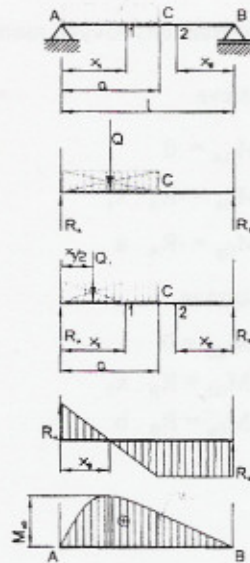
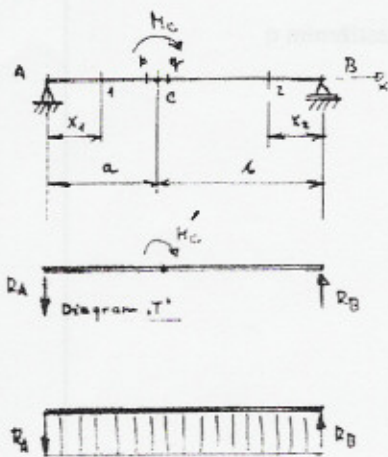


Diagram posouvajících sil a ohybových momentů daného nosníku



Přímý nosník zatížený momentem silové dvojice M_C



1) Výpočet reakcí

$$R_A = R_B = M / l$$

2) Diagram posouvajících sil

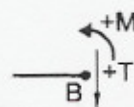
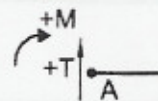
zleva

$$T_A = -R_A$$

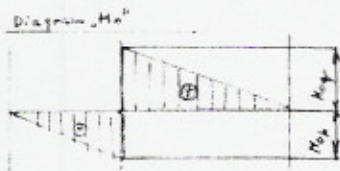
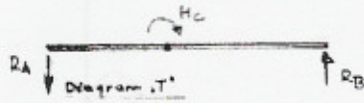
$$T_1 = -R_A$$

zprava

$$T_B = -R_B$$



3) Diagram ohybových momentů



$$M_{Omax} = M_{Oq} \quad (a < b)$$

zleva

$$M_{OA} = 0$$

$$M_{O1} = -R_A \cdot x_1$$

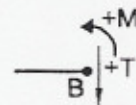
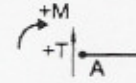
$$M_{Op} = -R_A \cdot a$$

zprava

$$M_{OB} = 0$$

$$M_{O2} = R_B \cdot x_2$$

$$M_{Oq} = R_B \cdot b$$



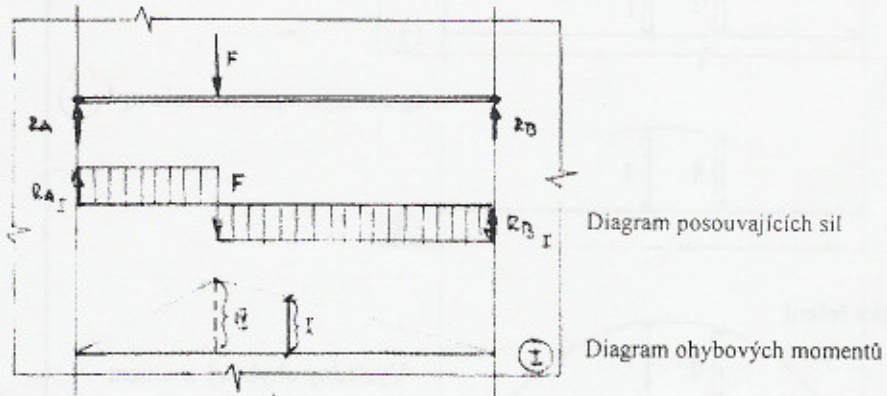
SUPERPOZICE

Přímý nosník zatížený osamělou silou F a spojitým zatížením q

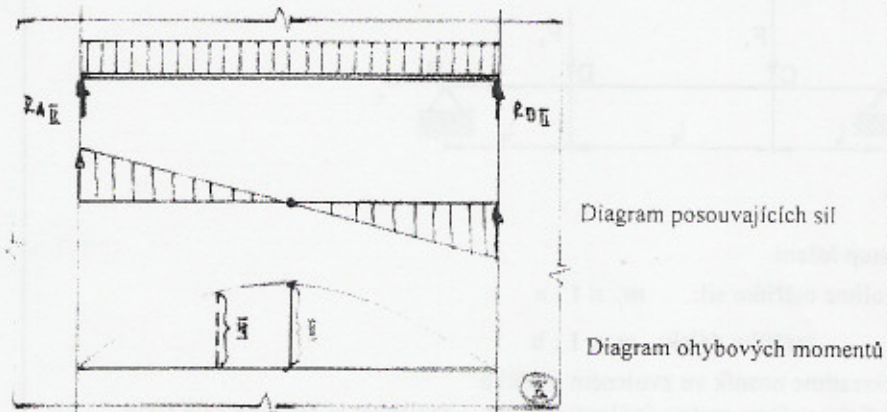


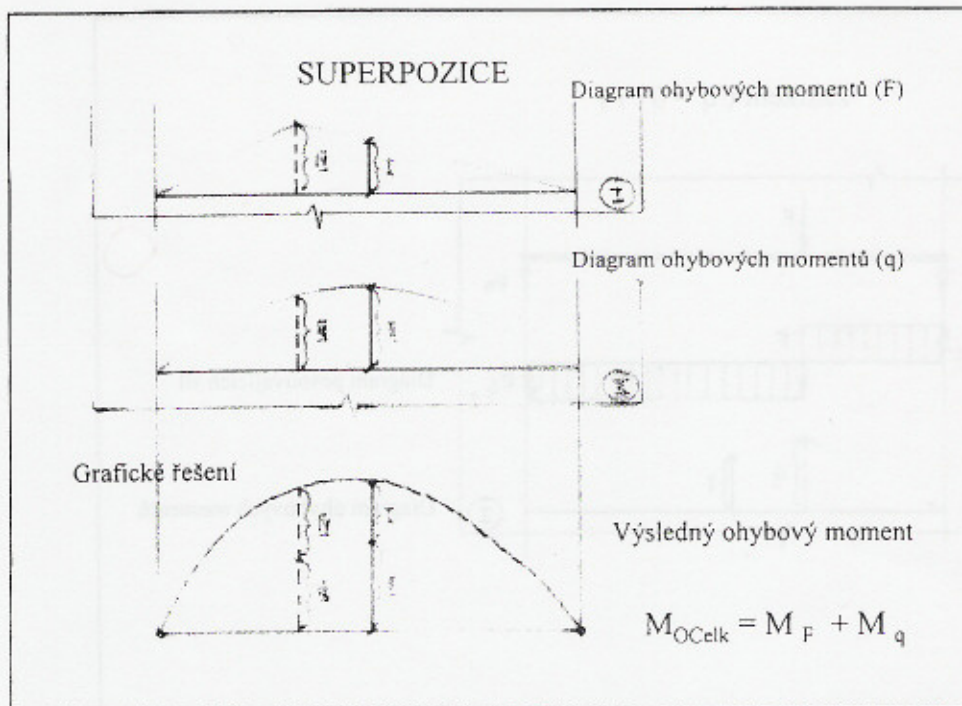
$$M_{Ocelk} = M_F + M_q$$

Zatížení ($q = 0, F$)

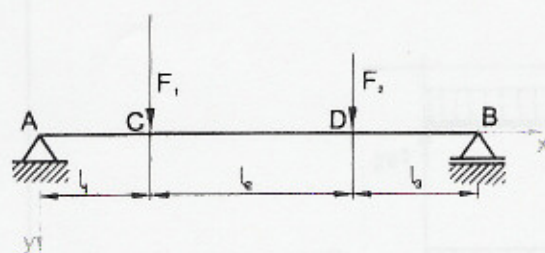


Zatížení ($q, F = 0$)





Grafické řešení obrazců posouvajících sil a ohybových momentů nosníku



Postup řešení

-zvolíme měřítko sil: $m_F \cong 1 : a$

 měřítko délek: $m_l \cong 1 : b$

-nakreslíme nosník ve zvoleném měřítku

-graficky určíme reakce (pólový obrazec, vzdálenost H zvolíme celé číslo, polohu P zvolíme tak aby paprsek 4 byl vodorovný)

-dosadit do rovnice $M = y \cdot H \cdot m_F \cdot m_l$

-graficky určíme reakce (pólový obrazec, vzdálenost H zvolíme celé číslo, polohu P zvolíme tak, aby paprsek 4 byl vodorovný)

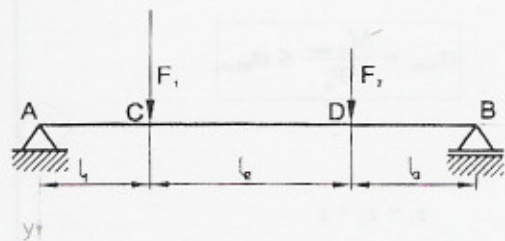


Diagram posouvajících sil, grafické řešení reakcí

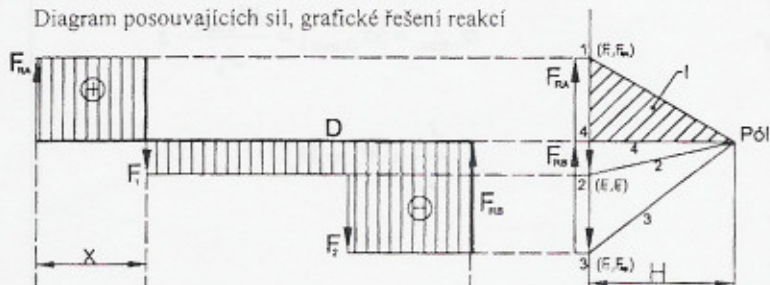
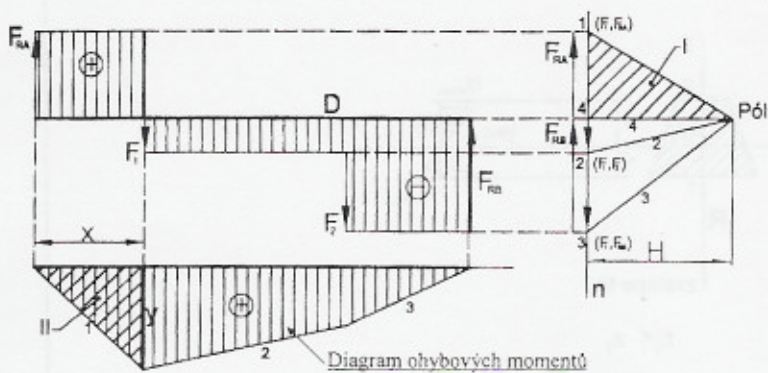
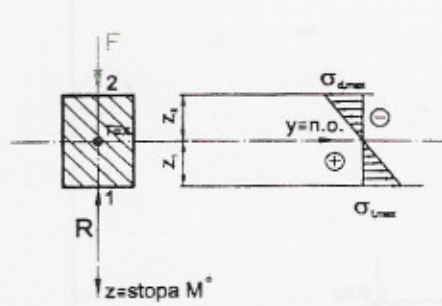


Diagram ohybových momentů



Dosadíme do rovnice $M_{\max} = y_{\max} \cdot H \cdot m_F \cdot m_l$

Průřez se dvěma osami souměrnosti



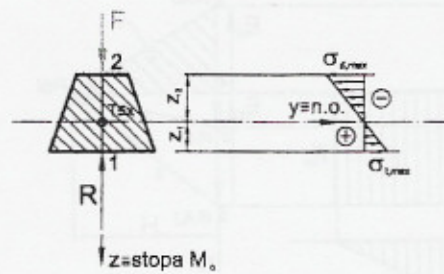
$$\sigma_{\max} = \frac{M_{o,\max}}{W_o} \leq \sigma_{D,o}$$

$$z_1 = z_2 = z$$

$$\sigma_{l,\max} = |\sigma_{D,\max}| = \frac{M_{o,\max}}{J_y} \cdot z$$

$$\frac{J_y}{z} = W_y = W_o$$

Průřez s jednou osou souměrnosti



$$z_1 < z_2$$

$$z_2 = z_{\max}$$

$$\sigma_{o,\max} = \sigma_{D,\max} = \frac{M_{o,\max}}{J_y} \cdot z_{\max}$$

-graficky určíme reakce (pólový obrazec, vzdálenost H zvolíme celé číslo, polohu P zvolíme tak, aby paprsek 4 byl vodorovný)

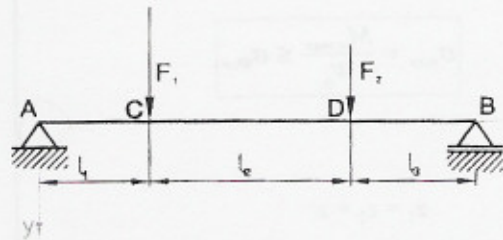


Diagram posouvajících sil, grafické řešení reakcí

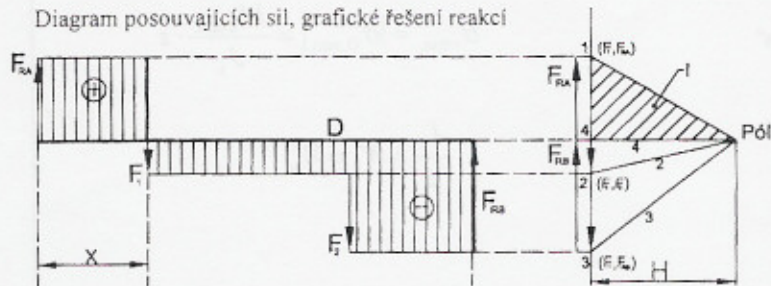
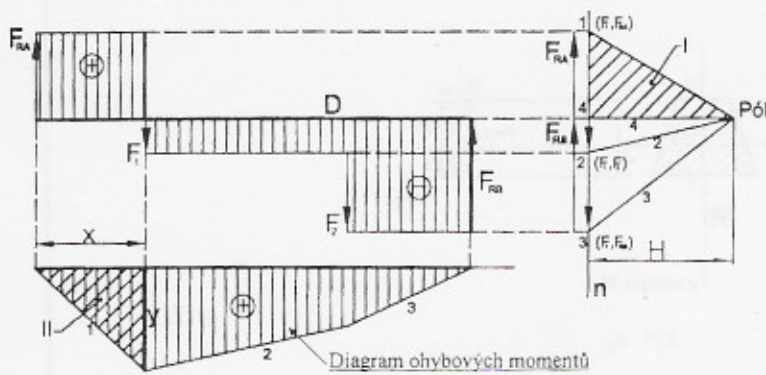


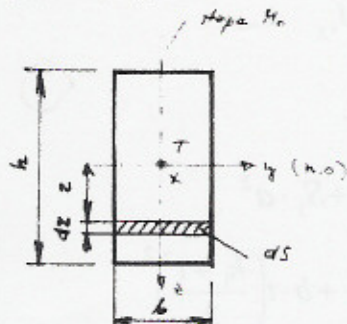
Diagram ohybových momentů



Dosadíme do rovnice $M_{\max} = y_{\max} \cdot H \cdot m_F \cdot m_f$

Výpočet kvadratického momentu průřezů

Obdélníkový průřez



$$J_y = \int_{(S)} z^2 \cdot dS$$

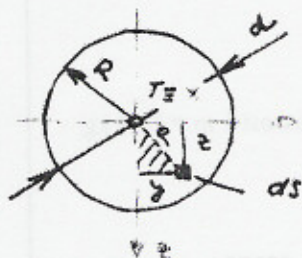
$$J_y = \int_{-\frac{h}{2}}^{+\frac{h}{2}} z^2 \cdot b \cdot dz = \frac{b}{3} \left[z^3 \right]_{-\frac{h}{2}}^{+\frac{h}{2}}$$

$$J_y = \frac{bh^3}{12}$$

pro $h > b \Rightarrow J_y > J_z$

Výpočet kvadratického momentu průřezů

Kruhový průřez



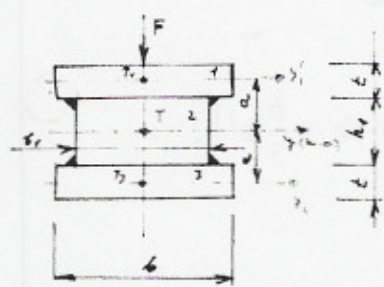
$$J_p = \int_{(S)} \rho^2 \cdot dS$$

$$J_p = \int_{(S)} (y^2 + z^2) \cdot dS$$

$$J_p = \int_{(S)} y^2 \cdot dS + \int_{(S)} z^2 \cdot dS = J_y + J_z$$

$$J_y = \frac{J_p}{2} = \frac{\pi \cdot d^4}{64}$$

Výpočet kvadratického momentu složeného průřezu



$$J_y = \sum_1^3 J_{iy}$$

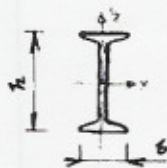
$$J_{y_1} = \frac{b_1 h_1^3}{12}$$

$$J_{y_1} = J_{y_1'} + S_1 \cdot a^2$$

$$J_y = \frac{b \cdot t^3}{12} + b \cdot t \left(\frac{h_1 + t}{2} \right)^2$$

$$J_y = \frac{b_1 \cdot h_1^3}{12} + z \left[\frac{b \cdot t^3}{12} + b \cdot t \left(\frac{h_1 + t}{2} \right)^2 \right]$$

Tyče průřezu I, U, L - porovnání



Tyč I 10 - 10 522 ČSN 420076

$h = 100 \text{ mm}$, $b = 50 \text{ mm}$, hmotnost $1 \text{ m} = 8,32 \text{ kg}$

$J_x = 171 \text{ cm}^4$, $W_x = 34,2 \text{ cm}^3$

$J_y = 12,2 \text{ cm}^4$, $W_y = 4,88 \text{ cm}^3$



Tyč U 10 - 10 373 ČSN 420076

($h = 100 \text{ mm}$, $b = 50 \text{ mm}$, hmotnost $1 \text{ m} = 10,6 \text{ kg}$)

$J_x = 206 \text{ cm}^4$, $W_x = 41,2 \text{ cm}^3$

$J_y = 29,3 \text{ cm}^4$, $W_y = 8,49 \text{ cm}^3$



Tyč L 100 x 100 ČSN 425541.01 - 10370

($b = 100$, $d = 10 \text{ mm}$, hmotnost $1 \text{ m} = 15,1 \text{ kg}$)

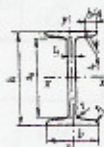
$J_x = J_y = 180 \text{ cm}^4$, $W = 25,24 \text{ cm}^3$

Výběr z ČSN 42 5550

Účinnost od 1. 7. 1970

TYČE PRŮŘEZU I Z OCELI TRÍD 10 A 11 VÁLCOVANÉ ZA TEPLA

Materiál: 10 000.0, 10 370.0
11 343.0, 11 373.0, 11 523.0



J — kvadratický moment průřezu
 W — průřezový modul
 r — poloměr kvadratického momentu průřezu

k příslušné ose ohybu

Označení tyče průřezu I o výšce $A = 220$ mm v provedení B, z oceli 11 373 ve stavu nežlhaném, a kontrolou jakosti ze ústí odběratele u výrobce, bez zřetele k tavběm a provedením úplné zkoušky tahem:

I 220/B ČSN 42 5550 — 11 373.0 — ČSN 42 0135.21

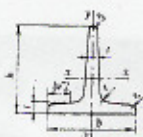
Označení I	Jmenovité rozměry (mm)						Plocha průřezu S (mm ²)	Hmotnost l m (kg)	Statické hodnoty pro osu ohybu					
	A	B	t ₁	t ₂	R ₁	R ₂			x — x			y — y		
									J _x (cm ⁴)	W _x (cm ³)	i _x (cm)	J _y (cm ⁴)	W _y (cm ³)	i _y (cm)
80	42	80	3,5	5,0	7,5	2,5	779	5,94	37,8	19,5	3,20	6,20	3	0,91
100	50	100	4,3	6,8	9,3	2,7	1 060	8,24	57,5	34,2	4,01	12,1	4,68	1,87
120	58	120	5,1	7,7	10,1	3,1	1 430	11,1	72,8	54,7	4,81	15,5	7,47	2,21
140	66	140	5,7	8	10,7	3,4	1 830	14,3	97,3	81,3	5,61	19,2	10,7	3,48
160	74	160	6,3	9,5	12,3	3,8	2 380	19,9	135	117	6,40	24,1	14,4	4,53
180	82	180	6,9	10,4	13,9	4,1	2 790	21,9	159	141	7,20	31,3	19,8	5,71
200	90	200	7,5	11,3	15,5	4,5	3 250	26,2	186	164	8	37,7	26,7	7,37
220	98	220	8,1	12,2	17,1	4,9	3 760	31,1	216	192	8,80	46,2	33,7	9,50
240	106	240	8,7	13,1	18,7	5,3	4 310	36,2	249	219	9,59	57,1	41,7	12,20
260	114	260	9,4	14,1	20,3	5,6	4 900	41,9	286	242	10,4	69,6	50	15,40
280	122	280	10,1	15,2	22,1	6,1	5 510	47,9	327	267	11,1	83,4	60,2	19,10
300	130	300	10,8	16,2	23,9	6,5	6 140	54,1	372	292	11,9	98,7	70,7	23,40
320	138	320	11,5	17,3	25,7	6,9	6 800	60,7	421	319	12,7	115,4	82,7	28,20
340	146	340	12,2	18,5	27,5	7,3	7 490	67,7	473	348	13,5	133,6	96,4	33,60
360	154	360	13	19,5	29,3	7,7	8 210	75,1	529	378	14,3	153,2	111,4	39,90
380	162	380	13,7	20,5	31,1	8,1	8 960	82,9	589	409	15,1	174,2	128,7	47,10
400	170	400	14,4	21,6	32,9	8,5	9 740	91,1	653	441	15,9	196,6	148	55,20
450	185	450	16,2	24,3	36,2	9,3	11 700	111	792	524	17,1	241,6	179	66,30
500	200	500	18	27	40,2	10,1	14 000	141	947	617	18,6	290,6	214	79,50

Výběr z ČSN 42 5580

Účinnost od 1. 7. 1970

TYČE PRŮŘEZU T Z OCELI TRÍD 10 A 11 VÁLCOVANÉ ZA TEPLA

Materiál: 10 000.0, 10 370.0,
11 343.0, 11 373.0, 11 523.0



J — kvadratický moment průřezu
 W — průřezový modul
 r — poloměr kvadratického momentu průřezu

k příslušné ose ohybu

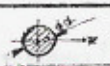

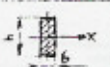




Označení tyče průřezu T o šířce $b = 40$ mm v provedení B, z oceli 11 373 ve stavu nežlhaném, s kontrolou jakosti ze ústí odběratele u výrobce a provedením úplné zkoušky tahem:

T 40/B ČSN 42 5580 — 11 373.0 — ČSN 42 0135.21

Označení T	Jmenovité rozměry (mm)						Plocha průřezu S (mm ²)	Hmotnost l m (kg)	Statické hodnoty pro osu ohybu					
	A	b	t	r ₁	r ₂	r ₃			x — x			y — y		
									J _x (cm ⁴)	W _x (cm ³)	i _x (cm)	J _y (cm ⁴)	W _y (cm ³)	i _y (cm)
20	20	20	3	3	1,5	1	112	0,88	0,38	0,27	0,38	0,20	0,20	0,42
25	25	25	3,5	3,5	2	1	164	1,29	0,47	0,49	0,73	0,43	0,54	0,51
30	30	30	4	4	2	1	216	1,77	0,72	0,80	0,87	0,58	0,58	0,62
40	40	40	5	5	2,5	1	317	2,66	1,18	1,04	1,18	0,78	0,78	0,83
50	50	50	6	6	3	1,5	468	4,44	1,70	1,36	1,46	1,06	1,06	1,03
60	60	60	7	7	3,5	2	668	6,23	2,30	1,48	1,73	1,20	1,20	1,24
80	80	80	8,5	8,5	4,1	2	1 071	10,77	3,27	1,54	2,41	1,48	1,48	1,61
80×60	80	60	9	9	4,5	2,5	1 180	9,30	35,66	8,13	1,74	38,71	9,68	1,81

Tyče se dodávají v základním průřezu, v průřezu s rovnooběžnou stojinou nebo v průřezu se širokou přírubou v provedení A nebo B (přesnější provedení).

Tabulka vhodnosti profilů pro nosníky namáhané ohybem

PROFIL	NORMA	ROZMĚR (mm)	W_x (cm ³)	HMOTNOST (kg · m ⁻¹)	POŘADÍ
	ČSN 425510	$d=140$	274	121,0	6
	ČSN 425715	$d_1=194$ $d_2=170$	299	53,86	3
	ČSN 425524	$h=170$ $b=60$	289	80,07	4
	ČSN 425524	$h=60$ $b=450$	270	212,0	7
	ČSN 425520	$a=120$	288	113,0	5
	ČSN 425550	$h=220$ $b=98$	278	31,1	1
	ČSN 425570	$h=240$ $b=85$	300	33,2	2

Příklady řešení přímých nosníků z technické praxe

