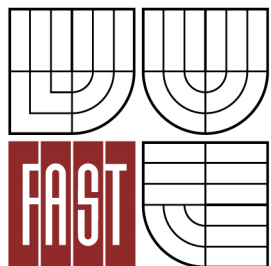




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF METAL AND TIMBER STRUCTURES

SKLADOVACÍ HALA S PŘÍSTAVKEM WAREHOUSE HALL WITH OUTBUILDING

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

JAN RŮŽIČKA

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

doc. Ing. MIROSLAV BAJER, CSc.

BRNO 2014



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

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

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Jan Růžička
Název	Skladovací hala s přístavkem
Vedoucí bakalářské práce	doc. Ing. Miroslav Bajer, CSc.
Datum zadání bakalářské práce	30. 11. 2013
Datum odevzdání bakalářské práce	30. 5. 2014
V Brně dne 30. 11. 2013	

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

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

Podklady a literatura

Ferjenčík, P., Schun, J., Melcher, J., Voříšek, V., Chladný, E.: Navrhovanie ocelových konštrukcií 1. časť + 2. časť, SNTL Alfa, Praha, 1986

Marek, P. a kol.: Kovové konstrukce pozemních staveb, SNTL Alfa, Bratislava, 1985

Skripta zabývající se danou problematikou

Normativní dokumenty z dané problematiky

Zásady pro vypracování

Vypracujte návrh a proveďte posouzení nosné ocelové konstrukce skladovací haly s přístavkem podle předané dispozice. Objekt je situován do lokality Brno.

Vypracujte:

1. Technickou zprávu
2. Statický výpočet hlavních nosných částí včetně návrhu směrných detailů
3. Výkresovou dokumentaci v rozsahu stanoveném vedoucím bakalářské práce
4. Výkaz materiálu

Předepsané přílohy

.....
doc. Ing. Miroslav Bajer, CSc.
Vedoucí bakalářské práce

Abstrakt

Cílem práce je návrh nosné ocelové konstrukce skladovací haly s přístavkem v lokalitě města Brno. Půdorysné rozměry objektu jsou 24x48m. Hlavní nosnou částí je příčná vazba o rozpětí 18m a výšce ve vrcholu lodě 8,9m, která je kloubově uložena na základovou konstrukci. K hlavní nosné konstrukci je kloubově připojen přístavek o půdorysných rozměrech 6x48m a výšce ve vrcholu 5,6m. Příčná rámová vazba je tvořena příčlemi a sloupy. Mezi hlavními nosnými rámy jsou tenkostěnné plnostěnné vaznice ztužené táhly. Prostorová tuhost konstrukce je zajištěna ztužidly. Opláštění střechy a stěn bude provedeno pomocí sendvičových panelů. Výpočet je proveden pomocí programu Scia Engineer 2012 a ručním výpočtem.

Klíčová slova

Skladovací hala, přístavek, rám, příčná vazba, vaznice, vrcholová vaznice, paždík, sloup, příčel rámu, tenkostěnný profil, šroubové přípoje, kloubová patka, lokalita Brno.

Abstract

The aim of the work is to design steel structure warehouse hall with outbuilding in the city of Brno. Plan dimensions of the building are 24x48m. The main supporting part is diagonal links with range 18m and a height in the top of the ship 8.9m, which is hinged to the base structure. The main structure is articulated outbuilding with dimensions 6x48m and height in the top 5.6m. Diagonal frame links are formed of beams and columns. Among the main support frames are thin-walled solid purlins reinforced rods. The spatial rigidity of the structure is ensured by cross braces. Roof cladding and walls will be made using sandwich panels. The calculation has been done in Scia Engineer 2012 program and by hand calculation.

Keywords

Warehouse hall, outbuilding, frame, diagonal links, purlins, crest purlin, side runner, column, tie beam, thin-wall profile, screw connection, simple column base, locality Brno.

Bibliografická citace VŠKP

Jan Růžička *Skladovací hala s přístavkem*. Brno, 2014. 21 s., 100 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav kovových a dřevěných konstrukcí. Vedoucí práce doc. Ing. Miroslav Bajer, CSc.

Prohlášení:

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

V Brně dne 20.5.2014

.....
podpis autora
Jan Růžička

Poděkování:

Rád bych tímto poděkoval doc. Ing. Miroslavu Bajerovi, CSc., za odborné vedení mé bakalářské práce, za cenné rady a připomínky, za ochotu a vstřícnost.

1) TECHNICKÁ ZPRÁVA

2) RUČNÍ STATICKÝ VÝPOČET A POSOUZENÍ HLAVNÍCH NOSNÝCH PRVKŮ

3) STATICKÝ VÝPOČET A POSOUZENÍ HLAVNÍCH NOSNÝCH PRVKŮ PROGRAMEM SCIA ENGINEER 2012

SKLADOVACÍ HALA S PŘÍSTAVKEM

1. TECHNICKÁ ZPRÁVA

Obsah:

1. Úvod.....	11
2. Použité normy	11
3. Popis jednotlivých nosných prvků.....	11
3.1 Vaznice.....	11
3.2 Paždík.....	12
3.3 Příčná vazba	12
3.4 Čelní sloup.....	12
3.5 Ztužidla.....	12
4. Spoje.....	12
4.1 Kotvení	12
4.2 Rámový roh – hlavní hala.....	12
4.3 Rámový roh – přístavek.....	13
4.4 Kloubový přípoj přístavku k hale.....	13
5. Základní údaje o stavbě.....	13
6. Materiál	13
7. Povrchová úprava.....	13
8. Doprava a montáž.....	13
9. Závěr.....	14
10. Seznam použitých zdrojů.....	15
11. Seznam použitých zkratk a symbolů	17
12. Seznam příloh.....	21

1. Úvod

Cílem práce je návrh nosné ocelové konstrukce skladovací haly s přístavkem v lokalitě města Brna. Půdorysné rozměry objektu jsou 24x48m. Hlavní nosnou částí je příčná vazba o rozpětí 18m a výšce ve vrcholu loď 8,9m, která je kloubově uložena na základovou konstrukci. K hlavní nosné konstrukci je kloubově připojen přístavek o půdorysných rozměrech 6x48m a výšce ve vrcholu 5,6m. Sklon příčle hlavní haly i přístavku je 10%. Příčná rámová vazba je tvořena příčlemi a sloupy. Mezi hlavními nosnými rámy jsou tenkostěnné plnostěnné vaznice ztužené táhly. Prostorová tuhost konstrukce je zajištěna ztužidly. Opláštění střechy a stěn bude provedeno pomocí sendvičových panelů. Materiálem nosné konstrukce je ocel S235. Výpočet je proveden pomocí programu Scia Engineer 2012 a ručním výpočtem.

2. Použité normy

ČSN EN 1990 Zásady navrhování konstrukcí, účinnost od března 2004

ČSN EN 1991-1-1 Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb, účinnost od března 2004

ČSN EN 1991-1-3 Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem, účinnost od července 2003

ČSN EN 1991-1-4 Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem, účinnost od dubna 2007

ČSN EN 1993-1-1 Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby, účinnost od prosince 2006

ČSN EN 1993-1-8 Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-8: Navrhování styčníků, účinnost od prosince 2006

3. Popis jednotlivých nosných prvků

3.1 Vaznice

Vaznice je řešena jako prostý plnostěnný nosník tenkostěnného profilu U 162x55x4 na hlavní hale a válcovaného profilu IPE 160 na přístavku z důvodu většího zatížení sněhem. Vaznice má rozpětí 6m. Při zatížení, které vyvolává tlak v horní pásnici vaznice (zatížení sněhem), je bráněno klopení pomocí účinného spojení vaznic s tuhým střešním pláštěm. Při zatížení, které vyvolává tlak v dolní pásnici vaznice (zatížení větrem), je bráněno klopení pomocí předepnutých táhel umístěných v dolní části stojiny vaznice. Osová vzdálenost vaznic hlavní haly je 1,5m a přístavku 1,2m. Kroucení na vaznicích je zanedbáno s vytvořením 10% rezervy u výsledného posudku. V krajních polích je větší zatížení větrem oblastmi G a F vyrovnáno zvýšeným počtem navržených táhel a také přesným výpočtem zatížení na dané vaznice.

Vrcholová vaznice je tvořena dvěma profily U 162x55x4, které jsou u obou pásnic po jednom metru spojeny rámovými spojkami a vytvářejí tak členěný profil uzavřeného typu tzv. Vierendeelův nosník. Vrcholová vaznice u přístavku je tvořena dvěma profily IPE 160, které jsou u obou pásnic po jednom metru spojeny rámovými spojkami. Vaznice přenáší pouze složku zatížení kolmou ke střešní rovině. Složky zatížení rovnoběžných se střešní rovinou se přenáší pomocí táhel umístěných ve třetinách rozpětí vaznice hlavní haly i vaznice přístavku do vrcholové vaznice.

3.2 Paždík

Paždík je řešen jako prostý plnostěnný nosník průřezu UPE 200 o délce 6m v podélném směru haly a průřezu UPE 100 o délce 3m v příčném směru haly. Ke stěnovému plášti je účinně připojen. Vnitřní pásnice není zabezpečena proti sání větru. Stěnový plášť je uložen na betonové podezdívce. Tímto uložením je bráněno průhybu paždíku ve svislém směru. Osová vzdálenost paždíků je u hlavní haly 2m a u přístavku 1,66m.

3.3 Příčná vazba

Příčná vazba hlavní haly je tvořena rámem s kloubovým uložením na patky. Příčle rámu má profil IPE 450. Sloupy rámu jsou z profilu HEB 300. Rozpětí rámu je 18m. Výška sloupu je 8m. Sklon příčle je 10%. Výška vrcholu rámu je 8,9m. Osová vzdálenost rámu je 6m. Profily sloupu a příčle jsou značně předimenzovány z důvodu splnění podmínek mezního stavu použitelnosti. Konstrukce vyhovuje maximálnímu vodorovnému posunu ve vrcholu sloupu $h/150$ a také maximálnímu svislému posunu ve vrcholu rámu $l/250$.

Přístavek haly je tvořen rámem s kloubovým uložením na patky. Připojení přístavku na halu je provedeno kloubově. Sloupy rámu přístavku mají profil HEB 180 a příčle rámu jsou z profilu IPE 240. Rozpětí rámu je 6m. Výška sloupu je 5m. Sklon příčle je 10%. Výška ve vrcholu rámu je 5,6m. Osová vzdálenost rámu je 6m.

3.4 Čelní sloup

Čelní sloup je z profilu IPE 200. Je uložen kloubově na betonovou patku i k příčli. Délky čelních sloupů hlavní haly jsou 8,3; 8,6 a 8,9m podle umístění v čele konstrukce. Délka čelního sloupu přístavku je 5,3m.

3.5 Ztužidla

Prostorová tuhost haly je zajištěna systémem střešních a stěnových ztužidel. Podélnou tuhost konstrukce zajišťují střešní a stěnová ztužidla, která jsou umístěna v krajních polích haly. Příčnou tuhost konstrukce zajišťuje stěnové ztužidlo, které je umístěno v čelních stěnách konstrukce. Střešní i stěnová ztužidla jsou tvořena táhly profilu L50x5.

4. Spoje

4.1 Kotvení

Všechny patky na konstrukci jsou provedeny jako kloubové. Na spodní část sloupu je navařen patní plech tloušťky 10mm, který bude přišroubován k betonové patce pomocí předem osazených šroubů $\phi 16$. Ze spodní strany bude na patní plech navařena zarážka vytvořená z úpalku profilu UPE 100 výšky 68mm z důvodu zachycení posouvající síly. Výška podlití je 30mm. Podlití má větší pevnost, než je pevnost betonové patky. Betonová patka je vytvořena z betonu C12/15.

4.2 Rámový roh – hlavní hala

Spoj je proveden jako svislý šroubový spoj vnitřní pásnice sloupu hlavní haly a plechu tloušťky 20mm, který je účinně přivařen k příčli hlavní haly profilu IPE 450. Plech má rozměry 485x300mm. Použity jsou šrouby M20 jakosti 8.8.

4.3 Rámový roh – přístavek

Spoj je proveden jako svislý šroubový spoj vnitřní pásnice sloupu přístavku a plechu tloušťky 14mm, který je účinně přivařen k příčeli přístavku profilu IPE 240. Plech má rozměry 265x180mm. Použity jsou šrouby M20 jakosti 8.8.

4.4 Kloubový přípoj přístavku k hale

Jedná se o kloubový spoj. Spoj je proveden jako svislý šroubový spoj vnější pásnice sloupu hlavní haly a plechu tloušťky 10mm, který je přivařen ke stojině příčle přístavku profilu IPE 240. Plech má rozměry 140x60mm. Použity jsou šrouby M16 jakosti 5.6.

5. Základní údaje o stavbě

- zastavěná plocha pozemku: 1152m²
- obestavěný prostor: 8827m³
- šířka objektu: 24m
- délka objektu: 48m
- podélný modul: 8x6m
- příčný modul: 18m + 6m
- hmotnost konstrukce: 60 022kg

6. Materiál

Jako hlavní materiál pro všechny nosné části konstrukce je použita ocel S235. Použité šrouby jsou jakosti 8.8 v rámových rozích a jakosti 5.6 v kloubových přípojích přístavku k hale a v kotvení sloupů k základové patce.

7. Povrchová úprava

Na všech prvcích z oceli bude provedena antikoroziční ochrana skládající se ze základní a ochranné vrstvy. Základní vrstva SikaCor 6630 Prime bude aplikována hned při výrobě. V místě spojů bude tento nátěr vynechán. Ochranný nátěr SikaCor Steel Protect bude nanášen po ukončení montáže konstrukce.

8. Doprava a montáž

Největšími dílci pro dopravu budou příčel hlavní haly profilu IPE 450 délky 9m o hmotnosti 698kg a sloup hlavní haly profilu HEB 300 délky 8m o hmotnosti 936kg. Prvky konstrukce musí být z výroby dodány v neporušeném stavu a s neporušeným základním nátěrem. Stavba začne vybetonováním základových patek. Montáž ocelové konstrukce začne osazením sloupů ve ztužidlových polích na základové patky. Příčle rámu bude na sloup připojena pomocí jeřábu. První dvě osazené příčle se spojí vaznicemi a podélným ztužidlem a osazené sloupy se spojí také podélným ztužidlem. Dále bude pokračovat osazování dalších příčných vazeb. Po osazení všech příčných vazeb se osadí čelní sloupy a příčná ztužidla v čelních stěnách. Po dokončení montáže ocelové nosné konstrukce se provede osazení střešním a stěnovým pláštěm na vaznice a paždíky.

9. Závěr

Výsledkem mé práce je návržení a posouzení ocelové nosné konstrukce skladové haly s přístavkem dle zadání. Výpočet byl proveden programem Scia Engineer 2012 a poté ověřen ručním výpočtem.

10. Seznam použitých zdrojů:

Normy:

[1] ČSN EN 1990. *Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí*. Praha: ČNI, 2004, 76 stran

[2] ČSN EN 1991-1-1. *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb*. Praha: ČNI, 2004, 44 stran

[3] ČSN EN 1991-1-3. *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem*. Praha: ČNI, 2005, 52 stran

[4] ČSN EN 1991-1-4. *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem*. Praha: ČNI, 2007, 124 stran

[5] ČSN EN 1993-1-1. *Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby*. Praha: ČNI, 2006, 96 stran

[6] ČSN EN 1993-1-8. *Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-8: Navrhování styčníků*. Praha: ČNI, 2008, 128 stran

Literatura:

[1] FERJENČÍK P., SCHUN J., MELCHER J., VOŘÍŠEK V., CHLADNÝ E., *Navrhovanie oceľových konštrukcií 1. časť*. Praha: SNTL Alfa, 1986, 616 s. MDT 624.014.2

[2] FERJENČÍK P., SCHUN J., MELCHER J., VOŘÍŠEK V., CHLADNÝ E., *Navrhovanie oceľových konštrukcií 2. časť*. Praha: SNTL Alfa, 1986, 472 s. MDT 624.014.2

[3] MACHÁČEK, Josef. *Navrhování ocelových konstrukcí: příručka k ČSN EN 1993-1-1 a ČSN EN 1993-1-8; Navrhování hliníkových konstrukcí : příručka k ČSN EN 1999-1*. 1. vyd. Praha: Pro Ministerstvo pro místní rozvoj a Českou komoru autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě (ČKAIT) vydalo Informační centrum ČKAIT, 2009, 180 s. Technická knižnice. ISBN 978-80-87093-86-3.

[4] MAREK, P. a kol. *Kovové konstrukce pozemních staveb*. Praha: SNTL. Bratislava: Alfa, 1985, 656 s.

[5] VRANÝ, Tomáš a František WALD. *Ocelové konstrukce: tabulky*. Vyd. 1. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2005, 53 s. ISBN 80-010-3140-3.

[6] WALD, František. *Ocelové konstrukce 10: tabulky*. Vyd. 2., přeprac. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2004, 127 s. ISBN 80-010-2984-0.

[7] WALD, František. *Patky sloupů: Column bases*. 1. vyd. Praha: ČVUT, 1995, 137 s. ISBN 80-010-1337-5.

Internetové zdroje:

[1] FORTEK průmyslové řešení: Ochranné nátěry na ocel. [online]. [cit. 2014-05-20].
Dostupné z: <http://www.fortek.cz/stav-chemie-siko/ochrane-natery-na-ocel/>

[2] LEVAL kovové pláště a střechy: Sendvičové panely s izolací PUR. [online]. [cit. 2014-05-20]. Dostupné z: http://www.leva1.cz/index.php?stranka=produkty_sendvicove1

[3] VALENTA: Závitové tyče, válcování závitů, spojovací materiál. [online]. [cit. 2014-05-24]. Dostupné z: <http://www.valentazt.cz/srouby-se-sestihrannou-hlavou.html>

11. Seznam použitých zkratk a symbolů

Velká písmena

A	plná průřezová plocha šroubu
A	průřezová plocha
A_{eff}	účinná plocha patního plechu
A_{net}	oslabená průřezová plocha
A_s	plocha šroubu účinná v tahu
A_w	průřezová plocha stojiny
$B_{p,Rd}$	návrhová únosnost šroubu v protlačení
C_1	součinitel závisející na zatížení a podmínkách uložení konců
C_2	součinitel závisející na zatížení a podmínkách uložení konců
C_3	součinitel závisející na zatížení a podmínkách uložení konců
$C_{1,0}$	součinitel závisející na zatížení a podmínkách uložení konců
$C_{1,1}$	součinitel závisející na zatížení a podmínkách uložení konců
C_{dir}	součinitel směru
C_e	součinitel expozice
C_{mLT}	součinitel ekvivalentního konstantního momentu
C_{my}	součinitel ekvivalentního konstantního momentu
C_{mz}	součinitel ekvivalentního konstantního momentu
$C_{0(z)}$	součinitel orografie
$C_{pe,10}$	součinitel vnějšího tlaku
C_{prob}	součinitel pravděpodobnosti
$C_{r(z)}$	součinitel drsnosti
C_{season}	součinitel ročního období
C_t	tepelný součinitel
$F_{b,Rd}$	návrhová únosnost šroubu v otláčení
F_{Ed}	návrhová působící síla
$F_{t,Rd}$	návrhová únosnost šroub v tahu
$F_{V,Ed}$	návrhová smyková síla ve šroubu v mezním stavu únosnosti
$F_{V,Rd}$	návrhová únosnost šroubu ve stříhu
E	modul pružnosti v tahu, tlaku
G	modul pružnosti ve smyku
I_t	moment setrvačnosti v kroucení
$I_{v(z)}$	intenzita turbulence
I_w	výsečový moment setrvačnosti
I_y	moment setrvačnosti průřezu k ose y
I_z	moment setrvačnosti průřezu k ose z
L	délka svaru
L	rozpětí lodi
$L_{cr,y}$	kritická vzpěrná délka kolmo k ose y
$L_{cr,z}$	kritická vzpěrná délka kolmo k ose z
$M_{b,Rd}$	návrhová únosnost v ohybu při klopení
$M_{c,Rd}$	návrhová únosnost v ohybu
M_{cr}	pružný kritický moment při klopení
M_{Ed}	návrhový ohybový moment
$M_{el,Rd}$	návrhová elastická momentová únosnost
M_{Rk}	charakteristická únosnost rozhodujícího průřezu v ohybu
$N_{b,Rd}$	vzpěrná únosnost

N_{cr}	kritická síla
$N_{cr,y}$	pružná kritická síla při rovinném vzpěru k ose y
$N_{cr,z}$	pružná kritická síla při rovinném vzpěru k ose z
$N_{c,Rd}$	návrhová únosnost v tlaku
N_{Ed}	návrhová hodnota osově síly
$N_{pl,Rd}$	návrhová únosnost neoslabeného průřezu
N_{Rk}	charakteristická únosnost rozhodujícího průřezu při působení osově síly
$N_{t,Rd}$	návrhová únosnost v tahu
S	statický moment
U	prostup tepla
V_{Ed}	návrhová smyková síla
$V_{pl,Rd}$	plastická smyková únosnost
$W_{el,y}$	elastický modul průřezu k ose z
$W_{el,z}$	elastický průřezový modul k ose z
$W_{pl,y}$	plastický modul průřezu k ose y
$W_{pl,z}$	plastický průřezový modul k ose z

Malá písmena

a	účinná výška svaru
b	šířka průřezu
b_f	šířka pásnice
c	přesah desky
d	hloubka konstrukce (délka povrchu rovnoběžného se směrem větru)
d	jmenovitý průměr šroubu
d_0	průměr otvoru pro šroub
d_m	střední průměr kružnice opsané a vepsané do šestihranu hlavy šroubu nebo matice
e	excentricita normálové síly
e_1	vzdálenost šroubu od okraje
e_2	vzdálenost šroubu od okraje
f_{cd}	výpočtová hodnota válcové pevnosti betonu v tlaku
f_{ck}	charakteristická hodnota válcové pevnosti betonu v tlaku
f_j	návrhová pevnost betonu v tlaku
f_y	mez kluzu
f_u	mez pevnosti
f_{ub}	mez pevnosti materiálu šroubu
h	výška průřezu
h	výška konstrukce
h_w	výška stojiny
i_0	polární poloměr setrvačnosti
i_y	poloměr setrvačnosti k ose y
i_z	poloměr setrvačnosti k ose z
k_c	součinitel zohledňující rozdělení momentů
k_j	součinitel koncentrace
k_r	součinitel terénu
k_w	součinitel vzpěrné délky
k_{yy}	součinitel interakce
k_{yz}	součinitel interakce
k_z	součinitel vzpěrné délky
k_{zy}	součinitel interakce

k_{zz}	součinitel interakce
l_s	délka návěje
n	počet stříhových rovin
p_1	rozteč mezi šrouby
p_2	rozteč mezi šrouby
q_b	základní dynamický tlak větru
$q_{p(z)}$	maximální hodnota dynamického tlaku větru
r	poloměr zaoblení
r	rameno sil
s	charakteristická hodnota zatížení sněhem (rovnoměrné spojitě zatížení)
s_k	základní tíha sněhu
t	tloušťka
$t_{e,min}$	minimální tloušťka čelní desky
t_f	tloušťka pásnice
t_p	minimální tloušťka spojovaného prvku
t_w	tloušťka stojiny
$v_{b,0}$	výchozí hodnota základní rychlosti větru
v_b	základní rychlost větru
v_m	střední rychlost větru
w	průhyb
w	tlak větru (rovnoměrné spojitě zatížení)
z_0	parametr drsnosti terénu
$z_{0,II}$	parametr drsnosti terénu
z	výška nad zemí
z_e	referenční výška
z_g	souřadnice působiště zatížení vzhledem ke středu smyku

Velká řecká písmena

Φ	hodnota pro výpočet součinitele vzpěrnosti
Φ_{LT}	hodnota pro výpočet součinitele klopení

Malá řecká písmena

α	součinitel
α	úhel sklonu střechy
α_{LT}	součinitel imperfekce pro klopení
β	součinitel vzpěrné délky
β_w	korelační součinitel pro svary závislý na druhu oceli
γ_{M0}	dílčí součinitel spolehlivosti
γ_{M1}	dílčí součinitel spolehlivosti materiálu
γ_{M2}	dílčí součinitel spolehlivosti pro spoje
γ_p	součinitel páčení
ε	součinitel závislý na mezi kluzu
ζ_g	bezrozměrný parametr působiště zatížení vzhledem ke středu smyku
ζ_j	bezrozměrný parametr nesymetrie průřezu
κ_{wt}	bezrozměrný parametr kroucení
λ	štíhlost
λ_y	štíhlost k ose y

λ_z	štíhlost k ose z
λ_{LT}	poměrná štíhlost při klopení
λ_y	poměrná štíhlost k ose y
λ_z	poměrná štíhlost k ose z
μ_{cr}	bezrozměrný kritický moment
μ_i	tvarový součinitel zatížení sněhem
μ_s	součinitel zohledňující sesuv sněhu z horní střechy
μ_w	součinitel zohledňující působení větru
π	Ludolfovo číslo
ρ	měrná hmotnost vzduchu
τ	smykové napětí
χ_{LT}	součinitel klopení
χ_y	součinitel vzpěrnosti při rovinném vzpěru k ose y
χ_z	součinitel vzpěrnosti při rovinném vzpěru k ose z

12. Seznam příloh

2. Ruční statický výpočet a posouzení hlavních nosných prvků
3. Statický výpočet a posouzení hlavních nosných prvků programem Scia Engineer 2012
4. Výkresová dokumentace
 - 4.1 Půdorys střechy
 - 4.2 Podélné řezy
 - 4.3 Příčný řez
 - 4.4 Kotevní plán
 - 4.5 Směrné detaily
 - 4.6 Schéma vyztužení táhly
5. Výkaz materiálu

SKLADOVACÍ HALA S PŘÍSTAVKEM

2. RUČNÍ STATICKÝ VÝPOČET A POSOUZENÍ HLAVNÍCH NOSNÝCH PRVKŮ

Obsah

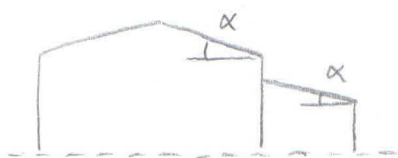
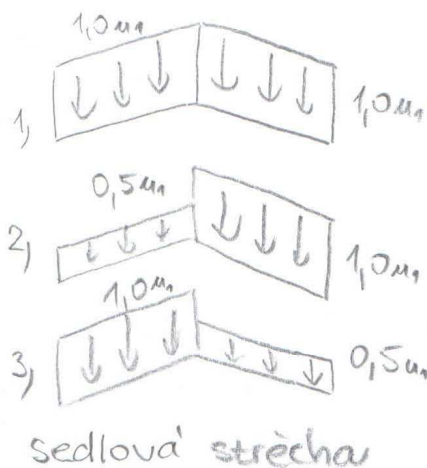
Zatížení stálé – vlastní tíha vaznice, střešní plášť	1
Zatížení proměnné – sníh	1
Zatížení proměnné – vítr	3
Zatížení stálé – stěnový plášť	8
Schéma oblastí působení větru H, G a F	9
Zatížení vaznic hlavní haly – tabulka	10
Dimenzování vaznic hlavní haly	11
Zatížení vaznic přístavku – tabulka	18
Dimenzování vaznic přístavku	19
Dimenzování vaznic přístavku – tabulka	22
Dimenzování vaznic na normálovou sílu	23
Dimenzování vaznic na normálovou sílu – tabulka	24
Dimenzování táhel přenášejících zatížení rovnoběžné se střešní rovinou	25
Dimenzování táhel bránících klopení dolní pásnice vaznice	26
Dimenzování ztužidel	27
Vrcholová vaznice	28
Mezní stav použitelnosti – průhyb vaznic	31
Dimenzování sloupu hlavní haly – ověření výpočtu Scia Engineer 2012	32
Dimenzování sloupu hlavní haly – tabulka	37
Dimenzování příčle hlavní haly – ověření výpočtu Scia Engineer 2012	38
Dimenzování příčle hlavní haly – tabulka	43
Návrh spoje rámového rohu hlavní haly	44
Návrh spoje rámového rohu hlavní haly – tabulka	46
Návrh spoje rámového rohu přístavku	47
Návrh spoje rámového rohu přístavku – tabulka	49
Návrh kloubového spoje hlavní haly a přístavku	50
Návrh kloubového spoje hlavní haly a přístavku – tabulka	52
Návrh kotvení sloupů hlavní haly	53

$U = 0,210 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

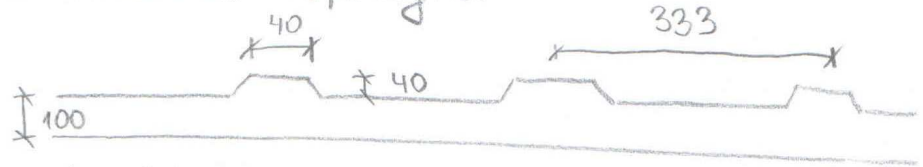
Oblast BRNO

$s_k = 0,7 \text{ [kPa]}$

(I. oblast)



Stále zatížení
 - střešní pláště - sendvičové střešní panely s izolací PUR - ISOTHERM D140
 - hmotnost $15,5 \text{ kg}/\text{m}^2$



- tloušťka izolace - 100mm
 - tloušťky plechů - 0,55/0,50mm
 $g_1 = 0,155 \text{ kN}/\text{m}^2$

- vlastní tíha vaznice

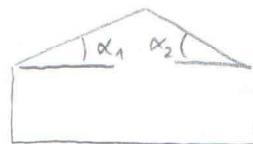
$g_0 = 0,2 \text{ kN}/\text{m}$ (odhad)

Nahodile zatížení

- zatížení sněhem a, trvale udržené situace

$S = \mu_i \cdot c_e \cdot c_t \cdot s_k$

μ_1 - tvarový součinitel



$\alpha_1 = \alpha_2 = 5,71^\circ$ (10% sklon)

$\mu_1 = 0,8$ pro $\alpha \leq 30^\circ$

$0,5\mu_1 = 0,4$

1, neuvážený 2,3, zatížení uvažujm sněhem

c_e - součinitel expozice

typ krajiny - normální $\Rightarrow c_e = 1,0$

c_t - tepelný součinitel

- větší průstup tepla $\Rightarrow c_t = 1,0$ ($U < 1 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}}$)

$S = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,7 = 0,56 \text{ kN}/\text{m}^2$

- zatížení sněhem na přístavku

pultová střecha - $\mu_1 = 0,8$ (uvažuj, že větší střecha je plochá - předpoklad)

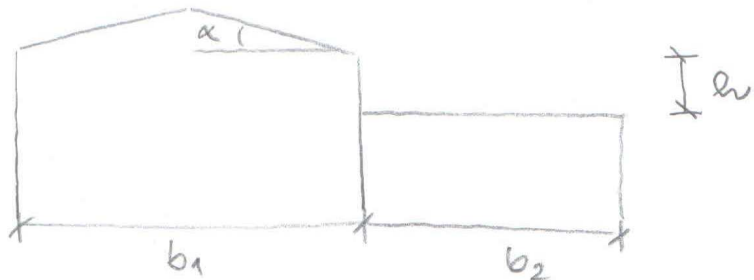
$\mu_2 = \mu_s + \mu_w$

μ_s - zohledňuje sesuv
sušhu z uonru' strěchy

$$\alpha = 5,71^\circ \leq 15^\circ \Rightarrow \mu_s = 0$$

$$\mu_w = (b_1 + b_2) / 2h \leq \rho_e h / s_k$$

μ_w - zohledňuje
působení větru



$$\rho_e = 2 \text{ kN/m}^3$$

(objemová tíha sušhu)

$$b_1 = 18 \text{ m}$$

$$b_2 = 6 \text{ m}$$

$$h = 3 \text{ m}$$

$$\mu_w = (18 + 6) / (2 \cdot 3) = \frac{24}{6} = 4,0$$

$$\leq \rho_e \cdot h / s_k = 2 \text{ kN/m}^3 \cdot 3 \text{ m} / 0,7 \text{ kN/m}^2 = 8,57$$

vyhovuje

$$l_s = 2h = 2 \cdot 3 = 6 \text{ m}$$

$$\Rightarrow \mu_w = 4,0 \Rightarrow \mu_2 = \mu_w = 4,0$$

doporučenie':

$$\mu_w \in (0,8; 4,0) \text{ vyhovuje}$$

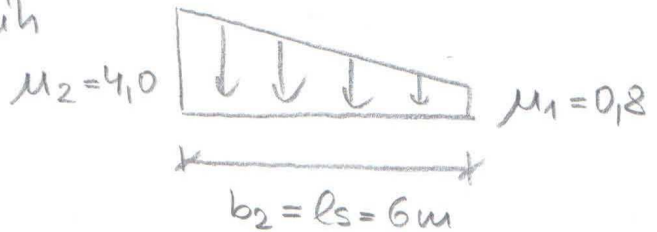
$$l_s \in (5; 15) \text{ vyhovuje}$$

l_s - délka uáveje
(je stejna' jako
šířka přístavku)

neuvážený sníh



uvážený sníh



$$S_1 = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,7 = 0,56 \text{ kN/m}^2$$

$$S_2 = 4,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,7 = 2,8 \text{ kN/m}^2$$

sníh převyšlý' přes okraj strěchy

\Rightarrow neuvážují \Rightarrow nadmořská výška $< 800 \text{ m.n.m.}$

BRNO
Oblast II
 $v_{b,0} = 25 \text{ m/s}$

$\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$

z_e - referenční výška
kategorie terénu III

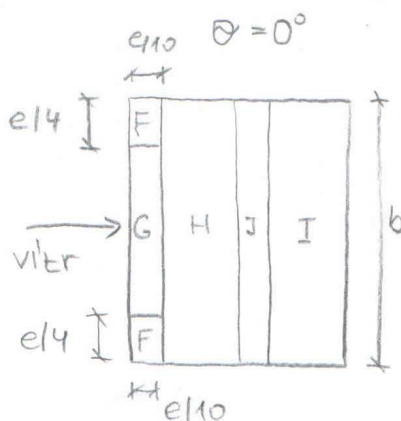
$z_0 = 0,3 \text{ m}$
 $z_{min} = 5 \text{ m}$

$z_e = 8,9 \text{ m} \approx z$

$z_{min} = 5 \text{ m} \leq z_e = 8,9 \text{ m}$
 $\leq 200 \text{ m}$ vyhovuje

$c_e(z_e) = 1,615$

pro $z = 8,9 \text{ m}$ a kategorii terénu III.



Základní rychlost v_b [m/s]

$v_b = v_{b,0} \cdot c_{dir} \cdot c_{season} \cdot c_{prob} = 25 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 25 \text{ m/s}$

c_{dir} - součinitel směru

c_{season} - součinitel ročního období

c_{prob} - součinitel pravděpodobnosti

Základní dynamický tlak větru q_b [N/m²]

$q_b = \frac{1}{2} \rho \cdot v_b^2 = \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 25^2 = 391 \text{ N/m}^2$

Střední rychlost větru

$v_m(z_e) = v_b \cdot c_o(z_e) \cdot c_r(z_e)$

$c_r(z_e) = k_r \cdot \ln\left(\frac{z_e}{z_0}\right) = 0,19 \left(\frac{z_0}{0,05}\right)^{0,07} \cdot \ln\left(\frac{z_e}{z_0}\right) =$

$= 0,19 \left(\frac{0,3}{0,05}\right)^{0,07} \cdot \ln\left(\frac{8,9}{0,3}\right) = 0,730$

$c_o(z_e) = 1,0$ (přímý sklon uvažují menší jak 3°)

$v_m(z_e) = 25 \text{ m/s} \cdot 1,0 \cdot 0,730 = 18,25 \text{ m/s}$

Intenzita turbulence větru

$I_v(z_e) = \frac{k_1}{c_o(z_e) \cdot \ln(z_e/z_0)} = \frac{1,0}{1,0 \cdot \ln(8,9/0,3)} = 0,295$

Maximální dynamický tlak

$q_p(z_e) = q_b \cdot c_e(z_e) = 391 \text{ N/m}^2 \cdot 1,615 = 631,47 \text{ N/m}^2$

Součinitele vnějšího tlaku - tabulka 7.4

$b = 48 \text{ m}$ $\alpha = 5,71^\circ$

$e = \min(b; 2z) = \min(48; 2 \cdot 8,9) = 17,8 \text{ m}$

$e/4 = 4,45 \text{ m}$ $e/10 = 1,78 \text{ m}$

Oblast F: $A = 7,92 \text{ m}^2$

$\Rightarrow c_{pe,10} = -1,6432$

$c_{pe,1} = -2,4645$

$c_{pe} = c_{pe,1} + (c_{pe,10} - c_{pe,1}) \cdot \log_{10} 7,92 = -1,726$

↓ zde již
všude $A \geq 10m^2$

- oblast F: $c_{pe} = -1,726$
- oblast G: $c_{pe,10} = -1,172$
- oblast H: $c_{pe,10} = -0,579$
- oblast I: $c_{pe,10} = -0,586$
- oblast J: $c_{pe,10} = -0,628$

$$w_F = 631,47 \cdot (-1,726) = -1089,9 \text{ N/m}^2$$

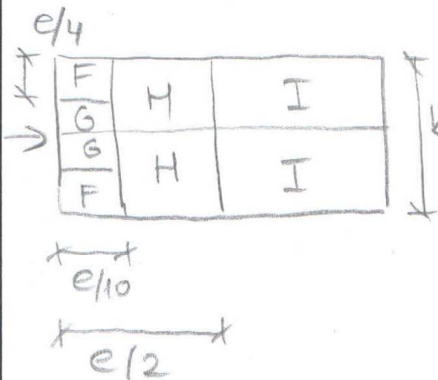
$$w_G = 631,47 \cdot (-1,172) = -740,1 \text{ N/m}^2$$

$$w_H = 631,47 \cdot (-0,579) = -365,6 \text{ N/m}^2$$

$$w_I = 631,47 \cdot (-0,586) = -370,0 \text{ N/m}^2$$

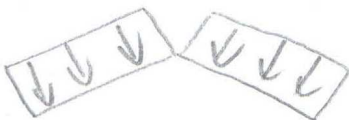
$$w_J = 631,47 \cdot (-0,628) = -396,6 \text{ N/m}^2$$

$\theta = 90^\circ$



$e/2 = 17,8/2 = 8,9m$

vitr



$b = 18m \quad e = \min(18; 17,8) = 17,8m$

oblast F: $A = 1,78 \cdot 4,45 = 7,92m^2$
 $c_{pe,10} = -1,579$
 $c_{pe,1} = -2,186$

$$c_{pe} = c_{pe,1} + (c_{pe,10} - c_{pe,1}) \log_{10} \frac{7,92}{10} = -2,186 + (-1,579 + 2,186) \cdot \log_{10} 7,92 = -1,640$$

- oblast G: $c_{pe,10} = -1,3$
- oblast H: $c_{pe,10} = -0,693$
- oblast I: $c_{pe,10} = -0,593$

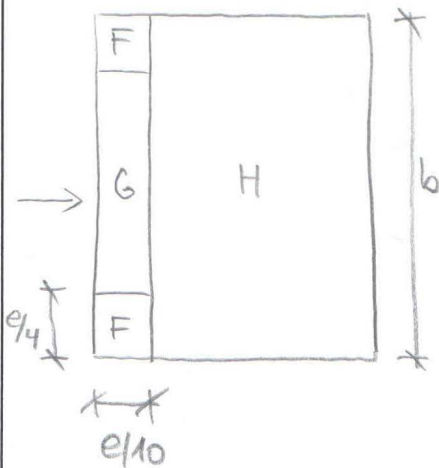
$$w_F = 631,47 \cdot (-1,640) = -1035,6 \text{ N/m}^2$$

$$w_G = 631,47 \cdot (-1,3) = -820,9 \text{ N/m}^2$$

$$w_H = 631,47 \cdot (-0,693) = -437,6 \text{ N/m}^2$$

$$w_I = 631,47 \cdot (-0,593) = -374,5 \text{ N/m}^2$$

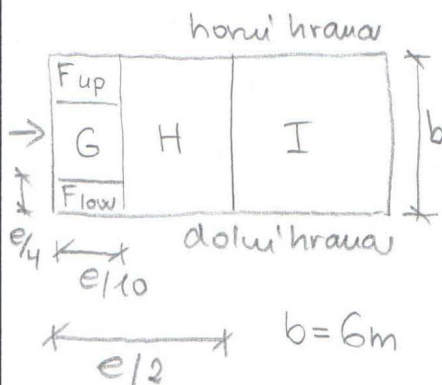
Směr větru



$b = 4.8\text{m}$
 $h = 5.6\text{m}$
 $e = \min(b; 2h) = \min(4.8; 11.2) = 11.2\text{m}$

Směr větru

$\theta = 90^\circ$



$e = \min(2h; b) = \min(11.2; 6) = 6\text{m}$

Přístavek - Pultová střecha

$e/4 = 11.2/4 = 2.8\text{m}$
 $e/10 = 11.2/10 = 1.12\text{m}$ } $A = 2.8 \cdot 1.12 = 3.14\text{m}^2$

oblast F:

$c_{pe,10} = -1.6432$

$c_{pe,1} = -2.4645$

$c_{pe} = c_{pe,1} + (c_{pe,10} - c_{pe,1}) \log_{10}^{3.14} =$
 $= -2.4645 + (-1.6432 + 2.4645) \log_{10}^{3.14} = -2.056$

oblast G: $A \geq 10\text{m}^2$

$c_{pe,10} = -1.172$

oblast H: $c_{pe,10} = -0.579$

$w_F = 631.47 (-2.056) = -1298.3\text{N/m}^2$

$w_G = 631.47 (-1.172) = -740.1\text{N/m}^2$

$w_H = 631.47 (-0.579) = -365.6\text{N/m}^2$

$e/4 = 6/4 = 1.5\text{m}$
 $e/10 = 6/10 = 0.6\text{m}$ } $A = 1.5 \cdot 0.6 = 0.9\text{m}^2$

oblast Fup a Flow - $A \leq 1\text{m}^2 \Rightarrow c_{pe,1}$

Fup: $c_{pe,1} = -2.621$

Flow: $c_{pe,1} = -2.400$

oblast G: $A = 0.6 \cdot (6 - 2 \cdot 1.5) = 1.8\text{m}^2$

$c_{pe,1} = -2.036$

$c_{pe,10} = -1.807$

$c_{pe} = c_{pe,1} + (c_{pe,10} - c_{pe,1}) \log_{10}^{1.8} =$
 $= -2.036 + (-1.807 + 2.036) \cdot \log_{10}^{1.8} = -1.978$

oblast H : $A = 24 \cdot 6 = 144 \text{ m}^2 \geq 10 \text{ m}^2$

$C_{pe,10} = -0,614$

oblast I : $C_{pe,10} = -0,514$

$W_{F_{up}} = 631,47 (-2,621) = -1655,1 \text{ N/m}^2$

$W_{F_{low}} = 631,47 (-2,400) = -1515,5 \text{ N/m}^2$

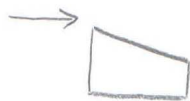
$W_G = 631,47 (-1,978) = -1249,0 \text{ N/m}^2$

$W_H = 631,47 (-0,614) = -387,7 \text{ N/m}^2$

$W_I = 631,47 (-0,514) = -324,6 \text{ N/m}^2$

směr větru

$\theta = 180^\circ$



$e/4 = 2,8 \text{ m}$
 $e/10 = 1,12 \text{ m}$ } $A = 3,14 \text{ m}^2$

oblast F :

$C_{pe,10} = -2,314$

$C_{pe,1} = -2,521$

$C_{pe} = C_{pe,1} + (C_{pe,10} - C_{pe,1}) \log_{10} 3,14 =$
 $= -2,521 + (-2,314 + 2,521) \log_{10} 3,14 = -2,418$

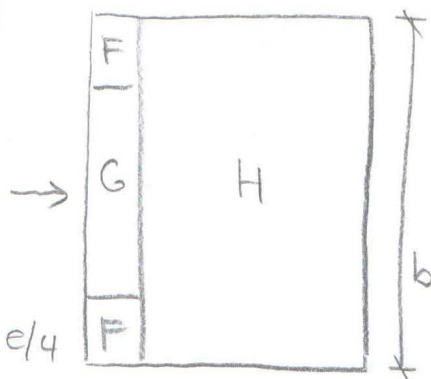
oblast G : $A \geq 10 \text{ m}^2 \Rightarrow C_{pe,10} = -1,300$

oblast H : $C_{pe,10} = -0,807$

$W_F = 631,47 (-2,418) = -1526,9 \text{ N/m}^2$

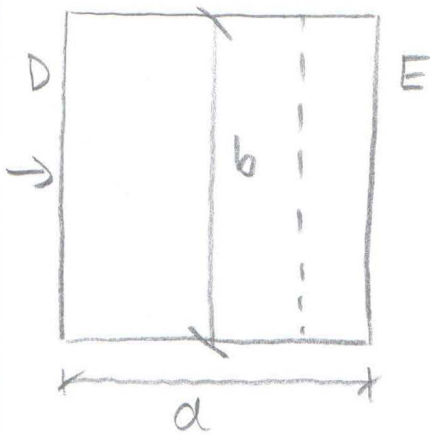
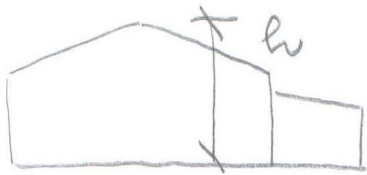
$W_G = 631,47 (-1,300) = -820,9 \text{ N/m}^2$

$W_H = 631,47 (-0,807) = -509,6 \text{ N/m}^2$



$b = 48 \text{ m}$
 $h = 5,6 \text{ m}$

$e = 11,2 \text{ m}$



$$h/d = 8,9/24 = 0,37$$

$$h \leq b \quad (h = 8,9\text{m}; b = 48\text{m})$$

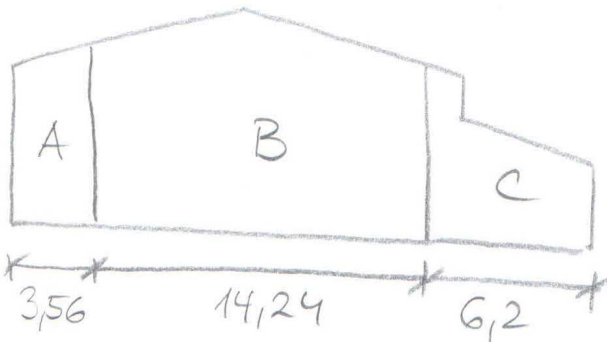
\Rightarrow uvažují jako jednu část \Rightarrow konstantní zatížením

$$q_p(z) = q_p(z_e) = 631,47 \text{ N/m}^2$$

$$e = \min(b; 2h) = \min(48; 17,8) = 17,8\text{m}$$

$$e/5 = 3,56\text{m} \quad \frac{4}{5}e = 14,24\text{m}$$

$$d - e = 24 - 17,8 = 6,2\text{m}$$



Oblast A : $A \geq 10\text{m}^2$

$$c_{pe,10} = -1,200$$

Oblast B : $c_{pe,10} = -0,896$

Oblast C : $c_{pe,10} = -0,500$

Oblast D : $c_{pe,10} = +0,716$

Oblast E : $c_{pe,10} = -0,332$

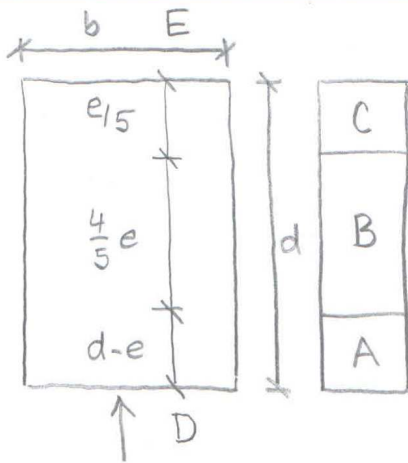
$$w_a = 631,47 \cdot (-1,2) = -757,8 \text{ N/m}^2$$

$$w_b = 631,47 \cdot (-0,896) = -565,8 \text{ N/m}^2$$

$$w_c = 631,47 \cdot (-0,5) = -315,7 \text{ N/m}^2$$

$$w_D = 631,47 \cdot 0,716 = 452,1 \text{ N/m}^2$$

$$w_E = 631,47 \cdot (-0,332) = -209,6 \text{ N/m}^2$$



$b = 24\text{m}$

$d = 48\text{m}$

$h = 8,9\text{m}$

$\frac{e}{d} = \frac{8,9}{48} = 0,19 [-]$

$e = \min(b; 2h) = \min(24; 17,8) = 17,8\text{m}$

$e/5 = 17,8/5 = 3,56\text{m}$ (oblast A)

$\frac{4}{5}e = \frac{4}{5} \cdot 17,8 = 14,24\text{m}$ (oblast B)

$d - e = 48 - 17,8 = 30,20\text{m}$ (oblast C)

oblast A: $A \geq 10\text{m}^2$

$c_{pe,10} = -1,200$

oblast B: $c_{pe,10} = -0,800$

oblast C: $c_{pe,10} = -0,500$

oblast D: $c_{pe,10} = +0,700$

oblast E: $c_{pe,10} = -0,300$

$w_A = 631,47 \cdot (-1,2) = -757,8\text{N/m}^2$

$w_B = 631,47 \cdot (-0,8) = -505,2\text{N/m}^2$

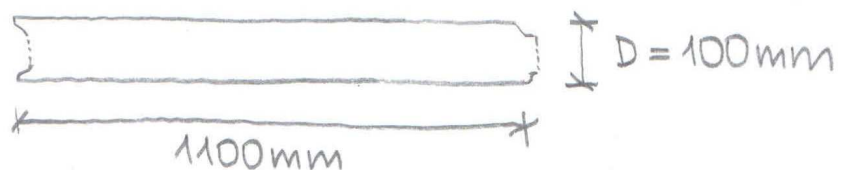
$w_C = 631,47 \cdot (-0,5) = -315,7\text{N/m}^2$

$w_D = 631,47 \cdot (+0,7) = 442,0\text{N/m}^2$

$w_E = 631,47 \cdot (-0,3) = -189,4\text{N/m}^2$

Zatížení stěle

- zatížení stěnovým pláštěm
- sendvičový stěnový panel s izolací PUR



$U = 0,210\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$

hmotnost - $13,7\text{kg/m}^2$

$g_1 = 0,137\text{kN/m}^2$

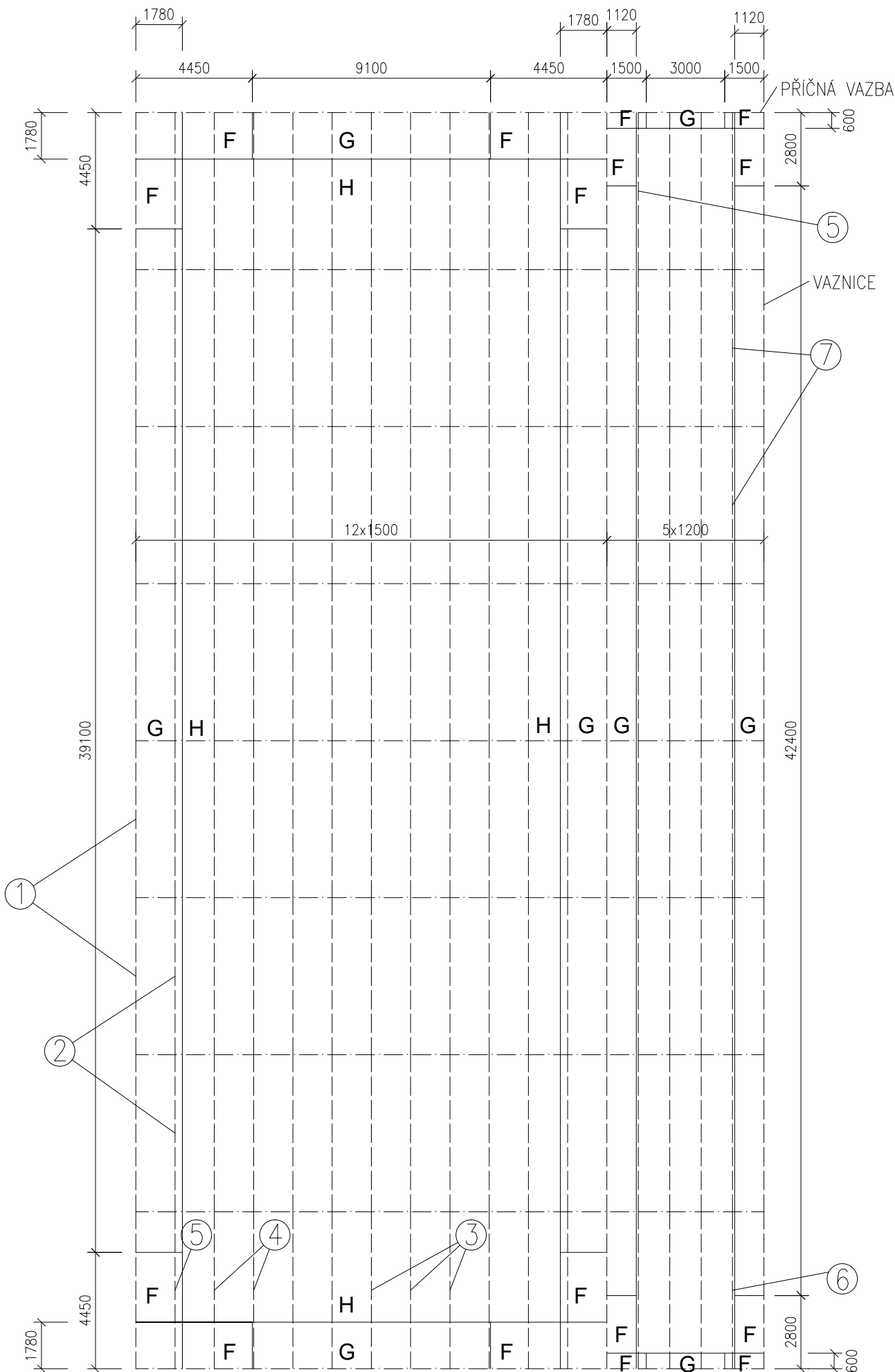
Typ

ISOTHERM SC100

tloušťka plechů

- vnější 0,5mm
- vnitřní 0,55mm

OBLASTI PUSOBENI VETRU NA STRECHU HLAVNI HALY H,G,F
M 1:200



VYTVORENO VE VYUKOVEM PRODUKTU SPOLECNOSTI AUTODESK

VYTVORENO VE VYUKOVEM PRODUKTU SPOLECNOSTI AUTODESK

ZATÍŽENÍ VAZNICE HLAVNÍ HALY

Hlavní hala – Vaznice – Vítr oblast F

	Zatížení	[kN/m]	V_y [kN]	V_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]
ZS1	Stálé	0,434	1,29	0,13	1,94	0,19
ZS2	Sníh plný	0,840	2,51	0,25	3,76	0,38
ZS3	Vítr (1089,9)	1,644	4,93	0,00	7,40	0,00
K1	Tlak větru – ZS1+ZS2 (6.10b)		5,25	0,52	7,87	0,79
K2	Tlak větru – ZS1+ZS2 (6.10a)		3,63	0,36	5,44	0,54
K3	Sání větru – ZS1+ZS3 (6.10b)		-6,10	0,13	-9,15	0,19
K4	Sání větru – ZS1+ZS3 (6.10a)		-3,14	0,13	-4,71	0,19

Hlavní hala – Vaznice – Vítr oblast H

	Zatížení	[kN/m]	V_y [kN]	V_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]
ZS1	Stálé	0,434	1,29	0,13	1,94	0,19
ZS2	Sníh plný	0,840	2,51	0,25	3,76	0,38
ZS3	Vítr (437,6)	0,660	1,98	0,00	2,97	0,00
K1	Tlak větru – ZS1+ZS2 (6.10b)		5,25	0,52	7,87	0,79
K2	Tlak větru – ZS1+ZS2 (6.10a)		3,63	0,36	5,44	0,54
K3	Sání větru – ZS1+ZS3 (6.10b)		-1,67	0,13	-2,51	0,19
K4	Sání větru – ZS1+ZS3 (6.10a)		-0,49	0,13	-0,73	0,19

Hlavní hala – Vaznice – Vítr na rozhraní oblastí H a G (výpočet 2)

	Zatížení	[kN/m]	V_y [kN]	V_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]
ZS1	Stálé	0,434	1,29	0,13	1,94	0,19
ZS3	Vítr	0,934	2,80	0,00	4,20	0,00
K3	Sání větru – ZS1+ZS3 (6.10b)		-2,91	0,13	-4,36	0,19
K4	Sání větru – ZS1+ZS3 (6.10a)		-1,23	0,13	-1,84	0,19

Hlavní hala – Vaznice – Vítr na rozhraní oblastí H a F (výpočet 5a)

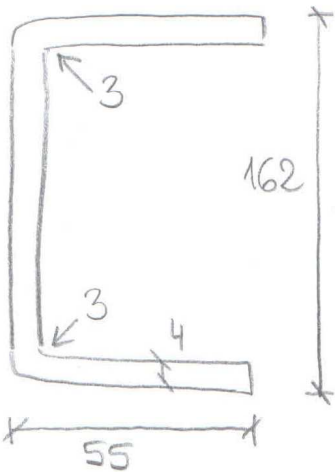
	Zatížení	[kN/m]	V_y [kN]	V_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]
ZS1	Stálé	0,434	1,29	0,13	1,94	0,19
ZS3	Vítr	1,294	3,88	0,00	5,82	0,00
K3	Sání větru – ZS1+ZS3 (6.10b)		-4,53	0,13	-6,79	0,19
K4	Sání větru – ZS1+ZS3 (6.10a)		-2,20	0,13	-3,30	0,19

Délka [m]	6
sklon [°]	5,71
ξ [-]	0,85

[-]	Součinitel Ψ_0
Sníh	0,5
Vítr	0,6

[m]	Zatěžovací šířka
rovná	1,500
šikmá	1,508

162 x 55 x 4



hmotnost 8,1 kg/m

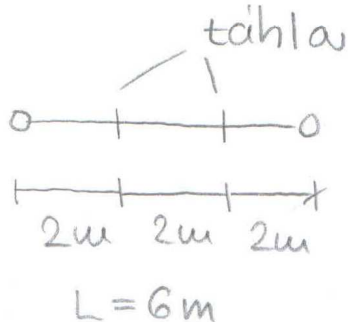
S235

$F_y = 235 \text{ MPa}$

$$\xi = \sqrt{\frac{235}{F_y}} = \sqrt{\frac{235}{235}} = 1$$

šikmý ohyb neuvažuj
protože II složku
přenesou tahla

- působení síly není ve
středu smyčků \Rightarrow kroucení
zanedbatelné \Rightarrow 10% rezerva



$k_w = 1,0 \quad k_z = 1,0$

$C_1 = 1,13$

$C_2 = 0,46 \quad C_3 = 953$

$A = 1025 \text{ mm}^2$

$I_y = 3771,8 \cdot 10^3 \text{ mm}^4$

$W_y = 46,566 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$

$I_z = 274,91 \cdot 10^3 \text{ mm}^4$

$I_w = 1161,31 \cdot 10^6 \text{ mm}^6$

$I_t = 5,47 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^4$

$W_z = 6,537 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$

Posouzení třídy průřezu

Pařnice: $\frac{c}{t} = \frac{48}{4} = 12 \leq 14 \varepsilon = 14$ třída 3

Stojna: $\frac{c}{t} = \frac{148}{4} = 37 \leq 72 \varepsilon = 72$ třída 1

Uvažují horší variantu, tedy třída 3

Posouzení ohybu

$$\frac{M_{ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1,0 \quad M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{el,y} \cdot \frac{F_y}{\gamma_{mo}}$$

Posouzení klopení

- průřezy symetrické k ose y-y $\Rightarrow z_j = 0$

$$\Rightarrow \left\{ j = \frac{z_j \pi}{k_z L} \sqrt{\frac{E I_z}{G \cdot I_t}} = 0 \text{ (parametr nesymetrické)}$$

$z_g = \frac{162}{2} + 100 = 0,181 \text{ m}$

$$\left\{ \varphi = \frac{\pi \cdot z_g}{k_z \cdot L} \sqrt{\frac{E I_z}{G I_t}} = \frac{\pi \cdot 0,181}{1,0 \cdot 2,0} \sqrt{\frac{210 \cdot 10^9 \cdot 274,91 \cdot 10^3}{81 \cdot 10^9 \cdot 5,47 \cdot 10^3}}$$

$= 3,245 [-]$

$$k_{wt} = \frac{\pi}{k_w \cdot L} \sqrt{\frac{E I_w}{G \cdot I_t}} = \frac{\pi}{1 \cdot 2000} \sqrt{\frac{210 \cdot 10^9 \cdot 1161,31 \cdot 10^6}{81 \cdot 10^9 \cdot 5,47 \cdot 10^3}}$$

$= 1,165 [-]$

bezrozměrný
kritický moment

$$\mu_{CR} = \frac{c_1}{k_2} \left[\sqrt{1 + k_{\omega} t^2 + (c_2 \xi_g - c_3 \xi_j)^2} - (c_2 \xi_g - c_3 \xi_j) \right] =$$

$$= \frac{1,13}{1,0} \left[\sqrt{1 + 1,165^2 + (0,46 \cdot 3,245 - 0)^2} - (0,46 \cdot 3,245) \right] =$$

$$= 0,733 [-]$$

kritický moment

$$M_{CR} = \mu_{CR} \frac{\pi \sqrt{EI_z GI_t}}{L} = 0,733 \frac{\pi \sqrt{210 \cdot 10^3 \cdot 274,91 \cdot 10^3 \cdot 81 \cdot 10^3 \cdot 5,47 \cdot 10^3}}{2000} = 5,82 \text{ kNm}$$

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_{el,y} \cdot F_y}{M_{CR}}} = \sqrt{\frac{46,566 \cdot 10^{-6} \cdot 235 \cdot 10^6}{5,82 \cdot 10^3}} = 1,371$$

křivka klopemí c

$$\Rightarrow \alpha_{LT} = 0,49$$

$$(h/b \geq 2)$$

$$\lambda_{LT,0} = 0,4$$

$$\beta = 0,75$$

$$\phi_{LT} = 0,5 \left[1 + \alpha_{LT} (\bar{\lambda}_{LT} - \lambda_{LT,0}) + \beta \bar{\lambda}_{LT}^2 \right] =$$

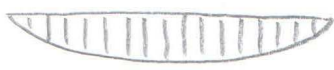
$$= 0,5 \left[1 + 0,49 (1,371 - 0,4) + 0,75 \cdot 1,371^2 \right] =$$

$$= 1,443$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \beta \bar{\lambda}_{LT}^2}} = \frac{1}{1,443 + \sqrt{1,443^2 - 0,75 \cdot 1,371^2}} =$$

$$= 0,442$$

$$k_c = 0,94$$



rozdělení momentů

$$F = 1 - 0,5(1 - k_c) \left[1 - 2,0(\bar{\lambda}_{LT} - 0,8)^2 \right] = 1 - 0,5(1 - 0,94) \left[1 - 2,0(1,371 - 0,8)^2 \right] = 0,990$$

$$\chi_{LT, mod} = \frac{\chi_{LT}}{F} = \frac{0,442}{0,990} = 0,446$$

Při působení
SAŇNÍ

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_{el,y} \frac{F_y}{\gamma_{no}} = 0,446 \cdot 46,566 \cdot \frac{235}{1,0} =$$

$$= 4,88 \text{ kNm} \geq M_{Ed} = 2,51 \text{ kNm} \quad (51\%)$$

Při působení
TLAKU

$$M_{b,Rd} = 1,0 \cdot 46,566 \cdot 235/1 = 10,94 \text{ kNm}$$

$$\geq M_{Ed} = 7,87 \text{ kNm} \quad (72\%) \quad \text{vyhovuje}$$

(oblasti větru H_I, I_J)

Dimenzování vaznic v místech, kde se překrývají různé oblasti větru

1) krajní vaznice konstrukce

- nepotřebují více táhel, protože na ně působí zatížení z poloviční zatěžovací šířky (v obrázku označeny číslem 1)

2) Vaznice na rozhraní oblasti G a H (v obrázku označeny číslem 2)

Oblast G: $w_G = -740,1 \text{ N/m}^2$

Oblast H: $w_H = -365,6 \text{ N/m}^2$

$$w_v = (-740,1) \cdot 1,03 + (-365,6) \cdot 0,47 = -934,1 = -0,934 \text{ kN/m}$$

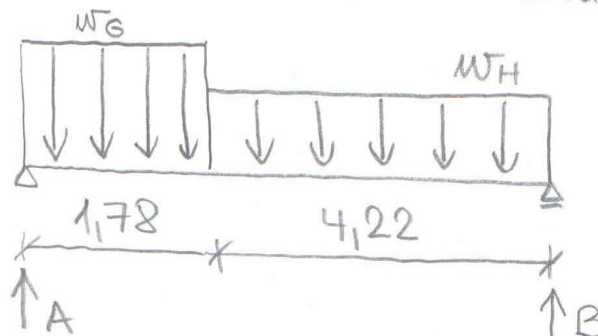
$M_{ed} = -4,36 \text{ kNm}$ (SÁNÍ VĚTRU - tabulka)

$M_{b,rd} = 4,88 \text{ kNm}$

str. 10

$$\frac{M_{ed}}{M_{b,rd}} = \frac{4,36}{4,88} = 0,89 \leq 1,0 \text{ vyhovuje}$$

3) Vaznice v čele konstrukce na rozhraní oblasti G a H (v obrázku číslo 3)

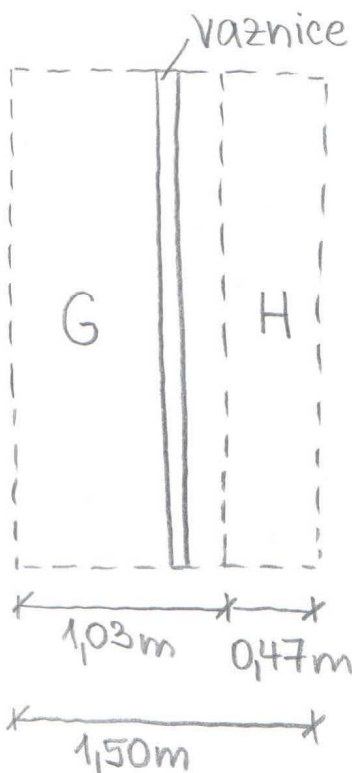


$$M_a: 6B - \frac{1,78^2}{2} \cdot 1,238 - 0,66 \cdot 4,22 \left(1,78 + \frac{4,22}{2} \right) = 0$$

$$6B = 1,961 + 10,834$$

$$B = 2,13 \text{ kN}$$

$$M_b: 6A - 4,22 \cdot 0,66 \cdot \frac{4,22}{2} - 1,78 \cdot 1,238 \left(4,22 + \frac{1,78}{2} \right) = 0$$



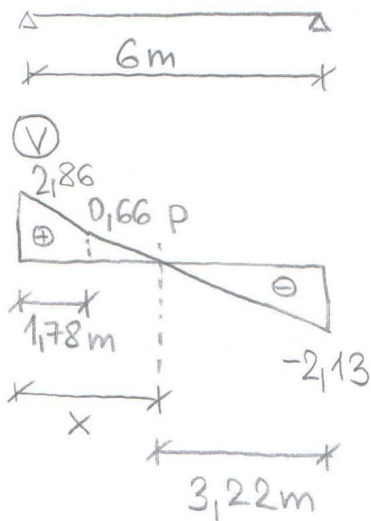
$$w_G = -1,238 \text{ kN/m}$$

$$w_H = -0,660 \text{ kN/m}$$

$$(zš = 1,508 \text{ m})$$

A, B - reakce

Pro zjednodušený výpočet uvažují vtr působící tlakem.



$$GA = 5,877 + 11,261$$

$$A = 2,86 \text{ kN}$$

$$x = 1,78 + \frac{0,66}{0,66} = 2,78 \text{ m}$$

$$M_p = 3,22 \cdot 2,13 - 3,22 \cdot 0,66 \cdot \frac{3,22}{2} = 6,86 - 3,42 = 3,44 \text{ kNm (ve skutečnosti záporné)}$$

$$M_G = \frac{1}{8} w_G l^2 = \frac{1}{8} \cdot 1,238 \cdot 6^2 = 5,57 \text{ kNm}$$

(pokud by na celé délce bylo zatížení w_G)

$$\frac{3,44}{5,57} = 0,62 \Rightarrow \text{snížení na 62\%}$$

Výsledue' zatížení' na vaznici při SA'NI'

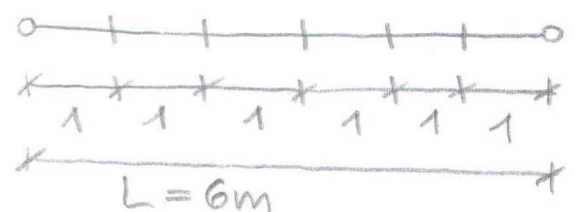
$$M_{Ed} = 1,0 \cdot M_y - 1,5 \cdot M_p = 1,0 \cdot 1,94 - 1,5 \cdot 3,44 = -3,22 \text{ kNm (SA'NI' VĚTRU)}$$

$$\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} = \frac{3,22}{4,88} = 0,66 \leq 1,0 \text{ vyhovuje}$$

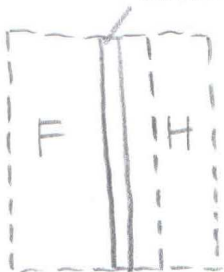
$M_y = 1,94 \text{ kNm}$
(moment od stálého zatížení')

4, Vaznice v rohu konstrukce
(v obrázku označeny číslem 4)

- potřeba většího počtu tahel \Rightarrow navržena tahla po 1m



1,03 0,47
vaznice



5, Vaznice s největším zatížením
(v obrázku označeny číslem 5)

a) pokud působí vítr z boční strany

$$\text{oblast F: } w_F = -1089,9 \text{ N/m}^2$$

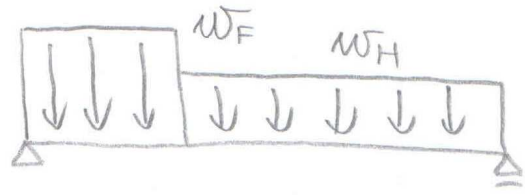
$$\text{oblast H: } w_H = -365,6 \text{ N/m}^2$$

$$w_v = -1089,9 \cdot 1,03 + (-365,6) \cdot 0,47 = 1,294 \text{ kN/m}$$

$$M_{Ed} = -6,79 \text{ kNm} \quad (\text{tabulka - SAŇÍ VĚTRU})$$

str. 10

bypolud působí vítr z čehi strany



$$w_F = -1,562 \text{ kN/m}$$

$$w_H = -0,660 \text{ kN/m}$$

(uvažuj na 1bm)

Poměr mezi w_F a w_H je ještě větší jak u výpočtu 3, \Rightarrow mohu na jistotu uvažovat snížení momentu na 62%

$$M_F = \frac{1}{8} w_F \cdot l^2 = \frac{1}{8} (-1,562) \cdot 6^2 = -7,03 \text{ kNm}$$

$$M_p = 0,62(-7,03) = -4,36 \text{ kNm} \quad (62\% M_F)$$

$$M_{Ed} = 1,0 \cdot M_y + 1,5 \cdot 4,36 = -4,6 \text{ kNm} \quad (\text{SAŇÍ VĚTRU})$$

$M_y = 1,94 \text{ kNm}$
(moment od
stálého zatížení)
- tabulka str. 10

Průřez U 162 x 55 x 4

Posouzení klopení pro táhla po 1m

$$z_j = 0 \Rightarrow \xi_j = \frac{z_j \pi}{k_2 L} \sqrt{\frac{EI_z}{G \cdot I_t}} = 0$$

$$z_g = \frac{162}{2} + 100 = 0,181 \text{ m}$$

$$\xi_g = \frac{\pi \cdot z_g}{k_2 \cdot L} \sqrt{\frac{EI_z}{G \cdot I_t}} = \frac{\pi \cdot 0,181}{1 \cdot 1} \sqrt{\frac{210 \cdot 10^9 \cdot 274,91 \cdot 10^3}{81 \cdot 10^9 \cdot 5,47 \cdot 10^3}} =$$

$$= 6,491 [-]$$

$$k_{w,t} = \frac{\pi}{k_w \cdot L} \sqrt{\frac{E \cdot I_w}{G \cdot I_t}} = \frac{\pi}{1 \cdot 1000} \sqrt{\frac{210 \cdot 10^9 \cdot 1161,31 \cdot 10^6}{81 \cdot 10^9 \cdot 5,47 \cdot 10^3}} =$$

$$= 2,331 [-]$$

bezrozměrný kritický moment

$$M_{cr} = \frac{C_1}{k_2} \left[\sqrt{1 + k_{w,t}^2 + (C_2 \xi_g - C_3 \xi_j)^2} - (C_2 \xi_g - C_3 \xi_j) \right] =$$

vzperua délka
pro klopení
 $L = 1,0 \text{ m}$

$$k_w = 1,0 \quad k_2 = 1,0$$

$$C_1 = 1,13 \quad C_2 = 0,46$$

$$C_3 = 0,53$$

$$= \frac{1,13}{1,0} \left[\sqrt{1 + 2,331^2 + (0,46 \cdot 6,491)^2} - (0,46 \cdot 6,491) \right] =$$

$$= 1,053 [-]$$

Kritický moment

$$M_{cr} = \mu_{cr} \cdot \frac{\pi \sqrt{EI_z \cdot GI_t}}{L} = 1,053 \frac{\pi}{1000} \cdot$$

$$\sqrt{210 \cdot 10^9 \cdot 274,91 \cdot 10^3 \cdot 81 \cdot 10^3 \cdot 547 \cdot 10^3} = 16,73 \text{ kNm}$$

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_{el,y} \cdot F_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{46,566 \cdot 10^{-6} \cdot 235 \cdot 10^6}{16,73 \cdot 10^3}} = 0,809$$

$$\phi_{LT} = 0,5 \left[1 + \alpha_{LT} (\bar{\lambda}_{LT} - \bar{\lambda}_{LT,0}) + \beta \cdot \bar{\lambda}_{LT}^2 \right] =$$

$$= 0,5 \left[1 + 0,49 (0,809 - 0,4) + 0,75 \cdot 0,809^2 \right] = 0,845$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \beta \bar{\lambda}_{LT}^2}} = \frac{1}{0,845 + \sqrt{0,845^2 - 0,75 \cdot 0,809^2}} =$$

$$= 0,758$$

$$F = 1 - 0,5(1 - k_c) \left[1 - 2,0 (\bar{\lambda}_{LT} - 0,8)^2 \right] = 1 - 0,5(1 -$$

$$- 0,94) \left[1 - 2,0 (0,809 - 0,8)^2 \right] = 0,970$$

$$\chi_{LT,mod} = \frac{\chi_{LT}}{F} = \frac{0,758}{0,970} = 0,781$$

$$M_{b,rd} = \chi_{LT} \cdot W_{el,y} \cdot \frac{F_y}{\gamma_{no}} = 0,781 \cdot 46,566 \cdot \frac{235}{1,0} =$$

$$= 8,55 \text{ kNm} \geq M_{Ed} = 6,79 \text{ kNm} \quad (5a)$$

$$\geq M_{Ed} = 4,60 \text{ kNm} \quad (5b)$$

$$5a) \frac{6,79}{8,55} = 0,79 \leq 1,0 \quad (\text{využití } 79\%)$$

$$5b) \frac{4,6}{8,55} = 0,54 \leq 1,0 \quad (\text{využití } 54\%)$$

Kritika klopení c

$$\Rightarrow \alpha_{LT} = 0,49$$

$$(h/b \geq 2)$$

$$\bar{\lambda}_{LT,0} = 0,4$$

$$\beta = 0,75$$

$$\gamma_{no} = 1,0$$

Poznámka:

Řešení vaznic

variantou číslo 3

nebylo využito

z důvodu nutnosti

kotvení tahačů po

1m až do vrcholové

vaznice.

U 162x55x4
trída 3

$V_{Ed} = 5,25 \text{ kN}$
(stále + sníh)

(str. 62 EC3)

$A = 1025 \text{ mm}^2$

$\beta_{no} = 1,0$

Posouzení na smyk

$$\text{Pružné působení} \Rightarrow \frac{\tau_{Ed}}{f_y / (\sqrt{3} \cdot \beta_{no})} \leq 1,0$$

$$\tau_{Ed} = \frac{V_{Ed} \cdot S}{I \cdot t}$$

$$I = I_y = 3771,8 \cdot 10^3 \text{ mm}^4$$

$$S = \frac{1025}{2} \cdot 55,4 = 28,39 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$t = 4 \text{ mm}$$

$$\tau_{Ed} = \frac{5,25 \cdot 10^3 \cdot 28,39 \cdot 10^3}{3771,8 \cdot 10^3 \cdot 4} = 9,88 \text{ MPa}$$

$$\frac{\tau_{Ed}}{f_y / (\sqrt{3} \cdot \beta_{no})} = \frac{9,88}{235 / \sqrt{3}} = 0,07 \leq 1,0$$

vyhovuje

Boulení ve smyku neposuzují v důsledku použití tohoto vzorce na posouzení únosnosti ve smyku

ZATÍŽENÍ VAZNICE PŘÍSTAVKU

Přístavek – Vaznice č.5 (největší zatížení)

	Zatížení	[kN/m]	V_y [kN]	V_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]
ZS1	Stálé	0,387	1,16	0,12	1,73	0,17
ZS2	Sníh	2,822	8,43	0,84	12,64	1,26
ZS3	Vítr (1655,1)	1,996	5,99	0,00	8,98	0,00
K1	Tlak větru – ZS1+ZS2 (6.10b)		13,96	1,40	20,94	2,09
K2	Tlak větru – ZS1+ZS2 (6.10a)		7,88	0,79	11,82	1,18
K3	Sání větru – ZS1+ZS3 (6.10b)		-7,83	0,12	-11,74	0,17
K4	Sání větru – ZS1+ZS3 (6.10a)		-4,23	0,12	-6,35	0,17

Přístavek – Vaznice č.6

	Zatížení	[kN/m]	V_y [kN]	V_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]
ZS1	Stálé	0,387	1,16	0,12	1,73	0,17
ZS2	Sníh	1,210	3,61	0,36	5,42	0,54
ZS3	Vítr (1515,5)	1,828	5,48	0,00	8,22	0,00
K1	Tlak větru – ZS1+ZS2 (6.10b)		6,74	0,67	10,11	1,01
K2	Tlak větru – ZS1+ZS2 (6.10a)		4,27	0,43	6,40	0,64
K3	Sání větru – ZS1+ZS3 (6.10b)		-7,07	0,12	-10,60	0,17
K4	Sání větru – ZS1+ZS3 (6.10a)		-3,78	0,12	-5,67	0,17

Přístavek – Vaznice č.7

	Zatížení	[kN/m]	V_y [kN]	V_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]
ZS1	Stálé	0,387	1,16	0,12	1,73	0,17
ZS2	Sníh	1,210	3,61	0,36	5,42	0,54
ZS3	Vítr (740,1)	0,893	2,68	0,00	4,02	0,00
K1	Tlak větru – ZS1+ZS2 (6.10b)		6,74	0,67	10,11	1,01
K2	Tlak větru – ZS1+ZS2 (6.10a)		4,27	0,43	6,40	0,64
K3	Sání větru – ZS1+ZS3 (6.10b)		-2,86	0,12	-4,29	0,17
K4	Sání větru – ZS1+ZS3 (6.10a)		-1,25	0,12	-1,88	0,17

Délka [m]	6
sklon [°]	5,71
ξ [-]	0,85

[-]	Součinitel Ψ_0
Sníh	0,5
Vítr	0,6

[m]	Zatěžovací šířka
rovná	1,200
šikmá	1,206

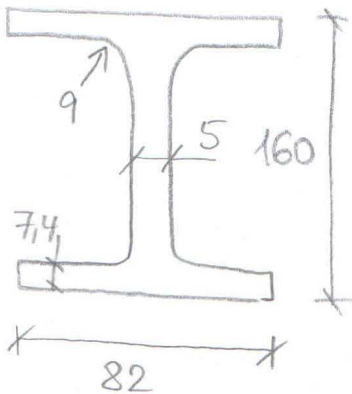
S235

$F_y = 235 \text{ MPa}$

$\xi = 1,0$

$A = 2009 \text{ mm}^2$

IPE 160



$h = 160 \text{ mm}$

$b = 82 \text{ mm}$

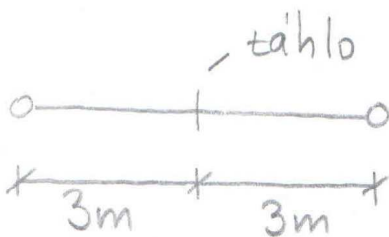
$t_f = 7,4 \text{ mm}$

$t_w = 5 \text{ mm}$

$r = 9 \text{ mm}$

$h_w = 145,2 \text{ mm}$

$\eta = 1,2 \text{ (S235)}$



$L = 6 \text{ m}$

Dimenzování IPE 160

Posouzení třídy průřezu

Pařnice: $\frac{c}{t} = \frac{29,5}{7,4} = 3,99 \leq 9\xi = 9$ třída 1

Stojna: $\frac{c}{t} = \frac{127,2}{5} = 25,44 \leq 72\xi = 72$ třída 1

Posouzení na smyk

$\frac{V_{Ed}}{V_{c,rd}} \leq 1,0$

Plastické posouzení

$V_{c,rd} \approx V_{pl,rd}$

$V_{pl,rd} = \frac{A_v (F_y / \sqrt{3})}{\gamma_{mo}}$

$A_v = A - 2b t_f + (t_w + 2r) \cdot t_f \geq \eta h_w \cdot t_w$

$A_v = 2009 - 2 \cdot 82 \cdot 7,4 + (5 + 2 \cdot 9) \cdot 7,4 = 965,6 \text{ mm}^2$

$\geq 1,2 \cdot 145,2 \cdot 5 = 871,2 \text{ mm}^2$ vyhovuje

$V_{pl,rd} = \frac{965,6 \cdot 235}{\sqrt{3} \cdot 1} = 131,01 \text{ kN}$

$V_{Ed} = 13,96 \text{ kN}$ (Střed + max $S_{u,h}$)

$\frac{V_{Ed}}{V_{c,rd}} = \frac{13,96}{131,01} = 0,11 \leq 1,0$ vyhovuje

Posouzení ohybu

$\frac{M_{Ed}}{M_{b,rd}} \leq 1,0$ $M_{b,rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot \frac{F_y}{\gamma_{mo}}$

Posouzení klopení

- průřezy symetrické k ose y-y $\Rightarrow z_j = 0$

$\Rightarrow \{j = 0$ (parametr nesymetrie)

$z_g = \frac{160}{2} + 100 = 0,180 \text{ m}$

$$I_z = 683,1 \cdot 10^3 \text{ mm}^4$$

$$I_w = 3960 \cdot 10^6 \text{ mm}^6$$

$$I_t = 36 \cdot 10^3 \text{ mm}^4$$

$$k_w = 1,0$$

$$k_z = 1,0$$

$$c_1 = 1,13$$

$$c_2 = 0,46$$

$$c_3 = 0,53$$

$$\xi_g = \frac{\pi \cdot z_g}{k_z \cdot L} \sqrt{\frac{E I_z}{G I_t}} = \frac{\pi \cdot 0,18}{1 \cdot 3,0} \sqrt{\frac{210 \cdot 10^9 \cdot 683,1 \cdot 10^3}{81 \cdot 10^9 \cdot 36 \cdot 10^3}} = 1,322 [-]$$

$$k_{wt} = \frac{\pi}{k_w \cdot L} \sqrt{\frac{E I_w}{G I_t}} = \frac{\pi}{1 \cdot 2000} \sqrt{\frac{210 \cdot 10^9 \cdot 3960 \cdot 10^6}{81 \cdot 10^9 \cdot 36 \cdot 10^3}} = 0,559 [-]$$

bezrozměrný kritický moment

$$\mu_{cr} = \frac{c_1}{k_z} \left[\sqrt{1 + k_{wt}^2 + (c_2 \xi_g - c_3 \xi_j)^2} - (c_2 \xi_g - c_3 \xi_j) \right] = \frac{1,13}{1} \left[\sqrt{1 + 0,559^2 + (0,46 \cdot 1,322)^2} - (0,46 \cdot 1,322) \right] = 0,779 [-]$$

kritický moment

$$M_{cr} = \mu_{cr} \cdot \frac{\pi \sqrt{E I_z \cdot G I_t}}{L} = 0,779 \cdot \frac{\pi}{3,0} \sqrt{210 \cdot 10^9 \cdot 683,1 \cdot 10^3 \cdot 81 \cdot 10^9 \cdot 36 \cdot 10^3} = 16,68 \text{ kNm}$$

$$683,1 \cdot 10^3 \cdot 81 \cdot 10^9 \cdot 36 \cdot 10^3 = 16,68 \text{ kNm}$$

$$W_{ply} = 123,9 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_{ply} \cdot f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{123,9 \cdot 10^3 \cdot 235 \cdot 10^6}{16,68 \cdot 10^3}} = 1,321$$

křivka klopení β

$$\alpha_{LT} = 0,34$$

(válcované $h/b \leq 2$)

$$\phi_{LT} = 0,5 \left[1 + \alpha_{LT} (\bar{\lambda}_{LT} - \bar{\lambda}_{LT,0}) + \beta \bar{\lambda}_{LT}^2 \right] = 0,5 \left[1 + 0,34 (1,321 - 0,4) + 0,75 \cdot 1,321^2 \right] = 1,311$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \beta \bar{\lambda}_{LT}^2}} = \frac{1}{1,311 + \sqrt{1,311^2 - 0,75 \cdot 1,321^2}} = 0,512$$

$$k_c = 0,94$$

$$F = 1 - 0,5 (1 - k_c) \left[1 - 2,0 (\bar{\lambda}_{LT} - 0,8)^2 \right] = 1 - 0,5 (1 - 0,94) \left[1 - 2,0 (1,321 - 0,8)^2 \right] = 0,986$$

$$\chi_{LT,mod} = \frac{\chi_{LT}}{F} = \frac{0,512}{0,986} = 0,519$$

Při působení
SAHÍ VĚTRU

$$M_{b,Rd} = \alpha_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot \frac{F_y}{f_{y0}} = 0,519 \cdot 123,9 \cdot 10^3$$

$$235/1 = 15,12 \text{ kNm} \geq M_{Ed} = 11,74 \text{ kNm}$$

Při působení
TLAKU

$$M_{b,Rd} = \alpha_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot \frac{F_y}{f_{y0}} = 1,0 \cdot 123,9 \cdot 10^3 \cdot 235 =$$

$$= 29,12 \text{ kNm} \geq M_{Ed} = 20,94 \text{ kNm}$$

=> táhlo u prostřed rozpětí vaznice
použijí v krajních polích, tedy pro
vaznice č. 5, 6

Pro vaznici č. 7 a ostatní ve vnitřních
polích není potřeba navrhovat táhla
=> výpočet viz. tabulka strana 22

Vaznice IPE 160

Táhla bránící klopení dolní pásnice jsou po 3m.

L [m]	3	
z_g [m]	0,18	
k_z [-]	1,0	
k_w [-]	1,0	
C_1 [-]	1,13	
C_2 [-]	0,46	
C_3 [-]	0,53	
E [GPa]	210	
G [GPa]	81	
I_z [mm ⁴]	683,1	10 ³
I_w [mm ⁶]	3960	10 ⁶
I_t [mm ⁴]	36,0	10 ³
$W_{pl,y}$ [mm ³]	123,9	10 ³
f_y [MPa]	235	
α [-]	0,34	
$\lambda_{LT,0}$ [-]	0,4	
β [-]	0,75	
k_c [-]	0,94	

ζ_g [-]	1,322
k_{wt} [-]	0,559
μ_{cr} [-]	0,779
M_{cr} [kNm]	16,68
λ_{LT} [-]	1,321
Φ_{LT} [-]	1,311
χ_{LT} [-]	0,512

f [-]	0,986
$\chi_{LT,mod}$ [-]	0,519

$M_{b,Rd}$ [kNm]	29,12	TLAK
$M_{b,Rd}$ [kNm]	15,12	SÁNÍ

Vaznice IPE 160

Táhla bránící klopení dolní pásnice zde nejsou potřeba.

L [m]	6	
z_g [m]	0,18	
k_z [-]	1,0	
k_w [-]	1,0	
C_1 [-]	1,13	
C_2 [-]	0,46	
C_3 [-]	0,53	
E [GPa]	210	
G [GPa]	81	
I_z [mm ⁴]	683,1	10 ³
I_w [mm ⁶]	3960	10 ⁶
I_t [mm ⁴]	36,0	10 ³
$W_{pl,y}$ [mm ³]	123,9	10 ³
f_y [MPa]	235	
α [-]	0,34	
$\lambda_{LT,0}$ [-]	0,4	
β [-]	0,75	
k_c [-]	0,94	

ζ_g [-]	0,661
k_{wt} [-]	0,280
μ_{cr} [-]	0,879
M_{cr} [kNm]	9,41
λ_{LT} [-]	1,759
Φ_{LT} [-]	1,891
χ_{LT} [-]	0,332

f [-]	1,025
$\chi_{LT,mod}$ [-]	0,332

$M_{b,Rd}$ [kNm]	29,12	TLAK
M_{Ed} [kNm]	6,50	

$M_{b,Rd}$ [kNm]	9,67	SÁNÍ
M_{Ed} [kNm]	4,29	

max TAH

$$N_{Ed} = 16,99 \text{ kN}$$

max TLAK

$$N_{Ed} = 4,66 \text{ kN}$$

Osová síla

- do posudku uvažují osovou silou (tlak/tah) hodnoty vzaty z modelu konstrukce ve Scia Engineer 2012

Vaznice - hlavu'hala (U 162x55x4)

Posudek na maximální TAH

$$\frac{N_{Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1,0 \quad N_{t,Rd} = \frac{A \cdot F_y}{\gamma_{t,Rd}}$$

$$N_{t,Rd} = \frac{1025 \cdot 235}{1,0} = 240,9 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{t,Rd}} = \frac{16,99}{240,9} = 0,07 \Rightarrow 7\% \Rightarrow \text{vyhovuje}$$

(u ohybu dostatečná rezerva)

Posudek na maximální TLAK

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1,0 \quad N_{c,Rd} = \frac{A \cdot F_y}{\gamma_{c,Rd}} \text{ (třída 3)}$$

$$N_{c,Rd} = \frac{1025 \cdot 235}{1,0} = 240,9 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} = \frac{4,66}{240,9} = 0,02 \Rightarrow 2\% \Rightarrow \text{vyhovuje}$$

(u ohybu dostatečná rezerva)

Pro vaznici na přístavku je posudek vytvořen analogicky do tabulky.

POSUDEK VAZNICE NA OSOVOU SÍLU

VAZNICE – HLAVNÍ HALA U 162 x 55 x 4

A [mm ²]	1025		
f _y [MPa]	235		
N _{c,Rd} [kN]	240,88	TLAK	0,02
N _{E,d} [kN]	4,66		
N _{t,Rd} [kN]	240,88	TAH	0,07
N _{E,d} [kN]	16,99		

VAZNICE – PŘÍSTAVEK IPE 160

A [mm ²]	2009		
f _y [MPa]	235		
N _{c,Rd} [kN]	472,12	TLAK	0,05
N _{E,d} [kN]	21,50		
N _{t,Rd} [kN]	472,12	TAH	0,03
N _{E,d} [kN]	16,22		

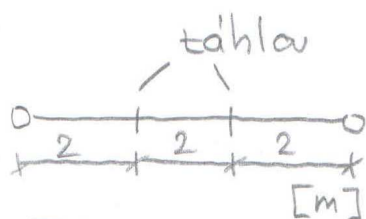
Uchyceny v NO
průřezu vaznice

Přístavek

$$5 \times 1,2 \text{ m} = 6 \text{ m}$$

Hlavu' hala

$$6 \times 1,5 \text{ m} = 9 \text{ m}$$



Tahlo

$\phi 6 \text{ mm}; S235$

$F_y = 235 \text{ MPa}$

A_c - celková plocha

1) Tahla přenášejíci zatížením rovnoběžně
se strěšní rovinou

maximální posouvající síla na vaznici

$$V_{z, \max} = 1,40 \text{ kN (na přístavku)}$$

str. 18

tahlo v nejvyšší poloze přenáší pětina sobek
tohoto zatížení (zatížení z 5 vaznic):

$$V_{z, \max, 1} = 5 \cdot 1,4 = 7 \text{ kN (na přístavku)}$$

$$V_{z, \max} = 0,52 \text{ kN (na hlavu' hale)}$$

$$V_{z, \max, 2} = 6 \cdot 0,52 = 3,12 \text{ kN (na hlavu' hale)}$$

\Rightarrow navrhujeme na větší hodnotu \Rightarrow

$$\Rightarrow V_{\max} = \max(V_{z, \max, 1}; V_{z, \max, 2}) = 7,0 \text{ kN}$$

na 1 vaznici umístěny 2 tahla $\Rightarrow N_{Ed} = 3,5 \text{ kN}$

Posouzení na tah

$$N_{t, rd} = \frac{A \cdot F_y}{\gamma_{t, rd}} \quad \frac{N_{Ed}}{N_{t, rd}} \leq 1,0$$

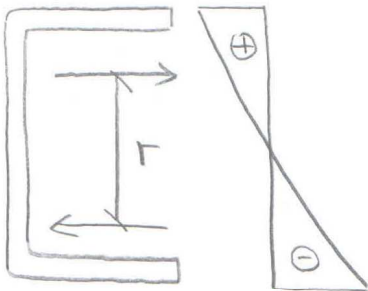
$$A = 0,8 \cdot A_c = 0,8 \cdot \pi r^2 = 0,8 \cdot \pi \cdot 3^2 = 22,62 \text{ mm}^2$$

(uvažení zvlášť redukce na 80%)

$$N_{t, rd} = \frac{22,62 \cdot 235}{1,0} = 5,32 \text{ kN}$$

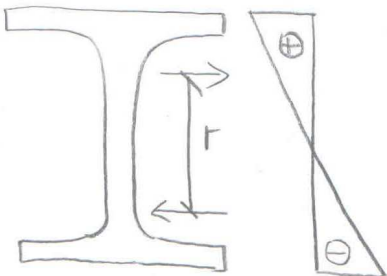
$$\frac{N_{Ed}}{N_{t, rd}} = \frac{3,5}{5,32} = 0,66 \leq 1,0 \text{ vyhovuje}$$

U162x55x4



Posudek pro
jedno tahlo
(ma'me v'edy min 2)

IPE 160



Posudek pro
jedno tahlo
(ma'me v konstrukci
jen jedno)

2, Tahla bráw'a'klopeni' dolw' pá'snice

Hlavu' hala - $M_{Ed} = 9,15 \text{ kNm}$

(tabulka strana 10)

$$r = 55,4 \text{ mm} \cdot 2 = 110,8 \text{ mm}$$

$$N = \frac{M_{Ed}}{r} = \frac{9,15}{0,1108} = 82,58 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} = \frac{N}{100} = 0,83 \text{ kN}$$

navrhují tahlo $\phi 6 \text{ mm} \Rightarrow N_{t,rd} = 5,32 \text{ kN}$

(viz. strana 25)

$$\frac{N_{Ed}}{N_{t,rd}} = \frac{0,83}{5,32} = 0,16 \leq 1,0 \text{ vyhovuje}$$

Přístavek - $M_{Ed} = 11,74 \text{ kNm}$

(tabulka strana 18)

$$r = 61,6 \text{ mm} \cdot 2 = 123,2 \text{ mm}$$

$$N = \frac{M_{Ed}}{r} = \frac{11,74}{0,1232} = 95,29 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} = \frac{N}{100} = 0,96 \text{ kN}$$

navrhují tahlo $\phi 6 \text{ mm} \Rightarrow N_{t,rd} = 5,32 \text{ kN}$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{t,rd}} = \frac{0,96}{5,32} = 0,18 \leq 1,0 \text{ vyhovuje}$$

Tahla bráw'a'klopeni' dolw' pá'snice
vaznice i tahla přendšejí' zatížení
rovnoběžně se střešní rovinou do
vrcholové vaznice jsou předeprnuta.

Táhlo při tlaku
nepůsobí \Rightarrow druhé
táhlo musí přenést
sílu 2N (tah)

$$F_y = 235 \text{ MPa}$$

$$f_{t,ro} = 1,0$$

str. 98 EC3

Šroub M16

$$d = 16 \text{ mm}$$

$$d_o = 18 \text{ mm}$$

(předpoklad)

$$I_y = 1,74 \cdot 10^5 \text{ mm}^4$$

$$A = 480 \text{ mm}^2$$

nejdelší ztužidlo

$$L = 7211 \text{ mm}$$

Maximální tahová normálová síla

$$N_{max} = 25,31 \text{ kN}$$

Dimenzují na $2N_{max} \Rightarrow N_{ed} = 50,62 \text{ kN}$

$$A_{min} = \frac{N_{ed} \cdot f_{t,ro}}{F_y} = \frac{50,62 \cdot 1,0}{235} = 215 \text{ mm}^2$$

navrhují L 50x5 $A = 480 \text{ mm}^2$

Návrhová plastická únosnost plného průřezu

$$N_{t,rd} = \frac{A \cdot F_y}{f_{t,ro}} = \frac{480 \cdot 235}{1,0} = 112,8 \text{ kN} \geq 50,62 \text{ kN}$$

vyhovuje

Oslabená plocha

$$A_{net} = 480 - 2 \times 5 \times 18 = 300 \text{ mm}^2$$

(předpoklad oslabení v každém rameni)

$$N_{u,rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot F_u}{f_{t,2}} = \frac{0,9 \cdot 300 \cdot 360}{1,25} = 77,8 \text{ kN}$$

$\geq N_{ed} = 50,62 \text{ kN}$ vyhovuje (65%)

Posouzení štíhlosti

$$i = \sqrt{\frac{I}{A}} = \sqrt{\frac{174000}{480}} = 19,04$$

$$\lambda = \frac{L}{i} = \frac{7211}{19,04} = 378,73 \leq 400 \text{ vyhovuje}$$

Kombinace
Stále' + plný sníh
(max účinek na
vaznici)

$$\sin \alpha = 0,0995$$

$$\cos \alpha = 0,995$$

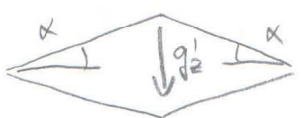
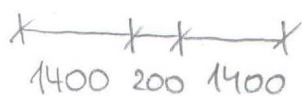
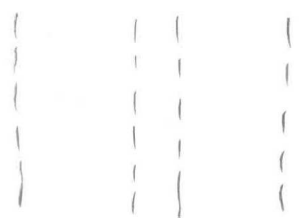
$$(\alpha = 5,71^\circ)$$

(zanedbávám)
neuvažují žádný
přesah střechy

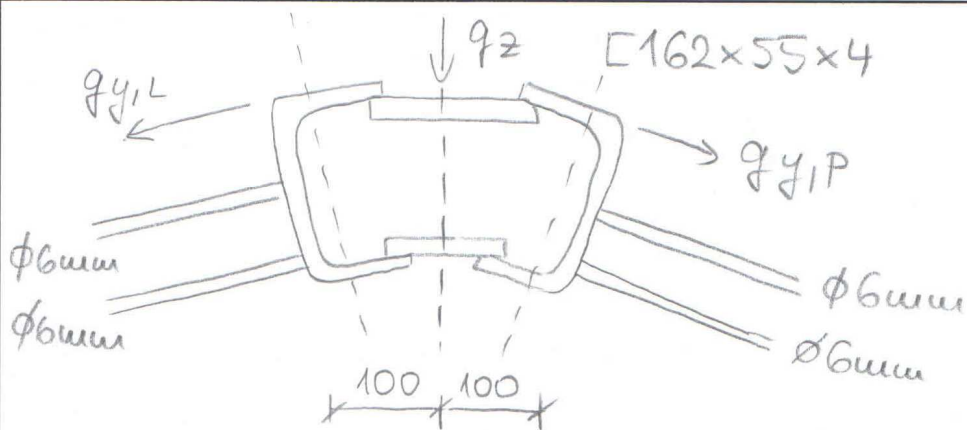
Vodorovná délka
střechy $\approx 9\text{m}$

Ve sklonu
 $9,048\text{m}$

Osová vzdálenost



pro 2x U162x55x4



$$q_z = (0,155 \cdot 1,508 \text{ (sešvicový panel)} + 2 \cdot 0,081 \text{ (hmotnost vaznic)} + 0,1 \text{ (spojky)}) \cdot 1,35 + 0,56 \cdot 1,508 \cos \alpha \text{ (sníh plný)} \cdot 1,5 = 0,669 + 1,26 = 1,929 \text{ kN/m}$$

$$q = (0,155 \cdot 9,048 \text{ (sešvicový panel)} + 7 \cdot 0,081 \text{ (hmotnost vaznic)}) \cdot 1,35 + 0,56 \cdot 9,048 \text{ (sníh plný)} \cdot 1,5 = 2,659 + 7,600 = 10,26 \text{ kN/m}$$

Průsymetrickému zatížení
(Stále' + plný sníh)

$$q_{yP} = q_{yL} = q \cdot \sin \alpha = 10,26 \cdot \sin 5,71^\circ = 1,02 \text{ kN/m}$$

Uvažujeme přítížení obou složek

$$q_y = q_{yP} + q_{yL} = 2 \cdot 1,02 = 2,04 \text{ kN/m}$$

$$q_z' = q_y \cdot \sin \alpha = 2,04 \cdot \sin 5,71^\circ = 0,20 \text{ kN/m}$$

Výsledné zatížení pro k - Stále' + plný sníh

$$q_z = 1,929 + 0,20 = 2,13 \text{ kN/m}$$

$$M_{y,Ed} = \frac{1}{8} q_z l^2 = \frac{1}{8} \cdot 2,13 \cdot 6^2 = 9,59 \text{ kNm}$$

$$W_y = 46,566 \cdot 10^3 \cdot 2 = 93,132 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

Kombinace
Stále + smíh
jednostranný (levý)

$$M_{b,Rd} = W_y \cdot F_y / \gamma_{no} = 93,132 \cdot 10^3 \cdot 235 / 1 = 21,89 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{b,Rd}} = \frac{9,59}{21,89} = 0,44 \leq 1,0 \text{ vyhovuje}$$

$$g_{y,L} = 1,02 \text{ kN/m}$$

$$g_{y,P} = (0,155 \cdot 9,048 + 7 \cdot 0,081) \cdot 1,35 \cdot \sin \alpha = 0,27 \text{ kN/m}$$

Na vaznici působí rozdílné zatížení

$$g_y = 1,02 - 0,27 = 0,75 \text{ kN/m}$$

$$g_z = (0,155 \cdot 1,508 + 2 \cdot 0,081 + 0,1) \cdot 1,35 + (0,56 \cdot 1,508 \cdot 0,5 \cos \alpha) \cdot 1,5 = 0,669 + 0,63 = 1,30 \text{ kN/m}$$

$$\sigma_y = \frac{M_{y,Ed}}{W_y} = \frac{5,85 \cdot 10^6}{93,2 \cdot 10^3} = 59,87 \text{ MPa}$$

$$M_{y,Ed} = \frac{1}{8} g_z l^2 = \frac{1}{8} \cdot 1,3 \cdot 6^2 = 5,85 \text{ kNm}$$

$$M_{b,Rd} = 21,89 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{b,Rd}} = \frac{5,85}{21,89} = 0,27 \leq 1,0 \text{ vyhovuje}$$

Pro přenesení složky g_y působí vaznice jako Vierendeelův nosník s rámcovými spojkami

Vierendeelův nosník

$$A_1 = 1025 \text{ mm}^2$$

$$h = 200 \text{ mm (vzdálenost těžiště pásu)}$$

$$I_{i,1} = 1025 \cdot 100^2 = 10,25 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$I_i = 2 \cdot A_1 \left(\frac{h}{2}\right)^2 = 2 \cdot 1025 \cdot \left(\frac{200}{2}\right)^2 = 20,5 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$W_i = \frac{I_i}{h/2} = \frac{20,5 \cdot 10^6}{200/2} = 0,205 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$$

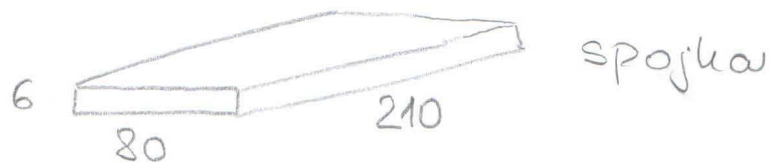
spočky po 1m

$$\Rightarrow b_0 = 1,0 - 0,08 = 0,92 \text{ m}$$

c-součinitel

zohledňující

moment v nosiču



$$W_s = \frac{1}{6} b h^2 = \frac{1}{6} \cdot 6 \cdot 80^2 = 6400 \text{ mm}^3$$

$$c = \frac{W_i}{4W_s} b_0 = \frac{205000}{4 \cdot 6400} \cdot 920 = 7367 \text{ mm}$$

$$\sigma_v = \frac{q_y}{W_i} \left(\frac{L^2}{8} + \frac{c^2}{2} \right) = \frac{0,75}{205000} \left(\frac{6000^2}{8} + \frac{7367^2}{2} \right)$$

$$= 115,74 \text{ MPa}$$

$$M_z = \frac{1}{8} q_y l^2 = \frac{1}{8} \cdot 0,75 \cdot 6^2 = 3,38 \text{ kNm}$$

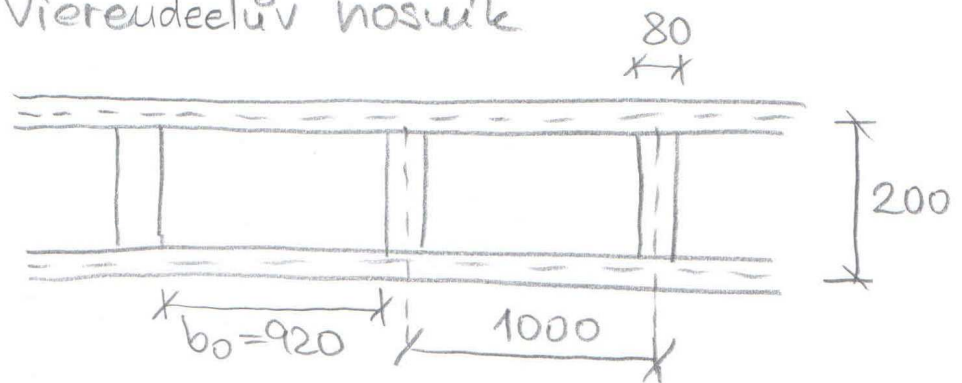
$$N_v = \frac{M_z}{h} = \frac{3,38}{0,2} = 16,9 \text{ kN}$$

$$\sigma_v = \frac{N_v}{A_1} = \frac{16,9 \cdot 10^3}{1025} = 16,49 \text{ MPa}$$

$$\sigma = \sigma_y + \sigma_v = 59,87 + 115,74 = 175,61 \text{ MPa}$$

$$\leq 210 \text{ MPa} \quad \text{vyhovuje (84\%)}$$

Viereúdeľový nosník



Vliv osavé síly
nemí pro hrébeňovou
vaznicí podstatný

U 162 × 55 × 4

$$E = 210 \cdot 10^9 \text{ Pa}$$

$$I_y = 3771,8 \cdot 10^3 \text{ mm}^4$$

$$l = 6 \text{ m}$$

hodnoty zatížení
z tabulky str. 10

Vaznice hlavu' haly

$$q_1 = 0,434 \text{ (sta'le')} + 0,840 \text{ (snih plny')} = 1,274 \text{ kN/m (přsobení TLAKU)}$$

$$q_2 = 0,434 \text{ (sta'le')} - 1,644 \text{ (vitr oblast F)} = -1,210 \text{ kN/m (přsobení SA'NÍ')}$$

Posudek na maxima'lnu' hodnotu
zatížení' $\Rightarrow q_1 = 1,274 \text{ kN/m}$

$$w = \frac{5}{384} \frac{q_1 l^4}{EI_y} = \frac{5}{384} \frac{1,274 \cdot 10^3 \cdot 6^4}{210 \cdot 10^9 \cdot 3771,8 \cdot 10^{-9}} = 27,1 \text{ mm}$$

$$\leq \frac{l}{200} = \frac{6000}{200} = 30 \text{ mm vyhovuje}$$

IPE 160

$$I_y = 8693 \cdot 10^3 \text{ mm}^4$$

$$l = 6 \text{ m}$$

hodnoty zatížení'
z tabulky str. 18

Vaznice přstavku

$$q_1 = 0,387 \text{ (sta'le')} + 2,822 \text{ (snih největší')} = 3,209 \text{ kN/m (přsobení TLAKU)}$$

$$q_2 = 0,387 \text{ (sta'le')} - 1,996 \text{ (vitr oblast } F_{up}) = -1,609 \text{ kN/m (přsobení SA'NÍ')}$$

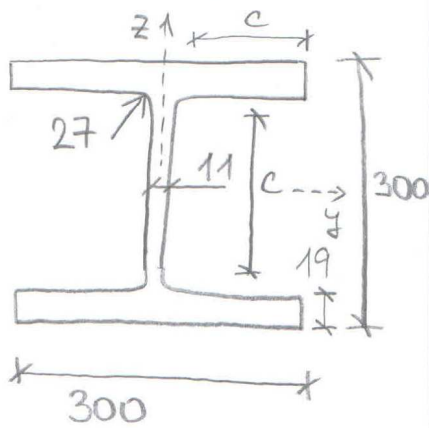
Posudek na maxima'lnu' hodnotu
zatížení' $\Rightarrow q_1 = 3,209 \text{ kN/m}$

$$w = \frac{5}{384} \frac{q_1 l^4}{EI_y} = \frac{5}{384} \frac{3,209 \cdot 10^3 \cdot 6^4}{210 \cdot 10^9 \cdot 8693 \cdot 10^{-9}} =$$

$$= 29,7 \text{ mm} \leq \frac{l}{200} = 30 \text{ mm vyhovuje}$$

Snižení zatížení' vlivem sklonu střešní
roviny zanedbá'vat.

HEB 300



S235 $\Rightarrow \epsilon = 1,0$

$M_{Ed} = -160,82 \text{ kNm}$

$N_{Ed} = -91,83 \text{ kN}$

$V_{Ed} = -19,72 \text{ kN}$

$V_{c,rd} \approx V_{pl,rd}$

$A = 14910 \text{ mm}^2$

$b = 300 \text{ mm}$

$t_f = 19 \text{ mm}$

$t_w = 11 \text{ mm}$

$r = 27 \text{ mm}$

$h_w = 262 \text{ mm}$

$\eta = 1,2$ (pro S235)

$\gamma_{M0} = 1,0$

Klasifikace průřezů

Posouzení stojiny

$$\frac{c}{t_w} = \frac{208}{11} = 18,9 \leq \frac{396 \epsilon}{13\alpha - 1}$$

$$z = \frac{N_{Ed}}{t_w F_{yd}} = \frac{91,83 \cdot 10^3}{0,011 \cdot 235 \cdot 10^6} = 35,5 \text{ mm}$$

$$\alpha \cdot c = \frac{c+z}{2} = \frac{208+35,5}{2} = 121,8 \Rightarrow \alpha = \frac{121,8}{c} = \frac{121,8}{208} = 0,586$$

$$\frac{396 \epsilon}{13\alpha - 1} = \frac{396 \cdot 1}{13 \cdot 0,586 - 1} = 59,8 \geq 18,9 \text{ třída 1}$$

Posouzení pásnice

$$\frac{c}{t_f} = \frac{117,5}{19} = 6,2 \leq 9 \epsilon = 9,0 \Rightarrow \text{třída 1}$$

Průřez třída 1

Posouzení na smyk

třída průřezu 1 \Rightarrow plastické působení

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,rd}} \leq 1,0 \quad V_{pl,rd} = \frac{A_v (F_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}}$$

$$A_v = A - 2b \cdot t_f + (t_w + 2r) t_f = 14910 - 2 \cdot 300 \cdot 19 + (11 + 2 \cdot 27) \cdot 19 = 14910 - 11400 + 1235 = 4745 \text{ mm}^2 \geq \eta \cdot h_w \cdot t_w = 1,2 \cdot 262 \cdot 11 = 3458 \text{ mm}^2$$

vyhovuje

$$V_{pl,rd} = \frac{4745 \cdot 235}{\sqrt{3} \cdot 1,0} = 643,8 \text{ kN}$$

$V_{Ed} = 19,72 \text{ kN}$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,rd}} = \frac{19,72}{643,8} = 0,03 \leq 1,00 \text{ vyhovuje}$$

HEB 300

$$A = 14910 \text{ mm}^2$$

$$W_{pl,y} = 1,868 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$$

$$L = 8 \text{ m}$$

$$I_y = 2,517 \cdot 10^8 \text{ mm}^4$$

křivka vzpěrné
pevnosti b - $\alpha = 0,34$

$$I_z = 8,563 \cdot 10^7 \text{ mm}^4$$

křivka vzpěrné
pevnosti c - $\alpha = 0,49$

Posouzení kombinace ohybu a osového tlaku

$$N_{Rk} = A \cdot F_y = 14910 \cdot 235 = 3503,85 \text{ kN}$$

$$M_{Rk} = W_{pl,y} \cdot F_y = 1,868 \cdot 10^6 \cdot 235 = 438,98 \text{ kNm}$$

Vybočení kolmo k ose y

$$L_{cr,y} = 2,5L = 2,5 \cdot 8 = 20 \text{ m}$$

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 EI_y}{L_{cr,y}^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210 \cdot 10^3 \cdot 2,517 \cdot 10^8}{20000^2} = 1304 \text{ kN}$$

$$\bar{\lambda}_y = \sqrt{\frac{A \cdot F_y}{N_{cr,y}}} = \sqrt{\frac{14910 \cdot 235}{1304 \cdot 10^3}} = 1,639$$

$$\phi_y = 0,5 [1 + \alpha (\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2] = 0,5 [1 + 0,34 (1,639 - 0,2) + 1,639^2] = 2,088$$

$$\chi_y = \frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}} = \frac{1}{2,088 + \sqrt{2,088^2 - 1,639^2}} = 0,296$$

Vybočení kolmo k ose z

$$L_{cr,z} = 2 \text{ m (vzdálenost paždíků)}$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 EI_z}{L_{cr,z}^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210 \cdot 10^3 \cdot 8,563 \cdot 10^7}{2000^2} = 44370 \text{ kN}$$

$$\bar{\lambda}_z = \sqrt{\frac{A \cdot F_y}{N_{cr,z}}} = \sqrt{\frac{14910 \cdot 235}{44370 \cdot 10^3}} = 0,281$$

$$\phi_z = 0,5 [1 + \alpha (\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2] = 0,5 [1 + 0,49 (0,281 - 0,2) + 0,281^2] = 0,559$$

$$\chi_z = \frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}} = \frac{1}{0,559 + \sqrt{0,559^2 - 0,281^2}} = 0,959$$

$$L = 8 \text{ m}$$

$$I_z = 8,563 \cdot 10^7 \text{ mm}^4$$

$$I_t = 1,85 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$I_w = 1,693 \cdot 10^{12} \text{ mm}^6$$

$$k_w = 1,0$$

$$k_z = 1,0$$

$$C_1 = 1,82$$

$$C_2 = 0$$

$$C_3 = 1,0$$

$$W_{ply} = 1,868 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$$

válcovane' $h/b \leq 2 \Rightarrow$

křivka klopení b

$$\Rightarrow \alpha_{LT} = 0,34$$

$$\chi_{LT,0} = 0,4$$

$$\beta = 0,75$$

Klopení

- průřezy symetrické k ose y-y $\Rightarrow z_j = 0$

$$\Rightarrow \xi_j = \frac{z_j \pi}{k_z L} \sqrt{\frac{EI_z}{GI_t}} = 0 \text{ (parametr nesymetrie)}$$

$$z_g = 300/2 = 0,150 \text{ m}$$

$$\xi_g = \frac{\pi \cdot z_g}{k_z L} \sqrt{\frac{EI_z}{GI_t}} = \frac{\pi \cdot 0,15}{1,0 \cdot 8,0} \sqrt{\frac{210 \cdot 10^9 \cdot 8,563 \cdot 10^7}{81 \cdot 10^9 \cdot 1,85 \cdot 10^6}} = 0,645 [-]$$

$$k_{wt} = \frac{\pi}{k_w \cdot L} \sqrt{\frac{EI_w}{G \cdot I_t}} = \frac{\pi}{1 \cdot 8000} \sqrt{\frac{210 \cdot 10^9 \cdot 1,693 \cdot 10^{12}}{81 \cdot 10^9 \cdot 1,85 \cdot 10^6}} = 0,605 [-]$$

bezrozměrný kritický moment

$$\mu_{cr} = \frac{C_1}{k_z} \left[\sqrt{1 + k_{wt}^2 + (C_2 \xi_g - C_3 \xi_j)^2} - (C_2 \xi_g - C_3 \xi_j) \right] = \frac{1,82}{1} \left[\sqrt{1 + 0,605^2 + 0^2} - 0 \right] = 2,125 [-]$$

kritický moment

$$M_{cr} = \mu_{cr} \frac{\pi \sqrt{EI_z GI_t}}{L} = 2,125 \frac{\pi}{8000} \sqrt{210 \cdot 10^3 \cdot 8,563 \cdot 10^7 \cdot 81 \cdot 10^3 \cdot 1,85 \cdot 10^6} = 1369,9 \text{ kNm}$$

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_{ply} \cdot F_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{1,868 \cdot 10^3 \cdot 235 \cdot 10^6}{1369,9 \cdot 10^3}} = 0,566$$

$$\phi_{LT} = 0,5 \left[1 + \alpha_{LT} (\bar{\lambda}_{LT} - \bar{\lambda}_{LT,0}) + \beta \cdot \bar{\lambda}_{LT}^2 \right] = 0,5 \left[1 + 0,34 (0,566 - 0,4) + 0,75 \cdot 0,566^2 \right] = 0,648$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \beta \bar{\lambda}_{LT}^2}} = \frac{1}{0,648 + \sqrt{0,648^2 - 0,75 \cdot 0,566^2}} = 0,932$$

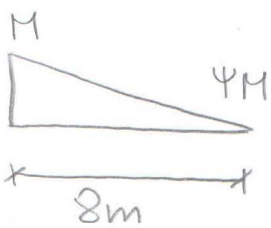
prut náchylný
ke zkroucení

$C_{my} = 0,9$ pro vybočení
sposuvem stýčnic
 $f_{y1} = 1,0$

pro $\bar{\lambda}_z < 0,4$

(splňuje $\bar{\lambda}_z = 0,281$)

Průběh momentu



$\Rightarrow \psi = 0 \Rightarrow C_{mLT} = 0,6$

Součinitele' interakce k_{yy} a k_{zy}

$$k_{yy} = C_{my} \left(1 + (\bar{\lambda}_y - 0,2) \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk} / f_{y1}} \right) =$$

$$= 0,9 \left(1 + (1,639 - 0,2) \frac{91,83 \cdot 10^3}{0,296 \cdot 3503,85 \cdot 10^3} \right) = 1,015$$

$$\leq C_{my} \left(1 + 0,8 \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk} / f_{y1}} \right) = 0,9 \left(1 + 0,8 \cdot \frac{91,83}{0,296} \cdot \frac{10^3}{3503,85 \cdot 10^3} \right) = 0,964 \Rightarrow k_{yy} = 0,964$$

$$k_{zy} = 0,6 + \bar{\lambda}_z = 0,6 + 0,281 = 0,881$$

$$\leq 1 - \frac{0,1 \bar{\lambda}_z}{(C_{mLT} - 0,25)} \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / f_{y1}} = 1 - \frac{0,1 \cdot 0,281}{(0,6 - 0,25)} \cdot \frac{91,83 \cdot 10^3}{0,959 \cdot 3503,85 \cdot 10^3} = 0,998 \text{ vyhovuje}$$

$$\Rightarrow k_{zy} = 0,881$$

Podmínka 6.61

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{Rk}} + k_{yy} \frac{M_{Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{Rk}} \leq 1,0$$

$$\frac{91,83 \cdot 10^3}{0,296 \cdot 3503,85 \cdot 10^3} + 0,964 \frac{160,82}{0,932 \cdot 438,98 \cdot 10^3} \leq 1,0$$

$$0,09 + 0,38 = 0,47 \leq 1,0 \text{ vyhovuje}$$

Podmínka 6.62

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk}} + k_{zy} \frac{M_{Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{Rk}} \leq 1,0$$

$$\frac{91,83 \cdot 10^3}{0,959 \cdot 3503,85 \cdot 10^3} + 0,881 \frac{160,82}{0,932 \cdot 438,98 \cdot 10^3} \leq 1,0$$

$$\frac{\quad}{1,0} \quad \frac{\quad}{1,0}$$

$$0,03 + 0,35 = 0,37 \leq 1,00 \quad \text{vyhovuje}$$

Výsledky Scia Engineer 2012

$$6.61 - 0,44 \leq 1,0$$

$$6.62 - 0,31 \leq 1,0$$

Rozdíly v posudcích jsou způsobeny rozdílným uvažením náchylosti průřezu ke zkroucení. Ručním výpočtem je z důvodu zjednodušení uvažován rovinný vzpět.

SLOUP HLAVNÍ HALY – HEB 300

L [m]	8
$L_{cr,y}$ [m]	20
$L_{cr,z}$ [m]	2
E [GPa]	210
G [GPa]	81
f_y [MPa]	235
A [mm ²]	14910
I_y [mm ⁴]	2,517E+08
I_z [mm ⁴]	8,563E+07
I_w [mm ⁶]	1,693E+12
I_t [mm ⁴]	1,850E+06
$W_{pl,y}$ [mm ³]	1868000
z_g [m]	0,15
k_w [-]	1
k_z [-]	1
C_1 [-]	1,82
C_2 [-]	0
C_3 [-]	1

N_{Ed} [kN]	91,83
M_{Ed} [kNm]	160,82

i_y [mm]	129,9	
λ_y [-]	153,9	> 20
vzniká vzpěr		

Vybočení kolmo k ose y		Vybočení kolmo k ose z	
$N_{cr,y}$ [kN]	1304,2	$N_{cr,z}$ [kN]	44369,5
λ_y [-]	1,639	λ_z [-]	0,281
α [křivka b]	0,34	α [křivka c]	0,49
Φ_y [-]	2,088	Φ_z [-]	0,559
χ_y [-]	0,296	χ_z [-]	0,959

Klopení	
L [m]	8
ζ_g [-]	0,645
k_{wt} [-]	0,605
μ_{cr} [-]	2,125
M_{cr} [kNm]	1369,9
λ_{LT} [-]	0,566
α_{LT} [křivka a]	0,34
Φ_{LT} [-]	0,648
χ_{LT} [-]	0,932

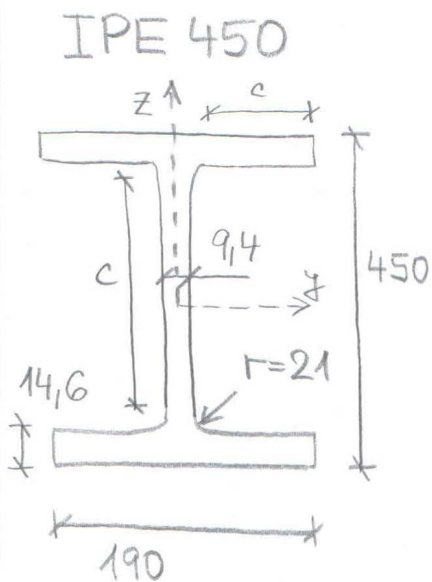
N_{Rk} [kN]	3503,85
M_{Rk} [kNm]	438,98

C_{my} [-]	0,9	pro vybočení s posuvem styčnicku
C_{mLT} [-]	0,6	pro poměr koncových momentů $\psi = 0$

γ_{M1} [-]	1,0
-------------------	-----

Součinitelé interakce			
k_{yy} [-]	1,015	≤	0,964
k_{zy} [-]	0,881	≤	0,998

6.61	0,09	0,38	0,47	≤ 1,0
6.62	0,03	0,35	0,37	≤ 1,0



S235 $\Rightarrow \epsilon = 1,0$

$M_{Ed} = -161,17 \text{ kNm}$

$N_{Ed} = -16,20 \text{ kN}$

$V_{Ed} = 41,66 \text{ kN}$

$V_{c,rd} \approx V_{pl,rd}$

$A = 9880 \text{ mm}^2$

$b = 190 \text{ mm}$

$t_f = 14,6 \text{ mm}$

$t_w = 9,4 \text{ mm}$

$r = 21 \text{ mm}$

$h_w = 420,8 \text{ mm}$

$\eta = 1,2$ (pro S235)

$f_{t0} = 1,0$

Klasifikace průřezů

Posouzení stojiny

$$\frac{c}{t_w} = \frac{378,8}{9,4} = 40,3 \leq \frac{396\epsilon}{13\alpha - 1}$$

$$z = \frac{N_{Ed}}{t_w f_{yd}} = \frac{16,2 \cdot 10^3}{0,0094 \cdot 235 \cdot 10^6} = 7,3 \text{ mm}$$

$$\alpha \cdot c = \frac{c+z}{2} = \frac{378,8+7,3}{2} = 193,1 \Rightarrow \alpha = \frac{193,1}{c} = \frac{193,1}{378,8} = 0,510$$

$$\frac{396\epsilon}{13\alpha - 1} = \frac{396 \cdot 1}{13 \cdot 0,51 - 1} = \frac{396}{5,63} = 70,34 \geq 40,3 \Rightarrow \text{třída 1}$$

Posouzení pásnice

$$\frac{c}{t_f} = \frac{69,3}{14,6} = 4,7 \leq 9\epsilon = 9,0 \Rightarrow \text{třída 1}$$

Průřez třída 1

Posouzení na smyk

třída průřezu 1 \Rightarrow plastické působení

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,rd}} \leq 1,0 \quad V_{pl,rd} = \frac{A_v (f_y / \sqrt{3})}{f_{t0}}$$

$$A_v = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2r) t_f \geq \eta \cdot h_w \cdot t_w$$

$$A_v = 9880 - 2 \cdot 190 \cdot 14,6 + (9,4 + 2 \cdot 21) \cdot 14,6 = 9880 - 5548 + 750,4 = 5082,4 \text{ mm}^2 \geq$$

$$\geq 1,2 \cdot 420,8 \cdot 9,4 = 4746,6 \text{ mm}^2 \text{ vyhovuje}$$

$$V_{pl,rd} = \frac{5082,4 \cdot 235}{\sqrt{3} \cdot 1,0} = 689,6 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = 41,66 \text{ kN} \leq V_{pl,rd} = 689,6 \text{ kN} \text{ vyhovuje}$$

IPE 450

$$A = 9880 \text{ mm}^2$$

$$W_{ply} = 1,702 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$$

$$L = 18 \text{ m}$$

$$I_y = 3,374 \cdot 10^8 \text{ mm}^4$$

křivka vzpěrué

pevnosti a - $\alpha = 0,21$

$$I_z = 1,676 \cdot 10^7 \text{ mm}^4$$

křivka vzpěrne

pevnosti b - $\alpha = 0,34$

Posouzení kombinace ohybu a osového tlaku

$$N_{rk} = A \cdot F_y = 9880 \cdot 235 = 2321,8 \text{ kN}$$

$$M_{rk} = W_{ply} \cdot F_y = 1,702 \cdot 10^6 \cdot 235 = 399,97 \text{ kNm}$$

Vybočení kolmo k ose y

$$L_{cr,y} = 1,1 \cdot L = 1,1 \cdot 18 = 19,8 \text{ m}$$

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 EI_y}{L_{cr,y}^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210 \cdot 10^3 \cdot 3,374 \cdot 10^8}{19800^2} = 1783,7 \text{ kN}$$

$$\bar{\lambda}_y = \sqrt{\frac{A \cdot F_y}{N_{cr,y}}} = \sqrt{\frac{9880 \cdot 235}{1783,7 \cdot 10^3}} = 1,141$$

$$\phi_y = 0,5 [1 + \alpha (\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2] = 0,5 [1 + 0,21 \cdot (1,141 - 0,2) + 1,141^2] = 1,250$$

$$\chi_y = \frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}} = \frac{1}{1,25 + \sqrt{1,25^2 - 1,141^2}} = 0,568$$

Vybočení kolmo k ose z

$$L_{cr,z} = 3 \text{ m (vzdálenost vzpěrek)}$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 EI_z}{L_{cr,z}^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210 \cdot 10^3 \cdot 1,676 \cdot 10^7}{3000^2} = 3859,7 \text{ kN}$$

$$\bar{\lambda}_z = \sqrt{\frac{A \cdot F_y}{N_{cr,z}}} = \sqrt{\frac{9880 \cdot 235}{3859,7 \cdot 10^3}} = 0,776$$

$$\phi_z = 0,5 [1 + \alpha (\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2] = 0,5 [1 + 0,34 \cdot (0,776 - 0,2) + 0,776^2] = 0,899$$

$$\chi_z = \frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}} = \frac{1}{0,899 + \sqrt{0,899^2 - 0,776^2}} =$$

$$= 0,739$$

$$L = 3 \text{ m}$$

(vzdálenost
vzpěrek)

$$I_z = 1,676 \cdot 10^7 \text{ mm}^4$$

$$I_t = 6,687 \cdot 10^5 \text{ mm}^4$$

$$I_w = 7,91 \cdot 10^{11} \text{ mm}^6$$

$$k_w = 1,0$$

$$k_z = 1,0$$

$$C_1 = 1,51$$

$$C_2 = 0$$

$$C_3 = 1,0$$

$$W_{pl,y} = 1,702 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$$

válcovane' $h/b > 2 \Rightarrow$

\Rightarrow knůvka klopeni'c

$$\Rightarrow \alpha_{LT} = 0,49$$

$$\lambda_{LT,0} = 0,4$$

$$\beta = 0,75$$

Klopení

- průřezy symetrické k ose $y-y \Rightarrow z_j = 0$

$$\Rightarrow \xi_j = \frac{z_j \pi}{k_z L} \sqrt{\frac{EI_z}{GI_t}} = 0 \text{ (parametr nesymetrie)}$$

$$z_g = \frac{450}{2} = 0,225 \text{ m}$$

$$\xi_g = \frac{\pi \cdot z_g}{k_z \cdot L} \sqrt{\frac{EI_z}{GI_t}} = \frac{\pi \cdot 0,225}{1 \cdot 3,0} \sqrt{\frac{210 \cdot 10^9 \cdot 1,676 \cdot 10^7}{81 \cdot 10^9 \cdot 6,687 \cdot 10^5}} =$$

$$= 1,899 \text{ [-]}$$

$$k_{wt} = \frac{\pi}{k_w \cdot L} \sqrt{\frac{EI_w}{GI_t}} = \frac{\pi}{1 \cdot 3000} \sqrt{\frac{210 \cdot 10^9 \cdot 7,91 \cdot 10^{11}}{81 \cdot 10^9 \cdot 6,687 \cdot 10^5}} =$$

$$= 1,834 \text{ [-]}$$

bezrozměrný kritický moment

$$\mu_{CR} = \frac{C_1}{k_z} \left[\sqrt{1 + k_{wt}^2 + (C_2 \xi_g - C_3 \xi_j)^2} - (C_2 \xi_g - C_3 \xi_j) \right] =$$

$$= \frac{1,51}{1} \left[\sqrt{1 + 1,834^2 + 0} - 0 \right] = 3,154 \text{ [-]}$$

kritický moment

$$M_{CR} = \mu_{CR} \frac{\pi \sqrt{EI_z G \cdot I_t}}{L} = 3,154 \frac{\pi}{3000} \sqrt{210 \cdot 10^3}$$

$$\sqrt{1,676 \cdot 10^7 \cdot 81 \cdot 10^3 \cdot 6,687 \cdot 10^5} = 1442,1 \text{ kNm}$$

$$\lambda_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{CR}}} = \sqrt{\frac{1,702 \cdot 10^6 \cdot 235 \cdot 10^6}{1442,1 \cdot 10^3}} = 0,527$$

$$\phi_{LT} = 0,5 \left[1 + \alpha_{LT} (\lambda_{LT} - \lambda_{LT,0}) + \beta \cdot \lambda_{LT}^2 \right] = 0,5 \left[1 + \right.$$

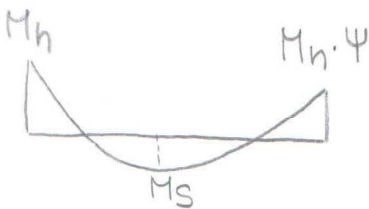
$$\left. + 0,49 (0,527 - 0,4) + 0,75 \cdot 0,527^2 \right] = 0,635$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \beta \lambda_{LT}^2}} = \frac{1}{0,635 + \sqrt{0,635^2 - 0,75 \cdot 0,527^2}}$$

$$= 0,929$$

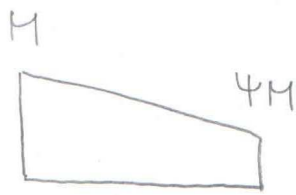
prut náchylný ke zkroucení

$$f_{\text{eff}} = 1,0$$



$$\left. \begin{aligned} M_h &= -161,17 \\ M_h \cdot \Psi &= 10,88 \end{aligned} \right\} \Psi = -0,07$$

$$M_s = 76,06$$



3m

$$\left. \begin{aligned} M &= -161,17 \\ \Psi M &= -46,83 \end{aligned} \right\} \Psi = 0,29$$

Součinitele' interakce \$k_{yy}\$ a \$k_{zy}\$

$$k_{yy} = C_{my} \left(1 + (\bar{\chi}_y - 0,2) \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk} / f_{eff}} \right) \leq$$

$$\leq C_{my} \left(1 + 0,8 \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk} / f_{eff}} \right)$$

$$\left. \begin{aligned} \Psi &= -0,07 \\ \alpha_s &= \frac{M_s}{M_h} = \frac{76,06}{-161,17} = -0,47 \end{aligned} \right\} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow C_{my} = 0,1(1 - \Psi) - 0,8\alpha_s = 0,1(1 - (-0,07)) - 0,8 \cdot (-0,47) = 0,484 \geq 0,4 \text{ vyhovuje}$$

$$k_{yy} = 0,484 \left(1 + (1,141 - 0,2) \frac{16,2}{0,568 \cdot 2321,8} \right) = 0,490$$

$$\leq 0,484 \left(1 + 0,8 \frac{16,2}{0,568 \cdot 2321,8} \right) = 0,489$$

$$\Rightarrow k_{yy} = 0,489$$

$$k_{zy} = \left[1 - \frac{0,1 \bar{\chi}_z}{(C_{mLT} - 0,25)} \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / f_{eff}} \right] \geq$$

$$\geq \left[1 - \frac{0,1}{(C_{mLT} - 0,25)} \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / f_{eff}} \right]$$

$$\Psi = 0,29 \Rightarrow C_{mLT} = 0,6 + 0,4 \cdot 0,29 = 0,716 \geq 0,4$$

$$k_{zy} = \left[1 - \frac{0,1 \cdot 0,776}{(0,716 - 0,25)} \cdot \frac{16,2}{0,739 \cdot 2321,8} \right] = 0,998$$

$$\geq \left[1 - \frac{0,1}{(0,716 - 0,25)} \cdot \frac{16,2}{0,739 \cdot 2321,8} \right] = 0,998$$

$$\Rightarrow k_{zy} = 0,998$$

Podmínka 6.61

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{Rk} / f_{eff}} + k_{yy} \frac{M_{Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{Rk} / f_{eff}} \leq 1,0$$

$$\frac{16,2 \cdot 10^3}{0,568 \cdot 2321,8 \cdot 10^3} + 0,489 \frac{161,17}{0,929 \cdot 399,97 \cdot 10^3} \leq 1,0$$

$$0,01 + 0,21 = 0,22 \leq 1,0 \text{ vyhovuje}$$

Podmínka 6.62

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_2 \cdot N_{Rk}} + k_{zy} \frac{M_{Ed}}{\chi_{LT} \cdot M_{Rk}} \leq 1,0$$

$$\frac{16,2 \cdot 10^3}{0,739 \cdot 2321,8 \cdot 10^3} + 0,998 \frac{161,17}{0,929 \cdot 399,97 \cdot 10^3} \leq 1,0$$

$$0,01 + 0,43 = 0,44 \leq 1,0 \text{ vyhovuje}$$

Výsledky Scia Engineer 2012

$$6.61 - 0,23 \leq 1,0$$

$$6.62 - 0,37 \leq 1,0$$

Rozdíly v posudcích způsobuje rozdílné uvažení náchylnosti ke zkroucení průřezu, rozdílné uvažení součinitelů C_{my} a C_{mLT} .

Z důvodu značného předimenzování v důsledku splnění požadavků MSP není potřeba navržené vzpětky na bránění klopení realizovat.

PŘÍČEL HLAVNÍ HALY – IPE 450

L [m]	18
$L_{cr,y}$ [m]	19,8
$L_{cr,z}$ [m]	3
E [GPa]	210
G [GPa]	81
f_y [MPa]	235
A [mm ²]	9880
I_y [mm ⁴]	3,374E+08
I_z [mm ⁴]	1,676E+07
I_w [mm ⁶]	7,910E+11
I_t [mm ⁴]	6,687E+05
$W_{pl,y}$ [mm ³]	1702000
z_g [m]	0,225
k_w [-]	1
k_z [-]	1
C_1 [-]	1,51
C_2 [-]	0
C_3 [-]	1

N_{Ed} [kN]	16,20
M_{Ed} [kNm]	161,17

i_y [mm]	184,8	
λ_y [-]	107,1	> 20
vzniká vzpěr		

Vybočení kolmo k ose y		Vybočení kolmo k ose z	
$N_{cr,y}$ [kN]	1783,7	$N_{cr,z}$ [kN]	3859,7
λ_y [-]	1,141	λ_z [-]	0,776
α [křivka a]	0,21	α [křivka b]	0,34
Φ_y [-]	1,250	Φ_z [-]	0,899
χ_y [-]	0,568	χ_z [-]	0,739

Klopení	
L [m]	3
ζ_g [-]	1,899
k_{wt} [-]	1,834
μ_{cr} [-]	3,154
M_{cr} [kNm]	1442,1
λ_{LT} [-]	0,527
α_{LT} [křivka c]	0,49
Φ_{LT} [-]	0,635
χ_{LT} [-]	0,929

N_{Rk} [kN]	2321,80
M_{Rk} [kNm]	399,97

γ_{M1} [-]	1,0
-------------------	-----

α_s [-]	-0,47	pro součinitel C_{my} ekvivalentního konstantního momentu
ψ [-]	-0,07	
ψ [-]	0,29	

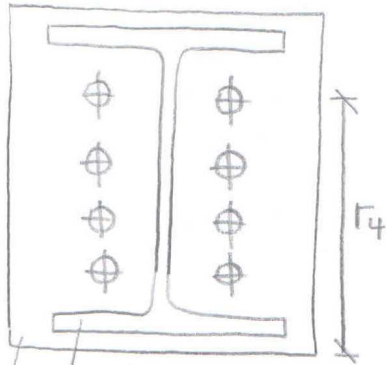
C_{my} [-]	0,484
C_{mLT} [-]	0,716

Součinitelé interakce			
k_{yy} [-]	0,490	≤	0,489
k_{zy} [-]	0,998	≥	0,998

6.61	0,01	0,21	0,22	≤ 1,0
6.62	0,01	0,43	0,44	≤ 1,0

$$M_{Ed} = -160,97 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed} = 61,67 \text{ kN}$$



IPE 450

P20 - 485 x 300

navrženo 8 kusů
šroubů
(1 stříhová rovina)

M20 - $d = 20 \text{ mm}$ $d_o = 22 \text{ mm}$

S235 $\Rightarrow F_u = 360 \text{ MPa}$
(spojený materiál)

$$e_1 = 95 \text{ mm}$$

$$p_1 = 90 \text{ mm}$$

$$e_2 = 90 \text{ mm}$$

$$p_2 = 120 \text{ mm}$$

(splněny min a max
hodnoty)

únosnost 1 šroubu

navrženy vysokopevnostní šrouby M20 8.8
- posuzují nejzdařenější šroub od bodu
překlopení (otáčení)

Posouzení ve stříhu

$$F_{v,Rd} = \frac{\alpha_v \cdot A_s \cdot F_{ub}}{\gamma_{M2}} \quad \alpha_v = 0,6 \text{ (pro třídu 8.8)}$$

$$A_s = 245 \text{ mm}^2 \text{ (pro M20)}$$

$$F_{ub} = 800 \text{ MPa (třída 8.8)}$$

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

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6 \cdot 245 \cdot 800}{1,25} = 94,08 \text{ kN}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{V_{Ed}}{8} = \frac{61,67}{8} = 7,71 \text{ kN}$$

$$F_{v,Ed} = 7,71 \text{ kN} \leq F_{v,Rd} = 94,08 \text{ kN} \text{ vyhovuje}$$

Posouzení v otláčení

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \alpha_b d \cdot t \cdot F_u}{\gamma_{M2}} \quad d = 20 \text{ mm}$$

$$t = 19 \text{ mm}$$

t - nejmenší součet tloušťek otláčených
v jednom směru (19; 20)

$$k_1 = \min\left(2,8 \frac{e_2}{d_o} - 1,7; 1,4 \frac{p_2}{d_o} - 1,7; 2,5\right) =$$

$$= \min\left(2,8 \frac{90}{22} - 1,7; 1,4 \frac{120}{22} - 1,7; 2,5\right) = \min(9,755;$$

$$5,936; 2,5) = 2,5$$

$$\alpha_b = \min\left(1; \frac{F_{ub}}{F_u} \cdot \frac{e_1}{3d_o} \cdot \frac{p_1}{3d_o} - \frac{1}{4}\right) = \min\left(1; \frac{800}{360} \cdot \frac{95}{3 \cdot 22};$$

$$\frac{90}{3 \cdot 22} - \frac{1}{4}\right) = \min(1; 2,222; 1,439; 1,114) = 1,0$$

$$F_{b,Rd} = \frac{2,5 \cdot 1,0 \cdot 20 \cdot 19 \cdot 360}{1,25} = 273,60 \text{ kN}$$

$$F_{b,Ed} = \frac{61,67}{8} = 7,71 \text{ kN} \leq F_{b,Rd} = 273,60 \text{ kN}$$

vyhovuje

Posouzení v tahu

$$F_{M,Ed} = \frac{M_{Ed} \cdot \Gamma_4}{\sum r_i^2} = \frac{160,97 \cdot 10^3 \cdot 390}{2(120^2 + 210^2 + 300^2 + 390^2)} = 104,42 \text{ kN}$$

Pačeni'

-minimální tloušťka čelní desky

$$t_{e,min} = 4,3 \sqrt[3]{\frac{bd^2}{a}} = 4,3 \sqrt[3]{\frac{60 \cdot 20^2}{90}} = 27,7 \text{ mm}$$

=> nastává pačeni' -> zvětšení tahové síly ve šroubu

$$\beta_p = 1 + 0,005 \frac{t_{e,min}^3 - t_e^3}{d^2} = 1 + 0,005 \frac{27,7^3 - 20^3}{20^2} = 1,166$$

$$F'_{M,Ed} = F_{M,Ed} \cdot \beta_p = 104,42 \cdot 1,166 = 121,75 \text{ kN}$$

$$F_{\perp,Ed} = \sqrt{121,75^2 + 7,71^2} = 122,0 \text{ kN}$$

Únosnost 1 šroubu v tahu

$$F_{\perp,Rd} = \frac{k_2 \cdot F_{ub} \cdot A_s}{\beta_{m2}} = \frac{0,9 \cdot 800 \cdot 245}{1,25} = 141,12 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{\perp,Ed}}{F_{\perp,Rd}} = \frac{122,0}{141,12} = 0,86 \leq 1,0 \text{ vyhovuje}$$

Únosnost v protlačení

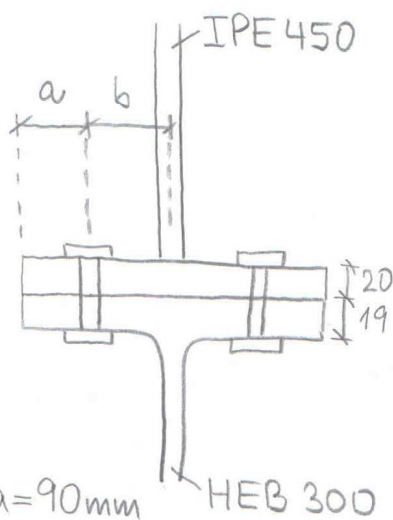
$$B_{p,Rd} = 0,6 \pi \cdot d_m \cdot t_p \cdot \frac{f_u}{\beta_{m2}} = 0,6 \pi \cdot 32,3 \cdot 19 \cdot \frac{360}{1,25}$$

$$= 333,16 \text{ kN} \geq F_{\perp,Ed} = 122,00 \text{ kN} \text{ vyhovuje}$$

Kombinace stříhu a tahu

$$\frac{F_{V,Ed}}{F_{V,Rd}} + \frac{F_{\perp,Ed}}{1,4 F_{\perp,Rd}} = \frac{7,71}{94,08} + \frac{122,0}{1,4 \cdot 141,12} =$$

$$= 0,08 + 0,62 = 0,70 \leq 1,0 \text{ vyhovuje}$$



$a = 90 \text{ mm}$
 $b = 60 \text{ mm}$
 $t_e = 20 \text{ mm}$

$k_2 = 0,9$
 (nezapuštěné šrouby)

$d_m = 32,3 \text{ mm}$
 $t_p = 19 \text{ mm}$

SPOJ RÁMOVÉHO ROHU HLAVNÍ HALY

VYSOKOPEVNOSTNÍ ŠROUB M20

Jakostní třída 8.8	
d [mm]	20
d ₀ [mm]	22
A _s [mm ²]	245
f _{ub} [MPa]	800

SPOJOVANÝ MATERIÁL S235

f _u [MPa]	360
----------------------	-----

ÚNOSNOST VE STŘIHU

f _{ub} [MPa]	800
γ _{M2} [-]	1,25
A [mm ²]	245
α _v [-]	0,6

F _{v,Rd} [kN]	94,08
platí pro 1 stříhovou rovinu	

ÚNOSNOST V OTLAČENÍ

e ₁ [mm]	95	k ₁ [-]	2,500	9,755	5,936	2,5	
p ₁ [mm]	90	d [mm]	20				
e ₂ [mm]	90	t [mm]	19				
p ₂ [mm]	120	α _b [-]	1,000	1,0	2,222	1,439	1,114
d ₀ [mm]	22	γ _{M2} [-]	1,25				

t – nejmenší součet tlouštěk otláčený v jednom směru

F _{b,Rd} [kN]	273,60
pro 1 šroub	

ÚNOSNOST V TAHU

f _{ub} [MPa]	800
γ _{M2} [-]	1,25
A [mm ²]	245
k ₂ [-]	0,9

F _{t,Rd} [kN]	141,12
pro 1 šroub	

ÚNOSNOST V PROTLAČENÍ

f _u [MPa]	360
γ _{M2} [-]	1,25
d _m [mm]	32,3
t _p [mm]	19

B _{p,Rd} [kN]	333,16
pro 1 šroub	

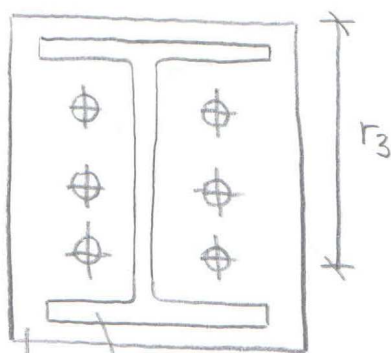
JAN DŮŽIČKA

NAVRH SPOJE RÁMOVÉHO ROHU PŘÍSTAVKU 47

$$M_{Ed} = 50,16 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = -44,19 \text{ kN}$$

(neodpovídá jedné kombinaci)



IPE 240

P14-265x180 mm

navrženo 6 kusů šroubů (1 stříhová rovina)

S 235

$F_u = 360 \text{ MPa}$

(spojený materiál)

M20 - $d = 20 \text{ mm}$
 $d_o = 22 \text{ mm}$

$e_1 = 65 \text{ mm}$

$p_1 = 60 \text{ mm}$

$e_2 = 50 \text{ mm}$

$p_2 = 80 \text{ mm}$

(splněny min a max hodnoty)

navrženy vysoupevnostní šrouby M20 8.8

-posuzují nejvzdálenější šroub od bodu překlopení (otáčeni)

Posouzení ve stříhu

$$F_{V,Ed} = \frac{V_{Ed}}{6} = \frac{44,19}{6} = 7,37 \text{ kN}$$

$$F_{V,Rd} = 94,08 \text{ kN (viz. strana 44)}$$

$$F_{V,Ed} = 7,37 \leq F_{V,Rd} = 94,08 \text{ kN vyhovuje}$$

Posouzení otláčení

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \alpha_b d \cdot t \cdot f_u}{\gamma_{M2}} \quad d = 20 \text{ mm} \quad t = 14 \text{ mm}$$

t - nejmenší součet tlouštěk otláčených v jednom směru (14; 14)

$$k_1 = \min(2,8 \frac{e_2}{d_o} - 1,7; 1,4 \frac{p_2}{d_o} - 1,7; 2,5) =$$

$$= \min(2,8 \frac{50}{22} - 1,7; 1,4 \frac{80}{22} - 1,7; 2,5) = 2,5$$

$$\alpha_b = \min(1; \frac{F_{ub}}{F_u} \cdot \frac{e_1}{3d_o} \cdot \frac{p_1}{3d_o} - \frac{1}{4}) = \min(1; \frac{800}{360} \cdot$$

$$\frac{65}{3 \cdot 22} \cdot \frac{60}{3 \cdot 22} - \frac{1}{4}) = \min(1; 2,222; 0,985; 0,659) = 0,659$$

$$F_{b,Rd} = \frac{2,5 \cdot 0,659 \cdot 20 \cdot 14 \cdot 360}{1,25} = 132,87 \text{ kN}$$

$$F_{b,Ed} = 7,37 \text{ kN} \leq F_{b,Rd} = 132,87 \text{ kN}$$

vyhovuje

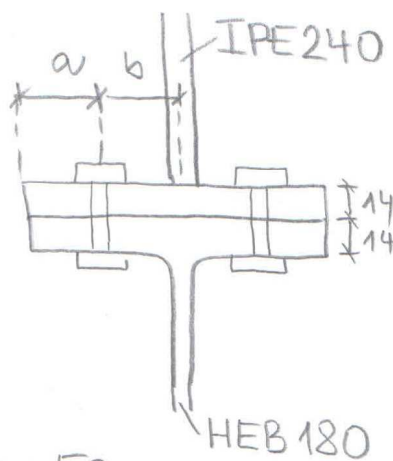
Posouzení v tahu

$$F_{M,Ed} = \frac{M_{Ed} \cdot r_3}{\sum r_i^2} = \frac{50,16 \cdot 10^3 \cdot 185}{2(65^2 + 125^2 + 185^2)} = 85,8 \text{ kN}$$

Páčeni

-minimální tloušťka čelní desky

$$t_{q, \text{min}} = 4,3 \sqrt{\frac{b d^2}{a}} = 4,3 \sqrt{\frac{40 \cdot 20^2}{50}} = 29,4 \text{ mm}$$



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

$$b = 40 \text{ mm}$$

$$t_e = 14 \text{ mm}$$

$$k_2 = 0,9$$

$$F_{ub} = 800 \text{ MPa}$$

$$A_s = 245 \text{ mm}^2$$

$$f_{m2} = 1,25$$

$$d_m = 32,3 \text{ mm}$$

$$t_p = 14 \text{ mm}$$

\Rightarrow nastává páčení \rightarrow zvětšení tahové síly šroubů

$$f_{ep} = 1 + 0,005 \frac{t_{e, \text{min}}^3 - t_e^3}{d^2} = 1 + 0,005 \frac{29,4^3 - 14^3}{20^2} = 1,283$$

$$F'_{M,Ed} = F_{M,Ed} \cdot f_{ep} = 85,8 \cdot 1,283 = 110,1 \text{ kN}$$

$$F_{t,Ed} = \sqrt{110,1^2 + 7,37^2} = 110,35 \text{ kN}$$

Únosnost 1 šroubu v tahu

$$F_{t,Rd} = \frac{k_2 F_{ub} \cdot A_s}{f_{m2}} = \frac{0,9 \cdot 800 \cdot 245}{1,25} = 141,12 \text{ kN}$$

$$F_{t,Ed} = 110,35 \text{ kN} \leq F_{t,Rd} = 141,12 \text{ kN}$$

Únosnost v protlačení

$$B_{p,Rd} = 0,6 \pi d_m \cdot t_p \cdot \frac{F_u}{f_{m2}} = 0,6 \cdot \pi \cdot 32,3 \cdot 14 \cdot \frac{360}{1,25} = 245,48 \text{ kN} \geq F_{t,Ed} = 110,35 \text{ kN}$$

Kombinace sřihu a tahu

$$\frac{F_{V,Ed}}{F_{V,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1,4 F_{t,Rd}} = \frac{7,37}{94,08} + \frac{110,35}{1,4 \cdot 141,12} = 0,08 + 0,56 = 0,64 \leq 1,0 \text{ vyhovuje}$$

SPOJ RÁMOVÉHO ROHU PŘÍSTAVKU

VYSOKOPEVNOSTNÍ ŠROUB M20

Jakostní třída 8.8	
d [mm]	20
d ₀ [mm]	22
A _s [mm ²]	245
f _{ub} [MPa]	800

SPOJOVANÝ MATERIÁL S235

f _u [MPa]	360
----------------------	-----

ÚNOSNOST VE STŘIHU

f _{ub} [MPa]	800
γ _{M2} [-]	1,25
A [mm ²]	245
α _v [-]	0,6

F _{v,Rd} [kN]	94,08
platí pro 1 stříhovou rovinu	

ÚNOSNOST V OTLAČENÍ

e ₁ [mm]	65	k ₁ [-]	2,500	4,664	3,391	2,5	
p ₁ [mm]	60	d [mm]	20				
e ₂ [mm]	50	t [mm]	14				
p ₂ [mm]	80	α _b [-]	0,659	1,0	2,222	0,985	0,659
d ₀ [mm]	22	γ _{M2} [-]	1,25				

t – nejmenší součet tlouštěk otláčený v jednom směru

F _{b,Rd} [kN]	132,87
pro 1 šroub	

ÚNOSNOST V TAHU

f _{ub} [MPa]	800
γ _{M2} [-]	1,25
A [mm ²]	245
k ₂ [-]	0,9

F _{t,Rd} [kN]	141,12
pro 1 šroub	

ÚNOSNOST V PROTLAČENÍ

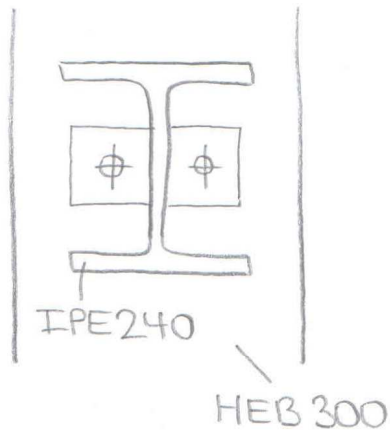
f _u [MPa]	360
γ _{M2} [-]	1,25
d _m [mm]	32,3
t _p [mm]	14

B _{p,Rd} [kN]	245,48
pro 1 šroub	

JAN RUŽIČKA

KLOUBOVÝ SPOJ HLAVNÍ HALY A PŘÍSTAVKU 50

$$V_{Ed} = 40,50 \text{ kN}$$



navrženy 2 šrouby

M16 - $d = 16 \text{ mm}$
 $d_o = 18 \text{ mm}$

$F_u = 360 \text{ MPa}$

$e_1 = 30 \text{ mm}$

$p_1 = 0$ (není)

$e_2 = 30 \text{ mm}$

$p_2 = 80 \text{ mm}$

(splněny min a max hodnoty)

navrženy šrouby M16 5.6

Posouzení ve stříhu

$$F_{v,Rd} = \frac{\alpha_v A_s \cdot f_{ub}}{\gamma_{M2}} \quad \alpha_v = 0,6 \text{ (pro třída 5.6)}$$

$$A_s = 157 \text{ mm}^2 \text{ (pro M16)}$$

$$f_{ub} = 500 \text{ MPa (třída 5.6)}$$

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

$$F_{v,Rd} = \frac{0,6 \cdot 157 \cdot 500}{1,25} = 37,68 \text{ kN}$$

(1 stříhová rovina)

$$F_{v,Ed} = \frac{V_{Ed}}{2} = \frac{40,50}{2} = 20,25 \text{ kN}$$

$$F_{v,Ed} = 20,25 \text{ kN} \leq F_{v,Rd} = 37,68 \text{ kN}$$

vyhovuje

Posouzení v otačení

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \alpha_b \cdot d \cdot t \cdot f_u}{\gamma_{M2}} \quad d = 16 \text{ mm}$$

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

t - nejmenší součet tlouštěk otačených v jednom směru (10; 19)

$$k_1 = \min\left(2,8 \frac{e_2}{d_o} - 1,7; 1,4 \frac{p_2}{d_o} - 1,7; 2,5\right) =$$

$$= \min\left(2,8 \frac{30}{18} - 1,7; 1,4 \frac{80}{18} - 1,7; 2,5\right) = \min(2,967; 4,522; 2,5) = 2,5$$

$$\alpha_b = \min\left(1; \frac{F_{ub}}{f_u}; \frac{e_1}{3d_o}\right) = \min\left(1; \frac{500}{360}; \frac{30}{3 \cdot 18}\right) =$$

$$= \min(1; 1,389; 0,556) = 0,556$$

$$F_{b,Rd} = \frac{2,5 \cdot 0,556 \cdot 16 \cdot 10 \cdot 360}{1,25} = 64,0 \text{ kN}$$

$$F_{b,Ed} = 20,25 \text{ kN} \leq F_{b,Rd} = 64,0 \text{ kN}$$

vyhovuje

tloušťka čelní
desky $t = 10 \text{ mm}$

L - délka svaru
 $L = 60 \text{ mm}$

$$\beta_w = 0,8$$

$$f_{t2} = 1,25$$

Svar čelní desky a příčle

- účinná tloušťka svaru $a = 4 \text{ mm}$

$$\sigma_{II} = \frac{V \cdot d}{a \cdot L \cdot 2} = \frac{40,5 \cdot 10^3}{0,004 \cdot 0,06 \cdot 2} = 84,38 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{3 \sigma_{II}^2} \leq \frac{F_u}{\beta_w \cdot f_{t2}}$$

$$\sqrt{3 \cdot 84,38^2} \leq \frac{360}{0,8 \cdot 1,25}$$

$$146,15 \text{ MPa} \leq 360 \text{ MPa} \quad \text{vyhovuje}$$

KLOUBOVÝ SPOJ HLAVNÍ HALY A PŘÍSTAVKU

VYSOKOPEVNOSTNÍ ŠROUB M16

Jakostní třída 5.6	
d [mm]	16
d ₀ [mm]	18
A _s [mm ²]	157
f _{ub} [MPa]	500

SPOJOVANÝ MATERIÁL S235

f _u [MPa]	360
----------------------	-----

ÚNOSNOST VE STŘIHU

f _{ub} [MPa]	500
γ _{M2} [-]	1,25
A [mm ²]	157
α _v [-]	0,6

F _{v,Rd} [kN]	37,68
platí pro 1 stříhovou rovinu	

ÚNOSNOST V OTLAČENÍ

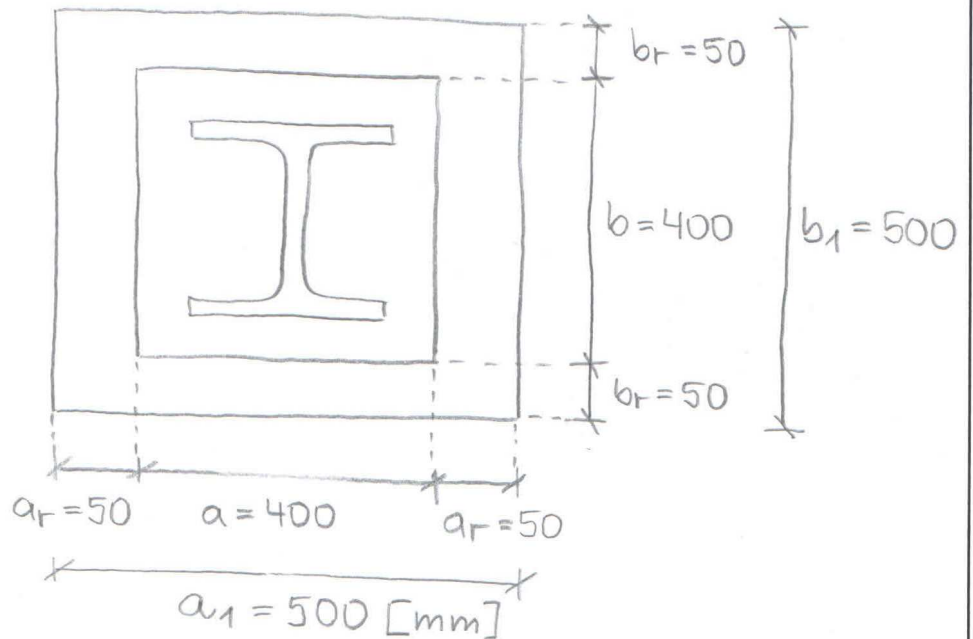
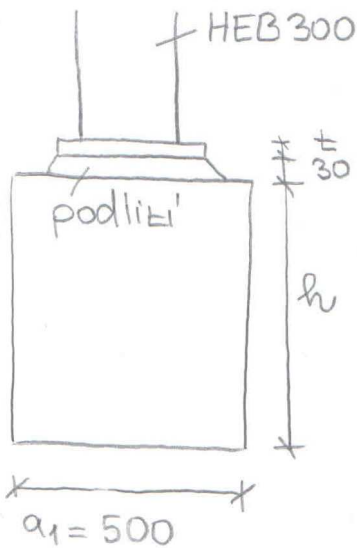
e ₁ [mm]	30	k ₁ [-]	2,500	2,967	4,522	2,5
p ₁ [mm]	0	d [mm]	16			
e ₂ [mm]	30	t [mm]	10			
p ₂ [mm]	80	α _b [-]	0,556	1,0	1,389	0,556
d ₀ [mm]	18	γ _{M2} [-]	1,25			

t – nejmenší součet tlouštěk otláčený v jednom směru

F _{b,Rd} [kN]	64,00
pro 1 šroub	

Sloup HEB 300
 $N_{Ed} = 143,48 \text{ kN}$

Kloubová patka, centricky tlačena
 Půdorys



$h = 800 \text{ mm}$
 (výška patky)
 $t = 10 \text{ mm}$
 (tloušťka patního plechu)

$$a_1 = b_1 = \min \left\{ \begin{array}{l} a + 2a_r \\ 5a \\ a + h \\ 5b_1 \end{array} \right\} = \min \left\{ \begin{array}{l} 400 + 2 \cdot 50 \\ 5 \cdot 400 \\ 400 + 800 \\ 5 \cdot 500 \end{array} \right\} =$$

$$= \min \left\{ \begin{array}{l} 500 \\ 2000 \\ 1200 \\ 2500 \end{array} \right\} = 500 \text{ mm}$$

$a_1 = b_1 = 500 \text{ mm} \geq a = b = 400 \text{ mm}$ splněno

Součinitel koncentrace

$$k_j = \sqrt{\frac{a_1 b_1}{a \cdot b}} = \sqrt{\frac{500 \cdot 500}{400 \cdot 400}} = 1,25$$

Návrhová pevnost betonu v tlaku

$$f_j = \frac{0,67 \cdot k_j \cdot f_{ck}}{\gamma_{ec}} = \frac{0,67 \cdot 1,25 \cdot 12}{1,5} = 6,7 \text{ MPa}$$

Prěsah desky

$$c = t \sqrt{\frac{f_y}{3 f_j \gamma_{eno}}} = 10 \sqrt{\frac{235}{3 \cdot 6,7 \cdot 1}} \approx 35 \text{ mm}$$

Beton C12/15

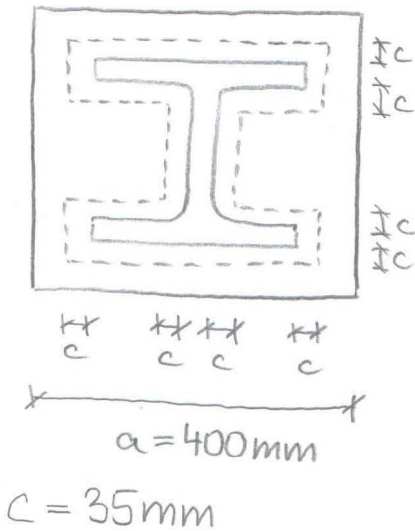
$f_{ck} = 12 \text{ MPa}$

$\gamma_{ec} = 1,5$

Ocel S235

$f_y = 235 \text{ MPa}$

$\gamma_{eno} = 1,0$



$h_c = 300 \text{ mm}$ (výška průřezu)

$b_c = 300 \text{ mm}$ (šířka průřezu)

$t_w = 11 \text{ mm}$ (tloušťka stojiny průřezu)

$t_f = 19 \text{ mm}$ (tloušťka pásnice průřezu)

Účinná plocha patního plechu

$$A_{eff} = \min(b; b_c + 2c) \cdot \min(a; h_c + 2c) - \max[\min(b; b_c + 2c) - t_w - 2c; 0] \cdot \max[h_c - 2t_f - 2c; 0]$$

$$= (300 + 2 \cdot 35)(300 + 2 \cdot 35) - (300 + 2 \cdot 35 - 11 - 2 \cdot 35) \cdot (300 - 2 \cdot 19 - 2 \cdot 35) = 370 \cdot 370 - 289 \cdot 192 = 81412 \text{ mm}^2$$

Návrhová únosnost centricky tlačené patky

$N_{rd} = A_{eff} \cdot f_j = 81412 \cdot 6,7 = 545,46 \text{ kN}$

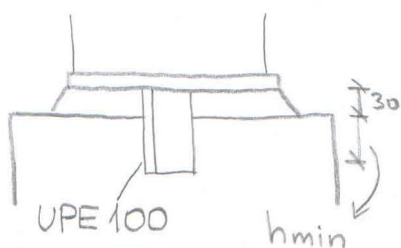
$N_{Ed} = 143,48 \text{ kN}$

$\frac{N_{Ed}}{N_{rd}} = \frac{143,48}{545,46} = 0,26 \leq 1,00$ vyhovuje

$V_{Ed} = 29,88 \text{ kN}$

C 12/15

$f_{cd} = 8 \text{ MPa}$



Zachycení posouvající síly

S předpokladem rovnoměrného napětí počasí zarděky zachytíme posouvající sílu úpalkem UPE 100.

Úpalek profilu UPE 100

$h_{min} = \frac{V_{Ed}}{2 \cdot f_{cd}} = \frac{29,88 \cdot 10^3}{0,1 \cdot 8 \cdot 10^6} \approx 38 \text{ mm}$

$h = 30 + h_{min} = 30 + 38 = 68 \text{ mm}$

$$N_{Ed} = 37,87 \text{ kN}$$

$$k_2 = 0,9$$

$$A_s = 157 \text{ mm}^2$$

$$F_{ub} = 500 \text{ MPa}$$

$$f_{en2} = 1,25$$

Zachycení tahové síly v patce
Konstrukčně navrženy předem osazené
šrouby $\phi 16$ jakosti 5.6

Únosnost v tahu

$$N_{t,Rd} = \frac{k_2 \cdot F_{ub} \cdot A_s}{f_{en2}} = \frac{0,9 \cdot 500 \cdot 157}{1,25} = 56,5 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} = 37,87 \leq N_{Rd} = 2 \cdot 56,5 = 113,0 \text{ kN}$$

vyhovuje

SKLADOVACÍ HALA S PŘÍSTAVKEM

3. STATICKÝ VÝPOČET A POSOUZENÍ HLAVNÍCH NOSNÝCH PRVKŮ
PROGRAMEM SCIA ENGINEER 2012

OBSAH

- 1) ZATĚŽOVACÍ STAVY
- 2) SKUPINY ZATÍŽENÍ
- 3) KOMBINACE
- 4) SKUPINY VÝSLEDKŮ

VNITŘNÍ SÍLY

- 5) SLOUPY HLAVNÍ HALY
- 6) PŘÍČLE HLAVNÍ HALY
- 7) VAZNICE HLAVNÍ HALY
- 8) VAZNICE PŘÍSTAVKU
- 9) SLOUPY PŘÍSTAVKU
- 10) PŘÍČLE PŘÍSTAVKU
- 11) ČELNÍ SLOUPY
- 12) PAŽDÍK 6m
- 13) PAŽDÍK 3m
- 14) ZTUŽIDLA

DEFORMACE

- 15) SLOUPY HLAVNÍ HALY – LOKÁLNÍ
- 16) PŘÍČLE HLAVNÍ HALY – LOKÁLNÍ
- 17) VRCHOL PŘÍČLE HLAVNÍ HALY – GLOBÁLNÍ
- 18) RÁMOVÝ ROH HLAVNÍ HALY – GLOBÁLNÍ

REAKCE

- 19) SLOUPY HLAVNÍ HALY
- 20) SLOUPY PŘÍSTAVKU
- 21) ČELNÍ SLOUPY

VIZUALIZACE

- 22) POHLED ČELNÍ
- 23) POHLED BOČNÍ
- 24) PŮDORYS KONSTRUKCE

- 25) MODEL KONSTRUKCE – AXONOMETRIE
- 26) MEZILEHLÁ PŘÍČNÁ VAZBA
- 27) SLOUPY HLAVNÍ HALY
- 28) PŘÍČLE HLAVNÍ HALY
- 29) SLOUPY PŘÍSTAVKU
- 30) PŘÍČLE PŘÍSTAVKU
- 31) ČELNÍ SLOUPY
- 32) VAZNICE HLAVNÍ HALY
- 33) VAZNICE PŘÍSTAVKU
- 34) PAŽDÍK 6m
- 35) PAŽDÍK 3m
- 36) ZTUŽIDLA

POSUDKY

- 37) SLOUPY HLAVNÍ HALY
- 38) PŘÍČLE HLAVNÍ HALY
- 39) SLOUPY PŘÍSTAVKU
- 40) PŘÍČLE PŘÍSTAVKU
- 41) ČELNÍ SLOUPY
- 42) PAŽDÍK 6m
- 43) PAŽDÍK 3m

1. ZATĚŽOVACÍ STAVY

Jméno	Popis	Typ působení	Skupina zatížení	Typ zatížení	Spec	Směr	Řídící zat. stav
LC10	Vítr -X	Nahodilé	LG3	Statické	Statický vítr		Žádný
LC9	Vítr +X	Nahodilé	LG3	Statické	Statický vítr		Žádný
LC8	Vítr +Y	Nahodilé	LG3	Statické	Statický vítr		Žádný
LC7	Sníh přístavek	Nahodilé	LG4	Statické	Sníh		Žádný
LC6	Sníh levý	Nahodilé	LG2	Statické	Sníh		Žádný
LC5	Sníh pravý	Nahodilé	LG2	Statické	Sníh		Žádný
LC4	Sníh plný	Nahodilé	LG2	Statické	Sníh		Žádný
LC3	Stěnový plášť	Stálé	LG1	Standard			
LC2	Střešní plášť	Stálé	LG1	Standard			
LC1	Vlastní tíha	Stálé	LG1	Vlastní tíha		-Z	

2. SKUPINY ZATÍŽENÍ

Jméno	Zatížení	Vztah	Typ
LG1	Stálé		
LG2	Nahodilé	Výběrová	Sníh
LG3	Nahodilé	Výběrová	Vítr
LG4	Nahodilé	Výběrová	Sníh

3. KOMBINACE

Jméno	Popis	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
Typ B	6.10b	Obálka - únosnost	LC1 - Vlastní tíha LC2 - Střešní plášť LC4 - Sníh plný LC5 - Sníh pravý LC6 - Sníh levý LC8 - Vítr +Y LC9 - Vítr +X LC10 - Vítr -X LC3 - Stěnový plášť LC7 - Sníh přístavek	1,15 1,15 1,50 1,50 1,50 1,50 1,50 1,50 1,15 1,50
MSÚ		EN-MSÚ (STR/GEO) Sada B	LC1 - Vlastní tíha LC2 - Střešní plášť LC4 - Sníh plný LC5 - Sníh pravý LC6 - Sníh levý LC8 - Vítr +Y LC9 - Vítr +X LC10 - Vítr -X LC3 - Stěnový plášť LC7 - Sníh přístavek	1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00
MSP		Obálka - použitelnost	LC1 - Vlastní tíha LC2 - Střešní plášť LC4 - Sníh plný LC5 - Sníh pravý LC6 - Sníh levý LC8 - Vítr +Y LC9 - Vítr +X LC10 - Vítr -X LC3 - Stěnový plášť LC7 - Sníh přístavek	1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00

4. SKUPINY VÝSLEDKŮ

Jméno	Výpis
Všechny MSU	Typ B - Obálka - únosnost MSÚ - EN-MSÚ (STR/GEO) Sada B

5. SLOUPY HLAVNÍ HALY – VNITŘNÍ SÍLY

Lineární výpočet, Extrém : Globální, Systém : Hlavní
Výběr : Vše
Kombinace : Typ B
Průřez : Sloup H - HEB300

Prvek	Stav	dx [m]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B34	Typ B/3	0,000	-143,48	-0,03	13,13	0,00	0,00	0,00
B43	Typ B/7	8,000	23,56	0,00	-2,67	0,00	105,76	0,00
B7	Typ B/8	3,333	-5,02	-5,05	-1,40	0,24	0,12	3,12
B7	Typ B/9	3,333	15,32	5,68	-1,16	0,06	1,17	-1,47
B31	Typ B/5	0,000	-59,54	-0,04	-27,84	0,00	0,00	0,00
B43	Typ B/7	0,000	0,82	0,00	29,88	0,00	0,00	0,00
B7	Typ B/10	5,600	-39,94	4,17	8,60	-1,05	-6,30	-7,32
B22	Typ B/10	5,600	-39,90	-3,65	8,56	1,15	-6,15	6,96
B43	Typ B/1	8,000	-45,70	0,00	-12,20	0,00	-161,02	0,00
B46	Typ B/11	8,000	-45,67	0,01	13,97	0,00	162,69	0,00
B7	Typ B/11	6,000	-24,52	4,67	6,86	0,06	-2,52	-7,84
B22	Typ B/11	6,000	-24,56	-4,69	6,77	-0,07	-2,39	7,70

6. PŘÍČLE HLAVNÍ HALY – VNITŘNÍ SÍLY

Lineární výpočet, Extrém : Globální, Systém : Hlavní
Výběr : Vše
Kombinace : Typ B
Průřez : Příčel H - IPE450

Prvek	Stav	dx [m]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B27	Typ B/10	3,015	-38,92	-2,10	-6,50	0,01	53,45	-0,95
B26	Typ B/2	9,045	44,14	-0,37	2,58	0,02	3,78	-0,91
B27	Typ B/7	0,000	-14,34	-6,60	3,67	0,20	-27,25	14,60
B63	Typ B/7	0,000	-14,32	6,64	3,66	-0,19	-27,19	-14,52
B33	Typ B/12	9,045	-23,94	0,03	-59,27	0,01	-136,88	0,02
N370	Typ B/3	0,000	-25,99	0,00	61,67	0,00	-160,97	0,00
B57	Typ B/13	0,000	-5,85	3,31	-11,07	-0,54	47,33	-9,67
B33	Typ B/13	0,000	-5,86	-3,31	-11,08	0,54	47,33	9,67
B45	Typ B/11	9,045	-17,96	-0,01	-41,45	0,00	-162,84	0,00
B33	Typ B/12	0,000	-18,25	0,21	-3,01	-0,04	143,26	-0,46

7. VAZNICE HLAVNÍ HALY – NORMÁLOVÉ SÍLY

Lineární výpočet, Extrém : Globální, Systém : Hlavní
Výběr : Vše
Kombinace : Typ B
Průřez : Vaznice H - Za studena tvarovaný U profil (162; 55; 4; 3)

Prvek	Stav	dx [m]	N [kN]
B363	Typ B/19	0,000	-4,66
B386	Typ B/1	0,000	16,99

8. VAZNICE PŘÍSTAVKU – NORMÁLOVÉ SÍLY

Lineární výpočet, Extrém : Globální, Systém : Hlavní
Výběr : Vše
Kombinace : Typ B
Průřez : Vaznice P - IPE160

Prvek	Stav	dx [m]	N [kN]
B459	Typ B/3	3,000	-21,50
B428	Typ B/12	0,000	16,22

9. SLOUPY PŘÍSTAVKU – VNITŘNÍ SÍLY

Lineární výpočet, Extrém : Globální, Systém : Hlavní
Výběr : Vše
Kombinace : Typ B
Průřez : Sloup P - HEB180

Prvek	Stav	dx [m]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B36	Typ B/3	0,000	-61,09	0,00	7,82	0,00	0,00	0,00
B14	Typ B/14	1,667	22,27	-1,34	-0,43	0,00	-0,73	-2,23
B66	Typ B/15	1,667	-1,84	-2,28	1,19	0,05	-14,25	2,14
B9	Typ B/9	3,333	0,29	1,89	-0,60	-0,06	0,43	-1,78
B30	Typ B/2	3,333	3,66	0,32	-14,60	-0,05	14,32	-0,30
B66	Typ B/1	3,333	-39,53	0,05	18,09	0,01	10,53	-0,31
B14	Typ B/11	0,000	-32,11	-0,63	-0,09	-0,10	0,05	-0,10
B66	Typ B/4	3,333	-49,92	-1,05	7,87	0,07	27,36	1,05
B48	Typ B/16	3,333	3,66	-0,01	-3,43	0,00	-27,66	-0,01
B48	Typ B/6	5,000	-38,26	0,00	5,00	0,00	50,06	0,00
B14	Typ B/16	1,667	22,08	-1,60	-0,53	0,00	-0,90	-2,65
B9	Typ B/16	1,667	21,17	1,62	-0,48	-0,01	-0,84	2,66

10. PŘÍČLE PŘÍSTAVKU – VNITŘNÍ SÍLY

Lineární výpočet, Extrém : Globální, Systém : Hlavní
Výběr : Vše
Kombinace : Typ B
Průřez : Příčel P - IPE240

Prvek	Stav	dx [m]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B65	Typ B/1	6,030	-22,65	-1,29	-37,62	-0,08	-40,74	-1,11
B29	Typ B/2	2,412	15,21	-0,41	1,84	0,03	1,07	0,48
B12	Typ B/1	3,015	8,25	-4,76	9,90	0,07	-6,81	3,01
B15	Typ B/1	3,015	8,28	4,74	10,46	-0,08	-7,08	-3,03
B29	Typ B/3	6,030	-17,72	-0,78	-44,19	-0,09	-44,03	-0,28
B47	Typ B/4	0,000	-2,72	0,00	40,50	0,00	0,00	0,00
B12	Typ B/3	4,824	2,52	-1,53	-4,43	-0,20	3,18	1,46
B15	Typ B/5	4,824	2,87	1,67	-3,15	0,23	2,38	-1,50
B47	Typ B/6	6,030	-8,27	0,00	-35,02	0,00	-50,16	0,00
B47	Typ B/4	2,412	-7,86	0,00	-10,76	0,00	64,39	0,00
B15	Typ B/1	3,015	10,10	-2,99	-15,33	0,04	-7,09	-3,25
B12	Typ B/1	3,015	9,51	3,00	-15,24	-0,05	-6,84	3,25

11. ČELNÍ SLOUPY – VNITŘNÍ SÍLY

Lineární výpočet, Extrém : Globální, Systém : Hlavní
Výběr : Vše
Kombinace : Typ B
Průřez : Čelní sloup - IPE200

Prvek	Stav	dx [m]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B13	Typ B/17	0,000	-52,89	-0,01	8,40	0,01	0,01	0,00
B21	Typ B/7	2,000	34,62	0,03	10,29	-0,01	20,58	0,05
B2	Typ B/17	6,000	-0,25	-0,11	5,68	-0,01	-13,06	0,07
B8	Typ B/6	3,333	-20,22	0,21	3,63	0,00	-7,14	-0,11
B2	Typ B/11	0,000	-46,32	0,00	-12,70	-0,03	0,02	0,00
B17	Typ B/11	0,000	-46,28	0,00	12,68	0,02	-0,01	0,00

Prvek	Stav	dx [m]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B2	Typ B/18	0,000	-36,79	0,00	-12,70	-0,03	0,02	0,00
B13	Typ B/18	0,000	-7,09	0,03	3,04	0,06	0,04	0,00
B2	Typ B/10	4,000	-9,59	0,03	2,35	0,00	-32,74	-0,01
B17	Typ B/10	4,000	-9,55	0,03	-2,37	0,00	32,77	-0,01
B2	Typ B/17	8,300	0,33	-0,11	5,68	-0,01	0,00	-0,18
B8	Typ B/6	5,300	-19,73	0,21	3,63	0,00	0,00	0,30

12. PAŽDÍK 6m – VNITŘNÍ SÍLY

Lineární výpočet, Extrém : Globální, Systém : Hlavní

Výběr : Vše

Kombinace : Typ B

Průřez : Paždík 6m - UPE200

Prvek	Stav	dx [m]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B115	Typ B/9	0,000	-2,87	-1,50	8,32	-0,05	0,00	1,20
B122	Typ B/3	0,000	8,79	-1,96	0,00	0,00	0,00	1,97
B94	Typ B/13	0,000	5,99	-2,09	2,26	-0,01	0,00	2,22
B109	Typ B/13	6,000	5,91	2,09	-2,26	0,01	0,00	2,22
B69	Typ B/5	0,000	0,80	-2,01	-9,67	0,00	0,00	1,96
B115	Typ B/5	0,000	-2,38	-1,54	8,39	-0,05	0,00	1,28
B116	Typ B/19	3,000	2,58	-0,34	-0,42	0,05	11,21	-0,44
B69	Typ B/2	3,000	0,31	0,04	0,56	0,00	-13,65	-1,02
B115	Typ B/5	3,000	-2,38	0,42	-0,14	-0,05	12,37	-0,40
B92	Typ B/17	3,000	1,62	0,01	0,00	0,00	0,00	-1,04

13. PAŽDÍK 3m – VNITŘNÍ SÍLY

Lineární výpočet, Extrém : Globální, Systém : Hlavní

Výběr : Vše

Kombinace : Typ B

Průřez : Paždík 3m - UPE100

Prvek	Stav	dx [m]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B159	Typ B/2	0,000	-2,92	-0,84	-2,98	0,00	0,00	0,43
B190	Typ B/10	0,000	7,45	-0,75	-0,28	0,00	0,00	0,34
B175	Typ B/17	0,000	6,93	-0,91	-3,33	0,00	0,00	0,51
B156	Typ B/13	3,000	6,12	0,90	-3,82	0,00	0,00	0,49
B149	Typ B/10	3,000	1,79	0,88	5,46	0,01	0,00	0,51
B171	Typ B/10	3,000	1,85	0,88	5,46	-0,01	0,00	0,51
B147	Typ B/18	0,000	3,65	-0,85	5,12	-0,01	0,00	0,47
B169	Typ B/18	0,000	3,51	-0,85	5,12	0,01	0,00	0,47
B171	Typ B/20	1,500	1,67	0,08	-0,04	-0,01	-4,03	-0,20
B149	Typ B/21	1,500	1,70	0,07	0,04	0,01	4,03	-0,20
B156	Typ B/8	1,500	6,93	-0,02	0,00	0,00	2,86	-0,22
B162	Typ B/13	3,000	3,93	0,89	-3,42	0,01	0,00	0,52

14. ZTUŽIDLA – VNITŘNÍ SÍLY

Lineární výpočet, Extrém : Globální, Systém : Hlavní

Výběr : Vše

Kombinace : Typ B

Průřez : Ztužidla - L50X5

Prvek	Stav	dx [m]	N [kN]
B511	Typ B/13	0,000	-21,98
B214	Typ B/11	0,000	25,31

15. SLOUPY HLAVNÍ HALY – LOKÁLNÍ DEFORMACE

Lineární výpočet, Extrém : Globální, Systém : Hlavní
Výběr : Vše
Kombinace : MSP
Průřez : Sloup H - HEB300

Stav	Prvek	dx [m]	ux [mm]	uy [mm]	uz [mm]
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Student</i>					
MSP/22	B64	8,000	-0,2	0,0	-3,0
MSP/23	B7	8,000	0,0	1,6	0,1
MSP/24	B1	8,000	-0,1	-1,0	1,6
MSP/25	B28	8,000	-0,2	1,7	-1,2
MSP/26	B46	8,000	-0,1	0,0	-53,2
MSP/27	B43	8,000	-0,1	0,0	53,2

16. PŘÍČLE HLAVNÍ HALY – LOKÁLNÍ DEFORMACE

Lineární výpočet, Extrém : Globální, Systém : Hlavní
Výběr : Vše
Kombinace : MSP
Průřez : Příčel H - IPE450

Stav	Prvek	dx [m]	ux [mm]	uy [mm]	uz [mm]
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Student</i>					
MSP/27	N370	9,045	-53,0	0,0	-11,9
MSP/26	B45	0,000	53,0	0,0	-10,6
MSP/22	B63	0,754	3,1	-5,4	-38,5
MSP/28	B11	0,754	-0,2	6,5	-0,1
MSP/22	B45	0,377	-7,9	0,0	-42,1
MSP/29	B45	4,146	49,5	0,0	11,5

17. VRCHOL PŘÍČLE HLAVNÍ HALY – GLOBÁLNÍ DEFORMACE

Lineární výpočet, Extrém : Globální
Výběr : N19,N35,N43,N51,N59,N67,N75,N83,N91
Kombinace : MSP

Uzel	Stav	Ux [mm]	Uy [mm]	Uz [mm]
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Student</i>				
N67	MSP/27	-51,6	0,0	-17,1
N67	MSP/26	51,6	0,0	-15,9
N35	MSP/30	-0,2	-4,8	-0,2
N19	MSP/28	-0,2	6,0	-0,1
N59	MSP/30	-3,0	0,1	-41,7
N43	MSP/31	2,1	-2,3	4,6

18. RÁMOVÝ ROH HLAVNÍ HALY – GLOBÁLNÍ DEFORMACE

Lineární výpočet, Extrém : Globální
Výběr : N2,N14,N25,N34,N42,N44,N50,N52,N58,N60,N66,N68,N74,N76,N82,N84,N90,N92
Kombinace : MSP

Uzel	Stav	Ux [mm]	Uy [mm]	Uz [mm]
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Student</i>				
N66	MSP/27	-53,2	0,0	-0,1
N68	MSP/26	53,2	0,0	-0,1
N2	MSP/24	-1,6	-1,0	-0,1
N44	MSP/25	1,2	1,7	-0,2
N92	MSP/22	3,0	0,0	-0,2
N14	MSP/23	-0,1	1,6	0,0

19. SLOUPY HLAVNÍ HALY – REAKCE

Lineární výpočet, Extrém : Globální
Výběr : Sn1,Sn7,Sn11,Sn12,Sn14,Sn16,Sn18,Sn20,Sn22,Sn24,Sn32..Sn39
Kombinace : Typ B

Podpora	Stav	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*</i>				
Sn36/N65	Typ B/7	-29,88	0,00	-0,82
Sn38/N49	Typ B/5	27,84	-0,04	59,54
Sn11/N45	Typ B/5	-12,23	-16,15	135,34
Sn39/N41	Typ B/10	-7,01	9,77	39,64
Sn32/N24	Typ B/7	-17,14	-6,09	-26,80
Sn12/N53	Typ B/3	-13,13	-0,03	143,48

20. SLOUPY PŘÍSTAVKU – REAKCE

Lineární výpočet, Extrém : Globální
Výběr : Sn9, Sn10, Sn13, Sn15, Sn17, Sn19, Sn21, Sn23, Sn26
Kombinace : Typ B

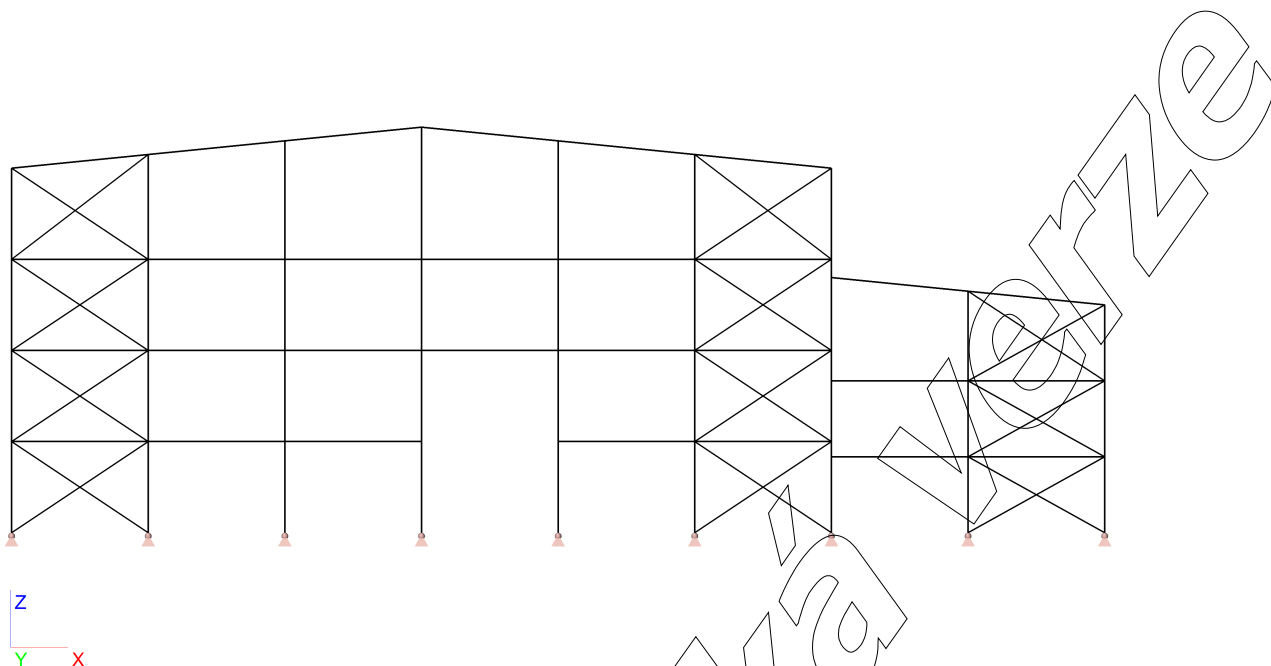
Podpora	Stav	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*</i>				
Sn10/N48	Typ B/5	-17,18	-6,68	51,07
Sn17/N72	Typ B/16	13,61	0,00	2,18
Sn9/N17	Typ B/16	10,38	4,99	-23,64
Sn26/N38	Typ B/14	10,17	-3,94	-25,08
Sn10/N48	Typ B/3	-8,36	-4,22	62,27

21. ČELNÍ SLOUPY – REAKCE

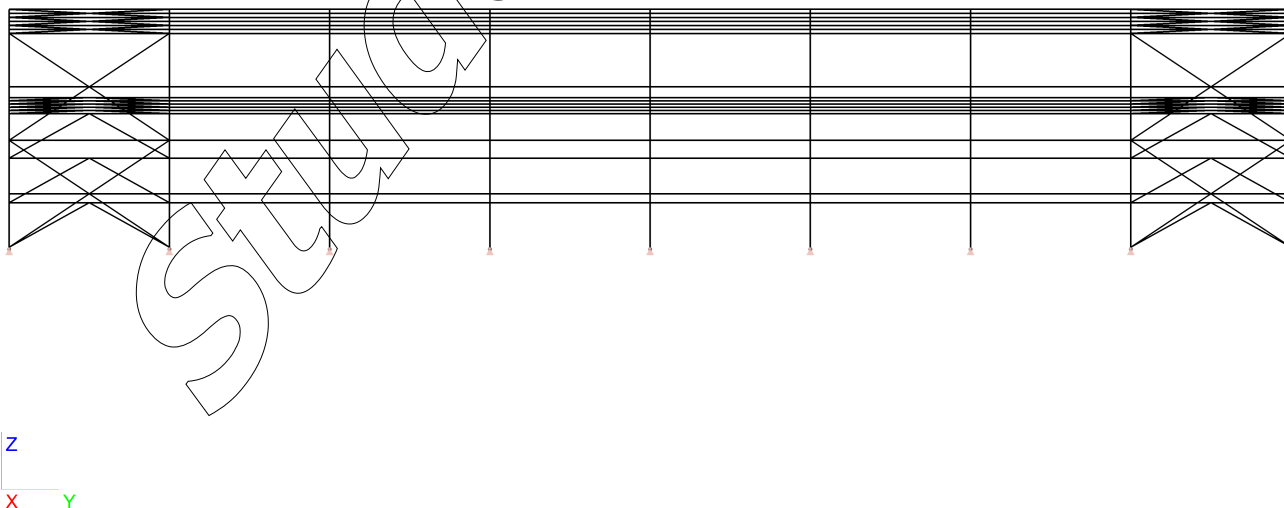
Lineární výpočet, Extrém : Globální
Výběr : Sn2..Sn6, Sn8, Sn25, Sn27..Sn31
Kombinace : Typ B

Podpora	Stav	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*</i>				
Sn2/N3	Typ B/13	-18,25	12,71	61,08
Sn8/N15	Typ B/17	14,53	8,46	60,40
Sn31/N26	Typ B/11	-17,73	-12,68	58,18
Sn2/N3	Typ B/11	-17,80	12,71	58,26
Sn6/N11	Typ B/7	-5,95	10,31	-37,87

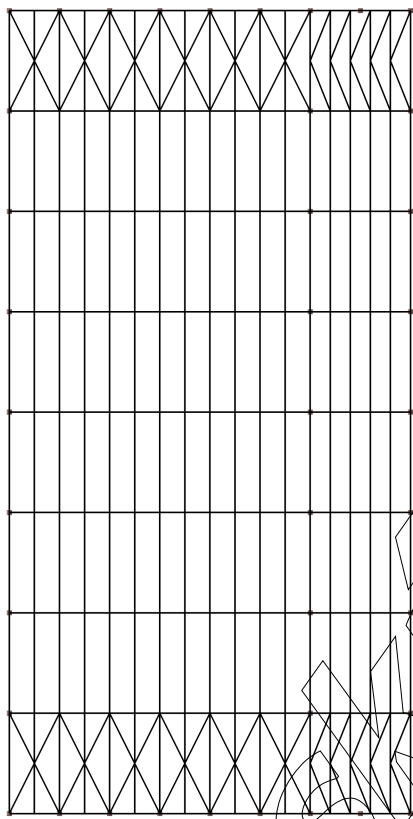
22. POHLED ČELNÍ



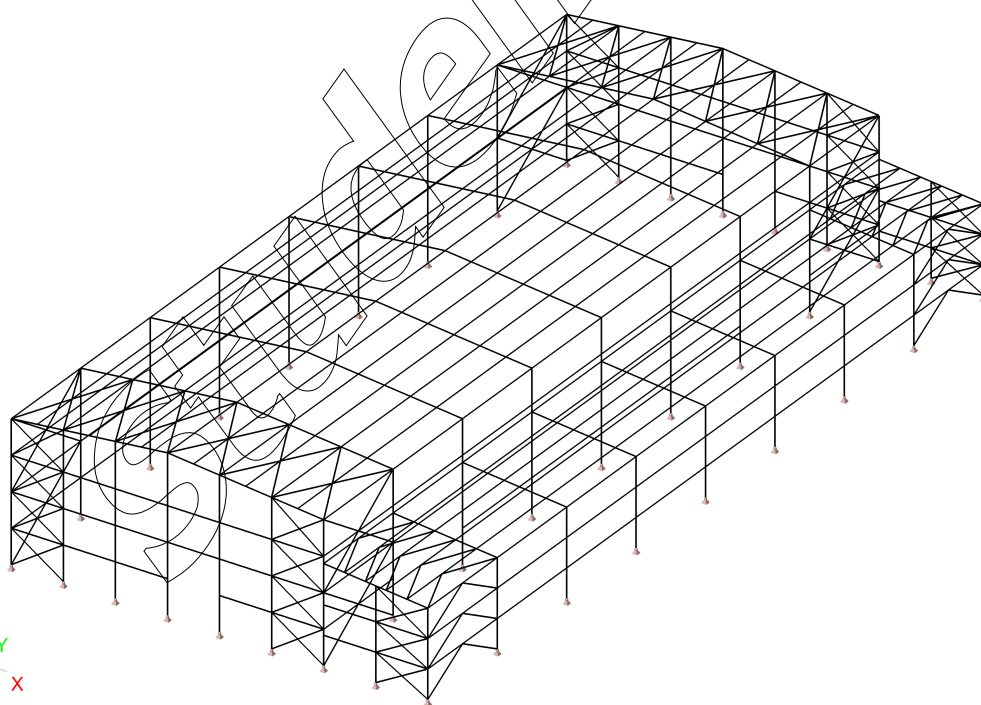
23. POHLED BOČNÍ



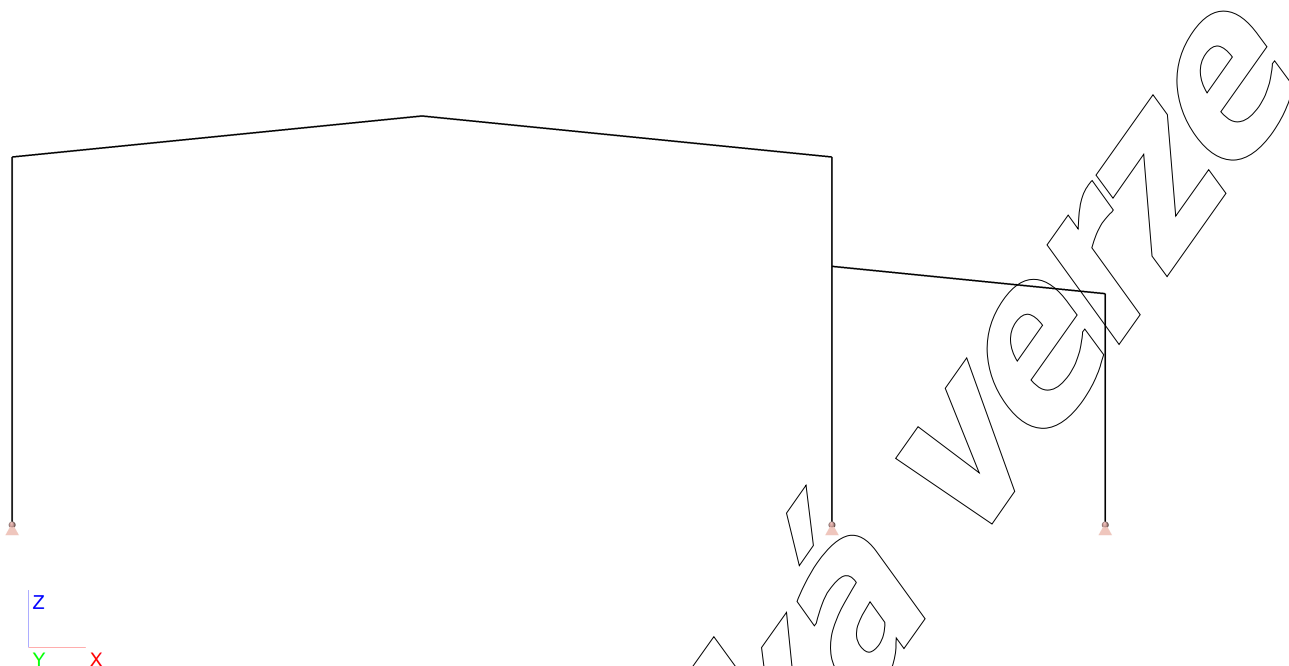
24. PŮDORYS KONSTRUKCE



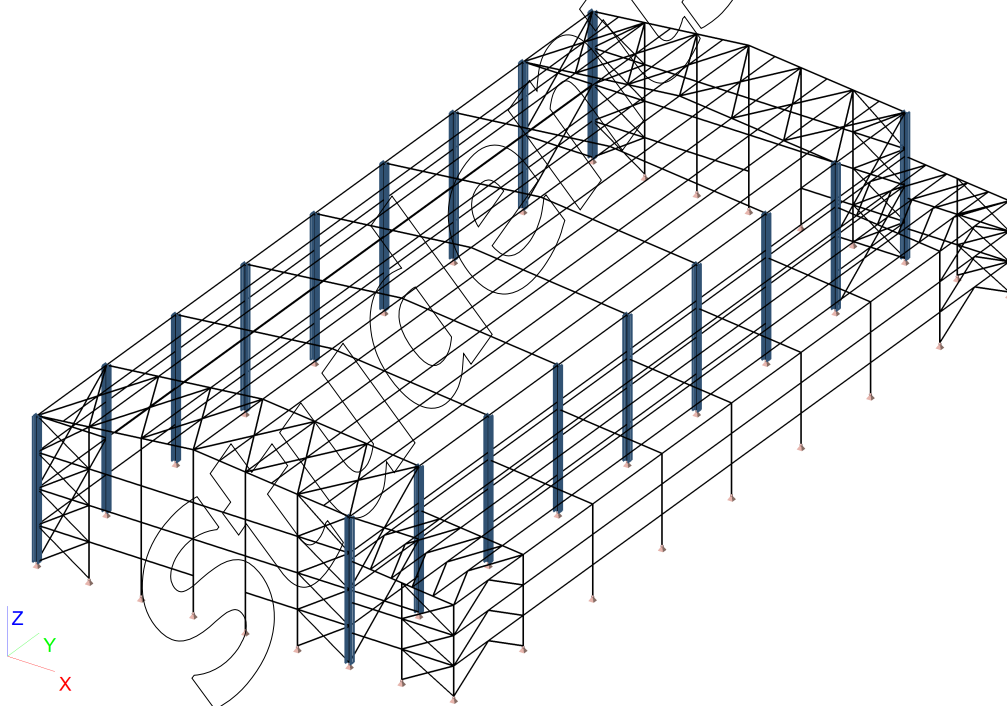
25. MODEL KONSTRUKCE – AXONOMETRIE



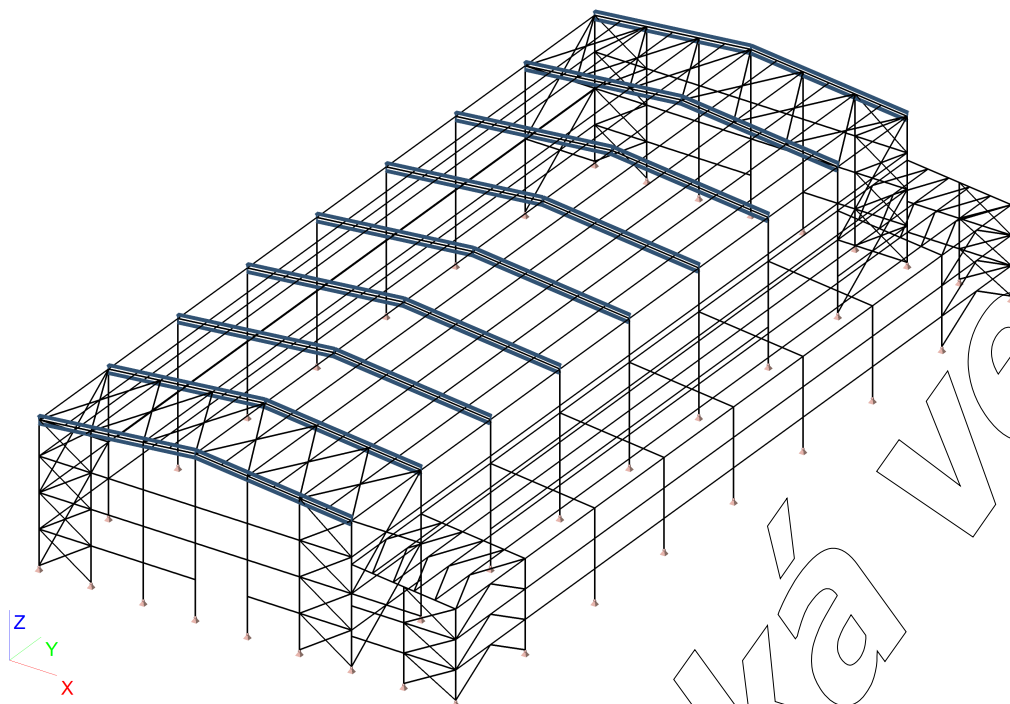
26. MEZILEHLÁ PŘÍČNÁ VAZBA



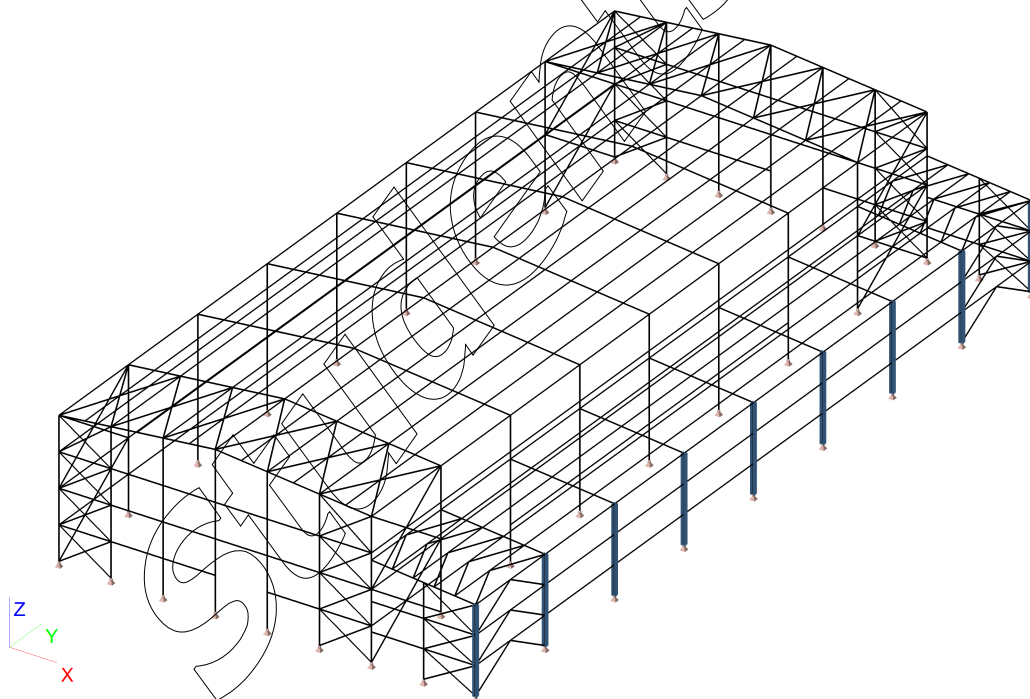
27. SLOUPY HLAVNÍ HALY



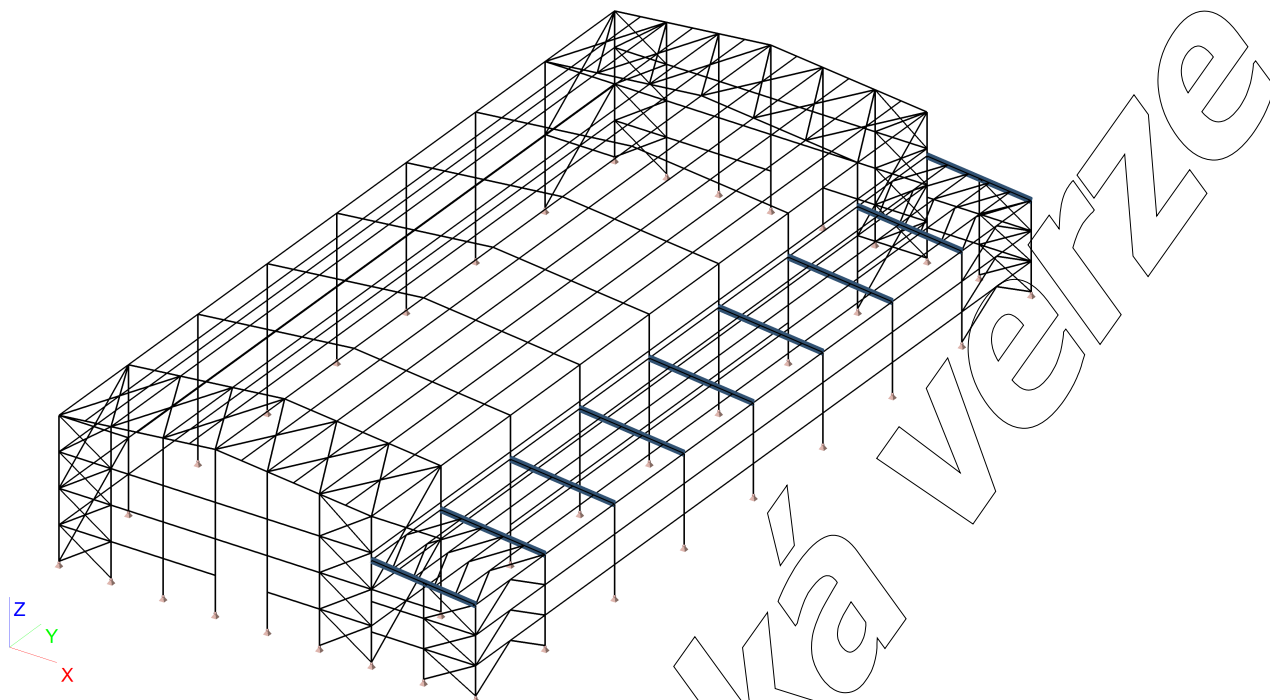
28. PŘÍČLE HLAVNÍ HALY



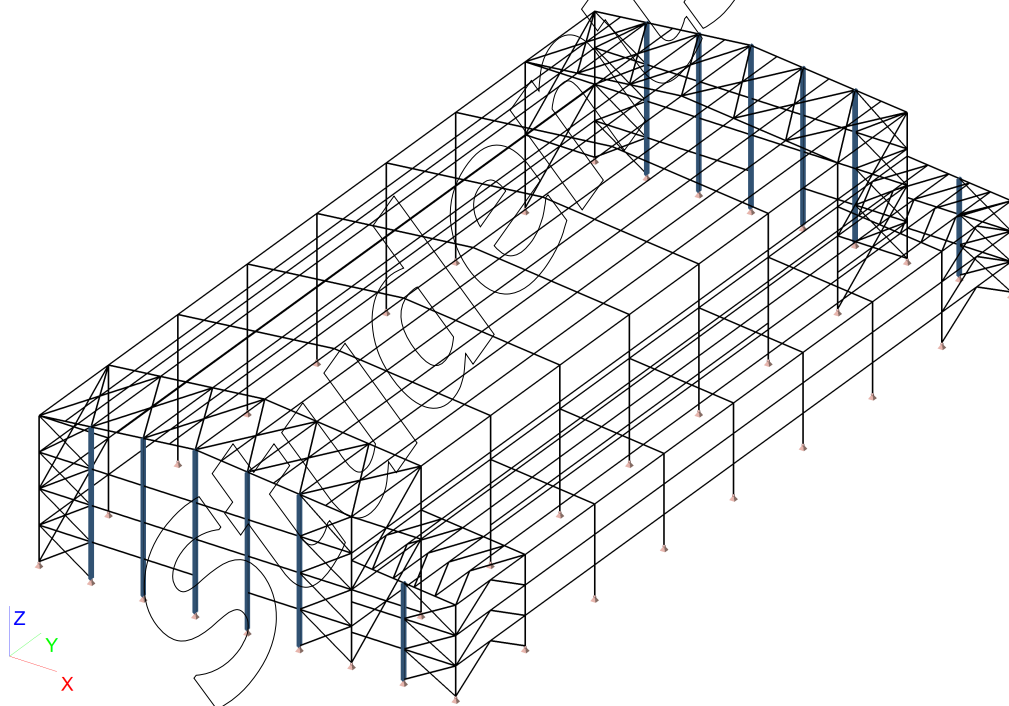
29. SLOUPY PŘÍSTAVKU



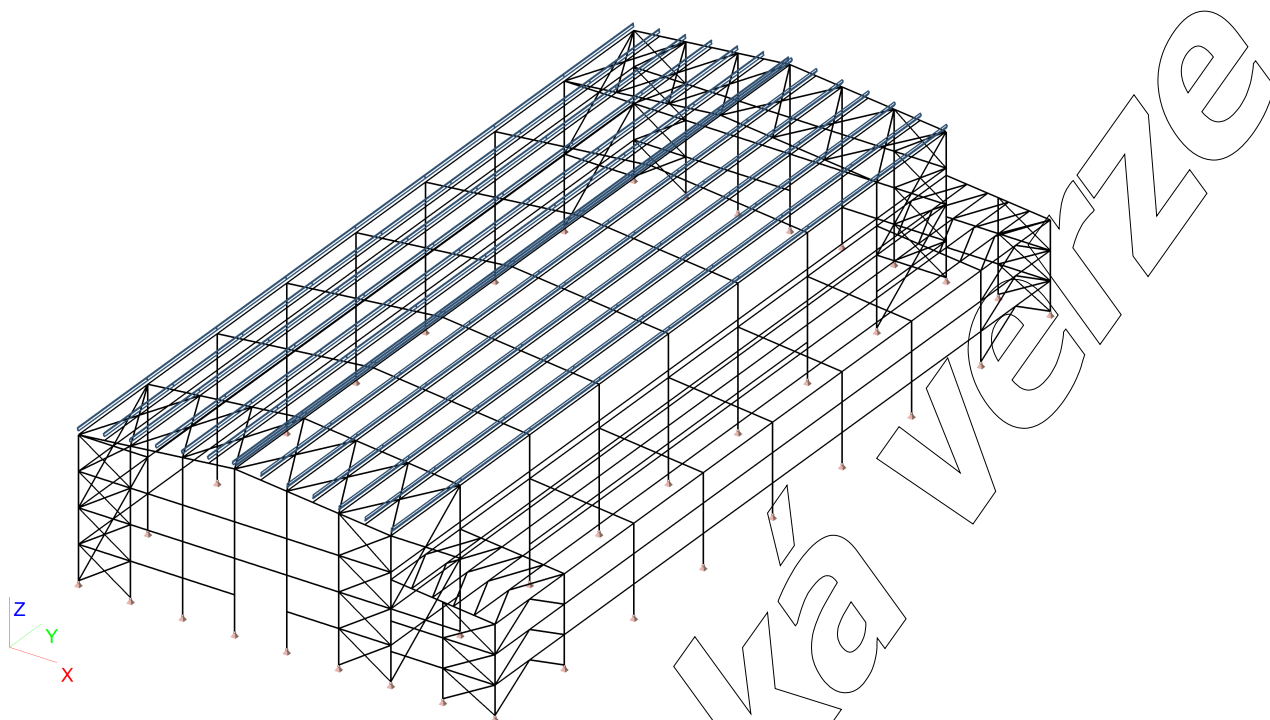
30. PŘÍČLE PŘÍSTAVKU



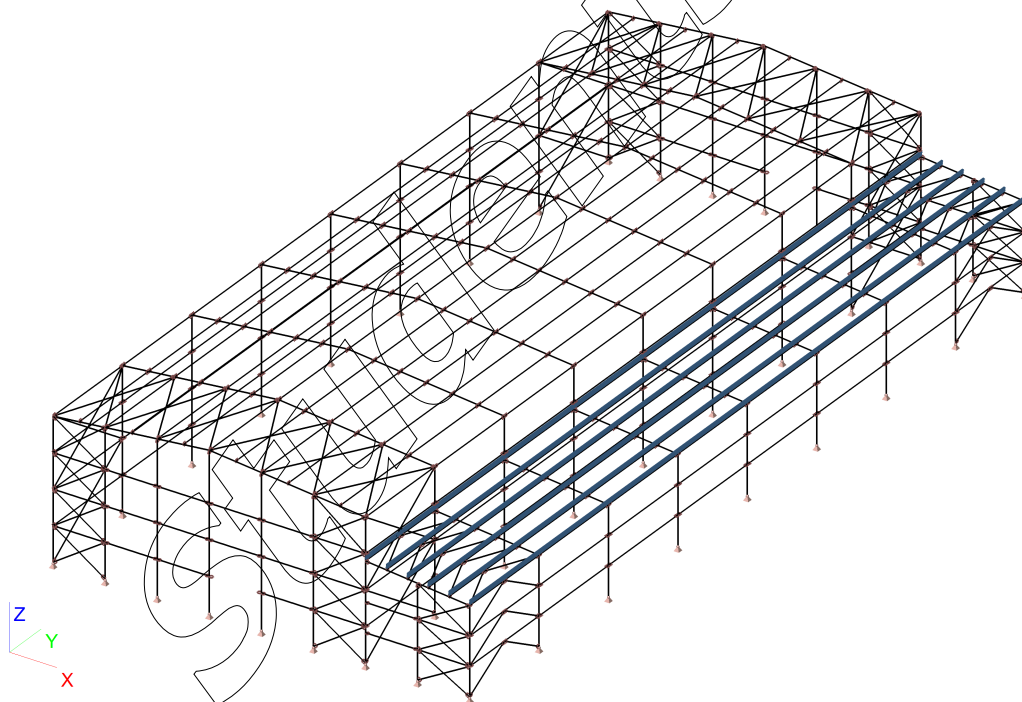
31. ČELNÍ SLOUPY



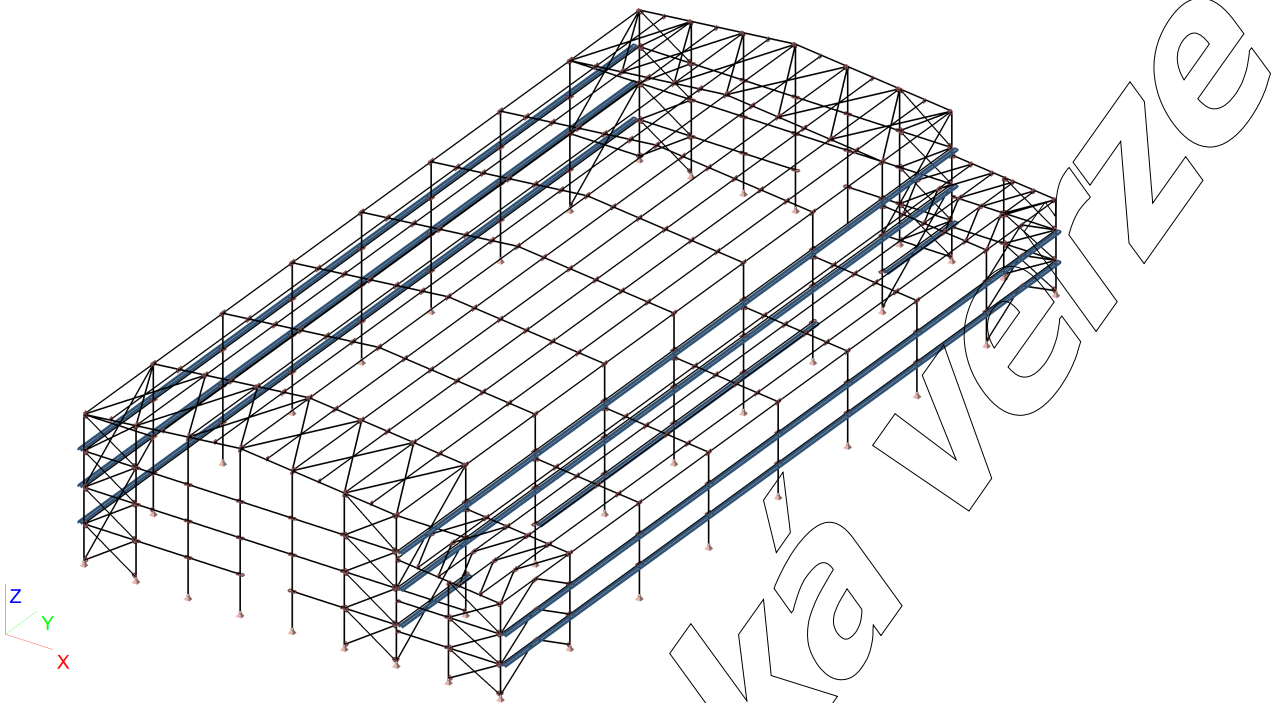
32. VAZNICE HLAVNÍ HALY



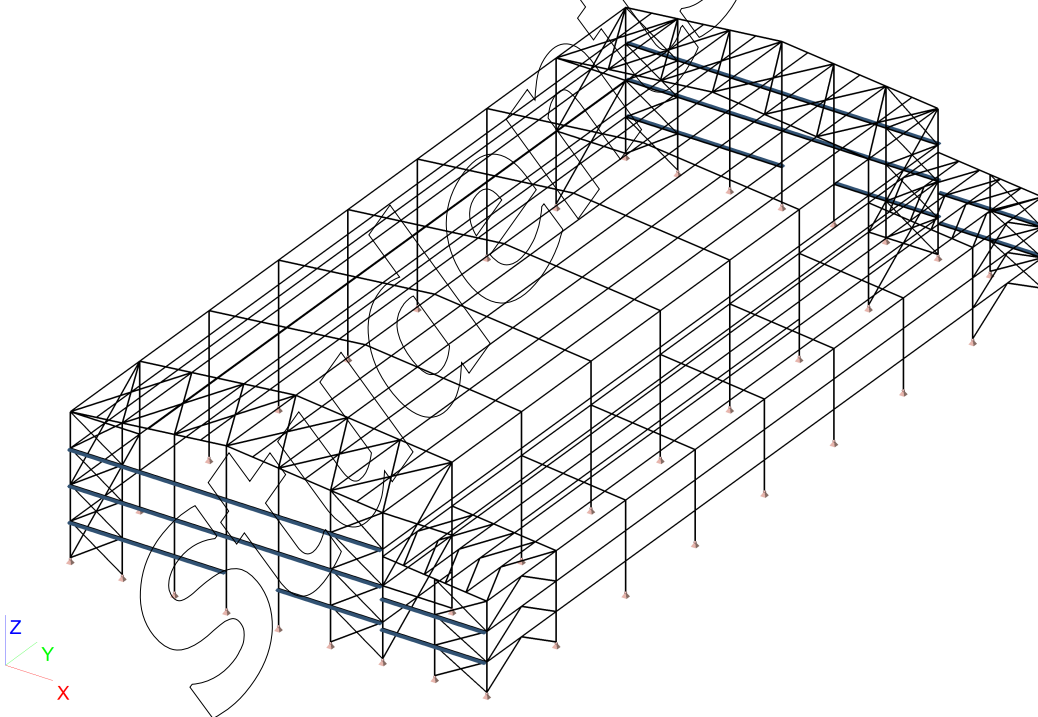
33. VAZNICE PŘÍSTAVKU



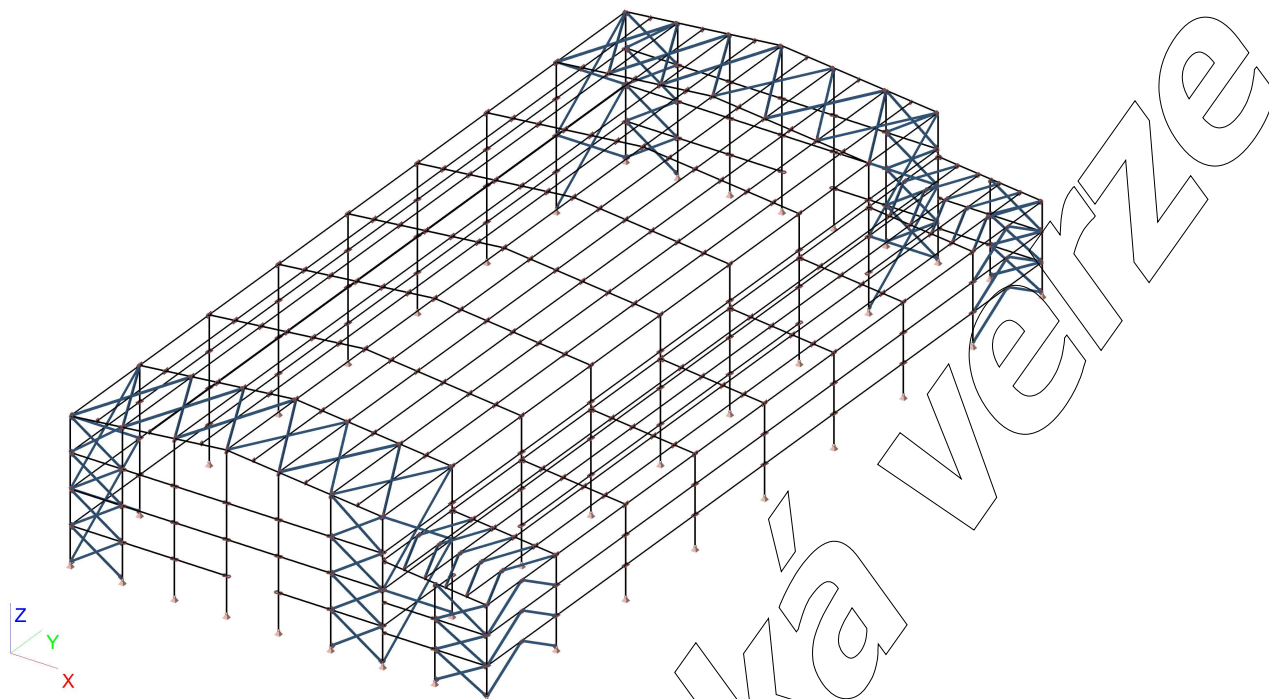
34. PAŽDÍK 6m



35. PAŽDÍK 3m



36. ZTUŽIDLA



37. SLOUP HLAVNÍ HALY – POSUDEK

Lineární výpočet, Extrém : Globální
Výběr : B43
Kombinace : Typ B

EN 1993-1-1 posudek

Prut B43	HEB300	S 235	Typ B/3	0.44
Základní data EC3 : EN 1993				
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*</i>				
dílčí součinitel spolehlivosti Gamma M0 pro únosnost průřezu	1.00			
dílčí součinitel spolehlivosti Gamma M1 na odolnost proti nestabilitě	1.00			
dílčí součinitel spolehlivosti Gamma M2 pro oslabený průřez	1.25			

Údaje o materiálu		
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Stu</i>		
mez kluzu f_y	235.0	MPa
pevnost v tahu f_u	360.0	MPa
typ výroby	válcovaný	

....:POSUDEK PRŮŘEZU:....

Poměr šířky ke tloušťce pro vnitřní tlačené prvky (EN 1993-1-1 : Tab.5.2. strana 1).
poměr 18.91 v místě 0.000 m

poměr		
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská ve</i>		
maximální poměr	1	33.00
maximální poměr	2	38.00
maximální poměr	3	42.00

==> Třída průřezu 1

Poměr šířky ke tloušťce pro odstávající pásnice (EN 1993-1-1 : Tab.5.2. strana 2).
poměr 6.18 v místě 0.000 m

poměr		
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská ve</i>		
maximální poměr	1	9.00
maximální poměr	2	10.00
maximální poměr	3	14.00

==> Třída průřezu 1
Kritický posudek v místě 0.000 m

Vnitřní síly		
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*</i>		
NEd	-91.83	kN
Vy,Ed	0.00	kN
Vz,Ed	-19.72	kN
TEd	0.00	kNm
My,Ed	0.00	kNm
Mz,Ed	0.00	kNm

Posudek na tlak

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.4 a vzorce (6.9)
Klasifikace průřezu je 1.

Tabulka hodnot		
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*</i>		
Nc,Rd	3503.85	kN
Jedn. posudek	0.03	-

Posudek na smyk (Vy)

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.6. a vzorce (6.17)

Tabulka hodnot		
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*</i>		
Vc,Rd	1631.93	kN
Jedn. posudek	0.00	-

Posudek na smyk (Vz)

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.6. a vzorce (6.17)

Tabulka hodnot		
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*</i>		
Vc,Rd	643.79	kN
Jedn. posudek	0.03	-

Posudek na kombinaci ohybu, osových a smykových sil

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.9.1. a vzorce (6.31)
Klasifikace průřezu je 1.

Tabulka hodnot		
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*</i>		
MNVy,Rd	438.98	kNm
MNVz,Rd	204.92	kNm

alfa 2.00 beta 1.00
Jedn. posudek 0.00

Prvek VYHOVÍ na únosnost !

....:POSUDEK STABILITY:....

Posudek pevnosti v prostorovém vzpěru

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.3.1.1. a vzorce (6.46)

Parametry vzpěru	yy	zz	
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*</i>			
Typ posuvných styčníků	posuvné	neposuvné	
Systémová délka L	8.000	2.000	m
Součinitel vzpěru k	2.50	1.00	
Vzpěrná délka Lcr	20.000	2.000	m
Kritické Eulerovo zatížení Ncr	1304.19	44369.55	kN
Štíhlost	153.93	26.39	
Relativní štíhlost Lambda	1.64	0.28	
Mezní štíhlost Lambda,0	0.20	0.20	
Vzpěr. křivka	b	c	
Imperfekce Alfa	0.34	0.49	
Redukční součinitel Chi	0.30	0.96	
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	1036.23	3359.56	kN

Tabulka hodnot		
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*</i>		
A	1.4910e-02	m ²
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	1036.23	kN
Jedn. posudek	0.09	-

Posudek prostorového vzpěru

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.3.1.1. a vzorce (6.46)

Tabulka hodnot		
Vzpěrná délka pro prostorový vzpěr	2.000	m
Ncr,T	45371.03	kN
Ncr,TF	1304.19	kN
Relativní štíhlost Lambda,T	1.64	
Mezní štíhlost Lambda,0	0.20	
Vzpěr. křivka	c	
Imperfekce Alfa	0.49	
A	1.4910e-02	m ²
Redukční součinitel Chi	0.27	
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	958.09	kN
Jedn. posudek	0.10	-

Posudek na tlak s ohybem

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.3.3. a vzorce (6.61), (6.62)
Interakční metoda 2

Tabulka hodnot		
kyy	0.964	
kyz	0.360	
kzy	0.578	
kzz	0.599	
Delta My	0.00	kNm
Delta Mz	0.00	kNm
A	1.4910e-02	m ²
Wy	1.8680e-03	m ³
Wz	8.7200e-04	m ³
NRk	3503.85	kN
My,Rk	438.98	kNm
Mz,Rk	204.92	kNm
My,Ed	-160.82	kNm
Mz,Ed	0.00	kNm
Interakční metoda 2		
Psi y	0.000	
Psi z	0.000	
Cmy	0.900	
Cmz	0.600	
CmLT	0.600	

Jedn. posudek (6.61) = 0.09 + 0.35 + 0.00 = 0.44

Jedn. posudek (6.62) = 0.10 + 0.21 + 0.00 = 0.31

Posudek boulení

v poli vzpěru 1

Podle článku EN 1993-1-5 : 5. & 7.1. a vzorce (5.10) & (7.1)

Tabulka hodnot	
hw/t	23.818

Štíhlost stojiny je taková, že není potřeba posudek ztráty stability smykem.
Prvek VYHOVÍ na stabilitu !

38. PŘÍČEL HLAVNÍ HALY – POSUDEK

Lineární výpočet, Extrém : Globální

Výběr : N370

Kombinace : Typ B

EN 1993-1-1 posudek

Prut N370	IPE450	S 235	Typ B/1	0.40
Základní data EC3 : EN 1993				
dílčí součinitel spolehlivosti Gamma M0 pro únosnost průřezu				1.00
dílčí součinitel spolehlivosti Gamma M1 na odolnost proti nestabilitě				1.00
dílčí součinitel spolehlivosti Gamma M2 pro oslabený průřez				1.25

Údaje o materiálu		
-------------------	--	--

**Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Stu*

mez kluzu f_y	235.0	MPa
pevnost v tahu f_u	360.0	MPa
typ výroby	válcovaný	

....:POSUDEK PRŮŘEZU:....

Poměr šířky ke tloušťce pro vnitřní tlačené prvky (EN 1993-1-1 : Tab.5.2. strana 1).

poměr 40.30 v místě 0.000 m

poměr		
-------	--	--

**Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*

maximální poměr	1	70.39
maximální poměr	2	81.05
maximální poměr	3	119.40

==> Třída průřezu 1

Poměr šířky ke tloušťce pro odstávající pásnice (EN 1993-1-1 : Tab.5.2. strana 2).

poměr 4.75 v místě 0.000 m

poměr		
-------	--	--

**Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská ve*

maximální poměr	1	9.00
maximální poměr	2	10.00
maximální poměr	3	13.77

==> Třída průřezu 1

Kritický posudek v místě 0.000 m

Vnitřní síly		
--------------	--	--

**Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská ve*

NEd	-16.20	kN
Vy,Ed	0.00	kN
Vz,Ed	41.66	kN
TEd	0.00	kNm
My,Ed	-161.17	kNm
Mz,Ed	0.00	kNm

Varování: Pro tento průřez není kroucení zohledněno!

Posudek na tlak

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.4 a vzorce (6.9)

Klasifikace průřezu je 1.

Tabulka hodnot		
----------------	--	--

**Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*

Nc,Rd	2321.80	kN
Jedn. posudek	0.01	-

Posudek na smyk (Vy)

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.6. a vzorce (6.17)

Tabulka hodnot		
----------------	--	--

**Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská ver*

Vc,Rd	803.82	kN
Jedn. posudek	0.00	-

Posudek na smyk (Vz)

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.6. a vzorce (6.17)

Tabulka hodnot		
----------------	--	--

**Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská ver*

Vc,Rd	689.57	kN
Jedn. posudek	0.06	-

Posudek ohybového momentu (My)

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.5. a vzorce (6.12)

Klasifikace průřezu je 1.

Tabulka hodnot		
----------------	--	--

**Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*

Mc,Rd	399.97	kNm
Jedn. posudek	0.40	-

Posudek ohybového momentu (Mz)

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.5. a vzorce (6.12)

Klasifikace průřezu je 1.

Tabulka hodnot		
Mc,Rd	64.95	kNm
Jedn. posudek	0.00	-

Posudek na kombinaci ohybu, osově a smykové síly

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.9.1. a vzorce (6.31)
Klasifikace průřezu je 1.

Tabulka hodnot		
MNVy,Rd	399.97	kNm
MNVz,Rd	64.95	kNm

alfa 2.00 beta 1.00
Jedn. posudek 0.40 -

Prvek VYHOVÍ na únosnost !

....:POSUDEK STABILITY:....

Posudek pevnosti v prostorovém vzpěru

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.3.1.1. a vzorce (6.46)

Parametry vzpěru	yy	zz	
Typ posuvných styčníků	posuvné	neposuvné	
Systémová délka L	9.045	3.015	m
Součinitel vzpěru k	2.20	1.00	
Vzpěrná délka Lcr	19.899	3.015	m
Kritické Eulerovo zatížení Ncr	1766.09	3821.46	kN
Štíhlost	107.68	73.20	
Relativní štíhlost Lambda	1.15	0.78	
Mezní štíhlost Lambda,0	0.20	0.20	

Štíhlost nebo velikost tlakové síly umožňují ignorovat účinky prostorového vzpěru podle EN 1993-1-1 článek 6.3.1.2(4)

Posudek klopení

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.3.2.1. a vzorce (6.54)

Parametry klopení		
Metoda pro křivku klopení	Art. 6.3.2.2.	
Wy	1.7020e-03	m ³
Pružný kritický moment Mcr	1448.94	kNm
Relativní štíhlost Lambda,LT	0.53	
Mezní štíhlost Lambda,LT,0	0.40	

Parametry Mcr		
Délka klopení	3.015	m
k	1.00	
kw	1.00	
C1	1.53	
C2	0.02	
C3	1.00	

Štíhlost nebo ohybový moment umožňují ignorovat účinky klopení podle EN 1993-1-1 článek 6.3.2.2(4)

Posudek na tlak s ohybem

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.3.3. a vzorce (6.61), (6.62)
Interakční metoda 2

Tabulka hodnot		
kyy	0.905	
kyz	0.379	
kzy	0.543	
kzz	0.631	
Delta My	0.00	kNm
Delta Mz	0.00	kNm
A	9.8800e-03	m ²
Wy	1.7020e-03	m ³
Wz	2.7640e-04	m ³
NRk	2321.80	kN
My,Rk	399.97	kNm
Mz,Rk	64.95	kNm

Tabulka hodnot		
My,Ed	-161.17	kNm
Mz,Ed	-0.01	kNm
Interakční metoda 2		
Psi y	-0.472	
Psi z	-0.019	
Cmy	0.900	
Cmz	0.627	
CmLT	0.693	

Jedn. posudek (6.61) = 0.01 + 0.36 + 0.00 = 0.37
 Jedn. posudek (6.62) = 0.01 + 0.22 + 0.00 = 0.23

Posudek boulení

v poli vzpěru 1

Podle článku EN 1993-1-5 : 5. & 7.1. a vzorce (5.10) & (7.1)

Tabulka hodnot	
hw/t	44.766

Štíhlost stojiny je taková, že není potřeba posudek ztráty stability smykem.
 Prvek VYHOVÍ na stabilitu !

39. SLOUP PŘÍSTAVKU – POSUDEK

Lineární výpočet, Extrém : Globální

Výběr : Vše

Kombinace : Typ B

Průřez : Sloup P - HEB180

EN 1993-1-1 posudek

Prut B48	HEB180	S 235	Typ B/6	0.55
Základní data EC3 : EN 1993				
dílčí součinitel spolehlivosti Gamma M0 pro únosnost průřezu				1.00
dílčí součinitel spolehlivosti Gamma M1 na odolnost proti nestabilitě				1.00
dílčí součinitel spolehlivosti Gamma M2 pro oslabený průřez				1.25

Údaje o materiálu		
mez kluzu fy	235.0	MPa
pevnost v tahu fu	360.0	MPa
typ výroby	válcovaný	

....:POSUDEK PRŮŘEZU:....

Poměr šířky ke tloušťce pro vnitřní tlačené prvky (EN 1993-1-1 : Tab.5.2. strana 1).
 poměr 14.35 v místě 0.000 m

poměr		
maximální poměr	1	33.00
maximální poměr	2	38.00
maximální poměr	3	42.00

==> Třída průřezu 1

Poměr šířky ke tloušťce pro odstávající pásnice (EN 1993-1-1 : Tab.5.2. strana 2).
 poměr 5.05 v místě 0.000 m

poměr		
maximální poměr	1	9.00
maximální poměr	2	10.00
maximální poměr	3	14.00

==> Třída průřezu 1

Kritický posudek v místě 0.000 m

Vnitřní síly		
NEd	-48.96	kN
Vy,Ed	0.00	kN

Vnitřní síly		
Vz,Ed	14.43	kN
Ted	0.00	kNm
My,Ed	0.00	kNm
Mz,Ed	0.00	kNm

Posudek na tlak

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.4 a vzorce (6.9)
Klasifikace průřezu je 1.

Tabulka hodnot		
Nc,Rd	1533.38	kN
Jedn. posudek	0.03	-

Posudek na smyk (Vz)

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.6. a vzorce (6.17)

Tabulka hodnot		
Vc,Rd	274.61	kN
Jedn. posudek	0.05	-

Posudek na kombinaci ohybu, osově a smykové síly

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.9.1. a vzorce (6.31)
Klasifikace průřezu je 1.

Tabulka hodnot		
MNVy,Rd	113.27	kNm
MNVz,Rd	54.52	kNm

alfa 2.00 beta 1.00
Jedn. posudek 0.00 -

Prvek VYHOVÍ na únosnost !

....:POSUDEK STABILITY:....

Posudek pevnosti v prostorovém vzpěru

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.3.1.1. a vzorce (6.46)

Parametry vzpěru	yy	zz	
Typ posuvných styčníků	posuvné	neposuvné	
Systémová délka L	5.000	1.667	m
Součinitel vzpěru k	2.50	1.00	
Vzpěrná délka Lcr	12.500	1.667	m
Kritické Eulerovo zatížení Ncr	508.17	10169.92	kN
Štíhlost	163.13	36.47	
Relativní štíhlost Lambda	1.74	0.39	
Mezní štíhlost Lambda,0	0.20	0.20	
Vzpěr. křivka	b	c	
Imperfekce Alfa	0.34	0.49	
Redukční součinitel Chi	0.27	0.90	
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	410.94	1385.39	kN

Tabulka hodnot		
A	6.5250e-03	m ²
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	410.94	kN
Jedn. posudek	0.12	-

Posudek prostorového vzpěru

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.3.1.1. a vzorce (6.46)

Tabulka hodnot		
Vzpěrná délka pro prostorový vzpěr	1.667	m
Ncr,T	13090.51	kN
Ncr,TF	508.17	kN
Relativní štíhlost Lambda,T	1.74	
Mezní štíhlost Lambda,0	0.20	
Vzpěr. křivka	c	
Imperfekce Alfa	0.49	
A	6.5250e-03	m ²
Redukční součinitel Chi	0.25	

Tabulka hodnot

Tabulka hodnot		
Unosnost na vzpěr Nb,Rd	381.44	kN
Jedn. posudek	0.13	-

Posudek na tlak s ohybem

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.3.3. a vzorce (6.61), (6.62)
Interakční metoda 2

Tabulka hodnot

Tabulka hodnot		
kyy	0.986	
kyz	0.241	
kzy	0.591	
kzz	0.402	
Delta My	0.00	kNm
Delta Mz	0.00	kNm
A	6.5250e-03	m^2
Wy	4.8200e-04	m^3
Wz	2.3200e-04	m^3
NRk	1533.38	kN
My,Rk	113.27	kNm
Mz,Rk	54.52	kNm
My,Ed	50.06	kNm
Mz,Ed	0.00	kNm
Interakční metoda 2		
Psi y	0.000	
Psi z	0.000	
Cmy	0.900	
Cmz	0.400	
CmLT	0.400	

Jedn. posudek (6.61) = 0.12 + 0.44 + 0.00 = 0.55
 Jedn. posudek (6.62) = 0.13 + 0.26 + 0.00 = 0.39

Posudek boulení

v poli vzpěru 1
 Podle článku EN 1993-1-5 : 5. & 7.1. a vzorce (5.10) & (7.1)

Tabulka hodnot

hw/t	17.882
------	--------

Štíhlost stojiny je taková, že není potřeba posudek ztráty stability smykem.
 Prvek VYHOVÍ na stabilitu !

40. PŘÍČEL PŘÍSTAVKU – POSUDEK

Lineární výpočet, Extrém : Globální
 Výběr : Vše
 Kombinace : Typ B
 Průřez : Příčel P - IPE240

EN 1993-1-1 posudek

Prut B41	IPE240	S 235	Typ B/4	0.96
Základní data EC3 : EN 1993				
dílčí součinitel spolehlivosti Gamma M0 pro unosnost průřezu				1.00
dílčí součinitel spolehlivosti Gamma M1 na odolnost proti nestabilitě				1.00
dílčí součinitel spolehlivosti Gamma M2 pro oslabený průřez				1.25

Údaje o materiálu

mez kluzu fy	235.0	MPa
pevnost v tahu fu	360.0	MPa
typ výroby	válcovaný	

....:POSUDEK PRŮŘEZU:....

Poměr šířky ke tloušťce pro vnitřní tlačené prvky (EN 1993-1-1 : Tab.5.2. strana 1).
 poměr 30.71 v místě 0.000 m

poměr		
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská ve.</i>		
maximální poměr	1	33.00
maximální poměr	2	38.00
maximální poměr	3	42.00

==> Třída průřezu 1
Poměr šířky ke tloušťce pro odstávající pásnice (EN 1993-1-1 : Tab.5.2. strana 2).
poměr 4.28 v místě 0.000 m

poměr		
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská ve.</i>		
maximální poměr	1	9.00
maximální poměr	2	10.00
maximální poměr	3	14.67

==> Třída průřezu 1
Kritický posudek v místě 6.030 m

Vnitřní síly		
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Students</i>		
NEd	-11.15	kN
Vy,Ed	0.11	kN
Vz,Ed	-43.22	kN
TEd	-0.01	kNm
My,Ed	-35.67	kNm
Mz,Ed	0.08	kNm

Varování: Pro tento průřez není kroucení zohledněno!

Posudek na tlak

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.4 a vzorce (6.9)
Klasifikace průřezu je 1.

Tabulka hodnot		
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská ver.</i>		
Nc,Rd	918.85	kN
Jedn. posudek	0.01	-

Posudek na smyk (Vy)

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.6. a vzorce (6.17)

Tabulka hodnot		
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská ver.</i>		
Vc,Rd	345.10	kN
Jedn. posudek	0.00	-

Posudek na smyk (Vz)

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.6. a vzorce (6.17)

Tabulka hodnot		
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská ver.</i>		
Vc,Rd	259.52	kN
Jedn. posudek	0.17	-

Posudek ohybového momentu (My)

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.5. a vzorce (6.12)
Klasifikace průřezu je 1.

Tabulka hodnot		
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská ver.</i>		
Mc,Rd	86.15	kNm
Jedn. posudek	0.41	-

Posudek ohybového momentu (Mz)

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.5. a vzorce (6.12)
Klasifikace průřezu je 1.

Tabulka hodnot		
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská ver.</i>		
Mc,Rd	17.37	kNm
Jedn. posudek	0.00	-

Posudek na kombinaci ohybu, osově a smykové síly

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.9.1. a vzorce (6.41)

Klasifikace průřezu je 1.

Tabulka hodnot		
MNVy,Rd	86.15	kNm
MNVz,Rd	17.37	kNm

alfa 2.00 beta 1.00

Jedn. posudek 0.18 -

Prvek VYHOVÍ na únosnost !

....:POSUDEK STABILITY:....

Posudek pevnosti v prostorovém vzpěru

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.3.1.1. a vzorce (6.46)

Parametry vzpěru	yy	zz	
Typ posuvných stýčníků	posuvné	neposuvné	
Systémová délka L	6.030	6.030	m
Součinitel vzpěru k	1.10	0.50	
Vzpěrná délka Lcr	6.633	3.015	m
Kritické Eulerovo zatížení Ncr	1833.51	646.64	kN
Štíhlost	66.48	111.95	
Relativní štíhlost Lambda	0.71	1.19	
Mezní štíhlost Lambda,0	0.20	0.20	

Štíhlost nebo velikost tlakové síly umožňují ignorovat účinky prostorového vzpěru podle EN 1993-1-1 článek 6.3.1.2(4)

Posudek klopení

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.3.2.1. a vzorce (6.54)

Parametry klopení		
Metoda pro křivku klopení	Art. 6.3.2.2.	
Wy	3.6660e-04	m ³
Pružný kritický moment Mcr	129.14	kNm
Relativní štíhlost Lambda,LT	0.82	
Mezní štíhlost Lambda,LT,0	0.40	
Křivka klopení	a	
Imperfekce Alfa,LT	0.21	
Redukční součinitel Chi,LT	0.79	
Únosnost na vzpěr Mb,Rd	67.71	kNm
Jedn. posudek	0.53	-

Parametry Mcr		
Délka klopení	3.015	m
k	1.00	
kw	1.00	
C1	1.17	
C2	0.59	
C3	0.53	

Pozn.: Parametry C podle ECCS 119 2006 / Galea 2002 zatížení v těžišti

Posudek na tlak s ohybem

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.3.3. a vzorce (6.61), (6.62)

Interakční metoda 2

Tabulka hodnot		
kyy	0.906	
kyz	0.381	
kzy	0.998	
kzz	0.634	
Delta My	0.00	kNm
Delta Mz	0.00	kNm
A	3.9100e-03	m ²
Wy	3.6660e-04	m ³
Wz	7.3920e-05	m ³
NRk	918.85	kN
My,Rk	86.15	kNm
Mz,Rk	17.37	kNm
My,Ed	64.30	kNm
Mz,Ed	0.08	kNm
Interakční metoda 2		
Psi y	0.000	

Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*

Tabulka hodnot	
Psí z	-0.714
Cmy	0.900
Cmz	0.624
CmLT	0.922

Jedn. posudek (6.61) = 0.01 + 0.86 + 0.00 = 0.87

Jedn. posudek (6.62) = 0.01 + 0.95 + 0.00 = 0.96

Posudek boulení

v poli vzpěru 1

Podle článku EN 1993-1-5 : 5. & 7.1. a vzorce (5.10) & (7.1)

Tabulka hodnot	
hw/t	35.548

Štíhlost stojiny je taková, že není potřeba posudek ztráty stability smykem.

Prvek VYHOVÍ na stabilitu !

41. ČELNÍ SLOUP – POSUDEK

Lineární výpočet, Extrém : Globální

Výběr : Vše

Kombinace : Typ B

Průřez : Čelní sloup - IPE200

EN 1993-1-1 posudek

Prut B17	IPE200	S 235	Typ B/13	0.81
----------	--------	-------	----------	------

Základní data EC3 : EN 1993	
dílčí součinitel spolehlivosti Gamma M0 pro únosnost průřezu	1.00
dílčí součinitel spolehlivosti Gamma M1 na odolnost proti nestabilitě	1.00
dílčí součinitel spolehlivosti Gamma M2 pro oslabený průřez	1.25

Údaje o materiálu		
mez kluzu fy	235.0	MPa
pevnost v tahu fu	360.0	MPa
typ výroby	válcovaný	

....:POSUDEK PRŮŘEZU:....

Poměr šířky ke tloušťce pro vnitřní tlačené prvky (EN 1993-1-1 : Tab.5.2. strana 1).

poměr 28.39 v místě 0.000 m

poměr		
maximální poměr	1	33.00
maximální poměr	2	38.00
maximální poměr	3	42.10

==> Třída průřezu 1

Poměr šířky ke tloušťce pro odstavující pásnice (EN 1993-1-1 : Tab.5.2. strana 2).

poměr 4.14 v místě 0.000 m

poměr		
maximální poměr	1	9.00
maximální poměr	2	10.00
maximální poměr	3	13.77

==> Třída průřezu 1

Kritický posudek v místě 2.000 m

Vnitřní síly		
NEd	-27.79	kN
Vy,Ed	0.02	kN
Vz,Ed	3.53	kN
TEd	0.00	kNm
My,Ed	25.44	kNm
Mz,Ed	0.00	kNm

Varování: Pro tento průřez není kroucení zohledněno!

Posudek na tlak

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.4 a vzorce (6.9)

Klasifikace průřezu je 1.

Tabulka hodnot		
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská ver.</i>		
Nc,Rd	669.75	kN
Jedn. posudek	0.04	-

Posudek na smyk (Vy)

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.6. a vzorce (6.17)

Tabulka hodnot		
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská ver.</i>		
Vc,Rd	247.64	kN
Jedn. posudek	0.00	-

Posudek na smyk (Vz)

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.6. a vzorce (6.17)

Tabulka hodnot		
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská ver.</i>		
Vc,Rd	190.17	kN
Jedn. posudek	0.02	-

Posudek ohybového momentu (My)

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.5. a vzorce (6.12)

Klasifikace průřezu je 1.

Tabulka hodnot		
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská ver.</i>		
Mc,Rd	51.84	kNm
Jedn. posudek	0.49	-

Posudek ohybového momentu (Mz)

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.5. a vzorce (6.12)

Klasifikace průřezu je 1.

Tabulka hodnot		
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská ver.</i>		
Mc,Rd	10.48	kNm
Jedn. posudek	0.00	-

Posudek na kombinaci ohybu, osově a smykové síly

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.9.1. a vzorce (6.41)

Klasifikace průřezu je 1.

Tabulka hodnot		
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská ver.</i>		
MNVy,Rd	51.84	kNm
MNVz,Rd	10.48	kNm

alfa 2.00 beta 1.00
Jedn. posudek 0.24 -

Prvek VYHOVÍ na únosnost !

....:POSUDEK STABILITY:....

Posudek pevnosti v prostorovém vzpěru

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.3.1.1 a vzorce (6.46)

Parametry vzpěru	yy	zz	
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*</i>			
Typ posuvných stýčnic	posuvné	neposuvné	
Systémová délka L	8.300	2.000	m
Součinitel vzpěru k	1.00	1.00	
Vzpěrná délka Lcr	8.300	2.000	m
Kritické Eulerovo zatížení Ncr	584.57	737.85	kN
Štíhlost	100.52	89.47	
Relativní štíhlost Lambda	1.07	0.95	
Mezní štíhlost Lambda,0	0.20	0.20	
Vzpěr. křivka	a	b	
Imperfekce Alfa	0.21	0.34	
Redukční součinitel Chi	0.62	0.63	
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	412.85	420.09	kN

Tabulka hodnot		
A	2.8500e-03	m ²
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	412.85	kN
Jedn. posudek	0.07	-

Posudek prostorového vzpěru

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.3.1.1. a vzorce (6.46)

Tabulka hodnot		
Vzpěrná délka pro prostorový vzpěr	2.000	m
Ncr,T	1690.28	kN
Ncr,TF	584.57	kN
Relativní štíhlost Lambda,T	1.07	
Mezní štíhlost Lambda,0	0.20	
Vzpěr. křivka	b	
Imperfekce Alfa	0.34	
A	2.8500e-03	m ²
Redukční součinitel Chi	0.55	
Únosnost na vzpěr Nb,Rd	370.45	kN
Jedn. posudek	0.08	-

Posudek klopení

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.3.2.1. a vzorce (6.54)

Parametry klopení		
Metoda pro křivku klopení	Art. 6.3.2.2.	
Wy	2.2060e-04	m ³
Pružný kritický moment Mcr	107.13	kNm
Relativní štíhlost Lambda,LT	0.70	
Mezní štíhlost Lambda,LT,0	0.40	
Křivka klopení	a	
Imperfekce Alfa,LT	0.21	
Redukční součinitel Chi,LT	0.85	
Únosnost na vzpěr Mb,Rd	44.05	kNm
Jedn. posudek	0.58	-

Parametry Mcr		
Délka klopení	2.000	m
k	1.00	
kw	1.00	
C1	1.12	
C2	0.00	
C3	1.00	

Pozn.: Parametry C podle ECCS 119 2006 / Galea 2002 zatížení v těžišti

Posudek na tlak s ohybem

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.3.3. a vzorce (6.61), (6.62)
Interakční metoda 2

Tabulka hodnot		
kyy	0.948	
kyz	0.420	
kzy	0.990	
kzz	0.700	
Delta My	0.00	kNm
Delta Mz	0.00	kNm
A	2.8500e-03	m ²
Wy	2.2060e-04	m ³
Wz	4.4610e-05	m ³
NRk	669.75	kN
My,Rk	51.84	kNm
Mz,Rk	10.48	kNm
My,Ed	32.76	kNm
Mz,Ed	0.04	kNm
Interakční metoda 2		
Psi y	0.000	
Psi z	0.110	
Cmy	0.900	
Cmz	0.644	

Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*

Tabulka hodnot	
CmLT	0,913

Jedn. posudek (6.61) = 0.07 + 0.71 + 0.00 = 0.77

Jedn. posudek (6.62) = 0.08 + 0.74 + 0.00 = 0.81

Posudek boulení

v poli vzpěru 1

Podle článku EN 1993-1-5 : 5. & 7.1. a vzorce (5.10) & (7.1)

Tabulka hodnot	
hw/t	32.679

Štíhlost stojiny je taková, že není potřeba posudek ztráty stability smykem.

Prvek VYHOVÍ na stabilitu !

42. PAŽDÍK 6m – POSUDEK

Lineární výpočet, Extrém : Globální

Výběr : Vše

Kombinace : Typ B

Průřez : Paždík 6m - UPE200

EN 1993-1-1 posudek

Prut B69	UPE200	S 235	Typ B/49	0.85
----------	--------	-------	----------	------

Základní data EC3 : EN 1993	
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*</i>	

dílčí součinitel spolehlivosti Gamma M0 pro únosnost průřezu	1.00
dílčí součinitel spolehlivosti Gamma M1 na odolnost proti nestabilitě	1.00
dílčí součinitel spolehlivosti Gamma M2 pro oslabený průřez	1.25

Údaje o materiálu		
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*</i>		
mez kluzu fy	235.0	MPa
pevnost v tahu fu	360.0	MPa
typ výroby	válcovaný	

....:POSUDEK PRŮŘEZU:....

Poměr šířky ke tloušťce pro vnitřní tlačené prvky (EN 1993-1-1 : Tab.5.2. strana 1).

poměr 25.33 v místě 1.125 m

poměr	
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*</i>	
maximální poměr 1	71.78
maximální poměr 2	82.66
maximální poměr 3	126.32

==> Třída průřezu 1

Poměr šířky ke tloušťce pro odstávající pásnice (EN 1993-1-1 : Tab.5.2. strana 2).

poměr 5.55 v místě 1.125 m

poměr	
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*</i>	
maximální poměr 1	9.00
maximální poměr 2	10.00
maximální poměr 3	13.92

==> Třída průřezu 1

Kritický posudek v místě 3.000 m

Vnitřní síly		
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*</i>		
NEd	0.55	kN
Vy,Ed	0.03	kN
Vz,Ed	0.56	kN
TEd	0.00	kNm
My,Ed	-13.65	kNm
Mz,Ed	-1.02	kNm

Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze

Posudek na osovou sílu

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.3. a vzorce (6.5)

Tabulka hodnot		
Nt,Rd	681.50	kN
Jedn. posudek	0.00	-

Posudek na smyk (Vy)

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.6. a vzorce (6.17)

Tabulka hodnot		
Vc,Rd	210.44	kN
Jedn. posudek	0.00	-

Posudek na smyk (Vz)

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.6. a vzorce (6.17)

Tabulka hodnot		
Vc,Rd	183.03	kN
Jedn. posudek	0.00	-

Posudek ohybového momentu (My)

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.5. a vzorce (6.12)

Klasifikace průřezu je 1.

Tabulka hodnot		
Mc,Rd	51.72	kNm
Jedn. posudek	0.26	-

Posudek ohybového momentu (Mz)

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.5. a vzorce (6.12)

Klasifikace průřezu je 1.

Tabulka hodnot		
Mc,Rd	15.30	kNm
Jedn. posudek	0.07	-

Posudek na kombinaci ohybu, osově a smykové síly

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.2 a vzorce (6.1)

Klasifikace průřezu je 3.

Tabulka hodnot		
sigma N	-0.2	MPa
sigma Myy	-71.5	MPa
sigma Mzz	-29.7	MPa
Tau y	0.0	MPa
Tau z	0.0	MPa
Tau t	0.4	MPa

ro 0.00 místo 13
Jedn. posudek 0.43 -

Prvek VYHOVÍ na únosnost !

....:POSUDEK STABILITY:....

Posudek klopení

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.3.2.1. a vzorce (6.54)

Parametry klopení		
Metoda pro křivku klopení	Art	6.3.2.2.
Wy	1.9100e-04	m^3
Pružný kritický moment Mcr	29.08	kNm
Relativní štíhlost Lambda,LT	1.24	
Mezní štíhlost Lambda,LT,0	0.40	
Křivka klopení	d	
Imperfekce Alfa,LT	0.76	
Redukční součinitel Chi,LT	0.36	
Únosnost na vzpěr Mb,Rd	16.14	kNm
Jedn. posudek	0.85	-

Parametry Mcr		
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*</i>		
Délka klopení	6.000	m
k	1.00	
kw	1.00	
C1	1.13	
C2	0.45	
C3	0.53	

Pozn.: Parametry C podle ECCS 119 2006 / Galea 2002
zatížení v těžišti

Posudek boulení

v poli vzpěru 1

Podle článku EN 1993-1-5 : 5. & 7.1. a vzorce (5.10) & (7.1)

Tabulka hodnot	
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Stu*</i>	
hw/t	29.667

Štíhlost stojiny je taková, že není potřeba posudek ztráty stability smykem.
Prvek VYHOVÍ na stabilitu !

43. PAŽDÍK 3m – POSUDEK

Lineární výpočet, Extrém : Globální

Výběr : Vše

Kombinace : Typ B

Průřez : Paždík 3m - UPE100

EN 1993-1-1 posudek

Prut B149	UPE100	S 235	Typ B/18	0.78
-----------	--------	-------	----------	------

Základní data EC3 : EN 1993

Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze

dílčí součinitel spolehlivosti Gamma M0 pro únosnost průřezu	1.00
dílčí součinitel spolehlivosti Gamma M1 na odolnost proti nestabilitě	1.00
dílčí součinitel spolehlivosti Gamma M2 pro oslabený průřez	1.25

Údaje o materiálu

Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Stu

mez kluzu fy	235.0	MPa
pevnost v tahu fu	360.0	MPa
typ výroby	válcovaný	

....:POSUDEK PRŮŘEZU:....

Poměr šířky ke tloušťce pro vnitřní tlačené prvky (EN 1993-1-1 : Tab.5.2. strana 1).

poměr 14.44 v místě 0.375 m

poměr

Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze

maximální poměr	1	70.80
maximální poměr	2	81.52
maximální poměr	3	128.87

==> Třída průřezu 1

Poměr šířky ke tloušťce pro odstavující pásnice (EN 1993-1-1 : Tab.5.2. strana 2).

poměr 5.40 v místě 0.375 m

poměr

Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská ve

maximální poměr	1	9.00
maximální poměr	2	10.00
maximální poměr	3	14.00

==> Třída průřezu 1

Kritický posudek v místě 1.500 m

Vnitřní síly

**Studentská verze* *Studentská verze* *Studen*

NEd	0.99	kN
Vy,Ed	0.08	kN
Vz,Ed	0.04	kN

**Studentská verze* *Studentská verze* *Studen*

Vnitřní síly

Studentská verze *Studentská verze* *Student

T,Ed	0.01	kNm
My,Ed	4.03	kNm
Mz,Ed	-0.20	kNm

Posudek na osovou sílu

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.3. a vzorce (6.5)

Tabulka hodnot

Studentská verze *Studentská verze* *Studentská ver.

Nt,Rd	293.75	kN
Jedn. posudek	0.00	-

Posouzení kroucení

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.7. a vzorce (6.23)

Tabulka hodnot

Studentská verze *Studentská verze* *Studentská ver.

tau t,Rd	136.3	MPa
tau t, Ed	2.7	MPa
Jedn. posudek	0.02	-

Posudek na smyk (Vy)

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.6. & 6.2.7 a vzorce (6.25)

Tabulka hodnot

Studentská verze *Studentská verze* *Studentská ver.

Vc,Rd	96.41	kN
Jedn. posudek	0.00	-

Posudek na smyk (Vz)

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.6. & 6.2.7 a vzorce (6.25)

Tabulka hodnot

Studentská verze *Studentská verze* *Studentská ver.

Vc,Rd	71.85	kN
Jedn. posudek	0.00	-

Posudek ohybového momentu (My)

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.5. a vzorce (6.12)

Klasifikace průřezu je 1.

Tabulka hodnot

Studentská verze *Studentská verze* *Studentská ver.

Mc,Rd	11.28	kNm
Jedn. posudek	0.36	-

Posudek ohybového momentu (Mz)

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.2.5. a vzorce (6.12)

Klasifikace průřezu je 1.

Tabulka hodnot

Studentská verze *Studentská verze* *Studentská ver.

Mc,Rd	4.55	kNm
Jedn. posudek	0.04	-

Posudek na kombinaci ohybu, osové a smykové síly

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.2. a vzorce (6.1)

Klasifikace průřezu je 3.

Tabulka hodnot

Studentská verze *Studentská verze* *Studentská ver.

sigma N	-0.8	MPa
sigma Myy	-97.3	MPa
sigma Mzz	-19.2	MPa
Tau y	0.0	MPa
Tau z	0.0	MPa
Tau t	2.7	MPa

ro 0.00 místo 3
Jedn. posudek 0.50 -

Prvek VYHOVÍ na únosnost !

...:POSUDEK STABILITY:...:

Posudek klopení

Podle článku EN 1993-1-1 : 6.3.2.1. a vzorce (6.54)

Parametry klopení		
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *St</i>		
Metoda pro křivku klopení	Art. 6.3.2.2.	
Wy	4.1400e-05	m ³
Pružný kritický moment M _{cr}	12.43	kNm
Relativní štíhlost Lambda,LT	0.88	
Mezní štíhlost Lambda,LT,0	0.40	
Křivka klopení	d	
Imperfekce Alfa,LT	0.76	
Redukční součinitel Chi,LT	0.53	
Únosnost na vzpěr Mb,Rd	5.15	kNm
Jedn. posudek	0.78	-

Parametry M _{cr}		
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská</i>		
Délka klopení	3.000	m
k	1.00	
kw	1.00	
C1	1.13	
C2	0.45	
C3	0.53	

Pozn.: Parametry C podle ECCS 119 2006 / Galea 2002
zatížení v těžišti

Posudek boulení

v poli vzpěru 1

Podle článku EN 1993-1-5 : 5. & 7.1. a vzorce (5.10) & (7.1)

Tabulka hodnot	
<i>*Studentská verze* *Studentská verze* *Stuc</i>	
hw/t	18.889

Štíhlost stojiny je taková, že není potřeba posudek ztráty stability smykem.

Prvek VYHOVÍ na stabilitu !