


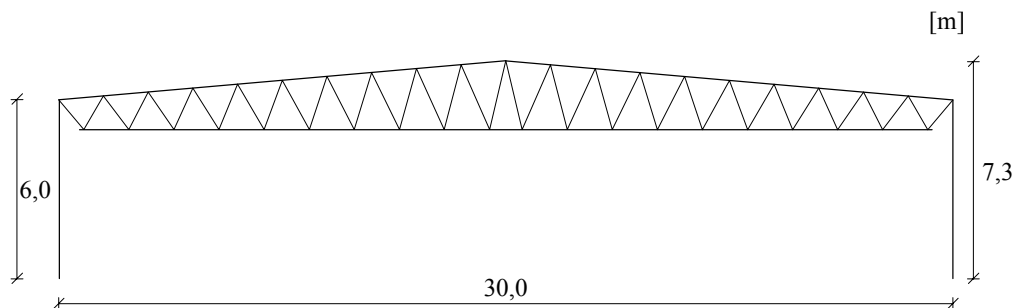
<p>VÝPOČET</p> 	Dokument:	SX017a-EN-EU	Strana	1 z 23
	Název:	Řešený příklad: Příhradový nosník malého sklonu s pasy z členěných prutů		
	Eurokód:	EN 1993-1-1, EN 1993-1-8 & EN 1990		
	Vypracoval:	Jonas Gozzi	Datum	Srpen 2005
	Kontroloval:	Bernt Johansson	Datum	Srpen 2005

## Řešený příklad: Příhradový nosník malého sklonu s pasy z členěných prutů

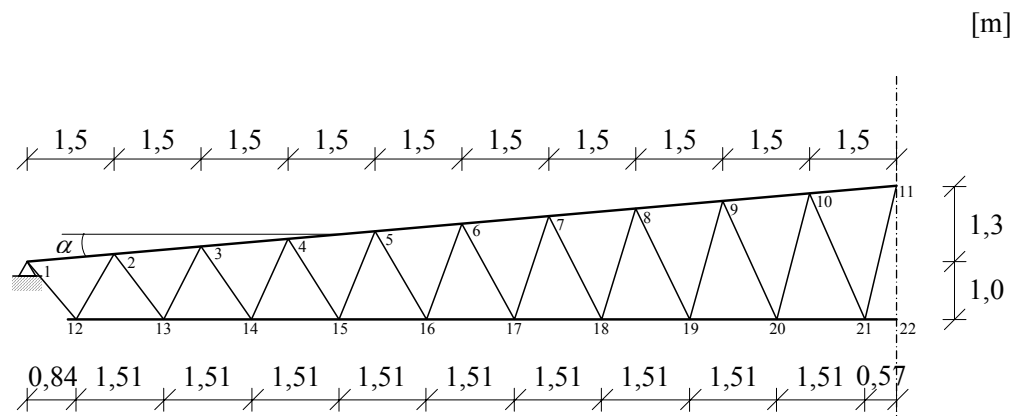
V řešeném příkladu je navržena konstrukce sedlové konstrukce střechy s malým sklonem. Příhradový vazník je součástí střešní konstrukce 72 m dlouhé jednopatrové budovy s rozpětím 30 m. Střešní plášť je řešen z izolovaných střešních plechů podporovaných vaznicemi na rozpětí 7,2 m.


Objekt, ve kterém se nachází tento vazník, vychází z příkladu SX016. Na obrázku dále je zobrazena příčná vazba.

[SX016](#)



Příhradový vazník je symetrický. Na obrázku dále je detailní geometrie vazníku. Sklon horního pásu je  $\alpha = 5^\circ$ . Konstrukce střešního pláště zajišťuje příčnou stabilitu horního pásu jednak pomocí střešních ztužidel a jednak pomocí tuhosti vlnitých plechů zařazených v konstrukční třídě I nebo II podle EN 1993-1-3.



<p style="text-align: center;"><b>VÝPOČET</b></p> 	Dokument:	<i>SX017a-EN-EU</i>	Strana	<b>2</b> z <b>23</b>
	Název:	<i>Řešený příklad: Příhradový nosník malého sklonu s pasy z členěných prutů</i>		
	Eurokód:	<i>EN 1993-1-1, EN 1993-1-8 &amp; EN 1990</i>		
	Vypracoval:	<i>Jonas Gozzi</i>	Datum	<i>Srpen 2005</i>
	Kontroloval:	<i>Bernt Johansson</i>	Datum	<i>Srpen 2005</i>

### Parciální součinitelé bezpečnosti

- $\gamma_G = 1,35$  or  $1,0$  (stálá zatížení) EN 1990
- $\gamma_Q = 1,5$  (zatížení užitná)
- $\gamma_{M0} = 1,0$  EN 1993-1-1
- $\gamma_{M1} = 1,0$
- $\gamma_{M2} = 1,25$

### Zatížení

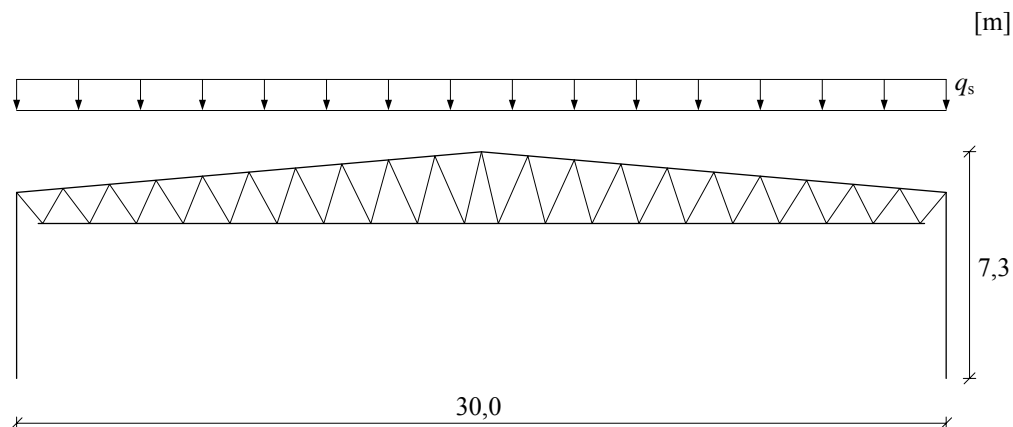
#### Stálá zatížení


Střešní plášť a izolace	0,35 kN/m <sup>2</sup>
Vaznice	0,05 kN/m <sup>2</sup>
Vlastní tíha vazníku	0,12 kN/m <sup>2</sup>
$g = (0,35 + 0,05 + 0,12) \cdot 7,2 = 3,74$ kN/m	

#### Zatížení sněhem

Užitné zatížení sněhem  $q_s$  je znázorněno na obrázku dole. V [SX016](#) je detailní popis jak vypočítat tuto hodnotu zatížení.

$$q_s = 4,45 \text{ kN/m}$$



<p style="text-align: center;"><b>VÝPOČET</b></p> 	Dokument:	<i>SX017a-EN-EU</i>	Strana	<b>3</b>	z	<b>23</b>
	Název:	<b>Řešený příklad: Příhradový nosník malého sklonu s pasy z členěných prutů</b>				
	Eurokód:	<b>EN 1993-1-1, EN 1993-1-8 &amp; EN 1990</b>				
	Vypracoval:	<b>Jonas Gozzi</b>	Datum	<b>Srpen 2005</b>		
	Kontroloval:	<b>Bernt Johansson</b>	Datum	<b>Srpen 2005</b>		

### Zatížení větrem

Níže je vidět obrázek, který znázorňuje působení bočního větru na střešní konstrukci. Podrobnosti, jak určit tuto hodnotu zatížení je možné nalézt v SX016.

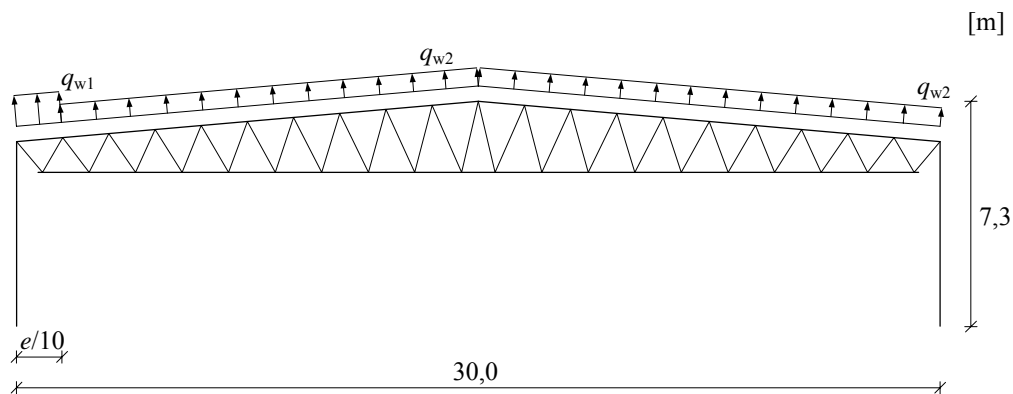
Viz [SX016](#)

$$q_{w1} = -9,18 \text{ kN/m}$$

$$q_{w2} = -5,25 \text{ kN/m}$$

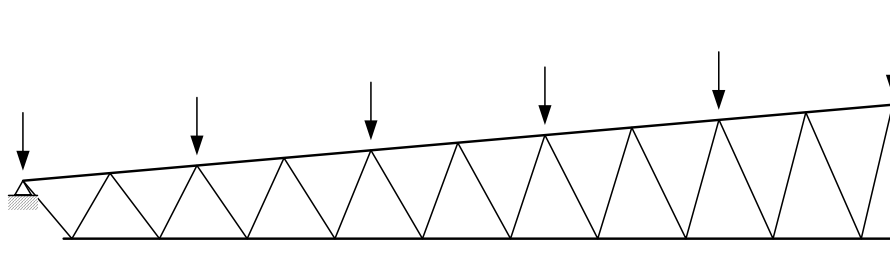
$$e = \min(b; 2h) = \min(72,0; 14,6) = 14,6 \text{ m}$$


V této souvislosti je  $q_{w1}$  zanedbatelné.



### Vnitřní síly

Střešní plášť je připojen k vaznicím které leží nad každým druhým styčником, což znamená, že veškerá zatížení jsou přenášeny do styčníků příhradového vazníku, jak je ukázáno na obrázku dole.



<p style="text-align: center;"><b>VÝPOČET</b></p> 	Dokument:	<i>SX017a-EN-EU</i>	Strana	<i>4 z 23</i>
	Název:	<i>Řešený příklad: Příhradový nosník malého sklonu s pasy z členěných prutů</i>		
	Eurokód:	<i>EN 1993-1-1, EN 1993-1-8 &amp; EN 1990</i>		
	Vypracoval:	<i>Jonas Gozzi</i>	Datum	<i>Srpen 2005</i>
	Kontroloval:	<i>Bernt Johansson</i>	Datum	<i>Srpen 2005</i>

Vnitřní síly byly vypočteny za předpokladu, že všechny spoje vazníku jsou kloubové. Toto zjednodušení je možné, jestliže je horní pás třídy průřezu 1. Výpočet byl proveden na počítači, což znamená, že zde budou doloženy pouze hodnoty osových sil.

Byly uvažovány dvě kombinace zatížení;

- Vlastní tíha (VL) + Zatížení sněhem (ZS) a
- Vlastní tíha (VL) + Zatížení větrem (ZV).

VL + ZS


$$\gamma_G \cdot g + \gamma_Q \cdot q_s = 1,35 \cdot g + 1,5 \cdot q_s$$

VL + ZV

$$\gamma_G \cdot g + \gamma_Q \cdot q_w = 1,0 \cdot g + 1,5 \cdot q_w$$

Veškeré vnitřní síly vypočtené na základě výše zmíněných kombinací zatížení jsou ukázány v následující tabulce. Síly jsou v kN a záporné znaménko znamená tlak

Member	DL+SL	DL+WL	Member	DL+SL	DL+WL
1-2	-139	52	1-12	214,	-77
2-3	-344	126	12-2	-189	68
3-4	-487	179	2-13	183	-66
4-5	-588	213	13-3	-164	59
5-6	-653	238	3-14	119	-41
6-7	-695	252	14-4	-108	37
7-8	-715	260	4-15	106	-36
8-9	-721	262	15-5	-96	33
9-10	-711	260	5-16	56	-19
10-11	-693	253	16-6	-52	17
12-13	233	-84	6-17	51	-17
13-14	418	-151	17-7	-47	16
14-15	530	-189	7-18	9,0	-2,3
15-16	622	-221	18-8	-8,4	2,1
16-17	668	-237	8-19	8,3	-2,1
17-18	708	-250	19-9	-7,8	2,0
18-19	714	-252	9-20	-29	11
19-20	720	-253	20-10	28	-11
20-21	701	-246	10-21	-28	11
21-22	684	-239	21-11	26	-10

<p style="text-align: center;"><b>VÝPOČET</b></p> 	Dokument:	<i>SX017a-EN-EU</i>	Strana	<i>5</i>	z	<i>23</i>
	Název:	<i>Řešený příklad: Příhradový nosník malého sklonu s pásy z členěných prutů</i>				
	Eurokód:	<i>EN 1993-1-1, EN 1993-1-8 &amp; EN 1990</i>				
	Vypracoval:	<i>Jonas Gozzi</i>	Datum	<i>Srpen 2005</i>		
	Kontroloval:	<i>Bernt Johansson</i>	Datum	<i>Srpen 2005</i>		

### Návrh jednotlivých prvků

Pro všechny prvky budou použity U profily. Horní a dolní pásy se každý skládá ze dvou profilů a jsou navrženy jako členěné průřezy s konstantními vzdálenostmi spojek ve směru vybočení z roviny vazníku.

#### Vzpěrná únosnost prutu na tlak

[EN 1993-1-1](#)  
[§6.3.1](#)

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M1}}$$

Redukční součinitel  $\chi$  vypočteme jako

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}^2}} \leq 1,0$$

kde

$$\Phi = 0,5 \left[ 1 + \alpha (\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2 \right]$$


a

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\alpha$  je součinitel imperfekce odpovídající příslušné vzpěrné křivce.

Vzpěrná délka  $L_{cr}$  by měla být uvažována jako systémová délka prutů pro rovinný vzpěr pásů a pro vzpěr z roviny vazníku u mezipásových prutů. Pro rovinný vzpěr mezipásových prutů se uvažuje vzpěrná délka rovná 90% systémové délky těchto prutů. Vzpěrná délka z roviny pro horní pás je v tomto případě je rovna vzdálenostem mezi vaznicemi.

[EN 1993-1-1](#)  
[Příloha BB](#)

<p style="text-align: center;"><b>VÝPOČET</b></p> 	Dokument:	<i>SX017a-EN-EU</i>	Strana	<b>6</b> z <b>23</b>
	Název:	<i>Řešený příklad: Příhradový nosník malého sklonu s pásy z členěných prutů</i>		
	Eurokód:	<i>EN 1993-1-1, EN 1993-1-8 &amp; EN 1990</i>		
	Vypracoval:	<i>Jonas Gozzi</i>	Datum	<i>Srpen 2005</i>
	Kontroloval:	<i>Bernt Johansson</i>	Datum	<i>Srpen 2005</i>

### Únosnost členěného prutu v tlaku

[EN 1993-1-1](#)

Vybočení z roviny pro členěný prut

[§6.4](#)

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot EI_{eff}}{L_{cr}^2}$$

kde  $I_{eff}$  pro členěný průřez vypočteme:

$$I_{eff} = 0,5 \cdot h_0^2 \cdot A_{ch} + 2 \cdot \mu \cdot I_{ch}$$

Rov. (6.74)

Ve kterém

$A_{ch}$  je ploch pásu

$I_{ch}$  je moment setrvačnosti jednoho pásu

$\mu$  se určí podle Tab. 6.8 v EN 1993-1-1 a

[Tab. 6.8](#)

$h_0$  je vzdálenost mezi středy základních částí prutu.

### Kontrola pásů členěných prutů

[EN 1993-1-1](#)

Pro prvek se dvěma identickými pásy je návrhová únosnost  $N_{ch,Ed}$ :

[§6.4](#)

$$N_{ch,Ed} = 0,5 \cdot N_{Ed} + \frac{M_{Ed} \cdot h_0 \cdot A_{ch}}{2 \cdot I_{eff}}$$

Rov. (6.69)

kde

$$M_{Ed} = \frac{N_{Ed} \cdot e_0 + M_{Ed}^I}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr}} - \frac{N_{Ed}}{S_v}}$$

a

$$S_v = \frac{2 \cdot \pi^2 \cdot EI_{ch}}{a^2} \quad (\text{tuhé spojky})$$


Rov. (6.73)

$$e_0 = \frac{L}{500}$$

$M_{Ed}^I$  návrhová hodnota maximálního momentu uprostřed pásů

$a$  je vzdálenost mezi spojkami

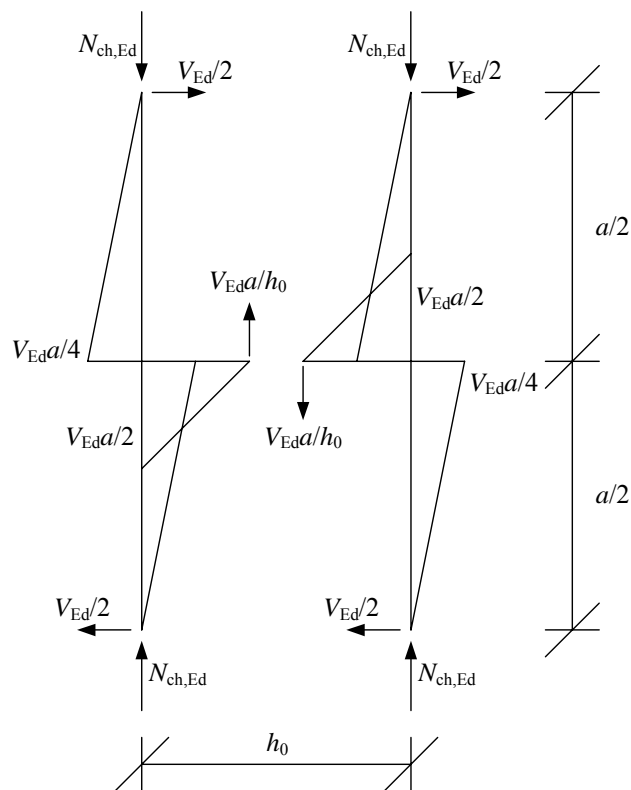
$L$  je vzdálenost mezi příčným podepřením nebo vzpěrná délka  $L_{cr}$

<p style="text-align: center;"><b>VÝPOČET</b></p> 	Dokument:	<i>SX017a-EN-EU</i>	Strana	7 z 23
	Název:	<i>Řešený příklad: Příhradový nosník malého sklonu s pásy z členěných prutů</i>		
	Eurokód:	<i>EN 1993-1-1, EN 1993-1-8 &amp; EN 1990</i>		
	Vypracoval:	<i>Jonas Gozzi</i>	Datum	<i>Srpen 2005</i>
	Kontroloval:	<i>Bernt Johansson</i>	Datum	<i>Srpen 2005</i>

Smyková síla na kterou mají být navrženy spojky:

$$V_{Ed} = \frac{\pi \cdot M_{Ed}}{L} \quad \text{Rov. (6.70)}$$

Tato smyková síla způsobí moment v pásech rozdělený podle obrázku dole.



Každý pás by měl být ověřen na působení osově síly, ohybového momentu a posouvající síly podle obrázku nad.


Únosnost prvků v tahu

Tahová únosnost se určí jako

$$N_{b,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}}$$

[EN 1993-1-1](#)  
[Obr. 6.11](#)

[EN 1993-1-1](#)  
[§6.2.3](#)

<p style="text-align: center;"><b>VÝPOČET</b></p> 	Dokument:	<i>SX017a-EN-EU</i>	Strana	<b>8</b>	z	<b>23</b>
	Název:	<i>Řešený příklad: Příhradový nosník malého sklonu s pásy z členěných prutů</i>				
	Eurokód:	<i>EN 1993-1-1, EN 1993-1-8 &amp; EN 1990</i>				
	Vypracoval:	<i>Jonas Gozzi</i>	Datum	<i>Srpen 2005</i>		
	Kontroloval:	<i>Bernt Johansson</i>	Datum	<i>Srpen 2005</i>		

### Horní pás

Nejvíce zatížený prvek horního pásu je prut 8-9.

Tlaková síla:  $N_{Ed} = -721$  kN (od stálého zatížení a zatížení sněhem)

Tahová síla:  $N_{Ed} = 262$  kN (od stálého zatížení a zatížení větrem)

Bude ověřen pouze tento prvek neboť jestliže se prokáže jeho dostatečná únosnost, vyhoví celý horní pás.

Pro horní pás jsou navrženy dva profily UPE 160, S355. Vložky jsou ze stejného průřezu jako jsou navrhované mezipásové pruty.

$$f_y = 355 \cdot 10^6 \text{ Pa}$$

$$E = 210 \cdot 10^9 \text{ Pa}$$

$$A = A_{ch} = 2,17 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \text{ (jeden profil)}$$

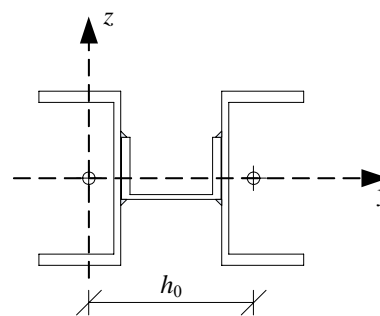
$$I_y = 9,11 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4 \text{ (jeden profil)}$$

$$I_z = I_{ch} = 1,07 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4 \text{ (jeden profil)}$$

$$W_{pl} = 40,7 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 \text{ (jeden profil)}$$

$$h_0 = 0,1254 \text{ m (UPE 80 mezi pásy)}$$


$$\alpha = 0,49 \text{ (vzpěrná křivka c)}$$



Z tabulek  
výrobce

[EN 1993-1-1](#)  
[§6.3.1.2](#)



<p style="text-align: center;"><b>VÝPOČET</b></p> 	Dokument:	<i>SX017a-EN-EU</i>	Strana	<b>9</b> z <b>23</b>
	Název:	<i>Řešený příklad: Příhradový nosník malého sklonu s pasy z členěných prutů</i>		
	Eurokód:	<i>EN 1993-1-1, EN 1993-1-8 &amp; EN 1990</i>		
	Vypracoval:	<i>Jonas Gozzi</i>	Datum	<i>Srpen 2005</i>
	Kontroloval:	<i>Bernt Johansson</i>	Datum	<i>Srpen 2005</i>

Rovinný vzpěr

$$L_{cr} = L / \cos(5^\circ) = 1,5 / \cos(5^\circ) = 1,51 \text{ m}$$

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot EI_y}{L_{cr}^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210 \cdot 10^9 \cdot 2 \cdot 9,11 \cdot 10^{-6}}{1,51^2}$$

$$N_{cr} = 16\,562\,000 \text{ N} = 16\,562 \text{ kN}$$


$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{2 \cdot 2,17 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^6}{16562 \cdot 10^3}} = 0,305$$

$$\Phi = 0,5 \left[ 1 + 0,49(0,305 - 0,2) + 0,305^2 \right] = 0,572$$

$$\chi = \frac{1}{0,572 + \sqrt{0,572^2 - 0,305^2}} = 0,947$$

$$N_{b,Rd} = \frac{0,947 \cdot 2 \cdot 2,17 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^6}{1,0}$$

$$N_{cr} = 1\,459\,000 \text{ N} = 1459 \text{ kN} > 721 \text{ kN} = N_{Ed}$$

<p style="text-align: center;"><b>VÝPOČET</b></p> 	Dokument:	<i>SX017a-EN-EU</i>	Strana	<i>10 z 23</i>
	Název:	<i>Řešený příklad: Příhradový nosník malého sklonu s pásy z členěných prutů</i>		
	Eurokód:	<i>EN 1993-1-1, EN 1993-1-8 &amp; EN 1990</i>		
	Vypracoval:	<i>Jonas Gozzi</i>	Datum	<i>Srpen 2005</i>
	Kontroloval:	<i>Bernt Johansson</i>	Datum	<i>Srpen 2005</i>

### Návrh členěného prutu

Horní pás je navržen se spojkami délky 200mm ve vzdálenostech  $a \sim 1,0$  m, což znamená, že se spojka nachází v každém místě pod vaznicí a navíc jsou ještě tyto vzdálenosti rozděleny dalšími dvěma spojkami.

Vaznice, které fungují jako příčné podepření, což znamená, že vzpěrná délka z roviny je rovna vzdálenosti mezi dvěma sousedními vaznicemi.

$$L_{cr} = L / \cos(5^\circ) = 3,0 / \cos(5^\circ) = 3,01 \text{ m}$$

$$I_1 = 0,5 \cdot h_0^2 \cdot A_{ch} + 2 \cdot I_{ch} = 0,5 \cdot 0,1254^2 \cdot 2,17 \cdot 10^{-3} + 2 \cdot 1,07 \cdot 10^{-6}$$

$$I_1 = 19,2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$$

$$i_0 = \sqrt{\frac{I_1}{2 \cdot A_{ch}}} = \sqrt{\frac{19,2 \cdot 10^{-6}}{2 \cdot 2,17 \cdot 10^{-3}}} = 0,067 \text{ m}$$

$$\lambda = \frac{L_{cr}}{i_0} = \frac{3,01}{0,067} = 44,9 \rightarrow \mu = 1,0$$

$$I_{eff} = I_1 = 19,2 \cdot 10^{-6} \text{ mm}^4$$


$$N_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot 210 \cdot 10^9 \cdot 19,2 \cdot 10^{-6}}{3,01^2} = 4\,392\,000 \text{ N} = 4392 \text{ kN}$$

$$S_v = \frac{2 \cdot \pi^2 \cdot EI_{ch}}{a^2} = \frac{2 \cdot \pi^2 \cdot 210 \cdot 10^9 \cdot 1,07 \cdot 10^{-6}}{1,0^2} = 4\,435\,000 \text{ N} = 4435 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = \frac{N_{Ed} \cdot e_0 + M_{Ed}^I}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr}} - \frac{N_{Ed}}{S_v}} = \frac{721 \cdot \frac{3,01}{500} + 0}{1 - \frac{721}{4392} - \frac{721}{4435}} = 6,6 \text{ kNm}$$

$$N_{ch,Ed} = 0,5 \cdot N_{Ed} + \frac{M_{Ed} \cdot h_0 \cdot A_{ch}}{2 \cdot I_{eff}} = 0,5 \cdot 721 + \frac{6,4 \cdot 0,1254 \cdot 2,17 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 19,2 \cdot 10^{-6}}$$

$$N_{ch,Ed} = 405,9 \text{ kN}$$

<p style="text-align: center;"><b>VÝPOČET</b></p> 	Dokument:	<i>SX017a-EN-EU</i>	Strana	<i>11 z 23</i>
	Název:	<i>Řešený příklad: Příhradový nosník malého sklonu s pásy z členěných prutů</i>		
	Eurokód:	<i>EN 1993-1-1, EN 1993-1-8 &amp; EN 1990</i>		
	Vypracoval:	<i>Jonas Gozzi</i>	Datum	<i>Srpen 2005</i>
	Kontroloval:	<i>Bernt Johansson</i>	Datum	<i>Srpen 2005</i>

Smyková síla na kterou se navrhne vložka je

$$V_{Ed} = \frac{\pi \cdot M_{Ed}}{L} = \frac{\pi \cdot 6,6}{3,01} = 6,9 \text{ kN}$$

a ohybový moment od této smykové síly v místě vložky je

$$M_{ch,Ed} = \frac{V_{Ed} \cdot a}{4} = \frac{6,9 \cdot 1,0}{4} = 1,7 \text{ kNm}$$

[EN 1993-1-1](#)

[§6.4.3](#)

[Obr. 6.11](#)

Vzpěrná únosnost jednoho pásu v příčném směru

$$L_{cr} = a = 1,0 \text{ m}$$

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot EI_{ch}}{L_{cr}^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210 \cdot 10^9 \cdot 1,07 \cdot 10^{-6}}{1,0^2} = 2\,218\,000 \text{ N} = 2218 \text{ kN}$$


$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{2,17 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^6}{2218 \cdot 10^3}} = 0,589$$

$$\Phi = 0,5 \left[ 1 + 0,49(0,589 - 0,2) + 0,589^2 \right] = 0,769$$

$$\chi = \frac{1}{0,769 + \sqrt{0,769^2 - 0,589^2}} = 0,792$$

$$N_{b,Rd} = \frac{0,792 \cdot 2,17 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^6}{1,0}$$

$$N_{b,Rd} = 610\,000 \text{ N} = 610 \text{ kN} > 405,9 \text{ kN} = N_{ch,Ed}$$

<p style="text-align: center;"><b>VÝPOČET</b></p> 	Dokument:	<i>SX017a-EN-EU</i>	Strana	<i>12 z 23</i>
	Název:	<i>Řešený příklad: Příhradový nosník malého sklonu s pasy z členěných prutů</i>		
	Eurokód:	<i>EN 1993-1-1, EN 1993-1-8 &amp; EN 1990</i>		
	Vypracoval:	<i>Jonas Gozzi</i>	Datum	<i>Srpen 2005</i>
	Kontroloval:	<i>Bernt Johansson</i>	Datum	<i>Srpen 2005</i>

Jak smyková, tak normálová síla jsou v průřezu současně. Jestliže návrhová smyková síla  $V_{Ed}$  nepřevyší 50% plastické smykové únosnosti, není třeba uvažovat redukci.

[EN 1993-1-1 §6.2.10](#) (2)

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_v \cdot f_y / \sqrt{3}}{\gamma_{M0}}$$

kde

$A_v$  je smyková plocha, v tomto případě plocha pásnice U profilu

$$A_v = 2 \cdot h_f \cdot t_f = 2 \cdot (70 - 5,5 - 12) \cdot 9,5 \cdot 10^{-6} = 9,975 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$V_{pl,Rd} = \frac{2 \cdot 9,975 \cdot 10^{-4} \cdot 355 \cdot 10^6 / \sqrt{3}}{1,0}$$

$$V_{pl,Rd} = 408\,900 \text{ N} = 409 \text{ kN} > 6,7 \text{ kN} = V_{Ed}$$

$$0,5 \cdot V_{pl,Rd} = 0,5 \cdot 409 = 204,5 \text{ kN} > 6,7 \text{ kN} = V_{Ed}$$

Není potřeba uvažovat o redukci.

V místě spojek musíme ověřit průřez na kombinaci normálové síly a ohybového momentu. Rovnice (6.62) v EN 1993-1-1 může být pro tento případ upravena na tvar

[EN 1993-1-1 §6.3.3](#) (4)

$$\frac{N_{ch,Ed}}{N_{b,Rd}} + k_{zz} \frac{M_{ch,Ed}}{M_{z,Rd}} \leq 1,0$$

[§6.2.5](#)

$$M_{z,Rd} = M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{40,7 \cdot 10^{-6} \cdot 355 \cdot 10^6}{1,0}$$

$$M_{z,Rd} = 14\,450 \text{ N} = 14,4 \text{ kNm}$$


[Příloha B](#)

$$k_{zz} = C_{mz} \left( 1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0,6) \frac{N_{ch,Ed}}{N_{b,Rd}} \right) \leq C_{mz} \left( 1 + 1,4 \frac{N_{ch,Ed}}{N_{b,Rd}} \right)$$

$$C_{mz} = 0,9 \quad (\text{příčné vybočení})$$

$$k_{zz} = 0,9 \left( 1 + (2 \cdot 0,589 - 0,6) \frac{405,9}{610} \right) = 1,25$$

$$\frac{405,9}{610} + 1,25 \cdot \frac{1,7}{14,4} = 0,81 < 1,0$$

<p style="text-align: center;"><b>VÝPOČET</b></p> 	Dokument:	<i>SX017a-EN-EU</i>	Strana	<i>13 z 23</i>
	Název:	<i>Řešený příklad: Příhradový nosník malého sklonu s pasy z členěných prutů</i>		
	Eurokód:	<i>EN 1993-1-1, EN 1993-1-8 &amp; EN 1990</i>		
	Vypracoval:	<i>Jonas Gozzi</i>	Datum	<i>Srpen 2005</i>
	Kontroloval:	<i>Bernt Johansson</i>	Datum	<i>Srpen 2005</i>

Vložky jsou navrženy z 200mm dlouhého profilu UPE 80

$$t_w = 4 \text{ mm.}$$

Z podkladů  
dodavatele

$$W_{pl} = \frac{t_w \cdot l^2}{4} = \frac{0,004 \cdot 0,200^2}{4} = 40 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$V_{b,Ed} = \frac{V_{Ed} \cdot a}{h_0} = \frac{6,7 \cdot 1,0}{0,1254} = 53,4 \text{ kN}$$

[EN 1993-1-1](#)  
[Obr. 6.11](#)

$$A_v = l \cdot t_w = 0,20 \cdot 0,004 = 8 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$V_{pl,Rd} = \frac{8 \cdot 10^{-4} \cdot 355 \cdot 10^6 / \sqrt{3}}{1,0} = 164 \text{ 000 N} = 164 \text{ kN} > 53,4 \text{ kN} = V_{b,Ed}$$

$$M_{Ed} = \frac{V_{Ed} \cdot a}{2} = \frac{6,7 \cdot 1,0}{2} = 3,35 \text{ kNm}$$

$$M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{40 \cdot 10^{-6} \cdot 355 \cdot 10^6}{1,0}$$

$$M_{pl,Rd} = 14 \text{ 200 Nm} = 14,2 \text{ kNm} > 3,35 \text{ kNm} = M_{Ed}$$

Tahová únosnost horního pásu

$$N_{b,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{2 \cdot 2,17 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^6}{1,0} = 1541 \text{ kN} > 262 \text{ kN} = N_{Ed}$$


### Mezipásové prvky

Nejvíce využitě mezipásové pruty jsou na

Tlakovou sílu: *I2-2*       $N_{Ed} = -189 \text{ kN}$  (od stálého zatížení a zat. sněhem)

Tahovou sílu: *I-12*       $N_{Ed} = 214 \text{ kN}$  (od stálého zatížení a zat. větrem)

Mezipásové pruty jsou připojeny v rovině vazníku ve směru menší tuhosti a ve směru vybočení kolmo na vazník jsou namáhány kolem tužší osy.

<p style="text-align: center;"><b>VÝPOČET</b></p> 	Dokument:	<i>SX017a-EN-EU</i>	Strana	<i>14 z 23</i>
	Název:	<i>Řešený příklad: Příhradový nosník malého sklonu s pasy z členěných prutů</i>		
	Eurokód:	<i>EN 1993-1-1, EN 1993-1-8 &amp; EN 1990</i>		
	Vypracoval:	<i>Jonas Gozzi</i>	Datum	<i>Srpen 2005</i>
	Kontroloval:	<i>Bernt Johansson</i>	Datum	<i>Srpen 2005</i>

UPE 80 je použit na mezipásové prvky.

$$A = 1,01 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$I_y = 1,07 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$$

$$I_z = 25 \cdot 10^{-8} \text{ m}^4$$

$$\alpha = 0,49 \text{ (křivka vybočení c)}$$

$$L = 1,31 \text{ m}$$

Z tabulek  
výrobce

[EN 1993-1-1](#)  
[§6.3.1.2](#)

Vybočení v rovině

$$L_{cr} = 0,9 \cdot L = 0,9 \cdot 1,31 = 1,18 \text{ m}$$

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot EI}{L_{cr}^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210 \cdot 10^9 \cdot 25 \cdot 10^{-8}}{1,18^2} = 372 \text{ 100 N} = 372,1 \text{ kN}$$


$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{1,01 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^6}{372,1 \cdot 10^3}} = 0,982$$

$$\Phi = 0,5 \left[ 1 + 0,49(0,982 - 0,2) + 0,982^2 \right] = 1,17$$

$$\chi = \frac{1}{1,17 + \sqrt{1,17^2 - 0,982^2}} = 0,554$$

$$N_{b,Rd} = \frac{0,554 \cdot 1,01 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^6}{1,0}$$

$$N_{b,Rd} = 198 \text{ 600 N} = 199 \text{ kN} > 189 \text{ kN} = N_{Ed}$$

<p style="text-align: center;"><b>VÝPOČET</b></p> 	Dokument:	<i>SX017a-EN-EU</i>	Strana	<i>15 z 23</i>
	Název:	<i>Řešený příklad: Příhradový nosník malého sklonu s pasy z členěných prutů</i>		
	Eurokód:	<i>EN 1993-1-1, EN 1993-1-8 &amp; EN 1990</i>		
	Vypracoval:	<i>Jonas Gozzi</i>	Datum	<i>Srpen 2005</i>
	Kontroloval:	<i>Bernt Johansson</i>	Datum	<i>Srpen 2005</i>

Vybočení z roviny

$$L_{cr} = L = 1,31 \text{ m}$$

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot EI}{L_{cr}^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210 \cdot 10^9 \cdot 1,07 \cdot 10^{-6}}{1,31^2} = 1\,292\,000 \text{ N} = 1292 \text{ kN}$$

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{1,01 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^6}{1292 \cdot 10^3}} = 0,527$$

$$\Phi = 0,5 \left[ 1 + 0,49(0,527 - 0,2) + 0,527^2 \right] = 0,719$$

$$\chi = \frac{1}{0,719 + \sqrt{0,719^2 - 0,527^2}} = 0,828$$

$$N_{b,Rd} = \frac{0,828 \cdot 1,01 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^6}{1,0}$$

$$N_{b,Rd} = 297\,000 = 297 \text{ kN} > 189 \text{ kN} = N_{Ed}$$

Únosnost v tahu mezipásových prutů

$$N_{b,Rd} = \frac{1010 \cdot 355}{1,0} = 358\,600 \text{ N} = 359 \text{ kN} > 214 \text{ kN} = N_{Ed}$$

Mezipásové pruty UPE 80 vyhoví

Spodní pas

Nejvíce využitý průřez spodního pasu je prut 19-20 a je namáhán na

Tlakovou sílu:  $N_{Ed} = -253 \text{ kN}$  (od stálého zatížení a zat. sněhem)

Tahovou sílu:  $N_{Ed} = 720 \text{ kN}$  (od stálého zatížení a zat. větrem)

Pro spodní pas jsou navrženy dva profily UPE 140

$$A_{ch} = 1,84 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \text{ (jeden profil)}$$

$$I_y = 5,99 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4 \text{ (jeden profil)}$$


$$I_z = I_{ch} = 79 \cdot 10^{-8} \text{ m}^4 \text{ (jeden profil)}$$

$$h_0 = 0,1234 \text{ m}$$

$$\alpha = 0,49 \text{ (křivka vybočení c)}$$

Z tabulek  
výrobce

[EN 1993-1-1](#)  
[§6.3.1.2](#)

<p style="text-align: center;"><b>VÝPOČET</b></p> 	Dokument:	<i>SX017a-EN-EU</i>	Strana	<i>16 z 23</i>
	Název:	<i>Řešený příklad: Příhradový nosník malého sklonu s pásy z členěných prutů</i>		
	Eurokód:	<i>EN 1993-1-1, EN 1993-1-8 &amp; EN 1990</i>		
	Vypracoval:	<i>Jonas Gozzi</i>	Datum	<i>Srpen 2005</i>
	Kontroloval:	<i>Bernt Johansson</i>	Datum	<i>Srpen 2005</i>

Vybočení v rovině:

$$L_{cr} = L = 1,51 \text{ m}$$

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot EI}{L_{cr}^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210 \cdot 10^9 \cdot 2 \cdot 5,99 \cdot 10^{-6}}{1,51^2} = 10\,890\,000 \text{ N} = 10890 \text{ kN}$$

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,84 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^6}{10889 \cdot 10^3}} = 0,346$$

$$\Phi = 0,5 \left[ 1 + 0,49(0,346 - 0,2) + 0,346^2 \right] = 0,596$$

$$\chi = \frac{1}{0,596 + \sqrt{0,596^2 - 0,346^2}} = 0,925$$

$$N_{b,Rd} = \frac{0,925 \cdot 2 \cdot 1,84 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^6}{1,0}$$

$$N_{b,Rd} = 1\,208\,000 \text{ N} = 1208 \text{ kN} > 253 \text{ kN} = N_{Ed}$$

Vybočení z roviny (příčné vybočení) členěného prutu spodního pásu

V tomto případě spodní pás nemá žádné příčné podpory je třeba jej navrhnout jako prut s průběžným pružným příčným držením. Toto příčné držení závisí na tuhosti vaznic  $k_p$ , vrutů mezi vaznicemi  $k_c$  a na tuhosti horního pásu a mezipásových prvků  $k_w$ .

[SN027](#)

Pro vaznici byl použit průřez Z250x2,0


$$I_z = 7,33 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$$

$h = 1,9 \text{ m}$  (výška příhradového nosníku v nejméně zatíženém místě)

$l_p = 7,2 \text{ m}$  (vzdálenost mezi vaznicemi)

Tuhost vaznic  $k_p$



<p style="text-align: center;"><b>VÝPOČET</b></p> 	Dokument:	<i>SX017a-EN-EU</i>	Strana	<i>17 z 23</i>
	Název:	<i>Řešený příklad: Příhradový nosník malého sklonu s pasy z členěných prutů</i>		
	Eurokód:	<i>EN 1993-1-1, EN 1993-1-8 &amp; EN 1990</i>		
	Vypracoval:	<i>Jonas Gozzi</i>	Datum	<i>Srpen 2005</i>
	Kontroloval:	<i>Bernt Johansson</i>	Datum	<i>Srpen 2005</i>

Předpokládejme jednotkovou sílu 1 N na jednotku délky, což vyvolá moment

$$M = 3 \cdot h$$

pro vzdálenost vaznic po 3 m.

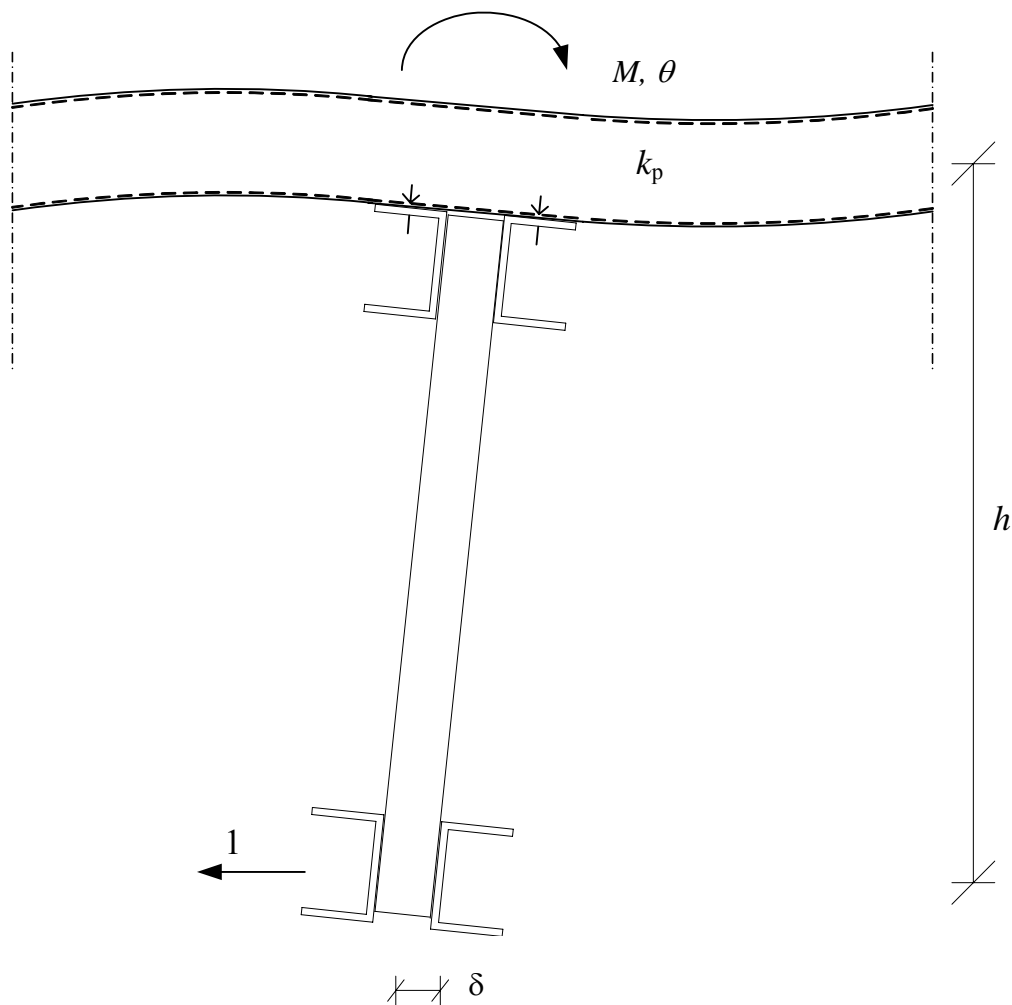
Odpovídající úhel rotace  $\theta$  od tohoto momentu je


$$\theta = \frac{M \cdot l_p}{2 \cdot EI_p} = \frac{3 \cdot h \cdot l_p}{2 \cdot EI_p}$$

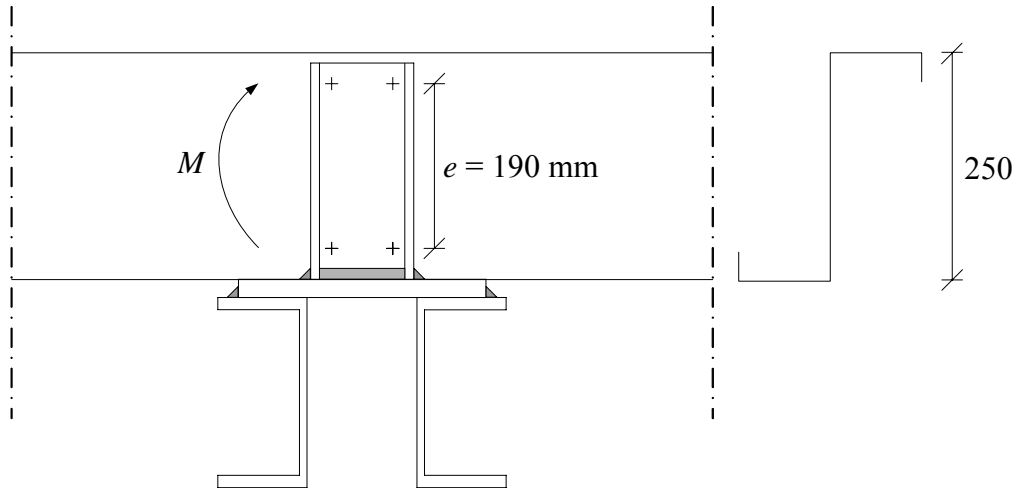
Posun spodního pasu z důvodů této jednotkové síly je

$$\delta = h \cdot \theta = h \cdot \frac{3 \cdot h \cdot l_p}{2 \cdot EI_p} = 1,9 \cdot \frac{3 \cdot 1,9 \cdot 7,2}{2 \cdot 210 \cdot 10^9 \cdot 7,33 \cdot 10^{-6}} = 2,53 \cdot 10^{-5} \text{ m}$$

$$k_p = \frac{1}{\delta} = \frac{1}{2,53 \cdot 10^{-5}} = 39\,500 \text{ N/m}^2 = 39,5 \text{ kN/m}^2$$



<b>VÝPOČET</b>  	Dokument:	<i>SX017a-EN-EU</i>	Strana	<i>18 z 23</i>
	Název:	<i>Řešený příklad: Příhradový nosník malého sklonu s pasy z členěných prutů</i>		
	Eurokód:	<i>EN 1993-1-1, EN 1993-1-8 &amp; EN 1990</i>		
	Vypracoval:	<i>Jonas Gozzi</i>	Datum	<i>Srpen 2005</i>
	Kontroloval:	<i>Bernt Johansson</i>	Datum	<i>Srpen 2005</i>



Tuhost spojení mezi vaznicemi a horním pásem

Čtyři samořezné šrouby o průměru  $d = 6,3$  mm, jsou používány pro spojení.

Síla ve šroubu

$$F_s = \frac{3 \cdot h}{2 \cdot e} = \frac{3 \cdot 1,9}{2 \cdot 0,19} = 15 \text{ N}$$

Návrhová tloušťka vaznice

$$t = (2,0 - 0,05) \cdot 0,98 = 1,91 \text{ mm}$$

Smyková deformace  $v$  ve spoji může být vypočtena podle následujících vztahů ze švédské příručky pro tenkostěnné profily a plechy


(Síla je v N,  $d$  a  $t$  je v mm)

$$v = \frac{F_s}{d \sqrt{t} \cdot 10^3} = \frac{15}{6,3 \sqrt{1,91} \cdot 10^3} = 1,72 \cdot 10^{-3} \text{ mm}$$

$$\theta = \frac{v}{e/2} = \frac{1,72 \cdot 10^{-3}}{190/2} = 1,81 \cdot 10^{-5}$$

$$\delta = h \cdot \theta = 1,9 \cdot 1,81 \cdot 10^{-5} = 3,44 \cdot 10^{-5} \text{ m}$$

$$k_c = \frac{1}{3,44 \cdot 10^{-5}} = 29\,070 \text{ N/m}^2 = 29,1 \text{ kN/m}^2$$

<p style="text-align: center;"><b>VÝPOČET</b></p> 	Dokument:	<i>SX017a-EN-EU</i>	Strana	<b>19</b> z <b>23</b>
	Název:	<b>Řešený příklad: Příhradový nosník malého sklonu s pasy z členěných prutů</b>		
	Eurokód:	<b>EN 1993-1-1, EN 1993-1-8 &amp; EN 1990</b>		
	Vypracoval:	<b>Jonas Gozzi</b>	Datum	<b>Srpen 2005</b>
	Kontroloval:	<b>Bernt Johansson</b>	Datum	<b>Srpen 2005</b>

Tuhost mezipásových prutů  $k_w$

[SN027](#)

Pouze mezipásové pruty, které jsou spojeny ve styčnicích spolu s vaznicemi jsou použité pro výpočet tuhosti, to znamená, že jsou uvažovány pouze dva prvky.

$$I_w = 1,07 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$$

$$l_1 = 3,0 \text{ m (vzdálenost mezi vaznicemi)}$$

$$l_w = 2,2 \text{ m (délka mezipásových prvků)}$$

$$k_w = 2 \cdot \frac{3 \cdot EI_w}{l_1 \cdot l_w^3} = 2 \cdot \frac{3 \cdot 210 \cdot 10^9 \cdot 1,07 \cdot 10^{-6}}{3,0 \cdot 2,2^3}$$

$$k_w = 42\,200 \text{ N/m}^2 = 42,2 \text{ kN/m}^2$$

Celková tuhost

$$k_s = \frac{1}{\frac{1}{k_p} + \frac{1}{k_c} + \frac{1}{k_w}} = \frac{1}{\frac{1}{39,5} + \frac{1}{29,1} + \frac{1}{42,2}} = 12,0 \text{ kN/m}^2$$

Efektivní moment setrvačnosti pro spodní pás

$$I_1 = 0,5 \cdot h_0^2 \cdot A_{ch} + 2 \cdot I_{ch} = 0,5 \cdot 0,1234^2 \cdot 1,84 \cdot 10^{-3} + 2 \cdot 79 \cdot 10^{-8}$$

$$I_1 = 15,59 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$$

$$i_0 = \sqrt{\frac{I_1}{2 \cdot A_{ch}}} = \sqrt{\frac{15,59 \cdot 10^{-6}}{2 \cdot 1,84 \cdot 10^{-3}}} = 0,065 \text{ m}$$

[EN 1993-1-1](#)  
[§6.4](#)

[Tab. 6.8](#)

Délka vlny  $l_0$  je vypočtena podle vztahu

[SN027](#)


$$l_c = \pi^4 \sqrt{\frac{EI_1}{k_s}} = \pi^4 \sqrt{\frac{210 \cdot 10^9 \cdot 15,59 \cdot 10^{-6}}{12 \cdot 10^3}} = 12,8 \text{ m}$$

$$\lambda = \frac{l_c}{i_0} = \frac{12,8}{0,065} = 187 \rightarrow \mu = 0$$

$$I_{eff} = 0,5 \cdot 0,1234^2 \cdot 1,84 \cdot 10^{-3} = 14,0 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$$

Efektivní moment setrvačnosti nám poskytne novou hodnotu pro délku vlny ve vybočení  $l_c$

$$l_c = \pi^4 \sqrt{\frac{210 \cdot 10^9 \cdot 14,0 \cdot 10^{-6}}{12 \cdot 10^3}} = 12,4 \text{ m}$$

<p style="text-align: center;"><b>VÝPOČET</b></p> 	Dokument:	<i>SX017a-EN-EU</i>	Strana	<b>20</b> z <b>23</b>
	Název:	<b>Řešený příklad: Příhradový nosník malého sklonu s pasy z členěných prutů</b>		
	Eurokód:	<b>EN 1993-1-1, EN 1993-1-8 &amp; EN 1990</b>		
	Vypracoval:	<b>Jonas Gozzi</b>	Datum	<b>Srpen 2005</b>
	Kontroloval:	<b>Bernt Johansson</b>	Datum	<b>Srpen 2005</b>

Vložky jsou rozmístěny po vzdálenostech  $a \approx 1,0$  m.

$$S_v = \frac{2 \cdot \pi^2 \cdot EI_{ch}}{a^2} = \frac{2 \cdot \pi^2 \cdot 210 \cdot 10^9 \cdot 79 \cdot 10^{-8}}{1,0^2} = 3\,275\,000 \text{ N} = 3275 \text{ kN}$$

$$N_{cr} = \sqrt{k_s \cdot EI_{eff}} \left[ 2 - \frac{\sqrt{k_s \cdot EI_{eff}}}{S_v} \right] \text{ if } S_v / \sqrt{k_s \cdot EI_{eff}} > 1$$

[SN027](#)

$$\sqrt{k_s \cdot EI_{eff}} = \sqrt{12 \cdot 10^3 \cdot 210 \cdot 10^9 \cdot 14,0 \cdot 10^{-6}} = 187\,800 \text{ N} = 187,8 \text{ kN}$$

$$S_v / \sqrt{k_s \cdot EI_{eff}} = 17,4 > 1$$

$$N_{cr} = 187,8 \left( 2 - \frac{1}{17,4} \right) = 365 \text{ kN}$$

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,84 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^6}{365 \cdot 10^3}} = 1,89$$

$$\Phi = 0,5 \left[ 1 + 0,49(1,89 - 0,2) + 1,89^2 \right] = 2,70$$

$$\chi = \frac{1}{2,70 + \sqrt{2,70^2 - 1,89^2}} = 0,216$$

$$N_{b,Rd} = \frac{0,216 \cdot 2 \cdot 1,84 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^6}{1,0}$$

$$N_{b,Rd} = 282\,000 \text{ N} = 282 \text{ kN} > 253 \text{ kN} = N_{Ed}$$

Posouzení členěného prutu ve spodním pásu na tlak a ohyb


$$S_v = 3275 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = \frac{N_{Ed} \cdot e_0 + M_{Ed}^I}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr}}} = \frac{253 \cdot \frac{12,4}{500} + 0}{1 - \frac{253}{365}} = 20,4 \text{ kNm}$$

[SN027](#)

$$N_{ch,Ed} = 0,5 \cdot N_{Ed} + \frac{M_{Ed} \cdot h_0 \cdot A_{ch}}{2 \cdot I_{eff}} = 0,5 \cdot 253 + \frac{20,4 \cdot 0,1234 \cdot 1,84 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 14,0 \cdot 10^{-6}}$$

$$N_{ch,Ed} = 292 \text{ kN}$$

<p style="text-align: center;"><b>VÝPOČET</b></p> 	Dokument:	<i>SX017a-EN-EU</i>	Strana	<i>21 z 23</i>
	Název:	<i>Řešený příklad: Příhradový nosník malého sklonu s pásy z členěných prutů</i>		
	Eurokód:	<i>EN 1993-1-1, EN 1993-1-8 &amp; EN 1990</i>		
	Vypracoval:	<i>Jonas Gozzi</i>	Datum	<i>Srpen 2005</i>
	Kontroloval:	<i>Bernt Johansson</i>	Datum	<i>Srpen 2005</i>

Smyková síla na kterou navrhujeme členěný prut.

$$V_{Ed} = \frac{\pi \cdot M_{Ed}}{l_c} = \frac{\pi \cdot 20,4}{12,4} = 5,2 \text{ kN}$$

a ohybový moment od této smykové síly v místě vložky je

$$M_{ch,Ed} = \frac{V_{Ed} \cdot a}{4} = \frac{5,2 \cdot 1,0}{4} = 1,3 \text{ kNm}$$

Vzpěrná únosnost jednoho pásu v příčném směru

$$L_{cr} = a = 1,0 \text{ m}$$

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot EI_{ch}}{L_{cr}^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210 \cdot 10^9 \cdot 79 \cdot 10^{-8}}{1,0^2} = 1\,637\,000 \text{ N} = 1637 \text{ kN}$$

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{1,84 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^6}{1637 \cdot 10^3}} = 0,632$$

$$\Phi = 0,5 \left[ 1 + 0,49(0,632 - 0,2) + 0,632^2 \right] = 0,806$$

$$\chi = \frac{1}{0,806 + \sqrt{0,806^2 - 0,632^2}} = 0,766$$

$$N_{b,Rd} = \frac{0,766 \cdot 1,84 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^6}{1,0}$$

$$N_{b,Rd} = 500\,000 \text{ N} = 500 \text{ kN} > 293 \text{ kN} = N_{ch,Ed}$$


Z horního pásu může být vyvozen závěr, že smyková síla v pásu není významná pro tento případ.

V poloze vložky je potřeba zkontrolovat kombinaci ohybového momentu a osové síly.

$$\frac{N_{ch,Ed}}{N_{b,Rd}} + k_{zz} \frac{M_{ch,Ed}}{M_{z,Rd}} \leq 1,0$$

$$M_{z,Rd} = M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{32,6 \cdot 10^{-6} \cdot 355 \cdot 10^6}{1,0} = 11\,600 \text{ N} = 11,6 \text{ kNm}$$

$$k_{zz} = C_{mz} \left( 1 + \left( 2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0,6 \right) \frac{N_{ch,Ed}}{N_{b,Rd}} \right) \leq C_{mz} \left( 1 + 1,4 \frac{N_{ch,Ed}}{N_{b,Rd}} \right)$$

<p style="text-align: center;"><b>VÝPOČET</b></p> 	Dokument:	<i>SX017a-EN-EU</i>	Strana	22 z 23
	Název:	<i>Řešený příklad: Příhradový nosník malého sklonu s pásy z členěných prutů</i>		
	Eurokód:	<i>EN 1993-1-1, EN 1993-1-8 &amp; EN 1990</i>		
	Vypracoval:	<i>Jonas Gozzi</i>	Datum	<i>Srpen 2005</i>
	Kontroloval:	<i>Bernt Johansson</i>	Datum	<i>Srpen 2005</i>

$$C_{mz} = 0,9 \quad (\text{boulení})$$

$$k_{zz} = 0,9 \left( 1 + (2 \cdot 0,632 - 0,6) \frac{293}{500} \right) = 1,25$$

$$\frac{293}{500} + 1,25 \cdot \frac{1,3}{11,6} = 0,73 < 1,0$$

Tah

$$N_{b,Rd} = \frac{2 \cdot 1,84 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^6}{1,0}$$

$$N_{b,Rd} = 1\,306\,000 \text{ N} = 1306 \text{ kN} > 720 \text{ kN} = N_{Ed} \quad \text{OK}$$

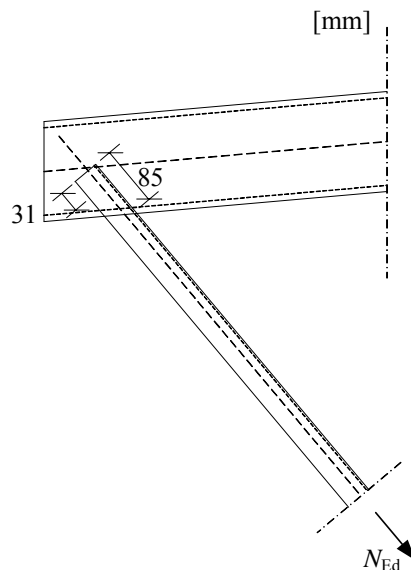
Vložky jsou stejného typu jako u horního pásu a bez problémů přenášejí příslušné síly.


Dva profily UPE 140 spojené do členěného prutu vyhoví.

Spoje

Mezipásové pruty jsou přivařené do horního a spodního pásu. Bude navržen pouze jeden spoj, postup je pro ostatní spoje stejný.

Spoj 1



<p style="text-align: center;"><b>VÝPOČET</b></p> 	Dokument:	<i>SX017a-EN-EU</i>	Strana	23 z 23
	Název:	<i>Řešený příklad: Příhradový nosník malého sklonu s pasy z členěných prutů</i>		
	Eurokód:	<i>EN 1993-1-1, EN 1993-1-8 &amp; EN 1990</i>		
	Vypracoval:	<i>Jonas Gozzi</i>	Datum	<i>Srpen 2005</i>
	Kontroloval:	<i>Bernt Johansson</i>	Datum	<i>Srpen 2005</i>

Síla v mezipásovém prutu

$$N_{Ed} = 214 \text{ kN}$$

Tato síla musí být přenesena přes svar do horního pásu.

Svar bude koutový výšky

$$a = 4 \text{ mm}$$

$$f_u = 510 \cdot 10^6 \text{ Pa}$$

Únosnost svaru se určí podle vztahu

$$F_{w,Rd} = f_{vw,d} \cdot a$$

[EN 1993-1-8](#)  
[§4.5.3.3](#)

kde

$$f_{vw,d} = \frac{f_u / \sqrt{3}}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}}$$

$\beta_w$  je korelační součinitel,  $\beta_w = 0,9$

[Tab. 4.1](#)

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$F_{w,Rd} = \frac{510 \cdot 10^6 / \sqrt{3}}{0,9 \cdot 1,25} \cdot 0,004 = 1\,047\,000 \text{ N} = 1047 \text{ kN/m}$$

Návrhové kritérium:

$$F_{w,Rd} \cdot l \geq N_{Ed}$$

kde

$l$  je požadovaná délka svaru

$$l \geq \frac{214}{1047} = 204 \text{ mm}$$

Podle návrhu na obrázku uvedeném výše je délka svaru na jedné straně mezipásového prutu

$$l = 85 + 31 = 116 \text{ mm}$$

Protože je horní pás ze dvou profilů, mezipásový prut bude přivařen dvěma symetrickými svary. Celková délka svaru je

$$l = 2 \cdot 116 = 232 \text{ mm}$$

Což je dostatečné.

Horní pás příhradového vazníku je navržen ze dvou profilů UPE 160, spodní pás ze dvou profilů UPE 140 a mezipásový prut z profilu UPE 80

## Quality Record

<b>RESOURCE TITLE</b>	Example: Single span truss and post frame for a low pitch roof using battened section chords		
<b>Reference(s)</b>			
<b>ORIGINAL DOCUMENT</b>			
	<b>Name</b>	<b>Company</b>	<b>Date</b>
<b>Created by</b>	Jonas Gozzi	SBI	28/07/2005
<b>Technical content checked by</b>	Bernt Johansson	SBI	16/08/2005
<b>Editorial content checked by</b>			
<b>Technical content endorsed by the following STEEL Partners:</b>			
<b>1. UK</b>	G W Owens	SCI	27/1/06
<b>2. France</b>	A Bureau	CTICM	27/1/06
<b>3. Sweden</b>	A Olsson	SBI	27/1/06
<b>4. Germany</b>	C Müller	RWTH	27/1/06
<b>5. Spain</b>	J Chica	Labein	27/1/06
<b>Resource approved by Technical Coordinator</b>	G W Owens	SCI	27/07/06
<b>TRANSLATED DOCUMENT</b>			
<b>This Translation made and checked by:</b>	K. Mikeš	CTU in Prague	31/7/07
<b>Translated resource approved by:</b>	J. Macháček	CTU in Prague	31/7/07
<b>National technical contact:</b>	F. Wald	CTU in Prague	