

Univerzita Pardubice

Dopravní fakulta Jana Pernera

Statický přepoččet příhradové ocelové konstrukce v km 0,854 trati Chlumeč nad
Cidlinou (mimo) – Miedzylesie (PKP) (mimo)
Diplomová práce

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera
Akademický rok: 2019/2020

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE (projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. Jan Voříšek**
Osobní číslo: **D19776**
Studijní program: **N3607 Stavební inženýrství**
Studijní obor: **Dopravní stavitelství**
Téma práce: **Statický přepoččet příhradové ocelové mostní konstrukce v km 0,854 trati Chlumec nad Cidlinou (mimo) – Miedzylesie (PKP) (mimo).**
Zadávací katedra: **Katedra dopravního stavitelství**

Zásady pro vypracování

Provedte statický přepoččet příhradové ocelové mostní konstrukce v km 0,854 trati Pardubice – Hradec Králové dle SŽDC MP pro určování zatížitelnosti železničních mostních objektů.

Zpracujte:

1. Technickou zprávu
2. Situaci M 1:500 (M 1:200)
3. Přehledný výkres – starý stav M 1:250/50 (M1:100/50)
4. Přehledný výkres – nový stav M 1:250/50 (M1:100/50)
5. Sestava OK – zesílení
6. Statický výpočet, vč. přepočtu spojů a výpočtu zatížitelnosti.
7. Fotodokumentace

Rozsah pracovní zprávy:
Rozsah grafických prací:
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**

Seznam doporučené literatury:

1. SŽDC MP pro určování zatížitelnosti železničních mostních objektů
2. ČSN EN 1990
3. ČSN EN 1991
4. ČSN EN 1993-1-1
5. ČSN EN 1993-2
6. Dle upřesnění vedoucího diplomové práce v průběhu jejího vypracování

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Bohumil Culek, Ph.D.**
Katedra dopravního stavitelství

Datum zadání diplomové práce: **28. února 2020**

Termín odevzdání diplomové práce: **29. února 2020**

L.S.

doc. Ing. Libor Švadlenka, Ph.D.
děkan

Ing. Aleš Šmejda, Ph.D.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 29. října 2018

Prohlašuji:

Práci s názvem Statický přepočet příhradové ocelové mostní konstrukce v km 0,854 trati Chlumec nad Cidlinou (mimo) - Miedzylesie (PKP) (mimo), jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury. Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Beru na vědomí, že v souladu s § 47 b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 7/2019 Pravidla pro odevzdávání, zveřejňování a formální úpravu závěrečných prací, ve znění pozdějších dodatků, bude práce zveřejněna prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice

V Benešově dne 23.8.2021

Bc. Jan Voříšek v.r.

Poděkování:

Děkuji svému vedoucímu diplomové práce doc. Ing. Bohumilu Culkovi, Ph.D. nejen za pomoc, připomínky a usměrnění, které mi poskytl, ale především také za trpělivost, se kterou mou práci vedl. Dále děkuji Ing. Petru Novákovi za poskytnuté informace a výkresové materiály ocelové konstrukce zkoumaného mostu.

Anotace

Předmětem diplomové práce je statická analýza a přepočítání příhradové ocelové mostní konstrukce pomocí výpočtového programu SCIA Engineer. Most je situován v km 0,854 trati Chlumeck nad Cidlinou (mimo) - Miedzylesie (PKP) (mimo) – TÚ 1302, DÚ 02 – Chlumeck nad Cidlinou – Nové Město nad Moravou. Mostní konstrukce je příhradová, nýtovaná s mezilehlou prvkovou mostovkou. V práci je posouzena únosnost a zatížitelnost prvků hlavního nosníku a mostovky dle platných českých a evropských norem.

Klíčová slova

Ocelová mostní konstrukce, statický přepočítání, zatížení, zatížitelnost, model LM71, mostovka, prut, příčník, podélník

Title

Reanalysis of steel truss bridge structure in a track - 0.854 km Chlumeck nad Cidlinou (outside) - Miedzylesie (PKP) (outside).

Annotation

The subject of the diploma thesis is the static analysis and recalculation of railway, lattice steel bridge structure using the calculation program SCIA Engineer. The bridge is situated at km 0.854 of the line Chlumeck nad Cidlinou (outside) - Miedzylesie (PKP) (outside) - TÚ 1302, DÚ 02 - Chlumeck nad Cidlinou - Nové Město nad Moravou. The bridge structure is a lattice, riveted with an intermediate element bridge deck. The work assesses the load-bearing capacity of the elements of the main beam and bridge deck according to valid Czech and European standards. Keywords.

Keywords

Steel bridge construction, static analysis, load, load-bearing capacity, model LM71, bridge deck, beam, cross girder, longitudinal.

Obsah diplomové práce

1. Technická zpráva
2. Statický přepočet a výpočet zatížitelnosti podle příslušných norem a Metodického pokynu pro určování zatížitelnosti.
3. Fotodokumentace
4. Výkresová dokumentace
5. Příloha – Průřezové charakteristiky (Scia Engineer)

Cíl diplomové práce

Cílem diplomové práce je statické posouzení únosnosti ocelové nosné konstrukce – hlavní nosník spolu s mostovkou dle platných českých a evropských norem. Dále práce řeší stanovení zatížitelnosti jednotlivých prvků konstrukce. Byla vytvořena technická zpráva a výkresová dokumentace – dispozice mostního objektu.

Mostní objekt tvoří dva příhradové, ocelové, nýtované nosníky, prvková zapuštěná mostovka s plnostěnnými příčnicími i podélníky a mostnice. Každý prvek ocelové konstrukce byl posouzen na maximální hodnoty vnitřních sil.

Celá ocelová nosná konstrukce byla vymodelována a zatížena pomocí programu Scia Engineer. Zatížení konstrukce tvoří zatížení stálé - vlastní tíhou konstrukce, tíhou podlahových plechů, zábradlí, pojistných úhelníků, dále také zatížení proměnné - větrem dle ČSN EN 1991-1-4, zatížení zatěžovacím modelem UIC 71 (ČSN EN 1991-2), brzdové/rozjezdové síly a rázy. Výsledné hodnoty vnitřních sil byly využity k výpočtu únosnosti a zatížitelnosti.

Průřezy hlavního nosníku byly posouzeny na únosnost v tlaku, průřezy dolního pásu pak na únosnost v tahu, tedy na účinky namáhání, které v těchto prvcích dominovalo. Stejně tak byly posouzeny svislice a diagonály (tah/tlak). Podélník i příčník byl posouzen také na lokální ztrátu stability (boulení) a smyk (návrhová únosnost).

Nakonec u všech prvků nosné konstrukce byl proveden výpočet zatížitelnosti dle Metodického pokynu pro určování zatížitelnosti mostních objektů Správy Železnic, s.o..

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera

Statický přepoččet příhradové ocelové mostní konstrukce v km 0,854 trati
Chlumec nad Cidlinou (mimo) - Miedzylesie (PKP) (mimo)

TECHNICKÁ ZPRÁVA

Zpracoval: Bc. Jan Voříšek

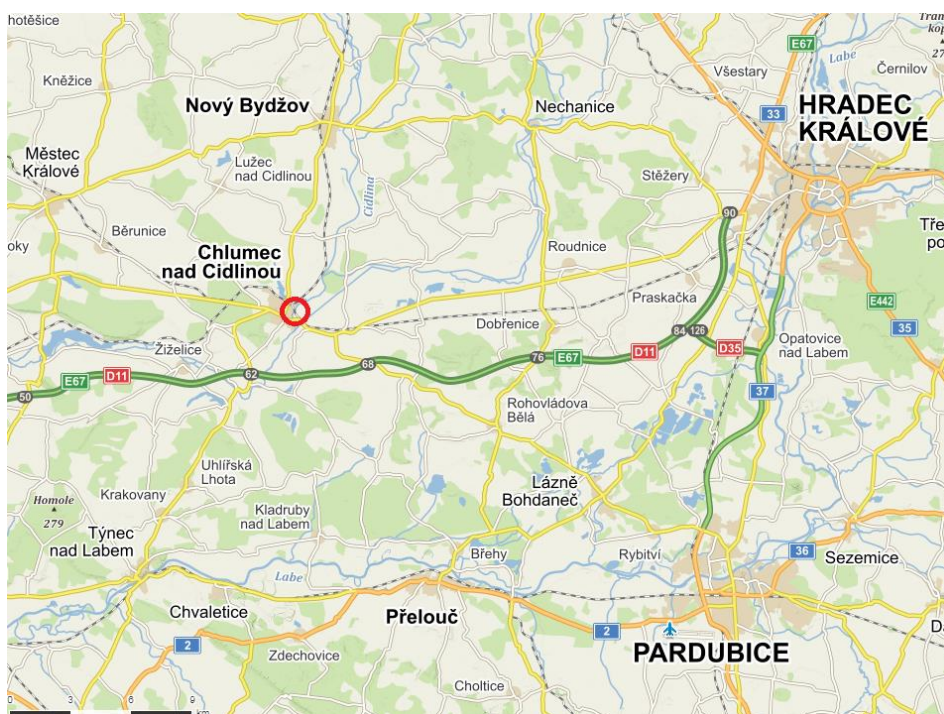
Vedoucí práce: doc. Ing. Bohumil Culek, Ph.D.

Obsah

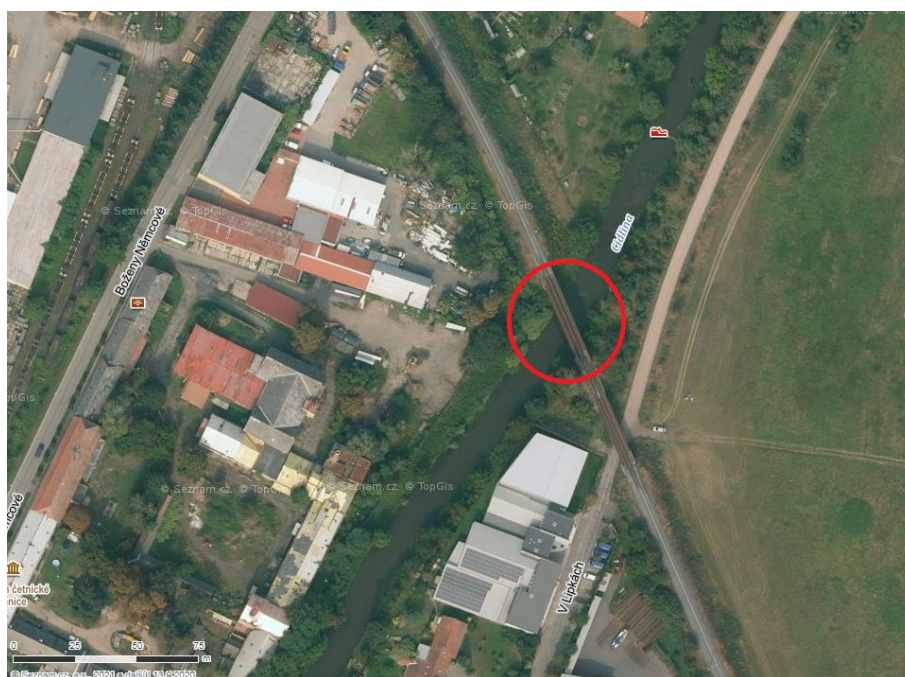
| | |
|-----------------------------------------------|----|
| 1. Úvod..... | 11 |
| 2. Popis objektu | 12 |
| 3. Popis nosné konstrukce | 13 |
| 4. Spodní stavba..... | 15 |
| 5. Železniční svršek | 15 |
| 6. Mostní vybavení..... | 15 |
| 7. Jiné a cizí zařízení a okolí objektu | 15 |
| 8. Materiál nosné konstrukce | 16 |
| 9. Model konstrukce | 16 |
| 11. Použitá Literatura..... | 20 |

1. Úvod

Cílem práce je statický přepočet příhradové ocelové mostní konstrukce v km 0,854 trati Chlumeck nad Cidlinou (mimo) - Miedzylesie (PKP) (mimo) – TÚ 1302, DÚ 02 – Chlumeck nad Cidlinou – Nové Město nad Moravou. Železniční most přemostňuje jednokolejnou trať přes řeku Cidlinu.



Obrázek 1- Umístění mostního objektu na mapě [3].



Obrázek 2- Detail širších vztahů [3].



Obrázek 3- Pohled na mostní objekt [vlastní foto]

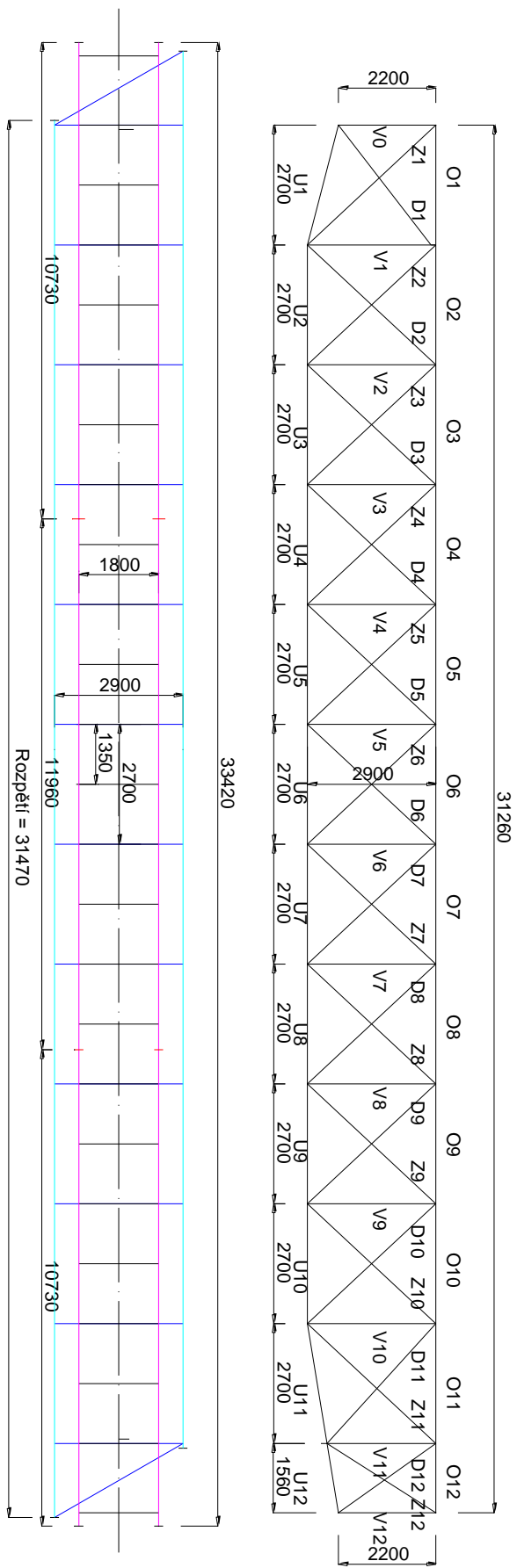
2. Popis objektu

- Souřadnice středu mostního objektu: GPS: 50°9'29.608"N, 15°27'57.996"E.
- Typ konstrukce: Příhradová ocelová, trémová, nýtovaná konstrukce se zapuštěnou prvkovou mostovkou, prostý nosník. Ukončení konstrukce šikmé, ukončení mostovky kolmé.
- Mostní objekt šikmý, šikmost objektu pravá.
- Délka mostu: 47,80 m (MES)
- Šířka mostu: 5,65 m (MES)
- Výška objektu: 8,20 (MES)
- Délka přemostění: 30,00 m (MES)
- Rozpětí: 31,30 m
- Úhel křížení: cca 61°50'
- Počet kolejí: 1
- Počet nosných konstrukcí: 1
- Počet otvorů: 1

- Přemostovaná překážka: trvalý vodní tok
- Směr vodního toku: zleva [1]

3. Popis nosné konstrukce

- Hlavní nosníky příhradové, nýtované:
 - Délka: 31,78 m
 - Výška: 2,33 m
 - Osově vzdálené 2,90 m
- Příčníky plnostěnné, nýtované, bez krycích pásnic:
 - Délka: 2,80 m
 - Výška: 0,46 m
 - Osově vzdálené: 2,70 m
- Podélníky válcované profily HE 360 A:
 - Délka: 2,70 m, 2x 1,560 m
 - Výška: 0,35 m
 - Osově vzdálené: 1,80 m
- Ztužení: podélné a příčné dolní hl. nosníků, příhradové ztužení (kříže) hlavních nosníků z L profilů, podélné a příčné podélníků.
- Ložiska O1 vahadlová, pohyblivá, válcová (3x válec). Na O2 stolicová pevná. Dále podružná ložiska desková
- Rok výroby: 1913 – na objektu neuvedeno.
- Rok opravy: 1998 – na objektu neuvedeno.
- Rok obnovy PKO: 1998 – na objektu neuvedeno. [1]



Obrázek 4 - Nosná konstrukce

4. Spodní stavba

- Materiál O1 a O2: kamenný, pravidelné řádkování
 - Rozměry: výška dříku: 3,40 m (O1), 3,50 m (O2), šířka O1, O2: 5,30 m
- Úložné kvádry kamenné (žula)
- Závěrná zeď kamenná, pravidelné řádkování, výška 2,70 m.
- Rok výstavby 1873 (MES) - na objektu neuvedeno.
- Rok opravy: neuvedeno
- Křídla:
 - Vlevo – rovnoběžné, kamenné, prav. Řádkování, v horní části s železobetonovou římsou a přilehlým svahovým kuželem
 - Vpravo - rovnoběžné, kamenné, prav. Řádkování, v horní části s železobetonovou římsou a přilehlým svahovým kuželem [1]

5. Železniční svršek

- Směrové uspořádání koleje po délce objektu v přímé.
- Tvar kolejnic a upevnění: R65, žebrové podkladnice, pružné upevnění, kolejnicové styky nejsou
- Mostnice z tvrdého dřeva; čelní spony proti štěpení plošné, boční zajištění – vodorovné mostnicové šrouby; na začátku 13 ks mostnic vypočtené klíny tl. 40 – 60 mm; poté postupně zařízlé o 10 – 15 mm.
- Počet a rozměr mostnic: 61 ks; 240x240x2400 mm
- Pojistné úhelníky: ocelové „L“ profily 160x100x14 mm, délka úhelníku 102 m (společný pro objekt evid. km 0,854) [1]

6. Mostní vybavení

- Zábradlí: zábradlí ocelové („L“ profily), svařované po celé délce konstrukce, počet sloupků: vlevo 21 ks, vpravo 20 ks. Výška zábradlí nad pochozí plochou: vlevo i vpravo 1,10 m.
- Podlahy:
 - mezi kolejnicemi rýhovaný plech
 - po hlavách mostnic – nejsou osazeny
 - chodníkové podlahy – plech s oválnými výstupky [1]

7. Jiné a cizí zařízení a okolí objektu

- Vně zábradlí se nachází kabelový žlab
- Terén pod objektem: pod objektem teče řeka Cidlina, koryto je kamenité.
- Příjezd autem až k objektu není možný. Objekt se nachází v městě Chlumec nad Cidlinou.

- Přechody do trati – neřešené. [1]

8. Materiál nosné konstrukce

Materiál použitý na mostní konstrukci je z oceli S 235. Předpokládaný modul pružnosti $E = 2,1 \text{ GPa}$ s mezí kluzu $f_y = 230 \text{ MPa}$, mez únosnosti $f_u = 360 \text{ MPa}$. Tyto meze byly určeny z Metodického pokynu pro určování zatížitelnosti železničních mostních objektů Správy železnice s.o. [2]

9. Model konstrukce

Mostní konstrukce byla modelována pomocí výpočtového programu SCIA Engineer 20.0. SCIA Engineer je integrovaný, výpočtový a dimenzační software pro řešení všech druhů konstrukcí z různých materiálů. Široká škála funkcí umožňuje návrh kancelářských budov, průmyslových závodů, mostů nebo jakéhokoli jiného projektu, vše v rámci jednotného, intuitivního prostředí.

Jednotlivé prutové prvky a jejich průřezy konstrukce byly vytvářeny a modelovány podle původní dokumentace z roku 1912. Příhradový hlavní nosník se skládá z horních, dolních pásů, ze svislic a diagonál, přičemž svislice i diagonály jsou samy osobě příhradové - vyztužené pomocí desek. Horní pásnice jsou rozděleny v ose na dvě poloviny a spojeny k sobě pomocí tuhých vazeb. Příčníky jsou plnostěnné, nýtované, bez krycích pásnic, jsou propojeny pomocí tuhých vazeb přes desky ve svislicích kvůli správnému spolupůsobení. [4] [5]

Podélníky jsou průběžné valcované profil HE 360 A (I 35), jsou stejně jako ztužení podélníků, příčné zavětrování, dolní zavětrování a horní zavětrování (průřezy a dvojice průřezů profilu L) , modelovány prutově. [1] [4] [5]

Styčníky diagonal hlavního nosníku nebo jednotlivých ztužení, nebyly vzhledem k jejich velikosti vůči délce prutů modelovány – nepředpokládá se jejich zásadní vliv na chování modelu (Obrázek 5). Pro odhad tuhosti styčnic bylo orientačně využito prediktivního regresivního vztahu, odvozeného na základě podrobných výpočtů a to v obou směrech y , z (viz. Metodický pokyn pro určování zatížitelnosti železničních mostních objektů, článek A.2.1.4 (vzorec A.1) [2]

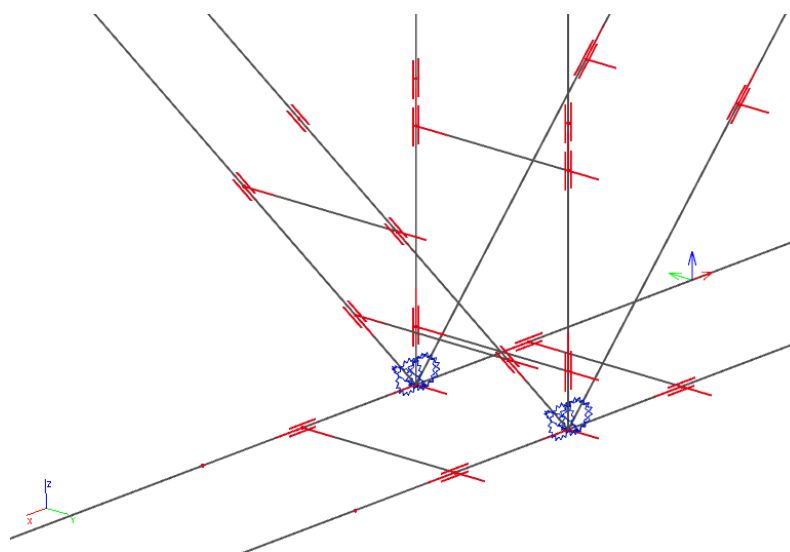
$$S_j = 2 \cdot 10^{-7} \cdot I + 2,7436 \text{ [MNm/rad] [2]}$$

kde: S_j – ohybová počáteční tuhost

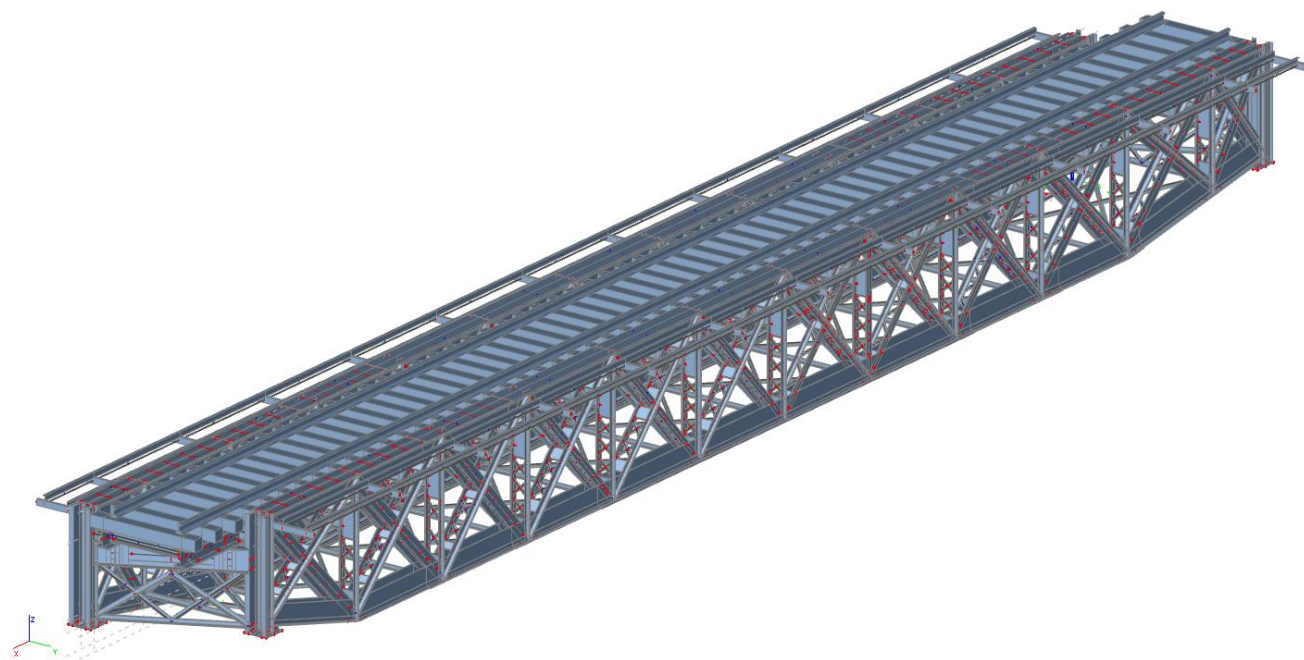
I – moment setrvačnosti připrojovaného prutu v [mm^4]

| Profil | I_y [mm^4] | Tuhost styčnicku S_j (y) [MNm/rad] | I_z [mm^4] | Tuhost styčnicku S_j (z) [MNm/rad] |
|-------------------------------|------------------|--------------------------------------|------------------|--------------------------------------|
| Z1 | 1,59E+07 | 5,9182 | 3,28E+06 | 3,3998 |
| Z2 | 1,32E+07 | 5,3822 | 2,82E+06 | 3,3071 |
| Z3 | 1,32E+07 | 5,3780 | 2,01E+06 | 3,1449 |
| Z4 | 4,25E+06 | 3,5926 | 1,78E+06 | 3,0995 |
| Z5 | 2,64E+06 | 3,2710 | 1,07E+06 | 2,9571 |
| Z6 | 2,34E+06 | 3,2106 | 9,68E+05 | 2,9372 |
| D1 | 1,32E+07 | 5,3780 | 2,01E+06 | 3,1449 |
| D2 | 7,87E+06 | 4,3173 | 1,91E+06 | 3,1248 |
| D3 | 6,27E+06 | 3,9982 | 1,58E+06 | 3,0592 |
| D4 | 2,34E+06 | 3,2106 | 9,68E+05 | 2,9372 |
| UE 200 | 1,52E+07 | 5,7836 | 1,13E+06 | 2,9696 |
| Příčné zavět.(80/80/8) | 1,17E+06 | 2,9784 | 3,01E+05 | 2,8038 |
| Příčné zavět(80/80/10) | 1,41E+06 | 3,0261 | 3,67E+05 | 2,8170 |
| Příčné zavět. (100/100/10) | 2,87E+06 | 3,3168 | 7,34E+05 | 2,8905 |
| Dolní diag. zavět (70/70/8) | 1,99E+05 | 2,7833 | 7,69E+05 | 2,8975 |
| Dolní diag. zavět (80/80/8) | 3,01E+05 | 2,8038 | 1,17E+06 | 2,9784 |
| Dolní diag. zavět. (80/80/9) | 3,34E+05 | 2,8104 | 1,30E+06 | 3,0027 |
| Dolní diag. zavět. (80/80/10) | 1,78E+06 | 3,0995 | 4,25E+06 | 3,5926 |
| Dolní příč. zavět. (70/70/8) | 9,68E+05 | 2,9372 | 2,34E+06 | 3,2106 |
| Dolní šikmé.zavět. (80/80/8) | 1,47E+06 | 3,0385 | 3,37E+06 | 3,4184 |
| Horní zavět. (120/120/10) | 5,08E+06 | 3,7594 | 1,29E+06 | 3,0019 |

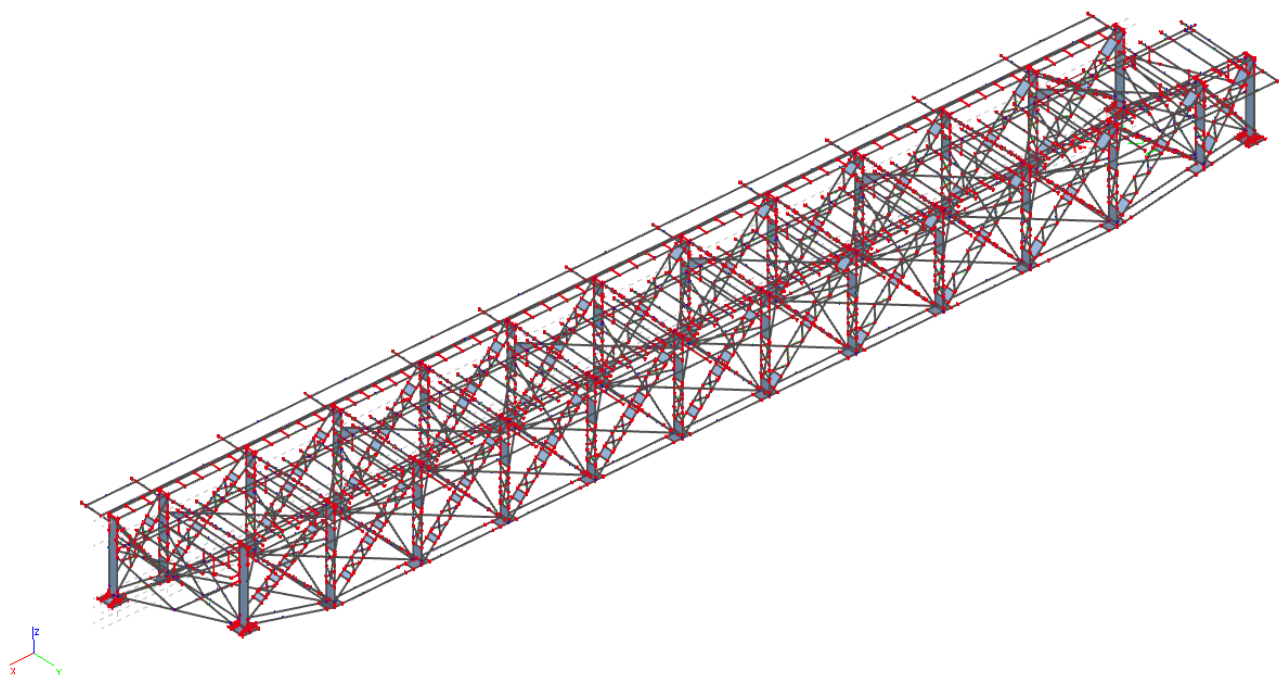
Tabulka 1-Tuhosti styčnicků jednotlivých prutů.



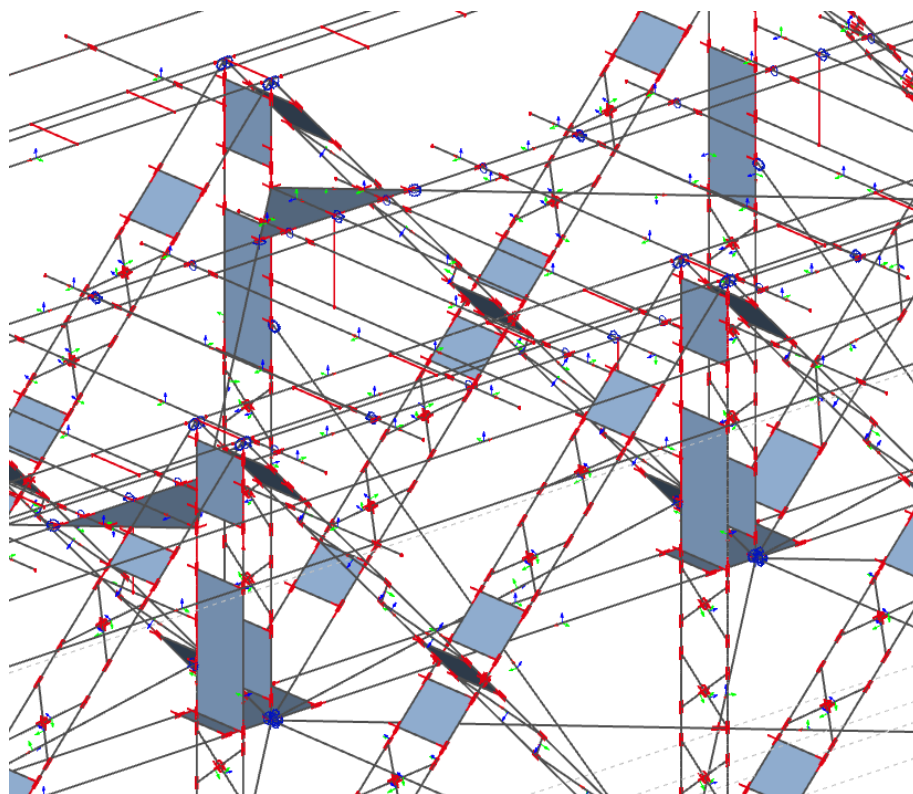
Obrázek 5 - Modelace styčnicku (SCIA Engineer)



Obrázek 6 - Model mostní konstrukce (SCIA Engineer)



Obrázek 7 - Mostní konstrukce - axonometrický pohled



Obrázek 8- Detail připojení průtů konstrukce

11. Použitá Literatura

- [1] SŽDC. Protokol o podrobné prohlídce. Praha, 2016
- [2] SŽDC. Metodický pokyn pro určování zatížitelnosti železničních mostních objektů. Praha, 2015, 75 s.
- [3] Mapy.cz [online].
- [4] SŽDC, Výkresová dokumentace, mostní konstrukce v km 0,854 trati Chlumec nad Cidlinou (mimo) - Miedzylesie (PKP) (mimo), 1912
- [5] SŽDC, Výkresová dokumentace – oprava ocelové konstrukce, mostní konstrukce v km 0,854 trati Chlumec nad Cidlinou (mimo) - Miedzylesie (PKP) (mimo), 1997

Ostatní obrázky a tabulky jsou použity z archivu autora.

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera

Statický přepočet příhradové ocelové mostní konstrukce v km 0,854 trati
Chlumeck nad Cidlinou (mimo) - Miedzylesie (PKP) (mimo)

STATICKÝ VÝPOČET

Zpracoval: Bc. Jan Voříšek

Vedoucí práce: doc. Ing. Bohumil Culek, Ph.D.

| | |
|----------------------------------------------------------------|----|
| Obsah | |
| Seznam použitých symbolů a značek | 3 |
| 1. Úvod | 6 |
| 2. Model mostní konstrukce | 7 |
| 3. Pohled na konstrukci z boku (SCIA Engineer) | 7 |
| 3. Příčný řez konstrukce (SCIA Engineer) | 8 |
| 4. Zatížení mostní konstrukce | 8 |
| 4.1 Vlastní tíha mostní konstrukce..... | 8 |
| 4.2 Ostatní stálá zatížení | 8 |
| 4.3 Zatížení větrem [2] | 11 |
| 4.4 Zatížení od bočního rázu [3]..... | 16 |
| 4.5 Zatížení od rozjezdových/brzdných sil [3]..... | 17 |
| 4.6 Zatížení od železniční dopravy (model LM71) [3] | 18 |
| 5. Kombinace zatížení | 19 |
| 5.1 Součinitelé zatížení..... | 19 |
| 5.2 Kombinace zatížení [1] | 19 |
| 6. Posouzení jednotlivých částí hlavního nosníku | 24 |
| 6.1 Dílčí součinitele materiálu | 24 |
| 6.2 Posouzení tlačných průřezů hlavního nosníku na vzpěr | 24 |
| 6.3 Posouzení průřezů hlavního nosníku v tahu | 34 |
| 6.4 Posouzení příčnicku | 40 |
| 6.5 Posouzení podélníku | 44 |
| 6.6 Zatížitelnosti jednotlivých prvků [6]..... | 47 |
| 7 Závěr..... | 50 |
| 8 Použitá literatura | 51 |

Seznam použitých symbolů a značek

| | |
|--------------|----------------------------------------------|
| g | gravitační zrychlení |
| ρ_0 | měrná hmotnost oceli |
| $L_{hl,n}$ | délka hlavního nosníku |
| F_w | síla od větru |
| ρ_w | měrná hmotnost vzduchu |
| V_b | základní rychlost větru |
| C_{dir} | součinitel směru větru |
| C_{season} | součinitel ročního období |
| $V_{b,0}$ | základní rychlost větru |
| $A_{ref,x}$ | referenční plocha |
| A_1 | plocha hl. nosníku (bez dopravy) |
| A_2 | plocha výšky vlaku nad temenem kolejnice |
| C | součinitel zatížení větrem |
| C_e | součinitel expozice |
| $C_{f,x}$ | součinitel síly bez volného toku |
| q_b | základní dynamický tlak větru |
| $q_p(z)$ | maximální dynamický tlak |
| z | výška překážky od terénu |
| $I_v(z)$ | intenzita turbulence |
| $V_m(z)$ | střední rychlost větru |
| $C_r(z)$ | součinitel drsnosti terénu |
| $C_0(z)$ | součinitel orografie |
| k_r | součinitel terénu |
| z_0 | parametr drsnosti terénu |
| $z_{0,II}$ | kategorie terénu |
| σ_v | směrodatná odchylka turbulentní složky větru |
| k_i | součinitel turbulence |
| F_{w1} | síla od větru přepočtená na plochu A_1 |
| F_{w2} | síla od větru přepočtená na plochu A_2 |

| | |
|---------------|-------------------------------------|
| F_{Q1} | spojité zatížená na plochu A_1 |
| F_{Q2} | spojité zatížení na plochu A_2 |
| Q_{lak} | rozjezdová síla |
| Q_{lbk} | brzdná síla |
| ϕ | dynamický součinitel |
| L_ϕ | rozpětí nosníku |
| h | výška |
| t_{fh} | tloušťka horní pásnice |
| t_{fd} | tloušťka dolní pásnice |
| b_f | šířka pásnice |
| h_w | výška stojiny |
| t_w | tloušťka stojiny |
| a | vzdálenost příčníků |
| f_y | mez kluzu oceli |
| f_u | mez pevnosti oceli |
| γ_m | součinitel spolehlivosti materiálu |
| A | plocha průřezu |
| I | moment setrvačnosti k příslušné ose |
| W | průřezový modul k příslušné ose |
| k_σ | součinitel kritického napětí |
| λ_p | poměrná štíhlost |
| σ | napětí |
| ψ | poměrné napětí |
| ρ | součinitel boulení |
| η | převodní součinitel |
| A_{eff} | efektivní plocha průřezu |
| W_{eff} | účinný průřezový modul |
| $V_{b,Rd}$ | návrhová únosnost ve smyku |
| $V_{bw,Rd}$ | únosnost stojiny ve smyku |
| $V_{bf,Rd}$ | únosnost pásnice ve smyku |
| ε | poměrné přetvoření |

| | |
|-------------|--------------------------------------------|
| k_t | součinitel kritického napětí ve smyku |
| λ_w | upravená štíhlost |
| χ_w | součinitel příspěvku stojiny |
| $M_{f,Rd}$ | návrhový plastický moment únosnosti pásnic |
| $M_{pl,Rd}$ | návrhový plastický moment celého průřezu |
| i | poloměr setrvačnosti pro příslušnou osu |
| Z_{LM71} | zatížitelnost |
| E | Youngův modul pružnosti |
| $N_{u,Rd}$ | únosnost oslabeného průřezu v tahu |
| $N_{pl,Rd}$ | únosnost průřezu v tahu |
| $N_{b,Rd}$ | únosnost průřezu v tlaku |

1. Úvod

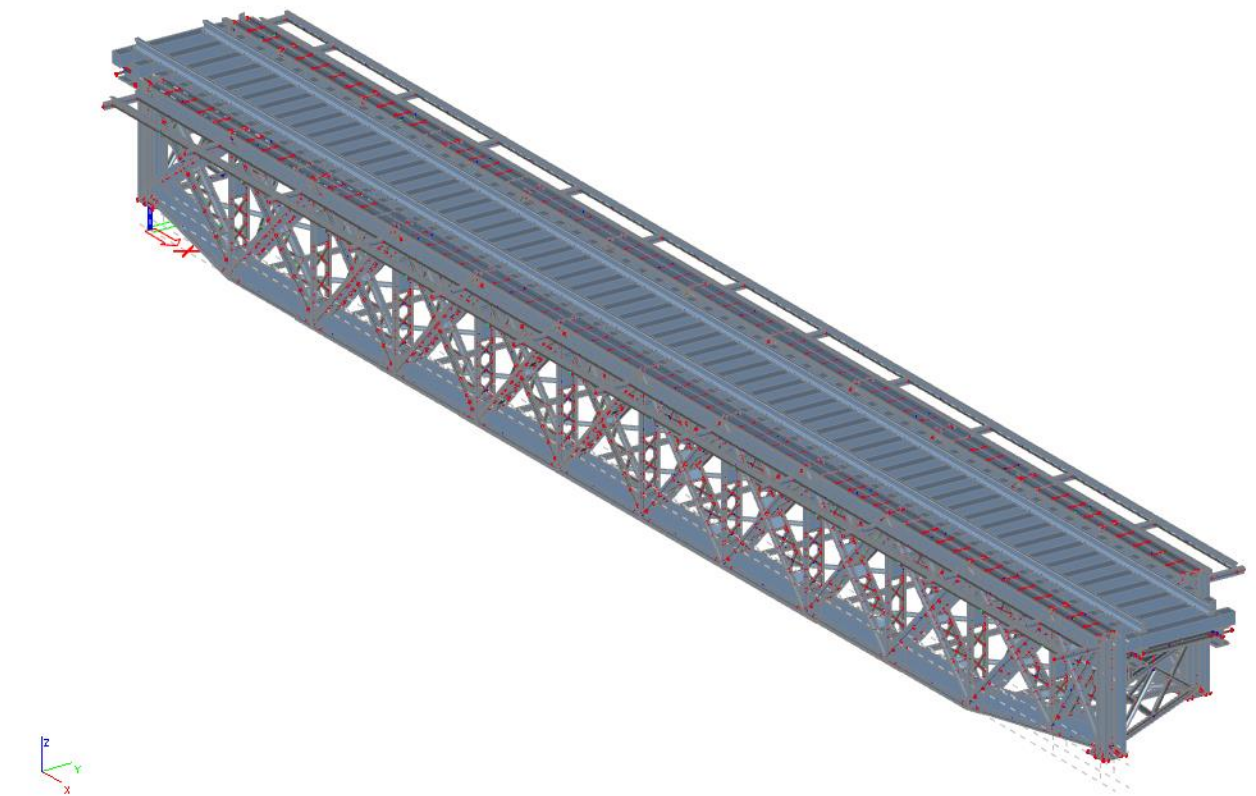
Mostní ocelova konstrukce je složena ze dvou hlavních, nýtovaných příhradových nosníků, mostovka se skládá z plnostěnného příčnicku a z průběžně válcovaných podélníků typu HE 360 A. Nosná konstrukce mostu se dále skládá ze ztužení podélníků, příčnicku, horního a dolního zavětrování. Ve statickém výpočtu jsou posuzovány části hlavního nosníku (horní, dolní pás, svislice a diagonály) i mostovka (příčnick, podélník).

Průřezy hlavního nosníku byly posouzeny na únosnost v tlaku, průřezy dolního pásu pak na únosnost v tahu, tedy na účinky namáhání, které v těchto prvcích dominovalo. Stejně tak byly posouzeny svislice a diagonály (tah/tlak). Podélník i příčnick byl posouzen na lokální ztrátu stability (boulení), na globální ztrátu stability (klopení) a na jejich základě posouzen také na únosnost v jednoosém ohybu. Styčnickové spoje byly nahrazeny pomocí regresivního vztahu pro výpočet tuhosti styčnicku v obou směrech (**Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.**)

Jedním z hlavních úkolů práce bylo také posouzení zatížitelnosti na hlavním nosníku i mostovce dle Metodického pokynu pro určování zatížitelnosti železničních mostních objektů. Správy Železnic, s.o..

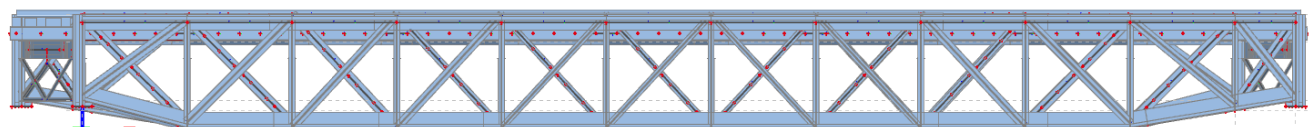
2. Model mostní konstrukce

Pro model mostní konstrukce byl využit modelovací a výpočtový program SCIA Engineer. Konstrukce byla pojata jako prutová analogie, tzn., že celá kce. je složena z prutových prvků (hlavní nosníky, příčníky, podálníky a jednotlivá zavětrování a ztužení), desky jsou využity jen pro ztužení daných prvků (například mezi příhradovými diagonálními prvky hlavního nosníku nebo svislicemi). Napojení příčníků na svislice je realizováno pomocí tuhých vazeb a desek uvnitř svislic, kvůli zpolupůsobení.



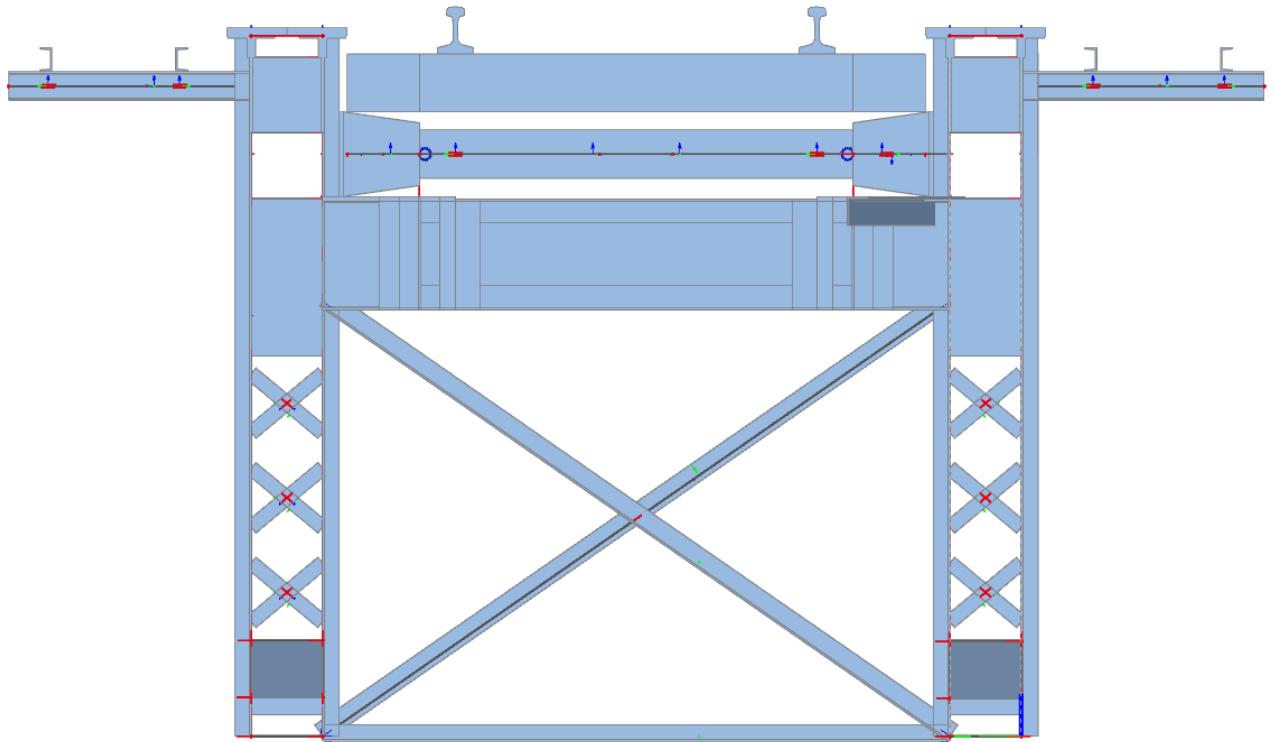
Obrázek 1- Model mostní konstrukce (Scia Engineer)

3. Pohled na konstrukci z boku (SCIA Engineer)



Obrázek 2 - boční pohled na mostní ocelovou konstrukci

3. Příčný řez konstrukce (SCIA Engineer)



Obrázek 3 - Příčný řez v 6. poli (SCIA Engineer)

4. Zatížení mostní konstrukce

4.1 Vlastní tíha mostní konstrukce

Vlastní tíha mostní konstrukce byly vypočítána programem Scia Engineer na základě modelu a použitých materiálů (ocel S 235, mostnice – z tvrdého dřeva D30)

4.2 Ostatní stálá zatížení

Podlahy krycích plechů mezi kolejnicemi byly uvažovány jako plošné spojitě zatížení, stejně tak podlahové plechy na montážních chodnících. Dále bylo přepočítáno zatížení zábradlí od sloupků a od příček mezi sloupky (3 nad sebou) na konzolích (součást modelu) , které byly vztaženy do zatížení sloupků + zatížení od pojistných úhelníků (KN/m).

Krycí plechy: Plech válcovaný za tepla (S235JR) $H_{m} 33,40 \text{ kg/m}^2 \rightarrow$ Tíha $0,334 \text{ KN/m}^2$ [10]

Měrná hmotnost oceli: $\rho_0 = 7850 \text{ kg/m}^3$

Podélné zábradlí : $A = 60 \cdot 6 + 50 \cdot 6 = 360 + 300 = 760 \text{ mm}^2 = 0,00076 \text{ m}^2$

$$0,00076 \text{ m}^2 \cdot 7850 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 5,966 \cdot 3 = 17,898 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \rightarrow q = 0,179 \text{ KN/m}$$

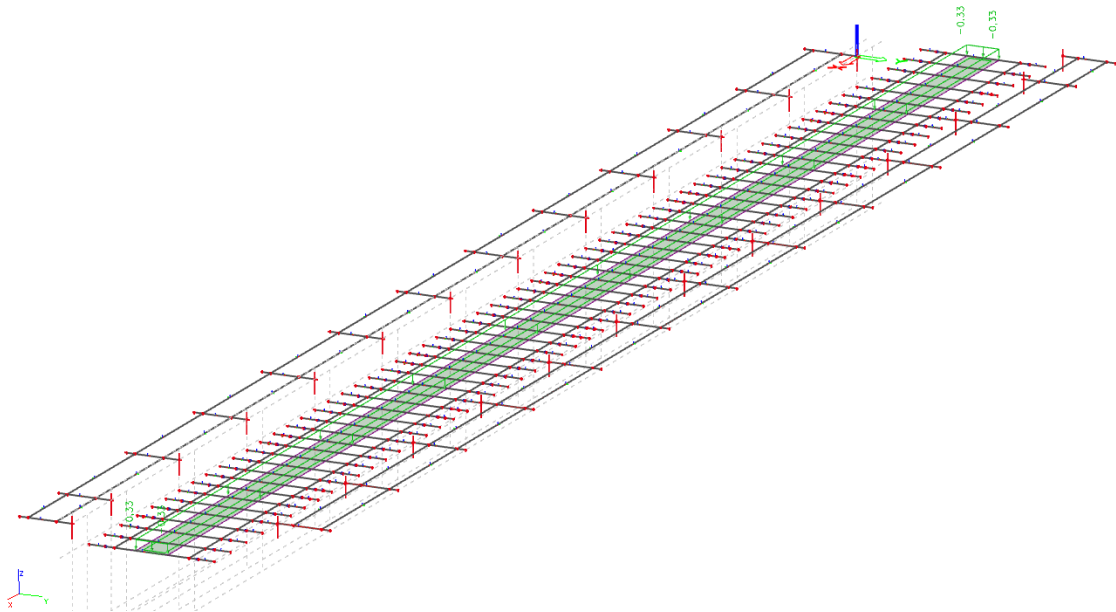
Zatížení: $Q_1 = \frac{1}{2} \cdot q \cdot l = \frac{1}{2} \cdot 0,17898 \cdot 2,7 = 0,243 \text{ KN}$

Zatížení sloupky: $Q_2 = 120 \cdot 10 \cdot 1378 \cdot 7850 = 12,98 \text{ kg} = 0,1298 \text{ KN}$

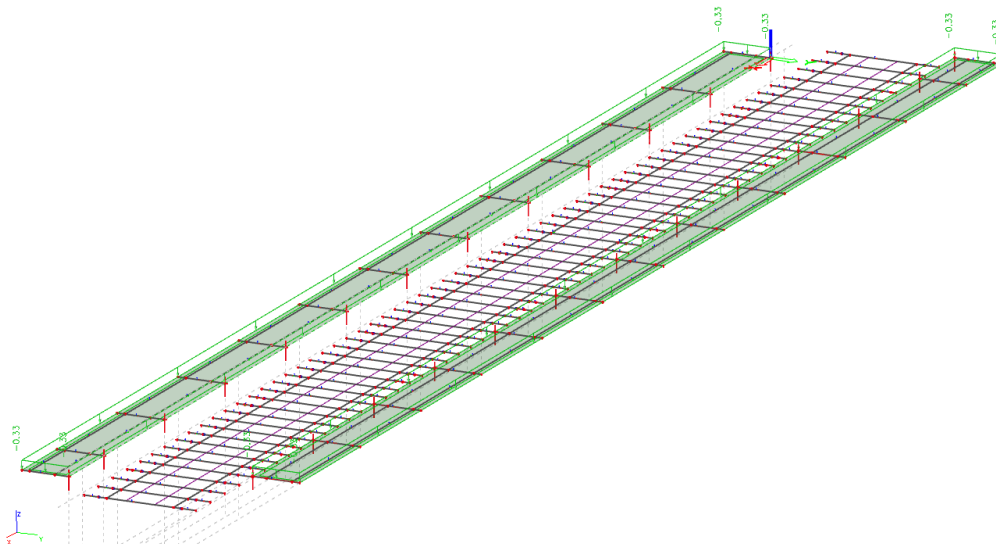
Celkové zatížení (zábradlí): $Q = Q_1 + Q_2 = 0,373 \text{ KN}$

Pojistný úhelník: $A = 0,150 \cdot 0,014 + 0,100 \cdot 0,014 = 0,0035 \text{ m}^2$

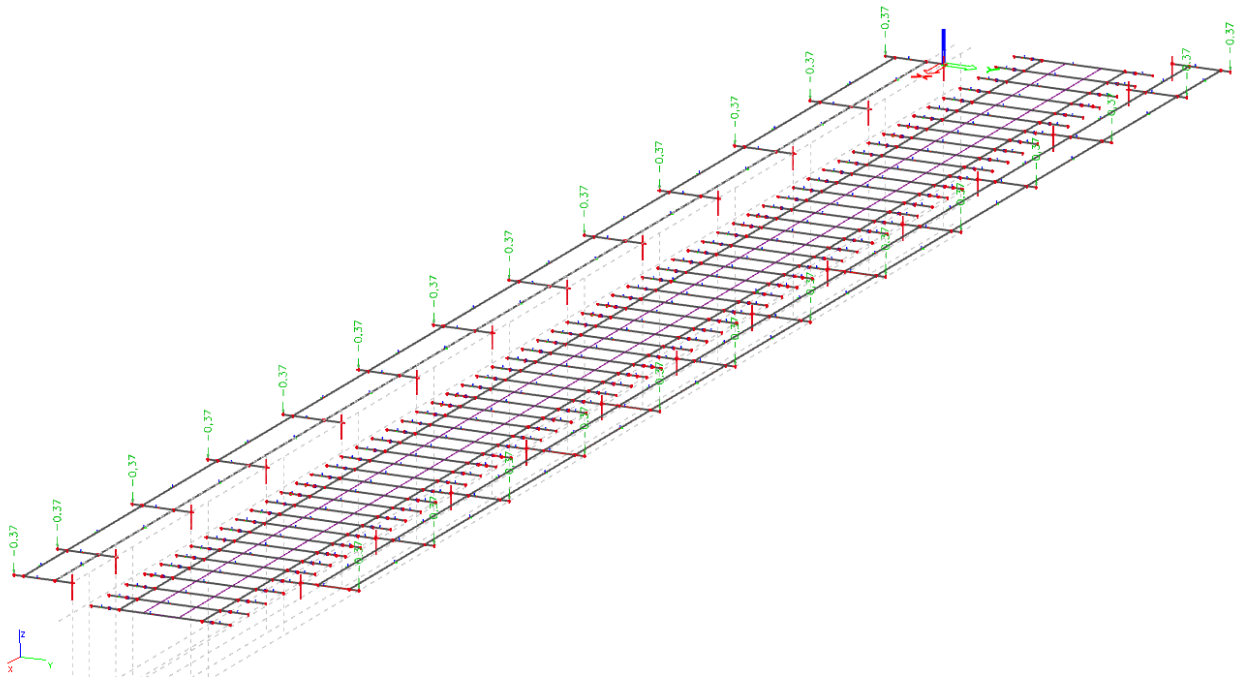
$$q = 0,0035 \cdot 7850 = 27,475 \frac{\text{kg}}{\text{m}} = 0,27475 \text{ KN/m}$$



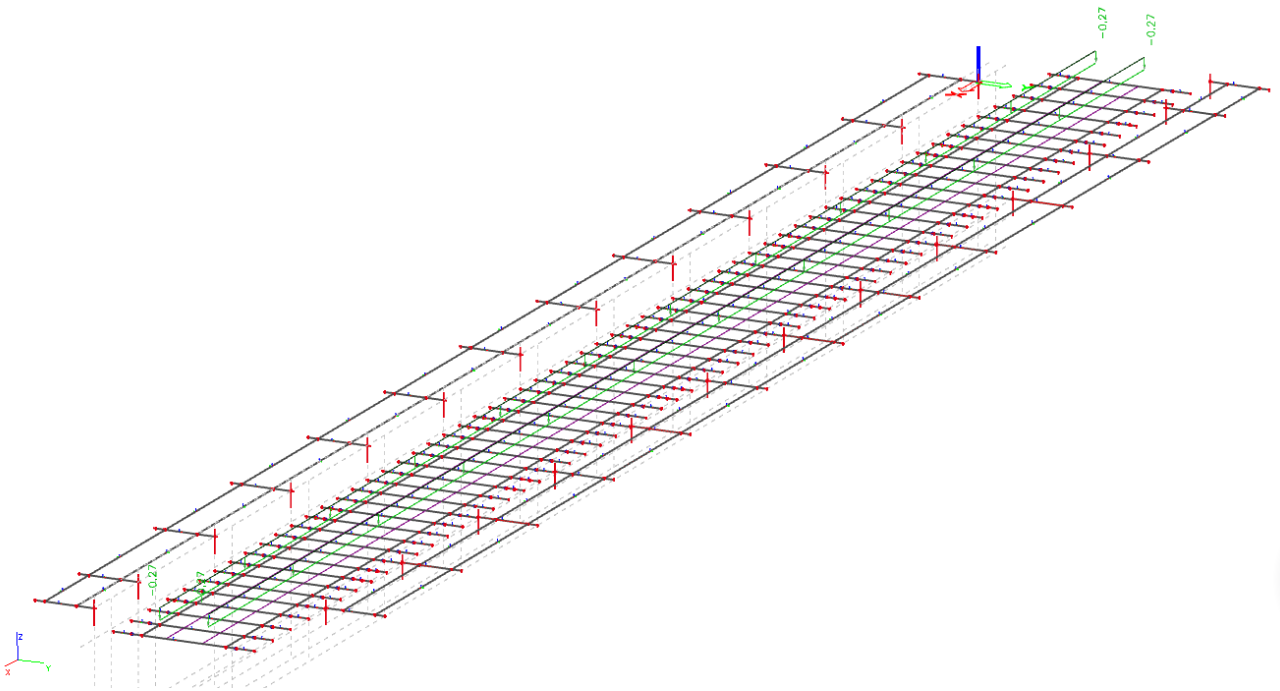
Obrázek 4- zatížení od plechů mezi kolejnicemi



Obrázek 5- zatížení na konzolách od pochozích plechů.



Obrázek 6- Zatížení od zábradlí



Obrázek 7- Zatížení od pojistných úhelníků

4.3 Zatížení větrem [2]

Síla od větru F_w

$$F_w = \frac{1}{2} \cdot \rho_w \cdot v_b^2 \cdot C \cdot A_{ref,x} \quad (\text{ČSN EN 1991 -1 - 4, 8.3.2(8.2)})$$

$$\text{Měrná hmotnost vzduchu } \rho_w = 1,25 \text{ kg/m}^3 \quad (\text{ČSN EN 1991-1-4, 4.5})$$

Základní rychlost větru V_b

$$v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b0} \quad (\text{ČSN EN 1991-1-4, 4.2.2 (4.1)})$$

$$c_{dir} = 1,0; c_{season} = 1,0 \quad (\text{ČSN EN 1991-1-4, 4.2.2, pozn. 1; pozn.2})$$

$$v_{b0} = 25 \text{ m/s} \quad (\text{ČSN EN 1991-1-4, příloha 1(P)})$$

$$v_b = 1 \cdot 1 \cdot 25 = 25 \text{ m/s}$$

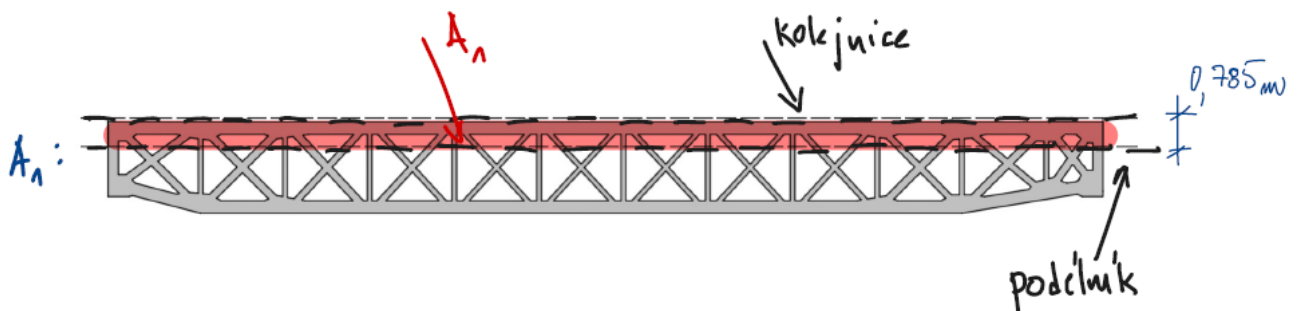
Referenční plocha $A_{ref,x}$

(ČSN EN 1991-1-4, 8.3.1(4a);(5b))

$$A_{ref,x} = A_1 + A_2 + A_3$$

Plocha A_1

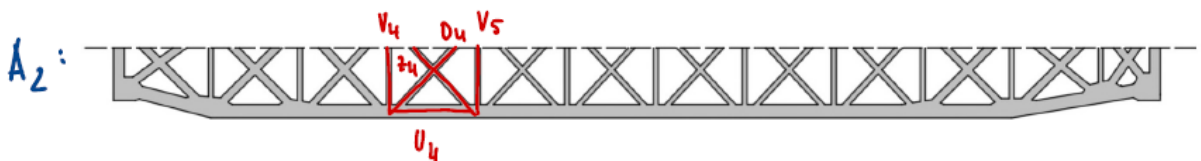
$$A_1 = L_{hl.n} \cdot 0,785 = 31,76 \cdot 0,785 = 24,9316 \text{ m}^2$$



Obrázek 8 - Plocha A_1 od podélníku k temenu kolejnice (zápisky)

Plocha A_2 – plochy jednotlivých prvků (diagnolály, stojiny, pásnice) vystavěné větru, plochy jsou odměřeny z Autocadu, výpočet proveden v excelu. Plocha A_2 je brána dvakrát (oba hlavní nosníky)

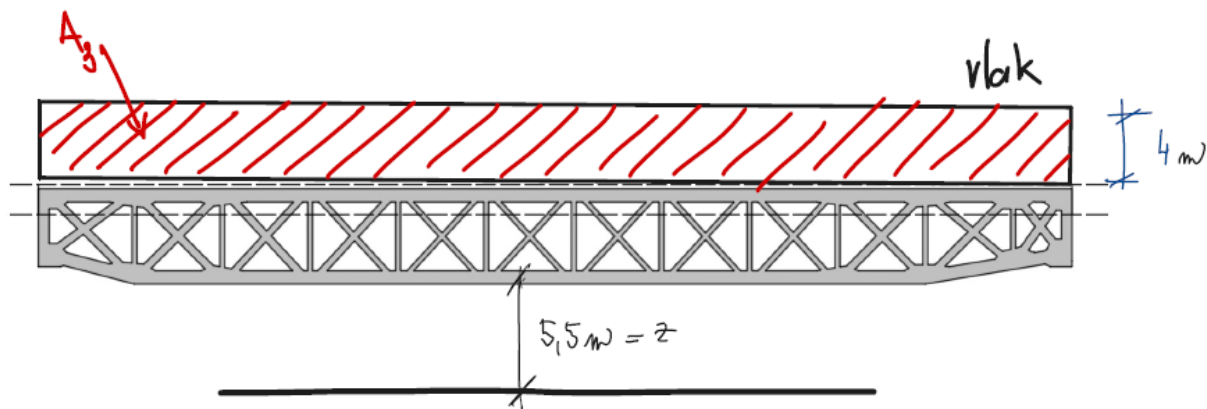
$$A_2 = 26,6579 \cdot 2 = 53,31592 \text{ m}^2$$



Obrázek 9 - Plocha A_2 - jednotlivé prvky hlavních nosníků vystavěné větru (zápisky)

Plocha A_3 – plocha vystavěná větru od dopravy.

$$A_3 = L_{hl.n} \cdot 4 = 31,76 \cdot 4 = 127,04 \text{ m}^2$$



Obrázek 10 - plocha vystavěná větru od dopravy – 4 m nad temenem kolejnice (zápisky)

Plocha $A_{ref,x}$ s dopravou

$$A_{ref,x} = A_1 + A_2 + A_3$$

$$A_{ref,x} = 24,9316 + 53,3159 + 127,04 = 205,2875 \text{ m}^2$$

Plocha A bez dopravy

$$A_{ref,x} = A_1 + A_2 = 78,2475 \text{ m}^2$$

Součinitel zatížení větrem C

$$C = c_e \cdot c_{f,x} \quad (\text{ČSN EN1991-1-4, 8.3.2})$$

$$\text{Součinitel síly bez volného toku } c_{f,x} = 1,3 \quad (\text{ČSN EN 1991-1-4, 8.3.1(1)})$$

Součinitel expozice C_e

$$C_e = \frac{q_p(z)}{q_b} \quad (\text{ČSN EN 1991-1-4, 4.5 (4.9)})$$

Střední rychlost větru $V_m(z)$

$$v_m(z) = C_r(z) \cdot C_0(z) \cdot v_b$$

$$\text{Součinitel orografie } c_0 = 1,0 \quad (\text{ČSN EN 1991-1-4, 4.3.3pozn.})$$

Součinitel drsnosti terénu $C_r(z)$

$$C_r(z) = k_r \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \quad (\text{ČSN EN 1991-1-4, 4.3.2 (4.4)})$$

z – výška překážky nad terénem = 5,5 m (Obrázek 10)

Součinitel terénu k_r

$$k_r = 0,19 \cdot \left(\frac{z_0}{z_{0,ii}}\right)^{0,07} \quad (\text{ČSN EN 1991-1-4, 4.3.2 (4.5)})$$

Kategorie terénu $z_0 = 0,05$ (II. kategorie) - krajina s nízkou vegetací, jako je tráva nebo izolované překážky

Kategorie terénu $z_{0,ii} = 0,05$ (II. kategorie) - krajina s nízkou vegetací jako je tráva nebo izolované překážky

(ČSN EN 1991-1-4, tabulka 4.1))

$$k_r = 0,19 \cdot \left(\frac{0,05}{0,05}\right)^{0,07} = 0,19$$

$$C_r(z) = k_r \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) = 0,19 \cdot \ln\left(\frac{5,5}{0,05}\right) = 0,893$$

$$v_m(z) = C_r(z) \cdot C_0(z) \cdot v_b = 0,893 \cdot 1 \cdot 25 = 22,325 \text{ m/s}$$

Základní dynamický tlak větru q_b

$$q_b = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_m^2(z) \quad (\text{ČSN EN 1991-1-4, 4.5 (4.10)})$$

$$q_b = \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 22,325^2 = 311,5035 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-2}$$

Maximální dynamický tlak $q_p(z)$

ve výšce $z = 5,5$ m (viz Obrázek 10)

$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_m^2(z) \quad (\text{ČSN EN 1991-1-4, 4.5 (4.8)})$$

Intenzita turbulence $I_v(z)$

$$I_v(z) = \frac{\sigma_v}{v_m(z)}$$

Směrodatná odchylka turbulentní složky větru σ_v

$$\sigma_v = k_r \cdot v_b \cdot k_i \quad (\text{ČSN EN 1991-1-4, 4.4 (4.6)})$$

$$\text{souč. turbulence } k_i = 1,0 \quad (\text{ČSN EN 1991-1-4, 4.4 pozn. 2})$$

$$\sigma_v = 0,19 \cdot 25 \cdot 1 = 4,75$$

$$I_v(z) = \frac{4,75}{22,325} = 0,2128$$

$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot 0,2128] \cdot \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 22,325^2 = 775,5192 \text{ kgm}^{-1}\text{s}^{-2}$$

Součinitel expozice C_e

$$C_e = \frac{q_p(z)}{q_b} = \frac{775,5192}{311,5035} = 2,4896$$

Součinitel zatížení C

$$C = c_e \cdot c_{f,x} = 2,4896 \cdot 1,3 = 3,2365$$

Celková síla od větru s dopravou F_w

$$F_w = \frac{1}{2} \cdot \rho_w \cdot v_b^2 \cdot C \cdot A_{ref,x} = \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 25^2 \cdot 3,2565 \cdot 205,2875 = 259,5363 \text{ KN}$$

Celková síla od větru s dopravou F_w

$$F_w = \frac{1}{2} \cdot \rho_w \cdot v_b^2 \cdot C \cdot (A_1 + A_2) = \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 25^2 \cdot 3,2565 \cdot 78,2475 = 98,925 \text{ KN}$$

Přepočet zatížení na jednotlivé prvky (excel)

Zatížení bylo přepočteno na každý prvek na metr a použito ve výpočtovém programu SCIA Engineer.

| Prvek | délka[mm] | šířka[mm] | plocha[mm ²] | plocha [m ²] | Fw[KN] | Fw'[KN/m] |
|-------|-----------|-----------|--------------------------|--------------------------|--------|-----------|
| D1 | 2038 | 240 | 489120 | 0,4891 | 0,6184 | 0,3034 |
| D2 | 2608 | 240 | 625920 | 0,6259 | 0,7913 | 0,3034 |
| D3 | 2507 | 200 | 501400 | 0,5014 | 0,6339 | 0,2529 |
| D4 | 2507 | 200 | 501400 | 0,5014 | 0,6339 | 0,2529 |
| D5 | 2507 | 140 | 350980 | 0,3510 | 0,4437 | 0,1770 |
| D6 | 2507 | 140 | 350980 | 0,3510 | 0,4437 | 0,1770 |
| D7 | 2507 | 140 | 350980 | 0,3510 | 0,4437 | 0,1770 |
| D8 | 2507 | 140 | 350980 | 0,3510 | 0,4437 | 0,1770 |
| D9 | 2507 | 160 | 401120 | 0,4011 | 0,5071 | 0,2023 |
| D10 | 2594 | 200 | 518800 | 0,5188 | 0,6559 | 0,2529 |
| D11 | 2259 | 200 | 451800 | 0,4518 | 0,5712 | 0,2529 |
| D12 | 1485 | 240 | 356400 | 0,3564 | 0,4506 | 0,3034 |
| | | | | | | |
| Z1 | 2460 | 240 | 590400 | 0,5904 | 0,7464 | 0,3034 |
| Z2 | 2604 | 240 | 624960 | 0,6250 | 0,7901 | 0,3034 |
| Z3 | 2507 | 240 | 601680 | 0,6017 | 0,7607 | 0,3034 |
| Z4 | 2507 | 160 | 401120 | 0,4011 | 0,5071 | 0,2023 |
| Z5 | 2507 | 140 | 350980 | 0,3510 | 0,4437 | 0,1770 |
| Z6 | 2507 | 140 | 350980 | 0,3510 | 0,4437 | 0,1770 |
| Z7 | 2507 | 140 | 350980 | 0,3510 | 0,4437 | 0,1770 |
| Z8 | 2507 | 140 | 350980 | 0,3510 | 0,4437 | 0,1770 |
| Z9 | 2507 | 160 | 401120 | 0,4011 | 0,5071 | 0,2023 |
| Z10 | 2594 | 240 | 622560 | 0,6226 | 0,7871 | 0,3034 |
| Z11 | 2604 | 240 | 624960 | 0,6250 | 0,7901 | 0,3034 |
| Z12 | 1654 | 240 | 396960 | 0,3970 | 0,5019 | 0,3034 |
| | | | | | | |
| U1 | 2789 | 400 | 1115600 | 1,1156 | 1,4104 | 0,5057 |
| U2 | 2230 | 400 | 892000 | 0,8920 | 1,1277 | 0,5057 |
| U3 | 2700 | 400 | 1080000 | 1,0800 | 1,3654 | 0,5057 |
| U4 | 2700 | 400 | 1080000 | 1,0800 | 1,3654 | 0,5057 |
| U5 | 3170 | 400 | 1268000 | 1,2680 | 1,6031 | 0,5057 |
| U6 | 2700 | 400 | 1080000 | 1,0800 | 1,3654 | 0,5057 |

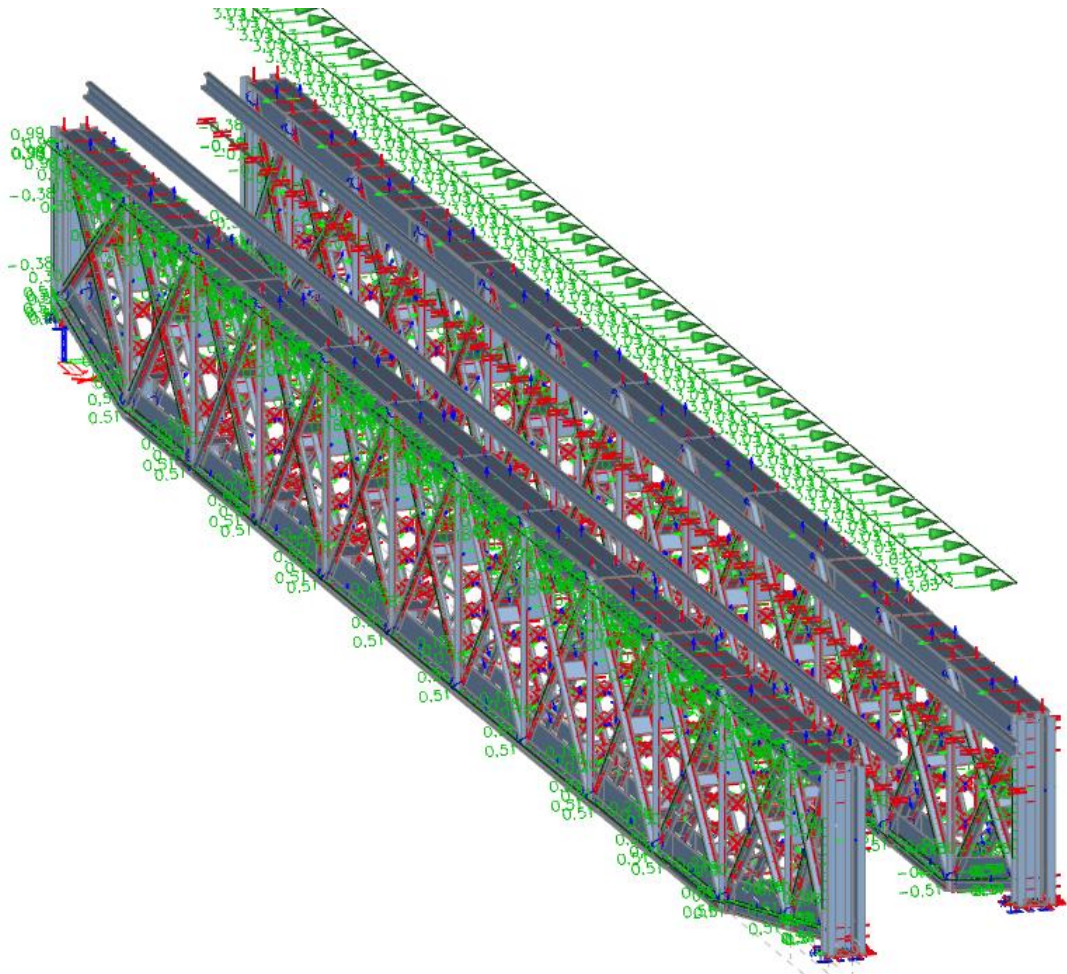
| | | | | | | |
|-----|------|-----|---------|--------|--------|--------|
| U7 | 2700 | 400 | 1080000 | 1,0800 | 1,3654 | 0,5057 |
| U8 | 3170 | 400 | 1268000 | 1,2680 | 1,6031 | 0,5057 |
| U9 | 2810 | 400 | 1124000 | 1,1240 | 1,4210 | 0,5057 |
| U10 | 2120 | 400 | 848000 | 0,8480 | 1,0721 | 0,5057 |
| U11 | 455 | 400 | 182000 | 0,1820 | 0,2301 | 0,5057 |
| U12 | 2281 | 400 | 912400 | 0,9124 | 1,1535 | 0,5057 |
| U13 | 1581 | 400 | 632400 | 0,6324 | 0,7995 | 0,5057 |
| | | | | | | |
| V1 | 1115 | 300 | 334500 | 0,3345 | 0,4229 | 0,3793 |
| V2 | 1835 | 140 | 256900 | 0,2569 | 0,3248 | 0,1770 |
| V3 | 1835 | 140 | 256900 | 0,2569 | 0,3248 | 0,1770 |
| V4 | 1835 | 140 | 256900 | 0,2569 | 0,3248 | 0,1770 |
| V5 | 1835 | 140 | 256900 | 0,2569 | 0,3248 | 0,1770 |
| V6 | 1835 | 140 | 256900 | 0,2569 | 0,3248 | 0,1770 |
| V7 | 1835 | 140 | 256900 | 0,2569 | 0,3248 | 0,1770 |
| V8 | 1835 | 140 | 256900 | 0,2569 | 0,3248 | 0,1770 |
| V9 | 1835 | 140 | 256900 | 0,2569 | 0,3248 | 0,1770 |
| V10 | 1835 | 140 | 256900 | 0,2569 | 0,3248 | 0,1770 |
| V11 | 1385 | 140 | 193900 | 0,1939 | 0,2451 | 0,1770 |
| V12 | 1125 | 300 | 337500 | 0,3375 | 0,4267 | 0,3793 |
| | | | | | | |
| O1 | 2700 | 785 | 2119500 | 2,1195 | 2,6796 | 0,9924 |
| O2 | 2120 | 785 | 1664200 | 1,6642 | 2,1040 | 0,9924 |
| O3 | 2700 | 785 | 2119500 | 2,1195 | 2,6796 | 0,9924 |
| O4 | 3280 | 785 | 2574800 | 2,5748 | 3,2552 | 0,9924 |
| O5 | 2700 | 785 | 2119500 | 2,1195 | 2,6796 | 0,9924 |
| O6 | 2700 | 785 | 2119500 | 2,1195 | 2,6796 | 0,9924 |
| O7 | 2700 | 785 | 2119500 | 2,1195 | 2,6796 | 0,9924 |
| O8 | 3280 | 785 | 2574800 | 2,5748 | 3,2552 | 0,9924 |
| O9 | 2700 | 785 | 2119500 | 2,1195 | 2,6796 | 0,9924 |
| O10 | 2120 | 785 | 1664200 | 1,6642 | 2,1040 | 0,9924 |
| O11 | 2700 | 785 | 2119500 | 2,1195 | 2,6796 | 0,9924 |
| O12 | 1560 | 785 | 1224600 | 1,2246 | 1,5482 | 0,9924 |

poznámka:

D, Z – Diagonály

U, O – Dolní, horní pásnice

V – Stojiny



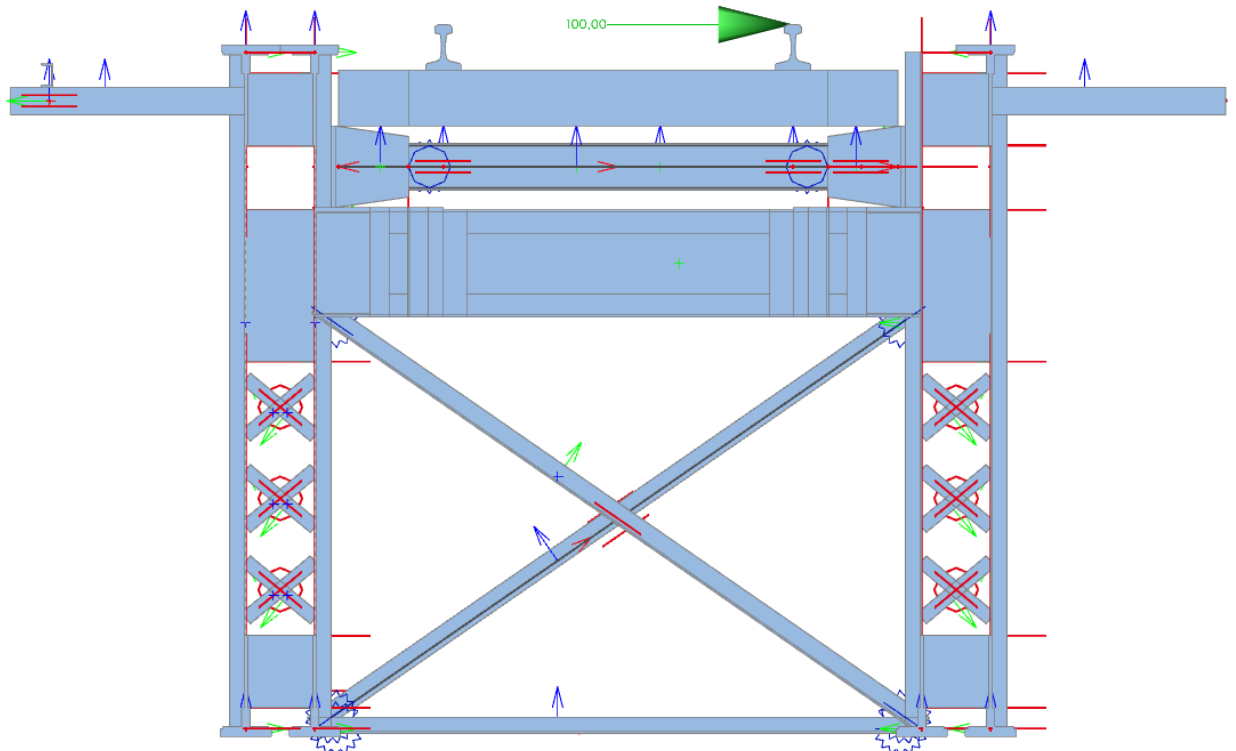
Obrázek 11 - Zatížení větrem s dopravou (zprava)

Podle normy ČSN EN 1991-1-4 jsou uvažovány dva stavy - konstrukce zatížená větrem bez dopravy a konstrukce zatížená větrem s dopravou. Oba dva stavy jsou pak brány ještě zprava a zleva. Všechny čtyři zatěžovací stavy byly použity v zatěžovacích kombinacích.

4.4 Zatížení od bočního rázu [3]

Zatížení od bočního rázu bylo stanoveno dle normy ČSN EN 1991-2. Boční rázy jsou rozloženy do zatěžovacích stavů na kolejnici ve vzdálenostech $1/4 L$, $1/2 L$, $3/4 L$ a to jak pro pravou, tak i levou kolejnici, tzn., že od bočních rázů je uvažováno celkem 6 zatěžovacích stavů. Dle normy je velikost osamělé zatěžovací síly rovna 100 kN a působí vždy v temeni kolejnice viz (Obrázek 12)

(ČSN EN 1991-2 (tab. 6.11))



Obrázek 12 - boční ráz na pravé kolejnici působící v temeni kolejnice

4.5 Zatížení od rozjezdových/brzdných sil [3]

Brzdné/rozjezdové síly jsou na kolejnicích rozloženy rovnoměrně po celé jejich délce, působící v jejich temeni. Jsou uvažovány dva zatěžovací stavy – první ve směru od ložiska (pevné ložisko) a druhý ve směru proti pevnému ložisku. Oba dva stavy jsou využity v zatěžovacích kombinacích

Hodnoty brzdných/rozjezdových sil:

Rozjezdová síla pro zatěžovací model LM71:

$$Q_{lak} = 33 \frac{kN}{m} \cdot L m \leq 1000 kN \quad (\text{ČSNEN 1991-2, 6.5.3(2) (6.2)})$$

$$Q_{lak} = 33 \frac{kN}{m} \cdot 31,76 = 1048,08 kN \geq 1000 kN$$

Brzdná síla pro zatěžovací model LM71:

$$Q_{lak} = 20 \frac{kN}{m} \cdot L m \leq 6000 kN \quad (\text{ČSNEN 1991-2, 6.5.3(2) (6.2.1)})$$

$$Q_{lak} = 20 \frac{kN}{m} \cdot 31,76 = 633,4 \leq 6000 kN$$

Do výpočtu byla tedy zahrnuta rozjezdová síla, která je větší a má tak větší váhu, z normy se bere limitní hodnota hodnota 1000 kN.

Hodnota spojité síly na kolej:

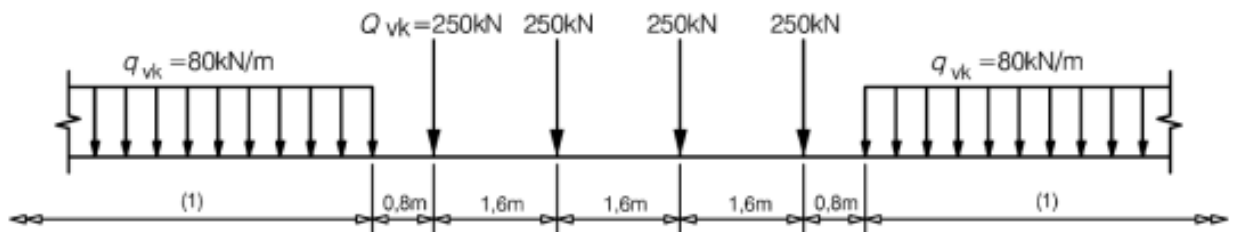
$$q_{lak,kolej} = \frac{Q_{lak}}{L} = \frac{1000}{31,76} = 31,486 \text{ kN/m}$$

Hodnota spojité síly na jednu kolejnici pak odpovídá polovině $q_{lak,kolej}$:

$$q_{lak,kolenice} = \frac{q_{lak,kolej}}{2} = 15,473 \text{ kN/m}$$

4.6 Zatížení od železniční dopravy (model LM71) [3]

Železniční doprava byla simulována pomocí pohyblivého zatížení (příčinkové čáry) v programu SCIA Engineer. Zvolen byl zatěžovací model LM71 (viz Obrázek 13), s výpočtovým krokem po 2,0 m a stanoveným dynamickým součinitelem ϕ pro standardně udržovanou trať dle ČSN EN 1991-2 (zatížení mostů dopravou.)

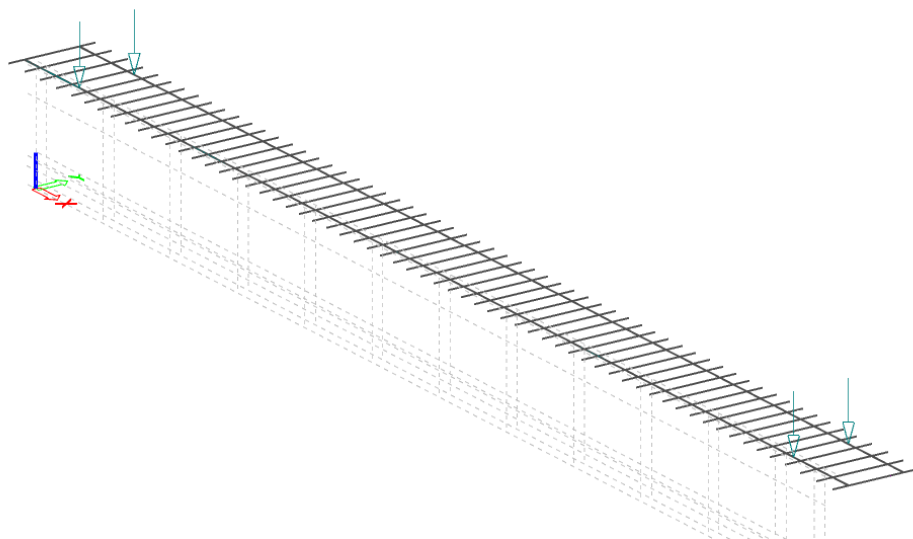


Obrázek 13 - Zatěžovací model LM71 [3]

Dynamický součinitel pro standardně udržovanou trať:

$$\phi = \frac{2,16}{\sqrt{L\phi - 0,2}} + 0,73$$

$$\phi = \frac{2,16}{\sqrt{31,76 - 0,2}} + 0,73 = 1,127$$



Obrázek 14 - Jednotkové síly na kolejnicích od dopravy (SCIA)

5. Kombinace zatížení

5.1 Součinitelé zatížení

Pro kombinace zatížení byly určeny součinitele zatížení dle Metodického pokynu pro určování zatížitelnosti železničních mostních objektů. Hodnoty jsou brány podle data výroby konstrukce (1912) jako součinitelé pro prvky stávajících mostních objektů starších 30 let.

| Typ zatížení | Součinitel |
|-------------------------------------------------------------|--------------------------|
| Pro účinky stálých zatížení | $\gamma_G = 1,20$ |
| Pro účinky svislého proměnného zatížení železniční dopravou | $\gamma_{Q,LM71} = 1,30$ |
| Pro účinky zatížení větrem | $\gamma_Q = 1,30$ |

Tabulka 1 - Jednotlivé součinitele zatížení

5.2 Kombinace zatížení [1]

Jednotlivé kombinace jsou brány z normy EN 1990, článek 6.4.3.2 – kombinace zatížení pro trvalé a pohyblivé návrhové situace. Kombinace zatížení jsou následující [1]:

- 1) Tato kombinace zahrnuje všechny zatěžovací stavy, jsou použity součinitele spolehlivosti dle MP, součinitel kombinace dle EN (varianta 6.10a, 6.10b):
 - Gr11 - vlak 100% hlavní, brzda 100%, boční ráz 50% (6.10a, 6.10b)
 - Gr12 – vlak 100% hlavní, brzda 50%, boční ráz 100% (6.10a, 6.10b)
 - Gr13 – brzda 100% hlavní, boční ráz 50%, vlak vedlejší 100% (6.10b)
 - Gr14 – boční ráz 100% hlavní, brzda 50%, vlak vedlejší 100% (6.10b)
- 2) Kombinace pouze LM71 - zatížitelnost (součinitel spolehlivosti krát LM71 zat. stavy všechny)
- 3) Kombinace vše mimo LM71 - zatížitelnost (použije se varianta 6.10)

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \quad (6.10)$$

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \quad (6.10a)$$

$$\sum_{j \geq 1} \xi_j \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \quad (6.10b)$$

Obrázek 15 - Jednotlivé kombinace zatížení použité ve výpočtech (EN 1990) [1]

Kde: $G_{k,j}$ stálá zatížení
 $Q_{k,j}$ proměnná zatížení
 $\psi_{0,i} = 0,80$ součinitel kombinace zatížení
 $\xi = 0,95$ redukční součinitel stálých zatížení [1]

Nejnepříznivější kombinace jsou uvedeny v následujících tabulkách vyňatých ze SCIA Engineer.

| GR11 (6.10a) | Obálka - únosnost | | |
|--------------|-------------------|--------------------------------------------|------|
| | | ZS1 - Vlastní tíha | 1,25 |
| | | ZS2 - Plechy mezi kolejnicemi | 1,25 |
| | | ZS3 - Pochozí plechy (konzole) | 1,25 |
| | | ZS4 - Zábradlí (sloupky) | 1,25 |
| | | ZS5 - Pojistný úhelník | 1,25 |
| | | ZS6 - Zatížení větrem bez dopravy (zprava) | 1,08 |
| | | ZS7 - Zatížení větrem bez dopravy (zleva) | 1,08 |
| | | ZS8 - Zatížení větrem s dopravou (zprava) | 1,08 |
| | | ZS9 - Zatížení větrem s dopravou (zleva) | 1,08 |
| | | ZS10 - Boční ráz 1/4 (zprava) | 0,44 |
| | | ZS11 - Boční ráz 1/2 (zprava) | 0,44 |
| | | ZS12 - Boční ráz 3/4 (zprava) | 0,44 |
| | | ZS13 - Boční ráz 1/4 (zleva) | 0,44 |
| | | ZS14 - Boční ráz 1/2 (zleva) | 0,44 |
| | | ZS15 - Boční ráz 3/4 (zleva) | 0,44 |
| | | ZS16 - Rozjezd proti ložisku | 0,88 |
| | | ZS17 - Rozjezd od ložiska | 0,88 |
| | | Po směru-UIC 71-Min N | 1,04 |
| | | Po směru-UIC 71-Min Vz | 1,04 |
| | | Po směru-UIC 71-Min Mx | 1,04 |
| | | Po směru-UIC 71-Min My | 1,04 |
| | | Po směru-UIC 71-Max N | 1,04 |
| | | Po směru-UIC 71-Max Vz | 1,04 |
| | | Po směru-UIC 71-Max Mx | 1,04 |
| | | Po směru-UIC 71-Max My | 1,04 |
| | | Proti směru-UIC 71-Min N | 1,04 |
| | | Proti směru-UIC 71-Min Vz | 1,04 |
| | | Proti směru-UIC 71-Min Mx | 1,04 |
| | | Proti směru-UIC 71-Min My | 1,04 |
| | | Proti směru-UIC 71-Max N | 1,04 |
| | | Proti směru-UIC 71-Max Vz | 1,04 |
| | | Proti směru-UIC 71-Max Mx | 1,04 |
| | | Proti směru-UIC 71-Max My | 1,04 |

Obrázek 16 - Kombinace zatížení GR11 (6.10a)

| | | | |
|--------------|-------------------|--------------------------------------------|------|
| GR11 (6.10b) | Obálka - únosnost | ZS1 - Vlastní tíha | 1,06 |
| | | ZS2 - Plechy mezi kolejnicemi | 1,06 |
| | | ZS3 - Pochozí plechy (konzole) | 1,06 |
| | | ZS4 - Zábradlí (sloupky) | 1,06 |
| | | ZS5 - Pojistný úhelník | 1,06 |
| | | ZS6 - Zatížení větrem bez dopravy (zprava) | 1,08 |
| | | ZS7 - Zatížení větrem bez dopravy (zleva) | 1,08 |
| | | ZS8 - Zatížení větrem s dopravou (zprava) | 1,08 |
| | | ZS9 - Zatížení větrem s dopravou (zleva) | 1,08 |
| | | ZS10 - Boční ráz 1/4 (zprava) | 0,44 |
| | | ZS11 - Boční ráz 1/2 (zprava) | 0,44 |
| | | ZS12 - Boční ráz 3/4 (zprava) | 0,44 |
| | | ZS13 - Boční ráz 1/4 (zleva) | 0,44 |
| | | ZS14 - Boční ráz 1/2 (zleva) | 0,44 |
| | | ZS15 - Boční ráz 3/4 (zleva) | 0,44 |
| | | ZS16 - Rozjezd proti ložisku | 0,88 |
| | | ZS17 - Rozjezd od ložiska | 0,88 |
| | | Po směru-UIC 71-Min N | 1,30 |
| | | Po směru-UIC 71-Min Vz | 1,30 |
| | | Po směru-UIC 71-Min Mx | 1,30 |
| | | Po směru-UIC 71-Min My | 1,30 |
| | | Po směru-UIC 71-Max N | 1,30 |
| | | Po směru-UIC 71-Max Vz | 1,30 |
| | | Po směru-UIC 71-Max Mx | 1,30 |
| | | Po směru-UIC 71-Max My | 1,30 |
| | | Proti směru-UIC 71-Min N | 1,30 |
| | | Proti směru-UIC 71-Min Vz | 1,30 |
| | | Proti směru-UIC 71-Min Mx | 1,30 |
| | | Proti směru-UIC 71-Min My | 1,30 |
| | | Proti směru-UIC 71-Max N | 1,30 |
| | | Proti směru-UIC 71-Max Vz | 1,30 |
| | | Proti směru-UIC 71-Max Mx | 1,30 |
| | | Proti směru-UIC 71-Max My | 1,30 |
| GR12 (6.10a) | Obálka - únosnost | ZS1 - Vlastní tíha | 1,25 |
| | | ZS2 - Plechy mezi kolejnicemi | 1,25 |
| | | ZS3 - Pochozí plechy (konzole) | 1,25 |
| | | ZS4 - Zábradlí (sloupky) | 1,25 |
| | | ZS5 - Pojistný úhelník | 1,25 |
| | | ZS6 - Zatížení větrem bez dopravy (zprava) | 1,08 |
| | | ZS7 - Zatížení větrem bez dopravy (zleva) | 1,08 |
| | | ZS8 - Zatížení větrem s dopravou (zprava) | 1,08 |
| | | ZS9 - Zatížení větrem s dopravou (zleva) | 1,08 |
| | | ZS10 - Boční ráz 1/4 (zprava) | 0,88 |
| | | ZS11 - Boční ráz 1/2 (zprava) | 0,88 |
| | | ZS12 - Boční ráz 3/4 (zprava) | 0,88 |
| | | ZS13 - Boční ráz 1/4 (zleva) | 0,88 |
| | | ZS14 - Boční ráz 1/2 (zleva) | 0,88 |
| | | ZS15 - Boční ráz 3/4 (zleva) | 0,88 |
| | | ZS16 - Rozjezd proti ložisku | 0,44 |
| | | ZS17 - Rozjezd od ložiska | 0,44 |
| | | Po směru-UIC 71-Min N | 1,04 |
| | | Po směru-UIC 71-Min Vz | 1,04 |
| | | Po směru-UIC 71-Min Mx | 1,04 |
| | | Po směru-UIC 71-Min My | 1,04 |
| | | Po směru-UIC 71-Max N | 1,04 |
| | | Po směru-UIC 71-Max Vz | 1,04 |
| | | Po směru-UIC 71-Max Mx | 1,04 |
| | | Po směru-UIC 71-Max My | 1,04 |
| | | Proti směru-UIC 71-Min N | 1,04 |
| | | Proti směru-UIC 71-Min Vz | 1,04 |
| | | Proti směru-UIC 71-Min Mx | 1,04 |
| | | Proti směru-UIC 71-Min My | 1,04 |
| | | Proti směru-UIC 71-Max N | 1,04 |
| | | Proti směru-UIC 71-Max Vz | 1,04 |
| | | Proti směru-UIC 71-Max Mx | 1,04 |
| | | Proti směru-UIC 71-Max My | 1,04 |

Obrázek 17 - Kombinace zatížení GR11 (6.10b) a GR12 (6.10a)

| | | | |
|--------------|-------------------|--------------------------------------------|------|
| GR12 (6.10b) | Obálka - únosnost | ZS1 - Vlastní tíha | 1,06 |
| | | ZS2 - Plechy mezi kolejnicemi | 1,06 |
| | | ZS3 - Pochozí plechy (konzole) | 1,06 |
| | | ZS4 - Zábradlí (sloupky) | 1,06 |
| | | ZS5 - Pojistný úhelník | 1,06 |
| | | ZS6 - Zatížení větrem bez dopravy (zprava) | 1,08 |
| | | ZS7 - Zatížení větrem bez dopravy (zleva) | 1,08 |
| | | ZS8 - Zatížení větrem s dopravou (zprava) | 1,08 |
| | | ZS9 - Zatížení větrem s dopravou (zleva) | 1,08 |
| | | ZS10 - Boční ráz 1/4 (zprava) | 0,88 |
| | | ZS11 - Boční ráz 1/2 (zprava) | 0,88 |
| | | ZS12 - Boční ráz 3/4 (zprava) | 0,88 |
| | | ZS13 - Boční ráz 1/4 (zleva) | 0,88 |
| | | ZS14 - Boční ráz 1/2 (zleva) | 0,88 |
| | | ZS15 - Boční ráz 3/4 (zleva) | 0,88 |
| | | ZS16 - Rozjezd proti ložisku | 0,44 |
| | | ZS17 - Rozjezd od ložiska | 0,44 |
| | | Po směru-UIC 71-Min N | 1,30 |
| | | Po směru-UIC 71-Min Vz | 1,30 |
| | | Po směru-UIC 71-Min Mx | 1,30 |
| | | Po směru-UIC 71-Min My | 1,30 |
| | | Po směru-UIC 71-Max N | 1,30 |
| | | Po směru-UIC 71-Max Vz | 1,30 |
| | | Po směru-UIC 71-Max Mx | 1,30 |
| | | Po směru-UIC 71-Max My | 1,30 |
| | | Proti směru-UIC 71-Min N | 1,30 |
| | | Proti směru-UIC 71-Min Vz | 1,30 |
| | | Proti směru-UIC 71-Min Mx | 1,30 |
| | | Proti směru-UIC 71-Min My | 1,30 |
| | | Proti směru-UIC 71-Max N | 1,30 |
| | | Proti směru-UIC 71-Max Vz | 1,30 |
| | | Proti směru-UIC 71-Max Mx | 1,30 |
| | | Proti směru-UIC 71-Max My | 1,30 |

| | | | |
|--------------|-------------------|--------------------------------------------|------|
| GR13 (6.10b) | Obálka - únosnost | ZS1 - Vlastní tíha | 1,06 |
| | | ZS2 - Plechy mezi kolejnicemi | 1,06 |
| | | ZS3 - Pochozí plechy (konzole) | 1,06 |
| | | ZS4 - Zábradlí (sloupky) | 1,06 |
| | | ZS5 - Pojistný úhelník | 1,06 |
| | | ZS6 - Zatížení větrem bez dopravy (zprava) | 1,08 |
| | | ZS7 - Zatížení větrem bez dopravy (zleva) | 1,08 |
| | | ZS8 - Zatížení větrem s dopravou (zprava) | 1,08 |
| | | ZS9 - Zatížení větrem s dopravou (zleva) | 1,08 |
| | | ZS10 - Boční ráz 1/4 (zprava) | 0,44 |
| | | ZS11 - Boční ráz 1/2 (zprava) | 0,44 |
| | | ZS12 - Boční ráz 3/4 (zprava) | 0,44 |
| | | ZS13 - Boční ráz 1/4 (zleva) | 0,44 |
| | | ZS14 - Boční ráz 1/2 (zleva) | 0,44 |
| | | ZS15 - Boční ráz 3/4 (zleva) | 0,44 |
| | | ZS16 - Rozjezd proti ložisku | 1,10 |
| | | ZS17 - Rozjezd od ložiska | 1,10 |
| | | Po směru-UIC 71-Min N | 1,04 |
| | | Po směru-UIC 71-Min Vz | 1,04 |
| | | Po směru-UIC 71-Min Mx | 1,04 |
| | | Po směru-UIC 71-Min My | 1,04 |
| | | Po směru-UIC 71-Max N | 1,04 |
| | | Po směru-UIC 71-Max Vz | 1,04 |
| | | Po směru-UIC 71-Max Mx | 1,04 |
| | | Po směru-UIC 71-Max My | 1,04 |
| | | Proti směru-UIC 71-Min N | 1,04 |
| | | Proti směru-UIC 71-Min Vz | 1,04 |
| | | Proti směru-UIC 71-Min Mx | 1,04 |
| | | Proti směru-UIC 71-Min My | 1,04 |
| | | Proti směru-UIC 71-Max N | 1,04 |
| | | Proti směru-UIC 71-Max Vz | 1,04 |
| | | Proti směru-UIC 71-Max Mx | 1,04 |
| | | Proti směru-UIC 71-Max My | 1,04 |

Obrázek 18 - Kombinace zatížení GR12 (6.10b) a GR13 (6.10b)

| | | | |
|---------------------------|-------------------|--------------------------------------------|------|
| GR14 (6.10b) | Obálka - únosnost | ZS1 - Vlastní tíha | 1,06 |
| | | ZS2 - Plechy mezi kolejnicemi | 1,06 |
| | | ZS3 - Pochozí plechy (konzole) | 1,06 |
| | | ZS4 - Zábradlí (sloupky) | 1,06 |
| | | ZS5 - Pojistný úhelník | 1,06 |
| | | ZS6 - Zatížení větrem bez dopravy (zprava) | 1,08 |
| | | ZS7 - Zatížení větrem bez dopravy (zleva) | 1,08 |
| | | ZS8 - Zatížení větrem s dopravou (zprava) | 1,08 |
| | | ZS9 - Zatížení větrem s dopravou (zleva) | 1,08 |
| | | ZS10 - Boční ráz 1/4 (zprava) | 1,10 |
| | | ZS11 - Boční ráz 1/2 (zprava) | 1,10 |
| | | ZS12 - Boční ráz 3/4 (zprava) | 1,10 |
| | | ZS13 - Boční ráz 1/4 (zleva) | 1,10 |
| | | ZS14 - Boční ráz 1/2 (zleva) | 1,10 |
| | | ZS15 - Boční ráz 3/4 (zleva) | 1,10 |
| | | ZS16 - Rozjezd proti ložisku | 0,44 |
| | | ZS17 - Rozjezd od ložiska | 0,44 |
| | | Po směru-UIC 71-Min N | 1,04 |
| | | Po směru-UIC 71-Min Vz | 1,04 |
| | | Po směru-UIC 71-Min Mx | 1,04 |
| | | Po směru-UIC 71-Min My | 1,04 |
| | | Po směru-UIC 71-Max N | 1,04 |
| | | Po směru-UIC 71-Max Vz | 1,04 |
| | | Po směru-UIC 71-Max Mx | 1,04 |
| | | Po směru-UIC 71-Max My | 1,04 |
| | | Proti směru-UIC 71-Min N | 1,04 |
| | | Proti směru-UIC 71-Min Vz | 1,04 |
| Proti směru-UIC 71-Min Mx | 1,04 | | |
| Proti směru-UIC 71-Min My | 1,04 | | |
| Proti směru-UIC 71-Max N | 1,04 | | |
| Proti směru-UIC 71-Max Vz | 1,04 | | |
| Proti směru-UIC 71-Max Mx | 1,04 | | |
| Proti směru-UIC 71-Max My | 1,04 | | |
| Z - LM71 | Obálka - únosnost | Po směru-UIC 71-Min N | 1,35 |
| | | Po směru-UIC 71-Min Vz | 1,35 |
| | | Po směru-UIC 71-Min Mx | 1,35 |
| | | Po směru-UIC 71-Min My | 1,35 |
| | | Po směru-UIC 71-Max N | 1,35 |
| | | Po směru-UIC 71-Max Vz | 1,35 |
| | | Po směru-UIC 71-Max Mx | 1,35 |
| | | Po směru-UIC 71-Max My | 1,35 |
| | | Proti směru-UIC 71-Min N | 1,35 |
| | | Proti směru-UIC 71-Min Vz | 1,35 |
| | | Proti směru-UIC 71-Min Mx | 1,35 |
| | | Proti směru-UIC 71-Min My | 1,35 |
| | | Proti směru-UIC 71-Max N | 1,35 |
| | | Proti směru-UIC 71-Max Vz | 1,35 |
| Proti směru-UIC 71-Max Mx | 1,35 | | |
| Proti směru-UIC 71-Max My | 1,35 | | |
| Z - vše kromě LM71 | Obálka - únosnost | ZS1 - Vlastní tíha | 1,25 |
| | | ZS2 - Plechy mezi kolejnicemi | 1,25 |
| | | ZS3 - Pochozí plechy (konzole) | 1,25 |
| | | ZS4 - Zábradlí (sloupky) | 1,25 |
| | | ZS5 - Pojistný úhelník | 1,25 |
| | | ZS6 - Zatížení větrem bez dopravy (zprava) | 1,08 |
| | | ZS7 - Zatížení větrem bez dopravy (zleva) | 1,08 |
| | | ZS8 - Zatížení větrem s dopravou (zprava) | 1,08 |
| | | ZS9 - Zatížení větrem s dopravou (zleva) | 1,08 |
| | | ZS10 - Boční ráz 1/4 (zprava) | 0,88 |
| | | ZS11 - Boční ráz 1/2 (zprava) | 0,88 |
| | | ZS12 - Boční ráz 3/4 (zprava) | 0,88 |
| | | ZS13 - Boční ráz 1/4 (zleva) | 0,88 |
| | | ZS14 - Boční ráz 1/2 (zleva) | 0,88 |
| | | ZS15 - Boční ráz 3/4 (zleva) | 0,88 |
| | | ZS16 - Rozjezd proti ložisku | 0,88 |
| | | ZS17 - Rozjezd od ložiska | 0,88 |

Obrázek 19 - Kombinace zatížení GR14 (6.10b) a kombinace zatížitelnosti

6. Posouzení jednotlivých částí hlavního nosníku

6.1 Dílčí součinitele materiálů

Dílčí součinitele spolehlivosti (γ_{M0} , γ_{M1} , γ_{M2}) a vlastnosti materiálu mostní konstrukce (dovolené namáhání, zaručená mez kluzu f_y , mez pevnosti f_u), byly odečteny z tabulky A.1 metodického pokynu pro určování zatížitelnosti železničních mostních objektů a to na základě roku výstavby mostní konstrukce (viz Tabulka 2).

| Rok výroby | Materiál pevnostní třídy | Dovolené namáhání σ_{adm} [MPa] | Zaručená mez kluzu f_y [MPa] | Mez pevnosti f_u [MPa] | γ_{M0} | γ_{M1} | γ_{M2} | Norma |
|---------------|-----------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------|---------------|---------------|---------------|----------|
| 1905- 1937 | plávková ocel | 140 | 230 | 360 | 1,10 | 1,20 | 1,30 | ČSN 1230 |

Tabulka 2 - Vlastnosti oceli a dílčí součinitele materiálů

6.2 Posouzení tlačných průřezů hlavního nosníku na vzpěr

V následujícím výpočtu je uveden postup řešení únosnosti průřezu na vzpěr horního pásu (viz Obrázek 20), u ostatních průřezů se postupuje obdobně dle vzoru. Výsledky jsou uvedeny v tabulkách níže.

Průřezové charakteristiky:

$$A = 0,0153 \text{ m}^2$$

$$I_y = 2,3598 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4$$

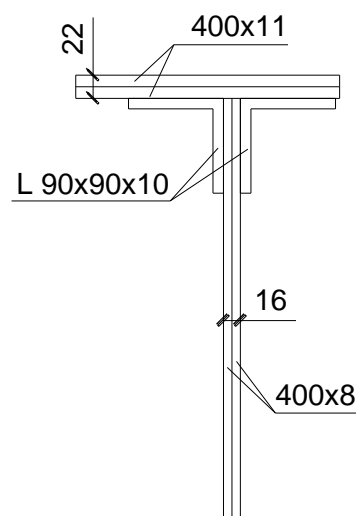
$$I_z = 3,6451 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4$$

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = 124 \text{ mm}$$

$$i_z = \sqrt{\frac{I_z}{A}} = 49 \text{ mm}$$

$$W_{ely} = 7,4941 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$W_{elz} = 2,7156 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$



Obrázek 20 - Průřez horního pásu Hp2b

Zatřídění průřezu [4]:

Určující pro zatřídění průřezu je přečnivající část stojiny.

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f}} = \sqrt{\frac{235}{230}} = 1,0108$$

(ČSN EN1993-1-1, 6.51)

$$\frac{c}{t} \leq 14\varepsilon \rightarrow \frac{310}{16} \leq 14 \rightarrow \text{IV. třída průřezu}$$

Posouzení účinků na boulení [5]:

Posouzení proběhlo na základě přečnávající stojny (jejího průběhu napětí), dle (ČSN EN 1993 -1 - 5, 4.4 tab. (4.2))

$$\sigma_1 = \frac{N_{ed}}{A_1} = \frac{1248,57}{310 \cdot 16} = \frac{1248,57}{0,00496} = 251,728 \text{ MPa}$$

$$\sigma_2 = \frac{N_{ed}}{A_1} = \frac{1248,57}{310 \cdot 16} = \frac{1248,57}{0,00496} = 251,728 \text{ MPa}$$

kde: $A_1 = \text{plocha stojny}$

$$\psi = \frac{\sigma_2}{\sigma_1} = \frac{251,728}{251,728} = 1 \rightarrow \text{součinitel kritického napětí } k_\sigma = 0,43$$

(k_σ – ČSN EN 1993 -1 - 5, 4.4 tab. (4.2))

$$\lambda_p = \frac{c/t}{28,4 \cdot \varepsilon \cdot \sqrt{k_\sigma}} = \frac{0,31/0,016}{28,4 \cdot 1,0108 \cdot \sqrt{0,43}} = 1,0293$$

Stanovení součinitele boulení [5]:

$$\rho = \frac{\lambda_p - 0,188}{\lambda_p^2} = \frac{1,0293 - 0,188}{1,0293^2} = 0,7941$$

$\rho = 0,7941 < 1,00 \rightarrow \text{prvek nevyhovuje podmínce, je potřeba spočítat } A_{eff}$

$$A_{eff} = \rho \cdot A_1 + A_{pásnice} = 0,014246 \text{ m}^2 \quad A_{pásnice} - \text{odměřeno z Autocadu.}$$

Průřezové charakteristiky oslabeného průřezu:

$$A_{eff} = 0,014246 \text{ m}^2$$

$$I_y = 1,45963 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4$$

$$I_z = 3,62588 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4$$

$$i_y = 101,22 \text{ mm}$$

$$i_z = 50,45 \text{ mm}$$

Posouzení vzpěrné únosnosti prutu [1]:

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi \cdot A_{eff} \cdot f_y}{\gamma_{M1}}$$

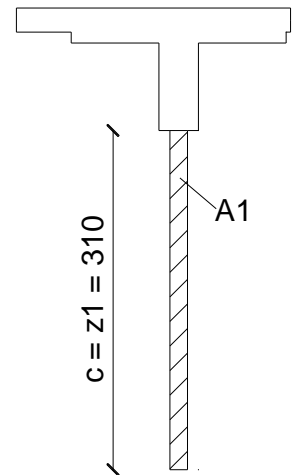
(ČSN EN1993-1-1, (6.46))

Štíhlost [1]:

$$\lambda_1 = 93,9 \cdot \varepsilon = 93,9 \cdot 1,0108 = 94,914 \quad (\text{ČSN EN 1993-1-1, 6.51})$$

$$L_{cr,y} = L_{cr,z} = 0,9 \cdot d = 0,9 \cdot 2,7 = 2,43 \text{ m}$$

$$\lambda_y = \frac{L_y}{i_y} = \frac{2430}{101,22} = 24,0071$$



Obrázek 21 - Efektivní plocha stojny A1

$$\lambda_z = \frac{l_z}{i_z} = \frac{2430}{50,45} = 48,1665$$

Poměrná štíhlost [1]:

$$\lambda_{\bar{y}} = \frac{\lambda_y}{\lambda_1} = \frac{24,0071}{94,914} = 0,2529$$

$$\lambda_{\bar{z}} = \frac{\lambda_z}{\lambda_1} = \frac{48,1665}{94,914} = 0,5075$$

Součinitel vzpěrnosti [4]:

$$\chi_i = \frac{1}{\phi_i + \sqrt{\phi_i^2 - \lambda_i^{-2}}} \quad (\text{ČSN EN 1993-1-1, 6.56})$$

$$\phi_y = 0,5 \cdot (1 + \alpha \cdot (\lambda_{\bar{y}} - 0,2) + \lambda_{\bar{y}}^2) \quad (\text{ČSN EN 1993-1-1, 6.3.2.2 (1)})$$

$$\alpha_y = 0,34 \quad (\text{křivka b}) \quad (\text{ČSN EN 1993-1-1, tab 6.3})$$

$$\alpha_z = 0,49 \quad (\text{křivka c}) \quad (\text{ČSN EN 1993-1-1, tab 6.3})$$

$$\phi_y = 0,5 \cdot (1 + 0,34 \cdot (0,2529 - 0,2) + 0,2529^2) = 0,54097$$

$$\phi_z = 0,5 \cdot (1 + 0,49 \cdot (0,5075 - 0,2) + 0,5075^2) = 0,7041$$

$$\chi_y = \frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \lambda_y^{-2}}} \quad (\text{ČSN EN 1993-1-1, 6.56})$$

$$\chi_y = \frac{1}{0,54097 + \sqrt{0,54097^2 - 0,2529^2}} = 0,9812$$

$$\chi_z = \frac{1}{0,7041 + \sqrt{0,7041^2 - 0,5075^2}} = 0,8388$$

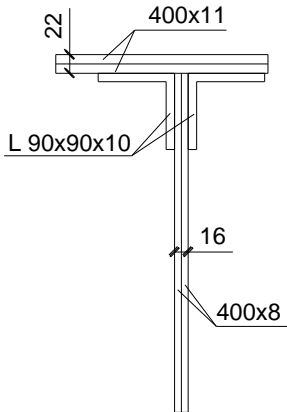
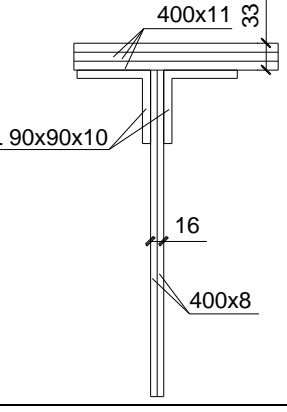
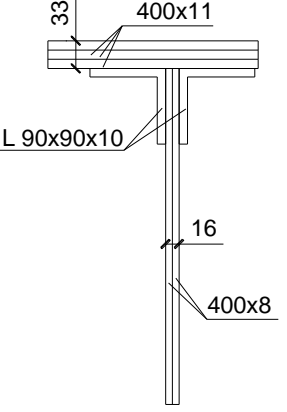
Pro výpočet volíme méně příznivou hodnotu $\chi = 0,8388$.

$$N_{b,Rd} = \frac{0,8388 \cdot 0,01426 \cdot 2,3 \cdot 10^5}{1,2} = 2292,58 \text{ kN}$$

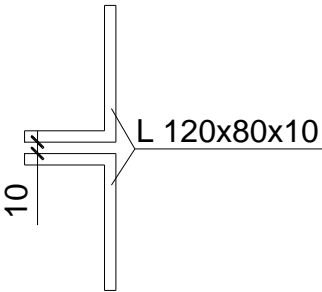
$$N_{Ed} < N_{b,Rd} \rightarrow 1248,57 < 2292,58 \text{ kN} \rightarrow \text{prut vyhovuje.}$$

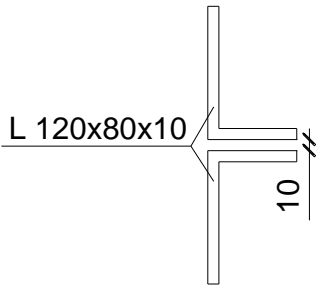
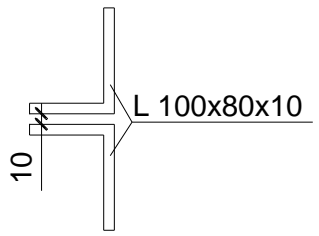
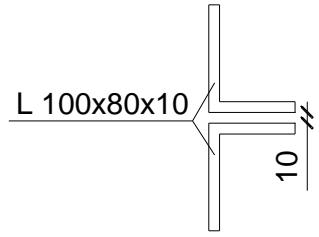
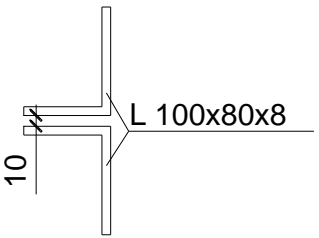
V následujících tabulkách jsou uvedeny posudky dalších tlačných průřezů hlavního nosníku, ztužení, zavětrování.

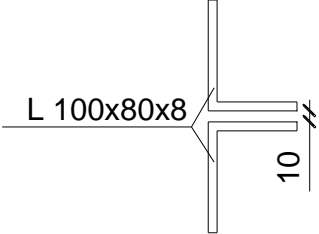
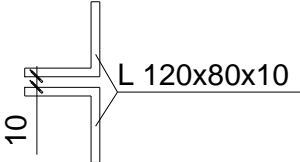
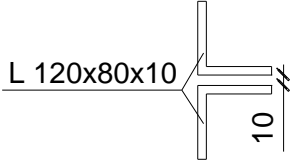
| Název prvku | Průřez | Plocha [mm ²] | Oslabená plocha [mm ²] | Vnitřní síla [kN] | Únosnost [kN] | Posudek |
|----------------|--------|---------------------------|------------------------------------|-------------------|---------------|----------|
| Horní pás Hp1a | | 12550 | 11529 | 805,09 | 2051,652 | Vyhovuje |
| Horní pás Hp1b | | 12550 | 11529 | 910,55 | 2051,652 | Vyhovuje |
| Horní pás Hp2a | | 15300 | 14246 | 1116,7 | 2292,58 | Vyhovuje |

| | | | | | | |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|---------|----------|----------|
| Horní pás Hp2b |  | 15300 | 14246 | 1248,57 | 2292,58 | Vyhovuje |
| Horní pás Hp3a |  | 18050 | 16996 | 1649,93 | 3058,893 | Vyhovuje |
| Horní pás Hp3b |  | 18050 | 16996 | 1693,9 | 3240,712 | Vyhovuje |

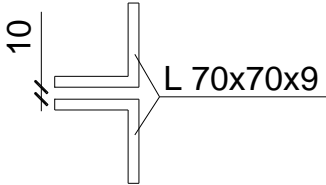
Tabulka 3 - Posudky horních pásnic hlavního nosníků (tlak)

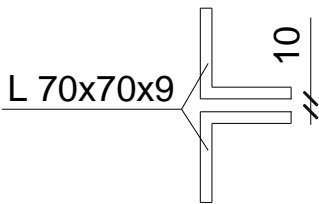
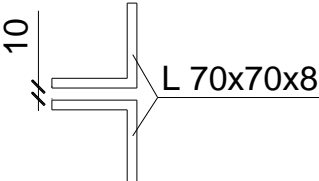
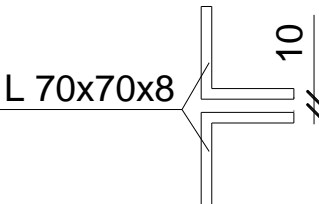
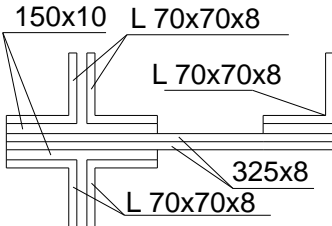
| Název prvku | Průřez | Plocha [mm ²] | Vnitřní síla [kN] | Únosnost [kN] | Posudek |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------------------|---------------|----------|
| Diagonála D1a |  | 3800 | 585,23 | 794,55 | Vyhovuje |

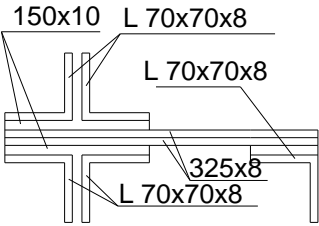
| | | | | | |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------|--------|---------|----------|
| Diagonála D1b |  | 3800 | 557,62 | 794,55 | Vyhovuje |
| Diagonála D2a |  | 3400 | 443,69 | 710,91 | Vyhovuje |
| Diagonála D2b |  | 3400 | 420,52 | 710,91 | Vyhovuje |
| Diagonála D3a |  | 2752 | 292,73 | 575,418 | Vyhovuje |

| | | | | | |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------|--------|---------|----------|
| Diagonála D3b |  | 2752 | 216,32 | 575,418 | Vyhovuje |
| Diagonála D4a |  | 2112 | 216,32 | 441,6 | Vyhovuje |
| Diagonála D4b |  | 2112 | 236,22 | 441,6 | Vyhovuje |

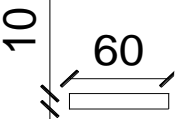
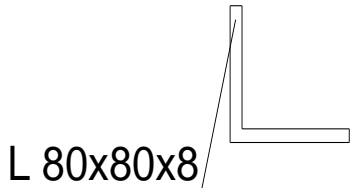
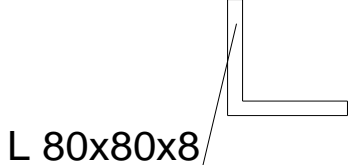
Tabulka 4 - Posudky diagonál hlavního nosníku (tlak)

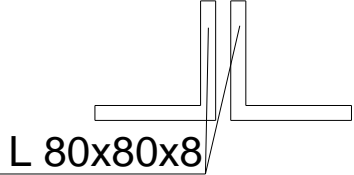
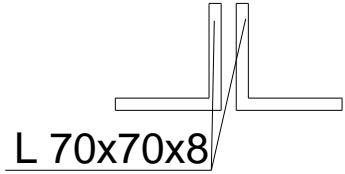
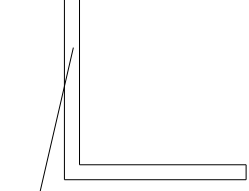
| Název prvku | Průřez | Plocha [mm ²] | Vnitřní síla [kN] | Únosnost [kN] | Posudek |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------------------|---------------|----------|
| Svislice V1a |  | 2358 | 91,46 | 554,53 | Vyhovuje |

| | | | | | |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------|---------|--------|----------|
| Svislice V1b |  | 2358 | 194,99 | 554,53 | Vyhovuje |
| Svislice V2a |  | 2112 | 275,17 | 496,32 | Vyhovuje |
| Svislice V2b |  | 2112 | 254,52 | 496,32 | Vyhovuje |
| Svislice V0 |  | 14180 | 1483,37 | 3332,3 | Vyhovuje |

| | | | | | |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------|--------|--------|----------|
| Svislice V12 |  | 14180 | 406,12 | 3332,3 | Vyhovuje |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------|--------|--------|----------|

Tabulka 5 - Posudky svislic hlavního nosníku (tlak)

| Název prvku | Průřez | Plocha [mm ²] | Vnitřní síla [kN] | Únosnost [kN] | Posudek |
|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------------------|---------------|----------|
| Ztužení hl.nos |  | 600 | 26,19 | 141 | Vyhovuje |
| Př.zavět. (80/80/8) |  | 1260 | 43,81 | 285,79 | Vyhovuje |
| Př.zavět. (80/80/10) |  | 1500 | 224,31 | 352,5 | Vyhovuje |

| | | | | | |
|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|--------|--------|----------|
| Dol.př.zavět (80/80/8) |  <p>L 80x80x8</p> | 2432 | 155,66 | 571,52 | Vyhovuje |
| Dol.př.zavět (70/70/8) |  <p>L 70x70x8</p> | 2112 | 42,07 | 496,32 | Vyhovuje |
| Hor.diag.zavět (120/120/10) |  <p>L 120x120x10</p> | 2300 | 233,25 | 540,5 | Vyhovuje |

Tabulka 6 - Posudky zavětrování, ztužení (tlak)

6.3 Posouzení průřezů hlavního nosníku v tahu

Pro vzorový výpočet je uveden výpočet únosnosti průřezu v tahu dolního pásu, u ostatních průřezů se postupuje obdobně dle vzoru. Výsledky jsou uvedeny v tabulkách níže.

Průřezové charakteristiky:

$$A = 1,2220 \cdot 10^4 \text{ m}^2$$

$$I_y = 1,9594 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4$$

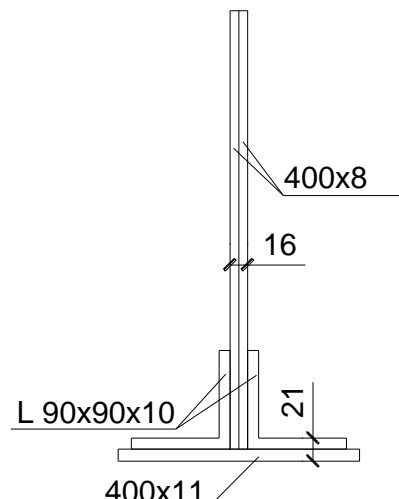
$$I_z = 1,6452 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4$$

$$i_y = 126,627 \text{ mm}$$

$$i_z = 36,692 \text{ mm}$$

$$W_{ely} = 6,7787 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$W_{elz} = 1,4956 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$



Obrázek 22 - Průřez dopního pásu Dp2

Posouzení prutu na tah [4]:

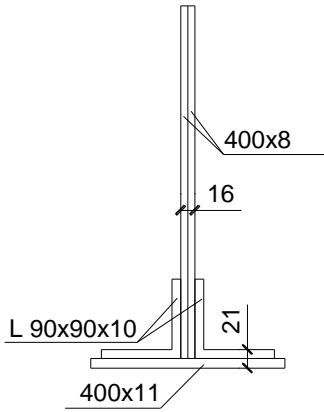
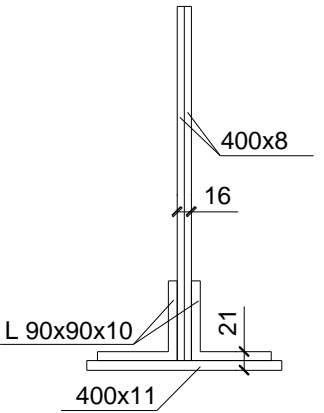
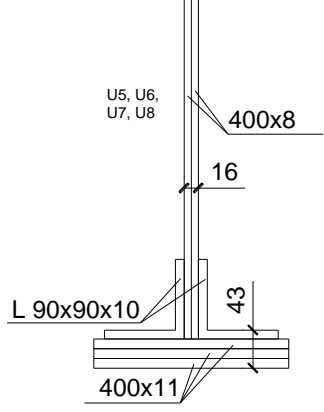
$$N_{pl,Rd} = (A \cdot f_y) / \gamma_{M0}$$

$$N_{pl,Rd} = \frac{(0,01222 \cdot 2,3 \cdot 10^5)}{1,1} = 2555,0909 \text{ kN}$$

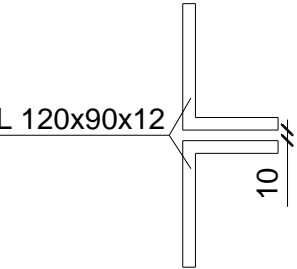
$$N_{Ed} < N_{pl,Rd} \rightarrow 1283,59 < 2555,0909 \text{ kN} \rightarrow \text{prut vyhovuje}$$

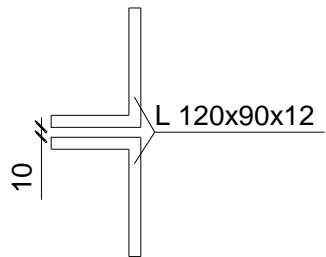
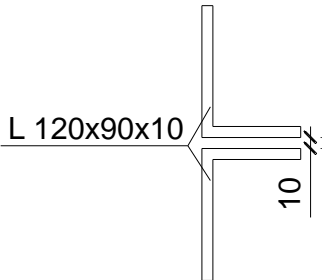
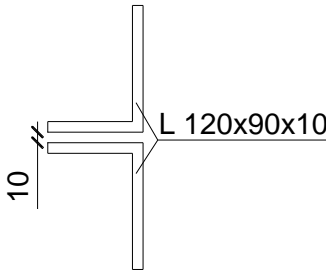
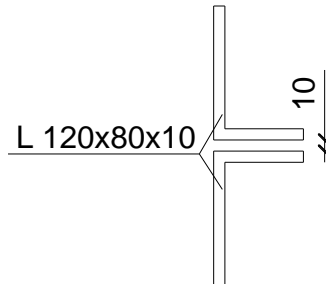
V následujících tabulkách jsou uvedeny posudky dalších tažených průřezů hlavního nosníku, ztužení, zavětrování.

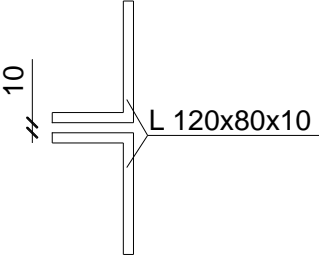
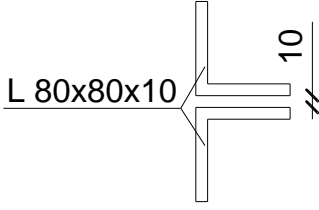
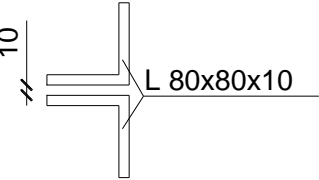
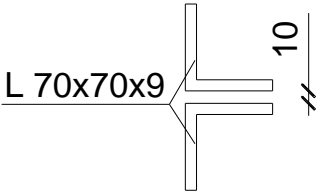
| Název prvku | Průřez | Plocha [mm ²] | Vnitřní síla [kN] | Únosnost [kN] | Posudek |
|---------------|--------|---------------------------|-------------------|---------------|----------|
| Dolní pás Dp1 | | 9800 | 881,58 | 2049,1 | Vyhovuje |

| | | | | | |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------|---------|----------|----------|
| Dolní pás Dp2 |  | 12220 | 1283,59 | 2555,1 | Vyhovuje |
| Dolní pás Dp3 |  | 14640 | 1611,69 | 3061,091 | Vyhovuje |
| Dolní pás Dp4 |  | 17060 | 1984,68 | 3567,1 | Vyhovuje |

Tabulka 7 - Posudky dolních tažených pásnic hl. nosníku


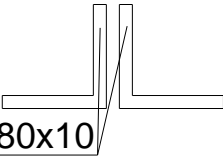
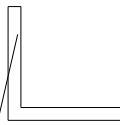
| Název prvku | Průřez | Plocha [mm ²] | Vnitřní síla [kN] | Únosnost [kN] | Posudek |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------------------|---------------|----------|
| Diagonála Z1a |  | 4752 | 435,63 | 993,6 | Vyhovuje |

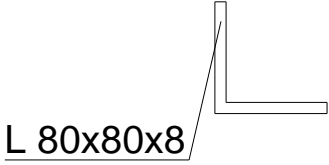
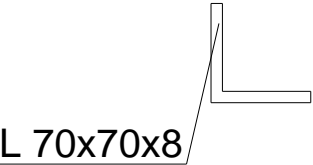
| | | | | | |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------|--------|--------|----------|
| Diagonála Z1b |  | 4752 | 503,02 | 993,6 | Vyhovuje |
| Diagonála Z2a |  | 4000 | 447,11 | 836,36 | Vyhovuje |
| Diagonála Z2b |  | 4000 | 428,6 | 836,36 | Vyhovuje |
| Diagonála Z3a |  | 3800 | 405,09 | 794,55 | Vyhovuje |

| | | | | | |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------|--------|--------|----------|
| Diagonála Z3b |  | 3800 | 347,19 | 794,55 | Vyhovuje |
| Diagonála Z4a |  | 3000 | 304,53 | 627,27 | Vyhovuje |
| Diagonála Z4b |  | 3000 | 289,17 | 627,27 | Vyhovuje |
| Diagonála Z5a |  | 2358 | 242,77 | 493,04 | Vyhovuje |

| | | | | | |
|---------------|--|------|--------|--------|----------|
| Diagonála Z5b | | 2358 | 230,49 | 493,04 | Vyhovuje |
| Diagonála Z6a | | 2112 | 170,11 | 441,6 | Vyhovuje |
| Diagonála Z6b | | 2112 | 167,32 | 441,6 | Vyhovuje |

Tabulka 8 - Posudky tažených diagonál hl. nosníku

| Název prvku | Průřez | Plocha [mm ²] | Vnitřní síla [kN] | Únosnost [kN] | Posudek |
|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------------------|---------------|----------|
| Ztužení podelníku | <p>UE 200</p>  | 2340 | 349,6 | 549,9 | Vyhovuje |
| Dol.šik.zavět (80/80/10) |  <p>L 80x80x10</p> | 3000 | 166,83 | 705 | Vyhovuje |
| Dol.diag.zavět (80/80/9) |  <p>L 80x80x9</p> | 1359 | 84,83 | 319,36 | Vyhovuje |

| | | | | | |
|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|------|--------|--------|----------|
| Dol.diag.zavět (80/80/8) |  L 80x80x8 | 1216 | 103,44 | 285,76 | Vyhovuje |
| Dol.diag.zavět (70/70/8) |  L 70x70x8 | 1056 | 87,29 | 248,16 | Vyhovuje |

Tabulka 9 - Posudky tažených ztužení, zavětrování

6.4 Posouzení příčnicku

Příčnick byl posouzen na lokální a globální ztrátu stability, únosnost příčného řezu, smykovou únosnost a odpovídající způsobem posouzen.

Rozměry průřezu:

$$h = 460 \text{ mm}$$

$$t_{fh} = 10 \text{ mm}$$

$$t_{fd} = 10 \text{ mm}$$

$$b_f = 210 \text{ mm}$$

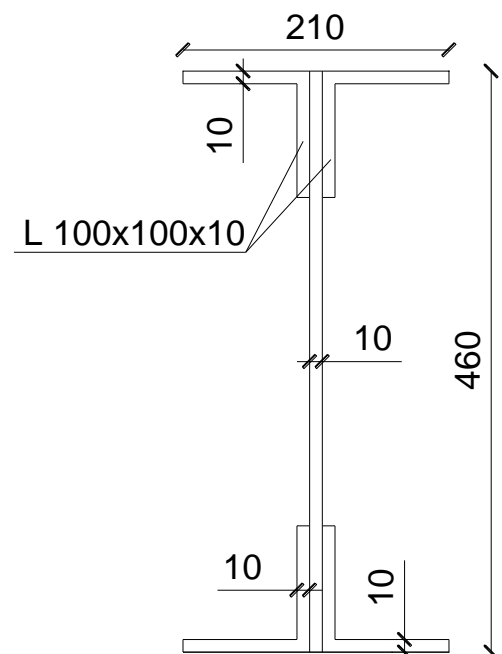
$$h_w = 314 \text{ mm}$$

$$t_w = 10 \text{ mm}$$

$$a = 2700 \text{ mm}$$

Materiál – plátková ocel:

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{230}} = 1,0108$$



Obrázek 23 - Průřez příčnicku

$$\gamma_{M0} = 1,10$$

$$\gamma_{M1} = 1,20$$

$$\gamma_{M2} = 1,30$$

Průřezové charakteristiky:

$$A = 1,2200 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$$

$$I_y = 3,9633 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4$$

$$I_z = 1,5862 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4$$

$$i_y = 180 \text{ mm}$$

$$i_z = 36 \text{ mm}$$

$$W_{ely} = 1,7232 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$W_{elz} = 1,5106 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$W_{ply} = 2,0590 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$W_{plz} = 2,6750 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

Hodnoty max.vnitřních sil:

$$N = -799,92 \text{ kN}$$

$$V_z = 145,55 \text{ kN}$$

$$M_y = 276,00 \text{ kNm}$$

$$M_z = -21,38 \text{ kNm}$$

Posouzení boulení stojiny [5]:

$$z_1 = \frac{h_w}{2} = \frac{460}{2} = 230 \text{ mm}$$

$$z_2 = \frac{h_w}{2} = \frac{460}{2} = -230 \text{ mm}$$

$$w_{\sigma 1} = \frac{I_y}{z_1} = \frac{3,9633 \cdot 10^{-4}}{0,23} = 0,00172 \text{ m}^3$$

$$w_{\sigma 2} = \frac{I_y}{z_2} = \frac{3,9633 \cdot 10^{-4}}{-0,23} = -0,00172 \text{ m}^3$$

$$\sigma_1 = \frac{M_{Ed}}{w_{\sigma 1}} = \frac{276}{0,00172} = 160,465 \text{ MPa}$$

$$\sigma_1 = \frac{M_{Ed}}{w_{\sigma 2}} = \frac{276}{-0,00172} = -160,465 \text{ MPa}$$

$$\psi = \frac{\sigma_2}{\sigma_1} = \frac{-243,372}{243,372} = -1 \rightarrow \text{součinitel kritického napětí } k_\sigma = 23,9$$

(k_σ – ČSNEN 1993 -1 - 5, 4.4 tab. (4.1))

Součinitel boulení [5]:

$$\lambda_p = \frac{c/t}{28,4 \cdot \varepsilon \cdot \sqrt{k_\sigma}} = \frac{0,23/0,01}{28,4 \cdot 1,0108 \cdot \sqrt{23,9}} = 1,639$$

$$\rho = \frac{\lambda_p - 0,055 \cdot (3 + \psi)}{\lambda_p^2} = \frac{0,1639 - 0,055 \cdot (3 - 1)}{0,1639^2} = 2,006$$

$\rho > 1,00 \rightarrow$ prvek vyhovuje podmínce \rightarrow nedochází k boulení

Posouzení účinků boulení pásnice[5]:

$$c = b_c = 105 \text{ mm}$$

$$w_{\sigma 1} = \frac{I_y}{z_1} = \frac{3,9633 \cdot 10^{-4}}{0,105} = 0,00377 \text{ m}^3$$

$$w_{\sigma 2} = \frac{I_y}{z_2} = \frac{3,9633 \cdot 10^{-4}}{0,105} = 0,00377 \text{ m}^3$$

$$\sigma_1 = \frac{M_{Ed}}{w_{\sigma 1}} = \frac{276}{0,00377} = 73,209 \text{ MPa}$$

$$\sigma_1 = \frac{M_{Ed}}{w_{\sigma 2}} = \frac{276}{0,00377} = 73,209 \text{ MPa}$$

$$\psi = \frac{\sigma_2}{\sigma_1} = \frac{73,209}{73,209} = 1 \rightarrow \text{součinitel kritického napětí } k_{\sigma} = 0,43$$

$$\lambda_p = \frac{c/t}{28,4 \cdot \varepsilon \cdot \sqrt{k_{\sigma}}} = \frac{0,105/0,01}{28,4 \cdot 1,0108 \cdot \sqrt{0,43}} = 0,5578$$

Stanovení součinitele boulení:

$$\rho = \frac{\lambda_p^{-0,188}}{\lambda_p^2} = \frac{0,5578^{-0,188}}{0,5578^2} = 1,189$$

$\rho = 1,189 > 1,00 \rightarrow$ prvek vyhovuje podmínce – nedochází k boulení.

Posouzení únosnosti příčného řezu:

$$\eta_1 = \frac{\frac{N_{Ed}}{f_y \cdot A_{eff}}}{\gamma_{M0}} + \frac{\frac{M_{Ed} + N_{Ed} \cdot e_n}{f_y \cdot w_{eff}}}{\gamma_{M0}}$$

$$\eta_1 = \frac{799,92}{\frac{2,3 \cdot 10^6 \cdot 0,0122}{1,1}} + \frac{276 + 799,92 \cdot 0}{\frac{2,3 \cdot 10^6 \cdot 1,7232 \cdot 10^{-3}}{1,1}} = 0,108$$

$\eta_1 = 0,108 < 1 \rightarrow$ prvek vyhovuje podmínce

Únosnost příčnicku ve smyku:

$$\alpha = \frac{a}{h_w} = \frac{2700}{314} = 8,5987 > 1$$

Návrhová únosnost (smyk) [5]:

$$V_{b,Rd} = V_{bw,rd} + V_{bf,rd} \leq \frac{\eta \cdot f_{yw} \cdot h_w \cdot t}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M1}}$$

(ČSN EN1993 -1 - 5, 5.2(1);(5.1))

Příspěvek stojiny [%]:

$$V_{bw,rd} = \frac{\chi_w \cdot f_{yw} \cdot h_w \cdot t}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M1}}$$

(ČSN EN 1993 -1 - 5, 5.2(1);(5.1))

Upravená štíhlost [5]:

$$\lambda_w = \frac{h_w}{37,4 \cdot t \cdot \varepsilon \cdot \sqrt{k_\tau}} \quad (\text{ČSN EN 1993-1-5, 5.3(3);(5.6)})$$

k_τ = součinitel kritického napětí ve smyku

$$k_\tau = 5,34 + 4,00 \cdot \left(\frac{h_w}{a}\right)^2 + k_{\tau sl} \quad \text{pokud } \frac{a}{h_w} \geq 1$$

$k_{\tau sl} = 0$... není podélná výztuha

$$k_\tau = 5,34 + 4,00 \cdot \left(\frac{314}{2700}\right)^2 + 0 = 5,394$$

$$\lambda_w = \frac{0,314}{37,4 \cdot 0,01 \cdot 1,0108 \cdot \sqrt{5,394}} = 0,3576$$

Součinitel příspěvku stojiny χ_w [5]:

Součinitel příspěvku stojiny χ_w k únosnosti v boulení při smyku (ČSN EN 1993-1-5 tab.5.1)

$$\eta_1 = 1,2 \quad (\text{ČSN EN 1993-1-5, 5.1(pozn. 2)})$$

$$\chi_w = \frac{0,83}{\lambda_w} = \frac{0,83}{0,3576} = 2,321 \rightarrow \chi_w = 1,00$$

$$V_{bw,rd} = \frac{\chi_w \cdot f_{yw} \cdot h_w \cdot t}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M1}} = \frac{1 \cdot 230 \cdot 10^6 \cdot 0,314 \cdot 0,01}{\sqrt{3} \cdot 1,1} = 374,467 \text{ kN}$$

Příspěvek pásnice [5]:

$$V_{bf,rd} = \frac{b_f \cdot t^2 \cdot f_{yt}}{c \cdot \gamma_{M1}} \cdot \left(1 - \left(\frac{M_{Ed}}{M_{f,rd}}\right)^2\right) \quad (\text{ČSN EN 1993-1-5, 5.4(1),(5.8)})$$

Návrhový plastický moment:

$$M_{f,rd} = \frac{w_{fy} \cdot f_{yd}}{\gamma_{M0}}$$

w_{fy} – odměřeno z Autocadu

$$w_{fy} = 1898400 \text{ mm}^3$$

$$M_{f,rd} = \frac{1,8984 \cdot 10^{-3} \cdot 230 \cdot 10^6}{1,1} = 396,938 \text{ kNm}$$

Návrhový platický moment celého průřezu:

$$M_{f,rd} = \frac{w_{ply} \cdot f_{yd}}{\gamma_{M0}} = \frac{2,0590 \cdot 10^{-3} \cdot 230 \cdot 10^6}{1,1} = 430,518 \text{ kNm}$$

$$b_f \leq 15 \cdot \varepsilon \cdot t$$

$$105 \leq 15 \cdot 1,0108 \cdot 0,01$$

$$105 \leq 151,62 \text{ mm}$$

Šířka pásnice by neměla být větší než $15 \cdot \varepsilon \cdot t \rightarrow b_f = 105 \text{ mm}$

koeficient c:

$$c = a \cdot \left(0,25 + \frac{1,6 \cdot b_f \cdot t_f^2 \cdot f_{yt}}{t \cdot h_w^2 \cdot f_{yw}} \right)$$

$$c = 2,7 \cdot \left(0,25 + \frac{1,6 \cdot 0,105 \cdot 0,01^2 \cdot 230 \cdot 10^6}{0,01 \cdot 0,314^2 \cdot 230 \cdot 10^6} \right) = 7,21 \text{ m}$$

$$V_{bf,rd} = \frac{b_f \cdot t^2 \cdot f_{yt}}{c \cdot \gamma_{M1}} \cdot \left(1 - \left(\frac{M_{Ed}}{M_{f,rd}} \right)^2 \right)$$

$$V_{bf,rd} = \frac{0,105 \cdot 0,01^2 \cdot 230 \cdot 10^6}{7,21 \cdot 1,1} \cdot \left(1 - \left(\frac{276}{430,518} \right)^2 \right) = 1,7935 \text{ kN}$$

Celková návrhová únosnost [5]

$$V_{b,Rd} = V_{bw,rd} + V_{bf,rd} \leq \frac{\eta \cdot f_{yw} \cdot h_w \cdot t}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M1}} \quad (\text{ČSN EN1993 -1 - 5, 5.2(1);(51)})$$

$$V_{b,Rd} = 430,518 + 1,7935 \leq \frac{1,2 \cdot 230 \cdot 0,314 \cdot 10}{\sqrt{3} \cdot 1,1} = 454,868 \text{ kN} \rightarrow \text{vyhovuje.}$$

6.5 Posouzení podélníku

Posouzení podélníku proběhlo obdobně – jednotlivé body posouzení jsou vypsány informativně.

Rozměry průřezu:

$$h = 350 \text{ mm}$$

$$t_{fh} = 18 \text{ mm}$$

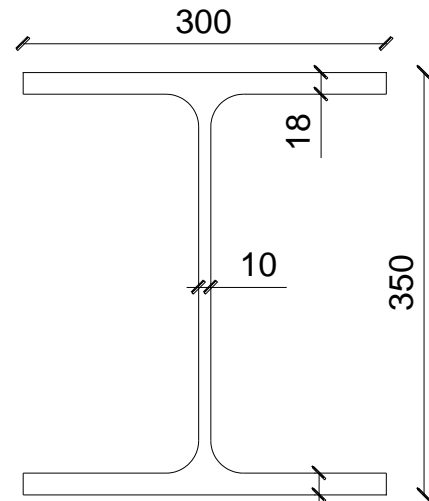
$$t_{fd} = 18 \text{ mm}$$

$$b_f = 300 \text{ mm}$$

$$h_w = 314 \text{ mm}$$

$$t_w = 10 \text{ mm}$$

$$a = 2700 \text{ mm}$$



Obrázek 24 - Příčný řez podélníkem

Materiál – plávková ocel:

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{230}} = 1,0108$$

Průřezové charakteristiky:

$$A = 1,2200 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$$

$$I_y = 3,9633 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4$$

$$I_z = 1,5862 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4$$

$$i_y = 180 \text{ mm}$$

$$i_z = 36 \text{ mm}$$

$$W_{ely} = 1,7232 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$W_{elz} = 1,5106 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

Hodnoty max.vnitřních sil:

$$N = 2066,53 \text{ kN}$$

$$V_z = 466,25 \text{ kN}$$

$$M_y = -271,59 \text{ kN}$$

$$M_z = 166,97 \text{ kN}$$

Posouzení boulení stojiny:

$$\psi = \frac{\sigma_2}{\sigma_1} = \frac{143,622}{-143,622} = -1 \rightarrow \text{součinitel kritického napětí } k_\sigma = 23,9$$

Součinitel boulení:

$$\lambda_p = \frac{c/t}{28,4 \cdot \varepsilon \cdot \sqrt{k_\sigma}} = 0,2262$$

$$\rho = \frac{\lambda_p - 0,055 \cdot (3 + \psi)}{\lambda_p^2} = 2,270$$

$\rho > 1,00 \rightarrow$ prvek vyhovuje podmínce \rightarrow nedochází k boulení

Posouzení účinků boulení pásnice

$$\lambda_p = \frac{b_c/t}{28,4 \cdot \varepsilon \cdot \sqrt{k_\sigma}} = 0,4475$$

Stanovení součinitele boulení:

$$\rho = \frac{\lambda_p^{-0,188}}{\lambda_p^2} = 1,296$$

$\rho = 1,296 > 1,00 \rightarrow$ prvek vyhovuje podmínce – nedochází k boulení.

Posouzení únosnosti příčného řezu:

$$\eta_1 = \frac{N_{Ed}}{\frac{f_y \cdot A_{eff}}{\gamma_{M0}}} + \frac{M_{Ed} + N_{Ed} \cdot e_n}{\frac{f_y \cdot W_{eff}}{\gamma_{M0}}}$$

$$\eta_1 = 0,004649$$

$\eta_1 = 0,108 < 1 \rightarrow$ prvek vyhovuje podmínce

Návrhová únosnost (smyk):

$$V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} \leq \frac{\eta \cdot f_{yw} \cdot h_w \cdot t}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M1}}$$

Příspěvek stojiny:

$$V_{bw,Rd} = \frac{\chi_w \cdot f_{yw} \cdot h_w \cdot t}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M1}}$$

Upravená štíhlost:

$$\lambda_w = \frac{h_w}{37,4 \cdot t \cdot \varepsilon \cdot \sqrt{k_\tau}}$$

$$\lambda_w = \frac{0,314}{37,4 \cdot 0,01 \cdot 1,0108 \cdot \sqrt{5,394}} = 0,36149$$

$$\chi_w = \frac{0,83}{\lambda_w} = 2,296 \rightarrow \chi_w = 1,00$$

$$V_{bw,Rd} = \frac{\chi_w \cdot f_{yw} \cdot h_w \cdot t}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M1}} = 474,870 \text{ kN}$$

Příspěvek pásnice:

$$V_{bf,Rd} = \frac{b_f \cdot t^2 \cdot f_{yt}}{c \cdot \gamma_{M1}} \cdot \left(1 - \left(\frac{M_{Ed}}{M_{f,Rd}} \right)^2 \right)$$

Návrhový plastický moment:

$$M_{f,Rd} = \frac{w_{fy} \cdot f_{yd}}{\gamma_{M0}}$$

w_{fy} – odměřeno z Autocadu

$$w_{fy} = 1,7928 \cdot 10^{-3} \text{ mm}^3$$

$$M_{f,Rd} = 421,308 \text{ kNm}$$

Návrhový platický moment celého průřezu:

$$M_{f,Rd} = \frac{w_{ply} \cdot f_{yd}}{\gamma_{M0}} = 490,680 \text{ kNm}$$

koeficient c:

$$c = a \cdot \left(0,25 + \frac{1,6 \cdot b_f \cdot t_f^2 \cdot f_{yt}}{t \cdot h_w^2 \cdot f_{yw}} \right) = 0,8464 \text{ m}$$

$$V_{bf,Rd} = \frac{b_f \cdot t^2 \cdot f_{yt}}{c \cdot \gamma_{M1}} \cdot \left(1 - \left(\frac{M_{Ed}}{M_{f,Rd}} \right)^2 \right)$$

$$V_{bf,Rd} = 7,886 \text{ kN}$$

Celková návrhová únosnosti:

$$V_{b,Rd} = V_{bw,rd} + V_{bf,rd} \leq \frac{\eta \cdot f_{yw} \cdot h_w \cdot t}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M1}}$$

$$V_{b,Rd} = 474,870 + 7,886 \leq \frac{1,2 \cdot 230 \cdot 0,314 \cdot 10}{\sqrt{3} \cdot 1,1} = 507,019 \text{ kN} \rightarrow \text{vyhovuje.}$$

6.6 Zatížitelnosti jednotlivých prvků [6]

Pro jednotlivé prvky byla vypočítána zatížitelnost dle metodického pokynu pro určování zatížitelnosti železničních mostních objektů. Příklad výpočtu je proveden na jedno průřezu horního pásu Hp2b. Výpočet byl proveden na maximálních hodnotách z celé konstrukce („na straně bezpečnosti“) pokud výpočet nevyhověl, přešlo se na konkrétní nevyhovující prvek a jeho vnitřní síly a výpočet se zopakoval.

| $N_{rs,ed}$ | $V_{z,rs,ed}$ | $M_{y,rs,ed}$ | $M_{z,rs,ed}$ |
|-------------|---------------|---------------|---------------|
| -296,25 | -14,38 | 10 | -2,76 |

Tabulka 10 - Návrhové hodnoty vnitřních sil od kombinace všech ostatních zatížení

| $N_{LM71,ed}$ | $V_{z,LM71,ed}$ | $M_{y,LM71,ed}$ | $M_{z,LM71,ed}$ |
|---------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| -1044,78 | -21,48 | -34,09 | -1,72 |

Tabulka 11 - Návrhové hodnoty vnitřních sil od kombinace vlak UIC 71

Materiál – plávková ocel:

$$f_y = 230 \text{ MPa}$$

$$f_u = 360 \text{ MPa}$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f}} = \sqrt{\frac{235}{230}} = 1,0108$$

$$\gamma_{M0} = 1,10; \quad \gamma_{M1} = 1,20; \quad \gamma_{M2} = 1,30$$

Průřezové charakteristiky:

$$A = 0,0153 \text{ m}^2$$

$$W_{ely} = 7,4941 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$I_y = 2,3598 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4$$

$$W_{elz} = 2,7156 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$I_z = 3,6451 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4$$

$$W_{ply} = 1,4102 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = 124 \text{ mm}$$

$$W_{plz} = 5,0650 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$i_z = \sqrt{\frac{I_z}{A}} = 49 \text{ mm}$$

Ověření únosnosti průřezu musí splňovat podmínku:

$$\eta_3 = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 0,5$$

$$V_{pl,Rd} = \frac{\eta \cdot f_{yw} \cdot h_w \cdot t}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M1}} = \frac{230 \cdot 10^6 \cdot 0,310 \cdot 0,016}{\sqrt{3} \cdot 1,1} = 598,765 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = \frac{35,38}{598,765} = 0,059 \leq 0,5 \rightarrow \text{prvek vyhovuje na smyk a plní podmínku } \eta_3 \leq 0,5$$

Zatížitelnost prvku [6]:

$$Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{1,rs}}{\eta_{1,LM71}}$$

$$\eta_{1,rs} = \frac{N_{rs,Ed}}{A \cdot f_y} + \frac{M_{y,rs,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y} + \frac{M_{z,rs,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y}$$

$$= \frac{296000}{0,0153 \cdot 230 \cdot 10^6 \cdot 1,1} + \frac{10000}{7,4941 \cdot 10^{-4} \cdot 230 \cdot 10^6 \cdot 1,1} + \frac{2760}{2,7156 \cdot 10^{-4} \cdot 230 \cdot 10^6 \cdot 1,1}$$

$$\eta_{1,rs} = 0,2050$$

$$\eta_{1,LM71} = \frac{N_{LM71,Ed}}{A \cdot f_y} + \frac{M_{y,LM71,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_y} + \frac{M_{z,LM71,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_y} = 0,5744$$

$$Z_{LM71} = \frac{1 - \eta_{1,rs}}{\eta_{1,LM71}} = \frac{1 - 0,2050}{0,5744} = 1,384$$

$$V_{Ed} = Z_{LM71} \cdot V_{z,LM71,ed} + V_{z,rs,ed} = 1,384 \cdot 21,48 + 14,38 = 44,108 \text{ kN}$$

$$\eta_3 = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 0,5 \rightarrow \frac{44,108}{598,765} \leq 0,5 \rightarrow 0,0734 \leq 0,5 \text{ prvek vyhovuje}$$

V následující tabulce (Tabulka 13) jsou uvedeny všechny průřezy mostní konstrukce a její zatížitelnosti.

| Název prvku | $\eta_{1,rs}$ | $\eta_{1,ML71}$ | Z_{lm71} |
|-------------|---------------|-----------------|------------|
| Hp1a | 0,2593 | 0,7290 | 1,0160 |
| Hp1b | 0,2187 | 0,7261 | 1,0760 |
| Hp2a | 0,1884 | 0,5572 | 1,4566 |
| Hp2b | 0,2050 | 0,5744 | 1,3839 |
| Hp3a | 0,1620 | 0,8077 | 1,0375 |
| Hp3b | 0,1811 | 0,6152 | 1,3312 |
| Dp1 | 0,1933 | 0,5902 | 1,3670 |

| | | | |
|-----------------------------------|--------|--------|--------|
| Dp2 | 0,1414 | 0,5671 | 1,5140 |
| Dp3 | 0,2202 | 0,7324 | 1,0648 |
| Dp4 | 0,2272 | 0,7106 | 1,0875 |
| Z1a | 0,1930 | 0,5555 | 1,4527 |
| Z1b | 0,2127 | 0,5793 | 1,3590 |
| Z2a | 0,1817 | 0,6102 | 1,3409 |
| Z2b | 0,0592 | 0,6045 | 1,5563 |
| Z3a | 0,1582 | 0,4450 | 1,8918 |
| Z3b | 0,0730 | 0,5064 | 1,8305 |
| Z4a | 0,1174 | 0,4596 | 1,9203 |
| Z4b | 0,1215 | 0,4991 | 1,7603 |
| Z5a | 0,0348 | 0,6508 | 1,4831 |
| Z5b | 0,0542 | 0,7425 | 1,2738 |
| Z6a | 0,0730 | 0,5147 | 1,8013 |
| Z6b | 0,0376 | 0,6364 | 1,5124 |
| D1a | 0,0943 | 0,6170 | 1,4678 |
| D1b | 0,1063 | 0,7232 | 1,2358 |
| D2a | 0,3821 | 0,5127 | 1,2052 |
| D2b | 0,2859 | 0,6254 | 1,1419 |
| D3a | 0,2418 | 0,7040 | 1,0770 |
| D3b | 0,1316 | 0,6368 | 1,3637 |
| D4a | 0,1368 | 0,6145 | 1,4047 |
| D4b | 0,1345 | 0,6418 | 1,3486 |
| V1a | 0,0553 | 0,4602 | 2,0527 |
| V1b | 0,0742 | 0,5186 | 1,7852 |
| V2a | 0,2443 | 0,4087 | 1,8488 |
| V2b | 0,2766 | 0,5436 | 1,3308 |
| V12a | 0,0546 | 0,6993 | 1,3518 |
| V12b | 0,5163 | 0,2833 | 1,7074 |
| Příčník | 0,7530 | 0,1719 | 1,4370 |
| Podélník | 0,3429 | 0,5634 | 1,1663 |
| Příčné zavětrování (80/80/8) | 0,6630 | 0,2885 | 1,1679 |
| Příčné zavětrování (80/80/10) | 0,2292 | 0,7102 | 1,0852 |
| Dol. šik. zavětrování (80/80/10) | 0,4525 | 0,4760 | 1,1502 |
| Dol. příč. zavětrování (80/80/8) | 0,2649 | 0,6161 | 1,1932 |
| Dol. příč. zavětrování (70/70/8) | 0,1418 | 0,2339 | 3,6698 |
| Dol.diag.zavětrování (80/80/9) | 0,3923 | 0,3743 | 1,6236 |
| Dol.diag.zavětrování (80/80/8) | 0,2745 | 0,4513 | 1,6075 |
| Dol.diag.zavětrování (70/70/8) | 0,2579 | 0,4053 | 1,8307 |
| Hor.diag.zavětrování (120/120/10) | 0,3196 | 0,4215 | 1,6144 |
| Ztužení podélníků | 0,2661 | 0,6425 | 1,1423 |
| Ztužení hl.nos - FLA60/10 | 0,0995 | 0,2437 | 3,6956 |

Tabulka 12 - Zatížitelnost jednotlivých průřezů mostní konstrukce.

7 Závěr

Cílem diplomové práce bylo statické posouzení únosnosti ocelové nosné konstrukce – hlavní nosník spolu s mostovkou dle platných českých a evropských norem. Mostní objekt tvoří dva příhradové, ocelové, nýtované nosníky, prvková zapuštěná mostovka s plnostěnnými příčnicíky i podélníky a mostnice. Každý prvek ocelové konstrukce byl posouzen na maximální hodnoty vnitřních sil. Dle výpočtu únosnosti i zatížitelnosti ocelové nosné konstrukce vyhověly všechny prvky (hodnoty vyšší než 1).

Zatížitelnost mostního objektu je tedy rovna nejméně příznivé hodnotě na ocelové konstrukci.

Pro hlavní nosník je to prvek horní pásnice Hp1b se zatížitelností 1,0160

8 Použitá literatura

- [1] ČSN EN 1990. Eurokód : Zásady navrhování konstrukcí: 73 0002. Ed. 2. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2015, 100 s
- [2] ČSN EN 1991-1-4. Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem: 73 0035. Ed. 2. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2013, 124 s.
- [3] ČSN EN 1991-2. Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 2: Zatížení mostů dopravou: 73 6203. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2005, 97 s
- [4] ČSN EN 1993-1-1 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- [5] ČSN EN 1993-1-5. Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-5: Boulení stěn: 73 1401. Únor 2008. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2008, 56 s.
- [6] SŽDC. Metodický pokyn pro určování zatížitelnosti železničních mostních objektů. Praha, 2015, 75 s

Ostatní obrázky a tabulky jsou použity z archivu autora

Seznam obrázků

Obrázek 1- Umístění mostního objektu na mapě.

Obrázek 2- Detail širších vztahů.

Obrázek 3- Pohled na mostní objekt

Obrázek 4 - Nosná konstrukce

Obrázek 5 - Modelace styčnicku (SCIA Engineer)

Obrázek 6 -Model mostní konstrukce (SCIA Engineer)

Obrázek 7 - Mostní konstrukce - axonometrický pohled

Obrázek 8- Detail připojení prutů konstrukce

Obrázek 9- Model mostní konstrukce (Scia Engineer)

Obrázek 10 - boční pohled na mostní ocelovou konstrukci

Obrázek 11 - Příčný řez v 6. poli (SCIA Engineer)

Obrázek 12- zatížení od plechů mezi kolejnicemi

Obrázek 13- zatížení na konzolách od pochozích plechů.

Obrázek 14- Zatížení od zábradlí

Obrázek 15- Zatížení od pojistných úhelníků

Obrázek 16 - Plocha A1 od podelníku k temenu kolejnice (zápisky)

Obrázek 17 - Plocha A2 - jednotlivé prvky hlavních nosníků vystavěné větru (zápisky)

Obrázek 18 - plocha vystavěná větru od dopravy – 4 m nad temenem kolejnice (zápisky)

Obrázek 19 - Zatížení větrem s dopravou (zprava

Obrázek 20 - boční ráz na pravé kolejnici působící v temeni kolejnice

Obrázek 21 - Zatěžovací model LM71

Obrázek 22 - Jednotkové síly na kolejnicích od dopravy (SCIA)

Obrázek 23 - Jednotlivé kombinace zatížení použité ve výpočtech (EN 1990)

Obrázek 24 - Kombinace zatížení GR11 (6.10a)

Obrázek 25 - Kombinace zatížení GR11 (6.10b) a GR12 (6.10a)

Obrázek 26 - Kombinace zatížení GR12 (6.10b) a GR13 (6.10b)

Obrázek 27 - Kombinace zatížení GR14 (6.10b) a kombinace zatížitelností

Obrázek 28 - Průřez horního pásu Hp2b

Obrázek 29 - Efektivní plocha stojiny A1

Obrázek 30 - Průřez dopního pásu Dp2

Obrázek 31 - Průřez příčnicku

Obrázek 32 - Příčný řez podélníkem

Seznam Tabulek

Tabulka 1-Tuhosti styčnicků jednotlivých prutů.

Tabulka 2 - Jednotlivé součinitele zatížení

Tabulka 3 - Vlastnosti ocelí a dílčí součinitele materiálu

Tabulka 4 - Posudky horních pásnic hlavního nosníku (tlak)

Tabulka 5 - Posudky diagonál hlavního nosníku (tlak)

Tabulka 6 - Posudky svislic hlavního nosníku (tlak)

Tabulka 7 - Posudky zavětrování, ztužení (tlak)

Tabulka 8 - Posudky dolních tažených pásnic hl. nosníku

Tabulka 9 - Posudky tažených diagonál hl. nosníku

Tabulka 10 - Posudky tažených ztužení, zavětrování

Tabulka 11 - Návrhové hodnoty vnitřních sil od kombinace všech ostatních zatížení

Tabulka 12 - Návrhové hodnoty vnitřních sil od kombinace vlak UIC 71

Tabulka 13 - Zatížitelnost jednotlivých průřezů mostní konstrukce.

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera

Statický přepoččet příhradové ocelové mostní konstrukce v km 0,854 trati
Chlumeč nad Cidlinou (mimo) - Miedzylesie (PKP) (mimo)

FOTODOKUMENTACE

Zpracoval: Bc. Jan Voříšek

Vedoucí práce: doc. Ing. Bohumil Culek, Ph.D.



Obrázek 1 - Pohled na mostní svršek [fotografie: archive autora]



Obrázek 2 - Boční pohled na mostní objekt [fotografie: archive autora]



Obrázek 3 - Pohled na svahový kužel (projíždějící vlak) [fotografie: archive autora]



Obrázek 4 - Boční pohled na mostní objekt (2) [fotografie: archive autora]



Obrázek 5 - Boční pohled na mostní objekt z druhé strany Cidliny [fotografie: archive autora]



Obrázek 6 –Spodní pohled na mostní objekt (1) [fotografie: archive autora]



Obrázek 7 – Spodní pohled na mostní objekt (2) [fotografie: archive autora]



Obrázek 8 - Detail spoje [fotografie: archive autora]



Obrázek 9 - Pohled na krajní šikmý příčník [fotografie: archive autora]



Obrázek 10 - Pohled na opěru a pevné ložisko [fotografie: archive autora]

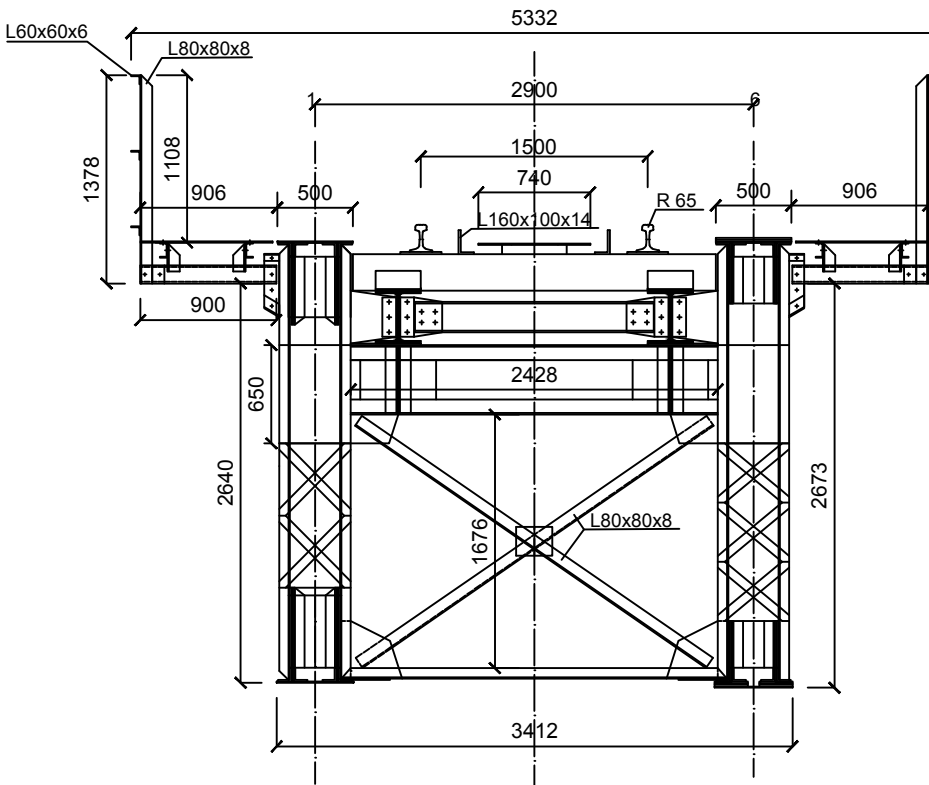
Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera

Statický přepoččet příhradové ocelové mostní konstrukce v km 0,854 trati
Chlumeč nad Cidlinou (mimo) - Miedzylesie (PKP) (mimo)

VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE – DISPOZICE MOSTU

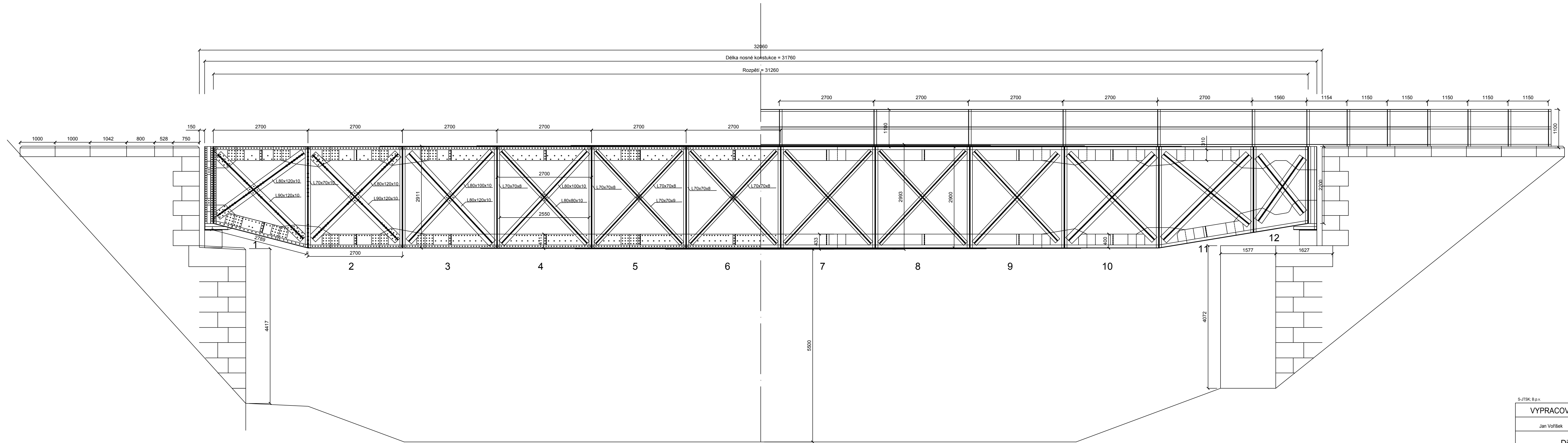
Zpracoval: Bc. Jan Voříšek

Vedoucí práce: doc. Ing. Bohumil Culek, Ph.D.



S-JTSK; B.p.v.

| | | | | |
|------------------------|--|--|---------------------------------|-----------|
| VYPRACOVAL | | | UNIVERZITA PARDUBICE DFJP | |
| Jan Voříšek | | | DATUM | 7/2021 |
| Diplomová práce | | | FORMÁT | A4 |
| | | | NÁZEV: | Č.VÝKRESU |
| Dispozice - PŘÍČNÝ ŘEZ | | | MĚŘÍTKO | 1:50 |

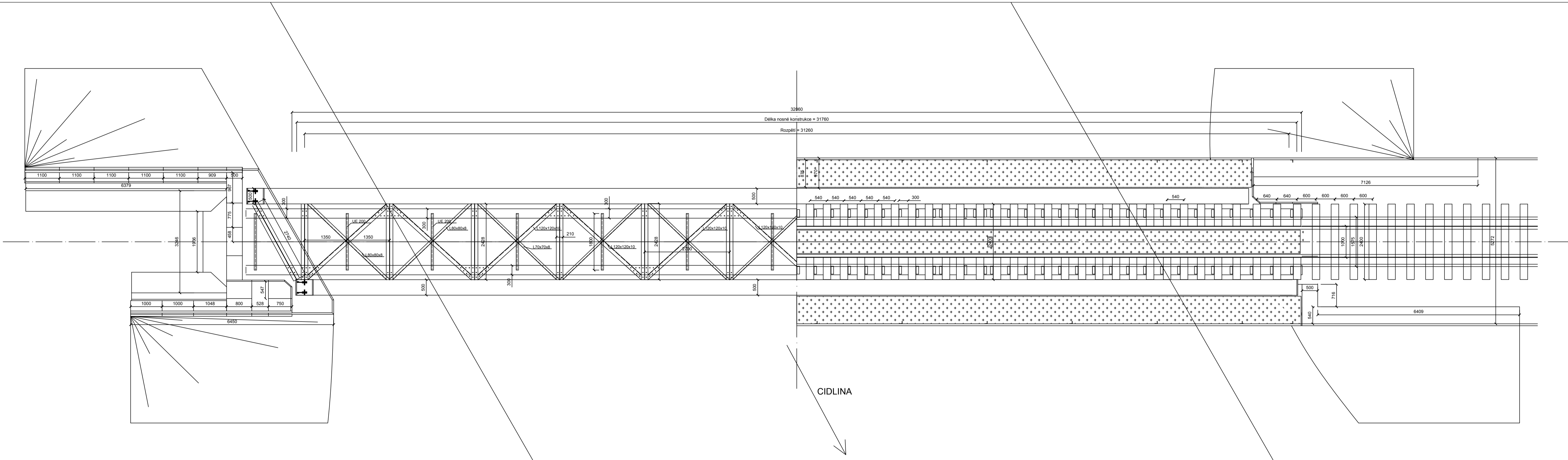


S-JTSK; B.p.v.

| | | |
|-----------------|--------------------------|---------------------------------|
| VYPRACOVAL | | UNIVERZITA PARDUBICE DFJP |
| Jan Vofíšek | | DATUM 7/2021 |
| Diplomová práce | | FORMÁT 5xA4 |
| NÁZEV: | Dispozice - Boční pohled | Č.VÝKRESU 3. |
| | | MĚŘÍTKO 1:50 |

VYTVOŘENO VE STUDENTSKÉ VERZI PRODUKTU AUTODESK

VYTVOŘENO VE STUDENTSKÉ VERZI PRODUKTU AUTODESK



CIDLINA

| | | | |
|---------------------|--|----------------------------|--------|
| VYPRACOVAL | | UNIVERZITA PARDUBICE DF-JP | |
| Jan Volfsek | | DATUM | 7/2021 |
| Diplomová práce | | FORMAT | 5xA4 |
| Dispozice - Pláňový | | Č.VÝKRESU | 3. |
| | | MÉRITKO | 1:50 |

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera

Statický přepoččet příhradové ocelové mostní konstrukce v km 0,854 trati
Chlumec nad Cidlinou (mimo) - Miedzylesie (PKP) (mimo)

PŘÍLOHA – PRŮŘEZOVÉ CHARAKTERISTIKY (SCIA ENGINEER)

Zpracoval: Bc. Jan Voříšek

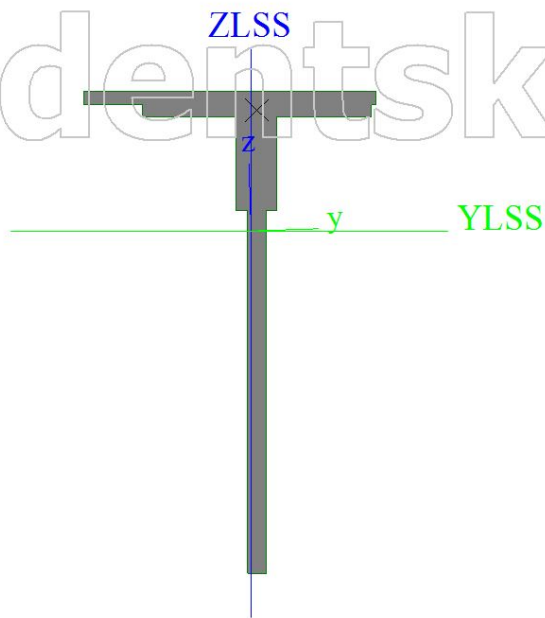
Vedoucí práce: doc. Ing. Bohumil Culek, Ph.D.

1. Průřezy

| Hp1a | | |
|----------------------------------------------------------------------------|---------------|------------|
| Typ | Obecný průřez | |
| Typ tvaru | Tenkostěnný | |
| Materiál | S 235 | |
| Výroba | obecný | |
| Barva | ■ | |
| Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z | d | d |
| A [m ²] | 1,2550e-02 | |
| A _y [m ²], A _z [m ²] | 5,7791e-03 | 6,8004e-03 |
| A _L [m ² /m], A _D [m ² /m] | 1,3220e+00 | 1,3220e+00 |
| C _{y,UCS} [m], C _{z,UCS} [m] | 0 | 0 |
| I _{y,LCS} [m ⁴], I _{z,LCS} [m ⁴] | 2,0030e-04 | 2,2150e-05 |
| I _{yz,LCS} [m ⁴] | 7,1712e-06 | |
| α [deg] | -2,30 | |
| I _y [m ⁴], I _z [m ⁴] | 2,0059e-04 | 2,1862e-05 |
| i _y [m], i _z [m] | 0 | 0 |
| W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³] | 6,8600e-04 | 1,5783e-04 |
| W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³] | 1,2667e-03 | 3,2435e-04 |
| M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm] | 2,98e+05 | 2,98e+05 |
| M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm] | 7,62e+04 | 7,62e+04 |
| d _y [m], d _z [m] | 0 | 0 |
| I _t [m ⁴], I _w [m ⁶] | 2,1852e-06 | 6,4372e-09 |
| β _y [m], β _z [m] | 0 | 0 |
| Obrázek | | |

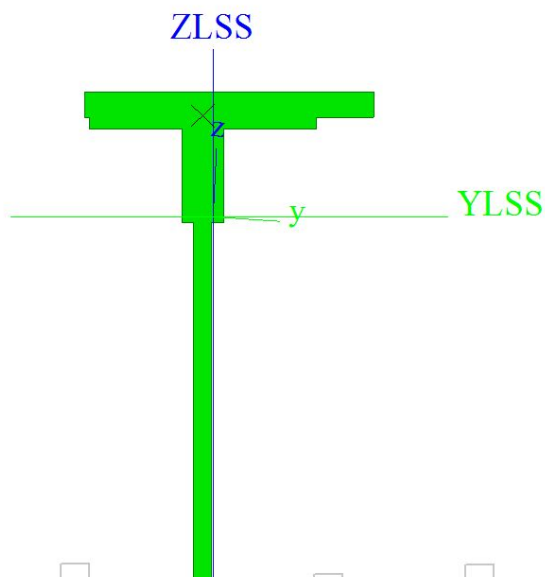
| Hp1b | | |
|----------------------------------------------------------------------------|---------------|------------|
| Typ | Obecný průřez | |
| Typ tvaru | Tenkostěnný | |
| Materiál | S 235 | |
| Výroba | obecný | |
| Barva | ■ | |
| Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z | d | d |
| A [m ²] | 1,2550e-02 | |
| A _y [m ²], A _z [m ²] | 5,8155e-03 | 6,8007e-03 |
| A _L [m ² /m], A _D [m ² /m] | 1,3220e+00 | 1,3220e+00 |
| C _{y,UCS} [m], C _{z,UCS} [m] | 0 | 0 |
| I _{y,LCS} [m ⁴], I _{z,LCS} [m ⁴] | 2,0030e-04 | 2,2150e-05 |
| I _{yz,LCS} [m ⁴] | -7,1712e-06 | |
| α [deg] | 2,30 | |
| I _y [m ⁴], I _z [m ⁴] | 2,0059e-04 | 2,1862e-05 |
| i _y [m], i _z [m] | 0 | 0 |
| W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³] | 6,8600e-04 | 1,5783e-04 |
| W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³] | 1,2667e-03 | 3,2435e-04 |
| M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm] | 2,98e+05 | 2,98e+05 |
| M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm] | 7,62e+04 | 7,62e+04 |
| d _y [m], d _z [m] | 0 | 0 |
| I _t [m ⁴], I _w [m ⁶] | 2,1932e-06 | 6,4441e-09 |
| β _y [m], β _z [m] | 0 | 0 |

Obrázek



Hp2a

| | | |
|----------------------------------------------------------------------------|---------------|------------|
| Typ | Obecný průřez | |
| Typ tvaru | Tenkostěnný | |
| Materiál | S 235 | |
| Výroba | obecný | |
| Barva | ■ | |
| Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z | d | d |
| A [m ²] | 1,5300e-02 | |
| A _y [m ²], A _z [m ²] | 9,2095e-03 | 7,3479e-03 |
| A _L [m ² /m], A _D [m ² /m] | 1,3440e+00 | 1,3440e+00 |
| c _{y.LCS} [m], c _{z.LCS} [m] | 0 | 0 |
| I _{y.LCS} [m ⁴], I _{z.LCS} [m ⁴] | 2,3523e-04 | 3,7201e-05 |
| I _{yz.LCS} [m ⁴] | 1,2210e-05 | |
| α [deg] | -3,52 | |
| I _y [m ⁴], I _z [m ⁴] | 2,3598e-04 | 3,6451e-05 |
| i _y [m], i _z [m] | 0 | 0 |
| W _{el.y} [m ³], W _{el.z} [m ³] | 7,4941e-04 | 2,7156e-04 |
| W _{pl.y} [m ³], W _{pl.z} [m ³] | 1,4102e-03 | 5,0650e-04 |
| M _{pl.y.+} [Nm], M _{pl.y.-} [Nm] | 3,31e+05 | 3,31e+05 |
| M _{pl.z.+} [Nm], M _{pl.z.-} [Nm] | 1,19e+05 | 1,19e+05 |
| d _y [m], d _z [m] | 0 | 0 |
| I _t [m ⁴], I _w [m ⁶] | 3,8908e-06 | 8,4279e-09 |
| β _y [m], β _z [m] | 0 | 0 |
| Obrázek | | |



Hp2b

| | | |
|-----|---------------|--|
| Typ | Obecný průřez | |
|-----|---------------|--|

| | | |
|----------------------------------------------------------------------------|-------------|------------|
| Typ tvaru | Tenkostěnný | |
| Materiál | S 235 | |
| Výroba | obecný | |
| Barva | ■ | |
| Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z | d | d |
| A [m ²] | 1,5300e-02 | |
| A _y [m ²], A _z [m ²] | 9,2095e-03 | 7,3479e-03 |
| A _L [m ² /m], A _D [m ² /m] | 1,3440e+00 | 1,3440e+00 |
| C _{y,UCS} [m], C _{z,UCS} [m] | 0 | 0 |
| I _{y,LCS} [m ⁴], I _{z,LCS} [m ⁴] | 2,3523e-04 | 3,7201e-05 |
| I _{yz,LCS} [m ⁴] | -1,2210e-05 | |
| α [deg] | 3,52 | |
| I _y [m ⁴], I _z [m ⁴] | 2,3598e-04 | 3,6451e-05 |
| i _y [m], i _z [m] | 0 | 0 |
| W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³] | 7,4941e-04 | 2,7156e-04 |
| W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³] | 1,4102e-03 | 5,0650e-04 |
| M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm] | 3,31e+05 | 3,31e+05 |
| M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm] | 1,19e+05 | 1,19e+05 |
| d _y [m], d _z [m] | 0 | 0 |
| I _t [m ⁴], I _w [m ⁶] | 3,8936e-06 | 8,3959e-09 |
| β _y [m], β _z [m] | 0 | 0 |
| Obrázek | | |

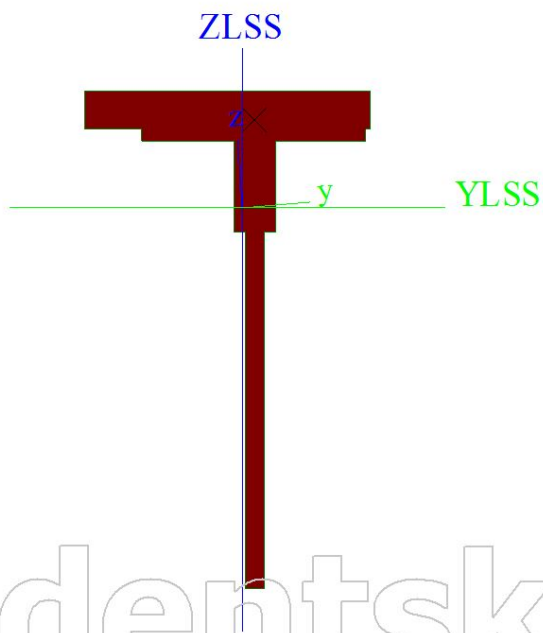
| | | |
|----------------------------------------------------------------------------|---------------|------------|
| Hp3a | | |
| Typ | Obecný průřez | |
| Typ tvaru | Tenkostěnný | |
| Materiál | S 235 | |
| Výroba | obecný | |
| Barva | ■ | |
| Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z | d | d |
| A [m ²] | 1,8050e-02 | |
| A _y [m ²], A _z [m ²] | 1,2741e-02 | 7,8301e-03 |
| A _L [m ² /m], A _D [m ² /m] | 1,3660e+00 | 1,3660e+00 |
| C _{y,UCS} [m], C _{z,UCS} [m] | 0 | 0 |
| I _{y,LCS} [m ⁴], I _{z,LCS} [m ⁴] | 2,6503e-04 | 5,2030e-05 |
| I _{yz,LCS} [m ⁴] | 1,6091e-05 | |
| α [deg] | -4,30 | |
| I _y [m ⁴], I _z [m ⁴] | 2,6624e-04 | 5,0821e-05 |
| i _y [m], i _z [m] | 0 | 0 |
| W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³] | 8,0156e-04 | 3,8505e-04 |
| W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³] | 1,5156e-03 | 6,8553e-04 |
| M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm] | 3,56e+05 | 3,56e+05 |
| M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm] | 1,61e+05 | 1,61e+05 |
| d _y [m], d _z [m] | 0 | 0 |
| I _t [m ⁴], I _w [m ⁶] | 7,1581e-06 | 1,2250e-08 |
| β _y [m], β _z [m] | 0 | 0 |


Obrázek



Hp3b

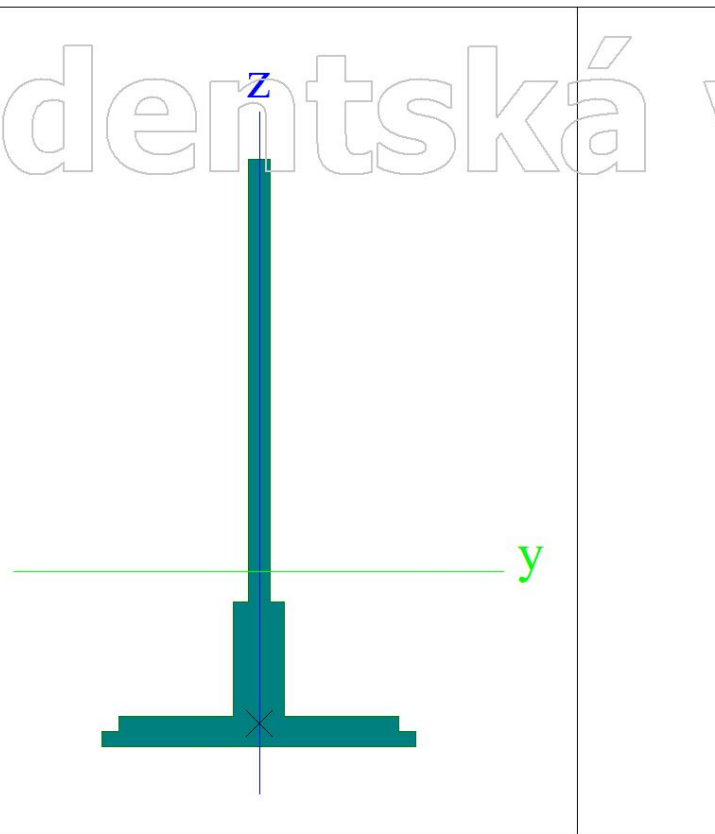
| | | |
|----------------------------------------------------------------------------|---------------|------------|
| Typ | Obecný průřez | |
| Typ tvaru | Tenkostěnný | |
| Materiál | S 235 | |
| Výroba | obecný | |
| Barva | ■ | |
| Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z | d | d |
| A [m ²] | 1,8050e-02 | |
| A _y [m ²], A _z [m ²] | 1,2741e-02 | 7,8301e-03 |
| A _L [m ² /m], A _D [m ² /m] | 1,3660e+00 | 1,3660e+00 |
| C _{y,UCS} [m], C _{z,UCS} [m] | 0 | 0 |
| I _{y,LCS} [m ⁴], I _{z,LCS} [m ⁴] | 2,6503e-04 | 5,2030e-05 |
| I _{yz,LCS} [m ⁴] | -1,6091e-05 | |
| α [deg] | 4,30 | |
| I _y [m ⁴], I _z [m ⁴] | 2,6624e-04 | 5,0821e-05 |
| i _y [m], i _z [m] | 0 | 0 |
| W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³] | 8,0156e-04 | 3,8505e-04 |
| W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³] | 1,5156e-03 | 6,8553e-04 |
| M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm] | 3,56e+05 | 3,56e+05 |
| M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm] | 1,61e+05 | 1,61e+05 |
| d _y [m], d _z [m] | 0 | 0 |
| I _t [m ⁴], I _w [m ⁶] | 7,1579e-06 | 1,2223e-08 |
| β _y [m], β _z [m] | 0 | 0 |



| | | |
|--------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Typ | Obecný průřez | |
| Typ tvaru | Tenkostěnný | |
| Materiál | S 235 | |
| Výroba | obecný | |
| Barva | ■ | |
| Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z | d | d |
| A [m ²] | 9,8000e-03 | |
| A _y [m ²], A _z [m ²] | 2,6851e-03 | 6,2712e-03 |
| A _L [m ² /m], A _D [m ² /m] | 1,1920e+00 | 1,1920e+00 |
| c _{y,UCS} [m], c _{z,UCS} [m] | 0 | 0 |
| α [deg] | 0,00 | |
| I _y [m ⁴], I _z [m ⁴] | 1,5501e-04 | 6,6915e-06 |
| i _y [m], i _z [m] | 0 | 0 |
| W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³] | 5,9547e-04 | 6,8280e-05 |
| W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³] | 1,0504e-03 | 1,4180e-04 |
| M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm] | 2,47e+05 | 2,47e+05 |
| M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm] | 3,33e+04 | 3,33e+04 |
| d _y [m], d _z [m] | 0 | 0 |
| I _t [m ⁴], I _w [m ⁶] | 1,5092e-06 | 5,5580e-09 |
| β _y [m], β _z [m] | 0 | 0 |
| Obrázek |  | |

| | | |
|--------------------------------------------------------------------------|---------------|------------|
| Dp2 | | |
| Typ | Obecný průřez | |
| Typ tvaru | Tenkostěnný | |
| Materiál | S 235 | |
| Výroba | obecný | |
| Barva | ■ | |
| Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z | d | d |
| A [m ²] | 1,2220e-02 | |
| A _y [m ²], A _z [m ²] | 5,3498e-03 | 6,7443e-03 |
| A _L [m ² /m], A _D [m ² /m] | 1,2620e+00 | 1,2620e+00 |
| c _{y,UCS} [m], c _{z,UCS} [m] | 0 | 0 |
| α [deg] | 0,00 | |
| I _y [m ⁴], I _z [m ⁴] | 1,9594e-04 | 1,6452e-05 |
| i _y [m], i _z [m] | 0 | 0 |
| W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³] | 6,7787e-04 | 1,4956e-04 |
| W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³] | 1,2450e-03 | 2,7490e-04 |
| M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm] | 2,93e+05 | 2,93e+05 |
| M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm] | 6,46e+04 | 6,46e+04 |
| d _y [m], d _z [m] | 0 | 0 |
| I _t [m ⁴], I _w [m ⁶] | 2,1297e-06 | 6,3731e-09 |
| β _y [m], β _z [m] | 0 | 0 |

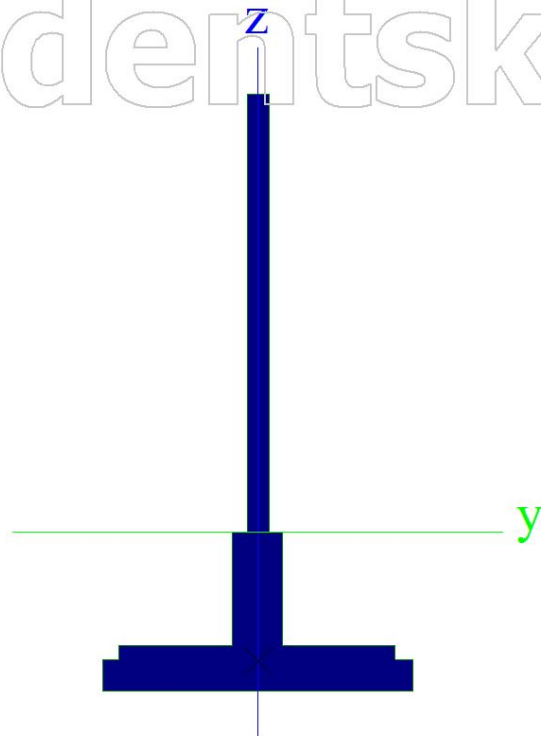
Obrázek



| Dp3 | | |
|--------------------------------------------------------------------------|---------------|------------|
| Typ | Obecný průřez | |
| Typ tvaru | Tenkostěnný | |
| Materiál | S 235 | |
| Výroba | obecný | |
| Barva | ■ | |
| Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z | d | d |
| A [m ²] | 1,4640e-02 | |
| A _y [m ²], A _z [m ²] | 7,7623e-03 | 7,1335e-03 |
| A _L [m ² /m], A _D [m ² /m] | 1,2840e+00 | 1,2840e+00 |
| C _{y.UCS} [m], C _{z.UCS} [m] | 0 | 0 |
| α [deg] | 0,00 | |
| I _y [m ⁴], I _z [m ⁴] | 2,2877e-04 | 2,6213e-05 |
| i _y [m], i _z [m] | 0 | 0 |
| W _{el.y} [m ³], W _{el.z} [m ³] | 7,3768e-04 | 2,3830e-04 |
| W _{pl.y} [m ³], W _{pl.z} [m ³] | 1,3847e-03 | 4,0800e-04 |
| M _{pl.y.+} [Nm], M _{pl.y.-} [Nm] | 3,25e+05 | 3,25e+05 |
| M _{pl.z.+} [Nm], M _{pl.z.-} [Nm] | 9,59e+04 | 9,59e+04 |
| d _y [m], d _z [m] | 0 | 0 |
| I _t [m ⁴], I _w [m ⁶] | 3,6978e-06 | 7,9053e-09 |
| β _y [m], β _z [m] | 0 | 0 |

Studentská verze

Obrázek

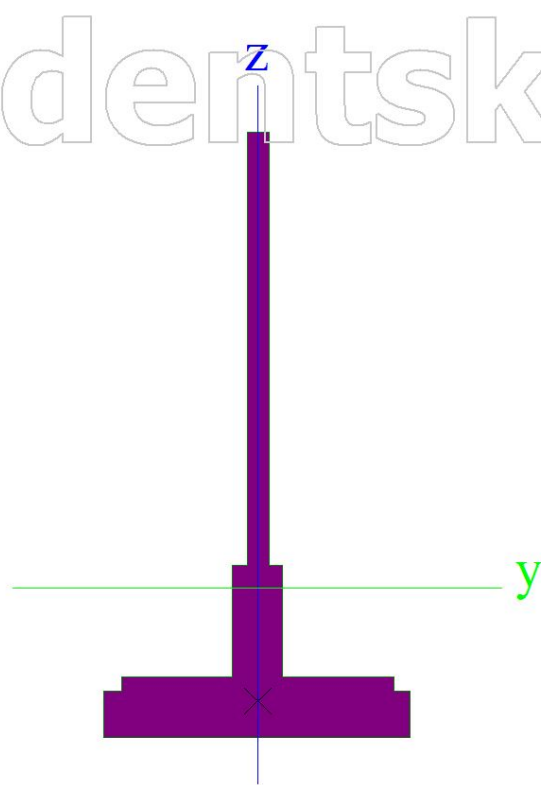


Dp4

| | | |
|--------------------------------------------------------------------------|---------------|------------|
| Typ | Obecný průřez | |
| Typ tvaru | Tenkostěnný | |
| Materiál | S 235 | |
| Výroba | obecný | |
| Barva | ■ | |
| Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z | d | d |
| A [m ²] | 1,7060e-02 | |
| A _y [m ²], A _z [m ²] | 1,0567e-02 | 7,5259e-03 |
| A _L [m ² /m], A _D [m ² /m] | 1,3060e+00 | 1,3060e+00 |
| c _{y.ucs} [m], c _{z.ucs} [m] | 0 | 0 |
| α [deg] | 0,00 | |
| I _y [m ⁴], I _z [m ⁴] | 2,5741e-04 | 3,5973e-05 |
| i _y [m], i _z [m] | 0 | 0 |
| W _{el.y} [m ³], W _{el.z} [m ³] | 7,8773e-04 | 3,2703e-04 |
| W _{pl.y} [m ³], W _{pl.z} [m ³] | 1,4806e-03 | 5,4110e-04 |
| M _{pl.y.+} [Nm], M _{pl.y.-} [Nm] | 3,48e+05 | 3,48e+05 |
| M _{pl.z.+} [Nm], M _{pl.z.-} [Nm] | 1,27e+05 | 1,27e+05 |
| d _y [m], d _z [m] | 0 | 0 |
| I _t [m ⁴], I _w [m ⁶] | 6,6649e-06 | 1,0664e-08 |
| β _y [m], β _z [m] | 0 | 0 |

Studentská verze

Obrázek

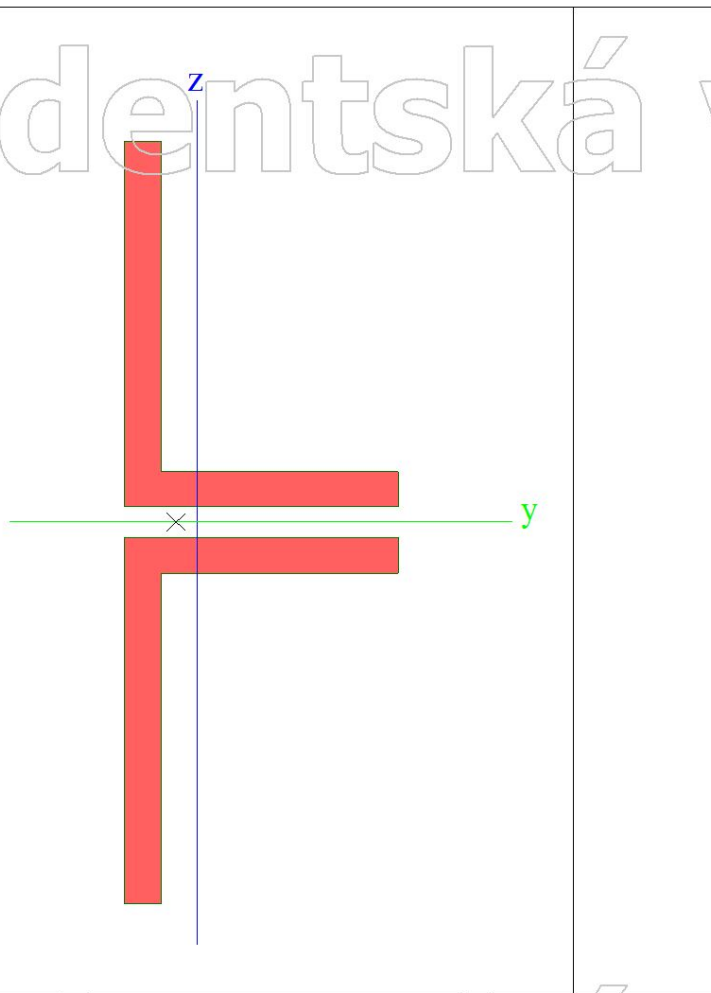


Z1a

| | | |
|--------------------------------------------------------------------------|---------------|------------|
| Typ | Obecný průřez | |
| Typ tvaru | Tenkostěnný | |
| Materiál | S 235 | |
| Výroba | obecný | |
| Baiva | | |
| Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z | d | d |
| A [m ²] | 4,7520e-03 | |
| A _y [m ²], A _z [m ²] | 3,5450e-03 | 4,3248e-03 |
| A _L [m ² /m], A _D [m ² /m] | 8,4000e-01 | 8,4000e-01 |
| c _{y,ucs} [m], c _{z,ucs} [m] | 0 | 0 |
| α [deg] | 0,00 | |
| I _y [m ⁴], I _z [m ⁴] | 1,5873e-05 | 3,2811e-06 |
| i _y [m], i _z [m] | 0 | 0 |
| W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³] | 1,2698e-04 | 4,9509e-05 |
| W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³] | 2,0779e-04 | 8,9230e-05 |
| M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm] | 4,88e+04 | 4,88e+04 |
| M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm] | 2,10e+04 | 2,10e+04 |
| d _y [m], d _z [m] | 0 | 0 |
| I _t [m ⁴], I _w [m ⁶] | 2,1542e-07 | 9,1478e-10 |
| β _y [m], β _z [m] | 0 | 0 |

Studentská verze

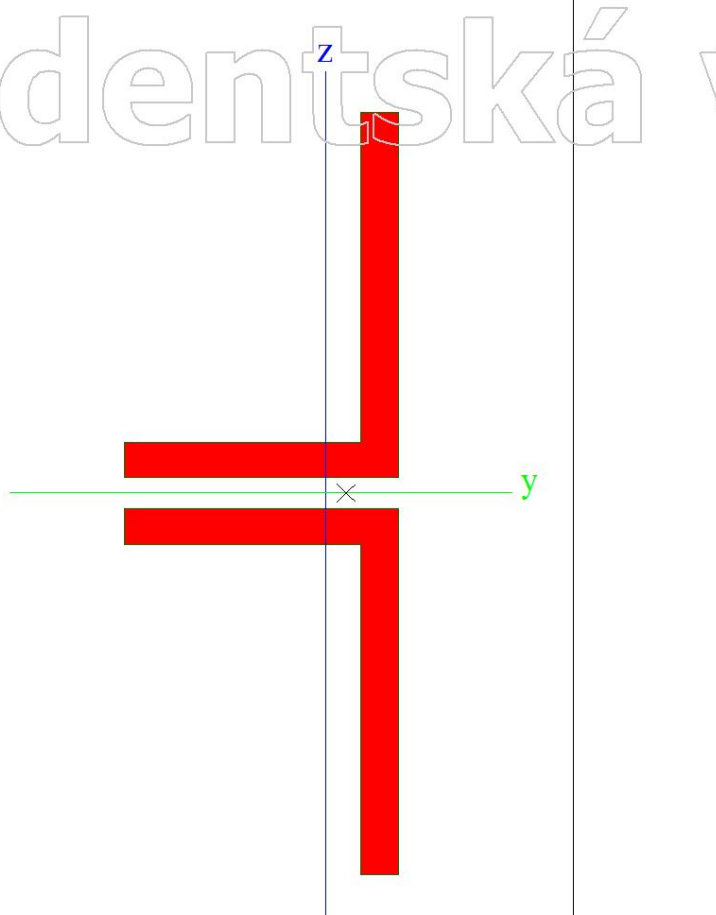
Obrázek



Z16

| | | |
|--------------------------------------------------------------------------|---------------|------------|
| Typ | Obecný průřez | |
| Typ tvaru | Tenkostěnný | |
| Materiál | S 235 | |
| Výroba | obecný | |
| Barva | ■ | |
| Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z | d | d |
| A [m ²] | 4,7520e-03 | |
| A _y [m ²], A _z [m ²] | 3,5450e-03 | 4,3248e-03 |
| A _L [m ² /m], A _D [m ² /m] | 8,4000e-01 | 8,4000e-01 |
| C _{y,ucs} [m], C _{z,ucs} [m] | 0 | 0 |
| α [deg] | 0,00 | |
| I _y [m ⁴], I _z [m ⁴] | 1,5873e-05 | 3,2811e-06 |
| i _y [m], i _z [m] | 0 | 0 |
| W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³] | 1,2698e-04 | 4,9509e-05 |
| W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³] | 2,0779e-04 | 8,9230e-05 |
| M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm] | 4,88e+04 | 4,88e+04 |
| M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm] | 2,10e+04 | 2,10e+04 |
| d _y [m], d _z [m] | 0 | 0 |
| I _t [m ⁴], I _w [m ⁶] | 2,1542e-07 | 9,1478e-10 |
| β _y [m], β _z [m] | 0 | 0 |

Obrázek

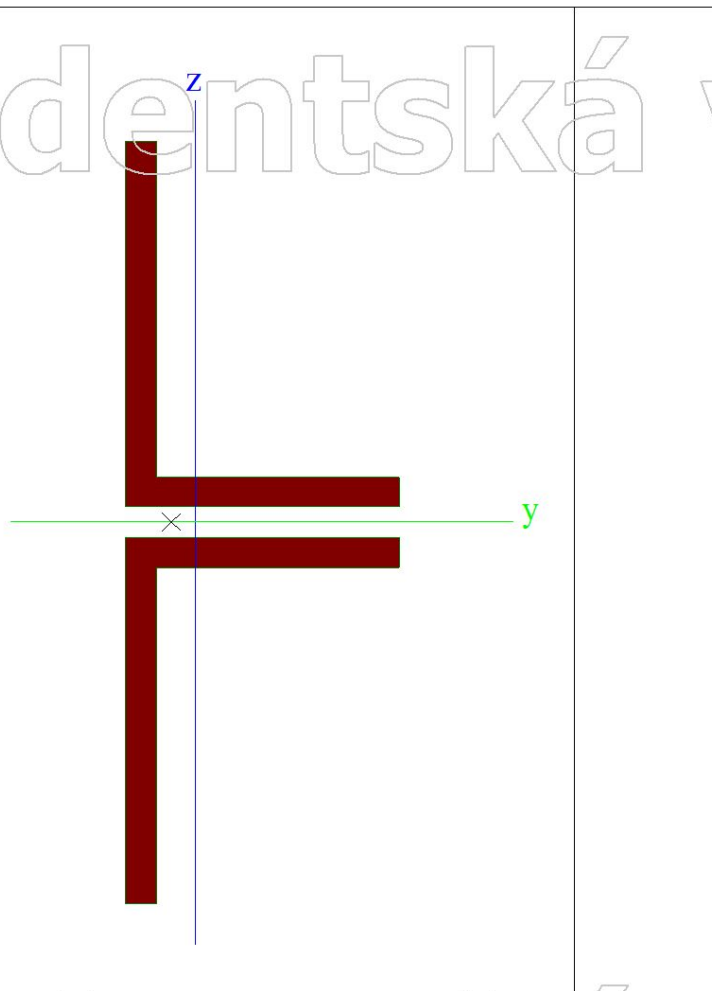


Z2a

| | | |
|--------------------------------------------------------------------------|---------------|------------|
| Typ | Obecný průřez | |
| Typ tvaru | Tenkostěnný | |
| Materiál | S 235 | |
| Výroba | obecný | |
| Barva | ■ | |
| Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z | d | d |
| A [m ²] | 4,0000e-03 | |
| A _y [m ²], A _z [m ²] | 2,9863e-03 | 3,6055e-03 |
| A _L [m ² /m], A _D [m ² /m] | 8,4000e-01 | 8,4000e-01 |
| C _{y,ucs} [m], C _{z,ucs} [m] | 0 | 0 |
| α [deg] | 0,00 | |
| I _y [m ⁴], I _z [m ⁴] | 1,3193e-05 | 2,8173e-06 |
| i _y [m], i _z [m] | 0 | 0 |
| W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³] | 1,0555e-04 | 4,2050e-05 |
| W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³] | 1,7200e-04 | 7,5333e-05 |
| M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm] | 4,04e+04 | 4,04e+04 |
| M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm] | 1,77e+04 | 1,77e+04 |
| d _y [m], d _z [m] | 0 | 0 |
| I _t [m ⁴], I _w [m ⁶] | 1,2669e-07 | 6,3408e-10 |
| β _y [m], β _z [m] | 0 | 0 |

Studentská verze

Obrázek

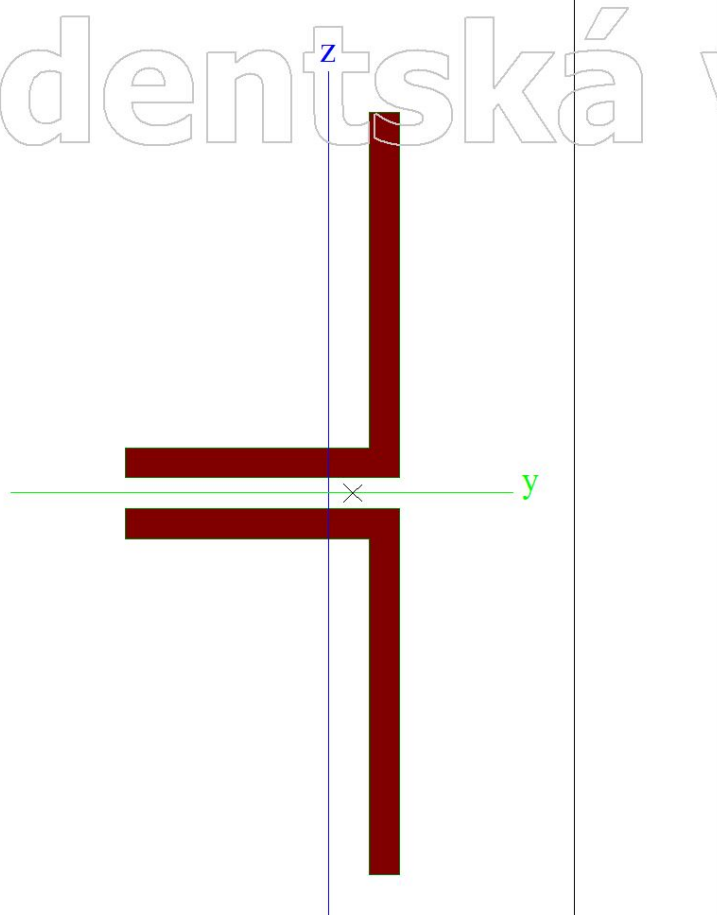


Z26

| | | |
|--------------------------------------------------------------------------|---------------|------------|
| Typ | Obecný průřez | |
| Typ tvaru | Tenkostěnný | |
| Materiál | S 235 | |
| Výroba | obecný | |
| Barva | ■ | |
| Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z | d | d |
| A [m ²] | 4,0000e-03 | |
| A _y [m ²], A _z [m ²] | 2,9863e-03 | 3,6053e-03 |
| A _L [m ² /m], A _D [m ² /m] | 8,4000e-01 | 8,4000e-01 |
| C _{y,ucs} [m], C _{z,ucs} [m] | 0 | 0 |
| α [deg] | 0,00 | |
| I _y [m ⁴], I _z [m ⁴] | 1,3193e-05 | 2,8173e-06 |
| i _y [m], i _z [m] | 0 | 0 |
| W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³] | 1,0555e-04 | 4,2050e-05 |
| W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³] | 1,7200e-04 | 7,5333e-05 |
| M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm] | 4,04e+04 | 4,04e+04 |
| M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm] | 1,77e+04 | 1,77e+04 |
| d _y [m], d _z [m] | 0 | 0 |
| I _t [m ⁴], I _w [m ⁶] | 1,2669e-07 | 6,3408e-10 |
| β _y [m], β _z [m] | 0 | 0 |

Studentská verze

Obrázek

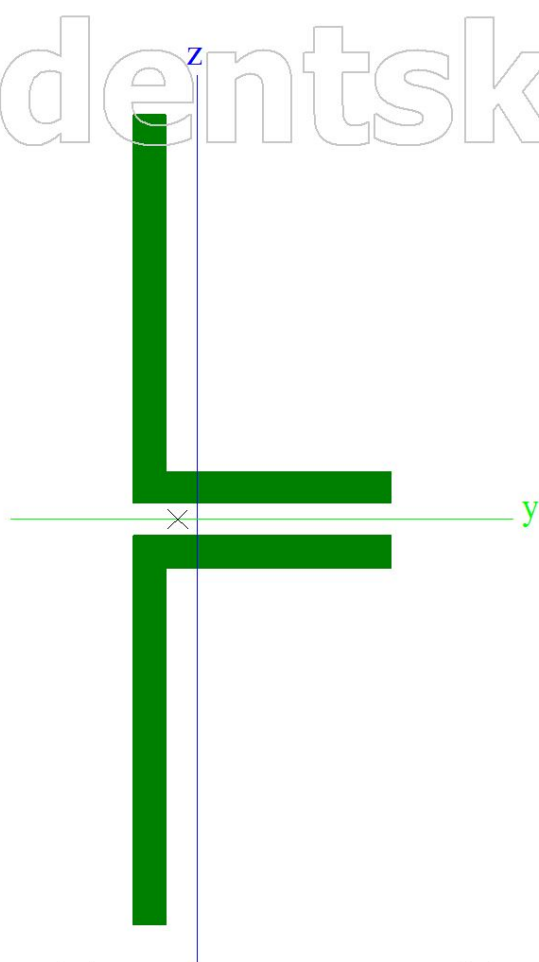


Z3a

| | | |
|--------------------------------------------------------------------------|---------------|------------|
| Typ | Obecný průřez | |
| Typ tvaru | Tenkostěnný | |
| Materiál | S 235 | |
| Výroba | obecný | |
| Barva | ■ | |
| Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z | d | d |
| A [m ²] | 3,8000e-03 | |
| A _y [m ²], A _z [m ²] | 2,6895e-03 | 3,4042e-03 |
| A _L [m ² /m], A _D [m ² /m] | 8,0000e-01 | 8,0000e-01 |
| C _{y,ucs} [m], C _{z,ucs} [m] | 0 | 0 |
| α [deg] | 0,00 | |
| I _y [m ⁴], I _z [m ⁴] | 1,3172e-05 | 2,0064e-06 |
| i _y [m], i _z [m] | 0 | 0 |
| W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³] | 1,0537e-04 | 3,3294e-05 |
| W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³] | 1,7000e-04 | 5,9958e-05 |
| M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm] | 4,00e+04 | 4,00e+04 |
| M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm] | 1,41e+04 | 1,41e+04 |
| d _y [m], d _z [m] | 0 | 0 |
| I _t [m ⁴], I _w [m ⁶] | 1,2017e-07 | 5,0175e-10 |
| β _y [m], β _z [m] | 0 | 0 |

Studentská verze

Obrázek

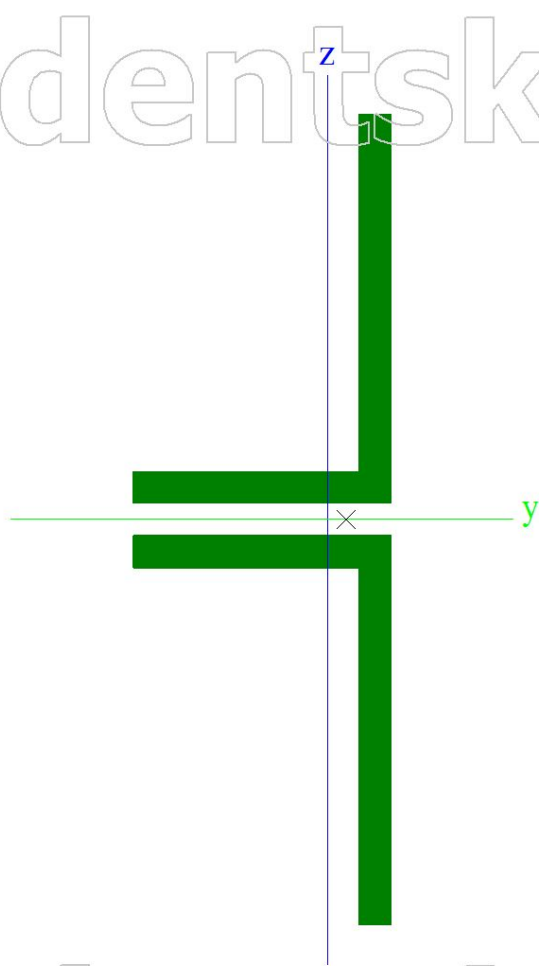


Z3b

| | | |
|--------------------------------------------------------------------------|---------------|------------|
| Typ | Cbecný průřez | |
| Typ tvaru | Tenkostěnný | |
| Materiál | S 235 | |
| Výroba | obecný | |
| Barva | ■ | |
| Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z | d | d |
| A [m ²] | 3,8000e-03 | |
| A _y [m ²], A _z [m ²] | 2,6895e-03 | 3,4042e-03 |
| A _L [m ² /m], A _D [m ² /m] | 8,0000e-01 | 8,0000e-01 |
| C _{y,UCS} [m], C _{z,UCS} [m] | 0 | 0 |
| α [deg] | 0,00 | |
| I _y [m ⁴], I _z [m ⁴] | 1,3172e-05 | 2,0064e-06 |
| i _y [m], i _z [m] | 0 | 0 |
| W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³] | 1,0537e-04 | 3,3294e-05 |
| W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³] | 1,7000e-04 | 5,9958e-05 |
| M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm] | 4,00e+04 | 4,00e+04 |
| M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm] | 1,41e+04 | 1,41e+04 |
| d _y [m], d _z [m] | 0 | 0 |
| I _t [m ⁴], I _w [m ⁶] | 1,2017e-07 | 5,0175e-10 |
| β _y [m], β _z [m] | 0 | 0 |

Studentská verze

Obrázek

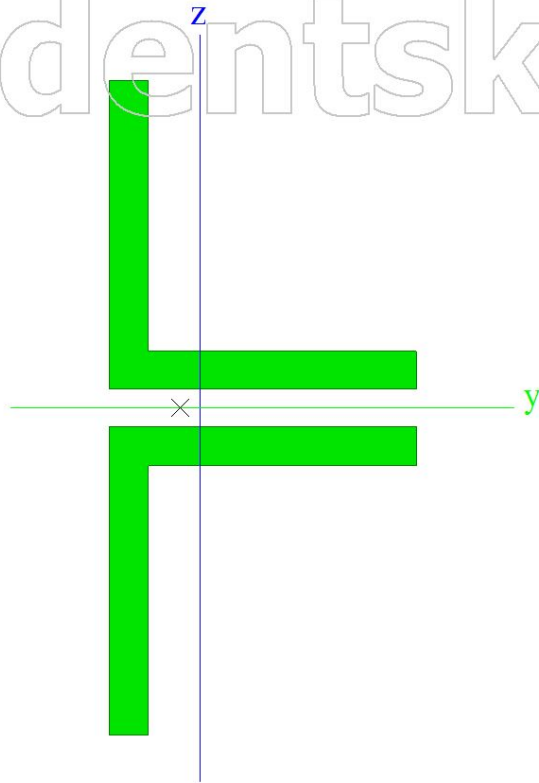


Z4a

| | | |
|--------------------------------------------------------------------------|---------------|------------|
| Typ | Cbecný průřez | |
| Typ tvaru | Tenkostěnný | |
| Materiál | S 235 | |
| Výroba | obecný | |
| Barva | ■ | |
| Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z | d | d |
| A [m ²] | 3,0000e-03 | |
| A _y [m ²], A _z [m ²] | 2,5436e-03 | 2,5656e-03 |
| A _L [m ² /m], A _D [m ² /m] | 6,4000e-01 | 6,4000e-01 |
| C _{y,UCS} [m], C _{z,UCS} [m] | 0 | 0 |
| α [deg] | 0,00 | |
| I _y [m ⁴], I _z [m ⁴] | 4,2450e-06 | 1,7797e-06 |
| i _y [m], i _z [m] | 0 | 0 |
| W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³] | 4,9941e-05 | 3,1592e-05 |
| W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³] | 8,6000e-05 | 5,6937e-05 |
| M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm] | 2,02e+04 | 2,02e+04 |
| M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm] | 1,34e+04 | 1,34e+04 |
| d _y [m], d _z [m] | 0 | 0 |
| I _t [m ⁴], I _w [m ⁶] | 9,4185e-08 | 3,0833e-10 |
| β _y [m], β _z [m] | 0 | 0 |

Studentská verze

Obrázek

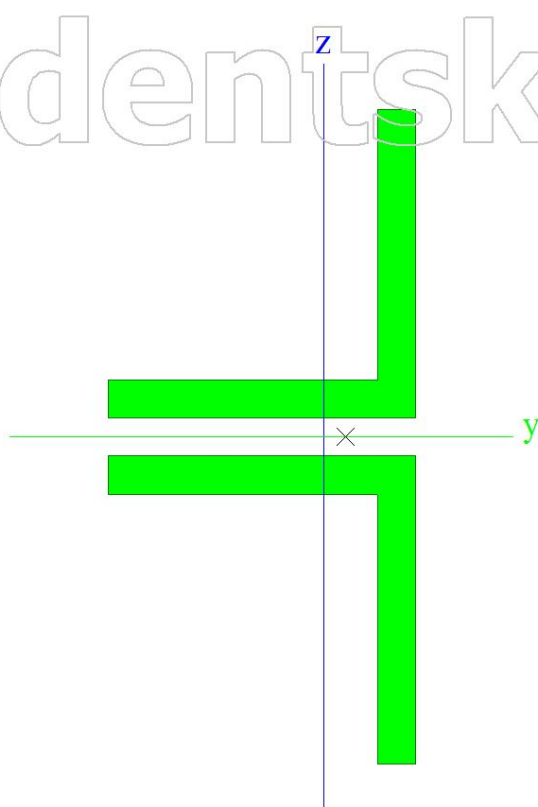


Z4b

| | | |
|--------------------------------------------------------------------------|---------------|------------|
| Typ | Obecný průřez | |
| Typ tvaru | Tenkostěnný | |
| Materiál | S 235 | |
| Výroba | obecný | |
| Barva | | |
| Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z | d | d |
| A [m ²] | 3,0000e-03 | |
| A _y [m ²], A _z [m ²] | 2,5459e-03 | 2,5595e-03 |
| A _L [m ² /m], A _D [m ² /m] | 6,4000e-01 | 6,4000e-01 |
| C _{y,UCS} [m], C _{z,UCS} [m] | 0 | 0 |
| α [deg] | 0,00 | |
| I _y [m ⁴], I _z [m ⁴] | 4,2450e-06 | 1,7797e-06 |
| i _y [m], i _z [m] | 0 | 0 |
| W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³] | 4,9941e-05 | 3,1592e-05 |
| W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³] | 8,6000e-05 | 5,6937e-05 |
| M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm] | 2,02e+04 | 2,02e+04 |
| M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm] | 1,34e+04 | 1,34e+04 |
| d _y [m], d _z [m] | 0 | 0 |
| I _t [m ⁴], I _w [m ⁶] | 9,4185e-08 | 3,0833e-10 |
| β _y [m], β _z [m] | 0 | 0 |

Studentská verze

Obrázek

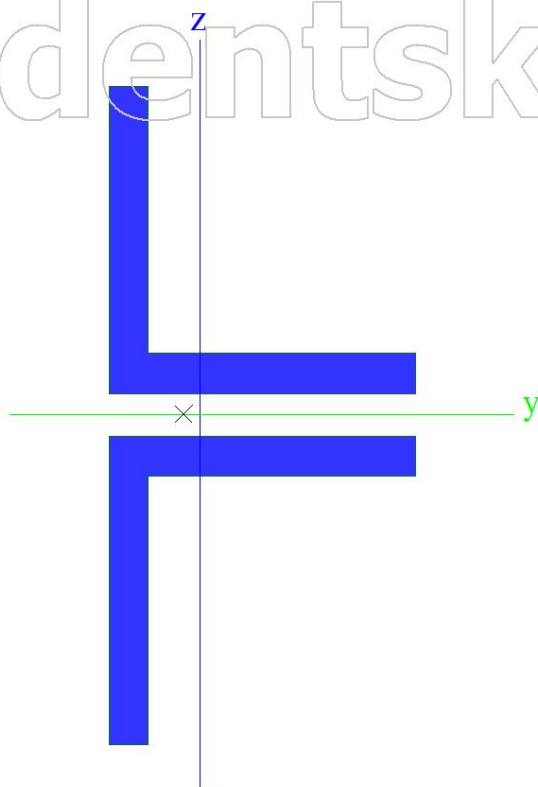


Z5a

| | | |
|--------------------------------------------------------------------------|---------------|------------|
| Typ | Obecný průřez | |
| Typ tvaru | Tenkostěnný | |
| Materiál | S 235 | |
| Výroba | obecný | |
| Barva | ■ | |
| Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z | d | d |
| A [m ²] | 2,3580e-03 | |
| A _y [m ²], A _z [m ²] | 2,0021e-03 | 2,0022e-03 |
| A _L [m ² /m], A _D [m ² /m] | 5,6000e-01 | 5,6000e-01 |
| C _{y,UCS} [m], C _{z,UCS} [m] | 0 | 0 |
| α [deg] | 0,00 | |
| I _y [m ⁴], I _z [m ⁴] | 2,6370e-06 | 1,0677e-06 |
| i _y [m], i _z [m] | 0 | 0 |
| W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³] | 3,5160e-05 | 2,1700e-05 |
| W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³] | 6,0831e-05 | 3,9112e-05 |
| M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm] | 1,43e+04 | 1,43e+04 |
| M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm] | 9,19e+03 | 9,19e+03 |
| d _y [m], d _z [m] | 0 | 0 |
| I _t [m ⁴], I _w [m ⁶] | 5,9914e-08 | 1,5898e-10 |
| β _y [m], β _z [m] | 0 | 0 |

Studentská verze

Obrázek

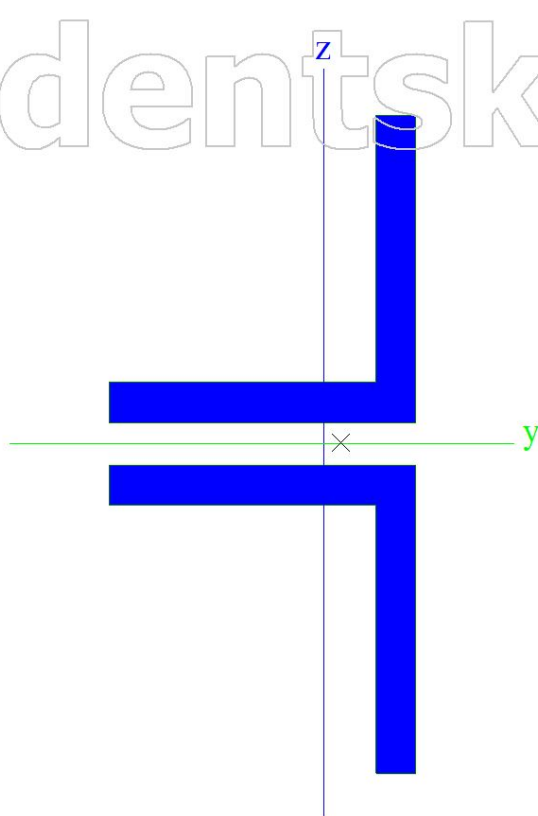


Z5b

| | | |
|--------------------------------------------------------------------------|---------------|------------|
| Typ | Obecný průřez | |
| Typ tvaru | Tenkostěnný | |
| Materiál | S 235 | |
| Výroba | obecný | |
| Barva | d | |
| Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z | d | d |
| A [m ²] | 2,3580e-03 | |
| A _y [m ²], A _z [m ²] | 2,0021e-03 | 2,0021e-03 |
| A _L [m ² /m], A _D [m ² /m] | 5,6000e-01 | 5,6000e-01 |
| c _{y,UCS} [m], c _{z,UCS} [m] | 0 | 0 |
| α [deg] | 0,00 | |
| I _y [m ⁴], I _z [m ⁴] | 2,6370e-06 | 1,0677e-06 |
| i _y [m], i _z [m] | 0 | 0 |
| W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³] | 3,5160e-05 | 2,1700e-05 |
| W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³] | 6,0831e-05 | 3,9112e-05 |
| M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm] | 1,43e+04 | 1,43e+04 |
| M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm] | 9,19e+03 | 9,19e+03 |
| d _y [m], d _z [m] | 0 | 0 |
| I _e [m ⁴], I _w [m ⁶] | 5,9914e-08 | 1,5898e-10 |
| β _y [m], β _z [m] | 0 | 0 |

Studentská verze

Obrázek

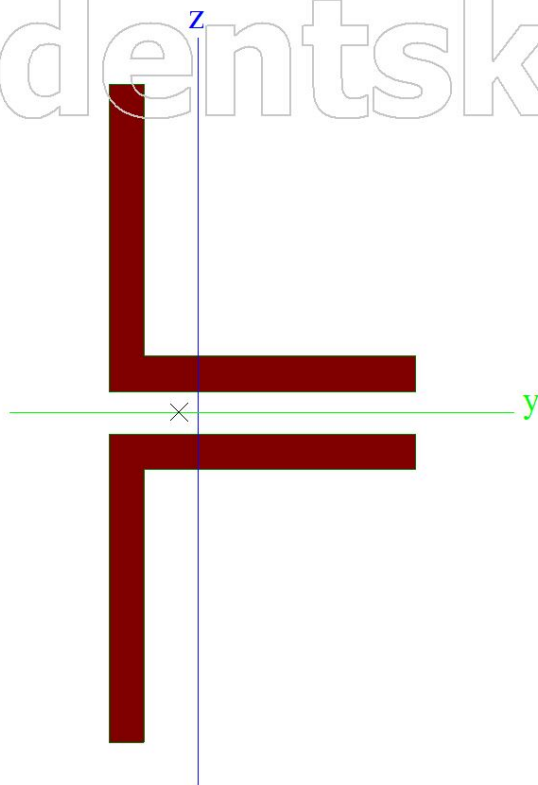


Z6a

| | | |
|--------------------------------------------------------------------------|---------------|------------|
| Typ | Obecný průřez | |
| Typ tvaru | Tenkostěnný | |
| Materiál | S 235 | |
| Výroba | obecný | |
| Barva | d | |
| Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z | d | d |
| A [m ²] | 2,1120e-03 | |
| A _y [m ²], A _z [m ²] | 1,8122e-03 | 1,7683e-03 |
| A _L [m ² /m], A _D [m ² /m] | 5,6000e-01 | 5,6000e-01 |
| c _{y,UCS} [m], c _{z,UCS} [m] | 0 | 0 |
| α [deg] | 0,00 | |
| I _y [m ⁴], I _z [m ⁴] | 2,3350e-06 | 9,6817e-07 |
| i _y [m], i _z [m] | 0 | 0 |
| W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³] | 3,1133e-05 | 1,9535e-05 |
| W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³] | 5,3728e-05 | 3,5203e-05 |
| M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm] | 1,26e+04 | 1,26e+04 |
| M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm] | 8,27e+03 | 8,27e+03 |
| d _y [m], d _z [m] | 0 | 0 |
| I _e [m ⁴], I _w [m ⁶] | 4,2567e-08 | 1,3283e-10 |
| β _y [m], β _z [m] | 0 | 0 |

Studentská verze

Obrázek

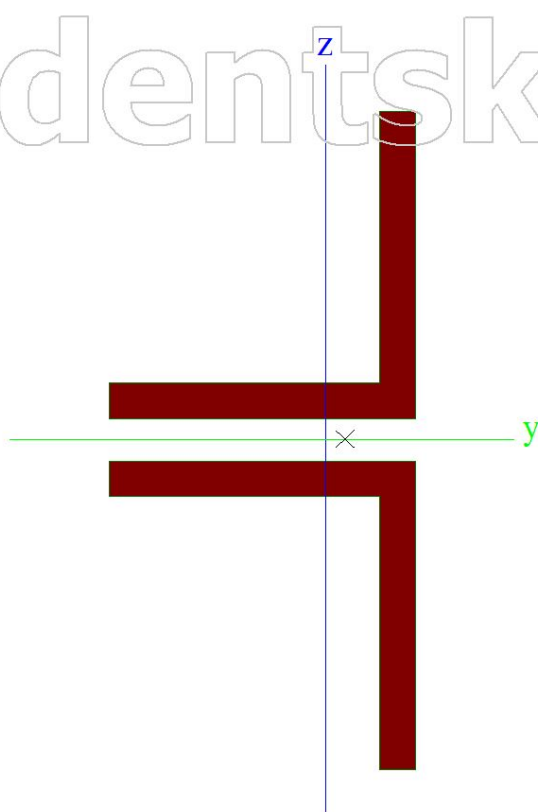


Z6b

| | | |
|--------------------------------------------------------------------------|---------------|------------|
| Typ | Obecný průřez | |
| Typ tvaru | Tenkostěnný | |
| Materiál | S 235 | |
| Výroba | obecný | |
| Barva | d | |
| Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z | d | d |
| A [m ²] | 2,1120e-03 | |
| A _y [m ²], A _z [m ²] | 1,7862e-03 | 1,7904e-03 |
| A _L [m ² /m], A _D [m ² /m] | 5,6000e-01 | 5,6000e-01 |
| c _{y,UCS} [m], c _{z,UCS} [m] | 0 | 0 |
| α [deg] | 0,00 | |
| I _y [m ⁴], I _z [m ⁴] | 2,3350e-06 | 9,6817e-07 |
| i _y [m], i _z [m] | 0 | 0 |
| W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³] | 3,1133e-05 | 1,9535e-05 |
| W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³] | 5,3728e-05 | 3,5203e-05 |
| M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm] | 1,26e+04 | 1,26e+04 |
| M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm] | 8,27e+03 | 8,27e+03 |
| d _y [m], d _z [m] | 0 | 0 |
| I _t [m ⁴], I _w [m ⁶] | 4,2567e-08 | 1,3283e-10 |
| β _y [m], β _z [m] | 0 | 0 |

Studentská verze

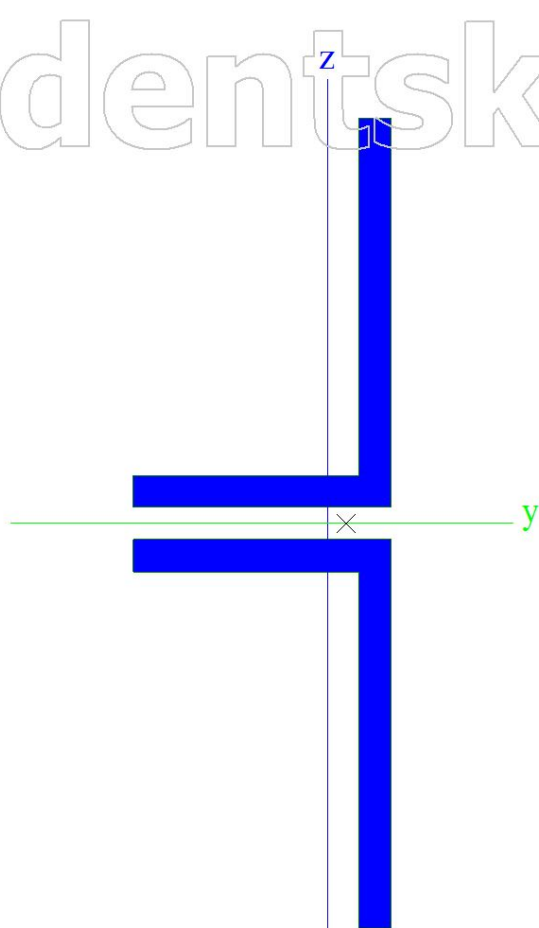
Obrázek



| D1a | | |
|--------------------------------------------------------------------------|---------------|------------|
| Typ | Obecný průřez | |
| Typ tvaru | Tenkostěnný | |
| Materiál | S 235 | |
| Výroba | obecný | |
| Barva | d | |
| Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z | d | d |
| A [m ²] | 3,8000e-03 | |
| A _y [m ²], A _z [m ²] | 2,6895e-03 | 3,4042e-03 |
| A _L [m ² /m], A _D [m ² /m] | 8,0000e-01 | 8,0000e-01 |
| c _{y,UCS} [m], c _{z,UCS} [m] | 0 | 0 |
| α [deg] | 0,00 | |
| I _y [m ⁴], I _z [m ⁴] | 1,3172e-05 | 2,0064e-06 |
| i _y [m], i _z [m] | 0 | 0 |
| W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³] | 1,0537e-04 | 3,3294e-05 |
| W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³] | 1,7000e-04 | 5,9958e-05 |
| M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm] | 4,00e+04 | 4,00e+04 |
| M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm] | 1,41e+04 | 1,41e+04 |
| d _y [m], d _z [m] | 0 | 0 |
| I _e [m ⁴], I _w [m ⁶] | 1,2017e-07 | 5,0175e-10 |
| β _y [m], β _z [m] | 0 | 0 |

Studentská verze

Obrázek

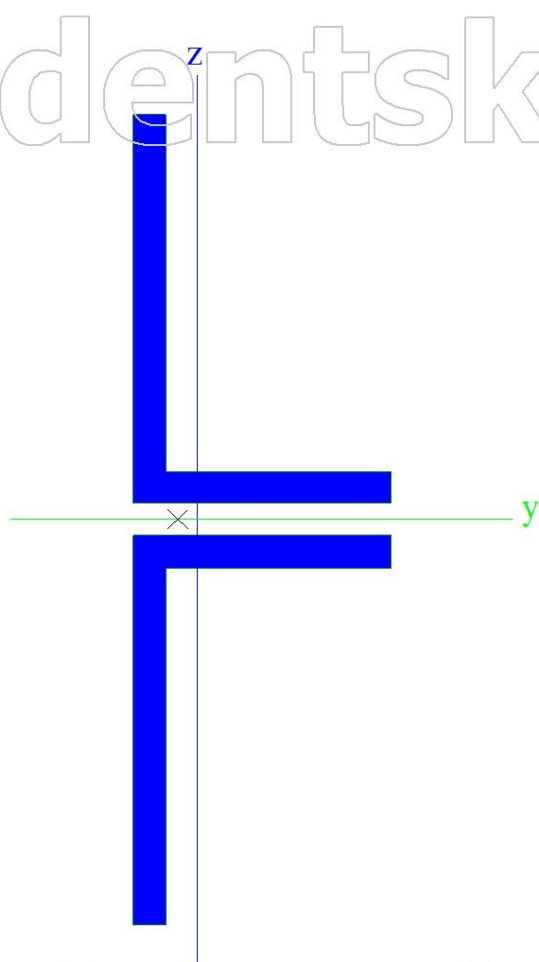


D1b

| | | |
|--------------------------------------------------------------------------|---------------|------------|
| Typ | Cbecný průřez | |
| Typ tvaru | Tenkostěnný | |
| Materiál | S 235 | |
| Výroba | obecný | |
| Barva | ■ | |
| Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z | d | d |
| A [m ²] | 3,8000e-03 | |
| A _y [m ²], A _z [m ²] | 2,6895e-03 | 3,4042e-03 |
| A _L [m ² /m], A _D [m ² /m] | 8,0000e-01 | 8,0000e-01 |
| C _{y,UCS} [m], C _{z,UCS} [m] | 0 | 0 |
| α [deg] | 0,00 | |
| I _y [m ⁴], I _z [m ⁴] | 1,3172e-05 | 2,0064e-06 |
| i _y [m], i _z [m] | 0 | 0 |
| W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³] | 1,0537e-04 | 3,3294e-05 |
| W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³] | 1,7000e-04 | 5,9958e-05 |
| M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm] | 4,00e+04 | 4,00e+04 |
| M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm] | 1,41e+04 | 1,41e+04 |
| d _y [m], d _z [m] | 0 | 0 |
| I _t [m ⁴], I _w [m ⁶] | 1,2017e-07 | 5,0175e-10 |
| β _y [m], β _z [m] | 0 | 0 |

Studentská verze

Obrázek

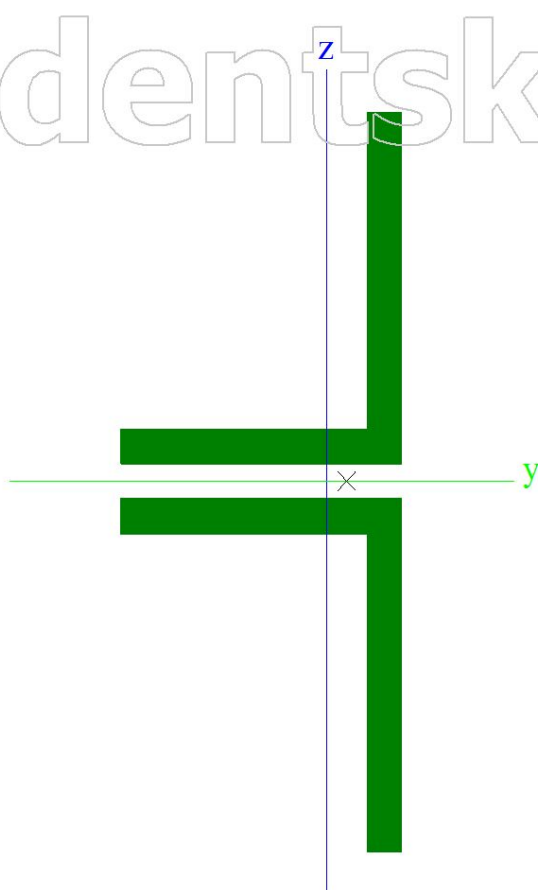


D2a

| | | |
|--------------------------------------------------------------------------|---------------|------------|
| Typ | Cbecný průřez | |
| Typ tvaru | Tenkostěnný | |
| Materiál | S 235 | |
| Výroba | obecný | |
| Barva | ■ | |
| Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z | d | d |
| A [m ²] | 3,4000e-03 | |
| A _y [m ²], A _z [m ²] | 2,6188e-03 | 3,0587e-03 |
| A _L [m ² /m], A _D [m ² /m] | 7,2000e-01 | 7,2000e-01 |
| C _{y,UCS} [m], C _{z,UCS} [m] | 0 | 0 |
| α [deg] | 0,00 | |
| I _y [m ⁴], I _z [m ⁴] | 7,8683e-06 | 1,9060e-06 |
| i _y [m], i _z [m] | 0 | 0 |
| W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³] | 7,4937e-05 | 3,2564e-05 |
| W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³] | 1,2400e-04 | 5,8550e-05 |
| M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm] | 2,91e+04 | 2,91e+04 |
| M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm] | 1,38e+04 | 1,38e+04 |
| d _y [m], d _z [m] | 0 | 0 |
| I _t [m ⁴], I _w [m ⁶] | 1,0730e-07 | 3,9893e-10 |
| β _y [m], β _z [m] | 0 | 0 |

Studentská verze

Obrázek

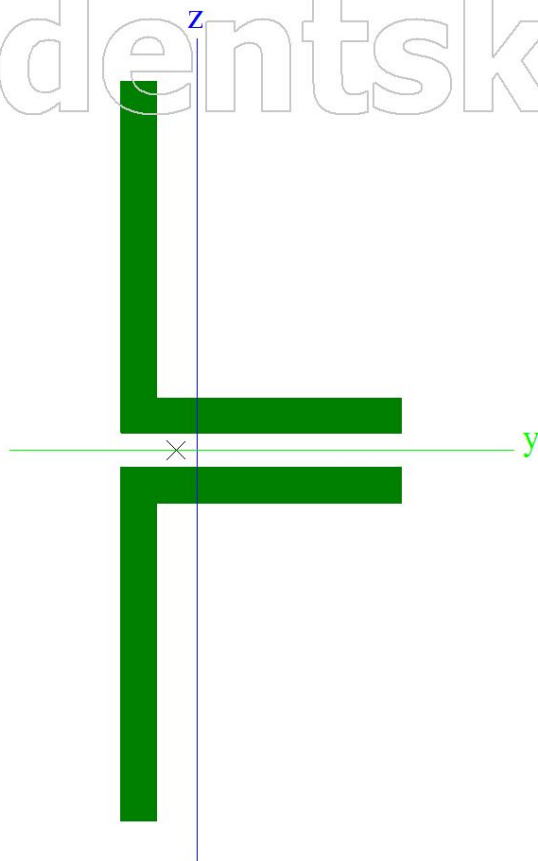


D2b

| | | |
|--------------------------------------------------------------------------|---------------|------------|
| Typ | Obecný průřez | |
| Typ tvaru | Tenkostěnný | |
| Materiál | S 235 | |
| Výroba | obecný | |
| Barva | ■ | |
| Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z | d | d |
| A [m ²] | 3,4000e-03 | |
| A _y [m ²], A _z [m ²] | 2,6188e-03 | 3,0587e-03 |
| A _L [m ² /m], A _D [m ² /m] | 7,2000e-01 | 7,2000e-01 |
| c _{y,UCS} [m], c _{z,UCS} [m] | 0 | 0 |
| α [deg] | 0,00 | |
| I _y [m ⁴], I _z [m ⁴] | 7,8683e-06 | 1,9060e-06 |
| i _y [m], i _z [m] | 0 | 0 |
| W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³] | 7,4937e-05 | 3,2564e-05 |
| W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³] | 1,2400e-04 | 5,8550e-05 |
| M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm] | 2,91e+04 | 2,91e+04 |
| M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm] | 1,38e+04 | 1,38e+04 |
| d _y [m], d _z [m] | 0 | 0 |
| I _t [m ⁴], I _w [m ⁶] | 1,0730e-07 | 3,9893e-10 |
| β _y [m], β _z [m] | 0 | 0 |

Studentská verze

Obrázek

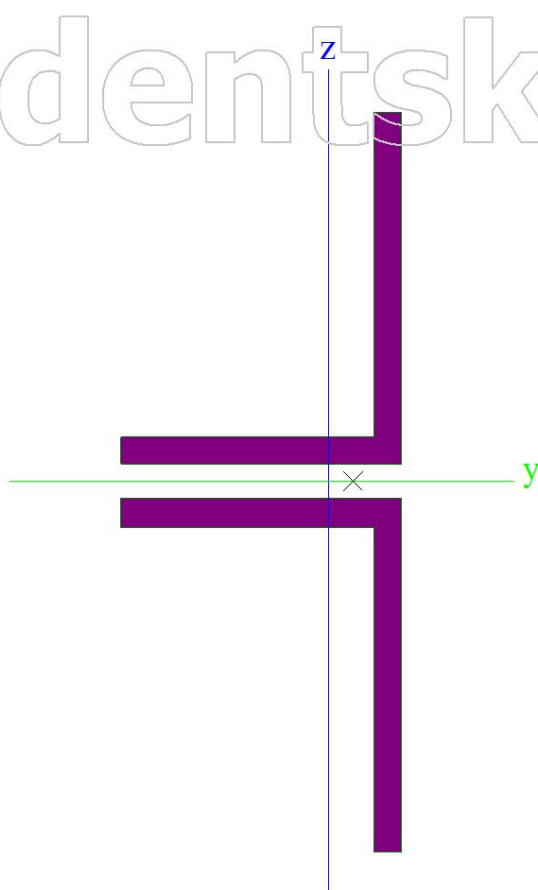


D3a

| | | |
|--------------------------------------------------------------------------|---------------|------------|
| Typ | Obecný průřez | |
| Typ tvaru | Tenkostěnný | |
| Materiál | S 235 | |
| Výroba | obecný | |
| Barva | ■ | |
| Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z | d | d |
| A [m ²] | 2,7520e-03 | |
| A _y [m ²], A _z [m ²] | 2,1175e-03 | 2,4521e-03 |
| A _L [m ² /m], A _D [m ² /m] | 7,2000e-01 | 7,2000e-01 |
| c _{y,UCS} [m], c _{z,UCS} [m] | 0 | 0 |
| α [deg] | 0,00 | |
| I _y [m ⁴], I _z [m ⁴] | 6,2728e-06 | 1,5778e-06 |
| i _y [m], i _z [m] | 0 | 0 |
| W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³] | 5,9741e-05 | 2,6627e-05 |
| W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³] | 9,8368e-05 | 4,7621e-05 |
| M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm] | 2,31e+04 | 2,31e+04 |
| M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm] | 1,12e+04 | 1,12e+04 |
| d _y [m], d _z [m] | 0 | 0 |
| I _t [m ⁴], I _w [m ⁶] | 5,4995e-08 | 2,7100e-10 |
| β _y [m], β _z [m] | 0 | 0 |

Studentská verze

Obrázek

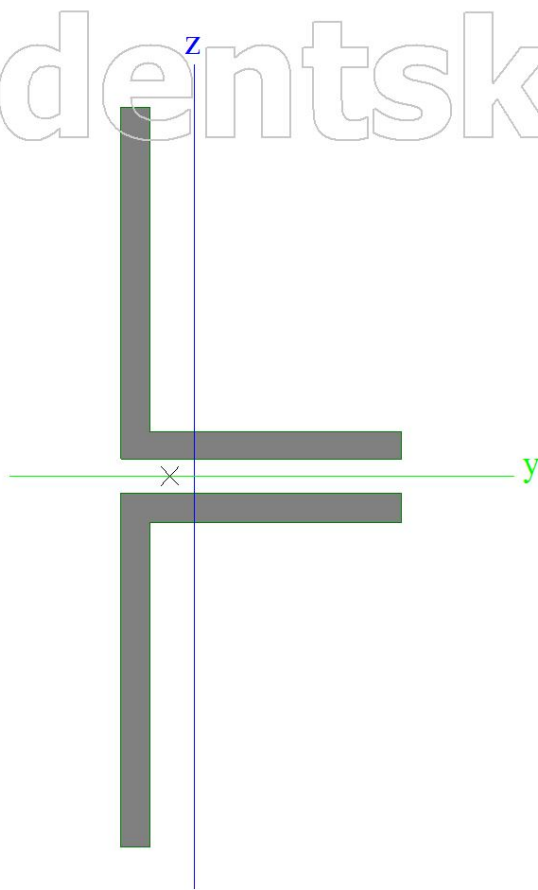


D3b

| | | |
|--------------------------------------------------------------------------|---------------|------------|
| Typ | Obecný průřez | |
| Typ tvaru | Tenkostěnný | |
| Materiál | S 235 | |
| Výroba | obecný | |
| Barva | ■ | |
| Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z | d | d |
| A [m ²] | 2,7520e-03 | |
| A _y [m ²], A _z [m ²] | 2,1175e-03 | 2,4521e-03 |
| A _L [m ² /m], A _D [m ² /m] | 7,2000e-01 | 7,2000e-01 |
| c _{y,UCS} [m], c _{z,UCS} [m] | 0 | 0 |
| α [deg] | 0,00 | |
| I _y [m ⁴], I _z [m ⁴] | 6,2728e-06 | 1,5778e-06 |
| i _y [m], i _z [m] | 0 | 0 |
| W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³] | 5,9741e-05 | 2,6627e-05 |
| W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³] | 9,8368e-05 | 4,7621e-05 |
| M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm] | 2,31e+04 | 2,31e+04 |
| M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm] | 1,12e+04 | 1,12e+04 |
| d _y [m], d _z [m] | 0 | 0 |
| I _t [m ⁴], I _w [m ⁶] | 5,4995e-08 | 2,7100e-10 |
| β _y [m], β _z [m] | 0 | 0 |

Studentská verze

Obrázek

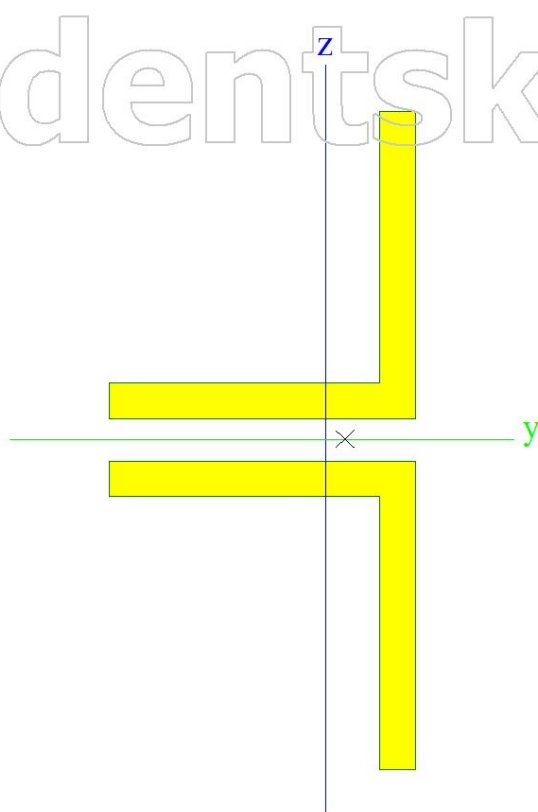


D4a

| | | |
|--------------------------------------------------------------------------|---------------|------------|
| Typ | Obecný průřez | |
| Typ tvaru | Tenkostěnný | |
| Materiál | S 235 | |
| Výroba | obecný | |
| Barva | | |
| Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z | d | d |
| A [m ²] | 2,1120e-03 | |
| A _y [m ²], A _z [m ²] | 1,8184e-03 | 1,7552e-03 |
| A _L [m ² /m], A _D [m ² /m] | 5,6000e-01 | 5,6000e-01 |
| c _{y,UCS} [m], c _{z,UCS} [m] | 0 | 0 |
| α [deg] | 0,00 | |
| I _y [m ⁴], I _z [m ⁴] | 2,3350e-06 | 9,6817e-07 |
| i _y [m], i _z [m] | 0 | 0 |
| W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³] | 3,1133e-05 | 1,9535e-05 |
| W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³] | 5,3728e-05 | 3,5203e-05 |
| M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm] | 1,26e+04 | 1,26e+04 |
| M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm] | 8,27e+03 | 8,27e+03 |
| d _y [m], d _z [m] | 0 | 0 |
| I _t [m ⁴], I _w [m ⁶] | 4,2567e-08 | 1,3283e-10 |
| β _y [m], β _z [m] | 0 | 0 |

Studentská verze

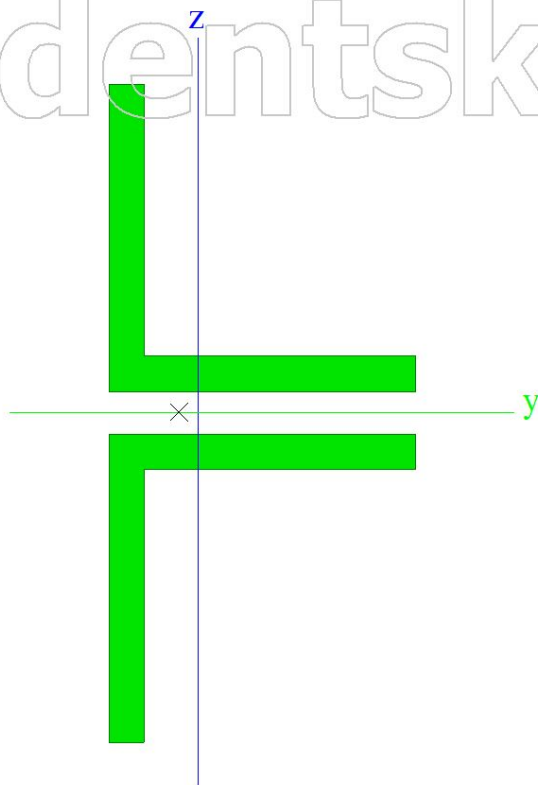
Obrázek



| D4b | | |
|--------------------------------------------------------------------------|---------------|------------|
| Typ | Obecný průřez | |
| Typ tvaru | Tenkostěnný | |
| Materiál | S 235 | |
| Výroba | obecný | |
| Barva | d | |
| Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z | d | |
| A [m ²] | 2,1120e-03 | |
| A _y [m ²], A _z [m ²] | 1,7941e-03 | 1,7758e-03 |
| A _L [m ² /m], A _D [m ² /m] | 5,6000e-01 | 5,6000e-01 |
| c _{y,UCS} [m], c _{z,UCS} [m] | 0 | 0 |
| α [deg] | 0,00 | |
| I _y [m ⁴], I _z [m ⁴] | 2,3350e-06 | 9,6817e-07 |
| i _y [m], i _z [m] | 0 | 0 |
| W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³] | 3,1133e-05 | 1,9535e-05 |
| W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³] | 5,3728e-05 | 3,5203e-05 |
| M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm] | 1,26e+04 | 1,26e+04 |
| M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm] | 8,27e+03 | 8,27e+03 |
| d _y [m], d _z [m] | 0 | 0 |
| I _t [m ⁴], I _w [m ⁶] | 4,2567e-08 | 1,3283e-10 |
| β _y [m], β _z [m] | 0 | 0 |

Studentská verze

Obrázek

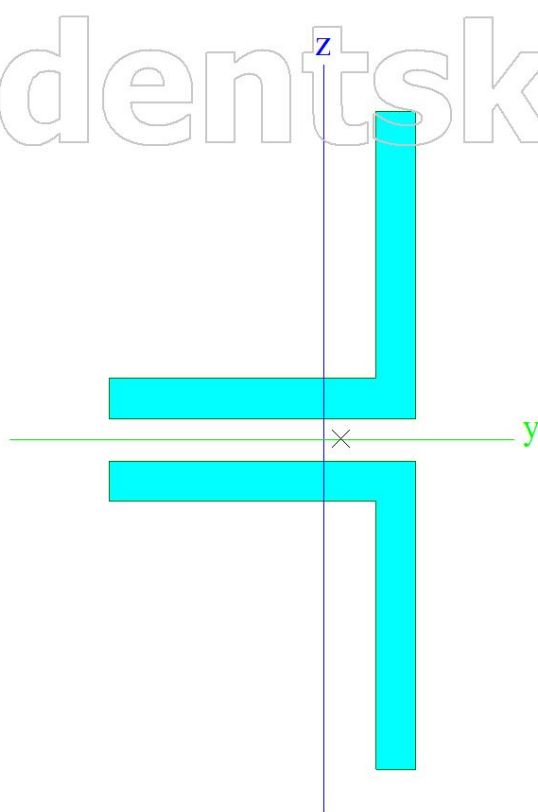


V1a

| | | |
|--------------------------------------------------------------------------|---------------|------------|
| Typ | Obecný průřez | |
| Typ tvaru | Tenkostěnný | |
| Materiál | S 235 | |
| Výroba | obecný | |
| Barva | d | |
| Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z | d | |
| A [m ²] | 2,3580e-03 | |
| A _y [m ²], A _z [m ²] | 2,0021e-03 | 2,0021e-03 |
| A _L [m ² /m], A _D [m ² /m] | 5,6000e-01 | 5,6000e-01 |
| c _{y,UCS} [m], c _{z,UCS} [m] | 0 | 0 |
| α [deg] | 0,00 | |
| I _y [m ⁴], I _z [m ⁴] | 2,6370e-06 | 1,0677e-06 |
| i _y [m], i _z [m] | 0 | 0 |
| W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³] | 3,5160e-05 | 2,1700e-05 |
| W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³] | 6,0831e-05 | 3,9112e-05 |
| M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm] | 1,43e+04 | 1,43e+04 |
| M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm] | 9,19e+03 | 9,19e+03 |
| d _y [m], d _z [m] | 0 | 0 |
| I _e [m ⁴], I _w [m ⁶] | 5,9914e-08 | 1,5898e-10 |
| β _y [m], β _z [m] | 0 | 0 |

Studentská verze

Obrázek

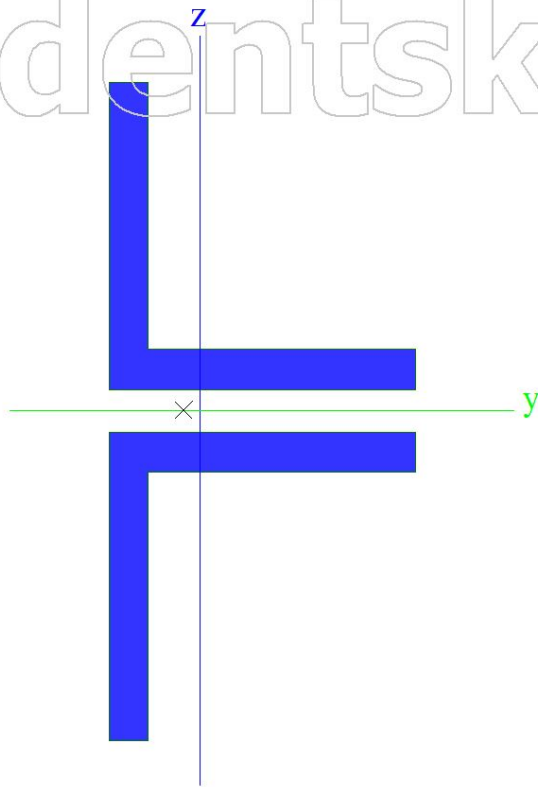


V1b

| | | |
|--------------------------------------------------------------------------|---------------|------------|
| Typ | Obecný průřez | |
| Typ tvaru | Tenkostěnný | |
| Materiál | S 235 | |
| Výroba | obecný | |
| Barva | d | |
| Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z | d | d |
| A [m ²] | 2,3580e-03 | |
| A _y [m ²], A _z [m ²] | 2,0022e-03 | 2,0019e-03 |
| A _L [m ² /m], A _D [m ² /m] | 5,6000e-01 | 5,6000e-01 |
| c _{y,UCS} [m], c _{z,UCS} [m] | 0 | 0 |
| α [deg] | 0,00 | |
| I _y [m ⁴], I _z [m ⁴] | 2,6370e-06 | 1,0677e-06 |
| i _y [m], i _z [m] | 0 | 0 |
| W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³] | 3,5160e-05 | 2,1700e-05 |
| W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³] | 6,0831e-05 | 3,9112e-05 |
| M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm] | 1,43e+04 | 1,43e+04 |
| M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm] | 9,19e+03 | 9,19e+03 |
| d _y [m], d _z [m] | 0 | 0 |
| I _e [m ⁴], I _w [m ⁶] | 5,9914e-08 | 1,5898e-10 |
| β _y [m], β _z [m] | 0 | 0 |

Studentská verze

Obrázek

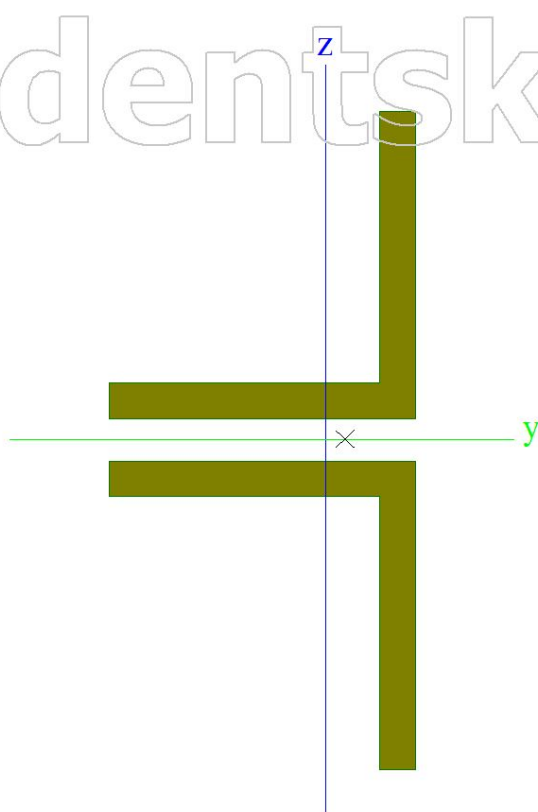


V2a

| | | |
|--------------------------------------------------------------------------|---------------|------------|
| Typ | Obecný průřez | |
| Typ tvaru | Tenkostěnný | |
| Materiál | S 235 | |
| Výroba | obecný | |
| Barva | d | |
| Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z | d | d |
| A [m ²] | 2,1120e-03 | |
| A _y [m ²], A _z [m ²] | 1,8184e-03 | 1,7552e-03 |
| A _L [m ² /m], A _D [m ² /m] | 5,6000e-01 | 5,6000e-01 |
| c _{y,UCS} [m], c _{z,UCS} [m] | 0 | 0 |
| α [deg] | 0,00 | |
| I _y [m ⁴], I _z [m ⁴] | 2,3350e-06 | 9,6817e-07 |
| i _y [m], i _z [m] | 0 | 0 |
| W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³] | 3,1133e-05 | 1,9535e-05 |
| W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³] | 5,3728e-05 | 3,5203e-05 |
| M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm] | 1,26e+04 | 1,26e+04 |
| M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm] | 8,27e+03 | 8,27e+03 |
| d _y [m], d _z [m] | 0 | 0 |
| I _t [m ⁴], I _w [m ⁶] | 4,2567e-08 | 1,3283e-10 |
| β _y [m], β _z [m] | 0 | 0 |

Studentská verze

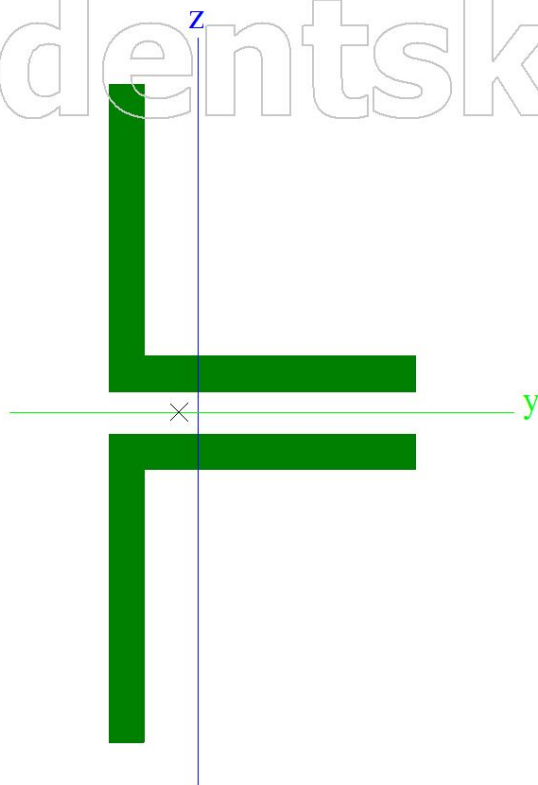
Obrázek



| V2b | | |
|--------------------------------------------------------------------------|---------------|------------|
| Typ | Obecný průřez | |
| Typ tvaru | Tenkostěnný | |
| Materiál | S 235 | |
| Výroba | obecný | |
| Barva | ■ | |
| Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z | d | d |
| A [m ²] | 2,1120e-03 | |
| A _y [m ²], A _z [m ²] | 1,7941e-03 | 1,7758e-03 |
| A _L [m ² /m], A _D [m ² /m] | 5,6000e-01 | 5,6000e-01 |
| c _{y,UCS} [m], c _{z,UCS} [m] | 0 | 0 |
| α [deg] | 0,00 | |
| I _y [m ⁴], I _z [m ⁴] | 2,3350e-06 | 9,6817e-07 |
| i _y [m], i _z [m] | 0 | 0 |
| W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³] | 3,1133e-05 | 1,9535e-05 |
| W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³] | 5,3728e-05 | 3,5203e-05 |
| M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm] | 1,26e+04 | 1,26e+04 |
| M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm] | 8,27e+03 | 8,27e+03 |
| d _y [m], d _z [m] | 0 | 0 |
| I _e [m ⁴], I _w [m ⁶] | 4,2567e-08 | 1,3283e-10 |
| β _y [m], β _z [m] | 0 | 0 |

Studentská verze

Obrázek

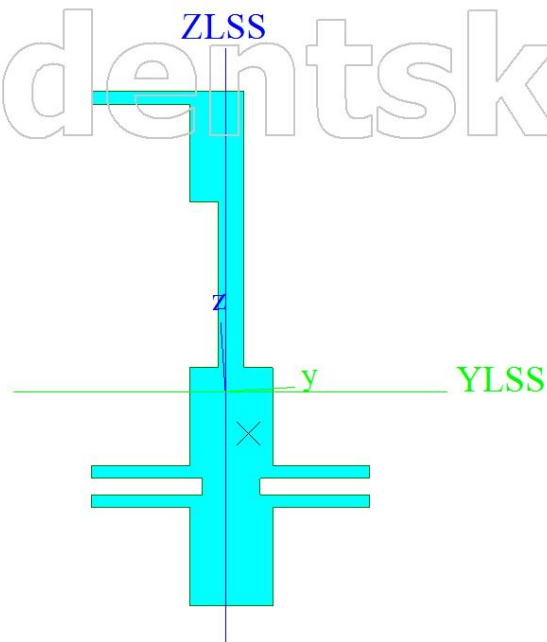


V012a

| | | |
|----------------------------------------------------------------------------|---------------|------------|
| Typ | Obecný průřez | |
| Typ tvaru | Tenkostěnný | |
| Materiál | S 235 | |
| Výroba | obecný | |
| Barva | d | |
| Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z | d | |
| A [m ²] | 1,4180e-02 | |
| A _y [m ²], A _z [m ²] | 8,2854e-03 | 7,0797e-03 |
| A _L [m ² /m], A _D [m ² /m] | 1,4420e+00 | 1,4420e+00 |
| C _{y,UCS} [m], C _{z,UCS} [m] | 0 | 0 |
| I _{y,LCS} [m ⁴], I _{z,LCS} [m ⁴] | 1,3395e-04 | 1,0815e-05 |
| I _{yz,LCS} [m ⁴] | -8,5888e-06 | |
| α [deg] | 3,97 | |
| I _y [m ⁴], I _z [m ⁴] | 1,3455e-04 | 1,0219e-05 |
| i _y [m], i _z [m] | 0 | 0 |
| W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³] | 6,8788e-04 | 1,1439e-04 |
| W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³] | 1,1054e-03 | 2,6602e-04 |
| M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm] | 2,60e+05 | 2,60e+05 |
| M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm] | 6,25e+04 | 6,25e+04 |
| d _y [m], d _z [m] | 0 | 0 |
| I _t [m ⁴], I _w [m ⁶] | 5,3393e-06 | 6,9806e-08 |
| β _y [m], β _z [m] | 0 | 0 |

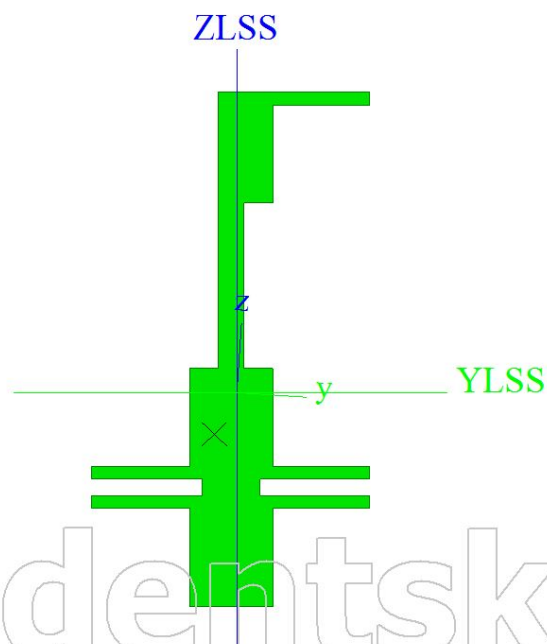
Studentská verze


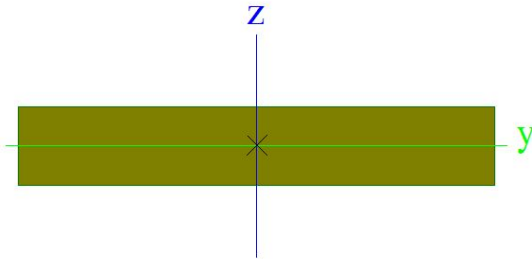
Obrázek


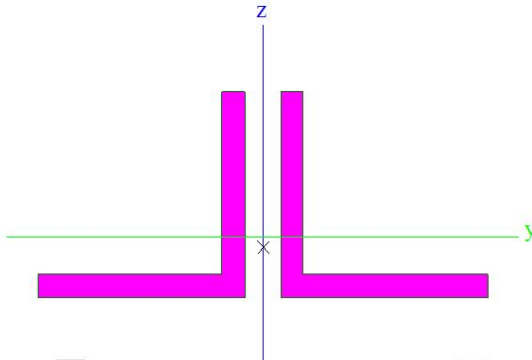


V012b

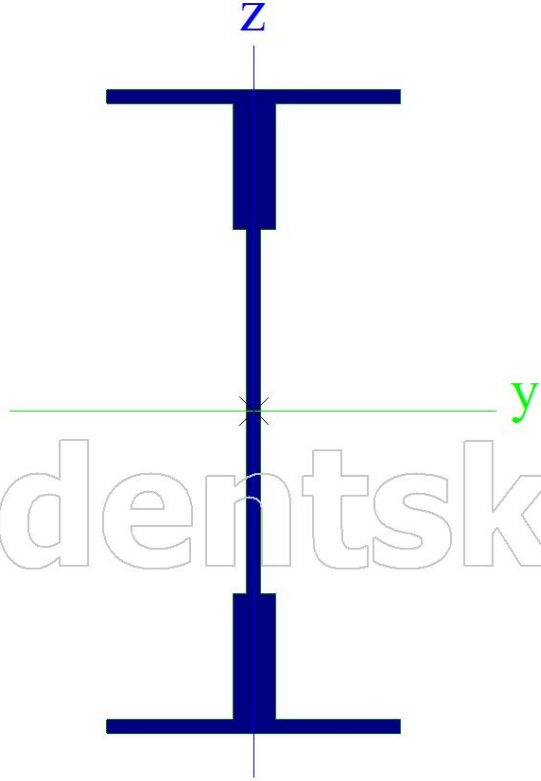
| | | |
|----------------------------------------------------------------------------|---------------|------------|
| Typ | Obecný průřez | |
| Typ tvaru | Tenkostěnný | |
| Materiál | S 235 | |
| Výroba | obecný | |
| Barva | ■ | |
| Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z | d | d |
| A [m ²] | 1,4180e-02 | |
| A _y [m ²], A _z [m ²] | 8,2730e-03 | 7,1140e-03 |
| A _L [m ² /m], A _D [m ² /m] | 1,4420e+00 | 1,4420e+00 |
| c _{y,LCS} [m], c _{z,LCS} [m] | 0 | 0 |
| I _{y,LCS} [m ⁴], I _{z,LCS} [m ⁴] | 1,3395e-04 | 1,0815e-05 |
| I _{yz,LCS} [m ⁴] | 8,5888e-06 | |
| α [deg] | -3,97 | |
| I _y [m ⁴], I _z [m ⁴] | 1,3455e-04 | 1,0219e-05 |
| i _y [m], i _z [m] | 0 | 0 |
| W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³] | 6,8788e-04 | 1,1439e-04 |
| W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³] | 1,1054e-03 | 2,6602e-04 |
| M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm] | 2,60e+05 | 2,60e+05 |
| M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm] | 6,25e+04 | 6,25e+04 |
| d _y [m], d _z [m] | 0 | 0 |
| I _t [m ⁴], I _w [m ⁶] | 5,3383e-06 | 6,9810e-08 |
| β _y [m], β _z [m] | 0 | 0 |



| Ztužení hl.nos | | |
|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Typ | FLA60/i0 | |
| Kód tvaru | 7 - Plný obdélníkový průřez | |
| Typ tvaru | Tenkostěnný | |
| Materiál | S 235 | |
| Výroba | válcovaný | |
| Barva |  | |
| Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z | c | c |
| A [m ²] | 6,0000e-04 | |
| A _y [m ²], A _z [m ²] | 5,0000e-04 | 5,0000e-04 |
| A _L [m ² /m], A _D [m ² /m] | 1,4000e-01 | 1,4000e-01 |
| C _{y,UCS} [m], C _{z,UCS} [m] | 0 | 0 |
| α [deg] | 0,00 | |
| I _y [m ⁴], I _z [m ⁴] | 5,0000e-09 | 1,8000e-07 |
| i _y [m], i _z [m] | 0 | 0 |
| W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³] | 1,0000e-06 | 6,0000e-06 |
| W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³] | 1,5000e-06 | 9,0000e-06 |
| M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm] | 3,53e+02 | 3,53e+02 |
| M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm] | 2,12e+03 | 2,12e+03 |
| d _y [m], d _z [m] | 0 | 0 |
| I _t [m ⁴], I _w [m ⁶] | 2,0000e-08 | 0,0000e+00 |
| β _y [m], β _z [m] | 0 | 0 |
| Obrázek |  | |

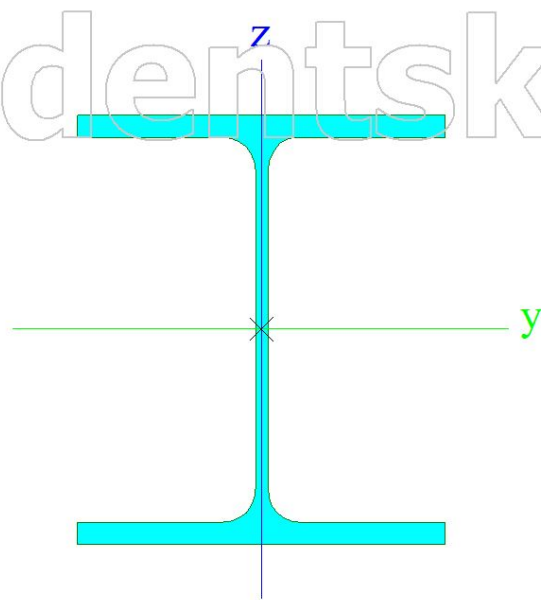
| Lprofil-lozisko | | |
|--------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Typ | Obecný průřez | |
| Typ tvaru | Tenkostěnný | |
| Materiál | S 235 | |
| Výroba | obecný | |
| Barva |  | |
| Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z | d | d |
| A [m ²] | 3,4000e-03 | |
| A _y [m ²], A _z [m ²] | 2,8383e-03 | 2,9204e-03 |
| A _L [m ² /m], A _D [m ² /m] | 7,2000e-01 | 7,2000e-01 |
| C _{y,UCS} [m], C _{z,UCS} [m] | 0 | 0 |
| α [deg] | 0,00 | |
| I _y [m ⁴], I _z [m ⁴] | 2,5836e-06 | 6,5549e-06 |
| i _y [m], i _z [m] | 0 | 0 |
| W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³] | 4,0481e-05 | 6,6887e-05 |
| W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³] | 7,2944e-05 | 1,1620e-04 |
| M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm] | 1,71e+04 | 1,71e+04 |
| M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm] | 2,73e+04 | 2,73e+04 |
| d _y [m], d _z [m] | 0 | 0 |
| I _t [m ⁴], I _w [m ⁶] | 1,0730e-07 | 6,8483e-10 |
| β _y [m], β _z [m] | 0 | 0 |
| Obrázek |  | |

| Příčník | | |
|-----------|---------------|--|
| Typ | Obecný průřez | |
| Typ tvaru | Tenkostěnný | |
| Materiál | S 235 | |
| Výroba | obecný | |

| | d | d' |
|--------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Barva | | |
| Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z | | |
| A [m ²] | 1,2200e-02 | |
| A _y [m ²], A _z [m ²] | 4,7956e-03 | 5,3433e-03 |
| A _L [m ² /m], A _D [m ² /m] | 1,7400e+00 | 1,7400e+00 |
| C _{y.UCS} [m], C _{z.UCS} [m] | 0 | 0 |
| α [deg] | 0,00 | |
| I _y [m ⁴], I _z [m ⁴] | 3,9633e-04 | 1,5862e-05 |
| i _y [m], i _z [m] | 0 | 0 |
| W _{el.y} [m ³], W _{el.z} [m ³] | 1,7232e-03 | 1,5106e-04 |
| W _{pl.y} [m ³], W _{pl.z} [m ³] | 2,0590e-03 | 2,6750e-04 |
| M _{pl.y.+} [Nm], M _{pl.y.-} [Nm] | 4,84e+05 | 4,84e+05 |
| M _{pl.z.+} [Nm], M _{pl.z.-} [Nm] | 6,29e+04 | 6,29e+04 |
| d _y [m], d _z [m] | 0 | 0 |
| I _t [m ⁴], I _w [m ⁶] | 1,6145e-06 | 7,7641e-07 |
| β _y [m], β _z [m] | 0 | 0 |
| Obrázek |  | |

| Podélník | | |
|--------------------------------------------------------------------------|--------------|------------|
| Typ | HE360A | |
| Kód tvaru | 1 - I průřez | |
| Typ tvaru | Tenkostěnný | |
| Materiál | S 235 | |
| Výroba | válcovaný | |
| Barva | | |
| Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z | b | c |
| A [m ²] | 1,4280e-02 | |
| A _y [m ²], A _z [m ²] | 1,0125e-02 | 3,6844e-03 |
| A _L [m ² /m], A _D [m ² /m] | 1,8334e+00 | 1,8334e+00 |
| C _{y.UCS} [m], C _{z.UCS} [m] | 0 | 0 |
| α [deg] | 0,00 | |
| I _y [m ⁴], I _z [m ⁴] | 3,3090e-04 | 7,8870e-05 |
| i _y [m], i _z [m] | 0 | 0 |
| W _{el.y} [m ³], W _{el.z} [m ³] | 1,8910e-03 | 5,2580e-04 |
| W _{pl.y} [m ³], W _{pl.z} [m ³] | 2,0880e-03 | 8,0230e-04 |
| M _{pl.y.+} [Nm], M _{pl.y.-} [Nm] | 4,91e+05 | 4,91e+05 |
| M _{pl.z.+} [Nm], M _{pl.z.-} [Nm] | 1,89e+05 | 1,89e+05 |
| d _y [m], d _z [m] | 0 | 0 |
| I _t [m ⁴], I _w [m ⁶] | 1,4880e-06 | 2,1770e-06 |
| β _y [m], β _z [m] | 0 | 0 |

Obrázek

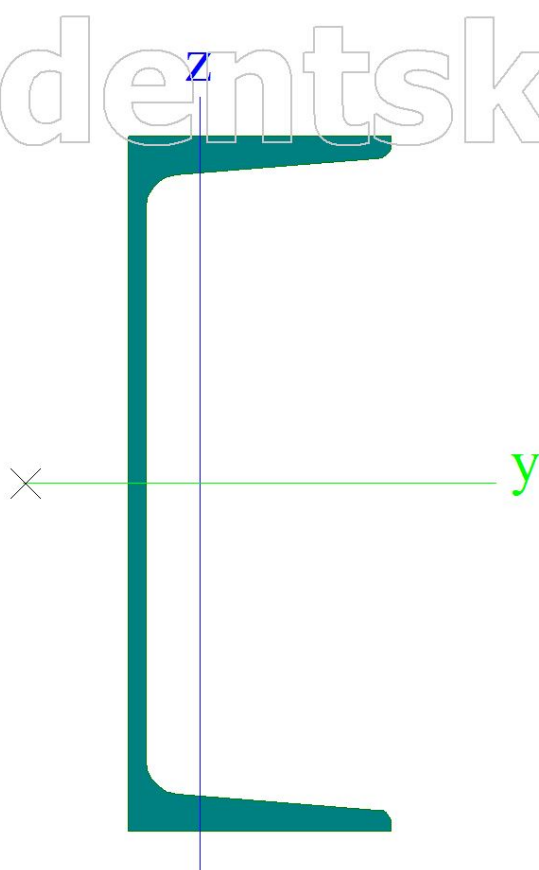


Ztuž.podélníků

| | | |
|--------------------------------------------------------------------------|--------------|------------|
| Typ | UE200 | |
| Kód tvaru | 5 - U průřez | |
| Typ tvaru | Tenkostěnný | |
| Materiál | S 235 | |
| Výroba | válcovaný | |
| Barva | | |
| Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z | c | c |
| A [m ²] | 2,3400e-03 | |
| A _y [m ²], A _z [m ²] | 1,3080e-03 | 1,0514e-03 |
| A _L [m ² /m], A _D [m ² /m] | 6,7307e-01 | 6,7307e-01 |
| σ _{y,UCS} [m], σ _{z,UCS} [m] | 0 | 0 |
| α [deg] | 0,00 | |
| I _y [m ⁴], I _z [m ⁴] | 1,5200e-05 | 1,1300e-06 |
| i _y [m], i _z [m] | 0 | 0 |
| W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³] | 1,5200e-04 | 2,0500e-05 |
| W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³] | 1,7500e-04 | 3,9000e-05 |
| M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm] | 4,07e+04 | 4,07e+04 |
| M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm] | 9,70e+03 | 9,70e+03 |
| d _y [m], d _z [m] | 0 | 0 |
| I _t [m ⁴], I _w [m ⁶] | 5,0400e-08 | 8,6618e-09 |
| β _y [m], β _z [m] | 0 | 0 |

Studentská verze

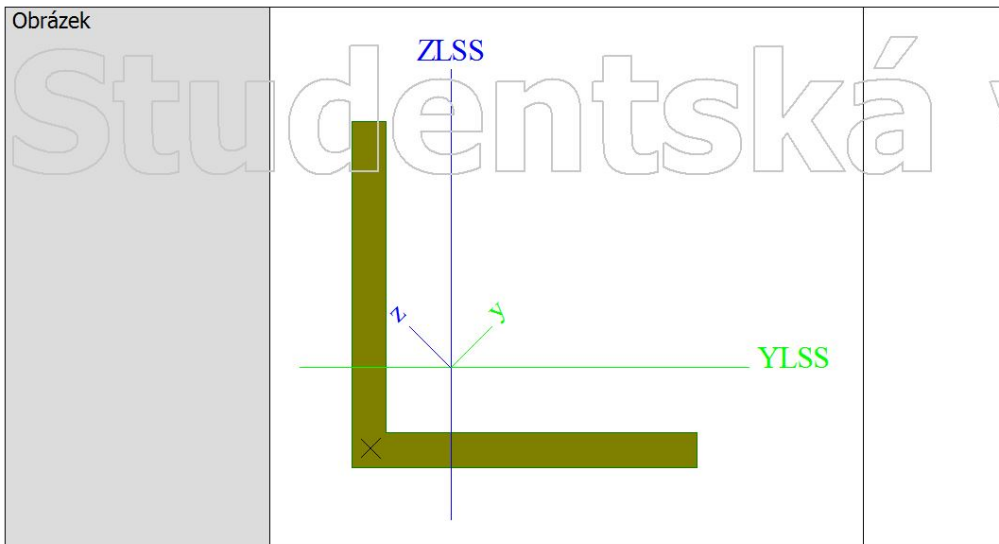
Obrázek



Příčné zavětrování(80/80/8)

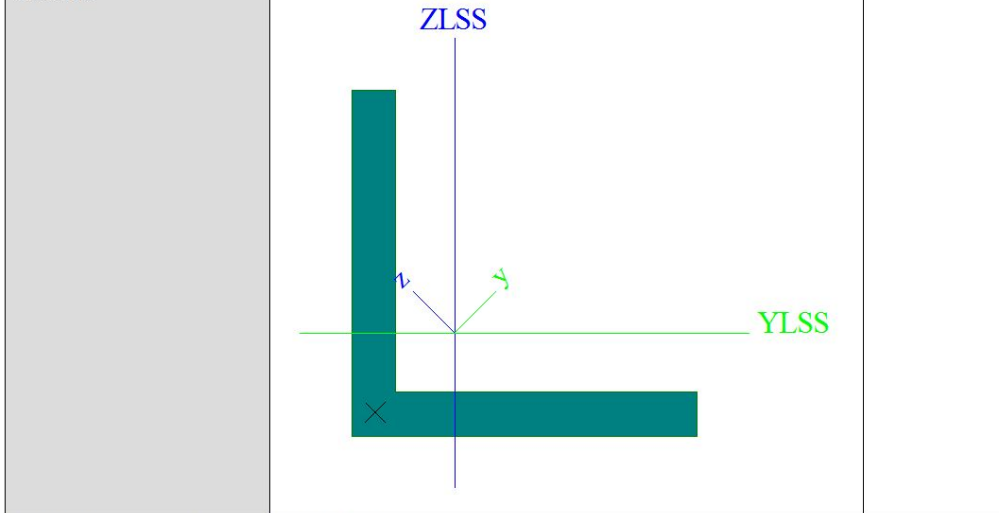
| | | |
|----------------------------------------------------------------------------|---------------|------------|
| Typ | Obecný průřez | |
| Typ tvaru | Tenkostěnný | |
| Materiál | S 235 | |
| Výroba | obecný | |
| Barva | ■ | |
| Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z | d | d |
| A [m ²] | 1,2160e-03 | |
| A _y [m ²], A _z [m ²] | 1,0420e-03 | 1,0116e-03 |
| A _L [m ² /m], A _D [m ² /m] | 3,2000e-01 | 3,2000e-01 |
| C _{y,UCS} [m], C _{z,UCS} [m] | 0 | 0 |
| I _{y,LCS} [m ⁴], I _{z,LCS} [m ⁴] | 7,3730e-07 | 7,3730e-07 |
| I _{yz,LCS} [m ⁴] | -4,3655e-07 | |
| α [deg] | 45,00 | |
| I _y [m ⁴], I _z [m ⁴] | 1,1738e-06 | 3,0075e-07 |
| i _y [m], i _z [m] | 0 | 0 |
| W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³] | 2,0751e-05 | 9,2674e-06 |
| W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³] | 3,2704e-05 | 1,6488e-05 |
| M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm] | 7,69e+03 | 7,69e+03 |
| M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm] | 3,87e+03 | 3,87e+03 |
| d _y [m], d _z [m] | 0 | 0 |
| I _t [m ⁴], I _w [m ⁶] | 2,5028e-08 | 1,1479e-11 |
| β _y [m], β _z [m] | 0 | 0 |

Studentská verze



Příčné zavětrování(80/80/10)

| | | |
|----------------------------------------------------------------------------|---------------|------------|
| Typ | Obecný průřez | |
| Typ tvaru | Tenkostěnný | |
| Materiál | S 235 | |
| Výroba | obecný | |
| Barva | ■ | |
| Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z | d | d |
| A [m ²] | 1,5000e-03 | |
| A _y [m ²], A _z [m ²] | 1,2868e-03 | 1,2577e-03 |
| A _L [m ² /m], A _D [m ² /m] | 3,2000e-01 | 3,2000e-01 |
| C _{y,UCS} [m], C _{z,UCS} [m] | 0 | 0 |
| I _{y,LCS} [m ⁴], I _{z,LCS} [m ⁴] | 8,8983e-07 | 8,8983e-07 |
| I _{yz,LCS} [m ⁴] | -5,2267e-07 | |
| α [deg] | 45,00 | |
| I _y [m ⁴], I _z [m ⁴] | 1,4125e-06 | 3,6717e-07 |
| i _y [m], i _z [m] | 0 | 0 |
| W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³] | 2,4970e-05 | 1,0970e-05 |
| W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³] | 3,9834e-05 | 2,0182e-05 |
| M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm] | 9,36e+03 | 9,36e+03 |
| M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm] | 4,74e+03 | 4,74e+03 |
| d _y [m], d _z [m] | 0 | 0 |
| I _t [m ⁴], I _w [m ⁶] | 4,7894e-08 | 2,1294e-11 |
| β _y [m], β _z [m] | 0 | 0 |



Dolní šikmé zavětrování(80/80/10)

| | | |
|------------------------------------------------------------------------|---------------|------------|
| Typ | Obecný průřez | |
| Typ tvaru | Tenkostěnný | |
| Materiál | S 235 | |
| Výroba | obecný | |
| Barva | ■ | |
| Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z | d | d |
| A [m ²] | 3,0000e-03 | |
| A _y [m ²], A _z [m ²] | 2,6005e-03 | 2,5068e-03 |
| A _L [m ² /m], A _D [m ² /m] | 6,4000e-01 | 6,4000e-01 |
| C _{y,UCS} [m], C _{z,UCS} [m] | 0 | 0 |

| | | |
|--------------------------------------------------------------------------|------------|------------|
| a [deg] | 0,00 | |
| I _y [m ⁴], I _z [m ⁴] | 1,7797e-06 | 4,2450e-06 |
| i _y [m], i _z [m] | 0 | 0 |
| W _{el.y} [m ³], W _{el.z} [m ³] | 3,1592e-05 | 4,9941e-05 |
| W _{pl.y} [m ³], W _{pl.z} [m ³] | 5,6937e-05 | 8,6000e-05 |
| M _{pl.y.+} [Nm], M _{pl.y.-} [Nm] | 1,34e+04 | 1,34e+04 |
| M _{pl.z.+} [Nm], M _{pl.z.-} [Nm] | 2,02e+04 | 2,02e+04 |
| d _y [m], d _z [m] | 0 | 0 |
| I _t [m ⁴], I _w [m ⁶] | 9,4185e-08 | 3,0833e-10 |
| β _y [m], β _z [m] | 0 | 0 |
| Obrázek | | |

Dolní příčné zavětrování(80/80/8)

| | | |
|--------------------------------------------------------------------------|---------------|------------|
| Typ | Obecný průřez | |
| Typ tvaru | Tenkostěnný | |
| Materiál | S 235 | |
| Výroba | obecný | |
| Barva | | |
| Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z | d | d |
| A [m ²] | 2,4320e-03 | |
| A _y [m ²], A _z [m ²] | 2,0511e-03 | 2,0508e-03 |
| A _L [m ² /m], A _D [m ² /m] | 6,4000e-01 | 6,4000e-01 |
| c _{y,UCS} [m], c _{z,UCS} [m] | 0 | 0 |
| α [deg] | 0,00 | |
| I _y [m ⁴], I _z [m ⁴] | 1,4746e-06 | 3,3741e-06 |
| i _y [m], i _z [m] | 0 | 0 |
| W _{el.y} [m ³], W _{el.z} [m ³] | 2,5846e-05 | 3,9696e-05 |
| W _{pl.y} [m ³], W _{pl.z} [m ³] | 4,6566e-05 | 6,7968e-05 |
| M _{pl.y.+} [Nm], M _{pl.y.-} [Nm] | 1,09e+04 | 1,09e+04 |
| M _{pl.z.+} [Nm], M _{pl.z.-} [Nm] | 1,60e+04 | 1,60e+04 |
| d _y [m], d _z [m] | 0 | 0 |
| I _t [m ⁴], I _w [m ⁶] | 4,9256e-08 | 2,1444e-10 |
| β _y [m], β _z [m] | 0 | 0 |
| Obrázek | | |

Dolní příčné zavětrování(70/70/8)

| | | |
|------------------------------------------------------------------------|---------------|------------|
| Typ | Obecný průřez | |
| Typ tvaru | Tenkostěnný | |
| Materiál | S 235 | |
| Výroba | obecný | |
| Barva | | |
| Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z | d | d |
| A [m ²] | 2,1120e-03 | |
| A _y [m ²], A _z [m ²] | 1,7674e-03 | 1,8104e-03 |
| A _L [m ² /m], A _D [m ² /m] | 5,6000e-01 | 5,6000e-01 |
| c _{y,UCS} [m], c _{z,UCS} [m] | 0 | 0 |
| α [deg] | 0,00 | |

| | | |
|------------------------------------------------------------|------------|------------|
| I_y [m ⁴], I_z [m ⁴] | 9,6817e-07 | 2,3350e-06 |
| i_y [m], i_z [m] | 0 | 0 |
| $W_{el.y}$ [m ³], $W_{el.z}$ [m ³] | 1,9535e-05 | 3,1133e-05 |
| $W_{pl.y}$ [m ³], $W_{pl.z}$ [m ³] | 3,5203e-05 | 5,3728e-05 |
| $M_{pl.y,+}$ [Nm], $M_{pl.y,-}$ [Nm] | 8,27e+03 | 8,27e+03 |
| $M_{pl.z,+}$ [Nm], $M_{pl.z,-}$ [Nm] | 1,26e+04 | 1,26e+04 |
| d_y [m], d_z [m] | 0 | 0 |
| I_t [m ⁴], I_w [m ⁶] | 4,2567e-08 | 1,3283e-10 |
| β_y [m], β_z [m] | 0 | 0 |
| Obrázek | | |

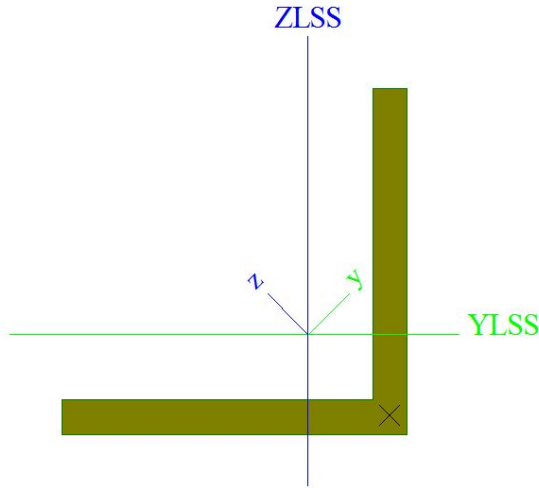
Dolní diagonální zavětrování(80/80/9)

| | | |
|------------------------------------------------------------------|---------------|------------|
| Typ | Obecný průřez | |
| Typ tvaru | Tenkostěnný | |
| Materiál | S 235 | |
| Výroba | obecný | |
| Barva | ■ | |
| Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z | d | d |
| A [m ²] | 1,3590e-03 | |
| A_y [m ²], A_z [m ²] | 1,1029e-03 | 1,1686e-03 |
| A_L [m ² /m], A_D [m ² /m] | 3,2000e-01 | 3,2000e-01 |
| $C_{y,UCS}$ [m], $C_{z,UCS}$ [m] | 0 | 0 |
| $I_{y,UCS}$ [m ⁴], $I_{z,UCS}$ [m ⁴] | 8,1496e-07 | 8,1496e-07 |
| $I_{y,LCS}$ [m ⁴] | 4,8073e-07 | |
| α [deg] | 45,00 | |
| I_y [m ⁴], I_z [m ⁴] | 3,3423e-07 | 1,2957e-06 |
| i_y [m], i_z [m] | 0 | 0 |
| $W_{el.y}$ [m ³], $W_{el.z}$ [m ³] | 1,0140e-05 | 2,2905e-05 |
| $W_{pl.y}$ [m ³], $W_{pl.z}$ [m ³] | 1,8353e-05 | 3,6319e-05 |
| $M_{pl.y,+}$ [Nm], $M_{pl.y,-}$ [Nm] | 4,31e+03 | 4,31e+03 |
| $M_{pl.z,+}$ [Nm], $M_{pl.z,-}$ [Nm] | 8,53e+03 | 8,53e+03 |
| d_y [m], d_z [m] | 0 | 0 |
| I_t [m ⁴], I_w [m ⁶] | 3,5248e-08 | 1,5925e-11 |
| β_y [m], β_z [m] | 0 | 0 |
| Obrázek | | |

Dolní diagonální zavětrování(80/80/8)

| | | |
|------------------------------------------|---------------|---|
| Typ | Obecný průřez | |
| Typ tvaru | Tenkostěnný | |
| Materiál | S 235 | |
| Výroba | obecný | |
| Barva | ■ | |
| Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek | d | d |

| | | |
|----------------------------------------------------------------------------|------------|------------|
| rovinného vzpěru z-z | | |
| A [m ²] | 1,2160e-03 | |
| A _y [m ²], A _z [m ²] | 1,0137e-03 | 1,0408e-03 |
| A _L [m ² /m], A _D [m ² /m] | 3,2000e-01 | 3,2000e-01 |
| C _{y.UCS} [m], C _{z.UCS} [m] | 0 | 0 |
| I _{y.LCS} [m ⁴], I _{z.LCS} [m ⁴] | 7,3730e-07 | 7,3730e-07 |
| I _{yz.LCS} [m ⁴] | 4,3655e-07 | |
| α [deg] | 45,00 | |
| I _y [m ⁴], I _z [m ⁴] | 3,0075e-07 | 1,1738e-06 |
| i _y [m], i _z [m] | 0 | 0 |
| W _{el.y} [m ³], W _{el.z} [m ³] | 9,2674e-06 | 2,0751e-05 |
| W _{pl.y} [m ³], W _{pl.z} [m ³] | 1,6488e-05 | 3,2704e-05 |
| M _{pl.y.+} [Nm], M _{pl.y.-} [Nm] | 3,87e+03 | 3,87e+03 |
| M _{pl.z.+} [Nm], M _{pl.z.-} [Nm] | 7,69e+03 | 7,69e+03 |
| d _y [m], d _z [m] | 0 | 0 |
| I _t [m ⁴], I _w [m ⁶] | 2,5028e-08 | 1,1479e-11 |
| β _y [m], β _z [m] | 0 | 0 |
| Obrázek | | |

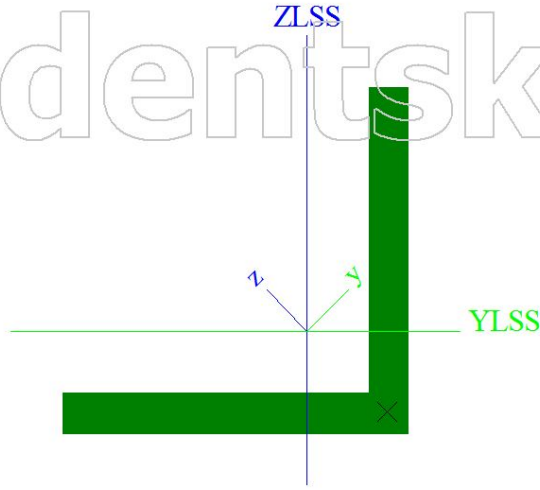


Dolní diagonální zavětrování(70/70/8)

| | | |
|----------------------------------------------------------------------------|---------------|------------|
| Typ | Obecný průřez | |
| Typ tvaru | Tenkostěnný | |
| Materiál | S 235 | |
| Výroba | obecný | |
| Barva | | ■ |
| Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z | d | d |
| A [m ²] | 1,0560e-03 | |
| A _y [m ²], A _z [m ²] | 8,7599e-04 | 9,0979e-04 |
| A _L [m ² /m], A _D [m ² /m] | 2,8000e-01 | 2,8000e-01 |
| C _{y.UCS} [m], C _{z.UCS} [m] | 0 | 0 |
| I _{y.LCS} [m ⁴], I _{z.LCS} [m ⁴] | 4,8408e-07 | 4,8408e-07 |
| I _{yz.LCS} [m ⁴] | 2,8539e-07 | |
| α [deg] | 45,00 | |
| I _y [m ⁴], I _z [m ⁴] | 1,9870e-07 | 7,6947e-07 |
| i _y [m], i _z [m] | 0 | 0 |
| W _{el.y} [m ³], W _{el.z} [m ³] | 6,8740e-06 | 1,5546e-05 |
| W _{pl.y} [m ³], W _{pl.z} [m ³] | 1,2471e-05 | 2,4671e-05 |
| M _{pl.y.+} [Nm], M _{pl.y.-} [Nm] | 2,93e+03 | 2,93e+03 |
| M _{pl.z.+} [Nm], M _{pl.z.-} [Nm] | 5,80e+03 | 5,80e+03 |
| d _y [m], d _z [m] | 0 | 0 |
| I _t [m ⁴], I _w [m ⁶] | 2,1646e-08 | 7,4703e-12 |
| β _y [m], β _z [m] | 0 | 0 |

Studentská verze

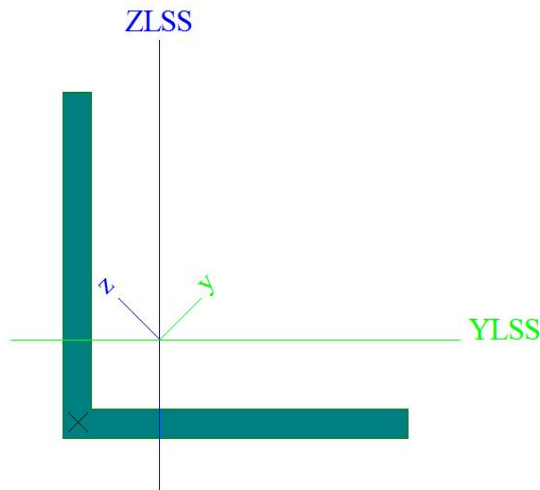
Obrázek



Horní diagonální zavětrování(120/120/10)

| | | |
|----------------------------------------------------------------------------|---------------|------------|
| Typ | Obecný průřez | |
| Typ tvaru | Tenkostěnný | |
| Materiál | S 235 | |
| Výroba | obecný | |
| Barva | ■ | |
| Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z | d | d |
| A [m ²] | 2,3000e-03 | |
| A _y [m ²], A _z [m ²] | 1,9577e-03 | 1,9386e-03 |
| A _L [m ² /m], A _D [m ² /m] | 4,8000e-01 | 4,8000e-01 |
| C _{y.UCS} [m], C _{z.UCS} [m] | 0 | 0 |
| I _{y.LCS} [m ⁴], I _{z.LCS} [m ⁴] | 3,1853e-06 | 3,1853e-06 |
| I _{yz.LCS} [m ⁴] | -1,8939e-06 | |
| α [deg] | 45,00 | |
| I _y [m ⁴], I _z [m ⁴] | 5,0792e-06 | 1,2913e-06 |
| i _y [m], i _z [m] | 0 | 0 |
| W _{el.y} [m ³], W _{el.z} [m ³] | 5,9859e-05 | 2,7099e-05 |
| W _{pl.y} [m ³], W _{pl.z} [m ³] | 9,3574e-05 | 4,7052e-05 |
| M _{pl.y+} [Nm], M _{pl.y-} [Nm] | 2,20e+04 | 2,20e+04 |
| M _{pl.z+} [Nm], M _{pl.z-} [Nm] | 1,11e+04 | 1,11e+04 |
| d _y [m], d _z [m] | 0 | 0 |
| I _t [m ⁴], I _w [m ⁶] | 7,3877e-08 | 7,4119e-11 |
| β _y [m], β _z [m] | 0 | 0 |

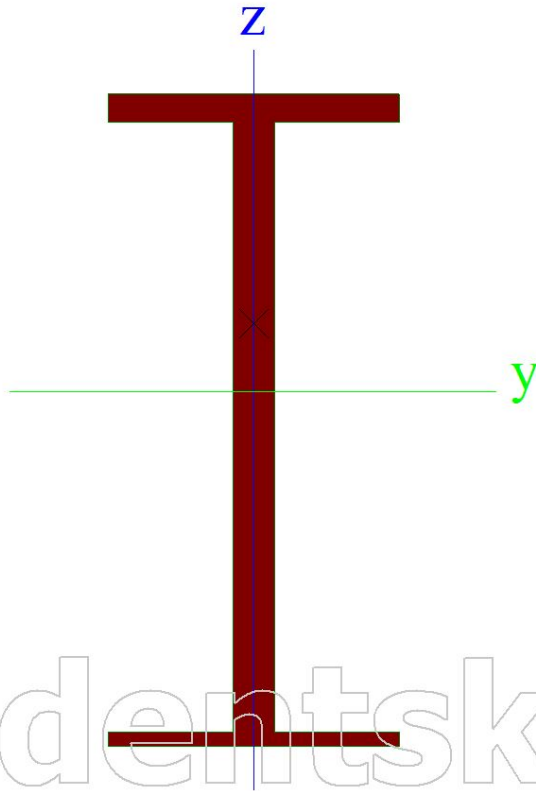
Obrázek



Příčnick-deska_nahore_desky_uvnitr

| | | |
|------------------------------------------------------------------------|---------------|------------|
| Typ | Obecný průřez | |
| Typ tvaru | Tenkostěnný | |
| Materiál | S 235 | |
| Výroba | obecný | |
| Barva | ■ | |
| Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z | d | d |
| A [m ²] | 1,9500e-02 | |
| A _y [m ²], A _z [m ²] | 7,5141e-03 | 1,3232e-02 |
| A _L [m ² /m], A _D [m ² /m] | 1,7200e+00 | 1,7200e+00 |
| C _{y.UCS} [m], C _{z.UCS} [m] | 0 | 0 |

| | | |
|--------------------------------------------------------------------------|------------|------------|
| a [deg] | 0,00 | |
| I _y [m ⁴], I _z [m ⁴] | 5,2912e-04 | 2,4142e-05 |
| i _y [m], i _z [m] | 0 | 0 |
| W _{el.y} [m ³], W _{el.z} [m ³] | 2,0725e-03 | 2,2993e-04 |
| W _{pl.y} [m ³], W _{pl.z} [m ³] | 2,8537e-03 | 4,2975e-04 |
| M _{pl.y.+} [Nm], M _{pl.y.-} [Nm] | 6,71e+05 | 6,71e+05 |
| M _{pl.z.+} [Nm], M _{pl.z.-} [Nm] | 1,01e+05 | 1,01e+05 |
| d _y [m], d _z [m] | 0 | 0 |
| I _t [m ⁴], I _w [m ⁶] | 4,4965e-06 | 1,0629e-06 |
| β _y [m], β _z [m] | 0 | 0 |
| Obrázek | | |

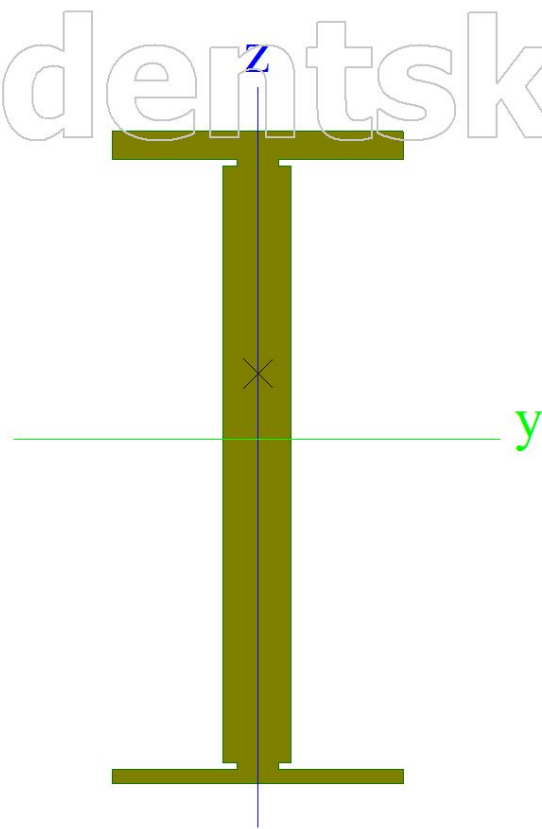


Příčník-deska nahore zesileni

| | | |
|--------------------------------------------------------------------------|---------------|------------|
| Typ | Obecný průřez | |
| Typ tvaru | Tenkostěnný | |
| Materiál | S 235 | |
| Výroba | obecný | |
| Barva | | |
| Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z | d | d |
| A [m ²] | 2,8100e-02 | |
| A _y [m ²], A _z [m ²] | 1,1739e-02 | 2,1369e-02 |
| A _L [m ² /m], A _D [m ² /m] | 1,7600e+00 | 1,7600e+00 |
| C _{y.uCS} [m], C _{z.uCS} [m] | 0 | 0 |
| α [deg] | 0,00 | |
| I _y [m ⁴], I _z [m ⁴] | 6,6545e-04 | 2,7654e-05 |
| i _y [m], i _z [m] | 0 | 0 |
| W _{el.y} [m ³], W _{el.z} [m ³] | 2,6880e-03 | 2,6337e-04 |
| W _{pl.y} [m ³], W _{pl.z} [m ³] | 3,7929e-03 | 6,0175e-04 |
| M _{pl.y.+} [Nm], M _{pl.y.-} [Nm] | 8,91e+05 | 8,91e+05 |
| M _{pl.z.+} [Nm], M _{pl.z.-} [Nm] | 1,41e+05 | 1,41e+05 |
| d _y [m], d _z [m] | 0 | 0 |
| I _t [m ⁴], I _w [m ⁶] | 1,7531e-05 | 1,1221e-06 |
| β _y [m], β _z [m] | 0 | 0 |

Studentská verze

Obrázek

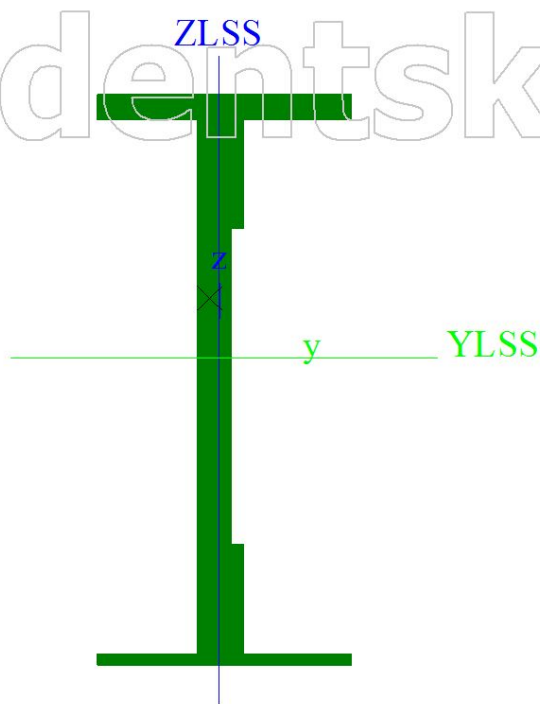


Příčnick-Lprofil 1

| | | |
|----------------------------------------------------------------------------|---------------|------------|
| Typ | Obecný průřez | |
| Typ tvaru | Tenkostěnný | |
| Materiál | S 235 | |
| Výroba | obecný | |
| Barva | ■ | |
| Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z | d | d |
| A [m ²] | 2,0420e-02 | |
| A _y [m ²], A _z [m ²] | 8,5604e-03 | 1,3209e-02 |
| A _L [m ² /m], A _D [m ² /m] | 1,7240e+00 | 1,7240e+00 |
| C _{y,UCS} [m], C _{z,UCS} [m] | 0 | 0 |
| I _{y,LCS} [m ⁴], I _{z,LCS} [m ⁴] | 5,7183e-04 | 2,4728e-05 |
| I _{yz,LCS} [m ⁴] | 2,2447e-06 | |
| α [deg] | -0,24 | |
| I _y [m ⁴], I _z [m ⁴] | 5,7184e-04 | 2,4719e-05 |
| i _y [m], i _z [m] | 0 | 0 |
| W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³] | 2,2462e-03 | 2,2352e-04 |
| W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³] | 3,0694e-03 | 4,5072e-04 |
| M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm] | 7,21e+05 | 7,21e+05 |
| M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm] | 1,06e+05 | 1,06e+05 |
| d _y [m], d _z [m] | 0 | 0 |
| I _t [m ⁴], I _w [m ⁶] | 5,4717e-06 | 1,0661e-06 |
| β _y [m], β _z [m] | 0 | 0 |

Studentská verze

Obrázek

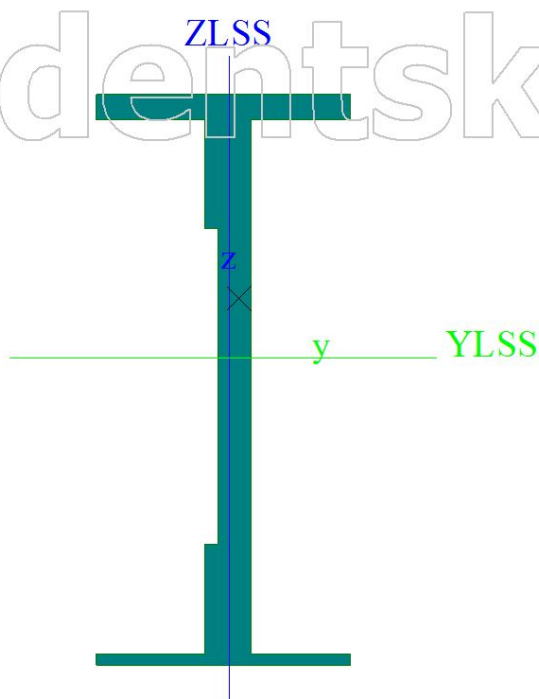


Příčnick-Lprofil2

| | | |
|----------------------------------------------------------------------------|---------------|------------|
| Typ | Obecný průřez | |
| Typ tvaru | Tenkostěnný | |
| Materiál | S 235 | |
| Výroba | obecný | |
| Barva | ■ | |
| Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z | d | d |
| A [m ²] | 2,0420e-02 | |
| A _y [m ²], A _z [m ²] | 8,5481e-03 | 1,3209e-02 |
| A _I [m ² /m], A _D [m ² /m] | 1,7240e+00 | 1,7240e+00 |
| C _{y,UCS} [m], C _{z,UCS} [m] | 0 | 0 |
| I _{y,LCS} [m ⁴], I _{z,LCS} [m ⁴] | 5,7183e-04 | 2,4728e-05 |
| I _{yz,LCS} [m ⁴] | -2,2447e-06 | |
| α [deg] | 0,24 | |
| I _y [m ⁴], I _z [m ⁴] | 5,7184e-04 | 2,4719e-05 |
| i _y [m], i _z [m] | 0 | 0 |
| W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³] | 2,2462e-03 | 2,2352e-04 |
| W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³] | 3,0694e-03 | 4,5072e-04 |
| M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm] | 7,21e+05 | 7,21e+05 |
| M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm] | 1,06e+05 | 1,06e+05 |
| d _y [m], d _z [m] | 0 | 0 |
| I _t [m ⁴], I _w [m ⁶] | 5,4717e-06 | 1,0661e-06 |
| β _y [m], β _z [m] | 0 | 0 |

Studentská verze

Obrázek

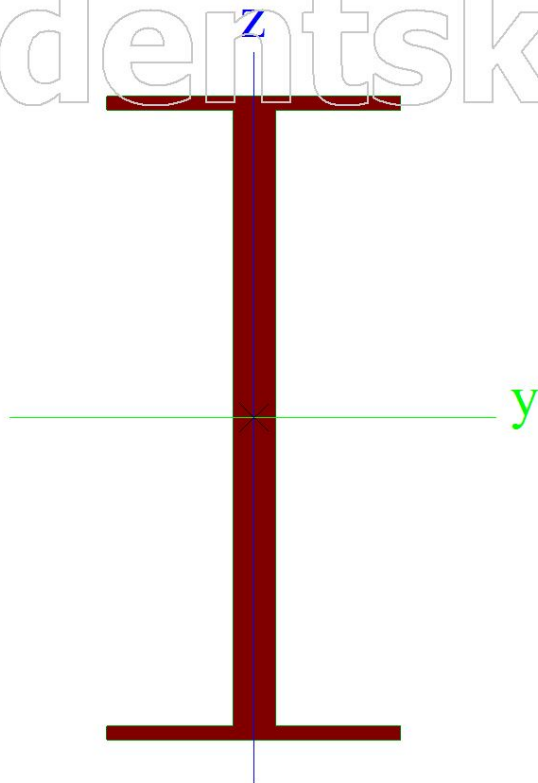


Příčnick-desky_uvnitř

| | | |
|--------------------------------------------------------------------------|---------------|------------|
| Typ | Obecný průřez | |
| Typ tvaru | Tenkostěnný | |
| Materiál | S 235 | |
| Výroba | obecný | |
| Barva | ■ | |
| Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z | d | d |
| A [m ²] | 1,7400e-02 | |
| A _y [m ²], A _z [m ²] | 5,2020e-03 | 1,2837e-02 |
| A _I [m ² /m], A _D [m ² /m] | 1,7000e+00 | 1,7000e+00 |
| c _y UCS [m], c _z UCS [m] | 0 | 0 |
| α [deg] | 0,00 | |
| I _y [m ⁴], I _z [m ⁴] | 4,2562e-04 | 1,6425e-05 |
| i _y [m], i _z [m] | 0 | 0 |
| W _{el.y} [m ³], W _{el.z} [m ³] | 1,8505e-03 | 1,5643e-04 |
| W _{pl.y} [m ³], W _{pl.z} [m ³] | 2,3970e-03 | 3,1950e-04 |
| M _{pl.y.+} [Nm], M _{pl.y.-} [Nm] | 5,63e+05 | 5,63e+05 |
| M _{pl.z.+} [Nm], M _{pl.z.-} [Nm] | 7,51e+04 | 7,51e+04 |
| d _y [m], d _z [m] | 0 | 0 |
| I _t [m ⁴], I _w [m ⁶] | 3,9925e-06 | 7,7816e-07 |
| β _y [m], β _z [m] | 0 | 0 |

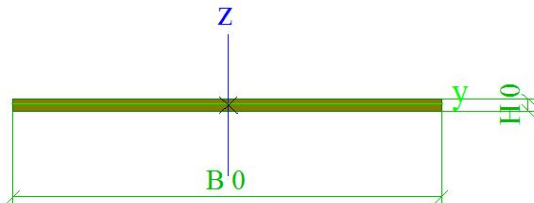
Studentská verze

Obrázek



deska_podelnik

| | | |
|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|------------|
| Typ | Plný obdélník | |
| Detailní | 0; 0 | |
| Kód tvaru | 7 - Plný obdélníkový průřez | |
| Typ tvaru | Tenkostěnný | |
| Materiál | S 235 | |
| Výroba | válcovaný | |
| Barva | ■ | |
| Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z | c | c |
| A [m ²] | 3,5000e-03 | |
| A _y [m ²], A _z [m ²] | 2,9167e-03 | 2,9167e-03 |
| A _L [m ² /m], A _D [m ² /m] | 7,2000e-01 | 7,2000e-01 |
| C _{y,UCS} [m], C _{z,UCS} [m] | 0 | 0 |
| α [deg] | 0,00 | |
| I _y [m ⁴], I _z [m ⁴] | 2,9167e-08 | 3,5729e-05 |
| i _y [m], i _z [m] | 0 | 0 |
| W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³] | 5,8333e-06 | 2,0417e-04 |
| W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³] | 8,7500e-06 | 3,0625e-04 |
| M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm] | 2,06e+03 | 2,06e+03 |
| M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm] | 7,20e+04 | 7,20e+04 |
| d _y [m], d _z [m] | 0 | 0 |
| I _t [m ⁴], I _w [m ⁶] | 1,1457e-07 | 0,0000e+00 |
| β _y [m], β _z [m] | 0 | 0 |



mostnice

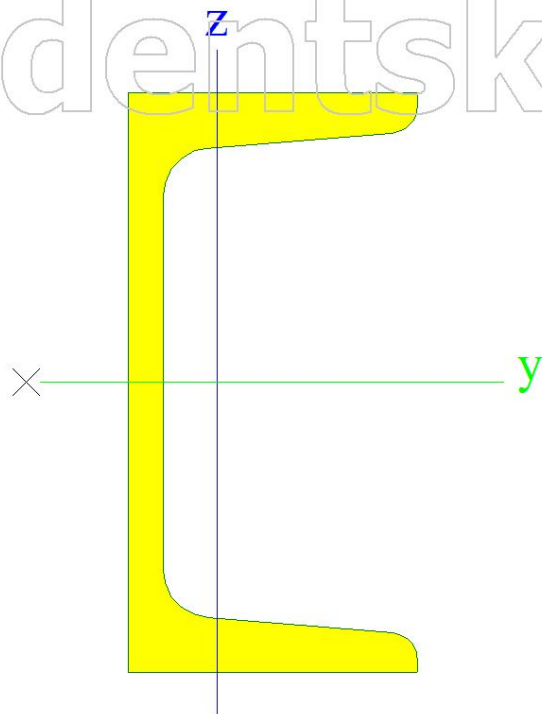
| | | |
|------------------------------------------------------------------------|--------------|------------|
| Typ | Obdélník | |
| Detailní | 0; 0 | |
| Typ tvaru | Tlustostěnný | |
| Materiál | D30 (EN 338) | |
| Výroba | obecný | |
| Barva | ■ | |
| A [m ²] | 5,7600e-02 | |
| A _y [m ²], A _z [m ²] | 4,8052e-02 | 4,8052e-02 |
| A _L [m ² /m], A _D [m ² /m] | 9,6000e-01 | 9,6000e-01 |
| C _{y,UCS} [m], C _{z,UCS} [m] | 0 | 0 |

| | | |
|--------------------------------------------------------------------------|------------|------------|
| a [deg] | 0,00 | |
| I _y [m ⁴], I _z [m ⁴] | 2,7648e-04 | 2,7648e-04 |
| i _y [m], i _z [m] | 0 | 0 |
| W _{el.y} [m ³], W _{el.z} [m ³] | 2,3040e-03 | 2,3040e-03 |
| W _{pl.y} [m ³], W _{pl.z} [m ³] | 2,9623e-03 | 2,9623e-03 |
| M _{pl.y.+} [Nm], M _{pl.y.-} [Nm] | 7,11e+04 | 7,11e+04 |
| M _{pl.z.+} [Nm], M _{pl.z.-} [Nm] | 7,11e+04 | 7,11e+04 |
| d _y [m], d _z [m] | 0 | 0 |
| I _t [m ⁴], I _w [m ⁶] | 4,6575e-04 | 2,4103e-08 |
| β _y [m], β _z [m] | 0 | 0 |
| Obrázek | | |

| | | |
|--------------------------------------------------------------------------|--------------|------------|
| Konzole - podélníky | | |
| Typ | U100 | |
| Kód tvaru | 5 - U průřez | |
| Typ tvaru | Tenkostěnný | |
| Materiál | S 235 | |
| Výroba | válcovaný | |
| Barva | c | |
| Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z | c | |
| A [m ²] | 1,3500e-03 | |
| A _y [m ²], A _z [m ²] | 8,0775e-04 | 6,1071e-04 |
| A _L [m ² /m], A _D [m ² /m] | 3,7000e-01 | 3,7194e-01 |
| c _{y.UCS} [m], c _{z.UCS} [m] | 0 | 0 |
| a [deg] | 0,00 | |
| I _y [m ⁴], I _z [m ⁴] | 2,0600e-06 | 2,9300e-07 |
| i _y [m], i _z [m] | 0 | 0 |
| W _{el.y} [m ³], W _{el.z} [m ³] | 4,1200e-05 | 8,4900e-06 |
| W _{pl.y} [m ³], W _{pl.z} [m ³] | 4,9838e-05 | 1,7531e-05 |
| M _{pl.y.+} [Nm], M _{pl.y.-} [Nm] | 1,15e+04 | 1,15e+04 |
| M _{pl.z.+} [Nm], M _{pl.z.-} [Nm] | 3,81e+03 | 3,81e+03 |
| d _y [m], d _z [m] | 0 | 0 |
| I _t [m ⁴], I _w [m ⁶] | 2,8100e-08 | 4,7996e-10 |
| β _y [m], β _z [m] | 0 | 0 |

Studentská verze

Obrázek

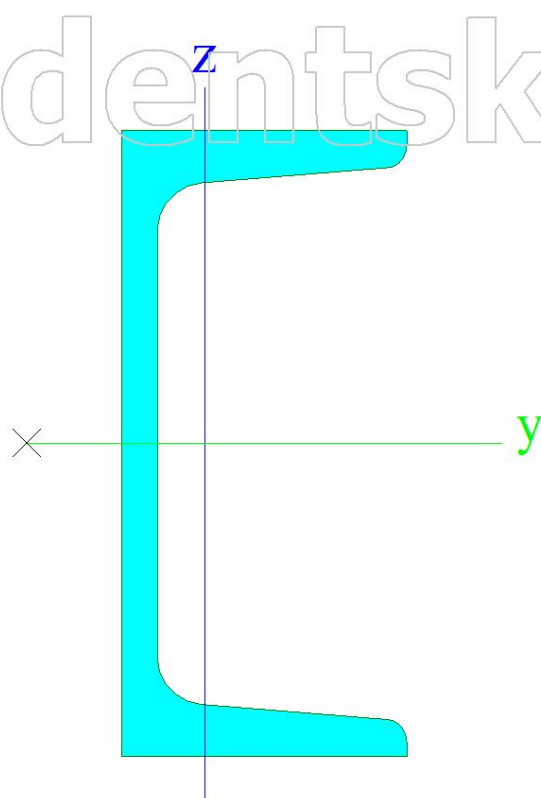


Konzole - příčníky

| | | |
|--------------------------------------------------------------------------|--------------|------------|
| Typ | U120 | |
| Kód tvaru | 5 - U průřez | |
| Typ tvaru | Tenkostěnný | |
| Materiál | S 235 | |
| Výroba | válcovaný | |
| Barva | | |
| Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z | c | c |
| A [m ²] | 1,7000e-03 | |
| A _y [m ²], A _z [m ²] | 9,5346e-04 | 8,4219e-04 |
| A _L [m ² /m], A _D [m ² /m] | 4,3000e-01 | 4,2897e-01 |
| c _{y,UCS} [m], c _{z,UCS} [m] | 0 | 0 |
| α [deg] | 0,00 | |
| I _y [m ⁴], I _z [m ⁴] | 3,6400e-06 | 4,3200e-07 |
| i _y [m], i _z [m] | 0 | 0 |
| W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³] | 6,0700e-05 | 1,1100e-05 |
| W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³] | 7,4070e-05 | 2,1261e-05 |
| M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm] | 1,71e+04 | 1,71e+04 |
| M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm] | 5,00e+03 | 5,00e+03 |
| d _y [m], d _z [m] | 0 | 0 |
| I _t [m ⁴], I _w [m ⁶] | 4,1500e-08 | 1,0446e-09 |
| β _y [m], β _z [m] | 0 | 0 |

Studentská verze

Obrázek

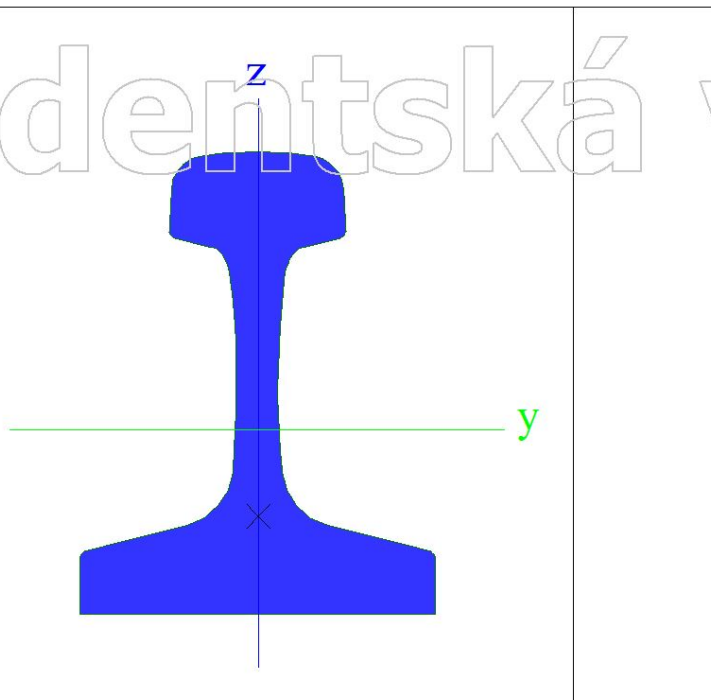


kolejnici1

| | | |
|--------------------------------------------------------------------------|---------------|------------|
| Typ | Obecný průřez | |
| Typ tvaru | Tenkostěnný | |
| Materiál | S 235 | |
| Výroba | obecný | |
| Barva | | |
| Posudek rovinného vzpěru y-y, Posudek rovinného vzpěru z-z | d | d |
| A [m ²] | 1,0514e-02 | |
| A _y [m ²], A _z [m ²] | 9,1946e-03 | 4,1905e-03 |
| A _L [m ² /m], A _D [m ² /m] | 7,1707e-01 | 7,1707e-01 |
| c _{y,UCS} [m], c _{z,UCS} [m] | 0 | 0 |
| α [deg] | 0,00 | |
| I _y [m ⁴], I _z [m ⁴] | 4,9323e-05 | 9,9101e-06 |
| i _y [m], i _z [m] | 0 | 0 |
| W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³] | 4,1873e-04 | 1,3213e-04 |
| W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³] | 6,2417e-04 | 2,4419e-04 |
| M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm] | 1,47e+05 | 1,47e+05 |
| M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm] | 5,74e+04 | 5,74e+04 |
| d _y [m], d _z [m] | 0 | 0 |
| I _e [m ⁴], I _w [m ⁶] | 4,2647e-06 | 2,2076e-08 |
| β _y [m], β _z [m] | 0 | 0 |

Studentská verze

Obrázek



| Vysvětlivky symbolů | |
|---------------------|------------------------------------------------------------------|
| A | Plocha |
| A_y | Smyková plocha ve směru hlavní osy y - Vypočteno 2D MKP analýzou |
| A_z | Smyková plocha ve směru hlavní osy z - Vypočteno 2D MKP analýzou |
| A_L | Obvodový povrch na jednotku délky |
| A_D | Vysýchající povrch na jednotku délky |
| $C_{Y,UCS}$ | Souřadnice těžiště ve směru osy Y zadávacího systému |
| $C_{Z,UCS}$ | Souřadnice těžiště ve směru osy Z zadávacího systému |
| $I_{Y,LCS}$ | Moment setrvačnosti kolem osy Y LSS |
| $I_{Z,LCS}$ | Moment setrvačnosti kolem osy Z LSS |
| $I_{YZ,LCS}$ | Moment setrvačnosti I_{yz} v LSS |
| α | Úhel pootočení hlavní osy |
| I_y | Moment setrvačnosti kolem hlavní osy y |
| I_z | Moment setrvačnosti kolem hlavní osy z |
| i_y | Poloměr setrvačnosti kolem hlavní osy y |
| i_z | Poloměr setrvačnosti kolem hlavní osy z |

| Vysvětlivky symbolů | |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| $W_{el,y}$ | Pružný modul průřezu k hlavní ose y |
| $W_{el,z}$ | Pružný modul průřezu k hlavní ose z |
| $W_{pl,y}$ | Plastický modul průřezu k hlavní ose y |
| $W_{pl,z}$ | Plastický modul průřezu k hlavní ose z |
| $M_{pl,y,+}$ | Plastický moment kolem hlavní osy y pro kladný moment M_y |
| $M_{pl,y,-}$ | Plastický moment kolem hlavní osy y pro záporný moment M_y |
| $M_{pl,z,+}$ | Plastický moment kolem hlavní osy z pro kladný moment M_z |
| $M_{pl,z,-}$ | Plastický moment kolem hlavní osy z pro záporný moment M_z |
| d_y | Souřadnice středu smyku ve směru hlavní osy y měřená od těžiště - Vypočteno 2D MKP analýzou |
| d_z | Souřadnice středu smyku ve směru hlavní osy z měřená od těžiště - Vypočteno 2D MKP analýzou |
| I_t | Moment setrvačnosti v prostém kroucení - Vypočteno 2D MKP analýzou |
| I_w | Výsečový moment setrvačnosti - Vypočteno 2D MKP analýzou |
| β_y | Mono-symetrická konstanta kolem hlavní osy y |
| β_z | Mono-symetrická konstanta kolem hlavní osy z |

Studentská verze