

# KOVOVÉ A DŘEVĚNÉ KONSTRUKCE 2

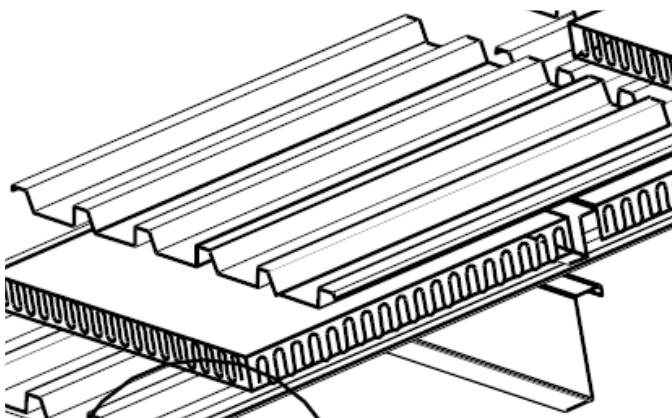
## - CVIČENÍ -

### 1. Ocelové konstrukce – ocelová hala

- a) Návrh střešního pláště
- b) Návrh tenkostěnných vaznic

## a) Návrh střešního pláště

- Dle zadání navrhne střešní plášť jako **sendvičový panel**
- Návrh a posouzení provedeme dle tabulek výrobců (tabulky i ve skriptech)
- Výrobci sendvičových panelů jsou například:
  - Kingspan,
  - Rockwool,
  - Ruukki,
  - Trimo



## Návrh sendvičového panelu

Návrh a posouzení sendvičového panelu provedeme například dle tabulek výrobce Kingspan (lze však zvolit dle vlastního výběru).

### Zatížení

Dle výrobce se má uvažovat proměnné klimatické zatížení – konkrétně charakteristické proměnné zatížení sněhem a větrem. Vlastní hmotnost panelu je již výrobcem zahrnuta v tabulkách.

- Sníh:  $S_k$  [kN/m<sup>2</sup>]
- Vítr:  $W_{e,k}$  uvažuje se sání větru [kN/m<sup>2</sup>]

### Posouzení

Posouzení se provede pomocí tabulek výrobce na základě zvolené výšky panelu, zvoleného statického systému panelu (prostý nosník, spojitý nosník), charakteristické hodnoty zatížení sněhem a větrem a rozpětí panelu.

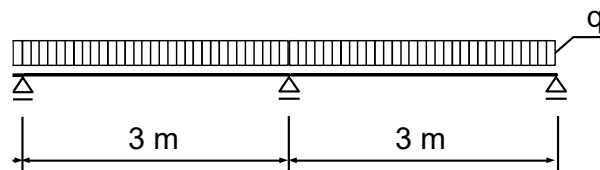
Příklad návrhu a posouzení viz následující strana.

## Příklad návrhu sendvičového panelu

Příklad návrhu sendvičového panelu je ukázán na konstrukci haly řešené ve skriptech.

Střešní plášť je podepírán vaznicemi, které jsou od sebe vzdáleny 3,0 m. Střešní panel navrhne jako **spojitý nosník** o 2 polích → na jedné polovině střechy budou uloženy 2 panely za sebou (2x2 pole=4 pole ... počet polí na jedné polovině střechy).

- rozpětí pole: 3,0 m



### Zatížení

Uvažujeme plošné zatížení sněhem a větrem, tedy v  $\text{kN/m}^2$ . Zatížení sněhem na střešní plášť působí směrem dolů, zatížení větrem působí směrem nahoru (sání). Zatížení větrem má v různých oblastech střechy různé hodnoty (oblasti F až J). Pro zjednodušení budeme počítat s největší hodnotou zatížení větrem – ta je pro tuto konstrukci v oblasti F pro příčný vítr.

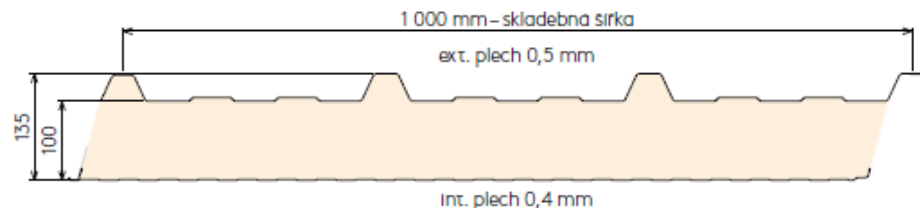
Charakteristická hodnota zatížení [ $\text{kN/m}^2$ ]		Poznámka
Sníh	0,80	
Vítr (sání)	1,16	plošné zatížení z oblasti F (vítr příčný)

# Příklad návrhu sendvičového panelu ... pokračování

## Návrh panelu

Zvolíme střešní panel výšky 100 mm, který bude působit jako spojitý nosník o 2 polích. (poznámka: čím větší výška panelu, tím vyšší únosnost panelu a tedy tím vyšší zatížení sněhem a větrem na panel může působit).

## Návrh: Střešní panel KS1000 RW 100



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

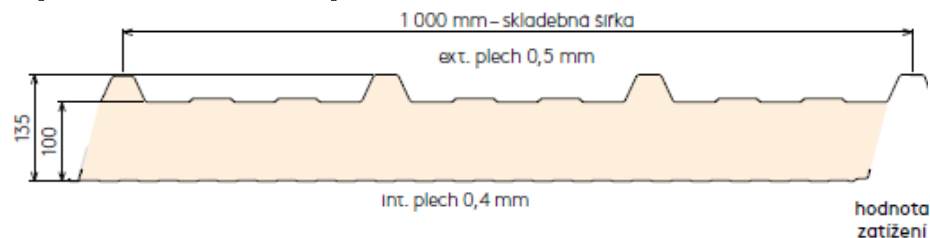
↑  
barevná skupina (zařazení dle odstínu v RAL)  
(f) – přípustná deformace pro krátkodobé zatížení L/200, pro dlouhodobé L/100, kde L je rozpětí mezi podpory

Maximální možné rozpětí pole panelu pro dané zatížení sněhem [kN/m<sup>2</sup>]  
(= maximální možná vzdálenost podepírajících vaznic)

AA – min. šířka krajní podpory [mm]  
X,XX – max. rozpon [m]  
BB – min. šířka střední podpory [mm]

# Příklad návrhu sendvičového panelu ... pokračování

## Návrh: Střešní panel KS1000 RW 100



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

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

barevná skupina (zatrženi dle odstínu v RAL)  
 (f) – přípustná deformace pro krátkodobé zatížení L/200, pro dlouhodobé L/100, kde L je rozpětí mezi podporami

Maximální možné rozpětí pole panelu pro dané zatížení větrem [kN/m<sup>2</sup>] (= maximální možná vzdálenost podepírajících vaznic)

max. rozpon [m]

## Příklad návrhu sendvičového panelu ... pokračování

### Posouzení

#### 1) Sníh

Interpolací určíme, jaké maximální rozpětí pole panelu je možné pro hodnotu zatížení  $S_k = 0,8 \text{ kN/m}^2$  a porovnáme jej s roztečí vaznic  $b = 3,0 \text{ m}$ . Aby návrh vyhověl, maximální možné rozpětí pole  $b_{max}$  musí být větší než navržené rozpětí  $b$ .

$S_k = 0,8 \text{ kN/m}^2$

Charakteristická hodnota zatížení sněhem

statický systém	barevná skupina	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50
prostý nosník	I, II, III (f)	40	40	40	40	40	40
spojitý nosník o 2 polích	I, II, III (f)	6,69	5,69	5,06	4,35	3,68	3,16
		40	40	40	40	40	40
		6,76	4,76	3,77	3,16	2,76	2,46
		60	60	60	60	60	60

Maximální možné rozpětí pole panelu pro dané zatížení

$$b_{max} = 3,77 - \frac{(3,77 - 3,16)}{(1 - 0,75)} \cdot (0,8 - 0,75)$$

$$b_{max} = 3,65 \text{ m}$$

$$b_{max} = 3,65 \text{ m} > b = 3,0 \text{ m}$$

→ střešní panel KS1000 RW 100 z hlediska zatížení sněhem **vyhovuje**

## Příklad návrhu sendvičového panelu ... pokračování

### Posouzení

#### 2) Vítr

Interpolací určíme, jaké maximální rozpětí pole panelu je možné pro hodnotu zatížení  $W_{e,k} = 1,16 \text{ kN/m}^2$  a porovnáme jej s roztečí vaznic  $b = 3,0 \text{ m}$ . Aby návrh vyhověl, maximální možné rozpětí pole  $b_{max}$  musí být větší než navržené rozpětí  $b$ .

$$b_{max} = 3,94 - \frac{(3,94 - 3,31)}{(1,25 - 1,00)} \cdot (1,16 - 1,00)$$

$$b_{max} = 3,54 \text{ m}$$

$$b_{max} = 3,54 \text{ m} > b = 3,0 \text{ m}$$

→ střešní panel KS1000 RW 100 z hlediska zatížení větrem **vyhovuje**

$$W_{e,k} = 1,16 \text{ kN/m}^2$$

Charakteristická hodnota zatížení větrem

statický systém	barevná skupina	Charakteristická hodnota zatížení větrem					
		0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50
prostý nosník	I (f)	6,84	6,84	5,96	5,16	4,59	4,18
	II (f)	6,84	6,77	5,69	5,04	4,58	4,17
	III (f)	6,75	5,69	5,11	4,70	4,31	3,99
spojitý nosník o 2 polích	I (f)	9,60	7,16	5,01	3,94	3,31	2,88
	II (f)	9,60	6,78	4,72	3,72	3,13	2,73
	III (f)	9,60	6,16	4,28	3,39	2,86	2,51

Maximální možné rozpětí pole panelu pro dané zatížení



## b) Návrh tenkostěnné vaznice

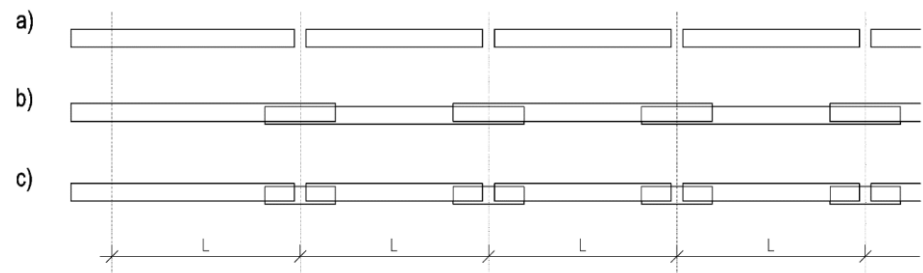
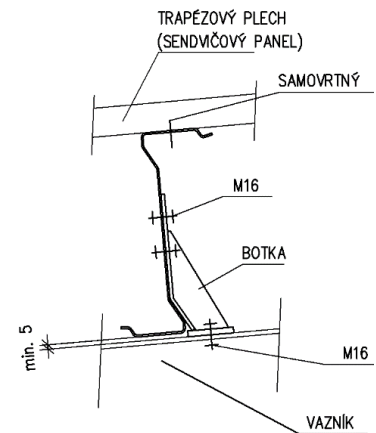
- Dle zadání navrhne vaznice jako tenkostěnné
- Navrhne nejvíce zatíženou vaznici (první vnitřní vaznici – v krajním poli)
- Návrh a posouzení provedeme dle tabulek výrobců (tabulky i ve skriptech)
- Výrobci tenkostěnných vaznic jsou například:
  - Kovové profily,
  - Ruukki,
  - Lindab.

- Průřez vaznice Z, C, nebo  $\Sigma$ :

- výška profilu 175 – 300 (400) mm (běžně okolo 200 mm)
- tloušťka stěny 1,5 až 2,5 mm
- rovná nebo tvarovaná stojina

- Statické schéma:

- prostý nosník (nehospodárné),
- spojitý o dvou polích (není běžné),
- spojitý o více polích
- rozpon  $L \approx 5$  až 8 m.



## b) Návrh tenkostěnné vaznice



## Návrh tenkostěnné vaznice

Návrh a posouzení tenkostěnné vaznice provedeme například dle tabulek výrobce Kovové profily, spol. s.r.o. (Ize však zvolit dle vlastního výběru).

### Zatížení

Dle výrobce se má uvažovat zatížení stálé (tíha střešního pláště, vlastní tíha vaznice) a zatížení proměnné (sníh a vítr). Uvažuje se liniové zatížení vaznice [kN/m].

- Tíha střešního pláště [kN/m]
- Vlastní tíha vaznice [kN/m]
- Sníh  $S_k$  [kN/m]
- Vítr:  $W_{e,k}$  [kN/m]

### Posouzení

Posouzení se provede pomocí tabulek výrobce na základě zvolené výšky vaznice, zvoleného statického systému vaznice (prostý nosník, spojitý nosník), hodnoty zatížení a rozpětí pole vaznice.

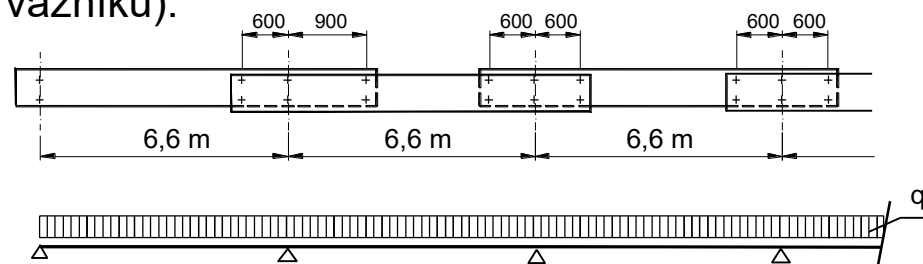
Příklad návrhu a posouzení viz následující strana.

## Příklad návrhu tenkostěnné vaznice

Příklad návrhu tenkostěnné vaznice je ukázán na konstrukci haly řešené ve skriptech.

Vaznice jsou podepírané vazníky, které jsou od sebe vzdáleny 6,6 m. Vaznici navrhujeme jako **spojitý nosník** na celou délku haly. Vzdálenost mezi vaznicemi je  $b = 3,0$  m (odpovídá vzdálenosti styčníků vazníku).

- rozpětí pole:  $L = 6,6$  m
- vzdálenost mezi vaznicemi:  $b = 3,0$  m

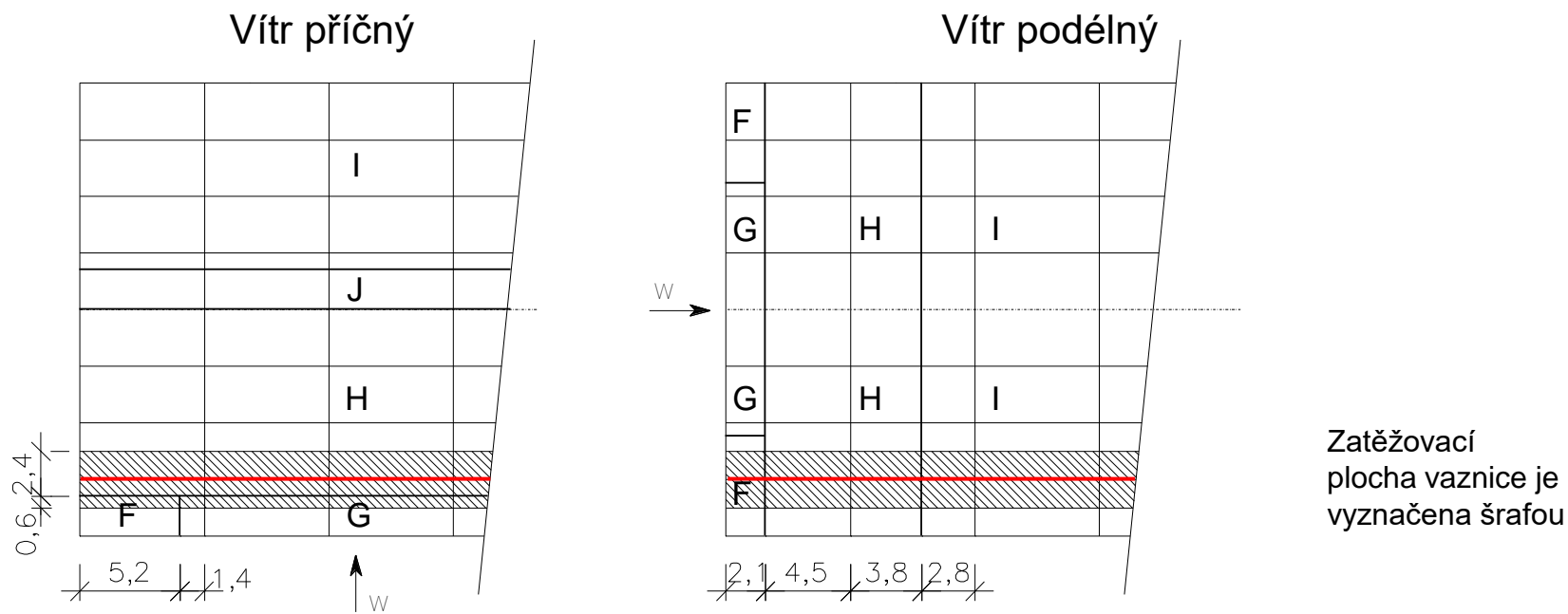


### Zatížení

Uvažujeme liniové zatížení na 1 m délky vaznice, tedy v kN/m, proto hodnoty plošných zatížení musíme vynásobit zatěžovací šířkou vaznice, která je rovna osové vzdálenosti vaznic (tedy  $b = 3,0$  m).

Hmotnost střešního pláště KS1000 RW 100 byla zjištěna z technického listu výrobce. Hmotnost vaznice odhadneme na hodnotu 10 kg/m. Zatížení sněhem na vaznici působí směrem dolů, zatížení větrem působí směrem nahoru (sání). Zatížení větrem má v různých oblastech střechy různé hodnoty (oblasti F až J), přičemž do zatěžovací plochy vaznice, kterou navrhujeme (první vnitřní vaznice – v krajním poli) patrně zasahují oblasti F, G a H (pro příčný vítr) a oblasti F, H a I (pro podélný vítr) – viz schéma na další straně.

## Příklad návrhu tenkostěnné vaznice ... pokračování



Do zatěžovací plochy vaznice, kterou navrhujeme (ve schématu červeně) zasahují oblasti F, G a H (pro příčný vítr) a oblasti F, H a I pro podélný vítr. Zjednodušeně budeme uvažovat pouze **jednu** oblast pro příčný a podélný vítr – a to oblast **G**. Uvažovat oblast F, kde jsou účinky větru největší, by bylo příliš konzervativní, tato oblast zasahuje do zatěžovací plochy jen nepatrně. Naopak, uvažovat pouze oblast H by bylo již na straně nebezpečné (účinky jsou zde menší než v oblasti G).

*Ve skriptech je výpočet proveden přesněji – jsou zohledněny všechny oblasti zasahující do zatěžovací plochy vaznice a z nich je vypočtený vážený průměr.*

## Příklad návrhu tenkostěnné vaznice ... pokračování

### Zatížení

<b>STÁLÉ [kN/m] – charakteristické hodnoty</b>		<b><math>g_k</math></b>
Střešní plášť - střešní panel KS1000 RW 100: $12,03 \text{ kg/m}^2 = 0,12 \text{ kN/m}^2$	$0,12 \cdot b = 0,12 \cdot 3,0$	0,36
Vlastní tíha vaznice (odhad $10 \text{ kg/m} = 0,1 \text{ kN/m}$ )	0,1	0,10
<b>STÁLÉ CELKEM</b>		<b>0,46</b>
<b>PROMĚNNÉ [kN/m] – charakteristické hodnoty</b>		<b><math>q_k</math></b>
Sníh ( $S_k = 0,80 \text{ kN/m}^2$ )	$0,80 \cdot b = 0,80 \cdot 3,0$	2,40
Vítr ( $W_{e,k} = 0,82 \text{ kN/m}^2$ ) – oblast G pro příčný vítr	$0,82 \cdot b = 0,82 \cdot 3,0$	2,46

Poznámka: uvažujeme oblast G pro příčný vítr, protože u podélného větru oblast G do zatěžovací plochy nezasahuje. Pokud by zasahovala, do výpočtu bychom vzali větší z hodnot ( $0,82 \text{ kN/m}^2$  vs.  $0,88 \text{ kN/m}^2$ ).

## Příklad návrhu tenkostěnné vaznice ... pokračování

### Kombinace zatížení

- **MSÚ (mezní stav únosnosti)**... počítáme s návrhovými hodnotami zatížení

(1) stálé + sních

$$q_{Ed(1)} = \textit{stálé} \cdot \gamma_g + \textit{sních} \cdot \gamma_q = 0,46 \cdot 1,35 + 2,40 \cdot 1,5 = \mathbf{4,2 \text{ kN/m}}$$

(2) min. stálé ( $\gamma_{g,\min} = 1,0$ ) + vítr (sání) (vítr působí oproti stálému zatížení směrem nahoru, tudíž u větru budeme uvažovat znaménko **mínus**)

$$q_{Ed(2)} = \textit{stálé} \cdot \gamma_{g,\min} - \textit{vítr} \cdot \gamma_q = 0,46 \cdot 1,00 - 2,46 \cdot 1,5 = \mathbf{-3,23 \text{ kN/m}}$$

- **MSP (mezní stav použitelnosti)** ... počítáme s charakteristickými hodnotami zatížení

Průhyb od proměnného zatížení je omezen hodnotou  $L/200$ . Uvažujeme zatížení sněhem.

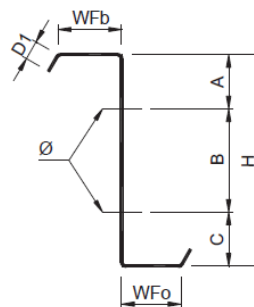
$$q_{Ek} = \textit{sních} = \mathbf{2,40 \text{ kN/m}}$$

## Příklad návrhu tenkostěnné vaznice ... pokračování

### Návrh vaznice

Zvolíme tenkostěnnou vaznici tvaru „Z“ výšky 240 mm s tloušťkou stojiny 2,0 mm, která bude působit jako spojitý nosník na celou délku haly. (poznámka: čím větší výška vaznice, tím vyšší únosnost vaznice a tedy tím vyšší zatížení na vaznici může působit).

**Návrh: Tenkostěnná vaznice Z 240/2,0**  
ocel: S 350GD (dle výrobce)



SPOJITÝ NOSNÍK O 5 A VÍCE POLÍCH - PŘESAHY 0,6 m + 0,9 m

Profil		Přípustné rovnoměrné zatížení [kN/m] pro pole rozpětí L [m]																
		5.00	5.50	6.00	6.25	6.50	6.75	7.00	7.25	7.50	7.75	8.00	8.50	9.00	9.50	10.00	10.50	11.00
krajní : Z 240/2,5	1	7.20	6.09	5.23	4.81	4.43	4.09	3.79	3.52	3.28	3.06	2.86	2.48	2.16	1.90	1.67	1.49	1.33
	2	6.16	5.29	4.61	4.24	3.91	3.62	3.36	3.12	2.91	2.72	2.55	2.16	1.85	1.59	1.37	1.18	1.01
vnitřní : Z 240/2,0	3	-6.35	-5.14	-4.24	-3.89	-3.57	-3.30	-3.05	-2.83	-2.63	-2.45	-2.29	-2.00	-1.76	-1.56	-1.39	-1.25	-1.13
	4	-4.69	-3.75	-3.05	-2.78	-2.55	-2.34	-2.16	-1.99	-1.84	-1.71	-1.59	-1.38	-1.21	-1.06	-0.94	-0.84	-0.75
	5	9.91	7.44	5.73	5.07	4.51	4.03	3.61	3.25	2.94	2.66	2.42	2.02	1.70	1.44	1.24	1.07	0.93
	6	6.61	4.96	3.82	3.38	3.01	2.69	2.41	2.17	1.96	1.77	1.61	1.34	1.13	0.96	0.83	0.71	0.62

Únosnost dle ČSN EN 1993-1-3:

Řádek č. 1 : Únosnost bez vlivu osové síly (návrhová hodnota)

Řádek č. 2 : Únosnost s vlivem osové síly 15 kN (návrhová hodnota, osová síla v tlaku nebo tahu)

Řádek č. 3 : Únosnost pro sání bez vlivu osové síly (návrhová hodnota)

Řádek č. 4 : Únosnost pro sání s vlivem osové síly 15 kN (návrhová hodnota, osová síla v tlaku nebo tahu)

Řádek č. 5 : Maximální zatížení pro deformaci L/200 (charakteristická hodnota, únosnost dle MSU není zohledněna)

Řádek č. 6 : Maximální zatížení pro deformaci L/300 (charakteristická hodnota, únosnost dle MSU není zohledněna)



# Příklad návrhu tenkostěnné vaznice ... pokračování

## Posouzení

Posouzení provedeme porovnáním vypočtených účinků zatížení s maximálními dovolenými hodnotami zatížení stanovených výrobcem (viz tabulky výrobce).

Interpolací určíme maximální přípustnou hodnotu zatížení vaznice při rozpětí pole  $L = 6,6$  m. Aby návrh vyhověl, vypočtené účinky zatížení musí být menší než maximální možné zatížení vaznice.

### 1) MSÚ

#### Kombinace (1)

Uvažujeme 1. řádek z tabulky – únosnost bez vlivu osově síly

$$q_{Ed,max(1)} = 4,43 - \frac{(4,43 - 4,09)}{(6,75 - 6,50)} \cdot (6,6 - 6,50)$$

$$q_{Ed,max(1)} = 4,29 \text{ kN/m} > q_{Ed(1)} = 4,2 \text{ kN/m}$$

$L = 6,6$  m

Rozpětí pole vaznice

SPOJITÝ NOSNÍK O 5 A VÍCE POLÍCH - PŘESAHY 0,6 m + 0,9 m

Profil		Přípustné rovnoměrné zatíže						
		5.00	5.50	6.00	6.25	6.50	6.75	7.00
krajní : Z 240/2,5	1	7.20	6.09	5.23	4.81	4.43	4.09	3.79
	2	6.16	5.29	4.61	4.24	3.91	3.62	3.36
vnitřní : Z 240/2,0	3	-6.35	-5.14	-4.24	-3.89	-3.57	-3.30	-3.05
	4	-4.69	-3.75	-3.05	-2.78	-2.55	-2.34	-2.16
	5	9.91	7.44	5.73	5.07	4.51	4.03	3.61
	6	6.61	4.96	3.82	3.38	3.01	2.69	2.41

Maximální možné zatížení vaznice pro dané rozpětí

→ vaznice Z 240/2,0 pro kombinaci MSÚ(1) **vyhovuje**

## Příklad návrhu tenkostěnné vaznice ... pokračování

### 1) MSÚ

#### Kombinace (2)

Uvažujeme 3. řádek z tabulky  
– únosnost pro sání bez vlivu osově síly

$$q_{Ed,max(2)} = -3,57 + \frac{(-3,57 + 3,30)}{(6,75 - 6,50)} \cdot (6,6 - 6,50)$$

$$q_{Ed,max(2)} = -3,46 \text{ kN/m}$$

$$|q_{Ed,max(2)}| = 3,46 \text{ kN/m} > |q_{Ed(2)}| = 3,23 \text{ kN/m}$$

L = 6,6 m

Rozpětí pole vaznice

SPOJITÝ NOSNÍK O 5 A VÍCE POLÍCH - PŘESAHY 0,6 m + 0,9 m

Profil		Přípustné rovnoměrné zatížení						
		5.00	5.50	6.00	6.25	6.50	6.75	7.00
krajní : Z 240/2,5	1	7.20	6.09	5.23	4.81	4.43	4.09	3.79
	2	6.16	5.29	4.61	4.24	3.91	3.62	3.36
	3	-6.35	-5.14	-4.24	-3.89	-3.57	-3.30	-3.05
vnitřní : Z 240/2,0	4	-4.69	-3.75	-3.05	-2.78	-2.55	-2.34	-2.16
	5	9.91	7.44	5.73	5.07	4.51	4.03	3.61
	6	6.61	4.96	3.82	3.38	3.01	2.69	2.41

Maximální možné zatížení vaznice pro dané rozpětí

→ vaznice Z 240/2,0 pro kombinaci MSÚ(2) **vyhovuje**

# Příklad návrhu tenkostěnné vaznice ... pokračování

## 2) MSP

Uvažujeme 5. řádek z tabulky  
 – maximální zatížení pro deformaci L/200

$$q_{Ek,max} = 4,51 - \frac{(4,51 - 4,03)}{(6,75 - 6,50)} \cdot (6,6 - 6,50)$$

$$q_{Ek,max} = 4,19 \text{ kN/m} > q_{Ek} = 2,40 \text{ kN/m}$$

L = 6,6 m

Rozpětí pole vaznice

SPOJITÝ NOSNÍK O 5 A VÍCE POLÍCH - PŘESAHY 0,6 m + 0,9 m

Profil		Připustné rovnoměrné zatíže							
		5.00	5.50	6.00	6.25	6.50	6.75	7.00	
krajní : Z 240/2,5	1	7.20	6.09	5.23	4.81	4.43	4.09	3.79	
	2	6.16	5.29	4.61	4.24	3.91	3.62	3.36	
	3	-6.35	-5.14	-4.24	-3.89	-3.57	-3.30	-3.05	
vnitřní : Z 240/2,0	4	-4.69	-3.75	-3.05	-2.78	-2.55	-2.34	-2.16	
	5	9.91	7.44	5.73	5.07	4.51	4.03	3.61	
	6	6.61	4.96	3.82	3.38	3.01	2.69	2.41	

Maximální možné zatížení vaznice pro dané rozpětí

→ vaznice Z 240/2,0 pro kombinaci MSP vyhovuje