
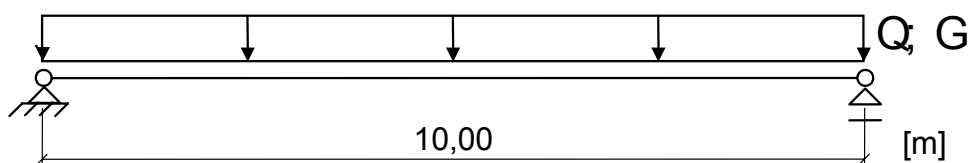


<p>VÝPOČET</p> 	Dokument č.	SX005a-CZ-EU	Strana	1 z 6
	Název	Řešený příklad: Výběr jakostního stupně oceli		
	Eurokód	EN 1993-1-10		
	Připravil	Matthias Oppe	Datum	červen 2005
	Zkontroloval	Christian Müller	Datum	červen 2005

Řešený příklad: Výběr jakostního stupně oceli

Tento příklad, týkající se výběru jakostního stupně oceli, má vysvětlit, jak pro jednoduchou konstrukci použít tabulku 2.1 v EN 1993-1-10 a jak určit vstupní data týkající se tloušťky prvku, referenční teploty a úrovně napětí.



Základní data

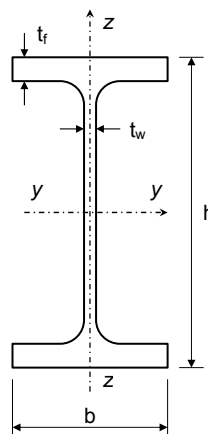
Vyberte jakostní stupeň oceli pro nosník vícepodlažní budovy pro níže uvedená data.

- Rozpětí : 10,00 m
- Rozteč : 6,00 m
- Tloušťka betonové desky : 15 cm
- Příčky : 0,75 kN/m²
- Užité zatížení : 2,50 kN/m²
- Měrná hmotnost betonu : 24 kN/m³
- Třída pevnosti oceli : S355


Tíha betonové desky : $0,15 \times 24 \text{ kN/m}^3 = 3,60 \text{ kN/m}^2$


IPE 500 – Třída pevnosti oceli S355

Výška	$h = 500 \text{ mm}$
Šířka	$b = 200 \text{ mm}$
Tloušťka stojiny	$t_w = 10,2 \text{ mm}$
Tloušťka pásnice	$t_f = 16,0 \text{ mm}$
Zaoblení	$r = 21 \text{ mm}$
Hmotnost	90,7 kg/m



Euronorm
19-57

<p style="text-align: center;">VÝPOČET</p> 	Dokument č.	<i>SX005a-CZ-EU</i>	Strana	2 z 6
	Název	<i>Řešený příklad: Výběr jakostního stupně oceli</i>		
	Eurokód	<i>EN 1993-1-10</i>		
	Připravil	<i>Matthias Oppe</i>	Datum	<i>červen 2005</i>
	Zkontroloval	<i>Christian Müller</i>	Datum	<i>červen 2005</i>
<p>Plocha průřezu $A = 116 \text{ cm}^2$</p> <p>Moment setrvačnosti /yy $I_y = 48200 \text{ cm}^4$</p> <p>Moment setrvačnosti /zz $I_z = 2140 \text{ cm}^4$</p> <p>Moment setrvačnosti v kroucení $I_t = 89,30 \text{ cm}^4$</p> <p>Pružný modul průřezu /yy $W_{el,y} = 1928 \text{ cm}^3$</p> <p>Plastický modul průřezu /yy $W_{pl,y} = 2194 \text{ cm}^3$</p> <p>Vlastní tíha nosníku : $(90,7 \times 9,81) \times 10^{-3} = 0,89 \text{ kN/m}$</p> <p>Stálé zatížení : $G = 0,89 + (3,6 + 0,75) \times 6,00 = 26,99 \text{ kN/m}$</p> <p>Nahodilé zatížení (užitné zatížení) : $Q = 2,5 \times 6,0 = 15,00 \text{ kN/m}$</p> <p><u>Mez kluzu</u></p> <p>Třída pevnosti oceli S355</p> <p>Maximální tloušťka je $16 \text{ mm} < 40 \text{ mm}$, takže : $f_y = 355 \text{ N/mm}^2$</p> <p><u>Kombinace zatížení (T_{Ed} je rozhodujícím zatížením):</u></p> $E_d = E \{ A[T_{Ed}] \text{ "+" } \Sigma G_K \text{ "+" } \psi_1 Q_{K1} \text{ "+" } \underbrace{\Sigma \psi_{2,i} Q_{Ki}} \}$ <p style="text-align: center;">v tomto příkladu se neuplatní</p> <p>kde:</p> <p>$\psi_1 = 0,5$</p>				
				EN 1993-1-1 Tabulka 3.1
				EN 1993-1-10 §2.2(4) eq.(2.1)
				EN 1990 A1.2.2 (1)

VÝPOČET  Eurocodes made easy	Dokument č.	<i>SX005a-CZ-EU</i>	Strana	3 z 6
	Název	<i>Řešený příklad: Výběr jakostního stupně oceli</i>		
	Eurokód	<i>EN 1993-1-10</i>		
	Připravil	<i>Matthias Oppe</i>	Datum	<i>červen 2005</i>
	Zkontroloval	<i>Christian Müller</i>	Datum	<i>červen 2005</i>

Stanovení referenční teploty T_{Ed}

$$T_{Ed} = T_{md} + \Delta T_r + \Delta T_\sigma + \Delta T_R + \Delta T_{\dot{\epsilon}} + \Delta T_{\epsilon_{cf}}$$

kde:

$$T_{md} = -25 \text{ °C} \quad (\text{nejnižší teplota vzduchu})$$

$$\Delta T_r = -5 \text{ °C} \quad (\text{největší ztráta vyzařováním})$$

$$\Delta T_\sigma = 0 \text{ °C} \quad (\text{korekce pro napětí a mez kluzu})$$

$$\Delta T_R = 0 \text{ °C} \quad (\text{požadavek bezpečnosti k zohlednění různé úrovně spolehlivosti pro různá použití})$$

$$\Delta T_{\dot{\epsilon}} = 0 \text{ °C} \quad (\text{rychlost růstu poměrné deformace se bere rovná referenční hodnotě } \dot{\epsilon}_0)$$

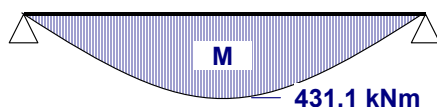
$$\Delta T_{\epsilon_{cf}} = 0 \text{ °C} \quad (\text{tento nosník není tvarován za studena})$$

$$T_{Ed} = -30 \text{ °C}$$

Výpočet příslušných zatížení

$$Q_K + \psi_1 G_{K1} = 26,99 + 0,5 \times 15,00 = 34,49 \text{ kN/m}$$

Průběh momentů



Maximální moment uprostřed rozpětí :

$$M_{y,Ed} = 34,49 \times 10^2 / 8 = 431,1 \text{ kNm}$$

Výpočet největšího napětí od momentu:

$$\sigma_{Ed} = \frac{M_{y,Ed}}{W_{el,y}} = \frac{431,1 \times 1000}{1928} = 223,6 \text{ N/mm}^2$$

Úroveň napětí vzhledem ke jmenovité mezi kluzu

$$\sigma_{Ed} = 223,6 \text{ N/mm}^2$$

$$f_y(t) = f_{y,nom} - 0,25 \times \frac{t}{t_0}$$

EN 1993-1-10
[§2.2](#) eq.(2.2)

Národní příloha
EN 1991-1-5

Národní příloha
EN 1991-1-5


EN 1993-1-10
[§2.2](#) (5) Pozn. 2

EN 1993-1-10
[§2.2](#) (5) Pozn. 1

EN 1993-1-10
[§2.2](#) (5)

EN 1993-1-10
[§2.2](#) (5)

EN 1993-1-10
[§2.3.2](#)

<p style="text-align: center;">VÝPOČET</p> 	Dokument č.	<i>SX005a-CZ-EU</i>	Strana	<i>4 z 6</i>
	Název	<i>Řešený příklad: Výběr jakostního stupně oceli</i>		
	Eurokód	<i>EN 1993-1-10</i>		
	Připravil	<i>Matthias Oppe</i>	Datum	<i>červen 2005</i>
	Zkontroloval	<i>Christian Müller</i>	Datum	<i>červen 2005</i>

kde:

$$t = 16 \text{ mm (tloušťka pásnice)}$$

$$t_0 = 1 \text{ mm}$$

$$f_y(t) = 355 - 0,25 \times \frac{16}{1} = 351 \text{ N/mm}^2$$

Poznámka: $f_y(t)$ lze rovněž vzít jako hodnotu R_{eH} z normy EN 10025.

Podíl vůči jmenovité mezi kluzu

$$\sigma_{Ed} = \frac{223,6}{351} \times f_y(t) = 0,64 f_y(t)$$

Výběr jakostního stupně oceli

Poznámka: Pro výběr příslušného jakostního stupně lze použít dvě různé cesty. První je konzervativní, nepoužívající interpolace. Lineární interpolací v druhé metodě lze získat hospodárnější výsledek. V tomto příkladu jsou ukázány obě metody.


1. Konzervativní metoda

Vstupní hodnoty:

Podíl napětí k mezi kluzu: $\sigma_{Ed} = 0,75 f_y(t) > \sigma_{Ed} = 0,64 f_y(t)$

Teplota: $T_{Ed} = -30 \text{ °C} = T_{Ed} = -30 \text{ °C}$

Tloušťka prvku: $t = 25 \text{ mm} > t_f = 16 \text{ mm}$

	Dokument č.	SX005a-CZ-EU	Strana	5 z 6	
	Název	Řešený příklad: Výběr jakostního stupně oceli			
	Eurokód	EN 1993-1-10			
	Připravil	Matthias Oppe	Datum	červen 2005	
	Zkontroloval	Christian Müller	Datum	červen 2005	

Tabulka 1: Konzervativní určení největší přípustné tloušťky prvku

EN 1993-1-10

[Tabulka 2.1](#)

Steel grade	Sub-grade	Charpy energy CVN at T [°C]	T _{min}	Reference temperature T _{Ed} [°C]																																																																				
				σ _{Ed} = 0,75 f _y (t)							σ _{Ed} = 0,50 f _y (t)							σ _{Ed} = 0,25 f _y (t)																																																						
				10	0	-10	-20	-30	-40	-50	10	0	-10	-20	-30	-40	-50	10	0	-10	-20	-30	-40	-50																																																
S235	JR	20	27	60	50	40	35	30	25	20	90	75	65	55	45	40	35	135	115	100	85	75	65	60	20	27	90	75	65	55	45	40	35	125	105	90	75	65	55	45	175	155	135	115	100	85	75	-20	27	125	105	90	75	65	60	50	40	35	170	145	125	105	90	75	65	200	200	175	155	135	115	100
	J0	0	27	60	50	40	35	30	25	20	90	75	65	55	45	40	35	135	115	100	85	75	65	60	0	27	90	75	65	55	45	40	35	125	105	90	75	65	55	45	175	155	135	115	100	85	75	-20	27	125	105	90	75	65	60	50	40	35	170	145	125	105	90	75	65	200	200	175	155	135	115	100
	J2	-20	27	125	105	90	75	65	60	50	40	170	145	125	105	90	75	65	200	200	175	155	135	115	100	-20	27	125	105	90	75	65	60	50	40	35	170	145	125	105	90	75	65	200	200	175	155	135	115	100																						
S275	JR	20	27	55	45	35	30	25	20	15	80	70	55	50	40	35	30	125	110	95	80	70	60	55	20	27	55	45	35	30	25	20	15	80	70	55	50	40	35	30	125	110	95	80	70	60	55	-20	27	110	95	75	65	55	45	35	155	130	115	95	80	70	55	200	190	165	145	125	110	95		
	J0	0	27	55	45	35	30	25	20	15	80	70	55	50	40	35	30	125	110	95	80	70	60	55	0	27	55	45	35	30	25	20	15	80	70	55	50	40	35	30	125	110	95	80	70	60	55	-20	27	110	95	75	65	55	45	35	155	130	115	95	80	70	55	200	190	165	145	125	110	95		
	J2	-20	27	110	95	75	65	55	45	35	155	130	115	95	80	70	55	200	190	165	145	125	110	95	-20	27	110	95	75	65	55	45	35	155	130	115	95	80	70	55	200	190	165	145	125	110	95																									
	M,N	-20	40	135	110	95	75	65	55	45	180	155	130	115	95	80	70	200	200	190	165	145	125	110	-20	40	135	110	95	75	65	55	45	180	155	130	115	95	80	70	200	200	190	165	145	125	110																									
	ML,NL	-50	27	185	160	135	110	95	75	65	200	200	180	155	130	115	95	230	200	200	200	190	165	145	-50	27	185	160	135	110	95	75	65	200	200	180	155	130	115	95	230	200	200	200	190	165	145																									
S355	JR	20	27	40	35	25	20	15	10	65	55	45	40	30	25	20	110	95	80	70	60	55	45	20	27	40	35	25	20	15	10	65	55	45	40	30	25	20	110	95	80	70	60	55	45	-20	27	60	50	40	35	30	25	20	15	95	80	65	55	45	40	30	150	130	110	95	80	70	60			
	J0	0	27	40	35	25	20	15	10	65	55	45	40	30	25	20	110	95	80	70	60	55	45	0	27	40	35	25	20	15	10	65	55	45	40	30	25	20	110	95	80	70	60	55	45	-20	27	60	50	40	35	30	25	20	15	95	80	65	55	45	40	30	150	130	110	95	80	70	60			
	J2	-20	27	90	75	60	50	40	35	25	135	110	95	80	65	55	45	200	175	150	130	110	95	80	-20	27	90	75	60	50	40	35	25	135	110	95	80	65	55	45	200	175	150	130	110	95	80																									
	K2,M,N	-20	40	110	90	75	60	50	40	35	155	135	110	95	80	65	55	200	200	175	150	130	110	95	-20	40	110	90	75	60	50	40	35	155	135	110	95	80	65	55	200	200	175	150	130	110	95																									
	ML,NL	-50	27	155	130	110	90	75	60	50	200	180	155	135	110	95	80	210	200	200	200	175	150	130	-50	27	155	130	110	90	75	60	50	200	180	155	135	110	95	80	210	200	200	200	175	150	130																									
S420	M,N	-20	40	95	80	65	55	45	35	30	140	120	100	85	70	60	50	200	185	160	140	120	100	85	-20	40	95	80	65	55	45	35	30	140	120	100	85	70	60	50	200	185	160	140	120	100	85																									
	ML,NL	-50	27	135	115	95	80	65	55	45	190	165	140	120	100	85	70	200	200	200	185	160	140	120	-50	27	135	115	95	80	65	55	45	190	165	140	120	100	85	70	200	200	200	185	160	140	120																									
S460	Q	-20	30	70	60	50	40	30	25	20	110	95	75	65	55	45	35	175	155	130	115	95	80	70	-20	30	70	60	50	40	30	25	20	110	95	75	65	55	45	35	175	155	130	115	95	80	70																									
	M,N	-20	40	90	70	60	50	40	30	25	130	110	95	75	65	55	45	200	175	155	130	115	95	80	-20	40	90	70	60	50	40	30	25	130	110	95	75	65	55	45	200	175	155	130	115	95	80																									
	QL	-40	30	105	90	70	60	50	40	30	155	130	110	95	75	65	55	200	200	175	155	130	115	95	-40	30	105	90	70	60	50	40	30	155	130	110	95	75	65	55	200	200	175	155	130	115	95																									
	ML,NL	-50	27	125	105	90	70	60	50	40	180	155	130	110	95	75	65	200	200	200	175	155	130	115	-50	27	125	105	90	70	60	50	40	180	155	130	110	95	75	65	200	200	200	175	155	130	115																									
	QL1	-60	30	150	125	105	90	70	60	50	200	180	155	130	110	95	75	215	200	200	200	175	155	130	-60	30	150	125	105	90	70	60	50	200	180	155	130	110	95	75	215	200	200	200	175	155	130																									
S690	Q	0	40	40	30	25	20	15	10	10	65	55	45	35	30	20	20	120	100	85	75	60	50	45	0	40	40	30	25	20	15	10	10	65	55	45	35	30	20	20	120	100	85	75	60	50	45																									
	Q	-20	30	50	40	30	25	20	15	10	80	65	55	45	35	30	20	140	120	100	85	75	60	50	-20	30	50	40	30	25	20	15	10	80	65	55	45	35	30	20	140	120	100	85	75	60	50																									
	QL	-40	40	60	50	40	30	25	20	15	95	80	65	55	45	35	30	165	140	120	100	85	75	60	-40	40	60	50	40	30	25	20	15	95	80	65	55	45	35	30	165	140	120	100	85	75	60																									
	QL	-40	30	75	60	50	40	30	25	20	115	95	80	65	55	45	35	190	165	140	120	100	85	75	-40	30	75	60	50	40	30	25	20	115	95	80	65	55	45	35	190	165	140	120	100	85	75																									
	QL1	-40	40	90	75	60	50	40	30	25	135	115	95	80	65	55	45	200	190	165	140	120	100	85	-40	40	90	75	60	50	40	30	25	135	115	95	80	65	55	45	200	190	165	140	120	100	85																									
	QL1	-60	30	110	90	75	60	50	40	30	160	135	115	95	80	65	55	200	200	190	165	140	120	100	-60	30	110	90	75	60	50	40	30	160	135	115	95	80	65	55	200	200	190	165	140	120	100																									

S355JO umožňuje mezní tloušťku 25mm > t_f = 16mm

2. Přesné stanovení

V tabulce 2.1 normy EN 1993-1-10 lze provést lineární interpolaci pro skutečnou hodnotu podílu napětí ke jmenovité mezi kluzu.

Podíl k mezi kluzu:

$$\text{a) } \sigma_{Ed} = 0,75 f_y(t)$$

$$\text{b) } \sigma_{Ed} = 0,50 f_y(t)$$

Teplota:

$$T_{Ed} = -30 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T_{Ed} = -30 \text{ } ^\circ\text{C}$$


Maximální přípustná tloušťka prvku pro S355JR

$$t(\sigma_{Ed} = 0,75 f_y(t)) = 15 \text{ mm}$$

$$t(\sigma_{Ed} = 0,50 f_y(t)) = 30 \text{ mm}$$

při lineární interpolaci:

$$t(\sigma_{Ed} = 0,64 f_y(t)) = 21,6 \text{ mm} > t_f = 16 \text{ mm}$$

	Dokument č.	<i>SX005a-CZ-EU</i>	Strana	6 z 6
	Název	<i>Řešený příklad: Výběr jakostního stupně oceli</i>		
	Eurokód	<i>EN 1993-1-10</i>		
	Připravil	<i>Matthias Oppe</i>	Datum	<i>červen 2005</i>
	Zkontroloval	<i>Christian Müller</i>	Datum	<i>červen 2005</i>

Tabulka 2: Přesné určení největší přípustné tloušťky prvku

EN 1993-1-10

[Tabulka 2.1](#)

Steel grade	Sub-grade	Charpy energy CVN at T [°C]	Reference temperature T_{Ref} [°C]																							
			$\sigma_{Ed} = 0,75 f_y(t)$						$\sigma_{Ed} = 0,50 f_y(t)$						$\sigma_{Ed} = 0,25 f_y(t)$											
			10	0	-10	-20	-30	-40	10	0	-10	-20	-30	-40	10	0	-10	-20	-30	-40	-50					
S235	JR	20	27	60	50	40	35	30	25	20	90	75	65	55	45	40	35	135	115	100	85	75	65	60		
	J0	0	27	90	75	60	50	40	35	30	125	105	90	75	65	55	45	175	155	135	115	100	85	75		
	J2	-20	27	125	105	90	75	60	50	40	170	145	125	105	90	75	65	200	200	175	155	135	115	100		
S275	JR	20	27	55	45	35	30	25	20	15	80	70	55	50	40	35	30	125	110	95	80	70	60	55		
	J0	0	27	75	65	55	45	35	30	25	115	95	80	70	55	50	40	165	145	125	110	95	80	70		
	J2	-20	27	110	95	75	65	55	45	35	155	130	115	95	80	70	55	200	190	165	145	125	110	95		
	M,N	-20	40	135	110	95	75	65	55	45	180	155	130	115	95	80	70	200	200	190	165	145	125	110		
	ML,NL	-50	27	185	160	135	110	95	75	65	200	200	180	155	130	115	95	230	200	200	200	190	165	145		
S355	JR	20	27	40	35	25	20	15	10	65	55	45	40	30	25	20	110	95	80	70	60	55	45			
	J0	0	27	60	50	40	35	25	20	15	95	80	65	55	45	40	30	150	130	110	95	80	70	60		
	J2	-20	27	90	75	60	50	40	35	25	135	110	95	80	65	55	45	200	175	150	130	110	95	80		
	K2,M,N	-20	40	110	90	75	60	50	40	35	155	135	110	95	80	65	55	200	200	175	150	130	110	95		
	ML,NL	-50	27	155	130	110	90	75	60	50	200	180	155	135	110	95	80	210	200	200	200	175	150	130		
S420	M,N	-20	40	95	80	65	55	45	35	30	140	120	100	85	70	60	50	200	185	160	140	120	100	85		
	ML,NL	-50	27	135	115	95	80	65	55	45	190	165	140	120	100	85	70	200	200	200	185	160	140	120		
S460	Q	-20	30	70	60	50	40	30	25	20	110	95	75	65	55	45	35	175	155	130	115	95	80	70		
	M,N	-20	40	90	70	60	50	40	30	25	130	110	95	75	65	55	45	200	175	155	130	115	95	80		
	QL	-40	30	105	90	70	60	50	40	30	155	130	110	95	75	65	55	200	200	175	155	130	115	95		
	ML,NL	-50	27	125	105	90	70	60	50	40	180	155	130	110	95	75	65	200	200	200	175	155	130	115		
S690	QL1	-60	30	150	125	105	90	70	60	50	200	180	155	130	110	95	75	215	200	200	200	175	155	130		
	Q	0	40	40	30	25	20	15	10	10	65	55	45	35	30	20	20	120	100	85	75	60	50	45		
	Q	-20	30	50	40	30	25	20	15	10	80	65	55	45	35	30	20	140	120	100	85	75	60	50		
	QL	-20	40	60	50	40	30	25	20	15	95	80	65	55	45	35	30	165	140	120	100	85	75	60		
	QL	-40	30	75	60	50	40	30	25	20	115	95	80	65	55	45	35	190	165	140	120	100	85	75		
QL1	-40	40	90	75	60	50	40	30	25	135	115	95	80	65	55	45	200	190	165	140	120	100	85			
QL1	-60	30	110	90	75	60	50	40	30	160	135	115	95	80	65	55	200	200	190	165	140	120	100			

S355JR umožňuje mezní tloušťku $21,6\text{mm} > t_f = 16\text{mm}$

Quality Record

RESOURCE TITLE	Example: Choosing a steel sub-grade		
Reference(s)			
ORIGINAL DOCUMENT			
	Name	Company	Date
Created by	Matthias Oppe	RWTH	16/6/05
Technical content checked by	Christian Müller	RWTH	6/7/05
Editorial content checked by	D C Iles	SCI	15/7/05
Technical content endorsed by the following STEEL Partners:			
1. UK	G W Owens	SCI	30/6/05
2. France	A Bureau	CTICM	30/6/05
3. Sweden	A Olsson	SBI	30/6/05
4. Germany	C Müller	RWTH	30/6/05
5. Spain	J Chica	Labein	30/6/05
Resource approved by Technical Coordinator	G W Owens	SCI	21/5/06
TRANSLATED DOCUMENT			
This Translation made and checked by:	J. Macháček	CTU in Prague	31/7/07
Translated resource approved by:	F. Wald	CTU in Prague	31/7/07
National technical contact	F. Wald	CTU in Prague	