

2.1. Posúdenie prúta jednoduchého prierezu - pultový nosník :

Prvok je vyrobený z ihličnatého reziva, pevnostnej triedy C24. Prierez prvku : 120/220 mm.

(Výpočet prvku je urobený podľa STN EN 1995-1-1:2008) Trieda použitia : 1 ▼ Materiál : C24 ▼ 3 ihličnaté rezivo #

Šírka prierezu :	b =	120,0 mm	$\Gamma_k =$	350,0 kg.m ⁻³
Výška prierezu :	h =	220,0 mm	$\Gamma_{mean} =$	420,0 kg.m ⁻³
Účinná výška :	$h_{ef} =$	220,0 mm	$f_{m,k} =$	24,0 MPa
Statická dĺžka :	$L_y =$	5,500 m	$f_{t,0,k} =$	14,0 MPa
Statická dĺžka :	$L_z =$	1,000 m	$f_{t,90,k} =$	0,5 MPa

Návrhové hodnoty vnútorných síl :

Ťahová sila :	$N_{t,d} =$	1,000 kN	$f_{c,0,k} =$	21,0 MPa
Tlaková sila :	$N_{c,d} =$	1,000 kN	$f_{c,90,k} =$	2,5 MPa
Priečna sila :	$V_{z,d} =$	5,800 kN	$f_{v,k} =$	2,5 MPa
Ohybový moment :	$M_{y,d} =$	8,100 kNm	$E_{0,05} =$	7400 MPa
Priečna sila :	$V_{y,d} =$	0,000 kN	$E_{0,mean} =$	11000 MPa
Ohybový moment :	$M_{z,d} =$	0,000 kNm		
Krútiaci moment :	$M_{x,d} =$	0,000 kNm		

Súčiniteľ : $g_M =$ 1,300 [-] Faktor : $k_{def} =$ 0,600 [-] Faktor : $k_m =$ 0,700 [-] Faktor : $k_n =$ 5,000 [-]Faktor : $k_{mod} =$ 0,700 [-] Faktor : $k_h =$ 1,000 [-] Faktor : $k_{cr} =$ 0,670 [-] Faktor : $k_{shape} =$ 1,275 [-]Plocha prierezu : $A_y =$ 0,026400 m² $A_z =$ 0,026400 m² $A_{y,ef} =$ 0,026399 m² $A_{z,ef} =$ 0,026399 m²Modul prierezu v ohybe : $W_y =$ 0,000968 m³ $W_z =$ 0,000528 m³ $W_{y,ef} =$ 0,000968 m³ $W_{z,ef} =$ 0,000528 m³Moment zotrvačnosti : $J_y =$ 0,000106 m⁴ $J_z =$ 0,000032 m⁴ $J_{y,ef} =$ 0,000106 m⁴ $J_{z,ef} =$ 0,000032 m⁴Statický moment prierezu : $S_y =$ 0,000726 m³ $S_z =$ 0,000396 m³ $S_{y,ef} =$ 0,000726 m³ $S_{z,ef} =$ 0,000396 m³

* Posúdenie namáhania v ohybe (vybočenie v rovine y-y) :

$$S_{m,y,d} = M_{y,d} / W_{y,ef} = 8,369 \text{ MPa} \quad f_{m,y,d} = (k_{mod} \cdot f_{m,k}) / \gamma_M = 12,923 \text{ MPa}$$

$$S_{m,y,d} = 8,369 \text{ MPa} \leq k_h \cdot f_{m,y,d} = 12,923 \text{ MPa} \quad \text{Využitie na : } 64,76 \% \Rightarrow \text{Vyhovuje !}$$

* Posúdenie stability pri namáhaní v ohybe (vybočenie v rovine y-y) :

Pomer účinnej dĺžky a rozpätia : $L_{y,ef}/L_y = 1,000$ [-] Zaťaženie pôsobí : **v ťažisku prierezu** #

Účinná dĺžka ohýbaného prúta : $L_{y,ef} = 5,500$ m $S_{m,y,crit} = ((0,78 \cdot b^2) / (h \cdot L_{y,ef})) \cdot E_{0,05} = 68,692$ MP

$I_{rel,y,m} = (f_{m,y,k} / \sigma_{m,y,crit})^{1/2} = 0,591$ [-] Faktor : $k_{y,crit} = 1,000$ [-]

$S_{m,y,d} = 8,369 \text{ MPa} \leq k_{y,crit} \cdot f_{m,y,d} = 12,923 \text{ MPa} \quad \text{Využitie na : } 64,76 \% \Rightarrow \text{Vyhovuje !}$

* Posúdenie namáhania v ohybe (vybočenie v rovine z-z) :

$$S_{m,z,d} = M_{z,d} / W_{z,ef} = 0,000 \text{ MPa} \quad f_{m,z,d} = (k_{mod} \cdot f_{m,k}) / \gamma_M = 12,923 \text{ MPa}$$

$$S_{m,z,d} = 0,000 \text{ MPa} \leq k_h \cdot f_{m,z,d} = 12,923 \text{ MPa} \quad \text{Využitie na : } 0,00 \% \Rightarrow \text{Vyhovuje !}$$

* Posúdenie stability pri namáhaní v ohybe (vybočenie v rovine z-z) :

Pomer účinnej dĺžky a rozpätia : $L_{z,ef}/L_z = 1,000$ [-] Zaťaženie pôsobí : **v ťažisku prierezu** #

Účinná dĺžka ohýbaného prúta : $L_{z,ef} = 1,000$ m $S_{m,z,crit} = ((0,78 \cdot h^2) / (b \cdot L_{z,ef})) \cdot E_{0,05} = 2328,040$ MP

$I_{rel,z,m} = (f_{m,z,k} / \sigma_{m,z,crit})^{1/2} = 0,102$ [-] Faktor : $k_{z,crit} = 1,000$ [-]

$S_{m,z,d} = 0,000 \text{ MPa} \leq k_{z,crit} \cdot f_{m,z,d} = 12,923 \text{ MPa} \quad \text{Využitie na : } 0,00 \% \Rightarrow \text{Vyhovuje !}$

* Posúdenie namáhania v ohybe (šikmý ohyb, vybočenie v rovine y-y, z-z) :

Podmienka : $(\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d}) + k_m \cdot (\sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d}) \leq 1,0 \Rightarrow 0,648 \leq 1,0 \quad \text{Využitie na : } 64,76 \% \Rightarrow \text{Vyhovuje !}$

Podmienka : $k_m \cdot (\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d}) + (\sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d}) \leq 1,0 \Rightarrow 0,453 \leq 1,0 \quad \text{Využitie na : } 45,33 \% \Rightarrow \text{Vyhovuje !}$

* Posúdenie namáhania v ťahu rovnobežne s vláknami :

$$S_{t,0,d} = N_{t,d} / A_{y,ef} = 0,038 \text{ MPa} \quad f_{t,0,d} = (k_{mod} \cdot f_{t,0,k}) / \gamma_M = 7,538 \text{ MPa}$$

$$S_{t,0,d} = 0,038 \text{ MPa} \leq k_h \cdot f_{t,0,d} = 7,538 \text{ MPa} \quad \text{Využitie na : } 0,50 \% \Rightarrow \text{Vyhovuje !}$$

* Posúdenie namáhania v tlaku rovnobežne s vláknami (vybočenie v rovine y-y, z-z) :

$$S_{c,0,d} = N_{c,d} / A_{y,ef} = 0,038 \text{ MPa} \quad f_{c,0,d} = (k_{mod} \cdot f_{c,0,k}) / \gamma_M = 11,308 \text{ MPa}$$

$$S_{c,0,d} = 0,038 \text{ MPa} \leq f_{c,0,d} = 11,308 \text{ MPa} \quad \text{Využitie na : } 0,33 \% \Rightarrow \text{Vyhovuje !}$$

* Posúdenie stability pri namáhaní v tlaku rovnobežne s vláknami (vybočenie v rovine y-y) :

$$i_{y,ef} = (J_y / A_y)^{1/2} = 0,063509 \text{ m} \quad I_{y,ef} = L_{y,ef} / i_{y,ef} = 86,603 \text{ [-]}$$

$$I_{rel,y} = (\lambda_{y,ef} / \pi) \cdot ((f_{c,0,k} / E_{0,05})^{1/2}) = 1,469 \text{ [-]} \quad I_{y,ef} = 86,603 \text{ [-]} \leq I_{lim} = 120,0 \text{ [-]} \Rightarrow \text{Vyhovuje !}$$

Podmienka, $\lambda_{rel,y} \leq 0,30$: $I_{rel,y} = 1,469$ [-]

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + (\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d}) + (k_m \cdot (\sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d})) \leq 1,0 \Rightarrow 0,648 \leq 1,0 \quad \text{Využitie na : } 64,76 \% \Rightarrow \text{Vyhovuje !}$$

Podmienka, $\lambda_{rel,y} > 0,30$: $I_{rel,y} = 1,469$ [-]

$$k_y = 0,5 \cdot [1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2] = 1,695 \text{ [-]} \quad \text{Faktor imperfekcie : } b_c = 0,200 \text{ [-]}$$

$$(\sigma_{c,0,d}/k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + (\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d}) + (k_m \cdot (\sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d})) \leq 1,0 \Rightarrow 0,656 \leq 1,0 \quad \text{Využitie na : } 65,61 \% \Rightarrow \text{Vyhovuje !}$$

* Posúdenie stability pri namáhaní v tlaku rovnobežne s vláknami (vybočenie v rovine z-z) :

$$i_{z,ef} = (J_z / A_z)^{1/2} = 0,034641 \text{ m} \quad I_{z,ef} = L_{z,ef} / i_{z,ef} = 28,868 \text{ [-]}$$

$$I_{rel,z} = (\lambda_{z,ef} / \pi) \cdot ((f_{c,0,k} / E_{0,05})^{1/2}) = 0,490 \text{ [-]} \quad I_{z,ef} = 28,868 \text{ [-]} \leq I_{lim} = 120,0 \text{ [-]} \Rightarrow \text{Vyhovuje !}$$

Podmienka, $\lambda_{rel,z} \leq 0,30$: $I_{rel,z} = 0,490$ [-]

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + (k_m \cdot (\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d})) + (\sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d}) \leq 1,0 \Rightarrow 0,453 \leq 1,0 \quad \text{Využitie na : } 45,33 \% \Rightarrow \text{Vyhovuje !}$$

Podmienka, $\lambda_{rel,z} > 0,30$: $I_{rel,z} = 0,490$ [-]

$$k_z = 0,5 \cdot [1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2] = 0,639 \text{ [-]} \quad \text{Faktor : } b_c = 0,200 \text{ [-]}$$

$$(\sigma_{c,0,d}/k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + (k_m \cdot (\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d})) + (\sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d}) \leq 1,0 \Rightarrow 0,457 \leq 1,0 \quad \text{Využitie na : } 45,68 \% \Rightarrow \text{Vyhovuje !}$$

*** Posúdenie namáhania v tlaku kolmo na vlákna :**

Typ podopretia prvku : lokálne	▼ 7	Účinná dĺžka roznesenia sily :	$l_{ef,c,90} = 140,0 \text{ m}$
Výška úložného prvku : $h_{c,90} = 220,0 \text{ mm}$		$A_{ef,c,90} = b_{c,90} \cdot l_{ef,c,90} = 0,016800 \text{ m}^2$	
Vzdial. od okraja úložného prvku : $a_{c,90} = 0,0 \text{ mm}$		$S_{c,90,d} = N_{c,d} / A_{ef,c,90} = 0,060 \text{ MPa}$	
Dotyková dĺžka na úložnom prvku : $l_{c,90} = 140,0 \text{ mm}$		$f_{c,90,d} = (k_{mod} \cdot f_{c,90,k}) / \gamma_M = 1,346 \text{ MPa}$	
Dotyková šírka na úložnom prvku : $b_{c,90} = 120,0 \text{ mm}$		$k_{c,90,PP} = 1,250 [-]$	$k_{c,90,LP} = 1,500 [-]$
Vzdialenosť medzi stĺpmi : $l_{1,c,90} = 625,0 \text{ mm}$		Faktor zohľad. konfig. zaťaženia : $k_{c,90} = 1,500 [-]$	
$S_{c,90,d} = 0,060 \text{ MPa} \leq k_{c,90} \cdot f_{c,90,d} = 2,019 \text{ MPa}$		Využitie na : 2,95 % ⇒ Vyhovuje !	

*** Posúdenie namáhania v tlaku pod uhlom k smeru vlákien :**

Uhol medzi zaťažením a vláknami : $\alpha = 0,0^\circ$		$A_{ef,\alpha} = b \cdot (h / \cos \alpha) = 0,026400 \text{ m}^2$	
$S_{c,\alpha,d} = N_{c,d} / A_{ef,\alpha} = 0,038 \text{ MPa}$		$f_{c,\alpha,d} = f_{c,0,d} / ((f_{c,0,d} / k_{c,90} - f_{c,90,d}) \cdot \sin^2 \alpha) + \cos^2 \alpha = 11,308 \text{ MPa}$	
$S_{c,\alpha,d} = 0,038 \text{ MPa} \leq f_{c,\alpha,d} = 11,308 \text{ MPa}$		Využitie na : 0,33 % ⇒ Vyhovuje !	

*** Posúdenie súčasného namáhania ohybom a ťahom rovnobežne s vláknami (vybočenie v rovine y-y, z-z) :**

Podmienka : $(\sigma_{t,0,d} / f_{t,0,d}) + (\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d}) + (k_{m,\alpha} \cdot (\sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d})) \leq 1,0 \Rightarrow 0,653 \leq 1,0$	Využitie na : 65,26 % ⇒ Vyhovuje !
Podmienka : $(\sigma_{t,0,d} / f_{t,0,d}) + (k_{m,\alpha} \cdot (\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d})) + (\sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d}) \leq 1,0 \Rightarrow 0,458 \leq 1,0$	Využitie na : 45,83 % ⇒ Vyhovuje !

*** Posúdenie súčasného namáhania ohybom a tlakom rovnobežne s vláknami (vybočenie v rovine y-y) :**

Podmienka : $(\sigma_{m,y,d} / (k_{y,crit} \cdot f_{m,y,d}))^2 + (\sigma_{c,0,d} / (k_{c,z} \cdot f_{c,0,d})) \leq 1,0 \Rightarrow 0,423 \leq 1,0$	Využitie na : 42,29 % ⇒ Vyhovuje !
Podmienka, $\lambda_{rel,y} \leq 0,30$: $l_{rel,y} = 1,469 [-]$	
$(\sigma_{c,0,d} / f_{c,0,d})^2 + (\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d}) + (k_{m,\alpha} \cdot (\sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d})) \leq 1,0 \Rightarrow 0,648 \leq 1,0$	Využitie na : 64,76 % ⇒ Vyhovuje !
Podmienka, $\lambda_{rel,y} > 0,30$: $l_{rel,y} = 1,469 [-]$	
$(\sigma_{c,0,d} / k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + (\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d}) + (k_{m,\alpha} \cdot (\sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d})) \leq 1,0 \Rightarrow 0,656 \leq 1,0$	Využitie na : 65,61 % ⇒ Vyhovuje !

*** Posúdenie súčasného namáhania ohybom a tlakom rovnobežne s vláknami (vybočenie v rovine z-z) :**

Podmienka : $(\sigma_{m,z,d} / (k_{z,crit} \cdot f_{m,z,d}))^2 + (\sigma_{c,0,d} / (k_{c,y} \cdot f_{c,0,d})) \leq 1,0 \Rightarrow 0,009 \leq 1,0$	Využitie na : 0,85 % ⇒ Vyhovuje !
Podmienka, $\lambda_{rel,z} \leq 0,30$: $l_{rel,z} = 0,490 [-]$	
$(\sigma_{c,0,d} / f_{c,0,d})^2 + (k_{m,\alpha} \cdot (\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d})) + (\sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d}) \leq 1,0 \Rightarrow 0,453 \leq 1,0$	Využitie na : 45,33 % ⇒ Vyhovuje !
Podmienka, $\lambda_{rel,z} > 0,30$: $l_{rel,z} = 0,490 [-]$	
$(\sigma_{c,0,d} / k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + (k_{m,\alpha} \cdot (\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d})) + (\sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d}) \leq 1,0 \Rightarrow 0,457 \leq 1,0$	Využitie na : 45,68 % ⇒ Vyhovuje !

*** Posúdenie namáhania v šmyku (vybočenie v rovine y-y) :**

$b_{ef,y} = k_{cr} \cdot b = 80,400 \text{ mm}$		$f_{v,y,d} = (k_{mod} \cdot f_{v,k}) / \gamma_M = 1,346 \text{ MPa}$	
$t_{y,d} = (V_{z,d} \cdot S_y) / (J_y \cdot b_{ef,y}) = 0,492 \text{ MPa}$		$k_{v,y,d} = 1,346 \text{ MPa}$	Využitie na : 36,54 % ⇒ Vyhovuje !
$t_{y,d} = 0,492 \text{ MPa} \leq k_{v,y,d} = 1,346 \text{ MPa}$			

*** Posúdenie namáhania v šmyku v uložení prvku (vybočenie v rovine y-y) :**

$t_{y,d^*} = (V_{z,d} \cdot S_{y,ef}) / (J_{y,ef} \cdot b_{ef,y}) = 0,492 \text{ MPa}$		$l_{n,lim} = 2 \cdot h = 440,000 \text{ mm}$	
Dĺžka nábehu výrezu : $l_n = 120,0 \text{ mm}$		$a = h_{ef} / h = 1,000 [-]$	
Vzdial. medzi lúčom a kútom : $x = 60,0 \text{ mm}$		$i = l_n / (h - h_e) = 12000,0 [-]$	
Faktor redukujúci výšku prierezu : $k_v = 1,000 [-]$		$a = 1,000 [-] \geq \alpha_{lim} = 0,5 [-] \Rightarrow \text{Vyhovuje !}$	
		$l_n = 120,0 \text{ mm} \leq l_{n,lim} = 440,0 \text{ mm} \Rightarrow \text{Vyhovuje !}$	
$t_{y,d^*} = 0,492 \text{ MPa} \leq k_v \cdot f_{v,y,d} = 1,346 \text{ MPa}$		Využitie na : 36,54 % ⇒ Vyhovuje !	

*** Posúdenie namáhania v šmyku (vybočenie v rovine z-z) :**

$h_{ef,z} = k_{cr} \cdot h_{ef} = 147,393 \text{ mm}$		$f_{v,z,d} = (k_{mod} \cdot f_{v,k}) / \gamma_M = 1,346 \text{ MPa}$	
$t_{z,d} = (V_{y,d} \cdot S_z) / (J_z \cdot h_{ef,z}) = 0,000 \text{ MPa}$		$k_{v,z,d} = 1,346 \text{ MPa}$	Využitie na : 0,00 % ⇒ Vyhovuje !
$t_{z,d} = 0,000 \text{ MPa} \leq k_{v,z,d} = 1,346 \text{ MPa}$			

*** Posúdenie namáhania v krute :**

$b_{tor} = \min \{b, h_{ef}\} = 120,000 \text{ mm}$		$h_{tor} = \max \{b, h_{ef}\} = 220,000 \text{ mm}$	
$t_{tor,d} = M_{x,d} / W_{tor} = 0,000 \text{ MPa}$		$W_{tor} = (1 / (3 + 2 \cdot b_{tor} / h_{tor})) \cdot b_{tor}^2 \cdot h_{tor} = 0,000774 \text{ m}^3$	
$t_{tor,d} = 0,000 \text{ MPa} \leq k_{shape} \cdot f_{v,z,d} = 1,716 \text{ MPa}$		Využitie na : 0,00 % ⇒ Vyhovuje !	