



**STATIKA A DYNAMIKA STAVEB,
STAVEBNÍ PROJEKTY**

ING. JAN MAREŠ

A.M. Jelínka 1074, Kolín II. 280 00
IČO 690 14 710, Tel.: +420 321 710 558, 602 540 899

PROJEKTOVÁ DOKUMENTACE
STUPEŇ PROJEKTU

DOKUMENTACE KE STAVEBNÍMU ŘÍZENÍ

(dle vyhlášky 499/2006 Sb. v platném znění)

STAVBA	Gymnázium Kolín Oprava střechy gymnastického sálu
INVESTOR	Město Kolín, Karlovo náměstí 78, 280 02 Kolín
OBJEDNATEL	Ing. Martin Outlý, O-PRO Servis Karlovo náměstí 75, 280 02 Kolín 2
MÍSTO STAVBY	Žižkova 162, 280 31 Kolín 3
ČÁST PROJEKTU	D.1 Dokumentace stavebního nebo inženýrského objektu
DÍL PROJEKTU	D.1.2 Stavebně konstrukční řešení D.1.2.c Statické posouzení
OBJEKT	

REVIZE	DATUM	POPIS	
0	29.6.2016	1.vydání	

Číslo vyhotovení		Počet vyhotovení	Číslo svazku
		6	D1.2
		Číslo zakázky	Číslo sešitu
		20 1604	D1.2.C

DOKUMENTACE PRO VYDÁNÍ STAVEBNÍHO POVOLENÍ

(ve smyslu přílohy č. 5 vyhlášky č. 499/2006 Sb. v platném znění, § 110 odst. 2 písm. b) stavebního zákona)

D	Dokumentace objektů a technických a technologických zařízení
D.1	Dokumentace stavebního nebo inženýrského objektu
D.1.2	Stavebně konstrukční řešení
D.1.2.c	Statické posouzení

OBSAH

1. Ověření základního koncepčního řešení nosné konstrukce	2
2. Posouzení stability konstrukce	2
3. Stanovení rozměrů hlavních prvků nosné konstrukce včetně jejího založení	2
4. Dynamický výpočet, pokud na konstrukci působí dynamické namáhání	2
5. Popis konstrukcí	2
6. Statický výpočet - zatížení konstrukcí	3
6.1. Stálé zatížení G	3
6.2. Proměnné zatížení Q	3
6.3. Klimatické zatížení	3
6.3.1. Zatížení sněhem	3
6.3.2. Zatížení větrem	4
6.3.3. Seizmické zatížení	6
6.3.4. Zatížení námrazou	7
6.4. Posouzení trapézového plechu	7
7. Materiály	8
8. Vyhodnocení	8
9. Přílohy	8

1. OVĚŘENÍ ZÁKLADNÍHO KONCEPČNÍHO ŘEŠENÍ NOSNÉ KONSTRUKCE

Konstrukce byla navržena tak, aby odpovídala všem požadavkům dle ČSN EN 1990, ČSN EN 1991 a ČSN EN 1993. Konstrukce je navržena tak, aby umožňovala bezpečné, bezporuchové a trvalé užívání po dobu její životnosti. Ohled byl brán také na hospodárnost a snadnou montáž konstrukce.

2. POSOUZENÍ STABILITY KONSTRUKCE

Posouzení stability bylo provedeno dle ČSN EN 1990 Zásady navrhování konstrukcí, ČSN EN 1991 Zatížení konstrukcí a ČSN EN 1993 Navrhování ocelových konstrukcí. Posouzení stability je součástí statického výpočtu – viz příloha.

3. STANOVENÍ ROZMĚRŮ HLAVNÍCH PRVKŮ NOSNÉ KONSTRUKCE VČETNĚ JEJÍHO ZALOŽENÍ

Rozměry prvků zesilující konstrukce byly stanoveny statickým výpočtem metodou dílčích součinitelů.

4. DYNAMICKÝ VÝPOČET, POKUD NA KONSTRUKCI PŮSOBÍ DYNAMICKÉ NAMÁHÁNÍ

Dynamický výpočet není nutný, protože konstrukce není dynamicky namáhána.

5. POPIS KONSTRUKCÍ

Nosnou konstrukci střechy tvoří soustava příčných nosníků ve sklonu střechy, průřezu 2xU220, rozmístěných v osových vzdálenostech 1800 mm a uložených jedním koncem na obvodovém zdivu a druhým koncem do kapes obvodového zdiva hlavní budovy. Stávající skladbu střešního pláště včetně podhledu tvoří živičná hydroizolace 3xBITAGIT, tepelná izolace (POLSID) tl. 50 mm, perlitbeton tloušťky 50 mm nad vlnu trapézového plechu VSŽ 12001-R a podhled typu Feal se zvukovou izolací. Na části pultové střechy jsou osazeny světlíky výšky cca 1500 mm. Horní vrstvy střešního pláště, hydroizolace a tepelné izolace, až po vrstvu perlitbetonu budou odstraněny a nahrazeny novými vrstvami tepelné izolace a foliové krytiny v celkové tloušťce cca 160 ÷ 170 mm.

Statickým výpočtem byly posouzeny stávající střešní nosníky. Nosníky vyhověly při uvažovaném zatížení v 1. mezním stavu - únosnosti na 75%, avšak již nevyhověly v 2.mezním stavu - použitelnosti, kde byly překročeny povolené deformace pro tento typ konstrukčního prvku cca o 38%. Vzhledem k nevyhovujícím deformacím je navrženo zesílení přídatným profilem U140, který bude ke stávajícímu nosníku 2xU220 přivařen prostřednictvím krátkých úpalků IPE140 délky 110 mm, rozmístěných po délce nosníku ve vzdálenostech cca 1200 mm tak, aby byl úpalek vždy ve vlně trapézového plechu VSŽ 12001-R, která má šířku cca 125 mm. V místě úpalku bude stávající plech vyříznut a profil IPE140 přivařen koutovými svary k nosníku 2xU220.

Navržená úprava sníží průhyb nosníku o cca 61% na hodnotu 16,3 mm a zvýší únosnost nosníků o cca 33%.

Stávající střešní trapézový plech VSŽ 12001-R, byl při posouzení uvažován s minimální tloušťkou 0,8 mm. Plech na únosnost vyhoví - viz níže bod 6.4.

6. STATICKÝ VÝPOČET - ZATÍŽENÍ KONSTRUKCÍ

6.1. Stálé zatížení G

Zatížení [kN/m ² , kN/m, kN]	Charakt. g_k	γ_G	Návrhová g_d
a) Vlastní tíha – generována programem		1,35	
b) Střešní plášť - stávající			
- živičná hydroizolace 3xBITAGIT	0,12		0,16
- tepelná izolace POLSID, tl. 50 mm	0,10		0,14
- perlitbeton ($\gamma = 500 \text{ kg/m}^3$), tl. 50+40=90 mm	0,45		0,61
- trapézový plech VSŽ 12001-R, tl. 0,8 mm	0,10		0,14
- podhled FEAL + zvuková izolace	0,15		0,20
Celkem	0,92		1,25
b) Střešní plášť - nový			
- hydroizolační fólie	0,03		0,04
- tepelná izolace tl. 160 mm	0,10		0,14
Celkem	0,13		0,18

6.2. Proměnné zatížení Q

Zatížení [kN/m ² , kN/m, kN]	q_k	γ_Q	q_d
d) Užitné		1,50	
- střecha nepřístupná (plocha kategorie H)	0,75		1,13

6.3. Klimatické zatížení

6.3.1. Zatížení sněhem

Střecha sedlová - sníh nenavátý a navátý:

Charakteristická hodnota zatížení sněhem na zemi:

$$s_k = 0,70 \text{ kN/m}^2$$

Charakteristická hodnota zatížení sněhem na střeše

$$s = \mu_i * C_e * C_t * s_k = 0,8 * 1,0 * 1,0 * 0,70 = 0,56 \text{ kN/m}^2$$

kde

$\mu_i = 0,8$ tvarový součinitel zatížení sněhem pro plochou střechu se sklonem $0^\circ < \alpha < 30^\circ$, $\alpha = 1 \div 2^\circ$
 $s_k = 1,0$ charakteristická hodnota zatížení sněhem pro sněhovou oblast II.
 $C_e = 1,0$ součinitel expozice pro normální typ krajiny
 $C_t = 1,0$ tepelný součinitel

Střecha přilehlá k vyšší stavbě:

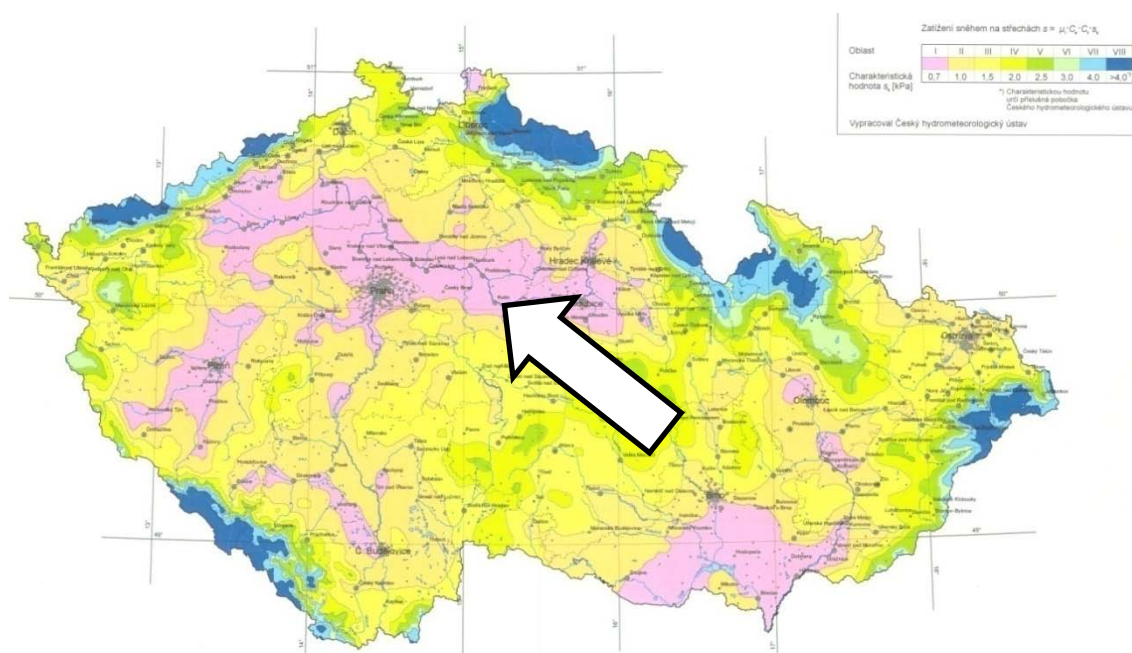
Výška sousední sedlové střechy hlavní budovy Gymnázia - okap 13,2 m, hřeben cca 17,2 m.

$h = 8,0 \text{ m}$,
 $b_1 = 9,7 \text{ m}$, $b_2 = 12,0 \text{ m}$
 $l_s = 16,0 \text{ m}$

$$\mu_w = \frac{9,7 + 12,0}{16,0} = 1,36 \leq 4,0$$

$$\mu_s = 0,5 * \frac{0,8(60 - 38)}{30} = 0,5 * 0,587 = 0,294$$

$$\mu_2 = \mu_w + \mu_s = 1,36 + 0,294 = 1,654$$



6.3.2. Zatížení větrem

6.3.2.1. Výchozí základní rychlost větru:

$v_{b,0} = 25,0 \text{ m/s}$ pro větrnou oblast II. – dle NA.2.4

6.3.2.2. Základní rychlost větru

$$v_b = c_{dir} * c_{season} * v_{b,0} = 1,0 * 1,0 * 25,0 = 25,0 \text{ m/s}$$

kde

$c_{dir} = 1,0$ součinitel směru větru – dle NA.2.6
 $c_{season} = 1,0$ součinitel ročního období – dle NA.2.7

6.3.2.3. Střední rychlost větru

$$v_m(z) = c_r(z) * c_0(z) * v_b = 0,539 * 1,0 * 25,0 = 13,48 \text{ m/s} \quad \text{pro referenční výšku 5,0 m}$$

kde

$$c_r(z) = k_r * \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \quad \text{součinitel drsnosti terénu}$$

$$c_r(z) = k_r * \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) = 0,234 * \ln\left(\frac{10,0}{1,0}\right) = 0,539$$

$$k_r = 0,19 * \left(\frac{z_0}{z_{0,II}}\right)^{0,07} \quad \text{součinitel terénu}$$

$$k_r = 0,19 * \left(\frac{z_0}{z_{0,II}}\right)^{0,07} = 0,19 * \left(\frac{1,0}{0,05}\right)^{0,07} = 0,234$$

$$z_0 = 1,0 \text{ m}$$

parametr drsnosti terénu pro kategorii terénu IV.

$$z = z_{min} = 10,0 \text{ m}$$

minimální referenční výška nad terénem pro kategorii terénu IV.

$$z_{0,II} = 0,05 \text{ m}$$

parametr drsnosti terénu pro kategorii terénu II.

$$c_0(z) = 1,0$$

součinitel orografie

6.3.2.4. Intenzita turbulence

$$I_v(z) = \frac{k_i}{c_0(z) * \ln(z/z_0)} = \frac{1,0}{1,0 * \ln(10/1,0)} = 0,434$$

kde

$$k_i = 1,0$$

součinitel turbulence – dle NA.2.16

6.3.2.5. Maximální dynamický tlak

$$q_p(z) = [1 + 7 * I_v(z)] * \frac{1}{2} * \rho * v_m^2(z) = [1 + 7 * 0,434] * \frac{1}{2} * 1,25 * 13,48^2 = 458,6 \text{ Pa}$$

$$q_p = 0,459 \text{ kN/m}^2$$

kde

$$\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$$

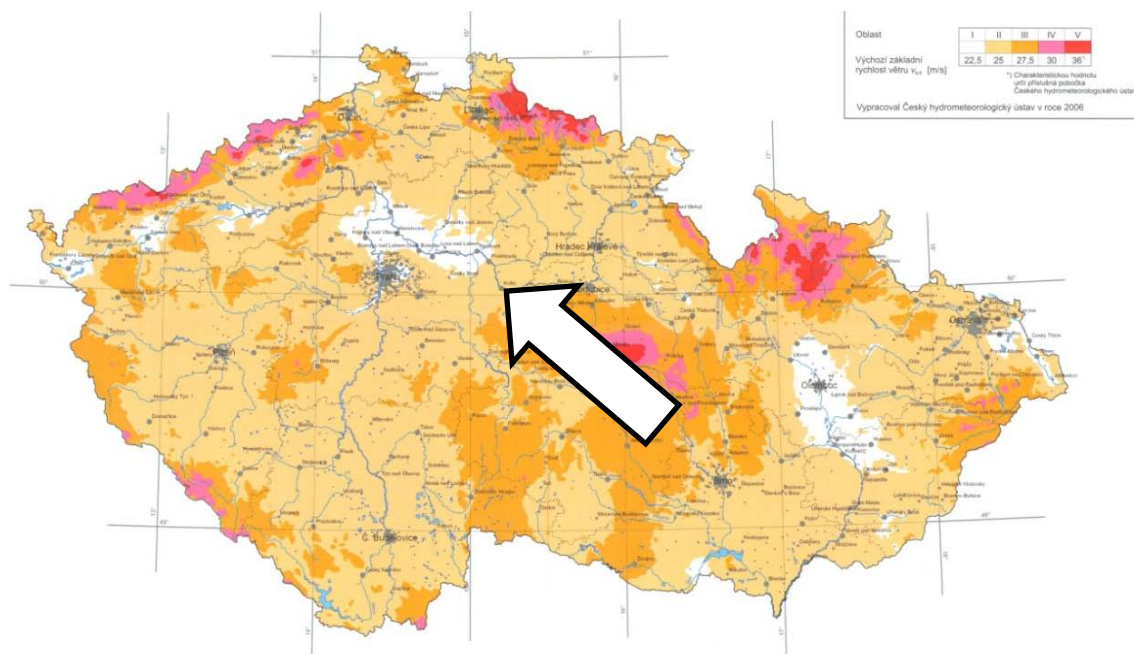
měrná hmotnost vzduchu

6.3.2.6. Tlaky větru na vnější povrchy

$$w_e = q_p(z_e) * c_{pe}$$

a) Součinitele c_{pe} pro sedlové přístřešky - směr větru kolmý na podélný směroblast A: $c_{pe} = -1,3$... část střechy šířky cca 3,75 m mezi oblastmi C a Doblast C: $c_{pe} = -1,8$... návětrná hrana šířky cca 1,25 moblast D: $c_{pe} = -1,5$... část střechy u hřebene šířky cca 1,25 mb) Součinitele c_{pe} pro volně stojící stěnuoblast B: $c_{pe} = \pm 1,4$

Tření větru na částech vnějších povrchů rovnoběžných se směrem větru jsou zanedbány, vzhledem k řádově menším účinkům oproti tlaku a sání větru.



6.3.3. Seismické zatížení

Dle NA.2.8 lze klasifikovat seizmicitu jako velmi malou, tzn. že platí $a_{gS} \leq 0,05g$, viz níže. Není tedy nutné konstrukci posuzovat na účinky seizmicity.

Referenční špičkové zrychlení podloží typu A $a_{gR} = 0 \div 0,02g$

Třída významu pozemních staveb $\gamma_I = 1,0$
(obvyklé pozemní stavby, třída II.)

Spektrum pružné odezvy typu 2 (dle čl. 3.2.2.1 a NA. 2.9)
Součinitel podloží $S = 1,0$
(předpoklad základová půda typu A)

Pro součin a_{gS} platí

$$a_{gS} = a_{gR} * \gamma_I * S = 0,01 * 1,0 * 1,0 = 0,01g \leq 0,05g$$



6.3.4. Zatížení námrazou

Se zatížením námrazou není uvažováno (lokalitu lze dle ČSN ISO 12494:2010/04 Zatížení konstrukcí námrazou – mapa tříd námraz na území ČR zatřídit do oblastí s třídou námrazy R2).

6.4. Posouzení trapézového plechu

Zatížení trapézového plechu:

$$q_k = 0,92 + 0,75 + 0,7 \cdot 1,654 = 2,83 \text{ kN/m}^2$$

$$q_d = 1,25 + 1,13 + 0,7 \cdot 1,654 \cdot 1,5 = 4,12 \text{ kN/m}^2$$

Vnitřní síly: (ohybový moment nad podporou)

$$M_{Sd} = -\frac{1}{10} \cdot 4,12 \cdot 1,8^2 = -1,33 \text{ kNm}$$

Průřezové charakteristiky plechu VSŽ 12001-R:

$$W_{el,1} = 12,839 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$W_{el,2} = 23,175 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$I = 407,3 \cdot 10^3 \text{ mm}^4$$

Posouzení MSÚ:

Pro únosnost je uvažováno maximální napětí $\sigma_{com} = 190 \text{ MPa}$

$$M_{Rd} = 12,839 \cdot 10^3 \cdot 190 = 2,44 \text{ kNm} > |M_{Sd}| = 1,33 \text{ kNm} \quad \text{plech vyhoví}$$

7. MATERIÁLY

Ocelové konstrukce:

Třída provedení	EXC 2 (výrobní skupina B)
Konstruktivní ocel	S235 jakostní třída JR (Fe 360) dle ČSN EN 10 025+A1 $f_y = 235 \text{ MPa}$, $E = 210000 \text{ MPa}$
Elektrody	E-B 121 (nebo odpovídající svařovací drát)

Nátěry musí odolávat stupni korozivní agresivity prostředí a požadavků na požadovanou provozní životnost. Vzhledem k tomu, že nebyly k dispozici specifikace požadavků na nátěrový systém, předpokládá se požadovaná životnost ochranného nátěrového systému klasifikována dle ČSN EN ISO 12 944-1 jako střední M (5 až 15 let).

8. VYHODNOCENÍ

Na základě vyhotovené projektové dokumentace a provedených posouzení konstatuji, že nosná konstrukce střechy včetně navrženého zesílení jsou z hlediska stavebního zákona č. 183/2006 Sb. a vyhl. č. 268/2009 Sb. o technických požadavcích na stavby vyhovující.

9. PŘÍLOHY

[1] Statické posouzení – návrh zesílení a posouzení stávajících střešních nosníků.

Vypracoval:

Ing. Jan Mareš

Autorizovaný inženýr pro pozemní stavby a statiku a dynamiku staveb
ČKAIT 0013099

V Kolíně, červen 2016

Obsah

Základní data , použité materiály	1
Schéma zesílení - popis průřezů	2
Výpis materiálu	3
Uzly	3
Pruty	3
Průřez. charakteristiky , standardní popis , použité průřezy	4
Podpory & Podloží	6
Zatěžovací stavy	6
Skupina nahodilých zatížení	6
Spojité zatížení. Zatěžovací stavy - 2	7
Spojité zatížení. Zatěžovací stavy - 3	7
Spojité zatížení. Zatěžovací stavy - 4	8
Spojité zatížení. Zatěžovací stavy - 5	8
Kombinace	9
Vzpěrná délka	9
Protokol o výpočtu.	10
Deformace v uzlu(ech) (vše), kombi použ. (vše), globální extrémy.	10
Reakce (vše), kombi únos. (vše), globální extrémy.	11
Deformace - uz na prutu(ech). Použ. kombi : 1/2	12
EC3. Průřez - 1 vše. KÚ vše.	13
EC3. Průřez - 2 vše. KÚ vše.	15
EC3. Průřez - 3 vše. KÚ vše.	17

Základní data**Typ konstrukce : Rám XYZ**

Počet uzlů :	19
Počet prutů :	26
Počet maker 1D:	11
Počet linií :	0
Počet 2D maker :	0
Počet průřezů :	3
Počet stavů :	5
Počet materiálů:	1

Materiál

Jméno		
S 235		
Pevnost v tahu	360.00 MPa	
Mez kluzu	235.00 MPa	
Modul E	210000.00 MPa	
Poissonův souč.	0.30	
Objemová hmotnost	7850.00 kg/m ³	
Roztažnost	0.012 mm/m.K	

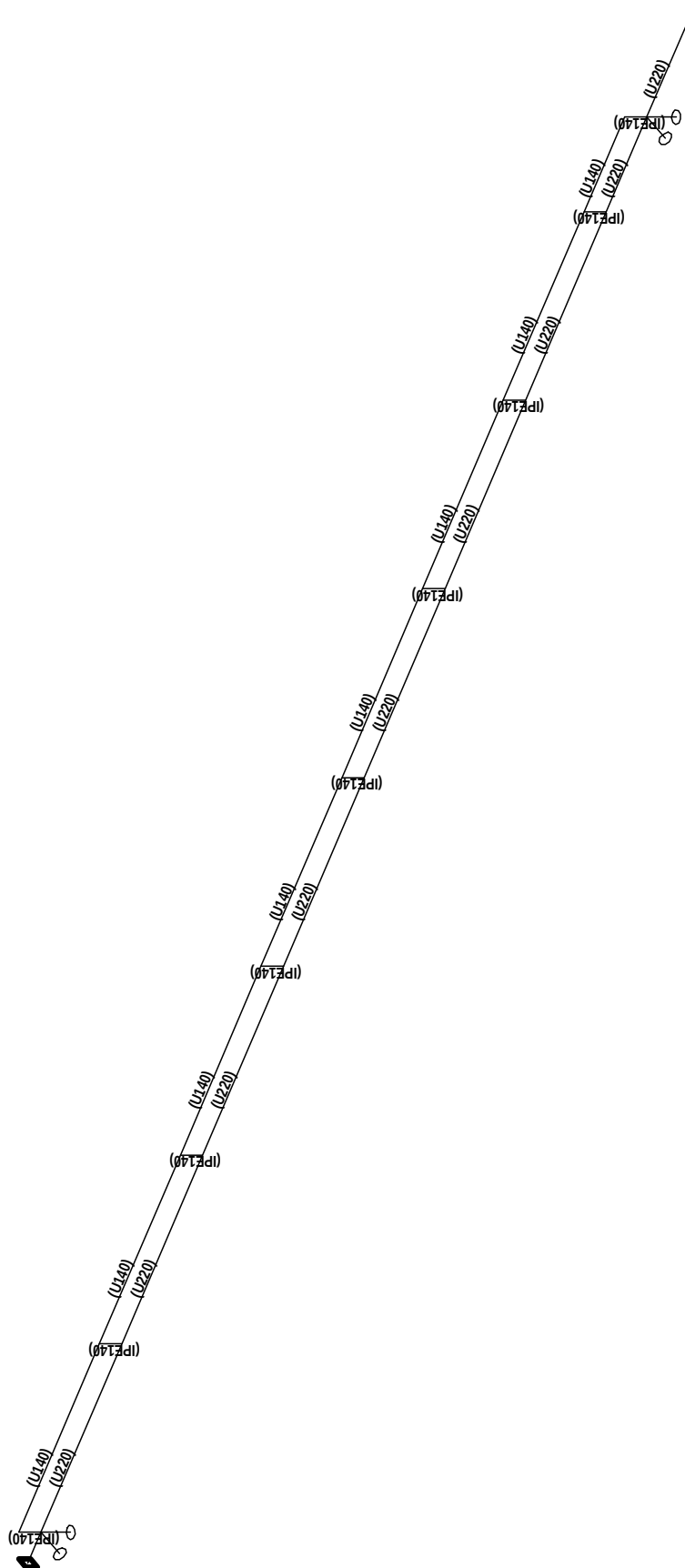


Schéma zesílení - popis průřezů

Výpis materiálu**Skupina prutů :****1/26**

čís.	Jméno	jakost	jednotková hmotnost kg/m	délka m	váha kg
1	2 U box (U220)	S 235	58.72	9.84	577.79
2	U140	S 235	16.01	9.15	146.53
3	IPE140	S 235	12.90	1.35	17.41

Celková hmotnost konstrukce : 741.72 kg

Nátěrová plocha : 19.99 m²**Uzly**

uzel	X m	Y m	Z m
1	9.840	0.000	0.000
2	0.000	0.000	0.000
3	9.150	0.000	0.000
4	1.220	0.000	0.000
5	2.440	0.000	0.000
6	3.660	0.000	0.000
7	4.880	0.000	0.000

uzel	X m	Y m	Z m
8	6.100	0.000	0.000
9	7.320	0.000	0.000
10	8.540	0.000	0.000
11	0.000	0.000	0.150
12	1.220	0.000	0.150
13	2.440	0.000	0.150
14	3.660	0.000	0.150

uzel	X m	Y m	Z m
15	4.880	0.000	0.150
16	6.100	0.000	0.150
17	7.320	0.000	0.150
18	8.540	0.000	0.150
19	9.150	0.000	0.150

Pruty

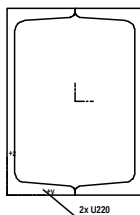
makro	prut	uzel 1	uzel 2	délka m	Rx deg	průřez	jakost
1	1	2	4	1.220	0.00	1 - 2 U box (U220)	S 235
	2	4	5	1.220	0.00	1 - 2 U box (U220)	S 235
	3	5	6	1.220	0.00	1 - 2 U box (U220)	S 235
	4	6	7	1.220	0.00	1 - 2 U box (U220)	S 235
	5	7	8	1.220	0.00	1 - 2 U box (U220)	S 235
	6	8	9	1.220	0.00	1 - 2 U box (U220)	S 235
	7	9	10	1.220	0.00	1 - 2 U box (U220)	S 235
	8	10	3	0.610	0.00	1 - 2 U box (U220)	S 235
	9	3	1	0.690	0.00	1 - 2 U box (U220)	S 235
2	10	2	11	0.150	0.00	3 - IPE140	S 235
3	11	4	12	0.150	0.00	3 - IPE140	S 235
4	12	5	13	0.150	0.00	3 - IPE140	S 235
5	13	6	14	0.150	0.00	3 - IPE140	S 235
6	14	7	15	0.150	0.00	3 - IPE140	S 235
7	15	8	16	0.150	0.00	3 - IPE140	S 235
8	16	9	17	0.150	0.00	3 - IPE140	S 235
9	17	10	18	0.150	0.00	3 - IPE140	S 235
10	18	3	19	0.150	0.00	3 - IPE140	S 235

makro	prut	uzel 1	uzel 2	délka m	Rx deg	průřez	jakost
11	19	11	12	1.220	-90.00	2 - U140	S 235
	20	12	13	1.220	-90.00	2 - U140	S 235
	21	13	14	1.220	-90.00	2 - U140	S 235
	22	14	15	1.220	-90.00	2 - U140	S 235
	23	15	16	1.220	-90.00	2 - U140	S 235
	24	16	17	1.220	-90.00	2 - U140	S 235
	25	17	18	1.220	-90.00	2 - U140	S 235
	26	18	19	0.610	-90.00	2 - U140	S 235

Excentricity, žebra

makro	Zarovnění Y	Zarovnění Z	Exc Y m	Exc Z m
1	Osa	Vrchní	0.00	0.00

Průřezy



2 U box (U220)

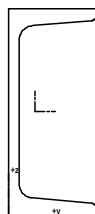
Průřez č. 1 - 2 U box (U220)

Materiál : 10 - S 235

1	U220 - S 235
2	U220 - S 235

A	:	7.591472e+003 mm^2		
Ay/A	:	0.497	Az/A	: 0.492
Iy	:	5.479673e+007 mm^4	Iz	: 2.976620e+007 mm^4
Iyz	:	-2.056596e-006 mm^4	It	: 5.588217e+007 mm^4
Iw	:	0.000000e+000 mm^6		
Wely	:	4.981521e+005 mm^3	Welz	: 3.720775e+005 mm^3
Wply	:	5.929716e+005 mm^3	Wplz	: 4.421530e+005 mm^3
cy	:	80.00 mm	cz	: 110.00 mm
iy	:	84.96 mm	iz	: 62.62 mm
dy	:	0.00 mm	dz	: 0.00 mm
Obrys	:	760.00 mm		

Druh posudku : Netvoický průřez



U140

Průřez č. 2 - U140

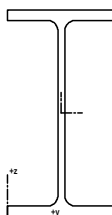
Materiál : 10 - S 235

A :	2.040000e+003 mm ²		
Ay/A :	0.301	Az/A :	0.393
Iy :	6.050000e+006 mm ⁴	Iz :	6.270000e+005 mm ⁴
Iyz :	-4.552802e-008 mm ⁴	It :	5.680000e+004 mm ⁴
Iw :	1.800000e+009 mm ⁶		
Wely :	8.640000e+004 mm ³	Welz :	1.480000e+004 mm ³
Wply :	1.028000e+005 mm ³	Wplz :	3.080000e+004 mm ³
cy :	17.78 mm	cz :	70.00 mm
iy :	54.46 mm	iz :	17.53 mm
dy :	-37.91 mm	dz :	0.00 mm
Obrys :	506.00 mm		

Druh posudku :

U průřez

Výška	140.00 mm	Šířka	60.00 mm
Tloušťka pásnice	10.00 mm	Tloušťka stojiny	7.00 mm
Poloměr	10.00 mm		



IPE140

Průřez č. 3 - IPE140

Materiál : 10 - S 235

A :	1.643000e+003 mm ²		
Ay/A :	0.525	Az/A :	0.366
Iy :	5.412000e+006 mm ⁴	Iz :	4.492000e+005 mm ⁴
Iyz :	0.000000e+000 mm ⁴	It :	2.450000e+004 mm ⁴
Iw :	2.001574e+009 mm ⁶		
Wely :	7.732000e+004 mm ³	Welz :	1.231000e+004 mm ³
Wply :	8.840000e+004 mm ³	Wplz :	1.926000e+004 mm ³
cy :	36.50 mm	cz :	70.00 mm
iy :	57.39 mm	iz :	16.53 mm
dy :	0.00 mm	dz :	0.00 mm
Obrys :	562.60 mm		

Druh posudku : průřez I

Výška	140.00 mm	Šířka	73.00 mm
Tloušťka pásnice	6.90 mm	Tloušťka stojiny	4.70 mm
Poloměr	7.00 mm		

Podpory

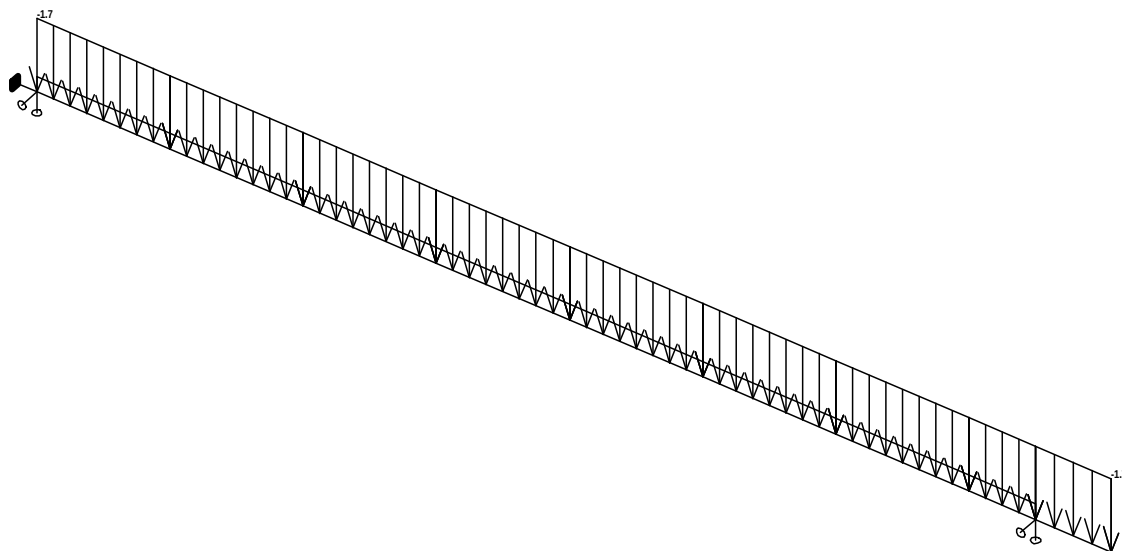
podpora	uzel	typ	Velikost m
1	2	XYZRx	0.20
2	3	YZ	0.20

Zatěžovací stavy

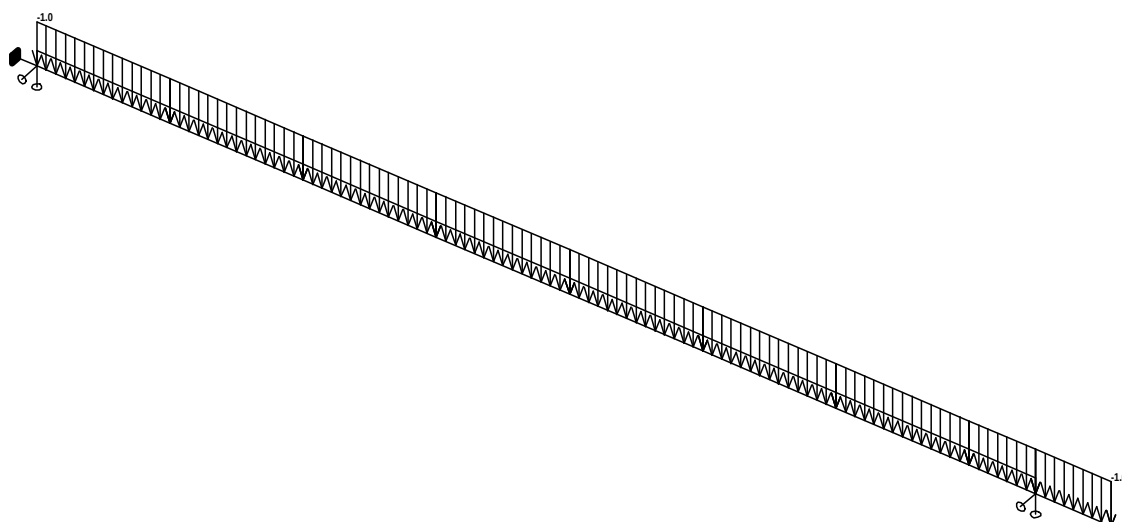
Stav	Jméno	Popis
1	vl.tíha	Vlastní váha. Směr -Z
2	střecha	Stálé - Zatížení
3	sníh - nenavátý	Nahodilé - s Výběr.
4	sníh - navátý	Nahodilé - s Výběr.
5	užitné - střecha	Nahodilé - u-s

Skupina nahodilých zatížení

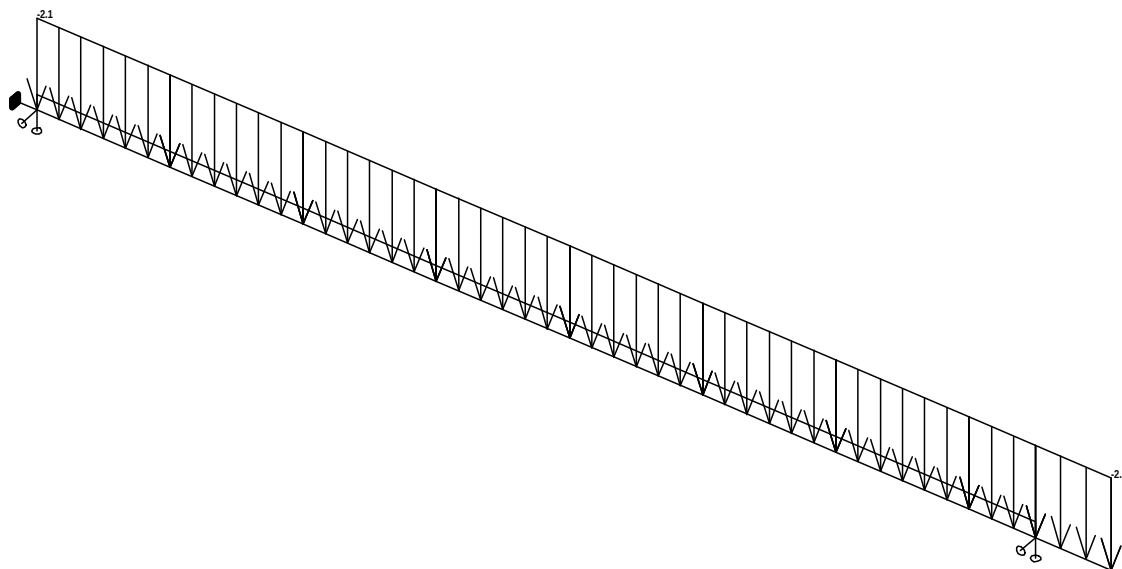
Jméno	Popis
s Výběr.	EC1 - typ zatížení Sníh
u-s	EC1 - typ zatížení Kat H : střechy



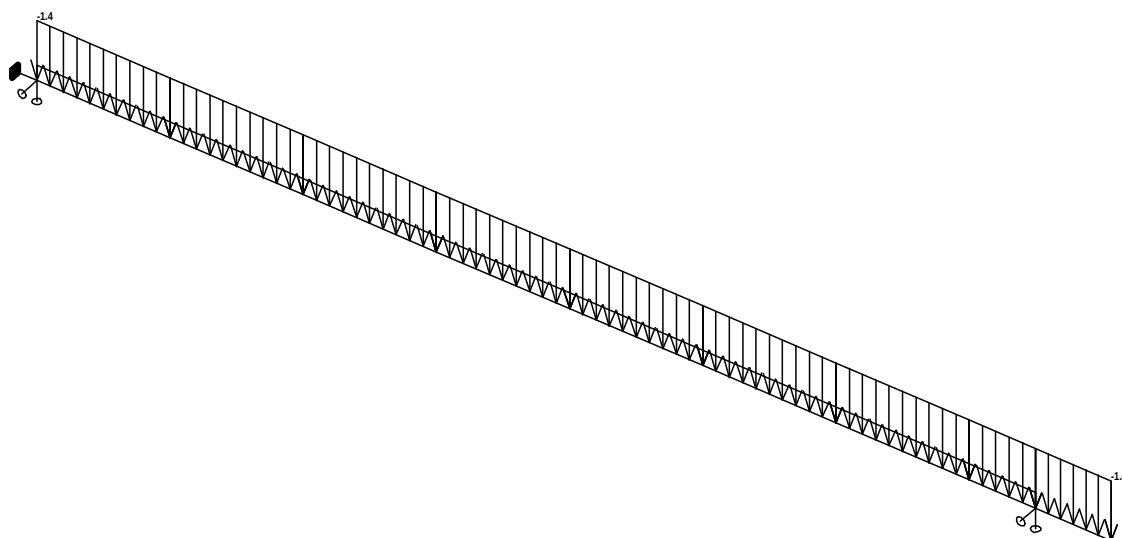
Spojité zatížení. Zatěžovací stavy - 2



Spojité zatížení. Zatěžovací stavy - 3



Spojité zatížení. Zatěžovací stavy - 4



Spojité zatížení. Zatěžovací stavy - 5

Kombinace

Kombi	Norma	Stav	souč.
1.	EC - únosnost	1 vl.tíha	1.00
		2 střecha	1.00
		3 sníh - nenavátý	1.00
		4 sníh - navátý	1.00
		5 užité - střecha	1.00

Kombi	Norma	Stav	souč.
2.	EC - použitelnost	1 vl.tíha	1.00
		2 střecha	1.00
		3 sníh - nenavátý	1.00
		4 sníh - navátý	1.00
		5 užité - střecha	1.00

Základní pravidla pro generování kombinací na únosnost.

- 1 : 1.35*ZS1 / 1.35*ZS2
 2 : 1.35*ZS1 / 1.35*ZS2 / 1.50*ZS3 / 1.50*ZS4
 3 : 1.00*ZS1 / 1.00*ZS2 / 1.50*ZS3 / 1.50*ZS4
 4 : 1.35*ZS1 / 1.35*ZS2 / 1.50*ZS5
 5 : 1.00*ZS1 / 1.00*ZS2 / 1.50*ZS5
 6 : 1.35*ZS1 / 1.35*ZS2 / 1.35*ZS3 / 1.35*ZS4 / 1.35*ZS5
 7 : 1.00*ZS1 / 1.00*ZS2 / 1.35*ZS3 / 1.35*ZS4 / 1.35*ZS5

Základní pravidla pro generování kombinací na použitelnost.

- 1 : 1.00*ZS1 / 1.00*ZS2
 2 : 1.00*ZS1 / 1.00*ZS2 / 1.00*ZS3 / 1.00*ZS4
 3 : 1.00*ZS1 / 1.00*ZS2 / 1.00*ZS5
 4 : 1.00*ZS1 / 1.00*ZS2 / 0.90*ZS3 / 0.90*ZS4 / 0.90*ZS5

Výpis nebezpečných kombinací na únosnost

- 1/ 3 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2
 2/ 1 : +1.35*ZS1+1.35*ZS2
 3/ 7 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.35*ZS4+1.35*ZS5
 4/ 6 : +1.35*ZS1+1.35*ZS2+1.35*ZS4+1.35*ZS5

Výpis nebezpečných kombinací na použitelnost

- 1/ 1 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2
 2/ 4 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+0.90*ZS4+0.90*ZS5

Vzpěrná délka

prut	k y	k z	k yz	k ltb	swayY	swayZ	poz. zatížení	k	kw
9	1.00	0.00	0.00	0.00	1	0	střed	1.0	1.0
8	1.00	0.00	0.00	0.00	1	0	střed	1.0	1.0
1	1.00	0.00	0.00	0.00	1	0	střed	1.0	1.0
2	1.00	0.00	0.00	0.00	1	0	střed	1.0	1.0
3	1.00	0.00	0.00	0.00	1	0	střed	1.0	1.0
4	1.00	0.00	0.00	0.00	1	0	střed	1.0	1.0
5	1.00	0.00	0.00	0.00	1	0	střed	1.0	1.0
6	1.00	0.00	0.00	0.00	1	0	střed	1.0	1.0
7	1.00	0.00	0.00	0.00	1	0	střed	1.0	1.0
10	1.00	0.00	0.00	0.00	1	0	střed	1.0	1.0
11	1.00	0.00	0.00	0.00	1	0	střed	1.0	1.0
12	1.00	0.00	0.00	0.00	1	0	střed	1.0	1.0
13	1.00	0.00	0.00	0.00	1	0	střed	1.0	1.0
14	1.00	0.00	0.00	0.00	1	0	střed	1.0	1.0
15	1.00	0.00	0.00	0.00	1	0	střed	1.0	1.0
16	1.00	0.00	0.00	0.00	1	0	střed	1.0	1.0
17	1.00	0.00	0.00	0.00	1	0	střed	1.0	1.0
18	1.00	0.00	0.00	0.00	1	0	střed	1.0	1.0
19	1.00	0.00	0.00	0.00	1	0	střed	1.0	1.0

prut	k y	k z	k yz	k ltb	swayY	swayZ	poz. zatížení	k	kw
20	1.00	0.00	0.00	0.00	1	0	střed	1.0	1.0
21	1.00	0.00	0.00	0.00	1	0	střed	1.0	1.0
22	1.00	0.00	0.00	0.00	1	0	střed	1.0	1.0
23	1.00	0.00	0.00	0.00	1	0	střed	1.0	1.0
24	1.00	0.00	0.00	0.00	1	0	střed	1.0	1.0
25	1.00	0.00	0.00	0.00	1	0	střed	1.0	1.0
26	1.00	0.00	0.00	0.00	1	0	střed	1.0	1.0

Protokol o výpočtu.

Lineární výpočet

Počet 2D prvků	0
Počet 1D prvků	26
Počet uzlů sítě	19
Počet rovnic	114
Zatěžovací stavy	ZS 1 vl.tíha
	ZS 2 střecha
	ZS 3 sníh - nenavátý
	ZS 4 sníh - navátý
	ZS 5 užité - střecha
Spuštění výpočtu	27.06.2016 21:52
Konec výpočtu	27.06.2016 21:52

Suma zatížení a reakcí.

		X	Y	Z
zat. stav 1	zatížení	0.0	0.0	-7.4
	reakce	-0.0	-0.0	7.4
	kontakt	0.0	0.0	0.0
zat. stav 2	zatížení	0.0	0.0	-16.3
	reakce	-0.0	-0.0	16.3
	kontakt	0.0	0.0	0.0
zat. stav 3	zatížení	0.0	0.0	-9.8
	reakce	-0.0	-0.0	9.8

		X	Y	Z
	kontakt	0.0	0.0	0.0
zat. stav 4	zatížení	0.0	0.0	-20.5
	reakce	-0.0	-0.0	20.5
	kontakt	0.0	0.0	0.0
zat. stav 5	zatížení	0.0	0.0	-13.3
	reakce	-0.0	-0.0	13.3
	kontakt	0.0	0.0	0.0

Deformace v uzlu(ech). Globální extrém

Lineární statický - nebezpečné nebo všechny kombinace

Skupina uzlů :1/19

Skupina kombinací na použitelnost :1/2

uzel	kombi	Ux [mm]	Uy [mm]	Uz [mm]	Fix [mrad]	Fiy [mrad]	Fiz [mrad]
11	2	0.66	-0.00	-0.00	0.00	5.08	0.00
19		-1.33	-0.00	-0.00	0.00	-5.07	-0.00
1		-0.64	-0.00	3.61	-0.00	-5.24	-0.00
7		-0.37	0.00	-16.18	-0.00	-0.59	-0.00
2		0.00	0.00	-0.00	-0.00	5.42	0.00
10		-0.65	0.00	-3.30	-0.00	-5.29	-0.00

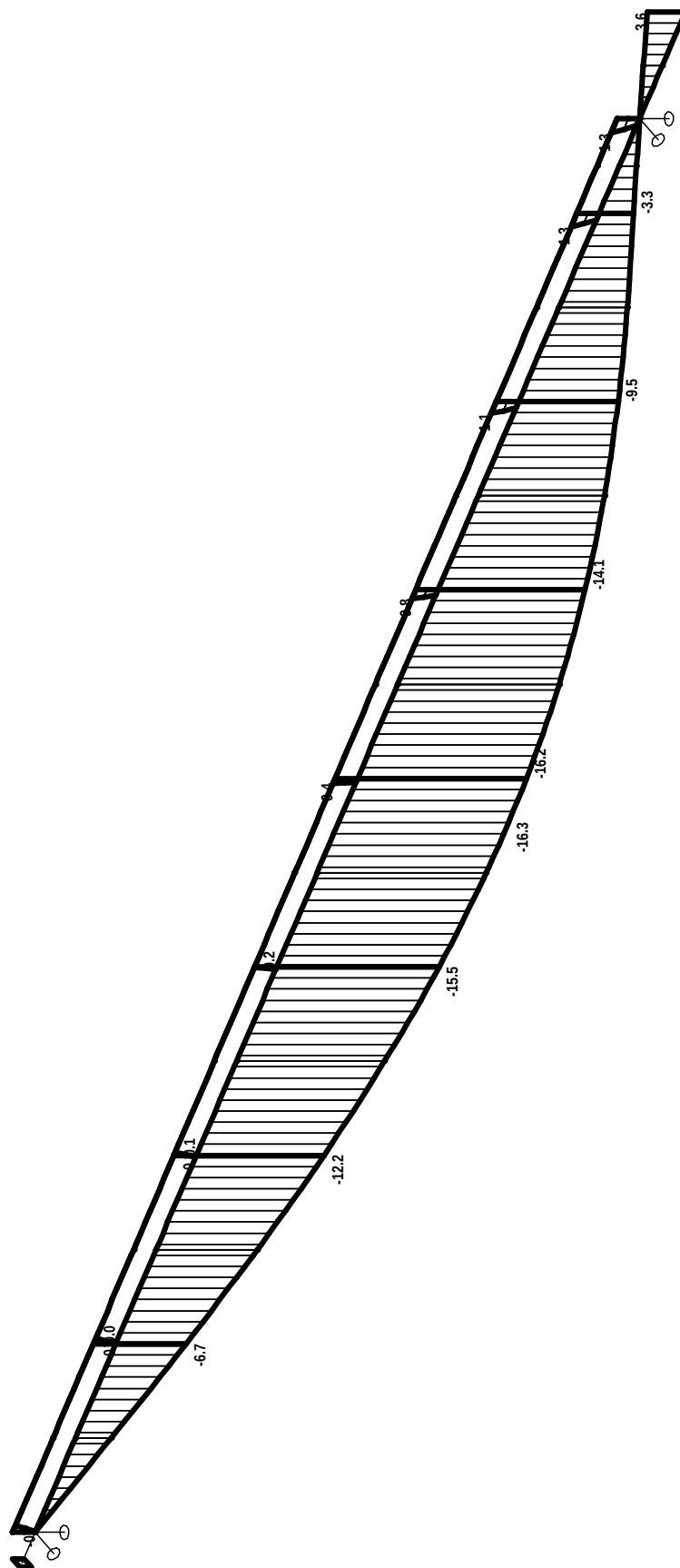
Reakce v podporách - hodnoty v uzlech. Globální extrém

Lineární statický - nebezpečné nebo všechny kombinace

Skupina uzlů :1/19

Skupina kombinací na únosnost :1/4

podpora	uzel	kombi	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
2	3	4	0.00	-0.00	41.64	0.00	0.00	0.00
1	2	1	-0.00	-0.00	11.02	0.00	0.00	0.00



Deformace - uz na prutu(ech). Použ. kombi : 1/2

EC3. Průřez - 1 vše. KÚ vše.

Posouzení EC3

Průřez : 1 - 2 U box (U220)

Makro 1	Prut 5	2 U box	S 235	Únos. kom 4	0.42
---------	--------	---------	-------	-------------	------

Základní data EC3

dílčí součinitel spolehlivosti Gamma M0 pro únosnost průřezu 1.10

dílčí součinitel spolehlivosti Gamma M1 pro stabiltní únosnost 1.10

dílčí součinitel spolehlivosti Gamma M2 pro oslabený průřez 1.25

Údaje o materiálu		
mez kluzu fy	235.00	MPa
pevnost v tahu fu	360.00	MPa
typ výroby	svařovaný	

POSUDEK ÚNOSNOSTI

Kritický posudek v místě 0.00 m

Vnitřní síly		
NSd	187.71	kN
Vy.Sd	0.00	kN
Vz.Sd	-2.46	kN
Mt.Sd	-0.00	kNm
My.Sd	32.05	kNm
Mz.Sd	-0.00	kNm

Posudek na osovou sílu

podle článku 5.4.3. a vzorce (5.13)

Tabulka hodnot		
Nt.Rd	1621.81	kN
jedn. posudek	0.12	

Posudek na smyk (Vz)

podle článku 5.4.6. a vzorce (5.20)

Klasifikace průřezu je 3.

Tabulka hodnot		
Vpl.Rd	460.69	kN
jedn. posudek	0.01	

Posudek na kombinaci ohybu, osově a smykové síly

podle článku 5.4.9. a vzorce (5.37)

Klasifikace průřezu je 3.

Tabulka hodnot		
sigma N	-24.73	MPa
sigma Myy	-64.33	MPa
sigma Mzz	-0.00	MPa

ro 0.00 místo 27

jedm. posudek 0.42

Prvek VYHOVÍ na únosnost !

Stabilitní posudek

Parametry vzpěru	yy	zz	
typ	posuvné	neposuvné	
Štíhlost	14.36	0.00	
Redukovaná štíhlost	0.15	0.00	
Vzpěr. křivka	b	c	
Imperfekce	0.34	0.49	
Redukční součinitel	1.00	1.00	
Délka	1.22	1.22	m
Součinitel vzpěru	1.00	0.00	
Vzpěrná délka	1.22	0.00	m
Kritické Eulerovo zatížení	76305.18	414498268340995.62	kN

Posudek klopení

podle článku 5.5.2. a vzorce (5.48)

Tabulka hodnot		
Mb.Rd	106.42	kNm
Beta W	0.84	
redukce	1.00	
imperfekce	0.49	
Mcr	166867057.61	kNm

LTB		
Délka klopení	0.00	m
k	1.00	
kw	1.00	
C1	1.14	
C2	0.02	
C3	1.00	

zatížení v těžišti

jedm. posudek =0.30

Posudek na tlak s ohybem

podle článku 5.5.4. a vzorce (5.53)

Tabulka hodnot	
ky	1.00
kz	1.00
muy	-0.22
muz	-0.00
BetaMy	1.29
BetaMz	1.80

jedm. posudek = 0.00 + 0.30 + 0.00 = 0.30

Posudek na tlak, ohyb a klopení

podle článku 5.5.4. a vzorce (5.54)

Tabulka hodnot	
klt	1.00
kz	1.00
mult	-0.15
muz	-0.00
BetaMlt	1.29
BetaMz	1.80

jedn. posudek = 0.00 + 0.30 + 0.00 = 0.30

Prvek VYHOVÍ na stabilitu !

EC3. Průřez - 2 vše. KÚ vše.

Posouzení EC3

Průřez : 2 - U140

Makro 11	Prut 23	U140	S 235	Únos. kom 4	0.58
----------	---------	------	-------	-------------	------

Základní data EC3

dílčí součinitel spolehlivosti Gamma M0 pro únosnost průřezu	1.10
dílčí součinitel spolehlivosti Gamma M1 pro stabiltní únosnost	1.10
dílčí součinitel spolehlivosti Gamma M2 pro oslabený průřez	1.25

Údaje o materiálu		
mez kluzu fy	235.00	MPa
pevnost v tahu fu	360.00	MPa
typ výroby	válcovaný	

POSUDEK ÚNOSNOSTI

Poměr šířka ku tloušťce pro stojiny (Tab.5.3.1. a).

poměr 14.29 v místě 0.00 m

poměr		
maximální poměr	1	33.00
maximální poměr	2	38.00
maximální poměr	3	42.00

=> Třída průřezu 1

Poměr šířka ku tloušťce pro odstavající pásnici (Tab.5.3.1. c).

poměr 6.00 v místě 0.00 m

poměr		
maximální poměr	1	10.00
maximální poměr	2	11.00
maximální poměr	3	17.18

=> Třída průřezu 1

Kritický posudek v místě 0.00 m

Vnitřní síly		
NSd	-187.71	kN
Vy.Sd	0.16	kN

Vnitřní síly		
Vz.Sd	-0.00	kN
Mt.Sd	-0.00	kNm
My.Sd	0.00	kNm
Mz.Sd	-0.45	kNm

Posudek na tlak

podle článku 5.4.4. a vzorce (5.16)

Klasifikace průřezu je 3.

Tabulka hodnot		
Nc.Rd	435.82	kN
jedn. posudek	0.43	

Posudek na smyk (Vy)

podle článku 5.4.6. a vzorce (5.20)

Klasifikace průřezu je 3.

Tabulka hodnot		
Vpl.Rd	148.01	kN
jedn. posudek	0.00	

Posudek na kombinaci ohybu, osově a smykové síly

podle článku 5.4.9. a vzorce (5.37)

Klasifikace průřezu je 3.

Tabulka hodnot		
sigma N	92.01	MPa
sigma Myy	0.00	MPa
sigma Mzz	12.81	MPa

ro 0.00 místo 18

jedn. posudek 0.49

Prvek VYHOVÍ na únosnost !

Stabilitní posudek

Parametry vzpěru	yy	zz	
typ	posuvné	neposuvné	
Štíhlost	22.40	0.00	
Redukovaná štíhlost	0.24	0.00	
Vzpěr. křivka	c	c	
Imperfekce	0.49	0.49	
Redukční součinitel	0.98	1.00	
Délka	1.22	1.22	m
Součinitel vzpěru	1.00	0.00	
Vzpěrná délka	1.22	0.00	m
Kritické Eulerovo zatížení	8424.71	8731059467480.91	kN

Posudek na vzpěr

podle článku 5.5.1. a vzorce (5.45)

Tabulka hodnot		
Nb.Rd	427.27	kN

Tabulka hodnot	
Beta A	1.00
jedn. posudek	0.44

Posudek prostorového vzpěru

podle článku ENV 1993-1-3 : 6.2.3 a vzorce (6.1) (6.4a-b)(6.5a-b)(6.6)

Tabulka hodnot		
Nb.Rd	429.85	kN
Beta A	1.00	
Redukovaná štíhlost	0.24	
Redukční součinitel	0.99	
sigma,cr,T	2608579356474.42	MPa
sigma,cr,TF	4129.76	MPa
Vzpěrná délka na prostorový vzpěr	0.00	m
jedn. posudek	0.44	

Posudek na tlak s ohybem

podle článku 5.5.4. a vzorce (5.53)

Tabulka hodnot	
ky	1.04
kz	1.00
muy	-0.10
muz	-0.00
BetaMy	1.80
BetaMz	1.61

jedm. posudek = 0.43 + 0.00 + 0.14 = 0.57

Posudek na tlak, ohyb a klopení

podle článku ENV 1993-1-3 : 6.5.2 a vzorce (6.12)

Tabulka hodnot	
klt	1.00
kz	1.00
mult	-0.09
muz	-0.00
BetaMlt	1.80
BetaMz	1.61

jedm. posudek = 0.44 + 0.00 + 0.14 = 0.58

Prvek VYHOVÍ na stabilitu !

EC3. Průřez - 3 vše. KÚ vše.**Posouzení EC3****Průřez : 3 - IPE140**

Makro 3	Prut 11	IPE140	S 235	Únos. kom 4	0.74
---------	---------	--------	-------	-------------	------

Základní data EC3

dílčí součinitel spolehlivosti Gamma M0 pro únosnost průřezu

1.10

dílčí součinitel spolehlivosti Γ_{M1} pro stabilitní únosnost 1.10
dílčí součinitel spolehlivosti Γ_{M2} pro oslabený průřez 1.25

Údaje o materiálu		
mez kluzu f_y	235.00	MPa
pevnost v tahu f_u	360.00	MPa
typ výroby	válcovaný	

POSUDEK ÚNOSNOSTI

Poměr šířka ku tloušťce pro stojiny (Tab.5.3.1. a).

poměr 23.87 v místě 0.00 m

poměr		
maximální poměr	1	71.93
maximální poměr	2	82.82
maximální poměr	3	123.37

=> Třída průřezu 1

Poměr šířka ku tloušťce pro odstávající pásnici (Tab.5.3.1. c).

poměr 5.29 v místě 0.00 m

poměr		
maximální poměr	1	10.00
maximální poměr	2	11.00
maximální poměr	3	15.08

=> Třída průřezu 1

Kritický posudek v místě 0.00 m

Vnitřní síly		
NSd	-0.11	kN
Vy.Sd	-0.00	kN
Vz.Sd	-69.40	kN
Mt.Sd	0.00	kNm
My.Sd	9.46	kNm
Mz.Sd	0.00	kNm

Posudek na tlak

podle článku 5.4.4. a vzorce (5.16)

Klasifikace průřezu je 1.

Tabulka hodnot		
Nc.Rd	351.00	kN
jedn. posudek	0.00	

Posudek na smyk (Vz)

podle článku 5.4.6. a vzorce (5.20)

Klasifikace průřezu je 1.

Tabulka hodnot		
Vpl.Rd	94.31	kN
jedn. posudek	0.74	

Posudek na kombinaci ohybu, osově a smykové síly

podle článku 5.4.8. & 5.4.9. a vzorce (5.23)

Klasifikace průřezu je 1.

Tabulka hodnot		
MNVy.Rd	14.68	kNm
MNVz.Rd	4.11	kNm

alfa 2.00 beta 1.00

jedin. posudek 0.64

Prvek VYHOVÍ na únosnost !

Stabilitní posudek

Parametry vzpěru	yy	zz	
typ	posuvné	neposuvné	
Štíhlost	2.61	0.00	
Redukovaná štíhlost	0.03	0.00	
Vzpěr. křivka	a	b	
Imperfekce	0.21	0.34	
Redukční součinitel	1.00	1.00	
Délka	0.15	0.15	m
Součinitel vzpěru	1.00	0.00	
Vzpěrná délka	0.15	0.00	m
Kritické Eulerovo zatížení	498533.48	413786468119955.06	kN

Posudek na vzpěr

podle článku 5.5.1. a vzorce (5.45)

Tabulka hodnot		
Nb.Rd	351.00	kN
Beta A	1.00	
jedin. posudek	0.00	

Posudek prostorového vzpěru

podle článku ENV 1993-1-3 : 6.2.3 a vzorce (6.1) (6.4a-b)(6.5a-b)(6.6)

Tabulka hodnot		
Nb.Rd	351.00	kN
Beta A	1.00	
Redukovaná štíhlost	0.03	
Redukční součinitel	1.00	
sigma,cr,T	314553871867860.19	MPa
sigma,cr,TF	303428.74	MPa
Vzpěrná délka na prostorový vzpěr	0.00	m
jedin. posudek	0.00	

Posudek klopení

podle článku 5.5.2. a vzorce (5.48)

Tabulka hodnot		
Mb.Rd	18.89	kNm
Beta W	1.00	
redukce	1.00	
imperfekce	0.21	

Tabulka hodnot		
Mcr	12590494023.33	kNm

LTB		
Délka klopení	0.00	m
k	1.00	
kw	1.00	
C1	2.03	
C2	0.00	
C3	0.94	

zatížení v těžišti

jedn. posudek =0.50

Posudek na tlak s ohybem

podle článku 5.5.4. a vzorce (5.51)

Tabulka hodnot	
ky	1.00
kz	1.00
muy	0.14
muz	0.56
BetaMy	1.87
BetaMz	1.80

jedn. posudek = 0.00 + 0.50 + 0.00 = 0.50

Posudek na tlak, ohyb a klopení

podle článku 5.5.4. a vzorce (5.52)

Tabulka hodnot	
klt	1.00
kz	1.00
mult	-0.15
muz	0.56
BetaMlt	1.87
BetaMz	1.80

jedn. posudek =0.00 + 0.50 + 0.00 = 0.50

Prvek VYHOVÍ na stabilitu !