

F 1.2 – STAVEBNĚ KONSTRUKČNÍ ČÁST

DSP

„Rekonstrukce budovy OÚ, Vrskaň “

ÚVOD:

Předmětem této zprávy je návrh a posouzení krovu přístavby k OÚ ve Vrskmani. Krov bude navazovat na stávající zastřešení OÚ, které je zastřešeno hambálovým krovem

IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE:

Vlastník: Obec Vrskmaň, Vrskmaň č.p. 46, 431 15 Vrskmaň
Stavebník: Obec Vrskmaň, Vrskmaň č.p. 46, 431 15 Vrskmaň
Datum: listopad 2011
Projektant profese: MESSOR BUILD s.r.o., Obora 38, 440 01 Louny
IČ: 28738217, DIČ: CZ28738217
Ing. Ota Vettermann, autorizovaný inženýr v oboru pozemní stavby
ČKAIT 04 02 018

F 1.2.1. - TECHNICKÁ ZPRÁVA

POPIS NAVRŽENÉHO KONSTRUKČNÍHO ŘEŠENÍ STAVBY:

- přístavba má rozměry 10,5 / 5,1 m, výška hřebene střechy 3,11 m
- zastřešení přístavby bude provedeno hambálovým krovem – posuvný hambálek
- sklon střešních rovin je 49°
- vzhledem k tomu že nelze ztužidlem v rovině hambálků zajistit tuhost v této rovině jedná se o posuvný hambálek
- osová vzdálenost krokví bude 0,9 m
- výška podkroví $u/v = 2/3$
- pozednice bude kotvena v místě každé krokve do pozedního železobetonového věnce, kotvení bude provedeno pomocí ocelových svorníků, které budou zabetonovány do železobetonového věnce, anebo mohou být dodatečně vyvrtány a přikotveny chemickou kotvou (např. HILTY, FISCHER), železobetonový věnec bude působit jako vysoký nosník, na celou tl. Zdiva a bude vyztužen ocelovou výztuží
- věnec bude uložen do kapes stávajícího obvodového zdiva – zazděn min 150 mm
- železobetonový věnec pod pozednicí bude pomocí ocelových I-profilů spojen s věncem železobetonového stropu, tak aby I-profilů ukotvené v rovině stropu působily jako konzoly vynášející vodorovné síly vyvozující pozednice

NAVRŽENÉ MATERIÁLY A VÝROBKY A HLAVNÍ KONSTRUKČNÍ PRVKY:

pozednice	120/100 mm
krokve	70/150 mm
hambálek	70/140 mm

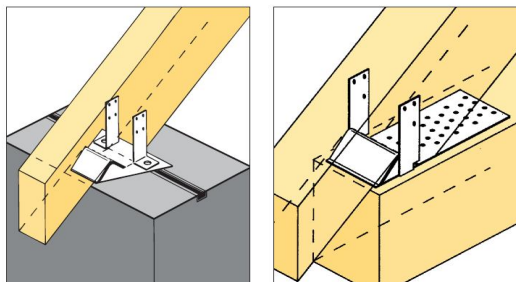
HODNOTY ZATÍŽENÍ (UŽITNÉ, KLIMATICKÉ A DALŠÍ.):

Popsáno níže.

NÁVRH ZVLÁŠTNÍCH KONSTRUKČNÍCH DETAILŮ:

Kotvení krokve k pozednici a následně k věnci:

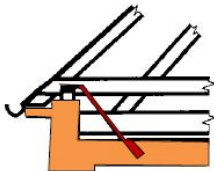
může být provedeno dvěma způsoby, klasickým tesařským způsobem, nebo pomocí ocelových kotev např. Simpson strong-tie kotva SHB, SHH, vždy ale musí tento spoj zajišťovat přenesení vodorovné síly do železobetonového věnce!!!



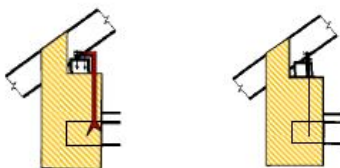
Zachycení vodorovných sil působících na věnec pod pozednicí:

Půdní nadezdívka je značně vysoká, z toho důvodu hrozí vykllopení pozednic zdí z důvodu působení vodorovných sil v místě pozednic. Tyto síly působí na železobetonový věnec, který není možné kromě štítu nijak ukotvit – svázat ve středních zdech. Z toho důvodu je nutné vybudovat tuhý železobetonový strop, který bude přes ocelové I-profilý – působící jako konzoly zachycovat tyto vodorovné síly. Možnosti zachycení vodorovných sil jsou následující:

- 1) šikmými kotvami ke stropům:



- 2) svislými kotvami do betonových pozednic pásů v úrovni tuhého stropu:



- vzdálenost kotev bývá obvykle 2 m
- jsou připevněny na pozednici buď dvěma vruty, nebo procházejí pozednicí ve formě tyčové oceli se závitem
- podrobněji bude tento způsob kotvení řešen v prováděcí dokumentaci stavby podle vyhlášky 499/2006 Sb.

TECHNOLOGICKÉ PODMÍNKY POSTUPU PRACÍ, KTERÉ BY MOHLY OVLIVNIT STABILITU VLASTNÍ KONSTRUKCE:

Popsáno níže u jednotlivých konstrukčních prvků.

ZÁSADY PRO PROVÁDĚNÍ BOURACÍCH A PODCHYCOVACÍCH PRACÍ:

rekonstrukční práce budou probíhat v souladu s:

- vyhláška 591/2006 Sb. o bližších minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na staveništích,
- vyhláška č. 601/2006 Sb., o bezpečnosti práce a technických zařízení při stavebních pracích,
- vyhláška ČÚBP č. 48/1982,
- vyhláška ČÚBP a ČBÚ č. 309/2006 Sb. o bezpečnosti a ochraně zdraví při práci,
- vyhláška 362/2005 Sb., o bližších požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na staveništích s nebezpečím pádu z výšky nebo do hloubky.

POŽADAVKY NA KONTROLU ZAKRÝVANÝCH KONSTRUKCÍ:

- výztuž železobetonových věnců
- detail kotvení I-profilu, pozednice
- kotvení pozednice k žb věnci

SEZNAM POUŽITÝCH PODKLADŮ:

- ČSN EN 1991_1_1 EUROKÓD 1 – Zatížení konstrukcí
- www.ytong.cz
- FINE software, dřevo, ocel, fine 2D

SPECIFICKÉ POŽADAVKY NA OBSAH A ROZSAH DOKUMENTACE PRO PROVÁDĚNÍ STAVBY:

v dalším stupni – realizační projektové dokumentace bude stavba a její detaily a konstrukční prvky navrženy a posouzeny podle vyhl. 499/2006 sb. Část 2 – stavebně konstrukční část (detaily kotvení pozednice do věnce stropu, spoje a další)

F 1.2.2. - VÝKRESOVÁ ČÁST

- viz F1.1.2

F 1.2.3. - STATICKÉ POSOUZENÍ

1. Návrh a posouzení dřevěných prvků hambálového krovu (krokev, hambálek):

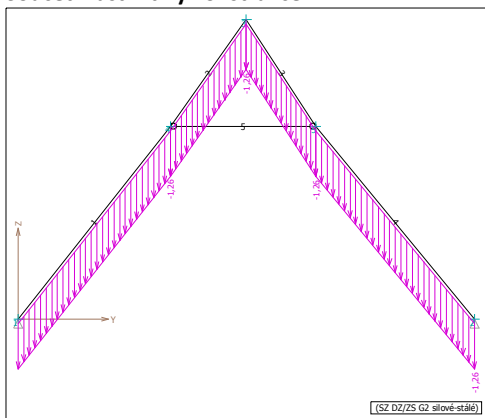
- pozednice 120/100 mm
- krokev 70/150 mm
- hambálek 70/140 mm
- osová vzdálenost vazeb = 900 mm
- poměr u/v (výška střechy / výška hambálku) = 2/3, výška střechy = 3230 mm, výška hambálku = 2100 mm

zatížení – vlastní tíha - stálé G1

zatížení – stálé G2

střešní krytina – betonová taška Bramac

		Normové [kN/m ²]	Koef. [-]	Výpočt. [kN/m ²]
Vlastní tíha konstrukce				
střešní krytina Bramac	50 kg/m ²	0,500	1.35	0,675
laťování		0,015	1.35	0,020
dřevěné bednění 24 mm	6x0,024	0,144	1.35	0,194
tepelná izolace ISOVER tl. 160 mm	2,75x0,16	0,440	1,35	0,590
SDK podhled / rastry		0,200	1,35	0,270
rezerva		0,100	1.35	0,135
Součet vlastní tíhy konstrukce		1,399		1,889



zatížení sněhem S3-I, S3-II, S3-III:

Zatížení podle ČSN 73 0035 - Zatížení sněhem počítáno podle změny Z3 platné od 10/2006

Sněhová oblast III.

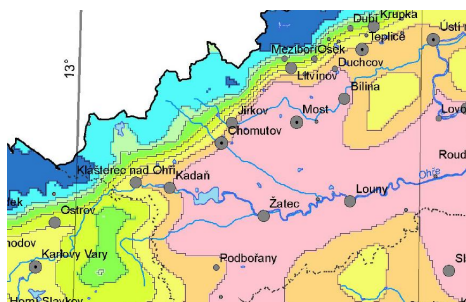
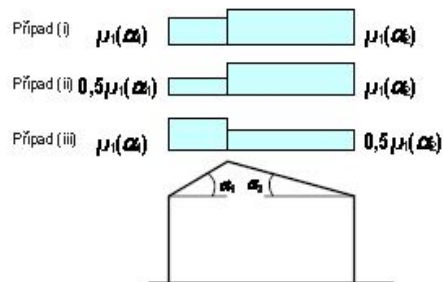
Základní tíha sněhu $s_k = 1,50 \text{ kN/m}^2$

Součinitel expozice $C_e = 1,00$ – normální

Tepelný součinitel $C_t = 1.00$

$\eta_1 = 0,80 \cdot (60 - \alpha) / 30 = 0,29$ (pro $\alpha = 49^\circ$)

$S_k = \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot S_k = 0,435 \text{ kg/m}^2$



ČSN EN 1991-1-3:2005/Z1:2006
 MAPA SNĚHOVÝCH OBLASTÍ NA ÚZEMÍ ČR

Zatížení sněhem na střeších $s = \mu_1 \cdot C_s \cdot C_e \cdot s_k$

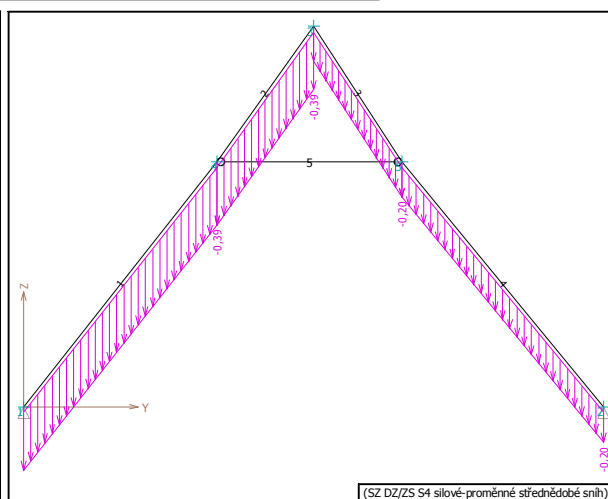
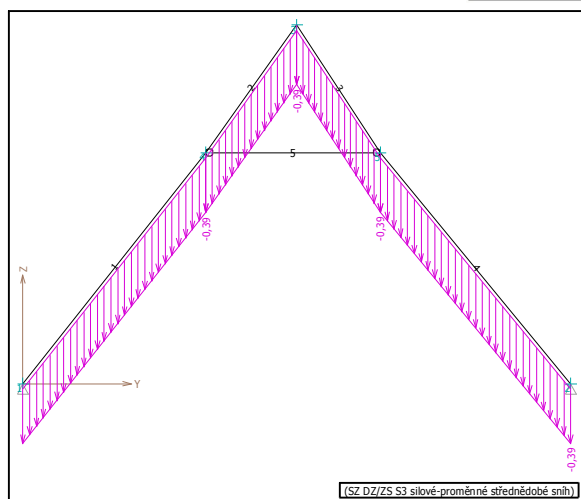
Oblast

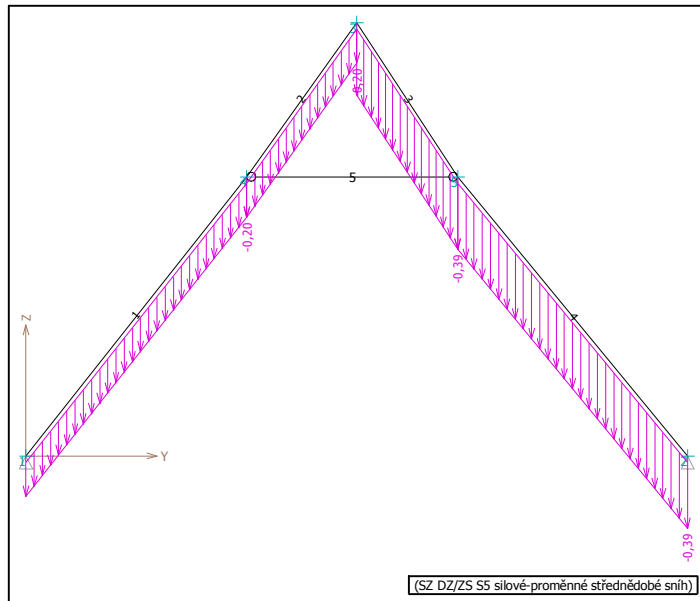
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
0,7	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0	>4,0 ¹⁾

Charakteristická
hodnota s_k [kPa]

¹⁾ Charakteristickou hodnotu
určí příslušná pobočka
Českého hydrometeorologického ústavu

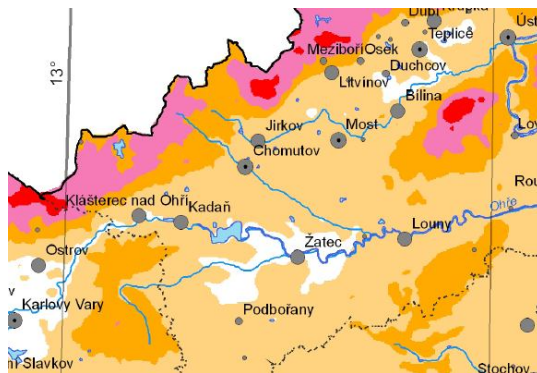
Vypracoval Český hydrometeorologický ústav





VÍTR W4:

Zatížení větrem uvažováno podle ČSN EN 1991-1-4.



ČSN EN 1991-1-4:2007
 MAPA VĚTRNÝCH OBLASTÍ NA ÚZEMÍ ČR

Oblast

I	II	III	IV	V
22,5	25	27,5	30	36 ^{*)}

Výchozí základní rychlost větru $V_{b,0}$ [m/s]

^{*)} Charakteristickou hodnotu určí příslušná pobočka Českého hydrometeorologického ústavu

Vypracoval Český hydrometeorologický ústav v roce 2006

Podle mapy této normy se lokalita zařazuje do **II. větrné oblasti**.

Základní rychlost větru: $v_b = 25,0$ m/s

Maximální dynamický tlak větru:

Tabulka 4.1 – Kategorie terénů a jejich parametry

Kategorie terénu	z_0 [m]	z_{min} [m]
0 Moře nebo pobřežní oblasti vystavené otevřenému moři	0,003	1
I Jezera nebo vodorovné oblasti se zanedbatelnou vegetací a bez překážek	0,01	1
II Oblasti s nízkou vegetací jako je tráva a s izolovanými překážkami (stromy, budovy), jejichž vzdálenost je větší než 20násobek výšky překážek	0,05	2
III Oblasti rovnoměrně pokryté vegetací nebo budovami nebo s izolovanými překážkami, jejichž vzdálenost je maximálně 20násobek výšky překážek (jako jsou vesnice, předměstský terén, souvislý les)	0,3	5
IV Oblasti, ve kterých je nejméně 15 % povrchu pokryto pozemními stavbami, jejichž průměrná výška je větší než 15 m	1,0	10

POZNÁMKA Kategorie terénu jsou zobrazeny v A.1.

kategorie terénu - III. $z_{min} = 5$ m

$z_0 = 0,3$ m

součinitel orografie $C_o = 1,0$

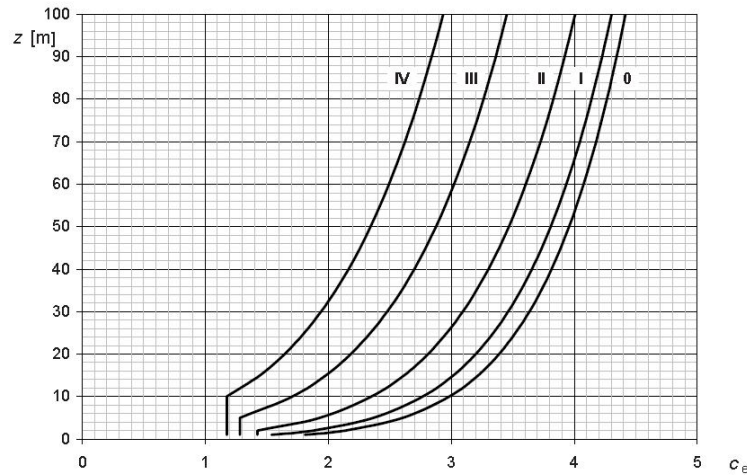
$$q_b = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2(z)$$

základní dynamický tlak větru $q_p = 0,5 \cdot 1,25 \cdot 25^2 = 391$ N/m²

součinitel expozice ($z = 10,61$ m) $C_e(z) = 1,7$

Součinitel zatížení: $\gamma_f = 1,5$

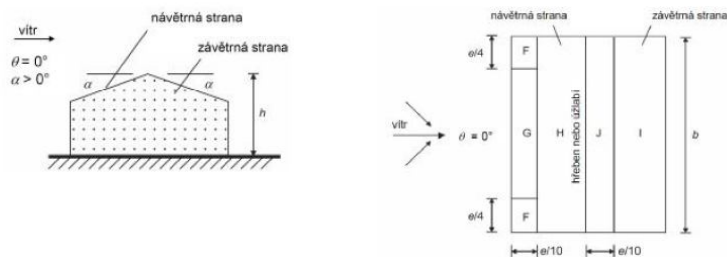
>>> $q_{p,k} = C_e(z) \cdot q_p = 1,7 \cdot 391 = \underline{0,665 \text{ kN/m}^2}$



Obrázek 4.2 – Součinitele expozice $c_e(z)$ pro $c_0 = 1,0$ a $k = 1,0$

Sedlova střecha – příčný vítr

- sklon střechy $\alpha = 49^\circ$
- horní líc objektu ve výšce $h = 10,6 \text{ m}$
- pro rozdělení oblastí na k-ci $h = 3,5 \text{ m}$



Hodnoty a rozdělení tlaků na střešní konstrukci uvažovány dle tabulky 1.1.

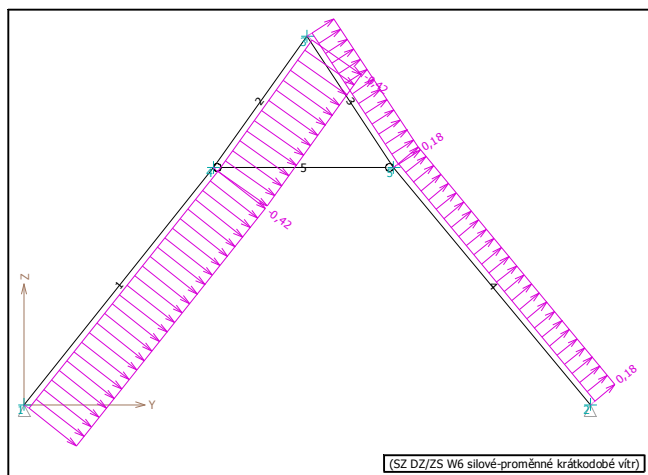
Tab. 1.1: Součinitele vnějšího tlaku $c_{pe,10}$

Tlak:

- > $w_{e,F} = q_{p,k} \cdot c_{pe,F} = 0,665 \cdot 0,70 = 0,466 \text{ kN/m}^2$
- > $w_{e,G} = q_{p,k} \cdot c_{pe,G} = 0,665 \cdot 0,70 = 0,466 \text{ kN/m}^2$
- > $w_{e,H} = q_{p,k} \cdot c_{pe,H} = 0,665 \cdot 0,60 = 0,399 \text{ kN/m}^2$

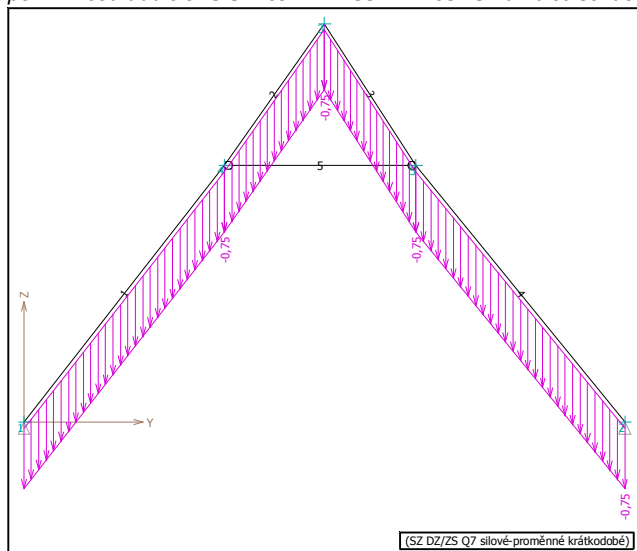
Sání:

- > $w_{e,F} = q_{p,k} \cdot c_{pe,F} = 0,665 \cdot (0,00) = 0 \text{ kN/m}^2$
- > $w_{e,G} = q_{p,k} \cdot c_{pe,G} = 0,665 \cdot (0,00) = 0 \text{ kN/m}^2$
- > $w_{e,H} = q_{p,k} \cdot c_{pe,H} = 0,665 \cdot (0,00) = 0 \text{ kN/m}^2$
- > $w_{e,I} = q_{p,k} \cdot c_{pe,I} = 0,665 \cdot (-0,20) = -0,131 \text{ kN/m}^2$
- > $w_{e,J} = q_{p,k} \cdot c_{pe,J} = 0,665 \cdot (-0,30) = -0,196 \text{ kN/m}^2$

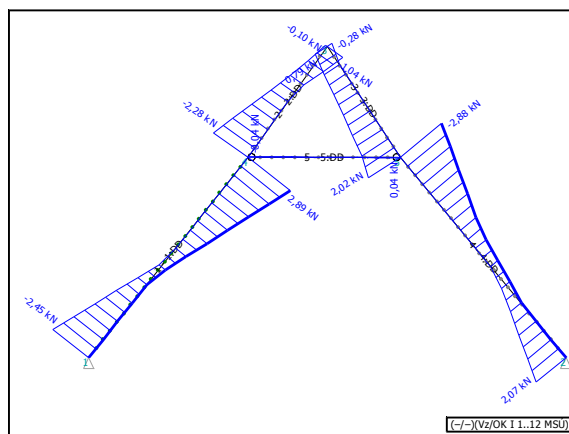
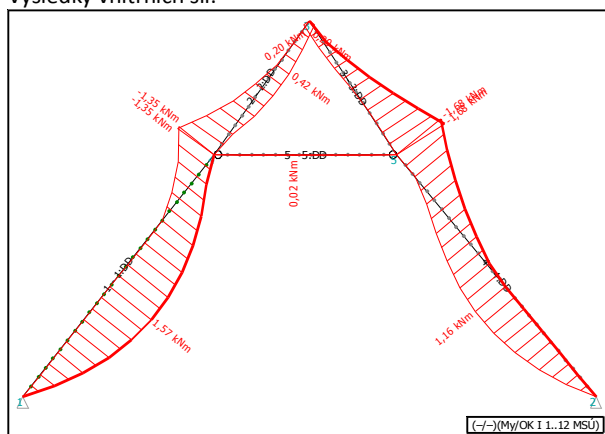


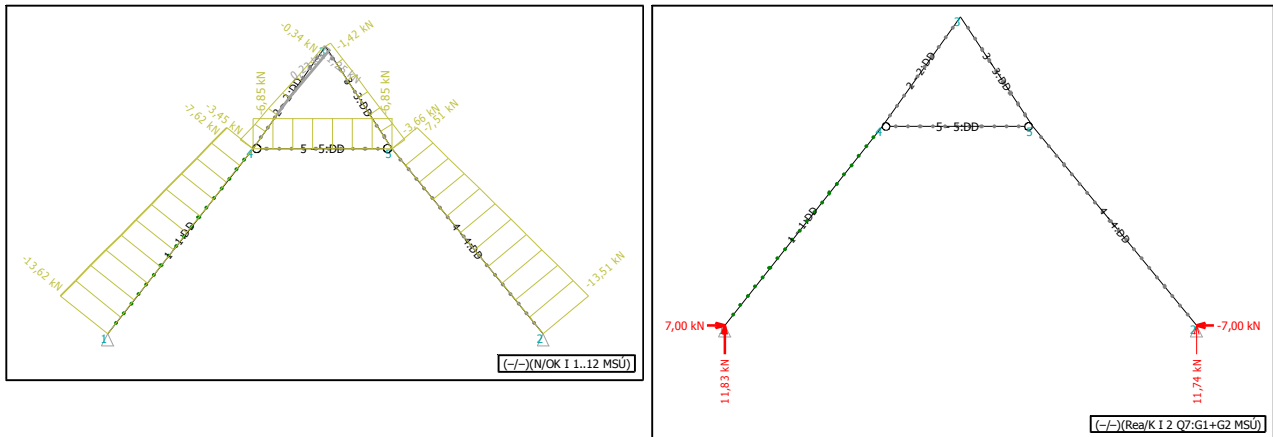
užitné zatížení střechy kat. H – údržba Q5

pozn.: v souladu s čl. 3.3.2 ČSN EN 1991-1-1 se nemá na střechách uvažovat současně zatížení užitné a sníh nebo vítr



Výsledky vnitřních sil:





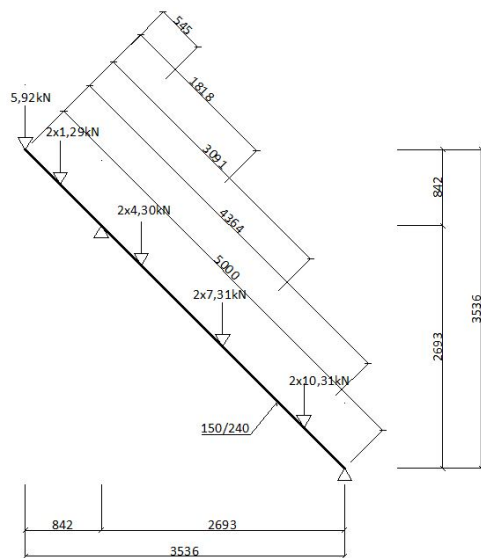
Závěr:

Navržené profily hambákového krovu, tedy krokev 70/150 a hambálek 2x70/140 **vyhovují** danému zatížení, podrobnější výpočet je uveden ve statickém výpočtu v příloze.

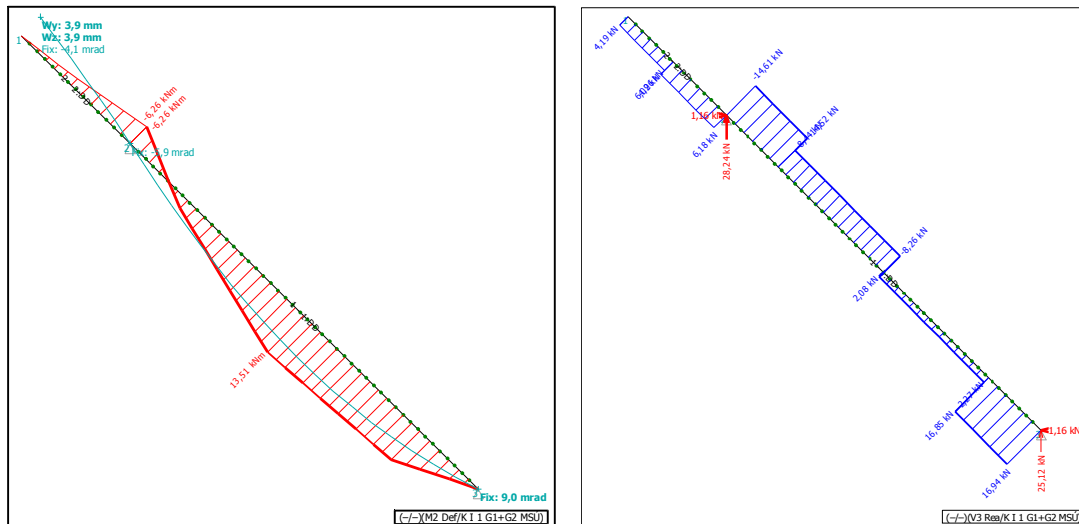
2. Návrh a posouzení úžlabní krokvě:

Do zatěžovací modelu byly převzaty svislé složky reakce hambákových vazeb $R_{a,d} = 11,83$ kN

Zatěžovací schéma:



Výsledky vnitřních sil:



Závěr:

Navržený profil úžlabní krokve profilu 150/240 mm **vyhovuje** danému zatížení, podrobnější výpočet je uveden ve statickém výpočtu v příloze.

1 krov

2 Norma

Norma výpočtu EN 1995-1-1

Výpočet je proveden podle České národní přílohy.

Součinitel γ_M pro základní kombinace : 1,300

Součinitel γ_M pro mimořádné kombinace : 1,000

3 1

3.1 Vstupní data

Délka dílce: 2,655 m

Třída provozu: 1

Průřez

Název: obdélník

DŘEVO, CELISTVÝ HRANĚNÝ - OBDÉLNÍK	
Rozměry průřezu	
výška průřezu	h = 150,0 mm
šířka průřezu	b = 70,0 mm
Průřezové charakteristiky	
průřezová plocha	A = 1,050E+04 mm ²
vzdálenost těžiště od levé strany min. obálky průřezu	y _{cg} = 35,0 mm
vzdálenost těžiště od dolní strany min. obálky průřezu	z _{cg} = 75,0 mm
moment setrvačnosti k vodorovné těžišťové ose	I _y = 1,969E+07 mm ⁴
moment setrvačnosti ke svislé těžišťové ose	I _z = 4,288E+06 mm ⁴
poloměr setrvačnosti kolmý k vodorovné těžišťové ose	i _y = 43,3 mm
poloměr setrvačnosti kolmý ke svislé těžišťové ose	i _z = 20,2 mm

Materiál

Název: S10 (C24) - jehličnaté

Při výpočtu je zohledněn součinitel k_h pro zvětšení pevnosti dřeva v tahu a ohybu.

Materiálové charakteristiky:

Modul pružnosti	E _{0,mean} : 11000 MPa
Modul pružnosti ve smyku	G _{mean} : 690 MPa
Pevnost v ohybu	f _{m,k} : 24,0 MPa
Pevnost v tahu ve směru vláken	f _{t,0,k} : 14,0 MPa
Pevnost v tlaku ve směru vláken	f _{c,0,k} : 21,0 MPa
Pevnost ve smyku	f _{v,k} : 4,0 MPa
Pevnost v tlaku kolmo na vlákna	f _{c,90,k} : 2,5 MPa
Pevnost v tahu kolmo na vlákna	f _{t,90,k} : 0,4 MPa
5% kvantil modulu pružnosti	E _{0,05} : 7400 MPa
Charakteristická hodnota hustoty	ρ _k : 350,0 kg/m ³

Zatížení - vnitřní síly

Celkový počet zatěžovacích případů: 12

Kombinace č.1 - G1+G2:

	N[kN]	V ₃ [kN]	M ₂ [kNm]	V ₂ [kN]	M ₃ [kNm]
Max. hodnota	0,000	1,762	0,593	0,000	0,000
Min. hodnota	-8,332	-1,143	-0,822	0,000	0,000

Kombinace č.2 - Q7:G1+G2:

	N[kN]	V ₃ [kN]	M ₂ [kNm]	V ₂ [kN]	M ₃ [kNm]
Max. hodnota	0,000	2,888	0,973	0,000	0,000
Min. hodnota	-13,620	-1,873	-1,347	0,000	0,000

Kombinace č.3 - W6:G1+G2:

	N[kN]	V ₃ [kN]	M ₂ [kNm]	V ₂ [kN]	M ₃ [kNm]
Max. hodnota	0,000	2,362	1,419	0,000	0,000
Min. hodnota	-7,545	-2,216	-0,193	0,000	0,000

Kombinace č.4 - S5:G1+G2:

	N[kN]	V ₃ [kN]	M ₂ [kNm]	V ₂ [kN]	M ₃ [kNm]
Max. hodnota	0,000	2,147	0,613	0,000	0,000
Min. hodnota	-10,191	-1,253	-1,186	0,000	0,000

Kombinace č.5 - S5:G1+G2+W6:

	N[kN]	V ₃ [kN]	M ₂ [kNm]	V ₂ [kN]	M ₃ [kNm]
Max. hodnota	0,000	2,506	1,082	0,000	0,000
Min. hodnota	-9,719	-1,897	-0,809	0,000	0,000

Kombinace č.6 - W6:G1+G2+S5:

	N[kN]	V ₃ [kN]	M ₂ [kNm]	V ₂ [kN]	M ₃ [kNm]
Max. hodnota	0,000	2,554	1,417	0,000	0,000
Min. hodnota	-8,474	-2,271	-0,375	0,000	0,000

Kombinace č.7 - S4:G1+G2:

	N[kN]	V ₃ [kN]	M ₂ [kNm]	V ₂ [kN]	M ₃ [kNm]
Max. hodnota	0,000	2,263	0,878	0,000	0,000
Min. hodnota	-10,633	-1,607	-0,871	0,000	0,000

Kombinace č.8 - S4:G1+G2+W6:

	N[kN]	V ₃ [kN]	M ₂ [kNm]	V ₂ [kN]	M ₃ [kNm]
Max. hodnota	0,000	2,623	1,380	0,000	0,000
Min. hodnota	-10,160	-2,251	-0,494	0,000	0,000

Kombinace č.9 - W6:G1+G2+S4:

	N[kN]	V ₃ [kN]	M ₂ [kNm]	V ₂ [kN]	M ₃ [kNm]
Max. hodnota	0,000	2,612	1,566	0,000	0,000
Min. hodnota	-8,695	-2,448	-0,218	0,000	0,000

Kombinace č.10 - S3:G1+G2:

	N[kN]	V ₃ [kN]	M ₂ [kNm]	V ₂ [kN]	M ₃ [kNm]
Max. hodnota	0,000	2,348	0,791	0,000	0,000
Min. hodnota	-11,082	-1,523	-1,095	0,000	0,000

Kombinace č.11 - S3:G1+G2+W6:

	N[kN]	V ₃ [kN]	M ₂ [kNm]	V ₂ [kN]	M ₃ [kNm]
Max. hodnota	0,000	2,707	1,278	0,000	0,000
Min. hodnota	-10,609	-2,166	-0,718	0,000	0,000

Kombinace č.12 - W6:G1+G2+S3:

	N[kN]	V ₃ [kN]	M ₂ [kNm]	V ₂ [kN]	M ₃ [kNm]
Max. hodnota	0,000	2,654	1,516	0,000	0,000
Min. hodnota	-8,919	-2,406	-0,330	0,000	0,000

Vzpěr

Vzpěr při vybočení kolmo k ose z:

Úsek č.	Počátek [m]	Konec [m]	Délka pro vzpěr [m]	Souč. vzp. délky k_z	Vzpěrná délka $L_{cr,z}$ [m]
1	0,000	2,655	2,655	1,000	2,655

Vzpěr při vybočení kolmo k ose y:

Úsek č.	Počátek [m]	Konec [m]	Délka pro vzpěr [m]	Souč. vzp. délky k_y	Vzpěrná délka $L_{cr,y}$ [m]
1	0,000	2,655	2,655	1,000	2,655

Klopení

Klopení od momentu M_y :

Úsek č.	Počátek [m]	Konec [m]	l_{z1} [m]	Typ nosníku a zatížení	Poloha zatížení
1	0,000	2,655	2,655	nosník se spojitým zatížením	nahoře

Klopení od momentu M_z :

Úsek č.	Počátek [m]	Konec [m]	l_{y1} [m]	Typ nosníku a zatížení	Poloha zatížení
1	0,000	2,655	2,655	nosník se spojitým zatížením	uprostřed

3.2 Výsledky

Celkové posouzení

Výsledky pro zatěžovací případ: Kombinace č.2 - Q7:G1+G2

Vnitřní síly: $N = -11,983$ kN; $M_y = 0,886$ kNm; $M_z = 0,000$ kNm; $V_z = -0,575$ kN; $V_y = 0,000$ kN

Posudek kombinace tlaku a ohybu:

Únosnosti: $N_R = 28,082$ kN; $M_{y,R} = -6,231$ kNm

$|-0,427 + -0,142 + 0,000| = |-0,569| < 1$ **Vyhovuje**

Posudek smyku od posouvajících sil:

Únosnost: $V_R = 12,988$ kN

$0,044 < 1$ **Vyhovuje**

Štíhlost dílce: 131,4

Průřez vyhovuje

Využití

Využití průřezu: 56,9 %

4 2

4.1 Vstupní data

Délka dílce: 1,412 m

Třída provozu: 1

Průřez

Název: obdélník

DŘEVO, CELISTVÝ HRANĚNÝ - OBDÉLNÍK	
Rozměry průřezu	
výška průřezu	$h = 150,0$ mm
šířka průřezu	$b = 70,0$ mm
Průřezové charakteristiky	

DŘEVO, CELISTVÝ HRANĚNÝ - OBDÉLNÍK

průřezová plocha	$A = 1,050E+04 \text{ mm}^2$
vzdálenost těžiště od levé strany min. obálky průřezu	$y_{cg} = 35,0 \text{ mm}$
vzdálenost těžiště od dolní strany min. obálky průřezu	$z_{cg} = 75,0 \text{ mm}$
moment setrvačnosti k vodorovné těžišťové ose	$I_y = 1,969E+07 \text{ mm}^4$
moment setrvačnosti ke svislé těžišťové ose	$I_z = 4,288E+06 \text{ mm}^4$
poloměr setrvačnosti kolmý k vodorovné těžišťové ose	$i_y = 43,3 \text{ mm}$
poloměr setrvačnosti kolmý ke svislé těžišťové ose	$i_z = 20,2 \text{ mm}$

Materiál**Název:** S10 (C24) - jehličnatéPři výpočtu je zohledněn součinitel k_h pro zvětšení pevnosti dřeva v tahu a ohybu.**Materiálové charakteristiky:**

Modul pružnosti	$E_{0,mean} : 11000 \text{ MPa}$
Modul pružnosti ve smyku	$G_{mean} : 690 \text{ MPa}$
Pevnost v ohybu	$f_{m,k} : 24,0 \text{ MPa}$
Pevnost v tahu ve směru vláken	$f_{t,0,k} : 14,0 \text{ MPa}$
Pevnost v tlaku ve směru vláken	$f_{c,0,k} : 21,0 \text{ MPa}$
Pevnost ve smyku	$f_{v,k} : 4,0 \text{ MPa}$
Pevnost v tlaku kolmo na vlákna	$f_{c,90,k} : 2,5 \text{ MPa}$
Pevnost v tahu kolmo na vlákna	$f_{t,90,k} : 0,4 \text{ MPa}$
5% kvantil modulu pružnosti	$E_{0,05} : 7400 \text{ MPa}$
Charakteristická hodnota hustoty	$\rho_k : 350,0 \text{ kg/m}^3$

Zatížení - vnitřní síly**Celkový počet zatěžovacích případů: 12****Kombinace č.1 - G1+G2:**

	N[kN]	V₃[kN]	M₂[kNm]	V₂[kN]	M₃[kNm]
Max. hodnota	0,000	0,054	0,121	0,000	0,000
Min. hodnota	-2,104	-1,389	-0,822	0,000	0,000

Kombinace č.2 - Q7:G1+G2:

	N[kN]	V₃[kN]	M₂[kNm]	V₂[kN]	M₃[kNm]
Max. hodnota	0,000	0,089	0,198	0,000	0,000
Min. hodnota	-3,449	-2,277	-1,347	0,000	0,000

Kombinace č.3 - W6:G1+G2:

	N[kN]	V₃[kN]	M₂[kNm]	V₂[kN]	M₃[kNm]
Max. hodnota	1,136	0,943	0,384	0,000	0,000
Min. hodnota	-0,888	-1,390	-0,193	0,000	0,000

Kombinace č.4 - S5:G1+G2:

	N[kN]	V₃[kN]	M₂[kNm]	V₂[kN]	M₃[kNm]
Max. hodnota	0,000	0,000	0,154	0,000	0,000
Min. hodnota	-2,711	-1,794	-1,186	0,000	0,000

Kombinace č.5 - S5:G1+G2+W6:

	N[kN]	V₃[kN]	M₂[kNm]	V₂[kN]	M₃[kNm]
Max. hodnota	0,388	0,429	0,214	0,000	0,000
Min. hodnota	-1,981	-1,795	-0,809	0,000	0,000

Kombinace č.6 - W6:G1+G2+S5:

	N[kN]	V₃[kN]	M₂[kNm]	V₂[kN]	M₃[kNm]
Max. hodnota	1,006	0,864	0,353	0,000	0,000

	N[kN]	V ₃ [kN]	M ₂ [kNm]	V ₂ [kN]	M ₃ [kNm]
Min. hodnota	-1,191	-1,593	-0,375	0,000	0,000

Kombinace č.7 - S4:G1+G2:

	N[kN]	V ₃ [kN]	M ₂ [kNm]	V ₂ [kN]	M ₃ [kNm]
Max. hodnota	0,142	0,240	0,167	0,000	0,000
Min. hodnota	-2,555	-1,683	-0,871	0,000	0,000

Kombinace č.8 - S4:G1+G2+W6:

	N[kN]	V ₃ [kN]	M ₂ [kNm]	V ₂ [kN]	M ₃ [kNm]
Max. hodnota	0,872	0,774	0,320	0,000	0,000
Min. hodnota	-1,826	-1,684	-0,494	0,000	0,000

Kombinace č.9 - W6:G1+G2+S4:

	N[kN]	V ₃ [kN]	M ₂ [kNm]	V ₂ [kN]	M ₃ [kNm]
Max. hodnota	1,247	1,036	0,422	0,000	0,000
Min. hodnota	-1,114	-1,537	-0,218	0,000	0,000

Kombinace č.10 - S3:G1+G2:

	N[kN]	V ₃ [kN]	M ₂ [kNm]	V ₂ [kN]	M ₃ [kNm]
Max. hodnota	0,000	0,072	0,161	0,000	0,000
Min. hodnota	-2,803	-1,851	-1,095	0,000	0,000

Kombinace č.11 - S3:G1+G2+W6:

	N[kN]	V ₃ [kN]	M ₂ [kNm]	V ₂ [kN]	M ₃ [kNm]
Max. hodnota	0,624	0,606	0,257	0,000	0,000
Min. hodnota	-2,074	-1,852	-0,718	0,000	0,000

Kombinace č.12 - W6:G1+G2+S3:

	N[kN]	V ₃ [kN]	M ₂ [kNm]	V ₂ [kN]	M ₃ [kNm]
Max. hodnota	1,123	0,952	0,389	0,000	0,000
Min. hodnota	-1,238	-1,621	-0,330	0,000	0,000

Vzpěr**Vzpěr při vybočení kolmo k ose z:**

Úsek č.	Počátek [m]	Konec [m]	Délka pro vzpěr [m]	Souč. vzp. délky k_z	Vzpěrná délka $L_{cr,z}$ [m]
1	0,000	1,412	1,412	1,000	1,412

Vzpěr při vybočení kolmo k ose y:

Úsek č.	Počátek [m]	Konec [m]	Délka pro vzpěr [m]	Souč. vzp. délky k_y	Vzpěrná délka $L_{cr,y}$ [m]
1	0,000	1,412	1,412	1,000	1,412

Klopení**Klopení od momentu M_y :**

Úsek č.	Počátek [m]	Konec [m]	l_{z1} [m]	Typ nosníku a zatížení	Poloha zatížení
1	0,000	1,412	1,412	nosník se spojitým zatížením	nahoře

Klopení od momentu M_z :

Úsek č.	Počátek [m]	Konec [m]	l_{y1} [m]	Typ nosníku a zatížení	Poloha zatížení
1	0,000	1,412	1,412	nosník se spojitým zatížením	uprostřed

4.2 Výsledky

Celkové posouzení

Výsledky pro zatěžovací případ: Kombinace č.2 - Q7:G1+G2

Vnitřní síly: $N = -3,449 \text{ kN}$; $M_y = -1,347 \text{ kNm}$; $M_z = 0,000 \text{ kNm}$; $V_z = -2,277 \text{ kN}$; $V_y = 0,000 \text{ kN}$

Posudek kombinace tlaku a ohybu:

Únosnosti: $N_R = 142,552 \text{ kN}$; $M_{y,R} = 4,362 \text{ kNm}$

$|-0,024 + -0,309 + 0,000| = |-0,333| < 1$ **Vyhovuje**

Posudek smyku od posouvajících sil:

Únosnost: $V_R = 12,988 \text{ kN}$

$0,175 < 1$ **Vyhovuje**

Štíhlost dílce: 69,9

Průřez vyhovuje

Využití

Využití průřezu: 33,3 %

5 3

5.1 Vstupní data

Délka dílce: 1,375 m

Třída provozu: 1

Průřez

Název: obdélník

DŘEVO, CELISTVÝ HRANĚNÝ - OBDÉLNÍK	
Rozměry průřezu	
výška průřezu	$h = 150,0 \text{ mm}$
šířka průřezu	$b = 70,0 \text{ mm}$
Průřezové charakteristiky	
průřezová plocha	$A = 1,050\text{E}+04 \text{ mm}^2$
vzdálenost těžiště od levé strany min. obálky průřezu	$y_{cg} = 35,0 \text{ mm}$
vzdálenost těžiště od dolní strany min. obálky průřezu	$z_{cg} = 75,0 \text{ mm}$
moment setrvačnosti k vodorovné těžišťové ose	$I_y = 1,969\text{E}+07 \text{ mm}^4$
moment setrvačnosti ke svislé těžišťové ose	$I_z = 4,288\text{E}+06 \text{ mm}^4$
poloměr setrvačnosti kolmý k vodorovné těžišťové ose	$i_y = 43,3 \text{ mm}$
poloměr setrvačnosti kolmý ke svislé těžišťové ose	$i_z = 20,2 \text{ mm}$

Materiál

Název: S10 (C24) - jehličnaté

Při výpočtu je zohledněn součinitel k_h pro zvětšení pevnosti dřeva v tahu a ohybu.

Materiálové charakteristiky:

Modul pružnosti	$E_{0,mean} : 11000 \text{ MPa}$
Modul pružnosti ve smyku	$G_{mean} : 690 \text{ MPa}$
Pevnost v ohybu	$f_{m,k} : 24,0 \text{ MPa}$
Pevnost v tahu ve směru vláken	$f_{t,0,k} : 14,0 \text{ MPa}$
Pevnost v tlaku ve směru vláken	$f_{c,0,k} : 21,0 \text{ MPa}$

Pevnost ve smyku	$f_{v,k}$:	4,0 MPa
Pevnost v tlaku kolmo na vlákna	$f_{c,90,k}$:	2,5 MPa
Pevnost v tahu kolmo na vlákna	$f_{t,90,k}$:	0,4 MPa
5% kvantil modulu pružnosti	$E_{0,05}$:	7400 MPa
Charakteristická hodnota hustoty	ρ_k	:	350,0 kg/m ³

Zatížení - vnitřní síly**Celkový počet zatěžovacích případů: 12****Kombinace č.1 - G1+G2:**

	N[kN]	V ₃ [kN]	M ₂ [kNm]	V ₂ [kN]	M ₃ [kNm]
Max. hodnota	0,000	1,233	0,121	0,000	0,000
Min. hodnota	-2,046	-0,094	-0,663	0,000	0,000

Kombinace č.2 - Q7:G1+G2:

	N[kN]	V ₃ [kN]	M ₂ [kNm]	V ₂ [kN]	M ₃ [kNm]
Max. hodnota	0,000	2,022	0,198	0,000	0,000
Min. hodnota	-3,354	-0,154	-1,087	0,000	0,000

Kombinace č.3 - W6:G1+G2:

	N[kN]	V ₃ [kN]	M ₂ [kNm]	V ₂ [kN]	M ₃ [kNm]
Max. hodnota	0,000	1,673	0,123	0,000	0,000
Min. hodnota	-3,316	0,717	-1,521	0,000	0,000

Kombinace č.4 - S5:G1+G2:

	N[kN]	V ₃ [kN]	M ₂ [kNm]	V ₂ [kN]	M ₃ [kNm]
Max. hodnota	0,221	1,488	0,186	0,000	0,000
Min. hodnota	-2,476	-0,280	-0,676	0,000	0,000

Kombinace č.5 - S5:G1+G2+W6:

	N[kN]	V ₃ [kN]	M ₂ [kNm]	V ₂ [kN]	M ₃ [kNm]
Max. hodnota	0,000	1,752	0,156	0,000	0,000
Min. hodnota	-3,238	0,206	-1,191	0,000	0,000

Kombinace č.6 - W6:G1+G2+S5:

	N[kN]	V ₃ [kN]	M ₂ [kNm]	V ₂ [kN]	M ₃ [kNm]
Max. hodnota	0,000	1,801	0,140	0,000	0,000
Min. hodnota	-3,531	0,624	-1,528	0,000	0,000

Kombinace č.7 - S4:G1+G2:

	N[kN]	V ₃ [kN]	M ₂ [kNm]	V ₂ [kN]	M ₃ [kNm]
Max. hodnota	0,000	1,599	0,148	0,000	0,000
Min. hodnota	-2,645	0,045	-0,983	0,000	0,000

Kombinace č.8 - S4:G1+G2+W6:

	N[kN]	V ₃ [kN]	M ₂ [kNm]	V ₂ [kN]	M ₃ [kNm]
Max. hodnota	0,000	1,863	0,149	0,000	0,000
Min. hodnota	-3,407	0,532	-1,498	0,000	0,000

Kombinace č.9 - W6:G1+G2+S4:

	N[kN]	V ₃ [kN]	M ₂ [kNm]	V ₂ [kN]	M ₃ [kNm]
Max. hodnota	0,000	1,856	0,136	0,000	0,000
Min. hodnota	-3,615	0,787	-1,681	0,000	0,000

Kombinace č.10 - S3:G1+G2:

	N[kN]	V ₃ [kN]	M ₂ [kNm]	V ₂ [kN]	M ₃ [kNm]
Max. hodnota	0,000	1,644	0,161	0,000	0,000

	N[kN]	V ₃ [kN]	M ₂ [kNm]	V ₂ [kN]	M ₃ [kNm]
Min. hodnota	-2,726	-0,125	-0,883	0,000	0,000

Kombinace č.11 - S3:G1+G2+W6:

	N[kN]	V ₃ [kN]	M ₂ [kNm]	V ₂ [kN]	M ₃ [kNm]
Max. hodnota	0,000	1,907	0,162	0,000	0,000
Min. hodnota	-3,488	0,362	-1,398	0,000	0,000

Kombinace č.12 - W6:G1+G2+S3:

	N[kN]	V ₃ [kN]	M ₂ [kNm]	V ₂ [kN]	M ₃ [kNm]
Max. hodnota	0,000	1,878	0,143	0,000	0,000
Min. hodnota	-3,656	0,702	-1,631	0,000	0,000

Vzpěr**Vzpěr při vybočení kolmo k ose z:**

Úsek č.	Počátek [m]	Konec [m]	Délka pro vzpěr [m]	Souč. vzp. délky k _z	Vzpěrná délka L _{cr,z} [m]
1	0,000	1,375	1,375	1,000	1,375

Vzpěr při vybočení kolmo k ose y:

Úsek č.	Počátek [m]	Konec [m]	Délka pro vzpěr [m]	Souč. vzp. délky k _y	Vzpěrná délka L _{cr,y} [m]
1	0,000	1,375	1,375	1,000	1,375

Klopení**Klopení od momentu M_y:**

Úsek č.	Počátek [m]	Konec [m]	l _{z1} [m]	Typ nosníku a zatížení	Poloha zatížení
1	0,000	1,375	1,375	nosník se spojitým zatížením	nahoře

Klopení od momentu M_z:

Úsek č.	Počátek [m]	Konec [m]	l _{y1} [m]	Typ nosníku a zatížení	Poloha zatížení
1	0,000	1,375	1,375	nosník se spojitým zatížením	uprostřed

5.2 Výsledky

Celkové posouzení**Výsledky pro zatěžovací případ: Kombinace č.9 - W6:G1+G2+S4**

Vnitřní síly: N = -3,615 kN; M_y = -1,681 kNm; M_z = 0,000 kNm; V_z = 1,856 kN; V_y = 0,000 kN

Posudek kombinace tlaku a ohybu:

Únosnosti: N_R = 143,265 kN; M_{y,R} = 4,362 kNm

$$|-0,025 + -0,385 + 0,000| = |-0,411| < 1 \text{ Vyhovuje}$$

Posudek smyku od posouvajících sil:

Únosnost: V_R = 12,988 kN

$$0,143 < 1 \text{ Vyhovuje}$$

Štíhlost dílce: 68,1

Průřez vyhovuje**Využití**

Využití průřezu: 41,1 %

6 4

6.1 Vstupní data

Délka dílce: 2,696 m

Třída provozu: 2

Průřez

Název: obdélník

DŘEVO, CELISTVÝ HRANĚNÝ - OBDÉLNÍK	
Rozměry průřezu	
výška průřezu	h = 150,0 mm
šířka průřezu	b = 70,0 mm
Průřezové charakteristiky	
průřezová plocha	A = 1,050E+04 mm ²
vzdálenost těžiště od levé strany min. obálky průřezu	y _{cg} = 35,0 mm
vzdálenost těžiště od dolní strany min. obálky průřezu	z _{cg} = 75,0 mm
moment setrvačnosti k vodorovné těžišťové ose	I _y = 1,969E+07 mm ⁴
moment setrvačnosti ke svislé těžišťové ose	I _z = 4,288E+06 mm ⁴
poloměr setrvačnosti kolmý k vodorovné těžišťové ose	i _y = 43,3 mm
poloměr setrvačnosti kolmý ke svislé těžišťové ose	i _z = 20,2 mm

Materiál

Název: S10 (C24) - jehličnaté

Při výpočtu je zohledněn součinitel k_h pro zvětšení pevnosti dřeva v tahu a ohybu.

Materiálové charakteristiky:

Modul pružnosti	E _{0,mean} : 11000 MPa
Modul pružnosti ve smyku	G _{mean} : 690 MPa
Pevnost v ohybu	f _{m,k} : 24,0 MPa
Pevnost v tahu ve směru vláken	f _{t,0,k} : 14,0 MPa
Pevnost v tlaku ve směru vláken	f _{c,0,k} : 21,0 MPa
Pevnost ve smyku	f _{v,k} : 4,0 MPa
Pevnost v tlaku kolmo na vlákna	f _{c,90,k} : 2,5 MPa
Pevnost v tahu kolmo na vlákna	f _{t,90,k} : 0,4 MPa
5% kvantil modulu pružnosti	E _{0,05} : 7400 MPa
Charakteristická hodnota hustoty	ρ _k : 350,0 kg/m ³

Zatížení - vnitřní síly

Celkový počet zatěžovacích případů: 12

Kombinace č.1 - G1+G2:

	N[kN]	V ₃ [kN]	M ₂ [kNm]	V ₂ [kN]	M ₃ [kNm]
Max. hodnota	0,000	1,265	0,709	0,000	0,000
Min. hodnota	-8,263	-1,756	-0,663	0,000	0,000

Kombinace č.2 - Q7:G1+G2:

	N[kN]	V ₃ [kN]	M ₂ [kNm]	V ₂ [kN]	M ₃ [kNm]
Max. hodnota	0,000	2,073	1,161	0,000	0,000
Min. hodnota	-13,507	-2,879	-1,087	0,000	0,000

Kombinace č.3 - W6:G1+G2:

	N[kN]	V ₃ [kN]	M ₂ [kNm]	V ₂ [kN]	M ₃ [kNm]
Max. hodnota	0,000	0,582	0,198	0,000	0,000

	N[kN]	V ₃ [kN]	M ₂ [kNm]	V ₂ [kN]	M ₃ [kNm]
Min. hodnota	-9,914	-1,711	-1,521	0,000	0,000

Kombinace č.4 - S5:G1+G2:

	N[kN]	V ₃ [kN]	M ₂ [kNm]	V ₂ [kN]	M ₃ [kNm]
Max. hodnota	0,000	1,762	1,038	0,000	0,000
Min. hodnota	-10,545	-2,263	-0,676	0,000	0,000

Kombinace č.5 - S5:G1+G2+W6:

	N[kN]	V ₃ [kN]	M ₂ [kNm]	V ₂ [kN]	M ₃ [kNm]
Max. hodnota	0,000	1,352	0,686	0,000	0,000
Min. hodnota	-11,536	-2,236	-1,191	0,000	0,000

Kombinace č.6 - W6:G1+G2+S5:

	N[kN]	V ₃ [kN]	M ₂ [kNm]	V ₂ [kN]	M ₃ [kNm]
Max. hodnota	0,000	0,831	0,331	0,000	0,000
Min. hodnota	-11,055	-1,964	-1,528	0,000	0,000

Kombinace č.7 - S4:G1+G2:

	N[kN]	V ₃ [kN]	M ₂ [kNm]	V ₂ [kN]	M ₃ [kNm]
Max. hodnota	0,000	1,403	0,746	0,000	0,000
Min. hodnota	-10,106	-2,132	-0,983	0,000	0,000

Kombinace č.8 - S4:G1+G2+W6:

	N[kN]	V ₃ [kN]	M ₂ [kNm]	V ₂ [kN]	M ₃ [kNm]
Max. hodnota	0,000	0,994	0,422	0,000	0,000
Min. hodnota	-11,097	-2,105	-1,498	0,000	0,000

Kombinace č.9 - W6:G1+G2+S4:

	N[kN]	V ₃ [kN]	M ₂ [kNm]	V ₂ [kN]	M ₃ [kNm]
Max. hodnota	0,000	0,652	0,224	0,000	0,000
Min. hodnota	-10,835	-1,899	-1,681	0,000	0,000

Kombinace č.10 - S3:G1+G2:

	N[kN]	V ₃ [kN]	M ₂ [kNm]	V ₂ [kN]	M ₃ [kNm]
Max. hodnota	0,000	1,685	0,944	0,000	0,000
Min. hodnota	-10,990	-2,340	-0,883	0,000	0,000

Kombinace č.11 - S3:G1+G2+W6:

	N[kN]	V ₃ [kN]	M ₂ [kNm]	V ₂ [kN]	M ₃ [kNm]
Max. hodnota	0,000	1,276	0,611	0,000	0,000
Min. hodnota	-11,981	-2,313	-1,398	0,000	0,000

Kombinace č.12 - W6:G1+G2+S3:

	N[kN]	V ₃ [kN]	M ₂ [kNm]	V ₂ [kN]	M ₃ [kNm]
Max. hodnota	0,000	0,793	0,303	0,000	0,000
Min. hodnota	-11,277	-2,002	-1,631	0,000	0,000

Vzpěr**Vzpěr při vybočení kolmo k ose z:**

Úsek č.	Počátek [m]	Konec [m]	Délka pro vzpěr [m]	Souč. vzp. délky k _z	Vzpěrná délka L _{cr,z} [m]
1	0,000	2,696	2,696	1,000	2,696

Vzpěr při vybočení kolmo k ose y:

Úsek č.	Počátek [m]	Konec [m]	Délka pro vzpěr [m]	Souč. vzp. délky k_y	Vzpěrná délka $L_{cr,y}$ [m]
1	0,000	2,696	2,696	1,000	2,696

KlopeníKlopení od momentu M_y :

Úsek č.	Počátek [m]	Konec [m]	l_{z1} [m]	Typ nosníku a zatížení	Poloha zatížení
1	0,000	2,696	2,696	nosník se spojitým zatížením	nahoře

Klopení od momentu M_z :

Úsek č.	Počátek [m]	Konec [m]	l_{y1} [m]	Typ nosníku a zatížení	Poloha zatížení
1	0,000	2,696	2,696	nosník se spojitým zatížením	uprostřed

6.2 Výsledky**Celkové posouzení**

Výsledky pro zatěžovací případ: Kombinace č.2 - Q7:G1+G2

Vnitřní síly: $N = -11,871$ kN; $M_y = 1,028$ kNm; $M_z = 0,000$ kNm; $V_z = 0,722$ kN; $V_y = 0,000$ kN**Posudek kombinace tlaku a ohybu:**Únosnosti: $N_R = 27,270$ kN; $M_{y,R} = -6,231$ kNm $|-0,435 + -0,165 + 0,000| = |-0,600| < 1$ **Vyhovuje****Posudek smyku od posouvajících sil:**Únosnost: $V_R = 12,988$ kN $0,056 < 1$ **Vyhovuje**

Štíhlost dílce: 133,4

Průřez vyhovuje**Využití**

Využití průřezu: 60,0 %

7 5**7.1 Vstupní data**

Délka dílce: 1,574 m

Třída provozu: 1

Průřez

Název: obdélník

DŘEVO, CELISTVÝ HRANĚNÝ - OBDÉLNÍK	
Rozměry průřezu	
výška průřezu	$h = 140,0$ mm
šířka průřezu	$b = 70,0$ mm
Průřezové charakteristiky	
průřezová plocha	$A = 9,800E+03$ mm ²
vzdálenost těžiště od levé strany min. obálky průřezu	$y_{cg} = 35,0$ mm
vzdálenost těžiště od dolní strany min. obálky průřezu	$z_{cg} = 70,0$ mm
moment setrvačnosti k vodorovné těžišťové ose	$I_y = 1,601E+07$ mm ⁴

DŘEVO, CELISTVÝ HRANĚNÝ - OBDÉLNÍK

moment setrvačnosti ke svislé těžišťové ose	$I_z = 4,002E+06 \text{ mm}^4$
poloměr setrvačnosti kolmý k vodorovné těžišťové ose	$i_y = 40,4 \text{ mm}$
poloměr setrvačnosti kolmý ke svislé těžišťové ose	$i_z = 20,2 \text{ mm}$

Materiál**Název:** S10 (C24) - jehličnatéPři výpočtu je zohledněn součinitel k_h pro zvětšení pevnosti dřeva v tahu a ohybu.**Materiálové charakteristiky:**

Modul pružnosti	$E_{0,mean}$: 11000 MPa
Modul pružnosti ve smyku	G_{mean} : 690 MPa
Pevnost v ohybu	$f_{m,k}$: 24,0 MPa
Pevnost v tahu ve směru vláken	$f_{t,0,k}$: 14,0 MPa
Pevnost v tlaku ve směru vláken	$f_{c,0,k}$: 21,0 MPa
Pevnost ve smyku	$f_{v,k}$: 4,0 MPa
Pevnost v tlaku kolmo na vlákna	$f_{c,90,k}$: 2,5 MPa
Pevnost v tahu kolmo na vlákna	$f_{t,90,k}$: 0,4 MPa
5% kvantil modulu pružnosti	$E_{0,05}$: 7400 MPa
Charakteristická hodnota hustoty	ρ_k : 350,0 kg/m ³

Zatížení - vnitřní síly**Celkový počet zatěžovacích případů: 12****Kombinace č.1 - G1+G2:**

	N[kN]	V ₃ [kN]	M ₂ [kNm]	V ₂ [kN]	M ₃ [kNm]
Max. hodnota	0,000	0,044	0,017	0,000	0,000
Min. hodnota	-4,192	-0,044	0,000	0,000	0,000

Kombinace č.2 - Q7:G1+G2:

	N[kN]	V ₃ [kN]	M ₂ [kNm]	V ₂ [kN]	M ₃ [kNm]
Max. hodnota	0,000	0,044	0,017	0,000	0,000
Min. hodnota	-6,849	-0,044	0,000	0,000	0,000

Kombinace č.3 - W6:G1+G2:

	N[kN]	V ₃ [kN]	M ₂ [kNm]	V ₂ [kN]	M ₃ [kNm]
Max. hodnota	0,000	0,044	0,017	0,000	0,000
Min. hodnota	-4,880	-0,044	0,000	0,000	0,000

Kombinace č.4 - S5:G1+G2:

	N[kN]	V ₃ [kN]	M ₂ [kNm]	V ₂ [kN]	M ₃ [kNm]
Max. hodnota	0,000	0,044	0,017	0,000	0,000
Min. hodnota	-5,239	-0,044	0,000	0,000	0,000

Kombinace č.5 - S5:G1+G2+W6:

	N[kN]	V ₃ [kN]	M ₂ [kNm]	V ₂ [kN]	M ₃ [kNm]
Max. hodnota	0,000	0,044	0,017	0,000	0,000
Min. hodnota	-5,651	-0,044	0,000	0,000	0,000

Kombinace č.6 - W6:G1+G2+S5:

	N[kN]	V ₃ [kN]	M ₂ [kNm]	V ₂ [kN]	M ₃ [kNm]
Max. hodnota	0,000	0,044	0,017	0,000	0,000
Min. hodnota	-5,403	-0,044	0,000	0,000	0,000

Kombinace č.7 - S4:G1+G2:

	N[kN]	V ₃ [kN]	M ₂ [kNm]	V ₂ [kN]	M ₃ [kNm]
Max. hodnota	0,000	0,044	0,017	0,000	0,000

	N[kN]	V ₃ [kN]	M ₂ [kNm]	V ₂ [kN]	M ₃ [kNm]
Min. hodnota	-5,236	-0,044	0,000	0,000	0,000

Kombinace č.8 - S4:G1+G2+W6:

	N[kN]	V ₃ [kN]	M ₂ [kNm]	V ₂ [kN]	M ₃ [kNm]
Max. hodnota	0,000	0,044	0,017	0,000	0,000
Min. hodnota	-5,648	-0,044	0,000	0,000	0,000

Kombinace č.9 - W6:G1+G2+S4:

	N[kN]	V ₃ [kN]	M ₂ [kNm]	V ₂ [kN]	M ₃ [kNm]
Max. hodnota	0,000	0,044	0,017	0,000	0,000
Min. hodnota	-5,401	-0,044	0,000	0,000	0,000

Kombinace č.10 - S3:G1+G2:

	N[kN]	V ₃ [kN]	M ₂ [kNm]	V ₂ [kN]	M ₃ [kNm]
Max. hodnota	0,000	0,044	0,017	0,000	0,000
Min. hodnota	-5,574	-0,044	0,000	0,000	0,000

Kombinace č.11 - S3:G1+G2+W6:

	N[kN]	V ₃ [kN]	M ₂ [kNm]	V ₂ [kN]	M ₃ [kNm]
Max. hodnota	0,000	0,044	0,017	0,000	0,000
Min. hodnota	-5,986	-0,044	0,000	0,000	0,000

Kombinace č.12 - W6:G1+G2+S3:

	N[kN]	V ₃ [kN]	M ₂ [kNm]	V ₂ [kN]	M ₃ [kNm]
Max. hodnota	0,000	0,044	0,017	0,000	0,000
Min. hodnota	-5,570	-0,044	0,000	0,000	0,000

Vzpěr**Vzpěr při vybočení kolmo k ose z:**

Úsek č.	Počátek [m]	Konec [m]	Délka pro vzpěr [m]	Souč. vzp. délky k _z	Vzpěrná délka L _{cr,z} [m]
1	0,000	1,574	1,574	1,000	1,574

Vzpěr při vybočení kolmo k ose y:

Úsek č.	Počátek [m]	Konec [m]	Délka pro vzpěr [m]	Souč. vzp. délky k _y	Vzpěrná délka L _{cr,y} [m]
1	0,000	1,574	1,574	1,000	1,574

Klopení

S klopením se nepočítá

7.2 Výsledky

Celkové posouzení**Výsledky pro zatěžovací případ:** Kombinace č.2 - Q7:G1+G2

Vnitřní síly: N = -6,849 kN; M_y = 0,017 kNm; M_z = 0,000 kNm; V_z = -0,006 kN; V_y = 0,000 kN

Posudek kombinace tlaku a ohybu:

Únosnosti: N_R = 66,907 kN; M_{y,R} = -5,503 kNm

$|-0,102 + -0,003 + 0,000| = |-0,105| < 1$ **Vyhovuje**

Posudek smyku od posouvajících sil:

Únosnost: V_R = 12,122 kN

$0,001 < 1$ **Vyhovuje**

Štíhlost dílce: 77,9

Průřez vyhovuje

Využití

Využití průřezu: 10,5 %

1 úžlabní_krokev

2 Norma

Norma výpočtu EN 1995-1-1

Výpočet je proveden podle České národní přílohy.

Součinitel γ_M pro základní kombinace : 1,300

Součinitel γ_M pro mimořádné kombinace : 1,000

3 1

3.1 Vstupní data

Délka dílce: 3,810 m

Třída provozu: 1

Průřez

Název: obdélník

DŘEVO, CELISTVÝ HRANĚNÝ - OBDÉLNÍK	
Rozměry průřezu	
výška průřezu	h = 240,0 mm
šířka průřezu	b = 150,0 mm
Průřezové charakteristiky	
průřezová plocha	A = 3,600E+04 mm ²
vzdálenost těžiště od levé strany min. obálky průřezu	y _{cg} = 75,0 mm
vzdálenost těžiště od dolní strany min. obálky průřezu	z _{cg} = 120,0 mm
moment setrvačnosti k vodorovné těžišťové ose	I _y = 1,728E+08 mm ⁴
moment setrvačnosti ke svislé těžišťové ose	I _z = 6,750E+07 mm ⁴
poloměr setrvačnosti kolmý k vodorovné těžišťové ose	i _y = 69,3 mm
poloměr setrvačnosti kolmý ke svislé těžišťové ose	i _z = 43,3 mm

Materiál

Název: S10 (C24) - jehličnaté

Při výpočtu je zohledněn součinitel k_h pro zvětšení pevnosti dřeva v tahu a ohybu.

Materiálové charakteristiky:

Modul pružnosti	E _{0,mean} : 11000 MPa
Modul pružnosti ve smyku	G _{mean} : 690 MPa
Pevnost v ohybu	f _{m,k} : 24,0 MPa
Pevnost v tahu ve směru vláken	f _{t,0,k} : 14,0 MPa
Pevnost v tlaku ve směru vláken	f _{c,0,k} : 21,0 MPa
Pevnost ve smyku	f _{v,k} : 4,0 MPa
Pevnost v tlaku kolmo na vlákna	f _{c,90,k} : 2,5 MPa
Pevnost v tahu kolmo na vlákna	f _{t,90,k} : 0,4 MPa
5% kvantil modulu pružnosti	E _{0,05} : 7400 MPa
Charakteristická hodnota hustoty	ρ _k : 350,0 kg/m ³

Zatížení - vnitřní síly

Celkový počet zatěžovacích případů: 1

Kombinace č.1 - G1+G2:

	N[kN]	V ₃ [kN]	M ₂ [kNm]	V ₂ [kN]	M ₃ [kNm]
Max. hodnota	12,968	14,611	13,511	0,000	0,000
Min. hodnota	-18,582	-16,938	-6,262	0,000	0,000

Vzpěr

Se vzpěrem se nepočítá

Klopení

S klopením se nepočítá

3.2 Výsledky**Mezivýsledky****Posouzení kombinace tahu a ohybu:**

Normálová síla $N = 6,612 \text{ kN}$

Ohybový moment $M_y = 13,511 \text{ kNm}$

Ohybový moment $M_z = 0,000 \text{ kNm}$

Součinitel zvětšení charakteristické pevnosti v tahu $k_h = 1,000$

Dílčí součinitel spolehlivosti materiálu $\gamma_M = 1,300$

Modifikační součinitel $k_{mod} = 0,600$

Návrhová pevnost v tahu $f_{t,0,d} = 6,462$

Součinitel zvětšení charakteristické pevnosti v ohybu od M_y : $k_{h,M_y} = 1,000$

Součinitel zvětšení charakteristické pevnosti v ohybu od M_z : $k_{h,M_z} = 1,000$

Dílčí součinitel spolehlivosti materiálu $\gamma_M = 1,300$

Modifikační součinitel $k_{mod} = 0,600$

Návrhová pevnost v ohybu od momentu M_y : $f_{m,y,d} = 11,077 \text{ MPa}$

Návrhová pevnost v ohybu od momentu M_z : $f_{m,z,d} = 11,077 \text{ MPa}$

Posudek v levém dolním rohu průřezu:

$W_y = 1,440 \text{ E}03 \text{ cm}^3$

$W_z = -9,000 \text{ E}02 \text{ cm}^3$

$\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d} = 0,028$

$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,847$

$k_m \cdot \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,000$

$0,028 + 0,847 + 0,000 < 1$ Vyhovuje

Posouzení smyku od posouvajících sil:

Posouvající síla $V_z = 8,256 \text{ kN}$

Posouvající síla $V_y = 0,000 \text{ kNm}$

Dílčí součinitel spolehlivosti materiálu $\gamma_M = 1,300$

Modifikační součinitel $k_{mod} = 0,600$

Návrhová pevnost ve smyku $f_{v,d} = 1,846 \text{ MPa}$

Součinitel vlivu trhlin $k_{cr} = 0,670$

Posudek v těžišti průřezu:

statický moment $S_y = 1,080 \text{ E}03 \text{ cm}^3$

tloušťka $t_y = 150,0 \text{ mm}$

napětí $\tau_{Vz} = V_z \cdot S_y / (I_y \cdot k_{cr} \cdot t_y) = 0,513 \text{ MPa}$

statický moment $S_z = 6,750 \text{ E}02 \text{ cm}^3$

tloušťka $t_z = 240,0 \text{ mm}$

napětí $\tau_{Vy} = V_y \cdot S_z / (I_z \cdot k_{cr} \cdot t_z) = 0,000 \text{ MPa}$

$\sqrt{(\tau_{Vz}^2 + \tau_{Vy}^2)} / f_{v,d} = 0,278$

$0,278 < 1$ Vyhovuje

Celkové posouzení

Výsledky pro zatěžovací případ: Kombinace č.1 - G1+G2

Vnitřní síly: $N = 6,612 \text{ kN}$; $M_y = 13,511 \text{ kNm}$; $M_z = 0,000 \text{ kNm}$; $V_z = 8,256 \text{ kN}$; $V_y = 0,000 \text{ kN}$

Posudek kombinace tahu a ohybu:

Únosnosti: $N_R = 232,615 \text{ kN}$; $M_{y,R} = 15,951 \text{ kNm}$
 $0,028 + 0,847 + 0,000 = 0,875 < 1$ **Vyhovuje**

Posudek smyku od posouvajících sil:

Únosnost: $V_R = 29,686 \text{ kN}$
 $0,278 < 1$ **Vyhovuje**

Štíhlost dílce: 88,0

Průřez vyhovuje

Využití

Využití průřezu: 87,5 %

4 2

4.1 Vstupní data

Délka dílce: 1,191 m

Třída provozu: 1

Průřez

Název: obdélník

DŘEVO, CELISTVÝ HRANĚNÝ - OBDÉLNÍK	
Rozměry průřezu	
výška průřezu	$h = 240,0 \text{ mm}$
šířka průřezu	$b = 150,0 \text{ mm}$
Průřezové charakteristiky	
průřezová plocha	$A = 3,600\text{E}+04 \text{ mm}^2$
vzdálenost těžiště od levé strany min. obálky průřezu	$y_{cg} = 75,0 \text{ mm}$
vzdálenost těžiště od dolní strany min. obálky průřezu	$z_{cg} = 120,0 \text{ mm}$
moment setrvačnosti k vodorovné těžišťové ose	$I_y = 1,728\text{E}+08 \text{ mm}^4$
moment setrvačnosti ke svislé těžišťové ose	$I_z = 6,750\text{E}+07 \text{ mm}^4$
poloměr setrvačnosti kolmý k vodorovné těžišťové ose	$i_y = 69,3 \text{ mm}$
poloměr setrvačnosti kolmý ke svislé těžišťové ose	$i_z = 43,3 \text{ mm}$

Materiál

Název: S10 (C24) - jehličnaté

Při výpočtu je zohledněn součinitel k_h pro zvětšení pevnosti dřeva v tahu a ohybu.

Materiálové charakteristiky:

Modul pružnosti	$E_{0,\text{mean}}$: 11000 MPa
Modul pružnosti ve smyku	G_{mean} : 690 MPa
Pevnost v ohybu	$f_{m,k}$: 24,0 MPa
Pevnost v tahu ve směru vláken	$f_{t,0,k}$: 14,0 MPa
Pevnost v tlaku ve směru vláken	$f_{c,0,k}$: 21,0 MPa
Pevnost ve smyku	$f_{v,k}$: 4,0 MPa
Pevnost v tlaku kolmo na vlákna	$f_{c,90,k}$: 2,5 MPa
Pevnost v tahu kolmo na vlákna	$f_{t,90,k}$: 0,4 MPa
5% kvantil modulu pružnosti	$E_{0,05}$: 7400 MPa
Charakteristická hodnota hustoty	ρ_k : 350,0 kg/m ³

Zatížení - vnitřní síly**Celkový počet zatěžovacích případů: 1****Kombinace č.1 - G1+G2:**

	N[kN]	V ₃ [kN]	M ₂ [kNm]	V ₂ [kN]	M ₃ [kNm]
Max. hodnota	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Min. hodnota	-6,182	-6,182	0,000	0,000	0,000

Vzpěr

Se vzpěrem se nepočítá

Klopení

S klopením se nepočítá

4.2 Výsledky**Mezivýsledky****Posouzení kombinace tlaku a ohybu:**Normálová síla $N = -6,182$ kNOhybový moment $M_y = -6,262$ kNmOhybový moment $M_z = 0,000$ kNm

Vzpěr není uvažován.

Dílčí součinitel spolehlivosti materiálu $\gamma_M = 1,300$ Modifikační součinitel $k_{mod} = 0,600$ Návrhová pevnost v tlaku $f_{c,0,d} = 9,692$ MPaSoučinitel zvětšení charakteristické pevnosti v ohybu od M_y : $k_{h,M_y} = 1,000$ Součinitel zvětšení charakteristické pevnosti v ohybu od M_z : $k_{h,M_z} = 1,000$ Dílčí součinitel spolehlivosti materiálu $\gamma_M = 1,300$ Modifikační součinitel $k_{mod} = 0,600$ Návrhová pevnost v ohybu od momentu M_y : $f_{m,y,d} = 11,077$ MPaNávrhová pevnost v ohybu od momentu M_z : $f_{m,z,d} = 11,077$ MPa

Posudek v levém dolním rohu průřezu:

 $W_y = 1,440E03$ cm³ $W_z = -9,000E02$ cm³ $(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 = 0,000$ $\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = -0,393$ $k_m \cdot \sigma_{m,z,d,fi}/f_{m,d,fi} = 0,000$ $|0,000 + -0,393 + 0,000| < 1$ Vyhovuje**Posouzení smyku od posouvajících sil:**Posouvající síla $V_z = -6,182$ kNPosouvající síla $V_y = 0,000$ kNmDílčí součinitel spolehlivosti materiálu $\gamma_M = 1,300$ Modifikační součinitel $k_{mod} = 0,600$ Návrhová pevnost ve smyku $f_{v,d} = 1,846$ MPaSoučinitel vlivu trhlin $k_{cr} = 0,670$

Posudek v těžišti průřezu:

statický moment $S_y = 1,080E03$ cm³tloušťka $t_y = 150,0$ mmnapětí $\tau_{Vz} = V_z \cdot S_y / (I_y \cdot k_{cr} \cdot t_y) = 0,384$ MPastatický moment $S_z = 6,750E02$ cm³tloušťka $t_z = 240,0$ mmnapětí $\tau_{Vy} = V_y \cdot S_z / (I_z \cdot k_{cr} \cdot t_z) = 0,000$ MPa $\sqrt{(\tau_{Vz}^2 + \tau_{Vy}^2)} / f_{v,d} = 0,208$

$0,208 < 1$ Vyhovuje

Celkové posouzení

Výsledky pro zatěžovací případ: Kombinace č.1 - G1+G2

Vnitřní síly: $N = -6,182 \text{ kN}$; $M_y = -6,262 \text{ kNm}$; $M_z = 0,000 \text{ kNm}$; $V_z = -6,182 \text{ kN}$; $V_y = 0,000 \text{ kN}$

Posudek kombinace tlaku a ohybu:

Únosnosti: $N_R = 19692,958 \text{ kN}$; $M_{y,R} = 15,951 \text{ kNm}$

$|0,000 + -0,393 + 0,000| = |-0,393| < 1$ **Vyhovuje**

Posudek smyku od posouvajících sil:

Únosnost: $V_R = 29,686 \text{ kN}$

$0,208 < 1$ **Vyhovuje**

Štíhlost dílce: 27,5

Průřez vyhovuje

Využití

Využití průřezu: 39,3 %