

MASLEN

TABUĽKY STATICKÝCH HODNÔT A ÚNOSNOSTI



TRAPÉZOVÉ PLECHY

T-12

Objednávateľ : Ľuboslav DÉRER,
riaditeľ spoločnosti

Vypracoval : prof. Ing. Ján Hudák, CSc.
Ing. Tatiana Hudáková .

Košice, 2016

STATICKÝ VÝPOČET ÚNOSNOSTI TRAPEZOVÝCH PLECHOV V ZMYSLE EC 3:

T- 12

OBSAH

1. PODMIENKY VÝPOČTU STATICKÝCH HODNÔT DIMENZAČNÝCH TABULIEK	4
1.1 Úvod	4
1.2 Označenie profilov	4
1.3 Medzný stav únosnosti	4
1.4 Medzný stav použiteľnosti	6
1.5 Stanovenie prierezových charakteristík	8
1.5.1 Prostý tlak steny podpretej	8
1.5.2 Prostý ohyb steny podpretej	9
1.5.3 Súčasný tlak a ohyb steny podpretej	9
1.5.4 Prostý tlak steny prečnievajúcej	9
1.5.5 Súčasný tlak a ohyb steny prečnievajúcej	9
1.5.6 Efektívna šírka tlačných stien prierezu	10
1.5.7 Prierezové charakteristiky	12
2. PRIEREZOVÉ CHARAKTERISTIKY TRAPEZOVÝCH PLECHOV	15
2.1 TRAPEZ T - 12	15
3. MEDZNÉ ZAŤAŽENIA TRAPEZOVÝCH PLECHOV	17
3.1 TRAPEZ T - 12	17
NORMY, LITERATÚRA	26

PREDSLOV

Predmetom analýzy bolo vypracovanie statických parametrov ohýbaných plechov TRAPÉZ T-12 za účelom stanovenia skutočných a efektívnych prierezových charakteristík. Pre tieto charakteristiky boli určené medzné hodnoty rovnomerného zaťaženia prostých a spojitých nosníkov z hľadiska medzného stavu únosnosti a použiteľnosti. Metodika výpočtu bola realizovaná v zmysle EC 3.

Aby sa mohla určiť únosnosť navrhovaných profilov T-12 v rámci tohto zadania boli spracované programy v jazyku TURBO PASCAL:

- Prierezové charakteristiky plného prierezu
- Prierezové charakteristiky redukovaného prierezu v normálnej polohe
- Prierezové charakteristiky redukovaného prierezu v reverznej polohe
- Tabuľky únosnosti nosníkov z plechov v normálnej polohe
- Tabuľky únosnosti nosníkov z plechov v reverznej polohe.

Prostredníctvom uvedených programov bolo potrebné spracovať:

- Tabuľky prierezových charakteristík
- Tabuľky medzného zaťaženia trapézových plechov pre vybrané hrúbky. Pre plechy T-12 sú uvažované hrúbky 0,50; 0,60; 0,75; 0,88; a 1,0 mm.
- Uvažujú sa pevnostné triedy ocele: S 220 GD, S 250 GD a S 320 GD.

U profilov T-12 sa uvažuje namáhanie ohybom a šmykom. Pri ohybe je priebeh napätí po výške prierezu lineárny v tvare trojuholníka. Jedná časť pod neutrálnou osou bude ťahaná a druhá časť prierezu na opačnej strane bude tlačaná. A v tejto tlačenej oblasti dochádza k vydúvaniu stienok ak je prekročená ich medná štíhlosť. Pre navrhovaný prierez dochádza k vydúvaniu iba pásovej časti, kým u stienok pri hrúbkach väčších ako 0,75 mm u toho profilu k vydúvaniu nedochádza. Účinný prierez bol stanovený v zmysle EC 3.

V prípade namáhania priečnou silou uvažuje sa so vzpernou únosnosťou stienok v mieste uloženia. Predpokladá sa minimálna šírka uloženia na podperu 60 mm.

1. PODMIENKY VÝPOČTU STATICKÝCH HODNÔT DIMENZAČNÝCH TABUĽIEK

1.1 ÚVOD

Účelom výpočtu bolo vypracovanie tabuliek statických hodnôt prierezových charakteristík a dimenzačných tabuliek hodnôt medzných zaťažení trapezových plechov v zmysle metódy medzných stavov z hľadiska podmienok spoľahlivosti únosnosti a použiteľnosti. Vo výpočte sa uvažovali prierezové charakteristiky efektívnych prierezov, u ktorých sa zohľadnilo vydúvanie tlačenej stien. Pre tieto charakteristiky boli učené medzné hodnoty rovnomerného zaťaženia prostých a spojitých nosníkov z hľadiska medzného stavu **únosnosti** a medzného stavu **použitelnosti**. Metodika výpočtu bola realizovaná v zmysle ENV 1993-1-1 (Eurokód 3).

1.2 OZNAČENIE PROFILOV

Profily sú označované štandardne TRAPEZ T-12. Poloha trapézových profilov sa môže vyskytnúť ako normálna a reverzná.

1.3 MEDZNÝ STAV ÚNOSNOSTI

Pre stanovenie navrhovej hodnoty zaťaženia q z hľadiska podmienky spoľahlivosti medzného stavu únosnosti sa vychádza z teoreticky stanovených ohybových a šmykových únosnosti efektívneho prierezu v charakteristických prierezoch prostého a spojitého nosníka. Vychádza sa z podmienky, že efektívny prierez je plne využitý t.j. že v horných a dolných vláknach je dosiahnutá hodnota medze kľuzu f_y / γ_{M1} . Predpokladá sa, že efektívny prierez sa po dĺžke nosníka nemení a je stanovený v mieste plného využitia napätia. Zmena veľkosti spolupôsojacej šírky tlačenej steny sa zanedbáva. O únosnosti profilu rozhoduje najviac namáhaný prierez nosníka.

Návrhové hodnoty únosností stanovené z podmienky pevnosti medzného stavu únosnosti sú v tabuľkách označované symbolom *.

a) Nosník o jednom poli

Pre nosník o jednom poli bude hodnota medzného zaťaženia stanovená z podmienky pevnosti

$$M_{Ed} \leq M_{Rd} \quad (1)$$

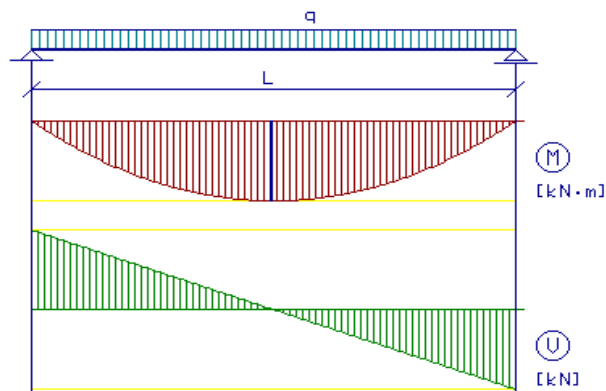
Hodnoty momentov účinku a únosnosti nosníka budú

$$M_{Ed} = 1/8 \cdot q \cdot L^2 \quad (2)$$

$$M_{Rd} = W_{y,eff,min} \cdot f_y / \gamma_{M1} \quad (3)$$

Hodnota medzného zaťaženia je potom stanovená zo vzťahu

$$q = 8 \cdot W_{y,eff,min} \cdot f_y / \gamma_{M1} \cdot 1/L^2 \quad (4)$$

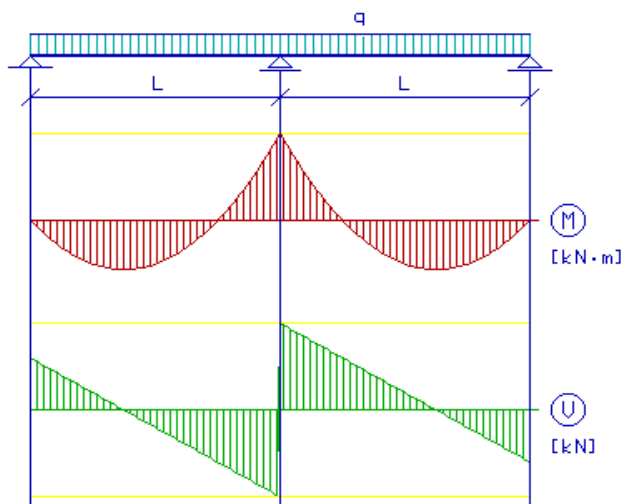


Obr. 1.1: Priebeh ohybových momentov M_{Ed} a priečných síl V_{Ed} jednopoložného nosníka

b) Nosník o dvoch poliach

Podobne pre nosník o dvoch poliach bude hodnota medzného zaťaženia stanovená stanovené zo vzťahu

$$q = 8 \cdot W_{y,eff,min} \cdot f_y / \gamma_{M1} \cdot 1/L^2 \quad (5)$$

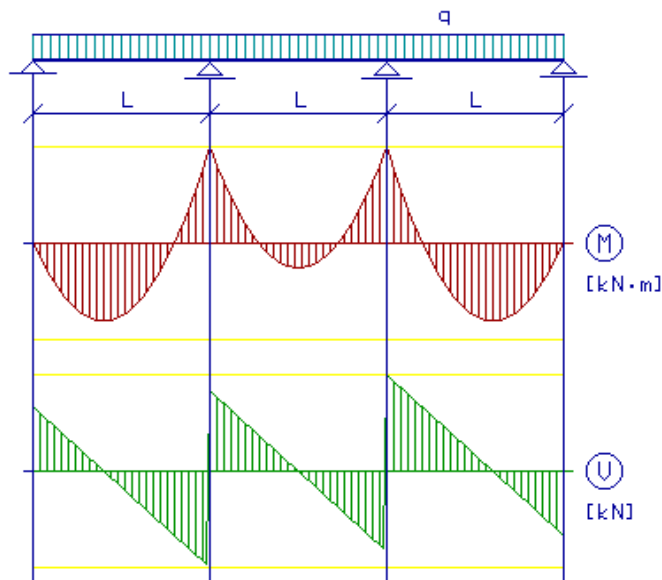


Obr. 1.2: Priebeh ohybových momentov M_{Ed} a priečných síl V_{Ed} dvojpoložného nosníka

c) Nosník o troch poliach

Pre nosník o troch poliach bude hodnota medzného zaťaženia stanovená stanovené zo vzťahu

$$q = 10 \cdot W_{y,eff,min} \cdot f_y / \gamma_{M1} \cdot 1/L^2 \quad (6)$$



Obr. 1.3: Priebeh ohybových momentov M_{Ed} a priečných síl V_{Ed} trojpoľového nosníka

1.4 MEDZNÝ STAV POUŽÍVATEĽNOSTI

Pre stanovenie navrhovej hodnoty zaťaženia q z hľadiska podmienky spoľahlivosti medzného stavu použiteľnosti sa vychádzalo z predpokladu pružného pôsobenia profilu a z podmienky maximálneho prípustného priehybu. Predpokladá sa, že efektívny prierez po dosiahnutí medzného priehybu sa po dĺžke nemení. Výsledné medzné charakteristické zaťaženie sa určuje z hodnôt stanovených z obmedzenia vertikálnych priehybov $L/200$, $L/250$ a $L/300$.

a) Nosník o jednom poli

Pre nosník o jednom poli bude hodnota medzného zaťaženia stanovená z podmienky priehybu

$$\delta_{\max} \leq \delta_{\lim} \quad (7)$$

Hodnoty medzného a limitného priehybu nosníka budú

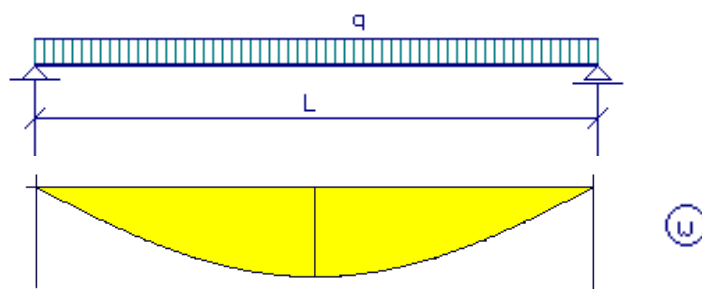
$$\delta_{\max} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q/\gamma_F \cdot L^4}{E \cdot I_{y,eff}} \quad (8)$$

$$\delta_{\lim} = \frac{L}{200} \quad (9)$$

Hodnota medzného zaťaženia je potom stanovená zo vzťahu

$$q = 76,8 \cdot \delta_{\lim} \cdot \gamma_F \cdot E \cdot I_{y,eff} / L^4 \quad (10)$$

kde E je modul pružnosti ocele. (Uvažuje sa z hodnotou 210000 MPa).

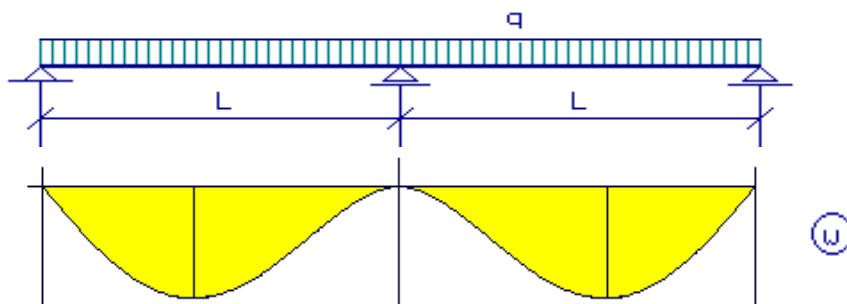


Obr. 1.4: Priehyb jednopol'ového nosníka δ

b) Nosník o dvoch poliach

Podobne pre nosník o dvoch poliach bude hodnota medzného zaťaženia stanovená stanovené zo vzťahu

$$q = 185,185 \cdot \delta_{\text{lim}} \cdot \gamma_F \cdot E \cdot I_{y,\text{eff}} / L^4 \quad (11)$$

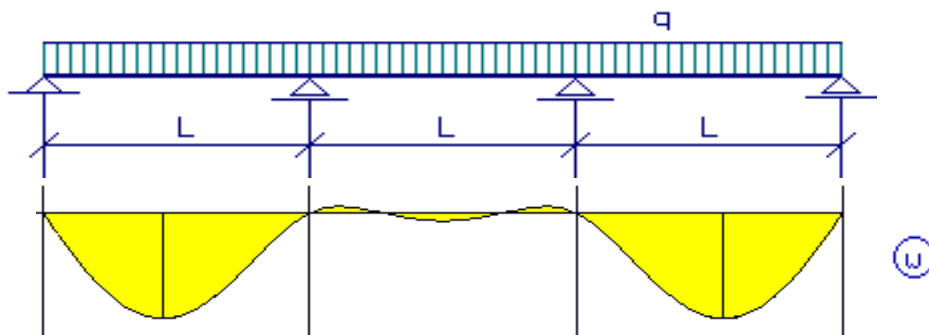


Obr. 1.5: Priehyb dvojpol'ového nosníka δ

c) Nosník o troch poliach

Pre nosník o troch poliach bude hodnota medzného zaťaženia stanovená stanovené zo vzťahu

$$q = 147,059 \cdot \delta_{\text{lim}} \cdot \gamma_F \cdot E \cdot I_{y,\text{eff}} / L^4 \quad (12)$$

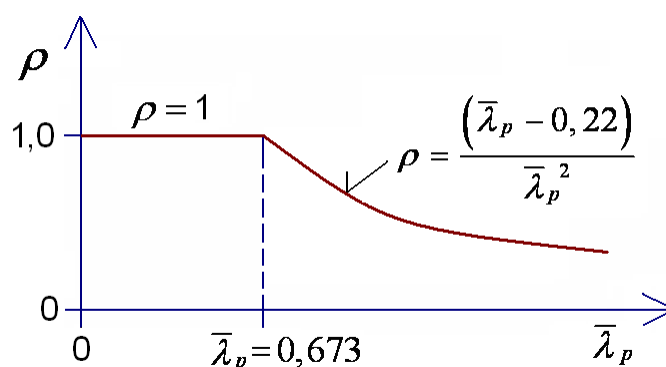


Obr. 1.6: Priehyb trojpol'ového nosníka δ

1.5 STANOVENIE PRIEREZOVÝCH CHARAKTERISTÍK

Tenkostenný prierez pozostáva zo súboru tenkých stien. Pri výpočte únosnosti takého prierezu so štíhlymi stenami namáhaného tlakom eventuálne ohybom sa uvažuje s efektívnymi prierezovými charakteristikami. Pre každý taký prierez je potrebné separátne určovať parametre steny:

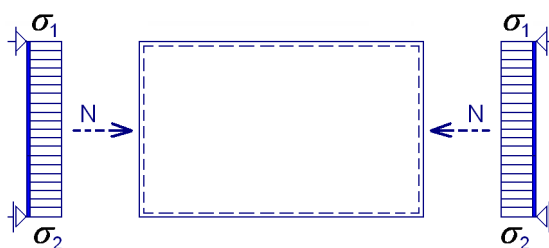
- | | |
|----------------------------------|-------------------|
| - pomer krajných napätí | ψ |
| - štíhlosť steny | \bar{b}/t_w |
| - súčiniteľ kritického napätia | k_σ |
| - redukovaná štíhlosť | $\bar{\lambda}_p$ |
| - redukčný súčiniteľ | ρ |
| - efektívne šírky stien a pásnic | b_{eff} |



Obr. 1.7: Priebeh redukčného súčiniteľa ρ

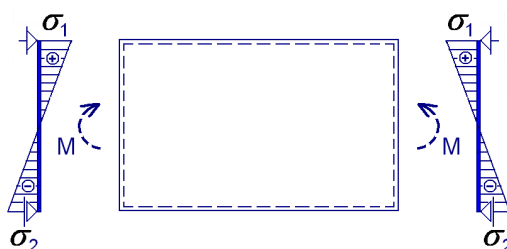
V prípade steny obojstranne podporetej je možno uvažovať s namáhaním tlaku a ohybu vyšetrovanej steny tenkostenného prierezu.

1.5.1 Prostý tlak steny podporetej



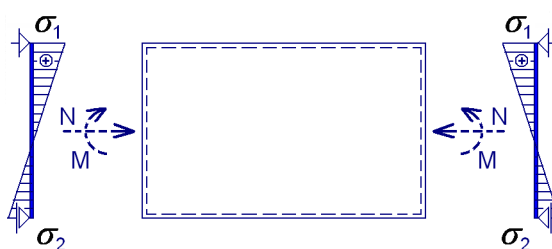
Obr. 1.8: Namáhanie steny tlakom

1.5.2 Prostý ohyb steny podpretej



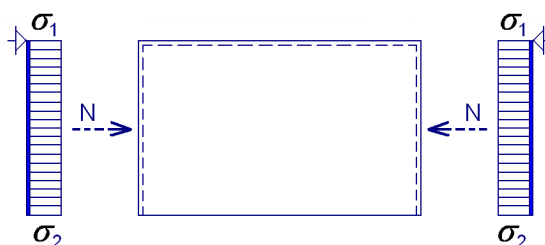
Obr. 1.9: Namáhanie steny ohybom

1.5.3 Súčasný tlak a ohyb steny podpretej



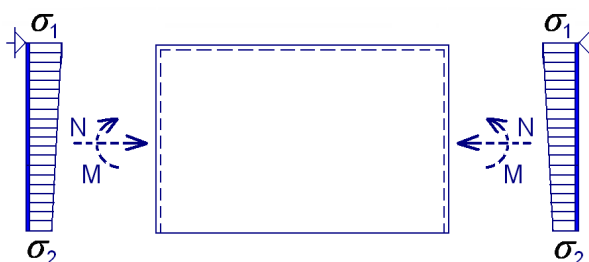
Obr. 1.10: Namáhanie steny kombináciou tlaku a ohybu

1.5.4 Prostý tlak steny prečnievajúcej



Obr. 1.11: Namáhanie steny tlakom

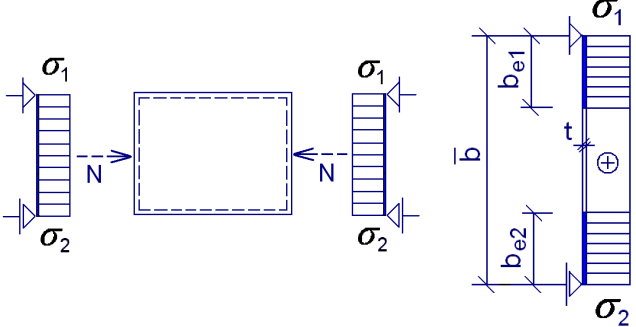
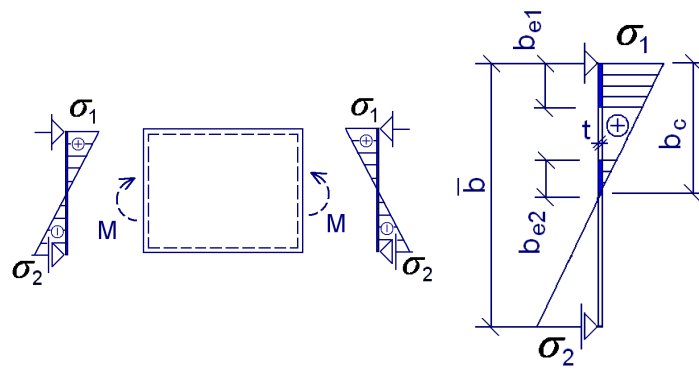
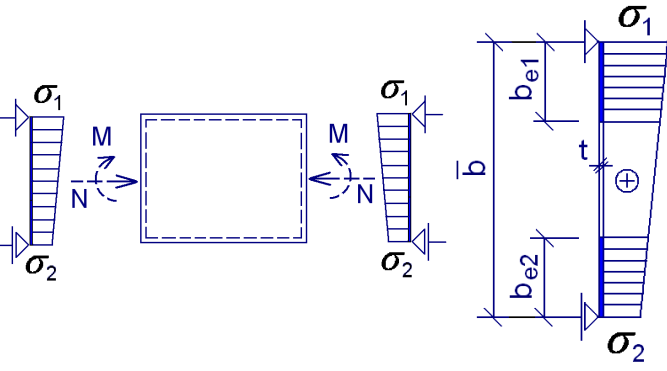
1.5.5 Súčasný tlak a ohyb steny prečnievajúcej



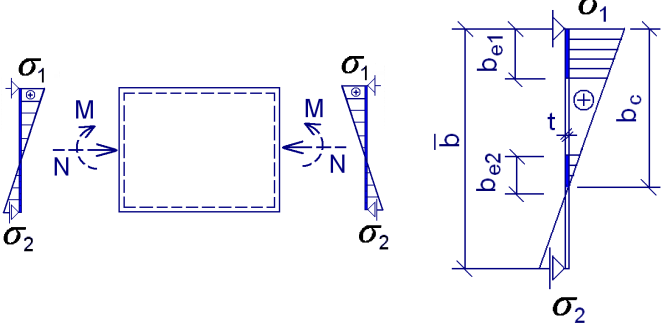
Obr. 1.12: Namáhanie steny kombináciou tlaku a ohybu

1.5.6 Efektívna šírka tlačných stien prierezu

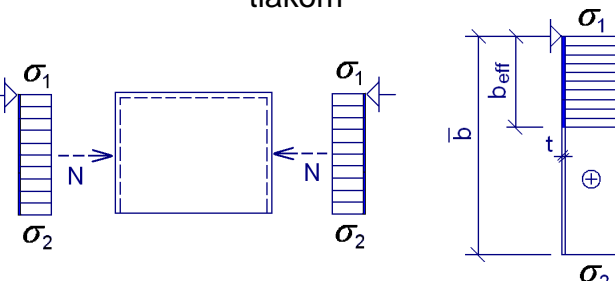
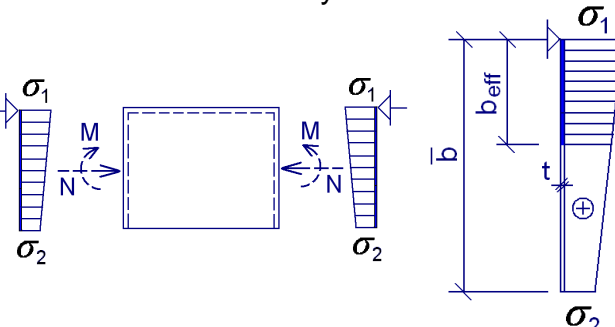
Tab. 1: Riešenie stability steny pre vnútorné tlačné časti prierezu

Typ namáhania steny	Výpočtové parametre steny
<p data-bbox="454 472 813 510">Namáhanie steny tlakom</p> 	$\psi = \sigma_2 / \sigma_1 = 1$ $\bar{\lambda}_p = \frac{\bar{b}/t}{28,4 \cdot \varepsilon \cdot \sqrt{k_\sigma}}$ $\varepsilon = \sqrt{235/f_y}$ $k_\sigma = 4$ $\rho = (\bar{\lambda}_p - 0,22) / \bar{\lambda}_p^2$ $b_{eff} = \rho \cdot \bar{b}$ $b_{e1} = 0,5 \cdot b_{eff}$ $b_{e2} = 0,5 \cdot b_{eff}$
<p data-bbox="454 947 813 985">Namáhanie steny ohybom</p> 	$\psi = \sigma_2 / \sigma_1 = -1$ $\bar{\lambda}_p = \frac{\bar{b}/t}{28,4 \cdot \varepsilon \cdot \sqrt{k_\sigma}}$ $\varepsilon = \sqrt{235/f_y}$ $k_\sigma = 23,9$ $\rho = (\bar{\lambda}_p - 0,22) / \bar{\lambda}_p^2$ $b_{eff} = \rho \cdot b_c$ $b_{e1} = 0,4 \cdot b_{eff}$ $b_{e2} = 0,6 \cdot b_{eff}$
<p data-bbox="375 1422 734 1500">Namáhanie steny tlakom a ohybom</p> 	$0 \leq \psi = \sigma_2 / \sigma_1 \leq 1$ $\bar{\lambda}_p = \frac{\bar{b}/t}{28,4 \cdot \varepsilon \cdot \sqrt{k_\sigma}}$ $\varepsilon = \sqrt{235/f_y}$ $k_\sigma = \frac{8,2}{1,05 + \psi}$ $\rho = (\bar{\lambda}_p - 0,22) / \bar{\lambda}_p^2$ $b_{eff} = \rho \cdot \bar{b}$ $b_{e1} = \frac{2 \cdot b_{eff}}{5 - \psi}$ $b_{e2} = b_{eff} - b_{e1}$

Tab. 1: Riešenie stability steny pre vnútorné tlačené časti prierezu - pokračovanie tabuľky

Typ namáhania steny	Výpočtové parametre steny
<p>Namáhanie steny tlakom a ohybom</p> 	$\psi = \sigma_2 / \sigma_1 \leq 0$ $\bar{\lambda}_p = \frac{\bar{b}/t}{28,4 \cdot \varepsilon \cdot \sqrt{k_\sigma}}$ $\varepsilon = \sqrt{235/f_y}$ $k_\sigma = 7,81 - 6,29 \cdot \psi + 9,78 \cdot \psi^2$ $\rho = (\bar{\lambda}_p - 0,22) / \bar{\lambda}_p^2$ $b_{eff} = \rho \cdot b_c = \rho \cdot \bar{b} / (1 - \psi)$ $b_{e1} = 0,4 \cdot b_{eff}$ $b_{e2} = 0,6 \cdot b_{eff}$

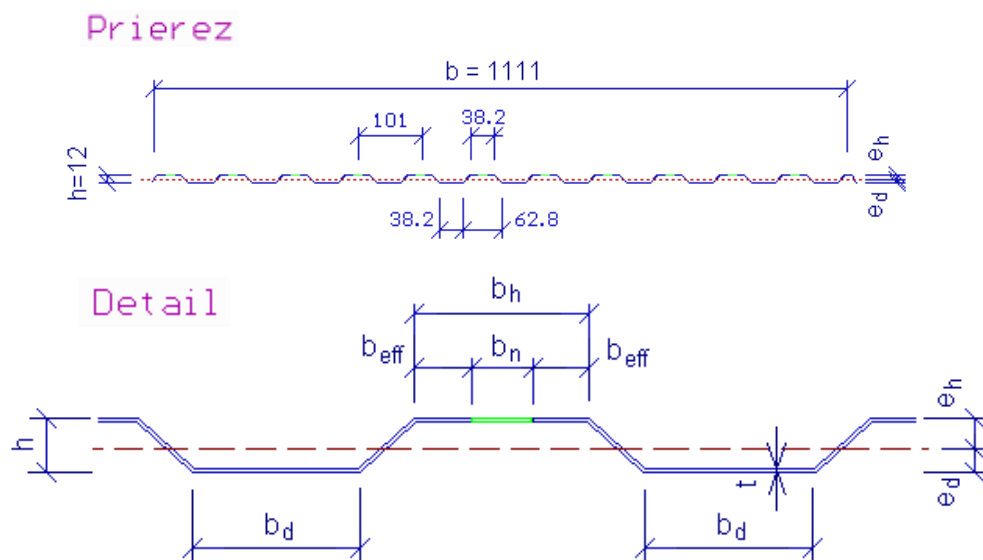
Tab. 2: Riešenie stability steny pre prečnievajúce tlačené časti prierezu

Typ namáhania steny	Výpočtové parametre steny
<p>Namáhanie steny tlakom</p> 	$\psi = \sigma_2 / \sigma_1 = 1$ $\bar{\lambda}_p = \frac{\bar{b}/t}{28,4 \cdot \varepsilon \cdot \sqrt{k_\sigma}}$ $\varepsilon = \sqrt{235/f_y}$ $k_\sigma = 0,43$ $\rho = (\bar{\lambda}_p - 0,22) / \bar{\lambda}_p^2$ $b_{eff} = \rho \cdot \bar{b}$
<p>Namáhanie steny tlakom a ohybom</p> 	$0 \leq \psi = \sigma_2 / \sigma_1 \leq 1$ $\bar{\lambda}_p = \frac{\bar{b}/t}{28,4 \cdot \varepsilon \cdot \sqrt{k_\sigma}}$ $\varepsilon = \sqrt{235/f_y}$ $k_\sigma = \frac{0,578}{\psi + 0,34}$ $\rho = (\bar{\lambda}_p - 0,22) / \bar{\lambda}_p^2$ $b_{eff} = \rho \cdot \bar{b}$

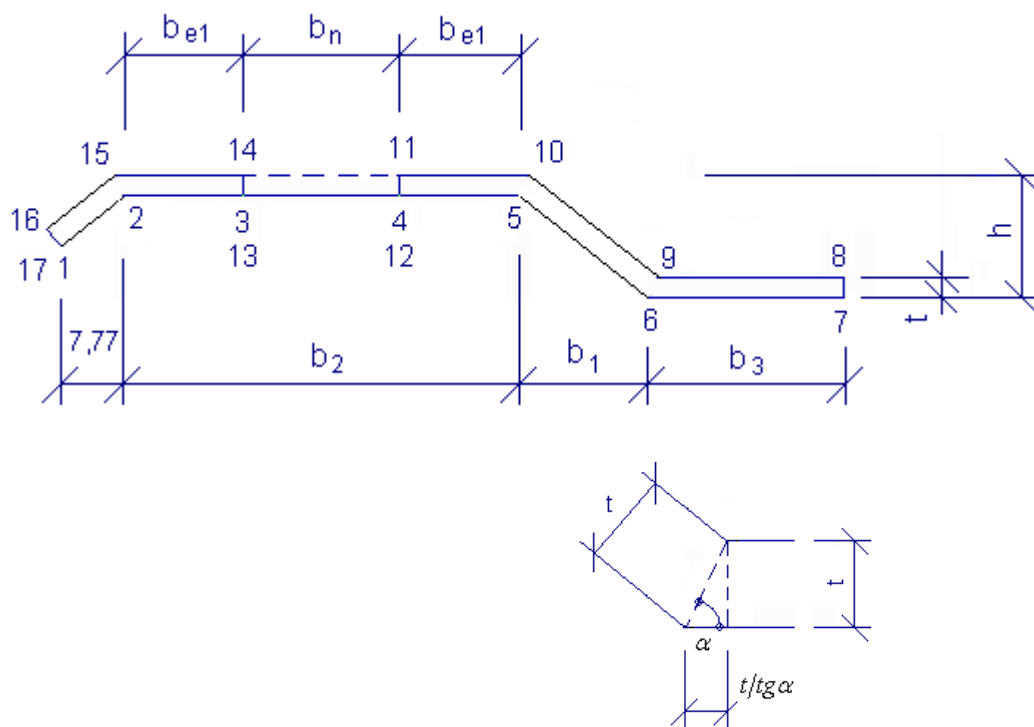
Efektívna šírka tlačných stien je závislá na priebehu normálových napätí v stene.

1.5.7 Prierezové charakteristiky

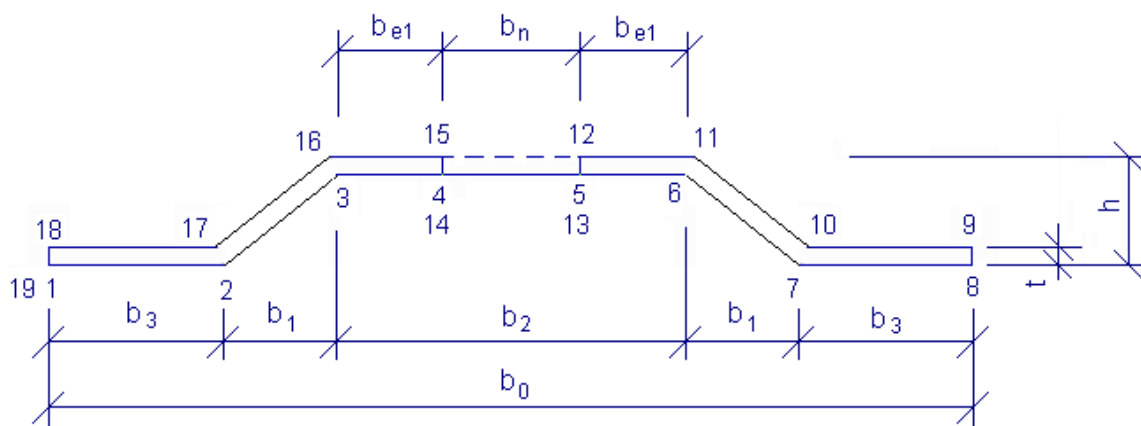
Hlavné prierezové veličiny tenkostenného prierezu sú určované z efektívnych rozmerov jednotlivých stien, vytvárajúcich tenkostenný profil.



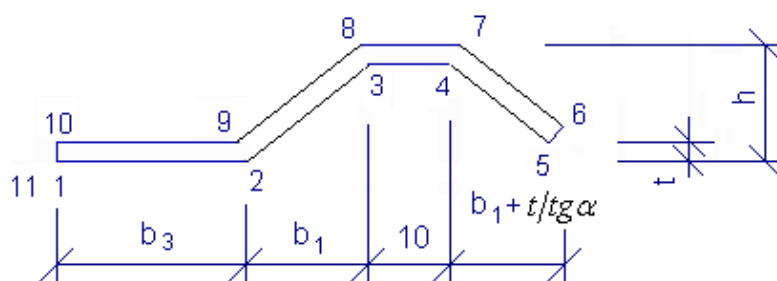
Obr. 1.13: Vyznačenie efektívnych šírok v stenách prierezu



Obr. 1.14: Krajný diel ľavý



Obr. 1.15: Vnútorý diel 10x



Obr. 1.16: Krajný diel pravý

Plocha efektívneho prierezu

$$A_{eff} = \sum A_{i,eff} \quad (13)$$

Ťažisko efektívneho prierezu

$$z_{eff} = \frac{\sum A_{i,eff} \cdot z_i}{A_{eff}} \quad (14)$$

Moment zotrvačnosti efektívneho prierezu

$$I_{y,eff} = \sum (I_{y,i,eff} + A_{i,eff} \cdot z_i^2) \quad (15)$$

Prierezový modul efektívneho prierezu

$$W_{y,eff} = \frac{I_{y,eff}}{z_{eff}} \quad (16)$$

ŠÍRKA VNÚTORNÝCH PODPIER:

Trapezové plechy sú uložené na podperných podsystemoch. Šírky podpier ovplyvňujú hodnoty ohybového momentu. Odporúčaná minimálna šírka vnútorných podpier pre spojitú nosníky je 60 mm.

Procedúra pre výpočet prierezových charakteristík

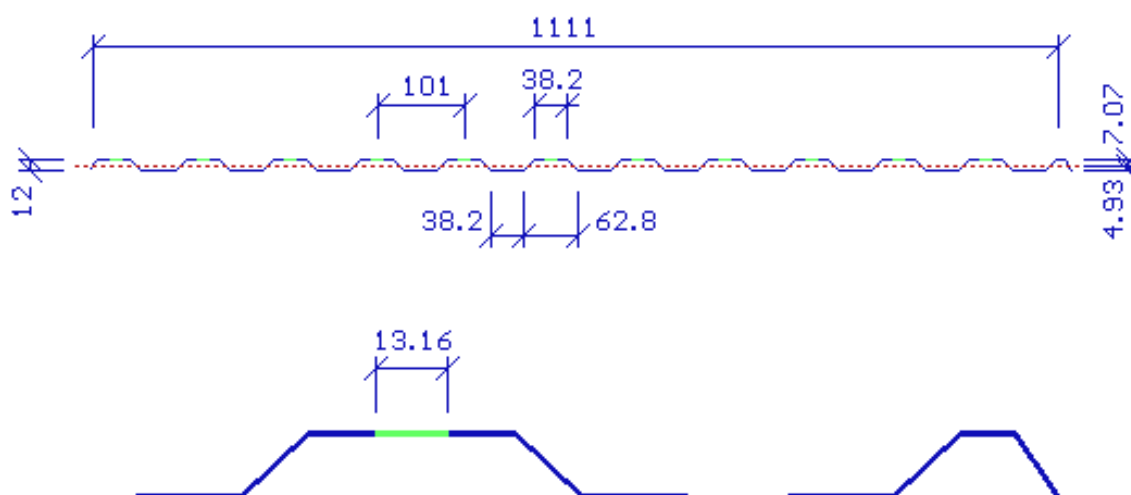
```

procedure VypocetPrierezu ;
var i :integer;
begin
  Iy:=0;Dyz:=0;Iz:=0;A:=0;y0:=0;z0:=0;Rxx:=0;
  for i:=1 to n do
    begin
      y1:=yy[i]; z1:=zz[i];
      if i<n then begin y2:=yy[i+1]; z2:=zz[i+1]; end;
      if i=n then begin y2:=yy[1]; z2:=zz[1]; end;
      A:=A+(z2-z1)*(y2+y1)/2;
      y0:=y0+(z2-z1)/8*(sqr(y2+y1)+sqr(y2-y1)/3);
      z0:=z0-(y2-y1)/8*(sqr(z2+z1)+sqr(z2-z1)/3);
      Iy:=Iy-(y2-y1)*(z2+z1)/24*(sqr(z2+z1)+sqr(z2-z1));
      Iz:=Iz+(z2-z1)*(y2+y1)/24*(sqr(y2+y1)+sqr(y2-y1));
      Dyz:=Dyz-sqr(z2-z1)*sqr(y2-y1)/8-(z2-z1)*(y2-y1)*(y1*z2+2*y2*z1)/6-
        (y2-y1)*(y2+y1)*sqr(z1)/4;
    end;
  { writeln('      A = ',A:10);}
  if A<>0 then
    begin
      y0:=y0/A;          { writeln('      y0 = ',y0:10); }
      z0:=z0/A;          { writeln('      z0 = ',z0:10); }
      Iy:=Iy-A*sqr(z0);  { writeln('      Iy = ',Iy:10); }
      Iz:=Iz-A*sqr(y0);  { writeln('      Iz = ',Iz:12); }
      Dyz:=Dyz-A*y0*z0;  { writeln('      Dyz = ',Dyz:12); }
      y1:=abs(Iy+Iz)/10000;
      if abs(Iy-Iz)<y1
        then begin if abs(Dyz)<y1 then Rxx:=0 else Rxx:=Pi/4 end
        else Rxx:=arctan(2*Dyz/(Iz-Iy))/2;
        if abs(Rxx)<1e-5 then Rxx:=0;
    end;
end; { VypocetPrierezu }

```

2. PRIEREZOVÉ CHARAKTERISTIKY TRAPÉZOVÝCH PLECHOV

2.1 TRAPEZ T-12



Obr. 2.1: Tvar plechu T-12

PRIEREZOVÉ CHARAKTERISTIKY

Oceľ S 220 GD

t [mm]	b [mm]	b_h [mm]	b_d [mm]	e_h [mm]	e_d [mm]	$I_{y,eff}$ [mm ⁴]	$W_{y,eff,h}$ [mm ³]	$W_{y,eff,d}$ [mm ³]
0,50	1111	38,2	38,2	6,663	5,337	13,504	2,026	2,530
0,60	1111	38,2	38,2	6,424	5,576	16,879	2,627	3,027
0,75	1111	38,2	38,2	6,143	5,857	21,922	3,568	3,743
0,88	1111	38,2	38,2	5,963	6,037	26,162	4,387	4,333
1,00	1111	38,2	38,2	5,899	6,101	29,500	5,001	4,835
Násob.	-	-	-	-	-	10 ³	10 ³	10 ³

PRIEREZOVÉ CHARAKTERISTIKY

Oceľ S 250 GD

t [mm]	b [mm]	b_h [mm]	b_d [mm]	e_h [mm]	e_d [mm]	$I_{y,eff}$ [mm ⁴]	$W_{y,eff,h}$ [mm ³]	$W_{y,eff,d}$ [mm ³]
0,50	1111	38,2	38,2	6,825	5,175	12,941	1,896	2,500
0,60	1111	38,2	38,2	6,585	5,415	16,214	2,462	2,994
0,75	1111	38,2	38,2	6,295	5,705	21,152	3,360	3,707
0,88	1111	38,2	38,2	6,100	5,900	25,357	4,157	4,298
1,00	1111	38,2	38,2	5,958	6,042	29,109	4,885	4,818
Násob.	-	-	-	-	-	10 ³	10 ³	10 ³

PRIEREZOVÉ CHARAKTERISTIKY

Oceľ S 320 GD

t [mm]	b [mm]	b_h [mm]	b_d [mm]	e_h [mm]	e_d [mm]	$I_{y,eff}$ [mm ⁴]	$W_{y,eff,h}$ [mm ³]	$W_{y,eff,d}$ [mm ³]
0,50	1111	38,2	38,2	7,124	4,876	11,890	1,669	2,438
0,60	1111	38,2	38,2	6,893	5,107	14,935	2,166	2,924
0,75	1111	38,2	38,2	6,600	5,400	19,599	2,969	3,629
0,88	1111	38,2	38,2	6,392	5,608	23,642	3,699	4,216
1,00	1111	38,2	38,2	6,230	5,770	27,317	4,384	4,734
Násob.	-	-	-	-	-	10 ³	10 ³	10 ³

3. MEDZNÉ ZAŤAŽENIA TRAPÉZOVÝCH PLECHOV

3.1 TRAPEZ T - 12



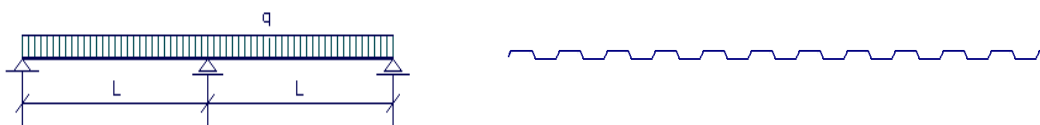
TRAPEZ T - 12

Oceľ S 220 GD

t [mm]	g [kg/m ²]	Kritérium pre * pevnosť max priehyb	Medzné zaťaženie q [kN/m ²] pre rozpätie L [m] ^{1), 2)}								
			0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75
0,50	4,416	*	4.96	2.79	1.79	1.24	0.91	0.70	0.55	0.45	0.37
		$L/200$	3.25	1.37	0.70	0.41	0.26	0.17	0.12	0.09	0.07
		$L/250$	2.60	1.10	0.56	0.33	0.20	0.14	0.10	0.07	0.05
		$L/300$	2.17	0.91	0.47	0.27	0.17	0.11	0.08	0.06	0.04
0,60	5,299	*	6.43	3.62	2.32	1.61	1.18	0.90	0.71	0.58	0.48
		$L/200$	4.07	1.72	0.88	0.51	0.32	0.21	0.15	0.11	0.08
		$L/250$	3.25	1.37	0.70	0.41	0.26	0.17	0.12	0.09	0.07
		$L/300$	2.71	1.14	0.59	0.34	0.21	0.14	0.10	0.07	0.05
0,75	6,624	*	8.74	4.92	3.15	2.18	1.61	1.23	0.97	0.79	0.65
		$L/200$	5.28	2.23	1.14	0.66	0.42	0.28	0.20	0.14	0.11
		$L/250$	4.22	1.78	0.91	0.53	0.33	0.22	0.16	0.11	0.09
		$L/300$	3.52	1.49	0.76	0.44	0.28	0.19	0.13	0.10	0.07
0,88	7,772	*	10.75	6.04	3.87	2.69	1.97	1.51	1.19	0.97	0.80
		$L/200$	6.30	2.66	1.36	0.79	0.50	0.33	0.23	0.17	0.13
		$L/250$	5.04	2.13	1.09	0.63	0.40	0.27	0.19	0.14	0.10
		$L/300$	4.20	1.77	0.91	0.53	0.33	0.22	0.16	0.11	0.09
1,00	8,832	*	12.25	6.89	4.41	3.06	2.25	1.72	1.36	1.10	0.91
		$L/200$	7.11	3.00	1.53	0.89	0.56	0.37	0.26	0.19	0.14
		$L/250$	5.68	2.40	1.23	0.71	0.45	0.30	0.21	0.15	0.12
		$L/300$	4.74	2.00	1.02	0.59	0.37	0.25	0.18	0.13	0.10

POZNÁMKA:

- ¹⁾ Medzné zaťaženie z hľadiska pevnosti je stanovené ako **návrhová** hodnota
²⁾ Medzné zaťaženie z hľadiska priehybu je stanovené ako **charakteristická** hodnota



TRAPEZ T - 12

Oceľ S 220 GD

t [mm]	g [kg/m ²]	Kritérium pre * pevnosť max priehyb	Medzné zaťaženie q [kN/m ²] pre rozpätie L [m] ^{1), 2)}								
			0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75
0,50	4,416	*	4.96	2.79	1.79	1.24	0.91	0.70	0.55	0.45	0.37
		$L/200$	7.84	3.31	1.69	0.98	0.62	0.41	0.29	0.21	0.16
		$L/250$	6.27	2.65	1.36	0.78	0.49	0.33	0.23	0.17	0.13
		$L/300$	5.23	2.21	1.13	0.65	0.41	0.28	0.19	0.14	0.11
0,60	5,299	*	6.43	3.62	2.32	1.61	1.18	0.90	0.71	0.58	0.48
		$L/200$	9.80	4.14	2.12	1.23	0.77	0.52	0.36	0.26	0.20
		$L/250$	7.84	3.31	1.69	0.98	0.62	0.41	0.29	0.21	0.16
		$L/300$	6.54	2.76	1.41	0.82	0.51	0.34	0.24	0.18	0.13
0,75	6,624	*	8.74	4.92	3.15	2.18	1.61	1.23	0.97	0.79	0.65
		$L/200$	12.73	5.37	2.75	1.59	1.00	0.67	0.47	0.34	0.26
		$L/250$	10.19	4.30	2.20	1.27	0.80	0.54	0.38	0.28	0.21
		$L/300$	8.49	3.58	1.83	1.06	0.67	0.45	0.31	0.23	0.17
0,88	7,772	*	10.75	6.04	3.87	2.69	1.97	1.51	1.19	0.97	0.80
		$L/200$	15.20	6.41	3.28	1.90	1.20	0.80	0.56	0.41	0.31
		$L/250$	12.16	5.13	2.63	1.52	0.96	0.64	0.45	0.33	0.25
		$L/300$	10.13	4.27	2.19	1.27	0.80	0.53	0.38	0.27	0.21
1,00	8,832	*	12.25	6.89	4.41	3.06	2.25	1.72	1.36	1.10	0.91
		$L/200$	17.13	7.23	3.70	2.14	1.35	0.90	0.63	0.46	0.35
		$L/250$	13.71	5.78	2.96	1.71	1.08	0.72	0.51	0.37	0.28
		$L/300$	11.42	4.82	2.47	1.43	0.90	0.60	0.42	0.31	0.23

POZNÁMKA:

- ¹⁾ Medzné zaťaženie z hľadiska pevnosti je stanovené ako **návrhová** hodnota
²⁾ Medzné zaťaženie z hľadiska priehybu je stanovené ako **charakteristická** hodnota



TRAPEZ T - 12

Oceľ S 220 GD

t [mm]	g [kg/m ²]	Kritérium pre * pevnosť max priehyb	Medzné zaťaženie q [kN/m ²] pre rozpätie L [m] ^{1), 2)}								
			0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75
0,50	4,416	*	7.43	4.18	2.68	1.86	1.36	1.05	0.83	0.67	0.55
		$L/200$	5.48	2.31	1.18	0.69	0.43	0.29	0.20	0.15	0.11
		$L/250$	4.39	1.85	0.95	0.55	0.35	0.23	0.16	0.12	0.09
		$L/300$	3.66	1.54	0.79	0.46	0.29	0.19	0.14	0.10	0.07
0,60	5,299	*	9.65	5.43	3.47	2.41	1.77	1.36	1.07	0.87	0.72
		$L/200$	6.89	2.91	1.49	0.86	0.54	0.36	0.26	0.19	0.14
		$L/250$	5.51	2.32	1.19	0.69	0.43	0.29	0.20	0.15	0.11
		$L/300$	4.59	1.94	0.99	0.57	0.36	0.24	0.17	0.12	0.09
0,75	6,624	*	13.22	7.44	4.76	3.31	2.43	1.86	1.47	1.19	0.98
		$L/200$	9.04	3.81	1.95	1.13	0.71	0.48	0.33	0.24	0.18
		$L/250$	7.23	3.05	1.56	0.90	0.57	0.38	0.27	0.20	0.15
		$L/300$	6.03	2.54	1.30	0.75	0.47	0.32	0.22	0.16	0.12
0,88	7,772	*	16.47	9.26	5.93	4.12	3.03	2.32	1.83	1.48	1.23
		$L/200$	10.90	4.60	2.36	1.36	0.86	0.58	0.40	0.29	0.22
		$L/250$	8.72	3.68	1.88	1.09	0.69	0.46	0.32	0.24	0.18
		$L/300$	7.27	3.07	1.57	0.91	0.57	0.38	0.27	0.20	0.15
1,00	8,832	*	19.52	10.98	7.03	4.88	3.59	2.75	2.17	1.76	1.45
		$L/200$	12.60	5.32	2.72	1.57	0.99	0.66	0.47	0.34	0.26
		$L/250$	10.08	4.25	2.18	1.26	0.79	0.53	0.37	0.27	0.20
		$L/300$	8.40	3.54	1.81	1.05	0.66	0.44	0.31	0.23	0.17

POZNÁMKA:

- ¹⁾ Medzné zaťaženie z hľadiska pevnosti je stanovené ako **návrhová** hodnota
²⁾ Medzné zaťaženie z hľadiska priehybu je stanovené ako **charakteristická** hodnota



TRAPEZ T - 12

Oceľ S 250 GD

t [mm]	g [kg/m ²]	Kritérium pre * pevnosť max priehyb	Medzné zaťaženie q [kN/m ²] pre rozpätie L [m] ^{1), 2)}								
			0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75
0,50	4,416	*	5.28	2.97	1.90	1.32	0.97	0.74	0.59	0.47	0.39
		$L/200$	3.12	1.32	0.67	0.39	0.25	0.16	0.12	0.08	0.06
		$L/250$	2.49	1.05	0.54	0.31	0.20	0.13	0.09	0.07	0.05
		$L/300$	2.08	0.88	0.45	0.26	0.16	0.11	0.08	0.06	0.04
0,60	5,299	*	6.85	3.85	2.47	1.71	1.26	0.96	0.76	0.62	0.51
		$L/200$	3.91	1.65	0.84	0.49	0.31	0.21	0.14	0.11	0.08
		$L/250$	3.12	1.32	0.67	0.39	0.25	0.16	0.12	0.08	0.06
		$L/300$	2.60	1.10	0.56	0.33	0.20	0.14	0.10	0.07	0.05
0,75	6,624	*	9.35	5.26	3.37	2.34	1.72	1.31	1.04	0.84	0.70
		$L/200$	5.10	2.15	1.10	0.64	0.40	0.27	0.19	0.14	0.10
		$L/250$	4.08	1.72	0.88	0.51	0.32	0.21	0.15	0.11	0.08
		$L/300$	3.40	1.43	0.73	0.42	0.27	0.18	0.13	0.09	0.07
0,88	7,772	*	11.57	6.51	4.16	2.89	2.12	1.63	1.29	1.04	0.86
		$L/200$	6.11	2.58	1.32	0.76	0.48	0.32	0.23	0.16	0.12
		$L/250$	4.89	2.06	1.06	0.61	0.38	0.26	0.18	0.13	0.10
		$L/300$	4.07	1.72	0.88	0.51	0.32	0.21	0.15	0.11	0.08
1,00	8,832	*	13.60	7.65	4.89	3.40	2.50	1.91	1.51	1.22	1.01
		$L/200$	7.01	2.96	1.51	0.88	0.55	0.37	0.26	0.19	0.14
		$L/250$	5.61	2.37	1.21	0.70	0.44	0.30	0.21	0.15	0.11
		$L/300$	4.67	1.97	1.01	0.58	0.37	0.25	0.17	0.13	0.09

POZNÁMKA:

- ¹⁾ Medzné zaťaženie z hľadiska pevnosti je stanovené ako **návrhová** hodnota
²⁾ Medzné zaťaženie z hľadiska priehybu je stanovené ako **charakteristická** hodnota



TRAPEZ T - 12

Oceľ S 250 GD

t [mm]	g [kg/m ²]	Kritérium pre * pevnosť max priehyb	Medzné zaťaženie q [kN/m ²] pre rozpätie L [m] ^{1), 2)}								
			0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75
0,50	4,416	*	5.28	2.97	1.90	1.32	0.97	0.74	0.59	0.47	0.39
		$L/200$	7.52	3.17	1.62	0.94	0.59	0.40	0.28	0.20	0.15
		$L/250$	6.01	2.54	1.30	0.75	0.47	0.32	0.22	0.16	0.12
		$L/300$	5.01	2.11	1.08	0.63	0.39	0.26	0.19	0.14	0.10
0,60	5,299	*	6.85	3.85	2.47	1.71	1.26	0.96	0.76	0.62	0.51
		$L/200$	9.42	3.97	2.03	1.18	0.74	0.50	0.35	0.25	0.19
		$L/250$	7.53	3.18	1.63	0.94	0.59	0.40	0.28	0.20	0.15
		$L/300$	6.28	2.65	1.36	0.78	0.49	0.33	0.23	0.17	0.13
0,75	6,624	*	9.35	5.26	3.37	2.34	1.72	1.31	1.04	0.84	0.70
		$L/200$	12.29	5.18	2.65	1.54	0.97	0.65	0.46	0.33	0.25
		$L/250$	9.83	4.15	2.12	1.23	0.77	0.52	0.36	0.27	0.20
		$L/300$	8.19	3.46	1.77	1.02	0.64	0.43	0.30	0.22	0.17
0,88	7,772	*	11.57	6.51	4.16	2.89	2.12	1.63	1.29	1.04	0.86
		$L/200$	14.73	6.21	3.18	1.84	1.16	0.78	0.55	0.40	0.30
		$L/250$	11.78	4.97	2.54	1.47	0.93	0.62	0.44	0.32	0.24
		$L/300$	9.82	4.14	2.12	1.23	0.77	0.52	0.36	0.27	0.20
1,00	8,832	*	13.60	7.65	4.89	3.40	2.50	1.91	1.51	1.22	1.01
		$L/200$	16.91	7.13	3.65	2.11	1.33	0.89	0.63	0.46	0.34
		$L/250$	13.53	5.71	2.92	1.69	1.06	0.71	0.50	0.37	0.27
		$L/300$	11.27	4.76	2.43	1.41	0.89	0.59	0.42	0.30	0.23

POZNÁMKA:

- ¹⁾ Medzné zaťaženie z hľadiska pevnosti je stanovené ako **návrhová** hodnota
- ²⁾ Medzné zaťaženie z hľadiska priehybu je stanovené ako **charakteristická** hodnota



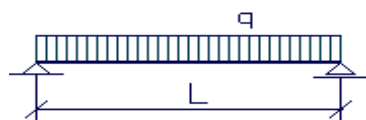
TRAPEZ T - 12

Oceľ S 250 GD

t [mm]	g [kg/m ²]	Kritérium pre * pevnosť max priehyb	Medzné zaťaženie q [kN/m ²] pre rozpätie L [m] ^{1), 2)}								
			0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75
0,50	4,416	*	6.60	3.71	2.37	1.65	1.21	0.93	0.73	0.59	0.49
		$L/200$	5.97	2.52	1.29	0.75	0.47	0.31	0.22	0.16	0.12
		$L/250$	4.78	2.01	1.03	0.60	0.38	0.25	0.18	0.13	0.10
		$L/300$	3.98	1.68	0.86	0.50	0.31	0.21	0.15	0.11	0.08
0,60	5,299	*	8.57	4.82	3.08	2.14	1.57	1.20	0.95	0.77	0.64
		$L/200$	7.48	3.15	1.62	0.93	0.59	0.39	0.28	0.20	0.15
		$L/250$	5.98	2.52	1.29	0.75	0.47	0.32	0.22	0.16	0.12
		$L/300$	4.99	2.10	1.08	0.62	0.39	0.26	0.18	0.13	0.10
0,75	6,624	*	11.69	6.57	4.21	2.92	2.15	1.64	1.30	1.05	0.87
		$L/200$	9.76	4.12	2.11	1.22	0.77	0.51	0.36	0.26	0.20
		$L/250$	7.80	3.29	1.69	0.98	0.61	0.41	0.29	0.21	0.16
		$L/300$	6.50	2.74	1.40	0.81	0.51	0.34	0.24	0.18	0.13
0,88	7,772	*	14.46	8.13	5.21	3.62	2.66	2.03	1.61	1.30	1.08
		$L/200$	11.70	4.93	2.53	1.46	0.92	0.62	0.43	0.32	0.24
		$L/250$	9.36	3.95	2.02	1.17	0.74	0.49	0.35	0.25	0.19
		$L/300$	7.80	3.29	1.68	0.97	0.61	0.41	0.29	0.21	0.16
1,00	8,832	*	17.00	9.56	6.12	4.25	3.12	2.39	1.89	1.53	1.26
		$L/200$	13.43	5.66	2.90	1.68	1.06	0.71	0.50	0.36	0.27
		$L/250$	10.74	4.53	2.32	1.34	0.85	0.57	0.40	0.29	0.22
		$L/300$	8.95	3.78	1.93	1.12	0.70	0.47	0.33	0.24	0.18

POZNÁMKA:

- ¹⁾ Medzné zaťaženie z hľadiska pevnosti je stanovené ako **návrhová** hodnota
- ²⁾ Medzné zaťaženie z hľadiska priehybu je stanovené ako **charakteristická** hodnota



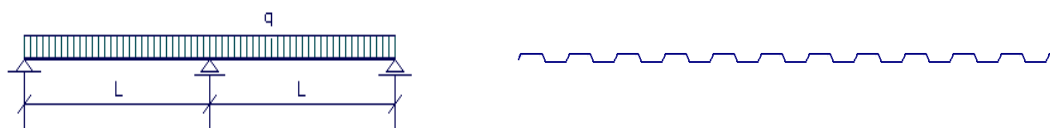
TRAPEZ T - 12

Oceľ S 320 GD

t [mm]	g [kg/m ²]	Kritérium pre * pevnosť max priehyb	Medzné zaťaženie q [kN/m ²] pre rozpätie L [m] ^{1), 2)}								
			0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75
0,50	4,416	*	5.95	3.34	2.14	1.49	1.09	0.84	0.66	0.54	0.44
		$L/200$	2.86	1.21	0.62	0.36	0.23	0.15	0.11	0.08	0.06
		$L/250$	2.29	0.97	0.49	0.29	0.18	0.12	0.08	0.06	0.05
		$L/300$	1.91	0.81	0.41	0.24	0.15	0.10	0.07	0.05	0.04
0,60	5,299	*	7.72	4.34	2.78	1.93	1.42	1.09	0.86	0.69	0.57
		$L/200$	3.60	1.52	0.78	0.45	0.28	0.19	0.13	0.10	0.07
		$L/250$	2.88	1.21	0.62	0.36	0.23	0.15	0.11	0.08	0.06
		$L/300$	2.40	1.01	0.52	0.30	0.19	0.13	0.09	0.06	0.05
0,75	6,624	*	10.58	5.95	3.81	2.64	1.94	1.49	1.18	0.95	0.79
		$L/200$	4.72	1.99	1.02	0.59	0.37	0.25	0.17	0.13	0.10
		$L/250$	3.78	1.59	0.82	0.47	0.30	0.20	0.14	0.10	0.08
		$L/300$	3.15	1.33	0.68	0.39	0.25	0.17	0.12	0.08	0.06
0,88	7,772	*	13.18	7.41	4.74	3.29	2.42	1.85	1.46	1.19	0.98
		$L/200$	5.69	2.40	1.23	0.71	0.45	0.30	0.21	0.15	0.12
		$L/250$	4.56	1.92	0.98	0.57	0.36	0.24	0.17	0.12	0.09
		$L/300$	3.80	1.60	0.82	0.47	0.30	0.20	0.14	0.10	0.08
1,00	8,832	*	15.62	8.79	5.62	3.90	2.87	2.20	1.74	1.41	1.16
		$L/200$	6.58	2.78	1.42	0.82	0.52	0.35	0.24	0.18	0.13
		$L/250$	5.26	2.22	1.14	0.66	0.41	0.28	0.19	0.14	0.11
		$L/300$	4.39	1.85	0.95	0.55	0.35	0.23	0.16	0.12	0.09

POZNÁMKA:

- 1) Medzné zaťaženie z hľadiska pevnosti je stanovené ako **návrhová** hodnota
 2) Medzné zaťaženie z hľadiska priehybu je stanovené ako **charakteristická** hodnota



TRAPEZ T - 12

Oceľ S 320 GD

t [mm]	g [kg/m ²]	Kritérium pre * pevnosť max priehyb	Medzné zaťaženie q [kN/m ²] pre rozpätie L [m] ^{1), 2)}								
			0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75
0,50	4,416	*	5.95	3.34	2.14	1.49	1.09	0.84	0.66	0.54	0.44
		L/200	6.91	2.91	1.49	0.86	0.54	0.36	0.26	0.19	0.14
		L/250	5.52	2.33	1.19	0.69	0.43	0.29	0.20	0.15	0.11
		L/300	4.60	1.94	0.99	0.58	0.36	0.24	0.17	0.12	0.09
0,60	5,299	*	7.72	4.34	2.78	1.93	1.42	1.09	0.86	0.69	0.57
		L/200	8.67	3.66	1.87	1.08	0.68	0.46	0.32	0.23	0.18
		L/250	6.94	2.93	1.50	0.87	0.55	0.37	0.26	0.19	0.14
		L/300	5.78	2.44	1.25	0.72	0.46	0.30	0.21	0.16	0.12
0,75	6,624	*	10.58	5.95	3.81	2.64	1.94	1.49	1.18	0.95	0.79
		L/200	11.38	4.80	2.46	1.42	0.90	0.60	0.42	0.31	0.23
		L/250	9.11	3.84	1.97	1.14	0.72	0.48	0.34	0.25	0.18
		L/300	7.59	3.20	1.64	0.95	0.60	0.40	0.28	0.20	0.15
0,88	7,772	*	13.18	7.41	4.74	3.29	2.42	1.85	1.46	1.19	0.98
		L/200	13.73	5.79	2.97	1.72	1.08	0.72	0.51	0.37	0.28
		L/250	10.99	4.63	2.37	1.37	0.86	0.58	0.41	0.30	0.22
		L/300	9.15	3.86	1.98	1.14	0.72	0.48	0.34	0.25	0.19
1,00	8,832	*	15.62	8.79	5.62	3.90	2.87	2.20	1.74	1.41	1.16
		L/200	15.87	6.69	3.43	1.98	1.25	0.84	0.59	0.43	0.32
		L/250	12.69	5.35	2.74	1.59	1.00	0.67	0.47	0.34	0.26
		L/300	10.58	4.46	2.28	1.32	0.83	0.56	0.39	0.29	0.21

POZNÁMKA:

- ¹⁾ Medzné zaťaženie z hľadiska pevnosti je stanovené ako **návrhová** hodnota
- ²⁾ Medzné zaťaženie z hľadiska priehybu je stanovené ako **charakteristická** hodnota



TRAPEZ T - 12

Oceľ S 320 GD

t [mm]	g [kg/m ²]	Kritérium pre * pevnosť max priehyb	Medzné zaťaženie q [kN/m ²] pre rozpätie L [m] ^{1), 2)}								
			0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75
0,50	4,416	*	7.43	4.18	2.68	1.86	1.36	1.05	0.83	0.67	0.55
		$L/200$	5.48	2.31	1.18	0.69	0.43	0.29	0.20	0.15	0.11
		$L/250$	4.39	1.85	0.95	0.55	0.35	0.23	0.16	0.12	0.09
		$L/300$	3.66	1.54	0.79	0.46	0.29	0.19	0.14	0.10	0.07
0,60	5,299	*	9.65	5.43	3.47	2.41	1.77	1.36	1.07	0.87	0.72
		$L/200$	6.89	2.91	1.49	0.86	0.54	0.36	0.26	0.19	0.14
		$L/250$	5.51	2.32	1.19	0.69	0.43	0.29	0.20	0.15	0.11
		$L/300$	4.59	1.94	0.99	0.57	0.36	0.24	0.17	0.12	0.09
0,75	6,624	*	13.22	7.44	4.76	3.31	2.43	1.86	1.47	1.19	0.98
		$L/200$	9.04	3.81	1.95	1.13	0.71	0.48	0.33	0.24	0.18
		$L/250$	7.23	3.05	1.56	0.90	0.57	0.38	0.27	0.20	0.15
		$L/300$	6.03	2.54	1.30	0.75	0.47	0.32	0.22	0.16	0.12
0,88	7,772	*	16.47	9.26	5.93	4.12	3.03	2.32	1.83	1.48	1.23
		$L/200$	10.90	4.60	2.36	1.36	0.86	0.58	0.40	0.29	0.22
		$L/250$	8.72	3.68	1.88	1.09	0.69	0.46	0.32	0.24	0.18
		$L/300$	7.27	3.07	1.57	0.91	0.57	0.38	0.27	0.20	0.15
1,00	8,832	*	19.52	10.98	7.03	4.88	3.59	2.75	2.17	1.76	1.45
		$L/200$	12.60	5.32	2.72	1.57	0.99	0.66	0.47	0.34	0.26
		$L/250$	10.08	4.25	2.18	1.26	0.79	0.53	0.37	0.27	0.20
		$L/300$	8.40	3.54	1.81	1.05	0.66	0.44	0.31	0.23	0.17

POZNÁMKA:

- ¹⁾ Medzné zaťaženie z hľadiska pevnosti je stanovené ako **návrhová** hodnota
²⁾ Medzné zaťaženie z hľadiska priehybu je stanovené ako **charakteristická** hodnota

NORMY, LITERATÚRA:

- [1] ENV 1991-1-1 Eurokód 1: Zaťaženia konštrukcií, Časť 1-1: Všeobecné zaťaženia. Objemová tiaž, vlastná tiaž a úžitkové zaťaženia budov.
- [2] ENV 1991-1-3 Eurokód 1: Zaťaženia konštrukcií, Časť 1-3: Všeobecné zaťaženia. Zaťaženia snehom.
- [3] ENV 1991-1-4 Eurokód 1: Zaťaženia konštrukcií, Časť 1-4: Všeobecné zaťaženia. Zaťaženia vetrom.
- [4] ENV 1993-1-1 Eurokód 3: Navrhovanie oceľových konštrukcií. Časť 1-1: Všeobecné pravidlá a pravidlá pre budovy.
- [5] KYSEL, J. a kol.: Statické tabuľky 2010. Spolok statikov Slovenska. Trnava 2010.
- [6] PETERSEN, Ch.: Stahlbau. Grundlagen der Berechnung und baulichen Ausbildung von Stahlbauten. 4. Auflage 2013. Springer Vieweg. Wiesbaden 2013. ISBN 978-3-528-8348-8610-1.
- [7] STUDNIČKA, J. a kol.: Zásady navrhování podle ENV 1993-1-1 (Eurokód 3) Praha, 1994.
- [8] STUDNIČKA, J. : Ocelové konstrukce 10. tenkostěnné profily. ČVUT Praha, 2002.
- [9] VRANÝ, T. - STUDNIČKA, J.: Tabulky pro návrh spojitě podepřených plechů VSŽ. Pozemní stavby 12-1990 s. 503-508.
- [10] WALD, F. a kol. : Prvky ocelových konstrukcí. Příklady podle Eurokódu, ČVUT, PRAHA, 1994.

PROGRAMY:

- [1] HUDÁK, J. - HUDÁK, I.: NOSNÍK - Statické riešenie spojitých nosníkov
- [2] HUDÁK, J. - HUDÁK, I.: PRIEREZY - Výpočet prierezových charakteristík tenkostenných prierezov