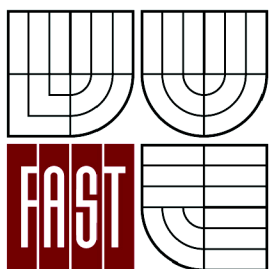


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ  
ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING  
INSTITUTE OF METAL AND TIMBER STRUCTURES

# DŘEVĚNÁ NOSNÁ KONSTRUKCE HOTELOVÉHO OBJEKTU

TIMBER LOAD BEARING STRUCTURE OF A HOTEL BUILDING

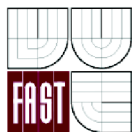
BAKALÁŘSKÁ PRÁCE  
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE  
AUTHOR

MICHAL JANČI

VEDOUCÍ PRÁCE  
SUPERVISOR

doc. Ing. BOHUMIL STRAKA, CSc.



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

**Studijní program** B3607 Stavební inženýrství  
**Typ studijního programu** Bakalářský studijní program s prezenční formou studia  
**Studijní obor** 3647R013 Konstrukce a dopravní stavby  
**Pracoviště** Ústav kovových a dřevěných konstrukcí

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

**Student** Michal Jančí

**Název** Dřevěná nosná konstrukce hotelového objektu

**Vedoucí bakalářské práce** doc. Ing. Bohumil Straka, CSc.

**Datum zadání bakalářské práce** 30. 11. 2012

**Datum odevzdání bakalářské práce** 24. 5. 2013

V Brně dne 30. 11. 2012

.....  
doc. Ing. Marcela Karmazínová, CSc.  
Vedoucí ústavu

.....  
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc.  
Děkan Fakulty stavební VUT

## **Podklady a literatura**

Architektonický návrh se základními dispozičními parametry.

Literatura:

1. Dřevěné konstrukce podle Eurokódu 5, Structural Timber Education Programme, Part 1, Navrhování a konstrukční materiály. Centrum Hout, The Netherlands, 1995, STEP 1 - autorizovaný překlad Koželouh, B., 1998
2. Dřevěné konstrukce podle Eurokódu 5, Structural Timber Education Programme, Part 2, Navrhování a konstrukční detaily. Centrum Hout, The Netherlands, 1995, STEP 2 - autorizovaný překlad Koželouh, B., 2004
3. ČSN EN 1995-1-1 Navrhování dřevěných konstrukcí
4. Straka, B., Sýkora, K. Dřevěné konstrukce. Studijní opora, Modul BO03-MO1 až BO03-MO5
5. Navrhování, výpočet a posuzování dřevěných stavebních konstrukcí, Koželouh, B., IC ČKAIT, 2009
6. Odborné publikace v časopisech a sbornících, které se vztahují k řešené problematice, podle doporučení vedoucího bakalářské práce

## **Zásady pro vypracování**

Předmětem bakalářské práce je návrh nosné konstrukce hotelového objektu s použitím dřeva, materiálů na bázi dřeva, respektive sádrovláknitých desek, a ocelových prvků. Rozpětí konstrukce je přibližně do 15 m. Klimatická zatížení uvažovat pro oblast jihomoravského kraje.

Předepsané přílohy bakalářské práce:

- Zadání
- Technická zpráva
- Statický výpočet nosné konstrukce
- Výkresová dokumentace v rozsahu stanoveném vedoucím práce
- Orientační výkaz spotřeby materiálu

## **Předepsané přílohy**

.....  
doc. Ing. Bohumil Straka, CSc.  
Vedoucí bakalářské práce

## **Abstrakt**

Bakalářská práce se zabývá návrhem a posouzením dřevěné nosné konstrukce hotelového objektu v Koutech nad Desnou, v Jeseníkách, v nadmořské výšce 606m.n.m. Objekt má obdélníkový půdorys o rozměrech přibližně 36x16m. Spodní stavba je řešena jako těžký skelet o dvou patrech a podkroví. Sloupy jsou navrženy jako kyvné stojky, ztužení je řešeno soustavou ztužidel a vzpěr. Zastřešení objektu je řešeno vaznicovou krovovou soustavou s trojitou stojatou stolicí. Důraz je kladen na použití běžně dostupných profilů řeziva. Opláštění objektu bude řešeno sádrovláknitými deskami Fermacell.

## **Klíčová slova**

dřevěná konstrukce, horský hotel, těžký skelet, sádrovláknité desky, vaznicová soustava, stojatá stolice, ztužidla, sněhové návěje, tesařské spoje, hřebíkové spoje

## **Abstract**

The bachelor's thesis deals with the design and assessment of the timber load bearing structure of a hotel building in Kouty nad Desnou, Jeseníky, at an altitude of 606 metres above sea level. The object has a rectangular shape with dimensions approximately 36x16m. The lower part of the structure is designed as a two-floor heavy frame and an attic. The columns are designed as swinging angles, and stiffening is solved by a set of bracings and struts. The roofing of the object is solved by purlin truss system with a triple vertical stool. The emphasis is placed on the use of commercially available timber beams. The sheathing of the structure will be solved by Fermacell gypsum boards.

## **Keywords**

timber structure, mountain hotel, heavy frame, gypsum boards, purlin truss system, vertical stool, bracings, snow drifts, carpentry joints, nailed joints

...

## **Bibliografická citace VŠKP**

JANČI, Michal. *Dřevěná nosná konstrukce hotelového objektu*. Brno, 2013. 147 s., 175 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav kovových a dřevěných konstrukcí. Vedoucí práce doc. Ing. Bohumil Straka, CSc..

**Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 24.5.2013

.....  
podpis autora  
Michal Jančí

# **PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY VŠKP**

## **Prohlášení:**

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané práce je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 24.5.2013

.....  
podpis autora  
Michal Jančí

## Seznam použitých zdrojů

### Technické normy a odborná literatura:

- [1] ČSN EN 1995-1-1 *Navrhování dřevěných konstrukcí*
- [2] *Dřevěné konstrukce podle Eurokódu 5, Structural Timber Education Programme, Part 1, Navrhování a konstrukční materiály*. Centrum Hout, The Netherlands, 1995, STEP 1 - autorizovaný překlad Koželouh, B., 1998, ISBN 80-238-2620-4.
- [3] *Dřevěné konstrukce podle Eurokódu 5, Structural Timber Education Programme, Part 2, Navrhování a konstrukční detaily*. Centrum Hout, The Netherlands, 1995, STEP 2 - autorizovaný překlad Koželouh, B., 2004, ISBN 80-86769-13-5.
- [4] ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: *Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb*. Praha: Český normalizační institut, březen 2004. 44 s.
- [5] ČSN EN 1991-1-3 Eurokód 1: *Zatížení konstrukcí - Část 1-3: Obecná zatížení - zatížení sněhem*. Praha: Český normalizační institut, červen 2005. 51 s.
- [6] ČSN EN 1991-1-4 Eurokód 1: *Zatížení konstrukcí - Část 1-4: Obecná zatížení - zatížení větrem*. Praha: Český normalizační institut, duben 2007. 126 s.
- [7] ČSN EN 1993-1-1 Eurokód 3: *Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby*. Praha: Český normalizační institut, prosinec 2006, 96 s.
- [8] KUKLÍK, P., KUKLÍKOVÁ, A. *Navrhování dřevěných konstrukcí: příručka k ČSN EN 1995-1-1*. 1. vyd. Praha: Pro Ministerstvo pro místní rozvoj a Českou komoru autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě vydalo Informační centrum ČKAIT, 2010, 140 s. ISBN 978-80-87093-88-7
- [9] STRAKA, B., SÝKORA, K. *Dřevěné konstrukce*. Studijní opora, Modul BO03 – M01 až BO03 – M05, Intranet fakulty stavební VUT v Brně.
- [10] VINAŘ J., KOL., *Historické krovy*; Grada publishing, 2010, 448 s. ISBN 978-80-247-3038-7
- [11] KUKLÍK, P. *Dřevěné konstrukce*. Praha: Informační centrum ČKAIT, 2005, 172 s.

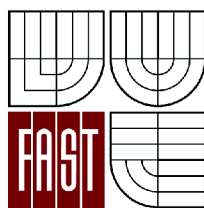
### Internetové zdroje:

- [12] M.T.A. [online]. Sortiment a vlastnosti OSB desek. Dostupné z WWW: <[http://www.mta.cz/Documents/Products/Eurostrand-OSB-3\\_E0-Tech.list\\_CZ.pdf](http://www.mta.cz/Documents/Products/Eurostrand-OSB-3_E0-Tech.list_CZ.pdf)>, <<http://www.mta.cz/Documents/Products/sterling-osb-podklady-pro-dimenzovani.pdf>>.
- [13] BC projekt [online]. Základní architektonický návrh. Dostupné z WWW: <<http://www.arch.cz/blank/?1100390003730077180016210>>.
- [14] Rothoblaas [online]. Katalog ocelových spojovacích prostředků. Dostupné z WWW: <[http://www.rothoblaas.com/uploads/media/rothofixing-cz\\_07.pdf](http://www.rothoblaas.com/uploads/media/rothofixing-cz_07.pdf)>.
- [15] STRAKA B. [online]. Semináře ČKAIT. Dostupné z WWW: <[http://www.ckait.cz/sites/default/files/EC5\\_drevene\\_konstrukce\\_Seminar1.pdf](http://www.ckait.cz/sites/default/files/EC5_drevene_konstrukce_Seminar1.pdf)>.



## **Poděkování**

Poděkování patří především mým rodičům za jejich podporu po celou dobu mého studia a také panu doc. Ing. Bohumilu Strakovi, CSc. za jeho trpělivost, ochotu a cenné rady při zpracování mé bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat všem, kteří mě na stavební fakultě učili, za vědomosti, které jsem od nich získal. Poděkování patří také kolektivu zaměstnanců firmy Penti Prefab, zejména jejímu vedení za to, že mi umožnili první kontakt s praxí v oboru dřevěných konstrukcí.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ  
FAKULTA STAVEBNÍ

## POPISNÝ SOUBOR ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

**Vedoucí práce** doc. Ing. Bohumil Straka, CSc.

**Autor práce** Michal Jančí

**Škola** Vysoké učení technické v Brně

**Fakulta** Stavební

**Ústav** Ústav kovových a dřevěných konstrukcí

**Studijní obor** 3647R013 Konstrukce a dopravní stavby

**Studijní program** B3607 Stavební inženýrství

**Název práce** Dřevěná nosná konstrukce hotelového objektu

**Název práce v anglickém jazyce** Timber load bearing structure of a hotel building

**Typ práce** Bakalářská práce

**Přidělovaný titul** Bc.

**Jazyk práce** Čeština

**Datový formát elektronické verze** pdf, dwf

**Anotace práce** Bakalářská práce se zabývá návrhem a posouzením dřevěné nosné konstrukce hotelového objektu v Koutech nad Desnou, v Jeseníkách, v nadmořské výšce 606m.n.m. Objekt má obdélníkový půdorys o rozměrech přibližně 36x16m. Spodní stavba je řešena jako těžký skelet o dvou patrech a podkroví. Sloupy jsou navrženy jako kyvné stojky, ztužení je řešeno soustavou ztužidel a vzpěr. Zastřešení objektu je řešeno vaznicovou krovovou soustavou s trojitou stojatou stolicí. Důraz je kladen na použití běžně dostupných profilů řeziva. Opláštění objektu bude řešeno sádrovláknitými deskami Fermacell.

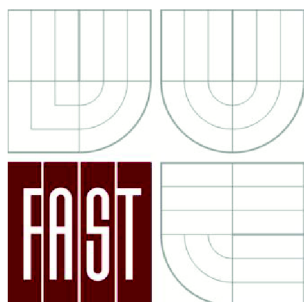
**Anotace práce v anglickém jazyce** The bachelor's thesis deals with the design and assessment of the timber load bearing structure of a hotel building in Kouty nad Desnou, Jeseníky, at an altitude of 606 metres above sea level. The object has a rectangular shape with dimensions approximately 36x16m. The lower part of the structure is designed as a two-floor heavy frame and an attic. The columns are designed as swinging angles, and stiffening is solved by a set of bracings and struts.

The roofing of the object is solved by purlin truss system with a triple vertical stool. The emphasis is placed on the use of commercially available timber beams. The sheathing of the structure will be solved by Fermacell gypsum boards.

**Klíčová slova** dřevěná konstrukce, horský hotel, těžký skelet, sádrovláknité desky, vaznicová soustava, stojatá stolice, ztužidla, sněhové návěje, tesařské spoje, hřebíkové spoje

**Klíčová slova v anglickém jazyce** timber structure, mountain hotel, heavy frame, gypsum boards, purlin truss system, vertical stool, bracings, snow drifts, carpentry joints, nailed joints

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ  
FAKULTA STAVEBNÍ  
Ústav kovových a dřevěných konstrukcí



# BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

1 - TECHNICKÁ ZPRÁVA

## Obsah

1	Základní charakteristika konstrukce .....	2
1.1	Geometrické a dispoziční uspořádání konstrukce.....	2
1.2	Umístění konstrukce .....	2
2	Konstrukční řešení objektu .....	2
2.1	Spodní stavba.....	2
2.2	Krov .....	4
3	Montážní postup.....	5
4	Ochrana dřeva, oceli .....	6
4.1	Ochrana dřeva .....	6
4.2	Ochrana oceli.....	7
5	Softwarový výpočet .....	7

# **1 Základní charakteristika konstrukce**

## **1.1 Geometrické a dispoziční uspořádání konstrukce**

Navrhovaná konstrukce horského hotelu má půdorysný tvar obdélníka o rozměrech 16m x 36m v 1.NP, myšleno osové vzdálenosti krajních vazeb. Ve 2.NP se konstrukce rozšiřuje o přibližně 1,2m na obě strany o prostor balkonu. Nad 2.NP se nachází podkroví a krov o teoretickém rozpětí asi 18,4m ( vzdálenost mezi krajními podporami – balkonovými průvlaky ). Výška konstrukce v nejvyšším bodě je přibližně 12,9m. Hlavní sklon střechy je 37°.

Dispoziční uspořádání objektu vycházelo z modulové sítě o rozměru 4m x 4m a na základě tohoto dispozičního schématu bylo vytvořeno konstrukční řešení. V 1.NP jsou navrženy společné prostory a prostory zajišťující provoz hotelového objektu, 2.NP a podkroví jsou navrženy jako pobytové prostory.

## **1.2 Umístění konstrukce**

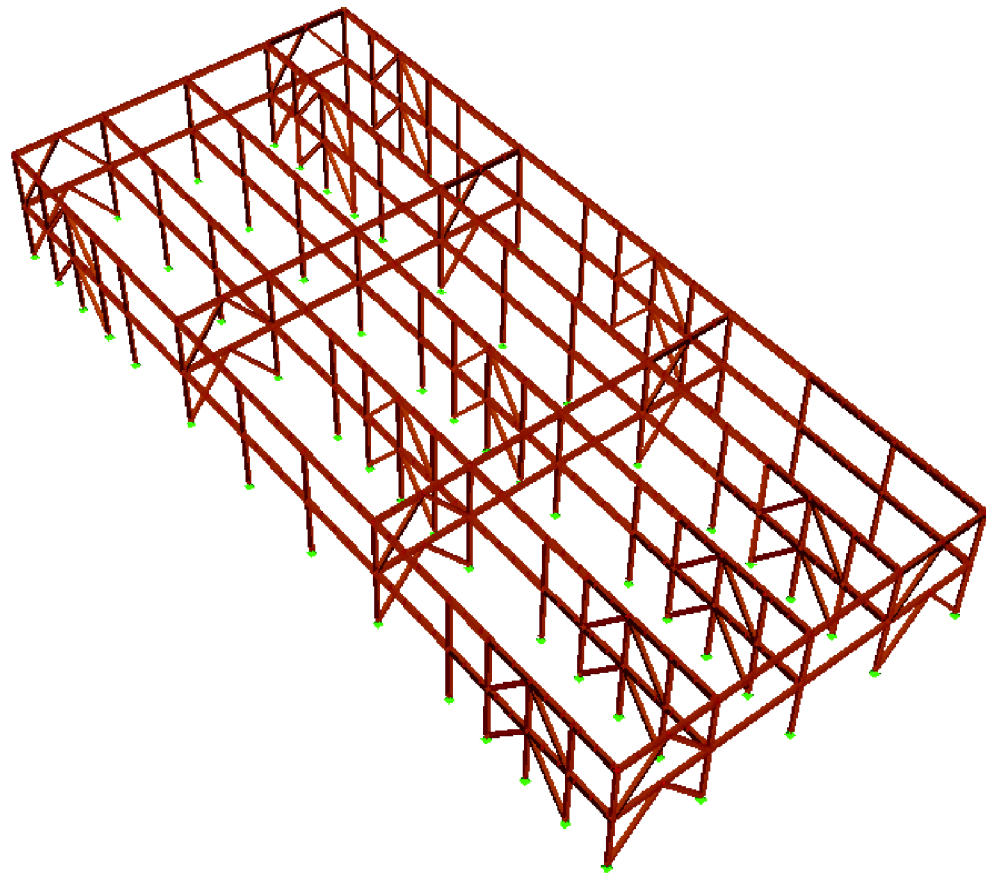
Konstrukce se bude nacházet v obci Kouty nad Desnou, v Jeseníkách, v nadmořské výšce 606m.n.m. Z tohoto parametru vyplývají údaje o klimatických zatíženích konstrukce.

# **2 Konstrukční řešení objektu**

## **2.1 Spodní stavba**

Spodní stavba, myšleno 1. a 2. NP, je řešena systémem těžkého skeletu s jednodílnými průvlaky i sloupy. Osové vzdálenosti sloupů jsou 4m v podélném i příčném směru. Sloupy jsou profilu 160x160mm z lepeného dřeva, případně z KVH hranolů. Na nich jsou uloženy hlavní nosné podélné průvlaky z lepeného dřeva profilu 160x300mm. Na tyto průvlaky jsou kolmo uloženy stropní trámy profilu 140x200mm. Konstrukční výška jednoho podlaží je 2,75m a vychází z rozměru sádrovláknitých desek Fermacell použitých na opláštění konstrukce. Prostorová tuhost konstrukce bude zajištěna systémem příčných a podélných ztužidel a tuhé

stropní desky vytvořené z OSB desek křížem kladených a spojených se stropními trámy příslušným počtem spojovacích prostředků – viz statický výpočet.



**Obr. 1: Konstrukční řešení spodní stavby**

Opláštění konstrukce budou tvořit sádro-vláknité desky Fermacell v kombinaci s tepelnou izolací. Rám pro přichycení desek budou tvořit sloupky 50x160mm z rostlého dřeva. Podrobná skladba opláštění ve statickém výpočtu. Skladba podlah bude tvořena dvěma deskami OSB tl.15mm, akustickou izolací a podlahou z palubek. Podhled bude tvořit sádrokarton a do vzniklého prostoru lze ukládat instalace. Stropní trámy budou z části viditelné, proto budou z KVH hranolů v pohledové kvalitě. Podrobné skladby opět ve statickém výpočtu.

Vnitřní příčky budou lehké sádrokartonové, jejich skladba musí zajišťovat dostatečnou akustickou neprůzvučnost.

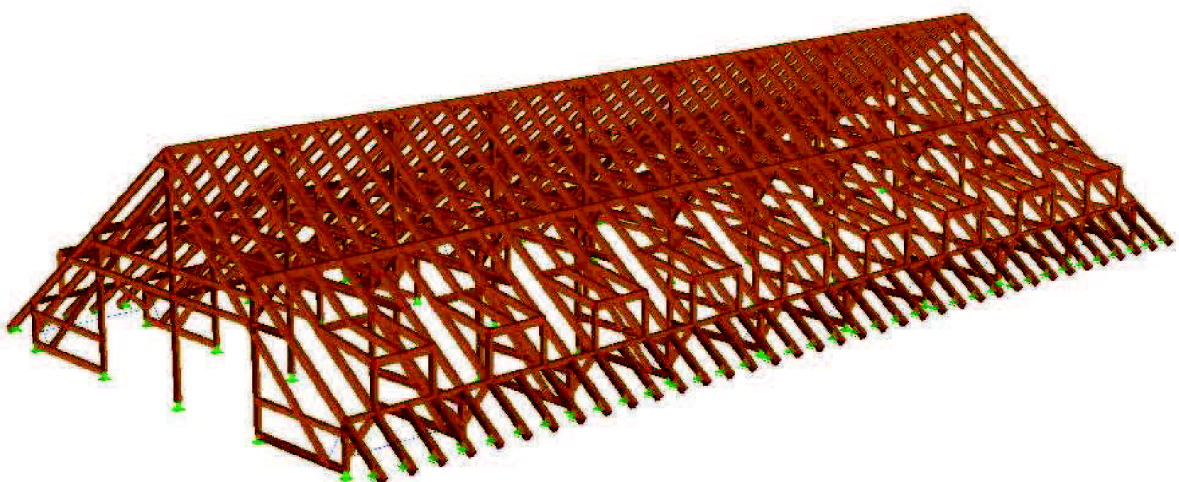
Spoje spodní stavby budou realizovány zejména za použití ocelových spojovacích prostředků, zejména vkládaných ocelových plechů. Pro spojení sloupů a

průvlaků bude použita roznášecí podkladní deska, ke které budou přivařeny vnitřní ocelové plechy pro připojení sloupů. Stropní trámy budou k průvlakům připojeny pomocí ocelové vnitřní konzoly. Podrobné řešení spojů ve statickém výpočtu.

## 2.2 Krov

Krov je řešen vaznicovou soustavou, stojatou stolicí s pozednicemi, středovými vaznicemi a vrcholovou vaznicí. Prosvětlení podkroví je zajištěno vikýři. Půdní prostor nad podkrovím je navržen na zatížení  $150\text{kg/m}^2$  a lze jej tedy využít pro skladování, případně obytnou vestavbu.

Plné vazby jsou rozmístěny po 4m v podélném směru, sloupy profilu  $160\times 160\text{mm}$  z KVH hranolů jsou v příčném řezu rozmístěny také po 4m a jsou nesený podélnými průvlaky spodní stavby. Středové vaznice a vrcholová vaznice profilu  $160\times 240\text{mm}$  z KVH hranolů jsou těmito sloupy podepřeny, navíc je použito vzpěr pro zkrácení volné délky vaznic a pro ztužení krovu v podélném směru. Pozednice profilu  $160\times 160\text{mm}$  jsou proti nadměrné deformaci v příčném směru krovu v plných vazbách kotveny táhly průměru 16mm do stropních trámů. Dále jsou táhla použita v krajních plných vazbách a ztužují tyto štítové vazby proti deformacím v podélném směru krovu. Soustava vaznic vynáší hlavní krokve profilu  $160\times 240\text{mm}$  a osově vzdálenosti 1m. Tyto krokve budou z KVH hranolů. Příčné ztužení krovu je zajištěno kleštinami v plných vazbách.



Obr. 2: Konstrukční řešení krovu



Střešní plášť konstrukce bude tvořit plechová střešní krytina, uložená na laťování, pod laťováním bude umístěna parozábrana a hydroizolační folie. Tepelná izolace bude umístěna mezi krokvemi, zespod krokví bude záklop z pohledových palubek. Vnitřní příčky budou použity stejné sádkartonové jako ve spodní stavbě.

Spoje krovu budou kombinací tesařských a ocelových spojů. Například pro připojení krokví bude použito osedlání v kombinaci s celozávitovým vrutem pro zachycení účinků sání větru, pro připojení vzpěrek k vaznici bude použito jednoduché šikmé zapuštění pro přenesení tlaků a oboustranných děrovaných desek pro přenesení tahových sil. Podrobné řešení spojů ve statickém výpočtu.

### **3 Montážní postup**

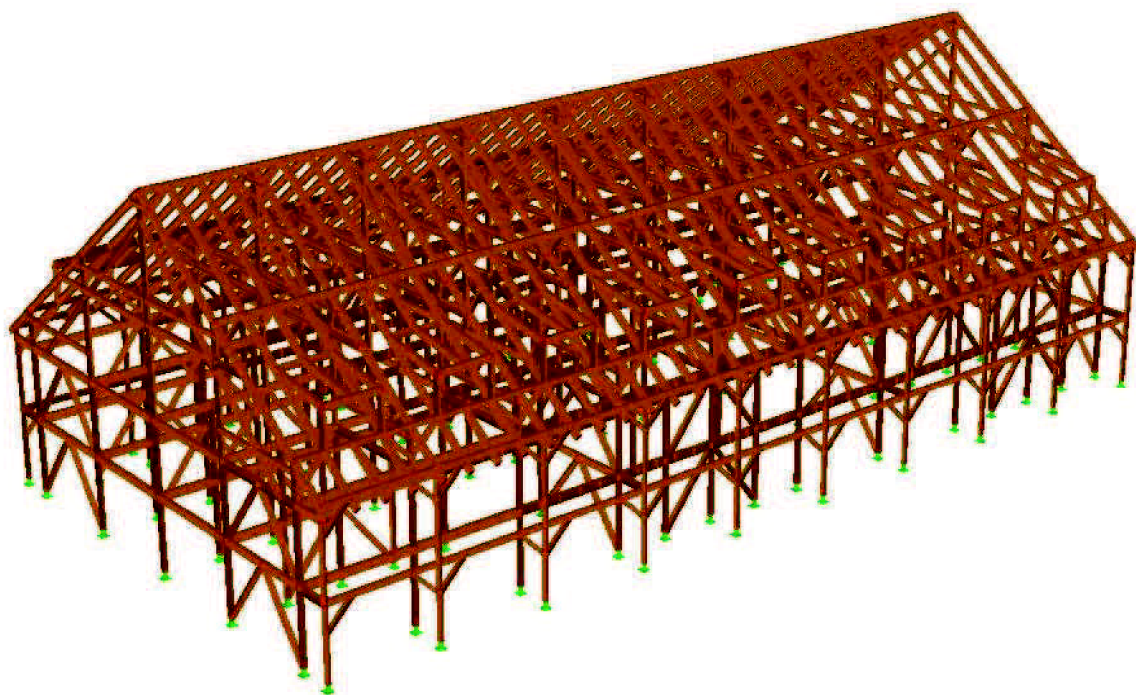
Konstrukce neklade žádné zvláštní požadavky na její realizaci, musí být dodrženy zásady provádění staveb. Výstavba bude probíhat po jednotlivých patrech, před započítím výstavby následujícího patra musí být zajištěna prostorová tuhost patra předchozího. Všechna podlaží konstrukce mají vlastní samostatné ztužení, je pouze nutné osadit ztužidla v patře před započítím výstavby následujícího patra.

Po vybetonování základové desky se pomocí ocelových úhelníků ukotví sloupy, na tyto sloupy se umístí průvlaky. Dále bude následovat osazení ztužidlových polí, posléze se začne s kladením stropních trámů. Nakonec se realizuje stropní deska pokládkou dvou vrstev OSB desek, tyto desky musí být spojeny na pero a drážku a křížem kladené, příčné spoje první vrstvy desek musí být umístěny na stropním trámu. Takto budou vybudovány jednotlivá patra spodní stavby. Posléze se osadí stěnové panely. Potom se vybuduje interiér konstrukce.

Krov se bude budovat od plných vazeb, na sloupy se osadí vaznice, celá konstrukce se ztuží podélně vzpěrami, osadí se krokve a dál se konstrukce příčně ztuží kleštinami. Nakonec dojde k realizaci konstrukce vikýřů. Následně se položí střešní plášť, stěnové panely a proběhnou dokončovací práce.

Stěnové panely tvořící obvodové stěny konstrukce je možné prefabrikovat, s jejich ztužujícím účinkem není uvažováno.

Při výstavbě se počítá s použitím mechanizace. Požadavek na realizaci konstrukce je schopnost přepravit a manipulovat s prvky o maximální délce 13m, což je reálné i za běžných podmínek a při použití běžné mechanizace.



Obr. 3: Pohled na konstrukci před opláštěním

## 4 Ochrana dřeva, oceli

### 4.1 Ochrana dřeva

Ochrana dřevěných prvků proti hnilobě, dřevokazným škůdcům a houbám bude zajištěna impregnačním a lazurovacím nátěrem. Je doporučena impregnace dřeva přípravkem Wolmanit CX – 10, ve kterém se nevyskytují soli chromu, a tímto splňuje všechny požadavky na ochranu životního prostředí, a zároveň je zdravotně nezávadný. Tato impregnace se provede nejlépe hloubkově tlakovou impregnací, případně alespoň máčením. Množství impregnačního přípravku bude určeno s použitím tabulek a doporučení výrobce. Dále se provede nátěr ochranou lazuroou, zvláštní pozornost musí být věnována nátěrům na prvcích v exteriéru, jedná se o prvky tvořící balkony – sloupky, průvlaky a balkonové stropnice.

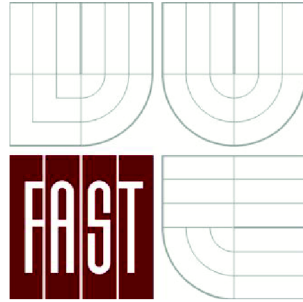
## **4.2 Ochrana oceli**

Všechny ocelové prvky navržené pro realizaci konstrukce mají ochranu proti korozi garantovanou výrobcem, jedná se zejména o ochranu žárovým zinkováním, případně zinkováním ponorem. Zvláštní pozornost musí být věnována obrobku pro připojení sloupů a průvlaků, po přivaření vnitřních plechů k podkladnímu plechu by měl celý tento obrobek být žárově pozinkován.

## **5 Softwarový výpočet**

Pro výpočet vnitřních sil a deformací byly sestaveny dva prostorové prutové modely konstrukce, jeden pro výpočet krovu a druhý pro výpočet spodní stavby. Dva modely byly použity vzhledem k poměrně velkému objemu dat. Byla použita studentská verze výpočetního software Dlubal RSTAB 7.04, pro vytvoření kombinací byl použit modul RS COMBI 2006 a pro posouzení prvků byl použit modul TIMBER Pro. Nejvíce namáhaný prvek byl potom podroben ručnímu výpočtu. Modelování jednotlivých prvků popsáno ve statickém výpočtu. Vnitřní síly na stropních trámech byly vypočteny ručně.

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ  
FAKULTA STAVEBNÍ  
Ústav kovových a dřevěných konstrukcí

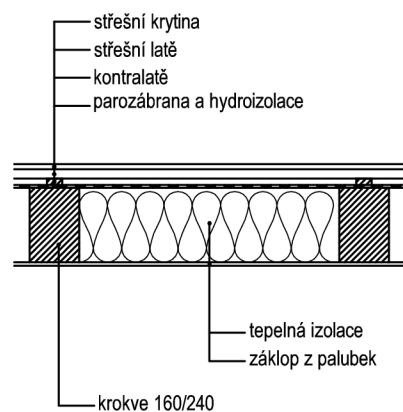


# BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2 - STATICKÝ VÝPOČET

# Obsah

<b>OBSAH</b> .....	1
<b>ČÁST 1 - KROV</b>	
<b>ČÁST A - ZATÍŽENÍ</b>	
Zatížení.....	2
Zatěžovací stavy.....	4
Kombinace zatížení.....	10
Materiálové charakteristiky.....	10
<b>ČÁST B - POSOUZENÍ JEDNOTLIVÝCH PRVKŮ</b>	
Krokve.....	11
MS Únosnosti.....	12
MS Použitelnosti.....	14
Vaznice, pozednice.....	15
MS Únosnosti.....	16
MS Použitelnosti.....	22
Plná vazba.....	25
MS Únosnosti.....	26
MS Použitelnosti.....	37
<b>ČÁST C - SPOJE</b>	
Krokve.....	38
Vaznice, pozednice.....	39
<b>ČÁST 2 - SPODNÍ STAVBA</b>	
<b>ČÁST A - ZATÍŽENÍ</b>	
Zatížení.....	42
Zatěžovací stavy.....	43
Kombinace zatížení.....	46
Materiálové charakteristiky.....	46
<b>ČÁST B - POSOUZENÍ JEDNOTLIVÝCH PRVKŮ</b>	
Nosné sloupy.....	47
MS Únosnosti.....	48
Průvlaky.....	52
MS Únosnosti.....	53
MS Použitelnosti.....	60
Charakteristická stropnice.....	63
MS Únosnosti.....	66
MS Použitelnosti.....	67
Balkonová stropnice.....	70
MS Únosnosti.....	73
Ztužení, ztužidlová pole.....	75
MS Únosnosti.....	76
MS Použitelnosti.....	79
<b>ČÁST C - SPOJE</b>	
Průvlaky.....	80



skladba střešního pláště  
třída prostředí 1

## 1. Zatížení

### 1.1. Zatížení stálá

#### 1.1.1 vlastní tíha

zatížení  $g_{0,k} = A_{\text{profilu}} \cdot 500 \text{ kg/m}^3$  - rostlé dřevo  
zatížení  $g_{0,k} = A_{\text{profilu}} \cdot 500 \text{ kg/m}^3$  - lepené lamelové dřevo  
- celkové zatížení generováno programem

#### 1.1.2 střešní plášť + podhled

střešní krytina Lindab Mega:  $g_k = 5 \text{ kg/m}^2$   
laťování ( kontralatě + střešní latě ):  $g_k = 10 \text{ kg/m}^2$   
parozábrana + hydroizolace  $g_k = 1 \text{ kg/m}^2$   
TI z minerální vaty  $t = 240 \text{ mm}$  ( mezikrokevní izolace )  
 $g_k = 45 \text{ kg/m}^3 \cdot 0,24 \text{ m} = 10,8 \text{ kg/m}^2$   
základ z palubek tl. 12mm  $g_k = 500 \text{ kg/m}^3 \cdot 0,012 \text{ m} = 6 \text{ kg/m}^2$   
celkem plošné:  $g_{s,k} = 32,8 \text{ kg/m}^2 = \underline{0,328 \text{ kN/m}^2}$   
zatížení stálé:  $\gamma_g = 1,35 ( 1,00 )$   
 $k_{\text{mod}} = 0,6$

#### 1.1.3 ostatní stálé ( zatížení působící na kleštinu )

základ na spodní kleštině ( OSB desky tl.: 15mm ):  $g_k = 600 \text{ kg/m}^3 \cdot 0,015 \text{ m} = 9 \text{ kg/m}^2$   
konstrukce podhledu ( lehký sádkartonový podhled ):  $g_k = 25 \text{ kg/m}^2$   
zařizovací předměty ( vzduchotechnika apod. ):  $g_k = 15 \text{ kg/m}^2$   
rezerva pro případ dlouhodobého užitného zatížení:  $g_k = 150 \text{ kg/m}^2$

celkem plošné:  $g_{s,k} = 199 \text{ kg/m}^2 = \underline{1,99 \text{ kN/m}^2}$   
zatížení stálé:  $\gamma_g = 1,35 ( 1,00 )$   
 $k_{\text{mod}} = 0,6$

# 1. Zatížení

## 1.2. Zatížení proměnná

### 1.2.1 sníh

$$s_k = 3,57 \text{ kN/m}^2$$

zdroj: www.snehovamapa.cz

$$s = \mu_1 * C_e * C_t * s_k = 0,8 * 1,0 * 1,0 * 3,57 \text{ kN/m}^2 = \underline{2,856 \text{ kN/m}^2}$$

$$\mu_1 = 0,8 * (60 - \alpha) / 30 = 0,8 * (60 - 37) / 30 = 0,613$$

$$\mu_1 = 0,8 \text{ ( bude zabráněno spadnutí sněhové pokrývky ze střechy - sněhové háky apod. )}$$

$$C_e = 1,0$$

$$C_t = 1,0$$

zatížení proměnné, střednědobé:

$$\gamma_g = 1,50 \text{ ( 1,00 )}$$

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

### 1.2.2 vítr

IV. oblast větru; II. kategorie terénu

zdroj: mapa větrových oblastí ČR

$$v_{b,0} = 30 \text{ m/s}$$

$$v_b = C_{dir} * C_{season} * v_{b,0} = 1,0 * 1,0 * 30 \text{ m/s} = 30 \text{ m/s}$$

$$C_{o(z)} = 1,00 \text{ ( součinitel orografie - normální terén )}$$

$z_{min} \leq z \leq 200 \text{ m}$   
 $z_{min} \leq z \leq 200 \text{ m}$   
 $2 \text{ m} \leq 12,85 \text{ m} \leq 200 \text{ m}$

$$v_m(z) = C_{r(z)} * C_{o(z)} * v_b = 1,054 * 1,00 * 30 = 31,63 \text{ m/s}$$

$$C_{r(z)} = k_r * \ln(z/z_o) = 0,19 * \ln(12,85 \text{ m} / 0,05 \text{ m}) = 1,054$$

$$k_r = 0,19 * (z_o / z_{o,II})^{0,07} = 0,19 * (0,05 / 0,05)^{0,07} = 0,19$$

$$I_v(z) = k_1 / (C_{o(z)} * \ln(z/z_o)) = 1 / (1 * \ln(12,85 \text{ m} / 0,05 \text{ m})) = 0,18$$

$$q_b = 1/2 * \rho * (v_b)^2 = 1/2 * 1,25 \text{ kg/m}^3 * (30 \text{ m/s})^2 = 526,50 \text{ N/m}^2$$

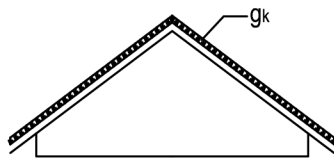
$$C_e = (1 + 7 * I_v(z)) * C_{o(z)}^2 * C_{r(z)}^2 = (1 + 7 * 0,18) * 1,00^2 * 1,054^2 = 2,514$$

$$q_p(z) = C_e * q_b = 2,514 * 526,50 \text{ N/m}^2 = 1414,04 \text{ N/m}^2 = \underline{1,414 \text{ kN/m}^2}$$

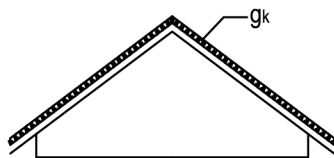
## 2. Zatěžovací stavy

### 2.1. Zatížení působící na krokve

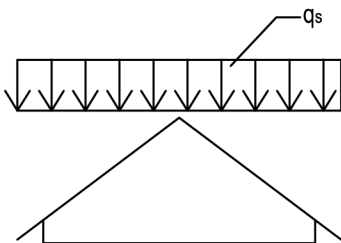
zatěžovací šířka krokví ZŠ = 1,000m



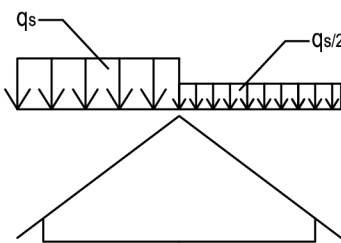
1.ZS



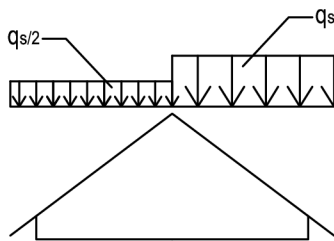
2.ZS



3.ZS



4.ZS



5.ZS

#### 1.ZS vlastní tíha

- zatížení vypočteno softwarem ( včetně ostatních částí krovu )

#### 2.ZS ostatní stálé

$$g_{2k} = g_{sk} * ZŠ = 0,328 \text{ kN/m}^2 * 1,0 \text{ m} = 0,328 \text{ kN/m}$$

#### 3.ZS sníh plný

$$q_s = s * ZŠ = 2,856 \text{ kN/m}^2 * 1,0 \text{ m} = 2,856 \text{ kN/m}$$

#### 4.ZS sníh navátý levý

$$q_s = s * ZŠ = 2,856 \text{ kN/m}^2 * 1,0 \text{ m} = 2,856 \text{ kN/m}$$

$$q_{s/2} = s / 2 * ZŠ = 2,856 \text{ kN/m}^2 / 2 * 1,0 \text{ m} = 1,428 \text{ kN/m}$$

#### 5.ZS sníh navátý pravý

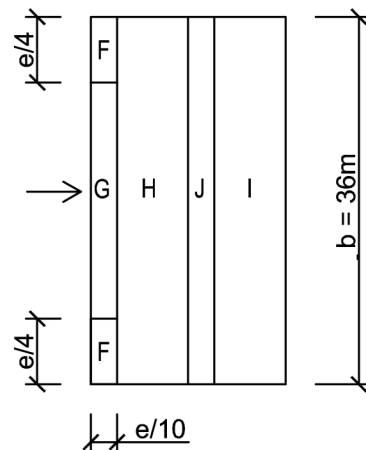
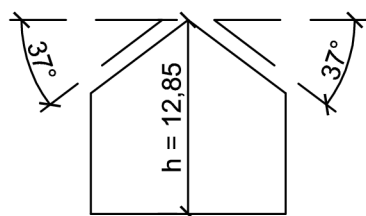
$$q_s = s * ZŠ = 2,856 \text{ kN/m}^2 * 1,0 \text{ m} = 2,856 \text{ kN/m}$$

$$q_{s/2} = s / 2 * ZŠ = 2,856 \text{ kN/m}^2 / 2 * 1,0 \text{ m} = 1,428 \text{ kN/m}$$



## 2. Zatěžovací stavy

### 6.,7.,8.,9. ZS příčný vítr



$$e = \min(b, 2h) = \min(36\text{m}, 2 \cdot 12,85\text{m}) = 25,70\text{m}$$

$$e/10 = 2,57\text{m}$$

$$e/4 = 6,425\text{m}$$

$\theta = 0^\circ$		F	G	H	I	J	
$C_{pe,10,45^\circ}$	tlak	0,70	0,70	0,60	0,00	0,00	-
	sání	0,00	0,00	0,00	-0,20	-0,30	-
$C_{pe,10,30^\circ}$	tlak	0,70	0,70	0,40	0,00	0,00	-
	sání	-0,50	-0,50	-0,20	-0,40	-0,50	-
$C_{pe,10,37^\circ}$	tlak	0,70	0,70	0,49	0,00	0,00	-
	sání	-0,27	-0,27	-0,11	-0,31	-0,41	-
<b>W</b>	tlak	0,990	0,990	0,693	0,000	0,000	kN/m <sup>2</sup>
	sání	-0,382	-0,382	-0,156	-0,438	-0,580	kN/m <sup>2</sup>
<b>q</b>	tlak	0,990	0,990	0,693	0,000	0,000	kN/m
	sání	-0,382	-0,382	-0,156	-0,438	-0,580	kN/m

$$W_i = C_{pe,10,37^\circ} \cdot q_p(z)$$

$$q_i = W_i \cdot Z^{\bar{s}}$$

zatížení proměnné, krátkodobé:  $\gamma_g = 1,50$  ( 1,00 )  
 $k_{mod} = 0,9$

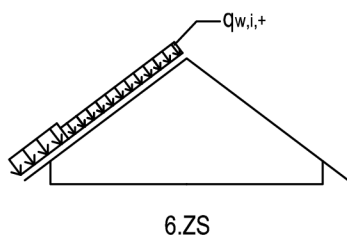
### 6.ZS vítr tlak plný

$$q_{w,G} = 0,990\text{kN/m}$$

$$q_{w,H} = 0,693\text{kN/m}$$

$$q_{w,I} = 0,000\text{kN/m}$$

$$q_{w,J} = 0,000\text{kN/m}$$



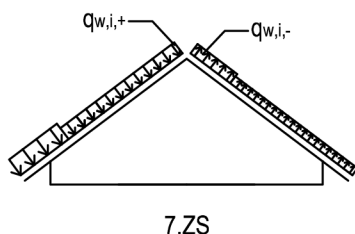
### 7.ZS vítr tlak + sání

$$q_{w,G} = 0,990\text{kN/m}$$

$$q_{w,H} = 0,693\text{kN/m}$$

$$q_{w,I} = -0,438\text{kN/m}$$

$$q_{w,J} = -0,580\text{kN/m}$$



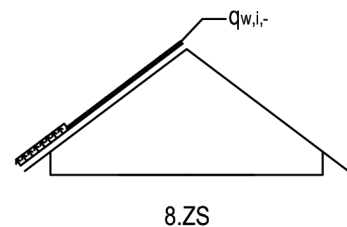
### 8.ZS vítr sání + tlak

$$q_{w,G} = -0,382\text{kN/m}$$

$$q_{w,H} = -0,156\text{kN/m}$$

$$q_{w,I} = 0,000\text{kN/m}$$

$$q_{w,J} = 0,000\text{kN/m}$$



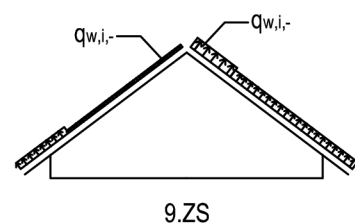
### 9.ZS vítr sání

$$q_{w,G} = -0,382\text{kN/m}$$

$$q_{w,H} = -0,156\text{kN/m}$$

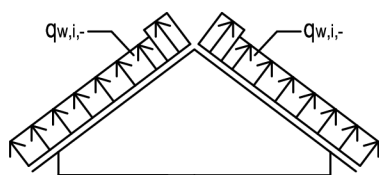
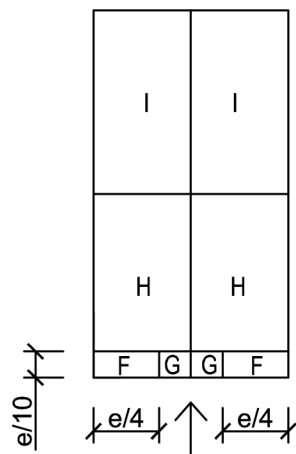
$$q_{w,I} = -0,438\text{kN/m}$$

$$q_{w,J} = -0,580\text{kN/m}$$



## 2. Zatěžovací stavy

### 10. ZS podélný vítr



10.ZS - působící na střeche

$\theta = 90^\circ$		F	G	H	I	
$C_{pe,10,45^\circ}$	sání	-1,10	-1,40	-0,90	-0,50	-
$C_{pe,10,30^\circ}$	sání	-1,10	-1,40	-0,80	-0,50	-
$C_{pe,10,37^\circ}$	sání	-1,10	-1,40	-0,85	-0,50	-
<b>W</b>	sání	-1,555	-1,980	-1,202	-0,707	kN/m <sup>2</sup>
<b>q</b>	sání	-1,555	-1,980	-1,202	-0,707	kN/m

$$W_i = C_{pe,10,37^\circ} * q_p(z)$$

$$q_i = W_i * Z\check{S}$$

zatížení proměnné, krátkodobé:

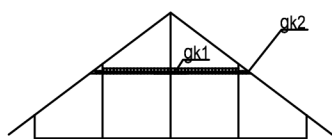
$$\gamma_g = 1,50 ( 1,00 )$$

$$k_{mod} = 0,9$$

## 2. Zatěžovací stavy

### 2.2. Zatížení působící na kleštinu plné vazby

zatěžovací šířka plné vazby  $Z\check{S} = 4,000\text{m}$



2.ZS působící na kleštinu

#### 2.ZS ostatní stálé

$$g_{k1} = g_k * Z\check{S} = 1,990\text{kN/m}^2 * 4,0\text{m} = 7,96\text{kN/m}$$

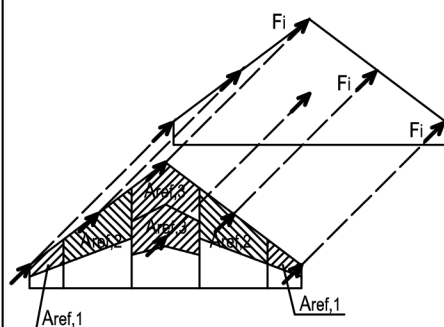
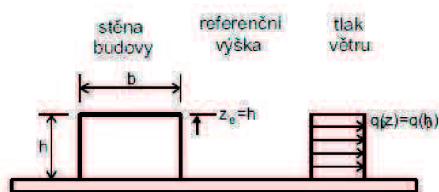
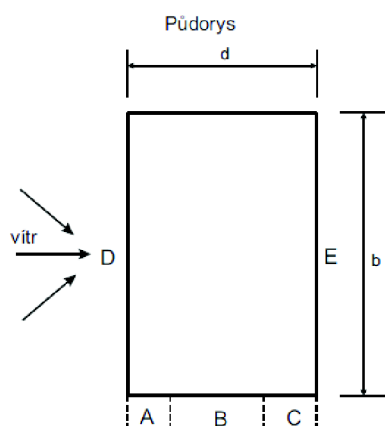
$$g_{k2} = g_k * Z\check{S} = (1,990 - 1,500)\text{kN/m}^2 * 4,0\text{m} = 1,96\text{kN/m}$$

- prostor pro skladování je uvažován pouze mezi středními sloupky

### 2.3. Zatížení působící na štít

#### 10.ZS vítr podélný

Zatížení ze štítu: Vzhledem ke stejné tuhosti podélného ztužení, lze předpokládat rovnoměrné rozdělení sil působících na štít dle jejich referenční plochy. Polovina zatížení ze štítu zatěžuje přes průvlak přímo stěnové podélné ztužidlo.



10.ZS - působící na štít

$\theta = 90^\circ$	D (tlak)	E (sání)	
$C_{pe,10, h/d=1}$	0,80	-0,50	-
$C_{pe,10, h/d < 0,25}$	0,70	-0,30	-
$C_{pe,10, h/d = 0,36}$	0,72	-0,33	-
<b>W</b>	1,018	-0,467	$\text{kN/m}^2$

$$h/d = 12,85\text{m} / 36\text{m} = 0,36$$

$$h < b$$

$$12,85\text{m} < 16\text{m}$$

=> konstantní průběh zatížení

$$W_i = C_{pe,10,h/d=0,36} * q_p(z)$$

$$A_{ref,1} = 2,099\text{m}^2$$

$$A_{ref,2} = 8,719\text{m}^2$$

$$A_{ref,3} = 8,827\text{m}^2$$

$$F_{i,j} = A_{ref,i} * W_i$$

$$F_{,1} = 2,099\text{m}^2 * 1,018\text{kN/m}^2 = 2,137\text{kN} \quad (\text{tlak})$$

$$= 2,099\text{m}^2 * -0,467\text{kN/m}^2 = -0,980\text{kN} \quad (\text{sání})$$

$$F_{,2} = 8,719\text{m}^2 * 1,018\text{kN/m}^2 = 8,876\text{kN} \quad (\text{tlak})$$

$$= 8,719\text{m}^2 * -0,467\text{kN/m}^2 = -4,072\text{kN} \quad (\text{sání})$$

$$F_{,3} = 8,827\text{m}^2 * 1,018\text{kN/m}^2 = 8,986\text{kN} \quad (\text{tlak})$$

$$= 8,827\text{m}^2 * -0,467\text{kN/m}^2 = -4,122\text{kN} \quad (\text{sání})$$

zatížení nahodilé, krátkodobé:  $\gamma_g = 1,50 (1,00)$

$$k_{mod} = 0,9$$

## 2. Zatěžovací stavy

### 2.4. Zatížení působící na vikýře

geometrie vikýřů dle výkresové dokumentace

#### 2.ZS ostatní stálé

- předpokládá se stejný střešní plášť jako na krovkách
- spodní krokev je přitěžována konstrukcí stěny vikýře

fošny 50x160 á 625mm ( 10% plochy ):  
 opláštění ( 2x Fermacell tl. 12,5mm ):  
 tepelná izolace tl. 160mm:  
 vnitřní omítka

$$g_k = 0,1 * 500\text{kg/m}^3 * 0,16\text{m} = 8\text{kg/m}^2$$

$$g_k = 2 * 1150\text{kg/m}^3 * 0,0125\text{m} = 28,75\text{kg/m}^2$$

$$g_k = 45\text{kg/m}^3 * 0,16\text{m} = 7,2\text{kg/m}^2$$

$$g_k = 1500\text{kg/m}^3 * 0,01\text{m} = 15\text{kg/m}^2$$

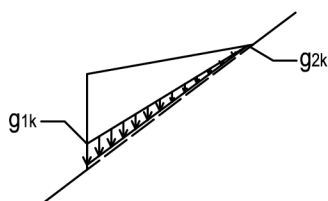
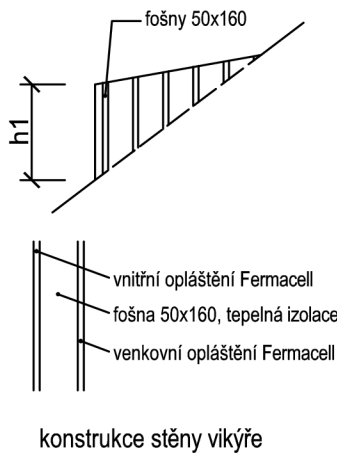
celkem plošné:

$$g_{s,k} = 59,0\text{kg/m}^2 = \underline{0,590\text{kN/m}^2}$$

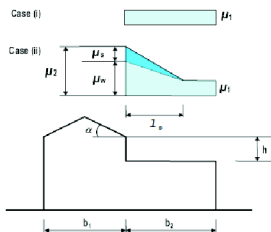
zatížení stálé:  $\gamma_g = 1,35 ( 1,00 )$   
 $k_{\text{mod}} = 0,6$

$$g_{1k} = g_k * h_1 = 0,590\text{kN/m}^2 * 1,385\text{m} = 0,817\text{kN/m}$$

$$g_{2k} = g_k * h_2 = 0,590\text{kN/m}^2 * 0,000\text{m} = 0,000\text{kN/m}$$



2.ZS



#### 3,4,5.ZS návěje sněhu

návěje na vikýři

$h_1 = 0,42\text{m}$  ( výška mezi krokevní výměnou a koncem vikýře )

$b_2 = 2,395\text{m}$  ( délka vikýře )

$$l_s = 2 * h_1 = 2 * 0,42\text{m} = 0,84\text{m}$$

$$l_s < b_2 \quad 0,84 < 2,395 \quad \Rightarrow \text{návěje dle obrázku}$$

$\mu_w = 0,8 - 4,0$  dle národního dodatku pro sněhové oblasti VII, VIII

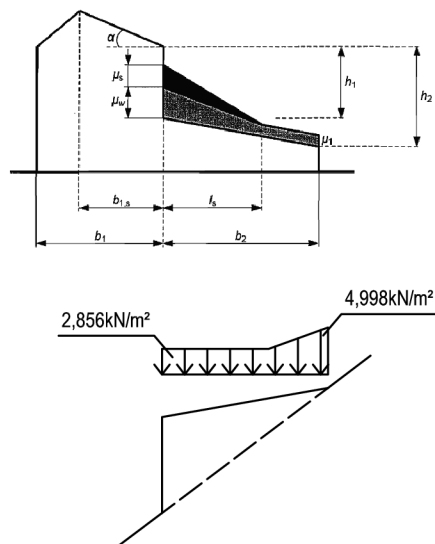
$\mu_w = 1,0$

$$\mu_s = 0,5 * \mu_1 = 0,5 * 0,8 = 0,4 \quad \text{pro } \alpha > 15^\circ \quad (\text{sesune se 50\% sněhové pokrývky})$$

$$\mu_2 = \mu_w + \mu_s = 1,0 + 0,4 = 1,4$$

$$s = \mu_2 * C_e * C_t * S_k = 1,4 * 1,0 * 1,0 * 3,57\text{kN/m}^2 = \underline{4,998\text{kN/m}^2}$$

- dle zatěžovacích stavů je zatížení děleno dvěma při zatížení jen na jedné straně střechy



3,4,5.ZS na vikýři

## 2. Zatěžovací stavy

### 3,4,5.ZS návěje sněhu

návěje na krokách pod vikýřím

$h_1 = 1,385\text{m}$  ( výška vikýře )

$b_2 = 1,63\text{m}$  ( délka kroků pod vikýřem )

$l_s = 2 * h_1 = 2 * 1,385\text{m} = 2,77\text{m}$

$l_s > b_2$        $2,77 > 1,63$       => návěje dle obrázku

$\mu_w = 0,8 - 4,0$  dle národního dodatku pro sněhové oblasti VII, VIII

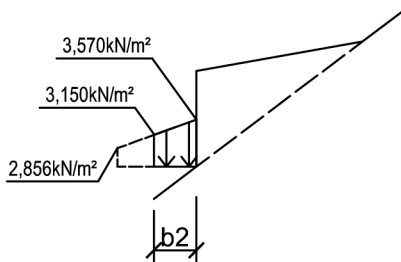
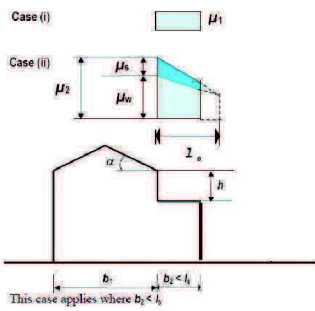
$\mu_w = 1,0$

$\mu_s = 0$       pro  $\alpha < 15^\circ$

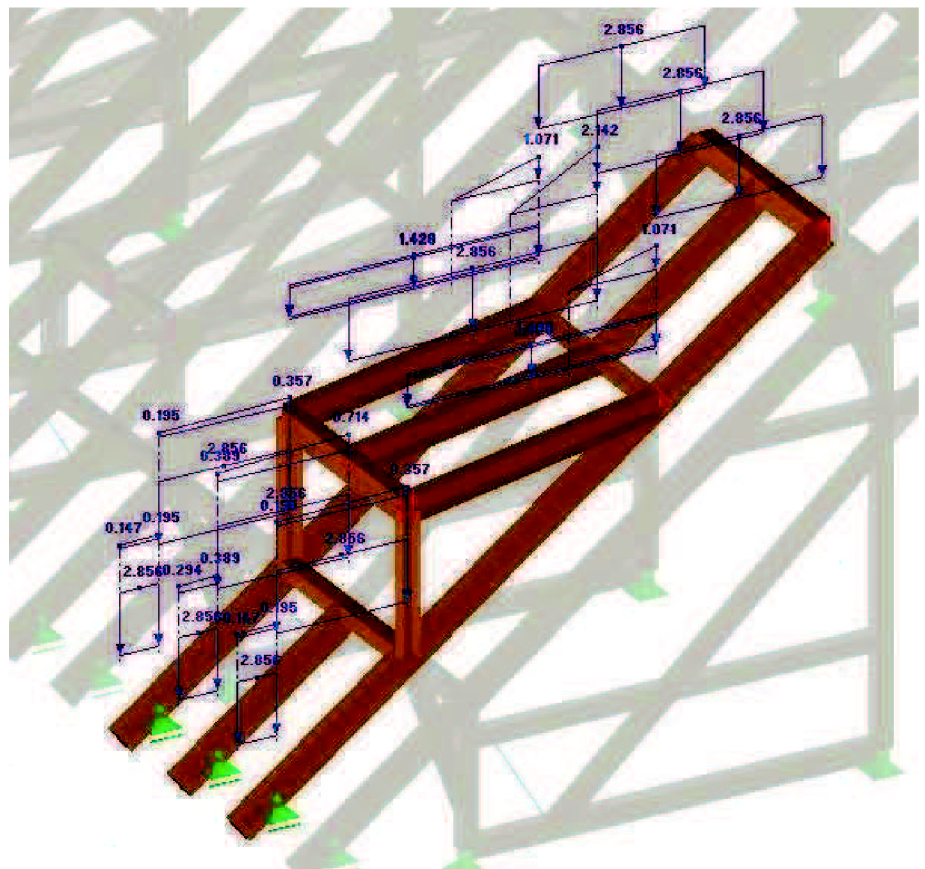
$\mu_2 = \mu_w + \mu_s = 1,0 + 0,0 = 1,0$

$s = \mu_2 * C_e * C_t * s_k = 1,0 * 1,0 * 1,0 * 3,57\text{kN/m}^2 = 3,57\text{kN/m}^2$

- dle zatěžovacích stavů je zatížení děleno dvěma při zatížení jen na jedné straně střechy



3,4,5.ZS návěje pod vikýřem



zatížení kolem vikýře

### 3. Kombinace zatížení

#### 3.1. Mezní stav únosnosti

$$\Sigma \gamma_G \cdot G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \Sigma \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i} \quad (\text{rovnice 6.10.})$$

$\gamma_G = 1,35$  pro nepříznivá zatížení

$\gamma_G = 1,00$  pro příznivá zatížení

$\gamma_Q = 1,50$  pro nepříznivá zatížení

$\gamma_Q = 1,00$  pro příznivá zatížení

$\psi_0 = 0,50$  pro zatížení sněhem

$\psi_0 = 0,60$  pro zatížení větrem

pozn.: klíč kombinací přiložen v příloze

#### 3.2. Mezní stav použitelnosti

$$\Sigma G_{k,j} + Q_{k,1} + \Sigma \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i} \quad (\text{rovnice 6.10.})$$

$\psi_0 = 0,50$  pro zatížení sněhem

$\psi_0 = 0,60$  pro zatížení větrem

pozn.: klíč kombinací přiložen v příloze

### 4. Charakteristiky materiálů

#### 4.1. Jehličnaté dřevo pevnostní třídy C24

$f_{m,k}$	= 24 MPa	$E_{0,mean}$	= 11 000 MPa
$f_{t,0,k}$	= 14 MPa	$E_{90,mean}$	= 370 MPa
$f_{t,90,k}$	= 0,4 MPa	$G_{,mean}$	= 690 MPa
$f_{c,0,k}$	= 21 MPa	$E_{0,05}$	= 7 330 MPa
$f_{c,90,k}$	= 2,5 MPa	$E_{90,05}$	= 247 MPa
$f_{v,k}$	= 2,0 MPa	$G_{0,05}$	= 460 MPa
$\rho_k$	= 350 kg/m <sup>3</sup>		
$\gamma_m$	= 1,30		

#### 4.2. Lepené lamelové dřevo pevnostní třídy GL24h

$f_{m,k}$	= 24 MPa	$E_{0,mean}$	= 11 600 MPa
$f_{t,0,k}$	= 16,5 MPa	$E_{90,mean}$	= 390 MPa
$f_{t,90,k}$	= 0,5 MPa	$G_{,mean}$	= 720 MPa
$f_{c,0,k}$	= 24 MPa	$E_{0,05}$	= 9 667 MPa
$f_{c,90,k}$	= 2,7 MPa	$E_{90,05}$	= 325 MPa
$f_{v,k}$	= 2,5 MPa	$G_{0,05}$	= 600 MPa
$\rho_k$	= 380 kg/m <sup>3</sup>		
$\gamma_m$	= 1,25		

### 5. Vnitřní síly

Výpočet vnitřních sil, deformací a jejich kombinace proveden ve výpočetním software Dlubal RSTAB 7.

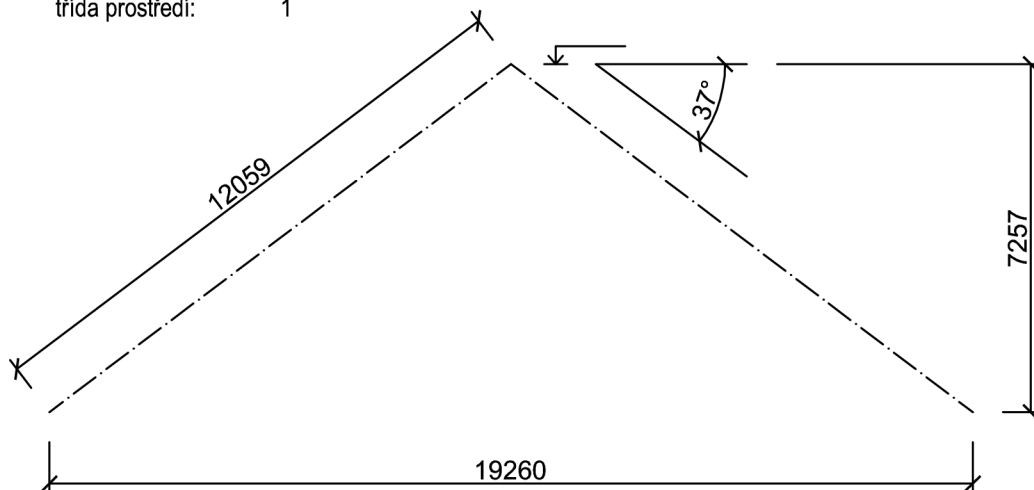
## 1. Geometrie, statické schéma

### 1.1. Geometrie

podrobná geometrie viz. technická dokumentace

zatěžovací šířka:  $ZŠ = 1000\text{mm}$

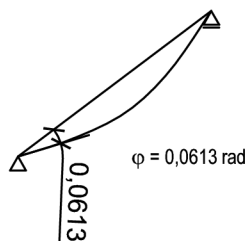
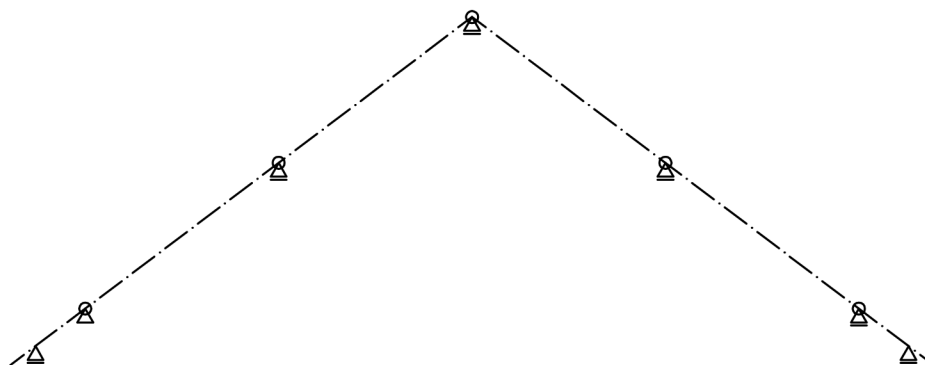
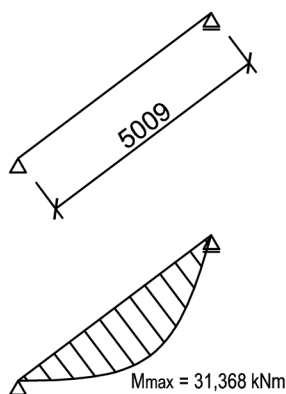
třída prostředí: 1



### 1.2. Statické schéma

Statické schéma krokví v rovině vypadá dle obrázku. Krokve jsou podepřeny vaznicemi a pozednicemi, tyto podpory jsou ovšem pružné.

V místech osedlání je do modelu krokví vložen kloub, tento kloub ovšem nemá nulovou ohybovou tuhost, ale tuhost tohoto kloubu odpovídá ohybové tuhosti oslabeného průřezu krokve. Výpočet tuhosti v poznámce.



POZN.: Výpočet byl proveden iteračně na prostém nosníku o stejné geometrii jako pole krokve o rozpětí 5,009m. Průřez nosníku odpovídá průřezu v osedlání, což je 160x180mm (šířka x výška). Při  $M = 31,368\text{kNm}$  je pootočení nad podporou  $\varphi = 0,0613\text{rad}$ .

Výsledná ohybová tuhost  $c_{my} = 1 / 0,0613\text{rad} * 31,368\text{kNm} = 511,71\text{kNm} / \text{rad}$ .

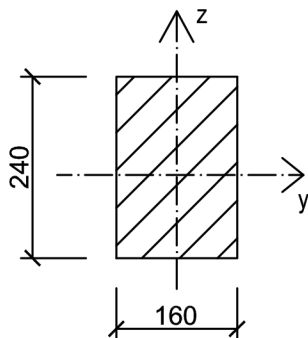
## 2. Posouzení prvku na MS únosnosti

### 2.1. krokve - dřevo třídy C24

#### 2.1.1. průřez, průřezové charakteristiky

$$\begin{aligned} b &= 160 \text{ mm} \\ h &= 240 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A &= 0,0384 \text{ m}^2 \\ W_y &= 15,36 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \\ W_z &= 10,24 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \\ I_y &= 18,43 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4 \\ I_z &= 8,19 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4 \end{aligned}$$



proti vybočení kolmo k ose z je prvek bráněno laťováním po cca 350 mm  
laťování zároveň brání klopení prvku

#### 2.1.2. návrhové vnitřní síly

$N_{ed,tlak}$	$= 23,725 \text{ kN}$	kombinace SZS4
$N_{ed,tah}$	$= 36,121 \text{ kN}$	kombinace SZS3
$V_{ed,z}$	$= 13,627 \text{ kN}$	kombinace SZS10
$M_{ed,y,pole}$	$= 16,096 \text{ kNm}$	kombinace SZS9
$M_{ed,y,podpora}$	$= -4,395 \text{ kNm}$	kombinace SZS10

#### 2.1.3. posouzení na MS únosnosti

##### A) Prostý tah

$$\sigma_{t,0,d} = \frac{N_{ed,tah}}{A} = \frac{36,121 \text{ kN}}{0,0384 \text{ m}^2} = 940,65 \text{ kPa} = 0,94 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{t,0,k}}{\gamma_m} = 0,9 \cdot \frac{14 \text{ MPa}}{1,3} = 9,69 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} \leq 1$$

$$\frac{0,94 \text{ MPa}}{9,69 \text{ MPa}} \leq 1$$

$$0,10 \leq 1$$

VYHOVUJE

##### B) Ohyb

$$M_{ed,z} = 0,286 \text{ kNm} \quad \text{moment od kombinace SZS9 v místě } M_{ed,y,pole}$$

$$\sigma_{m_y,d} = \frac{M_{ed,y}}{W_y} = \frac{16,096 \text{ kNm}}{15,36e^{-4} \text{ m}^3} = 10\,461,59 \text{ kPa} = 10,46 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m_z,d} = \frac{M_{ed,z}}{W_z} = \frac{0,286 \text{ kNm}}{10,24e^{-4} \text{ m}^3} = 279,30 \text{ kPa} = 0,28 \text{ MPa}$$

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_m} = 0,9 \cdot \frac{24 \text{ MPa}}{1,3} = 16,62 \text{ MPa}$$

$$k_m \cdot \frac{\sigma_{m_y,d}}{f_{m,d}} + \frac{\sigma_{m_z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

$$\frac{10,46 \text{ MPa}}{16,62 \text{ MPa}} + 0,7 \cdot \frac{0,28 \text{ MPa}}{16,62 \text{ MPa}} \leq 1$$

$$0,64 \leq 1$$

VYHOVUJE

$$k_m \cdot \frac{\sigma_{m_y,d}}{f_{m_y,d}} + \frac{\sigma_{m_z,d}}{f_{m_z,d}} \leq 1$$

$$\frac{\sigma_{m_y,d}}{f_{m_y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m_z,d}}{f_{m_z,d}} \leq 1$$

$k_m = 0,7$  pro obdelníkový průřez



## 2. Posouzení prvku na MS únosnosti

### C) vzpěrný tlak

$L_{cr,y} = 5,009 \text{ m}$  vzdálenost mezi vaznicemi (zde je bráněno vybočení)

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{18,43 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4}{0,0384 \text{ m}^2}} = 0,06928 \text{ m}$$

$$\lambda_y = \frac{L_{cr,y}}{i_y} = \frac{5,009 \text{ m}}{0,06928 \text{ m}} = 72,299 \leq \lambda_{lim} = 150$$

$$\lambda_{rel} = \frac{\lambda_y}{\pi} * \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{72,299}{\pi} * \sqrt{\frac{21 \text{ MPa}}{7330 \text{ MPa}}} = 1,232$$

$$k = 0,5 * [1 + \beta_c * (\lambda_{rel} - 0,3) + \lambda_{rel}^2]$$

$$k = 0,5 * [1 + 0,2 * (1,232 - 0,3) + 1,232^2] = 1,353$$

$$k_c = \frac{1}{k + \sqrt{k^2 - \lambda_{rel}^2}} = \frac{1}{1,353 + \sqrt{1,353^2 - 1,232^2}} = 0,524$$

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{ed,tlak}}{A} = \frac{23,725 \text{ kN}}{0,0384 \text{ m}^2} = 617,84 \text{ kPa} = 0,62 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,d} = k_{mod} * \frac{f_{c,0,k}}{\gamma_m} = 0,9 * \frac{21 \text{ MPa}}{1,3} = 14,53 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_c * f_{c,0,d}} \leq 1$$

$$\frac{0,62 \text{ MPa}}{0,524 * 14,53 \text{ MPa}} \leq 1$$

$$0,08 \leq 1$$

VYHOVUJE

### D) Kombinace ohybu a osového tlaku

Maximální normálové napětí vyvodí kombinace SZS3 na prutu č. 199 v místě napojení vikýře.

$$N_{ed,tlak} = 9,085 \text{ kN}$$

$$M_{ed,y} = 16,086 \text{ kNm}$$

$$M_{ed,z} = 0,333 \text{ kNm}$$

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

$$\frac{0,24}{0,524 * 14,53} + \frac{10,47}{16,62} + 0,7 * \frac{0,33}{16,62} \leq 1$$

$$0,68 \leq 1$$

VYHOVUJE

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

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

Napětí od jednotlivých vnitřních sil je vypočteno dle vzorců pro šikmý ohyb a vzpěrný tlak. Vzpěrná délka je 5,009m.

### 3. Posouzení prvku na MS použitelnosti

#### 3.1. krokve - dřevo třídy C24

##### 3.1.1. posouzení okamžité deformace

Maximální deformaci vyvodí kombinace SZS49.

Deformace od jednotlivých zatěžovacích stavů v příloze.

$$w_{inst} = w_{inst,g0} + w_{inst,g1} + w_{inst,s} + \psi_0 * w_{inst,w}$$

$$w_{inst} = 1,1\text{mm} + 1,7\text{mm} + 9,1\text{mm} + 0,6 * 6,0\text{mm}$$

$$w_{inst} = 15,5\text{ mm}$$

$$w_{inst} \leq w_{inst,lim} \quad w_{inst,lim} = \frac{l}{300} = \frac{5009}{300} = 16,7\text{ mm}$$

$$15,5\text{ mm} \leq 16,7\text{ mm}$$

VYHOVUJE

##### 3.1.2. posouzení deformace po dotvarování

$$w_{fin} = w_{inst,g} * (1 + k_{def}) + w_{inst,q1} * (1 + \psi_2 * k_{def}) + w_{inst,q1} * (\psi_0 + \psi_2 * k_{def})$$

$$w_{fin} = (1,1 + 1,7) * (1 + 0,6) + 9,1 * (1 + 0,20 * 0,6) + 6,0 * (0,6 + 0,00 * 0,6)$$

$$w_{fin} = 18,3\text{ mm}$$

$$w_{fin} \leq w_{fin,lim} \quad w_{fin,lim} = \frac{l}{250} = \frac{5009}{250} = 20,0\text{ mm}$$

$$18,2\text{ mm} \leq 20,0\text{ mm}$$

VYHOVUJE

$k_{def} = 0,6$  pro třídu prostředí 1

$\psi_2 = 0,20$  pro zatížení sněhem

$\psi_2 = 0,00$  pro zatížení větrem

### 4. Závěr

Krokve o profilu 160x240mm vyhoví na MS únosnosti i na MS použitelnosti.

Rozhodující z hlediska dimenzování je MS použitelnosti.

Prvek je využitý na 93%, rozhodující je okamžitý průhyb.

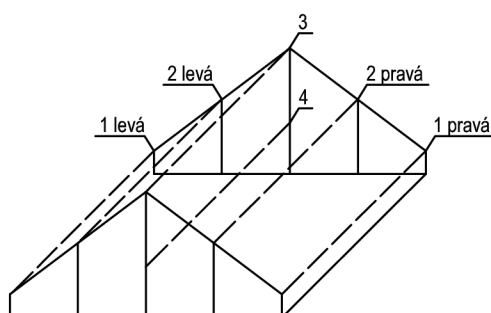
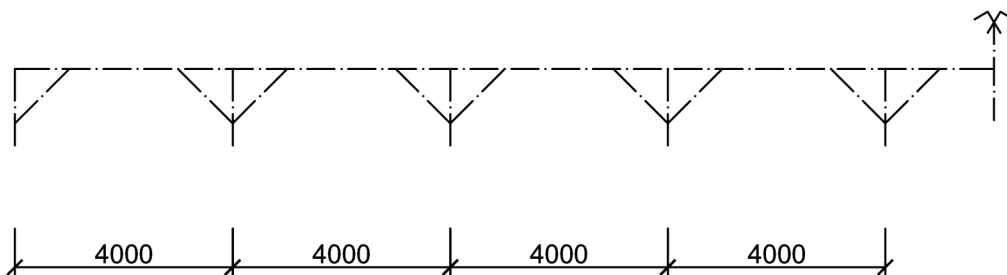
## 1. Geometrie, statické schéma

### 1.1. Geometrie

podrobná geometrie viz. technická dokumentace

rozpětí: 9x4,000m

třída prostředí: 1



poznámka ke značení:

vaznice jsou značeny čísly 1 - 3

číslo 1 značí pozednici

číslo 2 značí středovou vaznici

číslo 3 značí vrcholovou vaznici

strany jsou značeny dle obrázku a

vychází ze stat. modelu krokví

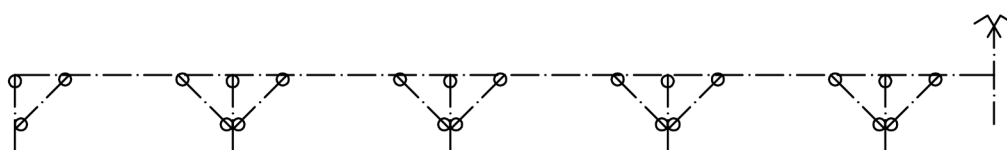
vaznice číslo 4 není od krokví

zatěžována a má význam pouze jako

ztužení proti větru na štít

### 1.2. Statické schéma

Vaznice jsou podepřeny sloupky plné vazby, tato spojení jsou modelována kloubově, dále jsou vaznice pro zkrácení rozpětí a podélné ztužení podepřeny vzpěrkami. Vaznice je řešena jako soustava prostých nosníků o rozpětí 4,000m, spoj vaznic a vzpěrek je modelován kloubově. Všechny vaznice jsou řešeny stejným způsobem.



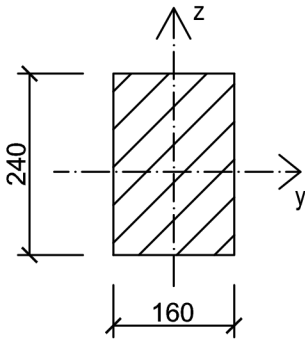
## 2. Posouzení prvků na MS únosnosti

### 2.1. vrcholová vaznice - dřevo třídy C24

#### 2.1.1. průřez, průřezové charakteristiky

$$\begin{aligned} b &= 160 \text{ mm} \\ h &= 240 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A &= 0,0384 \text{ m}^2 \\ W_y &= 15,36 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \\ W_z &= 10,24 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \\ I_y &= 18,43 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4 \\ I_z &= 8,19 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4 \end{aligned}$$



proti vybočení kolmo k ose z je prvek bráněno krokvi po 1m  
proti vybočení kolmo k ose y je bráněno vzpěrkami po 2m - působící tlaková síla je malá a vzpěr nebude vyšetřován

#### 2.1.2. návrhové vnitřní síly

$$\begin{aligned} N_{ed,tlak} &= 16,764 \text{ kN} && \text{kombinace SZS37} \\ N_{ed,tah} &= 52,261 \text{ kN} && \text{kombinace SZS6} \\ V_{ed,z} &= 16,073 \text{ kN} && \text{kombinace SZS3} \\ M_{ed,y} &= 13,516 \text{ kNm} && \text{kombinace SZS7} \end{aligned}$$

#### 2.1.3. posouzení na MS únosnosti

##### A) Prostý tah

$$\sigma_{t,0,d} = \frac{N_{ed,tah}}{A} = \frac{52,261 \text{ kN}}{0,0384 \text{ m}^2} = 1\,360,97 \text{ kPa} = 1,36 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{t,0,k}}{\gamma_m} = 0,9 \cdot \frac{14 \text{ MPa}}{1,3} = 9,69 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} \leq 1$$

$$\frac{1,36 \text{ MPa}}{9,69 \text{ MPa}} \leq 1$$

$$0,14 \leq 1$$

VYHOVUJE

##### B) Ohyb

$M_{ed,z} = 0,002 \text{ kNm}$  moment od kombinace SZS7 v místě  $M_{ed,y}$   
moment je velmi malý, nebudeme s ním dále počítat

$$\sigma_{my,d} = \frac{M_{ed,y}}{W_y} = \frac{13,516 \text{ kNm}}{15,36 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3} = 8\,799,48 \text{ kPa} = 8,80 \text{ MPa}$$

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_m} = 0,9 \cdot \frac{24 \text{ MPa}}{1,3} = 16,62 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_{my,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

$$\frac{8,80 \text{ MPa}}{16,62 \text{ MPa}} \leq 1$$

$$0,53 \leq 1$$

VYHOVUJE

nosník je zajištěn proti klopení osedláním krokvi po vzdálenosti 1m - klopení neuvažují

## 2. Posouzení prvků na MS únosnosti

### C) Smyk

$$\tau_{v,d} = \frac{3}{2} * \frac{V_{ed,z}}{k_{cr} * A} = \frac{3}{2} * \frac{16,073 \text{ kN}}{0,67 * 0,16 * 0,24 \text{ m}^2} = 937,09 \text{ kPa} = 0,94 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = k_{mod} * \frac{f_{v,k}}{\gamma_m} = 0,9 * \frac{2,0 \text{ MPa}}{1,3} = 1,38 \text{ MPa}$$

$$\frac{\tau_{v,d}}{f_{v,d}} \leq 1$$

$$\frac{0,94 \text{ MPa}}{1,38 \text{ MPa}} \leq 1$$

$$0,68 \leq 1$$

VYHOVUJE

### D) Kombinace ohybu a osového tahu

Maximální normálové napětí vyvodí kombinace SZS4.

$$N_{ed,tah} = 11,027 \text{ kN}$$

$$M_{ed,y} = 11,518 \text{ kNm}$$

$$M_{ed,z} = 2,366 \text{ kNm}$$

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

$$\frac{0,29}{9,69} + \frac{7,50}{16,62} + 0,7 * \frac{2,31}{16,62} \leq 1$$

$$0,58 \leq 1$$

VYHOVUJE

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

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

$$\sigma_{t,0,d} = \frac{N_{ed,tah}}{A} = \frac{11,027 \text{ kN}}{0,0384 \text{ m}^2} = 287,16 \text{ kPa} = 0,29 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,d} = k_{mod} * \frac{f_{t,0,k}}{\gamma_m} = 0,9 * \frac{14 \text{ MPa}}{1,3} = 9,69 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} \leq 1$$

$$\frac{0,29 \text{ MPa}}{9,69 \text{ MPa}} \leq 1$$

## 2.2. středové vaznice - dřevo třídy C24

### 2.2.1. průřez, průřezové charakteristiky

$$b = 160 \text{ mm}$$

$$h = 240 \text{ mm}$$

$$A = 0,0384 \text{ m}^2$$

$$W_y = 15,36 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$W_z = 10,24 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$I_y = 18,43 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4$$

$$I_z = 8,19 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4$$

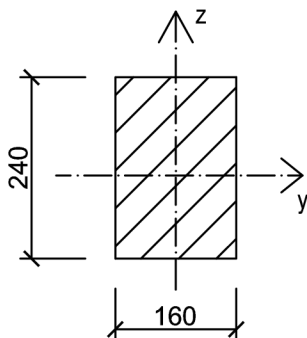
### 2.2.2. návrhové vnitřní síly

$$N_{ed,tlak} = 33,902 \text{ kN} \quad \text{kombinace SZS83}$$

$$N_{ed,tah} = 65,316 \text{ kN} \quad \text{kombinace SZS9}$$

$$V_{ed,z} = 22,789 \text{ kN} \quad \text{kombinace SZS3}$$

$$M_{ed,y} = 15,920 \text{ kNm} \quad \text{kombinace SZS3}$$



proti vybočení kolmo k ose z je prvek bráněno krokvení po 1m  
proti vybočení kolmo k ose y je bráněno vzpěrkami po 2m - působící tlaková síla je malá a vzpěr nebude vyšetřován

## 2. Posouzení prvků na MS únosnosti

### 2.2.3. posouzení na MS únosnosti

#### A) Prostý tah

$$\sigma_{t,0,d} = \frac{N_{ed,tah}}{A} = \frac{65,316 \text{ kN}}{0,0384 \text{ m}^2} = 1\,700,94 \text{ kPa} = 1,70 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,d} = k_{mod} * \frac{f_{t,0,k}}{\gamma_m} = 0,9 * \frac{14 \text{ MPa}}{1,3} = 9,69 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} \leq 1$$

$$\frac{1,70 \text{ MPa}}{9,69 \text{ MPa}} \leq 1$$

$$0,17 \leq 1$$

VYHOVUJE

#### B) Ohyb

$M_{ed,z} = 1,887 \text{ kNm}$  moment od kombinace SZS3 v místě  $M_{ed,y}$

$$\sigma_{my,d} = \frac{M_{ed,y}}{W_y} = \frac{15,920 \text{ kNm}}{15,36e^{-4} \text{ m}^3} = 10\,364,58 \text{ kPa} = 10,36 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{mz,d} = \frac{M_{ed,z}}{W_z} = \frac{1,887 \text{ kNm}}{10,24e^{-4} \text{ m}^3} = 1\,842,77 \text{ kPa} = 1,84 \text{ MPa}$$

$$f_{m,d} = k_{mod} * \frac{f_{m,k}}{\gamma_m} = 0,9 * \frac{24 \text{ MPa}}{1,3} = 16,62 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_{my,d}}{f_{m,d}} + k_m * \frac{\sigma_{mz,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

$$\frac{10,36 \text{ MPa}}{16,62 \text{ MPa}} + 0,7 * \frac{1,84 \text{ MPa}}{16,62 \text{ MPa}} \leq 1$$

$$0,70 \leq 1$$

VYHOVUJE

#### C) Smyk

$$\tau_{v,d} = \frac{3}{2} * \frac{V_{ed,z}}{k_{cr} * A} = \frac{3}{2} * \frac{22,789 \text{ kN}}{0,67 * 0,16 * 0,24 \text{ m}^2} = 1\,328,65 \text{ kPa} = 1,33 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = k_{mod} * \frac{f_{v,k}}{\gamma_m} = 0,9 * \frac{2,0 \text{ MPa}}{1,3} = 1,38 \text{ MPa}$$

$$\frac{\tau_{v,d}}{f_{v,d}} \leq 1$$

$$\frac{1,33 \text{ MPa}}{1,38 \text{ MPa}} \leq 1$$

$$0,96 \leq 1$$

VYHOVUJE

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

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

$k_m = 0,7$  pro obdelnikový průřez

nosník je zajištěn proti klopení  
osedláním krokví po vzdálenosti 1m -  
klopení neuvažují

## 2. Posouzení prvků na MS únosnosti

### D) Kombinace ohybu a osového tahu

Maximální normálové napětí vyvodí kombinace SZS10.

$$N_{ed,tah} = 17,515 \text{ kN}$$

$$M_{ed,y} = 15,398 \text{ kNm}$$

$$M_{ed,z} = 3,300 \text{ kNm}$$

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

$$\frac{0,46}{9,69} + \frac{10,02}{16,62} + 0,7 * \frac{3,22}{16,62} \leq 1$$

$$0,79 \leq 1$$

VYHOVUJE

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

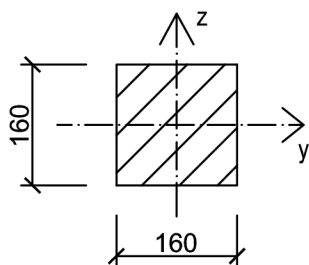
$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\sigma_{t,0,d} = \frac{N_{ed,tah}}{A} = \frac{17,515 \text{ kN}}{0,0384 \text{ m}^2} = 456,12 \text{ kPa} = 0,46 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,d} = k_{mod} * \frac{f_{t,0,k}}{\gamma_m} = 0,9 * \frac{14 \text{ MPa}}{1,3} = 9,69 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} \leq 1$$

$$\frac{0,46 \text{ MPa}}{9,69 \text{ MPa}} \leq 1$$



proti vybočení kolmo k ose z je prvek bráněno krokveří po 1m  
proti vybočení kolmo k ose y je bráněno vzpěrkami po 2m - působící tlaková síla je malá a vzpěr nebude vyšetřován

### 2.3. pozednice - dřevo třídy C24

#### 2.3.1. průřez, průřezové charakteristiky

$$b = 160 \text{ mm}$$

$$h = 160 \text{ mm}$$

$$A = 0,0256 \text{ m}^2$$

$$W_y = 6,83 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$W_z = 6,83 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$I_y = 5,46 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4$$

$$I_z = 5,46 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4$$

#### 2.3.2. návrhové vnitřní síly

$$N_{ed,tlak} = 19,487 \text{ kN}$$

$$N_{ed,tah} = 16,868 \text{ kN}$$

$$V_{ed,z} = 4,696 \text{ kN}$$

$$V_{ed,y} = 4,829 \text{ kN}$$

$$M_{ed,y} = 2,960 \text{ kNm}$$

$$M_{ed,z} = 4,829 \text{ kNm}$$

kombinace SZS2

kombinace SZS9

kombinace SZS7

kombinace SZS4

kombinace SZS7

kombinace SZS4

## 2. Posouzení prvků na MS únosnosti

### 2.3.3. posouzení na MS únosnosti

#### A) Prostý tah

$$\sigma_{t,0,d} = \frac{N_{ed,tah}}{A} = \frac{16,868 \text{ kN}}{0,0256 \text{ m}^2} = 685,91 \text{ kPa} = 0,69 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,d} = k_{mod} * \frac{f_{t,0,k}}{\gamma_m} = 0,9 * \frac{14 \text{ MPa}}{1,3} = 9,69 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} \leq 1$$

$$\frac{0,69 \text{ MPa}}{9,69 \text{ MPa}} \leq 1$$

$$0,07 \leq 1$$

VYHOVUJE

#### B) Ohyb

$M_{ed,y} = 2,136 \text{ kNm}$  moment od kombinace SZS4 v místě  $M_{ed,z}$

$$\sigma_{my,d} = \frac{M_{ed,y}}{W_y} = \frac{2,136 \text{ kNm}}{6,83e^{-4} \text{ m}^3} = 3\,128,91 \text{ kPa} = 3,04 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{mz,d} = \frac{M_{ed,z}}{W_z} = \frac{4,829 \text{ kNm}}{6,83e^{-4} \text{ m}^3} = 7\,073,73 \text{ kPa} = 7,07 \text{ MPa}$$

$$f_{m,d} = k_{mod} * \frac{f_{m,k}}{\gamma_m} = 0,9 * \frac{24 \text{ MPa}}{1,3} = 16,62 \text{ MPa}$$

$$k_m * \frac{\sigma_{my,d}}{f_{m,d}} + \frac{\sigma_{mz,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

$$0,7 * \frac{3,04 \text{ MPa}}{16,62 \text{ MPa}} + \frac{7,07 \text{ MPa}}{16,62 \text{ MPa}} \leq 1$$

$$0,56 \leq 1$$

VYHOVUJE

#### C) Smyk

$$\tau_{v,d} = \frac{3}{2} * \frac{V_{ed,y}}{k_{cr} * A} = \frac{3}{2} * \frac{4,829 \text{ kN}}{0,67 * 0,16 * 0,16 \text{ m}^2} = 422,31 \text{ kPa} = 0,42 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = k_{mod} * \frac{f_{v,k}}{\gamma_m} = 0,9 * \frac{2,0 \text{ MPa}}{1,3} = 1,38 \text{ MPa}$$

$$\frac{\tau_{v,d}}{f_{v,d}} \leq 1$$

$$\frac{0,42 \text{ MPa}}{1,38 \text{ MPa}} \leq 1$$

$$0,31 \leq 1$$

VYHOVUJE

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

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

$k_m = 0,7$  pro obdelníkový průřez

nosník je zajištěn proti klopení  
osedláním krokvi po vzdálenosti 1m -  
klopení neuvažují



## 2. Posouzení prvků na MS únosnosti

### D) Kombinace ohybu a osového tahu

Maximální normálové napětí vyvodí kombinace SZS4.

$$N_{ed,tah} = 8,145 \text{ kN}$$

$$M_{ed,y} = 2,136 \text{ kNm}$$

$$M_{ed,z} = 4,829 \text{ kNm}$$

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

$$\frac{0,32}{9,69} + 0,7 * \frac{3,13}{16,62} + \frac{7,07}{16,62} \leq 1$$

$$0,59 \leq 1$$

VYHOVUJE

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

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

$$\sigma_{t,0,d} = \frac{N_{ed,tah}}{A} = \frac{8,145 \text{ kN}}{0,0256 \text{ m}^2} = 318,16 \text{ kPa} = 0,32 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,d} = k_{mod} * \frac{f_{t,0,k}}{\gamma_m} = 0,9 * \frac{14 \text{ MPa}}{1,3} = 9,69 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} \leq 1$$

$$\frac{0,32 \text{ MPa}}{9,69 \text{ MPa}} \leq 1$$

### 2.4. vzpěry - dřevo třídy C24

#### 2.4.1. průřez, průřezové charakteristiky

$$b = 160 \text{ mm}$$

$$h = 160 \text{ mm}$$

$$A = 0,0256 \text{ m}^2$$

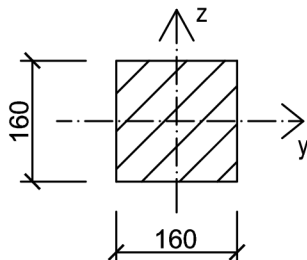
$$W_y = 6,83 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$W_z = 6,83 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$I_y = 5,46 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4$$

$$I_z = 5,46 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4$$

$$L_{cr,y} = L_{cr,z} = 1,414 \text{ m}$$



#### 2.4.2. návrhové vnitřní síly

$$N_{ed,tlak} = 82,358 \text{ kN} \quad \text{kombinace SZS9}$$

$$N_{ed,tah} = 31,043 \text{ kN} \quad \text{kombinace SZS83}$$

#### 2.4.3. posouzení na MS únosnosti

##### A) Prostý tah

$$\sigma_{t,0,d} = \frac{N_{ed,tah}}{A} = \frac{31,043 \text{ kN}}{0,0256 \text{ m}^2} = 1\,212,62 \text{ kPa} = 1,21 \text{ MPa}$$

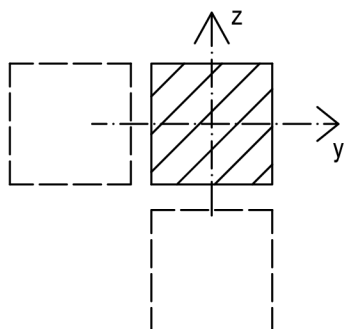
$$f_{t,0,d} = k_{mod} * \frac{f_{t,0,k}}{\gamma_m} = 0,9 * \frac{14 \text{ MPa}}{1,3} = 9,69 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} \leq 1$$

$$\frac{1,21 \text{ MPa}}{9,69 \text{ MPa}} \leq 1$$

$$0,13 \leq 1$$

VYHOVUJE



rovinný vzpěr,  
vybočení kolmo k ose y, kolmo k ose z

$$L_{cr,y} = L_{cr,z} = 1,414 \text{ m}$$

Maximální svislou deformaci vyvodí kombinace SZS46.  
Deformace od jednotlivých zatěžovacích stavů v příloze.  
Bude posouzen svislý průhyb, od zat. stavu SZS46  
nevzniká vodorovná deformace, naopak při deformacích  
vodorovných vznikají pouze malé svislé průhyby.

## 2. Posouzení prvku na MS únosnosti

B) vzpěrný tlak

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{5,46 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4}{0,0256 \text{ m}^2}} = 0,04619 \text{ m}$$

$$\lambda_y = \frac{L_{cr,y}}{i_y} = \frac{1,414 \text{ m}}{0,04619 \text{ m}} = 30,614 \leq \lambda_{lim} = 150$$

$$\lambda_{rel} = \frac{\lambda_y}{\pi} * \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{30,614}{\pi} * \sqrt{\frac{21 \text{ MPa}}{7330 \text{ MPa}}} = 0,522$$

$$k = 0,5 * [1 + \beta_c * (\lambda_{rel} - 0,3) + \lambda_{rel}^2]$$

$$k = 0,5 * [1 + 0,2 * (0,522 - 0,3) + 0,522^2] = 0,658$$

$$k_c = \frac{1}{k + \sqrt{k^2 - \lambda_{rel}^2}} = \frac{1}{0,658 + \sqrt{0,658^2 - 0,522^2}} = 0,944$$

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{ed,tlak}}{A} = \frac{82,358 \text{ kN}}{0,0256 \text{ m}^2} = 3217,11 \text{ kPa} = 3,22 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,d} = k_{mod} * \frac{f_{c,0,k}}{\gamma_m} = 0,9 * \frac{21 \text{ MPa}}{1,3} = 14,53 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_c * f_{c,0,d}} \leq 1$$

$$\frac{3,22 \text{ MPa}}{0,944 * 14,53 \text{ MPa}} \leq 1$$

$$0,23 \leq 1$$

VYHOVUJE

## 3. Posouzení prvků na MS použitelnosti

### 3.1. vrcholová vaznice - dřevo třídy C24

#### 3.1.1. posouzení okamžité deformace

$$w_{inst,y} = w_{inst,y,g0} + w_{inst,y,g1} + w_{inst,y,s} + \psi_0 * w_{inst,y,w}$$

$$w_{inst,y} = 0,4 \text{ mm} + 0,6 \text{ mm} + 3,5 \text{ mm} + 0,6 * 0,4 \text{ mm}$$

$$w_{inst,y} = 4,7 \text{ mm}$$

$$w_{inst,y} \leq w_{inst,lim} \quad w_{inst,lim} = \frac{l}{300} = \frac{4000}{300} = 13,3 \text{ mm}$$

$$4,7 \text{ mm} \leq 13,3 \text{ mm}$$

VYHOVUJE

#### 3.1.2. posouzení deformace po dotvarování

$$w_{fin,y} = w_{inst,y,g} * (1 + k_{def}) + w_{inst,y,q1} * (1 + \psi_2 * k_{def}) + w_{inst,y,q1} * (\psi_0 + \psi_2 * k_{def})$$

$$w_{fin,y} = (0,4 + 0,6) * (1 + 0,6) + 3,5 * (1 + 0,20 * 0,6) + 0,4 * (0,6 + 0,00 * 0,6)$$

$$w_{fin,y} = 5,8 \text{ mm}$$

$$w_{fin,y} \leq w_{fin,lim} \quad w_{fin,lim} = \frac{l}{250} = \frac{4000}{250} = 16,0 \text{ mm}$$

$$5,8 \text{ mm} \leq 16,0 \text{ mm}$$

VYHOVUJE

$$k_{def} = 0,6 \text{ pro třídu prostředí 1}$$

$$\psi_2 = 0,20 \text{ pro zatížení sněhem}$$

$$\psi_2 = 0,00 \text{ pro zatížení větrem}$$

### 3. Posouzení prvků na MS použitelnosti

#### 3.2. středové vaznice - dřevo třídy C24

##### 3.2.1. posouzení okamžité deformace

Maximální šikmou deformaci vyvodí kombinace SZS49.  
Deformace od jednotlivých zatěžovacích stavů v příloze.

$$w_{inst,y} = w_{inst,y,g0} + w_{inst,y,g1} + w_{inst,y,s} + \psi_0 * w_{inst,y,w}$$

$$w_{inst,y} = 0,5\text{mm} + 0,7\text{mm} + 4,2\text{mm} + 0,6 * 1,4\text{mm}$$

$$w_{inst,y} = 6,2 \text{ mm}$$

$$w_{inst,z} = w_{inst,z,g0} + w_{inst,z,g1} + w_{inst,z,s} + \psi_0 * w_{inst,z,w}$$

$$w_{inst,z} = 0,1\text{mm} + 0,1\text{mm} + 0,9\text{mm} + 0,6 * 4,9\text{mm}$$

$$w_{inst,z} = 4,0 \text{ mm}$$

$$w_{inst} = \sqrt{w_{inst,y}^2 + w_{inst,z}^2} = \sqrt{6,2^2 + 4,0^2}$$

$$w_{inst,z} = 7,4 \text{ mm}$$

$$w_{inst} \leq w_{inst,lim} \quad w_{inst,lim} = \frac{1}{300} = \frac{4000}{300} = 13,3 \text{ mm}$$

$$7,4 \text{ mm} \leq 13,3 \text{ mm} \quad \text{VYHOVUJE}$$

##### 3.2.2. posouzení deformace po dotvarování

$$w_{fin,y} = w_{inst,y,g} * (1 + k_{def}) + w_{inst,y,q1} * (1 + \psi_2 * k_{def}) + w_{inst,y,q1} * (\psi_0 + \psi_2 * k_{def})$$

$$w_{fin,y} = (0,5 + 0,7) * (1 + 0,6) + 4,2 * (1 + 0,20 * 0,6) + 1,4 * (0,6 + 0,00 * 0,6)$$

$$w_{fin,y} = 7,5 \text{ mm}$$

$$w_{fin,z} = w_{inst,z,g} * (1 + k_{def}) + w_{inst,z,q1} * (1 + \psi_2 * k_{def}) + w_{inst,z,q1} * (\psi_0 + \psi_2 * k_{def})$$

$$w_{fin,z} = (0,1 + 0,1) * (1 + 0,6) + 0,9 * (1 + 0,20 * 0,6) + 4,9 * (0,6 + 0,00 * 0,6)$$

$$w_{fin,z} = 4,3 \text{ mm}$$

$$w_{fin} = \sqrt{w_{fin,y}^2 + w_{fin,z}^2} = \sqrt{7,5^2 + 4,3^2}$$

$$w_{inst,z} = 8,6 \text{ mm}$$

$$w_{fin,y} \leq w_{fin,lim} \quad w_{fin,lim} = \frac{1}{250} = \frac{4000}{250} = 16,0 \text{ mm}$$

$$8,6 \text{ mm} \leq 16,0 \text{ mm} \quad \text{VYHOVUJE}$$

$k_{def} = 0,6$  pro třídu prostředí 1

$\psi_2 = 0,20$  pro zatížení sněhem

$\psi_2 = 0,00$  pro zatížení větrem

### 3. Posouzení prvků na MS použitelnosti

#### 3.3. pozednice - dřevo třídy C24

##### 3.3.1. posouzení okamžité deformace

Maximální vodorovnou deformaci vyvodí kombinace SZS64.

Deformace od jednotlivých zatěžovacích stavů v příloze.

Bude posouzen vodorovný průhyb, od zat. stavu SZS64 vzniká svislá deformace pouze 0,5mm a bude zanedbána.

$$w_{inst,z} = w_{inst,z,g0} + w_{inst,z,g1} + w_{inst,z,w} + \psi_0 * w_{inst,z,s}$$

$$w_{inst,z} = 0,2\text{mm} + 0,3\text{mm} + 4,0\text{mm} + 0,5 * 1,7\text{mm}$$

$$w_{inst,z} = 5,4 \text{ mm}$$

$$w_{inst,z} \leq w_{inst,lim} \quad w_{inst,lim} = \frac{l}{300} = \frac{4000}{300} = 13,3 \text{ mm}$$

$$5,4 \text{ mm} \leq 13,3 \text{ mm} \quad \text{VYHOVUJE}$$

##### 3.3.2. posouzení deformace po dotvarování

$$w_{fin,z} = w_{inst,z,g} * (1 + k_{def}) + w_{inst,z,q1} * (1 + \psi_2 * k_{def}) + w_{inst,z,q1} * (\psi_0 + \psi_2 * k_{def})$$

$$w_{fin,z} = (0,2 + 0,3) * (1 + 0,6) + 4,0 * (1 + 0,00 * 0,6) + 1,7 * (0,5 + 0,20 * 0,6)$$

$$w_{fin,z} = 5,9 \text{ mm}$$

$$w_{fin,z} \leq w_{fin,lim} \quad w_{fin,lim} = \frac{l}{250} = \frac{4000}{250} = 16,0 \text{ mm}$$

$$5,9 \text{ mm} \leq 16,0 \text{ mm} \quad \text{VYHOVUJE}$$

$k_{def} = 0,6$  pro třídu prostředí 1

$\psi_2 = 0,20$  pro zatížení sněhem

$\psi_2 = 0,00$  pro zatížení větrem

### 4. Závěr

Navržené prvky vyhoví na MS únosnosti i na MS použitelnosti.

Rozhodující z hlediska dimenzování je pro všechny prvky MS únosnosti.

Vrcholová vaznice o rozměru 160x240mm je využita na 68%, rozhodující je namáhání smykem.

Středové vaznice z profilu 160x240mm jsou využity na 96%, rozhodující je namáhání smykem.

Pozednice profilu 160x160mm jsou využity na 59%, rozhodující je namáhání dvouosým ohybem s tahem.

Namáhání smykem je nejnepříznivější z důvodu krátkých volných délek prvků (2m).

Ze stejného důvodu se také výrazněji neprojeví průhyby prvků.

Vzpěry profilu 160x160mm vyhoví na MS únosnosti na 23%, rozhodující je namáhání vzpěrným tlakem.

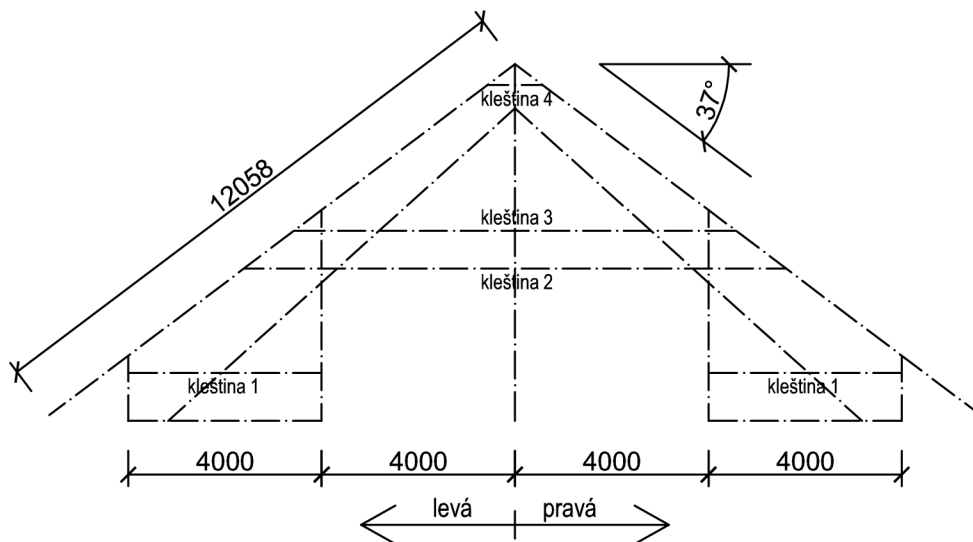
Větší dimenze vzpěr jsou voleny s ohledem na provedení spojů a na celkovou podélnou tuhost konstrukce.

## 1. Geometrie, statické schéma plných vazeb

### 1.1. Geometrie

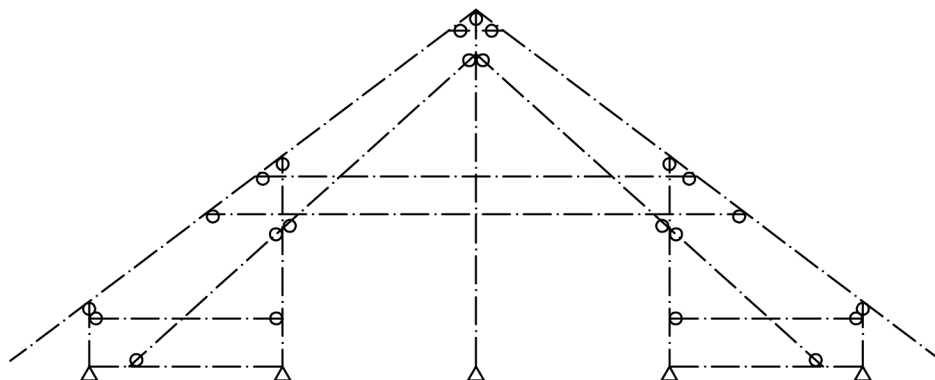
podrobná geometrie viz. technická dokumentace

vzdálenost vazeb: 4,000m



### 1.2. Statické schéma

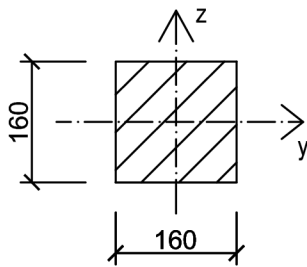
Staticky je plná vazba podepřena sloupky spodní stavby, jsou modelovány jako pevné podpory. Všechny reakce jsou následně přeneseny do spodní stavby. V místech spojů kleštín a vzpěr je modelován kloub bez ohybové tuhosti. Připojení vaznice na sloupky je také modelováno kloubově.



## 2. Posouzení prvků na MS únosnosti

### 2.1. sloupky vrcholové vaznice - dřevo třídy C24

#### 2.1.1. průřez, průřezové charakteristiky



$$\begin{aligned} b &= 160\text{mm} \\ h &= 160\text{mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A &= 0,0256\text{ m}^2 \\ W_y &= 6,83 \cdot 10^{-4}\text{ m}^3 \\ W_z &= 6,83 \cdot 10^{-4}\text{ m}^3 \\ I_y &= 5,46 \cdot 10^{-5}\text{ m}^4 \\ I_z &= 5,46 \cdot 10^{-5}\text{ m}^4 \end{aligned}$$

#### 2.1.2. návrhové vnitřní síly

$$\begin{aligned} N_{ed,tlak} &= 95,851\text{ kN} && \text{kombinace SZS5} \\ V_{ed,y} &= 4,070\text{ kN} && \text{kombinace SZS36} \\ V_{ed,z} &= 4,056\text{ kN} && \text{kombinace SZS27} \\ M_{ed,y} &= 3,161\text{ kNm} && \text{kombinace SZS27} \\ M_{ed,z} &= 4,070\text{ kNm} && \text{kombinace SZS36} \end{aligned}$$

#### 2.1.3. posouzení na MS únosnosti

##### A) Vzpěrný tlak

$$\begin{aligned} L_{cr,y} &= 2,17\text{ m} && (\text{vzdálenost mezi průvlakem a vzpěrami}) \\ L_{cr,z} &= 3,17\text{ m} && (\text{vzdálenost mezi průvlakem a kleštinou č. 2}) \end{aligned}$$

$$i_z = \sqrt{\frac{I_z}{A}} = \sqrt{\frac{5,46 \cdot 10^{-5}\text{ m}^4}{0,0256\text{ m}^2}} = 0,04619\text{ m}$$

$$\lambda_z = \frac{L_{cr,z}}{i_z} = \frac{3,170\text{ m}}{0,04619\text{ m}} = 68,633 \leq \lambda_{lim} = 150$$

$$\lambda_{rel} = \frac{\lambda_z}{\pi} * \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{68,633}{\pi} * \sqrt{\frac{21\text{ MPa}}{7330\text{ MPa}}} = 1,170$$

$$\begin{aligned} k &= 0,5 * [1 + \beta_c * (\lambda_{rel} - 0,3) + \lambda_{rel}^2] \\ k &= 0,5 * [1 + 0,2 * (1,170 - 0,3) + 1,170^2] = 1,271 \end{aligned}$$

$$k_c = \frac{1}{k + \sqrt{k^2 - \lambda_{rel}^2}} = \frac{1}{1,271 + \sqrt{1,271^2 - 1,170^2}} = 0,565$$

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{ed,tlak}}{A} = \frac{95,851\text{ kN}}{0,0256\text{ m}^2} = 3\,744,18\text{ kPa} = 3,74\text{ MPa}$$

$$f_{c,0,d} = k_{mod} * \frac{f_{c,0,k}}{\gamma_m} = 0,9 * \frac{21\text{ MPa}}{1,3} = 14,53\text{ MPa}$$

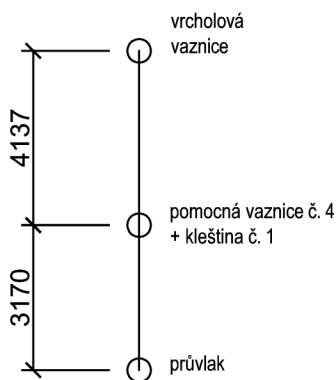
$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_c * f_{c,0,d}} \leq 1$$

$$\frac{3,74\text{ MPa}}{0,565 * 14,53\text{ MPa}} \leq 1$$

$$0,46 \leq 1$$

VYHOVUJE

vzpěr nastane v  
příčné rovině krovu



## 2. Posouzení prvků na MS únosnosti

### B) Smyk

$$\tau_{v,d} = \frac{3}{2} * \frac{V_{ed,y}}{k_{cr} * A} = \frac{3}{2} * \frac{4,070 \text{ kN}}{0,67 * 0,16 * 0,16 \text{ m}^2} = 355,94 \text{ kPa} = 0,36 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = k_{mod} * \frac{f_{v,k}}{\gamma_m} = 0,9 * \frac{2,0 \text{ MPa}}{1,3} = 1,38 \text{ MPa}$$

$$\frac{\tau_{v,d}}{f_{v,d}} \leq 1$$

$$\frac{0,36 \text{ MPa}}{1,38 \text{ MPa}} \leq 1$$

$$0,26 \leq 1$$

VYHOVUJE

### C) Ohyb

$M_{ed,y} = 0,000 \text{ kNm}$  moment od kombinace SZS36 v místě  $M_{ed,z}$

$$\sigma_{mz,d} = \frac{M_{ed,z}}{W_z} = \frac{4,070 \text{ kNm}}{6,83e^{-4} \text{ m}^3} = 5\,961,91 \text{ kPa} = 5,96 \text{ MPa}$$

$$f_{m,d} = k_{mod} * \frac{f_{m,k}}{\gamma_m} = 0,9 * \frac{24 \text{ MPa}}{1,3} = 16,62 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_{mz,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

$$\frac{5,96 \text{ MPa}}{16,62 \text{ MPa}} \leq 1$$

$$0,36 \leq 1$$

VYHOVUJE

### D) Kombinace ohybu a osového tlaku

Maximální normálové napětí vyvodí kombinace SZS37.

$N_{ed,tlak} = 66,376 \text{ kN}$

$M_{ed,y} = 0,000 \text{ kNm}$

$M_{ed,z} = 4,025 \text{ kNm}$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_c * f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{mz,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

$$\frac{2,59}{0,565 * 14,53} + \frac{5,90}{16,62} \leq 1$$

$$0,67 \leq 1$$

VYHOVUJE

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

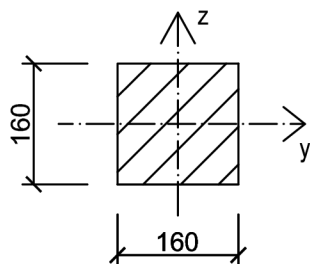
$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} * f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1$$

Napětí od jednotlivých vnitřních sil je vypočteno dle vzorců pro šikmý ohyb a vzpěrný tlak. Vzpěrná délka  $L_{cr,z} = 3,170 \text{ m}$ .

## 2. Posouzení prvků na MS únosnosti

### 2.2. sloupky středové vaznice - dřevo třídy C24

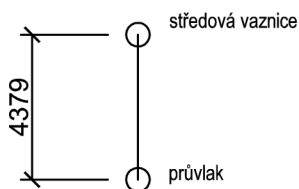
#### 2.2.1. průřez, průřezové charakteristiky



$$\begin{aligned} b &= 160 \text{ mm} \\ h &= 160 \text{ mm} \\ A &= 0,0256 \text{ m}^2 \\ W_y &= 6,83 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \\ W_z &= 6,83 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \\ I_y &= 5,46 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4 \\ I_z &= 5,46 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4 \end{aligned}$$

#### 2.2.2. návrhové vnitřní síly

$N_{ed,tlak}$	$= 138,129 \text{ kN}$	kombinace SZS10
$V_{ed,y}$	$= 6,411 \text{ kN}$	kombinace SZS3
$V_{ed,z}$	$= 15,831 \text{ kN}$	kombinace SZS24
$M_{ed,y}$	$= 2,875 \text{ kNm}$	kombinace SZS24
$M_{ed,z}$	$= 4,573 \text{ kNm}$	kombinace SZS3



vzpěr nastane v  
podélné rovině krovu

#### 2.2.3. posouzení na MS únosnosti

##### A) Vzpěrný tlak

$$\begin{aligned} L_{cr,y} &= 1,864 \text{ m} && (\text{vzdálenost mezi kleštinou a příčnou vzpěrou}) \\ L_{cr,z} &= 3,379 \text{ m} && (\text{vzdálenost mezi průvlakem a vzpěrou}) \end{aligned}$$

$$i_z = \sqrt{\frac{I_z}{A}} = \sqrt{\frac{5,46 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4}{0,0256 \text{ m}^2}} = 0,04619 \text{ m}$$

$$\lambda_z = \frac{L_{cr,z}}{i_z} = \frac{3,379 \text{ m}}{0,04619 \text{ m}} = 73,157 \leq \lambda_{lim} = 150$$

$$\lambda_{rel} = \frac{\lambda_z}{\pi} * \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{73,157}{\pi} * \sqrt{\frac{21 \text{ MPa}}{7330 \text{ MPa}}} = 1,247$$

$$\begin{aligned} k &= 0,5 * [1 + \beta_c * (\lambda_{rel} - 0,3) + \lambda_{rel}^2] \\ k &= 0,5 * [1 + 0,2 * (1,247 - 0,3) + 1,247^2] = 1,372 \end{aligned}$$

$$k_c = \frac{1}{k + \sqrt{k^2 - \lambda_{rel}^2}} = \frac{1}{1,372 + \sqrt{1,372^2 - 1,247^2}} = 0,514$$

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{ed,tlak}}{A} = \frac{138,129 \text{ kN}}{0,0256 \text{ m}^2} = 5\,395,66 \text{ kPa} = 5,40 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,d} = k_{mod} * \frac{f_{c,0,k}}{\gamma_m} = 0,9 * \frac{21 \text{ MPa}}{1,3} = 14,53 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_c * f_{c,0,d}} \leq 1$$

$$\frac{5,40 \text{ MPa}}{0,514 * 14,53 \text{ MPa}} \leq 1$$

$$0,72 \leq 1$$

VYHOVUJE



## 2. Posouzení prvků na MS únosnosti

### B) Smyk

$$\tau_{v,d} = \frac{3}{2} * \frac{V_{ed,z}}{k_{cr} * A} = \frac{3}{2} * \frac{15,831 \text{ kN}}{0,67 * 0,16 * 0,16 \text{ m}^2} = 1\,384,47 \text{ kPa} = 1,38 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = k_{mod} * \frac{f_{v,k}}{\gamma_m} = 0,9 * \frac{2,0 \text{ MPa}}{1,3} = 1,38 \text{ MPa}$$

$$\frac{\tau_{v,d}}{f_{v,d}} \leq 1$$

$$\frac{1,38 \text{ MPa}}{1,38 \text{ MPa}} \leq 1$$

$$1,00 \leq 1$$

VYHOVUJE

### C) Ohyb

$M_{ed,y} = 1,053 \text{ kNm}$  moment od kombinace SZS3 v místě  $M_{ed,z}$

$$\sigma_{my,d} = \frac{M_{ed,y}}{W_y} = \frac{1,053 \text{ kNm}}{6,83e^{-4} \text{ m}^3} = 1\,542,48 \text{ kPa} = 1,54 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{mz,d} = \frac{M_{ed,z}}{W_z} = \frac{4,573 \text{ kNm}}{6,83e^{-4} \text{ m}^3} = 6\,698,73 \text{ kPa} = 6,70 \text{ MPa}$$

$$f_{m,d} = k_{mod} * \frac{f_{m,k}}{\gamma_m} = 0,9 * \frac{24 \text{ MPa}}{1,3} = 16,62 \text{ MPa}$$

$$k_m * \frac{\sigma_{my,d}}{f_{m,d}} + \frac{\sigma_{mz,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

$$0,7 * \frac{1,54 \text{ MPa}}{16,62 \text{ MPa}} + \frac{6,70 \text{ MPa}}{16,62 \text{ MPa}} \leq 1$$

$$0,47 \leq 1$$

VYHOVUJE

### D) Kombinace ohybu a osového tlaku

Maximální normálové napětí vyvodí kombinace SZS10.

$N_{ed,tlak} = 137,500 \text{ kN}$

$M_{ed,y} = 0,637 \text{ kNm}$

$M_{ed,z} = 0,843 \text{ kNm}$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_c * f_{c,0,d}} + k_m * \frac{\sigma_{my,d}}{f_{m,d}} + \frac{\sigma_{mz,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

$$\frac{5,37}{0,514 * 14,53} + 0,7 * \frac{0,93}{16,62} + \frac{1,23}{16,62} \leq 1$$

$$0,83 \leq 1$$

VYHOVUJE

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

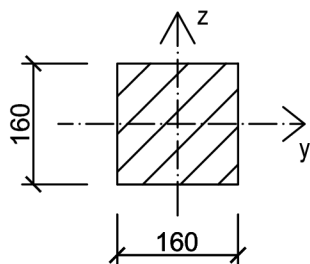
$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1$$

Napětí od jednotlivých vnitřních sil je vypočteno dle vzorců pro šikmý ohyb a vzpěrný tlak. Vzpěrná délka  $L_{cr,z} = 3,379 \text{ m}$ .

## 2. Posouzení prvků na MS únosnosti

### 2.3. sloupky pozednice - dřevo třídy C24

#### 2.3.1. průřez, průřezové charakteristiky

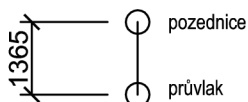


$$\begin{aligned}b &= 160\text{mm} \\h &= 160\text{mm} \\A &= 0,0256\text{ m}^2 \\W_y &= 6,83 \cdot 10^{-4}\text{ m}^3 \\W_z &= 6,83 \cdot 10^{-4}\text{ m}^3 \\I_y &= 5,46 \cdot 10^{-5}\text{ m}^4 \\I_z &= 5,46 \cdot 10^{-5}\text{ m}^4\end{aligned}$$

#### 2.3.2. návrhové vnitřní síly

$$\begin{aligned}N_{ed,tlak} &= 96,033\text{ kN} && \text{kombinace SZS3} \\V_{ed,y} &= 15,037\text{ kN} && \text{kombinace SZS3} \\V_{ed,z} &= 6,803\text{ kN} && \text{kombinace SZS27} \\M_{ed,y} &= 2,381\text{ kNm} && \text{kombinace SZS27} \\M_{ed,z} &= 5,469\text{ kNm} && \text{kombinace SZS3}\end{aligned}$$

- tlaková síla působí v části průřezu od konce vzpěry po průvlak



#### 2.3.3. posouzení na MS únosnosti

##### A) Tlak

$$L_{cr,y} = L_{cr,z} = 0,365\text{ m} \quad (\text{vzdálenost mezi průvlakem a vzpěrou})$$

$$i_z = \sqrt{\frac{I_z}{A}} = \sqrt{\frac{5,46 \cdot 10^{-5}\text{ m}^4}{0,0256\text{ m}^2}} = 0,04619\text{ m}$$

$$\lambda_z = \frac{L_{cr,z}}{i_z} = \frac{0,365\text{ m}}{0,04619\text{ m}} = 7,902 \leq \lambda_{lim} = 150$$

$$\lambda_{rel} = \frac{\lambda_z}{\pi} * \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{7,902}{\pi} * \sqrt{\frac{21\text{ MPa}}{7330\text{ Mpa}}} = 0,144$$

$$\begin{aligned}\lambda_{rel} &< 0,3 \\0,144 &< 0,3 \quad \Rightarrow \text{posouzení na prostý tlak}\end{aligned}$$

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{ed,tlak}}{A} = \frac{96,033\text{ kN}}{0,0256\text{ m}^2} = 3\,751,29\text{ kPa} = 3,75\text{ MPa}$$

$$f_{c,0,d} = k_{mod} * \frac{f_{c,0,k}}{\gamma_m} = 0,9 * \frac{21\text{ MPa}}{1,3} = 14,53\text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \leq 1$$

$$\frac{3,75\text{ MPa}}{14,53\text{ MPa}} \leq 1$$

$$0,26 \leq 1$$

VYHOVUJE

## 2. Posouzení prvků na MS únosnosti

### B) Smyk

$$\tau_{v,d} = \frac{3}{2} * \frac{V_{ed,y}}{k_{cr} * A} = \frac{3}{2} * \frac{15,037 \text{ kN}}{0,67 * 0,16 * 0,16 \text{ m}^2} = 1\,315,04 \text{ kPa} = 1,32 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = k_{mod} * \frac{f_{v,k}}{\gamma_m} = 0,9 * \frac{2,0 \text{ MPa}}{1,3} = 1,38 \text{ MPa}$$

$$\frac{\tau_{v,d}}{f_{v,d}} \leq 1$$

$$\frac{1,32 \text{ MPa}}{1,38 \text{ MPa}} \leq 1$$

$$0,95 \leq 1$$

VYHOVUJE

### C) Ohyb

$M_{ed,y} = 0,217 \text{ kNm}$  moment od kombinace SZS3 v místě  $M_{ed,z}$

$$\sigma_{my,d} = \frac{M_{ed,y}}{W_y} = \frac{0,217 \text{ kNm}}{6,83e^{-4} \text{ m}^3} = 317,87 \text{ kPa} = 0,32 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{mz,d} = \frac{M_{ed,z}}{W_z} = \frac{5,469 \text{ kNm}}{6,83e^{-4} \text{ m}^3} = 8\,011,23 \text{ kPa} = 8,01 \text{ MPa}$$

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

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

$k_m = 0,7$  pro obdelníkový průřez

$$f_{m,d} = k_{mod} * \frac{f_{m,k}}{\gamma_m} = 0,9 * \frac{24 \text{ MPa}}{1,3} = 16,62 \text{ MPa}$$

$$k_m * \frac{\sigma_{my,d}}{f_{m,d}} + \frac{\sigma_{mz,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

$$0,7 * \frac{0,32 \text{ MPa}}{16,62 \text{ MPa}} + \frac{8,01 \text{ MPa}}{16,62 \text{ MPa}} \leq 1$$

$$0,50 \leq 1$$

VYHOVUJE

### D) Kombinace ohybu a osového tlaku

Maximální normálové napětí vyvodí kombinace SZS3.

$$N_{ed,tlak} = 43,522 \text{ kN}$$

$$M_{ed,y} = 0,093 \text{ kNm}$$

$$M_{ed,z} = 5,469 \text{ kNm}$$

$$\left( \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\left( \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

podmínka pro  $\lambda_{rel} < 0,3$

$$\left( \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m * \frac{\sigma_{my,d}}{f_{m,d}} + \frac{\sigma_{mz,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

$$\left( \frac{1,70}{14,53} \right)^2 + 0,7 * \frac{0,14}{16,62} + \frac{8,01}{16,62} \leq 1$$

$$0,50 \leq 1$$

VYHOVUJE

Napětí od jednotlivých vnitřních sil je vypočteno dle vzorců pro šikmý ohyb a prostý tlak.

## 2. Posouzení prvků na MS únosnosti

### 2.4. příčné vzpěry - dřevo třídy C24

#### 2.4.1. průřez, průřezové charakteristiky

$$b = 160 \text{ mm}$$

$$h = 160 \text{ mm}$$

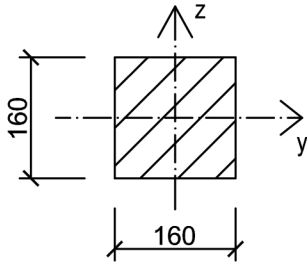
$$A = 0,0256 \text{ m}^2$$

$$W_y = 6,83 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$W_z = 6,83 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$I_y = 5,46 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4$$

$$I_z = 5,46 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4$$



#### 2.4.2. návrhové vnitřní síly

$$N_{ed,tlak} = 42,077 \text{ kN} \quad \text{kombinace SZS25}$$

$$N_{ed,tah} = 8,657 \text{ kN} \quad \text{kombinace SZS80}$$

- vzhledem k velikosti vnitřních sil bude posuzován pouze vzpěrný tlak

#### 2.4.3. posouzení na MS únosnosti

##### A) Vzpěrný tlak

$$L_{cr,y} = 1,864 \text{ m} \quad (\text{vzdálenost mezi kleštinou č.1 a středovým sloupkem})$$

$$L_{cr,z} = 4,286 \text{ m} \quad (\text{vzdálenost stropnice a středového sloupku})$$

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{5,46 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4}{0,0256 \text{ m}^2}} = 0,04619 \text{ m}$$

$$\lambda_y = \frac{L_{cr,y}}{i_y} = \frac{4,286 \text{ m}}{0,04619 \text{ m}} = 92,795 \leq \lambda_{lim} = 150$$

$$\lambda_{rel} = \frac{\lambda_y}{\pi} * \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{92,795}{\pi} * \sqrt{\frac{21 \text{ MPa}}{7330 \text{ MPa}}} = 1,582$$

$$k = 0,5 * [1 + \beta_c * (\lambda_{rel} - 0,3) + \lambda_{rel}^2]$$

$$k = 0,5 * [1 + 0,2 * (1,582 - 0,3) + 1,582^2] = 1,879$$

$$k_c = \frac{1}{k + \sqrt{k^2 - \lambda_{rel}^2}} = \frac{1}{1,879 + \sqrt{1,879^2 - 1,582^2}} = 0,346$$

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{ed,tlak}}{A} = \frac{42,077 \text{ kN}}{0,0256 \text{ m}^2} = 1\,643,63 \text{ kPa} = 1,64 \text{ MPa}$$

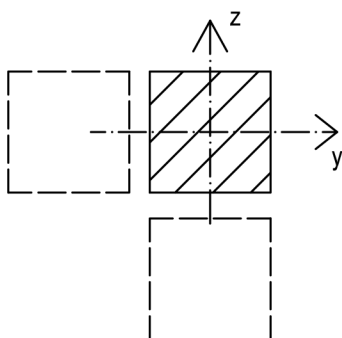
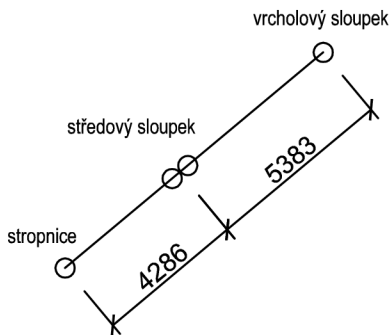
$$f_{c,0,d} = k_{mod} * \frac{f_{c,0,k}}{\gamma_m} = 0,9 * \frac{21 \text{ MPa}}{1,3} = 14,53 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_c * f_{c,0,d}} \leq 1$$

$$\frac{1,64 \text{ MPa}}{0,346 * 14,53 \text{ MPa}} \leq 1$$

$$0,33 \leq 1$$

VYHOVUJE



rovinný vzpěr,  
vybočení kolmo k ose y, kolmo k ose z

vzpěr nastane v  
podélné rovině krovu  
na spodní příčné  
vzpěře

## 2. Posouzení prvků na MS únosnosti

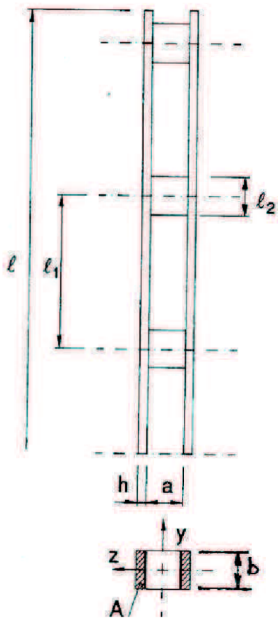
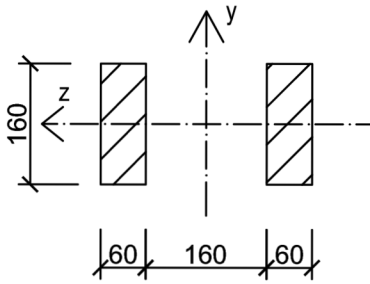
### 2.5. kleštiny č. 1, 4 - dřevo třídy C24

#### 2.5.1. průřez, průřezové charakteristiky, geometrie prvku

$$\begin{aligned} A &= 0,0192 \text{ m}^2 \\ I_{y,\text{tot}} &= 23,808 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4 \\ I_{z,\text{tot}} &= 4,096 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4 \end{aligned}$$

kleština č.1:  $l = 4000\text{mm}$   
 $l_1 = 2056\text{mm}$  (přípojení hřebíky k příčné vzpěře)  
 $a = 160\text{mm}$

kleština č.4:  $l = 1142\text{mm}$   
 $l_1 = 1142\text{mm}$  (přípojení hřebíky ke kleštinám)  
 $a = 160\text{mm}$



$$\lambda_{\text{ef,lim}} = 300 \text{ (prut pouze s osovou silou)}$$

#### 2.5.2. návrhové vnitřní síly

$N_{\text{ed,tlak}}$	$= 7,006 \text{ kN}$	kombinace SZS80	kleština č.1
$N_{\text{ed,tah}}$	$= 8,940 \text{ kN}$	kombinace SZS27	kleština č.1
$N_{\text{ed,tlak}}$	$= 30,970 \text{ kN}$	kombinace SZS3	kleština č.4
$N_{\text{ed,tah}}$	$= 12,856 \text{ kN}$	kombinace SZS83	kleština č.4

- vzhledem k vnitřním silám a geometrii prvků bude posouzena kleština č.1 na vzpěrný tlak

#### 2.5.3. posouzení na MS únosnosti

##### A) Vzpěrný tlak

$$\lambda_z = l * \sqrt{\frac{A_{\text{tot}}}{I_{z,\text{tot}}}} = 4,0\text{m} * \sqrt{\frac{0,0192 \text{ m}^2}{4,096\text{e}^{-5} \text{ m}^4}} = 86,603$$

$$\lambda_y = l * \sqrt{\frac{A_{\text{tot}}}{I_{y,\text{tot}}}} = 4,0\text{m} * \sqrt{\frac{0,0192 \text{ m}^2}{23,808\text{e}^{-5} \text{ m}^4}} = 35,921$$

$$\lambda_1 = \sqrt{12} * \frac{l_1}{h} = \sqrt{12} * \frac{2000}{60} = 115,470$$

$$\lambda_{\text{ef}} = \sqrt{\lambda_y^2 + \eta * \frac{n}{2} * \lambda_1^2} = \sqrt{35,921^2 + 3 * \frac{2}{2} * 115,470^2} = 203,200$$

vybočení nastane kolmo k ose y

$$\lambda_{\text{rel}} = \frac{\lambda_{\text{ef}}}{\pi} * \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{203,200}{\pi} * \sqrt{\frac{21 \text{ MPa}}{7330 \text{ MPa}}} = 3,462$$

$$\begin{aligned} k &= 0,5 * [1 + \beta_c * (\lambda_{\text{rel}} - 0,3) + \lambda_{\text{rel}}^2] \\ k &= 0,5 * [1 + 0,2 * (3,462 - 0,3) + 3,462^2] = 6,809 \end{aligned}$$

$$k_c = \frac{1}{k + \sqrt{k^2 - \lambda_{\text{rel}}^2}} = \frac{1}{6,809 + \sqrt{6,809^2 - 3,462^2}} = 0,079$$

$$f_{c,0,d} = k_{\text{mod}} * \frac{f_{c,0,k}}{\gamma_m} = 0,9 * \frac{21 \text{ MPa}}{1,3} = 14,53 \text{ MPa}$$

$$N_{c,d} = A_{\text{tot}} * k_c * f_{c,0,d} = 0,0192 \text{ m}^2 * 0,079 * 14,53 \text{ MPa} = 22,03 \text{ kN}$$

$$N_{\text{ed}} \leq N_{c,d}$$

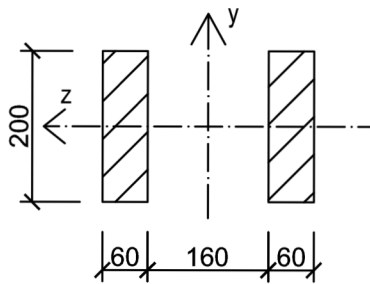
$$7,01 \leq 22,03$$

VYHOVUJE

## 2. Posouzení prvků na MS únosnosti

### 2.6. kleština č. 3 - dřevo třídy C24

#### 2.6.1. průřez, průřezové charakteristiky, geometrie prvku



$$A = 0,0240 \text{ m}^2$$

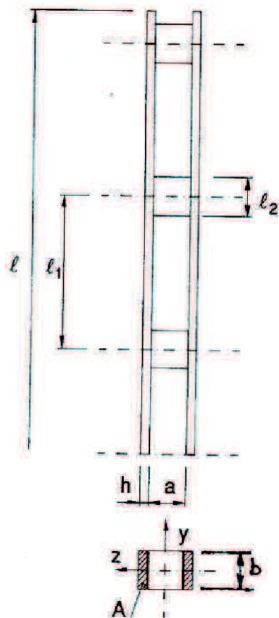
$$I_{y,\text{tot}} = 29,760 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4$$

$$I_{z,\text{tot}} = 8,000 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4$$

$$l = 9142 \text{ mm}$$

$$l_1 = 2812 \text{ mm} \quad (\text{připojení hřebíky k příčné vzpěře})$$

$$a = 160 \text{ mm}$$



#### 2.6.2. návrhové vnitřní síly

$$N_{\text{ed,tlak}} = 7,428 \text{ kN} \quad \text{kombinace SZS80} \quad (\text{působící v úseku } l_1)$$

$$N_{\text{ed,tah}} = 9,228 \text{ kN} \quad \text{kombinace SZS37}$$

#### 2.6.3. posouzení na MS únosnosti

##### A) Vzpěrný tlak

$$\lambda_z = l * \sqrt{\frac{A_{\text{tot}}}{I_{z,\text{tot}}}} = 9,142 \text{ m} * \sqrt{\frac{0,0240 \text{ m}^2}{8,000 \text{ e}^{-5} \text{ m}^4}} = 158,344$$

$$\lambda_y = l * \sqrt{\frac{A_{\text{tot}}}{I_{y,\text{tot}}}} = 9,142 \text{ m} * \sqrt{\frac{0,0240 \text{ m}^2}{29,760 \text{ e}^{-5} \text{ m}^4}} = 82,098$$

$$\lambda_1 = \sqrt{12} * \frac{l_1}{h} = \sqrt{12} * \frac{2812}{60} = 162,351$$

$$\lambda_{\text{ef}} = \sqrt{\lambda_y^2 + \eta * \frac{n}{2} * \lambda_1^2} = \sqrt{82,098^2 + 3 * \frac{2}{2} * 162,351^2} = 292,939$$

$$\lambda_{\text{rel}} = \frac{\lambda_{\text{ef}}}{\pi} * \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{292,939}{\pi} * \sqrt{\frac{21 \text{ MPa}}{7330 \text{ MPa}}} = 4,991$$

$$k = 0,5 * [1 + \beta_c * (\lambda_{\text{rel}} - 0,3) + \lambda_{\text{rel}}^2]$$

$$k = 0,5 * [1 + 0,2 * (4,991 - 0,3) + 4,991^2] = 13,424$$

$$k_c = \frac{1}{k + \sqrt{k^2 - \lambda_{\text{rel}}^2}} = \frac{1}{13,424 + \sqrt{13,424^2 - 4,991^2}} = 0,039$$

$$f_{c,0,d} = k_{\text{mod}} * \frac{f_{c,0,k}}{\gamma_m} = 0,9 * \frac{21 \text{ MPa}}{1,3} = 14,53 \text{ MPa}$$

$$N_{c,d} = A_{\text{tot}} * k_c * f_{c,0,d} = 0,0240 \text{ m}^2 * 0,039 * 14,53 \text{ MPa} = 13,48 \text{ kN}$$

$$N_{\text{ed}} \leq N_{c,d}$$

$$7,43 \leq 13,48$$

VYHOVUJE

$\lambda_{\text{ef,lim}} = 300$  (prut pouze s osovou silou)

## 2. Posouzení prvků na MS únosnosti

### 2.7. kleština č. 2 - dřevo třídy C24

#### 2.7.1. průřez, průřezové charakteristiky, geometrie prvku

$$\begin{aligned} A &= 0,0320 \text{ m}^2 \\ I_{y,tot} &= 47,786 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4 \\ I_{z,tot} &= 10,667 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} l &= 11210 \text{ mm} \\ l_1 &= 625 \text{ mm} \quad (\text{připojení hřebíky k půdním nosníkům}) \\ a &= 160 \text{ mm} \end{aligned}$$

#### 2.7.2. návrhové vnitřní síly

$$\begin{aligned} N_{ed,tlak} &= 23,417 \text{ kN} && \text{kombinace SZS4} \\ N_{ed,tah} &= 7,002 \text{ kN} && \text{kombinace SZS83} \\ V_{ed,z} &= 11,429 \text{ kN} && \text{kombinace SZS25} \\ M_{ed,y} &= 7,704 \text{ kN} && \text{kombinace SZS3} \end{aligned}$$

#### 2.7.3. posouzení na MS únosnosti

##### A) Vzpěrný tlak

$$\lambda_z = l * \sqrt{\frac{A_{tot}}{I_{z,tot}}} = 11,210 \text{ m} * \sqrt{\frac{0,0320 \text{ m}^2}{10,667 \text{ e}^{-5} \text{ m}^4}} = 194,163$$

$$\lambda_y = l * \sqrt{\frac{A_{tot}}{I_{y,tot}}} = 11,210 \text{ m} * \sqrt{\frac{0,0320 \text{ m}^2}{47,786 \text{ e}^{-5} \text{ m}^4}} = 91,773$$

$$\lambda_1 = \sqrt{12} * \frac{l_1}{h} = \sqrt{12} * \frac{625}{80} = 27,063$$

$$\lambda_{ef} = \sqrt{\lambda_y^2 + \eta * \frac{n}{2} * \lambda_1^2} = \sqrt{91,773^2 + 3 * \frac{2}{2} * 27,063^2} = 103,016$$

vybočení nastane kolmo k ose z

$$i_z = \sqrt{\frac{I_z}{A}} = \sqrt{\frac{8,53 * 10^{-6} \text{ m}^4}{0,0160 \text{ m}^2}} = 0,02309 \text{ m}$$

$$\lambda_z = \frac{L_{cr,z}}{i_z} = \frac{4,000 \text{ m}}{0,02309 \text{ m}} = 173,205$$

$$\lambda_{rel} = \frac{\lambda_z}{\pi} * \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{173,205}{\pi} * \sqrt{\frac{21 \text{ MPa}}{7330 \text{ Mpa}}} = 2,952$$

$$\begin{aligned} k &= 0,5 * [1 + \beta_c * (\lambda_{rel} - 0,3) + \lambda_{rel}^2] \\ k &= 0,5 * [1 + 0,2 * (2,952 - 0,3) + 2,952^2] = 5,124 \end{aligned}$$

$$k_c = \frac{1}{k + \sqrt{k^2 - \lambda_{rel}^2}} = \frac{1}{5,124 + \sqrt{5,124^2 - 2,952^2}} = 0,107$$

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{ed,tlak}}{A} = \frac{23,417 \text{ kN}}{0,0160 \text{ m}^2} = 731,78 \text{ kPa} = 0,73 \text{ MPa}$$

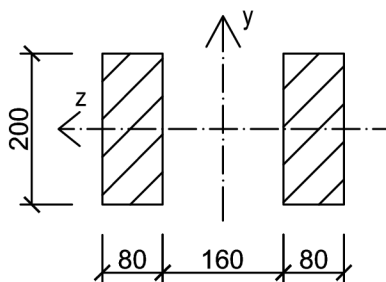
$$f_{c,0,d} = k_{mod} * \frac{f_{c,0,k}}{\gamma_m} = 0,9 * \frac{21 \text{ MPa}}{1,3} = 14,53 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_c * f_{c,0,d}} \leq 1$$

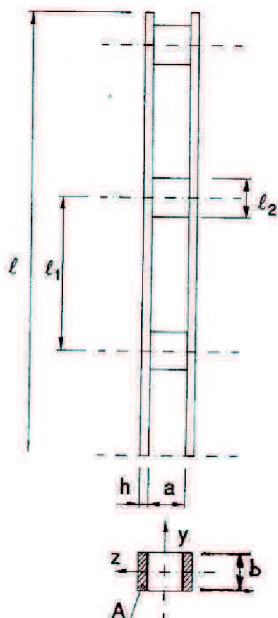
$$\frac{0,73 \text{ MPa}}{0,107 * 14,53 \text{ MPa}} \leq 1$$

$$0,47 \leq 1$$

VYHOVUJE



prut je zajištěn proti vybočení kolmo k ose y půdními nosníky po 625mm



$\lambda_{ef,lim} = 200$  (prut s tlakem a ohybem)

## 2. Posouzení prvků na MS únosnosti

### B) Smyk

$$\tau_{v,d} = \frac{3}{2} * \frac{V_{ed,z}/n}{k_{cr} * A} = \frac{3}{2} * \frac{\frac{11,429}{2} \text{ kN}}{0,67 * 0,08 * 0,20 \text{ m}^2} = 799,67 \text{ kPa} = 0,80 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = k_{mod} * \frac{f_{v,k}}{\gamma_m} = 0,9 * \frac{2,0 \text{ MPa}}{1,3} = 1,38 \text{ MPa}$$

$$\frac{\tau_{v,d}}{f_{v,d}} \leq 1$$

$$\frac{0,80 \text{ MPa}}{1,38 \text{ MPa}} \leq 1$$

$$0,58 \leq 1$$

VYHOVUJE

### C) Ohyb

$M_{ed,z} = 2,242 \text{ kNm}$  moment od kombinace SZS3 v místě  $M_{ed,z}$

$$\sigma_{my,d} = \frac{M_{ed,y}}{W_y} = \frac{\frac{7,704}{2} \text{ kNm}}{5,33e^{-4} \text{ m}^3} = 3 184,69 \text{ kPa} = 3,18 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{mz,d} = \frac{M_{ed,z}}{W_z} = \frac{\frac{2,242}{2} \text{ kNm}}{2,13e^{-4} \text{ m}^3} = 5 254,69 \text{ kPa} = 5,25 \text{ MPa}$$

$$f_{m,d} = k_{mod} * \frac{f_{m,k}}{\gamma_m} = 0,9 * \frac{24 \text{ MPa}}{1,3} = 16,62 \text{ MPa}$$

$$k_m * \frac{\sigma_{my,d}}{f_{m,d}} + \frac{\sigma_{mz,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

$$0,7 * \frac{3,18 \text{ MPa}}{16,62 \text{ MPa}} + \frac{5,25 \text{ MPa}}{16,62 \text{ MPa}} \leq 1$$

$$0,45 \leq 1$$

VYHOVUJE

### D) Kombinace ohybu a osového tlaku

Maximální normálové napětí vyvodí kombinace SZS3.

$$N_{ed,tlak} = 19,103 \text{ kN}$$

$$M_{ed,y} = 7,692 \text{ kNm}$$

$$M_{ed,z} = 2,238 \text{ kNm}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_c * f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{my,d}}{f_{m,d}} + k_m * \frac{\sigma_{mz,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

$$\frac{0,59}{0,125 * 14,53} + \frac{7,21}{16,62} + 0,7 * \frac{5,25}{16,62} \leq 1$$

$$0,98 \leq 1$$

VYHOVUJE

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

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

Napětí od jednotlivých vnitřních sil je vypočteno dle vzorců pro šikmý ohyb a vzpěrný tlak. Vzpěrná délka  $L_{cr,z} = 4,000 \text{ m}$ .

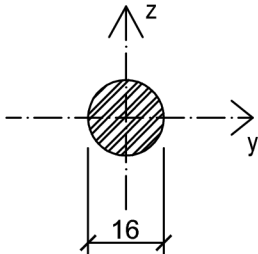


## 2. Posouzení prvků na MS únosnosti

### 2.8. táhla krovu - ocel S235

2.8.1. průřez, průřezové charakteristiky, geometrie prvku

$$\begin{aligned}d &= 16\text{mm} \\A &= 201,06\text{ mm}^2 \\f_{y,d} &= 235\text{ MPa}\end{aligned}$$



2.8.2. návrhové vnitřní síly

$$N_{ed,tah} = 30,052\text{ kN} \quad \text{kombinace SZS25}$$

2.8.3. posouzení na MS únosnosti

A) Prostý tah

$$N_{rd} = \frac{A \cdot f_{y,d}}{\gamma_{m,0}} = \frac{201,06\text{ mm}^2 \cdot 235\text{ MPa}}{1,0} = 47\,249,1\text{ N} = 47,25\text{ kN}$$

$$N_{ed,tah} \leq N_{rd}$$

$$30,052\text{ kN} \leq 47,25\text{ kN}$$

VYHOVUJE

## 3. Posouzení prvků na MS použitelnosti

### 3.1. kleština č. 2 - dřevo třídy C24

3.1.1. posouzení okamžité deformace

Maximální deformaci vyvodí kombinace SZS43.

Deformace od jednotlivých zatěžovacích stavů v příloze.

Bude posouzena pouze svislá deformace, vodorovná deformace se projeví v celkové deformaci krovu, která bude posouzena zvlášť.

$$w_{inst} = w_{inst,g0} + w_{inst,g1} + w_{inst,s} + \psi_0 \cdot w_{inst,w}$$

$$w_{inst} = 0,2\text{mm} + 3,5\text{mm} + 0,5\text{mm} + 0,6 \cdot 0,5\text{mm}$$

$$w_{inst} = 4,5\text{ mm}$$

$$w_{inst} \leq w_{inst,lim} \quad w_{inst,lim} = \frac{1}{300} = \frac{4000}{300} = 13,3\text{ mm}$$

$$4,5\text{ mm} \leq 13,3\text{ mm}$$

VYHOVUJE

3.1.2. posouzení deformace po dotvarování

$$w_{fin} = w_{inst,g} \cdot (1 + k_{def}) + w_{inst,q1} \cdot (1 + \psi_2 \cdot k_{def}) + w_{inst,q1} \cdot (\psi_0 + \psi_2 \cdot k_{def})$$

$$w_{fin} = (0,2 + 3,5) \cdot (1 + 0,6) + 0,5 \cdot (1 + 0,20 \cdot 0,6) + 0,5 \cdot (0,6 + 0,00 \cdot 0,6)$$

$$w_{fin} = 6,8\text{ mm}$$

$$w_{fin} \leq w_{fin,lim} \quad w_{fin,lim} = \frac{1}{250} = \frac{4000}{250} = 16,0\text{ mm}$$

$$6,8\text{ mm} \leq 16,0\text{ mm}$$

VYHOVUJE

$k_{def} = 0,6$  pro třídu prostředí 1

$\psi_2 = 0,20$  pro zatížení sněhem

$\psi_2 = 0,00$  pro zatížení větrem

## 1. Spoje

### 1.1. Krokve

#### 1.1.1. osedláni

$V_{ed,z}$	= 13,627 kN	kombinace SZS10	( nad středovou vaznicí )
$M_{ed,y, podpora}$	= - 4,395 kNm	kombinace SZS10	( nad středovou vaznicí )
$N_{ed, tlak}$	= 46,563 kN	kombinace SZS4	( nad pozednicí )
$N_{ed, tah}$	= 11,292 kN	kombinace SZS83	( nad vrcholovou vaznicí )

#### A) Smyk

$$\tau_{v,d} = \frac{3}{2} * \frac{V_{ed,z}}{k_{cr} * A} = \frac{3}{2} * \frac{13,627 \text{ kN}}{0,67 * 0,16 * 0,18 \text{ m}^2} = 1\,059,31 \text{ kPa} = 1,06 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = k_{mod} * \frac{f_{v,k}}{\gamma_m} = 0,9 * \frac{2,0 \text{ MPa}}{1,3} = 1,38 \text{ MPa}$$

$$\frac{\tau_{v,d}}{f_{v,d}} \leq 1$$

$$\frac{1,06 \text{ MPa}}{1,38 \text{ MPa}} \leq 1$$

$$0,77 \leq 1$$

VYHOVUJE

#### B) Ohyb

$$\sigma_{my,d} = \frac{M_{ed,y}}{W_y} = \frac{4,395 \text{ kNm}}{8,64e^{-4} \text{ m}^3} = 5\,086,81 \text{ kPa} = 5,09 \text{ MPa}$$

$$f_{m,d} = k_{mod} * \frac{f_{m,k}}{\gamma_m} = 0,9 * \frac{24 \text{ MPa}}{1,3} = 16,62 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_{my,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

$$\frac{5,09 \text{ MPa}}{16,62 \text{ MPa}} \leq 1$$

$$0,31 \leq 1$$

VYHOVUJE

#### C) Otláčení pozednice

$$\sigma_{c,90,d} = \frac{N_{ed, tlak}}{A_{ef}} = \frac{46,563 \text{ kN}}{0,13 * (0,16 + 2 * 0,03) \text{ m}^2} = 1\,628,08 \text{ kPa} = 1,63 \text{ MPa}$$

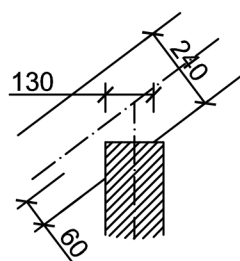
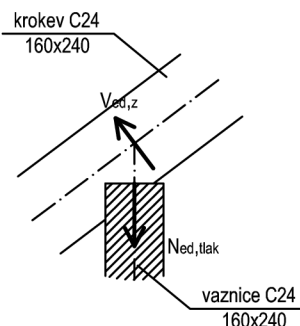
$$f_{c,90,d} = k_{mod} * \frac{f_{c,90,k}}{\gamma_m} = 0,9 * \frac{2,5 \text{ MPa}}{1,30} = 1,73 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_{c,90,d}}{k_{c,90} * f_{c,90,d}} \leq 1$$

$$\frac{1,63 \text{ MPa}}{1,0 * 1,73 \text{ MPa}} \leq 1$$

$$0,94 \leq 1$$

VYHOVUJE



# 1. Spoje

## 1.1. Krokve

D) Posouzení na vytažení vrutu vůči účinkům sání

- pro zachycení sání bude použit celozávitový vrut WRT,  $d = 9\text{mm}$ , délky  $400\text{mm}$ ,  $l_{ef} = 220\text{mm}$   
úhel mezi zatížením a vrutem  $\alpha = 37^\circ$

$$f_{ax,k} = 3,6 \cdot 10^{-3} \cdot \rho_k^{1,5} = 3,6 \cdot 10^{-3} \cdot 350^{1,5} = 23,57 \text{ MPa}$$

$$f_{ax,37,k} = \frac{f_{ax,k}}{\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha} = \frac{23,57 \text{ MPa}}{\sin^2 37^\circ + \cos^2 37^\circ} = 17,87 \text{ MPa}$$

$$F_{ax,37,k} = n_{ef} \cdot (\pi \cdot d \cdot l_{ef})^{0,8} \cdot f_{ax,37,k}$$

$$F_{ax,37,k} = 1 \cdot (\pi \cdot 9,0 \cdot 220)^{0,8} \cdot 17,87 = 19\,375 \text{ N} = 19,38 \text{ kN}$$

$$F_{ax,37,d} = k_{mod} \cdot \frac{F_{ax,37,k}}{\gamma_m} = 0,9 \cdot \frac{19,38 \text{ kN}}{1,3} = 13,42 \text{ kN} \quad - \text{únosnost na vytažení}$$

$$F_{ax,37,d} \geq N_{ed,tah} \\ 13,42 \text{ kN} \geq 11,29 \text{ kN} \quad \Rightarrow \text{VYHOVÍ NA VYTAŽENÍ}$$

## 1.2. Vaznice

1.2.1. spoj středových vaznic a vzpěr

$$N_{ed,tlak} = 82,358 \text{ kN} \quad \text{kombinace SZS9} \\ N_{ed,tah} = 31,043 \text{ kN} \quad \text{kombinace SZS83}$$

A) Tahový spoj - oboustranná děrovaná deska

- pro přenesení tahových sil bude použito ocelových děrovaných desek a konvexních hřebíků  
úhel mezi zatížením a vlákny dřeva:  $\alpha = 0^\circ$  pro hřebíky ve vzpěře  
 $\alpha = 45^\circ$  pro hřebíky ve vaznici

spoj ocel - dřevo ( hřebíkového typu pro  $d < 6\text{mm}$  ), jednostřížný  
tl. desky  $\leq 0,5\text{d}$   $2\text{mm} \leq 2\text{mm} \Rightarrow$  spoj s tenkou ocelovou deskou

$$f_{u,k} = 600 \text{ MPa} \quad d = 4\text{mm}; t_1 = 60\text{mm}$$

$$f_{h,0,k} = 0,082 \cdot \rho_k \cdot d^{-0,3} = 0,082 \cdot 350 \text{ kg/m}^3 \cdot 4^{-0,3} = 18,935 \text{ MPa}$$

$$k_{c,90} = 1,35 + 0,015d = 1,30 + 0,015 \cdot 4,0\text{mm} = 1,41$$

$$f_{h,45,k} = \frac{f_{h,0,k}}{k_{c,90} \cdot \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha} = \frac{18,935 \text{ MPa}}{1,41 \cdot \sin^2 45^\circ + \cos^2 45^\circ} = 16,047 \text{ MPa}$$

$$M_{y,k} = 0,3 \cdot f_{u,k} \cdot d^{2,6} = 0,3 \cdot 600 \text{ MPa} \cdot 4^{2,6} \text{ mm} = 6\,616,50 \text{ Nmm}$$

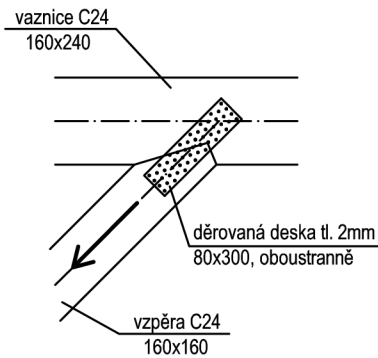
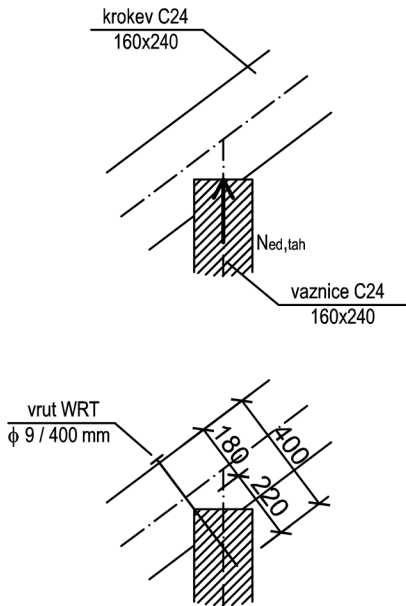
$$F_{v,0,rk} = \min \left\{ \begin{array}{l} 0,4 \cdot f_{h,0,k} \cdot d \cdot t_1 \\ 1,15 \cdot \sqrt{2 \cdot M_{y,k} \cdot f_{h,0,k} \cdot d} \end{array} \right\}$$

$$F_{v,0,rk} = \min \left\{ \begin{array}{l} 0,4 \cdot 18,935 \cdot 4 \cdot 60 \\ 1,15 \cdot \sqrt{2 \cdot 6\,616,50 \cdot 18,935 \cdot 4} \end{array} \right\}$$

$$F_{v,0,rk} = \min \left\{ \begin{array}{l} 1\,817,75 \\ 1\,151,30 \end{array} \right\} = 1,15 \text{ kN} \quad - \text{únosnost 1 stříhu}$$

$$F_{v,0,rd} = k_{mod} \cdot \frac{n \cdot F_{v,0,rk}}{\gamma_m} = 0,9 \cdot \frac{1 \cdot 1,15 \text{ kN}}{1,3} = 0,79 \text{ kN} \quad - \text{únosnost 1 hřebíku}$$

$$p = \frac{N_{ed,tah}}{F_{v,0,rd}} = \frac{31,034 \text{ kN}}{0,79 \text{ kN}} = 39,29 \quad \Rightarrow \text{navrhnuto 40 hřebíků}$$



celkově min. 40 hřebíků 4,0 / 60mm  
do vzpěry ( 2x 20 hřebíků )

celkově min. 44 hřebíků 4,0 / 60mm  
do vaznice ( 2x 22 hřebíků )

přesná pozice desky ve výkresu

# 1. Spoje

## 1.2. Vaznice

### 1.2.1. spoj středových vaznic a vzpěr

A) Tahový spoj - oboustranná děrovaná deska

$$f_{u,k} = 600 \text{ MPa} \quad d = 4 \text{ mm}; t_1 = 60 \text{ mm}$$

$$f_{h,0,k} = 0,082 * \rho_k * d^{-0,3} = 0,082 * 350 \text{ kg/m}^3 * 4^{-0,3} = 18,935 \text{ MPa}$$

$$k_{c,90} = 1,35 + 0,015d = 1,30 + 0,015 * 4,0 \text{ mm} = 1,41$$

$$f_{h,45,k} = \frac{f_{h,0,k}}{k_{c,90} * \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha} = \frac{20,558 \text{ MPa}}{1,41 * \sin^2 45^\circ + \cos^2 45^\circ} = 16,047 \text{ MPa}$$

$$M_{y,k} = 0,3 * f_{u,k} * d^{2,6} = 0,3 * 600 \text{ MPa} * 4,0^{2,6} \text{ mm} = 6 616,50 \text{ Nmm}$$

$$F_{v,45,rk} = \min \left\{ \begin{array}{l} 0,4 * f_{h,45,k} * d * t_1 \\ 1,15 * \sqrt{2 * M_{y,k} * f_{h,45,k} * d} \end{array} \right\}$$

$$F_{v,45,rk} = \min \left\{ \begin{array}{l} 0,4 * 16,047 * 4 * 60 \\ 1,15 * \sqrt{2 * 6 616,50 * 16,047 * 4} \end{array} \right\}$$

$$F_{v,45,rk} = \min \left\{ \begin{array}{l} 1 540,47 \\ 1 059,86 \end{array} \right\} = 1,06 \text{ kN} \quad \text{-- únosnost 1 střihu}$$

$$F_{v,45,rd} = k_{\text{mod}} * \frac{n * F_{v,rk}}{\gamma_m} = 0,9 * \frac{1 * 1,06 \text{ kN}}{1,3} = 0,73 \text{ kN} \quad \text{-- únosnost 1 hřebíku}$$

$$p = \frac{N_{\text{ed,tah}}}{F_{v,45,rd}} = \frac{31,034 \text{ kN}}{0,73 \text{ kN}} = 42,51 \quad \Rightarrow \text{navrhnu } 44 \text{ hřebíků}$$

minimální vzdálenosti spojovacích prostředků:

$$\alpha = 0^\circ$$

$$a_{1,t} = (3 + 2 * \cos \alpha) d = (3 + 2 * \cos 0^\circ) * 4,0 = 20 \text{ mm}$$

$$a_{2,t} = 3 d = 3 * 4,0 = 12 \text{ mm}$$

$$a_{3,t} = \max [7d; 80 \text{ mm}] = (7 * 4,0; 80 \text{ mm}) = 80 \text{ mm}$$

$$a_{3,c} = \max [(1+6 * \sin \alpha) d; 4d] = (4; 16) = 16 \text{ mm}$$

$$a_{4,t} = \max [(2+2 * \sin \alpha) d; 3d] = (8; 12) = 12 \text{ mm}$$

$$a_{4,c} = 3 d = 3 * 4,0 = 12 \text{ mm}$$

$$\alpha = 45^\circ$$

$$a_{1,t} = (3 + 2 * \cos \alpha) d = (3 + 2 * \cos 45^\circ) * 4,0 = 18 \text{ mm}$$

$$a_{2,t} = 3 d = 3 * 4,0 = 12 \text{ mm}$$

$$a_{3,t} = \max [7d; 80 \text{ mm}] = (7 * 4,0; 80 \text{ mm}) = 80 \text{ mm}$$

$$a_{3,c} = \max [(1+6 * \sin \alpha) d; 4d] = (21; 16) = 21 \text{ mm}$$

$$a_{4,t} = \max [(2+2 * \sin \alpha) d; 3d] = (14; 12) = 14 \text{ mm}$$

$$a_{4,c} = 3 d = 3 * 4,0 = 12 \text{ mm}$$

# 1. Spoje

## 1.2. Vaznice

### 1.2.1. spoj středových vaznic a vzpěr

#### B) Spoj přenášející tlak - šikmé jednoduché zapuštění

##### otlačení v čelní ploše zapuštění

$$f_{c,0,d} = k_{\text{mod}} * \frac{f_{c,0,k}}{\gamma_m} = 0,9 * \frac{21 \text{ MPa}}{1,30} = 14,53 \text{ MPa}$$

$$f_{c,90,d} = k_{\text{mod}} * \frac{f_{c,90,k}}{\gamma_m} = 0,9 * \frac{2,5 \text{ MPa}}{1,30} = 1,73 \text{ MPa}$$

$$f_{c,\alpha,d} = \frac{f_{c,0,d}}{\frac{f_{c,0,d}}{k_{c,90} * f_{c,90,d}} * \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha} = \frac{14,53 \text{ MPa}}{1,0 * 1,73 \text{ MPa} * \sin^2 22,5^\circ + \cos^2 22,5^\circ}$$

$$f_{c,\alpha,d} = 6,97 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,\alpha,d} = \frac{N_{\text{ed,tlak}} * \cos^2 \alpha}{b * t_z} = \frac{82,358 \text{ kN} * \cos^2 22,5^\circ}{0,16 \text{ m} * 0,07 \text{ mm}} = 6 276,51 \text{ kPa} = 6,28 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_{c,\alpha,d}}{f_{c,\alpha,d}} \leq 1$$

$$\frac{6,28 \text{ MPa}}{6,97 \text{ MPa}} \leq 1$$

$$0,90 \leq 1$$

VYHOVUJE

##### usmyknutí zapuštění

$$\tau_{v,d} = \frac{N_{\text{ed,tlak}} * \cos \beta}{b * l_z} = \frac{82,358 \text{ kN} * \cos 45^\circ}{0,16 * 8 * 0,07 \text{ m}^2} = 649,95 \text{ kPa} = 0,65 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = k_{\text{mod}} * \frac{f_{v,k}}{\gamma_m} = 0,9 * \frac{2,0 \text{ MPa}}{1,3} = 1,38 \text{ MPa}$$

$$\frac{\tau_{v,d}}{f_{v,d}} \leq 1$$

$$\frac{0,65 \text{ MPa}}{1,38 \text{ MPa}} \leq 1$$

$$0,47 \leq 1$$

VYHOVUJE

##### smyk v oslabeném průřezu vaznice

$$V_{\text{ed,z}} = 22,789 \text{ kN}$$

$$\tau_{v,d} = \frac{3}{2} * \frac{V_{\text{ed,z}}}{k_{\text{cr}} * A} = \frac{3}{2} * \frac{22,789 \text{ kN}}{1,00 * 0,16 * 0,17 \text{ m}^2} = 1 256,75 \text{ kPa} = 1,26 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = k_{\text{mod}} * \frac{f_{v,k}}{\gamma_m} = 0,9 * \frac{2,0 \text{ MPa}}{1,3} = 1,38 \text{ MPa}$$

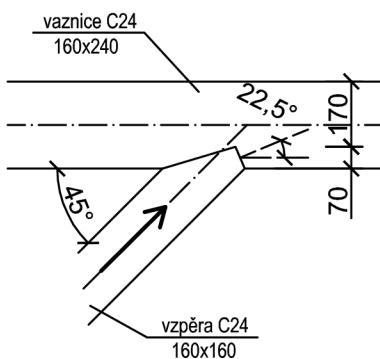
$$\frac{\tau_{v,d}}{f_{v,d}} \leq 1$$

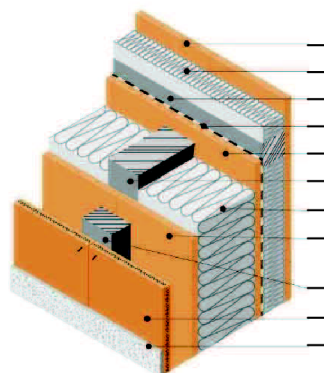
$$\frac{1,26 \text{ MPa}}{1,38 \text{ MPa}} \leq 1$$

$$0,91 \leq 1$$

VYHOVUJE

průřez kolem zapuštění musí být zabezpečen proti vzniku trhlin - např. použitím KVH hranolů





Fermacell 12,5mm	_____
izolace 50mm	_____
laťování 50x50mm	_____
parozábrana	_____
Fermacell 12,5mm	_____
stojka 50x160mm	_____
izolace 160mm	_____
Fermacell 12,5mm	_____
laťování 60x40mm	_____
Fermacell HD / H20 15mm	_____
omítkový systém	_____

stojky á 625mm  
plocha rámoviny cca 10% na 1bm

skladba obvodového pláště

## 1. Zatížení

### 1.1. Zatížení stálá

#### 1.1.1 vlastní tíha

zatížení  $g_{0,k} = A_{\text{profilu}} * 500\text{kg/m}^3$

zatížení  $g_{0,k} = A_{\text{profilu}} * 500\text{kg/m}^3$

- celkové zatížení generováno programem

- rostlé dřevo

- lepené lamelové dřevo

#### 1.1.2 konstrukce obvodových stěn

Fermacell 12,5mm:

$$g_k = 3x 0,0125m * 1150\text{kg/m}^3 = 43,13 \text{ kg/m}^2$$

Fermacell 15mm:

$$g_k = 0,015m * 1150\text{kg/m}^3 = 17,25 \text{ kg/m}^2$$

izolace 160mm + 50mm:

$$g_k = 0,21m * 45\text{kg/m}^3 = 9,45 \text{ kg/m}^2$$

rámovina:

$$g_k = 0,10 * 0,21m * 500\text{kg/m}^3 = 10,50 \text{ kg/m}^2$$

omítka:

$$g_k = 0,010m * 1500\text{kg/m}^3 = 15,00 \text{ kg/m}^2$$

celkem plošné:

$$g_{s,k} = 95,33\text{kg/m}^2 = \underline{0,953\text{kN/m}^2}$$

zatížení stálé:  $\gamma_g = 1,35 ( 1,00 )$

$$k_{\text{mod}} = 0,6$$

#### 1.1.3 podlahy, příčky

- zatížení od podlah a příček je vypočteno v části věnované stropním trámům

zatížení stálé:  $\gamma_g = 1,35 ( 1,00 )$

$$k_{\text{mod}} = 0,6$$

### 1.2. Zatížení proměnná

#### 1.2.1 sníh

- zatížení sněhem uvažuj pouze na krovu, spodní stavba je sněhem zatěžována reakcemi krovu

zatížení proměnné, střednědobé:  $\gamma_g = 1,50 ( 1,00 )$

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

#### 1.2.2 vítr

IV. oblast větru; II. kategorie terénu

zdroj: mapa větrových oblastí ČR

$$q_{p(z)} = \underline{1,414\text{kN/m}^2}$$

- výpočet charakteristického tlaku větru proveden ve výpočtu zatížení krovu

zatížení proměnné, krátkodobé:  $\gamma_g = 1,50 ( 1,00 )$

$$k_{\text{mod}} = 0,9$$

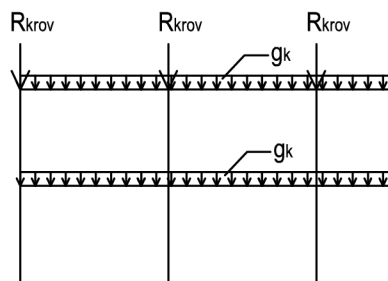
# 1. Zatížení

## 1.2. Zatížení proměnná

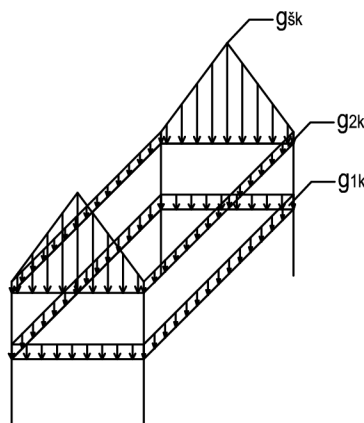
### 1.2.3 užitné

- výpočet zatížení proveden ve výpočtu zatížení stropních trámů, spodní stavba je zatěžována užitným zatížením prostřednictvím jejich reakcí
- příčky uvažujeme jako přemístitelné a z tohoto důvodu jsou započítány mezi zatížení užitná

zatížení proměnné, střednědobé:  $\gamma_g = 1,50$  ( 1,00 )  
 $k_{mod} = 0,8$



1.ZS



2.ZS

## 2. Zatěžovací stavy

### 1. vlastní tíha

- zatížení vypočteno softwarem
- bodová zatížení od reakcí krovu a reakcí stropnic od vlastní tíhy

### 2. ostatní stálá

- bodová zatížení od reakcí krovu a reakcí stropnic od zatížení ostatního stálého
- zatížení obvodovými stěnami

$$g_{1k} = g_{sk} \cdot h_1 = 0,953 \text{ kN/m}^2 \cdot 2,5 \text{ m} = 2,383 \text{ kN/m}$$

$$g_{2k} = g_{sk} \cdot h_2 = 0,953 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,0 \text{ m} = 0,953 \text{ kN/m}$$

$$g_{sk} = g_{sk} \cdot h_s = 0,953 \text{ kN/m}^2 \cdot 7,03 \text{ m} = 6,700 \text{ kN/m}$$

- zatížení obvodovými stěnami v 1.NP neuvažují na skelet, nýbrž uvažují, že celou váhu obvodových stěn přenesou přímo do základů

### 3. sníh plný

- bodová zatížení od reakcí krovu, jiným zatížením od sněhu není skelet zatěžován

### 4. sníh navátý levý

- bodová zatížení od reakcí krovu, jiným zatížením od sněhu není skelet zatěžován

### 5. sníh navátý pravý

- bodová zatížení od reakcí krovu, jiným zatížením od sněhu není skelet zatěžován

## 2. Zatěžovací stavy

### 6,7,8,9. příčný vítr

- zatížení příčným větrem na stěny je v těchto zatěžovacích stavech stejné
- dále působí na skelet reakce krovu od těchto zatěžovacích stavů

Vzhledem ke stejné tuhosti ztužení ve stěnách a k tuhé stropní desce lze předpokládat rovnoměrné rozdělení sil působících na ztužidla dle jejich referenční plochy.

$\theta = 0^\circ$	A	B	C	D	E	
$C_{pe,10, h/d=1}$	-1,20	-0,80	-0,50	0,80	-0,50	-
$C_{pe,10, h/d < 0,25}$	-1,20	-0,80	-0,50	0,70	-0,30	-
$C_{pe,10, h/d = 0,80}$	-1,20	-0,80	-0,50	0,77	-0,45	-
<b>W</b>	-1,697	-1,131	-0,707	1,089	-0,636	kN/m <sup>2</sup>

$$h/d = 12,85\text{m} / 16\text{m} = 0,80$$

$$h < b$$

$$12,85\text{m} < 36\text{m} \quad \Rightarrow \text{konstantní průběh zatížení}$$

$$W_i = C_{pe,10,h/d=0,80} * q_p(z)$$

#### Zatížení na podélnou stěnu

$$A_{ref,1} = 16,610\text{m}^2$$

$$A_{ref,2} = 33,110\text{m}^2$$

$$A_{ref,3} = 16,555\text{m}^2$$

$$A_{ref,4} = 8,305\text{m}^2$$

$$F_i = A_{ref,i} * W_i$$

$$F_1 = 16,610\text{m}^2 * 1,089\text{ kN/m}^2 = 18,088\text{ kN} \quad (\text{tlak})$$

$$= 16,610\text{m}^2 * -0,636\text{ kN/m}^2 = -10,564\text{ kN} \quad (\text{sání})$$

$$F_2 = 33,110\text{m}^2 * 1,089\text{ kN/m}^2 = 36,057\text{ kN} \quad (\text{tlak})$$

$$= 33,110\text{m}^2 * -0,636\text{ kN/m}^2 = -21,058\text{ kN} \quad (\text{sání})$$

$$F_3 = 16,555\text{m}^2 * 1,089\text{ kN/m}^2 = 18,028\text{ kN} \quad (\text{tlak})$$

$$= 16,555\text{m}^2 * -0,636\text{ kN/m}^2 = -10,529\text{ kN} \quad (\text{sání})$$

$$F_4 = 8,305\text{m}^2 * 1,089\text{ kN/m}^2 = 9,044\text{ kN} \quad (\text{tlak})$$

$$= 8,305\text{m}^2 * -0,636\text{ kN/m}^2 = -5,282\text{ kN} \quad (\text{sání})$$

#### Zatížení na štítovou stěnu

$$A_{ref,1} = 2,099\text{m}^2$$

$$A_{ref,2} = 8,719\text{m}^2$$

$$A_{ref,3} = 8,827\text{m}^2$$

$$A_{ref,4} = 5,650\text{m}^2$$

$$A_{ref,5} = 11,300\text{m}^2$$

$$A_{ref,6} = 13,739\text{m}^2$$

$$A_{ref,7} = 13,847\text{m}^2$$

$$A_{ref,8} = 4,609\text{m}^2$$

$$F_1 = 2,099\text{m}^2 * -1,697\text{ kN/m}^2 = -3,562\text{ kN} \quad (\text{sání})$$

$$F_2 = 3,914\text{m}^2 * -1,697\text{ kN/m}^2 + 4,805\text{m}^2 * -1,131\text{ kN/m}^2 = -12,077\text{ kN} \quad (\text{sání})$$

$$F_3 = 8,827\text{m}^2 * -1,131\text{ kN/m}^2 = -9,983\text{ kN} \quad (\text{sání})$$

$$F_4 = 5,650\text{m}^2 * -1,697\text{ kN/m}^2 = -9,588\text{ kN} \quad (\text{sání})$$

$$F_5 = 6,046\text{m}^2 * -1,697\text{ kN/m}^2 + 5,254\text{m}^2 * -1,131\text{ kN/m}^2 = -16,202\text{ kN} \quad (\text{sání})$$

$$F_6 = 6,601\text{m}^2 * -1,697\text{ kN/m}^2 + 7,138\text{m}^2 * -1,131\text{ kN/m}^2 = -19,275\text{ kN} \quad (\text{sání})$$

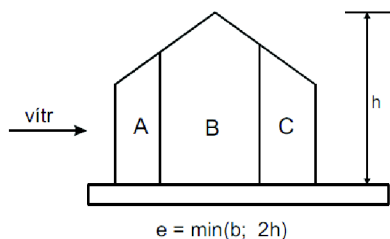
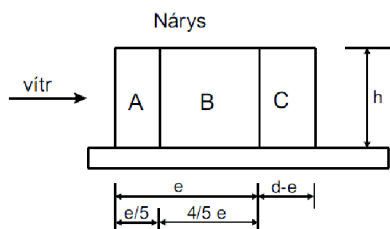
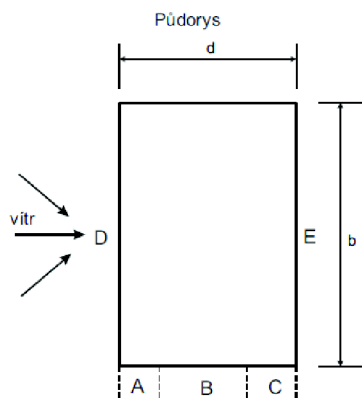
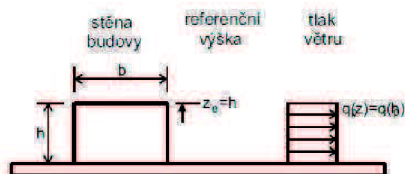
$$F_7 = 13,847\text{m}^2 * -1,131\text{ kN/m}^2 = -15,661\text{ kN} \quad (\text{sání})$$

$$F_8 = 4,609\text{m}^2 * -1,697\text{ kN/m}^2 = -7,821\text{ kN} \quad (\text{sání})$$

$$\text{zatížení nahodilé, krátkodobé: } \gamma_g = 1,50 (1,00)$$

$$k_{mod} = 0,9$$

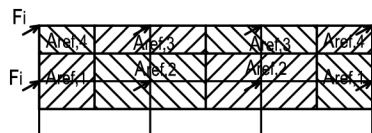
pozn: síly působící na plochy označené s čarou jsou vypočteny dle vzorce pro sílu F3 s příslušným W pro danou oblast



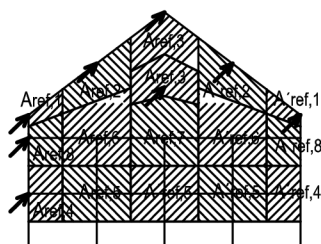
$$e = \min(b, 2h) \quad e/5 = 5,14\text{m}$$

$$e = \min(36\text{m}, 2 * 12,85\text{m}) \quad 4/5 e = 20,56\text{m}$$

$$e = 25,70\text{m}$$



6,7,8,9.ZS  
působící na podélné stěny



6,7,8,9.ZS  
působící na štítové stěny



## 2. Zatěžovací stavy

### 10. podélný vítr

- na skelet působí reakce krovu od tohoto zatěžovacího stavu a tlak (sání) větru na obvodové stěny

Vzhledem ke stejné tuhosti ztužení ve stěnách a k tuhé stropní desce lze předpokládat rovnoměrné rozdělení sil působících na ztužidla dle jejich referenční plochy.

$\theta = 90^\circ$	A	B	C	D	E	
$C_{pe,10, h/d = 1}$	-1,20	-0,80	-0,50	0,80	-0,50	-
$C_{pe,10, h/d < 0,25}$	-1,20	-0,80	-0,50	0,70	-0,30	-
$C_{pe,10, h/d = 0,36}$	-1,20	-0,80	-0,50	0,72	-0,33	-
<b>W</b>	-1,697	-1,131	-0,707	1,018	-0,467	$\text{kN/m}^2$

$$h/d = 12,85\text{m} / 36\text{m} = 0,36$$

$$h < b$$

$$12,85\text{m} < 16\text{m} \quad \Rightarrow \text{konstantní průběh zatížení}$$

$$W_i = C_{pe,10,h/d = 0,36} * q_p(z)$$

#### Zatížení na podélnou stěnu

$$A_{ref,1,4} = 16,610\text{m}^2$$

$$A_{ref,2,3} = 33,110\text{m}^2$$

$$A_{ref,6,7} = 16,555\text{m}^2$$

$$A_{ref,5,8} = 8,305\text{m}^2$$

$$F_1 = 8,833\text{m}^2 * -1,697\text{ kN/m}^2 + 7,777\text{m}^2 * -1,131\text{ kN/m}^2 = -23,785\text{ kN} \quad (\text{sání})$$

$$F_2 = 27,610\text{m}^2 * -1,131\text{ kN/m}^2 + 5,500\text{m}^2 * -0,707\text{ kN/m}^2 = -35,115\text{ kN} \quad (\text{sání})$$

$$F_3 = 33,110\text{m}^2 * -0,707\text{ kN/m}^2 = -23,409\text{ kN} \quad (\text{sání})$$

$$F_4 = 16,610\text{m}^2 * -0,707\text{ kN/m}^2 = -11,743\text{ kN} \quad (\text{sání})$$

$$F_5 = 4,417\text{m}^2 * -1,697\text{ kN/m}^2 + 3,888\text{m}^2 * -1,131\text{ kN/m}^2 = -11,893\text{ kN} \quad (\text{sání})$$

$$F_6 = 13,805\text{m}^2 * -1,131\text{ kN/m}^2 + 2,750\text{m}^2 * -0,707\text{ kN/m}^2 = -17,558\text{ kN} \quad (\text{sání})$$

$$F_7 = 16,555\text{m}^2 * -0,707\text{ kN/m}^2 = -11,704\text{ kN} \quad (\text{sání})$$

$$F_8 = 8,305\text{m}^2 * -0,707\text{ kN/m}^2 = -5,872\text{ kN} \quad (\text{sání})$$

#### Zatížení na štítovou stěnu

$$A_{ref,1} = 5,650\text{m}^2$$

$$A_{ref,2} = 11,300\text{m}^2$$

$$A_{ref,3} = 13,739\text{m}^2$$

$$A_{ref,4} = 13,847\text{m}^2$$

$$A_{ref,5} = 4,609\text{m}^2$$

$$F_i = A_{ref,i} * W_i$$

$$F_1 = 5,650\text{m}^2 * 1,018\text{ kN/m}^2 = 5,752\text{ kN} \quad (\text{tlak})$$

$$= 5,650\text{m}^2 * -0,467\text{ kN/m}^2 = -2,639\text{ kN} \quad (\text{sání})$$

$$F_2 = 11,300\text{m}^2 * 1,018\text{ kN/m}^2 = 11,503\text{ kN} \quad (\text{tlak})$$

$$= 11,300\text{m}^2 * -0,467\text{ kN/m}^2 = -5,277\text{ kN} \quad (\text{sání})$$

$$F_3 = 13,739\text{m}^2 * 1,018\text{ kN/m}^2 = 13,986\text{ kN} \quad (\text{tlak})$$

$$= 13,739\text{m}^2 * -0,467\text{ kN/m}^2 = -6,416\text{ kN} \quad (\text{sání})$$

$$F_4 = 13,847\text{m}^2 * 1,018\text{ kN/m}^2 = 14,096\text{ kN} \quad (\text{tlak})$$

$$= 13,847\text{m}^2 * -0,467\text{ kN/m}^2 = -6,467\text{ kN} \quad (\text{sání})$$

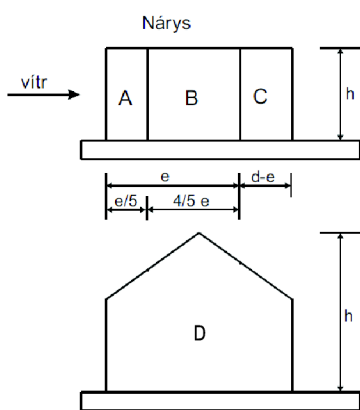
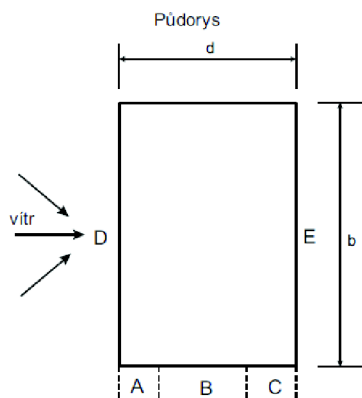
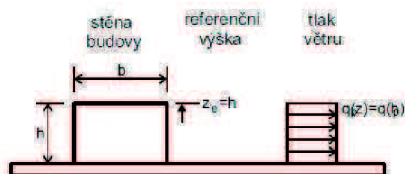
$$F_5 = 4,609\text{m}^2 * 1,018\text{ kN/m}^2 = 4,692\text{ kN} \quad (\text{tlak})$$

$$= 4,609\text{m}^2 * -0,467\text{ kN/m}^2 = -2,152\text{ kN} \quad (\text{sání})$$

$$\text{zatížení nahodilé, krátkodobé: } \gamma_g = 1,50 (1,00)$$

$$k_{mod} = 0,9$$

pozn: síly působící na krov jsou vypočteny ve výpočtu krovu



$$e = \min(b; 2h)$$

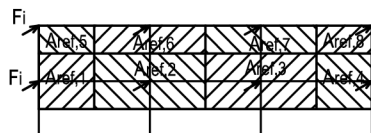
$$e = \min(b, 2h)$$

$$e/5 = 3,2\text{m}$$

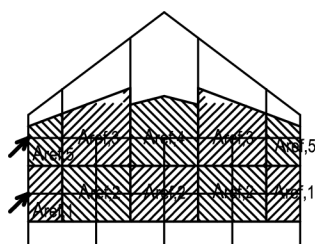
$$e = \min(16\text{m}, 2 * 12,85\text{m})$$

$$4/5 e = 12,8\text{m}$$

$$e = 16,00\text{m}$$



10.ZS  
působící na podélné stěny



10.ZS  
působící na štítové stěny

## 2. Zatěžovací stavy

### 11. užitné plné

- reakci od stropnice uvažují od zatěžovacího stavu č. 3 z výpočtu stropnice
- reakci od balkonové stropnice uvažují od zatěžovacího stavu č. 5 z výpočtu balkonové stropnice
- zatížení působí na celém průvlaku

## 3. Kombinace zatížení

### 3.1. Mezní stav únosnosti

$$\Sigma \gamma_{G,j} * G_{k,j} + \gamma_{Q,1} * Q_{k,1} + \Sigma \gamma_{Q,i} * \psi_{0,i} * Q_{k,i} \quad (\text{rovnice 6.10.})$$

$\gamma_G = 1,35$  pro nepříznivá zatížení

$\gamma_G = 1,00$  pro příznivá zatížení

$\gamma_Q = 1,50$  pro nepříznivá zatížení

$\gamma_Q = 1,00$  pro příznivá zatížení

$\psi_0 = 0,50$  pro zatížení sněhem

$\psi_0 = 0,60$  pro zatížení větrem

$\psi_0 = 0,70$  pro zatížení užitná (kategorie A - obytné plochy)

pozn.: klíč kombinací přiložen v příloze

### 3.2. Mezní stav použitelnosti

$$\Sigma G_{k,j} + Q_{k,1} + \Sigma \psi_{0,i} * Q_{k,i} \quad (\text{rovnice 6.10.})$$

$\psi_0 = 0,50$  pro zatížení sněhem

$\psi_0 = 0,60$  pro zatížení větrem

$\psi_0 = 0,70$  pro zatížení užitná (kategorie A - obytné plochy)

pozn.: klíč kombinací přiložen v příloze

## 4. Charakteristiky materiálů

### 4.1. Jehličnaté dřevo pevnostní třídy C24

$f_{m,k}$	= 24 MPa	$E_{0,mean}$	= 11 000 MPa
$f_{t,0,k}$	= 14 MPa	$E_{90,mean}$	= 370 MPa
$f_{t,90,k}$	= 0,4 MPa	$G_{,mean}$	= 690 MPa
$f_{c,0,k}$	= 21 MPa	$E_{0,05}$	= 7 330 MPa
$f_{c,90,k}$	= 2,5 MPa	$E_{90,05}$	= 247 MPa
$f_{v,k}$	= 2,0 MPa	$G_{0,05}$	= 460 MPa

$\rho_k$  = 350 kg/m<sup>3</sup>

$\gamma_m$  = 1,30

### 4.2. Lepené lamelové dřevo pevnostní třídy GL24h

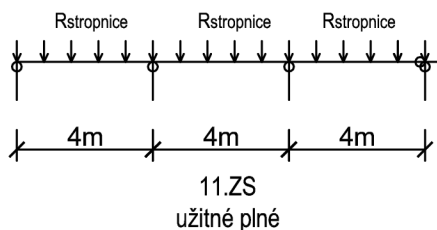
$f_{m,k}$	= 24 MPa	$E_{0,mean}$	= 11 600 MPa
$f_{t,0,k}$	= 16,5 MPa	$E_{90,mean}$	= 390 MPa
$f_{t,90,k}$	= 0,5 MPa	$G_{,mean}$	= 720 MPa
$f_{c,0,k}$	= 24 MPa	$E_{0,05}$	= 9 667 MPa
$f_{c,90,k}$	= 2,7 MPa	$E_{90,05}$	= 325 MPa
$f_{v,k}$	= 2,5 MPa	$G_{0,05}$	= 600 MPa

$\rho_k$  = 380 kg/m<sup>3</sup>

$\gamma_m$  = 1,25

## 5. Vnitřní síly

Výpočet vnitřních sil, deformací a jejich kombinace proveden ve výpočetním software Dlubal RSTAB 7.



## 1. Geometrie, statické schéma

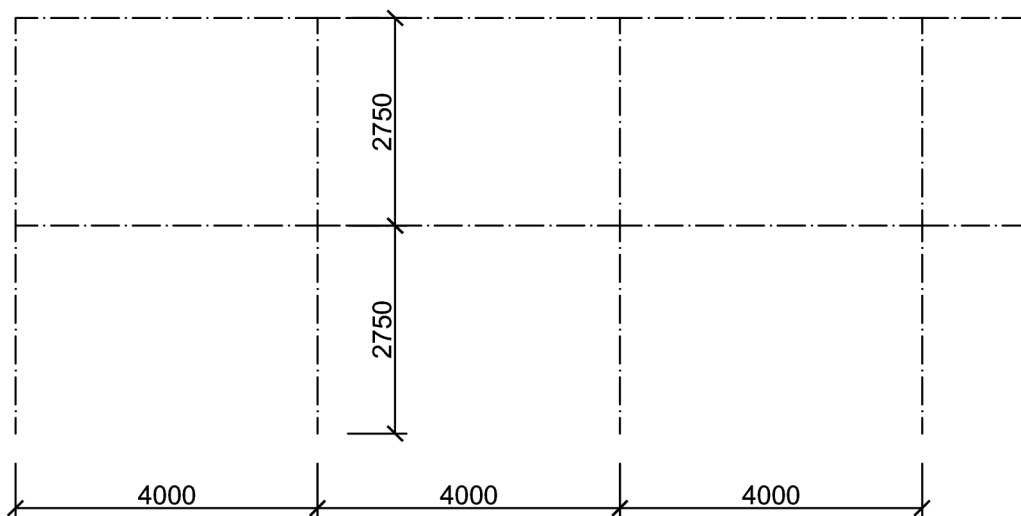
### 1.1. Geometrie

podrobná geometrie viz. technická dokumentace

délka: 2x2,750m

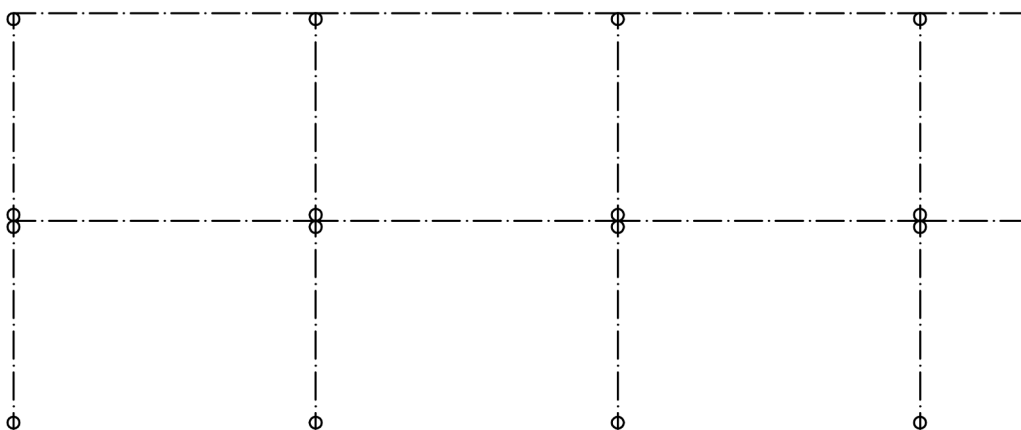
třída prostředí: 1 pro vnitřní sloupy

2 pro sloupy balkonu



### 1.2. Statické schéma

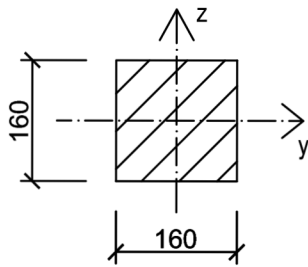
Nosné sloupy jsou řešeny jako kyvné stojky v obou směrech. V místech ztužení se statické schéma sloupu nezmění.



## 2. Posouzení prvků na MS únosnosti

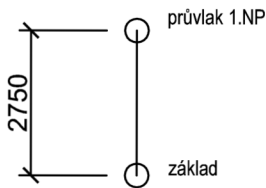
### 2.1. sloupy 1.NP - dřevo třídy GL24h

#### 2.1.1. průřez, průřezové charakteristiky



$$\begin{aligned} b &= 160 \text{ mm} \\ h &= 160 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A &= 0,0256 \text{ m}^2 \\ W_y &= 6,83 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \\ W_z &= 6,83 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \\ I_y &= 5,46 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4 \\ I_z &= 5,46 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4 \end{aligned}$$



#### 2.1.2. návrhové vnitřní síly

$$N_{ed,tlak} = 280,642 \text{ kN} \quad \text{kombinace SZS6}$$

#### 2.1.3. posouzení na MS únosnosti

##### A) Vzpěrný tlak

$$\begin{aligned} L_{cr,y} &= 2,75 \text{ m} \\ L_{cr,z} &= 2,75 \text{ m} \end{aligned}$$

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{5,46 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4}{0,0256 \text{ m}^2}} = 0,04619 \text{ m}$$

$$\lambda_y = \frac{L_{cr,y}}{i_y} = \frac{2,750 \text{ m}}{0,04619 \text{ m}} = 59,539 \leq \lambda_{lim} = 150$$

$$\lambda_{rel} = \frac{\lambda_y}{\pi} * \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{59,539}{\pi} * \sqrt{\frac{24 \text{ MPa}}{9667 \text{ MPa}}} = 0,945$$

$$\begin{aligned} k &= 0,5 * [1 + \beta_c * (\lambda_{rel} - 0,3) + \lambda_{rel}^2] \\ k &= 0,5 * [1 + 0,1 * (0,945 - 0,3) + 0,945^2] = 0,979 \end{aligned}$$

$$k_c = \frac{1}{k + \sqrt{k^2 - \lambda_{rel}^2}} = \frac{1}{0,979 + \sqrt{0,979^2 - 0,945^2}} = 0,811$$

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{ed,tlak}}{A} = \frac{280,642 \text{ kN}}{0,0256 \text{ m}^2} = 10\,962,58 \text{ kPa} = 10,96 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,d} = k_{mod} * \frac{f_{c,0,k}}{\gamma_m} = 0,9 * \frac{24 \text{ MPa}}{1,25} = 17,28 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_c * f_{c,0,d}} \leq 1$$

$$\frac{10,96 \text{ MPa}}{0,811 * 17,28 \text{ MPa}} \leq 1$$

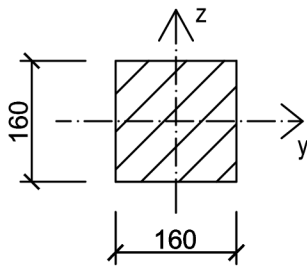
$$0,78 \leq 1$$

VYHOVUJE

## 2. Posouzení prvků na MS únosnosti

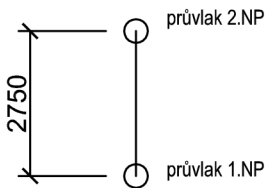
### 2.2. sloupy 2.NP - dřevo třídy C24

#### 2.2.1. průřez, průřezové charakteristiky



$$\begin{aligned} b &= 160 \text{ mm} \\ h &= 160 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A &= 0,0256 \text{ m}^2 \\ W_y &= 6,83 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \\ W_z &= 6,83 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \\ I_y &= 5,46 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4 \\ I_z &= 5,46 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4 \end{aligned}$$



#### 2.2.2. návrhové vnitřní síly

$$N_{ed,tlak} = 223,909 \text{ kN} \quad \text{kombinace SZS6}$$

#### 2.2.3. posouzení na MS únosnosti

##### A) Vzpěrný tlak

$$L_{cr,y} = 2,75 \text{ m}$$

$$L_{cr,z} = 2,75 \text{ m}$$

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{5,46 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4}{0,0256 \text{ m}^2}} = 0,04619 \text{ m}$$

$$\lambda_y = \frac{L_{cr,y}}{i_y} = \frac{2,750 \text{ m}}{0,04619 \text{ m}} = 59,539 \quad \leq \lambda_{lim} = 150$$

$$\lambda_{rel} = \frac{\lambda_y}{\pi} * \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{59,539}{\pi} * \sqrt{\frac{21 \text{ MPa}}{7330 \text{ MPa}}} = 1,015$$

$$\begin{aligned} k &= 0,5 * [1 + \beta_c * (\lambda_{rel} - 0,3) + \lambda_{rel}^2] \\ k &= 0,5 * [1 + 0,2 * (1,015 - 0,3) + 1,015^2] = 1,087 \end{aligned}$$

$$k_c = \frac{1}{k + \sqrt{k^2 - \lambda_{rel}^2}} = \frac{1}{1,087 + \sqrt{1,087^2 - 1,015^2}} = 0,678$$

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{ed,tlak}}{A} = \frac{223,909 \text{ kN}}{0,0256 \text{ m}^2} = 8746,45 \text{ kPa} = 8,75 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,d} = k_{mod} * \frac{f_{c,0,k}}{\gamma_m} = 0,9 * \frac{21 \text{ MPa}}{1,3} = 14,53 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_c * f_{c,0,d}} \leq 1$$

$$\frac{8,75 \text{ MPa}}{0,678 * 14,53 \text{ MPa}} \leq 1$$

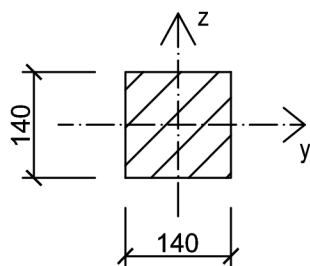
$$0,89 \leq 1$$

VYHOVUJE

## 2. Posouzení prvků na MS únosnosti

### 2.3. sloupy balkonu - dřevo třídy C24

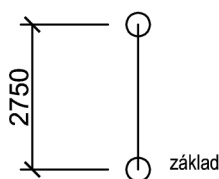
#### 2.3.1. průřez, průřezové charakteristiky



$$\begin{aligned} b &= 140 \text{ mm} \\ h &= 140 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A &= 0,0196 \text{ m}^2 \\ W_y &= 4,57 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \\ W_z &= 4,57 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \\ I_y &= 3,20 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4 \\ I_z &= 3,20 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4 \end{aligned}$$

balkonový průvlak



#### 2.3.2. návrhové vnitřní síly

$$\begin{aligned} N_{ed,tlak} &= 60,650 \text{ kN} && \text{kombinace SZS6} \\ N_{ed,tah} &= 7,992 \text{ kN} && \text{kombinace SZS207} \\ V_{ed,z} &= 2,592 \text{ kN} && \text{kombinace SZS4} \\ M_{ed,y} &= 1,995 \text{ kNm} && \text{kombinace SZS4} \end{aligned}$$

#### 2.3.3. posouzení na MS únosnosti

##### A) Vzpěrný tlak

$$\begin{aligned} L_{cr,y} &= 2,75 \text{ m} && (\text{vzdálenost mezi základem a průvlakem}) \\ L_{cr,z} &= 1,75 \text{ m} && (\text{vzdálenost mezi základem a vzpěrou}) \end{aligned}$$

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{3,20 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4}{0,0196 \text{ m}^2}} = 0,04041 \text{ m}$$

$$\lambda_y = \frac{L_{cr,y}}{i_y} = \frac{2,750 \text{ m}}{0,04041 \text{ m}} = 68,045 \leq \lambda_{lim} = 150$$

$$\lambda_{rel} = \frac{\lambda_y}{\pi} * \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{68,045}{\pi} * \sqrt{\frac{21 \text{ MPa}}{7330 \text{ MPa}}} = 1,160$$

$$\begin{aligned} k &= 0,5 * [1 + \beta_c * (\lambda_{rel} - 0,3) + \lambda_{rel}^2] \\ k &= 0,5 * [1 + 0,2 * (1,160 - 0,3) + 1,160^2] = 1,259 \end{aligned}$$

$$k_c = \frac{1}{k + \sqrt{k^2 - \lambda_{rel}^2}} = \frac{1}{1,259 + \sqrt{1,259^2 - 1,160^2}} = 0,572$$

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{ed,tlak}}{A} = \frac{60,650 \text{ kN}}{0,0196 \text{ m}^2} = 3\,094,39 \text{ kPa} = 3,09 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,d} = k_{mod} * \frac{f_{c,0,k}}{\gamma_m} = 0,9 * \frac{21 \text{ MPa}}{1,3} = 14,53 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_c * f_{c,0,d}} \leq 1$$

$$\frac{3,09 \text{ MPa}}{0,572 * 14,53 \text{ MPa}} \leq 1$$

$$0,37 \leq 1$$

VYHOVUJE

## 2. Posouzení prvků na MS únosnosti

### B) Smyk

$$\tau_{v,d} = \frac{3}{2} * \frac{V_{ed,z}}{k_{cr} * A} = \frac{3}{2} * \frac{2,592 \text{ kN}}{0,67 * 0,14 * 0,14 \text{ m}^2} = 296,07 \text{ kPa} = 0,30 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = k_{mod} * \frac{f_{v,k}}{\gamma_m} = 0,9 * \frac{2,0 \text{ MPa}}{1,3} = 1,38 \text{ MPa}$$

$$\frac{\tau_{v,d}}{f_{v,d}} \leq 1$$

$$\frac{0,30 \text{ MPa}}{1,38 \text{ MPa}} \leq 1$$

$$0,21 \leq 1$$

VYHOVUJE

### C) Ohyb

$$\sigma_{my,d} = \frac{M_{ed,y}}{W_y} = \frac{1,995 \text{ kNm}}{4,57e^{-4} \text{ m}^3} = 4\,362,45 \text{ kPa} = 4,36 \text{ MPa}$$

$$f_{m,d} = k_{mod} * \frac{f_{m,k}}{\gamma_m} = 0,9 * \frac{24 \text{ MPa}}{1,3} = 16,62 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_{my,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

$$\frac{4,36 \text{ MPa}}{16,62 \text{ MPa}} \leq 1$$

$$0,26 \leq 1$$

VYHOVUJE

### D) Kombinace ohybu a osového tlaku

Maximální normálové napětí vyvodí kombinace SZS28.

$$N_{ed,tlak} = 26,927 \text{ kN}$$

$$M_{ed,y} = 1,968 \text{ kNm}$$

$$M_{ed,z} = 0,012 \text{ kNm}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_c * f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{my,d}}{f_{m,d}} + k_m * \frac{\sigma_{mz,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

$$\frac{1,37}{0,572 * 14,53} + \frac{4,30}{16,62} + 0,7 * \frac{0,03}{16,62} \leq 1$$

$$0,43 \leq 1$$

VYHOVUJE

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

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

Napětí od jednotlivých vnitřních sil je vypočteno dle vzorců pro šikmý ohyb a vzpěrný tlak. Vzpěrná délka  $L_{cr,y} = 2,750\text{m}$ .

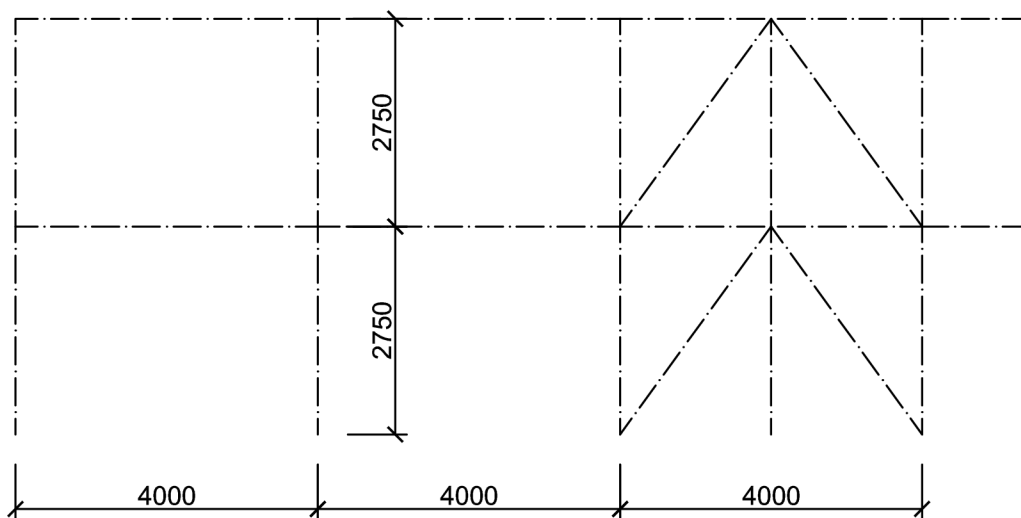
## 1. Geometrie, statické schéma

### 1.1. Geometrie

podrobná geometrie viz. technická dokumentace

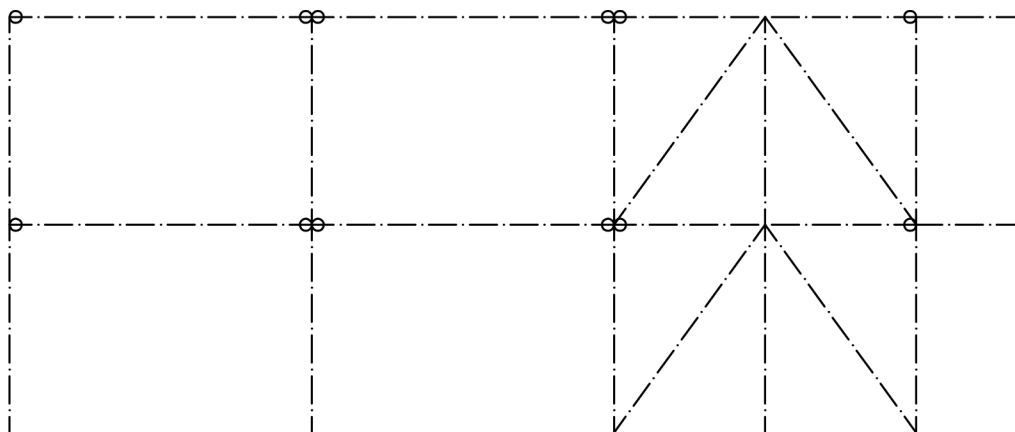
délka: 9x4,000m

třída prostředí: 1 pro vnitřní průvlaky  
2 pro průvlaky balkonu



### 1.2. Statické schéma

Průvlaky jsou řešeny jako soustava prostých nosníků o rozpětí 4,000m. Jsou podepřeny nosnými sloupy, případně sloupem ztužidla. Tento spoj je modelován kloubově.





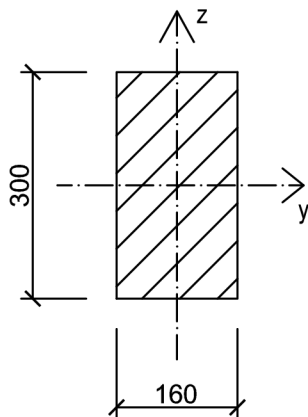
## 2. Posouzení prvků na MS únosnosti

### 2.1. podélné průvlaky 1.NP - dřevo třídy GL24h

#### 2.1.1. průřez, průřezové charakteristiky

$$\begin{aligned} b &= 160\text{mm} \\ h &= 300\text{mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A &= 0,0480\text{ m}^2 \\ W_y &= 24,00 \cdot 10^{-4}\text{ m}^3 \\ W_z &= 12,80 \cdot 10^{-4}\text{ m}^3 \\ I_y &= 36,00 \cdot 10^{-5}\text{ m}^4 \\ I_z &= 10,24 \cdot 10^{-5}\text{ m}^4 \end{aligned}$$



proti vybočení kolmo k ose z je prvek bráněno stropnicemi po 0,8m tímto je nosník zároveň zabezpečen proti klopení

#### 2.1.2. návrhové vnitřní síly

$N_{ed,tlak}$	$= 27,972\text{ kN}$	kombinace SZS207
$N_{ed,tah}$	$= 51,928\text{ kN}$	kombinace SZS48
$V_{ed,z}$	$= 37,885\text{ kN}$	kombinace SZS80
$M_{ed,y}$	$= 36,181\text{ kNm}$	kombinace SZS78

#### 2.1.3. posouzení na MS únosnosti

##### A) Prostý tah

$$\sigma_{t,0,d} = \frac{N_{ed,tah}}{A} = \frac{51,928\text{ kN}}{0,0480\text{ m}^2} = 1\,081,83\text{ kPa} = 1,08\text{ MPa}$$

$$f_{t,0,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{t,0,k}}{\gamma_m} = 0,9 \cdot \frac{16,5\text{ MPa}}{1,25} = 11,88\text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} \leq 1$$

$$\frac{1,08\text{ MPa}}{11,88\text{ MPa}} \leq 1$$

$$0,09 \leq 1$$

VYHOVUJE

##### B) Ohyb

$M_{ed,z} = 0,001\text{ kNm}$  moment od kombinace SZS78 v místě  $M_{ed,y}$   
moment je zanedbatelný a nebude s ním uvažováno

$$\sigma_{my,d} = \frac{M_{ed,y}}{W_y} = \frac{36,181\text{ kNm}}{24,00e^{-4}\text{ m}^3} = 15\,075,42\text{ kPa} = 15,08\text{ MPa}$$

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_m} = 0,8 \cdot \frac{24\text{ MPa}}{1,25} = 15,36\text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_{my,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

$$\frac{15,08\text{ MPa}}{15,36\text{ MPa}} \leq 1$$

$$0,98 \leq 1$$

VYHOVUJE

## 2. Posouzení prvků na MS únosnosti

### C) Smyk

$V_{ed,z} = 37,882 \text{ kNm}$  moment od kombinace SZS79 - střednědobá kombinace

$$\tau_{v,d} = \frac{3}{2} * \frac{V_{ed,y}}{k_{cr} * A} = \frac{3}{2} * \frac{37,882 \text{ kN}}{1,00 * 0,16 * 0,30 \text{ m}^2} = 1\,183,91 \text{ kPa} = 1,18 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = k_{mod} * \frac{f_{v,k}}{\gamma_m} = 0,8 * \frac{2,5 \text{ MPa}}{1,25} = 1,60 \text{ MPa}$$

$$\frac{\tau_{v,d}}{f_{v,d}} \leq 1$$

$$\frac{1,18 \text{ MPa}}{1,60 \text{ MPa}} \leq 1$$

$$0,74 \leq 1$$

VYHOVUJE

### D) Kombinace ohybu a osového tahu

Maximální normálové napětí vyvodí kombinace SZS79.

$N_{ed,tah} = 1,649 \text{ kN}$

$M_{ed,y} = 36,181 \text{ kNm}$

$M_{ed,z} = 0,001 \text{ kNm}$

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

$$\frac{0,03}{10,56} + \frac{15,08}{15,36} + 0,7 * \frac{0,00}{15,36} \leq 1$$

$$0,98 \leq 1$$

VYHOVUJE

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

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

$$\sigma_{t,0,d} = \frac{N_{ed,tah}}{A} = \frac{1,649 \text{ kN}}{0,0480 \text{ m}^2} = 34,35 \text{ kPa} = 0,03 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,d} = k_{mod} * \frac{f_{t,0,k}}{\gamma_m} = 0,8 * \frac{16,5 \text{ MPa}}{1,25} = 10,56 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} \leq 1$$

$$\frac{0,03 \text{ MPa}}{10,56 \text{ MPa}} \leq 1$$

## 2.2. podélné průvlaky 2.NP - dřevo třídy GL24h

### 2.2.1. průřez, průřezové charakteristiky

$b = 160 \text{ mm}$

$h = 300 \text{ mm}$

$A = 0,0480 \text{ m}^2$

$W_y = 24,00 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$

$W_z = 12,80 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$

$I_y = 36,00 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4$

$I_z = 10,24 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4$

### 2.2.2. návrhové vnitřní síly

$N_{ed,tlak} = 36,386 \text{ kN}$

$N_{ed,tah} = 51,676 \text{ kN}$

$V_{ed,z} = 35,187 \text{ kN}$

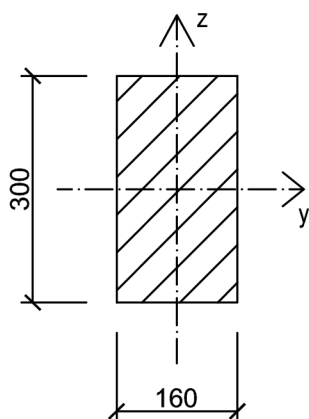
$M_{ed,y} = 34,321 \text{ kNm}$

kombinace SZS72

kombinace SZS48

kombinace SZS86

kombinace SZS98



proti vybočení kolmo k ose z je prvek bráněno stropnicemi po 0,8m tímto je nosník zároveň zabezpečen proti klopení

## 2. Posouzení prvků na MS únosnosti

### 2.2.3. posouzení na MS únosnosti

#### A) Prostý tah

$$\sigma_{t,0,d} = \frac{N_{ed,tah}}{A} = \frac{51,676 \text{ kN}}{0,0480 \text{ m}^2} = 1\,076,58 \text{ kPa} = 1,08 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,d} = k_{mod} * \frac{f_{t,0,k}}{\gamma_m} = 0,9 * \frac{16,5 \text{ MPa}}{1,25} = 11,88 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} \leq 1$$

$$\frac{1,08 \text{ MPa}}{11,88 \text{ MPa}} \leq 1$$

$$0,09 \leq 1$$

VYHOVUJE

#### B) Ohyb

$M_{ed,y} = 34,318 \text{ kNm}$  moment od kombinace SZS78 - střednědobá kombinace

$M_{ed,z} = 0,003 \text{ kNm}$  moment od kombinace SZS78 v místě  $M_{ed,y}$   
moment je zanedbatelný a nebude s ním uvažováno

$$\sigma_{my,d} = \frac{M_{ed,y}}{W_y} = \frac{34,318 \text{ kNm}}{24,00e^{-4} \text{ m}^3} = 14\,299,17 \text{ kPa} = 14,30 \text{ MPa}$$

$$f_{m,d} = k_{mod} * \frac{f_{m,k}}{\gamma_m} = 0,8 * \frac{24 \text{ MPa}}{1,25} = 15,36 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_{my,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

$$\frac{14,30 \text{ MPa}}{15,36 \text{ MPa}} \leq 1$$

$$0,93 \leq 1$$

VYHOVUJE

#### C) Smyk

$V_{ed,z} = 35,186 \text{ kNm}$  moment od kombinace SZS85 - střednědobá kombinace

$$\tau_{v,d} = \frac{3}{2} * \frac{V_{ed,y}}{k_{cr} * A} = \frac{3}{2} * \frac{35,186 \text{ kN}}{1,00 * 0,16 * 0,30 \text{ m}^2} = 1\,099,56 \text{ kPa} = 1,10 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = k_{mod} * \frac{f_{v,k}}{\gamma_m} = 0,8 * \frac{2,5 \text{ MPa}}{1,25} = 1,60 \text{ MPa}$$

$$\frac{\tau_{v,d}}{f_{v,d}} \leq 1$$

$$\frac{1,10 \text{ MPa}}{1,60 \text{ MPa}} \leq 1$$

$$0,69 \leq 1$$

VYHOVUJE

pozn.: nosník musí být zajištěn proti vzniku trhlin  
uvažují že pro lepené lam. dřevo je  $k_{cr} = 1,00$

## 2. Posouzení prvků na MS únosnosti

### D) Kombinace ohybu a osového tahu

Maximální normálové napětí vyvodí kombinace SZS79.

$$N_{ed,tah} = 1,217 \text{ kN}$$

$$M_{ed,y} = 33,541 \text{ kNm}$$

$$M_{ed,z} = 0,000 \text{ kNm}$$

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

$$\frac{0,03}{10,56} + \frac{13,98}{15,36} + 0,7 \cdot \frac{0,00}{15,36} \leq 1$$

$$0,91 \leq 1$$

VYHOVUJE

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

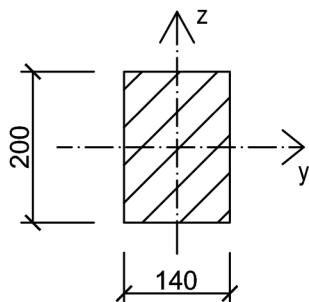
$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\sigma_{t,0,d} = \frac{N_{ed,tah}}{A} = \frac{1,217 \text{ kN}}{0,0480 \text{ m}^2} = 25,35 \text{ kPa} = 0,03 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{t,0,k}}{\gamma_m} = 0,8 \cdot \frac{16,5 \text{ MPa}}{1,25} = 10,56 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} \leq 1$$

$$\frac{0,03 \text{ MPa}}{10,56 \text{ MPa}} \leq 1$$



proti vybočení kolmo k ose z je prvek bráněno stropnicemi po 0,8m tímto je nosník zároveň zabezpečen proti klopení

### 2.3. průvlaky balkonu - dřevo třídy C24

#### 2.3.1. průřez, průřezové charakteristiky

$$b = 140 \text{ mm}$$

$$h = 200 \text{ mm}$$

$$A = 0,0280 \text{ m}^2$$

$$W_y = 9,33 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$W_z = 6,53 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$I_y = 9,33 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4$$

$$I_z = 4,57 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4$$

#### 2.3.2. návrhové vnitřní síly

$$N_{ed,tlak} = 9,295 \text{ kN} \quad \text{kombinace SZS48}$$

$$N_{ed,tah} = 13,146 \text{ kN} \quad \text{kombinace SZS6}$$

$$V_{ed,z} = 8,268 \text{ kN} \quad \text{kombinace SZS6}$$

$$V_{ed,y} = 6,436 \text{ kN} \quad \text{kombinace SZS48}$$

$$M_{ed,y} = 5,290 \text{ kNm} \quad \text{kombinace SZS6}$$

$$M_{ed,z} = 4,226 \text{ kNm} \quad \text{kombinace SZS48}$$

## 2. Posouzení prvků na MS únosnosti

### 2.3.3. posouzení na MS únosnosti

#### A) Ohyb

$M_{ed,y} = 4,061 \text{ kNm}$  moment od kombinace SZS6 v místě  $M_{ed,z}$

$$\sigma_{my,d} = \frac{M_{ed,y}}{W_y} = \frac{5,290 \text{ kNm}}{9,33e^{-4} \text{ m}^3} = 5\,667,86 \text{ kPa} = 5,67 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{mz,d} = \frac{M_{ed,z}}{W_z} = \frac{4,061 \text{ kNm}}{6,53e^{-4} \text{ m}^3} = 6\,215,82 \text{ kPa} = 6,22 \text{ MPa}$$

$$f_{m,d} = k_{mod} * \frac{f_{m,k}}{\gamma_m} = 0,9 * \frac{24 \text{ MPa}}{1,3} = 16,62 \text{ MPa}$$

$$k_m * \frac{\sigma_{my,d}}{f_{m,d}} + \frac{\sigma_{mz,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

$$0,7 * \frac{5,67 \text{ MPa}}{16,62 \text{ MPa}} + \frac{6,22 \text{ MPa}}{16,62 \text{ MPa}} \leq 1$$

$$0,61 \leq 1$$

VYHOVUJE

#### B) Smyk

$$\tau_{v,d} = \frac{3}{2} * \frac{V_{ed,z}}{k_{cr} * A} = \frac{3}{2} * \frac{8,268 \text{ kN}}{0,67 * 0,14 * 0,20 \text{ m}^2} = 661,09 \text{ kPa} = 0,66 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = k_{mod} * \frac{f_{v,k}}{\gamma_m} = 0,9 * \frac{2,0 \text{ MPa}}{1,3} = 1,38 \text{ MPa}$$

$$\frac{\tau_{v,d}}{f_{v,d}} \leq 1$$

$$\frac{0,66 \text{ MPa}}{1,38 \text{ MPa}} \leq 1$$

$$0,48 \leq 1$$

VYHOVUJE

#### C) Kombinace ohybu a osového tahu

Maximální normálové napětí vyvodí kombinace SZS6.

$N_{ed,tah} = 1,237 \text{ kN}$

$M_{ed,y} = 5,290 \text{ kNm}$

$M_{ed,z} = 4,061 \text{ kNm}$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m * \frac{\sigma_{my,d}}{f_{m,d}} + \frac{\sigma_{mz,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

$$\frac{0,04}{9,69} + 0,7 * \frac{5,67}{16,62} + \frac{6,22}{16,62} \leq 1$$

$$0,62 \leq 1$$

VYHOVUJE

$$\sigma_{t,0,d} = \frac{N_{ed,tah}}{A} = \frac{1,237 \text{ kN}}{0,0280 \text{ m}^2} = 44,18 \text{ kPa} = 0,04 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,d} = k_{mod} * \frac{f_{t,0,k}}{\gamma_m} = 0,9 * \frac{14 \text{ MPa}}{1,3} = 9,69 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} \leq 1$$

$$\frac{0,04 \text{ MPa}}{9,69 \text{ MPa}} \leq 1$$

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

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

$k_m = 0,7$  pro obdelníkový průřez

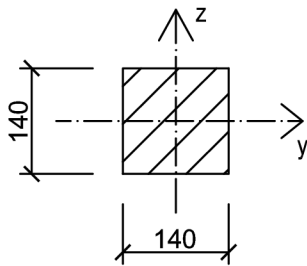
$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m * \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

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

## 2. Posouzení prvků na MS únosnosti

### 2.4. vzpěry balkonových průvlaků - dřevo třídy C24

#### 2.4.1. průřez, průřezové charakteristiky



$$\begin{aligned} b &= 140 \text{ mm} \\ h &= 140 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A &= 0,0196 \text{ m}^2 \\ W_y &= 4,57 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \\ W_z &= 4,57 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \\ I_y &= 3,20 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4 \\ I_z &= 3,20 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4 \end{aligned}$$

$$L_{cr,y} = L_{cr,z} = 1,414 \text{ m}$$

#### 2.4.2. návrhové vnitřní síly

$$\begin{aligned} N_{ed,tlak} &= 22,702 \text{ kN} && \text{kombinace SZS4} \\ N_{ed,tah} &= 5,546 \text{ kN} && \text{kombinace SZS207} \end{aligned}$$

#### 2.4.3. posouzení na MS únosnosti

##### A) vzpěrný tlak

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{3,20 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4}{0,0196 \text{ m}^2}} = 0,04041 \text{ m}$$

$$\lambda_y = \frac{L_{cr,y}}{i_y} = \frac{1,414 \text{ m}}{0,04041 \text{ m}} = 34,987 \leq \lambda_{lim} = 150$$

$$\lambda_{rel} = \frac{\lambda_y}{\pi} * \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{34,987}{\pi} * \sqrt{\frac{21 \text{ MPa}}{7330 \text{ MPa}}} = 0,596$$

$$\begin{aligned} k &= 0,5 * [1 + \beta_c * (\lambda_{rel} - 0,3) + \lambda_{rel}^2] \\ k &= 0,5 * [1 + 0,2 * (0,596 - 0,3) + 0,596^2] = 0,707 \end{aligned}$$

$$k_c = \frac{1}{k + \sqrt{k^2 - \lambda_{rel}^2}} = \frac{1}{0,707 + \sqrt{0,707^2 - 0,596^2}} = 0,919$$

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{ed,tlak}}{A} = \frac{22,702 \text{ kN}}{0,0196 \text{ m}^2} = 1158,27 \text{ kPa} = 1,16 \text{ MPa}$$

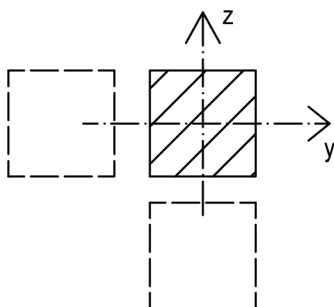
$$f_{c,0,d} = k_{mod} * \frac{f_{c,0,k}}{\gamma_m} = 0,9 * \frac{21 \text{ MPa}}{1,3} = 14,53 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_c * f_{c,0,d}} \leq 1$$

$$\frac{1,16 \text{ MPa}}{0,919 * 14,53 \text{ MPa}} \leq 1$$

$$0,09 \leq 1$$

VYHOVUJE

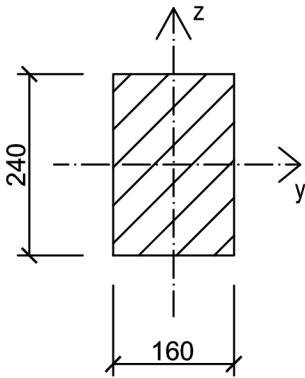


rovinný vzpěr,  
vybočení kolmo k ose y, kolmo k ose z

$$L_{cr,y} = L_{cr,z} = 1,414 \text{ m}$$

## 2. Posouzení prvků na MS únosnosti

### 2.5. příčné obvodové průvlaky - dřevo třídy C24



proti vybočení kolmo k ose z je prvek bráněno stropní deskou tímto je nosník zároveň zabezpečen proti klopení

#### 2.5.1. průřez, průřezové charakteristiky

$$\begin{aligned} b &= 160 \text{ mm} \\ h &= 240 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A &= 0,0384 \text{ m}^2 \\ W_y &= 15,36 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \\ W_z &= 10,24 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \\ I_y &= 18,43 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4 \\ I_z &= 8,19 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4 \end{aligned}$$

#### 2.5.2. návrhové vnitřní síly

$$\begin{aligned} N_{ed,tlak} &= 46,409 \text{ kN} && \text{kombinace SZS204} \\ N_{ed,tah} &= 56,305 \text{ kN} && \text{kombinace SZS48} \\ V_{ed,z} &= 16,598 \text{ kN} && \text{kombinace SZS78} \\ M_{ed,y} &= 15,305 \text{ kNm} && \text{kombinace SZS78} \end{aligned}$$

#### 2.5.3. posouzení na MS únosnosti

##### A) Prostý tah

$$\sigma_{t,0,d} = \frac{N_{ed,tah}}{A} = \frac{56,305 \text{ kN}}{0,0384 \text{ m}^2} = 1\,466,28 \text{ kPa} = 1,47 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{t,0,k}}{\gamma_m} = 0,9 \cdot \frac{14 \text{ MPa}}{1,3} = 9,69 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} \leq 1$$

$$\frac{1,47 \text{ MPa}}{9,69 \text{ MPa}} \leq 1$$

$$0,15 \leq 1$$

VYHOVUJE

##### B) Ohyb

$$M_{ed,z} = 0,000 \text{ kNm} \quad \text{moment od kombinace SZS78 v místě } M_{ed,y}$$

$$\sigma_{my,d} = \frac{M_{ed,y}}{W_y} = \frac{15,305 \text{ kNm}}{15,36 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3} = 9\,964,19 \text{ kPa} = 9,96 \text{ MPa}$$

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_m} = 0,8 \cdot \frac{24 \text{ MPa}}{1,3} = 14,77 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_{my,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

$$\frac{9,96 \text{ MPa}}{14,77 \text{ MPa}} \leq 1$$

$$0,67 \leq 1$$

VYHOVUJE

##### C) Smyk

$$\tau_{v,d} = \frac{3}{2} \cdot \frac{V_{ed,z}}{k_{cr} \cdot A} = \frac{3}{2} \cdot \frac{16,598 \text{ kN}}{0,67 \cdot 0,16 \cdot 0,24 \text{ m}^2} = 967,70 \text{ kPa} = 0,98 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{v,k}}{\gamma_m} = 0,8 \cdot \frac{2,0 \text{ MPa}}{1,3} = 1,23 \text{ MPa}$$

$$\frac{\tau_{v,d}}{f_{v,d}} \leq 1$$

$$\frac{0,98 \text{ MPa}}{1,23 \text{ MPa}} \leq 1$$

$$0,78 \leq 1$$

VYHOVUJE

## 2. Posouzení prvků na MS únosnosti

### D) Kombinace ohybu a osového tahu

Maximální normálové napětí vyvodí kombinace SZS1.

$$N_{ed,tah} = 16,352 \text{ kN}$$

$$M_{ed,y} = 14,729 \text{ kNm}$$

$$M_{ed,z} = 0,000 \text{ kNm}$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + k_m * \frac{\sigma_{mz,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

$$\frac{0,43}{6,46} + \frac{9,59}{11,08} + 0,7 * \frac{0,00}{11,08} \leq 1$$

$$0,93 \leq 1$$

VYHOVUJE

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

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

$$\sigma_{t,0,d} = \frac{N_{ed,tah}}{A} = \frac{16,352 \text{ kN}}{0,0384 \text{ m}^2} = 425,83 \text{ kPa} = 0,43 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,d} = k_{mod} * \frac{f_{t,0,k}}{\gamma_m} = 0,6 * \frac{14 \text{ MPa}}{1,3} = 6,46 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} \leq 1$$

$$\frac{0,43 \text{ MPa}}{6,46 \text{ MPa}} \leq 1$$

## 3. Posouzení prvků na MS použitelnosti

### 3.1. podélné průvlaky 1.NP - dřevo třídy GL24h

#### 3.1.1. posouzení okamžité deformace

Maximální deformaci vyvodí kombinace SZS181.

Deformace od jednotlivých zatěžovacích stavů v příloze.

$$w_{inst} = w_{inst,g0} + w_{inst,g1} + w_{inst,q} + \psi_0 * w_{inst,s} + \psi_0 * w_{inst,w}$$

$$w_{inst} = 0,7 \text{ mm} + 3,7 \text{ mm} + 6,6 \text{ mm} + 0,5 * 0,3 \text{ mm} + 0,6 * 0,2 \text{ mm}$$

$$w_{inst} = 11,3 \text{ mm}$$

$$w_{inst} \leq w_{inst,lim} \quad w_{inst,lim} = \frac{l}{300} = \frac{4000}{300} = 13,3 \text{ mm}$$

$$11,3 \text{ mm} \leq 13,3 \text{ mm}$$

VYHOVUJE

#### 3.1.2. posouzení deformace po dotvarování

$$w_{fin} = w_{inst,g} * (1 + k_{def}) + w_{inst,q1} * (1 + \psi_2 * k_{def}) + \sum w_{inst,qi} * (\psi_{0,i} + \psi_{2,i} * k_{def})$$

$$w_{fin} = (0,7 + 3,7) * (1 + 0,6) + 6,6 * (1 + 0,20 * 0,6) + 0,3 * (0,5 + 0,20 * 0,6) + 0,2 * (0,6 + 0,00 * 0,6)$$

$$w_{fin} = 14,7 \text{ mm}$$

$$w_{fin} \leq w_{fin,lim} \quad w_{fin,lim} = \frac{l}{250} = \frac{4000}{250} = 16,0 \text{ mm}$$

$$14,7 \text{ mm} \leq 16,0 \text{ mm}$$

VYHOVUJE

$k_{def} = 0,6$  pro třídu prostředí 1

$\psi_2 = 0,20$  pro zatížení sněhem, užitným zatížením

$\psi_2 = 0,00$  pro zatížení větrem



### 3. Posouzení prvků na MS použitelnosti

#### 3.2. podélné průvlaky 2.NP - dřevo třídy GL24h

##### 3.2.1. posouzení okamžité deformace

Maximální deformaci vyvodí kombinace SZS182.  
Deformace od jednotlivých zatěžovacích stavů v příloze.

$$w_{inst} = w_{inst,g0} + w_{inst,g1} + w_{inst,q} + \psi_0 * w_{inst,s} + \psi_0 * w_{inst,w}$$

$$w_{inst} = 1,0\text{mm} + 3,1\text{mm} + 7,4\text{mm} + 0,5 * 0,9\text{mm} + 0,6 * 0,3\text{mm}$$

$$w_{inst} = 12,1\text{ mm}$$

$$w_{inst} \leq w_{inst,lim} \quad w_{inst,lim} = \frac{l}{300} = \frac{4000}{300} = 13,3\text{ mm}$$

$$12,1\text{ mm} \leq 13,3\text{ mm} \quad \text{VYHOVUJE}$$

##### 3.2.2. posouzení deformace po dotvarování

$$w_{fin} = w_{inst,g} * (1 + k_{def}) + w_{inst,q1} * (1 + \psi_2 * k_{def}) + \sum w_{inst,qi} * (\psi_{0,i} + \psi_{2,i} * k_{def})$$

$$w_{fin} = (1,0 + 3,1) * (1 + 0,6) + 7,4 * (1 + 0,20 * 0,6) + 0,9 * (0,5 + 0,20 * 0,6) + 0,3 * (0,6 + 0,00 * 0,6)$$

$$w_{fin} = 15,6\text{ mm}$$

$$w_{fin} \leq w_{fin,lim} \quad w_{fin,lim} = \frac{l}{250} = \frac{4000}{250} = 16,0\text{ mm}$$

$$15,6\text{ mm} \leq 16,0\text{ mm} \quad \text{VYHOVUJE}$$

$k_{def} = 0,6$  pro třídu prostředí 1

$\psi_2 = 0,20$  pro zatížení sněhem, užitným zatížením

$\psi_2 = 0,00$  pro zatížení větrem

#### 3.3. průvlaky balkonu - dřevo třídy C24

##### 3.3.1. posouzení okamžité deformace

Maximální vodorovnou deformaci vyvodí kombinace SZS149.  
Deformace od jednotlivých zatěžovacích stavů v příloze.  
Bude posouzen vodorovný průhyb, od zat. stavu SZS149 vzniká svislá deformace pouze 0,3mm a bude zanedbána.

$$w_{inst,z} = w_{inst,z,g0} + w_{inst,z,g1} + w_{inst,z,w} + \psi_0 * w_{inst,z,s} + \psi_0 * w_{inst,q}$$

$$w_{inst,z} = 0,2\text{mm} + 0,9\text{mm} + 8,0\text{mm} + 0,5 * 1,0\text{mm} + 0,7 * 0,4\text{mm}$$

$$w_{inst,z} = 9,9\text{ mm}$$

$$w_{inst,z} \leq w_{inst,lim} \quad w_{inst,lim} = \frac{l}{300} = \frac{4000}{300} = 13,3\text{ mm}$$

$$9,9\text{ mm} \leq 13,3\text{ mm} \quad \text{VYHOVUJE}$$

##### 3.3.2. posouzení deformace po dotvarování

$$w_{fin,z} = w_{inst,z,g} * (1 + k_{def}) + w_{inst,z,q1} * (1 + \psi_2 * k_{def}) + \sum w_{inst,qi} * (\psi_{0,i} + \psi_{2,i} * k_{def})$$

$$w_{fin,z} = (0,2 + 0,9) * (1 + 0,8) + 8,0 * (1 + 0,00 * 0,8) + 1,0 * (0,5 + 0,20 * 0,8) + 0,4 * (0,7 + 0,20 * 0,8)$$

$$w_{fin,z} = 11,0\text{ mm}$$

$$w_{fin,z} \leq w_{fin,lim} \quad w_{fin,lim} = \frac{l}{250} = \frac{4000}{250} = 16,0\text{ mm}$$

$$11,0\text{ mm} \leq 16,0\text{ mm} \quad \text{VYHOVUJE}$$

$k_{def} = 0,8$  pro třídu prostředí 2

$\psi_2 = 0,20$  pro zatížení sněhem, užitným zatížením

$\psi_2 = 0,00$  pro zatížení větrem

### 3. Posouzení prvků na MS použitelnosti

#### 3.4. příčné obvodové průvlaky - dřevo třídy C24

##### 3.4.1. posouzení okamžité deformace

Maximální deformaci vyvodí kombinace SZS182.

Deformace od jednotlivých zatěžovacích stavů v příloze.

$$w_{inst} = w_{inst,g0} + w_{inst,g1} + w_{inst,q} + \psi_0 * w_{inst,s} + \psi_0 * w_{inst,w}$$

$$w_{inst} = 0,5\text{mm} + 9,4\text{mm} + 0,8\text{mm} + 0,5 * 0,3\text{mm} + 0,6 * 0,2\text{mm}$$

$$w_{inst} = 11,0 \text{ mm}$$

$$w_{inst} \leq w_{inst,lim} \quad w_{inst,lim} = \frac{l}{300} = \frac{4000}{300} = 13,3 \text{ mm}$$

$$11,0 \text{ mm} \leq 13,3 \text{ mm}$$

VYHOVUJE

##### 3.4.2. posouzení deformace po dotvarování

$$w_{fin} = w_{inst,g} * (1 + k_{def}) + w_{inst,q1} * (1 + \psi_2 * k_{def}) + \Sigma w_{inst,qi} * (\psi_{0,i} + \psi_{2,i} * k_{def})$$

$$w_{fin} = (0,5 + 9,4) * (1 + 0,6) + 0,8 * (1 + 0,20 * 0,6) + 0,3 * (0,5 + 0,20 * 0,6) + 0,2 * (0,6 + 0,00 * 0,6)$$

$$w_{fin} = 17,0 \text{ mm}$$

$$w_{fin} \leq w_{fin,lim} \quad w_{fin,lim} = \frac{l}{200} = \frac{4000}{200} = 20,0 \text{ mm}$$

$$17,0 \text{ mm} \leq 20,0 \text{ mm}$$

VYHOVUJE

$k_{def} = 0,6$  pro třídu prostředí 1

$\psi_2 = 0,20$  pro zatížení sněhem, užitným zatížením

$\psi_2 = 0,00$  pro zatížení větrem

je zvoleno mírnější kritérium pro posouzení průhybu, zde je možné si to dovolit, průhyb zde není rozhodující variantě lze zvolit profil 160x300mm z lepeného dřeva

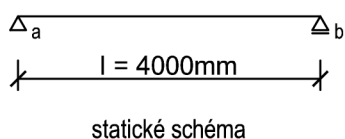
## 1. Geometrie, statické schéma

### 1.1. Geometrie

světlé rozpětí:	$l_0 = 3840\text{mm}$	
teoretické rozpětí:	$l = 4000\text{mm}$	( osová vzdálenost průvlaků )
zatěžovací šířka:	$Z\check{S} = 800\text{mm}$	( 760mm v krajních polích - nebude zohledněno )

### 1.2. Statické schéma

Statically působí jako prostý nosník o rozpětí 4,000m uložený na pružných podporách. Pružnost podpor neovlivní vnitřní síly pro dimenzování, nebude s nimi počítáno.



## 2. Zatížení

### 2.1. Zatížení stálá

#### 2.1.1 vlastní tíha

profil 140/200mm; jehličnaté dřevo pevn. třídy C24  
zatížení  $g_{0,k} = (0,14 \cdot 0,20) \text{m}^2 \cdot 500 \text{kg/m}^3 = 14 \text{kg/m} = 0,14 \text{kN/m}$

zatížení stálé:  $\gamma_g = 1,35 (1,00)$   
 $k_{mod} = 0,6$

#### 2.1.2 podlaha

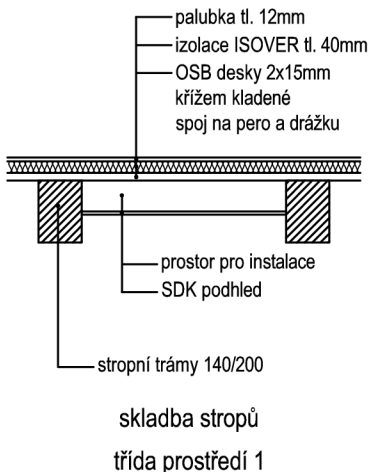
podlahové desky OSB tl. 2x15mm:  $g_k = 600 \text{kg/m}^3 \cdot 0,030 \text{m} = 18 \text{kg/m}^2$   
akustická izolace ISOVER T - P tl. 40mm:  $g_k = 160 \text{kg/m}^3 \cdot 0,040 \text{m} = 6,4 \text{kg/m}^2$   
podlaha z palubek tl. 12mm:  $g_k = 500 \text{kg/m}^3 \cdot 0,012 \text{m} = 6 \text{kg/m}^2$

celkem plošné:  $g_{1,k} = 30,4 \text{kg/m}^2 = \underline{0,304 \text{kN/m}^2}$   
zatížení stálé:  $\gamma_g = 1,35 (1,00)$   
 $k_{mod} = 0,6$

#### 2.1.3 podhled

konstrukce podhledu ( sádkartonový podhled ):  $g_k = 25 \text{kg/m}^2$   
zařizovací předměty ( vzduchotechnika apod. ):  $g_k = 15 \text{kg/m}^2$

celkem plošné:  $g_{2,k} = 40 \text{kg/m}^2 = \underline{0,40 \text{kN/m}^2}$   
zatížení stálé:  $\gamma_g = 1,35 (1,00)$   
 $k_{mod} = 0,6$



## 2. Zatížení

### 2.2. Zatížení proměnná

#### 2.2.1 užité plošné

užitné zatížení podlah:  $q_{1k} = 1,5 \text{ kN/m}^2$   
příčky:  $q_{2k} = 0,5 \text{ kN/m}^2$   
celkem užité:  $q_k = 2,0 \text{ kN/m}^2$

kategorie A - národní dodatek  
lehké přemístitelné příčky s hm. do 100kg/m

zatížení proměnné, střednědobé:  $\gamma_g = 1,50$   
 $k_{mod} = 0,8$

#### 2.2.2 užité lokální

užitné zatížení podlah:  $Q_k = 2,0 \text{ kN}$

kategorie A - národní dodatek

zatížení proměnné, střednědobé:  $\gamma_g = 1,50$   
 $k_{mod} = 0,8$

## 3. Zatěžovací stavy, výpočet vnitřních sil

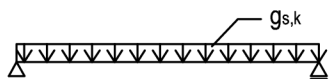
### 3.1. Zatěžovací stavy

#### 3.1.1 vlastní tíha

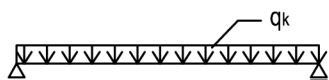
$g_{ok} = 0,14 \text{ kN/m}$



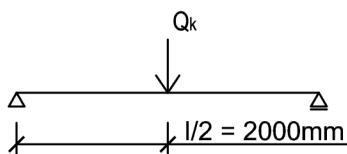
1.ZS



2.ZS



3.ZS



4.ZS



5.ZS

#### 3.1.2 ostatní stálá

$g_{s,k} = (g_{1,k} + g_{2,k}) * Z\check{S} = (0,304 + 0,400) \text{ kN/m}^2 * 0,800 \text{ m} = 0,563 \text{ kN/m}$

#### 3.1.3 užité plošné

$q_k = q_k * Z\check{S} = 2,000 \text{ kN/m}^2 * 0,800 \text{ m} = 1,600 \text{ kN/m}$

#### 3.1.4 užité lokální - maximální ohybový moment

$Q_k = 2,000 \text{ kN}$

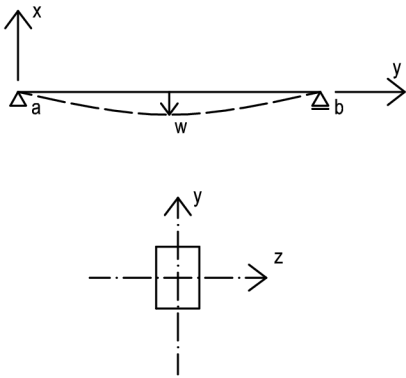
#### 3.1.5 užité lokální - maximální posouvající síla

$Q_k = 2,000 \text{ kN}$

pozn.: zatížení 3.1.4 a 3.1.5 nepůsobí nikdy současně

### 3. Zatěžovací stavy, výpočet vnitřních sil

#### 3.2. Vnitřní síly



$$E = E_{0,mean}$$

$$I_y = 1/12 * b * h^3$$

Vnitřní síly na prutu						
	zatěžovací stavy					
	ZS1	ZS2	ZS3	ZS4	ZS5	
$R_{a,y}$	0,28	1,13	3,20	1,00	2,00	kN
$R_{b,y}$	0,28	1,13	3,20	1,00	0,00	kN
$M_{max,y}$	0,28	1,13	3,20	2,00	0,00	kNm
$V_{max,z}$	0,28	1,13	3,20	1,00	2,00	kN
$w_{inst,y, l/2}$	0,5	1,8	5,2	2,6	0,0	mm

vztahy použité pro výpočet:

$$R_{a,y} = R_{b,y} = 1/2 * g_k * l \quad \text{pro ZS 1,2,3}$$

$$R_{a,y} = R_{b,y} = 1/2 * Q_k \quad \text{pro ZS 4}$$

$$R_{a,y} = Q_k \quad \text{pro ZS 5}$$

$$M_{max,y} = 1/8 * g_k * l^2 \quad \text{pro ZS 1,2,3}$$

$$M_{max,y} = 1/4 * Q_k * l \quad \text{pro ZS 4}$$

$$V_{max,z} = R_{a,y} = R_{b,y} \quad \text{pro ZS 1,2,3,4}$$

$$V_{max,z} = R_{a,y} \quad \text{pro ZS 5}$$

$$w_{inst,y} = \frac{5}{384} * \frac{g_l^4}{EI_y} \quad \text{pro ZS 1,2,3}$$

$$w_{inst,y} = \frac{1}{48} * \frac{Q_l^3}{EI_y} \quad \text{pro ZS 4}$$

### 4. Kombinace zatěžovacích stavů

#### 4.1. Mezní stav únosnosti

$$\Sigma \gamma_{G,j} * G_{k,j} + \gamma_{Q,1} * Q_{k,1} + \Sigma \gamma_{Q,i} * \psi_{0,i} * Q_{k,i} \quad (\text{rovnice 6.10.})$$

$$M_{ed,y} = 1,35 * M_{gk} + 1,50 * M_{qk} = 1,35 * (0,28 + 1,13) \text{ kNm} + 1,50 * 3,20 \text{ kNm} = \underline{6,64 \text{ kNm}}$$

$$V_{ed,z} = 1,35 * V_{gk} + 1,50 * V_{qk} = 1,35 * (0,28 + 1,13) \text{ kN} + 1,50 * 3,20 \text{ kN} = \underline{6,64 \text{ kN}}$$

pozn.: maximální ohybový moment i posouvající sílu vyvolá kombinace zatěžovacích stavů 1 a 2 stálých se zatěžovacím stavem 3 proměnným.

#### 4.2. Mezní stav použitelnosti

$$\Sigma G_{k,j} + Q_{k,1} + \Sigma \psi_{0,i} * Q_{k,i} \quad (\text{rovnice 6.10.})$$

$$w_{inst,y} = 1,00 * w_{inst,g,y} + 1,00 * w_{inst,q,y} = 1,00 * (0,5 + 1,8) \text{ mm} + 1,00 * 5,2 \text{ mm} = \underline{7,5 \text{ mm}}$$

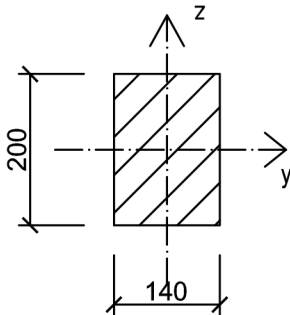
pozn.: maximální okamžitý průhyb vyvolá kombinace zatěžovacích stavů 1 a 2 stálých se zatěžovacím stavem 3 proměnným. Posouzení a výpočet dotvarování proveden v kapitole 6.2 mezní stav použitelnosti.

## 5. Charakteristiky materiálů, průřezové charakteristiky

### 5.1. Jehličnaté dřevo pevnostní třídy C24

$f_{m,k}$	= 24 MPa	$E_{0,mean}$	= 11 000 MPa
$f_{t,0,k}$	= 14 MPa	$E_{90,mean}$	= 370 MPa
$f_{t,90,k}$	= 0,4 MPa	$G_{,mean}$	= 690 MPa
$f_{c,0,k}$	= 21 MPa	$E_{0,05}$	= 7 330 MPa
$f_{c,90,k}$	= 2,5 MPa	$E_{90,05}$	= 247 MPa
$f_{v,k}$	= 2,0 MPa	$G_{0,05}$	= 460 MPa

$$\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$$
$$\gamma_m = 1,30$$



Klopení prvku je zabráněno konstrukcí podlahy

### 5.2. Průřez 140x200mm

$$b = 140 \text{ mm}$$
$$h = 200 \text{ mm}$$

$$A = 0,028 \text{ m}^2$$
$$W_y = 9,3333 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$
$$I_y = 9,3333 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4$$

## 6. Posouzení prvku

### 6.1. MS únosnosti

#### 6.1.1. ohyb

$$M_{ed,y} = 6,64 \text{ kNm}$$

$$\sigma_{m,d} = \frac{M_{ed,y}}{W_y} = \frac{6,64 \text{ kNm}}{9,3333 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3} = 7 114,54 \text{ kPa} = 7,11 \text{ MPa}$$

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_m} = 0,8 \cdot \frac{24 \text{ MPa}}{1,3} = 14,77 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_{m,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

$$\frac{7,11 \text{ MPa}}{14,77 \text{ MPa}} \leq 1$$

$$0,48 \leq 1$$

VYHOVUJE

#### 6.1.2. smyk

$$V_{ed,z} = 6,64 \text{ kNm}$$

$$\tau_{v,d} = \frac{3}{2} \cdot \frac{V_{ed,z}}{k_{cr} \cdot A} = \frac{3}{2} \cdot \frac{6,64 \text{ kN}}{0,67 \cdot 0,14 \cdot 0,20 \text{ m}^2} = 530,92 \text{ kPa} = 0,53 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{v,k}}{\gamma_m} = 0,8 \cdot \frac{2,0 \text{ MPa}}{1,3} = 1,23 \text{ MPa}$$

$$\frac{\tau_{v,d}}{f_{v,d}} \leq 1$$

$$\frac{0,53 \text{ MPa}}{1,23 \text{ MPa}} \leq 1$$

$$0,43 \leq 1$$

VYHOVUJE

## 6. Posouzení prvku

### 6.2. MS použitelnosti

#### 6.2.1. okamžitá deformace

$$W_{inst,y} = W_{inst,g,y} + W_{inst,q,y} = 0,5\text{mm} + 1,8\text{mm} + 5,2\text{mm} = 7,5\text{mm}$$

$$W_{inst,lim} = l / 300 = 4000\text{mm} / 300 = 13,3\text{mm}$$

$$W_{inst,y} < W_{inst,lim} \quad 7,5\text{mm} < 13,3\text{mm} \quad \text{VYHOVUJE}$$

#### 6.2.2. konečná deformace

$$W_{fin,y} = W_{inst,g,y} * (1 + k_{def}) + W_{inst,q,y} * (1 + \psi_2 * k_{def})$$

$$W_{fin,y} = 2,3\text{mm} * (1 + 0,6) + 5,2\text{mm} * (1 + 0,20 * 0,6) = 9,7\text{mm}$$

$$W_{fin,lim} = l / 300 = 4000\text{mm} / 300 = 13,3\text{mm}$$

$$W_{fin,y} < W_{fin,lim} \quad 9,7\text{mm} < 13,3\text{mm} \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$k_{def} = 0,6 \quad \text{pro zatížení stálá, třída vlhkosti 1}$$

$$\psi_2 = 0,20 \quad \text{pro zatížení užitná}$$

## 7. Spoje

### 7.1. připojení stropnice k průvlaku

- připojení bude řešeno vnitřním skrytým spojem dle nákresu, spoj je namáhán příčně

$$V_{ed,z} = 6,64\text{kN}$$

#### 7.1.1. vnitřní část - kolíky $\phi 7,0 / 73\text{mm}$ ; jehličnaté dřevo C24

spoj ocel - dřevo (svorníkového typu), dvoustřížný

$$f_{u,k} = 360\text{MPa} \quad d = 7,0\text{mm}; t_1 = 35\text{mm}$$

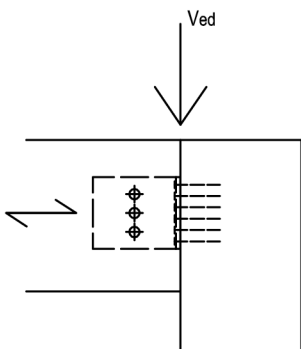
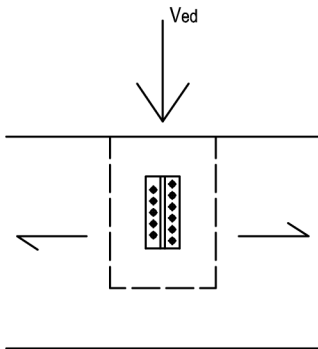
$$f_{h,o,k} = 0,082 * (1 - 0,01d) * \rho_k = 0,082 * (1 - 0,01 * 7,0) * 350\text{kg/m}^3$$

$$f_{h,o,k} = 26,691\text{MPa}$$

$$k_{c,90} = 1,35 + 0,015d = 1,35 + 0,015 * 7,0\text{mm} = 1,455$$

$$f_{h,90,k} = \frac{f_{h,o,k}}{k_{c,90} * \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha} = \frac{26,691\text{MPa}}{1,455 * \sin^2 90^\circ + \cos^2 90^\circ} = 18,344\text{MPa}$$

$$M_{y,k} = 0,3 * f_{u,k} * d^{2,6} = 0,3 * 360\text{MPa} * 7,0^{2,6}\text{mm} = 17\,009\text{Nmm}$$



$$F_{v,rk} = \min \left\{ \begin{array}{l} f_{h,90,k} * d * t_1 \\ f_{h,90,k} * d * t_1 * \left[ \sqrt{2 + \frac{4M_{y,k}}{f_{h,90,k} * d * t_1^2}} - 1 \right] \\ 2,3 * \sqrt{M_{y,k} * f_{h,90,k} * d} \end{array} \right\}$$

## 7. Spoje

$$F_{v,rk} = \min \left\{ \begin{array}{l} 18,344 * 7,0 * 35 \\ 18,344 * 7,0 * 35 * \left[ \sqrt{2 + \frac{4 * 17\,009}{18,344 * 7,0 * 35^2}} - 1 \right] \\ 2,3 * \sqrt{17\,009 * 18,344 * 7,0} \end{array} \right\}$$

$$F_{v,rk} = \min \left\{ \begin{array}{l} 4\,494,36 \text{ N} \\ 2\,515,28 \text{ N} \\ 3\,399,13 \text{ N} \end{array} \right\} = 2,52 \text{ kN} \quad - \text{únosnost 1 stříhu}$$

$$F_{v,rd} = k_{mod} * \frac{n * F_{v,rk}}{\gamma_m} = 0,8 * \frac{2 * 2,52 \text{ kN}}{1,3} = 3,10 \text{ kN} \quad - \text{únosnost 1 kolíku}$$

$$p = \frac{V_{ed}}{F_{v,rd}} = \frac{6,64 \text{ kN}}{3,10 \text{ kN}} = 2,14 \quad \Rightarrow \text{navrhnuty 3 kolíky}$$

minimální vzdálenosti spojovacích prostředků:

$$\alpha = 90^\circ$$

$$a_{1,t} = (3 + 2 * \cos \alpha) d = (3 + 2 * \cos 90^\circ) * 7,0 = 21 \text{ mm}$$

$$a_{2,t} = 3 d = 3 * 7,0 = 21 \text{ mm}$$

$$a_{3,t} = \max [7d; 80 \text{ mm}] = (7 * 7,0; 80 \text{ mm}) = 80 \text{ mm}$$

$$a_{3,c} = \max [(1+6 * \sin \alpha) d; 4d] = (49; 28) = 49 \text{ mm}$$

$$a_{4,t} = \max [(2+2 * \sin \alpha) d; 3d] = (28; 21) = 28 \text{ mm}$$

$$a_{4,c} = 3 d = 3 * 7,0 = 21 \text{ mm}$$

### 7.1.2. nosná část - vruty $\phi$ 5,0 / 60mm; lepené dřevo GL24h

spoj ocel - dřevo ( hřebíkového typu pro  $d < 6 \text{ mm}$  ), jednostřížný

tl. desky  $> d + 0,1d$        $6 \text{ mm} > 5,5 \text{ mm}$        $\Rightarrow$  spoj s tlustou ocelovou deskou

$$f_{u,k} = 360 \text{ MPa} \quad d = d_{ef} = 1,1d_s = 1,1 * 3,65 \text{ mm} \cong 4 \text{ mm}; t_1 = 60 \text{ mm}$$

$$f_{h,o,k} = 0,082 * \rho_k * d^{-0,3} = 0,082 * 380 \text{ kg/m}^3 * 4^{-0,3} = 20,558 \text{ MPa}$$

$$k_{c,90} = 1,35 + 0,015d = 1,30 + 0,015 * 4,0 \text{ mm} = 1,36$$

$$f_{h,90,k} = \frac{f_{h,o,k}}{k_{c,90} * \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha} = \frac{20,558 \text{ MPa}}{1,36 * \sin^2 90^\circ + \cos^2 90^\circ} = 15,116 \text{ MPa}$$

$$M_{y,k} = 0,3 * f_{u,k} * d^{2,6} = 0,3 * 360 \text{ MPa} * 4,0^{2,6} \text{ mm} = 3\,969,90 \text{ Nmm}$$

$$F_{v,rk} = \min \left\{ \begin{array}{l} f_{h,90,k} * d * t_1 * \left[ \sqrt{2 + \frac{4M_{y,k}}{f_{h,90,k} * d * t_1^2}} - 1 \right] \\ 2,3 * \sqrt{M_{y,k} * f_{h,90,k} * d} \\ f_{h,90,k} * d * t_1 \end{array} \right\}$$



## 7. Spoje

$$F_{v,rk} = \min \left\{ \begin{array}{l} 15,116 * 4 * 60 * \left[ \sqrt{2 + \frac{4 * 3\,969,90}{15,116 * 4 * 60^2}} - 1 \right] \\ 2,3 * \sqrt{3\,969,90 * 15,116 * 4} \\ 15,116 * 4 * 60 \end{array} \right\}$$

$$F_{v,rk} = \min \left\{ \begin{array}{l} 1\,595,45 \text{ N} \\ 1\,126,86 \text{ N} \\ 3\,627,87 \text{ N} \end{array} \right\} = 1,13 \text{ kN} \quad - \text{únosnost 1 stříhu}$$

$$F_{v,rd} = k_{mod} * \frac{n * F_{v,rk}}{\gamma_m} = 0,8 * \frac{1 * 1,13 \text{ kN}}{1,3} = 0,70 \text{ kN} \quad - \text{únosnost 1 vrutu}$$

$$p = \frac{V_{ed}}{F_{v,rd}} = \frac{6,64 \text{ kN}}{0,70 \text{ kN}} = 9,49 \quad \Rightarrow \text{navrhnutu 11 vrutů}$$

minimální vzdálenosti spojovacích prostředků:

$$\alpha = 90^\circ$$

$$a_{1,t} = (3 + 2 * \cos \alpha) d = (3 + 2 * \cos 90^\circ) * 5,0 = 15 \text{ mm}$$

$$a_{2,t} = 3 d = 3 * 5,0 = 15 \text{ mm}$$

$$a_{3,t} = \max [7d; 80 \text{ mm}] = (7 * 5,0; 80 \text{ mm}) = 80 \text{ mm}$$

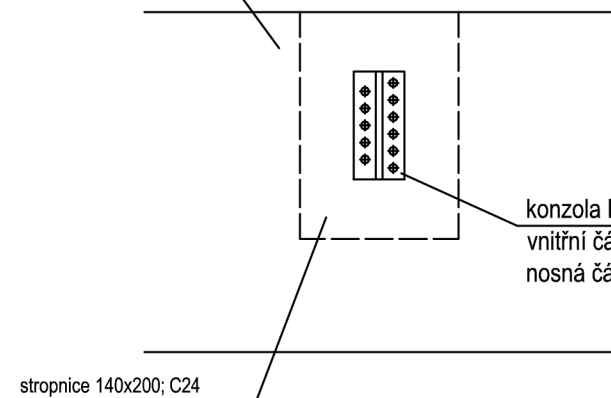
$$a_{3,c} = \max [(1+6 * \sin \alpha) d; 4d] = (35; 20) = 35 \text{ mm}$$

$$a_{4,t} = \max [(2+2 * \sin \alpha) d; 3d] = (20; 15) = 20 \text{ mm}$$

$$a_{4,c} = 3 d = 3 * 5,0 = 15 \text{ mm}$$

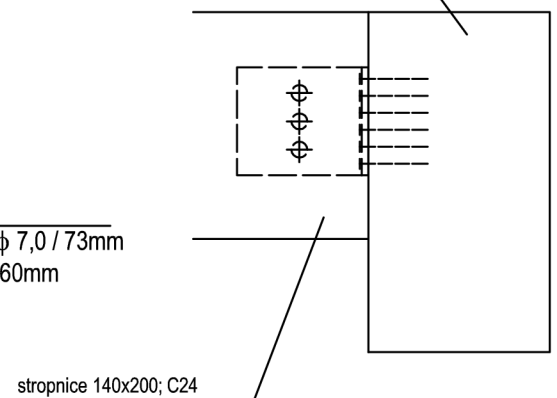
### 7.1.3. návrh spoje

průvlak 160x300; GL24h



konzola Rothoblaas ALUmini 95  
vnitřní část: 3x samovrtné kolíky  $\phi$  7,0 / 73mm  
nosná část: 11x vrut HBS  $\phi$  5,0 / 60mm

průvlak 160x300; GL24h



stropnice 140x200; C24

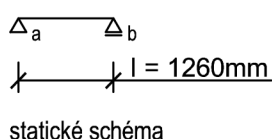
## 1. Geometrie, statické schéma

### 1.1. Geometrie

světlé rozpětí:	$l_0 = 1100\text{mm}$	
teoretické rozpětí:	$l = 1260\text{mm}$	( osová vzdálenost průvlaků )
zatěžovací šířka:	$ZŠ = 800\text{mm}$	( 760mm v krajních polích - nebude zohledněno )

### 1.2. Statické schéma

Staticky působí jako prostý nosník o rozpětí 1,260m uložený na pružných podporách. Pružnost podpor neovlivní vnitřní síly pro dimenzování, nebude s nimi počítáno.



## 2. Zatížení

### 2.1. Zatížení stálá

#### 2.1.1 vlastní tíha

profil 140/200mm; jehličnaté dřevo pevn. třídy C24  
zatížení  $g_{0,k} = (0,14 \cdot 0,20) \text{m}^2 \cdot 500 \text{kg/m}^3 = 14 \text{kg/m} = 0,14 \text{kN/m}$

zatížení stálé:  $\gamma_g = 1,35 (1,00)$   
 $k_{mod} = 0,6$

#### 2.1.2 podlaha

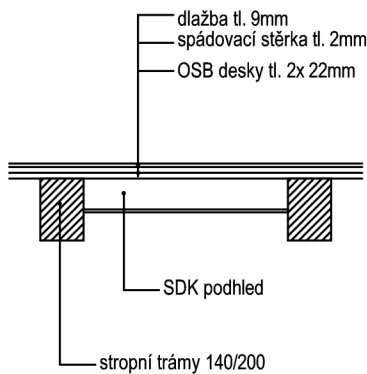
desky OSB 3 tl. 2x22mm:  $g_k = 600 \text{kg/m}^3 \cdot 0,044 \text{m} = 26,4 \text{kg/m}^2$   
spádovací vrstva tl. 2mm:  $g_k = 1600 \text{kg/m}^3 \cdot 0,002 \text{m} = 3,2 \text{kg/m}^2$   
keramická mrazuvzdorná dlažba tl. 9mm:  $g_k = 19 \text{kg/m}^2$

celkem plošné:  $g_{1,k} = 48,6 \text{kg/m}^2 = \underline{0,486 \text{kN/m}^2}$   
zatížení stálé:  $\gamma_g = 1,35 (1,00)$   
 $k_{mod} = 0,6$

#### 2.1.3 podhled

konstrukce podhledu ( sádkartonový podhled ):  $g_k = 25 \text{kg/m}^2$

celkem plošné:  $g_{2,k} = 25 \text{kg/m}^2 = \underline{0,25 \text{kN/m}^2}$   
zatížení stálé:  $\gamma_g = 1,35 (1,00)$   
 $k_{mod} = 0,6$



skladba stropů  
třída prostředí 2

## 2. Zatížení

### 2.2. Zatížení proměnná

#### 2.2.1 užité plošné

užitné zatížení podlah:  $q_k = 3\text{kN/m}^2$  kategorie A - národní dodatek

zatížení proměnné, střednědobé:  $\gamma_g = 1,50$   
 $k_{\text{mod}} = 0,8$

#### 2.2.2 užité lokální

užitné zatížení podlah:  $Q_k = 3,0\text{kN}$  kategorie A - národní dodatek

zatížení proměnné, střednědobé:  $\gamma_g = 1,50$   
 $k_{\text{mod}} = 0,8$

## 3. Zatěžovací stavy, výpočet vnitřních sil

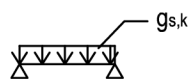
### 3.1. Zatěžovací stavy

#### 3.1.1 vlastní tíha

$g_{0k} = 0,14\text{kN/m}$



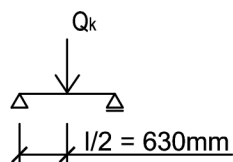
1.ZS



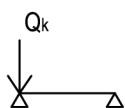
2.ZS



3.ZS



4.ZS



5.ZS

#### 3.1.2 ostatní stálá

$g_{s,k} = (g_{1,k} + g_{2,k}) * Z\check{S} = (0,486 + 0,250)\text{kN/m}^2 * 0,800\text{m} = 0,589\text{kN/m}$

#### 3.1.3 užité plošné

$q_k = q_k * Z\check{S} = 3,000\text{kN/m}^2 * 0,800\text{m} = 2,4\text{kN/m}$

#### 3.1.4 užité lokální - maximální ohybový moment

$Q_k = 3,000\text{kN}$

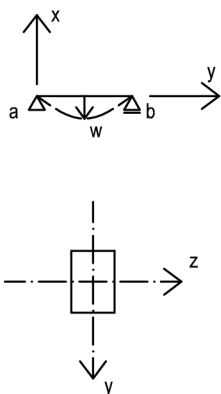
#### 3.1.5 užité lokální - maximální posouvající síla

$Q_k = 3,000\text{kN}$

pozn.: zatížení 3.1.4 a 3.1.5 nepůsobí nikdy současně

### 3. Zatěžovací stavy, výpočet vnitřních sil

#### 3.2. Vnitřní síly



$$E = E_{0,mean}$$

$$I_y = 1/12 * b * h^3$$

Vnitřní síly na prutu						
	zatěžovací stavy					
	ZS1	ZS2	ZS3	ZS4	ZS5	
$R_{a,y}$	0,09	0,37	1,51	1,50	3,00	kN
$R_{b,y}$	0,09	0,37	1,51	1,50	0,00	kN
$M_{max,y}$	0,03	0,12	0,48	0,95	0,00	kNm
$V_{max,z}$	0,09	0,37	1,51	1,50	3,00	kN
$w_{inst,y, l/2}$	0,00	0,02	0,08	0,10	0,00	mm

vztahy použité pro výpočet:

$$R_{a,y} = R_{b,y} = 1/2 * g_k * l \quad \text{pro ZS 1,2,3}$$

$$R_{a,y} = R_{b,y} = 1/2 * Q_k \quad \text{pro ZS 4}$$

$$R_{a,y} = Q_k \quad \text{pro ZS 5}$$

$$M_{max,y} = 1/8 * g_k * l^2 \quad \text{pro ZS 1,2,3}$$

$$M_{max,y} = 1/4 * Q_k * l \quad \text{pro ZS 4}$$

$$V_{max,z} = R_{a,y} = R_{b,y} \quad \text{pro ZS 1,2,3,4}$$

$$V_{max,z} = R_{a,y} \quad \text{pro ZS 5}$$

$$w_{inst,y} = \frac{5}{384} * \frac{g_l^4}{EI_y} \quad \text{pro ZS 1,2,3}$$

$$w_{inst,y} = \frac{1}{48} * \frac{Q_l^3}{EI_y} \quad \text{pro ZS 4}$$

### 4. Kombinace zatěžovacích stavů

#### 4.1. Mezní stav únosnosti

$$\sum \gamma_{G,j} * G_{k,j} + \gamma_{Q,1} * Q_{k,1} + \sum \gamma_{Q,i} * \psi_{0,i} * Q_{k,i} \quad (\text{rovnice 6.10.})$$

$$M_{ed,y} = 1,35 * M_{gk} + 1,50 * M_{qk} = 1,35 * (0,03 + 0,12) \text{ kNm} + 1,50 * 0,95 \text{ kNm} = \underline{1,63 \text{ kNm}}$$

$$V_{ed,z} = 1,35 * V_{gk} + 1,50 * V_{qk} = 1,35 * (0,09 + 0,37) \text{ kN} + 1,50 * 3,00 \text{ kN} = \underline{5,12 \text{ kN}}$$

pozn.: maximální moment vyvolá kombinace zatěžovacích stavů 1 a 2 stálých se zatěžovacím stavem 4 proměnným.  
 maximální posouvající sílu vyvolá kombinace zatěžovacích stavů 1 a 2 stálých se zatěžovacím stavem 5 proměnným.

#### 4.2. Mezní stav použitelnosti

Deformace je velmi malá, nebude výpočtem zohledněna.

## 5. Charakteristiky materiálů, průřezové charakteristiky

### 5.1. Jehličnaté dřevo pevnostní třídy C24

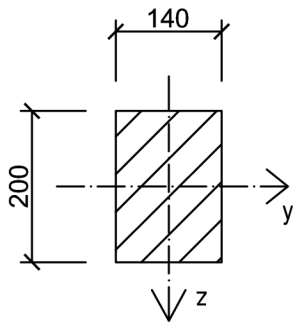
$f_{m,k}$	= 24 MPa	$E_{0,mean}$	= 11 000 MPa
$f_{t,0,k}$	= 14 MPa	$E_{90,mean}$	= 370 MPa
$f_{t,90,k}$	= 0,4 MPa	$G_{,mean}$	= 690 MPa
$f_{c,0,k}$	= 21 MPa	$E_{0,05}$	= 7 330 MPa
$f_{c,90,k}$	= 2,5 MPa	$E_{90,05}$	= 247 MPa
$f_{v,k}$	= 2,0 MPa	$G_{0,05}$	= 460 MPa

$$\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$$
$$\gamma_m = 1,30$$

### 5.2. Průřez 140x200mm

$$b = 140 \text{ mm}$$
$$h = 200 \text{ mm}$$

$$A = 0,028 \text{ m}^2$$
$$W_y = 9,3333 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$
$$I_y = 9,3333 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4$$



klopení prvku je zabráněno konstrukcí podlahy

## 6. Posouzení prvku

### 6.1. MS únosnosti

#### 6.1.1. smyk

$$V_{ed,z} = 5,12 \text{ kNm}$$

$$\tau_{v,d} = \frac{3}{2} * \frac{V_{ed,z}}{k_{cr} * A} = \frac{3}{2} * \frac{5,12 \text{ kN}}{0,67 * 0,14 * 0,20 \text{ m}^2} = 409,38 \text{ kPa} = 0,41 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = k_{mod} * \frac{f_{v,k}}{\gamma_m} = 0,8 * \frac{2,0 \text{ MPa}}{1,3} = 1,23 \text{ MPa}$$

$$\frac{\tau_{v,d}}{f_{v,d}} \leq 1$$

$$\frac{0,41 \text{ MPa}}{1,23 \text{ MPa}} \leq 1$$

$$0,33 \leq 1$$

VYHOVUJE

## 7. Spoje

### 7.1. připojení stropnice k průvlaku

- připojení bude řešeno vnitřním skrytým spojem dle nákresu, spoj je namáhán příčně

$$V_{ed,z} = 5,12 \text{ kN}$$

7.1.1. vnitřní část - kolíky  $\phi 7,0 / 73\text{mm}$ ; jehličnaté dřevo C24  
spoj ocel - dřevo ( svorníkového typu ), dvoustřížný

$$f_{u,k} = 360 \text{ MPa} \quad d = 7,0 \text{ mm}; t_1 = 35 \text{ mm}$$

$$F_{v,rk} = \min \begin{pmatrix} 4\,494,36 \text{ N} \\ 2\,515,28 \text{ N} \\ 3\,399,13 \text{ N} \end{pmatrix} = 2,52 \text{ kN} \quad - \text{ únosnost 1 stříhu}$$

$$F_{v,rd} = k_{mod} * \frac{n * F_{v,rk}}{\gamma_m} = 0,8 * \frac{2 * 2,52 \text{ kN}}{1,3} = 3,10 \text{ kN} \quad - \text{ únosnost 1 kolíku}$$

$$p = \frac{V_{ed}}{F_{v,rd}} = \frac{5,12 \text{ kN}}{3,10 \text{ kN}} = 1,65 \quad \Rightarrow \text{ navrhnuty 2 kolíky}$$

minimální vzdálenosti spojovacích prostředků:

$$\alpha = 90^\circ$$

nutné minimální vzdálenosti jsou stejné jako u charakteristické stropnice

7.1.2. nosná část - vřuty  $\phi 5,0 / 60\text{mm}$ ; lepené dřevo GL24h

spoj ocel - dřevo ( hřebíkového typu pro  $d < 6\text{mm}$  ), jednostřížný

tl. desky  $> d + 0,1d$   $6\text{mm} > 5,5\text{mm}$   $\Rightarrow$  spoj s tlustou ocelovou deskou

$$f_{u,k} = 360 \text{ MPa} \quad d = d_{ef} = 1,1d_s = 1,1 * 3,65 \text{ mm} \cong 4 \text{ mm}; t_1 = 60 \text{ mm}$$

$$F_{v,rk} = \min \begin{pmatrix} 1\,595,45 \text{ N} \\ 1\,126,86 \text{ N} \\ 3\,627,87 \text{ N} \end{pmatrix} = 1,13 \text{ kN} \quad - \text{ únosnost 1 stříhu}$$

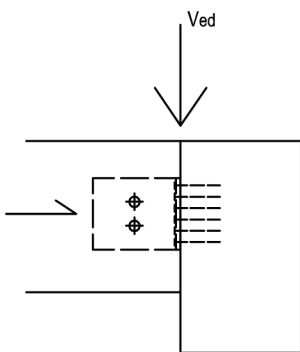
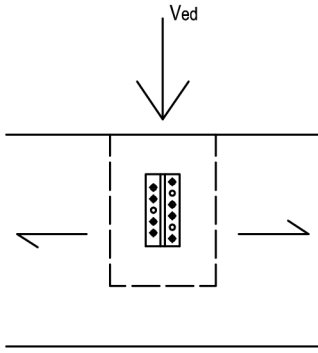
$$F_{v,rd} = k_{mod} * \frac{n * F_{v,rk}}{\gamma_m} = 0,8 * \frac{1 * 1,13 \text{ kN}}{1,3} = 0,70 \text{ kN} \quad - \text{ únosnost 1 vřuty}$$

$$p = \frac{V_{ed}}{F_{v,rd}} = \frac{5,12 \text{ kN}}{0,70 \text{ kN}} = 7,31 \quad \Rightarrow \text{ navrhnuto 8 vřutů}$$

minimální vzdálenosti spojovacích prostředků:

$$\alpha = 90^\circ$$

nutné minimální vzdálenosti jsou stejné jako u charakteristické stropnice

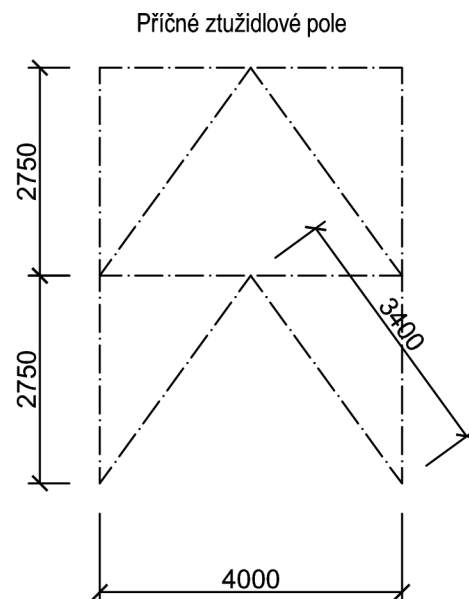
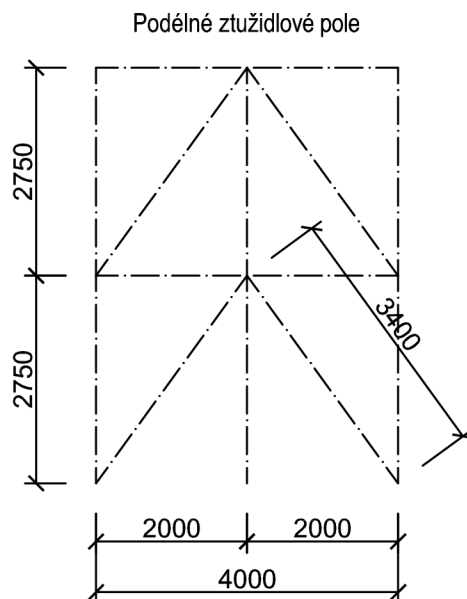


konzola Rothoblaas ALUmini 95  
vnitřní část: 2x samovrtné kolíky  $\phi 7,0 / 73\text{mm}$   
nosná část: 8x vřuty HBS  $\phi 5,0 / 60\text{mm}$

## 1. Geometrie, statické schéma

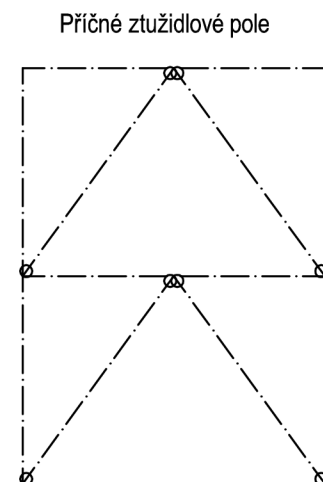
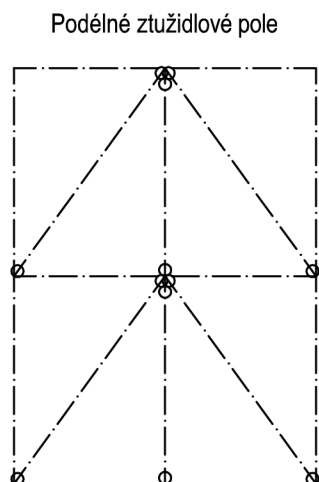
### 1.1. Geometrie

podrobná geometrie viz. technická dokumentace  
třída prostředí: 1



### 1.2. Statické schéma

Všechny prvky ztužení budou připojeny kloubově, diagonály ztužidel budou přenášet tah i tlak.



## 2. Posouzení prvků na MS únosnosti

### 2.1. diagonály ztužidel - dřevo třídy C24

#### 2.1.1. průřez, průřezové charakteristiky

$$\begin{aligned} b &= 160 \text{ mm} \\ h &= 160 \text{ mm} \\ A &= 0,0256 \text{ m}^2 \\ W_y &= 6,83 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \\ W_z &= 6,83 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \\ I_y &= 5,46 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4 \\ I_z &= 5,46 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4 \end{aligned}$$

$$L_{cr,y} = L_{cr,z} = 3,400 \text{ m}$$

#### 2.1.2. návrhové vnitřní síly

$$\begin{aligned} N_{ed,tlak} &= 120,545 \text{ kN} && \text{kombinace SZS48} \\ N_{ed,tah} &= 115,208 \text{ kN} && \text{kombinace SZS48} \end{aligned}$$

#### 2.1.3. posouzení na MS únosnosti

##### A) Prostý tah

$$\sigma_{t,0,d} = \frac{N_{ed,tah}}{A} = \frac{115,208 \text{ kN}}{0,0256 \text{ m}^2} = 4\,500,31 \text{ kPa} = 4,50 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{t,0,k}}{\gamma_m} = 0,9 \cdot \frac{14 \text{ MPa}}{1,3} = 9,69 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} \leq 1$$

$$\frac{4,50 \text{ MPa}}{9,69 \text{ MPa}} \leq 1$$

$$0,46 \leq 1$$

VYHOVUJE

##### B) vzpěrný tlak

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{5,46 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4}{0,0256 \text{ m}^2}} = 0,04619 \text{ m}$$

$$\lambda_y = \frac{L_{cr,y}}{i_y} = \frac{3,400 \text{ m}}{0,04619 \text{ m}} = 73,612 \leq \lambda_{lim} = 150$$

$$\lambda_{rel} = \frac{\lambda_y}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{73,612}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{21 \text{ MPa}}{7330 \text{ MPa}}} = 1,255$$

$$\begin{aligned} k &= 0,5 \cdot [1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel} - 0,3) + \lambda_{rel}^2] \\ k &= 0,5 \cdot [1 + 0,2 \cdot (1,255 - 0,3) + 1,255^2] = 1,383 \end{aligned}$$

$$k_c = \frac{1}{k + \sqrt{k^2 - \lambda_{rel}^2}} = \frac{1}{1,383 + \sqrt{1,383^2 - 1,255^2}} = 0,509$$

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{ed,tlak}}{A} = \frac{120,545 \text{ kN}}{0,0256 \text{ m}^2} = 4\,708,79 \text{ kPa} = 4,71 \text{ MPa}$$

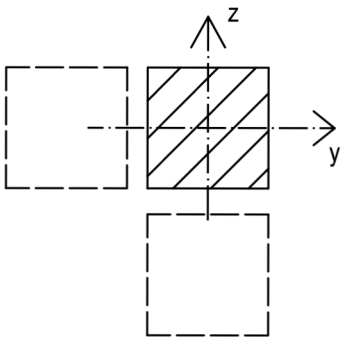
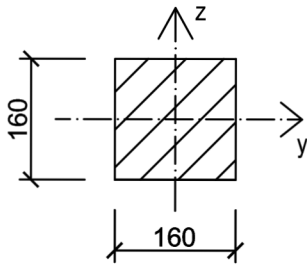
$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{c,0,k}}{\gamma_m} = 0,9 \cdot \frac{21 \text{ MPa}}{1,3} = 14,53 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_c \cdot f_{c,0,d}} \leq 1$$

$$\frac{4,71 \text{ MPa}}{0,509 \cdot 14,53 \text{ MPa}} \leq 1$$

$$0,64 \leq 1$$

VYHOVUJE



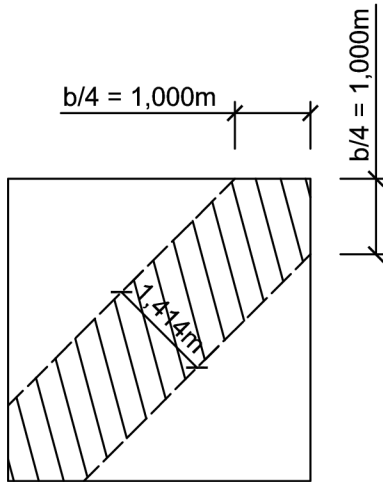
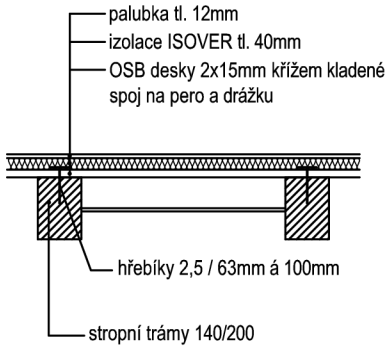
rovinný vzpěr,  
vybočení kolmo k ose y, kolmo k ose z

$$L_{cr,y} = L_{cr,z} = 3,400 \text{ m}$$



## 2. Posouzení prvků na MS únosnosti

### 2.2. tuhá stropní deska - desky OSB 2x15mm



#### 2.2.1. průřez, průřezové charakteristiky, materiálové charakteristiky

Tuhá stropní deska bude vytvořena ze dvou vrstev OSB desek tloušťky 15mm, křížem kladených a spojených na pero a drážku dle nákresu. Do modelu je následně do polí, kde deska nebude přerušena otvory zavedena náhradní tahová diagonála. Pro účinné přenesení sil na spoji deska - stropnice je navržen odpovídající počet spojovacích prostředků.

$$b = 1414 \text{ mm}$$

$$h = 30 \text{ mm}$$

$$A = 0,0424 \text{ m}^2$$

$$I_y = 3,18 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$$

$$E^* I_y = 3800 \text{ MPa} \cdot 3,18 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4 = 120,90 \text{ kN} \cdot \text{m}^2$$

$$f_{t,k,wall} = 9,40 \text{ MPa}$$

#### 2.2.2. návrhové vnitřní síly

Smykový tok na styku OSB desky a stropnice:

$$F_{ed} = \gamma_w \cdot A_{ref} \cdot q_{max} = 1,5 \cdot 2,2 \text{ m}^2 \cdot 1,697 \text{ kN} / \text{m}^2 = 5,60 \text{ kN} / \text{bm}$$

$$A_{ref} = 0,8 \text{ m} \cdot 2,75 \text{ m} = 2,2 \text{ m}^2 \quad \text{- plocha jednoho spoje vystaveného větru}$$

$$W_{max} = 1,697 \text{ kN} / \text{m}^2 \quad \text{- maximální charakteristický tlak větru}$$

$$N_{ed,tah} = 67,475 \text{ kN} \quad \text{kombinace SZS48}$$

#### 2.2.3. posouzení na MS únosnosti

##### A) Spoj stropnice - OSB desky

spoj typu deska - dřevo, jednostřížný, příčně namáhaný

$$\alpha = 0^\circ$$

$$a_1 = (3 + 2 \cdot \cos \alpha) \cdot d \cdot 0,85 = (3 + 2 \cdot \cos 0^\circ) \cdot 2,5 \cdot 0,85 = 10,6 \text{ mm}$$

$$f_{u,k} = 600 \text{ MPa} \quad f_{y,k} = 300 \text{ MPa} \quad d = 2,5 \text{ mm}; \quad t_1 = 30 \text{ mm}; \quad t_2 = 30 \text{ mm}$$

$$f_{h,k} = 65 \cdot d^{-0,7} \cdot t_1^{0,1} = 65 \cdot 2,5 \text{ mm}^{-0,7} \cdot 30 \text{ mm}^{0,1} = 48,09 \text{ MPa}$$

$$M_{y,Rk} = 0,3 \cdot f_{u,k} \cdot d^{2,6} = 0,3 \cdot 600 \text{ MPa} \cdot 2,5^{2,6} \text{ mm} = 1 \, 949,47 \text{ Nmm}$$

$$F_{v,Rk} = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{f_{h,k} \cdot d \cdot t_1}{1 + \beta} \cdot \left[ \sqrt{\beta + 2\beta^2 \cdot \left[ 1 + \frac{t_2}{t_1} + \left( \frac{t_2}{t_1} \right)^2 \right]} + \beta^3 \cdot \left( \frac{t_2}{t_1} \right)^2 - \beta \left( 1 + \frac{t_2}{t_1} \right) \right] \\ 1,05 \cdot \frac{f_{h,k} \cdot d \cdot t_1}{2 + \beta} \cdot \left[ \sqrt{2\beta^2 \cdot (1 + \beta) + \frac{4\beta \cdot (2 + \beta) \cdot M_{y,Rk}}{f_{h,k} \cdot d \cdot t_1^2}} - \beta \right] \\ 1,05 \cdot \frac{f_{h,k} \cdot d \cdot t_2}{1 + 2\beta} \cdot \left[ \sqrt{2\beta^2 \cdot (1 + \beta) + \frac{4\beta \cdot (1 + 2\beta) \cdot M_{y,Rk}}{f_{h,k} \cdot d \cdot t_2^2}} - \beta \right] \\ 1,15 \cdot \sqrt{\frac{2\beta}{1 + \beta}} \cdot \sqrt{2M_{y,Rk} \cdot f_{h,k} \cdot d} \end{array} \right.$$

## 2. Posouzení prvků na MS únosnosti

### A) Spoj stropnice - OSB desky

$$F_{v,rk} = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{48,09 * 2,5 * 30}{1 + 1} * \left[ \sqrt{1 + 2 * 1^2 * \left[ 1 + \frac{30}{30} + \left( \frac{30}{30} \right)^2 \right] + 1^3 * \left( \frac{30}{30} \right)^2} - 1 * \left( 1 + \frac{30}{30} \right) \right] \\ 1,05 * \frac{48,09 * 2,5 * 30}{2 + 1} * \left[ \sqrt{2 * 1 * (1 + 1) + \frac{4 * 1 * (2 + 1) * 1949,47}{48,09 * 2,5 * 30^2}} - 1 \right] \\ 1,05 * \frac{48,09 * 2,5 * 30}{1 + 2 * 1} * \left[ \sqrt{2 * 1^2 * (1 + 1) + \frac{4 * 1 * (1 + 2 * 1) * 1949,47}{48,09 * 2,5 * 30^2}} - 1 \right] \\ 1,15 * \frac{2 * 1}{1 + 1} * \sqrt{2 * 1949,47 * 48,09 * 2,5} \end{array} \right\}$$

$$F_{v,rk} = \min \left\{ \begin{array}{l} 3\,606,86 \text{ N} \\ 3\,606,86 \text{ N} \\ 1\,164,57 \text{ N} \\ 1\,329,73 \text{ N} \\ 1\,329,73 \text{ N} \\ 787,36 \text{ N} \end{array} \right\} = 0,79 \text{ kN} \quad - \text{únosnost 1 stříhu}$$

$$F_{v,rd} = k_{mod} * \frac{n * F_{v,rk}}{\gamma_m} = 0,9 * \frac{1 * 0,79 \text{ kN}}{1,3} = 0,546 \text{ kN} \quad - \text{únosnost 1 hřebíku}$$

$$p = \frac{V_{ed}}{F_{v,rd}} = \frac{5,60 \text{ kN/bm}}{0,546 \text{ kN}} = 10,24 \quad \Rightarrow \text{navrhnuto 11 hřebíků na metr}$$

### B) Prostý tah

$$\sigma_{t,0,d} = \frac{N_{ed,tah}}{A} = \frac{67,475 \text{ kN}}{0,0424 \text{ m}^2} = 1\,590,64 \text{ kPa} = 1,59 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,d} = k_{mod} * \frac{f_{t,0,k}}{\gamma_m} = 0,9 * \frac{9,4 \text{ MPa}}{1,3} = 6,51 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} \leq 1$$

$$\frac{1,59 \text{ MPa}}{6,51 \text{ MPa}} \leq 1$$

$$0,24 \leq 1$$

VYHOVUJE

### 3. Posouzení celé konstrukce na MS použitelnosti

#### 3.1. podélná deformace konstrukce

##### 3.1.1. posouzení okamžité deformace

Maximální deformaci vyvodí kombinace SZS173.

Deformace od jednotlivých zatěžovacích stavů v příloze.

$$w_{inst} = w_{inst,g0} + w_{inst,g1} + w_{inst,w} + \psi_0 * w_{inst,s} + \psi_0 * w_{inst,q}$$

$$w_{inst} = 0,4\text{mm} + 0,8\text{mm} + 13,7\text{mm} + 0,5 * 3,6\text{mm} + 0,7 * 0,4\text{mm}$$

$$w_{inst} = 17,0 \text{ mm}$$

$$w_{inst} \leq w_{inst,lim} \quad w_{inst,lim} = \frac{h}{500} = \frac{12850}{500} = 25,7 \text{ mm}$$

$$17,0 \text{ mm} \leq 25,7 \text{ mm}$$

VYHOVUJE

deformace po dotvarování nebude posouzena, složky deformace od stálého a střednědobého zatížení jsou malé a konstrukce vyhoví i po dotvarování

#### 3.2. příčná deformace spodní stavby

##### 3.2.1. posouzení okamžité deformace

Maximální deformaci vyvodí kombinace SZS149.

Deformace od jednotlivých zatěžovacích stavů v příloze.

$$w_{inst} = w_{inst,g0} + w_{inst,g1} + w_{inst,w} + \psi_0 * w_{inst,s} + \psi_0 * w_{inst,q}$$

$$w_{inst} = 0,2\text{mm} + 0,9\text{mm} + 8,0\text{mm} + 0,5 * 1,0\text{mm} + 0,7 * 0,4\text{mm}$$

$$w_{inst} = 9,9 \text{ mm}$$

$$w_{inst} \leq w_{inst,lim} \quad w_{inst,lim} = \frac{h}{500} = \frac{5500}{500} = 11,0 \text{ mm}$$

$$9,9 \text{ mm} \leq 11,0 \text{ mm}$$

VYHOVUJE

deformace po dotvarování nebude posouzena, složky deformace od stálého a střednědobého zatížení jsou malé a konstrukce vyhoví i po dotvarování

posouzení příčné deformace krovu je zahrnuto v posouzení krovu ( středových vaznic ) na šikmý průhyb

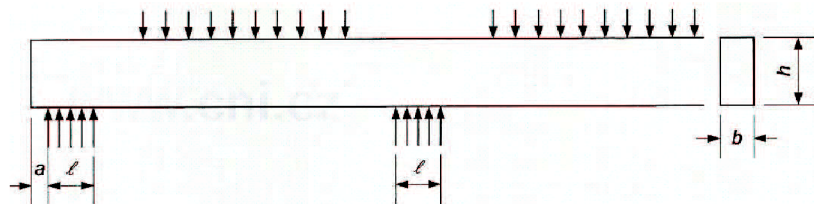
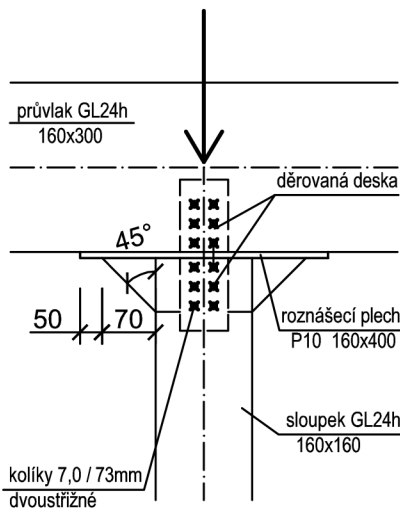
## 1. Spoje

### 1.1. Podélné průvlaky

#### 1.1.1. otláčení v připojení na sloup

$$N_{ed,tlak} = 279,840 \text{ kN} \quad \text{kombinace SZS6}$$

- otláčení průvlaků bude zabráněno použitím ocelové roznášecí desky, vzhledem k velikosti tlakové síly není možno použít roznášecí z dřevěného prvku, je možno tento plech ovšem zapustit do průvlaku, dále bude využito únosnosti kolíků pro připojení ke sloupu a průvlaku bude použita vnitřní děrovaná deska, tento spoj nebude podrobněji vyšetřován



$$\begin{aligned} l_1 \geq 2h & \quad 3840\text{mm} \geq 600\text{mm} & \text{SPLŇUJE PODMÍNKU} \\ l \leq 400\text{mm} & \quad 160\text{mm} \leq 400\text{mm} & \text{SPLŇUJE PODMÍNKU} \end{aligned} \Rightarrow k_{c,90} = 1,75 \text{ pro lepené dřevo}$$

#### A) Únosnost kolíků

$$f_{u,k} = 360 \text{ MPa} \quad d = 7,0 \text{ mm}; t_1 = 35 \text{ mm}$$

$$F_{v,rk} = \min \left\{ \begin{array}{l} 5\,053,24 \text{ N} \\ 2\,750,18 \text{ N} \\ 3\,604,28 \text{ N} \end{array} \right\} = 2,75 \text{ kN} \quad \text{— únosnost 1 stříhu}$$

$$F_{v,rd} = k_{mod} * \frac{n * F_{v,rk}}{Y_m} = 0,9 * \frac{2 * 2,75 \text{ kN}}{1,3} = 3,81 \text{ kN} \quad \text{— únosnost 1 kolíku}$$

$$F_{v,rd,celk} = p * F_{v,rd} = 12 * 3,81 \text{ kN} = 45,72 \text{ kN}$$

#### B) Otláčení průvlaku

$$\sigma_{c,90,d} = \frac{N_{ed,tlak}}{A_{ef}} = \frac{279,844 - 45,72 \text{ kN}}{0,16 * (0,40 + 2 * 0,03) \text{ m}^2} = 3\,180,98 \text{ kPa} = 3,18 \text{ MPa}$$

$$f_{c,90,d} = k_{mod} * \frac{f_{c,90,k}}{Y_m} = 0,9 * \frac{2,7 \text{ MPa}}{1,25} = 1,94 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_{c,90,d}}{k_{c,90} * f_{c,90,d}} \leq 1$$

$$\frac{3,18 \text{ MPa}}{1,75 * 1,94 \text{ MPa}} \leq 1$$

$$0,94 \leq 1$$

VYHOVUJE

#### C) Posouzení roznášecího plechu

$$M_{y,ed} = \frac{1}{2} * g_k * l^2 = \frac{1}{2} * 508,96 \text{ kN/m} * (0,05 \text{ m})^2 = 0,636 \text{ kNm}$$

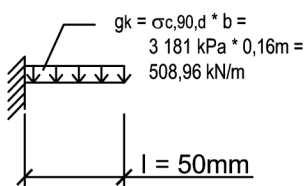
$$M_{rd} = \frac{W_y * f_{y,d}}{Y_{m,0}} = \frac{2666,67 \text{ mm}^3 * 355 \text{ MPa}}{1,0} = 946\,667 \text{ Nmm} = 0,947 \text{ kNm}$$

$$M_{y,ed} \leq M_{rd}$$

$$0,636 \text{ kNm} \leq 0,947 \text{ kNm}$$

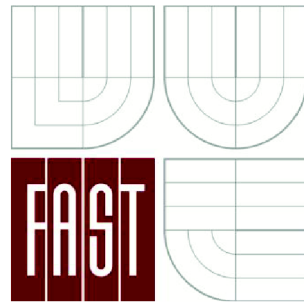
VYHOVUJE

$F_{v,rk}$  vypočítáno dle stejných vzorců jako ve výpočtu stropnic, upraveny pevností v otláčení ( $\rho_k = 380 \text{ kg/m}^3$ ) a součinitel  $k_{c,90}$  pro případ lepeného dřeva. Uvažují s působením všech kolíků, i těch ve sloupech.



Model pro posouzení plechu

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ  
FAKULTA STAVEBNÍ  
Ústav kovových a dřevěných konstrukcí

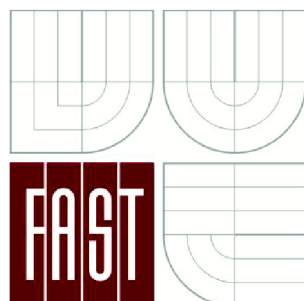


# BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

3 - VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ  
FAKULTA STAVEBNÍ

Ústav kovových a dřevěných konstrukcí



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

4 - ORIENTAČNÍ VÝKAZ MATERIÁLU

# Orientační výkaz spotřeby materiálu na nosnou konstrukci

KROV - STAVEBNÍ ŘEZIVO								
POLOŽKA	MATERIÁL	ŠÍŘKA	VÝŠKA	DÉLKA	POČET	CELKOVÝ OBJEM	HMOTNOST	CELKOVÁ HMOTNOST
[ - ]	[ - ]	[ mm ]	[ mm ]	[ mm ]	[ ks ]	[ m <sup>3</sup> ]	[ kg / m <sup>3</sup> ]	[ kg ]
Sloup vrch. vaznice	C24 - KVH	160	160	2750	10	0,70	350	246,40
Sloup vrch. vaznice	C24 - KVH	160	160	3950	10	1,01	350	353,92
Sloup mez. vaznice	C24 - KVH	160	160	3900	20	2,00	350	698,88
Sloup pozednice	C24 - KVH	140	140	950	20	0,37	350	130,34
Vrcholová vaznice	C24 - KVH	160	240	12100	3	1,39	350	487,87
Středové vaznice	C24 - KVH	160	240	12100	6	2,79	350	975,74
Pozednice	C24 - KVH	160	160	12100	6	1,86	350	650,50
Kleština č.1	C24 - KVH	60	160	4160	32	1,28	350	447,28
Kleština č.2	C24 - KVH	80	200	11900	16	3,05	350	1066,24
Kleština č.3	C24 - KVH	60	200	9950	16	1,91	350	668,64
Kleština č.4	C24 - KVH	60	160	1850	16	0,28	350	99,46
Rozpěra č.1	C24 - KVH	160	160	4160	4	0,43	350	149,09
Rozpěra č.2	C24 - KVH	160	200	11900	2	0,76	350	266,56
Rozpěra č.3	C24 - KVH	160	200	9950	2	0,64	350	222,88
Rozpěra č.4	C24 - KVH	160	160	1850	2	0,09	350	33,15
Krokev	C24 - KVH	160	240	12100	56	26,02	350	9106,94
Krokev zkrácená 1	C24 - KVH	160	240	7250	18	5,01	350	1753,92
Krokev zkrácená 2	C24 - KVH	160	240	2200	18	1,52	350	532,22
Příčná vzpěra	C24 - KVH	160	160	9600	20	4,92	350	1720,32
Vzpěry vaznic	C24 - KVH	160	160	1300	108	3,59	350	1257,98
Sloupek vikýře	C24 - KVH	160	160	980	36	0,90	350	316,11
Vaznice vikýře	C24 - KVH	160	240	2160	18	1,49	350	522,55
Krokevní výměna	C24 - KVH	160	240	2160	18	1,49	350	522,55
Krokev vikýře	C24 - KVH	160	240	3100	54	6,43	350	2249,86
<b>celkem rostlé dřevo C24 - KVH:</b>						<b>69,94</b>	<b>350</b>	<b>24479,41</b>

KROV - OCELOVÉ PRVKY						
POLOŽKA	MATERIÁL	PRŮMĚR	DÉLKA	POČET	HMOTNOST	CELKOVÁ HMOTNOST
[ - ]	[ - ]	[ mm ]	[ mm ]	[ ks ]	[ kg / m <sup>3</sup> ]	[ kg ]
Táhlo vodorovné	S235	16	4300	4	7850	27,15
Táhlo šikmé	S235	16	1600	20	7850	50,51
<b>celkem ocelové prvky S235:</b>					<b>7850</b>	<b>77,66</b>

SPODNÍ STAVBA - STAVEBNÍ ŘEZIVO								
POLOŽKA	MATERIÁL	ŠÍŘKA	VÝŠKA	DÉLKA	POČET	CELKOVÝ OBJEM	HMOTNOST	CELKOVÁ HMOTNOST
[ - ]	[ - ]	[ mm ]	[ mm ]	[ mm ]	[ ks ]	[ m <sup>3</sup> ]	[ kg / m <sup>3</sup> ]	[ kg ]
Sloup 1.NP	GL24h	160	160	2450	70	4,39	380	1668,35
Sloup 2. NP	C24 - KVH	160	160	2450	70	4,39	350	1536,64
Sloup balkonu 1.NP	C24 - KVH	140	140	2550	20	1,00	350	349,86
Sloup balkonu 2.NP	C24 - KVH	140	140	2780	20	1,09	350	381,42
Podélný průvlak	GL24h	160	300	12100	30	17,42	380	6621,12
Příčný průvlak	C24 - KVH	160	240	3840	32	4,72	350	1651,51
Stropnice	C24 - KVH	140	200	3840	348	37,42	350	13095,94
Stropnice balkonu	C24 - KVH	140	200	1030	116	3,35	350	1170,90
Diagonály ztužidel	C24 - KVH	160	160	3100	72	5,71	350	1999,87
Vzpěry balkonu	C24 - KVH	140	140	1330	72	1,88	350	656,91
<b>celkem lepené lamelové dřevo GL24h:</b>						<b>21,81</b>	<b>380</b>	<b>8289,47</b>
<b>celkem rostlé dřevo C24 - KVH:</b>						<b>59,55</b>	<b>350</b>	<b>20843,05</b>

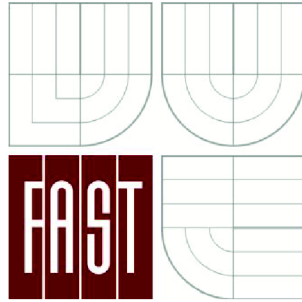
SPODNÍ STAVBA - DESKOVÝ MATERIÁL					
POLOŽKA	MATERIÁL	TLOUŠŤKA	CELKOVÁ PLOCHA	HMOTNOST	CELKOVÁ HMOTNOST
[ - ]	[ - ]	[ mm ]	[ m <sup>2</sup> ]	[ kg / m <sup>3</sup> ]	[ kg ]
strop. deska interiér	OSB 3	2x15	1280	600	23040,00
strop. deska balkony	OSB 3	2x22	93	600	2455,20
<b>celkem desky OSB 3:</b>			<b>1373</b>	<b>600</b>	<b>25495,20</b>

### Orientační náklady na realizaci nosné konstrukce

NOSNÁ KONSTRUKCE CELKEM					
POLOŽKA	CELKOVÁ PLOCHA	CELKOVÝ OBJEM	CELKOVÁ HMOTNOST	JEDNOTKOVÁ CENA	CELKOVÁ CENA
[ - ]	[ m <sup>2</sup> ]	[ m <sup>3</sup> ]	[ kg ]	[ Kč / jednotka ]	[ Kč ]
rostlé dřevo C24 - KVH		129,49	45322,46	14 000,00	1 812 898,30
lepené lam. dřevo GL24h		21,81	8289,47	16 000,00	349 030,40
desky OSB 3	1373,00		25495,20	280,00	384 440,00
ocelová táhla S235			77,66	30,00	2 329,80
montáž nosné konstrukce	5060 metrů nosné konstrukce			150,00	759 000,00
pokládka OSB desek	1373,00			100,00	137 300,00
<b>konstrukce celkem:</b>	<b>1373,00</b>	<b>151,31</b>	<b>79184,79</b>		<b>3 444 998,50</b>



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ  
FAKULTA STAVEBNÍ  
Ústav kovových a dřevěných konstrukcí



# BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

5 - PŘÍLOHY



Projekt: Úloha: krov 3D

SKUPINY ZS

SZS č.	Označení SZS	Součinitel	Zatěžovací stavy ve SZS	Výpočetní teorie
1	ÚM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2	I. řád
2	ÚM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS3)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS3	I. řád
3	ÚM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS3 + 0.9*ZS6)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS3 + 0.9*ZS6	I. řád
4	ÚM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS3 + 0.9*ZS7)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS3 + 0.9*ZS7	I. řád
5	ÚM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS3 + 0.9*ZS8)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS3 + 0.9*ZS8	I. řád
6	ÚM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS3 + 0.9*ZS9)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS3 + 0.9*ZS9	I. řád
7	ÚM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS3 + 0.9*ZS10)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS3 + 0.9*ZS10	I. řád
8	ÚM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS4)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS4	I. řád
9	ÚM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS4 + 0.9*ZS6)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS4 + 0.9*ZS6	I. řád
10	ÚM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS4 + 0.9*ZS7)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS4 + 0.9*ZS7	I. řád
11	ÚM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS4 + 0.9*ZS8)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS4 + 0.9*ZS8	I. řád
12	ÚM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS4 + 0.9*ZS9)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS4 + 0.9*ZS9	I. řád
13	ÚM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS4 + 0.9*ZS10)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS4 + 0.9*ZS10	I. řád
14	ÚM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS5)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS5	I. řád
15	ÚM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS5 + 0.9*ZS6)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS5 + 0.9*ZS6	I. řád
16	ÚM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS5 + 0.9*ZS7)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS5 + 0.9*ZS7	I. řád
17	ÚM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS5 + 0.9*ZS8)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS5 + 0.9*ZS8	I. řád
18	ÚM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS5 + 0.9*ZS9)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS5 + 0.9*ZS9	I. řád
19	ÚM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS5 + 0.9*ZS10)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS5 + 0.9*ZS10	I. řád
20	ÚM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS6)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS6	I. řád
21	ÚM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS3 + 1.5*ZS6)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS3 + 1.5*ZS6	I. řád
22	ÚM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS4 + 1.5*ZS6)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS4 + 1.5*ZS6	I. řád
23	ÚM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS5 + 1.5*ZS6)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS5 + 1.5*ZS6	I. řád
24	ÚM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS7)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS7	I. řád
25	ÚM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS3 + 1.5*ZS7)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS3 + 1.5*ZS7	I. řád
26	ÚM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS4 + 1.5*ZS7)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS4 + 1.5*ZS7	I. řád
27	ÚM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS5 + 1.5*ZS7)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS5 + 1.5*ZS7	I. řád
28	ÚM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS8)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS8	I. řád
29	ÚM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS3 + 1.5*ZS8)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS3 + 1.5*ZS8	I. řád
30	ÚM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS4 + 1.5*ZS8)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS4 + 1.5*ZS8	I. řád
31	ÚM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS5 + 1.5*ZS8)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS5 + 1.5*ZS8	I. řád
32	ÚM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS9)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS9	I. řád
33	ÚM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS3 + 1.5*ZS9)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS3 + 1.5*ZS9	I. řád
34	ÚM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS4 + 1.5*ZS9)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS4 + 1.5*ZS9	I. řád
35	ÚM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS5 + 1.5*ZS9)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS5 + 1.5*ZS9	I. řád
36	ÚM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS10)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS10	I. řád
37	ÚM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS3 + 1.5*ZS10)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS3 + 1.5*ZS10	I. řád
38	ÚM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS4 + 1.5*ZS10)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS4 + 1.5*ZS10	I. řád
39	ÚM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS5 + 1.5*ZS10)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS5 + 1.5*ZS10	I. řád
40	PC (ZS1 + ZS2)	1.0000	ZS1 + ZS2	I. řád
41	PC (ZS1 + ZS2 + ZS3)	1.0000	ZS1 + ZS2 + ZS3	I. řád
42	PC (ZS1 + ZS2 + ZS3 + 0.6*ZS6)	1.0000	ZS1 + ZS2 + ZS3 + 0.6*ZS6	I. řád
43	PC (ZS1 + ZS2 + ZS3 + 0.6*ZS7)	1.0000	ZS1 + ZS2 + ZS3 + 0.6*ZS7	I. řád
44	PC (ZS1 + ZS2 + ZS3 + 0.6*ZS8)	1.0000	ZS1 + ZS2 + ZS3 + 0.6*ZS8	I. řád
45	PC (ZS1 + ZS2 + ZS3 + 0.6*ZS9)	1.0000	ZS1 + ZS2 + ZS3 + 0.6*ZS9	I. řád
46	PC (ZS1 + ZS2 + ZS3 + 0.6*ZS10)	1.0000	ZS1 + ZS2 + ZS3 + 0.6*ZS10	I. řád
47	PC (ZS1 + ZS2 + ZS4)	1.0000	ZS1 + ZS2 + ZS4	I. řád
48	PC (ZS1 + ZS2 + ZS4 +	1.0000	ZS1 + ZS2 + ZS4 + 0.6*ZS6	I. řád



Projekt: Úloha: krov 3D

SKUPINY ZS

SZS č.	Označení SZS	Součinitel	Zatěžovací stavy ve SZS	Výpočetní teorie
48	0.6*ZS6)	1.0000	ZS1 + ZS2 + ZS4 + 0.6*ZS6	I. řád
49	PC (ZS1 + ZS2 + ZS4 + 0.6*ZS7)	1.0000	ZS1 + ZS2 + ZS4 + 0.6*ZS7	I. řád
50	PC (ZS1 + ZS2 + ZS4 + 0.6*ZS8)	1.0000	ZS1 + ZS2 + ZS4 + 0.6*ZS8	I. řád
51	PC (ZS1 + ZS2 + ZS4 + 0.6*ZS9)	1.0000	ZS1 + ZS2 + ZS4 + 0.6*ZS9	I. řád
52	PC (ZS1 + ZS2 + ZS4 + 0.6*ZS10)	1.0000	ZS1 + ZS2 + ZS4 + 0.6*ZS10	I. řád
53	PC (ZS1 + ZS2 + ZS5)	1.0000	ZS1 + ZS2 + ZS5	I. řád
54	PC (ZS1 + ZS2 + ZS5 + 0.6*ZS6)	1.0000	ZS1 + ZS2 + ZS5 + 0.6*ZS6	I. řád
55	PC (ZS1 + ZS2 + ZS5 + 0.6*ZS7)	1.0000	ZS1 + ZS2 + ZS5 + 0.6*ZS7	I. řád
56	PC (ZS1 + ZS2 + ZS5 + 0.6*ZS8)	1.0000	ZS1 + ZS2 + ZS5 + 0.6*ZS8	I. řád
57	PC (ZS1 + ZS2 + ZS5 + 0.6*ZS9)	1.0000	ZS1 + ZS2 + ZS5 + 0.6*ZS9	I. řád
58	PC (ZS1 + ZS2 + ZS5 + 0.6*ZS10)	1.0000	ZS1 + ZS2 + ZS5 + 0.6*ZS10	I. řád
59	PC (ZS1 + ZS2 + ZS6)	1.0000	ZS1 + ZS2 + ZS6	I. řád
60	PC (ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS3 + ZS6)	1.0000	ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS3 + ZS6	I. řád
61	PC (ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS4 + ZS6)	1.0000	ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS4 + ZS6	I. řád
62	PC (ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS5 + ZS6)	1.0000	ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS5 + ZS6	I. řád
63	PC (ZS1 + ZS2 + ZS7)	1.0000	ZS1 + ZS2 + ZS7	I. řád
64	PC (ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS3 + ZS7)	1.0000	ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS3 + ZS7	I. řád
65	PC (ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS4 + ZS7)	1.0000	ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS4 + ZS7	I. řád
66	PC (ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS5 + ZS7)	1.0000	ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS5 + ZS7	I. řád
67	PC (ZS1 + ZS2 + ZS8)	1.0000	ZS1 + ZS2 + ZS8	I. řád
68	PC (ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS3 + ZS8)	1.0000	ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS3 + ZS8	I. řád
69	PC (ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS4 + ZS8)	1.0000	ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS4 + ZS8	I. řád
70	PC (ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS5 + ZS8)	1.0000	ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS5 + ZS8	I. řád
71	PC (ZS1 + ZS2 + ZS9)	1.0000	ZS1 + ZS2 + ZS9	I. řád
72	PC (ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS3 + ZS9)	1.0000	ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS3 + ZS9	I. řád
73	PC (ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS4 + ZS9)	1.0000	ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS4 + ZS9	I. řád
74	PC (ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS5 + ZS9)	1.0000	ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS5 + ZS9	I. řád
75	PC (ZS1 + ZS2 + ZS10)	1.0000	ZS1 + ZS2 + ZS10	I. řád
76	PC (ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS3 + ZS10)	1.0000	ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS3 + ZS10	I. řád
77	PC (ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS4 + ZS10)	1.0000	ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS4 + ZS10	I. řád
78	PC (ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS5 + ZS10)	1.0000	ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS5 + ZS10	I. řád
79	UM (1.00*ZS1 + 1.00*ZS2 + 1.5*ZS6)	1.0000	ZS1 + ZS2 + 1.5*ZS6	I. řád
80	UM (1.00*ZS1 + 1.00*ZS2 + 1.5*ZS7)	1.0000	ZS1 + ZS2 + 1.5*ZS7	I. řád
81	UM (1.00*ZS1 + 1.00*ZS2 + 1.5*ZS8)	1.0000	ZS1 + ZS2 + 1.5*ZS8	I. řád
82	UM (1.00*ZS1 + 1.00*ZS2 + 1.5*ZS9)	1.0000	ZS1 + ZS2 + 1.5*ZS9	I. řád
83	UM (1.00*ZS1 + 1.00*ZS2 + 1.5*ZS10)	1.0000	ZS1 + ZS2 + 1.5*ZS10	I. řád

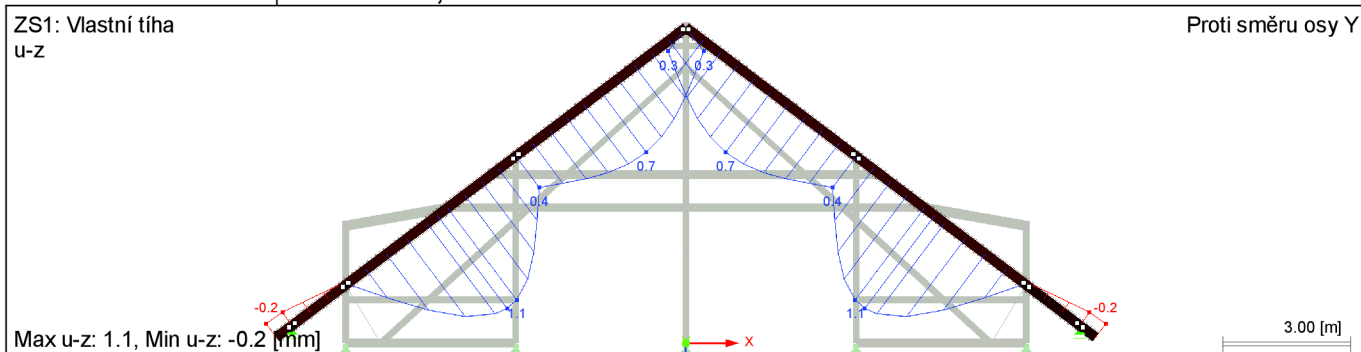
KOMBINACE ZATĚŽOVACÍCH STAVŮ

KZS č.	Označení KZS	Složení kombinace
1	Únosnost	SZS1/S nebo SZS2/S nebo SZS3/S nebo SZS4/S nebo SZS5/S nebo SZS6/S nebo SZS7/S nebo SZS8/S nebo SZS9/S nebo SZS10/S nebo SZS11/S nebo SZS12/S nebo SZS13/S nebo SZS14/S nebo SZS15/S nebo SZS16/S nebo SZS17/S nebo SZS18/S nebo SZS19/S nebo SZS20/S nebo SZS21/S nebo SZS22/S nebo SZS23/S nebo SZS24/S nebo SZS25/S nebo SZS26/S nebo SZS27/S nebo SZS28/S nebo SZS29/S nebo SZS30/S nebo SZS31/S nebo SZS32/S nebo SZS33/S nebo SZS34/S nebo SZS35/S nebo SZS36/S nebo SZS37/S nebo SZS38/S nebo SZS39/S nebo SZS79/S nebo SZS80/S nebo SZS81/S nebo SZS82/S nebo SZS83/S
2	Použitelnost - Charakteristická	SZS40/S nebo SZS41/S nebo SZS42/S nebo SZS43/S nebo SZS44/S nebo SZS45/S nebo SZS46/S nebo SZS47/S nebo SZS48/S nebo SZS49/S nebo SZS50/S nebo SZS51/S nebo SZS52/S nebo SZS53/S nebo SZS54/S nebo SZS55/S nebo SZS56/S nebo SZS57/S nebo SZS58/S nebo SZS59/S nebo SZS60/S nebo SZS61/S nebo SZS62/S nebo SZS63/S nebo SZS64/S nebo SZS65/S nebo SZS66/S nebo SZS67/S nebo SZS68/S nebo SZS69/S nebo SZS70/S nebo SZS71/S nebo SZS72/S nebo SZS73/S nebo SZS74/S nebo SZS75/S nebo SZS76/S nebo SZS77/S nebo SZS78/S

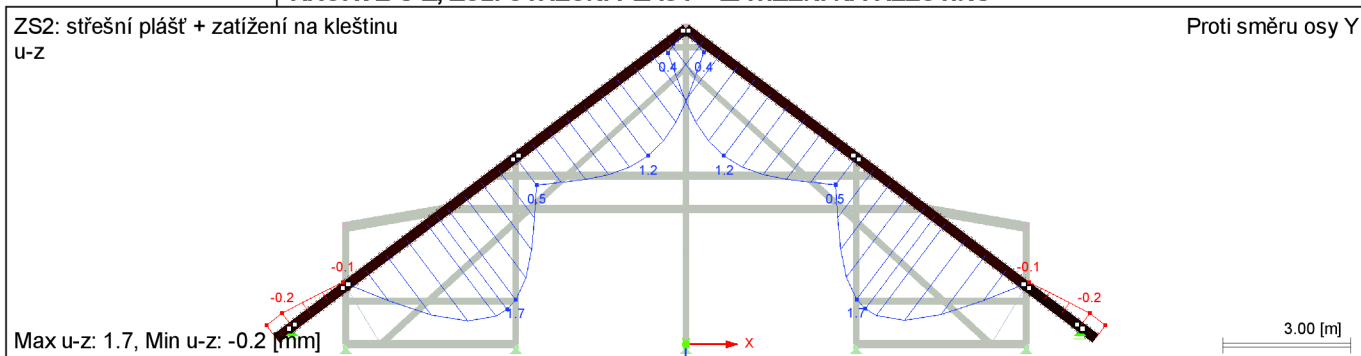


Projekt: Úloha: krov 3D

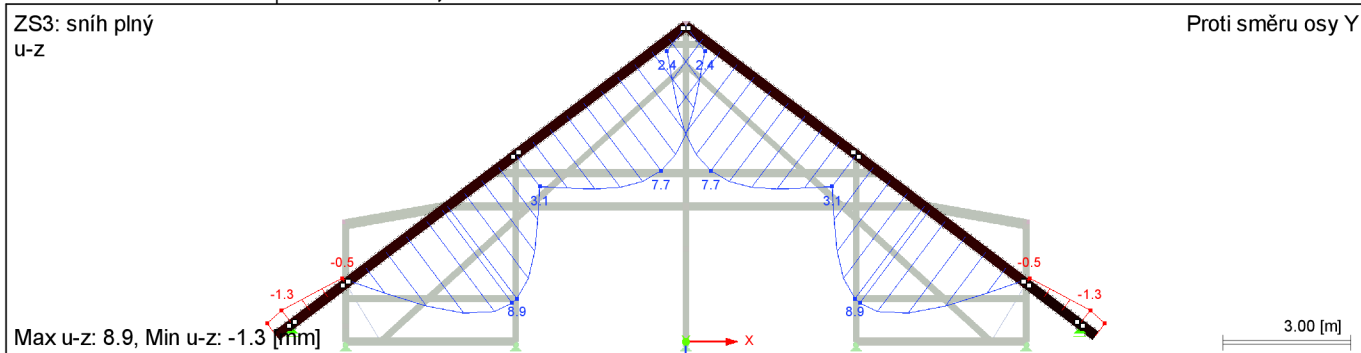
■ KROKVE U-Z, ZS1: VLASTNÍ TÍHA



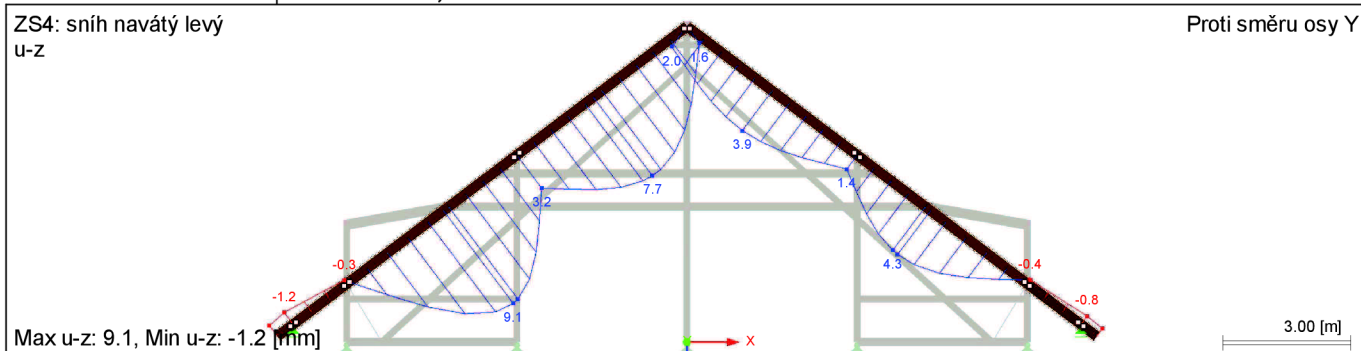
■ KROKVE U-Z, ZS2: STŘEŠNÍ PLÁŠŤ + ZATÍŽENÍ NA KLEŠTINU



■ KROKVE U-Z, ZS3: SNÍH PLNÝ



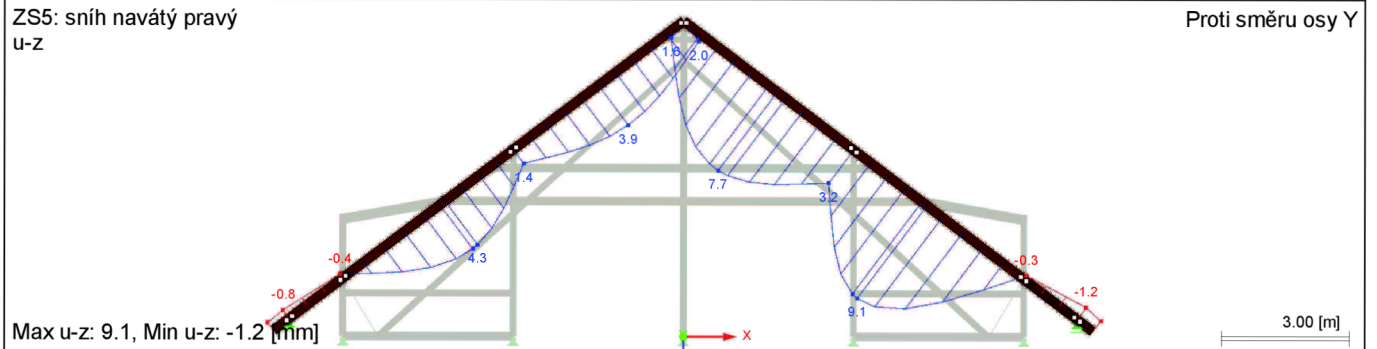
■ KROKVE U-Z, ZS4: SNÍH NAVÁTÝ LEVÝ



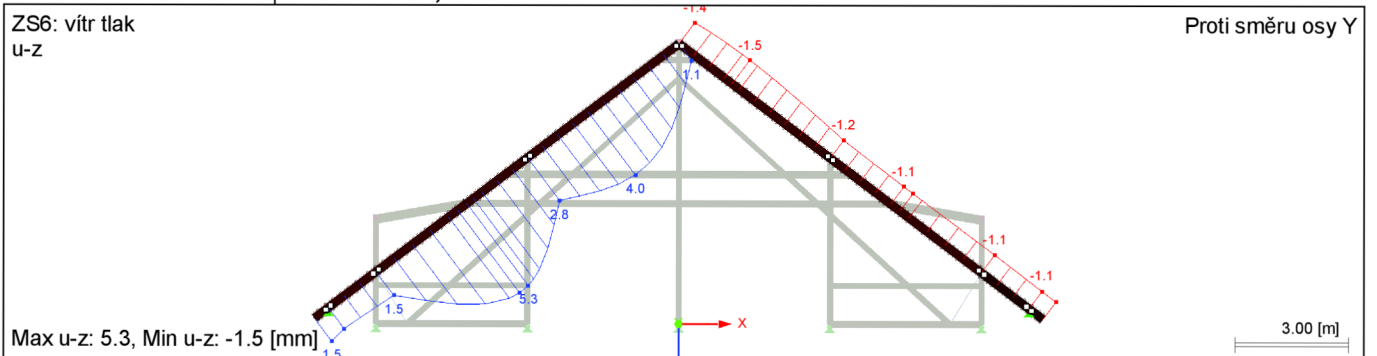


Projekt: \_\_\_\_\_ Úloha: krov 3D

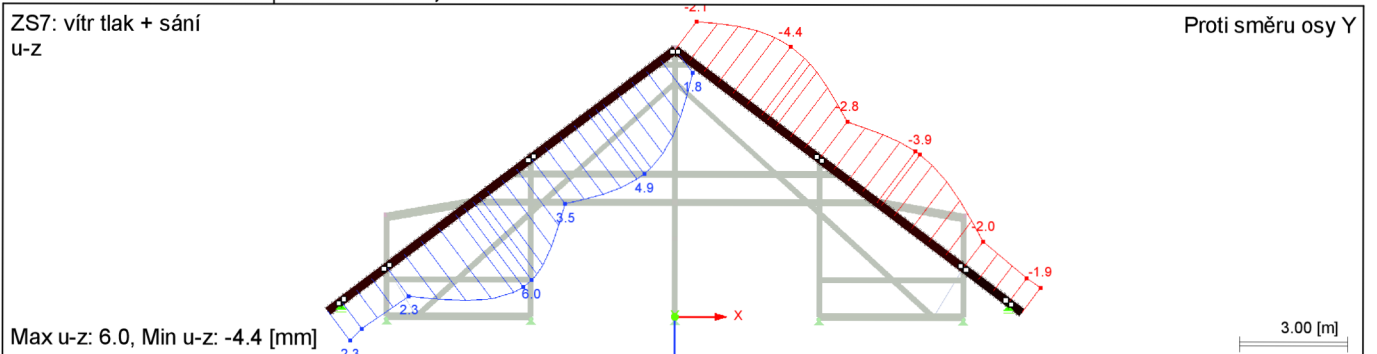
■ KROKVE U-Z, ZS5: SNÍH NAVÁTÝ PRAVÝ



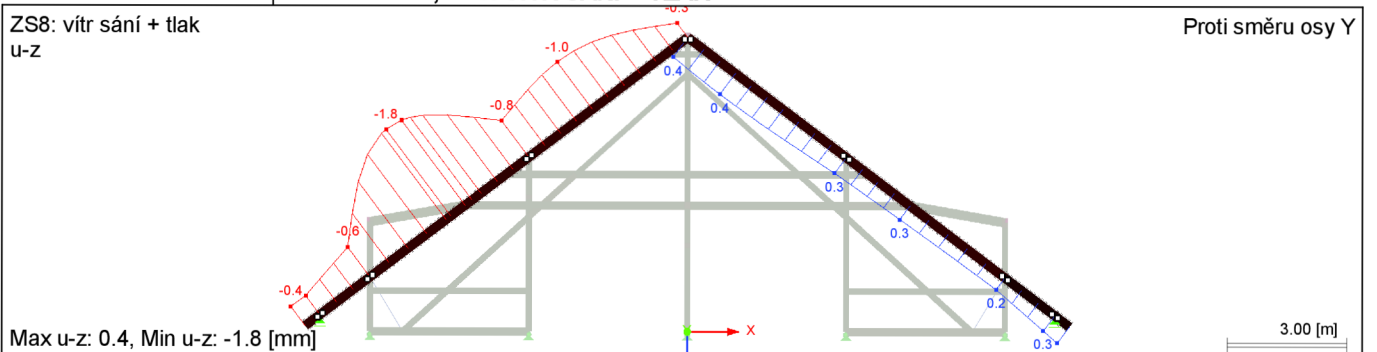
■ KROKVE U-Z, ZS6: VÍTR TLAK



■ KROKVE U-Z, ZS7: VÍTR TLAK + SÁNÍ



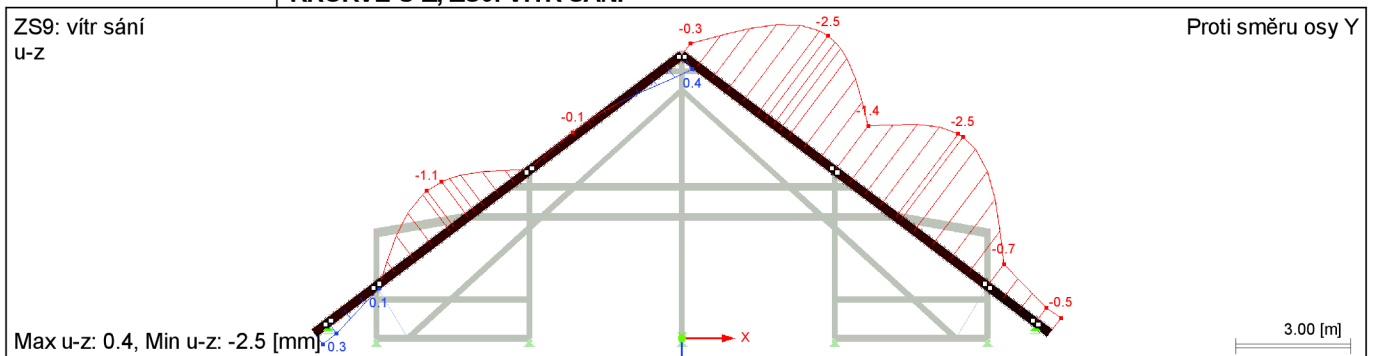
■ KROKVE U-Z, ZS8: VÍTR SÁNÍ + TLAK



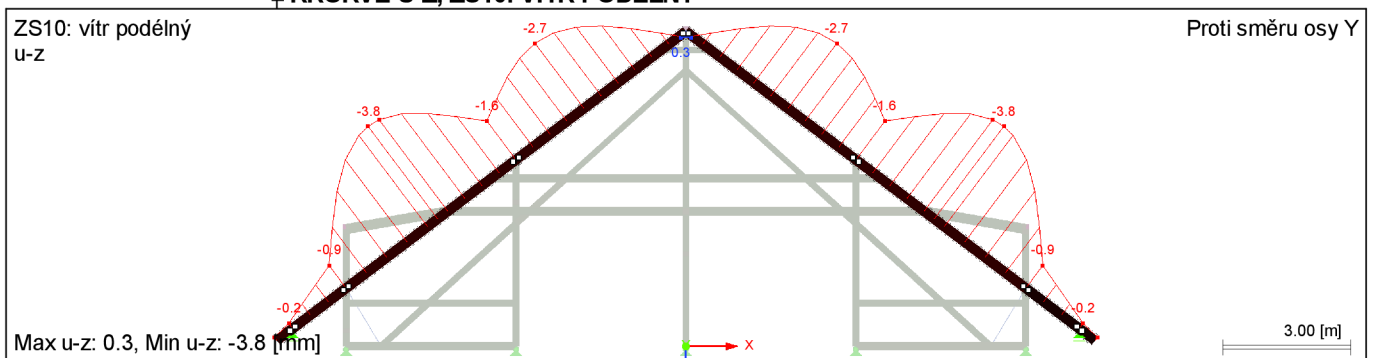


Projekt: Úloha: krov 3D

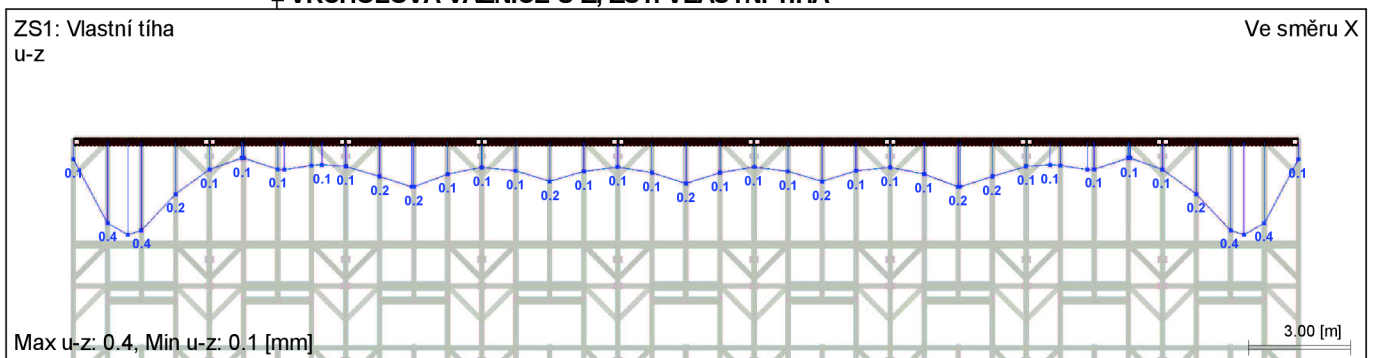
■ KROKVE U-Z, ZS9: VÍTR SÁNÍ



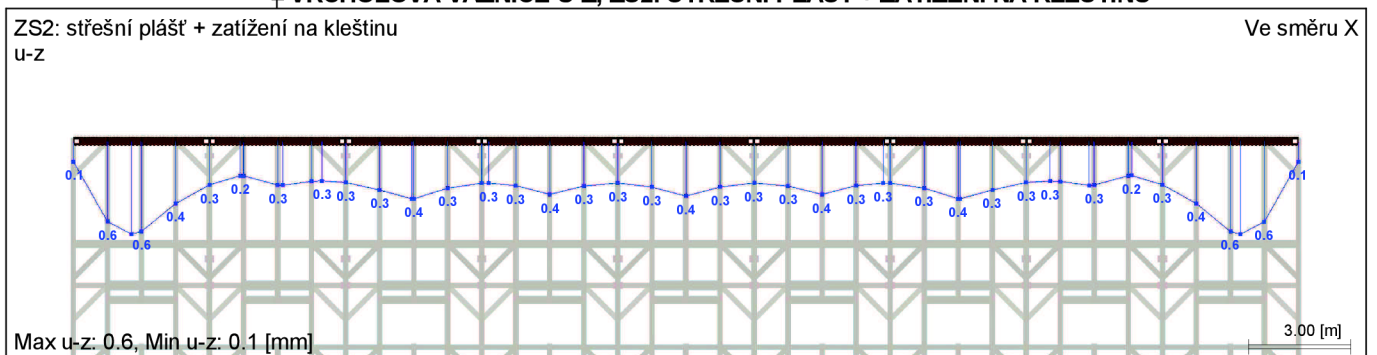
■ KROKVE U-Z, ZS10: VÍTR PODÉLNÝ



■ VRCHOLOVÁ VAZNICE U-Z, ZS1: VLASTNÍ TÍHA



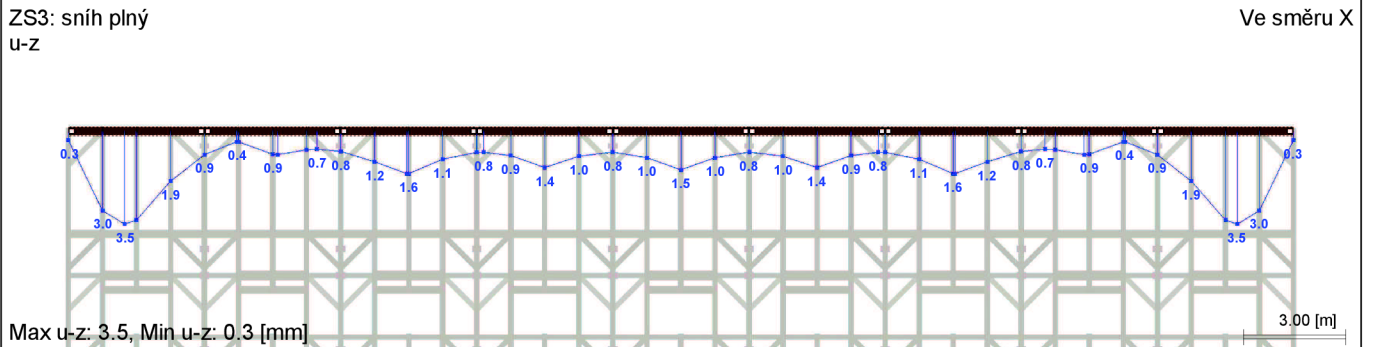
■ VRCHOLOVÁ VAZNICE U-Z, ZS2: STŘEŠNÍ PLÁŠŤ + ZATÍŽENÍ NA KLEŠTINU



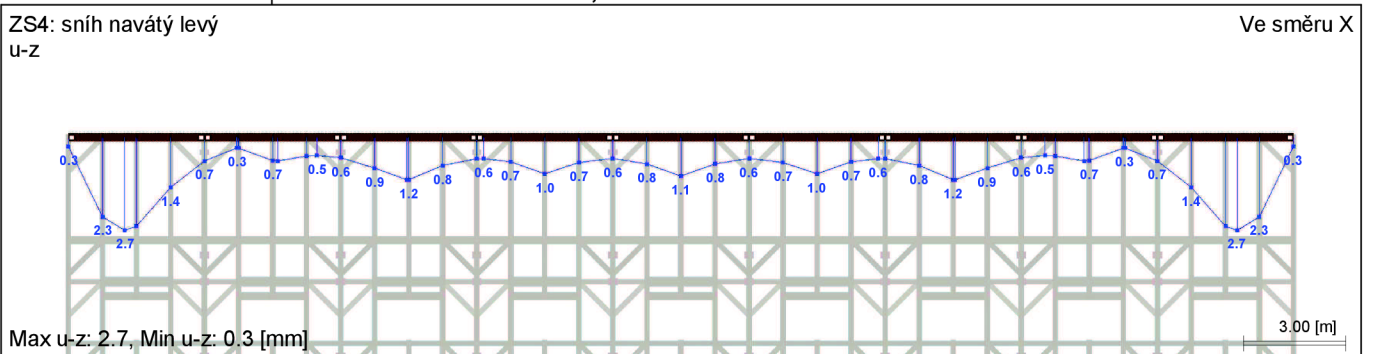


Projekt: Úloha: krov 3D

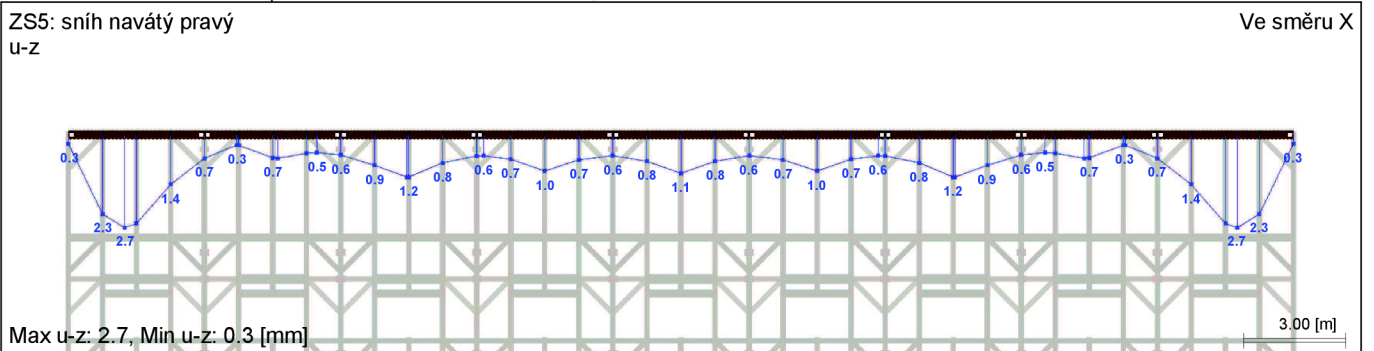
VRCHOLOVÁ VAZNICE U-Z, ZS3: SNÍH PLNÝ



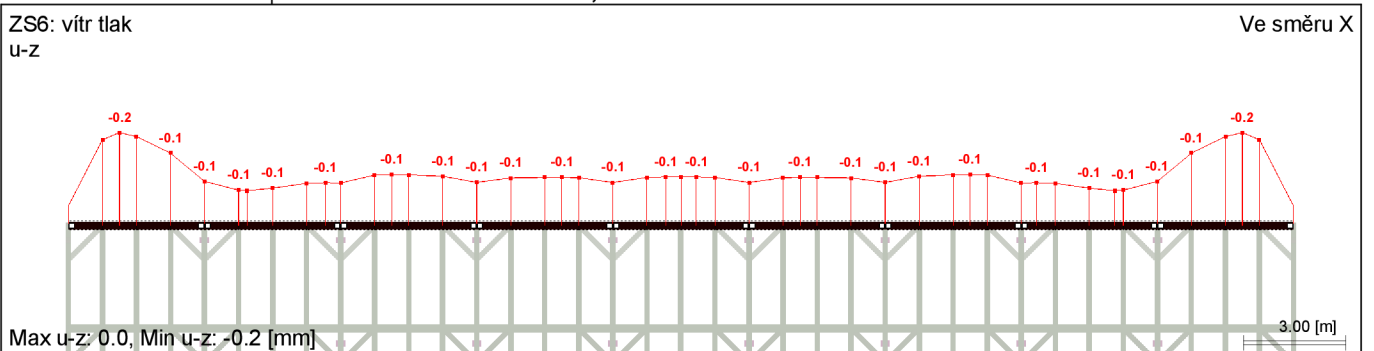
VRCHOLOVÁ VAZNICE U-Z, ZS4: SNÍH NAVÁTÝ LEVÝ



VRCHOLOVÁ VAZNICE U-Z, ZS5: SNÍH NAVÁTÝ PRAVÝ



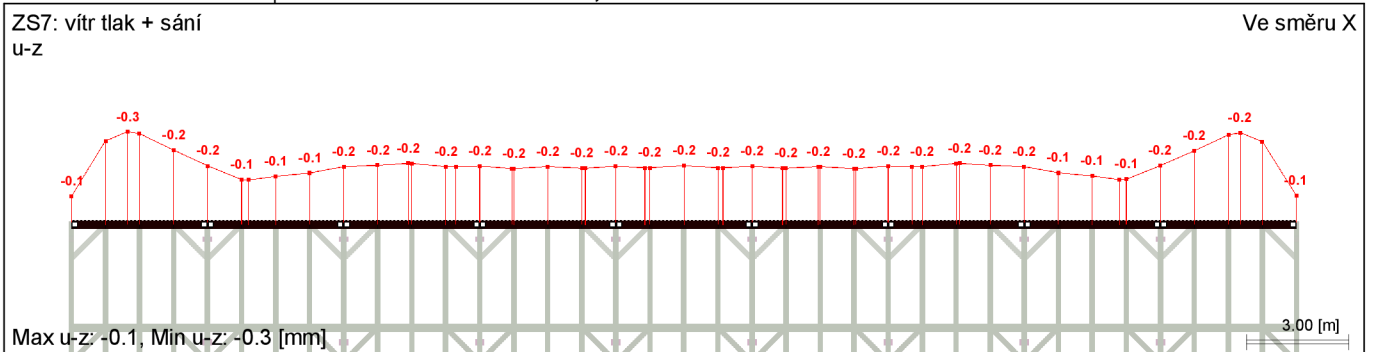
VRCHOLOVÁ VAZNICE U-Z, ZS6: VÍTR TLAK



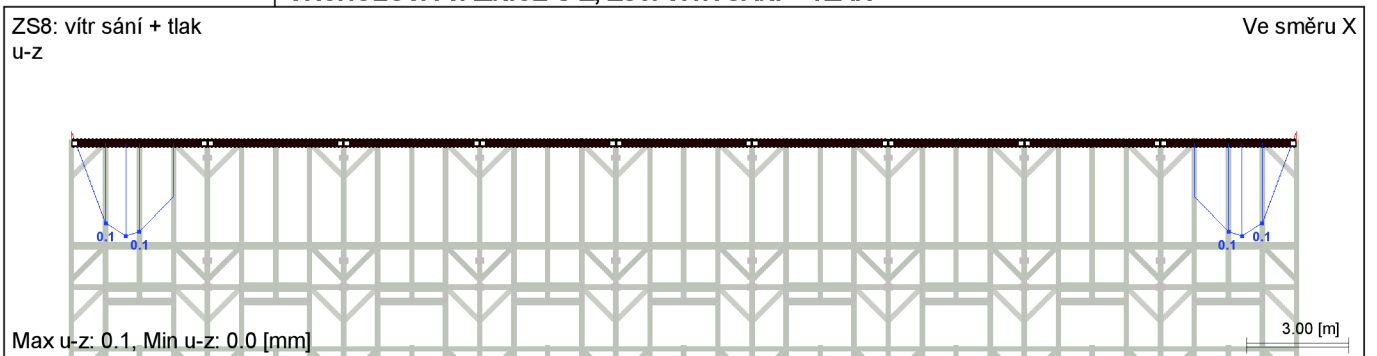


Projekt: Úloha: krov 3D

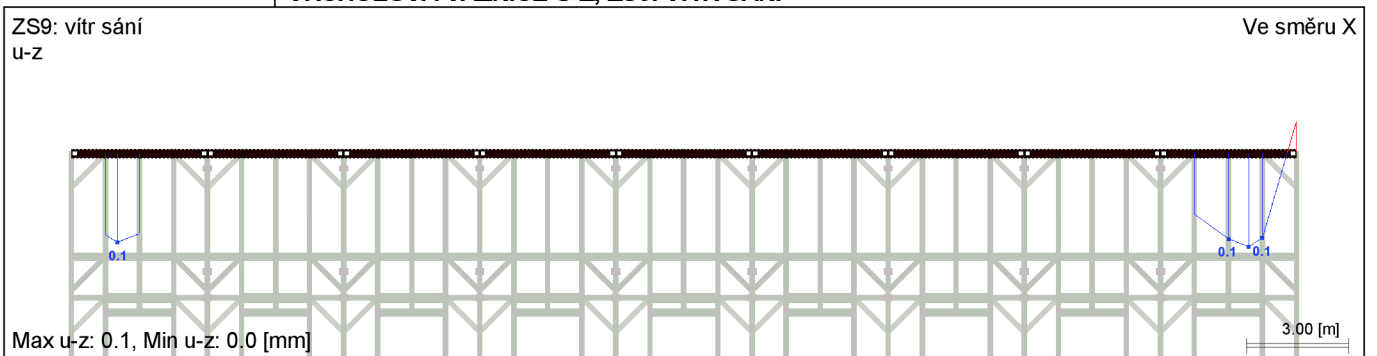
VRCHOLOVÁ VAZNICE U-Z, ZS7: VÍTR TLAK + SÁNÍ



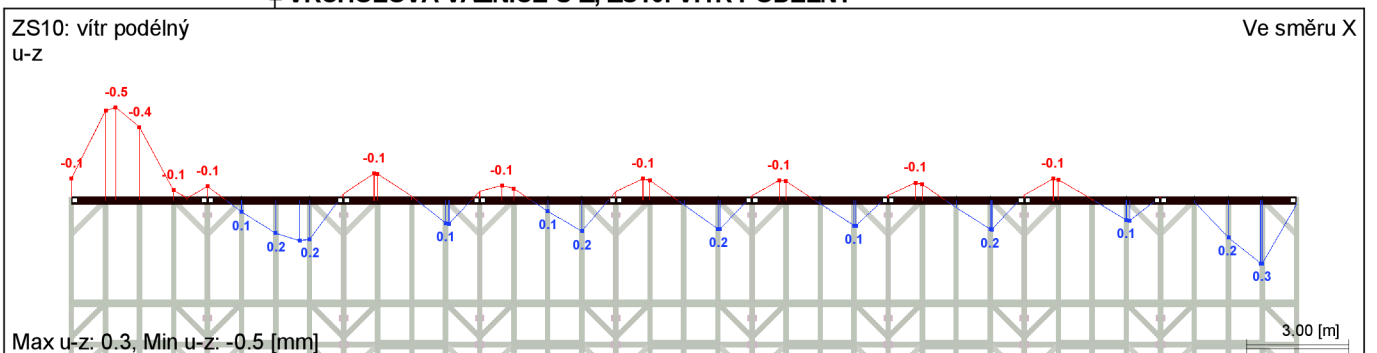
VRCHOLOVÁ VAZNICE U-Z, ZS8: VÍTR SÁNÍ + TLAK



VRCHOLOVÁ VAZNICE U-Z, ZS9: VÍTR SÁNÍ



VRCHOLOVÁ VAZNICE U-Z, ZS10: VÍTR PODÉLNÝ

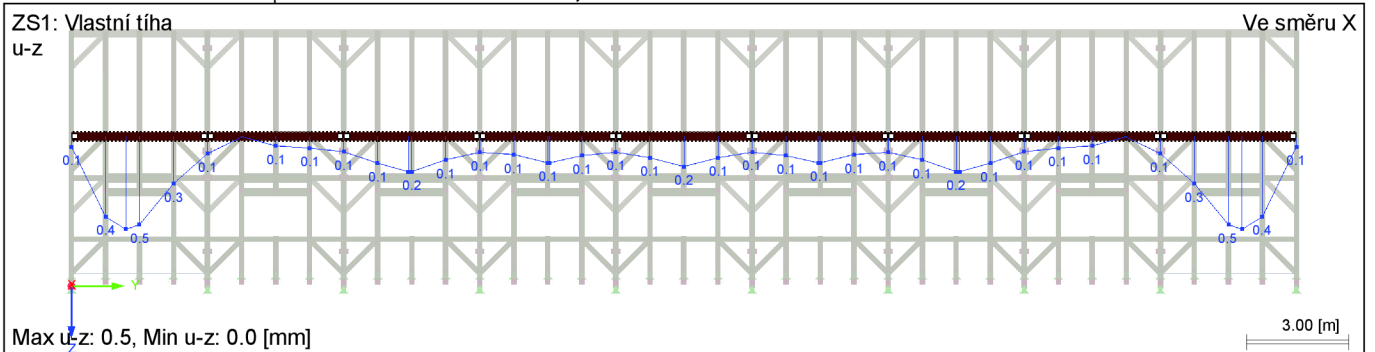




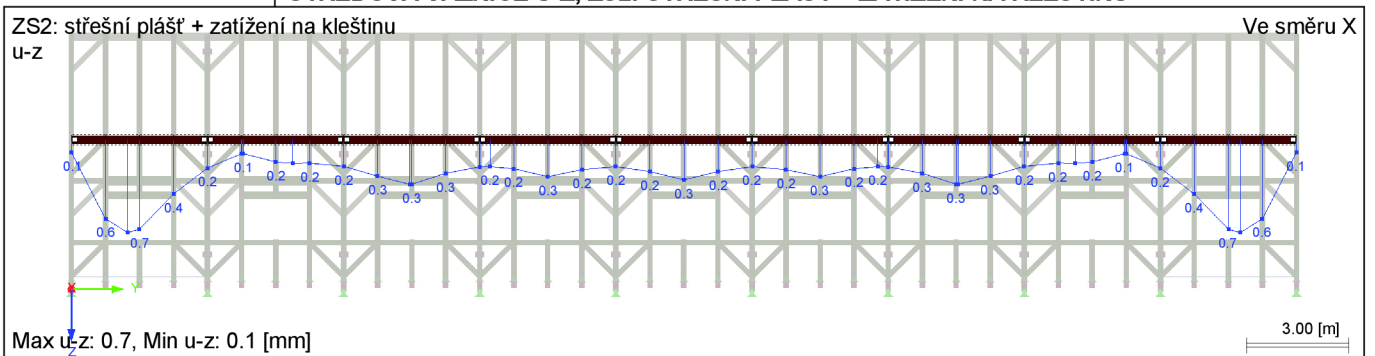


Projekt: Úloha: krov 3D

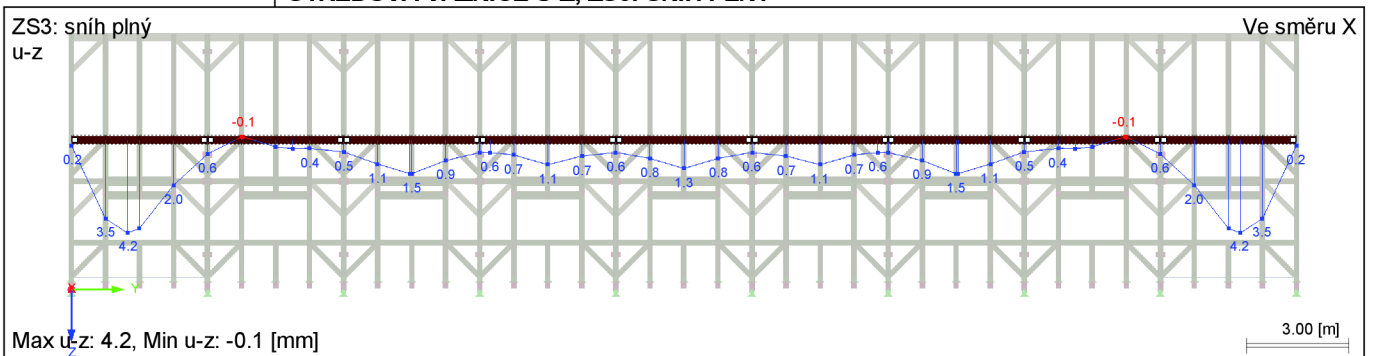
■ STŘEDOVÁ VAZNICE U-Z, ZS1: VLASTNÍ TÍHA



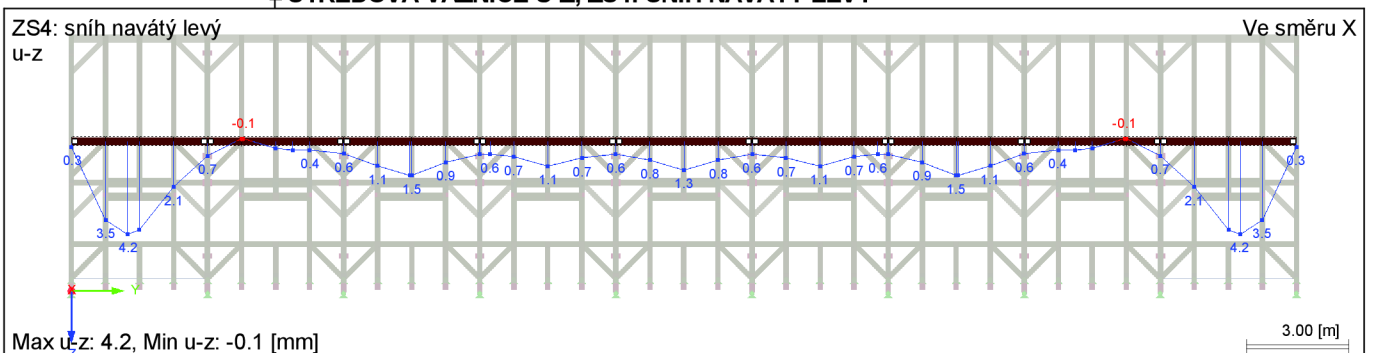
■ STŘEDOVÁ VAZNICE U-Z, ZS2: STŘEŠNÍ PLÁŠŤ + ZATÍŽENÍ NA KLEŠTINU



■ STŘEDOVÁ VAZNICE U-Z, ZS3: SNÍH PLNÝ



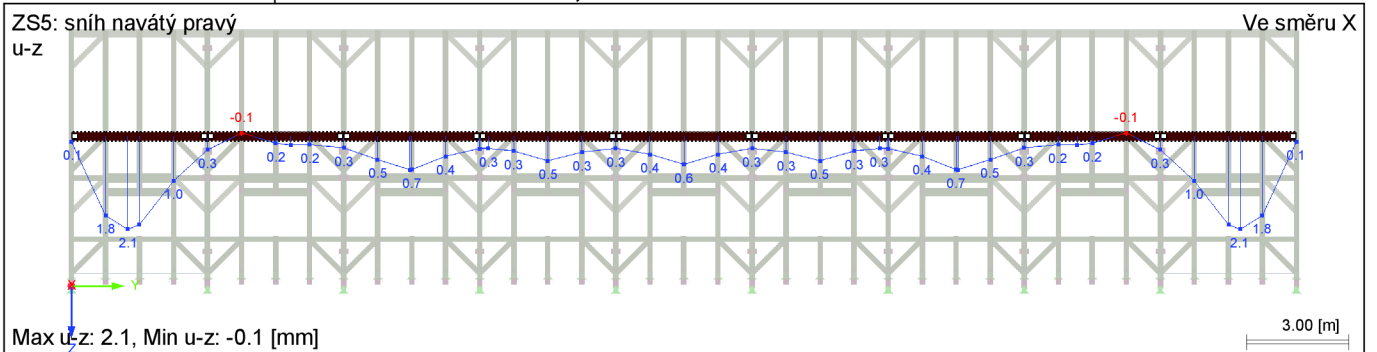
■ STŘEDOVÁ VAZNICE U-Z, ZS4: SNÍH NAVÁTÝ LEVÝ



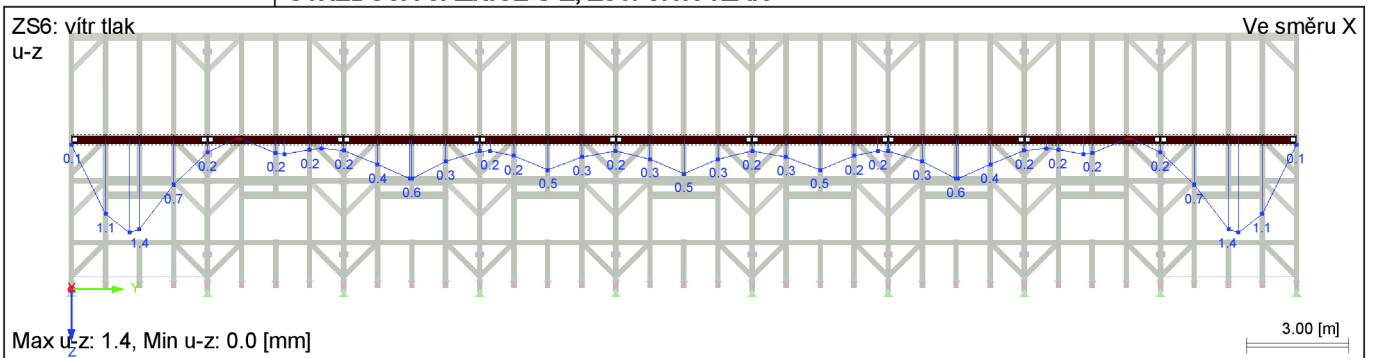


Projekt: Úloha: krov 3D

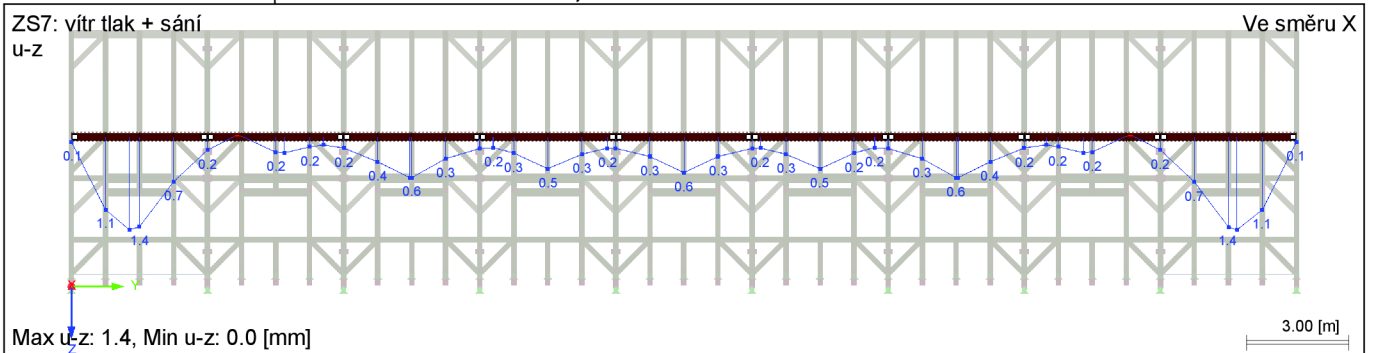
■ STŘEDOVÁ VAZNICE U-Z, ZS5: SNÍH NAVÁTÝ PRAVÝ



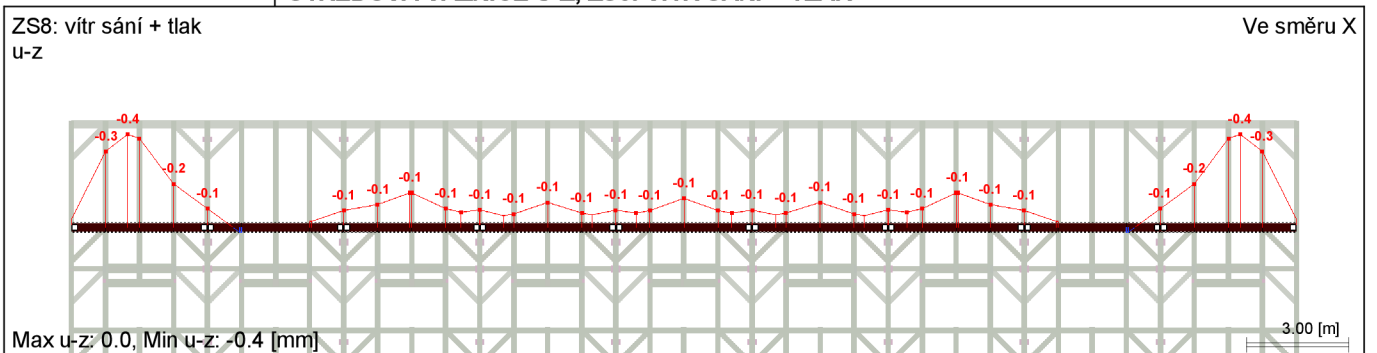
■ STŘEDOVÁ VAZNICE U-Z, ZS6: VÍTR TLAK



■ STŘEDOVÁ VAZNICE U-Z, ZS7: VÍTR TLAK + SÁNÍ



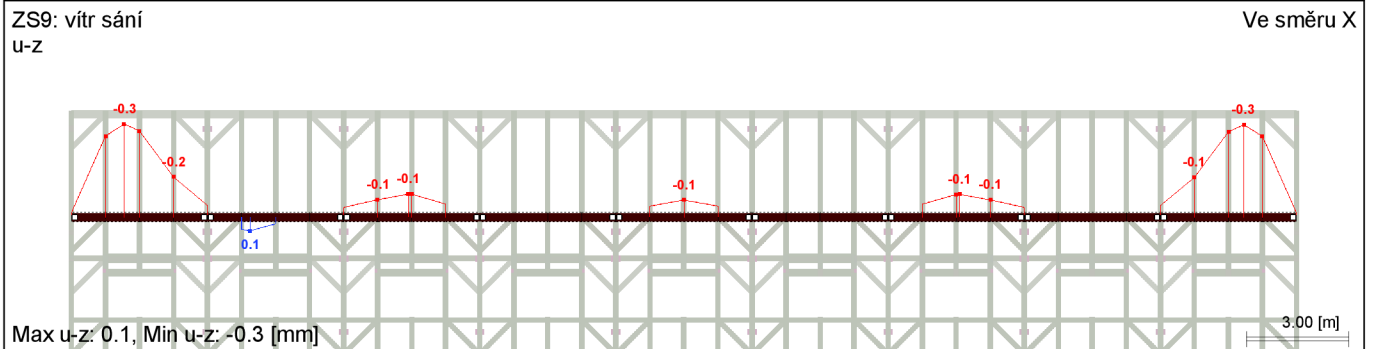
■ STŘEDOVÁ VAZNICE U-Z, ZS8: VÍTR SÁNÍ + TLAK



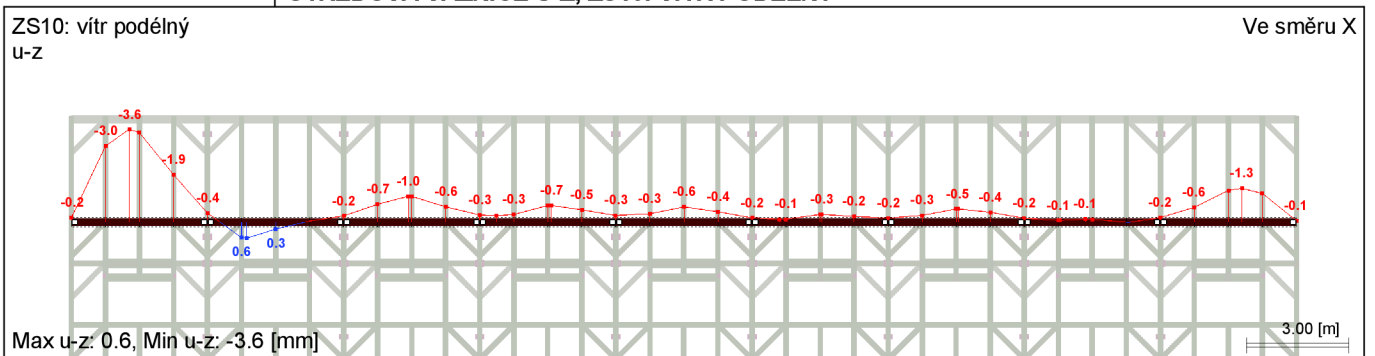


Projekt: Úloha: krov 3D

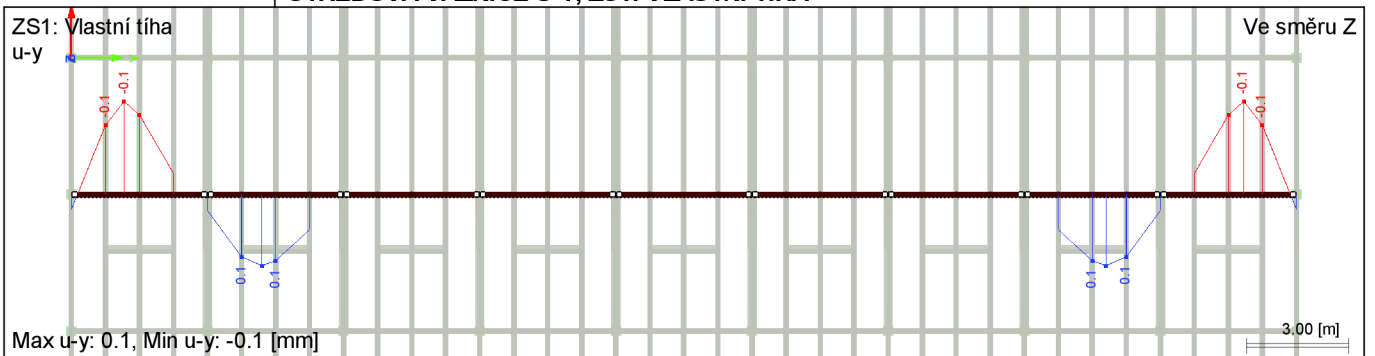
■ STŘEDOVÁ VAZNICE U-Z, ZS9: VÍTR SÁNÍ



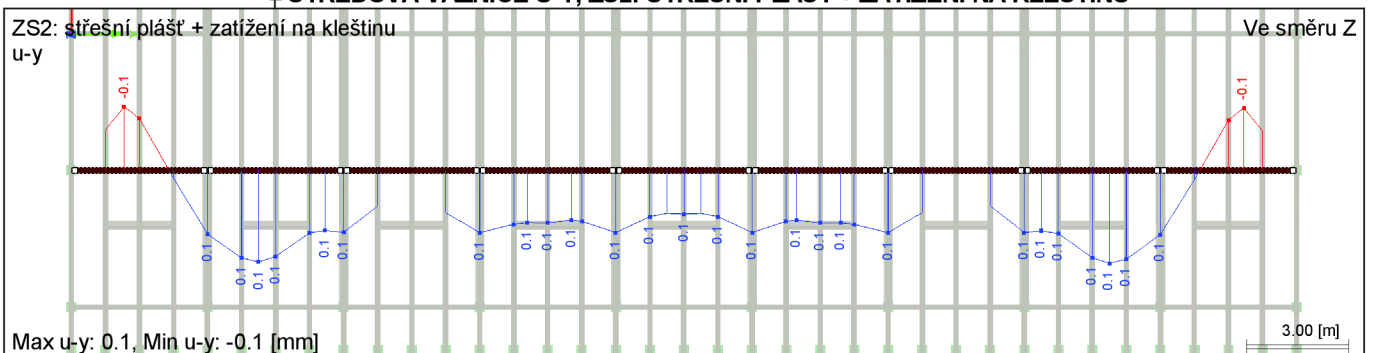
■ STŘEDOVÁ VAZNICE U-Z, ZS10: VÍTR PODÉLNÝ



■ STŘEDOVÁ VAZNICE U-Y, ZS1: VLASTNÍ TÍHA



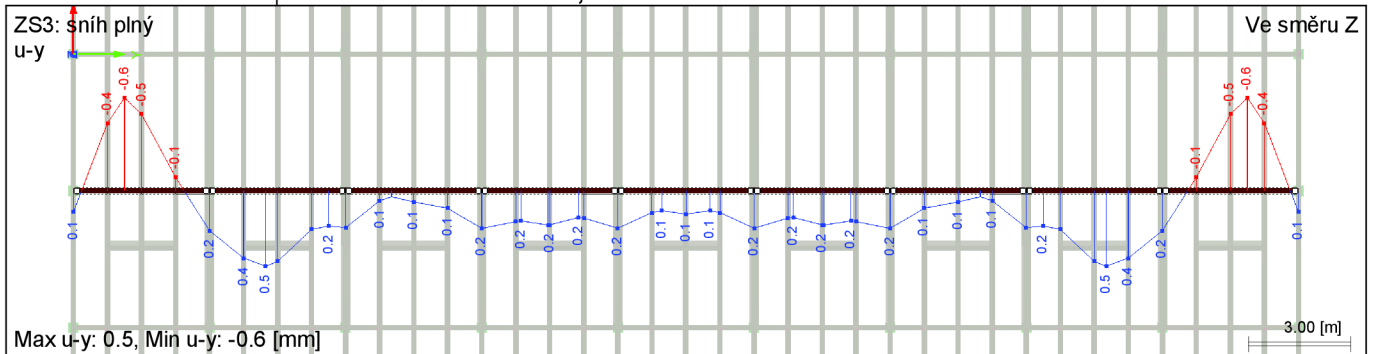
■ STŘEDOVÁ VAZNICE U-Y, ZS2: STŘEŠNÍ PLÁŠŤ + ZATÍŽENÍ NA KLEŠŤINU



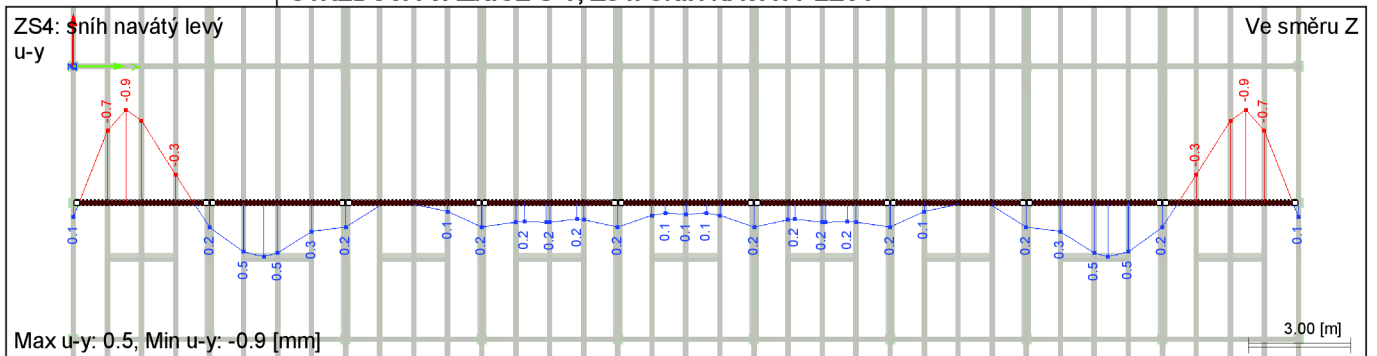


Projekt: Úloha: krov 3D

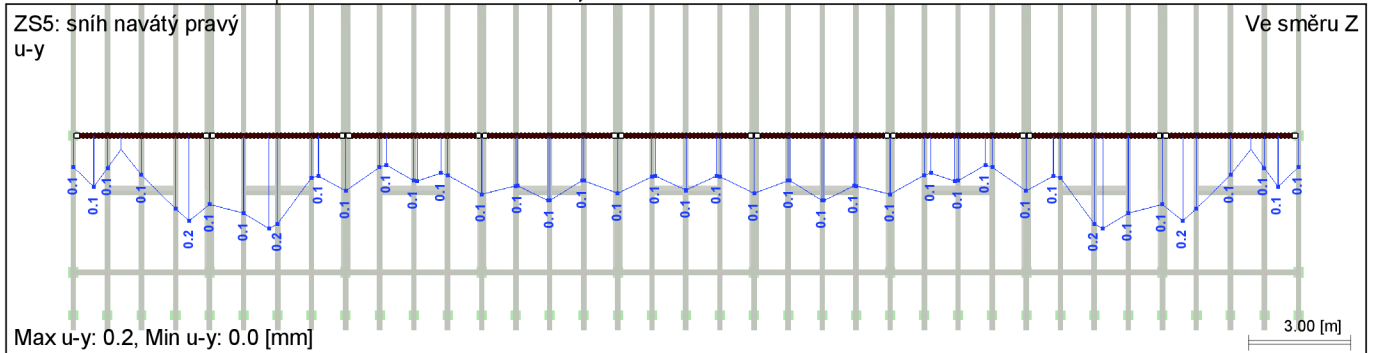
■ STŘEDOVÁ VAZNICE U-Y, ZS3: SNÍH PLNÝ



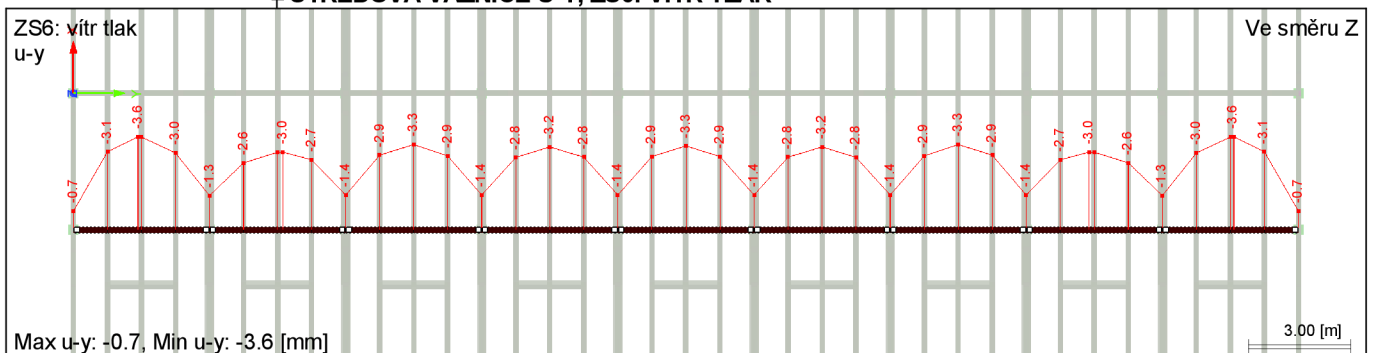
■ STŘEDOVÁ VAZNICE U-Y, ZS4: SNÍH NAVÁTÝ LEVÝ



■ STŘEDOVÁ VAZNICE U-Y, ZS5: SNÍH NAVÁTÝ PRAVÝ

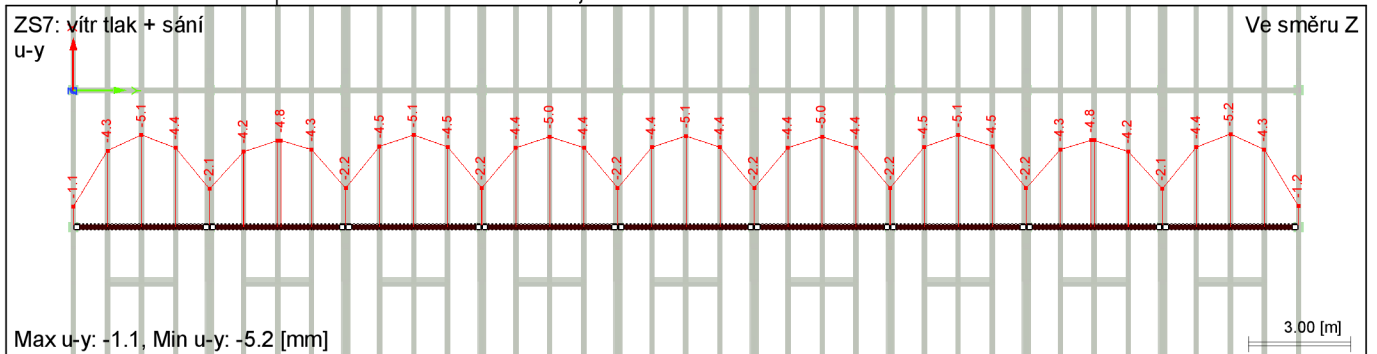


■ STŘEDOVÁ VAZNICE U-Y, ZS6: VÍTR TLAK

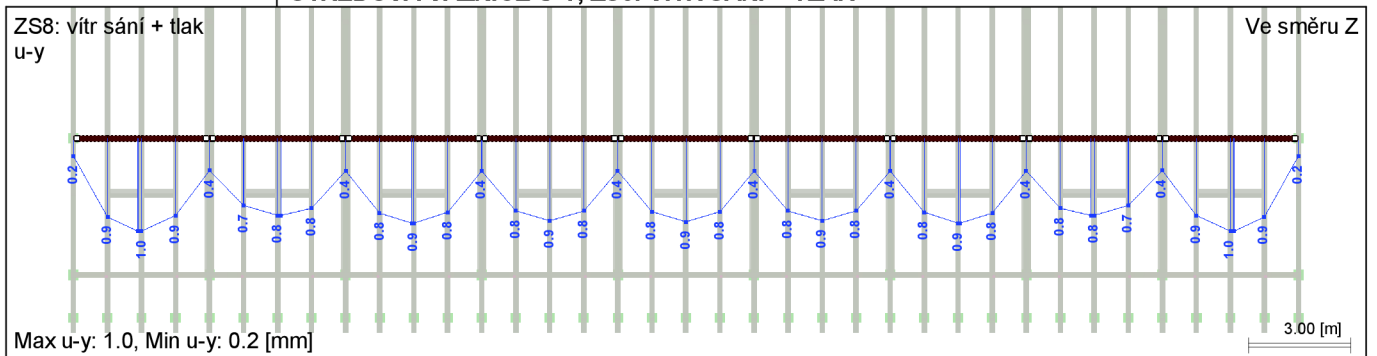


Projekt: Úloha: krov 3D

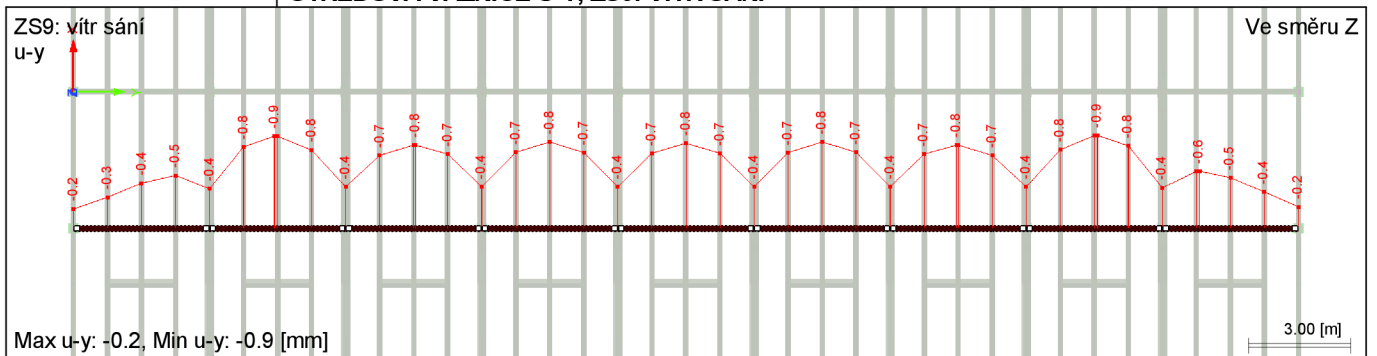
■ STŘEDOVÁ VAZNICE U-Y, ZS7: VÍTR TLAK + SÁNÍ



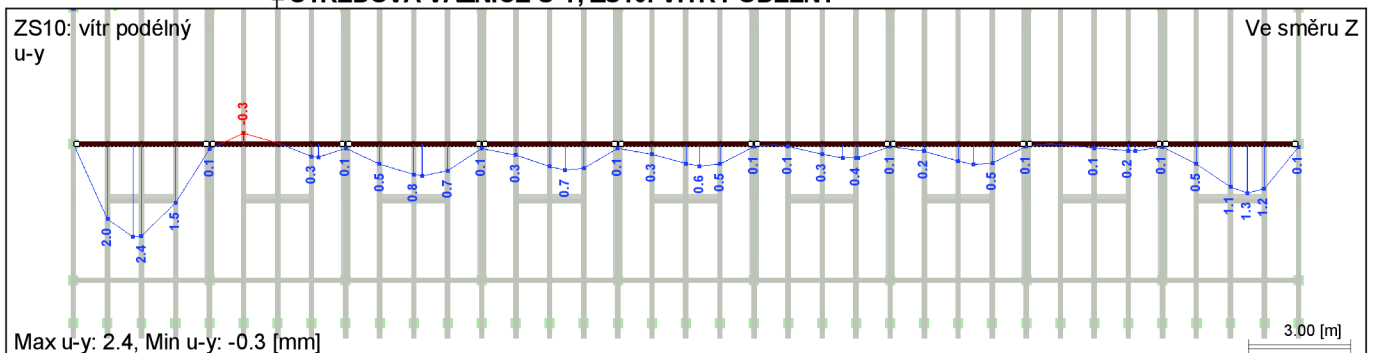
■ STŘEDOVÁ VAZNICE U-Y, ZS8: VÍTR SÁNÍ + TLAK



■ STŘEDOVÁ VAZNICE U-Y, ZS9: VÍTR SÁNÍ

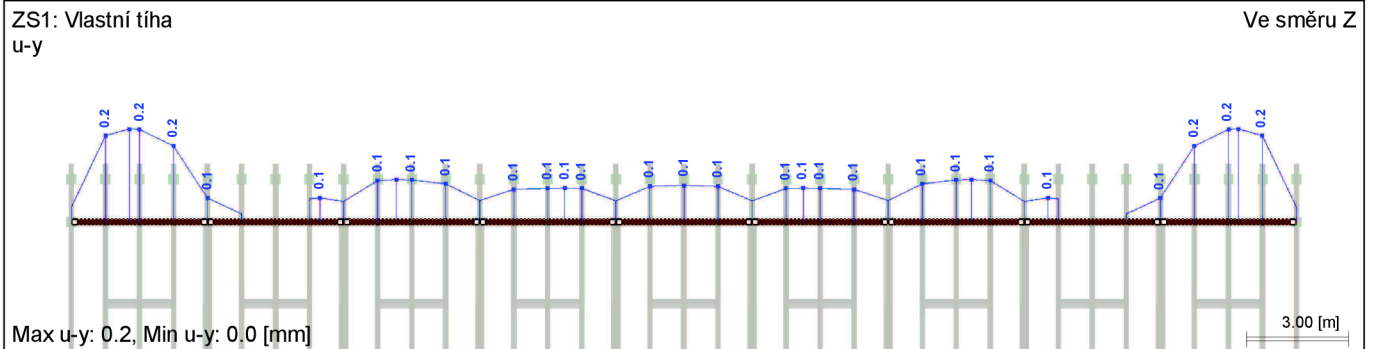


■ STŘEDOVÁ VAZNICE U-Y, ZS10: VÍTR PODÉLNÝ

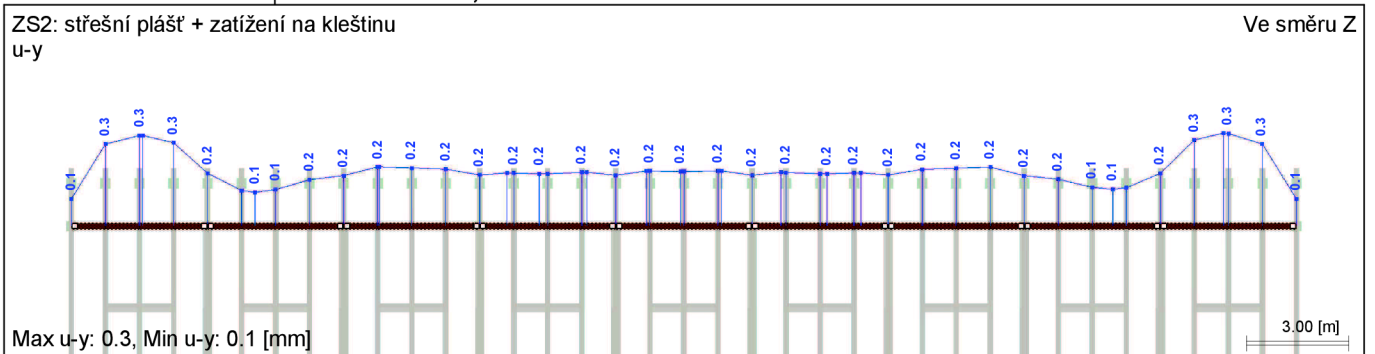


Projekt: \_\_\_\_\_ Úloha: **krov 3D**

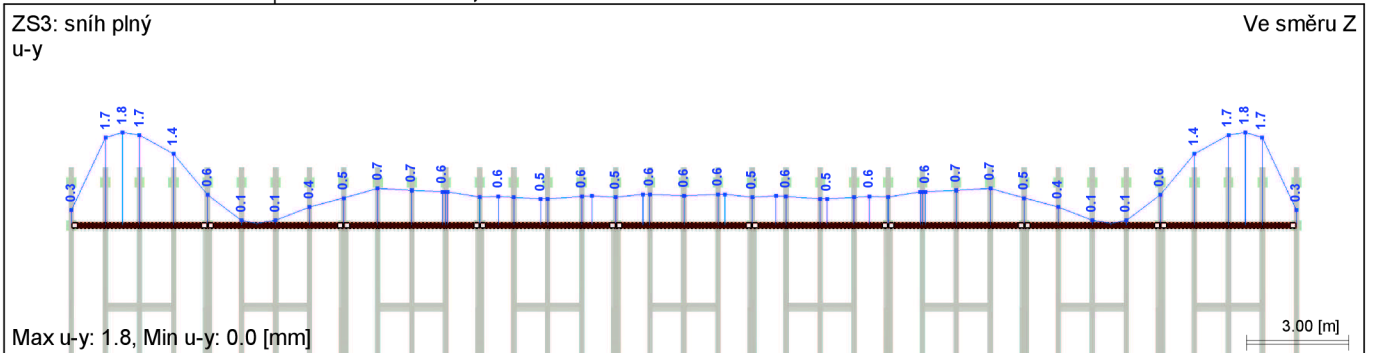
■ **POZEDNICE U-Y, ZS1: VLASTNÍ TÍHA**



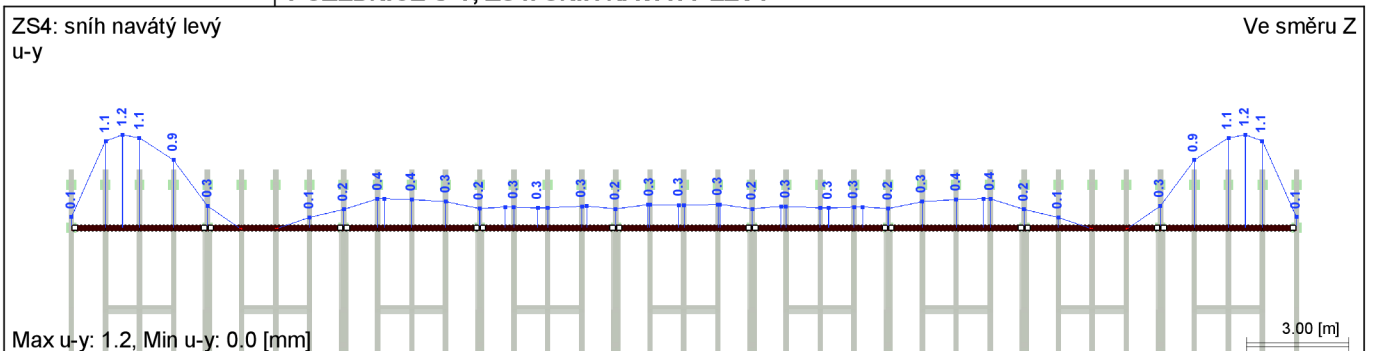
■ **POZEDNICE U-Y, ZS2: STŘEŠNÍ PLÁŠŤ + ZATÍŽENÍ NA KLEŠŤINU**



■ **POZEDNICE U-Y, ZS3: SNÍH PLNÝ**



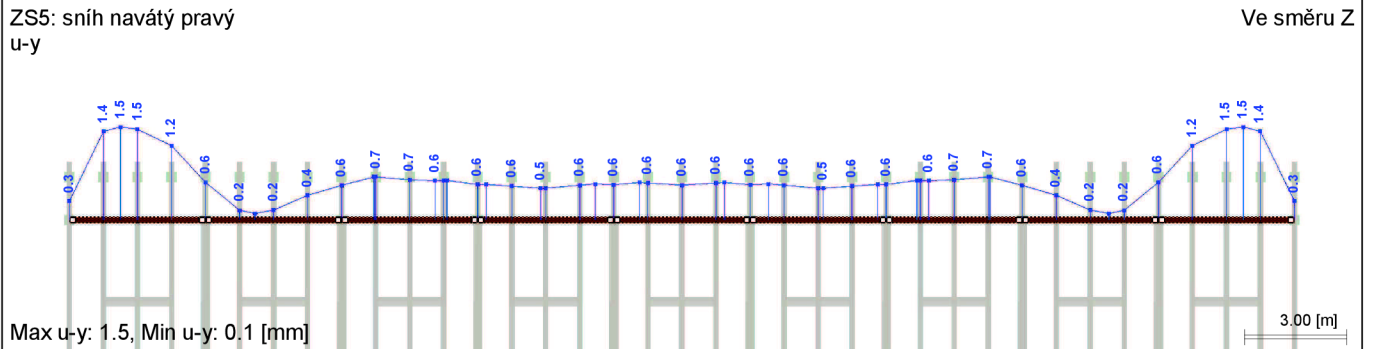
■ **POZEDNICE U-Y, ZS4: SNÍH NAVÁTÝ LEVÝ**



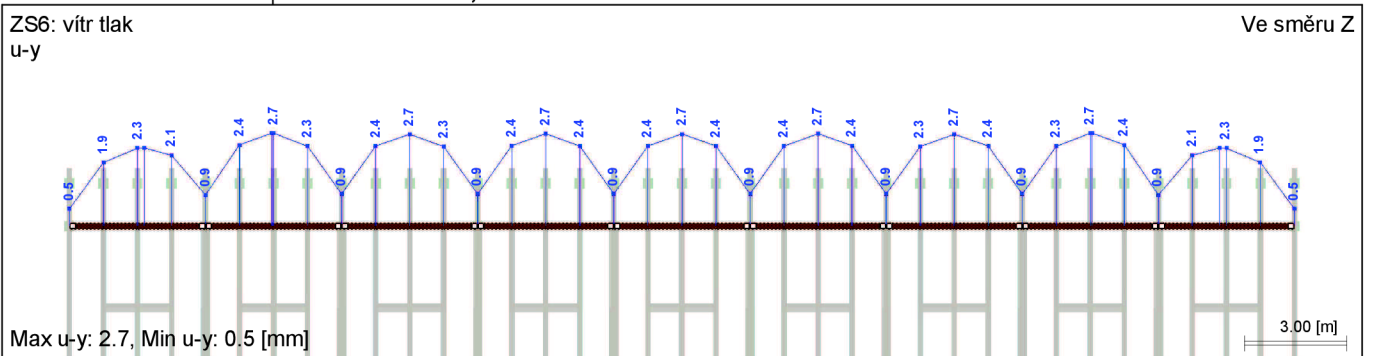


Projekt: Úloha: krov 3D

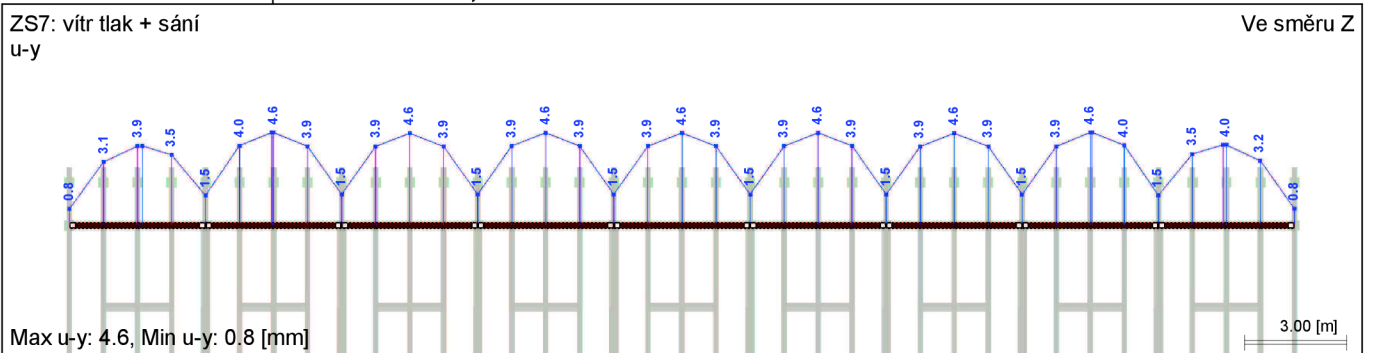
■ POZEDNICE U-Y, ZS5: SNÍH NAVÁTÝ PRAVÝ



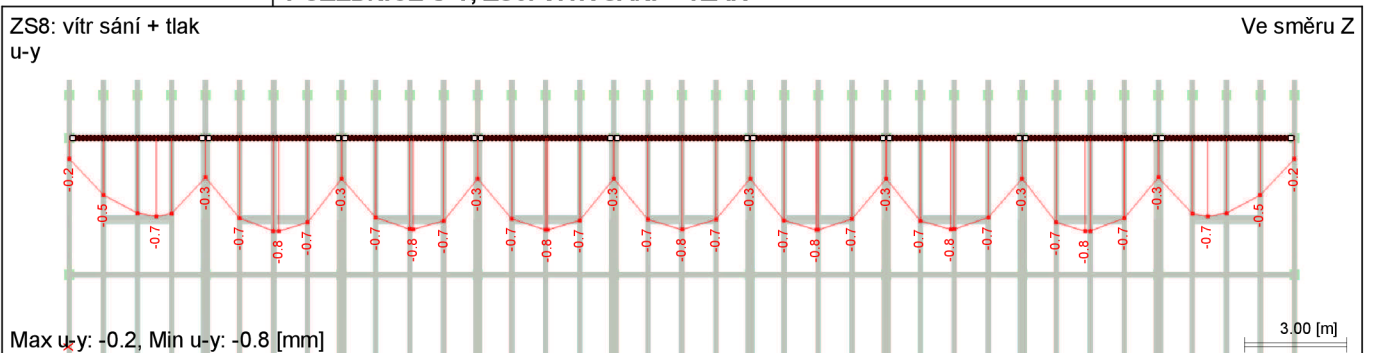
■ POZEDNICE U-Y, ZS6: VÍTR TLAK



■ POZEDNICE U-Y, ZS7: VÍTR TLAK + SÁNÍ



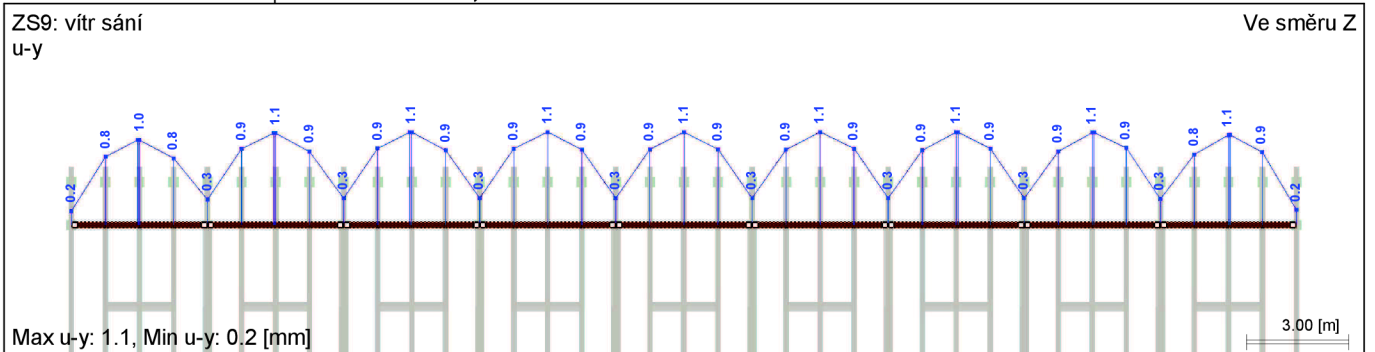
■ POZEDNICE U-Y, ZS8: VÍTR SÁNÍ + TLAK



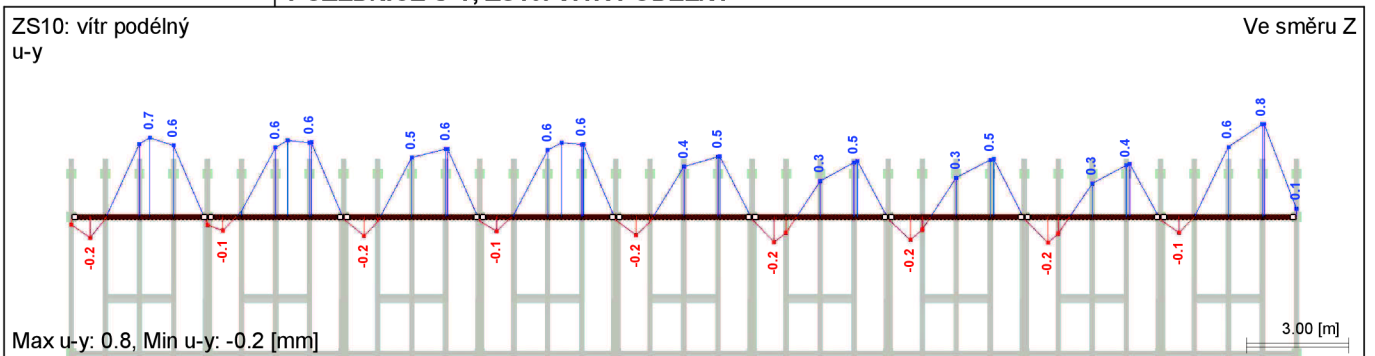


Projekt: Úloha: krov 3D

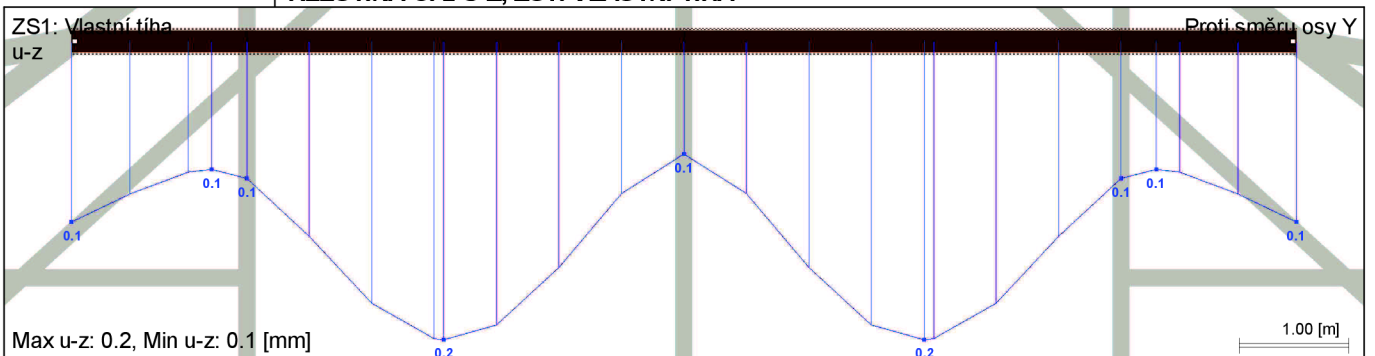
POZEDNICE U-Y, ZS9: VÍTR SÁNÍ



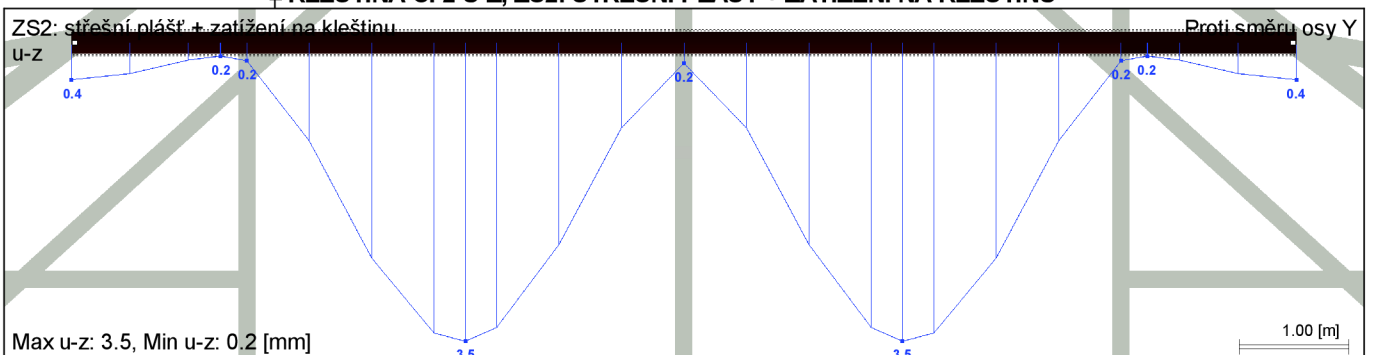
POZEDNICE U-Y, ZS10: VÍTR PODÉLNÝ



KLEŠTINA Č. 2 U-Z, ZS1: VLASTNÍ TÍHA



KLEŠTINA Č. 2 U-Z, ZS2: STŘEŠNÍ PLÁŠŤ + ZATÍŽENÍ NA KLEŠTINU



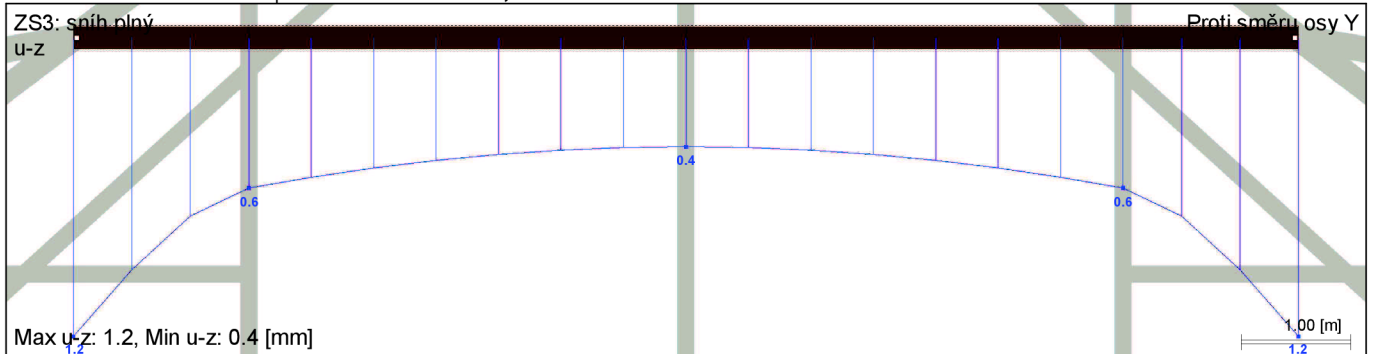




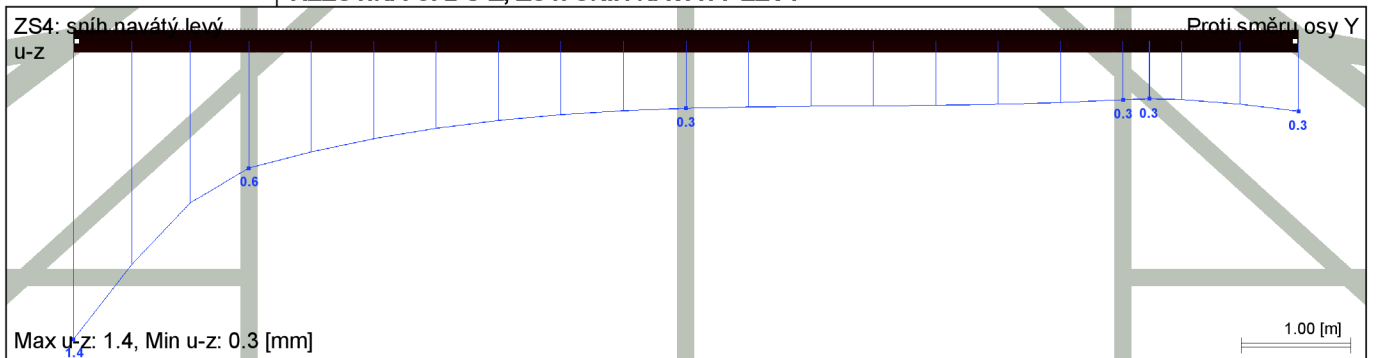
Projekt:

Úloha: krov 3D

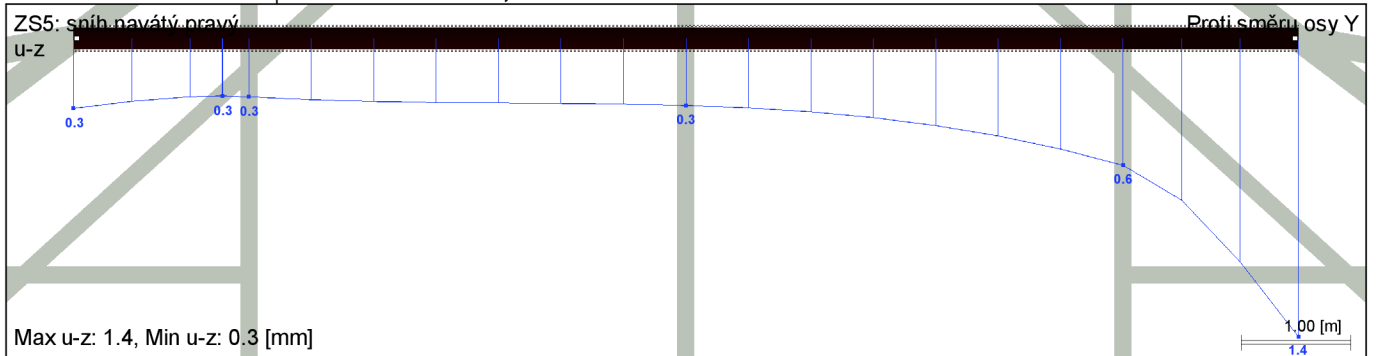
■ KLEŠTINA Č. 2 U-Z, ZS3: SNÍH PLNÝ



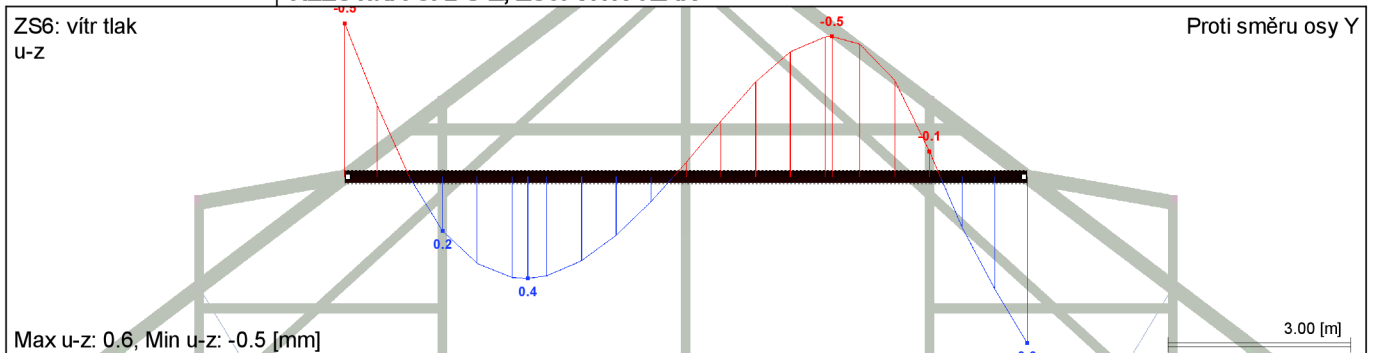
■ KLEŠTINA Č. 2 U-Z, ZS4: SNÍH NAVÁTÝ LEVÝ



■ KLEŠTINA Č. 2 U-Z, ZS5: SNÍH NAVÁTÝ PRAVÝ



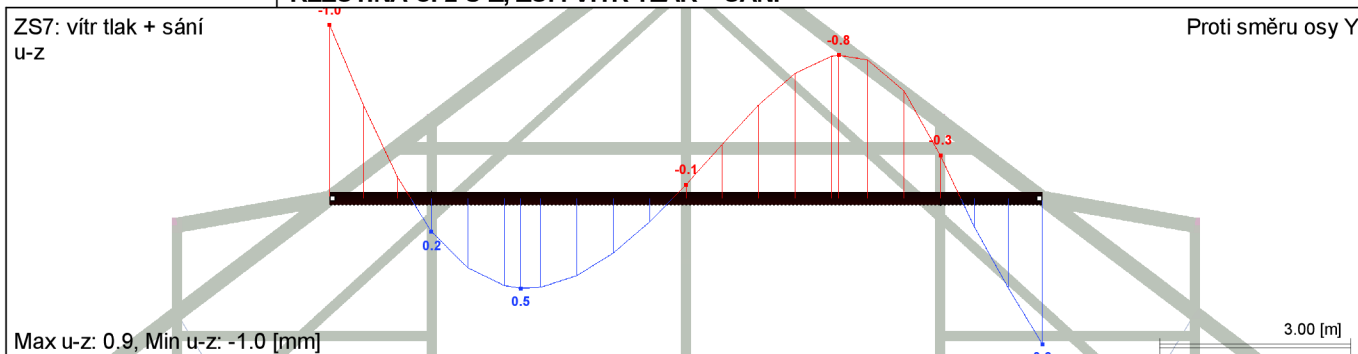
■ KLEŠTINA Č. 2 U-Z, ZS6: VÍTR TLAK



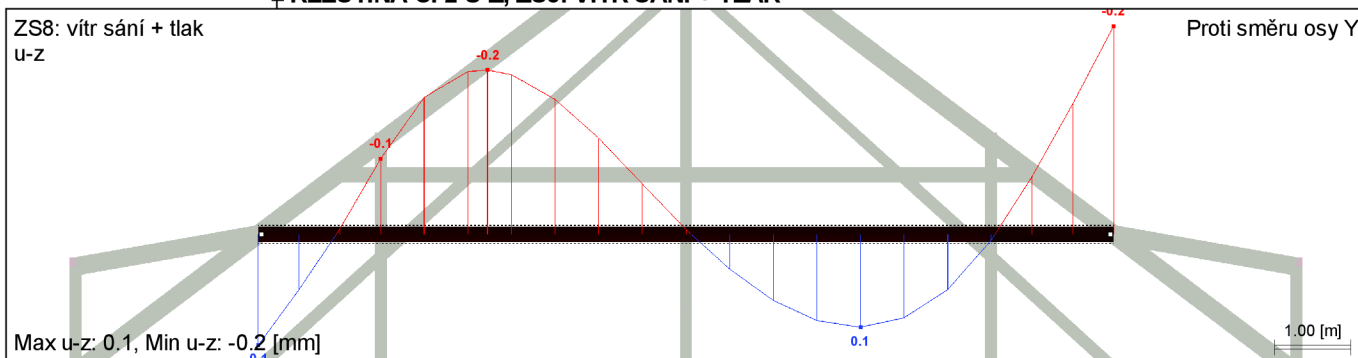


Projekt: \_\_\_\_\_ Úloha: krov 3D

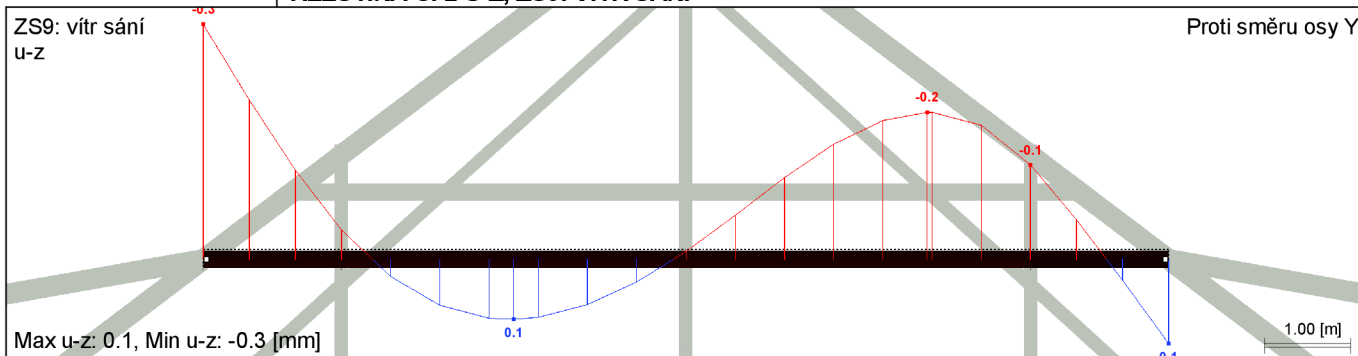
■ KLEŠTINA Č. 2 U-Z, ZS7: VÍTR TLAK + SÁNÍ



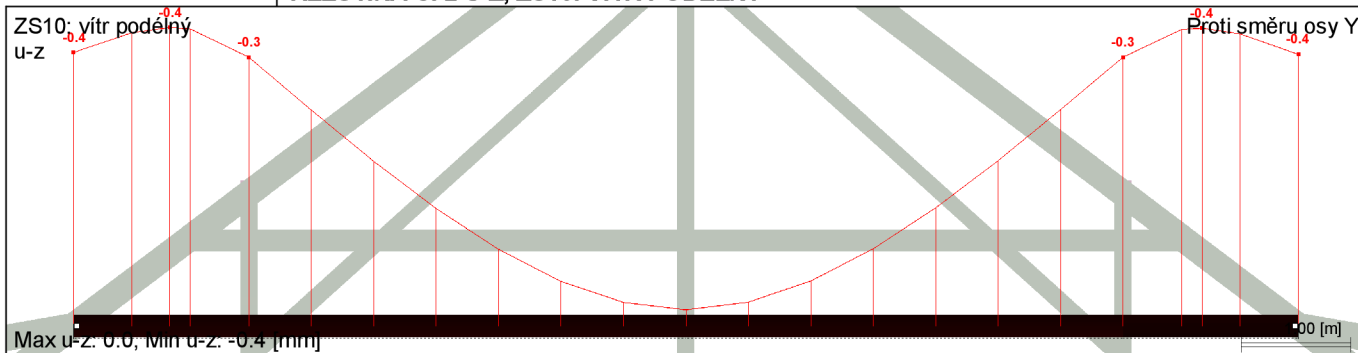
■ KLEŠTINA Č. 2 U-Z, ZS8: VÍTR SÁNÍ + TLAK



■ KLEŠTINA Č. 2 U-Z, ZS9: VÍTR SÁNÍ



■ KLEŠTINA Č. 2 U-Z, ZS10: VÍTR PODÉLNÝ



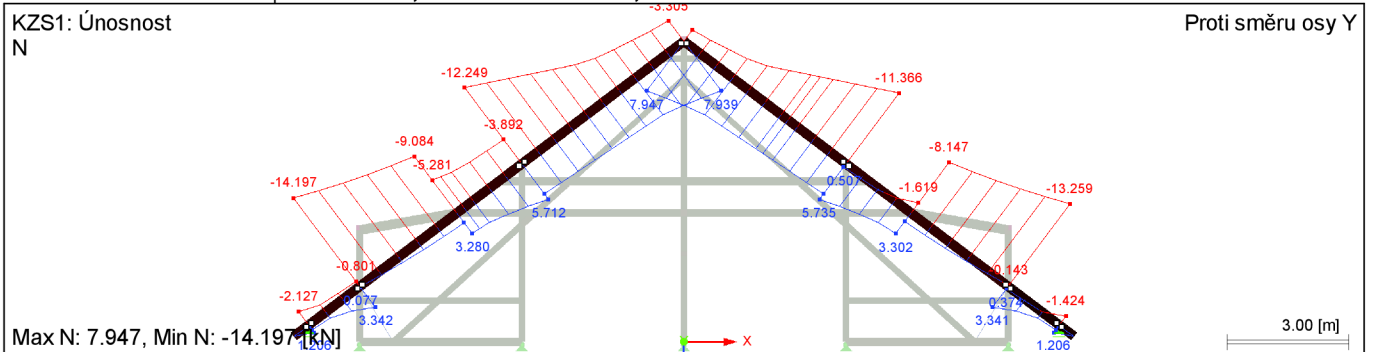




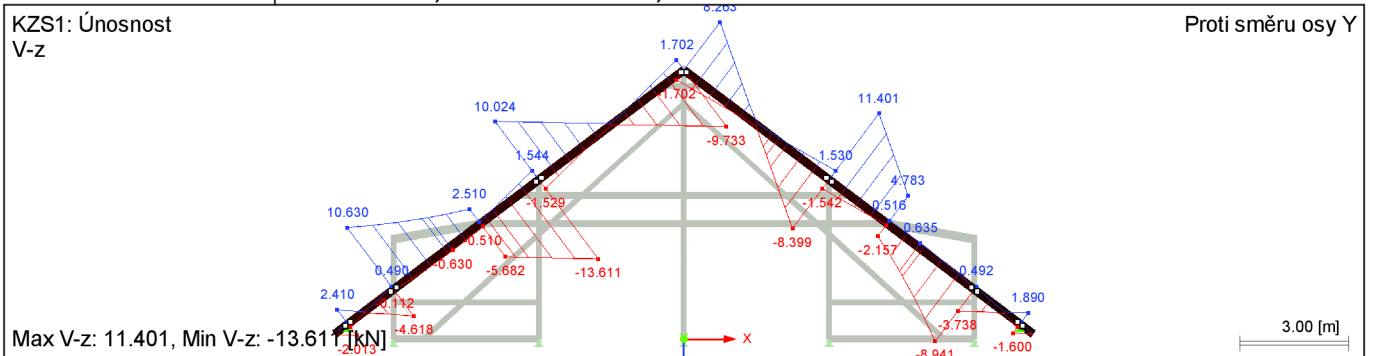


Projekt: Úloha: krov 3D

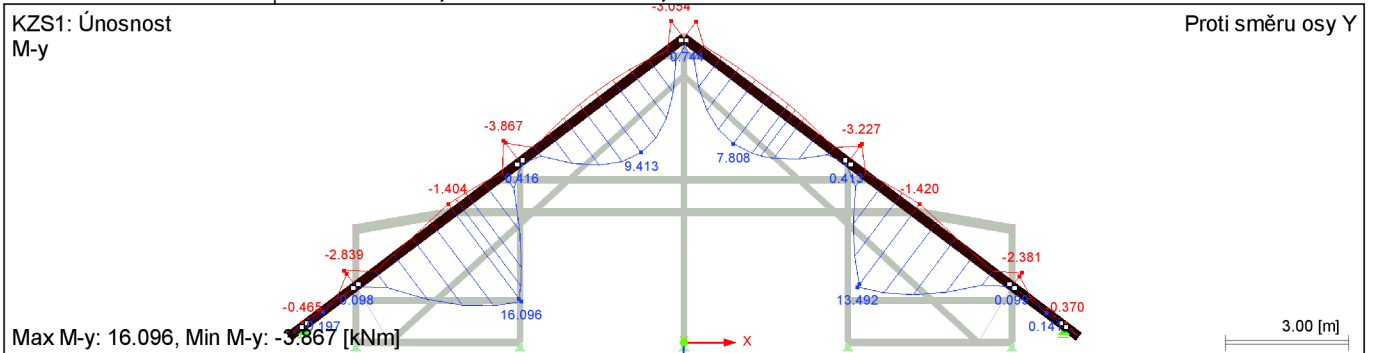
■ KROKVE N, KZS1: ÚNOSNOST, ORIENTAČNÍ PRŮBĚH VNITŘNÍCH SIL



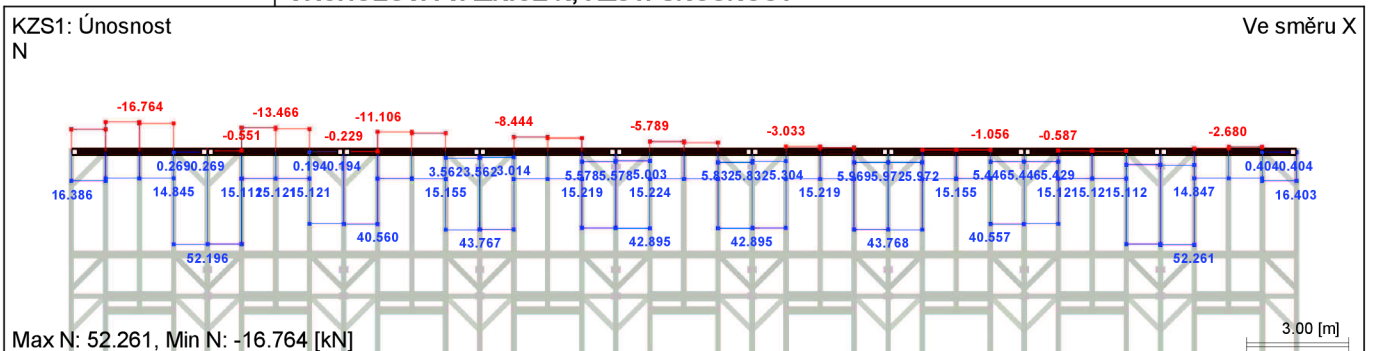
■ KROKVE V-Z, KZS1: ÚNOSNOST, ORIENTAČNÍ PRŮBĚH VNITŘNÍCH SIL



■ KROKVE M-Y, KZS1: ÚNOSNOST, ORIENTAČNÍ PRŮBĚH VNITŘNÍCH SIL



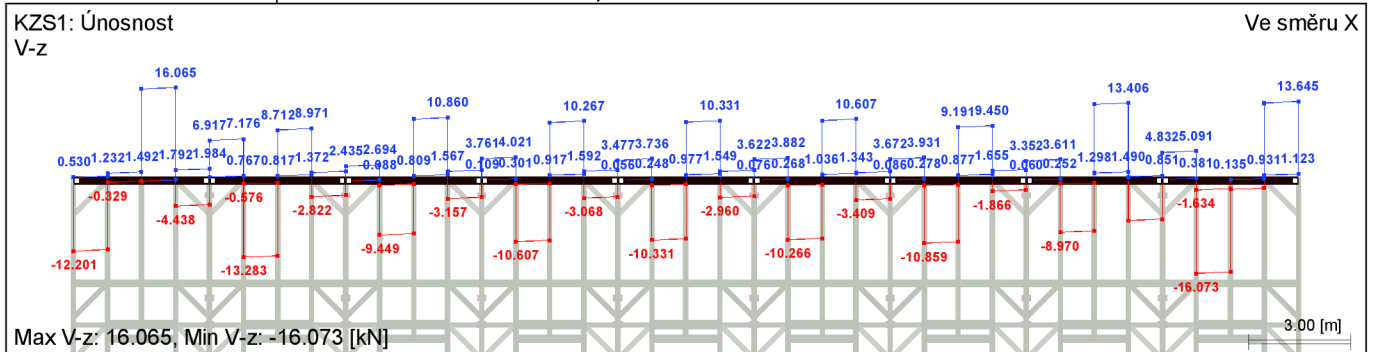
■ VRCHOLOVÁ VAZNICE N, KZS1: ÚNOSNOST



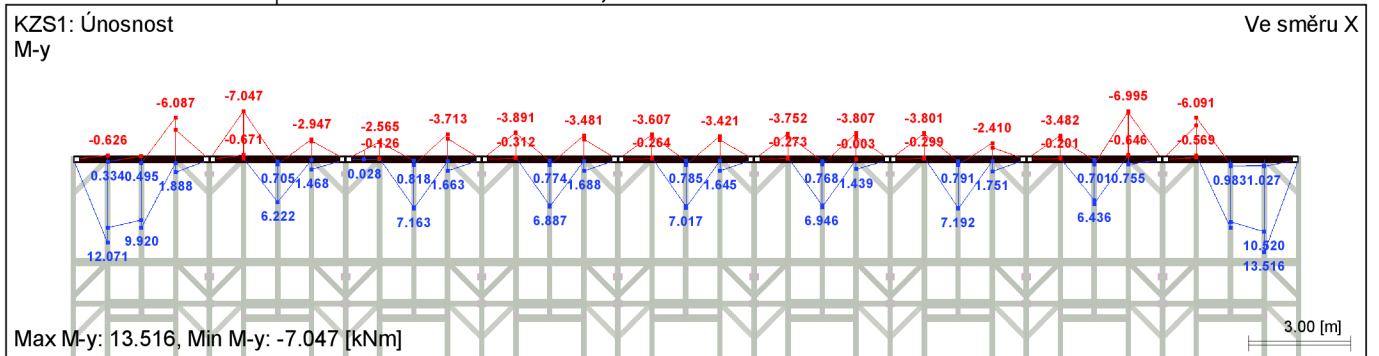


Projekt: Úloha: krov 3D

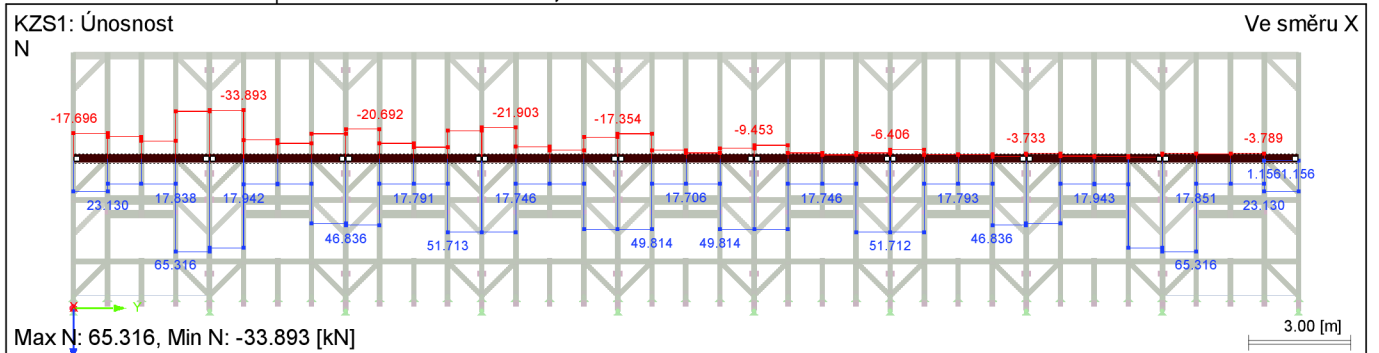
VRCHOLOVÁ VAZNICE V-Z, KZS1: ÚNOSNOST



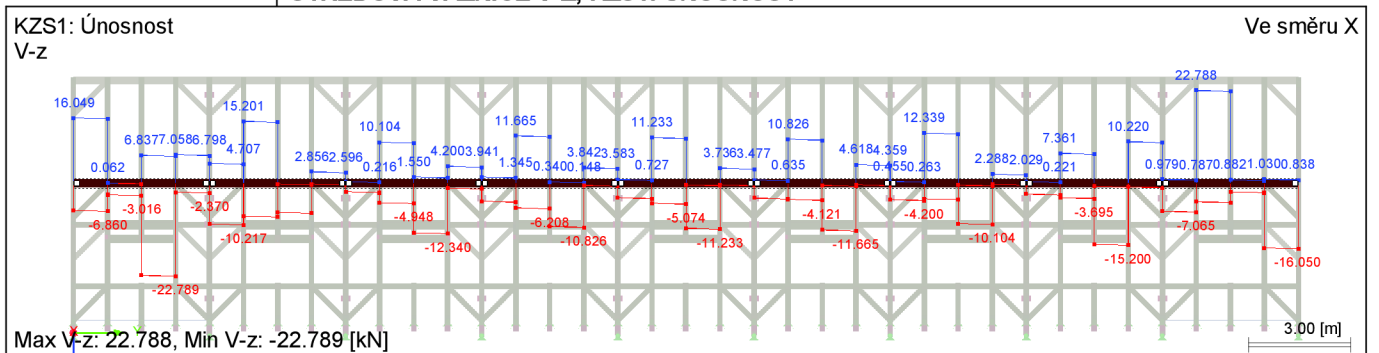
VRCHOLOVÁ VAZNICE M-Y, KZS1: ÚNOSNOST



STŘEDOVÁ VAZNICE N, KZS1: ÚNOSNOST



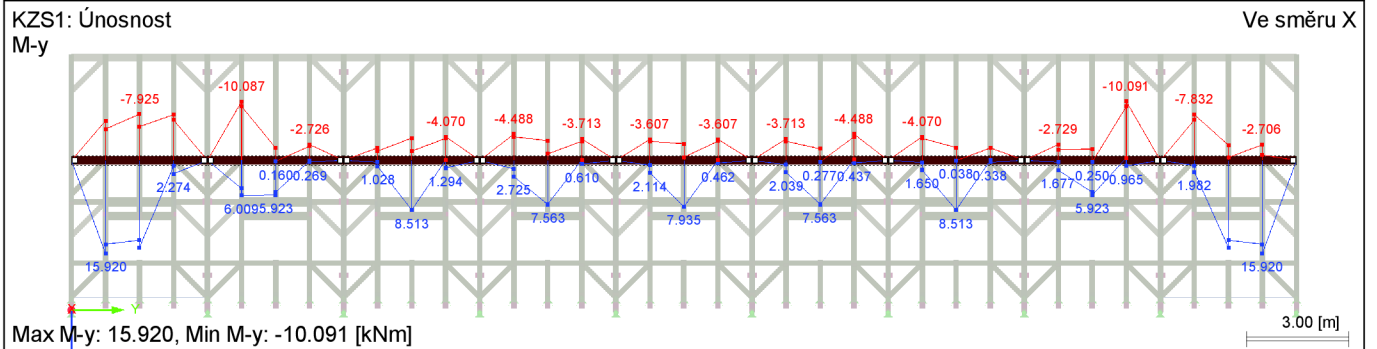
STŘEDOVÁ VAZNICE V-Z, KZS1: ÚNOSNOST



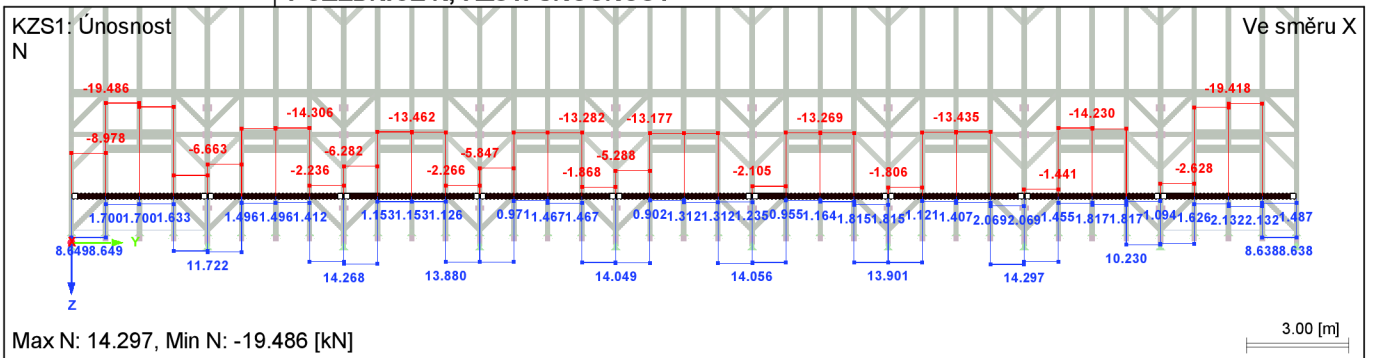


Projekt: Úloha: krov 3D

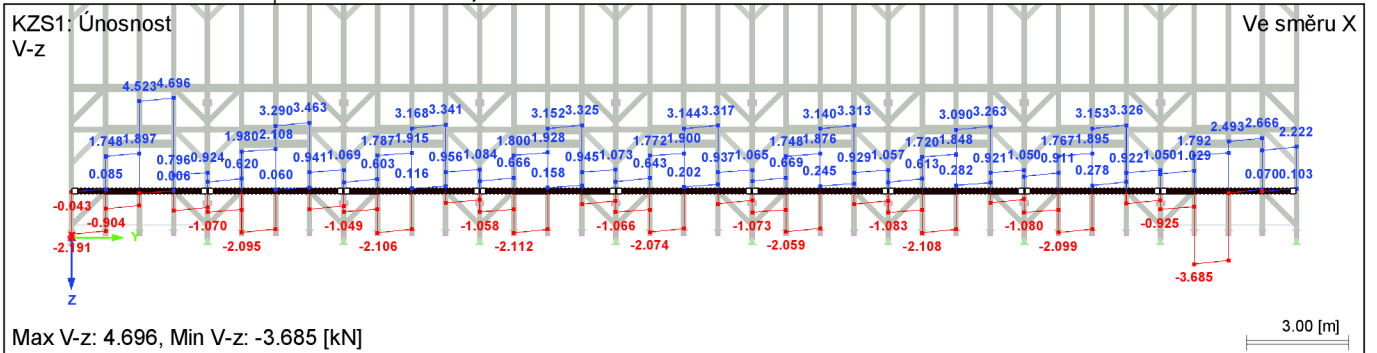
■ STŘEDOVÁ VAZNICE M-Y, KZS1: ÚNOSNOST



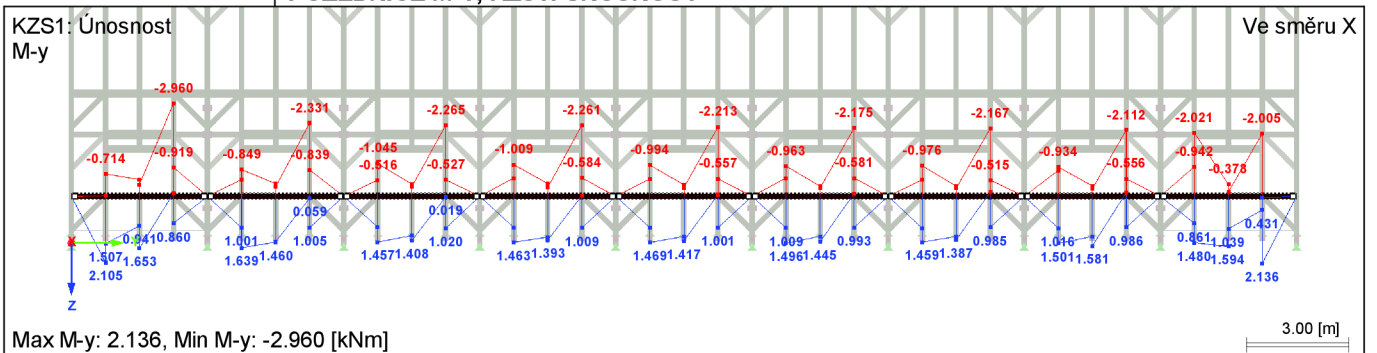
■ POZEDNICE N, KZS1: ÚNOSNOST



■ POZEDNICE V-Z, KZS1: ÚNOSNOST



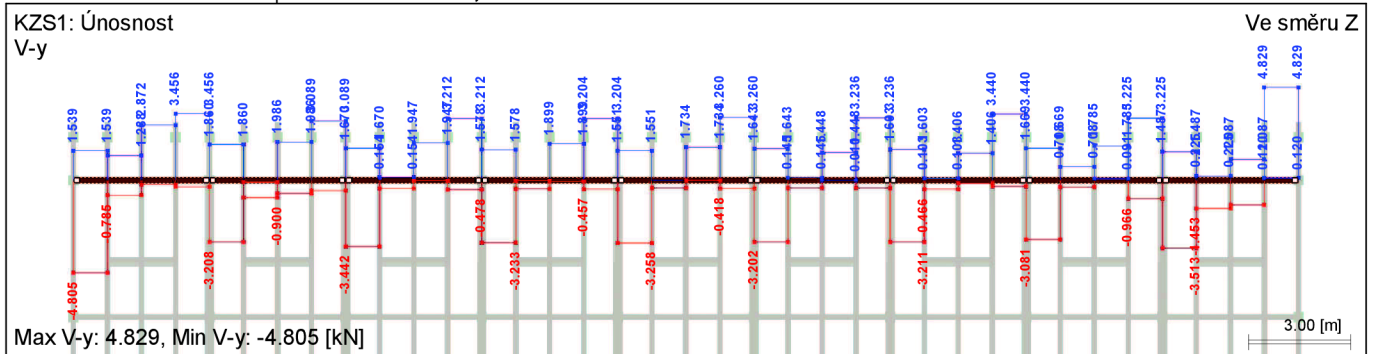
■ POZEDNICE M-Y, KZS1: ÚNOSNOST



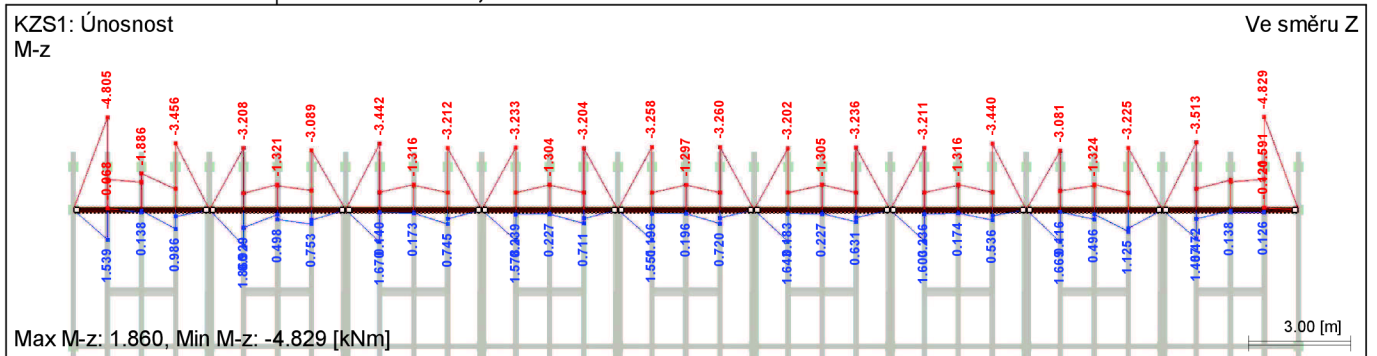


Projekt: Úloha: krov 3D

POZEDNICE V-Y, KZS1: ÚNOSNOST



POZEDNICE M-Z, KZS1: ÚNOSNOST







Projekt: Úloha: **spodní stavba**

SKUPINY ZS

SZS č.	Označení SZS	Součinitel	Zatěžovací stavy ve SZS	Výpočetní teorie
1	ÚM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2	I. řád
2	ÚM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS3)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS3	I. řád
3	ÚM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS3 + 0.9*ZS6)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS3 + 0.9*ZS6	I. řád
4	ÚM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS3 + 0.9*ZS6 + 1.05*ZS11)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS3 + 0.9*ZS6 + 1.05*ZS11	I. řád
5	ÚM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS3 + 0.9*ZS7)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS3 + 0.9*ZS7	I. řád
6	ÚM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS3 + 0.9*ZS7 + 1.05*ZS11)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS3 + 0.9*ZS7 + 1.05*ZS11	I. řád
7	ÚM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS3 + 0.9*ZS8)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS3 + 0.9*ZS8	I. řád
8	ÚM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS3 + 0.9*ZS8 + 1.05*ZS11)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS3 + 0.9*ZS8 + 1.05*ZS11	I. řád
9	ÚM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS3 + 0.9*ZS9)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS3 + 0.9*ZS9	I. řád
10	ÚM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS3 + 0.9*ZS9 + 1.05*ZS11)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS3 + 0.9*ZS9 + 1.05*ZS11	I. řád
11	ÚM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS3 + 0.9*ZS10)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS3 + 0.9*ZS10	I. řád
12	ÚM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS3 + 0.9*ZS10 + 1.05*ZS11)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS3 + 0.9*ZS10 + 1.05*ZS11	I. řád
13	ÚM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS3 + 1.05*ZS11)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS3 + 1.05*ZS11	I. řád
14	ÚM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS4)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS4	I. řád
15	ÚM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS4 + 0.9*ZS6)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS4 + 0.9*ZS6	I. řád
16	ÚM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS4 + 0.9*ZS6 + 1.05*ZS11)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS4 + 0.9*ZS6 + 1.05*ZS11	I. řád
17	ÚM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS4 + 0.9*ZS7)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS4 + 0.9*ZS7	I. řád
18	ÚM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS4 + 0.9*ZS7 + 1.05*ZS11)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS4 + 0.9*ZS7 + 1.05*ZS11	I. řád
19	ÚM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS4 + 0.9*ZS8)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS4 + 0.9*ZS8	I. řád
20	ÚM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS4 + 0.9*ZS8 + 1.05*ZS11)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS4 + 0.9*ZS8 + 1.05*ZS11	I. řád
21	ÚM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS4 + 0.9*ZS9)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS4 + 0.9*ZS9	I. řád
22	ÚM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS4 + 0.9*ZS9 + 1.05*ZS11)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS4 + 0.9*ZS9 + 1.05*ZS11	I. řád
23	ÚM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS4 + 0.9*ZS10)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS4 + 0.9*ZS10	I. řád
24	ÚM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS4 + 0.9*ZS10 + 1.05*ZS11)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS4 + 0.9*ZS10 + 1.05*ZS11	I. řád
25	ÚM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS4 + 1.05*ZS11)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS4 + 1.05*ZS11	I. řád
26	ÚM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS5)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS5	I. řád
27	ÚM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS5 + 0.9*ZS6)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS5 + 0.9*ZS6	I. řád
28	ÚM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS5 + 0.9*ZS6 + 1.05*ZS11)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS5 + 0.9*ZS6 + 1.05*ZS11	I. řád
29	ÚM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS5 + 0.9*ZS7)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS5 + 0.9*ZS7	I. řád
30	ÚM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS5 + 0.9*ZS7 + 1.05*ZS11)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS5 + 0.9*ZS7 + 1.05*ZS11	I. řád
31	ÚM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS5 + 0.9*ZS8)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS5 + 0.9*ZS8	I. řád
32	ÚM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS5 + 0.9*ZS8 + 1.05*ZS11)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS5 + 0.9*ZS8 + 1.05*ZS11	I. řád
33	ÚM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS5 + 0.9*ZS9)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS5 + 0.9*ZS9	I. řád
34	ÚM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS5 + 0.9*ZS9 + 1.05*ZS11)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS5 + 0.9*ZS9 + 1.05*ZS11	I. řád
35	ÚM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS5 + 0.9*ZS10)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS5 + 0.9*ZS10	I. řád
36	ÚM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS5 + 0.9*ZS10 + 1.05*ZS11)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS5 + 0.9*ZS10 + 1.05*ZS11	I. řád
37	ÚM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS5 + 1.05*ZS11)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS5 + 1.05*ZS11	I. řád
38	ÚM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS6)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS6	I. řád
39	ÚM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 +	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 +	I. řád



Projekt: Úloha: **spodní stavba**

SKUPINY ZS

SZS č.	Označení SZS	Součinitel	Zatěžovací stavy ve SZS	Výpočetní teorie
39	0.75*ZS3 + 1.5*ZS6	1.0000	0.75*ZS3 + 1.5*ZS6	I. řád
40	UM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS3 + 1.5*ZS6 + 1.05*ZS11)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS3 + 1.5*ZS6 + 1.05*ZS11	I. řád
41	UM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS4 + 1.5*ZS6)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS4 + 1.5*ZS6	I. řád
42	UM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS4 + 1.5*ZS6 + 1.05*ZS11)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS4 + 1.5*ZS6 + 1.05*ZS11	I. řád
43	UM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS5 + 1.5*ZS6)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS5 + 1.5*ZS6	I. řád
44	UM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS5 + 1.5*ZS6 + 1.05*ZS11)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS5 + 1.5*ZS6 + 1.05*ZS11	I. řád
45	UM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS6 + 1.05*ZS11)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS6 + 1.05*ZS11	I. řád
46	UM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS7)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS7	I. řád
47	UM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS3 + 1.5*ZS7)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS3 + 1.5*ZS7	I. řád
48	UM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS3 + 1.5*ZS7 + 1.05*ZS11)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS3 + 1.5*ZS7 + 1.05*ZS11	I. řád
49	UM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS4 + 1.5*ZS7)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS4 + 1.5*ZS7	I. řád
50	UM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS4 + 1.5*ZS7 + 1.05*ZS11)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS4 + 1.5*ZS7 + 1.05*ZS11	I. řád
51	UM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS5 + 1.5*ZS7)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS5 + 1.5*ZS7	I. řád
52	UM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS5 + 1.5*ZS7 + 1.05*ZS11)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS5 + 1.5*ZS7 + 1.05*ZS11	I. řád
53	UM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS7 + 1.05*ZS11)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS7 + 1.05*ZS11	I. řád
54	UM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS8)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS8	I. řád
55	UM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS3 + 1.5*ZS8)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS3 + 1.5*ZS8	I. řád
56	UM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS3 + 1.5*ZS8 + 1.05*ZS11)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS3 + 1.5*ZS8 + 1.05*ZS11	I. řád
57	UM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS4 + 1.5*ZS8)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS4 + 1.5*ZS8	I. řád
58	UM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS4 + 1.5*ZS8 + 1.05*ZS11)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS4 + 1.5*ZS8 + 1.05*ZS11	I. řád
59	UM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS5 + 1.5*ZS8)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS5 + 1.5*ZS8	I. řád
60	UM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS5 + 1.5*ZS8 + 1.05*ZS11)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS5 + 1.5*ZS8 + 1.05*ZS11	I. řád
61	UM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS8 + 1.05*ZS11)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS8 + 1.05*ZS11	I. řád
62	UM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS9)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS9	I. řád
63	UM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS3 + 1.5*ZS9)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS3 + 1.5*ZS9	I. řád
64	UM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS3 + 1.5*ZS9 + 1.05*ZS11)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS3 + 1.5*ZS9 + 1.05*ZS11	I. řád
65	UM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS4 + 1.5*ZS9)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS4 + 1.5*ZS9	I. řád
66	UM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS4 + 1.5*ZS9 + 1.05*ZS11)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS4 + 1.5*ZS9 + 1.05*ZS11	I. řád
67	UM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS5 + 1.5*ZS9)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS5 + 1.5*ZS9	I. řád
68	UM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS5 + 1.5*ZS9 + 1.05*ZS11)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS5 + 1.5*ZS9 + 1.05*ZS11	I. řád
69	UM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS9 + 1.05*ZS11)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS9 + 1.05*ZS11	I. řád
70	UM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS10)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS10	I. řád
71	UM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS3 + 1.5*ZS10)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS3 + 1.5*ZS10	I. řád
72	UM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS3 + 1.5*ZS10 + 1.05*ZS11)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS3 + 1.5*ZS10 + 1.05*ZS11	I. řád
73	UM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS4 + 1.5*ZS10)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS4 + 1.5*ZS10	I. řád
74	UM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS4 + 1.5*ZS10 + 1.05*ZS11)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS4 + 1.5*ZS10 + 1.05*ZS11	I. řád
75	UM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS5 + 1.5*ZS10)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS5 + 1.5*ZS10	I. řád
76	UM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS5 + 1.5*ZS10 + 1.05*ZS11)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS5 + 1.5*ZS10 + 1.05*ZS11	I. řád
77	UM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 +	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 +	I. řád



Projekt: Úloha: spodní stavba

■ SKUPINY ZS

SZS č.	Označení SZS	Součinitel	Zatěžovací stavy ve SZS	Výpočetní teorie
77	1.5*ZS10 + 1.05*ZS11)	1.0000	1.5*ZS10 + 1.05*ZS11	I. řád
78	UM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS11)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS11	I. řád
79	UM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS3 + 1.5*ZS11)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS3 + 1.5*ZS11	I. řád
80	UM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS3 + 0.9*ZS6 + 1.5*ZS11)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS3 + 0.9*ZS6 + 1.5*ZS11	I. řád
81	UM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS3 + 0.9*ZS7 + 1.5*ZS11)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS3 + 0.9*ZS7 + 1.5*ZS11	I. řád
82	UM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS3 + 0.9*ZS8 + 1.5*ZS11)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS3 + 0.9*ZS8 + 1.5*ZS11	I. řád
83	UM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS3 + 0.9*ZS9 + 1.5*ZS11)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS3 + 0.9*ZS9 + 1.5*ZS11	I. řád
84	UM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS3 + 0.9*ZS10 + 1.5*ZS11)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS3 + 0.9*ZS10 + 1.5*ZS11	I. řád
85	UM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS4 + 1.5*ZS11)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS4 + 1.5*ZS11	I. řád
86	UM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS4 + 0.9*ZS6 + 1.5*ZS11)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS4 + 0.9*ZS6 + 1.5*ZS11	I. řád
87	UM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS4 + 0.9*ZS7 + 1.5*ZS11)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS4 + 0.9*ZS7 + 1.5*ZS11	I. řád
88	UM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS4 + 0.9*ZS8 + 1.5*ZS11)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS4 + 0.9*ZS8 + 1.5*ZS11	I. řád
89	UM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS4 + 0.9*ZS9 + 1.5*ZS11)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS4 + 0.9*ZS9 + 1.5*ZS11	I. řád
90	UM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS4 + 0.9*ZS10 + 1.5*ZS11)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS4 + 0.9*ZS10 + 1.5*ZS11	I. řád
91	UM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS5 + 1.5*ZS11)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS5 + 1.5*ZS11	I. řád
92	UM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS5 + 0.9*ZS6 + 1.5*ZS11)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS5 + 0.9*ZS6 + 1.5*ZS11	I. řád
93	UM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS5 + 0.9*ZS7 + 1.5*ZS11)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS5 + 0.9*ZS7 + 1.5*ZS11	I. řád
94	UM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS5 + 0.9*ZS8 + 1.5*ZS11)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS5 + 0.9*ZS8 + 1.5*ZS11	I. řád
95	UM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS5 + 0.9*ZS9 + 1.5*ZS11)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS5 + 0.9*ZS9 + 1.5*ZS11	I. řád
96	UM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS5 + 0.9*ZS10 + 1.5*ZS11)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS5 + 0.9*ZS10 + 1.5*ZS11	I. řád
97	UM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.9*ZS6 + 1.5*ZS11)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.9*ZS6 + 1.5*ZS11	I. řád
98	UM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.9*ZS7 + 1.5*ZS11)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.9*ZS7 + 1.5*ZS11	I. řád
99	UM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.9*ZS8 + 1.5*ZS11)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.9*ZS8 + 1.5*ZS11	I. řád
100	UM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.9*ZS9 + 1.5*ZS11)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.9*ZS9 + 1.5*ZS11	I. řád
101	UM (1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.9*ZS10 + 1.5*ZS11)	1.0000	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.9*ZS10 + 1.5*ZS11	I. řád
102	PC (ZS1 + ZS2)	1.0000	ZS1 + ZS2	I. řád
103	PC (ZS1 + ZS2 + ZS3)	1.0000	ZS1 + ZS2 + ZS3	I. řád
104	PC (ZS1 + ZS2 + ZS3 + 0.6*ZS6)	1.0000	ZS1 + ZS2 + ZS3 + 0.6*ZS6	I. řád
105	PC (ZS1 + ZS2 + ZS3 + 0.6*ZS6 + 0.7*ZS11)	1.0000	ZS1 + ZS2 + ZS3 + 0.6*ZS6 + 0.7*ZS11	I. řád
106	PC (ZS1 + ZS2 + ZS3 + 0.6*ZS7)	1.0000	ZS1 + ZS2 + ZS3 + 0.6*ZS7	I. řád
107	PC (ZS1 + ZS2 + ZS3 + 0.6*ZS7 + 0.7*ZS11)	1.0000	ZS1 + ZS2 + ZS3 + 0.6*ZS7 + 0.7*ZS11	I. řád
108	PC (ZS1 + ZS2 + ZS3 + 0.6*ZS8)	1.0000	ZS1 + ZS2 + ZS3 + 0.6*ZS8	I. řád
109	PC (ZS1 + ZS2 + ZS3 + 0.6*ZS8 + 0.7*ZS11)	1.0000	ZS1 + ZS2 + ZS3 + 0.6*ZS8 + 0.7*ZS11	I. řád
110	PC (ZS1 + ZS2 + ZS3 + 0.6*ZS9)	1.0000	ZS1 + ZS2 + ZS3 + 0.6*ZS9	I. řád
111	PC (ZS1 + ZS2 + ZS3 + 0.6*ZS9 + 0.7*ZS11)	1.0000	ZS1 + ZS2 + ZS3 + 0.6*ZS9 + 0.7*ZS11	I. řád
112	PC (ZS1 + ZS2 + ZS3 + 0.6*ZS10)	1.0000	ZS1 + ZS2 + ZS3 + 0.6*ZS10	I. řád
113	PC (ZS1 + ZS2 + ZS3 + 0.6*ZS10 + 0.7*ZS11)	1.0000	ZS1 + ZS2 + ZS3 + 0.6*ZS10 + 0.7*ZS11	I. řád
114	PC (ZS1 + ZS2 + ZS3 + 0.7*ZS11)	1.0000	ZS1 + ZS2 + ZS3 + 0.7*ZS11	I. řád
115	PC (ZS1 + ZS2 + ZS4)	1.0000	ZS1 + ZS2 + ZS4	I. řád
116	PC (ZS1 + ZS2 + ZS4 + 0.6*ZS6)	1.0000	ZS1 + ZS2 + ZS4 + 0.6*ZS6	I. řád



Projekt: Úloha: **spodní stavba**

■ SKUPINY ZS

SZS č.	Označení SZS	Součinitel	Zatěžovací stavy ve SZS	Výpočetní teorie
117	PC (ZS1 + ZS2 + ZS4 + 0.6*ZS6 + 0.7*ZS11)	1.0000	ZS1 + ZS2 + ZS4 + 0.6*ZS6 + 0.7*ZS11	I. řád
118	PC (ZS1 + ZS2 + ZS4 + 0.6*ZS7)	1.0000	ZS1 + ZS2 + ZS4 + 0.6*ZS7	I. řád
119	PC (ZS1 + ZS2 + ZS4 + 0.6*ZS7 + 0.7*ZS11)	1.0000	ZS1 + ZS2 + ZS4 + 0.6*ZS7 + 0.7*ZS11	I. řád
120	PC (ZS1 + ZS2 + ZS4 + 0.6*ZS8)	1.0000	ZS1 + ZS2 + ZS4 + 0.6*ZS8	I. řád
121	PC (ZS1 + ZS2 + ZS4 + 0.6*ZS8 + 0.7*ZS11)	1.0000	ZS1 + ZS2 + ZS4 + 0.6*ZS8 + 0.7*ZS11	I. řád
122	PC (ZS1 + ZS2 + ZS4 + 0.6*ZS9)	1.0000	ZS1 + ZS2 + ZS4 + 0.6*ZS9	I. řád
123	PC (ZS1 + ZS2 + ZS4 + 0.6*ZS9 + 0.7*ZS11)	1.0000	ZS1 + ZS2 + ZS4 + 0.6*ZS9 + 0.7*ZS11	I. řád
124	PC (ZS1 + ZS2 + ZS4 + 0.6*ZS10)	1.0000	ZS1 + ZS2 + ZS4 + 0.6*ZS10	I. řád
125	PC (ZS1 + ZS2 + ZS4 + 0.6*ZS10 + 0.7*ZS11)	1.0000	ZS1 + ZS2 + ZS4 + 0.6*ZS10 + 0.7*ZS11	I. řád
126	PC (ZS1 + ZS2 + ZS4 + 0.7*ZS11)	1.0000	ZS1 + ZS2 + ZS4 + 0.7*ZS11	I. řád
127	PC (ZS1 + ZS2 + ZS5)	1.0000	ZS1 + ZS2 + ZS5	I. řád
128	PC (ZS1 + ZS2 + ZS5 + 0.6*ZS6)	1.0000	ZS1 + ZS2 + ZS5 + 0.6*ZS6	I. řád
129	PC (ZS1 + ZS2 + ZS5 + 0.6*ZS6 + 0.7*ZS11)	1.0000	ZS1 + ZS2 + ZS5 + 0.6*ZS6 + 0.7*ZS11	I. řád
130	PC (ZS1 + ZS2 + ZS5 + 0.6*ZS7)	1.0000	ZS1 + ZS2 + ZS5 + 0.6*ZS7	I. řád
131	PC (ZS1 + ZS2 + ZS5 + 0.6*ZS7 + 0.7*ZS11)	1.0000	ZS1 + ZS2 + ZS5 + 0.6*ZS7 + 0.7*ZS11	I. řád
132	PC (ZS1 + ZS2 + ZS5 + 0.6*ZS8)	1.0000	ZS1 + ZS2 + ZS5 + 0.6*ZS8	I. řád
133	PC (ZS1 + ZS2 + ZS5 + 0.6*ZS8 + 0.7*ZS11)	1.0000	ZS1 + ZS2 + ZS5 + 0.6*ZS8 + 0.7*ZS11	I. řád
134	PC (ZS1 + ZS2 + ZS5 + 0.6*ZS9)	1.0000	ZS1 + ZS2 + ZS5 + 0.6*ZS9	I. řád
135	PC (ZS1 + ZS2 + ZS5 + 0.6*ZS9 + 0.7*ZS11)	1.0000	ZS1 + ZS2 + ZS5 + 0.6*ZS9 + 0.7*ZS11	I. řád
136	PC (ZS1 + ZS2 + ZS5 + 0.6*ZS10)	1.0000	ZS1 + ZS2 + ZS5 + 0.6*ZS10	I. řád
137	PC (ZS1 + ZS2 + ZS5 + 0.6*ZS10 + 0.7*ZS11)	1.0000	ZS1 + ZS2 + ZS5 + 0.6*ZS10 + 0.7*ZS11	I. řád
138	PC (ZS1 + ZS2 + ZS5 + 0.7*ZS11)	1.0000	ZS1 + ZS2 + ZS5 + 0.7*ZS11	I. řád
139	PC (ZS1 + ZS2 + ZS6)	1.0000	ZS1 + ZS2 + ZS6	I. řád
140	PC (ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS3 + ZS6)	1.0000	ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS3 + ZS6	I. řád
141	PC (ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS3 + ZS6 + 0.7*ZS11)	1.0000	ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS3 + ZS6 + 0.7*ZS11	I. řád
142	PC (ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS4 + ZS6)	1.0000	ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS4 + ZS6	I. řád
143	PC (ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS4 + ZS6 + 0.7*ZS11)	1.0000	ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS4 + ZS6 + 0.7*ZS11	I. řád
144	PC (ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS5 + ZS6)	1.0000	ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS5 + ZS6	I. řád
145	PC (ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS5 + ZS6 + 0.7*ZS11)	1.0000	ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS5 + ZS6 + 0.7*ZS11	I. řád
146	PC (ZS1 + ZS2 + ZS6 + 0.7*ZS11)	1.0000	ZS1 + ZS2 + ZS6 + 0.7*ZS11	I. řád
147	PC (ZS1 + ZS2 + ZS7)	1.0000	ZS1 + ZS2 + ZS7	I. řád
148	PC (ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS3 + ZS7)	1.0000	ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS3 + ZS7	I. řád
149	PC (ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS3 + ZS7 + 0.7*ZS11)	1.0000	ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS3 + ZS7 + 0.7*ZS11	I. řád
150	PC (ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS4 + ZS7)	1.0000	ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS4 + ZS7	I. řád
151	PC (ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS4 + ZS7 + 0.7*ZS11)	1.0000	ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS4 + ZS7 + 0.7*ZS11	I. řád
152	PC (ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS5 + ZS7)	1.0000	ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS5 + ZS7	I. řád
153	PC (ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS5 + ZS7 + 0.7*ZS11)	1.0000	ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS5 + ZS7 + 0.7*ZS11	I. řád
154	PC (ZS1 + ZS2 + ZS7 + 0.7*ZS11)	1.0000	ZS1 + ZS2 + ZS7 + 0.7*ZS11	I. řád
155	PC (ZS1 + ZS2 + ZS8)	1.0000	ZS1 + ZS2 + ZS8	I. řád
156	PC (ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS3 + ZS8)	1.0000	ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS3 + ZS8	I. řád
157	PC (ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS3 + ZS8 + 0.7*ZS11)	1.0000	ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS3 + ZS8 + 0.7*ZS11	I. řád
158	PC (ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS4 + ZS8)	1.0000	ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS4 + ZS8	I. řád
159	PC (ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS4 + ZS8 + 0.7*ZS11)	1.0000	ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS4 + ZS8 + 0.7*ZS11	I. řád
160	PC (ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS5 + ZS8)	1.0000	ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS5 + ZS8	I. řád
161	PC (ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS5 + ZS8 + 0.7*ZS11)	1.0000	ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS5 + ZS8 + 0.7*ZS11	I. řád
162	PC (ZS1 + ZS2 + ZS8 + 0.7*ZS11)	1.0000	ZS1 + ZS2 + ZS8 + 0.7*ZS11	I. řád
163	PC (ZS1 + ZS2 + ZS9)	1.0000	ZS1 + ZS2 + ZS9	I. řád
164	PC (ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS3 + ZS9)	1.0000	ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS3 + ZS9	I. řád



Projekt: Úloha: **spodní stavba**

■ SKUPINY ZS

SZS č.	Označení SZS	Součinitel	Zatěžovací stavy ve SZS	Výpočetní teorie
165	PC (ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS3 + ZS9 + 0.7*ZS11)	1.0000	ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS3 + ZS9 + 0.7*ZS11	I. řád
166	PC (ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS4 + ZS9)	1.0000	ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS4 + ZS9	I. řád
167	PC (ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS4 + ZS9 + 0.7*ZS11)	1.0000	ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS4 + ZS9 + 0.7*ZS11	I. řád
168	PC (ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS5 + ZS9)	1.0000	ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS5 + ZS9	I. řád
169	PC (ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS5 + ZS9 + 0.7*ZS11)	1.0000	ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS5 + ZS9 + 0.7*ZS11	I. řád
170	PC (ZS1 + ZS2 + ZS9 + 0.7*ZS11)	1.0000	ZS1 + ZS2 + ZS9 + 0.7*ZS11	I. řád
171	PC (ZS1 + ZS2 + ZS10)	1.0000	ZS1 + ZS2 + ZS10	I. řád
172	PC (ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS3 + ZS10)	1.0000	ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS3 + ZS10	I. řád
173	PC (ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS3 + ZS10 + 0.7*ZS11)	1.0000	ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS3 + ZS10 + 0.7*ZS11	I. řád
174	PC (ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS4 + ZS10)	1.0000	ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS4 + ZS10	I. řád
175	PC (ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS4 + ZS10 + 0.7*ZS11)	1.0000	ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS4 + ZS10 + 0.7*ZS11	I. řád
176	PC (ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS5 + ZS10)	1.0000	ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS5 + ZS10	I. řád
177	PC (ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS5 + ZS10 + 0.7*ZS11)	1.0000	ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS5 + ZS10 + 0.7*ZS11	I. řád
178	PC (ZS1 + ZS2 + ZS10 + 0.7*ZS11)	1.0000	ZS1 + ZS2 + ZS10 + 0.7*ZS11	I. řád
179	PC (ZS1 + ZS2 + ZS11)	1.0000	ZS1 + ZS2 + ZS11	I. řád
180	PC (ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS3 + ZS11)	1.0000	ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS3 + ZS11	I. řád
181	PC (ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS3 + 0.6*ZS6 + ZS11)	1.0000	ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS3 + 0.6*ZS6 + ZS11	I. řád
182	PC (ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS3 + 0.6*ZS7 + ZS11)	1.0000	ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS3 + 0.6*ZS7 + ZS11	I. řád
183	PC (ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS3 + 0.6*ZS8 + ZS11)	1.0000	ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS3 + 0.6*ZS8 + ZS11	I. řád
184	PC (ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS3 + 0.6*ZS9 + ZS11)	1.0000	ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS3 + 0.6*ZS9 + ZS11	I. řád
185	PC (ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS3 + 0.6*ZS10 + ZS11)	1.0000	ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS3 + 0.6*ZS10 + ZS11	I. řád
186	PC (ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS4 + ZS11)	1.0000	ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS4 + ZS11	I. řád
187	PC (ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS4 + 0.6*ZS6 + ZS11)	1.0000	ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS4 + 0.6*ZS6 + ZS11	I. řád
188	PC (ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS4 + 0.6*ZS7 + ZS11)	1.0000	ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS4 + 0.6*ZS7 + ZS11	I. řád
189	PC (ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS4 + 0.6*ZS8 + ZS11)	1.0000	ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS4 + 0.6*ZS8 + ZS11	I. řád
190	PC (ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS4 + 0.6*ZS9 + ZS11)	1.0000	ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS4 + 0.6*ZS9 + ZS11	I. řád
191	PC (ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS4 + 0.6*ZS10 + ZS11)	1.0000	ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS4 + 0.6*ZS10 + ZS11	I. řád
192	PC (ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS5 + ZS11)	1.0000	ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS5 + ZS11	I. řád
193	PC (ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS5 + 0.6*ZS6 + ZS11)	1.0000	ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS5 + 0.6*ZS6 + ZS11	I. řád
194	PC (ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS5 + 0.6*ZS7 + ZS11)	1.0000	ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS5 + 0.6*ZS7 + ZS11	I. řád
195	PC (ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS5 + 0.6*ZS8 + ZS11)	1.0000	ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS5 + 0.6*ZS8 + ZS11	I. řád
196	PC (ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS5 + 0.6*ZS9 + ZS11)	1.0000	ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS5 + 0.6*ZS9 + ZS11	I. řád
197	PC (ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS5 + 0.6*ZS10 + ZS11)	1.0000	ZS1 + ZS2 + 0.5*ZS5 + 0.6*ZS10 + ZS11	I. řád
198	PC (ZS1 + ZS2 + 0.6*ZS6 + ZS11)	1.0000	ZS1 + ZS2 + 0.6*ZS6 + ZS11	I. řád
199	PC (ZS1 + ZS2 + 0.6*ZS7 + ZS11)	1.0000	ZS1 + ZS2 + 0.6*ZS7 + ZS11	I. řád
200	PC (ZS1 + ZS2 + 0.6*ZS8 + ZS11)	1.0000	ZS1 + ZS2 + 0.6*ZS8 + ZS11	I. řád
201	PC (ZS1 + ZS2 + 0.6*ZS9 + ZS11)	1.0000	ZS1 + ZS2 + 0.6*ZS9 + ZS11	I. řád
202	PC (ZS1 + ZS2 + 0.6*ZS10 + ZS11)	1.0000	ZS1 + ZS2 + 0.6*ZS10 + ZS11	I. řád
203	UM (1.00*ZS1 + 1.00*ZS2 + 1.5*ZS6)	1.0000	ZS1 + ZS2 + 1.5*ZS6	I. řád
204	UM (1.00*ZS1 + 1.00*ZS2 + 1.5*ZS7)	1.0000	ZS1 + ZS2 + 1.5*ZS7	I. řád
205	UM (1.00*ZS1 + 1.00*ZS2 + 1.5*ZS8)	1.0000	ZS1 + ZS2 + 1.5*ZS8	I. řád
206	UM (1.00*ZS1 + 1.00*ZS2 + 1.5*ZS9)	1.0000	ZS1 + ZS2 + 1.5*ZS9	I. řád
207	UM (1.00*ZS1 + 1.00*ZS2 + 1.5*ZS10)	1.0000	ZS1 + ZS2 + 1.5*ZS10	I. řád



Projekt: Úloha: **spodní stavba**

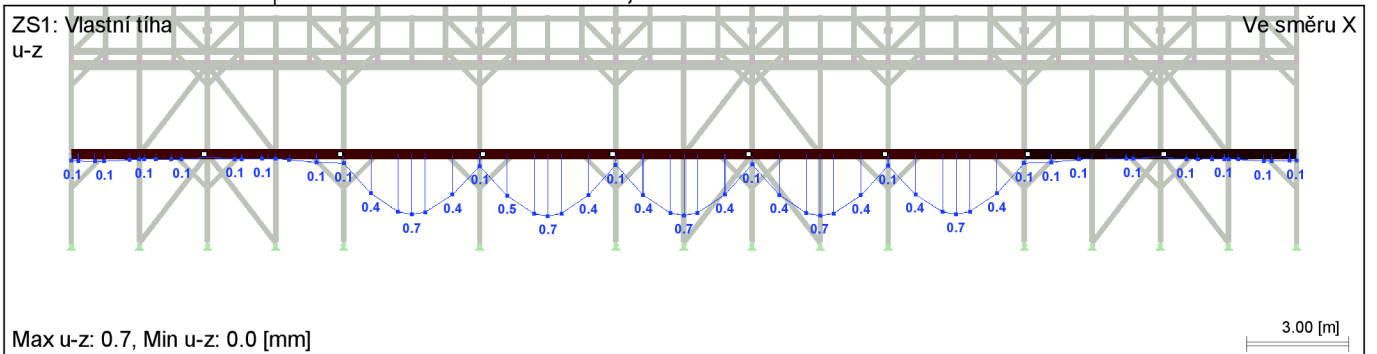
**KOMBINACE ZATĚŽOVACÍCH STAVŮ**

KZS č.	Označení KZS	Složení kombinace
1	Únosnost	SZS1/S nebo SZS2/S nebo SZS3/S nebo SZS4/S nebo SZS5/S nebo SZS6/S nebo SZS7/S nebo SZS8/S nebo SZS9/S nebo SZS10/S nebo SZS11/S nebo SZS12/S nebo SZS13/S nebo SZS14/S nebo SZS15/S nebo SZS16/S nebo SZS17/S nebo SZS18/S nebo SZS19/S nebo SZS20/S nebo SZS21/S nebo SZS22/S nebo SZS23/S nebo SZS24/S nebo SZS25/S nebo SZS26/S nebo SZS27/S nebo SZS28/S nebo SZS29/S nebo SZS30/S nebo SZS31/S nebo SZS32/S nebo SZS33/S nebo SZS34/S nebo SZS35/S nebo SZS36/S nebo SZS37/S nebo SZS38/S nebo SZS39/S nebo SZS40/S nebo SZS41/S nebo SZS42/S nebo SZS43/S nebo SZS44/S nebo SZS45/S nebo SZS46/S nebo SZS47/S nebo SZS48/S nebo SZS49/S nebo SZS50/S nebo SZS51/S nebo SZS52/S nebo SZS53/S nebo SZS54/S nebo SZS55/S nebo SZS56/S nebo SZS57/S nebo SZS58/S nebo SZS59/S nebo SZS60/S nebo SZS61/S nebo SZS62/S nebo SZS63/S nebo SZS64/S nebo SZS65/S nebo SZS66/S nebo SZS67/S nebo SZS68/S nebo SZS69/S nebo SZS70/S nebo SZS71/S nebo SZS72/S nebo SZS73/S nebo SZS74/S nebo SZS75/S nebo SZS76/S nebo SZS77/S nebo SZS78/S nebo SZS79/S nebo SZS80/S nebo SZS81/S nebo SZS82/S nebo SZS83/S nebo SZS84/S nebo SZS85/S nebo SZS86/S nebo SZS87/S nebo SZS88/S nebo SZS89/S nebo SZS90/S nebo SZS91/S nebo SZS92/S nebo SZS93/S nebo SZS94/S nebo SZS95/S nebo SZS96/S nebo SZS97/S nebo SZS98/S nebo SZS99/S nebo SZS100/S nebo SZS101/S nebo SZS203/S nebo SZS204/S nebo SZS205/S nebo SZS206/S nebo SZS207/S
2	Použitelnost - Charakteristická	SZS102/S nebo SZS103/S nebo SZS104/S nebo SZS105/S nebo SZS106/S nebo SZS107/S nebo SZS108/S nebo SZS109/S nebo SZS110/S nebo SZS111/S nebo SZS112/S nebo SZS113/S nebo SZS114/S nebo SZS115/S nebo SZS116/S nebo SZS117/S nebo SZS118/S nebo SZS119/S nebo SZS120/S nebo SZS121/S nebo SZS122/S nebo SZS123/S nebo SZS124/S nebo SZS125/S nebo SZS126/S nebo SZS127/S nebo SZS128/S nebo SZS129/S nebo SZS130/S nebo SZS131/S nebo SZS132/S nebo SZS133/S nebo SZS134/S nebo SZS135/S nebo SZS136/S nebo SZS137/S nebo SZS138/S nebo SZS139/S nebo SZS140/S nebo SZS141/S nebo SZS142/S nebo SZS143/S nebo SZS144/S nebo SZS145/S nebo SZS146/S nebo SZS147/S nebo SZS148/S nebo SZS149/S nebo SZS150/S nebo SZS151/S nebo SZS152/S nebo SZS153/S nebo SZS154/S nebo SZS155/S nebo SZS156/S nebo SZS157/S nebo SZS158/S nebo SZS159/S nebo SZS160/S nebo SZS161/S nebo SZS162/S nebo SZS163/S nebo SZS164/S nebo SZS165/S nebo SZS166/S nebo SZS167/S nebo SZS168/S nebo SZS169/S nebo SZS170/S nebo SZS171/S nebo SZS172/S nebo SZS173/S nebo SZS174/S nebo SZS175/S nebo SZS176/S nebo SZS177/S nebo SZS178/S nebo SZS179/S nebo SZS180/S nebo SZS181/S nebo SZS182/S nebo SZS183/S nebo SZS184/S nebo SZS185/S nebo SZS186/S nebo SZS187/S nebo SZS188/S nebo SZS189/S nebo SZS190/S nebo SZS191/S nebo SZS192/S nebo SZS193/S nebo SZS194/S nebo SZS195/S nebo SZS196/S nebo SZS197/S nebo SZS198/S nebo SZS199/S nebo SZS200/S nebo SZS201/S nebo SZS202/S

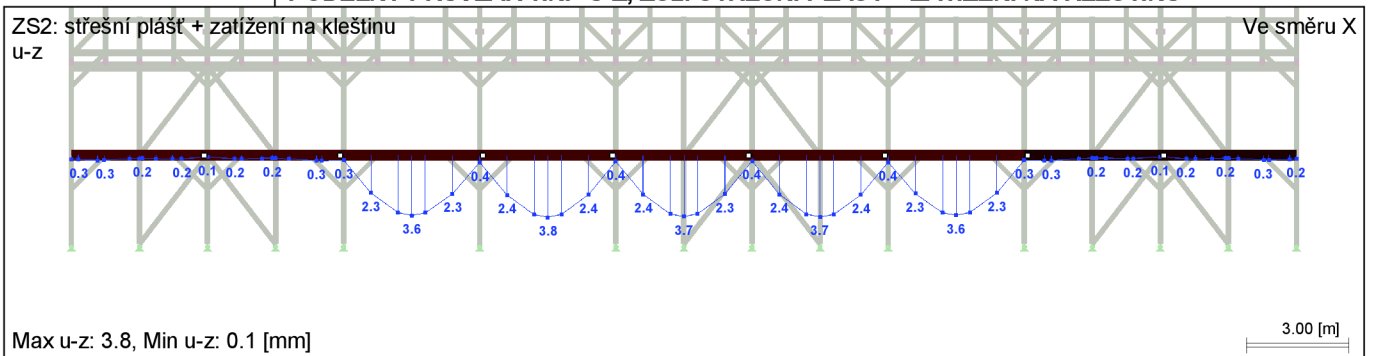


Projekt: Úloha: **spodní stavba**

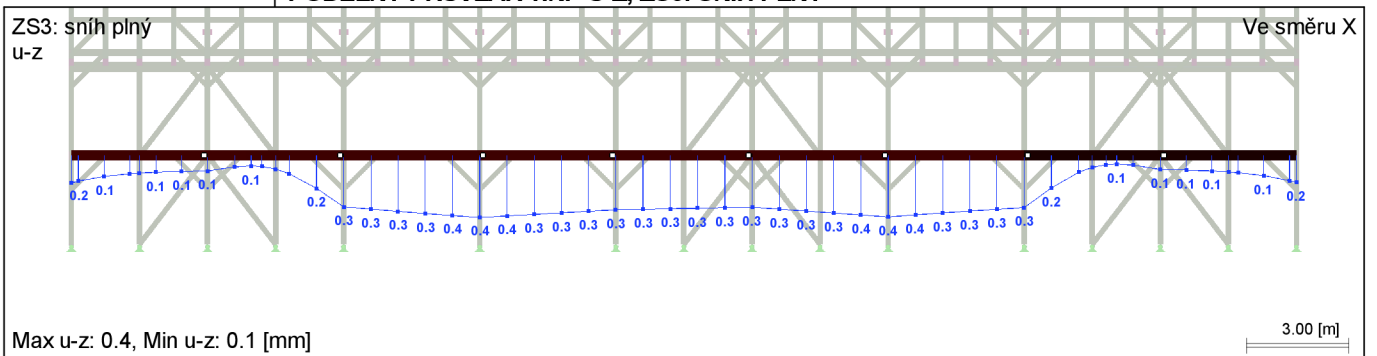
■ **PODÉLNÝ PRŮVLAK 1.NP U-Z, ZS1: VLASTNÍ TÍHA**



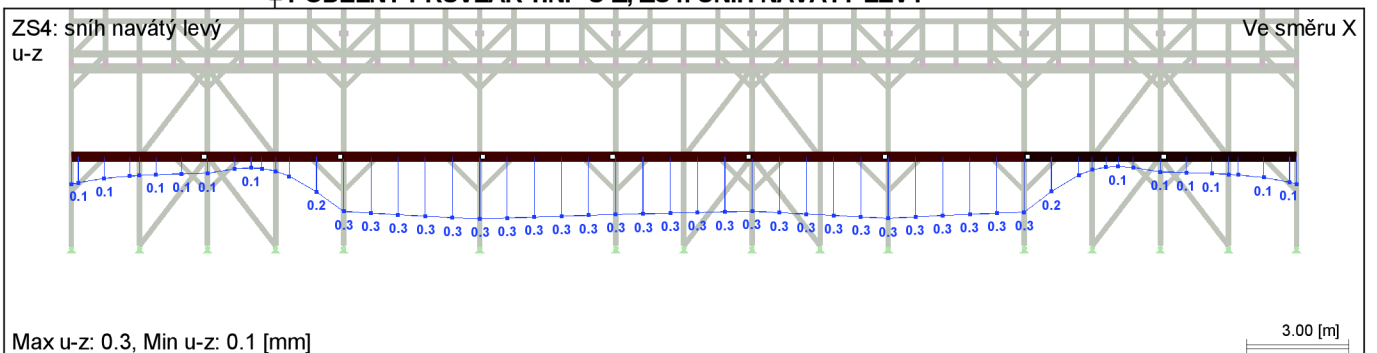
■ **PODÉLNÝ PRŮVLAK 1.NP U-Z, ZS2: STŘEŠNÍ PLÁŠŤ + ZATÍŽENÍ NA KLEŠTINU**



■ **PODÉLNÝ PRŮVLAK 1.NP U-Z, ZS3: SNÍH PLNÝ**



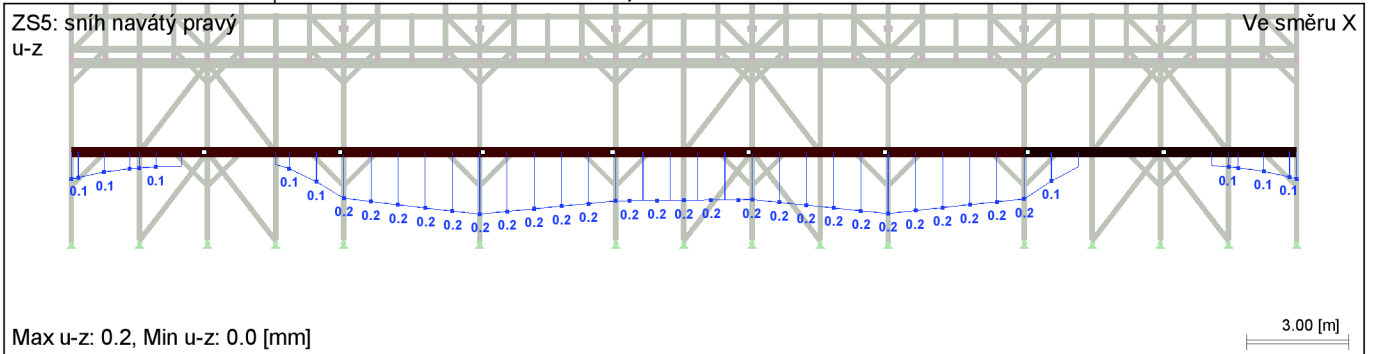
■ **PODÉLNÝ PRŮVLAK 1.NP U-Z, ZS4: SNÍH NAVÁTÝ LEVÝ**



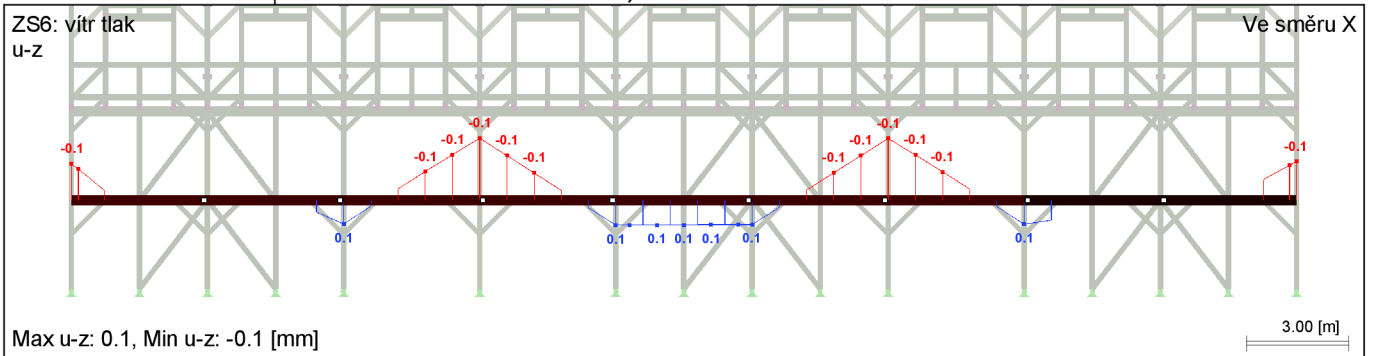


Projekt: Úloha: **spodní stavba**

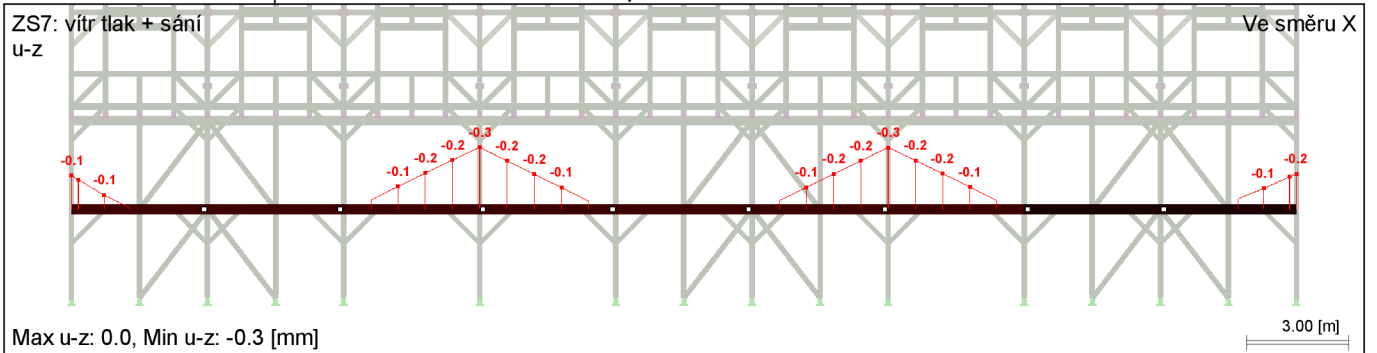
■ **PODÉLNÝ PRŮVLAK 1.NP U-Z, ZS5: SNÍH NAVÁTÝ PRAVÝ**



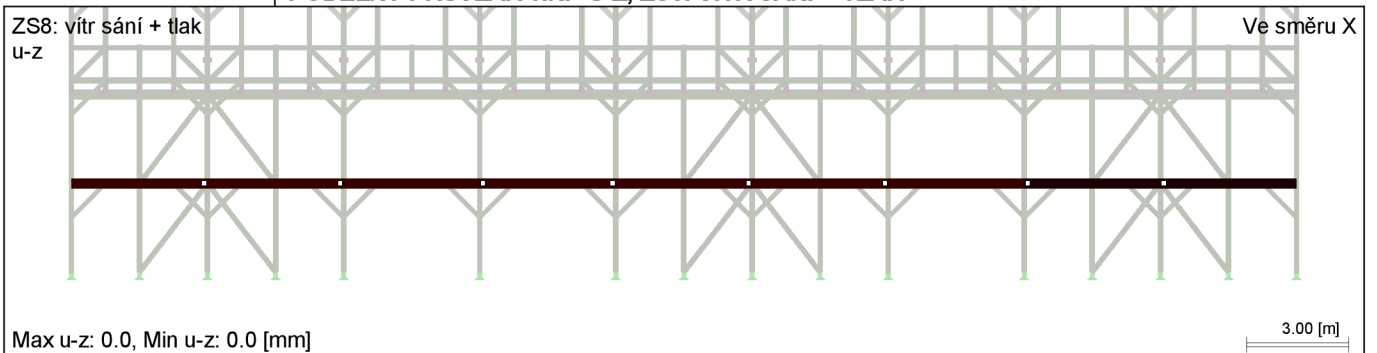
■ **PODÉLNÝ PRŮVLAK 1.NP U-Z, ZS6: VÍTR TLAK**



■ **PODÉLNÝ PRŮVLAK 1.NP U-Z, ZS7: VÍTR TLAK + SÁNÍ**



■ **PODÉLNÝ PRŮVLAK 1.NP U-Z, ZS8: VÍTR SÁNÍ + TLAK**

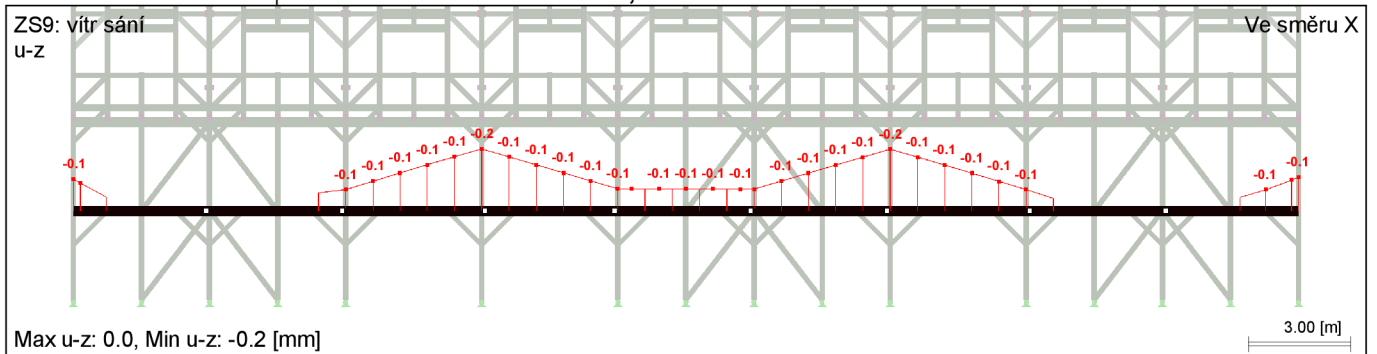




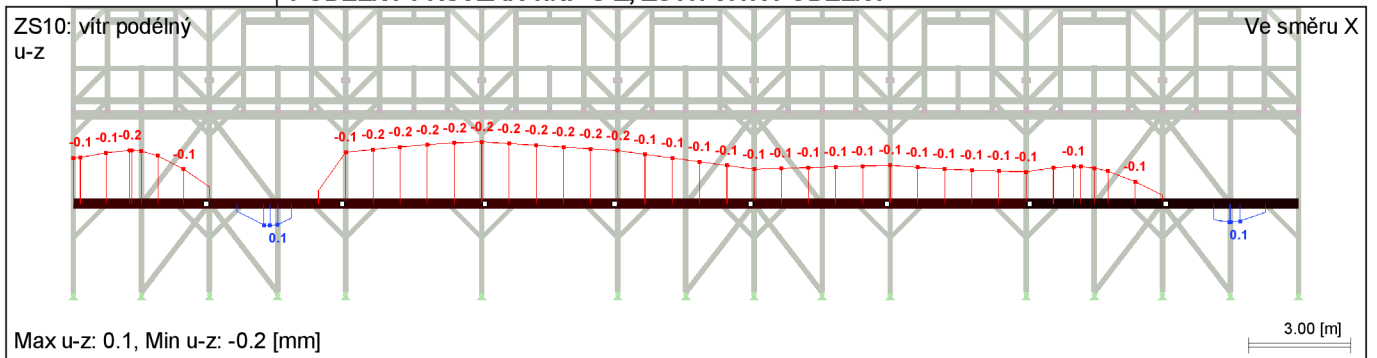


Projekt: Úloha: **spodní stavba**

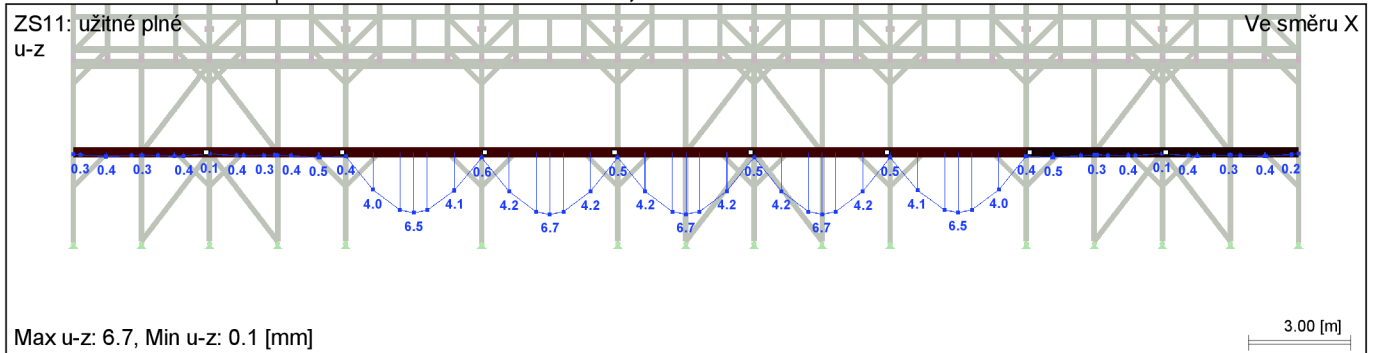
■ **PODÉLNÝ PRŮVLAK 1.NP U-Z, ZS9: VÍTR SÁNÍ**



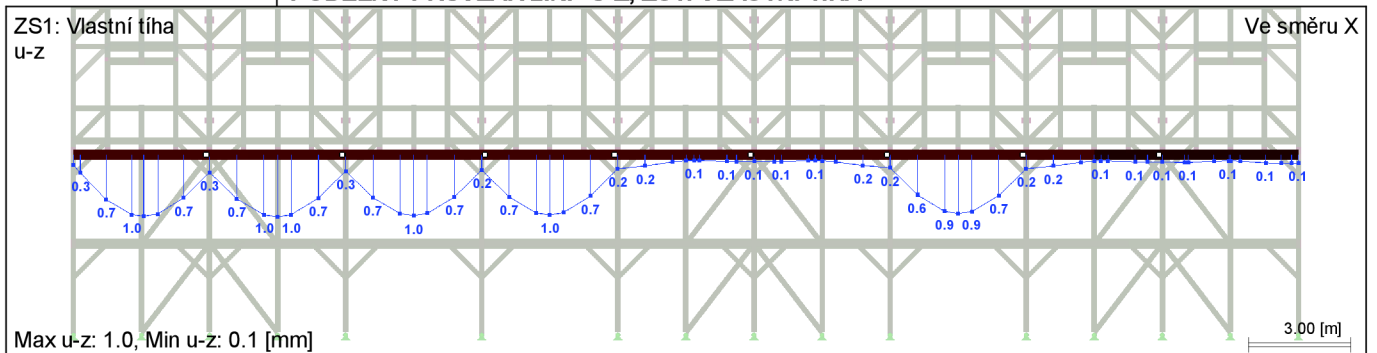
■ **PODÉLNÝ PRŮVLAK 1.NP U-Z, ZS10: VÍTR PODÉLNÝ**



■ **PODÉLNÝ PRŮVLAK 1.NP U-Z, ZS11: UŽITNÉ PLNÉ**



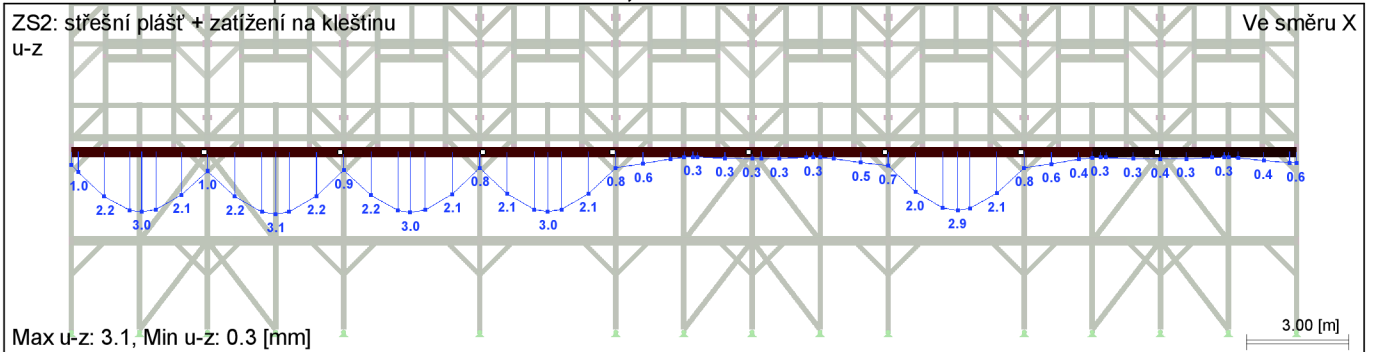
■ **PODÉLNÝ PRŮVLAK 2.NP U-Z, ZS1: VLASTNÍ TÍHA**



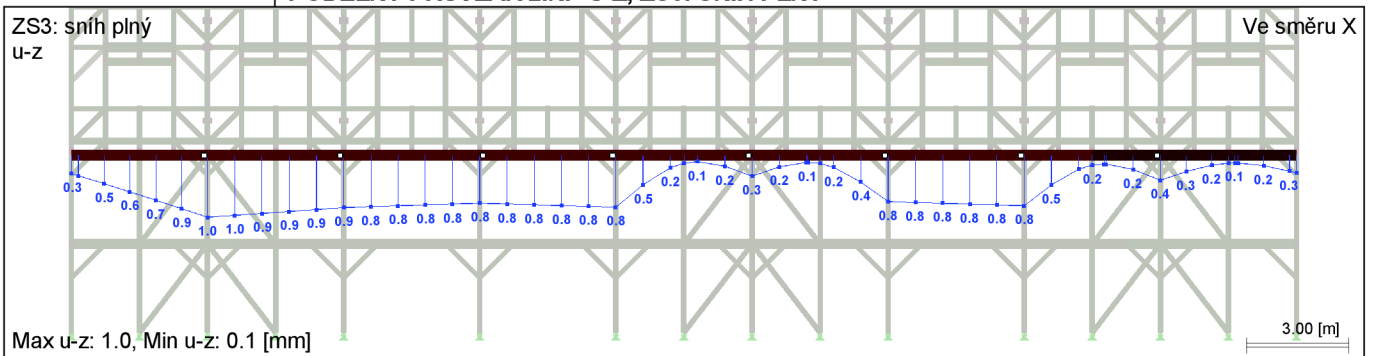


Projekt: Úloha: **spodní stavba**

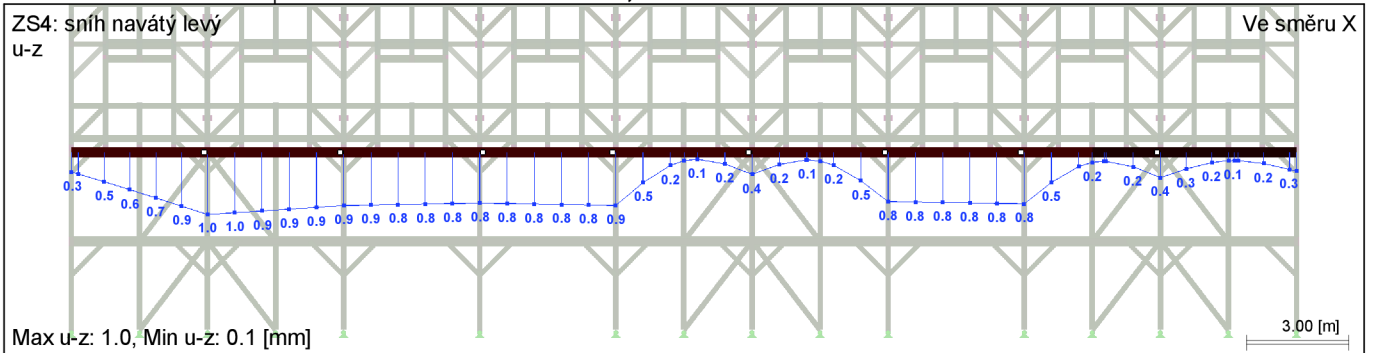
■ **PODÉLNÝ PRŮVLAK 2.NP U-Z, ZS2: STŘEŠNÍ PLÁŠŤ + ZATÍŽENÍ NA KLEŠŤINU**



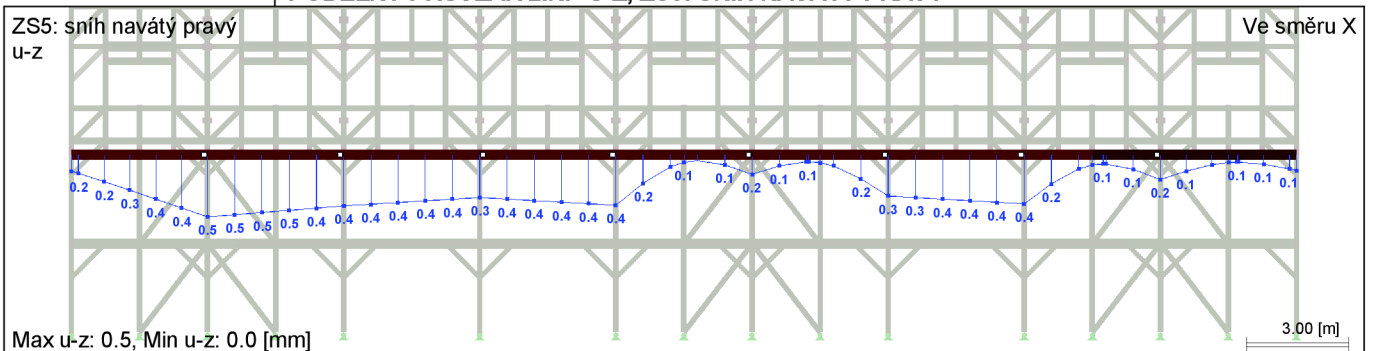
■ **PODÉLNÝ PRŮVLAK 2.NP U-Z, ZS3: SNÍH PLNÝ**



■ **PODÉLNÝ PRŮVLAK 2.NP U-Z, ZS4: SNÍH NAVÁTÝ LEVÝ**



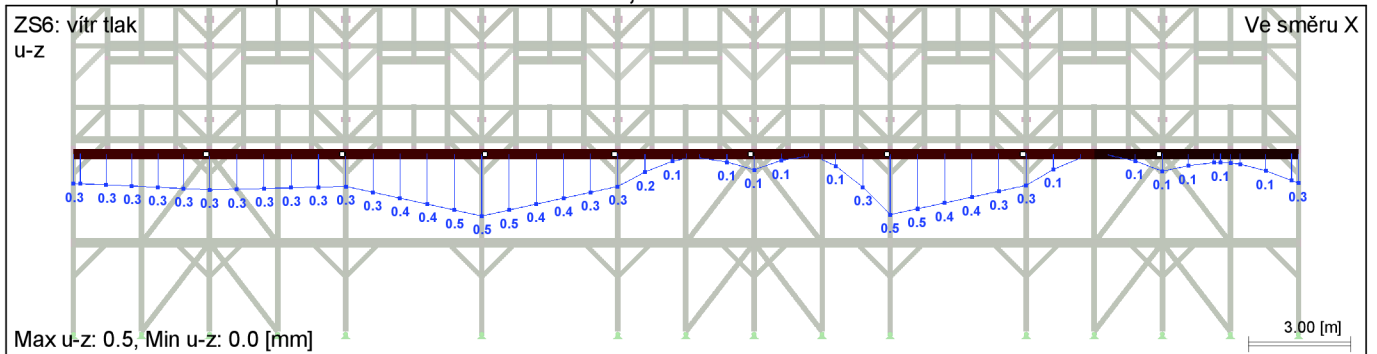
■ **PODÉLNÝ PRŮVLAK 2.NP U-Z, ZS5: SNÍH NAVÁTÝ PRAVÝ**



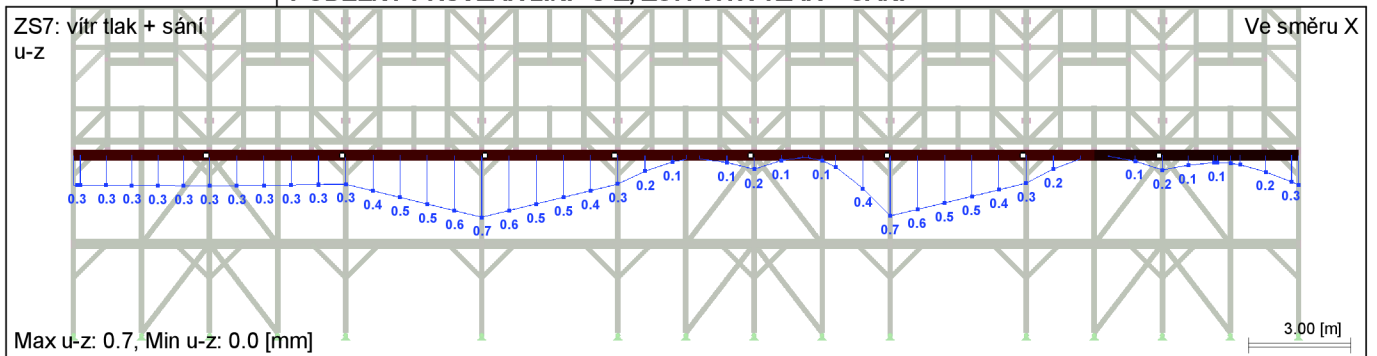


Projekt: Úloha: **spodní stavba**

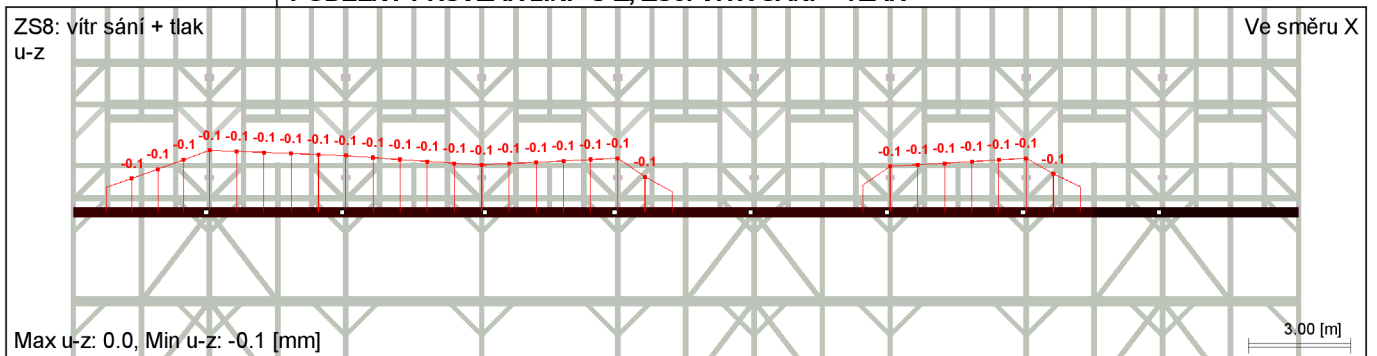
■ **PODÉLNÝ PRŮVLAK 2.NP U-Z, ZS6: VÍTR TLAK**



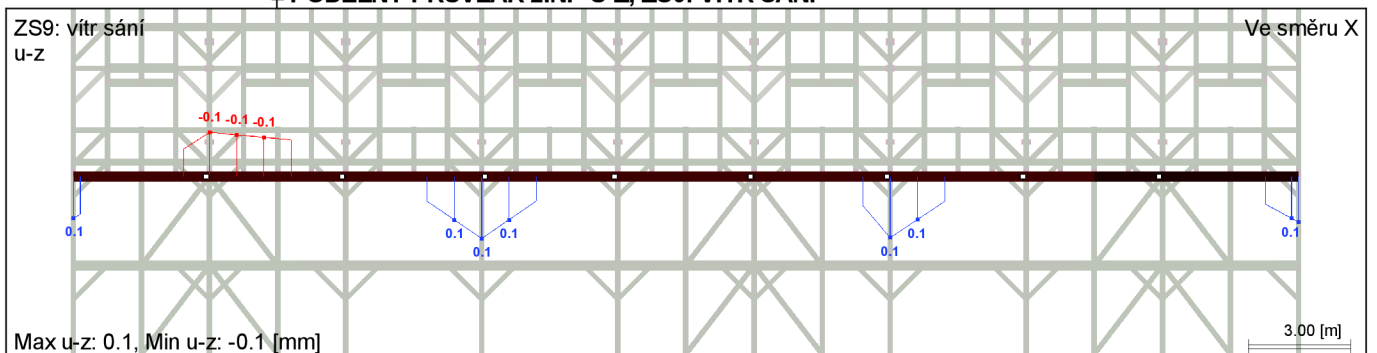
■ **PODÉLNÝ PRŮVLAK 2.NP U-Z, ZS7: VÍTR TLAK + SÁNÍ**



■ **PODÉLNÝ PRŮVLAK 2.NP U-Z, ZS8: VÍTR SÁNÍ + TLAK**

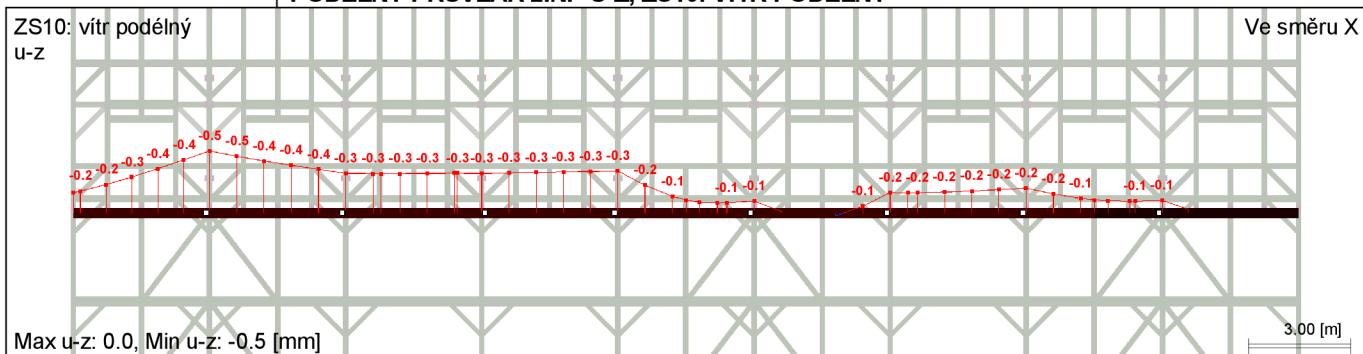


■ **PODÉLNÝ PRŮVLAK 2.NP U-Z, ZS9: VÍTR SÁNÍ**

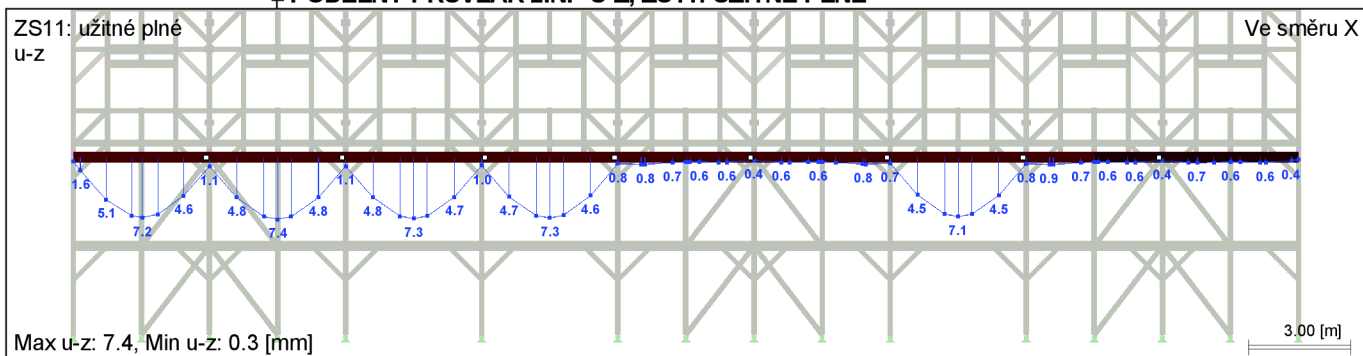


Projekt: \_\_\_\_\_ Úloha: **spodní stavba**

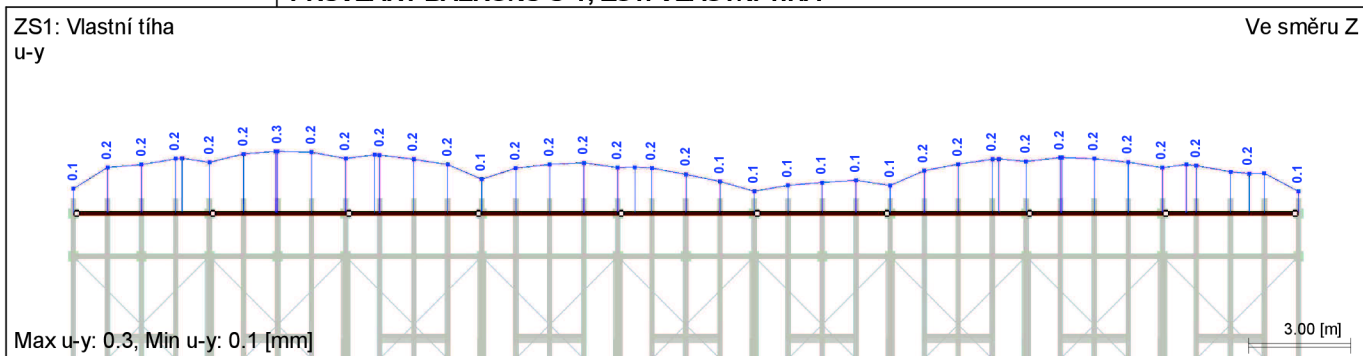
■ **PODÉLNÝ PRŮVLAK 2.NP U-Z, ZS10: VÍTR PODÉLNÝ**



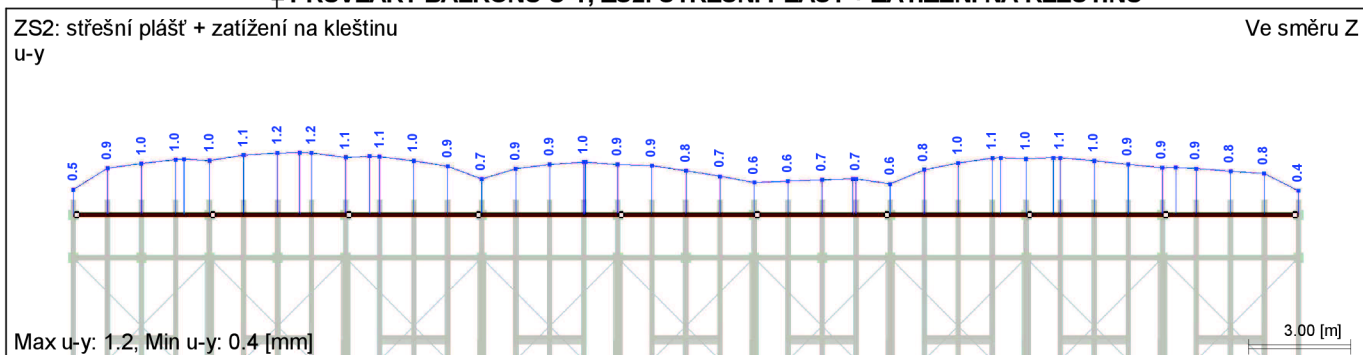
■ **PODÉLNÝ PRŮVLAK 2.NP U-Z, ZS11: UŽITNÉ PLNÉ**



■ **PRŮVLAKY BALKONU U-Y, ZS1: VLASTNÍ TÍHA**



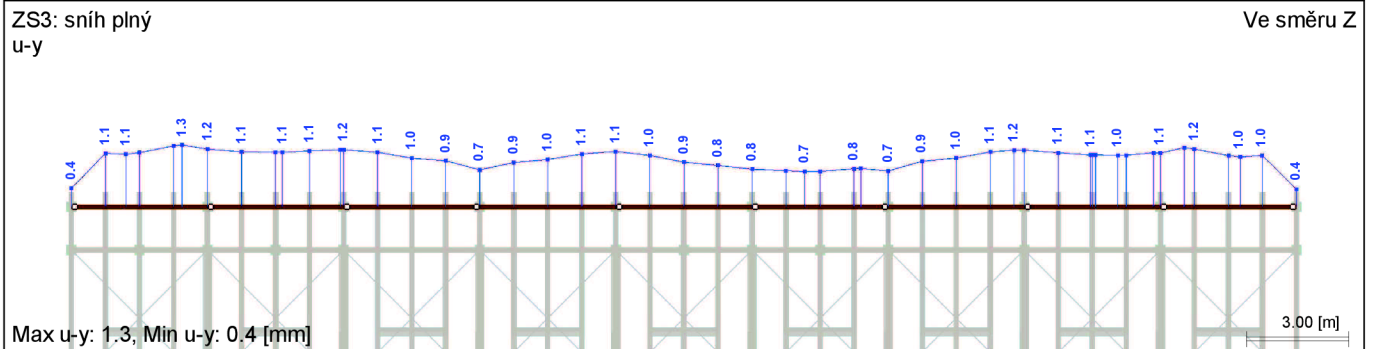
■ **PRŮVLAKY BALKONU U-Y, ZS2: STŘEŠNÍ PLÁŠŤ + ZATÍŽENÍ NA KLEŠTINU**



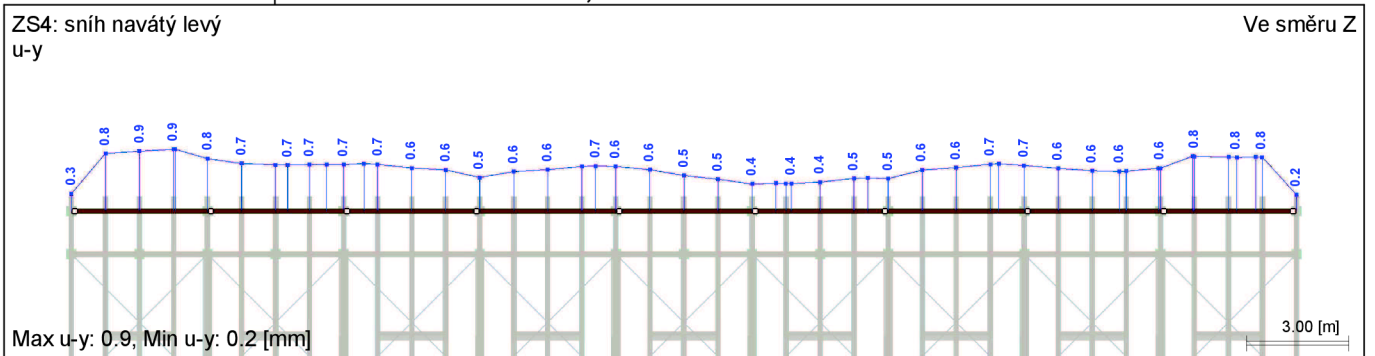


Projekt: \_\_\_\_\_ Úloha: **spodní stavba**

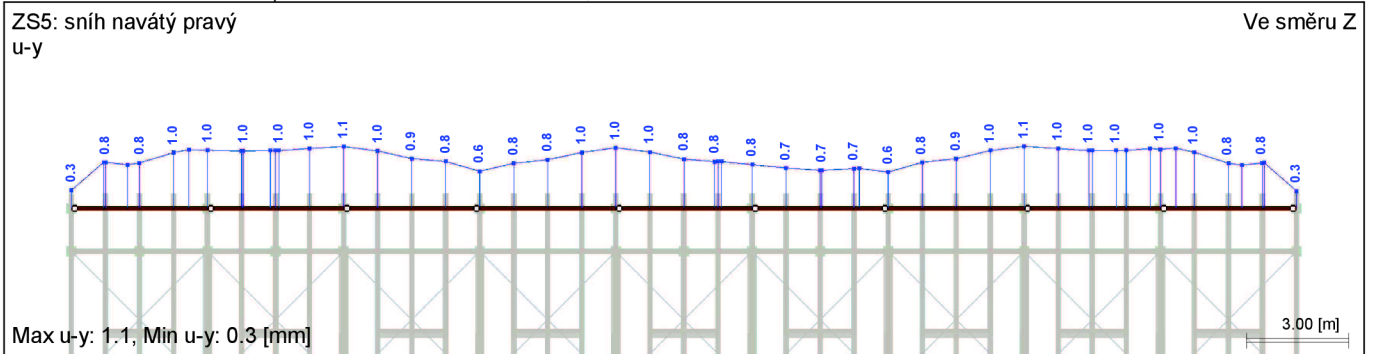
■ PRŮVLAKY BALKONU U-Y, ZS3: SNÍH PLNÝ



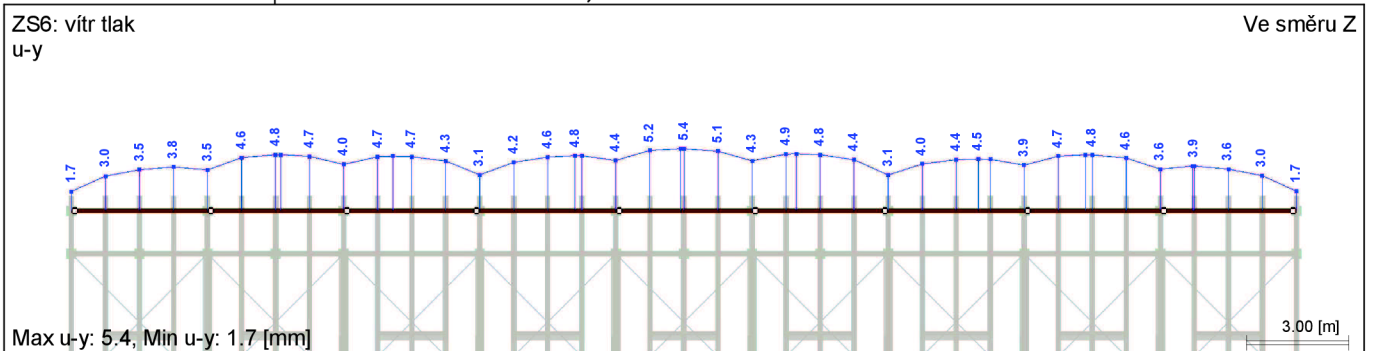
■ PRŮVLAKY BALKONU U-Y, ZS4: SNÍH NAVÁTÝ LEVÝ



■ PRŮVLAKY BALKONU U-Y, ZS5: SNÍH NAVÁTÝ PRAVÝ



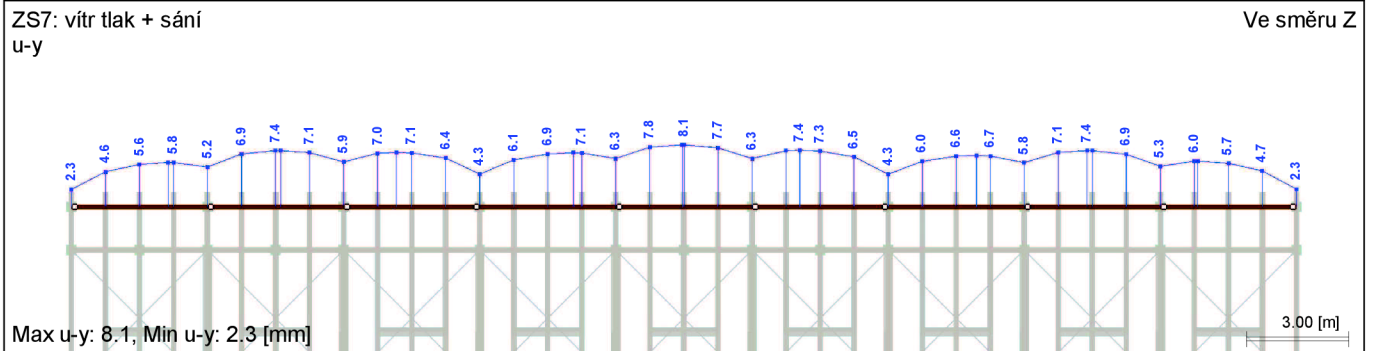
■ PRŮVLAKY BALKONU U-Y, ZS6: VÍTR TLAK



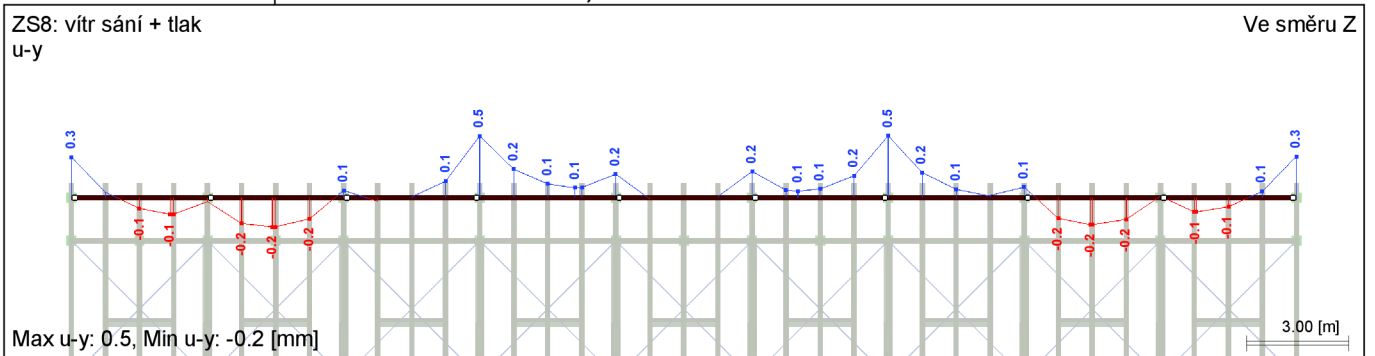


Projekt: Úloha: **spodní stavba**

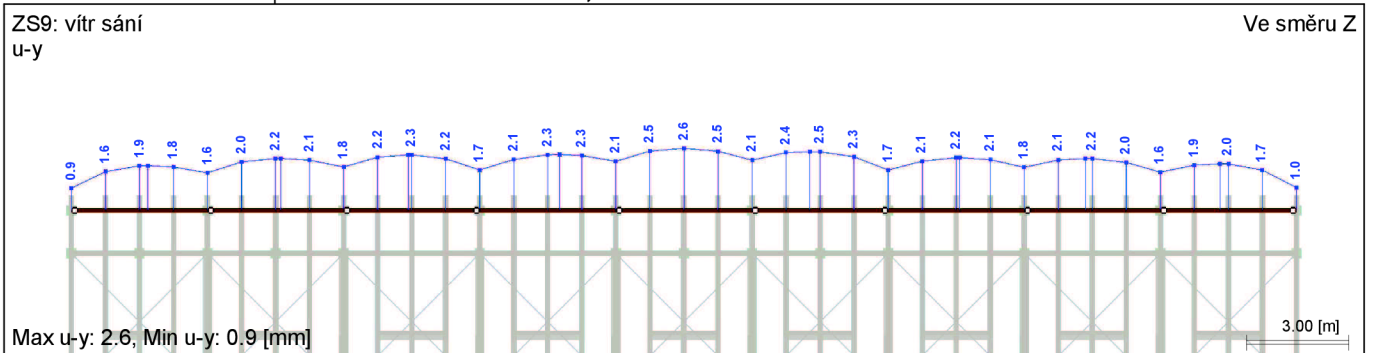
■ PRŮVLAKY BALKONU U-Y, ZS7: VÍTR TLAK + SÁNÍ



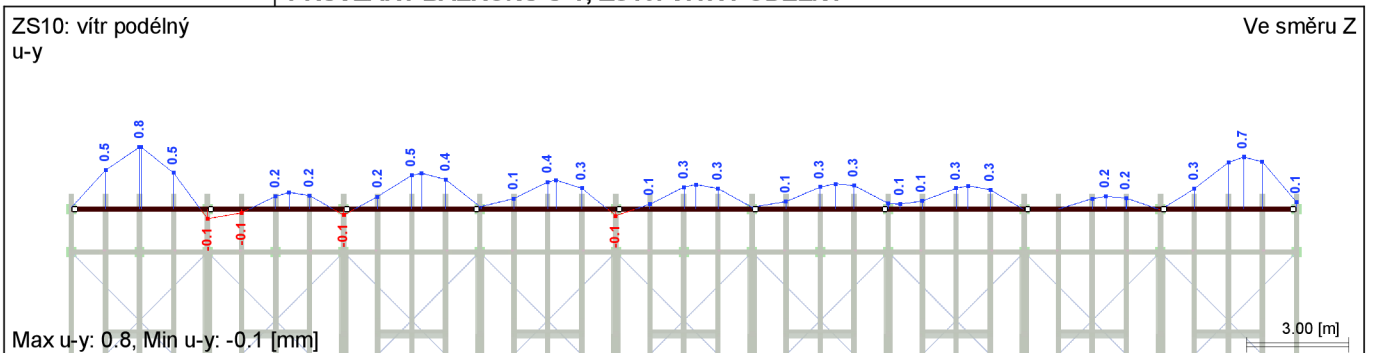
■ PRŮVLAKY BALKONU U-Y, ZS8: VÍTR SÁNÍ + TLAK



■ PRŮVLAKY BALKONU U-Y, ZS9: VÍTR SÁNÍ



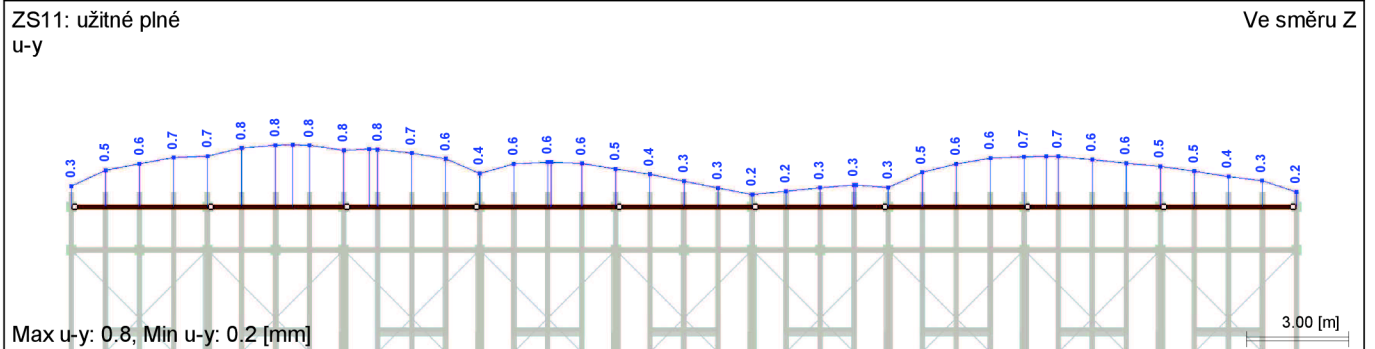
■ PRŮVLAKY BALKONU U-Y, ZS10: VÍTR PODÉLNÝ



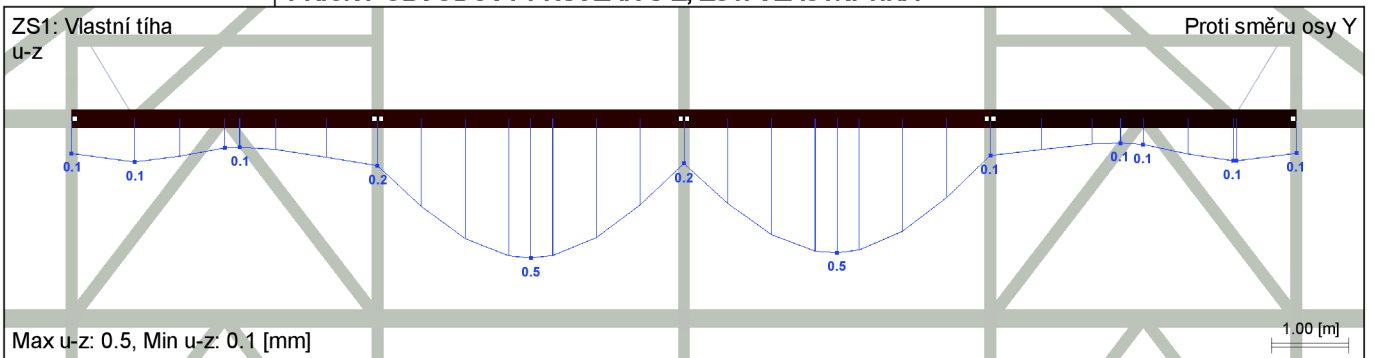


Projekt: Úloha: **spodní stavba**

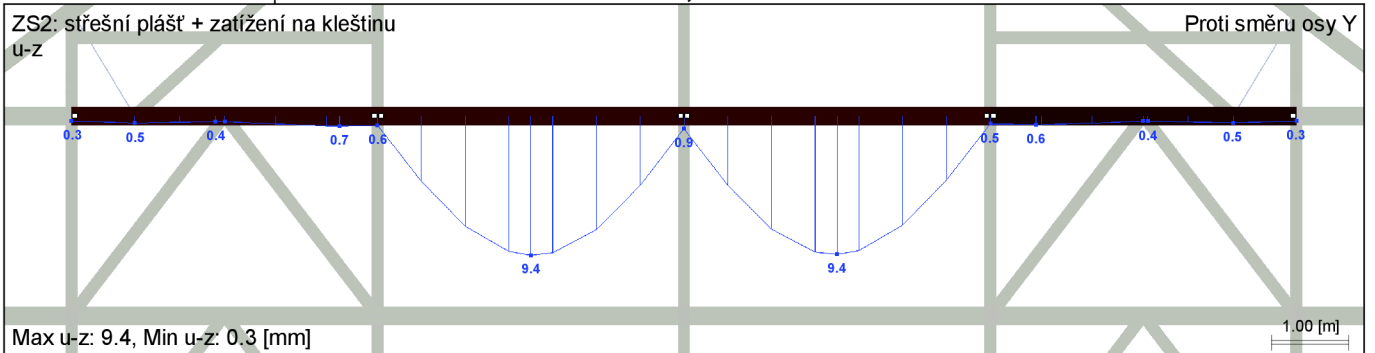
■ PRŮVLAKY BALKONU U-Y, ZS11: UŽITNÉ PLNÉ



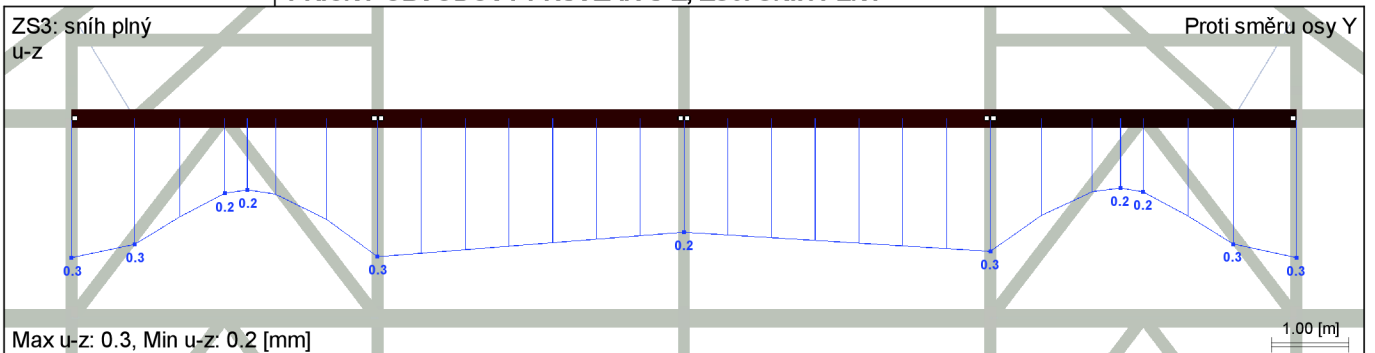
■ PŘÍČNÝ OBVODOVÝ PRŮVLAK U-Z, ZS1: VLASTNÍ TÍHA



■ PŘÍČNÝ OBVODOVÝ PRŮVLAK U-Z, ZS2: STŘEŠNÍ PLÁŠŤ + ZATÍŽENÍ NA KLEŠTINU



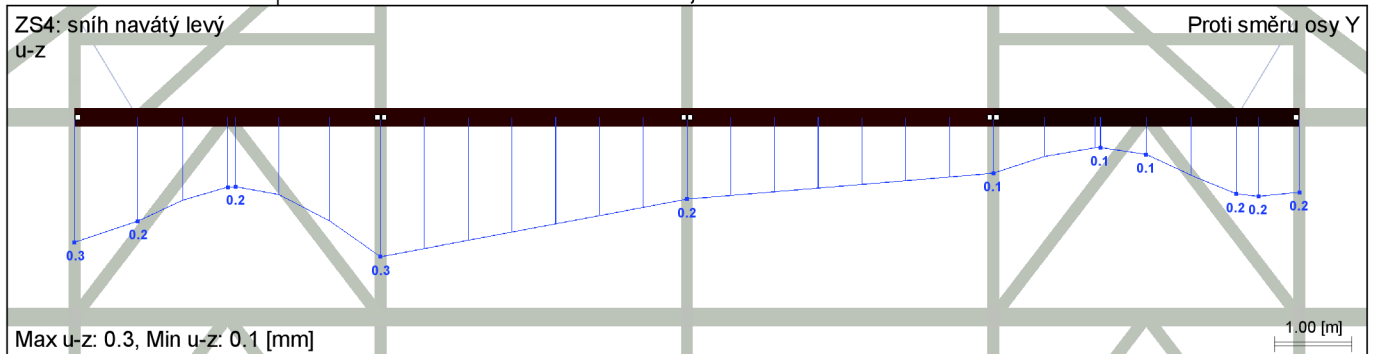
■ PŘÍČNÝ OBVODOVÝ PRŮVLAK U-Z, ZS3: SNÍH PLNÝ



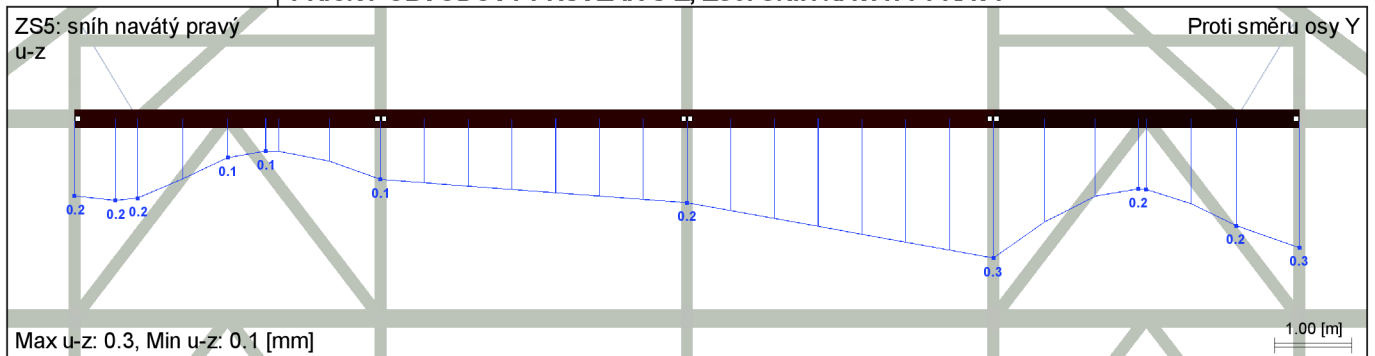


Projekt: \_\_\_\_\_ Úloha: **spodní stavba**

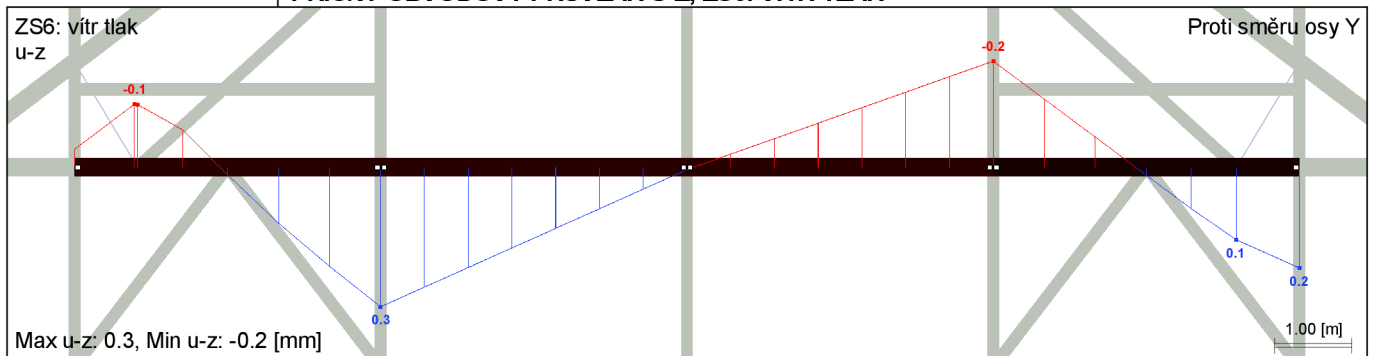
■ PŘÍČNÝ OBVODOVÝ PRŮVLAK U-Z, ZS4: SNÍH NAVÁTÝ LEVÝ



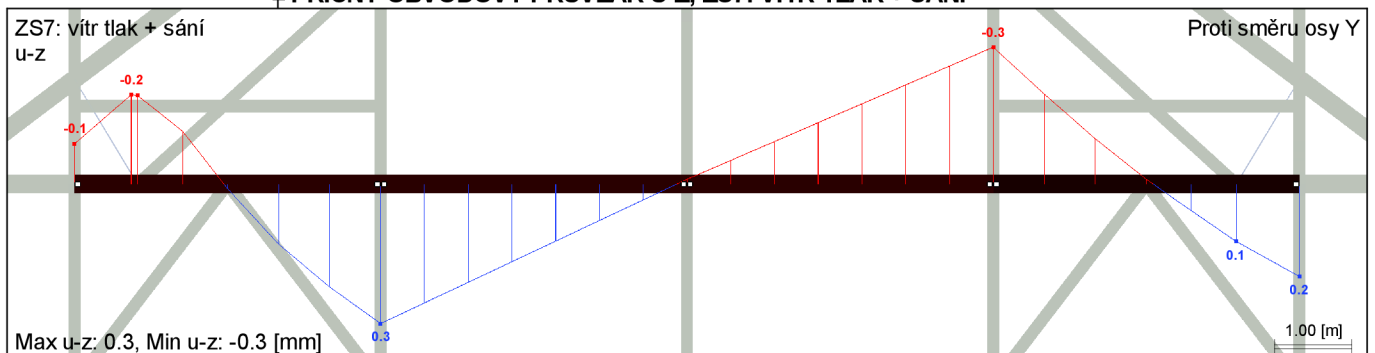
■ PŘÍČNÝ OBVODOVÝ PRŮVLAK U-Z, ZS5: SNÍH NAVÁTÝ PRAVÝ



■ PŘÍČNÝ OBVODOVÝ PRŮVLAK U-Z, ZS6: VÍTR TLAK



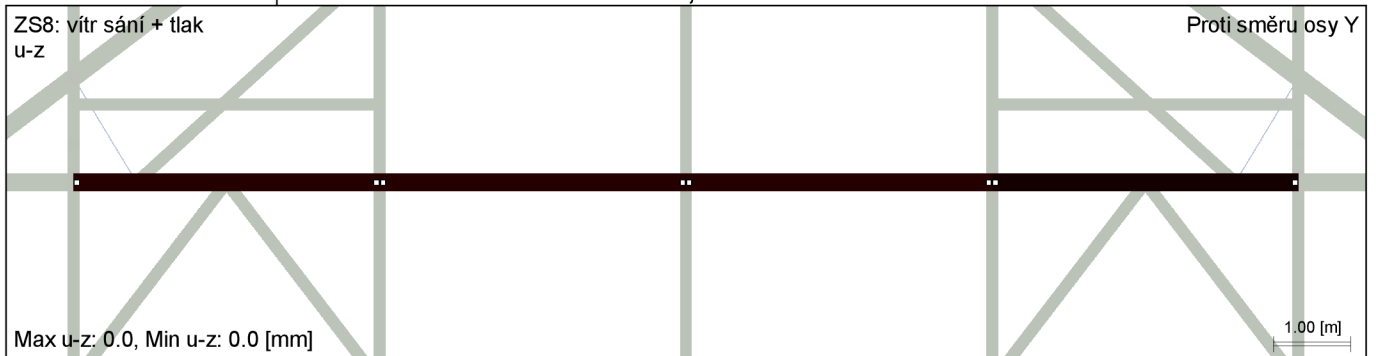
■ PŘÍČNÝ OBVODOVÝ PRŮVLAK U-Z, ZS7: VÍTR TLAK + SÁNÍ



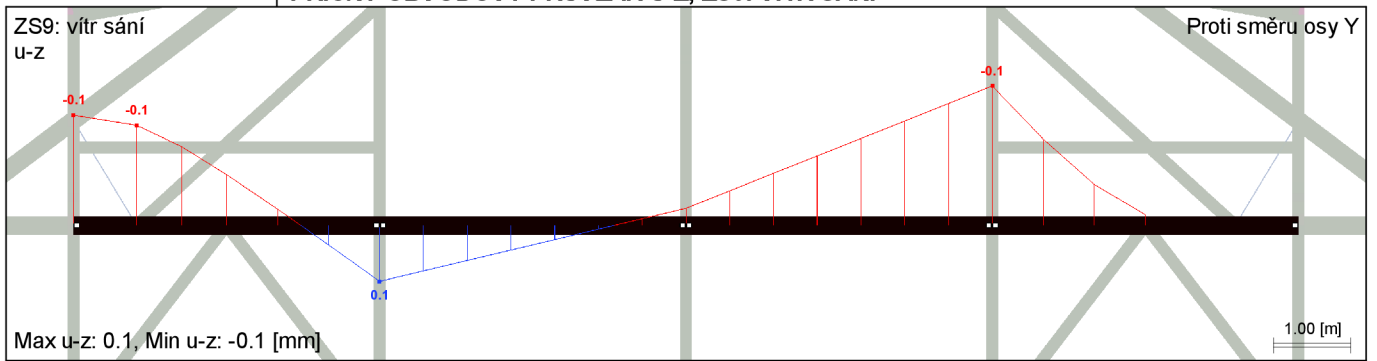


Projekt:                      Úloha: **spodní stavba**

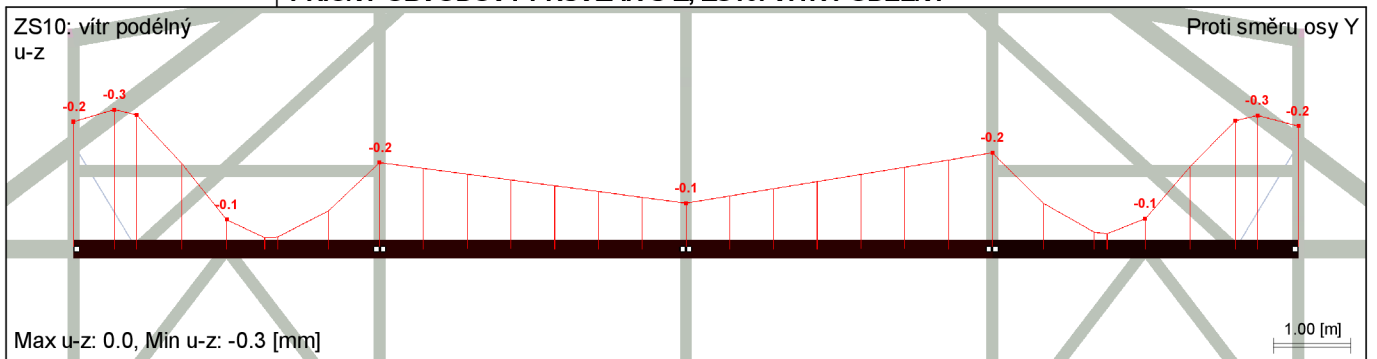
■ **PŘÍČNÝ OBVODOVÝ PRŮVLAK U-Z, ZS8: VÍTR SÁNÍ + TLAK**



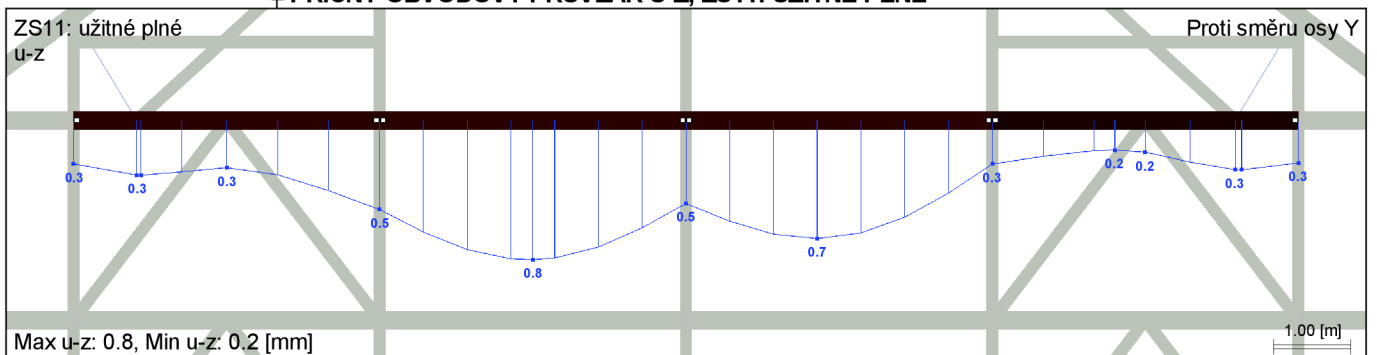
■ **PŘÍČNÝ OBVODOVÝ PRŮVLAK U-Z, ZS9: VÍTR SÁNÍ**



■ **PŘÍČNÝ OBVODOVÝ PRŮVLAK U-Z, ZS10: VÍTR PODÉLNÝ**



■ **PŘÍČNÝ OBVODOVÝ PRŮVLAK U-Z, ZS11: UŽITNÉ PLNÉ**





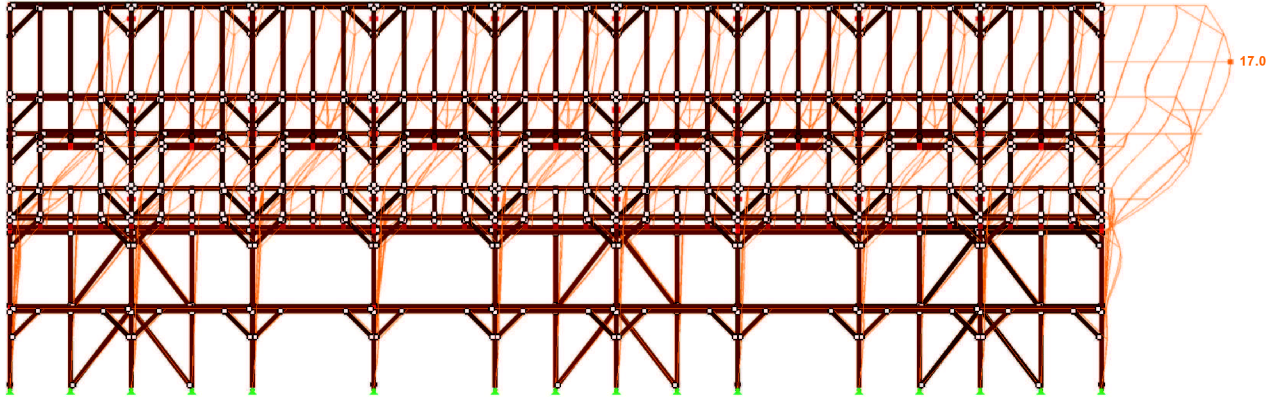


Projekt: \_\_\_\_\_ Úloha: **spodní stavba**

■ **PODÉLNÁ DEFORMACE KONSTRUKCE, KZS2: POUŽITELNOST - CHARAKTERISTICKÁ**

KZS2: Použitelnost - Charakteristická  
u-Y

Ve směru X



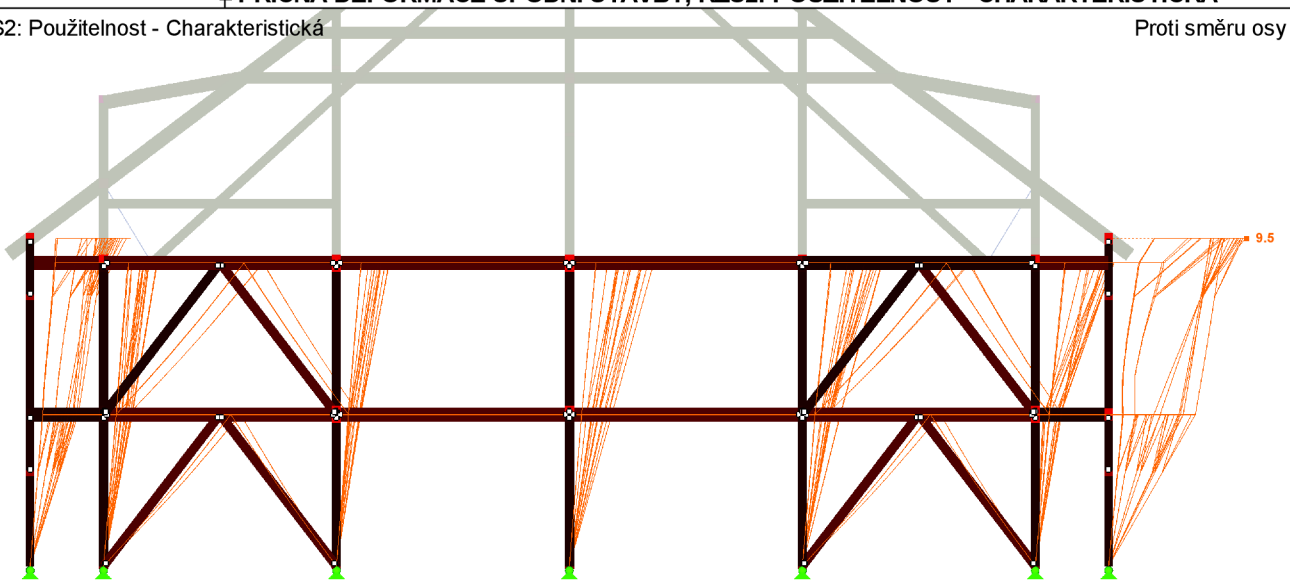
Max u-Y: 17.0, Min u-Y: 0.0 [mm]  
Součinitel pro deformace: 250.00

3.00 [m]

■ **PŘÍČNÁ DEFORMACE SPODNÍ STAVBY, KZS2: POUŽITELNOST - CHARAKTERISTICKÁ**

KZS2: Použitelnost - Charakteristická  
u-X

Proti směru osy Y



Max u-X: 9.5, Min u-X: 0.0 [mm]  
Součinitel pro deformace: 250.00

3.00 [m]