  
Souřadný systém: Globální  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: B1..B4, B9



### 1.12. 1D deformace; $u_z$

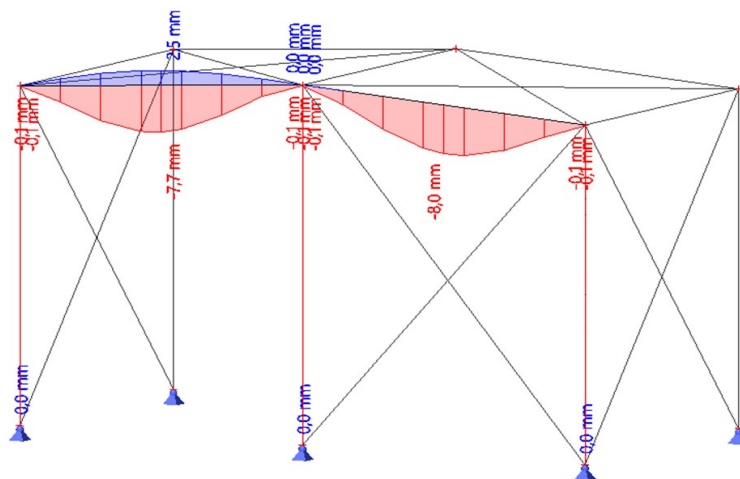
Hodnoty:  $u_z$   
Lineární výpočet  
Kombinace: MSP KZS2  
Souřadný systém: Globální  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: B1..B4, B9



Studentská verze

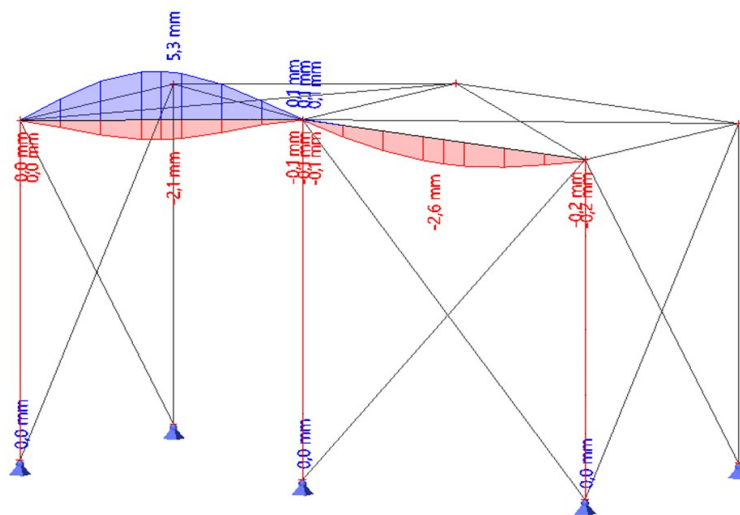
### 1.13. 1D deformace; $u_z$

Hodnoty:  $u_z$   
Lineární výpočet  
Kombinace: MSP KZS3  
Souřadný systém: Globální  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: B1..B4, B9



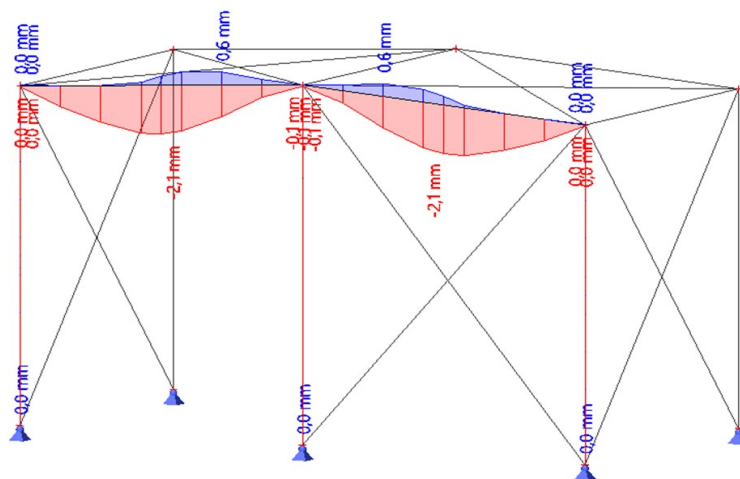
### 1.14. 1D deformace; $u_z$

Hodnoty:  $u_z$   
Lineární výpočet  
Kombinace: MSP KZS4  
Souřadný systém: Globální  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: B1..B4, B9



### 1.15. 1D deformace; $u_z$

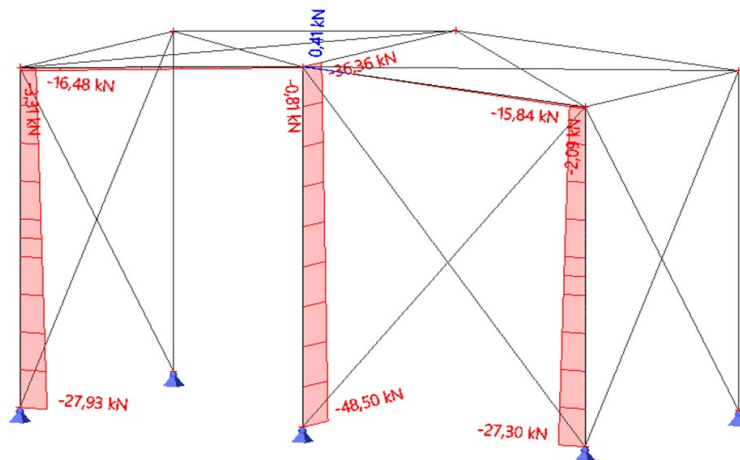
Hodnoty:  $u_z$   
Lineární výpočet  
Kombinace: MSP KZS5  
Souřadný systém: Globalní  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: B1..B4, B9



## 2. Vnitřní síly

### 2.1. 1D vnitřní síly; N

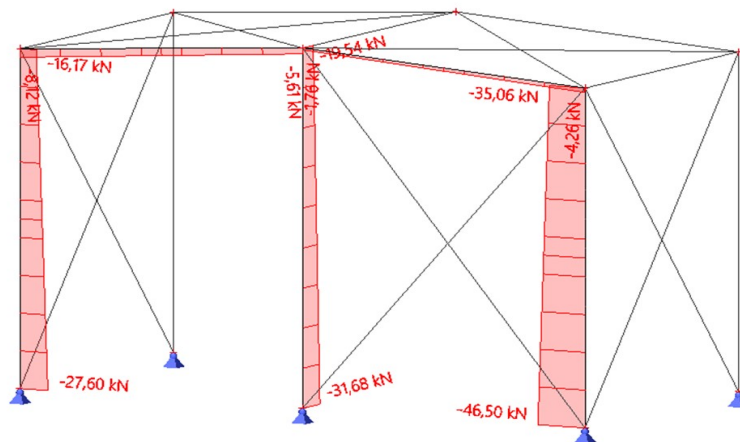
Hodnoty: N  
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NC1  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: B1..B4, B9





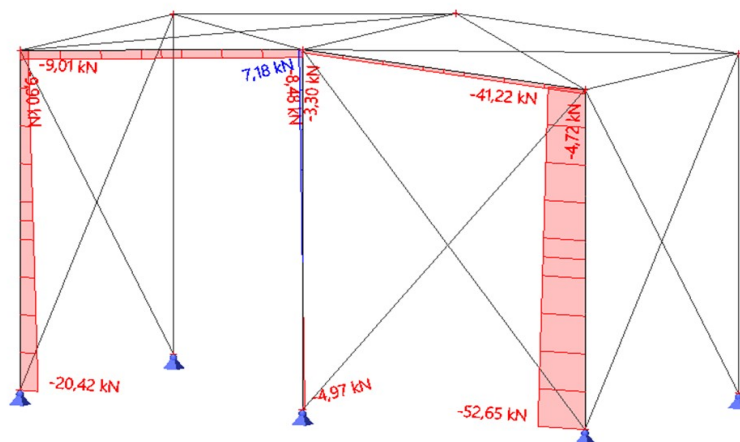
## 2.2. 1D vnitřní síly; N

Hodnoty: N  
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NC2  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: B1..B4, B9



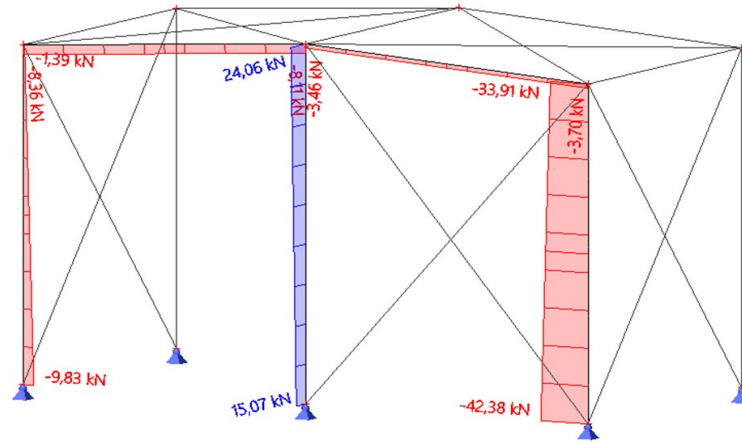
## 2.3. 1D vnitřní síly; N

Hodnoty: N  
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NC3  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: B1..B4, B9



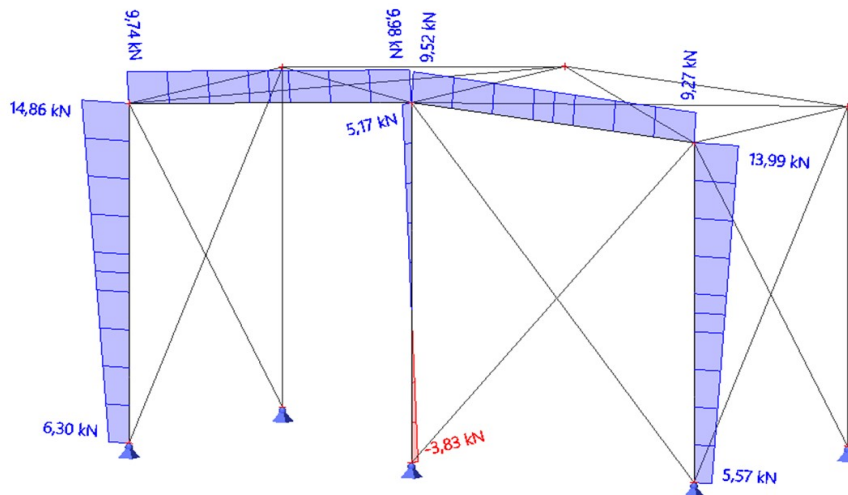
## 2.4. 1D vnitřní síly; N

Hodnoty: N  
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NC4  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: B1..B4, B9



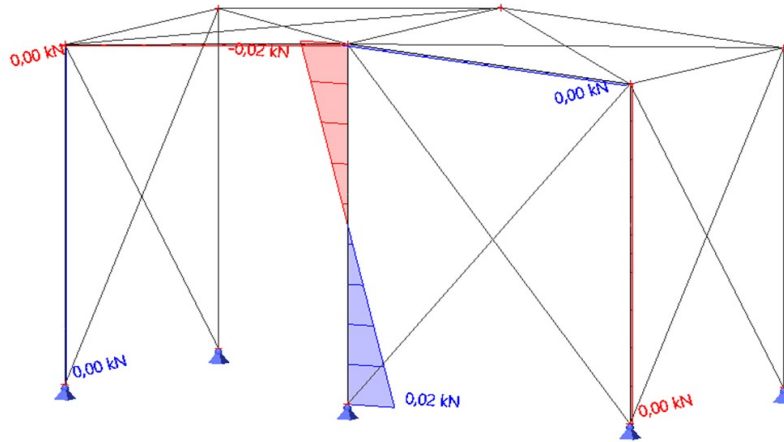
## 2.5. 1D vnitřní síly; N

Hodnoty: N  
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NC5  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: B1..B4, B9



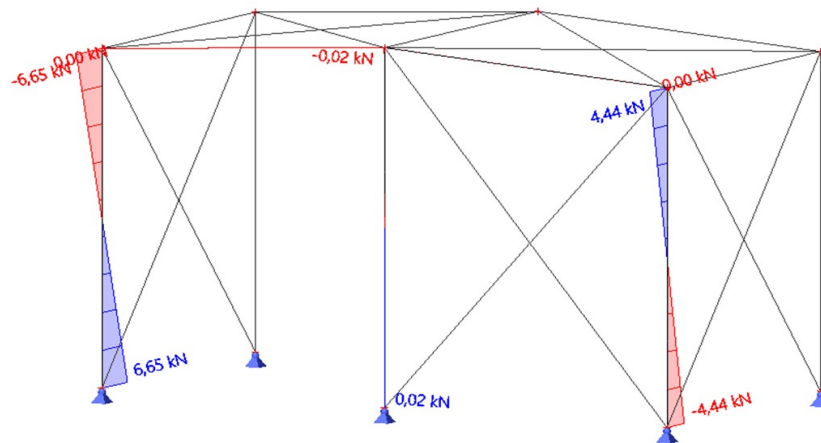
## 2.6. 1D vnitřní síly; $V_y$

Hodnoty:  $V_y$   
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NC1  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: B1..B4, B9



## 2.7. 1D vnitřní síly; $V_y$

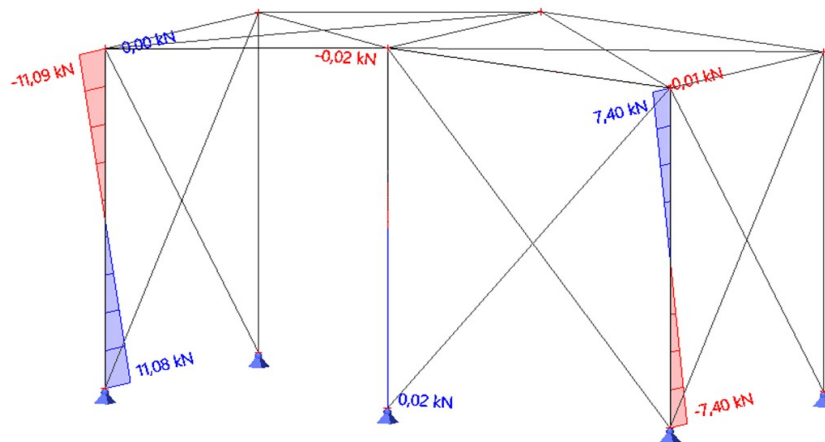
Hodnoty:  $V_y$   
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NC2  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: B1..B4, B9



## Studentská verze

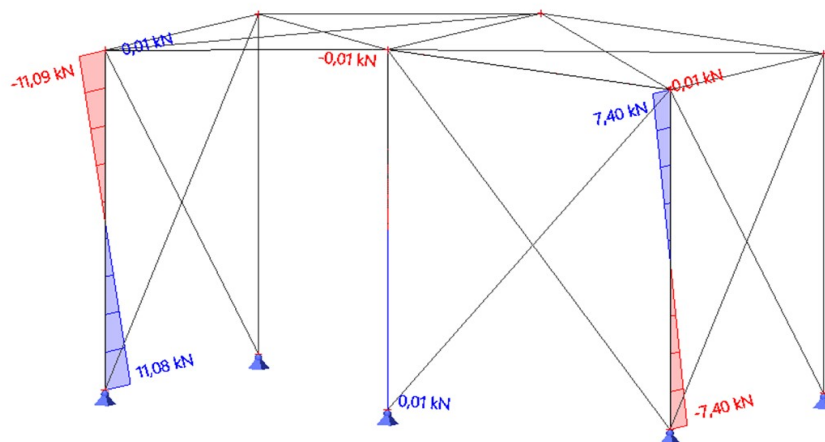
## 2.8. 1D vnitřní síly; $V_y$

Hodnoty:  $V_y$   
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NC3  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: B1..B4, B9



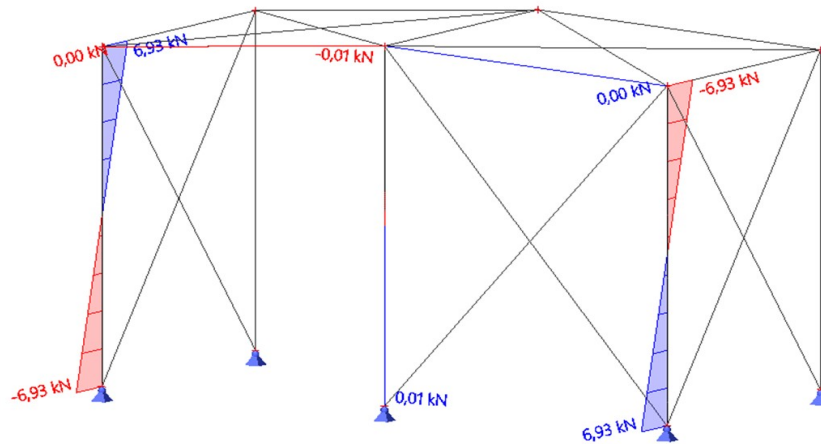
## 2.9. 1D vnitřní síly; $V_y$

Hodnoty:  $V_y$   
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NC4  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: B1..B4, B9



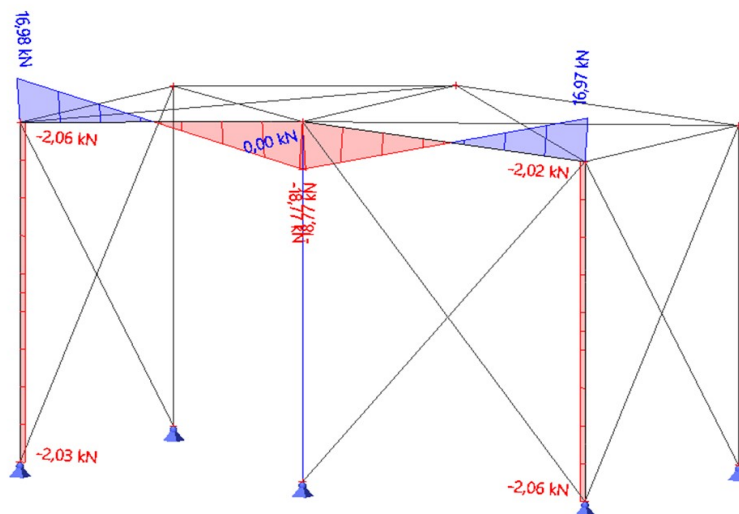
## 2.10. 1D vnitřní síly; V<sub>y</sub>

Hodnoty: V<sub>y</sub>  
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NC5  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: B1..B4, B9



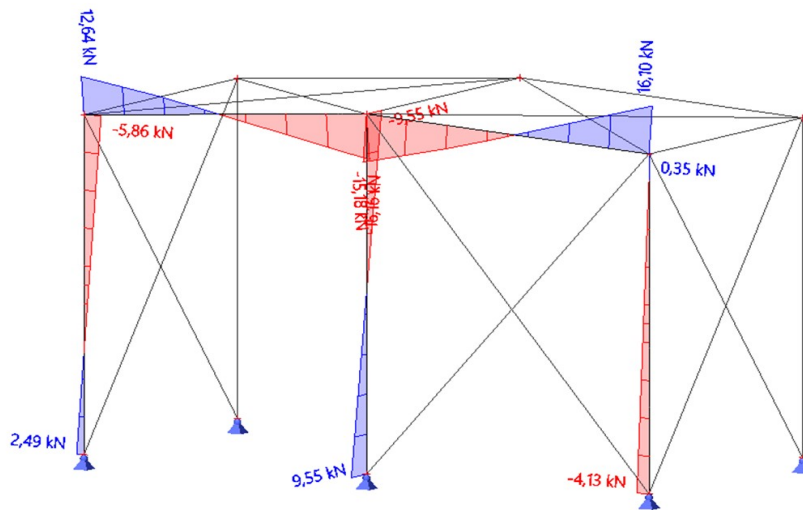
## 2.11. 1D vnitřní síly; V<sub>z</sub>

Hodnoty: V<sub>z</sub>  
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NC1  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: B1..B4, B9



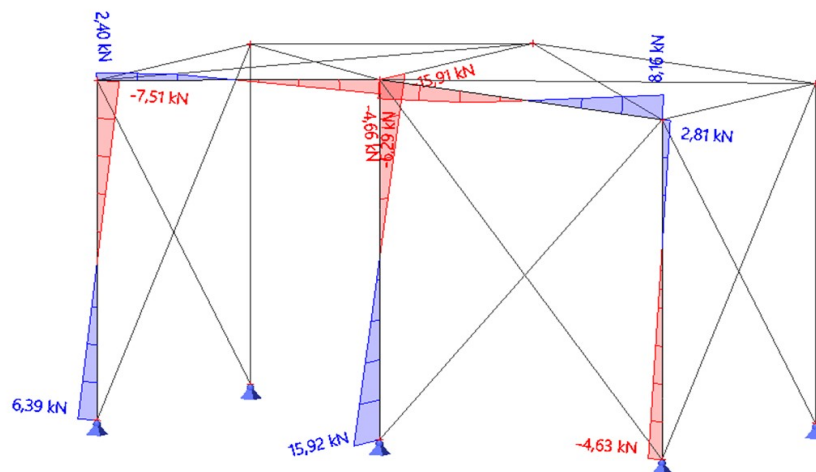
## 2.12. 1D vnitřní síly; V<sub>z</sub>

Hodnoty: V<sub>z</sub>  
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NC2  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: B1..B4, B9



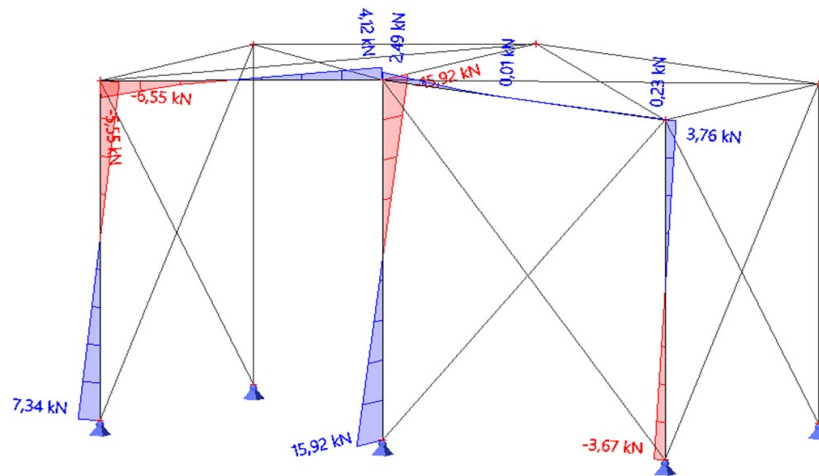
## 2.13. 1D vnitřní síly; V<sub>z</sub>

Hodnoty: V<sub>z</sub>  
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NC3  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: B1..B4, B9



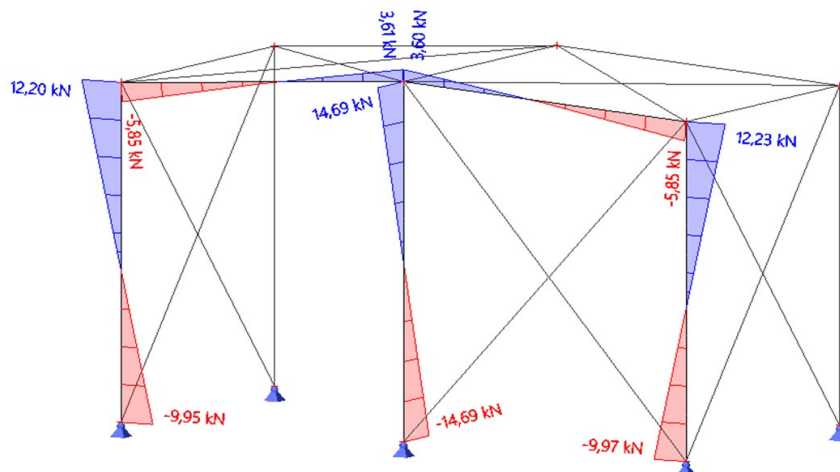
## 2.14. 1D vnitřní síly; V<sub>z</sub>

Hodnoty: V<sub>z</sub>  
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NC4  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: B1..B4, B9



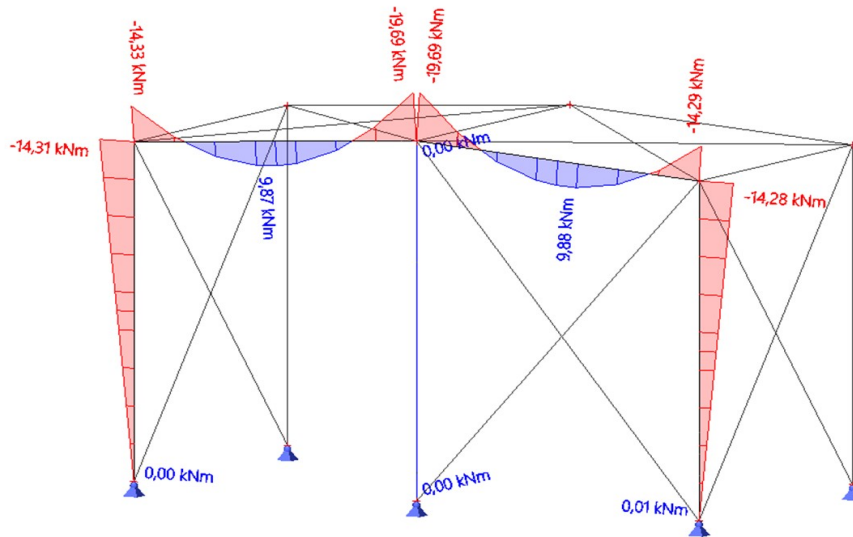
## 2.15. 1D vnitřní síly; V<sub>z</sub>

Hodnoty: V<sub>z</sub>  
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NC5  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: B1..B4, B9



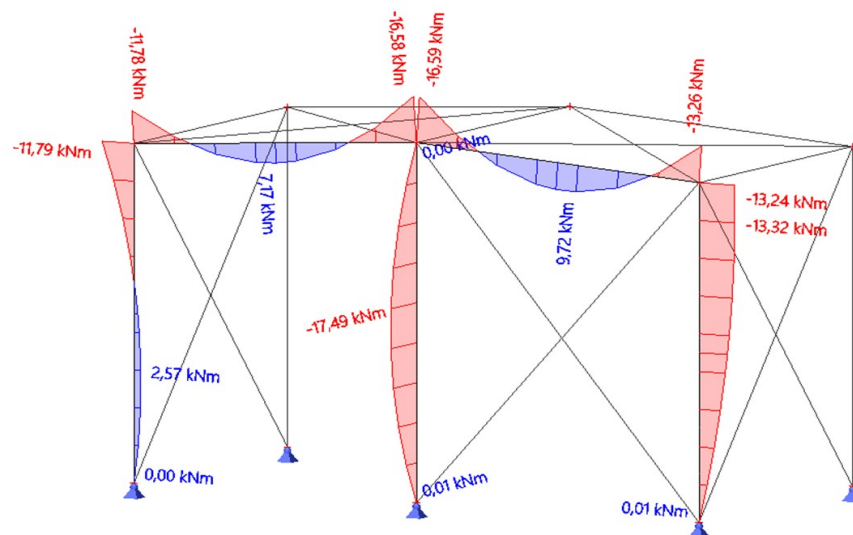
## 2.16. 1D vnitřní síly; $M_y$

Hodnoty:  $M_y$   
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NC1  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: B1..B4, B9



## 2.17. 1D vnitřní síly; $M_y$

Hodnoty:  $M_y$   
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NC2  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: B1..B4, B9





## 2.18. 1D vnitřní síly; M<sub>y</sub>

Hodnoty: M<sub>y</sub>

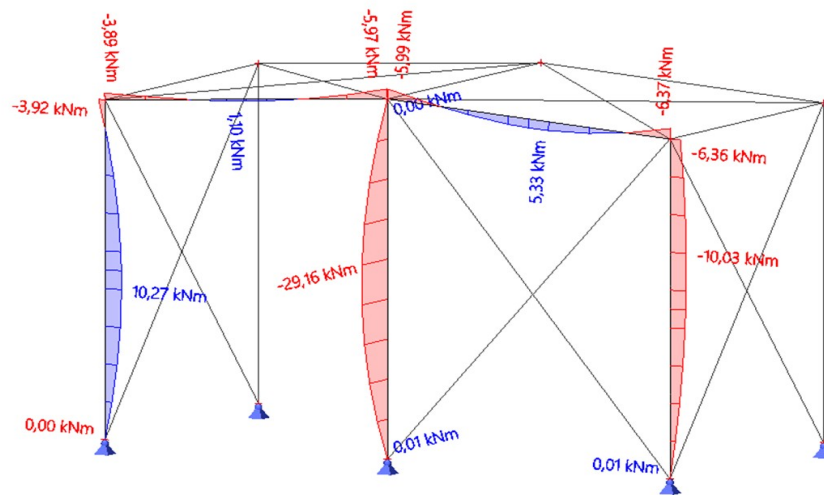
Nelineární výpočet

Nelineární kombinace: NC3

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Lokální

Výběr: B1..B4, B9



## 2.19. 1D vnitřní síly; M<sub>y</sub>

Hodnoty: M<sub>y</sub>

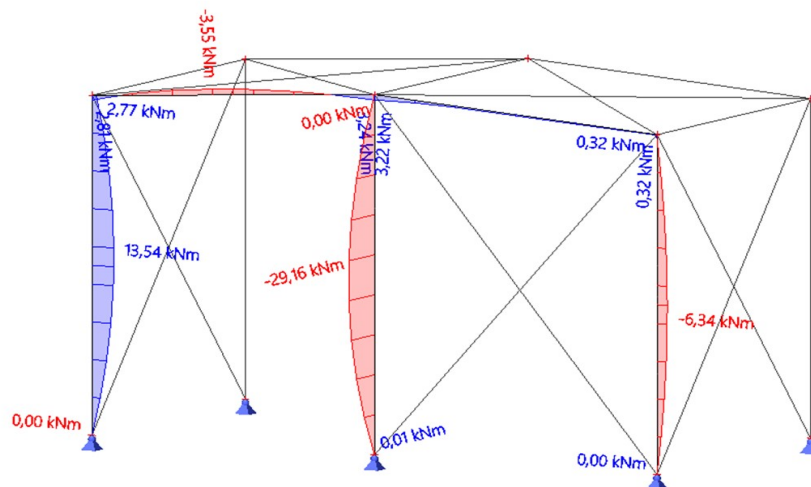
Nelineární výpočet

Nelineární kombinace: NC4

Souřadný systém: Hlavní

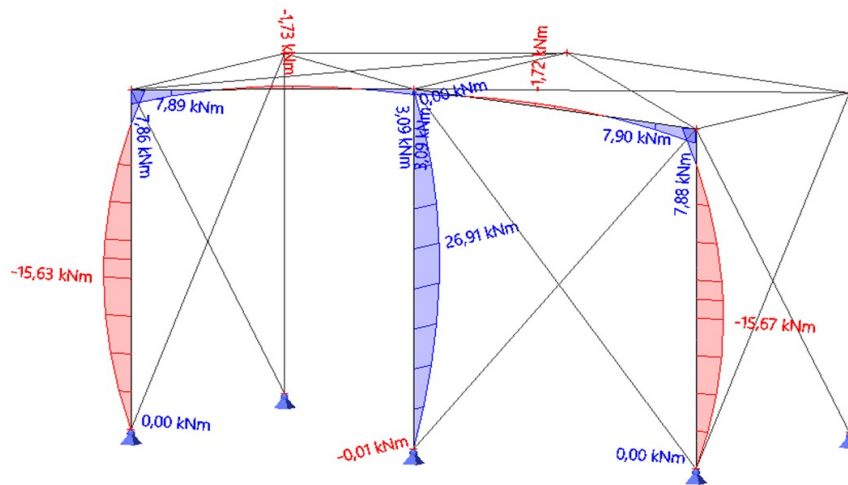
Extrém 1D: Lokální

Výběr: B1..B4, B9



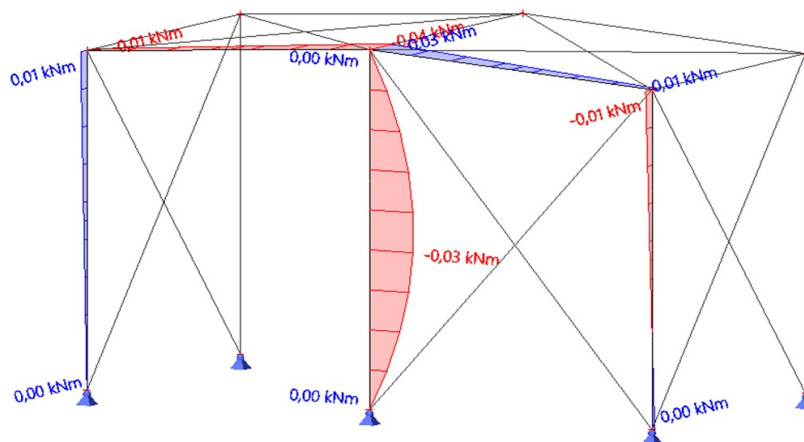
## 2.20. 1D vnitřní síly; $M_y$

Hodnoty:  $M_y$   
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NCS  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: B1..B4, B9



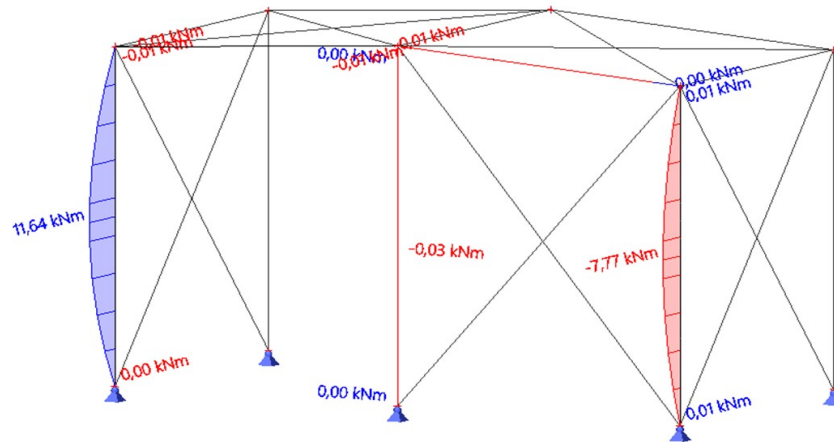
## 2.21. 1D vnitřní síly; $M_z$

Hodnoty:  $M_z$   
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NC1  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: B1..B4, B9



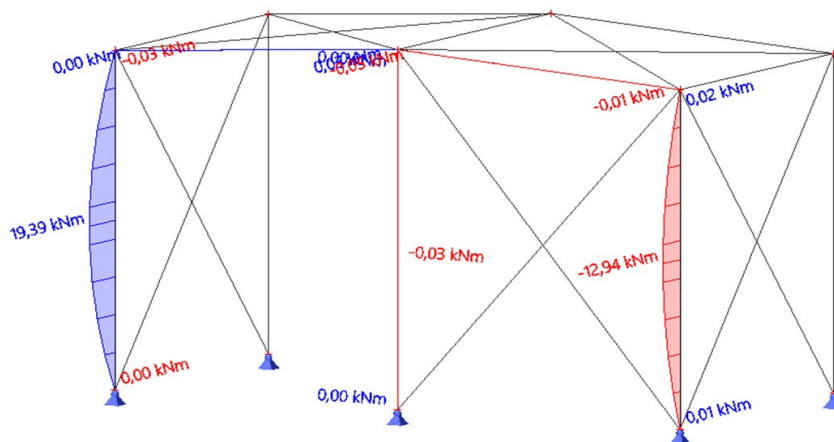
## 2.22. 1D vnitřní síly; $M_z$

Hodnoty:  $M_z$   
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NC2  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: B1..B4, B9



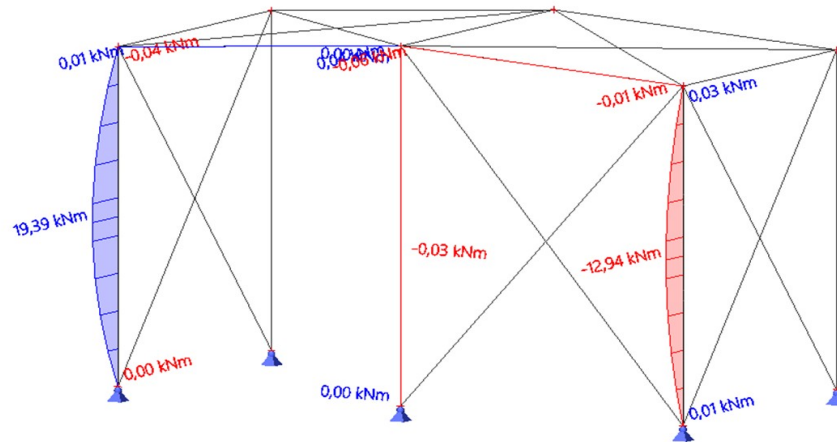
## 2.23. 1D vnitřní síly; $M_z$

Hodnoty:  $M_z$   
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NC3  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: B1..B4, B9



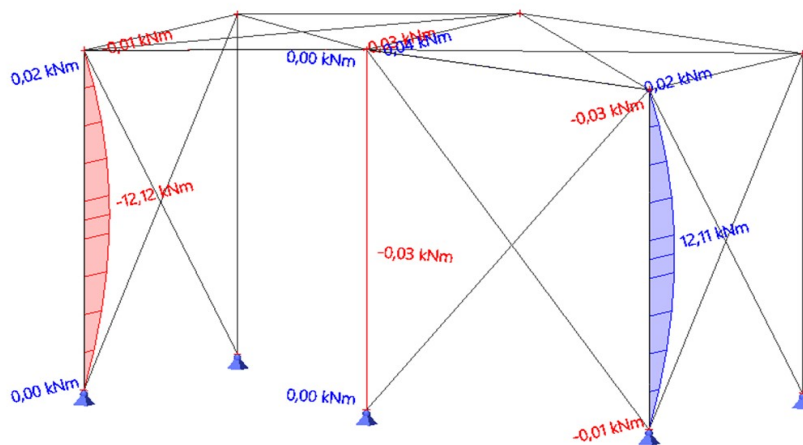
## 2.24. 1D vnitřní síly; $M_z$

Hodnoty:  $M_z$   
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NC4  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: B1..B4, B9



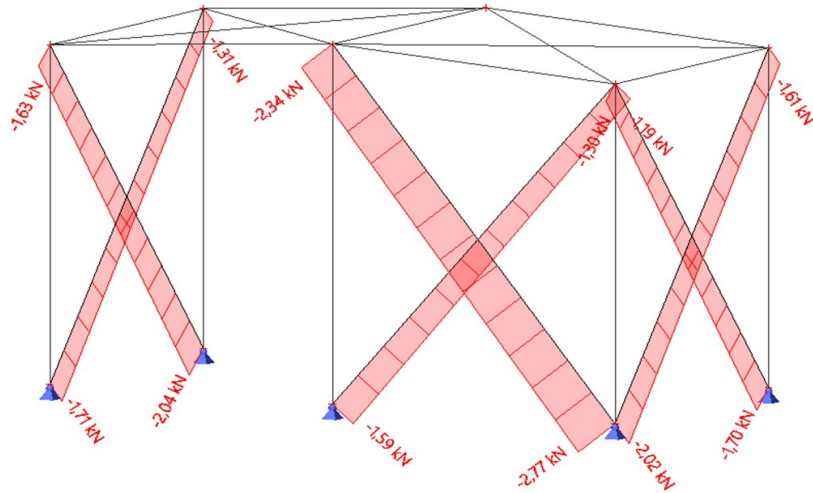
## 2.25. 1D vnitřní síly; $M_z$

Hodnoty:  $M_z$   
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NC5  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: B1..B4, B9



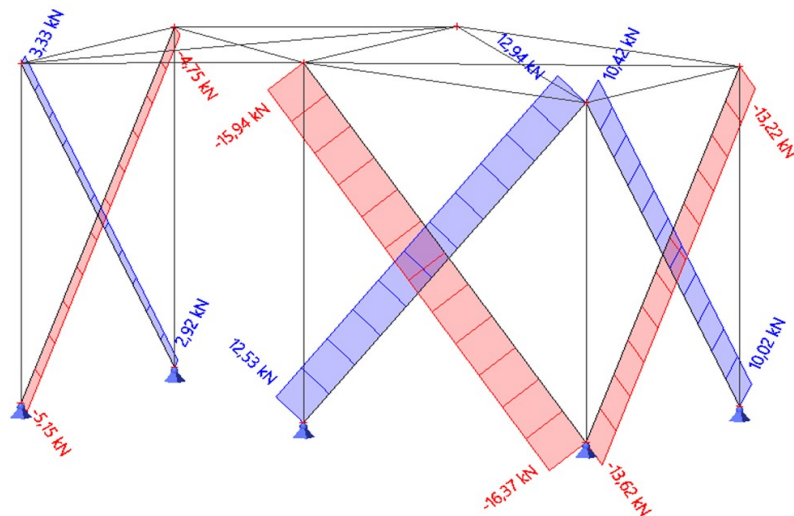
## 2.26. 1D vnitřní síly; N

Hodnoty: N  
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NC1  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: B10, B11, B15, B16, B21, B22



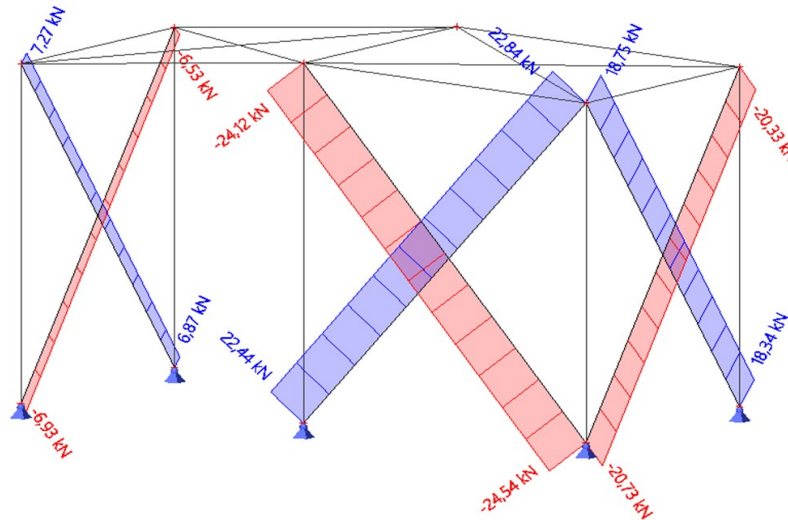
## 2.27. 1D vnitřní síly; N

Hodnoty: N  
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NC2  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: B10, B11, B15, B16, B21, B22



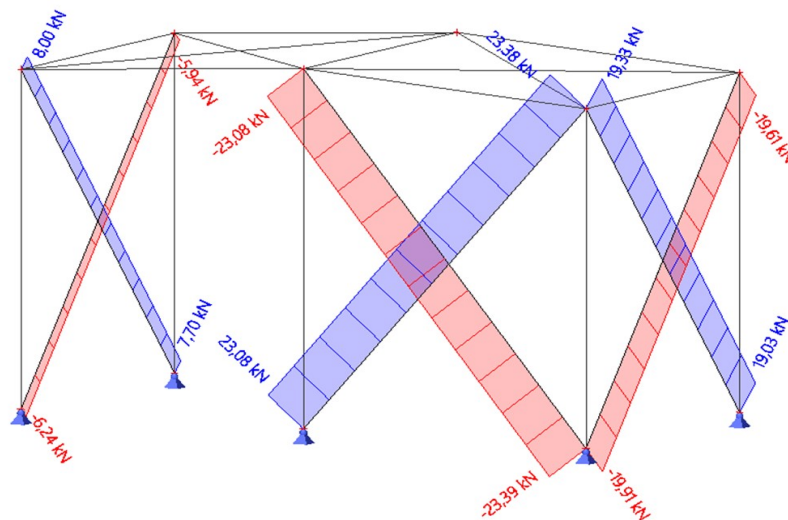
## 2.28. 1D vnitřní síly; N

Hodnoty: N  
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NC3  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: B10, B11, B15, B16, B21, B22



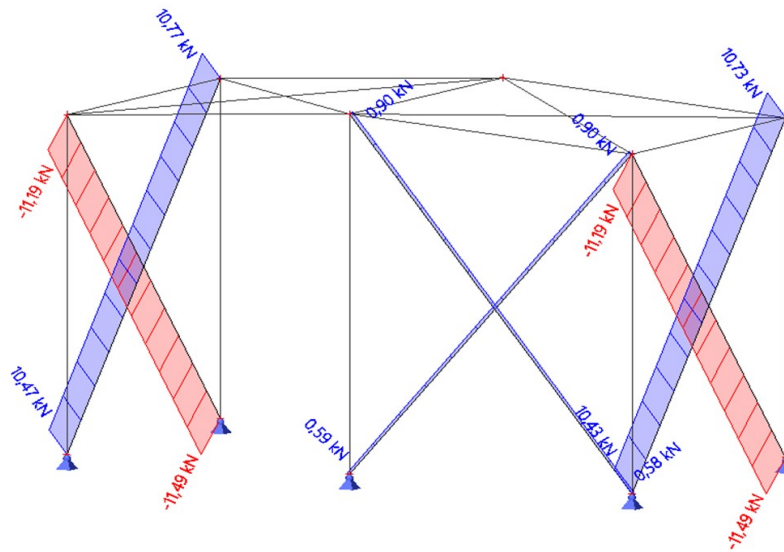
## 2.29. 1D vnitřní síly; N

Hodnoty: N  
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NC4  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: B10, B11, B15, B16, B21, B22



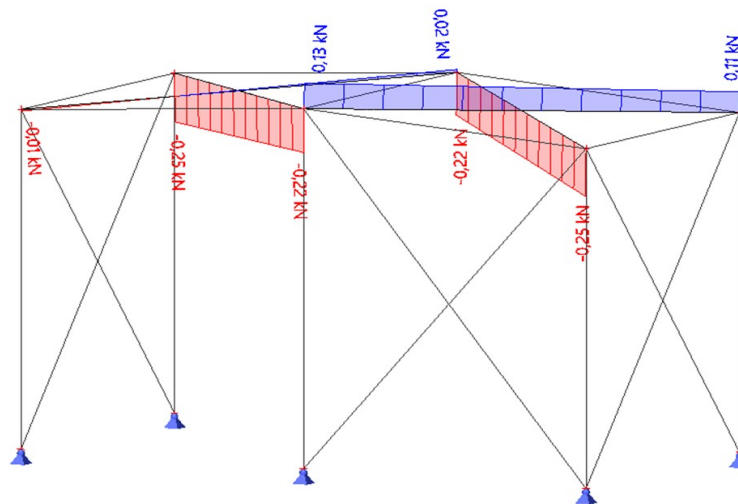
### 2.30. 1D vnitřní síly; N

Hodnoty: N  
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NCS  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: B10, B11, B15, B16, B21, B22



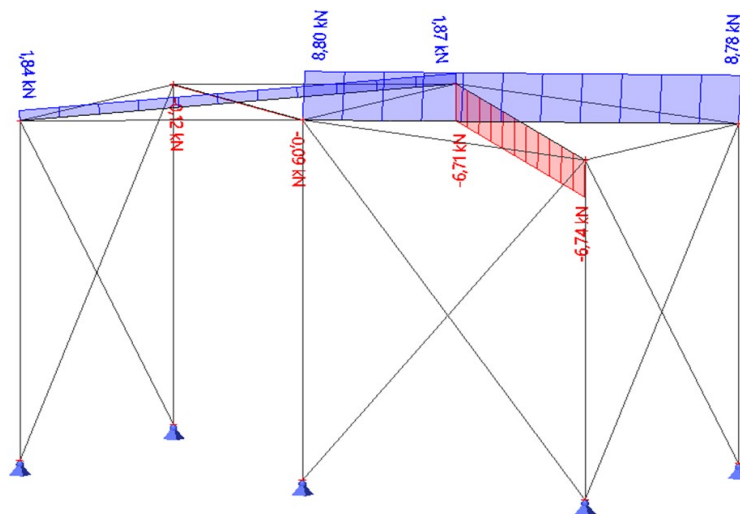
### 2.31. 1D vnitřní síly; N

Hodnoty: N  
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NC1  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: B17..B20



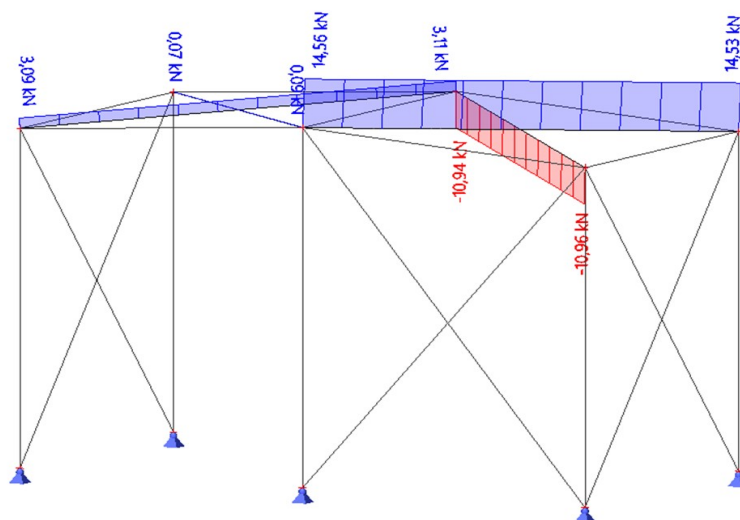
### 2.32. 1D vnitřní síly; N

Hodnoty: N  
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NC2  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: B17..B20



### 2.33. 1D vnitřní síly; N

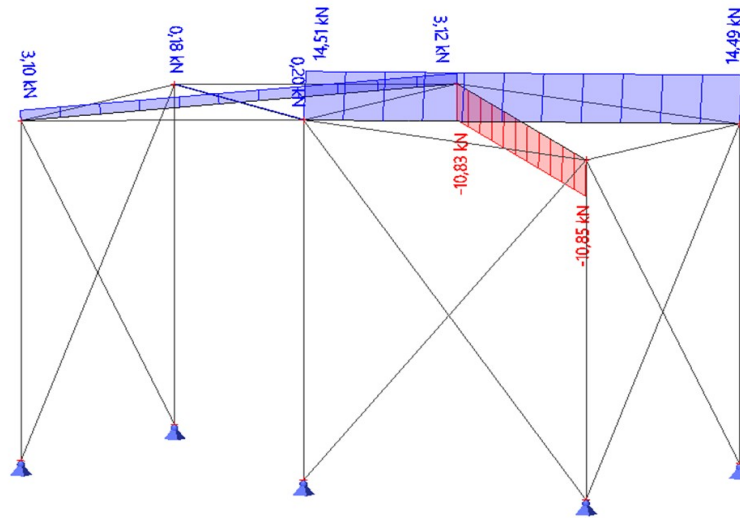
Hodnoty: N  
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NC3  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: B17..B20





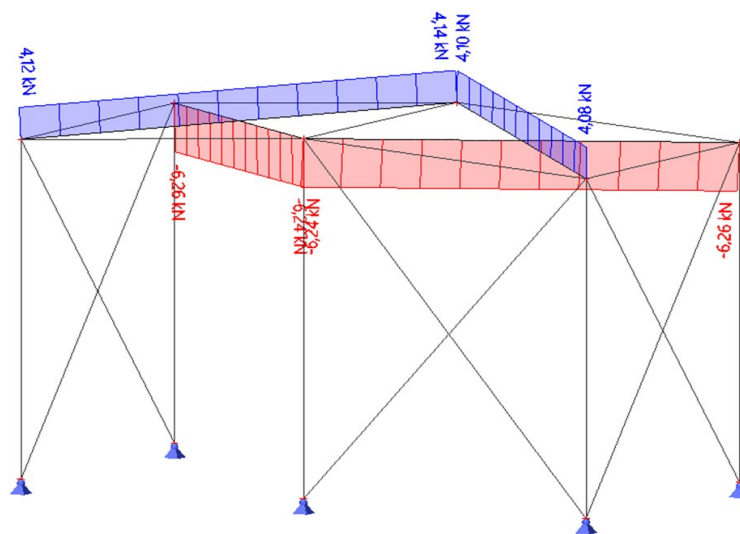
### 2.34. 1D vnitřní síly; N

Hodnoty: N  
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NC4  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: B17..B20



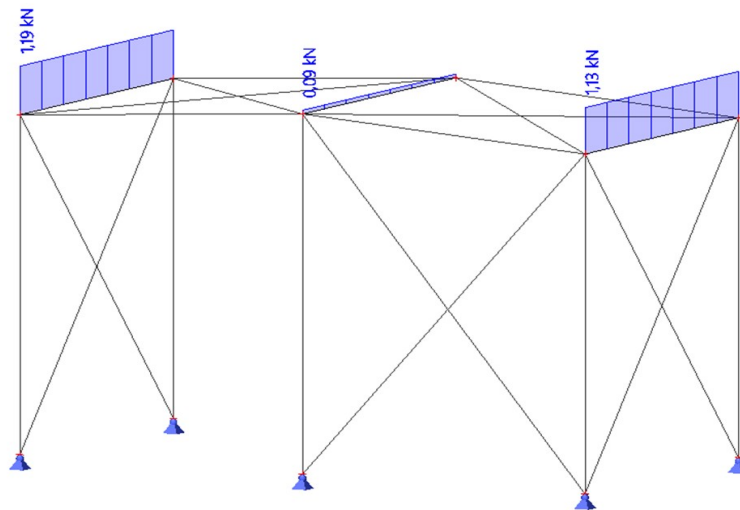
### 2.35. 1D vnitřní síly; N

Hodnoty: N  
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NC5  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: B17..B20



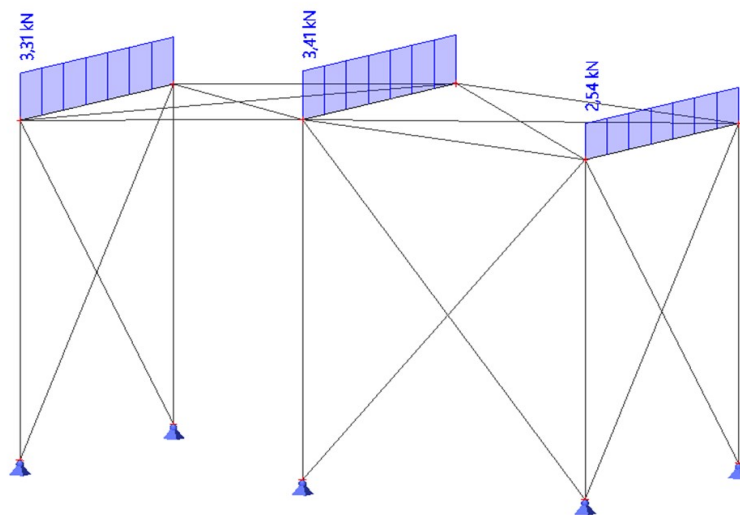
### 2.36. 1D vnitřní síly; N

Hodnoty: N  
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NC1  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: B12..B14



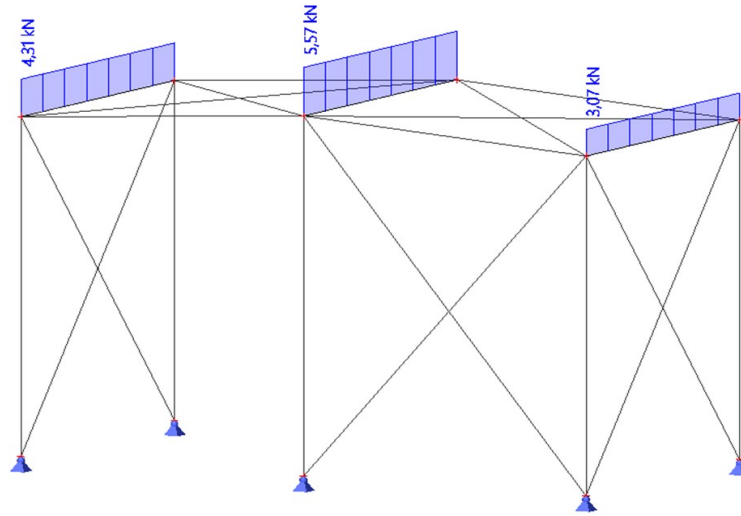
### 2.37. 1D vnitřní síly; N

Hodnoty: N  
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NC2  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: B12..B14



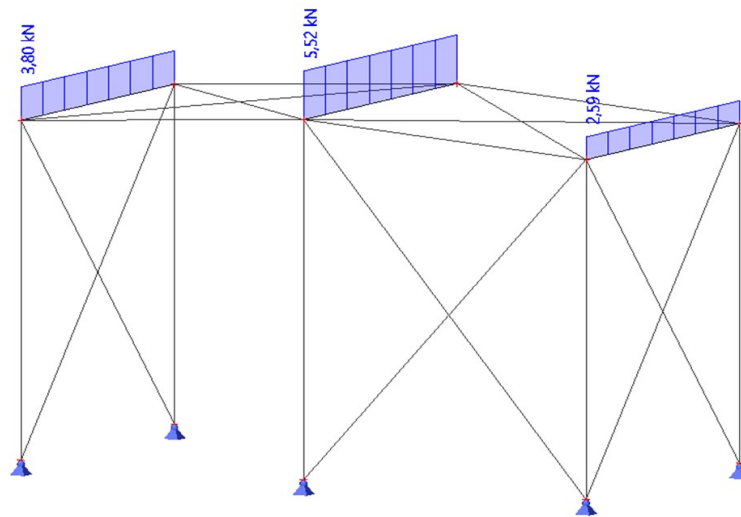
### 2.38. 1D vnitřní síly; N

Hodnoty: N  
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NC3  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: B12..B14



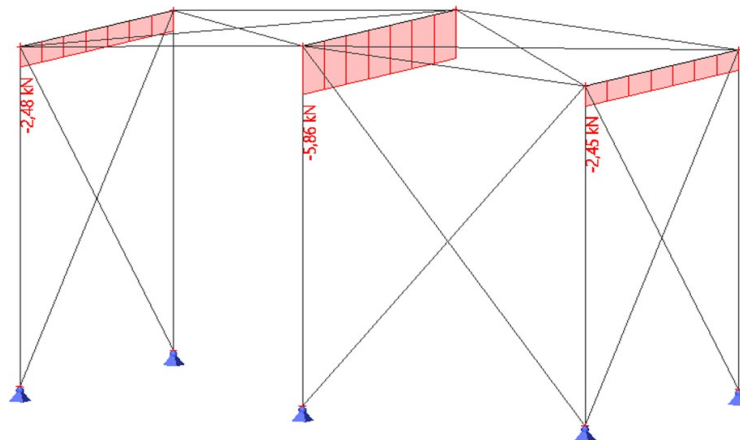
### 2.39. 1D vnitřní síly; N

Hodnoty: N  
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NC4  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: B12..B14



## 2.40. 1D vnitřní síly; N

Hodnoty: N  
Nelineární výpočet  
Nelineární kombinace: NCS  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Lokální  
Výběr: B12..B14



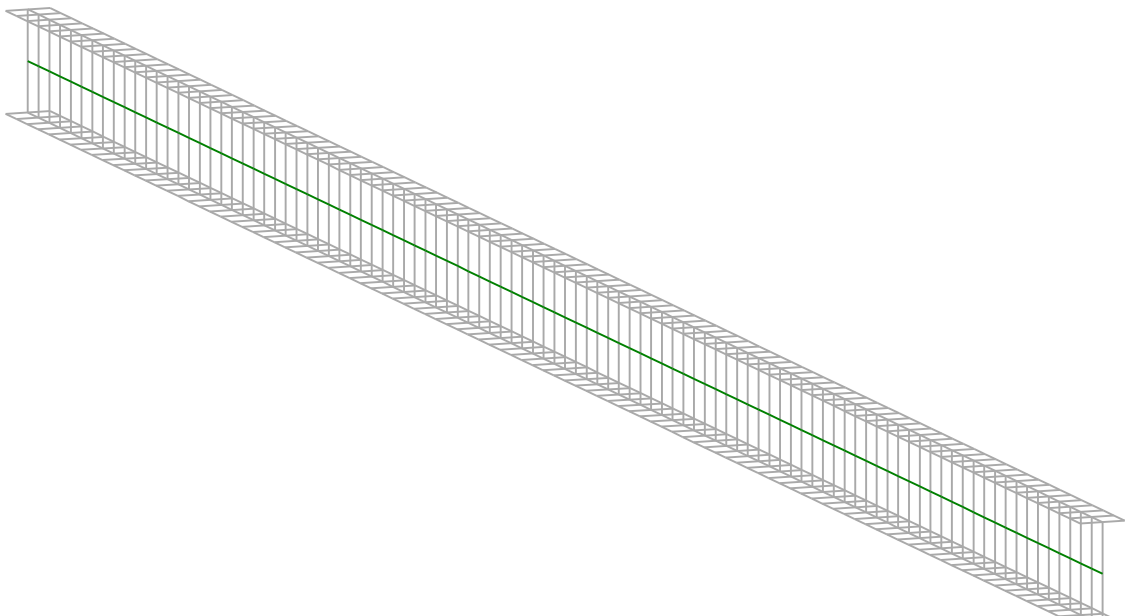
Studentská verze

Studentská verze

# ***LTB***eamN

v 1.0.3

## **CALCULATION SHEET**





**I - PARAMETERS**

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

Projected total length :	$L = 12 \text{ m}$
Initial discretization of the beam :	$n_{el} = 100 \text{ elements}$

***I.2 - Material***

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

***I.3 - Sections***

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

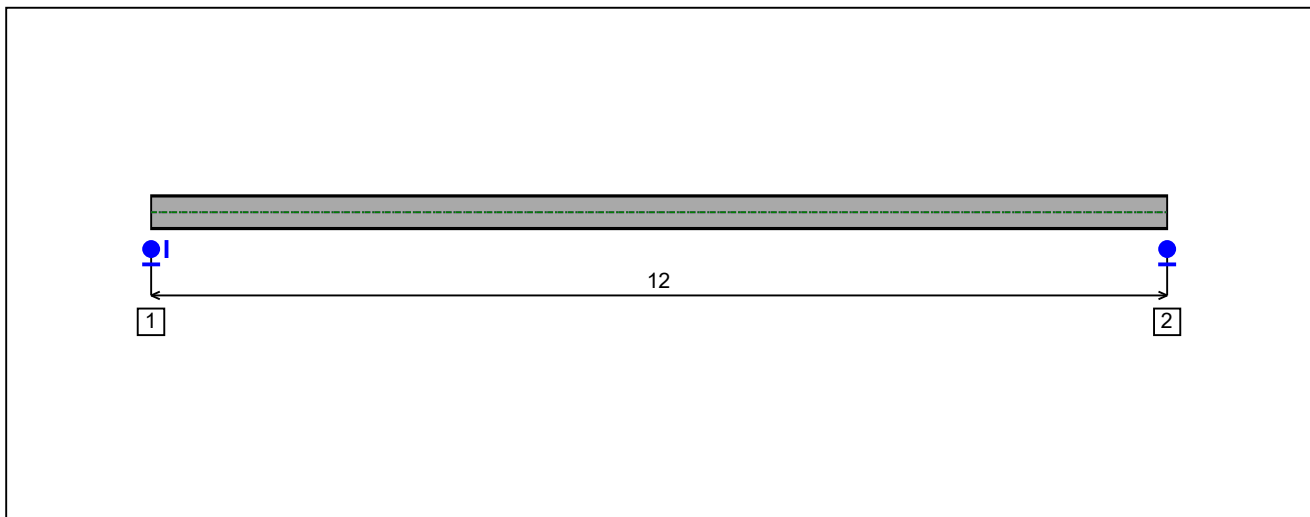


Figure 1 : Profile in long with section numbers.

**- Section No. 1 : IPE 400**

Abscissa from the left end of the beam :

$x = 0$  m

Type :

In catalogue (OTUA)

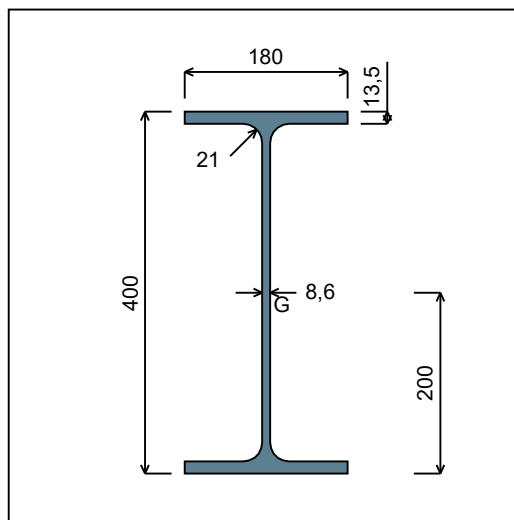


Figure 2 : Section No. 1 (IPE 400).

Main geometrical properties :

- $z_S = 0$  cm
- $z_G = 20$  cm
- $I_y = 23128$  cm<sup>4</sup>
- $I_z = 1317,8$  cm<sup>4</sup>
- $I_t = 50,27$  cm<sup>4</sup> (Villette)
- $I_w = 492149$  cm<sup>6</sup>

Other geometrical properties :

- |   |                                     |
|---|-------------------------------------|
| $A = 84,46$ cm <sup>2</sup>             |                                     |
| $A_{v,y} = 48,6$ cm <sup>2</sup>        | $A_{v,z} = 42,69$ cm <sup>2</sup>   |
| $W_{el,y,sup} = 1156,4$ cm <sup>3</sup> |                                     |
| $W_{el,y,inf} = 1156,4$ cm <sup>3</sup> | $W_{el,z} = 146,42$ cm <sup>3</sup> |
| $W_{pl,y} = 1307,1$ cm <sup>3</sup>     | $W_{pl,z} = 229$ cm <sup>3</sup>    |

Stiffness relaxations :

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



**- Section No. 2 : IPE 400**

Abscissa from the left end of the beam :

x = 12 m

Type :

In catalogue (OTUA)

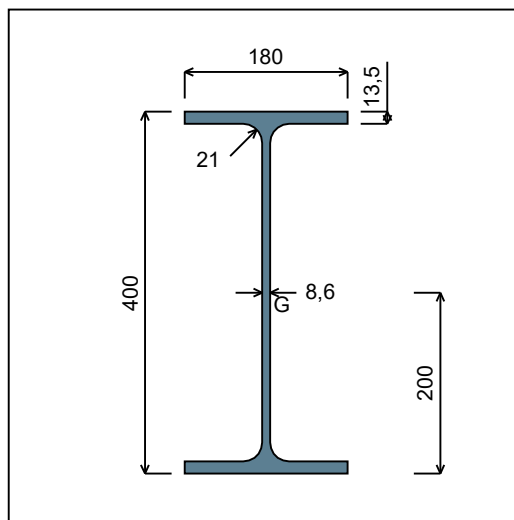


Figure 3 : Section No. 2 (IPE 400).

Main geometrical properties :

- $z_S$  = 0 cm
- $z_G$  = 20 cm
- $I_y$  = 23128 cm<sup>4</sup>
- $I_z$  = 1317,8 cm<sup>4</sup>
- $I_t$  = 50,27 cm<sup>4</sup> (Villette)
- $I_w$  = 492149 cm<sup>6</sup>

Other geometrical properties :

- |   |                                     |
|---|-------------------------------------|
| $A$ = 84,46 cm <sup>2</sup>             |                                     |
| $A_{v,y}$ = 48,6 cm <sup>2</sup>        | $A_{v,z}$ = 42,69 cm <sup>2</sup>   |
| $W_{el,y,sup}$ = 1156,4 cm <sup>3</sup> |                                     |
| $W_{el,y,inf}$ = 1156,4 cm <sup>3</sup> | $W_{el,z}$ = 146,42 cm <sup>3</sup> |
| $W_{pl,y}$ = 1307,1 cm <sup>3</sup>     | $W_{pl,z}$ = 229 cm <sup>3</sup>    |

Stiffness relaxations :

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

**I.4 - Lateral restraints**

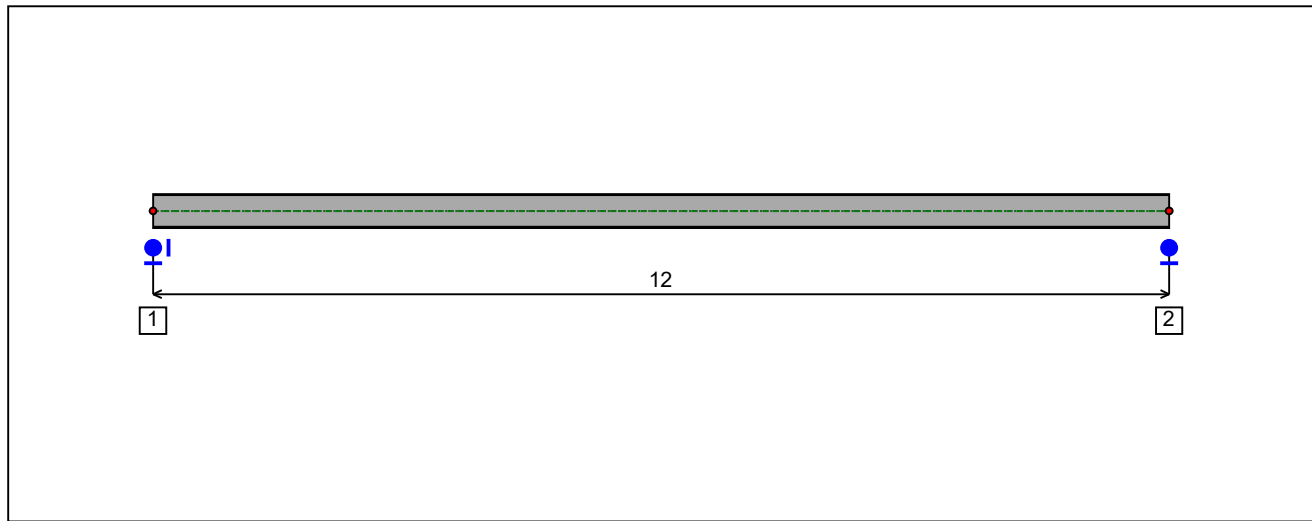


Figure 4 : Profile in long with restraint numbers.

**- 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 :  $x = 12$  m

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

Restraint conditions :

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

### 1.5 - Supports

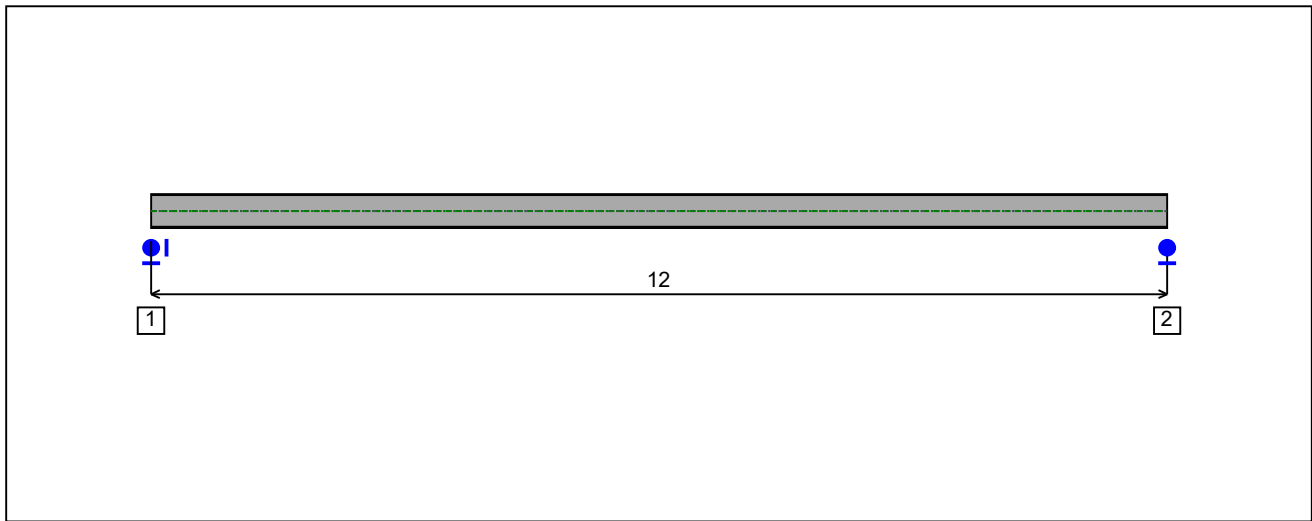


Figure 5 : Profile in long with support numbers.

#### - 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 :  $x = 12$  m

Support conditions :

u : Free  
w : Fixed  
w' : Free

**I.6 - Loads**

Type of loading :

Internal

**- Moment diagram :**

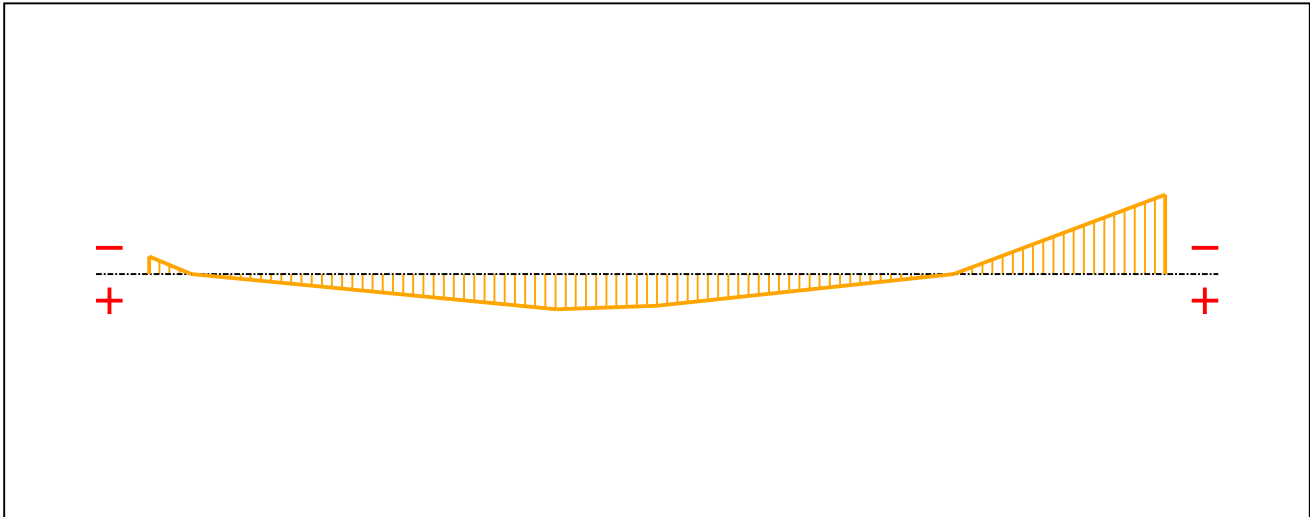


Figure 6 : Moment diagram.

Active :

Yes

Table 1 : Moment diagram.

x(m)	M(kN.m)
0	-25,35
0,5	0
4,812	50,34
6	45,17
9,5	0
12	-113,7

**- Axial force diagram :**

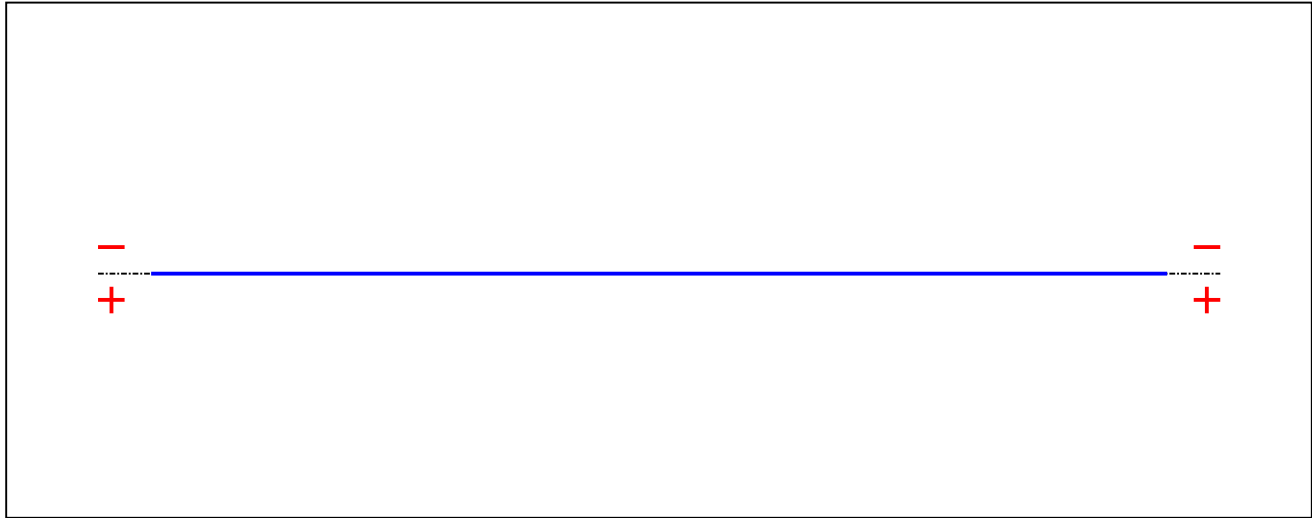


Figure 7 : Axial force diagram.

Active :

No

Table 2 : Axial force diagram.

x(m)	N(kN)
0	0
12	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	$l_{cr}$	$M_{max,cr}$ [kN.m]	$x(M_{max})$ [m]	$N_{max,cr}$ [kN]	$x(N_{max})$ [m]
1	2,628	-298,77	12	0	12

**II.2 - Mode shapes**

**- Mode 1**

Table 4 : Mode 1.

Mode	$l_{cr}$	$M_{max,cr}$ [kN.m]	$x(M_{max})$ [m]	$N_{max,cr}$ [kN]	$x(N_{max})$ [m]
1	2,628	-298,77	12	0	12

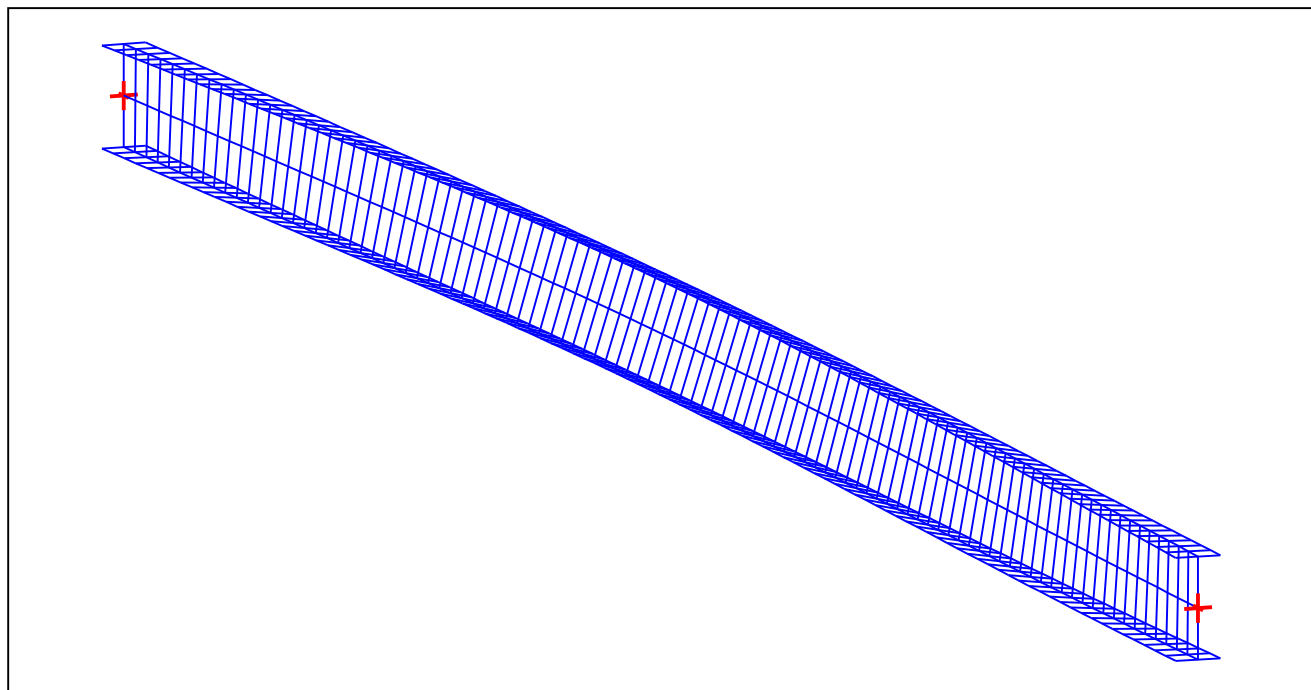


Figure 8 : Mode shape in 3D (Mode 1).

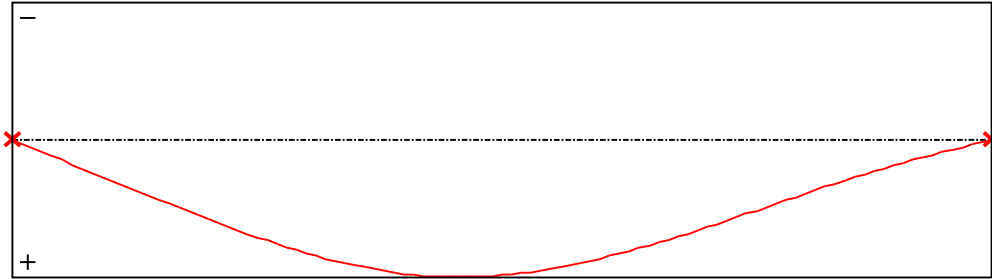


Figure 9 : Lateral displacement component of the shear centre (Mode 1).

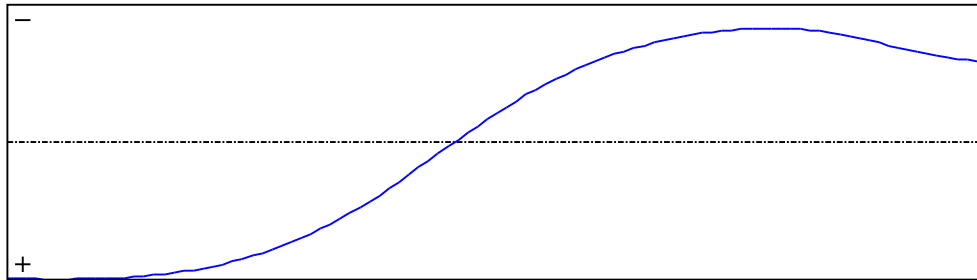


Figure 10 : Rotation in lateral flexure component of the shear centre (Mode 1).

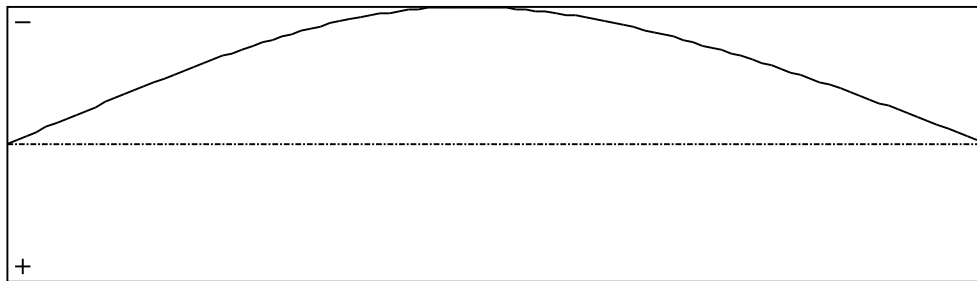


Figure 11 : Longitudinal rotation (torsion) component of the shear centre (Mode 1).

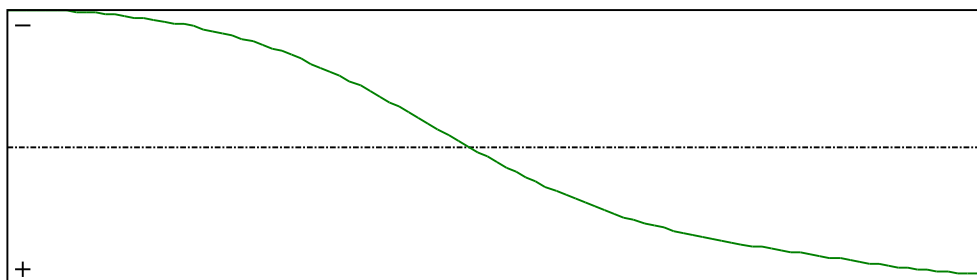


Figure 12 : Warping component of the shear centre (Mode 1).

Table 5 : Mode 1.

x [m]	v [cm]	v' [rd]	$\theta$ [rd]	$\theta'$ [rd/m]
0	1,424E-30	0,0025	-4,231E-27	-0,0058
0,12	0,0295	0,0025	-6,97E-4	-0,0058
0,24	0,0591	0,0025	-0,0014	-0,0058
0,36	0,0887	0,0025	-0,0021	-0,0058
0,48	0,1182	0,0025	-0,0028	-0,0058
0,6	0,1478	0,0025	-0,0035	-0,0058
0,72	0,1774	0,0025	-0,0042	-0,0057
0,84	0,207	0,0025	-0,0049	-0,0057
0,96	0,2366	0,0025	-0,0055	-0,0057
1,08	0,2661	0,0025	-0,0062	-0,0057
1,2	0,2955	0,0025	-0,0069	-0,0056
1,32	0,3249	0,0024	-0,0076	-0,0056
1,44	0,3542	0,0024	-0,0082	-0,0055
1,56	0,3833	0,0024	-0,0089	-0,0055
1,68	0,4123	0,0024	-0,0096	-0,0054
1,8	0,4412	0,0024	-0,0102	-0,0054
1,92	0,4698	0,0024	-0,0109	-0,0053
2,04	0,4981	0,0024	-0,0115	-0,0053
2,16	0,5262	0,0023	-0,0121	-0,0052
2,28	0,554	0,0023	-0,0127	-0,0051
2,4	0,5814	0,0023	-0,0133	-0,005
2,52	0,6084	0,0022	-0,0139	-0,0049
2,64	0,6349	0,0022	-0,0145	-0,0048
2,76	0,661	0,0021	-0,0151	-0,0047
2,88	0,6865	0,0021	-0,0156	-0,0046
3	0,7114	0,002	-0,0162	-0,0045
3,12	0,7356	0,002	-0,0167	-0,0043
3,24	0,7592	0,0019	-0,0172	-0,0042
3,36	0,782	0,0019	-0,0177	-0,004
3,48	0,804	0,0018	-0,0182	-0,0039
3,6	0,8251	0,0017	-0,0187	-0,0037
3,72	0,8453	0,0016	-0,0191	-0,0036
3,84	0,8646	0,0016	-0,0195	-0,0034
3,96	0,8828	0,0015	-0,0199	-0,0032
4,08	0,8999	0,0014	-0,0203	-0,003



Table 5 (Next) : Mode 1.

x [m]	v [cm]	v' [rd]	$\theta$ [rd]	$\theta'$ [rd/m]
4,2	0,9158	0,0013	-0,0206	-0,0028
4,32	0,9305	0,0012	-0,0209	-0,0026
4,44	0,9439	0,0011	-0,0212	-0,0024
4,56	0,956	9,511E-4	-0,0215	-0,0021
4,68	0,9667	8,325E-4	-0,0218	-0,0019
4,8	0,976	7,092E-4	-0,022	-0,0017
4,92	0,9837	5,834E-4	-0,0222	-0,0015
5,04	0,99	4,577E-4	-0,0223	-0,0012
5,16	0,9947	3,325E-4	-0,0225	-9,822E-4
5,28	0,998	2,079E-4	-0,0226	-7,45E-4
5,4	0,9997	8,424E-5	-0,0226	-5,082E-4
5,52	1	-3,843E-5	-0,0227	-2,727E-4
5,64	0,9988	-1,599E-4	-0,0227	-3,931E-5
5,76	0,9962	-2,801E-4	-0,0227	1,912E-4
5,88	0,9921	-3,988E-4	-0,0226	4,182E-4
6	0,9866	-5,159E-4	-0,0226	6,408E-4
6,12	0,9797	-6,299E-4	-0,0225	8,584E-4
6,24	0,9715	-7,395E-4	-0,0224	0,0011
6,36	0,962	-8,445E-4	-0,0222	0,0013
6,48	0,9513	-9,448E-4	-0,0221	0,0015
6,6	0,9393	-0,001	-0,0219	0,0017
6,72	0,9263	-0,0011	-0,0217	0,0019
6,84	0,9122	-0,0012	-0,0214	0,002
6,96	0,8971	-0,0013	-0,0212	0,0022
7,08	0,881	-0,0014	-0,0209	0,0024
7,2	0,8641	-0,0014	-0,0206	0,0025
7,32	0,8463	-0,0015	-0,0203	0,0027
7,44	0,8277	-0,0016	-0,02	0,0028
7,56	0,8084	-0,0016	-0,0196	0,0029
7,68	0,7885	-0,0017	-0,0193	0,0031
7,8	0,7679	-0,0017	-0,0189	0,0032
7,92	0,7467	-0,0018	-0,0185	0,0033
8,04	0,7251	-0,0018	-0,0181	0,0034
8,16	0,7029	-0,0019	-0,0177	0,0035
8,28	0,6804	-0,0019	-0,0173	0,0036

Table 5 (Next) : Mode 1.

x [m]	v [cm]	v' [rd]	$\theta$ [rd]	$\theta'$ [rd/m]
8,4	0,6575	-0,0019	-0,0168	0,0037
8,52	0,6342	-0,002	-0,0164	0,0038
8,64	0,6107	-0,002	-0,0159	0,0039
8,76	0,5869	-0,002	-0,0154	0,004
8,88	0,5629	-0,002	-0,015	0,004
9	0,5388	-0,002	-0,0145	0,0041
9,12	0,5145	-0,002	-0,014	0,0042
9,24	0,4901	-0,002	-0,0135	0,0042
9,36	0,4657	-0,002	-0,013	0,0043
9,48	0,4413	-0,002	-0,0124	0,0044
9,6	0,4168	-0,002	-0,0119	0,0044
9,72	0,3924	-0,002	-0,0114	0,0045
9,84	0,3682	-0,002	-0,0108	0,0045
9,96	0,3442	-0,002	-0,0103	0,0046
10,08	0,3205	-0,002	-0,0097	0,0047
10,2	0,2972	-0,0019	-0,0092	0,0047
10,32	0,2742	-0,0019	-0,0086	0,0048
10,44	0,2517	-0,0019	-0,008	0,0048
10,56	0,2297	-0,0018	-0,0074	0,0049
10,68	0,2081	-0,0018	-0,0069	0,0049
10,8	0,187	-0,0017	-0,0063	0,005
10,92	0,1665	-0,0017	-0,0057	0,0051
11,04	0,1464	-0,0017	-0,005	0,0051
11,16	0,1269	-0,0016	-0,0044	0,0052
11,28	0,1078	-0,0016	-0,0038	0,0052
11,4	0,0891	-0,0015	-0,0032	0,0052
11,52	0,0708	-0,0015	-0,0026	0,0053
11,64	0,0528	-0,0015	-0,0019	0,0053
11,76	0,035	-0,0015	-0,0013	0,0053
11,88	0,0175	-0,0015	-6,4E-4	0,0053
12	4,049E-30	-0,0015	-7,105E-27	0,0053

## 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 400	<i>p.2</i>
- Section No. 2 : IPE 400	<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.

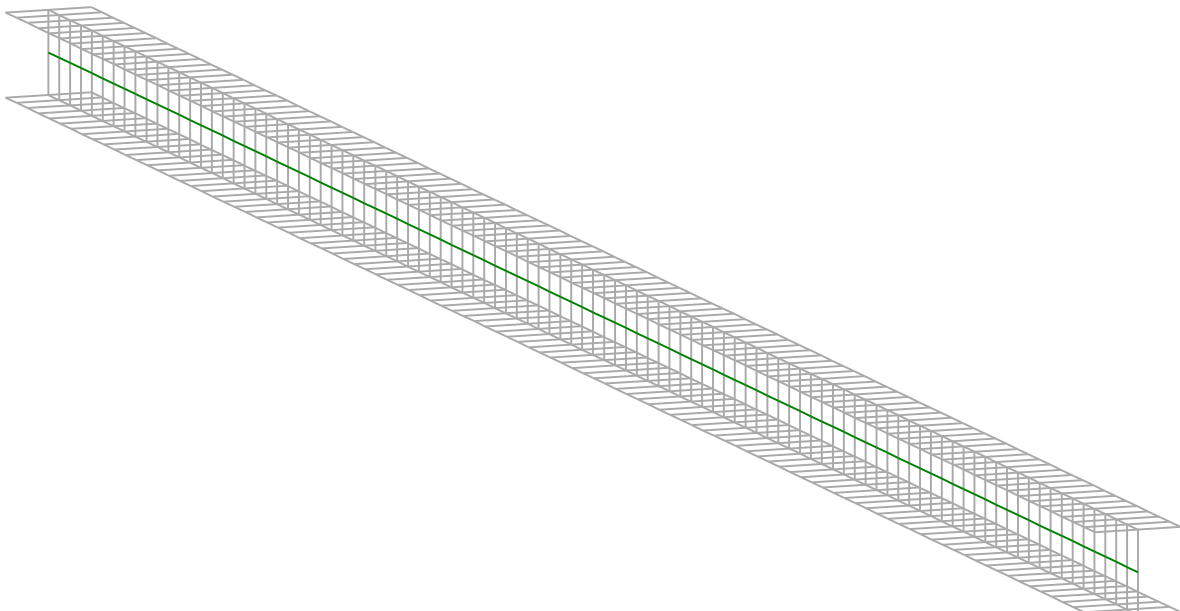
Because of the complexity of the calculations involved, the software is only for users who are able to make themselves an accurate idea of its possibilities, its limitations and adequacy to the various practical applications. The user will use it under his own responsibilities at his own risk.

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 :	$L = 7 \text{ m}$
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
-------------------------	-----

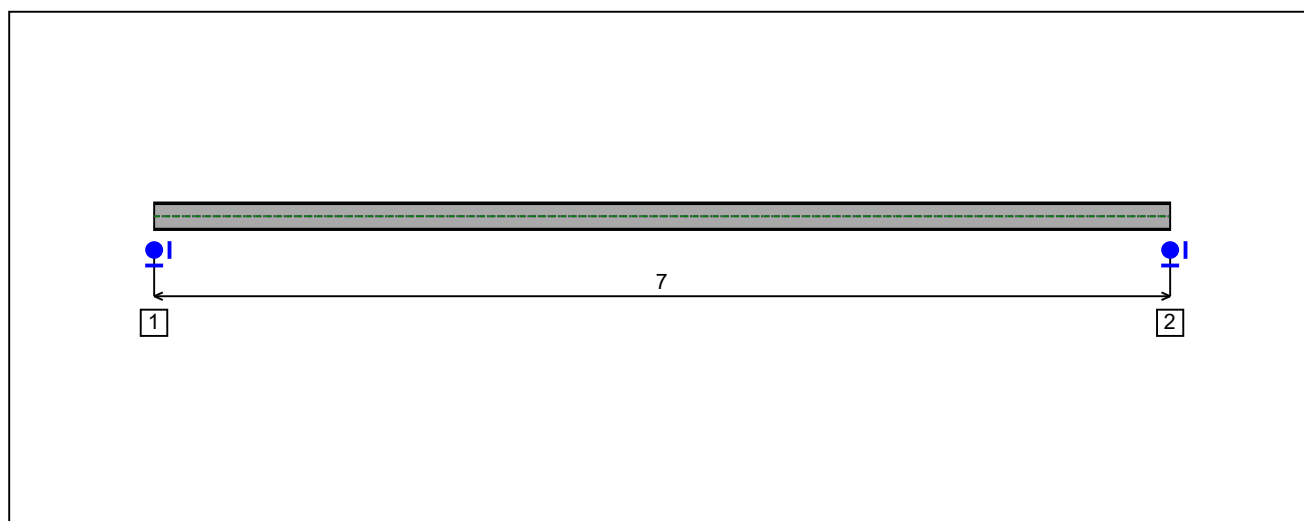


Figure 1 : Profile in long with section numbers.

**- Section No. 1 : HEA 200**

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

Type : In catalogue (OTUA)

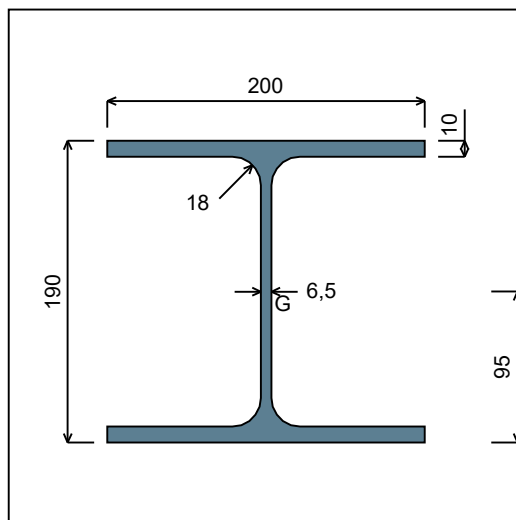


Figure 2 : Section No. 1 (HEA 200).

Main geometrical properties :

$z_S$	= 0 cm
$z_G$	= 9,5 cm
$I_y$	= 3692,2 cm <sup>4</sup>
$I_z$	= 1335,5 cm <sup>4</sup>
$I_t$	= 20,28 cm <sup>4</sup> (Villette)
$I_w$	= 108176 cm <sup>6</sup>

Other geometrical properties :

$A$	= 53,83 cm <sup>2</sup>	$A_{v,z}$	= 18,08 cm <sup>2</sup>
$A_{v,y}$	= 40 cm <sup>2</sup>	$W_{el,z}$	= 133,55 cm <sup>3</sup>
$W_{el,y,sup}$	= 388,65 cm <sup>3</sup>	$W_{pl,z}$	= 203,82 cm <sup>3</sup>
$W_{el,y,inf}$	= 388,65 cm <sup>3</sup>		
$W_{pl,y}$	= 429,48 cm <sup>3</sup>		

Stiffness relaxations :

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



- Section No. 2 : HEA 200

Abscissa from the left end of the beam :

$x = 7 \text{ m}$

Type :

In catalogue (OTUA)

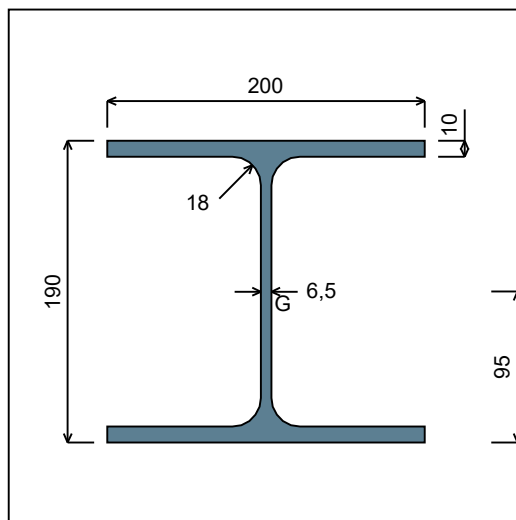


Figure 3 : Section No. 2 (HEA 200).

Main geometrical properties :

$z_S$	= 0 cm
$z_G$	= 9,5 cm
$I_y$	= 3692,2 cm <sup>4</sup>
$I_z$	= 1335,5 cm <sup>4</sup>
$I_t$	= 20,28 cm <sup>4</sup> (Villette)
$I_w$	= 108176 cm <sup>6</sup>

Other geometrical properties :

$A$	= 53,83 cm <sup>2</sup>	
$A_{v,y}$	= 40 cm <sup>2</sup>	$A_{v,z}$ = 18,08 cm <sup>2</sup>
$W_{el,y,sup}$	= 388,65 cm <sup>3</sup>	
$W_{el,y,inf}$	= 388,65 cm <sup>3</sup>	$W_{el,z}$ = 133,55 cm <sup>3</sup>
$W_{pl,y}$	= 429,48 cm <sup>3</sup>	$W_{pl,z}$ = 203,82 cm <sup>3</sup>

Stiffness relaxations :

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

**I.4 - Lateral restraints**

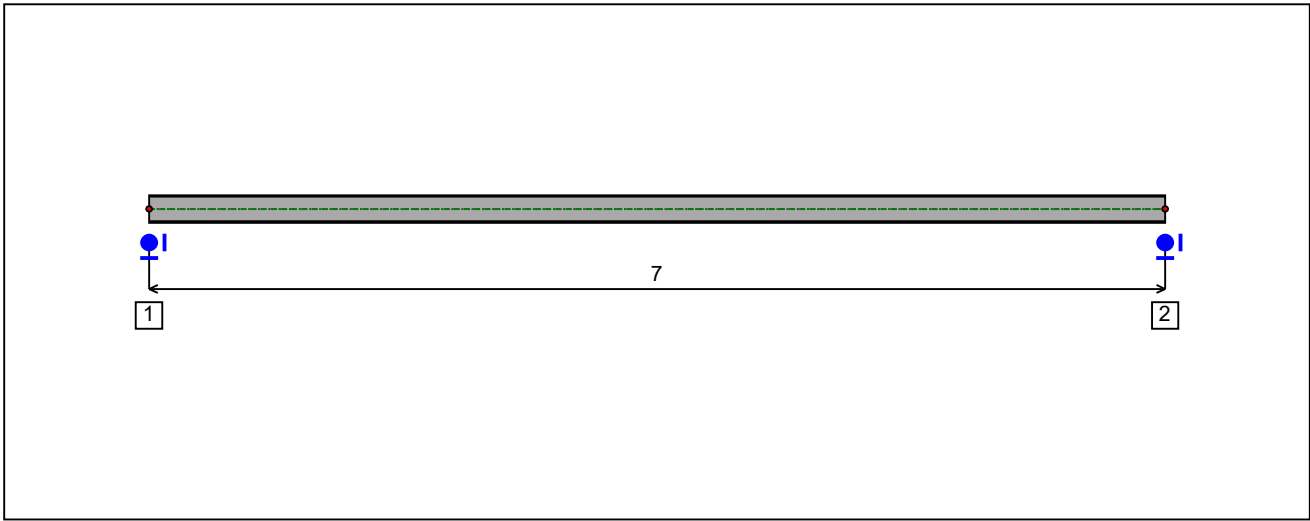


Figure 4 : Profile in long with restraint numbers.

**- 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 :  $x = 7$  m

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

Restraint conditions :

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

### 1.5 - Supports

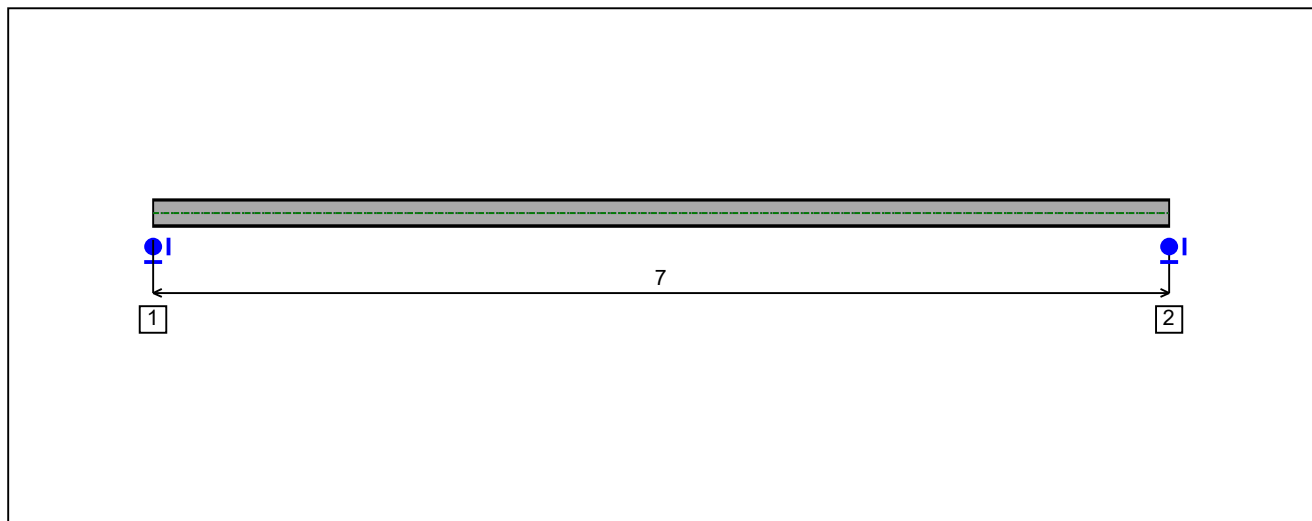


Figure 5 : Profile in long with support numbers.

#### - 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 :  $x = 7$  m

Support conditions :

u : Fixed  
w : Fixed  
w' : Free

**I.6 - Loads**

Type of loading :

Internal

**- Moment diagram :**

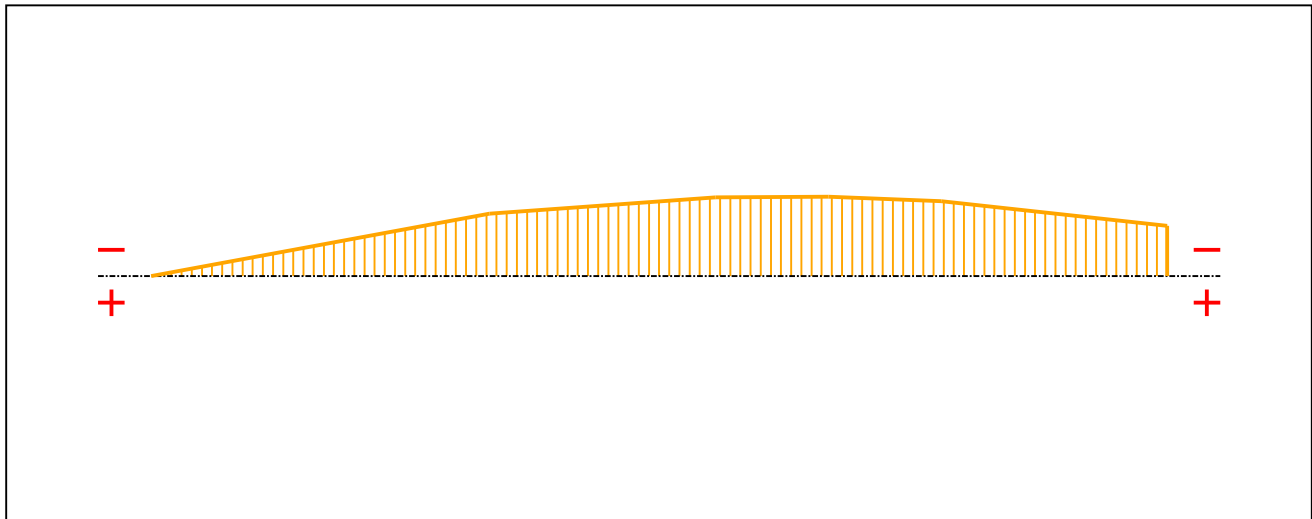


Figure 6 : Moment diagram.

Active :

Yes

Table 1 : Moment diagram.

x(m)	M(kN.m)
0	0
2,33	-7,9
3,89	-9,96
4,667	-10,03
5,444	-9,45
7	-6,36

**- Axial force diagram :**

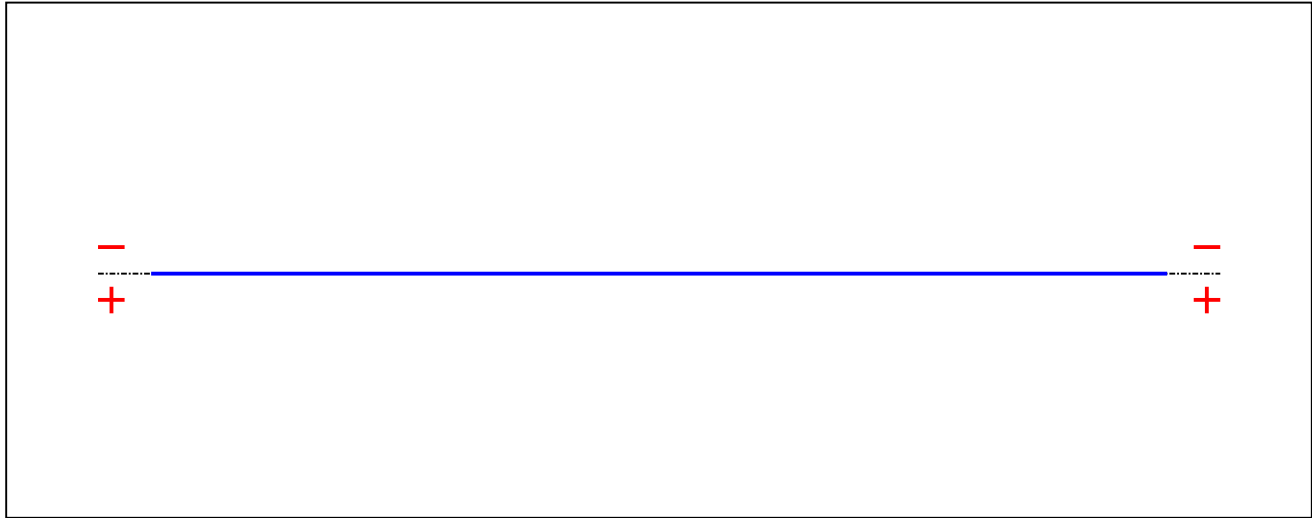


Figure 7 : Axial force diagram.

Active :

No

Table 2 : Axial force diagram.

x(m)	N(kN)
0	0
7	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	$l_{cr}$	$M_{max,cr}$ [kN.m]	$x(M_{max})$ [m]	$N_{max,cr}$ [kN]	$x(N_{max})$ [m]
1	12,31	-123,37	4,62	0	4,62

**II.2 - Mode shapes**

**- Mode 1**

Table 4 : Mode 1.

Mode	$l_{cr}$	$M_{max,cr}$ [kN.m]	$x(M_{max})$ [m]	$N_{max,cr}$ [kN]	$x(N_{max})$ [m]
1	12,31	-123,37	4,62	0	4,62

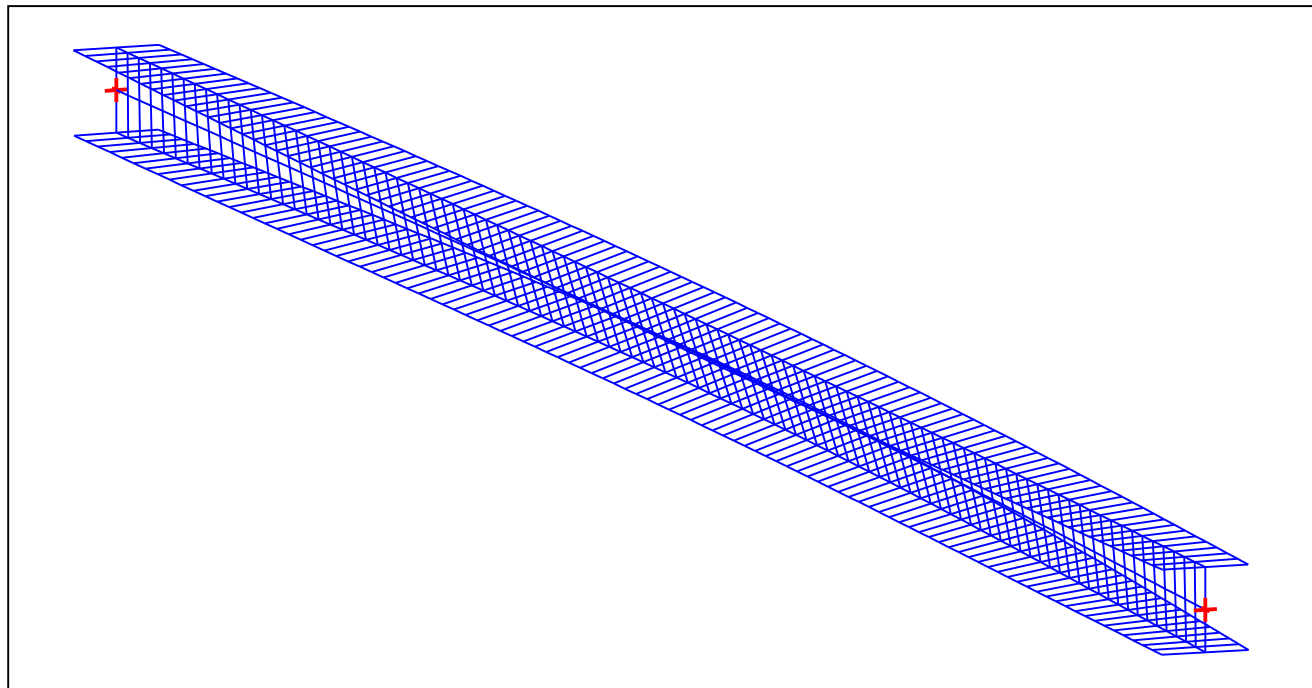


Figure 8 : Mode shape in 3D (Mode 1).

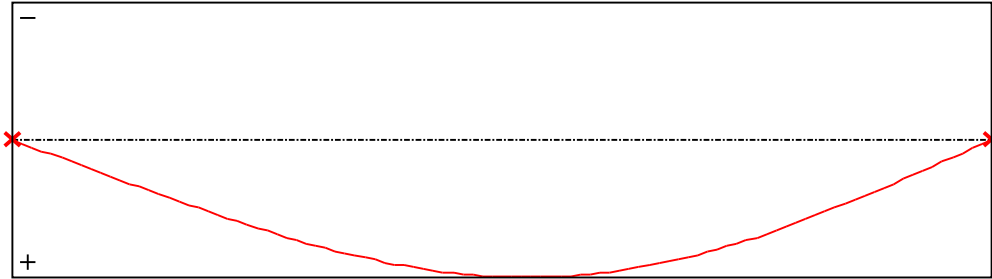


Figure 9 : Lateral displacement component of the shear centre (Mode 1).

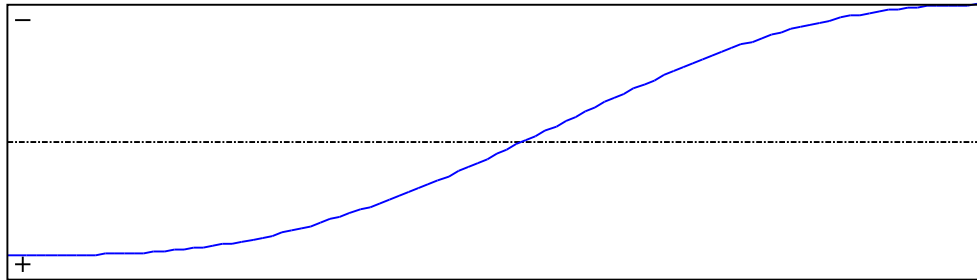


Figure 10 : Rotation in lateral flexure component of the shear centre (Mode 1).

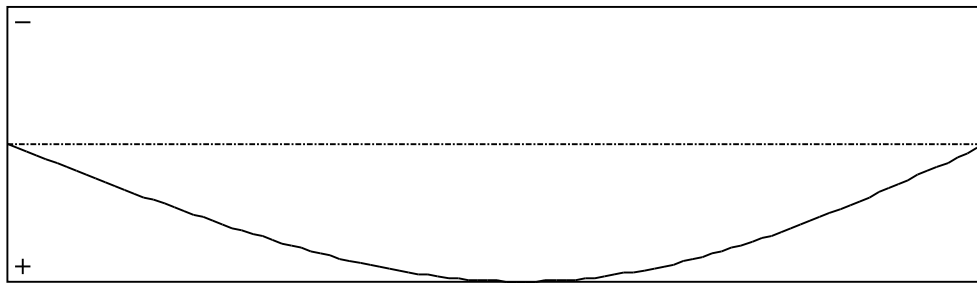


Figure 11 : Longitudinal rotation (torsion) component of the shear centre (Mode 1).

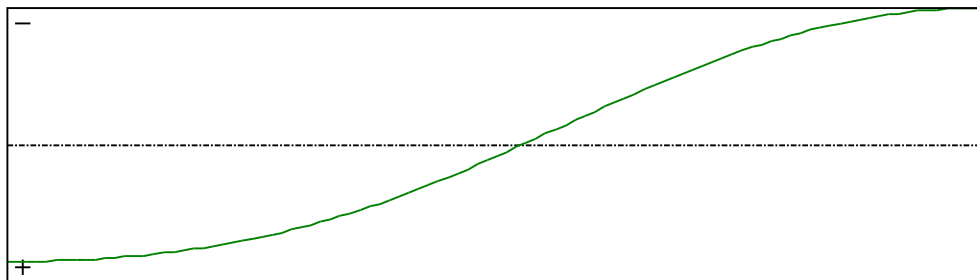


Figure 12 : Warping component of the shear centre (Mode 1).

Table 5 : Mode 1.

x [m]	v [cm]	v' [rd]	$\theta$ [rd]	$\theta'$ [rd/m]
0	1,876E-29	0,0038	4,079E-27	0,0209
0,07	0,0266	0,0038	0,0015	0,0209
0,14	0,0533	0,0038	0,0029	0,0209
0,21	0,0799	0,0038	0,0044	0,0209
0,28	0,1066	0,0038	0,0058	0,0208
0,35	0,1332	0,0038	0,0073	0,0208
0,42	0,1598	0,0038	0,0088	0,0207
0,49	0,1864	0,0038	0,0102	0,0206
0,56	0,2129	0,0038	0,0116	0,0205
0,63	0,2394	0,0038	0,0131	0,0204
0,7	0,2658	0,0038	0,0145	0,0203
0,77	0,2922	0,0038	0,0159	0,0202
0,84	0,3185	0,0037	0,0173	0,0201
0,91	0,3446	0,0037	0,0187	0,0199
0,98	0,3707	0,0037	0,0201	0,0197
1,05	0,3966	0,0037	0,0215	0,0196
1,12	0,4223	0,0037	0,0229	0,0194
1,19	0,4478	0,0036	0,0242	0,0192
1,26	0,4732	0,0036	0,0255	0,0189
1,33	0,4983	0,0036	0,0268	0,0187
1,4	0,5231	0,0035	0,0281	0,0184
1,47	0,5477	0,0035	0,0294	0,0181
1,54	0,5719	0,0034	0,0307	0,0178
1,61	0,5958	0,0034	0,0319	0,0175
1,68	0,6193	0,0033	0,0331	0,0172
1,75	0,6424	0,0033	0,0343	0,0168
1,82	0,6651	0,0032	0,0355	0,0165
1,89	0,6873	0,0031	0,0366	0,0161
1,96	0,709	0,0031	0,0377	0,0157
2,03	0,7302	0,003	0,0388	0,0152
2,1	0,7507	0,0029	0,0399	0,0148
2,17	0,7707	0,0028	0,0409	0,0143
2,24	0,79	0,0027	0,0419	0,0138
2,31	0,8087	0,0026	0,0428	0,0133
2,38	0,8266	0,0025	0,0437	0,0128



Table 5 (Next) : Mode 1.

x [m]	v [cm]	v' [rd]	$\theta$ [rd]	$\theta'$ [rd/m]
2,45	0,8438	0,0024	0,0446	0,0122
2,52	0,8602	0,0023	0,0455	0,0117
2,59	0,8758	0,0022	0,0462	0,0111
2,66	0,8906	0,0021	0,047	0,0105
2,73	0,9045	0,0019	0,0477	0,0098
2,8	0,9176	0,0018	0,0484	0,0092
2,87	0,9298	0,0017	0,049	0,0085
2,94	0,9411	0,0015	0,0496	0,0079
3,01	0,9514	0,0014	0,0501	0,0072
3,08	0,9608	0,0013	0,0506	0,0065
3,15	0,9693	0,0011	0,051	0,0058
3,22	0,9767	9,942E-4	0,0514	0,005
3,29	0,9832	8,497E-4	0,0517	0,0043
3,36	0,9886	7,03E-4	0,052	0,0035
3,43	0,993	5,541E-4	0,0522	0,0028
3,5	0,9964	4,032E-4	0,0524	0,002
3,57	0,9987	2,503E-4	0,0525	0,0012
3,64	0,9999	9,578E-5	0,0525	4,109E-4
3,71	1	-6,036E-5	0,0525	-3,86E-4
3,78	0,999	-2,179E-4	0,0525	-0,0012
3,85	0,9969	-3,767E-4	0,0524	-0,002
3,92	0,9938	-5,363E-4	0,0522	-0,0028
3,99	0,9894	-6,957E-4	0,052	-0,0036
4,06	0,984	-8,545E-4	0,0517	-0,0044
4,13	0,9775	-0,001	0,0514	-0,0052
4,2	0,9698	-0,0012	0,051	-0,006
4,27	0,9611	-0,0013	0,0505	-0,0068
4,34	0,9513	-0,0015	0,05	-0,0076
4,41	0,9404	-0,0016	0,0494	-0,0084
4,48	0,9284	-0,0018	0,0488	-0,0092
4,55	0,9154	-0,0019	0,0482	-0,01
4,62	0,9014	-0,0021	0,0474	-0,0107
4,69	0,8863	-0,0022	0,0467	-0,0115
4,76	0,8703	-0,0024	0,0458	-0,0122
4,83	0,8532	-0,0025	0,0449	-0,0129

Table 5 (Next) : Mode 1.

x [m]	v [cm]	v' [rd]	$\theta$ [rd]	$\theta'$ [rd/m]
4,9	0,8352	-0,0026	0,044	-0,0137
4,97	0,8163	-0,0028	0,043	-0,0143
5,04	0,7964	-0,0029	0,042	-0,015
5,11	0,7757	-0,003	0,0409	-0,0157
5,18	0,7541	-0,0031	0,0398	-0,0163
5,25	0,7317	-0,0033	0,0386	-0,0169
5,32	0,7085	-0,0034	0,0374	-0,0175
5,39	0,6845	-0,0035	0,0362	-0,0181
5,46	0,6598	-0,0036	0,0349	-0,0187
5,53	0,6344	-0,0037	0,0336	-0,0192
5,6	0,6083	-0,0038	0,0322	-0,0197
5,67	0,5816	-0,0039	0,0308	-0,0202
5,74	0,5543	-0,0039	0,0294	-0,0206
5,81	0,5264	-0,004	0,0279	-0,0211
5,88	0,498	-0,0041	0,0264	-0,0215
5,95	0,4691	-0,0042	0,0249	-0,0219
6,02	0,4398	-0,0042	0,0234	-0,0222
6,09	0,41	-0,0043	0,0218	-0,0226
6,16	0,3799	-0,0043	0,0202	-0,0229
6,23	0,3494	-0,0044	0,0186	-0,0232
6,3	0,3186	-0,0044	0,017	-0,0234
6,37	0,2875	-0,0045	0,0153	-0,0237
6,44	0,2562	-0,0045	0,0137	-0,0239
6,51	0,2246	-0,0045	0,012	-0,0241
6,58	0,1929	-0,0045	0,0103	-0,0242
6,65	0,1609	-0,0046	0,0086	-0,0244
6,72	0,1289	-0,0046	0,0069	-0,0245
6,79	0,0968	-0,0046	0,0052	-0,0246
6,86	0,0646	-0,0046	0,0035	-0,0246
6,93	0,0323	-0,0046	0,0017	-0,0247
7	2,892E-29	-0,0046	1,551E-27	-0,0247

## 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 200	<i>p.2</i>
- Section No. 2 : HEA 200	<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.

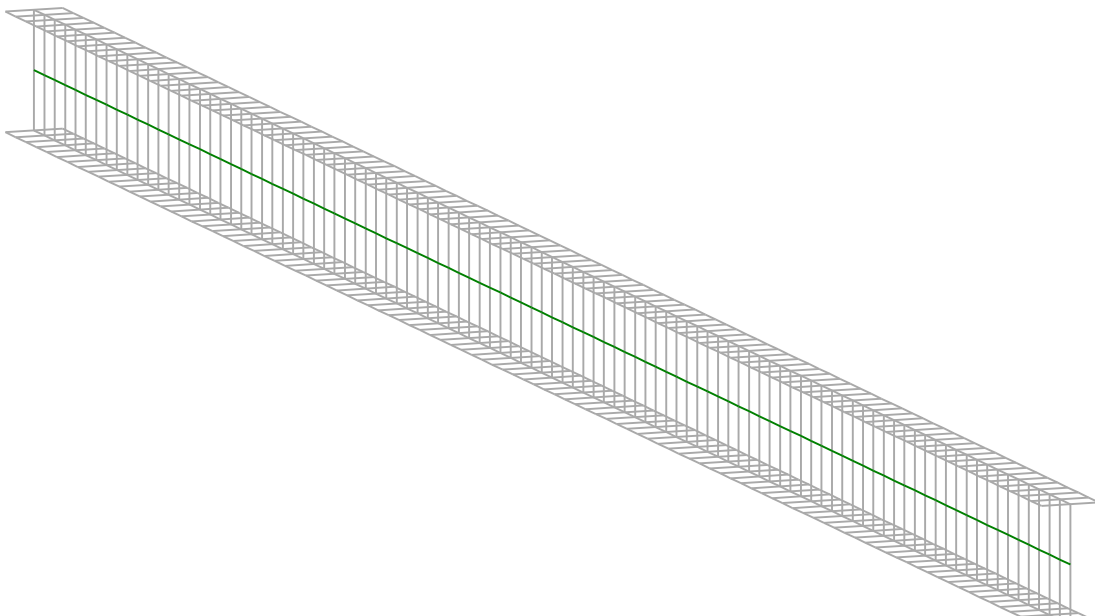
Because of the complexity of the calculations involved, the software is only for users who are able to make themselves an accurate idea of its possibilities, its limitations and adequacy to the various practical applications. The user will use it under his own responsibilities at his own risk.

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 :	$L = 7,42 \text{ m}$
Initial discretization of the beam :	$n_{el} = 100 \text{ elements}$

***I.2 - Material***

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

***I.3 - Sections***

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

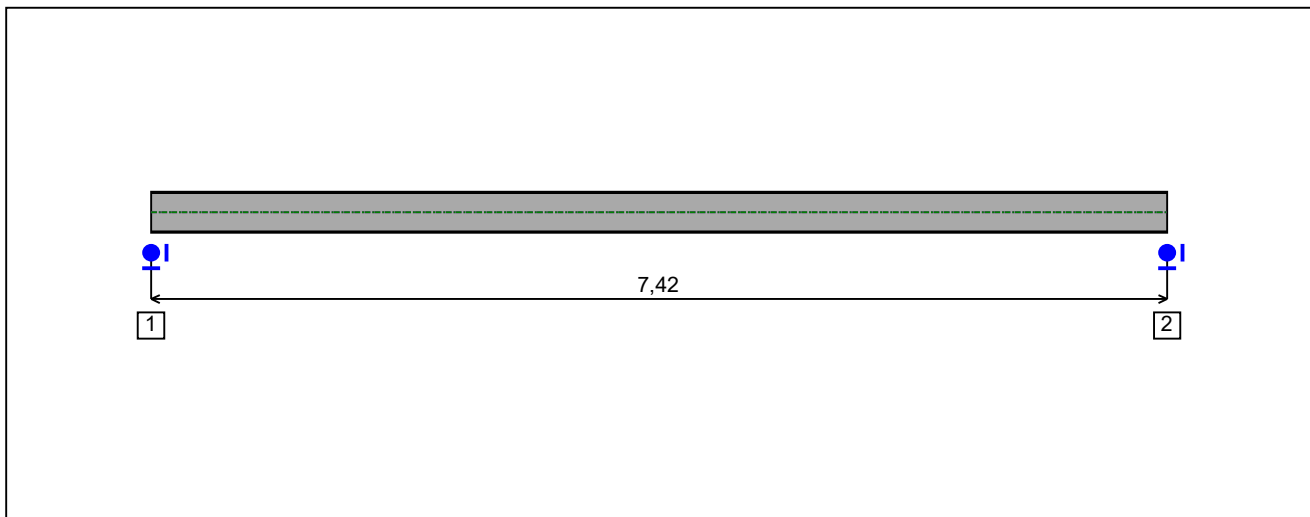


Figure 1 : Profile in long with section numbers.

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

Abscissa from the left end of the beam :

x = 0 m

Type :

In catalogue (OTUA)

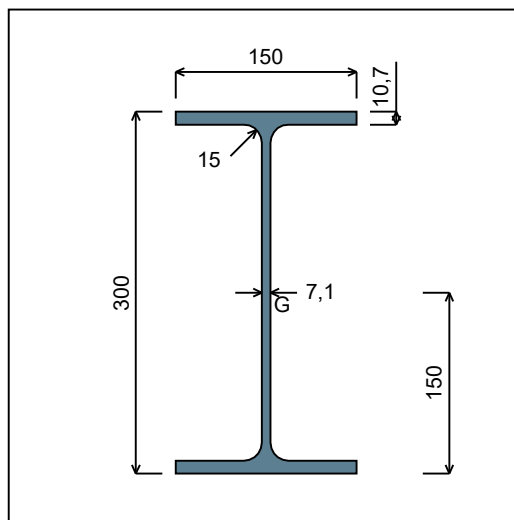


Figure 2 : Section No. 1 (IPE 300).

Main geometrical properties :

- $z_S = 0 \text{ cm}$
- $z_G = 15 \text{ cm}$
- $I_y = 8356,1 \text{ cm}^4$
- $I_z = 603,78 \text{ cm}^4$
- $I_t = 19,87 \text{ cm}^4$  (Villette)
- $I_w = 126332 \text{ cm}^6$

Other geometrical properties :

- |                                      |                                  |
|--------------------------------------|----------------------------------|
| $A = 53,81 \text{ cm}^2$             |                                  |
| $A_{v,y} = 32,1 \text{ cm}^2$        | $A_{v,z} = 25,68 \text{ cm}^2$   |
| $W_{el,y,sup} = 557,07 \text{ cm}^3$ |                                  |
| $W_{el,y,inf} = 557,07 \text{ cm}^3$ | $W_{el,z} = 80,5 \text{ cm}^3$   |
| $W_{pl,y} = 628,36 \text{ cm}^3$     | $W_{pl,z} = 125,22 \text{ cm}^3$ |

Stiffness relaxations :

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



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

Abscissa from the left end of the beam :

$x = 7,42 \text{ m}$

Type :

In catalogue (OTUA)

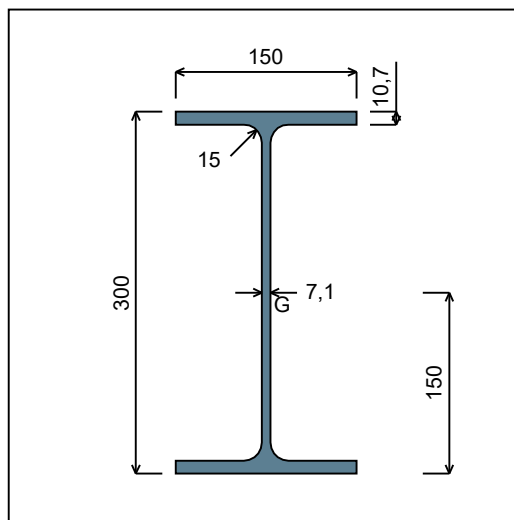


Figure 3 : Section No. 2 (IPE 300).

Main geometrical properties :

$z_S$	= 0 cm
$z_G$	= 15 cm
$I_y$	= 8356,1 cm <sup>4</sup>
$I_z$	= 603,78 cm <sup>4</sup>
$I_t$	= 19,87 cm <sup>4</sup> (Villette)
$I_w$	= 126332 cm <sup>6</sup>

Other geometrical properties :

$A$	= 53,81 cm <sup>2</sup>	
$A_{v,y}$	= 32,1 cm <sup>2</sup>	$A_{v,z}$ = 25,68 cm <sup>2</sup>
$W_{el,y,sup}$	= 557,07 cm <sup>3</sup>	
$W_{el,y,inf}$	= 557,07 cm <sup>3</sup>	$W_{el,z}$ = 80,5 cm <sup>3</sup>
$W_{pl,y}$	= 628,36 cm <sup>3</sup>	$W_{pl,z}$ = 125,22 cm <sup>3</sup>

Stiffness relaxations :

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

**I.4 - Lateral restraints**

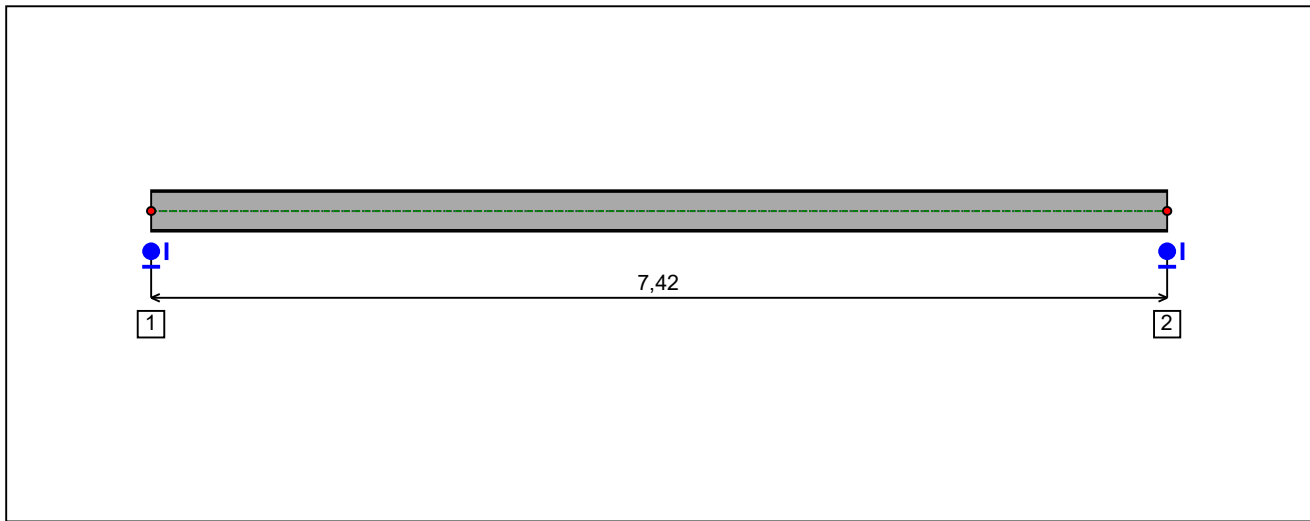


Figure 4 : Profile in long with restraint numbers.

**- 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 :  $x = 7,42$  m

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

Restraint conditions :

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

### 1.5 - Supports

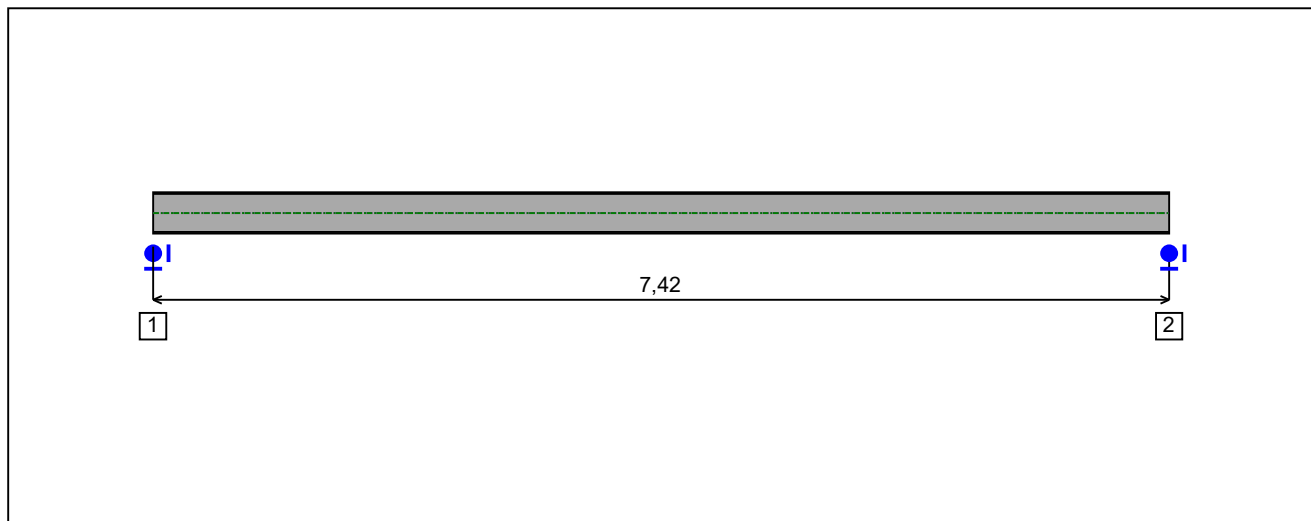


Figure 5 : Profile in long with support numbers.

#### - 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 :  $x = 7,42$  m

Support conditions :

u : Fixed  
w : Fixed  
w' : Free

**I.6 - Loads**

Type of loading :

Internal

**- Moment diagram :**

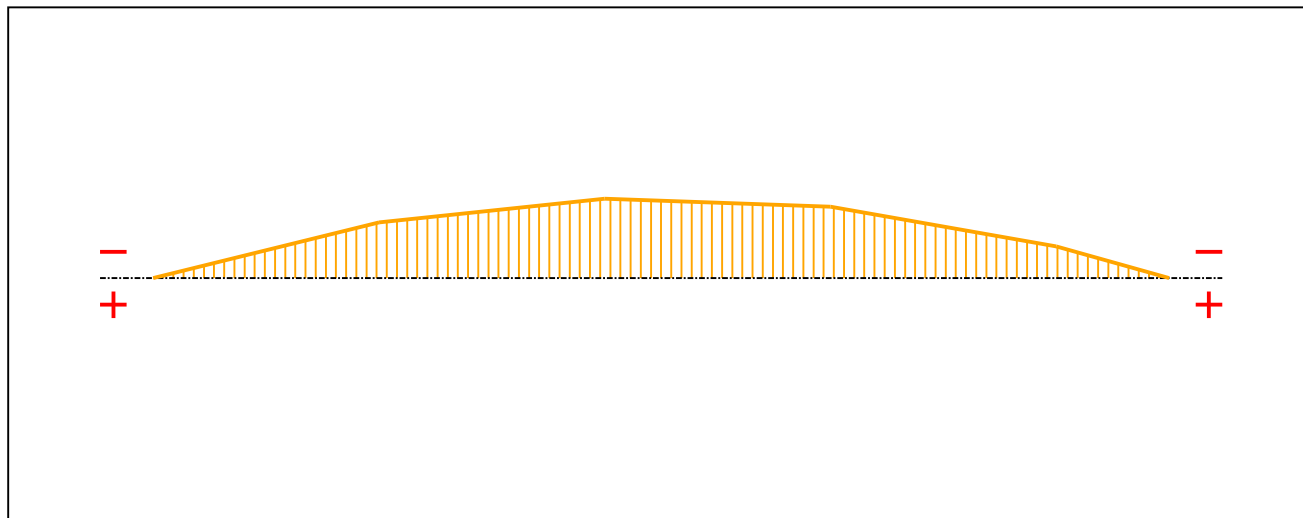


Figure 6 : Moment diagram.

Active :

Yes

Table 1 : Moment diagram.

x(m)	M(kN.m)
0	0
1,649	-20,41
3,298	-29,16
4,947	-26,24
6,596	-11,66
7,42	0

**- Axial force diagram :**

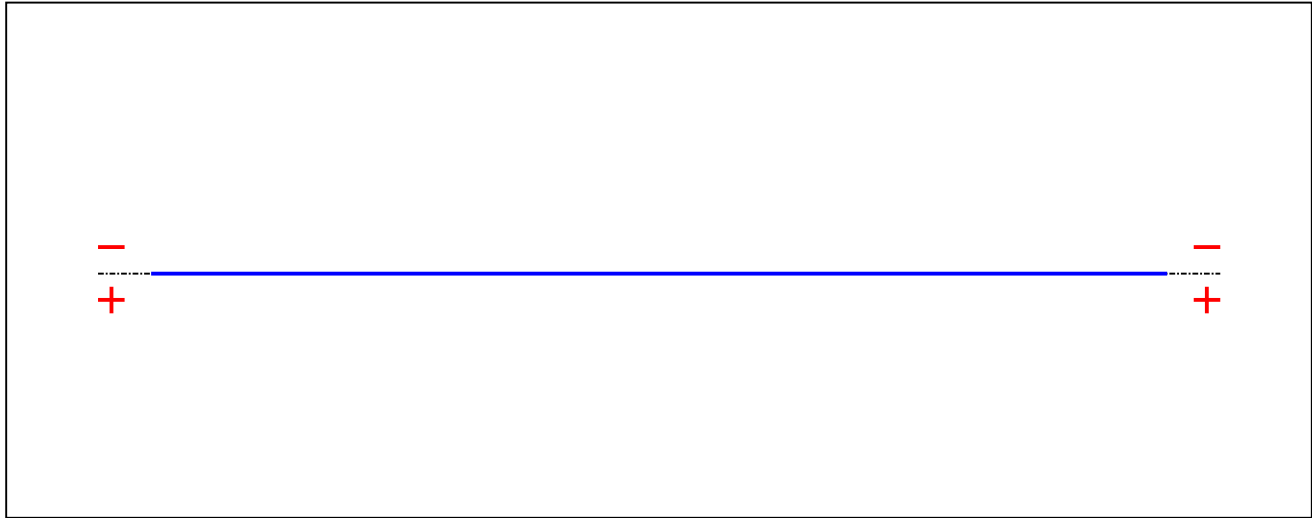


Figure 7 : Axial force diagram.

Active :

No

Table 2 : Axial force diagram.

x(m)	N(kN)
0	0
7,42	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	$\lambda_{cr}$	$M_{max,cr}$ [kN.m]	$x(M_{max})$ [m]	$N_{max,cr}$ [kN]	$x(N_{max})$ [m]
1	2,733	-79,49	3,339	0	3,339

**II.2 - Mode shapes**

**- Mode 1**

Table 4 : Mode 1.

Mode	$\lambda_{cr}$	$M_{max,cr}$ [kN.m]	$x(M_{max})$ [m]	$N_{max,cr}$ [kN]	$x(N_{max})$ [m]
1	2,733	-79,49	3,339	0	3,339

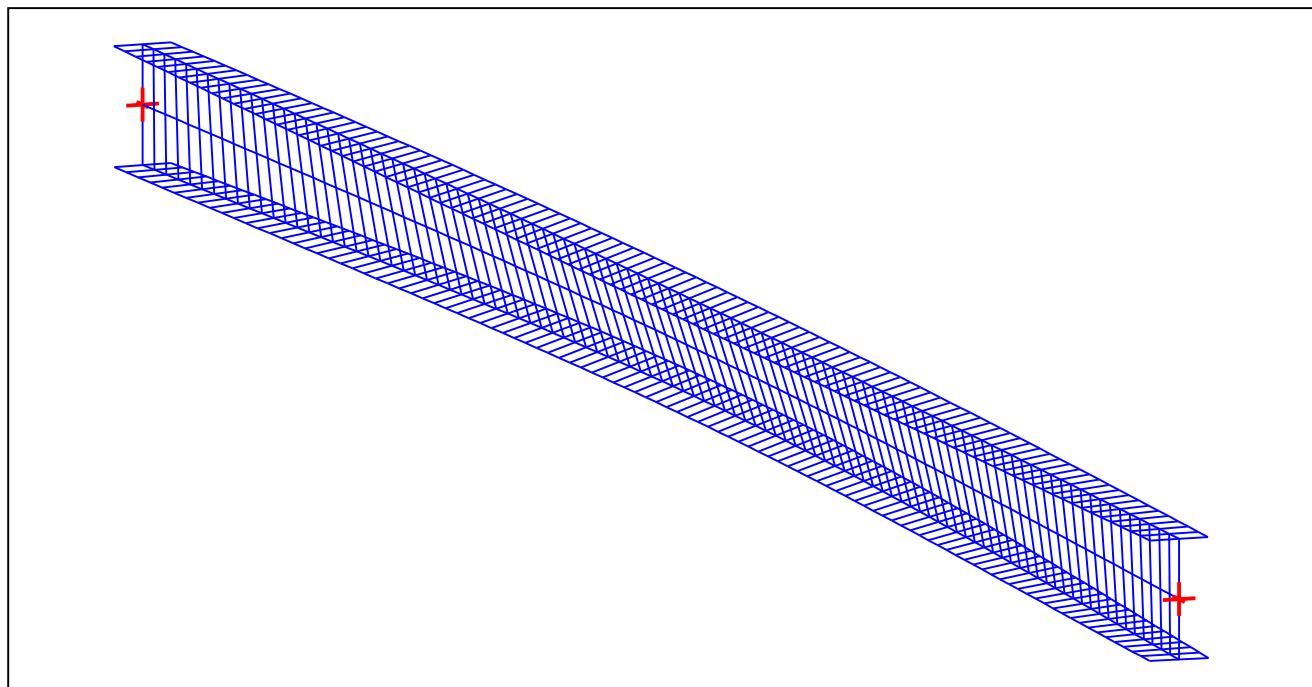


Figure 8 : Mode shape in 3D (Mode 1).

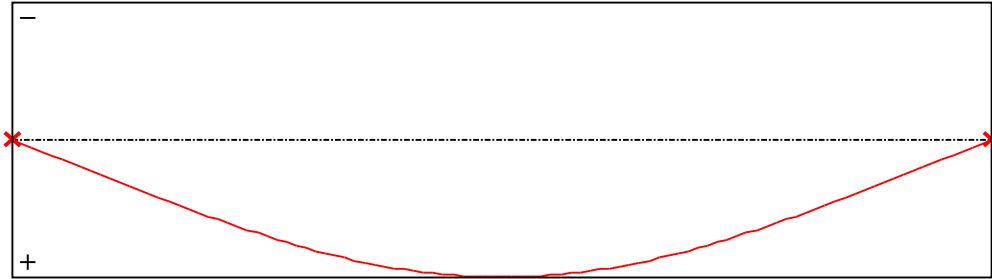


Figure 9 : Lateral displacement component of the shear centre (Mode 1).

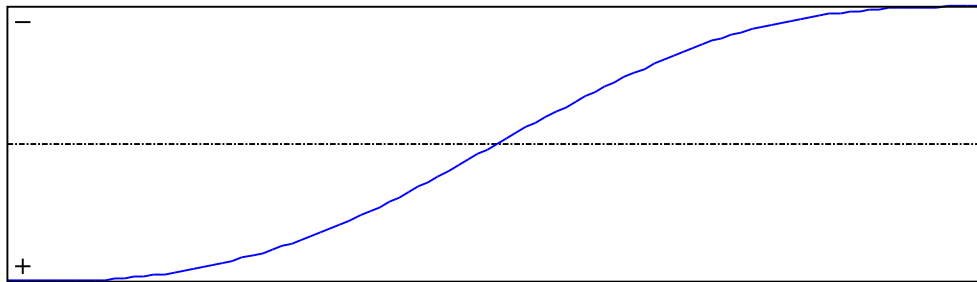


Figure 10 : Rotation in lateral flexure component of the shear centre (Mode 1).

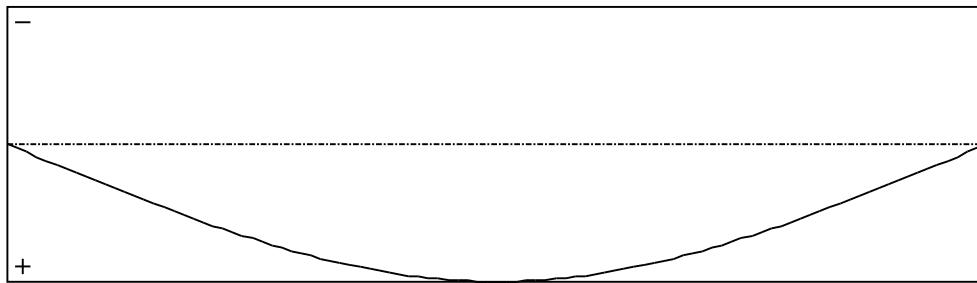


Figure 11 : Longitudinal rotation (torsion) component of the shear centre (Mode 1).

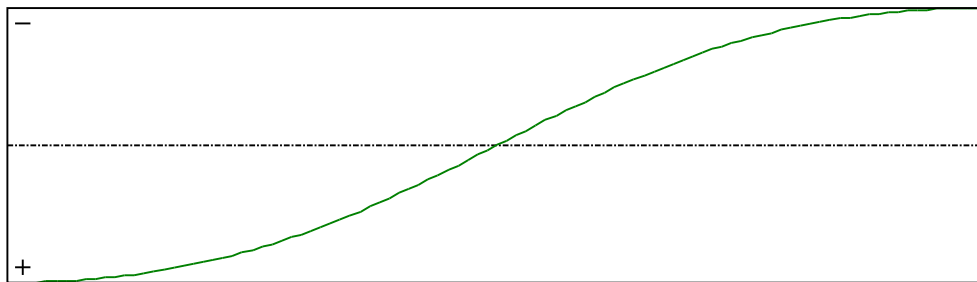


Figure 12 : Warping component of the shear centre (Mode 1).

Table 5 : Mode 1.

x [m]	v [cm]	v' [rd]	$\theta$ [rd]	$\theta'$ [rd/m]
0	9,562E-31	0,0038	2,599E-27	0,0134
0,0742	0,0285	0,0038	9,964E-4	0,0134
0,1484	0,0571	0,0038	0,002	0,0134
0,2226	0,0856	0,0038	0,003	0,0134
0,2968	0,1142	0,0038	0,004	0,0134
0,371	0,1427	0,0038	0,005	0,0133
0,4452	0,1712	0,0038	0,006	0,0133
0,5194	0,1996	0,0038	0,0069	0,0132
0,5936	0,228	0,0038	0,0079	0,0131
0,6678	0,2564	0,0038	0,0089	0,0131
0,742	0,2846	0,0038	0,0099	0,013
0,8162	0,3127	0,0038	0,0108	0,0129
0,8904	0,3407	0,0038	0,0118	0,0128
0,9646	0,3686	0,0037	0,0127	0,0126
1,039	0,3963	0,0037	0,0136	0,0125
1,113	0,4237	0,0037	0,0146	0,0124
1,187	0,4509	0,0037	0,0155	0,0122
1,261	0,4779	0,0036	0,0164	0,012
1,336	0,5045	0,0036	0,0173	0,0118
1,41	0,5309	0,0035	0,0181	0,0117
1,484	0,5568	0,0035	0,019	0,0114
1,558	0,5823	0,0034	0,0198	0,0112
1,632	0,6074	0,0033	0,0206	0,011
1,707	0,632	0,0033	0,0215	0,0108
1,781	0,656	0,0032	0,0222	0,0105
1,855	0,6795	0,0031	0,023	0,0102
1,929	0,7024	0,003	0,0238	0,0099
2,003	0,7247	0,003	0,0245	0,0096
2,078	0,7463	0,0029	0,0252	0,0093
2,152	0,7673	0,0028	0,0259	0,009
2,226	0,7875	0,0027	0,0265	0,0087
2,3	0,807	0,0026	0,0272	0,0083
2,374	0,8258	0,0025	0,0278	0,008
2,449	0,8437	0,0024	0,0283	0,0076
2,523	0,8608	0,0022	0,0289	0,0072



Table 5 (Next) : Mode 1.

x [m]	v [cm]	v' [rd]	$\theta$ [rd]	$\theta'$ [rd/m]
2,597	0,8771	0,0021	0,0294	0,0068
2,671	0,8925	0,002	0,0299	0,0064
2,745	0,9069	0,0019	0,0304	0,006
2,82	0,9204	0,0018	0,0308	0,0056
2,894	0,933	0,0016	0,0312	0,0052
2,968	0,9445	0,0015	0,0316	0,0047
3,042	0,955	0,0013	0,0319	0,0043
3,116	0,9645	0,0012	0,0322	0,0038
3,191	0,9728	0,0011	0,0325	0,0034
3,265	0,9801	9,051E-4	0,0327	0,0029
3,339	0,9863	7,528E-4	0,0329	0,0024
3,413	0,9913	5,997E-4	0,0331	0,0019
3,487	0,9952	4,466E-4	0,0332	0,0015
3,562	0,9979	2,938E-4	0,0333	9,662E-4
3,636	0,9995	1,413E-4	0,0333	4,809E-4
3,71	1	-1,063E-5	0,0333	-5,036E-6
3,784	0,9994	-1,619E-4	0,0333	-4,906E-4
3,858	0,9976	-3,123E-4	0,0333	-9,75E-4
3,933	0,9947	-4,616E-4	0,0332	-0,0015
4,007	0,9908	-6,098E-4	0,0331	-0,0019
4,081	0,9857	-7,566E-4	0,0329	-0,0024
4,155	0,9795	-9,02E-4	0,0327	-0,0029
4,229	0,9723	-0,001	0,0325	-0,0034
4,304	0,964	-0,0012	0,0322	-0,0038
4,378	0,9547	-0,0013	0,0319	-0,0043
4,452	0,9443	-0,0015	0,0316	-0,0047
4,526	0,9329	-0,0016	0,0312	-0,0052
4,6	0,9206	-0,0017	0,0308	-0,0056
4,675	0,9072	-0,0019	0,0304	-0,006
4,749	0,8929	-0,002	0,0299	-0,0064
4,823	0,8776	-0,0021	0,0294	-0,0068
4,897	0,8614	-0,0022	0,0289	-0,0072
4,971	0,8443	-0,0024	0,0283	-0,0076
5,046	0,8264	-0,0025	0,0278	-0,008
5,12	0,8076	-0,0026	0,0272	-0,0083

Table 5 (Next) : Mode 1.

x [m]	v [cm]	v' [rd]	$\theta$ [rd]	$\theta'$ [rd/m]
5,194	0,788	-0,0027	0,0265	-0,0087
5,268	0,7676	-0,0028	0,0259	-0,009
5,342	0,7465	-0,0029	0,0252	-0,0093
5,417	0,7248	-0,003	0,0245	-0,0097
5,491	0,7024	-0,0031	0,0238	-0,0099
5,565	0,6794	-0,0031	0,023	-0,0102
5,639	0,6558	-0,0032	0,0222	-0,0105
5,713	0,6317	-0,0033	0,0215	-0,0108
5,788	0,6071	-0,0033	0,0206	-0,011
5,862	0,5821	-0,0034	0,0198	-0,0112
5,936	0,5566	-0,0035	0,019	-0,0114
6,01	0,5307	-0,0035	0,0181	-0,0117
6,084	0,5045	-0,0036	0,0173	-0,0118
6,159	0,4779	-0,0036	0,0164	-0,012
6,233	0,451	-0,0036	0,0155	-0,0122
6,307	0,4239	-0,0037	0,0146	-0,0124
6,381	0,3965	-0,0037	0,0136	-0,0125
6,455	0,3689	-0,0037	0,0127	-0,0126
6,53	0,3411	-0,0038	0,0118	-0,0128
6,604	0,3131	-0,0038	0,0108	-0,0129
6,678	0,285	-0,0038	0,0099	-0,013
6,752	0,2567	-0,0038	0,0089	-0,0131
6,826	0,2284	-0,0038	0,0079	-0,0131
6,901	0,1999	-0,0038	0,0069	-0,0132
6,975	0,1715	-0,0038	0,006	-0,0133
7,049	0,1429	-0,0038	0,005	-0,0133
7,123	0,1144	-0,0039	0,004	-0,0134
7,197	0,0858	-0,0039	0,003	-0,0134
7,272	0,0572	-0,0039	0,002	-0,0134
7,346	0,0286	-0,0039	9,964E-4	-0,0134
7,42	1,803E-30	-0,0039	2,596E-27	-0,0134

## 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 300	<i>p.2</i>
- Section No. 2 : IPE 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.

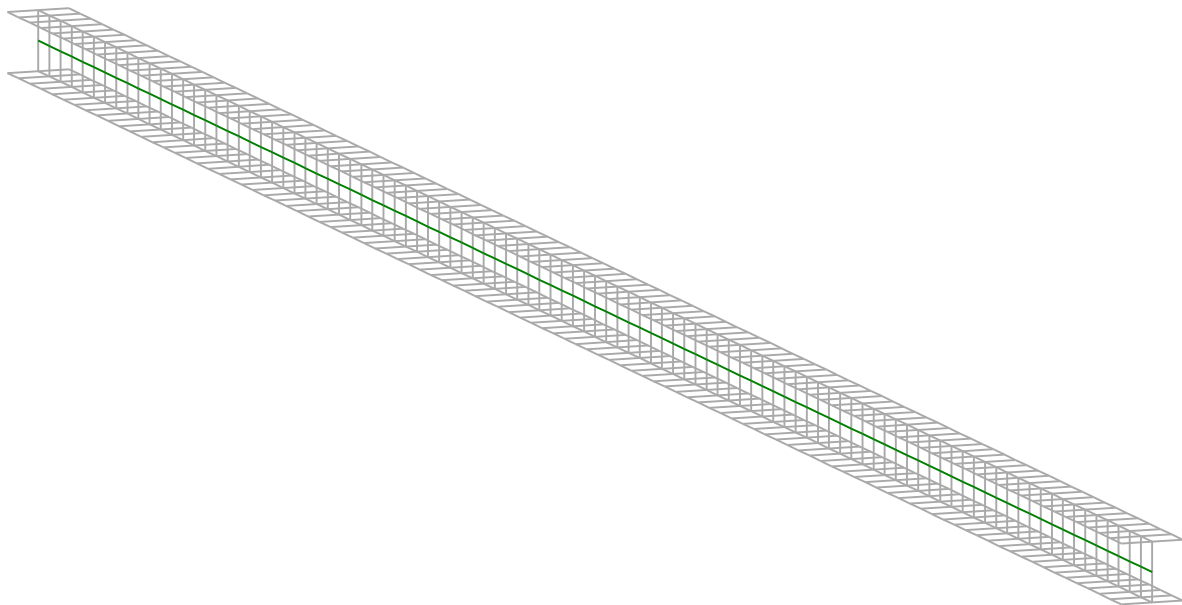
Because of the complexity of the calculations involved, the software is only for users who are able to make themselves an accurate idea of its possibilities, its limitations and adequacy to the various practical applications. The user will use it under his own responsibilities at his own risk.

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 = 6 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 120**

Abscissa from the left end of the beam :

$x = 0$  m

Type :

In catalogue (OTUA)

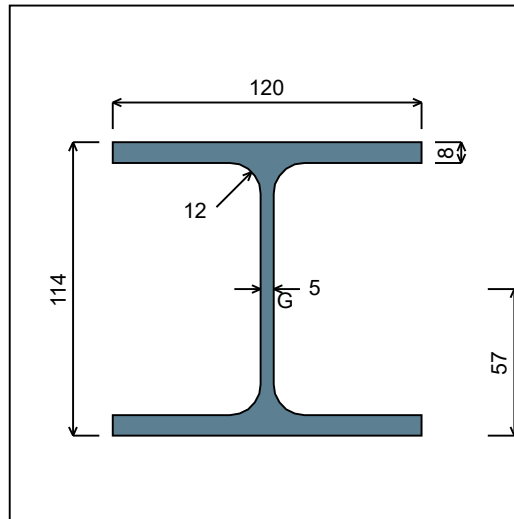


Figure 2 : Section No. 1 (HEA 120).

Main geometrical properties :

- $z_S = 0$  cm
- $z_G = 5,7$  cm
- $I_y = 606,15$  cm<sup>4</sup>
- $I_z = 230,9$  cm<sup>4</sup>
- $I_t = 5,938$  cm<sup>4</sup> (Villette)
- $I_w = 6485,9$  cm<sup>6</sup>

Other geometrical properties :

- |   |                                    |
|---|------------------------------------|
| $A = 25,34$ cm <sup>2</sup>             |                                    |
| $A_{v,y} = 19,2$ cm <sup>2</sup>        | $A_{v,z} = 8,456$ cm <sup>2</sup>  |
| $W_{el,y,sup} = 106,34$ cm <sup>3</sup> |                                    |
| $W_{el,y,inf} = 106,34$ cm <sup>3</sup> | $W_{el,z} = 38,48$ cm <sup>3</sup> |
| $W_{pl,y} = 119,49$ cm <sup>3</sup>     | $W_{pl,z} = 58,85$ cm <sup>3</sup> |

Stiffness relaxations :

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



**- Section No. 2 : HEA 120**

Abscissa from the left end of the beam :

x = 6 m

Type :

In catalogue (OTUA)

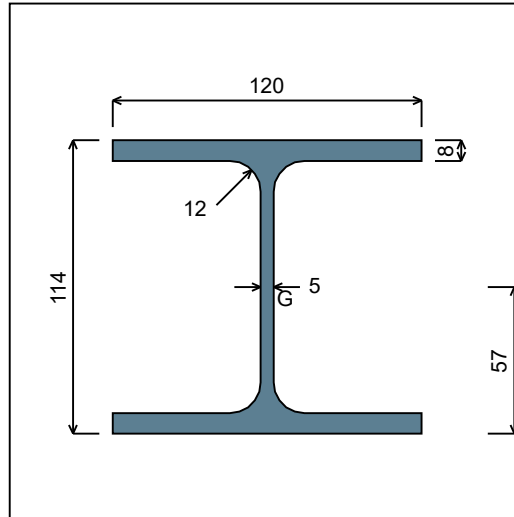


Figure 3 : Section No. 2 (HEA 120).

Main geometrical properties :

- $z_S = 0 \text{ cm}$
- $z_G = 5,7 \text{ cm}$
- $I_y = 606,15 \text{ cm}^4$
- $I_z = 230,9 \text{ cm}^4$
- $I_t = 5,938 \text{ cm}^4$  (Villette)
- $I_w = 6485,9 \text{ cm}^6$

Other geometrical properties :

- |                                      |                                 |
|--------------------------------------|---------------------------------|
| $A = 25,34 \text{ cm}^2$             |                                 |
| $A_{v,y} = 19,2 \text{ cm}^2$        | $A_{v,z} = 8,456 \text{ cm}^2$  |
| $W_{el,y,sup} = 106,34 \text{ cm}^3$ |                                 |
| $W_{el,y,inf} = 106,34 \text{ cm}^3$ | $W_{el,z} = 38,48 \text{ cm}^3$ |
| $W_{pl,y} = 119,49 \text{ cm}^3$     | $W_{pl,z} = 58,85 \text{ cm}^3$ |

Stiffness relaxations :

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

**I.4 - Lateral restraints**

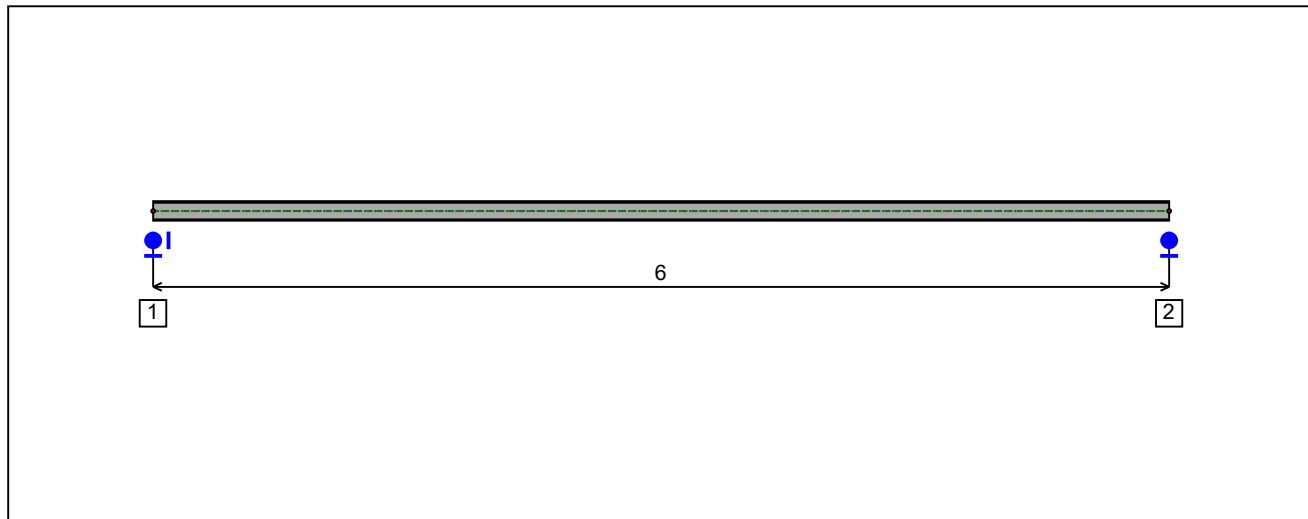


Figure 4 : Profile in long with restraint numbers.

**- 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 :  $x = 6$  m

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

Restraint conditions :

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

### 1.5 - Supports

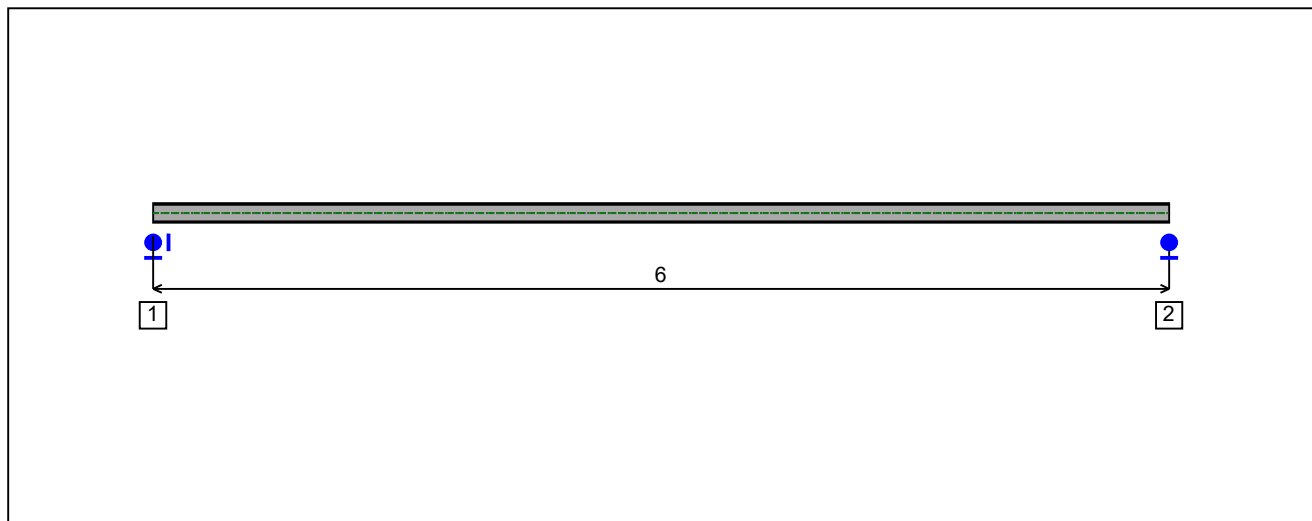


Figure 5 : Profile in long with support numbers.

#### - 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 :  $x = 6$  m

Support conditions :

u : Free  
w : Fixed  
w' : Free

**I.6 - Loads**

Type of loading :

Internal

**- Moment diagram :**

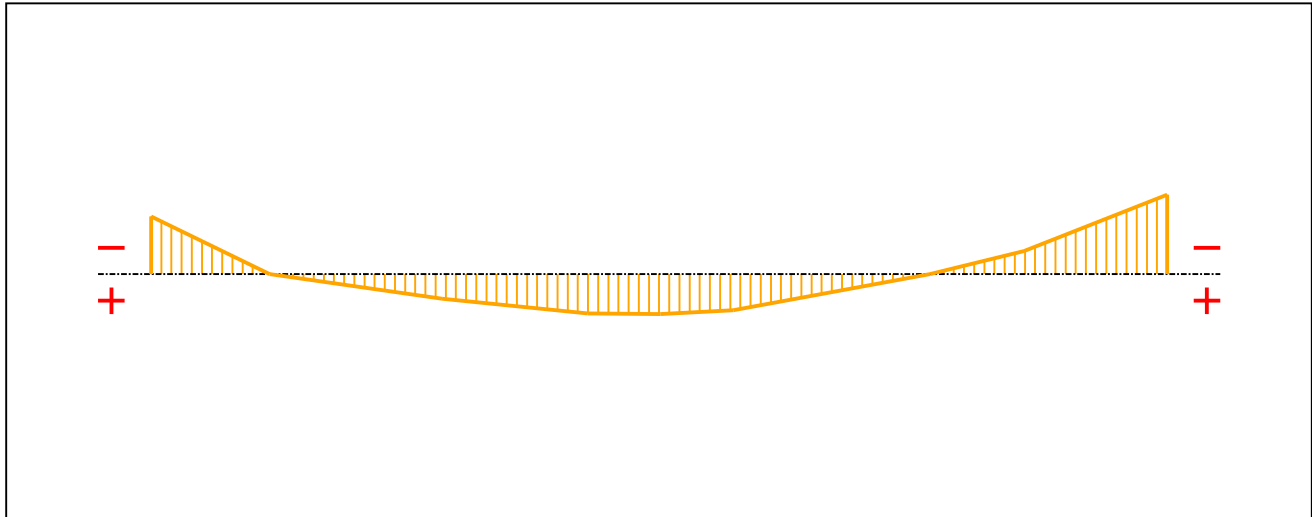


Figure 6 : Moment diagram.

Active :

Yes

Table 1 : Moment diagram.

x(m)	M(kN.m)
0	-14,33
0,7	0
1,718	6,08
2,578	9,7
3,007	9,87
3,437	8,93
4,6	0
5,155	-5,76
6	-19,69

**- Axial force diagram :**

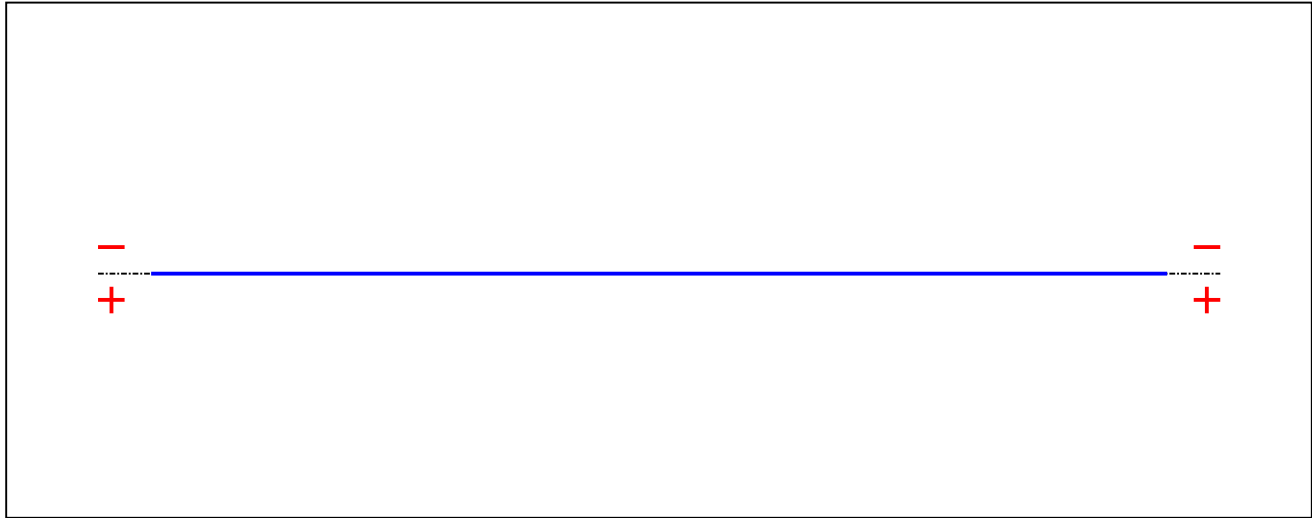


Figure 7 : Axial force diagram.

Active :

No

Table 2 : Axial force diagram.

x(m)	N(kN)
0	0
6	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	$\lambda_{cr}$	$M_{max,cr}$ [kN.m]	$x(M_{max})$ [m]	$N_{max,cr}$ [kN]	$x(N_{max})$ [m]
1	3,525	-69,41	6	0	6

**II.2 - Mode shapes**

**- Mode 1**

Table 4 : Mode 1.

Mode	$\lambda_{cr}$	$M_{max,cr}$ [kN.m]	$x(M_{max})$ [m]	$N_{max,cr}$ [kN]	$x(N_{max})$ [m]
1	3,525	-69,41	6	0	6

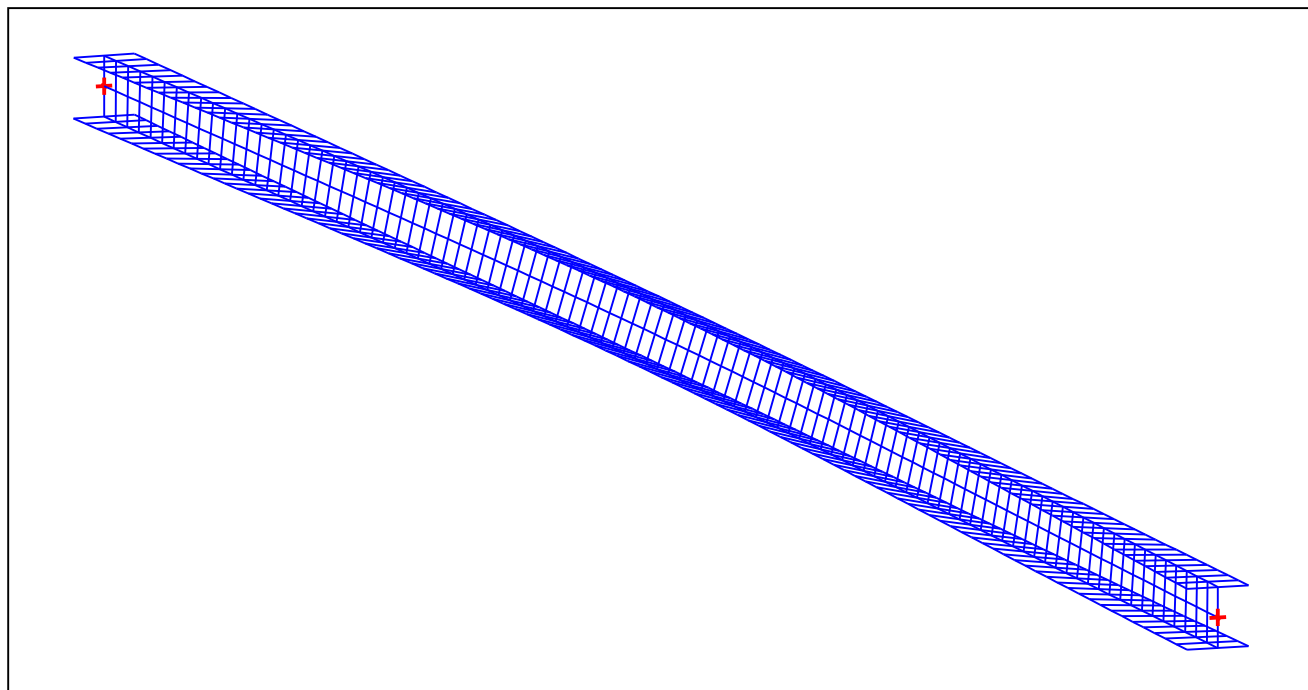


Figure 8 : Mode shape in 3D (Mode 1).

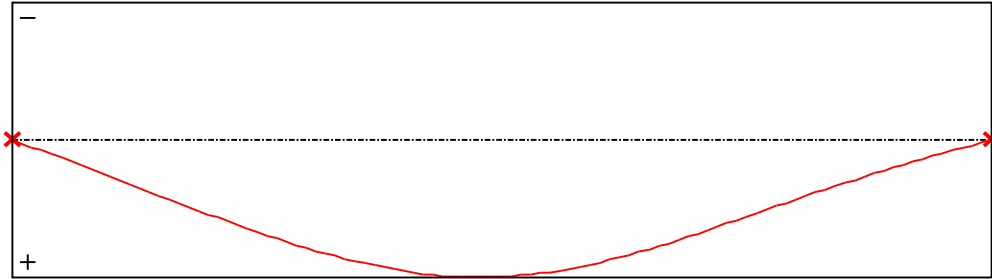


Figure 9 : Lateral displacement component of the shear centre (Mode 1).

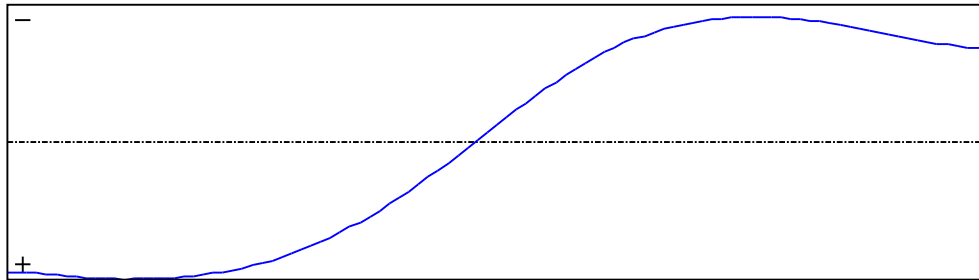


Figure 10 : Rotation in lateral flexure component of the shear centre (Mode 1).

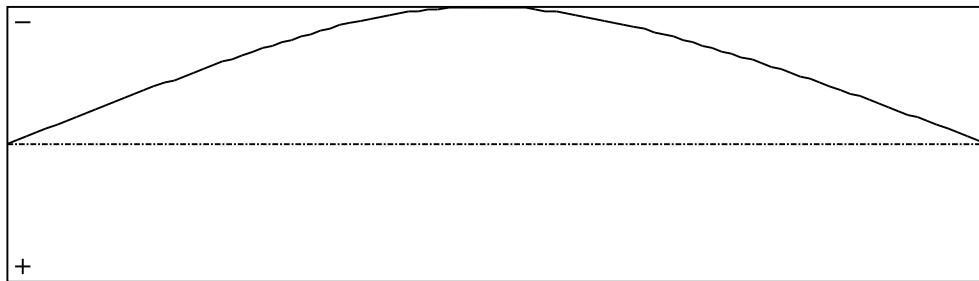


Figure 11 : Longitudinal rotation (torsion) component of the shear centre (Mode 1).

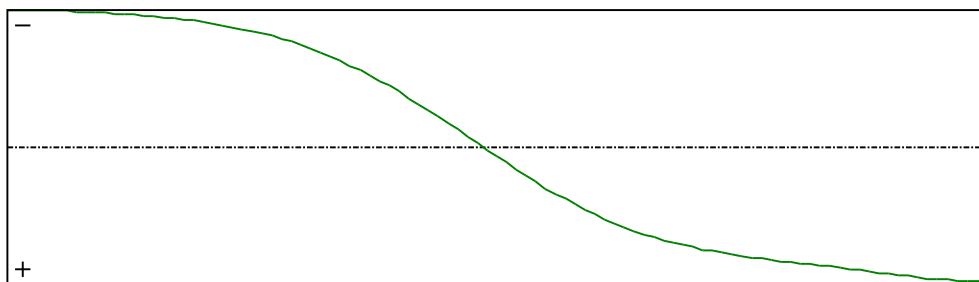


Figure 12 : Warping component of the shear centre (Mode 1).

Table 5 : Mode 1.

x [m]	v [cm]	v' [rd]	$\theta$ [rd]	$\theta'$ [rd/m]
0	-1,763E-30	0,0044	-3,6E-27	-0,0276
0,06	0,0262	0,0044	-0,0017	-0,0276
0,12	0,0524	0,0044	-0,0033	-0,0276
0,18	0,0787	0,0044	-0,005	-0,0275
0,24	0,1052	0,0044	-0,0066	-0,0275
0,3	0,1318	0,0045	-0,0083	-0,0274
0,36	0,1586	0,0045	-0,0099	-0,0274
0,42	0,1856	0,0045	-0,0115	-0,0273
0,48	0,2127	0,0045	-0,0132	-0,0272
0,54	0,24	0,0046	-0,0148	-0,0271
0,6	0,2674	0,0046	-0,0164	-0,027
0,66	0,2949	0,0046	-0,018	-0,0269
0,72	0,3225	0,0046	-0,0197	-0,0267
0,78	0,3501	0,0046	-0,0213	-0,0266
0,84	0,3776	0,0046	-0,0228	-0,0265
0,9	0,4051	0,0046	-0,0244	-0,0263
0,96	0,4325	0,0046	-0,026	-0,0261
1,02	0,4598	0,0045	-0,0276	-0,0259
1,08	0,4869	0,0045	-0,0291	-0,0257
1,14	0,5139	0,0045	-0,0306	-0,0254
1,2	0,5407	0,0044	-0,0322	-0,0252
1,26	0,5672	0,0044	-0,0337	-0,0249
1,32	0,5934	0,0043	-0,0352	-0,0245
1,38	0,6193	0,0043	-0,0366	-0,0242
1,44	0,6448	0,0042	-0,0381	-0,0238
1,5	0,6699	0,0041	-0,0395	-0,0233
1,56	0,6944	0,004	-0,0409	-0,0229
1,62	0,7184	0,004	-0,0422	-0,0223
1,68	0,7418	0,0038	-0,0435	-0,0218
1,74	0,7646	0,0037	-0,0448	-0,0211
1,8	0,7866	0,0036	-0,0461	-0,0205
1,86	0,8078	0,0035	-0,0473	-0,0198
1,92	0,8283	0,0033	-0,0484	-0,019
1,98	0,8478	0,0032	-0,0496	-0,0182
2,04	0,8664	0,003	-0,0506	-0,0173



Table 5 (Next) : Mode 1.

x [m]	v [cm]	v' [rd]	$\theta$ [rd]	$\theta'$ [rd/m]
2,1	0,884	0,0029	-0,0516	-0,0164
2,16	0,9006	0,0027	-0,0526	-0,0155
2,22	0,9161	0,0025	-0,0535	-0,0144
2,28	0,9304	0,0023	-0,0543	-0,0134
2,34	0,9436	0,0021	-0,0551	-0,0123
2,4	0,9554	0,0019	-0,0558	-0,0111
2,46	0,966	0,0017	-0,0564	-0,0099
2,52	0,9752	0,0014	-0,057	-0,0087
2,58	0,9831	0,0012	-0,0575	-0,0074
2,64	0,9894	9,37E-4	-0,0579	-0,0062
2,7	0,9943	6,905E-4	-0,0582	-0,0048
2,76	0,9977	4,421E-4	-0,0585	-0,0035
2,82	0,9996	1,922E-4	-0,0586	-0,0022
2,88	1	-5,89E-5	-0,0587	-8,358E-4
2,94	0,9989	-3,108E-4	-0,0587	5,066E-4
3	0,9963	-5,632E-4	-0,0587	0,0018
3,06	0,9921	-8,139E-4	-0,0585	0,0032
3,12	0,9865	-0,0011	-0,0583	0,0045
3,18	0,9794	-0,0013	-0,058	0,0057
3,24	0,9709	-0,0015	-0,0576	0,007
3,3	0,9609	-0,0018	-0,0571	0,0082
3,36	0,9496	-0,002	-0,0566	0,0094
3,42	0,9369	-0,0022	-0,056	0,0105
3,48	0,923	-0,0024	-0,0554	0,0116
3,54	0,9077	-0,0026	-0,0546	0,0126
3,6	0,8913	-0,0028	-0,0538	0,0135
3,66	0,8739	-0,003	-0,053	0,0145
3,72	0,8554	-0,0032	-0,0521	0,0153
3,78	0,836	-0,0033	-0,0512	0,0161
3,84	0,8158	-0,0034	-0,0502	0,0168
3,9	0,7948	-0,0036	-0,0492	0,0175
3,96	0,7731	-0,0037	-0,0481	0,0181
4,02	0,7507	-0,0038	-0,047	0,0187
4,08	0,7279	-0,0039	-0,0458	0,0192
4,14	0,7045	-0,0039	-0,0447	0,0197

Table 5 (Next) : Mode 1.

x [m]	v [cm]	v' [rd]	$\theta$ [rd]	$\theta'$ [rd/m]
4,2	0,6808	-0,004	-0,0435	0,0201
4,26	0,6567	-0,004	-0,0423	0,0205
4,32	0,6323	-0,0041	-0,041	0,0209
4,38	0,6077	-0,0041	-0,0397	0,0213
4,44	0,5829	-0,0041	-0,0385	0,0216
4,5	0,5579	-0,0042	-0,0372	0,0219
4,56	0,5329	-0,0042	-0,0358	0,0221
4,62	0,5079	-0,0042	-0,0345	0,0224
4,68	0,4829	-0,0042	-0,0331	0,0226
4,74	0,458	-0,0041	-0,0318	0,0229
4,8	0,4332	-0,0041	-0,0304	0,0231
4,86	0,4085	-0,0041	-0,029	0,0233
4,92	0,3841	-0,0041	-0,0276	0,0236
4,98	0,3598	-0,004	-0,0262	0,0238
5,04	0,3359	-0,004	-0,0247	0,024
5,1	0,3123	-0,0039	-0,0233	0,0242
5,16	0,2889	-0,0039	-0,0218	0,0245
5,22	0,266	-0,0038	-0,0204	0,0247
5,28	0,2433	-0,0037	-0,0189	0,025
5,34	0,2211	-0,0037	-0,0174	0,0252
5,4	0,1992	-0,0036	-0,0159	0,0254
5,46	0,1778	-0,0035	-0,0143	0,0257
5,52	0,1568	-0,0035	-0,0128	0,0259
5,58	0,1361	-0,0034	-0,0112	0,0261
5,64	0,1159	-0,0033	-0,0096	0,0263
5,7	0,096	-0,0033	-0,008	0,0265
5,76	0,0764	-0,0032	-0,0065	0,0267
5,82	0,057	-0,0032	-0,0048	0,0268
5,88	0,0379	-0,0032	-0,0032	0,0269
5,94	0,0189	-0,0032	-0,0016	0,027
6	1,131E-30	-0,0031	-3,634E-27	0,027

## 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 120	<i>p.2</i>
- Section No. 2 : HEA 120	<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.

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

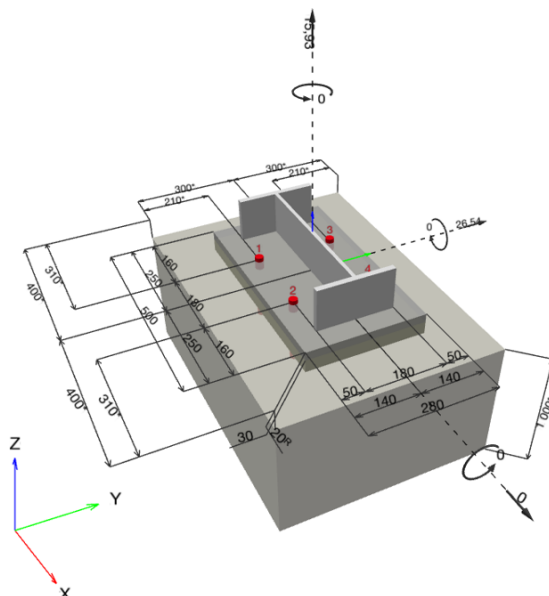
Společnost:  
Adresa:  
Telefon I fax:  
Návrh:  
Dílčí projekt / pozice č.:

Strana: 1  
Projektant:  
E-mail:  
Datum: 27.04.2022

**Komentář projektanta:**
**1 Vstupní data**

<b>Typ a velikost kotvy:</b>	<b>HIT-HY 200-A + HIT-Z 100 Years M20</b>	
Předpokládaná životnost (životnost v letech):	100	
Číslo artiklu:	2018420 HIT-Z M20x215 (vložit) / 2022696 HIT-HY 200-A (chemická hmota)	
Efektivní kotvení hloubka:	$h_{ef,opti} = 100,0 \text{ mm}$ ( $h_{ef,limit} = 220,0 \text{ mm}$ )	
Materiál:	DIN EN ISO 4042	
Certifikát č.:	ETA 12/0006	
Vydání I Platný:	28.10.2020   -	
Posouzení:	Návrhová metoda EN 1992-4, Mechanické	
Distanční montáž:	bez upnutí (kotva); stupeň zadržení (kotevní deska): 2,00; $e_b = 30,0 \text{ mm}$ ; $t = 20,0 \text{ mm}$	
Kotevní deska <sup>R</sup> :	Hilti podlití: CB-G EG, epoxidová, $f_{c,GROUT} = 120,00 \text{ N/mm}^2$ $l_x \times l_y \times t = 500,0 \text{ mm} \times 280,0 \text{ mm} \times 20,0 \text{ mm}$ ; (Doporučená tloušťka kotevní desky: nepočítána)	
Profil:	IPE profil, IPE 400; ( $V \times \check{S} \times T \times T$ ) = $400,0 \text{ mm} \times 180,0 \text{ mm} \times 8,6 \text{ mm} \times 13,5 \text{ mm}$	
Základní materiál:	bez trhlin beton, C20/25, $f_{c,cyl} = 20,00 \text{ N/mm}^2$ ; $h = 1\,000,0 \text{ mm}$ , teplota krátkodobá/dlouhodobá: 40/24 °C, Uživatelem definovaný parciální bezpečnostní součinitel materiálu $\gamma_c = 1,500$	
<b>Montáž:</b>	<b>kotevní otvor vrtaný příklepem, montážní podmínky: suché</b>	
Výztuž:	Žádná výztuž nebo osová vzdálenost výztuže $\geq 150 \text{ mm}$ (jakýkoliv $\emptyset$ ) nebo $\geq 100 \text{ mm}$ ( $\emptyset \leq 10 \text{ mm}$ ) 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

Společnost:		Strana:	2
Adresa:		Projektant:	
Telefon I fax:		E-mail:	
Návrh:	beton - 19. dub 2022	Datum:	27.04.2022
Dílčí projekt / pozice č.:			

### 1.1 Kombinace zatížení

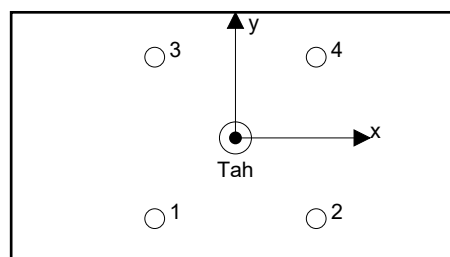
Stav	Popis	Síly [kN] / Momenty [kNm]	Seismický	Požár	Max. využití kotvy [%]
1	Kombinace 1	$N = 15,930; V_x = 0,000; V_y = 26,540;$ $M_x = 0,000; M_y = 0,000; M_z = 0,000;$	Ne	ne	59

## 2 Zatěžovací stav/Výsledné síly na kotvu

### Reakce kotvy [kN]

Tahová síla: (+ Tah, - Tlak)

Kotva	Tahová síla	Smyková síla	Smyková síla x	Smyková síla y
1	3,982	6,635	0,000	6,635
2	3,982	6,635	0,000	6,635
3	3,982	6,635	0,000	6,635
4	3,982	6,635	0,000	6,635



max. tlakové přetvoření betonu: - [%]

max. tlakové napětí v betonu: - [N/mm<sup>2</sup>]

výsledná tahová síla v (x/y)=(0,0/0,0): 15,930 [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 - 19. dub 2022	Datum:	27.04.2022
Díličí projekt / pozice č.:			

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

	Zatížení [kN]	Únosnost [kN]	Využití $\beta_N$ [%]	Stav
Porušení oceli*	3,982	97,333	5	OK
Porušení vytažením*	3,982	100,000	4	OK
Porušení vytržením betonového kuželu**	15,930	83,957	19	OK
Porušení rozštěpením**	Není k dispozici	Není k dispozici	Není k dispozici	Není k dispozici

\* nejnejpříznivější 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	3,982

#### 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]
150,000	1,000	1,500	100,000	3,982

**www.hilti.cz**

Společnost:		Strana:	4
Adresa:		Projektant:	
Telefon I fax:		E-mail:	
Návrh:	beton - 19. dub 2022	Datum:	27.04.2022
Dílní projekt / pozice č.:			

**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> ]		
230 400	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	11,000	49,193	1,500	83,957	15,930

**ID skupiny kotev**

1-4



www.hilti.cz

Společnost:		Strana:	5
Adresa:		Projektant:	
Telefon I fax:		E-mail:	
Návrh:	beton - 19. dub 2022	Datum:	27.04.2022
Dílčí projekt / pozice č.:			

#### 4 Smykové zatížení (EN 1992-4, kap. 7.2.2)

	Zatížení [kN]	Únosnost [kN]	Využití $\beta_v$ [%]	Stav
Porušení oceli (bez distanční montáže)*	6,635	58,400	12	OK
Porušení oceli (s distanční montáží)*	6,635	11,847	57	OK
Porušení vylomením betonu**	26,540	214,930	13	OK
Porušení okraje betonu ve směru $y+^{**}$	26,540	45,122	59	OK

\* nejnejpříznivější 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	6,635

##### 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]	$\alpha_M$			
50,0	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]	
0,041	0,959	0,386	0,370	
$V_{Rk,s}^M = \alpha_M \cdot M_{Rk,s} / l$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$V_{Rd,s}^M$ [kN]	$V_{Ed}$ [kN]	
14,808	1,250	11,847	6,635	

**www.hilti.cz**

 Společnost:  
 Adresa:  
 Telefon I fax: |  
 Návrh: beton - 19. dub 2022  
 Dílčí projekt / pozice č.:

 Strana: 6  
 Projektant:  
 E-mail:  
 Datum: 27.04.2022

**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> ]		
230 400	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	1,000
$k_1$	$N_{Rk,c}^0$ [kN]	$\gamma_{M,c,p}$	$V_{Rd,cp}$ [kN]	$V_{Ed}$ [kN]			
11,000	49,193	1,500	214,930	26,540			

ID skupiny kotev

1-4

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

Společnost:		Strana:	7
Adresa:		Projektant:	
Telefon I fax:		E-mail:	
Návrh:	beton - 19. dub 2022	Datum:	27.04.2022
Dílčí projekt / pozice č.:			

**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	2,400	0,069	0,062	20,00
$c_1$ [mm]	$A_{c,V}$ [mm <sup>2</sup> ]	$A_{c,V}^0$ [mm <sup>2</sup> ]			
210,0	252 000	198 450			
$\psi_{s,V}$	$\psi_{h,V}$	$\psi_{\alpha,V}$	$e_{c,V}$ [mm]	$\psi_{ec,V}$	$\psi_{re,V}$
0,995	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]	
53,555	1,0	1,500	45,122	26,540	

www.hilti.cz

Společnost:		Strana:	8
Adresa:		Projektant:	
Telefon I fax:		E-mail:	
Návrh:	beton - 19. dub 2022	Datum:	27.04.2022
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
0,041	0,114	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
0,190	0,588	1,500	54	OK

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

## 6 Posuny (nejvíce zatížená kotva)

Krátkodobé zatížení:

$N_{Sk}$	=	2,950 [kN]	$\delta_N$	=	- [mm]
$V_{Sk}$	=	4,915 [kN]	$\delta_V$	=	0,1966 [mm]
			$\delta_{NV}$	=	- [mm]

Dlouhodobé zatížení:

$N_{Sk}$	=	2,950 [kN]	$\delta_N$	=	- [mm]
$V_{Sk}$	=	4,915 [kN]	$\delta_V$	=	0,2949 [mm]
			$\delta_{NV}$	=	- [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 okraje betonu) je min. krytí betonu určeno v Nastavení návrhu - Min. krycí vrstva betonu.
- 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 - 19. dub 2022  
Dílní projekt / pozice č.:

Strana: 9  
Projektant:  
E-mail:  
Datum: 27.04.2022

## 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: IPE profil, IPE 400; (V x Š x T x T) = 400,0 mm x 180,0 mm x 8,6 mm x 13,5 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: Vyvrtáno příklepem

Čištění: čištění vyvrtaného 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

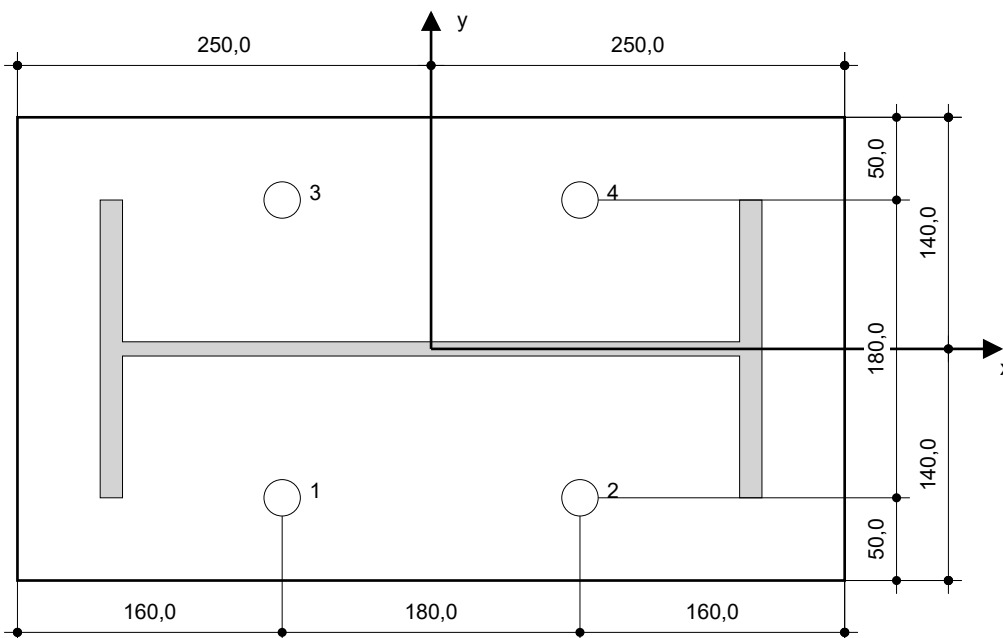
Hloubka kotevního otvoru v základním materiálu: 156,0 mm

Minimální tloušťka základního materiálu: 200,0 mm

Hilti SAFEset 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 montáž dle 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	-90,0	-90,0	310,0	490,0	210,0	390,0
2	90,0	-90,0	490,0	310,0	210,0	390,0
3	-90,0	90,0	310,0	490,0	390,0	210,0
4	90,0	90,0	490,0	310,0	390,0	210,0

**www.hilti.cz**

---

Společnost:		Strana:	10
Adresa:		Projektant:	
Telefon I fax:		E-mail:	
Návrh:	beton - 19. dub 2022	Datum:	27.04.2022
Dílní projekt / pozice č.:			

---

## 9 Poznámky, požadavky na vaši 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.

**www.hilti.cz**

 Společnost:  
 Adresa:  
 Telefon I fax:  
 Návrh:  
 Dílčí projekt / pozice č.:

 |  
 beton - 21. dub 2022

 Strana: 1  
 Projektant:  
 E-mail:  
 Datum: 27.04.2022

**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 I Platný: 28.10.2020 | -

Posouzení: Návrhová metoda EN 1992-4, Mechanické

 Distanční montáž: bez upnutí (kotva); stupeň zadržení (kotevní deska): 2,00;  $e_b = 30,0$  mm;  $t = 20,0$  mm

 Kotevní deska<sup>R</sup>: Hilti podlití: CB-G EG, epoxidová,  $f_{c,GROUT} = 120,00$  N/mm<sup>2</sup>  
 $I_x \times I_y \times t = 400,0$  mm x 250,0 mm x 20,0 mm; (Doporučená tloušťka kotevní desky: nepočítána)

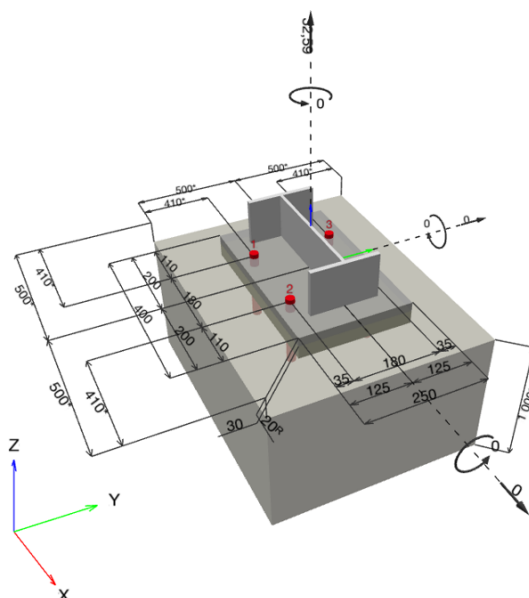
 Profil: IPE profil, IPE 300; ( $V \times \check{S} \times T \times T$ ) = 300,0 mm x 150,0 mm x 7,1 mm x 10,7 mm

 Základní materiál: bez trhlin beton, C20/25,  $f_{c,cyl} = 20,00$  N/mm<sup>2</sup>;  $h = 1\,000,0$  mm, teplota krátkodobá/dlouhodobá: 40/24 °C, Uživatelem definovaný parciální bezpečnostní součinitel materiálu  $\gamma_c = 1,500$ 
**Montáž: kotevní otvor vrtaný příklepem, 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

Společnost:  
Adresa:  
Telefon I fax:  
Návrh:  
Dílní projekt / pozice č.:

|  
beton - 21. dub 2022

Strana: 2  
Projektant:  
E-mail:  
Datum: 27.04.2022

### 1.1 Kombinace zatížení

Stav	Popis	Síly [kN] / Momenty [kNm]	Seismický	Požár	Max. využití kotvy [%]
1	Kombinace 1	$N = 32,590; V_x = 0,000; V_y = 0,000;$ $M_x = 0,000; M_y = 0,000; M_z = 0,000;$	Ne	ne	39

## 2 Zatěžovací stav/Výsledné síly na kotvu

### Reakce kotvy [kN]

Tahová síla: (+ Tah, - Tlak)

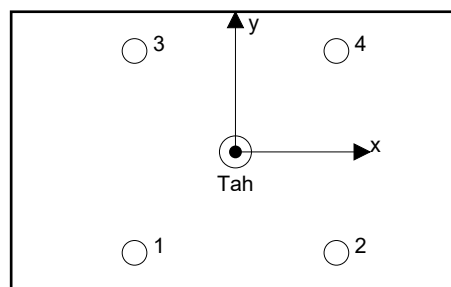
Kotva	Tahová síla	Smyková síla	Smyková síla x	Smyková síla y
1	8,148	0,000	0,000	0,000
2	8,148	0,000	0,000	0,000
3	8,148	0,000	0,000	0,000
4	8,148	0,000	0,000	0,000

max. tlakové přetvoření betonu: - [%]

max. tlakové napětí v betonu: - [N/mm<sup>2</sup>]

výsledná tahová síla v (x/y)=(0,0/0,0): 32,590 [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 - 21. dub 2022	Datum:	27.04.2022
Dílčí projekt / pozice č.:			

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

	Zatížení [kN]	Únosnost [kN]	Využití $\beta_N$ [%]	Stav
Porušení oceli*	8,148	97,333	9	OK
Porušení vytažením*	8,148	100,000	9	OK
Porušení vytržením betonového kuželu**	32,590	83,957	39	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	8,148

#### 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]
150,000	1,000	1,500	100,000	8,148

**www.hilti.cz**

 Společnost:  
 Adresa:  
 Telefon I fax: |  
 Návrh: beton - 21. dub 2022  
 Dílčí projekt / pozice č.:

 Strana: 4  
 Projektant:  
 E-mail:  
 Datum: 27.04.2022

**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> ]		
230 400	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	11,000	49,193	1,500	83,957	32,590

ID skupiny kotev

1-4

www.hilti.cz

Společnost:		Strana:	5
Adresa:		Projektant:	
Telefon I fax:		E-mail:	
Návrh:	beton - 21. dub 2022	Datum:	27.04.2022
Dílčí projekt / pozice č.:			

#### 4 Smykové zatížení (EN 1992-4, kap. 7.2.2)

	Zatížení [kN]	Únosnost [kN]	Využití $\beta_v$ [%]	Stav
Porušení oceli (bez distanční montáže)*	Není k dispozici	Není k dispozici	Není k dispozici	Není k dispozici
Porušení oceli (s distanční montáží)*	Není k dispozici	Není k dispozici	Není k dispozici	Není k dispozici
Porušení vylomením betonu*	Není k dispozici	Není k dispozici	Není k dispozici	Není k dispozici
Porušení okraje betonu ve směru **	Není k dispozici	Není k dispozici	Není k dispozici	Není k dispozici

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

#### 5 Posuny (nejvíce zatížená kotva)

Krátkodobé zatížení:

$$\begin{aligned} N_{Sk} &= 6,035 \text{ [kN]} & \delta_N &= - \text{ [mm]} \\ V_{Sk} &= 0,000 \text{ [kN]} & \delta_V &= 0,0000 \text{ [mm]} \\ & & \delta_{NV} &= - \text{ [mm]} \end{aligned}$$

Dlouhodobé zatížení:

$$\begin{aligned} N_{Sk} &= 6,035 \text{ [kN]} & \delta_N &= - \text{ [mm]} \\ V_{Sk} &= 0,000 \text{ [kN]} & \delta_V &= 0,0000 \text{ [mm]} \\ & & \delta_{NV} &= - \text{ [mm]} \end{aligned}$$

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!

#### 6 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 okraje betonu) je min. krytí betonu určeno v Nastavení návrhu - Min. krycí vrstva betonu.
- 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 I fax:  
Návrh:  
Dílčí projekt / pozice č.:

|  
beton - 21. dub 2022

Strana: 6  
Projektant:  
E-mail:  
Datum: 27.04.2022

## 7 Montážní pokyny

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

Profil: IPE profil, IPE 300; (V x Š x T x T) = 300,0 mm x 150,0 mm x 7,1 mm x 10,7 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: Vyvrtáno příklepem

Čištění: čištění vyvrtaného 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

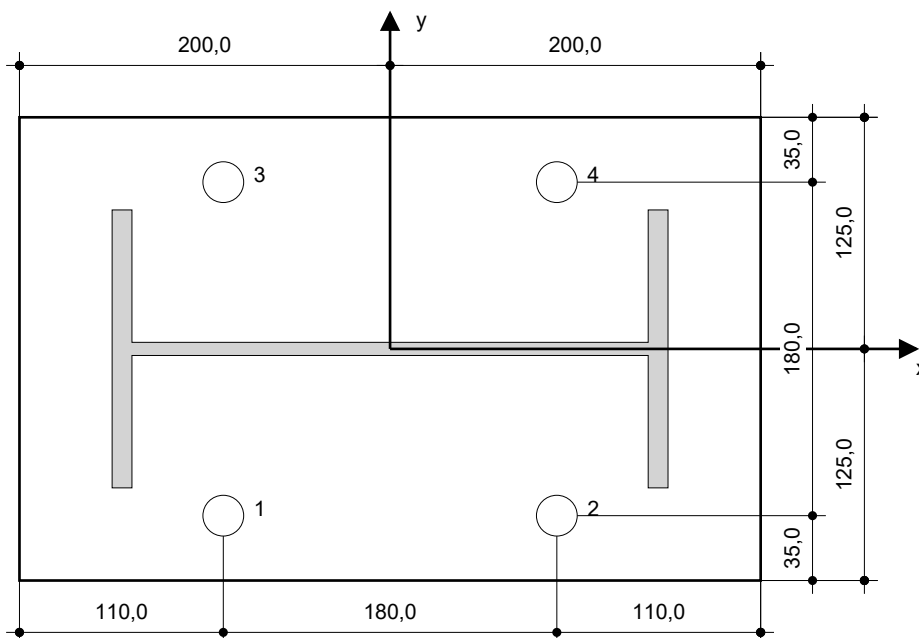
Hloubka kotevního otvoru v základním materiálu: 156,0 mm

Minimální tloušťka základního materiálu: 200,0 mm

Hilti SAFEset 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 montáž dle ETA 12/0006

### 7.1 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	-90,0	-90,0	410,0	590,0	410,0	590,0
2	90,0	-90,0	590,0	410,0	410,0	590,0
3	-90,0	90,0	410,0	590,0	590,0	410,0
4	90,0	90,0	590,0	410,0	590,0	410,0

**www.hilti.cz**

---

Společnost:		Strana:	7
Adresa:		Projektant:	
Telefon I fax:		E-mail:	
Návrh:	beton - 21. dub 2022	Datum:	27.04.2022
Dílčí projekt / pozice č.:			

---

## 8 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 nenesе žádnou zodpovědnost za důsledky vzešlé z vámi zaviněného porušení povinností, jako je například nutnost obnovy ztracených či poškozených dat nebo programů.