

**Část I.**  
**ZADÁNÍ**

## I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Galbavý** Jméno: **Pavel** Osobní číslo: **395573**  
Fakulta/ústav: **Fakulta stavební**  
Zadávající katedra/ústav: **Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí**  
Studijní program: **Stavební inženýrství**  
Studijní obor: **Konstrukce pozemních staveb**

## II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce:

**Odbavovací letištní hala v Ostravě**

Název diplomové práce anglicky:

**Airport terminal in Ostrava**

Pokyny pro vypracování:

Seznam doporučené literatury:

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) diplomové práce:

**doc. Ing. Martina Eliášová CSc., katedra ocelových a dřevěných konstrukcí FSv**

Jméno a pracoviště druhé(ho) vedoucí(ho) nebo konzultanta(ky) diplomové práce:

Datum zadání diplomové práce: **06.10.2016** Termín odevzdání diplomové práce: **08.01.2017**

Platnost zadání diplomové práce: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Podpis vedoucí(ho) práce

\_\_\_\_\_  
Podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

\_\_\_\_\_  
Podpis děkana(ky)

## III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Diplomant bere na vědomí, že je povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v diplomové práci.

\_\_\_\_\_  
Datum převzetí zadání

\_\_\_\_\_  
Podpis studenta

**Anotace:**

Cílem diplomové práce je návrh hlavních nosných prvků ocelové konstrukce odbavovací letištní haly v Ostravě. Rozměry objektu jsou 58,5m x 62,1m výška objektu je 12,5m v nejvyšším bodě pultové střechy. Nosnou konstrukci tvoří 9 kloubových rámu, které jsou ve své rovině i kolmo na svoji rovinu ztužena svislými ztužidly. Hlavní konstrukční materiál je ocel S355. Výpočet je proveden podle evropských norem zavedených do systému českých norem ČSN EN. Práce obsahuje statický výpočet, posouzení prvků konstrukce, návrh detailů konstrukce a výkresovou dokumentaci navrženého řešení.

**Klíčová slova:**

Ocelová hala, ocelová konstrukce, příhradový prostorový nosník, ocelobetonový strop, kloubový rám

**Annotation:**

The thesis is focused on a design of a main support element of steel structures of the airport terminal in Ostrava. The dimensions of the airport terminal are 58,5m x 62,1m and the height is 12,5m in the highest point of a shed roof. The supporting structure consists of 9 articulated frames, which are in the plane and perpendicular to their plane stiffened by vertical stiffeners. The main construction material is steel S355. The calculation is made according to the European Standards established in the Czech system of standards EN. The thesis includes a static calculation, an assessment of the elements of the structure, a design of structure details and drawings of a designed solution.

**Keywords:**

steel hall, steel structure, space truss, steel-concrete ceiling, articulated frames

**Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval samostatně, a že jsem uvedl všechny použité, informační zdroje.

V Praze dne.....

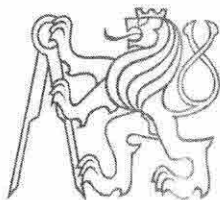
.....

Pavel Galbavý

**Poděkování:**

Na tomto místě bych chtěl poděkovat vedoucí mé diplomové práce doc. Ing. Martině Eliášové, Csc. za vedení práce, její pomoc a za připomínky ke zpracování práce. Dále děkuji firmě Kania a.s. za laskavé poskytnutí potřebných podkladů k mé práci.

Další velké díky patří mým rodičům, kteří mají největší zásluhu na tom, že jsem měl možnost studovat a kteří mě podporovali i při tvorbě této práce.



Část II.  
**TECHNICKÁ ZPRÁVA**

## Obsah

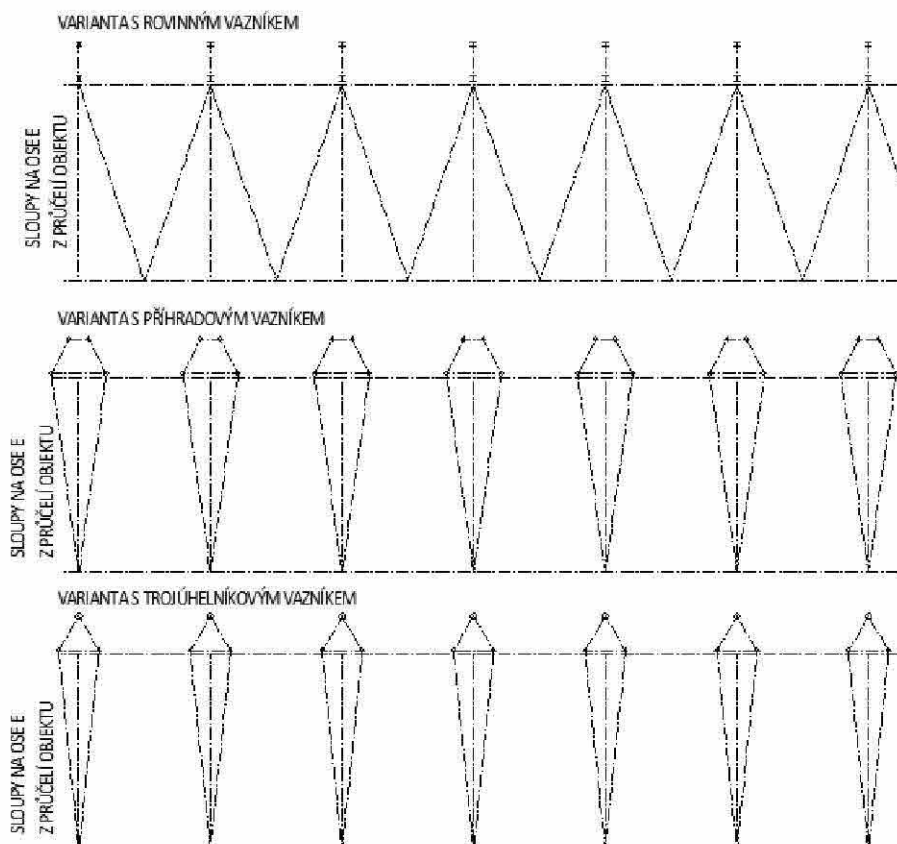
Obsah.....	1
1.Úvod.....	2
2.Popis konstrukce.....	2
2.1.Příhradová konstrukce.....	2
2.2.Skleněná podlaha.....	2
2.3.Skleněné zábradlí.....	3
2.4.Kotvení.....	3
3.Statické řešení nosné konstrukce.....	3
4.Zatížení konstrukce.....	4
5.Materiály.....	4
6.Provádění a montáž konstrukce.....	5
7.Protikorozní ochrana ocelové konstrukce.....	6
8.Ochrana ocelové konstrukce proti požáru.....	6
9.Normy a literatura.....	7

## 1. Úvod

Obsahem této diplomové práce je řešení ocelové konstrukce letištní odbavovací haly v Ostravě. Nosná konstrukce je ocelový kloubový rám v kombinaci s vnitřními ocelobetonovými stropy. Letištní hala se nachází v areálu letiště Leoše Janáčka v Ostravě. Třída provedení konstrukce EXC2 (zatříděno dle ČSN EN 1090-2+A1: Provádění ocelových konstrukcí a hliníkových konstrukcí – část 2: technické požadavky na ocelové konstrukce).

## 2. Variantní řešení

V první fázi návrhu konstrukce a jeho řešení byly uvažovány tři varianty. Rovinný vazník nad hlavní částí, trojúhelníkový a lichoběžníkový vazník. Varianty byly vymodelovány a zatíženy jednotkovými silami a byl proveden stabilitní výpočet pro porovnání jejich stability. Nejméně stabilní vyšla varianta s rovinným vazníkem, jelikož z důvodu velkého prostoru, který je vazník nucen překlenout a výšky vazníku 1,75m nevycházely prvky příhrady ekonomicky a z tohoto důvodu by bylo třeba provádět svislé ztužení v rovině střechy častěji než bylo nutné u dalších dvou variant. Varianta s lichoběžníkovým vazníkem byla stabilitním výpočtem vyhodnocena za srovnatelnou s vazníkem s trojúhelníkovým profilem. Avšak varianta s lichoběžníkovým vazníkem vycházela váhově více než varianta s trojúhelníkovým vazníkem. Dále by také varianta s





lichoběžníkovým vazníkem byla náročnější na styčníky a přípoje zejména na sloupy na ose D. Z těchto důvodů byla zvolena varianta s trojúhelníkovým vazníkem.

### 3. Popis konstrukce

#### 3.1. Střešní konstrukce

##### 3.1.1. Prostorový příhradový vazník

Nosnou část střechy nad vstupní částí haly tvoří prostorové příhradové vazníky průřezu rovnostranného trojúhelníka o délce strany 2m (1 horní pás, dva pásy spodní). Výška vazníku 1,75m a délka 45,5m. Vazníky jsou ve spádu 3%. Jeden vazník je uložen kloubově na dvojici sloupů v ose E a D (viz dále – sloupy). Vazník je vyložený před jihovýchodní část fasády o 10,5m – od tohoto místa se výška vazníku pozvolna snižuje. Vazník je rozdělen z důvodu dopravy na 2 části v místě minimálního namáhání normálových sil – přípoj je navržen jako šroubovaný přes čelní desku. Vazníky jsou osově vzdáleny 6,5m.

Styčníky vazníku jsou svařované a veškeré prvky vazníku jsou navrženy z trubek CHS a oceli S355. V místě styčnic horního pásu a mezipásových prutů je umístěna tenkostěnná Z vaznice střechy, která je uvažována jako spojitá. Vazníky jsou mezi sebou rozepřeny rozpěrami a tuhost v rovině střechy a přenos vodorovných sil do svislých ztužidel konstrukce je zajištěno vodorovnými ztužidly (systém táhel macalloy) v rovině horních pásů vazníků.

##### Přehled prvků prostorového příhradového vazníku:

horní pás	CHS 273,0x8,0
dolní pásy	CHS 193,7x6,3
svislé diagonály	CHS 88,9x5,0
vodorovné diagonály	CHS 88,9x4,0
stojky	CHS 76,1x4,0
stojky vazníku ve vyložené části	CHS 60,3x4,0
stojky na ose E	CHS 88,9x5,0

##### 3.1.2. Rovinný vazník nad odbavovací částí

Zastřešení nad odbavovací částí (mezi osami A až D) je vyřešeno pomocí rovinného příhradového nosníku z uzavřených válcovaných profilů MSH. Uložení je provedeno kloubově na dvojici sloupů jako prostý nosník. Výška vazníku je klesající 1,8m až 1m.

Osová vzdálenost vazníků je 6,5m. tuhost střešní roviny je zajištěna taktéž vodorovnými táhly macalloy a svislými ztužidly v rovině vazníku.

#### **Přehled prvků rovinného příhradového vazníku:**

horní pás	MSH 160x160x8,0
dolní pás	MSH 140x140x8,0
diagonály	MSH 100x60x5,0
stojky	MSH 100x50x4,0

### **3.2. Sloupy**

#### **3.2.1. Příhradové sloupy na ose A**

Sloupy jsou tvořeny dvojicí CHS trubek 193,7x6,3 která jsou v patě navařena na čelní desku z plechu P20 a dále po výšce se rozevírají pod úhlem 6° od svislice. Po výšce jsou trubky opatřeny dvojicí rozpěr z důvodu zkrácení vzpěrných délek. Součástí tohoto sloupu je trubka na uchycení prosklené fasády. Tato trubka je také navařena v patě sloupu na plech P20 a dále po výšce je od svislice odkloněna pod úhlem 11°. Tento sloupek pro uchycení fasády je s dvojicí hlavních nosních sloupů propojen diagonálami. Přenos zatížení do základové patky je zajištěn pomocí odlitku z oceli S355 (viz výkres detaily) a dále pomocí čepového přípoje. Čep je přivařen k patnímu plechu P25 a tento je pak přikotven dvojicí šroubů HIT-V M30 do předvrtaných otvorů na chemii HILTI HIT-HY 200 do min. hloubky 270mm k zákl. ŽB patce.

Proti vodorovnému posunutí sloupu slouží smyková zarážka IPE100, která je přivařena na plnou únosnost profilu z druhé strany patního plechu.

#### **3.2.2. Vetknuté sloupy na ose D**

Sloupy jsou z profilů HEB 260. Délka sloupů je 9,25m. Ve výšce 2,9m ke sloupu připevněna stropnice (na pásnici) a průvlak (na stojinu) ocelobetonového stropu nad 1.NP. Pata sloupu je přivařena na patní plech tl. 25mm. Sloup je v patě opatřen výztuhami a je dodatečně kotven do základové patky čtveřicí šroubů HIT-V M27 do předvrtaných otvorů na chemii HILTI HIT-HY 200 do min. hloubky 270mm.

Proti vodorovnému posunutí sloupu slouží smyková zarážka IPE100, která je přivařena na plnou únosnost profilu z druhé strany patního plechu.

#### **3.2.3. Sloupy na ose A**

Sloupy jsou z profilů HEB 260. Délka sloupů je 9,25m. Ve výšce 2,9m ke sloupu připevněna stropnice (na pásnici) a průvlak (na stojinu) ocelobetonového stropu nad 1.NP. Pata sloupu je přivařena na Patní plech tl. 25mm. Sloup je dodatečně kotven do

základové patky čtveřicí šroubů HIT-V M27 do předvrtaných otvorů na chemii HILTI HIT-HY 200 do min. hloubky 270mm. V místě svislých ztužidel je k patnímu plechu přivařen také plech pro uchycení diagonály ztužidla.

Proti vodorovnému posunutí sloupu slouží smyková zarážka IPE100 , která je přivařena na plnou únosnost profilu z druhé strany patního plechu.

#### **3.2.4. Sloupy pod ocelobetonovým stropem**

Sloupy jsou z profilů HEA 220. Délka sloupů je 3,1m. Sloup je nahoře zakončen plechem přivařeným z čela profilu tak, aby horní hrana plechu byla ve stejné úrovni jako horní hrana průvlaku a stropnic. Pata sloupu je přivařena na Patní plech tl. 25mm. Sloup je dodatečně kotven do základové patky čtveřicí šroubů HIT-V M27 do předvrtaných otvorů na chemii HILTI HIT-HY 200 do min. hloubky 270mm. V místě svislých ztužidel je k patnímu plechu přivařen také plech pro uchycení diagonály ztužidla.

Proti vodorovnému posunutí sloupu slouží smyková zarážka IPE100 , která je přivařena na plnou únosnost profilu z druhé strany patního plechu.

#### **3.2.5. Obvodové sloupy fasády na osách 1 a 10**

Sloupy jsou z profilů HEA 300. Délka sloupů je 8,3 až 9,7m. Sloupy jsou s vazníkem spojeny kluzným přípojem (oválný otvor pro šroub) umožňující svislou deformaci vazníku, aniž by tímto zatěžoval sloup. Sloupy slouží jako pomocná konstrukce pro fasádní systém a na ose 10 také jako podpora pro průvlaky ocelobet. stropu. Pata sloupu je přivařena na patní plech tl. 25mm. Sloup je dodatečně kotven do základové patky čtveřicí šroubů HIT-V M27 do předvrtaných otvorů na chemii HILTI HIT-HY 200 do min. hloubky 270mm. V místě svislých ztužidel je k patnímu plechu přivařen také plech pro uchycení diagonály ztužidla.

Proti vodorovnému posunutí sloupu slouží smyková zarážka IPE100 , která je přivařena na plnou únosnost profilu z druhé strany patního plechu.

### **3.3. Ocelobetonový strop**

Ocelobetonový strop je tvořen stropnicemi, průvlaky a trapézovým plechem jako bednění pro betonovou směs. Průvlaky a stropnice jsou navrhovány jako prosté nosníky s přípoji ke sloupům přes čelní desku. Dolní pásnici nosníku je ovšem zabráněno posunu a je také k čelní desce přivařena – dovolí vytvořit spojitý nosník po zmonolitnění. Strop je prováděn bez podepření. Ocelobetonový strop je navržena na částečné spřažení z důvodů omezených možností umístění trnů pro plné spřažení.

Spřahovací prostředky jsou navrženy jako přivařené trny do spodní vlny trapézového plechu. Do plechu bude předem vytvořen otvor, trny nebudou přivařovány skrz

trapézový plech – navržené trny: ocel S235, průměr 22mm délka 100mm. Navržený TR plech je 50/260 tl. 1,25mm a je kladen na nosníky vlnou rovnoběžně s osou průvlatku.

Betonářská výztuž bude ukládána na distanční prvky tak, aby bylo zajištěno krytí výztuže od horního povrchu desky 20mm. Betonářská výztuž je navržena z profilů o průměru 6mm a po vzdálenosti 150mm v obou směrech (alt. použít síť). Při výpočtu bylo uvažováno, že beton v tahu nepůsobí.

Průvlatky jsou z profilů IPE 330 a 360 a IPE 270 v krajích – osová vzdálenost průvlatků viz výkres dispozice. Stropnice jsou IPE 220 – osová vzdálenost je vždy 1,6m.

V místě otvoru budou umístěny eskalátory.

#### **4. Statické řešení nosné konstrukce**

Pro výpočet vnitřních sil a pro celkovou analýzu konstrukce byl použit prostorový výpočetní model v programu scia engineer 16. Ocelobetonový strop byl v tomto modelu použit pouze pro simulaci tuhé stropní desky a jako zatížení vlastní vahou na svislé nosné konstrukce. Pro výpočet vnitřních sil na spojitém ocelobetonovém nosníku byl vytvořen rovinný model. Posudek ocelobet. stropu jsem provedl výpočtem dle platné ČSN EN 1994-1-1. Pro usnadnění jsem použil program Openoffice calc 4.1.

Prostorový model konstrukce byl posouzen pomocí teorie 2. řádu a v programu SCIA byl proveden stabilitní a nelineární výpočet. Jelikož při návrhu prvků na vnitřní síly od lineárních kombinací vyšel součinitel kritického zatížení konstrukce  $< 10$ , rozhodl jsem se provést stabilitní a nelineární výpočet konstrukce a prvky jsem posoudil na vnitřní síly z kombinací pro nelineární výpočet. Do konstrukce byly zavedeny nelinearity nakloněním soustavy ve dvou směrech (dle ČSN EN 1993-1-1.)

## 5. Zatížení konstrukce

Zatížení bylo stanoveno na základě ČSN EN 1991 Zatížení konstrukcí.

**Byla uvažována následující stálá zatížení:**

Vlastní tíha příhradové konstrukce

Tíha střešního pláště

Tíha skladby podlahy ocelobetonové stropní konstrukce

Tíha obvodového pláště

**Pro proměnná zatížení působící na konstrukci během provádění výstavby a po celou dobu její životnosti byly uvažované následující hodnoty:**

Klimatické zatížení sněhem se základní tíhou sněhu na zemi  $s_k=0,93 \text{ kN.m}^{-2}$  odpovídající umístění objektu v Mošnově u Ostravy

(hodnota  $s_k$  dle serveru [www.snehovamapa.cz](http://www.snehovamapa.cz))

Klimatické zatížení větrem se základní hodnotou rychlosti větru  $V_{b,0}=25\text{m.s}^{-1}$  odpovídající II. větrné oblasti (Mošnov). Výpočet zatížení větrem na objekt bylo provedeno v programu FIN-EC Zatížení v5.0

užitné zatížení, kategorie C – plochy kde dochází ke shromažďování lidí,  $q_k = 5,0 \text{ kN/m}^2$

Jednotlivé kombinace jsou popsány v části zatížení a kombinace.

## 6. Materiály

**Základní materiály prvků:**

*Konstrukční ocel – S355*

*trapézové plechy – S320*

*vaznice – S350 GD*

*vodorovné ztužení ve střešní rovině – S460*

**Materiál přípojovacích prostředků:**

**šrouby**

z materiálu 8.8:

minimální pevnost v tahu

$R_m = 800 \text{ MPa}$

minimální mez kluzu

$R_e = 640 \text{ MPa}$

**kotevní šrouby**

kotevní šrouby HILTI HIT-V-5.8(F):

minimální pevnost v tahu  $R_m = 500 \text{ MPa}$

minimální mez kluzu  $R_e = 400 \text{ MPa}$

kotevní chemie:

vytlačovací epoxidová hmota HILTI HIT-HY 200

**svary** použité elektrody jsou ekvivalentní oceli S 355

### **Železobeton – ocelobetonový strop**

beton třídy C 25/30

betonářská výztuž B500B

spřahovací trny S235

## **7. Provádění a montáž konstrukce**

Ve výrobním závodě proběhne výroba konstrukce v souladu s ČSN EN 1090-2+A1 (Provádění ocelových konstrukcí a hliníkových konstrukcí. Část2: Technické požadavky na ocelové konstrukce), ČSN 73 2611 (Mezní úchytky rozměrů ocelových konstrukcí). Materiál musí být zbaven hrubých nečistot a vyrovnán v rámci mezních úchytek stanovených v ČSN 73 2611. Povrchové vady musí být obroušeny s plynulým přechodem do základního materiálu. Konstrukční díly jsou v zásadě svařené celky konstrukce, které se na stavbě pouze smontují pomocí šroubových přípojů.

Prvky jsou navrženy z oceli S355 ( $f_y=355\text{MPa}$ ,  $f_u=510\text{MPa}$ ). Šrouby jsou navrženy pevnostní třídy 8.8. Navržené svary musí být prováděny dle norem a musí je provádět proškolený svářeč s průkazem odborné kvalifikace svářeče.

Po vytvrdnutí betonové směsi v základových konstrukcích budou osazeny sloupy, které budou umístěny s potřebnou přesností a urovnaný do svislé polohy a budou vyklínovány. Tyto sloupy budou po dobu montáže celé haly provizorně podepřeny, aby nedošlo k jejich vychýlení od svislice. Dále bude na sloupy uložen prostorový příhradový vazník, který bude pomocí šroubových spojů uchycen ke sloupům. Z důvodu větší stability konstrukce při montáži je výhodné aby započala montáž od středu ( v první fázi budou zhotoveny rámy mezi osami 5 a 6, tyto se mezi sebou rozpěrami a svislými diagonálami ve střešní rovině stabilizují a dále bude montáž postupovat na obě strany a vždy se další rám rozpěrami a diagonálami ve střešní rovině stabilizuje o stávající, již stojící rámy). Po dobu celé montáže budou sloupy podepřeny. Sloupy budou dále ukotveny k základovým konstrukcím – bude dodatečně vyvrtán otvor pro osazení chemické kotvy. Vytvořené otvory je nutno řádně vyčistit a překontrolovat stav betonové patky, zda případné vzniklé trhliny jsou v souladu s použitou technologií

kotvení. Mezi patní plechy sloupů a patek bude vtačována speciální expanzivní cementová kaše potřebné pevnosti, která zajistí přenos tlakových a smykových sil do základové konstrukce. Po vyzrání této hmoty budou odstraněny klíny a na kotevní šrouby budou opatřeny matkami.

V poslední fázi bude konstrukce opatřena ztužujícími prvky (svislá stěnová ztužidla, vodorovná střešní ztužidla). Na vazníky budou umístěny vaznice a trapézové plechy, a další skladby střešního pláště. Na sloupy uvnitř dispozice budou přišroubovány přes čelní desky stropnice a průvlaky. Na ně bude uložen trapézový plech s připravenými otvory na přivaření spřahovacích prostředků. Před samotnou betonáží bude umístěna na distanční prvky betonářská výztuž. Betonáž bude prováděna bez podepření nosníků. po zmonolitnění betonového stropu – po vytvrdnutí betonu a po umístění veškerých ztužujících prvků budou provizorní montážní podpěry odstraněny.

Poznámka: jelikož není stavba v zastavěné části obce a není k ní přístup po komunikaci omezen, je uvažováno že prostorový vazník délky cca 45,5m rozdělen na dvě části v místě nejmenšího namáhání. Přípoj je šroubový přes čelní desku. Před zdvyžením bude vazník sešroubován na zemi a v celku zdvyžen na sloupy.

## 8. Protikorozní ochrana ocelové konstrukce

Prvky budou na stavbu dodány se základovým nátěrem. Na stavbě bude konstrukce opatřena druhým nátěrem a nakonec finálním lakem. Aby bylo prokazatelné, že veškeré nátěry byly provedeny, doporučuje se použít pro každou vrstvu jiná barva.

Protikorozní ochrana všech prvků ocelové konstrukce bude zajištěna ve výrobním závodě antikorozním nátěrem pro korozní prostředí v interiéru podle platných norem. Ochrana se uvažuje na dobu 25-50 let. Kategorie agresivity prostředí C1 – vytápěné budovy s čistou atmosférou. Nátěr dle platných ČSN EN ISO 12944 – 5 není pro kategorii C1 nutný, je-li požadován, lze využít pro návrh kategorii C2.

Základní nátěr: 2xSANAKRYL antikor AY/ML

Mezi nátěr: 2xSANAKRYL antikor AY/ML

Vrchní nátěr: 2xSANAKRYL mat PROFI/AY

## 9. Ochrana ocelové konstrukce proti požáru

Není předmětem této práce

## 10. Normy a literatura

### Normy:

- [1] ČSN EN 1993-1-1 Navrhování ocelových konstrukcí. Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- [2] ČSN 73 2601 Provádění ocelových konstrukcí
- [3] ČSN 73 2611 Úchyly rozměrů a tvarů ocelových konstrukcí
- [4] ČSN EN 1991-1-3 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem
- [5] ČSN EN 1991-1-4 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí Část 1-4: Obecná zatížení Zatížení větrem.
- [6] ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
- [6] ČSN EN 1994-1-1 Navrhování sprážených ocelobetonových konstrukcí – část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- [7] ČSN EN 1993-1-8 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-8: Navrhování styčníků
- [8] ČSN EN 10027-1 Systémy označování ocelí část 1: Stavba značek ocelí
- [9] ČSN EN 1090-2 Provádění ocelových konstrukcí a hliníkových konstrukcí - Část 2 Technické požadavky na ocelové konstrukce
- [10] ČSN EN ISO 12944 Nátěrové hmoty – Protikorozní ochrana ocelových konstrukcí ochrannými nátěrovými systémy

### Učebnice, skripta:

- [11] SOKOL, Zdeněk a František WALD. Ocelové konstrukce: tabulky. 2., přeprac. vyd. V Praze: České vysoké učení technické, 2010, 81 s. ISBN 978-80-01-04655-5.
- [12] VRANÝ, Tomáš, Michal JANDERA a Martina ELIÁŠOVÁ. Ocelové konstrukce 2. Vyd. 2., přeprac. V Praze: České vysoké učení technické, 2009, 149 s. ISBN 978-80-01-04368-4.
- [13] ELIÁŠOVÁ, Martina a Zdeněk SOKOL. Ocelové konstrukce 1: příklady. 3. vyd. V Praze: České vysoké učení technické, 2013, 83 s. ISBN 978-80-01-05214-3.
- [14] STUDNIČKA, Jiří. Ocelobetonové konstrukce 20. Vyd. 1. Praha: ČVUT, 2002. 148 s. ISBN 80-01-02598-5.

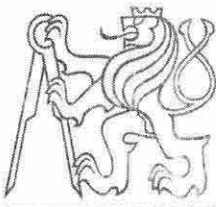
### Technické podklady výrobců:

- [15] [http://www.sariv.cz/\\_files/sariv-nemcik-89334c184ac001ccb3cfecff9c6067c5/sd.pdf](http://www.sariv.cz/_files/sariv-nemcik-89334c184ac001ccb3cfecff9c6067c5/sd.pdf)
- [16] [http://www.tension.cz/www/media/files/pdf-k-pripojeni\\_12/macalloy-system-konstrukcnich-tahel\\_57.pdf](http://www.tension.cz/www/media/files/pdf-k-pripojeni_12/macalloy-system-konstrukcnich-tahel_57.pdf)
- [17] <http://www.barvy-eternal.cz/na-kovy>
- [18] [http://svf.uniza.sk/kskm/web/pomocky/bc/kk2/Trapezove\\_profily.pdf](http://svf.uniza.sk/kskm/web/pomocky/bc/kk2/Trapezove_profily.pdf)
- [19] [http://kovprof.cz/wp-content/uploads/2013/04/VaznicePazdiky\\_profilyZCS\\_prirucka.pdf](http://kovprof.cz/wp-content/uploads/2013/04/VaznicePazdiky_profilyZCS_prirucka.pdf)
- [20] [https://www.hilti.cz/medias/sys\\_master/documents/h76/9159902429214/Katalog\\_pro\\_projektanty\\_2015\\_2016\\_Certifikat\\_ASSET\\_DOC\\_LOC\\_5060330.pdf](https://www.hilti.cz/medias/sys_master/documents/h76/9159902429214/Katalog_pro_projektanty_2015_2016_Certifikat_ASSET_DOC_LOC_5060330.pdf)

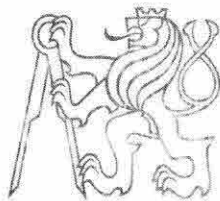
### Software:

- [21] Allplan 2016
- [22] Scia Engineer 16.0.2038
- [23] FIN EC – Zatížení, verze 5.13





**Část III.**  
**STATICKÝ VÝPOČET**



## 3.01 – ZATÍŽENÍ

# ZATÍŽENÍ

## 1.01. ZATÍŽENÍ NA STŘECHU

stálé	ZŠ [m]	Charakteristické [kN/m <sup>2</sup> ]	χ	Návrhové [kN/m <sup>2</sup> ]
Hydroizolační fólie ALKORPLAN ρ= 2,2 kg/m <sup>2</sup> tl.= 0,0018 m		0,02	1,35	0,03
Tepelná izolace XPS tl. 170mm ρ= 45 kg/m <sup>3</sup> tl.= 0,17 m		0,08	1,35	0,10
TR plech 55/260 tl. 1,25mm ρ= 11,97 kg/m <sup>2</sup> tl.= 0,0125 m		0,12	1,35	0,16
	<b>Σg</b>	<b>0,22</b>		<b>0,29</b>
<b>Proměnné</b>				
Užitné – kategorie H 0,75kN/m <sup>2</sup> q= 0,75 kN/m <sup>2</sup>		0,75	1,50	1,13
Zatížení sněhem s= 0,9 kN/m <sup>2</sup>		0,90	1,50	1,35
Zatížení větrem – viz část zatížení větrem				

## 1.02. ZATÍŽENÍ NA STŘEŠNÍ VAZNICE – V MÍSTĚ PROSTOROVÉHO VAZNÍKU

stálé	ZP [m]	Charakteristické [kN]	χ	Návrhové [kN]
Hydroizolační fólie ALKORPLAN ρ= 2,2 kg/m <sup>2</sup> tl.= 0,0018 m	11,4	0,25	1,35	0,34
Tepelná izolace XPS tl. 170mm ρ= 45 kg/m <sup>3</sup> tl.= 0,17 m	11,4	0,87	1,35	1,17
TR plech 55/260 tl. 1,25mm ρ= 11,97 kg/m <sup>2</sup> tl.= 0,0125 m	11,4	1,36	1,35	1,84
	<b>Σg</b>	<b>2,48</b>		<b>3,35</b>
<b>Proměnné</b>				
Užitné – kategorie H 0,75kN/m <sup>2</sup> q= 0,75 kN/m <sup>2</sup>	11,4	8,53	1,50	12,80
Zatížení sněhem s= 0,9 kN/m <sup>2</sup>	11,4	10,24	1,50	15,36
Zatížení větrem – viz část zatížení větrem				

-Zatížení na vazníky je do výpočtového modelu dáno bodově do uzlů vazníků. Zatěžovací plocha 1,75x6,5m

## 1.03 ZATÍŽENÍ NA STŘEŠNÍ VAZNICE – V MÍSTĚ PROSTOROVÉHO VAZNÍKU

stálé	ZP [m]	Charakteristické [kN]	χ	Návrhové [kN]
Hydroizolační fólie ALKORPLAN ρ= 2,2 kg/m <sup>2</sup> tl.= 0,0018 m	12,0	0,26	1,35	0,36
Tepelná izolace XPS tl. 170mm ρ= 45 kg/m <sup>3</sup>	12,0	0,92	1,35	1,24

tl.= 0,17 m TR plech 55/260 tl. 1,25mm $\rho = 11,97 \text{ kg/m}^2$ tl.= 0,0125 m	12,0	1,44	1,35	1,94
<b>Proměnné</b>	<b><math>\Sigma g</math></b>	<b>2,62</b>		<b>3,54</b>
Užitné – kategorie H 0,75kN/m <sup>2</sup> $q = 0,75 \text{ kN/m}^2$	12,0	9,02	1,50	13,53
Zatížení sněhem $s = 0,9 \text{ kN/m}^2$	12,0	10,82	1,50	16,23
Zatížení větrem – viz část zatížení větrem				

-Zatížení na vazníky je do výpočtového modelu dáno bodově do uzlů vazníků. Zatěžovací plocha 1,85x6,5m

#### 1.04 ZATÍŽENÍ OD SKLADBY PODLAHY 2.NP

stálé	ZŠ [m]	Charakteristické [kN/m <sup>2</sup> ]	$\chi$	Návrhové [kN/m <sup>2</sup> ]
ŽB deska, srov. tloušťka 120mm (odhad) + povrchová úprava - epox. stěrka $\rho = 2200 \text{ kg/m}^3$ tl.= 0,12 m		2,64	1,35	3,56
TR plech 60/235 tl. 1,25mm $\rho = 12,94 \text{ kg/m}^2$ tl.= 0,0125 m		0,13	1,35	0,17
<b>Proměnné</b>	<b><math>\Sigma g</math></b>	<b>2,77</b>		<b>3,74</b>
Užitné – kategorie C1 3,0kN/m <sup>2</sup> $q = 5 \text{ kN/m}^2$		5,00	1,50	7,50

#### 1.05 ZATÍŽENÍ OD PROSKLENÉ FASÁDY

stálé	ZŠ [m]	Charakteristické [kN/m]	$\chi$	Návrhové [kN/m]
Prosklená fasáda Aluprof $g = 80 \text{ kg/m}^2$ zat. šířka 6,5 m		5,20	1,35	7,02
	<b><math>\Sigma g</math></b>	<b>5,20</b>		<b>7,02</b>

-Zatížení na sloupy je do výpočtového modelu uvažováno jako spojitě rovnoměrné zatížení. Zatěžovací šířka 6,5m.

#### 1.06 ZATÍŽENÍ OD TEPELNĚ IZOLAČNÍCH STĚNOVÝCH PANELŮ

stálé	ZŠ [m]	Charakteristické [kN/m]	$\chi$	Návrhové [kN/m]
Panely kingspan KS1000 AWP tl. 120mm $g = 13,57 \text{ kg/m}^2$ zat. šířka 6,5 m		0,88	1,35	1,19
	<b><math>\Sigma g</math></b>	<b>0,88</b>		<b>1,19</b>

-Zatížení na sloupy je do výpočtového modelu uvažováno jako spojitě rovnoměrné zatížení. Zatěžovací šířka 6,5m.

#### 1.07 ZATÍŽENÍ OD ESKALÁTORŮ

stálé		ZŠ [m]	Charakteristické [kN/m(0,8)]	χ	Návrhové [kN/m(0,8)]
	Eskalátor schindler 9300AE type 10 30°-K, šířka 800mm				
	Reakce – spodní 52 kN	1,6	32,50	1,35	43,88
	Reakce – horní 57 kN	1,6	35,63	1,35	48,09
<b>Proměnné</b>					
	Užitné – kategorie C1 3,0kN/m <sup>2</sup> q=3 kN/m <sup>2</sup>				
	Reakce – spodní	1,6	28,80	1,50	43,20
	Reakce – horní	1,6	28,80	1,50	43,20

# ZATÍŽENÍ VĚTREM

Diplomová práce - Letištní odbavovací hala v Ostravě  
Vypracoval: Pavel Galbavý

## Projekt

Datum : 31. 10. 2016

## Norma

Použita národní příloha pro Česko

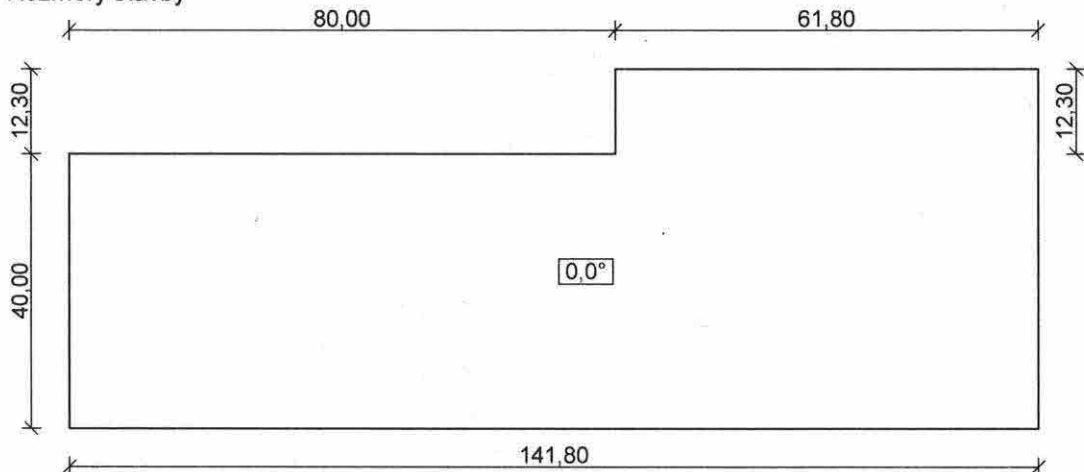
## 1 Protokol zatížení: Zatížení větrem na střechu

Zatížení podle ČSN EN 1991-1-4

Větrná oblast:		II
Rychlost větru	$v_{b,0}$	= 25,00 m/s
Kategorie terénu:		I
Referenční výška budovy	$z_e$	= 12,30 m
Součinitel směru větru	$c_{dir}$	= 1,00
Součinitel ročního období	$c_{season}$	= 1,00
Měrná hmotnost vzduchu	$\rho$	= 1,250 kg/m <sup>3</sup>
Součinitel orografie	$c_o$	= 1,00
Maximální dynamický tlak	$q_p$	= 1,13 kN/m <sup>2</sup>
Součinitel zatížení	$\gamma_f$	= 1,50
Plocha pro stanovení $c_{pe}$	$A$	= 10,00 m <sup>2</sup>

### Střecha

Rozměry stavby



**Charakteristické hodnoty zatížení (v závorce návrhové hodnoty)**

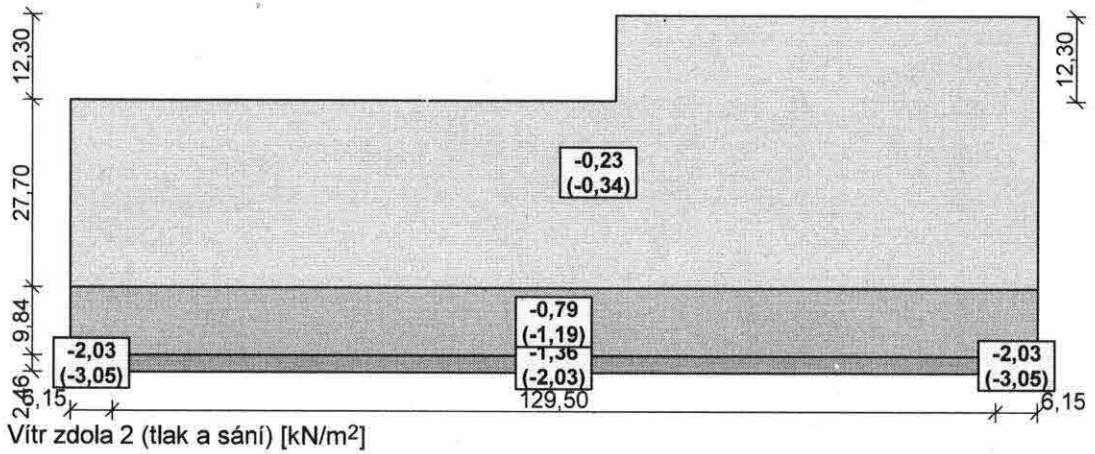
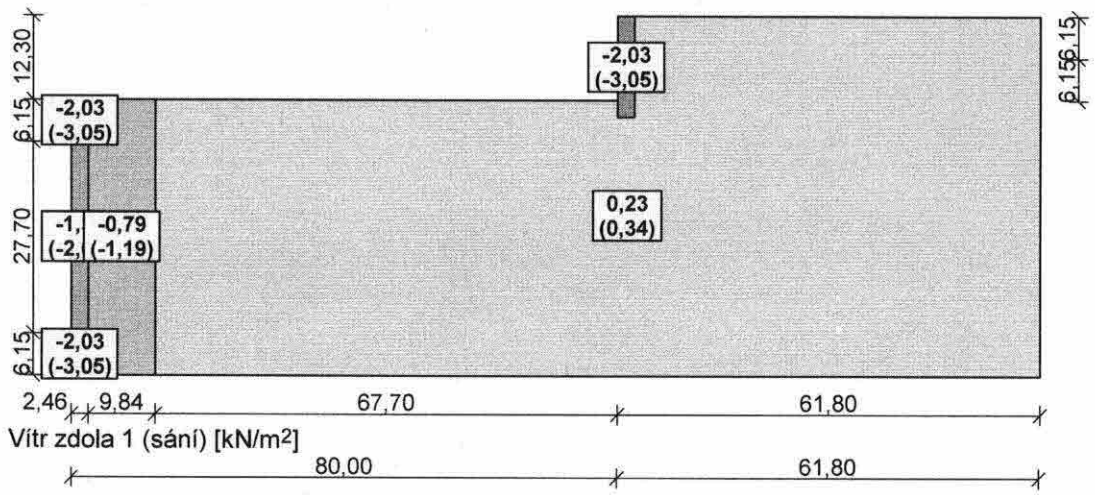
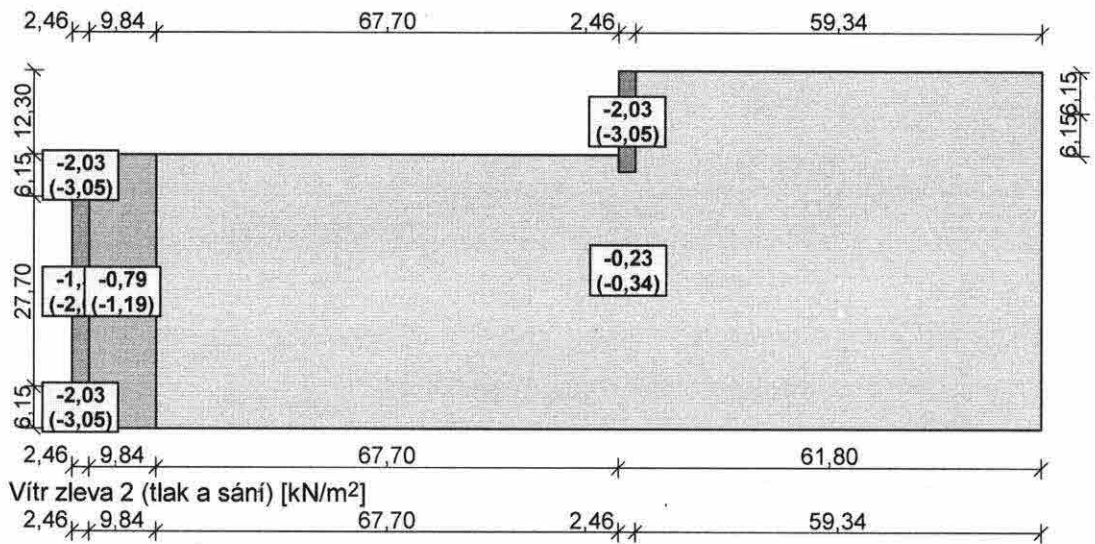
Vítr zleva 1 (sání) [kN/m<sup>2</sup>]



Pouze pro nekomerční využití

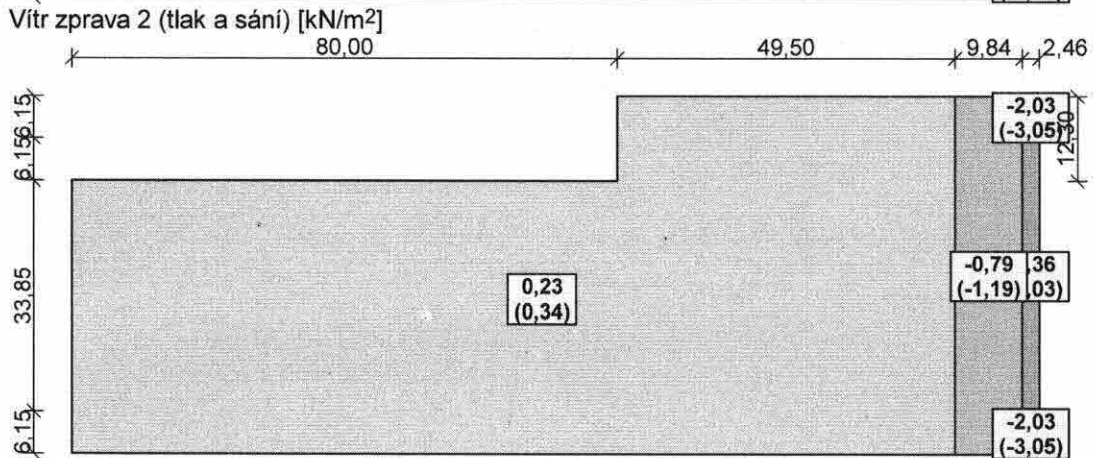
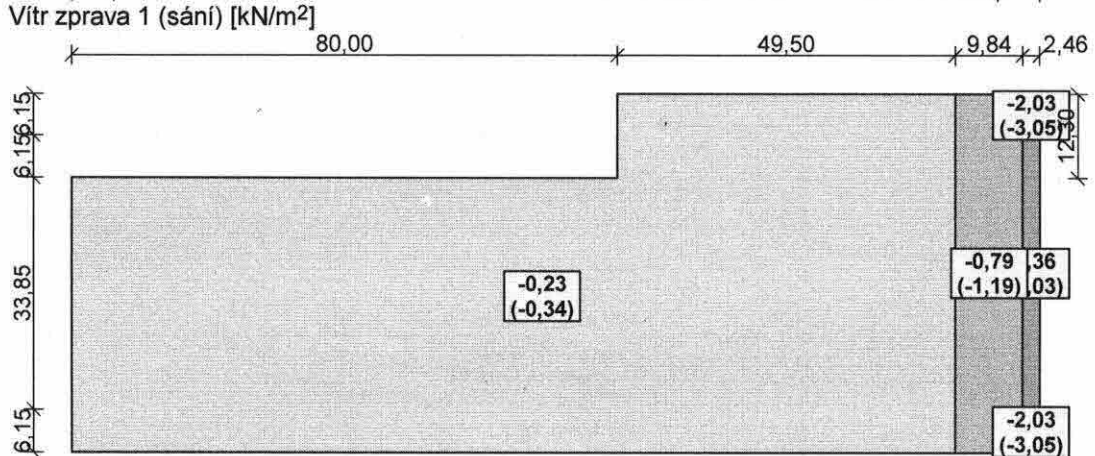
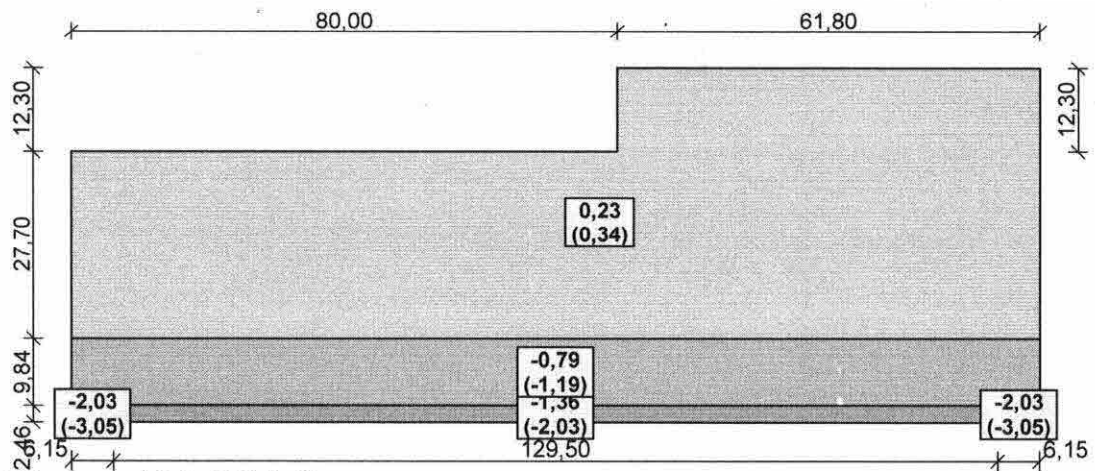


1



Pouze pro nekomerční využití

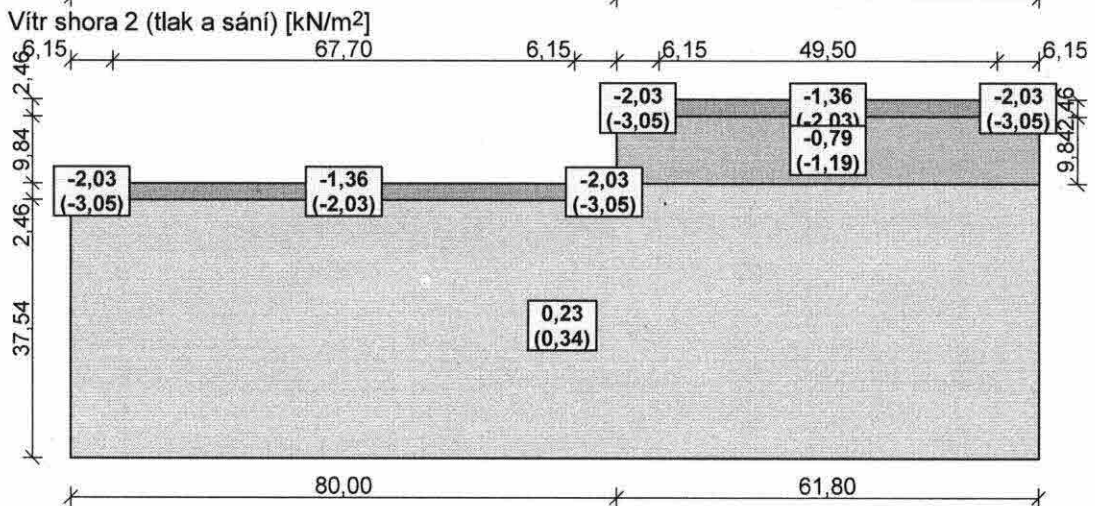
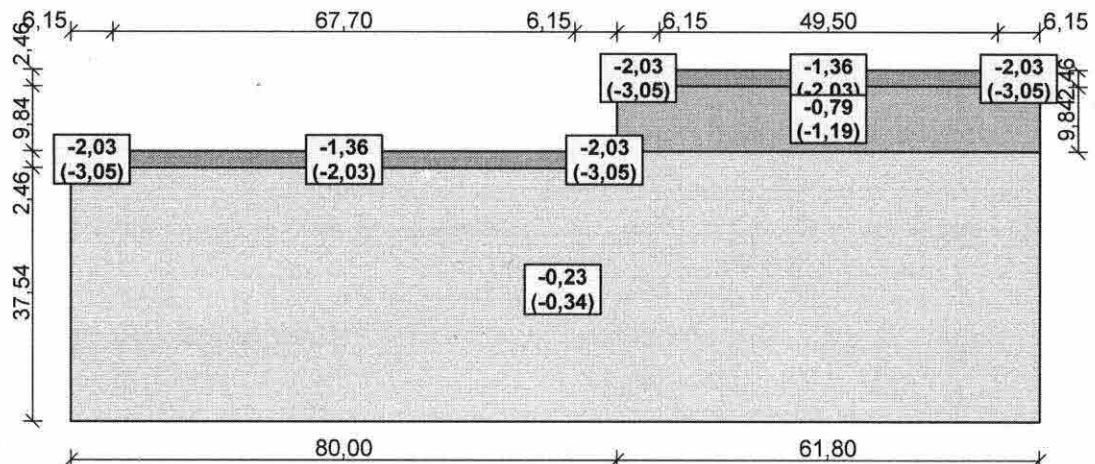




Pouze pro nekomerční využití



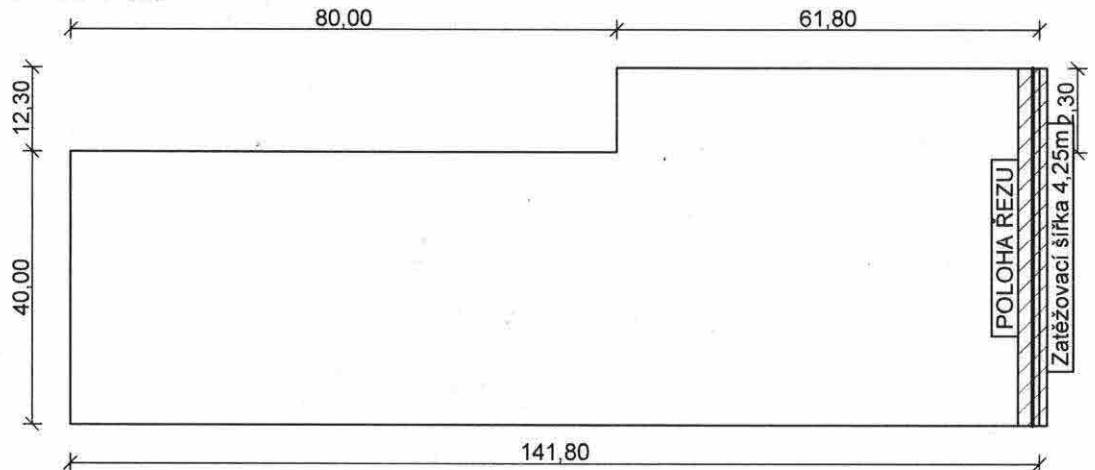




### 1.1 Lokalizace na zatěžovací šířku 4,25 m: 1. vazník

#### Střecha

Umístění řezu



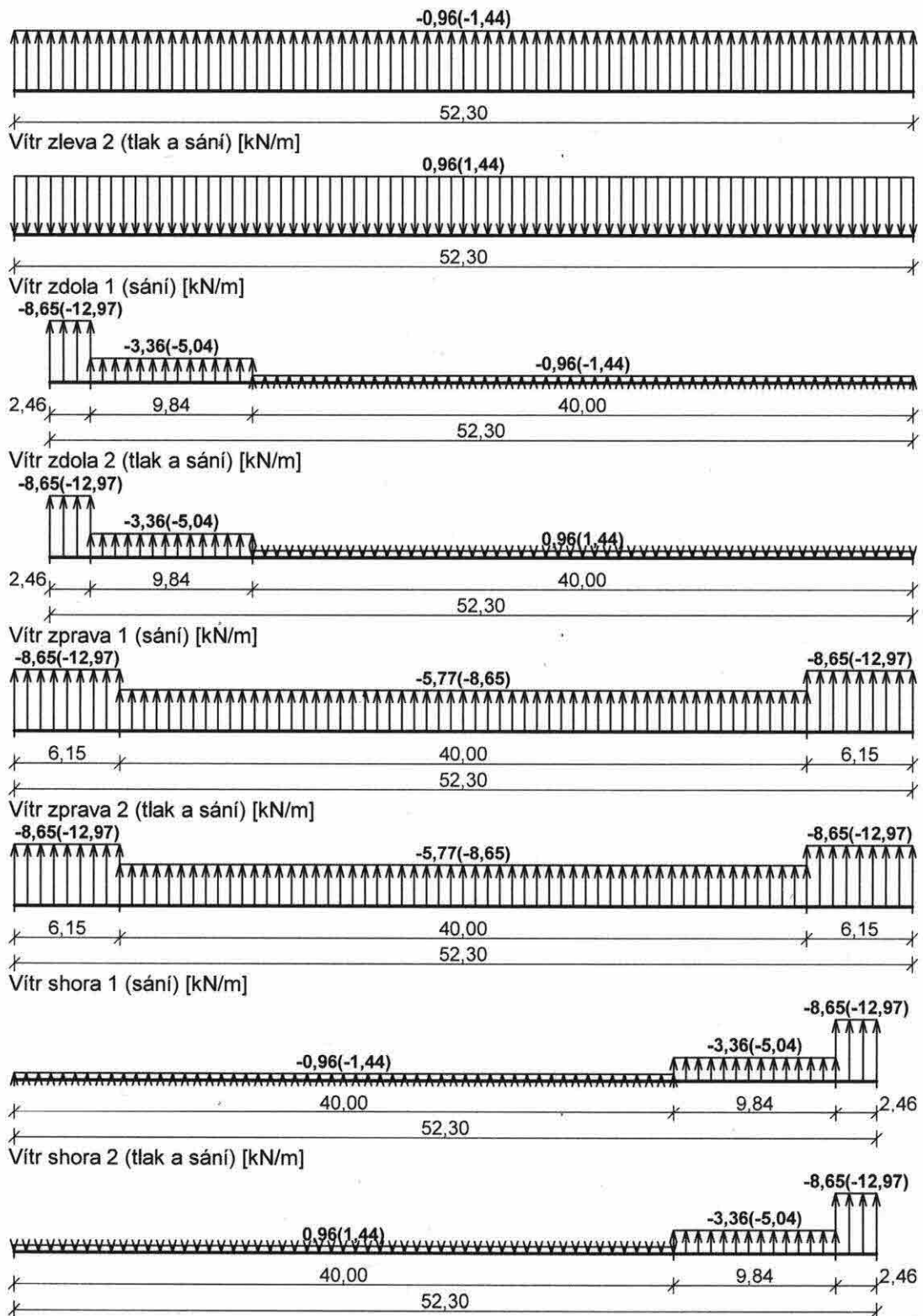
Charakteristické hodnoty zatížení (v závorce návrhové hodnoty)  
 Vítr zleva 1 (sání) [kN/m]



Pouze pro nekomerční využití



-7-



## 1.2 Lokalizace na zatěžovací šířku 6,50 m: 2.vazník

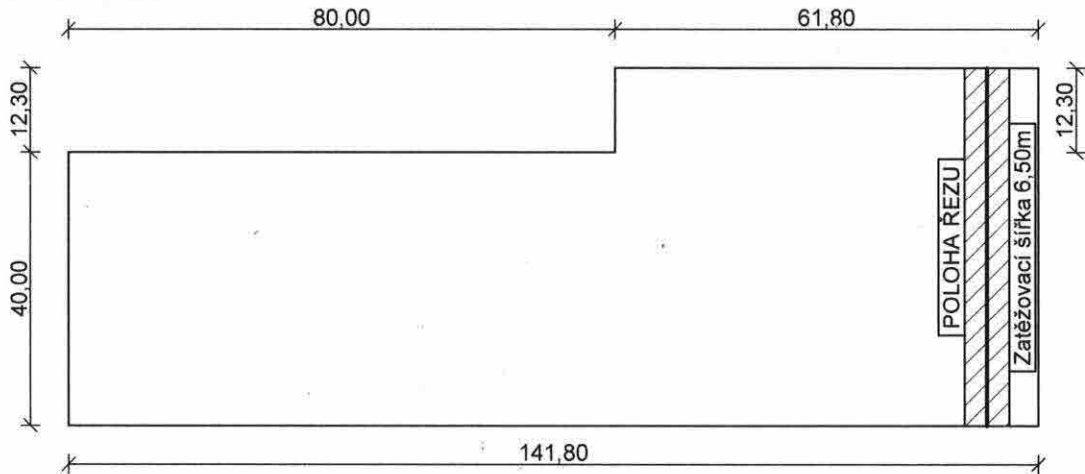
Střecha



Pouze pro nekomerční využití

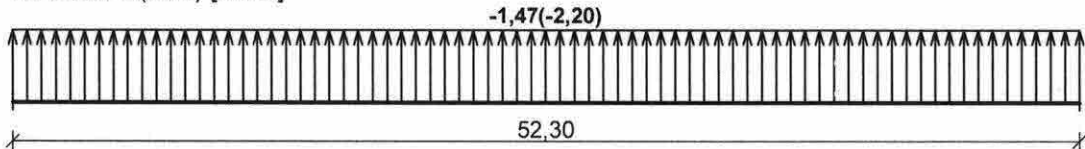


Umístění řezu

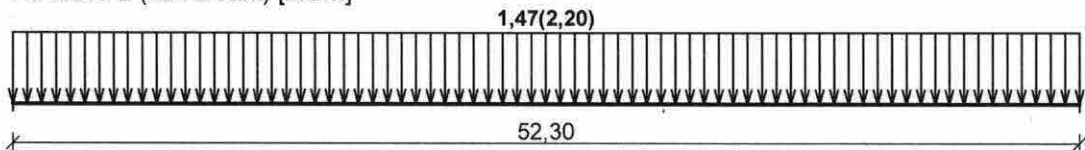


**Charakteristické hodnoty zatížení (v závorce návrhové hodnoty)**

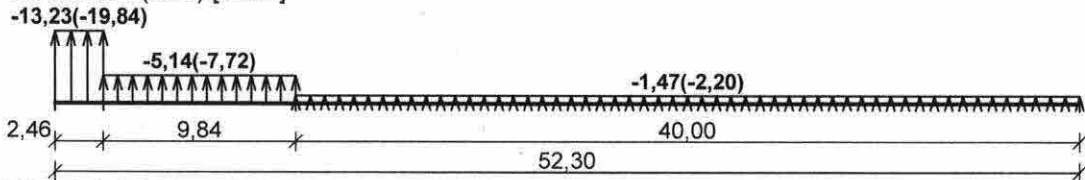
Vítr zleva 1 (sání) [kN/m]



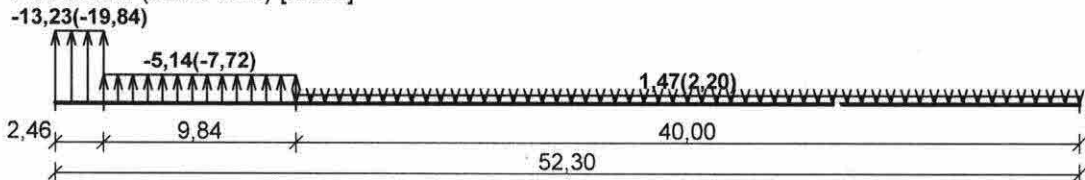
Vítr zleva 2 (tlak a sání) [kN/m]



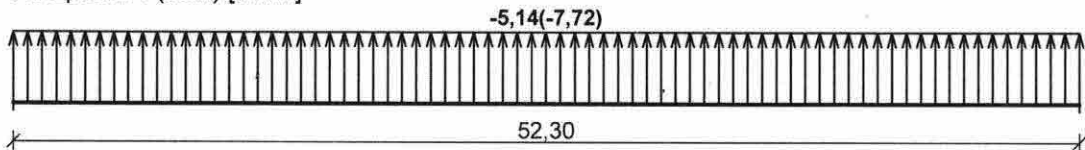
Vítr zdola 1 (sání) [kN/m]



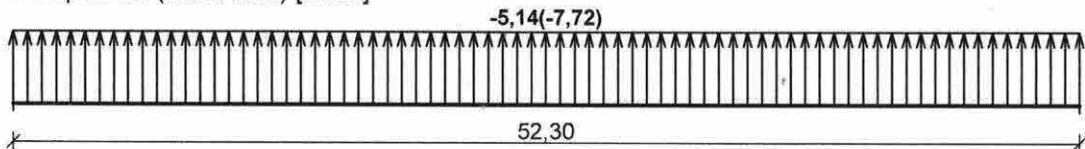
Vítr zdola 2 (tlak a sání) [kN/m]



Vítr zprava 1 (sání) [kN/m]



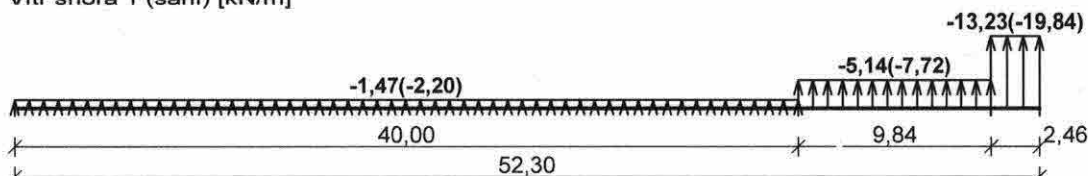
Vítr zprava 2 (tlak a sání) [kN/m]



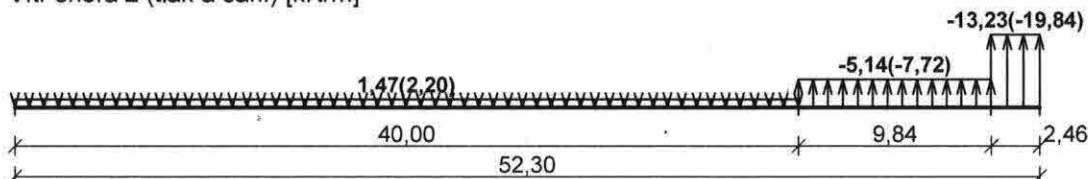
Pouze pro nekomerční využití



Vítr shora 1 (sání) [kN/m]



Vítr shora 2 (tlak a sání) [kN/m]



## 2 Protokol zatížení: Zatížení větrem na stěny - zleva

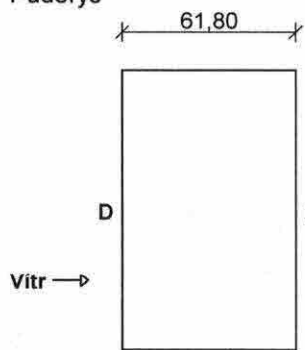
Zatížení podle ČSN EN 1991-1-4

Větrná oblast:		II
Rychlost větru	$v_{b,0}$	= 25,00 m/s
Kategorie terénu:		I
Referenční výška budovy	$z_e$	= 12,30 m
Součinitel směru větru	$c_{dir}$	= 1,00
Součinitel ročního období	$c_{season}$	= 1,00
Měrná hmotnost vzduchu	$\rho$	= 1,250 kg/m <sup>3</sup>
Součinitel orografie	$c_o$	= 1,00
Maximální dynamický tlak	$q_p$	= 1,13 kN/m <sup>2</sup>
Součinitel zatížení	$\gamma_f$	= 1,50
Plocha pro stanovení	$c_{pe} A$	= 10,00 m <sup>2</sup>

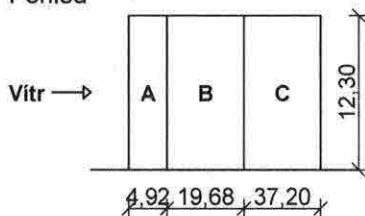
### Stěny pravoúhlého objektu

Výška objektu  $h = 12,30$  m  
 Délka objektu  $d = 61,80$  m  
 Šířka objektu  $b = 52,30$  m

Půdorys



Pohled



Charakteristické hodnoty zatížení (v závorce návrhové hodnoty)

Výška nad terénem [m]	Tlak větru v oblastech [kN/m <sup>2</sup> ]				
	A	B	C	D	E
6,15	-1,36 (-2,03)	-0,90 (-1,36)	-0,57 (-0,85)	0,79 (1,19)	-0,34 (-0,51)
12,30	-1,36 (-2,03)	-0,90 (-1,36)	-0,57 (-0,85)	0,79 (1,19)	-0,34 (-0,51)



Pouze pro nekomerční využití



### 3 Protokol zatížení: Zatížení větrem na stěny - zprava

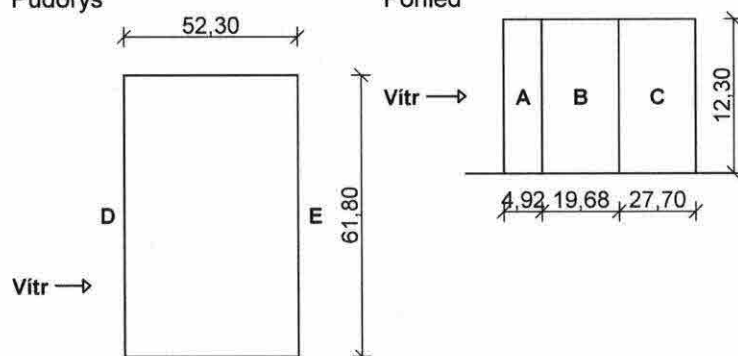
Zatížení podle ČSN EN 1991-1-4

Větrná oblast:		II
Rychlost větru	$v_{b,0}$	= 25,00 m/s
Kategorie terénu:		I
Referenční výška budovy	$z_e$	= 12,30 m
Součinitel směru větru	$c_{dir}$	= 1,00
Součinitel ročního období	$c_{season}$	= 1,00
Měrná hmotnost vzduchu	$\rho$	= 1,250 kg/m <sup>3</sup>
Součinitel orografie	$c_o$	= 1,00
Maximální dynamický tlak	$q_p$	= 1,13 kN/m <sup>2</sup>
Součinitel zatížení	$\gamma_f$	= 1,50
Plocha pro stanovení	$c_{pe}$ A	= 10,00 m <sup>2</sup>

#### Stěny pravouhlého objektu

Výška objektu  $h = 12,30$  m  
 Délka objektu  $d = 52,30$  m  
 Šířka objektu  $b = 61,80$  m

Půdorys



Charakteristické hodnoty zatížení (v závorce návrhové hodnoty)

Výška nad terénem [m]	Tlak větru v oblastech [kN/m <sup>2</sup> ]				
	A	B	C	D	E
6,15	-1,36 (-2,03)	-0,90 (-1,36)	-0,57 (-0,85)	0,79 (1,19)	-0,34 (-0,51)
12,30	-1,36 (-2,03)	-0,90 (-1,36)	-0,57 (-0,85)	0,79 (1,19)	-0,34 (-0,51)

### 4 Protokol zatížení: vítr na přesah střechy

Zatížení podle ČSN EN 1991-1-4

Větrná oblast:		II
Rychlost větru	$v_{b,0}$	= 25,00 m/s
Kategorie terénu:		I
Referenční výška budovy	$z_e$	= 12,30 m
Součinitel směru větru	$c_{dir}$	= 1,00
Součinitel ročního období	$c_{season}$	= 1,00
Měrná hmotnost vzduchu	$\rho$	= 1,250 kg/m <sup>3</sup>
Součinitel orografie	$c_o$	= 1,00
Maximální dynamický tlak	$q_p$	= 1,13 kN/m <sup>2</sup>



Pouze pro nekomerční využití



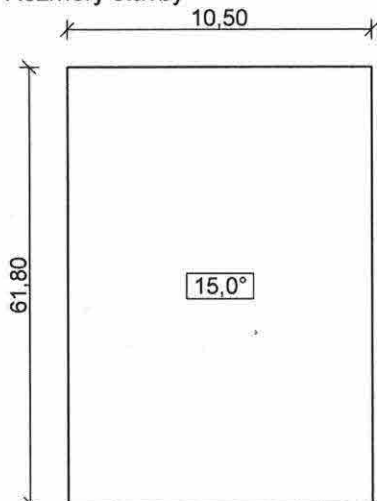
Součinitel zatížení  $\gamma_f = 1,50$

**Přístřešek**

Součinitel plnosti  $\varphi_{\min} = 0,00$

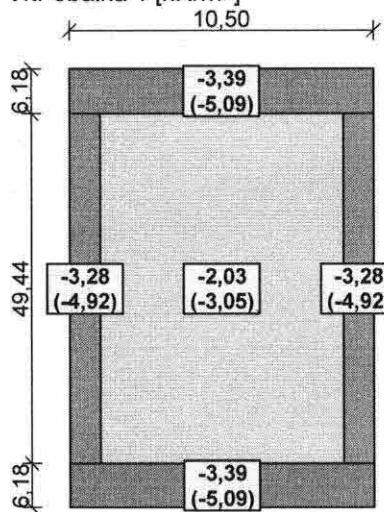
Součinitel plnosti  $\varphi_{\max} = 1,00$

Rozměry stavby

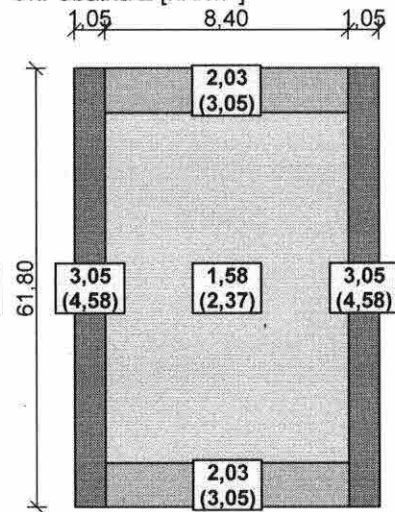


**Charakteristické hodnoty zatížení (v závorce návrhové hodnoty)**

Vítr obálka 1 [kN/m<sup>2</sup>]

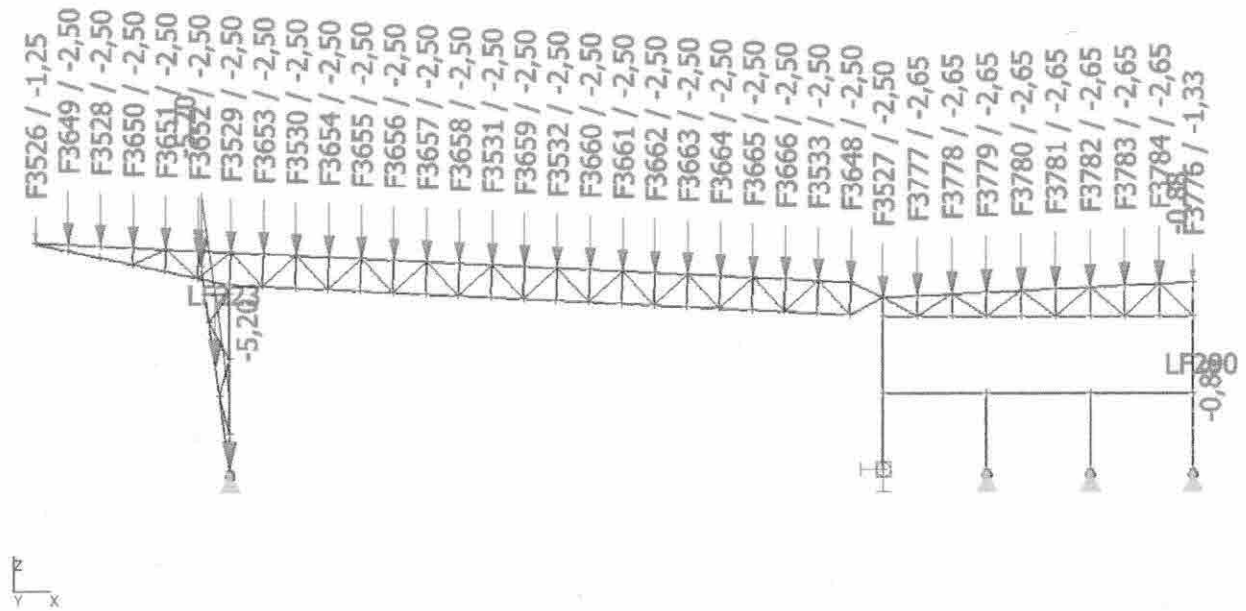


Vítr obálka 2 [kN/m<sup>2</sup>]

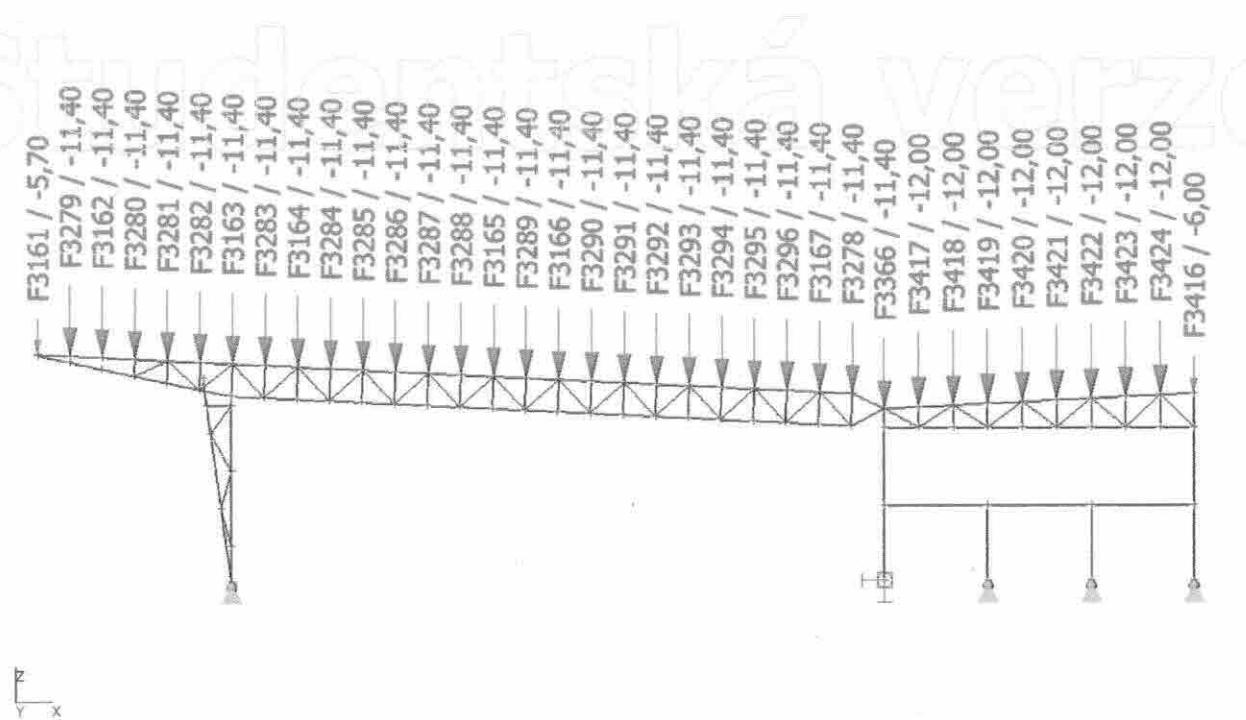


# 1. ZATÍŽENÍ

## 1.1. ZS2 / Hodnota pro výpočet / Jméno

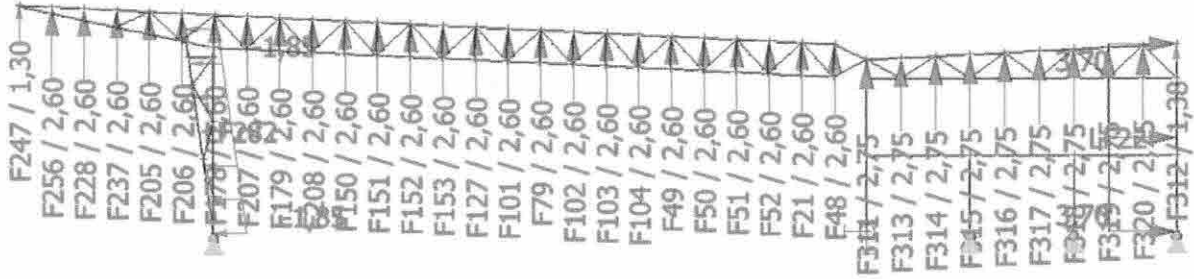


## 1.2. ZS3 / Hodnota pro výpočet / Jméno



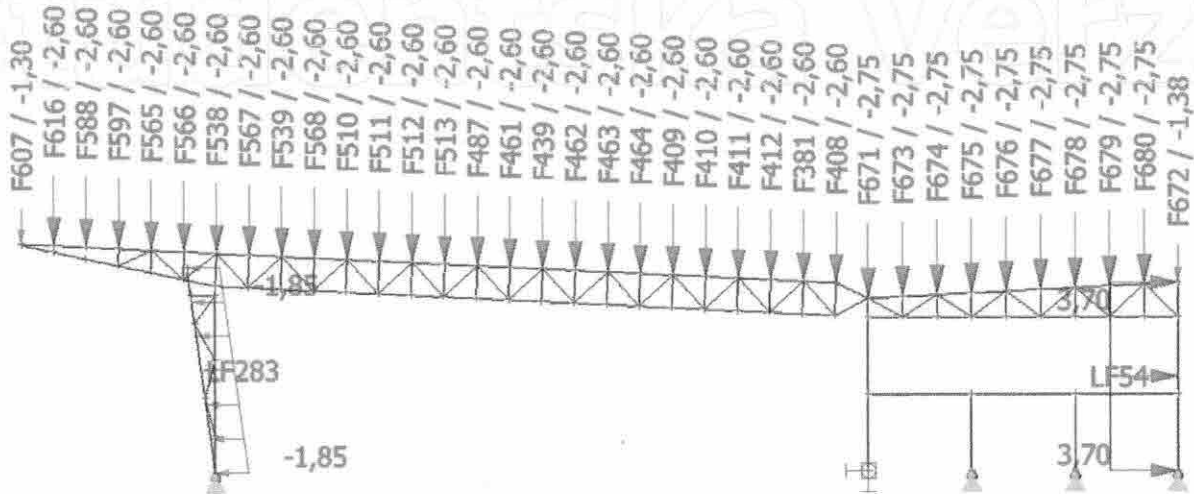
1.3. ZS4 / Hodnota pro výpočet / Jméno

Studentská verze



1.4. ZS5 / Hodnota pro výpočet / Jméno

Studentská verze

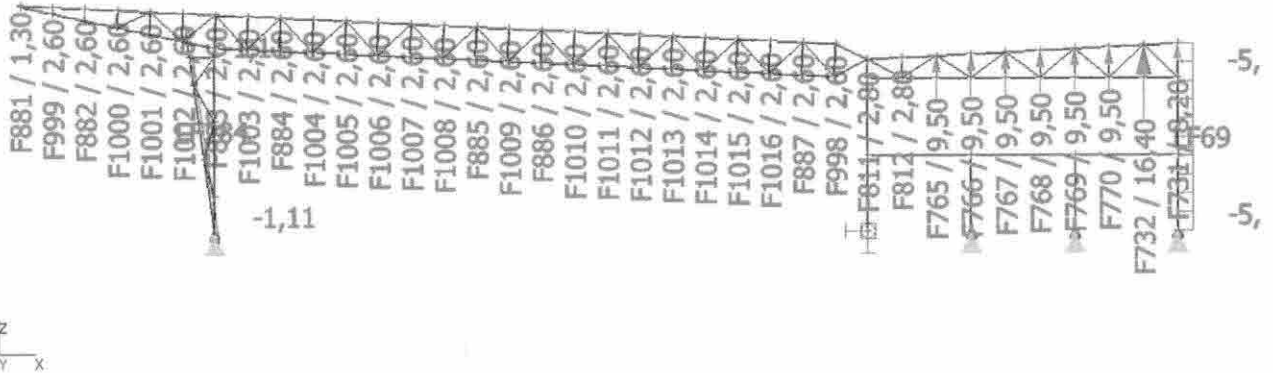


Studentská verze



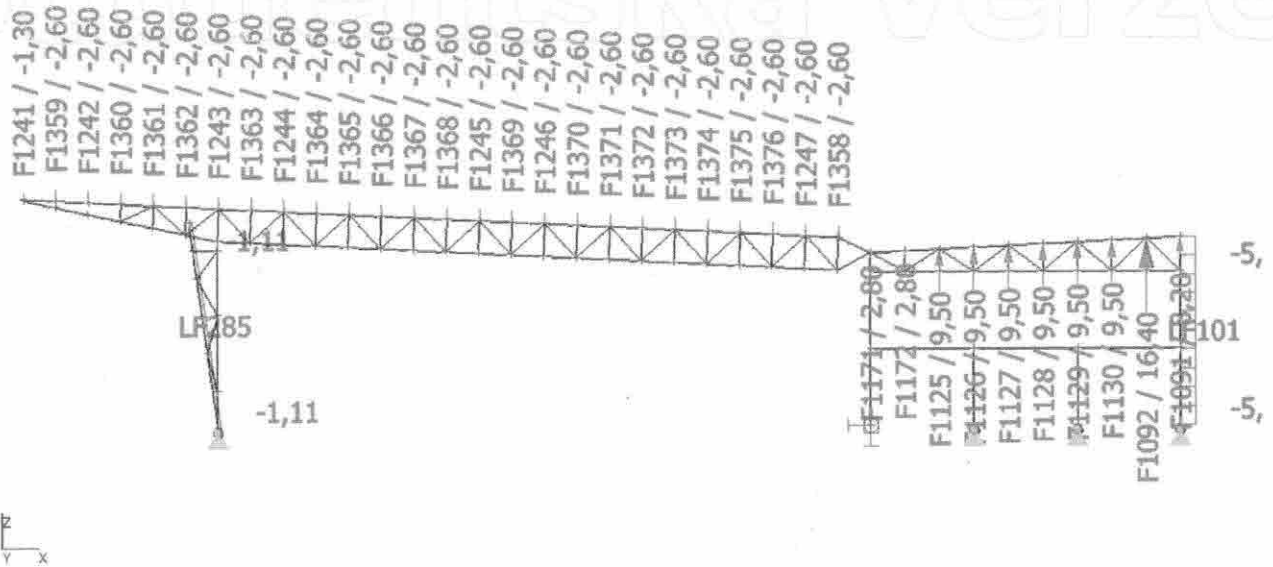
1.5. ZS6 / Hodnota pro výpočet / Jméno

Studentská verze



1.6. ZS7 / Hodnota pro výpočet / Jméno

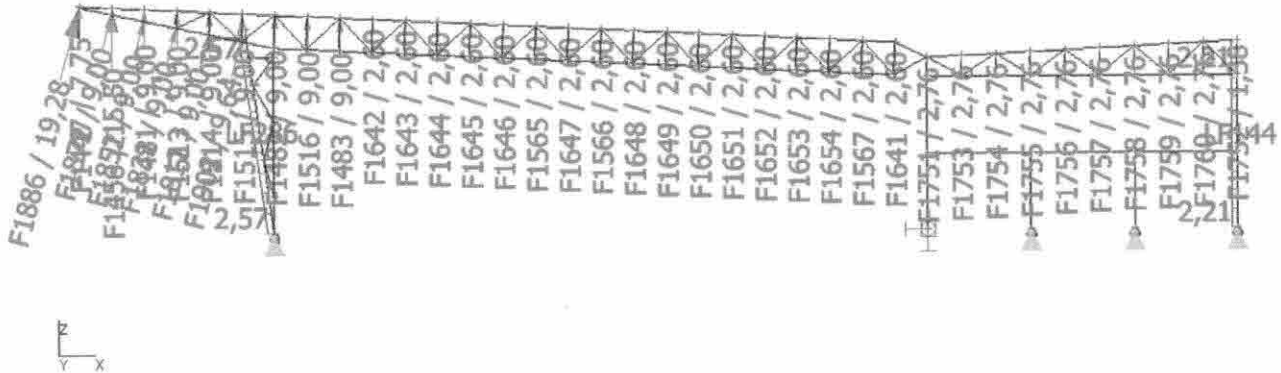
Studentská verze



Studentská verze

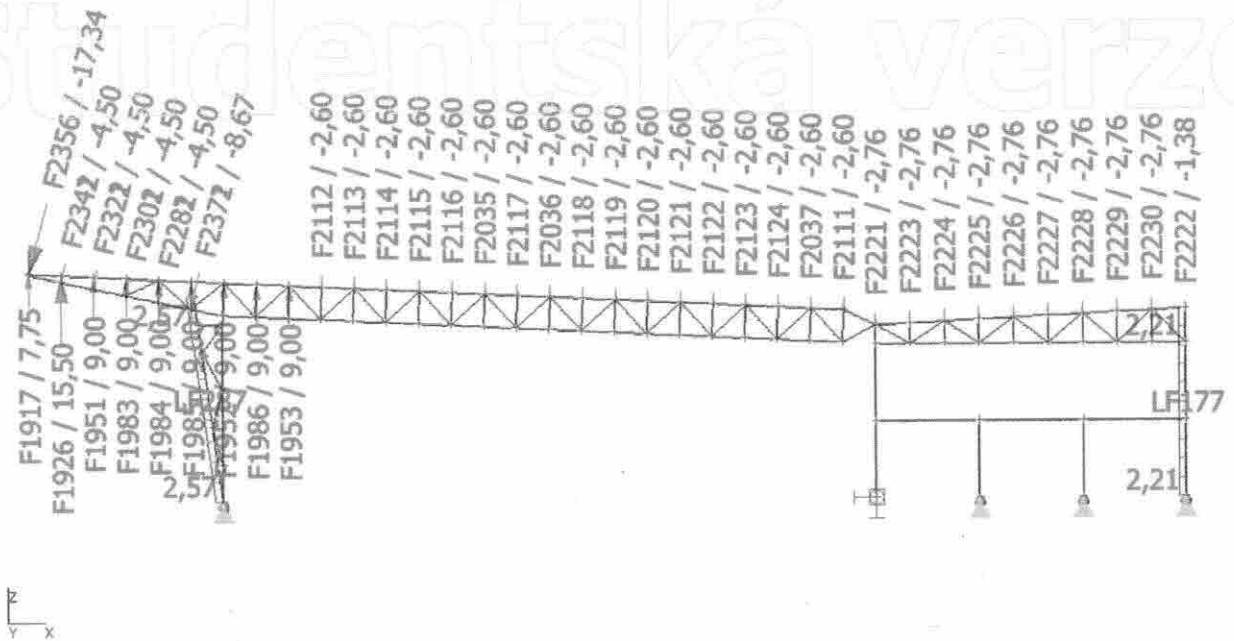
1.7. ZS8 / Hodnota pro výpočet / Jméno

Studentská verze



1.8. ZS9 / Hodnota pro výpočet / Jméno

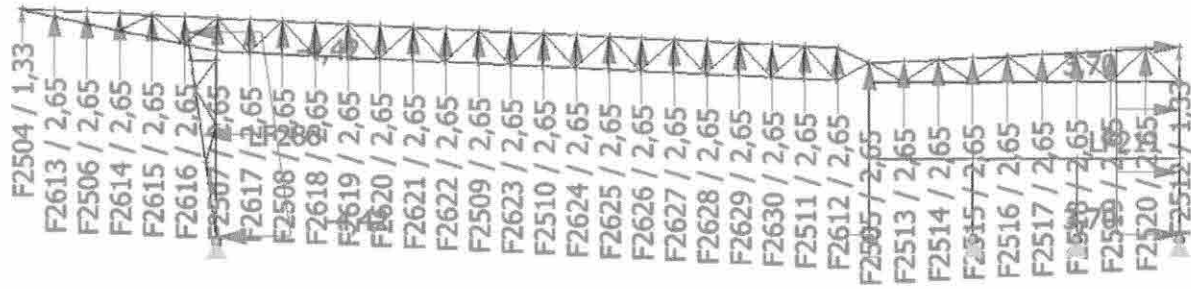
Studentská verze



Studentská verze

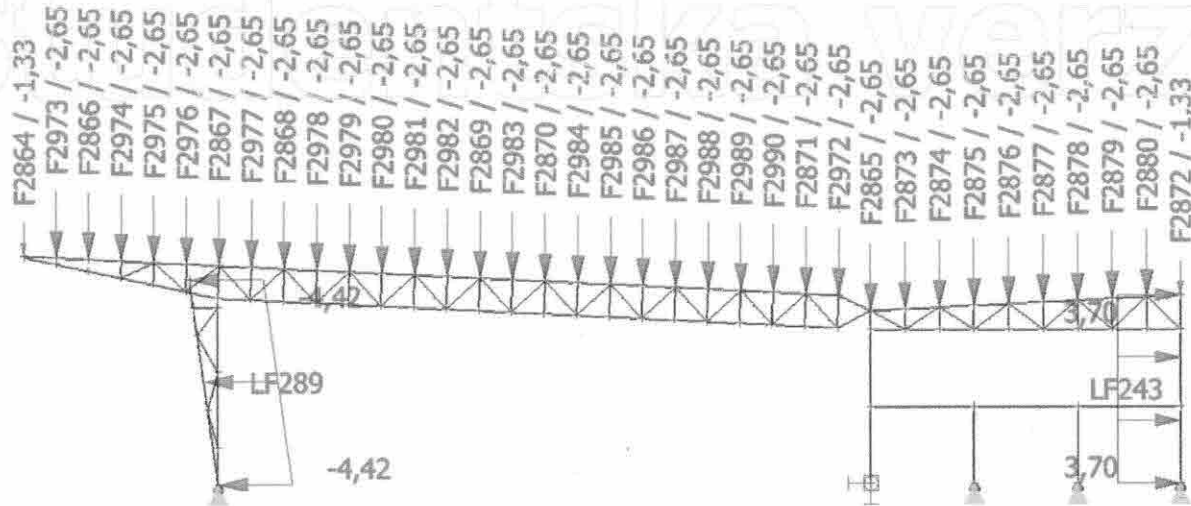
1.9. ZS10 / Hodnota pro výpočet / Jméno

Studentská verze



1.10. ZS11 / Hodnota pro výpočet / Jméno

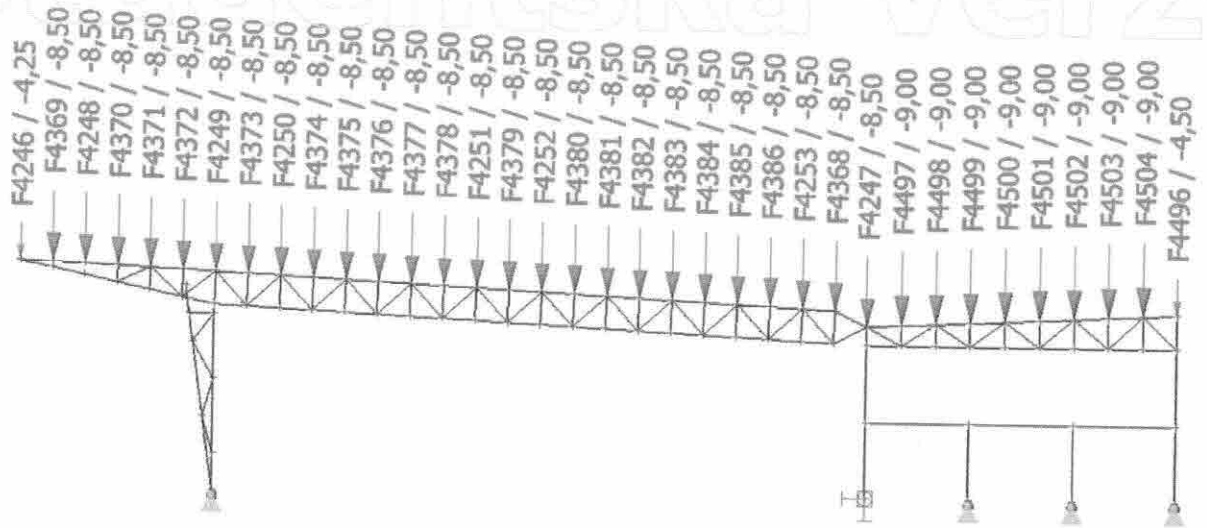
Studentská verze



Studentská verze

1.11. ZS14 / Hodnota pro výpočet / Jméno

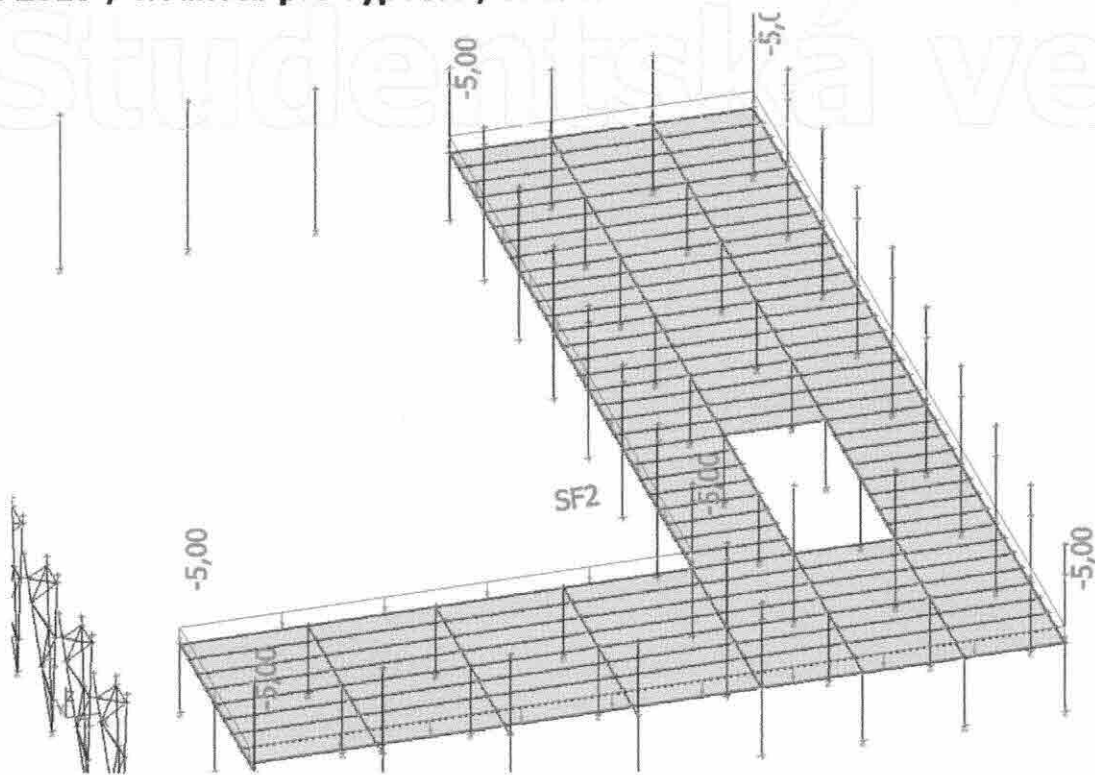
Studentská verze



Studentská verze

Studentská verze

1. ZS13 / Hodnota pro výpočet / Jméno



Studentská verze

Studentská verze

# NAVRH TRAPÉZOVÉHO PLECHU STŘEŠNÍ ROVINY

- ZATÍŽENÍ OD STŘECHY: (VIZ ČÁST ZATÍŽENÍ 1.01)

- STALÉ

$$g_k = 0,22 \text{ kN/m}^2$$

$$g_d = 0,29 \text{ kN/m}^2$$

- PROMĚNNÉ - SNÍH

$$q_k = 0,9 \text{ kN/m}^2$$

$$q_d = 1,35 \text{ kN/m}^2$$

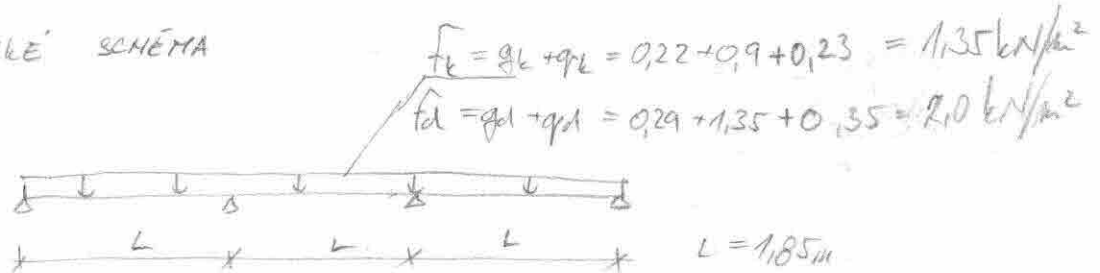
- VÍTR (TLAK)

$$v_k = 0,23 \text{ kN/m}^2$$

$$v_d = 0,35 \text{ kN/m}^2$$

- TR. PLECH. NAVRŽEN DLE TABULEK ÚNOSNOSTI TRAPÉZOVÝCH PROFILŮ ARCELOR MITTAL (VÝROBA SENICA) - VIZ PŘÍLOHA  
OCEL S320

STATICKE SCHÉMA



NAVRHUJI TRAPÉZOVÝ PLECH

ARCELOR Hacierba 32/207 TL. PLECHU 0,88 mm

MSÚ:

z TABULEK

$$q_{ed} = 6,55 \text{ kN/m}^2 > f_{d1} = 2,0 \text{ kN/m}^2 \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

MSP:

z TABULEK

$$q_{ek} = 2,96 \text{ kN/m}^2 > f_k = 1,35 \text{ kN/m}^2 \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

POZN.:

- TR. PLECH JE NAVRŽEN JAKO SPOJITÝ NOSNÍK S 3 POLÍČI. - PRO LINEÁRNÍ STATICKE SCHÉMA JE TŘEBA ÚNOSNOST PLECHU POSODIT!
- TR. PLECH JE UVAŽOVÁN V POZITIVNÍ POLOŽE

- OVĚŘENÍ ÚNOSNOSTI TR PLECHU NA SAŇI VĚTRU- MONTAŽNÍ STAV:

- kombinace: vl. tíha plechu (přízviske) + saňi větru (nepř.)

$$1,0 \cdot \frac{7,72 \cdot 10}{1000} + (-3,28) \cdot 1,5 = -4,84 \text{ kN/m}^2 = f_{d}^{\text{saňi}}$$

- MSU

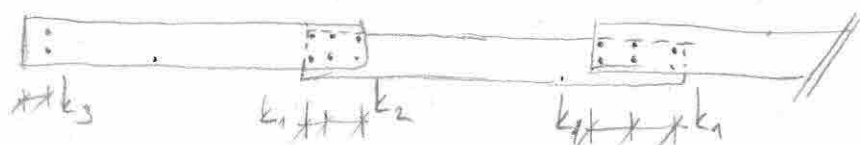
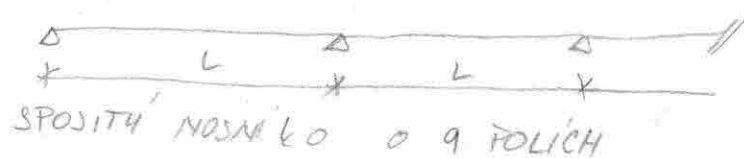
z TABULEK

$$q_{ed} = 5,5 \text{ kN/m}^2 > f_{d}^{\text{saňi}} = 4,84 \text{ kN/m}^2 \Rightarrow \underline{\underline{\text{VYHOVUJE}}}$$

$q_{ed}$  = zjištěno interpolací hodnot  
z tabulek

- POZN.: - ÚNOSNOST PLECHU NA SAŇI VĚTRU  
JE ZÁVI SLÁ NA ZPŮSOBU UCHYCENÍ  
TR PLECHU k VAZNICÍM!

- KOTVENÍ BUDE PROVEDENO PŘÍSLUŠNÝMI  
SAMORĚZNÝMI ŠROUBY s PODLOŽKOU DLE FIRMY  
ARCELOR MITTAL V URČITĚM PASTRU

NAVHR STŘEŠNÍCH VÁZNICSTAT. SCHEMA

$$k_1 = 600 \text{ mm}$$

$$k_2 = 900 \text{ mm}$$

$$k_3 = 50 \text{ mm}$$

KOMBINACE ZATÍŽENÍ NA VÁZNICI:

- DLE ČSN EN 1990 - zásady navrhování konstrukcí

- MEZÍ STAVY STR a GEO JAKO NEJĚ PŘÍZNIVÁ KOMBINACE

$$6.10a: \sum_{j=0}^n \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i=2}^n \gamma_{Q,i} \psi_{Q,i} Q_{k,i}$$

$$6.10b: \sum_{j=1}^n \frac{\gamma_{G,j}}{\gamma_{G,1}} \gamma_{G,i} G_{k,i} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i=2}^n \gamma_{Q,i} \psi_{Q,i} Q_{k,i}$$

- MRÚ:

- KOMBINACE STÁLE + SNÍH + VÍTR (TRAL)

$$6.10a: 1,35 \cdot G_{k,1} + 1,5 \cdot Q_{k,1} + 1,5 \cdot 0,5 \cdot S_k$$

$$1,35 \cdot 0,22 + 1,5 \cdot 0,23 + 1,5 \cdot 0,5 \cdot 0,9 = 1,32 \text{ kN/m}^2$$

$$1,35 \cdot 0,22 + 1,5 \cdot 0,9 + 1,5 \cdot 0,6 \cdot 0,23 = 1,9 \text{ kN/m}^2$$

- ZATĚŽOVACÍ ŠÍŘKA  $1,85 \text{ m} \cdot \psi_{Q,1} = 1,9 \cdot 1,85 + 0,08 \cdot 1,35 = 3,63 \text{ kN/m}$

- KOMBINACE STÁLE + VÍTR (SÁNÍ)

$$1,35 \cdot 0,75 \cdot 0,22 - 1,5 \cdot 1,03 = -2,82 \text{ kN/m}^2$$

$$1,35 \cdot 0,75 \cdot 0,22 - 1,5 \cdot 0,79 = -0,96 \text{ kN/m}^2$$

$$F_{d,2} = 2,82 \cdot \frac{1,85}{2} + 0,96 \cdot \frac{1,85}{2} - 0,08 \cdot 1,35 = 2,46 \text{ kN/m}$$

(NEJVICE ZATÍŽENÍ) VÁZNICE MEZI OSAMI A - B



-MSP

-CHARAKTERISTICKÁ KOMBINACE

$$\sum_{i>1} G_{k,i} + P + Q_{k,1} + \sum_{i>1} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

$$0,22 + 0,9 + 0,23 = 1,35 \text{ kN/m}^2$$

$$z \leq 1,85 \text{ m}: 1,85 \cdot 1,35 + 0,8 = 2,6 \text{ kN/m}$$

vl. tíha vaznice (odhad Z 270 sl. 2)

NÁVRH VAZNICE:

NÁVRHUJI "Z" VAZNICI Z 270 / 3,0 - KRAJNÍ

Z 270 / 2,5 - VNITRNÍ

- ÚNOSNOST S VLIVEM OSOVÉ SÍLY 30kN

odečteno z tabulek:  $5,97 \text{ kN/m} > 3,63 \text{ kN/m} \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$ 

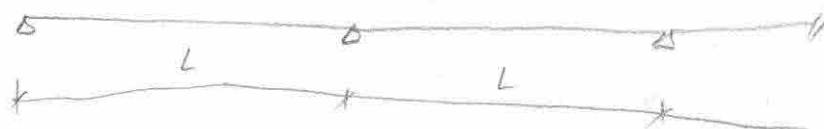
- ÚNOSNOST S VLIVEM OSOVÉ SÍLY 30kN PRO SÁVNÍ

odečteno z tabulek:  $5,58 \text{ kN/m} > 2,46 \text{ kN/m} \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$ - VYHOVUJE PRO DEFORMACI  $\frac{L}{300} \Rightarrow$  odečteno z tabulek  $4,88 \text{ kN/m}$  $4,88 \text{ kN/m} > 2,6 \text{ kN/m} \Rightarrow \text{OK}$ 

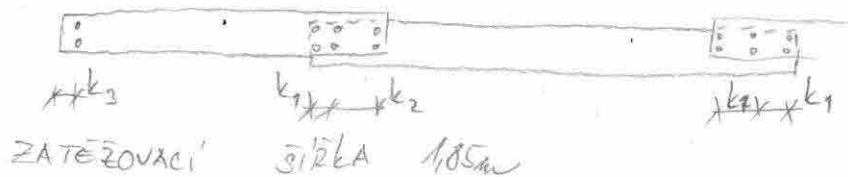
- HODNOTY PŘEVZATY OD FIRMY KOVOVÉ PROFILY "POMŮCKA PRO PROJEKTANTY A ODBĚRATELE" REVIZE 1.0 - 10/2013 i

# NAVRH VAZNICE PODHLEDU PŘESAHU STŘECHY

STAT. SCHEMA



$$L = 6,5 \text{ m}$$



$$k_1 = 600 \text{ mm}$$

$$k_2 = 900 \text{ mm}$$

$$k_3 = 50 \text{ mm}$$

ZATĚŽOVACÍ ŠÍŘKA 1,85 m

KOMBINACE ZATÍŽENÍ:

-MSÚ: STALE' + VÍTR (SAHNI')

$$10 \cdot 0,22 - 1,5 \cdot 2,03 = -2,83 \text{ kN/m}^2 \text{ (TLAK NA VAZNICI)}$$

$$2,83 \cdot 1,85 = \boxed{5,24 \text{ kN/m}}$$

- STALE' + VÍTR (TLAK)

$$1,35 \cdot 0,22 + 1,5 \cdot 1,58 = 2,67 \text{ kN/m}^2 \text{ (SAHNI' NA VAZNICI)}$$

$$2,67 \cdot 1,85 = \boxed{4,24 \text{ kN/m}}$$

-MSP 1)  $0,22 - 2,03 = -1,81 \text{ kN/m}^2$

$$1,81 \cdot 1,85 = \boxed{3,35 \text{ kN/m}}$$

2)  $0,22 + 1,58 = 1,8 \text{ kN/m}^2$

$$1,8 \cdot 1,85 = 3,33 \text{ kN/m}$$

NAVRH VAZNICE:

NAVRHUJI Z VAZNICI Z 270 / 3,0 - KRASNÍ

Z 270 / 2,5 - VNITŘNÍ

-VNOSNOST BEZ VLIVU OSOVE SÍLY

-z tabulek:  $6,5 \text{ kN/m} > 5,24 \text{ kN/m} \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$

-VNOSNOST BEZ VLIVU OSOVE SÍLY PRO SAHNI'

-z tabulek:  $4,68 \text{ kN/m} > 4,24 \text{ kN/m} \Rightarrow \text{OK}$

-VYHOVUJE PRO DEFORMACI  $1/300 = 4,88 \text{ kN/m} > 3,35 \text{ kN/m} \Rightarrow \text{OK}$

KOMBINACE ZATÍŽENÍ: MSÚREDUKČNÍ A KOMBINAČNÍ SOUČINITEL  $\Psi$  a  $\xi$ 

NAZEV KOMBINACE	STÁLE'	VÍTR TLAK	VÍTR SÁNÍ'	SNÍH	ÚČETNÉ'
	$f_G \cdot G_k$	$f_Q \cdot Q_{k1}$	$f_Q \cdot Q_{k2}$	$f_Q \cdot Q_{k3}$	$f_Q \cdot Q_{k4}$
kZS 1 - vítr SV	1,0	0,6	0	1,0	0
kZS 2 - vítr SV	1,0	1,0	0	0,5	0
kZS 3 - vítr SV	0,75	0	1,0	0	0
kZS 4 - vítr SZ	1,0	0,6	0	1,0	0
kZS 5 - vítr SZ	1,0	1,0	0	0,5	0
kZS 6 - vítr SZ	0,75	0	1,0	0	0
kZS 7 - vítr JV	1,0	0,6	0	1,0	0
kZS 8 - vítr JV	1,0	1,0	0	0,5	0
kZS 9 - vítr JV	0,75	0	1,0	1,0	0
kZS 10 - vítr JZ	1,0	0,6	0	1,0	
kZS 11 - vítr JZ	1,0	1,0	0	0,5	0
kZS 12 - vítr JZ	0,75	0	1,0	0	0
kZS 13 - KOMBINACE ZATÍŽENÍ PRO OCELOBET. DESKTY PODLAHY 2.NP	1,0	0,6	0	1,0	1,0

PRO KOMBINACE JSOU UVAŽOVÁNY DÍLČÍ SOUČINITELE ZATÍŽENÍ:

$$f_G = 1,35$$

$$f_Q = 1,5$$

# IMPERFEKCE PRO GLOBÁLNÍ ANALÝZU PRUTOVÝCH KONSTRUKCÍ

IMPERFEKCE VE TVARU CELKOVÉHO POČÁTEČNÍHO  
NAKLONĚNÍ KONSTRUKCE

$$\phi = \phi_0 \cdot \alpha_h \cdot \alpha_m$$

$$\phi_0 = \frac{1}{200} \text{ - základní hodnota}$$

$$\alpha_h = \frac{2}{\sqrt{h}} = \frac{2}{\sqrt{125}} = 0,566$$

$$\alpha_m = \sqrt{0,5 \cdot \left(1 + \frac{1}{m}\right)} \text{ - redukční součinitel pro}$$

počet sloupů v řadě

PRO SMĚR X:

$$m = 3$$

$$\alpha_m = \sqrt{0,5 \cdot \left(1 + \frac{1}{3}\right)} = 0,816$$

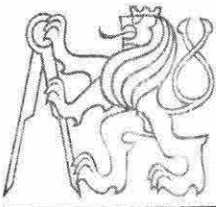
$$\phi_x = \frac{1}{200} \cdot 0,566 \cdot 0,816 = 0,00231$$

PRO SMĚR Y:

$$m = 10$$

$$\alpha_m = \sqrt{0,5 \cdot \left(1 + \frac{1}{10}\right)} = 0,7416$$

$$\phi_y = \frac{1}{200} \cdot 0,566 \cdot 0,7416 = 0,0021$$



## **3.02 – NÁVRH A POSOUZENÍ PRVKŮ PROSTOROVÉHO VAZNÍKU**

# POSOUZENÍ PRUTU NA VZPĚRNÝ TLAK

Název: VAZNÍK – horní pás	Poznámka:
Vypracoval: Pavel Galbavý	Datum: 12.2016

dle ČSN EN 10025-2

pro t ≤ 40 mm

Ocel: S 355

$f_y = 355,0$  MPa

$f_u = 510,0$  MPa

$E = 210,0$  GPa

$\epsilon = 0,81$

viz „STUDNIČKA, Jiří. Navrhování nosných konstrukcí: ocelové konstrukce. 1. vyd. V Praze: ČVUT, 2014. 120 s. ISBN 978-80-01-05490-1.“ - obr. 5.9 a 5.10

průřez

CHS

	A	$I_y$	$I_z$	d	b	tf	tw	r
	[mm <sup>2</sup> ]	[mm <sup>4</sup> ]	[mm <sup>4</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
<b>PRŮŘEZ</b> CHS 273,0x8,0	6600,0	5,85E+7	5,85E+7	273,0	0,0	0,0	8,0	0,0

klasifikace průřezu: TLAK

2.třída

## DĚLKA PRUTU

směr y = 1750,0 mm

směr z = 1750,0 mm

## VZPĚRNOSTNÍ SOUČINITELEL $\beta$

směr y = 1,0

směr z = 1,0

## VZPĚRNÁ DĚLKA

$L_y = 1750,0$  mm

$L_z = 1750,0$  mm

## KRITICKÁ SÍLA

$N_{cr,y} = 39604,7$  kN

$N_{cr,z} = 39604,7$  kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_y^2}; \quad N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_z^2}$$

## vybočení kolmo k ose y-y

$\alpha_y = 0,21$

## vybočení kolmo k ose z-z

$\alpha_z = 0,21$

## poměrná štíhlost

$\lambda_y = 0,243$

$\lambda_z = 0,243$

$$\lambda_y = \sqrt{\frac{f_y \cdot A}{N_{cr,y}}}; \quad \lambda_z = \sqrt{\frac{f_y \cdot A}{N_{cr,z}}}$$

## součinitel vzpěrnosti

$\chi_y = 0,990$

$\chi_z = 0,990$

$$\chi_y = \frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \lambda_y^2}}$$

$$\chi_z = \frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \lambda_z^2}}$$

kde  $\phi_y = 0,5 \cdot (1 + \alpha_y \cdot (\lambda_y - 0,2) + \lambda_y^2)$

kde  $\phi_z = 0,5 \cdot (1 + \alpha_z \cdot (\lambda_z - 0,2) + \lambda_z^2)$

## NÁVRHOVÁ HODNOTA TLAKOVÉHO ZATÍŽENÍ

$N_{Ed,tlak} = 1143,7$  kN

## NÁVRHOVÁ HODNOTA TAHOVÉHO ZATÍŽENÍ

$N_{Ed,tah} = 418,4$  kN

Tlaková únosnost

$N_{Rd,tlak} = 2320,6 > 1143,7$  kN **VYHOVUJE**

Tahová únosnost

$N_{Rd,tah} = 2343,0 > 418,4$  kN **VYHOVUJE**

# POSOUZENÍ PRUTU NA VZPĚRNÝ TLAK

Název: VAZNÍK – dolní pás	Poznámka:
Vypracoval: Pavel Galbavý	Datum: 12.2016

viz „STUDNIČKA, Jiří. Navrhování nosných konstrukcí: ocelové konstrukce. 1. vyd. V Praze: ČVUT, 2014. 120 s. ISBN 978-80-01-05490-1.“ - obr. 5.9 a 5.10

dle ČSN EN 10025-2  
pro t ≤ 40mm

Ocel: S 355  
 $f_y = 355,0$  MPa  
 $f_u = 510,0$  MPa  
 $E = 210,0$  GPa  
 $\epsilon = 0,81$

**průřez**  
**CHS**

	<b>A</b> [mm <sup>2</sup> ]	<b>I<sub>y</sub></b> [mm <sup>4</sup> ]	<b>I<sub>z</sub></b> [mm <sup>4</sup> ]	<b>d</b> [mm]	<b>b</b> [mm]	<b>t<sub>f</sub></b> [mm]	<b>t<sub>w</sub></b> [mm]	<b>r</b> [mm]
<b>PRŮŘEZ</b> CHS 193,7x6,3	3710,0	1,63E+7	1,63E+7	193,7	0,0	0,0	6,3	0,0

klasifikace průřezu: TLAK 1.třída

<b>DĚLKA PRUTU</b>	směr y = 1750,0 mm
	směr z = 1750,0 mm

**VZPĚRNOSTNÍ SOUČINITEL β**  
 směr y = 1,0  
 směr z = 1,0

**VZPĚRNÁ DÉLKA**  
 L<sub>y</sub> = 1750,0 mm  
 L<sub>z</sub> = 1750,0 mm

**KRITICKÁ SÍLA**  
 $N_{cr,y} = 11031,4$  kN  
 $N_{cr,z} = 11031,4$  kN  
 $N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_y^2}; \quad N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_z^2}$

vybočení kolmo k ose y-y	$\alpha_y = 0,21$
vybočení kolmo k ose z-z	$\alpha_z = 0,21$

**poměrná štíhlost**  
 $\lambda_y = 0,346$   
 $\lambda_z = 0,346$   
 $\lambda_y = \sqrt{\frac{f_y \cdot A}{N_{cr,y}}}; \quad \lambda_z = \sqrt{\frac{f_y \cdot A}{N_{cr,z}}}$

**součinitel vzpěrnosti**  
 $\chi_y = 0,967$   
 $\chi_z = 0,967$   
 $\chi_y = \frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \lambda_y^2}}$   
 $\chi_z = \frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \lambda_z^2}}$   
 kde  $\phi_y = 0,5 \cdot (1 + \alpha_y \cdot (\lambda_y - 0,2) + \lambda_y^2)$   
 kde  $\phi_z = 0,5 \cdot (1 + \alpha_z \cdot (\lambda_z - 0,2) + \lambda_z^2)$

<b>NÁVRHOVÁ HODNOTA TLAKOVÉHO ZATÍŽENÍ</b>	$N_{Ed,tlak} = 304,8$ kN
<b>NÁVRHOVÁ HODNOTA TAHOVÉHO ZATÍŽENÍ</b>	$N_{Ed,tah} = 585,0$ kN

Tlaková únosnost	$N_{Rd,tlak} = 1273,1$	>	304,8 kN	<b>VYHOVUJE</b>
Tahová únosnost	$N_{Rd,tah} = 1317,1$	>	585,0 kN	<b>VYHOVUJE</b>

# POSOUZENÍ PRUTU NA VZPĚRNÝ TLAK

Název: VAZNÍK – svislé diagonály	Poznámka:
Vypracoval: Pavel Galbavý	Datum: 12.2016

viz „STUDNIČKA, Jiří. Navrhování nosných konstrukcí: ocelové konstrukce. 1. vyd. V Praze: ČVUT, 2014. 120 s. ISBN 978-80-01-05490-1.“ - obr. 5.9 a 5.10

dle ČSN EN 10025-2

pro  $t \leq 40$  mm

Ocel: S 355

$f_y = 355,0$  MPa

$f_u = 510,0$  MPa

$E = 210,0$  GPa

$\epsilon = 0,81$

**průřez**

**CHS**

	A	I <sub>y</sub>	I <sub>z</sub>	d	b	t <sub>f</sub>	t <sub>w</sub>	r
	[mm <sup>2</sup> ]	[mm <sup>4</sup> ]	[mm <sup>4</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
<b>PRŮŘEZ</b> CHS 88,9x5,0	1320,0	1,16E+6	1,16E+6	88,9	0,0	0,0	5,0	0,0

**klasifikace průřezu: TLAK**

1.třída

**DĚLKA PRUTU**

směr y = 2670,0 mm

směr z = 2670,0 mm

**VZPĚRNOSTNÍ SOUČINITEL β**

směr y = 1,0

směr z = 1,0

**VZPĚRNÁ DÉLKA**

L<sub>y</sub> = 2670,0 mm

L<sub>z</sub> = 2670,0 mm

**KRITICKÁ SÍLA**

N<sub>cr,y</sub> = 337,3 kN

N<sub>cr,z</sub> = 337,3 kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_y^2}; \quad N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_z^2}$$

**vybočení kolmo k ose y-y**

$\alpha_y = 0,21$

**vybočení kolmo k ose z-z**

$\alpha_z = 0,21$

**poměrná štíhlost**

$\lambda_y = 1,179$

$\lambda_z = 1,179$

$$\lambda_y = \sqrt{\frac{f_y \cdot A}{N_{cr,y}}}; \quad \lambda_z = \sqrt{\frac{f_y \cdot A}{N_{cr,z}}}$$

**součinitel vzpěrnosti**

$\chi_y = 0,544$

$\chi_z = 0,544$

$$\chi_y = \frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \lambda_y^2}}$$

$$\chi_z = \frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \lambda_z^2}}$$

kde  $\phi_y = 0,5 \cdot (1 + \alpha_y \cdot (\lambda_y - 0,2) + \lambda_y^2)$

kde  $\phi_z = 0,5 \cdot (1 + \alpha_z \cdot (\lambda_z - 0,2) + \lambda_z^2)$

**NÁVRHOVÁ HODNOTA TLAKOVÉHO ZATÍŽENÍ**

N<sub>Ed,tlak</sub> = 210,6 kN

**NÁVRHOVÁ HODNOTA TAHOVÉHO ZATÍŽENÍ**

N<sub>Ed,tah</sub> = 187,8 kN

**Tlaková únosnost**

N<sub>Rd,tlak</sub> = 254,7

> 210,6 kN

**VYHOVUJE**

**Tahová únosnost**

NRd,tah = 468,6

> 187,8 kN

**VYHOVUJE**



# POSOUZENÍ PRUTU NA VZPĚRNÝ TLAK

Název:	VAZNÍK – vodorovné diagonály	Poznámka:	
Vypracoval:	Pavel Galbavý	Datum:	12.2016

dle ČSN EN 10025-2  
pro  $t \leq 40\text{mm}$

Ocel: S 355  
 $f_y = 355,0\text{ MPa}$   
 $f_u = 510,0\text{ MPa}$   
 $E = 210,0\text{ GPa}$   
 $\epsilon = 0,81$

viz „STUDNIČKA, Jiří. Navrhování nosných konstrukcí: ocelové konstrukce. 1. vyd. V Praze: ČVUT, 2014. 120 s. ISBN 978-80-01-05490-1.“ - obr. 5.9 a 5.10

**průřez  
CHS**

	A	I <sub>y</sub>	I <sub>z</sub>	d	b	t <sub>f</sub>	t <sub>w</sub>	r
	[mm <sup>2</sup> ]	[mm <sup>4</sup> ]	[mm <sup>4</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
<b>PRŮŘEZ</b> CHS 88,9x5,0	1320,0	1,16E+6	1,16E+6	88,9	0,0	0,0	5,0	0,0

**klasifikace průřezu: TLAK** 1.třída

<b>DĚLKA PRUTU</b>	směr y = 2670,0 mm
	směr z = 2670,0 mm

<b>VZPĚRNOSTNÍ SOUČINITEL β</b>	směr y = 1,0
	směr z = 1,0

<b>VZPĚRNÁ DĚLKA</b>	L <sub>y</sub> = 2670,0 mm
	L <sub>z</sub> = 2670,0 mm

<b>KRITICKÁ SÍLA</b>	N <sub>cr,y</sub> = 337,3 kN	$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_y^2}; \quad N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_z^2}$
	N <sub>cr,z</sub> = 337,3 kN	

<b>vybočení kolmo k ose y-y</b>	α <sub>y</sub> = 0,21
<b>vybočení kolmo k ose z-z</b>	α <sub>z</sub> = 0,21

<b>poměrná štíhlost</b>	λ <sub>y</sub> = 1,179	$\lambda_y = \sqrt{\frac{f_y \cdot A}{N_{cr,y}}}; \quad \lambda_z = \sqrt{\frac{f_y \cdot A}{N_{cr,z}}}$
	λ <sub>z</sub> = 1,179	

<b>součinitel vzpěrnosti</b>	χ <sub>y</sub> = 0,544	$\chi_y = \frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \lambda_y^2}}$ $\chi_z = \frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \lambda_z^2}}$ <i>kde</i> $\phi_y = 0,5 \cdot (1 + \alpha_y \cdot (\lambda_y - 0,2) + \lambda_y^2)$ <i>kde</i> $\phi_z = 0,5 \cdot (1 + \alpha_z \cdot (\lambda_z - 0,2) + \lambda_z^2)$
	χ <sub>z</sub> = 0,544	

<b>NÁVRHOVÁ HODNOTA TLAKOVÉHO ZATÍŽENÍ</b>	N <sub>Ed,tlak</sub> = 129,5 kN
<b>NÁVRHOVÁ HODNOTA TAHOVÉHO ZATÍŽENÍ</b>	N <sub>Ed,tah</sub> = 138,1 kN

<b>Tlaková únosnost</b>	N <sub>Rd,tlak</sub> = 254,7	>	129,5 kN	<b>VYHOVUJE</b>
<b>Tahová únosnost</b>	NRd,tah = 468,6	>	138,1 kN	<b>VYHOVUJE</b>

# POSOUZENÍ PRUTU NA VZPĚRNÝ TLAK

Název:	VAZNÍK – stojky	Poznámka:	
Vypracoval:	Pavel Galbavý	Datum:	12.2016

dle ČSN EN 10025-2

pro  $t \leq 40\text{mm}$

Ocel: S 355

$f_y = 355,0\text{ MPa}$

$f_u = 510,0\text{ MPa}$

$E = 210,0\text{ GPa}$

$\epsilon = 0,81$

viz „STUDNIČKA, Jiří. Navrhování nosných konstrukcí: ocelové konstrukce. 1. vyd. V Praze: ČVUT, 2014. 120 s. ISBN 978-80-01-05490-1.“ - obr. 5.9 a 5.10

**průřez**

**CHS**

	A	I <sub>y</sub>	I <sub>z</sub>	d	b	t <sub>f</sub>	t <sub>w</sub>	r
	[mm <sup>2</sup> ]	[mm <sup>4</sup> ]	[mm <sup>4</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
<b>PRŮŘEZ</b> CHS 76,1x4,0	906,0	5,91E+5	5,91E+5	76,1	0,0	0,0	4,0	0,0

**klasifikace průřezu: TLAK**

1.třída

**DĚLKA PRUTU**

směr y = 2000,0 mm

směr z = 2000,0 mm

**VZPĚRNOSTNÍ SOUČINITEL β**

směr y = 1,0

směr z = 1,0

**VZPĚRNÁ DĚLKA**

L<sub>y</sub> = 2000,0 mm

L<sub>z</sub> = 2000,0 mm

**KRITICKÁ SÍLA**

N<sub>cr,y</sub> = 306,2 kN

N<sub>cr,z</sub> = 306,2 kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_y^2}; \quad N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_z^2}$$

**vybočení kolmo k ose y-y**

$\alpha_y = 0,21$

**vybočení kolmo k ose z-z**

$\alpha_z = 0,21$

**poměrná štíhlost**

$\lambda_y = 1,025$

$\lambda_z = 1,025$

$$\lambda_y = \sqrt{\frac{f_y \cdot A}{N_{cr,y}}}; \quad \lambda_z = \sqrt{\frac{f_y \cdot A}{N_{cr,z}}}$$

**součinitel vzpěrnosti**

$\chi_y = 0,648$

$\chi_z = 0,648$

$$\chi_y = \frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \lambda_y^2}}$$

$$\chi_z = \frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \lambda_z^2}}$$

kde  $\phi_y = 0,5 \cdot (1 + \alpha_y \cdot (\lambda_y - 0,2) + \lambda_y^2)$

kde  $\phi_z = 0,5 \cdot (1 + \alpha_z \cdot (\lambda_z - 0,2) + \lambda_z^2)$

**NÁVRHOVÁ HODNOTA TLAKOVÉHO ZATÍŽENÍ**

N<sub>Ed,tlak</sub> = 78,0 kN

**NÁVRHOVÁ HODNOTA TAHOVÉHO ZATÍŽENÍ**

N<sub>Ed,tah</sub> = 66,2 kN

**Tlaková únosnost**

N<sub>Rd,tlak</sub> = 208,5

>

78,0 kN

**VYHOVUJE**

**Tahová únosnost**

NRd,tah = 321,6

>

66,2 kN

**VYHOVUJE**

# POSOUZENÍ PRUTU NA VZPĚRNÝ TLAK

Název: VAZNÍK – stojky na ose E	Poznámka:
Vypracoval: Pavel Galbavý	Datum: 12.2016

dle ČSN EN 10025-2

pro  $t \leq 40$  mm

Ocel: S 355

$f_y = 355,0$  MPa

$f_u = 510,0$  MPa

$E = 210,0$  GPa

$\epsilon = 0,81$

viz „STUDNIČKA, Jiří. Navrhování nosných konstrukcí: ocelové konstrukce. 1. vyd. V Praze: ČVUT, 2014. 120 s. ISBN 978-80-01-05490-1.“ - obr. 5.9 a 5.10

**průřez**

**CHS**

	A	I <sub>y</sub>	I <sub>z</sub>	d	b	t <sub>f</sub>	t <sub>w</sub>	r
	[mm <sup>2</sup> ]	[mm <sup>4</sup> ]	[mm <sup>4</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
<b>PRŮŘEZ</b> CHS 88,9x5,0	1320,0	1,16E+6	1,16E+6	88,9	0,0	0,0	5,0	0,0

**klasifikace průřezu: TLAK**

1.třída

**DĚLKA PRUTU**

směr y = 2000,0 mm

směr z = 2000,0 mm

**VZPĚRNOSTNÍ SOUČINITEL β**

směr y = 1,0

směr z = 1,0

**VZPĚRNÁ DĚLKA**

L<sub>y</sub> = 2000,0 mm

L<sub>z</sub> = 2000,0 mm

**KRITICKÁ SÍLA**

N<sub>cr,y</sub> = 601,1 kN

N<sub>cr,z</sub> = 601,1 kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_y^2}; \quad N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_z^2}$$

**vybočení kolmo k ose y-y**

$\alpha_y = 0,21$

**vybočení kolmo k ose z-z**

$\alpha_z = 0,21$

**poměrná štíhlost**

$\lambda_y = 0,883$

$\lambda_z = 0,883$

$$\lambda_y = \sqrt{\frac{f_y \cdot A}{N_{cr,y}}}; \quad \lambda_z = \sqrt{\frac{f_y \cdot A}{N_{cr,z}}}$$

**součinitel vzpěrnosti**

$\chi_y = 0,745$

$\chi_z = 0,745$

$$\chi_y = \frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \lambda_y^2}}$$

$$\chi_z = \frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \lambda_z^2}}$$

kde  $\phi_y = 0,5 \cdot (1 + \alpha_y \cdot (\lambda_y - 0,2) + \lambda_y^2)$

kde  $\phi_z = 0,5 \cdot (1 + \alpha_z \cdot (\lambda_z - 0,2) + \lambda_z^2)$

**NÁVRHOVÁ HODNOTA TLAKOVÉHO ZATÍŽENÍ**

N<sub>Ed,tlak</sub> = 235,6 kN

**NÁVRHOVÁ HODNOTA TAHOVÉHO ZATÍŽENÍ**

N<sub>Ed,tah</sub> = 144,0 kN

**Tlaková únosnost**

N<sub>Rd,tlak</sub> = 349,1

> 235,6 kN

**VYHOVUJE**

**Tahová únosnost**

NRd,tah = 468,6

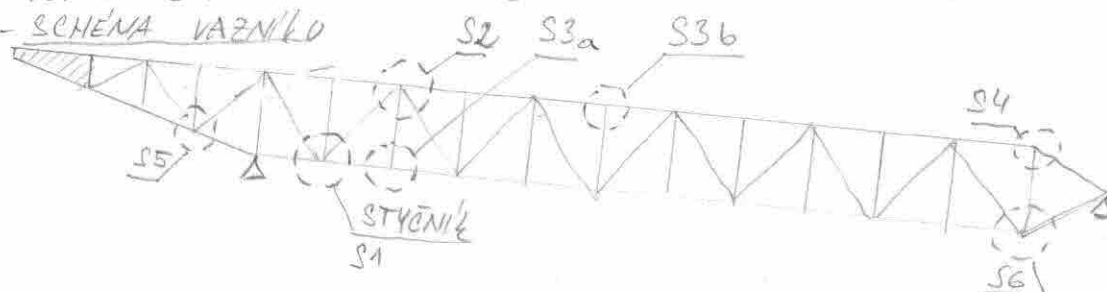
> 144,0 kN

**VYHOVUJE**

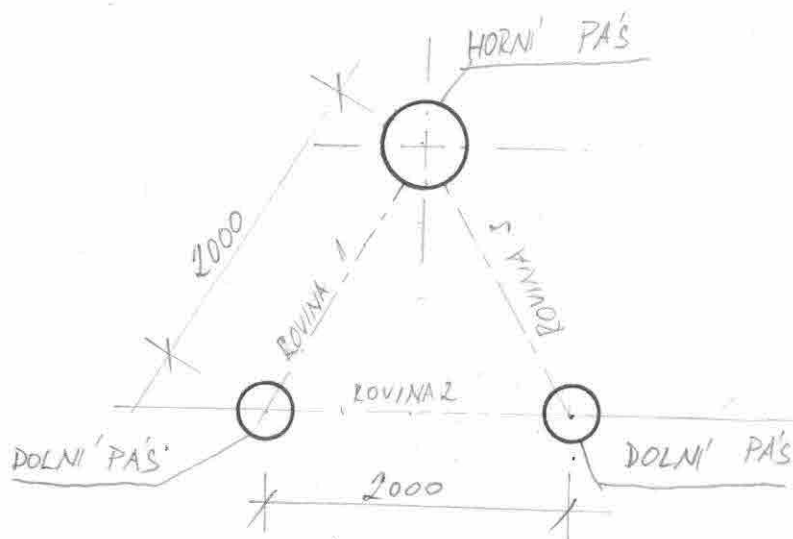
# STYČNÍKY PROSTOROVÉHO VAZNIČKU

- PODLE ČSN EN 1993-1-8

- SCHEMA VAZNIČKU

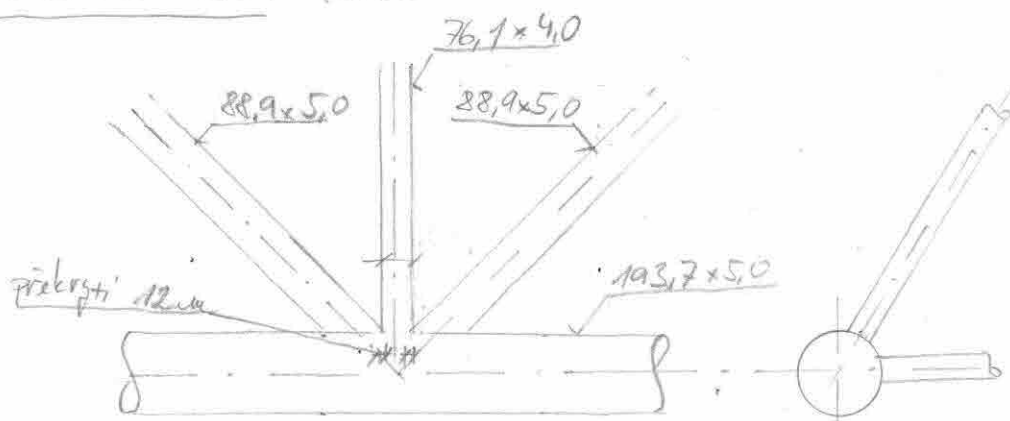


- PŘÍČNÝ ŘEZ VAZNIČEM



POZN. - OZNAČENÍ ROVINA 1 A ROVINA 2 JE POUZE PRO PŘEHLEDNOST VÝPOČTU

STYČNÍK S1: (POUŽITÝ TRUBEK ČMS S.355)



$$\lambda_{ov} = \frac{2 \cdot 10}{60,3} \cdot 100 = 31,6\% > 25\% \Rightarrow \text{SPLNĚNO}$$

PODMÍNEKA: (DLE ČSN EN 1993-1-8, KAP 7.4.)

$$0,2 \leq \frac{d_i}{d_o} \leq 1$$

STOJKA - DOLNÍ PAŠ:  $d_i = 76,1 \text{ mm}$   
 $d_o = 193,7 \text{ mm}$

$$\frac{76,1}{193,7} = 0,39 > 0,2 \quad \left. \begin{array}{l} < 1,0 \end{array} \right\} \underline{\underline{\text{PODMÍNKÁ SPLNĚNA}}}$$

DIAGONÁLA SVISLA' - DOLNÍ PAŠ:

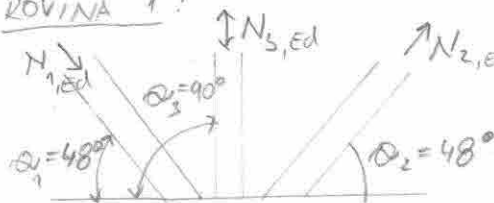
$d_i = 88,9 \text{ mm}$   
 $d_o = 193,7 \text{ mm}$

$$\frac{88,9}{193,7} = 0,46 > 0,2 \quad \left. \begin{array}{l} < 1,0 \end{array} \right\} \underline{\underline{\text{PODMÍNKÁ SPLNĚNA}}}$$

NÁVRHOVÁ OSOVÁ ÚNOSNOST SVAROVANÝCH STYČNÍKŮ

- PORUŠENÍ POVRCHU PAŠU:

- ROVINA 1:



$$N_{1,Rd} = \frac{k_g k_p f_{t,0} t_0^2}{\sin \alpha_1} \cdot \left( 1,8 + 10,2 \cdot \frac{d_1 + d_2 + t_1}{3 d_0} \right)$$

$f_{t,0}$

PLATNOST:

Podm. 1)  $N_{1,Ed} \sin \alpha_1 + N_{3,Ed} \sin \alpha_3 \leq N_{1,Rd} \cdot \sin \alpha_1$

Podm. 2)  $N_{2,Ed} \sin \alpha_2 \leq N_{1,Rd} \cdot \sin \alpha_1$

$$k_p = 1,0$$

$$k_g = f_t^{0,2} \left( 1 + \frac{0,024 \cdot f_t^{1,2}}{1 + 2 \left( 0,5 \cdot \frac{t_0}{t_0} - 1,33 \right)} \right)$$

$$f_t = \frac{d_0}{2 t_0} = \frac{193,7}{2 \cdot 5} = 19,37$$

$$k_g = 19,37^{0,2} \left( 1 + \frac{0,024 \cdot 19,37^{1,2}}{1 + 2 \left( 0,5 \cdot \frac{19}{5} - 1,33 \right)} \right) = 2,62$$

$$N_{1,Rd} = \frac{2,62 \cdot 1,0 \cdot 355 \cdot 5,0^2}{\sin 48^\circ} \cdot \left( 1,8 + 10,2 \cdot \frac{88,9 \cdot 2 + 76,1}{3 \cdot 193,7} \right) = 195,77 \text{ kN}$$

110

VNITŘNÍ SÍLY  
VIZ PŘÍLOHA  
S1

S1a: podmín. 1)

$$209,5 \cdot \sin 48^\circ + 6,51 \cdot \sin 90^\circ \leq 195,77 \cdot \sin 48^\circ$$

$$162,2 \text{ kN} > 145,48 \text{ kN} \Rightarrow \text{NEVYHOVUJE}$$

$\Rightarrow$  ZVĚTŠENÍ TROUŠTĚLY STĚNY CHS  
TRUBKY DOLNÍHO PÁSU NA 6,3mm

$$N_{\text{aird}} = \frac{2,55 \cdot 10 \cdot 355 \cdot 6,3^2}{\sin 48^\circ} \cdot \left( 1,8 + 10,2 \cdot \frac{88,92 + 76,1}{3 \cdot 193,7} \right) = 302,5 \text{ kN}$$

$$162,2 \text{ kN} > 302,5 \cdot \sin 48^\circ = 224,8 \text{ kN} \Rightarrow \text{SPLNĚNO}$$

podm. 2)

$$188,91 \cdot \sin 48^\circ \leq 224,8 \text{ kN}$$

$$140,4 \text{ kN} < 224,8 \text{ kN} \Rightarrow \text{SPLNĚNO}$$

S1b:

podm. 1)

$$181,26 \cdot \sin 48^\circ + 13,15 \cdot \sin 90^\circ \leq 225,8 \text{ kN}$$

$$147,9 \text{ kN} < 224,8 \text{ kN} \Rightarrow \text{SPLNĚNO}$$

podm. 2)

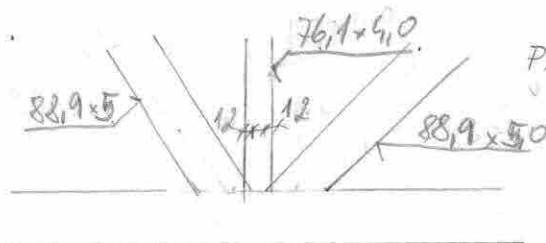
$$200 \cdot \sin 48^\circ \leq 224,8 \text{ kN}$$

$$148,6 \text{ kN} < 224,8 \text{ kN} \Rightarrow \text{SPLNĚNO}$$

- ROVINA 2:

- VNITŘNÍ SÍLY JSOU ZANEDBATELNE (ŘÁDOVĚ V  
PENŮTKÁCH PROCENT VNITŘNÍCH SÍL Z ROVINY

1) - V TĚTO ROVINĚ STYČNÍK VYNOVÍ



PŘEKRYTÍ MEZIPÁSOVÝCH  
PRUTŮ - VIZ ROVINA 1  
 $\Rightarrow$  SPLNĚNO

- PORUŠENÍ PROLOMENÍM SMYKLEM

$$d_i \leq d_o - 2t_o$$

$$76,1 \text{ mm} < 219,1 - 2 \cdot 6,3 = 206,5 \text{ mm}$$

$$N_{i,Rd} = \frac{f_{td}}{\sqrt{3}} \cdot t_o \cdot \pi \cdot d_i \cdot \frac{1 + \sin \alpha_i}{2 \cdot \sin^2 \alpha_i} / \gamma_{M5}$$

PRUT 1,2:

$$N_{1,Rd} = \frac{355}{\sqrt{3}} \cdot 6,3 \cdot \pi \cdot 88,9 \cdot \frac{1 + \sin 48^\circ}{2 \cdot \sin^2 48^\circ} / 1,0 = \underline{\underline{598,1 \text{ kN}}}$$

$$N_{1,Rd} = 598,1 \text{ kN} > N_{Ed} = 209,5 \text{ kN} \Rightarrow \underline{\underline{VYHOVUJE}}$$

PRUT 3:

$$N_{3,Rd} = \frac{355}{\sqrt{3}} \cdot 6,3 \cdot \pi \cdot 76,1 \cdot \frac{1 + \sin 90^\circ}{2 \cdot \sin^2 90^\circ} / 1,0 = 436,6 \text{ kN}$$

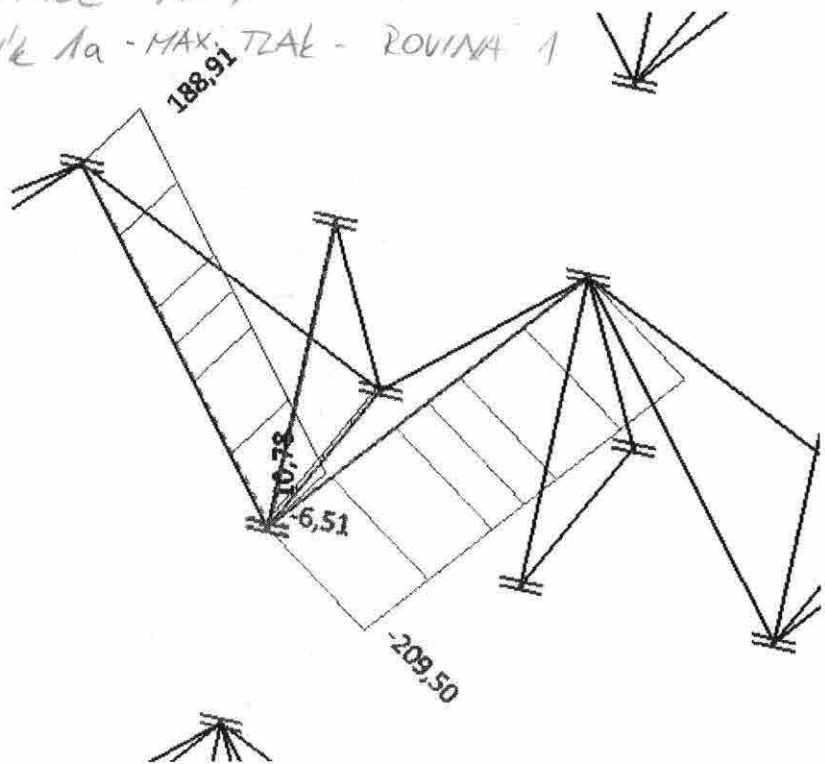
$$N_{3,Rd} = 436,6 \text{ kN} > N_{Ed} = 10,8 \text{ kN} \Rightarrow \underline{\underline{VYHOVUJE}}$$

STYČNÍK VYHOVÍ

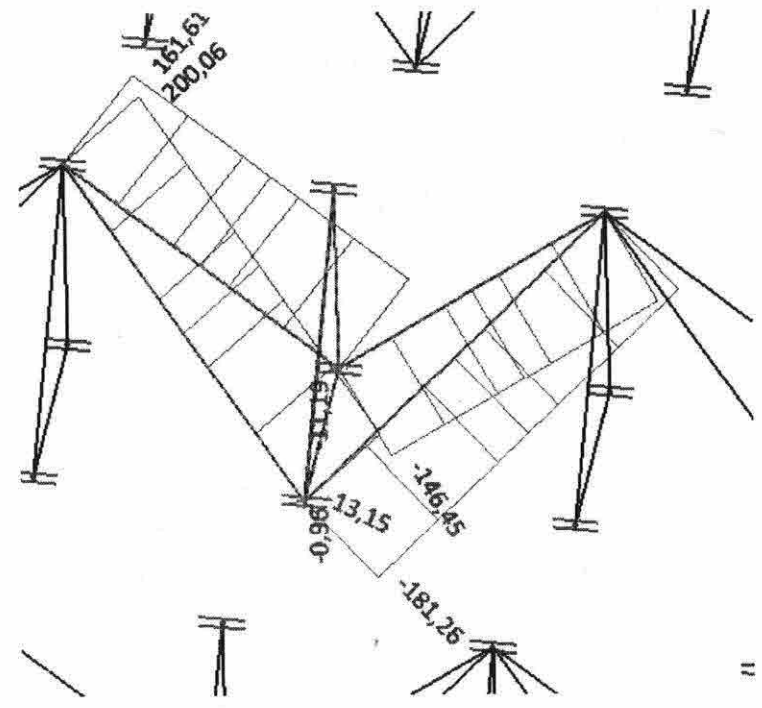
PŘÍLOHA S1: - MAX. VNITŘNÍ SÍLY A MEZI PÁSOVÝCH PRUTECH VÁZNI'KU

- KOMBINACE NC4

- STYČNÍK 1a - MAX. TĚŽK - ROVINA 1

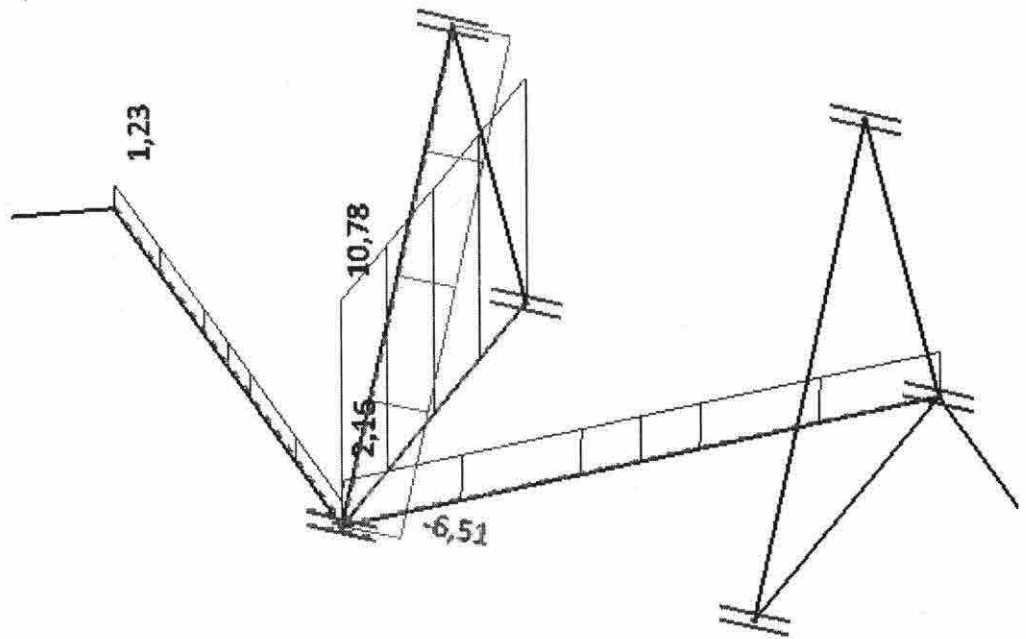


- STYČNÍK 1b - MAX. TAH - ROVINA 1

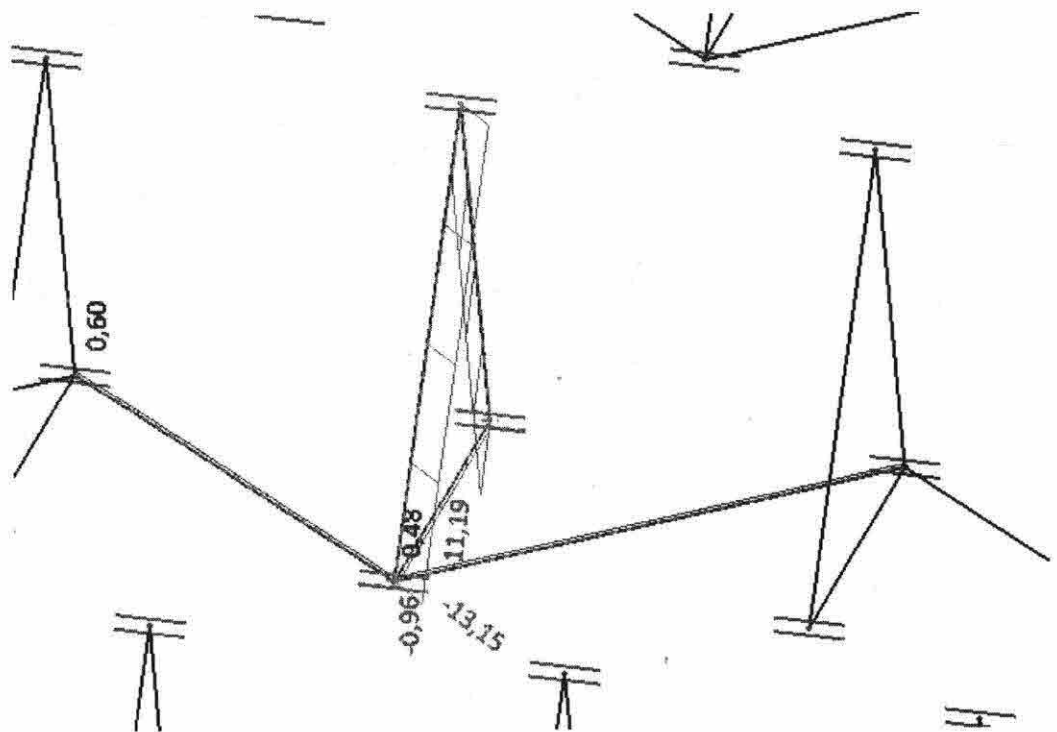




-STYČNÍK 1a - ROVINA 2



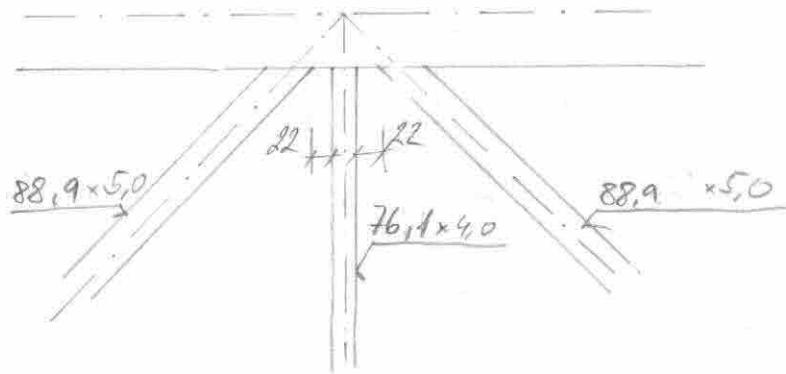
-STYČNÍK 1b - ROVINA 2



# STYČNÍK S2

ROVINA 1 (OTTO ROVINA 3)

273,0 x 8



$$g = t_1 + t_2 = 4,0 + 5,0 = 9 < 22 \text{ mm} \Rightarrow \text{SPLNĚNO}$$

$$0,2 \leq \frac{d_i}{d_o} \leq 1,0$$

- HORNÍ PÁS - STOLKA:  $d_i = 76,1$   
 $d_o = 273,0$

$$\frac{76,1}{273,0} = 0,28 > 0,2 \quad \left. \begin{array}{l} < 1,0 \end{array} \right\} \text{SPLNĚNO}$$

- HORNÍ PÁS - DIAGONÁLA:  $d_i = 88,9$   
 $d_o = 273,0$

$$\frac{88,9}{273,0} = 0,33 > 0,2 \quad \left. \begin{array}{l} < 1,0 \end{array} \right\} \text{SPLNĚNO}$$

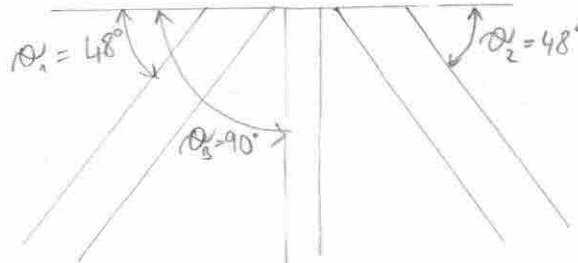
## NAVROVÁ UNOSNOST STYČNÍKU:

- PORUŠENÍ POVRCHU PÁSU:

ROVINA 1 = ROVINA 2

Podmínka 1)

$$N_{1ed} \cdot \sin \alpha_1 + N_{3ed} \cdot \sin \alpha_3 \leq N_{1ed} \cdot \sin \alpha_1$$



Podmínka 2)

$$N_{2ed} \cdot \sin \alpha_2 \leq N_{1ed} \cdot \sin \alpha_1$$

$$k_g = f^{0,2} \left( 1 + \frac{0,024 f^{1,2}}{1 + 2 \left( \frac{0,5 \cdot 8}{t_0} - 1,33 \right)} \right) ; f = \frac{d_0}{2t_0} = \frac{273,0}{2 \cdot 8} = 17,06$$

$$k_g = 17,06^{0,2} \cdot \left( 1 + \frac{0,024 \cdot 17,06^{1,2}}{1 + 2 \left( \frac{0,5 \cdot 22}{8} - 1,33 \right)} \right) = 2,39$$

$$n_p = \frac{\sqrt{p_{ed}}}{f_{g,0} \sqrt{f_{MS}}} = \frac{209,5 \cdot 10^3 \sqrt{1660}}{355} / 1,0 = 0,09$$

$$k_p = 1 - 0,3 \cdot n_p \cdot (1 + n_p) = 1 - 0,3 \cdot 0,09 \cdot (1 + 0,09) = 0,97$$

$$N_{1zd} = \frac{k_p \cdot k_g \cdot f_{g,0} \cdot t_0^2}{\sin \alpha} \cdot \left( 1,8 + 10,2 \cdot \frac{d_1 + d_2 + d_3}{3 \cdot d_0} \right) / \sqrt{f_{MS}}$$

$$N_{1zd} = \frac{0,97 \cdot 2,39 \cdot 355 \cdot 8^2}{\sin 48^\circ} \cdot \left( 1,8 + 10,2 \cdot \frac{2 \cdot 88,9 + 76,1}{3 \cdot 273} \right) / 1,0 = 351,7 \text{ kN}$$

Podmínka 1)

$$109,5 \cdot \sin 48^\circ + 6,14 \cdot \sin 90^\circ \leq 351,7 \cdot \sin 48^\circ$$

$$161,8 \text{ kN} < 261,4 \text{ kN} \Rightarrow \text{SPLNĚNO}$$

POZN.

PRO POSOUZENÍ STYČNÍKU PROSTOROVÉHO PŘÍHR. NOSNÍKU SE VNOSNOST STYČNÍKU V ROVINĚ SNIŽÍ SOUČINITELEM  $\mu = 0,9$

$$161,8 \text{ kN} < 261,4 \cdot 0,9 = 235,26 \text{ kN} \Rightarrow \text{SPLNĚNO}$$

Podmínka 2)

$$171,76 \cdot \sin 48^\circ \leq 274,09 \text{ kN}$$

$$127,6 \text{ kN} < 274,09 \text{ kN} \Rightarrow \text{SPLNĚNO}$$

PORUŠENÍ PROLOMENÍM SMYKEM

$$d_i \leq d_o - 2t_o$$

$$76,1 \text{ mm} < 273 - 2 \cdot 8 = 257 \text{ mm} \Rightarrow \text{ok}$$

$$N_{i,rd} = \frac{f_{t,d}}{\sqrt{3}} \cdot t_o \cdot \pi \cdot d_i \cdot \frac{1 + \sin \alpha_i}{2 \cdot \sin^2 \alpha_i} \cdot \gamma_{MS}$$

PRUT 1, 2:

$$N_{1,rd} = \frac{355}{\sqrt{3}} \cdot 8 \cdot \pi \cdot 88,9 \cdot \frac{1 + \sin 48^\circ}{2 \cdot \sin^2 48^\circ} \cdot 1,0 = \underline{537,1 \text{ kN}}$$

$$\underline{N_{1,rd} = 537,1 \text{ kN} > N_{Ed} = 209,5 \text{ kN} \Rightarrow \text{VYHOVUJE}}$$

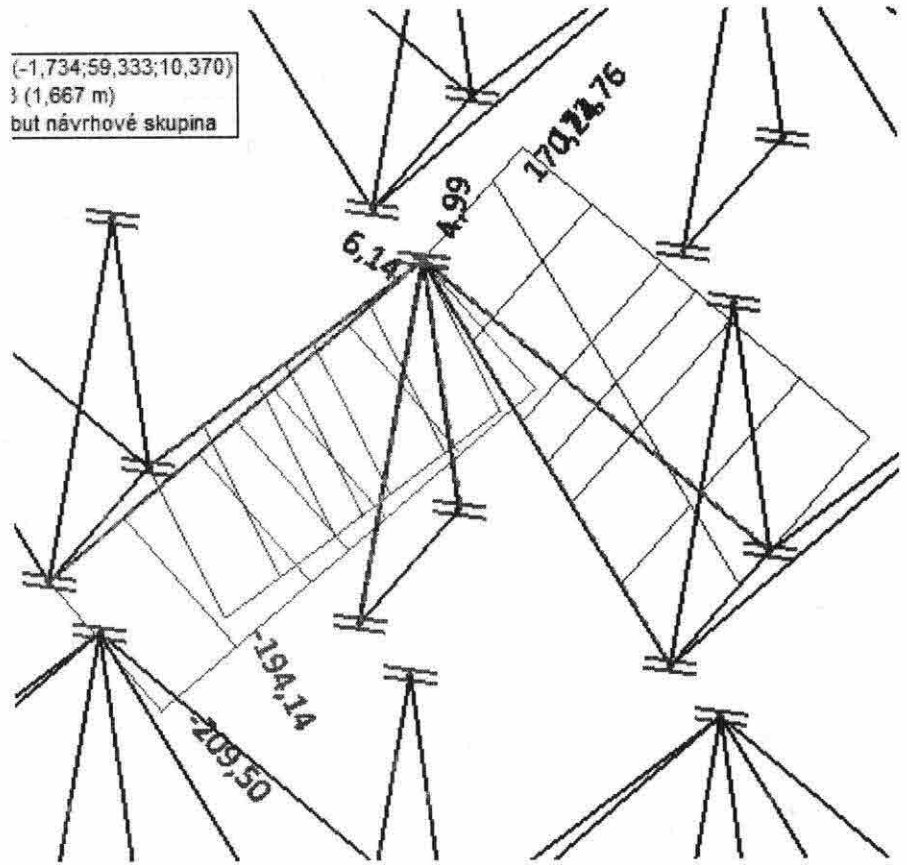
PRUT 3:

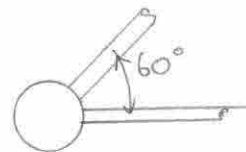
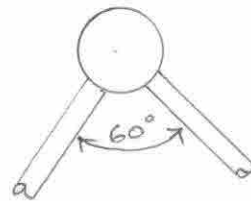
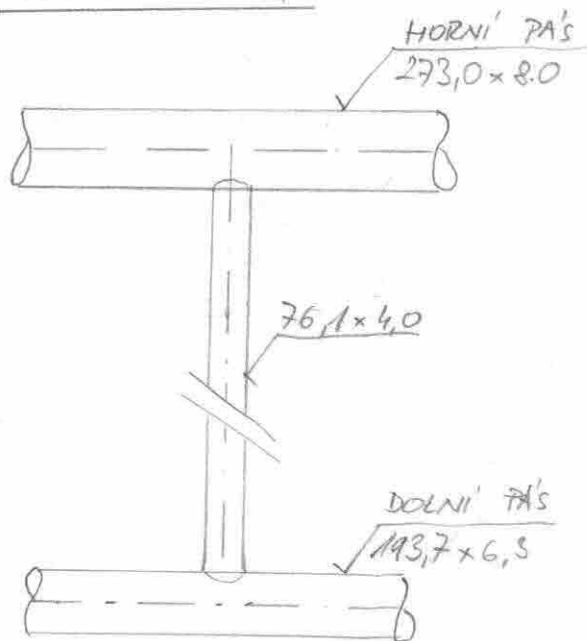
$$N_{3,rd} = \frac{355}{\sqrt{3}} \cdot 8 \cdot \pi \cdot 76,1 \cdot \frac{1 + \sin 90^\circ}{2 \cdot \sin^2 90^\circ} \cdot 1,0 = \underline{459,8 \text{ kN}}$$

$$\underline{N_{3,rd} = 459,8 \text{ kN} > N_{Ed} = 6,14 \text{ kN} \Rightarrow \text{VYHOVUJE}}$$

STYČENÍK VYHOVÍ

- PŘÍLOHA 82 - MAX - VNITŘNÍ SÍLY NA MĚSI PÁSOVÝCH PRUTECH VAZNIČU
- KOMBINACE NC4



STYČNÍK S3a,bPODMÍNEKA PLATNOSTI:

$$0,2 \leq \frac{d_i}{d_o} \leq 1,0$$

- HORNÍ PA'S - STOJKA:

$$d_i = 76,1 \text{ mm}$$

$$d_o = 273,0 \text{ mm}$$

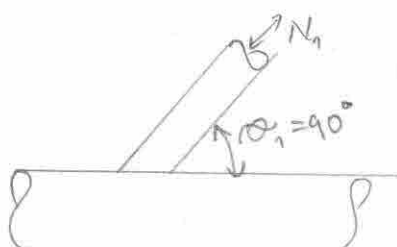
$$\frac{76,1}{273,0} = 0,28 > 0,2 \quad \left. \begin{array}{l} < 1,0 \end{array} \right\} \underline{\underline{\text{SPLNĚNO}}}$$

- DOLNÍ PA'S - STOJKA:

$$d_i = 76,1 \text{ mm}$$

$$d_o = 193,7 \text{ mm}$$

$$\frac{76,1}{193,7} = 0,4 > 0,2 \quad \left. \begin{array}{l} < 1,0 \end{array} \right\} \underline{\underline{\text{SPLNĚNO}}}$$

NÁVRHOVÁ ÚNOSNOST SVAŘOVANÉHO STYČNÍKUPORUŠENÍ POUČHU PÁSU

$$N_{1,rd} = \frac{f^{0,2} \cdot k_p \cdot f_{y0} \cdot t_0^2}{\sin \alpha_1} (2,8 + 14,2 \cdot \beta^2) / \gamma_{M2}$$

$$N_{1,ed} = \frac{(T_{RAL})}{83,5 \text{ kN}} \quad (\text{viz PŘÍLOHA STYČNÍK S3a,b})$$

- POMĚR STŘEDNÍ HODNOTY PRŮMĚRU STOSLÝ A PÁSU:

$$N_{1,ed} = \frac{(T_{AU})}{30,3 \text{ kN}} \quad (\text{--- || ---})$$

$$\beta_a = \frac{d_1}{d_0} = \frac{76,1}{193,7} = 0,39$$

$$\beta_b = \frac{d_1}{d_0} = \frac{76,1}{273,0} = 0,28$$

$$\beta_a = \frac{d_0}{L_0} = \frac{193,7}{2,6,3} = 15,37$$

$$\beta_b = \frac{d_0}{L_0} = \frac{273,0}{2,8} = 17,06$$

$$k_{p,a} = 1,0$$

$$m_{p,b} = \frac{k_{ed,p}}{f_{y,0}} / \gamma_{M5} = \frac{200,52 \cdot 10^3 / 6600}{355} / 1,0 = 0,09$$

$$k_{p,b} = 1 - 0,3 \cdot m_p \cdot (1 + m_p) = 1 - 0,3 \cdot 0,09 \cdot (1 + 0,09) = 0,97$$

$$N_{1,rd,a} = \frac{1,0 \cdot 15,37 \cdot 355 \cdot 6,3^2}{\sin 90^\circ} \cdot (2,8 + 14,2 \cdot 0,39^2) / 1,0 = 1074,1 \text{ kN}$$

$$N_{1,rd,a} = 1074,1 \text{ kN} > N_{ed} = 83,5 \text{ kN} \Rightarrow \text{BEZPEČNĚ VYHOVÍ}$$

$$N_{1,rd,b} = \frac{0,96 \cdot 17,06 \cdot 355 \cdot 8^2}{\sin 90^\circ} \cdot (2,8 + 14,2 \cdot 0,28^2) / 1,0 = 1516,8 \text{ kN}$$

$$N_{1,rd,b} = 1516,8 \text{ kN} > N_{ed} = 83,5 \text{ kN} \Rightarrow \text{BEZPEČNĚ VYHOVÍ}$$

PORUŠENÍ PROLOMENÍM SMYKEM- STOJKA DOLNÍ PÁŠ:

$$d_i \leq d_0 - 2t_0$$

$$76,1 \text{ mm} \leq 193,7 - 2 \cdot 6,3 = 181,1 \text{ mm} \Rightarrow \text{SPLNĚNO}$$

$$N_{1,rd,a} = \frac{355}{\sqrt{3}} \cdot 6,3 \cdot 76,1 \cdot \frac{1 + \sin 90^\circ}{2 \cdot \sin^2 90^\circ} / 1,0 = \underline{\underline{308,7 \text{ kN}}}$$

$$\underline{\underline{N_{1,rd,a} = 308,7 \text{ kN} > N_{ed} = 83,5 \text{ kN} \Rightarrow \text{VYHOVUJE}}}$$

- STOJKA - HORNÍ PÁŠ

$$d_i \leq d_0 - 2t_0$$

$$76,1 \text{ mm} < 273 - 2 \cdot 8 = 257 \text{ mm} \Rightarrow \text{SPLNĚNO}$$

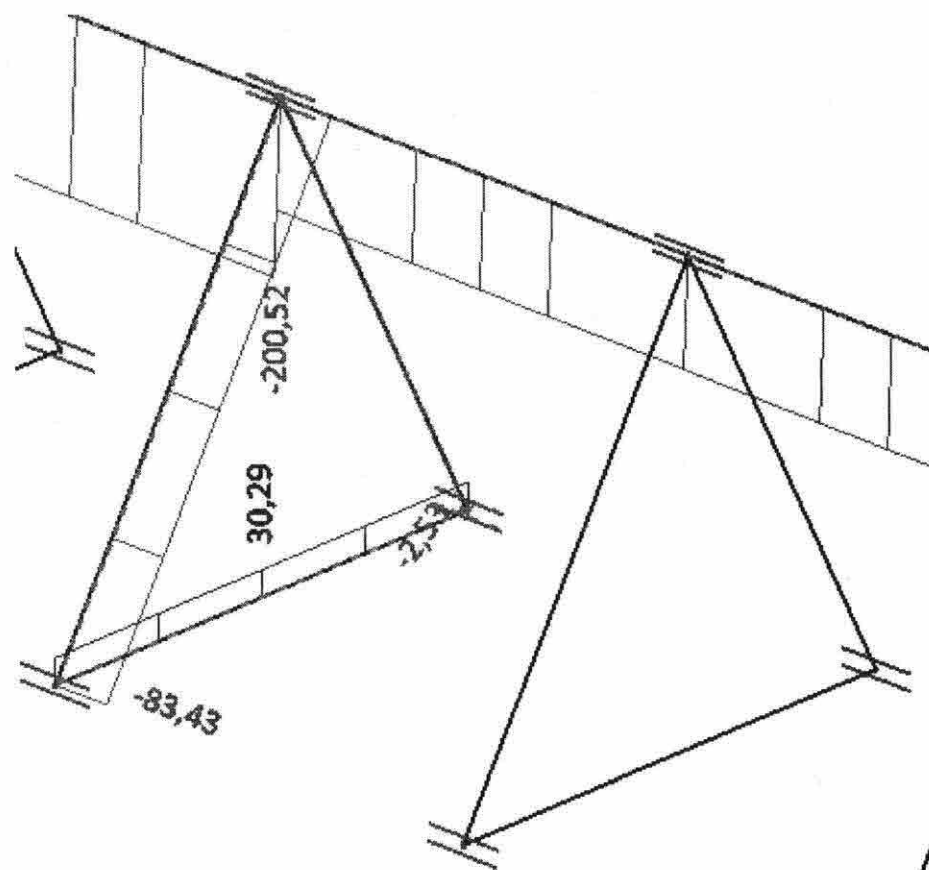
$$N_{1,rd,b} = \frac{355}{\sqrt{3}} \cdot 8 \cdot 76,1 \cdot \frac{1 + \sin 90^\circ}{2 \cdot \sin^2 90^\circ} / 1,0 = \underline{\underline{392,0 \text{ kN}}}$$

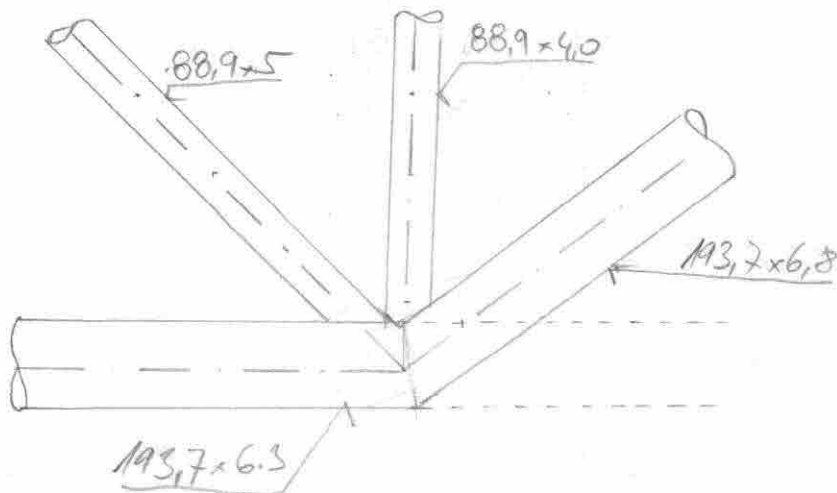
$$\underline{\underline{N_{1,rd,b} = 392,0 \text{ kN} > N_{ed} = 83,5 \text{ kN} \Rightarrow \text{VYHOVUJE}}}$$

STYČNÍK VYHOVÍ



- PŘÍLOHA SS<sub>a,6</sub>: - MAX VNITŘNÍ SÍLY NA MEZIPÁSOVÝCH  
PRUTECH VÁZNIČU  
- KOMBINACE NC1



STYČNÍK SGROVINA 1

$$\lambda_{ov} = 100\%$$

PODMÍNEKA:

$$0,2 \leq \frac{d_i}{d_o} \leq 1,0$$

STOJKA - DOLNÍ PAŠ:

$$d_i = 88,9 \text{ mm}$$

$$d_o = 193,7 \text{ mm}$$

$$\frac{88,9}{193,7} = 0,46 \left. \begin{array}{l} > 0,2 \\ < 1,0 \end{array} \right\} \underline{\underline{\text{SPLNĚNO}}}$$

DIAGONÁLA - D PAŠ:

$$d_i = 88,9 \text{ mm}$$

$$d_o = 193,7 \text{ mm}$$

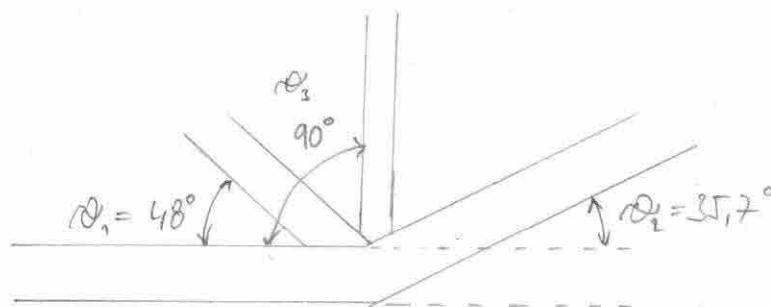
$$\frac{88,9}{193,7} = 0,46 \left. \begin{array}{l} > 0,2 \\ < 1,0 \end{array} \right\} \underline{\underline{\text{SPLNĚNO}}}$$

D. PAŠ - D PAŠ:

$$d_i = d_o = \quad \text{mm}$$

$$\frac{193,7}{193,7} = 1 \leq 1,0 \Rightarrow \underline{\underline{\text{SPLNĚNO}}}$$

# NAVROHOVÁ ÚNOSNOST SVAROVANÉHO STYČNÍKU



Podmínka 1,

$$N_{1,Ed} \cdot \sin \alpha_1 + N_{3,Ed} \cdot \sin \alpha_3 \leq N_{1,Rd} \cdot \sin \alpha_1$$

Podmínka 2,

$$N_{2,Ed} \cdot \sin \alpha_2 \leq N_{1,Rd} \cdot \sin \alpha_1$$

$$N_{1,Rd} = \frac{k_g \cdot k_p \cdot f_y \cdot t_0^2}{\sin \alpha_1} \cdot \left( 1,8 + 10,2 \cdot \frac{d_1 + d_2 + d_3}{3d_0} \right) / \gamma_{M5}$$

$$k_p = 1,0$$

$$k_g = f^{0,2} \cdot \left( 1 + \frac{0,024 \cdot f^{1,2}}{1 + e^{\left(0,5 \cdot \frac{f}{E_s} - 1,33\right)}} \right) ; f = \frac{d_0}{2t_0} = \frac{193,7}{2 \cdot 6,3} = 15,37$$

$$k_g = 15,37^{0,2} \cdot \left( 1 + \frac{0,024 \cdot 15,37^{1,2}}{1 + e^{\left(0,5 \cdot \frac{15,37}{6,3} - 1,33\right)}} \right) = 1,73$$

$$N_{1,Rd} = \frac{1,73 \cdot 1,0 \cdot 355 \cdot 6,3^2}{\sin 48^\circ} \cdot \left( 1,8 + 10,2 \cdot \frac{88,9 + 88,9 + 193,7}{3 \cdot 193,7} \right) / 1,0 = 273,6$$

Podmínka 1,

$$154,3 \cdot \sin 48^\circ + 36,4 \cdot \sin 90^\circ \leq 273 \cdot \sin 48^\circ$$

$$151,1 \text{ kN} < 202,9 \text{ kN} \Rightarrow \text{SPLNĚNO}$$

Podmínka 2,

$$169,68 \cdot \sin 35^\circ \leq 202,9 \text{ kN}$$

$$97,3 \text{ kN} < 202,9 \text{ kN} \Rightarrow \text{SPLNĚNO}$$

vnitřní  
síly viz  
příloha:  
PŘÍLOHA SG

PORUŠENÍ PROLOMENÍM SMYKEM

$$d_i \leq d_0 - 2t_0$$

$$N_{1,rd} = \frac{f_{td}}{\sqrt{3}} \cdot t_0 \cdot \pi \cdot d_i \cdot \frac{1 + \sin \alpha_i}{2 \cdot \sin^2 \alpha_i} \cdot \gamma_{MS}$$

PRUT 1:

$$88,9 \text{ mm} < 193,7 - 2 \cdot 6,3 = \underline{181,1 \text{ mm}}$$

$$N_{1,rd} = \frac{355}{\sqrt{3}} \cdot 6,3 \cdot \pi \cdot 88,9 \cdot \frac{1 + \sin 48^\circ}{2 \cdot \sin^2 48^\circ} \cdot 1,0 = \underline{423,0 \text{ kN}}$$

$$\underline{N_{1,rd} = 423,0 \text{ kN} > N_{ed} = 174,26 \text{ kN} \Rightarrow \text{VYHOVUJE}}$$

PRUT 2:

$$193,7 > 193,7 - 2 \cdot 6,3 = \underline{181,1 \text{ mm}}$$

$\Rightarrow$  NEMUSÍ SE POSOUZOVAT NA PROLOMENÍ SMYKEM

PRUT 3:

$$88,9 \text{ mm} < 193,7 - 2 \cdot 6,3 = \underline{181,1 \text{ mm}}$$

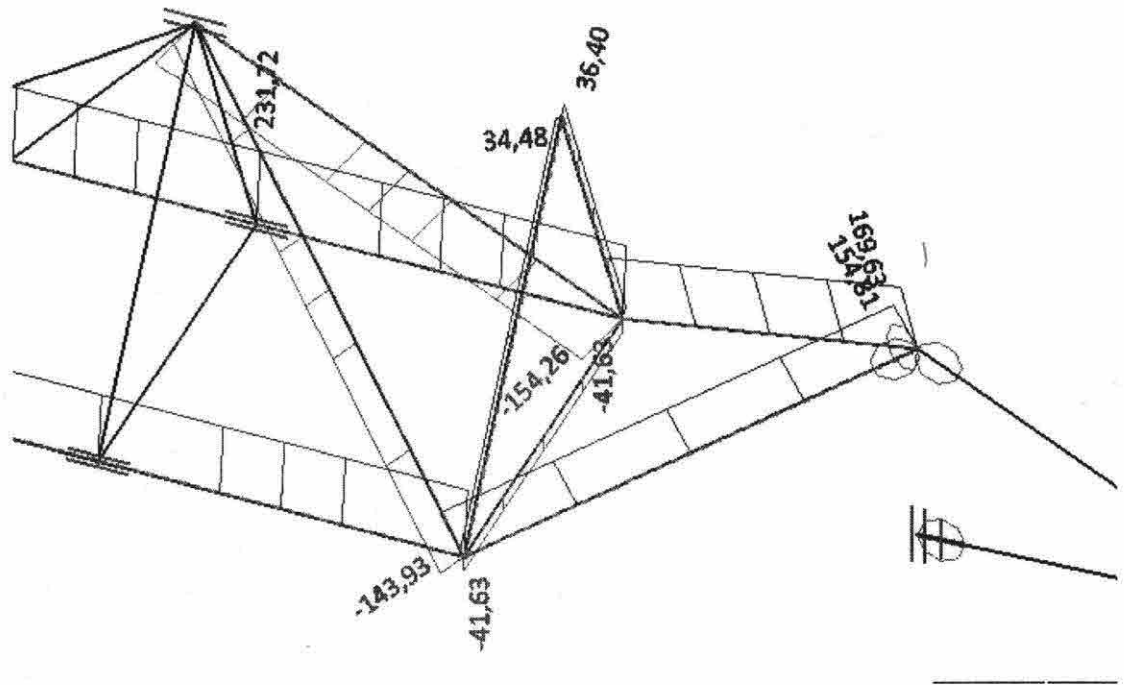
$$N_{3,rd} = \frac{355}{\sqrt{3}} \cdot 6,3 \cdot \pi \cdot 88,9 \cdot \frac{1 + \sin 90^\circ}{2 \cdot \sin^2 90^\circ} \cdot 1,0 = \underline{360,6 \text{ kN}}$$

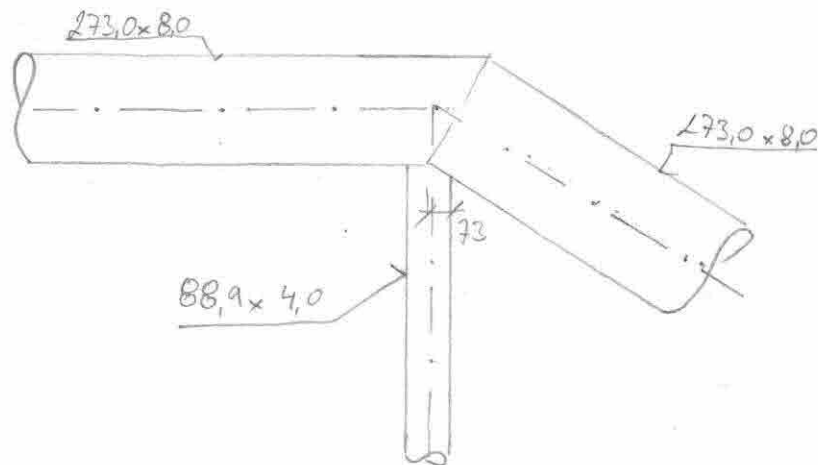
$$\underline{N_{3,rd} = 360,6 \text{ kN} > N_{ed} = 36,4 \text{ kN} \Rightarrow \text{VYHOVUJE}}$$

ROVINA 2:

- VNITŘNÍ SÍLY JSOU V TĚTO ROVINĚ ŘÁDOVĚ  
 V JEDNOTĚLÁCH PROCENT Z VNITŘNÍCH SIL V ROVINĚ  
 1 - STYČNÍK JE POSOUZEN JEN V ROVINĚ 1

- PŘÍLOHA S6 - MAX. VNITŘNÍ SÍLY NA MEZIČÁSOVÝCH  
PRUTECH VAZNIČU  
- KOMBINACE NC 4



STYČNÍK 4

$$\lambda_{ov} = \frac{73}{88,9} \cdot 100 = 82,1\% > 25\% \Rightarrow \text{SPLNĚNO}$$

PODMÍNEKA:

$$0,2 \leq \frac{d_i}{d_o} \leq 1,0$$

H. PAŠ - STOJKA:

$$d_i = 88,9 \text{ mm}$$

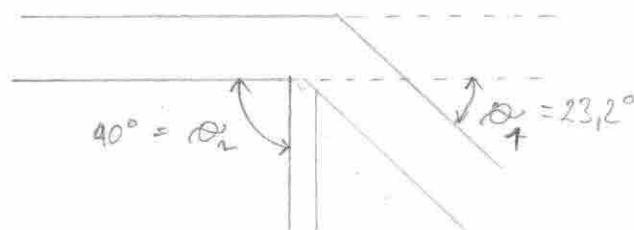
$$d_o = 273,0 \text{ mm}$$

$$\frac{88,9}{273,0} = 0,32 > 0,2 \quad \left. \begin{array}{l} < 1,0 \end{array} \right\} \text{SPLNĚNO}$$

H. PAŠ - H. PAŠ

$$d_i = d_o = 273 \text{ mm}$$

$$\frac{273}{273} = 1 \leq 1,0 \Rightarrow \text{SPLNĚNO}$$

NÁVRHOVÁ ÚNOSNOST STYČNÍKU

$$N_{1,Rd} = \frac{k_g \cdot k_p \cdot f_{td} \cdot t_0^2}{\sin \alpha_1} \cdot \left( 1,8 + 10,2 \cdot \frac{d_1}{d_0} \right) / f_{MS}$$

$$k_p = \frac{\sqrt{E_d \cdot I_p}}{f_{td} \cdot f_{MS}} = \frac{280,9 \cdot 10^3 / 6660}{355} / 1,0 = 0,12$$

$$k_p = 1 - 0,3 \cdot k_p \cdot (1 + k_p) = 1 - 0,3 \cdot 0,12 \cdot (1 + 0,12) = 0,96$$

$$k_g = f^{0,2} \cdot \left( 1 + \frac{0,024 \cdot f^{1,2}}{1 + \rho \left( 0,5 \cdot \frac{f}{t_0} - 1,33 \right)} \right) = \quad f = \frac{d_0}{2,6} = \frac{273}{2,8} = 17,06$$

$$k_g = 17,06^{0,2} \cdot \left( 1 + \frac{0,024 \cdot 17,06^{1,2}}{1 + \rho \left( 0,5 \cdot \frac{17,06}{8} - 1,33 \right)} \right) = 1,81$$

$$N_{1,Rd} = \frac{1,81 \cdot 0,96 \cdot 355 \cdot 8^2}{\sin 23,2^\circ} \cdot \left( 1,8 + 10,2 \cdot \frac{273,0}{273,0} \right) / 1,0 = 1202,6 \text{ kN}$$

$$\underline{N_{1,Rd} = 1202,6 \text{ kN} > N_{Ed} = 282,9 \text{ kN} \Rightarrow \text{VYHOVUJE}}$$

$$N_{2,Rd} = \frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_2} \cdot N_{1,Rd} = \frac{\sin 23,2^\circ}{\sin 90^\circ} \cdot 1202,6 = 473,7 \text{ kN} \Rightarrow$$

$$\underline{N_{2,Rd} = 473,7 \text{ kN} > N_{Ed} = 39,96 \text{ kN} \Rightarrow \text{VYHOVUJE}}$$

PORUŠENÍ PRODMENÍM SMYKEM

$$d_i \leq d_0 - 2e_0$$

$$N_{i,Rd} = \frac{t_0}{\sqrt{3}} \cdot t_0 \cdot \pi \cdot d_i \cdot \frac{1 + \sin \alpha_2}{2 \cdot \sin^2 \alpha_2} / f_{MS}$$

PROT 2:

$$88,9 < 273 - 2 \cdot 8 = 257 \text{ mm} \Rightarrow \text{SPUŠŤENO}$$

$$N_{2,Rd} = \frac{355}{\sqrt{3}} \cdot 8 \cdot \pi \cdot 88,9 \cdot \frac{1 + \sin 90^\circ}{2 \cdot \sin^2 90^\circ} / 1,0 = 458 \text{ kN}$$

$$\underline{N_{2,Rd} = 458 \text{ kN} > N_{Ed} = 39,96 \text{ kN} \Rightarrow \text{VYHOVUJE}}$$

PRUT 1:

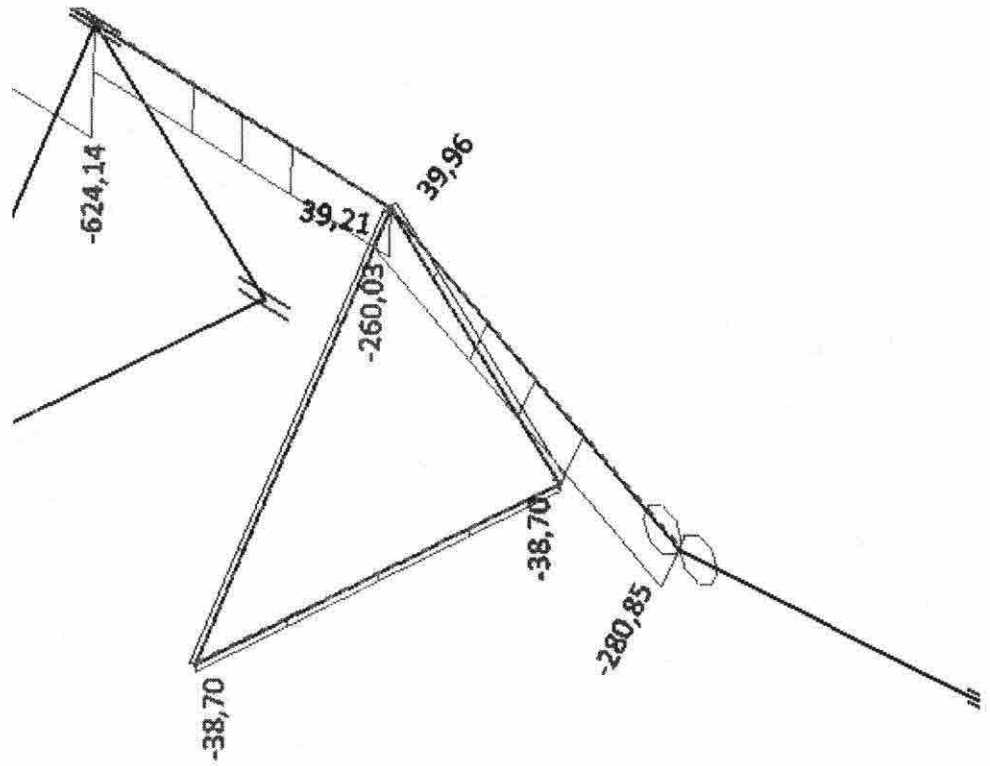
$$273,0_{\text{mm}} > 273 - 2 \cdot 8 = 257_{\text{mm}}$$

⇒ k PROLOMENÍ STYČNÍKU SMYKEM NEDOSDE

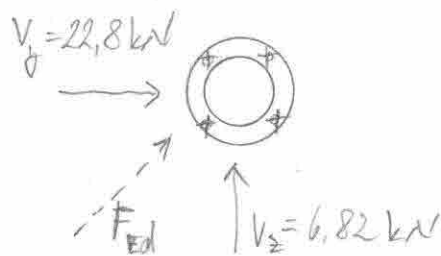
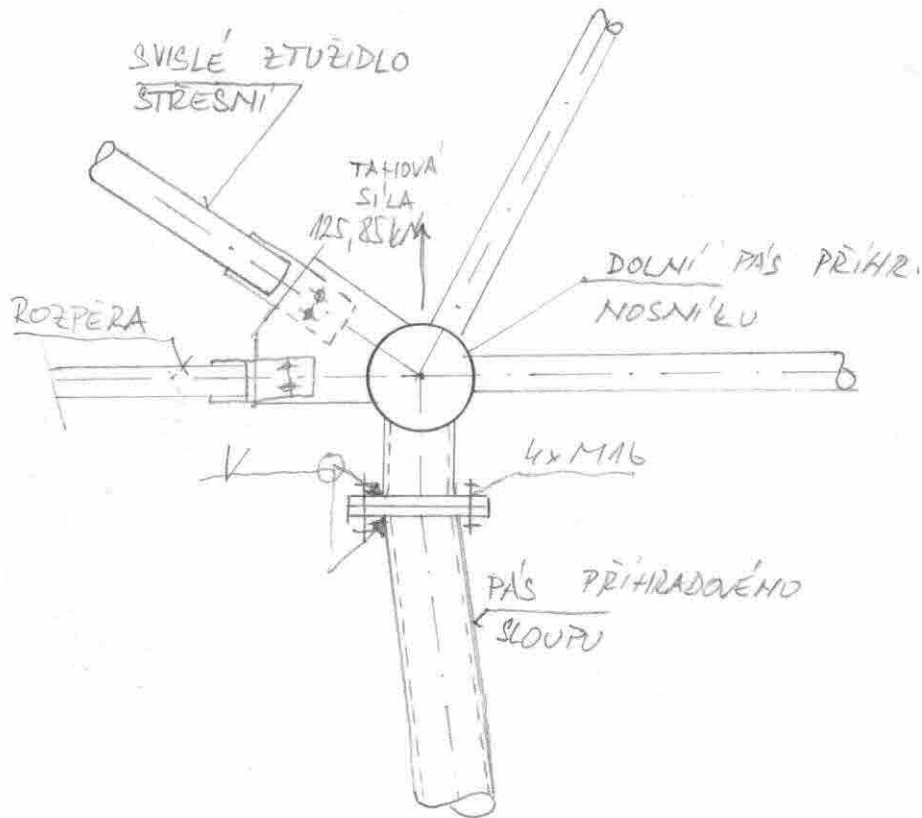
⇒ STYČNÍK VYHOVÍ



PŘÍLOHA 94 - MAX VNITŘNÍ SÍLY NA MEZIPÁSOVÝCH  
PRUTECH VAZNIČU  
- KOMBINACE NČ4

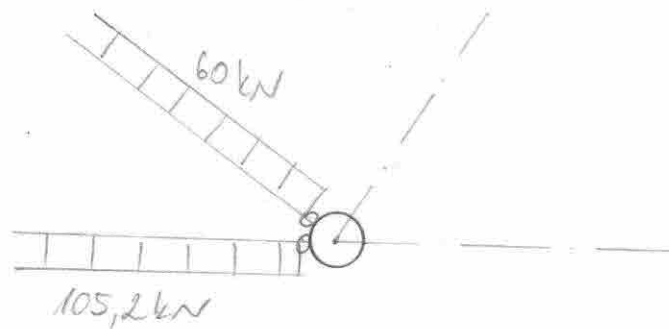


# PŘÍPOJ PROSTOROVÉHO VAZNIKU NA PŘÍHRADOVÝ SLOUP



$$F_{Ed} = \sqrt{22,8^2 + 6,82^2} = 23,8 \text{ kN}$$

- SILY PŮSOBÍCÍ NA PŘÍPOJ JSOU ZANEDBATELNÉ
- NAVRHSI KONSTRUKČNĚ 4xM16
- TOPY 1/2 V SVAR

SÍLY PŮSOBÍCÍ NA SVISLÉ STŘEŠNÍ ŽTUŽIDLOA ROZPĚRUNAVRH ŠROUBU ŽTUŽIDLA- VE STŘÍHU

$$F_{v,rd} = \frac{0,6 A_s f_{ub} \cdot z}{\gamma_{M2}} \geq F_{ed} \quad (2 \text{ šrouby})$$

$$A_s = \frac{F_{ed} \cdot \gamma_{M2}}{0,6 \cdot z \cdot f_{ub}} = \frac{60 \cdot 10^3 \cdot 1,25}{0,6 \cdot 2 \cdot 800} = 78,125 \text{ km}^2$$

NAVRHUSI LxM12 8.8  $A_s = 84,3 \text{ km}^2$  (jednoho šroubu)

$$F_{v,rd} = \frac{0,6 \cdot z \cdot 84,3 \cdot 800}{1,25} = 64,7 \text{ kN} > F_{ed} = 60 \text{ kN} \Rightarrow \text{VYHOVUJE NA STŘÍH}$$

- V OTLAČENÍ:

$$F_{b,rd} = \frac{k_1 a_c \cdot d \cdot \epsilon \cdot f_u}{\gamma_{M2}} \geq F_{ed}$$

$$a_c = \min\left(\frac{k_1}{3d_0} ; \frac{f_{ub}}{f_u} ; 1,0\right) = \min\left(\frac{50}{3 \cdot 13} ; \frac{800}{570} ; 1,0\right) = \min(1,28 ; 1,57 ; 1,0) = 1,0$$

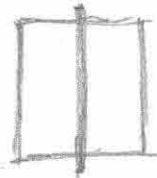
$$k_1 = \min\left(2,8 \cdot \frac{b_0}{d} - 1,7 ; 2,5\right) = \min\left(2,8 \cdot \frac{25}{12} - 1,7 ; 2,5\right) = \min(4,13 ; 2,5) = 2,5$$

TLOUŠŤKA PLECHU

$$t = \frac{F_{ed} \cdot f_{m2}}{k_1 \cdot a_L \cdot d \cdot f_u \cdot L} = \frac{60 \cdot 10^3 \cdot 1,25}{2,5 \cdot 10 \cdot 12 \cdot 510 \cdot 2} = 2,45 \text{ mm}$$

NAVRHUJI PLECH P8

$$F_{k,red} = \frac{2,5 \cdot 10 \cdot 510 \cdot 12 \cdot 2 \cdot 8}{1,25} = 195,86 \text{ kN} > F_{ed} = 60 \text{ kN} \Rightarrow \text{VYHOVUJE NA OTLAK}$$

NAVRH SVARU

$$\sigma_{II} = \frac{F_{ed}}{a_w L_w \cdot 4} \leq \frac{f_u}{\beta \cdot \sqrt{3} \cdot f_{m2}}$$

TL SVARU - 3 mm

DEJKA SVARU:

$$L_w = \frac{F_{ed} \cdot \beta \cdot \sqrt{3} \cdot f_{m2}}{f_u \cdot a_w \cdot 4} = \frac{60 \cdot 10^3 \cdot 0,9 \cdot \sqrt{3} \cdot 1,25}{510 \cdot 3 \cdot 4} = 19 \text{ mm}$$

NAVRHUJI DEJKA SVARU 50 mm

$$\frac{60 \cdot 10^3}{3 \cdot 50 \cdot 4} = 100 \text{ MPa} < \frac{510}{0,9 \cdot \sqrt{3} \cdot 1,25} = 261,7 \text{ MPa} \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

NAVRH ŠROUBŮ ROZPĚRY- VE STŘEHU:NAVRHUVÍ ŠROUBY Lx M16  $\leftarrow A_s = 157 \text{ mm}^2$ 

$$F_{v,rd} = \frac{0,6 \cdot A_s \cdot f_{ub} \cdot 2}{\gamma_{M2}} = \frac{0,6 \cdot 157 \cdot 800 \cdot 2}{1,25} = 120,57 \text{ kN}$$

$$F_{v,rd} = 120,57 \text{ kN} > F_{Ed} = 105,2 \text{ kN} \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

- V OTLAČENÍ

TL TLECHU 8 mm

$$F_{b,rd} = \frac{k_1 \cdot a_b \cdot d \cdot t \cdot f_u \cdot 2}{\gamma_{M2}}$$

$$a_b = \min\left(\frac{r_1}{3d_0} ; \frac{f_{ub}}{f_u} ; 1,0\right) = \min\left(\frac{50}{3 \cdot 18} ; \frac{800}{510} ; 1,0\right) = 0,92$$

$$k_1 = \min\left(2,8 \cdot \frac{e_2}{d} - 1,7 ; 2,5\right) = \min\left(2,8 \cdot \frac{25}{16} - 1,7 ; 2,5\right) = 2,5$$

$$F_{b,rd} = \frac{2,5 \cdot 0,92 \cdot 16 \cdot 8 \cdot 510 \cdot 2}{1,25} = 240,2 \text{ kN}$$

$$F_{b,rd} = 240,2 \text{ kN} > F_{Ed} = 105,2 \text{ kN} \Rightarrow \text{VYHOVUJE NA OTLAČENÍ}$$

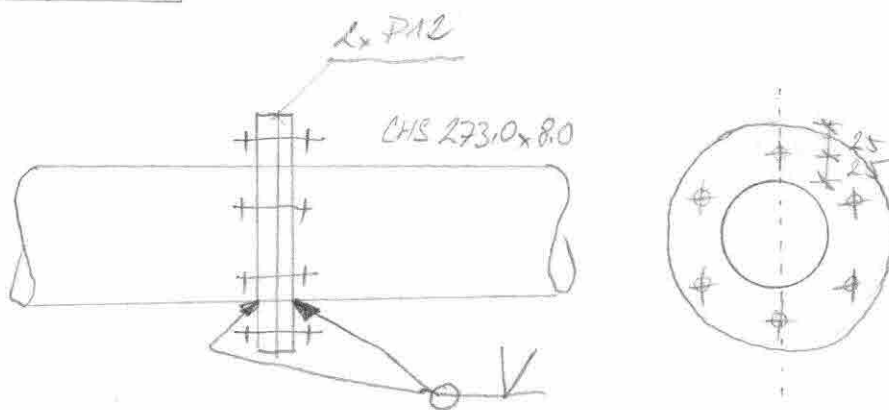
NAVRH SVARU:NAVRHUVÍ TLOUŠŤKU SVARU 3mm  
DĚLKO 50mm

$$\sigma_{II} = \frac{F_{Ed}}{a_w \cdot l_w \cdot 4} = \frac{105,2 \cdot 10^3}{3 \cdot 50 \cdot 4} = 175,3 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{II} = 175,3 \text{ MPa} < \frac{f_u}{\beta \cdot \sqrt{3} \cdot \gamma_{M2}} = \frac{510}{0,9 \cdot \sqrt{3} \cdot 1,25} = 261,7 \text{ MPa} \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

# PŘÍPOJE PROSTOROVÉHO VAZNIKU V MÍSTĚ ROZDĚLENÍ Z DŮVODU PŘEPRAVY

- HORNÍ A DOLNÍ PAŠ BUDOU PŘIPOSENY PŘES ČELNÍ DESKY
- DIAGONÁLY BUDOU PŘIPOSENY NA ŽILETKU
- HORNÍ PAŠ



## PŘEDBĚŽNÝ NAVRH ŠROUBU

- MAX TAHOVÁ SÍLA  $N_{Ed} = 163 \text{ kN}$

## NAHRAZNI "T" PRŮŘEZ



$l_p = 25 \text{ mm}$   
 $l_n = 25 \text{ mm}$

- ÚNOSNOST ŠROUBU V TAHU

$$F_{L,red} = \frac{0,9 \cdot A_s \cdot f_{ub}}{1,25} \geq \frac{N_{Ed}}{1,25}$$

$$A_s = \frac{N_{Ed} \cdot 1,25}{f_{ub} \cdot 0,9} = \frac{163 \cdot 10^3 \cdot 1,25}{800 \cdot 0,9} = 47,16$$

$\Rightarrow$  NAVRHUJI 6x M12  $A_s = 84,3 \text{ mm}^2$  8.8.

$$l_{eff,1} = \min(l_{eff,nc}; l_{eff,cp}) = 131,25 \text{ m}$$

$$l_{eff,2} = l_{eff,nc} = 131,25 \text{ m}$$

$$M_{pl,1,rd} = \frac{1}{4} \cdot 131,25 \cdot 12^2 \cdot 355/10 = 1,68 \text{ kNm}$$

$$M_{pl,2,rd} = \frac{1}{4} \cdot 131,25 \cdot 12^2 \cdot 355/10 = 1,68 \text{ kNm}$$

$$F_{T,1,rd} = \frac{4 \cdot 1,68 \cdot 10^6}{25} = 286,8 \text{ kN}$$

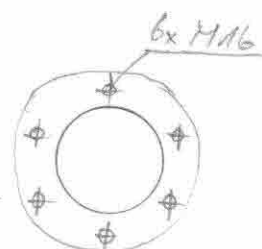
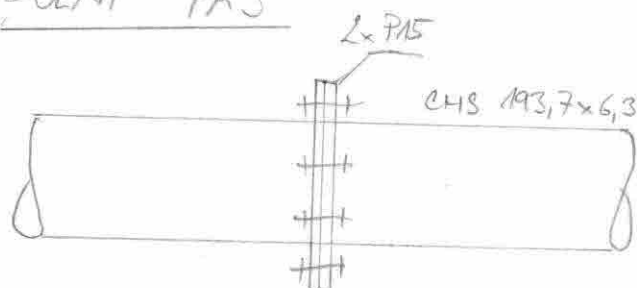
$$F_{T,2,rd} = \frac{2 \cdot 1,68 \cdot 10^6 + 25 \cdot 2 \cdot 48,56 \cdot 10^3}{25 + 25} = 115,76 \text{ kN}$$

$$F_{T,e,rd} = 2 \cdot 48,56 = 97,12 \text{ kN} \Rightarrow \text{POZHODOUSE PORUŠENÍ ŽROUBŮ}$$

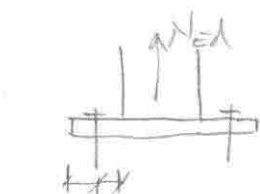
$$3 \cdot F_{T,e,rd} = 3 \cdot 97,12 = 291,36 \text{ kN} > N_{ed} = 163 \text{ kN} \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

- SVAR HORNÍHO PÁSU A ČERNÍ DESKY NAVRHNUTI TYPY  $\frac{1}{2}$  V SVAR.

- DOLNÍ PÁS



- MAX TÁHOVÉ ZATIŽENÍ  $N_{ed} = 290 \text{ kN}$



$$l = 35 \text{ mm}$$

$$m = 35 \text{ mm}$$

$$F_{c,rd} = \frac{0,9 \cdot A_s \cdot f_{yk}}{\gamma_{m2}} = \frac{0,9 \cdot 157 \cdot 800}{1,25} = 90,43 \text{ kN}$$

- ZPŮSOBY PORUŠENÍ STEJNÉ JAKO V HORNÍHO PÁSU :

- kružové porušení:

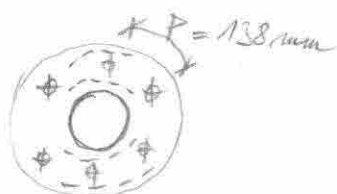
$$l_{\text{eff}, \text{op}} = 2r \cdot m = 2r \cdot 35 = \underline{219,9 \text{ mm}}$$

- nekružové porušení:

$$l_{\text{eff}, \text{nc}} = 4m + 1,25e = 4 \cdot 35 + 1,25 \cdot 35 = \underline{183,75 \text{ mm}}$$

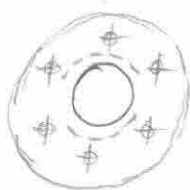
- PORUŠENÍ SKUPINY ŠROUBŮ:

- kružové porušení:



$$l_{\text{eff}, \text{op}} = 2 \cdot P = 2 \cdot 138 = \underline{276 \text{ mm}}$$

- nekružové porušení:



$$l_{\text{eff}, \text{nc}} = P = \underline{138 \text{ mm}}$$

$$l_{\text{eff}, 1} = 138 \text{ mm}$$

$$l_{\text{eff}, 2} = 138 \text{ mm}$$

$$M_{\text{d}, 1, \text{rd}} = M_{\text{d}, 2, \text{rd}} = \frac{1}{4} \cdot 138 \cdot 15^2 \cdot 355 / 1,0 = \underline{2,75 \text{ kNm}}$$

$$F_{T, 1, \text{rd}} = \frac{4 \cdot 2,75 \cdot 10^6}{35} = \underline{314,28 \text{ kN}}$$

$$F_{T, 2, \text{rd}} = \frac{2 \cdot 2,75 \cdot 10^6 + 2 \cdot 35 \cdot 90,43 \cdot 10^3}{35 + 35} = \underline{169,06 \text{ kN}}$$

$$F_{T, 2, \text{rd}} = 2 \cdot F_{z, \text{rd}} = 2 \cdot 90,43 = \underline{180,86 \text{ kN}}$$

⇒ ROZHODUJE PORUŠENÍ ŠROUBŮ V KOMBINACI S  
PLASTIZACÍ ČELNÍ DESKY



- PŮČÍCI SÍLY MOHOU VEMĚKNOUT

1) ÚPLNÁ PLASTIFIKACE PÁSNICE

$$F_{T, a, Rd} = \frac{4M_{Pl, 1, Rd}}{m}$$

2) PORUŠENÍ ŠROUBU S PLASTIFIKACÍ PÁSNICE

$$F_{T, b, Rd} = \frac{2M_{Pl, 2, Rd} + n \cdot \sum F_{z, Rd}}{m+n}$$

3) PORUŠENÍ ŠROUBU

$$F_{T, c, Rd} = \sum F_{z, Rd}$$

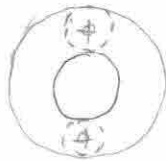
$$M_{Pl, 1, Rd} = \frac{1}{4} k_{eff, 1} \cdot t_f^2 \cdot f_y / \gamma_{M0}$$

$$M_{Pl, 2, Rd} = \frac{1}{4} k_{eff, 2} \cdot t_f^2 \cdot f_y / \gamma_{M0}$$

$$F_{z, Rd} = \frac{0,9 \cdot f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}} = \frac{0,9 \cdot 800 \cdot 84,3}{1,25} = 48,566 \text{ kN}$$

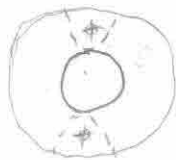
$$n = \min(l_{min}; 1,25 \text{ m}) = \min(25; 1,25 \cdot 25) = \underline{25 \text{ mm}}$$

- kruhové průřesy:



$$l_{eff} = 2l \cdot m = 2 \cdot 25 = 157,08 \text{ mm}$$

- nekruhové průřesy:

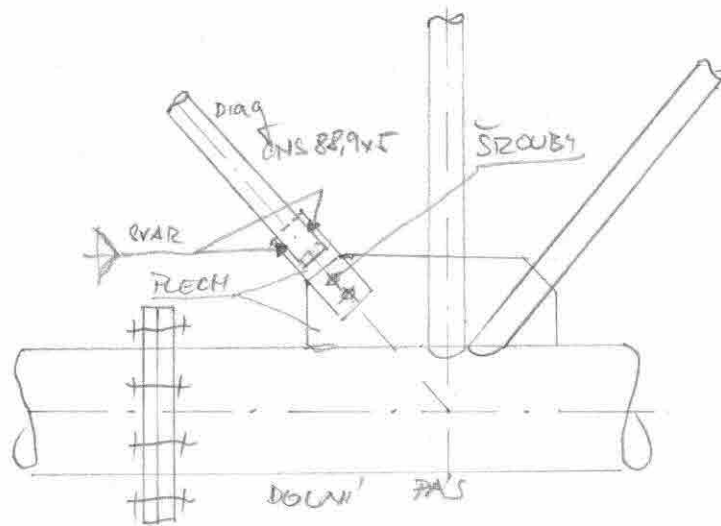


$$l_{eff,nc} = 4m + 1,25l = 4 \cdot 25 + 1,25 \cdot 25 = \underline{131,25 \text{ mm}}$$

$$3 \cdot F_{T, \text{red}} = 3 \cdot 169 = 507 \text{ kN} > N_{\text{ed}} = 290 \text{ kN} \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

- SVAR DOLNÍHO PÁSU A ČELNÍ DESKY NAVRHOJI  
TVRÝ 1/2 V SVAR

- PŘÍPOJ DIAGONÁLY:



MAX. NAMÁHÁNÍ DIAGONÁLY V MÍSTĚ PŘÍPOJE

$$N_{\text{ed}} = 138,52 \text{ kN} - \text{TÁH}$$

$$N_{\text{ed}} = 65,25 \text{ kN} - \text{TÍK}$$

NAVRH A POSOUZENÍ STŘOUBŮ

- NA STŘÍH:

$$F_{v, \text{red}} = \frac{0,6 \cdot A_s \cdot f_{ub}}{f_{tR2}} \Rightarrow A_s = \frac{F_{\text{ed}} \cdot f_{tR2}}{2 \cdot 0,6 \cdot f_{ub}} = \frac{138,52 \cdot 10^3 \cdot 1,25}{2 \cdot 0,6 \cdot 800} = 180 \text{ mm}^2$$

NAVRHOJI  $L_x M20 \ 8 \cdot 8 \ A_s = 245 \text{ mm}^2$

$$F_{v, \text{red}} = \frac{0,6 \cdot 2 \cdot 245 \cdot 800}{1,25} = 188,16 \text{ kN} > F_{\text{ed}} = 138,52 \text{ kN} \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

- NA OTLAČENÍ



$$a_b = 0,606$$

$$k_n = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k_n \cdot a_b \cdot d \cdot z \cdot f_u}{f_{m2}} \geq F_{Ed} \Rightarrow t = \frac{F_{Ed} \cdot f_{m2}}{2 \cdot k_n \cdot a_b \cdot d \cdot f_u}$$

$$t = \frac{138,52 \cdot 10^3 \cdot 1,25}{2 \cdot 2,5 \cdot 0,606 \cdot 20 \cdot 510} = 5,6 \Rightarrow \text{NAVRHUSÍ PLECH } \underline{P10}$$

- VNOSNOST OSLABENÉHO PRŮŘEZU:



$$\begin{array}{|c|c|c|} \hline \text{|||} & \text{|||} & \geq 10 \\ \hline \end{array} \quad A_0 = 2 \cdot 39 \cdot 10 = 780 \text{ mm}^2$$

$$\begin{array}{|c|c|c|} \hline 39 & 22 & 39 \\ \hline \end{array}$$

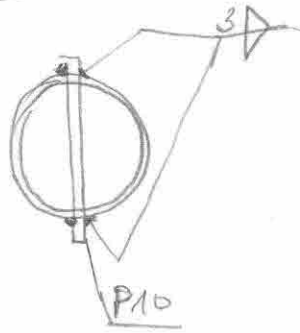
$$N_{rd} = A_0 \cdot f_y = 780 \cdot 355 = 276,9 \text{ kN}$$

$$N_{rd} = 276,9 \text{ kN} > N_{Ed} = 138,52 \text{ kN}$$

⇒ VYHOVUJE

$$F_{b,Rd} = \frac{2,5 \cdot 0,606 \cdot 20 \cdot 10 \cdot 1,25 \cdot 2}{1,25} = 606 \text{ kN} \gg F_{Ed} = 138,52 \text{ kN} \Rightarrow$$

⇒ VYHOVUJE NA OTLAČENÍ

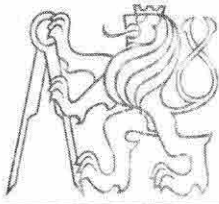
NAVRH SVARU:

$$\tau_{II} = \frac{F_n}{\beta \cdot \sqrt{3} \cdot \rho_{m2}} \rightarrow \frac{F_{Ed}}{a_w \cdot L_w \cdot 4} \quad a_w = 3 \text{ mm}$$

$$L_w = \frac{F_{Ed} \cdot \beta \cdot \sqrt{3} \cdot \rho_{m2}}{a_w \cdot 4 \cdot f_u} = \frac{138,52 \cdot 10^3 \cdot 0,9 \cdot \sqrt{3} \cdot 1,25}{3 \cdot 4 \cdot 510} = 44 \text{ mm}$$

NAVRHUJI SVAR 3mm DÉLKY 50mm

$$\frac{138,52 \cdot 10^3}{3 \cdot 50 \cdot 4} = 239,87 \text{ MPa} < \frac{510}{0,9 \cdot \sqrt{3} \cdot 1,25} = 261,73 \text{ MPa} \Rightarrow \underline{\underline{V4H0V0SE}}$$



## **3.03 – NÁVRH A POSOUZENÍ PRVKŮ ROVINNÉHO VAZNÍKU**

# POSOUZENÍ PRUTU NA VZPĚRNÝ TLAK

Název: VAZNÍK ROVINNÝ – horní pás	Poznámka:
Vypracoval: Pavel Galbavý	Datum: 12.2016

dle ČSN EN 10025-2  
 pro  $t \leq 40 \text{ mm}$   
 Ocel: S 355  
 $f_y = 355,0 \text{ MPa}$   
 $f_u = 510,0 \text{ MPa}$   
 $E = 210,0 \text{ GPa}$   
 $\epsilon = 0,81$

viz „STUDNIČKA, Jiří. Navrhování nosných konstrukcí: ocelové konstrukce. 1. vyd. V Praze: ČVUT, 2014. 120 s. ISBN 978-80-01-05490-1.“ - obr. 5.9 a 5.10

**průřez**  
**MSH**

	A	I <sub>y</sub>	I <sub>z</sub>	d	b	t <sub>f</sub>	t <sub>w</sub>	r
	[mm <sup>2</sup> ]	[mm <sup>4</sup> ]	[mm <sup>4</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
<b>PRŮŘEZ</b> MSH 160x160x8,0	4800,0	1,83E+7	1,83E+7	160,0	160,0	8,0	8,0	12,0

**klasifikace průřezu: TLAK** 1.třída

<b>DĚLKA PRUTU</b>	směr y = 1850,0	mm
	směr z = 5550,0	mm

**VZPĚRNOSTNÍ SOUČINITEL β**  
 směr y = 1,0  
 směr z = 1,0

**VZPĚRNÁ DÉLKA**  
 L<sub>y</sub> = 1850,0 mm  
 L<sub>z</sub> = 5550,0 mm

**KRITICKÁ SÍLA**  
 $N_{cr,y} = 11082,2 \text{ kN}$   
 $N_{cr,z} = 1231,4 \text{ kN}$   
 $N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_y^2}; \quad N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_z^2}$

vybočení kolmo k ose y-y	$\alpha_y = 0,21$
vybočení kolmo k ose z-z	$\alpha_z = 0,21$

**poměrná štíhlost**  
 $\lambda_y = 0,392$   
 $\lambda_z = 1,176$   
 $\lambda_y = \sqrt{\frac{f_y \cdot A}{N_{cr,y}}}; \quad \lambda_z = \sqrt{\frac{f_y \cdot A}{N_{cr,z}}}$

**součinitel vzpěrnosti**  
 $\chi_y = 0,955$   
 $\chi_z = 0,545$   
 $\chi_y = \frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \lambda_y^2}}$   
 $\chi_z = \frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \lambda_z^2}}$   
 kde  $\phi_y = 0,5 \cdot (1 + \alpha_y \cdot (\lambda_y - 0,2) + \lambda_y^2)$   
 kde  $\phi_z = 0,5 \cdot (1 + \alpha_z \cdot (\lambda_z - 0,2) + \lambda_z^2)$

<b>NÁVRHOVÁ HODNOTA TLAKOVÉHO ZATÍŽENÍ</b>	$N_{Ed,tlak} = 369,6 \text{ kN}$
<b>NÁVRHOVÁ HODNOTA TAHOVÉHO ZATÍŽENÍ</b>	$N_{Ed,tah} = 105,5 \text{ kN}$

Tlaková únosnost	$N_{Rd,tlak} =$	928,8	>	369,6 kN	VYHOVUJE
Tahová únosnost	$NR_{d,tah} =$	1704,0	>	105,5 kN	VYHOVUJE

# POSOUZENÍ PRUTU NA VZPĚRNÝ TLAK

Název: VAZNÍK ROVINNÝ – dolní pás	Poznámka:
Vypracoval: Pavel Galbavý	Datum: 12.2016

viz „STUDNIČKA, Jiří. Navrhování nosných konstrukcí: ocelové konstrukce. 1. vyd. V Praze: ČVUT, 2014. 120 s. ISBN 978-80-01-05490-1.“ - obr. 5.9 a 5.10

dle ČSN EN 10025-2  
pro  $t \leq 40\text{mm}$

Ocel: S 355  
 $f_y = 355,0 \text{ MPa}$   
 $f_u = 510,0 \text{ MPa}$   
 $E = 210,0 \text{ GPa}$   
 $\epsilon = 0,81$

**průřez**  
**MSH**

	A	I <sub>y</sub>	I <sub>z</sub>	d	b	t <sub>f</sub>	t <sub>w</sub>	r
	[mm <sup>2</sup> ]	[mm <sup>4</sup> ]	[mm <sup>4</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
<b>PRŮŘEZ</b> MSH 140x140x8,0	2056,0	1,20E+7	1,20E+7	140,0	140,0	8,0	8,0	12,0

**klasifikace průřezu: TLAK** 1.třída

<b>DĚLKA PRUTU</b>	směr y = 1850,0	mm
	směr z = 5550,0	mm

**VZPĚRNOSTNÍ SOUČINITEL β**  
 směr y = 1,0  
 směr z = 1,0

**VZPĚRNÁ DÉLKA**  
 L<sub>y</sub> = 1850,0 mm  
 L<sub>z</sub> = 5550,0 mm

**KRITICKÁ SÍLA**  
 $N_{cr,y} = 7267,0 \text{ kN}$   
 $N_{cr,z} = 807,4 \text{ kN}$   
 $N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_y^2}; \quad N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_z^2}$

vybočení kolmo k ose y-y	$\alpha_y = 0,21$
vybočení kolmo k ose z-z	$\alpha_z = 0,21$

**poměrná štíhlost**  
 $\lambda_y = 0,317$   
 $\lambda_z = 0,951$

$$\lambda_y = \sqrt{\frac{f_y \cdot A}{N_{cr,y}}}; \quad \lambda_z = \sqrt{\frac{f_y \cdot A}{N_{cr,z}}}$$

**součinitel vzpěrnosti**  
 $\chi_y = 0,974$   
 $\chi_z = 0,700$

$$\chi_y = \frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \lambda_y^2}}$$

$$\chi_z = \frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \lambda_z^2}}$$

kde  $\phi_y = 0,5 \cdot (1 + \alpha_y \cdot (\lambda_y - 0,2) + \lambda_y^2)$   
 kde  $\phi_z = 0,5 \cdot (1 + \alpha_z \cdot (\lambda_z - 0,2) + \lambda_z^2)$

<b>NÁVRHOVÁ HODNOTA TLAKOVÉHO ZATÍŽENÍ</b>	$N_{Ed,tlak} = 150,1 \text{ kN}$
<b>NÁVRHOVÁ HODNOTA TAHOVÉHO ZATÍŽENÍ</b>	$N_{Ed,tah} = 375,6 \text{ kN}$

Tlaková únosnost	$N_{Rd,tlak} =$	510,7	>	150,1 kN	VYHOVUJE
Tahová únosnost	$NR_{d,tah} =$	729,9	>	375,6 kN	VYHOVUJE

# POSOUZENÍ PRUTU NA VZPĚRNÝ TLAK

Název: VAZNÍK ROVINNÝ – diagonály	Poznámka:
Vypracoval: Pavel Galbavý	Datum: 12.2016

dle ČSN EN 10025-2  
pro t ≤ 40mm  
Ocel: S 355  
 $f_y = 355,0 \text{ MPa}$   
 $f_u = 510,0 \text{ MPa}$   
 $E = 210,0 \text{ GPa}$   
 $\epsilon = 0,81$

viz „STUDNIČKA, Jiří. Navrhování nosných konstrukcí: ocelové konstrukce. 1. vyd. V Praze: ČVUT, 2014. 120 s. ISBN 978-80-01-05490-1.“ - obr. 5.9 a 5.10

**průřez**  
**MSH**

	A	I <sub>y</sub>	I <sub>z</sub>	d	b	t <sub>f</sub>	t <sub>w</sub>	r
	[mm <sup>2</sup> ]	[mm <sup>4</sup> ]	[mm <sup>4</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
<b>PRŮŘEZ</b> MSH 100x60x5,0	1470,0	1,89E+6	8,36E+5	100,0	60,0	5,0	5,0	8,0

**klasifikace průřezu: TLAK** 1.třída

<b>DĚLKA PRUTU</b>	směr y = 2500,0 mm
	směr z = 2500,0 mm

**VZPĚRNOSTNÍ SOUČINITEL β**  
 směr y = 1,0  
 směr z = 1,0

**VZPĚRNÁ DÉLKA**  
 L<sub>y</sub> = 2500,0 mm  
 L<sub>z</sub> = 2500,0 mm

**KRITICKÁ SÍLA**  
 N<sub>cr,y</sub> = 626,8 kN  
 N<sub>cr,z</sub> = 277,2 kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_y^2}; \quad N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_z^2}$$

vybočení kolmo k ose y-y	$\alpha_y = 0,21$
vybočení kolmo k ose z-z	$\alpha_z = 0,21$

**poměrná štíhlost**  
 $\lambda_y = 0,912$   
 $\lambda_z = 1,372$

$$\lambda_y = \sqrt{\frac{f_y \cdot A}{N_{cr,y}}}; \quad \lambda_z = \sqrt{\frac{f_y \cdot A}{N_{cr,z}}}$$

**součinitel vzpěrnosti**  
 $\chi_y = 0,726$   
 $\chi_z = 0,432$

$$\chi_y = \frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \lambda_y^2}}$$

$$\chi_z = \frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \lambda_z^2}}$$

kde  $\phi_y = 0,5 \cdot (1 + \alpha_y \cdot (\lambda_y - 0,2) + \lambda_y^2)$

kde  $\phi_z = 0,5 \cdot (1 + \alpha_z \cdot (\lambda_z - 0,2) + \lambda_z^2)$

<b>NÁVRHOVÁ HODNOTA TLAKOVÉHO ZATÍŽENÍ</b>	N <sub>Ed,tlak</sub> = 167,2 kN
<b>NÁVRHOVÁ HODNOTA TAHOVÉHO ZATÍŽENÍ</b>	N <sub>Ed,tah</sub> = 211,1 kN

Tlaková únosnost	N <sub>Rd,tlak</sub> = 225,4	>	167,2 kN	<b>VYHOVUJE</b>
Tahová únosnost	NRd,tah = 521,9	>	211,1 kN	<b>VYHOVUJE</b>



# POSOUZENÍ PRUTU NA VZPĚRNÝ TLAK

Název: VAZNÍK ROVINNÝ – stojky	Poznámka:
Vypracoval: Pavel Galbavý	Datum: 12.2016

dle ČSN EN 10025-2

pro t ≤ 40 mm

Ocel: S 355

$f_y = 355,0$  MPa

$f_u = 510,0$  MPa

$E = 210,0$  GPa

$\epsilon = 0,81$

viz „STUDNIČKA, Jiří. Navrhování nosných konstrukcí: ocelové konstrukce. 1. vyd. V Praze: ČVUT, 2014. 120 s. ISBN 978-80-01-05490-1.“ - obr. 5.9 a 5.10

průřez

**MSH**

	A	I <sub>y</sub>	I <sub>z</sub>	d	b	t <sub>f</sub>	t <sub>w</sub>	r
	[mm <sup>2</sup> ]	[mm <sup>4</sup> ]	[mm <sup>4</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
<b>PRŮŘEZ</b> MSH 100x50x4,0	1120,0	1,40E+6	4,62E+5	100,0	50,0	4,0	4,0	6,0

klasifikace průřezu: TLAK

1.třída

## DĚLKA PRUTU

směr y = 1650,0 mm

směr z = 1650,0 mm

## VZPĚRNOSTNÍ SOUČINITEL β

směr y = 1,0

směr z = 1,0

## VZPĚRNÁ DÉLKA

L<sub>y</sub> = 1650,0 mm

L<sub>z</sub> = 1650,0 mm

## KRITICKÁ SÍLA

N<sub>cr,y</sub> = 1065,8 kN

N<sub>cr,z</sub> = 351,7 kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_y^2}; \quad N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_z^2}$$

## vybočení kolmo k ose y-y

$\alpha_y = 0,21$

## vybočení kolmo k ose z-z

$\alpha_z = 0,21$

## poměrná štíhlost

$\lambda_y = 0,611$

$\lambda_z = 1,063$

$$\lambda_y = \sqrt{\frac{f_y \cdot A}{N_{cr,y}}}; \quad \lambda_z = \sqrt{\frac{f_y \cdot A}{N_{cr,z}}}$$

## součinitel vzpěrnosti

$\chi_y = 0,886$

$\chi_z = 0,621$

$$\chi_y = \frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \lambda_y^2}}$$

$$\chi_z = \frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \lambda_z^2}}$$

kde  $\phi_y = 0,5 \cdot (1 + \alpha_y \cdot (\lambda_y - 0,2) + \lambda_y^2)$

kde  $\phi_z = 0,5 \cdot (1 + \alpha_z \cdot (\lambda_z - 0,2) + \lambda_z^2)$

## NÁVRHOVÁ HODNOTA TLAKOVÉHO ZATÍŽENÍ

N<sub>Ed,tlak</sub> = 62,5 kN

## NÁVRHOVÁ HODNOTA TAHOVÉHO ZATÍŽENÍ

N<sub>Ed,tah</sub> = 39,5 kN

Tlaková únosnost

N<sub>Rd,tlak</sub> = 247,1

> 62,5 kN

**VYHOVUJE**

Tahová únosnost

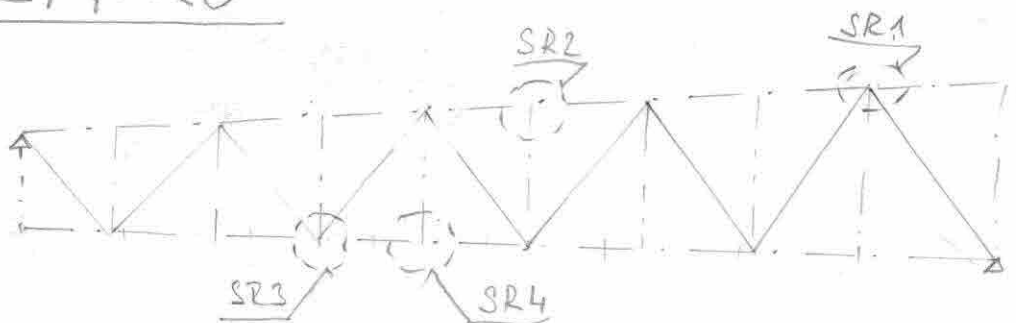
NRd,tah = 397,6

> 39,5 kN

**VYHOVUJE**

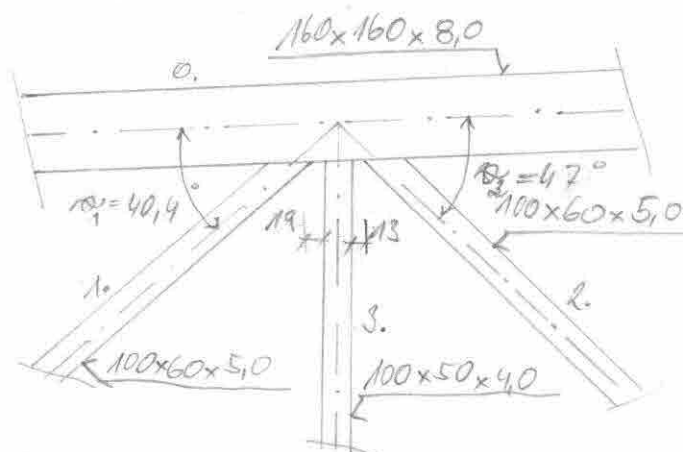
# STYČNÍKY ROVINNÉHO

## VAZNIKU : PODLE ČSN EN 1993-1-8



- PRVKY VAZNIKU JSOU Z OBDELNÍKOVÝCH  
DUTÝCH PRŮŘEZŮ MSH

### STYČNÍK SR 1 :



PODMÍNKY PLATNOSTI: (PLATÍ PRO VŠECHNY NÁSLEDUJÍCÍ  
K, N STYČNÍKY S MEZEROU  
MEZI MEZIPAŠOVÝMI PRUTY  
TRÍDY 1 a 2)

podmínka 1)  $\frac{b_i}{b_0} \geq 0,35$   
 $\geq 0,1 + 0,01 \frac{b_0}{t_0}$

podmínka 2)  $\frac{b_i}{t_i} \leq 35$

$\frac{h_i}{t_i} \leq 35$

Podmínka 3)  $\frac{h_0}{b_0} = \langle 0,5; 2 \rangle$

$$\frac{h_i}{b_i} = \langle 0,5; 2 \rangle$$

Podmínka 4)  $\frac{h_0}{t_0} \leq 35$

$$\frac{b_0}{t_0} \leq 35$$

Podmínka 5)  $\frac{g}{b_0} \geq 0,5(1-\beta)$   
 $\leq 1,5(1-\beta)$

nejméně  $g \geq t_1 + t_2$

kde  $\beta = \frac{b_1 + b_2 + b_3 + h_1 + h_2 + h_3}{6b_0}$

PRŮTOK 1:

PRŮTOK 1 = PRŮTOK 2

P1) → podmínka  
1)

-P1)  $\frac{b_1}{b_0} = \frac{100}{160} = 0,625 > 0,35 \Rightarrow$  SPLNĚNO  
 $> 0,1 + 0,01 \cdot \frac{160}{8} = 0,3 \Rightarrow$  SPLNĚNO

-P2)  $\frac{100}{5} = 20 < 35 \Rightarrow$  SPLNĚNO

$\frac{60}{5} = 12 < 35 \Rightarrow$  SPLNĚNO

-P3)  $\frac{160}{160} = 1,0 \in \langle 0,5; 2 \rangle \Rightarrow$  SPLNĚNO

$\frac{60}{100} = 0,6 \in \langle 0,5; 2 \rangle \Rightarrow$  SPLNĚNO

-P4)  $\frac{160}{8} = 20 < 35 \Rightarrow$  SPLNĚNO

$\frac{160}{8} = 20 < 35 \Rightarrow$  SPLNĚNO

$$p5) \frac{13}{160} = 0,08 < 0,5 \cdot (1 - 0,49) = 0,255$$

$$g \geq \underline{4 + 5 = 9} \Rightarrow \text{SPLNĚNO}$$

POZNÁMKA

\* PLATNOST PODMÍNEK PRO PRUT 3 NA STR...  
NAVROHOVÁ OSOVA UNOSNOST SVAŘOVANÝCH

STYČENÍ KŮ DLE ČSNEN 1993-1-8 kap 7.5.2

- PORUŠENÍ POVRCHU PA'SU

$$N_{1,rd} = \frac{8,9 \cdot k_n \cdot f_{y0} \cdot t_0^2 \cdot \sqrt{f}}{\sin \alpha_1} \cdot \beta / \beta_{MS}$$

$$\beta = \frac{60 + 60 + 50 + 100 + 100 + 100}{6 \cdot 160} = 0,49$$

$$n = \frac{\sqrt{e d_{1,0}}}{f_{y,0} \beta_{MS}} = \frac{228,56 \cdot 10^3 / 4800}{355} / 1,10 = 0,13$$

$$k_n = 1,3 - \frac{0,4 \cdot n}{\beta} = 1,3 - \frac{0,4 \cdot 0,13}{0,49} = 1,19 > 1,0$$

$$\underline{k_n = 1,0}$$

$$j = \frac{b_0}{2t_0} = \frac{160}{2 \cdot 8} = 10$$

$$N_{1,rd} = \frac{8,9 \cdot 10 \cdot 355 \cdot 8^2 \cdot \sqrt{f}}{\sin 40,4^\circ} \cdot 0,49 / 1,10 = 483,4 \text{ kN}$$

$$N_{1,ed} \cdot \sin \alpha_1 + N_{3,ed} \sin \alpha_3 \leq N_{1,rd} \cdot \sin \alpha_1$$

$$145,5 \cdot \sin 40,4^\circ + 1,64 \cdot \sin 90^\circ \leq 483,4 \cdot \sin 40,4^\circ$$

$$\underline{95,9 \text{ kN} < 313 \text{ kN} \Rightarrow \text{VYHOVUJE}}$$

$$N_{2,ed} \cdot \sin \alpha_2 \leq N_{1,rd} \cdot \sin \alpha_1$$

$$168,5 \cdot \sin 47^\circ \leq 313 \text{ kN}$$

$$\underline{123 \text{ kN} < 313 \text{ kN} \Rightarrow \text{VYHOVUJE}}$$

PORUŠENÍ PÁSU SMYKEM

$$N_{i,rd} = \frac{f_{y,i,0} \cdot A_v}{\sqrt{3} \cdot \sin \alpha_i} / \gamma_{MS}$$

$$A_v = (2h_0 + \alpha \cdot b_0) \cdot t_0 \quad ; \quad \alpha = \sqrt{\frac{1}{1 + \frac{4g^2}{3t_0^2}}} = \sqrt{\frac{1}{1 + \frac{4 \cdot 73^2}{3 \cdot 8^2}}} = 0,47$$

$$A_v = (2 \cdot 160 + 0,47 \cdot 160) \cdot 8 = 3161,6 \text{ mm}^2$$

$$N_{i,rd} = \frac{355 \cdot 3161,6}{\sqrt{3} \cdot \sin 40,4^\circ} / 1,10 = 1000 \text{ kN}$$

$$N_{ed} = 168,5 \text{ kN} < N_{i,rd} = 1000 \text{ kN} \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

PORUŠENÍ MEZI PÁSOVÝM PRŮTÍ

$$N_{i,rd} = f_{t,i} \cdot t_i (2h_i - 4t_i + b_i + b_{eff}) / \gamma_{MS}$$

$$b_{eff,1} = \frac{10}{b_0/t_0} \cdot \frac{f_{y,0} \cdot t_0}{f_{t,i} \cdot t_i} \cdot b_i = \frac{10}{160/8} \cdot \frac{355 \cdot 8}{355 \cdot 5} \cdot 100 = 80 \text{ mm}$$

$$b_{eff,3} = \frac{10}{160/8} \cdot \frac{355 \cdot 8}{355 \cdot 4} \cdot 100 = 100 \text{ mm}$$

$$N_{1,rd} = 355 \cdot 5 \cdot (2 \cdot 60 - 4 \cdot 5 + 100 + 80) / 1,10 = 497 \text{ kN}$$

$$N_{1,rd} = 497 \text{ kN} > N_{ed} = 168,5 \text{ kN} \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

$$N_{3,rd} = 355 \cdot 4 \cdot (2 \cdot 50 - 4 \cdot 4 + 100 + 100) / 1,10 = 403,3 \text{ kN}$$

$$N_{3,rd} = 403,3 \text{ kN} > N_{ed} = 1,71 \text{ kN} \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

PROLOMENÍ SMYKEM

$$\beta \leq \left(1 - \frac{1}{\beta_n}\right) = 1 - \frac{1}{10} = 0,9$$

$$0,49 < 0,9 \Rightarrow \text{SPLNĚNO}$$

$$N_{i,Rd} = \frac{f_{y0} \cdot t_0}{\sqrt{3} \cdot \sin \alpha_i} \cdot \left( \frac{2h_i}{\sin \alpha_i} + b_i + b_{e,i,T} \right) / \beta_{PL5}$$

$$b_{e,i,T} = \frac{10}{b_0/t_0} \cdot b_1 = \frac{10}{160/8} \cdot 400 = \underline{50 \text{ mm}}$$

$$b_{e,i,B} = \frac{10}{160/8} \cdot 100 = \underline{50 \text{ mm}}$$

$$N_{1,Rd} = \frac{355 \cdot 8}{\sqrt{3} \cdot \sin 40,4^\circ} \cdot \left( \frac{2 \cdot 60}{\sin 40,4} + 100 + 50 \right) / 1,0 = \underline{847,9 \text{ kN}}$$

$$\underline{N_{1,Rd} = 847,9 \text{ kN} > N_{Ed} = 168,5 \text{ kN} \Rightarrow \text{VYHOVUJE}}$$

$$N_{3,Rd} = \frac{355 \cdot 8}{\sqrt{3} \cdot \sin 90^\circ} \cdot \left( \frac{2 \cdot 50}{\sin 90^\circ} + 100 + 50 \right) / 1,0 = \underline{409,9 \text{ kN}}$$

$$\underline{N_{3,Rd} = 409,9 \text{ kN} \gg N_{Ed} = 1,64 \text{ kN} \Rightarrow \text{VYHOVUJE}}$$

\* PRUT 3 :

$$P1) \left. \begin{aligned} \frac{100}{160} &= 0,625 > 0,35 \\ &> 0,1 + 0,01 \cdot \frac{160}{8} = 0,3 \end{aligned} \right\} \underline{\text{SPLNĚNO}}$$

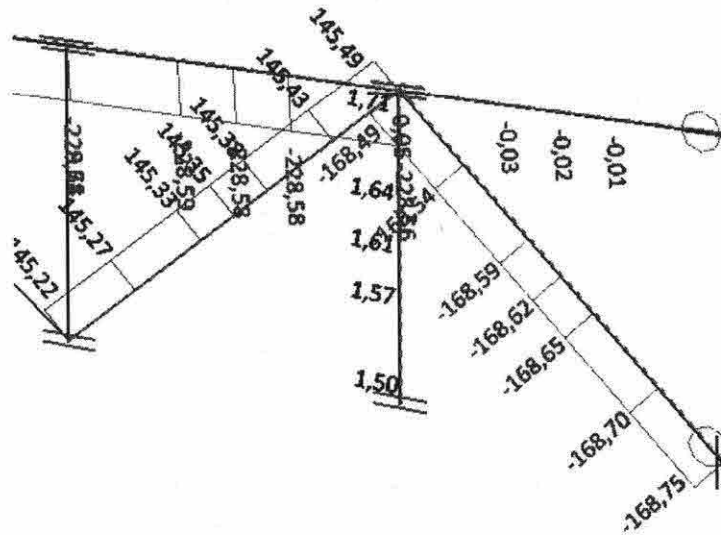
$$P2) \left. \begin{aligned} \frac{100}{4} &= 25 < 35 \\ \frac{50}{4} &= 12,5 < 35 \end{aligned} \right\} \underline{\text{SPLNĚNO}}$$

$$P3) \left. \begin{aligned} \frac{160}{160} &= 1 \in \langle 0,5; 2 \rangle \\ \frac{50}{100} &= 0,5 \in \langle 0,5; 2 \rangle \end{aligned} \right\} \underline{\text{SPLNĚNO}}$$

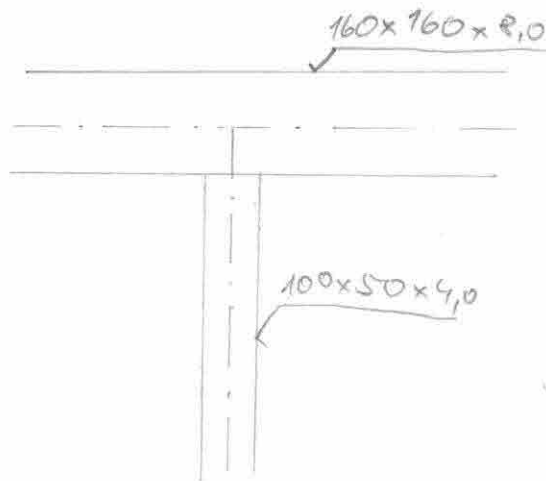
$$P4) \left. \begin{aligned} \frac{160}{8} &= 20 < 35 \\ \frac{160}{8} &= 20 < 35 \end{aligned} \right\} \underline{\text{SPLNĚNO}}$$

$$P5) \quad g = 13 \rightarrow t_1 + t_2 = 4 + 5 = 9 \text{ min} \Rightarrow \text{SPLNĚNO}$$

PŘÍLOHA SR 1: MAX VNITŘNÍ SÍLY NA MEZIPÁSOVÝCH PRUTECH  
- KOMBINACE NC7





STYČNÍK SR2:PODMÍNKY PLATNOSTI:

- VÍZ PODMÍNKY PLATNOSTI PRO PRUT 3 STYČNÍKU SR 1 MIMO 1,

Podmínka 1)

$$\frac{b_i}{b_o} \geq 0,25$$

$$\frac{100}{160} = 0,625 > 0,25 \Rightarrow \underline{\text{SPLNĚNO}}$$

NAVROVÁ ÚNOSNOST STYČNÍKU

- PORUŠENÍ POUVĚHU PÁSU:

$$\beta \leq 0,85$$

$$\beta = \frac{k_n}{b_o} = \frac{100}{160} = 0,625 < 0,85 \Rightarrow \underline{\text{SPLNĚNO}}$$

$$N_{r,rd} = \frac{k_n \cdot f_{yk} \cdot t_o^2}{(1 - \beta \cdot \sin \alpha_n) \left( \frac{2\eta}{\sin \alpha_n} + 4\sqrt{1 - \beta} \right)} \cdot \eta_{MS}$$

$$k_n = 1,0$$

$$\beta = 0,625$$

$$\eta = \frac{h_i}{b_o} = \frac{50}{160} = 0,3125$$

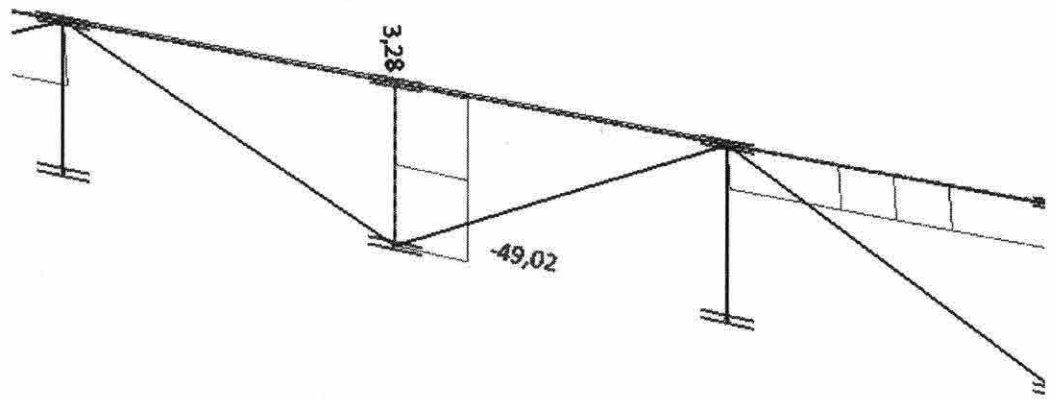
$$N_{1,rd} = \frac{1,0 \cdot 355 \cdot 8^2}{(1-0,625) \sin 90^\circ} \cdot \left( \frac{2 \cdot 0,3125}{\sin 90^\circ} + 4 \cdot \sqrt{1-0,625} \right) / 1,0 = \underline{\underline{186,27 \text{ kN}}}$$

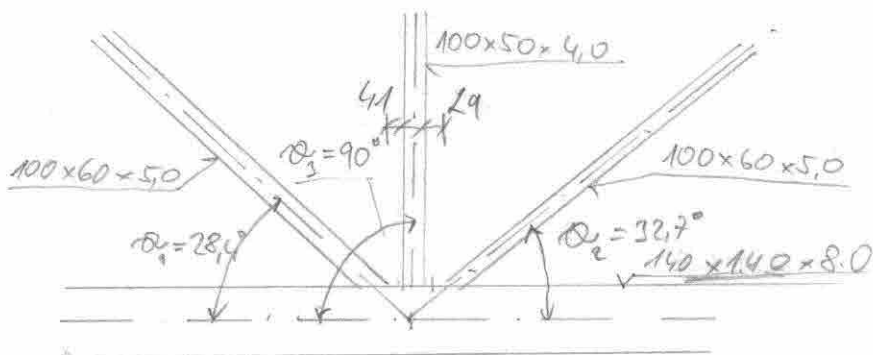
$$N_{1,rd} = 186,27 \text{ kN} > N_{ed} = 49,02 \text{ kN} \Rightarrow \text{VÝHOVUJE}$$

- VNITŘNÍ SÍLY VÍZ PŘÍLOHA PR2

PRÍLOHA SR 2 - MAX VNIETRNI SÍLY MEZI PÁSOVÝMI PRUTŮ ROVINNÉHO VÁZNIČKY

→ KOMBINACE NC 7



STYČNÍK SR3:PODMÍNKY PLATNOSTI:

PRUT. 1 a 2:

$$P1) \frac{100}{140} = 0,71 > 0,35$$

$$> 0,1 + 0,01 \frac{140}{8} = 0,275 \quad \left. \vphantom{\frac{100}{140}} \right\} \underline{\text{SPLNĚNO}}$$

$$P2) \frac{100}{5,0} = 20 < 35$$

$$\frac{60}{5} = 12 < 35 \quad \left. \vphantom{\frac{100}{5,0}} \right\} \underline{\text{SPLNĚNO}}$$

$$P3) \frac{140}{140} = 1,0 \in \langle 0,5; 2 \rangle$$

$$\frac{60}{100} = 0,6 \in \langle 0,5; 2 \rangle \quad \left. \vphantom{\frac{140}{140}} \right\} \underline{\text{SPLNĚNO}}$$

$$P4) \frac{140}{8} = 17,5 < 35$$

$$\frac{140}{8} = 17,5 < 35 \quad \left. \vphantom{\frac{140}{8}} \right\} \underline{\text{SPLNĚNO}}$$

$$P5) \frac{29}{140} = 0,21 \geq 0,5 \cdot (1 - 0,56) = 0,22$$

$$< 1,5 \cdot (1 - 0,56) = 0,66 \quad \left. \vphantom{\frac{29}{140}} \right\} \underline{\text{SPLNĚNO}}$$

$$\frac{41}{140} = 0,3 > 0,225$$

$$< 0,665 \quad \left. \vphantom{\frac{41}{140}} \right\} \underline{\text{SPLNĚNO}}$$

PRŮT 3:

$$P1) \frac{100}{140} = 0,71 > 0,35$$

$$> 0,1 + 0,01 \cdot \frac{140}{8} = 0,275 \quad \left. \vphantom{\frac{100}{140}} \right\} \underline{\text{SPLNĚNO}}$$

$$P2) \frac{100}{4,0} = 25 < 35$$

$$\frac{50}{4} = 12,5 < 35 \quad \left. \vphantom{\frac{100}{4,0}} \right\} \underline{\text{SPLNĚNO}}$$

$$P3) \frac{140}{140} = 1,0 \in \langle 0,5; 2 \rangle$$

$$\frac{50}{100} = 0,5 \in \langle 0,5; 2 \rangle \quad \left. \vphantom{\frac{140}{140}} \right\} \underline{\text{SPLNĚNO}}$$

$$P4) \frac{140}{8} = 17,5 < 35$$

$$\frac{140}{8} = 17,5 < 35 \quad \left. \vphantom{\frac{140}{8}} \right\} \underline{\text{SPLNĚNO}}$$

NAVROVÁ UNOSNOST STYČNÍKU- PORUŠENÍ POVRCHU PA'SU:

$$\beta = \frac{60+60+50+100+100+100}{6 \cdot 140} = 0,56$$

$$k_n = 1,0$$

$$f_t = \frac{b_0}{2t_0} = \frac{140}{2 \cdot 8} = 8,75$$

$$N_{1,rd} = \frac{8,9 \cdot 355 \cdot 1,0 \cdot 8^2 \cdot \sqrt{8,75}}{\sin 28,4^\circ} \cdot 0,65 / 1,0 = \underline{817,4 \text{ kN}}$$

$$\underline{N_{1,rd} = 817,4 \text{ kN} > N_{Ed} = 207,4 \text{ kN} \Rightarrow \text{VYHOVUJE}}$$

PORUŠENÍ PAŠU SMYKEM

$$A_v = (2h_0 + \alpha b_0) t_0$$

$$\alpha = \sqrt{\frac{1}{1 + \frac{4g^2}{3t_0^2}}} = \sqrt{\frac{1}{1 + \frac{4 \cdot 60^2}{3 \cdot 8^2}}} = 0,115$$

$$A_v = (2 \cdot 140 + 0,115 \cdot 140) \cdot 8 = 2368,8 \text{ mm}^2$$

$$N_{1,Rd} = \frac{355 \cdot 2368,8}{\sqrt{3} \cdot \sin 28,4^\circ} / 1,0 = 1020,8 \text{ kN}$$

$$\underline{N_{1,Rd} = 1020,8 \text{ kN} > N_{Ed} = 207,4 \text{ kN} \Rightarrow \text{VYHOVUJE}}$$

PORUŠENÍ MEZI PAŠOVÝM PROUTU:

$$b_{eff,1} = \frac{10}{b_0/t_0} \cdot \frac{f_{jo} \cdot t_0}{f_{jt_i}} \cdot b_i = \frac{10}{140/8} \cdot \frac{355 \cdot 8}{355 \cdot 5} \cdot 100 = 91,4 \text{ mm} < 100 \text{ mm}$$

$$b_{eff,1} = 91,4 \text{ mm}$$

$$b_{eff,3} = \frac{10}{\frac{140}{8}} \cdot \frac{355 \cdot 8}{355 \cdot 4} \cdot 100 = 114,28 \text{ mm} > 100 \text{ mm}$$

$$b_{eff,3} = 100 \text{ mm}$$

$$N_{1,Rd} = 355 \cdot 5 \cdot (2 \cdot 60 - 4 \cdot 5 + 100 + 91,4) / 1,0 = 517,2 \text{ kN}$$

$$\underline{N_{1,Rd} = 517,2 \text{ kN} > N_{Ed} = 207,4 \text{ kN} \Rightarrow \text{VYHOVUJE}}$$

$$N_{2,Rd} = 355 \cdot 4 \cdot (2 \cdot 50 - 4 \cdot 4 + 100 + 100) / 1,0 = 403,3 \text{ kN}$$

$$\underline{N_{2,Rd} = 403,3 \text{ kN} > N_{Ed} = 24,66 \text{ kN} \Rightarrow \text{VYHOVUJE}}$$

-PROLOMENÍ SMYKEM:

$$\beta \leq (1 - 1/\mu)$$

$$0,56 < 1 - \frac{1}{\frac{b_0}{2t_0}} = 1 - \frac{1}{\frac{140}{28}} = 0,87$$

$$b_{s,p} = \frac{10}{140/8} \cdot 100 = \underline{57,14 \text{ mm}} < 100 \text{ mm}$$

$$N_{1,rd} = \frac{355 \cdot 8}{\sqrt{3} \cdot \sin 28,4^\circ} \cdot \left( \frac{2 \cdot 60}{\sin 28,4^\circ} + 100 + 57,14 \right) / 1,10 = \underline{1411,5 \text{ kN}}$$

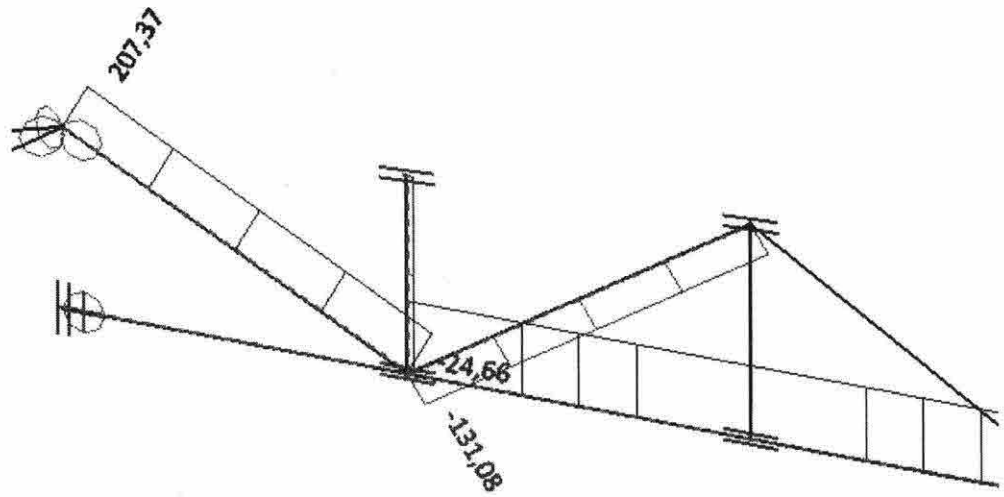
$$N_{1,rd} = 1411,3 \text{ kN} > N_{ed} = 207,4 \text{ kN} \Rightarrow \underline{\text{VYHOVUJE}}$$

$$N_{3,rd} = \frac{355 \cdot 8}{\sqrt{3} \cdot \sin 90^\circ} \cdot \left( \frac{2 \cdot 50}{\sin 90^\circ} + 100 + 57,14 \right) / 1,10 = \underline{421,6 \text{ kN}}$$

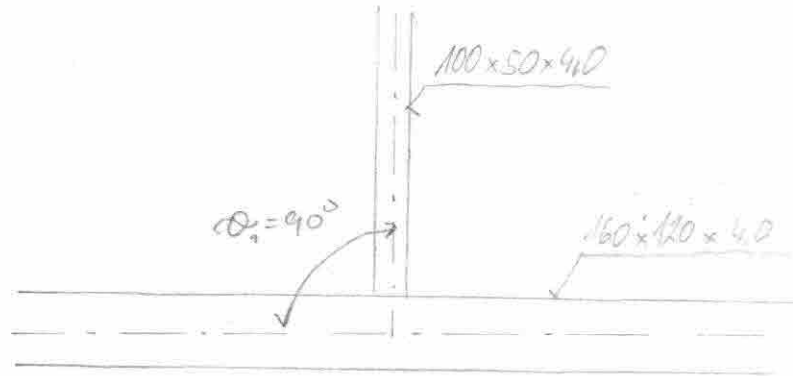
$$N_{3,rd} = 421,6 \text{ kN} > N_{ed} = 24,66 \text{ kN} \Rightarrow \underline{\text{VYHOVUJE}}$$

PŘÍLOHA PR 3: - MAX VNITŘNÍ SÍLY NA MEZI PÁSOVÝCH PRŮTĚCH

- KOMBINACE NC 10





STYČNÍK SR 4PODMÍNKY PLATNOSTI:

- VÍZ PODMÍNKY PLATNOSTI PRUTU 3 STYČNÍKU SR3  
MIMO 1,

- Podmínka 1,

$$\frac{b_i}{b_o} \geq 0,25$$

$$\frac{100}{140} = 0,714 > 0,25 \Rightarrow \text{SPLNĚNO}$$

NAVROVÁ UNOSNOST STYČNÍKU

- PORUŠENÍ TOUREHU PAŠU

$$\beta \leq 0,85$$

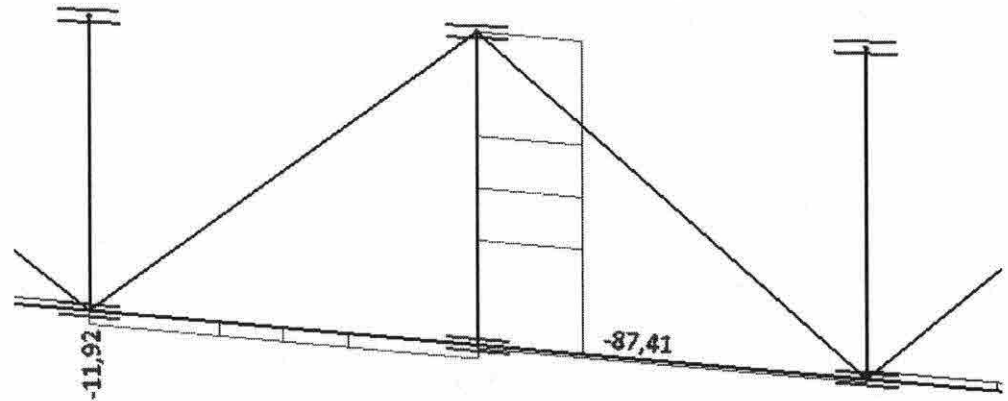
$$\beta = \frac{b_i}{b_o} = \frac{100}{140} = 0,714 < 0,85 \Rightarrow \text{SPLNĚNO}$$

$$N_{i,rd} = \frac{k_n \cdot f_{td} \cdot t_i^2}{(1-\beta) \cdot \sin \alpha} \cdot \left( \frac{2\eta}{\sin \alpha} + 4\sqrt{1+\beta} \right) / \rho_{ms} ; \eta = \frac{l_i}{b_o} = \frac{50}{140} = 0,36$$

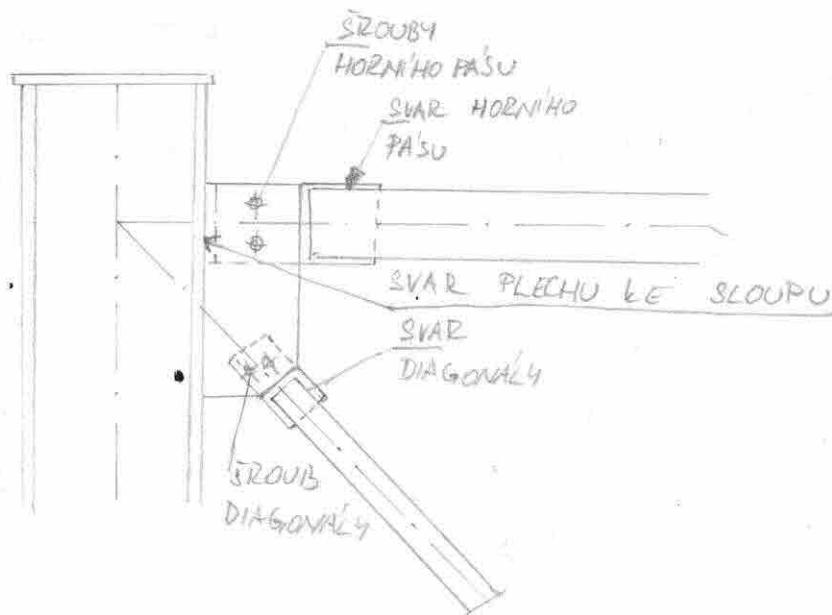
$$N_{i,rd} = \frac{1,0 \cdot 355 \cdot 8^2}{(1-0,714) \cdot \sin 90^\circ} \cdot \left( \frac{2 \cdot 0,36}{\sin 90^\circ} + 4 \cdot \sqrt{1+0,714} \right) / 160 = 473,2 \text{ kN}$$

$$N_{i,rd} = 473,2 \text{ kN} > N_{ed} = 87,41 \text{ kN} \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

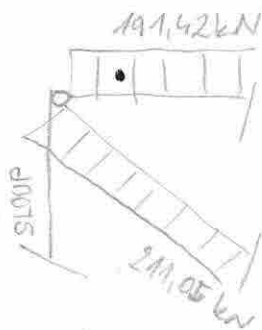
PRÍLOHA SR4 - MAX VNITRŇNÉ SÍLY NA MEZIPÁSOVÝCH  
PRUTECH  
- KOMBINACE NO 7



# PŘÍPOJ DIAGONÁLY A HORNÍHO PÁSU NA SLOUP (NA OSE D)



## VNITŘNÍ SILY NA PRŮTĚCH



NAVRH ŠROUBU DIAGONALY

- ŠROUBY B.8

- NA STRIH:

UNOSNOST JEDNOHO ŠROUBU:

$$F_{v,rd} = \frac{0,6 \cdot A_s \cdot f_{ub}}{f_{m2}}$$

- předpoklad - 2 šrouby ve spoji - 2 střihový spoj

$$F_{v,rd} = 2 \cdot \frac{0,6 \cdot A_s \cdot f_{ub}}{f_{m2}} \geq F_{ed}$$

$$A_s \geq \frac{F_{ed} \cdot f_{m2}}{2 \cdot 0,6 \cdot f_{ub}} = \frac{211,05 \cdot 10^3 \cdot 1,25}{2 \cdot 0,6 \cdot 800} = 137,4 \text{ mm}^2$$

NAVYHUI 2x M16 B.8  $A_s = 157 \text{ mm}^2$  (jednoho šroubu)

$$F_{v,rd} = 2 \cdot \frac{0,6 \cdot 157 \cdot 800}{1,25} = 241,16 \text{ kN} \Rightarrow \underline{\underline{\text{VYHOVUJE NA SMYKĚ}}}$$

- NA OTLAČENÍ

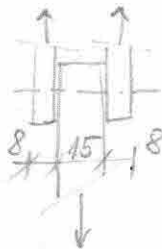
$$F_{b,rd} = \frac{k_1 \cdot a_b \cdot d \cdot t \cdot f_u}{f_{m2}} \geq F_{ed}$$

$$\text{kde } a_b = \min\left(\frac{k_1}{3d_0}; \frac{f_{ub}}{f_u}; 1,0\right) = \min\left(\frac{50}{3 \cdot 18}; \frac{800}{510}; 1,0\right) = \min(0,92; 1,57; 1,0) = \underline{\underline{0,92}}$$

$$k_1 = \min\left(2,8 \cdot \frac{l_2}{d_0} - 1,7; 2,5\right) = \min\left(2,8 \cdot \frac{10}{18} - 1,7; 2,5\right) = \min(1,41; 2,5) = \underline{\underline{1,41}}$$

$$t \geq \frac{F_{ed} \cdot f_{m2}}{k_1 \cdot a_b \cdot d \cdot f_u} = \frac{211,05 \cdot 10^3 \cdot 1,25}{1,41 \cdot 0,92 \cdot 16 \cdot 510 \cdot 2} = 12,5 \text{ mm}$$

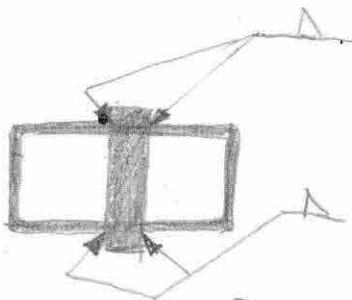
NAVRHUI PLECHY 1x P15 + 2x P8



$$F_{b,rd} = \frac{1,41 \cdot 0,92 \cdot 16 \cdot 15 \cdot 510 \cdot 2}{1,25} = 254 \text{ kN} > F_{Ed} = 211,05 \text{ kN}$$

$\Rightarrow$  VYHOVUJE NA OTLAČENÍ!

NAVRH SVARU DIAGONÁLY



$$\sigma_{II} \leq \frac{f_u}{\beta \cdot \sqrt{3} \cdot \gamma_{M2}} \geq \frac{F_{Ed}}{a_w \cdot L_w \cdot 4}$$

odhad tloušťky svaru  
 $a_w = 5 \text{ mm}$

DĚLKA SVARU:

$$L_w \geq \frac{F_{Ed} \cdot \beta \cdot \sqrt{3} \cdot \gamma_{M2}}{f_u \cdot a_w \cdot 4} = \frac{211,05 \cdot 10^3 \cdot 0,9 \cdot \sqrt{3} \cdot 1,25}{510 \cdot 5 \cdot 4} \approx 40 \text{ mm}$$

NAVRHUI SVAR TL 5mm DĚLKA 50mm

$$\frac{211,05 \cdot 10^3}{5 \cdot 4 \cdot 50} = 211,05 \text{ MPa} < \frac{510}{0,9 \cdot \sqrt{3} \cdot 1,25} = 261,73 \text{ MPa} \Rightarrow \underline{\underline{VYHOVUJE}}$$

NAVRH ŠROUBŮ HORNÍHO PÁSU- NA STŘÍH

$$F_{v,rd} = \frac{0,6 \cdot A_s \cdot f_{ub} \cdot 2 \cdot 2}{1,25}$$

$$A_s = \frac{F_{Ed} \cdot 1,25}{2 \cdot 2 \cdot 0,6 \cdot f_{ub}} = \frac{191,42 \cdot 10^3 \cdot 1,25}{2 \cdot 2 \cdot 0,6 \cdot 800} = 124,6$$

NAVRHUSI 2x M16 8.8  $A_s = 157 \text{ mm}^2$  (Jednoho šroubu)

$$F_{v,rd} = \frac{0,6 \cdot 157 \cdot 800 \cdot 2 \cdot 2}{1,25} = 241,16 \text{ kN} > F_{Ed} = 191,42 \text{ kN} \Rightarrow \text{VYHOVUJE NA STŘÍH}$$

- V OTLACENÍ:

$$F_{t,rd} = \frac{k_1 \cdot a_b \cdot d \cdot t \cdot f_u}{1,25} \geq F_{Ed}$$

$$a_b = \min\left(\frac{e_1}{3e_0}, \frac{f_{ub}}{f_u}, 1,0\right) = \left(\frac{150}{3 \cdot 18}, \frac{800}{510}, 1,0\right) = (0,92, 1,57, 1,0) = 0,92$$

$$k_1 = \min\left(2,8 \cdot \frac{e_2}{d} - 1,7, 2,5\right) = \min\left(2,8 \cdot \frac{35}{16} - 1,7, 2,5\right) = \min(3,7, 2,5) = 2,5$$

$$F_{t,rd} = \frac{2,5 \cdot 0,92 \cdot 16 \cdot 15 \cdot 510 \cdot 2}{1,25} = 450,4 \text{ kN}$$

$$F_{t,rd} = 450,4 \text{ kN} > F_{Ed} = 191,42 \text{ kN} \Rightarrow \text{VYHOVUJE NA OTLACENÍ}$$

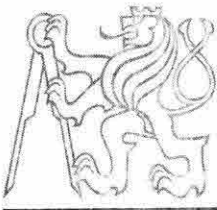
NAVRH SVARU HORNÍHO PÁŠU

$$\tau_{II} = \frac{F_{ed}}{a_w \cdot L_w \cdot 4} \leq \frac{f_u}{\beta \cdot \sqrt{3} \cdot \gamma_{m2}} \quad \text{navrhují tl. svaru 5mm}$$

$$L_w \geq \frac{F_{ed} \cdot \beta \cdot \sqrt{3} \cdot \gamma_{m2}}{f_u \cdot a_w \cdot 4} = \frac{1911,42 \cdot 10^3 \cdot 0,9 \cdot \sqrt{3} \cdot 1,25}{510 \cdot 5 \cdot 4} = 36,5 \text{ mm}$$

NAVHMUSI SVAR TL. 5mm DELKA MIN 50mm

$$\tau_{II} = \frac{1911,42 \cdot 10^3}{5 \cdot 50 \cdot 4} = 191,142 \text{ MPa} < 261,73 \text{ MPa} \Rightarrow \text{VÝHODOUSE}$$



## 3.04 – SLOUPY



# POSOUZENÍ PRUTU NA VZPĚRNÝ TLAK

Název:	PŘÍHRADOVÝ SLOUP – nosné sloupy	Poznámka:	
Vypracoval:	Pavel Galbavý	Datum:	12.2016

dle ČSN EN 10025-2

pro  $t \leq 40\text{mm}$

Ocel: S 355

$$f_y = 355,0 \text{ MPa}$$

$$f_u = 510,0 \text{ MPa}$$

$$E = 210,0 \text{ GPa}$$

$$\epsilon = 0,81$$

viz „STUDNIČKA, Jiří. Navrhování nosných konstrukcí: ocelové konstrukce. 1. vyd. V Praze: ČVUT, 2014. 120 s. ISBN 978-80-01-05490-1.“ - obr. 5.9 a 5.10

průřez

**CHS**

	A	I <sub>y</sub>	I <sub>z</sub>	d	b	t <sub>f</sub>	t <sub>w</sub>	r
	[mm <sup>2</sup> ]	[mm <sup>4</sup> ]	[mm <sup>4</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
<b>PRŮŘEZ</b> CHS 193,7x6,3	3710,0	1,63E+7	1,63E+7	193,7	0,0	0,0	6,3	0,0

klasifikace průřezu: TLAK

1.třída

## DĚLKA PRUTU

směr y = 6000,0 mm

směr z = 6000,0 mm

## VZPĚRNOSTNÍ SOUČINITEL β

směr y = 1,0

směr z = 1,0

## VZPĚRNÁ DÉLKA

L<sub>y</sub> = 6000,0 mm

L<sub>z</sub> = 6000,0 mm

## KRITICKÁ SÍLA

N<sub>cr,y</sub> = 938,4 kN

N<sub>cr,z</sub> = 938,4 kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_y^2}; \quad N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_z^2}$$

## vybočení kolmo k ose y-y

α<sub>y</sub> = 0,21

## vybočení kolmo k ose z-z

α<sub>z</sub> = 0,21

## poměrná štíhlost

λ<sub>y</sub> = 1,185

λ<sub>z</sub> = 1,185

$$\lambda_y = \sqrt{\frac{f_y \cdot A}{N_{cr,y}}}; \quad \lambda_z = \sqrt{\frac{f_y \cdot A}{N_{cr,z}}}$$

## součinitel vzpěrnosti

χ<sub>y</sub> = 0,540

χ<sub>z</sub> = 0,540

$$\chi_y = \frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \lambda_y^2}}$$

$$\chi_z = \frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \lambda_z^2}}$$

kde  $\phi_y = 0,5 \cdot (1 + \alpha_y \cdot (\lambda_y - 0,2) + \lambda_y^2)$

kde  $\phi_z = 0,5 \cdot (1 + \alpha_z \cdot (\lambda_z - 0,2) + \lambda_z^2)$

## NÁVRHOVÁ HODNOTA TLAKOVÉHO ZATÍŽENÍ

N<sub>Ed,tlak</sub> = 325,0 kN

## NÁVRHOVÁ HODNOTA TAHOVÉHO ZATÍŽENÍ

N<sub>Ed,tah</sub> = 260,1 kN

## Tlaková únosnost

N<sub>Rd,tlak</sub> = 710,9

>

325,0 kN

**VYHOVUJE**

## Tahová únosnost

NRd,tah = 1317,1

>

260,1 kN

**VYHOVUJE**

# POSOUZENÍ PRUTU NA VZPĚRNÝ TLAK

Název:	PŘÍHRADOVÝ SLOUP – sloupky pro fasádu	Poznámka:	
Vypracoval:	Pavel Galbavý	Datum:	12.2016

viz „STUDNIČKA, Jiří. Navrhování nosných konstrukcí: ocelové konstrukce. 1. vyd. V Praze: ČVUT, 2014. 120 s. ISBN 978-80-01-05490-1.“ - obr. 5.9 a 5.10

dle ČSN EN 10025-2  
pro  $t \leq 40\text{mm}$

Ocel: S 355  
 $f_y = 355,0 \text{ MPa}$   
 $f_u = 510,0 \text{ MPa}$   
 $E = 210,0 \text{ GPa}$   
 $\epsilon = 0,81$

**průřez**  
**CHS**

		A	I <sub>y</sub>	I <sub>z</sub>	d	b	t <sub>f</sub>	t <sub>w</sub>	r
		[mm <sup>2</sup> ]	[mm <sup>4</sup> ]	[mm <sup>4</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
<b>PRŮŘEZ</b>	CHS 114,3x5,0	1720,0	2,57E+6	2,57E+6	114,3	0,0	0,0	5,0	0,0

**klasifikace průřezu: TLAK** 1.třída

<b>DĚLKA PRUTU</b>	směr y = 4000,0 mm
	směr z = 4000,0 mm

**VZPĚRNOSTNÍ SOUČINITEL β** směr y = 1,0  
směr z = 1,0

**VZPĚRNÁ DÉLKA** L<sub>y</sub> = 4000,0 mm  
L<sub>z</sub> = 4000,0 mm

**KRITICKÁ SÍLA** N<sub>cr,y</sub> = 332,9 kN  $N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_y^2}$ ; N<sub>cr,z</sub> = 332,9 kN  $N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_z^2}$

<b>vybočení kolmo k ose y-y</b>	$\alpha_y = 0,21$
<b>vybočení kolmo k ose z-z</b>	$\alpha_z = 0,21$

**poměrná štíhlost**  $\lambda_y = 1,354$   
 $\lambda_z = 1,354$

**součinitel vzpěrnosti**  $\chi_y = 0,441$   
 $\chi_z = 0,441$

$$\lambda_y = \sqrt{\frac{f_y \cdot A}{N_{cr,y}}}; \quad \lambda_z = \sqrt{\frac{f_y \cdot A}{N_{cr,z}}}$$

$$\chi_y = \frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \lambda_y^2}}$$

$$\chi_z = \frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \lambda_z^2}}$$

kde  $\phi_y = 0,5 \cdot (1 + \alpha_y \cdot (\lambda_y - 0,2) + \lambda_y^2)$   
kde  $\phi_z = 0,5 \cdot (1 + \alpha_z \cdot (\lambda_z - 0,2) + \lambda_z^2)$

<b>NÁVRHOVÁ HODNOTA TLAKOVÉHO ZATÍŽENÍ</b>	N <sub>Ed,tlak</sub> = 81,2 kN
<b>NÁVRHOVÁ HODNOTA TAHOVÉHO ZATÍŽENÍ</b>	N <sub>Ed,tah</sub> = 110,1 kN

Tlaková únosnost	N <sub>Rd,tlak</sub> =	269,3	>	81,2 kN	VYHOVUJE
Tahová únosnost	NRd,tah =	610,6	>	110,1 kN	VYHOVUJE

# POSOUZENÍ PRUTU NA VZPĚRNÝ TLAK

Název:	PŘÍHRADOVÝ SLOUP – diagonály	Poznámka:	
Vypracoval:	Pavel Galbavý	Datum:	12.2016

viz „STUDNIČKA, Jiří. Navrhování nosných konstrukcí: ocelové konstrukce. 1. vyd. V Praze: ČVUT, 2014. 120 s. ISBN 978-80-01-05490-1.“ - obr. 5.9 a 5.10

dle ČSN EN 10025-2

pro  $t \leq 40\text{mm}$

Ocel: S 355

$$f_y = 355,0 \text{ MPa}$$

$$f_u = 510,0 \text{ MPa}$$

$$E = 210,0 \text{ GPa}$$

$$\epsilon = 0,81$$

průřez

**CHS**

	A	I <sub>y</sub>	I <sub>z</sub>	d	b	t <sub>f</sub>	t <sub>w</sub>	r
	[mm <sup>2</sup> ]	[mm <sup>4</sup> ]	[mm <sup>4</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
<b>PRŮŘEZ</b> CHS 60,3x4,0	707,0	2,82E+5	2,82E+5	60,3	0,0	0,0	4,0	0,0

klasifikace průřezu: TLAK

1.třída

**DĚLKA PRUTU**

směr y = 2100,0 mm

směr z = 2100,0 mm

**VZPĚRNOSTNÍ SOUČINITEL β**

směr y = 1,0

směr z = 1,0

**VZPĚRNÁ DÉLKA**

L<sub>y</sub> = 2100,0 mm

L<sub>z</sub> = 2100,0 mm

**KRITICKÁ SÍLA**

N<sub>cr,y</sub> = 132,5 kN

N<sub>cr,z</sub> = 132,5 kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_y^2}; \quad N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_z^2}$$

**vybočení kolmo k ose y-y**

α<sub>y</sub> = 0,21

**vybočení kolmo k ose z-z**

α<sub>z</sub> = 0,21

**poměrná štíhlost**

λ<sub>y</sub> = 1,376

λ<sub>z</sub> = 1,376

$$\lambda_y = \sqrt{\frac{f_y \cdot A}{N_{cr,y}}}; \quad \lambda_z = \sqrt{\frac{f_y \cdot A}{N_{cr,z}}}$$

**součinitel vzpěrnosti**

χ<sub>y</sub> = 0,430

χ<sub>z</sub> = 0,430

$$\chi_y = \frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \lambda_y^2}}$$

$$\chi_z = \frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \lambda_z^2}}$$

kde  $\phi_y = 0,5 \cdot (1 + \alpha_y \cdot (\lambda_y - 0,2) + \lambda_y^2)$

kde  $\phi_z = 0,5 \cdot (1 + \alpha_z \cdot (\lambda_z - 0,2) + \lambda_z^2)$

**NÁVRHOVÁ HODNOTA TLAKOVÉHO ZATÍŽENÍ**

N<sub>Ed,tlak</sub> = 55,0 kN

**NÁVRHOVÁ HODNOTA TAHOVÉHO ZATÍŽENÍ**

N<sub>Ed,tah</sub> = 50,4 kN

**Tlaková únosnost**

N<sub>Rd,tlak</sub> = 107,9

>

55,0 kN

**VYHOVUJE**

**Tahová únosnost**

NRd,tah = 251,0

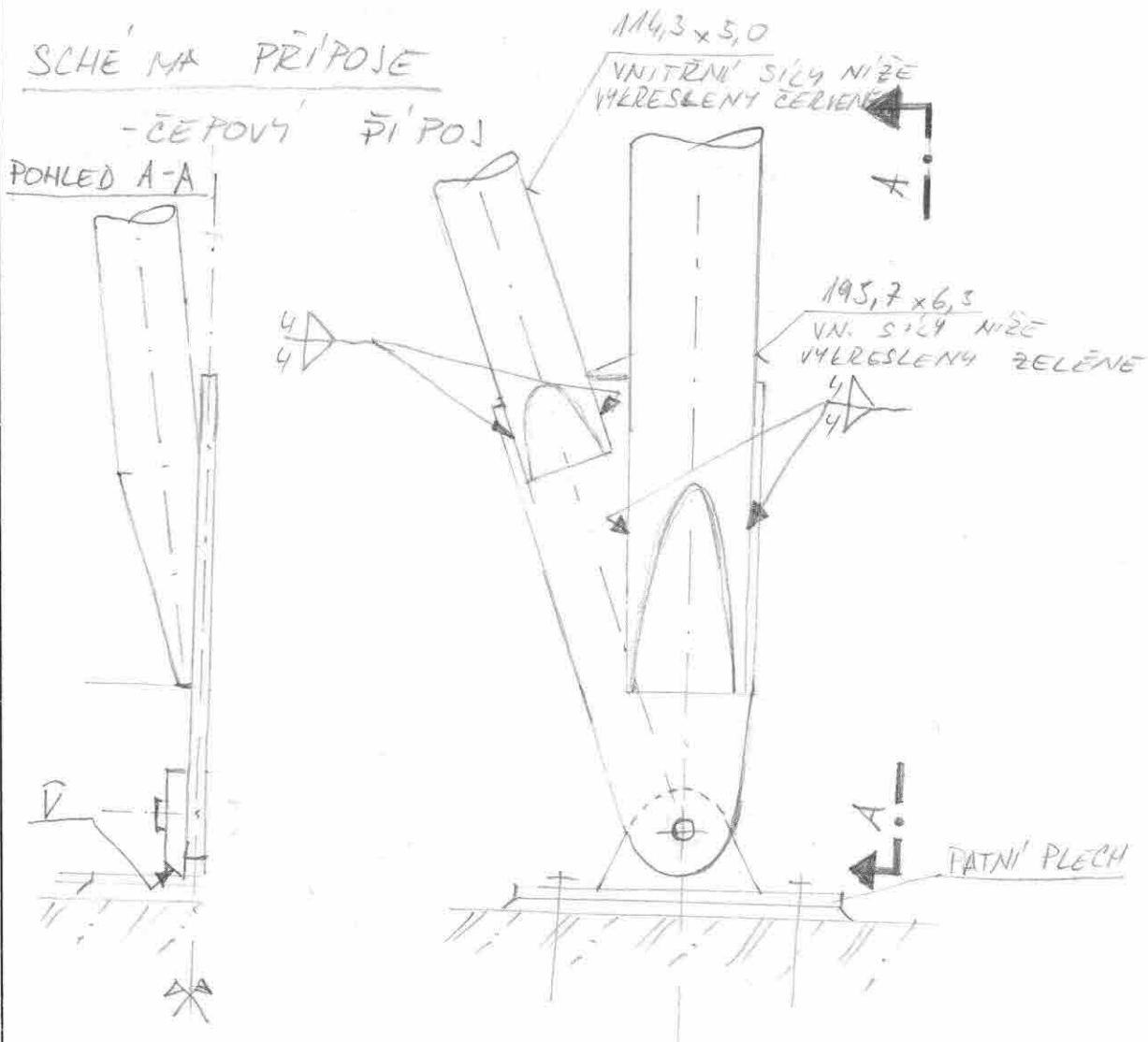
>

50,4 kN

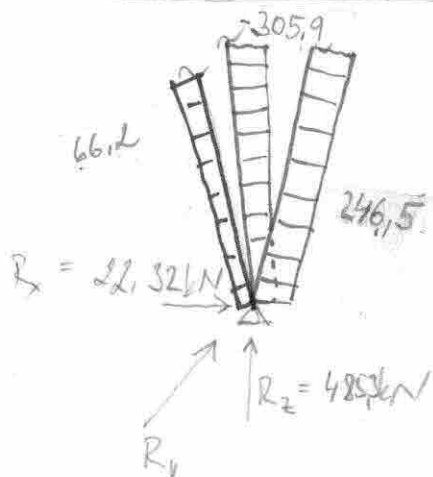
**VYHOVUJE**

# PŘÍPOJ PATY SLOUPU NA OSE E

## SCHEMA PŘÍPOJE



## - VNITŘNÍ SÍLY A REAKCE (KOMBINACE NC10)



VÝSLEŠNICE REAKCÍ  
(pro návrh čepu)

$$R_v = \sqrt{R_2^2 + R_x^2} =$$

$$R_v = \sqrt{485,8^2 + 221,52^2} = 485,8 \text{ kN}$$

NAVRH A POSOUZENÍ ČEPY:

- DLE ČSN EN 1993-1-8

- NAVRHOVÁNÍ ČEPY NA STRŽIHI:

$$F_{v,rd} = 0,6 \cdot A \cdot f_{up} / \gamma_{M2} \geq F_{v,ed} \quad ; \quad A = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

$$F_{v,ed} \leq 0,6 \cdot A \cdot f_{up} / \gamma_{M2}$$

$$f_{up} = 570 \text{ MPa}$$

OCEL S460

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$d \geq \sqrt{\frac{4 \cdot F_{v,ed} \cdot \gamma_{M2}}{f_{up} \cdot 0,6 \cdot \pi}}$$

$$d \geq \sqrt{\frac{4 \cdot 485,8 \cdot 1,25 \cdot 10^3}{570 \cdot 0,6 \cdot \pi}} = 48,09 \text{ mm}$$

NAVRHUSI ČEP Ø 60 mm ;  $A = 2827,4 \text{ mm}^2$   
 $f_{up} = 570 \text{ MPa}$   
 $f_{yp} = 460 \text{ MPa}$

- POSOUZENÍ ČEPY NA STRŽIHI:

$$F_{v,rd} = \frac{0,6 \cdot 2827,4 \cdot 570}{1,25} = 773,6 \text{ kN} > F_{v,ed} = 485,8 \text{ kN}$$

⇒ VYHOVUJE

- ÚNOSNOST PLECHU A ČEPY V OTLACENÍ:

$$F_{b,rd} = 1,5 \cdot t \cdot d \cdot f_y / \gamma_{M0} \geq F_{v,ed}$$

- TL. PLECHU

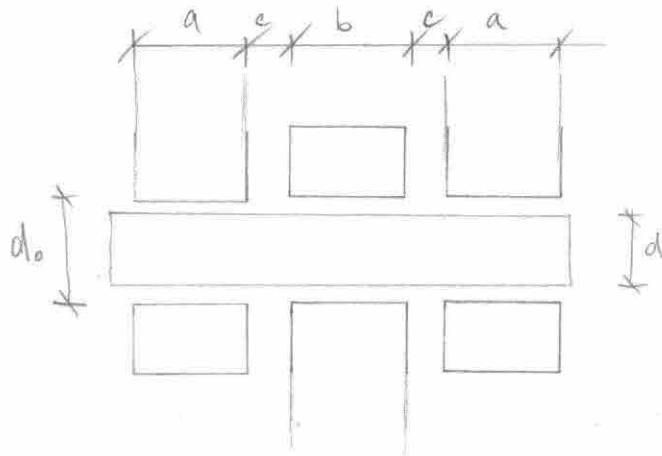
$$t \geq \frac{F_{v,ed} \cdot \gamma_{M0}}{1,5 \cdot d \cdot f_y} = \frac{485,8 \cdot 10^3 \cdot 1,0}{1,5 \cdot 60 \cdot 355} = 15,55 \Rightarrow \underline{\underline{NAVRHUSI P20}}$$

$$F_{b,rd} = 1,5 \cdot 20 \cdot 60 \cdot 355 / 1,0 = 639 \text{ kN} > F_{v,ed} = 485,8 \text{ kN} \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

### - ÚNOSNOST ČEPU V OHYBU

$$M_{rd} = 1,5 \cdot W_{ef} f_{yp} / \gamma_{m0} > M_{ed} ; W_{ef} = \frac{\pi d^3}{32} = \frac{\pi \cdot 60^3}{32} = 21205,75 \text{ mm}^3$$

$$M_{ed} = \frac{F_{ed}}{8} \cdot (b + 4c + 2a)$$



$$a = 20 \text{ mm}$$

$$b = 20 \text{ mm}$$

$$c = 2 \text{ mm}$$

$$M_{ed} = \frac{485,8 \cdot 10^3}{8} \cdot (20 + 4 \cdot 2 + 2 \cdot 20) = 4,13 \text{ kNm}$$

$$M_{rd} = 1,5 \cdot 21205,75 \cdot 460 / 1,0 = 14,63 \text{ kNm} > M_{ed} = 4,13 \text{ kNm} \\ \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

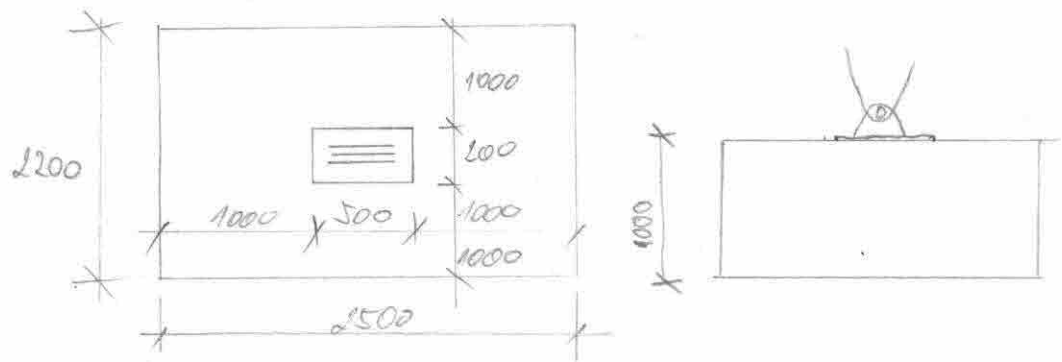
### - ÚNOSNOST ČEPU PŘI KOMBINACI STŘIHU A OHYBU

$$\left( \frac{M_{ed}}{M_{rd}} \right)^2 + \left( \frac{F_{v,ed}}{F_{v,rd}} \right)^2 \leq 1,0$$

$$\left( \frac{4,13}{14,63} \right)^2 + \left( \frac{485,8}{773,6} \right)^2 = 0,5 < 1,0 \Rightarrow \text{ČEP VYHOVÍ}$$

# NÁVRH PATNÍHO PLECHU A KOTVENÍ K ŽB PATCE

- ROZMĚRY PATKY:



- SOUČINITEL KONCENTRACE NAPĚTÍ

$$k_j = \sqrt{\frac{a_1 \cdot b_1}{a_0 \cdot b_0}}$$

$$a_0 = 500 \text{ mm}$$

$$b_0 = 200 \text{ mm}$$

$$a_1 = \min(3 \cdot a_0; a_0 + h; a_c) =$$

$$= \min(3 \cdot 500; 500 + 1000; 2500) =$$

$$= 1500 \text{ mm}$$

$$b_1 = \min(3 \cdot b_0; b_0 + h; b_c) =$$

$$= \min(3 \cdot 200; 200 + 1000; 2200) =$$

$$= 600 \text{ mm}$$

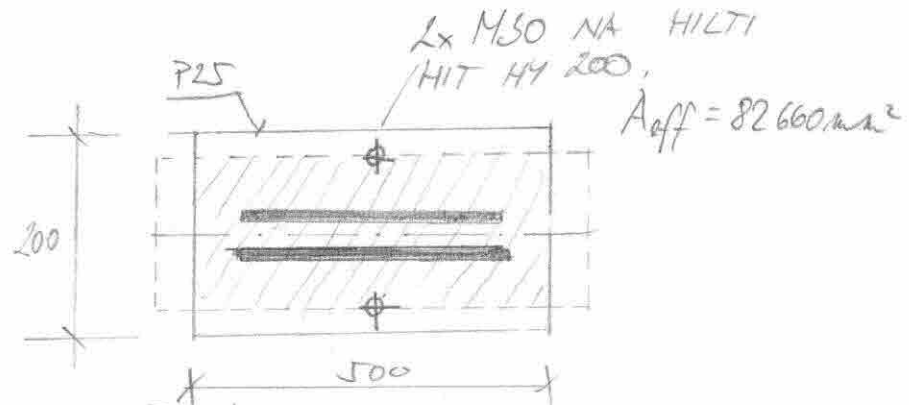
$$k_j = \sqrt{\frac{1500 \cdot 600}{500 \cdot 200}} = 3,0$$

- NÁVRHOVÁ PEVNOST BETONU

$$f_{jd} = \frac{\beta_s \cdot k_j \cdot f_{ck}}{\beta_c} = \frac{2}{3} \cdot \frac{30 \cdot 20}{1,5} = 26,67 \text{ MPa}$$

- ÚČINNÁ ŠÍŘKA PATNÍ DESKY

$$c = t_p \cdot \sqrt{\frac{f_{yd}}{3 \cdot f_{jd}}} = 25 \cdot \sqrt{\frac{355}{3 \cdot 26,67}} = 52,66 \text{ mm}$$

- ÚČINNÁ PLOCHA- ÚNOSNOST PATEKY

$$N_{rd} = A_{eff} \cdot f_{jd} = 82660 \cdot 26,67 = 2204,5 \text{ kN}$$

$$N_{ed} = 485,8 \text{ kN} < N_{rd} = 2204,5 \text{ kN} \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

- ÚNOSNOST VE SMYČCE

KOMBINACE NCM - MAX VODROVNÁ REAKCE

$$R_x = 50 \text{ kN}$$

$$R_z = 373 \text{ kN}$$

- součinní-~~tel~~ tření mezi ocelí a cementovou zálitkou:

$$c_{f,d} = 0,2$$

- NÁVRHOVÁ SÍLA SMYČKOVÉ ZARÁŽKY:

$$F_{ed} = R_x - c_{f,d} \cdot R_z = 50 - 0,2 \cdot 373 = \underline{-23,6 \text{ kN}}$$

⇒ SMYČKOVÁ ZARÁŽKA NENÍ V TOTOHTO, PŘÍPADĚ POTŘEBA

NAVRHUJI SMYČKOVOU ZARÁŽKU I 100

DELKY 100 mm PŘIVÁŘEN SVAREM  $a_w 4 \text{ mm}$  PO OBVODU CELE SMYČKOVÉ ZARÁŽKY



- NÁVRH KOTEV NA VYTRŽENÍ

- TAHOVÁ REAKCE V PATĚ SLOUPU

$$N_{ed} = 251,0 \text{ kN}$$

- BETON C20/25

- NÁVRHUSI HILTI HIT-HY 200 S KOTEVNÍM ŠROUBEM HIT-V / HIT C  $\phi$  30mm

NÁVRHOVÁ ÚNOSNOST V TAHU  $N_{rd} = 149,4 \text{ kN}$

$$\underline{\underline{2 \cdot 149,4 = 298,8 \text{ kN} > N_{ed} = 251,0 \text{ kN} \Rightarrow \text{VYHOVUJE}}}$$

- SMYK PŘENAŠÍ SMYKOVÁ ZARÁŽKA

- KOTVENÍ MIN 270mm DO BETONU

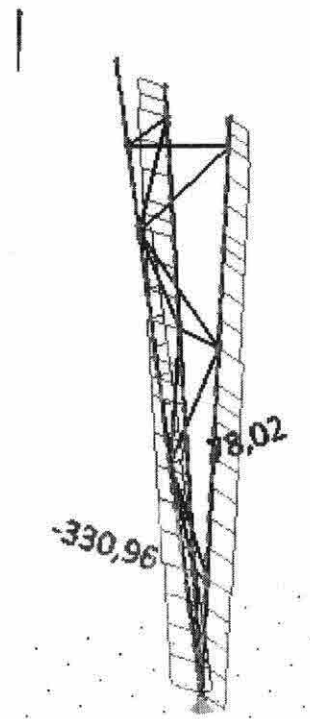
-  $\phi$  VRTÁNÍ - 35mm

-  $\phi$  OTVORU V PATNÍM PLECHU 33mm

- KVALITA ŠROUBŮ 5.8

(VEŠKERÉ ÚNOSNOSTI KOTEV JSOU PŘEVZATY Z KATALOGU PRO PROJEKTANTY FIRMY HILTI 2015/2016)

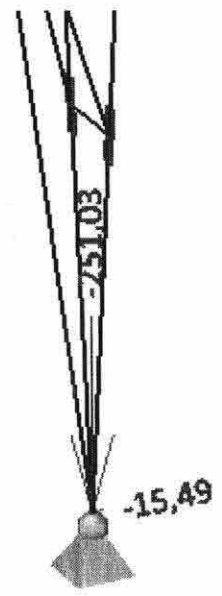
VNITŘNÍ SÍLY NA SLOUPU NA OSE E



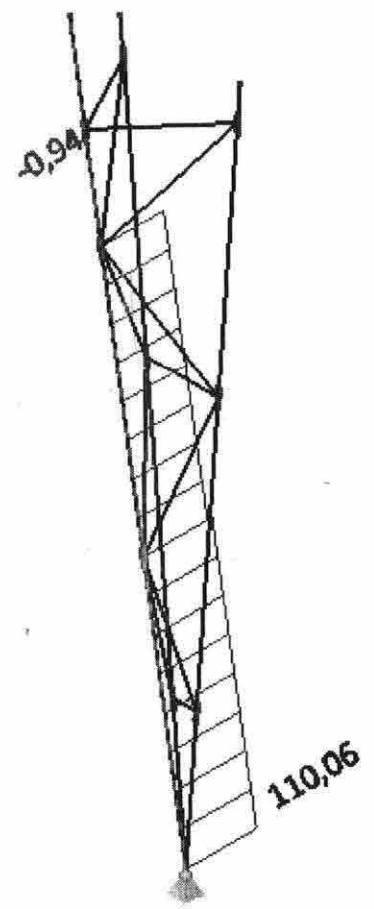
MAX. TLAKOVÁ SÍLA VE SLOUPU



MAX REAKCE TLAKOVÁ



MAX. REAKCE TAHOVÁ

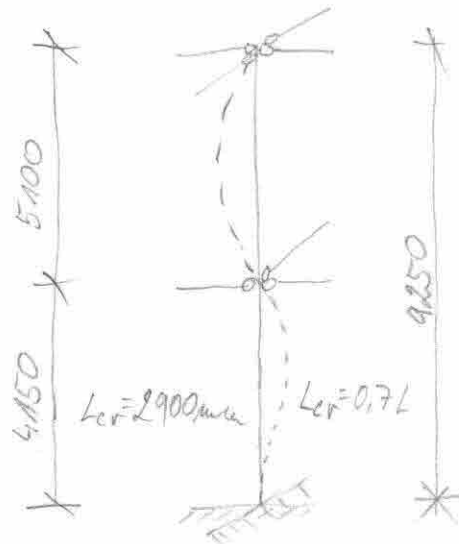


MAX. TAHOVÉ NAMÁHÁNÍ ŽILKOVANÉHO SLOUPEU -109-

# NAVRH A POSOUZENÍ VETKNUTEHO SLOUPU NA OSE D

STATICKÉ SCHEMA:

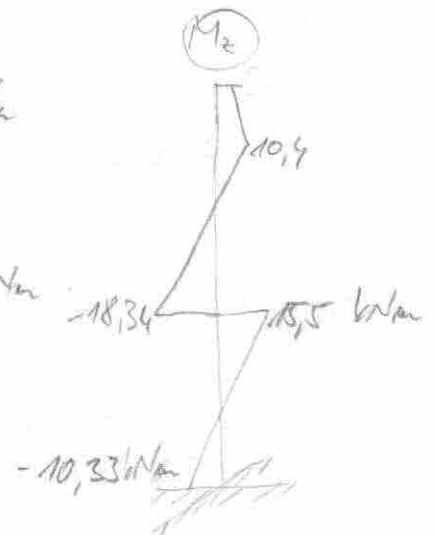
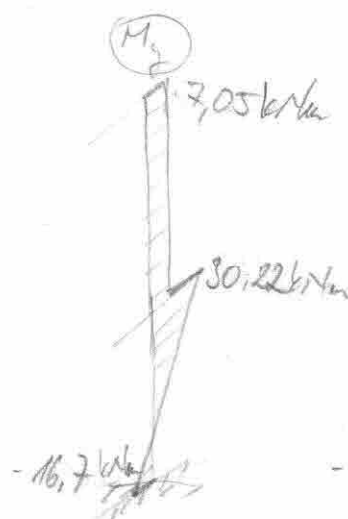
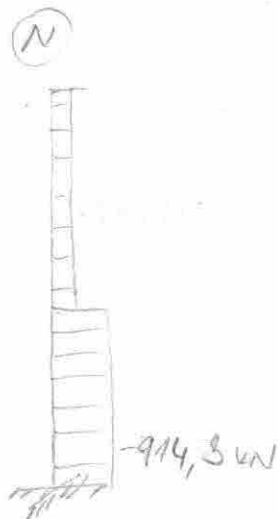
PRŮŘEZ: HEB 260



VNITŘNÍ SILY - OD NEVNE PŘÍZNI VĚS SÍCH KOMBINACÍ

- MAX TLAK + MOMENT
- MAX MOMENT + TLAK

- KOMBINACE NC10 - MAX TLAK - SLOUP D9



- STÍHLOST:

$$\bar{\lambda}_y = \frac{L_{cr,y}/i_y}{\pi} = \frac{2900/112}{\pi} = 0,28 \Rightarrow \chi_y = 0,982$$

$$\bar{\lambda}_z = \frac{L_{cr,z}/i_z}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_y}{E}} = \frac{2900/658}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{355}{210\,000}} = 0,58 \Rightarrow \chi_z = 0,847$$

- ÚNOSNOST NA KLOPENÍ :- POMĚRNÁ ŽITKLOST :

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

- KRITICKÝ MOMENT

$$M_{cr} = \mu_{cr} \cdot \frac{\pi \cdot \sqrt{E \cdot I_z \cdot G \cdot I_t}}{L}$$

- BEZROZMĚRNÝ KRITICKÝ MOMENT :

$$\mu_{cr} = \frac{C_1}{k_2} \cdot \left( \sqrt{1 + K_{wt}^2} \right) \quad k_2 = 0,7$$

- BEZROZMĚRNÝ PARAMETR KROUČENÍ :

$$K_{wt} = \frac{\pi}{k_w \cdot L} \sqrt{\frac{E I_w}{G I_t}} \quad \begin{matrix} k_w = 1,0 \\ L = 2900 \end{matrix}$$

$$K_{wt} = \frac{\pi}{1,0 \cdot 2900} \sqrt{\frac{210000 \cdot 753700 \cdot 10^6}{81000 \cdot 123,8 \cdot 10^4}} = 1,36$$

- SOUČINITEL  $C_1$ 

$$C_1 = C_{1,0} + (C_{1,1} - C_{1,0}) \cdot K_{wt} \leq C_{1,1}$$

$$C_{1,0} = 1,65$$

$$C_{1,1} = 1,85$$

$$C_1 = 1,65 + (1,85 - 1,65) \cdot 1,36 = 1,895 > C_{1,1}$$

$$C_1 = C_{1,1} = 1,85$$

$$\mu_{cr} = \frac{1,85}{0,7} \cdot \sqrt{1 + 1,36^2} = 4,41$$

$$M_{cr} = 4,41 \cdot \frac{\pi \cdot \sqrt{210000 \cdot 5135 \cdot 10^4 \cdot 81000 \cdot 123,8 \cdot 10^4}}{2900} = 4968,02 \text{ kNm}$$

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{1283 \cdot 10^3 \cdot 355}{4968 \cdot 10^6}} = 0,3$$

- SOUČINITEL KLOPENÍ:

$$\chi_{LT} = 0,464 \text{ (křivka klopení "b")}$$

- INTERAKCE TLAKU S OHYBEM:

$$M_1$$

$$M = 30,22$$

$$\psi M = -16,7$$

$$\psi \cdot 30,22 = -16,7$$

$$\psi = -0,55$$

$$\psi \cdot M_n$$

součinitel ekvivalentního konstantního momentu při vybočení s posuvem styčnice  $C_{my} = 0,9$

$$C_{mLT} = 0,6 + 0,4 \cdot \psi = 0,6 + 0,4 \cdot (-0,55) = 0,38 (< 0,4)$$

$$C_{mLT} = 0,4$$

- interakční součinitel  $k_{yy}$ :

$$k_{yy} = \min \left( C_{my} \cdot \left( 1 + 0,6 \cdot \bar{\lambda}_y \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{k,y}} \right); C_{my} \cdot \left( 1 + 0,6 \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{k,y}} \right) \right)$$

$$k_{yy} = \min \left( 0,9 \cdot \left( 1 + 0,6 \cdot 0,28 \cdot \frac{914,3 \cdot 10^3}{0,982 \cdot 355 \cdot 11840} \right); \right.$$

$$\left. ; 0,9 \cdot \left( 1 + 0,6 \cdot \frac{914,3 \cdot 10^3}{0,982 \cdot 355 \cdot 11840} \right) \right) = \min(0,93; 1,01) = \underline{0,93}$$

- interakční součinitel  $k_{zz}$ :

$$k_{zz} = \min \left( \left( 1 - \frac{0,1 \cdot \bar{\lambda}_z}{C_{mLT} - 0,25} \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{k,z}} \right); \left( 1 - \frac{0,1}{C_{mLT} - 0,25} \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{k,z}} \right) \right)$$

$$k_{zz} = \min \left( \left( 1 - \frac{0,1 \cdot 0,58}{(0,4 - 0,25)} \cdot \frac{914,3 \cdot 10^3}{0,847 \cdot 355 \cdot 11840} \right); \left( 1 - \frac{0,1}{(0,4 - 0,25)} \cdot \frac{914,3 \cdot 10^3}{0,847 \cdot 355 \cdot 11840} \right) \right)$$

$$= \min(0,90; 0,82) = \underline{0,82}$$

- interakční součinitel  $k_{zz}$ :

$$k_{zz} = \min \left( c_{mz} \cdot \left( 1 + (2 \cdot \bar{\chi}_z - 0,6) \frac{N_{ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk} / \gamma_{m1}} \right) ; \left( c_{mz} \cdot \left( 1 + 1,4 \frac{N_{ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk} / \gamma_{m1}} \right) \right) \right)$$

$$k_{zz} = \min \left( \left( 0,9 \cdot \left( 1 + (2 \cdot 0,58 - 0,6) \frac{914,3 \cdot 10^3}{0,847 \cdot 355 \cdot 11840} \right) ; \left( 0,9 \cdot \left( 1 + 1,4 \cdot \frac{914,3 \cdot 10^3}{0,847 \cdot 355 \cdot 11840} \right) \right) \right) = \min (1,03 ; 1,22) = \underline{1,0}$$

- interakční součinitel  $k_{yz}$ :

$$k_{yz} = 0,6 \cdot k_{zz} = 0,6 \cdot 1,0 = \underline{0,6}$$

PODMÍNKY:

$$1) \frac{N_{ed}}{\chi_y \cdot N_{rd}} + k_{yy} \frac{M_{y,ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rd}} + k_{yz} \frac{M_{z,ed}}{M_{z,Rd}} \leq 1$$

$$2) \frac{N_{ed}}{\chi_z \cdot N_{rd}} + k_{zz} \frac{M_{y,ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{y,Rd}} + k_{zz} \frac{M_{z,ed}}{M_{z,Rd}} \leq 1$$

$$1) \frac{914,3 \cdot 10^3}{0,982 \cdot 355 \cdot 11840} + 0,93 \cdot \frac{30,22 \cdot 10^6}{0,964 \cdot 355 \cdot 1283 \cdot 10^3} + 0,6 \cdot \frac{15,5 \cdot 10^6}{602,2 \cdot 10^3 \cdot 355} =$$

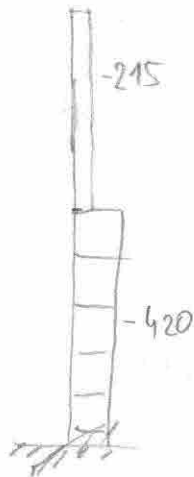
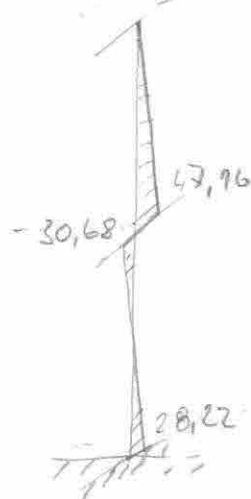
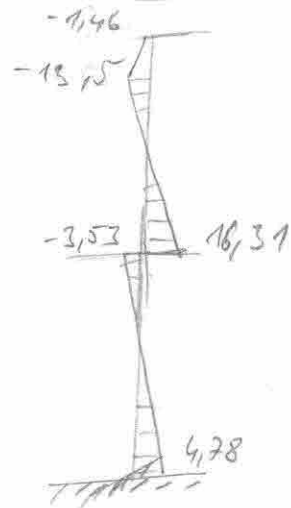
$$= 0,33 < 1 \Rightarrow \underline{\underline{VYHOVUJE}}$$

$$2) \frac{914,3 \cdot 10^3}{0,847 \cdot 355 \cdot 11840} + 0,82 \cdot \frac{30,22 \cdot 10^6}{0,964 \cdot 355 \cdot 1283 \cdot 10^3} + 1,0 \cdot \frac{15,5 \cdot 10^6}{602,2 \cdot 10^3 \cdot 355} =$$

$$= 0,39 < 1 \Rightarrow \underline{\underline{VYHOVUJE}}$$

KOMBINACE NCG - MAX  $M_y$  - SLOUP D4

(N)

 $M_y$  $M_z$ 

- POUZE OHYB VE 2 ROVINÁCH

ŠTIHLOST

$$\bar{\lambda}_y = \frac{l_{cr,y}/i_y}{93,9} = \frac{5100/112}{93,9} = 0,49 \Rightarrow \chi_y = 0,927$$

$$\bar{\lambda}_z = \frac{l_{cr,z}/i_z}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_y}{E}} = \frac{5100/165,8}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{355}{210000}} = 1,02 \Rightarrow \chi_z = 0,589$$

- KLOPENÍ

- POMĚRNÁ ŠTIHLOST

$$\bar{\lambda}_{cr} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

- KRITICKÝ MOMENT

$$M_{cr} = \mu_{cr} \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot G \cdot I_z \cdot I_y}{L}$$

- BEZROZMĚRNÝ KRITICKÝ MOMENT

$$\mu_{cr} = \frac{C_1}{k_2} \cdot \left( \sqrt{1 + \eta^2} \right) \quad k_2 = 1,0$$

BEZROZMĚRNÝ PARAMETR KROUČENÍ

$$k_{wt} = \frac{\pi}{k_w \cdot L} \sqrt{\frac{EI_w}{GI_t}} \quad ; \quad k_w = 1,0$$

$$L = 5100$$

$$k_{wt} = \frac{\pi}{1,0 \cdot 5100} \sqrt{\frac{210000 \cdot 753700 \cdot 10^6}{81000 \cdot 123,8 \cdot 10^4}} = 0,77$$

SOUČINITEL  $C_1$ 

$$C_1 = C_{1,0} + (C_{1,1} - C_{1,0}) \cdot k_{wt}$$

$$C_{1,0} = 1,77$$

$$C_{1,1} = 1,85$$

$$C_1 = 1,77 + (1,85 - 1,77) \cdot 0,77 = 1,83$$

$$\mu_{cr} = \frac{1,83}{1,0} \sqrt{1 + 0,77^2} = 2,31$$

$$M_{cr} = 2,31 \cdot \frac{\pi \cdot \sqrt{210000 \cdot 81000 \cdot 5135 \cdot 10^4 \cdot 123,8 \cdot 10^4}}{5100} = 1480,0 \text{ kN}$$

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{1283 \cdot 10^3 \cdot 355}{1480,0 \cdot 10^6}} = 0,55$$

$$\chi_{LT} = 0,861 \text{ (křivka kategorie "b")}$$

INTERAKCE TLAKU A OHYBEM

$$C_{my} = C_{mz} = 0,9$$

$$C_{mLT} = 0,6$$



- interakční součinitel  $k_{yy}$ :

$$k_{yy} = \min \left( C_{my} \cdot \left( 1 + 0,6 \cdot \bar{\lambda}_y \cdot \frac{N_{ed}}{\chi_y \cdot N_{yk} / f_{yk}} \right); C_{my} \cdot \left( 1 + 0,6 \cdot \frac{N_{ed}}{\chi_y \cdot N_{yk} / f_{yk}} \right) \right) =$$

$$= \min \left( 0,9 \cdot \left( 1 + 0,6 \cdot 0,49 \cdot \frac{215 \cdot 10^3}{0,927 \cdot 11840 \cdot 355} \right); 0,9 \cdot \left( 1 + 0,6 \cdot \frac{215 \cdot 10^3}{0,927 \cdot 11840 \cdot 355} \right) \right) =$$

$$= \min(0,91; 0,93) = \underline{0,91}$$

- interakční součinitel  $k_{zy}$ :

$$k_{zy} = \min \left( 1 - \frac{0,1 \cdot \bar{\lambda}_z}{(C_{mLT} - 0,25)} \cdot \frac{N_{ed}}{\chi_z \cdot N_{yk} / f_{yk}} \right); \left( 1 - \frac{0,1}{(C_{mLT} - 0,25)} \cdot \frac{N_{ed}}{\chi_z \cdot N_{yk} / f_{yk}} \right) =$$

$$= \min \left( 1 - \frac{0,1 \cdot 1,02}{(0,6 - 0,25)} \cdot \frac{215 \cdot 10^3}{0,584 \cdot 11840 \cdot 355} \right); \left( 1 - \frac{0,1}{0,6 - 0,25} \cdot \frac{215 \cdot 10^3}{0,584 \cdot 11840 \cdot 355} \right) = \min(0,97; 0,97) = \underline{0,97}$$

- interakční součinitel  $k_{zz}$ :

$$k_{zz} = \min \left( C_{mz} \cdot \left( 1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0,6) \cdot \frac{N_{ed}}{\chi_z \cdot N_{yk} / f_{yk}} \right); \left( C_{mz} \cdot \left( 1 + 1,4 \cdot \frac{N_{ed}}{\chi_z \cdot N_{yk} / f_{yk}} \right) \right) \right) =$$

$$= \min \left( 0,9 \cdot \left( 1 + (2 \cdot 1,02 - 0,6) \cdot \frac{215 \cdot 10^3}{0,584 \cdot 11840 \cdot 355} \right); 0,9 \cdot \left( 1 + 1,4 \cdot \frac{215 \cdot 10^3}{0,584 \cdot 11840 \cdot 355} \right) \right) = \min(1,01; 1,01) = \underline{1,0}$$

- interakční součinitel  $k_{yz}$ :

$$k_{yz} = 0,6 \cdot k_{zz} = 0,6 \cdot 1,0 = \underline{0,6}$$

PODMÍNKY:

$$1) \frac{N_{ed}}{\chi_y \cdot N_{rd}} + k_{yy} \frac{M_{yed}}{\chi_{LT} \cdot M_{yrd}} + k_{yz} \frac{M_{zed}}{M_{zrd}} \leq 1$$

$$2) \frac{N_{ed}}{\chi_z \cdot N_{rd}} + k_{zy} \frac{M_{yed}}{\chi_{LT} \cdot M_{yrd}} + k_{zz} \frac{M_{zed}}{M_{zrd}} \leq 1$$

$$1) \frac{215 \cdot 10^3}{0,927 \cdot 11840 \cdot 355} + 0,91 \frac{47,16 \cdot 10^6}{0,861 \cdot 1283 \cdot 10^3 \cdot 355} + 0,6 \cdot \frac{16,31 \cdot 10^6}{602,2 \cdot 10^3 \cdot 355} =$$

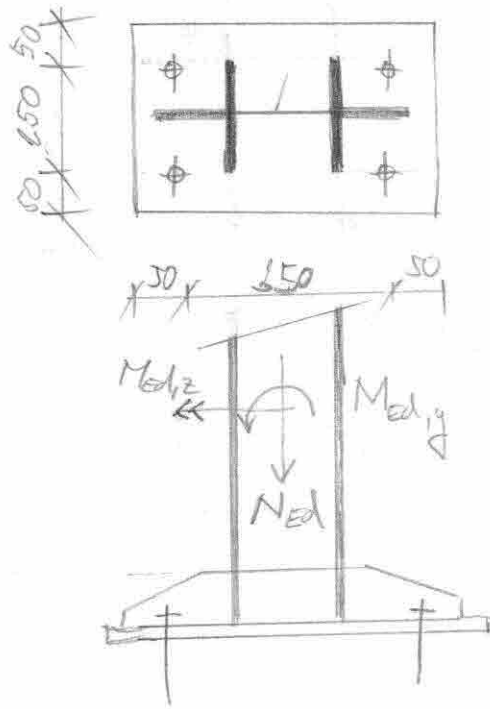
$$= 0,21 < 1,0 \Rightarrow \underline{\underline{VYHOVUJE}}$$

$$2) \frac{215 \cdot 10^3}{0,584 \cdot 11840 \cdot 355} + 0,6 \cdot \frac{47,16 \cdot 10^6}{0,861 \cdot 1283 \cdot 10^3 \cdot 355} + 1,0 \cdot \frac{16,31 \cdot 10^6}{602,2 \cdot 10^3 \cdot 355} =$$

$$= 0,24 < 1,0 \Rightarrow \underline{\underline{VYHOVUJE}}$$

# PATKA SLOUPU NA OSE D

HEB 260



## - ZATÍŽENÍ PATKY

- KOMBINACE S MAX TLAČOVOU SILOU: (NC 10)

$$N_{ed} = 919,36 \text{ kN (TLAK)} \quad \text{POSOUVAJÍCÍ SILY - ZANEDBATELNÁ HODNOTA}$$

$$M_{ed,y} = 16,67 \text{ kNm}$$

$$M_{ed,z} = 10,33 \text{ kNm}$$

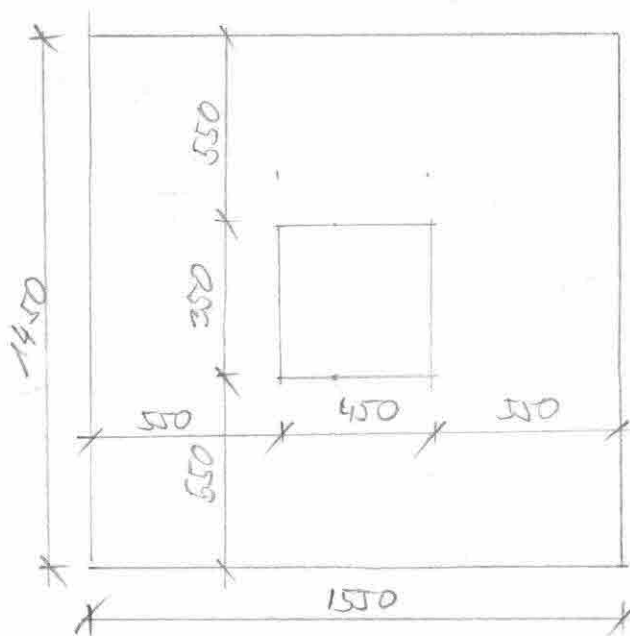
- KOMBINACE S MAX MOMENTEM (NC 9)

$$N_{ed} = 274,46 \text{ kN (TLAK)}$$

$$M_{ed,y} = 50,84 \text{ kNm}$$

$$M_{ed,z} = 22,07 \text{ kNm}$$

$$\left. \begin{array}{l} V_{ed,z} = 15,2 \text{ kN} \\ V_{ed,y} = 15,26 \text{ kN} \end{array} \right\} \text{VÝSLEDNICE } V_{ed} = 29,5 \text{ kN} \\ \text{- SMYKOVÁ ZARÁŽKA}$$

ĚB. PATKA

BETON C20/25

$$h = 600 \text{ mm}$$

$$a_0 = 450 \text{ mm}$$

$$b_0 = 350 \text{ mm}$$

$$a_n = \min(a_0; 3a_0; a_0 + h) \\ = \min(450; 3 \cdot 450; 450 + 600) \\ = 1050 \text{ mm}$$

$$b_n = \min(b_0; 3b_0; b_0 + h) \\ = \min(350; 3 \cdot 350; 350 + 600) \\ = 950 \text{ mm}$$

- součinitel koncentrace napětí:

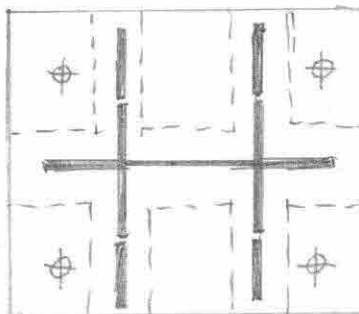
$$k_j = \sqrt{\frac{a_n b_n}{a_0 b_0}} = \sqrt{\frac{1050 \cdot 950}{450 \cdot 350}} = 1,58$$

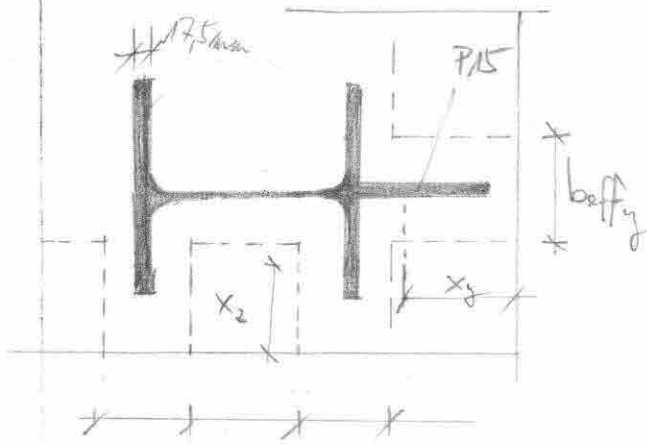
- NAVROHOVÁ PEVNOST BETONU:

$$f_{jd} = \frac{\beta \cdot k_j \cdot f_{ck}}{\gamma_{mc}} = \frac{2}{3} \cdot \frac{1,58 \cdot 20}{1,5} = 14,0 \text{ MPa}$$

- součinitel vlivu podtlaků  $\beta = \frac{2}{3}$ - PŘESAH DESKY:

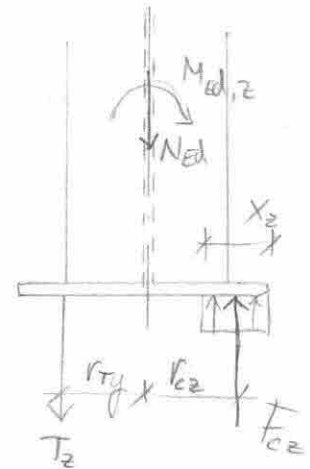
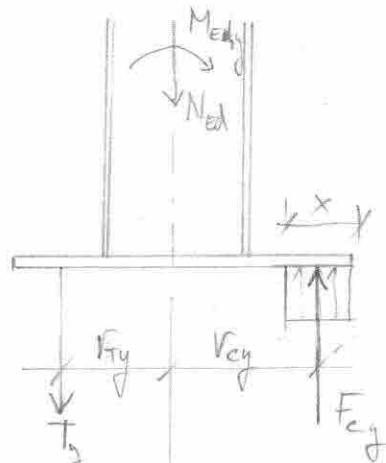
$$c = t_p \sqrt{\frac{f_{yd}}{3f_{jd}}} = 25 \cdot \sqrt{\frac{355}{3 \cdot 14,0}} = 72,6 \text{ mm}$$





$$b_{eff,y} = 2 \cdot c + 15 = 2 \cdot 72,6 + 15 = 160,2 \text{ mm}$$

$$b_{eff,z} = 2 \cdot (l_c + 17,5) = 2 \cdot (1 \cdot 72,6 + 17,5) = 325,4 \text{ mm}$$



PRO KOMBINACI NCI0:

$$F_{gy} \cdot (v_{gy} + v_{Ty}) = N_{ed} \cdot v_{Ty} + M_{ed,y} ; \quad F_{gy} = b_{eff,y} \cdot x_g \cdot f_{jd}$$

$$v_{Ty} = 175 \text{ mm}$$

$$v_{gy} = 225 - \frac{x_g}{2}$$

$$b_{eff,y} \cdot x_g \cdot f_{jd} \cdot (v_{gy} + 225 - \frac{x_g}{2}) = N_{ed} \cdot v_{Ty} + M_{ed,y}$$

$$160,2 \cdot x_g \cdot 141 \cdot (175 + 225 - \frac{x_g}{2}) = 125 \cdot 914,5 \cdot 10^3 + 16,67 \cdot 10^6$$

$$x_g \cdot (400 - \frac{x_g}{2}) = 78775,2$$

$$x_g^2 - 800 x_g - 157546,4 = 0$$

$$x_{g1} = 963,5 \text{ mm}$$

$$x_{g2} = -163,5 \text{ mm}$$

} TLAKOVÁ SILA  $M_{ed}$   
MA STABILIZUJÍCÍ ÚČINE  
NA PATU SLOUPU

$$F_{cz} \cdot (r_{cz} + r_{Tz}) = N_{ed} \cdot r_{Tz} + M_{ed,z} \quad ; \quad F_{cz} = b_{\text{eff},z} \cdot x_z \cdot f_{jd}$$

$$r_{Tz} = 125 \text{ mm}$$

$$r_{cz} = 175 - \frac{x_z}{2}$$

$$b_{\text{eff},z} \cdot x_z \cdot f_{jd} \cdot \left( r_{Tz} + 175 - \frac{x_z}{2} \right) = N_{ed} \cdot r_{Tz} + M_{ed,z}$$

$$1525,4 \cdot x_z \cdot 14 \cdot \left( 125 + 175 - \frac{x_z}{2} \right) = 914,3 \cdot 10^3 \cdot 125 + 10,33 \cdot 10^6$$

$$x_z \left( 300 - \frac{x_z}{2} \right) = 25258,94$$

$$x_z^2 - 600x_z - 25258,94 \cdot 2 = 0$$

$$x_{z,1} = -74,86 \text{ mm}$$

$$x_{z,2} = 674,9 \text{ mm}$$

VIZ. POZN.  
PŘEDCHOZÍHO  
VÝPOČTU  $x_y$

### KOMBINACE NC 9 :

viz rovnice předchozí kombinace

$$160,2 \cdot x_y \cdot 14 \cdot \left( 175 + 225 - \frac{x_y}{2} \right) = 175 \cdot 274,46 \cdot 10^3 + 50,84 \cdot 10^6$$

$$x_y \left( 400 - \frac{x_y}{2} \right) = 44083,5$$

$$x_y^2 - 800x_y - 88167 = 0$$

$$x_{y,1} = 897,16 \text{ mm}$$

$$x_{y,2} = -98,16 \text{ mm}$$

TRÁKOVÁ SÍŤA STABILIZUJE PÁTEKU OD ZATÍŽENÍ MOMENTEM

$$325,4 \cdot x_z \cdot 14 \cdot \left( 125 + 175 - \frac{x_z}{2} \right) = 274,46 \cdot 10^3 \cdot 125 + 22,07 \cdot 10^6$$

$$x_z \cdot \left( 300 - \frac{x_z}{2} \right) = 12375,45$$

$$x_z^2 - 600x_z - 24750,86 = 0$$

$$x_{z,1} = 638,75 \text{ mm}$$

$$x_{z,2} = -38,75 \text{ mm}$$

TRÁKOVÁ SÍŤA MÁ STABILIZUJÍCÍ ÚČINEK NA PÁTEKU OD ZATÍŽENÍ MOMENTEM

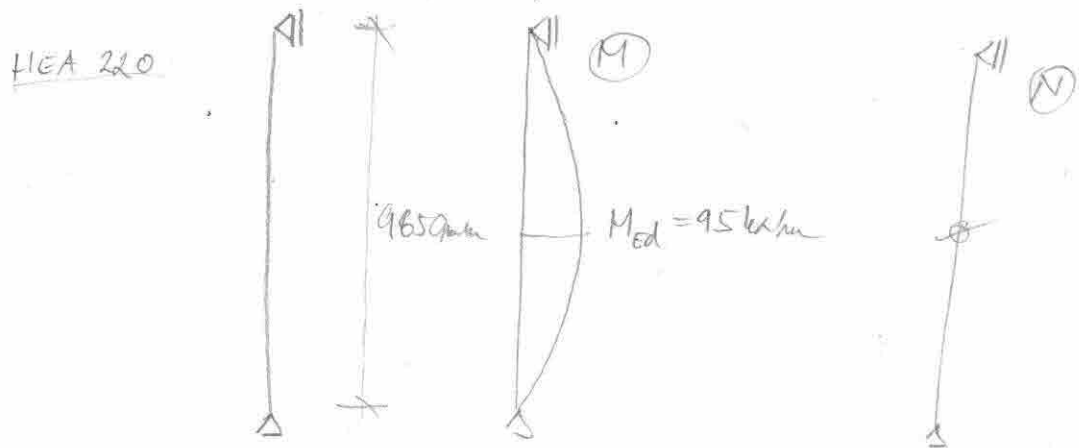
KOTVENÍ PĚTY SLOUPU:

- KONSTRUKČNĚ NAVRŽENY 4x M27
- DODATEČNĚ KOTVENO NA HILTY HIT-HY 200
- ŠROUBY HIT-V 5.8 M27
- KOTVENÍ DO HLoubKY MIN. 270 mm
- (HODNOTY PŘEVZATY Z PROJEKČNÍCH PODKLADŮ  
2015/2016 FIRMY HILTY - VIZ PŘÍLOHA)

# NAVRH A POSOUZENÍ SLOUPKU

## PRO UCHYCENÍ FASÁDY NA OSÁCH 1 a 10

### - STATICKÉ SCHEMA



### - ÚNOSNOST NA KLOPENÍ

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$$M_{cr} = \mu_{cr} \cdot \frac{\pi^2 \cdot \sqrt{E I_z \cdot G \cdot I_t}}{L}$$

$$\mu_{cr} = \frac{C_1}{k_2} \cdot \left( \sqrt{1 + k_{we}^2} \right); \quad k_2 = 1,0$$

$$k_{we} = \frac{\pi}{k_w \cdot L} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot I_w}{G \cdot I_t}} = \frac{\pi}{1,0 \cdot 9650} \cdot \sqrt{\frac{210000 \cdot 193300 \cdot 10^6}{81000 \cdot 28,46 \cdot 10^4}} = 0,43$$

$$C_1 = C_{1,0} + (C_{1,1} - C_{1,0}) \cdot k_{we}$$

$$C_1 = 1,13 + (1,13 - 1,13) \cdot 0,43 = 1,13$$

$$\mu_{cr} = \frac{1,13}{1,0} \cdot \sqrt{1 + 0,43^2} = 1,23$$

$$M_{cr} = 1,23 \cdot \frac{\pi^2 \cdot \sqrt{210000 \cdot 1955 \cdot 10^4 \cdot 81000 \cdot 28,46 \cdot 10^4}}{9650} = 123,19 \text{ kNm}$$



$$\lambda_{LT} = \sqrt{\frac{568,5 \cdot 10^3 \cdot 355}{123,19 \cdot 10^6}} = 1,28$$

$$\Rightarrow \chi_{LT} = 0,437 \quad (\text{číslovka "b"})$$

$$M_{ed} = \chi_{LT} \cdot f_y \cdot W_{pl,y} = 0,437 \cdot 355 \cdot 568,5 \cdot 10^3 = 88,2 \text{ kNm}$$

$$M_{ed} = 88,2 \text{ kNm} < M_{ed} = 95 \text{ kNm} \Rightarrow \text{NEVYHOVUJE ZMĚNIT PRŮŘEZ}$$

ZMĚNA PRŮŘEZU NA HEB 220

$$\chi_{we} = \frac{\uparrow}{10 \cdot 9650} \cdot \sqrt{\frac{210000 \cdot 295400 \cdot 10^6}{81000 \cdot 76,57 \cdot 10^4}} = 0,33$$

$$C_1 = 1,13$$

$$\mu_{eff} = \frac{1,13}{10} \cdot \sqrt{1 + 0,33^2} = 1,19$$

$$M_{ed} = 1,19 \cdot \frac{\uparrow \cdot \sqrt{210000 \cdot 3923 \cdot 10^4 \cdot 81000 \cdot 102,7 \cdot 10^4}}{9650} = 320,7 \text{ kNm}$$

$$\lambda_{LT} = \sqrt{\frac{827,0 \cdot 10^3 \cdot 355}{320,7 \cdot 10^6}} = 0,78 \Rightarrow \chi_{LT} = 0,737$$

$$M_{ed} = 0,737 \cdot 827,0 \cdot 10^3 \cdot 355 = 193,2 \text{ kNm} > M_{ed} = 95 \text{ kNm} \Rightarrow \text{VYHOVI}$$

MSP:

$$\text{délka sloupku } 9,65 \text{ m} \quad \sigma_{lim} = \frac{L}{500} = \frac{9650}{500} = 19,3 \text{ mm}$$

max. deformace - kombinace MSP  $\delta = 95 \text{ mm}$

$\Rightarrow$  ZVĚŠTIT  
(ZMĚNIT) PRŮŘEZ

ZMĚNA  
PRŮŘEZU

$$\delta_{lim} \geq \frac{5}{384} \cdot \frac{g_k \cdot l^4}{EI} \quad ; \quad g_k = 6,3 \text{ kN/m} \quad (\text{sávní od větru JV})$$

$$l = 9650 \text{ mm}$$

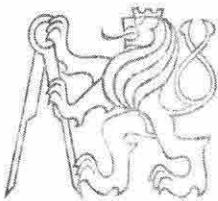
$$I \geq \frac{5 \cdot g_k \cdot l^4}{\delta_{lim} \cdot 384 \cdot E} = \frac{5 \cdot 6,3 \cdot 9650^4}{19,3 \cdot 384 \cdot 210000} = 17551 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$$

$$\Rightarrow \text{NAVRHNI HEA 300} \quad I_y = 183000 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$$

$$\delta = \frac{5}{384} \cdot \frac{6,3 \cdot 9650^4}{210000 \cdot 183000 \cdot 10^4} = 18,51 \text{ mm} < \delta_{lim} = 19,3 \text{ mm}$$

↳ VYHOVUJE

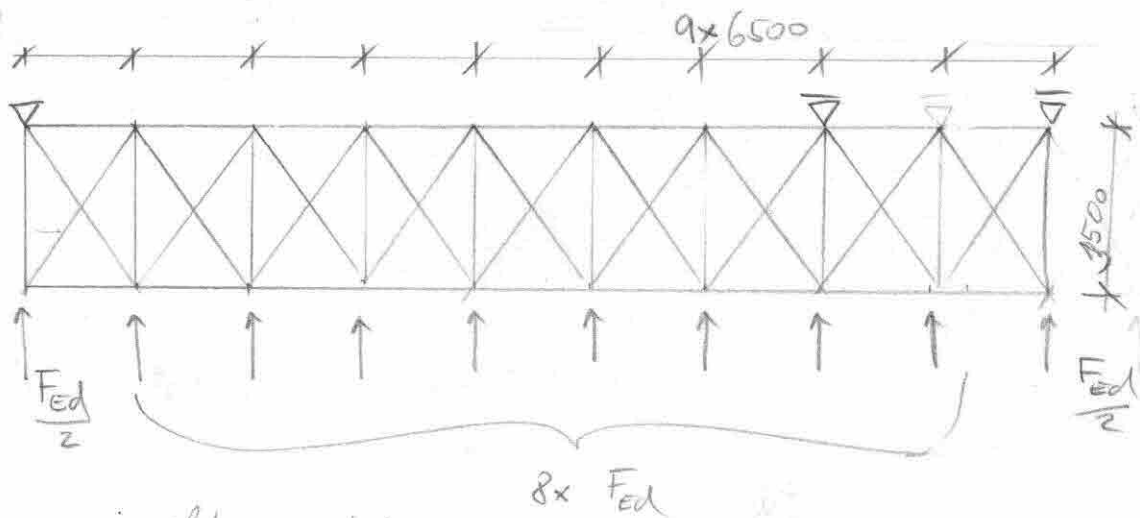
(z VÝPOČTOVÉHO MODELU  $\delta = 19 \text{ mm} \Rightarrow \text{ok}$ )



## 3.05 – ZTUŽUJÍCÍ ČÁSTI OBJEKTU

# VODOROVNÁ ZTUŽIDLA STŘECHY

- VNITŘNÍ SÍLY A REAKCE VE VODOROVNÉM ZTUŽIDLU VZ1:



$$F_{ed} = F_{ed}^{+lak} + F_{ed}^{sávní}$$

$$F_{ed} = \frac{6,5 \cdot 12,5}{2} \cdot (1,19 + 0,51) = 14 \text{ kN}$$

5 (počet příčných ztužidel)

(pro výpočet vnitřních sil ve střešních ztužidlech bylo zjednodušeně počítáno s rovnoměrným rozdělením zatížení od větru na ztužidla)

→ pro přesnější výpočet by bylo třeba zatížení přerozdělit s ohledem na tuhosti ztužidel VZ

→ přibližný výpočet slouží pouze jako porovnávací hodnota s hodnotou z výpočtového modelu, zda v modelu vyšli reálné výsledky, nebo zkrácené)

NAVRH VODOROVNÝCH ZTUŽIDEL- MAXIMÁLNÍ TAHOVÁ ZÍLA  $97 \text{ kN} = N_{ed}$ - TAHLA MACALLOY 460 -  $f_y = 460 \text{ MPa}$ 

$$f_u = 610 \text{ MPa}$$

$$E = 205000 \text{ MPa}$$

$$\frac{f_y \cdot A}{\gamma_{M_0}} \geq N_{ed}$$

$$\frac{460 \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4}}{1,0} \geq 97000 \Rightarrow d = \sqrt{\frac{97000 \cdot 4}{460 \cdot \pi}} = 16,4 \text{ mm}$$

NAVRHOJI TYČE  $\phi 20 \text{ mm}$ ,  $A = 314 \text{ mm}^2$ POSOUZENÍ TAHEL:

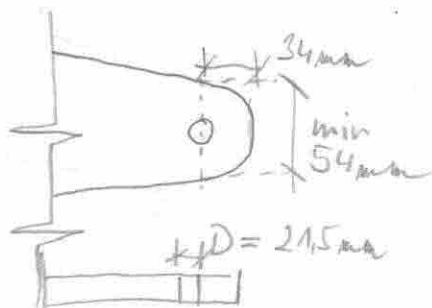
$$\frac{f_y \cdot A}{\gamma_{M_0}} = \frac{460 \cdot 314}{1,0} = 144,4 \text{ kN} > N_{ed} = 97 \text{ kN} \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

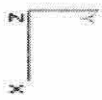
- SYSTÉM TAHEL JE NAVRŽEN V SYSTÉMU MACALLOY

- NAPIKÁLEK TA 20

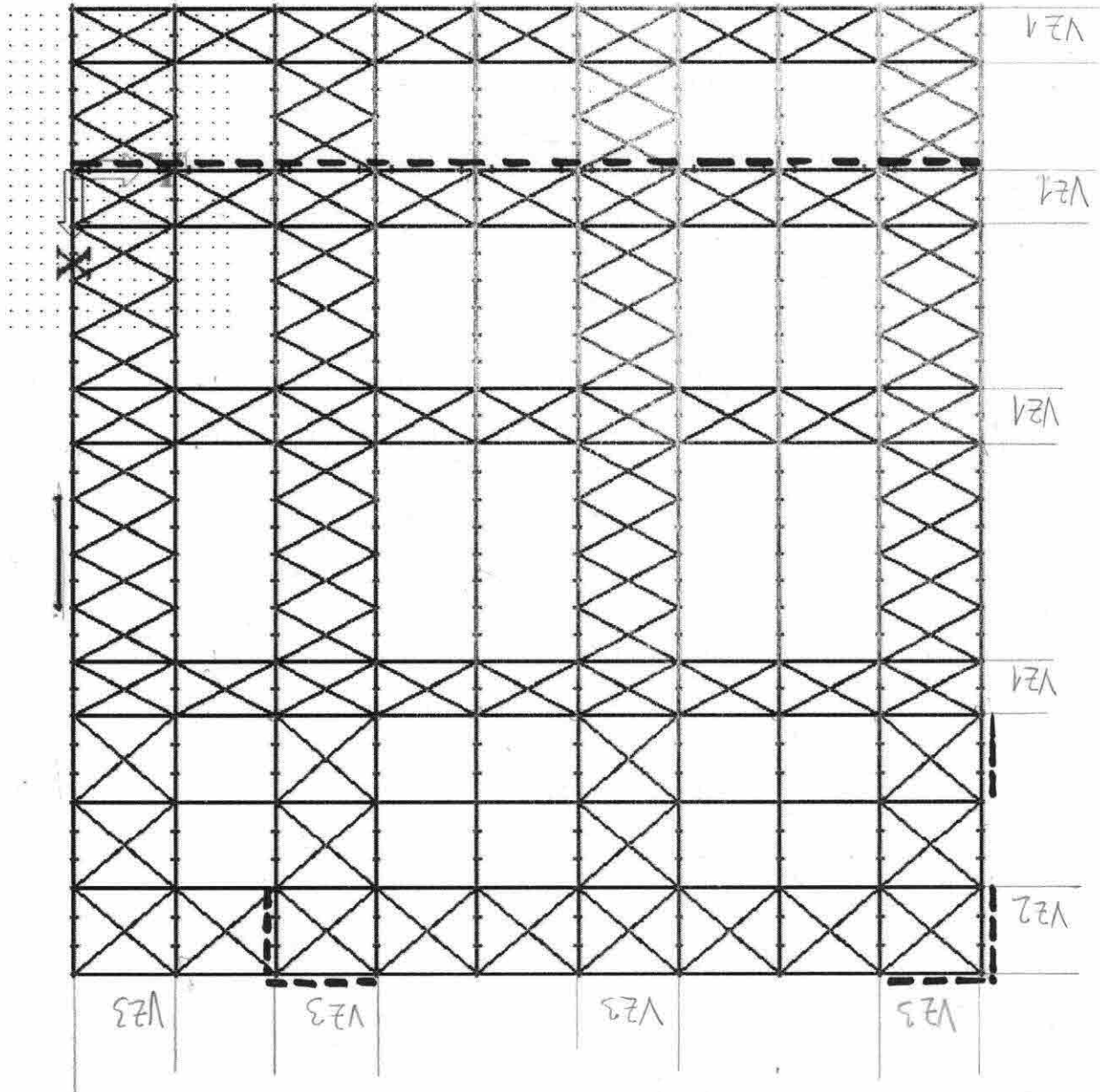
- KONCOVKA SA 20

- STUČNÍKOVÝ PŘECH P15 (GPA 20) Z OCELI S355

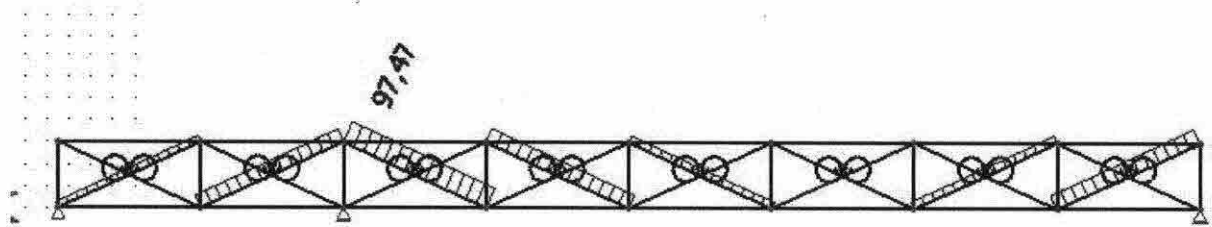




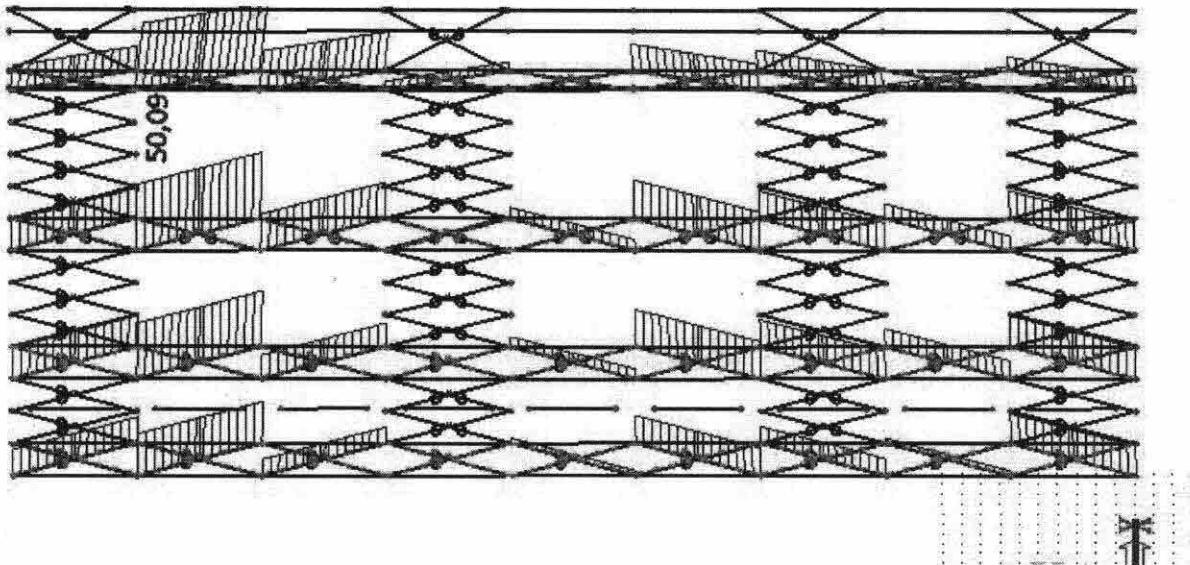
$$W_{sz} = W_{slak} + W_{sah}$$



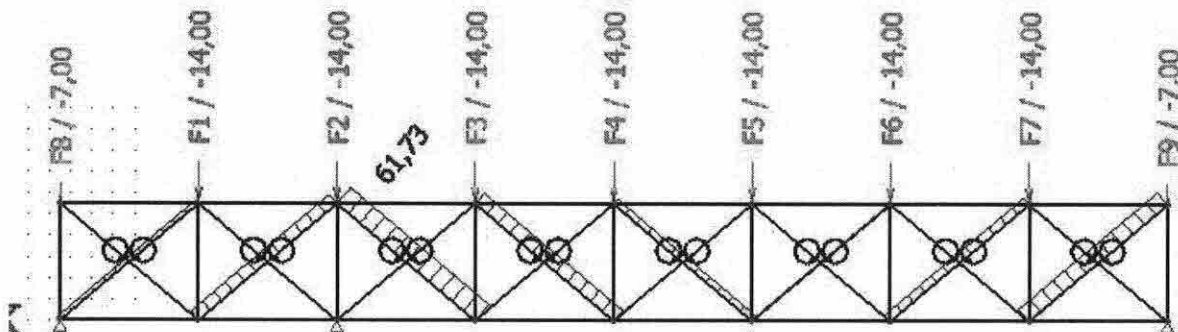
Vnitřní síly ve vodorovných ztužidlech VZ1 z rovinného modelu:



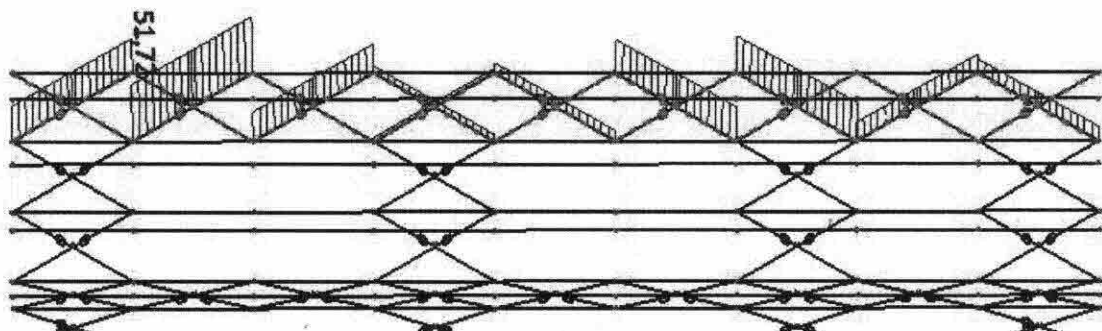
Vnitřní síly ve vodorovných ztužidlech VZ1 z prostorového modelu:



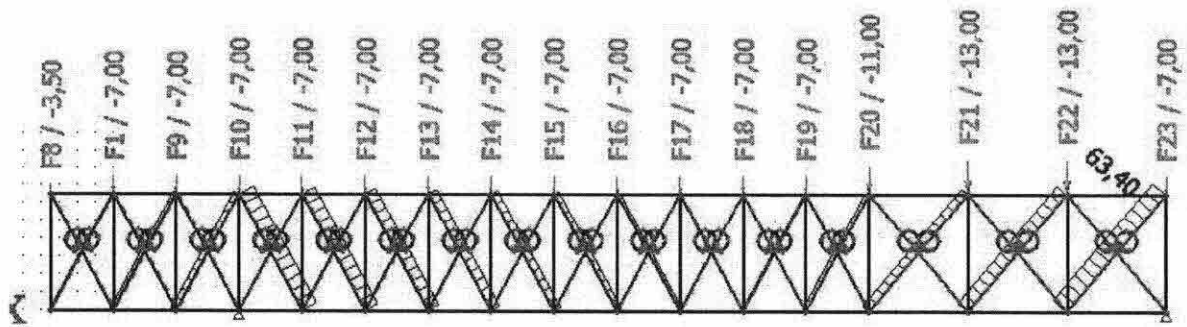
Vnitřní síly ve vodorovných ztužidlech VZ2 z rovinného modelu:



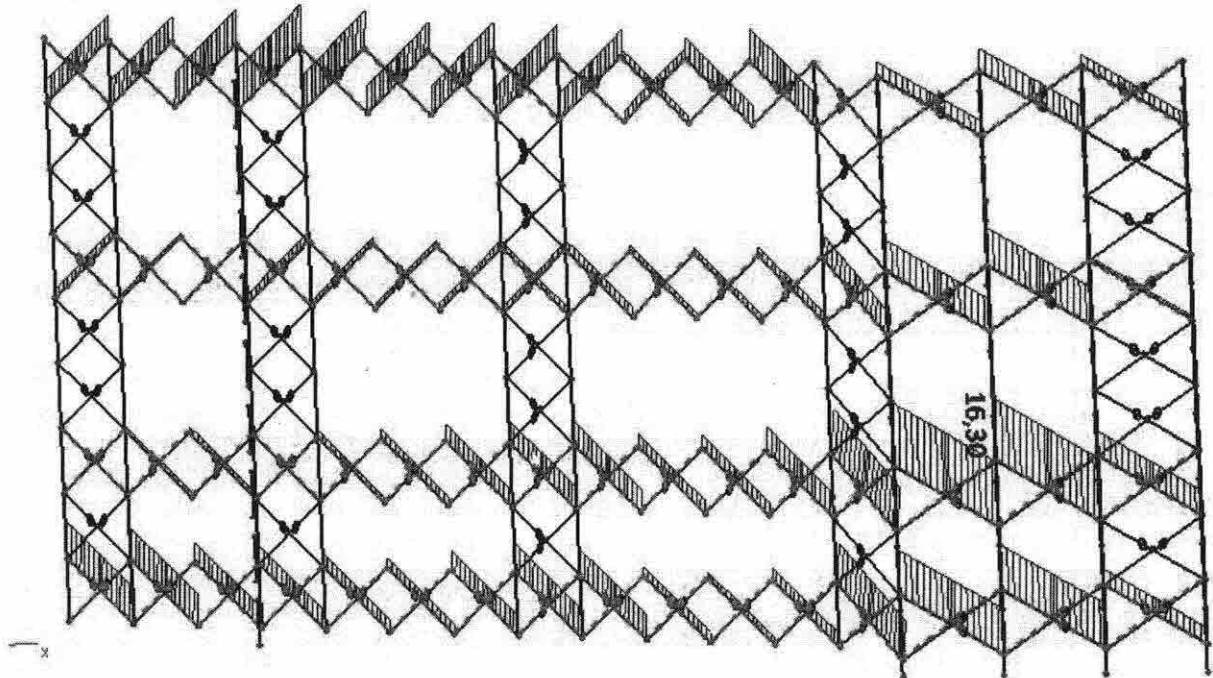
Vnitřní síly ve vodorovných ztužidlech VZ2 z prostorového modelu:



Vnitřní síly ve vodorovných ztužidlech VZ3 z rovinného modelu:



Vnitřní síly ve vodorovných ztužidlech VZ3 z prostorového modelu:





# POSOUZENÍ PRUTU NA VZPĚRNÝ TLAK

Název:	SVISLÁ ZTUŽIDLA STŘECHY	Poznámka:	
Vypracoval:	Pavel Galbavý	Datum:	12.2016

dle ČSN EN 10025-2

pro  $t \leq 40\text{mm}$

Ocel: S 355

$$f_y = 355,0 \text{ MPa}$$

$$f_u = 490,0 \text{ MPa}$$

$$E = 210,0 \text{ GPa}$$

$$\epsilon = 0,81$$

viz „STUDNIČKA, Jiří. Navrhování nosných konstrukcí: ocelové konstrukce. 1. vyd. V Praze: ČVUT, 2014. 120 s. ISBN 978-80-01-05490-1.“ - obr. 5.9 a 5.10

průřez

**CHS**

	A	I <sub>y</sub>	I <sub>z</sub>	d	b	t <sub>f</sub>	t <sub>w</sub>	r
	[mm <sup>2</sup> ]	[mm <sup>4</sup> ]	[mm <sup>4</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
<b>PRŮŘEZ</b> CHS 88,9x4,0	1070,0	9,63E+5	9,63E+5	88,9	0,0	0,0	4,0	0,0

klasifikace průřezu: TLAK

1.třída

**DĚLKA PRUTU**

směr y = 3600,0 mm

směr z = 3600,0 mm

**VZPĚRNOSTNÍ SOUČINITEL β**

směr y = 1,0

směr z = 1,0

**VZPĚRNÁ DÉLKA**

L<sub>y</sub> = 3600,0 mm

L<sub>z</sub> = 3600,0 mm

**KRITICKÁ SÍLA**

N<sub>cr,y</sub> = 154,0 kN

N<sub>cr,z</sub> = 154,0 kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_y^2}; \quad N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_z^2}$$

**vybočení kolmo k ose y-y**

α<sub>y</sub> = 0,21

**vybočení kolmo k ose z-z**

α<sub>z</sub> = 0,21

**poměrná štíhlost**

λ<sub>y</sub> = 1,570

λ<sub>z</sub> = 1,570

$$\lambda_y = \sqrt{\frac{f_y \cdot A}{N_{cr,y}}}; \quad \lambda_z = \sqrt{\frac{f_y \cdot A}{N_{cr,z}}}$$

**součinitel vzpěrnosti**

χ<sub>y</sub> = 0,344

χ<sub>z</sub> = 0,344

$$\chi_y = \frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \lambda_y^2}}$$

$$\chi_z = \frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \lambda_z^2}}$$

kde  $\phi_y = 0,5 \cdot (1 + \alpha_y \cdot (\lambda_y - 0,2) + \lambda_y^2)$

kde  $\phi_z = 0,5 \cdot (1 + \alpha_z \cdot (\lambda_z - 0,2) + \lambda_z^2)$

**NÁVRHOVÁ HODNOTA TLAKOVÉHO ZATÍŽENÍ**

N<sub>Ed,tlak</sub> = 71,7 kN

**NÁVRHOVÁ HODNOTA TAHOVÉHO ZATÍŽENÍ**

N<sub>Ed,tah</sub> = 68,7 kN

**Tlaková únosnost**

N<sub>Rd,tlak</sub> = 130,7

> 71,7 kN

**VYHOVUJE**

**Tahová únosnost**

NRd,tah = 379,9

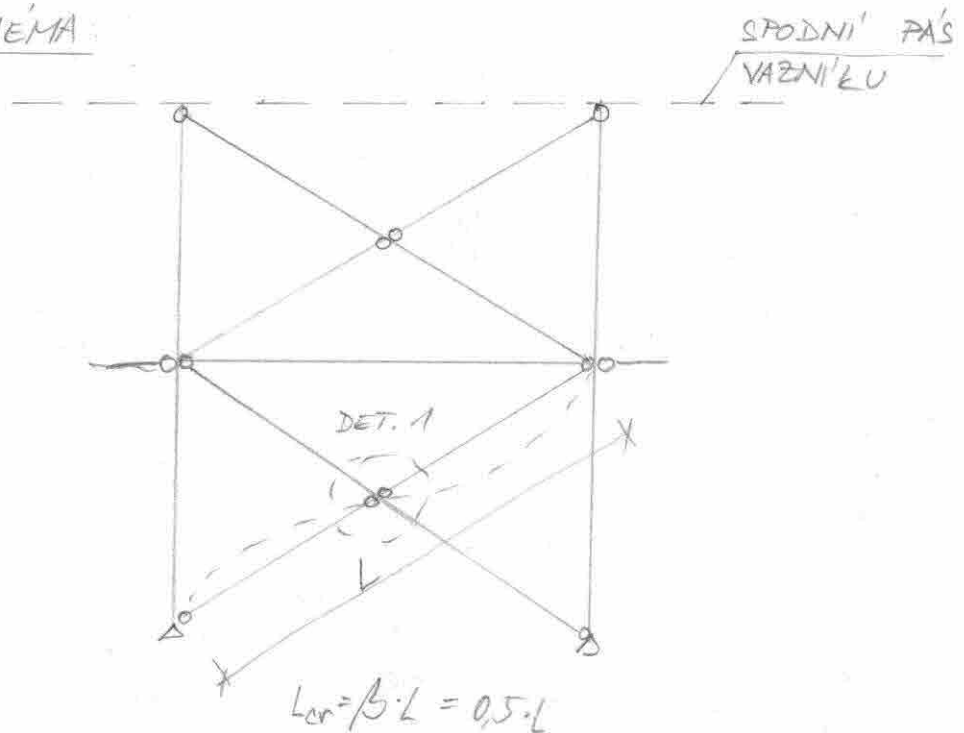
> 68,7 kN

**VYHOVUJE**

# NÁVRH A POSOUZENÍ SVISLÝCH STĚNOVÝCH ZTUŽIDEL

- STĚNOVÁ ZTUŽIDLA NA OSE 10

- SCHEMA:



- POZN.

- SCHEMA PLATI PRO VŠECHNA SVISLÁ ZTUŽIDLA
- NÁVRH PRVKU A POSOUZENÍ JE PROVEDEN DÁLĚ

# POSOUZENÍ PRUTU NA VZPĚRNÝ TLAK

Název: SVISLÁ ZTUŽIDLA – OSA A	Poznámka:
Vypracoval: Pavel Galbavý	Datum: 12.2016

viz „STUDNIČKA, Jiří. Navrhování nosných konstrukcí: ocelové konstrukce. 1. vyd. V Praze: ČVUT, 2014. 120 s. ISBN 978-80-01-05490-1.“ - obr. 5.9 a 5.10

dle ČSN EN 10025-2

pro  $t \leq 40\text{mm}$

Ocel: S 355

$$f_y = 355,0 \text{ MPa}$$

$$f_u = 510,0 \text{ MPa}$$

$$E = 210,0 \text{ GPa}$$

$$\epsilon = 0,81$$

průřez

**CHS**

	A	I <sub>y</sub>	I <sub>z</sub>	d	b	t <sub>f</sub>	t <sub>w</sub>	r
	[mm <sup>2</sup> ]	[mm <sup>4</sup> ]	[mm <sup>4</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
<b>PRŮŘEZ</b> CHS 88,9x5,0	1320,0	1,16E+6	1,16E+6	88,9	0,0	0,0	5,0	0,0

klasifikace průřezu: TLAK

1.třída

**DĚLKA PRUTU**

směr y = 7700,0 mm

směr z = 7700,0 mm

**VZPĚRNOSTNÍ SOUČINITEL β**

směr y = 0,5

směr z = 0,5

**VZPĚRNÁ DÉLKA**

L<sub>y</sub> = 3850,0 mm

L<sub>z</sub> = 3850,0 mm

**KRITICKÁ SÍLA**

N<sub>cr,y</sub> = 162,2 kN

N<sub>cr,z</sub> = 162,2 kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_y^2}; \quad N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_z^2}$$

**vybočení kolmo k ose y-y**

α<sub>y</sub> = 0,21

**vybočení kolmo k ose z-z**

α<sub>z</sub> = 0,21

**poměrná štíhlost**

λ<sub>y</sub> = 1,700

λ<sub>z</sub> = 1,700

$$\lambda_y = \sqrt{\frac{f_y \cdot A}{N_{cr,y}}}; \quad \lambda_z = \sqrt{\frac{f_y \cdot A}{N_{cr,z}}}$$

**součinitel vzpěrnosti**

χ<sub>y</sub> = 0,300

χ<sub>z</sub> = 0,300

$$\chi_y = \frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \lambda_y^2}}$$

$$\chi_z = \frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \lambda_z^2}}$$

kde  $\phi_y = 0,5 \cdot (1 + \alpha_y \cdot (\lambda_y - 0,2) + \lambda_y^2)$

kde  $\phi_z = 0,5 \cdot (1 + \alpha_z \cdot (\lambda_z - 0,2) + \lambda_z^2)$

**NÁVRHOVÁ HODNOTA TLAKOVÉHO ZATÍŽENÍ**

N<sub>Ed,tlak</sub> = 121,0 kN

**NÁVRHOVÁ HODNOTA TAHOVÉHO ZATÍŽENÍ**

N<sub>Ed,tah</sub> = 65,8 kN

**Tlaková únosnost**

N<sub>Rd,tlak</sub> = 140,4

> 121,0 kN

**VYHOVUJE**

**Tahová únosnost**

NRd,tah = 468,6

> 65,8 kN

**VYHOVUJE**

# POSOUZENÍ PRUTU NA VZPĚRNÝ TLAK

Název: SVISLÁ ZTUŽIDLA – OSA 10	Poznámka:
Vypracoval: Pavel Galbavý	Datum: 12.2016

viz „STUDNIČKA, Jiří. Navrhování nosných konstrukcí: ocelové konstrukce. 1. vyd. V Praze: ČVUT, 2014. 120 s. ISBN 978-80-01-05490-1.“ - obr. 5.9 a 5.10

dle ČSN EN 10025-2  
pro  $t \leq 40\text{mm}$

Ocel: S 355  
 $f_y = 355,0 \text{ MPa}$   
 $f_u = 490,0 \text{ MPa}$   
 $E = 210,0 \text{ GPa}$   
 $\epsilon = 0,81$

**průřez**  
**CHS**

	A	I <sub>y</sub>	I <sub>z</sub>	d	b	t <sub>f</sub>	t <sub>w</sub>	r
	[mm <sup>2</sup> ]	[mm <sup>4</sup> ]	[mm <sup>4</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
<b>PRŮŘEZ</b> CHS 114,3x5,0	1720,0	2,57E+6	2,57E+6	114,3	0,0	0,0	5,0	0,0

**klasifikace průřezu: TLAK** 1.třída

<b>DĚLKA PRUTU</b>	směr y = 8150,0 mm
	směr z = 8150,0 mm

**VZPĚRNOSTNÍ SOUČINITEL β**  
 směr y = 0,5  
 směr z = 0,5

**VZPĚRNÁ DÉLKA**  
 L<sub>y</sub> = 4075,0 mm  
 L<sub>z</sub> = 4075,0 mm

**KRITICKÁ SÍLA**  
 $N_{cr,y} = 320,8 \text{ kN}$   
 $N_{cr,z} = 320,8 \text{ kN}$   
 $N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_y^2}; \quad N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_z^2}$

<b>vybočení kolmo k ose y-y</b>	$\alpha_y = 0,21$
<b>vybočení kolmo k ose z-z</b>	$\alpha_z = 0,21$

**poměrná štíhlost**  
 $\lambda_y = 1,380$   
 $\lambda_z = 1,380$

$$\lambda_y = \sqrt{\frac{f_y \cdot A}{N_{cr,y}}}; \quad \lambda_z = \sqrt{\frac{f_y \cdot A}{N_{cr,z}}}$$

**součinitel vzpěrnosti**  
 $\chi_y = 0,428$   
 $\chi_z = 0,428$

$$\chi_y = \frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \lambda_y^2}}$$

$$\chi_z = \frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \lambda_z^2}}$$

kde  $\phi_y = 0,5 \cdot (1 + \alpha_y \cdot (\lambda_y - 0,2) + \lambda_y^2)$

kde  $\phi_z = 0,5 \cdot (1 + \alpha_z \cdot (\lambda_z - 0,2) + \lambda_z^2)$

<b>NÁVRHOVÁ HODNOTA TLAKOVÉHO ZATÍŽENÍ</b>	$N_{Ed,tlak} = 182,0 \text{ kN}$
<b>NÁVRHOVÁ HODNOTA TAHOVÉHO ZATÍŽENÍ</b>	$N_{Ed,tah} = 164,1 \text{ kN}$

Tlaková únosnost	$N_{Rd,tlak} = 261,3$	>	182,0 kN	<b>VYHOVUJE</b>
Tahová únosnost	$NRd,tah = 610,6$	>	164,1 kN	<b>VYHOVUJE</b>

# POSOUZENÍ PRUTU NA VZPĚRNÝ TLAK

Název: SVISLÁ ZTUŽIDLA – OSA 10	Poznámka:
Vypracoval: Pavel Galbavý	Datum: 12.2016

viz „STUDNIČKA, Jiří. Navrhování nosných konstrukcí: ocelové konstrukce. 1. vyd. V Praze: ČVUT, 2014. 120 s. ISBN 978-80-01-05490-1.“ - obr. 5.9 a 5.10

dle ČSN EN 10025-2

pro  $t \leq 40\text{mm}$

Ocel: S 355

$$f_y = 355,0 \text{ MPa}$$

$$f_u = 490,0 \text{ MPa}$$

$$E = 210,0 \text{ GPa}$$

$$\epsilon = 0,81$$

průřez

**CHS**

	A	I <sub>y</sub>	I <sub>z</sub>	d	b	t <sub>f</sub>	t <sub>w</sub>	r
	[mm <sup>2</sup> ]	[mm <sup>4</sup> ]	[mm <sup>4</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
<b>PRŮŘEZ</b> CHS 114,3x5,0	1720,0	2,57E+6	2,57E+6	114,3	0,0	0,0	5,0	0,0

klasifikace průřezu: TLAK

1.třída

**DĚLKA PRUTU**

směr y = 8150,0 mm

směr z = 8150,0 mm

**VZPĚRNOSTNÍ SOUČINITEL β**

směr y = 0,5

směr z = 0,5

**VZPĚRNÁ DÉLKA**

L<sub>y</sub> = 4075,0 mm

L<sub>z</sub> = 4075,0 mm

**KRITICKÁ SÍLA**

N<sub>cr,y</sub> = 320,8 kN

N<sub>cr,z</sub> = 320,8 kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_y^2}; \quad N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_z^2}$$

**vybočení kolmo k ose y-y**

α<sub>y</sub> = 0,21

**vybočení kolmo k ose z-z**

α<sub>z</sub> = 0,21

**poměrná štíhlost**

λ<sub>y</sub> = 1,380

λ<sub>z</sub> = 1,380

$$\lambda_y = \sqrt{\frac{f_y \cdot A}{N_{cr,y}}}; \quad \lambda_z = \sqrt{\frac{f_y \cdot A}{N_{cr,z}}}$$

**součinitel vzpěrnosti**

χ<sub>y</sub> = 0,428

χ<sub>z</sub> = 0,428

$$\chi_y = \frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \lambda_y^2}}$$

$$\chi_z = \frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \lambda_z^2}}$$

kde  $\phi_y = 0,5 \cdot (1 + \alpha_y \cdot (\lambda_y - 0,2) + \lambda_y^2)$

kde  $\phi_z = 0,5 \cdot (1 + \alpha_z \cdot (\lambda_z - 0,2) + \lambda_z^2)$

**NÁVRHOVÁ HODNOTA TLAKOVÉHO ZATÍŽENÍ**

N<sub>Ed,tlak</sub> = 182,0 kN

**NÁVRHOVÁ HODNOTA TAHOVÉHO ZATÍŽENÍ**

N<sub>Ed,tah</sub> = 164,1 kN

**Tlaková únosnost**

N<sub>Rd,tlak</sub> = 261,3

>

182,0 kN

**VYHOVUJE**

**Tahová únosnost**

NRd,tah = 610,6

>

164,1 kN

**VYHOVUJE**

# POSOUZENÍ PRUTU NA VZPĚRNÝ TLAK

Název: SVISLÁ ZTUŽIDLA – OSA 1	Poznámka:
Vypracoval: Pavel Galbavý	Datum: 12.2016

viz „STUDNIČKA, Jiří. Navrhování nosných konstrukcí: ocelové konstrukce. 1. vyd. V Praze: ČVUT, 2014. 120 s. ISBN 978-80-01-05490-1.“ - obr. 5.9 a 5.10

dle ČSN EN 10025-2

pro  $t \leq 40\text{mm}$

Ocel: S 355

$$f_y = 355,0 \text{ MPa}$$

$$f_u = 490,0 \text{ MPa}$$

$$E = 210,0 \text{ GPa}$$

$$\epsilon = 0,81$$

průřez

**CHS**

	A	I <sub>y</sub>	I <sub>z</sub>	d	b	t <sub>f</sub>	t <sub>w</sub>	r
	[mm <sup>2</sup> ]	[mm <sup>4</sup> ]	[mm <sup>4</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
<b>PRŮŘEZ</b> CHS 88,9x5,0	1320,0	1,16E+6	1,16E+6	88,9	0,0	0,0	5,0	0,0

klasifikace průřezu: TLAK

1.třída

**DĚLKA PRUTU**

směr y = 6915,0 mm

směr z = 6915,0 mm

**VZPĚRNOSTNÍ SOUČINITEL β**

směr y = 0,5

směr z = 0,5

**VZPĚRNÁ DÉLKA**

L<sub>y</sub> = 3457,5 mm

L<sub>z</sub> = 3457,5 mm

**KRITICKÁ SÍLA**

N<sub>cr,y</sub> = 201,1 kN

N<sub>cr,z</sub> = 201,1 kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_y^2}; \quad N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_z^2}$$

**vybočení kolmo k ose y-y**

α<sub>y</sub> = 0,21

**vybočení kolmo k ose z-z**

α<sub>z</sub> = 0,21

**poměrná štíhlost**

λ<sub>y</sub> = 1,526

λ<sub>z</sub> = 1,526

$$\lambda_y = \sqrt{\frac{f_y \cdot A}{N_{cr,y}}}; \quad \lambda_z = \sqrt{\frac{f_y \cdot A}{N_{cr,z}}}$$

**součinitel vzpěrnosti**

χ<sub>y</sub> = 0,362

χ<sub>z</sub> = 0,362

$$\chi_y = \frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \lambda_y^2}}$$

$$\chi_z = \frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \lambda_z^2}}$$

kde  $\phi_y = 0,5 \cdot (1 + \alpha_y \cdot (\lambda_y - 0,2) + \lambda_y^2)$

kde  $\phi_z = 0,5 \cdot (1 + \alpha_z \cdot (\lambda_z - 0,2) + \lambda_z^2)$

**NÁVRHOVÁ HODNOTA TLAKOVÉHO ZATÍŽENÍ**

N<sub>Ed,tlak</sub> = 146,0 kN

**NÁVRHOVÁ HODNOTA TAHOVÉHO ZATÍŽENÍ**

N<sub>Ed,tah</sub> = 118,5 kN

**Tlaková únosnost**

N<sub>Rd,tlak</sub> = 169,4

> 146,0 kN

**VYHOVUJE**

**Tahová únosnost**

NRd,tah = 468,6

> 118,5 kN

**VYHOVUJE**

# POSOUZENÍ PRUTU NA VZPĚRNÝ TLAK

Název:	ROZPĚŘY – osy A a D	Poznámka:	
Vypracoval:	Pavel Galbavý	Datum:	12.2016

dle ČSN EN 10025-2

pro  $t \leq 40\text{mm}$

Ocel: S 355

$$f_y = 355,0 \text{ MPa}$$

$$f_u = 510,0 \text{ MPa}$$

$$E = 210,0 \text{ GPa}$$

$$\epsilon = 0,81$$

viz „STUDNIČKA, Jiří. Navrhování nosných konstrukcí: ocelové konstrukce. 1. vyd. V Praze: ČVUT, 2014. 120 s. ISBN 978-80-01-05490-1.“ - obr. 5.9 a 5.10

**průřez**

**MSH**

	A	I <sub>y</sub>	I <sub>z</sub>	d	b	t <sub>f</sub>	t <sub>w</sub>	r
	[mm <sup>2</sup> ]	[mm <sup>4</sup> ]	[mm <sup>4</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
<b>PRŮŘEZ</b> MSH 90x90x5,0	1670,0	2,00E+6	2,00E+6	90,0	90,0	5,0	5,0	8,0

klasifikace průřezu: TLAK

1.třída

<b>DĚLKA PRUTU</b>	směr y = 6500,0 mm	směr z = 6500,0 mm
--------------------	--------------------	--------------------

<b>VZPĚRNOSTNÍ SOUČINITEL β</b>	směr y = 1,0	směr z = 1,0
---------------------------------	--------------	--------------

<b>VZPĚRNÁ DÉLKA</b>	L <sub>y</sub> = 6500,0 mm	L <sub>z</sub> = 6500,0 mm
----------------------	----------------------------	----------------------------

<b>KRITICKÁ SÍLA</b>	N <sub>cr,y</sub> = 98,1 kN	N <sub>cr,z</sub> = 98,1 kN	$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_y^2}; \quad N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_z^2}$
----------------------	-----------------------------	-----------------------------	--

<b>vybočení kolmo k ose y-y</b>	α <sub>y</sub> = 0,21
<b>vybočení kolmo k ose z-z</b>	α <sub>z</sub> = 0,21

<b>poměrná štíhlost</b>	λ <sub>y</sub> = 2,458	λ <sub>z</sub> = 2,458	$\lambda_y = \sqrt{\frac{f_y \cdot A}{N_{cr,y}}}; \quad \lambda_z = \sqrt{\frac{f_y \cdot A}{N_{cr,z}}}$
-------------------------	------------------------	------------------------	--

<b>součinitel vzpěrnosti</b>	χ <sub>y</sub> = 0,151	χ <sub>z</sub> = 0,151	$\chi_y = \frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \lambda_y^2}}$ $\chi_z = \frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \lambda_z^2}}$ kde $\phi_y = 0,5 \cdot (1 + \alpha_y \cdot (\lambda_y - 0,2) + \lambda_y^2)$ kde $\phi_z = 0,5 \cdot (1 + \alpha_z \cdot (\lambda_z - 0,2) + \lambda_z^2)$
------------------------------	------------------------	------------------------	--

<b>NÁVRHOVÁ HODNOTA TLAKOVÉHO ZATÍŽENÍ</b>	N <sub>Ed,tlak</sub> = 70,6 kN
<b>NÁVRHOVÁ HODNOTA TAHOVÉHO ZATÍŽENÍ</b>	N <sub>Ed,tah</sub> = 120,2 kN

<b>Tlaková únosnost</b>	N <sub>Rd,tlak</sub> =	89,8	<	70,6 kN	<b>VYHOVUJE</b>
<b>Tahová únosnost</b>	NRd,tah =	592,9	<	120,2 kN	<b>VYHOVUJE</b>

# POSOUZENÍ PRUTU NA VZPĚRNÝ TLAK

Název: ROZPĚRY – OSA E	Poznámka:
Vypracoval: Pavel Galbavý	Datum: 12.2016

dle ČSN EN 10025-2

pro  $t \leq 40 \text{ mm}$

Ocel: S 355

$$f_y = 355,0 \text{ MPa}$$

$$f_u = 510,0 \text{ MPa}$$

$$E = 210,0 \text{ GPa}$$

$$\epsilon = 0,81$$

viz „STUDNIČKA, Jiří. Navrhování nosných konstrukcí: ocelové konstrukce. 1. vyd. V Praze: ČVUT, 2014. 120 s. ISBN 978-80-01-05490-1.“ - obr. 5.9 a 5.10

**průřez  
MSH**

	A	I <sub>y</sub>	I <sub>z</sub>	d	b	t <sub>f</sub>	t <sub>w</sub>	r
	[mm <sup>2</sup> ]	[mm <sup>4</sup> ]	[mm <sup>4</sup> ]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
<b>PRŮŘEZ</b> MSH 90x90x5,0	1670,0	2,00E+6	2,00E+6	90,0	90,0	5,0	5,0	8,0

**klasifikace průřezu: TLAK**

1.třída

**DĚLKA PRUTU**

směr y = 6500,0 mm

směr z = 3250,0 mm

**VZPĚRNOSTNÍ SOUČINITEL β**

směr y = 1,0

směr z = 1,0

**VZPĚRNÁ DÉLKA**

L<sub>y</sub> = 6500,0 mm

L<sub>z</sub> = 3250,0 mm

**KRITICKÁ SÍLA**

N<sub>cr,y</sub> = 98,1 kN

N<sub>cr,z</sub> = 392,4 kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_y^2}; \quad N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_z^2}$$

**vybočení kolmo k ose y-y**

α<sub>y</sub> = 0,21

**vybočení kolmo k ose z-z**

α<sub>z</sub> = 0,21

**poměrná štíhlost**

λ<sub>y</sub> = 2,458

λ<sub>z</sub> = 1,229

$$\lambda_y = \sqrt{\frac{f_y \cdot A}{N_{cr,y}}}; \quad \lambda_z = \sqrt{\frac{f_y \cdot A}{N_{cr,z}}}$$

**součinitel vzpěrnosti**

χ<sub>y</sub> = 0,151

χ<sub>z</sub> = 0,512

$$\chi_y = \frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \lambda_y^2}}$$

$$\chi_z = \frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \lambda_z^2}}$$

kde  $\phi_y = 0,5 \cdot (1 + \alpha_y \cdot (\lambda_y - 0,2) + \lambda_y^2)$

kde  $\phi_z = 0,5 \cdot (1 + \alpha_z \cdot (\lambda_z - 0,2) + \lambda_z^2)$

**NÁVRHOVÁ HODNOTA TLAKOVÉHO ZATÍŽENÍ**

N<sub>Ed,tlak</sub> = 79,6 kN

**NÁVRHOVÁ HODNOTA TAHOVÉHO ZATÍŽENÍ**

N<sub>Ed,tah</sub> = 105,7 kN

**Tlaková únosnost**

N<sub>Rd,tlak</sub> = 89,8

< 79,6 kN

**VYHOVUJE**

**Tahová únosnost**

NRd,tah = 592,9

< 105,7 kN

**VYHOVUJE**



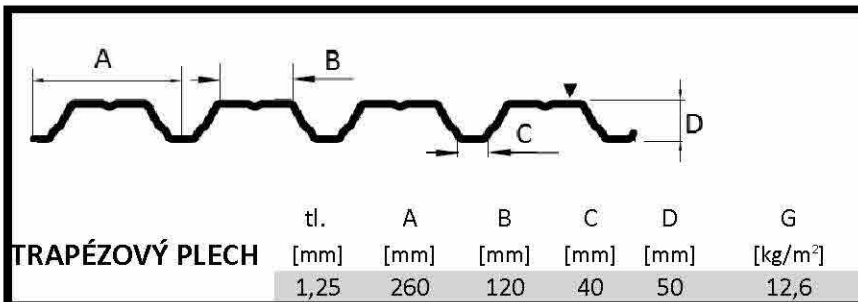
# SPŘEŽENÝ OCELOBETONOVÝ STROP

Název: Stropnice mezi osami A1 – D10  
 Vypracoval: Pavel Galbavý

Poznámka:  
 Datum: 12/2016

poznámka: Výpočet proveden dle ČSN EN 1994-1-1 – navrhování spřažených ocelobetonových konstrukcí. Dle odstavce 3.1 platnost pro betony pevnostní třídy vyšší než C20/25 avšak maximálně C60/75.

OC. NOSNÍK												IPE 220	
A	Av	G	h	d	b	tf	tw	r	ly	Iz	Wpl,y	Wel,y	
[mm <sup>2</sup> ]	[mm <sup>2</sup> ]	[kg/m]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm <sup>4</sup> ]	[mm <sup>4</sup> ]	[mm <sup>3</sup> ]	[mm <sup>3</sup> ]	
3337,0	1588,0	26,2	220,0	177,6	110,0	9,2	5,9	12,0	277,2E+5	204,9E+4	2,85E+5	2,52E+5	



**OCEL: S355**

$f_y = 355,0$  MPa  
 $f_u = 510,0$  MPa  
 $E_a = 210,0$  GPa  
 $\epsilon = 0,81$

dle EN 10025-2  
 pro  $t \leq 40$  mm

**BETONOVÁ DESKA**

tl. (nad vlnu) $h_d$	srov. tloušťka
[mm]	[mm]
70	87,3

Pozn.: srovnaná tl. betonové směsi je použita pouze pro výpočet zatížení v motnážním stádiu

**BETON: C25/30**

$f_{ck} = 25$  MPa  
 $E_{c,m} = 30000$  MPa  
 $\rho$  bet. směsi = 26 kN/m<sup>3</sup>  
 $\rho$  betonu = 25 kN/m<sup>3</sup>

**NOSNÍK**  
 (Veškeré průběhy a hodnoty vnitřních sil jsou nedílnou součástí tohoto výpočtu, budou přiložena a popsána za tímto výpočtem.)

zatěžovací šířka: 1,6 m  
 $L = 5,55$  m  
 užité zatížení: 5 kN/m<sup>2</sup>

**BETONÁŘSKÁ OCEL: B 500 B**

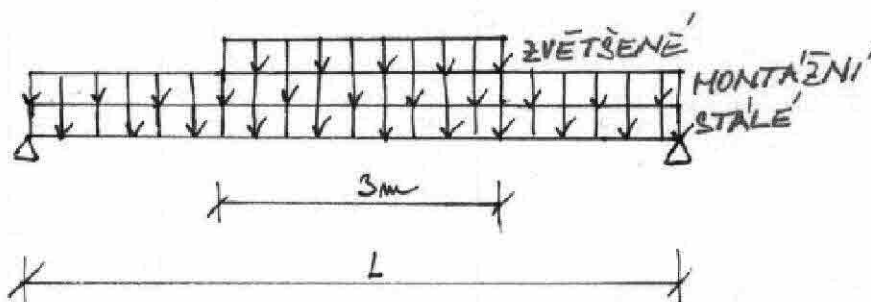
Krytí výztuže:  $C = 20,0$  mm  
 průměr výztuže:  $\varnothing = 8,0$  mm  
 vzdálenost prutů:  $a = 150,0$  mm  
 betonářská ocel:

$f_{s,k} = 500,0$  MPa  
 $f_{s,d} = 434,8$  MPa

## MONTÁŽNÍ STÁDIUM

(Nepodepřený nosník při montáži. V případě podepřeného nosníku během montáže není nutné posuzovat nosník na montážní stádium. V ověření pružného působení nebude tento stav v případě podepřeného nosníku během montáže uvažován!)

ZATÍŽENÍ	char.	$\gamma_f$	návrh.
	kN/m		kN/m
stálé (včetně tr. plechu a nosníku)	2,73	1,35	3,69
proměnné montážní	1,20	1,50	1,80
proměnné zvětšené (na čtverci 3x3m)	1,20	1,50	1,80



$M_{Ed} = 27$  kNm  
 $V_{Ed} = 18$  kN

$$M_{pl,Rd} = \frac{f_y \cdot W_{pl,y}}{\gamma_{M,0}}$$

$$V_{pl,Rd} = \frac{f_y \cdot A_v}{\sqrt{3}}$$

## POSOUZENÍ NOSNÍKU MSÚ – MONTÁŽNÍ STÁDIUM BEZ PODEPŘENÍ NOSNÍKU

$M_{pl,Rd}$	=	101,3 kNm	>	26,6 kNm	<b>VYHOVUJE</b>
$V_{pl,Rd}$	=	325,5 kN	>	17,9 kN	<b>VYHOVUJE NA MALÝ SMYK</b>

### PRŮHYB

$$\delta = \frac{5}{384} \cdot \frac{g_k \cdot L^4}{E_a \cdot I_a} = 0,0058 \text{ m}$$

$$\delta < \frac{t_{sr}}{10} = 0,0087 \text{ m}$$

**NEVZNIKÁ RYBNÍKOVÝ EFEKT**

### klasifikace průřezu: TLAK

stojina	2.třída
pásnice	1.třída

# SPŘEŽENÝ OCELOBETONOVÝ STROP

Název: Stropnice mezi osami A1 – D10

Poznámka:

Vypracoval: Pavel Galbavý

Datum: 12/2016

## PROVOZNÍ STÁDIUM

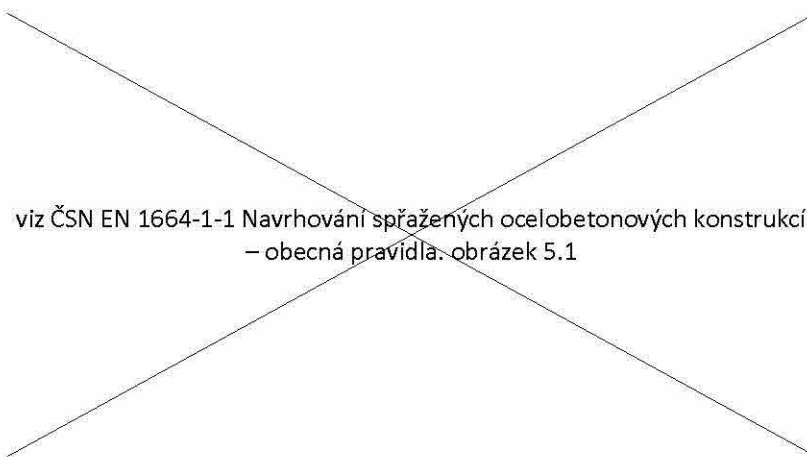
Předpoklad: Nosník po zatvrdnutí betonu působí jako spojitý (jedná-li se o stropnici nebo průvlak o více polích) - nad podporou přenáší momentové zatížení výztuž desky

ZATÍŽENÍ		char.	$\gamma_F$	návrh.
		[kN/m]		[kN/m]
stálé	bet. deksa + nosník + TR plech	2,6	1,35	3,57
	skladba podlahy	0,0	1,35	0,00
proměnné užité		8,0	1,50	12,00

moment v poli:  $M_{Ed,1} = 30,03$  kNm

moment nad podporou:  $M_{Ed,2} = 37,60$  kNm (moment od zatížení užitého a podlahy)

## SCHEMA ÚČINÝCH ŠÍŘEK SPŘAŽENÉ BET. BEDKY NA NOSNÍKU:



viz ČSN EN 1664-1-1 Navrhování spřažených ocelobetonových konstrukcí – obecná pravidla: obrázek 5.1

kde:

$$b_{eff} = b_0 + \sum \beta_i \cdot b_{ei}$$

kde:

$$\beta_i = \left(0,55 + 0,025 \cdot \frac{L_e}{b_{ei}}\right) \leq 1,0$$

$b$  = osová vzdálenost nosníků (v případě krajního nosníku - součet poloviční osové vzdálenosti od sousedního nosníku a vzdálenost okraje betonové desky od osy počítaného nosníku)

L1 = 5,6 m

L2 = 5,6 m

L3 = 0,0 m (pokud není konzola L3=0)

vzdálenost kraje betonové desky od osy nosníku (pro krajní nosníky)

b1 = 0,0 m (pokud se nejedná o krajní nosník b1=0)

## ÚNOSNOST PRŮŘEZU NAD PODPOROU

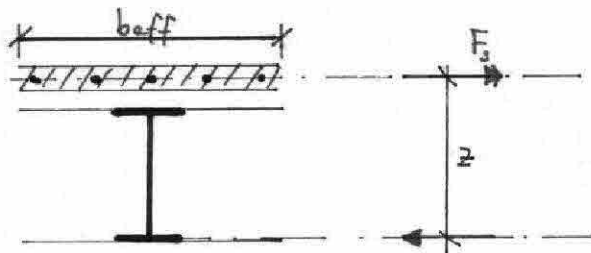
počet řad spřahovacích trnů:  
osová vzdálenost řad s trny (pokud je jen 1 řada  $b_0=0$ ):

$n_T = 1,0$

$b_0 = 0,000$  m

$b_{e,2} = 0,347$  m

$b_{eff} = 0,694$  m



$$F_s = \frac{f_{yk}}{\gamma_{M,C}} \cdot A_s$$

$$M_{pl,Rd,1} = F_s \cdot z$$

počet prutů v efektivní šířce desky:

$n = 5$  ks

celková plocha výztuže v efektivní šířce betonové desky:

$A_s = 251,3$  mm<sup>2</sup>

tahová síla v bet. oceli:

$F_s = 546,4$  kN

rameno vnitřních sil:

$z = 311,4$  mm

návrhová hodnota momentu  
únosnosti nad podporou:

$$M_{pl,Rd,1} = 170,1 \text{ kNm} >$$

$$M_{Ed,1} = 37,60 \text{ kNm}$$

**VYHOVUJE**

## ÚNOSNOST PRŮŘEZU V POLI

poloha neutrální osy:

**Předpoklad: neutrální osa prochází betonovou deskou**

$$b_{e,1} = 0,486 \text{ m}$$

$$b_{eff} = 0,971 \text{ m}$$

$$x = 86,1 \text{ mm}$$

**PŘEDPOKLAD NESPLNĚN - NEUTRÁLNÍ OSA PROCHÁZÍ NOSNÍKEM**

**Předpoklad: neutrální osa prochází horní pásnicí**

$$x = 122,836 \text{ mm}$$

**PŘEDPOKLAD SPLNĚN - NEUTRÁLNÍ OSA PROCHÁZÍ PÁSNICÍ**

viz ČSN EN 1664-1-1 Navrhování spřažených ocelobetonových konstrukcí – obecná pravidla. obrázek 6.3 a 6.4

$$M_{pl,Rd,2} = F_a \cdot (h_a - x/2)$$

$$M_{pl,Rd,2} = -F_{a2} \cdot (h_{a2} - d/2) + F_{a1} \cdot (h_{a1} - d/2)$$

návrhová hodnota momentu  
únosnosti v poli:

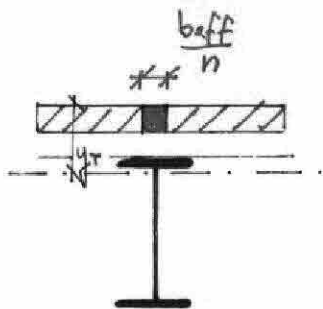
$$M_{pl,Rd,2} = 138,545 \text{ kNm} >$$

$$30,0 \text{ kN}$$

**VYHOVUJE**

## MEZNÍ STAV POUŽITELNOSTI

ideální průřez:



$$E'_c = \frac{E_{cm}}{2}$$

$$n = \frac{E_a}{E'_c}$$

$$I_i = I_y + A_a \cdot (h/2 + y_T - d - h_a)^2 + \frac{1}{12} \cdot \frac{b_{eff}}{n} \cdot h_a^3 + \left(\frac{b_{eff}}{n} \cdot h_a\right) \cdot (y_T - h_a)^2$$

$$h_d = 70,0 \text{ mm}$$

$$E'_c = 15000 \text{ MPa}$$

$$n = 14,00$$

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

$$I_i = 2,772E+7 \text{ nm}^4$$

### Posouzení pružného chování

#### Montážní stádium

oc. nosník

TR plech

bet. deska

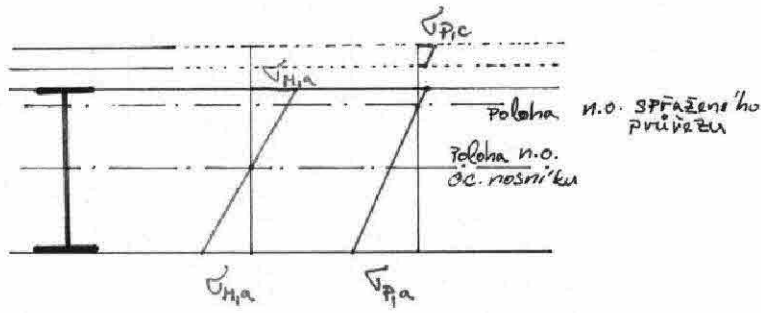
napětí v krajních vláknech oc. nosníku:

$$g_M = 2,73 \text{ kN/m}$$

$$M_{M,Ek} = 10,5 \text{ kNm}$$

$$\sigma_{M,a} = 41,8 \text{ MPa}$$

<b>Provozní stádium</b>			
skladba podlahy	$g_p + q_p =$	8 kN/m	
užitné			$M_{p,Ek} = 18,5$ kNm
	napětí v oc. nosníku:		$\sigma_{p,a} = 120,0$ MPa
	napětí v betonu:		$\sigma_{p,c} = 7,6$ MPa



$$\sigma_{M,a} + \sigma_{p,a} = 161,8 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{p,c} = 7,6 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{M,a} = \frac{M_{M,Ek}}{W_y}$$

$$\sigma_{p,a} = \frac{M_{p,Ek}}{I_i} \cdot z_a$$

$$\sigma_{p,c} = \frac{M_{p,Ek}}{I_i \cdot n} \cdot z_c$$

$f_{y,d} =$	355,0	$>$	$\sigma_{M,a} + \sigma_{p,a} =$	161,8	MPa	<b>SPLNĚNO</b>
$0,85 \cdot f_{ck} =$	21,3	$>$	$\sigma_{p,c} =$	7,6	MPa	<b>SPLNĚNO</b>

Průhyb

(od stálého a proměnného zatížení – limit  $\delta_{lim} = L/250$ )

$$\delta_2 = 17 \text{ mm} < \delta_{lim} = 22,2 \text{ mm} \quad \text{SPLNĚNO}$$

# SPŘEŽENÝ OCELOBETONOVÝ STROP

Název: Stropnice mezi osami A1 – D10

Poznámka:

Vypracoval: Pavel Galbavý

Datum: 12/2016

SPŘAHOVACÍ TRNY	d	h	ocel			
	[mm]	[mm]	S	$f_y$	$f_u$	$\gamma_{M,v}$
SD	22	100	235	235	360,0	1,25

žebro kolmo k nosníku: ano

předvrtané otvory v plechu: ano

## ÚNOSNOST TRNU

$$P_{Rd} = \min\left(\frac{0,8 \cdot f_u \cdot \pi \cdot d^2}{\gamma_{M,v} \cdot 4}; \frac{0,29 \cdot \alpha \cdot d^2 \cdot \sqrt{f_{ck} \cdot E_{cm}}}{\gamma_{M,v}}\right)$$

$$\alpha = 0,2 \cdot \left(\frac{h}{d} + 1\right) \quad \text{pro } 3 \leq \frac{h}{d} \leq 4$$

$$\alpha = 1,0 \quad \text{pro } \frac{h}{d} > 4, \text{ kde } h, d \text{ jsou nominální výška a průměr trnu}$$

$$P_{Rd} = \mathbf{87,58 \text{ kN}}$$

$$\alpha = 1$$

## ÚNOSNOST TRNU VE VLNĚ

redukovaná únosnost trnu ve vlně kolmo na osu nosníku:  $P'_{Rd} = P'_{Rd} \cdot k_t$

redukovaná únosnost trnu ve vlně rovnoběžně s osou nosníku:  $P'_{Rd} = P'_{Rd} \cdot k_l$

součinitel únosnosti trnu ve vlně kolmo k ose nosníku:  $k_t = 0,6 \cdot \frac{b_0}{h_p} \cdot \left(\frac{h_{sc}}{h_p} - 1\right)$

součinitel únosnosti trnu ve vlně rovnoběžně s osou nosníku:  $k_l = \frac{0,7}{\sqrt{n_f}} \cdot \frac{h_0}{h_p} \cdot \left(\frac{h_{sc}}{h_p} - 1\right)$

$$P'_{Rd} = \mathbf{65,687 \text{ kN}}$$

$n_f = 1$  - počet trnů ve vlně

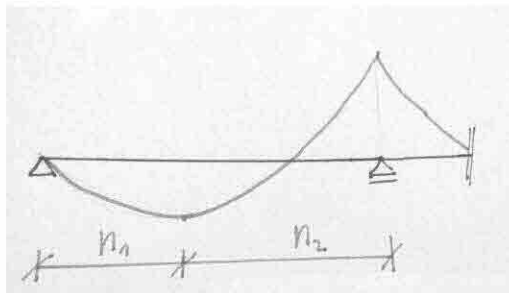
$kt = 0,75$  - maximální počet trnů ve vlně - 1

$b_0 = 90$  mm - redukční součinitel únosnosti pro žebro TR plechu kolmo k ose nosníku

$h_0 = 90$  mm

viz ČSN EN 1664-1-1 Navrhování  
spřažených ocelobetonových konstrukcí –  
obecná pravidla. Tabulka 6.2

## SÍLY PŘI PLNÉM SMYKOVÉM SPŘAŽENÍ



$$N_c = \frac{0,85 \cdot f_{ck}}{\gamma_{M,c}} \cdot b_{eff} \cdot h_d$$

$$N_s = \frac{0,85 \cdot f_{ck}}{\gamma_{M,c}} \cdot b_{eff} \cdot h_d + \frac{A_s \cdot f_{s,k}}{\gamma_{M,s}}$$

$$N_c = 963,16 \text{ kN}$$

$$N_s = 1072,43 \text{ kN}$$

$$n_1 = 15 \text{ trnů}$$

$$n_2 = 17 \text{ trnů}$$

$$\text{Délka úseku } n_1 = 2,2 \text{ m}$$

$$\text{Délka úseku } n_2 = 2,3 \text{ m}$$

### počet trnů, které lze umístit

$$n_{1,max} = 8 \text{ trnů}$$

$$n_{2,max} = 8 \text{ trnů}$$

$$n_1 = 15 >$$

$$n_2 = 17 >$$

$$n_{1,max} = 8 \quad \text{ČÁSTEČNÉ SPŘAŽENÍ}$$

$$n_{2,max} = 8 \quad \text{ČÁSTEČNÉ SPŘAŽENÍ}$$

$$n_1 = 0,53 \quad \text{kde } \eta_1 = \frac{n_1}{n_{1,max}} \geq 0,4$$

$$n_2 = 0,47 \quad \text{kde } \eta_2 = \frac{n_2}{n_{2,max}} \geq 0,4$$

**POSOUZENÍ V POLI – ČÁSTEČNÉ SPŘÁŽENÍ:**

$$M_{Rd,1} = M_{a,pl,Rd} + (M_{pl,Rd2} - M_{a,pl,Rd}) \cdot \eta_1, \text{ kde } M_{a,pl,Rd} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{M,0}}$$

$$M_{Rd,1} = 121,17 \text{ kNm} > M_{Ed,1} = 30,03 \text{ kNm} \quad \text{VYHOVUJE}$$

**POSOUZENÍ NAD PODPOROU – ČÁSTEČNÉ SPŘÁŽENÍ:**

$$M_{Rd,2} = M_{a,pl,Rd} + (M_{pl,Rd1} - M_{a,pl,Rd}) \cdot \eta_2, \text{ kde } M_{a,pl,Rd} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{M,0}}$$

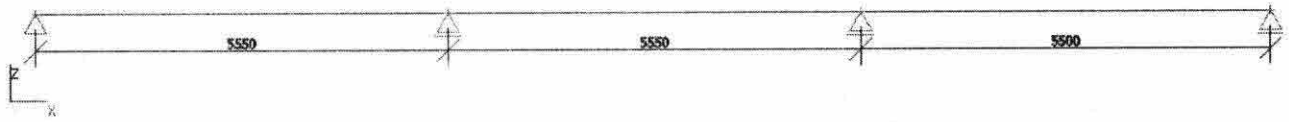
$$M_{Rd,2} = 133,70 \text{ kNm} > M_{Ed,2} = 37,60 \text{ kNm} \quad \text{VYHOVUJE}$$

**SPŘÁHOVACÍ  
TRNY**SD  
Ø= 22 mm  
h= 100 mm  
ocel: S 235  
počet 16 ks

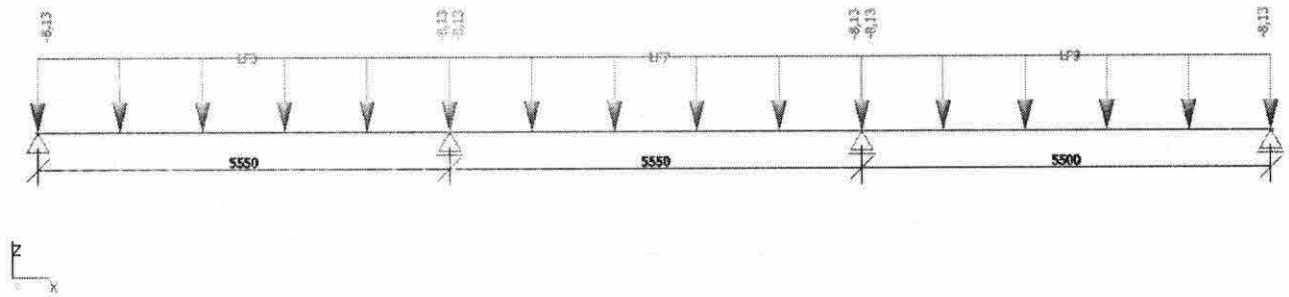
1. Spřažený strop - stropnice mezi osami A1-D10

2. Výpočtový model

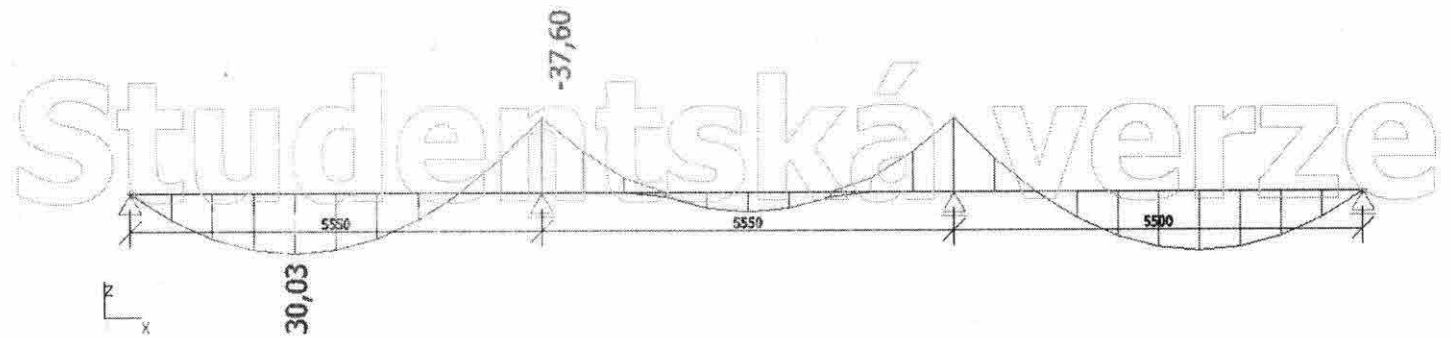
Studentská verze



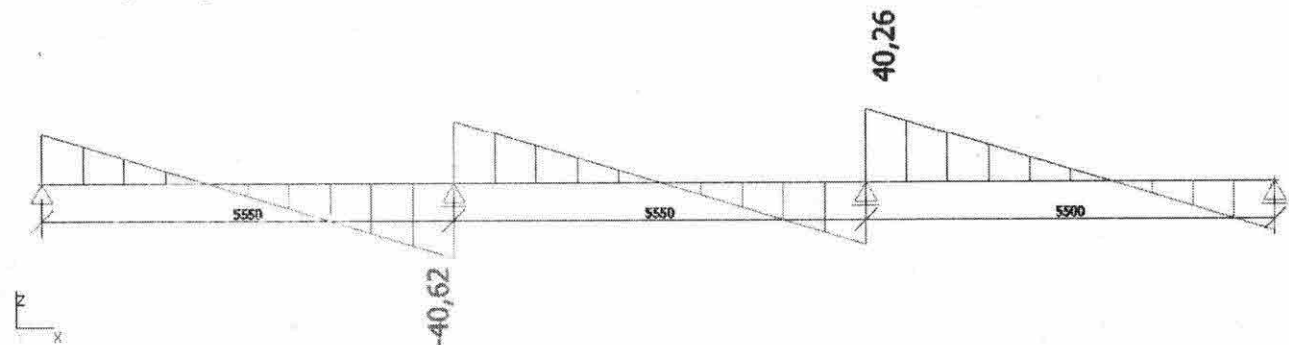
3. ZS3 / Hodnota pro výpočet / Jméno



4. Vnitřní síly na prutu;  $M_y$  - užité zatížení návrhové



5. Vnitřní síly na prutu;  $V_z$



Studentská verze



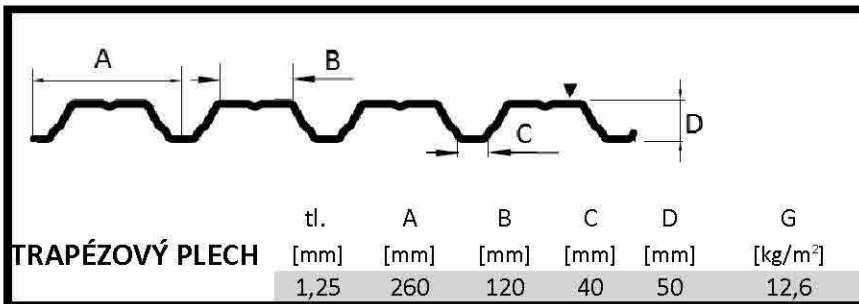
# SPŘEŽENÝ OCELOBETONOVÝ STROP

Název: Stropnice mezi osami D8-E10  
 Vypracoval: Pavel Galbavý

Poznámka:  
 Datum: 12/2016

poznámka: Výpočet proveden dle ČSN EN 1994-1-1 – navrhování spřažených ocelobetonových konstrukcí. Dle odstavce 3.1 platnost pro betony pevnostní třídy vyšší než C20/25 avšak maximálně C60/75.

OC. NOSNÍK												IPE 220	
A	Av	G	h	d	b	tf	tw	r	ly	Iz	Wpl,y	Wel,y	
[mm <sup>2</sup> ]	[mm <sup>2</sup> ]	[kg/m]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm <sup>4</sup> ]	[mm <sup>4</sup> ]	[mm <sup>3</sup> ]	[mm <sup>3</sup> ]	
3337,0	1588,0	26,2	220,0	177,6	110,0	9,2	5,9	12,0	277,2E+5	204,9E+4	2,85E+5	2,52E+5	



**OCEL: S355**

$f_y = 355,0$  MPa  
 $f_u = 510,0$  MPa  
 $E_a = 210,0$  GPa  
 $\epsilon = 0,81$

dle EN 10025-2  
 pro  $t \leq 40$  mm

**BETONOVÁ DESKA**

tl. (nad vlnu) $h_d$	srov. tloušťka
[mm]	[mm]
70	87,3

Pozn.: srovnaná tl. betonové směsi je použita pouze pro výpočet zatížení v motnážním stádiu

**BETON: C25/30**

$f_{ck} = 25$  MPa  
 $E_{c,m} = 30000$  MPa  
 $\rho$  bet. směsi = 26 kN/m<sup>3</sup>  
 $\rho$  betonu = 25 kN/m<sup>3</sup>

**NOSNÍK**  
 (Veškeré průběhy a hodnoty vnitřních sil jsou nedílnou součástí tohoto výpočtu, budou přiložena a popsána za tímto výpočtem.)

zatěžovací šířka: 1,6 m  
 $L = 7$  m  
 užité zatížení: 5 kN/m<sup>2</sup>

**BETONÁŘSKÁ OCEL: B 500 B**

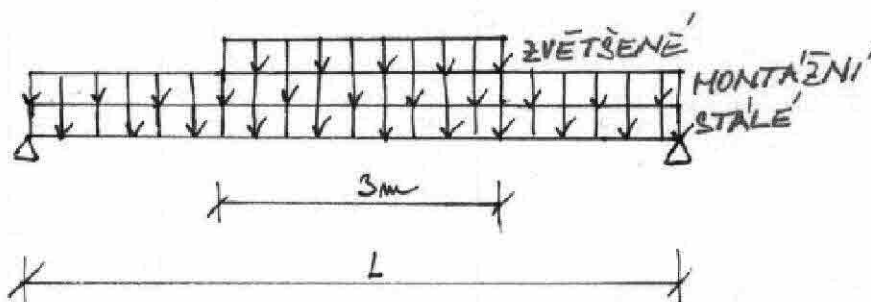
Krytí výztuže:  $C = 20,0$  mm  
 průměr výztuže:  $\varnothing = 8,0$  mm  
 vzdálenost prutů:  $\acute{a} = 150,0$  mm  
 betonářská ocel:

$f_{s,k} = 500,0$  MPa  
 $f_{s,d} = 434,8$  MPa

## MONTÁŽNÍ STÁDIUM

(Nepodepřený nosník při montáži. V případě podepřeného nosníku během montáže není nutné posuzovat nosník na montážní stádium. V ověření pružného působení nebude tento stav v případě podepřeného nosníku během montáže uvažován!)

ZATÍŽENÍ	char.	$\gamma_f$	návrh.
	kN/m		kN/m
stálé (včetně tr. plechu a nosníku)	2,73	1,35	3,69
proměnné montážní	1,20	1,50	1,80
proměnné zvětšené (na čtverci 3x3m)	1,20	1,50	1,80



$$M_{Ed} = 41 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed} = 22 \text{ kN}$$

$$M_{pl,Rd} = \frac{f_y \cdot W_{pl,y}}{\gamma_{M,0}}$$

$$V_{pl,Rd} = \frac{f_y \cdot A_v}{\sqrt{3}}$$

## POSOUZENÍ NOSNÍKU MSÚ – MONTÁŽNÍ STÁDIUM BEZ PODEPŘENÍ NOSNÍKU

$M_{pl,Rd}$	=	101,3 kNm	>	41,1 kNm	<b>VYHOVUJE</b>
$V_{pl,Rd}$	=	325,5 kN	>	21,9 kN	<b>VYHOVUJE NA MALÝ SMYK</b>

### PRŮHYB

$$\delta = \frac{5}{384} \cdot \frac{g_k \cdot L^4}{E_a \cdot I_a} = 0,0147 \text{ m}$$

$$\delta > \frac{t_{sr}}{10} = 0,0087 \text{ m} \quad \text{VZNIKÁ RYBNÍKOVÝ EFEKT}$$

=> zvětšení betonové desky o 0,7\* $\delta$

=> přepočet únosnosti

zvětšení betonové desky o: 10,2766 mm      tl. bet. desky s rybníkovým efektem: 80,3 mm

char.	$\gamma_F$	návrh. [kN/m]
zvětšené stálé zatížení:	3,16	1,35
		4,27

$$M_{Ed} = 44,588 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed} = 23,936 \text{ kN}$$

Posouzení nosníku MSÚ – montážní stádium bez podepření nosníku s rybníkovým efektem

$M_{pl,Rd}$	=	101,3 kNm	>	44,6 kNm	<b>VYHOVUJE</b>
$V_{pl,Rd}$	=	325,5 kN	>	23,9 kN	<b>VYHOVUJE NA MALÝ SMYK</b>

### klasifikace průřezu: TLAK

stojína	2.třída
pásnice	1.třída

# SPŘEŽENÝ OCELOBETONOVÝ STROP

Název: Stropnice mezi osami D8-E10  
 Vypracoval: Pavel Galbavý

Poznámka:  
 Datum: 12/2016

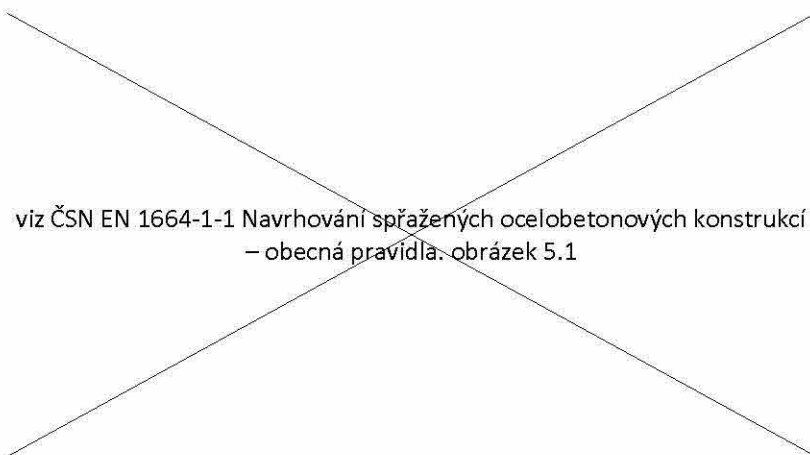
## PROVOZNÍ STÁDIUM

Předpoklad: Nosník po zatvrdnutí betonu působí jako spojitý (jedná-li se o stropnici nebo průvlak o více polích) - nad podporou přenáší momentové zatížení výztuž desky

ZATÍŽENÍ		char.	$\gamma_F$	návrh.
		[kN/m]		[kN/m]
stálé	bet. deksa + nosník + TR plech	2,6	1,35	3,57
	skladba podlahy	0,0	1,35	0,00
proměnné užité		8,0	1,50	12,00

moment v poli:  $M_{Ed,1} = 47,84$  kNm  
 moment nad podporou:  $M_{Ed,2} = 59,68$  kNm (moment od zatížení užitého a podlahy)

## SCHEMA ÚČINÝCH ŠÍŘEK SPŘAŽENÉ BET. BEDKY NA NOSNÍKU:



viz ČSN EN 1664-1-1 Navrhování spřažených ocelobetonových konstrukcí  
 - obecná pravidla: obrázek 5.1

kde:

$$b_{eff} = b_0 + \sum \beta_i b_{ei}$$

kde:

$$\beta_i = \left(0,55 + 0,025 \cdot \frac{L_e}{b_{ei}}\right) \leq 1,0$$

$b$  = osová vzdálenost nosníků (v případě krajního nosníku - součet poloviční osové vzdálenosti od sousedního nosníku a vzdálenost okraje betonové desky od osy počítaného nosníku)

L1 = 7,0 m  
 L2 = 7,0 m  
 L3 = 0,0 m (pokud není konzola L3=0)

vzdálenost kraje betonové desky od osy nosníku (pro krajní nosníky)

b1 = 0,0 m (pokud se nejedná o krajní nosník b1=0)

## ÚNOSNOST PRŮŘEZU NAD PODPOROU

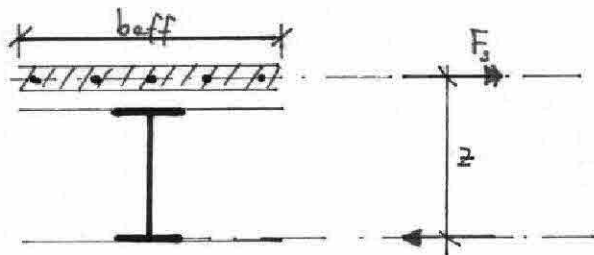
počet řad spřahovacích trnů:  
 osová vzdálenost řad s trny (pokud je jen 1 řada  $b_0=0$ ):

$$n_T = 1,0$$

$$b_0 = 0,000 \text{ m}$$

$$b_{e,2} = 0,438 \text{ m}$$

$$b_{eff} = 0,875 \text{ m}$$



$$F_s = \frac{f_{yk}}{\gamma_{M,C}} \cdot A_s$$

$$M_{pl,Rd,1} = F_s \cdot z$$

počet prutů v efektivní šířce desky:  $n = 6$  ks  
 celková plocha výztuže v efektivní šířce betonové desky:  $A_s = 301,6$  mm<sup>2</sup>  
 tahová síla v bet. oceli:  $F_s = 786,8$  kN  
 rameno vnitřních sil:  $z = 311,4$  mm

návrhová hodnota momentu  
únosnosti nad podporou:

$$M_{pl,Rd,1} = 245,0 \text{ kNm} >$$

$$M_{Ed,1} = 59,68 \text{ kNm}$$

**VYHOVUJE**

## ÚNOSNOST PRŮŘEZU V POLI

poloha neutrální osy:

**Předpoklad: neutrální osa prochází betonovou deskou**

$$b_{e,1} = 0,613 \text{ m}$$

$$b_{eff} = 1,225 \text{ m}$$

$$x = 68,3 \text{ mm}$$

**PŘEDPOKLAD SPLNĚN - NEUTRÁLNÍ OSA PROCHÁZÍ BET. DESKOU**

viz ČSN EN 1664-1-1 Navrhování spřažených ocelobetonových konstrukcí – obecná pravidla. obrázek 6.3 a 6.4

$$M_{pl,Rd,2} = F_{o1} \cdot (h_a - x/2)$$

$$M_{pl,Rd,2} = -F_{o2} \cdot (h_{o2} - d/2) + F_{o1} \cdot (h_{o1} - d/2)$$

návrhová hodnota momentu  
únosnosti v poli:

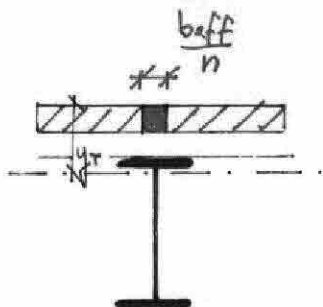
$$M_{pl,Rd,2} = 244,207 \text{ kNm} >$$

$$47,8 \text{ kNm}$$

**VYHOVUJE**

## MEZNÍ STAV POUŽITELNOSTI

ideální průřez:



$$E'_c = \frac{E_{cm}}{2}$$

$$n = \frac{E_a}{E'_c}$$

$$I_i = I_y + A_a \cdot (h/2 + y_T - d - h_d)^2 + \frac{1}{12} \cdot \frac{b_{eff}}{n} \cdot h_d^3 + \left(\frac{b_{eff}}{n} \cdot h_d\right) \cdot (y_T - h_d)^2$$

$$h_d = 80,3 \text{ mm}$$

$$E'_c = 15000 \text{ MPa}$$

$$n = 14,00$$

$$y_T = 104,596 \text{ mm}$$

$$I_i = 1,221E+8 \text{ mm}^4$$

### Posouzení pružného chování

#### Montážní stádium

oc. nosník

TR plech

bet. deska

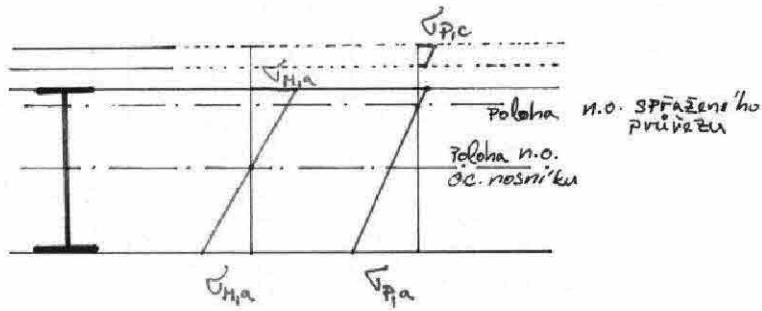
napětí v krajních vláknech oc. nosníku:

$$g_{M1} = 2,73 \text{ kN/m}$$

$$M_{M,Ek} = 16,7 \text{ kNm}$$

$$\sigma_{M,a} = 66,4 \text{ MPa}$$

<b>Provozní stádium</b>			
skladba podlahy	$g_p + q_p =$	8 kN/m	
užitné			$M_{p,Ek} = 29,4$ kNm
	napětí v oc. nosníku:		$\sigma_{p,a} = 59,2$ MPa
	napětí v betonu:		$\sigma_{p,c} = 1,8$ MPa



$$\sigma_{M,a} + \sigma_{p,a} = 125,6 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{p,c} = 1,8 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{M,a} = \frac{M_{M,Ek}}{W_y}$$

$$\sigma_{p,a} = \frac{M_{p,Ek}}{I_i} \cdot Z_a$$

$$\sigma_{p,c} = \frac{M_{p,Ek}}{I_i} \cdot Z_c$$

$f_{y,d} = 355,0$	$>$	$\sigma_{M,a} + \sigma_{p,a} = 125,6$	MPa	<b>SPLNĚNO</b>
$0,85 \cdot f_{ck} = 21,3$	$>$	$\sigma_{p,c} = 1,8$	MPa	<b>SPLNĚNO</b>

Průhyb

(od stálého a proměnného zatížení – limit  $\delta_{lim} = L/250$ )

$$\delta_2 = 10 \text{ mm} < \delta_{lim} = 28,0 \text{ mm} \quad \text{SPLNĚNO}$$

# SPŘEŽENÝ OCELOBETONOVÝ STROP

Název: Stropnice mezi osami D8-E10

Poznámka:

Vypracoval: Pavel Galbavý

Datum: 12/2016

SPŘAHOVACÍ TRNY	d	h	ocel			
	[mm]	[mm]	S	$f_y$	$f_u$	$\gamma_{M,v}$
SD	22	100	235	235	360,0	1,25

žebro kolmo k nosníku: ano

předvrtané otvory v plechu: ano

## ÚNOSNOST TRNU

$$P_{Rd} = \min\left(\frac{0,8 \cdot f_u \cdot \pi \cdot d^2}{\gamma_{M,v} \cdot 4}; \frac{0,29 \cdot \alpha \cdot d^2 \cdot \sqrt{f_{ck} \cdot E_{cm}}}{\gamma_{M,v}}\right)$$

$$\alpha = 0,2 \cdot \left(\frac{h}{d} + 1\right) \quad \text{pro } 3 \leq \frac{h}{d} \leq 4$$

$$\alpha = 1,0 \quad \text{pro } \frac{h}{d} > 4, \text{ kde } h, d \text{ jsou nominální výška a průměr trnu}$$

$$P_{Rd} = \mathbf{87,58 \text{ kN}}$$

$$\alpha = 1$$

## ÚNOSNOST TRNU VE VLNĚ

redukovaná únosnost trnu ve vlně kolmo na osu nosníku:  $P'_{Rd} = P'_{Rd} \cdot k_t$

redukovaná únosnost trnu ve vlně rovnoběžně s osou nosníku:  $P'_{Rd} = P'_{Rd} \cdot k_l$

součinitel únosnosti trnu ve vlně kolmo k ose nosníku:  $k_t = 0,6 \cdot \frac{b_0}{h_p} \cdot \left(\frac{h_{sc}}{h_p} - 1\right)$

součinitel únosnosti trnu ve vlně rovnoběžně s osou nosníku:  $k_l = \frac{0,7}{\sqrt{n_f}} \cdot \frac{h_0}{h_p} \cdot \left(\frac{h_{sc}}{h_p} - 1\right)$

$$P'_{Rd} = \mathbf{65,687 \text{ kN}}$$

$n_f = 1$  - počet trnů ve vlně

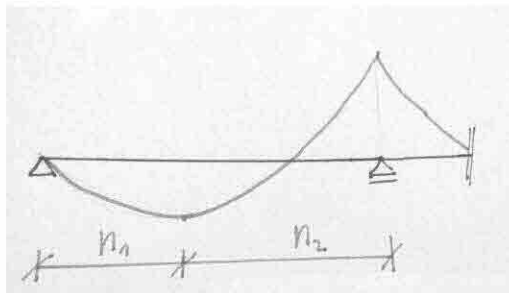
$kt = 0,75$  - maximální počet trnů ve vlně - 1

$b_0 = 90$  mm - redukční součinitel únosnosti pro žebro TR plechu kolmo k ose nosníku

$h_0 = 90$  mm

viz ČSN EN 1664-1-1 Navrhování  
spřažených ocelobetonových konstrukcí –  
obecná pravidla. Tabulka 6.2

## SÍLY PŘI PLNÉM SMYKOVÉM SPŘAŽENÍ



$$N_c = \frac{0,85 \cdot f_{ck}}{\gamma_{M,c}} \cdot b_{eff} \cdot h_d$$

$$N_s = \frac{0,85 \cdot f_{ck}}{\gamma_{M,c}} \cdot b_{eff} \cdot h_d + \frac{A_s \cdot f_{s,k}}{\gamma_{M,s}}$$

$$N_c = 1184,64 \text{ kN}$$

$$N_s = 1315,76 \text{ kN}$$

$$n_1 = 19 \text{ trnů}$$

$$n_2 = 21 \text{ trnů}$$

$$\text{Délka úseku } n_1 = 3,8 \text{ m}$$

$$\text{Délka úseku } n_2 = 4,2 \text{ m}$$

### počet trnů, které lze umístit

$$n_{1,max} = 14 \text{ trnů}$$

$$n_{2,max} = 16 \text{ trnů}$$

$$n_1 = 19 >$$

$$n_2 = 21 >$$

$n_{1,max} = 14$  ČÁSTEČNÉ SPŘAŽENÍ

$n_{2,max} = 16$  ČÁSTEČNÉ SPŘAŽENÍ

$$n_1 = 0,74 \quad \text{kde } \eta_1 = \frac{n_1}{n_{1,max}} \geq 0,4$$

$$n_2 = 0,76 \quad \text{kde } \eta_2 = \frac{n_2}{n_{2,max}} \geq 0,4$$

**POSOUZENÍ V POLI – ČÁSTEČNÉ SPŘÁŽENÍ:**

$$M_{Rd,1} = M_{a,pl,Rd} + (M_{pl,Rd2} - M_{a,pl,Rd}) \cdot \eta_1, \text{ kde } M_{a,pl,Rd} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{M,0}}$$

$$M_{Rd,1} = 206,60 \text{ kNm} > M_{Ed,1} = 47,84 \text{ kNm} \quad \text{VYHOVUJE}$$

**POSOUZENÍ NAD PODPOROU – ČÁSTEČNÉ SPŘÁŽENÍ:**

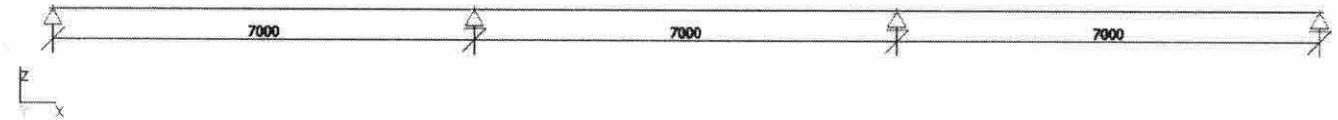
$$M_{Rd,2} = M_{a,pl,Rd} + (M_{pl,Rd1} - M_{a,pl,Rd}) \cdot \eta_2, \text{ kde } M_{a,pl,Rd} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{M,0}}$$

$$M_{Rd,2} = 210,79 \text{ kNm} > M_{Ed,2} = 59,68 \text{ kNm} \quad \text{VYHOVUJE}$$

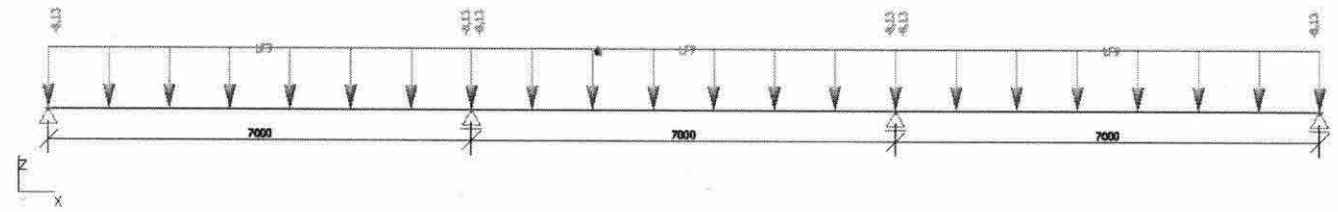
**SPŘÁHOVACÍ  
TRNY**SD  
Ø= 22 mm  
h= 100 mm  
ocel: S 235  
počet 30 ks

1. Spřažený strop - stropnice mezi osami D8 - Da10

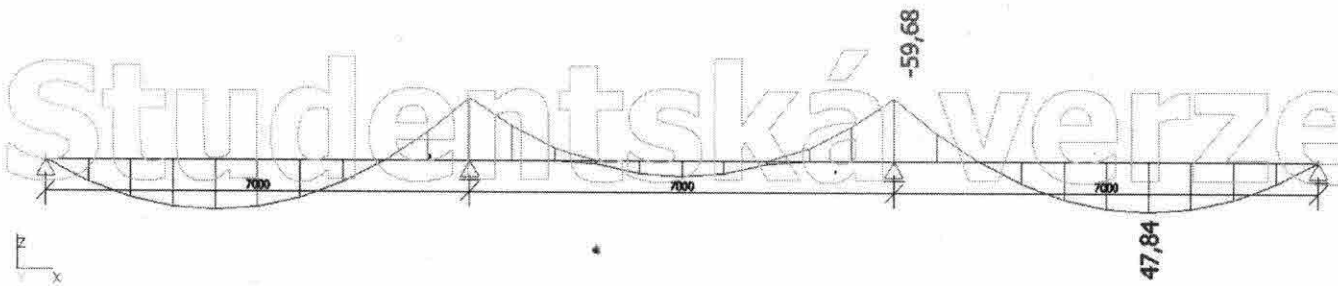
2. Výpočtový model



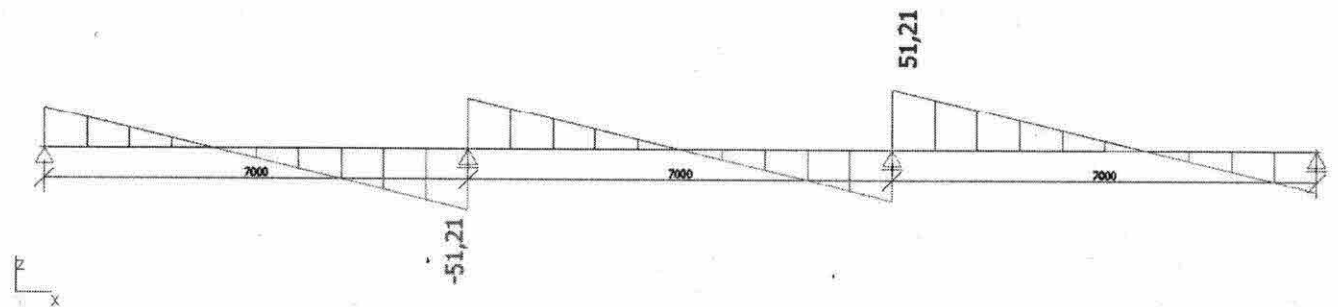
3. ZS3 / Hodnota pro výpočet / Jméno



4. Vnitřní síly na prutu;  $M_y$  - užité zatížení návrhové



5. Vnitřní síly na prutu;  $V_z$



Studentská verze



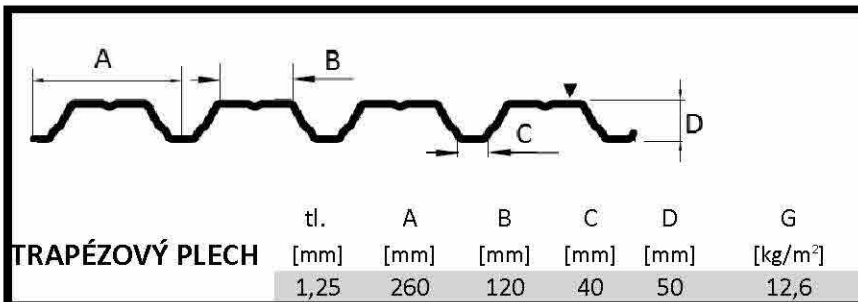
# SPŘAŽENÝ OCELOBETONOVÝ STROP

Název: Spřažený strop – průvlak na osách A a D  
 Vypracoval: Pavel Galbavý

Poznámka:  
 Datum: 12/2016

poznámka: Výpočet proveden dle ČSN EN 1994-1-1 – navrhování spřažených ocelobetonových konstrukcí. Dle odstavce 3.1 platnost pro betony pevnostní třídy vyšší než C20/25 avšak maximálně C60/75.

OC. NOSNÍK												IPE 300	
A	Av	G	h	d	b	tf	tw	r	ly	Iz	Wpl,y	Wel,y	
[mm <sup>2</sup> ]	[mm <sup>2</sup> ]	[kg/m]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm <sup>4</sup> ]	[mm <sup>4</sup> ]	[mm <sup>3</sup> ]	[mm <sup>3</sup> ]	
5381,0	2568,0	42,2	300,0	248,6	150,0	10,7	7,1	15,0	835,6E+5	603,8E+4	6,28E+5	5,57E+5	



**OCEL: S355**

$f_y = 355,0$  MPa  
 $f_u = 510,0$  MPa  
 $E_a = 210,0$  GPa  
 $\epsilon = 0,81$

dle EN 10025-2  
 pro  $t \leq 40$  mm

**BETONOVÁ DESKA**

tl. (nad vlnu) $h_d$	srov. tloušťka
[mm]	[mm]
70	87,3

Pozn.: srovnaná tl. betonové směsi je použita pouze pro výpočet zatížení v motnážním stádiu

**BETON: C25/30**

$f_{ck} = 25$  MPa  
 $E_{c,m} = 30000$  MPa  
 $\rho$  bet. směsi = 26 kN/m<sup>3</sup>  
 $\rho$  betonu = 25 kN/m<sup>3</sup>

**NOSNÍK**  
 (Veškeré průběhy a hodnoty vnitřních sil jsou nedílnou součástí tohoto výpočtu, budou přiložena a popsána za tímto výpočtem.)

zatěžovací šířka: 2,8 m  
 $L = 6,5$  m  
 užité zatížení: 5 kN/m<sup>2</sup>

**BETONÁŘSKÁ OCEL: B 500 B**

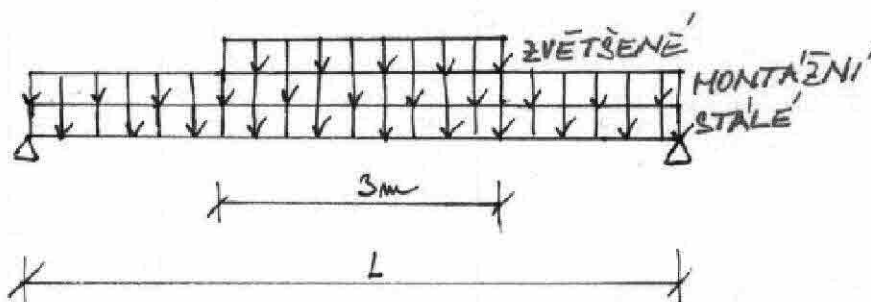
Krytí výztuže:  $C = 26,0$  mm  
 průměr výztuže:  $\varnothing = 8,0$  mm  
 vzdálenost prutů:  $a = 150,0$  mm  
 betonářská ocel:

$f_{s,k} = 500,0$  MPa  
 $f_{s,d} = 434,8$  MPa

## MONTÁŽNÍ STÁDIUM

(Nepodepřený nosník při montáži. V případě podepřeného nosníku během montáže není nutné posuzovat nosník na montážní stádium. V ověření pružného působení nebude tento stav v případě podepřeného nosníku během montáže uvažován!)

ZATÍŽENÍ	char.	$\gamma_f$	návrh.
	kN/m		kN/m
stálé (včetně tr. plechu a nosníku)	3,04	1,35	4,10
proměnné montážní	2,06	1,50	3,09
proměnné zvětšené (na čtverci 3x3m)	2,06	1,50	3,09



$M_{Ed} = 50$  kNm  
 $V_{Ed} = 28$  kN

$$M_{pl,Rd} = \frac{f_y \cdot W_{pl,y}}{\gamma_{M,0}}$$

$$V_{pl,Rd} = \frac{f_y \cdot A_v}{\sqrt{3}}$$

## POSOUZENÍ NOSNÍKU MSÚ – MONTÁŽNÍ STÁDIUM BEZ PODEPŘENÍ NOSNÍKU

$M_{pl,Rd}$	=	223,1 kNm	>	49,6 kNm	<b>VYHOVUJE</b>
$V_{pl,Rd}$	=	526,3 kN	>	28,0 kN	<b>VYHOVUJE NA MALÝ SMYK</b>

### PRŮHYB

$$\delta = \frac{5}{384} \cdot \frac{g_k \cdot L^4}{E_a \cdot I_a} = 0,004 \text{ m}$$

$$\delta < \frac{t_{sr}}{10} = 0,0087 \text{ m}$$

**NEVZNIKÁ RYBNÍKOVÝ EFEKT**

### klasifikace průřezu: TLAK

stojina	4. třída
pásnice	2. třída

# SPŘEŽENÝ OCELOBETONOVÝ STROP

Název: Spřažený strop – průvlak na osách A a D  
 Vypracoval: Pavel Galbavý

Poznámka:  
 Datum: 12/2016

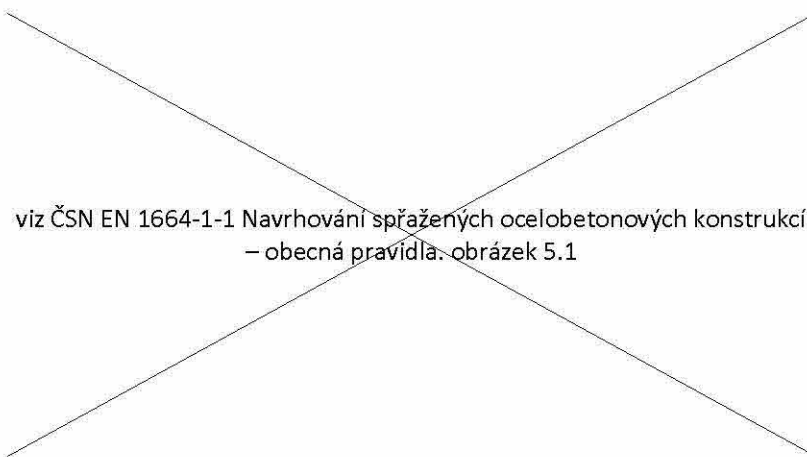
## PROVOZNÍ STÁDIUM

Předpoklad: Nosník po zatvrdnutí betonu působí jako spojitý (jedná-li se o stropnici nebo průvlak o více polích) - nad podporou přenáší momentové zatížení výztuž desky

ZATÍŽENÍ		char.	$\gamma_F$	návrh.
		[kN/m]		[kN/m]
stálé	bet. deksa + nosník + TR plech	3,0	1,35	3,98
	skladba podlahy	0,0	1,35	0,00
proměnné užité		13,8	1,50	20,63

moment v poli:  $M_{Ed,1} = 69,77$  kNm  
 moment nad podporou:  $M_{Ed,2} = 87,01$  kNm (moment od zatížení užitého a podlahy)

## SCHÉMA ÚČINÝCH ŠÍŘEK SPŘAŽENÉ BET. BEDKY NA NOSNÍKU:



viz ČSN EN 1664-1-1 Navrhování spřažených ocelobetonových konstrukcí  
 – obecná pravidla: obrázek 5.1

kde:

$$b_{eff} = b_0 + \sum \beta_i \cdot b_{ei}$$

kde:

$$\beta_i = \left(0,55 + 0,025 \cdot \frac{L_e}{b_{ei}}\right) \leq 1,0$$

$b$  = osová vzdálenost nosníků (v případě krajního nosníku - součet poloviční osové vzdálenosti od sousedního nosníku a vzdálenost okraje betonové desky od osy počítaného nosníku)

L1 = 6,5 m  
 L2 = 6,5 m  
 L3 = 0,0 m (pokud není konzola L3=0)

vzdálenost kraje betonové desky od osy nosníku (pro krajní nosníky)

b1 = 0,1 m (pokud se nejedná o krajní nosník b1=0)

## ÚNOSNOST PRŮŘEZU NAD PODPOROU

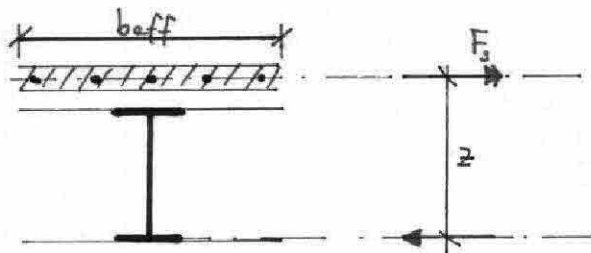
počet řad spřahovacích trnů:  
 osová vzdálenost řad s trny (pokud je jen 1 řada  $b_0=0$ ):

$$n_T = 1,0$$

$$b_0 = 0,000 \text{ m}$$

$$b_{e,2} = 0,406 \text{ m}$$

$$b_{eff} = 0,536 \text{ m}$$



$$F_s = \frac{f_{yk}}{\gamma_{M,C}} \cdot A_s$$

$$M_{pl,Rd,1} = F_s \cdot z$$

počet prutů v efektivní šířce desky:  $n = 4$  ks  
 celková plocha výztuže v efektivní šířce betonové desky:  $A_s = 201,1$  mm<sup>2</sup>  
 tahová síla v bet. oceli:  $F_s = 349,7$  kN  
 rameno vnitřních sil:  $z = 384,7$  mm

návrhová hodnota momentu  
únosnosti nad podporou:

$$M_{pl,Rd,1} = 134,5 \text{ kNm} >$$

$$M_{Ed,1} = 87,01 \text{ kNm}$$

**VYHOVUJE**

## ÚNOSNOST PRŮŘEZU V POLI

poloha neutrální osy:

**Předpoklad: neutrální osa prochází betonovou deskou**

$$b_{e,1} = 0,569 \text{ m}$$

$$b_{eff} = 0,699 \text{ m}$$

$$x = 193,0 \text{ mm}$$

**PŘEDPOKLAD NESPLNĚN - NEUTRÁLNÍ OSA PROCHÁZÍ NOSNÍKEM**

**Předpoklad: neutrální osa prochází horní pásnicí**

$$x = 131,43 \text{ mm}$$

**PŘEDPOKLAD NESPLNĚN - NEUTRÁLNÍ OSA PROCHÁZÍ STOJINOU**

poloha neutrální osy prochází stojinou

$$x = 146,1 \text{ mm}$$

viz ČSN EN 1664-1-1 Navrhování spřažených ocelobetonových konstrukcí – obecná pravidla. obrázek 6.3 a 6.4

$$M_{pl,Rd,2} = F_a \cdot (h_a - x/2)$$

$$M_{pl,Rd,2} = -F_{a2} \cdot (h_{a2} - d/2) + F_{a1} \cdot (h_{a1} - d/2)$$

návrhová hodnota momentu

únosnosti v poli:

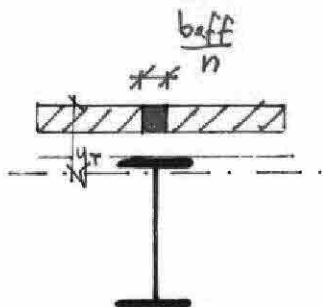
$$M_{pl,Rd,2} = 197,735 \text{ kNm} >$$

$$69,8 \text{ kN}$$

**VYHOVUJE**

## MEZNÍ STAV POUŽITELNOSTI

ideální průřez:



$$E'_c = \frac{E_{cm}}{2}$$

$$n = \frac{E_a}{E'_c}$$

$$I_i = I_y + A_a \cdot (h/2 + y_T - d - h_d)^2 + \frac{1}{12} \cdot \frac{b_{eff}}{n} \cdot h_d^3 + \left(\frac{b_{eff}}{n} \cdot h_d\right) \cdot (y_T - h_d)^2$$

$$h_d = 70,0 \text{ mm}$$

$$E'_c = 15000 \text{ MPa}$$

$$n = 14,00$$

$$y_T = 200 \text{ mm}$$

$$I_i = 8,356E+7 \text{ mm}^4$$

### Posouzení pružného chování

#### Montážní stádium

oc. nosník

TR plech

bet. deska

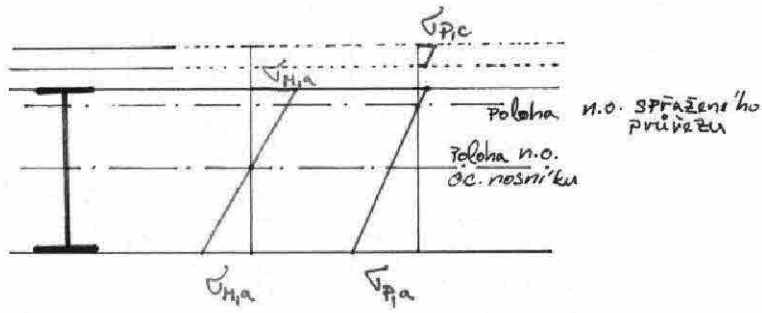
napětí v krajních vláknech oc. nosníku:

$$g_M = 3,04 \text{ kN/m}$$

$$M_{M,Ek} = 16,0 \text{ kNm}$$

$$\sigma_{M,a} = 28,8 \text{ MPa}$$

<b>Provozní stádium</b>			
skladba podlahy	$g_p + q_p =$	13,75 kN/m	
užitné			$M_{p,Ek} = 43,6$ kNm
	napětí v oc. nosníku:		$\sigma_{p,a} = 114,7$ MPa
	napětí v betonu:		$\sigma_{p,c} = 7,4$ MPa



$$\sigma_{M,a} + \sigma_{p,a} = 143,5 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{p,c} = 7,4 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{M,a} = \frac{M_{M,Ek}}{W_y}$$

$$\sigma_{p,a} = \frac{M_{p,Ek}}{I_i} \cdot Z_a$$

$$\sigma_{p,c} = \frac{M_{p,Ek}}{I_i} \cdot Z_c$$

$f_{y,d} =$	355,0	$>$	$\sigma_{M,a} + \sigma_{p,a} =$	143,5	MPa	<b>SPLNĚNO</b>
$0,85 \cdot f_{ck} =$	21,3	$>$	$\sigma_{p,c} =$	7,4	MPa	<b>SPLNĚNO</b>

Průhyb

(od stálého a proměnného zatížení – limit  $\delta_{lim} = L/250$ )

$$\delta_2 = 18 \text{ mm} < \delta_{lim} = 26,0 \text{ mm} \quad \text{SPLNĚNO}$$

# SPŘEŽENÝ OCELOBETONOVÝ STROP

Název: Spřažený strop – průvlak na osách A a D  
 Vypracoval: Pavel Galbavý

Poznámka:  
 Datum: 12/2016

SPŘAHOVACÍ TRNY	d	h	ocel			
	[mm]	[mm]	S	$f_y$	$f_u$	$\gamma_{M,v}$
SD	22	100	235	235	360,0	1,25

žebro kolmo k nosníku:  ne  
 předvrtané otvory v plechu:  ano

## ÚNOSNOST TRNU

$$P_{Rd} = \min\left(\frac{0,8 \cdot f_u \cdot \pi \cdot d^2}{\gamma_{M,v} \cdot 4}; \frac{0,29 \cdot \alpha \cdot d^2 \cdot \sqrt{f_{ck} \cdot E_{cm}}}{\gamma_{M,v}}\right)$$

$$\alpha = 0,2 \cdot \left(\frac{h}{d} + 1\right) \quad \text{pro } 3 \leq \frac{h}{d} \leq 4$$

$$\alpha = 1,0 \quad \text{pro } \frac{h}{d} > 4, \text{ kde } h, d \text{ jsou nominální výška a průměr trnu}$$

$$P_{Rd} = \mathbf{87,58 \text{ kN}}$$

$$\alpha = 1$$

## ÚNOSNOST TRNU VE VLNĚ

redukovaná únosnost trnu ve vlně kolmo na osu nosníku:  $P'_{Rd} = P_{Rd} \cdot k_t$

redukovaná únosnost trnu ve vlně rovnoběžně s osou nosníku:  $P'_{Rd} = P_{Rd} \cdot k_l$

součinitel únosnosti trnu ve vlně kolmo k ose nosníku:  $k_t = 0,6 \cdot \frac{b_0}{h_p} \cdot \left(\frac{h_{sc}}{h_p} - 1\right)$

součinitel únosnosti trnu ve vlně rovnoběžně s osou nosníku:  $k_l = \frac{0,7}{\sqrt{n_f}} \cdot \frac{h_0}{h_p} \cdot \left(\frac{h_{sc}}{h_p} - 1\right)$

$$P'_{Rd} = \mathbf{87,583 \text{ kN}}$$

$n_f = 1$  - počet trnů ve vlně

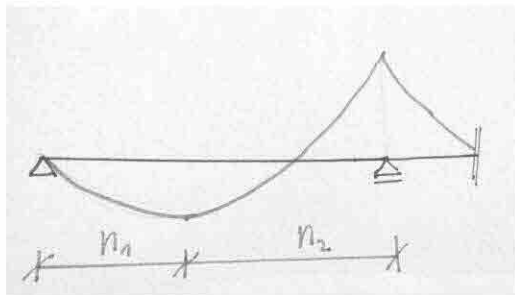
$k_l = 1$  - maximální počet trnů ve vlně - 1

$k_t = 1$  redukční součinitel únosnosti pro žebro TR plechu rovnoběžně s osou nosníkem

$b_0 = 90$  mm

viz ČSN EN 1664-1-1 Navrhování  
 spřažených ocelobetonových konstrukcí  
 – obecná pravidla. Tabulka 6.2

## SÍLY PŘI PLNÉM SMYKOVÉM SPŘAŽENÍ



$$N_c = \frac{0,85 \cdot f_{ck} \cdot b_{eff} \cdot h_d}{\gamma_{M,c}}$$

$$N_s = \frac{0,85 \cdot f_{ck} \cdot b_{eff} \cdot h_d}{\gamma_{M,c}} + \frac{A_s \cdot f_{s,k}}{\gamma_{M,s}}$$

$$N_c = 692,93 \text{ kN}$$

$$N_s = 780,35 \text{ kN}$$

$$n_1 = 8 \text{ trnů}$$

$$n_2 = 9 \text{ trnů}$$

Délka úseku  $n_1 = 2,6 \text{ m}$

Délka úseku  $n_2 = 3,9 \text{ m}$

### počet trnů, které lze umístit

$$n_{1,max} = 10 \text{ trnů}$$

$$n_{2,max} = 15 \text{ trnů}$$

$n_1 = 8 < n_{1,max} = 10$  **TRNY LZE UMÍSTIT NA PLNÉ SPŘAŽENÍ**

$n_2 = 9 < n_{2,max} = 15$  **TRNY LZE UMÍSTIT NA PLNÉ SPŘAŽENÍ**

$$\eta_1 = 1,00 \quad \text{kde } \eta_1 = \frac{n_1}{n_{1,max}} > 0,4$$

$$\eta_2 = 1,00 \quad \text{kde } \eta_2 = \frac{n_2}{n_{2,max}} > 0,4$$

**POSOUZENÍ V POLI – ČÁSTEČNÉ SPŘÁŽENÍ:**

$$M_{Rd,1} = M_{a,pl,Rd} + (M_{pl,Rd2} - M_{a,pl,Rd}) \cdot \eta_1, \text{ kde } M_{a,pl,Rd} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{M,0}}$$

$$M_{Rd,1} = 197,73 \text{ kNm} > M_{Ed,1} = 69,77 \text{ kNm} \quad \text{VYHOVUJE}$$

**POSOUZENÍ NAD PODPOROU – ČÁSTEČNÉ SPŘÁŽENÍ:**

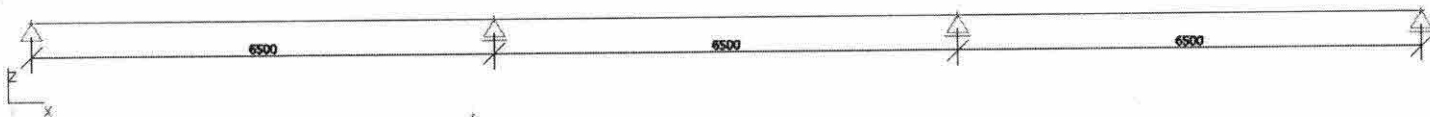
$$M_{Rd,2} = M_{a,pl,Rd} + (M_{pl,Rd1} - M_{a,pl,Rd}) \cdot \eta_2, \text{ kde } M_{a,pl,Rd} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{M,0}}$$

$$M_{Rd,2} = 134,50 \text{ kNm} > M_{Ed,2} = 87,01 \text{ kNm} \quad \text{VYHOVUJE}$$

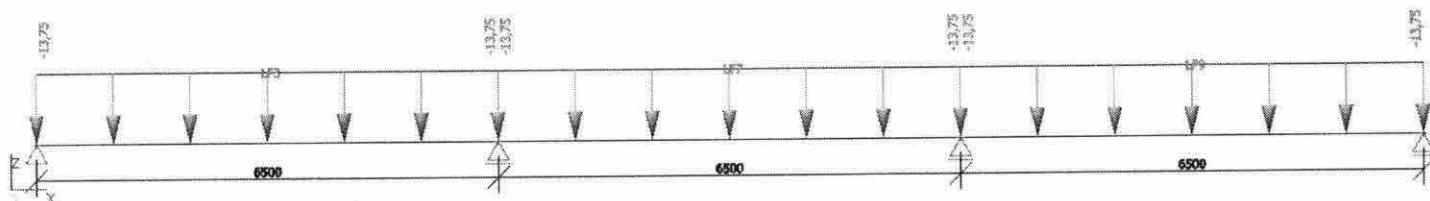
**SPŘÁHOVACÍ  
TRNY**SD  
Ø= 22 mm  
h= 100 mm  
ocel: S 235  
počet 25 ks

1. Spřažený strop - spřezžený průvlak na osách A a D

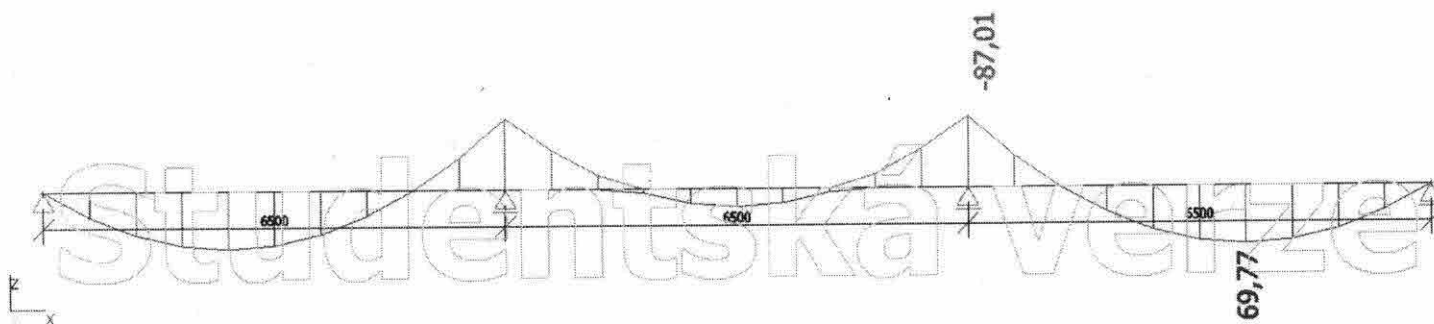
2. Výpočtový model



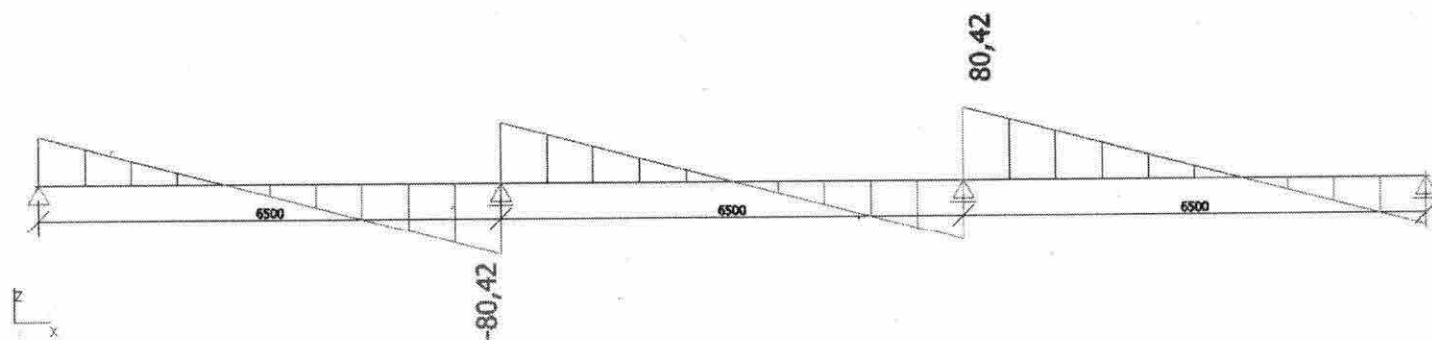
3. ZS3 / Hodnota pro výpočet / Jméno



4. Vnitřní síly na prutu;  $M_y$  - užité zatížení návrhové



5. Vnitřní síly na prutu;  $V_z$



Studentská verze



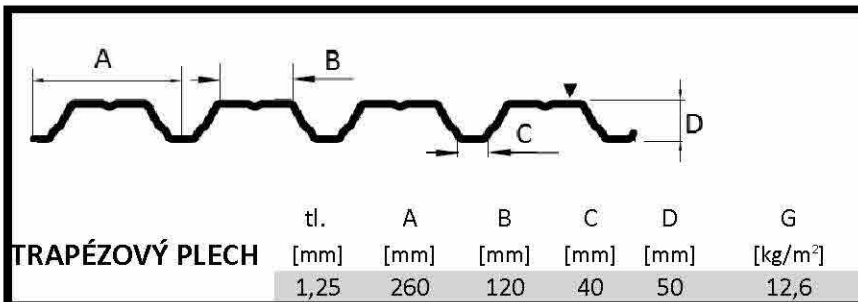
# SPŘAŽENÝ OCELOBETONOVÝ STROP

Název: Spřažený strop – průvlak na osách B a C  
 Vypracoval: Pavel Galbavý

Poznámka:  
 Datum: 12/2016

poznámka: Výpočet proveden dle ČSN EN 1994-1-1 – navrhování spřažených ocelobetonových konstrukcí. Dle odstavce 3.1 platnost pro betony pevnostní třídy vyšší než C20/25 avšak maximálně C60/75.

OC. NOSNÍK												IPE 330	
A	Av	G	h	d	b	tf	tw	r	ly	Iz	Wpl,y	Wel,y	
[mm <sup>2</sup> ]	[mm <sup>2</sup> ]	[kg/m]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm <sup>4</sup> ]	[mm <sup>4</sup> ]	[mm <sup>3</sup> ]	[mm <sup>3</sup> ]	
6261,0	3081,0	49,1	330,0	271,0	160,0	11,5	7,5	18,0	117,7E+6	788,1E+4	8,04E+5	7,13E+5	



**OCEL: S355**

$f_y = 355,0$  MPa  
 $f_u = 510,0$  MPa  
 $E_a = 210,0$  GPa  
 $\epsilon = 0,81$

dle EN 10025-2  
 pro  $t \leq 40$  mm

**BETONOVÁ DESKA**

tl. (nad vlnu) $h_d$	srov. tloušťka
[mm]	[mm]
70	87,3

Pozn.: srovnaná tl. betonové směsi je použita pouze pro výpočet zatížení v motnážním stádiu

**BETON: C25/30**

$f_{ck} = 25$  MPa  
 $E_{c,m} = 30000$  MPa  
 $\rho$  bet. směsi = 26 kN/m<sup>3</sup>  
 $\rho$  betonu = 25 kN/m<sup>3</sup>

**NOSNÍK**  
 (Veškeré průběhy a hodnoty vnitřních sil jsou nedílnou součástí tohoto výpočtu, budou přiložena a popsána za tímto výpočtem.)

zatěžovací šířka: 5,5 m  
 $L = 6,5$  m  
 užité zatížení: 5 kN/m<sup>2</sup>

**BETONÁŘSKÁ OCEL: B 500 B**

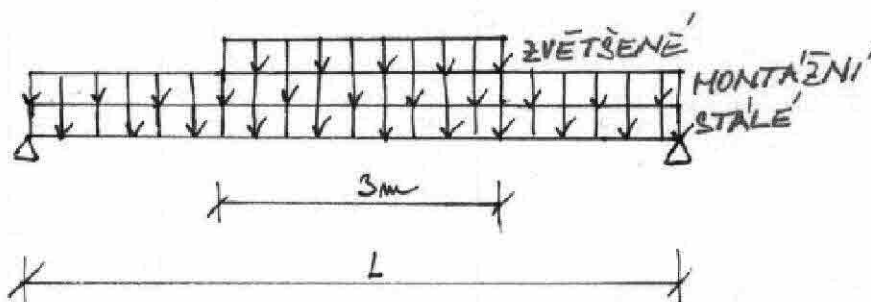
Krytí výztuže:  $C = 20,0$  mm  
 průměr výztuže:  $\varnothing = 8,0$  mm  
 vzdálenost prutů:  $a = 150,0$  mm  
 betonářská ocel:

$f_{s,k} = 500,0$  MPa  
 $f_{s,d} = 434,8$  MPa

## MONTÁŽNÍ STÁDIUM

(Nepodepřený nosník při montáži. V případě podepřeného nosníku během montáže není nutné posuzovat nosník na montážní stádium. V ověření pružného působení nebude tento stav v případě podepřeného nosníku během montáže uvažován!)

ZATÍŽENÍ	char.	$\gamma_f$	návrh.
	kN/m		kN/m
stále (včetně tr. plechu a nosníku)	3,45	1,35	4,66
proměnné montážní	4,13	1,50	6,19
proměnné zvětšené (na čtverci 3x3m)	4,13	1,50	6,19



$M_{Ed} = 81$  kNm  
 $V_{Ed} = 45$  kN

$$M_{pl,Rd} = \frac{f_y \cdot W_{pl,y}}{\gamma_{M,0}}$$

$$V_{pl,Rd} = \frac{f_y \cdot A_v}{\sqrt{3}}$$

## POSOUZENÍ NOSNÍKU MSÚ – MONTÁŽNÍ STÁDIUM BEZ PODEPŘENÍ NOSNÍKU

$M_{pl,Rd}$	=	285,5 kNm	>	80,5 kNm	<b>VYHOVUJE</b>
$V_{pl,Rd}$	=	631,5 kN	>	44,5 kN	<b>VYHOVUJE NA MALÝ SMYK</b>

### PRŮHYB

$$\delta = \frac{5}{384} \cdot \frac{g_k \cdot L^4}{E_a \cdot I_a} = 0,0032 \text{ m}$$

$$\delta < \frac{t_{sr}}{10} = 0,0087 \text{ m}$$

**NEVZNIKÁ RYBNÍKOVÝ EFEKT**

### klasifikace průřezu: TLAK

stojina	4. třída
pásnice	2. třída

# SPŘEŽENÝ OCELOBETONOVÝ STROP

Název: Spřažený strop – průvlak na osách B a C  
 Vypracoval: Pavel Galbavý

Poznámka:  
 Datum: 12/2016

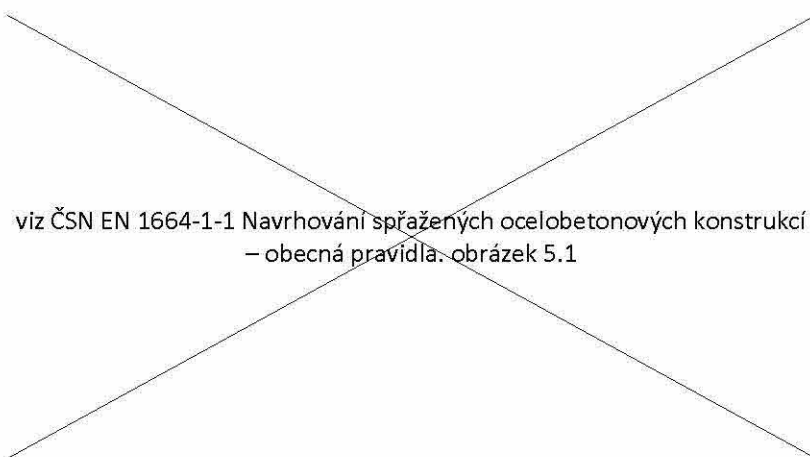
## PROVOZNÍ STÁDIUM

Předpoklad: Nosník po zatvrdnutí betonu působí jako spojitý (jedná-li se o stropnici nebo průvlak o více polích) - nad podporou přenáší momentové zatížení výztuž desky

ZATÍŽENÍ		char. [kN/m]	$\gamma_F$	návrh. [kN/m]
stálé	bet. deksa + nosník + TR plech	3,4	1,35	4,55
	skladba podlahy	0,0	1,35	0,00
proměnné užité		27,5	1,50	41,25

moment v poli:  $M_{Ed,1} = 193,53$  kNm  
 moment nad podporou:  $M_{Ed,2} = 174,01$  kNm (moment od zatížení užitého a podlahy)

## SCHÉMA ÚČINÝCH ŠÍŘEK SPŘAŽENÉ BET. BEDKY NA NOSNÍKU:



viz ČSN EN 1664-1-1 Navrhování spřažených ocelobetonových konstrukcí  
 – obecná pravidla: obrázek 5.1

kde:

$$b_{eff} = b_0 + \sum \beta_i \cdot b_{ei}$$

kde:

$$\beta_i = \left(0,55 + 0,025 \cdot \frac{L_e}{b_{ei}}\right) \leq 1,0$$

$b$  = osová vzdálenost nosníků (v případě krajního nosníku - součet poloviční osové vzdálenosti od sousedního nosníku a vzdálenost okraje betonové desky od osy počítaného nosníku)

L1 = 6,5 m  
 L2 = 6,5 m  
 L3 = 0,0 m (pokud není konzola L3=0)

vzdálenost kraje betonové desky od osy nosníku (pro krajní nosníky)

b1 = 0,0 m (pokud se nejedná o krajní nosník b1=0)

## ÚNOSNOST PRŮŘEZU NAD PODPOROU

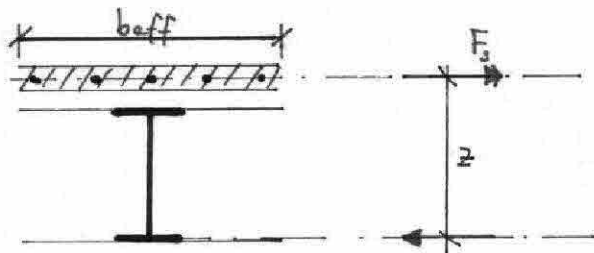
počet řad spřahovacích trnů:  
 osová vzdálenost řad s trny (pokud je jen 1 řada  $b_0=0$ ):

$n_T = 1,0$

$b_0 = 0,000$  m

$b_{e,2} = 0,406$  m

$b_{eff} = 0,813$  m



$$F_s = \frac{f_{yk}}{\gamma_{M,C}} \cdot A_s$$

$$M_{pl,Rd,1} = F_s \cdot z$$

počet prutů v efektivní šířce desky:  $n = 6$  ks  
 celková plocha výztuže v efektivní šířce betonové desky:  $A_s = 301,6$  mm<sup>2</sup>  
 tahová síla v bet. oceli:  $F_s = 786,8$  kN  
 rameno vnitřních sil:  $z = 420,3$  mm

návrhová hodnota momentu  
únosnosti nad podporou:

$$M_{pl,Rd,1} = 330,6 \text{ kNm} >$$

$$M_{Ed,1} = 174,01 \text{ kNm}$$

**VYHOVUJE**

## ÚNOSNOST PRŮŘEZU V POLI

poloha neutrální osy:

**Předpoklad: neutrální osa prochází betonovou deskou**

$$b_{e,1} = 0,569 \text{ m}$$

$$b_{eff} = 1,138 \text{ m}$$

$$x = 137,9 \text{ mm}$$

**PŘEDPOKLAD NESPLNĚN - NEUTRÁLNÍ OSA PROCHÁZÍ NOSNÍKEM**

**Předpoklad: neutrální osa prochází horní pásnicí**

$$x = 129,636 \text{ mm}$$

**PŘEDPOKLAD SPLNĚN - NEUTRÁLNÍ OSA PROCHÁZÍ PÁSNICÍ**

viz ČSN EN 1664-1-1 Navrhování spřažených ocelobetonových konstrukcí – obecná pravidla. obrázek 6.3 a 6.4

$$M_{pl,Rd,2} = F_a \cdot (h_a - x/2)$$

$$M_{pl,Rd,2} = -F_{a2} \cdot (h_{a2} - d/2) + F_{a1} \cdot (h_{a1} - d/2)$$

návrhová hodnota momentu

únosnosti v poli:

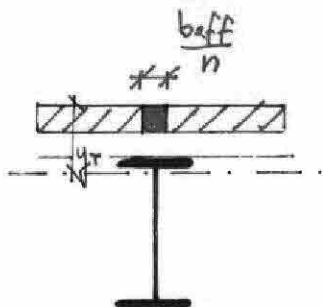
$$M_{pl,Rd,2} = 324,587 \text{ kNm} >$$

$$193,5 \text{ kN}$$

**VYHOVUJE**

## MEZNÍ STAV POUŽITELNOSTI

ideální průřez:



$$E'_c = \frac{E_{cm}}{2}$$

$$n = \frac{E_a}{E'_c}$$

$$I_i = I_y + A_a \cdot (h/2 + y_T - d - h_a)^2 + \frac{1}{12} \cdot \frac{b_{eff}}{n} \cdot h_a^3 + \left(\frac{b_{eff}}{n} \cdot h_a\right) \cdot (y_T - h_a)^2$$

$$h_d = 70,0 \text{ mm}$$

$$E'_c = 15000 \text{ MPa}$$

$$n = 14,00$$

$$y_T = 215 \text{ mm}$$

$$I_i = 1,177E+8 \text{ mm}^4$$

### Posouzení pružného chování

#### Montážní stádium

oc. nosník

TR plech

bet. deska

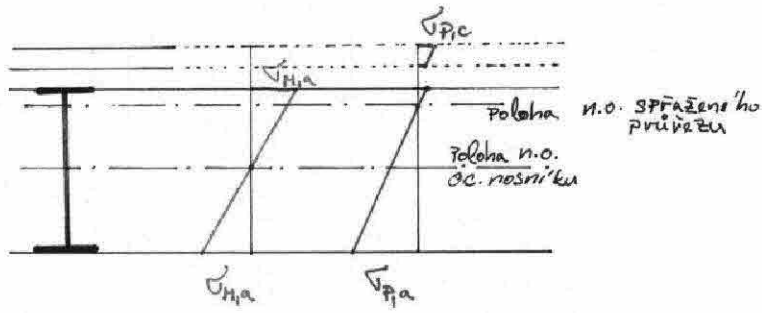
napětí v krajních vláknech oc. nosníku:

$$g_M = 3,45 \text{ kN/m}$$

$$M_{M,Ek} = 18,2 \text{ kNm}$$

$$\sigma_{M,a} = 25,6 \text{ MPa}$$

<b>Provozní stádium</b>			
skladba podlahy	$g_p + q_p =$	27,5 kN/m	
užitné			$M_{P,Ek} = 87,1$ kNm
	napětí v oc. nosníku:		$\sigma_{P,a} = 174,0$ MPa
	napětí v betonu:		$\sigma_{P,c} = 11,4$ MPa



$$\sigma_{M,a} + \sigma_{P,a} = 199,6 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{P,c} = 11,4 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{M,a} = \frac{M_{M,Ek}}{W_y}$$

$$\sigma_{P,a} = \frac{M_{P,Ek}}{I_i} \cdot Z_a$$

$$\sigma_{P,c} = \frac{M_{P,Ek}}{I_i} \cdot Z_c$$

$f_{y,d} =$	355,0	$>$	$\sigma_{M,a} + \sigma_{P,a} =$	199,6	MPa	<b>SPLNĚNO</b>
$0,85 \cdot f_{ck} =$	21,3	$>$	$\sigma_{P,c} =$	11,4	MPa	<b>SPLNĚNO</b>

Průhyb

(od stálého a proměnného zatížení – limit  $\delta_{lim} = L/250$ )

$$\delta_2 = 26 \text{ mm} < \delta_{lim} = 26,0 \text{ mm} \quad \text{SPLNĚNO}$$

# SPŘEŽENÝ OCELOBETONOVÝ STROP

Název: Spřažený strop – průvlak na osách B a C  
 Vypracoval: Pavel Galbavý

Poznámka:  
 Datum: 12/2016

SPŘAHOVACÍ TRNY	d	h	ocel			
	[mm]	[mm]	S	$f_y$	$f_u$	$\gamma_{M,v}$
SD	22	100	235	235	360,0	1,25

žebro kolmo k nosníku: **ne**  
 předvrtané otvory v plechu: **ano**

## ÚNOSNOST TRNU

$$P_{Rd} = \min\left(\frac{0,8 \cdot f_u \cdot \pi \cdot d^2}{\gamma_{M,v} \cdot 4}; \frac{0,29 \cdot \alpha \cdot d^2 \cdot \sqrt{f_{ck} \cdot E_{cm}}}{\gamma_{M,v}}\right)$$

$$\alpha = 0,2 \cdot \left(\frac{h}{d} + 1\right) \quad \text{pro } 3 \leq \frac{h}{d} \leq 4$$

$$\alpha = 1,0 \quad \text{pro } \frac{h}{d} > 4, \text{ kde } h, d \text{ jsou nominální výška a průměr trny}$$

$$P_{Rd} = \mathbf{87,58 \text{ kN}}$$

$$\alpha = 1$$

## ÚNOSNOST TRNU VE VLNĚ

redukovaná únosnost trny ve vlně kolmo na osu nosníku:  $P'_{Rd} = P_{Rd} \cdot k_t$

redukovaná únosnost trny ve vlně rovnoběžně s osou nosníku:  $P'_{Rd} = P_{Rd} \cdot k_l$

součinitel únosnosti trny ve vlně kolmo k ose nosníku:  $k_t = 0,6 \cdot \frac{b_0}{h_p} \cdot \left(\frac{h_{sc}}{h_p} - 1\right)$

součinitel únosnosti trny ve vlně rovnoběžně s osou nosníku:  $k_l = \frac{0,7}{\sqrt{n_f}} \cdot \frac{h_0}{h_p} \cdot \left(\frac{h_{sc}}{h_p} - 1\right)$

$$P'_{Rd} = \mathbf{87,583 \text{ kN}}$$

$n_f = 1$  - počet trnů ve vlně

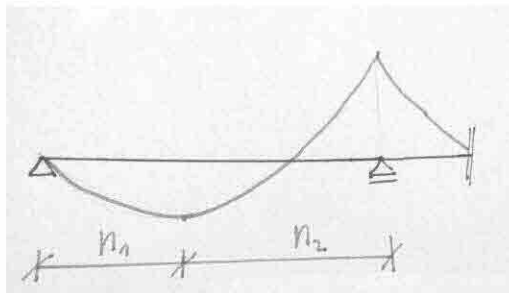
$k_l = 1$  - maximální počet trnů ve vlně - 1

$k_t = 1$  redukční součinitel únosnosti pro žebro TR plechu rovnoběžně s osou nosníkem

$b_0 = 90$  mm

viz ČSN EN 1664-1-1 Navrhování  
 spřažených ocelobetonových konstrukcí –  
 obecná pravidla. Tabulka 6.2

## SÍLY PŘI PLNÉM SMYKOVÉM SPŘAŽENÍ



$$N_c = \frac{0,85 \cdot f_{ck}}{\gamma_{M,c}} \cdot b_{eff} \cdot h_d$$

$$N_s = \frac{0,85 \cdot f_{ck}}{\gamma_{M,c}} \cdot b_{eff} \cdot h_d + \frac{A_s \cdot f_{s,k}}{\gamma_{M,s}}$$

$$N_c = 1128,02 \text{ kN}$$

$$N_s = 1259,15 \text{ kN}$$

$$n_1 = 13 \text{ trnů}$$

$$n_2 = 15 \text{ trnů}$$

$$\text{Délka úseku } n_1 = 2,6 \text{ m}$$

$$\text{Délka úseku } n_2 = 3,9 \text{ m}$$

### počet trnů, které lze umístit

$$n_{1,max} = 10 \text{ trnů}$$

$$n_{2,max} = 15 \text{ trnů}$$

$$n_1 = 13 >$$

$$n_2 = 15 <$$

$$n_{1,max} = 10$$

$$n_{2,max} = 15$$

### ČÁSTEČNÉ SPŘAŽENÍ

TRNY LZE UMÍSTIT NA PLNÉ SPŘAŽENÍ

$$n_1 = 0,77 \quad \text{kde } \eta_1 = \frac{n_1}{n_{1,max}} \geq 0,4$$

$$n_2 = 1,00 \quad \text{kde } \eta_2 = \frac{n_2}{n_{2,max}} \geq 0,4$$

**POSOUZENÍ V POLI – ČÁSTEČNÉ SPŘÁŽENÍ:**

$$M_{Rd,1} = M_{a,pl,Rd} + (M_{pl,Rd2} - M_{a,pl,Rd}) \cdot \eta_1, \text{ kde } M_{a,pl,Rd} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{M,0}}$$

$$M_{Rd,1} = 315,57 \text{ kNm} > M_{Ed,1} = 193,53 \text{ kNm} \quad \text{VYHOVUJE}$$

**POSOUZENÍ NAD PODPOROU – ČÁSTEČNÉ SPŘÁŽENÍ:**

$$M_{Rd,2} = M_{a,pl,Rd} + (M_{pl,Rd1} - M_{a,pl,Rd}) \cdot \eta_2, \text{ kde } M_{a,pl,Rd} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{M,0}}$$

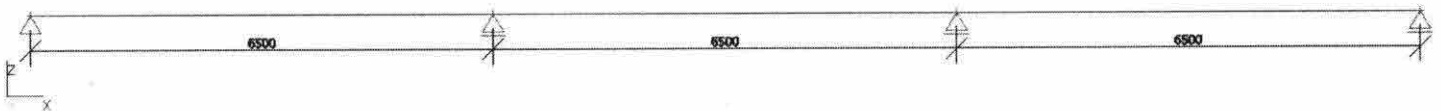
$$M_{Rd,2} = 330,64 \text{ kNm} > M_{Ed,2} = 174,01 \text{ kNm} \quad \text{VYHOVUJE}$$

**SPŘÁHOVACÍ  
TRNY**SD  
Ø= 22 mm  
h= 100 mm  
ocel: S 235  
počet 25 ks

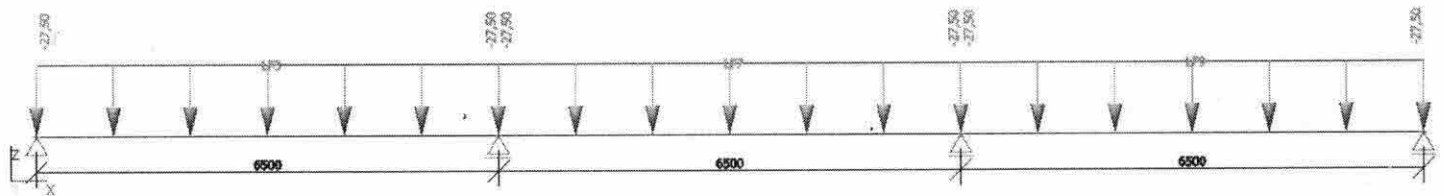
# 1. Spřažený strop - spřezžený průvlak na osách B a C

## 2. Výpočtový model

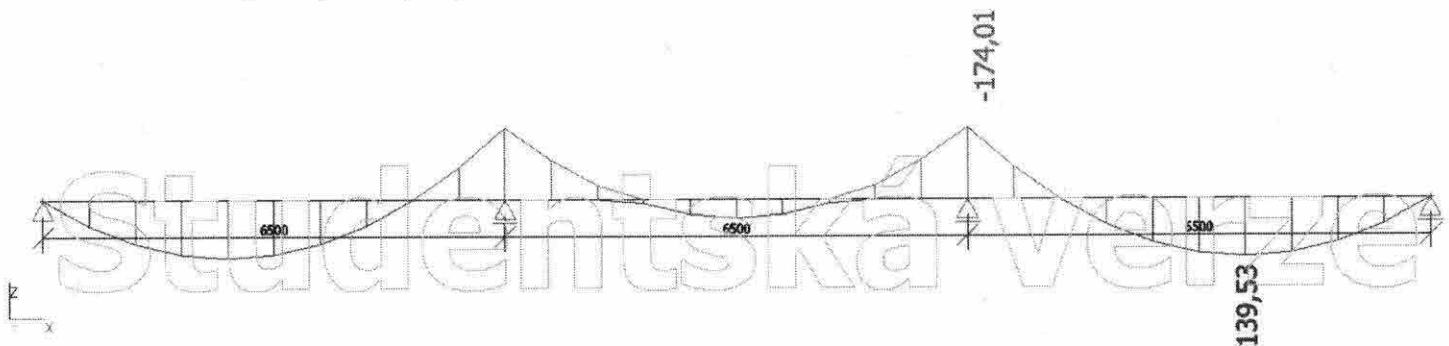
Studentská verze



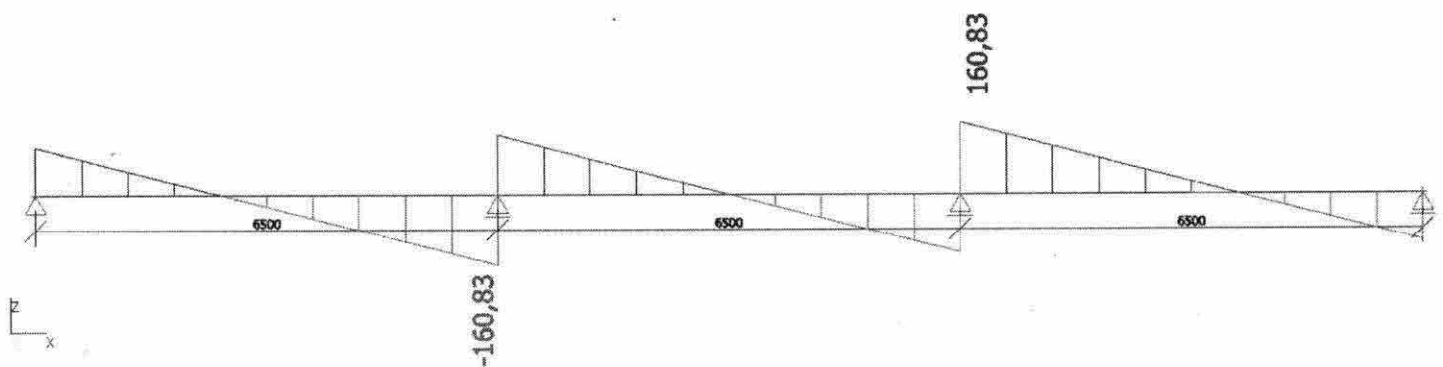
### 3. ZS3 / Hodnota pro výpočet / Jméno



### 4. Vnitřní síly na prutu; $M_y$ - užité zatížení návrhové



### 5. Vnitřní síly na prutu; $V_z$



Studentská verze



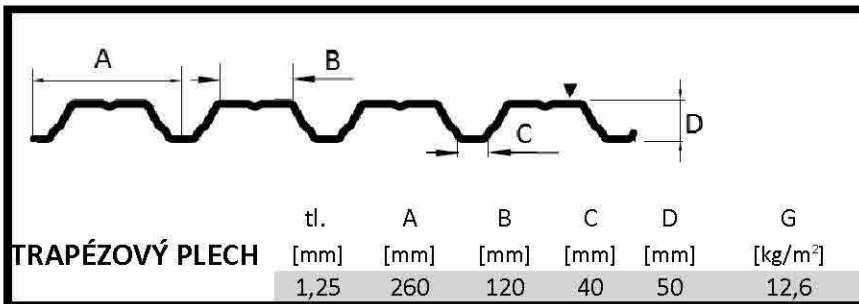
# SPŘEŽENÝ OCELOBETONOVÝ STROP

Název: Spřažený strop – průvlak na osách D-E  
 Vypracoval: Pavel Galbavý

Poznámka:  
 Datum: 12/2016

poznámka: Výpočet proveden dle ČSN EN 1994-1-1 – navrhování spřažených ocelobetonových konstrukcí. Dle odstavce 3.1 platnost pro betony pevnostní třídy vyšší než C20/25 avšak maximálně C60/75.

OC. NOSNÍK												IPE 360	
A	Av	G	h	d	b	tf	tw	r	ly	Iz	Wpl,y	Wel,y	
[mm <sup>2</sup> ]	[mm <sup>2</sup> ]	[kg/m]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm <sup>4</sup> ]	[mm <sup>4</sup> ]	[mm <sup>3</sup> ]	[mm <sup>3</sup> ]	
7273,0	3514,0	57,1	360,0	298,6	170,0	12,7	8,0	18,0	162,7E+6	104,3E+5	1,02E+6	9,04E+5	



**OCEL: S355**

$f_y = 355,0$  MPa  
 $f_u = 510,0$  MPa  
 $E_a = 210,0$  GPa  
 $\epsilon = 0,81$

dle EN 10025-2  
 pro  $t \leq 40$  mm

**BETONOVÁ DESKA**

tl. (nad vlnu) $h_d$	srov. tloušťka
[mm]	[mm]
70	87,3

Pozn.: srovnaná tl. betonové směsi je použita pouze pro výpočet zatížení v motnážním stádiu

**BETON: C25/30**

$f_{ck} = 25$  MPa  
 $E_{c,m} = 30000$  MPa  
 $\rho$  bet. směsi = 26 kN/m<sup>3</sup>  
 $\rho$  betonu = 25 kN/m<sup>3</sup>

**NOSNÍK**  
 (Veškeré průběhy a hodnoty vnitřních sil jsou nedílnou součástí tohoto výpočtu, budou přiložena a popsána za tímto výpočtem.)

zatěžovací šířka: 7,0 m  
 L = 7,5 m  
 užité zatížení: 5 kN/m<sup>2</sup>

**BETONÁŘSKÁ OCEL: B 500 B**

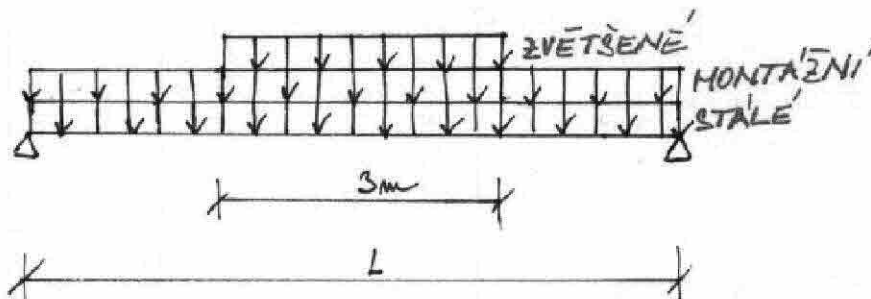
Krytí výztuže: C = 26,0 mm  
 průměr výztuže:  $\varnothing = 8,0$  mm  
 vzdálenost prutů:  $a = 150,0$  mm  
 betonářská ocel:

$f_{s,k} = 500,0$  MPa  
 $f_{s,d} = 434,8$  MPa

## MONTÁŽNÍ STÁDIUM

(Nepodepřený nosník při montáži. V případě podepřeného nosníku během montáže není nutné posuzovat nosník na montážní stádium. V ověření pružného působení nebude tento stav v případě podepřeného nosníku během montáže uvažován!)

ZATÍŽENÍ	char.	$\gamma_f$	návrh.
	kN/m		kN/m
stálé (včetně tr. plechu a nosníku)	3,72	1,35	5,03
proměnné montážní	5,25	1,50	7,88
proměnné zvětšené (na čtverci 3x3m)	5,25	1,50	7,88



$$M_{Ed} = 126 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed} = 60 \text{ kN}$$

$$M_{pl,Rd} = \frac{f_y \cdot W_{pl,y}}{\gamma_{M,0}}$$

$$V_{pl,Rd} = \frac{f_y \cdot A_v}{\sqrt{3}}$$

## POSOUZENÍ NOSNÍKU MSÚ – MONTÁŽNÍ STÁDIUM BEZ PODEPŘENÍ NOSNÍKU

$M_{pl,Rd}$	=	361,7 kNm	>	126,1 kNm	<b>VYHOVUJE</b>
$V_{pl,Rd}$	=	720,2 kN	>	60,2 kN	<b>VYHOVUJE NA MALÝ SMYK</b>

### PRŮHYB

$$\delta = \frac{5}{384} \cdot \frac{g_k \cdot L^4}{E_a \cdot I_a} = 0,0045 \text{ m}$$

$$\delta < \frac{t_{sr}}{10} = 0,0087 \text{ m}$$

**NEVZNIKÁ RYBNÍKOVÝ EFEKT**

### klasifikace průřezu: TLAK

stojina	4. třída
pásnice	2. třída

# SPŘEŽENÝ OCELOBETONOVÝ STROP

Název: Spřažený strop – průvlak na osách D-E  
 Vypracoval: Pavel Galbavý

Poznámka:  
 Datum: 12/2016

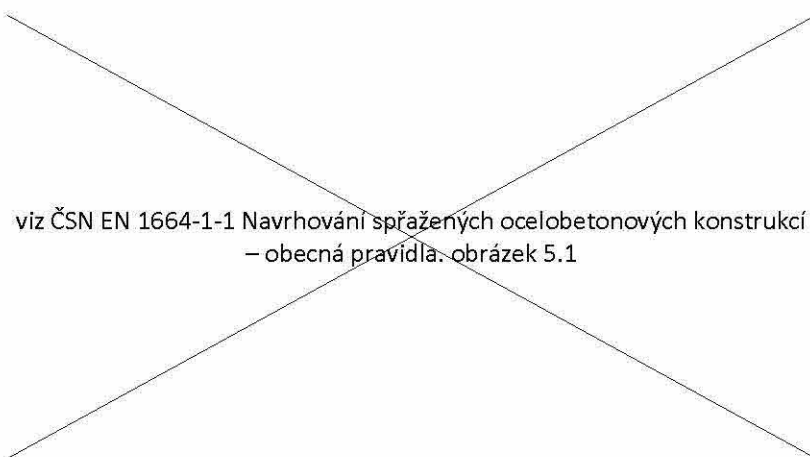
## PROVOZNÍ STÁDIUM

Předpoklad: Nosník po zatvrdnutí betonu působí jako spojitý (jedná-li se o stropnici nebo průvlak o více polích) - nad podporou přenáší momentové zatížení výztuž desky

ZATÍŽENÍ		char.	$\gamma_F$	návrh.
		[kN/m]		[kN/m]
stálé	bet. deksa + nosník + TR plech	3,6	1,35	4,91
	skladba podlahy	0,0	1,35	0,00
proměnné užité		35,0	1,50	52,50

moment v poli:  $M_{Ed,1} = 224,22$  kNm  
 moment nad podporou:  $M_{Ed,2} = 325,39$  kNm (moment od zatížení užitého a podlahy)

## SCHEMA ÚČINÝCH ŠÍŘEK SPŘAŽENÉ BET. BEDKY NA NOSNÍKU:



viz ČSN EN 1664-1-1 Navrhování spřažených ocelobetonových konstrukcí – obecná pravidla: obrázek 5.1

kde:

$$b_{eff} = b_0 + \sum \beta_i \cdot b_{ei}$$

kde:

$$\beta_i = (0,55 + 0,025 \cdot \frac{L_e}{b_{ei}}) \leq 1,0$$

b = osová vzdálenost nosníků (v případě krajního nosníku - součet poloviční osové vzdálenosti od sousedního nosníku a vzdálenost okraje betonové desky od osy počítaného nosníku)

L1 = 7,5 m  
 L2 = 6,5 m  
 L3 = 0,0 m (pokud není konzola L3=0)

vzdálenost kraje betonové desky od osy nosníku (pro krajní nosníky)

b1 = 0,0 m (pokud se nejedná o krajní nosník b1=0)

## ÚNOSNOST PRŮŘEZU NAD PODPOROU

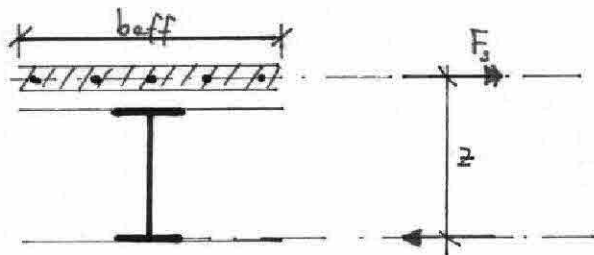
počet řad spřahovacích trnů:  
 osová vzdálenost řad s trny (pokud je jen 1 řada  $b_0=0$ ):

$$n_T = 1,0$$

$$b_0 = 0,000 \text{ m}$$

$$b_{e,2} = 0,438 \text{ m}$$

$$b_{eff} = 0,875 \text{ m}$$



$$F_s = \frac{f_{yk}}{\gamma_{M,C}} \cdot A_s$$

$$M_{pl,Rd,1} = F_s \cdot z$$

počet prutů v efektivní šířce desky:  $n = 6$  ks  
 celková plocha výztuže v efektivní šířce betonové desky:  $A_s = 301,6$  mm<sup>2</sup>  
 tahová síla v bet. oceli:  $F_s = 786,8$  kN  
 rameno vnitřních sil:  $z = 443,7$  mm

návrhová hodnota momentu  
únosnosti nad podporou:

$$M_{pl,Rd,1} = 349,0 \text{ kNm} >$$

$$M_{Ed,1} = 325,39 \text{ kNm}$$

**VYHOVUJE**

## ÚNOSNOST PRŮŘEZU V POLI

poloha neutrální osy:

**Předpoklad: neutrální osa prochází betonovou deskou**

$$b_{e,1} = 0,569 \text{ m}$$

$$b_{eff} = 1,138 \text{ m}$$

$$x = 160,2 \text{ mm}$$

**PŘEDPOKLAD NESPLNĚN - NEUTRÁLNÍ OSA PROCHÁZÍ NOSNÍKEM**

**Předpoklad: neutrální osa prochází horní pásnicí**

$$x = 132,046 \text{ mm}$$

**PŘEDPOKLAD SPLNĚN - NEUTRÁLNÍ OSA PROCHÁZÍ PÁSNICÍ**

viz ČSN EN 1664-1-1 Navrhování spřažených ocelobetonových konstrukcí – obecná pravidla. obrázek 6.3 a 6.4

$$M_{pl,Rd,2} = F_a \cdot (h_a - x/2)$$

$$M_{pl,Rd,2} = -F_{a2} \cdot (h_{a2} - d/2) + F_{a1} \cdot (h_{a1} - d/2)$$

návrhová hodnota momentu

únosnosti v poli:

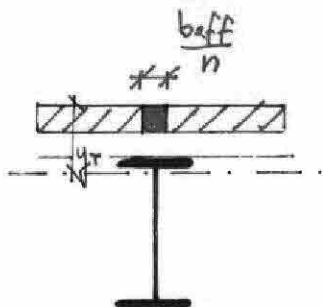
$$M_{pl,Rd,2} = 387 \text{ kNm} >$$

$$224,2 \text{ kN}$$

**VYHOVUJE**

## MEZNÍ STAV POUŽITELNOSTI

ideální průřez:



$$E'_c = \frac{E_{cm}}{2}$$

$$n = \frac{E_a}{E'_c}$$

$$I_i = I_y + A_a \cdot (h/2 + y_T - d - h_d)^2 + \frac{1}{12} \cdot \frac{b_{eff}}{n} \cdot h_d^3 + \left(\frac{b_{eff}}{n} \cdot h_d\right) \cdot (y_T - h_d)^2$$

$$h_d = 70,0 \text{ mm}$$

$$E'_c = 15000 \text{ MPa}$$

$$n = 14,00$$

$$y_T = 230 \text{ mm}$$

$$I_i = 1,627E+8 \text{ mm}^4$$

### Posouzení pružného chování

#### Montážní stádium

oc. nosník

TR plech

bet. deska

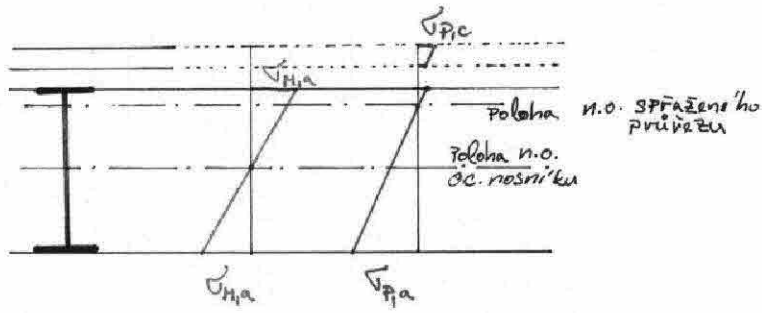
napětí v krajních vláknech oc. nosníku:

$$g_M = 3,72 \text{ kN/m}$$

$$M_{M,Ek} = 26,2 \text{ kNm}$$

$$\sigma_{M,a} = 29,0 \text{ MPa}$$

<b>Provozní stádium</b>			
skladba podlahy	$g_p + q_p =$	35 kN/m	
užitné			$M_{P,Ek} = 110,9$ kNm
	napětí v oc. nosníku:		$\sigma_{P,a} = 170,4$ MPa
	napětí v betonu:		$\sigma_{P,c} = 11,2$ MPa



$$\sigma_{M,a} + \sigma_{P,a} = 199,4 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{P,c} = 11,2 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{M,a} = \frac{M_{M,Ek}}{W_y}$$

$$\sigma_{P,a} = \frac{M_{P,Ek}}{I_i} \cdot Z_a$$

$$\sigma_{P,c} = \frac{M_{P,Ek}}{I_i} \cdot Z_c$$

$f_{y,d} = 355,0$	$>$	$\sigma_{M,a} + \sigma_{P,a} = 199,4$	MPa	<b>SPLNĚNO</b>
$0,85 \cdot f_{ck} = 21,3$	$>$	$\sigma_{P,c} = 11,2$	MPa	<b>SPLNĚNO</b>

Průhyb

(od stálého a proměnného zatížení – limit  $\delta_{lim} = L/250$ )

$$\delta_2 = 24 \text{ mm} < \delta_{lim} = 26,0 \text{ mm} \quad \text{SPLNĚNO}$$

# SPŘEŽENÝ OCELOBETONOVÝ STROP

Název: Spřažený strop – průvlak na osách D-E

Poznámka:

Vypracoval: Pavel Galbavý

Datum: 12/2016

SPŘAHOVACÍ TRNY	d	h	ocel			
	[mm]	[mm]	S	$f_y$	$f_u$	$\gamma_{M,v}$
SD	22	100	235	235	360,0	1,25

žebro kolmo k nosníku: **ne**

předvrtané otvory v plechu: **ano**

## ÚNOSNOST TRNU

$$P_{Rd} = \min\left(\frac{0,8 \cdot f_u \cdot \pi \cdot d^2}{\gamma_{M,v} \cdot 4}; \frac{0,29 \cdot \alpha \cdot d^2 \cdot \sqrt{f_{ck} \cdot E_{cm}}}{\gamma_{M,v}}\right)$$

$$\alpha = 0,2 \cdot \left(\frac{h}{d} + 1\right) \quad \text{pro } 3 \leq \frac{h}{d} \leq 4$$

$$\alpha = 1,0 \quad \text{pro } \frac{h}{d} > 4, \text{ kde } h, d \text{ jsou nominální výška a průměr trnu}$$

$$P_{Rd} = \mathbf{87,58 \text{ kN}}$$

$$\alpha = 1$$

## ÚNOSNOST TRNU VE VLNĚ

redukovaná únosnost trnu ve vlně kolmo na osu nosníku:  $P'_{Rd} = P'_{Rd} \cdot k_t$

redukovaná únosnost trnu ve vlně rovnoběžně s osou nosníku:  $P'_{Rd} = P'_{Rd} \cdot k_l$

součinitel únosnosti trnu ve vlně kolmo k ose nosníku:  $k_t = 0,6 \cdot \frac{b_0}{h_p} \cdot \left(\frac{h_{sc}}{h_p} - 1\right)$

součinitel únosnosti trnu ve vlně rovnoběžně s osou nosníku:  $k_l = \frac{0,7}{\sqrt{n_f}} \cdot \frac{h_0}{h_p} \cdot \left(\frac{h_{sc}}{h_p} - 1\right)$

$$P'_{Rd} = \mathbf{87,583 \text{ kN}}$$

$n_f = 1$  - počet trnů ve vlně

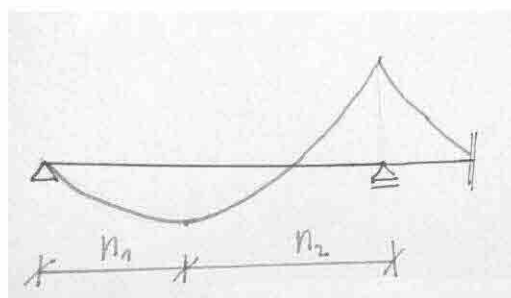
$k_l = 1$  - maximální počet trnů ve vlně - 1

$k_t = 1$  redukční součinitel únosnosti pro žebro TR plechu rovnoběžně s osou nosníkem

$b_0 = 90$  mm

viz ČSN EN 1664-1-1 Navrhování spřažených ocelobetonových konstrukcí – obecná pravidla. Tabulka 6.2

## SÍLY PŘI PLNÉM SMYKOVÉM SPŘAŽENÍ



$$N_c = \frac{0,85 \cdot f_{ck} \cdot b_{eff} \cdot h_d}{\gamma_{M,c}}$$

$$N_s = \frac{0,85 \cdot f_{ck} \cdot b_{eff} \cdot h_d}{\gamma_{M,c}} + \frac{A_s \cdot f_{s,k}}{\gamma_{M,s}}$$

$$N_c = 1128,02 \text{ kN}$$

$$N_s = 1259,15 \text{ kN}$$

$$n_1 = 13 \text{ trnů}$$

$$n_2 = 15 \text{ trnů}$$

$$\text{Délka úseku } n_1 = 3 \text{ m}$$

$$\text{Délka úseku } n_2 = 4,5 \text{ m}$$

**počet trnů, které lze umístit**

$$n_{1,max} = 11 \text{ trnů}$$

$$n_{2,max} = 17 \text{ trnů}$$

$$n_1 = 13 >$$

$$n_2 = 15 <$$

$$n_{1,max} = 11$$

$$n_{2,max} = 17$$

**ČÁSTEČNÉ SPŘAŽENÍ**

TRNY LZE UMÍSTIT NA PLNÉ SPŘAŽENÍ

$$n_1 = 0,85 \quad \text{kde } \eta_1 = \frac{n_1}{n_{1,max}} \geq 0,4$$

$$n_2 = 1,00 \quad \text{kde } \eta_2 = \frac{n_2}{n_{2,max}} \geq 0,4$$

**POSOUZENÍ V POLI – ČÁSTEČNÉ SPŘÁŽENÍ:**

$$M_{Rd,1} = M_{a,pl,Rd} + (M_{pl,Rd2} - M_{a,pl,Rd}) \cdot \eta_1, \text{ kde } M_{a,pl,Rd} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{M,0}}$$

$$M_{Rd,1} = 383,11 \text{ kNm} > M_{Ed,1} = 224,22 \text{ kNm} \quad \text{VYHOVUJE}$$

**POSOUZENÍ NAD PODPOROU – ČÁSTEČNÉ SPŘÁŽENÍ:**

$$M_{Rd,2} = M_{a,pl,Rd} + (M_{pl,Rd1} - M_{a,pl,Rd}) \cdot \eta_2, \text{ kde } M_{a,pl,Rd} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{M,0}}$$

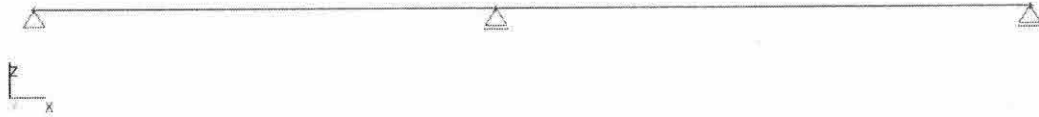
$$M_{Rd,2} = 349,05 \text{ kNm} > M_{Ed,2} = 325,39 \text{ kNm} \quad \text{VYHOVUJE}$$

**SPŘÁHOVACÍ  
TRNY**SD  
Ø= 22 mm  
h= 100 mm  
ocel: S 235  
počet 28 ks

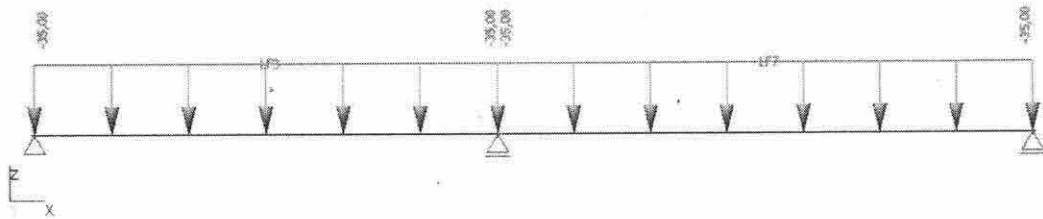
1. Spřažený strop - spřezžený průvlak na osách D - E

2. Výpočtový model

Studentská verze

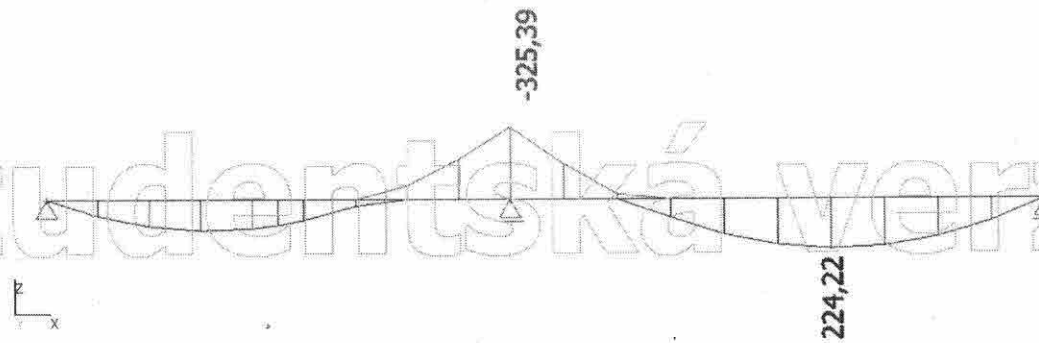


3. ZS3 / Hodnota pro výpočet / Jméno

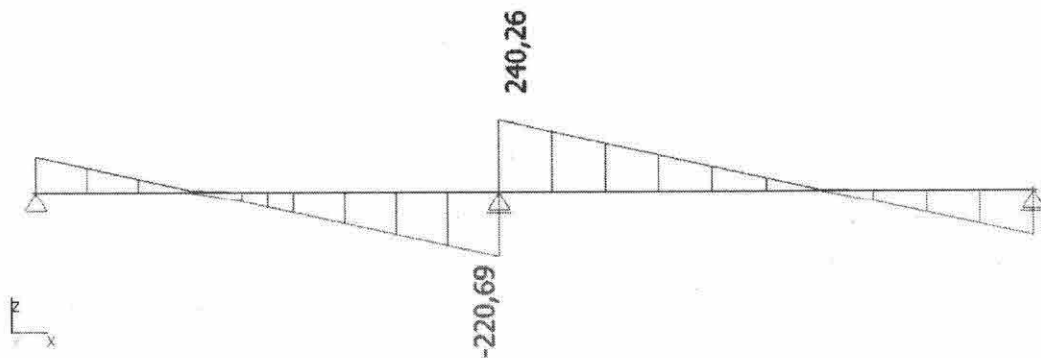


4. Vnitřní síly na prutu;  $M_y$  - užité zatížení návrhové

Studentská verze



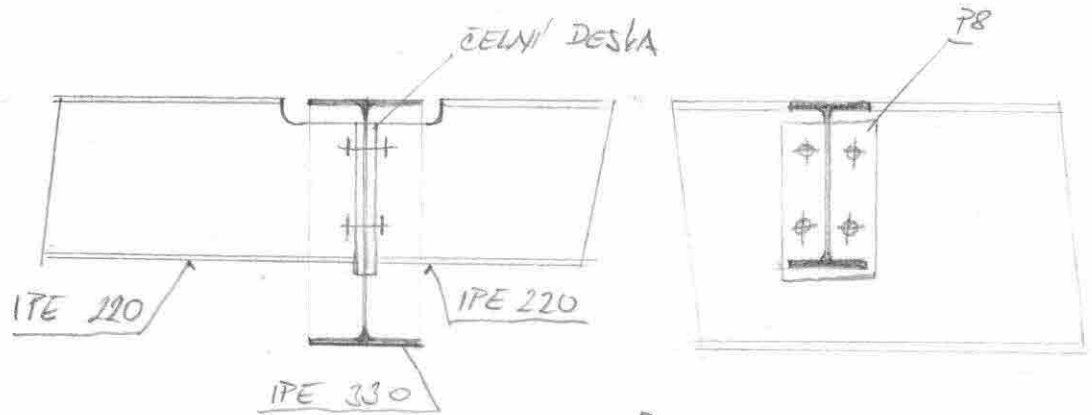
5. Vnitřní síly na prutu;  $V_z$



Studentská verze



# PŘÍPOJ STROPNICE NA PRŮVLAK



$f_d$  = STALÉ (OCHEL + BETON) VŽITNÉ

$$f_d = 2,93 \cdot 1,35 + 5 \cdot 1,6 \cdot 1,5 = 15,7 \text{ kN/m}$$

REAKCE - ZATÍŽENÍ ŠROUBOVÉHO PŘÍPOJE SYSTÉMU  
OD JEDNOHO TOLÉ

$$R_z = 15,7 \cdot \frac{5,55}{2} = 43,57 \text{ kN}$$

SÍLA PŮSOBÍCÍ NA PŘÍPOJ  $F_{ed} = 2 \cdot R_z = 2 \cdot 43,57 = \underline{87,146 \text{ kN}}$

- NAVRHI A POSOUZENÍ ŠROUBU

- NA STŘIH

$$F_{v,rd} = \frac{0,6 A_s f_{ub}}{f_{mz}} \geq F_{ed} \Rightarrow A_s = \frac{F_{ed} \cdot f_{mz}}{f_{ub} \cdot 0,6 \cdot 2} \quad \text{dvostranný}$$

$$A_s = \frac{87,14 \cdot 10^3 \cdot 1,25}{800 \cdot 0,6 \cdot 2} = 113,48 \text{ mm}^2$$

NAVRHUSI 4x M12  $A_s = 84,5 \text{ mm}^2$  (JEDNOHO ŠROUBU)

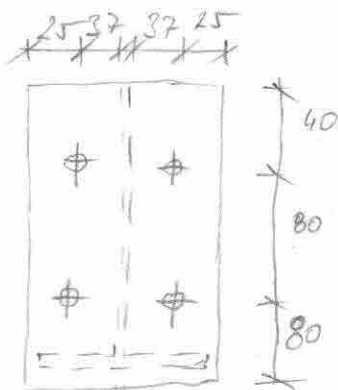
$$F_{v,rd} = \frac{0,6 \cdot 4 \cdot 84,5 \cdot 800 \cdot 2}{1,25} = 259,0 \text{ kN} > F_{ed} = 87,146 \text{ kN} \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

- NA OTLAČENÍ

$$F_{b,red} = \frac{k_n \cdot a_b \cdot d \cdot t \cdot f_u}{\gamma_{M2}} > F_{ed}$$

$$a_b = 1,0$$

$$k_n = 1,5$$



$$F_{b,red} = \frac{1,5 \cdot 1,0 \cdot 12 \cdot 7,5 \cdot 510 \cdot 4}{1,25} = 367,2 \text{ kN} > F_{ed} = 87,14 \text{ kN}$$

⇒ VYHOVUJE NA OTLAČENÍ

NAVRH A POSOUZENÍ SVARU STROPNICE AČELNÍ DESKY

- předpoklad: smykovou sílu přeneše pouze loutový svár stojiny

$$\sigma_{II} = \frac{F}{2 \cdot a_w \cdot L_w} \quad ; \quad a_w = 3 \text{ mm}$$

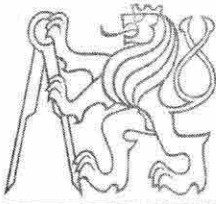
$$L_w = 170 \text{ mm}$$

$$\sigma_{II} = \frac{87,14 \cdot 10^3}{2 \cdot 3 \cdot 170} = 85,43 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_{I}^2 + 3 \cdot (\sigma_{II})^2} \leq \frac{f_u}{\beta \cdot \gamma_{M2}}$$

$$\sigma_{II} \leq \frac{f_u}{\beta \cdot \gamma_{M2} \cdot \sqrt{3}}$$

$$\sigma_{II} = 85,43 \text{ MPa} < \frac{510}{0,9 \cdot 1,25 \cdot \sqrt{3}} = 261,73 \text{ MPa} \Rightarrow \text{SVAR VYHOVUJE}$$



## **3.07 – VÝSTUP Z PROGRAMU SCIA ENGINEER**

## Obsah

Obsah	1
3.07.01 ZATÍŽENÍ A KOMBINACE	1
Zatěžovací stavy	1
Kombinace	2
Nelineární kombinace	5
3.07.02 VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTECH PROSTOROVÉ PŘÍHRADOVÉ KONSTRUKCE	6
Horní pás - maximální vnitřní síly na prutu; N	6
Horní pás - maximální vnitřní síly na prutu; N	7
Dolní pás - maximální vnitřní síly na prutu; N	7
Dolní pás - maximální vnitřní síly na prutu; N	8
svislé diagonály - maximální vnitřní síly na prutu; N	8
vodorovné diagonály - maximální vnitřní síly na prutu; N	9
stojky - maximální vnitřní síly na prutu; N	9
stojky na ose E - maximální vnitřní síly na prutu; N	10
Deformace vaznicích od kombinací MSP; uz	10
3.07.03 VNITŘNÍ SÍLY NA PRVKY VAZNIKU ROVINNÉ PŘÍHRADOVÉ KONSTRUKCE	11
Horní pás - maximální vnitřní síly na prutu; N	11
Horní pás - maximální vnitřní síly na prutu; N	11
Dolní pás - maximální vnitřní síly na prutu; N	12
Dolní pás - maximální vnitřní síly na prutu; N	12
diagonály - maximální vnitřní síly na prutu; N	13
diagonála - maximální vnitřní síly na prutu; N	13
stojky - maximální vnitřní síly na prutu; N	14
3.07.04 VNITŘNÍ SÍLY NA SLOUPECH	14
Sloup na ose E - hlavní nosné sloupy - maximální vnitřní síly na prutu; N	14
Sloup na ose E - hlavní nosné sloupy - maximální vnitřní síly na prutu; Vy	15
Sloup na ose E - hlavní nosné sloupy - maximální vnitřní síly na prutu; Vz	15
Sloup na ose E - sloupek pro uchycení fasády - maximální vnitřní síly na prutu; N	16
Sloup na ose E - diagonály - maximální vnitřní síly na prutu; N	16
Sloup na ose E - diagonály - maximální vnitřní síly na prutu; N	17
Sloup na ose D - maximální vnitřní síly na prutu; N	17
Sloupy na ose E - Reakce; Rx, Ry, Rz	18
maximální deformace sloupu na ose E od kombinace MSP; uz	18
maximální deformace sloupu na ose E od kombinace MSP; uy	19
Sloup na ose D - maximální vnitřní síly na prutu; My	19
Sloup na ose D - maximální vnitřní síly na prutu; Mz	20
Sloup na ose D - maximální vnitřní síly na prutu; Vz	20
Sloup D8 - maximální vnitřní síly na prutu; N, Vy, Vz, My, Mz	21
Sloup na ose A - maximální vnitřní síly na prutu; N	21
Sloupy vnitřní - maximální vnitřní síly na prutu; N	22
Sloupy pro uchycení fasády na ose 1 - maximální vnitřní síly na prutu; My	22
3.07.05 SVISLÁ STĚNOVÁ ZTUŽIDLA	23
Svislá stěnová ztužidla na ose 10 - Vnitřní síly na prutu; N	23
Svislá stěnová ztužidla na ose 8 - Vnitřní síly na prutu; N	23
Svislá stěnová ztužidla na ose 1 - Vnitřní síly na prutu; N	24
Svislá stěnová ztužidla na ose A - Vnitřní síly na prutu; N	24
3.07.06 SVISLÁ ZTUŽIDLA V ROVINĚ STŘECHY	25
Svislá střešní ztužidla na ose E - Vnitřní síly na prutu; N	25
Svislá střešní ztužidla osy A-D - Vnitřní síly na prutu; N	25
3.07.07 VODOROVNÁ ZTUŽIDLA VE STŘEŠNÍ ROVINĚ	26
Vodorovná střešní ztužidla - Vnitřní síly na prutu; N	26
3.07.08 ROZPĚRY	26
rozpěry na ose E - Vnitřní síly na prutu; N	26
Rozpěry - Vnitřní síly na prutu; N	27
3.07.09 Průřezy	27

## 3.07.01 ZATÍŽENÍ A KOMBINACE

### Zatěžovací stavy

Jméno	Popis	Typ působení	Skupina zatížení	Směr	Působení	Rídící zat. stav
	Spec	Typ zatížení				
ZS1	vl. tíha	Stálé Vlastní tíha	SZ1	-Z		
ZS2	stálé - skladba střechy, LOP	Stálé  Standard	SZ1			
ZS3	proměnné - sníh Standard	Proměnné Statické	SZ2		Krátkodobé	Žádný
ZS4	proměnné - vítr SV - sání Standard	Proměnné Statické	SZ2		Krátkodobé	Žádný
ZS5	proměnné - vítr SV - tlak	Proměnné	SZ2		Krátkodobé	Žádný

Jméno	Popis	Typ působení	Skupina zatížení	Směr	Působení	Řídící zat. stav
	Spec	Typ zatížení				
ZS6	Standard	Statické	SZ2		Krátkodobé	Žádný
	proměnné - vítr SZ - sání	Proměnné				
ZS7	Standard	Statické	SZ2		Krátkodobé	Žádný
	proměnné - vítr SZ - tlak	Proměnné				
ZS8	Standard	Statické	SZ2		Krátkodobé	Žádný
	proměnné - vítr JV - sání	Proměnné				
ZS9	Standard	Statické	SZ2		Krátkodobé	Žádný
	proměnné - vítr JV - tlak	Proměnné				
ZS10	Standard	Statické	SZ2		Krátkodobé	Žádný
	proměnné - vítr JZ - sání	Proměnné				
ZS11	Standard	Statické	SZ2		Krátkodobé	Žádný
	proměnné - vítr JZ - tlak	Proměnné				
ZS12	Standard	Statické	SZ1			
	stálé - skladba podlahy	Stálé				
ZS13	Standard	Statické	SZ2		Krátkodobé	Žádný
	proměnné - užitné kategorie C: schromáždění	Proměnné				
ZS14	Standard	Statické	SZ2		Krátkodobé	Žádný
	proměnné - užitné kategorie H: střechy	Proměnné				

### Kombinace

Jméno	Popis	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
CO1	MSÚ	Lineární - únosnost	ZS1 - vl. tíha	1,35
			ZS2 - stálé - skladba střechy, LOP	1,35
			ZS3 - proměnné - sněh	1,50
			ZS5 - proměnné - vítr SV - tlak	0,90
			ZS12 - stálé - skladba podlahy	1,35
			ZS13 - proměnné - užitné kategorie C: schromáždění	1,50
CO2	MSÚ	Lineární - únosnost	ZS1 - vl. tíha	1,35
			ZS2 - stálé - skladba střechy, LOP	1,35
			ZS3 - proměnné - sněh	0,75
			ZS5 - proměnné - vítr SV - tlak	1,50
			ZS12 - stálé - skladba podlahy	1,35
			ZS13 - proměnné - užitné kategorie C: schromáždění	1,50
CO3	MSÚ	Lineární - únosnost	ZS1 - vl. tíha	1,00
			ZS2 - stálé - skladba střechy, LOP	1,50
			ZS4 - proměnné - vítr SV - sání	1,00
			ZS12 - stálé - skladba podlahy	1,35
			ZS13 - proměnné - užitné kategorie C: schromáždění	1,50
CO4	MSÚ	Lineární - únosnost	ZS1 - vl. tíha	1,35
			ZS2 - stálé - skladba střechy, LOP	1,35
			ZS3 - proměnné - sněh	1,50
			ZS7 - proměnné - vítr SZ - tlak	0,90
			ZS12 - stálé - skladba podlahy	1,35
			ZS13 - proměnné - užitné kategorie C: schromáždění	1,50
CO5	MSÚ	Lineární - únosnost	ZS1 - vl. tíha	1,35
			ZS2 - stálé - skladba střechy, LOP	1,35
			ZS3 - proměnné - sněh	0,75
			ZS7 - proměnné - vítr SZ - tlak	1,50

Jméno	Popis	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [1]
			ZS12 - stálé - skladba podlahy ZS13 - proměnné - užitné kategorie C:schromáždění	1,35 1,50
CO7	MSU	Lineární - únosnost	ZS1 - vl. tíha ZS2 - stálé - skladba střechy, LOP ZS3 - proměnné - sníh ZS9 - proměnné - vítr JV - tlak ZS12 - stálé - skladba podlahy ZS13 - proměnné - užitné kategorie C:schromáždění	1,35 1,35 1,50 0,90 1,35 1,50
CO6	MSU	Lineární - únosnost	ZS1 - vl. tíha ZS2 - stálé - skladba střechy, LOP ZS6 - proměnné - vítr SZ - sání ZS12 - stálé - skladba podlahy ZS13 - proměnné - užitné kategorie C:schromáždění	1,00 1,00 1,50 1,35 1,50
CO8	MSU	Lineární - únosnost	ZS1 - vl. tíha ZS2 - stálé - skladba střechy, LOP ZS3 - proměnné - sníh ZS9 - proměnné - vítr JV - tlak ZS12 - stálé - skladba podlahy ZS13 - proměnné - užitné kategorie C:schromáždění	1,35 1,35 0,75 1,50 1,35 1,50
CO9	MSU	Lineární - únosnost	ZS1 - vl. tíha ZS2 - stálé - skladba střechy, LOP ZS8 - proměnné - vítr JV - sání ZS12 - stálé - skladba podlahy ZS13 - proměnné - užitné kategorie C:schromáždění	1,00 1,00 1,50 1,35 1,50
CO10	MSU	Lineární - únosnost	ZS1 - vl. tíha ZS2 - stálé - skladba střechy, LOP ZS3 - proměnné - sníh ZS11 - proměnné - vítr JZ - tlak ZS12 - stálé - skladba podlahy ZS13 - proměnné - užitné kategorie C:schromáždění	1,35 1,35 1,50 0,90 1,35 1,50
CO11	MSU	Lineární - únosnost	ZS1 - vl. tíha ZS2 - stálé - skladba střechy, LOP ZS3 - proměnné - sníh ZS11 - proměnné - vítr JZ - tlak ZS12 - stálé - skladba podlahy ZS13 - proměnné - užitné kategorie C:schromáždění	1,35 1,35 0,75 1,50 1,35 1,50
CO12	MSU	Lineární - únosnost	ZS1 - vl. tíha ZS2 - stálé - skladba střechy, LOP ZS10 - proměnné - vítr JZ - sání ZS12 - stálé - skladba podlahy ZS13 - proměnné - užitné kategorie C:schromáždění	1,00 1,00 1,50 1,35 1,50
CO13	MSP	Lineární - použitelnost	ZS1 - vl. tíha ZS2 - stálé - skladba střechy, LOP ZS3 - proměnné - sníh ZS5 - proměnné - vítr SV - tlak ZS12 - stálé - skladba podlahy ZS13 - proměnné - užitné kategorie C:schromáždění	1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00
CO14	MSP	Lineární - použitelnost	ZS1 - vl. tíha ZS2 - stálé - skladba střechy, LOP ZS3 - proměnné - sníh ZS5 - proměnné - vítr SV - tlak	1,00 1,00 1,00 1,00

Jméno	Popis	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [1]
			ZS12 - stálé - skladba podlahy ZS13 - proměnné - užitné kategorie C:schromáždění	1,00 1,00
CO15	MSP	Lineární - použitelnost	ZS1 - vl. tíha ZS2 - stálé - skladba střechy, LOP ZS4 - proměnné - vítr SV - sání ZS12 - stálé - skladba podlahy ZS13 - proměnné - užitné kategorie C:schromáždění	1,00 1,00 1,00 1,00 1,00
CO16	MSP	Lineární - použitelnost	ZS1 - vl. tíha ZS2 - stálé - skladba střechy, LOP ZS3 - proměnné - sněh ZS7 - proměnné - vítr SZ - tlak ZS12 - stálé - skladba podlahy ZS13 - proměnné - užitné kategorie C:schromáždění	1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00
CO17	MSP	Lineární - použitelnost	ZS1 - vl. tíha ZS2 - stálé - skladba střechy, LOP ZS3 - proměnné - sněh ZS7 - proměnné - vítr SZ - tlak ZS12 - stálé - skladba podlahy ZS13 - proměnné - užitné kategorie C:schromáždění	1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00
CO18	MSP	Lineární - použitelnost	ZS1 - vl. tíha ZS2 - stálé - skladba střechy, LOP ZS3 - proměnné - sněh ZS9 - proměnné - vítr JV - tlak ZS12 - stálé - skladba podlahy ZS13 - proměnné - užitné kategorie C:schromáždění	1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00
CO19	MSP	Lineární - použitelnost	ZS1 - vl. tíha ZS2 - stálé - skladba střechy, LOP ZS6 - proměnné - vítr SZ - sání ZS12 - stálé - skladba podlahy ZS13 - proměnné - užitné kategorie C:schromáždění	1,00 1,00 1,00 1,00 1,00
CO20	MSP	Lineární - použitelnost	ZS1 - vl. tíha ZS2 - stálé - skladba střechy, LOP ZS3 - proměnné - sněh ZS9 - proměnné - vítr JV - tlak ZS12 - stálé - skladba podlahy ZS13 - proměnné - užitné kategorie C:schromáždění	1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00
CO21	MSP	Lineární - použitelnost	ZS1 - vl. tíha ZS2 - stálé - skladba střechy, LOP ZS8 - proměnné - vítr JV - sání ZS12 - stálé - skladba podlahy ZS13 - proměnné - užitné kategorie C:schromáždění	1,00 1,00 1,00 1,00 1,00
CO22	MSP	Lineární - použitelnost	ZS1 - vl. tíha ZS2 - stálé - skladba střechy, LOP ZS3 - proměnné - sněh ZS11 - proměnné - vítr JZ - tlak ZS12 - stálé - skladba podlahy ZS13 - proměnné - užitné kategorie C:schromáždění	1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00
CO23	MSP	Lineární - použitelnost	ZS1 - vl. tíha ZS2 - stálé - skladba střechy, LOP ZS3 - proměnné - sněh ZS11 - proměnné - vítr JZ - tlak	1,00 1,00 1,00 1,00

Jméno	Popis	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
			ZS12 - stálé - skladba podlahy	1,00
			ZS13 - proměnné - užitné kategorie C:schomáždění	1,00
CO24	MSP	Lineární - použitelnost	ZS1 - vl. tíha	1,00
			ZS2 - stálé - skladba střechy, LOP	1,00
			ZS10 - proměnné - vítr JZ - sání	1,00
			ZS12 - stálé - skladba podlahy	1,00
			ZS13 - proměnné - užitné kategorie C:schomáždění	1,00
ZTUŽIDLA - VÍTR	MSÚ	Lineární - únosnost	ZS6 - proměnné - vítr SZ - sání	1,50
			ZS8 - proměnné - vítr JV - sání	1,50

### Nelineární kombinace

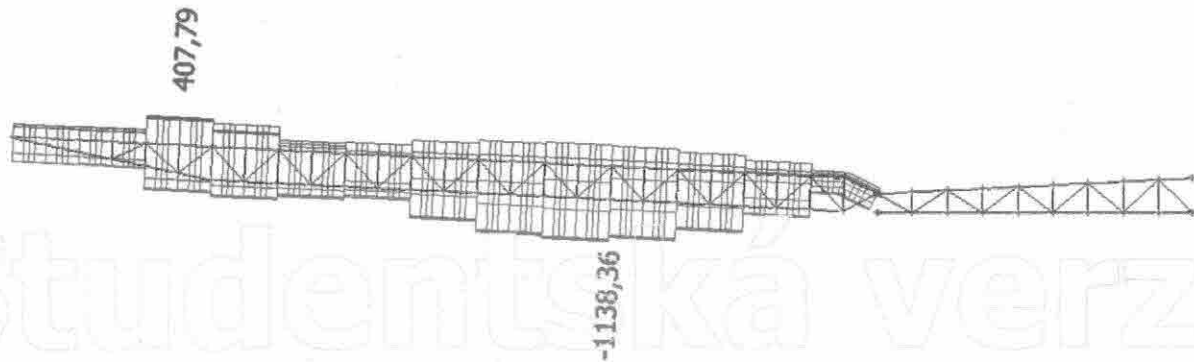
Jméno	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
NC1	Únosnost	ZS1 - vl. tíha ZS2 - stálé - skladba střechy, LOP ZS3 - proměnné - snh ZS5 - proměnné - vítr SV - tlak ZS12 - stálé - skladba podlahy ZS13 - proměnné - užitné kategorie C:schomáždění	1,35 1,35 1,50 0,90 1,35 1,50
NC2	Únosnost	ZS1 - vl. tíha ZS2 - stálé - skladba střechy, LOP ZS3 - proměnné - snh ZS5 - proměnné - vítr SV - tlak ZS12 - stálé - skladba podlahy ZS13 - proměnné - užitné kategorie C:schomáždění	1,35 1,35 0,75 1,50 1,35 1,50
NC3	Únosnost	ZS1 - vl. tíha ZS2 - stálé - skladba střechy, LOP ZS4 - proměnné - vítr SV - sání ZS12 - stálé - skladba podlahy ZS13 - proměnné - užitné kategorie C:schomáždění	1,00 1,50 1,00 1,35 1,50
NC4	Únosnost	ZS1 - vl. tíha ZS2 - stálé - skladba střechy, LOP ZS3 - proměnné - snh ZS7 - proměnné - vítr SZ - tlak ZS12 - stálé - skladba podlahy ZS13 - proměnné - užitné kategorie C:schomáždění	1,35 1,35 1,50 0,90 1,35 1,50
NC5	Únosnost	ZS1 - vl. tíha ZS2 - stálé - skladba střechy, LOP ZS3 - proměnné - snh ZS7 - proměnné - vítr SZ - tlak ZS12 - stálé - skladba podlahy ZS13 - proměnné - užitné kategorie C:schomáždění	1,35 1,35 0,75 1,50 1,35 1,50
NC6	Únosnost	ZS1 - vl. tíha ZS2 - stálé - skladba střechy, LOP ZS6 - proměnné - vítr SZ - sání ZS12 - stálé - skladba podlahy ZS13 - proměnné - užitné kategorie C:schomáždění	1,00 1,00 1,50 1,35 1,50
NC7	Únosnost	ZS1 - vl. tíha ZS2 - stálé - skladba střechy, LOP ZS3 - proměnné - snh ZS9 - proměnné - vítr JV - tlak ZS12 - stálé - skladba podlahy ZS13 - proměnné - užitné kategorie C:schomáždění	1,35 1,35 1,50 0,90 1,35 1,50
NC8	Únosnost	ZS1 - vl. tíha ZS2 - stálé - skladba střechy, LOP ZS3 - proměnné - snh ZS9 - proměnné - vítr JV - tlak ZS12 - stálé - skladba podlahy ZS13 - proměnné - užitné kategorie C:schomáždění	1,35 1,35 0,75 1,50 1,35 1,50
NC9	Únosnost	ZS1 - vl. tíha ZS2 - stálé - skladba střechy, LOP ZS8 - proměnné - vítr JV - sání ZS12 - stálé - skladba podlahy ZS13 - proměnné - užitné kategorie C:schomáždění	1,00 1,00 1,50 1,35 1,50
NC10	Únosnost	ZS1 - vl. tíha ZS2 - stálé - skladba střechy, LOP ZS3 - proměnné - snh ZS11 - proměnné - vítr JZ - tlak ZS12 - stálé - skladba podlahy	1,35 1,35 1,50 0,90 1,35



Jméno	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
NC11	Únosnost	ZS13 - proměnné - užitné kategorie C:schomáždění	1,50
		ZS1 - vl. tíha	1,35
		ZS2 - stálé - skladba střechy, LOP	1,35
		ZS3 - proměnné - sníh	0,75
		ZS11 - proměnné - vítr JZ - tlak	1,50
		ZS12 - stálé - skladba podlahy	1,35
NC12	Únosnost	ZS13 - proměnné - užitné kategorie C:schomáždění	1,50
		ZS1 - vl. tíha	1,00
		ZS2 - stálé - skladba střechy, LOP	1,00
		ZS10 - proměnné - vítr JZ - sání	1,50
		ZS12 - stálé - skladba podlahy	1,35
kombinace - síly odvětru do ztužidel-VZ1,VZ2	Únosnost	ZS8 - proměnné - vítr JV - sání	1,50
kombinace - síly odvětru do ztužidel-VZ3	Únosnost	ZS4 - proměnné - vítr SV - sání	1,50

### 3.07.02 VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTECH PROSTOROVÉ PŘÍHRADOVÉ KONSTRUKCE

Horní pás - maximální vnitřní síly na prutu; N

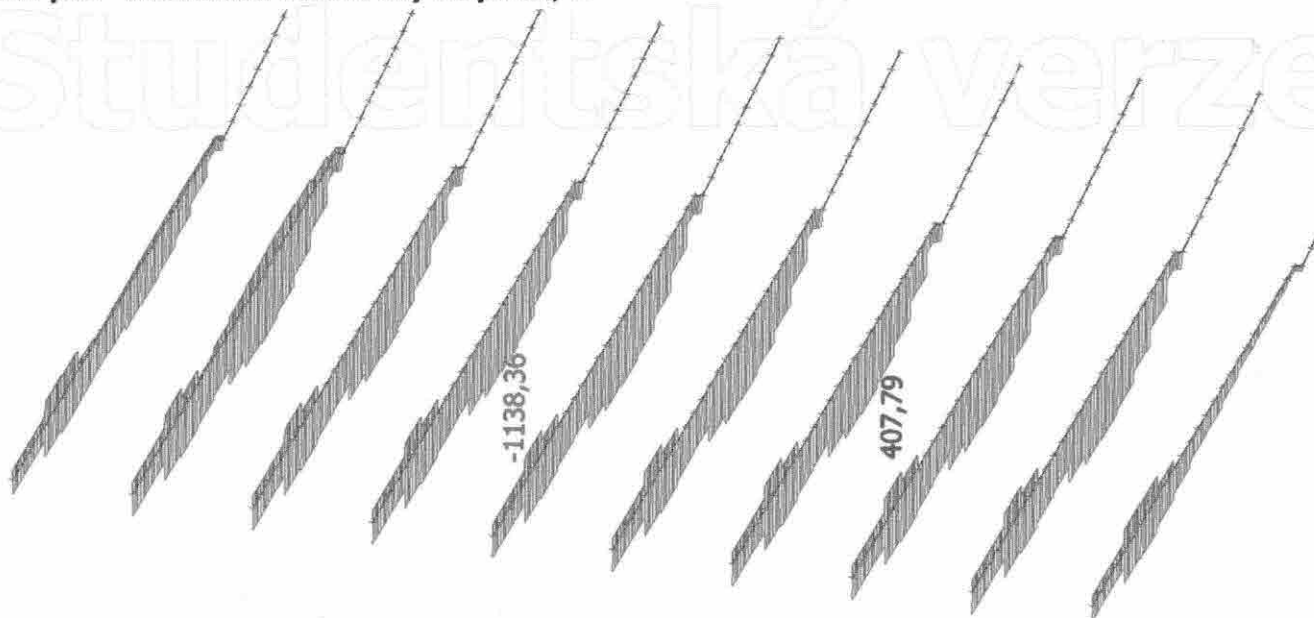


MAX TLAK - NC4

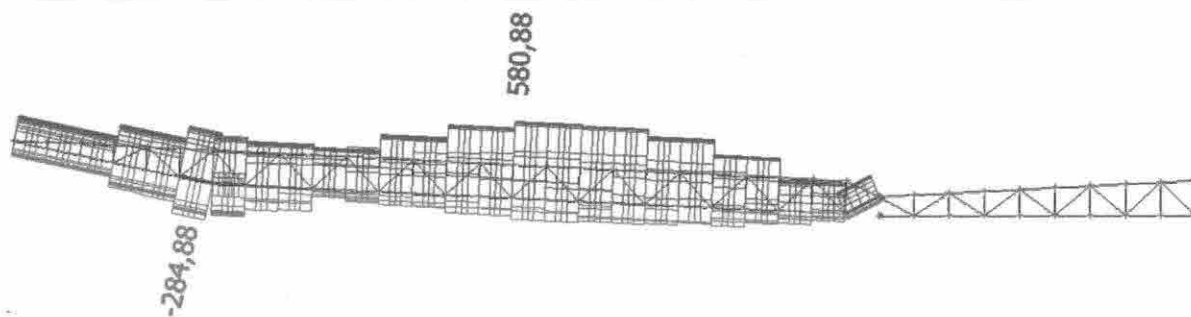
MAX TAH - NC10

Studentská verze

Horní pás - maximální vnitřní síly na prutu; N



Dolní pás - maximální vnitřní síly na prutu; N



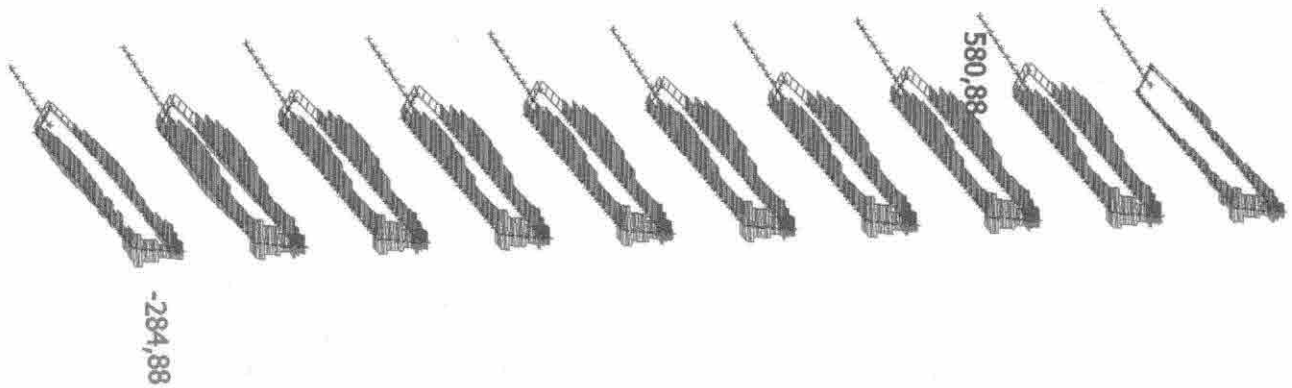
MAX TLAK - NC 8

MAX TAH - NC 10

Studentská verze

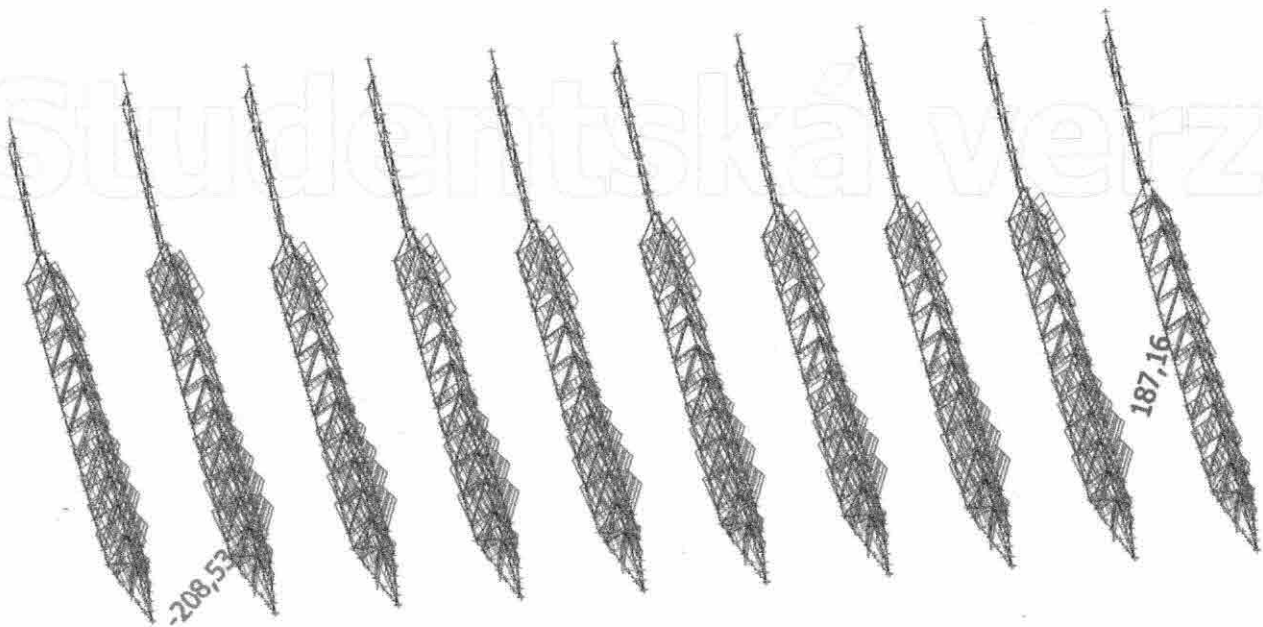
Dolní pás - maximální vnitřní síly na prutu; N

Studentská verze



svislé diagonály - maximální vnitřní síly na prutu; N

Studentská verze

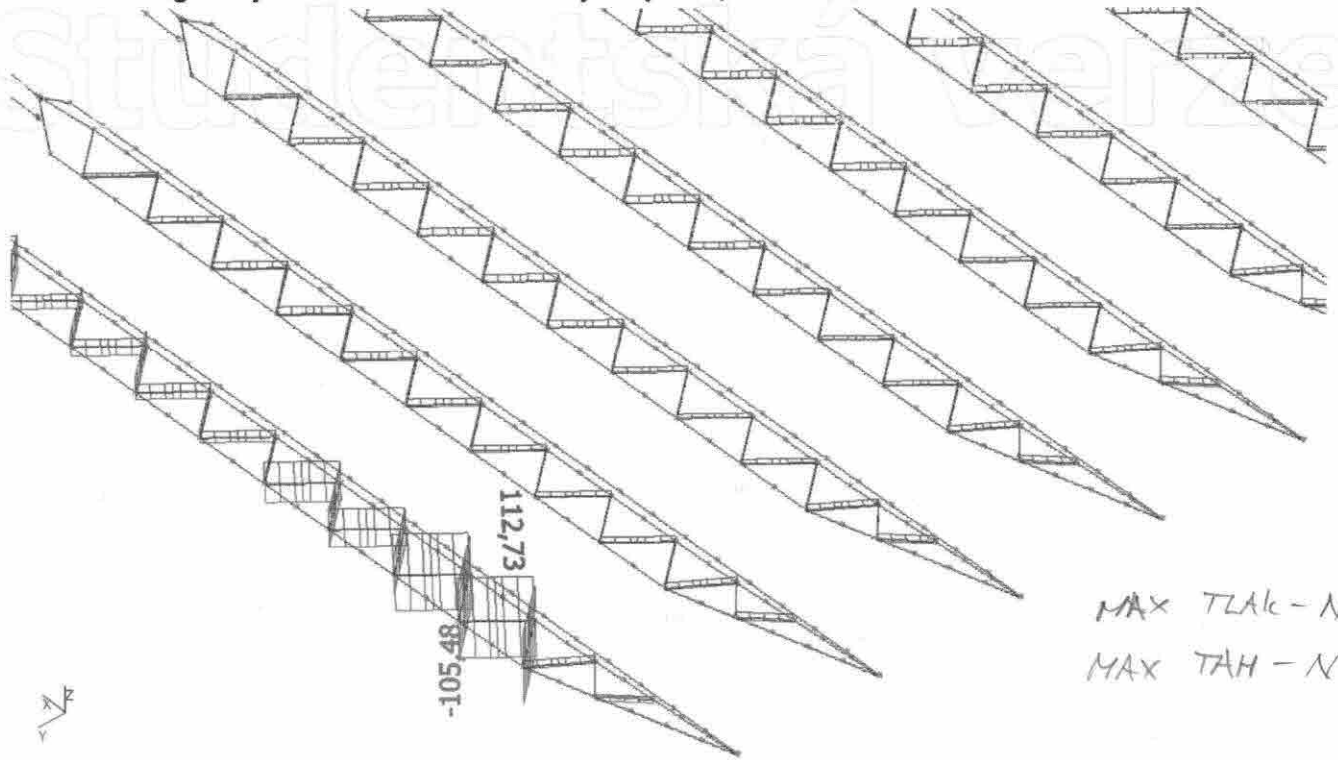


MAX TZAK - NC 4

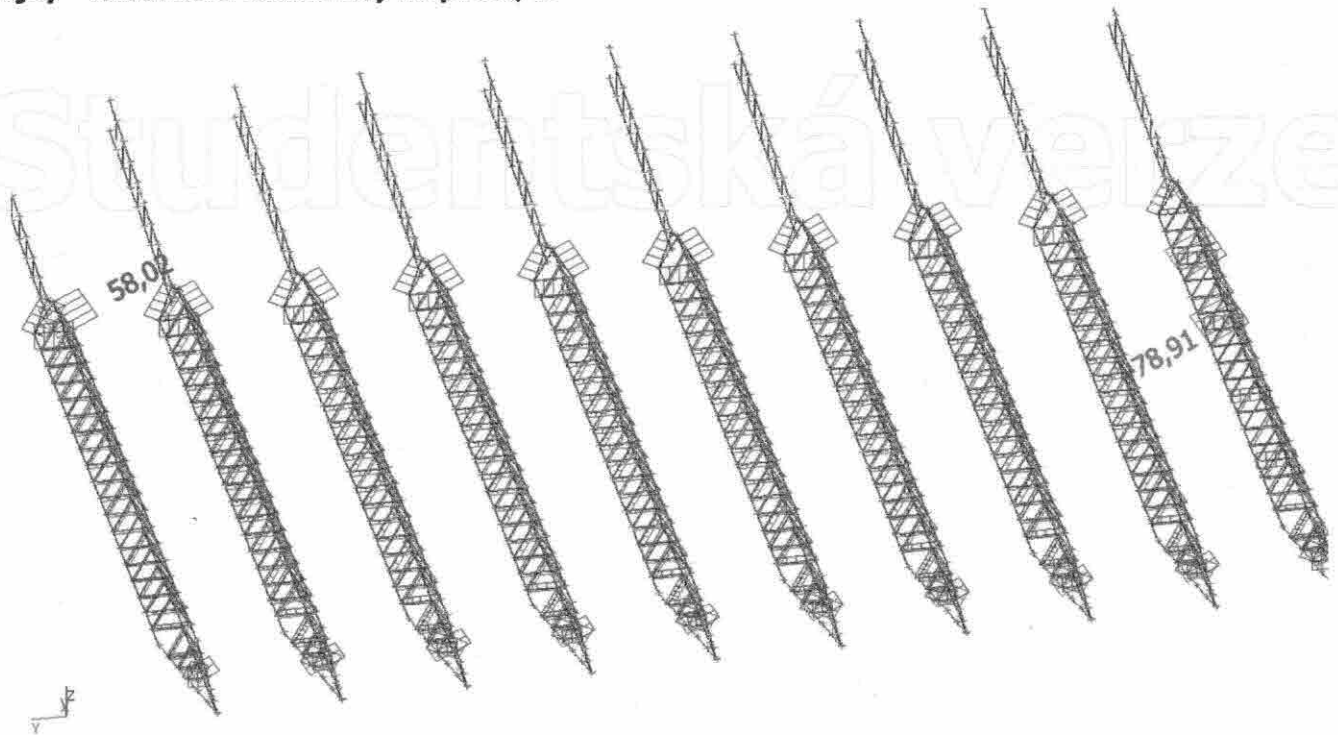
MAX TAH - NC 10

Studentská verze

**vodorovné diagonály - maximální vnitřní síly na prutu; N**



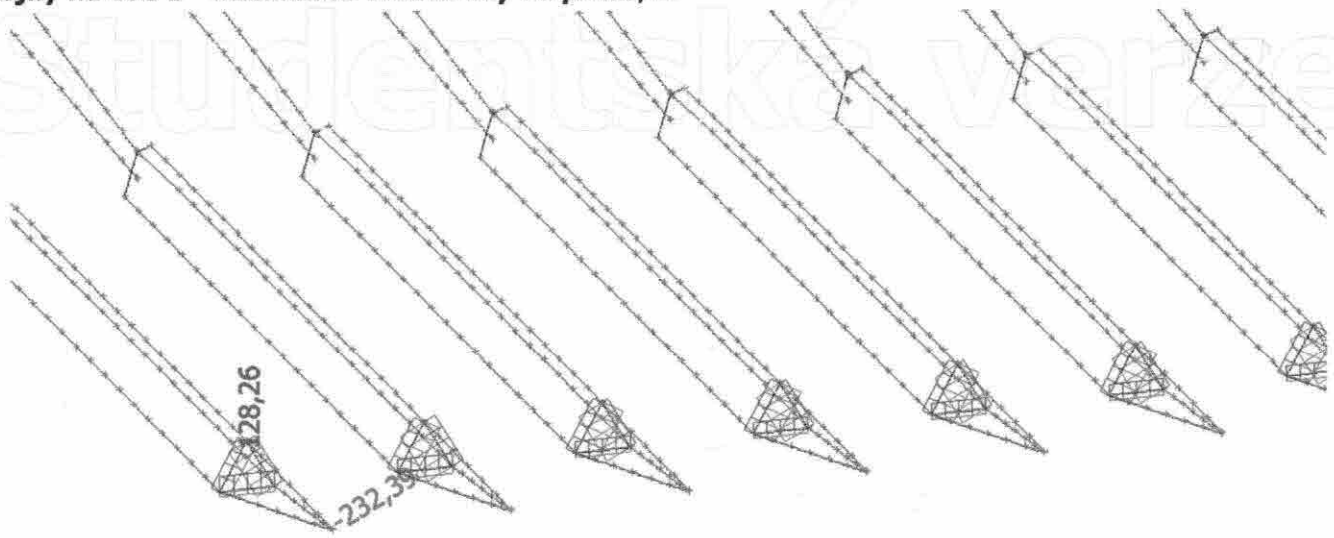
**stojky - maximální vnitřní síly na prutu; N**



MAX TLAK - NC 1  
MAX TAH - NC 9

Studentská verze

stojky na ose E - maximální vnitřní síly na prutu; N



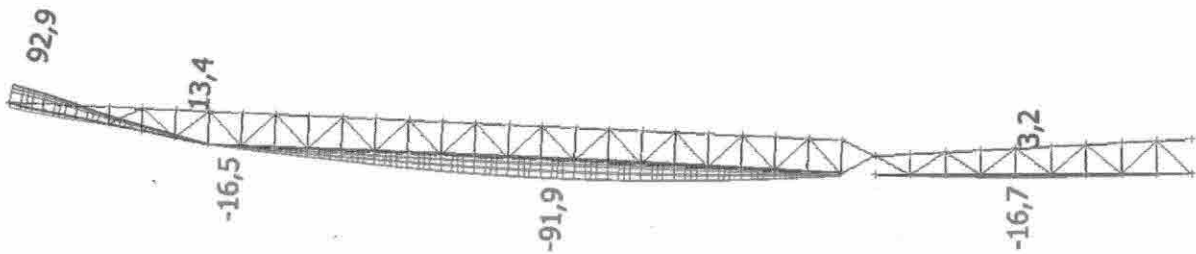
MAX TLAK - NC1

MAX TAH - NC8



Deformace vaznicích od kombinací MSP; uz

Studentská verze



$$\sigma_{lim,1} = \frac{45500}{250} = 182 \text{ mm} > \delta = 91,9 \text{ mm}$$

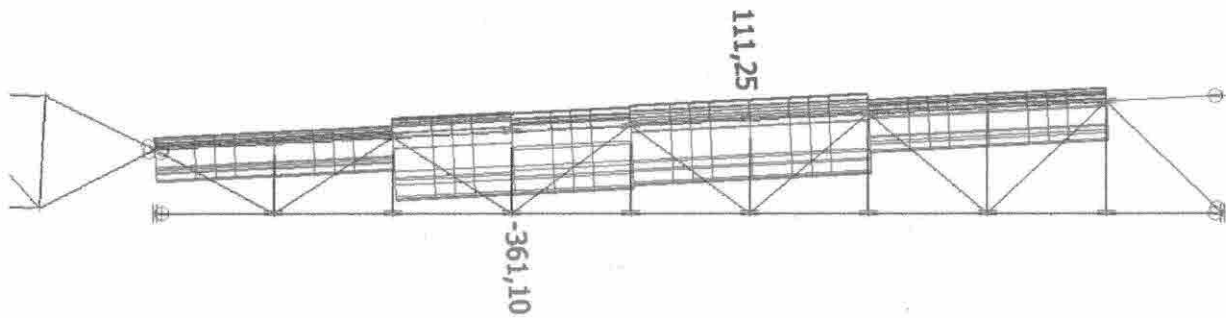
$$\sigma_{lim,2} = \frac{16600}{250} = 66,4 \text{ mm} > \delta = 16,7 \text{ mm}$$

SPLENENO

Studentská verze

### 3.07.03 VNITŘNÍ SÍLY NA PRVKY VAZNÍKU ROVINNÉ PŘÍHRADOVÉ KONSTRUKCE

Horní pás - maximální vnitřní síly na prutu; N

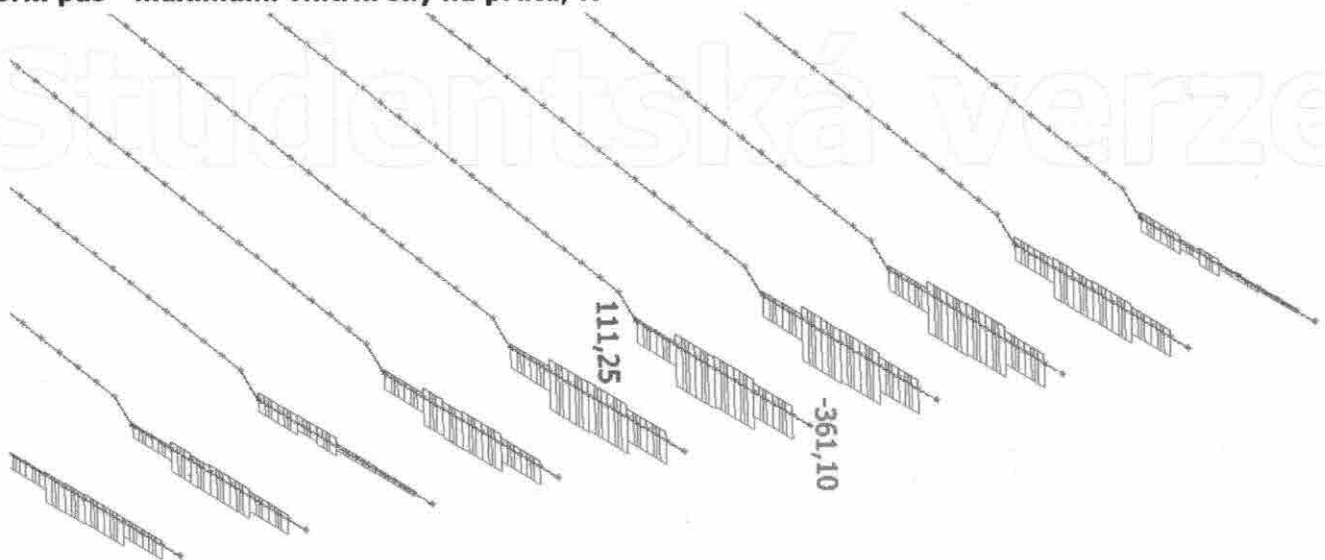


MAX TLAK - NE 7

MAX TAH - NE 6



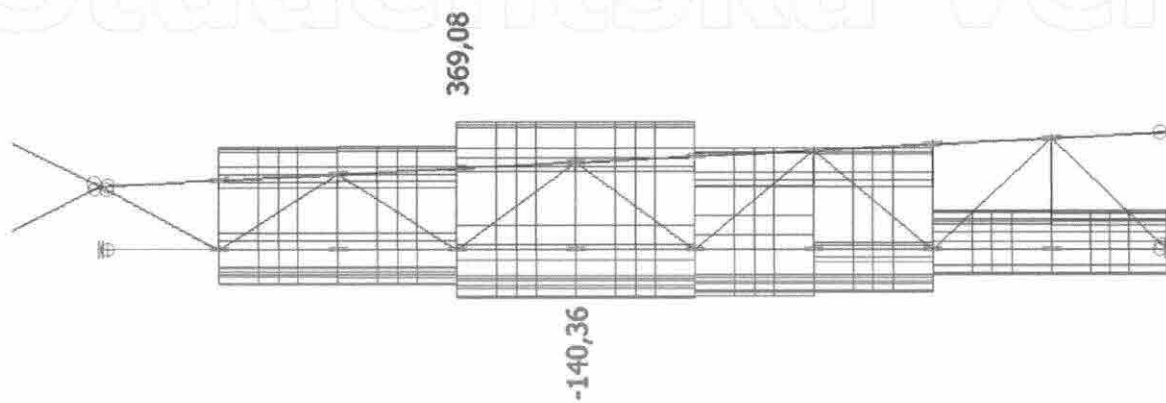
Horní pás - maximální vnitřní síly na prutu; N



Studentská verze

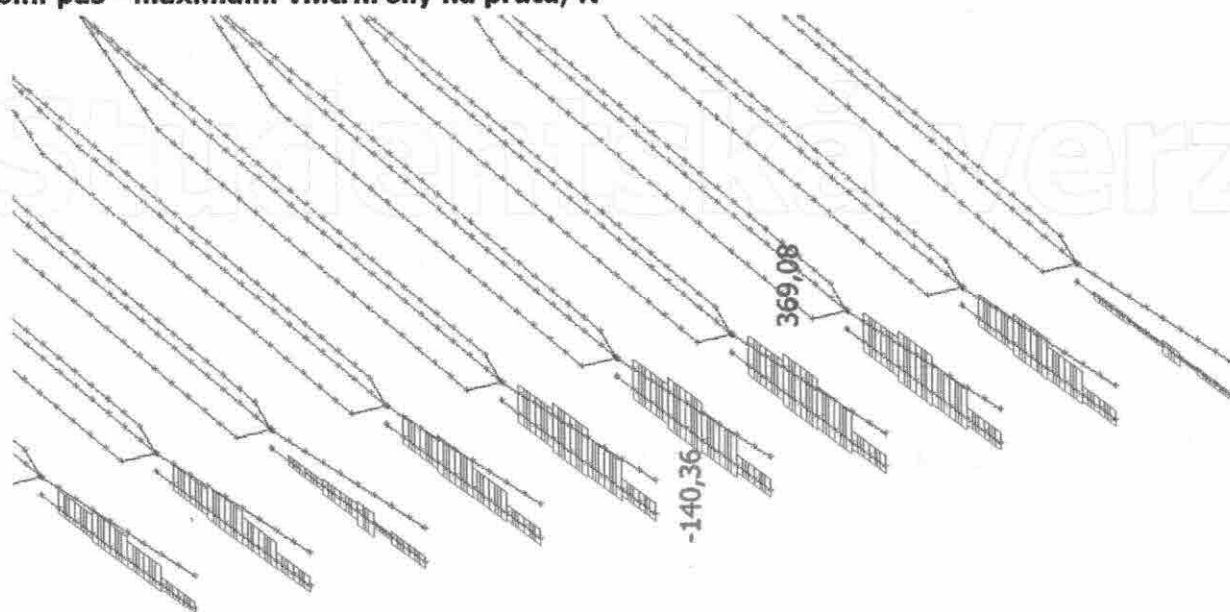
**Dolní pás - maximální vnitřní síly na prutu; N**

Studentská verze



**Dolní pás - maximální vnitřní síly na prutu; N**

Studentská verze



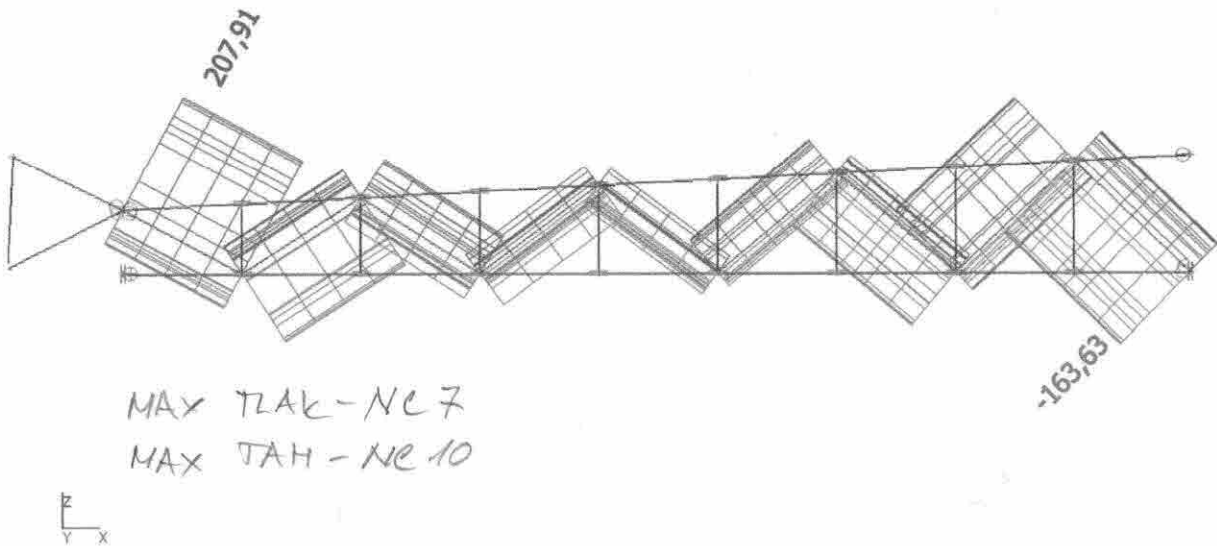
MAX TĚŽK - NC 6

MAX TAH - NC 10

Studentská verze

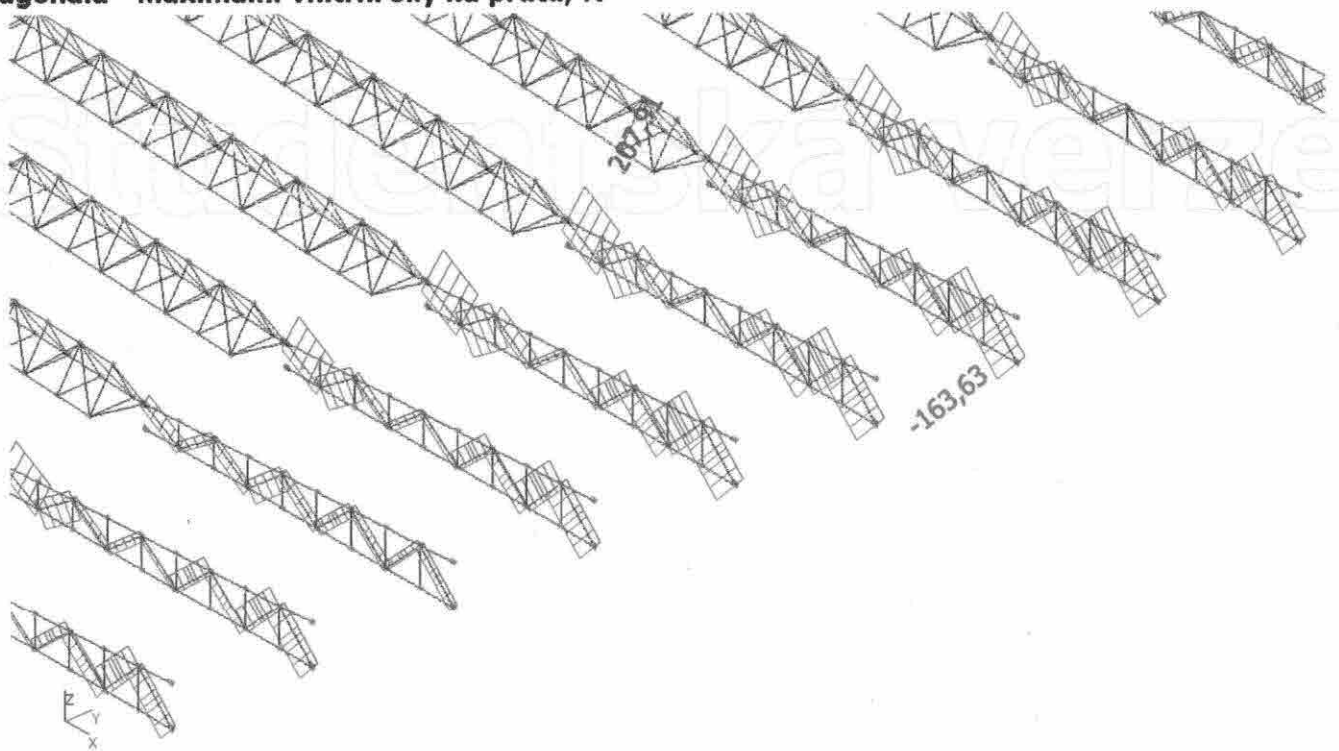
diagonály - maximální vnitřní síly na prutu; N

Studentská verze



diagonála - maximální vnitřní síly na prutu; N

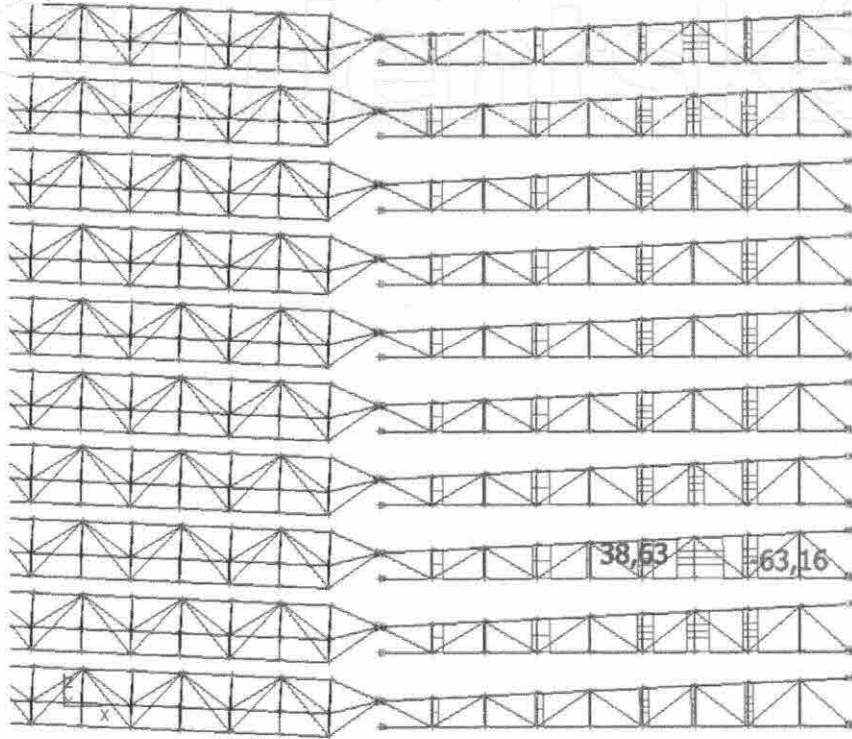
Studentská verze



Studentská verze



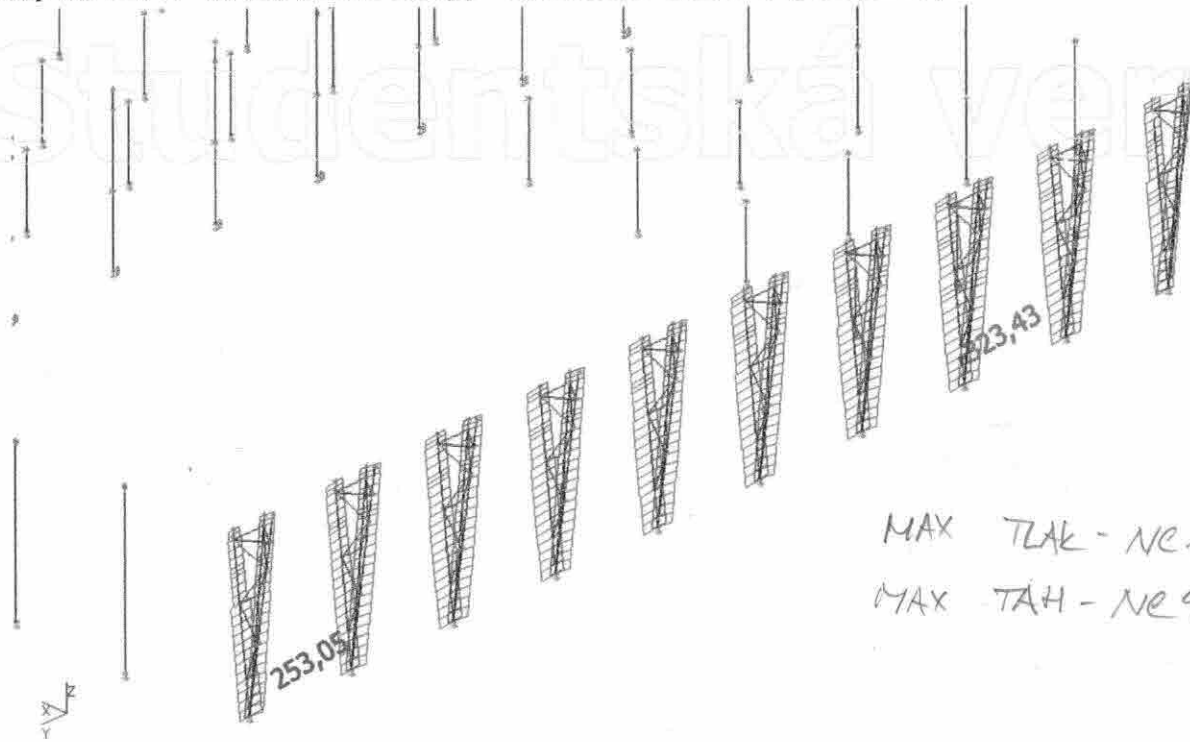
stojky - maximální vnitřní síly na prutu; N



MAX TLAK - NR 1  
MAX TAH - NR 6

3.07.04 VNITŘNÍ SÍLY NA SLOUPECH

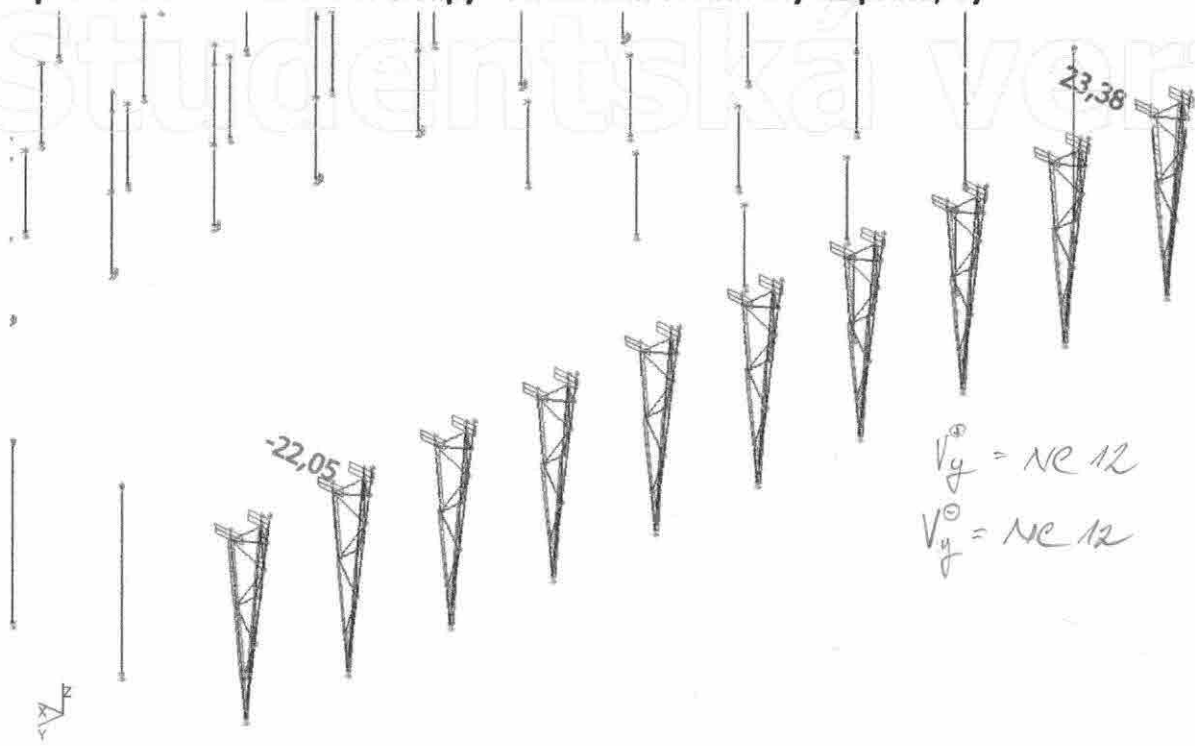
Sloup na ose E - hlavní nosné sloupy - maximální vnitřní síly na prutu; N



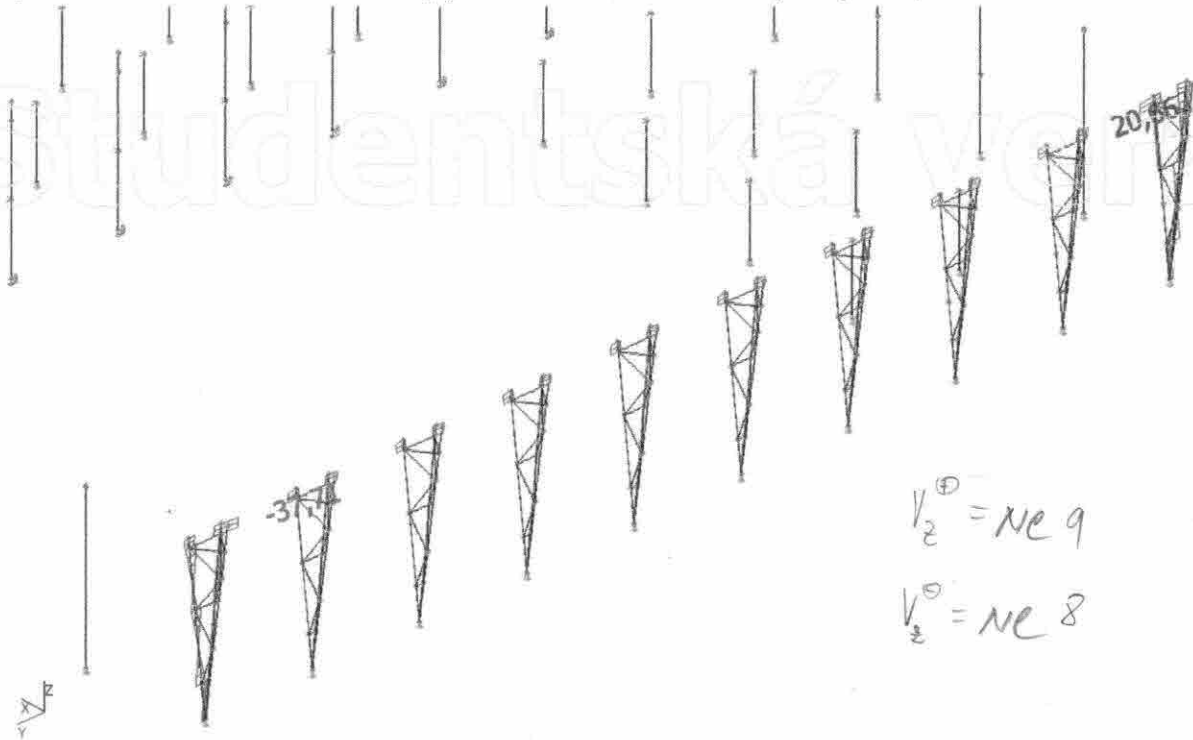
MAX TLAK - NR 10  
MAX TAH - NR 9

Studentská verze

Sloup na ose E - hlavní nosné sloupy - maximální vnitřní síly na prutu; Vy

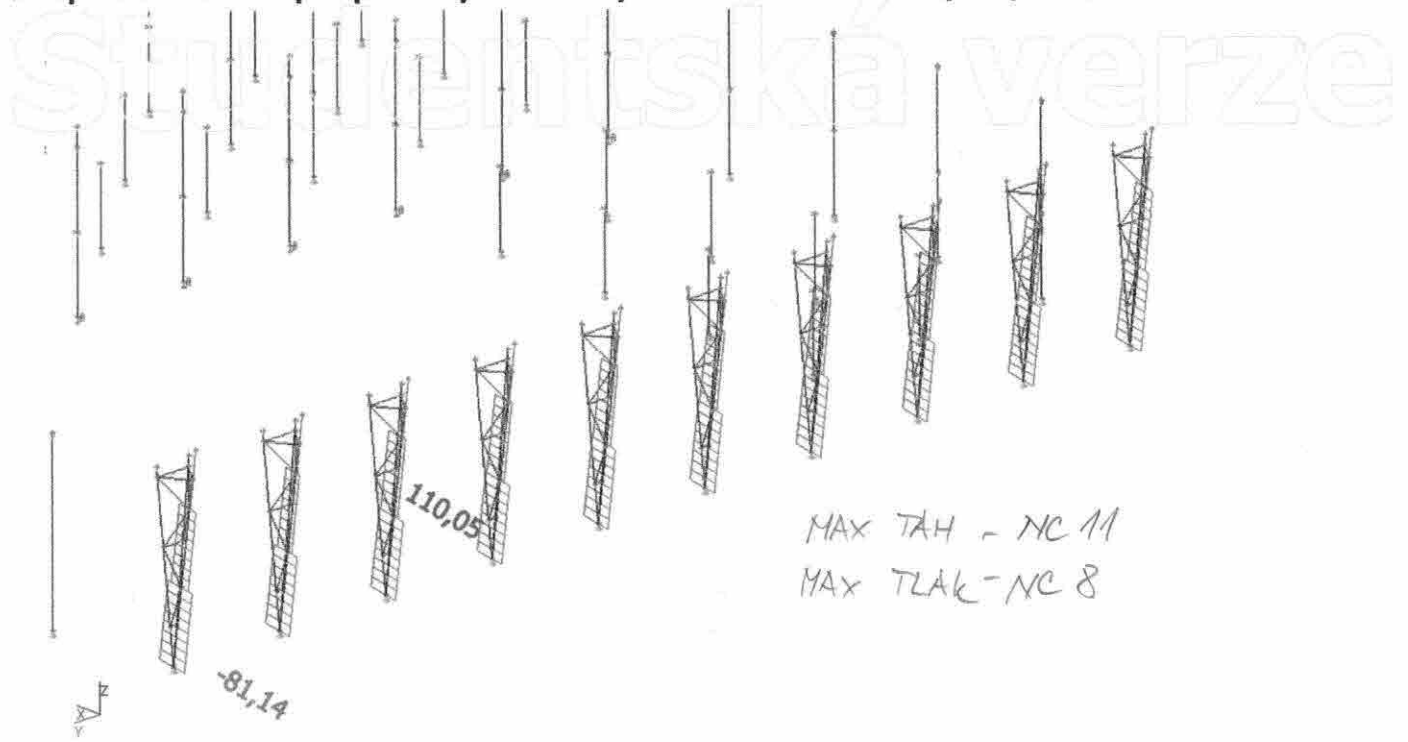


Sloup na ose E - hlavní nosné sloupy - maximální vnitřní síly na prutu; Vz

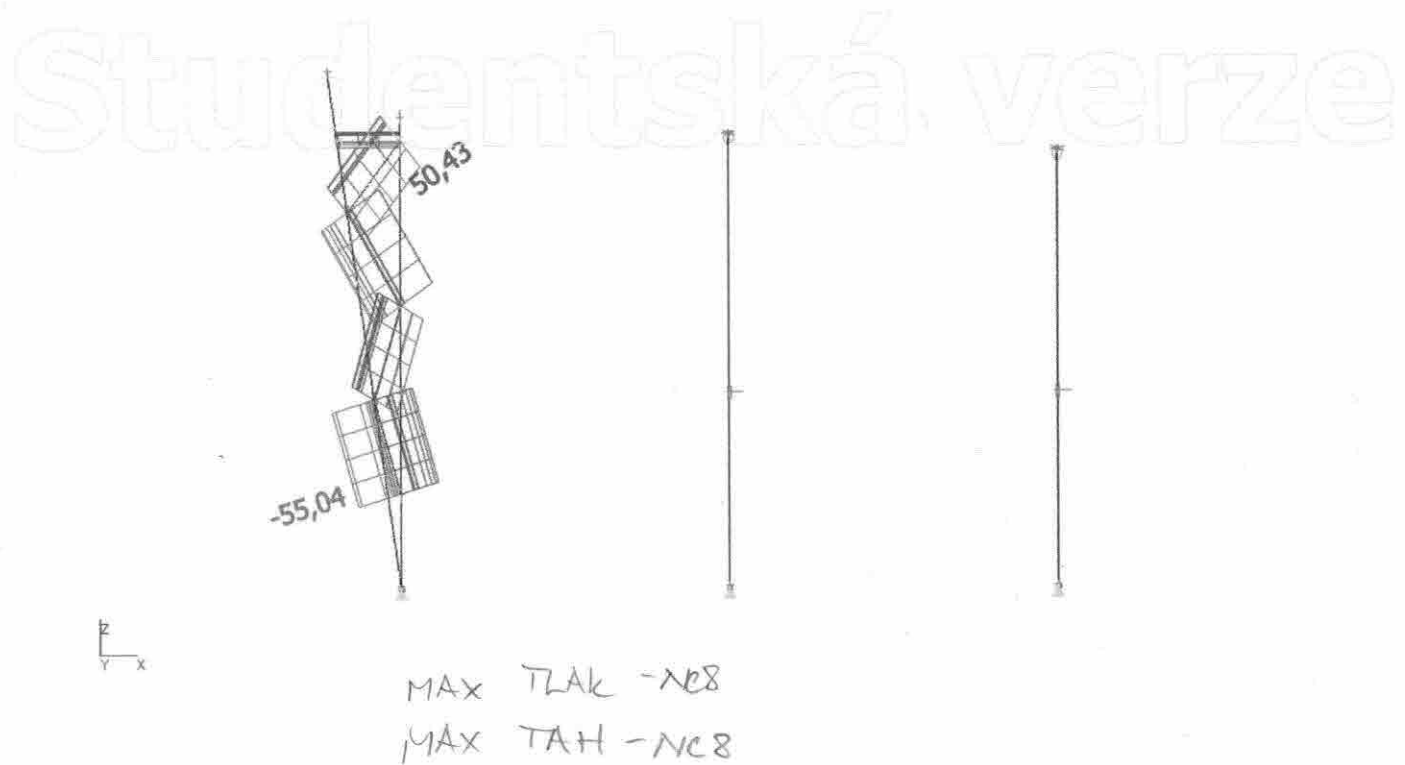


Studentská verze

Sloup na ose E - sloupek pro uchycení fasády - maximální vnitřní síly na prutu; N

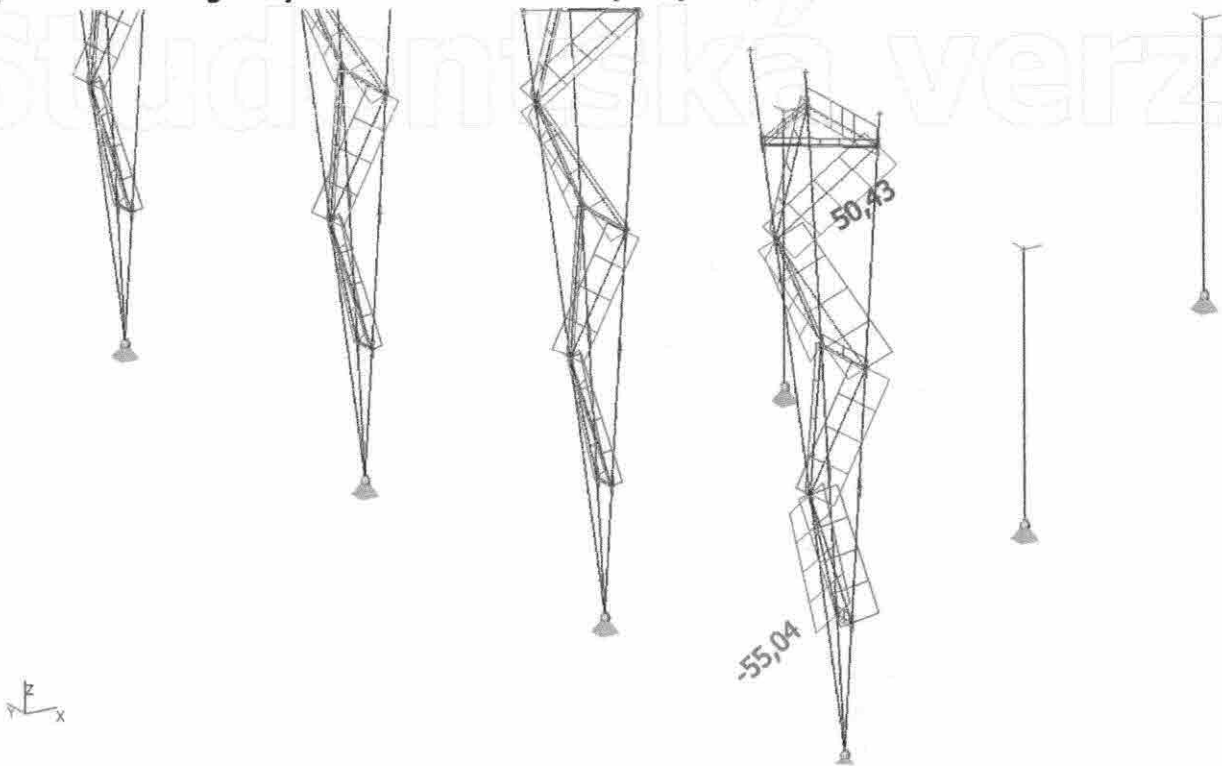


Sloup na ose E - diagonály - maximální vnitřní síly na prutu; N

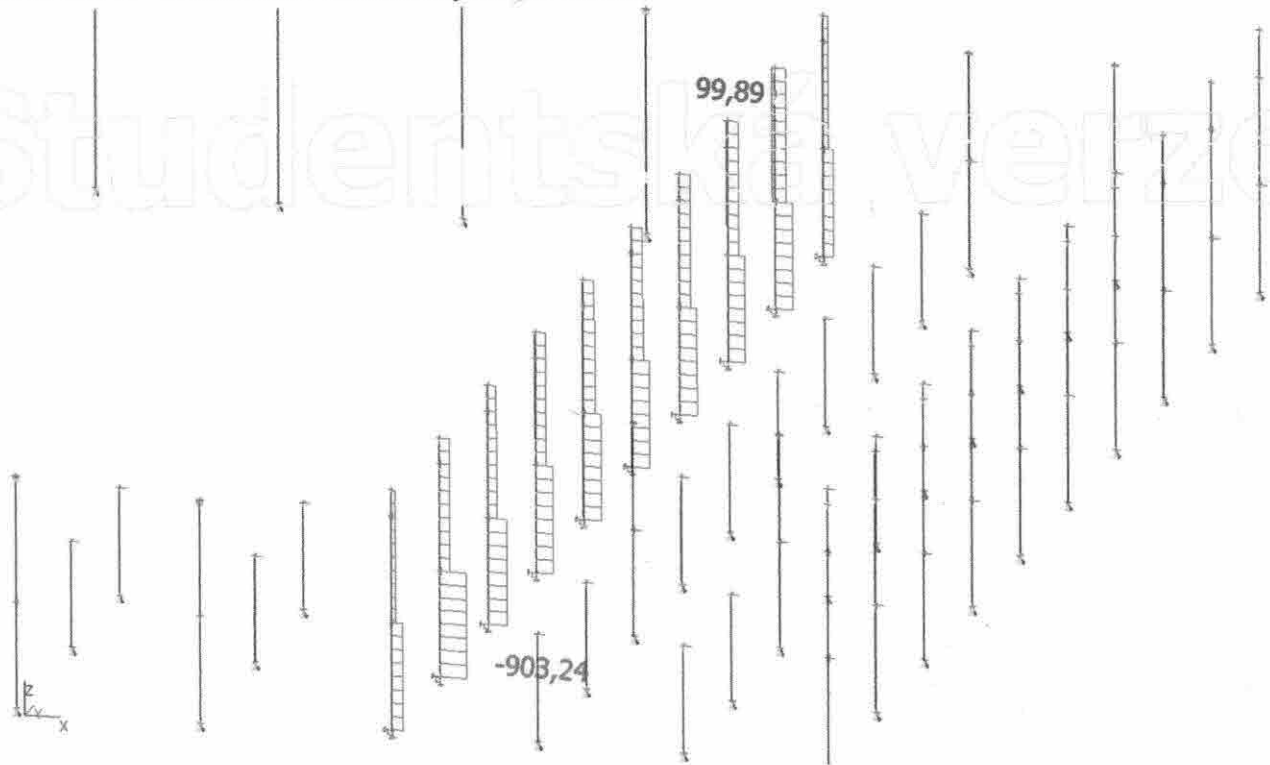


Studentská verze

Sloup na ose E - diagonály - maximální vnitřní síly na prutu; N



Sloup na ose D - maximální vnitřní síly na prutu; N

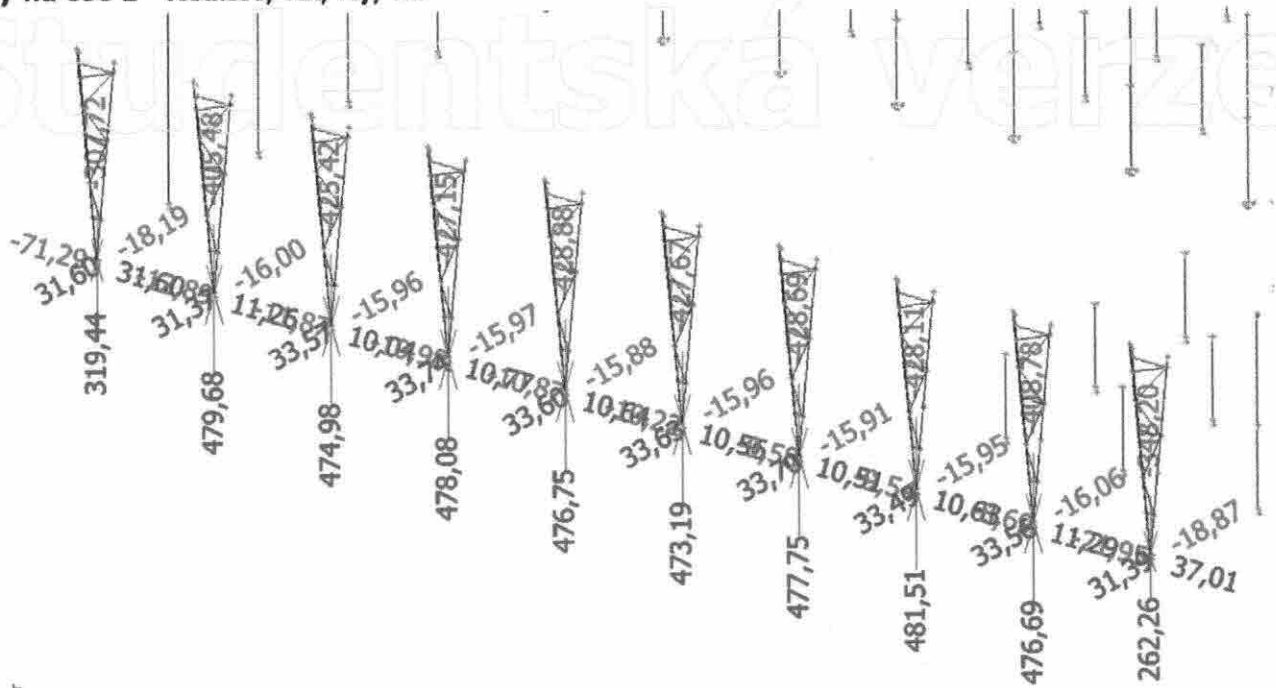


MAX TAH - NC 12

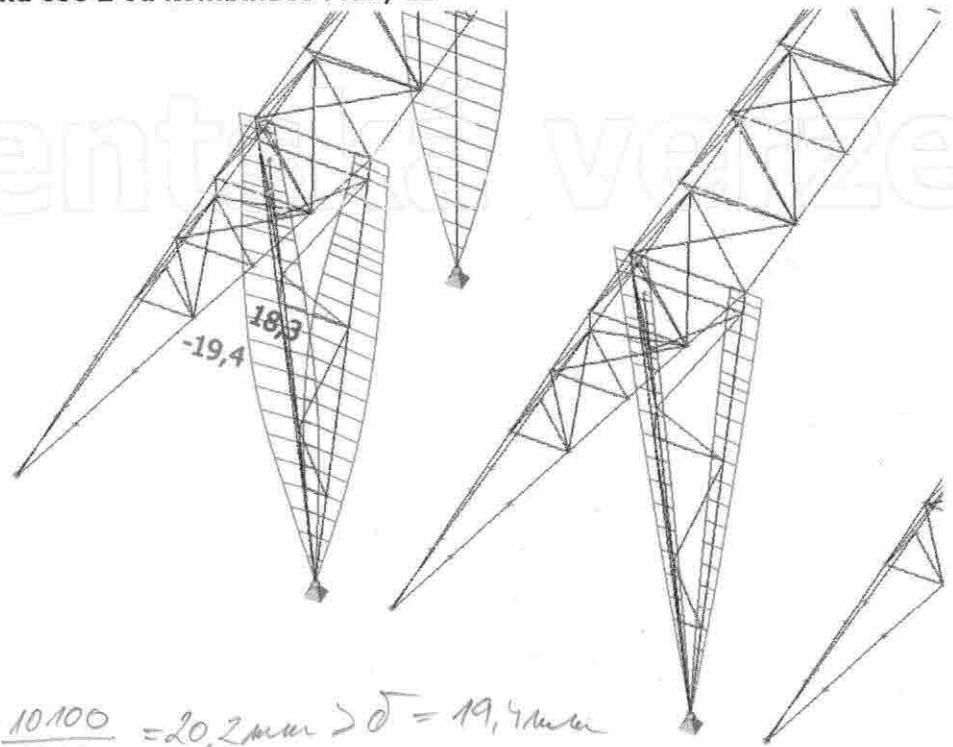
MAX TLAK - NC 10

Studentská verze

Sloupy na ose E - Reakce; Rx, Ry, Rz



maximální deformace sloupu na ose E od kombinace MSP; uz

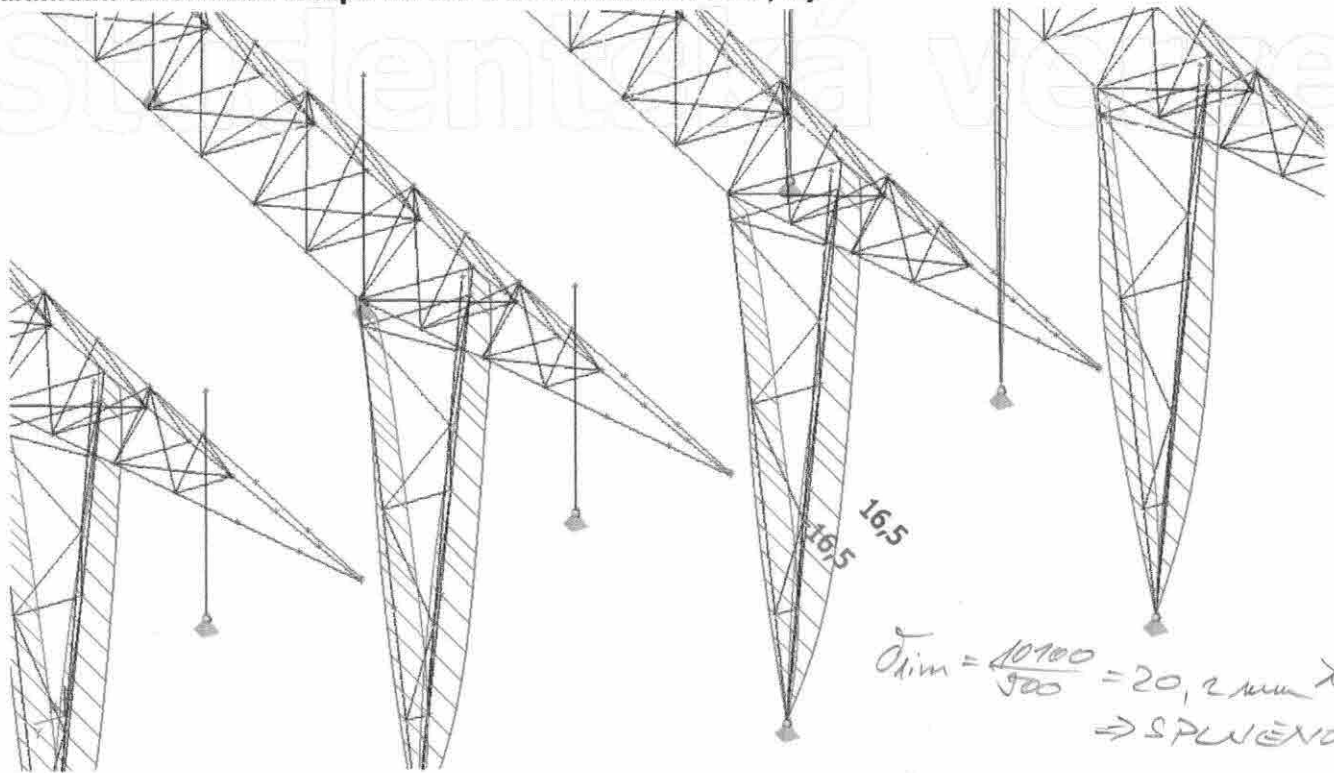


$$\sigma_{lim} = \frac{10 \cdot 100}{500} = 20,2 \text{ mm} > \sigma = 19,4 \text{ mm}$$

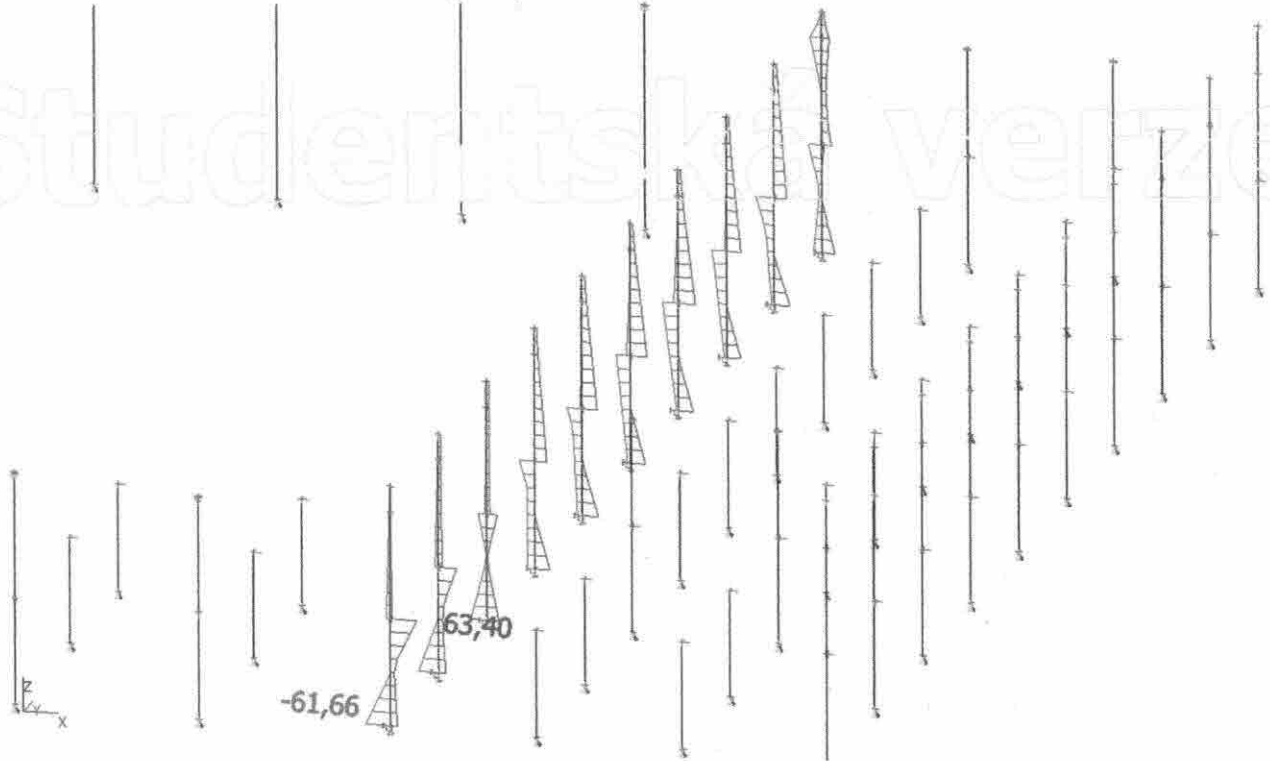
⇒ SPLNIENO

Studentská verze

maximální deformace sloupu na ose E od kombinace MSP;  $u_y$



Sloup na ose D - maximální vnitřní síly na prutu;  $M_y$

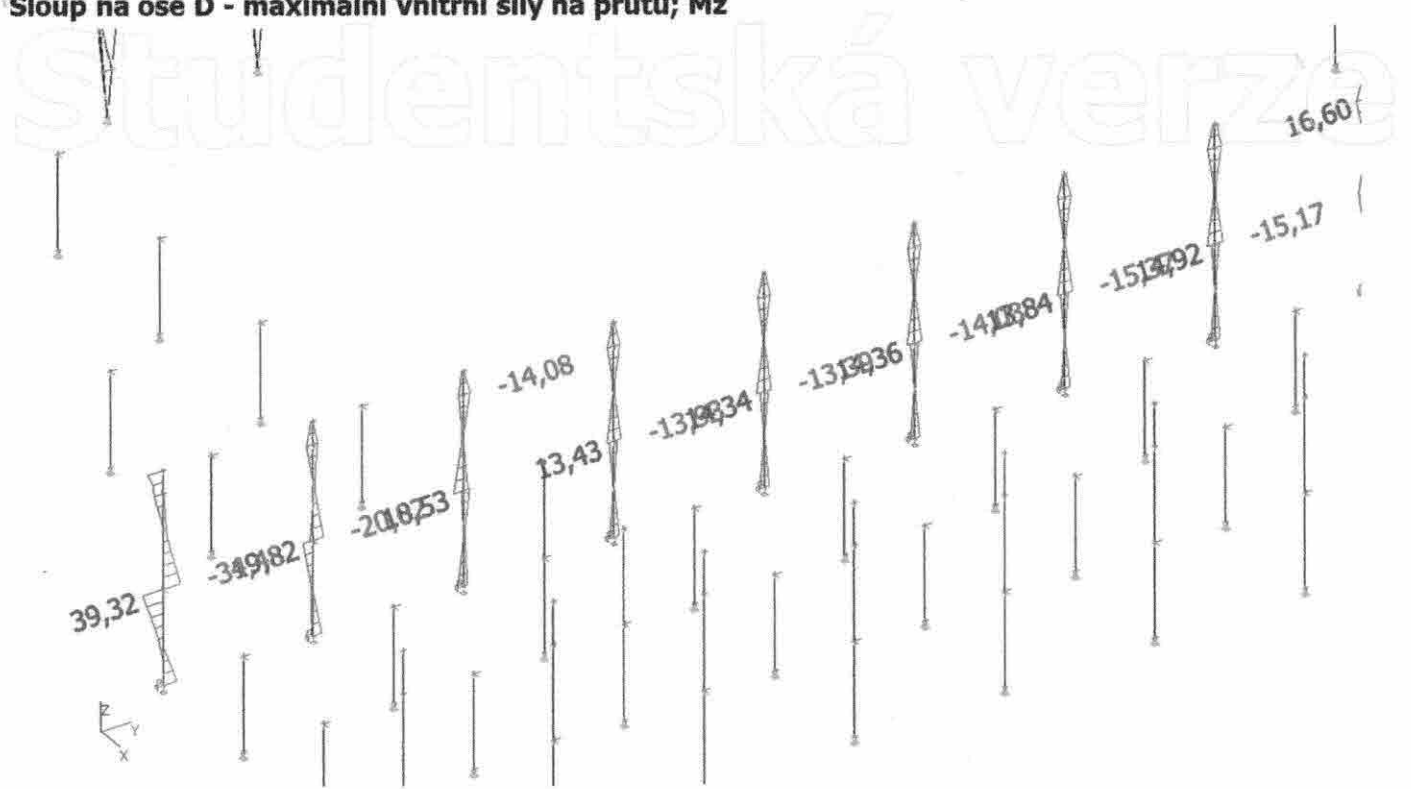


$$M_y^{\oplus} = \text{NC 9}$$

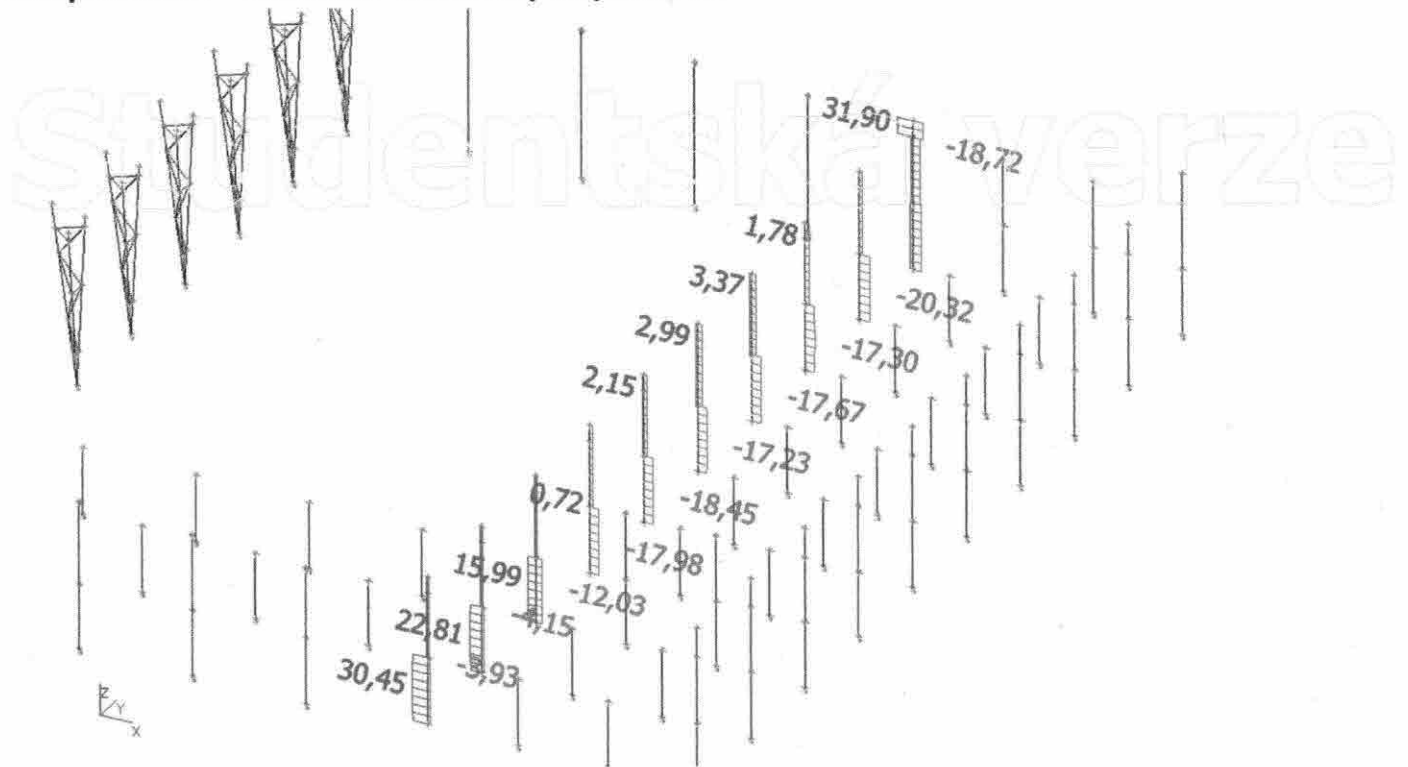
$$M_y^{\ominus} = \text{NC 9}$$

Studentská verze

Sloup na ose D - maximální vnitřní síly na prutu; Mz

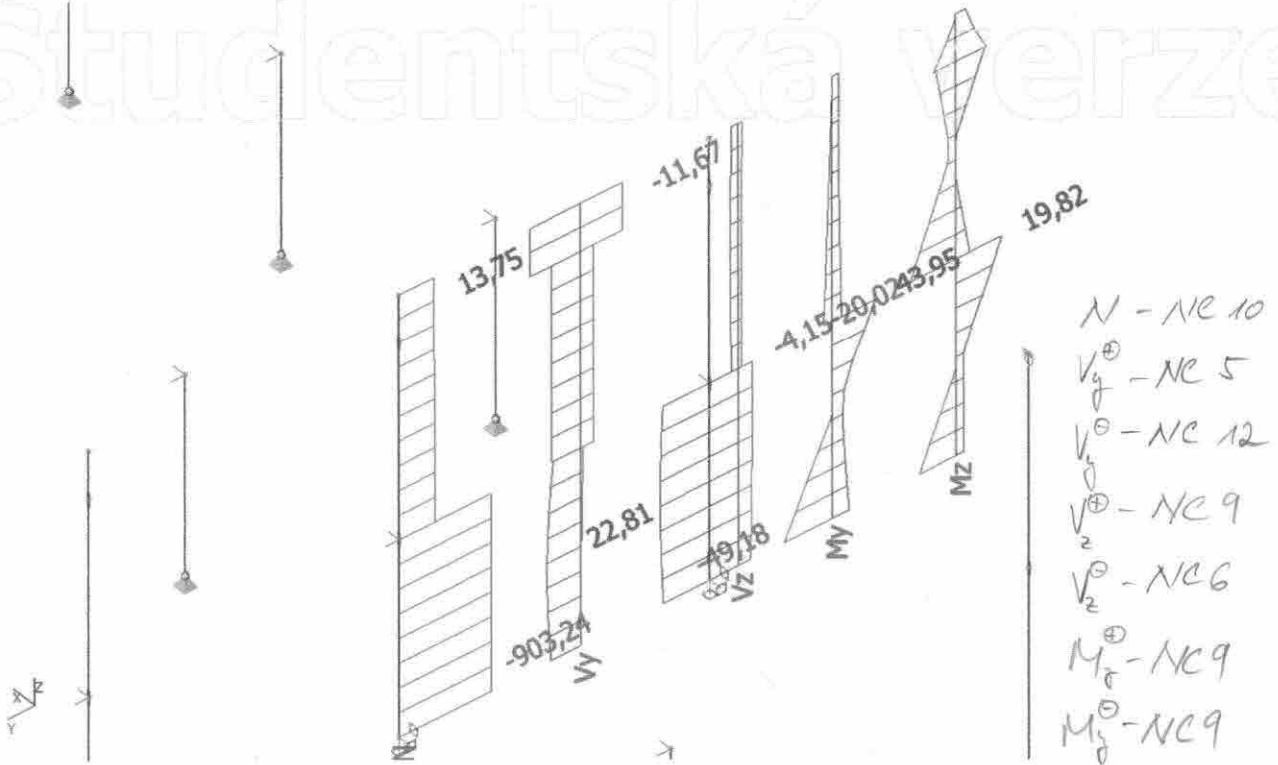


Sloup na ose D - maximální vnitřní síly na prutu; Vz

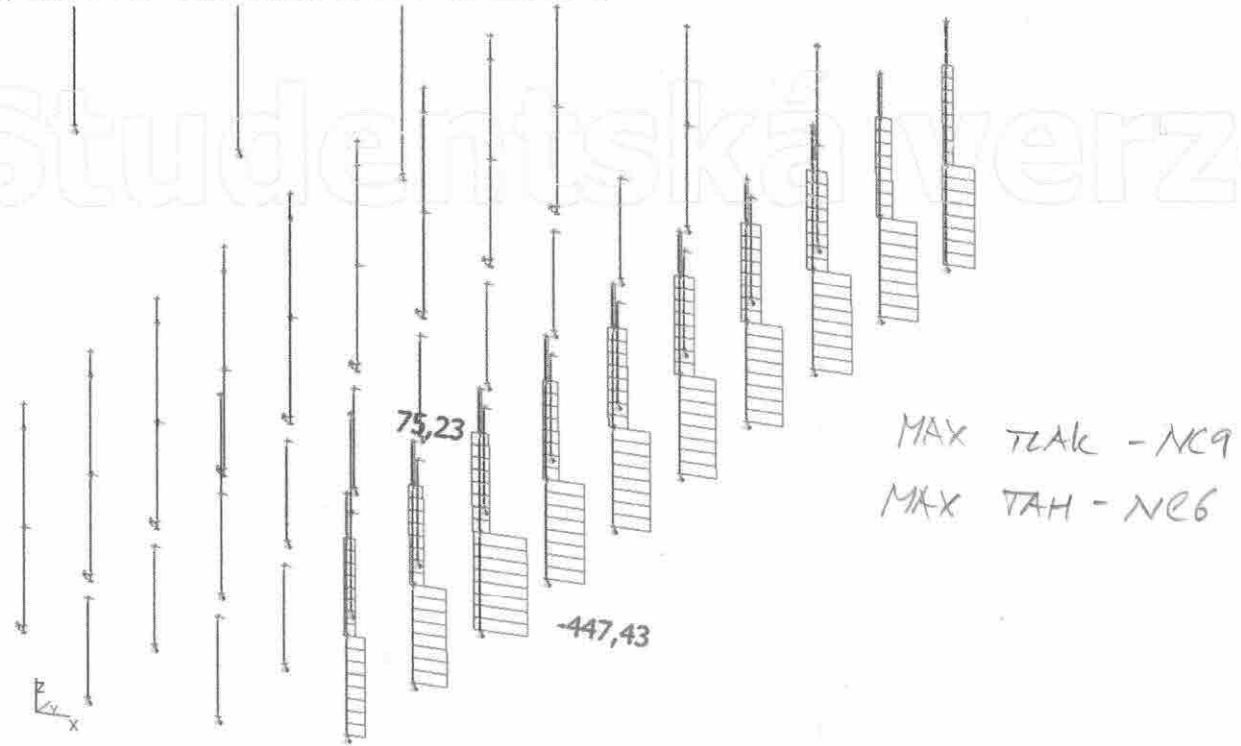


Studentská verze

**Sloup D8 - maximální vnitřní síly na prutu; N, Vy, Vz, My, Mz**



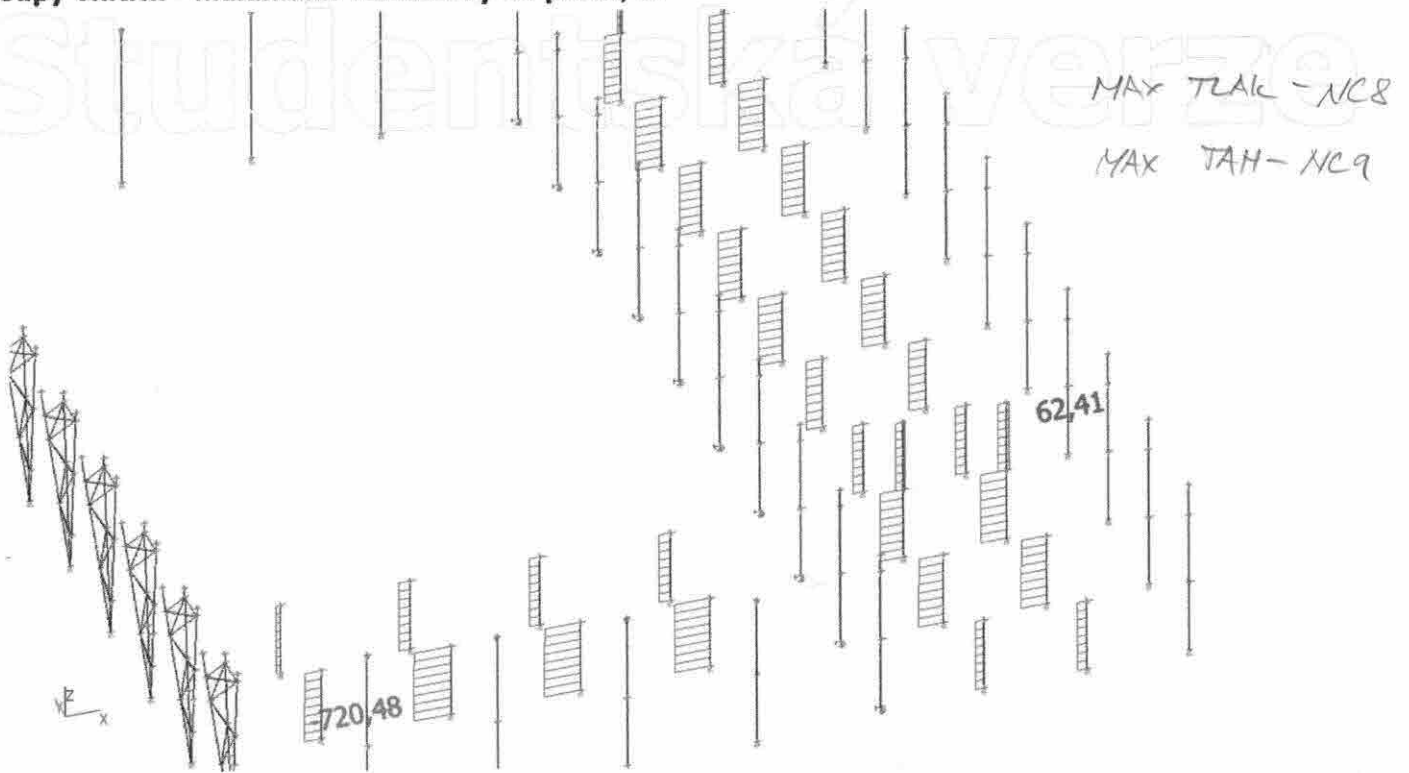
**Sloup na ose A - maximální vnitřní síly na prutu; N**



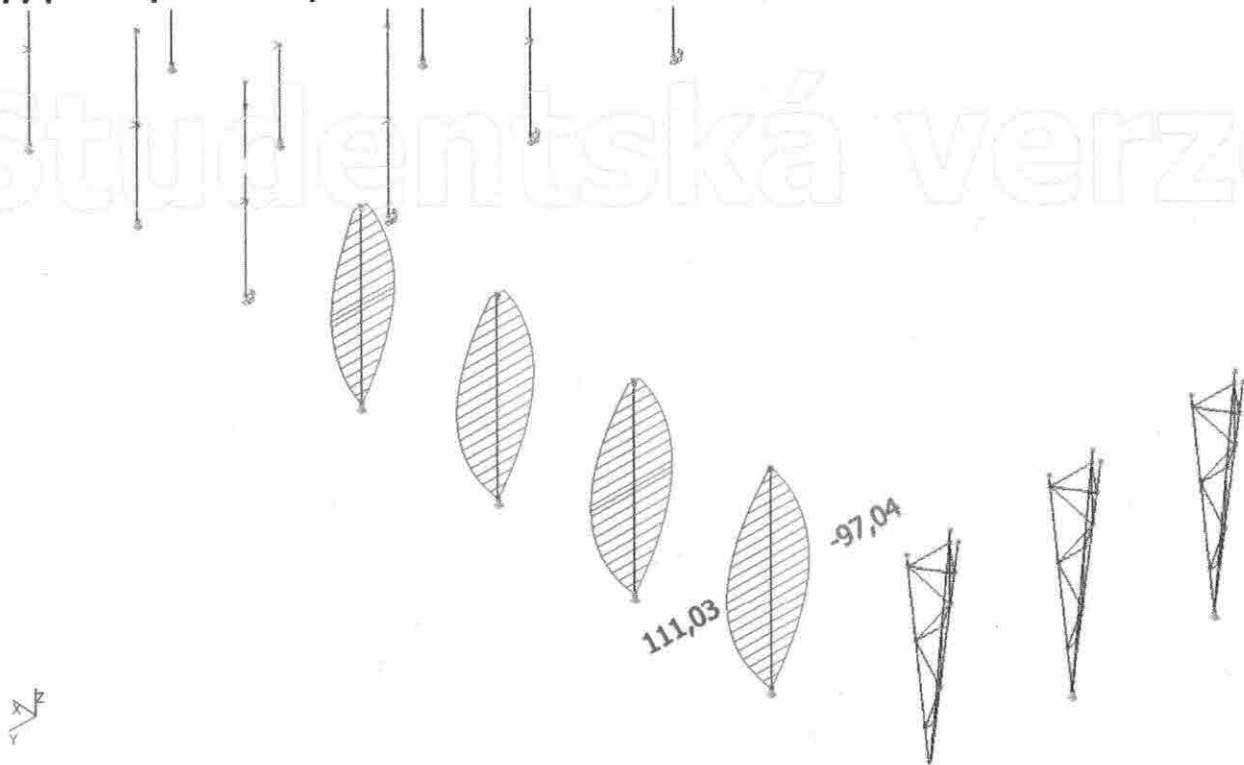
Studentská verze



Sloupy vnitřní - maximální vnitřní síly na prutu; N



Sloupy pro uchycení fasády na ose 1 - maximální vnitřní síly na prutu;  $M_y$



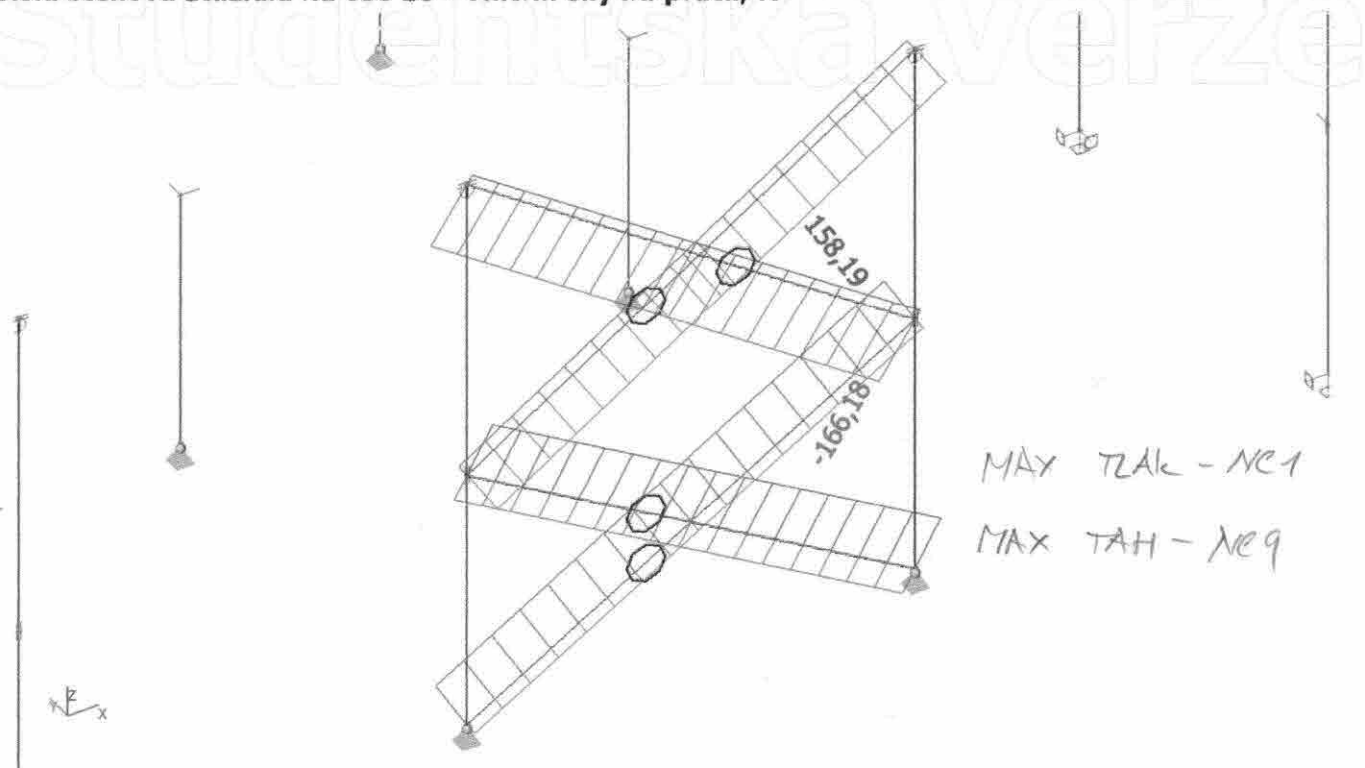
$M_y^{\oplus}$  - NC 8

$M_y^{\ominus}$  - NC 12

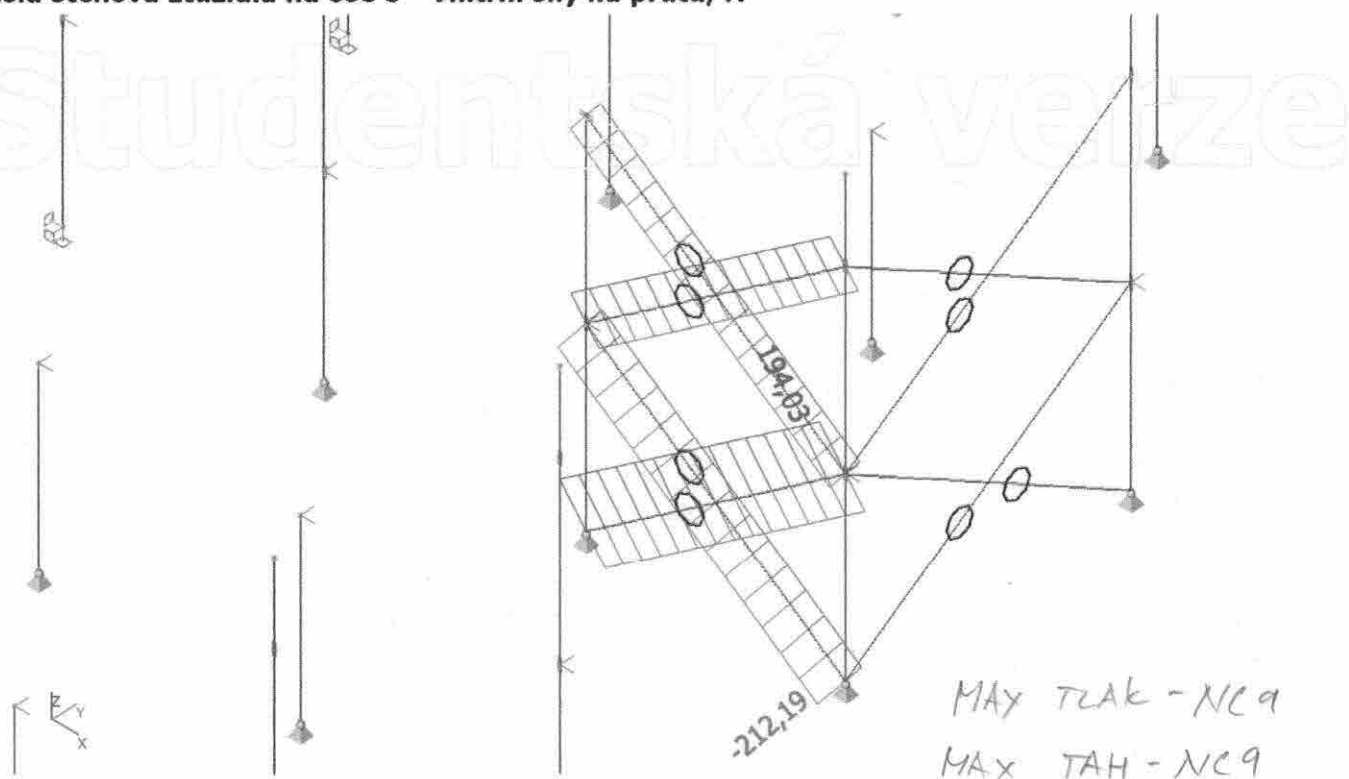
Studentská verze

### 3.07.05 SVISLÁ STĚNOVÁ ZTUŽIDLA

Svislá stěnová ztužidla na ose 10 - Vnitřní síly na prutu; N

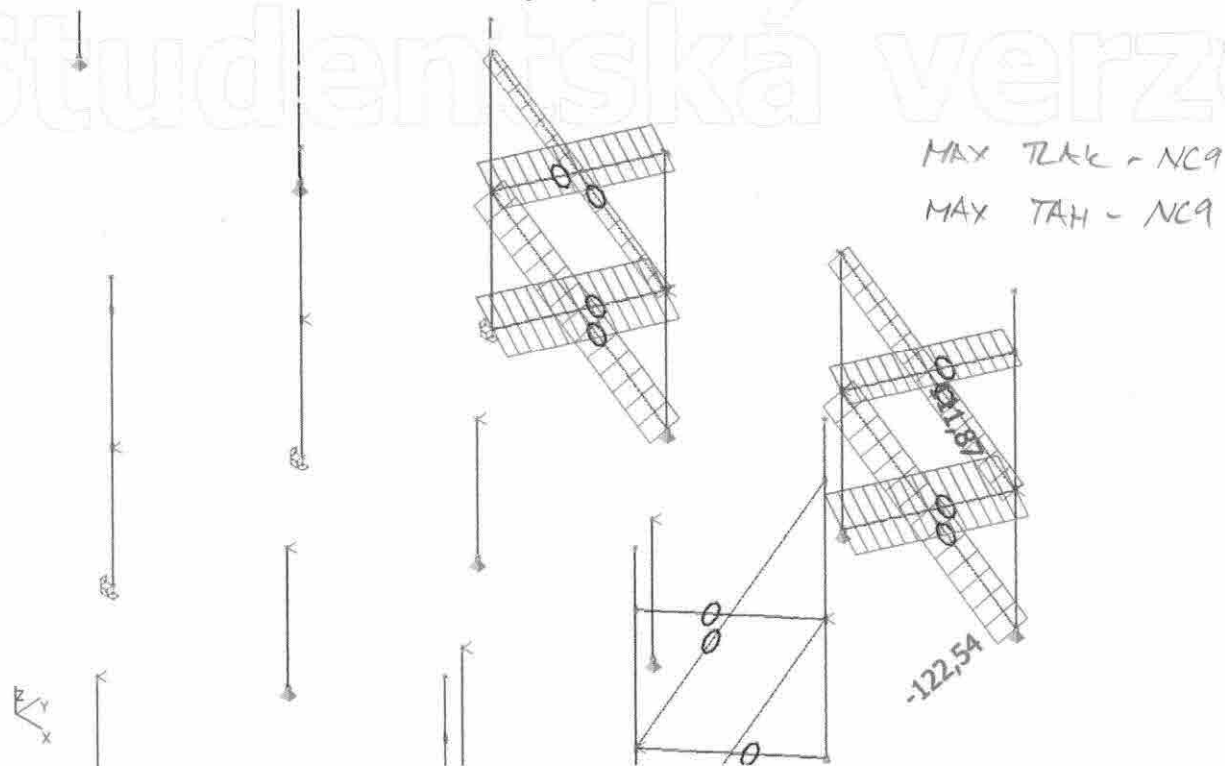


Svislá stěnová ztužidla na ose 8 - Vnitřní síly na prutu; N

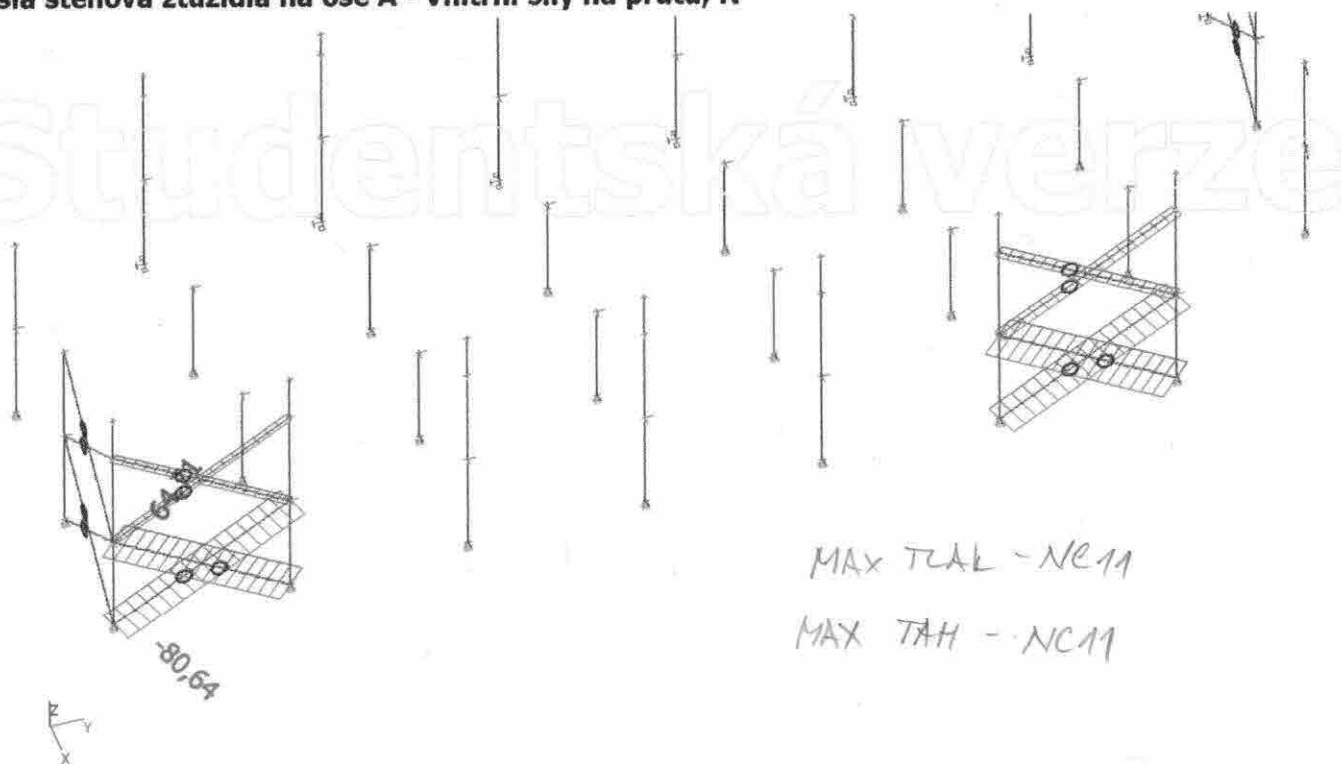


Studentská verze

Svislá stěnová ztužidla na ose 1 - Vnitřní síly na prutu; N



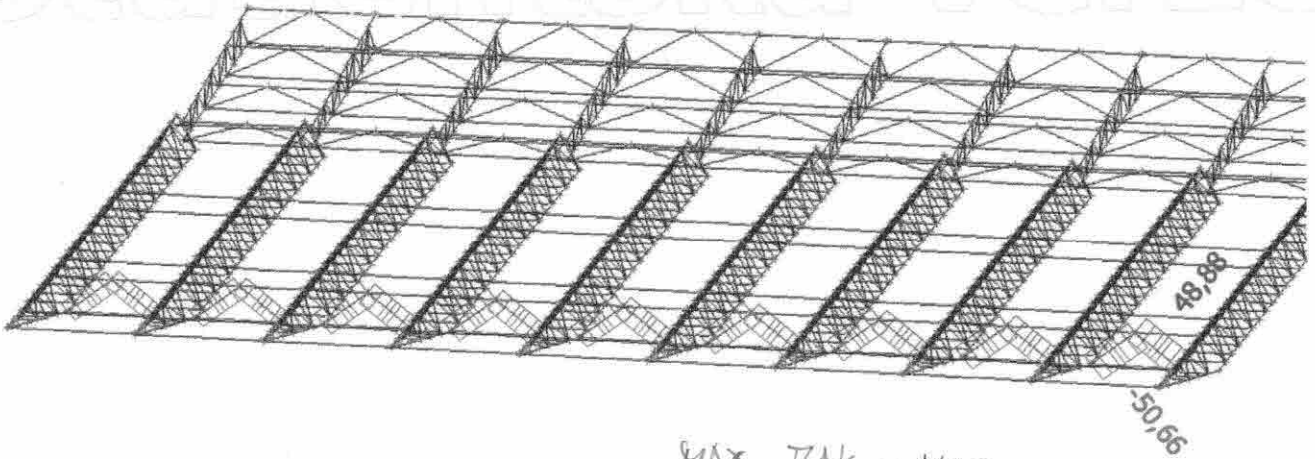
Svislá stěnová ztužidla na ose A - Vnitřní síly na prutu; N



Studentská verze

### 3.07.06 SVISLÁ ZTUŽIDLA V ROVINĚ STŘECHY

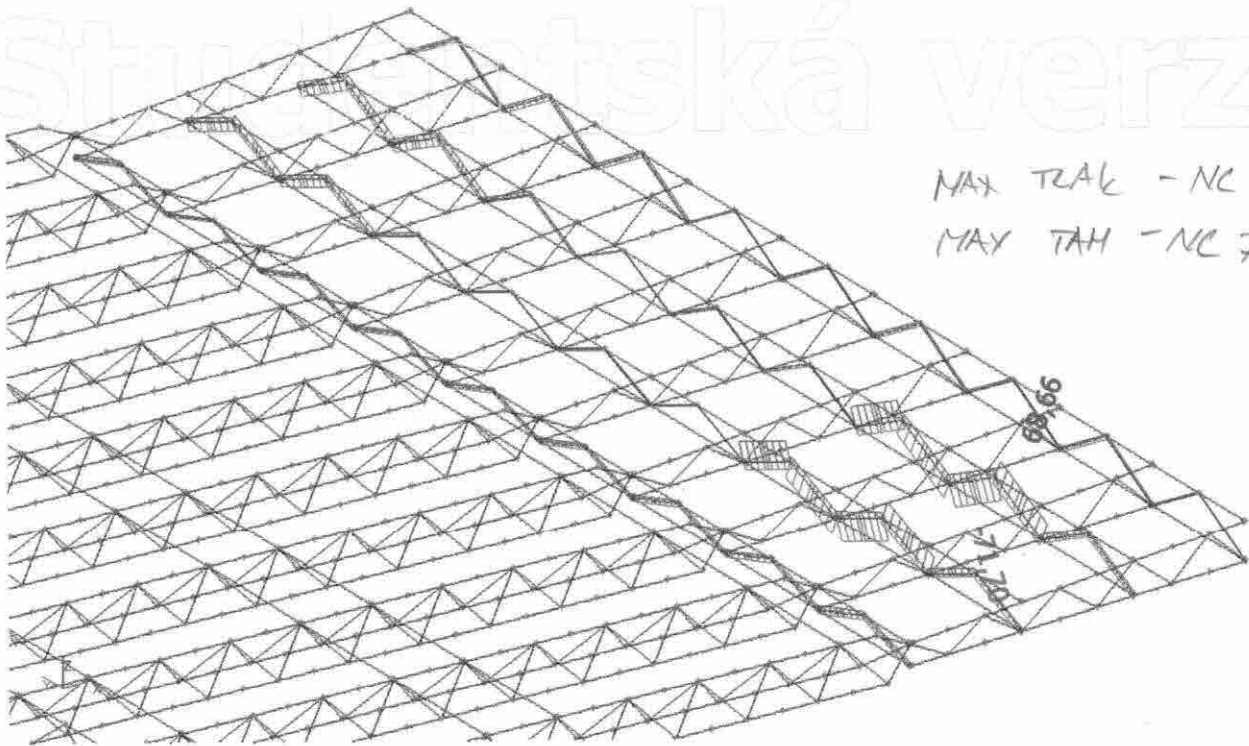
Svislá střešní ztužidla na ose E - Vnitřní síly na prutu; N



MAX TĚŽK - NC 8  
MAX TAH - NC 8



Svislá střešní ztužidla osy A-D - Vnitřní síly na prutu; N

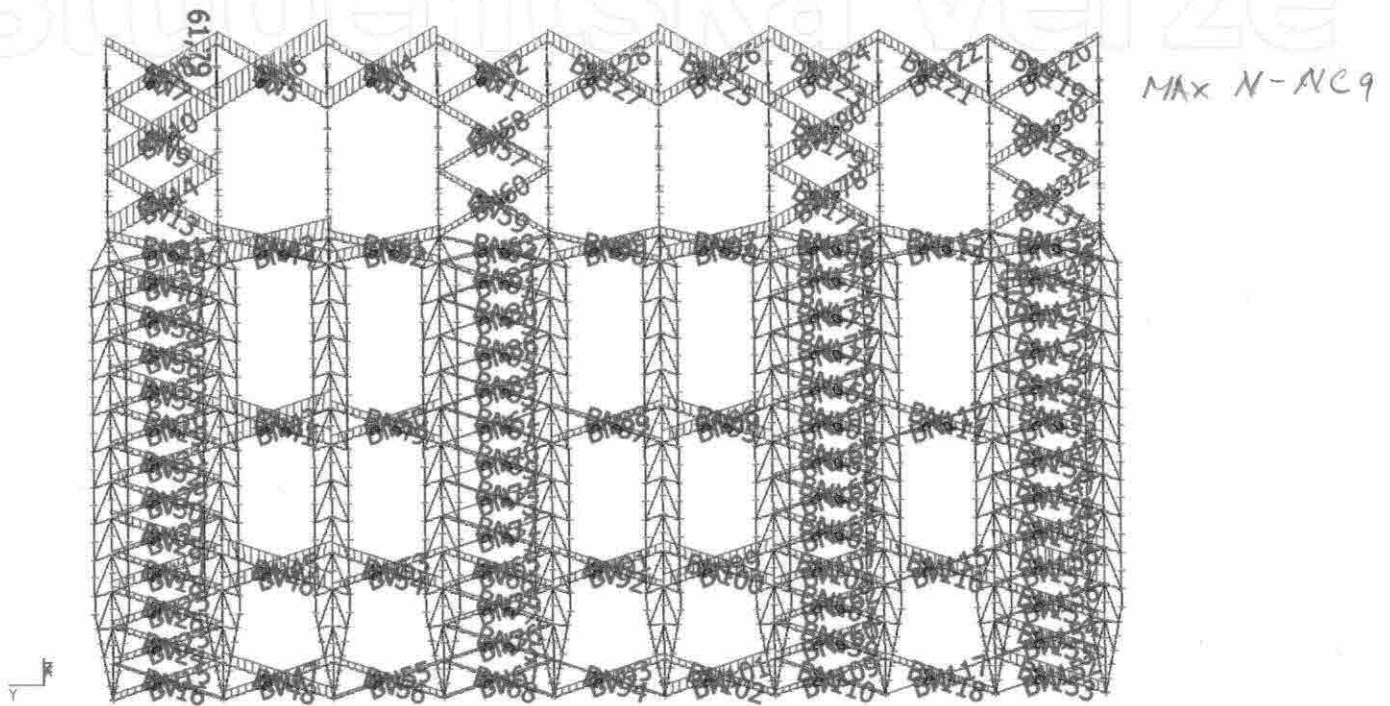


MAX TĚŽK - NC 7  
MAX TAH - NC 7

Studentská verze

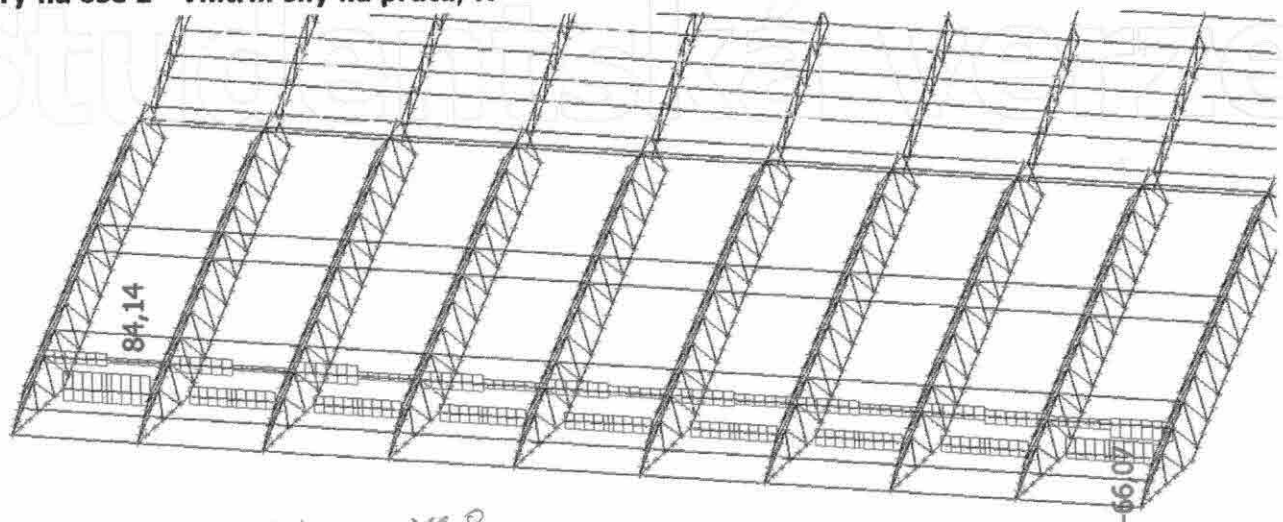
### 3.07.07 VODOROVNÁ ZTUŽIDLA VE STŘEŠNÍ ROVINĚ

Vodorovná střešní ztužidla - Vnitřní síly na prutu; N



### 3.07.08 ROZPĚRY

rozpěry na ose E - Vnitřní síly na prutu; N



MAX TLAK - NC8

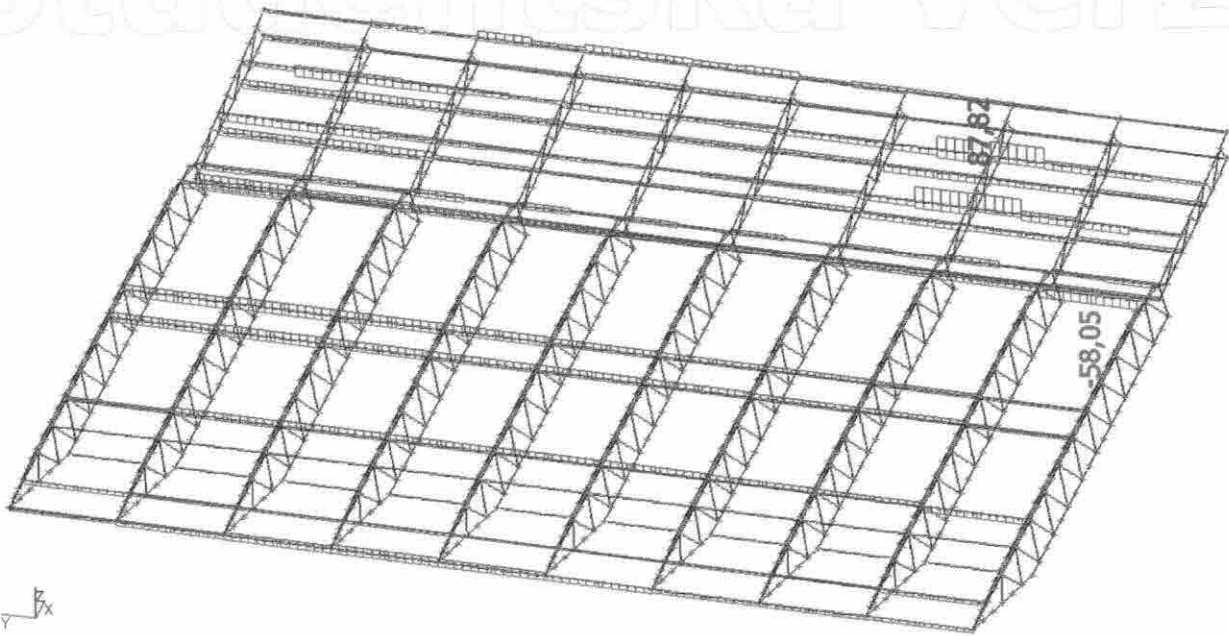
MAX TAH - NC9

Studentská verze

**Rozpěry - Vnitřní síly na prutu; N**

MAX TLAK - NC 4

MAX TAH - NC 10



**3.07.09 Průřezy**

horní pás - CHS	
Typ	CHS273.0/8.0
Materiál	S 355
Obrázek	
A [mm <sup>2</sup> ]	6,6600e+03
Iy [mm <sup>4</sup> ]	5,8520e+07
Iz [mm <sup>4</sup> ]	5,8520e+07
Wely [mm <sup>3</sup> ]	4,2900e+05
Welz [mm <sup>3</sup> ]	4,2900e+05
Wply [mm <sup>3</sup> ]	5,5311e+05
Wplz [mm <sup>3</sup> ]	5,5311e+05
Iy [mm]	94
Iz [mm]	94

diagonála - CHS	
Typ	CHS88.9/5.0
Materiál	S 355
Obrázek	
A [mm <sup>2</sup> ]	1,3200e+03
Iy [mm <sup>4</sup> ]	1,1600e+06
Iz [mm <sup>4</sup> ]	1,1600e+06
Wely [mm <sup>3</sup> ]	2,6200e+04
Welz [mm <sup>3</sup> ]	2,6200e+04
Wply [mm <sup>3</sup> ]	3,4682e+04
Wplz [mm <sup>3</sup> ]	3,4682e+04
Iy [mm]	30
Iz [mm]	30

stojka - CHS	
Typ	CHS76.1/4.0
Materiál	S 355
Obrázek	
A [mm <sup>2</sup> ]	9,0600e+02
Iy [mm <sup>4</sup> ]	5,9100e+05
Iz [mm <sup>4</sup> ]	5,9100e+05
Wely [mm <sup>3</sup> ]	1,5500e+04
Welz [mm <sup>3</sup> ]	1,5500e+04
Wply [mm <sup>3</sup> ]	2,0487e+04
Wplz [mm <sup>3</sup> ]	2,0487e+04
Iy [mm]	26
Iz [mm]	26

dolní pás - CHS	
Typ	CHS193.7/6.3
Materiál	S 355
Obrázek	
A [mm <sup>2</sup> ]	3,7100e+03
Iy [mm <sup>4</sup> ]	1,6300e+07
Iz [mm <sup>4</sup> ]	1,6300e+07
Wely [mm <sup>3</sup> ]	1,6800e+05
Welz [mm <sup>3</sup> ]	1,6800e+05
Wply [mm <sup>3</sup> ]	2,1784e+05
Wplz [mm <sup>3</sup> ]	2,1784e+05
Iy [mm]	66
Iz [mm]	66

dolní diagonála vazníku - CHS	
Typ	CHS88.9/4.0
Materiál	S 355
Obrázek	
A [mm <sup>2</sup> ]	1,0700e+03
Iy [mm <sup>4</sup> ]	9,6300e+05
Iz [mm <sup>4</sup> ]	9,6300e+05
Wely [mm <sup>3</sup> ]	2,1700e+04
Welz [mm <sup>3</sup> ]	2,1700e+04
Wply [mm <sup>3</sup> ]	2,8398e+04
Wplz [mm <sup>3</sup> ]	2,8398e+04
Iy [mm]	30
Iz [mm]	30

stojka vazníku nad sloupem - CHS	
Typ	CHS88.9/5.0
Materiál	S 355
Obrázek	
A [mm <sup>2</sup> ]	1,3200e+03
Iy [mm <sup>4</sup> ]	1,1600e+06
Iz [mm <sup>4</sup> ]	1,1600e+06
Wely [mm <sup>3</sup> ]	2,6200e+04
Welz [mm <sup>3</sup> ]	2,6200e+04
Wply [mm <sup>3</sup> ]	3,4682e+04
Wplz [mm <sup>3</sup> ]	3,4682e+04
Iy [mm]	30
Iz [mm]	30

<b>stojka - MSH</b>	
Typ	MSH50x50x3.6
Materiál	S 355
Obrázek	
A [mm <sup>2</sup> ]	6,5400e+02
Iy [mm <sup>4</sup> ]	2,3200e+05
Iz [mm <sup>4</sup> ]	2,3200e+05
Wely [mm <sup>3</sup> ]	9,2700e+03
Welz [mm <sup>3</sup> ]	9,2700e+03
Wply [mm <sup>3</sup> ]	1,1300e+04
Wplz [mm <sup>3</sup> ]	1,1300e+04
ly [mm]	19
lz [mm]	19

<b>sloup - D</b>	
Typ	HEB260
Materiál	S 355
Obrázek	
A [mm <sup>2</sup> ]	1,1840e+04
Iy [mm <sup>4</sup> ]	1,4920e+08
Iz [mm <sup>4</sup> ]	5,1350e+07
Wely [mm <sup>3</sup> ]	1,1480e+06
Welz [mm <sup>3</sup> ]	3,9500e+05
Wply [mm <sup>3</sup> ]	1,2830e+06
Wplz [mm <sup>3</sup> ]	6,0220e+05
ly [mm]	112
lz [mm]	66

<b>střeška - horní pás - MSH</b>	
Typ	MSH160x160x8.0
Materiál	S 355
Obrázek	
A [mm <sup>2</sup> ]	4,8000e+03
Iy [mm <sup>4</sup> ]	1,8300e+07
Iz [mm <sup>4</sup> ]	1,8300e+07
Wely [mm <sup>3</sup> ]	2,2900e+05
Welz [mm <sup>3</sup> ]	2,2900e+05
Wply [mm <sup>3</sup> ]	2,7200e+05
Wplz [mm <sup>3</sup> ]	2,7200e+05
ly [mm]	62
lz [mm]	62

<b>střeška - dolní pás - MSH</b>	
Typ	MSH140x140x8.0
Materiál	S 355

<b>Obrázek</b>	
A [mm <sup>2</sup> ]	4,1600e+03
Iy [mm <sup>4</sup> ]	1,2000e+07
Iz [mm <sup>4</sup> ]	1,2000e+07
Wely [mm <sup>3</sup> ]	1,7100e+05
Welz [mm <sup>3</sup> ]	1,7100e+05
Wply [mm <sup>3</sup> ]	2,0400e+05
Wplz [mm <sup>3</sup> ]	2,0400e+05
ly [mm]	54
lz [mm]	54

<b>střeška - stojka - MSH</b>	
Typ	MSH100x50x4.0
Materiál	S 355
Obrázek	
A [mm <sup>2</sup> ]	1,1200e+03
Iy [mm <sup>4</sup> ]	1,4000e+06
Iz [mm <sup>4</sup> ]	4,6200e+05
Wely [mm <sup>3</sup> ]	2,7900e+04
Welz [mm <sup>3</sup> ]	1,8500e+04
Wply [mm <sup>3</sup> ]	3,5200e+04
Wplz [mm <sup>3</sup> ]	2,1500e+04
ly [mm]	35
lz [mm]	20

<b>střeška - diagonála - MSH</b>	
Typ	MSH100x60x5.0
Materiál	S 355
Obrázek	
A [mm <sup>2</sup> ]	1,4700e+03
Iy [mm <sup>4</sup> ]	1,8900e+06
Iz [mm <sup>4</sup> ]	8,3600e+05
Wely [mm <sup>3</sup> ]	3,7800e+04
Welz [mm <sup>3</sup> ]	2,7900e+04
Wply [mm <sup>3</sup> ]	4,7400e+04
Wplz [mm <sup>3</sup> ]	3,2900e+04
ly [mm]	36
lz [mm]	24

<b>sloup E</b>	
Typ	CHS193.7/6.3
Materiál	S 355

<b>Obrázek</b>	
A [mm <sup>2</sup> ]	3,7100e+03
Iy [mm <sup>4</sup> ]	1,6300e+07
Iz [mm <sup>4</sup> ]	1,6300e+07
Wely [mm <sup>3</sup> ]	1,6800e+05
Welz [mm <sup>3</sup> ]	1,6800e+05
Wply [mm <sup>3</sup> ]	2,1784e+05
Wplz [mm <sup>3</sup> ]	2,1784e+05
ly [mm]	66
lz [mm]	66

<b>sloup B,C</b>	
Typ	HEB200
Materiál	S 355
Obrázek	
A [mm <sup>2</sup> ]	7,8080e+03
Iy [mm <sup>4</sup> ]	5,6960e+07
Iz [mm <sup>4</sup> ]	2,0030e+07
Wely [mm <sup>3</sup> ]	5,6960e+05
Welz [mm <sup>3</sup> ]	2,0030e+05
Wply [mm <sup>3</sup> ]	6,4250e+05
Wplz [mm <sup>3</sup> ]	3,0580e+05
ly [mm]	85
lz [mm]	51

<b>sloup fasádní</b>	
Typ	CHS114.3/5.0
Materiál	S 355
Obrázek	
A [mm <sup>2</sup> ]	1,7200e+03
Iy [mm <sup>4</sup> ]	2,5700e+06
Iz [mm <sup>4</sup> ]	2,5700e+06
Wely [mm <sup>3</sup> ]	4,5000e+04
Welz [mm <sup>3</sup> ]	4,5000e+04
Wply [mm <sup>3</sup> ]	5,8832e+04
Wplz [mm <sup>3</sup> ]	5,8832e+04
ly [mm]	39
lz [mm]	39

<b>diagonály sloupu - CHS</b>	
Typ	CHS60.3/5.0
Materiál	S 355
Obrázek	
A [mm <sup>2</sup> ]	8,6900e+02
Iy [mm <sup>4</sup> ]	3,3500e+05

Iz [mm <sup>4</sup> ]	3,3500e+05
Wely [mm <sup>3</sup> ]	1,1100e+04
Welz [mm <sup>3</sup> ]	1,1100e+04
Wply [mm <sup>3</sup> ]	1,5090e+04
Wplz [mm <sup>3</sup> ]	1,5090e+04
Iy [mm]	20
Iz [mm]	20

**průvlak**

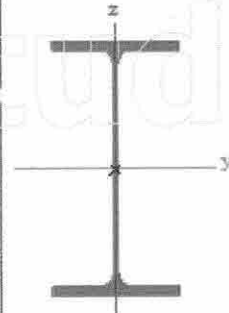
Typ	IPE330
Materiál	S 355
Obrázek	



A [mm <sup>2</sup> ]	6,2600e+03
Iy [mm <sup>4</sup> ]	1,1770e+08
Iz [mm <sup>4</sup> ]	7,8800e+06
Wely [mm <sup>3</sup> ]	7,1300e+05
Welz [mm <sup>3</sup> ]	9,8500e+04
Wply [mm <sup>3</sup> ]	8,0400e+05
Wplz [mm <sup>3</sup> ]	1,5400e+05
Iy [mm]	137
Iz [mm]	35

**stropnice**

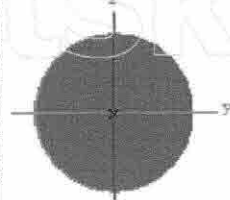
Typ	IPE300
Materiál	S 235
Obrázek	



A [mm <sup>2</sup> ]	5,3800e+03
Iy [mm <sup>4</sup> ]	8,3560e+07
Iz [mm <sup>4</sup> ]	6,0400e+06
Wely [mm <sup>3</sup> ]	5,5700e+05
Welz [mm <sup>3</sup> ]	8,0500e+04
Wply [mm <sup>3</sup> ]	6,2800e+05
Wplz [mm <sup>3</sup> ]	1,2500e+05
Iy [mm]	125
Iz [mm]	34

**diagonála střechy**

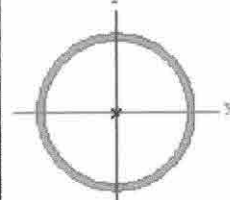
Typ	RD30
Materiál	S 450 M/ML
Obrázek	



A [mm <sup>2</sup> ]	7,0650e+02
Iy [mm <sup>4</sup> ]	3,8928e+04
Iz [mm <sup>4</sup> ]	3,8928e+04
Wely [mm <sup>3</sup> ]	2,5952e+03
Welz [mm <sup>3</sup> ]	2,5952e+03
Wply [mm <sup>3</sup> ]	4,4290e+03
Wplz [mm <sup>3</sup> ]	4,4290e+03
Iy [mm]	7
Iz [mm]	7

**svíslé diagonály stěn 8, 10**

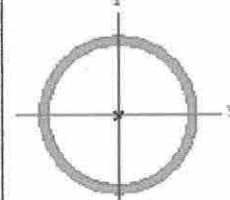
Typ	CHS114.3/5.0
Materiál	S 355
Obrázek	



A [mm <sup>2</sup> ]	1,7200e+03
Iy [mm <sup>4</sup> ]	2,5700e+06
Iz [mm <sup>4</sup> ]	2,5700e+06
Wely [mm <sup>3</sup> ]	4,5000e+04
Welz [mm <sup>3</sup> ]	4,5000e+04
Wply [mm <sup>3</sup> ]	5,8832e+04
Wplz [mm <sup>3</sup> ]	5,8832e+04
Iy [mm]	39
Iz [mm]	39

**svíslé diagonály stěn 1, A**

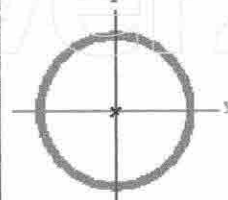
Typ	CHS88.9/5.0
Materiál	S 355
Obrázek	



A [mm <sup>2</sup> ]	1,3200e+03
Iy [mm <sup>4</sup> ]	1,1600e+06
Iz [mm <sup>4</sup> ]	1,1600e+06
Wely [mm <sup>3</sup> ]	2,6200e+04
Welz [mm <sup>3</sup> ]	2,6200e+04
Wply [mm <sup>3</sup> ]	3,4682e+04
Wplz [mm <sup>3</sup> ]	3,4682e+04
Iy [mm]	30
Iz [mm]	30

**svíslé diagonály střechy**

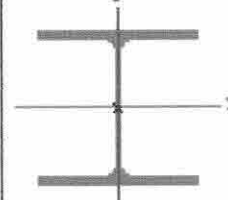
Typ	CHS88.9/4.0
Materiál	S 355
Obrázek	



A [mm <sup>2</sup> ]	1,0700e+03
Iy [mm <sup>4</sup> ]	9,6300e+05
Iz [mm <sup>4</sup> ]	9,6300e+05
Wely [mm <sup>3</sup> ]	2,1700e+04
Welz [mm <sup>3</sup> ]	2,1700e+04
Wply [mm <sup>3</sup> ]	2,8398e+04
Wplz [mm <sup>3</sup> ]	2,8398e+04
Iy [mm]	30
Iz [mm]	30

**Sloup fasádní - osa 1 a 10 - HEB**

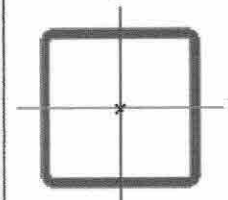
Typ	HEA300
Materiál	S 355
Obrázek	



A [mm <sup>2</sup> ]	1,1300e+04
Iy [mm <sup>4</sup> ]	1,8300e+08
Iz [mm <sup>4</sup> ]	6,3100e+07
Wely [mm <sup>3</sup> ]	1,2600e+06
Welz [mm <sup>3</sup> ]	4,2100e+05
Wply [mm <sup>3</sup> ]	1,3833e+06
Wplz [mm <sup>3</sup> ]	6,4167e+05
Iy [mm]	127
Iz [mm]	75

**rozpěry A-E**

Typ	MSH90x90x5.0
Materiál	S 355
Obrázek	



A [mm <sup>2</sup> ]	1,6700e+03
Iy [mm <sup>4</sup> ]	2,0000e+06
Iz [mm <sup>4</sup> ]	2,0000e+06
Wely [mm <sup>3</sup> ]	4,4400e+04
Welz [mm <sup>3</sup> ]	4,4400e+04
Wply [mm <sup>3</sup> ]	5,3000e+04
Wplz [mm <sup>3</sup> ]	5,3000e+04
Iy [mm]	35
Iz [mm]	35

**Vysvětlivky symbolů**

A	Plocha
Iy	Moment setrvačnosti kolem hlavní osy y
Iz	Moment setrvačnosti kolem hlavní osy z
Wely	Pružný modul průřezu k hlavní ose y
Welz	Pružný modul průřezu k hlavní ose z

**Vysvětlivky symbolů**

Wply	Plastický modul průřezu k hlavní ose y
Wplz	Plastický modul průřezu k hlavní ose z
Iy	Poloměr setrvačnosti kolem hlavní osy y
Iz	Poloměr setrvačnosti kolem hlavní osy z