

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ

KATEDRA OCELOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ



DIPLOMOVÁ PRÁCE

ŠESTILODNÍ SKLADOVACÍ HALA S MOSTOVÝMI JEŘÁBY

VÝSTUP Z VÝPOČETNÍCH PROGRAMŮ

2024

Autor práce:	Bc. Michal Peukert
Studijní program:	Stavební inženýrství
Studijní obor:	Konstrukce pozemních staveb
Vedoucí práce:	prof. Ing. Michal Jandera, Ph.D.

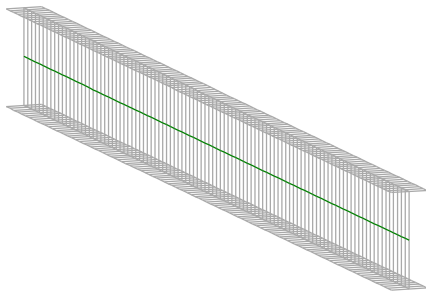
Obsah

1. LTBeamN – Krajní sloup HEA 800
2. LTBeamN – Vnitřní sloup HEA 550
3. LTBeamN – Příčel IPE 550 + náběh IPE 550
4. LTBeamN - Jeřábová konzola HEA 450
5. LTBeamN – Štítový sloup S1 IPE 220
6. LTBeamN – Štítový sloup S2 IPE 270
7. LTBeamN – Štítový sloup S3 IPE 300
8. FIXPERIENCE – Kotvení vnitřního kloubového sloupu HEA 550
9. FIXPERIENCE – Kotvení štítového sloupu S2 IPE 270
9. FIXPERIENCE – Kotvení štítového sloupu S3 IPE 300

LTBeamN

v 1.0.3

CALCULATION SHEET



07/01/2024 This software has been developed by CTICM

LTBeamN
v 1.0.3

cticm

I - PARAMETERS

I.1 - General parameters

Projected total length : $L = 8,98$ m
Initial discretization of the beam : $n_{el} = 100$ elements

I.2 - Material

Name : Steel
Young modulus : $E = 210000$ MPa
Shear modulus : $G = 80769$ MPa
Poisson factor : $\nu = 0,3$
Density : $\rho = 7850$ kg/m³

I.3 - Sections

Alignment of sections : Top

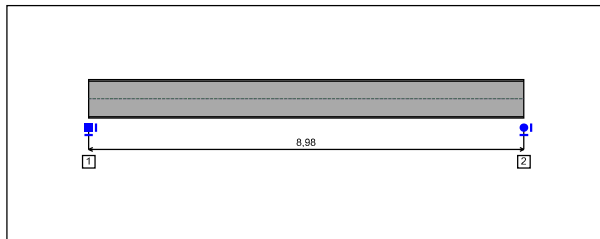


Figure 1 : Profile in long with section numbers.

LTBeamN
v 1.0.3

cticm

- Section No. 1 : HEA 800

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

Type : In catalogue (OTUA)

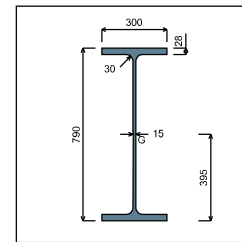


Figure 2 : Section No. 1 (HEA 800).

Main geometrical properties :

$z_S = 0$ cm
 $z_G = 39,5$ cm
 $I_y = 303443$ cm⁴
 $I_z = 12639$ cm⁴
 $I_t = 606,77$ cm⁴ (Villette)
 $I_w = 1,835E+7$ cm⁶

Other geometrical properties :

$A = 285,83$ cm²
 $A_{y'} = 168$ cm²
 $W_{el,y,sup} = 7682,1$ cm³
 $W_{el,y,inf} = 7682,1$ cm³
 $W_{pl,y} = 8699,5$ cm³
 $A_{v,z} = 138,83$ cm²
 $W_{el,z} = 842,58$ cm³
 $W_{pl,z} = 1312,3$ cm³

Stiffness relaxations :

θ : Continuous
 ν' : Continuous
 θ'' : Continuous
 w' : Continuous

- Section No. 2 : HEA 800

Abscissa from the left end of the beam : $x = 8,98$ m

Type : In catalogue (OTUA)

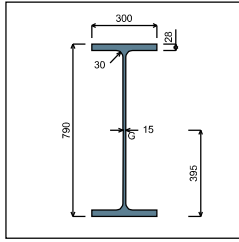


Figure 3 : Section No. 2 (HEA 800).

Main geometrical properties :

$z_G = 0$ cm
 $z_G = 39,5$ cm
 $I_y = 303443$ cm⁴
 $I_z = 12839$ cm⁴
 $I_w = 606,77$ cm⁴ (Villette)
 $I_w = 1,835E+7$ cm⁶

Other geometrical properties :

$A = 285,83$ cm²
 $A_{y,y} = 168$ cm²
 $W_{el,y,sup} = 7682,1$ cm³
 $W_{el,y,int} = 7682,1$ cm³
 $W_{ply} = 8699,5$ cm³
 $A_{x,z} = 138,83$ cm²
 $W_{el,z} = 842,58$ cm³
 $W_{pl,z} = 1312,3$ cm³

Stiffness relaxations :

θ : Continuous
 v' : Continuous
 θ' : Continuous
 w' : Continuous

1.4 - Lateral restraints

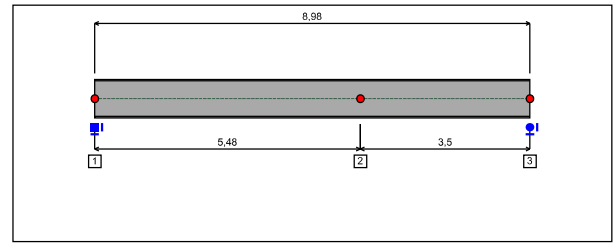


Figure 4 : Profile in long with restraint numbers.

- Restraint No. 1 :

Type : Punctual

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

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

Restraint conditions :

v : Fixed
 θ : Fixed
 v' : Free
 θ' : Fixed

- Restraint No. 2 :

Type : Punctual

Abscissa from the left end of the beam : $x = 5,48$ m

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

Restraint conditions :

v : Fixed
 θ : Free
 v' : Free
 θ' : Free

- Restraint No. 3 :

Type : Punctual

Abscissa from the left end of the beam : $x = 8,98$ m

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

Restraint conditions :

v : Fixed
 θ : Fixed
 v' : Free
 θ' : Free

1.5 - Supports

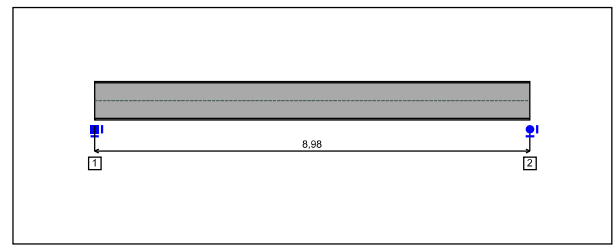


Figure 5 : Profile in long with support numbers.

- Support No. 1 :

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

Support conditions :

u : Fixed
 w : Fixed
 w' : Fixed

- Support No. 2 :

Abscissa from the left end of the beam : $x = 8,98$ m

Support conditions :

u : Fixed
 w : Fixed
 w' : Free

1.6 - Loads

Type of loading : Internal

- Moment diagram :

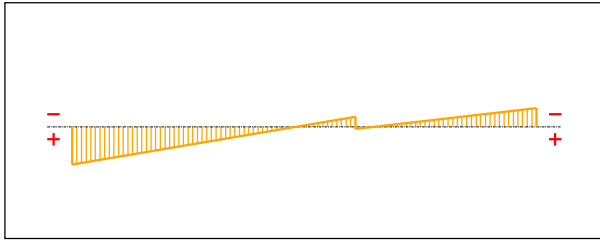


Figure 6 : Moment diagram.

Active : Yes

Table 1 : Moment diagram.

x(m)	M(kN.m)
0	848,33
5,48	-226,88
5,481	42,69
8,98	-426,42

- Axial force diagram :

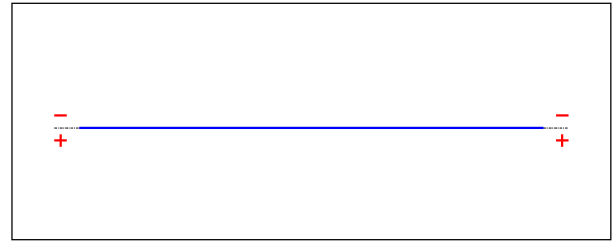


Figure 7 : Axial force diagram.

Active : Yes

Table 2 : Axial force diagram.

x(m)	N(kN)
0	0
8,98	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	I_{cr}	$M_{max,cr}$ [kN.m]	$x(M_{max})$ [m]	$N_{max,cr}$ [kN]	$x(N_{max})$ [m]
1	12,82	10877	0	0	0

II.2 - Mode shapes

- Mode 1

Table 4 : Mode 1.

Mode	I_{cr}	$M_{max,cr}$ [kN.m]	$x(M_{max})$ [m]	$N_{max,cr}$ [kN]	$x(N_{max})$ [m]
1	12,82	10877	0	0	0

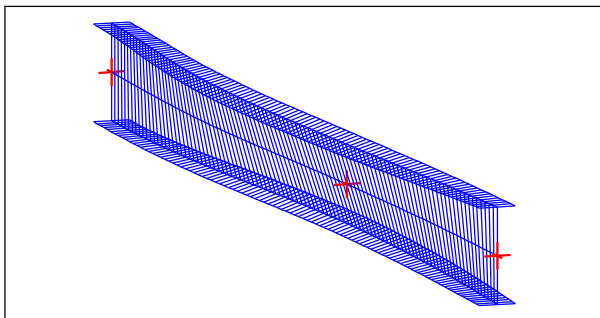


Figure 8 : Mode shape in 3D (Mode 1).

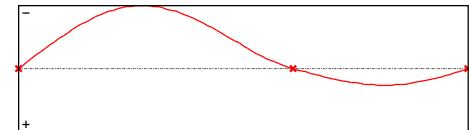


Figure 9 : Lateral displacement component of the shear centre (Mode 1).

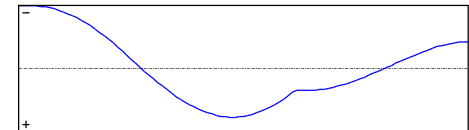


Figure 10 : Rotation in lateral flexure component of the shear centre (Mode 1).

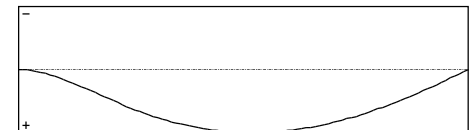


Figure 11 : Longitudinal rotation (torsion) component of the shear centre (Mode 1).

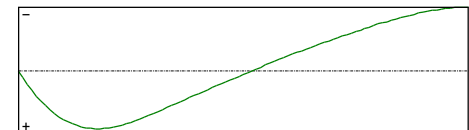


Figure 12 : Warping component of the shear centre (Mode 1).

Table 5 : Mode 1.

x [m]	v [cm]	v' [rd]	θ [rd]	θ' [rd/m]
0	-1,121E-28	-0,006	-1,151E-25	6,908E-21
0,0898	-0,0541	-0,006	7,059E-5	0,0016
0,1796	-0,1082	-0,006	2,756E-4	0,003
0,2694	-0,1622	-0,006	6,051E-4	0,0043
0,3592	-0,216	-0,006	0,001	0,0055
0,449	-0,2695	-0,0059	0,0016	0,0067
0,5388	-0,3225	-0,0059	0,0022	0,0077
0,6286	-0,3749	-0,0058	0,003	0,0086
0,7184	-0,4265	-0,0057	0,0038	0,0094
0,8082	-0,477	-0,0056	0,0047	0,0101
0,898	-0,5264	-0,0054	0,0056	0,0107
0,9878	-0,5742	-0,0052	0,0066	0,0112
1,078	-0,6205	-0,005	0,0076	0,0117
1,167	-0,6648	-0,0048	0,0087	0,012
1,257	-0,7072	-0,0046	0,0098	0,0123
1,347	-0,7472	-0,0043	0,0109	0,0125
1,437	-0,7849	-0,004	0,012	0,0126
1,527	-0,8199	-0,0037	0,0131	0,0127
1,616	-0,8521	-0,0034	0,0143	0,0127
1,706	-0,8815	-0,0031	0,0154	0,0126
1,796	-0,9078	-0,0028	0,0165	0,0125
1,886	-0,9309	-0,0024	0,0177	0,0123
1,976	-0,9509	-0,002	0,0187	0,0121
2,065	-0,9675	-0,0017	0,0198	0,0119
2,155	-0,9807	-0,0013	0,0209	0,0116
2,245	-0,9906	-0,001E-4	0,0219	0,0113
2,335	-0,997	-5,249E-4	0,0229	0,011
2,425	-1	-1,449E-4	0,0239	0,0106
2,514	-0,9996	2,32E-4	0,0248	0,0102
2,604	-0,9958	6,037E-4	0,0257	0,0098
2,694	-0,9888	9,685E-4	0,0266	0,0094
2,784	-0,9785	0,0013	0,0274	0,009
2,874	-0,965	0,0017	0,0282	0,0085
2,963	-0,9485	0,002	0,0289	0,0081
3,053	-0,9291	0,0023	0,0296	0,0077

Table 5 (Next) : Mode 1.

x [m]	v [cm]	v' [rd]	θ [rd]	θ' [rd/m]
3,143	-0,9069	0,0026	0,0303	0,0072
3,233	-0,882	0,0029	0,0309	0,0068
3,323	-0,8546	0,0032	0,0315	0,0063
3,412	-0,825	0,0034	0,0321	0,0059
3,502	-0,7931	0,0037	0,0326	0,0055
3,592	-0,7593	0,0039	0,0331	0,005
3,682	-0,7238	0,004	0,0335	0,0046
3,772	-0,6867	0,0042	0,0339	0,0042
3,861	-0,6483	0,0043	0,0342	0,0037
3,951	-0,6088	0,0045	0,0345	0,0033
4,041	-0,5684	0,0045	0,0348	0,0029
4,131	-0,5274	0,0046	0,0351	0,0025
4,221	-0,4859	0,0046	0,0353	0,0021
4,31	-0,4443	0,0046	0,0354	0,0016
4,4	-0,4028	0,0046	0,0356	0,0012
4,49	-0,3616	0,0046	0,0357	8,267E-4
4,58	-0,3209	0,0045	0,0357	4,202E-4
4,67	-0,2811	0,0044	0,0357	1,444E-5
4,759	-0,2424	0,0042	0,0357	-3,907E-4
4,849	-0,205	0,0041	0,0357	-7,955E-4
4,939	-0,1691	0,0039	0,0356	-0,0012
5,029	-0,135	0,0037	0,0354	-0,0016
5,119	-0,103	0,0034	0,0353	-0,002
5,208	-0,0733	0,0032	0,0351	-0,0024
5,298	-0,046	0,0029	0,0349	-0,0028
5,388	-0,0215	0,0026	0,0346	-0,0032
5,478	-1,188E-27	0,0022	0,0343	-0,0036
5,568	0,019	0,0021	0,0339	-0,004
5,657	0,0376	0,0021	0,0336	-0,0044
5,747	0,0564	0,0021	0,0332	-0,0047
5,837	0,0751	0,0021	0,0327	-0,0051
5,927	0,0936	0,002	0,0322	-0,0055
6,017	0,1118	0,002	0,0317	-0,0058
6,106	0,1295	0,0019	0,0312	-0,0062
6,196	0,1466	0,0019	0,0306	-0,0065

Table 5 (Next) : Mode 1.

x [m]	v [cm]	v' [rd]	θ [rd]	θ' [rd/m]
6,286	0,163	0,0018	0,03	-0,0069
6,376	0,1784	0,0017	0,0294	-0,0072
6,466	0,1929	0,0016	0,0287	-0,0075
6,555	0,2062	0,0014	0,028	-0,0079
6,645	0,2184	0,0013	0,0273	-0,0082
6,735	0,2293	0,0011	0,0266	-0,0085
6,825	0,2387	9,735E-4	0,0258	-0,0089
6,915	0,2467	8,058E-4	0,025	-0,0092
7,004	0,2532	6,309E-4	0,0241	-0,0095
7,094	0,258	4,497E-4	0,0233	-0,0098
7,184	0,2612	2,634E-4	0,0224	-0,0101
7,274	0,2627	7,323E-5	0,0214	-0,0104
7,364	0,2625	-1,198E-4	0,0205	-0,0107
7,453	0,2606	-3,143E-4	0,0195	-0,011
7,543	0,2569	-5,091E-4	0,0185	-0,0113
7,633	0,2515	-7,03E-4	0,0175	-0,0115
7,723	0,2443	-8,945E-4	0,0165	-0,0118
7,813	0,2354	-0,0011	0,0154	-0,012
7,902	0,2249	-0,0013	0,0143	-0,0123
7,992	0,2127	-0,0014	0,0132	-0,0125
8,082	0,199	-0,0016	0,012	-0,0127
8,172	0,1838	-0,0018	0,0109	-0,0129
8,262	0,1672	-0,0019	0,0097	-0,0131
8,351	0,1494	-0,0021	0,0085	-0,0132
8,441	0,1304	-0,0022	0,0074	-0,0134
8,531	0,1104	-0,0023	0,0061	-0,0135
8,621	0,0894	-0,0024	0,0049	-0,0136
8,711	0,0677	-0,0024	0,0037	-0,0137
8,8	0,0455	-0,0025	0,0025	-0,0137
8,89	0,0228	-0,0025	0,0012	-0,0138
8,98	-2,69E-30	-0,0025	3,739E-26	-0,0138

TABLE OF CONTENTS

I - PARAMETERS	p.1
I.1 - General parameters	p.1
I.2 - Material	p.1
I.3 - Sections	p.1
- Section No. 1 : HEA 800	p.2
- Section No. 2 : HEA 800	p.3
I.4 - Lateral restraints	p.4
- Restraint No. 1 :	p.4
- Restraint No. 2 :	p.4
- Restraint No. 3 :	p.4
I.5 - Supports	p.6
- Support No. 1 :	p.6
- Support No. 2 :	p.6
I.6 - Loads	p.7
- Moment diagram :	p.7
- Axial force diagram :	p.7
- Eccentric concentrated loads :	p.8
- Eccentric distributed loads :	p.8
II - LTB CALCULATION	p.9
II.1 - LTB modes	p.9
II.2 - Mode shapes	p.9
- Mode 1	p.9

WARNING !

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

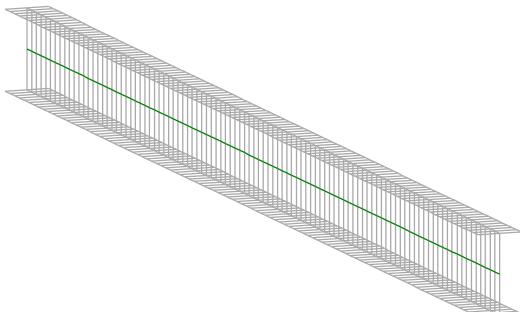
Because of the complexity of the calculations involved, the software is only for users who are able to make themselves an accurate idea of its possibilities, its limitations and adequacy to the various practical applications. The user will use it under his own responsibilities at his own risk.

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.

LTBeamN

v 1.0.3

CALCULATION SHEET



I - PARAMETERS

I.1 - General parameters

Projected total length : $L = 8,98$ m
 Initial discretization of the beam : $n_{el} = 100$ elements

I.2 - Material

Name : Steel
 Young modulus : $E = 210000$ MPa
 Shear modulus : $G = 80769$ MPa
 Poisson factor : $\nu = 0,3$
 Density : $\rho = 7850$ kg/m³

I.3 - Sections

Alignment of sections : Top

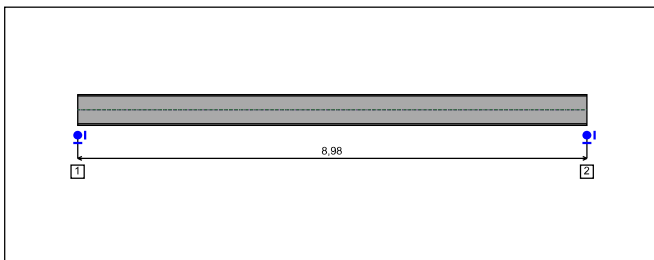


Figure 1 : Profile in long with section numbers.

- Section No. 1 : HEA 550

Abscissa from the left end of the beam : $x = 0$ m
 Type : In catalogue (OTUA)

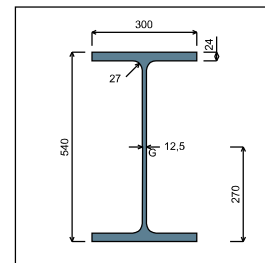


Figure 2 : Section No. 1 (HEA 550).

Main geometrical properties :

$z_G = 0$ cm
 $z_S = 27$ cm
 $I_y = 111932$ cm⁴
 $I_z = 10819$ cm⁴
 $I_t = 357,62$ cm⁴ (Villette)
 $I_w = 7,202E+6$ cm⁶

Other geometrical properties :

$A = 211,76$ cm²
 $A_{v,y} = 144$ cm²
 $W_{el,y,sup} = 4145,6$ cm³
 $W_{el,y,inf} = 4145,6$ cm³
 $W_{pl,y} = 4621,8$ cm³
 $A_{v,z} = 83,72$ cm²
 $W_{el,z} = 721,27$ cm³
 $W_{pl,z} = 1106,9$ cm³

Stiffness relaxations :

η : Continuous
 ν : Continuous
 θ' : Continuous
 w : Continuous

- Section No. 2 : HEA 550

Abscissa from the left end of the beam : $x = 8,98$ m

Type : In catalogue (OTUA)

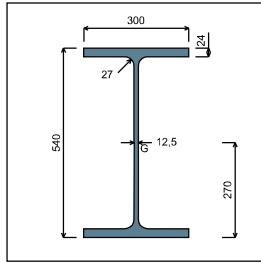


Figure 3 : Section No. 2 (HEA 550).

Main geometrical properties :

$z_S = 0$ cm
 $z_G = 27$ cm
 $I_y = 111932$ cm⁴
 $I_z = 10819$ cm⁴
 $I_t = 357,62$ cm⁴ (Villette)
 $I_w = 7,202E+6$ cm⁶

Other geometrical properties :

$A = 211,76$ cm²
 $A_{xy} = 144$ cm²
 $W_{el,y,sup} = 4145,6$ cm³
 $W_{el,y,inf} = 4145,6$ cm³
 $W_{pl,y} = 4621,8$ cm³
 $A_{v,z} = 83,72$ cm²
 $W_{el,z} = 721,27$ cm³
 $W_{pl,z} = 1106,9$ cm³

Stiffness relaxations :

θ : Continuous
 v' : Continuous
 θ' : Continuous
 w' : Continuous

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

Restraint conditions :

v : Fixed
 θ : Fixed
 v' : Free
 θ' : Free

1.4 - Lateral restraints

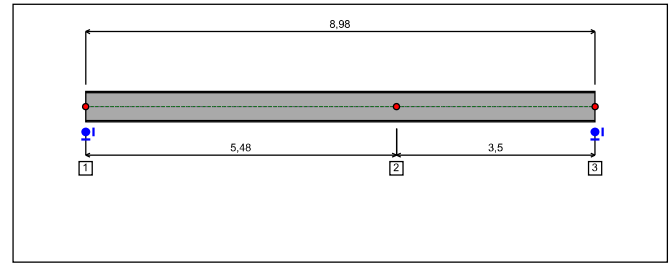


Figure 4 : Profile in long with restraint numbers.

- 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
 θ : Fixed
 v' : Free
 θ' : Free

- Restraint No. 2 :

Type : Ponctual

Abscissa from the left end of the beam : $x = 5,48$ m

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

Restraint conditions :

v : Fixed
 θ : Free
 v' : Free
 θ' : Free

- Restraint No. 3 :

Type : Ponctual

Abscissa from the left end of the beam : $x = 8,98$ m

1.5 - Supports

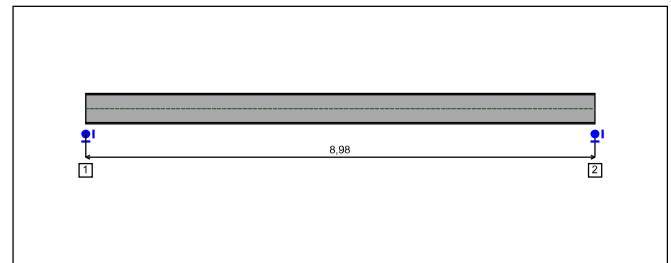


Figure 5 : Profile in long with support numbers.

- Support No. 1 :

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

Support conditions :

u : Fixed
 w : Fixed
 w' : Free

- Support No. 2 :

Abscissa from the left end of the beam : $x = 8,98$ m

Support conditions :

u : Fixed
 w : Fixed
 w' : Free

1.6 - Loads

Type of loading : Internal

- Moment diagram :

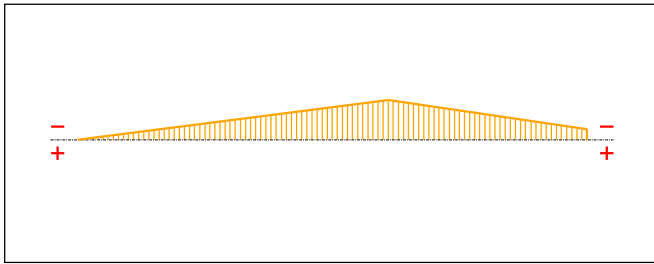


Figure 6 : Moment diagram.

Active : Yes

Table 1 : Moment diagram.

x(m)	M(kN.m)
0	0
5,48	-324,81
8,98	-86,69

- Axial force diagram :

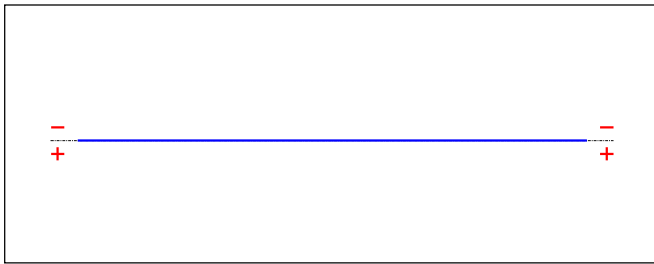


Figure 7 : Axial force diagram.

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	H_{cr}	$M_{max,cr}$ [kN.m]	$x(M_{max})$ [m]	$N_{max,cr}$ [kN]	$x(N_{max})$ [m]
1	17,93	-5821,5	5,478	0	5,478

II.2 - Mode shapes

- Mode 1

Table 4 : Mode 1.

Mode	H_{cr}	$M_{max,cr}$ [kN.m]	$x(M_{max})$ [m]	$N_{max,cr}$ [kN]	$x(N_{max})$ [m]
1	17,93	-5821,5	5,478	0	5,478

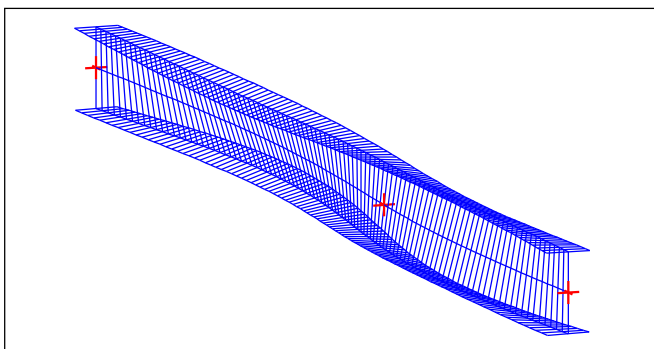


Figure 8 : Mode shape in 3D (Mode 1).

Active : Yes

Table 2 : Axial force diagram.

x(m)	N(kN)
0	0
8,98	0

- Eccentric concentrated loads :

No load has been defined.

- Eccentric distributed loads :

No load has been defined.

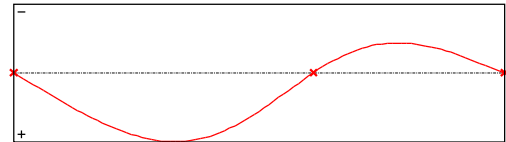


Figure 9 : Lateral displacement component of the shear centre (Mode 1).

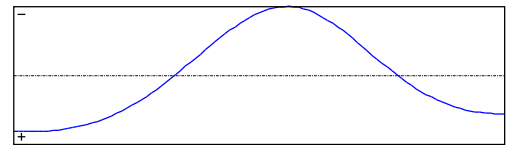


Figure 10 : Rotation in lateral flexure component of the shear centre (Mode 1).

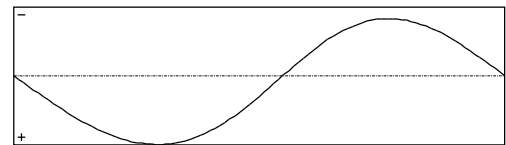


Figure 11 : Longitudinal rotation (torsion) component of the shear centre (Mode 1).

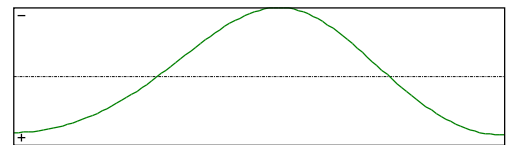


Figure 12 : Warping component of the shear centre (Mode 1).

Table 5 : Mode 1.

x [m]	v [cm]	v' [rd]	θ [rd]	θ' [rd/m]
0	4,285E-27	0,0047	1,583E-25	0,0149
0,0898	0,0426	0,0047	0,0013	0,0149
0,1796	0,0851	0,0047	0,0027	0,0148
0,2694	0,1277	0,0047	0,004	0,0147
0,3592	0,1701	0,0047	0,0053	0,0146
0,449	0,2125	0,0047	0,0066	0,0145
0,5388	0,2547	0,0047	0,0079	0,0143
0,6286	0,2968	0,0047	0,0092	0,0141
0,7184	0,3386	0,0046	0,0104	0,0138
0,8082	0,38	0,0046	0,0117	0,0135
0,898	0,4211	0,0045	0,0129	0,0132
0,9878	0,4616	0,0045	0,014	0,0128
1,078	0,5016	0,0044	0,0152	0,0124
1,167	0,5409	0,0043	0,0163	0,012
1,257	0,5794	0,0042	0,0173	0,0115
1,347	0,617	0,0041	0,0183	0,011
1,437	0,6536	0,004	0,0193	0,0104
1,527	0,689	0,0039	0,0202	0,0099
1,616	0,7232	0,0037	0,021	0,0092
1,706	0,7561	0,0036	0,0218	0,0086
1,796	0,7874	0,0034	0,0226	0,0079
1,886	0,817	0,0032	0,0233	0,0072
1,976	0,8449	0,003	0,0239	0,0064
2,065	0,8709	0,0028	0,0244	0,0056
2,155	0,8949	0,0026	0,0249	0,0048
2,245	0,9167	0,0023	0,0253	0,0039
2,335	0,9362	0,002	0,0256	0,003
2,425	0,9534	0,0018	0,0258	0,0021
2,514	0,968	0,0015	0,026	0,0012
2,604	0,98	0,0012	0,026	2,477E-4
2,694	0,9893	8,802E-4	0,026	-7,248E-4
2,784	0,9958	5,628E-4	0,0259	-0,0017
2,874	0,9994	2,368E-4	0,0257	-0,0027
2,963	1	-9,657E-5	0,0254	-0,0037
3,053	0,9976	-4,36E-4	0,025	-0,0047

Table 5 (Next) : Mode 1.

x [m]	v [cm]	v' [rd]	θ [rd]	θ' [rd/m]
3,143	0,9922	-7,8E-4	0,0246	-0,0057
3,233	0,9836	-0,0011	0,024	-0,0068
3,323	0,9719	-0,0015	0,0233	-0,0078
3,412	0,9571	-0,0018	0,0226	-0,0087
3,502	0,9392	-0,0022	0,0218	-0,0097
3,592	0,9181	-0,0025	0,0209	-0,0106
3,682	0,8941	-0,0028	0,0199	-0,0116
3,772	0,867	-0,0032	0,0188	-0,0124
3,861	0,8371	-0,0035	0,0176	-0,0133
3,951	0,8043	-0,0038	0,0164	-0,0141
4,041	0,7688	-0,0041	0,0151	-0,0148
4,131	0,7308	-0,0044	0,0137	-0,0155
4,221	0,6904	-0,0046	0,0123	-0,0161
4,31	0,6478	-0,0049	0,0109	-0,0166
4,4	0,6032	-0,0051	0,0093	-0,0171
4,49	0,5567	-0,0053	0,0078	-0,0175
4,58	0,5086	-0,0054	0,0062	-0,0178
4,67	0,4592	-0,0056	0,0046	-0,0181
4,759	0,4087	-0,0057	0,003	-0,0182
4,849	0,3574	-0,0058	0,0013	-0,0183
4,939	0,3055	-0,0058	-3,165E-4	-0,0182
5,029	0,2534	-0,0058	-0,0019	-0,0181
5,119	0,2013	-0,0058	-0,0036	-0,0178
5,208	0,1496	-0,0057	-0,0051	-0,0175
5,298	0,0986	-0,0056	-0,0067	-0,0171
5,388	0,0486	-0,0055	-0,0082	-0,0166
5,478	9,01E-27	-0,0053	-0,0097	-0,016
5,568	-0,047	-0,0051	-0,0111	-0,0153
5,657	-0,0921	-0,0049	-0,0124	-0,0146
5,747	-0,135	-0,0047	-0,0137	-0,0137
5,837	-0,1756	-0,0044	-0,0149	-0,0128
5,927	-0,2136	-0,0041	-0,016	-0,0119
6,017	-0,2489	-0,0038	-0,017	-0,0108
6,106	-0,2814	-0,0035	-0,0179	-0,0098
6,196	-0,3109	-0,0031	-0,0188	-0,0087

Table 5 (Next) : Mode 1.

x [m]	v [cm]	v' [rd]	θ [rd]	θ' [rd/m]
6,286	-0,3375	-0,0028	-0,0195	-0,0075
6,376	-0,3609	-0,0024	-0,0201	-0,0064
6,466	-0,3812	-0,0021	-0,0206	-0,0052
6,555	-0,3983	-0,0017	-0,0211	-0,004
6,645	-0,4124	-0,0014	-0,0214	-0,0028
6,735	-0,4233	-0,001	-0,0216	-0,0016
6,825	-0,4311	-7,044E-4	-0,0217	-4,575E-4
6,915	-0,436	-3,736E-4	-0,0217	7,103E-4
7,004	-0,4379	-5,208E-5	-0,0215	0,0019
7,094	-0,4369	2,584E-4	-0,0213	0,003
7,184	-0,4333	5,566E-4	-0,021	0,0041
7,274	-0,427	8,413E-4	-0,0206	0,0051
7,364	-0,4182	0,0011	-0,0201	0,0062
7,453	-0,4071	0,0014	-0,0195	0,0071
7,543	-0,3937	0,0016	-0,0188	0,0081
7,633	-0,3783	0,0018	-0,018	0,009
7,723	-0,361	0,002	-0,0172	0,0098
7,813	-0,3419	0,0022	-0,0163	0,0106
7,902	-0,3212	0,0024	-0,0153	0,0113
7,992	-0,299	0,0025	-0,0142	0,012
8,082	-0,2755	0,0027	-0,0131	0,0126
8,172	-0,2509	0,0028	-0,012	0,0132
8,262	-0,2253	0,0029	-0,0108	0,0137
8,351	-0,1989	0,003	-0,0095	0,0142
8,441	-0,1717	0,0031	-0,0082	0,0145
8,531	-0,1439	0,0031	-0,0069	0,0149
8,621	-0,1156	0,0032	-0,0056	0,0151
8,711	-0,087	0,0032	-0,0042	0,0154
8,8	-0,0581	0,0032	-0,0028	0,0155
8,89	-0,0291	0,0032	-0,0014	0,0156
8,98	9,416E-27	0,0032	-1,203E-25	0,0156

TABLE OF CONTENTS

I - PARAMETERS	p.1
I.1 - General parameters	p.1
I.2 - Material	p.1
I.3 - Sections	p.1
- Section No. 1 : HEA 550	p.2
- Section No. 2 : HEA 550	p.3
I.4 - Lateral restraints	p.4
- Restraint No. 1 :	p.4
- Restraint No. 2 :	p.4
- Restraint No. 3 :	p.4
I.5 - Supports	p.6
- Support No. 1 :	p.6
- Support No. 2 :	p.6
I.6 - Loads	p.7
- Moment diagram :	p.7
- Axial force diagram :	p.7
- Eccentric concentrated loads :	p.8
- Eccentric distributed loads :	p.8
II - LTB CALCULATION	p.9
II.1 - LTB modes	p.9
II.2 - Mode shapes	p.9
- Mode 1	p.9

WARNING !

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

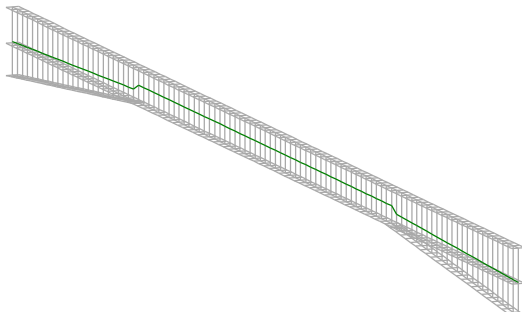
Because of the complexity of the calculations involved, the software is only for users who are able to make themselves an accurate idea of its possibilities, its limitations and adequacy to the various practical applications. The user will use it under his own responsibilities at his own risk.

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.

LBeamN

v 1.0.3

CALCULATION SHEET



I - PARAMETERS

I.1 - General parameters

Projected total length : $L = 22.5$ m
 Initial discretization of the beam : $n_{el} = 100$ elements

I.2 - Material

Name : Steel
 Young modulus : $E = 210000$ MPa
 Shear modulus : $G = 80769$ MPa
 Poisson factor : $\nu = 0.3$
 Density : $\rho = 7850$ kg/m³

I.3 - Sections

Alignment of sections : Top

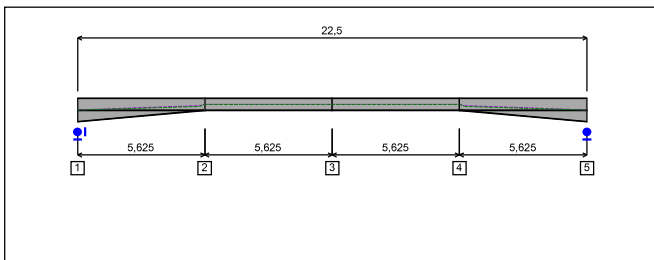


Figure 1 : Profile in long with section numbers.

- Section No. 1 : IPE 550

Abscissa from the left end of the beam : $x = 0$ m
 Type : In catalogue (OTUA)

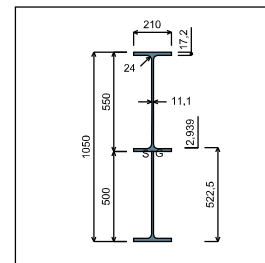


Figure 2 : Section No. 1 (IPE 550).

Main geometrical properties :

$z_G = -0,2939$ cm
 $z_G = 52,25$ cm
 $I_y = 302126$ cm⁴
 $I_z = 4003,9$ cm⁴
 $I_t = 193,66$ cm⁴ (Villette)
 $I_w = 6,984E+6$ cm⁶

Other geometrical properties :

$A = 226,6$ cm²
 $A_{v,y} = 108,36$ cm²
 $W_{el,y,sup} = 5727,5$ cm³
 $W_{el,y,inf} = 5782,3$ cm³
 $W_{pl,y} = 6861,9$ cm³
 $A_{v,z} = 127,84$ cm²
 $W_{el,z} = 381,33$ cm³
 $W_{pl,z} = 607,74$ cm³

Stiffness relaxations :

η : Continuous
 ν : Continuous
 θ^f : Continuous
 w : Continuous

- Section No. 2 : IPE 550

Abscissa from the left end of the beam : $x = 5,625$ m

Type : In catalogue (OTUA)

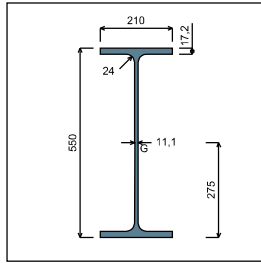


Figure 3 : Section No. 2 (IPE 550).

Main geometrical properties :

$z_S = 0$ cm
 $z_G = 27,5$ cm
 $I_y = 67117$ cm⁴
 $I_z = 2667,6$ cm⁴
 $I_t = 122,16$ cm⁴ (Villette)
 $I_w = 1,893E+6$ cm⁶

Other geometrical properties :

$A = 134,42$ cm²
 $A_{y,y} = 72,24$ cm²
 $W_{el,y,sup} = 2440,6$ cm³
 $W_{el,y,inf} = 2440,6$ cm³
 $W_{ply} = 2787$ cm³
 $A_{v,z} = 72,34$ cm²
 $W_{el,z} = 254,06$ cm³
 $W_{pl,z} = 400,54$ cm³

Stiffness relaxations :

θ : Continuous
 v' : Continuous
 θ' : Continuous
 w' : Continuous

- Section No. 3 : IPE 550

Abscissa from the left end of the beam : $x = 11,25$ m

Type : In catalogue (OTUA)

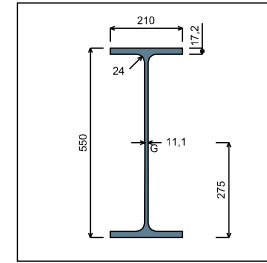


Figure 4 : Section No. 3 (IPE 550).

Main geometrical properties :

$z_S = 0$ cm
 $z_G = 27,5$ cm
 $I_y = 67117$ cm⁴
 $I_z = 2667,6$ cm⁴
 $I_t = 122,16$ cm⁴ (Villette)
 $I_w = 1,893E+6$ cm⁶

Other geometrical properties :

$A = 134,42$ cm²
 $A_{y,y} = 72,24$ cm²
 $W_{el,y,sup} = 2440,6$ cm³
 $W_{el,y,inf} = 2440,6$ cm³
 $W_{ply} = 2787$ cm³
 $A_{v,z} = 72,34$ cm²
 $W_{el,z} = 254,06$ cm³
 $W_{pl,z} = 400,54$ cm³

Stiffness relaxations :

θ : Continuous
 v' : Continuous
 θ' : Continuous
 w' : Continuous

- Section No. 4 : IPE 550

Abscissa from the left end of the beam : $x = 16,88$ m

Type : In catalogue (OTUA)

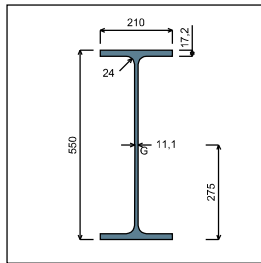


Figure 5 : Section No. 4 (IPE 550).

Main geometrical properties :

$z_S = 0$ cm
 $z_G = 27,5$ cm
 $I_y = 67117$ cm⁴
 $I_z = 2667,6$ cm⁴
 $I_t = 122,16$ cm⁴ (Villette)
 $I_w = 1,893E+6$ cm⁶

Other geometrical properties :

$A = 134,42$ cm²
 $A_{y,y} = 72,24$ cm²
 $W_{el,y,sup} = 2440,6$ cm³
 $W_{el,y,inf} = 2440,6$ cm³
 $W_{ply} = 2787$ cm³
 $A_{v,z} = 72,34$ cm²
 $W_{el,z} = 254,06$ cm³
 $W_{pl,z} = 400,54$ cm³

Stiffness relaxations :

θ : Continuous
 v' : Continuous
 θ' : Continuous
 w' : Continuous

- Section No. 5 : IPE 550

Abscissa from the left end of the beam : $x = 22,5$ m

Type : In catalogue (OTUA)

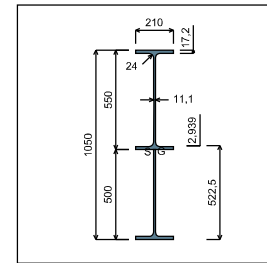


Figure 6 : Section No. 5 (IPE 550).

Main geometrical properties :

$z_S = -0,2939$ cm
 $z_G = 52,25$ cm
 $I_y = 302126$ cm⁴
 $I_z = 4003,9$ cm⁴
 $I_t = 193,66$ cm⁴ (Villette)
 $I_w = 6,984E+6$ cm⁶

Other geometrical properties :

$A = 226,6$ cm²
 $A_{y,y} = 108,36$ cm²
 $W_{el,y,sup} = 5727,5$ cm³
 $W_{el,y,inf} = 5782,3$ cm³
 $W_{ply} = 6861,9$ cm³
 $A_{v,z} = 127,84$ cm²
 $W_{el,z} = 381,33$ cm³
 $W_{pl,z} = 607,74$ cm³

Stiffness relaxations :

θ : Continuous
 v' : Continuous
 θ' : Continuous
 w' : Continuous

1.4 - Lateral restraints

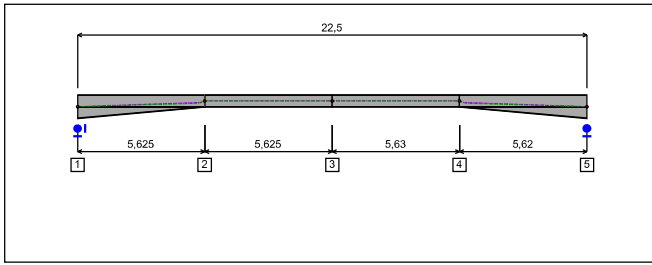


Figure 7 : Profile in long with restraint numbers.

- Restraint No. 1 :

Type : Punctual

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

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

Restraint conditions :

v : Fixed
 θ : Fixed
 v' : Free
 θ' : Free

- Restraint No. 2 :

Type : Punctual

Abscissa from the left end of the beam : $x = 5,625$ m

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

Restraint conditions :

v : Fixed
 θ : Free
 v' : Free
 θ' : Free

- Restraint No. 3 :

Type : Punctual

Abscissa from the left end of the beam : $x = 11,25$ m

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

Restraint conditions :

v : Fixed
 θ : Free
 v' : Free
 θ' : Free

- Restraint No. 4 :

Type : Punctual

Abscissa from the left end of the beam : $x = 16,88$ m

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

Restraint conditions :

v : Fixed
 θ : Free
 v' : Free
 θ' : Free

- Restraint No. 5 :

Type : Punctual

Abscissa from the left end of the beam : $x = 22,5$ m

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

Restraint conditions :

v : Fixed
 θ : Fixed
 v' : Free
 θ' : Free

1.5 - Supports

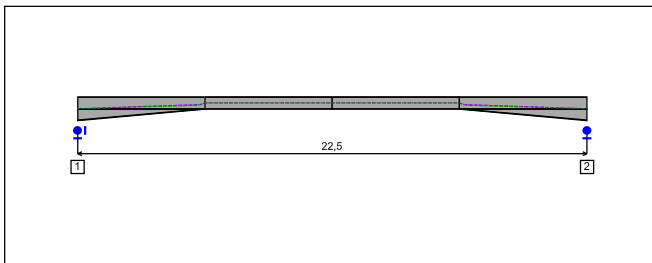


Figure 8 : Profile in long with support numbers.

- Support No. 1 :

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

Support conditions :

u : Fixed
 w : Fixed
 w' : Free

- Support No. 2 :

Abscissa from the left end of the beam : $x = 22,5$ m

Support conditions :

u : Free
 w : Fixed
 w' : Free

1.6 - Loads

Type of loading : Internal

- Moment diagram :

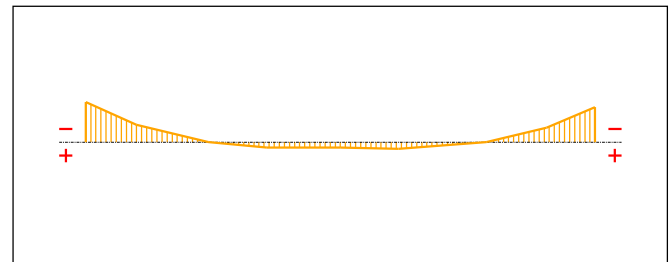


Figure 9 : Moment diagram.

Active : Yes

Table 1 : Moment diagram.

x(m)	M(kN.m)
0	-536,97
2,25	-235,1
5,42	0
8	69,8
11,25	72,64
13,82	90,13
17,69	0
20,35	-194,52
22,5	-473,73

- Axial force diagram :

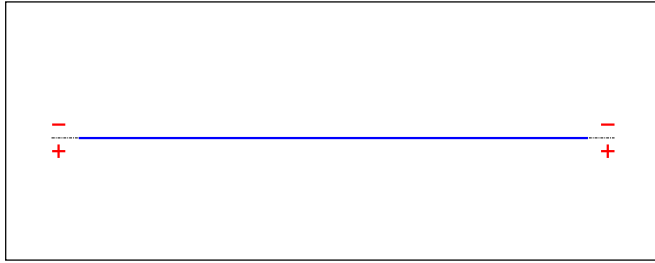


Figure 10 : Axial force diagram.

Active : Yes

Table 2 : Axial force diagram.

x(m)	N(kN)
0	0
22,5	0

- Eccentric concentrated loads :

No load has been defined.

- Eccentric distributed loads :

No load has been defined.

II - LTB CALCULATION

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

The TAPER effect is taken into account

II.1 - LTB modes

Table 3 : LTB modes.

Mode	I_{cr}	$M_{max,cr}$ [kN.m]	$x(M_{max})$ [m]	$N_{max,cr}$ [kN]	$x(N_{max})$ [m]
1	2,593	-1392,4	0	0	0

II.2 - Mode shapes

- Mode 1

Table 4 : Mode 1.

Mode	I_{cr}	$M_{max,cr}$ [kN.m]	$x(M_{max})$ [m]	$N_{max,cr}$ [kN]	$x(N_{max})$ [m]
1	2,593	-1392,4	0	0	0

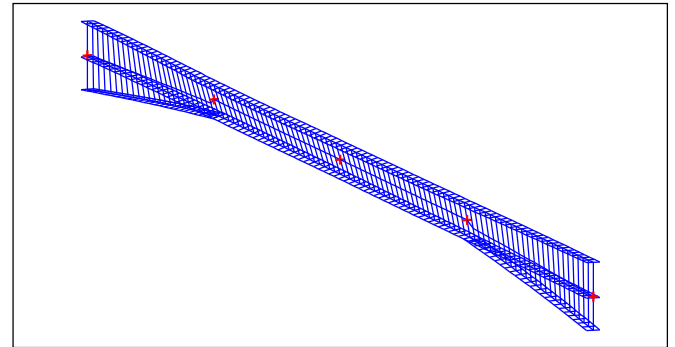


Figure 11 : Mode shape in 3D (Mode 1)

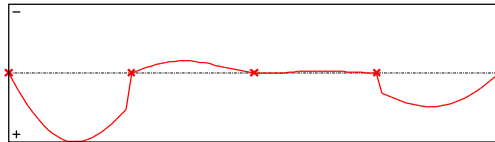


Figure 12 : Lateral displacement component of the shear centre (Mode 1).

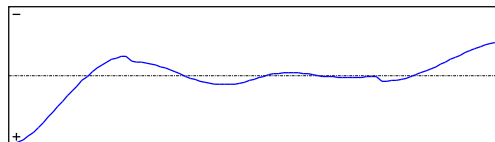


Figure 13 : Rotation in lateral flexure component of the shear centre (Mode 1).

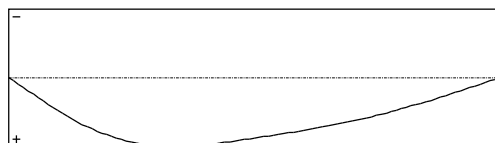


Figure 14 : Longitudinal rotation (torsion) component of the shear centre (Mode 1).

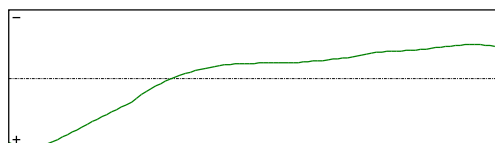


Figure 15 : Warping component of the shear centre (Mode 1).

Table 5 : Mode 1.

x [m]	v [cm]	v' [rd]	θ [rd]	θ' [rd/m]
0	1,098E-30	0,0057	-1,91E-26	0,0116
0,225	0,1281	0,0057	0,0027	0,012
0,45	0,2525	0,0056	0,0054	0,0123
0,675	0,371	0,0054	0,0082	0,0124
0,9	0,4821	0,0051	0,011	0,0125
1,125	0,5842	0,0047	0,0138	0,0124
1,35	0,6763	0,0043	0,0166	0,0123
1,575	0,7575	0,0039	0,0194	0,0121
1,8	0,8271	0,0035	0,0221	0,0118
2,025	0,885	0,003	0,0247	0,0115
2,25	0,931	0,0026	0,0272	0,0111
2,475	0,9655	0,0022	0,0297	0,0107
2,7	0,9884	0,0017	0,0321	0,0102
2,925	0,9998	0,0013	0,0343	0,0098
3,15	1	8,468E-4	0,0365	0,0093
3,375	0,9894	4,375E-4	0,0385	0,0088
3,6	0,9685	5,189E-5	0,0405	0,0083
3,825	0,938	-3,046E-4	0,0423	0,0079
4,05	0,8986	-6,267E-4	0,044	0,0074
4,275	0,8513	-9,097E-4	0,0456	0,0069
4,5	0,7971	-0,0011	0,0472	0,0065
4,725	0,7371	-0,0013	0,0486	0,0061
4,95	0,6723	-0,0015	0,0499	0,0056
5,175	0,6042	-0,0016	0,0511	0,0052
5,4	0,534	-0,0016	0,0523	0,0048
5,625	2,319E-28	-0,0012	0,0533	0,0043
5,85	-0,026	-0,0011	0,0542	0,0036
6,075	-0,0511	-0,0011	0,0549	0,003
6,3	-0,0748	-0,001	0,0555	0,0024
6,525	-0,0969	-9,421E-4	0,056	0,0019
6,75	-0,1171	-8,461E-4	0,0564	0,0014
6,975	-0,1349	-7,341E-4	0,0566	9,412E-4
7,2	-0,15	-6,064E-4	0,0568	5,276E-4
7,425	-0,1621	-4,631E-4	0,0569	1,43E-4
7,65	-0,1707	-3,046E-4	0,0569	-2,151E-4

Table 5 (Next) : Mode 1.

x [m]	v [cm]	v' [rd]	θ [rd]	θ' [rd/m]
7,875	-0,1757	-1,314E-4	0,0568	-5,481E-4
8,1	-0,1766	4,823E-5	0,0566	-8,566E-4
8,325	-0,1736	2,163E-4	0,0564	-0,0011
8,55	-0,167	3,626E-4	0,0561	-0,0014
8,775	-0,1574	4,867E-4	0,0558	-0,0016
9	-0,1453	5,883E-4	0,0554	-0,0018
9,225	-0,1311	6,689E-4	0,0549	-0,002
9,45	-0,1155	7,223E-4	0,0545	-0,0022
9,675	-0,0988	7,542E-4	0,0539	-0,0023
9,9	-0,0817	7,623E-4	0,0534	-0,0024
10,13	-0,0647	7,463E-4	0,0529	-0,0025
10,35	-0,0483	7,062E-4	0,0523	-0,0026
10,58	-0,0331	6,418E-4	0,0517	-0,0027
10,8	-0,0196	5,529E-4	0,0511	-0,0027
11,03	-0,0084	4,395E-4	0,0505	-0,0027
11,25	-4,282E-28	3,015E-4	0,0499	-0,0027
11,48	0,0052	1,617E-4	0,0492	-0,0028
11,7	0,0074	4,256E-5	0,0486	-0,0028
11,93	0,0072	-5,6E-5	0,048	-0,0028
12,15	0,0051	-1,342E-4	0,0474	-0,0028
12,38	0,0014	-1,923E-4	0,0467	-0,0028
12,6	-0,0034	-2,305E-4	0,0461	-0,0028
12,83	-0,0089	-2,491E-4	0,0455	-0,0028
13,05	-0,0145	-2,482E-4	0,0448	-0,0029
13,28	-0,0199	-2,282E-4	0,0442	-0,0029
13,5	-0,0246	-1,894E-4	0,0435	-0,003
13,73	-0,0283	-1,321E-4	0,0429	-0,003
13,95	-0,0305	-6,529E-5	0,0422	-0,0031
14,18	-0,0313	-3,776E-6	0,0415	-0,0032
14,4	-0,0308	4,689E-5	0,0407	-0,0033
14,63	-0,0292	8,675E-5	0,04	-0,0034
14,85	-0,0269	1,171E-4	0,0392	-0,0034
15,08	-0,024	1,383E-4	0,0384	-0,0036
15,3	-0,0208	1,512E-4	0,0376	-0,0037
15,53	-0,0173	1,565E-4	0,0368	-0,0038

Table 5 (Next) : Mode 1.

x [m]	v [cm]	v' [rd]	θ [rd]	θ' [rd/m]
15,75	-0,0138	1,56E-4	0,0359	-0,0039
15,98	-0,0104	1,474E-4	0,035	-0,004
16,2	-0,0072	1,345E-4	0,0341	-0,0042
16,43	-0,0043	1,174E-4	0,0331	-0,0044
16,65	-0,0019	9,687E-5	0,0321	-0,0045
16,88	1,581E-28	7,391E-5	0,0311	-0,0047
17,1	0,2974	4,848E-4	0,03	-0,0048
17,33	0,3277	4,573E-4	0,0289	-0,0048
17,55	0,3565	4,209E-4	0,0278	-0,0049
17,78	0,3836	3,725E-4	0,0267	-0,0049
18	0,4087	3,03E-4	0,0256	-0,005
18,23	0,4312	2,083E-4	0,0245	-0,005
18,45	0,4506	9,096E-5	0,0233	-0,0051
18,68	0,4663	-4,628E-5	0,0222	-0,0052
18,9	0,478	-2,007E-4	0,021	-0,0053
19,13	0,4852	-3,696E-4	0,0198	-0,0054
19,35	0,4877	-5,5E-4	0,0186	-0,0055
19,58	0,4852	-7,39E-4	0,0173	-0,0056
19,8	0,4775	-9,335E-4	0,0161	-0,0057
20,03	0,4646	-0,0011	0,0148	-0,0058
20,25	0,4464	-0,0013	0,0135	-0,0059
20,48	0,4229	-0,0015	0,0121	-0,0059
20,7	0,3941	-0,0017	0,0108	-0,006
20,93	0,36	-0,0019	0,0094	-0,0061
21,15	0,3208	-0,0021	0,008	-0,0061
21,38	0,2766	-0,0023	0,0067	-0,0061
21,6	0,2279	-0,0024	0,0053	-0,0061
21,83	0,1752	-0,0025	0,0039	-0,006
22,05	0,1192	-0,0026	0,0026	-0,0059
22,28	0,0605	-0,0027	0,0013	-0,0057
22,5	4,528E-29	-0,0027	-7,582E-27	-0,0056

TABLE OF CONTENTS

I - PARAMETERS	p.1
I.1 - General parameters	p.1
I.2 - Material	p.1
I.3 - Sections	p.1
- Section No. 1 : IPE 550	p.2
- Section No. 2 : IPE 550	p.3
- Section No. 3 : IPE 550	p.4
- Section No. 4 : IPE 550	p.5
- Section No. 5 : IPE 550	p.6
I.4 - Lateral restraints	p.7
- Restraint No. 1 :	p.7
- Restraint No. 2 :	p.7
- Restraint No. 3 :	p.7
- Restraint No. 4 :	p.8
- Restraint No. 5 :	p.8
I.5 - Supports	p.9
- Support No. 1 :	p.9
- Support No. 2 :	p.9
I.6 - Loads	p.10
- Moment diagram :	p.10
- Axial force diagram :	p.10
- Eccentric concentrated loads :	p.11
- Eccentric distributed loads :	p.11
II - LTB CALCULATION	p.12
II.1 - LTB modes	p.12
II.2 - Mode shapes	p.12
- Mode 1	p.12

WARNING !

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

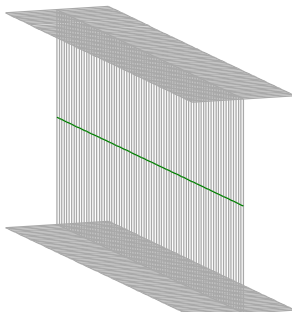
Because of the complexity of the calculations involved, the software is only for users who are able to make themselves an accurate idea of its possibilities, its limitations and adequacy to the various practical applications. The user will use it under his own responsibilities at his own risk.

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.

LBeamN

v 1.0.3

CALCULATION SHEET



I - PARAMETERS

I.1 - General parameters

Projected total length : $L = 0,75$ m
 Initial discretization of the beam : $n_{el} = 75$ elements

I.2 - Material

Name : Steel
 Young modulus : $E = 210000$ MPa
 Shear modulus : $G = 80769$ MPa
 Poisson factor : $\nu = 0,3$
 Density : $\rho = 7850$ kg/m³

I.3 - Sections

Alignment of sections : Top

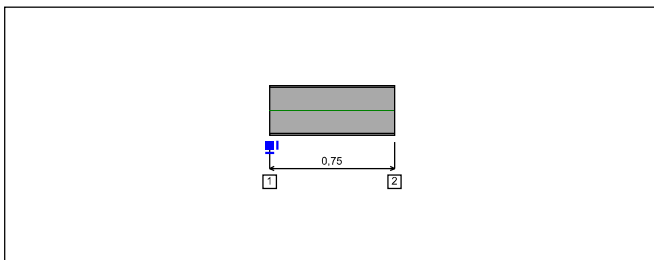


Figure 1 : Profile in long with section numbers.

- Section No. 1 : IPE 300

Abscissa from the left end of the beam : $x = 0$ m
 Type : In catalogue (OTUA)

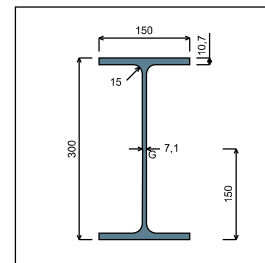


Figure 2 : Section No. 1 (IPE 300).

Main geometrical properties :

$z_G = 0$ cm
 $z_{G'} = 15$ cm
 $I_y = 8356,1$ cm⁴
 $I_z = 603,78$ cm⁴
 $I_x = 19,87$ cm⁴ (Villette)
 $I_w = 126332$ cm⁶

Other geometrical properties :

$A = 53,81$ cm²
 $A_{v,y} = 32,1$ cm²
 $W_{el,y,sup} = 557,07$ cm³
 $W_{el,y,inf} = 557,07$ cm³
 $W_{pl,y} = 628,36$ cm³
 $A_{v,z} = 25,68$ cm²
 $W_{el,z} = 80,5$ cm³
 $W_{pl,z} = 125,22$ cm³

Stiffness relaxations :

η : Continuous
 ν : Continuous
 θ' : Continuous
 w : Continuous

- Section No. 2 : IPE 300

Abscissa from the left end of the beam : $x = 0,75$ m

Type : In catalogue (OTUA)

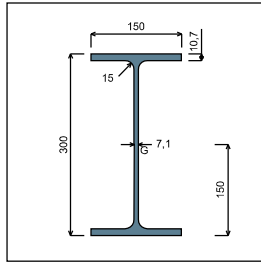


Figure 3 : Section No. 2 (IPE 300).

Main geometrical properties :

$z_S = 0$ cm
 $z_G = 15$ cm
 $I_y = 8356,1$ cm⁴
 $I_z = 603,78$ cm⁴
 $I_t = 19,87$ cm⁴ (Villette)
 $I_w = 126332$ cm⁶

Other geometrical properties :

$A = 53,81$ cm²
 $A_{xy} = 32,1$ cm²
 $W_{el,y,sup} = 557,07$ cm³
 $W_{el,y,inf} = 557,07$ cm³
 $W_{pl,y} = 628,36$ cm³
 $A_{v,z} = 25,68$ cm²
 $W_{el,z} = 80,5$ cm³
 $W_{pl,z} = 125,22$ cm³

Stiffness relaxations :

θ : Continuous
 v' : Continuous
 θ' : Continuous
 w' : Continuous

I.4 - Lateral restraints

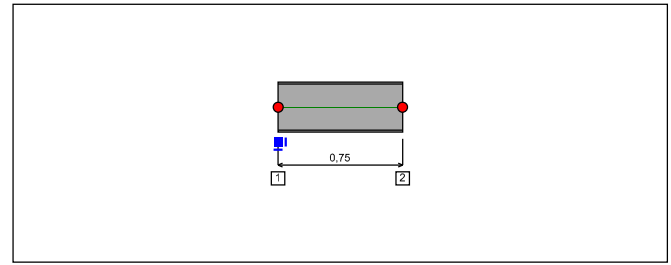


Figure 4 : Profile in long with restraint numbers.

- 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
 θ : Fixed
 v' : Free
 θ' : Free

- Restraint No. 2 :

Type : Ponctual

Abscissa from the left end of the beam : $x = 0,75$ m

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

Restraint conditions :

v : Fixed
 θ : Fixed
 v' : Free
 θ' : Free

I.5 - Supports

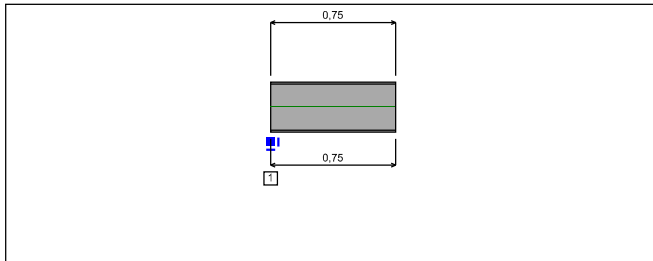


Figure 5 : Profile in long with support numbers.

- Support No. 1 :

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

Support conditions :

u : Fixed
 w : Fixed
 w' : Fixed

I.6 - Loads

Type of loading : Internal

- Moment diagram :

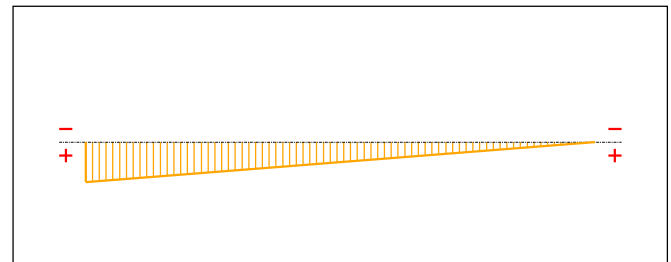


Figure 6 : Moment diagram.

Active : Yes

Table 1 : Moment diagram.

x(m)	M(kN.m)
0	268,98
0,75	0

- Axial force diagram :

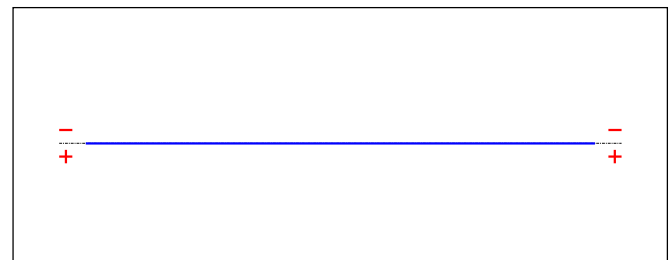


Figure 7 : Axial force diagram.

Active : Yes

Table 2 : Axial force diagram.

x(m)	N(kN)
0	0
0,75	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	μ_{cr}	$M_{max,cr}$ [kN.m]	$x(M_{max})$ [m]	$N_{max,cr}$ [kN]	$x(N_{max})$ [m]
1	22,58	6073,4	0	0	0

II.2 - Mode shapes

- Mode 1

Table 4 : Mode 1.

Mode	μ_{cr}	$M_{max,cr}$ [kN.m]	$x(M_{max})$ [m]	$N_{max,cr}$ [kN]	$x(N_{max})$ [m]
1	22,58	6073,4	0	0	0

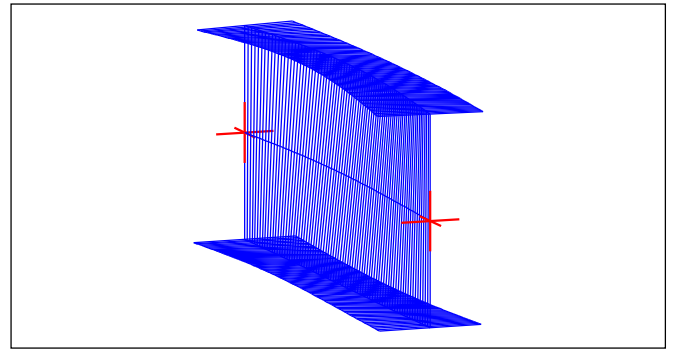


Figure 8 : Mode shape in 3D (Mode 1).

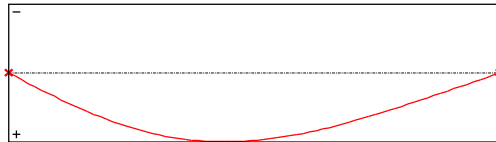


Figure 9 : Lateral displacement component of the shear centre (Mode 1).

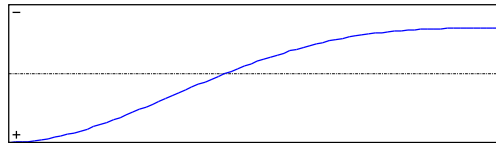


Figure 10 : Rotation in lateral flexure component of the shear centre (Mode 1).

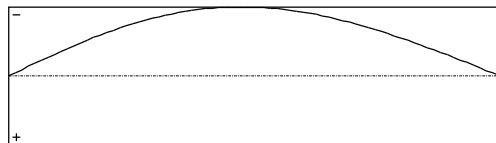


Figure 11 : Longitudinal rotation (torsion) component of the shear centre (Mode 1).

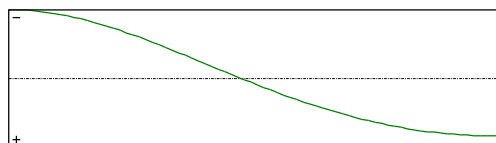


Figure 12 : Warping component of the shear centre (Mode 1).

Table 5 : Mode 1.

x [m]	v [cm]	v' [rd]	θ [rd]	θ' [rd/m]
0	7,512E-26	0,0501	1,489E-24	-0,3252
0,01	0,0501	0,05	-0,0033	-0,3248
0,02	0,1	0,0498	-0,0065	-0,3237
0,03	0,1496	0,0494	-0,0097	-0,3218
0,04	0,1987	0,0489	-0,0129	-0,3193
0,05	0,2473	0,0482	-0,0161	-0,316
0,06	0,2952	0,0475	-0,0192	-0,312
0,07	0,3422	0,0465	-0,0223	-0,3073
0,08	0,3882	0,0455	-0,0254	-0,3019
0,09	0,4332	0,0444	-0,0284	-0,2959
0,1	0,4769	0,0431	-0,0313	-0,2893
0,11	0,5194	0,0418	-0,0342	-0,282
0,12	0,5604	0,0403	-0,0369	-0,2742
0,13	0,6	0,0388	-0,0396	-0,2659
0,14	0,638	0,0372	-0,0423	-0,257
0,15	0,6744	0,0355	-0,0448	-0,2476
0,16	0,709	0,0338	-0,0472	-0,2378
0,17	0,7419	0,032	-0,0495	-0,2276
0,18	0,7729	0,0301	-0,0518	-0,2169
0,19	0,8021	0,0282	-0,0539	-0,2059
0,2	0,8293	0,0262	-0,0559	-0,1946
0,21	0,8545	0,0243	-0,0578	-0,1829
0,22	0,8778	0,0223	-0,0595	-0,171
0,23	0,8991	0,0202	-0,0612	-0,1589
0,24	0,9183	0,0182	-0,0627	-0,1466
0,25	0,9355	0,0162	-0,0641	-0,134
0,26	0,9506	0,0141	-0,0654	-0,1214
0,27	0,9637	0,0121	-0,0665	-0,1086
0,28	0,9748	0,01	-0,0676	-0,0958
0,29	0,9838	0,008	-0,0685	-0,0829
0,3	0,9908	0,006	-0,0692	-0,0699
0,31	0,9958	0,004	-0,0699	-0,057
0,32	0,9989	0,0021	-0,0704	-0,0441
0,33	1	1,738E-4	-0,0707	-0,0313
0,34	0,9992	-0,0017	-0,071	-0,0185

Table 5 (Next) : Mode 1.

x [m]	v [cm]	v' [rd]	θ [rd]	θ' [rd/m]
0,35	0,9966	-0,0035	-0,0711	-0,0058
0,36	0,9922	-0,0053	-0,0711	0,0067
0,37	0,9859	-0,0071	-0,071	0,0191
0,38	0,978	-0,0088	-0,0707	0,0313
0,39	0,9684	-0,0104	-0,0704	0,0434
0,4	0,9572	-0,012	-0,0699	0,0553
0,41	0,9444	-0,0135	-0,0692	0,0669
0,42	0,9301	-0,015	-0,0685	0,0783
0,43	0,9144	-0,0164	-0,0677	0,0895
0,44	0,8973	-0,0178	-0,0667	0,1004
0,45	0,8788	-0,0191	-0,0657	0,111
0,46	0,8591	-0,0203	-0,0645	0,1214
0,47	0,8382	-0,0215	-0,0632	0,1315
0,48	0,8162	-0,0226	-0,0619	0,1412
0,49	0,7931	-0,0236	-0,0604	0,1507
0,5	0,769	-0,0246	-0,0589	0,1598
0,51	0,744	-0,0255	-0,0572	0,1686
0,52	0,7181	-0,0263	-0,0555	0,1771
0,53	0,6914	-0,0271	-0,0537	0,1852
0,54	0,6639	-0,0278	-0,0518	0,193
0,55	0,6357	-0,0285	-0,0498	0,2004
0,56	0,6069	-0,0291	-0,0478	0,2075
0,57	0,5775	-0,0297	-0,0457	0,2143
0,58	0,5476	-0,0302	-0,0435	0,2207
0,59	0,5172	-0,0306	-0,0413	0,2267
0,6	0,4864	-0,031	-0,039	0,2324
0,61	0,4552	-0,0314	-0,0366	0,2377
0,62	0,4237	-0,0317	-0,0342	0,2426
0,63	0,3919	-0,0319	-0,0318	0,2472
0,64	0,3599	-0,0321	-0,0293	0,2514
0,65	0,3277	-0,0323	-0,0267	0,2552
0,66	0,2952	-0,0325	-0,0242	0,2587
0,67	0,2627	-0,0326	-0,0216	0,2618
0,68	0,23	-0,0327	-0,0189	0,2646
0,69	0,1973	-0,0328	-0,0163	0,267

Table 5 (Next) : Mode 1.

x [m]	v [cm]	v' [rd]	θ [rd]	θ' [rd/m]
0,7	0,1645	-0,0328	-0,0136	0,269
0,71	0,1316	-0,0329	-0,0109	0,2706
0,72	0,0987	-0,0329	-0,0082	0,2719
0,73	0,0658	-0,0329	-0,0055	0,2728
0,74	0,0329	-0,0329	-0,0027	0,2734
0,75	1,194E-25	-0,0329	-7,34E-25	0,2735

TABLE OF CONTENTS

I - PARAMETERS	p.1
I.1 - General parameters	p.1
I.2 - Material	p.1
I.3 - Sections	p.1
- Section No. 1 : IPE 300	p.2
- Section No. 2 : IPE 300	p.3
I.4 - Lateral restraints	p.4
- Restraint No. 1 :	p.4
- Restraint No. 2 :	p.4
I.5 - Supports	p.5
- Support No. 1 :	p.5
I.6 - Loads	p.6
- Moment diagram :	p.6
- Axial force diagram :	p.6
- Eccentric concentrated loads :	p.7
- Eccentric distributed loads :	p.7
II - LTB CALCULATION	p.8
II.1 - LTB modes	p.8
II.2 - Mode shapes	p.8
- Mode 1	p.8

WARNING !

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

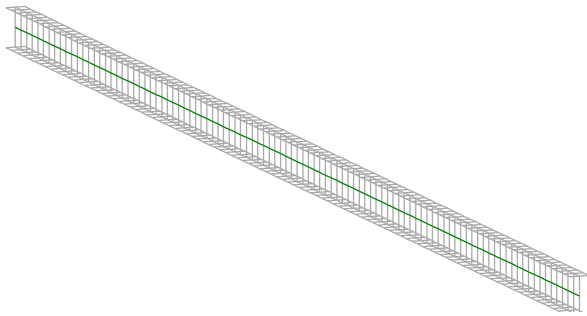
Because of the complexity of the calculations involved, the software is only for users who are able to make themselves an accurate idea of its possibilities, its limitations and adequacy to the various practical applications. The user will use it under his own responsibilities at his own risk.

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.

LBeamN

v 1.0.3

CALCULATION SHEET



I - PARAMETERS

I.1 - General parameters

Projected total length : $L = 8,98$ m
 Initial discretization of the beam : $n_{el} = 100$ elements

I.2 - Material

Name : Steel
 Young modulus : $E = 210000$ MPa
 Shear modulus : $G = 80769$ MPa
 Poisson factor : $\nu = 0,3$
 Density : $\rho = 7850$ kg/m³

I.3 - Sections

Alignment of sections : Top

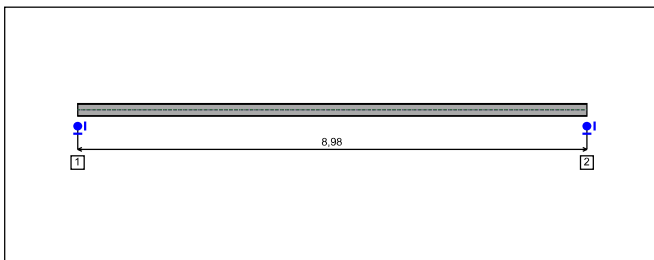


Figure 1 : Profile in long with section numbers.

- Section No. 1 : IPE 220

Abscissa from the left end of the beam : $x = 0$ m
 Type : In catalogue (OTUA)

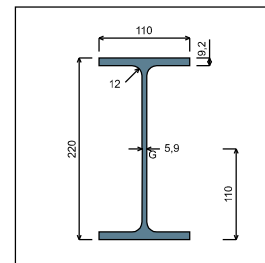


Figure 2 : Section No. 1 (IPE 220).

Main geometrical properties :

$z_G = 0$ cm
 $z_S = 11$ cm
 $I_y = 2771,8$ cm⁴
 $I_z = 204,89$ cm⁴
 $I_t = 9,031$ cm⁴ (Villette)
 $I_w = 22761$ cm⁶

Other geometrical properties :

$A = 33,37$ cm²
 $A_{v,y} = 20,24$ cm²
 $W_{el,y,sup} = 251,99$ cm³
 $W_{el,y,inf} = 251,99$ cm³
 $W_{pl,y} = 285,41$ cm³
 $A_{v,z} = 15,88$ cm²
 $W_{el,z} = 37,25$ cm³
 $W_{pl,z} = 58,11$ cm³

Stiffness relaxations :

η : Continuous
 ν : Continuous
 θ^f : Continuous
 w : Continuous

- Section No. 2 : IPE 220

Abscissa from the left end of the beam : $x = 8,98$ m

Type : In catalogue (OTUA)

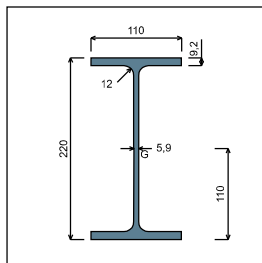


Figure 3 : Section No. 2 (IPE 220).

Main geometrical properties :

$z_S = 0$ cm
 $z_G = 11$ cm
 $I_y = 2771,8$ cm⁴
 $I_z = 204,89$ cm⁴
 $I_t = 9,031$ cm⁴ (Villette)
 $I_w = 22761$ cm⁶

Other geometrical properties :

$A = 33,37$ cm²
 $A_{xy} = 20,24$ cm²
 $W_{el,y,sup} = 251,99$ cm³
 $W_{el,y,inf} = 251,99$ cm³
 $W_{pl,y} = 285,41$ cm³
 $A_{v,z} = 15,88$ cm²
 $W_{el,z} = 37,25$ cm³
 $W_{pl,z} = 58,11$ cm³

Stiffness relaxations :

θ : Continuous
 v' : Continuous
 θ' : Continuous
 w' : Continuous

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

Restraint conditions :

v : Fixed
 θ : Fixed
 v' : Free
 θ' : Free

1.4 - Lateral restraints

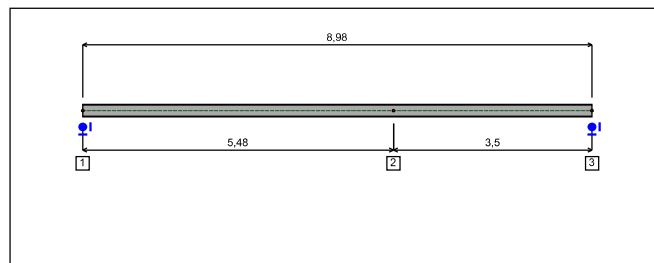


Figure 4 : Profile in long with restraint numbers.

- 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
 θ : Fixed
 v' : Free
 θ' : Free

- Restraint No. 2 :

Type : Ponctual

Abscissa from the left end of the beam : $x = 5,48$ m

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

Restraint conditions :

v : Fixed
 θ : Free
 v' : Free
 θ' : Free

- Restraint No. 3 :

Type : Ponctual

Abscissa from the left end of the beam : $x = 8,98$ m

1.5 - Supports

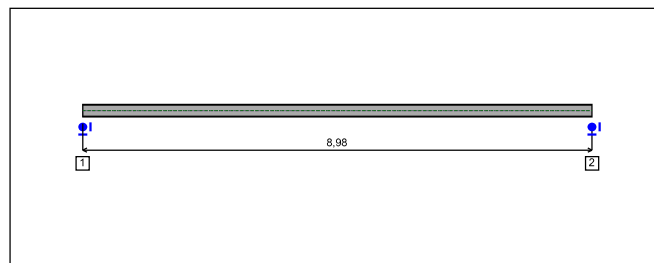


Figure 5 : Profile in long with support numbers.

- Support No. 1 :

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

Support conditions :

u : Fixed
 w : Fixed
 w' : Free

- Support No. 2 :

Abscissa from the left end of the beam : $x = 8,98$ m

Support conditions :

u : Fixed
 w : Fixed
 w' : Free

1.6 - Loads

Type of loading : Internal

- Moment diagram :

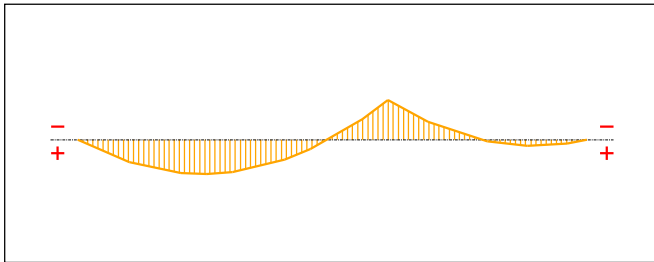


Figure 6 : Moment diagram.

Active : Yes

Table 1 : Moment diagram.

x(m)	M(kN.m)
0	0
0,913	6,31
1,825	9,35
2,282	9,64
2,738	9,11
3,65	5,6
4,107	2,62
5,02	-5,8
5,476	-11,24
6,176	-5,14
7,226	0,4
7,926	1,68
8,626	1,04
8,98	0

- Axial force diagram :

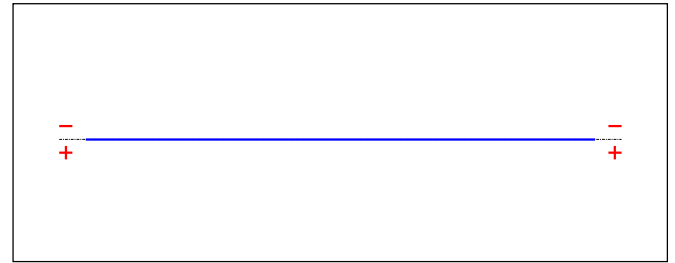


Figure 7 : Axial force diagram.

Active : No

Table 2 : Axial force diagram.

x(m)	N(kN)
0	0
8,98	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	H_{cr}	$M_{max,cr}$ [kN.m]	$x(M_{max})$ [m]	$N_{max,cr}$ [kN]	$x(N_{max})$ [m]
1	3,107	-34,88	5,478	0	5,478

II.2 - Mode shapes

- Mode 1

Table 4 : Mode 1.

Mode	H_{cr}	$M_{max,cr}$ [kN.m]	$x(M_{max})$ [m]	$N_{max,cr}$ [kN]	$x(N_{max})$ [m]
1	3,107	-34,88	5,478	0	5,478

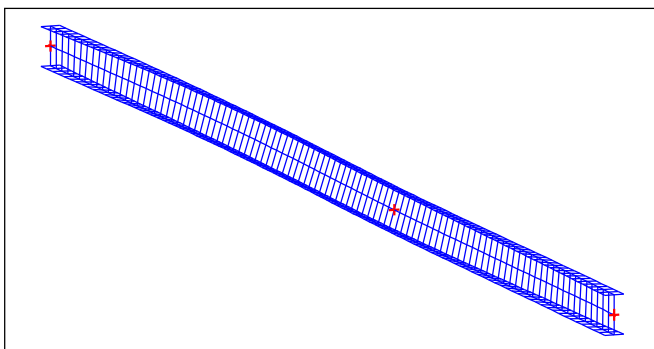


Figure 8 : Mode shape in 3D (Mode 1).

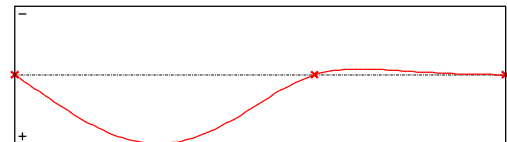


Figure 9 : Lateral displacement component of the shear centre (Mode 1).

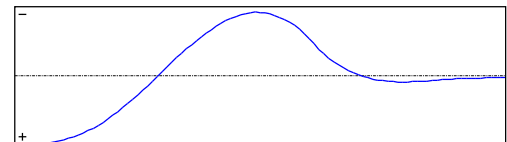


Figure 10 : Rotation in lateral flexure component of the shear centre (Mode 1).

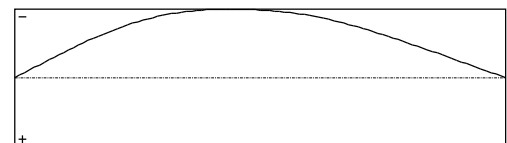


Figure 11 : Longitudinal rotation (torsion) component of the shear centre (Mode 1).

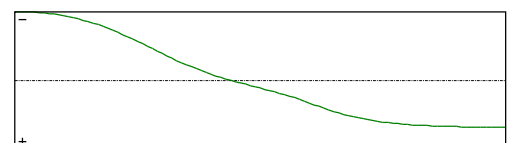


Figure 12 : Warping component of the shear centre (Mode 1).

Table 5 : Mode 1.

x [m]	v [cm]	v' [rd]	θ [rd]	θ' [rd/m]
0	4,991E-30	0,0054	-2,275E-27	-0,029
0,0898	0,0489	0,0054	-0,0026	-0,029
0,1796	0,0978	0,0054	-0,0052	-0,0289
0,2694	0,1466	0,0054	-0,0078	-0,0288
0,3592	0,1954	0,0054	-0,0104	-0,0287
0,449	0,2439	0,0054	-0,0129	-0,0286
0,5388	0,2923	0,0054	-0,0155	-0,0284
0,6286	0,3403	0,0053	-0,018	-0,0281
0,7184	0,3878	0,0053	-0,0206	-0,0279
0,8082	0,4347	0,0052	-0,023	-0,0276
0,898	0,4808	0,0051	-0,0255	-0,0272
0,9878	0,526	0,005	-0,0279	-0,0268
1,078	0,5701	0,0048	-0,0303	-0,0264
1,167	0,613	0,0047	-0,0327	-0,0259
1,257	0,6544	0,0045	-0,035	-0,0253
1,347	0,6943	0,0044	-0,0372	-0,0247
1,437	0,7325	0,0042	-0,0394	-0,0241
1,527	0,7689	0,0039	-0,0415	-0,0234
1,616	0,8031	0,0037	-0,0436	-0,0227
1,706	0,8351	0,0034	-0,0456	-0,0219
1,796	0,8647	0,0032	-0,0475	-0,021
1,886	0,8917	0,0029	-0,0494	-0,0202
1,976	0,916	0,0025	-0,0511	-0,0193
2,065	0,9374	0,0022	-0,0528	-0,0183
2,155	0,9558	0,0019	-0,0544	-0,0174
2,245	0,9711	0,0015	-0,0559	-0,0164
2,335	0,9833	0,0012	-0,0574	-0,0154
2,425	0,9922	8,068E-4	-0,0587	-0,0144
2,514	0,9977	4,372E-4	-0,06	-0,0134
2,604	1	6,404E-5	-0,0611	-0,0123
2,694	0,9989	-3,119E-4	-0,0622	-0,0113
2,784	0,9944	-6,873E-4	-0,0631	-0,0103
2,874	0,9866	-0,0011	-0,064	-0,0094
2,963	0,9754	-0,0014	-0,0648	-0,0084
3,053	0,9612	-0,0018	-0,0655	-0,0075

Table 5 (Next) : Mode 1.

x [m]	v [cm]	v' [rd]	θ [rd]	θ' [rd/m]
3,143	0,9438	-0,0021	-0,0662	-0,0066
3,233	0,9234	-0,0024	-0,0667	-0,0057
3,323	0,9001	-0,0027	-0,0672	-0,0048
3,412	0,8741	-0,003	-0,0676	-0,004
3,502	0,8454	-0,0033	-0,0679	-0,0033
3,592	0,8142	-0,0036	-0,0682	-0,0025
3,682	0,7806	-0,0039	-0,0684	-0,0018
3,772	0,7447	-0,0041	-0,0685	-0,0012
3,861	0,7069	-0,0043	-0,0686	-5,477E-4
3,951	0,6673	-0,0045	-0,0686	5,099E-5
4,041	0,6261	-0,0047	-0,0686	6,231E-4
4,131	0,5836	-0,0048	-0,0685	0,0012
4,221	0,54	-0,0049	-0,0684	0,0017
4,31	0,4957	-0,005	-0,0682	0,0022
4,4	0,451	-0,005	-0,068	0,0027
4,49	0,4062	-0,005	-0,0677	0,0033
4,58	0,3617	-0,0049	-0,0674	0,0038
4,67	0,3177	-0,0049	-0,067	0,0043
4,759	0,2746	-0,0047	-0,0666	0,0049
4,849	0,2328	-0,0046	-0,0661	0,0054
4,939	0,1924	-0,0044	-0,0656	0,006
5,029	0,1538	-0,0042	-0,0651	0,0067
5,119	0,1173	-0,0039	-0,0644	0,0073
5,208	0,0834	-0,0036	-0,0637	0,008
5,298	0,0523	-0,0033	-0,063	0,0087
5,388	0,0244	-0,0029	-0,0622	0,0095
5,478	-8,615E-31	-0,0025	-0,0613	0,0102
5,568	-0,0206	-0,0021	-0,0603	0,011
5,657	-0,0377	-0,0017	-0,0593	0,0117
5,747	-0,0515	-0,0014	-0,0582	0,0124
5,837	-0,0625	-0,0011	-0,0571	0,0131
5,927	-0,0709	-8,051E-4	-0,0559	0,0137
6,017	-0,0771	-5,705E-4	-0,0546	0,0143
6,106	-0,0812	-3,686E-4	-0,0533	0,0149
6,196	-0,0838	-1,971E-4	-0,0519	0,0154

Table 5 (Next) : Mode 1.

x [m]	v [cm]	v' [rd]	θ [rd]	θ' [rd/m]
6,286	-0,0849	-4,98E-5	-0,0505	0,0158
6,376	-0,0847	7,816E-5	-0,0491	0,0163
6,466	-0,0835	1,876E-4	-0,0476	0,0166
6,555	-0,0814	2,792E-4	-0,0461	0,017
6,645	-0,0785	3,54E-4	-0,0446	0,0173
6,735	-0,0751	4,129E-4	-0,043	0,0176
6,825	-0,0712	4,566E-4	-0,0414	0,0178
6,915	-0,0669	4,863E-4	-0,0398	0,018
7,004	-0,0625	5,028E-4	-0,0382	0,0182
7,094	-0,0579	5,072E-4	-0,0365	0,0184
7,184	-0,0534	5,004E-4	-0,0349	0,0186
7,274	-0,049	4,853E-4	-0,0332	0,0187
7,364	-0,0447	4,66E-4	-0,0315	0,0189
7,453	-0,0406	4,445E-4	-0,0298	0,019
7,543	-0,0367	4,21E-4	-0,0281	0,0191
7,633	-0,0331	3,961E-4	-0,0264	0,0192
7,723	-0,0296	3,701E-4	-0,0246	0,0193
7,813	-0,0264	3,433E-4	-0,0229	0,0193
7,902	-0,0235	3,161E-4	-0,0212	0,0194
7,992	-0,0207	2,901E-4	-0,0194	0,0195
8,082	-0,0182	2,669E-4	-0,0177	0,0195
8,172	-0,0159	2,468E-4	-0,0159	0,0196
8,262	-0,0138	2,296E-4	-0,0142	0,0196
8,351	-0,0118	2,151E-4	-0,0124	0,0196
8,441	-0,0099	2,032E-4	-0,0106	0,0197
8,531	-0,0081	1,936E-4	-0,0089	0,0197
8,621	-0,0064	1,862E-4	-0,0071	0,0197
8,711	-0,0048	1,811E-4	-0,0053	0,0197
8,8	-0,0032	1,782E-4	-0,0035	0,0197
8,89	-0,0016	1,768E-4	-0,0018	0,0198
8,98	-5,029E-30	1,765E-4	-1,459E-27	0,0198

TABLE OF CONTENTS

I - PARAMETERS	p.1
I.1 - General parameters	p.1
I.2 - Material	p.1
I.3 - Sections	p.1
- Section No. 1 : IPE 220	p.2
- Section No. 2 : IPE 220	p.3
I.4 - Lateral restraints	p.4
- Restraint No. 1 :	p.4
- Restraint No. 2 :	p.4
- Restraint No. 3 :	p.4
I.5 - Supports	p.6
- Support No. 1 :	p.6
- Support No. 2 :	p.6
I.6 - Loads	p.7
- Moment diagram :	p.7
- Axial force diagram :	p.8
- Eccentric concentrated loads :	p.8
- Eccentric distributed loads :	p.8
II - LTB CALCULATION	p.9
II.1 - LTB modes	p.9
II.2 - Mode shapes	p.9
- Mode 1	p.9

WARNING !

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

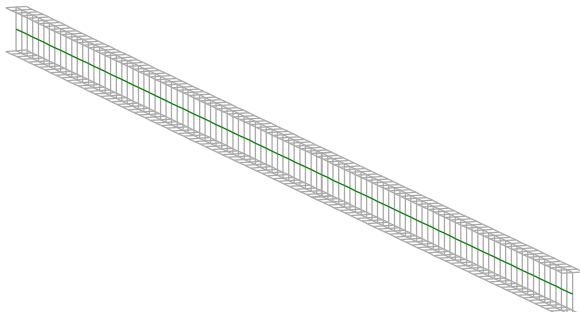
Because of the complexity of the calculations involved, the software is only for users who are able to make themselves an accurate idea of its possibilities, its limitations and adequacy to the various practical applications. The user will use it under his own responsibilities at his own risk.

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.

LBeamN

v 1.0.3

CALCULATION SHEET



I - PARAMETERS

I.1 - General parameters

Projected total length : $L = 9,975$ m
 Initial discretization of the beam : $n_{el} = 100$ elements

I.2 - Material

Name : Steel
 Young modulus : $E = 210000$ MPa
 Shear modulus : $G = 80769$ MPa
 Poisson factor : $\nu = 0,3$
 Density : $\rho = 7850$ kg/m³

I.3 - Sections

Alignment of sections : Top

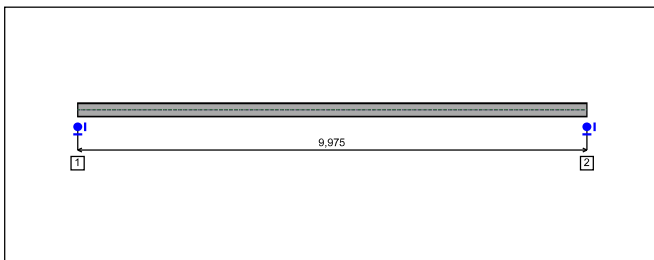


Figure 1 : Profile in long with section numbers.

- Section No. 1 : IPE 270

Abscissa from the left end of the beam : $x = 0$ m
 Type : In catalogue (OTUA)

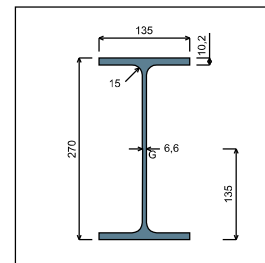


Figure 2 : Section No. 1 (IPE 270).

Main geometrical properties :

$z_s = 0$ cm
 $z_G = 13,5$ cm
 $I_y = 5769,8$ cm⁴
 $I_z = 419,87$ cm⁴
 $I_t = 15,73$ cm⁴ (Villette)
 $I_w = 70849$ cm⁶

Other geometrical properties :

$A = 45,95$ cm²
 $A_{v,y} = 27,54$ cm²
 $W_{el,y,sup} = 428,87$ cm³
 $W_{el,y,inf} = 428,87$ cm³
 $W_{pl,y} = 484$ cm³
 $A_{v,z} = 22,14$ cm²
 $W_{el,z} = 62,2$ cm³
 $W_{pl,z} = 96,95$ cm³

Stiffness relaxations :

η : Continuous
 ν : Continuous
 θ^f : Continuous
 w : Continuous

- Section No. 2 : IPE 270

Abscissa from the left end of the beam : $x = 9,975$ m

Type : In catalogue (OTUA)

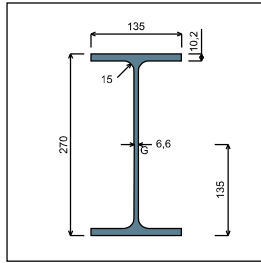


Figure 3 : Section No. 2 (IPE 270).

Main geometrical properties :

$z_s = 0$ cm
 $z_G = 13,5$ cm
 $I_y = 5789,8$ cm⁴
 $I_z = 419,87$ cm⁴
 $I_t = 15,73$ cm⁴ (Villette)
 $I_w = 70849$ cm⁶

Other geometrical properties :

$A = 45,95$ cm²
 $A_{xy} = 27,54$ cm²
 $W_{el,y,sup} = 428,87$ cm³
 $W_{el,y,inf} = 428,87$ cm³
 $W_{pl,y} = 484$ cm³
 $A_{v,z} = 22,14$ cm²
 $W_{el,z} = 62,2$ cm³
 $W_{pl,z} = 96,95$ cm³

Stiffness relaxations :

θ : Continuous
 v' : Continuous
 θ' : Continuous
 w' : Continuous

I.4 - Lateral restraints

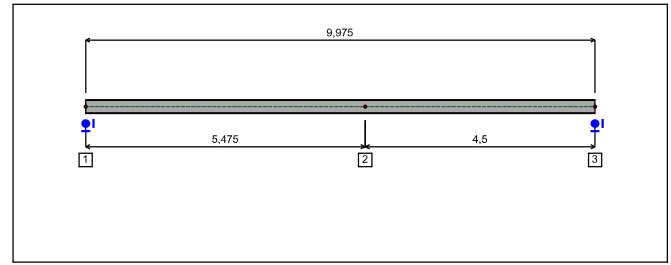


Figure 4 : Profile in long with restraint numbers.

- 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
 θ : Fixed
 v' : Free
 θ' : Free

- Restraint No. 2 :

Type : Ponctual

Abscissa from the left end of the beam : $x = 5,475$ m

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

Restraint conditions :

v : Fixed
 θ : Free
 v' : Free
 θ' : Free

- Restraint No. 3 :

Type : Ponctual

Abscissa from the left end of the beam : $x = 9,975$ m

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

Restraint conditions :

v : Fixed
 θ : Fixed
 v' : Free
 θ' : Free

I.5 - Supports

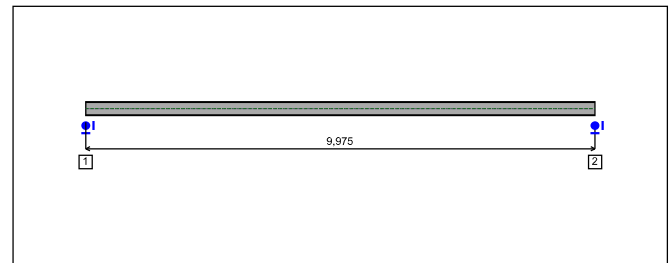


Figure 5 : Profile in long with support numbers.

- Support No. 1 :

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

Support conditions :

u : Fixed
 w : Fixed
 w' : Free

- Support No. 2 :

Abscissa from the left end of the beam : $x = 9,975$ m

Support conditions :

u : Fixed
 w : Fixed
 w' : Free

1.6 - Loads

Type of loading : Internal

- Moment diagram :

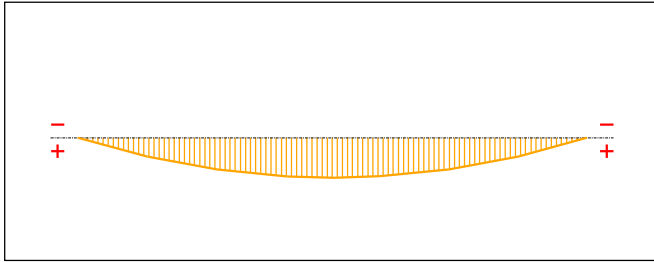


Figure 6 : Moment diagram.

Active : Yes

Table 1 : Moment diagram.

x(m)	M(kN.m)
0	0
1,37	23,15
2,738	38,94
4,107	47,36
5,02	48,89
5,926	47,16
7,276	38,6
8,626	22,88
9,975	0

- Axial force diagram :

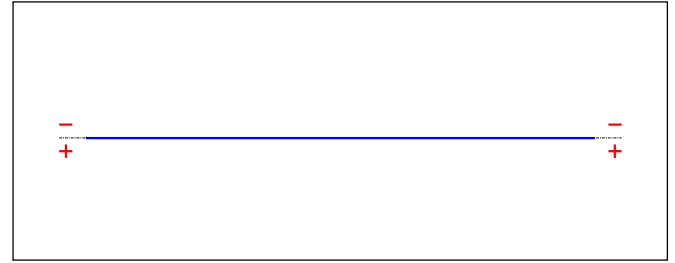


Figure 7 : Axial force diagram.

Active : No

Table 2 : Axial force diagram.

x(m)	N(kN)
0	0
9,975	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	H_{cr}	$M_{max,cr}$ [kN.m]	$x(M_{max})$ [m]	$N_{max,cr}$ [kN]	$x(N_{max})$ [m]
1	2,181	106,51	4,988	0	4,988

II.2 - Mode shapes

- Mode 1

Table 4 : Mode 1.

Mode	H_{cr}	$M_{max,cr}$ [kN.m]	$x(M_{max})$ [m]	$N_{max,cr}$ [kN]	$x(N_{max})$ [m]
1	2,181	106,51	4,988	0	4,988

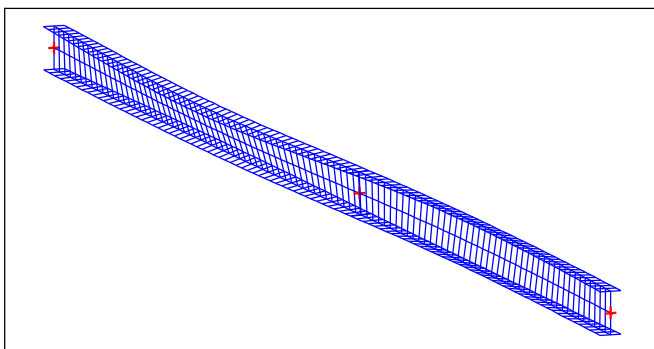


Figure 8 : Mode shape in 3D (Mode 1).

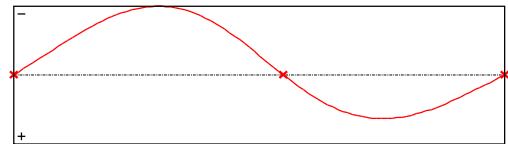


Figure 9 : Lateral displacement component of the shear centre (Mode 1).

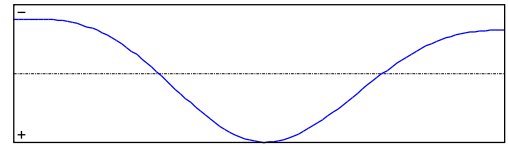


Figure 10 : Rotation in lateral flexure component of the shear centre (Mode 1).

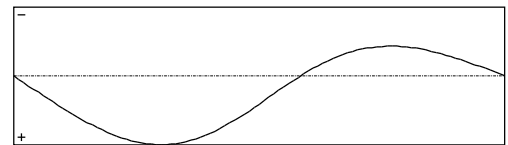


Figure 11 : Longitudinal rotation (torsion) component of the shear centre (Mode 1).

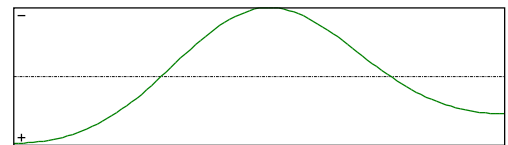


Figure 12 : Warping component of the shear centre (Mode 1).

Table 5 : Mode 1.

x [m]	v [cm]	v' [rd]	θ [rd]	θ' [rd/m]
0	3,627E-29	-0,0046	3,736E-27	0,0245
0,0998	-0,046	-0,0046	0,0024	0,0245
0,1995	-0,092	-0,0046	0,0049	0,0245
0,2993	-0,138	-0,0046	0,0073	0,0244
0,399	-0,1841	-0,0046	0,0097	0,0242
0,4988	-0,2302	-0,0046	0,0122	0,024
0,5985	-0,2762	-0,0046	0,0145	0,0238
0,6983	-0,3221	-0,0046	0,0169	0,0235
0,798	-0,3678	-0,0046	0,0192	0,0232
0,8978	-0,4132	-0,0045	0,0215	0,0228
0,9975	-0,4581	-0,0045	0,0238	0,0223
1,097	-0,5025	-0,0044	0,026	0,0218
1,197	-0,5462	-0,0043	0,0281	0,0213
1,297	-0,5889	-0,0042	0,0302	0,0207
1,397	-0,6305	-0,0041	0,0322	0,02
1,496	-0,6708	-0,004	0,0342	0,0192
1,596	-0,7097	-0,0038	0,0361	0,0184
1,696	-0,747	-0,0036	0,0379	0,0175
1,796	-0,7824	-0,0035	0,0396	0,0166
1,895	-0,8158	-0,0032	0,0412	0,0155
1,995	-0,8471	-0,003	0,0427	0,0144
2,095	-0,876	-0,0028	0,044	0,0133
2,195	-0,9023	-0,0025	0,0453	0,012
2,294	-0,9258	-0,0022	0,0464	0,0107
2,394	-0,9465	-0,0019	0,0474	0,0093
2,494	-0,964	-0,0016	0,0483	0,0079
2,594	-0,9783	-0,0013	0,049	0,0064
2,693	-0,9892	-9,095E-4	0,0496	0,0049
2,793	-0,9964	-5,447E-4	0,05	0,0033
2,893	-1	-1,718E-4	0,0502	0,0017
2,993	-0,9998	2,064E-4	0,0503	5,205E-5
3,092	-0,9959	5,881E-4	0,0502	-0,0016
3,192	-0,9881	9,717E-4	0,05	-0,0033
3,292	-0,9765	0,0014	0,0496	-0,005
3,392	-0,9611	0,0017	0,049	-0,0067

Table 5 (Next) : Mode 1.

x [m]	v [cm]	v' [rd]	θ [rd]	θ' [rd/m]
3,491	-0,9418	0,0021	0,0483	-0,0083
3,591	-0,9189	0,0025	0,0474	-0,01
3,691	-0,8922	0,0029	0,0463	-0,0116
3,791	-0,862	0,0032	0,045	-0,0131
3,89	-0,8283	0,0036	0,0437	-0,0146
3,99	-0,7912	0,0039	0,0421	-0,0161
4,09	-0,751	0,0042	0,0405	-0,0174
4,19	-0,7077	0,0045	0,0387	-0,0187
4,289	-0,6616	0,0048	0,0367	-0,0199
4,389	-0,6129	0,005	0,0347	-0,021
4,489	-0,562	0,0052	0,0326	-0,0219
4,589	-0,509	0,0054	0,0303	-0,0228
4,688	-0,4544	0,0056	0,028	-0,0235
4,788	-0,3983	0,0057	0,0256	-0,0241
4,888	-0,3411	0,0058	0,0232	-0,0246
4,988	-0,2832	0,0058	0,0207	-0,0249
5,087	-0,2248	0,0059	0,0182	-0,0252
5,187	-0,1663	0,0059	0,0157	-0,0252
5,287	-0,108	0,0058	0,0132	-0,0251
5,387	-0,0504	0,0057	0,0107	-0,0249
5,475	-8,039E-29	0,0056	0,0085	-0,0247
5,486	0,0063	0,0056	0,0082	-0,0246
5,586	0,0618	0,0055	0,0058	-0,0242
5,686	0,1158	0,0053	0,0034	-0,0236
5,786	0,168	0,0051	0,0011	-0,0229
5,885	0,2183	0,0049	-0,0012	-0,0221
5,985	0,2664	0,0047	-0,0033	-0,0212
6,085	0,3121	0,0045	-0,0054	-0,0203
6,185	0,3553	0,0042	-0,0074	-0,0192
6,284	0,3958	0,0039	-0,0092	-0,0181
6,384	0,4334	0,0036	-0,011	-0,0169
6,484	0,4681	0,0033	-0,0126	-0,0157
6,584	0,4996	0,003	-0,0141	-0,0144
6,683	0,528	0,0027	-0,0155	-0,0131
6,783	0,5531	0,0024	-0,0167	-0,0117

Table 5 (Next) : Mode 1.

x [m]	v [cm]	v' [rd]	θ [rd]	θ' [rd/m]
6,883	0,575	0,002	-0,0178	-0,0103
6,983	0,5934	0,0017	-0,0188	-0,009
7,082	0,6086	0,0013	-0,0196	-0,0076
7,182	0,6203	0,001	-0,0203	-0,0062
7,282	0,6288	6,776E-4	-0,0208	-0,0048
7,382	0,6339	3,486E-4	-0,0212	-0,0035
7,481	0,6357	2,744E-5	-0,0215	-0,0022
7,581	0,6345	-2,846E-4	-0,0217	-9,22E-4
7,681	0,6301	-5,862E-4	-0,0217	3,14E-4
7,781	0,6228	-8,763E-4	-0,0216	0,0015
7,88	0,6127	-0,0012	-0,0214	0,0026
7,98	0,5998	-0,0014	-0,0211	0,0037
8,08	0,5844	-0,0017	-0,0207	0,0048
8,18	0,5666	-0,0019	-0,0201	0,0058
8,279	0,5464	-0,0021	-0,0195	0,0067
8,379	0,5242	-0,0023	-0,0188	0,0075
8,479	0,4999	-0,0025	-0,018	0,0084
8,579	0,4738	-0,0027	-0,0171	0,0091
8,678	0,446	-0,0029	-0,0162	0,0098
8,778	0,4167	-0,003	-0,0152	0,0104
8,878	0,3861	-0,0031	-0,0141	0,011
8,978	0,3543	-0,0032	-0,013	0,0115
9,077	0,3214	-0,0033	-0,0118	0,0119
9,177	0,2876	-0,0034	-0,0106	0,0123
9,277	0,2531	-0,0035	-0,0094	0,0127
9,377	0,2179	-0,0036	-0,0081	0,013
9,476	0,1823	-0,0036	-0,0068	0,0132
9,576	0,1462	-0,0036	-0,0055	0,0134
9,676	0,1099	-0,0037	-0,0041	0,0136
9,776	0,0734	-0,0037	-0,0027	0,0137
9,875	0,0367	-0,0037	-0,0014	0,0138
9,975	4,513E-29	-0,0037	-2,405E-27	0,0138

TABLE OF CONTENTS

I - PARAMETERS	p.1
I.1 - General parameters	p.1
I.2 - Material	p.1
I.3 - Sections	p.1
- Section No. 1 : IPE 270	p.2
- Section No. 2 : IPE 270	p.3
I.4 - Lateral restraints	p.4
- Restraint No. 1 :	p.4
- Restraint No. 2 :	p.4
- Restraint No. 3 :	p.4
I.5 - Supports	p.6
- Support No. 1 :	p.6
- Support No. 2 :	p.6
I.6 - Loads	p.7
- Moment diagram :	p.7
- Axial force diagram :	p.7
- Eccentric concentrated loads :	p.8
- Eccentric distributed loads :	p.8
II - LTB CALCULATION	p.9
II.1 - LTB modes	p.9
II.2 - Mode shapes	p.9
- Mode 1	p.9

WARNING !

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

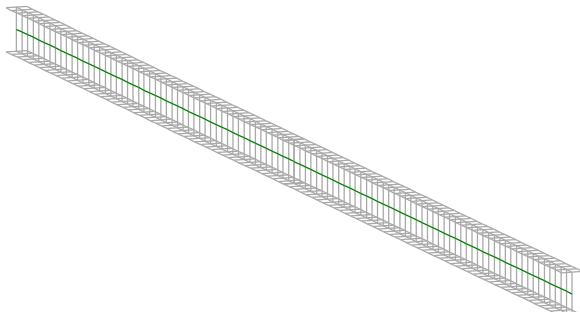
Because of the complexity of the calculations involved, the software is only for users who are able to make themselves an accurate idea of its possibilities, its limitations and adequacy to the various practical applications. The user will use it under his own responsibilities at his own risk.

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.

LBeamN

v 1.0.3

CALCULATION SHEET



I - PARAMETERS

I.1 - General parameters

Projected total length : $L = 10,98$ m
 Initial discretization of the beam : $n_{el} = 100$ elements

I.2 - Material

Name : Steel
 Young modulus : $E = 210000$ MPa
 Shear modulus : $G = 80769$ MPa
 Poisson factor : $\nu = 0,3$
 Density : $\rho = 7850$ kg/m³

I.3 - Sections

Alignment of sections : Top

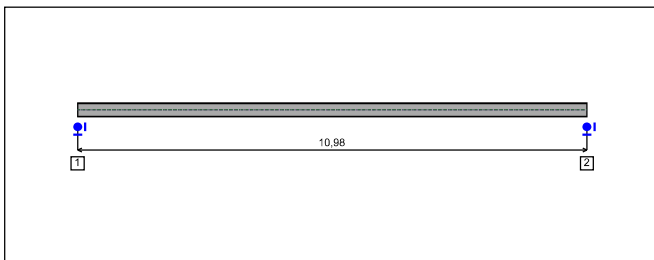


Figure 1 : Profile in long with section numbers.

- Section No. 1 : IPE 300

Abscissa from the left end of the beam : $x = 0$ m
 Type : In catalogue (OTUA)

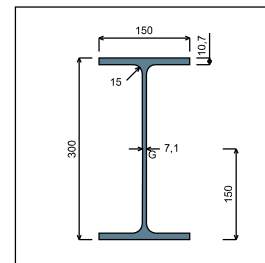


Figure 2 : Section No. 1 (IPE 300).

Main geometrical properties :

$z_G = 0$ cm
 $z_S = 15$ cm
 $I_y = 8356,1$ cm⁴
 $I_z = 603,78$ cm⁴
 $I_t = 19,87$ cm⁴ (Villette)
 $I_w = 126332$ cm⁶

Other geometrical properties :

$A = 53,81$ cm²
 $A_{v,y} = 32,1$ cm²
 $W_{el,y,sup} = 557,07$ cm³
 $W_{el,y,inf} = 557,07$ cm³
 $W_{pl,y} = 628,36$ cm³
 $A_{v,z} = 25,68$ cm²
 $W_{el,z} = 80,5$ cm³
 $W_{pl,z} = 125,22$ cm³

Stiffness relaxations :

η : Continuous
 ν : Continuous
 θ^f : Continuous
 w : Continuous

- Section No. 2 : IPE 300

Abscissa from the left end of the beam : $x = 10,98$ m

Type : In catalogue (OTUA)

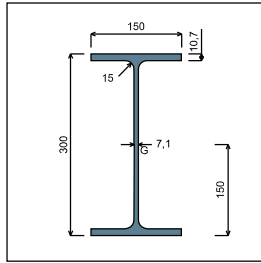


Figure 3 : Section No. 2 (IPE 300).

Main geometrical properties :

$z_S = 0$ cm
 $z_G = 15$ cm
 $I_y = 8356,1$ cm⁴
 $I_z = 603,78$ cm⁴
 $I_t = 19,87$ cm⁴ (Villette)
 $I_w = 126332$ cm⁶

Other geometrical properties :

$A = 53,81$ cm²
 $A_{xy} = 32,1$ cm²
 $W_{el,y,sup} = 557,07$ cm³
 $W_{el,y,inf} = 557,07$ cm³
 $W_{pl,y} = 628,36$ cm³
 $A_{v,z} = 25,68$ cm²
 $W_{el,z} = 80,5$ cm³
 $W_{pl,z} = 125,22$ cm³

Stiffness relaxations :

θ : Continuous
 v' : Continuous
 θ' : Continuous
 w' : Continuous

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

Restraint conditions :

v : Fixed
 θ : Fixed
 v' : Free
 θ' : Free

1.4 - Lateral restraints

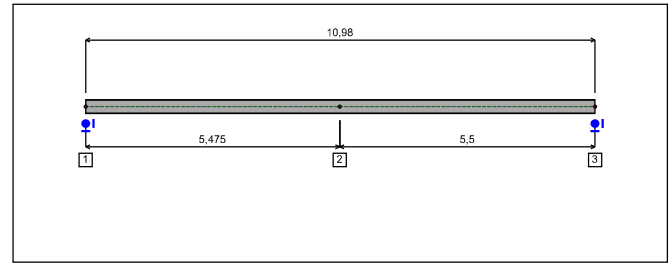


Figure 4 : Profile in long with restraint numbers.

- 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
 θ : Fixed
 v' : Free
 θ' : Free

- Restraint No. 2 :

Type : Ponctual

Abscissa from the left end of the beam : $x = 5,475$ m

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

Restraint conditions :

v : Fixed
 θ : Free
 v' : Free
 θ' : Free

- Restraint No. 3 :

Type : Ponctual

Abscissa from the left end of the beam : $x = 10,98$ m

1.5 - Supports

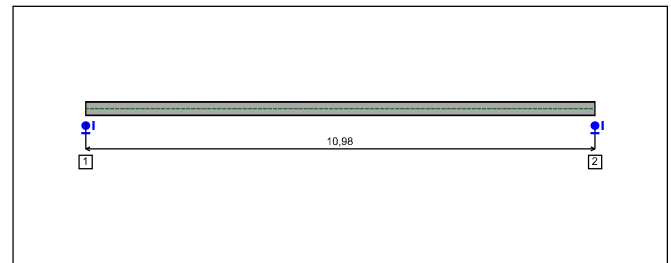


Figure 5 : Profile in long with support numbers.

- Support No. 1 :

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

Support conditions :

u : Fixed
 w : Fixed
 w' : Free

- Support No. 2 :

Abscissa from the left end of the beam : $x = 10,98$ m

Support conditions :

u : Fixed
 w : Fixed
 w' : Free

1.6 - Loads

Type of loading : Internal

- Moment diagram :

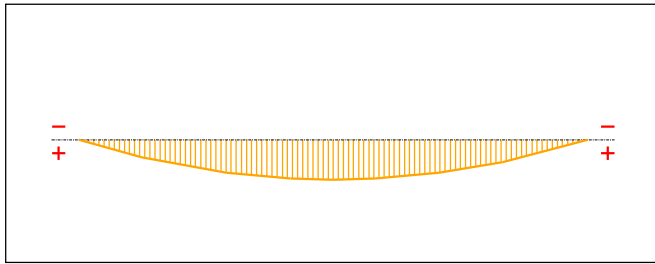


Figure 6 : Moment diagram.

Active : Yes

Table 1 : Moment diagram.

x(m)	M(kN.m)
0	0
1,37	25,84
3,194	48,84
4,563	57,5
5,476	59,18
6,393	57,57
7,768	48,97
9,143	32,94
10,98	0

- Axial force diagram :

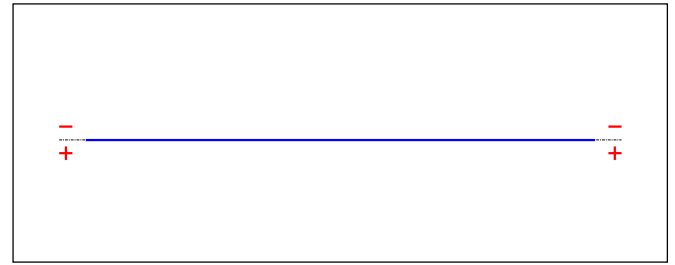


Figure 7 : Axial force diagram.

Active : No

Table 2 : Axial force diagram.

x(m)	N(kN)
0	0
10,98	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	H_{cr}	$M_{max,cr}$ [kN.m]	$x(M_{max})$ [m]	$N_{max,cr}$ [kN]	$x(N_{max})$ [m]
1	2,32	137,31	5,475	0	5,475

II.2 - Mode shapes

- Mode 1

Table 4 : Mode 1.

Mode	H_{cr}	$M_{max,cr}$ [kN.m]	$x(M_{max})$ [m]	$N_{max,cr}$ [kN]	$x(N_{max})$ [m]
1	2,32	137,31	5,475	0	5,475

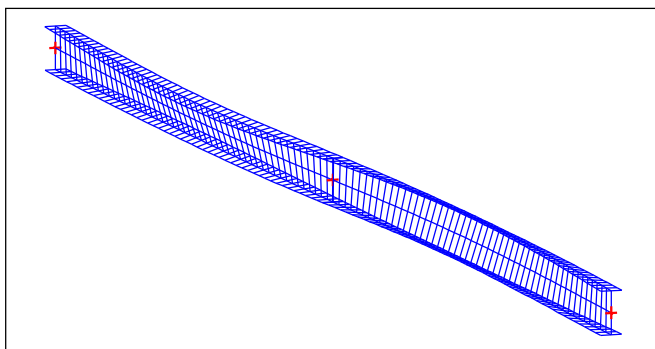


Figure 8 : Mode shape in 3D (Mode 1).

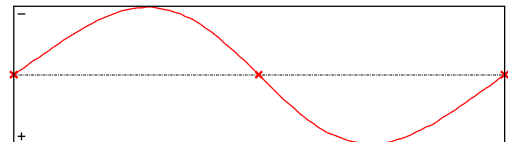


Figure 9 : Lateral displacement component of the shear centre (Mode 1).

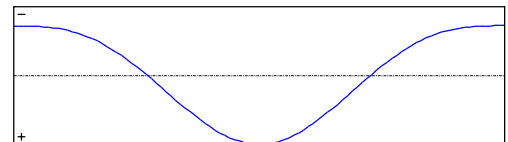


Figure 10 : Rotation in lateral flexure component of the shear centre (Mode 1).

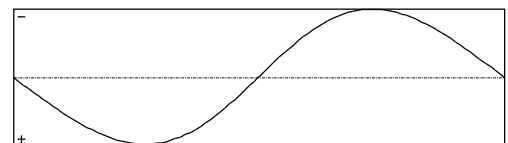


Figure 11 : Longitudinal rotation (torsion) component of the shear centre (Mode 1).

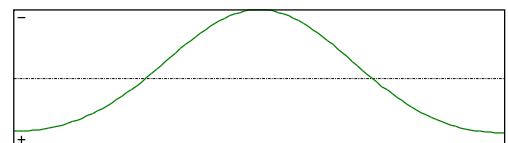


Figure 12 : Warping component of the shear centre (Mode 1).

Table 5 : Mode 1.

x [m]	v [cm]	v' [rd]	θ [rd]	θ' [rd/m]
0	-2,489E-30	-0,0046	4,348E-27	0,0205
0,1098	-0,0505	-0,0046	0,0023	0,0205
0,2195	-0,1009	-0,0046	0,0045	0,0204
0,3293	-0,1514	-0,0046	0,0067	0,0203
0,439	-0,2017	-0,0046	0,0089	0,0201
0,5488	-0,2518	-0,0046	0,0111	0,0199
0,6585	-0,3017	-0,0045	0,0133	0,0196
0,7683	-0,3512	-0,0045	0,0155	0,0193
0,878	-0,4002	-0,0044	0,0176	0,0189
0,9878	-0,4485	-0,0044	0,0196	0,0185
1,098	-0,496	-0,0043	0,0216	0,018
1,207	-0,5424	-0,0042	0,0236	0,0174
1,317	-0,5877	-0,0041	0,0254	0,0168
1,427	-0,6315	-0,0039	0,0272	0,0161
1,537	-0,6737	-0,0038	0,029	0,0154
1,646	-0,7141	-0,0036	0,0306	0,0145
1,756	-0,7525	-0,0034	0,0322	0,0137
1,866	-0,7887	-0,0032	0,0336	0,0127
1,976	-0,8224	-0,003	0,0349	0,0117
2,085	-0,8535	-0,0027	0,0362	0,0106
2,195	-0,8818	-0,0024	0,0373	0,0094
2,305	-0,9071	-0,0022	0,0382	0,0082
2,415	-0,9291	-0,0019	0,0391	0,0069
2,524	-0,9478	-0,0015	0,0398	0,0056
2,634	-0,9628	-0,0012	0,0403	0,0042
2,744	-0,9741	-8,491E-4	0,0407	0,0027
2,854	-0,9814	-4,84E-4	0,0409	0,0012
2,963	-0,9846	-1,06E-4	0,0409	-2,978E-4
3,073	-0,9837	2,833E-4	0,0408	-0,0019
3,183	-0,9784	6,822E-4	0,0405	-0,0035
3,293	-0,9687	0,0011	0,0401	-0,0051
3,402	-0,9545	0,0015	0,0394	-0,0067
3,512	-0,936	0,0019	0,0386	-0,0083
3,622	-0,913	0,0023	0,0376	-0,0099
3,732	-0,8856	0,0027	0,0364	-0,0115

Table 5 (Next) : Mode 1.

x [m]	v [cm]	v' [rd]	θ [rd]	θ' [rd/m]
3,841	-0,854	0,0031	0,0351	-0,0131
3,951	-0,8182	0,0034	0,0335	-0,0146
4,061	-0,7784	0,0038	0,0319	-0,0161
4,171	-0,7346	0,0042	0,03	-0,0175
4,28	-0,6872	0,0045	0,028	-0,0188
4,39	-0,6361	0,0048	0,0259	-0,0201
4,5	-0,5818	0,0051	0,0236	-0,0213
4,61	-0,5244	0,0054	0,0212	-0,0223
4,719	-0,4642	0,0056	0,0187	-0,0233
4,829	-0,4015	0,0058	0,0161	-0,0242
4,939	-0,3367	0,006	0,0134	-0,0249
5,049	-0,27	0,0061	0,0106	-0,0255
5,158	-0,2018	0,0063	0,0078	-0,026
5,268	-0,1325	0,0064	0,0049	-0,0263
5,378	-0,0624	0,0064	0,002	-0,0265
5,475	4,875E-30	0,0064	-5,538E-4	-0,0266
5,488	0,008	0,0064	-8,864E-4	-0,0266
5,597	0,0785	0,0064	-0,0038	-0,0265
5,707	0,1486	0,0064	-0,0067	-0,0263
5,817	0,2179	0,0063	-0,0096	-0,026
5,927	0,2862	0,0062	-0,0124	-0,0255
6,036	0,3529	0,006	-0,0152	-0,0249
6,146	0,4178	0,0058	-0,0179	-0,0241
6,256	0,4806	0,0056	-0,0205	-0,0233
6,366	0,5408	0,0054	-0,023	-0,0223
6,475	0,5983	0,0051	-0,0253	-0,0212
6,585	0,6526	0,0048	-0,0276	-0,02
6,695	0,7037	0,0045	-0,0297	-0,0187
6,805	0,7512	0,0042	-0,0317	-0,0174
6,914	0,7949	0,0038	-0,0336	-0,016
7,024	0,8347	0,0034	-0,0352	-0,0145
7,134	0,8705	0,0031	-0,0367	-0,013
7,244	0,902	0,0027	-0,0381	-0,0114
7,353	0,9293	0,0023	-0,0392	-0,0098
7,463	0,9522	0,0019	-0,0402	-0,0081

Table 5 (Next) : Mode 1.

x [m]	v [cm]	v' [rd]	θ [rd]	θ' [rd/m]
7,573	0,9706	0,0015	-0,041	-0,0065
7,683	0,9846	0,0011	-0,0416	-0,0049
7,792	0,9942	6,659E-4	-0,0421	-0,0032
7,902	0,9993	2,65E-4	-0,0423	-0,0016
8,012	1	-1,27E-4	-0,0424	-1,599E-5
8,122	0,9965	-5,083E-4	-0,0424	0,0015
8,231	0,9889	-8,775E-4	-0,0421	0,0031
8,341	0,9773	-0,0012	-0,0417	0,0045
8,451	0,9619	-0,0016	-0,0411	0,006
8,561	0,9428	-0,0019	-0,0404	0,0073
8,67	0,9202	-0,0022	-0,0395	0,0086
8,78	0,8944	-0,0025	-0,0385	0,0099
8,89	0,8654	-0,0028	-0,0373	0,0111
9	0,8336	-0,003	-0,0361	0,0122
9,109	0,799	-0,0033	-0,0347	0,0132
9,219	0,762	-0,0035	-0,0332	0,0142
9,329	0,7226	-0,0037	-0,0316	0,0151
9,439	0,6813	-0,0039	-0,0299	0,0159
9,548	0,6382	-0,004	-0,0281	0,0167
9,658	0,5935	-0,0041	-0,0262	0,0174
9,768	0,5475	-0,0042	-0,0243	0,018
9,878	0,5003	-0,0043	-0,0223	0,0186
9,987	0,4522	-0,0044	-0,0202	0,0191
10,1	0,4033	-0,0045	-0,0181	0,0195
10,21	0,3538	-0,0045	-0,0159	0,0199
10,32	0,3039	-0,0046	-0,0137	0,0202
10,43	0,2536	-0,0046	-0,0115	0,0205
10,54	0,2031	-0,0046	-0,0092	0,0207
10,65	0,1524	-0,0046	-0,0069	0,0209
10,76	0,1016	-0,0046	-0,0046	0,021
10,87	0,0508	-0,0046	-0,0023	0,0211
10,98	3,968E-31	-0,0046	-4,45E-27	0,0211

TABLE OF CONTENTS

I - PARAMETERS	p.1
I.1 - General parameters	p.1
I.2 - Material	p.1
I.3 - Sections	p.1
- Section No. 1 : IPE 300	p.2
- Section No. 2 : IPE 300	p.3
I.4 - Lateral restraints	p.4
- Restraint No. 1 :	p.4
- Restraint No. 2 :	p.4
- Restraint No. 3 :	p.4
I.5 - Supports	p.6
- Support No. 1 :	p.6
- Support No. 2 :	p.6
I.6 - Loads	p.7
- Moment diagram :	p.7
- Axial force diagram :	p.7
- Eccentric concentrated loads :	p.8
- Eccentric distributed loads :	p.8
II - LTB CALCULATION	p.9
II.1 - LTB modes	p.9
II.2 - Mode shapes	p.9
- Mode 1	p.9

WARNING !

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

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

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



C-FIX 1.120.0.0
Verze databáze
2023.11.3.17.23
Datum
10.12.2023

fischer 

fischer international s.r.o.

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

Detaily návrhu

Kotva

System fischer Svorníková kotva FAZ II
Kotva Svorníková kotva FAZ II 20/160,
Ocel galvanicky zinkovaná
Kotevní hloubka 160 mm
Design data Návrh kotev dle Beton Evropský technický posudek
ETA-05/0069, Option 1,
Datum vydání 24.04.2020



Geometrie / Zatížení

mm, kN, kNm

Hodnoty návrhového zatížení (včetně součinitele bezpečnosti pro zatížení)



Neodpovídá měřítku



Vstupní data

Návrhová metoda	TR055/Návrhová metoda ETA - Mechanické kotvy
Kotevní podklad	C25/30, EN 206
Vlastnosti betonu	Tažený beton, Suchý otvor
Výztuž	Žádné nebo běžné armování.. Bez výztuže. S výztuží proti rozštěpení
Metoda vrtání	Příklepové vrtání
Typ montáže	Průvlečná montáž
Prstencová mezera	Prstencová mezera bez výplně
Druh zatížení	Statické
Distance	S nenosnou vrstvou, g = 40 mm
	Rameno síly l = 60 mm
	Míra větknutí $\alpha_M = 1,0$
	Pevnost malty v tlaku: 30,0 N/mm ²
Tvar kotevní desky	400 mm x 640 mm x 20 mm
Typ profilu	HEA 550

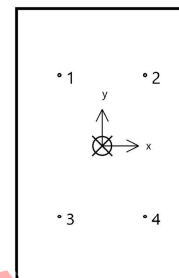
Návrhová zatížení *)

#	N _{Sd} kN	V _{Sd,x} kN	V _{Sd,y} kN	M _{Sd,x} kNm	M _{Sd,y} kNm	M _{T,sd} kNm	Druh zatížení
1	84,42	77,16	60,64	0,00	0,00	0,00	Statické

*) Požadovaný součinitel bezpečnosti pro zatížení je vzat do úvahy

Výsledné síly kotev

Kotva č.	Tahová síla kN	Smyková síla kN	Smyková síla x kN	Smyková síla y kN
1	21,10	24,53	19,29	15,16
2	21,10	24,53	19,29	15,16
3	21,10	24,53	19,29	15,16
4	21,10	24,53	19,29	15,16



Max. stlačení betonu :	0,00 ‰
Max. tlakové napětí v betonu :	0,0 N/mm ²
Výsledné tahové síly :	84,42 kN , Poloha X/Y (0 / 0)
Výsledné tlakové síly :	0,00 kN , Poloha X/Y (0 / 0)

Návrhová únosnost v tahu

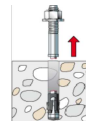
Důkaz	Zatížení kN	Únosnost kN	Využití β _N %
Selhání ocele *	21,10	72,00	29,3
Vytažení kotvy *	21,10	25,69	82,2
Selhání betonu	84,42	127,20	66,4



* Nejnepriznivější kotva

Selhání ocele

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

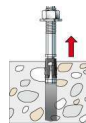


$N_{Rk,s}$ kN	γ_{Ms}	$N_{Rd,s}$ kN	N_{Sd} kN	$\beta_{N,s}$ %
108,00	1,50	72,00	21,10	29,3

Kotva č.	$\beta_{N,s}$ %	Skupina N°	Rozhodující Beta
1	29,3	1	$\beta_{N,s,1}$
2	29,3	2	$\beta_{N,s,2}$
3	29,3	3	$\beta_{N,s,3}$
4	29,3	4	$\beta_{N,s,4}$

Vytažení kotvy

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



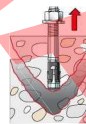
$N_{Rk,p}$ kN	Ψ_c	γ_{Mp}	$N_{Rd,p}$ kN	N_{Sd} kN	$\beta_{N,p}$ %
38,53	1,120	1,50	25,69	21,10	82,2

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

Kotva č.	$\beta_{N,p}$ %	Skupina N°	Rozhodující Beta
1, 2, 3, 4	82,2	1	$\beta_{N,p,1}$

Selhání betonu

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



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

$$N_{Rk,c} = 79,81 \text{ kN} \cdot \frac{550800 \text{ mm}^2}{230400 \text{ mm}^2} \cdot 1,000 \cdot 1,000 \cdot 1,000 = 190,80 \text{ kN}$$

$$N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck,cube}} \cdot h_{ef}^{1,5} = 7,2 \cdot \sqrt{30,0 \text{ N/mm}^2} \cdot (160 \text{ mm})^{1,5} = 79,81 \text{ kN} \quad \text{Rovnice (5.2a)}$$

$$\Psi_{s,N} = \min\left(1; 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}}\right) = \min\left(1; 0,7 + 0,3 \cdot \frac{\infty}{240 \text{ mm}}\right) = 1,000 \leq 1 \quad \text{Rovnice (5.2c)}$$

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

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



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

(5.2d)

Rovnice
(5.2e)

$$\Psi_{ec,Nx} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot 0mm}{480mm}} = 1,000 \leq 1 \quad \Psi_{ec,Ny} = \frac{1}{1 + \frac{2 \cdot 0mm}{480mm}} = 1,000 \leq 1$$

$N_{Rk,c}$ kN	γ_{Mc}	$N_{Rd,c}$ kN	N_{Sd} kN	$\beta_{N,c}$ %
190,80	1,50	127,20	84,42	66,4

Kotva č.	$\beta_{N,c}$ %	Skupina N°	Rozhodující Beta
1, 2, 3, 4	66,4	1	$\beta_{N,c;1}$

Únosnost ve smyku

Důkaz	Zatížení kN	Únosnost kN	Využití β_v %
Selhání ocele s ramenem síly *	24,53	4,84	507,4
Selhání betonu na opačné straně zatížení	98,14	330,72	29,7

* Nejnepříznivější kotva

Selhání ocele s ramenem síly

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



$$V_{Rk,s} = \frac{\alpha_M}{l} \cdot M_{Rk,s}^0 \cdot \left(1 - \frac{N_{Sd}}{N_{Rd,s}}\right) = \left(\frac{1}{0,060m} \cdot 513,0Nm \cdot \left(1 - \frac{21,10kN}{72,00kN}\right)\right) \div \left(1000 \frac{N}{kN}\right) = 6,04kN \quad \text{Rovnice (5.5/a)}$$

$V_{Rk,s}$ kN	γ_{Ms}	$V_{Rd,s}$ kN	V_{Sd} kN	β_{Vs} %
6,04	1,25	4,84	24,53	507,4

Kotva č.	β_{Vs} %	Skupina N°	Rozhodující Beta
1	507,4	1	$\beta_{Vs;1}$
2	507,4	2	$\beta_{Vs;2}$
3	507,4	3	$\beta_{Vs;3}$
4	507,4	4	$\beta_{Vs;4}$



Selhání betonu na opačné straně zatížení

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



$$V_{Rk,cp} = k \cdot N_{Rk,c} = 2,6 \cdot 190,80 kN = 496,09 kN \quad \text{Rovnice (5.6)}$$

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

$$N_{Rk,c} = 79,81 kN \cdot \frac{550800 mm^2}{230400 mm^2} \cdot 1,000 \cdot 1,000 \cdot 1,000 = 190,80 kN$$

$$N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck,cube}} \cdot h_{ef}^{1,5} = 7,2 \cdot \sqrt{30,0 N/mm^2} \cdot (160 mm)^{1,5} = 79,81 kN \quad \text{Rovnice (5.2a)}$$

$$\Psi_{s,N} = \min\left(1; 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}}\right) = \min\left(1; 0,7 + 0,3 \cdot \frac{\infty}{240 mm}\right) = 1,000 \leq 1 \quad \text{Rovnice (5.2c)}$$

$$\Psi_{re,N} = 1,000 \quad \text{Rovnice (5.2d)}$$

$$\Psi_{ec,N} = \frac{1}{1 + \frac{2e_n}{s_{cr,N}}} \Rightarrow \Psi_{ec,Nx} \cdot \Psi_{ec,Ny} = 1,000 \cdot 1,000 = 1,000 \leq 1 \quad \text{Rovnice (5.2e)}$$

$V_{Rk,cp}$ kN	γ_{Mcp}	$V_{Rd,cp}$ kN	V_{Sd} kN	$\beta_{V,cp}$ %
496,09	1,50	330,72	98,14	29,7


Kotva č.	$\beta_{V,cp}$ %	Skupina N°	Rozhodující Beta
1, 2, 3, 4	29,7	1	$\beta_{V,cp;1}$

Využití tahových a smykových zatížení

Tahová zatížení	Využití β_N %	Smykové zatížení	Využití β_V %
Selhání ocele *	29,3	Selhání ocele s ramenem síly *	507,4
Vytažení kotvy *	82,2	Selhání betonu na opačné straně zatížení	29,7
Selhání betonu	66,4		

* Nejnepriznivější kotva

Únosnost kombinace tahu a smyku.

$\beta_N = \beta_{N;p;1} = 0,82 \leq 1$	 Chyba	Rovnice (5.8a)
$\beta_V = \beta_{V;s;1} = 5,07 > 1$		Rovnice (5.8b)
$\frac{\beta_N + \beta_V}{1,2} = \frac{\beta_{N;p;1} + \beta_{V;s;1}}{1,2} = 4,91 > 1$		Rovnice (5.8c)



Informace k montáži

Kotva

Systém
Kotva

fischer Svorníková kotva FAZ II
Svorníková kotva FAZ II 20/160,
Ocel galvanicky zinkovaná

Kat. č. 503255



Příslušenství

Vyfukovací pumpička velká ABG
SDS Plus-V II 20/400/450
nebo také
FHD Max 20/400/620
Příklepové vrtání s nebo bez
odsávání

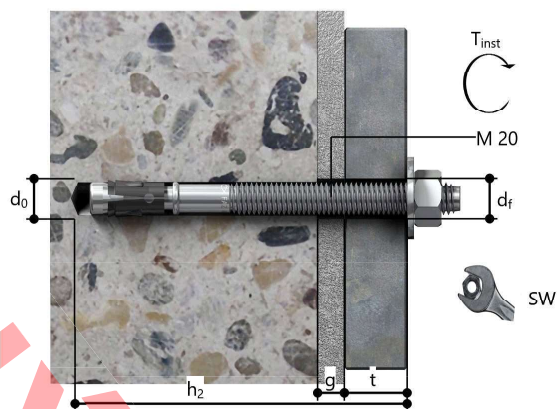
Kat. č. 567792

Kat. č. 531845

Kat. č. 546603

Detaily montáže

Průměr závitu	M 20
Průměr vyvrtaného otvoru	$d_0 = 20 \text{ mm}$
Hloubka vyvrtaného otvoru	$h_2 = 290 \text{ mm}$
Kotevní hloubka	$h_{ef} = 160 \text{ mm}$
Kotevní hloubka	$h_{nom} = 180 \text{ mm}$
Metoda vrtání	Příklepové vrtání
Čištění vyvrtaného otvoru	Pouze vyfouknout ruční pumpičkou. Při použití dutého vrtáku s odsáváním (např. fischer FHD) se nevyžaduje čištění vyvrtaného otvoru.
Typ montáže	Průvlečná montáž
Prstencová mezera	Prstencová mezera bez výplně
Utahovací moment	$T_{inst} = 200,0 \text{ Nm}$
Velikost klíče	30 mm
Tloušťka kotevní desky	$t = 20 \text{ mm}$
Tloušťka podlití	$g \leq 40 \text{ mm}$
t fix	$t_{fix} \leq 60 \text{ mm}$
Tfix,max	$t_{fix,max} = 100 \text{ mm}$





Podrobnosti kotevní desky

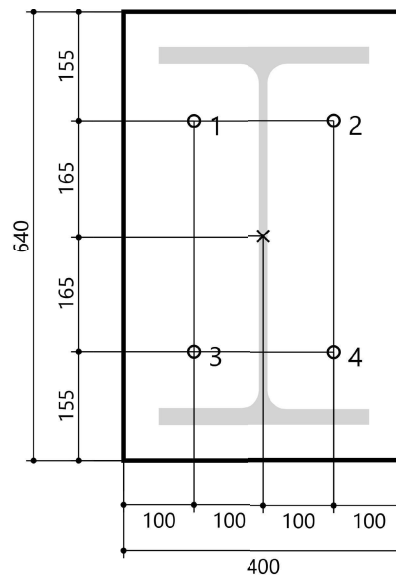
Materiál kotevní desky S 235 (St 37)
Tloušťka kotevní desky $t = 20$ mm
Průměr otvoru v kotevní desce $d_f = 22$ mm

Přípevňovaná součást

Typ profilu HEA 550

Souřadnice kotvy

Kotva č.	x mm	y mm
1	-100	165
2	100	165
3	-100	-165
4	100	-165





C-FIX 1.120.0.0
Verze databáze
2023.11.3.17.23
Datum
09.12.2023

fischer 

fischer international s.r.o.

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

Details návrhu

Kotva

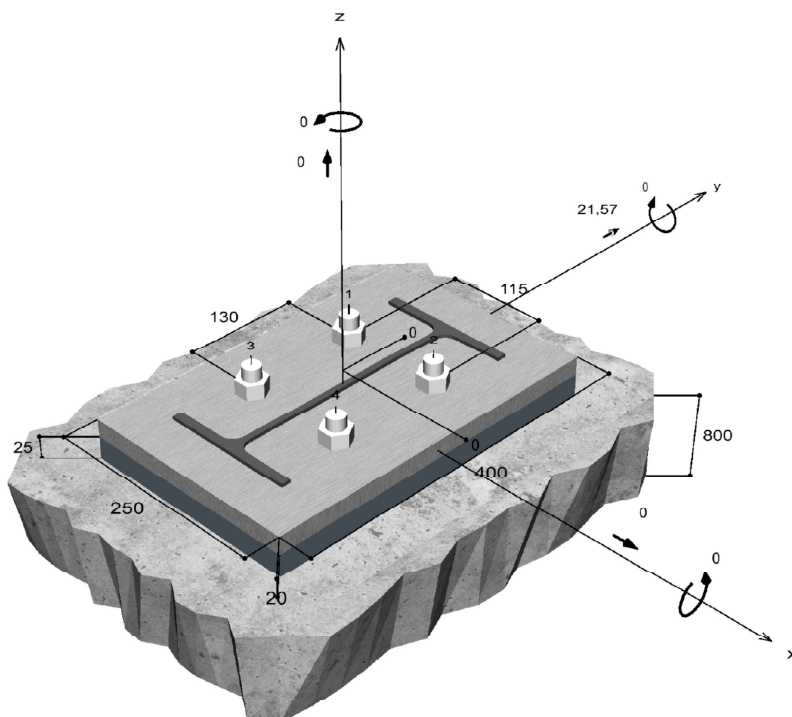
System	fischer Svorníková kotva FAZ II
Kotva	Svorníková kotva FAZ II 20/160, Ocel galvanicky zinkovaná
Kotevní hloubka	120 mm
Design data	Návrh kotev dle Beton Evropský technický posudek ETA-05/0069, Option 1, Datum vydání 24.04.2020



Geometrie / Zatížení

mm, kN, kNm

Hodnoty návrhového zatížení (včetně součinitele bezpečnosti pro zatížení)



Neodpovídá měřítku



Vstupní data

Návrhová metoda	TR055/Návrhová metoda ETA - Mechanické kotvy
Kotevní podklad	C25/30, EN 206
Vlastnosti betonu	Tlačený beton, Suchý otvor
Výztuž	Běžná nebo žádná výztuž. Bez výztuže
Metoda vrtání	Příklepové vrtání
Typ montáže	Průvlečná montáž
Prstencová mezera	Prstencová mezera bez výplně
Druh zatížení	Statické
Distance	S nenosnou vrstvou, g = 25 mm
	Rameno síly l = 45 mm
	Míra větknutí $\alpha_M = 1,0$
	Pevnost malty v tlaku: 30,0 N/mm ²
Tvar kotevní desky	250 mm x 400 mm x 20 mm
Typ profilu	IPE 300

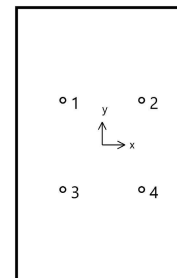
Návrhová zatížení *)

#	N _{Sd} kN	V _{Sd,x} kN	V _{Sd,y} kN	M _{Sd,x} kNm	M _{Sd,y} kNm	M _{T,Sd} kNm	Druh zatížení
1	0,00	0,00	21,57	0,00	0,00	0,00	Statické

*) Požadovaný součinitel bezpečnosti pro zatížení je vzat do úvahy

Výsledné síly kotev

Kotva č.	Tahová síla kN	Smyková síla kN	Smyková síla x kN	Smyková síla y kN
1	0,00	5,39	0,00	5,39
2	0,00	5,39	0,00	5,39
3	0,00	5,39	0,00	5,39
4	0,00	5,39	0,00	5,39



Max. stlačení betonu :

Max. tlakové napětí v betonu :

Výsledné tahové síly :

Výsledné tlakové síly :

‰

N/mm²

kN , Poloha X/Y (/)

kN , Poloha X/Y (/)

Únosnost ve smyku

Důkaz	Zatížení kN	Únosnost kN	Využití β _v %
Selhání ocele s ramenem síly *	5,39	9,12	59,1
Selhání betonu na opačné straně zatížení	21,57	226,37	9,5

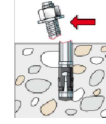
* Nejnepříznivější kotva

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



Selhání ocele s ramenem síly

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



$$V_{Rk,s} = \frac{\alpha_M}{l} \cdot M_{Rk,s}^0 \cdot \left(1 - \frac{N_{Sd}}{N_{Rd,s}}\right) = \left(\frac{1}{0,045m} \cdot 513,0Nm \cdot \left(1 - \frac{0,00kN}{72,00kN}\right)\right) \div \left(1000 \frac{N}{kN}\right) = 11,40kN \quad \text{Rovnice (5,5/a)}$$

$V_{Rk,s}$ kN	γ_{Ms}	$V_{Rd,s}$ kN	V_{Sd} kN	β_{Vs} %
11,40	1,25	9,12	5,39	59,1

Kotva č.	β_{Vs} %	Skupina N°	Rozhodující Beta
1	59,1	1	$\beta_{Vs;1}$
2	59,1	2	$\beta_{Vs;2}$
3	59,1	3	$\beta_{Vs;3}$
4	59,1	4	$\beta_{Vs;4}$

Selhání betonu na opačné straně zatížení

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



$$V_{Rk,cp} = k \cdot N_{Rk,c} = 2,6 \cdot 130,60kN = 339,56kN \quad \text{Rovnice (5,6)}$$

$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot \Psi_{s,N} \cdot \Psi_{re,N} \cdot \Psi_{ec,N} \quad \text{Rovnice (5,2)}$$

$$N_{Rk,c} = 72,72kN \cdot \frac{232750mm^2}{129600mm^2} \cdot 1,000 \cdot 1,000 \cdot 1,000 = 130,60kN$$

$$N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck,cube}} \cdot h_{ef}^{1,5} = 10,1 \cdot \sqrt{30,0N/mm^2} \cdot (120mm)^{1,5} = 72,72kN \quad \text{Rovnice (5,2a)}$$

$$\Psi_{s,N} = \min\left(1; 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}}\right) = \min\left(1; 0,7 + 0,3 \cdot \frac{\infty}{180mm}\right) = 1,000 \leq 1 \quad \text{Rovnice (5,2c)}$$

$$\Psi_{re,N} = 1,000 \quad \text{Rovnice (5,2d)}$$

$$\Psi_{ec,N} = \frac{1}{1 + \frac{2e_p}{s_{cr,N}}} \Rightarrow \Psi_{ec,Nx} \cdot \Psi_{ec,Ny} = 1,000 \cdot 1,000 = 1,000 \leq 1 \quad \text{Rovnice (5,2e)}$$

$V_{Rk,cp}$ kN	γ_{Mcp}	$V_{Rd,cp}$ kN	V_{Sd} kN	$\beta_{V,cp}$ %
339,56	1,50	226,37	21,57	9,5

Kotva č.	$\beta_{V,cp}$ %	Skupina N°	Rozhodující Beta
1, 2, 3, 4	9,5	1	$\beta_{V,cp;1}$

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



C-FIX 1.120.0.0
Verze databáze
2023.11.3.17.23
Datum
09.12.2023



Únosnost kombinace tahu a smyku.

$$\beta_V = \beta_{V_{S;1}} = 0,59 \leq 1$$



Zkouška úspěšná

(5.8b)

Informace o kotevní desce

Podrobnosti kotevní desky

Tloušťka kotevní desky specifikovaná užitelem bez zkoušky

t = 20 mm

Typ profilu

IPE 300

Technické poznámky

Pokud je zadaná okrajová vzdálenost nižší než charakteristická (ccr,N - návrhová metoda A), měla by být přítomna podélná výztuž o průměru min. 6mm souběžná s okrajem betonové konstrukce a to po celé hloubce kotvení.

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



Informace k montáži

Kotva

System

Kotva

fischer Svorníková kotva FAZ II

Svorníková kotva FAZ II 20/160,
Ocel galvanicky zinkovaná

Kat. č. 503255



Příslušenství

Vyfukovací pumpička velká ABG
SDS Plus-V II 20/400/450
nebo také
FHD Max 20/400/620
Příklepové vrtání s nebo bez
odsávání

Kat. č. 567792

Kat. č. 531845

Kat. č. 546603

Detaily montáže

Průměr závitu

M 20

Průměr vyvrtaného otvoru

 $d_0 = 20 \text{ mm}$

Hloubka vyvrtaného otvoru

 $h_2 = 290 \text{ mm}$

Kotevní hloubka

 $h_{ef} = 120 \text{ mm}$

Kotevní hloubka

 $h_{nom} = 140 \text{ mm}$

Metoda vrtání

Příklepové vrtání

Čištění vyvrtaného otvoru

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

Typ montáže

Průvlečná montáž

Prstencová mezera

Prstencová mezera bez výplně

Utahovací moment

 $T_{inst} = 200,0 \text{ Nm}$

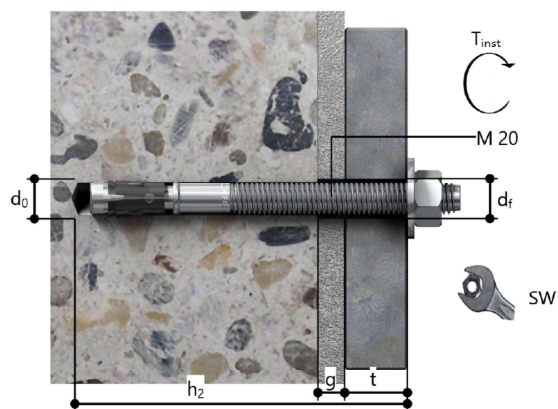
Velikost klíče

30 mm

Tloušťka kotevní desky

 $t = 20 \text{ mm}$

Tloušťka podlití

 $g \leq 25 \text{ mm}$ t_{fix} $t_{fix} \leq 45 \text{ mm}$ $T_{fix,max}$ $t_{fix,max} = 140 \text{ mm}$ 



Podrobnosti kotevní desky

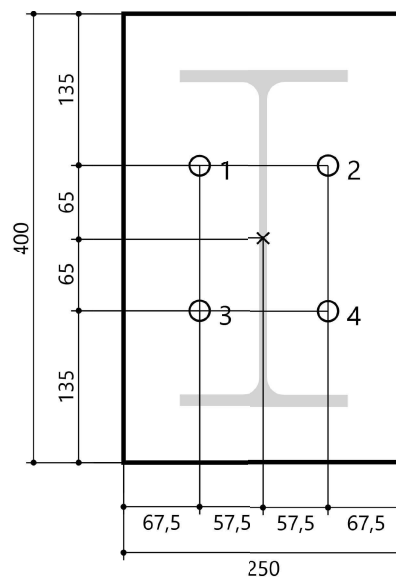
Materiál kotevní desky Nedostupné
Tloušťka kotevní desky $t = 20 \text{ mm}$
Průměr otvoru v kotevní
desce $d_f = 22 \text{ mm}$

Přípevňovaná součást

Typ profilu IPE 300

Souřadnice kotvy

Kotva č.	x mm	y mm
1	-57,5	65
2	57,5	65
3	-57,5	-65
4	57,5	-65





C-FIX 1.120.0.0
Verze databáze
2023.11.3.17.23
Datum
09.12.2023

fischer

fischer international s.r.o.

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

Details návrhu

Kotva

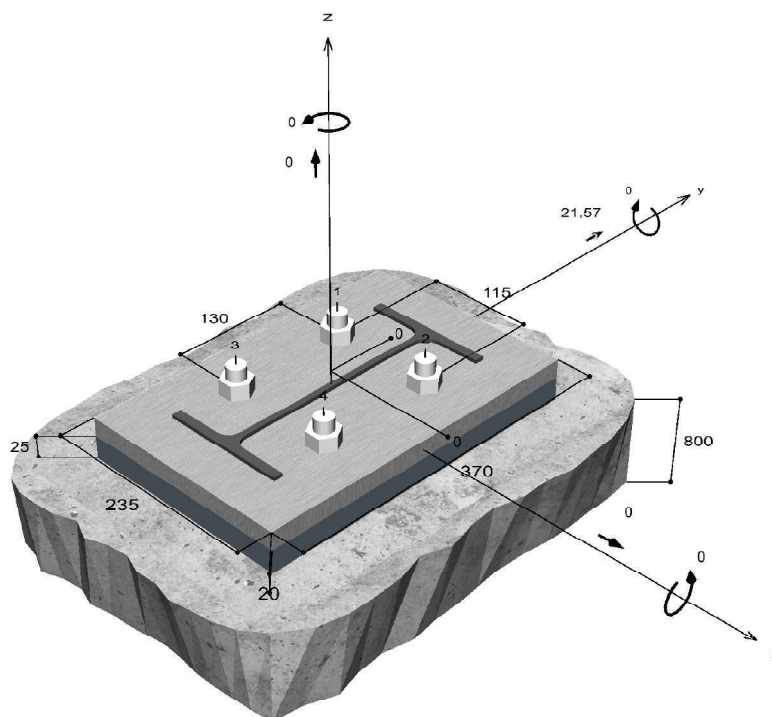
System	fischer Svorníková kotva FAZ II
Kotva	Svorníková kotva FAZ II 20/160, Ocel galvanicky zinkovaná
Kotevní hloubka	120 mm
Design data	Návrh kotev dle Beton Evropský technický posudek ETA-05/0069, Option 1, Datum vydání 24.04.2020



Geometrie / Zatížení

mm, kN, kNm

Hodnoty návrhového zatížení (včetně součinitele bezpečnosti pro zatížení)



Neodpovídá měřítku



Vstupní data

Návrhová metoda	TR055/Návrhová metoda ETA - Mechanické kotvy
Kotevní podklad	C25/30, EN 206
Vlastnosti betonu	Tlačený beton, Suchý otvor
Výztuž	Běžná nebo žádná výztuž. Bez výztuže
Metoda vrtání	Příklepové vrtání
Typ montáže	Průvlečná montáž
Prstencová mezera	Prstencová mezera bez výplně
Druh zatížení	Statické
Distance	S nenosnou vrstvou, g = 25 mm
	Rameno síly l = 45 mm
	Míra větknutí $\alpha_M = 1,0$
	Pevnost malty v tlaku: 30,0 N/mm ²
Tvar kotevní desky	235 mm x 370 mm x 20 mm
Typ profilu	IPE 270

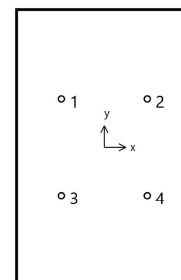
Návrhová zatížení *)

#	N _{Sd} kN	V _{Sd,x} kN	V _{Sd,y} kN	M _{Sd,x} kNm	M _{Sd,y} kNm	M _{T,Sd} kNm	Druh zatížení
1	0,00	0,00	21,57	0,00	0,00	0,00	Statické

*) Požadovaný součinitel bezpečnosti pro zatížení je vzat do úvahy

Výsledné síly kotev

Kotva č.	Tahová síla kN	Smyková síla kN	Smyková síla x kN	Smyková síla y kN
1	0,00	5,39	0,00	5,39
2	0,00	5,39	0,00	5,39
3	0,00	5,39	0,00	5,39
4	0,00	5,39	0,00	5,39



Max. stlačení betonu :

Max. tlakové napětí v betonu :

Výsledné tahové síly :

Výsledné tlakové síly :

‰

N/mm²

kN , Poloha X/Y (/)

kN , Poloha X/Y (/)

Únosnost ve smyku

Důkaz	Zatížení kN	Únosnost kN	Využití β _v %
Selhání ocele s ramenem síly *	5,39	9,12	59,1
Selhání betonu na opačné straně zatížení	21,57	226,37	9,5

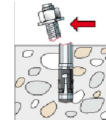
* Nejnepříznivější kotva

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



Selhání ocele s ramenem síly

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



$$V_{Rk,s} = \frac{\alpha_M}{l} \cdot M_{Rk,s}^0 \cdot \left(1 - \frac{N_{Sd}}{N_{Rd,s}}\right) = \left(\frac{1}{0,045m} \cdot 513,0Nm \cdot \left(1 - \frac{0,00kN}{72,00kN}\right)\right) \div \left(1000 \frac{N}{kN}\right) = 11,40kN \quad \text{Rovnice (5,5/a)}$$

$V_{Rk,s}$ kN	γ_{Ms}	$V_{Rd,s}$ kN	V_{Sd} kN	β_{Vs} %
11,40	1,25	9,12	5,39	59,1

Kotva č.	β_{Vs} %	Skupina N°	Rozhodující Beta
1	59,1	1	$\beta_{Vs;1}$
2	59,1	2	$\beta_{Vs;2}$
3	59,1	3	$\beta_{Vs;3}$
4	59,1	4	$\beta_{Vs;4}$

Selhání betonu na opačné straně zatížení

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



$$V_{Rk,cp} = k \cdot N_{Rk,c} = 2,6 \cdot 130,60kN = 339,56kN \quad \text{Rovnice (5,6)}$$

$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot \Psi_{s,N} \cdot \Psi_{re,N} \cdot \Psi_{ec,N} \quad \text{Rovnice (5,2)}$$

$$N_{Rk,c} = 72,72kN \cdot \frac{232750mm^2}{129600mm^2} \cdot 1,000 \cdot 1,000 \cdot 1,000 = 130,60kN$$

$$N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck,cube}} \cdot h_{ef}^{1,5} = 10,1 \cdot \sqrt{30,0N/mm^2} \cdot (120mm)^{1,5} = 72,72kN \quad \text{Rovnice (5,2a)}$$

$$\Psi_{s,N} = \min\left(1; 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}}\right) = \min\left(1; 0,7 + 0,3 \cdot \frac{\infty}{180mm}\right) = 1,000 \leq 1 \quad \text{Rovnice (5,2c)}$$

$$\Psi_{re,N} = 1,000 \quad \text{Rovnice (5,2d)}$$

$$\Psi_{ec,N} = \frac{1}{1 + \frac{2e_p}{s_{cr,N}}} \Rightarrow \Psi_{ec,Nx} \cdot \Psi_{ec,Ny} = 1,000 \cdot 1,000 = 1,000 \leq 1 \quad \text{Rovnice (5,2e)}$$

$V_{Rk,cp}$ kN	γ_{Mcp}	$V_{Rd,cp}$ kN	V_{Sd} kN	$\beta_{V,cp}$ %
339,56	1,50	226,37	21,57	9,5

Kotva č.	$\beta_{V,cp}$ %	Skupina N°	Rozhodující Beta
1, 2, 3, 4	9,5	1	$\beta_{V,cp;1}$

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



C-FIX 1.120.0.0

Verze databáze

2023.11.3.17.23

Datum

09.12.2023

fischer 

Únosnost kombinace tahu a smyku.

$$\beta_V = \beta_{V_{S;1}} = 0,59 \leq 1$$



Zkouška úspěšná

(5.8b)

Informace o kotevní desce

Podrobnosti kotevní desky

Tloušťka kotevní desky specifikovaná užitelem bez zkoušky

t = 20 mm

Typ profilu

IPE 270

Technické poznámky

Pokud je zadaná okrajová vzdálenost nižší než charakteristická (ccr,N - návrhová metoda A), měla by být přítomna podélná výztuž o průměru min. 6mm souběžná s okrajem betonové konstrukce a to po celé hloubce kotvení.

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



Informace k montáži

Kotva

System

Kotva

fischer Svorníková kotva FAZ II

Svorníková kotva FAZ II 20/160,
Ocel galvanicky zinkovaná

Kat. č. 503255



Příslušenství

Vyfukovací pumpička velká ABG
SDS Plus-V II 20/400/450
nebo také
FHD Max 20/400/620
Příklepové vrtání s nebo bez
odsávání

Kat. č. 567792

Kat. č. 531845

Kat. č. 546603

Detaily montáže

Průměr závitu

M 20

Průměr vyvrtaného otvoru

 $d_0 = 20 \text{ mm}$

Hloubka vyvrtaného otvoru

 $h_2 = 290 \text{ mm}$

Kotevní hloubka

 $h_{ef} = 120 \text{ mm}$

Kotevní hloubka

 $h_{nom} = 140 \text{ mm}$

Metoda vrtání

Příklepové vrtání

Čištění vyvrtaného otvoru

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

Typ montáže

Průvlečná montáž

Prstencová mezera

Prstencová mezera bez výplně

Utahovací moment

 $T_{inst} = 200,0 \text{ Nm}$

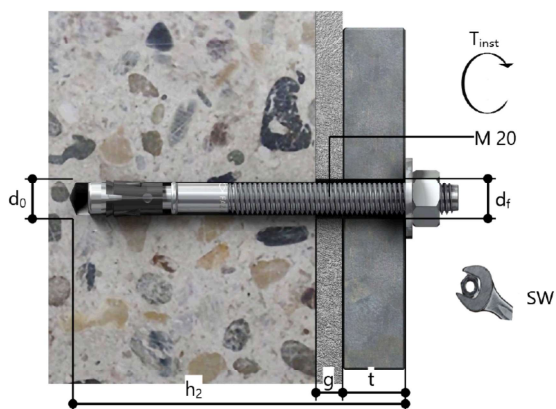
Velikost klíče

30 mm

Tloušťka kotevní desky

 $t = 20 \text{ mm}$

Tloušťka podlití

 $g \leq 25 \text{ mm}$ t_{fix} $t_{fix} \leq 45 \text{ mm}$ $T_{fix,max}$ $t_{fix,max} = 140 \text{ mm}$ 



Podrobnosti kotevní desky

Materiál kotevní desky Nedostupné
Tloušťka kotevní desky $t = 20 \text{ mm}$
Průměr otvoru v kotevní
desce $d_f = 22 \text{ mm}$

Přípevňovaná součást

Typ profilu IPE 270

Souřadnice kotvy

Kotva č.	x mm	y mm
1	-57,5	65
2	57,5	65
3	-57,5	-65
4	57,5	-65

