

Název akce : **Dům včelařů Chlebovice – výměna střešní krytiny  
k. ú. Chlebovice [651150], parc. č. 484**

Investor : Statutární město Frýdek–Místek, Radniční 1148, Frýdek,  
738 01 Frýdek–Místek

Počet stran : 4

## **D.1.2.a TECHNICKÁ ZPRÁVA**

(dokumentace pro provádění stavby)



Bolatice 11 / 2019

Ing. Plaček Valter  
K Hrázi 12  
Bolatice  
IČO : 22959874

## 1.2.a Technická zpráva

### a) popis navrženého konstrukčního systému stavby, výsledek průzkumu stávajícího stavu nosného systému stavby při návrhu její změny,

Projekt řeší výměnu střešní krytiny u stávajícího objektu Domu včelařů v Chlebovicích. Stávající objekt má mansardovou střechu nesenou konstrukcí dřevěného vázaného krovu. Stávající střešní krytina je z eternitových šablon na dřevěném bednění. Podkrovní prostor je využíván jako půda.

Dřevěná konstrukce krovu je místně poškozená biotickými škůdci dřeva – dřevokazným hmyzem a dřevokaznými houbami.

Sanaci krovu provádět na základě mykologického průzkumu a návrhu sanačních opatření zpracovaného firmou DEREK – Kaluža s.r.o., Ostrava – Michálkovice, ing. Radim Kaluža, říjen 2019.

*Zpracovatel mykologického průzkumu upozorňuje, že rozsah poškození krovu, uvedený ve zprávě o průzkumu, není úplný. Skutečný rozsah poškození jednotlivých konstrukčních prvků krovu bude možné zjistit až při vlastním provádění sanačních prací.*

*Při plánování finančních prostředků na rekonstrukci střechy a krovu je proto nutné počítat s rezervou, protože skutečný rozsah tesařských oprav bude možné určit až při vlastním provádění rekonstrukce.*

Navrženo zesílení stávajících vaznic krovu průřezu 160 x 150 mm dřevěnými příločkami. Příložky průřezu 160 x 160 mm navrženy k vnitřnímu líci vaznic. Spojení se stávajícími vaznicemi (4/T) ocelovými svorníky M20 a tesařskými vruty průměru 10 mm. Spojení se stávajícími vaznicemi (7/T) ocelovými svorníky M24, M20 a tesařskými vruty průměru 10 mm. Tesařské vruty budou zaváděny do předvrtaných otvorů ze strany exteriéru po odstranění pruhů stávajícího bednění v místech vaznic. Tesařské vruty nebudou v interiéru viditelné. Navrženo zesílení stávajících pásek krovu průřezu 160 x 200 mm dřevěnými příločkami 160 x 160 mm na spodním líci. Spojení ocelovými svorníky M16.

Stávající bednění střechy bude překryto novým bedněním z prken tl. 30 mm.

Oprava krokví, námětku krokve a krátkat navržena výměnou celého prvku nebo odřezáním poškozené části a přidáním příložky. Spojení přeplátováním a ocelovými svorníky.

Oprava narušeného zhlaví vazného trámů navržena tlakovou injektáží v délce cca 2,0 m.

Oprava poškozených prahů navržena odřezáním poškozených částí a jejich nahrazením příločkami. Spojení přeplátováním a hřebíky.

Oprava poškozených okapových vaznic navržena v jednom případě tlakovou injektáží, ve druhém případě odřezáním poškozeného úseku a vložením příložky. Spojení přeplátováním a ocelovými svorníky.

Oprava poškozené části vzpěry navržena odřezáním poškozeného úseku a vložením příložky. Spojení přeplátováním a ocelovými svorníky. Navržena i výměna celé vzpěry.

Oprava poškozené části hambálku navržena odřezáním poškozeného úseku a vložením příložky. Spojení přeplátováním a ocelovými svorníky.

*Navržené opravy a výměny prvků krovu vycházejí ze stavu zjištěného při mykologickém průzkumu. Je velmi pravděpodobné, že při realizaci sanačních prací dojde k nárůstu nutných opatření, která nemohou být v současné chvíli zjevná a postihnutelná. Investor a dodavatel by tuto skutečnost měli vzít v úvahu.*

Veškeré stávající prvky krovu a nové části poškozených prvků krovu nutno před zabudováním chemicky ošetřit nátěry případně hloubkovou injektáží. Použité chemické prostředky jsou závislé na pozici nového dřeva v konstrukci krovu. Nátěrem nutno opatřit i konce prvků krovu po odřezání poškozených částí. Chemické prostředky pro ošetření dřevěných prvků krovu zvolit dle doporučení firmy DEREK – Kaluža s.r.o., Ostrava – Michálkovice, která prováděla mykologický průzkum krovu.

Pokud by při realizaci navržené výměny střešní krytiny vyplynulo, že na základě skutečného stavu je třeba provést nepředpokládané zásahy do konstrukce stávajícího krovu, nutno konzultovat s projektantem.

Stávající a zesílené nosné prvky krovu na objektu Domu včelařů v Chlebovicích jsou navrženy a posouzeny podle platných stavebních předpisů a norem. Při stavebních pracích nutno dodržovat předpisy o bezpečnosti práce. Případné nejasnosti konzultovat s projektantem.

**b) navržené výrobky, materiály a hlavní konstrukční prvky,**

Dřevěné krokve průřezu 160 x 160 mm, dřevo třídy C22.  
Dřevěné hambálky průřezu 120 x 130 mm a 160 x 180 mm, dřevo třídy C22.  
Dřevěné vaznice průřezu 160 x 150 mm, dřevo třídy C22.  
Dřevěné šikmé vzpěry průřezu 130 x 130 mm, dřevo třídy C22.  
Dřevěné hambálky průřezu 120 x 130 mm, dřevo třídy C22.  
Dřevěné vzpěry (šikmé sloupky) průřezu 170 x 300 mm, dřevo třídy C22.  
Dřevěné vodorovné rozpěry průřezu 160 x 160 mm, dřevo třídy C22.  
Dřevěné vazné trámy průřezu 200 x 230 mm, dřevo třídy C22.  
Ocelové svorníky M12, M16, M20, M24, ocel pevnostní třídy S 235.  
Tesařské vruty 10 x 260 mm.

**c) hodnoty užitných, klimatických a dalších zatížení uvažovaných při návrhu nosné konstrukce,**

Užitná rovnoměrná normová zatížení stropů a střech:  
sníh (III. so) 1,50 kNm<sup>-2</sup>  
vítr (II. vo) 25,0 ms<sup>-1</sup>

Zatížení střechy dle použité krytiny:

- krytina břidlice	0,35 kNm <sup>-2</sup> (dvojitě krytí)
	0,25 kNm <sup>-2</sup> (jednoduché krytí)
- plastová břidlice Capacco	0,135 – 0,165 kNm <sup>-2</sup> (podle typu šablony)
- krytina eternit	0,15 kNm <sup>-2</sup>
- krytina šindel	0,09 kNm <sup>-2</sup>

**d) návrh zvláštních, neobvyklých konstrukcí, konstrukčních detailů, technologických postupů,**

V rámci navržené výměny stávající střešní krytiny na objektu Domu včelařů v Chlebovicích nejsou navrženy žádné zvláštní a neobvyklé konstrukce a konstrukční detaily.

**e) technologické podmínky postupu prací, které by mohly ovlivnit stabilitu vlastní konstrukce, případně sousední stavby,**

Při realizaci oprav nosných prvků krovu podepřít před výměnou částí nebo celých nosných prvků konstrukce krovu, které jsou opravovaným prvkem vynášené.

**f) zásady pro provádění bouracích a podchycovacích prací a zpevňovacích konstrukcí či prostupů,**

Při realizaci oprav nosných prvků krovu podepřít před výměnou částí nebo celých nosných prvků konstrukce krovu, které jsou opravovaným prvkem vynášené.

**g) požadavky na kontrolu zakrývaných konstrukcí,**

V rámci navržené výměny stávající střešní krytiny na objektu Domu včelařů v Chlebovicích nejsou navrženy žádné zakrývané konstrukce.

**h) seznam použitých podkladů, ČSN, technických předpisů, odborné literatury, software,  
Podklady**

Projekt: Dům včelařů Chlebovice – výměna střešní krytiny  
k.ú. Chlebovice [651150], parc. č. 484  
Ing. Helena Kubinová, 10/2019, dokumentace pro provádění  
stavby, stavebně - konstrukční řešení

**Použité normy, technické předpisy a literatura**

ČSNEN 1991-1-1 (73 0035)	Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení
ČSNEN 1992-1-1 (73 1201)	Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
ČSNEN 1993-1-1 (73 1401)	Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
ČSNEN 1995-1-1 (73 1701)	Navrhování dřevěných konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla
ČSNEN 1996-1-1 +A1 (73 1101)	Navrhování zděných konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla pro vyztužené a nevyztužené zděné konstrukce
ČSNEN 1997-1 (73 1000)	Navrhování geotechnických konstrukcí – Část 1: Obecná pravidla

**i) specifické požadavky na rozsah a obsah dokumentace pro provádění stavby, případně dokumentace zajišťované jejím zhotovitelem.**

Projektová dokumentace je zpracována v rozsahu pro provádění stavby. Veškeré stavební práce je třeba provádět v souladu s platnými technologickými předpisy, bezpečnostními předpisy a ustanoveními ČSN. V průběhu realizace stavby je nutno respektovat platné požárně bezpečnostní a hygienické předpisy, týkající se ochrany zdraví pracujících.

Název akce : **Dům včelařů Chlebovice – výměna střešní krytiny  
k. ú. Chlebovice [651150], parc. č. 484**

Investor : Statutární město Frýdek–Místek, Radniční 1148, Frýdek,  
738 01 Frýdek–Místek

Počet stran : 72

## **D.1.2.c STATICKÉ POSOUZENÍ** (dokumentace pro provádění stavby)

Bolatice 11 / 2019



Ing. Plaček Valter  
K Hrázi 12  
Bolatice  
IČO : 22959874

## 1.2.c Statické posouzení

### a) ověření základního koncepčního řešení nosné konstrukce,

Projekt řeší výměnu střešní krytiny u stávajícího objektu Domu včelařů v Chlebovicích. Stávající objekt má mansardovou střechu nesenou konstrukcí dřevěného vázaného krovu. Stávající střešní krytina je z eternitových šablon na dřevěném bednění. Podkrovní prostor je využíván jako půda.

Dřevěná konstrukce krovu je místně poškozená biotickými škůdci dřeva – dřevokazným hmyzem a dřevokaznými houbami.

Sanaci krovu provádět na základě mykologického průzkumu a návrhu sanačních opatření zpracovaného firmou DEREK – Kaluža s.r.o., Ostrava – Michálkovice, ing. Radim Kaluža, říjen 2019.

*Zpracovatel mykologického průzkumu upozorňuje, že rozsah poškození krovu, uvedený ve zprávě o průzkumu, není úplný. Skutečný rozsah poškození jednotlivých konstrukčních prvků krovu bude možné zjistit až při vlastním provádění sanačních prací.*

*Při plánování finančních prostředků na rekonstrukci střechy a krovu je proto nutné počítat s rezervou, protože skutečný rozsah tesařských oprav bude možné určit až při vlastním provádění rekonstrukce.*

Navrženo zesílení stávajících vaznic krovu průřezu 160 x 150 mm dřevěnými příločkami. Příložky průřezu 160 x 160 mm navrženy k vnitřnímu líci vaznic. Spojení se stávajícími vaznicemi (4/T) ocelovými svorníky M20 a tesařskými vruty průměru 10 mm. Spojení se stávajícími vaznicemi (7/T) ocelovými svorníky M24, M20 a tesařskými vruty průměru 10 mm. Tesařské vruty budou zaváděny do předvrtaných otvorů ze strany exteriéru po odstranění pruhů stávajícího bednění v místech vaznic. Navrženo zesílení stávajících pásků krovu průřezu 160 x 200 mm dřevěnými příločkami 160 x 160 mm na spodním líci. Spojení ocelovými svorníky M16.

Stávající bednění střechy bude překryto novým bedněním z prken tl. 30 mm.

Oprava krokví, námětku krokve a krátčat navržena výměnou celého prvku nebo odřezáním poškozené části a přidáním příložky. Spojení přeplátováním a ocelovými svorníky.

Oprava narušeného zhlaví vazného trámů navržena tlakovou injektáží v délce cca 2,0 m.

Oprava poškozených prahů navržena odřezáním poškozených částí a jejich nahrazením příložkami. Spojení přeplátováním a hřebíky.

Oprava poškozených okapových vaznic navržena v jednom případě tlakovou injektáží, ve druhém případě odřezáním poškozeného úseku a vložením příložky. Spojení přeplátováním a ocelovými svorníky.

Oprava poškozené části vzpěry navržena odřezáním poškozeného úseku a vložením příložky. Spojení přeplátováním a ocelovými svorníky. Navržena i výměna celé vzpěry.

Oprava poškozené části hambálku navržena odřezáním poškozeného úseku a vložením příložky. Spojení přeplátováním a ocelovými svorníky.

*Navržené opravy a výměny prvků krovu vycházejí ze stavu zjištěného při mykologickém průzkumu. Je velmi pravděpodobné, že při realizaci sanačních prací dojde k nárůstu nutných opatření, která nemohou být v současné chvíli zjevná a postihnutelná. Investor a dodavatel by tuto skutečnost měli vzít v úvahu.*

Veškeré stávající prvky krovu a nové části poškozených prvků krovu nutno před zabudováním chemicky ošetřit nátěry případně hloubkovou injektáží. Použité chemické prostředky jsou závislé na pozici nového dřeva v konstrukci krovu. Nátěrem nutno opatřit i konce prvků krovu po odřezání poškozených částí. Chemické prostředky pro ošetření dřevěných prvků krovu zvolit dle doporučení firmy DEREK – Kaluža s.r.o., Ostrava – Michálkovice, která prováděla mykologický průzkum krovu.

**b) posouzení stability konstrukce,**

Podle statického posouzení nosných konstrukcí jsou stávající a zesílené nosné konstrukce krovu mansardové střechy pro navrženou výměnu stávající střešní krytiny dostatečně únosné a stabilní i v případě použití těžší střešní krytiny - břidlice.

**c) stanovení rozměrů hlavních prvků nosné konstrukce včetně jejího založení,**

Dřevěné krokve průřezu 160 x 160 mm.  
Dřevěné hambálky průřezu 120 x 130 mm a 160 x 180 mm.  
Dřevěné vaznice průřezu 160 x 150 mm.  
Dřevěné šikmé vzpěry průřezu 130 x 130 mm.  
Dřevěné hambálky průřezu 120 x 130 mm.  
Dřevěné vzpěry (šikmé sloupky) průřezu 170 x 300 mm.  
Dřevěné vodorovné rozpěry průřezu 160 x 160 mm.  
Dřevěné vazné trámy průřezu 200 x 230 mm.  
Ocelové svorníky M12, M16, M20, M24.  
Tesařské vruty 10 x 260 mm.

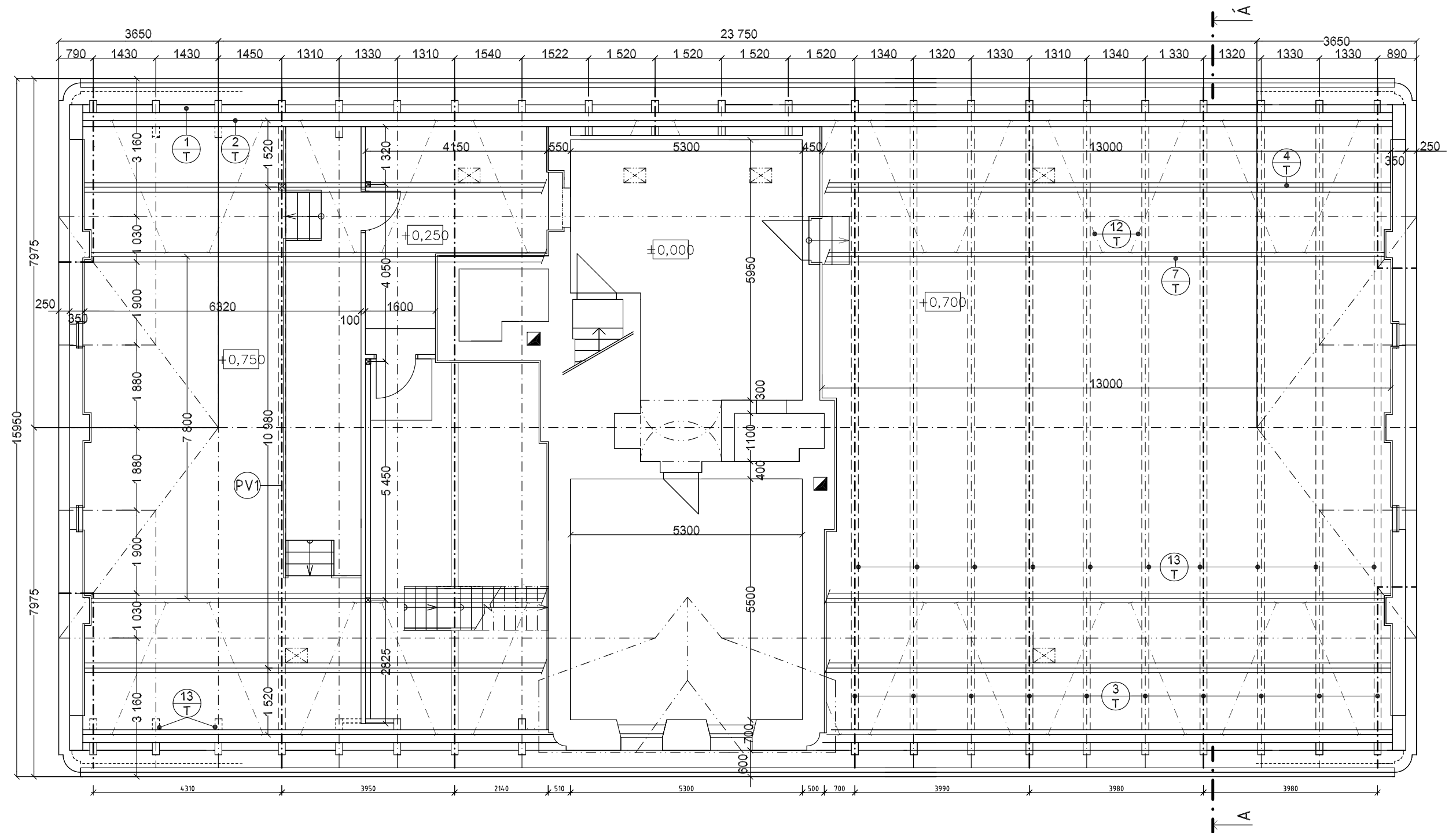
**d) statický výpočet, popřípadě dynamický výpočet, pokud na konstrukci působí dynamické namáhání.**

Provedeno statické posouzení dřevěných prvků krovu – krokví, hambálků, vaznic, plných vazeb v dolní části mansardy (část krovu 1), šikmých sloupků, vodorovných rozpěr a vazných trámů pro navrženou výměnu stávající střešní krytiny na stávajícím objektu Domu včelařů v Chlebovicích v rozsahu projektové dokumentace pro provádění stavby.

Statické posouzení prvku krovu provedeno pro dva případy zatížení střešní krytinou. Pro střešní krytinu se stejnou hmotností jako stávající krytina – eternit a pro nejtěžší krytinu z uvažovaných možností – břidlice.

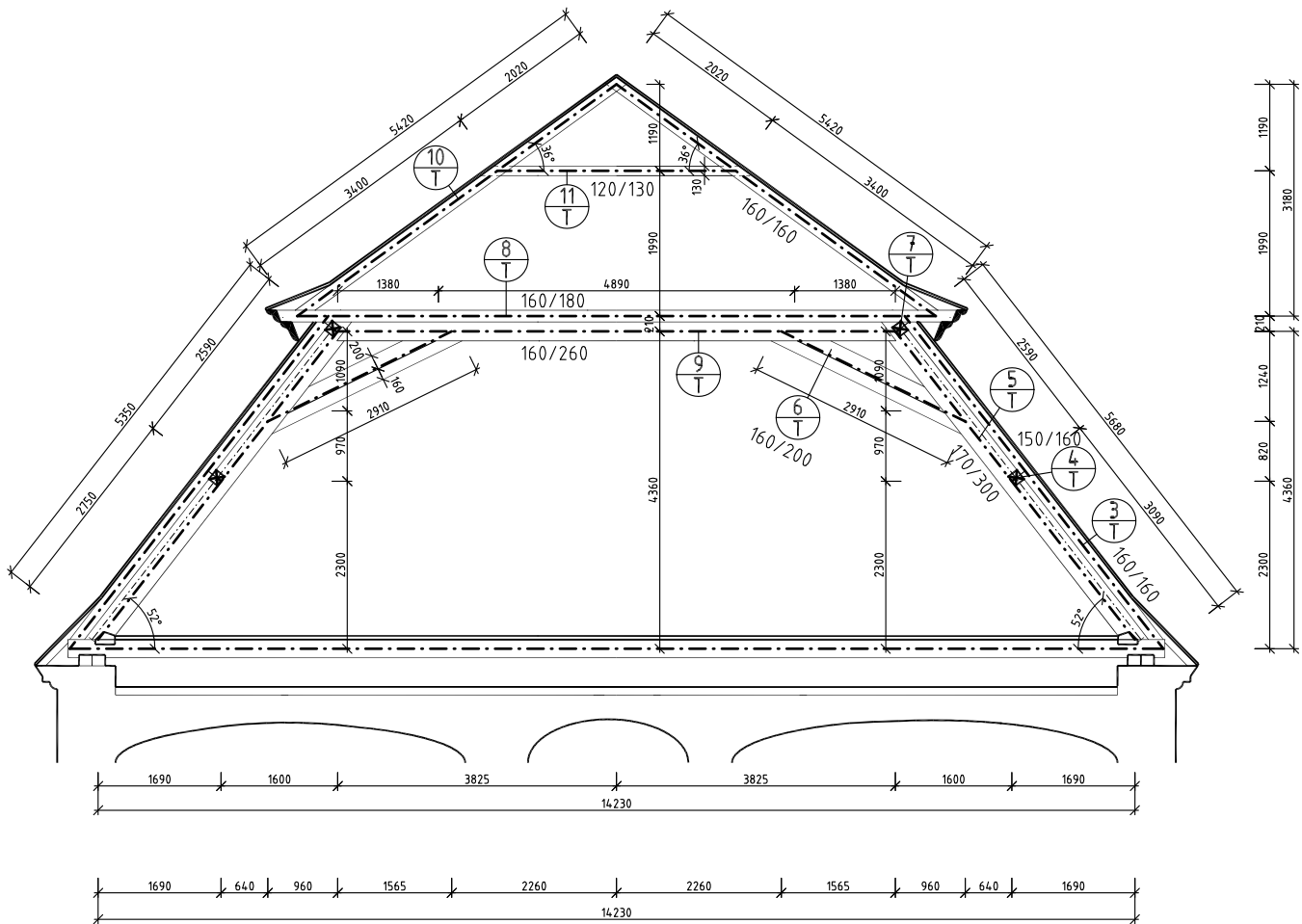
Stávající a zesílené nosné prvky krovu na objektu Domu včelařů v Chlebovicích jsou dostatečně únosné a stabilní. Vazné trámy bezpečně přenesou vodorovné síly působící v patách šikmých sloupků krovu.

# Půdorys krovu - část 1 - schéma





Řez krovem A – A' – schéma

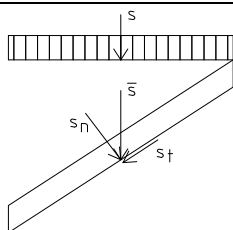


# POSOUZENÍ KONSTRUKCE KROVU - HORNÍ ČÁST - ETERNIT

## Horní část krovu 2 - řez A - Á; sklon 36°

### Zatížení - sklon 36°

		$\text{kNm}^{-2}$	$\gamma_F$	$\text{kNm}^{-2}$
sníh (III. so, sklon 36°, $\mu_1 = 0,640$ )	$s = 0,64 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,5$	0,960	1,50	1,440
	$\hat{s} = s \cdot \cos \alpha$	0,777		1,165
	$s_n = s \cdot \cos^2 \alpha$	0,628		0,942
	$s_t = s \cdot \cos \alpha \cdot \sin \alpha$	0,457		0,685



$$\alpha = 36^\circ$$

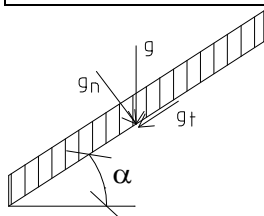
$$\mu_1 = 0,8 \cdot (60 - \alpha) / 30 = 0,640$$

podle národní přílohy ČSN EN 1990  
tab. 2.2.B2, výraz 2.1

$$\gamma_F = 1,35$$

### stálé zatížení

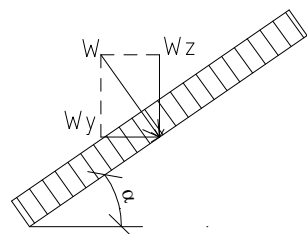
		$\text{kNm}^{-2}$	$\gamma_F$	$\text{kNm}^{-2}$
střešní krytina eternit		0,150	1,35	0,203
přidané bednění - desky	$0,03 \cdot 5,5$	0,165	1,35	0,223
stávající bednění - desky	$0,02 \cdot 5,5$	0,110	1,35	0,149
celkem	$g =$	0,425		0,574
	$g_n = g \cdot \cos \alpha$	0,344		0,464
	$g_t = g \cdot \sin \alpha$	0,250		0,337



podle národní přílohy ČSN EN 1990  
tab. 2.2.B2, výraz 2.1

$$\gamma_F = 1,35$$

		$\text{kNm}^{-2}$	$\gamma_F$	$\text{kNm}^{-2}$
větr (II. wo, sklon 36°, kat. terénu 3)	$w_{eH} = 723 \cdot 10^{-3} \cdot 0,48$	0,347	1,50	0,521
	$w_z = w_{eH} \cdot \cos \alpha$	0,281		0,421
	$w_y = w_{eH} \cdot \sin \alpha$	0,204		0,306



... kladný tlak, vítr kolmo k hřebeni

$w_{eI} = 723 \cdot 10^{-3} \cdot (-0,32)$	-0,231	1,50	-0,347
$w_z = w_{eI} \cdot \cos \alpha$	-0,187		-0,281
$w_y = w_{eI} \cdot \sin \alpha$	-0,136		-0,204

... záporný tlak, vítr kolmo k hřebeni

$w_{eH} = 723 \cdot 10^{-3} \cdot (-0,84)$	-0,607	1,50	-0,911
$w_z = w_{eH} \cdot \cos \alpha$	-0,491		-0,737
$w_y = w_{eH} \cdot \sin \alpha$	-0,357		-0,535

... záporný tlak, vítr rovnoběžný s hřebenem

$$v_b = 25 \text{ m/s}$$

$$q_b = 0,5 \cdot 1,25 \cdot 25^2 = 390,6 \text{ N/m}^2$$

$$c_{e(z)} = 1,85 \text{ ... dle obr. 4.2, ČSN EN 1991-1-4}$$

$$q_{p(z)} = 1,60 \cdot 390,6 = 723,0 \text{ N/m}^2$$

$$z = 12,00 \text{ m}$$

výška hřebene nad terénem

## Prázdná vazba - krokev - 10/T, hambálek - 11/T

osové vzdálenosti vazeb 1,52 m

### Zatížení

podle národní přílohy ČSN EN 1990

tab. 2.2.B1, výraz 2.1a

$\gamma_{G,j} =$

1,35

$\gamma_{Q,1} =$

1,50

		kNm <sup>-1</sup>	$\gamma F$	kNm <sup>-1</sup>
1. vlastní hmotnost krokví	0,16*0,16*5,5	0,141	1,35	0,190
2. stálé - střecha	g*zš	0,646	1,35	0,872
3. nahodilé zatížení - sníh	s*zš	1,181	1,50	1,771
4. nahodilé zatížení - vítr $\perp$ k hřebeni	weHz*zš $\downarrow$	0,427	1,50	0,640
5. nahodilé zatížení - vítr $\perp$ k hřebeni	weJz*zš $\uparrow$	-0,285	1,50	-0,427
6. nahodilé zatížení - vítr $\perp$ k hřebeni	weHy*zš $\rightarrow$	0,310	1,50	0,465
7. nahodilé zatížení - vítr $\perp$ k hřebeni	weJy*zš $\rightarrow$	-0,207	1,50	-0,310

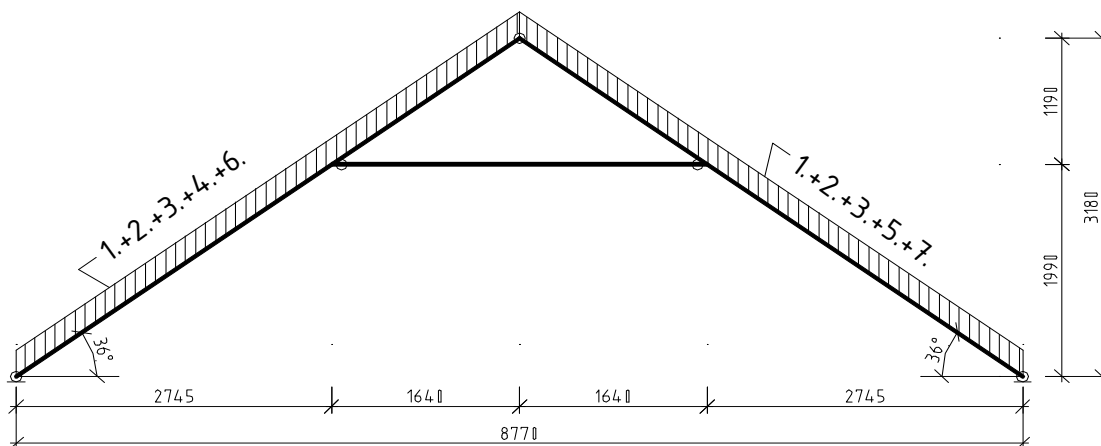
zatěžovací šířka vazby

zš =

1,520 m

### Výpočet vnitřních sil

statické schéma



program IDA Nexis, str. 12 až 14

Max. ohybové momenty

$M_I =$  2,50 kNm

$M_a =$  -5,20 kNm

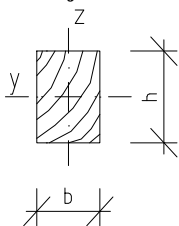
Max. posouvající síla

$V_{max} =$  5,80 kN

Max. normálová síla

$N_{max} =$  -29,30 kN ... tlak

### Stávající krokvě - 10/T



profil 160 / 160 mm

(dřevo třídy C22)

šířka b = 16,0 cm

výška h = 16,0 cm

### Posouzení krokve - 10/T

... str. 8, 9

### Posouzení hambálku - 11/T

... str. 10,11

### Přetvoření - průhyb

... program IDA Nexis, str. 15

maximální průhyb

$y_{maxI} =$  11,50 mm

$l =$  3400 mm

Dovolený průhyb

$y_{dov} = l/250 = 3400/250 =$  13,60 mm

$y_{dov} =$	13,60 mm	>	$y_{max} =$	11,50 mm
-------------	----------	---	-------------	----------

průhyb vyhoví

# KROKEV 10 / T - POSOUZENÍ TLAKU, OHYBU A SMYKU - ETERNIT

Typ dřeva : ROSTLÉ DŘEVO

Třída provozu : 2 ▼

Je charakterizována vlhkostí materiálu odpovídající teplotě 20°C a relativní vlhkosti okolního vzduchu přesahujícího 85% pouze po několik týdnů v roce ve třídě provozu 2 nepřesahuje průměrná vlhkost u většiny dřeva jehličnatých dřevin 20%.

- při výpočtu není použito součinitele  $k_h$  pro zvětšení pevnosti dřeva

Třída pevnosti : C22 ▼

Charakteristická pevnost v ohybu :

$f_{m,k} = 22$  [Mpa]

Charakteristická pevnost v tlaku :

$f_{c,0,k} = 20,1$  [Mpa]

Charakteristická pevnost ve smyku :

$f_{v,k} = 2,4$  [Mpa]

Součinitel vlastnosti materiálu :

Kombinace zatížení  
☒ základní ☐ mimořádná

$\gamma_m = 1,3$

Rozhodující je zatížení : Střednědobé ▼

$k_{mod} = 0,8$  - modifikační součinitel pevnosti pro třídy provozu a třídy trvání zatížení

Jestliže se kombinace zatížení skládá ze zatížení příslušejících k různým třídám trvání zatížení má se zvolit hodnota  $k_{mod}$ , která odpovídá zatížení s nejkratší dobou trvání, např. pro kombinaci zatížení stálé a krátkodobé se má použít hodnota  $k_{mod}$  odpovídající krátkodobému zatížení. (3.1.3)

Délka prutu L : 3,400 m

Štíhlostní poměry :

$L_{ef,y} = 1$  souč\*L = 3,400 m  $\lambda_y = L_{ef,y} \cdot i_y = 73,6$

$L_{ef,z} = 1$  souč\*L = 3,400 m  $\lambda_z = L_{ef,z} \cdot i_z = 73,6$

$L_{klop} = 1$  3,400 m

$$\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi} \sqrt{f_{c,0,k}/E_{0,05}} = 1,283$$

$$\lambda_{rel,z} = \frac{\lambda_z}{\pi} \sqrt{f_{c,0,k}/E_{0,05}} = 1,283$$

Geometrie profilu :

h x b  
 PROFIL 160 x 160 mm  
 výška x

Průřezové charakteristiky :

$I_y = 54,6 \cdot 10^6$  mm<sup>4</sup>

$W_y = 682,7 \cdot 10^3$  mm<sup>3</sup>

$i_y = 46,2$  mm

$A = 25,60 \cdot 10^3$  mm<sup>2</sup>

$I_z = 54,6 \cdot 10^6$  mm<sup>4</sup>

$W_z = 682,7 \cdot 10^3$  mm<sup>3</sup>

$i_z = 46,2$  mm

- plocha průřezu

- moment setrvačnosti

- průřez. modul

- poloměr setrvačnosti

Vnitřní síly působící na profil:

$M_{sdy} = 4,8$  kNm

$M_{sdz} = 0$  kNm

$V_{sdy} = 5,1$  kN

$V_{sdz} = 0$  kN

$N_{sd} = 25,7$  kN

$\beta_c = 0,20$  pro rostlé dřevo

Součinitele vzpěrnosti :

$$k_y = 0,5(1 + \beta_c(\lambda_{rel,y} - 0,3)) + \lambda_{rel,y}^2 = 1,42$$

$$k_z = 0,5(1 + \beta_c(\lambda_{rel,z} - 0,3)) + \lambda_{rel,z}^2 = 1,42$$

$k_{c,min} = 0,49$

$$k_{oy} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - 1}} = 0,49$$

$$k_{oz} = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - 1}} = 0,49$$

Účinná délka nosníku závislá na podmínkách uložení :

$l_{ef} = 3,40$  m

Poměr rozpětí k typu nosníku

☒ 1,00 ☐ 0,90 ☐ 0,80 ☐ 0,50

Krytické napětí v ohybu :

$$\sigma_{m,cr} = \frac{0,78 \cdot b^2}{h \cdot l_{ef}} \cdot E_{0,05} = 245,93 \text{ Mpa}$$

Poměrná štíhlost v ohybu :

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{m,k}}{\sigma_{m,cr}}} = 0,299 \text{ Mpa}$$

Součinitel v důsledku příčné a torzní nestability :

$$k_{mte} = \begin{cases} 1 & \text{pro } \lambda_{rel,m} \leq 0,75 \\ 1,56 - 0,75\lambda_{rel,m} & \text{pro } 0,75 < \lambda_{rel,m} \leq 1,4 \\ \frac{1}{\lambda_{rel,m}^2} & \text{pro } 1,4 < \lambda_{rel,m} \end{cases} = 1,000$$

### Návrhová napětí:

$\sigma_{c,0,d} =$	<b>1,00</b>	MPa	$\leq k_{c,0,d} f_{c,0,d} =$	<b>6,08</b>	MPa	<b>VYHOVUJE</b>
$\sigma_{m,y,d} =$	<b>7,03</b>	MPa	$\leq k_{m,y,d} f_{m,y,d} =$	<b>13,54</b>	MPa	<b>VYHOVUJE</b>
$\sigma_{m,z,d} =$	<b>0,00</b>	MPa	$\leq k_{m,z,d} f_{m,z,d} =$	<b>13,54</b>	MPa	<b>VYHOVUJE</b>
$k_m =$	<b>0,70</b>	- pro obdélníkové průřezy				

### Posouzení kombinace napětí:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,0,d} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{m,y,d} f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\underline{0,68} < 1$$

**VYHOVUJE**

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,0,d} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{k_{m,z,d} f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\underline{0,53} < 1$$

**VYHOVUJE**

### Posouzení napětí ve smyku:

$$\tau_d \leq f_{v,d}$$

$$\tau_{v,y} = \frac{3 V_{sdy}}{2 b h} = \underline{0,30} \text{ MPa}$$

$$\tau_{v,z} = \frac{3 V_{sdz}}{2 b h} = \underline{0,00} \text{ MPa}$$

### Dvojosá napjatost ve smyku:

$$\frac{\sqrt{\tau_{v,y}^2 + \tau_{v,z}^2}}{f_{v,d}} \leq 1$$

$$\underline{0,20} \leq 1 \text{ VYHOVUJE}$$

**Využití průřezu : 68 %**

### Kontrola štíhlosti prvku:

ČSN EN 1995-1-1 nepředepisuje žádné mezní hodnoty štíhlosti tlačných prvků. Program přesto provádí výpočet štíhlosti a porovnává je s mezními hodnotami stanovenými ve staré české normě ČSN 73 1401. Toto porovnání nemá vliv na výsledek posouzení prvku a slouží pouze pro informaci uživatele.

#### Konstrukční prvky

- ☒ Sloupy a podporové stojky
- ☐ Tlačené části vazníků celistvé
- ☐ Tlačené části vazníků členěné a složené
- ☐ Vyztužovací a jejich části

#### Mezní štíhlost poměr Lamda pro konstrukci

- ☒ Trvalé
- ☐ Dočasné a pomocné

$$\lambda_y = l_{ef,y} \cdot i_y = 73,6 \leq 120$$

Štíhlost vyhovuje

$$\lambda_z = l_{ef,z} \cdot i_z = 73,6 \leq 120$$

Štíhlost vyhovuje

# HAMBÁLEK 11 / T - POSOUZENÍ TLAKU, OHYBU A SMYKU - ETERNIT

Typ dřeva : ROSTLÉ DŘEVO

Třída provozu : 2 ▼

Je charakterizována vlhkostí materiálu odpovídající teplotě 20°C a relativní vlhkosti okolního vzduchu přesahujícího 85% pouze po několik týdnů v roce ve třídě provozu 2 nepřesahuje průměrná vlhkost u většiny dřeva jehličnatých dřevin 20%.

- při výpočtu není použito součinitele  $k_h$  pro zvětšení pevnosti dřeva

Třída pevnosti : C22 ▼

Charakteristická pevnost v ohybu :

$f_{m,k} = 22$  [Mpa]

Charakteristická pevnost v tlaku :

$f_{c,0,k} = 20,1$  [Mpa]

Charakteristická pevnost ve smyku :

$f_{v,k} = 2,4$  [Mpa]

Součinitel vlastnosti materiálu :

Kombinace zatížení  
☒ základní ☐ mimořádná

$\gamma_m = 1,3$

Rozhodující je zatížení : Střednědobé ▼

$k_{mod} = 0,8$  - modifikační součinitel pevnosti pro třídy provozu a třídy trvání zatížení

Jestliže se kombinace zatížení skládá ze zatížení příslušejících k různým třídám trvání zatížení má se zvolit hodnota  $k_{mod}$ , která odpovídá zatížení s nejkratší dobou trvání, např. pro kombinaci zatížení stálé a krátkodobé se má použít hodnota  $k_{mod}$  odpovídající krátkodobému zatížení. (3.1.3)

Délka prutu L : 3,280 m

Štíhlostní poměry :

$L_{ef,y} = 1$  souč\*L = 3,280 m  $\lambda_y = L_{ef,y} \cdot i_y = 87,4$

$L_{ef,z} = 1$  souč\*L = 3,280 m  $\lambda_z = L_{ef,z} \cdot i_z = 94,7$

$L_{klop} = 1$  3,280 m

$$\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi} \sqrt{f_{c,0,k}/E_{0,05}} = 1,524$$

$$\lambda_{rel,z} = \frac{\lambda_z}{\pi} \sqrt{f_{c,0,k}/E_{0,05}} = 1,651$$

Geometrie profilu : h x b  
 PROFIL 130 x 120 mm  
 výška x

Průřezové charakteristiky :

$I_y = 22,0 \cdot 10^6$  mm<sup>4</sup>

$W_y = 338,0 \cdot 10^3$  mm<sup>3</sup>

$i_y = 37,5$  mm

$A = 15,60 \cdot 10^3$  mm<sup>2</sup>

$I_z = 18,7 \cdot 10^6$  mm<sup>4</sup>

$W_z = 312,0 \cdot 10^3$  mm<sup>3</sup>

$i_z = 34,6$  mm

- plocha průřezu

- moment setrvačnosti

- průřez. modul

- poloměr setrvačnosti

Vnitřní síly působící na profil:

$M_{sdy} = 0,1$  kNm

$V_{sdy} = 0,1$  kN

$N_{sd} = 16,2$  kN

$M_{sdz} = 0$  kNm

$V_{sdz} = 0$  kN

$\beta_c = 0,20$  pro rostlé dřevo

Součinitele vzpěrnosti :

$k_y = 0,5(1 + \beta_c(\lambda_{rel,y} - 0,3)) + \lambda_{rel,y}^2 = 1,78$

$k_z = 0,5(1 + \beta_c(\lambda_{rel,z} - 0,3)) + \lambda_{rel,z}^2 = 2,00$

$k_{c,min} = 0,32$

$$k_{oy} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = 0,37$$

$$k_{oz} = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}} = 0,32$$

Účinná délka nosníku závislá na podmínkách uložení :

$l_{ef} = 3,28$  m

Krytické napětí v ohybu :

$$\sigma_{m,cr} = \frac{0,78 \cdot b^2}{h \cdot l_{ef}} \cdot E_{0,05} = 176,49 \text{ Mpa}$$

Poměrná štíhlost v ohybu :

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{m,k}}{\sigma_{m,cr}}} = 0,353 \text{ Mpa}$$

Poměr rozpětí k typu nosníku

☒ 1,00 ☐ 0,90 ☐ 0,80 ☐ 0,50

Součinitel v důsledku příčné a torzní nestability :

$$k_{mte} = \begin{cases} 1 & \text{pro } \lambda_{rel,m} \leq 0,75 \\ 1,56 - 0,75\lambda_{rel,m} & \text{pro } 0,75 < \lambda_{rel,m} \leq 1,4 \\ \frac{1}{\lambda_{rel,m}^2} & \text{pro } 1,4 < \lambda_{rel,m} \end{cases} = 1,000$$

### Návrhová napětí:

$\sigma_{c,0,d} =$	<b>1,04</b>	MPa	$\leq k_{c,0,d} f_{c,0,d} =$	<b>3,96</b>	MPa	<b>VYHOVUJE</b>
$\sigma_{m,y,d} =$	<b>0,30</b>	MPa	$\leq k_{m,y,d} f_{m,y,d} =$	<b>13,54</b>	MPa	<b>VYHOVUJE</b>
$\sigma_{m,z,d} =$	<b>0,00</b>	MPa	$\leq k_{m,z,d} f_{m,z,d} =$	<b>13,54</b>	MPa	<b>VYHOVUJE</b>
$k_m =$	<b>0,70</b>	- pro obdélníkové průřezy				

### Posouzení kombinace napětí:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,0,d} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{m,y,d} f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$0,25 < 1$$

**VYHOVUJE**

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,0,d} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{k_{m,z,d} f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$0,28 < 1$$

**VYHOVUJE**

### Posouzení napětí ve smyku:

$$\tau_d \leq f_{v,d}$$

$$\tau_{v,y} = \frac{3 V_{sdy}}{2 b h} = 0,01 \text{ MPa}$$

$$\tau_{v,z} = \frac{3 V_{sdz}}{2 b h} = 0,00 \text{ MPa}$$

### Dvojosá napjatost ve smyku:

$$\frac{\sqrt{\tau_{v,y}^2 + \tau_{v,z}^2}}{f_{v,d}} \leq 1$$

$$0,01 \leq 1 \text{ VYHOVUJE}$$

**Využití průřezu : 28 %**

### Kontrola štíhlosti prvku:

ČSN EN 1995-1-1 nepředepisuje žádné mezní hodnoty štíhlosti tlačných prvků. Program přesto provádí výpočet štíhlosti a porovnává je s mezními hodnotami stanovenými ve staré české normě ČSN 73 1401. Toto porovnání nemá vliv na výsledek posouzení prvku a slouží pouze pro informaci uživatele.

#### Konstrukční prvky

- ☒ Sloupy a podporové stojky
- ☐ Tlačené části vazníků celistvé
- ☐ Tlačené části vazníků členěné a složené
- ☐ Vyztužovací a jejich části

#### Mezní štíhlost poměr Lamda pro konstrukci

- ☒ Trvalé
- ☐ Dočasné a pomocné

$$\lambda_y = \lambda_{ef,y} \cdot i_y = 87,4 \leq 120$$

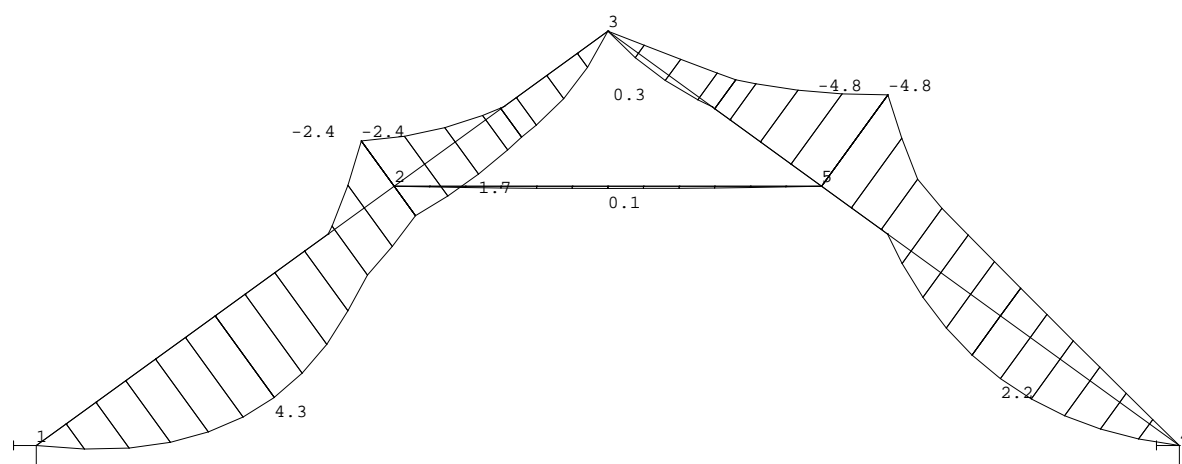
Štíhlost vyhovuje

$$\lambda_z = \lambda_{ef,z} \cdot i_z = 94,7 \leq 120$$

Štíhlost vyhovuje

Program : IDA Nexis32 release 3.60.15

Vazba s hambálekem – krokev 10/T, hambálek 11/T – krytina eternit

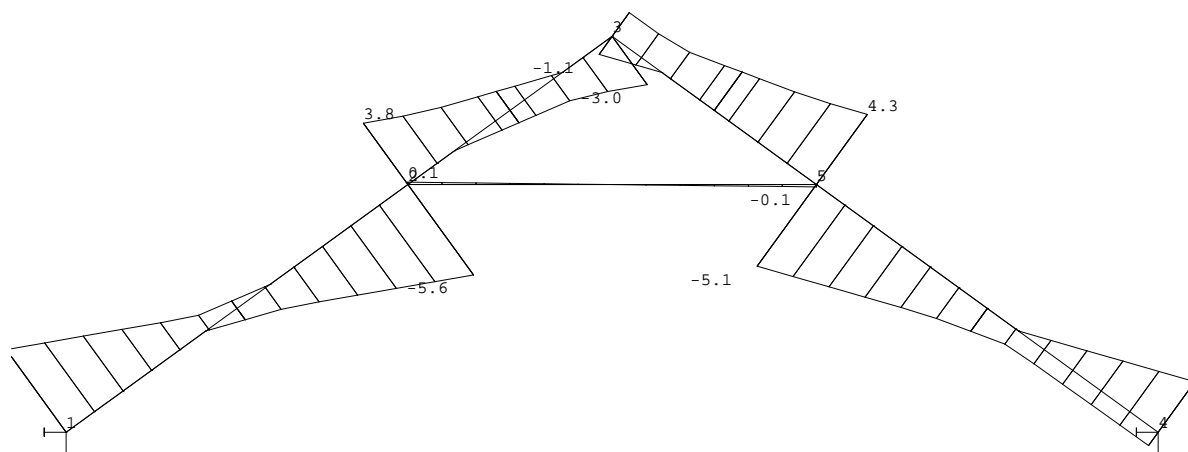


Vnitřní síly - M na prutu(ech). Únos. kombi : 1/9



Program : IDA Nexis32 release 3.60.15

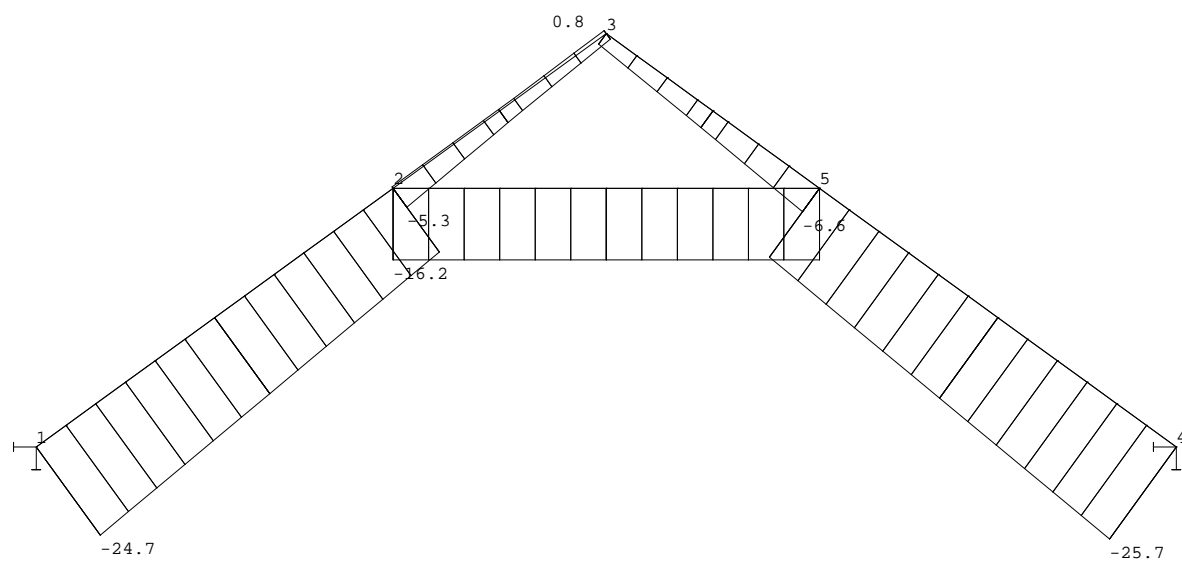
Vazba s hambálekem – krokev 10/T, hambálek 11/T – krytina eternit



Vnitřní síly - V na prutu(ech). Únos. kombi : 1/9

Program : IDA Nexis32 release 3.60.15

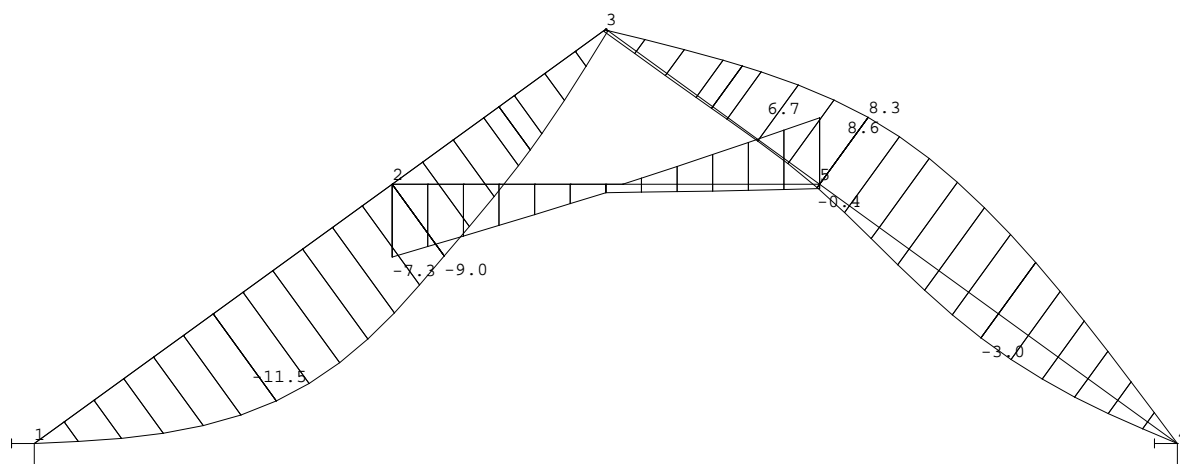
Vazba s hambálekem – krokev 10/T, hambálek 11/T – krytina eternit



Vnitřní síly - N na prutu(ech). Únos. kombi : 1/9

Program : IDA Nexis32 release 3.60.15

Vazba s hambálekem – krokev 10/T, hambálek 11/T – krytina eternit



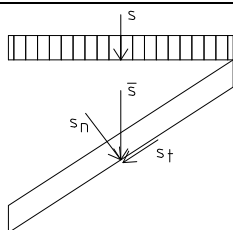
Deformace - uz na prutu(ech). Použ. kombi : 1/9

# POSOUZENÍ KONSTRUKCE KROVU - HORNÍ ČÁST - BŘIDLICE

## Horní část krovu 2 - řez A - Á; sklon 36°

### Zatížení - sklon 36°

		kNm <sup>-2</sup>	γF	kNm <sup>-2</sup>
sníh (III. so, sklon 36°, μ <sub>1</sub> = 0,640)	s = 0,64*1,0*1,0*1,5	0,960	1,50	1,440
	$\hat{s} = s \cdot \cos \alpha$	0,777		1,165
	$s_n = s \cdot \cos^2 \alpha$	0,628		0,942
	$s_t = s \cdot \cos \alpha \cdot \sin \alpha$	0,457		0,685



$$\alpha = 36^\circ$$

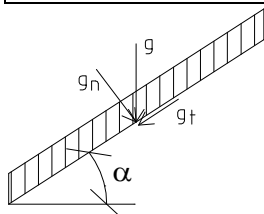
$$\mu_1 = 0,8 \cdot (60 - \alpha) / 30 = 0,640$$

podle národní přílohy ČSN EN 1990  
tab. 2.2.B2, výraz 2.1

$$\gamma_F = 1,35$$

### stálé zatížení

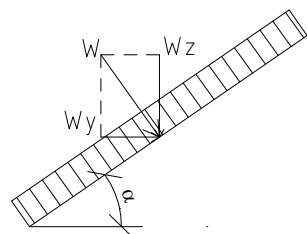
		kNm <sup>-2</sup>	γF	kNm <sup>-2</sup>
střešní krytina břidlice		0,350	1,35	0,473
přidané bednění - desky	0,03*5,5	0,165	1,35	0,223
stávající bednění - desky	0,02*5,5	0,110	1,35	0,149
celkem	g =	0,625		0,844
	$g_n = g \cdot \cos \alpha$	0,506		0,683
	$g_t = g \cdot \sin \alpha$	0,367		0,496



podle národní přílohy ČSN EN 1990  
tab. 2.2.B2, výraz 2.1

$$\gamma_F = 1,35$$

		kNm <sup>-2</sup>	γF	kNm <sup>-2</sup>
větr (II. wo, sklon 36°, kat. terénu 3)	$w_{eH} = 723 \cdot 10^{-3} \cdot 0,48$	0,347	1,50	0,521
	$w_z = w_{eH} \cdot \cos \alpha$	0,281		0,421
	$w_y = w_{eH} \cdot \sin \alpha$	0,204		0,306



... kladný tlak, vítr kolmo k hřebeni

$w_{eH} = 723 \cdot 10^{-3} \cdot (-0,32)$	-0,231	1,50	-0,347
$w_z = w_{eH} \cdot \cos \alpha$	-0,187		-0,281
$w_y = w_{eH} \cdot \sin \alpha$	-0,136		-0,204

... záporný tlak, vítr kolmo k hřebeni

$w_{eH} = 723 \cdot 10^{-3} \cdot (-0,84)$	-0,607	1,50	-0,911
$w_z = w_{eH} \cdot \cos \alpha$	-0,491		-0,737
$w_y = w_{eH} \cdot \sin \alpha$	-0,357		-0,535

... záporný tlak, vítr rovnoběžný s hřebenem

$$v_b = 25 \text{ m/s}$$

$$q_b = 0,5 \cdot 1,25 \cdot 25^2 = 390,6 \text{ N/m}^2$$

$$c_{e(z)} = 1,85 \text{ ... dle obr. 4.2, ČSN EN 1991-1-4}$$

$$q_{p(z)} = 1,60 \cdot 390,6 = 723,0 \text{ N/m}^2$$

$$z = 12,00 \text{ m}$$

výška hřebene nad terénem

## Prázdná vazba - krokev - 10/T, hambálek - 11/T

osové vzdálenosti vazeb 1,52 m

### Zatížení

podle národní přílohy ČSN EN 1990

tab. 2.2.B1, výraz 2.1a

$\gamma_{G,j} =$

1,35

$\gamma_{Q,1} =$

1,50

		$\text{kNm}^{-1}$	$\gamma F$	$\text{kNm}^{-1}$
1. vlastní hmotnost krokví	0,16*0,16*5,5	0,141	1,35	0,190
2. stálé - střecha	$g \cdot zš$	0,950	1,35	1,283
3. nahodilé zatížení - sníh	$s \cdot zš$	1,181	1,50	1,771
4. nahodilé zatížení - vítr $\perp$ k hřebeni	$w_{eH} \cdot zš$ ↓	0,427	1,50	0,640
5. nahodilé zatížení - vítr $\perp$ k hřebeni	$w_{eJ} \cdot zš$ ↑	-0,285	1,50	-0,427
6. nahodilé zatížení - vítr $\perp$ k hřebeni	$w_{eHy} \cdot zš$ →	0,310	1,50	0,465
7. nahodilé zatížení - vítr $\perp$ k hřebeni	$w_{eJy} \cdot zš$ →	-0,207	1,50	-0,310

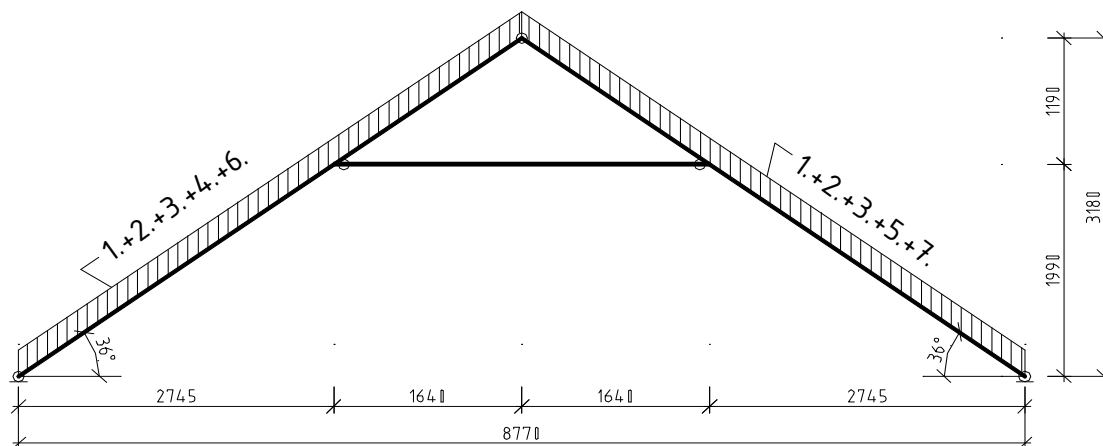
zatěžovací šířka vazby

$zš =$

1,520 m

### Výpočet vnitřních sil

statické schéma



program IDA Nexis, str. 22 až 24

Max. ohybové momenty

$M_I =$

2,50 kNm

$M_a =$

-5,20 kNm

Max. posouvající síla

$V_{\max} =$

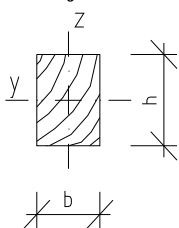
5,80 kN

Max. normálová síla

$N_{\max} =$

-29,30 kN ... tlak

### Stávající krokvě - 10/T



profil 160 / 160 mm

(dřevo třídy C22)

šířka  $b =$

16,0 cm

výška  $h =$

16,0 cm

### Posouzení krokve - 10/T

... str.18, 19

### Posouzení hambálku - 11/T

... str. 20, 21

### Přetvoření - průhyb

... program IDA Nexis, str. 25

maximální průhyb

$y_{\max I} =$

12,80 mm

$l =$

3400 mm

Dovolený průhyb

$y_{\text{dov}} = l/250 = 3400/250 =$

13,60 mm

$y_{\text{dov}} =$	13,60 mm	>	$y_{\max} =$	12,80 mm
--------------------	----------	---	--------------	----------

průhyb vyhoví

# KROKEV 10 / T - POSOUZENÍ TLAKU, OHYBU A SMYKU - BŘIDLICE

Typ dřeva : ROSTLÉ DŘEVO

Třída provozu : 2 ▼

Je charakterizována vlhkostí materiálu odpovídající teplotě 20°C a relativní vlhkosti okolního vzduchu přesahujícího 85% pouze po několik týdnů v roce ve třídě provozu 2 nepřesahuje průměrná vlhkost u většiny dřeva jehličnatých dřevin 20%.

- při výpočtu není použito součinitele  $k_h$  pro zvětšení pevnosti dřeva

Třída pevnosti : C22 ▼

Charakteristická pevnost v ohybu :

$$f_{m,k} = 22 \text{ [Mpa]}$$

Charakteristická pevnost v tlaku :

$$f_{c,0,k} = 20,1 \text{ [Mpa]}$$

Charakteristická pevnost ve smyku :

$$f_{v,k} = 2,4 \text{ [Mpa]}$$

Součinitel vlastnosti materiálu :

Kombinace zatížení  
☒ základní ☐ mimořádná

$$\gamma_m = 1,3$$

Rozhodující je zatížení : Střednědobé ▼

$$k_{mod} = 0,8 \text{ - modifikační součinitel pevnosti pro třídy provozu a třídy trvání zatížení}$$

Jestliže se kombinace zatížení skládá ze zatížení příslušejících k různým třídám trvání zatížení má se zvolit hodnota  $k_{mod}$ , která odpovídá zatížení s nejkratší dobou trvání, např. pro kombinaci zatížení stálé a krátkodobé se má použít hodnota  $k_{mod}$  odpovídající krátkodobému zatížení. (3.1.3)

Délka prutu L : 3,400 m

Štíhlostní poměry :

$$L_{ef,y} = 1 \text{ souč} \cdot L = 3,400 \text{ m} \quad \lambda_y = L_{ef,y} \cdot i_y = 73,6$$

$$L_{ef,z} = 1 \text{ souč} \cdot L = 3,400 \text{ m} \quad \lambda_z = L_{ef,z} \cdot i_z = 73,6$$

$$L_{klop} = 1 \quad 3,400 \text{ m}$$

Geometrie profilu :

h	x	b
PROFIL 160	x	160 mm
výška	x	

Průřezové charakteristiky :

$$I_y = 54,6 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$W_y = 682,7 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$i_y = 46,2 \text{ mm}$$

$$A = 25,60 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$$

$$I_z = 54,6 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$W_z = 682,7 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$i_z = 46,2 \text{ mm}$$

- plocha průřezu

- moment setrvačnosti

- průřez. modul

- poloměr setrvačnosti

Vnitřní síly působící na profil:

$$M_{sdy} = 5,2 \text{ kNm}$$

$$V_{sdy} = 5,8 \text{ kN}$$

$$N_{sd} = 29,3 \text{ kN}$$

$$M_{sdz} = 0 \text{ kNm}$$

$$V_{sdz} = 0 \text{ kN}$$

$$\beta_c = 0,20 \text{ pro rostlé dřevo}$$

Součinitele vzpěrnosti :

$$k_y = 0,5(1 + \beta_c(\lambda_{rel,y} - 0,3)) + \lambda_{rel,y}^2 = 1,42$$

$$k_z = 0,5(1 + \beta_c(\lambda_{rel,z} - 0,3)) + \lambda_{rel,z}^2 = 1,42$$

$$k_{c,min} = 0,49$$

$$k_{oy} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = 0,49$$

$$k_{oz} = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}} = 0,49$$

Účinná délka nosníku závislá na podmínkách uložení :

$$l_{ef} = 3,40 \text{ m}$$

Krytické napětí v ohybu :

$$\sigma_{m,cr} = \frac{0,78 \cdot b^2}{h \cdot l_{ef}} \cdot E_{0,05} = 245,93 \text{ Mpa}$$

Poměrná štíhlost v ohybu :

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{mk}}{\sigma_{m,cr}}} = 0,299 \text{ Mpa}$$

Poměr rozpětí k typu nosníku

☒ 1,00 ☐ 0,90 ☐ 0,80 ☐ 0,50

Součinitel v důsledku příčné a torzní nestability :

$$k_{mt} = \begin{cases} 1 & \text{pro } \lambda_{rel,m} \leq 0,75 \\ 1,56 - 0,75\lambda_{rel,m} & \text{pro } 0,75 < \lambda_{rel,m} \leq 1,4 \\ \frac{1}{\lambda_{rel,m}^2} & \text{pro } 1,4 < \lambda_{rel,m} \end{cases} = 1,000$$

### Návrhová napětí:

$\sigma_{c,0,d} =$	<b>1,14</b>	MPa	$\leq k_{c,0,d} f_{c,0,d} =$	<b>6,08</b>	MPa	<b>VYHOVUJE</b>
$\sigma_{m,y,d} =$	<b>7,62</b>	MPa	$\leq k_{m,y,d} f_{m,0,d} =$	<b>13,54</b>	MPa	<b>VYHOVUJE</b>
$\sigma_{m,z,d} =$	<b>0,00</b>	MPa	$\leq k_{m,z,d} f_{m,0,d} =$	<b>13,54</b>	MPa	<b>VYHOVUJE</b>
$k_m =$	<b>0,70</b>	- pro obdélníkové průřezy				

### Posouzení kombinace napětí:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,0,d} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,0,d}}{k_{m,0,d} f_{m,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,0,d}} \leq 1$$

$$\underline{0,75} < 1$$

**VYHOVUJE**

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,0,d} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{k_{m,z,d} f_{m,0,d}} \leq 1$$

$$\underline{0,58} < 1$$

**VYHOVUJE**

### Posouzení napětí ve smyku:

$$\tau_d \leq f_{vd}$$

$$\tau_{vy} = \frac{3 V_{sdy}}{2 bh} = \underline{0,34} \text{ MPa}$$

$$\tau_{vz} = \frac{3 V_{sdz}}{2 bh} = \underline{0,00} \text{ MPa}$$

### Dvojosá napjatost ve smyku:

$$\frac{\sqrt{\tau_{vy}^2 + \tau_{vz}^2}}{f_{vd}} \leq 1$$

$$\underline{0,23} \leq 1 \text{ VYHOVUJE}$$

**Využití průřezu : 75 %**

### Kontrola štíhlosti prvku:

ČSN EN 1995-1-1 nepředepisuje žádné mezní hodnoty štíhlosti tlačných prvků. Program přesto provádí výpočet štíhlosti a porovnává je s mezními hodnotami stanovenými ve staré české normě ČSN 73 1401. Toto porovnání nemá vliv na výsledek posouzení prvku a slouží pouze pro informaci uživatele.

#### Konstrukční prvky

- ☒ Sloupy a podporové stojky
- ☐ Tlačené části vazníků celistvé
- ☐ Tlačené části vazníků členěné a složené
- ☐ Vyztužovací a jejich části

#### Mezní štíhlost poměr Lamda pro konstrukci

- ☒ Trvalé
- ☐ Dočasné a pomocné

$$\lambda_y = l_{ef,y} \cdot i_y = 73,6 \leq 120$$

Štíhlost vyhovuje

$$\lambda_z = l_{ef,z} \cdot i_z = 73,6 \leq 120$$

Štíhlost vyhovuje

# HAMBÁLEK 11 / T - POSOUZENÍ TLAKU, OHYBU A SMYKU - BŘIDLICE

Typ dřeva : ROSTLÉ DŘEVO

Třída provozu : 2 ▼

Je charakterizována vlhkostí materiálu odpovídající teplotě 20°C a relativní vlhkosti okolního vzduchu přesahujícího 85% pouze po několik týdnů v roce ve třídě provozu 2 nepřesahuje průměrná vlhkost u většiny dřeva jehličnatých dřevin 20%.

- při výpočtu není použito součinitele  $k_h$  pro zvětšení pevnosti dřeva

Třída pevnosti : C22 ▼

Charakteristická pevnost v ohybu :

$$f_{m,k} = 22 \text{ [Mpa]}$$

Charakteristická pevnost v tlaku :

$$f_{c,0,k} = 20,1 \text{ [Mpa]}$$

Charakteristická pevnost ve smyku :

$$f_{v,k} = 2,4 \text{ [Mpa]}$$

Součinitel vlastnosti materiálu :

Kombinace zatížení  
☒ základní ☐ mimořádná

$$\gamma_m = 1,3$$

Rozhodující je zatížení : Střednědobé ▼

$$k_{mod} = 0,8 \text{ - modifikační součinitel pevnosti pro třídy provozu a třídy trvání zatížení}$$

Jestliže se kombinace zatížení skládá ze zatížení příslušejících k různým třídám trvání zatížení má se zvolit hodnota  $k_{mod}$ , která odpovídá zatížení s nejkratší dobou trvání, např. pro kombinaci zatížení stálé a krátkodobé se má použít hodnota  $k_{mod}$  odpovídající krátkodobému zatížení. (3.1.3)

Délka prutu L : 3,280 m

Štíhlostní poměry :

$$L_{ef,y} = 1 \text{ souč} \cdot L = 3,280 \text{ m } \lambda_y = L_{ef,y} \cdot i_y = 87,4$$

$$L_{ef,z} = 1 \text{ souč} \cdot L = 3,280 \text{ m } \lambda_z = L_{ef,z} \cdot i_z = 94,7$$

$$L_{klop} = 1 \text{ } 3,280 \text{ m}$$

$$\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi} \sqrt{f_{c,0,k}/E_{0,05}} = 1,524$$

$$\lambda_{rel,z} = \frac{\lambda_z}{\pi} \sqrt{f_{c,0,k}/E_{0,05}} = 1,651$$

Geometrie profilu :

h	x	b
PROFIL 130	x	120 mm
výška	x	

Průřezové charakteristiky :

$$I_y = 22,0 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$W_y = 338,0 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$i_y = 37,5 \text{ mm}$$

$$A = 15,60 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$$

$$I_z = 18,7 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$W_z = 312,0 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$i_z = 34,6 \text{ mm}$$

- plocha průřezu

- moment setrvačnosti

- pruž. modul

- poloměr setrvačnosti

Vnitřní síly působící na profil:

$$M_{sdy} = 0,1 \text{ kNm}$$

$$M_{sdz} = 0 \text{ kNm}$$

$$V_{sdy} = 0,1 \text{ kN}$$

$$V_{sdz} = 0 \text{ kN}$$

$$N_{sd} = 18,5 \text{ kN}$$

$$\beta_c = 0,20 \text{ pro rostlé dřevo}$$

Součinitele vzpěrnosti :

$$k_y = 0,5(1 + \beta_c(\lambda_{rel,y} - 0,3)) + \lambda_{rel,y}^2 = 1,78$$

$$k_z = 0,5(1 + \beta_c(\lambda_{rel,z} - 0,3)) + \lambda_{rel,z}^2 = 2,00$$

$$k_{c,min} = 0,32$$

$$k_{oy} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = 0,37$$

$$k_{oz} = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}} = 0,32$$

Účinná délka nosníku závislá na podmínkách uložení :

$$l_{ef} = 3,28 \text{ m}$$

Krytické napětí v ohybu :

$$\sigma_{m,cr} = \frac{0,78 \cdot b^2}{h \cdot l_{ef}} \cdot E_{0,05} = 176,49 \text{ Mpa}$$

Poměrná štíhlost v ohybu :

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{m,k}}{\sigma_{m,cr}}} = 0,353 \text{ Mpa}$$

Poměr rozpětí k typu nosníku

☒ 1,00 ☐ 0,90 ☐ 0,80 ☐ 0,50

Součinitel v důsledku příčné a torzní nestability :

$$k_{mte} = \begin{cases} 1 & \text{pro } \lambda_{rel,m} \leq 0,75 \\ 1,56 - 0,75\lambda_{rel,m} & \text{pro } 0,75 < \lambda_{rel,m} \leq 1,4 \\ \frac{1}{\lambda_{rel,m}^2} & \text{pro } 1,4 < \lambda_{rel,m} \end{cases} = 1,000$$



### Návrhová napětí:

$\sigma_{c,0,d} =$	<b>1,19</b>	MPa	$\leq k_{c,0,d} f_{c,0,d} =$	<b>3,96</b>	MPa	<b>VYHOVUJE</b>
$\sigma_{m,y,d} =$	<b>0,30</b>	MPa	$\leq k_{m,y,d} f_{m,0,d} =$	<b>13,54</b>	MPa	<b>VYHOVUJE</b>
$\sigma_{m,z,d} =$	<b>0,00</b>	MPa	$\leq k_{m,z,d} f_{m,0,d} =$	<b>13,54</b>	MPa	<b>VYHOVUJE</b>
$k_m =$	<b>0,70</b>	- pro obdélníkové průřezy				

### Posouzení kombinace napětí:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,0,d} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,0,d}}{k_{m,0,d} f_{m,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,0,d}} \leq 1$$

$$\underline{0,28} < 1$$

**VYHOVUJE**

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,0,d} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{k_{m,z,d} f_{m,0,d}} \leq 1$$

$$\underline{0,31} < 1$$

**VYHOVUJE**

### Posouzení napětí ve smyku:

$$\tau_d \leq f_{v,d}$$

$$\tau_{v,y} = \frac{3 V_{sdy}}{2 b h} = \underline{0,01} \text{ MPa}$$

$$\tau_{v,z} = \frac{3 V_{sdz}}{2 b h} = \underline{0,00} \text{ MPa}$$

### Dvojosá napjatost ve smyku:

$$\frac{\sqrt{\tau_{v,y}^2 + \tau_{v,z}^2}}{f_{v,d}} \leq 1$$

$$\underline{0,01} \leq 1 \text{ VYHOVUJE}$$

**Využití průřezu : 31 %**

### Kontrola štíhlosti prvku:

ČSN EN 1995-1-1 nepředepisuje žádné mezní hodnoty štíhlosti tlačných prvků. Program přesto provádí výpočet štíhlosti a porovnává je s mezními hodnotami stanovenými ve staré české normě ČSN 73 1401. Toto porovnání nemá vliv na výsledek posouzení prvku a slouží pouze pro informaci uživatele.

#### Konstrukční prvky

- ☒ Sloupy a podporové stojky
- ☐ Tlačené části vazníků celistvé
- ☐ Tlačené části vazníků členěné a složené
- ☐ Vyztužovací a jejich části

#### Mezní štíhlost poměr Lamda pro konstrukci

- ☒ Trvalé
- ☐ Dočasné a pomocné

$$\lambda_y = \lambda_{ef,y} \cdot i_y = 87,4 \leq 120$$

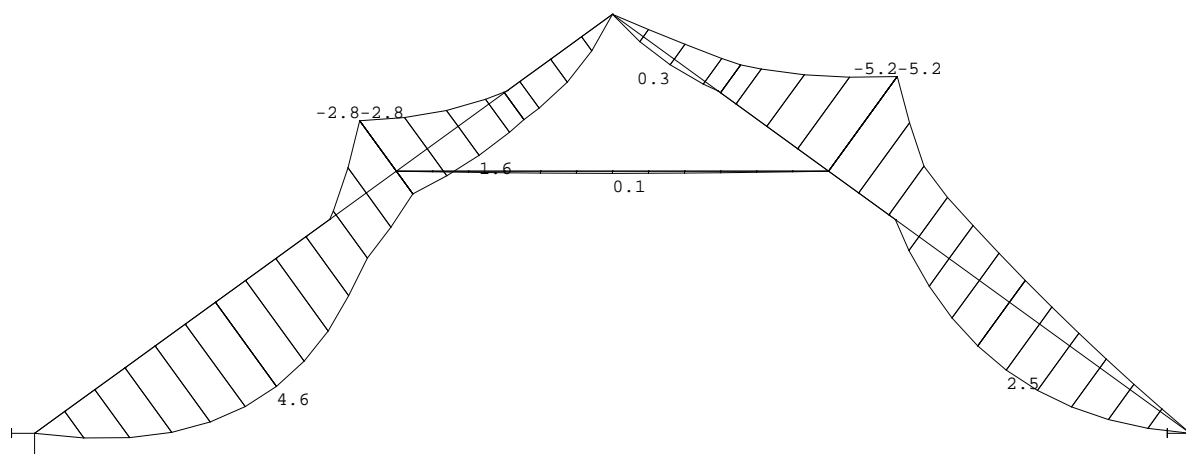
Štíhlost vyhovuje

$$\lambda_z = \lambda_{ef,z} \cdot i_z = 94,7 \leq 120$$

Štíhlost vyhovuje

Program : IDA Nexis32 release 3.60.15

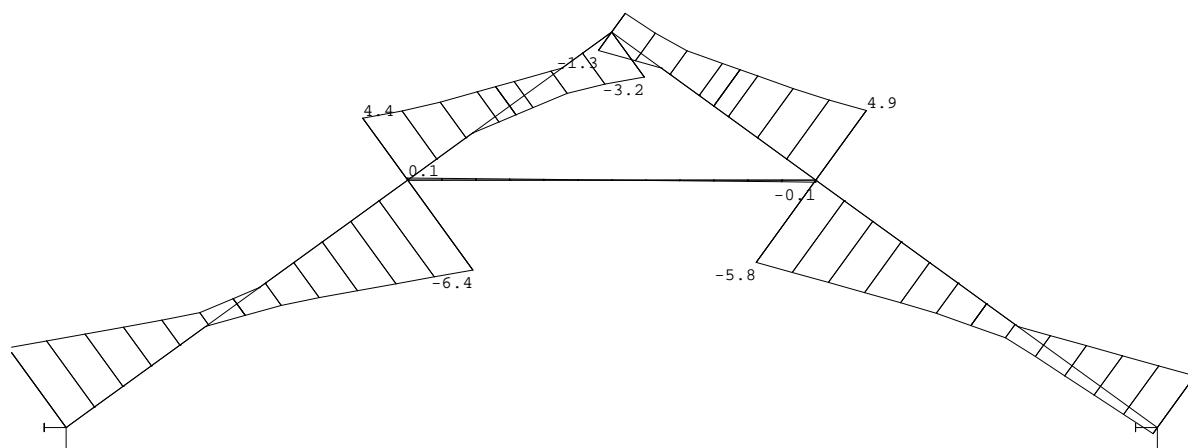
Vazba s hambálekem – krokev 10/T, hambálek 11/T – krytina břidlice



Vnitřní síly - M na prutu(ech). Únos. kombi : 1/9

Program : IDA Nexis32 release 3.60.15

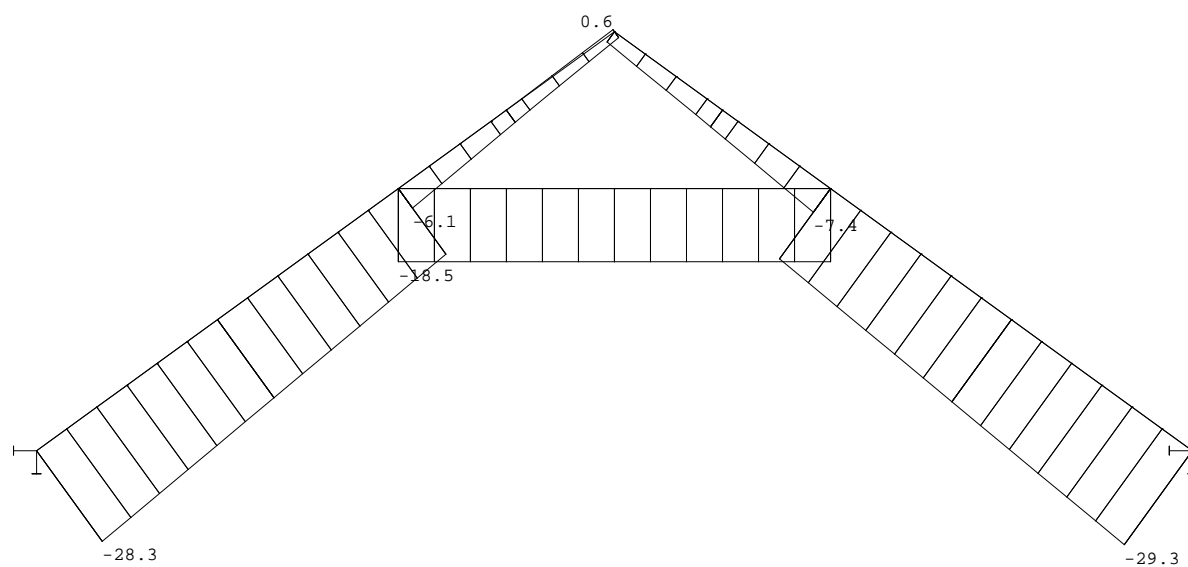
Vazba s hambálekem – krokev 10/T, hambálek 11/T – krytina břidlice



Vnitřní síly - V na prutu(ech). Únos. kombi : 1/9

Program : IDA Nexis32 release 3.60.15

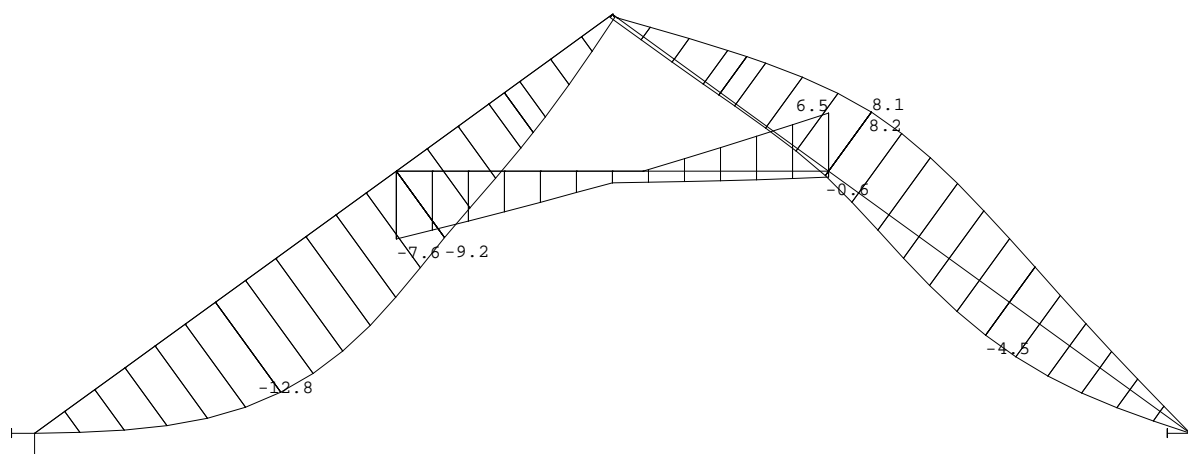
Vazba s hambálekem – krokev 10/T, hambálek 11/T – krytina břidlice



Vnitřní síly - N na prutu(ech). Únos. kombi : 1/9

Program : IDA Nexis32 release 3.60.15

Vazba s hambálekem – krokev 10/T, hambálek 11/T – krytina břidlice



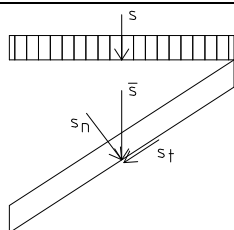
Deformace - uz na prutu(ech). Použ. kombi : 1/9

# POSOUZENÍ KONSTRUKCE KROVU - DOLNÍ ČÁST - ETERNIT

## Dolní část krovu 1 - řez A - Á; sklon 52°

### Zatížení - sklon 52°

		kNm <sup>-2</sup>	γF	kNm <sup>-2</sup>
sníh (III. so, sklon 52°, μ <sub>1</sub> = 0,213)	s = 0,213*1,0*1,0*1,5	0,320	1,50	0,480
	s = s*cosα	0,197		0,296
	s <sub>n</sub> = s*cos <sup>2</sup> α	0,121		0,182
	s <sub>t</sub> = s*cosα*sinα	0,155		0,233



$$\alpha = 52^\circ$$

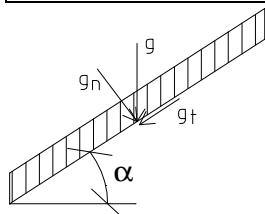
$$\mu_1 = 0,8*(60-\alpha)/30 = 0,213$$

podle národní přílohy ČSN EN 1990  
tab. 2.2.B2, výraz 2.1

$$\gamma_F = 1,35$$

### stálé zatížení

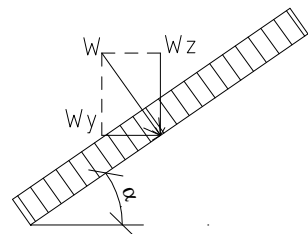
		kNm <sup>-2</sup>	γF	kNm <sup>-2</sup>
střešní krytina eternit		0,150	1,35	0,203
přidané bednění - desky	0,03*5,5	0,165	1,35	0,223
stávající bednění - desky	0,02*5,5	0,110	1,35	0,149
krokve po 1,52 m	0,16*0,16*5,5/1,52	0,093	1,35	0,125
celkem	g =	0,518		0,699
	g <sub>n</sub> = g*cosα	0,319		0,430
	g <sub>t</sub> = g*sinα	0,408		0,551



podle národní přílohy ČSN EN 1990  
tab. 2.2.B2, výraz 2.1

$$\gamma_F = 1,50$$

		kNm <sup>-2</sup>	γF	kNm <sup>-2</sup>
vítr (II. wo, sklon 52°, kat. terénu 3)	w <sub>eH</sub> = 723*10 <sup>-3</sup> *0,65	0,470	1,50	0,705
	w <sub>z</sub> = w <sub>eH</sub> *cosα	0,289		0,434
	w <sub>y</sub> = w <sub>eH</sub> *sinα	0,370		0,555



w <sub>eH</sub> = 723*10 <sup>-3</sup> *(-0,20)	-0,145	1,50	-0,217
w <sub>z</sub> = w <sub>eH</sub> *cosα	-0,089		-0,134
w <sub>y</sub> = w <sub>eH</sub> *sinα	-0,114		-0,171

w <sub>eH</sub> = 723*10 <sup>-3</sup> *(-0,85)	-0,615	1,50	-0,922
w <sub>z</sub> = w <sub>eH</sub> *cosα	-0,378		-0,568
w <sub>y</sub> = w <sub>eH</sub> *sinα	-0,484		-0,726

$$v_b = 25 \text{ m/s}$$

$$q_b = 0,5*1,25*27,5^2 = 390,6 \text{ N/m}^2$$

$$c_{e(z)} = 1,85 \text{ ... dle obr. 4.2, ČSN EN 1991-1-4}$$

$$q_{p(z)} = 1,75*390,6 = 723,0 \text{ N/m}^2$$

$$z = 12,00 \text{ m}$$

výška hřebene nad terénem

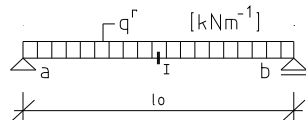
## Prázdná vazba - krokev - 3/T

osové vzdálenosti krokví 1,52 m

Zatížení na krokve

	$\text{kNm}^{-1}$	$\gamma F$	$\text{kNm}^{-1}$
$q_n = (s_n + g_n + w_n) * 1,52$	1,383		
$q^r = (s_r + g_r + w_r) * 1,52$			2,002

Výpočet vnitřních sil

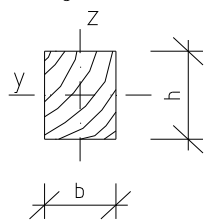


$$l_0 = 2,75 \text{ m}$$

$$A = B = q^r * l_0 / 2 = 2,75 \text{ kN}$$

$$M_I = 1/8 * q^r * l_0^2 = 1,89 \text{ kNm}$$

Stávající krokve - 3/T



profil 160 / 160 mm (dřevo třídy C22)

šířka  $b = 16,0 \text{ cm}$

výška  $h = 16,0 \text{ cm}$

$W_y = 1/6 * b * h^2 = 682,67 \text{ cm}^3$

$I_y = 1/12 * b * h^3 = 5461,33 \text{ cm}^4$

$f_{m,d} = k_{mod} * f_{m,k} / \gamma_{M}$

$k_{mod} = 0,8$

$\gamma_{M} = 1,45$

$f_{m,k} = 22,0 \text{ MPa}$

$E =$

10000 MPa

$f_{m,d} = 12,1 \text{ MPa}$

Napětí v průřezu

$\sigma = M_I / W_y = 2,77 \text{ MPa}$

$\sigma = 2,77 \text{ MPa} < f_{m,d} = 12,1 \text{ MPa}$

průřez vyhoví

Průhyb krokve

$y_{dov} = l_0 / 250 = 11,00 \text{ mm}$

$y = 5 * q^r * l_0^4 / (E * I * 384) = 1,89 \text{ mm}$

$y < y_{dov}$  průřez vyhoví

## Vaznice - 4/T

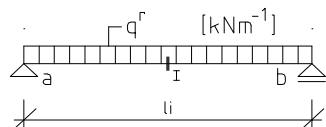
Maximální rozpětí vaznice 4,31 m. Vaznice podepřená sloupky plných vazeb.

### Zatížení - svislé

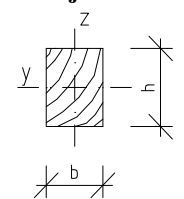
		$\text{kNm}^{-2}$	$\gamma F$	$\text{kNm}^{-2}$
krokve	s+g+w ... $q_l$	0,910		1,317

Zatížení na vaznici - od krokvi		$\text{kNm}^{-1}$	$\gamma F$	$\text{kNm}^{-1}$
střecha - krokve	$q_l \cdot 5,35/2$	2,434		3,523
vlastní hmotnost vaznice	$0,16 \cdot 0,15 \cdot 5,5$	0,132	1,35	0,178
celkem ... q		2,566		3,701

### Výpočet vnitřních sil

	$l =$	4,310 m		
	$A = B = q_l \cdot l / 2 =$		7,98 kN	
	$M_l = 1/8 \cdot q_l \cdot l_i^2 =$		8,59 kNm	

### stávající vaznice

	profil <b>160 / 150 mm</b>	(dřevo třídy C22)		
	šířka b =	16,0 cm		
	výška h =	15,0 cm		
	$W_y = 1/6 \cdot b \cdot h^2 =$	600,00 cm <sup>3</sup>		
	$I_y = 1/12 \cdot b \cdot h^3 =$	4500,00 cm <sup>4</sup>		
	$f_{m,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_{M}$			
	$k_{mod} =$	0,8	$\gamma_{M} =$	1,45
	$f_{m,k} =$	22,0 MPa	E =	10000 MPa
	$f_{m,d} =$	12,1 MPa		

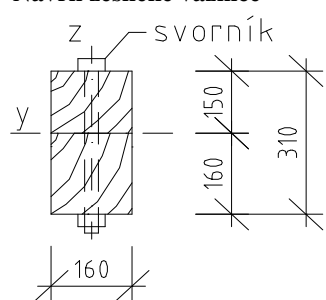
### Napětí v průřezu

$\sigma_y = M_l / W_y$	14,32 MPa	
$\sigma = 14,32 \text{ MPa} > f_{m,d} = 12,1 \text{ MPa}$		průřez nevyhoví

### Průhyb vaznice

$y_{dov} = l / 250 =$	17,24 mm
$y = 5 \cdot q_l \cdot l^4 / (E \cdot I \cdot 384) =$	25,62 mm
$y > y_{dov}$	průřez nevyhoví

### Návrh zesílené vaznice

	profil <b>160 / 310 mm</b>	(dřevo třídy C22)		
	šířka b =	16,0 cm	$b_1 =$	16,0 cm
	výška h =	31,0 cm ... 15+16	$h_1 =$	15,0 cm
	$W_y = \delta \cdot 1/6 \cdot b \cdot h^2 =$	2306,4 cm <sup>3</sup>	$\delta =$	0,90
	$I_y = \delta_{def} \cdot 1/12 \cdot b \cdot h^3 =$	29791,0 cm <sup>4</sup>	$\delta_{def} =$	0,75
	$f_{m,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_{M}$			
	$k_{mod} =$	0,8	$\gamma_{M} =$	1,45
	$f_{m,k} =$	22,0 MPa	E =	10000 MPa
	$f_{m,d} =$	12,1 MPa		

### Napětí v průřezu

$\sigma = M_l / W_y$	3,73 MPa	
$\sigma = 3,73 \text{ MPa} < f_{m,d} = 12,1 \text{ MPa}$		průřez vyhoví

### Průhyb vaznice

$y_{dov} = l_o / 250 =$	17,24 mm
$y = 5 \cdot q_l \cdot l_o^4 / (E \cdot I \cdot 384) =$	3,87 mm
$y < y_{dov}$	průřez vyhoví



## Zatížení - vodorovné

			$\text{kNm}^{-2}$	$\gamma F$	$\text{kNm}^{-2}$
střecha - krokve, stálé + sněh	st + gt	$q_2$	0,563		0,784

## Zatížení na vaznici - od krokví

		$\text{kNm}^{-1}$	$\gamma F$	$\text{kNm}^{-1}$
stálé + sněh	$q_2 * 5,35/2$	1,506		2,096

## Výpočet vnitřních sil

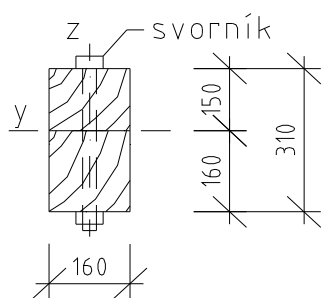
rozpětí vaznice

$$l = 2,20 \text{ m} \dots \text{vzdálenost šikmých vzpěr 12/T}$$

$$A = B = q * l / 2 = 2,31 \text{ kN}$$

$$M_I = 1/8 * q * l^2 = 1,27 \text{ kNm}$$

## Zesílená vaznice



profil 160 / 310 mm

(dřevo třídy C22)

$$\begin{aligned} \text{šířka } b &= 31,0 \text{ cm} \\ \text{výška } h &= 16,0 \text{ cm} \\ W_z &= \delta * 1/6 * h * b^2 = 2306,40 \text{ cm}^3 \\ I_z &= \delta_{\text{def}} * 1/12 * h * b^3 = 29791,00 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

$$\delta = 0,90$$

$$\delta_{\text{def}} = 0,75$$

$$f_{m,d} = k_{\text{mod}} * f_{m,k} / \gamma_{M,M}$$

$$k_{\text{mod}} = 0,8$$

$$f_{m,k} = 22,0 \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M,M} = 1,45$$

$$E = 10000 \text{ MPa}$$

$$f_{m,d} = 12,1 \text{ MPa}$$

## Napětí v průřezu

$$\sigma = M_I / W_z = 0,55 \text{ MPa}$$

$$\sigma = 0,55 \text{ MPa} < f_{m,d} = 12,1 \text{ MPa}$$

průřez vyhoví

## Šikmý ohyb

$$k_m * \sigma_y / f_{m,d} + \sigma_z / f_{m,d} \leq 1$$

$$k_m = 0,7 \dots \text{obdélníkové a čtvercové průřezy}$$

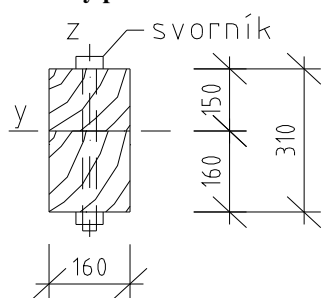
$$k_m * \sigma_y / f_{m,d} + \sigma_z / f_{m,d} = 0,261 < 1 \quad \text{průřez vyhoví}$$

$$\sigma_y / f_{m,d} + k_m * \sigma_z / f_{m,d} \leq 1$$

$$\sigma_y / f_{m,d} + k_m * \sigma_z / f_{m,d} = 0,340 < 1 \quad \text{průřez vyhoví}$$

## Zesílená vaznice - 4/T - spojovací prostředky

### zesílený průřez



(dřevo třídy C22)

$$\begin{aligned} \text{šířka příložky} &= b_1 = 16,0 \text{ cm} \\ \text{výška příložky} &= h_1 = 16,0 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A &= b * h + b_1 * h_1 = 496,0 \text{ cm}^2 \\ t_{y0} &= (b_1 * h_1 * 8,0 + b * h * 23,5) / A = 15,5 \text{ cm} \end{aligned}$$

### I. MS

$$I_y = 1/12 * b * h^3 + b * h * 8,0^2 + 1/12 * b_1 * h_1^3 + b_1 * h_1 * 7,5^2 = 39721,0 \text{ cm}^4$$

$$I_{y1} = 1/12 * b * h^3 + b * h * 8,0^2 + \delta * (1/12 * b_1 * h_1^3 + b_1 * h_1 * 7,5^2) = 33763,0 \text{ cm}^4$$

$$W_{y0} = I_{y1} / 15,5 = 2178,3 \text{ cm}^3$$

$$W_{y1} = I_{y1} / 15,5 = 2178,3 \text{ cm}^3$$

### II. MS

$$\delta_{\text{def}} = 0,65$$

$$I_{y2} = 1/12 * b * h^3 + b * h * 8,0^2 + \delta_{\text{def}} * (1/12 * b_1 * h_1^3 + b_1 * h_1 * 7,5^2) = 32770,0 \text{ cm}^4$$

$$f_{m,d} = k_{mod} * f_{m,k} / \gamma_{M}$$

$$k_{mod} = 0,8 \quad \gamma_{M} = 1,45$$

$$f_{m,k} = 22,0 \text{ MPa} \quad E = 10000 \text{ MPa}$$

$$f_{m,d} = 12,1 \text{ MPa}$$

### Napětí v průřezu

$$\sigma = M_I / W_y = 3,95 \text{ MPa}$$

$$\sigma = 3,95 \text{ MPa} < f_{m,d} = 12,1 \text{ MPa} \quad \text{průřez vyhoví}$$

### Průhyb zesíleného trámu

$$y_{dov} = l_o / 250 = 12,31 \text{ mm}$$

$$y = 5 * q^n * l_o^4 / (E * I_{y2} * 384) = 3,52 \text{ mm}$$

$$y < y_{dov} \quad \text{průřez vyhoví}$$

### Spojovací prostředky - zesílený průřez trámu

příčná síla v podpoře  $Q_d = 7,98 \text{ kN}$

smyková síla ve spáře mezi trámy  $q_d = Q_d * S / I = 38,56 \text{ kN/m}$

statický moment  $S = b * h * 7,75 = 1920,00 \text{ cm}^3$

moment setrvačnosti bez vlivu poddajnosti  $I_y = 39721,0 \text{ cm}^4$

podélná smyková síla na půlce nosníku  $q_{l/2} = 1/2 * q_d * l/2 = 41,6 \text{ kN}$

svorníky  $\emptyset 16 \text{ mm}$

výpočtová únosnost svorníku  $T_{1d} = F_{v,Rd} = 9,451 \text{ kN}$

počet spojovacích prostředků  
na polovině délky nosníku

$$n_{l/2} = (1,5 * q_{l/2} - 4,25 * 6,0) / T_{1d} = 4 \text{ ks}$$

hmoždinka BULLDOG 50/17 13-01 ... 6,0 kN / 1 ks

## JEDNOSTŘIŽNÝ SVORNÍKOVÝ SPOJ - DŘEVO DŘEVO dle ČSN EN 1995-1-1 (12.2006)

### Vlastnosti dřeva:

spoje $\gamma_M$		1,3	Dřevo	jehličnaté
$\rho_{k1}$		350 kg/m <sup>3</sup>		
$\rho_{k2}$		350 kg/m <sup>3</sup>		
$k_{mod}$		0,8		
$f_{c,90,k}$		2,4 N/mm <sup>2</sup>		
$t_1$		155 mm		
$t_2$		155 mm		
$\alpha$		0 °		úhel zatížení vzhledem k vláknům

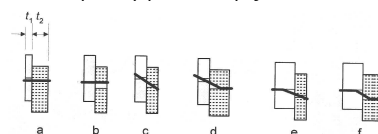
### Vlastnosti svorníků

d		16 mm	průměr svorníku
$d_0$		14,14 mm	jádro svorníku
$f_{uk}$		400 MPa	
Podložka		17,5/56/5	

### Výpočet únosnosti:

$f_{h,0,k,1}$		22,00 N/mm <sup>2</sup>
$f_{h,0,k,2}$		22,00 N/mm <sup>2</sup>
$k_{90}$		1,59 -
$f_{h,\alpha,k,1}$		22,00 N/mm <sup>2</sup>
$f_{h,\alpha,k,2}$		22,00 N/mm <sup>2</sup>
$\beta$		1,00
$M_{y,Rk}$		162141,13 Nmm
$F_{ax,Rk}$		16001,9 N
$F_{v,Rd,a}$		36,793 kN
$F_{v,Rd,b}$		36,793 kN
$F_{v,Rd,c}$		17,702 kN
$F_{v,Rd,d}$		16,006 kN
$F_{v,Rd,e}$		16,006 kN
$F_{v,Rd,f}$		9,451 kN
$F_{v,Rd}$		<b>9,451 kN</b>

Způsoby porušení spoje:



### Poznámka

Spojení stávajícího dřevěného stropního trámu s příložkou navrženo svorníky  $\emptyset 16 \text{ mm}$  a hmoždinkami BULLDOG 50/17 13-01 ... 6,0 kN / 1 ks  
Ocelové podložky pod matice svorníků.

## Vaznice - 7/T

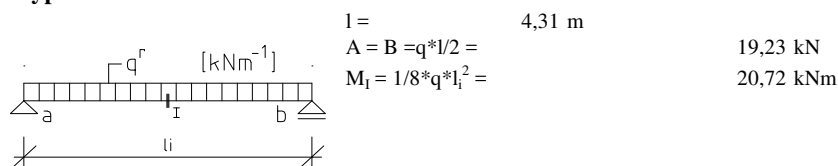
Maximální rozpětí vaznice 4,31 m. Vaznice podepřená sloupky plných vazeb.

### Zatížení - svislé

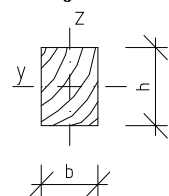
		$\text{kNm}^{-2}$	$\gamma F$	$\text{kNm}^{-2}$
krokve 52 st	s+g+w ... $q_1$	0,910		1,317
krokve 36 st	s+g+w ... $q_2$	1,319		1,927

Zatížení na vaznici - od krokví		$\text{kNm}^{-1}$	$\gamma F$	$\text{kNm}^{-1}$
střecha - krokve 52 st	$q_1 * 5,35/2$	2,434		3,523
střecha - krokve 36 st	$q_2 * 5,42/2$	3,574		5,222
vlastní hmotnost vaznice	$0,16 * 0,15 * 5,5$	0,132	1,35	0,178
celkem ... q		6,141		8,924

### Výpočet vnitřních sil



### stávající vaznice



profil **160 / 150 mm** (dřevo třídy **C22**)

šířka  $b = 16,0 \text{ cm}$

výška  $h = 15,0 \text{ cm}$

$W_y = 1/6 * b * h^2 = 600,00 \text{ cm}^3$

$I_y = 1/12 * b * h^3 = 4500,00 \text{ cm}^4$

$f_{m,d} = k_{mod} * f_{m,k} / \gamma_{aM}$

$k_{mod} =$

0,8

$\gamma_{aM} =$

1,45

$f_{m,k} =$

22,0 MPa

$E =$

10000 MPa

$f_{m,d} = 12,1 \text{ MPa}$

### Napětí v průřezu

$\sigma_y = M_l / W_y = 34,53 \text{ MPa}$

$\sigma = 34,53 \text{ MPa} > f_{m,d} = 12,1 \text{ MPa}$

průřez nevyhoví

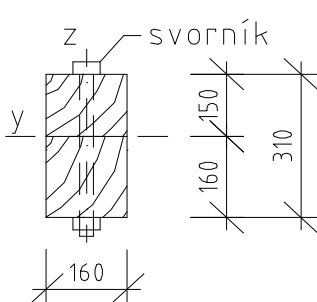
### Průhyb vaznice

$y_{dov} = l / 250 = 17,24 \text{ mm}$

$y = 5 * q * l^4 / (E * I * 384) = 61,31 \text{ mm}$

$y > y_{dov}$  průřez nevyhoví

### Návrh zesílené vaznice



profil **160 / 310 mm** (dřevo třídy **C22**)

šířka  $b = 16,0 \text{ cm}$

výška  $h = 31,0 \text{ cm} \dots 15+16$

$W_y = \delta * 1/6 * b * h^2 = 2306,4 \text{ cm}^3$

$I_y = \delta_{def} * 1/12 * b * h^3 = 29791,0 \text{ cm}^4$

$f_{m,d} = k_{mod} * f_{m,k} / \gamma_{aM}$

$k_{mod} =$

0,8

$\gamma_{aM} =$

1,45

$f_{m,k} =$

22,0 MPa

$E =$

10000 MPa

$f_{m,d} = 12,1 \text{ MPa}$

### Napětí v průřezu

$\sigma = M_l / W_y = 8,98 \text{ MPa}$

$\sigma = 8,98 \text{ MPa} < f_{m,d} = 12,1 \text{ MPa}$

průřez vyhoví

### Průhyb vaznice

$y_{dov} = l_o / 250 = 17,24 \text{ mm}$

$y = 5 * q * l_o^4 / (E * I * 384) = 9,26 \text{ mm}$

$y < y_{dov}$  průřez vyhoví

## Zatížení - vodorovné

			$\text{kNm}^{-2}$	$\gamma F$	$\text{kNm}^{-2}$
střecha - krokve 52 st, stálé + sníh	st + gt	$q_1$	0,563		0,784
střecha - krokve 36 st, stálé + sníh	st + gt	$q_2$	0,707		1,022

## Zatížení na vaznici - od krokví

		$\text{kNm}^{-1}$	$\gamma F$	$\text{kNm}^{-1}$
stálé + sníh 52 st	$q_1 * 5,35/2$	1,506		2,096
stálé + sníh 36 st	$q_2 * 5,42/2$	1,916		2,770
celkem ... q		3,422		4,866

## Výpočet vnitřních sil

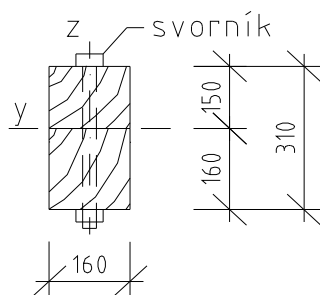
rozpětí vaznice

$$l = 1,70 \text{ m} \dots \text{vzdálenost šikmých vzpěr 12/T}$$

$$A = B = q * l / 2 = 1,78 \text{ kN}$$

$$M_1 = 1/8 * q * l^2 = 0,76 \text{ kNm}$$

## Zesílená vaznice



profil 160 / 310 mm

(dřevo třídy C22)

$$\begin{aligned} \text{šířka } b &= 31,0 \text{ cm} \\ \text{výška } h &= 16,0 \text{ cm} \\ W_z &= \delta * 1/6 * h * b^2 = 2306,40 \text{ cm}^3 \\ I_z &= \delta_{\text{def}} * 1/12 * h * b^3 = 29791,00 \text{ cm}^4 \\ f_{m,d} &= k_{\text{mod}} * f_{m,k} / \gamma_{M,M} \\ k_{\text{mod}} &= 0,8 \quad \gamma_{M,M} = 1,45 \\ f_{m,k} &= 22,0 \text{ MPa} \quad E = 10000 \text{ MPa} \\ f_{m,d} &= 12,1 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\delta = 0,90$$

$$\delta_{\text{def}} = 0,75$$

## Napětí v průřezu

$$\sigma = M_1 / W_z = 0,33 \text{ MPa}$$

$$\sigma = 0,33 \text{ MPa} < f_{m,d} = 12,1 \text{ MPa}$$

průřez vyhoví

## Šikmý ohyb

$$k_m * \sigma_y / f_{m,d} + \sigma_z / f_{m,d} \leq 1$$

$$k_m = 0,7 \dots \text{obdélníkové a čtvercové průřezy}$$

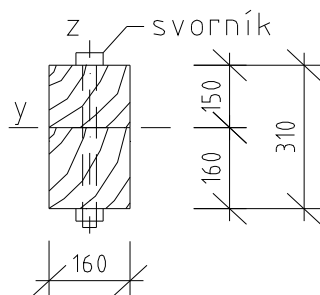
$$k_m * \sigma_y / f_{m,d} + \sigma_z / f_{m,d} = 0,547 < 1 \quad \text{průřez vyhoví}$$

$$\sigma_y / f_{m,d} + k_m * \sigma_z / f_{m,d} \leq 1$$

$$\sigma_y / f_{m,d} + k_m * \sigma_z / f_{m,d} = 0,761 < 1 \quad \text{průřez vyhoví}$$

## Zesílená vaznice - 7/T - spojovací prostředky

zesílený průřez



(dřevo třídy C22)

$$\begin{aligned} \text{šířka příložky} &= b_1 = 16,0 \text{ cm} \\ \text{výška příložky} &= h_1 = 16,0 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A &= b * h + b_1 * h_1 = 496,0 \text{ cm}^2 \\ t_{y0} &= (b_1 * h_1 * 8,0 + b * h * 23,5) / A = 15,5 \text{ cm} \end{aligned}$$

## I. MS

$$I_y = 1/12 * b * h^3 + b * h * 8,0^2 + 1/12 * b_1 * h_1^3 + b_1 * h_1 * 7,5^2 = 39721,0 \text{ cm}^4$$

$$I_{y1} = 1/12 * b * h^3 + b * h * 8,0^2 + \delta * (1/12 * b_1 * h_1^3 + b_1 * h_1 * 7,5^2) = 33763,0 \text{ cm}^4$$

$$W_{y0} = I_{y1} / 15,5 = 2178,3 \text{ cm}^3$$

$$W_{y1} = I_{y1} / 15,5 = 2178,3 \text{ cm}^3$$

## II. MS

$$I_{y2} = 1/12 * b * h^3 + b * h * 8,0^2 + \delta_{\text{def}} * (1/12 * b_1 * h_1^3 + b_1 * h_1 * 7,5^2) = 32770,0 \text{ cm}^4$$

$$\delta_{\text{def}} = 0,65$$

$$f_{m,d} = k_{mod} * f_{m,k} / \gamma_{M,M}$$

$$k_{mod} = 0,8$$

$$f_{m,k} = 22,0 \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M,M} = 1,45$$

$$E = 10000 \text{ MPa}$$

$$f_{m,d} = 12,1 \text{ MPa}$$

### Napětí v průřezu

$$\sigma = M_I / W_y = 9,51 \text{ MPa}$$

$$\sigma = 9,51 \text{ MPa} < f_{m,d} = 12,1 \text{ MPa}$$

**průřez vyhoví**

### Průhyb zesíleného trámu

$$y_{dov} = l_o / 250 = 12,31 \text{ mm}$$

$$y = 5 * q^n * l_o^4 / (E * I_{y2} * 384) = 8,42 \text{ mm}$$

$$y < y_{dov}$$

**průřez vyhoví**

### Spojovací prostředky - zesílený průřez trámu

příčná síla v podpoře  $Q_d = 19,23 \text{ kN}$

smyková síla ve spáře mezi trámy  $q_d = Q_d * S / I = 92,96 \text{ kN/m}$

statický moment  $S = b * h * 7,75 = 1920,00 \text{ cm}^3$

moment setrvačnosti bez vlivu poddajnosti  $I_y = 39721,0 \text{ cm}^4$

podélná smyková síla na půlce nosníku  $q_{l/2} = 1/2 * q_d * l/2 = 100,2 \text{ kN}$

svorníky  $\emptyset$  **20 mm**

výpočtová únosnost svorníku  $T_{1d} = F_{v,Rd} = 18,035 \text{ kN}$

počet spojovacích prostředků  
na polovině délky nosníku

$$n_{l/2} = (1,5 * q_{l/2} - 4,25 * 6,0) / T_{1d} = 7 \text{ ks}$$

hmoždinka BULLDOG 50/17 13-01 ... 6,0 kN / 1 ks

## JEDNOSTŘIŽNÝ SVORNÍKOVÝ SPOJ - DŘEVO DŘEVO dle ČSN EN 1995-1-1 (12.2006)

### Vlastnosti dřeva:

spoje $\gamma_M$		1,3
$\rho_{k1}$		350 kg/m <sup>3</sup>
$\rho_{k2}$		350 kg/m <sup>3</sup>
$k_{mod}$		1,0
$f_{c,90,k}$		2,5 N/mm <sup>2</sup>
$t_1$		150 mm
$t_2$		160 mm
$\alpha$		0 °

Dřevo jehličnaté

úhel zatížení vzhledem k vláknům

### Vlastnosti svorníků

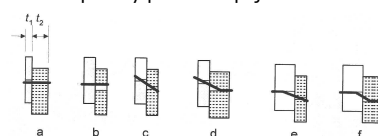
d		20 mm
$d_0$		17,66 mm
$f_{uk}$		400 MPa
Podložka		22/72/6

průměr svorníku  
jádro svorníku

### Výpočet únosnosti:

$f_{h,0,k,1}$		22,96 N/mm <sup>2</sup>
$f_{h,0,k,2}$		22,96 N/mm <sup>2</sup>
$k_{90}$		1,65 -
$f_{h,\alpha,k,1}$		22,96 N/mm <sup>2</sup>
$f_{h,\alpha,k,2}$		22,96 N/mm <sup>2</sup>
$\beta$		1,00
$M_{y,Rk}$		289640,46 Nmm
$F_{ax,Rk}$		27685,3 N
$F_{v,Rd,a}$		35,323 kN
$F_{v,Rd,b}$		35,323 kN
$F_{v,Rd,c}$		18,289 kN
$F_{v,Rd,d}$		18,251 kN
$F_{v,Rd,e}$		18,251 kN
$F_{v,Rd,f}$		18,035 kN
$F_{v,Rd}$		<b>18,035 kN</b>

Způsoby porušení spoje:



### Poznámka

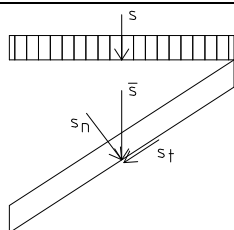
Spojení stávajícího dřevěného stropního trámu s příložkou navrženo svorníky  $\emptyset$  20 mm a hmoždinkami BULLDOG 50/17 13-01 ... 6,0 kN / 1 ks  
Ocelové podložky pod matice svorníků.

# POSOUZENÍ KONSTRUKCE KROVU - DOLNÍ ČÁST - BŘIDLICE

## Dolní část krovu 1 - řez A - Á; sklon 52°

### Zatížení - sklon 52°

		kNm <sup>-2</sup>	γF	kNm <sup>-2</sup>
sníh (III. so, sklon 52°, μ <sub>1</sub> = 0,213)	s = 0,213*1,0*1,0*1,5	0,320	1,50	0,480
	s = s*cosα	0,197		0,296
	s <sub>n</sub> = s*cos <sup>2</sup> α	0,121		0,182
	s <sub>t</sub> = s*cosα*sinα	0,155		0,233



$$\alpha = 52^\circ$$

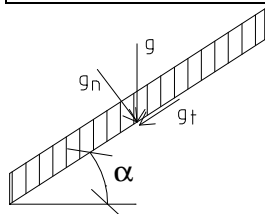
$$\mu_1 = 0,8*(60-\alpha)/30 = 0,213$$

podle národní přílohy ČSN EN 1990  
tab. 2.2.B2, výraz 2.1

$$\gamma_F = 1,35$$

### stálé zatížení

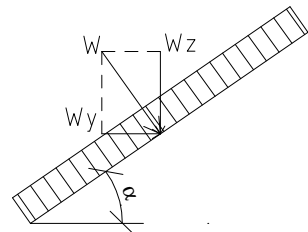
		kNm <sup>-2</sup>	γF	kNm <sup>-2</sup>
střešní krytina břidlice		0,350	1,35	0,473
přidané bednění - desky	0,03*5,5	0,165	1,35	0,223
stávající bednění - desky	0,02*5,5	0,110	1,35	0,149
celkem	g =	0,625		0,844
	g <sub>n</sub> = g*cosα	0,385		0,519
	g <sub>t</sub> = g*sinα	0,493		0,665



podle národní přílohy ČSN EN 1990  
tab. 2.2.B2, výraz 2.1

$$\gamma_F = 1,50$$

		kNm <sup>-2</sup>	γF	kNm <sup>-2</sup>
vítr (II. wo, sklon 52°, kat. terénu 3)	w <sub>eH</sub> = 723*10 <sup>-3</sup> *0,65	0,470	1,50	0,705
	w <sub>z</sub> = w <sub>eH</sub> *cosα	0,289		0,434
	w <sub>y</sub> = w <sub>eH</sub> *sinα	0,370		0,555



w <sub>eH</sub> = 723*10 <sup>-3</sup> *(-0,20)	-0,145	1,50	-0,217
w <sub>z</sub> = w <sub>eH</sub> *cosα	-0,089		-0,134
w <sub>y</sub> = w <sub>eH</sub> *sinα	-0,114		-0,171

w <sub>eH</sub> = 723*10 <sup>-3</sup> *(-0,85)	-0,615	1,50	-0,922
w <sub>z</sub> = w <sub>eH</sub> *cosα	-0,378		-0,568
w <sub>y</sub> = w <sub>eH</sub> *sinα	-0,484		-0,726

$$v_b = 25 \text{ m/s}$$

$$q_b = 0,5*1,25*27,5^2 = 390,6 \text{ N/m}^2$$

$$c_{e(z)} = 1,85 \text{ ... dle obr. 4.2, ČSN EN 1991-1-4}$$

$$q_{p(z)} = 1,75*390,6 = 723,0 \text{ N/m}^2$$

$$z = 12,00 \text{ m}$$

výška hřebene nad terénem

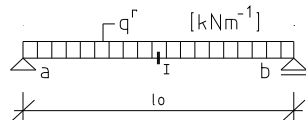
## Prázdná vazba - krokev - 3/T

osové vzdálenosti krokví 1,52 m

Zatížení na krokve

	$\text{kNm}^{-1}$	$\gamma F$	$\text{kNm}^{-1}$
$q_n = (s_n + g_n + w_n) * 1,52$	1,484		
$q^r = (s_r + g_r + w_r) * 1,52$			2,138

Výpočet vnitřních sil

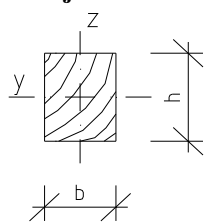


$$l_0 = 3,09 \text{ m}$$

$$A = B = q^r * l_0 / 2 = 3,30 \text{ kN}$$

$$M_I = 1/8 * q^r * l_0^2 = 2,55 \text{ kNm}$$

Stávající krokve - 3/T



profil 160 / 160 mm (dřevo třídy C22)

šířka  $b = 16,0 \text{ cm}$

výška  $h = 16,0 \text{ cm}$

$W_y = 1/6 * b * h^2 = 682,67 \text{ cm}^3$

$I_y = 1/12 * b * h^3 = 5461,33 \text{ cm}^4$

$f_{m,d} = k_{mod} * f_{m,k} / \gamma_{M}$

$k_{mod} = 0,8$

$\gamma_{M} = 1,45$

$f_{m,k} = 22,0 \text{ MPa}$

$E =$

10000 MPa

$f_{m,d} = 12,1 \text{ MPa}$

Napětí v průřezu

$\sigma = M_I / W_y = 3,74 \text{ MPa}$

$\sigma = 3,74 \text{ MPa} < f_{m,d} = 12,1 \text{ MPa}$

průřez vyhoví

Průhyb krokve

$y_{dov} = l_0 / 250 = 12,36 \text{ mm}$

$y = 5 * q^r * l_0^4 / (E * I * 384) = 3,22 \text{ mm}$

$y < y_{dov}$  průřez vyhoví

## Vaznice - 4/T - rozpětí 4,0 m

Maximální rozpětí vaznice 4,00 m. Vaznice podepřená sloupky plných vazeb.

### Zatížení - svislé

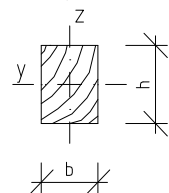
		$\text{kNm}^{-2}$	$\gamma F$	$\text{kNm}^{-2}$
krokve	s+g+w ... $q_1$	0,976		1,406

Zatížení na vaznici - od krokve		$\text{kNm}^{-1}$	$\gamma F$	$\text{kNm}^{-1}$
střecha - krokve	$q_1 \cdot 5,35/2$	2,611		3,762
vlastní hmotnost vaznice	$0,16 \cdot 0,15 \cdot 5,5$	0,132	1,35	0,178
celkem ... q		2,743		3,940

### Výpočet vnitřních sil

	$l = 4,00 \text{ m}$	
$A = B = q \cdot l / 2 =$		7,88 kN
$M_I = 1/8 \cdot q \cdot l_i^2 =$		7,88 kNm

### stávající vaznice



profil <b>160 / 150 mm</b>	(dřevo třídy C22)
šířka b =	16,0 cm
výška h =	15,0 cm
$W_y = 1/6 \cdot b \cdot h^2 =$	600,00 cm <sup>3</sup>
$I_y = 1/12 \cdot b \cdot h^3 =$	4500,00 cm <sup>4</sup>
$f_{m,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_{M}$	
$k_{mod} = 0,8$	$\gamma_{M} = 1,45$
$f_{m,k} = 22,0 \text{ MPa}$	$E = 10000 \text{ MPa}$
$f_{m,d} = 12,1 \text{ MPa}$	

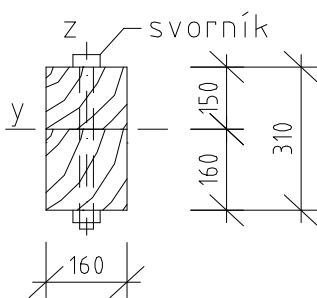
### Napětí v průřezu

$\sigma_y = M_I / W_y$	13,13 MPa
$\sigma = 13,13 \text{ MPa} > f_{m,d} = 12,1 \text{ MPa}$	<b>průřez nevyhoví</b>

### Průhyb vaznice

$y_{dov} = l / 250 =$	16,00 mm
$y = 5 \cdot q \cdot l^4 / (E \cdot I \cdot 384) =$	20,32 mm
$y > y_{dov}$	<b>průřez nevyhoví</b>

### Návrh zesílené vaznice



profil <b>160 / 310 mm</b>		(dřevo třídy C22)	
šířka b =	16,0 cm	b1=	16,0 cm
výška h =	31,0 cm ... 15+16	h1 =	15,0 cm
W <sub>y</sub> = δ*1/6*b*h <sup>2</sup> =	2306,4 cm <sup>3</sup>	δ =	0,90
I <sub>y</sub> = δ <sub>def</sub> *1/12*b*h <sup>3</sup> =	29791,0 cm <sup>4</sup>	δ <sub>def</sub> =	0,75
f <sub>m,d</sub> = k <sub>mod</sub> *f <sub>m,k</sub> /gamma <sub>M</sub>			
k <sub>mod</sub> =	0,8	gamma <sub>M</sub> =	1,45
f <sub>m,k</sub> =	22,0 MPa	E =	10000 MPa
f <sub>m,d</sub> =	12,1 MPa		

### Napětí v průřezu

$\sigma = M_I / W_y$	3,42 MPa
$\sigma = 3,42 \text{ MPa} < f_{m,d} = 12,1 \text{ MPa}$	<b>průřez vyhoví</b>

### Průhyb vaznice

$y_{dov} = l_o / 250 =$	16,00 mm
$y = 5 \cdot q \cdot l_o^4 / (E \cdot I \cdot 384) =$	3,07 mm
$y < y_{dov}$	<b>průřez vyhoví</b>



## Zatížení - vodorovné

			$\text{kNm}^{-2}$	$\gamma F$	$\text{kNm}^{-2}$
střecha - krokve, stálé + sníh	st + gt	$q_2$	0,648		0,898

## Zatížení na vaznici - od krokví

		$\text{kNm}^{-1}$	$\gamma F$	$\text{kNm}^{-1}$
stálé + sníh	$q_2 * 5,35/2$	1,733		2,401

## Výpočet vnitřních sil

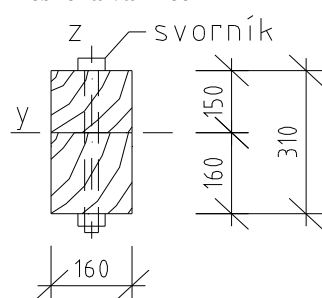
rozpětí vaznice

$$l = 2,20 \text{ m} \dots \text{vzdálenost šikmých vzpěr 12/T}$$

$$A = B = q * l / 2 = 2,64 \text{ kN}$$

$$M_l = 1/8 * q * l^2 = 1,45 \text{ kNm}$$

## Zesílená vaznice



profil **160 / 310 mm**

(dřevo třídy C22)

$$\begin{aligned} \text{šířka } b &= 31,0 \text{ cm} \\ \text{výška } h &= 16,0 \text{ cm} \\ W_z &= \delta * 1/6 * h * b^2 = 2306,40 \text{ cm}^3 \\ I_z &= \delta_{\text{def}} * 1/12 * h * b^3 = 29791,00 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

$$\delta = 0,90$$

$$\delta_{\text{def}} = 0,75$$

$$f_{m,d} = k_{\text{mod}} * f_{m,k} / \gamma_{M,M}$$

$$k_{\text{mod}} = 0,8$$

$$f_{m,k} = 22,0 \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M,M} = 1,45$$

$$E = 10000 \text{ MPa}$$

$$f_{m,d} = 12,1 \text{ MPa}$$

## Napětí v průřezu

$$\sigma = M_l / W_z = 0,63 \text{ MPa}$$

$$\sigma = 0,63 \text{ MPa} < f_{m,d} = 12,1 \text{ MPa}$$

průřez vyhoví

## Šikmý ohyb

$$k_m * \sigma_y / f_{m,d} + \sigma_z / f_{m,d} \leq 1$$

$$k_m = 0,7 \dots \text{obdélníkové a čtvercové průřezy}$$

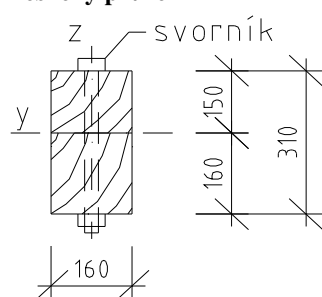
$$k_m * \sigma_y / f_{m,d} + \sigma_z / f_{m,d} = 0,250 < 1 \quad \text{průřez vyhoví}$$

$$\sigma_y / f_{m,d} + k_m * \sigma_z / f_{m,d} \leq 1$$

$$\sigma_y / f_{m,d} + k_m * \sigma_z / f_{m,d} = 0,319 < 1 \quad \text{průřez vyhoví}$$

## Zesílená vaznice - 4/T - spojovací prostředky

### zesílený průřez



(dřevo třídy C22)

$$\begin{aligned} \text{šířka příložky} &= b_1 = 16,0 \text{ cm} \\ \text{výška příložky} &= h_1 = 16,0 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A &= b * h + b_1 * h_1 = 496,0 \text{ cm}^2 \\ t_{y0} &= (b_1 * h_1 * 8,0 + b * h * 23,5) / A = 15,5 \text{ cm} \end{aligned}$$

### I. MS

$$I_y = 1/12 * b * h^3 + b * h * 8,0^2 + 1/12 * b_1 * h_1^3 + b_1 * h_1 * 7,5^2 = 39721,0 \text{ cm}^4$$

$$I_{y1} = 1/12 * b * h^3 + b * h * 8,0^2 + \delta * (1/12 * b_1 * h_1^3 + b_1 * h_1 * 7,5^2) = 33763,0 \text{ cm}^4$$

$$W_{y0} = I_{y1} / 15,5 = 2178,3 \text{ cm}^3$$

$$W_{y1} = I_{y1} / 15,5 = 2178,3 \text{ cm}^3$$

### II. MS

$$\delta_{\text{def}} = 0,65$$

$$I_{y2} = 1/12 * b * h^3 + b * h * 8,0^2 + \delta_{\text{def}} * (1/12 * b_1 * h_1^3 + b_1 * h_1 * 7,5^2) = 32770,0 \text{ cm}^4$$

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_{M}$$

$$k_{mod} = 0,8 \quad \gamma_{M} = 1,45$$

$$f_{m,k} = 22,0 \text{ MPa} \quad E = 10000 \text{ MPa}$$

$$f_{m,d} = 12,1 \text{ MPa}$$

### Napětí v průřezu

$$\sigma = M_I / W_y = 3,62 \text{ MPa}$$

$$\sigma = 3,62 \text{ MPa} < f_{m,d} = 12,1 \text{ MPa} \quad \text{průřez vyhoví}$$

### Průhyb zesíleného trámu

$$y_{dov} = l_o / 250 = 11,43 \text{ mm}$$

$$y = 5 \cdot q^n \cdot l_o^4 / (E \cdot I_{y2} \cdot 384) = 2,79 \text{ mm}$$

$$y < y_{dov} \quad \text{průřez vyhoví}$$

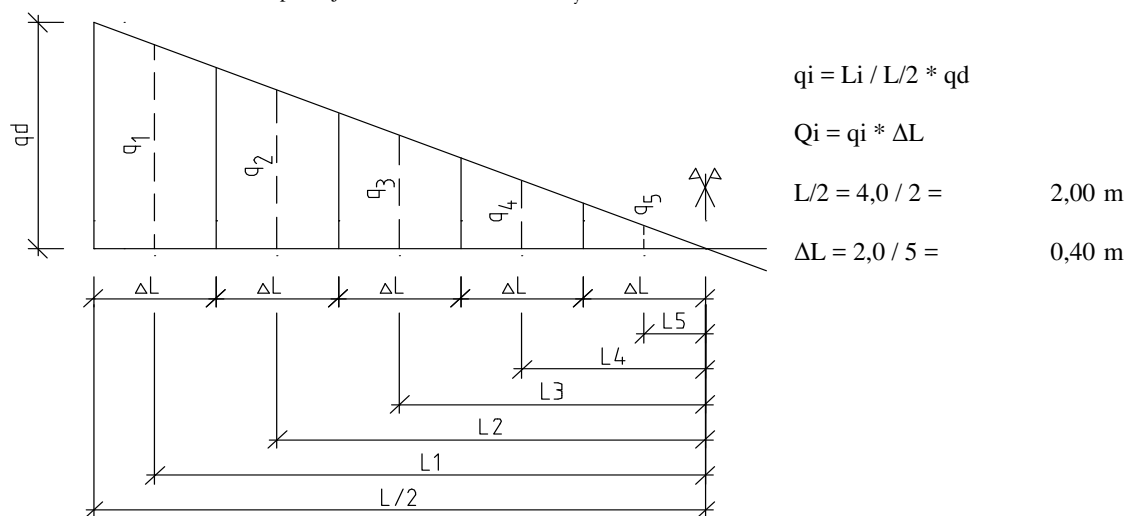
### Spojovací prostředky - zesílený průřez trámu - podle obrazce smykového napětí

příčná síla v podpoře  $Q_d = 7,88 \text{ kN} \dots \text{reakce "A"}$

smyková síla ve spáře mezi trámy  $q_d = Q_d \cdot S / I = 38,1 \text{ kN/m}$

statický moment  $S = b \cdot h \cdot 7,75 = 1920,00 \text{ cm}^3$

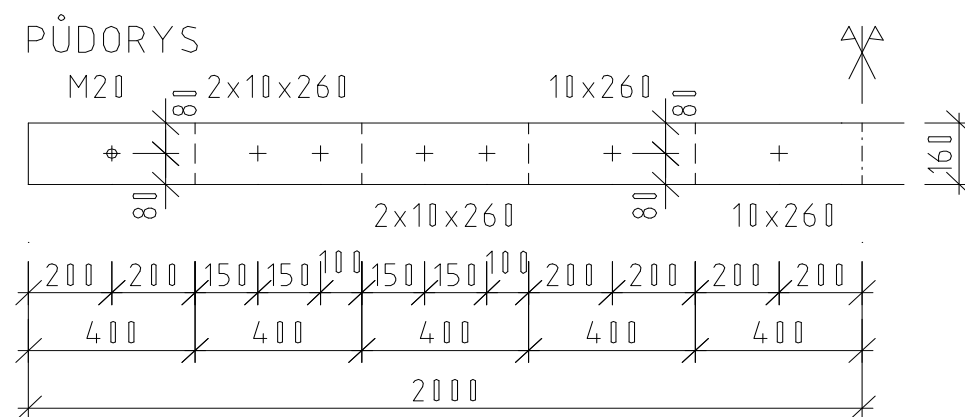
moment setrvačnosti bez vlivu poddajnosti  $I_y = 39721,0 \text{ cm}^4$



### Nutný počet spojovacích prostředků v jednotlivých úsecích

$L_i$	1,80	1,40	1,00	0,60	0,20	m
$q_i$	34,30	26,70	17,20	10,30	3,43	kN/m
$Q_i$	13,72	10,68	6,88	4,12	1,37	kN
Tdi ... 1x svorník M20	14,22					kN
Tdi ... 1x tesařský vrut 10x260				6,15	6,15	kN
Tdi ... 2x tesařský vrut 10x260		12,30	12,30			kN
$\Sigma Tdi > Q_i$	14,22	12,30	12,30	6,15	6,15	kN

### Rozdělení spojovacích prostředků v jednotlivých úsecích



## Vaznice - 4/T - rozpětí 4,30 m

Maximální rozpětí vaznice 4,30 m. Vaznice podepřená sloupky plných vazeb.

### Zatížení - svislé

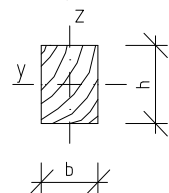
		$\text{kNm}^{-2}$	$\gamma F$	$\text{kNm}^{-2}$
krokve	s+g+w ... $q_l$	0,976		1,406

Zatížení na vaznici - od krokvi		$\text{kNm}^{-1}$	$\gamma F$	$\text{kNm}^{-1}$
střecha - krokve	$q_l \cdot 5,35/2$	2,611		3,762
vlastní hmotnost vaznice	$0,16 \cdot 0,15 \cdot 5,5$	0,132	1,35	0,178
celkem ... q		2,743		3,940

### Výpočet vnitřních sil

	$l = 4,30 \text{ m}$	
$A = B = q_l \cdot l / 2 =$		8,47 kN
$M_l = 1/8 \cdot q_l \cdot l_i^2 =$		9,11 kNm

### stávající vaznice



profil <b>160 / 150 mm</b>	(dřevo třídy C22)
šířka b =	16,0 cm
výška h =	15,0 cm
$W_y = 1/6 \cdot b \cdot h^2 =$	600,00 cm <sup>3</sup>
$I_y = 1/12 \cdot b \cdot h^3 =$	4500,00 cm <sup>4</sup>
$f_{m,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_{M}$	
$k_{mod} =$	0,8
$f_{m,k} =$	22,0 MPa
$\gamma_{M} =$	1,45
$f_{m,d} =$	12,1 MPa
$E =$	10000 MPa

### Napětí v průřezu

$$\sigma_y = M_l / W_y = 15,18 \text{ MPa}$$

$$\sigma = 15,18 \text{ MPa} > f_{m,d} = 12,1 \text{ MPa}$$

průřez nevyhoví

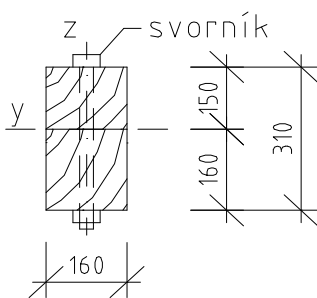
### Průhyb vaznice

$$y_{dov} = l / 250 = 17,20 \text{ mm}$$

$$y = 5 \cdot q_l \cdot l^4 / (E \cdot I \cdot 384) = 27,13 \text{ mm}$$

$$y > y_{dov} \text{ průřez nevyhoví}$$

### Návrh zesílené vaznice



profil <b>160 / 310 mm</b>	(dřevo třídy C22)
šířka b =	16,0 cm
výška h =	31,0 cm ... 15+16
$W_y = \delta \cdot 1/6 \cdot b \cdot h^2 =$	2306,4 cm <sup>3</sup>
$I_y = \delta_{def} \cdot 1/12 \cdot b \cdot h^3 =$	29791,0 cm <sup>4</sup>
$f_{m,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_{M}$	
$k_{mod} =$	0,8
$f_{m,k} =$	22,0 MPa
$\gamma_{M} =$	1,45
$f_{m,d} =$	12,1 MPa
$E =$	10000 MPa

b1=	16,0 cm
h1=	15,0 cm
$\delta =$	0,90
$\delta_{def} =$	0,75

### Napětí v průřezu

$$\sigma = M_l / W_y = 3,95 \text{ MPa}$$

$$\sigma = 3,95 \text{ MPa} < f_{m,d} = 12,1 \text{ MPa}$$

průřez vyhoví

### Průhyb vaznice

$$y_{dov} = l_o / 250 = 17,20 \text{ mm}$$

$$y = 5 \cdot q_l \cdot l_o^4 / (E \cdot I \cdot 384) = 4,10 \text{ mm}$$

$$y < y_{dov} \text{ průřez vyhoví}$$

## Zatížení - vodorovné

			$\text{kNm}^{-2}$	$\gamma F$	$\text{kNm}^{-2}$
střecha - krokve, stálé + sněh	st + gt	$q_2$	0,648		0,898

## Zatížení na vaznici - od krokví

		$\text{kNm}^{-1}$	$\gamma F$	$\text{kNm}^{-1}$
stálé + sněh	$q_2 \cdot 5,35/2$	1,733		2,401

## Výpočet vnitřních sil

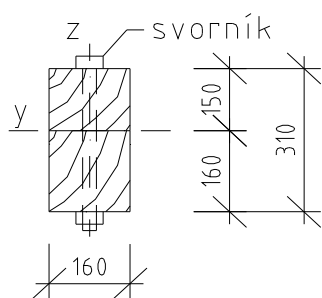
rozpětí vaznice

$$l = 2,20 \text{ m} \dots \text{vzdálenost šikmých vzpěr 12/T}$$

$$A = B = q \cdot l / 2 = 2,64 \text{ kN}$$

$$M_l = 1/8 \cdot q \cdot l^2 = 1,45 \text{ kNm}$$

## Zesílená vaznice



profil **160 / 310 mm**

(dřevo třídy C22)

$$\begin{aligned} \text{šířka } b &= 31,0 \text{ cm} \\ \text{výška } h &= 16,0 \text{ cm} \\ W_z &= \delta \cdot 1/6 \cdot h \cdot b^2 = 2306,40 \text{ cm}^3 \\ I_z &= \delta_{\text{def}} \cdot 1/12 \cdot h \cdot b^3 = 29791,00 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

$$\delta = 0,90$$

$$\delta_{\text{def}} = 0,75$$

$$f_{m,d} = k_{\text{mod}} \cdot f_{m,k} / \gamma_{M,M}$$

$$k_{\text{mod}} = 0,8$$

$$f_{m,k} = 22,0 \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M,M} = 1,45$$

$$E = 10000 \text{ MPa}$$

$$f_{m,d} = 12,1 \text{ MPa}$$

## Napětí v průřezu

$$\sigma = M_l / W_z = 0,63 \text{ MPa}$$

$$\sigma = 0,63 \text{ MPa} < f_{m,d} = 12,1 \text{ MPa}$$

průřez vyhoví

## Šikmý ohyb

$$k_m \cdot \sigma_y / f_{m,d} + \sigma_z / f_{m,d} \leq 1$$

$$k_m = 0,7 \dots \text{obdélníkové a čtvercové průřezy}$$

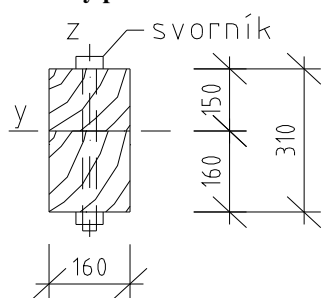
$$k_m \cdot \sigma_y / f_{m,d} + \sigma_z / f_{m,d} = 0,280 < 1 \quad \text{průřez vyhoví}$$

$$\sigma_y / f_{m,d} + k_m \cdot \sigma_z / f_{m,d} \leq 1$$

$$\sigma_y / f_{m,d} + k_m \cdot \sigma_z / f_{m,d} = 0,363 < 1 \quad \text{průřez vyhoví}$$

## Zesílená vaznice - 4/T - spojovací prostředky

### zesílený průřez



(dřevo třídy C22)

$$\begin{aligned} \text{šířka příložky} &= b_1 = 16,0 \text{ cm} \\ \text{výška příložky} &= h_1 = 16,0 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A &= b \cdot h + b_1 \cdot h_1 = 496,0 \text{ cm}^2 \\ t_{y0} &= (b_1 \cdot h_1 \cdot 8,0 + b \cdot h \cdot 23,5) / A = 15,5 \text{ cm} \end{aligned}$$

### I. MS

$$I_y = 1/12 \cdot b \cdot h^3 + b \cdot h \cdot 8,0^2 + 1/12 \cdot b_1 \cdot h_1^3 + b_1 \cdot h_1 \cdot 7,5^2 = 39721,0 \text{ cm}^4$$

$$I_{y1} = 1/12 \cdot b \cdot h^3 + b \cdot h \cdot 8,0^2 + \delta \cdot (1/12 \cdot b_1 \cdot h_1^3 + b_1 \cdot h_1 \cdot 7,5^2) = 33763,0 \text{ cm}^4$$

$$W_{y0} = I_{y1} / 15,5 = 2178,3 \text{ cm}^3$$

$$W_{y1} = I_{y1} / 15,5 = 2178,3 \text{ cm}^3$$

### II. MS

$$\delta_{\text{def}} = 0,65$$

$$I_{y2} = 1/12 \cdot b \cdot h^3 + b \cdot h \cdot 8,0^2 + \delta_{\text{def}} \cdot (1/12 \cdot b_1 \cdot h_1^3 + b_1 \cdot h_1 \cdot 7,5^2) = 32770,0 \text{ cm}^4$$

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_{M} = 0,8 \cdot 22,0 \text{ MPa} / 1,45 = 12,1 \text{ MPa}$$

### Napětí v průřezu

$$\sigma = M / W_y = 4,18 \text{ MPa}$$

**$\sigma = 4,18 \text{ MPa} < f_{m,d} = 12,1 \text{ MPa}$  průřez vyhoví**

### Průhyb zesíleného trámu

$$y_{dov} = l_o / 250 = 12,29 \text{ mm}$$

$$y = 5 \cdot q^n \cdot l_o^4 / (E \cdot I_{y2} \cdot 384) = 3,73 \text{ mm}$$

**$y < y_{dov}$  průřez vyhoví**

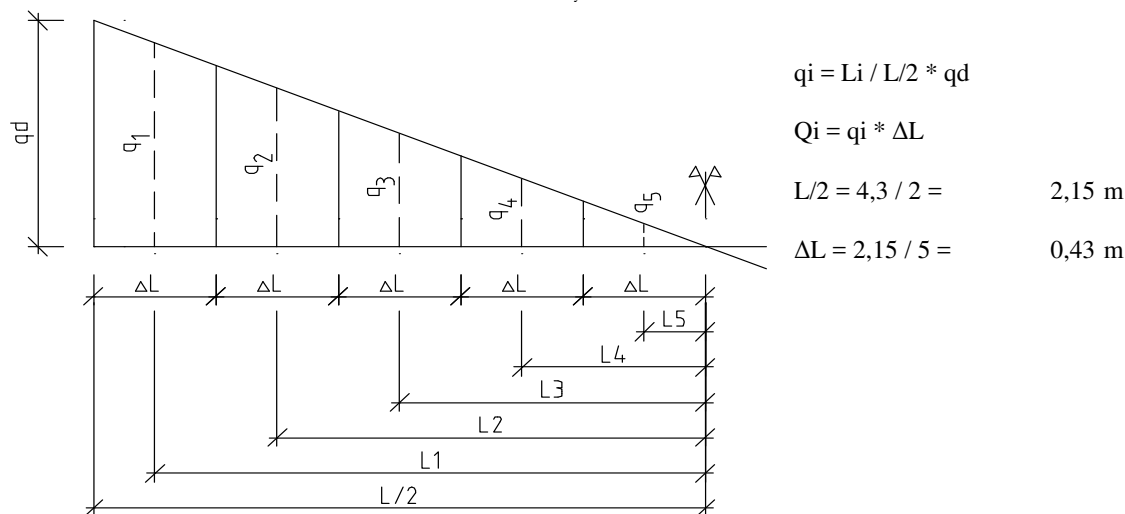
### Spojovací prostředky - zesílený průřez trámu - podle obrazce smykového napětí

příčná síla v podpoře  $Q_d = 8,47 \text{ kN}$  ... reakce "A"

smyková síla ve spáře mezi trámy  $q_d = Q_d \cdot S / I = 40,95 \text{ kN/m}$

statický moment  $S = b \cdot h \cdot 7,75 = 1920,00 \text{ cm}^3$

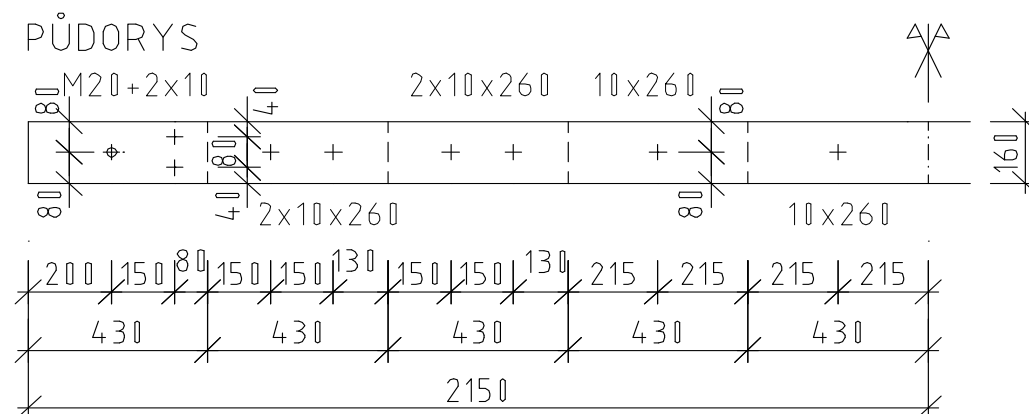
moment setrvačnosti bez vlivu poddajnosti  $I_y = 39721,0 \text{ cm}^4$



### Nutný počet spojovacích prostředků v jednotlivých úsecích

$L_i$	1,935	1,505	1,075	0,645	0,215	m
$q_i$	36,86	28,70	20,50	12,30	4,10	kN/m
<b><math>Q_i</math></b>	<b>15,85</b>	<b>12,24</b>	<b>8,82</b>	<b>5,29</b>	<b>1,80</b>	kN
Tdi ... 1x svorník M20	14,22					kN
Tdi ... 1x tesařský vrut 10x260				6,15	6,15	kN
Tdi ... 2x tesařský vrut 10x260	12,30	12,30	12,30			kN
<b><math>\Sigma Tdi &gt; Q_i</math></b>	<b>26,52</b>	<b>12,30</b>	<b>12,30</b>	<b>6,15</b>	<b>6,15</b>	kN

### Rozdělení spojovacích prostředků v jednotlivých úsecích



## Vaznice - 7/T - rozpětí 4,0 m

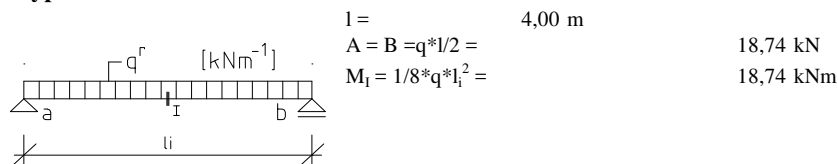
Maximální rozpětí vaznice 4,0 m. Vaznice podepřená sloupky plných vazeb.

### Zatížení - svislé

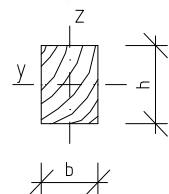
		$\text{kNm}^{-2}$	$\gamma F$	$\text{kNm}^{-2}$
krokve 52 st	s+g+w ... $q_1$	1,033		1,483
krokve 36 st	s+g+w ... $q_2$	1,319		1,927

Zatížení na vaznici - od krokví		$\text{kNm}^{-1}$	$\gamma F$	$\text{kNm}^{-1}$
střecha - krokve 52 st	$q_1 * 5,35/2$	2,763		3,968
střecha - krokve 36 st	$q_2 * 5,42/2$	3,574		5,222
vlastní hmotnost vaznice	$0,16 * 0,15 * 5,5$	0,132	1,35	0,178
celkem ... q		6,470		9,368

### Výpočet vnitřních sil



### stávající vaznice



profil <b>160 / 150 mm</b>	(dřevo třídy C22)
šířka $b =$	16,0 cm
výška $h =$	15,0 cm
$W_y = 1/6 * b * h^2 =$	600,00 cm <sup>3</sup>
$I_y = 1/12 * b * h^3 =$	4500,00 cm <sup>4</sup>
$f_{m,d} = k_{mod} * f_{m,k} / \gamma_{aM}$	
$k_{mod} =$	0,8
$f_{m,k} =$	22,0 MPa
$\gamma_{aM} =$	1,45
$E =$	10000 MPa
$f_{m,d} =$	12,1 MPa

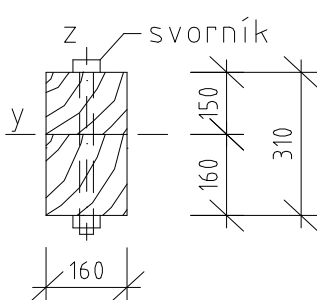
### Napětí v průřezu

$\sigma_y = M_l / W_y$	31,23 MPa
$\sigma = 31,23 \text{ MPa} < f_{m,d} = 12,1 \text{ MPa}$	<b>průřez nevyhoví</b>

### Průhyb vaznice

$y_{dov} = l / 250 =$	16,00 mm
$y = 5 * q * l^4 / (E * I * 384) =$	47,93 mm
$y > y_{dov}$	<b>průřez nevyhoví</b>

### Návrh zesílené vaznice



profil <b>160 / 310 mm</b>	(dřevo třídy C22)
šířka $b =$	16,0 cm
výška $h =$	31,0 cm ... 15+16
$W_y = \delta * 1/6 * b * h^2 =$	2306,4 cm <sup>3</sup>
$I_y = \delta_{def} * 1/12 * b * h^3 =$	29791,0 cm <sup>4</sup>
$f_{m,d} = k_{mod} * f_{m,k} / \gamma_{aM}$	
$k_{mod} =$	0,8
$f_{m,k} =$	22,0 MPa
$\gamma_{aM} =$	1,45
$E =$	10000 MPa
$f_{m,d} =$	12,1 MPa

### Napětí v průřezu

$\sigma = M_l / W_y$	8,12 MPa
$\sigma = 8,12 \text{ MPa} < f_{m,d} = 12,1 \text{ MPa}$	<b>průřez vyhoví</b>

### Průhyb vaznice

$y_{dov} = l_o / 250 =$	16,00 mm
$y = 5 * q * l_o^4 / (E * I * 384) =$	7,24 mm
$y < y_{dov}$	<b>průřez vyhoví</b>

## Zatížení - vodorovné

			$\text{kNm}^{-2}$	$\gamma F$	$\text{kNm}^{-2}$
střecha - krokve 52 st, stálé + sníh	st + gt	$q_1$	0,721		0,996
střecha - krokve 36 st, stálé + sníh	st + gt	$q_2$	0,824		1,181

## Zatížení na vaznici - od krokví

		$\text{kNm}^{-1}$	$\gamma F$	$\text{kNm}^{-1}$
stálé + sníh 52 st	$q_1 * 5,35/2$	1,928		2,665
stálé + sníh 36 st	$q_2 * 5,42/2$	2,233		3,201
celkem ... q		4,161		5,866

## Výpočet vnitřních sil

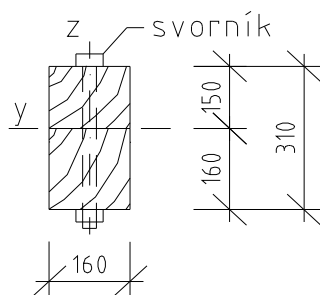
rozpětí vaznice

$$l = 1,70 \text{ m} \dots \text{vzdálenost šikmých vzpěr 12/T}$$

$$A = B = q * l / 2 = 2,27 \text{ kN}$$

$$M_l = 1/8 * q * l^2 = 0,96 \text{ kNm}$$

## Zesílená vaznice



profil 160 / 310 mm

(dřevo třídy C22)

$$\begin{aligned} \text{šířka } b &= 31,0 \text{ cm} \\ \text{výška } h &= 16,0 \text{ cm} \\ W_z &= \delta * 1/6 * h * b^2 = 2306,40 \text{ cm}^3 \\ I_z &= \delta_{\text{def}} * 1/12 * h * b^3 = 29791,00 \text{ cm}^4 \\ f_{m,d} &= k_{\text{mod}} * f_{m,k} / \gamma_{M,M} \\ k_{\text{mod}} &= 0,8 \quad \gamma_{M,M} = 1,45 \\ f_{m,k} &= 22,0 \text{ MPa} \quad E = 10000 \text{ MPa} \\ f_{m,d} &= 12,1 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\delta = 0,90$$

$$\delta_{\text{def}} = 0,75$$

## Napětí v průřezu

$$\sigma = M_l / W_z = 0,42 \text{ MPa}$$

$$\sigma = 0,42 \text{ MPa} < f_{m,d} = 12,1 \text{ MPa}$$

průřez vyhoví

## Šikmý ohyb

$$k_m * \sigma_y / f_{m,d} + \sigma_z / f_{m,d} \leq 1$$

$$k_m = 0,7 \dots \text{obdélníkové a čtvercové průřezy}$$

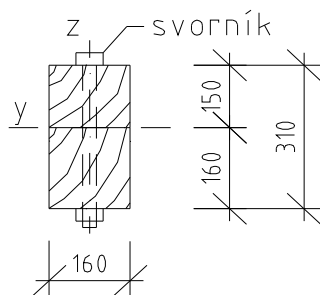
$$k_m * \sigma_y / f_{m,d} + \sigma_z / f_{m,d} = 0,504 < 1 \quad \text{průřez vyhoví}$$

$$\sigma_y / f_{m,d} + k_m * \sigma_z / f_{m,d} \leq 1$$

$$\sigma_y / f_{m,d} + k_m * \sigma_z / f_{m,d} = 0,696 < 1 \quad \text{průřez vyhoví}$$

## Zesílená vaznice - 7/T - spojovací prostředky

zesílený průřez



(dřevo třídy C22)

$$\begin{aligned} \text{šířka příložky} &= b_1 = 16,0 \text{ cm} \\ \text{výška příložky} &= h_1 = 16,0 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A &= b * h + b_1 * h_1 = 496,0 \text{ cm}^2 \\ t_{y0} &= (b_1 * h_1 * 8,0 + b * h * 23,5) / A = 15,5 \text{ cm} \end{aligned}$$

## I. MS

$$I_y = 1/12 * b * h^3 + b * h * 8,0^2 + 1/12 * b_1 * h_1^3 + b_1 * h_1 * 7,5^2 = 39721,0 \text{ cm}^4$$

$$I_{y1} = 1/12 * b * h^3 + b * h * 8,0^2 + \delta * (1/12 * b_1 * h_1^3 + b_1 * h_1 * 7,5^2) = 33763,0 \text{ cm}^4$$

$$W_{y0} = I_{y1} / 15,5 = 2178,3 \text{ cm}^3$$

$$W_{y1} = I_{y1} / 15,5 = 2178,3 \text{ cm}^3$$

## II. MS

$$I_{y2} = 1/12 * b * h^3 + b * h * 8,0^2 + \delta_{\text{def}} * (1/12 * b_1 * h_1^3 + b_1 * h_1 * 7,5^2) = 32770,0 \text{ cm}^4$$

$$\delta_{\text{def}} = 0,65$$

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_{M} = 0,8 \cdot 22,0 \text{ MPa} / 1,45 = 12,1 \text{ MPa}$$

### Napětí v průřezu

$$\sigma = M_I / W_y = 8,60 \text{ MPa}$$

**$\sigma = 8,60 \text{ MPa} < f_{m,d} = 12,1 \text{ MPa}$**  průřez vyhoví

### Průhyb zesíleného trámu

$$y_{dov} = l_o / 250 = 11,43 \text{ mm}$$

$$y = 5 \cdot q^n \cdot l_o^4 / (E \cdot I_y \cdot 384) = 6,58 \text{ mm}$$

**$y < y_{dov}$**  průřez vyhoví

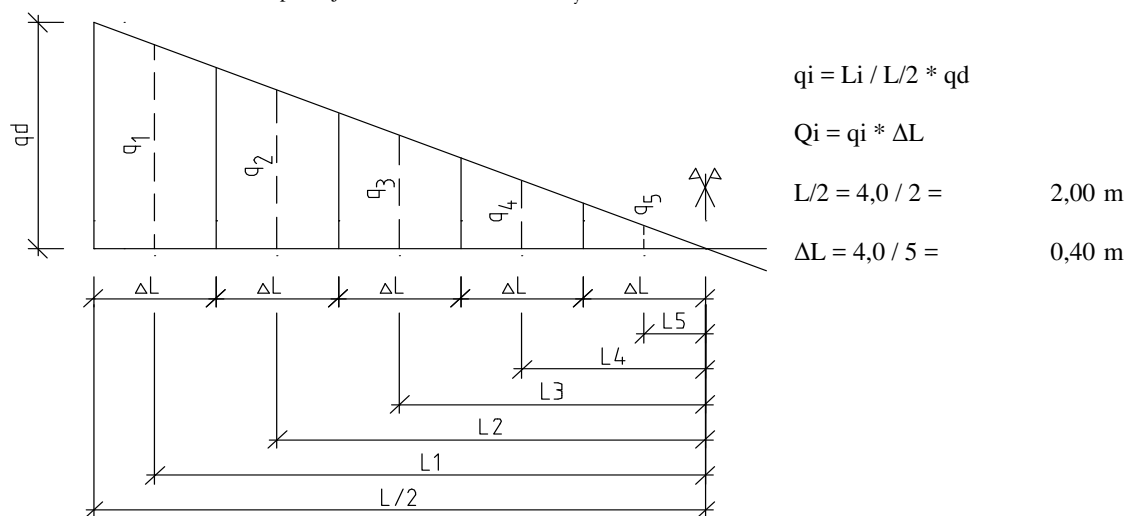
### Spojovací prostředky - zesílený průřez trámu - podle obrazce smykového napětí

příčná síla v podpoře  $Q_d = 18,74 \text{ kN}$  ... reakce "A"

smyková síla ve spáře mezi trámy  $q_d = Q_d \cdot S / I = 90,57 \text{ kN/m}$

statický moment  $S = b \cdot h \cdot 7,75 = 1920,00 \text{ cm}^3$

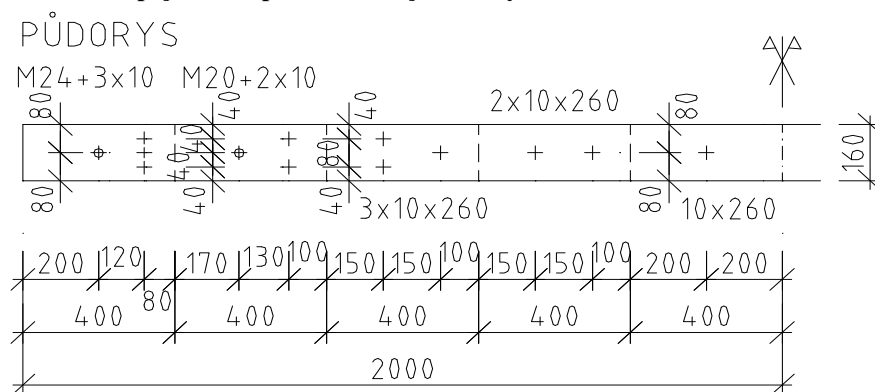
moment setrvačnosti bez vlivu poddajnosti  $I_y = 39721,0 \text{ cm}^4$



### Nutný počet spojovacích prostředků v jednotlivých úsecích

$L_i$	1,80	1,40	1,00	0,60	0,20	m
$q_i$	81,51	63,40	45,30	27,17	9,06	kN/m
<b><math>Q_i</math></b>	<b>32,61</b>	<b>25,40</b>	<b>18,12</b>	<b>10,90</b>	<b>3,63</b>	kN
Tdi ... 1x svorník M24	19,24					
Tdi ... 1x svorník M20		14,22				kN
Tdi ... 1x tesařský vrut 10x260					6,15	kN
Tdi ... 2x tesařský vrut 10x260		12,30		12,30		kN
Tdi ... 3x tesařský vrut 10x260	18,45		18,45			
<b><math>\Sigma Tdi &gt; Q_i</math></b>	<b>37,69</b>	<b>26,52</b>	<b>18,45</b>	<b>12,30</b>	<b>6,15</b>	kN

### Rozdělení spojovacích prostředků v jednotlivých úsecích





## Vaznice - 7/T - rozpětí 4,30 m

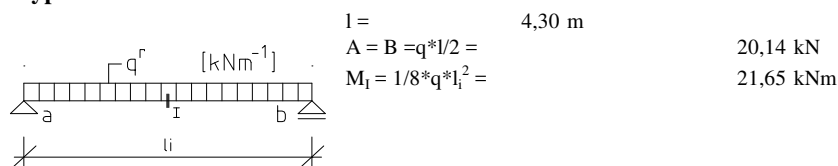
Maximální rozpětí vaznice 4,30 m. Vaznice podepřená sloupky plných vazeb.

### Zatížení - svislé

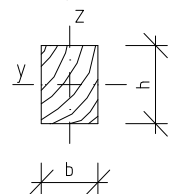
		$\text{kNm}^{-2}$	$\gamma F$	$\text{kNm}^{-2}$
krokve 52 st	s+g+w ... $q_1$	1,033		1,483
krokve 36 st	s+g+w ... $q_2$	1,319		1,927

Zatížení na vaznici - od krokvi		$\text{kNm}^{-1}$	$\gamma F$	$\text{kNm}^{-1}$
střecha - krokve 52 st	$q_1 * 5,35/2$	2,763		3,968
střecha - krokve 36 st	$q_2 * 5,42/2$	3,574		5,222
vlastní hmotnost vaznice	$0,16 * 0,15 * 5,5$	0,132	1,35	0,178
celkem ... q		6,470		9,368

### Výpočet vnitřních sil



### stávající vaznice



profil **160 / 150 mm** (dřevo třídy **C22**)

šířka  $b = 16,0 \text{ cm}$

výška  $h = 15,0 \text{ cm}$

$W_y = 1/6 * b * h^2 = 600,00 \text{ cm}^3$

$I_y = 1/12 * b * h^3 = 4500,00 \text{ cm}^4$

$f_{m,d} = k_{mod} * f_{m,k} / \gamma_{M}$

$k_{mod} =$

0,8

$\gamma_{M} =$

1,45

$f_{m,k} =$

22,0 MPa

$E =$

10000 MPa

$f_{m,d} = 12,1 \text{ MPa}$

### Napětí v průřezu

$\sigma_y = M_l / W_y = 36,09 \text{ MPa}$

$\sigma = 36,09 \text{ MPa} < f_{m,d} = 12,1 \text{ MPa}$

průřez nevyhoví

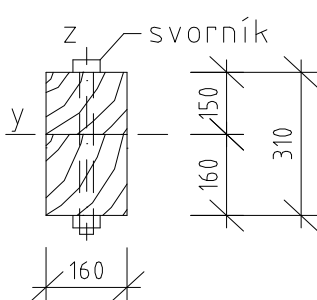
### Průhyb vaznice

$y_{dov} = l / 250 = 17,20 \text{ mm}$

$y = 5 * q * l^4 / (E * I * 384) = 64,00 \text{ mm}$

$y > y_{dov}$  průřez nevyhoví

### Návrh zesílené vaznice



profil **160 / 310 mm** (dřevo třídy **C22**)

šířka  $b = 16,0 \text{ cm}$

výška  $h = 31,0 \text{ cm} \dots 15+16$

$W_y = \delta * 1/6 * b * h^2 = 2306,4 \text{ cm}^3$

$I_y = \delta_{def} * 1/12 * b * h^3 = 29791,0 \text{ cm}^4$

$f_{m,d} = k_{mod} * f_{m,k} / \gamma_{M}$

$k_{mod} =$

0,8

$\gamma_{M} =$

1,45

$f_{m,k} =$

22,0 MPa

$E =$

10000 MPa

$f_{m,d} = 12,1 \text{ MPa}$

$b_1 = 16,0 \text{ cm}$

$h_1 = 15,0 \text{ cm}$

$\delta = 0,90$

$\delta_{def} = 0,75$

### Napětí v průřezu

$\sigma = M_l / W_y = 9,39 \text{ MPa}$

$\sigma = 9,39 \text{ MPa} < f_{m,d} = 12,1 \text{ MPa}$

průřez vyhoví

### Průhyb vaznice

$y_{dov} = l_o / 250 = 17,20 \text{ mm}$

$y = 5 * q * l_o^4 / (E * I * 384) = 9,67 \text{ mm}$

$y < y_{dov}$  průřez vyhoví

## Zatížení - vodorovné

			$\text{kNm}^{-2}$	$\gamma F$	$\text{kNm}^{-2}$
střecha - krokve 52 st, stálé + sníh	st + gt	$q_1$	0,721		0,996
střecha - krokve 36 st, stálé + sníh	st + gt	$q_2$	0,824		1,181

## Zatížení na vaznici - od krokví

		$\text{kNm}^{-1}$	$\gamma F$	$\text{kNm}^{-1}$
stálé + sníh 52 st	$q_1 * 5,35/2$	1,928		2,665
stálé + sníh 36 st	$q_2 * 5,42/2$	2,233		3,201
celkem ... q		4,161		5,866

## Výpočet vnitřních sil

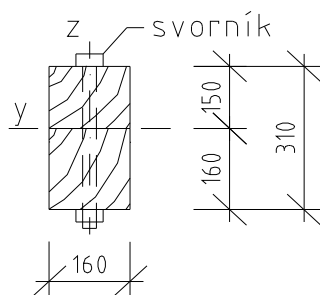
rozpětí vaznice

$$l = 1,70 \text{ m} \dots \text{vzdálenost šikmých vzpěr 12/T}$$

$$A = B = q * l / 2 = 2,27 \text{ kN}$$

$$M_1 = 1/8 * q * l^2 = 0,96 \text{ kNm}$$

## Zesílená vaznice



profil 160 / 310 mm

(dřevo třídy C22)

$$\begin{aligned} \text{šířka } b &= 31,0 \text{ cm} \\ \text{výška } h &= 16,0 \text{ cm} \\ W_z &= \delta * 1/6 * h * b^2 = 2306,40 \text{ cm}^3 \\ I_z &= \delta_{\text{def}} * 1/12 * h * b^3 = 29791,00 \text{ cm}^4 \\ f_{m,d} &= k_{\text{mod}} * f_{m,k} / \gamma_{M,M} \\ k_{\text{mod}} &= 0,8 \quad \gamma_{M,M} = 1,45 \\ f_{m,k} &= 22,0 \text{ MPa} \quad E = 10000 \text{ MPa} \\ f_{m,d} &= 12,1 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\delta = 0,90$$

$$\delta_{\text{def}} = 0,75$$

## Napětí v průřezu

$$\sigma = M_1 / W_z = 0,42 \text{ MPa}$$

$$\sigma = 0,42 \text{ MPa} < f_{m,d} = 12,1 \text{ MPa}$$

průřez vyhoví

## Šikmý ohyb

$$k_m * \sigma_y / f_{m,d} + \sigma_z / f_{m,d} \leq 1$$

$$k_m = 0,7 \dots \text{obdélníkové a čtvercové průřezy}$$

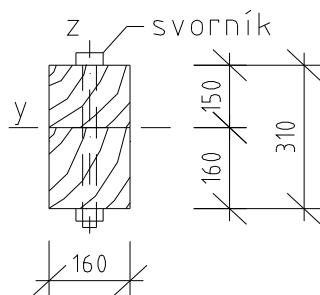
$$k_m * \sigma_y / f_{m,d} + \sigma_z / f_{m,d} = 0,578 < 1 \quad \text{průřez vyhoví}$$

$$\sigma_y / f_{m,d} + k_m * \sigma_z / f_{m,d} \leq 1$$

$$\sigma_y / f_{m,d} + k_m * \sigma_z / f_{m,d} = 0,800 < 1 \quad \text{průřez vyhoví}$$

## Zesílená vaznice - 7/T - spojovací prostředky

zesílený průřez



(dřevo třídy C22)

$$\begin{aligned} \text{šířka příložky} &= b_1 = 16,0 \text{ cm} \\ \text{výška příložky} &= h_1 = 16,0 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A &= b * h + b_1 * h_1 = 496,0 \text{ cm}^2 \\ t_{y0} &= (b_1 * h_1 * 8,0 + b * h * 23,5) / A = 15,5 \text{ cm} \end{aligned}$$

## I. MS

$$I_y = 1/12 * b * h^3 + b * h * 8,0^2 + 1/12 * b_1 * h_1^3 + b_1 * h_1 * 7,5^2 = 39721,0 \text{ cm}^4$$

$$I_{y1} = 1/12 * b * h^3 + b * h * 8,0^2 + \delta * (1/12 * b_1 * h_1^3 + b_1 * h_1 * 7,5^2) = 33763,0 \text{ cm}^4$$

$$W_{y0} = I_{y1} / 15,5 = 2178,3 \text{ cm}^3$$

$$W_{y1} = I_{y1} / 15,5 = 2178,3 \text{ cm}^3$$

## II. MS

$$I_{y2} = 1/12 * b * h^3 + b * h * 8,0^2 + \delta_{\text{def}} * (1/12 * b_1 * h_1^3 + b_1 * h_1 * 7,5^2) = 32770,0 \text{ cm}^4$$

$$\delta_{\text{def}} = 0,65$$

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_{M} = 0,8 \cdot 22,0 \text{ MPa} / 1,45 = 12,1 \text{ MPa}$$

### Napětí v průřezu

$$\sigma = M_I / W_y = 9,94 \text{ MPa}$$

**$\sigma = 9,94 \text{ MPa} < f_{m,d} = 12,1 \text{ MPa}$**       **průřez vyhoví**

### Průhyb zesíleného trámu

$$y_{dov} = l_o / 250 = 12,29 \text{ mm}$$

$$y = 5 \cdot q^n \cdot l_o^4 / (E \cdot I_y \cdot 384) = 8,79 \text{ mm}$$

**$y < y_{dov}$**       **průřez vyhoví**

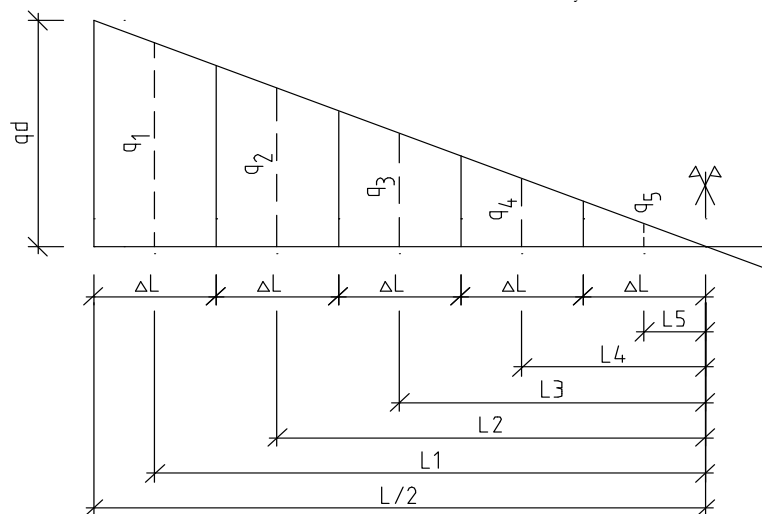
### Spojovací prostředky - zesílený průřez trámu

příčná síla v podpoře  $Q_d = 20,14 \text{ kN}$

smyková síla ve spáře mezi trámy  $q_d = Q_d \cdot S / I = 97,36 \text{ kN/m}$

statický moment  $S = b \cdot h \cdot 7,75 = 1920,00 \text{ cm}^3$

moment setrvačnosti bez vlivu poddajnosti  $I_y = 39721,0 \text{ cm}^4$



$$q_i = L_i / L/2 \cdot q_d$$

$$Q_i = q_i \cdot \Delta L$$

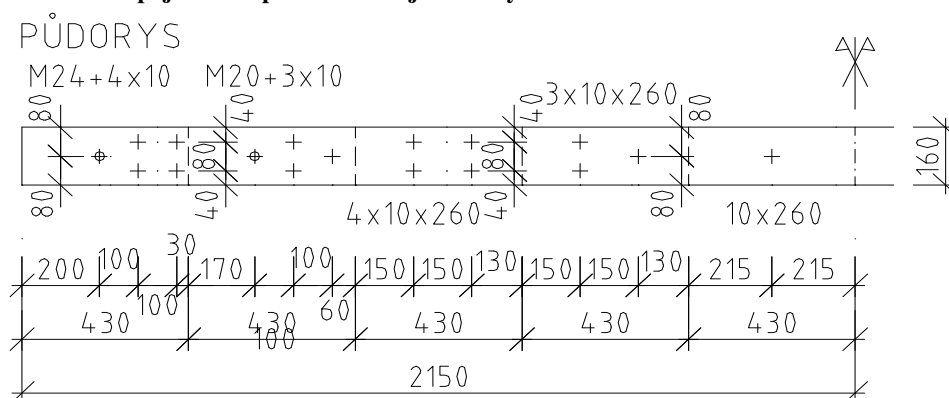
$$L/2 = 4,3 / 2 = 2,15 \text{ m}$$

$$\Delta L = 2,15 / 5 = 0,43 \text{ m}$$

### Nutný počet spojovacích prostředků v jednotlivých úsecích

Li	1,935	1,505	1,075	0,645	0,215	m
qi	87,83	68,31	48,80	29,28	9,76	kN/m
Qi	37,77	29,38	20,98	12,60	4,20	kN
Tdi ... 1x svorník M24	19,24					
Tdi ... 1x svorník M20		14,22				kN
Tdi ... 1x tesařský vrut 10x260	6,15		6,15		6,15	kN
Tdi ... 2x tesařský vrut 10x260						kN
Tdi ... 3x tesařský vrut 10x260	18,45	18,45	18,45	18,45		
<b>Σ Tdi &gt; Qi</b>	<b>43,84</b>	<b>32,67</b>	<b>24,60</b>	<b>18,45</b>	<b>6,15</b>	<b>kN</b>

### Rozdělení spojovacích prostředků v jednotlivých úsecích



# SPOJOVACÍ PROSTŘEDKY - ÚNOSNOST

## JEDNOSTŘIŽNÝ SVORNÍKOVÝ SPOJ - DŘEVO DŘEVO - SVORNÍK M20 dle ČSN EN 1995-1-1 (12.2006)

### Vlastnosti dřeva:

spoje $\gamma_M$		1,3
$\rho_{k1}$		340 kg/m <sup>3</sup>
$\rho_{k2}$		340 kg/m <sup>3</sup>
$k_{mod}$		0,8
$f_{c,90,k}$		2,4 N/mm <sup>2</sup>
$t_1$		150 mm
$t_2$		160 mm
$\alpha$		0 °

Dřevo

jehličnaté

úhel zatížení vzhledem k vláknům

### Vlastnosti svorníků

d		20 mm
$d_0$		17,66 mm
$f_{uk}$		400 MPa
Podložka		22/72/6

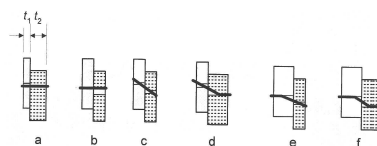
průměr svorníku

jádro svorníku

### Výpočet únosnosti:

$f_{h,0,k,1}$		22,30 N/mm <sup>2</sup>
$f_{h,0,k,2}$		22,30 N/mm <sup>2</sup>
$k_{90}$		1,65 -
$f_{h,a,k,1}$		22,30 N/mm <sup>2</sup>
$f_{h,a,k,2}$		22,30 N/mm <sup>2</sup>
$\beta$		1,00
$M_{y,Rk}$		289640,46 Nmm
$F_{ax,Rk}$		26577,9 N
$F_{v,Rd,a}$		41,177 kN
$F_{v,Rd,b}$		43,922 kN
$F_{v,Rd,c}$		21,729 kN
$F_{v,Rd,d}$		19,542 kN
$F_{v,Rd,e}$		20,610 kN
$F_{v,Rd,f}$		14,220 kN
$F_{v,Rd}$		<b>14,220 kN</b>

Způsoby porušení spoje:



# JEDNOSTŘÍŽNÝ SVORNÍKOVÝ SPOJ - DŘEVO DŘEVO - SVORNÍK M24 dle ČSN EN 1995-1-1 (12.2006)

## Vlastnosti dřeva:

spoje $\gamma_M$		1,3
$\rho_{k1}$		340 kg/m <sup>3</sup>
$\rho_{k2}$		340 kg/m <sup>3</sup>
$k_{mod}$		0,8
$f_{c,90,k}$		2,4 N/mm <sup>2</sup>
$t_1$		150 mm
$t_2$		160 mm
$\alpha$		0 °

Dřevo

jehličnaté

úhel zatížení vzhledem k vláknům

## Vlastnosti svorníků

d		24 mm
$d_0$		21,2 mm
$f_{uk}$		400 MPa
Podložka		26/85/6

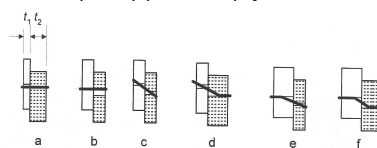
průměr svorníku

jádro svorníku

## Výpočet únosnosti:

$f_{h,0,k,1}$		21,19 N/mm <sup>2</sup>
$f_{h,0,k,2}$		21,19 N/mm <sup>2</sup>
$k_{90}$		1,71 -
$f_{h,\alpha,k,1}$		21,19 N/mm <sup>2</sup>
$f_{h,\alpha,k,2}$		21,19 N/mm <sup>2</sup>
$\beta$		1,00
$M_{y,Rk}$		465297,24 Nmm
$F_{ax,Rk}$		37033,7 N
$F_{v,Rd,a}$		46,941 kN
$F_{v,Rd,b}$		50,071 kN
$F_{v,Rd,c}$		25,137 kN
$F_{v,Rd,d}$		22,970 kN
$F_{v,Rd,e}$		24,195 kN
$F_{v,Rd,f}$		19,244 kN
$F_{v,Rd}$		<b>19,244 kN</b>

Způsoby porušení spoje:



# JEDNOSTŘÍŽNÝ VRUTOVÝ SPOJ - DŘEVO DŘEVO - PRŮMĚR VRUTU 10 MM dle ČSN EN 1995-1-1 (12.2006)

## Vlastnosti dřeva:

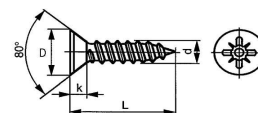
spoje $\gamma_M$		1,3
$\rho_{k1}$		340 kg/m <sup>3</sup>
$\rho_{k2}$		340 kg/m <sup>3</sup>
$k_{mod}$		0,8
$t_1$		150 mm
$t_2$		160 mm
$\alpha$		0 °

Dřevo **#HODNOTA!**

úhel zatížení vzhledem k vláknům

## Vlastnosti vrutů:

$d_{ef}$		10 mm
$D$		20 mm
$f_u$		600 MPa
$l_{ef}$		140 mm



Otvory pro vruty

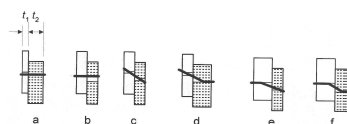
**jsou**

předvrtány.

## Výpočet únosnosti:

$f_{h,0,k,1}$		25,09 N/mm <sup>2</sup>
$f_{h,0,k,2}$		25,09 N/mm <sup>2</sup>
$k_{90}$		1,50
$f_{h,ak,1}$		25,09 N/mm <sup>2</sup>
$f_{h,ak,2}$		25,09 N/mm <sup>2</sup>
$f_{h,1,k}$		25,09 N/mm <sup>2</sup>
$f_{h,2,k}$		25,09 N/mm <sup>2</sup>
$\beta$		1,00
$M_{y,Rk}$		71659,29 Nmm
$f_{ax,k,1}$		22,569 kN
$f_{ax,o,k}$		15,046 kN
$F_{ax,o,Rk}$		12360,7 N
$F_{v,Rd,a}$		23,160 kN
$F_{v,Rd,b}$		24,706 kN
$F_{v,Rd,c}$		11,824 kN
$F_{v,Rd,d}$		10,314 kN
$F_{v,Rd,e}$		10,836 kN
$F_{v,Rd,f}$		6,146 kN
$F_{v,Rd}$		<b>6,146 kN</b>

Způsoby porušení spoje:



## Plná vazba - PV1 - břidlice

### Zatížení

podle národní přílohy ČSN EN 1990

tab. 2.2.B1, výraz 2.1a

$\gamma_{G,j} =$

1,35

$\gamma_{Q,1} =$

1,50

		kN	$\gamma F$	kN
1. vlastní hmotnost prvků vazby	IDA Nexis			
2. stálé - střecha 36 st	0,625*5,42/2*zš	6,995	1,35	9,444
3. nahodilé - sněh 36 st	0,777*5,42/2*zš	8,696	1,50	13,045
4. nahodilé - vítr $\perp$ k hřebeni 36 st	0,281*5,42/2*zš	3,145	1,50	4,718
5. nahodilé - vítr $\perp$ k hřebeni 36st	-0,187*5,42/2*zš	-2,093	1,50	-3,139
6. stálé - střecha 52 st, vaznice 4/T	0,625*2,67*zš	6,892	1,35	9,304
7. stálé - střecha 52 st, vaznice 7/T	0,625*2,59/2*zš	3,343	1,35	4,513
8. nahodilé - sněh 52 st, 4/T	0,197*2,67*zš	2,172	1,50	3,259
9. nahodilé - sněh 52 st, 7/T	0,197*2,59/2*zš	1,054	1,50	1,580
10. nahodilé - vítr $\perp$ k hřebeni 52 st	0,289*2,67*zš	3,187	1,50	4,780
11. nahodilé - vítr $\perp$ k hřebeni 52 st	0,289*2,59/2*zš	1,546	1,50	2,319
12. nahodilé - vítr $\perp$ k hřebeni 52st	-0,089*2,67*zš	-0,981	1,50	-1,472
13. nahodilé - vítr $\perp$ k hřebeni 52st	-0,089*2,59/2*zš	-0,476	1,50	-0,714
vodorovné zatížení od větru				
14. nahodilé - vítr $\perp$ k hřebeni 36 st	0,204*5,42/2*zš	2,283	1,50	3,425
15. nahodilé - vítr $\perp$ k hřebeni 36 st	-0,136*5,42/2*zš	-1,522	1,50	-2,283
16. nahodilé - vítr $\perp$ k hřebeni 52 st	0,37*2,67*zš	4,080	1,50	6,120
17. nahodilé - vítr $\perp$ k hřebeni 52 st	0,37*2,59/2*zš	1,979	1,50	2,968
18. nahodilé - vítr $\perp$ k hřebeni 52st	-0,114*2,67*zš	-1,257	1,50	-1,886
19. nahodilé - vítr $\perp$ k hřebeni 52st	-0,114*2,59/2*zš	-0,610	1,50	-0,915

zatěžovací šířka vazby

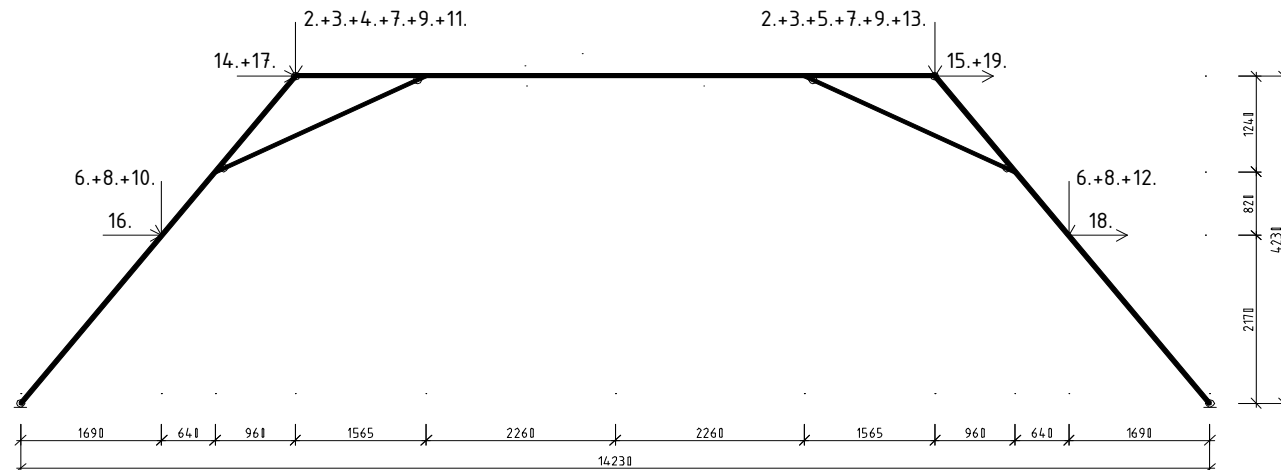
$zš = (4,31+3,95)/2 =$

4,13 m

### Výpočet vnitřních sil

program IDA Nexis, str. 47 až 51

statické schéma



Posouzení rozpěry - 9/T

... str. 43, 44

Posouzení vzpěry - 5/T

... str. 45, 46

### Přetvoření - průhyb

... program IDA Nexis, str. 51

maximální průhyb

$y_{maxI} =$  33,90 mm

$l =$  5350 mm

Dovolený průhyb

$y_{dov} = l/150 = 5350/150 =$  35,67 mm

$y_{dov} =$	35,67 mm	>	$y_{max} =$	33,90 mm
-------------	----------	---	-------------	----------

průhyb vyhoví

# ROZPĚŘA 9 / T - POSOUZENÍ TLAKU, OHYBU A SMYKU - BŘIDLICE

Typ dřeva : ROSTLÉ DŘEVO

Třída provozu : 2 ▼

Je charakterizována vlhkostí materiálu odpovídající teplotě 20°C a relativní vlhkosti okolního vzduchu přesahujícího 85% pouze po několik týdnů v roce ve třídě provozu 2 nepřesahuje průměrná vlhkost u většiny dřeva jehličnatých dřevin 20%.

- při výpočtu není použito součinitele  $k_h$  pro zvětšení pevnosti dřeva

Třída pevnosti : C22 ▼

Charakteristická pevnost v ohybu :

$$f_{m,k} = 22 \text{ [Mpa]}$$

Charakteristická pevnost v tlaku :

$$f_{c,0,k} = 20,1 \text{ [Mpa]}$$

Charakteristická pevnost ve smyku :

$$f_{v,k} = 2,4 \text{ [Mpa]}$$

Součinitel vlastnosti materiálu :

Kombinace zatížení  
☒ základní ☐ mimořádná

$$\gamma_m = 1,3$$

Rozhodující je zatížení : Střednědobé ▼

$$k_{mod} = 0,8 \text{ - modifikační součinitel pevnosti pro třídy provozu a třídy trvání zatížení}$$

Jestliže se kombinace zatížení skládá ze zatížení příslušejících k různým třídám trvání zatížení má se zvolit hodnota  $k_{mod}$ , která odpovídá zatížení s nejkratší dobou trvání, např. pro kombinaci zatížení stálé a krátkodobé se má použít hodnota  $k_{mod}$  odpovídající krátkodobému zatížení. (3.1.3)

Délka prutu L : 4,500 m

Štíhlostní poměry :

$$L_{ef,y} = 1 \text{ souč} \cdot L = 4,500 \text{ m} \quad \lambda_y = L_{ef,y} \cdot i_y = 60,0$$

$$\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi} \sqrt{f_{c,0,k} / E_{0,05}} = 1,045$$

$$L_{ef,z} = 1 \text{ souč} \cdot L = 4,500 \text{ m} \quad \lambda_z = L_{ef,z} \cdot i_z = 97,4$$

$$\lambda_{rel,z} = \frac{\lambda_z}{\pi} \sqrt{f_{c,0,k} / E_{0,05}} = 1,698$$

$$L_{klop} = 1 \quad 4,500 \text{ m}$$

Geometrie profilu :

	h	x	b
PROFIL	260	x	160 mm
	výška	x	

Průřezové charakteristiky :

$$I_y = 234,3 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$W_y = 1802,7 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$i_y = 75,1 \text{ mm}$$

$$A = 41,60 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$$

$$I_z = 88,7 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$W_z = 1109,3 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$i_z = 46,2 \text{ mm}$$

- plocha průřezu

- moment setrvačnosti

- pruž. modul

- poloměr setrvačnosti

Vnitřní síly působící na profil:

$$M_{sdy} = 20,2 \text{ kNm}$$

$$V_{sdy} = 13,1 \text{ kN}$$

$$N_{sd} = 38,6 \text{ kN}$$

$$M_{sdz} = 0 \text{ kNm}$$

$$V_{sdz} = 0 \text{ kN}$$

$$\beta_c = 0,20 \text{ pro rostlé dřevo}$$

Součinitele vzpěrnosti :

$$k_{cy} = 0,5(1 + \beta_c(\lambda_{rel,y} - 0,3)) + \lambda_{rel,y}^2 = 1,12$$

$$k_{cz} = 0,5(1 + \beta_c(\lambda_{rel,z} - 0,3)) + \lambda_{rel,z}^2 = 2,08$$

$$k_{c,min} = 0,30$$

$$k_{cy} = \frac{1}{k_{cy} + \sqrt{k_{cy}^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = 0,66$$

$$k_{cz} = \frac{1}{k_{cz} + \sqrt{k_{cz}^2 - \lambda_{rel,z}^2}} = 0,30$$

Účinná délka nosníku závislá na podmínkách uložení :

$$l_{ef} = 4,50 \text{ m}$$

Krytické napětí v ohybu :

$$\sigma_{merit} = \frac{0,78 \cdot b^2}{h \cdot l_{ef}} \cdot E_{0,05} = 114,35 \text{ Mpa}$$

Poměrná štíhlost v ohybu :

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{m,k}}{\sigma_{merit}}} = 0,439 \text{ Mpa}$$

Poměr rozpětí k typu nosníku

☒ 1,00 ☐ 0,90 ☐ 0,80 ☐ 0,50

Součinitel v důsledku příčné a torzní nestability :

$$k_{crit} = \begin{cases} 1 & \text{pro } \lambda_{rel,m} \leq 0,75 \\ 1,56 - 0,75\lambda_{rel,m} & \text{pro } 0,75 < \lambda_{rel,m} \leq 1,4 \\ \frac{1}{\lambda_{rel,m}^2} & \text{pro } 1,4 < \lambda_{rel,m} \end{cases} = 1,000$$



### Návrhová napětí:

$\sigma_{c,0,d} =$	<b>0,93</b>	MPa	$\leq k_{c,min} f_{c,0,d} =$	<b>3,76</b>	MPa	<b>VYHOVUJE</b>
$\sigma_{m,y,d} =$	<b>11,21</b>	MPa	$\leq k_{crit,y} f_{m,0,d} =$	<b>13,54</b>	MPa	<b>VYHOVUJE</b>
$\sigma_{m,z,d} =$	<b>0,00</b>	MPa	$\leq k_{crit,z} f_{m,z,d} =$	<b>13,54</b>	MPa	<b>VYHOVUJE</b>
$k_m =$	<b>0,70</b>	- pro obdélníkové průřezy				

### Posouzení kombinace napětí:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,0,d}}{k_{crit,y} f_{m,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\underline{0,94} < 1$$

**VYHOVUJE**

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,0,d}}{f_{m,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{k_{crit,z} f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\underline{0,83} < 1$$

**VYHOVUJE**

### Posouzení napětí ve smyku:

$$\tau_d \leq f_{v,d}$$
$$\tau_{v,y} = \frac{3 V_{sdy}}{2 bh} = \underline{0,47} \text{ MPa}$$
$$\tau_{v,z} = \frac{3 V_{sdz}}{2 bh} = \underline{0,00} \text{ MPa}$$

### Dvojosá napjatost ve smyku:

$$\frac{\sqrt{\tau_{v,y}^2 + \tau_{v,z}^2}}{f_{v,d}} \leq 1$$

$$\underline{0,32} \leq 1 \text{ VYHOVUJE}$$

**Využití průřezu : 94 %**

### Kontrola štíhlosti prvku:

ČSN EN 1995-1-1 nepředepisuje žádné mezní hodnoty štíhlosti tlačných prvků. Program přesto provádí výpočet štíhlosti a porovnává je s mezními hodnotami stanovenými ve staré české normě ČSN 73 1401. Toto porovnání nemá vliv na výsledek posouzení prvku a slouží pouze pro informaci uživatele.

#### Konstrukční prvky

- ☒ Sloupy a podporové stojky
- ☐ Tlačené části vazníků celistvé
- ☐ Tlačené části vazníků členěné a složené
- ☐ Vyztužovací a jejich části

#### Mezní štíhlost poměr Lamda pro konstrukci

- ☒ Trvalé
- ☐ Dočasné a pomocné

$$\lambda_y = \lambda_{ef,y} \cdot i_y = 60,0 \leq 120$$

Štíhlost vyhovuje

$$\lambda_z = \lambda_{ef,z} \cdot i_z = 97,4 \leq 120$$

Štíhlost vyhovuje

# VZPĚRA 5 / T - POSOUZENÍ TLAKU, OHYBU A SMYKU - BŘIDLICE

Typ dřeva : ROSTLÉ DŘEVO

Třída provozu : 2 ▼

Je charakterizována vlhkostí materiálu odpovídající teplotě 20°C a relativní vlhkosti okolního vzduchu přesahujícího 85% pouze po několik týdnů v roce ve třídě provozu 2 nepřesahuje průměrná vlhkost u většiny dřeva jehličnatých dřevin 20%.

- při výpočtu není použito součinitele  $k_h$  pro zvětšení pevnosti dřeva

Třída pevnosti : C22 ▼

Charakteristická pevnost v ohybu :

$$f_{m,k} = 22 \text{ [Mpa]}$$

Charakteristická pevnost v tlaku :

$$f_{c,0,k} = 20,1 \text{ [Mpa]}$$

Charakteristická pevnost ve smyku :

$$f_{v,k} = 2,4 \text{ [Mpa]}$$

Součinitel vlastnosti materiálu :

Kombinace zatížení  
☒ základní ☐ mimořádná

$$\gamma_m = 1,3$$

Rozhodující je zatížení : Střednědobé ▼

$$k_{mod} = 0,8 \text{ - modifikační součinitel pevnosti pro třídy provozu a třídy trvání zatížení}$$

Jestliže se kombinace zatížení skládá ze zatížení příslušejících k různým třídám trvání zatížení má se zvolit hodnota  $k_{mod}$ , která odpovídá zatížení s nejkratší dobou trvání, např. pro kombinaci zatížení stálé a krátkodobé se má použít hodnota  $k_{mod}$  odpovídající krátkodobému zatížení. (3.1.3)

Délka prutu L : 2,750 m

Štíhlostní poměry :

$$L_{ef,y} = 1 \text{ souč} \cdot L = 2,750 \text{ m} \quad \lambda_y = L_{ef,y} \cdot i_y = 31,8$$

$$\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi} \sqrt{f_{c,0,k} / E_{0,05}} = 0,554$$

$$L_{ef,z} = 1 \text{ souč} \cdot L = 2,750 \text{ m} \quad \lambda_z = L_{ef,z} \cdot i_z = 56,0$$

$$\lambda_{rel,z} = \frac{\lambda_z}{\pi} \sqrt{f_{c,0,k} / E_{0,05}} = 0,977$$

$$L_{klop} = 1 \quad 2,750 \text{ m}$$

Geometrie profilu :

	h	x	b
PROFIL	300	x	170 mm
	výška	x	

Průřezové charakteristiky :

$$I_y = 382,5 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$W_y = 2550,0 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$i_y = 86,6 \text{ mm}$$

$$A = 51,00 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$$

$$I_z = 122,8 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$W_z = 1445,0 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$i_z = 49,1 \text{ mm}$$

- plocha průřezu

- moment setrvačnosti

- průřez. modul

- poloměr setrvačnosti

Vnitřní síly působící na profil:

$$M_{sdy} = 33,7 \text{ kNm}$$

$$M_{sdz} = 0 \text{ kNm}$$

$$V_{sdy} = 12,5 \text{ kN}$$

$$V_{sdz} = 0 \text{ kN}$$

$$N_{sd} = 50,4 \text{ kN}$$

$$\beta_c = 0,20 \text{ pro rostlé dřevo}$$

Součinitele vzpěrnosti :

$$k_{cy} = 0,5(1 + \beta_c(\lambda_{rel,y} - 0,3)) + \lambda_{rel,y}^2 = 0,68$$

$$k_{cz} = 0,5(1 + \beta_c(\lambda_{rel,z} - 0,3)) + \lambda_{rel,z}^2 = 1,04$$

$$k_{c,min} = 0,71$$

$$k_{cy} = \frac{1}{k_{cy} + \sqrt{k_{cy}^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = 0,93$$

$$k_{cz} = \frac{1}{k_{cz} + \sqrt{k_{cz}^2 - \lambda_{rel,z}^2}} = 0,71$$

Účinná délka nosníku závislá na podmínkách uložení :

$$l_{ef} = 2,75 \text{ m}$$

Krytické napětí v ohybu :

$$\sigma_{merit} = \frac{0,78 \cdot b^2}{h \cdot l_{ef}} \cdot E_{0,05} = 183,07 \text{ Mpa}$$

Poměrná štíhlost v ohybu :

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{m,k}}{\sigma_{merit}}} = 0,347 \text{ Mpa}$$

Poměr rozpětí k typu nosníku

☒ 1,00 ☐ 0,90 ☐ 0,80 ☐ 0,50

Součinitel v důsledku příčné a torzní nestability :

$$k_{crit} = \begin{cases} 1 & \text{pro } \lambda_{rel,m} \leq 0,75 \\ 1,56 - 0,75\lambda_{rel,m} & \text{pro } 0,75 < \lambda_{rel,m} \leq 1,4 \\ \frac{1}{\lambda_{rel,m}^2} & \text{pro } 1,4 < \lambda_{rel,m} \end{cases} = 1,000$$

### Návrhová napětí:

$\sigma_{c,0,d}$	=	<b>0,99</b>	MPa	$\leq k_{c,min} f_{c,0,d}$	=	<b>8,74</b>	MPa	<b>VYHOVUJE</b>
$\sigma_{m,y,d}$	=	<b>13,22</b>	MPa	$\leq k_{crit,y} f_{m,0,d}$	=	<b>13,54</b>	MPa	<b>VYHOVUJE</b>
$\sigma_{m,z,d}$	=	<b>0,00</b>	MPa	$\leq k_{crit,z} f_{m,z,d}$	=	<b>13,54</b>	MPa	<b>VYHOVUJE</b>
$k_m$	=	<b>0,70</b>	- pro obdélníkové průřezy					

### Posouzení kombinace napětí:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,0,d}}{k_{crit,y} f_{m,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\underline{0,96} < 1$$

**VYHOVUJE**

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,0,d}}{f_{m,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{k_{crit,z} f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\underline{0,80} < 1$$

**VYHOVUJE**

### Posouzení napětí ve smyku:

$$\tau_d \leq f_{v,d}$$
$$\tau_{v,y} = \frac{3 V_{sdy}}{2 bh} = \underline{0,37} \text{ MPa}$$
$$\tau_{v,z} = \frac{3 V_{sdz}}{2 bh} = \underline{0,00} \text{ MPa}$$

### Dvojosá napjatost ve smyku:

$$\frac{\sqrt{\tau_{v,y}^2 + \tau_{v,z}^2}}{f_{v,d}} \leq 1$$

$$\underline{0,25} \leq 1 \text{ VYHOVUJE}$$

**Využití průřezu : 96 %**

### Kontrola štíhlosti prvku:

ČSN EN 1995-1-1 nepředepisuje žádné mezní hodnoty štíhlosti tlačných prvků. Program přesto provádí výpočet štíhlosti a porovnává je s mezními hodnotami stanovenými ve staré české normě ČSN 73 1401. Toto porovnání nemá vliv na výsledek posouzení prvku a slouží pouze pro informaci uživatele.

#### Konstrukční prvky

- ☒ Sloupy a podporové stojky
- ☐ Tlačené části vazníků celistvé
- ☐ Tlačené části vazníků členěné a složené
- ☐ Vyztužovací a jejich části

#### Mezní štíhlost poměr Lamda pro konstrukci

- ☒ Trvalé
- ☐ Dočasné a pomocné

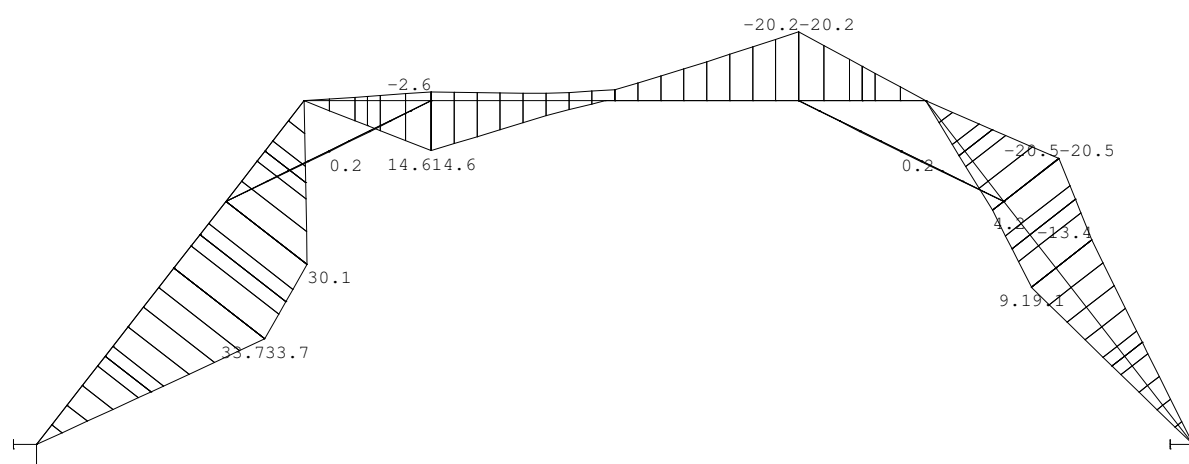
$$\lambda_y = \lambda_{ef,y} \cdot i_y = 31,8 \leq 120$$

Štíhlost vyhovuje

$$\lambda_z = \lambda_{ef,z} \cdot i_z = 56,0 \leq 120$$

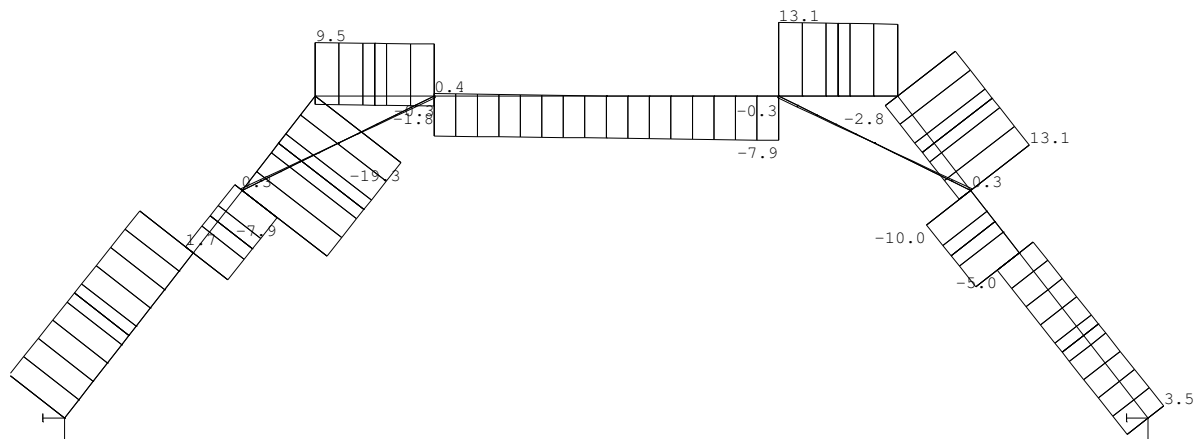
Štíhlost vyhovuje

Program : IDA Nexis32 release 3.60.15  
Plná vazba - PV1 - břídlice



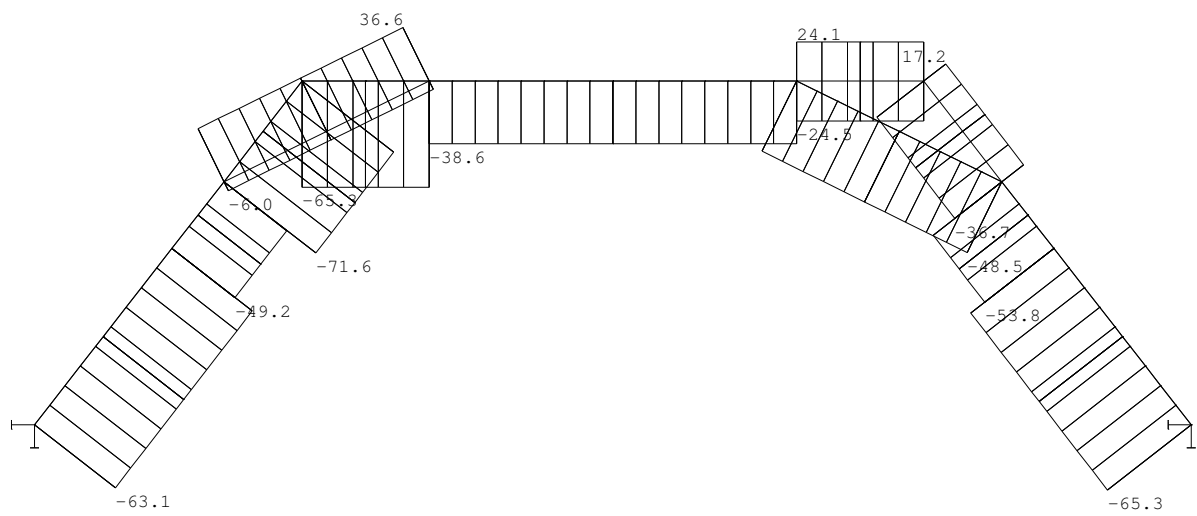
Vnitřní síly - M na prutu(ech). Únos. kombi : 1/22

Program : IDA Nexis32 release 3.60.15  
 Plná vazba - PV1 - břídlíce



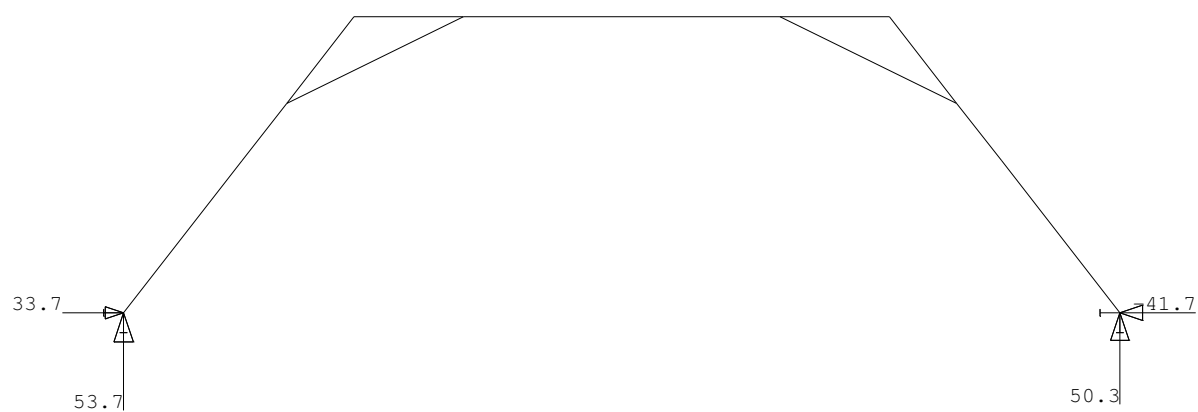
Vnitřní síly - V na prutu(ech). Únos. kombi : 1/22

Program : IDA Nexis32 release 3.60.15  
 Plná vazba - PV1 - břidlice



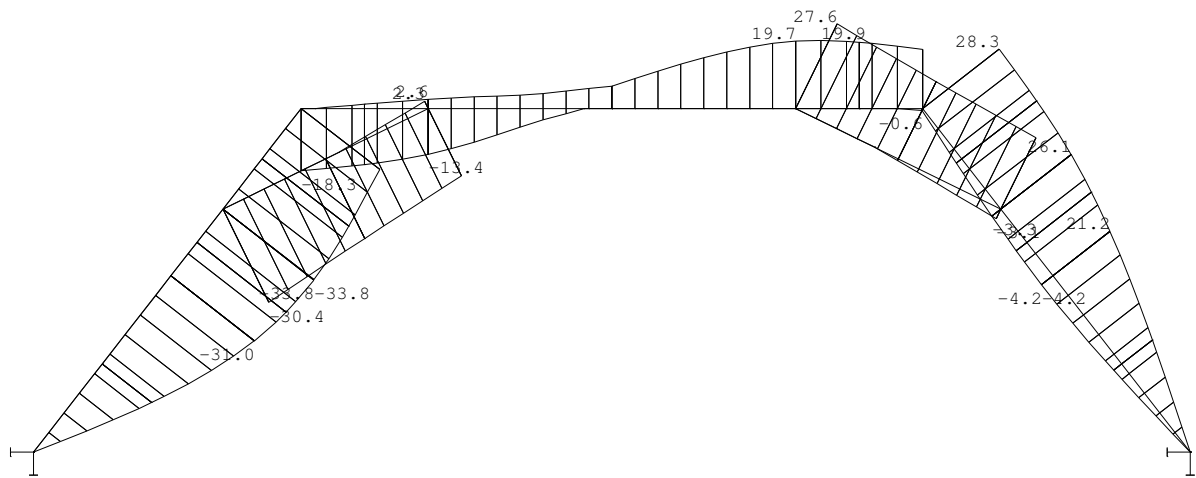
Vnitřní síly - N na prutu(ech). Únos. kombi : 1/22

Program : IDA Nexis32 release 3.60.15  
Plná vazba - PV1 - břidlice



Reakce. Únos. kombi : 1/22

Program : IDA Nexis32 release 3.60.15  
Plná vazba - PV1 - břídlice



Deformace - uz na prutu(ech). Použ. kombi : 1/28



## Plná vazba - PV1 - eternit

### Zatížení

podle národní přílohy ČSN EN 1990

tab. 2.2.B1, výraz 2.1a

$\gamma_{G,j} =$

1,35

$\gamma_{Q,1} =$

1,50

		kN	$\gamma F$	kN
1. vlastní hmotnost prvků vazby	IDA Nexis			
2. stálé - střecha 36 st	0,425*5,42/2*zš	4,757	1,35	6,422
3. nahodilé - sněh 36 st	0,777*5,42/2*zš	8,696	1,50	13,045
4. nahodilé - vítr $\perp$ k hřebeni 36 st	0,281*5,42/2*zš	3,145	1,50	4,718
5. nahodilé - vítr $\perp$ k hřebeni 36st	-0,187*5,42/2*zš	-2,093	1,50	-3,139
6. stálé - střecha 52 st, vaznice 4/T	0,425*2,67*zš	4,687	1,35	6,327
7. stálé - střecha 52 st, vaznice 7/T	0,425*2,59/2*zš	2,273	1,35	3,069
8. nahodilé - sněh 52 st, 4/T	0,197*2,67*zš	2,172	1,50	3,259
9. nahodilé - sněh 52 st, 7/T	0,197*2,59/2*zš	1,054	1,50	1,580
10. nahodilé - vítr $\perp$ k hřebeni 52 st	0,289*2,67*zš	3,187	1,50	4,780
11. nahodilé - vítr $\perp$ k hřebeni 52 st	0,289*2,59/2*zš	1,546	1,50	2,319
12. nahodilé - vítr $\perp$ k hřebeni 52st	-0,089*2,67*zš	-0,981	1,50	-1,472
13. nahodilé - vítr $\perp$ k hřebeni 52st	-0,089*2,59/2*zš	-0,476	1,50	-0,714
vodorovné zatížení od větru				
14. nahodilé - vítr $\perp$ k hřebeni 36 st	0,204*5,42/2*zš	2,283	1,50	3,425
15. nahodilé - vítr $\perp$ k hřebeni 36 st	-0,136*5,42/2*zš	-1,522	1,50	-2,283
16. nahodilé - vítr $\perp$ k hřebeni 52 st	0,37*2,67*zš	4,080	1,50	6,120
17. nahodilé - vítr $\perp$ k hřebeni 52 st	0,37*2,59/2*zš	1,979	1,50	2,968
18. nahodilé - vítr $\perp$ k hřebeni 52st	-0,114*2,67*zš	-1,257	1,50	-1,886
19. nahodilé - vítr $\perp$ k hřebeni 52st	-0,114*2,59/2*zš	-0,610	1,50	-0,915

zatěžovací šířka vazby

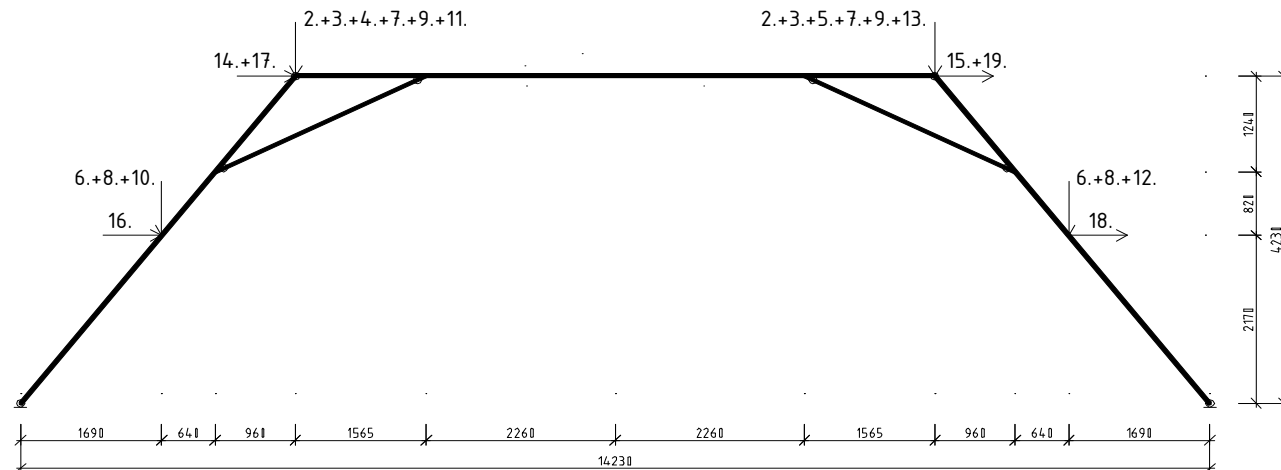
$zš = (4,31+3,95)/2 =$

4,13 m

### Výpočet vnitřních sil

program IDA Nexis, str. 57 až 61

statické schéma



Posouzení rozpěry - 9/T

... str. 53, 54

Posouzení vzpěry - 5/T

... str. 55, 56

### Přetvoření - průhyb

... program IDA Nexis, str. 61

maximální průhyb

$y_{maxI} =$

33,10 mm

$l =$

5350 mm

Dovolený průhyb

$y_{dov} = l/150 = 5350/150 =$

35,67 mm

$y_{dov} =$	35,67 mm	>	$y_{max} =$	33,10 mm
-------------	----------	---	-------------	----------

průhyb vyhoví

# ROZPĚRA 9 / T - POSOUZENÍ TLAKU, OHYBU A SMYKU - ETERNIT

Typ dřeva : ROSTLÉ DŘEVO

Třída provozu : 2 ▼

Je charakterizována vlhkostí materiálu odpovídající teplotě 20°C a relativní vlhkosti okolního vzduchu přesahujícího 85% pouze po několik týdnů v roce ve třídě provozu 2 nepřesahuje průměrná vlhkost u většiny dřeva jehličnatých dřevin 20%.

- při výpočtu není použito součinitele  $k_h$  pro zvětšení pevnosti dřeva

Třída pevnosti : C22 ▼

Charakteristická pevnost v ohybu :

$$f_{m,k} = 22 \text{ [Mpa]}$$

Charakteristická pevnost v tlaku :

$$f_{c,0,k} = 20,1 \text{ [Mpa]}$$

Charakteristická pevnost ve smyku :

$$f_{v,k} = 2,4 \text{ [Mpa]}$$

Součinitel vlastnosti materiálu :

Kombinace zatížení  
☒ základní ☐ mimořádná

$$\gamma_m = 1,3$$

Rozhodující je zatížení : Střednědobé ▼

$$k_{mod} = 0,8 \text{ - modifikační součinitel pevnosti pro třídy provozu a třídy trvání zatížení}$$

Jestliže se kombinace zatížení skládá ze zatížení příslušejících k různým třídám trvání zatížení má se zvolit hodnota  $k_{mod}$ , která odpovídá zatížení s nejkratší dobou trvání, např. pro kombinaci zatížení stálé a krátkodobé se má použít hodnota  $k_{mod}$  odpovídající krátkodobému zatížení. (3.1.3)

Délka prutu L : 4,500 m

Štíhlostní poměry :

$$L_{ef,y} = 1 \text{ souč} \cdot L = 4,500 \text{ m} \quad \lambda_y = L_{ef,y} \cdot i_y = 60,0$$

$$\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi} \sqrt{f_{c,0,k} / E_{0,05}} = 1,045$$

$$L_{ef,z} = 1 \text{ souč} \cdot L = 4,500 \text{ m} \quad \lambda_z = L_{ef,z} \cdot i_z = 97,4$$

$$\lambda_{rel,z} = \frac{\lambda_z}{\pi} \sqrt{f_{c,0,k} / E_{0,05}} = 1,698$$

$$L_{klop} = 1 \quad 4,500 \text{ m}$$

Geometrie profilu :

h	x	b
PROFIL 260	x	160 mm
výška	x	

Průřezové charakteristiky :

$$I_y = 234,3 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$W_y = 1802,7 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$i_y = 75,1 \text{ mm}$$

$$A = 41,60 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$$

$$I_z = 88,7 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$W_z = 1109,3 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$i_z = 46,2 \text{ mm}$$

- plocha průřezu

- moment setrvačnosti

- průřez. modul

- poloměr setrvačnosti

Vnitřní síly působící na profil:

$$M_{sdy} = 19,6 \text{ kNm}$$

$$M_{sdz} = 0 \text{ kNm}$$

$$V_{sdy} = 12,7 \text{ kN}$$

$$V_{sdz} = 0 \text{ kN}$$

$$N_{sd} = 34 \text{ kN}$$

$$\beta_c = 0,20 \text{ pro rostlé dřevo}$$

Součinitele vzpěrnosti :

$$k_{cy} = 0,5(1 + \beta_c(\lambda_{rel,y} - 0,3)) + \lambda_{rel,y}^2 = 1,12$$

$$k_{cz} = 0,5(1 + \beta_c(\lambda_{rel,z} - 0,3)) + \lambda_{rel,z}^2 = 2,08$$

$$k_{c,min} = 0,30$$

$$k_{cy} = \frac{1}{k_{cy} + \sqrt{k_{cy}^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = 0,66$$

$$k_{cz} = \frac{1}{k_{cz} + \sqrt{k_{cz}^2 - \lambda_{rel,z}^2}} = 0,30$$

Účinná délka nosníku závislá na podmínkách uložení :

$$l_{ef} = 4,50 \text{ m}$$

Krytické napětí v ohybu :

$$\sigma_{merit} = \frac{0,78 \cdot b^2}{h \cdot l_{ef}} \cdot E_{0,05} = 114,35 \text{ Mpa}$$

Poměrná štíhlost v ohybu :

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{m,k}}{\sigma_{merit}}} = 0,439 \text{ Mpa}$$

Poměr rozpětí k typu nosníku

☒ 1,00 ☐ 0,90 ☐ 0,80 ☐ 0,50

Součinitel v důsledku příčné a torzní nestability :

$$k_{crit} = \begin{cases} 1 & \text{pro } \lambda_{rel,m} \leq 0,75 \\ 1,56 - 0,75\lambda_{rel,m} & \text{pro } 0,75 < \lambda_{rel,m} \leq 1,4 \\ \frac{1}{\lambda_{rel,m}^2} & \text{pro } 1,4 < \lambda_{rel,m} \end{cases} = 1,000$$

### Návrhová napětí:

$\sigma_{c,0,d} =$	<b>0,82</b>	MPa	$\leq k_{c,min} f_{c,0,d} =$	<b>3,76</b>	MPa	<b>VYHOVUJE</b>
$\sigma_{m,y,d} =$	<b>10,87</b>	MPa	$\leq k_{crit,y} f_{m,0,d} =$	<b>13,54</b>	MPa	<b>VYHOVUJE</b>
$\sigma_{m,z,d} =$	<b>0,00</b>	MPa	$\leq k_{crit,z} f_{m,z,d} =$	<b>13,54</b>	MPa	<b>VYHOVUJE</b>
$k_m =$	<b>0,70</b>	- pro obdélníkové průřezy				

### Posouzení kombinace napětí:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,0,d}}{k_{crit,y} f_{m,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\underline{0,90} < 1$$

**VYHOVUJE**

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,0,d}}{f_{m,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{k_{crit,z} f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\underline{0,78} < 1$$

**VYHOVUJE**

### Posouzení napětí ve smyku:

$$\tau_d \leq f_{v,d}$$
$$\tau_{v,y} = \frac{3 V_{sdy}}{2 bh} = \underline{0,46} \text{ MPa}$$
$$\tau_{v,z} = \frac{3 V_{sdz}}{2 bh} = \underline{0,00} \text{ MPa}$$

### Dvojosá napjatost ve smyku:

$$\frac{\sqrt{\tau_{v,y}^2 + \tau_{v,z}^2}}{f_{v,d}} \leq 1$$

$$\underline{0,31} \leq 1 \text{ VYHOVUJE}$$

**Využití průřezu : 90 %**

### Kontrola štíhlosti prvku:

ČSN EN 1995-1-1 nepředepisuje žádné mezní hodnoty štíhlosti tlačných prvků. Program přesto provádí výpočet štíhlosti a porovnává je s mezními hodnotami stanovenými ve staré české normě ČSN 73 1401. Toto porovnání nemá však vliv na výsledek posouzení prvku a slouží pouze pro informaci uživatele.

#### Konstrukční prvky

- ☒ Sloupy a podporové stojky
- ☐ Tlačené části vazníků celistvé
- ☐ Tlačené části vazníků členěné a složené
- ☐ Vyztužovací a jejich části

#### Mezní štíhlost poměr Lamda pro konstrukci

- ☒ Trvalé
- ☐ Dočasné a pomocné

$$\lambda_y = \lambda_{ef,y} \cdot i_y = 60,0 \leq 120$$

Štíhlost vyhovuje

$$\lambda_z = \lambda_{ef,z} \cdot i_z = 97,4 \leq 120$$

Štíhlost vyhovuje

# VZPĚRA 5 / T - POSOUZENÍ TLAKU, OHYBU A SMYKU - ETERNIT

Typ dřeva : ROSTLÉ DŘEVO

Třída provozu : 2 ▼

Je charakterizována vlhkostí materiálu odpovídající teplotě 20°C a relativní vlhkosti okolního vzduchu přesahujícího 85% pouze po několik týdnů v roce ve třídě provozu 2 nepřesahuje průměrná vlhkost u většiny dřeva jehličnatých dřevin 20%.

- při výpočtu není použito součinitele  $k_h$  pro zvětšení pevnosti dřeva

Třída pevnosti : C22 ▼

Charakteristická pevnost v ohybu :

$$f_{m,k} = 22 \text{ [Mpa]}$$

Charakteristická pevnost v tlaku :

$$f_{c,0,k} = 20,1 \text{ [Mpa]}$$

Charakteristická pevnost ve smyku :

$$f_{v,k} = 2,4 \text{ [Mpa]}$$

Součinitel vlastnosti materiálu :

Kombinace zatížení  
☒ základní ☐ mimořádná

$$\gamma_m = 1,3$$

Rozhodující je zatížení : Střednědobé ▼

$$k_{mod} = 0,8 \text{ - modifikační součinitel pevnosti pro třídy provozu a třídy trvání zatížení}$$

Jestliže se kombinace zatížení skládá ze zatížení příslušejících k různým třídám trvání zatížení má se zvolit hodnota  $k_{mod}$ , která odpovídá zatížení s nejkratší dobou trvání, např. pro kombinaci zatížení stálé a krátkodobé se má použít hodnota  $k_{mod}$  odpovídající krátkodobému zatížení. (3.1.3)

Délka prutu L : 2,750 m

Štíhlostní poměry :

$$L_{ef,y} = 1 \text{ souč} \cdot L = 2,750 \text{ m} \quad \lambda_y = L_{ef,y} \cdot i_y = 31,8$$

$$\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi} \sqrt{f_{c,0,k} / E_{0,05}} = 0,554$$

$$L_{ef,z} = 1 \text{ souč} \cdot L = 2,750 \text{ m} \quad \lambda_z = L_{ef,z} \cdot i_z = 56,0$$

$$\lambda_{rel,z} = \frac{\lambda_z}{\pi} \sqrt{f_{c,0,k} / E_{0,05}} = 0,977$$

$$L_{klop} = 1 \quad 2,750 \text{ m}$$

Geometrie profilu :

	h	x	b
PROFIL	300	x	170 mm
	výška	x	

Průřezové charakteristiky :

$$I_y = 382,5 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$W_y = 2550,0 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$i_y = 86,6 \text{ mm}$$

$$A = 51,00 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$$

$$I_z = 122,8 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$W_z = 1445,0 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$i_z = 49,1 \text{ mm}$$

- plocha průřezu

- moment setrvačnosti

- pruž. modul

- poloměr setrvačnosti

Vnitřní síly působící na profil:

$$M_{sdy} = 31,6 \text{ kNm}$$

$$M_{sdz} = 0 \text{ kNm}$$

$$V_{sdy} = 11,7 \text{ kN}$$

$$V_{sdz} = 0 \text{ kN}$$

$$N_{sd} = 42,9 \text{ kN}$$

$$\beta_c = 0,20 \text{ pro rostlé dřevo}$$

Součinitele vzpěrnosti :

$$k_{cy} = 0,5(1 + \beta_c(\lambda_{rel,y} - 0,3)) + \lambda_{rel,y}^2 = 0,68$$

$$k_{cz} = 0,5(1 + \beta_c(\lambda_{rel,z} - 0,3)) + \lambda_{rel,z}^2 = 1,04$$

$$k_{c,min} = 0,71$$

$$k_{cy} = \frac{1}{k_{cy} + \sqrt{k_{cy}^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = 0,93$$

$$k_{cz} = \frac{1}{k_{cz} + \sqrt{k_{cz}^2 - \lambda_{rel,z}^2}} = 0,71$$

Účinná délka nosníku závislá na podmínkách uložení :

$$l_{ef} = 2,75 \text{ m}$$

Krytické napětí v ohybu :

$$\sigma_{merit} = \frac{0,78 \cdot b^2}{h \cdot l_{ef}} \cdot E_{0,05} = 183,07 \text{ Mpa}$$

Poměrná štíhlost v ohybu :

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{m,k}}{\sigma_{merit}}} = 0,347 \text{ Mpa}$$

Poměr rozpětí k typu nosníku

☒ 1,00 ☐ 0,90 ☐ 0,80 ☐ 0,50

Součinitel v důsledku příčné a torzní nestability :

$$k_{crit} = \begin{cases} 1 & \text{pro } \lambda_{rel,m} \leq 0,75 \\ 1,56 - 0,75\lambda_{rel,m} & \text{pro } 0,75 < \lambda_{rel,m} \leq 1,4 \\ \frac{1}{\lambda_{rel,m}^2} & \text{pro } 1,4 < \lambda_{rel,m} \end{cases} = 1,000$$

### Návrhová napětí:

$\sigma_{c,0,d} =$	<b>0,84</b>	MPa	$\leq k_{c,min} f_{c,0,d} =$	<b>8,74</b>	MPa	<b>VYHOVUJE</b>
$\sigma_{m,y,d} =$	<b>12,39</b>	MPa	$\leq k_{crit,y} f_{m,0,d} =$	<b>13,54</b>	MPa	<b>VYHOVUJE</b>
$\sigma_{m,z,d} =$	<b>0,00</b>	MPa	$\leq k_{crit,z} f_{m,z,d} =$	<b>13,54</b>	MPa	<b>VYHOVUJE</b>
$k_m =$	<b>0,70</b>	- pro obdélníkové průřezy				

### Posouzení kombinace napětí:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,0,d}}{k_{crit,y} f_{m,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\underline{0,91} < 1$$

**VYHOVUJE**

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,0,d}}{f_{m,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{k_{crit,z} f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\underline{0,74} < 1$$

**VYHOVUJE**

### Posouzení napětí ve smyku:

$$\tau_d \leq f_{v,d}$$

$$\tau_{v,y} = \frac{3 V_{sdy}}{2 bh} = \underline{0,34} \text{ MPa}$$

$$\tau_{v,z} = \frac{3 V_{sdz}}{2 bh} = \underline{0,00} \text{ MPa}$$

### Dvojosá napjatost ve smyku:

$$\frac{\sqrt{\tau_{v,y}^2 + \tau_{v,z}^2}}{f_{v,d}} \leq 1$$

$$\underline{0,24} \leq 1 \text{ VYHOVUJE}$$

**Využití průřezu : 91 %**

### Kontrola štíhlosti prvku:

ČSN EN 1995-1-1 nepředepisuje žádné mezní hodnoty štíhlosti tlačných prvků. Program přesto provádí výpočet štíhlosti a porovnává je s mezními hodnotami stanovenými ve staré české normě ČSN 73 1401. Toto porovnání nemá však vliv na výsledek posouzení prvku a slouží pouze pro informaci uživatele.

#### Konstrukční prvky

- ☒ Sloupy a podporové stojky
- ☐ Tlačené části vazníků celistvé
- ☐ Tlačené části vazníků členěné a složené
- ☐ Vyztužovací a jejich části

#### Mezní štíhlost poměr Lamda pro konstrukci

- ☒ Trvalé
- ☐ Dočasné a pomocné

$$\lambda_y = l_{ef,y} \cdot i_y = 31,8 \leq 120$$

Štíhlost vyhovuje

$$\lambda_z = l_{ef,z} \cdot i_z = 56,0 \leq 120$$

Štíhlost vyhovuje

# VAZNÝ TRÁM 13 / T - POSOUZENÍ TAH ROVNOBĚŽNĚ S VLÁKNY

Typ dřeva : ROSTLÉ DŘEVO

Třída provozu : 2 ▼

Je charakterizována vlhkostí materiálu odpovídající teplotě 20°C a relativní vlhkosti okolního vzduchu přesahujícího 85% pouze po několik týdnů v roce ve třídě provozu 2 nepřesahuje průměrná vlhkost u většiny dřeva jehličnatých dřevin 20%.

Třída pevnosti : C22 ▼

- při výpočtu není použito součinitele  $k_h$  pro zvětšení pevnosti dřeva

Charakteristická pevnost v tahu II s vlákny :

$f_{t,0,k} = 13,2$  [Mpa]

Návrhová pevnost v tahu II s vlákny :

Součinitel vlastnosti materiálu :

Kombinace zatížení  
☒ základní ☐ mimořádná

$\gamma_m = 1,3$

Rozhodující je zatížení :

Střednědobé ▼

$k_{mod} = 0,8$  - modifikační součinitel pevnosti pro třídy provozu a třídy trvání zatížení

Jestliže se kombinace zatížení skládá ze zatížení příslušejících k různým třídám trvání zatížení má se zvolit hodnota  $k_{mod}$ , která odpovídá zatížení s nejkratší dobou trvání, např. pro kombinaci zatížení stálé a krátkodobé se má použít hodnota  $k_{mod}$  odpovídající krátkodobému zatížení. (3.1.3)

$f_{t,0,d} = 8,12$  MPa

Geometrie profilu :

	h	x	b
PROFIL	200	x	230 mm
	výška	x	šířka

Průřezové charakteristiky :

$A = 46,00 \cdot 10^3$  mm<sup>2</sup>

Návrhové normálové napětí:

$N_{sd} = 41,7$  kN

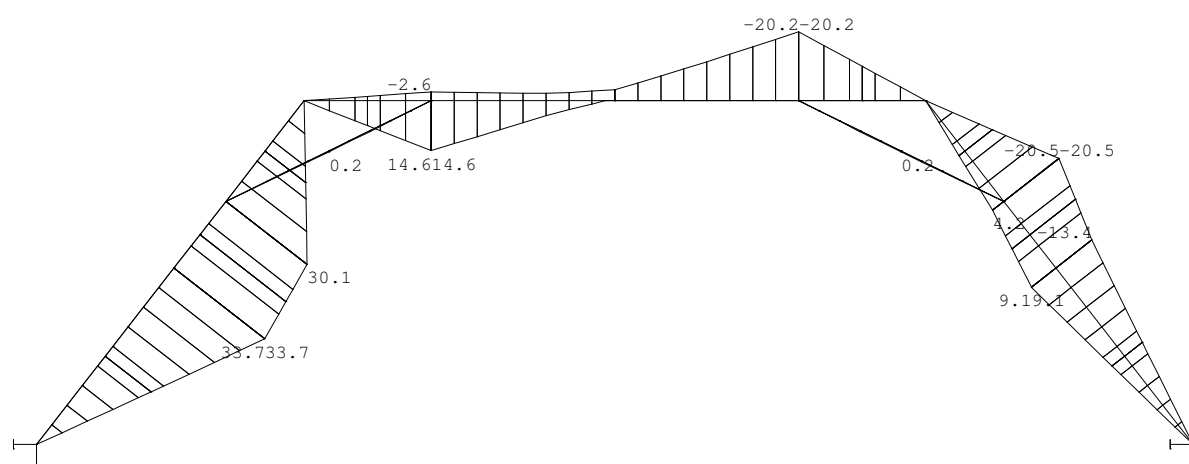
$\sigma_{t,0,d} = 0,91$  MPa  $\leq f_{t,0,d}$



VYHOVUJE

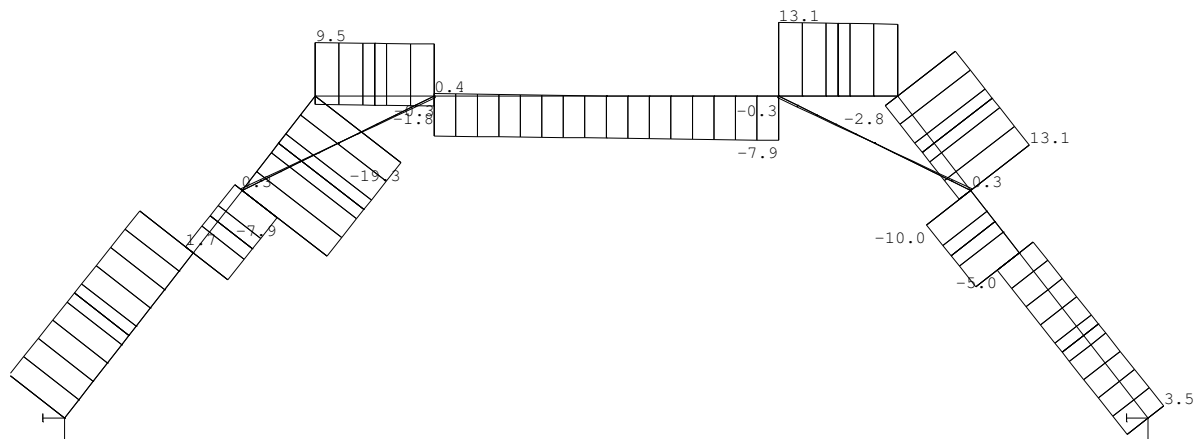
Využití průřezu : 11 %

Program : IDA Nexis32 release 3.60.15  
Plná vazba - PV1 - eternit



Vnitřní síly - M na prutu(ech). Únos. kombi : 1/22

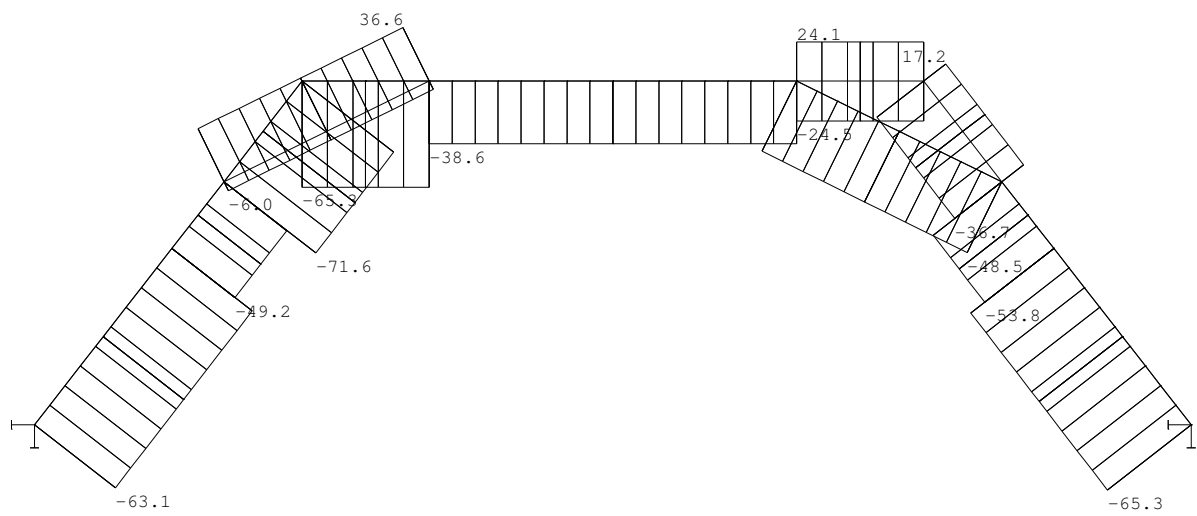
Program : IDA Nexis32 release 3.60.15  
 Plná vazba - PV1 - eternit



Vnitřní síly - V na prutu(ech). Únos. kombi : 1/22

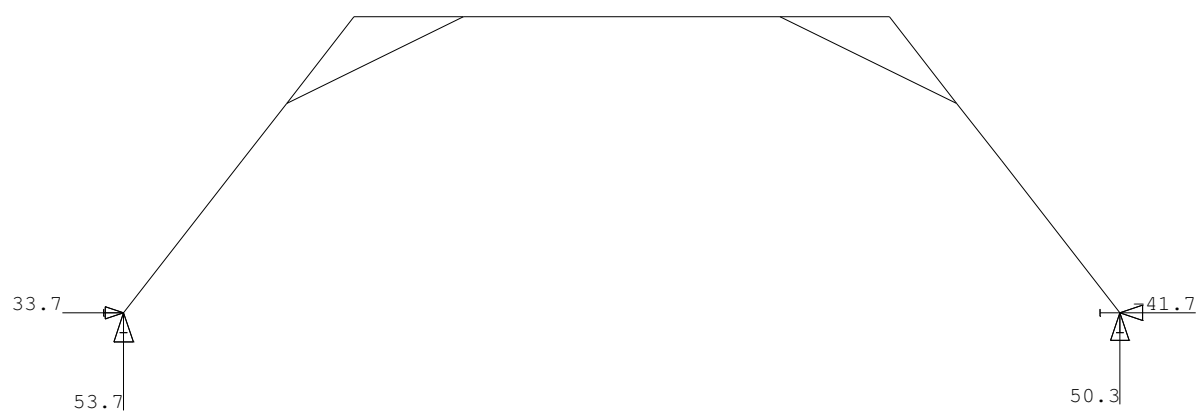


Program : IDA Nexis32 release 3.60.15  
Plná vazba - PV1 - eternit



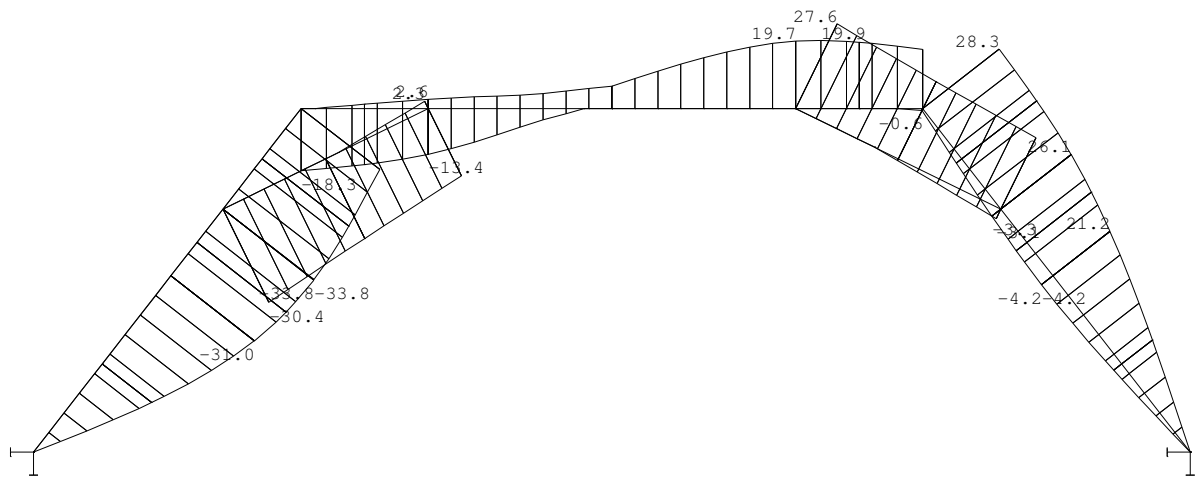
Vnitřní síly - N na prutu(ech). Únos. kombi : 1/22

Program : IDA Nexis32 release 3.60.15  
Plná vazba - PV1 - eternit



Reakce. Únos. kombi : 1/22

Program : IDA Nexis32 release 3.60.15  
Plná vazba - PV1 - eternit



Deformace - uz na prutu(ech). Použ. kombi : 1/28

## **Použité podklady, normy, technické předpisy a literatura**

### Podklady

Projekt: Dům včelařů Chlebovice – výměna střešní krytiny  
k.ú. Chlebovice [651150], parc. č. 484  
Ing. Helena Kubinová, 10/2019, dokumentace pro provádění  
stavby, stavebně - konstrukční řešení

### Použité normy, technické předpisy a literatura

ČSNEN 1991-1-1 (73 0035)	Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení
ČSNEN 1992-1-1 (73 1201)	Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
ČSNEN 1993-1-1 (73 1401)	Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
ČSNEN 1995-1-1 (73 1701)	Navrhování dřevěných konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla
ČSNEN 1996-1-1 +A1 (73 1101)	Navrhování zděných konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla pro vyztužené a nevyztužené zděné konstrukce
ČSNEN 1997-1 (73 1000)	Navrhování geotechnických konstrukcí – Část 1: Obecná pravidla