



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí

ZADÁNÍ

ČÁST 1

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Mlejková** Jméno: **Michaela** Osobní číslo: **396668**
Fakulta/ústav: **Fakulta stavební**
Zadávající katedra/ústav: **Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí**
Studijní program: **Stavební inženýrství**
Studijní obor: **Konstrukce pozemních staveb**

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce:

Sportovní hala

Název diplomové práce anglicky:

Sports hall

Pokyny pro vypracování:

Seznam doporučené literatury:

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) diplomové práce:

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

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

Datum zadání diplomové práce: **07.10.2016** Termín odevzdání diplomové práce: **08.01.2017**

Platnost zadání diplomové práce: _____

Podpis vedoucí(ho) práce

Podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

Podpis děkana(ky)

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

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

Datum převzetí zadání

Podpis studentky

Anotace

Cílem diplomové práce je navrhnout ocelovou konstrukci sportovní haly. Objekt je umístěn v Libereckém kraji, lokalita Turnov. Jedná se o dispozici s obdélníkovým půdorysem o rozměrech 44,0x50,0m. Výška ocelové konstrukce se v různých místech liší s ohledem na dispozici stavby.

Jedná se o nesymetrickou rámovou konstrukci haly. Prvky rámu tvoří pruty s náběhem. Kotvení sloupů je provedeno pomocí čepových spojů, kotevnicích šroubů a patního plechu. Opláštění budovy je navrženo z prosklených fasádních panelů s nosnými hliníkovými profily. Hlavní konstrukční materiál je ocel S 355. Výpočet je proveden podle evropských norem ČSN EN.

Práce obsahuje statický výpočet, posouzení prutů konstrukce, návrh směrných detailů konstrukce a výkresovou dokumentaci navrženého konstrukčního řešení.

Klíčová slova

ocelová konstrukce, sportovní hala, statický výpočet, rám, nosník s náběhem, proměnný průřez, čepový spoj

Annotation

The master's thesis is focused to design of steel structure of the sports hall. Construction is located in Liberecký kraj, the city of Turnov. The hall is available rectangular ground plan measuring 44,0x50,0m. The height of steel construction is different with respect to disposition of the building.

It is an asymmetric frame structure hall. Elements of the frame are beams with variable cross section. Columns anchoring is done using the pin connection, anchoring rods and bored plate. Sheathing of the structure is design of glass facade panels with cantilevered aluminum profiles. The main construction material is steel S 355. The calculation is performed according to European standards ČSN EN.

The work contains a static analysis, assessment rods of the construction, design of construction details, drawings of the proposed design solution.

Keywords

steel structure, sports hall, static analysis, frame, haunched beam, variable cross section, pin connection

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracovala samostatně a dle pokynů vedoucí diplomové práce. Všechny podklady, z kterých jsem čerpala, jsou řádně uvedeny v seznamu použité literatury.

V Praze dne

.....
podpis autora

Poděkování:

Ráda bych poděkovala vedoucí diplomové práce doc. Ing. Martině Eliášové, CSc. za vedení, její pomoc a množství rad, které mi poskytla při vypracovávání.

Dále bych chtěla poděkovat konzultantce části diplomové práce doc. Ing. Šárce Šilarové, CSc. a Ing. Michalu Janderovi, Ph.D. za rady při vypracovávání.

Chtěla bych poděkovat také svým rodičům, kteří mají největší zásluhu na tom, že jsem mohla studovat.



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí

TECHNICKÁ ZPRÁVA

ČÁST 2

Obsah

1. Úvod.....	2
2. Popis konstrukce.....	2
2.1. Stručný popis stavby.....	2
2.2. Statické řešení nosné konstrukce.....	2
2.3. Navržené konstrukční řešení	3
2.3.1 Popis navrženého konstrukčního řešení.....	3
2.3.2 Základní prvky nosné konstrukce.....	4
3. Zatížení.....	6
4. Materiály.....	7
5. Provádění a montáž konstrukce.....	8
6.1. Výroba.....	8
6.2. Montáž nosné konstrukce.....	8
6. Protikorozní ochrana ocelové konstrukce.....	10
7. Ochrana ocelové konstrukce proti účinkům požáru.....	10
8. Normy a literatura.....	10

1. Úvod

Předmětem řešení diplomové práce bylo navrhnout ocelovou konstrukci sportovní haly. Jedná se o dispozici s obdélníkovým půdorysem o rozměrech 44,0x50,0m. Objekt je umístěn v Libereckém kraji, lokalita Turnov.

Práce obsahuje posudek hlavních prvků a řešení směrných detailů. Součástí práce je výkresová dokumentace.

2. Popis konstrukce

2.1. Stručný popis stavby

Ocelová konstrukce sportovní haly je navržena nad železobetonovou částí haly, která nebyla předmětem řešení této diplomové práce. Železobetonová konstrukce, která tvoří z jižní strany provozní část haly, zaujímá orientačně 40% půdorysné plochy objektu. Dalších 60% je využito jako sportovní plocha. Provozní část je rozčleněna na 2 podlaží. Ve spodním podlaží jsou situovány šatny, zasedací místnost, zázemí pro sportovce a sklady. Horní podlaží slouží jako vstupní a přechází v tribunu pro diváky. Část se sportovní plochou je využita na celou výšku konstrukce.

Ocelová konstrukce, která je do železobetonové kotvena, je tvořena 9 rámy v podélném směru. Jednotlivé vazby, které jsou od sebe osově vzdáleny 5,5m, jsou nesymetrické. Prvky rámu tvoří svařované pruty s náběhem. Rozpon hlavního pole rámu nad sportovní plochou a tribunou je 35,0m. Příčle jsou nad touto částí zhruba ve čtvrtině pole spojeny kloubem. Toto statické schéma bylo zvoleno s ohledem na reálnou konstrukci, ze které vychází zadání diplomové práce. Na rám dále navazuje příčel o délce 15,0m, která překlenuje vstupní část a je podepřena kyvnou stojkou. Kyvné stojky jsou na jednotlivých vazbách umístěny v odlišných vzdálenostech. Stěna tvořená těmito stojkami je proto vzhledem ke konstrukci mírně zkosená.

V souladu s ČSN EN 1090-2 (Provádění ocelových konstrukcí a hliníkových konstrukcí. Část 2: Technické požadavky na ocelové konstrukce) se jedná o konstrukci třídy provedení EXC2.

2.2. Statické řešení nosné konstrukce

Pro analýzu vnitřních sil byl proveden výpočetní model konstrukce. K tomuto byl použit program Scia Engineer 16.0, ve kterém byl vytvořen rovinný model rámu. V tomto programu byl model zatížen účinky stálých a proměnných zatížení. Dále viz kapitola 3 – *Zatížení*. Byl proveden stabilitní a nelineární výpočet.

Výstup z programu je součástí statického výpočtu a je přiložen v příloze *VÝPOČETNÍ MODEL PRO ANALÝZU VNITŘNÍCH SIL*. Výpočet vycházel z nejnepriznivější kombinace zatížení. Posouzení mezního stavu únosnosti a mezního stavu použitelnosti bylo provedeno v souladu s normami.

Pro výpočet vnitřních sil ve ztužidlech byl v programu Scia Engineer 16.0 vytvořen samostatný rovinný model střešní roviny, který byl zatížen účinky zatížení větru.

Pro výpočet kritického momentu M_{cr} jednotlivých prvků byl použit program LTBeamN 1.0.3, který umožňuje výpočet pro pruty proměnného průřezu.

2.3. Navržené konstrukční řešení

2.3.1 Popis navrženého konstrukčního řešení

Ocelová konstrukce sportovní haly je kotvena do spodní železobetonové konstrukce, která nebyla předmětem řešení této diplomové práce. Ocelová konstrukce je tvořena 9 rámy v podélném směru. Tyto vazby jsou od sebe osově vzdáleny 5,5m. Jde o nesymetrické rámy. Prvky rámu tvoří svařované pruty s náběhem. Rozpon hlavního pole rámu nad sportovní plochou a tribunou je 35,0m. Sloupy mají různou výšku s ohledem na dispozici stavby. Krajní sloup (B4) má výšku 8,5m a střední sloup (B5) 4,5m (uvažováno osově). Oba sloupy jsou uloženy kloubově pomocí čepového spoje. Příčle jsou v této části zhruba nad čtvrtinou pole spojeny kloubem. Toto statické schéma bylo zvoleno s ohledem na reálnou konstrukci, ze které vychází zadání diplomové práce. Výpočetní model konstrukce byl v rámci návrhu v první fázi vymodelován bez kloubu. S ohledem na průběh momentů na příčli byl kloub umístěn přibližně do místa nulového momentu. Délka kratší příčle (B2) je 6,5m a délka delší příčle (B3) je 28,5m (uvažováno osově).

Na hlavní rám dále navazuje příčel o délce 15,0m, která překlenuje vstupní část a v koncové části je podepřena kyvnou stojkou o délce 6,2m (osová vzdálenost). Kyvné stojky jsou na jednotlivých vazbách umístěny v odlišných vzdálenostech od konce příčle B1. Stojka na krajním rámu od východu je navržena ve vzdálenosti 1,5m od konce příčle. Každá následující je posunuta o 0,25m směrem k vnitřku haly. Na krajním rámu od západu je vzdálenost stojky od kraje nejvyšší a to 3,5m. Výpočetní model konstrukce byl vytvořen jak pro vnitřní rám se stojkou nejbližší ke kraji konstrukce (RÁM B), tak pro vnitřní rám se vzdáleností nejvyšší (RÁM G). S ohledem na minimální rozdíly v průbězích vnitřních sil na rámech byl pro další návrh zvolen RÁM B.

Tuhost v podélném směru je zajištěna tuhým spojením příčlí a sloupů. V příčném směru jsou rámy propojeny soustavou střešních ztužidel se svislicemi ze čtvercových trubek a trojicí svislých trubkových ztužidel.

Konstrukce byla vymodelována bez spádu s předpokladem, že vyspádování střešní roviny bude s ohledem na charakter nosné konstrukce provedeno v rámci skladby střešního pláště. Střecha je plochá nepochozí s výjimkou běžné údržby a oprav. Její konstrukce je tvořena trapézovým plechem, který je uložen tenkostěnných vaznicích o roztečích 2,5m. Opláštění budovy je navrženo z prosklených fasádních panelů s nosnými hliníkovými profily, které se kotví k ocelové konstrukci.

Dispoziční výkres budovy a navržené detaily jsou součástí projektu (ČÁST 6 – VÝKRESOVÁ ČÁST).

2.3.2 Základní prvky nosné konstrukce

PŘÍČEL B1

Svařovaný průřez:	VÝŠKA h	[mm]	200 – 1000
	ŠÍŘKA PÁSNIC b	[mm]	360
	TLOUŠŤKA STOJINY s	[mm]	14
	TLOUŠŤKA PÁSNIC t	[mm]	16

Příčel B1 je navržena jako nosník s jednostranným náběhem směrem k vnitřní straně konstrukce. Jde o svařovaný prvek. Průřez není v místě maximálního namáhání zcela využit. K jeho dimenzi bylo přistoupeno z architektonických důvodů, aby příčel B1 dimenzí navazovala na příčel B2. Prvek byl posouzen na ohyb. Uvažován byl vliv klopení a vliv boulení nevyztužených stojin. Přípoj příčle ke sloupu (B5) je tuhý. Spolu s příčlí B2 tvoří tyto 3 prvky tuhý rámový roh. Jeho návrh je součástí statického výpočtu.

PŘÍČEL B2

Svařovaný průřez:	VÝŠKA h	[mm]	340 – 1000
	ŠÍŘKA PÁSNIC b	[mm]	360
	TLOUŠŤKA STOJINY s	[mm]	16
	TLOUŠŤKA PÁSNIC t	[mm]	30

Příčel B2 je navržena jako nosník s jednostranným náběhem směrem k vnitřní straně konstrukce. Jde o svařovaný prvek. Průřez není v místě maximálního namáhání zcela využit. Prvek byl navržen s ohledem na mezní stav použitelnosti konstrukce (průhyb hlavního pole rámu). Posouzen byl na kombinaci tlaku s ohybem. Na prvku byl uvažován vliv klopení a vliv boulení nevyztužených stojin. Přípoj příčle ke sloupu (B5) je tuhý. Spolu s příčlí B1 tvoří tyto 3 prvky tuhý rámový roh. Jeho návrh je součástí statického výpočtu.

PŘÍČEL B3

Svařovaný průřez:	VÝŠKA h	[mm]	340 – 1500
	ŠÍŘKA PÁSNIC b	[mm]	400
	TLOUŠŤKA STOJINY s	[mm]	18
	TLOUŠŤKA PÁSNIC t_1	[mm]	20
	t_2	[mm]	40

Příčel B3 je navržena jako nosník s jednostranným náběhem směrem k vnitřní straně konstrukce. Jde o svařovaný prvek. Pásnice příčle jsou na úseku od 0 do 10,0m navrženy v tloušťce 20mm, na zbylé části jsou zesíleny na 40mm. Přechod pásnic bude proveden plynule ve sklonu 1:10 (viz Výkres č. 12, ČÁST 6 – VÝKRESOVÁ ČÁST).

Na prvku byl uvažován vliv klopení a vliv boulení nevyztužených stojin prvků. Prvek byl posouzen v místě minimálního průřezu, v místě maximálního napětí na prvku a v místě maximálního momentu. Přípoj příčle ke sloupu (B4) je tuhý. Navržen byl ve dvou variantách. Varianta 1 – rámový roh svařovaný (Výkres č. 4, ČÁST 6 – VÝKRESOVÁ ČÁST). Jako alternativa je navržena Varianta 2 – rámový roh šroubovaný (Výkres č. 5, ČÁST 6 – VÝKRESOVÁ ČÁST). Návrh obou variant je součástí statického výpočtu. V kapitole 6.2 Montáž je uvažováno s Variantou 1.

Mezi příčlemi B2 a B3 je navrženo kloubové spojení ve formě čepového spoje. Na čelní desku příčle B2 je přivařen styčnickový plech P20 a na čelní desku příčle B3 jsou přivařeny 2 styčnickové plechy P14. Průměr čepu je 50mm.

SLOUP B4

Svařovaný průřez:	VÝŠKA h	[mm]	300 – 1500
	ŠÍŘKA PÁSNIC b	[mm]	400
	TLOUŠŤKA STOJINY s	[mm]	18
	TLOUŠŤKA PÁSNIC t	[mm]	30

Sloup B4 je navržen jako nosník s jednostranným náběhem směrem k vnější straně konstrukce. Jde o svařovaný prvek.

Prvek byl posouzen na kombinaci tlaku s ohybem. Na prvku byl uvažován vliv klopení a vliv boulení nevyztužených stojin prvků. Posouzen byl v místě minimálního průřezu, v místě maximálního napětí na prvku a v místě maximálního momentu. V místě rámového rohu jsou navrženy 2 výztuhy stojiny sloupu. Kotvení sloupu je řešeno pomocí patního plechu tloušťky 30mm uloženého do maltového lože a kotevních šroubů HILTI HIT-V-5.8 4xM27. K patnímu plechu jsou přivařeny 2 styčnickové plechy P20 pro čepový spoj. K čelní desce na patě sloupu jsou přivařeny 3 styčnickové plechy P18. Průměr čepu je navržen 60mm.

SLOUP B5

Svařovaný průřez:	VÝŠKA h	[mm]	200 – 1000
	ŠÍŘKA PÁSNIC b	[mm]	360
	TLOUŠŤKA STOJINY s	[mm]	18
	TLOUŠŤKA PÁSNIC t	[mm]	20

Sloup B5 je navržen jako nosník s oboustranným náběhem. Jde o svařovaný prvek.

Sloup byl posouzen na kombinaci tlaku s ohybem. Na prvku byl uvažován vliv klopení a vliv boulení nevyztužených stojin nebylo třeba uvažovat. Posouzen byl v místě minimálního průřezu, v místě maximálního napětí na prvku a v místě maximálního momentu. V místě rámového rohu jsou navrženy 2 výztuhy stojiny sloupu. Kotvení sloupu je řešeno pomocí patního plechu tloušťky 30mm uloženého do maltového lože a kotevních šroubů HILTI HIT-V-5.8 4xM27. K patnímu plechu jsou přivařeny 2 styčnickové plechy P20 pro čepový spoj. K čelní desce na patě sloupu jsou přivařeny 3 styčnickové plechy P18. Průměr čepu je navržen 60mm.

KYVNÁ STOJKA

Kyvná stojka je navržena jako průřez CHS 193.7x12.5. Posouzena byla na vzpěrný tlak a navržena s ohledem na součinitel kritického zatížení konstrukce.

Kotvení kyvné stojky je řešeno pomocí patního plechu tloušťky 20mm uloženého do maltového lože a kotevních šroubů HILTI HIT-V-5.8 2xM16. K patnímu plechu je přivařen styčnickový plech P18 pro čepový spoj. K čelní desce na kyvné stojce potom 2 styčnickové plechy P14. Průměr čepu je navržen 30mm. Přípoj stojky k příčli je řešen obdobným způsobem.

STŘEŠNÍ ZTUŽIDLA

Střešní ztužidla jsou navržena ve dvou podélných pásech v krajních polích haly a celkem ve 3 příčných pásech nad svislými ztužidly. Ztužidla jsou navržena jako systém konstrukčních táhle Macalloy. Jedná se o táhla ve standardním provedení se závitem M16. Táhla jsou vedena do kříže do kříže mezi svislicemi ztužidel a působí pouze na tah. Připojena jsou pomocí styčnickových plechů, koncovek a čepů, které jsou součástí systému. Svislice jsou navrženy jako čtvercová trubka 90x90x5,0, která je připojena přes čelní desku ke stěně příčle nebo sloupu.

SVISLÁ ZTUŽIDLA

Příčná svislá ztužidla jsou navržena jako trubková. Při návrhu byl uvažován vliv rámových imperfekcí. Posouzeny jsou na vzpěrný tlak. V řadě kyvných stojek 2 jde o křížová ztužidla z trubek CHS 76.1x4,0. V řadě sloupů 4 jde o křížová ztužidla z trubek CHS 88.9x4,0. V řadě sloupů 11 jde o 2 křížová ztužidla nad sebou z trubek CHS 76.1x5.0. Připojena jsou pomocí styčnickových plechů, které jsou navařeny na stěně příčle nebo sloupu a šroubů 2xM16.

SLOUPEK PODÉLNÉ STĚNY HALY

Sloupek je navržen jako profil HEB 180. Jedná se o kloubově uložený prut. Kotvení je provedeno pomocí přivařeného patního plechu P20 uloženého do maltového lože a kotevních šroubů HILTI HIT-V-5.8 2xM16.

Přípoj k příčli, který je proveden pomocí styčnickového plechu a šroubu M16, umožňuje její svislý posun bez zatížení sloupku. Prvek byl posouzen na ohyb s vlivem klopení. Slouží ke kotvení fasády a přenos zatížení od tlaku a sání větru do střešních ztužidel haly.

3. Zatížení

Zatížení bylo stanoveno na základě ČSN EN 1991 Zatížení konstrukcí.

Byla uvažována následující stálá zatížení:

- vlastní tíha konstrukce
- tíha střešního pláště
 - hydroizolační PVC fólie
 - tepelná izolace z minerálních vláken
 - trapézový plech
 - tenkostěnné Z vaznice
- tíha opláštění budovy
- tíha venkovního podhledu

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

- klimatické zatížení sněhem se základní tíhou sněhu na zemi $s_k=1,5 \text{ kN.m}^{-2}$ odpovídající umístění stavby ve III. sněhové oblasti (obec Turnov).
(hodnota s_k dle MAPY SNĚHOVÝCH OBLASTÍ NA ÚZEMÍ ČR; ČSN EN 1991-1-3)

- klimatické zatížení větrem s výchozí základní hodnotou rychlosti větru $v_{b,0}=25,0\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ odpovídající II. větrné oblasti (obec Turnov, Liberecký kraj) (větrná oblast určena na základě odečtení z MAPY VĚTRNÝCH OBLASTÍ NA ÚZEMÍ ČR; ČSN EN 1991-1-4)

Klimatické zatížení větrem je rozděleno do 8 zatěžovacích stavů s ohledem na nesymetrii nosné konstrukce budovy. V oblasti I jsou dány kladné i záporné hodnoty součinitele vnějšího tlaku c_{pe} a je dáno, že musí být uvažovány obě hodnoty (tlak i sání). V jednotlivých zatěžovacích stavech byly zohledněny i síly působící na přesah střechy na jižní straně objektu. Toto zatížení bylo vypočteno dle normy, kapitoly 7.3 *Přístřešky*.

Zatěžovací stavy:	vítr podélný J – tlak	vítr příčný V – sání
	vítr podélný S – tlak	vítr příčný V – tlak
	vítr podélný J – sání	vítr příčný Z – sání
	vítr podélný S – sání	vítr příčný Z – tlak

- proměnné zatížení – užitné, kategorie H – nepřístupné střechy s výjimkou běžné údržby a oprav; hodnota $q_k = 0,75 \text{ kN/m}^2$ (ČSN EN 1991-1-1)
- proměnné zatížení – potrubí vzduchotechniky a lokální svítidla – uvažováno jako osamělá břemena na příčlích rámu

Dílčí součinitele zatížení

- stálá zatížení
 $\gamma_F = 1,35$
- proměnná zatížení
 $\gamma_F = 1,5$

Kombinace zatížení

- kombinace pro MSÚ a MSP jsou součástí statického výpočtu (viz ČÁST 3 - STATICKÝ VÝPOČET) a přílohy s výstupem z programu Scia Engineer 16.0 (ČÁST 5 - VÝPOČETNÍ MODEL PRO ANALÝZU VNITŘNÍCH SIL).

4. Materiály

Základním materiálem prvků rámu:

ocel S 355

Materiál střešních ztužidel (systém střešních táhel Macalloy):

ocel S 460

Materiál připojovacích prostředků:

šrouby – z materiálu 8.8:

mez pevnosti	$f_{ub} = 800 \text{ MPa}$
mez kluzu	$f_{yb} = 640 \text{ MPa}$

kotevní šrouby - HILTI HIT-V-5.8 (F):

mez pevnosti $f_{ub} = 500 \text{ MPa}$

mez kluzu $f_{yb} = 400 \text{ MPa}$

svary – použité elektrody jsou ekvivalentní oceli S 355

čep a závlač – S460

Materiál pro kotvení:

lepící vytlačovací hmota HIT-HY 200-A

Materiál podbetonování patního plechu:

beton třídy C 20/25

Materiál železobetonové stavby:

beton třídy C 25/30

betonářská výztuž B500 B

Materiál prvků zastřešení:

Trapézový plech TR 40/266, tl. 0,88mm S 280 GD

Tenkostěnné Z vaznice S 350 GD

5. Provádění a montáž konstrukce

5.1. Výroba

Ve výrobním závodě proběhne výroba konstrukce v souladu s ČSN EN 1090-2 (Provádění ocelových konstrukcí a hliníkových konstrukcí. Část 2: Technické požadavky na ocelové konstrukce), ČSN 73 2611 (Mezní úchytky rozměrů ocelových konstrukcí). Materiál musí být zbaven hrubých nečistot a vyrovnán v rámci mezních úchytek stanovených v ČSN 73 2611. Povrchové vady musí být obroušeny s plynulým přechodem do základního materiálu.

Prvky jsou navrženy z oceli S355 ($f_y = 355 \text{ MPa}$, $f_u = 510 \text{ MPa}$). Navržené svary musí být prováděny dle norem ČSN EN 1090-2 a musí je provádět proškolený svářeč s průkazem odborné kvalifikace svářeče.

Jednotlivé montážní dílce budou opatřeny antikorozní ochranou.

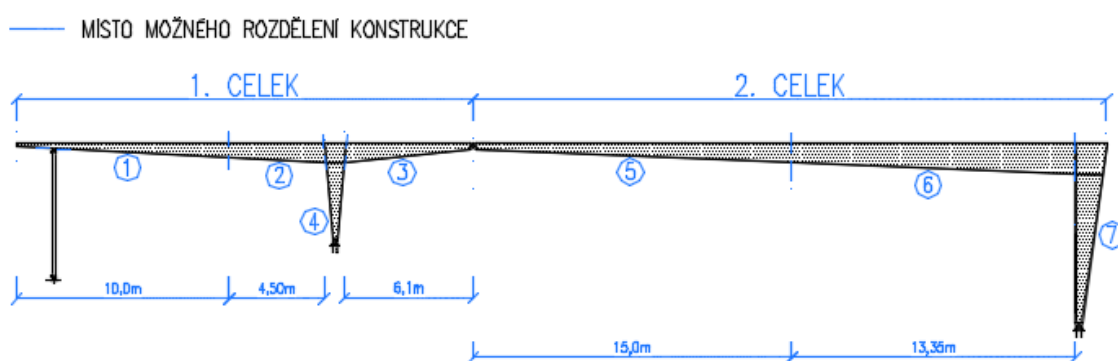
6.2. Montáž nosné konstrukce

Jednotlivé díly konstrukce haly budou na stavbu dopraveny po částech. Doprava konstrukce bude zajištěna silniční dopravou. Během dopravy budou prvky zajištěny proti posunutí, jejich deformaci a poškození. Stabilizace nákladu se bude řídit přepravními předpisy.

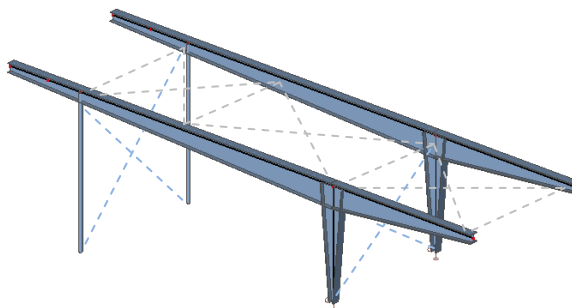
Konstrukci je nutno rozdělit na montážní díly z důvodu přepravy na stavbu. Montážní díly jsou svařované a obvykle jde o jednotlivé pruty nebo jejich části, kdy maximální délka dílce dosahuje 15,0m. Pokud bude z logistických důvodů nemožné navržené montážní díly přepravit vcelku, je možné navrhnout více montážních styků. Svařování na staveništi je třeba omezit na nejmenší možnou míru. Je třeba dbát na správné seříznutí a tvorbu úkosů na koncích jednotlivých prutů. Všechny vyrobené prvky musí být v souladu s výkresovou dokumentací.

Montáž ocelové konstrukce bude započata po zhotovení a vytvrdnutí železobetonové části haly. Započne osazením patních plechů sloupů s navařeným styčnickým plechem s otvorem pro čep. Patní plech se osadí, vyrovná do roviny a vyklínuje. Po jeho usazení bude přes otvory v patním plechu vyvrtán otvor pro usazení šroubů. Šrouby se do železobetonové konstrukce ukotví pomocí lepící vytlačovací hmoty HIT-HY 200-A. Do vzniklého otvoru mezi patním plechem a železobetonovou konstrukcí se vtlačí jemnozrnná směs. Poté se nechá kotva i betonová směs vytvrdnout.

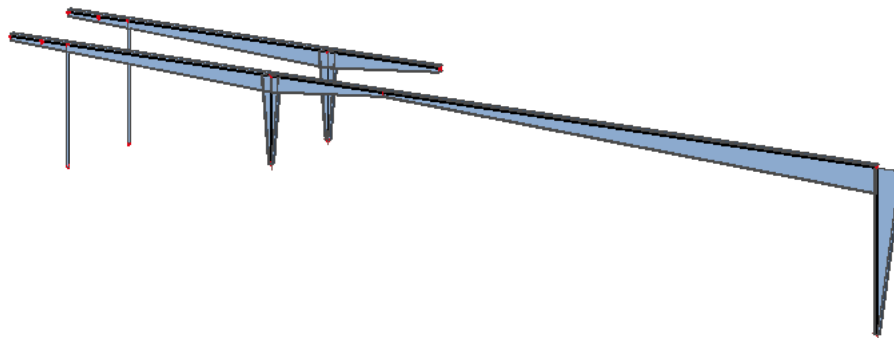
Konstrukce bude na stavbu dovezena po jednotlivých montážních dílech (viz schéma). Na montážních dílech již budou navařeny čelní desky a styčnickové plechy pro čepové spoje, botky pro připojení tenkostěnných vaznic, výztuhy stojin sloupů a styčnickové plechy pro kotevní systém fasády.



Jednotlivé montážní díly budou do celků svařovány na zemi. Jako první se svaří CELEK 1. Tento celek se skládá z montážních dílů 1, 2, 3 a 4. Po svaření se tento celek zvedne stavebním jeřábem do svislé polohy a osadí na místo svého ukotvení, kde se sloup připojí čepem k patce. K rámu se poté připojí kyvná stojka. Tato část musí být dočasně podepřena a zajištěna před ztrátou stability. Stejným způsobem se provede montáž a osazení CELKU 1 další vazby.



Následovat bude propojení a montáž dočasného ztužení těchto dvou vazeb. Po stabilizaci započne montáž další části konstrukce. CELEK 2, který se skládá z montážních dílů 5, 6 a 7, bude rovněž svařen na zemi a vyzvednut stavebním jeřábem do svislé polohy na místo ukotvení sloupů. CELEK 2 se připojí čepovým spojem k již stabilizované části konstrukce.



Postupovat se bude obdobným způsobem s montáží celé konstrukce. Montáž je třeba vždy provádět tak, aby vždy byla zajištěna stabilita celé konstrukce. V průběhu montáže budou sledovány průhyby a posuny hlavních prvků. Po dokončení montáže se provede kontrola všech spojů, zda nedošlo k jejich poškození. Nakonec se provede připojení tenkostěnných vaznic k botkám navařeným na příčlích rámu, instalace trapézového plechu a opláštění budovy.

Všechny vyrobené prvky musí být v souladu s výkresovou dokumentací.

6. Protikorozi ochrana ocelové konstrukce

Protikorozi ochrana všech prvků ocelové konstrukce bude zajištěna podle platných norem ČSN EN ISO 12944: Nátěrové hmoty – Protikorozi ochrana ocelových konstrukcí ochrannými nátěrovými systémy.

Sportovní haly jsou začleněny do Stupně korozní agresivity C2 (nízká) – nevytápěné budovy, kde může docházet ke kondenzaci. Pro návrh bude použita tabulka náležící tomuto stupni korozní agresivity.

Základní nátěr: 2x SANAKRYL antikor AY/ML

Mezinátěr: 2x SANAKRYL antikor AY/ML

Vrchní nátěr: 2x SANAKRYL mat PROFI/AY

Prvky budou na stavbu dodány se základovým nátěrem.

7. Ochrana ocelové konstrukce proti účinkům požáru

Nebylo předmětem řešení diplomové práce.

8. Normy a literatura

Normativní dokumenty včetně jejich změn a oprav:

- [1] ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
- [2] ČSN EN 1991-1-3 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem
- [3] ČSN EN 1991-1-4 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí Část 1-4: Obecná zatížení - Zatížení větrem.

- [4] **ČSN EN 1993-1-1** Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- [5] **ČSN EN 1993-1-8** Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-8: Navrhování styčníků
- [6] **ČSN EN 1993-1-5** Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-: Boulení stěn
- [7] **ČSN EN 73 1401** Navrhování ocelových konstrukcí
- [8] **ČSN EN 10027-1** Systémy označování ocelí část 1: Stavba značek ocelí
- [9] **ČSN EN 1090-2** Provádění ocelových konstrukcí a hliníkových konstrukcí - Část 2 Technické požadavky na ocelové konstrukce
- [10] **ČSN EN ISO 12944** Nátěrové hmoty – Protikorozní ochrana ocelových konstrukcí ochrannými nátěrovými systémy
- [11] **ČSN 73 2611** Mezní úchytky rozměrů ocelových konstrukcí

Skripta, učebnice:

- [12] **SOKOL, Zdeněk a František WALD.** *Ocelové konstrukce: tabulky.* 2., přeprac. vyd. V Praze: České vysoké učení technické, 2010, 81 s. ISBN 978-80-01-04655-5.
- [13] **VRANÝ, Tomáš, Michal JANDERA a Martina ELIÁŠOVÁ.** *Ocelové konstrukce 2.* Vyd. 2., přeprac. V Praze: České vysoké učení technické, 2009, 149 s. ISBN 978-80-01-04368-4.
- [14] **ELIÁŠOVÁ, Martina.** *Ocelové konstrukce 3: příklady.* Vyd. 1. V Praze: České vysoké učení technické, 2010, 100 s. ISBN 978-80-01-04516-9.
- [15] **VRANÝ, Tomáš.** *Ocelové konstrukce 2: projekt, průmyslová hala.* Praha: České vysoké učení technické, 1996. ISBN 80-01-01538-6.
- [16] **STUDNIČKA, Jiří.** *Ocelové konstrukce: normy.* 2. vyd. V Praze: České vysoké učení technické, 2014. ISBN 978-80-01-05489-5.

Použitý software:

- [17] Scia Engineer 16.0
- [18] AutoCAD 2016
- [19] LTBeamN 1.0.3
- [20] Microsoft Office Excel

Technické podklady výrobců:

- [21] Katalog pro projektanty HILTI, Katalog 2015/2016
https://www.hilti.cz/medias/sys_master/documents/h76/9159902429214/Katalog_pro_projektanty_2015_2016_Certifikat_ASSET_DOC_LOC_5060330.pdf
- [22] Systém konstrukčních táhle Macalloy
http://www.tension.cz/www/media/files/pdf-k-pripojeni_12/macalloy-system-konstrukcnich-tahel_57.pdf
- [23] SATJAM – statické hodnoty
<http://www.satjam.cz/staticke-hodnoty-142.html>
- [24] Kovové profily – tenkostěnné „Z“, „C“ A „S“ profily
http://kovprof.cz/wp-content/uploads/2013/04/VaznicePazdiky_profilyZCS_prirucka.pdf

- [25] Technické listy nátěrových hmot SANAKRYL
<http://www.barvy-eternal.cz/na-kovy>

Ostatní:

- [26] http://people.fsv.cvut.cz/~wald/steel/Access_Steel_CZ/SN_NCCI/SN041a-CZ-EU.pdf



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí

STATICKÝ VÝPOČET

ČÁST 3

Obsah

Obsah	1
1. Úvod	4
2. Zatížení větrem	6
2.1. Zatížení větrem	7
2.2. Rozdělení fasády na jednotlivé oblasti	9
2.3. Rozdělení střechy na jednotlivé oblasti	12
2.4. Zatížení větrem na přesah střechy pro příčný vítr jižní.....	14
3. Zatížení.....	16
3.1. Zatížení pro návrh trapézového plechu.....	17
3.2. Zatížení pro návrh tenkostěnných „Z“ vaznic	18
3.3. Zatížení pro návrh tenkostěnných „Z“ profilů pro uchycení venkovního podhledu	19
3.4. Zatížení pro návrh prvků rámu	20
4. Kombinace zatížení.....	22
4.1. Kombinace zatížení pro mezní stavy únosnosti	22
4.2. Kombinace zatížení pro mezní stavy použitelnosti	24
5. Návrh a statický posudek.....	25
5.1. Návrh prvků opláštění.....	26
5.1.1. Návrh trapézového plechu do střešní konstrukce	27
Statické tabulky pro trapézové plechy.....	29
5.1.2. Návrh tenkostěnné „Z“ vaznice	32
Statické tabulky pro tenkostěnné profily	34
5.1.3. Návrh tenkostěnného „Z“ profilu pro uchycení venkovního podhledu.....	35
Statické tabulky pro tenkostěnné profily	37
5.2. Návrh a statický posudek prvků rámu	38
5.2.1. Krajní sloup B4(ruční posouzení)	39
5.2.1.1. Průřezové charakteristiky a zatřídění průřezu.....	40
5.2.1.2. Vnitřní síly	43
5.2.1.3. Smyková únosnost.....	44
5.2.1.4. Štíhlosti	46
5.2.1.5. Posouzení prutu - MSÚ	48
5.2.1.6. Posouzení prutu - MSP	51
5.2.2. Krajní sloup B4 (posouzení v programu Microsoft Excel)	52
5.2.2.1. Vnitřní síly na prutu	53
5.2.2.2. Posouzení prutu - MSÚ	54
5.2.2.3. Posouzení prutu - MSP	57

5.2.3.	Střední sloup B5 (posouzení v programu Microsoft Excel)	58
5.2.3.1.	Vnitřní síly na prutu	59
5.2.3.2.	Posouzení prutu - MSÚ	60
5.2.3.3.	Posouzení prutu - MSP	63
5.2.4.	Příčel B1 (posouzení v programu Microsoft Excel)	64
5.2.4.1.	Vnitřní síly na prutu	65
5.2.4.2.	Posouzení prutu - MSÚ	66
5.2.4.3.	Posouzení prutu - MSP	68
5.2.5.	Příčel B2 (posouzení v programu Microsoft Excel)	69
5.2.5.1.	Vnitřní síly na prutu	70
5.2.5.2.	Posouzení prutu – MSÚ	71
5.2.6.	Příčel B3 (posouzení v programu Microsoft Excel)	74
5.2.6.1.	Vnitřní síly na prutu	75
5.2.6.2.	Posouzení prutu - MSÚ	76
5.2.7.	Posouzení MSP – hlavní pole rámu.....	79
5.2.8.	Kyvná stojka B6	80
5.2.8.1.	Vnitřní síly na prutu	81
5.2.8.2.	Posouzení prutu – MSÚ	82
5.2.8.3.	Posouzení prutu – MSP.....	84
5.2.9.	Střední sloup B5 – POSOUZENÍ dle ČSN 73 1401	85
5.2.9.1.	Vnitřní síly na prutu	86
5.2.9.2.	Posouzení prutu – MSÚ	87
5.2.9.3.	Posouzení prutu - MSP	88
5.3.	Návrh a statický posudek sloupku podélné stěny haly	89
5.3.1.	Posouzení prutu – MSÚ	90
5.3.2.	Posouzení prutu – MSP.....	93
5.4.	Návrh a statický posudek ztužení haly	94
5.4.1.	Rovinný model střešní roviny.....	96
5.4.2.	Rovinný model řady střešních ztužidel	98
5.4.3.	Návrh střešních ztužidel – táhla Macalloy	100
5.4.4.	Návrh střešních ztužidel - svislice	103
5.4.5.	Návrh příčného ztužení haly	106
5.4.5.1.	Řada svislých ztužidel 11.....	107
5.4.5.2.	Řada svislých ztužidel 4.....	110
5.4.5.3.	Řada svislých ztužidel 2.....	113
5.4.6.	Ztužidlový sloup	116
6.	Přípoje a kotvení	119
6.1.	Svařovaný rámový roh prvků B3 a B4 – VARIANTA 1	120
6.2.	Šroubovaný rámový roh prvků B3 a B4 – VARIANTA 2 (alternativní návrh).....	124
6.3.	Svařovaný rámový roh prvků B1, B2 a B5	156
6.4.	Čepový spoj – kloubové připojení příčel B2 a B3	161
6.5.	Kotvení sloupu B4+ návrh čepového spoje	164
6.6.	Kotvení sloupu B5 + návrh čepového spoje	172
6.7.	Kotvení kyvné stojky B6 + návrh čepového spoje	179
6.8.	Sloupek podélné stěny haly	186
6.8.1.	Kotvení sloupku.....	186

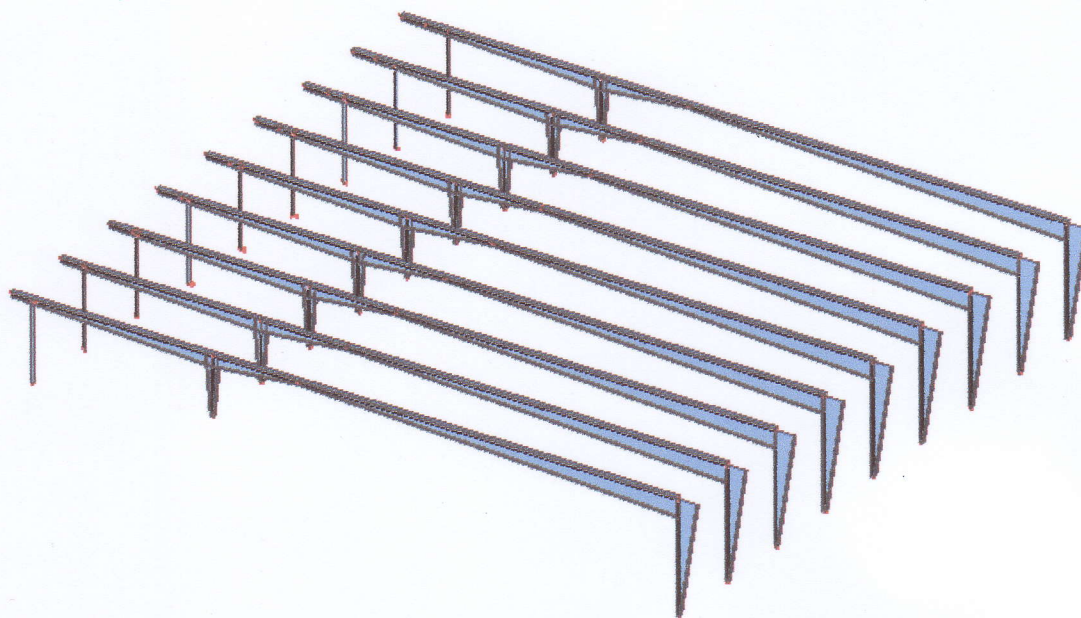
6.8.2.	Přípoj sloupku k příčli rámu	187
6.9.	Přípoj svislých ztužidel (řada 11)	188
6.10.	Ověření kotvení a čepového spoje ztužidlových sloupů	191
6.10.1.	Ztužidlový sloup B4	191
6.10.2.	Ztužidlový sloup B5	194
7.	Normy a literatura	196

1. Úvod

Předmětem řešení diplomové práce bylo navrhnout ocelovou konstrukci sportovní haly. Objekt je umístěn v Libereckém kraji, lokalita Turnov. Umístění odpovídá II. větrné oblasti a III. sněhové oblasti.

Jedná se o dispozici s obdélníkovým půdorysem o rozměrech 44,0x50,0m. Ocelová konstrukce sportovní haly je navržena nad železobetonovou částí haly, která nebyla předmětem řešení této diplomové práce.

Ocelová konstrukce je tvořena jednotlivými vazbami v podélném směru. Tyto vazby jsou od sebe osově vzdáleny 5,5m. Jde o nesymetrické rámy. Prvky rámu tvoří pruty s náběhem.



Rozpon hlavního pole rámu nad sportovní plochou a tribunou je 35,0m. Příčle jsou nad touto částí zhruba ve čtvrtině pole spojeny kloubem. Toto statické schéma bylo zvoleno s ohledem na reálnou konstrukci. Na rám dále navazuje příčel o délce 15,0m, která překlenuje vstupní část a je podepřena kyvnou stojkou. Kyvné stojky jsou na jednotlivých vazbách umístěny v odlišných vzdálenostech. Stěna tvořená těmito stojkami je proto vzhledem ke konstrukci mírně zkosená.

Tuhost v podélném směru je zajištěna tuhým spojením příčlí a sloupů. V příčném směru jsou rámy propojeny soustavou střešních ztužidel se svislícemi ze čtvercových trubek a trojicí svislých trubkových ztužidel.

Výpočetní model konstrukce byl vytvořen jak pro vnitřní rám se stojkou nejbližší ke kraji konstrukce (RÁM B), tak pro vnitřní rám se vzdáleností nejvyšší (RÁM G). S ohledem na

ZÁKLADNÍ OSOVÉ ROZMĚRY NOSNÉ KONSTRUKCE

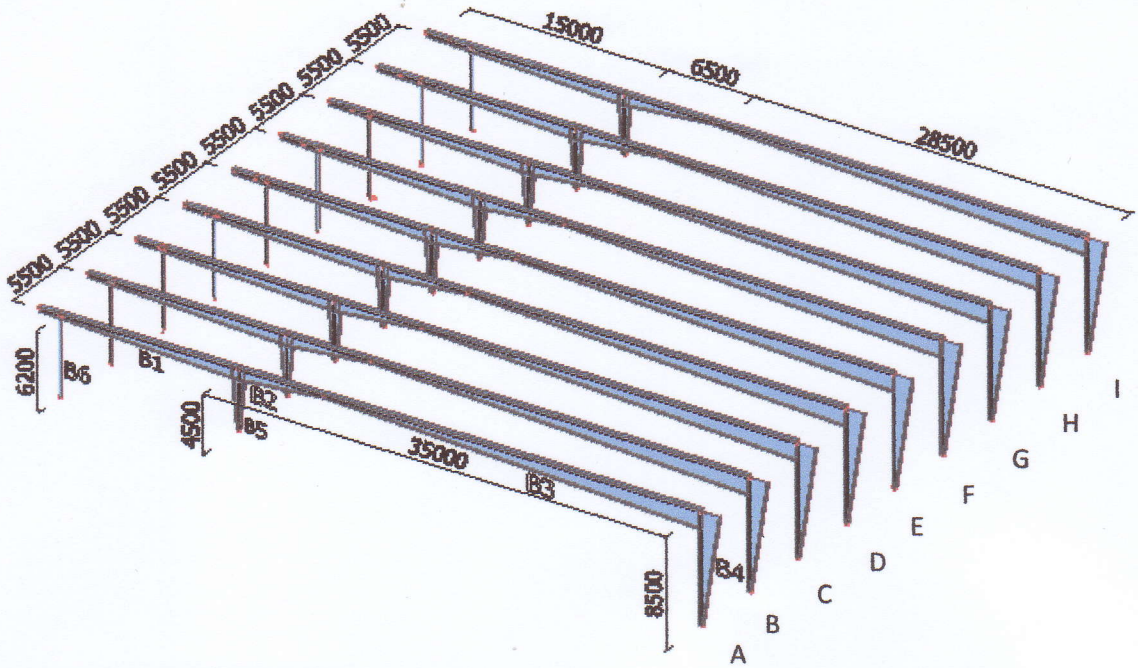
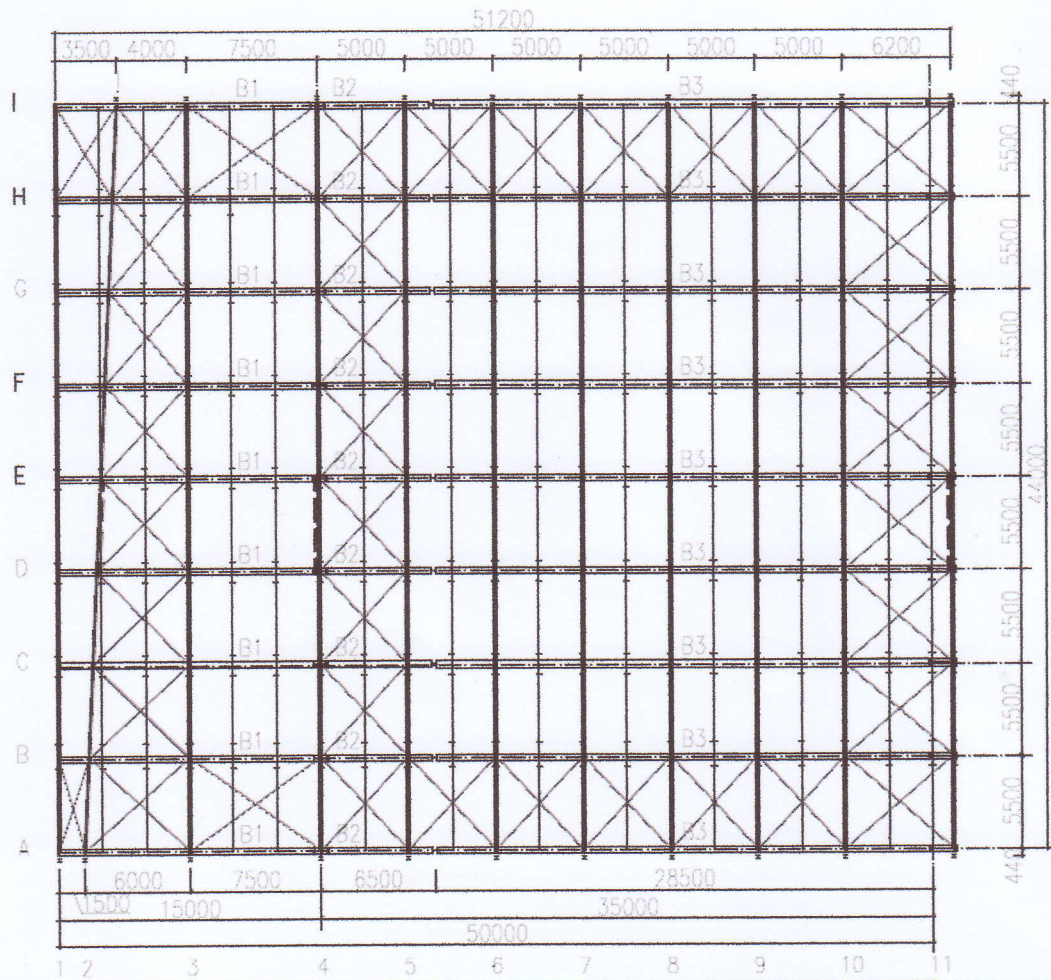
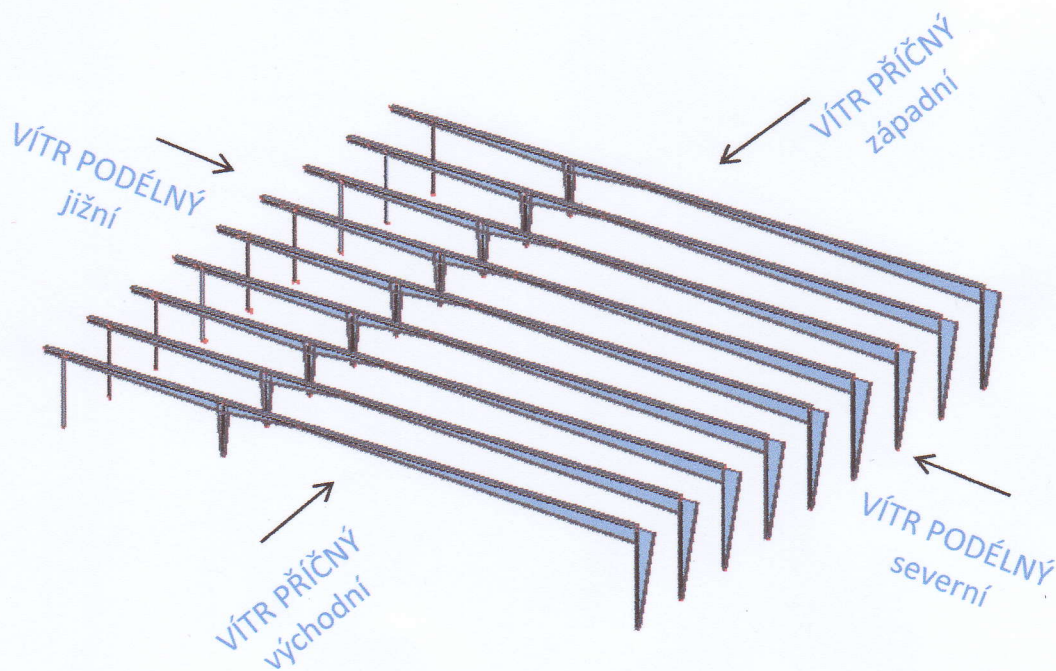


SCHÉMA STŘEŠNÍ ROVINY



2. ZATÍŽENÍ VĚTREM

SCHÉMA ORIENTACE HALY Z HLEDISKA SMĚRU
VANUTÍ VĚTRU



2.1. ZATÍŽENÍ VĚTREM

DLE ČSN EN 1991-1-4

Eurokód 1: Zatížení konstrukcí -

Část 1-4: Obecná zatížení - Zatížení větrem

- KATEGORIE TERÉNU III
- VĚTRNÁ OBLAST II (ODEČTENO Z MAPY VĚTRNÝCH OBLASTÍ NA ÚZEMÍ ČR - Turnov)
- VÝCHOZÍ ZÁKLADNÍ RYCHLOST VĚTRU $v_{b,0} = 25 \text{ m/s}$

ZÁKLADNÍ RYCHLOST VĚTRU

$$v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0}$$

- SOUČINITEL SMĚRU VĚTRU c_{dir}
DOPORUČENÁ HODNOTA 1,0
- SOUČINITEL ROČNÍHO OBDOBÍ c_{season}
DOPORUČENÁ HODNOTA 1,0

$$v_b = v_{b,0} = 25 \text{ m/s}$$

STŘEDNÍ RYCHLOST VĚTRU

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

- SOUČINITEL DRSNOSTI TERÉNU $c_r(z)$

$$c_r(z) = k_r \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \text{ pro } z_{min} \leq z \leq z_{max}$$

DLE KATEGORIE TERÉNU
(v normě Tabulka 4.1)

$$\begin{aligned} z_{min} &= 5 \text{ m} \\ z_{max} &= 200 \text{ m} \\ z &= 10,0 \text{ m} \end{aligned}$$

PARAMETR DRSNOSTI TERÉNU

$$z_0 = 0,3 \text{ m}$$

SOUČINITEĽ TERÉNU k_r

$$k_r = 0,19 \cdot \left(\frac{z_0}{z_{0,II}} \right)^{0,07}$$

kde $z_{0,II} = 0,5$ (kategorie terénu II, tabuľka 4.1)

$$k_r = 0,19 \cdot \left(\frac{0,3}{0,05} \right)^{0,07} = 0,2154$$

$$c_r(z) = 0,2154 \cdot \ln \left(\frac{10}{0,3} \right) = 0,755$$

- SOUČINITEĽ OROGRAFIE $c_o(z)$ LZE ZANEDBAT

$$v_m(z) = 0,755 \cdot 1 \cdot 25,0 = 18,9 \text{ m/s}$$

• MAXIMÁLNI DYNAMICKÝ TLAK

$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot \ln(z)] \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_m^2(z) = c_e(z) \cdot q_b$$

- MĚRNÁ HMOTNOST VĚDUCHU ρ

DOPORUČENÁ HODNOTA $1,25 \text{ kg/m}^3$

- ZÁKLADNÍ DYNAMICKÝ TLAK VĚTRU q_b

$$q_b = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2(z)$$

$$q_b = \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 25,0^2 = 390,63 \text{ Pa}$$

- SOUČINITEĽ EXPOZICE $c_e(z)$

ODEČTENÓ Z GRAFU pro

SOUČINITEĽ OROGRAFIE $c_o = 1,0$

SOUČINITEĽ TURBULENCE $k_1 = 1,0$

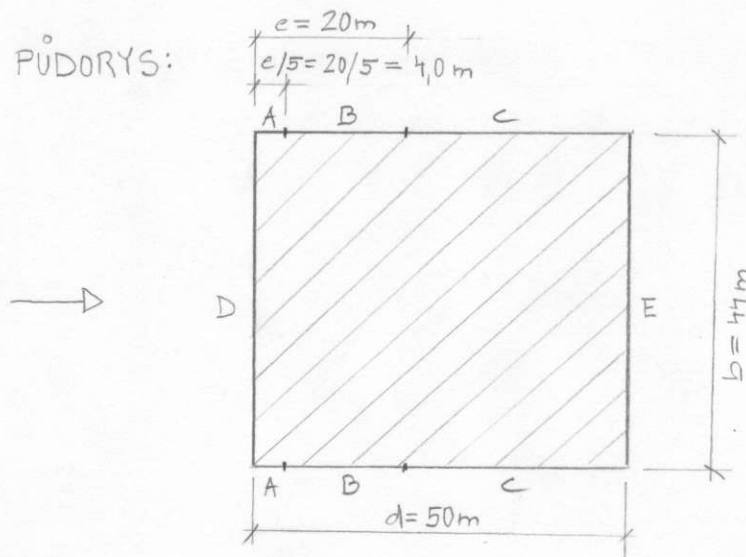
$$c_e(10,0) = 1,7$$

$$q_p(z) = 1,7 \cdot 390,6 = 664,1 \text{ Pa}$$

2.2. ROZDĚLENÍ FASÁDY NA JEDNOTLIVÉ OBLASTI

- PODÉLNÝ VÍTR

PŮDORYS:



POHLED:

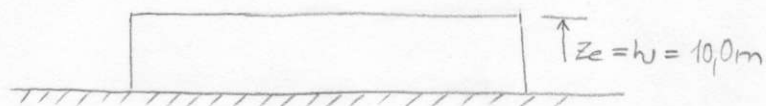


POZNÁMKA:

PRO ZJEDNODUŠENÍ JE TVAR BUDOVY UVAŽOVÁN JAKO KVÁDR

→ ODSAZENA ZEŠIKMENA ČELNÍ STĚNA JE ZOHLEDNĚNA VE VÝPOČTOVÉM MODELU PRO ANALÝZU VNITŘNÍCH SIL

- $e = \min(b; 2h) = \min(44; 2 \cdot 10) = 20\text{m}$
- $e < d; 20\text{m} < 50\text{m} \Rightarrow$ OBLAST A, B, C
- REFERENČNÍ VÝŠKA $h \leq b$
 $10 \leq 44\text{m}$



- SOUČINITEL EXPOZICE

$$c_e(10,0) = 1,7$$

- $\frac{h}{d} = \frac{10,0}{50} = 0,2 \leq 0,25$

- TLAK VĚTRU NA POVRCHY

$$w_e = q_p(z_e) \cdot c_{pe}$$

$q_p(z_e)$... MAXIMÁLNÍ DYNAMICKÝ TLAK

c_{pe} ... SOUČINITEL VNĚJŠÍHO TLAKU

$$w_e^A = 664,1 \cdot (-1,2) = -796,9 \text{ Pa}$$

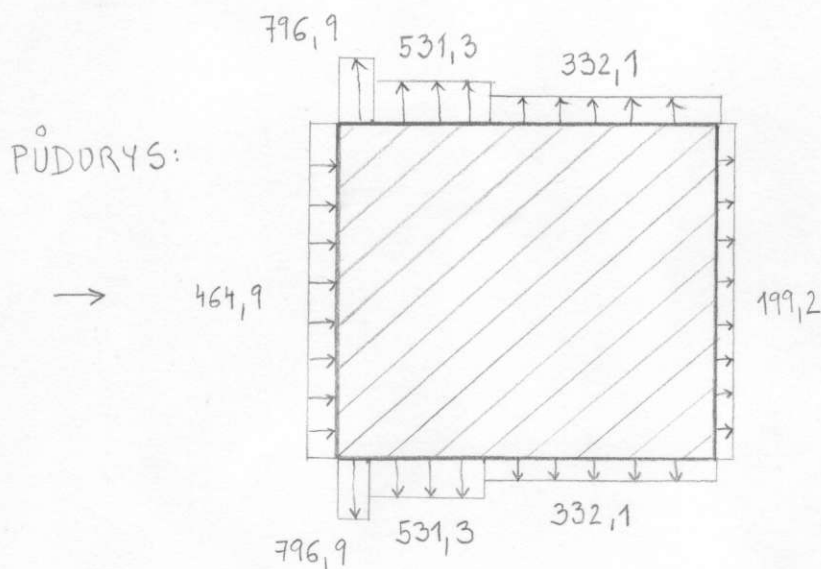
$$w_e^B = 664,1 \cdot (-0,8) = -531,3 \text{ Pa}$$

$$w_e^C = 664,1 \cdot (-0,5) = -332,1 \text{ Pa}$$

$$w_e^D = 664,1 \cdot (+0,7) = +464,9 \text{ Pa}$$

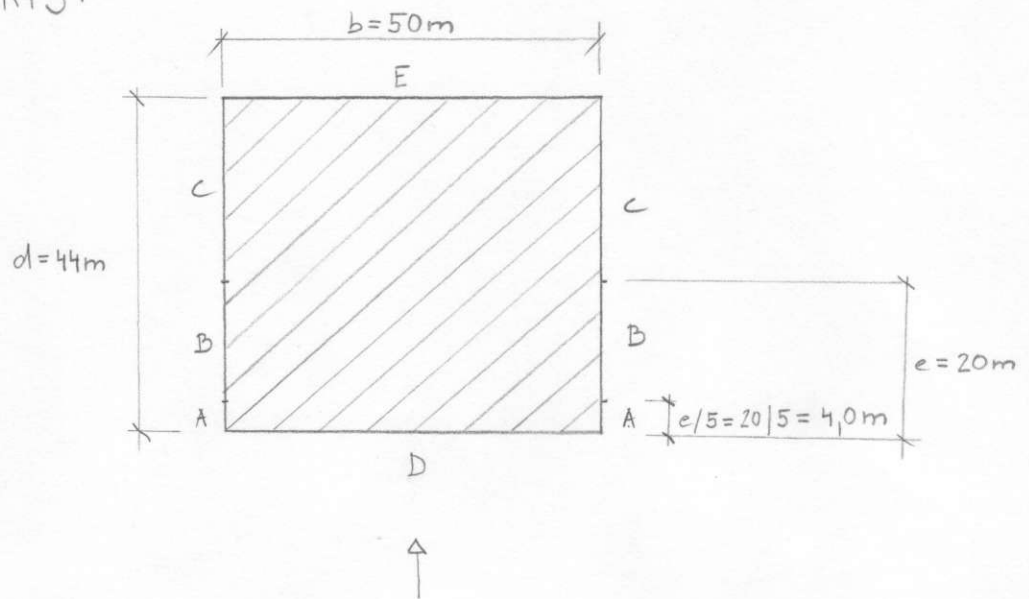
$$w_e^E = 664,1 \cdot (-0,3) = -199,2 \text{ Pa}$$

- VYKRESLENÍ ZATÍŽENÍ PRO PODELNÝ VĚTR



- PŘÍČNÝ VÍTR

PŮRORYS:



PŮHLED:



- $e = \min(b; 2h) = \min(50; 2 \cdot 10) = 20\text{m}$
- $e < d; 20\text{m} < 50\text{m} \Rightarrow$ OBLAST A, B, C
- REFERENČNÍ VÝŠKA $h \leq b$
 $10 \leq 50\text{m}$
- $\frac{h}{d} = \frac{10}{44} = 0,23 \leq 0,25$

- TLAK VĚTRU NA POVRCHY

$$w_e = q_p(z_e) \cdot c_{pe}$$

$q_p(z_e)$... MAXIMÁLNÍ DYNAMICKÝ TLAK

c_{pe} ... SOUČINITEL VNĚJŠÍHO TLAKU

$$w_e^A = 664,1 \cdot (-1,2) = -796,9 \text{ Pa}$$

$$w_e^B = 664,1 \cdot (-0,8) = -531,3 \text{ Pa}$$

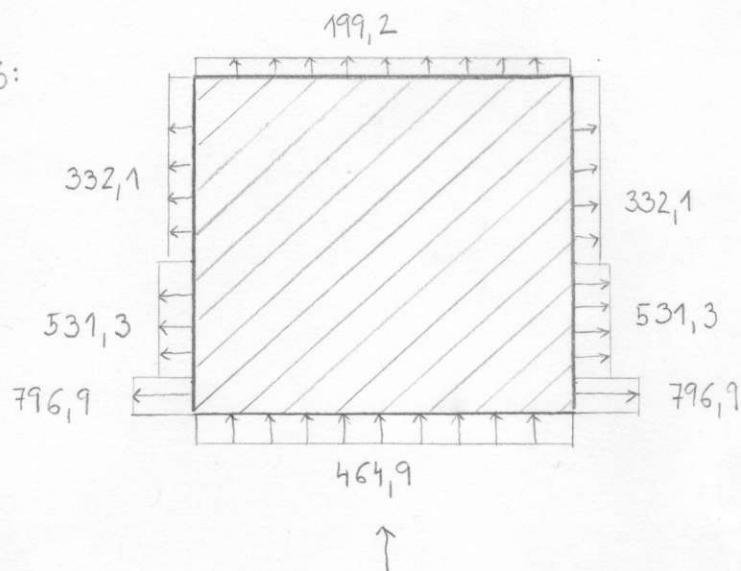
$$w_e^C = 664,1 \cdot (-0,5) = -332,1 \text{ Pa}$$

$$w_e^D = 664,1 \cdot (+0,7) = +464,9 \text{ Pa}$$

$$w_e^E = 664,1 \cdot (-0,3) = -199,2 \text{ Pa}$$

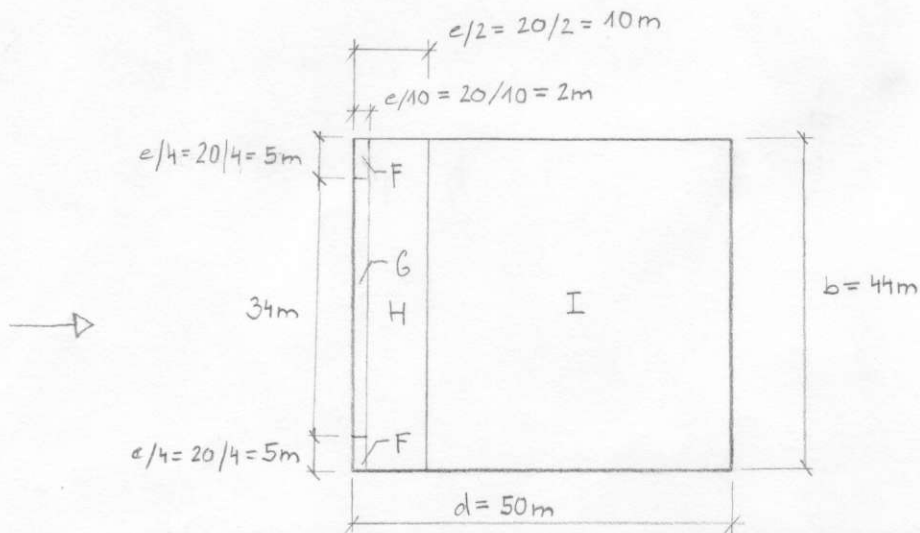
- VYKRESLENÍ ZATÍŽENÍ PRO PŘÍČNÝ VÍTR

PŮDORYS:



2.3. ROZDĚLENÍ STŘECHY NA JEDNOTLIVÉ OBLASTI

- PODELNÝ VÍTR NA STŘEŠE



- $e = \min(b; 2h) = \min(44; 2 \cdot 10) = 20 \text{ m}$
- UVAŽOVÁN SPÁD 2° (VÝŠKA ATIKY $0,5 \text{ m}$)
 $h_p/h = 0,5/10,0 = 0,05$

- TLAK VĚTRU NA POVRCHY

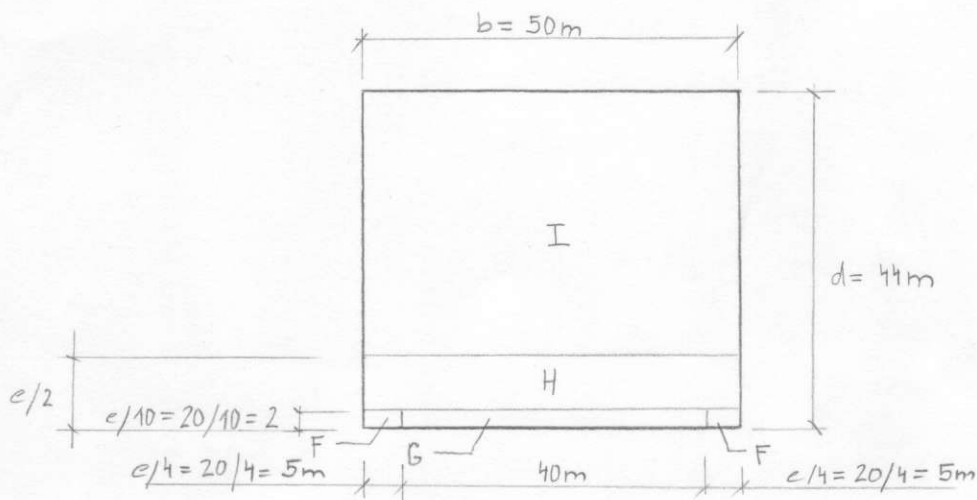
$$w_e^F = 664,1 \cdot (-1,4) = -929,7 \text{ Pa}$$

$$w_e^G = 664,1 \cdot (-0,9) = -597,7 \text{ Pa}$$

$$w_e^H = 664,1 \cdot (-0,7) = -464,9 \text{ Pa}$$

$$w_e^{I^-} = 664,1 \cdot (-0,2) = -132,8 \text{ Pa}$$

$$w_e^{I^+} = 664,1 \cdot (+0,2) = 132,8 \text{ Pa}$$

- PRÍČNÝ VÍTR NA STŘEŠE

- $e = \min(b; 2h) = \min(50; 2 \cdot 10) = 20 \text{ m}$
- $h_p/h = 0,05$

- TLAK VĚTRU NA POVRCHY

$$w_e^F = 664,1 \cdot (-1,4) = -929,7 \text{ Pa}$$

$$w_e^G = 664,1 \cdot (-0,9) = -597,7 \text{ Pa}$$

$$w_e^H = 664,1 \cdot (-0,7) = -464,9 \text{ Pa}$$

$$w_e^{I^-} = 664,1 \cdot (-0,2) = -132,8 \text{ Pa}$$

$$w_e^{I^+} = 664,1 \cdot (+0,2) = 132,8 \text{ Pa}$$

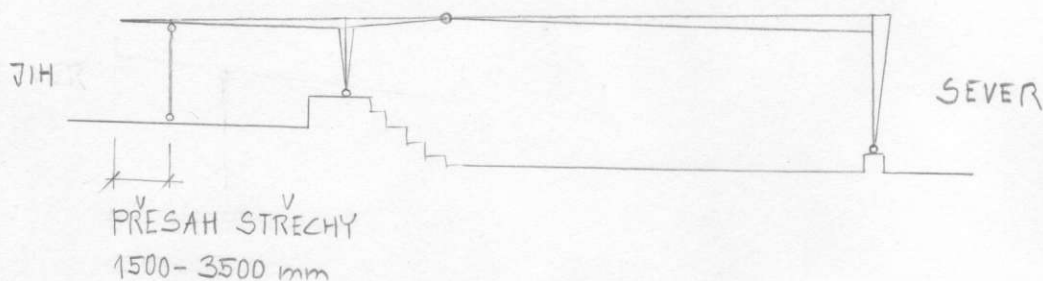
2.4. ZATÍŽENÍ VĚTREM NA PŘESAHI STŘECHY PRO PŘÍČNÝ VÍTR JIŽNÍ

DLE ČSN EN 1991-1-4

zatížení větrem vypočítáno dle kapitoly
7.3 Přístřešky

- stupeň uzavření průřezu pod přístřeškem
→ SOUČINITEL PLNOSTI $\varphi = 1$

SCHEMA PŘESAHU STŘECHY



- HODNOTY SOUČINITELŮ c_{pinet} PRO PULTOVÉ
PŘÍSTŘEŠKY

UVAŽOVÁN SKLON 5°

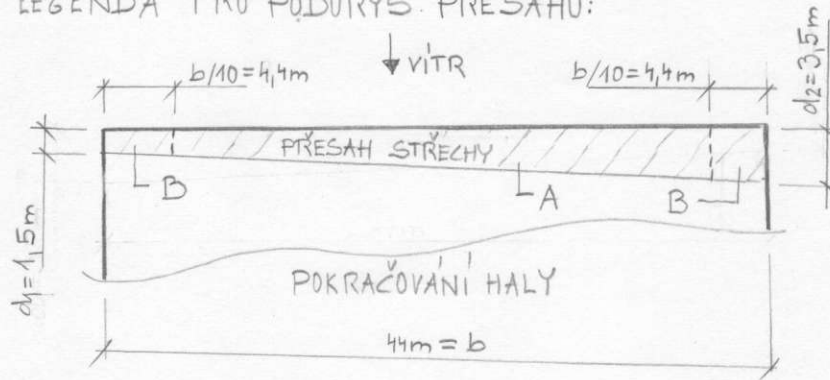
PLOCHA PŘESAHU SE ROZDĚLÍ NA OBLASTI A, B, C

- VZHLEDKEM K PLOŠE OBLASTI C BUDE TATO
OBLAST ZANEDBÁNA A DÁLE SE BUDE VE
VÝPOČTU UVAŽOVAT POUZE OBLAST A a B

ZJIŠTĚNO INTERPOLACÍ

	OBLAST A	OBLAST B
MINIMUM $\varphi = 1,0$	-1,6	-2,2
MAXIMUM VŠECH φ	+0,8	+2,1

LEGENDA PRO PŮDORYS PŘESAHU:



ZÁPORNÉ HODNOTY SOUČiniteLE $c_{p,net}$ - ZATÍŽENÍ
SMĚREM NAHORU (SÁNÍ)

$$w_e^{A^-} = 664,1 \cdot (-1,6) = -1062,6 \text{ Pa}$$

$$w_e^{B^-} = 664,1 \cdot (-2,2) = -1461,0 \text{ Pa}$$

KLADNÉ HODNOTY SOUČiniteLE $c_{p,net}$ - ZATÍŽENÍ
SMĚREM DOLŮ (TLAK)

$$w_e^A = 664,1 \cdot 0,8 = 531,3 \text{ Pa}$$

$$w_e^B = 664,1 \cdot 2,1 = 1394,6 \text{ Pa}$$

3. ZATÍŽENÍ

3.1. ZATÍŽENÍ PRO NÁVRH TRAPEZOVÉHO PLECHU

STÁLE	g_k [kN/m ²]	γ_G	g_d [kN/m ²]
- 2x PVC FOLIE, $\pm 1,8$ mm $\rho = 1400$ kg/m ³	0,0504	1,35	0,068
- TEPELNÁ IZOLACE Z MINERÁLNÍCH VLÁKEN odhad vlastní tíhy 2 kN/m ³ odhad tloušťky 0,4 m	0,8	1,35	1,08
- TRAPEZOVÝ PLECH odhad vlastní tíhy	0,1	1,35	0,135
Σ CELKEM	$g_{k,1} = 0,95$ kN/m ²	1,35	$1,28$ kN/m ² = $g_{d,1}$

PROMĚNNÉ	q_k [kN/m ²]	γ_Q	q_d [kN/m ²]
- UŽITNÉ ZATÍŽENÍ (podle EN 1991-1-1) Kategorie H	0,75	1,5	1,13 kN/m ²
- SNÍH - SNĚHOVÁ OBLAST III (Turnov) $s_k = 1,5$ kPa $s = \gamma_{w1} \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k$ γ_{w1} ... TVAROVÝ SOUČINITEL $0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$ $\gamma_{w1} = 0,8$ C_e ... SOUČINITEL EXPOZICE TYP KRAJINY - NORMÁLNÍ $C_e = 1,0$ C_t ... TEPELNÝ SOUČINITEL pro střechy s propust- ností < 1 W/m ² K, $C_t = 1,0$ $s = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,5 = 1,2$ kPa	1,2	1,5	1,8 kN/m ²
- ZATÍŽENÍ VĚTREM VÝPOČET VIZ STR 6			

3.2. ZATÍŽENÍ PRO NÁVRH TENKOSTĚNNÝCH "Z" VAZNIC

STĚLE'	g_k [kN/m]	μ_1	g_d [kN/m]
- 2x PK FOLIE, tl. 1,8mm $\rho = 1400 \text{ kg/m}^3$; $z_s = 2,5 \text{ m}$	0,126	1,35	0,17
- TEPELNÁ IZOLACE Z MINERÁLNÍCH VLÁKEN odhad vlastní tíhy 2 kN/m^3 odhad tloušťky $0,4 \text{ m}$ $z_s = 2,5 \text{ m}$	1,2	1,35	2,7
- TRAPEZOVÝ PLECH odhad vl. tíhy	0,1	1,35	0,135
- VLASTNÍ TÍHA "Z" VAZNICE odhad vl. tíhy	0,1	1,35	0,135
Σ CELKEM	$g_{k,2} = 2,33 \text{ kN/m}$	1,35	$3,44 \text{ kN/m} = g_{d,2}$
PROMĚNNÉ	q_k [kN/m]	μ_q	q_d [kN/m]
- UŽITNÉ ZATÍŽENÍ $0,75 \text{ kN/m}^2$ (podle EN 1991-1-1) Kategorie H, $z_s = 2,5 \text{ m}$	1,875	1,5	2,81 kN/m
- SNÍH - SNĚHOVÁ OBLAST III $s_k = 1,5 \text{ kPa}$ $s = \rho_{w1} \cdot c_e \cdot c_t \cdot s_k$ $s = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,5 = 1,2 \text{ kPa}$ $z_s = 2,5 \text{ m}$	3	1,5	4,5 kN/m
- ZATÍŽENÍ VĚTREM (VÝPOČET VIZ STR. 6)			

3.3. ZATÍŽENÍ PRO NÁVRH TENKOSTĚNNÝCH "Z" PROFILŮ PRO UCHYCENÍ VENKOVNÍHO PODHLEDU

STÁLE	g_k [kN/m]	ψ_1	g_{dl} [kN/m]
- VENKOVNÍ PODHLED (DESKY VHDNÉ DO EXTERIÉRU + NOSNÝ ROŠT) odhad plošné tíhy $0,2 \text{ kN/m}^2$ $z_s = 1 \text{ m}$	0,2	1,35	0,27
- TEPELNÁ IZOLACE Z MINERÁLNÍCH VLÁKEN odhad vl. tíhy $0,2 \text{ kN/m}^3$ odhad tloušťky $0,2 \text{ m}$ $z_s = 1 \text{ m}$	0,04	1,35	0,054
- VLASTNÍ TÍHA "Z" PROFILU odhad vlastní tíhy	0,1	1,35	0,135
Σ CELKEM	0,34 kN/m	1,35	0,46 kN/m

PROMĚNNÉ

- ZATÍŽENÍ VĚTREM (VÝPOČET VIZ STR. 6)

3.4. ZATÍŽENÍ PRO NÁVRH PRVKŮ RÁMU (POUŽITO PRO JEDNOTLIVÉ ZAT. STAVY DO VÝPOČET. MODELU)

STĚLE	G_k [kN]	ψ_G	G_d [kN]
- OD SKLADBY STŘEŠNÍ KONSTRUKCE (PVC FOLIE, TER. IZOLACE, TRAPÉZOVÝ PLECH) ZATÍŽENÍ NA VAZNICI (VIZ STR. 18) $0,126 + 2,0 + 0,1$ kN/m; $Z_S = 5,5$ m $(0,126 + 2,0 + 0,1) \cdot 5,5$	12,24	1,35	16,5
- VLASTNÍ TIHA TENKOSTĚNNÉ "Z" VAZNICE $0,1$ kN/m $Z_S = 5,5$ m $0,10 \cdot 5,5 = 0,55$ kN	0,55	1,35	0,74
POZN. S VLASTNÍ TIHOU RÁMU JE JAKO SE SAMOSTATNÝM ZATĚŽOVACÍM STAVEM POČÍTÁNO VE VÝPOČTOVÉM MODELU PRO ANALÝZU VNITŘNÍCH SIL			
Σ CELKEM	12,8 kN	1,35	17,3 kN
PROMĚNNÉ	Q_d [kN]	ψ_Q	Q_d [kN]
- UŽITNÉ ZATÍŽENÍ $0,75$ kN/m ² (podle EN 1991-1-1) Kategorie H ZATÍŽENÍ NA VAZNICI (VIZ STR. 18) $1,875$ kN/m; $Z_S = 5,5$ m	10,31	1,5	15,47 kN
- SNĚH - SNĚHOVÁ OBLAST III ZATÍŽENÍ NA VAZNICI (VIZ STR. 18) 3 kN/m; $Z_S = 5,5$ m	16,5	1,5	24,75 kN

- VZDUCHOTECHNIKA A SVÍTIDLA
UVAŽOVÁNO JAKO OSAMELÁ
BŘEMENA NA PŘÍČLÍCH
RÁMU
- ZATÍŽENÍ VĚTREM
(VÝPOČET VIZ STR. 6)

1,5

1,5

1,5 kN

4. KOMBINACE ZATÍŽENÍ

dle ČSN EN 1990

Eurokód: zásady navrhování konstrukcí

4.1. KOMBINACE ZATÍŽENÍ PRO MEZNÍ STAVY ÚNOSNOSTI

KOMBINACE ZATÍŽENÍ PRO TRVALE A DOČASNE
NÁVRHOVÉ SITUACE

$$E_d = E \left\{ \eta_{G,j} \cdot G_{k,j} + \eta_P \cdot P + \eta_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \eta_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i} \right\} \quad j \geq 1; i > 1$$

$\eta_{G,j}$... ÚČINEK ZATÍŽENÍ
 $\eta_{Q,i}$... NÁVRHOVÁ HODNOTA ÚČINKU ZATÍŽENÍ

$\eta_{G,j}$... DÍLČÍ SOUČINTEL j -tého STÁLEHO ZATÍŽENÍ

$G_{k,j}$... CHARAKT. HODNOTA j -tého STÁLEHO ZATÍŽENÍ

η_P ... DÍLČÍ SOUČINTEL ZATÍŽENÍ OD PŘEDPĚTÍ

P ... ZATÍŽENÍ OD PŘEDPĚTÍ

$\eta_{Q,1}$... DÍLČÍ SOUČINTEL HLAVNÍHO PROMĚNNÉHO ZATÍŽENÍ

$Q_{k,1}$... CHARAKT. HODNOTA HLAVNÍHO PROMĚNNÉHO ZATÍŽENÍ

$\eta_{Q,i}$... DÍLČÍ SOUČINTEL i -tého PROMĚNNÉHO ZATÍŽENÍ

$\psi_{0,i}$... SOUČINTEL PRO KOMBINAČNÍ HODNOTU i -tého PROMĚNNÉHO ZATÍŽENÍ

$Q_{k,i}$... CHARAKT. HODNOTA VEDLEŽÍHO i -tého PROMĚNNÉHO ZATÍŽENÍ

POZN. ZATÍŽENÍ OD PŘEDPĚTÍ NA KONSTRUKCI
NENÍ NAVRŽENO

- KZS (1), KZS (2)

$$\underbrace{1,35 \cdot G_{k,1}}_{\text{STÁLE}} + \underbrace{1,5 \cdot Q_{k,1}}_{\text{SNÍH}} + \underbrace{1,5 \cdot 0,6 \cdot Q_{k,2}}_{\text{RED. VÍTR PŘÍČNÝ (TLAK)}} + \underbrace{1,5 \cdot 0 \cdot Q_{k,3}}_{\text{(UŽITNÉ)}} + \underbrace{1,5 \cdot 1,0 \cdot Q_{k,4}}_{\text{VĚT A SVĚTLA}}$$

VÝCHODNÍ / ZÁPADNÍ

- KZS (3), KZS (4)

$$\underbrace{1,35 \cdot G_{k,1}}_{\text{STÁLE}} + \underbrace{1,5 \cdot Q_{k,1}}_{\text{SNÍH}} + \underbrace{1,5 \cdot 0,6 \cdot Q_{k,2}}_{\text{RED. VÍTR PODELNÝ (TLAK)}} + \underbrace{1,5 \cdot 0 \cdot Q_{k,3}}_{\text{(UŽITNÉ)}} + \underbrace{1,5 \cdot 1,0 \cdot Q_{k,4}}_{\text{VĚT A SVĚTLA}}$$

JIŽNÍ / SEVERNÍ

- KZS (5), KZS (6)

$$\underbrace{1,35 \cdot G_{k,1}}_{\text{STÁLE}} + \underbrace{1,5 \cdot Q_{k,1}}_{\text{VÍTR PŘÍČNÝ (TLAK)}} + \underbrace{1,5 \cdot 0,5 \cdot Q_{k,2}}_{\text{RED. SNÍH}} + \underbrace{1,5 \cdot 0 \cdot Q_{k,3}}_{\text{(UŽITNÉ)}} + \underbrace{1,5 \cdot 1,0 \cdot Q_{k,4}}_{\text{VĚT A SVĚTLA}}$$

VÝCHODNÍ / ZÁPADNÍ

- KZS (7), KZS (8)

$$\underbrace{1,35 \cdot G_{k,1}}_{\text{STÁLE}} + \underbrace{1,5 \cdot Q_{k,1}}_{\text{VÍTR PODELNÝ (TLAK)}} + \underbrace{1,5 \cdot 0,5 \cdot Q_{k,2}}_{\text{RED. SNÍH}} + \underbrace{1,5 \cdot 0 \cdot Q_{k,3}}_{\text{(UŽITNÉ)}} + \underbrace{1,5 \cdot 1,0 \cdot Q_{k,4}}_{\text{VĚT A SVĚTLA}}$$

JIŽNÍ / SEVERNÍ

- KZS (9)

$$\underbrace{1,35 \cdot G_{k,1}}_{\text{STÁLE}} + \underbrace{1,5 \cdot Q_{k,1}}_{\text{SNÍH}} + \underbrace{1,5 \cdot 0 \cdot Q_{k,2}}_{\text{(UŽITNÉ)}} + \underbrace{1,5 \cdot 1,0 \cdot Q_{k,3}}_{\text{VĚT A SVĚTLA}}$$

- KZS (10), KZS (11)

$$\underbrace{1,0 \cdot \text{STÁLE}}_{\text{MIN. STÁLE}} + \underbrace{1,5 \cdot Q_{k,1}}_{\text{VÍTR PŘÍČNÝ (SÁNÍ)}}$$

- VÝCHODNÍ / ZÁPADNÍ

- KZS (12), KZS (13)

$$\underbrace{1,0 \cdot \text{STÁLE}}_{\text{MIN. STÁLE}} + \underbrace{1,5 \cdot Q_{k,1}}_{\text{VÍTR PODELNÝ (SÁNÍ)}}$$

- JIŽNÍ / SEVERNÍ

4.2. KOMBINACE ZATÍŽENÍ PRO MEZNÍ STAVY POUŽITELNOSTI

CHARAKTERISTICKÉ KOMBINACE - PRO NEVRATNÉ
MEZNÍ STAVY

$$E_d = E \{ G_{k,j}; P; Q_{k,1}; \psi_{0,i}; Q_{k,i} \} \quad j \geq 1, i > 1$$

$\left\{ \begin{array}{l} \text{ÚČINEK ZATÍŽENÍ} \\ \text{NÁVRHOVÁ HODNOTA ÚČINKU ZATÍŽENÍ} \end{array} \right.$

$G_{k,j}$ CHARAKT. HODNOTA j -tého STÁLEHO ZATÍŽENÍ

P ZATÍŽENÍ OD PŘEDPĚTÍ

$Q_{k,1}$ CHARAKT. HODNOTA HLAVNÍHO PROMĚNNÉHO ZATÍŽENÍ

$\psi_{0,i}$ SOUČINTEL PRO KOMBINAČNÍ HODNOTU i -tého PROMĚNNÉHO ZATÍŽENÍ

$Q_{k,i}$ CHARAKT. HODNOTA VEDLEJŠÍHO i -tého PROMĚNNÉHO ZATÍŽENÍ

POZN. ZATÍŽENÍ OD PŘEDPĚTÍ NA KONSTRUKCI
NENÍ NAVRŽENO

KZS (14), KZS (15)

$$\underbrace{G_{k,1}} + \underbrace{Q_{k,1}} + \underbrace{0,6 \cdot Q_{k,2}} + \underbrace{0 \cdot Q_{k,3}} + \underbrace{1,0 \cdot Q_{k,4}}$$

STÁLE SNÍH RED. VÍTR PŘÍČNÝ (UŽITNĚ) VZT A SVĚTIDLA
(TLAK)
VÝCHODNÍ/ZÁPADNÍ

KZS (16), KZS (17)

$$\underbrace{G_{k,1}} + \underbrace{Q_{k,1}} + \underbrace{0,6 \cdot Q_{k,2}} + \underbrace{0 \cdot Q_{k,3}} + \underbrace{1,0 \cdot Q_{k,4}}$$

STÁLE SNÍH RED. VÍTR PODELNÝ (UŽITNĚ) VZT A SVĚTIDLA
(TLAK)
JIŽNÍ/SEVERNÍ

KZS (18), KZS (19)

$$\underbrace{G_{k,1}} + \underbrace{Q_{k,1}} + \underbrace{0,5 \cdot Q_{k,2}} + \underbrace{0 \cdot Q_{k,3}} + \underbrace{1,0 \cdot Q_{k,4}}$$

STÁLE VÍTR PŘÍČNÝ RED. SNÍH (UŽITNĚ) VZT A SVĚTIDLA
(TLAK)
VÝCHODNÍ/ZÁPADNÍ

KZS (20), KZS (21)

$$\underbrace{G_{k,1}} + \underbrace{Q_{k,1}} + \underbrace{0,5 \cdot Q_{k,2}} + \underbrace{0 \cdot Q_{k,3}} + \underbrace{1,0 \cdot Q_{k,4}}$$

STÁLE VÍTR PODELNÝ RED. SNÍH (UŽITNĚ) VZT A SVĚTIDLA
(TLAK)
JIŽNÍ/SEVERNÍ

KZS (22)

$$\underbrace{G_{k,1}} + \underbrace{Q_{k,1}} + \underbrace{0 \cdot Q_{k,2}} + \underbrace{1,0 \cdot Q_{k,3}}$$

STÁLE SNÍH (UŽITNĚ) VZT A SVĚTIDLA

KZS (23), KZS (24)

$$\underbrace{G_{k,1}} + \underbrace{Q_{k,1}}$$

STÁLE VÍTR PŘÍČNÝ (SÁNÍ) - VÝCHODNÍ/ZÁPADNÍ

KZS (25), KZS (26)

$$\underbrace{G_{k,1}} + \underbrace{Q_{k,1}}$$

STÁLE VÍTR PODELNÝ (SÁNÍ) - JIŽNÍ/SEVERNÍ

5. NÁVRH A STATICKÝ POSUDEK

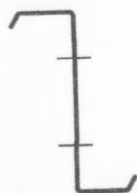
5.1. NÁVRH PRVKŮ OPLÁŠTĚNÍ

5.1.1. NÁVRH TRAPÉZOVÉHO PLECHU DO STŘEŠNÍ KONSTRUKCE



5.1.2. NÁVRH TENKOSTĚNNÉ "Z" VAZNICE

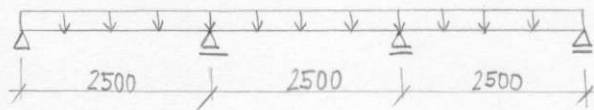
5.1.3. NÁVRH TENKOSTĚNNÉHO "Z" PROFILU PRO UCHYCENÍ VENKOVNÍHO PODHLEDU



5.1.1. NÁVRH TRAPEZOVÉHO PLECHU DO STŘEŠNÍ KONSTRUKCE

- VZDÁLENOST VÁZNIK (ROZPON POLÍ) - 2500 mm
- STATICKÉ SCHEMA

SPOJITÝ NOSNÍK



- KOMBINACE ZATÍŽENÍ

$$\text{MSÚ (1)} \quad \underbrace{1,35 \cdot \text{STĚLE}}_{1,23} + \underbrace{1,5 \cdot \text{SNĚH}}_{1,8} + \underbrace{1,5 \cdot 0,6 \cdot \text{VĚTR (TLAK)}}_{1,5 \cdot 0,6 \cdot 0,133} = 3,2 \text{ kN/m}^2 = f_{v,d1}$$

$$\text{MSÚ (2)} \quad \underbrace{1,0 \cdot \text{STĚLE}}_{0,95} + \underbrace{1,5 \cdot \text{VĚTR (SAŇÍ)}}_{1,5 \cdot (-0,93)} = -0,445 \text{ kN/m}^2 = f_{v,d2}$$

$$\text{MSP (3)} \quad \underbrace{1,0 \cdot \text{STĚLE}}_{0,95} + \underbrace{1,0 \cdot \text{SNĚH}}_{1,2} + \underbrace{1,0 \cdot 0,6 \cdot \text{VĚTR (TLAK)}}_{0,6 \cdot 0,133} = 2,23 \text{ kN/m}^2 = f_{v,k3}$$

$$\text{MSP (4)} \quad \underbrace{1,0 \cdot \text{STĚLE}}_{0,95} + \underbrace{1,0 \cdot \text{VĚTR (SAŇÍ)}}_{(-0,93)} = -0,02 \text{ kN/m}^2 = f_{v,k4}$$

- POLOHA PLECHU - POZITIVNÍ

TRAPEZOVÝ PLECH JE ULOŽEN ÚZKÝMI PÁSNÍKEMI NA PODPORÁCH - LEPŠÍ PODPORA IZOLAČNÍ VRSTVY

- NÁVRH

TRAPEZOVÝ PLECH JE NÁVRHNUT POMOCÍ STATICKÝCH TABULEK PRO TRAPEZOVÉ PLECHY SATVAM, VIZ STR. 29-31

NAVŘHNUT TRAPEZOVÝ PLECH

T40/266, tl. 0,88 mm

OCEL S280 GD

VLASTNÍ TÍHA $0,077 \text{ kN/m}^2$ $I_y (\text{min/max}) = 20,82/25,04 \text{ cm}^4$

POSOUZENÍ

MAXIMÁLNÍ ZATÍŽENÍ - MSÚ $f_{rd,1} = 3,64 \text{ kN/m}^2$

$$\underline{f_{rd,1} = 3,64 \text{ kN/m}^2 > f_{v,d1} = 3,2 \text{ kN/m}^2 \text{ VYHOVUJE}}$$

MAXIMÁLNÍ ZATÍŽENÍ PŘI PRŮHYBU $f = L/200$ $f_{rk,3} = 2,32 \text{ kN/m}^2$

$$\underline{f_{rk,3} = 2,32 \text{ kN/m}^2 > f_{v,k3} = 2,23 \text{ kN/m}^2 \text{ VYHOVUJE}}$$

TRAPEZOVÝ PLECH JE ROVNĚŽ NUTNĚ POSODIT NA KOMBINACI ZATÍŽENÍ S MINIMÁLNÍM ZATÍŽENÍM STÁLÝM A SÁNÍM VĚTRU

→ PŘI SÁNÍ VĚTRU JE NUTNĚ HODNOTY ÚNOSNOSTI ODEČÍST Z TABULEK PRO NEGATIVNÍ POLOHU PLECHU (PLECH JE NAMÁHÁN OPAČNÝM SMĚREM)

POSOUZENÍ

MAXIMÁLNÍ ZATÍŽENÍ - MSÚ $f_{rd,2} = 4,03 \text{ kN/m}^2$

$$\underline{f_{rd,2} = 4,03 \text{ kN/m}^2 > |f_{v,d2} = -0,445 \text{ kN/m}^2| \text{ VYHOVUJE}}$$

MAXIMÁLNÍ ZATÍŽENÍ PŘI PRŮHYBU $f = L/300$ $f_{rk,4} = 1,59 \text{ kN/m}^2$

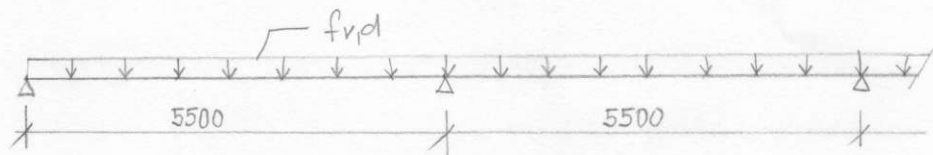
K PRŮHYBU VLIVEM SÁNÍ VĚTRU
NEDŮJE

POZN. V PŘÍPADĚ BODOVÉHO ZATÍŽENÍ MUSÍ BÝT PLECH
NA TOTO ZATÍŽENÍ POSOUZEN

5.1.2. NÁVRH TENKOSTĚNNÉ „Z“ VAZNICE

- VZDÁLENOST PŘÍČNÝCH VAZEB - ROZPON POLÍ - 5500 mm
- STATICKÉ SCHEMA

SPOJITÝ NOSNÍK (O PĚTI A VÍCE POLÍCH)



- KOMBINACE ZATÍŽENÍ

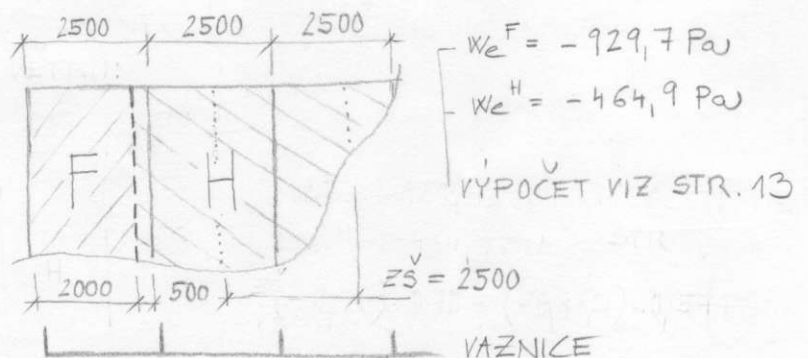
$$\text{MSÚ (1)} \quad \underbrace{1,35 \cdot \text{STĚLE}} + \underbrace{1,5 \cdot \text{SNĚH}} + \underbrace{1,5 \cdot 0,6 \cdot \text{VĚTR (TLAK)}}$$

$$3,14 + 4,5 + 1,5 \cdot 0,6 \cdot 0,133 \cdot 2,5 = 0,75$$

$$= \underline{7,94 \text{ kN/m}} = f_{v,d1}$$

$$\text{MSÚ (2)} \quad 1,0 \cdot \text{STĚLE} + 1,5 \cdot \text{VĚTR (SÁNÍ)}$$

SCHEMA ROZDĚLENÍ STŘECHY NA OBLASTI PRO VÝPOČET NEJVÍCE ZATÍŽENÉ VAZNICE SÁNÍM VĚTRU:



$$w_e^F = -929,7 \text{ Pa}$$

$$w_e^H = -464,9 \text{ Pa}$$

VÝPOČET VIZ STR. 13

$$0,75 \cdot (-0,93) + 0,5 \cdot (-0,465) + 1,25 \cdot (-0,465) = -1,51 \text{ kN/m}$$

$$2,33 + 1,5 \cdot (-1,51) = \underline{0,065 \text{ kN/m}} = f_{v,d2}$$

K NADZVEDÁVÁNÍ VLIVEM SÁNÍ VĚTRU NEDOTYDE

$$\text{MSP (3)} \quad \underbrace{1,0 \cdot \text{STĚLE}} + \underbrace{1,0 \cdot \text{SNĚH}} + \underbrace{1,0 \cdot 0,6 \cdot \text{VĚTR (TLAK)}}$$

$$2,33 + 3 + 0,6 \cdot 0,133 \cdot 2,5 = 5,53 \text{ kN/m} = f_{v,k3}$$

POZN. VÝPOČET JEDNOTLIVÝCH ČLENŮ KOMBINACÍ ZATÍŽENÍ VIZ STR. 18 a VIZ KAPITOLA ZATÍŽENÍ VĚTREM

NAVHR VAZNICE $Z270$, $t = 2,5 \text{ mm}$ VNITŘNÍ POLE
 $G = 8,85 \text{ kg/m}$

PŘÍPUSTNÉ ROVNOMÉRNÉ ZATÍŽENÍ $[kN/m]$
 PRO POLE ROZPĚTÍ $L [m]$:

(1) ÚNOSNOST S VLIVEM OSOVÉ SÍLY $30kN$ (NAVHRHOVÁ HODNOTA)

$$g_{rd,1} = 7,99 \text{ kN/m} > f_{y,d1} = 7,94 \text{ kN/m} \quad \text{VYHOVUJE}$$

(2) ÚNOSNOST PRO SÁNÍ S VLIVEM OSOVÉ SÍLY $30kN$ (NAVHRHOVÁ HODNOTA)

$$g_{rd,2} = -5,20 \text{ kN/m} > \text{SÁNÍ VĚTRU NEDODDE}$$

POZN. K NADZVEDÁVÁNÍ VLIVEM

(3) MAXIMÁLNÍ ZATÍŽENÍ PRO DEFORMACI $L/300$ (CHARAKT. HODNOTA)

$$g_{rk,3} = 8,07 \text{ kN/m} > f_{y,k3} = 5,53 \text{ kN/m} \quad \text{VYHOVUJE}$$

POZN.: HODNOTY ÚNOSNOSTI ZJIŠTĚNY Z TABULEK ÚNOSNOSTI
 "Z" PROFILŮ VIZ PŘÍLOHA STR. 34

5.1.3. NÁVRH TENKOSTĚNNÉHO PROFILU „Z“ POD STŘEŠNÍ PŘESAŤ

- VZDÁLENOST PŘÍČNÝCH VAZEB - ROZPON POLÍ - 5500 mm

- STATICKÉ SCHEMA

SPOTITÝ NOSNÍK (0 5 A VÍCE POLÍCH)

- VZDÁLENOST NOSNÍKŮ - 1,0 m

- KOMBINACE ZATÍŽENÍ

$$\text{MSÚ (1)} \quad \underbrace{1,35 \cdot \text{STÁLE}'} + \underbrace{1,5 \cdot \text{VÍTR (TLAK)}}$$

$$0,46 + 1,5 \cdot 1,39 \cdot 1,0 = 2,55 \text{ kN/m} = f_{v,d1}$$

$$\text{MSÚ (2)} \quad \underbrace{1,5 \cdot \text{VÍTR (SAŇÍ)}} - \underbrace{1,0 \cdot \text{STÁLE}'}$$

$$1,5 \cdot 1,46 \cdot 1,0 - 0,34 = 1,47 \text{ kN/m} = f_{v,d2}$$

$$\text{MSP (3)} \quad \underbrace{1,0 \cdot \text{STÁLE}'} + \underbrace{1,0 \cdot \text{VÍTR (TLAK)}}$$

$$0,34 + 1,0 \cdot 1,39 \cdot 1,0 = 1,73 \text{ kN/m} = f_{v,k3}$$

POZN. VÝPOČET JEDNOTLIVÝCH ČLENŮ KOMBINACÍ ZATÍŽENÍ
VIZ STR. 19 a VIZ KAPITOLA ZATÍŽENÍ VĚTREM.

NÁVRH PROFILU Z 210, t = 2,0 mm VNITŘNÍ POLE
 $G = 5,35 \text{ kg/m}$

PŘÍPUSTNÉ ROVNOMĚRNÉ ZATÍŽENÍ [kN/m] PRO POLE ROZPĚTÍ
L [m]:

(1) ÚNOSNOST PRO SAŇÍ S VLIVEM OSOVE SÍLY 30kN (NÁVRHOVÁ
HODNOTA)

$$q_{rd,1} = 2,95 \text{ kN/m} > f_{v,d1} = 2,55 \text{ kN/m} \quad \text{VYHOVUJE}$$

POZN. ÚNOSNOST PRO SAŇÍ JE ZVOLENA S OHLEDEM NA SMĚR
NAMÁHÁNÍ PROFILU (NAMÁHÁNÍ VE SMĚRU OD UCHYCENÍ)

(2) ÚNOSNOST S VLIVEM OSOVE SÍLY 30kN (NÁVRHOVÁ HODNOTA)

$$\underline{q_{rd,2} = 4,46 \text{ kN/m} > f_{y,d2} = 1,44 \text{ kN/m}} \quad \text{VYHOVUJE}$$

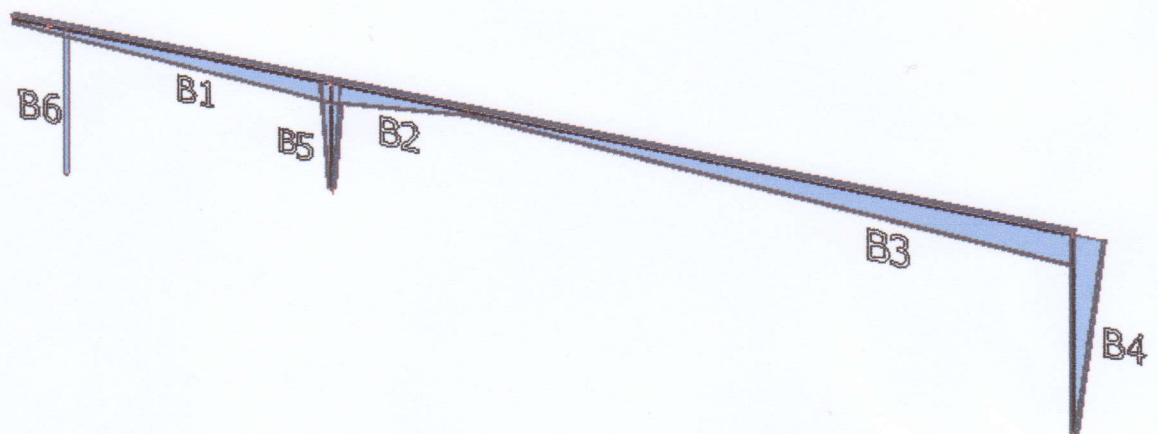
(3) MAXIMÁLNÍ ZATÍŽENÍ PRO DEFORMACI $L/300$
(CHARAKT. HODNOTA)

$$\underline{q_{rk,3} = 3,46 \text{ kN/m} > f_{y,k3} = 1,73 \text{ kN/m}} \quad \text{VYHOVUJE}$$

POZN.: HODNOTY ÚNOSNOSTI ZJIŠTĚNY Z TABULEK ÚNOSNOSTI
"Z" PROFILŮ VIZ STR. 37

VLASTNÍ TÍHU NENÍ NUTNĚ PŘEPočítÁVAT

5.2. NÁVRH A STATICKÝ POSUDEK PRVKŮ RÁMU



5.2.1. KRAJNÍ SLOUP B4

(RUČNÍ POSOUZENÍ)

VNITŘNÍ SILY ZVIŠTĚNY V PROGRAMU Scia Engineer 16
VIZ STR. 43 A VIZ PŘÍLOHA VÝPOČETNÍ MODEL PRO
ANALÝZU VNITŘNÍCH SIL

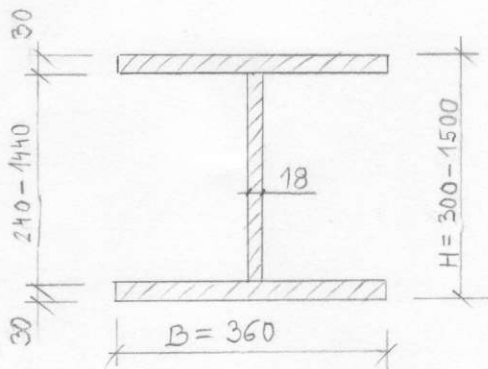
KOMBINACE ZATÍŽENÍ NC3

- STÁLE ZATÍŽENÍ NEPŘÍZNIVÉ
- HLAVNÍ PROMĚNNÉ - SNÍH
- VEDLEŽÍ PROMĚNNÉ REDUKOVÁNO - VĚTR PODÉLNÝ
TÍŽENÍ (TLAK)
- PROMĚNNÉ - POTRUBÍ VZDUCHOTECHNIKY + LOKÁLNÍ
SVÍTIDLA

MATERIÁL

- ZÁKLADNÍM MATERIÁLEM JE OCEL S355

NÁVRH SVAŘOVANÉHO PRŮŘEZU (PRVEK S NÁBĚHEM)



5.2.1.1. PRŮŘEZOVÉ CHARAKTERISTIKY A ZATŘÍDĚNÍ PRŮŘEZU

VIZ STR. 40-42



ZAČÁTEK NOSNÍKU

PROFIL

výška
 šířka horní pásnice
 šířka dolní pásnice
 tloušťka horní pásnice
 tloušťka dolní pásnice
 tloušťka stojiny
 plocha
 plocha stojiny
 moment setrvačnosti I_y
 moment setrvačnosti I_z
 plastický průřezový modul
 elastický průřezový modul
 poloměr setrvačnosti i_y
 poloměr setrvačnosti i_z

x =	0	m
h =	300	mm
b_h =	400	mm
b_s =	400	mm
t_h =	30	mm
t_s =	30	mm
s =	18	mm
A_{\min} =	28320	mm ²
$A_{vz,\min}$ =	4320	mm ²
$I_{y,\min}$ =	459936000	mm ⁴
$I_{z,\min}$ =	320116640	mm ⁴
$W_{pl,y,\min}$ =	3499200	mm ³
$W_{el,y,\min}$ =	3066240,0	mm ³
$i_{y,\min}$ =	127,4	mm
$i_{z,\min}$ =	106,3	mm

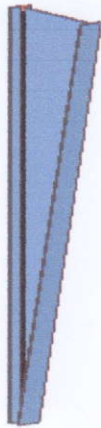
KLASIFIKACE PRŮŘEZU

Vnitřní části

svar	4	mm
c =	228,7	mm
t =	18	mm
ϵ =	0,81	-
c/t =	12,70	-
72 ϵ =	58,32	TŘÍDA 1
83 ϵ =	67,23	TŘÍDA 2
124 ϵ =	100,44	TŘÍDA 3
		TŘÍDA 4

Přečnívající části

svar	4	mm
c =	187,0	mm
t =	30	mm
ϵ =	0,81	-
c/t =	6,23	-
9 ϵ =	7,29	TŘÍDA 1
10 ϵ =	8,10	TŘÍDA 2
14 ϵ =	11,34	TŘÍDA 3
		TŘÍDA 4



MÍSTO x - maximální napětí na prutu

PROFIL

výška
šířka horní pásnice
šířka dolní pásnice
tloušťka horní pásnice
tloušťka dolní pásnice
tloušťka stojiny
plocha
plocha stojiny
moment setrvačnosti I_y
moment setrvačnosti I_z
plastický průřezový modul
elastický průřezový modul
poloměr setrvačnosti i_y
poloměr setrvačnosti i_z

x =	5,1	m
h =	1020,0	mm
b_h =	400,0	mm
b_s =	400,0	mm
t_h =	30	mm
t_s =	30	mm
s =	18	mm
A^x =	41280,0	mm ²
A_{vz}^x =	17280,0	mm ²
I_y^x =	7209504000,0	mm ⁴
I_z^x =	320466560	mm ⁴
$W_{pl,y}^x$ =	16027200,0	mm ³
$W_{el,y}^x$ =	14136282,4	mm ³
i_y^x =	417,9	mm
i_z^x =	88,1	mm

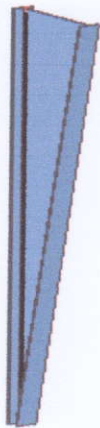
KLASIFIKACE PRŮŘEZU

Vnitřní části

svar	4	mm
c =	948,7	mm
t =	18	mm
ϵ =	0,81	-
c/t =	52,70	-
72 ϵ =	58,58	TŘÍDA 1
83 ϵ =	67,53	TŘÍDA 2
124 ϵ =	100,89	TŘÍDA 3
		TŘÍDA 4

Přečnávající části

svar	4	mm
c =	187,0	mm
t =	30	mm
ϵ =	0,81	-
c/t =	6,23	-
9 ϵ =	7,32	TŘÍDA 1
10 ϵ =	8,14	TŘÍDA 2
14 ϵ =	11,39	TŘÍDA 3
		TŘÍDA 4



KONEC NOSNÍKU

PROFIL

výška
 šířka horní pásnice
 šířka dolní pásnice
 tloušťka horní pásnice
 tloušťka dolní pásnice
 tloušťka stojiny
 plocha
 plocha stojiny
 moment setrvačnosti I_y
 moment setrvačnosti I_z
 plastický průřezový modul
 elastický průřezový modul
 poloměr setrvačnosti i_y
 poloměr setrvačnosti i_z

$x =$	8,5	m
$h =$	1500	mm
$b_h =$	400	mm
$b_s =$	400	mm
$t_h =$	30	mm
$t_s =$	30	mm
$s =$	18	mm
$A_{max} =$	49920	mm ²
$A_{vz,max} =$	25920	mm ²
$I_{y,max} =$	17446176000	mm ⁴
$I_{z,max} =$	320699840	mm ⁴
$W_{pl,y,max} =$	26971200	mm ³
$W_{el,y,max} =$	23261568,0	mm ³
$i_{y,max} =$	591,2	mm
$i_{z,max} =$	80,2	mm

KLASIFIKACE PRŮŘEZU

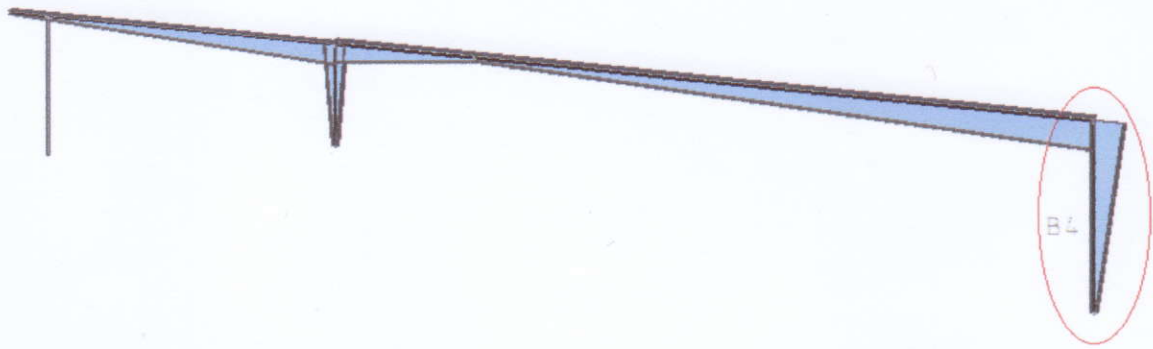
Vnitřní části

svar	4	mm
$c =$	1428,7	mm
$t =$	18	mm
$\epsilon =$	0,81	-
$c/t =$	79,37	-
$72\epsilon =$	58,58	TŘÍDA 1
$83\epsilon =$	67,53	TŘÍDA 2
$124\epsilon =$	100,89	TŘÍDA 3
		TŘÍDA 4

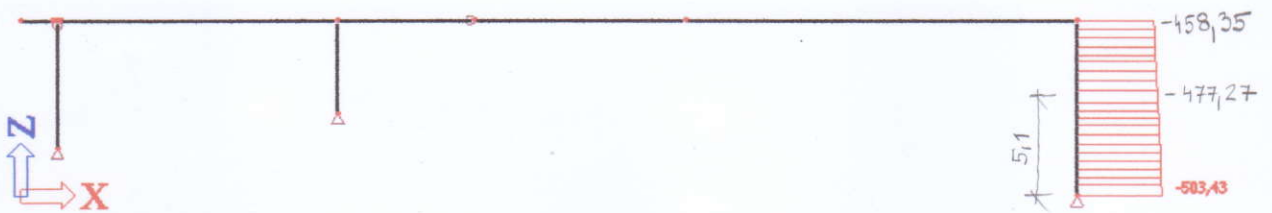
Přečnávající části

svar	4	mm
$c =$	187,0	mm
$t =$	30	mm
$\epsilon =$	0,81	-
$c/t =$	6,23	-
$9\epsilon =$	7,32	TŘÍDA 1
$10\epsilon =$	8,14	TŘÍDA 2
$14\epsilon =$	11,39	TŘÍDA 3
		TŘÍDA 4

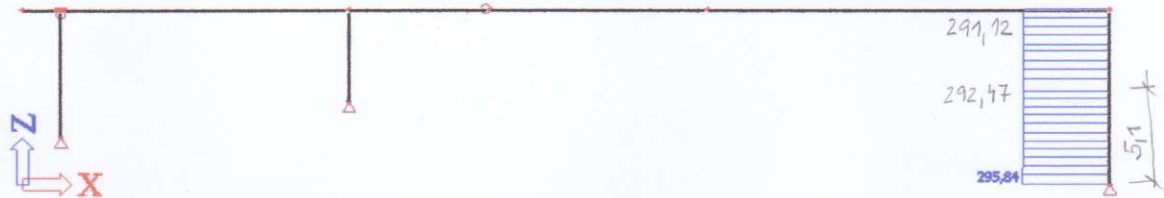
5.2.1.2. VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU



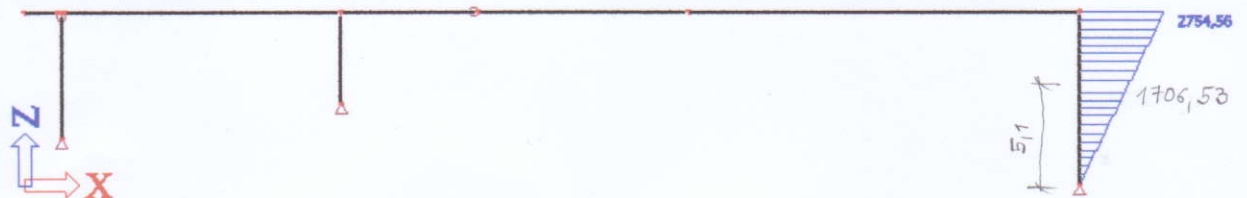
NORMÁLOVÁ SÍLA N_{C3}



POSOUVAJÍCÍ SÍLA N_{C3}



MOMENT N_{C3}



pozn.:

Přehled vnitřních sil viz

ČÁST 5 - VÝPOČETNÍ MODEL PRO ANALÝZU VNITŘNÍCH SIL

VNITŘNÍ SÍLY - PŘEHLED

$x = 0 :$	$N_{ed}^0 = 503,43 \text{ kN}$ $V_{ed}^0 = 295,84 \text{ kN}$ $M_{ed}^0 = 0$	} MINIMÁLNÍ PRŮŘEZOVÁ PLOCHA
$x = 5,1 :$	$N_{ed}^{5,1} = 477,27 \text{ kN}$ $V_{ed}^{5,1} = 292,47 \text{ kN}$ $M_{ed}^{5,1} = 1706,53 \text{ kNm}$	
$x = 8,5 :$	$N_{ed}^{8,5} = 458,35 \text{ kN}$ $V_{ed}^{8,5} = 291,12 \text{ kN}$ $M_{ed}^{8,5} = 2754,56 \text{ kNm}$	} MÍSTO S MAXIMÁLNÍM MOMENTEM

VLIV SMYKU NA ÚNOSNOST

→ VLIV SMYKU NA ÚNOSNOST LZE ZANEDBAT, POKUD DLE ČSN EN 1993-1-1 PLATÍ:

$$V_{ed} \leq 0,5 \cdot V_{pl,rd} \quad \text{ZDE O TZV. MALÝ SMYK}$$

5.2.1.3. SMYKOVÁ ÚNOSNOST

BOULENÍ VE SMYKU U NEVYZTUŽENÝCH STŮŽIN JE TŘEBA UVAŽOVAT POKUD

$$\frac{h_w}{t_w} \geq \frac{72}{\eta} \varepsilon$$

h_w ... VÝŠKA STŮŽINY NOSNÍKU
 t_w ... TLOUŠŤKA STŮŽINY NOSNÍKU
 $\eta = 1,0$ PRO OCEL S355

UVAŽOVÁNO MÍSTO S MAXIMÁLNÍ VÝŠKOU STŮŽINY:

$$\frac{1440}{18} = 80 \geq \frac{72}{1,0} \cdot 0,81 = 58,32$$

⇒ NUTNO UVAŽOVAT S VLIVEM BOULENÍ

POMĚRNÁ ŠTIHLOST PRO NOSNÍK S VÝZTUHAMÍ POUZE NAD PODPORAMI

$$\bar{\lambda}_w = \frac{h_w / t_w}{86,4 \cdot \varepsilon} \quad \text{pro } k_z = 5,34$$

$$\bar{\lambda}_w = \frac{1440 / 18}{86,4 \cdot 0,89} = 1,143 \rightarrow \bar{\lambda}_w \geq 1,08 \rightarrow$$

$$\rightarrow \text{SOUČINITEĽ } \chi_w = 0,83 / \bar{\lambda}_w$$

$$\chi_w = 0,83 / 1,143 = 0,726$$

SMYKOVÁ ÚNOSNOST

$$V_{b,w,Rd} = \chi_w \cdot h_w \cdot t_w \cdot f_{yd} / \sqrt{3} \quad [\text{kN}]$$

x = 0:

$$V_{b,w,Rd} = 0,726 \cdot 240 \cdot 18 \cdot 355 / \sqrt{3} = 642\,818 \text{ N} = 642,8 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} < V_{b,w,Rd}$$

$$295,84 \text{ kN} < 642,8 \text{ kN} \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$V_{Ed} \leq 0,5 \cdot V_{b,w,Rd}$$

$$295,84 \text{ kN} \leq 321,4 \text{ kN} \quad \text{MALÝ SMYK}$$

x = 5,1:

$$V_{b,w,Rd} = 0,726 \cdot 960 \cdot 18 \cdot 355 / \sqrt{3} = 2571,6 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} < V_{b,w,Rd}$$

$$292,47 \text{ kN} < 2571,6 \text{ kN} \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$V_{Ed} \leq 0,5 \cdot V_{b,w,Rd}$$

$$292,47 \text{ kN} \leq 1285,8 \text{ kN} \quad \text{MALÝ SMYK}$$

x = 8,5:

$$V_{b,w,Rd} = 0,726 \cdot 1440 \cdot 18 \cdot 355 / \sqrt{3} = 3857 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} < V_{b,w,Rd}$$

$$291,12 \text{ kN} < 3857 \text{ kN} \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$V_{ed} \leq 0,5 \cdot V_{b,w,Rd}$$

$$291,12 \text{ kN} \leq 1929 \text{ kN} \quad \text{MALÝ SMYK}$$

5.2.1.4. ŠTÍHLOSTI

PŘÍŘAZENÍ KŘIVKY VZPĚRNÉ PEVNOSTI K PRŮŘEZU

→ SVAŘOVANÉ PRŮŘEZY, $t_f \leq 40 \text{ mm}$, ocel S355

VYBOČENÍ KOLMO K OSE $y-y \rightarrow$ křivka "b"
 $z-z \rightarrow$ křivka "c"

PŘÍŘAZENÍ KŘIVKY KLOPENÍ K PRŮŘEZU

→ SVAŘOVANÉ PRŮŘEZY $h/b \leq 2 \rightarrow$ křivka "c"
 $h/b > 2 \rightarrow$ křivka "d"

VYBOČENÍ KOLMO K OSE $y-y$ (NOSNÍK S NABĚHEM)

SOUČINTEL KRITICKÉHO ZATÍŽENÍ
 (VYBOČENÍ PRVKU B1)

$$\alpha_{cr} = 44,29 \quad (\text{STABILITNÍ KOMBINACE S4 - 3. VLASTNÍ TVAR})$$

KRITICKÁ SÍLA $N_{cr} = \alpha_{cr} \cdot N_{ed}$

$$N_{cr} = 44,29 \cdot 503,43 = 22\,296,9 \text{ kN}$$

POMĚRNÁ ŠTÍHLOST $\bar{\lambda}_y = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$ pro průřezy třídy 1-3,

kde $\bar{\lambda}$ VZHLEDEM K PROMĚNNÉMU PRŮŘEZU UVAŽOVÁNA JAKO PLOCHA A MAXIMÁLNÍ PRŮŘEZ. PLOCHA PRVKU A_{max}

$$\bar{\lambda}_y = \sqrt{\frac{49920 \cdot 355}{22\,296,9 \cdot 10^3}} = 0,892$$

SOUČINTEL VZPĚRNOSTI $\chi_y = 0,668$ (odečteno z tabulek, křivka "b").

VYBOČENÍ KOLMO K OSE $z-z$ (\sim KONSTANTNÍ PRŮŘEZ)

SROVNÁVACÍ ŠTÍHLOST $\lambda_1 = 93,9 \cdot \varepsilon = 93,9 \cdot 0,81 = 76,1$

VZPĚRNÁ DELKA (VZDÁLENOST ZTUŽIDEL)

$$L_{cr,z} = 4250 \text{ mm}$$

POLOMĚR SETRVAČNOSTI $i_{z,\min} = 106,3 \text{ mm}$

ŠTÍHLOST $\lambda_z = \frac{L_{cr,z}}{i_{z,\min}} = \frac{4250}{106,3} = 39,97$

POMĚRNÁ ŠTÍHLOST $\bar{\lambda}_z = \frac{\lambda_z}{\lambda_1} = \frac{39,97}{76,1} = 0,526$

SOUČINITEĽ VZPĚRNOSTI $\chi_z = 0,826$ (odečteno z tabulek, křivka "c")

KLOPENÍ

KRITICKÝ MOMENT (ZVÍSTĚNO POMOCÍ PROGRAMU LT Beam N - VIZ ČÁST 4 - STR. 8)

$$M_{cr} = 6835,4 \text{ kNm}$$

POMĚRNÁ ŠTÍHLOST $\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y \cdot f_y}{M_{cr}}}$, kde f_y VZHLEDEM

* PROMĚNNÉMU PRŮŘEZU UVAŽOVÁN PRŮŘEZOVÝ MODUL W_y JAKO PRŮŘEZ. MODUL MAXIMÁLNÍHO PRŮŘEZU $W_{el,y,\max}$

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{23261568,355}{6835,4 \cdot 10^6}} = 1,099$$

SOUČINITEĽ KLOPENÍ

$x=0$: $h/b = 300/400 = 0,75 \leq 2 \rightarrow$ křivka "c"

$$\chi_{LT} = 0,484$$

$x=5,1$: $h/b = 1020/400 = 2,55 > 2 \rightarrow$ křivka "d"

$$\chi_{LT} = 0,419$$

$x=8,5$: $h/b = 1500/400 = 3,75 > 2 \rightarrow$ křivka "d"

$$\chi_{LT} = 0,419$$

5.2.1.5. POSOUZENÍ PRUTU - MSÚ

- PRŮŘEZ $x = 0 \text{ m}$

V PRŮŘEZU PŮSOBÍ NORMÁLOVÁ SÍLA, MOMENT JE NULOVÝ
 → POSOUZENÍ NA VZPĚRNÝ TLAK

$$N_{b,Rd} = \chi_{min} \cdot A_{min} \cdot f_y / \gamma_{M1}$$

γ_{M1} JE DÍLČÍ SOUČINITEĽ
 SPOLEHLIVOSTI MATERIÁLU

$\gamma_{M1} = 1,0$ DLE ČSN EN 1993-1-1

$$N_{b,Rd} = \frac{0,668 \cdot 28320 \cdot 355}{1,0} = 6715,8 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} < N_{b,Rd}$$

$$\underline{503,43 \text{ kN} < 6715,8 \text{ kN}} \quad \text{VÝHOVUJE}$$

- PRŮŘEZ $x = 5,1 \text{ m}$:

PRUTY NAMÁHANE KOMBINACÍ OHYBU A OSOVÉHO TLAKU
 MAJÍ SPLŇOVAT PODMÍNKY:

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

, kde

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

pro třídě průřezů 1,2 $M_{y,Rk} = f_y \cdot W_{pl,y}$

pro třídě průřezů 3 $M_{y,Rk} = f_y \cdot W_{el,y}$

INTERAKCE TLAKU Š OHYBEM

VLIV OSOVÉ SÍLY NA ZVĚTŠENÍ OHYBOVÉHO MOMENTU A
VLIV TVARU MOMENTOVÉ PLOCHY

→ VZHLEDEM K PROMĚNNÉMU PRŮŘEZU
(PRVEK S NABĚHEM) BYLA ZVOLENA
HODNOTA

$$c_{my} = c_{mLT} = 1,0$$

INTERAKČNÍ SOUČINITELE k_{yy} , k_{zy} PRO TŘÍDU PRŮŘEZU
1a 2 (PLASTICITNÍ NÁVRH)

$$k_{yy} = \min \left\{ \begin{array}{l} c_{my} \left(1 + (\bar{\gamma}_y - 0,2) \cdot \frac{N_{ed}}{\sigma_{yk} \cdot N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right) \\ c_{my} \left(1 + 0,8 \cdot \frac{N_{ed}}{\sigma_{yk} \cdot N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right) \end{array} \right\} =$$

$$= \min \left\{ \begin{array}{l} 1,0 \cdot \left(1 + (0,892 - 0,2) \cdot \frac{477,27 \cdot 10^3}{0,668 \cdot 41280 \cdot 355 / 1,0} \right) \\ 1,0 \cdot \left(1 + 0,8 \cdot \frac{477,27 \cdot 10^3}{0,668 \cdot 41280 \cdot 355 / 1,0} \right) \end{array} \right\} =$$

$$= \min \left\{ \begin{array}{l} 1,034 \\ 1,039 \end{array} \right\} = 1,034$$

$$k_{zy} = \max \left\{ \begin{array}{l} 1 - \frac{0,1 \cdot \bar{\gamma}_z}{(c_{mLT} - 0,25)} \cdot \frac{N_{ed}}{\sigma_{zk} \cdot N_{Rk} / \gamma_{M1}} \\ 1 - \frac{0,1}{(c_{mLT} - 0,25)} \cdot \frac{N_{ed}}{\sigma_{zk} \cdot N_{Rk} / \gamma_{M1}} \end{array} \right\} =$$

$$= \max \left\{ \begin{array}{l} 1 - \frac{0,1 \cdot 0,526}{(1,0 - 0,25)} \cdot \frac{477,27 \cdot 10^3}{0,826 \cdot 41280 \cdot 355 / 1,0} \\ 1 - \frac{0,1}{(1,0 - 0,25)} \cdot \frac{477,27 \cdot 10^3}{0,826 \cdot 41280 \cdot 355 / 1,0} \end{array} \right\} =$$

$$= \max \left\{ \begin{array}{l} 0,997 \\ 0,995 \end{array} \right\} = 0,995$$

PODMINKY SPOLEHLIVOSTI

$$\frac{477,27 \cdot 10^3}{0,668 \cdot 41280,355} + 1,034 \cdot \frac{1706,53 \cdot 10^6}{0,419 \cdot 16027200,355} =$$

$$\frac{716,7}{1,0} + 1,034 \cdot \frac{4180,7}{1,0} =$$

$$= \underline{0,789} \leq 1,0 \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\frac{477,27 \cdot 10^3}{0,826 \cdot 41280,355} + 0,995 \cdot \frac{1706,53 \cdot 10^6}{0,419 \cdot 16027200,355} =$$

$$\frac{578,3}{1,0} + 0,995 \cdot \frac{4180,7}{1,0} =$$

$$= \underline{0,752} \leq 1,0 \quad \text{VYHOVUJE}$$

- PRŮŘEZ $x = 8,5 \text{ m}$:

INTERAKČNÍ SOUČINITELE k_{yy}, k_{zy} PRO TŘÍDU PRŮŘEZU 3 a 4 (PRUŽNOSTNÍ NÁVRH)

$$k_{yy} = \min \left\{ \begin{array}{l} C_{my} \left(1 + 0,6 \cdot \bar{\lambda}_y \cdot \frac{N_{Ed}}{\bar{\lambda}_y \cdot N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right) \\ C_{my} \left(1 + 0,6 \cdot \frac{N_{Ed}}{\bar{\lambda}_y \cdot N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right) \end{array} \right\} =$$

$$= \min \left\{ \begin{array}{l} 1,0 \cdot \left(1 + 0,6 \cdot 0,892 \cdot \frac{458,35 \cdot 10^3}{0,668 \cdot 49920,355 / 1,0} \right) \\ 1,0 \cdot \left(1 + 0,6 \cdot \frac{458,35 \cdot 10^3}{0,668 \cdot 49920,355 / 1,0} \right) \end{array} \right\} = \min \left\{ \begin{array}{l} 1,021 \\ 1,023 \end{array} \right\} =$$

$$= 1,021$$

$$k_{zy} = \max \left\{ \begin{array}{l} 1 - \frac{0,05 \cdot \bar{\lambda}_z}{(C_{mLT} - 0,25)} \cdot \frac{N_{Ed}}{\bar{\lambda}_z \cdot N_{Rk} / \gamma_{M1}} \\ 1 - \frac{0,05}{(C_{mLT} - 0,25)} \cdot \frac{N_{Ed}}{\bar{\lambda}_z \cdot N_{Rk} / \gamma_{M1}} \end{array} \right\} =$$

$$= \max \left\{ \begin{array}{l} 1 - \frac{0,05 \cdot 0,526}{(1,0 - 0,25)} \cdot \frac{458,35 \cdot 10^3}{0,826 \cdot 49920,355 / 1,0} \\ 1 - \frac{0,05}{(1,0 - 0,25)} \cdot \frac{458,35 \cdot 10^3}{0,826 \cdot 49920,355 / 1,0} \end{array} \right\} = \max \left\{ \begin{array}{l} 0,999 \\ 0,998 \end{array} \right\} =$$

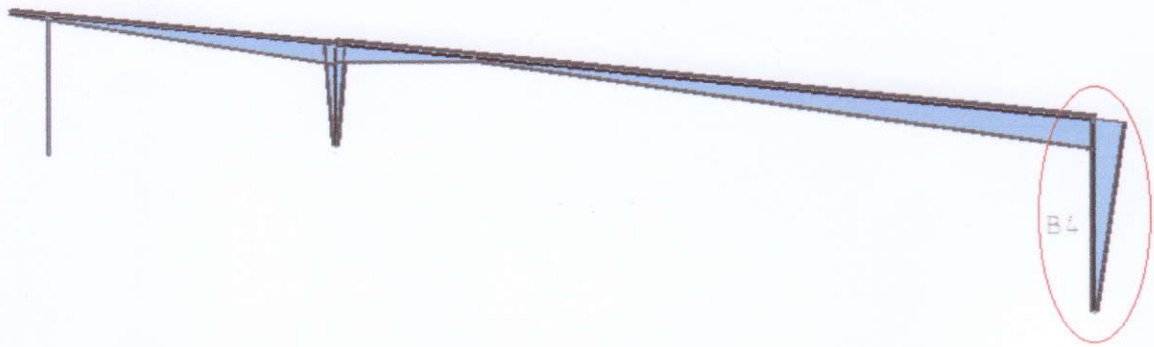
$$= 0,998$$

5.2.2. KRAJNÍ SLOUP B4

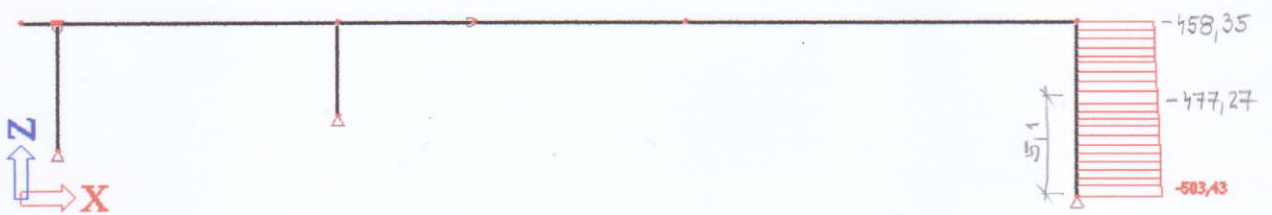
POZN. RUČNÍ POSOUZENÍ PRVKU B4 A POSOUZENÍ
PROVEDENÉ NÁSLEDUJÍCÍM ZPŮSOBEM
(POMOCÍ PROGRAMU EXCEL) SE NELÍŠÍ

RUČNÍ VÝPOČET BYL U JEDNOHO PRVKU
PROVEDEN Z DŮVODU, ABY BYL PODROBNĚJI
VIDĚT POSTUP PŘI POSOUZOVÁNÍ PRVKU

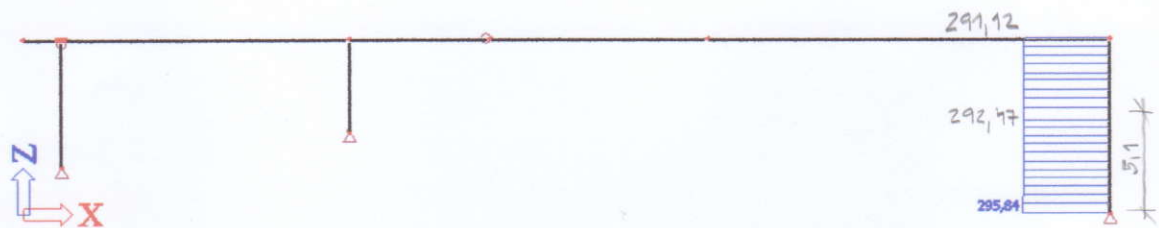
5.2.2.1. VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU



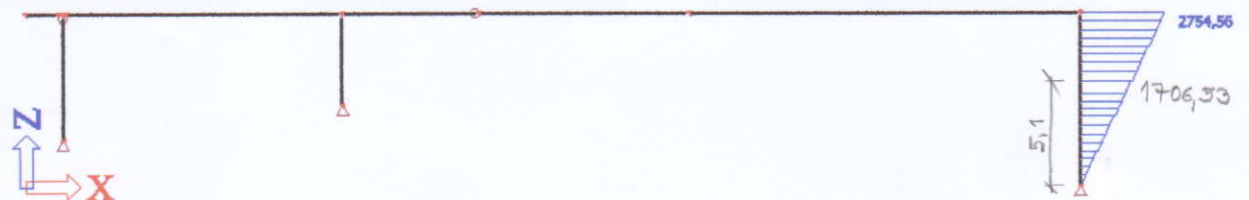
NORMÁLOVÁ SÍLA N_{C3}



POSOUVAJÍCÍ SÍLA N_{C3}



MOMENT N_{C3}



pozn.:

Přehled vnitřních sil viz

ČÁST 5 - VÝPOČETNÍ MODEL PRO ANALÝZU VNITŘNÍCH SIL

ZAČÁTEK NOSNÍKU

MÍSTO X - maximální napětí na prutu

KONEC NOSNÍKU

MATERIÁL OCEL

VNITŘNÍ SÍLY MOMENT
POSOUVAJÍCÍ SÍLA
NORMÁLOVÁ SÍLA

PROFIL výška
šířka horní pásnice
šířka dolní pásnice
tloušťka horní pásnice
tloušťka dolní pásnice
tloušťka stojiny
plocha
plocha stojiny
moment setrvačnosti I_y
moment setrvačnosti I_z
plastický průřezový modul
elastický průřezový modul
poloměr setrvačnosti i_y
poloměr setrvačnosti i_z

KLASIFIKACE PRŮŘEZU Vnitřní části

Přečnivající části

POSOUZENÍ

Boulení ve smyku u nevytuzených stojin je třeba uvažovat pokud.....
SOUČINITEL KRITICKÉHO NAPĚTÍ - výztuhy pouze v podporách
výška stojiny nosníku

POMĚRNÁ ŠTÍHLOST pro nosník s výztuhami pouze nad podporami

SMYKOVÁ ÚNOSNOST

$M_{Ed} =$	0	kNm	NC3
$V_{Ed} =$	295,84	kN	
$N_{Ed} =$	503,43	kN	

$x =$	0	m
$h =$	300	mm
$b_h =$	400	mm
$b_s =$	400	mm
$t_h =$	30	mm
$t_s =$	30	mm
$s =$	18	mm
$A_{min} =$	28320	mm ²
$A_{vz,min} =$	4320	mm ²
$I_{y,min} =$	459936000	mm ⁴
$I_{z,min} =$	320116640	mm ⁴
$W_{pl,y,min} =$	3499200	mm ³
$W_{el,y,min} =$	3066240,0	mm ³
$i_{y,min} =$	127,4	mm
$i_{z,min} =$	106,3	mm

svar	4	mm
c =	228,7	mm
t =	18	mm
$\epsilon =$	0,81	-
c/t =	12,70	-
72 $\epsilon =$	58,58	TŘÍDA 1
83 $\epsilon =$	67,53	TŘÍDA 2
124 $\epsilon =$	100,89	TŘÍDA 3
		TŘÍDA 4

svar	4	mm
c =	187,0	mm
t =	30	mm
$\epsilon =$	0,81	-
c/t =	6,23	-
9 $\epsilon =$	7,32	TŘÍDA 1
10 $\epsilon =$	8,14	TŘÍDA 2
14 $\epsilon =$	11,39	TŘÍDA 3
		TŘÍDA 4

ČSN EN 1993-1-5 kapitola 5.1, (2)

$k_T =$	5,34	-
$h_w =$	1440	mm
$\epsilon =$	0,81	...pro ocel S 355
$\eta =$	1,0	...pro ocel S 355
$h_w/t_w \geq (72/\eta) \cdot \epsilon$	80,00	$\geq 58,32$ VLIV BOULENÍ

viz ČSN EN 1993-1-5, kapitola 5.3

$\lambda_w =$	1,143	-
$X_w =$	0,726	-

$M_{Ed} =$	1706,53	kNm	NC3
$V_{Ed} =$	292,47	kN	
$N_{Ed} =$	477,27	kN	

$x =$	5,1	m
$h =$	1020,0	mm
$b_h =$	400,0	mm
$b_s =$	400,0	mm
$t_h =$	30	mm
$t_s =$	30	mm
$s =$	18	mm
$A^x =$	41280,0	mm ²
$A_{vz}^x =$	17280,0	mm ²
$I_y^x =$	7209504000,0	mm ⁴
$I_z^x =$	320466560	mm ⁴
$W_{pl,y}^x =$	16027200,0	mm ³
$W_{el,y}^x =$	14136282,4	mm ³
$i_y^x =$	417,9	mm
$i_z^x =$	88,1	mm

svar	4	mm
c =	948,7	mm
t =	18	mm
$\epsilon =$	0,81	-
c/t =	52,70	-
72 $\epsilon =$	58,58	TŘÍDA 1
83 $\epsilon =$	67,53	TŘÍDA 2
124 $\epsilon =$	100,89	TŘÍDA 3
		TŘÍDA 4

svar	4	mm
c =	187,0	mm
t =	30	mm
$\epsilon =$	0,81	-
c/t =	6,23	-
9 $\epsilon =$	7,32	TŘÍDA 1
10 $\epsilon =$	8,14	TŘÍDA 2
14 $\epsilon =$	11,39	TŘÍDA 3
		TŘÍDA 4

Součinitel příspěvku stojiny X_w k únosnosti v boulení při smyku: viz ČSN EN 1993-1-5 Tabulka 5.1

$M_{Ed} =$	2754,56	kNm	NC3
$V_{Ed} =$	291,12	kN	
$N_{Ed} =$	457,67	kN	

$x =$	8,5	m
$h =$	1500	mm
$b_h =$	400	mm
$b_s =$	400	mm
$t_h =$	30	mm
$t_s =$	30	mm
$s =$	18	mm
$A_{max} =$	49920	mm ²
$A_{vz,max} =$	25920	mm ²
$I_{y,max} =$	17446176000	mm ⁴
$I_{z,max} =$	320699840	mm ⁴
$W_{pl,y,max} =$	26971200	mm ³
$W_{el,y,max} =$	23261568,0	mm ³
$i_{y,max} =$	591,2	mm
$i_{z,max} =$	80,2	mm

svar	4	mm
c =	1428,7	mm
t =	18	mm
$\epsilon =$	0,81	-
c/t =	79,37	-
72 $\epsilon =$	58,58	TŘÍDA 1
83 $\epsilon =$	67,53	TŘÍDA 2
124 $\epsilon =$	100,89	TŘÍDA 3
		TŘÍDA 4

svar	4	mm
c =	187,0	mm
t =	30	mm
$\epsilon =$	0,81	-
c/t =	6,23	-
9 $\epsilon =$	7,32	TŘÍDA 1
10 $\epsilon =$	8,14	TŘÍDA 2
14 $\epsilon =$	11,39	TŘÍDA 3
		TŘÍDA 4

$V_{bw,Rd} = X_w \cdot h_w \cdot t_w \cdot f_{yd} / \sqrt{3}$	[kN]
$V_{pl,Rd} =$	3857,4 kN
$V_{Ed} < V_{bw,Rd}$	
291,12 < 3857,4	VYHOVUJE
$V_{Ed} \leq 0,5 \cdot V_{bw,Rd}$	
291,12 ≤ 1928,7	MALÝ SMYK

PODMÍNKY SPOLEHLIVOSTI

Pruty namáhané kombinací tlaku a ohybu mají splňovat podmínky:
viz ČSN EN 1993-1-1
(6.61)
(6.62)

Hodnoty pro výpočet N_{Rk} a M_{LRk}
viz ČSN EN 1993-1-1
Tabulka 6.7

	ZAČÁTEK NOSNÍKU	MÍSTO X - maximální napětí na prutu	KONEC NOSNÍKU
ŠTÍHLOSTI	<p>PŘÍRAZENÍ KŘIVKY VZPĚRNÉ PEVNOSTI K PRŮŘEZU → Svařované průřezy, $t_f \leq 40$ mm, ocel S355 VYBOČENÍ KOLMO K OSE y-y → KŘIVKA "b" z-z → KŘIVKA "c"</p> <p>PŘÍRAZENÍ KŘIVKY KLOPENÍ K PRŮŘEZU → Svařované průřezy $h/b \leq 2$ → KŘIVKA "c" $h/b > 2$ → KŘIVKA "d"</p>		
	h/b = 0,75 křivka c	h/b = 2,55 křivka d	h/b = 3,75 křivka d
VYBOČENÍ KOLMO K OSE y-y: NOSNÍK S NÁBĚHEM			
SOUČINITELE KŘIVKY	$\alpha_{cr} = 44,29$	-stabilní kombinace S4 - 3. vlastní tvar
KRITICKÁ SÍLA $N_{cr} = \alpha_{cr} \cdot N_{Ed}$	$N_{cr} = 22296,9147$	kN	
POMĚRNÁ ŠTÍHLOST	viz ČSN EN 1993-1-1, kapitola 6.3 kde $A = A_{max} = 49920$ mm ² $f_y = 355$ MPa		
SOUČINITELE VZPĚRNOSTI	$\bar{\lambda}_y = 0,892$	-	
	$\chi_y = 0,668$	-	(odečteno z tabulek, křivka "b")
VYBOČENÍ KOLMO K OSE z-z: ~ KONSTANTNÍ PRŮŘEZ			
SROVNÁVACÍ ŠTÍHLOST	$\bar{\lambda}_z = 76,1$	-	
VZPĚRNÁ DÉLKA (vzdálenost ztužidel)	$L_{cr,z} = 4250$	mm	
POLOMĚR SETRVAČNOSTI	$i_{z,min} = 106,3$	mm	
ŠTÍHLOST $L_{cr,z}/i_{z,min}$	$\lambda_z = 39,97$	-	
POMĚRNÁ ŠTÍHLOST λ_z/λ_1	$\bar{\lambda}_z = 0,526$	-	
SOUČINITELE VZPĚRNOSTI	$\chi_z = 0,826$	-	(odečteno z tabulek, křivka "c")
KLOPENÍ: (pouze pro průřezy, kde není držena tlačena pásnice prvku)			
KRITICKÝ MOMENT (LTBeamN)	$M_{cr} = 6835,4$	kNm	
POMĚRNÁ ŠTÍHLOST	viz ČSN EN 1993-1-1, kapitola 6.3 kde $W_y = W_{el,y,max} = 23261568,0$ mm ³ $f_y = 355$ MPa		
SOUČINITELE KLOPENÍ	$\bar{\lambda}_{LT} = 1,099$	-	
	$\chi_{LT} = 0,484$	-	
		$\chi_{LT} = 0,419$	-
			$\chi_{LT} = 0,419$ -

POSOUZENÍ

ZAČÁTEK NOSNÍKU

MÍSTO X - maximální napětí na prutu

KONEC NOSNÍKU

VZPĚRNÝ TLAK

x = 0:

$N_{b,Rd} =$	$X_{min} \cdot A_{min} \cdot f_y / \gamma_{M1}$	
$N_{b,Rd} =$	6715,8	kN
$N_{Ed} <$	$N_{b,Rd}$	
503,43	<	6715,8
VYHOVUJE		7%

KOMBINACE TLAKU S OHYBEM

VLIV OSOVÉ SÍLY NA ZVĚTŠENÍ OHYBOVÉHO MOMENTU A VLIV TVARU MOMENTOVÉ PLOCHY

$C_{my} = C_{mLT} = 1,00$

INTERAKČNÍ SOUČINITELÉ

Plasticitní návrh - průřezy třídy 1 a 2

$k_{yy} = \min$ { viz ČSN EN 1993-1-1 Příloha B Interakční součinitele }
 $k_{yy} = \min$ { 1,034 } **1,034**
 { 1,039 }

$k_{zy} = \max$ { viz ČSN EN 1993-1-1 Příloha B Interakční součinitele }
 $k_{zy} = \max$ { 0,997 } **0,997**
 { 0,995 }

Pružnostní návrh - průřezy třídy 3 a 4

$k_{yy} = \min$ { viz ČSN EN 1993-1-1 Příloha B Interakční součinitele }
 $k_{yy} = \min$ { 1,021 } **1,021**
 { 1,023 }

$k_{zy} = \max$ { viz ČSN EN 1993-1-1 Příloha B Interakční součinitele }
 $k_{zy} = \max$ { 0,999 } **0,999**
 { 0,998 }

(6.61) $0,79 \leq 1,0$ **VYHOVUJE 79%**

(6.61) $0,85 \leq 1,0$ **VYHOVUJE 85%**

(6.62) $0,75 \leq 1,0$ **VYHOVUJE 75%**

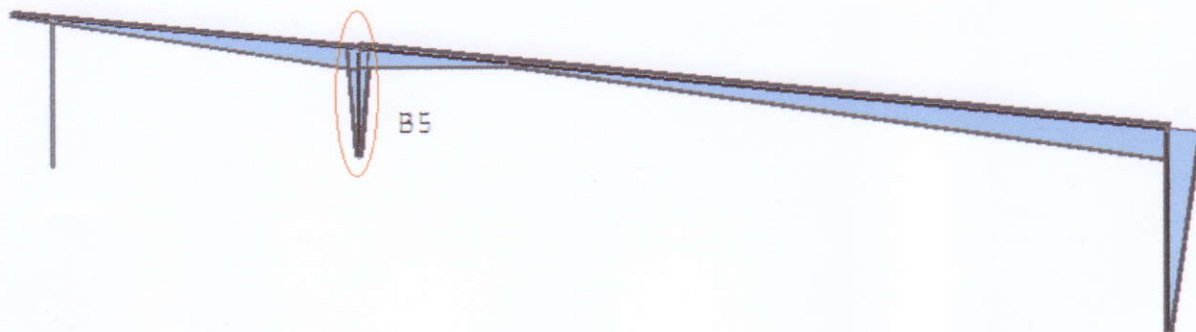
(6.62) $0,83 \leq 1,0$ **VYHOVUJE 83%**

5.2.2.3 POSOUZENÍ PRUTU - MSP

POSOUZENÍ PROVEDENO V KAPITOLE 5.2.1.6

5.2.3. STŘEDNÍ SLOUP B5

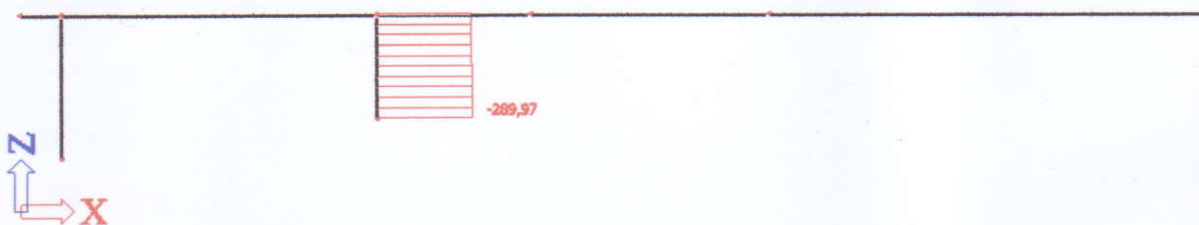
5.2.3.1. VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU



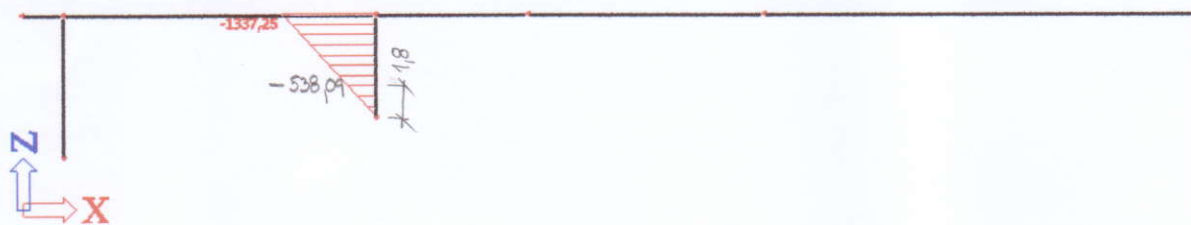
NORMÁLOVÁ SÍLA N_{C2}



POSOUVAJÍCÍ SÍLA N_{C2}



MOMENT N_{C4}

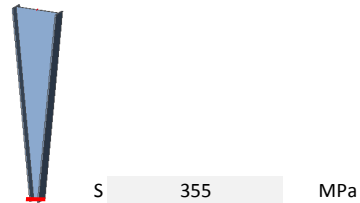


pozn.:

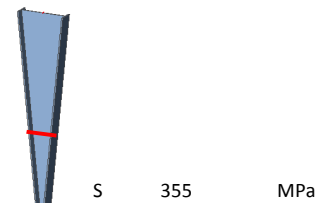
Přehled vnitřních sil viz

ČÁST 5 - VÝPOČETNÍ MODEL PRO ANALÝZU VNITŘNÍCH SIL

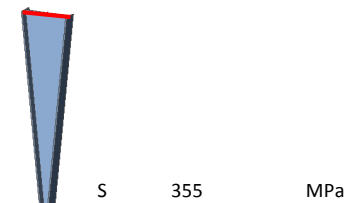
ZAČÁTEK NOSNÍKU



MÍSTO X - maximální napětí na prutu



KONEC NOSNÍKU



MATERIÁL OCEL
VNITŘNÍ SÍLY MOMENT
 POSOUVAJÍCÍ SÍLA
 NORMÁLOVÁ SÍLA

$M_{Ed} =$	0	kNm	NC2
$V_{Ed} =$	289,97	kN	
$N_{Ed} =$	535,4	kN	

$M_{Ed} =$	538,09	kNm	NC4
$V_{Ed} =$	297,22	kN	
$N_{Ed} =$	531,91	kN	

$M_{Ed} =$	1337,25	kNm	NC4
$V_{Ed} =$	294,64	kN	
$N_{Ed} =$	525,67	kN	

PROFIL výška
 šířka horní pásnice
 šířka dolní pásnice
 tloušťka horní pásnice
 tloušťka dolní pásnice
 tloušťka stojiny
 plocha
 plocha stojiny
 moment setrvačnosti I_y
 moment setrvačnosti I_z
 plastický průřezový modul
 elastický průřezový modul
 poloměr setrvačnosti i_y
 poloměr setrvačnosti i_z

$x =$	0	m
$h =$	200	mm
$b_h =$	360	mm
$b_s =$	360	mm
$t_h =$	20	mm
$t_s =$	20	mm
$s =$	18	mm
$A_{min} =$	17280	mm ²
$A_{vz,min} =$	2880	mm ²
$I_{y,min} =$	123264000	mm ⁴
$I_{z,min} =$	155597760	mm ⁴
$W_{pl,y} =$	1411200	mm ³
$W_{el,y} =$	1232640,0	mm ³
$i_{y,min} =$	84,5	mm
$i_{z,min} =$	94,9	mm

$x =$	1,8	m
$h =$	520,0	mm
$b_h =$	360,0	mm
$b_s =$	360,0	mm
$t_h =$	20	mm
$t_s =$	20	mm
$s =$	18	mm
$A^x =$	23040,0	mm ²
$A_{vz}^x =$	8640,0	mm ²
$I_y^x =$	1066368000,0	mm ⁴
$I_z^x =$	155753280	mm ⁴
$W_{pl,y} =$	4636800,0	mm ³
$W_{el,y} =$	4101415,4	mm ³
$i_y^x =$	215,1	mm
$i_z^x =$	82,2	mm

$x =$	4,5	m
$h =$	1000	mm
$b_h =$	360	mm
$b_s =$	360	mm
$t_h =$	20	mm
$t_s =$	20	mm
$s =$	18	mm
$A_{max} =$	31680	mm ²
$A_{vz,max} =$	17280	mm ²
$I_{y,max} =$	4785024000	mm ⁴
$I_{z,m} =$	155986560	mm ⁴
$W_{pl,y,max} =$	11203200	mm ³
$W_{el,y,max} =$	9570048,0	mm ³
$i_{y,max} =$	388,6	mm
$i_{z,max} =$	70,2	mm

KLASIFIKACE PRŮŘEZU Vnitřní části

svar	4	mm
c =	148,7	mm
t =	18	mm
$\epsilon =$	0,81	-
c/t =	8,26	-
72 $\epsilon =$	58,58	TŘÍDA 1
83 $\epsilon =$	67,53	TŘÍDA 2
124 $\epsilon =$	100,89	TŘÍDA 3
		TŘÍDA 4

svar	4	mm
c =	468,7	mm
t =	18	mm
$\epsilon =$	0,81	-
c/t =	26,04	-
72 $\epsilon =$	58,58	TŘÍDA 1
83 $\epsilon =$	67,53	TŘÍDA 2
124 $\epsilon =$	100,89	TŘÍDA 3
		TŘÍDA 4

svar	4	mm
c =	948,7	mm
t =	18	mm
$\epsilon =$	0,81	-
c/t =	52,70	-
72 $\epsilon =$	58,58	TŘÍDA 1
83 $\epsilon =$	67,53	TŘÍDA 2
124 $\epsilon =$	100,89	TŘÍDA 3
		TŘÍDA 4

Přečnívací části

svar	4	mm
c =	167,0	mm
t =	20	mm
$\epsilon =$	0,81	-
c/t =	8,35	-
9 $\epsilon =$	7,32	TŘÍDA 1
10 $\epsilon =$	8,14	TŘÍDA 2
14 $\epsilon =$	11,39	TŘÍDA 3
		TŘÍDA 4

svar	4	mm
c =	167,0	mm
t =	20	mm
$\epsilon =$	0,81	-
c/t =	8,35	-
9 $\epsilon =$	7,32	TŘÍDA 1
10 $\epsilon =$	8,14	TŘÍDA 2
14 $\epsilon =$	11,39	TŘÍDA 3
		TŘÍDA 4

svar	4	mm
c =	167,0	mm
t =	20	mm
$\epsilon =$	0,81	-
c/t =	8,35	-
9 $\epsilon =$	7,32	TŘÍDA 1
10 $\epsilon =$	8,14	TŘÍDA 2
14 $\epsilon =$	11,39	TŘÍDA 3
		TŘÍDA 4

POSOUZENÍ

Boulení ve smyku u nevytlužených stojin je třeba uvažovat pokud....
 SOUČINITELE KŘIVKOVÉHO NAPĚTÍ - výztuhy pouze v podporách
 výška stojiny nosníku

ČSN EN 1993-1-5 kapitola 5.1, (2)

$k_T =$	5,34	-
$h_w =$	960,00	mm
$\epsilon =$	0,81	- ...pro ocel S 355
$\eta =$	1,0	- ...pro ocel S 355
$h_w/t_w \geq (72/\eta) \cdot \epsilon$		výraz neplatí - BEZ BOULENÍ
53,33	\geq	58,32

SMYKOVÁ ÚNOSNOST

$V_{pl,Rd} = A_{vz,min} \cdot f_{yd} / \sqrt{3}$ [kN]	
$V_{pl,Rd} =$	590,3 kN
$V_{Ed} < V_{pl,Rd}$	289,97 < 590,3 VYHOVUJE
$V_{Ed} \leq 0,5 \cdot V_{pl,Rd}$	290,0 \leq 295,1 MALÝ SMYK

$V_{pl,Rd} = A_{vz}^x \cdot f_{yd} / \sqrt{3}$ [kN]	
$V_{pl,Rd} =$	1770,8 kN
$V_{Ed} < V_{pl,Rd}$	297,22 < 1770,8 VYHOVUJE
$V_{Ed} \leq 0,5 \cdot V_{pl,Rd}$	297,22 \leq 885,4 MALÝ SMYK

$V_{pl,Rd} = A_{vz,max} \cdot f_{yd} / \sqrt{3}$ [kN]	
$V_{pl,Rd} =$	3541,7 kN
$V_{Ed} < V_{pl,Rd}$	294,64 < 3541,7 VYHOVUJE
$V_{Ed} \leq 0,5 \cdot V_{pl,Rd}$	294,64 \leq 1770,8 MALÝ SMYK

PODMÍNKY SPOLEHLIVOSTI

Pruty namáhané kombinací tlaku a ohybu mají splňovat podmínky:
viz ČSN EN 1993-1-1
(6.61)
(6.62)

Hodnoty pro výpočet N_{RK} a $M_{i,RK}$
viz ČSN EN 1993-1-1
Tabulka 6.7

	ZAČÁTEK NOSÍKU	MÍSTO X - maximální napětí na prutu	KONEC NOSÍKU
ŠTÍHLOSTI	PŘÍRAZENÍ KŘIVKY VZPĚRNÉ PEVNOSTI K PRŮŘEZU → Svařované průřezy, $t_f \leq 40$ mm, ocel S355		
	VYBOČENÍ KOLMO K OSE y-y → KŘIVKA "b" z-z → KŘIVKA "c"		
	PŘÍRAZENÍ KŘIVKY KLOPENÍ K PRŮŘEZU → Svařované průřezy		
	$h/b \leq 2$ → KŘIVKA "c"	$h/b > 2$ → KŘIVKA "d"	
	$h/b = 0,56$ křivka c	$h/b = 1,44$ křivka c	$h/b = 2,78$ křivka d

VYBOČENÍ KOLMO K OSE y-y: NOSNÍK S NÁBĚHEM

SOUČINITEL KRITICKÉHO ZATÍŽENÍ	$\alpha_{cr} = 63,65$ -
KRITICKÁ SÍLA $N_{cr} = \alpha_{cr} \cdot N_{Ed}$	$N_{cr} = 34078,21$ kN
POMĚRNÁ ŠTÍHLOST	viz ČSN EN 1993-1-1, kapitola 6.3 kde $A = A_{max} = 31680$ mm ² $f_y = 355$ MPa
SOUČINITEL VZPĚRNOSTI	$\chi_y = 0,836$ - (odečteno z tabulek, křivka "b")

VYBOČENÍ KOLMO K OSE z-z: ~ KONSTANTNÍ PRŮŘEZ

SROVNÁVACÍ ŠTÍHLOST	$\lambda_1 = 76,1$ -
VZPĚRNÁ DÉLKA (výška sloupu)	$L_{cr,z} = 4500$ mm
POLOMĚR SETRVAČNOSTI	$i_{z,min} = 94,9$ mm
ŠTÍHLOST $L_{cr,z}/i_{z,min}$	$\lambda_z = 47,42$ -
POMĚRNÁ ŠTÍHLOST λ_z/λ_1	$\bar{\lambda}_z = 0,623$ -
SOUČINITEL VZPĚRNOSTI	$\chi_z = 0,767$ - (odečteno z tabulek, křivka "c")

KLOPENÍ: (pouze pro průřezy, kde není držena tlačena pásnice prvku)

KRITICKÝ MOMENT (LTBeamN)	$M_{cr} = 9544,1$ kNm
POMĚRNÁ ŠTÍHLOST	viz ČSN EN 1993-1-1, kapitola 6.3 kde $W_y = W_{el,y,max} = 9570048,0$ mm ³ $f_y = 355$ MPa
SOUČINITEL KLOPENÍ	$\chi_{LT} = 0,785$ -
	$\chi_{LT} = 0,785$ -
	$\chi_{LT} = 0,71$ -

POSOUZENÍ

ZAČÁTEK NOSNÍKU

VZPĚRNÝ TLAK

x = 0:

$N_{b,Rd} =$	$X \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1}$	
$N_{b,Rd} =$	4705,1	kN
N_{Ed}	<	$N_{b,Rd}$
535,4	<	4705,1
VYHOVUJE		11%

KOMBINACE TLAKU S OHYBEM

VLIV OSOVÉ SÍLY NA ZVĚTŠENÍ OHYBOVÉHO MOMENTU A VLIV TVARU MOMENTOVÉ PLOCHY
 $C_{my} = C_{mLT} = 1,00$

INTERAKČNÍ SOUČINITELE

Pružnostní návrh - průřezy třídy 3 a 4

$k_{yy} = \min \left\{ \begin{array}{l} \text{viz ČSN EN 1993-1-1} \\ \text{Příloha B} \\ \text{Interakční součinitele} \end{array} \right\}$

$k_{yy} = \min \left\{ \begin{array}{l} 1,027 \\ 1,047 \end{array} \right\} = 1,027$

$k_{zy} = \max \left\{ \begin{array}{l} \text{viz ČSN EN 1993-1-1} \\ \text{Příloha B} \\ \text{Interakční součinitele} \end{array} \right\}$

$k_{zy} = \max \left\{ \begin{array}{l} 0,996 \\ 0,994 \end{array} \right\} = 0,996$

(6.61) $0,56 \leq 1,0$ **VYHOVUJE 56%**

(6.62) $0,55 \leq 1,0$ **VYHOVUJE 55%**

Pružnostní návrh - průřezy třídy 3 a 4

$k_{yy} = \min \left\{ \begin{array}{l} \text{viz ČSN EN 1993-1-1} \\ \text{Příloha B} \\ \text{Interakční součinitele} \end{array} \right\}$

$k_{yy} = \min \left\{ \begin{array}{l} 1,019 \\ 1,034 \end{array} \right\} = 1,019$

$k_{zy} = \max \left\{ \begin{array}{l} \text{viz ČSN EN 1993-1-1} \\ \text{Příloha B} \\ \text{Interakční součinitele} \end{array} \right\}$

$k_{zy} = \max \left\{ \begin{array}{l} 0,997 \\ 0,996 \end{array} \right\} = 0,997$

(6.61) $0,62 \leq 1,0$ **VYHOVUJE 62%**

(6.62) $0,61 \leq 1,0$ **VYHOVUJE 61%**

MÍSTO X - maximální napětí na prutu

KONEC NOSNÍKU

5.2.3.3. POSOUZENÍ PRUTU - MSP

- MAX. DEFORMACE ZVIŠTĚNA V PROGRAMU Sciw Engineer

OD CHARAKTERISTICKE KOMBINACE C017

VIZ PŘÍLOHA VÝPOČETNÍ MODEL PRO ANALÝZU VNITŘNÍCH SIL

POSUN VRCHOLU SLOUPU $\delta = 14,6 \text{ mm}$

PRO KONSTRUKCI JAKO CELEK $\frac{h_0}{500} = \frac{8500}{500} = 17 \text{ mm} = \delta_{\text{lim}}$

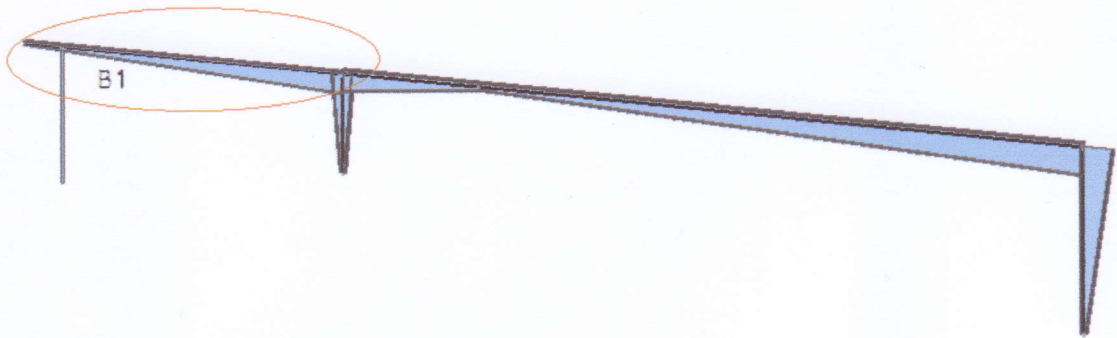
h_0 ... CELKOVÁ VÝŠKA BUDOVI

$$\delta \leq \delta_{\text{lim}}$$

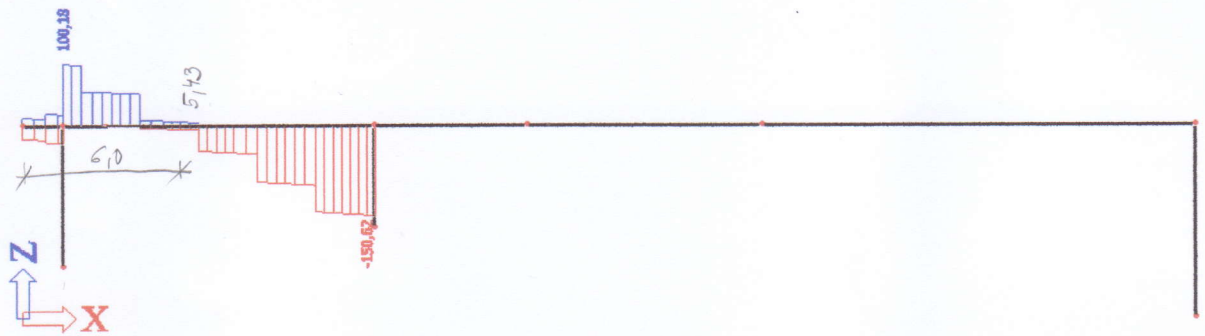
$$\underline{14,6 \text{ mm} \leq 17 \text{ mm} \text{ VYHOVUJE}}$$

5.2.4. PŘÍČEL B1

5.2.4.1. VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU



POSOUVAJÍCÍ SÍLA $N\zeta 4$



MOMENT $N\zeta 2$



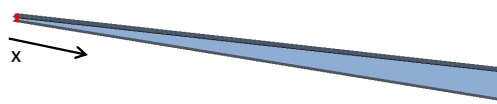
pozn.:

Přehled vnitřních sil viz

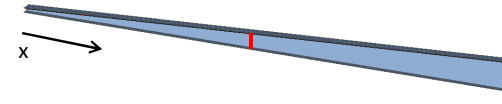
ČÁST 5 - VÝPOČETNÍ MODEL PRO ANALÝZU VNITŘNÍCH SIL

PRUT B1

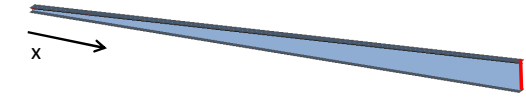
ZAČÁTEK NOSNÍKU



MÍSTO X - max. napětí v poli



KONEC NOSNÍKU - maximální napětí



MATERIÁL OCEL

VNITŘNÍ SÍLY MOMENT
POSOUVAJÍCÍ SÍLA
NORMÁLOVÁ SÍLA

S	355	MPa
M_{Ed}	0	kNm
V_{Ed}	23,83	kN
N_{Ed}	0,05	kN

NC2

S	355	MPa
M_{Ed}	167,84	kNm
V_{Ed}	5,43	kN
N_{Ed}	3,55	kN

NC4

S	355	MPa
M_{Ed}	570,72	kNm
V_{Ed}	150,62	kN
N_{Ed}	5,5	kN

NC2

PROFIL

výška
šířka horní pásnice
šířka dolní pásnice
tloušťka horní pásnice
tloušťka dolní pásnice
tloušťka stojiny
plocha
plocha stojiny
moment setrvačnosti I_y
moment setrvačnosti I_z
plastický průřezový modul
elastický průřezový modul
poloměr setrvačnosti i_y
poloměr setrvačnosti i_z

x =	0	m
h =	200	mm
b_h =	360	mm
b_s =	360	mm
t_h =	16	mm
t_s =	16	mm
s =	14	mm
A_{min} =	13872	mm ²
$A_{vz,min}$ =	2352	mm ²
$I_{y,min}$ =	103282944	mm ⁴
$I_{z,min}$ =	124454416	mm ⁴
$W_{ply,min}$ =	1158624	mm ³
$W_{el,y,min}$ =	1032829,4	mm ³
$i_{y,min}$ =	86,3	mm
$i_{z,min}$ =	94,7	mm

x =	6	m
h =	520,0	mm
b_h =	360,0	mm
b_s =	360,0	mm
t_h =	16	mm
t_s =	16	mm
s =	14	mm
A^x =	18352,0	mm ²
A_{vz}^x =	6832,0	mm ²
I_y^x =	867395157,3	mm ⁴
I_z^x =	124527589,3	mm ⁴
W_{ply}^x =	3736544,0	mm ³
$W_{el,y}^x$ =	3336135,2	mm ³
i_y^x =	217,4	mm
i_z^x =	82,4	mm

x =	15	m
h =	1000	mm
b_h =	360	mm
b_s =	360	mm
t_h =	16	mm
t_s =	16	mm
s =	14	mm
A_{max} =	25072	mm ²
$A_{vz,max}$ =	13552	mm ²
$I_{y,max}$ =	3847035477	mm ⁴
$I_{z,max}$ =	124637349,3	mm ⁴
$W_{ply,max}$ =	8947424	mm ³
$W_{el,y,max}$ =	7694071,0	mm ³
$i_{y,max}$ =	391,7	mm
$i_{z,max}$ =	70,5	mm

KLASIFIKACE PRŮŘEZU Vnitřní části

svar	4	mm
c =	156,7	mm
t =	14	mm
ϵ =	0,81	-
c/t =	11,19	-
72 ϵ =	58,58	TŘÍDA 1
83 ϵ =	67,53	TŘÍDA 2
124 ϵ =	100,89	TŘÍDA 3
		TŘÍDA 4

svar	4	mm
c =	476,7	mm
t =	14	mm
ϵ =	0,81	-
c/t =	34,05	-
72 ϵ =	58,58	TŘÍDA 1
83 ϵ =	67,53	TŘÍDA 2
124 ϵ =	100,89	TŘÍDA 3
		TŘÍDA 4

svar	4	mm
c =	956,7	mm
t =	14	mm
ϵ =	0,81	-
c/t =	68,33	-
72 ϵ =	58,58	TŘÍDA 1
83 ϵ =	67,53	TŘÍDA 2
124 ϵ =	100,89	TŘÍDA 3
		TŘÍDA 4

Přečnivající části

svar	4	mm
c =	169,0	mm
t =	16	mm
ϵ =	0,81	-
c/t =	10,56	-
9 ϵ =	7,32	TŘÍDA 1
10 ϵ =	8,14	TŘÍDA 2
14 ϵ =	11,39	TŘÍDA 3
		TŘÍDA 4

svar	4	mm
c =	169,0	mm
t =	16	mm
ϵ =	0,81	-
c/t =	10,56	-
9 ϵ =	7,32	TŘÍDA 1
10 ϵ =	8,14	TŘÍDA 2
14 ϵ =	11,39	TŘÍDA 3
		TŘÍDA 4

svar	4	mm
c =	169,0	mm
t =	16	mm
ϵ =	0,81	-
c/t =	10,56	-
9 ϵ =	7,32	TŘÍDA 1
10 ϵ =	8,14	TŘÍDA 2
14 ϵ =	11,39	TŘÍDA 3
		TŘÍDA 4

POSOUZENÍ

Boulení ve smyku u nevytuzených stojin je třeba uvažovat pokud.....

výška stojiny nosníku
SOUČINITEL KRITICKÉHO NAPĚTÍ

ČSN EN 1993-1-5 kapitola 5.1, (2)

h_w =	968	mm
k_T =	5,34	-
ϵ =	0,81	...pro ocel S 355
η =	1,0	...pro ocel S 355
h_w/t_w ≥	(72/ η) · ϵ	
69,14	≥	58,32

VLIV BOULENÍ

Součinitel příspěvku stojiny X_w k únosnosti v boulení při smyku: viz ČSN EN 1993-1-5 Tabulka 5.1

POMĚRNÁ ŠTÍHLOST pro nosník s výztuhami pouze nad podporami

viz ČSN EN 1993-1-5, kapitola 5.3

λ_w =	0,988	-
X_w =	0,840	-

SMYKOVÁ ÚNOSNOST

$V_{bw,Rd}$ =	$X_w \cdot h_{w,min} \cdot t_{w,min} \cdot f_{yd} / \sqrt{3}$	[kN]
$V_{bw,Rd}$ =	405,0	kN
V_{Ed}	<	$V_{bw,Rd}$
23,83	<	405,0
V_{Ed}	≤	0,5 · $V_{bw,Rd}$
23,8	≤	202,5

VYHOVUJE
MALÝ SMYK

$V_{bw,Rd}$ =	$X_w \cdot h_w^x \cdot t_w^x \cdot f_{yd} / \sqrt{3}$	[kN]
$V_{bw,Rd}$ =	1176,4	kN
V_{Ed}	<	$V_{bw,Rd}$
5,43	<	1176,4
V_{Ed}	≤	0,5 · $V_{bw,Rd}$
5,43	≤	588,2

VYHOVUJE
MALÝ SMYK

$V_{bw,Rd}$ =	$X_w \cdot h_{w,max} \cdot t_{w,max} \cdot f_{yd} / \sqrt{3}$	[kN]
$V_{bw,Rd}$ =	405,0	kN
V_{Ed}	<	$V_{bw,Rd}$
150,62	<	405,0
V_{Ed}	≤	0,5 · $V_{bw,Rd}$
150,62	≤	202,5

VYHOVUJE
MALÝ SMYK

PODMÍNKY SPOLEHLIVOSTI

Pruty namáhané kombinací tlaku a ohybu mají splňovat podmínky:
viz ČSN EN 1993-1-1
(6.61)
(6.62)

Hodnoty pro výpočet N_{Rk} a $M_{i,Rk}$
viz ČSN EN 1993-1-1
Tabulka 6.7

ŠTÍHLOSTI

PŘÍRAZENÍ KŘIVKY VZPĚRNÉ PEVNOSTI K PRŮŘEZU	→ Svařované průřezy, $t_f \leq 40$ mm, ocel S355 VYBOČENÍ KOLMO K OSE	y-y → KŘIVKA "b" z-z → KŘIVKA "c"
PŘÍRAZENÍ KŘIVKY KLOPENÍ K PRŮŘEZU	→ Svařované průřezy	h/b ≤ 2 → KŘIVKA "c" h/b > 2 → KŘIVKA "d"
	h/b = 0,56 křivka c	h/b = 1,44 křivka c
		h/b = 2,78 křivka d

KLOPENÍ: (pouze pro průřezy, kde není držena tlačena pásnice prvku)

KRITICKÝ MOMENT (LTBeamN)	$M_{cr} = 3584,6$ kNm
POMĚRNÁ ŠTÍHLOST	viz ČSN EN 1993-1-1, kapitola 6.3 kde $W_y = W_{el,y,max} = 7694071,0$ mm ³ $f_y = 355$ MPa
SOUČINITEL KLOPENÍ	$\lambda_{LT} = 0,873$ $X_{LT} = 1,0$ -
	$X_{LT} = 1,0$ -
	$X_{LT} = 0,538$ -

POSOUZENÍ

OHYB S VLIVEM KLOPENÍ

$M_{b,Rd} = X_{LT} \cdot W_{el,y,min} \cdot f_y / \gamma_{M1}$ [kNm]	
$M_{b,Rd} = 366,7$ kNm	
$M_{Ed} < M_{b,Rd}$	
0 < 366,7	VYHOVUJE 0%

$M_{b,Rd} = X_{LT} \cdot W_{el,y}^x \cdot f_y / \gamma_{M1}$ [kNm]	
$M_{b,Rd} = 1184,3$ kNm	
$M_{Ed} < M_{b,Rd}$	
167,84 < 1184,3	VYHOVUJE 14%

$M_{b,Rd} = X_{LT} \cdot W_{el,y,max} \cdot f_y / \gamma_{M1}$ [kNm]	
$M_{b,Rd} = 1469,5$ kNm	
$M_{Ed} < M_{b,Rd}$	
570,72 < 1469,5	VYHOVUJE 39%

5.2.4.3. POSOUZENÍ PRUTU - MSP

- MAXIMÁLNÍ DEFORMACE ZVIŠTĚNA V PROGRAMU
Scia Engineer

OD CHARAKTERISTICKÉ KOMBINACE C017

VIZ PŘÍLOHA VÝPOČETNÍ MODEL PRO ANALÝZU
VNITŘNÍCH SIL

$$\delta = 7,9 \text{ mm}$$

$$\frac{L}{300} = \frac{13250}{300} = 44,2 = \delta_{lim}$$

L... UVAŽOVÁNA VZDÁLENOST MEZI
SLOUPEM A KÝVNOU STOJKOU

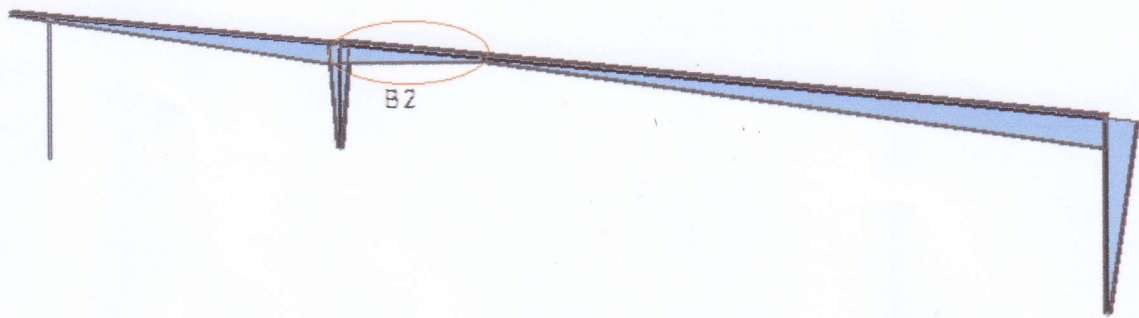
$$\delta \leq \delta_{lim}$$

$$7,9 \text{ mm} \leq 44,2 \text{ mm} \text{ VYHOVUJE}$$

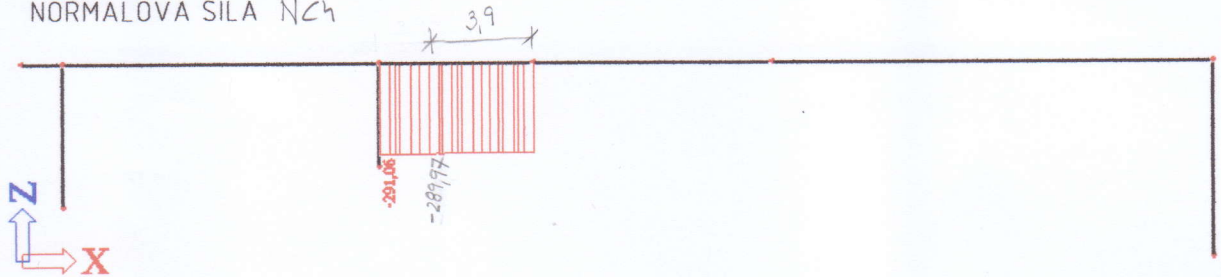
K DIMENZI PŘÍČLE BYLO PŘÍSTOUPENO Z
ARCHITEKTONICKÝCH DŮVODŮ, ABY PŘÍČEL B1
NAVAZOVALA NA PŘÍČEL B2

5.2.5. PŘÍČEL B2

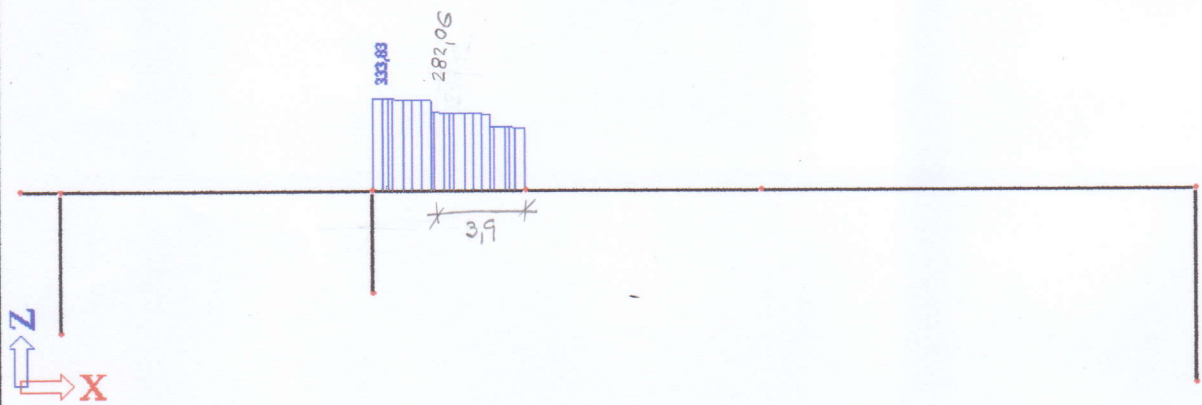
5.2.5.1. VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU



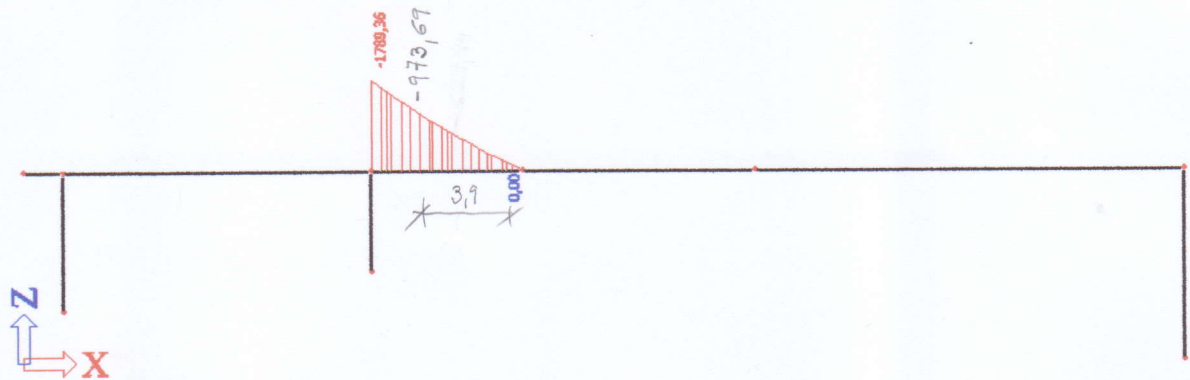
NORMÁLOVÁ SÍLA N_{ch}



POSOUVAJÍCÍ SÍLA N_{ch}



MOMENT N_{ch}



pozn.:

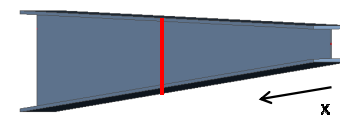
Přehled vnitřních sil viz

ČÁST 5 - VÝPOČETNÍ MODEL PRO ANALÝZU VNITŘNÍCH SIL

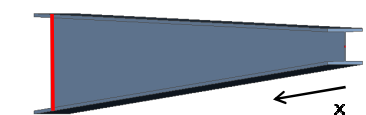
ZAČÁTEK NOSNÍKU



MÍSTO X



KONEC NOSNÍKU - maximální napětí na prutu



MATERIÁL OCEL

S 355 MPa

VNITŘNÍ SÍLY
MOMENT
POSOUVAJÍCÍ SÍLA
NORMÁLOVÁ SÍLA

$M_{Ed} =$	0	kNm	NC4
$V_{Ed} =$	225,77	kN	
$N_{Ed} =$	289,08	kN	

PROFIL
výška
šířka horní pásnice
šířka dolní pásnice
tloušťka horní pásnice
tloušťka dolní pásnice
tloušťka stojiny
plocha
plocha stojiny
moment setrvačnosti I_y
moment setrvačnosti I_z
plastický průřezový modul
elastický průřezový modul
poloměr setrvačnosti i_y
poloměr setrvačnosti i_z

$x =$	0	m
$h =$	340	mm
$b_h =$	360	mm
$b_s =$	360	mm
$t_h =$	30	mm
$t_s =$	30	mm
$s =$	16	mm
$A_{min} =$	26080	mm ²
$A_{vz,min} =$	4480	mm ²
$I_{y,min} =$	549829333,3	mm ⁴
$I_{z,min} =$	233375573,3	mm ⁴
$W_{pl,y} =$	3661600	mm ³
$W_{el,y} =$	3234290,2	mm ³
$i_{y,min} =$	145,2	mm
$i_{z,min} =$	94,6	mm

KLASIFIKACE PRŮŘEZU Vnitřní části

svar	4	mm
c =	268,7	mm
t =	16	mm
$\epsilon =$	0,81	-
c/t =	16,79	-
72 $\epsilon =$	58,58	TŘÍDA 1
83 $\epsilon =$	67,53	TŘÍDA 2
124 $\epsilon =$	100,89	TŘÍDA 3
		TŘÍDA 4

Přečnávající části

svar	4	mm
c =	168,0	mm
t =	30	mm
$\epsilon =$	0,81	-
c/t =	5,60	-
9 $\epsilon =$	7,32	TŘÍDA 1
10 $\epsilon =$	8,14	TŘÍDA 2
14 $\epsilon =$	11,39	TŘÍDA 3
		TŘÍDA 4

S 355 MPa

$M_{Ed} =$	973,69	kNm	NC4
$V_{Ed} =$	282,06	kN	
$N_{Ed} =$	289,97	kN	

$x =$	3,9	m
$h =$	736,0	mm
$b_h =$	360,0	mm
$b_s =$	360,0	mm
$t_h =$	30	mm
$t_s =$	30	mm
$s =$	16	mm
$A^x =$	32416,0	mm ²
$A_{vz}^x =$	10816,0	mm ²
$I_y^x =$	3105062101,3	mm ⁴
$I_z^x =$	233510741,3	mm ⁴
$W_{pl,y} =$	9452704,0	mm ³
$W_{el,y} =$	8437668,8	mm ³
$i_y^x =$	309,5	mm
$i_z^x =$	84,9	mm

svar	4	mm
c =	664,7	mm
t =	16	mm
$\epsilon =$	0,81	-
c/t =	41,54	-
72 $\epsilon =$	58,58	TŘÍDA 1
83 $\epsilon =$	67,53	TŘÍDA 2
124 $\epsilon =$	100,89	TŘÍDA 3
		TŘÍDA 4

svar	4	mm
c =	168,0	mm
t =	30	mm
$\epsilon =$	0,81	-
c/t =	5,60	-
9 $\epsilon =$	7,32	TŘÍDA 1
10 $\epsilon =$	8,14	TŘÍDA 2
14 $\epsilon =$	11,39	TŘÍDA 3
		TŘÍDA 4

S 355 MPa

$M_{Ed} =$	1789,36	kNm	NC4
$V_{Ed} =$	333,83	kN	
$N_{Ed} =$	291,06	kN	

$x =$	6,5	m
$h =$	1000	mm
$b_h =$	360	mm
$b_s =$	360	mm
$t_h =$	30	mm
$t_s =$	30	mm
$s =$	16	mm
$A_{max} =$	36640	mm ²
$A_{vz,max} =$	15040	mm ²
$I_{y,max} =$	6189925333	mm ⁴
$I_{z,m} =$	233600853,3	mm ⁴
$W_{pl,y,max} =$	14010400	mm ³
$W_{el,y,max} =$	12379850,7	mm ³
$i_{y,max} =$	411,0	mm
$i_{z,max} =$	79,8	mm

svar	4	mm
c =	928,7	mm
t =	16	mm
$\epsilon =$	0,81	-
c/t =	58,04	-
72 $\epsilon =$	58,58	TŘÍDA 1
83 $\epsilon =$	67,53	TŘÍDA 2
124 $\epsilon =$	100,89	TŘÍDA 3
		TŘÍDA 4

svar	4	mm
c =	168,0	mm
t =	30	mm
$\epsilon =$	0,81	-
c/t =	5,60	-
9 $\epsilon =$	7,32	TŘÍDA 1
10 $\epsilon =$	8,14	TŘÍDA 2
14 $\epsilon =$	11,39	TŘÍDA 3
		TŘÍDA 4

POSOUZENÍ

Boulení ve smyku u nevytuzených stojin je třeba uvažovat pokud.....

výška stojiny nosníku
SOUČINTEL KRITICKÉHO NAPĚTÍ

ČSN EN 1993-1-5 kapitola 5.1, (2)			
$h_w =$	940	mm	
$k_T =$	5,34	-	
$\epsilon =$	0,81	-	...pro ocel S 355
$\eta =$	1,0	-	...pro ocel S 355
$h_w/t_w \geq$		$(72/\eta) \cdot \epsilon$	
58,75		58,32	VLIV BOULENÍ

Součinitel příspěvku stojiny X_w k únosnosti v boulení při smyku:
viz ČSN EN 1993-1-5
Tabulka 5.1

POMĚRNÁ ŠTÍHLOST pro nosník s výztuhami pouze nad podpory

viz ČSN EN 1993-1-5, kapitola 5.3			
$\lambda_w =$	0,839	-	
$X_w =$	0,989	-	

SMYKOVÁ ÚNOSNOST

$V_{bw,Rd} = X_w \cdot h_{w,min} \cdot t_{w,min} \cdot f_{yd} / \sqrt{3}$	[kN]	
$V_{bw,Rd} =$	907,9	kN
$V_{Ed} <$	$V_{bw,Rd}$	VYHOVUJE
225,77	<	907,9
$V_{Ed} \leq$	$0,5 \cdot V_{bw,Rd}$	MALÝ SMYK
225,8	\leq	453,9

$V_{bw,Rd} = X_w \cdot h_w^x \cdot t_w^x \cdot f_{yd} / \sqrt{3}$	[kN]	
$V_{bw,Rd} =$	2191,8	kN
$V_{Ed} <$	$V_{bw,Rd}$	VYHOVUJE
282,06	<	2191,8
$V_{Ed} \leq$	$0,5 \cdot V_{bw,Rd}$	MALÝ SMYK
282,06	\leq	1095,9

$V_{bw,Rd} = X_w \cdot h_{w,max} \cdot t_{w,max} \cdot f_{yd} / \sqrt{3}$	[kN]	
$V_{bw,Rd} =$	3047,8	kN
$V_{Ed} <$	$V_{bw,Rd}$	VYHOVUJE
333,83	<	3047,8
$V_{Ed} \leq$	$0,5 \cdot V_{bw,Rd}$	MALÝ SMYK
333,83	\leq	1523,9

PODMÍNKY SPOLEHLIVOSTI

Pruty namáhané kombinací tlaku a ohybu mají splňovat podmínky:
viz ČSN EN 1993-1-1
(6.61)
(6.62)

Hodnoty pro výpočet N_{Rk} a $M_{L,Rk}$
viz ČSN EN 1993-1-1
Tabulka 6.7

ŠTÍHLOSTI **ZAČÁTEK NOSNÍKU** **MÍSTO X** **KONEC NOSNÍKU - maximální napětí na prutu**

PŘÍRAZENÍ KŘIVKY VZPĚRNÉ PEVNOSTI K PRŮŘEZU	→ Svařované průřezy, $t_f \leq 40$ mm, ocel S355	y-y	→	KŘIVKA "b"			
	VYBOČENÍ KOLMO K OSE	z-z	→	KŘIVKA "c"			
PŘÍRAZENÍ KŘIVKY KLOPENÍ K PRŮŘEZU	→ Svařované průřezy	$h/b \leq 2$	→	KŘIVKA "c"			
		$h/b > 2$	→	KŘIVKA "d"			
	$h/b = 0,94$	křivka c		$h/b = 2,04$	křivka d	$h/b = 2,78$	křivka d

VYBOČENÍ KOLMO K OSE y-y: NOSNÍK S NÁBĚHEM

SOUČINTEL KRITICKÉHO ZATÍŽENÍ	$\alpha_{cr} = 63,65$	-stabilitní kombinace S4 - 4. vlastní tvar
KRITICKÁ SÍLA $N_{cr} = \alpha_{cr} \cdot N_{Ed}$	$N_{cr} = 18525,969$	kN	
POMĚRNÁ ŠTÍHLOST	viz ČSN EN 1993-1-1, kapitola 6.3		
	$\bar{\lambda}_y = 0,838$	- kde $A = A_{max} = 36640$ mm ² $f_y = 355$ MPa
SOUČINTEL VZPĚRNOSTI	$\chi_y = 0,699$	-	(odečteno z tabulek, křivka "b")

VYBOČENÍ KOLMO K OSE z-z: ~ KONSTANTNÍ PRŮŘEZ

SROVNÁVACÍ ŠTÍHLOST	$\lambda_1 = 76,1$	-	
VZPĚRNÁ DÉLKA (vzdálenost ztužidel)	$L_{cr,z} = 5000$	mm	
POLOMĚR SETRVAČNOSTI	$i_{z,min} = 94,6$	mm	
ŠTÍHLOST $L_{cr,z}/i_{z,min}$	$\lambda_z = 52,86$	-	
POMĚRNÁ ŠTÍHLOST λ_y/λ_z	$\bar{\lambda}_z = 0,695$	-	
SOUČINTEL VZPĚRNOSTI	$\chi_z = 0,725$	-	(odečteno z tabulek, křivka "c")

KLOPENÍ: (pouze pro průřezy, kde není držena tlačena pásnice prvku)

KRITICKÝ MOMENT (LTBeamN)	$M_{cr} = 7083,2$	kNm		
POMĚRNÁ ŠTÍHLOST	viz ČSN EN 1993-1-1, kapitola 6.3			
	$\bar{\lambda}_{LT} = 0,788$ kde $W_y = W_{eLy,max} = 12379850,7$ mm ³ $f_y = 355$ MPa		
SOUČINTEL KLOPENÍ	$\chi_{LT} = 0,668$	-	$\chi_{LT} = 0,586$ -	$\chi_{LT} = 0,586$ -

POSOUZENÍ

ZAČÁTEK NOSNÍKU

MÍSTO X

KONEC NOSNÍKU - maximální napětí na prutu

VZPĚRNÝ TLAK

x = 0:

$N_{b,Rd} =$	$X_{min} \cdot A_{min} \cdot f_y / \gamma_{M1}$	
$N_{b,Rd} =$	6471,6	kN
N_{Ed}	<	$N_{b,Rd}$
289,08	<	6471,6
VYHOVUJE		4%

KOMBINACE TLAKU S OHYBEM

VLIV OSOVÉ SÍLY NA ZVĚTŠENÍ OHYBOVÉHO MOMENTU A VLIV TVARU MOMENTOVÉ PLOCHY
 $C_{my} = C_{mLT} = 1,00$

INTERAKČNÍ SOUČINITELÉ

Plasticitní návrh - průřezy třídy 1 a 2

$k_{yy} = \min$ $\left\{ \begin{array}{l} \text{viz ČSN EN 1993-1-1} \\ \text{Příloha B} \\ \text{Interakční součinitele} \end{array} \right\}$

$k_{yy} = \min$ $\left\{ \begin{array}{l} 1,023 \\ 1,029 \end{array} \right\} = 1,023$

$k_{zy} = \max$ $\left\{ \begin{array}{l} \text{viz ČSN EN 1993-1-1} \\ \text{Příloha B} \\ \text{Interakční součinitele} \end{array} \right\}$

$k_{zy} = \max$ $\left\{ \begin{array}{l} 0,997 \\ 0,995 \end{array} \right\} = 0,997$

(6.61) $0,54 \leq 1,0$ **VYHOVUJE 54%**

(6.62) $0,53 \leq 1,0$ **VYHOVUJE 53%**

Plasticitní návrh - průřezy třídy 1 a 2

$k_{yy} = \min$ $\left\{ \begin{array}{l} \text{viz ČSN EN 1993-1-1} \\ \text{Příloha B} \\ \text{Interakční součinitele} \end{array} \right\}$

$k_{yy} = \min$ $\left\{ \begin{array}{l} 1,020 \\ 1,026 \end{array} \right\} = 1,020$

$k_{zy} = \max$ $\left\{ \begin{array}{l} \text{viz ČSN EN 1993-1-1} \\ \text{Příloha B} \\ \text{Interakční součinitele} \end{array} \right\}$

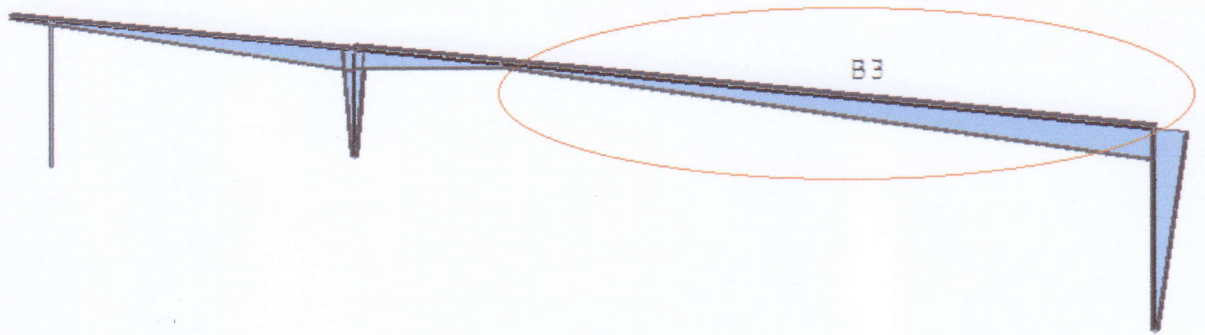
$k_{zy} = \max$ $\left\{ \begin{array}{l} 0,997 \\ 0,996 \end{array} \right\} = 0,997$

(6.61) $0,66 \leq 1,0$ **VYHOVUJE 66%**

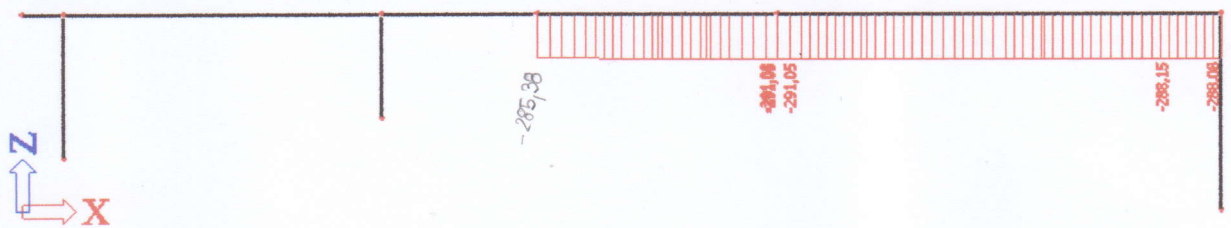
(6.62) $0,64 \leq 1,0$ **VYHOVUJE 64%**

5.2.6. PŘÍČEL B3

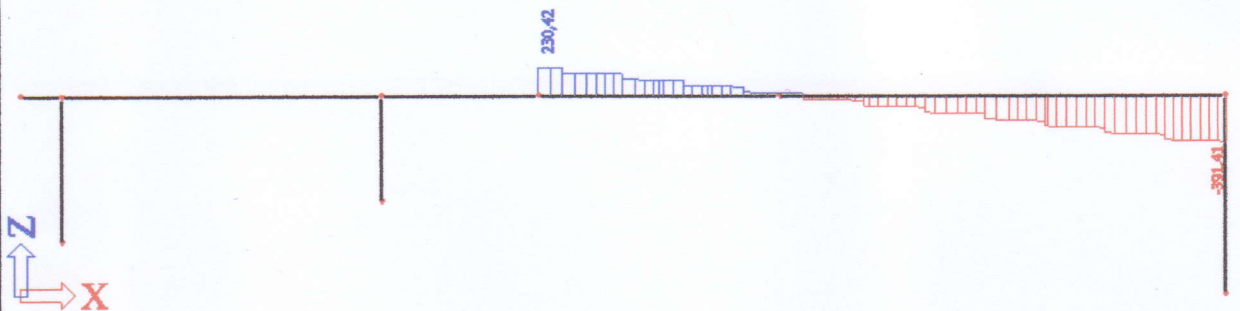
5.2.6.1. VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU



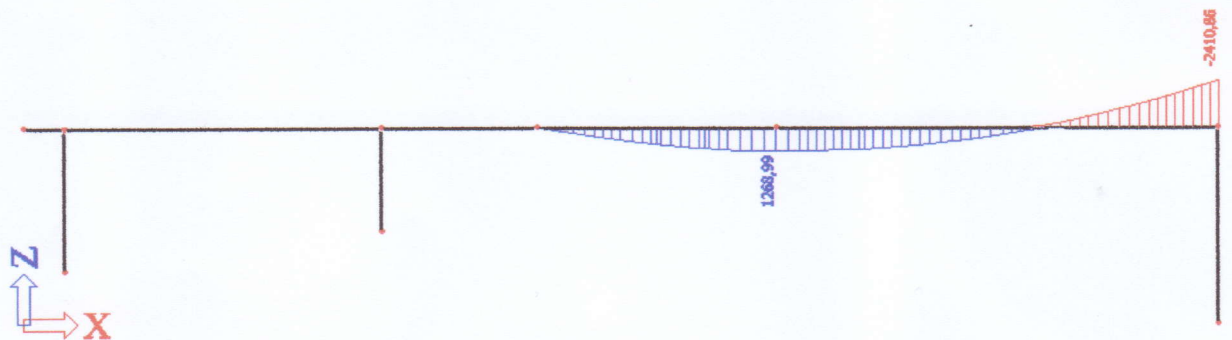
NORMÁLOVÁ SÍLA N_{C4}



POSOUVAJÍCÍ SÍLA N_{C3}



MOMENT N_{C3}

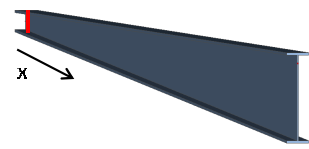


pozn.:

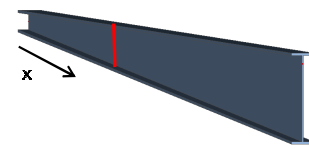
Přehled vnitřních sil viz

ČÁST 5 - VÝPOČETNÍ MODEL PRO ANALÝZU VNITŘNÍCH SIL

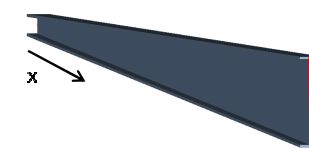
ZAČÁTEK NOSNÍKU



MÍSTO X - místo s maximálním napětím na prutu



KONEC NOSNÍKU



MATERIÁL OCEL

S 355 MPa

S 355 MPa

S 355 MPa

VNITŘNÍ SÍLY
MOMENT
POSOUVAJÍCÍ SÍLA
NORMÁLOVÁ SÍLA

$M_{Ed} =$	0	kNm	NC4
$V_{Ed} =$	230,42	kN	
$N_{Ed} =$	285,38	kN	

$M_{Ed} =$	1019,64	kNm	NC2
$V_{Ed} =$	78,12	kN	
$N_{Ed} =$	279,03	kN	

$M_{Ed} =$	2410,86	kNm	NC3
$V_{Ed} =$	391,41	kN	
$N_{Ed} =$	287,4	kN	

PROFIL
výška
šířka horní pásnice
šířka dolní pásnice
tloušťka horní pásnice
tloušťka dolní pásnice
tloušťka stojiny
plocha
plocha stojiny
moment setrvačnosti I_y
moment setrvačnosti I_z
plastický průřezový modul
elastický průřezový modul
poloměr setrvačnosti i_y
poloměr setrvačnosti i_z

$x =$	0	m
$h =$	340	mm
$b_h =$	400	mm
$b_s =$	400	mm
$t_h =$	20	mm
$t_s =$	20	mm
$s =$	18	mm
$A_{min} =$	21400	mm ²
$A_{vz,min} =$	5400	mm ²
$I_{y,min} =$	45063333,3	mm ⁴
$I_{z,min} =$	213479133,3	mm ⁴
$W_{pl,y} =$	2965000	mm ³
$W_{el,y} =$	2650784,3	mm ³
$i_{y,min} =$	145,1	mm
$i_{z,min} =$	99,9	mm

$x =$	6	m
$h =$	584,2	mm
$b_h =$	400,0	mm
$b_s =$	400,0	mm
$t_h =$	20	mm
$t_s =$	20	mm
$s =$	18	mm
$A^x =$	25795,8	mm ²
$A_{vz}^x =$	9795,8	mm ²
$I_y^x =$	1515631650,3	mm ⁴
$I_z^x =$	213597819,6	mm ⁴
$W_{pl,y} =$	5846427,1	mm ³
$W_{el,y} =$	5188648,9	mm ³
$i_y^x =$	242,4	mm
$i_z^x =$	91,0	mm

$x =$	28,5	m
$h =$	1500	mm
$b_h =$	400	mm
$b_s =$	400	mm
$t_h =$	40	mm
$t_s =$	40	mm
$s =$	18	mm
$A_{max} =$	57560	mm ²
$A_{vz,max} =$	25560	mm ²
$I_{y,max} =$	21351998667	mm ⁴
$I_{z,max} =$	427356786,7	mm ⁴
$W_{pl,y,max} =$	32433800	mm ³
$W_{el,y,max} =$	28469331,6	mm ³
$i_{y,max} =$	609,1	mm
$i_{z,max} =$	86,2	mm

KLASIFIKACE PRŮŘEZU Vnitřní části

svar	4	mm
c =	288,7	mm
t =	18	mm
$\epsilon =$	0,81	-
c/t =	16,04	-
72 $\epsilon =$	58,58	TŘÍDA 1
83 $\epsilon =$	67,53	TŘÍDA 2
124 $\epsilon =$	100,89	TŘÍDA 3
		TŘÍDA 4

svar	4	mm
c =	532,9	mm
t =	18	mm
$\epsilon =$	0,81	-
c/t =	29,61	-
72 $\epsilon =$	58,58	TŘÍDA 1
83 $\epsilon =$	67,53	TŘÍDA 2
124 $\epsilon =$	100,89	TŘÍDA 3
		TŘÍDA 4

svar	4	mm
c =	1408,7	mm
t =	18	mm
$\epsilon =$	0,81	-
c/t =	78,26	-
72 $\epsilon =$	58,58	TŘÍDA 1
83 $\epsilon =$	67,53	TŘÍDA 2
124 $\epsilon =$	100,89	TŘÍDA 3
		TŘÍDA 4

Přečnávající části

svar	4	mm
c =	187,0	mm
t =	20	mm
$\epsilon =$	0,81	-
c/t =	9,35	-
9 $\epsilon =$	7,32	TŘÍDA 1
10 $\epsilon =$	8,14	TŘÍDA 2
14 $\epsilon =$	11,39	TŘÍDA 3
		TŘÍDA 4

svar	4	mm
c =	187,0	mm
t =	20	mm
$\epsilon =$	0,81	-
c/t =	9,35	-
9 $\epsilon =$	7,32	TŘÍDA 1
10 $\epsilon =$	8,14	TŘÍDA 2
14 $\epsilon =$	11,39	TŘÍDA 3
		TŘÍDA 4

svar	4	mm
c =	187,0	mm
t =	40	mm
$\epsilon =$	0,81	-
c/t =	4,68	-
9 $\epsilon =$	7,32	TŘÍDA 1
10 $\epsilon =$	8,14	TŘÍDA 2
14 $\epsilon =$	11,39	TŘÍDA 3
		TŘÍDA 4

POSOUZENÍ

Boulení ve smyku u nevytuzených stojin je třeba uvažovat pokud.....

výška stojiny nosníku
SOUČINITEL KRITICKÉHO NAPĚTÍ

$h_w =$	1460	mm
$k_T =$	5,34	-
$\epsilon =$	0,81	- ...pro ocel S 355
$\eta =$	1,0	- ...pro ocel S 355
$h_w/t_w \geq$	$(72/\eta) \cdot \epsilon$	
81,11	\geq	58,03 VLIV BOULENÍ

Součinitel příspěvku stojiny X_w k únosnosti v boulení při smyku:
viz ČSN EN 1993-1-5
Tabulka 5.1

POMĚRNÁ ŠTÍHLOST pro nosník s výtuhami pouze nad podporami

viz ČSN EN 1993-1-5, kapitola 5.3

$\lambda_w =$	1,159	-
$X_w =$	0,716	-

SMYKOVÁ ÚNOSNOST

$V_{bw,Rd} = X_w \cdot h_{w,min} \cdot t_{w,min} \cdot f_{yd} / \sqrt{3}$	[kN]	
$V_{bw,Rd} =$	792,6	kN
$V_{Ed} <$	$V_{bw,Rd}$	VYHOVUJE
230,42	<	792,6
$V_{Ed} \leq$	$0,5 \cdot V_{pl,Rd}$	MALÝ SMYK
230,4	\leq	396,3

$V_{bw,Rd} = X_w \cdot h_w^x \cdot t_w^x \cdot f_{yd} / \sqrt{3}$	[kN]	
$V_{bw,Rd} =$	1437,8	kN
$V_{Ed} <$	$V_{bw,Rd}$	VYHOVUJE
78,12	<	1437,8
$V_{Ed} \leq$	$0,5 \cdot V_{pl,Rd}$	MALÝ SMYK
78,12	\leq	718,9

$V_{bw,Rd} = X_w \cdot h_{w,max} \cdot t_{w,max} \cdot f_{yd} / \sqrt{3}$	[kN]	
$V_{bw,Rd} =$	3751,7	kN
$V_{Ed} <$	$V_{bw,Rd}$	VYHOVUJE
391,41	<	3751,7
$V_{Ed} \leq$	$0,5 \cdot V_{pl,Rd}$	MALÝ SMYK
391,41	\leq	1875,8

PODMÍNKY SPOLEHLIVOSTI

Pruty namáhané kombinací tlaku a ohybu mají splňovat podmínky:
viz ČSN EN 1993-1-1
(6.61)
(6.62)

Hodnoty pro výpočet N_{Rk} a M_{LRk}
viz ČSN EN 1993-1-1
Tabulka 6.7

	ZAČÁTEK NOSNÍKU	MÍSTO X - místo s maximálním napětím na prutu	KONEC NOSNÍKU
ŠTÍHLOSTI	PŘÍRAZENÍ KŘIVKY VZPĚRNÉ PEVNOSTI K PRŮŘEZU → Svařované průřezy, $t_f \leq 40$ mm, ocel S355 VYBOČENÍ KOLMO K OSE		
		y-y → z-z →	KŘIVKA "b" KŘIVKA "c"
	PŘÍRAZENÍ KŘIVKY KLOPENÍ K PRŮŘEZU → Svařované průřezy		
		h/b ≤ 2 → h/b > 2 →	KŘIVKA "c" KŘIVKA "d"
	h/b = 0,85	h/b = 1,46	h/b = 3,75
	křivka c	křivka c	křivka d

VYBOČENÍ KOLMO K OSE y-y: NOSNÍK S NÁBĚHEM

SOUČINITELE KŘIVKY	$\alpha_{cr} = 10$	-stabilní kombinace S4 - 1. vlastní tvar
KRITICKÁ SÍLA $N_{cr} = \alpha_{cr} \cdot N_{Ed}$	$N_{cr} = 2874$	kN	
POMĚRNÁ ŠTÍHLOST	viz ČSN EN 1993-1-1, kapitola 6.3		
		 kde $A = A_{max} = 57560$ mm ² $f_y = 355$ MPa
SOUČINITELE VZPĚRNOSTI	$\bar{\lambda}_y = 2,666$	-	
	$\chi_y = 0,124$	-	(odečteno z tabulek, křivka "b")

VYBOČENÍ KOLMO K OSE z-z: ~ KONSTANTNÍ PRŮŘEZ

SROVNÁVACÍ ŠTÍHLOST	$\bar{\lambda}_z = 76,1$	-	
VZPĚRNÁ DÉLKA (vzdálenost ztužidel)	$L_{cr,z} = 5000$	mm	
POLOMĚR SETRVAČNOSTI	$i_{z,min} = 99,9$	mm	
ŠTÍHLOST $L_{cr,z}/i_{z,min}$	$\lambda_z = 50,06$	-	
POMĚRNÁ ŠTÍHLOST λ_z/λ_1	$\bar{\lambda}_z = 0,658$	-	
SOUČINITELE VZPĚRNOSTI	$\chi_z = 0,749$	-	(odečteno z tabulek, křivka "c")

KLOPENÍ: (pouze pro průřezy, kde není držena tlačena pásnice prvku)

KRITICKÝ MOMENT (LTBeamN)	$M_{cr} = 5492,1$	kNm	
POMĚRNÁ ŠTÍHLOST	viz ČSN EN 1993-1-1, kapitola 6.3		
		 kde $W_y = W_{el,y,max} = 28469331,6$ mm ³ $f_y = 355$ MPa
SOUČINITELE KLOPENÍ	$\bar{\lambda}_{LT} = 1,357$	-	
	$\chi_{LT} = 1,0$	-	(v poli)
	$\chi_{LT} = 1,0$	-	(v poli)
	$\chi_{LT} = 0,318$	-	

POSOUZENÍ

ZAČÁTEK NOSNÍKU

MÍSTO X - místo s maximálním napětím na prutu

KONEC NOSNÍKU

VZPĚRNÝ TLAK

x = 0:

$N_{b,Rd} =$	$X_{min} \cdot A_{min} \cdot f_y / \gamma_{M1}$	
$N_{b,Rd} =$	942,0	kN
N_{Ed}	<	$N_{b,Rd}$
285,38	<	942,0
VYHOVUJE		30%

KOMBINACE TLAKU S OHYBEM

VLIV OSOVÉ SÍLY NA ZVĚTŠENÍ OHYBOVÉHO MOMENTU A VLIV TVARU MOMENTOVÉ PLOCHY
 $C_{my} = C_{mLT} = 1,00$

INTERAKČNÍ SOUČINITELÉ

Pružnostní návrh - průřezy třídy 3 a 4

$k_{yy} = \min \left\{ \begin{array}{l} \text{viz ČSN EN 1993-1-1} \\ \text{Příloha B} \\ \text{Interakční součinitele} \end{array} \right\}$

$k_{yy} = \min \left\{ \begin{array}{l} 1,393 \\ 1,147 \end{array} \right\} = 1,147$

$k_{zy} = \max \left\{ \begin{array}{l} \text{viz ČSN EN 1993-1-1} \\ \text{Příloha B} \\ \text{Interakční součinitele} \end{array} \right\}$

$k_{zy} = \max \left\{ \begin{array}{l} 0,998 \\ 0,997 \end{array} \right\} = 0,998$

(6.61) $0,88 \leq 1,0$ **VYHOVUJE 88%**

(6.62) $0,59 \leq 1,0$ **VYHOVUJE 59%**

Pružnostní návrh - průřezy třídy 3 a 4

$k_{yy} = \min \left\{ \begin{array}{l} \text{viz ČSN EN 1993-1-1} \\ \text{Příloha B} \\ \text{Interakční součinitele} \end{array} \right\}$

$k_{yy} = \min \left\{ \begin{array}{l} 1,181 \\ 1,068 \end{array} \right\} = 1,068$

$k_{zy} = \max \left\{ \begin{array}{l} \text{viz ČSN EN 1993-1-1} \\ \text{Příloha B} \\ \text{Interakční součinitele} \end{array} \right\}$

$k_{zy} = \max \left\{ \begin{array}{l} 0,999 \\ 0,999 \end{array} \right\} = 0,999$

(6.61) $0,91 \leq 1,0$ **VYHOVUJE 91%**

(6.62) $0,77 \leq 1,0$ **VYHOVUJE 77%**

5.2.7. POSOUZENÍ MSP - HLAVNÍ POLE RÁMU

- MAXIMÁLNÍ DEFORMACE ZVIŠTĚNA V PROGRAMU
Scia Engineer

OD CHARAKTERISTICKE KOMBINACE C017

VIZ PŘÍLOHA VÝPOČETNÍ MODEL PRO ANALÝZU
VNITŘNÍCH SIL

$$\delta = 105,7 \text{ mm}$$

$$\frac{L}{300} = \frac{35000}{300} = 116,7 \text{ mm} = \delta_{\text{lim}}$$

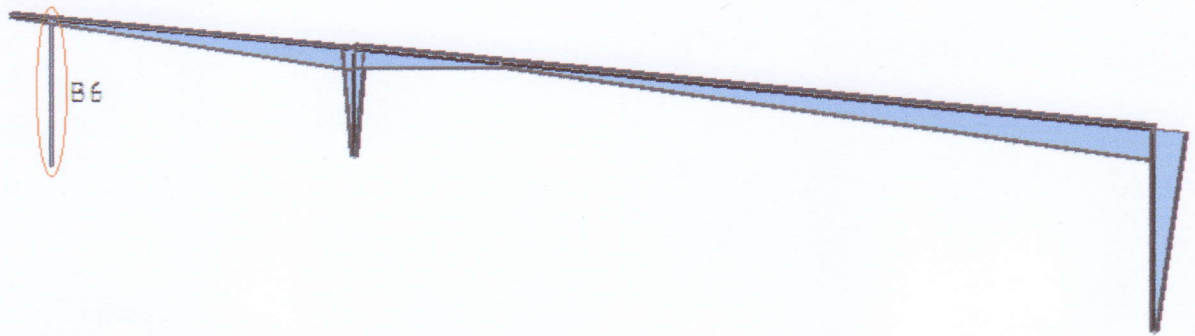
L ... ROZPON MEZI SLOUPY

$$\delta < \delta_{\text{lim}}$$

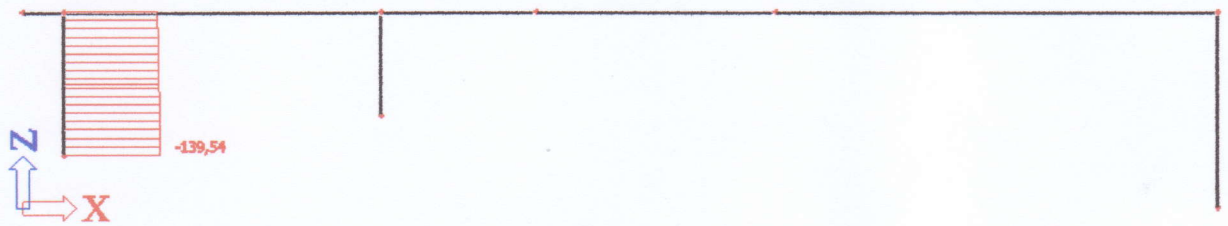
$$\underline{105,7 \text{ mm} < 116,7 \text{ mm} \text{ VYHOVUJE}}$$

5.2.8. KYVNÁ STOJKA B6

5.2.8.1. VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU



NORMÁLOVÁ SÍLA $N \llcorner \eta$



pozn.:

Přehled vnitřních sil viz

ČÁST 5 - VÝPOČETNÍ MODEL PRO ANALÝZU VNITŘNÍCH SIL

5.2.8.2. KYVNÁ STOJKA PRVEK B6

VNITŘNÍ SÍLY BYLY ZJIŠTĚNY V PROGRAMU Sciw Engineer 16
VIZ PŘÍLOHA VÝPOČETNÍ MODEL PRO ANALÝZU
VNITŘNÍCH SIL

KOMBINACE ZATÍŽENÍ NCH

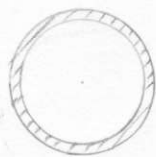
- STÁLE ZATÍŽENÍ NEPŘÍZNIVÉ
- HLAVNÍ PROMĚNNÉ - SNÍH
- VEDLEJŠÍ PROMĚNNÉ REDUKOVÁNO - VÍTR
PODÉLNÝ SEVERNÍ (TLAK)
- PROMĚNNÉ - POTRUBÍ VZDUCHOTECHNIKY +
LOKÁLNÍ SVÍTIDLA

MATERIÁL

- ZÁKLADNÍM MATERIÁLEM JE OCEL S355

NÁVRH PRŮŘEZU

- S OHLEDEM NA SOUČINITEL KRITICKÉHO ZATÍŽENÍ
KONSTRUKCE BYL NAVRŽEN PRŮŘEZ



CHS 193,7 x 12,5

$$A = 7120 \text{ mm}^2$$

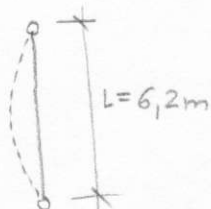
$$i = 64,2 \text{ mm}$$

VNITŘNÍ SÍLY

$$N_{ed} = 139,54 \text{ kN}$$

POSOUZENÍ

VZPĚRNÁ DÉLKA



$$L_{cr} = L = 6200 \text{ mm}$$

$$\text{ŠTIHLŮST} \quad \lambda = \frac{L_{cr}}{i} = \frac{6200}{64,2} = 96,6$$

$$\text{SROVNÁVACÍ ŠTIHLŮST} \quad \lambda_1 = 93,9, \quad \varepsilon = 93,9 \cdot 0,81 = 76,1$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{355}} = 0,81$$

$$\text{POMĚRNÁ ŠTIHLŮST} \quad \bar{\lambda} = \frac{\lambda}{\lambda_1} = \frac{96,6}{76,1} = 1,27$$

PŘIRAZENÍ KŘIVKY VZPĚRNE PEVNOSTI K PRŮŘEZU
 → DUTÉ PRŮŘEZY, VÁLCOVANÉ ZA TEPLA
 VYBOČENÍ KOLMO K OSE

libovolně → křivka "a"

$$\text{SOUČINITEL VZPĚRNOSTI} \quad \chi = 0,487$$

$$\text{ÚNOSNOST} \quad N_{b,rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd} = 0,487 \cdot 71200 \cdot 355 =$$

$$= 1230941 \text{ N} = 1230,9 \text{ kN}$$

$$N_{b,rd} > N_{Ed}$$

$$\underline{1230,9 \text{ kN} > 139,57 \text{ kN} \quad \text{VYHOVUJE}}$$

5.2.8.3. POSOUZENÍ PRUTU - MSP

- MAXIMÁLNÍ DEFORMACE ZVIŠTĚNA V PROGRAMU SciW Engineer
 JEDNÁ SE O POSUN VRCHOLU STŮVKY VLIVEM POSUNU
 PŘÍČLE B1 (OD CHARAKT. KOMBINACE C017)

$$\delta = 14,5 \text{ mm}$$

pro konstrukci jako celeku $\frac{h_0}{500} = \frac{8500}{500} = 17 \text{ mm} = \delta_{lim}$

h₀... CELKOVÁ VÝŠKA BUDOVY

$$\delta < \delta_{lim}$$

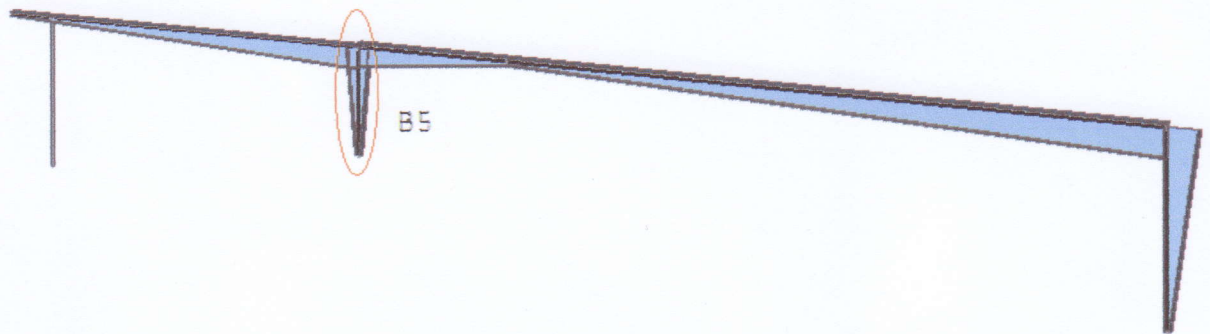
$$14,5 \text{ mm} < 17 \text{ mm} \text{ VYHOVUJE}$$

5.2.9. STŘEDNÍ SLOUP B5

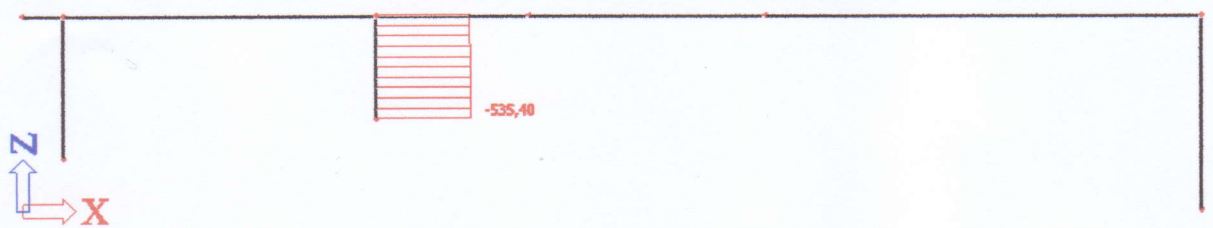
alternativní POSTUP dle ČSN EN 73 1401

kapitola C.6 Pruty proměnného průřezu

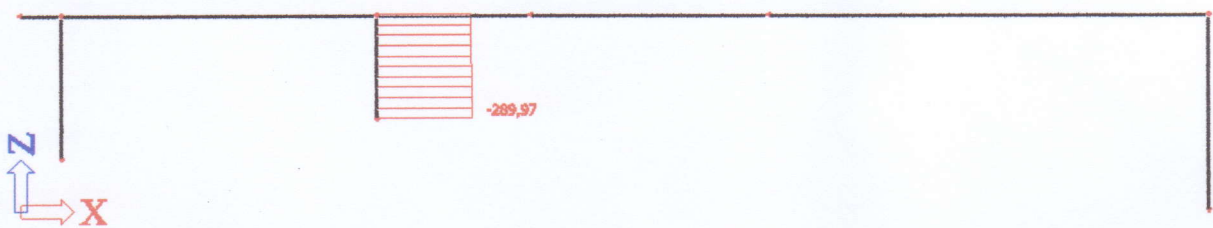
5.2.9.1. VNITŘNÍ SÍLY NA PRUTU



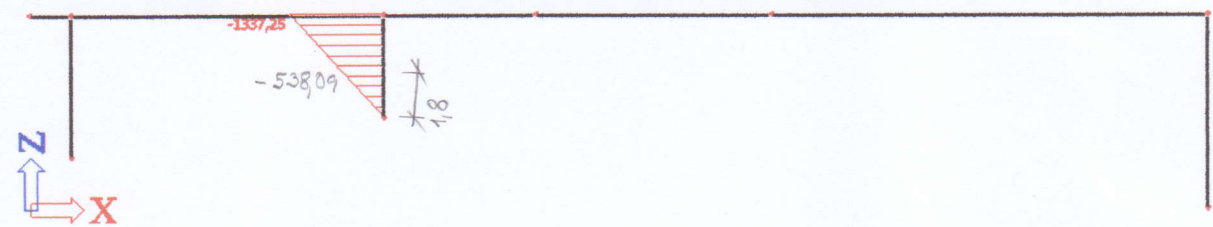
NORMÁLOVÁ SÍLA N_{C2}



POSOUVAJÍCÍ SÍLA N_{C2}



MOMENT N_{C4}

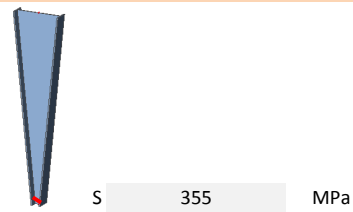


pozn.:

Přehled vnitřních sil viz

ČÁST 5 - VÝPOČETNÍ MODEL PRO ANALÝZU VNITŘNÍCH SIL

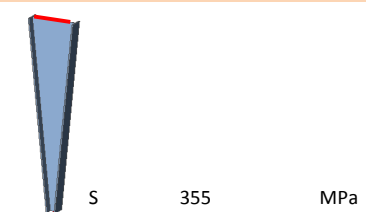
ZAČÁTEK NOSNÍKU



MÍSTO X- maximální napětí na prutu



KONEC NOSNÍKU



MATERIÁL OCEL

VNITŘNÍ SÍLY MOMENT
POSOUVAJÍCÍ SÍLA
NORMÁLOVÁ SÍLA

PROFIL výška
šířka horní pásnice
šířka dolní pásnice
tloušťka horní pásnice
tloušťka dolní pásnice
tloušťka stojiny
plocha
plocha stojiny
moment setrvačnosti I_y
moment setrvačnosti I_z
plastický průřezový modul
elastický průřezový modul
poloměr setrvačnosti i_y
poloměr setrvačnosti i_z

klasifikace průřezu

M_{Ed}	=	0	kNm	NC2
V_{Ed}	=	289,97	kN	
N_{Ed}	=	535,4	kN	

x	=	0	m
h	=	200	mm
b_h	=	360	mm
b_s	=	360	mm
t_h	=	20	mm
t_s	=	20	mm
s	=	18	mm
A_{min}	=	17280	mm ²
$A_{vz,min}$	=	2880	mm ²
$I_{y,min}$	=	123264000	mm ⁴
$I_{z,min}$	=	155597760	mm ⁴
$W_{pl,y}$	=	1411200	mm ³
$W_{el,y}$	=	1232640,0	mm ³
$i_{y,min}$	=	84,5	mm
$i_{z,min}$	=	94,9	mm

svar	=	4	mm
c	=	148,7	mm
t	=	18	mm
ϵ	=	0,81	-
c/t	=	8,26	-
72ϵ	=	58,58	TŘÍDA 1
83ϵ	=	67,53	TŘÍDA 2
124ϵ	=	100,89	TŘÍDA 3
			TŘÍDA 4

svar	=	4	mm
c	=	167,0	mm
t	=	20	mm
ϵ	=	0,81	-
c/t	=	8,35	-
9ϵ	=	7,32	TŘÍDA 1
10ϵ	=	8,14	TŘÍDA 2
14ϵ	=	11,39	TŘÍDA 3
			TŘÍDA 4

POSOUZENÍ SMYKOVÁ ÚNOSNOST

$V_{pl,Rd}$	=	$A_{vz,min} \cdot f_{yd} / 3^{1/2}$	[kN]
$V_{pl,Rd}$	=	590,3	kN
V_{Ed}	<	$V_{pl,Rd}$	
289,97	<	590,3	VYHOVUJE
V_{Ed}	≤	$0,5 \cdot V_{pl,Rd}$	
290,0	≤	295,1	MALÝ SMYK

M_{Ed}	=	538,09	kNm	NC4
V_{Ed}	=	297,22	kN	
N_{Ed}	=	531,91	kN	

x	=	1,8	m
h	=	520,0	mm
b_h	=	360,0	mm
b_s	=	360,0	mm
t_h	=	20	mm
t_s	=	20	mm
s	=	18	mm
A^x	=	23040,0	mm ²
A_{vz}^x	=	8640,0	mm ²
I_y^x	=	1066368000,0	mm ⁴
I_z^x	=	155753280	mm ⁴
$W_{pl,y}$	=	4636800,0	mm ³
$W_{el,y}$	=	4101415,4	mm ³
i_y^x	=	215,1	mm
i_z^x	=	82,2	mm

svar	=	4	mm
c	=	468,7	mm
t	=	18	mm
ϵ	=	0,81	-
c/t	=	26,04	-
72ϵ	=	58,58	TŘÍDA 1
83ϵ	=	67,53	TŘÍDA 2
124ϵ	=	100,89	TŘÍDA 3
			TŘÍDA 4

svar	=	4	mm
c	=	167,0	mm
t	=	20	mm
ϵ	=	0,81	-
c/t	=	8,35	-
9ϵ	=	7,32	TŘÍDA 1
10ϵ	=	8,14	TŘÍDA 2
14ϵ	=	11,39	TŘÍDA 3
			TŘÍDA 4

$V_{pl,Rd}$	=	$A_{vz}^x \cdot f_{yd} / 3^{1/2}$	[kN]
$V_{pl,Rd}$	=	1770,8	kN
V_{Ed}	<	$V_{pl,Rd}$	
297,22	<	1770,8	VYHOVUJE
V_{Ed}	≤	$0,5 \cdot V_{pl,Rd}$	
297,22	≤	885,4	MALÝ SMYK

M_{Ed}	=	1337,25	kNm	NC4
V_{Ed}	=	294,64	kN	
N_{Ed}	=	525,67	kN	

x	=	4,5	m
h	=	1000	mm
b_h	=	360	mm
b_s	=	360	mm
t_h	=	20	mm
t_s	=	20	mm
s	=	18	mm
A_{max}	=	31680	mm ²
$A_{vz,max}$	=	17280	mm ²
$I_{y,max}$	=	4785024000	mm ⁴
$I_{z,m}$	=	155986560	mm ⁴
$W_{pl,y}$	=	11203200	mm ³
$W_{el,y}$	=	9570048,0	mm ³
$i_{y,max}$	=	388,6	mm
$i_{z,max}$	=	70,2	mm

svar	=	4	mm
c	=	948,7	mm
t	=	18	mm
ϵ	=	0,81	-
c/t	=	52,70	-
72ϵ	=	58,58	TŘÍDA 1
83ϵ	=	67,53	TŘÍDA 2
124ϵ	=	100,89	TŘÍDA 3
			TŘÍDA 4

svar	=	4	mm
c	=	167,0	mm
t	=	20	mm
ϵ	=	0,81	-
c/t	=	8,35	-
9ϵ	=	7,32	TŘÍDA 1
10ϵ	=	8,14	TŘÍDA 2
14ϵ	=	11,39	TŘÍDA 3
			TŘÍDA 4

$V_{pl,Rd}$	=	$A_{vz,max} \cdot f_{yd} / 3^{1/2}$	[kN]
$V_{pl,Rd}$	=	3541,7	kN
V_{Ed}	<	$V_{pl,Rd}$	
294,64	<	3541,7	VYHOVUJE
V_{Ed}	≤	$0,5 \cdot V_{pl,Rd}$	
294,64	≤	1770,8	MALÝ SMYK

pozn. Vliv boulení ve smyku se na prutu neprojeví - ověření viz str. 60

ŠTÍHLOSTI VYBOČENÍ KOLMO K OSE y-y: NOSNÍK S NÁBĚHEM (pro každý průřez "x" jiný součinitel vzpěrnosti)

ŠTÍHLOST	λ_1	=	76,4	-
SOUČINITEL PRUTU PROMĚNNÉHO PRŮŘEZU	$I_{y,min} / I_{y,max}$	=	0,026	-
ŠTÍHLOST	γ	=	2,2684	(odečteno z ČSN 73 1401)
POMĚRNÁ ŠTÍHLOST	λ_e	=	26,3	-
SOUČINITEL VZPĚRNOSTI	$\bar{\lambda}_e$	=	0,344	-
MÍSTO x	X_e	=	0,9490	(odečteno z tabulek, křivka "b")
SOUČINITEL VZPĚRNOSTI V POSOUZOVANÉM MÍSTĚ x	x	=	0,0000	m
	X_x	=	1,000	-
	x	=	1,8000	m
	X_x	=	0,999	-
	x	=	4,5000	m
	X_x	=	0,997	-

ZAČÁTEK NOSNÍKU

MÍSTO X- maximální napětí na prutu

KONEC NOSNÍKU

VYBOČENÍ KOLMO K OSE z-z: ~ KONSTANTNÍ PRŮŘEZ (~ stejný součinitel vzpěrnosti pro celý průřez)

SROVNÁVACÍ ŠTÍHLOST	$\lambda_1 =$	76,1	-
VZPĚRNÁ DÉLKA (výška sloupu)	$L_{cr,z} =$	4500	mm
POLOMĚR SETRVAČNOSTI	$i_z =$	94,9	mm
ŠTÍHLOST	$\lambda_z =$	47,42	-
POMĚRNÁ ŠTÍHLOST	$\bar{\lambda}_z =$	0,623	-
SOUČINITEL VZPĚRNOSTI	$\chi_z =$	0,767	- (odečteno z tabulek, křivka "c")

KLOPENÍ: (pouze pro průřezy, kde není držena tlačena pásnice prvku)

KRITICKÝ MOMENT (LTBeamN)	$M_{cr} =$	9544,1	kNm
POMĚRNÁ ŠTÍHLOST	$\bar{\lambda}_{LT} =$	0,597	-
SOUČINITEL KLOPENÍ	$\chi_{LT} =$	0,785	- (odečteno z tabulek, křivka "b")

POSOUZENÍ

VZPĚRNÝ TLAK

x = 0:

$N_{b,Rd} =$	$X \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1}$	
$N_{b,Rd} =$	4705,1	kM
$N_{Ed} <$	$N_{b,Rd}$	
535,4	<	4705,1

VYHOVUJE 11%

KOMBINACE TLAKU S OHYBEM

VLIV OSOVÉ SÍLY NA ZVĚTŠENÍ OHYBOVÉHO MOMENTU A VLIV TVARU MOMENTOVÉ PLOCHY

$C_{my} = C_{mLT} = 1,00$

INTERAKČNÍ SOUČINITELÉ

Pružnostní návrh - průřezy třídy 3 a 4

$k_{yy} = \min$ { viz ČSN EN 1993-1-1 Příloha B Interakční součinitele }
 $k_{yy} = \min$ { 1,013 ; 1,039 } = **1,013**

$k_{zy} = \max$ { viz ČSN EN 1993-1-1 Příloha B Interakční součinitele }
 $k_{zy} = \max$ { 0,996 ; 0,994 } = **0,996**

Pružnostní návrh - průřezy třídy 3 a 4

$k_{yy} = \min$ { viz ČSN EN 1993-1-1 Příloha B Interakční součinitele }
 $k_{yy} = \min$ { 1,010 ; 1,028 } = **1,010**

$k_{zy} = \max$ { viz ČSN EN 1993-1-1 Příloha B Interakční součinitele }
 $k_{zy} = \max$ { 0,997 ; 0,996 } = **0,997**

PODMÍNKY SPOLEHLIVOSTI

Pruty namáhané kombinací tlaku a ohybu mají splňovat podmínky:
 viz ČSN EN 1993-1-1
 (6.61)
 (6.62)

Hodnoty pro výpočet N_{Rk} a $M_{i,Rk}$
 viz ČSN EN 1993-1-1
 Tabulka 6.7

(6.61) $0,54 \leq 1,0$ **VYHOVUJE 54%**

(6.62) $0,55 \leq 1,0$ **VYHOVUJE 55%**

(6.61) $0,61 \leq 1,0$ **VYHOVUJE 61%**

(6.62) $0,61 \leq 1,0$ **VYHOVUJE 61%**

5.2.9.3. POSOUZENÍ PRUTU - MSP

POSOUZENÍ ODPOVÍDÁ POSOUZENÍ V KAPITOLE 5.2.3.3.

5.3. NÁVRH A STATICKÝ POSUDEK SLOUPKU PODÉLNÉ STĚNY HALY

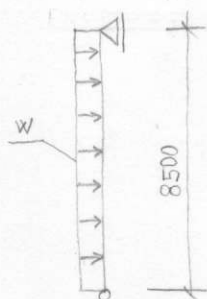
5.3.1. POSOUZENÍ PRUTU - MSÚ

JEDNÁ SE O NÁVRH PROFILU PRO KOTVENÍ OBVODOVÉHO PLAŠTĚ
A PŘENOS TLAKU VĚTRU NA PLAŠTĚ DO STŘEŠNÍCH ZTUŽIDEL

MATERIÁL

- ZÁKLADNÍM MATERIÁLEM JE OCEL S355

STATICKÉ SCHEMA



$$w_k = 0,4649 \cdot 5,0 = 2,325 \text{ kN/m}$$

$$z_s = 5,0 \text{ m}$$

NÁVRH PROFILU

PŘEDBĚŽNÝ ODHAD PROFILU SLOUPU

→ Z PODMÍNKY DOPORUČENÉHO VODOROVNÉHO PRŮHYBU
OD PŘÍČNÉHO VĚTRU

$$\text{PRŮHYB} \quad \delta = \frac{5}{384} \cdot \frac{w_k \cdot L^4}{E \cdot I}$$

LIMITNÍ PRŮHYB PRO SLOUPKY U ZASKLENÝCH
STĚN

$$\delta_{lim} \leq \frac{L}{300}$$

PODMÍNKA

$$\delta \leq \delta_{lim}$$

$$\frac{5}{384} \cdot \frac{w_k \cdot L^4}{E \cdot I} \leq \frac{L}{300}$$

$$\frac{5}{384} \cdot \frac{2,325 \cdot 8500^4}{210.000 \cdot I_y} \leq \frac{8500}{300}$$

$$I_y \geq 26.539.535 \text{ mm}^4$$

NAVHRH PROFILU HEB 180 $A = 6525 \text{ mm}^2$

$$I_y = 3831 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$$

$$W_y = 425,7 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

VNITRĚNÍ SÍLY

$$M_{ed} = \frac{1}{8} \cdot w_d \cdot L^2 = \frac{1}{8} (1,5 \cdot 2,325) \cdot 8,5^2 = 31,5 \text{ kNm}$$

$$V_{ed} = \frac{1}{2} \cdot w_d \cdot L = \frac{1}{2} \cdot (1,5 \cdot 2,325) \cdot 8,5 = 14,8 \text{ kN}$$

MOMENTOVÁ ÚNOSNOST

KRITICKÝ MOMENT (ZVĚŘSTĚNO POMOCÍ PROGRAMU
LT Beam N - VIZ ČÁST 4 - STR 38)

$$M_{cr} = 135,81 \text{ kNm}$$

POMĚRNÁ ŠTÍHLOST $\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y \cdot f_y}{M_{cr}}}$

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{425,7 \cdot 10^3 \cdot 355}{135,81 \cdot 10^6}} = 1,05$$

SOUČINITEL KLOPENÍ

$$h/b = 180 / 180 = 1,0 \leq 2$$

→ křivka "c"

$$\chi_{LT} = 0,511$$

ÚNOSNOST

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot \frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{M1}}$$

$$M_{b,Rd} = 0,511 \cdot \frac{425,7 \cdot 10^3 \cdot 355}{1,0} = 77,2 \text{ kNm}$$

$$M_{b,Rd} \geq M_{ed}$$

$$\underline{77,2 \text{ kNm} \geq 31,5 \text{ kNm} \text{ VYHOVUJE}}$$

SMYKOVÁ ÚNOSNOST:

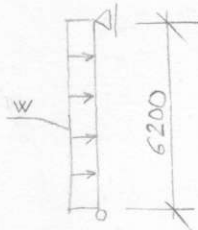
$$V_{pl,Rd} = A_{vz} \cdot f_{yd} / \sqrt{3}$$

$$V_{pl,Rd} = 2024 \cdot 355 / \sqrt{3} = 414,8 \text{ kN}$$

$$V_{pl,Rd} \geq V_{Ed}$$

$$\underline{414,8 \text{ kN} \geq 14,8 \text{ kN} \text{ VYHOVUJE}}$$

POSOUZENÍ PROFILU HEB180 NA VĚTŠÍ ZATĚŽOVACÍ ŠÍŘKU



$$w_k = 0,4649 \cdot 6,7 = 3,11 \text{ kN/m}$$

$$z_s = 6,7 \text{ m}$$

OVĚŘENÍ LIMITNÍHO PRŮHYBU

$$\delta_{lim} = \frac{L}{300} = \frac{6200}{300} = 20,7 \text{ mm}$$

$$\delta = \frac{5}{384} \cdot \frac{w_k \cdot L^4}{E \cdot I}$$

$$\delta = \frac{5}{384} \cdot \frac{3,11 \cdot 6200^4}{210000 \cdot 3831 \cdot 10^4} = 7,4 \text{ mm}$$

$$\delta \leq \delta_{lim}$$

$$\underline{7,4 \text{ mm} \leq 20,7 \text{ mm} \text{ VYHOVUJE}}$$

VNITŘNÍ SÍLY

$$M_{Ed} = \frac{1}{8} \cdot w_d \cdot L^2 = \frac{1}{8} \cdot (1,5 \cdot 3,11) \cdot 6,2^2 = 22,4 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed} = \frac{1}{2} \cdot w_d \cdot L = \frac{1}{2} \cdot (1,5 \cdot 3,11) \cdot 6,2 = 14,5 \text{ kN}$$

MOMENTOVÁ ÚNOSNOST

KRITICKÝ MOMENT (ZVÍŠTĚNO POMOCÍ PROGRAMU
LTBeamN - VIZ ČÁST 4 - STR 42)

$$M_{cr} = 192,21 \text{ kNm}$$

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{425,7 \cdot 10^3 \cdot 355}{192,21 \cdot 10^6}} = 0,89$$

$$\chi_{LT} = 0,606$$

MOM. ÚNOSNOST

$$M_{b,Rd} = 0,606 \cdot \frac{425,7 \cdot 10^3 \cdot 355}{1,0} = 91,6 \text{ kNm}$$

$$M_{b,Rd} \geq M_{Ed}$$

$$\underline{91,6 \text{ kNm} \geq 22,4 \text{ kNm} \text{ VYHOVUJE}}$$

SMYK. ÚNOSNOST

$$V_{pl,Rd} = 2024 \cdot 355 / \sqrt{3} = 414,8 \text{ kN}$$

$$V_{pl,Rd} \geq V_{Ed}$$

$$\underline{414,8 \text{ kN} \geq 17,5 \text{ kN} \text{ VYHOVUJE}}$$

5.3.2. POSOUZENÍ PRUTU - MSP

$$\text{PRŮHYB} \quad \delta = \frac{5}{384} \cdot \frac{w_k \cdot L^4}{E \cdot I}$$

$$\delta = \frac{5}{384} \cdot \frac{2,325 \cdot 8500^4}{210000 \cdot 3831 \cdot 10^4} = 18,9 \text{ mm}$$

$$\text{LIMITNÍ PRŮHYB} \quad \delta_{lim} = \frac{L}{300} = \frac{8500}{300} = 28,3 \text{ mm}$$

POSOUZEN

$$\delta < \delta_{lim}$$

$$\underline{18,9 \text{ mm} < 28,3 \text{ mm} \text{ VYHOVUJE}}$$

5.4. NÁVRH A STATICKÝ POSUDEK ZTUŽENÍ HALY

POZN.:

VÝPOČET VNITŘNÍCH SIL VE STŘEŠNÍCH ŽTUŽIDLECH BYL PROVEDEN NA ROVINNÉM MODELU STŘEŠNÍ ROVINY A NA ROVINNÉM MODELU JEDNE ŘADY STŘEŠNÍCH ŽTUŽIDEL PRO POROVNÁNÍ OBOU VARIANT.

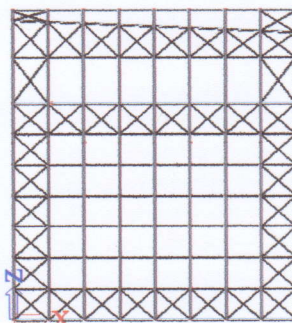
ROVINNÝ MODEL STŘEŠNÍ ROVINY BYL ZATÍŽEN TLAKEM A SÁNÍM VĚTRU (SÍLY VYCHÁZEJÍ ZE ZATĚŽOVACÍCH PLOCH).

V MÍSTĚ RÁMOVÝCH ROHŮ A SVISLÝCH ŽTUŽIDEL BYLY UMÍSTĚNÝ KLOUBOVÉ PODPORY (POSUVNÉ). V MODELU BYL U STŘEŠNÍCH ŽTUŽIDEL VYLOUČEN TLAK (POMOCÍ FUNKCE - NOSNÍK - NELINEARITA / Typ - Vyloučení tlaku)

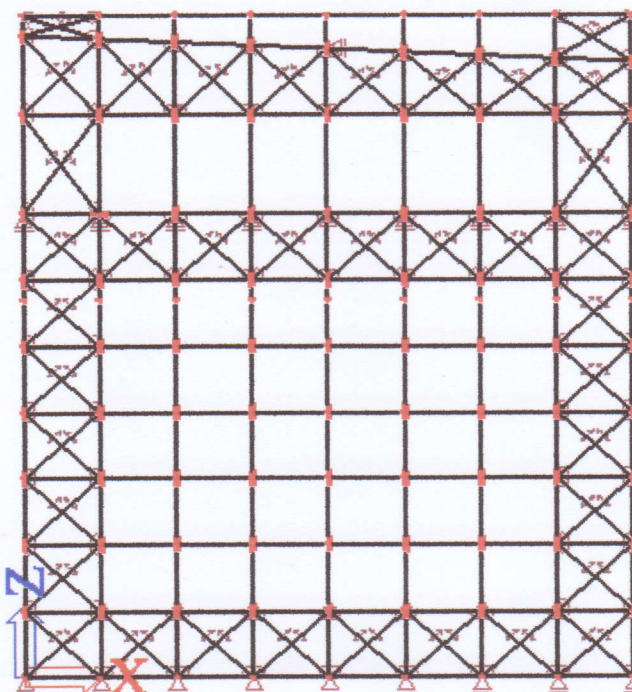
MODEL JEDNE ŘADY BYL ZATÍŽEN SILAMI, KTERÉ PŘEDSTAVUJÍ TLAK A SÁNÍ VĚTRU. ZVEDNODUŠENÉ BYLY SÍLY V TOMTO MODELU VYDĚLENY 2 (TJ. POČTEM ŘAD STŘEŠNÍCH ŽTUŽIDEL. V MODELU BYL ROVNĚŽ U STŘEŠNÍCH ŽTUŽIDEL VYLOUČEN TLAK.

- MAXIMÁLNÍ HODNOTA NORMÁLOVÉ SÍLY V MODELU STŘEŠNÍ ROVINY JE 21,5 kN (CHARAKT. HODNOTA)
- MAXIMÁLNÍ HODNOTA NORMÁLOVÉ SÍLY V MODELU ŘADY ŽTUŽIDEL JE 34,14 kN (CHARAKT. HODNOTA)
- PRO NÁVRH STŘEŠNÍCH ŽTUŽIDEL JE POUŽITA HODNOTA Z ROVINNÉHO MODELU STŘEŠNÍ ROVINY, KDE SE PŘEDPOKLÁDA REALNĚJŠÍ PŘEROZDĚLENÍ SIL.
- PRO ZVÍŠTĚNÍ HODNOT VNITŘNÍCH SIL VE ŽTUŽIDLECH BY SE NEJVÍCE BLÍŽIL SKUTEČNOSTI PROSTOROVÝ MODEL BUDOVY (PROGRAM BY REALNĚJI UKAŽOVAL JEDNOTLIVÉ TUHOS TI)

5.4.1. ROVINNÝ MODEL STŘEŠNÍ ROVINY

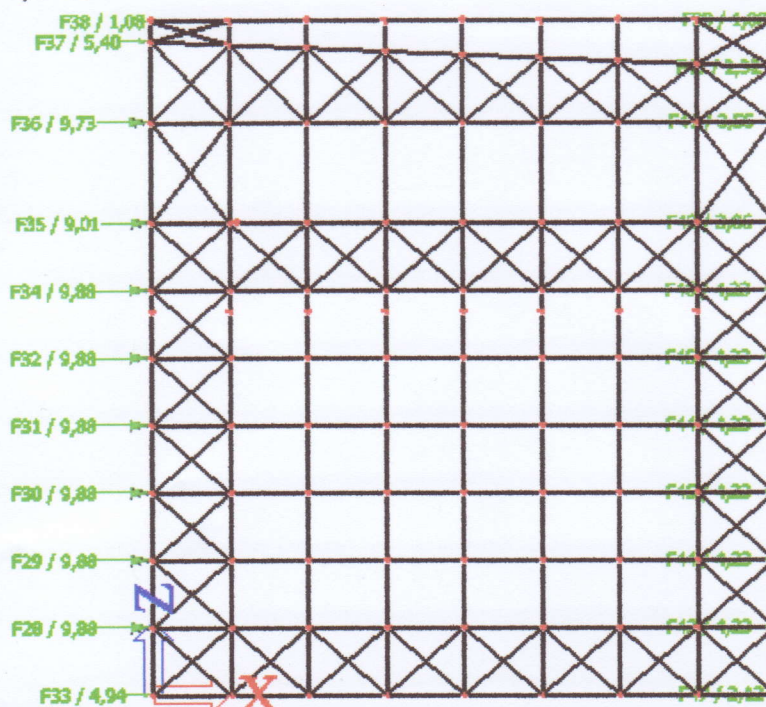


VÝPOČTOVÝ MODEL (vyloučení tlaku u střešních ztužidel)

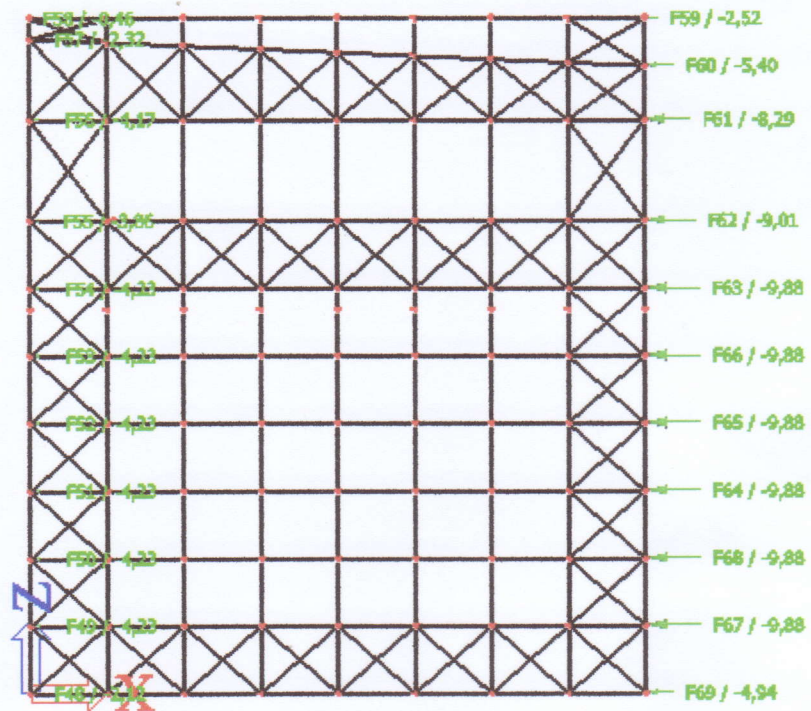


ZATÍŽENÍ

- vítr východní



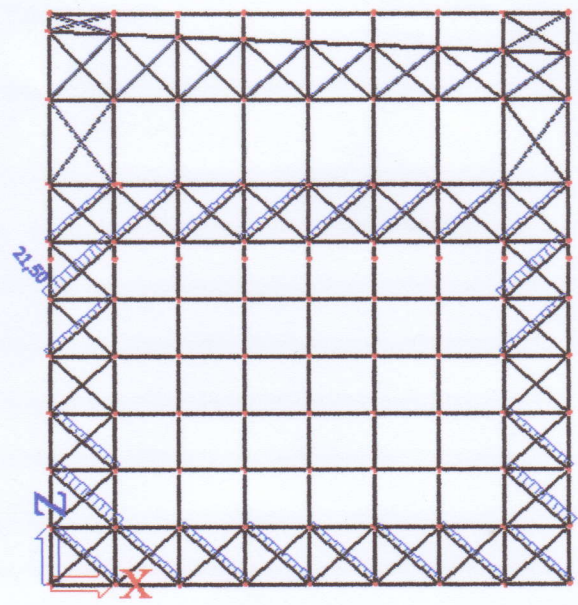
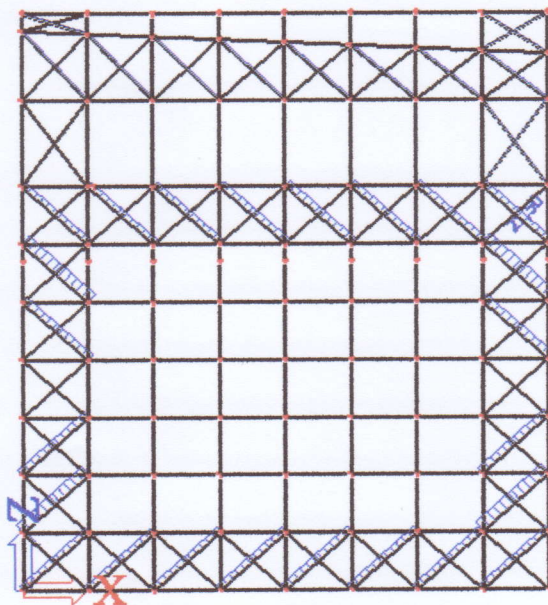
- vítr západní



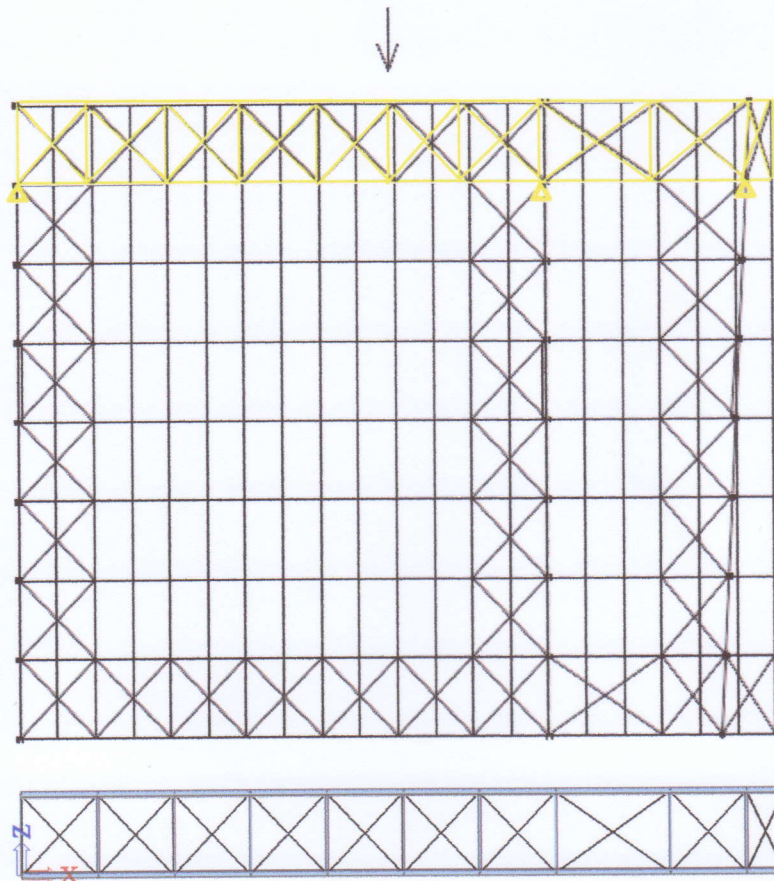
VNITŘNÍ SÍLY VE STŘEŠNÍCH ZTUŽIDLECH - ROVINNÝ MODEL STŘEŠNÍ ROVINY

- vítr východní

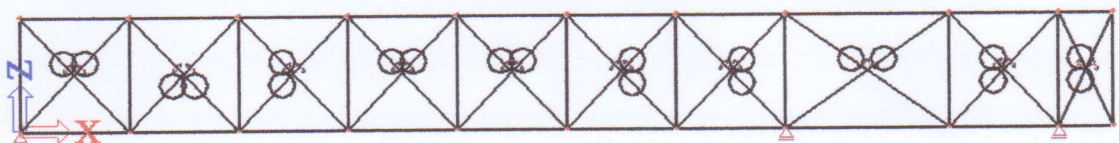
- vítr západní



5.4.2. ROVINNÝ MODEL ŘADY STŘEŠNÍCH ZTUŽIDEL

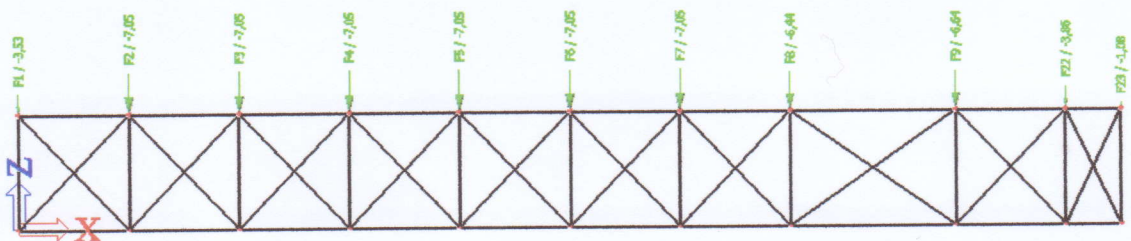


VÝPOČTOVÝ MODEL (vyloučení tlaku u střešních ztužidel)

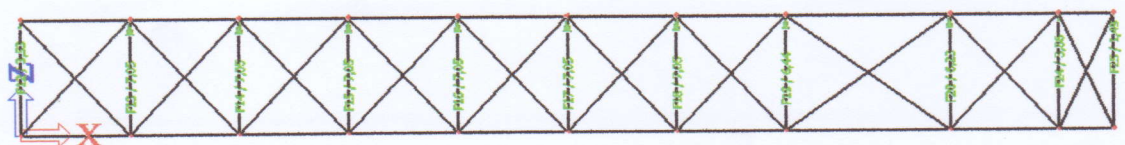


ZATÍŽENÍ

- vítr východní

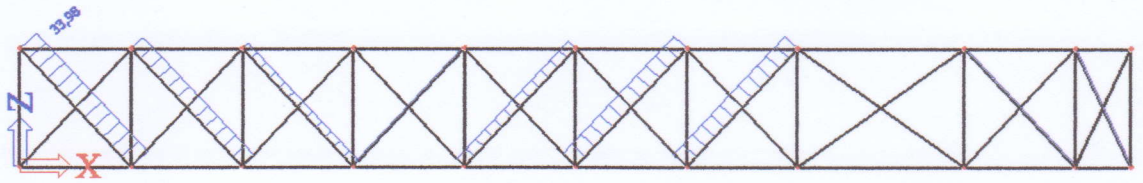


- vítr západní

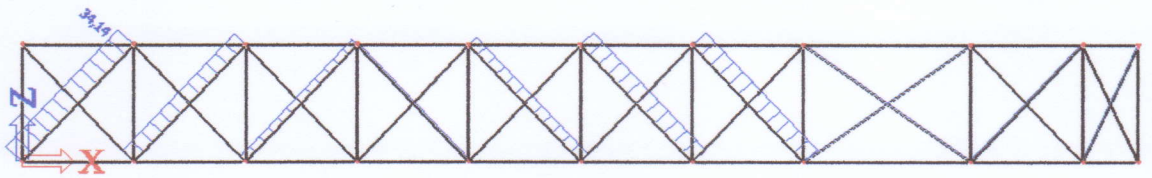


VNITŘNÍ SÍLY VE STŘEŠNÍCH ZTUŽIDLECH

- vítr východní



- vítr západní



5.4.3. NÁVRH STRÉŠNÍCH ZTUŽIDEL

SYSTÉM KONSTRUKČNÍCH TAHEL Macalloy (VIZ STR 101-102)

MATERIÁL: S460

$$N_{EK} = 21,5 \text{ kN (PŘÍČNÝ VÍTR)}$$

$$N_{Ed} = 32,25 \text{ kN}$$

NÁVRH:

$$A \geq \frac{N_{Ed}}{f_{ydv}}$$

$$f_{ydv} = \frac{f_{yk}}{\gamma_{M1}}, \text{ kde } \gamma_{M1} \text{ JE DÍLČÍ SOUČINITEL SPOLEHLIVOSTI MATERIÁLU}$$

$\gamma_{M1} = 1,0$ DLE ČSN EN 1993-1-1

$$f_{ydv} = \frac{460}{1,0} = 460 \text{ MPa}$$

$$A \geq \frac{32250}{460} = 70,1 \text{ mm}^2$$

$$A = \pi \cdot r^2 \rightarrow r \geq 4,7 \text{ mm} \rightarrow d \geq 9,4 \text{ mm}$$

NAVRŽENO TAHLO M16

POSOUZENÍ:

MINIMÁLNÍ MEZ KLUZU PRO M16
UDÁVÁNA VÝROBCEM (VIZ STR. 101)

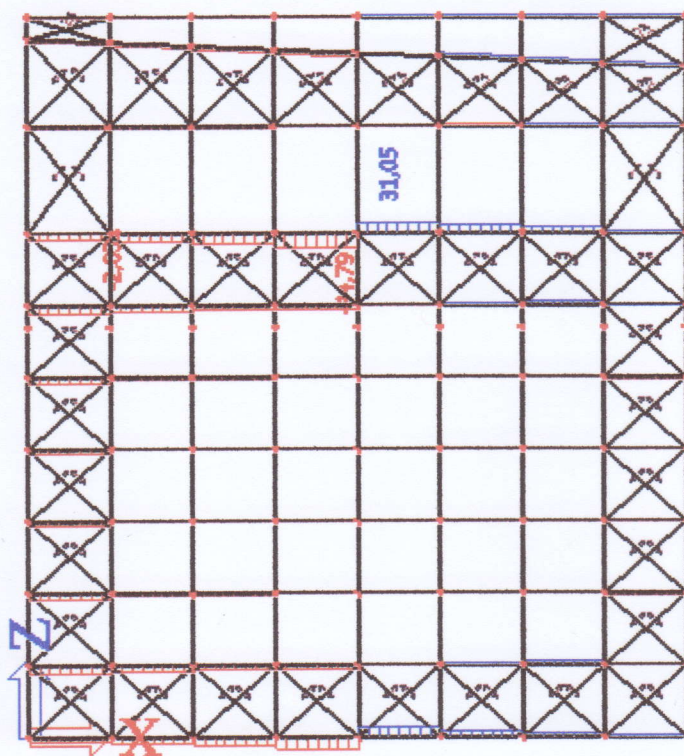
69 kN

69 kN > 32,25 kN VYHOVUJE

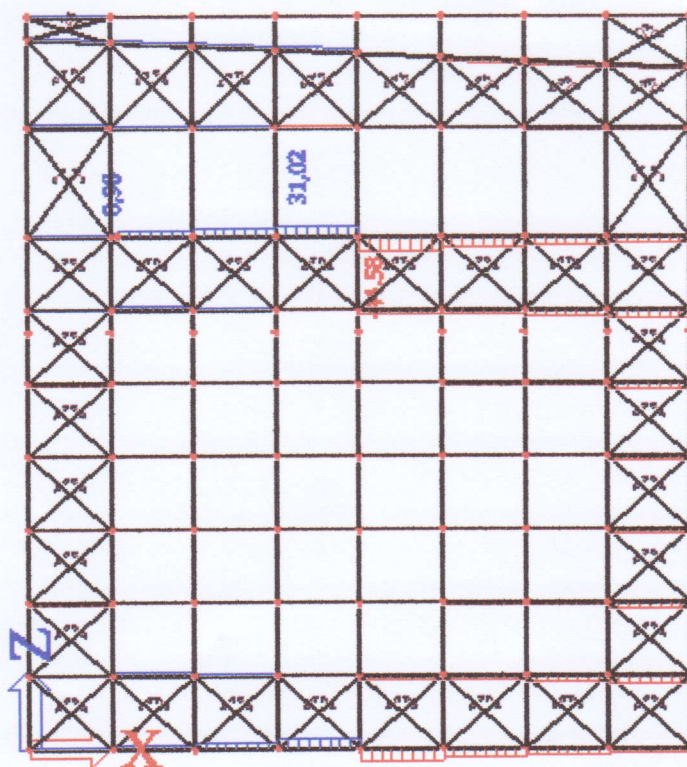
5.4.4. NÁVRH STŘEŠNÍCH ZTUŽIDEL - SVISLICE

VNITŘNÍ SÍLY SVISLIC STŘEŠNÍCH ZTUŽIDEL

- vítr východní



- vítr západní



SVISLICE ŠTŘEŠNÍCH ZTUŽIDEL

NÁVRH SVISLIC ZE ČTVERCOVÝCH TRUBEK

$$\text{NEJVĚTŠÍ SÍLA VE SVISLICI: } N_{EK}^{\text{TLAK}} = 44,79 \text{ kN} \rightarrow N_{Ed}^{\text{TLAK}} = 67,2 \text{ kN}$$

$$N_{EK}^{\text{TÁH}} = 31,05 \text{ kN} \rightarrow N_{Ed}^{\text{TÁH}} = 46,6 \text{ kN}$$

NÁVRH:

ČTVERCOVÁ TRUBKA 90 x 90 x 5,0

S 355

$$A = 1670 \text{ mm}^2$$

$$i = 34,5 \text{ mm}$$

POSOUZENÍ: • VZPĚRNÝ TLAK

$$l_{cr} = 5500 \text{ mm} \quad (\text{VZDALENOST PŘÍČNÝCH VÁZEB - RAMŮ})$$

$$\text{ŠTÍHLOST} \quad \lambda = \frac{l_{cr}}{i}$$

$$\lambda = \frac{5500}{34,5} = 159,4$$

$$\text{SROVNÁVACÍ ŠTÍHLOST} \quad \lambda_1 = 93,9 \cdot \varepsilon = 93,9 \cdot 0,81 = 76,1$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = 0,81$$

$$\text{POHĚRNÁ ŠTÍHLOST} \quad \bar{\lambda} = \frac{\lambda}{\lambda_1} = \frac{159,4}{76,1} = 2,095$$

PŘÍŘAZENÍ KŘIVKY VZPĚRNE PEVNOSTI K PRŮŘEZU

→ DŮLEŽITÉ PRŮŘEZY, VÁLCOVANE ZA TEPLA

VYBOČENÍ KOLMO K OSE

$$\left. \begin{array}{l} y-y \\ z-z \end{array} \right\} \text{ křivka "a"}$$

$$\rightarrow \chi = 0,2045$$

$$N_{b,rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd} = 0,2045 \cdot 1670 \cdot 355 =$$

$$= 121\,238 \text{ N} = 121,2 \text{ kN}$$

$$N_{b,Rd} \geq N_{Ed}^-$$
$$\underline{121,2 \text{ kN}} \geq \underline{67,2 \text{ kN}} \quad \underline{\text{VYHOVUJE}}$$

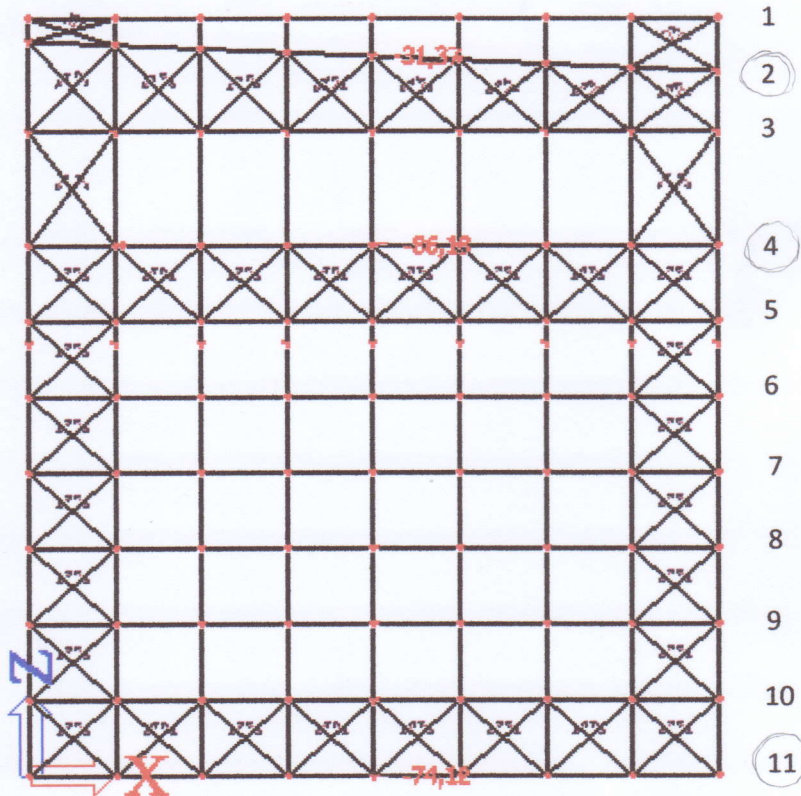
• TAH

POZN. NA TAHOVOU SILU N_{Ed}^+ NENI TŘEBA
PRVEK POSUŽOVAT, PROTOŽE
 $N_{Ed}^- > N_{Ed}^+ \rightarrow$ PRUT VYHOVÍ

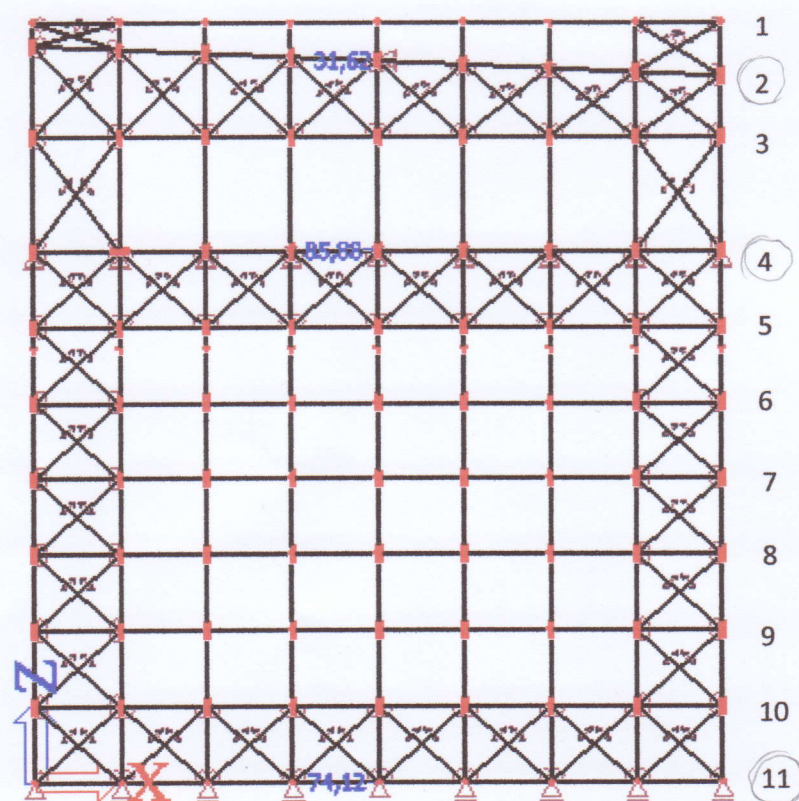
5.4.5. NÁVRH PŘÍČNÉHO ZTUŽENÍ HALY

REAKCE PRO NÁVRH PODÉLNÉHO ZTUŽENÍ HALY

- vítr východní

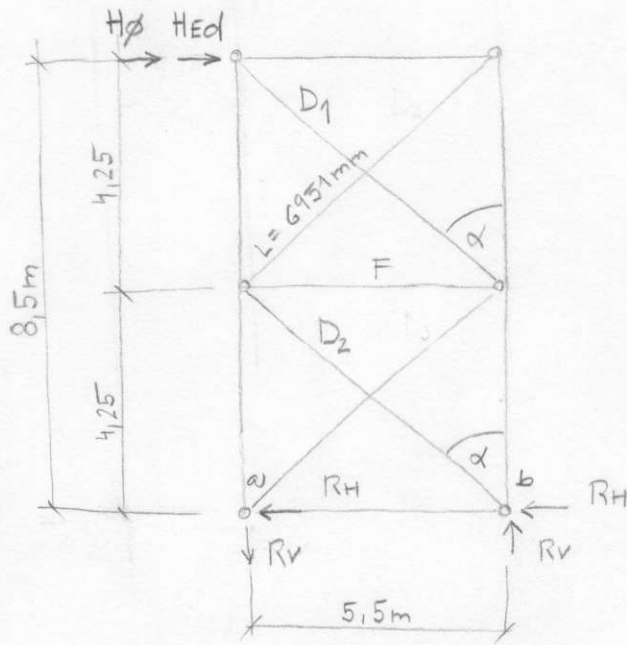


- vítr západní



5.4.5.1. ŘADA SVISLÝCH ŽTUŽIDEL 11

SCHEMA ZATÍŽENÍ



- VÝPOČET REAKCÍ PRO NÁVRH SVISLEHO ŽTUŽENÍ HALY PROVEDEN POMOCÍ ROVINNÉHO MODELU STŘEŠNÍ ROVINY (VIZ STR. 106)

$$H_{EK} = 74,12 \text{ kN} \rightarrow$$

$$H_{Ed} = 1,5 \cdot H_{EK} = 1,5 \cdot 74,12 = 111,18 \text{ kN (ZATÍŽENÍ VĚTREM)}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{5,5}{4,25} \quad \alpha = 52,3^\circ$$

- ZATÍŽENÍ VLIEM RÁHOVÝCH IMPERFEKCI

NEJVTŠÍ SÍLA VE SLOUPU OD ZATÍŽENÍ BEZ VLIVU VĚTRU

$$N_{Ed} = 488,32 \text{ kN} - \text{NELINEÁRNÍ KOMBINACE NC9}$$

NAKLONĚNÍ SOUSTAVY OD VÝROBY A MONTÁŽE JE DÁNO ÚHLEM: (EKVIVALENTNÍ POČÁTEČNÍ NATAČENÍ SLOUPŮ):

$$\phi = \alpha_h \cdot \alpha_m \cdot \phi_0, \quad \text{kde } \phi_0 = \frac{1}{200} \text{ JE ZÁKLADNÍ HODNOTA}$$

- REDUKČNÍ SOUČINITEL PRO VÝŠKU h:

$$\alpha_h = \frac{2}{1+h} = \frac{2}{1+8,5} = 0,686, \quad \text{ale } \frac{2}{3} \leq \alpha_h \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

h..... VÝŠKA KONSTRUKCE V METRECH

- REDUKČNÍ SOUČINITEL PRO POČET SLOUPŮ
m V ŘÁDE:

$$\alpha_m = \sqrt{0,5 \left(1 + \frac{1}{m}\right)} \quad ; \quad \alpha_m \leq 1,0$$

$$\alpha_m = \sqrt{0,5 \left(1 + \frac{1}{9}\right)} = \frac{\sqrt{5}}{3} = 0,75$$

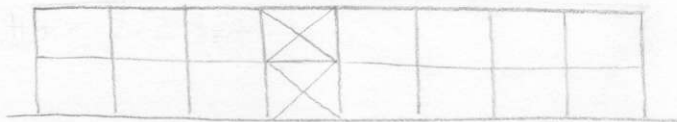
- IMPERFEKCE VE TVARU CELKOVÉHO POČÁ-
TEČNÍHO NAKLONĚNÍ KONSTRUKCE

$$\phi = 0,686 \cdot \frac{\sqrt{5}}{3} \cdot \frac{1}{200} = 2,56 \cdot 10^{-3}$$



ZTUŽIDLO PŘENÁŠÍ VODOROVNÉ SÍLY Z CELE PODÉLNÉ
STĚNY HALY.

EKVIVALENTNÍ VODOROVNÁ SÍLA ZE VŠECH SLOUPŮ:



$$H_\phi = \phi \sum N_{ed} = (2,56 \cdot 10^{-3}) \cdot 8 \cdot 488,32 = 10,0 \text{ kN}$$

VÝPOČET REAKCÍ

$$\begin{aligned} \uparrow \omega) \quad R_v \cdot 5,5 - \sum H \cdot 8,5 &= 0 \\ R_v \cdot 5,5 - (111,18 + 10,0) \cdot 8,5 &= 0 \quad R_v = 187,3 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \leftarrow \quad 2 \cdot R_H - \sum H &= 0 \\ 2 \cdot R_H - (111,18 + 10,0) &= 0 \quad R_H = 60,59 \text{ kN} \end{aligned}$$

VÝPOČET SIL V DIAGONÁLÁCH

$$D_1 = \frac{\sum H}{2 \cdot \sin \alpha} = \frac{111,18 + 10}{2 \cdot \sin 52,3} = 76,6 \text{ kN}$$

$$D_2 = \frac{\sum H}{2 \cdot \sin \alpha} = \frac{111,18 + 10}{2 \cdot \sin 52,3} = 76,6 \text{ kN}$$

• NÁVRH TR $76,1 \times 50$ $A = 1120 \text{ mm}^2$
 $i = 25,2 \text{ mm}$
 $S 355$

POSOUZENÍ - VZPĚRNÝ TLAK

$$L_{cr} = \frac{L}{2} = \frac{6951}{2} = 3476 \text{ mm}, \text{ kde } L = \sqrt{4,25^2 + 5,5^2}$$

$$L = 6,951 \text{ m}$$

$$\text{ŠTIHLOST } \lambda = \frac{L_{cr}}{i} = \frac{3476}{25,2} = 137,9$$

$$\text{SROVNÁVACÍ ŠTIHLOST } \lambda_1 = 93,9, \varepsilon = 93,9 \cdot 0,81 = 76,1$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = 0,81$$

$$\text{POMĚRNÁ ŠTIHLOST } \bar{\lambda} = \frac{\lambda}{\lambda_1} = \frac{137,9}{76,1} = 1,81$$

PŘÍŘAZENÍ KŘIVKY VZPĚRNÉ PEVNOSTI K PRŮŘEZU

→ DŮLEŽITÉ PRŮŘEZY, VALCOVANE ZA TEPLA
 VYBOČENÍ KOLMO K OSE

$\left. \begin{array}{l} y-y \\ z-z \end{array} \right\}$ křivka "a"

$$\rightarrow \chi = 0,268$$

$$N_{b,rd} = \chi \cdot A \cdot f_{y,d} = 0,268 \cdot 1120 \cdot 355 =$$

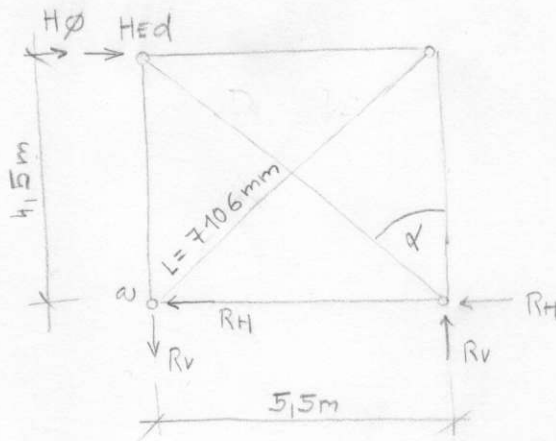
$$= 106\,556,8 \text{ N} = 106,6 \text{ kN}$$

$$N_{b,rd} \geq D_1 (D_2)$$

$$\underline{106,6 \text{ kN} \geq 76,6 \text{ kN} \text{ VYHOVUJE}}$$

5.4.5.2 ŘADA SVISLÝCH ZTUŽIDEL 4

SCHEMA ZATÍŽENÍ



- VÝPOČET REAKCÍ PRO NÁVRH PODELNÉHO ZTUŽENÍ HALY PROVEDEN POMOCÍ ROVINNÉHO MODELU STŘEŠNÍ ROVINY (VIZ STR 106)

$$H_{ek} = 86,13 \text{ kN}$$

$$H_{ed} = 1,5 \cdot H_{ek} = 1,5 \cdot 86,13 = 129,2 \text{ kN} \quad (\text{ZATÍŽENÍ VĚTREM})$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{5,5}{4,5} \quad \alpha = 50,7^\circ$$

- ZATÍŽENÍ VLIVEM RÁMOVÝCH IMPERFEKCI

NEJVĚŠÍ SÍLA VE SLOUPU OD ZATÍŽENÍ BEZ VLIVU VĚTRU

$$N_{ed} = 518,66 \text{ kN} - \text{NELINEÁRNÍ KOMBINACE NC9}$$

NAKLONĚNÍ SOUSTAVY OD VÝROBY A MONTÁŽE JE DÁNO ÚHLEM (EKVIVALENTNÍ POČÁTEČNÍ NAKLONĚNÍ SLOUPŮ):

$$\phi = \alpha_n \cdot \alpha_m \cdot \phi_0, \text{ kde } \phi_0 = \frac{1}{200} \text{ JE ZÁKLADNÍ HODNOTA}$$

- REDUKČNÍ SOUČINITEL PRO VÝŠKU h :

$$\alpha_n = \frac{2}{1+h} = \frac{2}{1+4,5} = 0,942, \text{ ale } \frac{2}{3} \leq \alpha_n \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

h ... VÝŠKA KONSTRUKCE V METRECH

- REDUKČNÍ SOUČINITEL PRO POČET SLOUPŮ m V ŘADĚ:

$$\alpha_m = \sqrt{0,5 \left(1 + \frac{1}{m}\right)} \quad ; \quad \alpha_m \leq 1,0$$

$$\alpha_m = \sqrt{0,5 \left(1 + \frac{1}{9}\right)} = \frac{\sqrt{5}}{3} = 0,75$$

- IMPERFEKCE VE TVARU CELKOVÉHO POČÁTEČNÍHO NAKLONĚNÍ KONSTRUKCE

$$\varnothing = 0,942 \cdot \frac{\sqrt{5}}{3} \cdot \frac{1}{200} = 3,51 \cdot 10^{-3}$$



ZTUŽIDLO PŘENÁŠÍ VODOROVNÉ SÍLY Z CELE PODELNÉ STĚNY HALY.

EKVIVALENTNÍ VODOROVNÁ SÍLA ZE VŠECH SLOUPŮ:

$$H_{\varnothing} = \varnothing \cdot \sum N_{ed} = (3,51 \cdot 10^{-3}) \cdot 8 \cdot 518,66 = 14,6 \text{ kN}$$

• VÝPOČET REAKCÍ

$$\uparrow \sum R_v - \sum H \cdot 4,5 = 0$$

$$R_v \cdot 5,5 - (129,2 + 14,6) \cdot 4,5 = 0 \quad R_v = 117,7 \text{ kN}$$

$$\leftarrow \sum R_H - \sum H = 0$$

$$2 \cdot R_H - (129,2 + 14,6) = 0 \quad R_H = 71,9 \text{ kN}$$

VÝPOČET SIL V DIAGONÁLÁCH

$$D = \pm R_H \cdot \frac{7,106}{5,5} = \pm 71,9 \cdot \frac{7,106}{5,5} = \pm 92,9 \text{ kN}$$

- NAVRH TR $88,9 \times 4,0$ $A = 1070 \text{ mm}^2$
 $i = 30,0 \text{ mm}$
 S 355

POSOUZENÍ - VZPĚRNÝ TLAK

$$l_{cr} = \frac{l}{2} = \frac{7106}{2} = 3553 \text{ mm}$$

$$\text{ŠTIHLOST } \lambda = \frac{l_{cr}}{i} = \frac{3553}{30,0} = 118,4$$

$$\text{POMĚRNÁ ŠTIHLŮST} \quad \bar{\lambda} = \frac{\lambda}{\lambda_1} = \frac{118,4}{76,1} = 1,556$$

PŘÍRAZENÍ KŘIVKY VZPĚRNE PEVNOSTI K
PRŮŘEZU VIZ STR. 109

$$\rightarrow \chi = 0,348$$

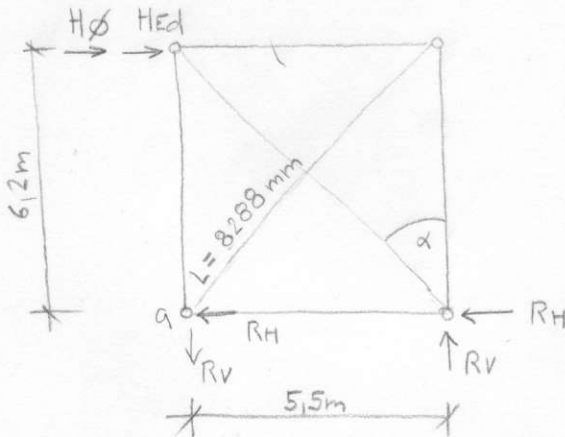
$$N_{b,rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd} = 0,348 \cdot 1070 \cdot 355 = - \\ = 132\,188 \text{ N} = 132 \text{ kN}$$

$$N_{b,rd} \geq D$$

$$\underline{132 \text{ kN} \geq 92,9 \text{ kN} \quad \text{VYHOVUJE}}$$

5.4.5.3. ŘADA SVISLÝCH ZTUŽIDEL 2

SCHEMA ZATÍŽENÍ



- VÝPOČET REAKCÍ PRO NÁVRH PODELNÉHO ZTUŽENÍ HALY PROVEDEN POMOCÍ ROVINNÉHO MODELU STŘEŠNÍ ROVINY (VIZ STR 106)

$$H_{EK} = 31,37 \text{ kN}$$

$$H_{Ed} = 1,5 \cdot H_{EK} = 1,5 \cdot 31,37 = 47,1 \text{ kN (ZATÍŽENÍ VĚTREM)}$$

$$\text{tg } \alpha = \frac{5,5}{6,2} \quad \alpha = 41,6^\circ$$

- ZATÍŽENÍ VLIVEM RÁMOVÝCH IMPERFEKCI

NEJVĚTŠÍ SILA VE SLOUPU OD ZATÍŽENÍ BEZ VLIVU VĚTRU

$$N_{Ed} = 133,20 \text{ kN} - \text{NELINEÁRNÍ KOMBINACE NC9}$$

NAKLONĚNÍ SOUSTAVY OD VÝROBY A MONTÁŽE JE DÁNO ÚHLEM (EKVIVALENTNÍ POČÁTEČNÍ NAKLONĚNÍ SLOUPŮ):

$$\phi = \alpha_h \cdot \alpha_m \cdot \phi_0, \text{ kde } \phi_0 = \frac{1}{200} \text{ JE ZÁKLAD. HODNOTA}$$

- REDUKČNÍ SOUČINITEL PRO VÝŠKU h:

$$\alpha_h = \frac{2}{\sqrt{h}} = \frac{2}{\sqrt{6,2}} = 0,803, \text{ ale } \frac{2}{3} \leq \alpha_h \leq 1,0$$

→ VYHOVUJE

h... VÝŠKA KONSTRUKCE V METRECH

- REDUKČNÍ SOUČINITEL PRO POČET SLOUPŮ m V ŘADĚ:

$$\alpha_m = \sqrt{0,5 \left(1 + \frac{1}{m}\right)}; \quad \alpha_m \leq 1,0$$

$$\alpha_m = \sqrt{0,5 \left(1 + \frac{1}{a}\right)} = \frac{\sqrt{5}}{3} = 0,75$$

- IMPERFEKCE VE TVARU CELKOVÉHO POČÁTEČNÍHO NAKLONĚNÍ KONSTRUKCE

$$\phi = 0,803 \cdot \frac{\sqrt{5}}{3} \cdot \frac{1}{200} = 2,99 \cdot 10^{-3}$$



ZTUŽIDLO PŘENÁŠÍ VODOROVNÉ SÍLY Z CELE' PODE'LNĚ' STĚNY HALY.

EKVIVALENTNÍ VODOROVNÁ SÍLA ZE VŠECH SLOUPŮ:

$$H_\phi = \phi \cdot \Sigma N_{ed} = (2,99 \cdot 10^{-3}) \cdot 8 \cdot 133,2 = 3,2 \text{ kN}$$

• VÝPOČET REAKCÍ

$$\uparrow a) R_v \cdot 5,5 - \Sigma H \cdot 6,2 = 0$$

$$R_v \cdot 5,5 - (47,1 + 3,2) \cdot 6,2 = 0 \quad R_v = 56,7 \text{ kN}$$

$$\leftarrow 2. R_H - \Sigma H = 0$$

$$2. R_H - (47,1 + 3,2) = 0 \quad R_H = 25,15 \text{ kN}$$

VÝPOČET SIL V DIAGONÁLÁCH

$$D = \pm R_H \cdot \frac{8,288}{5,5} = \pm 25,15 \cdot \frac{8,288}{5,5} = \pm 37,9 \text{ kN}$$

- NÁVRH TR 76,1 x 4,0 $A = 906 \text{ mm}^2$
 $i = 25,5 \text{ mm}$
 S 355

POSOUZENÍ - VZPĚRNÝ TLAK

$$l_{cr} = \frac{L}{2} = \frac{8288}{2} = 4144 \text{ mm}$$

$$\text{ŠTIHLOST } \lambda = \frac{l_{cr}}{i} = \frac{4144}{25,5} = 162,5$$

$$\text{POMĚRNÁ ŠTÍHLOST} \quad \bar{\lambda} = \frac{\lambda}{\lambda_1} = \frac{162,5}{76,1} = 2,14$$

PŘÍŘAZENÍ KŘIVKY VZPĚRNÉ PEVNOSTI K PRŮŘEZU
VIZ STR. 109

$$\rightarrow \chi = 0,197$$

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd} = 0,197 \cdot 906 \cdot 355 = \\ = 63\,361 \text{ N} = 63,36 \text{ kN}$$

$$N_{b,Rd} \geq D$$

$$\underline{63,36 \text{ kN} \geq 37,9 \text{ kN} \quad \text{VYHOVUJE}}$$

5.4.6. ZTUŽIDLOVÝ SLOUP

DOMINANTNÍ NAMÁHÁNÍ PŘÍČNÉHO ZTUŽENÍ JE ZPŮSOBENO PŘÍČNÝM VĚTREM VÝCHODNÍM

KOMBINACE ZATÍŽENÍ - NC1

NAMÁHÁNÍ ZTUŽIDLOVÉHO SLOUPU OD SVISLÉHO ZATÍŽENÍ JE STEVNĚ JAKO NAMÁHÁNÍ BĚŽNÉHO SLOUPU.

ZTUŽIDLOVÝ SLOUP JE NAVÍC OD BĚŽNÉHO SLOUPU NAMÁHÁN NORMÁLOVOU SILOU OD ZTUŽIDEL

ŘADA ZTUŽIDEL (2)

$$N_{ed}^z = R_v - D \cdot \frac{6,2}{8,288} = -56,7 - (-37,9) \cdot \frac{6,2}{8,288} = -28,3 \text{ kN}$$

ŘADA ZTUŽIDEL (4)

$$N_{ed}^z = R_v - D \cdot \frac{4,5}{7,106} = -117,7 - (-92,9) \cdot \frac{4,5}{7,106} = -58,9 \text{ kN}$$

ŘADA ZTUŽIDEL (11)

$$N_{ed}^z = R_v - D_1 \cdot \frac{4,25}{6,951} = -187,3 - (-76,6) \cdot \frac{4,25}{6,951} = 140,5 \text{ kN}$$

• ZTUŽIDLOVÝ SLOUP - PRVEK B4

VNITŘNÍ SÍLY VE SLOUPU OD ÚČINKŮ PŘÍČNÉHO VÝCHODNÍHO VĚTRU, KTERÝ VE SVISLÝCH ZTUŽIDLECH VYVOZUJE

DOMINANTNÍ NAMÁHÁNÍ.

KOMBINACE ZATÍŽENÍ NC1 →

$$\text{V PATE SLOUPU } N_{ed}^0 = 444,19 \text{ kN}$$

$$V_{ed}^0 = 248,94 \text{ kN}$$

$$M_{ed}^0 = 0 \text{ kNm}$$

NAMÁHÁNÍ SLOUPU OD SVISLÉHO ZTUŽENÍ $N_{ed}^Z = 140,5 \text{ kN}$

VÝSLEDNÁ NORMÁLOVÁ SÍLA V PATE SLOUPU

$$\sum N_{ed} = N_{ed}^0 + N_{ed}^Z =$$

$$= 444,19 + 140,5 = 584,69 \text{ kN}$$

VZHLEM K VYSOKÉ ÚNOSNOSTI BĚŽNÉHO SLOUPU V PATE (SLOUP V PATE NENÍ NAMÁHÁN MOMENTEM) JE ZŘEJMÉ, ŽE SLOUP NAMÁHANÝ SÍLOU 584,69 kN VYHOVÍ.

POSOUZENÍ BĚŽNÉHO SLOUPU KRAVNÍ ŘADY VIZ STR. 39 a 52

• ZTUŽIDLOVÝ SLOUP - PRVEK B5

VNITŘNÍ SÍLY VE SLOUPU OD ÚČINKŮ PŘÍČNÉHO VÝCHODNÍHO VĚTRU, KTERÝ VE SVISLÝCH ZTUŽIDLECH VYVOZUJE DOMINANTNÍ NAMÁHÁNÍ.

KOMBINACE ZATÍŽENÍ NC1 →

$$\text{V PATE SLOUPU } N_{ed}^0 = 460,80 \text{ kN}$$

$$V_{ed}^0 = 248,42 \text{ kN}$$

$$M_{ed}^0 = 0 \text{ kNm}$$

NAMÁHÁNÍ SLOUPU OD SVISLÉHO ZTUŽENÍ $N_{ed}^Z = 58,9 \text{ kN}$

VÝSLEDNÁ NORMÁLOVÁ SÍLA V PATE SLOUPU

$$\sum N_{ed} = N_{ed}^0 + N_{ed}^Z =$$

$$= 460,80 + 58,9 = 519,7 \text{ kN}$$

• ZTUŽIDLOVÝ SLOUP - PRVEK B6

VNITŘNÍ SILY VE SLOUPU OD ÚČINKŮ PŘÍČNEHO VÝCHODNÍHO VĚTRU, KTERÝ VE SVISLÝCH ZTUŽIDLECH VYVOZUJE DOMINANTNÍ NAMÁHÁNÍ

KOMBINACE ZATÍŽENÍ $N_{C1} \rightarrow$

$$N_{ed}^0 = 140 \text{ kN}$$

NAMÁHÁNÍ STOJKY OD SVISLEHO ZTUŽENÍ $N_{ed}^z = 28,3 \text{ kN}$

VÝSLEDNÁ NORMÁLOVÁ SILA V PATE

$$\begin{aligned} \Sigma N_{ed} &= N_{ed}^0 + N_{ed}^z = \\ &= 140 + 28,3 = 168,3 \text{ kN} \end{aligned}$$

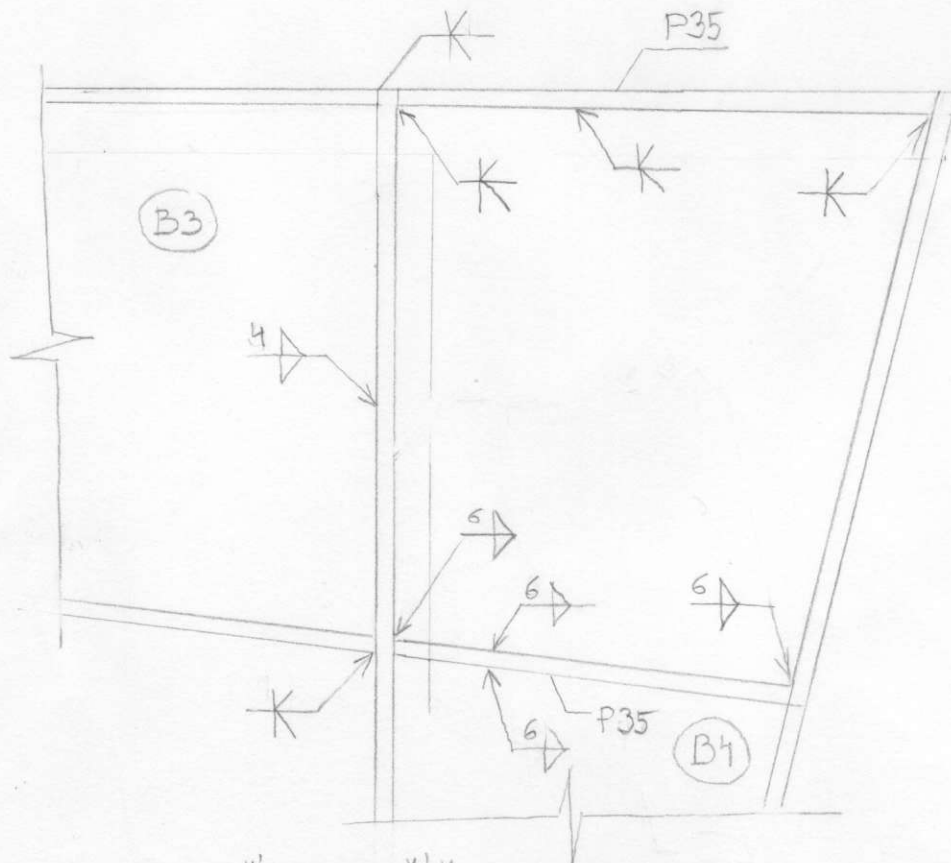
VZHLEDEM K DIMENZI KYVNÉ STOJKY JE ZŘEJMÉ, ŽE PROFIL VYHOVÍ

6. PŘÍPOJE A KOTVENÍ

6.1. SVAROVANÝ RÁMOVÝ ROH PRVKŮ

B3 a B4

- VARIANTA 1



- SVAR OKOLO PŘÍRUBY PŘÍČLE

SVAR HORNÍ A DOLNÍ PŘÍRUBY BUDE PROVEDEN OBOUSTRANNÝM 1/2-Y SVAREM (K-SVAREM). SVAR BUDE PROVEDEN DLE SCHEMATU:



SVAR NENÍ TŘEBA ZVLÁŠT POSUZOVAT.

- SVAR STOJINY K ČELNÍ DESCE $a = 4 \text{ mm}$

$$V_{ed} = 391,41 \text{ kN (NELINEÁRNÍ KOMBINACE NC3)}$$

$$\sigma_{II} = \frac{V_{ed}}{2 \cdot a \cdot l} = \frac{391410}{2 \cdot 4 \cdot 1410} = 34,7 \text{ MPa}$$

$$\frac{f_w}{\sqrt{3} \cdot \beta_w \cdot \beta_{H2}} = \frac{510}{\sqrt{3} \cdot 0,9 \cdot 1,25} = 261,7 \text{ MPa}$$

$$\underline{34,7 \text{ MPa} < 261,7 \text{ MPa} \quad \text{VYHOVUJE}}$$

SVAR OKOLO STOŽINY VYHOVÍ

• POSOUZENÍ STĚNY SLOUPU NA SMYK

ÚNOSNOST = SMYK. ÚNOSNOST STĚNY + ÚNOSNOST ODVOZENA Z MOMENTU, KTERÝ PŘENESE PŘÍRUBA SLOUPU

$$V_{wp,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_v \cdot f_{yd}}{\sqrt{3}} + \frac{4 \cdot M_{pl,f,Rd}}{d_s}$$

A_v ... SMYKOVÁ PLOCHA PRŮŘEZU SLOUPU

$$1245 \cdot 18 = 22410 \text{ mm}^2$$

L MIN. ROZMĚR STOŽINY SLOUPU V RÁMOVÉM ROHU

$M_{pl,f,Rd}$... PLASTICKÝ MOMENT ÚNOSNOSTI PŘÍRUBY SLOUPU

$$M_{pl,f,Rd} = W_{pl,f} \cdot f_y = \frac{400 \cdot 30^2}{4} \cdot 355 =$$

$$= 31,95 \cdot 10^6 \text{ Nmm} = 31,95 \text{ kNm}$$

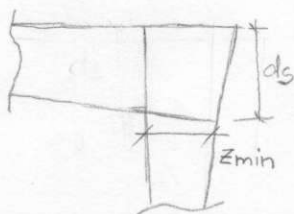
d_s ... VZDÁLENOST STŘEDŮ VÝZTUH 1496 mm (MAXIMALNÍ HODNOTA)

$$V_{wp,Rd} = \frac{0,9 \cdot 22410 \cdot 355}{\sqrt{3}} + \frac{4 \cdot 31,95 \cdot 10^6}{1496} =$$

$$= 4133825 + 85428 = 4219 \cdot 10^3 \text{ N}$$

SÍLA PŮSOBÍCÍ NA SMYKOVÉ PŮLE SLOUPU

$$V_{wp,Ed} = \frac{M_{Ed}}{z_{min}} = \frac{2754,56 \cdot 10^6}{1245} = 2212,5 \cdot 10^3 \text{ N}$$



kde z_{min} ... MENŠÍ Z ROZMĚRŮ SMYKOVÉHO POLE

$$V_{wp, Ed} \leq V_{wp, Rd}$$

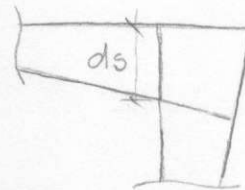
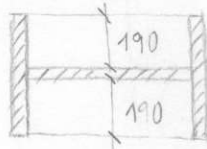
$$\underline{2212,5 \text{ kN} \leq 4262 \text{ kN} \quad \text{VYHOVUJE}}$$

SMYKOVÉ POLE SLOUPU VYHOVÍ

• VODOROVNÉ VÝZTUHY SLOUPU

POZN. VODOROVNÉ VÝZTUHY BY MĚLY BÝT SCHOPNY PŘENÉST ALESPŇ TAK VELKÝ MOMENT JAKO PŘÍRUBY SLOUPU

NAVRH OBOUSTRANNÉ VÝZTUHY $2 \cdot 190 = 380 \text{ mm}$



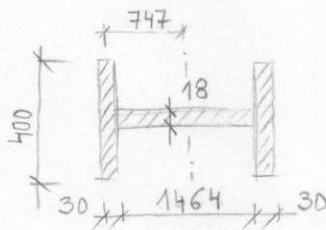
• MOMENT ÚNOSNOSTI VÝZTUH

$$M_{pl,s,Rd} = 380 \cdot t_s \cdot f_{yd} \cdot d_s$$

$$M_{pl,s,Rd} = 380 \cdot t_s \cdot 355 \cdot (1425 + 35) = 196,95 \cdot 10^6 t_s \text{ Nmm}$$

L MINIMÁLNÍ VZDÁLENOST

• MOMENT ÚNOSNOSTI OBOU PŘÍRUB SLOUPU



$$M_{pl,f,Rd} = (2 \cdot 400 \cdot 30 \cdot 693) \cdot 355$$

$$M_{pl,f,Rd} = 6364,4 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$\Rightarrow t_s \geq \frac{M_{pl,f,Rd}}{196,95 \cdot 10^6} = \frac{6364,4 \cdot 10^6}{196,95 \cdot 10^6} = 32,3 \text{ mm}$$

NAVRH $t_s = 35 \text{ mm}$

- SVARY PŘIPOJUJÍCÍ VÝZTUHY KE STOJINĚ

$a = 6 \text{ mm}$, KÚTOVÉ SVARY SPODNÍCH VÝZTUH

$$V_{ws, Ed} = \frac{M_{ed}}{d_s} = \frac{2754,56}{(1425+35) \cdot 10^{-3}} = 1886,7 \text{ kN}$$

$$\sigma_{II} = \frac{V_{ws, Ed}}{A_{w, l}} = \frac{1886,700}{4,6 \cdot 1250} = 62,9 \text{ MPa}$$

$d_s \dots$ VZDÁLENOST STŘEDŮ VÝZTUH 1415 mm (MINIMÁLNÍ HODNOTA)

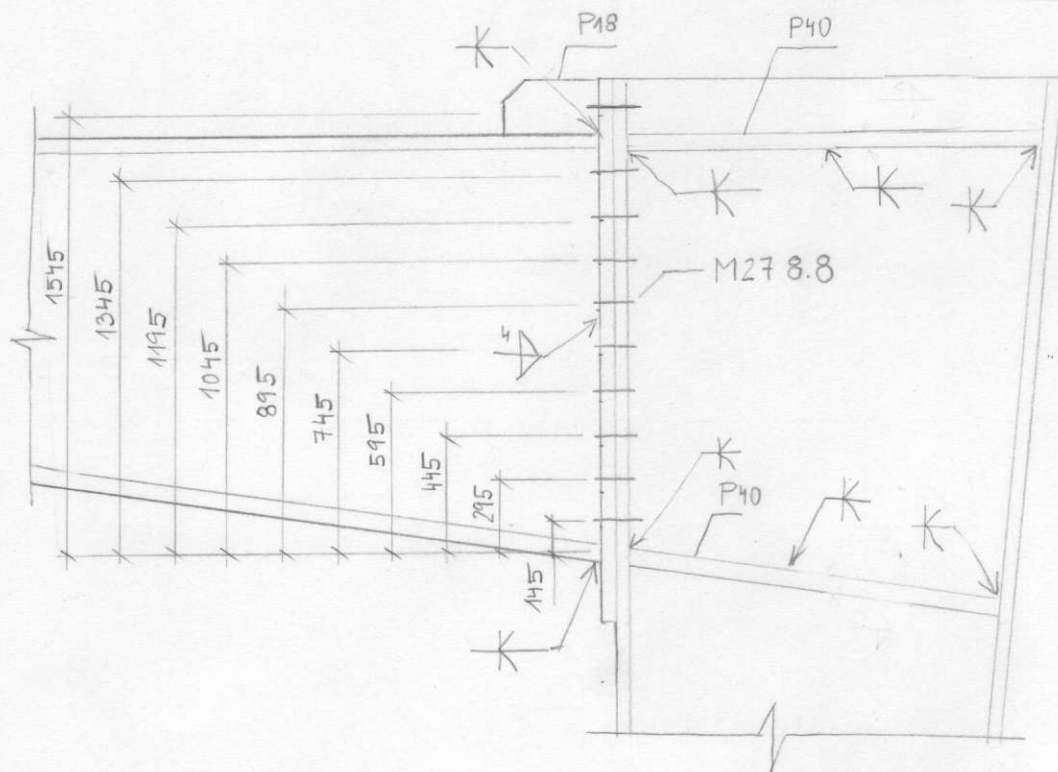
$$\frac{f_w}{\sqrt{3} \cdot \beta_w \cdot \mu_{M2}} = \frac{510}{\sqrt{3} \cdot 0,9 \cdot 1,25} = 261,7 \text{ MPa}$$

$$\underline{62,9 \text{ MPa} \leq 261,7 \text{ MPa} \quad \text{VYHOVUJE}}$$

SVAR OKOLO VÝZTUHY VYHOVÍ

POZN. HORNÍ VÝZTUHA JE PŘIPOJENA OBOUSTRANNÝM
1/2 V-SVAREM

6.2. ŠROUBOVANÝ RÁMOVÝ ROH PRVKŮ B3 a B4 - VARIANTA 2 (ALTERNAT. NÁVRH)



ODHADEM:

VÝZTUHA STOJINY SLOUPU	$t \approx t_f$ PŘÍČLE	→	$t = 40 \text{ mm}$
VÝZTUHA ČELNÍ DESKY	$t \approx t_w$ PŘÍČLE	→	$t = 18 \text{ mm}$
TLOUŠŤKA ČELNÍ DESKY	$t \approx t_f$ SLOUPU	→	$t = 30 \text{ mm}$

VNITŘNÍ SÍLY:

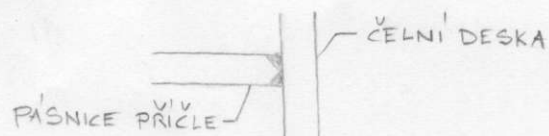
NELINEÁRNÍ KOMBINACE NC3 $M_{ed} = 2754,56 \text{ kNm}$
 $V_{ed} = 391,41 \text{ kNm}$

• NÁVRH SVARŮ

- SVAR ČELNÍ DESKY A PÁSNIC PŘÍČLE

SVAR OKOLO HORNÍ A DOLNÍ PŘÍRUBY BUDE PROVEDEN OBOUSTRANNÝM 1/2-V SVAREM

SVAR BUDE PROVEDEN DLE SCHEMATU:



SVAR NENÍ TŘEBA ZVLÁŠŤ POSUZOVAT

• SVAR ČELNÍ DESKY A STĚNY PŘÍČLE

$$V_{Ed} = 391,41 \text{ kN}$$

$$a = 4 \text{ mm}, \quad l = 1410 \text{ mm}$$

$$\sigma_{II} = \frac{V_{Ed}}{2 \cdot a \cdot l} = \frac{391410}{2 \cdot 4 \cdot 1410} = 34,7 \text{ MPa}$$

$$\frac{f_w}{\sqrt{3} \cdot \beta_w \cdot \gamma_{M2}} = \frac{510}{\sqrt{3} \cdot 0,9 \cdot 1,25} = 261,7 \text{ MPa},$$

kde KORELAČNÍ SOUČINITEL β_w KOUTOVÝCH SVARŮ PRO OCEL TRÍDY PEVNOSTI S355 JE DLE ČSN EN 1993-1-8 $\beta_w = 0,9$

$$\underline{34,7 \text{ MPa} \leq 261,7 \text{ MPa} \text{ VYHOVUJE}}$$

• ÚNOSNOSTI ŘAD ŠROUBŮ V TAHU

ÚNOSNOST KAŽDE ŘADY ŠROUBŮ V TAHU SE URČÍ JAKO NEJMENŠÍ Z NÁSLEDUJÍCÍCH HODNOT:

$F_{t,wc,Rd}$	STĚNA SLOUPU V TAHU
$F_{t,Rd}^{\text{PÁSNICE}}$	PÁSNICE SLOUPU V OHYBU A ŠROUBY V TAHU
$F_{t,Rd}^{\text{DESKA}}$	ČELNÍ DESKA V OHYBU A ŠROUBY V TAHU
$F_{t,wb,Rd}$	STĚNA PŘÍČLE V TAHU

VÝSLEDNÁ ÚNOSNOST i -TÉ ŘADY ŠROUBŮ JE

$$F_{t,Rd}(\text{row } i) = \min(F_{t,wc,Rd}; F_{t,Rd}^{\text{PÁSNICE}}; F_{t,Rd}^{\text{DESKA}}; F_{t,wb,Rd})$$

• MODEL NÁHRADNÍHO T-PRŮŘEZU
 ÚNOSNOST DÁNA JEDNÍM ZE TŘÍ ZPŮSOBŮ PORUŠENÍ

ZPŮSOB 1 PLASTICKÝ MECHANISMUS
 (4 PLASTICKE KLOUBY)

NÁVRHOVÁ ÚNOSNOST:

$$F_{T,1,Rd} = \frac{4 \cdot M_{pl,1,Rd}}{m}$$

ZPŮSOB 2 PLASTICKÝ MECHANISMUS
 (2 PLASTICKE KLOUBY) A
 PORUŠENÍ ŠROUBŮ V TAHU

NÁVRHOVÁ ÚNOSNOST:

$$F_{T,2,Rd} = \frac{2 \cdot M_{pl,2,Rd} + n \cdot \sum F_{t,Rd}}{m+n}$$

ZPŮSOB 3 PORUŠENÍ ŠROUBŮ V TAHU

$$F_{T,3,Rd} = \sum F_{t,Rd} = 2 \cdot F_{t,Rd}$$

kde

$$F_{t,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_s \cdot f_{ub}}{\gamma_{M2}} = \frac{0,9 \cdot 459 \cdot 800}{1,25} = 264\,384 \text{ N} = 264,38 \text{ kN}$$

$$M_{pl,1,Rd} = 0,25 \cdot L_{eff,1} \cdot t^2 \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}}$$

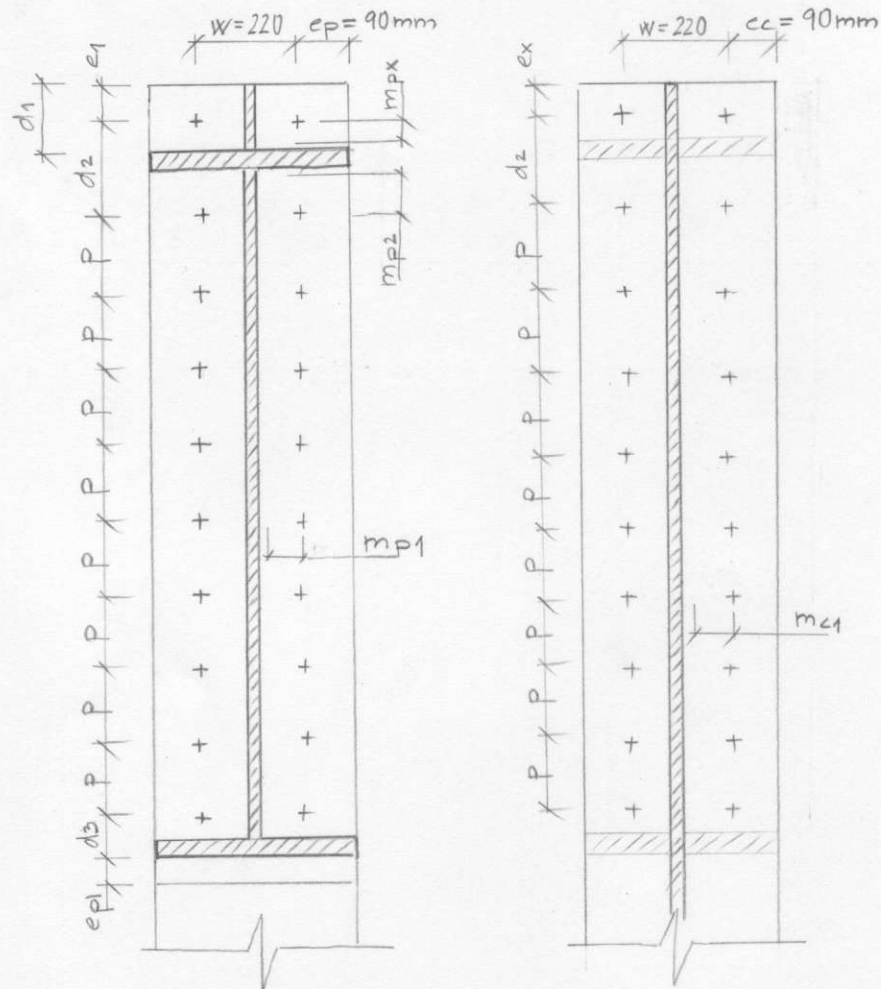
$$M_{pl,2,Rd} = 0,25 \cdot L_{eff,2} \cdot t^2 \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}}$$

t ... TLOUŠŤKA PÁSNICE NEBO ČELNÍ DESKY

$L_{eff,1}$... EFEKTIVNÍ ŠÍŘKA T-PRŮŘEZU
 pro způsob porušení 1

$L_{eff,2}$... EFEKTIVNÍ ŠÍŘKA T-PRŮŘEZU
 pro způsob porušení 2

- ROZMĚRY POUŽITÉ PRO URČENÍ EFEKTIVNÍCH ŠÍŘEK PÁSNICE SLOUPU A ČELNÍ DESKY



$m_{px} = (d_1 - e_x - 0,8 \cdot \sqrt{2} \cdot a_{\pm f})$, kde $a_{\pm f}$... ÚČINNÁ TLOUŠŤKA SVARU ČELNÍ DESKY A TAŽENÉ PÁSNICE PŘÍČLE
 (V PŘÍPADĚ TOHOTO RÁMOVĚHO ROHU JE NAVRŽEN OBOUSTRANNÝ 1/2V-SVAR $\rightarrow a_{\pm f} = 0$)

$$m_{px} = (130 - 60) = 70 \text{ mm}$$

$$m_{p1} = \frac{(W - t_{wb} - 2 \cdot 0,8 \sqrt{2} \cdot a_w)}{2}$$

kde t_{wb} ... TLOUŠŤKA STĚNY PŘÍČLE
 a_w ... ÚČINNÁ TLOUŠŤKA SVARU ČELNÍ DESKY A STĚNY PŘÍČLE

$$m_{p1} = \frac{(220 - 18 - 2 \cdot 0,8 \sqrt{2} \cdot 4)}{2} =$$

$$= 96,5 \text{ mm}$$

$$m_{p2} = d_2 - (d_1 - e_x - t_{fb}) - 0,8 \cdot \sqrt{2} \cdot w_{tf}, \text{ kde}$$

t_{fb} TLOUŠŤKA PÁSNIC PŘÍČLE

$$m_{p2} = 200 - (130 - 60 - 40) = 170 \text{ mm}$$

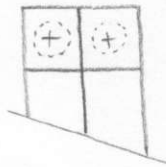
$$m_{c1} = \frac{w - 0,8 \cdot 2 \cdot r_c - t_{wc}}{2}, \text{ kde}$$

r_c POLOMĚR VNITŘNÍHO ZAOBLENÍ PROFILU SLOUPU (V PŘÍPADĚ TOHOTO SLOUPU VDE O SVAROVANÝ PRŮŘEZ POMOCÍ OBOUSTRANNÉHO 1/2V-SYARU $\Rightarrow r_c = 0$)

t_{wc} TLOUŠŤKA STOVINY SLOUPU

$$m_{c1} = \frac{220 - 18}{2} = 101 \text{ mm}$$

- ÚČINNÉ DĚLKY VYZTUŽENÉ PÁSNICE SLOUPU ($m = m_{c1}$)
- KONCOVÁ ŘADA ŠROUBŮ SOUSEDÍCÍ S VÝZTUHOU
ŘADA ŠROUBŮ UVAŽOVANÁ SAMOSTATNĚ
- KRUHOVÉ PORUŠENÍ $\rho_{eff,cp}$

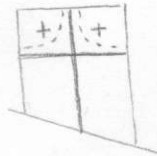


menší z:

$$2\pi \cdot m = 2\pi \cdot 101 = 634,6 \text{ mm}$$

$$\pi m + 2e_1 = \pi \cdot 101 + 2 \cdot 60 = 437,3 \text{ mm}$$

- NEKRUHOVÉ PORUŠENÍ $\rho_{eff,nc}$



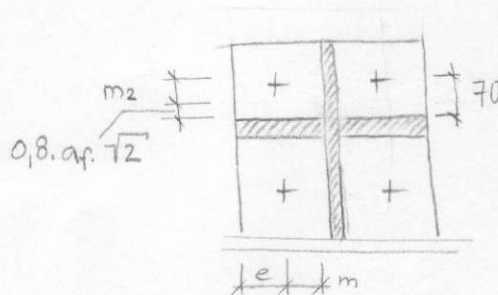
$$\begin{aligned} e_1 + \alpha m - (2m + 0,625e) &= \\ &= 60 + 6,14 \cdot 101 - (2 \cdot 101 + 0,625 \cdot 90) = \\ &= 421,9 \text{ mm} \end{aligned}$$

kde SOUČINITEL α BYL STANOVEN Z GRAFU (DLE ČSN EN 1993-1-8, HODNOTY α PRO VYZTUŽENÉ PÁSNICE SLOUPU A ČELNÍ DESKY)

$$\lambda_1 = \frac{m}{m+e} = \frac{101}{101+90} = 0,53$$

$$\Rightarrow \alpha = 6,14$$

$$\lambda_2 = \frac{m_2}{m+e} = \frac{63,2}{101+90}$$



$$\begin{aligned} m_2 &= 70 - 0,8 \cdot \sqrt{2} = \\ &= 70 - 0,8 \cdot 6 \cdot \sqrt{2} = \\ &= 63,2 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$m = m_{c1} \text{ (VÝPOČET VIZ STR. 128)}$$

$$\begin{aligned} \rho_{eff,1} &= \min(\rho_{eff,cp}; \rho_{eff,nc}) = \min(437,3; 421,9) = \\ &= 421,9 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\rho_{eff,2} = \rho_{eff,nc} = 421,9 \text{ mm}$$

ŘADA ŠROUBŮ UVAŽOVANÁ JAKO SOUČÁST SKUPINY ŘAD ŠROUBŮ

- KRUHOVÉ PORUŠENÍ $l_{eff,cp}$

netýká se

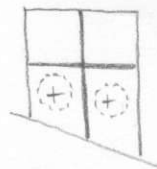
- NEKRUHOVÉ PORUŠENÍ $l_{eff,nc}$

netýká se

- ŘADA ŠROUBŮ SOUSEDÍCÍ S VÝZTUHOU

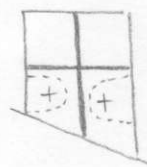
ŘADA ŠROUBŮ UVAŽOVANÁ SAMOSTATNĚ

- KRUHOVÉ PORUŠENÍ $l_{eff,cp}$



$$2\pi m = 2\pi \cdot 101 = 634,6 \text{ mm}$$

- NEKRUHOVÉ PORUŠENÍ $l_{eff,nc}$



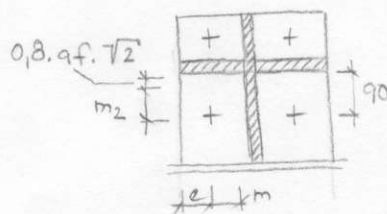
$$\alpha \cdot m = 5,75 \cdot 101 = 580,75$$

kde SOUČINITEL α BYL STANOVEN Z GRAFU (DLE ČSN EN 1993-1-8, HODNOTY α PRO VYZTUŽENÉ PÁSNICE SLOUPU A ČELNÍ DESKY)

$$\lambda_1 = \frac{m}{m+e} = \frac{101}{101+90} = 0,53$$

$$\Rightarrow \alpha = 5,75$$

$$\lambda_2 = \frac{m_2}{m+e} = \frac{83,2}{101+90}$$

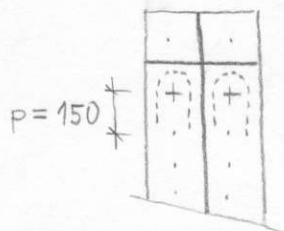


$$\begin{aligned} m_2 &= 90 - 0,8 \cdot \alpha \cdot \sqrt{2} = \\ &= 90 - 0,8 \cdot 6 \cdot \sqrt{2} = \\ &= 83,2 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$m = m_{c1} \text{ (VÝPOČET VIZ STR. 128)}$$

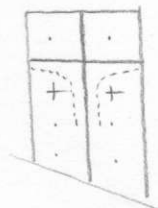
ŘADA ŠROUBŮ UVAŽOVANA JAKO SOUČÁST SKUPINY ŘAD ŠROUBŮ

•• KRUHOVÉ PORUŠENÍ $l_{eff,cp}$



$$\pi m + p = \pi \cdot 101 + 150 = 467,3 \text{ mm}$$

•• NEKRUHOVÉ PORUŠENÍ $l_{eff,nc}$



$$\begin{aligned} 0,5p + \alpha m - (2m + 0,625e) &= \\ &= 0,5 \cdot 150 + 5,75 \cdot 101 - (2 \cdot 101 + 0,625 \cdot 90) = \\ &= 397,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

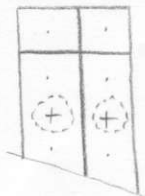
$$l_{eff,1} = \min(l_{eff,cp}; l_{eff,nc}) = \min(467,3; 397,5) = 397,5 \text{ mm}$$

$$l_{eff,2} = l_{eff,nc} = 397,5 \text{ mm}$$

• JINÁ VNITŘNÍ ŘADA ŠROUBŮ

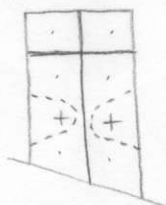
ŘADA ŠROUBŮ UVAŽOVANA SAMOSTATNĚ

•• KRUHOVÉ PORUŠENÍ $l_{eff,cp}$



$$2\pi m = 2\pi \cdot 101 = 634,6 \text{ mm}$$

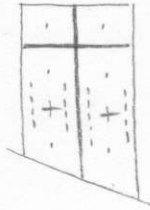
•• NEKRUHOVÉ PORUŠENÍ $l_{eff,nc}$



$$\begin{aligned} 4m + 1,25e &= 4 \cdot 101 + 1,25 \cdot 90 = \\ &= 516,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

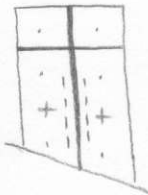
ŘADA ŠROUBŮ UVAŽOVANÁ JAKO SOUČÁST SKUPINY ŘAD ŠROUBŮ

- KRUIHOVÉ PORUŠENÍ $l_{eff,cp}$



$$2p = 2 \cdot 150 = 300 \text{ mm}$$

- NEKRUIHOVÉ PORUŠENÍ $l_{eff,nc}$



$$p = 150 \text{ mm}$$

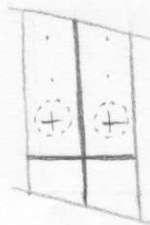
$$l_{eff,1} = \min(l_{eff,cp}; l_{eff,nc}) = \min(300; 150) = 150 \text{ mm}$$

$$l_{eff,2} = l_{eff,nc} = 150 \text{ mm}$$

- ŘADA ŠROUBŮ SOUSEDÍCÍ S VÝZTUHOU (SPODNÍ)

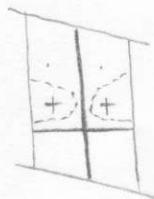
ŘADA ŠROUBŮ UVAŽOVANÁ SAMOSTATNĚ

- KRUIHOVÉ PORUŠENÍ



$$2\pi m = 2\pi \cdot 101 = 634,6 \text{ mm}$$

- NEKRUIHOVÉ PORUŠENÍ



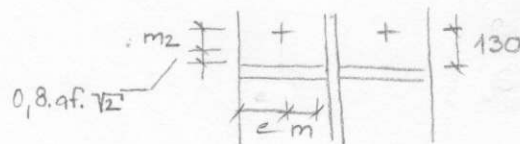
$$\alpha m = 5,25 \cdot 101 = 530,3 \text{ mm}$$

kde SOUČINITEL α STANDOVEN
DLE ČSN EN 1993-1-8

$$\lambda_1 = \frac{m}{m+e} = \frac{101}{101+90} = 0,53$$

$$\lambda_2 = \frac{m_2}{m+e} = \frac{123,2}{101+90} = 0,65$$

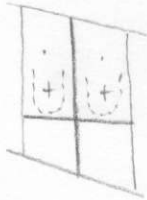
$$\Rightarrow \alpha = 5,25$$



$$\begin{aligned}
 m_2 &= 130 - 0,8 \cdot af \cdot \sqrt{2} = \\
 &= 130 - 0,8 \cdot 6 \cdot \sqrt{2} = \\
 &= 123,2 \text{ mm} \\
 m &= m_2 \quad (\text{VÝPOČET} \\
 &\quad \text{VÍŽ STR. 128})
 \end{aligned}$$

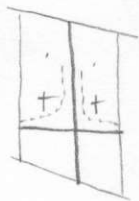
ŘADA ŠROUBŮ UVAŽOVANÁ TAKO SOUČÁST SKUPINY
ŘAD ŠROUBŮ

•• KRUHOVÉ PORUŠENÍ $l_{eff,cp}$



$$\pi m + p = \pi \cdot 101 + 150 = 467,3 \text{ mm}$$

•• NEKRUHOVÉ PORUŠENÍ $l_{eff,nc}$



$$\begin{aligned}
 &0,5p + \alpha m - (2m + 0,625e) = \\
 &= 0,5 \cdot 150 + 5,25 \cdot 101 - (2 \cdot 101 + 0,625 \cdot 90) = \\
 &= 347 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 l_{eff,1} &= \min(l_{eff,cp}; l_{eff,nc}) = \min(467,3; 347) = \\
 &= 347 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$l_{eff,2} = l_{eff,nc} = 347 \text{ mm}$$

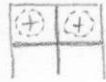
- ÚČINNÉ DĚLKY PRO ČELNÍ DESKU ($m = m_{p1}$)

- KONCOVÁ ŘADA ŠROUBŮ VNĚ TAŽENÉ PAŠNICE

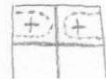
- # ŘADA ŠROUBŮ UVAŽOVANÁ SAMOSTATNĚ

- KRUHOVÉ PORUŠENÍ $l_{eff,cp}$

menší z:



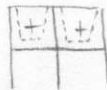
$$2\pi m_{px} = 2\pi \cdot 70 = 439,8 \text{ mm}$$



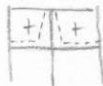
$$\pi \cdot m_{px} + 2e = \pi \cdot 70 + 2 \cdot 90 = 400 \text{ mm}$$

- NEKRUHOVÉ PORUŠENÍ $l_{eff,nc}$

nejmenší z:



$$4m_{px} + 1,25e_x = 4 \cdot 70 + 1,25 \cdot 60 = 355 \text{ mm}$$



$$e + 2m_{px} + 0,625e_x = 90 + 2 \cdot 70 + 0,625 \cdot 60 = 267,5 \text{ mm}$$

$$l_{eff,1} = \min(l_{eff,cp}; l_{eff,nc}) = \min(400; 267,5) = 267,5 \text{ mm}$$

$$l_{eff,2} = l_{eff,nc} = 267,5 \text{ mm}$$

- # ŘADA ŠROUBŮ UVAŽOVANÁ JAKO SOUČÁST SKUPINY ŘAD ŠROUBŮ

- KRUHOVÉ PORUŠENÍ $l_{eff,cp}$

netýká se

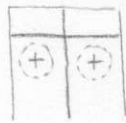
- NEKRUHOVÉ PORUŠENÍ $l_{eff,nc}$

netýká se

• ŘADA ŠROUBŮ POD TAŽENOU PÁSNICI NOSNÍKU

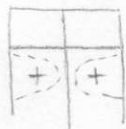
ŘADA ŠROUBŮ UVAŽOVANÁ SAMOSTATNĚ

•• KRUHOVÉ PORUŠENÍ $l_{eff,cp}$



$$2\pi m = 2\pi \cdot 96,5 = 606,3 \text{ mm}$$

•• NEKRUHOVÉ PORUŠENÍ $l_{eff,nc}$



$$\alpha m = 5,75 \cdot 96,5 = 554,9 \text{ mm}$$

kde SOUČINITEĽ α STANOVEN
DLE ČSN EN 1993-1-8

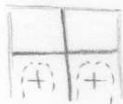
$$\lambda_1 = \frac{m}{m + e} = \frac{96,5}{96,5 + 90} = 0,52$$

$$\Rightarrow \alpha = 5,75$$

$$\lambda_2 = \frac{m_2}{m + e} = \frac{90}{96,5 + 90} = 0,48$$

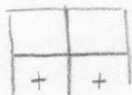
ŘADA ŠROUBŮ UVAŽOVANÁ JAKO SOUČÁST
SKUPINY ŘAD ŠROUBŮ

•• KRUHOVÉ PORUŠENÍ $l_{eff,cp}$



$$\pi m + p = \pi \cdot 96,5 + 150 = 453,2 \text{ mm}$$

•• NEKRUHOVÉ PORUŠENÍ $l_{eff,nc}$



$$0,5p + \alpha m - (2m + 0,625e) =$$

$$= 0,5 \cdot 150 + 5,75 \cdot 96,5 - (2 \cdot 96,5 + 0,625 \cdot 90) =$$

$$= 380,6 \text{ mm}$$

$$l_{eff,1} = \min (l_{eff,cp} ; l_{eff,nc}) = \min (453,2 ; 380,6) =$$

$$= 380,6 \text{ mm}$$

$$l_{eff,2} = l_{eff,nc} = 380,6 \text{ mm}$$

- VNITŘNÍ ŘADA ŠROUBŮ

- # ŘADA ŠROUBŮ UVAŽOVANÁ SAMOSTATNĚ

- KRUHOVÉ PORUŠENÍ $l_{eff, cp}$

$$2\pi m = 2\pi \cdot 96,5 = 606,3 \text{ mm}$$

- NEKRUHOVÉ PORUŠENÍ $l_{eff, nc}$

$$4m + 1,25e = 4 \cdot 96,5 + 1,25 \cdot 90 = 498,5 \text{ mm}$$

- # ŘADA ŠROUBŮ UVAŽOVANÁ JAKO SOUČÁST SKUPINY ŘAD ŠROUBŮ

- KRUHOVÉ PORUŠENÍ

$$2p = 2 \cdot 150 = 300 \text{ mm}$$

- NEKRUHOVÉ PORUŠENÍ

$$p = 150 \text{ mm}$$

$$l_{eff, 1} = \min(l_{eff, cp}; l_{eff, nc}) = \min(300; 150) = 150 \text{ mm}$$

$$l_{eff, 2} = l_{eff, nc} = 150 \text{ mm}$$

- KONCOVÁ ŘADA ŠROUBŮ

- # ŘADA ŠROUBŮ UVAŽOVANÁ SAMOSTATNĚ

- KRUHOVÉ PORUŠENÍ $l_{eff, cp}$

$$2\pi m = 2\pi \cdot 96,5 = 606,3 \text{ mm}$$

- NEKRUHOVÉ PORUŠENÍ $l_{eff, nc}$

$$4m + 1,25e = 4 \cdot 96,5 + 1,25 \cdot 90 = 498,5 \text{ mm}$$

- # ŘADA ŠROUBŮ UVAŽOVANÁ JAKO SOUČÁST SKUPINY ŘAD ŠROUBŮ

- KRUHOVÉ PORUŠENÍ $l_{eff, cp}$

$$\pi m + p = \pi \cdot 96,5 + 150 = 453,2 \text{ mm}$$

•• NEKRUHOVÉ PORUŠENÍ $f_{eff,nc}$

$$2m + 0,625e + 0,5p = 2.96,5 + 0,625 \cdot 90 + \\ + 0,5 \cdot 150 = 324,3 \text{ mm}$$

$$f_{eff,1} = \min (f_{eff,cp} ; f_{eff,nc}) = \min (453,2 ; 324,3) = \\ = 324,3 \text{ mm}$$

$$f_{eff,2} = f_{eff,nc} = 324,3 \text{ mm}$$

• NÁVRH ÚNOSNOSTI PÁSNICE NÁHRADNÍHO T-PROFILU

($m = m_{c1}$)

- KONCOVÁ ŘADA ŠROUBŮ SOUSEDÍCÍ S VÝZTUHOU

$$M_{pl,1,Rd} = 0,25 \cdot k_{eff,1} \cdot t_f^2 \cdot f_{yd} = 0,25 \cdot 421,9 \cdot 30^2 \cdot 355 = 33,7 \text{ kNm}$$

$$M_{pl,2,Rd} = M_{pl,1,Rd} = 33,7 \text{ kNm}$$

ZPŮSOB 1 - ÚPLNÁ PLASTIFIKACE PÁSNICE

$$F_{T,1,Rd} = \frac{4 \cdot M_{pl,1,Rd}}{m} = \frac{4 \cdot 33,7 \cdot 10^6}{101} = 1334,7 \text{ kN}$$

ZPŮSOB 2 - PORUŠENÍ ŠROUBŮ A PLASTIFIKACE PÁSNICE

$$F_{T,2,Rd} = \frac{2 \cdot M_{pl,2,Rd} + n \cdot \sum F_{t,Rd}^1}{m+n} =$$

$$= \frac{2 \cdot 33,7 \cdot 10^6 + 90 \cdot 2 \cdot 264,38 \cdot 10^3}{101+90} = 602,0 \text{ kN}$$

$$\text{kde } F_{t,Rd}^1 = \frac{0,9 \cdot A_s \cdot f_{ub}}{\gamma_{M2}}$$

A_s ... PLOCHA JÁDRA ŠROUBU

f_{ub} ... MEZ PEVNOSTI MATERIÁLU

γ_{M2} ... DÍLČÍ SOUČINITEL SPOLEHLIVOSTI

MATERIÁLU $\gamma_{M2} = 1,25$

(ČSN EN 1993-1-1)

$$F_{t,Rd} = \frac{0,9 \cdot 459 \cdot 800}{1,25} = 264,38 \text{ kN}$$

ZPŮSOB 3 - PORUŠENÍ ŠROUBŮ

$$F_{T,3,Rd} = \sum F_{t,Rd}^1 = 2 \cdot 264,38 = 528,76 \text{ kN}$$

NÁVRHOVÁ ÚNOSNOST T-PROFILU

$$F_{T,Rd}^{1, \text{PÁSNICE}} = \min(F_{T,1,Rd}; F_{T,2,Rd}; F_{T,3,Rd}) =$$

$$= \min(1334,7; 602,0; 528,76) = 528,76 \text{ kN}$$

- ŘADA ŠROUBŮ SOUSEDÍCÍ S VÝZTUHOU

$$M_{p1,1,Rd} = 0,25 \cdot 397,5 \cdot 30^2 \cdot 355 = 31,7 \text{ kNm}$$

$$M_{p1,2,Rd} = M_{p1,1,Rd} = 31,7 \text{ kNm}$$

ZPŮSOB 1

$$F_{T,1,Rd} = \frac{4 \cdot M_{p1,1,Rd}}{m} = \frac{4 \cdot 31,7 \cdot 10^6}{101} = 1255,4 \text{ kN}$$

ZPŮSOB 1

$$F_{T,2,Rd} = \frac{2 \cdot M_{p1,2,Rd} + n \cdot \sum F_{T,1,Rd}}{m+n}$$

$$= \frac{2 \cdot 31,7 \cdot 10^6 + 90 \cdot 2 \cdot 264,38 \cdot 10^3}{101+90} = 581,1 \text{ kN}$$

ZPŮSOB 3

$$F_{T,3,Rd} = \sum F_{T,1,Rd} = 528,76 \text{ kN}$$

NAVROHOVÁ ÚNOSNOST T-PROFILU

$$F_{T,Rd}^{2, PÁSNIČE} = \min (F_{T,1,Rd}; F_{T,2,Rd}; F_{T,3,Rd}) =$$

$$= \min (1255,4; 581,1; 528,76) = 528,76 \text{ kN}$$

- JINÁ VNITŘNÍ ŘADA ŠROUBŮ

$$M_{p1,1,Rd} = 0,25 \cdot 150 \cdot 30^2 \cdot 355 = 11,98 \text{ kNm}$$

$$M_{p1,2,Rd} = M_{p1,1,Rd} = 11,98 \text{ kNm}$$

ZPŮSOB 1

$$F_{T,1,Rd} = \frac{4 \cdot 11,98 \cdot 10^6}{101} = 474,5 \text{ kN}$$

ZPŮSOB 2

$$F_{T,2,Rd} = \frac{2 \cdot 11,98 \cdot 10^6 + 90 \cdot 2 \cdot 264,38 \cdot 10^3}{101+90} = 374,6 \text{ kN}$$

ZPŮSOB 3

$$F_{T,3,Rd} = 528,76 \text{ kN}$$

NAVROVÁ UNOSNOST T-PROFILU

$$F_{T,Rd}^{3-9, PÁSNICE} = \min (F_{T,1,Rd} ; F_{T,2,Rd} ; F_{T,3,Rd}) =$$

$$= \min (474,5 ; 374,6 ; 528,76) = 374,6 \text{ kN}$$

- SPODNI ŘADA ŠROUBŮ SOUSEDÍCÍ S VÝZTUHOU

$$M_{p1,1,Rd} = 0,25 \cdot 347 \cdot 30^2 \cdot 355 = 27,7 \text{ kNm}$$

$$M_{p1,2,Rd} = M_{p1,1,Rd} = 27,7 \text{ kNm}$$

ZPŮSOB 1

$$F_{T,1,Rd} = \frac{4 \cdot 27,7 \cdot 10^6}{101} = 1097,0 \text{ kN}$$

ZPŮSOB 2

$$F_{T,2,Rd} = \frac{2 \cdot 27,7 \cdot 10^6 + 90 \cdot 2 \cdot 264,38 \cdot 10^3}{101 + 90} = 539,2 \text{ kN}$$

ZPŮSOB 3

$$F_{T,3,Rd} = 528,76 \text{ kN}$$

NAVROVÁ UNOSNOST T-PROFILU

$$F_{T,Rd}^{10, PÁSNICE} = \min (1097,0 ; 539,2 ; 528,7) = 528,7 \text{ kN}$$

- NÁVRH UNOSNOSTI ČELNÍ DESKY NÁHRADNÍHO T-PROFILU ($m = m_{p1}$)

- KONCOVÁ ŘADA ŠROUBŮ VNEŠ TAZĚNÉ PÁSNICE

$$M_{p1,1,Rd} = 0,25 \cdot l_{eff,1} \cdot t_p^2 \cdot f_{yd} = 0,25 \cdot 267,5 \cdot 30^2 \cdot 355 = 21,4 \text{ kNm}$$

$t_p \dots$ TLOUŠŤKA ČELNÍ DESKY

$$M_{p1,2,Rd} = M_{p1,1,Rd} = 21,4 \text{ kNm}$$

ZPŮSOB 1

$$F_{T,1,Rd} = \frac{4 \cdot M_{p1,1,Rd}}{m} = \frac{4 \cdot 21,4 \cdot 10^6}{96,5} = 887,0 \text{ kN}$$

ZPŮSOB 2

$$F_{T,2,Rd} = \frac{2 \cdot M_{p1,2,Rd} + n \cdot \sum F_{t,Rd}}{m+n} =$$

$$= \frac{2 \cdot 21,4 \cdot 10^6 + 90 \cdot 2 \cdot 264,38 \cdot 10^3}{96,5+90} = 484,7 \text{ kN}$$

POZN. VÝPOČET $F_{t,Rd}$ VIZ STR. 126

ZPŮSOB 3

$$F_{T,3,Rd} = \sum F_{T,Rd} = 2 \cdot 264,38 = 528,76 \text{ kN}$$

NÁVRHOVÁ UNOSNOST NÁHRADNÍHO T-PROFILU

$$F_{T,Rd}^{1,DESKA} = \min(F_{T,1,Rd}; F_{T,2,Rd}; F_{T,3,Rd}) =$$

$$= \min(887,0; 484,7; 528,76) = 484,7 \text{ kN}$$

- ŘADA ŠROUBŮ POD TAZĚNOU PÁSNICI NOSNÍKU

$$M_{p1,1,Rd} = 0,25 \cdot 380,6 \cdot 30^2 \cdot 355 = 30,4 \text{ kNm}$$

$$M_{p1,2,Rd} = M_{p1,1,Rd} = 30,4 \text{ kNm}$$

ZPŮSOB 1

$$F_{T,1,Rd} = \frac{4 \cdot 30,4 \cdot 10^6}{96,5} = 1260,1 \text{ kN}$$

ZPŮSOB 2

$$F_{T,2,Rd} = \frac{2 \cdot 30,4 \cdot 10^6 + 90 \cdot 2 \cdot 264,38 \cdot 10^3}{96,5 + 90} = 581,2 \text{ kN}$$

ZPŮSOB 3

$$F_{T,3,Rd} = \sum F_{T,Rd}^1 = 2 \cdot 264,38 = 528,76 \text{ kN}$$

NÁVRHOVÁ ÚNOSNOST NÁHRADNÍHO T-PROFILU

$$F_{T,Rd}^{2,DESKA} = \min (F_{T,1,Rd}; F_{T,2,Rd}; F_{T,3,Rd}) = \\ = \min (1260,1; 581,2; 528,76) = 528,76 \text{ kN}$$

• VNITŘNÍ ŘADA ŠROUBŮ

$$M_{p1,1,Rd} = 0,25 \cdot 150 \cdot 30^2 \cdot 355 = 11,98 \text{ kNm}$$

$$M_{p1,2,Rd} = M_{p1,1,Rd} = 11,98 \text{ kNm}$$

ZPŮSOB 1

$$F_{T,1,Rd} = \frac{4 \cdot 11,98 \cdot 10^6}{96,5} = 496,6 \text{ kN}$$

ZPŮSOB 2

$$F_{T,2,Rd} = \frac{2 \cdot 11,98 \cdot 10^6 + 90 \cdot 2 \cdot 264,38 \cdot 10^3}{90 + 96,5} = 383,6 \text{ kN}$$

ZPŮSOB 3

$$F_{T,3,Rd} = \sum F_{T,Rd}^1 = 2 \cdot 264,38 = 528,76 \text{ kN}$$

NÁVRHOVÁ ÚNOSNOST NÁHRADNÍHO T-PROFILU

$$F_{T,Rd}^{3-8,DESKA} = \min (F_{T,1,Rd}; F_{T,2,Rd}; F_{T,3,Rd}) = \\ = \min (496,6; 383,6; 528,76) = 383,6 \text{ kN}$$

• KONCOVÁ ŘADA ŠROUBŮ

$$M_{p1,1,Rd} = 0,25 \cdot 324,3 \cdot 30^2 \cdot 355 = 25,9 \text{ kNm}$$

$$M_{p1,2,Rd} = M_{p1,1,Rd} = 25,9 \text{ kNm}$$

ZPŮSOB 1

$$F_{T,1,Rd} = \frac{4 \cdot 25,9 \cdot 10^6}{96,5} = 1073,6 \text{ kN}$$

ZPŮSOB 2

$$F_{T,2,Rd} = \frac{2 \cdot 25,9 \cdot 10^6 + 2 \cdot 90 \cdot 264,38 \cdot 10^3}{96,5 + 90} = 532,9 \text{ kN}$$

ZPŮSOB 3

$$F_{T,3,Rd} = \sum F_{T,Rd}^1 = 2 \cdot 264,38 = 528,76 \text{ kN}$$

NÁVRHOVÁ ÚNOSNOST NÁHRADNÍHO T-PROFILU

$$\begin{aligned} F_{T,Rd}^{10,DESKA} &= \min (F_{T,1,Rd}; F_{T,2,Rd}; F_{T,3,Rd}) = \\ &= \min (1073,6; 532,9; 528,76) = \\ &= 528,76 \text{ kN} \end{aligned}$$

• UNOSNOST ZÁKLADNÍCH KOMPONENT

1) STĚNA SLOUPU V TAHU

• KONCOVÁ ŘADA ŠROUBŮ

$$F_{t,wc,rd}^1 = \frac{\omega \cdot b_{eff,t,wc} \cdot t_{wc} \cdot f_{y,wc}}{\gamma_{M10}} = \frac{0,853 \cdot 421,9 \cdot 18 \cdot 355}{1,0} = 2299,6 \text{ kN}$$

REDUKČNÍ SOUČINITEL INTERAKCE SE SMYKEM ω

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{1+1,3 \left(\frac{b_{eff,t,wc} \cdot t_{wc}}{A_{vc}} \right)}} = \frac{1}{\sqrt{1+1,3 \left(\frac{421,9 \cdot 18}{1463 \cdot 18} \right)}} = 0,853$$

$b_{eff,t,wc}$... U ŠROUBOVANÝCH PŘÍPOJŮ SE MA
 ÚČINNÁ VÝŠKA STĚNY V TAHU ROVNAT
 ÚČINNÉ DELCE NÁHRADNÍHO T-PROFILU,
 KTERÝ PŘEDSTAVUJE PÁSNICI SLOUPU
 A_{vc} ... SMYKOVÁ PLOCHA SLOUPU

• ŘADA ŠROUBŮ SOUSEDÍCÍ S VÝZTUHOU

$$F_{t,wc,rd}^2 = \frac{0,858 \cdot 397,5 \cdot 18 \cdot 355}{1,0} = 2179,3 \text{ kN}$$

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{1+1,3 \left(\frac{397,5 \cdot 18}{1445 \cdot 18} \right)}} = 0,858$$

• ŽILNÁ VNITŘNÍ ŘADA ŠROUBŮ

$$F_{t,wc,rd}^{3-9} = \frac{0,933 \cdot 150 \cdot 18 \cdot 355}{1,0} = 894,28 \text{ kN}$$

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{1+1,3 \left(\frac{150 \cdot 18}{1318 \cdot 18} \right)}} = 0,933$$

- SPODNI ŘADA ŠROUBŮ SOUSEDÍKÍ S VÝZTUHOU

$$F_{z,wcRd}^{10} = \frac{0,859 \cdot 347,18 \cdot 355}{1,0} = 1904,7 \text{ kN}$$

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{1 + 1,3 \left(\frac{347,18}{1275,18} \right)}} = 0,859$$

2) STĚNA PŘÍČLE V TAHU

- ŘADA ŠROUBŮ POD TAŽENOU PÁSNICÍ NOSNÍKU

$$F_{t,wb,Rd}^2 = \frac{b_{eff,t,wb} \cdot t_{wb} \cdot f_{y,wb}}{\gamma_{M0}} =$$

$$= \frac{380,6 \cdot 18 \cdot 355}{1,0} = 2432,0 \text{ kN}$$

$b_{eff,t,wb}$ ÚČINNÁ VÝŠKA STÖJINY NOSNÍKU V TAHU SE MÁ UVAŽOVAT ROVNĚ ÚČINNĚ DÉLCE NÁHRADNÍHO T-PROFILU, KTERÝ PŘEDSTAVUJE ČELNÍ DESKU V OHYBU

- VNITRNÍ ŘADA ŠROUBŮ

$$F_{t,wb,Rd}^{3-9} = \frac{150 \cdot 18 \cdot 355}{1,0} = 958,5 \text{ kN}$$

- KONCOVÁ ŘADA ŠROUBŮ

$$F_{t,wb,Rd}^{10} = \frac{324 \cdot 3 \cdot 18 \cdot 355}{1,0} = 2072,2 \text{ kN}$$

VÝSLEDNÉ ÚNOSNOSTI ŘAD ŠROUBŮ V TAHU

1) ÚNOSNOST 1. ŘADY ŠROUBŮ

$$F_{T,Rd}(\text{row } 1) = \min (F_{t,w_c,Rd}^1; F_{T,Rd}^{1,PAŠNICE}; F_{T,Rd}^{1,DESKA}) = \\ = \min (2299,6; 528,76; 484,7) = 484,7 \text{ kN}$$

2) ÚNOSNOST 2. ŘADY ŠROUBŮ

$$F_{T,Rd}(\text{row } 2) = \min (F_{t,w_c,Rd}^2; F_{t,w_b,Rd}^2; F_{T,Rd}^{2,PAŠNICE}; F_{T,Rd}^{2,DESKA}) = \\ = \min (2179,3; 2432,0; 528,76; 528,76) = \\ = 528,76 \text{ kN}$$

3) ÚNOSNOST ZINÝCH VNITŘNÍCH ŘAD ŠROUBŮ

$$F_{T,Rd}(\text{row } 3-9) = \min (F_{t,w_c,Rd}^{3-9}; F_{t,w_b,Rd}^{3-9}; F_{T,Rd}^{3-9,PAŠNICE}; \\ F_{T,Rd}^{3-9,DESKA}) = \min (894,28; 958,5; 374,6; \\ 383,6) = 374,6 \text{ kN}$$

4) ÚNOSNOST KONCOVÉ ŘADY

$$F_{T,Rd}(\text{row } 10) = \min (F_{t,w_c,Rd}^{10}; F_{t,w_b,Rd}^{10}; F_{T,Rd}^{10,PAŠNICE}; \\ F_{T,Rd}^{10,DESKA}) = \min (1904,7; 2072,2; 528,7; \\ 528,76) = 528,76 \text{ kN}$$

• ÚNOSNOST TLÁČENÉ OBLASTI

1) STĚNA SLOUPU V TLAKU

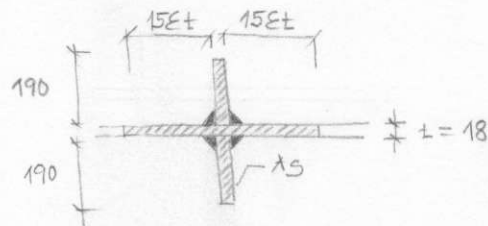
- NAVRŽENA VÝZTUHA V TLÁČENÉ OBLASTI
- VÝZTUHA MUSÍ PŘENĚST SILU ROVNOU SOUČTU TAHOVÝCH SIL V JEDNOTLIVÝCH ŘADÁCH ŠROUBŮ

$$\rightarrow \sum F_{T,Rd}(\text{row } i) = 484,7 + 528,76 + 7 \cdot 374,6 + 528,76 = \\ = 4164,42 \text{ kN}$$

PŘEDPOKLÁDÁ SE, ŽE PŘENESE ALESPON
MAXIMÁLNÍ SILU PŮSOBÍCÍ VE VŠECH ŘADÁCH
ŠROUBŮ, Tedy $F_{t,w_c,Rd} = 4164,42 \text{ kN}$

ÚNOSNOST VÝZTUHY

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



$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{355}} = 0,81$$

$$15 \cdot \varepsilon \cdot t = 15 \cdot 0,81 \cdot 18 = 218,7 \text{ mm}$$

$$A_s = 40 \cdot 190 \cdot 2 + (2 \cdot 218,7 + 40) \cdot 18 = 23793,2 \text{ mm}^2$$

$$l_{cr} = 0,7 \cdot h_w = 0,7 \cdot 1251 = 875 \text{ mm}$$

$$\text{ŠTÍHLOST } \lambda = l_{cr} \cdot \sqrt{\frac{A_s}{I_s}} = 875 \cdot \sqrt{\frac{23793,2}{165233562}} = 10,5$$

POMĚRNÁ ŠTÍHLOST $\bar{\lambda} = \frac{\lambda}{\lambda_1}$, kde λ_1 JE SROVNAVACÍ ŠTÍHLOST DLE VZTAHU

$$\lambda_1 = 93,9 \cdot \varepsilon = 93,9 \cdot 0,81 = 76,06$$

$$\bar{\lambda} = \frac{10,5}{76,06} = 0,14$$

$$\bar{\lambda} = 0,14 < 0,2 \Rightarrow \chi = 1,0$$

$$N_{b,Rd} = 1,0 \cdot \frac{23793,2 \cdot 355}{1,0} = 8446,6 \text{ kN}$$

$$N_{b,Rd} \gg \sum F_{T,Rd}(\text{row } i)$$

$$8446,6 \text{ kN} \gg 4164,42 \text{ kN} \quad \text{VYHOVUJE}$$

2) PÁSNICE A STĚNA NOSNIKU V TLAKU

MAXIMÁLNÍ SÍLA PŮSOBÍCÍ V PÁSNICI NOSNIKU JE

$$F_{c,fb,Rd} = \frac{M_{c,Rd}}{(h - t_{fb})}, \text{ kde } M_{c,Rd} \dots \text{ MOMENT ÚNOSNOSTI PŘÍČLE}$$

$$M_{c,Rd} = \frac{W_{el,y} \cdot f_y}{\gamma_{M0}}$$

$t_{fb} \dots$ TLOUŠŤKA PÁSNIC PŘÍČLE

$$M_{c,Rd} = \frac{28\,226\,977,4 \cdot 355}{1,0} = 10020 \text{ kNm}$$

$$F_{c,fb,Rd} = \frac{10020 \cdot 10^6}{(1490 - 40)} = 6910,3 \text{ kNm}$$

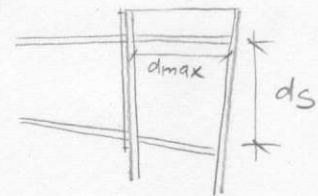
VÝSLEDNÁ ÚNOSNOST TLAČENÉ OBLASTI

ÚNOSNOST TLAČENÉ OBLASTI VE:

$$F_{c,Rd} = \min(F_{c,wc,Rd}; F_{c,fb,Rd}) = \\ = \min(4164,4; 6910,3) = 4164,4 \text{ kN}$$

STĚNA SLOUPU VE SHYKU

JSOU-LI POUŽITY PŘÍČNÉ VÝZTUHY, LZE NÁVRHOVOU ÚNOSNOST PANELU STĚNY SLOUPU VE SHYKU $V_{wp,Rd}$ ZVÝŠIT O $V_{wp,add,Rd}$ DANOU VÝRAZEM:



$$V_{wp,add,Rd} = \frac{4 \cdot M_{pl,f,c,Rd}}{d_s}$$

ÚNOSNOST ODVOZENA Z MOMENTU, KTERÝ PŘENESE PŘÍRUBA SLOUPU

d_s ... VZDALENOST STŘEDŮ VÝZTUH 1515mm

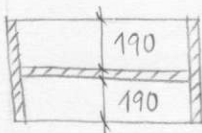
$M_{pl,f,c,Rd}$... PLASTICKÝ MOMENT ÚNOSNOSTI PŘÍRUBY SLOUPU

$$M_{pl,f,c,Rd} = W_{pl,f} \cdot f_y = \frac{400 \cdot 30^2}{4} \cdot 355 = 31,95 \text{ kNm}$$

$$V_{wp,add,Rd} = \frac{4 \cdot 31,95 \cdot 10^6}{1515} = 84\,356 \text{ N, ale zároveň}$$

$$V_{wp,add,Rd} \leq \frac{2 \cdot M_{pl,f,c,Rd} + 2 \cdot M_{pl,st,Rd}}{d_s}$$

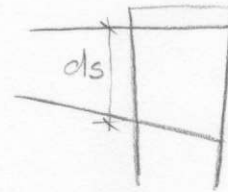
$M_{pl,st,Rd}$... NÁVRHOVÁ PLASTICKÁ MOMENTOVÁ ÚNOSNOST VÝZTUHY



$$M_{pl,st,Rd} = (2 \cdot 190) \cdot t_s \cdot f_y \cdot d_s =$$

$$= (2.190) \cdot 40 \cdot 355 \cdot (1465) = 7905,1 \text{ kNm}$$

↳ MINIMÁLNÍ VZDÁLENOST



$$V_{wp,add,Rd} \leq \frac{2 \cdot 31,95 \cdot 10^6 + 2 \cdot 7905 \cdot 10^6}{1515} = 10\,477 \text{ kN}$$

→ PODMÍNKA JE SPLNĚNA

$$V_{wp,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_v \cdot f_{yd}}{\sqrt{3}}, \text{ kde } A_v \dots \text{ SMYKOVÁ PLOCHA PRŮŘEZU SLOUPU}$$

1250 · 18 = 22500 mm²
↳ MINIMÁLNÍ ROZMĚR STŮŽINY SLOUPU V RÁMOVĚM ROHU

$$V_{wp,Rd} = \frac{0,9 \cdot 22500 \cdot 355}{\sqrt{3}} = 4\,150\,427 \text{ N}$$

VÝSLEDNÁ NÁVRHOVÁ ÚNOSNOST STĚNY SLOUPU VE SHYKU

$$4\,150\,427 + 84\,356 = 4\,234\,783 \text{ N} = 4\,235 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{wp,Rd,mod}}{\beta}, \text{ kde } \beta=1 \text{ PRO JEDNOSTRANNÝ PŘÍPOJ (TRANSFORMAČNÍ SOUČINITEL)}$$

$$\frac{4235}{1} = 4235 \text{ kN} > 4164,42 \text{ kN} = \Sigma F_{t,Rd}$$

STĚNA SLOUPU VYHOVUJE

• ROZDĚLENÍ SIL A MOMENTOVÁ ÚNOSNOST

ŘÁDA	ÚNOSNOST ŘÁDY ($F_{T,Rd,row i}$)	RAMENO h_i
1	484,7 kN	1545 mm
2	528,76 kN	1345 mm
3	374,6 kN	1195 mm
4		1045 mm
5		895 mm
6		745 mm
7		595 mm
8		445 mm
9		295 mm
10	528,76 kN	145 mm

PRO PLASTICKÉ ROZDĚLENÍ SIL VE STYČNÍKU
MUSÍ BÝT SPLNĚNA PODMÍNKA

$$F_{T,x,Rd} \leq 1,9 \cdot F_{T,Rd} \quad (\text{ADY SILA V ŽADNÉ ŘÁDE ŠROUBŮ NEPŘEKROČILA 1,9 NÁSObEK ÚNOSNOSTI ŠROUBU V TAHU})$$

$$F_{T,1,Rd} = 484,7 \text{ kN} \leq 1,9 \cdot 264,38 = 502,32 \text{ kN} \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$F_{T,2,Rd} = 528,76 \text{ kN} > 502,32 \text{ kN} \quad \text{NEVYHOVUJE}$$

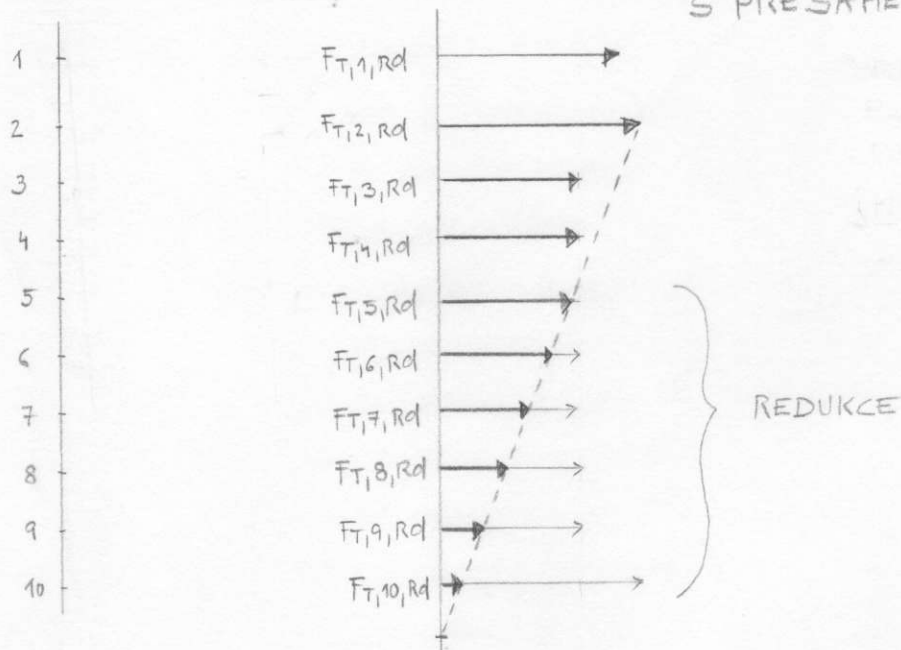
$$F_{T,3-8,Rd} = 374,6 \text{ kN} \leq 502,32 \text{ kN} \quad \text{VYHOVUJE}$$

⇒ VŠECHNY PODMÍNKY SPLNĚNY NEJSOU
NELZE POUŽÍT PLASTICKÉ ROZDĚLENÍ SIL

PROTOŽE $F_{T,x,Rd} > 1,9 F_{T,Rd}$ REDUKUJTE SE
ÚNOSNOST ŘÁDY ŠROUBŮ V TAHU

$$F_{T,Rd} = F_{T,x,Rd} \cdot \frac{h_r}{h_x}$$

PRUŽNĚ-PLASTICKE' ROZDĚLENÍ (PRO ČELNÍ DESKU S PŘESAHEM)



$$\frac{F_{T,2,Rd}}{F_{T,5,Rd}} = \frac{r_2}{r_5}$$

$$\frac{528,76}{F_{T,5,Rd}} = \frac{1,345}{0,895}$$

$$F_{T,5,Rd} = 351,9 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{T,2,Rd}}{F_{T,6,Rd}} = \frac{r_2}{r_6}$$

$$\frac{528,76}{F_{T,6,Rd}} = \frac{1,345}{0,745}$$

$$F_{T,6,Rd} = 292,9 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{T,2,Rd}}{F_{T,7,Rd}} = \frac{r_2}{r_7}$$

$$\frac{528,76}{F_{T,7,Rd}} = \frac{1,345}{0,595}$$

$$F_{T,7,Rd} = 233,9 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{T,2,Rd}}{F_{T,8,Rd}} = \frac{r_2}{r_8}$$

$$\frac{528,76}{F_{T,8,Rd}} = \frac{1,345}{0,445}$$

$$F_{T,8,Rd} = 174,9 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{T,2,Rd}}{F_{T,9,Rd}} = \frac{r_2}{r_9}$$

$$\frac{528,76}{F_{T,9,Rd}} = \frac{1,345}{0,295}$$

$$F_{T,9,Rd} = 116,0 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{T,2,Rd}}{F_{T,10,Rd}} = \frac{r_2}{r_{10}}$$

$$\frac{528,76}{F_{T,10,Rd}} = \frac{1,345}{0,145}$$

$$F_{T,10,Rd} = 57,0 \text{ kN}$$

MOMENTOVÁ ÚNOSNOST PŘÍPOJE

$$M_{rd} = \sum F_{T,x,rd} \cdot r_x \quad | \quad \text{kde } x \text{ označuje příslušnou řadu šroubů}$$

$$\begin{aligned} M_{rd} &= 484,7 \cdot 1,545 + 528,76 \cdot 1,345 + 374,6 \cdot 1,145 + \\ &+ 374,6 \cdot 1,045 + 351,9 \cdot 0,845 + 292,9 \cdot 0,745 + \\ &+ 233,9 \cdot 0,545 + 174,9 \cdot 0,445 + 116,0 \cdot 0,295 + \\ &+ 57,0 \cdot 0,145 = 3091,8 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$M_{rd} \geq M_{ed}$$

$$\underline{3091,8 \text{ kNm} \geq 2754,56 \text{ kNm}} \quad \text{VYHOVUJE}$$

MOMENTOVÁ ÚNOSNOST NAVRŽENÉHO STYČNÍKU VYHOVUJE

SMYKOVÁ ÚNOSNOST

PRUŽNÉ POSOUZENÍ

$$F_{V,ed} = \frac{V_{ed}}{n} = \frac{391,41}{10} = 39,14 \text{ kN} \quad \text{PRO 1 ŘADU}$$

ÚNOSNOST VE STŘIHU (1 ŠROUB)

$$F_{T,rd}^1 = \frac{0,6 \cdot A_s \cdot f_{ub}}{1,12} \quad \text{pro šrouby třídy 8.8}$$

$$F_{T,rd}^1 = \frac{0,6 \cdot 459 \cdot 800}{1,25} = 176,26 \text{ kN}$$

ÚNOSNOST V OTLACENÍ (1 ŠROUB)

$$F_{b,rd}^1 = \frac{k_1 \cdot \alpha_b \cdot d \cdot t \cdot f_w}{1,12}$$

kde t ... MENŠÍ TLOUŠŤKA SPOJOVANÝCH PRVKŮ

$$\alpha_b = \min \left(\frac{e_1}{3 \cdot d_0} ; \frac{f_{ub}}{f_w} ; 1,0 \right) \quad \text{pro šrouby na konci}$$

$$\alpha_b = \min \left(\frac{P_1}{3d_0} - \frac{1}{4}; \frac{f_{yb}}{f_w}; 1,0 \right) \text{ pro vnitřní šrouby}$$

$$\begin{aligned} \text{ŠROUBY NA KONCI } \alpha_b &= \min \left(\frac{60}{3 \cdot 30}; \frac{800}{510}; 1,0 \right) = \\ &= \min (0,667; 1,57; 1,0) = 0,667 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{VNITŘNÍ ŠROUBY } \alpha_b &= \min \left(\frac{150}{3 \cdot 30}; \frac{800}{510}; 1,0 \right) = \\ &= \min (1,667; 1,57; 1,0) = 1,0 \end{aligned}$$

$$k_1 = \min \left(2,8 \cdot \frac{e_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right) \text{ pro šrouby u okraje}$$

$$k_1 = \min \left(1,4 \cdot \frac{P_2}{d_0} - 1,7; 2,5 \right) \text{ pro vnitřní šrouby}$$

$$\begin{aligned} \text{ŠROUBY U OKRAJE } k_1 &= \min \left(2,8 \cdot \frac{90}{30} - 1,7; 2,5 \right) = \\ &= \min (6,7; 2,5) = 2,5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{VNITŘNÍ ŠROUBY } k_1 &= \min \left(1,4 \cdot \frac{220}{30} - 1,7; 2,5 \right) = \\ &= \min (8,57; 2,5) = 2,5 \end{aligned}$$

$$\text{ŠROUBY NA KONCI } F_{b,Rd}^1 = \frac{2,5 \cdot 0,667 \cdot 27 \cdot 30 \cdot 510}{1,25} = 551,1 \text{ kN}$$

$$\text{VNITŘNÍ ŠROUBY } F_{b,Rd}^1 = \frac{2,5 \cdot 1,0 \cdot 27 \cdot 30 \cdot 510}{1,25} = 826,2 \text{ kN}$$

\Rightarrow ROZHODUJE ÚNOSNOST VE STRÍHU

ÚNOSNOST ŘADY ŠROUBŮ JE:

$$F_{v,Rd} = 2 \cdot F_{v,Rd}^1 = 2 \cdot 176,26 = 352,52 \text{ kN}$$

$$F_{v,Rd} \geq F_{v,Ed}$$

$$\underline{352,52 \text{ kN} \geq 39,14 \text{ kN} \quad \text{VÝHOVUJE}}$$

POZN. STYČNÍK JE NAMÁHÁN TAKÉ OSOVOU SILOU

$$N_{Ed} = 287,4 \text{ kN}$$

OSOVOU SILU VE STYČNÍKU LZE ZANEDBAT,
POKUD NEPŘEKROČÍ 10% ÚNOSNOSTI PŘIPOJENÉHO
NOSNÍKU V TLAKU

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{57560 \cdot 355}{1,0} = 20433,8 \text{ kN}$$

$$\rightarrow 10\% \rightarrow 2043,38 \text{ kN}$$

$$287,4 \text{ kN} < 2043,38 \text{ kN} \quad \text{PODMÍNKA JE SPLNĚNA}$$

POSOUZENÍ ŠROUBOVANÉHO PŘÍPOJE NA KOMBINACI
SMYKU A TAHU

$$\frac{F_{v,Ed}^1}{F_{v,Rd}^1} + \frac{F_{t,Ed}^1}{1,4 \cdot F_{t,Rd}^1} \leq 1,0 \quad F_{t,Ed}^1 \dots \text{MAXIMÁLNÍ TAHOVÁ SILA DO JEDNOHO ŠROUBU}$$

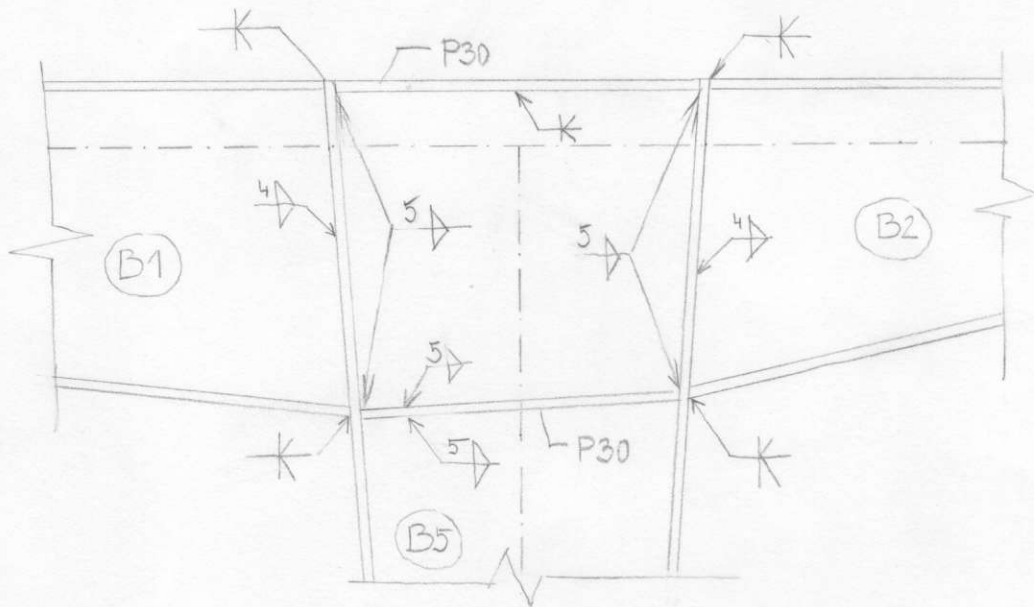
$$\frac{39,14/2}{176,26} + \frac{214}{1,4 \cdot 264,38} = 0,69 \leq 1,0$$

VYHOVUJE

$F_{t,Rd}^1$... VÝPOČET VIZ STR. 126

6.3. SVAŘOVANÝ RÁMOVÝ

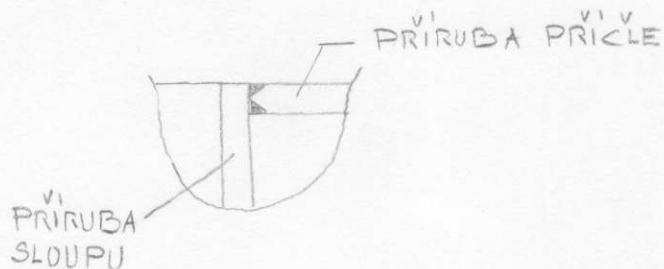
ROH PRVKŮ B1, B2 a B5



• SVAŘ OKOLO PŘÍRUBY

SVAŘ HORNÍ A DOLNÍ PŘÍRUBY BUDE PROVEDEN OBOUSTRANNÝM 1/2V-SVAREM (K-SVAREM)

SVAŘ BUDE PROVEDEN DLE SCHEMATU:



SVAŘ NENÍ TŘEBA ZVLÁŠT' POSUZOVAT

- SVAR STOJINY K ČELNÍ DESCE

$$V_{Ed} = 333,83 \text{ kN (NELINEÁRNÍ KOMBINACE NCH)}$$

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

$$\sigma_{II} = \frac{V_{Ed}}{2 \cdot a \cdot l} = \frac{333\,830}{2 \cdot 4 \cdot 895} = 46,6 \text{ MPa}$$

$$\frac{f_w}{\sqrt{3} \cdot \beta_w \cdot \gamma_{M2}} = \frac{510}{\sqrt{3} \cdot 0,9 \cdot 1,25} = 261,7 \text{ MPa}$$

Kde KORELAČNÍ SOUČINITEL β_w PRO KOUTOVÉ SVARY A OCEL S355 JE 0,9

DÍLČÍ SOUČINITEL SPOLEHLIVOSTI MATERIÁLU $\gamma_{M2} = 1,25$ DLE ČSN EN 1993-1-1

$$\underline{46,6 \text{ MPa} \leq 261,7 \text{ MPa} \text{ VYHOVUJE}}$$

SVAR OKOLO STOJINY VYHOVÍ

- POSOUZENÍ STĚNY SLOUPU NA SMYK

ÚNOSNOST = SMYKOVÁ ÚNOSNOST STĚNY + ÚNOSNOST ODVOZENÁ Z MOMENTU, KTERÝ PŘENESE PŘÍRUBA SLOUPU

$$V_{wpl,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_v \cdot f_{yd}}{\sqrt{3}} + \frac{4 \cdot M_{pl,Rd}}{d_s}$$

A_v SMYKOVÁ PLOCHA PRŮŘEZU SLOUPU

$$825 \cdot 18 = 14\,850 \text{ mm}^2$$

$M_{pl,f,Rd}$ PLASTICKÝ MOMENT ÚNOSNOSTI PŘÍRUBY SLOUPU

$$M_{pl,f,Rd} = W_{pl,f} \cdot f_{yd} = \frac{360 \cdot 20^2}{4} \cdot 355 =$$

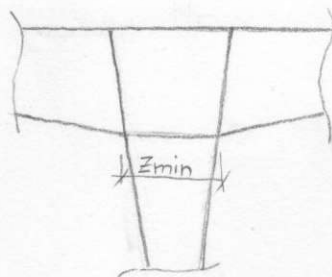
$$= 12\,780\,000 \text{ Nmm} = 12,78 \text{ kNm}$$

d_s VZDALENOST STŘEDŮ VÝZTUH $908 + 30 = 938 \text{ mm}$

$$V_{wp,Rd} = \frac{0,9 \cdot 14850 \cdot 355}{\sqrt{3}} + \frac{4 \cdot 12,78 \cdot 10^6}{938} =$$

$$= 2\,739\,282 + 54\,499 = 2\,793,8 \cdot 10^3 \text{ N}$$

SÍLA PŮSOBÍCÍ NA SMYKOVÉ POLE SLOUPU



$$V_{wp,Ed} = \frac{M_{Ed}}{z_{min}} = \frac{1789,36}{0,825} = 2169 \text{ kN}$$

kde z_{min} MENŠÍ Z ROZMĚRŮ SMYKOVÉHO POLE

$$V_{wp,Ed} \leq V_{wp,Rd}$$

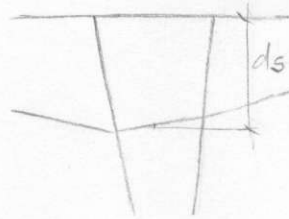
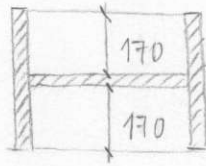
$$\underline{2169 \text{ kN} \leq 2793,8 \text{ kN} \quad \text{VÝHOVUJE}}$$

SMYKOVÉ POLE SLOUPU VÝHOVÍ

• VODOROVNÉ VÝZTUHY SLOUPU

POZN. VODOROVNÉ VÝZTUHY BY MĚLY BÝT SCHOPNY PŘENĚST ALESPŮŇ TAK VELKÝ MOMENT JAKO PŘÍRUBY SLOUPU

NÁVRH OBOUSTRANNE VÝZTUHY $2 \cdot 170 = 340 \text{ mm}$

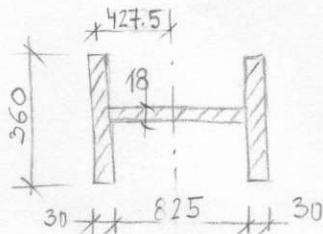


- MOMENT ÚNOSNOSTI VÝZTUHY

$$M_{pl,s,Rd} = 340 \cdot t_s \cdot f_{yd} \cdot d_s$$

$$M_{pl,s,Rd} = 340 \cdot t_s \cdot 355 \cdot 938 = 113,2 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

- MOMENT ÚNOSNOSTI OBOU PŘÍRUB SLOUPU



$$M_{pl,f,Rd} = (2 \cdot 360 \cdot 30 \cdot 427,5) \cdot 355$$

$$M_{pl,f,Rd} = 3278,1 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$\Rightarrow t_s \geq \frac{M_{pl,f,Rd}}{113,2 \cdot 10^6} = \frac{3278,1 \cdot 10^6}{113,2 \cdot 10^6} = 29,0 \text{ mm}$$

NÁVRH $t_s = 30 \text{ mm}$

- SVARY PŘIPOJUJÍCÍ VÝZTUHY KE STOJINĚ

$a = 5 \text{ mm}$, KOUTOVÉ SVARY SPODNÍCH VÝZTUH

$$V_{ws,Ed} = \frac{M_{ed}}{d_s} = \frac{1789,36}{0,938} = 1907,6 \text{ kN}$$

d_s ... VZDÁLENOST STŘEDŮ VÝZTUH

$$\sigma_{II} = \frac{V_{ws,Ed}}{4 \cdot a \cdot l} = \frac{1907600}{4 \cdot 5 \cdot 820} = 116,3 \text{ MPa}$$

$$\frac{f_w}{\sqrt{3} \cdot \beta_w \cdot \gamma_{M2}} = \frac{510}{\sqrt{3} \cdot 0,9 \cdot 1,25} = 261,7 \text{ MPa}$$

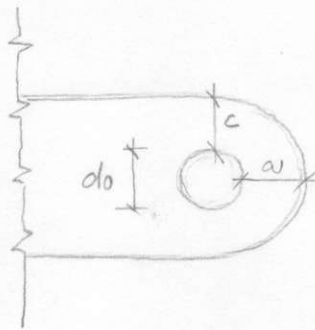
$$\underline{116,3 \text{ MPa} \leq 261,7 \text{ MPa} \quad \text{VYHOVUJE}}$$

SVAR OKOLO VÝZTUHY VYHOVÍ

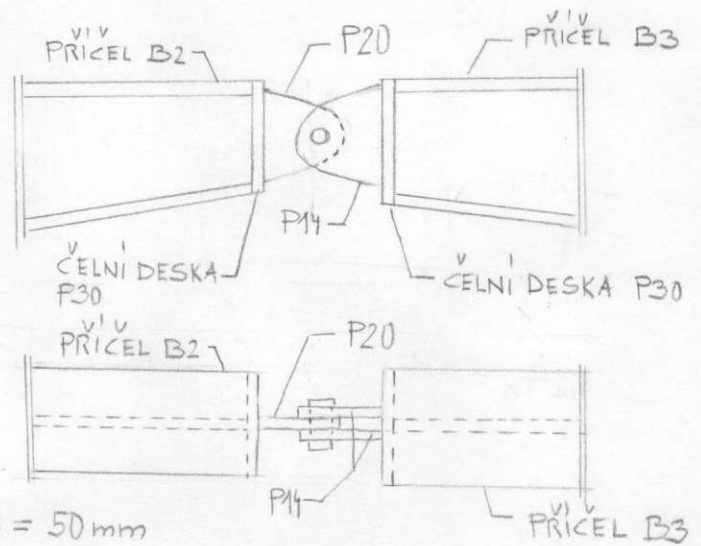
POZN. HORNÍ VÝZTUHA JE PŘIPOJENA DOBOUSTRANNÝM
1/2 V-SVAREM

6.4. ČEPOVÝ SPOJ (KLOUBOVÉ PŘIPOJENÍ PŘÍČLÍ B2 a B3)

GEOMETRIE ČEPU



PRŮMĚR ČEPU $\varnothing = 50 \text{ mm}$



$$F = \sqrt{N_{ed}^2 + V_{ed}^2} = \sqrt{288,15^2 + 222,02^2} = 363,8 \text{ kN}$$

(NELINEÁRNÍ KOMBINACE NC3 - VIZ ČÁST 5 -
VÝPOČETNÍ MODEL PRO ANALÝZU VNITŘNÍCH SIL)

$$\text{PRŮMĚR OTVORU } d_o = \varnothing + 3 \text{ mm} = 50 + 3 = 53 \text{ mm}$$

$$a \geq \frac{F \cdot \gamma_{M0}}{2 \cdot t \cdot f_y} + \frac{2 \cdot d_o}{3} = \frac{363800 \cdot 1,0}{2 \cdot 20 \cdot 355} + \frac{2 \cdot 53}{3} = 61,0 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow 70 \text{ mm}$$

$$c \geq \frac{F \cdot \gamma_{M0}}{2 \cdot t \cdot f_y} + \frac{d_o}{3} = \frac{363800 \cdot 1,0}{2 \cdot 20 \cdot 355} + \frac{53}{3} = 43,3 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow 50 \text{ mm}$$

MATERIÁL ČEPU $f_{yp} = 160 \text{ MPa}$
 $f_{up} = 570 \text{ MPa}$
 $E = 210 \text{ GPa}$

- ÚNOSNOST ČEPU VE STRÍHU

$$F_{V,Rd} = 0,6 \cdot A \cdot f_{yp} / \gamma_{M2} \geq F_{V,Ed}$$

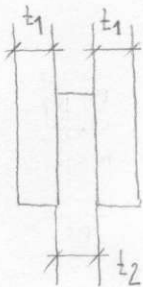
$$A = \pi \cdot \left(\frac{d}{2}\right)^2 = \pi \cdot \left(\frac{50}{2}\right)^2 = 1963,5 \text{ mm}^2$$

$$F_{V,Rd} = 0,6 \cdot 1963,5 \cdot 570 / 1,25 = 537,2 \text{ kN}$$

$$F_{V,Rd} \geq F_{V,Ed} = F/2 = 363,8/2 = 181,9 \text{ kN}$$

$$\underline{\underline{537,2 \text{ kN} \geq 181,9 \text{ kN} \quad \text{YHODVUJE}}}$$

- ÚNOSNOST PLECHU A ČEPU V OTLAČENÍ



$$F_{b,Rd} = 1,5 \cdot t \cdot d \cdot f_y / \gamma_{M0} \geq F_{b,Ed}$$

$$t = \min(t_2; 2 \cdot t_1) = \min(20; 2 \cdot 14) = 20 \text{ mm}$$

$$f_y = \min(f_y^{S355}; f_{yp}) = \min(355; 460) = 355 \text{ MPa}$$

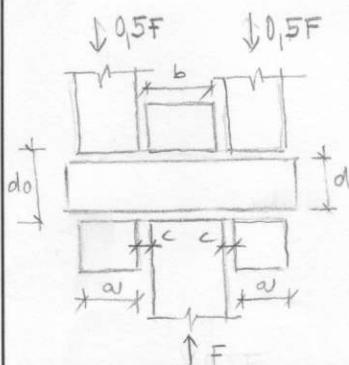
$$F_{b,Rd} = 1,5 \cdot 20 \cdot 50 \cdot 355 / 1,0 = 532,5 \text{ kN}$$

$$F_{b,Rd} \geq F_{b,Ed}$$

$$\underline{\underline{532,5 \text{ kN} \geq 363,8 \text{ kN} \quad \text{YHODVUJE}}}$$

- ÚNOSNOST ČEPU V OHYBU

$$M_{Rd} = 1,5 \cdot W_{el} \cdot f_{yp} / \gamma_{M0} \geq M_{Ed}$$



$$W_{el} = \frac{\pi d^3}{32} = \frac{\pi \cdot 50^3}{32} = 12271,8 \text{ mm}^3$$



$$M_{Ed} = \frac{F \cdot e_d}{8} (b + 4c + 2a) =$$

$$= \frac{363,8}{8} \cdot (0,020 + 4 \cdot 0,003 + 2 \cdot 0,014)$$

$$M_{Ed} = 2,729 \text{ kNm}$$

$$M_{rd} = 1,5 \cdot 12271,8 \cdot 460 / 1,0 = 8,47 \text{ kNm}$$

$$M_{rd} \geq M_{ed}$$

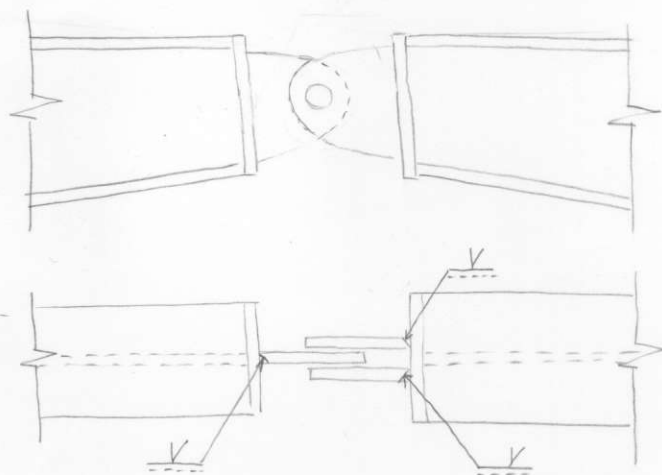
$$\underline{8,47 \text{ kNm} \geq 2,729 \text{ kNm} \text{ VYHOVUJE}}$$

• KOMBINACE OHYBU A STRÍHU

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

$$\left(\frac{2,721}{8,47} \right)^2 + \left(\frac{181,9}{537,2} \right)^2 = \underline{0,22 \leq 1,0 \text{ VYHOVUJE}}$$

• SVAR STYČNÍKOVÉHO PLECHU A ČELNÍ DESKY



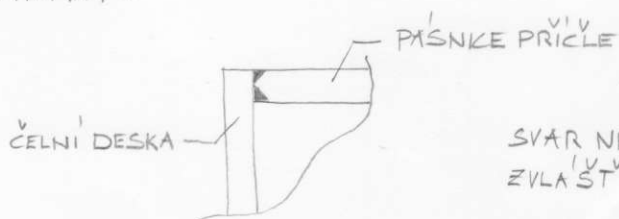
BUDE PROVEDEN
TUPÝ SVAR MEZI
PRVKY

SVAR NENÍ TŘEBA ZVLÁŠT' POSUZOVAT

• SVAR PŘÍČLE A ČELNÍ DESKY

SVAR BUDE PROVEDEN OBOUSTRANNÝM 1/2V - SVAREM

DLE SCHEMATU:



SVAR NENÍ TŘEBA
ZVLÁŠT' POSUZOVAT

6.5. KOTVENÍ SLOUPU B4

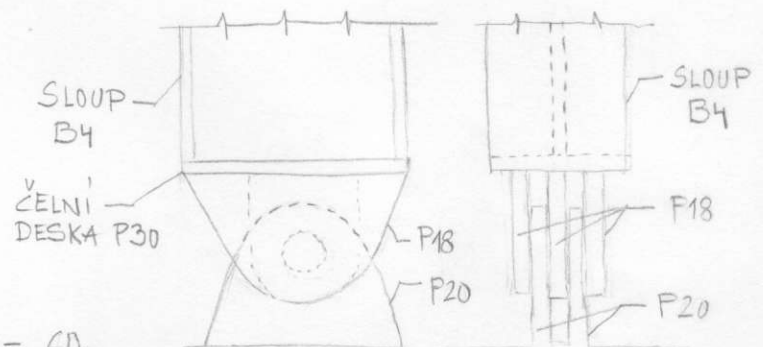
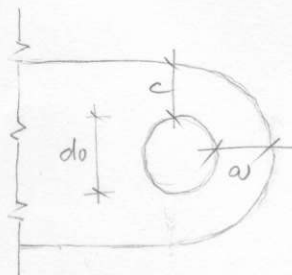
+ NÁVRH ČEPOVÉHO SPOJE

REAKCE V PATĚ SLOUPU - NELINEÁRNÍ KOMBINACE NC3

$$\left. \begin{array}{l} R_x = 294,39 \text{ kN} \\ R_z = 504,28 \text{ kN} \end{array} \right\} \text{ VIZ ČÁST 5 - VÝPOČETNÍ MODEL} \\ \text{PRO ANALÝZU VNITŘNÍCH SIL}$$

$$\text{VÝSLEDNICE REAKCÍ } F = \sqrt{R_x^2 + R_z^2} = \sqrt{294,39^2 + 504,28^2} = 583,9 \text{ kN}$$

GOMETRIE ČEPU



PRŮMĚR ČEPU $\phi = 60 \text{ mm}$

PRŮMĚR OTVORU $do = \phi + 3 \text{ mm} = 60 + 3 = 63 \text{ mm}$

$$a \geq \frac{0,5 \cdot F \cdot d_{110}}{2 \cdot t \cdot f_y} + \frac{2 \cdot do}{3} = \frac{0,5 \cdot 583900}{2 \cdot 20 \cdot 355} + \frac{2 \cdot 63}{3} = 62,6 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow 70 \text{ mm}$$

$$c \geq \frac{0,5 \cdot F \cdot d_{110}}{2 \cdot t \cdot f_y} + \frac{do}{3} = \frac{0,5 \cdot 583900}{2 \cdot 20 \cdot 355} + \frac{63}{3} = 41,6 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow 50 \text{ mm}$$

MATERIÁL ČEPU $f_{yp} = 460 \text{ MPa}$

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

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

• ÚNOSNOST ČĚPU VE STRÍHU

$$F_{v,Rd} = 0,6 \cdot A \cdot f_{up} / \gamma_{M2} \geq F_{v,Ed}$$

$$A = \pi \cdot \left(\frac{d}{2}\right)^2 = \pi \cdot \left(\frac{60}{2}\right)^2 = 2827,4 \text{ mm}^2$$

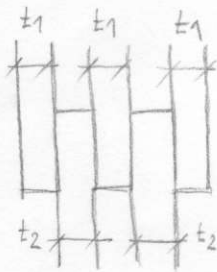
$$F_{v,Rd} = 0,6 \cdot 2827,4 \cdot 570 / 1,25 = 773,6 \text{ kN}$$

$$F_{v,Ed} = F/4 = 583,9 / 4 = 146 \text{ kN}$$

$$F_{v,Rd} \geq F_{v,Ed}$$

$$\underline{773,6 \text{ kN} \geq 146 \text{ kN} \quad \text{VYHOVUJE}}$$

• ÚNOSNOST PLECHU A ČĚPU V OTLAČENÍ



$$F_{b,Rd} = 1,5 \cdot t \cdot d \cdot f_y / \gamma_{M0} \geq F_{b,Ed}$$

$$t = \min(3 \cdot t_1, 2 \cdot t_2) = \min(3 \cdot 18; 2 \cdot 20) = 40 \text{ mm}$$

$$f_y = \min(f_y^{S355}; f_{yp}) = \min(355; 460) = 355 \text{ MPa}$$

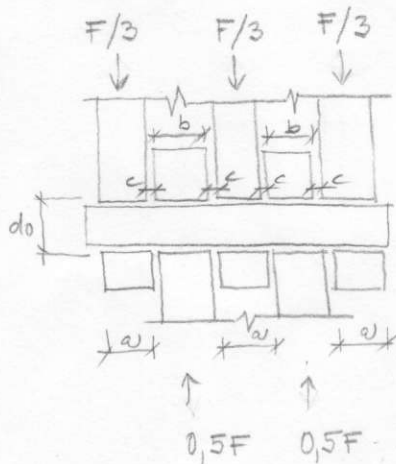
$$F_{b,Rd} = 1,5 \cdot 40 \cdot 60 \cdot 355 / 1,0 = 1278 \text{ kN}$$

$$F_{b,Ed} = F/2 = 583,9 / 2 = 291,95 \text{ kN}$$

$$F_{b,Rd} \geq F_{b,Ed}$$

$$\underline{1278 \text{ kN} \geq 291,95 \text{ kN} \quad \text{VYHOVUJE}}$$

• ÚNOSNOST ČĚPU V OHYBU



$$M_{Rd} = 1,5 \cdot W_{el} \cdot f_{yp} / \gamma_{M0} \geq M_{Ed}$$

$$W_{el} = \frac{\pi \cdot d^3}{32} = \frac{\pi \cdot 60^3}{32} = 21205,8 \text{ mm}^3$$

$$M_{Ed} = \frac{2}{9} \cdot (0,5 \cdot F) \cdot (4c + 2b + 3a) =$$

$$= \frac{2}{9} \cdot 0,5 \cdot 583,9 \cdot (4 \cdot 0,003 + 2 \cdot 0,020 +$$

$$+ 3 \cdot 0,018) = 6,88 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd} = 1,5 \cdot 21205,8 \cdot 460 / 1,0 = 14,63 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd} \geq M_{Ed}$$

$$\underline{14,63 \text{ kNm} \geq 6,88 \text{ kNm} \text{ VYHOVUJE}}$$

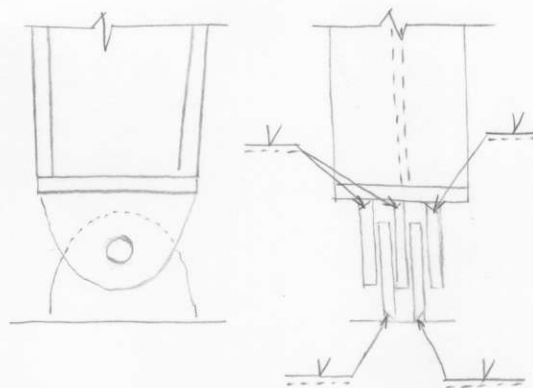
• KOMBINACE OHYBU A STRÍHU

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

$$\left(\frac{6,88}{14,63} \right)^2 + \left(\frac{146}{773,6} \right)^2 = \underline{0,26 \leq 1,0 \text{ VYHOVUJE}}$$

• NÁVRH SVARŮ

• SVAROVÝ PŘÍPOJ STYČNÍKOVÉHO PLECHU



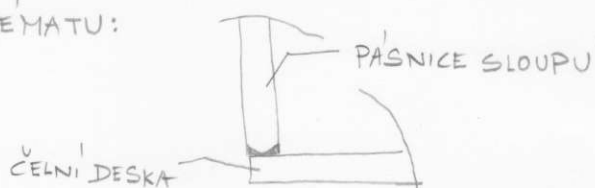
BUDE PROVEDEN
TUPÝ SVAR MEZI
PRVKY

SVAR NENÍ TŘEBA
ZVLÁŠT' POSUZOVAT

• SVAR SLOUPU A ČELNÍ DESKY

SVAR BUDE PROVEDEN OBOUSTRANNÝM
1/2V-SVAREM

DLE SCHEMATU:



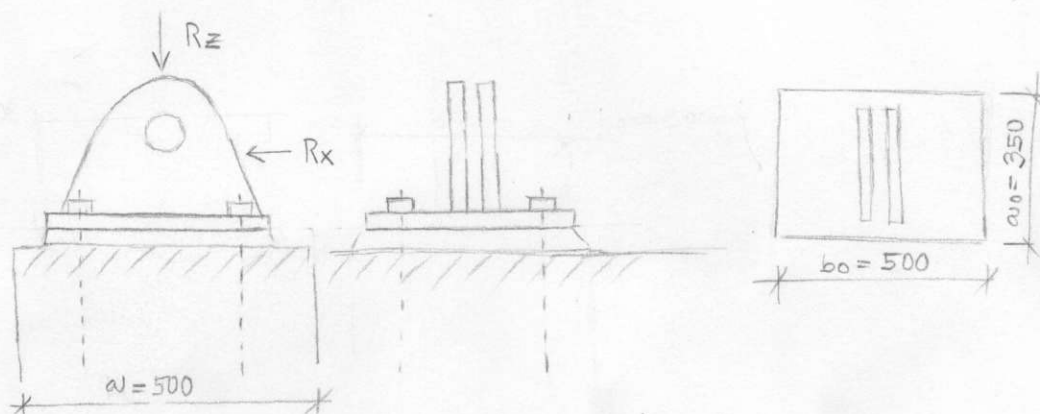
SVAR NENÍ TŘEBA ZVLÁŠT' POSUZOVAT

KOTVENÍ SLOUPU B4

- REAKCE ZVIŠTĚNY V PROGRAMU Scia Engineer 16
- VIZ ČÁST 5 - VÝPOČETNÍ MODEL PRO ANALÝZU VNITŘNÍCH SIL
- PATKA SLOUPU PŘENÁŠÍ NORMÁLOVOU A SMYKOVOU SILU

NELINEÁRNÍ KOMBINACE NČ3 $R_x = 294,39 \text{ kN}$
 $R_z = 504,28 \text{ kN}$

- STÁLE - NEPŘÍZŇIVĚ
- HLAVNÍ PROMĚNNÉ - SNÍH
- VEDLEJŠÍ PROMĚNNÉ REDUKOVÁNO - VÍTR PODELNÝ J (TLAK)



- SLOUP JE UKOTVEN K ŽELEZOBETONOVÉ STĚNĚ

pozn. TATO STĚNA NEBYLA PŘEDMĚTEM ŘEŠENÍ TĚTO DIPLOMOVÉ PRÁCE

TLOUŠŤKA STĚNY JE NAVRŽENA JAKO $a = 500 \text{ mm}$

- STANOVENÍ EFEKTIVNÍ ŠÍŘKY PATNÍ DESKY

ZAPOČÍTELNÉ ROZMĚRY

$$a_1 = \min \left\{ \begin{array}{l} 3 \cdot a_0 \\ a_0 + h \\ a_c \end{array} \right\}, \text{ kde } \begin{array}{l} a_0 \dots \text{ JE ROZMĚR PATNÍ DESKY} \\ h \dots \text{ VÝŠKA PATKY} \\ a_c \dots \text{ JE ROZMĚR BETONOVÉ} \\ \text{PATKY} \end{array}$$

$$a_1 = \min \begin{Bmatrix} 3 \cdot 350 \\ 350 + 1500 \\ 500 \end{Bmatrix} = 500 \text{ mm}$$

$$b_1 = \min \begin{Bmatrix} 3 \cdot b_0 \\ b_0 + h \\ b_c \end{Bmatrix} = \min \begin{Bmatrix} 3 \cdot 500 \\ 500 + 1500 \\ 1000 \end{Bmatrix} = 1000 \text{ mm}$$

NÁVRHOVÁ PEVNOST BETONU

ŽELEZOBETONOVÁ STĚNA JE UVAŽOVÁNA Z
BETONU TŘÍDY C 25/30

SOUČINITELE KONCENTRACE NAPĚTÍ

$$k_j = \sqrt{\frac{a_1 \cdot b_1}{a_0 \cdot b_0}} = \sqrt{\frac{500 \cdot 1000}{350 \cdot 500}} = 1,69$$

NÁVRHOVÁ PEVNOST BETONU

$$f_{jd} = \frac{\beta_j \cdot k_j \cdot f_{ck}}{\gamma_c}, \text{ kde } \beta_j \dots \text{ SOUČINITELE VLIVU PODLITÍ}$$

$$\beta_j = \frac{2}{3}, \text{ pokud platí}$$

$$1) \text{ tloušťka podliti} \leq 0,2 \cdot b$$

$$2) f_{ck} \text{ malty} \geq 0,2 \cdot f_{ck} \text{ betonu}$$

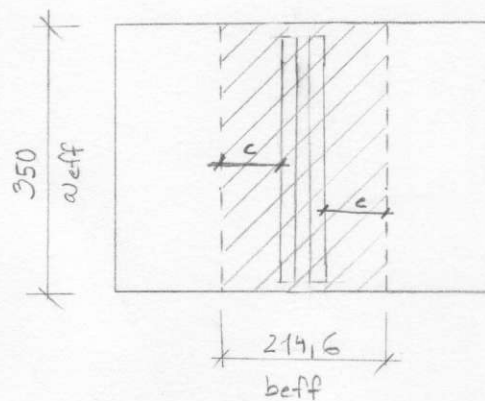
$\gamma_c \dots$ DÍLČÍ SOUČINITELE
SPOLEHLIVOSTI
MATERIÁLU $\gamma_c = 1,5$

$$f_{jd} = \frac{2}{3} \cdot \frac{1,69 \cdot 25}{1,5} = 18,78 \text{ MPa}$$

EFEKTIVNÍ ŠÍŘKA PÁTNI DESKY

$$c = t_p \cdot \sqrt{\frac{f_{yd}}{3 \cdot f_{jd}}}, \text{ kde } t_p \dots \text{ TLOUŠŤKA PÁTNIHO PLECHU}$$

$$c = 30 \cdot \sqrt{\frac{355}{3 \cdot 18,78}} = 75,3$$



ÚČINNÁ PLOCHA

$$A_{eff} = a_{eff} \cdot b_{eff}$$

$$A_{eff} = 214,6 \cdot 350$$

$$A_{eff} = 75110 \text{ mm}^2$$

POSOUZENÍ

$$\text{ÚNOSNOST } N_{Rd} = A_{eff} \cdot f_{jd}$$

$$N_{Rd} = 75110 \cdot 18,78 = 1411 \text{ kN}$$

$$N_{Rd} \geq R_z$$

$$1411 \text{ kN} \geq 504,28 \text{ kN} \quad \underline{\underline{\text{VÝHOVUJE}}}$$

• KOTEVNÍ ŠROUBY

NAVRH: KOTEVNÍ ŠROUB

LEPIČÍ HMOTA HIT-HY 200-A

NAVRHUJI: 4x KOTEVNÍ ŠROUB

HIT-V M27

EFEKTIV. KOTEVNÍ HLOUBKA 240 mm

POZH. HODNOTY PRO VÝPOČET PŘEVZATY Z
TABULEK VÝROBCE, VIZ STR. 171

KOTEVNÍ ŠROUBY VE SMYKU

NÁVRHOVÁ ÚNOSNOST VE SMYKU

$$V_{rd}^1 = 92,0 \text{ kN}$$

$$V_{rd} = n \cdot V_{rd}^1 = 4 \cdot 92,0 = 368 \text{ kN}$$

POSOUZENÍ

$$V_{rd} \geq R_x$$

$$\underline{\underline{368 \text{ kN} \geq 294,39 \text{ kN} \text{ VYHOVUJE}}}$$

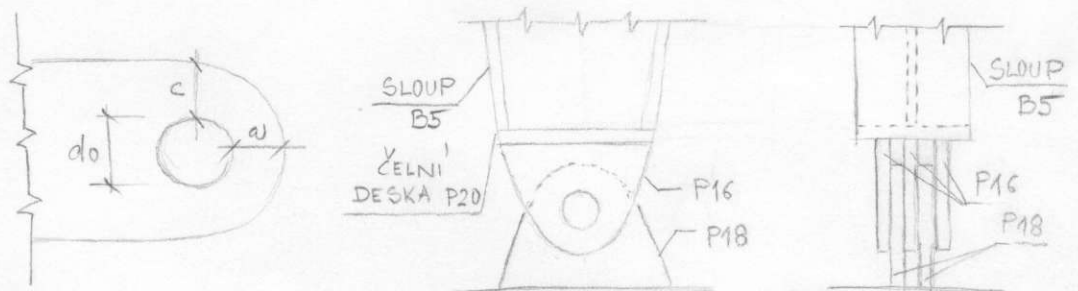
6.6. KOTVENÍ SLOUPU B5 + NÁVRH ČEPOVÉHO SPOJE

REAKCE V PATĚ SLOUPU - NELINEÁRNÍ KOMBINACE NCH

$$\left. \begin{array}{l} R_x = 294,54 \text{ kN} \\ R_z = 537,18 \text{ kN} \end{array} \right\} \text{VIZ ČÁST 5 - VÝPOČETNÍ MODEL PRO ANALÝZU VNITŘNÍCH SIL}$$

$$\text{VÝSLEDNICE REAKCÍ: } F = \sqrt{R_x^2 + R_z^2} = \sqrt{294,54^2 + 537,18^2} = 612,6 \text{ kN}$$

GEOMETRIE ČEPU



$$\text{PRŮMĚR ČEPU } \phi = 60 \text{ mm}$$

$$\text{PRŮMĚR OTVORU } d_o = \phi + 3 \text{ mm} = 60 + 3 = 63 \text{ mm}$$

$$a \geq \frac{0,5 \cdot F \cdot \eta_{M0}}{2 \cdot t \cdot f_y} + \frac{2 \cdot d_o}{3} = \frac{0,5 \cdot 612600}{2 \cdot 20 \cdot 355} + \frac{2 \cdot 63}{3} = 63,6 \text{ mm} \Rightarrow 70 \text{ mm}$$

$$c \geq \frac{0,5 \cdot F \cdot \eta_{M0}}{2 \cdot t \cdot f_y} + \frac{d_o}{3} = \frac{0,5 \cdot 612600}{2 \cdot 20 \cdot 355} + \frac{63}{3} = 42,6 \text{ mm} \Rightarrow 50 \text{ mm}$$

MATERIÁL ČEPU $f_{yp} = 460 \text{ MPa}$

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

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

• UNOSNOST ČEPU VE STRÍHU

$$F_{t,Rd} = 0,6 \cdot A \cdot f_{up} / \eta_{M2} \geq F_{t,Ed}$$

$$A = \pi \cdot \left(\frac{d}{2}\right)^2 = \pi \cdot \left(\frac{60}{2}\right)^2 = 2827,4 \text{ mm}^2$$

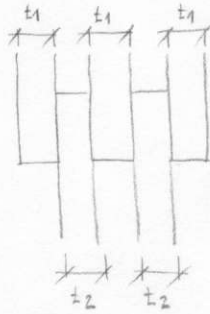
$$F_{v,Rd} = 0,6 \cdot 2827,4 \cdot 570 / 1,25 = 773,6 \text{ kN}$$

$$F_{v,Ed} = F/4 = 612,6/4 = 153,1 \text{ kN}$$

$$F_{v,Rd} \geq F_{v,Ed}$$

$$\underline{773,6 \text{ kN} \geq 153,1 \text{ kN} \quad \text{VYHOVUJE}}$$

• ÚNOSNOST PLECHU A ČEPU V OTLACENÍ



$$t_1 = 16 \text{ mm} \quad t_2 = 18 \text{ mm}$$

$$t = \min(3 \cdot t_1; 2 \cdot t_2) = \min(3 \cdot 16; 2 \cdot 18) = \min(48; 36) = 36 \text{ mm}$$

$$f_y = \min(f_y^{S355}; f_{yP}) = \min(355; 460) = 355 \text{ MPa}$$

$$F_{b,Rd} = 1,5 \cdot t \cdot d \cdot f_y / \gamma_{M0} \geq F_{b,Ed}$$

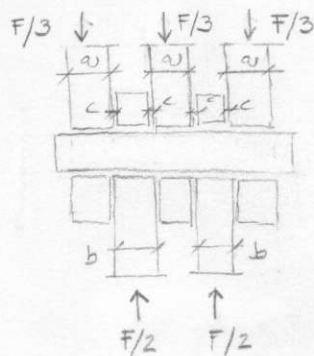
$$F_{b,Rd} = 1,5 \cdot 36 \cdot 50 \cdot 355 / 1,0 = 958,5 \text{ kN}$$

$$F_{b,Ed} = F/2 = 612,6/2 = 306,3 \text{ kN}$$

$$F_{b,Rd} \geq F_{b,Ed}$$

$$\underline{958,5 \text{ kN} \geq 306,3 \text{ kN} \quad \text{VYHOVUJE}}$$

• ÚNOSNOST ČEPU V OHYBU



$$M_{rd} = 1,5 \cdot W_{el} \cdot f_{yP} / \gamma_{M0} \geq M_{Ed}$$

$$W_{el} = \frac{\pi d^3}{32} = \frac{\pi \cdot 60^3}{32} = 21205,8 \text{ mm}^3$$

$$M_{Ed} = \frac{2}{9} \cdot (0,5 \cdot F) \cdot (4c + 2b + 3a) =$$

$$= \frac{2}{9} \cdot (0,5 \cdot 612,6) \cdot (4 \cdot 0,003 + 2 \cdot 0,020 + 3 \cdot 0,018) =$$

$$= 7,22 \text{ kNm}$$

$$M_{rd} = 1,5 \cdot 21205,8 \cdot 460 / 1,0 = 14,63 \text{ kNm}$$

$$M_{rd} \geq M_{ed}$$

$$\underline{\underline{14,63 \text{ kNm} \geq 7,22 \text{ kNm} \text{ VYHOVUJE}}}$$

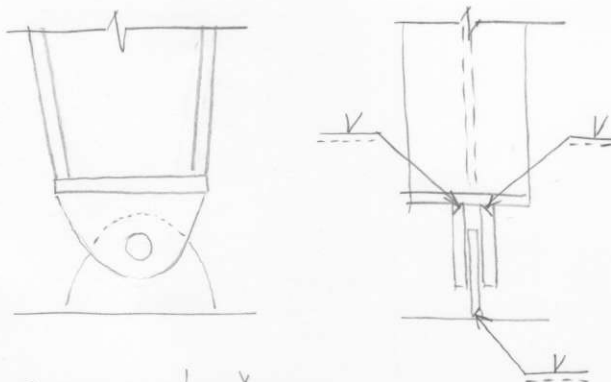
- KOMBINACE STŘÍHU A OHYBU

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

$$\left(\frac{7,22}{14,63}\right)^2 + \left(\frac{153,1}{773,6}\right)^2 = \underline{\underline{0,3 \leq 1,0 \text{ VYHOVUJE}}}$$

- NÁVRH SVARŮ

- SVAROVÝ PŘÍPOJ STYČNÍKOVÉHO PLECHU



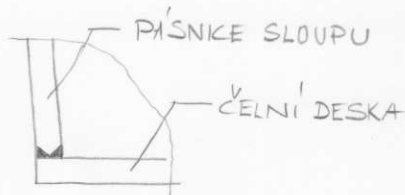
BUDE PROVEDEN
TUPÝ SVAR MEZI
PRVKY

SVAR NENÍ TŘEBA
ZVLÁŠT' POSUZOVAT

- SVAR SLOUPU A ČELNÍ DESKY

SVAR BUDE PROVEDEN OBOUSTRANNÝM
1/2V SVAREM

DLE SCHEMATU:



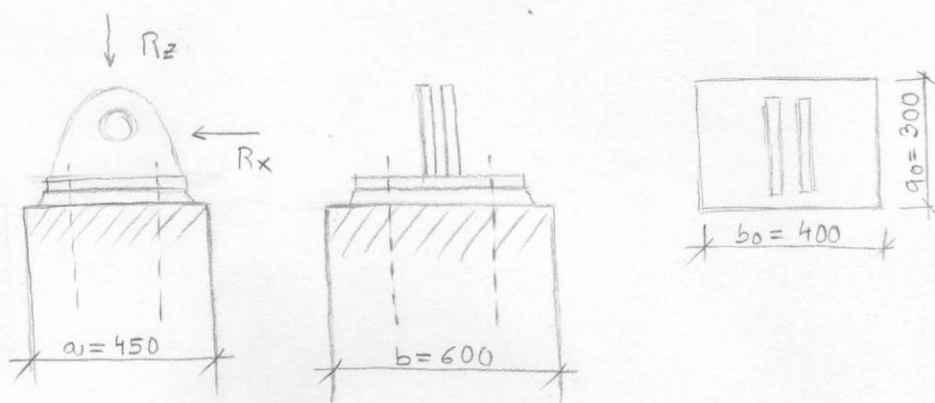
KOTVENÍ SLOUPU B5

- REAKCE ZTIŠTĚNY V PROGRAMU Scia Engineer 16

VIZ PŘÍLOHA - VÝPOČETNÍ MODEL PRO ANALÝZU VNITŘNÍCH SIL

- PATKA SLOUPU PŘENÁŠÍ NORMÁLOVOU A SMYKOVOU SILU

NELINEÁRNÍ KOMBINACE NCH $R_x = 294,54 \text{ kN}$
 " " NC2 $R_z = 537,98 \text{ kN}$



- SLOUP JE UKOTVEN K ŽELEZOBETONOVÉMU SLOUPU

pozn. TENTO SLOUP NEBYL PŘEDMĚTEM ŘEŠENÍ TĚTO
 DIPLOMOVÉ PRÁCE

ROZMĚRY SLOUPU JSOU NAVRŽENY JAKO 450x600mm

• STANOVENÍ EFEKTIVNÍ ŠÍŘKY PATNÍ DESKY

ZAPOČÍTELNÉ ROZMĚRY

$$a_1 = \min \left\{ \begin{array}{l} 3 \cdot a_0 \\ a_0 + h \\ a_c \end{array} \right\} \quad \text{kde} \quad \begin{array}{l} a_0 \dots \text{ROZMĚR PATNÍ DESKY} \\ h \dots \text{VÝŠKA PATKY} \\ a_c \dots \text{ROZMĚR BETONOVÉ} \\ \text{PATKY} \end{array}$$

$$a_1 = \min \left\{ \begin{array}{l} 3 \cdot 300 \\ 300 + 5500 \\ 450 \end{array} \right\} = 450 \text{ mm}$$

$$b_1 = \min \begin{Bmatrix} 3 \cdot b_0 \\ b_0 + h \\ b_c \end{Bmatrix} = \min \begin{Bmatrix} 3 \cdot 400 \\ 400 + 550 \\ 600 \end{Bmatrix} = 600 \text{ mm}$$

NÁVRHOVÁ PEVNOST BETONU

ŽELEZOBETONOVÝ SLOUP JE UVAŽOVÁN Z
BETONU TRÍDY C 25/30

SOUČINTEL KONCENTRACE NAPĚTÍ

$$k_j = \sqrt{\frac{a_1 \cdot b_1}{a_0 \cdot b_0}} = \sqrt{\frac{450 \cdot 600}{300 \cdot 400}} = 1,5$$

NÁVRHOVÁ PEVNOST BETONU

$$f_{jd} = \frac{\beta_j \cdot k_j \cdot f_{ck}}{\gamma_c}, \text{ kde } \beta_j \dots \text{ SOUČINTEL VLIVU PODLITÍ}$$

$$\beta_j = \frac{2}{3}, \text{ pokud platí}$$

$$1) \text{ tloušťka podliti } \leq 0,2 \cdot b$$

$$2) f_{ck} \text{ malty } \geq 0,2 \cdot f_{ck} \text{ betonů}$$

$\gamma_c \dots$ DÍLČÍ SOUČINTEL

SPOLEHLIVOSTI MATERIÁLU

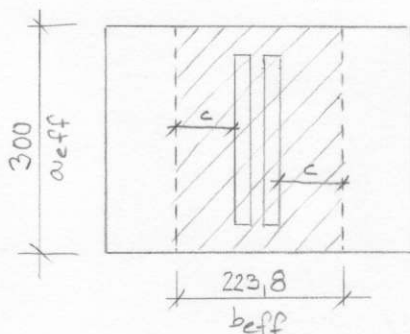
$$\gamma_c = 1,5$$

$$f_{jd} = \frac{2}{3} \cdot \frac{1,5 \cdot 25}{1,5} = 16,67 \text{ MPa}$$

EFEKTIVNÍ ŠÍŘKA PATNÍ DESKY

$$c = t_p \cdot \sqrt{\frac{f_{yd}}{3 \cdot f_{jd}}}, \text{ kde } t_p \dots \text{ TLOUŠŤKA PATNÍHO PLECHU}$$

$$c = 30 \cdot \sqrt{\frac{355}{3 \cdot 16,67}} = 79,9 \text{ mm}$$



ÚČINNÁ PLOCHA

$$A_{eff} = a_{eff} \cdot b_{eff}$$

$$A_{eff} = 300 \cdot 223,8$$

$$A_{eff} = 67140 \text{ mm}^2$$

POSOUZENÍ

$$N_{rd} = A_{eff} \cdot f_{jd}$$

$$N_{rd} = 67140 \cdot 16,67 = 1119 \text{ kN}$$

$$N_{rd} \geq R_z$$

$$\underline{1119 \text{ kN} \geq 537,98 \text{ kN} \text{ VYHOVUJE}}$$

• KOTEVNÍ ŠROUBY

NAVŘH: LEPÍCI HMOTA HIT-HY 200

NAVŘHUJI 4x KOTEVNÍ ŠROUB

HIT-V M27, EFEKTIVNÍ KOTEVNÍ
HLOUBKA 240 mm

POZN. HODNOTY PRO VÝPOČET PŘEVZATY Z
TABULEK VÝROBCE VIZ STR. 178

KOTEVNÍ ŠROUBY VE SHYKU

NAVŘHOVÁ UNOSNOST VE SHYKU

$$V_{rd}^1 = 92,0 \text{ kN}$$

$$V_{rd} = n \cdot V_{rd}^1 = 4 \cdot 92,0 = 368 \text{ kN}$$

POSOUZENÍ

$$V_{rd} > R_x$$

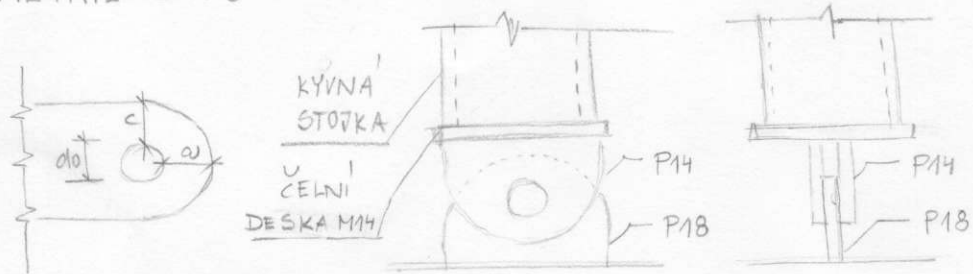
$$\underline{368 \text{ kN} > 294,54 \text{ kN} \text{ VYHOVUJE}}$$

6.7. KOTVENÍ KYVNÉ STŮJKY B6 + NÁVRH ČEPOVÉHO SPOJE

NELINEÁRNÍ KOMBINACE NCH TLAKOVÁ SÍLA $N_{Ed} = 139,54 \text{ kN}$

NELINEÁRNÍ KOMBINACE NC12 TAHOVÁ SÍLA $N_{Ed}^+ = 5,99 \text{ kN}$

→ VIZ ČÁST B - VÝPOČETNÍ MODEL PRO ANALÝZU VNITŘNÍCH SIL
GEOMETRIE ČEPU



PRŮMĚR ČEPU $\phi = 30 \text{ mm}$

PRŮMĚR OTVORU $d_0 = \phi + 3 \text{ mm} = 30 + 3 = 33 \text{ mm}$

$$a \geq \frac{F_{t,Ed}}{2 \cdot t \cdot f_y} + \frac{2 \cdot d_0}{3} = \frac{139540}{2 \cdot 18 \cdot 355} + \frac{2 \cdot 33}{3} = 32,9 \text{ mm} \Rightarrow 40 \text{ mm}$$

$$c \geq \frac{F_{t,Ed}}{2 \cdot t \cdot f_y} + \frac{d_0}{3} = \frac{139540}{2 \cdot 18 \cdot 355} + \frac{33}{3} = 21,9 \text{ mm} \Rightarrow 30 \text{ mm}$$

MATERIÁL ČEPU $f_{yp} = 460 \text{ MPa}$

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

$E = 210 \text{ GPa}$

• ÚNOSNOST ČEPU VE STRÍHU

$$F_{v,Rd} = 0,6 \cdot A \cdot f_{yp} / \gamma_{M2} \geq F_{v,Ed}$$

$$A = \pi \left(\frac{d}{2} \right)^2 = \pi \left(\frac{30}{2} \right)^2 = 706,9 \text{ mm}^2$$

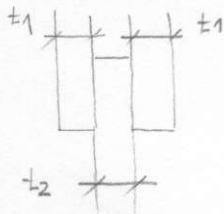
$$F_{v,Rd} = 0,6 \cdot 706,9 \cdot 570 / 1,25 = 193,4 \text{ kN}$$

$$F_{v,Ed} = F/2 = 139,54 / 2 = 69,77 \text{ kN}$$

$$F_{v,Rd} \geq F_{v,Ed}$$

$$\underline{\underline{193,4 \text{ kN} \geq 69,77 \text{ kN} \text{ VYHOVUJE}}}$$

• ÚNOSNOST PLECHU A ČĚPU V OTLAČENÍ



$$t_1 = 14 \text{ mm} \quad t_2 = 18 \text{ mm}$$

$$t = \min(2 \cdot t_1; t_2) = \min(2 \cdot 14; 18) = 18 \text{ mm}$$

$$f_y = \min(f_y^{S355}; f_{yp}) = \min(355; 460) = 355 \text{ MPa}$$

$$F_{b,Rd} = 1,5 \cdot t \cdot d \cdot f_y / \gamma_{M0} \geq F_{b,Ed}$$

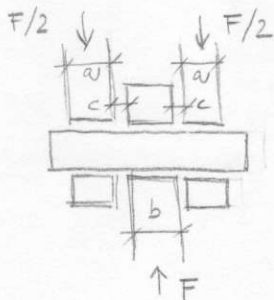
$$F_{b,Rd} = 1,5 \cdot 18 \cdot 30 \cdot 355 / 1,0 = 287,6 \text{ kN}$$

$$F_{b,Ed} = F = 139,54 \text{ kN}$$

$$F_{b,Rd} \geq F_{b,Ed}$$

$$\underline{\underline{287,6 \text{ kN} \geq 139,54 \text{ kN} \text{ VYHOVUJE}}}$$

• ÚNOSNOST ČĚPU V OHYBU



$$M_{rd} = 1,5 \cdot W_{el} \cdot f_{yp} / \gamma_{M0} \geq M_{Ed}$$

$$\text{⊙ } W_{el} = \frac{\pi d^3}{32} = \frac{\pi \cdot 30^3}{32} = 2650,7 \text{ mm}^3$$

$$\begin{aligned} M_{Ed} &= \frac{F}{8} (b + 4c + 2a) = \\ &= \frac{139,54}{8} (0,018 + 4 \cdot 0,003 + 2 \cdot 0,014) = \\ &= 1,01 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$M_{rd} = 1,5 \cdot 2650,7 \cdot 460 / 1,0 = 1,83 \text{ kNm}$$

$$M_{rd} \geq M_{Ed}$$

$$\underline{\underline{1,83 \text{ kNm} \geq 1,01 \text{ kNm} \text{ VYHOVUJE}}}$$

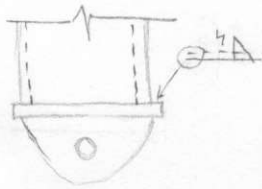
- KOMBINACE STŘÍHU A OHYBU

$$\left(\frac{M_{Ed}}{M_{Rd}}\right)^2 + \left(\frac{F_{V,Ed}}{F_{V,Rd}}\right)^2 \leq 1,0$$

$$\left(\frac{1,01}{1,83}\right)^2 + \left(\frac{69,77}{193,4}\right)^2 = \underline{\underline{0,43 \leq 1,0 \text{ VYHOVUJE}}}$$

- NÁVRH SVARŮ

- SVAR TRUBKY A ČELNÍ DESKY



TAHOVÁ SÍLA DOSAHUJE
HODNOTY 5,99 kN

→ KOUTOVÝ SVAR $a = 4 \text{ mm}$
VYHOVÍ

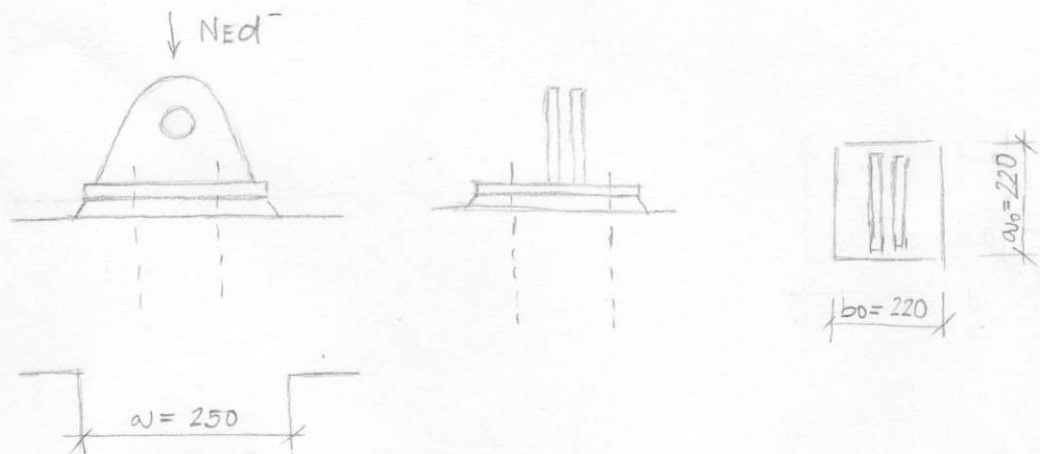
- SVAROVÝ PŘÍPOJ STYČNÍKOVÉHO PLECHU

BUDE PROVEDEN TUPÝ SVAR MEZI
PRVKY

SVAR NENÍ TŘEBA POSUZOVAT

KOTVENÍ KYVNÉ STOJKY

- REAKCE ZJIŠTĚNA V PROGRAMU Sciw Engineer 16
VIZ PŘÍLOHA - VÝPOČETNÍ MODEL PRO ANALÝZU VNITŘNÍCH SIL
- KOTVENÍ PŘENÁŠÍ NORMÁLOVOU SILU
NELINEÁRNÍ KOMBINACE N4 TLAKOVÁ SILA $N_{ed}^- = 139,57$
NELINEÁRNÍ KOMBINACE N12 TAHOVÁ SILA $N_{ed}^+ = 5,99 \text{ kN}$



- KOTVENÍ KYVNÉ STOJKY JE PROVEDENO DO ŽELEZOBETONOVÉ KONSTRUKCE (STĚNY)

pozn. TATO KONSTRUKCE NEBYLA PŘEDMĚTEM ŘEŠENÍ TĚTO DIPLOMOVÉ PRÁCE

TLOUŠŤKA ŽB STĚNY JE NAVRŽENA JAKO 250 mm

- STANOVENÍ EFEKTIVNÍ ŠÍŘKY PATNÍ DESKY

ZAPOČÍTELNÉ ROZMĚRY

$$a_1 = \min \left\{ \begin{array}{l} 3 \cdot a_0 \\ a_0 + h \\ a_c \end{array} \right\}, \text{ kde } \begin{array}{l} a_0 \dots \text{ROZMĚRY PATNÍ DESKY} \\ h \dots \text{VÝŠKA PATKY} \\ a_c \dots \text{ROZMĚR BETONOVÉ PATKY} \end{array}$$

$$a_1 = \min \left\{ \begin{array}{l} 3 \cdot 220 \\ 220 + 3800 \\ 250 \end{array} \right\} = 250 \text{ mm}$$

$$b_1 = \min \left\{ \begin{array}{l} 3 \cdot b_0 \\ b_0 + h \\ b_c \end{array} \right\} = \min \left\{ \begin{array}{l} 3 \cdot 220 \\ 220 + 3800 \\ 1000 \end{array} \right\} = 660 \text{ mm}$$

NAVŮHOVÁ PEVNOST BETONU

ŽELEZOBETONOVÁ STĚNA A STROPNÍ KONSTRUKCE JSOU UVAZOVÁNY Z BETONU TŘÍDY C 25/30

SOUČINTEL KONCENTRACE NAPĚTÍ

$$k_j = \sqrt{\frac{a_1 \cdot b_1}{a_0 \cdot b_0}} = \sqrt{\frac{250 \cdot 660}{220 \cdot 220}} = 1,85$$

NAVŮHOVÁ PEVNOST BETONU

$$f_{jd} = \frac{\beta_j \cdot k_j \cdot f_{ck}}{\gamma_c}, \text{ kde } \beta_j \text{.. SOUČINTEL VLIVU PODLITÍ}$$

$$\beta_j = \frac{2}{3}, \text{ pokud platí}$$

1) tloušťka podliti
 $\leq 0,2 \cdot b$

2) $f_{ck} \text{ malty} \geq 0,2 \cdot f_{ck} \text{ betonu}$

γ_c ... DÍLČÍ SOUČINTEL SPOLEHLIVOSTI MATERIÁLU

$$\gamma_c = 1,5$$

$$f_{jd} = \frac{2}{3} \cdot \frac{1,85 \cdot 25}{1,5} = 20,56 \text{ MPa}$$

EFEKTIVNÍ ŠÍŘKA PATNÍ DESKY

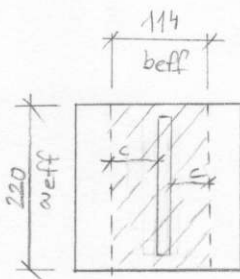
$$c = t_p \cdot \sqrt{\frac{f_{yd}}{3 \cdot f_{jd}}}, \text{ kde } t_p \text{.. TLOUŠŤKA PATNÍHO PLECHU}$$

$$c = 20 \cdot \sqrt{\frac{355}{3 \cdot 20,56}} = 48 \text{ mm}$$

ÚČINNÁ PLOCHA

$$A_{eff} = a_{eff} \cdot b_{eff}$$

$$A_{eff} = 220 \cdot 114 = 25080 \text{ mm}^2$$



POSOUZENÍ

$$\dot{U}NOSNOST \ N_{Rd} = A_{eff} \cdot f_{jd}$$

$$N_{Rd} = 25080 \cdot 20,56 = 515,6 \text{ kN}$$

$$N_{Rd} \geq N_{ed}$$

$$\underline{515,6 \text{ kN} \geq 139,5 \text{ kN} \quad \text{VYHOVUJE}}$$

• KOTEVNÍ ŠROUBY

NÁVRH: LEPÍCI HMOTA HIT-HY 200

NAVHRUŽÍ: 2x KOTEVNÍ ŠROUB HIT-V M16

EFEKTIVNÍ KOTEVNÍ HLDOUBKA 125mm

NAVHRHOVÁ ÚNOSNOST V TAHU

$$N_{Rd}^1 = 47,1 \text{ kN}$$

$$N_{Rd} = n \cdot N_{Rd}^1 = 2 \cdot 47,1 = 94,2 \text{ kN}$$

POZN. HODNOTY PRO VÝPOČET PŘEVZATY Z
Z PROJEKČNÍCH PODKLADŮ VÝROBCE,
VIZ STR. 185

$$N_{Rd} \geq N_{ed}^+$$

$$\underline{94,2 \text{ kN} \geq 5,99 \text{ kN} \quad \text{VYHOVUJE}}$$

6.8. SLOUPEK PODELNÉ STĚNY HALY

6.8.1. KOTVENÍ SLOUPKU

PATKA SLOUPKU PŘENÁŠÍ SMYKOVOU SILU OD ZATÍŽENÍ TLAKEM A SÁNÍM VĚTRU NA OBVODOVÝ PLAŠŤ

SMYKOVÁ SILA $V_{ed} = 14,8 \text{ kN}$ (VÝPOČET VIZ STR. 91)

KOTEVNÍ ŠROUBY

NÁVRH: LEPÍČÍ HMOTA HIT-HY 200-A

2x KOTEVNÍ ŠROUB

HIT-V M16

EFEKTIVNÍ KOTEVNÍ HLOUBKA $h_{ef} = 125 \text{ mm}$

POZN. HODNOTY PRO VÝPOČET PŘEVZATY Z TABULEK
VÝROBCE, VIZ STR. 185

NÁVRHOVÁ ÚNOSNOST VE SMYKU $V_{rd}^1 = 31,2 \text{ kN}$

$V_{rd} = n \cdot V_{rd}^1 = 2 \cdot 31,2 = 62,4 \text{ kN}$

POSOUZENÍ: $V_{rd} \geq V_{ed}$

$62,4 \text{ kN} \geq 14,8 \text{ kN}$ VYHOVUJE

NÁVRH SVARŮ

SVAROVÝ PŘÍPOJ SLOUPKU K PATNÍMU PLECHU

KONZERVATIVNĚ NAVRŽENO NA PLNOU ÚNOSNOST PRŮŘEZU

SVAR PÁSNIČKY A PATNÍ DESKY

$$a \geq \frac{t_f}{2} \left(\frac{f_y}{f_{t10}} \right) \left(\frac{\beta_w \cdot f_{t12}}{f_w / \sqrt{2}} \right)$$

$$a \geq \frac{14}{2} \left(\frac{355}{1,0} \right) \left(\frac{0,9 \cdot 1,25}{510 / \sqrt{2}} \right) \rightarrow a \geq 7,8 \text{ mm}$$

$$a = 8 \text{ mm}$$

SVAR STOŽINY A ČELNÍ DESKY

$$a \geq \frac{t_w}{2} \left(\frac{f_y}{f_{H10}} \right) \left(\frac{\beta_w \cdot \mu_{M2}}{f_w / \tau_2} \right)$$

$$a \geq \frac{8,5}{2} \left(\frac{355}{1,0} \right) \left(\frac{0,9 \cdot 1,25}{510 / \tau_2} \right) \rightarrow a \geq 4,7 \text{ mm}$$

$$a = 5 \text{ mm}$$

6.8.2. PŘÍPOJ SLOUPKU K PŘÍČLI RÁMU

1) ÚNOSNOST VE STRÍHU M16 8.8

$$F_{V,Rd}^1 = \frac{0,6 \cdot A_s \cdot f_{ub}}{\mu_{M2}} = \frac{0,6 \cdot 157 \cdot 800}{1,25} = 60,3 \text{ kN}$$

$$F_{V,Rd} = n \cdot F_{V,Rd}^1 = 1 \cdot 60,3 = 60,3 \text{ kN}$$

1) ÚNOSNOST V OTLACENÍ

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \cdot \alpha_b \cdot d \cdot t \cdot f_w}{\mu_{M2}}$$

$$\alpha_b = \min \left(\frac{e_1}{3 \cdot d_0} ; \frac{f_{yb}}{f_w} ; 1,0 \right) = \min \left(\frac{45}{3 \cdot 18} ; \frac{800}{510} ; 1,0 \right) =$$

$$= \min (0,83 ; 1,57 ; 1,0) = 0,83$$

$$k_1 = \min \left(2,8 \cdot \frac{e_2}{d_0} - 1,7 ; 2,5 \right) = \min \left(2,8 \cdot \frac{60}{18} - 1,7 ; 2,5 \right) =$$

$$= \min (7,63 ; 2,5) = 2,5$$

$$F_{b,Rd}^1 = \frac{2,5 \cdot 0,83 \cdot 16 \cdot 10 \cdot 510}{1,25} = 135,5 \text{ kN}$$

$$F_{b,Rd} = 1 \cdot 135,5 = 135,5 \text{ kN}$$

ROZHODUJE ÚNOSNOST VE STRÍHU

$$F_{V,Rd} \geq \gamma_{Ed}$$

$$60,3 \text{ kN} \geq 11,8 \text{ kN} \quad \underline{\underline{\text{VYHOVUJE}}}$$

6.9. PŘÍPOJ SVISLÝCH ŽTUŽIDEL

(ŘADA 11)

SÍLA V DIAGONÁLE $R_V = 76,6 \text{ kN}$
(VÝPOČET VIZ STR. 108)

• NÁVRH ŠROUBŮ

2x M16 8.8

ÚNOSNOST VE STRÍHU

$$F_{v,Rd}^1 = \frac{\alpha_v \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{M2}} = \frac{0,6 \cdot 800 \cdot 157}{1,25} = 60,3 \text{ kN}$$

$$F_{v,Rd} = n \cdot F_{v,Rd}^1 = 2 \cdot 60,3 = 120,6 \text{ kN}$$

ÚNOSNOST V OTLACENÍ

$$F_{b,Rd}^1 = \frac{k_1 \cdot \alpha_b \cdot d \cdot t \cdot f_w}{\gamma_{M2}}$$

$$k_1 = \min \left(2,8 \cdot \frac{e_2}{d_0} - 1,7 ; 2,5 \right) =$$

$$= \min \left(2,8 \cdot \frac{45}{18} - 1,7 ; 2,5 \right) = \min (5,3 ; 2,5) = 2,5$$

$$\alpha_b = \min \left(\frac{e_1}{3 \cdot d_0} ; \frac{f_{ub}}{f_w} ; 1,0 \right) =$$

$$= \min \left(\frac{35}{3 \cdot 18} ; \frac{800}{510} ; 1,0 \right) = \min (0,65 ; 1,57 ; 1,0) =$$

$$= 0,65$$

$$F_{b,Rd}^1 = \frac{2,5 \cdot 0,65 \cdot 16 \cdot 10 \cdot 510}{1,25} = 106,1 \text{ kN}$$

$$F_{b,Rd} = n \cdot F_{b,Rd}^1 = 2 \cdot 106,1 = 212,2 \text{ kN}$$

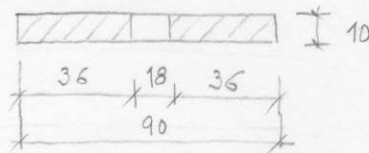
→ ROZHODUJE ÚNOSNOST VE STRÍHU

$$F_{V,Rd} \geq R_v$$

$$\underline{\underline{120,6 \text{ kN} \geq 76,6 \text{ kN} \text{ VYHOVUJE}}}$$

• PRŮŘEZ PLECHU OSLABENÝ OTVORY

PLOCHA OSLABENÉHO PRŮŘEZU

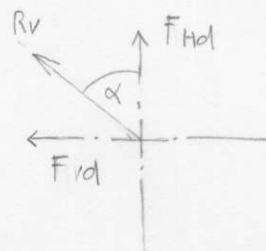
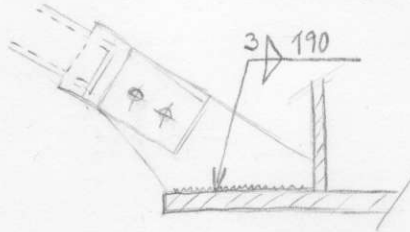


$$A_{net} = 90 \cdot 10 - 18 \cdot 10 = 720 \text{ mm}^2$$

$$N_{u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A \cdot f_w}{\gamma_{M2}} = \frac{0,9 \cdot 720 \cdot 510}{1,25} = \underline{\underline{264,4 \text{ kN} > 76,6 \text{ kN}}}$$

PRŮŘEZ V OSLABENÍ
VYHOVÍ

• 2x KOUTOVÝ SVAR $a = 3 \text{ mm}$, $L_{we} = 190$



$$F_{hd} = \cos \alpha \cdot R_v$$

$$F_{hd} = \cos 52,6 \cdot 76,6 = 46,5 \text{ kN}$$

$$F_{vd} = \sin 52,6 \cdot 76,6 = 60,8 \text{ kN}$$

$$\tau_{||} = \frac{F_{vd}}{2 \cdot a \cdot L_{we}} = \frac{60,8 \cdot 10^3}{2 \cdot 3 \cdot 190} = 53,3 \text{ MPa}$$

$$\tau_{\perp} = \sigma_{\perp} = \frac{1}{\sqrt{2}} \left(\frac{F_{hd}}{2 \cdot a \cdot L_{we}} + \frac{F_{hd} \cdot e}{W_{we}} \right) =$$

$$= \frac{1}{\sqrt{2}} \left(\frac{46,5 \cdot 10^3}{2 \cdot 3 \cdot 190} + \frac{46,5 \cdot 10^3 \cdot 64}{2 \cdot \frac{1}{6} \cdot 3 \cdot 190^2} \right) = 87,1 \text{ MPa}$$

e ... VZDÁLENOST MEZI OSOU SVARU A PRŮSEČÍKEM SVARU S OSOU PŘÍPOJENÉ DIAGONÁLY

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} = \sqrt{87,1^2 + 3(87,1^2 + 53,3^2)} = 197,2 \text{ kN}$$

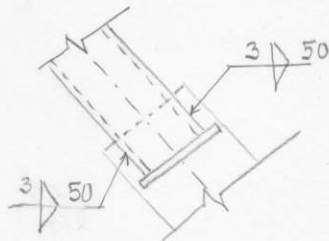
$$\frac{f_w}{\beta_w \cdot \eta_{H2}} = \frac{510}{0,9 \cdot 1,25} = 453,3 \text{ MPa}$$

$$\underline{197,2 \text{ kN} \leq 453,3 \text{ MPa} \text{ VYHOVUJE}}$$

$$\sigma_{\perp} = 87,1 \text{ MPa} \leq \frac{0,9 \cdot f_w}{\eta_{H2}} = \frac{0,9 \cdot 510}{1,25} = 367,2 \text{ MPa}$$

SVAR VYHOVUJE

- 4x KOUTOVÝ SVAR $a = 3 \text{ mm}$, $l_{we} = 50 \text{ mm}$



$$\tau_{\parallel} = \frac{R_v}{4 \cdot a \cdot l_{we}} = \frac{76,6 \cdot 10^3}{4 \cdot 3 \cdot 50} = 127,7 \text{ MPa}$$

$$\tau_{\perp} = \sigma_{\perp} = 0$$

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} = \sqrt{3 \cdot 127,7^2} = 221,2 \text{ MPa}$$

$$\frac{f_w}{\beta_w \cdot \eta_{H2}} = \frac{510}{0,9 \cdot 1,25} = 453,3 \text{ MPa}$$

$$\underline{221,2 \text{ MPa} \leq 453,3 \text{ MPa} \text{ VYHOVUJE}}$$

6.10. OVĚŘENÍ KOTVENÍ A ČEPOVÉHO SPOJE ZTUŽIDLOVÝCH SLOUPŮ

6.10.1. ZTUŽIDLOVÝ SLOUP B4

PŘÍPOJ - KOTVENÍ SLOUPU MUSÍ PŘENĚST NORMÁLOVOU A
SMYKOVOU SILU

NORMÁLOVÁ SILA JE OPROTI BĚŽNÉMU SLOUPU NAVÝŠENA O
NORMÁLOVOU SILU, KTEROU VYVOZUJÍ SVISLÁ ZTUŽIDLA

NELINEÁRNÍ KOMBINACE NC1

$$\left. \begin{aligned} N_{Ed} &= 584,69 \text{ kN} \\ V_{Ed} &= 248,94 \text{ kN} \end{aligned} \right\} \text{VÝPOČET VIZ STR. 117}$$

VÝSLEDNICE SIL

$$F = \sqrt{N_{Ed}^2 + V_{Ed}^2} = \sqrt{584,69^2 + 248,94^2} = 635,5 \text{ kN}$$

GEOMETRIE ČEPU } VIZ BĚŽNÝ SLOUP, STR 164
MATERIÁL ČEPU }

• ÚNOSNOST ČEPU VE STRÍHU

$$F_{v,Rd} = 773,6 \text{ kN (VÝPOČET VIZ STR. 166)}$$

$$F_{v,Ed} = F/n = 635,5/4 = 158,9 \text{ kN} \quad n \dots \text{počet strižných rovin}$$

$$F_{v,Rd} \geq F_{v,Ed}$$

$$\underline{773,6 \text{ kN} \geq 158,9 \text{ kN} \quad \text{VYHOVUJE}}$$

• ÚNOSNOST PLECHU A ČEPU V OTLACENÍ

$$F_{b,Rd} = 1278 \text{ kN (VÝPOČET VIZ STR. 166)}$$

$$F_{b,Ed} = F/2 = 635,5/2 = 317,75 \text{ kN}$$

$$F_{b,Rd} \geq F_{b,Ed}$$

$$\underline{1278 \text{ kN} \geq 317,75 \text{ kN} \quad \text{VYHOVUJE}}$$

- ÚNOSNOST ČERU V OHYBU

$$M_{Rd} = 14,63 \text{ kNm} \quad (\text{VÝPOČET VIZ STR. 166})$$

$$M_{Ed} = \frac{2}{9} \cdot 0,5 \cdot F \cdot (4c + 2b + 3a) \quad (\text{SCHEMA STR. 165})$$

$$\begin{aligned} M_{Ed} &= \frac{2}{9} \cdot 0,5 \cdot 635,5 \cdot (4 \cdot 0,003 + 2 \cdot 0,020 + 3 \cdot 0,018) = \\ &= 7,48 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$M_{Rd} \geq M_{Ed}$$

$$\underline{\underline{14,63 \text{ kNm} \geq 7,48 \text{ kNm} \text{ VYHOVUJE}}}$$

- KOMBINACE STŘIHU A OHYBU

$$\left(\frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} \right)^2 + \left(\frac{F_{V,Ed}}{F_{V,Rd}} \right)^2 \leq 1,0$$

$$\left(\frac{7,48}{14,63} \right)^2 + \left(\frac{158,9}{773,6} \right)^2 = \underline{\underline{0,3 \leq 1,0 \text{ VYHOVUJE}}}$$

- NÁVRH SVARŮ

VIZ BĚŽNÝ SLOUP STR. 166

KOTVENÍ ZTUŽIDLOVÉHO SLOUPU B7

- NÁVRHOVÁ PEVNOST BETONU + EFEKTIVNÍ ŠÍŘKA PATNÍ DESKY

VÝPOČET VIZ STR. 168

- POSOUZENÍ

$$N_{ed} = 584,69 \text{ kN}$$

$$N_{rd} = N_{ed}$$

$$\underline{1111 \text{ kN} \geq 584,69 \text{ kN VYHOVUJE}}$$

- KOTEVNÍ ŠROUBY

KOTEVNÍ ŠROUBY VE SMYKU POSOUZENY U BĚŽNÉHO SLOUPU (VIZ STR. 170)

SMYKOVÁ SÍLA OD KOMBINACE ZATÍŽENÍ N_{C1} , KTERÁ VYVOZUJE VE SVISLÉM ZTUŽENÍ NEJVĚTŠÍ NAMÁHÁNÍ A TUDÍŽ NEJVĚTŠÍ NAMÁHÁNÍ NORMÁLOVOU SILOU SLOUPU (ZTUŽIDLOVÉHO), NEDOSAŽUJE HODNOTY SMYKOVÉ SÍLY OD KOMBINACE ZATÍŽENÍ N_{C4} VE SMĚRU RAMU, NA KTEROU JSOU KOTEVNÍ ŠROUBY POSOUZENY

→ PROTO NENÍ NUTNÉ ŠROUBY TÍŽ POSOUZOVAT.

SVISLÉ ZTUŽENÍ VYVOZUJE VODOROVNOU SLOŽKU, SÍLY, KTERÁ PŮSOBÍ NA SLOUP

→ KOTEVNÍ ŠROUBY JSOU SMYKOVOU SILOU U ZTUŽIDLOVÉHO SLOUPU NAMÁHÁNY TUDÍŽ I V DRUHÉM SMĚRU. VODOROVNÁ SLOŽKA DOSAŽUJE NÍZKÉ HODNOTY, PROTO NENÍ NUTNÉ PROVÁDĚT POSOUZENÍ.

$$R_H = 60,59 \text{ kN}$$

6.10.2. ZTUŽIDLOVÝ SLOUP B5

PŘÍPOJ-KOTVENÍ SLOUPU MUSÍ PŘENĚST NORMÁLOVOU A SMYKOVOU SILU

NORMÁLOVÁ SÍLA JE OPROTI BĚŽNÉMU SLOUPU NAVÝŠENA O NORMÁLOVOU SILU, KTEROU VYVOZUVÍ SVISLA ZTUŽIDLA

NELINEÁRNÍ KOMBINACE N_{Ed}

$$\left. \begin{array}{l} N_{Ed} = 519,7 \text{ kN} \\ V_{Ed} = 248,42 \text{ kN} \end{array} \right\} \text{VÝPOČET VIZ STR. 117}$$

VÝSLEDNICE SIL

$$F = \sqrt{N_{Ed}^2 + V_{Ed}^2} = \sqrt{519,7^2 + 248,42^2} = 576,0 \text{ kN}$$

POZN. ČEPOVÝ SPOJ BĚŽNÉHO SLOUPU JE NAVRŽEN NA NEJNEPŘÍZNIVĚJŠÍ KOMBINACI ZATÍŽENÍ N_{Ed}, KDE VÝSLEDNICE SIL DOSAHUJE HODNOTY 612,6 kN (VIZ STR. 172), PRO NENÍ NUTNÉ ČEPOVÝ SPOJ ZNOVU POSOUZOVAT.

KOTVENÍ ZTUŽIDLOVÉHO SLOUPU B5

- NAVRHOVÁ PEVNOST BETONU + EFEKTIVNÍ ŠÍŘKA PATNÍ DESKY
VÝPOČET VIZ STR. 175 a 176
- POSOUZENÍ

$$N_{Ed} = 519,7 \text{ kN}$$

$$N_{rd} \geq N_{Ed}$$

$$\underline{\underline{1119 \text{ kN} \geq 519,7 \text{ kN} \text{ VYHOVUJE}}}$$

- KOTEVNÍ ŠROUBY

KOTEVNÍ ŠROUBY VE SMYKU POSOUZENY V BĚŽNÉHO SLOUPU (VIZ STR. 177)

SMYKOVÁ SÍLA OD KOMBINACE ZATÍŽENÍ N_{C1} , KTERÁ VYVOZUJE VE SVISLÉM ZTUŽENÍ NEJVĚTŠÍ NAMÁHÁNÍ A TUDÍŽ NEJVĚTŠÍ NAMÁHÁNÍ NORMÁLOVOU SÍLOU SLOUPU (ZTUŽIDLOVÉHO), NEDOSAHUJE HODNOTY SMYKOVÉ SÍLY OD KOMBINACE ZATÍŽENÍ N_{C4} VE SMĚRU RÁMU, NA KTEROU JSOU KOTEVNÍ ŠROUBY POSOUZENY

→ PROTO NENÍ NUTNÉ ŠROUBY JIŽ POSOUZOVAT.

SVISLÉ ZTUŽENÍ VYVOZUJE VODOROVNOU SLOŽKU SÍLY, KTERÁ PŮSOBÍ NA SLOUP

→ KOTEVNÍ ŠROUBY JSOU NA SMYKOVOU SÍLU U ZTUŽIDLOVÉHO SLOUPU NAMÁHÁNY TUDÍŽ I V DRUHÉM SMĚRU. VODOROVNÁ SLOŽKA DOSAHUJE NÍZKÉ HODNOTY, PROTO NENÍ NUTNÉ PROVADEĚT POSOUZENÍ

$$R_H = 71,9 \text{ kN}$$

7. Normy a literatura

Normativní dokumenty včetně jejich změn a oprav:

- [1] **ČSN EN 1991-1-1** Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
- [2] **ČSN EN 1991-1-3** Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem
- [3] **ČSN EN 1991-1-4** Eurokód 1: Zatížení konstrukcí Část 1-4: Obecná zatížení - Zatížení větrem.
- [4] **ČSN EN 1993-1-1** Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- [5] **ČSN EN 1993-1-8** Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-8: Navrhování styčníků
- [6] **ČSN EN 1993-1-5** Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-: Boulení stěn
- [7] **ČSN EN 73 1401** Navrhování ocelových konstrukcí
- [8] **ČSN EN 10027-1** Systémy označování ocelí část 1: Stavba značek ocelí
- [9] **ČSN EN 1090-2** Provádění ocelových konstrukcí a hliníkových konstrukcí - Část 2 Technické požadavky na ocelové konstrukce
- [10] **ČSN EN ISO 12944** Nátěrové hmoty – Protikorozní ochrana ocelových konstrukcí ochrannými nátěrovými systémy
- [11] **ČSN 73 2611** Mezní úchytky rozměrů ocelových konstrukcí

Skripta, učebnice:

- [12] **SOKOL, Zdeněk a František WALD.** *Ocelové konstrukce: tabulky.* 2., přeprac. vyd. V Praze: České vysoké učení technické, 2010, 81 s. ISBN 978-80-01-04655-5.
- [13] **VRANÝ, Tomáš, Michal JANDERA a Martina ELIÁŠOVÁ.** *Ocelové konstrukce 2.* Vyd. 2., přeprac. V Praze: České vysoké učení technické, 2009, 149 s. ISBN 978-80-01-04368-4.
- [14] **ELIÁŠOVÁ, Martina.** *Ocelové konstrukce 3: příklady.* Vyd. 1. V Praze: České vysoké učení technické, 2010, 100 s. ISBN 978-80-01-04516-9.
- [15] **VRANÝ, Tomáš.** *Ocelové konstrukce 2: projekt, průmyslová hala.* Praha: České vysoké učení technické, 1996. ISBN 80-01-01538-6.
- [16] **STUDNIČKA, Jiří.** *Ocelové konstrukce: normy.* 2. vyd. V Praze: České vysoké učení technické, 2014. ISBN 978-80-01-05489-5.

Použitý software:

- [17] Scia Engineer 16.0
- [18] AutoCAD 2016
- [19] LTBeamN 1.0.3
- [20] Microsoft Office Excel

Technické podklady výrobců:

- [21] Katalog pro projektanty HILTI, Katalog 2015/2016
https://www.hilti.cz/medias/sys_master/documents/h76/9159902429214/Katalog_pro_projektanty_2015_2016_Certifikat_ASSET_DOC_LOC_5060330.pdf
- [22] Systém konstrukčních táhle Macalloy
http://www.tension.cz/www/media/files/pdf-k-pripojeni_12/macalloy-system-konstrukcnich-tahel_57.pdf
- [23] SATJAM – statické hodnoty
<http://www.satjam.cz/staticke-hodnoty-142.html>
- [24] Kovové profily – tenkostěnné „Z“, „C“ A „S“ profily
http://kovprof.cz/wp-content/uploads/2013/04/VaznicePazdiky_profilyZCS_prirucka.pdf
- [25] Technické listy nátěrových hmot SANAKRYL
<http://www.barvy-eternal.cz/na-kovy>

Ostatní:

- [26] http://people.fsv.cvut.cz/~wald/steel/Access_Steel_CZ/SN_NCCI/SN041a-CZ-EU.pdf



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí

VÝSTUP Z PROGRAMU

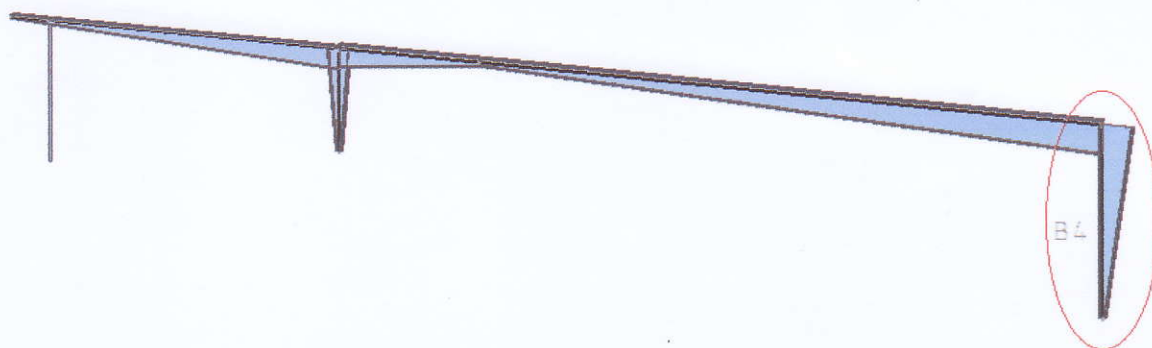
LTBeamN

ČÁST 4

Obsah

1.	Krajní sloup B4.....	2
2.	Střední sloup B5	9
3.	Příčel B1.....	15
4.	Příčel B2.....	22
5.	Příčel B3.....	28
6.	Sloupek podélné stěny haly – 8,5m	35
7.	Sloupek podélné stěny haly – 6,2m	39

KRAJNÍ SLOUP B4



I.1 - Lateral restraints

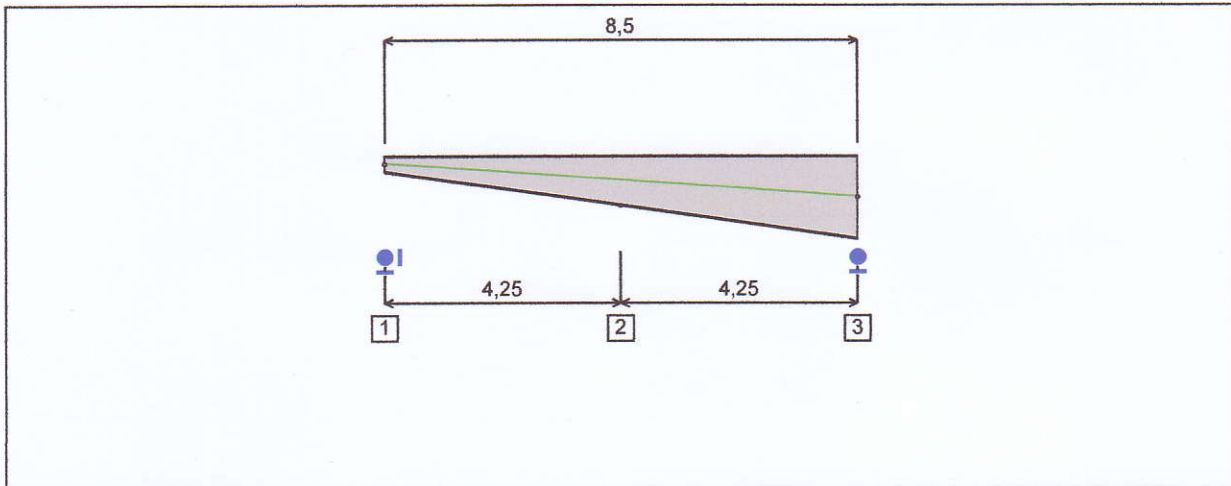


Figure 1 : Profile in long with restraint numbers.

- Restraint No. 1 :

Type : Ponctual

Abscissa from the left end of the beam : $x = 0$ m

Vertical position from the shear centre : $z = 0$ cm

Restraint conditions :

- v : Fixed
- θ : Fixed
- v' : Free
- θ' : Free

- Restraint No. 2 :

Type : Ponctual

Abscissa from the left end of the beam : $x = 4,25$ m

Vertical position from the shear centre : $z = -45$ cm

Restraint conditions :

- v : Fixed
- θ : Free
- v' : Free
- θ' : Free

- Restraint No. 3 :

Type : Ponctual

Abscissa from the left end of the beam : $x = 8,5$ m

Vertical position from the shear centre :

 $z = 0 \text{ cm}$

Restraint conditions :

v : Fixed
 θ : Fixed
 v' : Free
 θ' : Free

1.2 - Supports

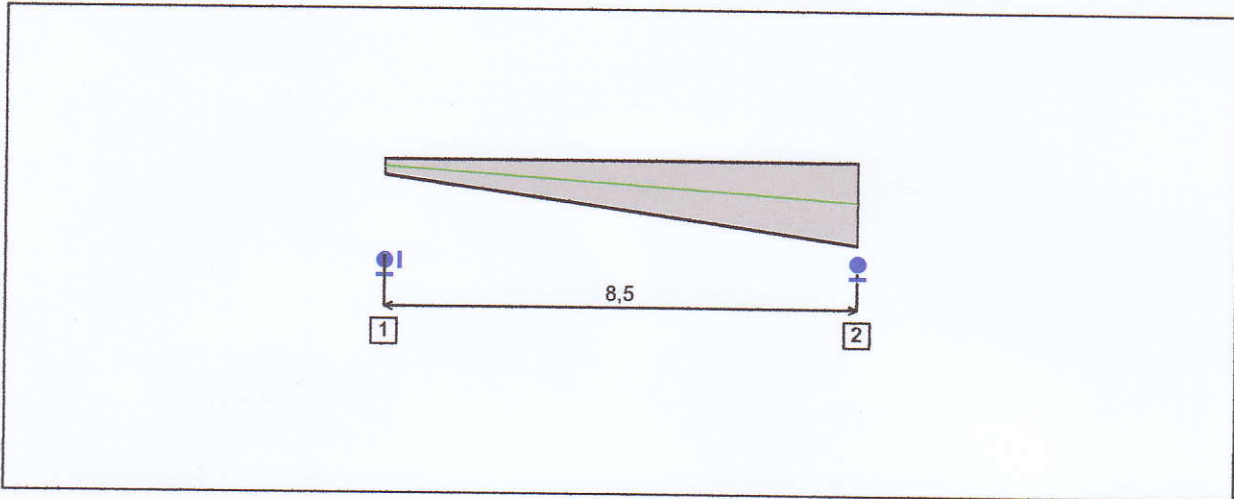


Figure 2 : Profile in long with support numbers.

- Support No. 1 :

Abscissa from the left end of the beam : $x = 0 \text{ m}$

Support conditions :

- u : Fixed
- w : Fixed
- w' : Free

- Support No. 2 :

Abscissa from the left end of the beam : $x = 8,5 \text{ m}$

Support conditions :

- u : Free
- w : Fixed
- w' : Free

I.3 - Loads

Type of loading :

Internal

- Moment diagram :

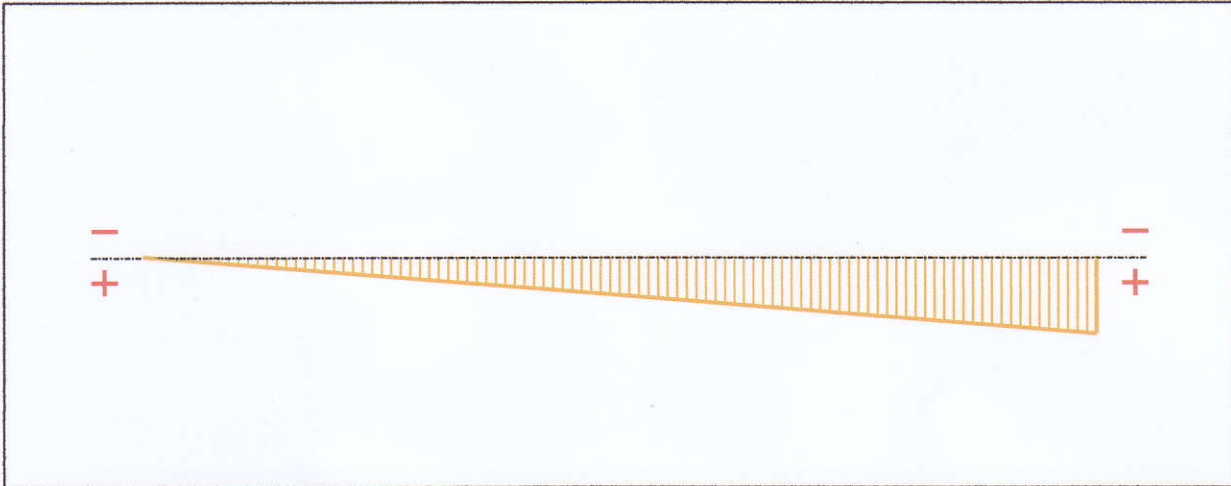


Figure 3 : Moment diagram.

Active :

Yes

Table 1 : Moment diagram.

x(m)	M(kN.m)
0	0
8,5	2701

- Axial force diagram :

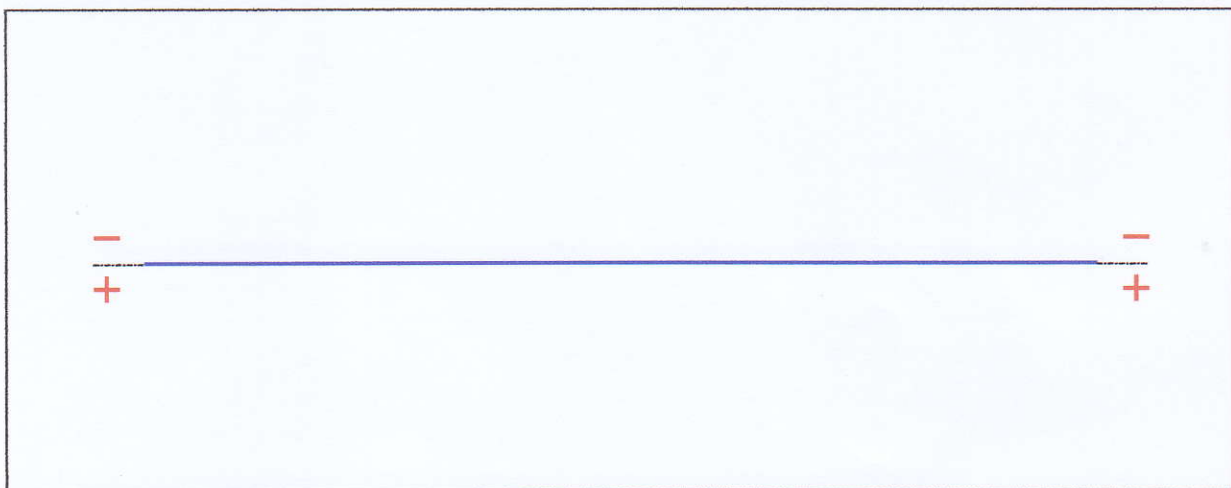


Figure 4 : Axial force diagram.

Active :

No

Table 2 : Axial force diagram.

x(m)	N(kN)
0	0
8,5	0

- Eccentric concentrated loads :

No load has been defined.

- Eccentric distributed loads :

No load has been defined.

II - LTB CALCULATION

Requested number of modes : 1
 Blocked moment diagram : No
 Blocked axial force diagram : No

The TAPER effect is taken into account

II.1 - LTB modes

Table 3 : LTB modes.

Mode	μ_{cr}	$M_{max,cr}$ [kN.m]	$x(M_{max})$ [m]	$N_{max,cr}$ [kN]	$x(N_{max})$ [m]
1	2,531	6835,4	8,5	0	8,5

II.2 - Mode shapes

- Mode 1

Table 4 : Mode 1.

Mode	μ_{cr}	$M_{max,cr}$ [kN.m]	$x(M_{max})$ [m]	$N_{max,cr}$ [kN]	$x(N_{max})$ [m]
1	2,531	6835,4	8,5	0	8,5

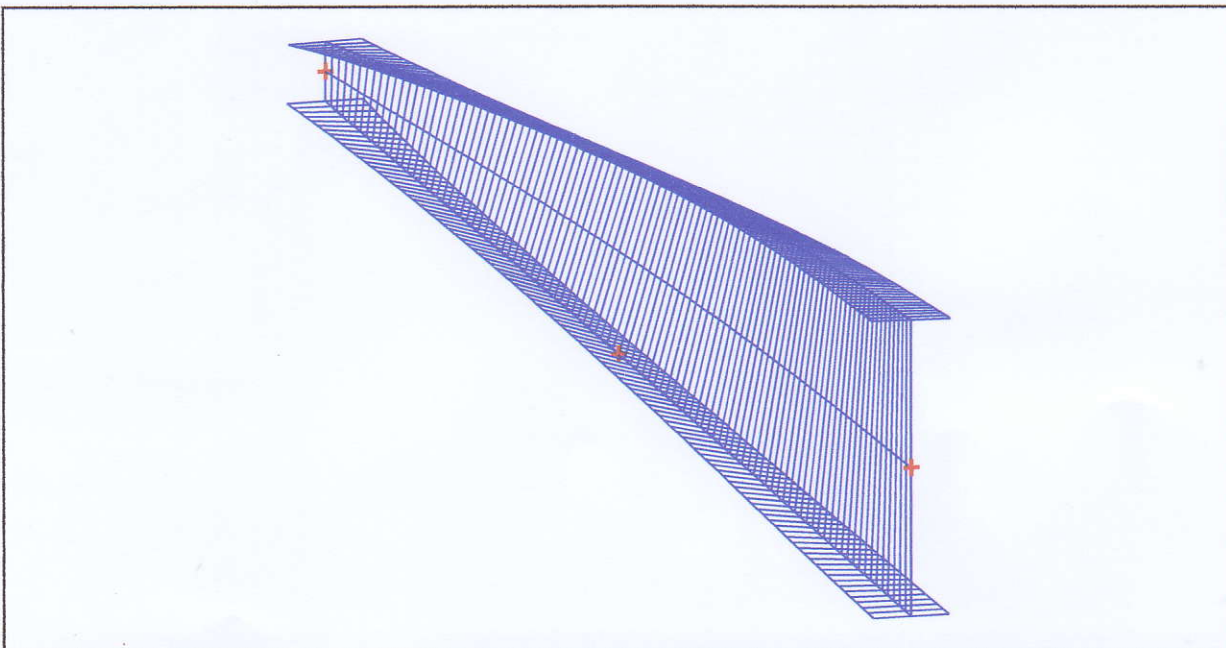
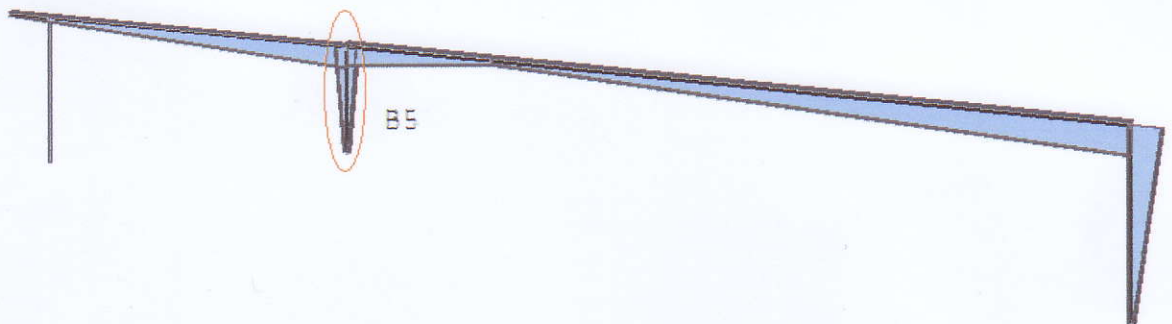


Figure 5 : Mode shape in 3D (Mode 1).

STŘEDNÍ SLOUP B5



1.1 - Lateral restraints

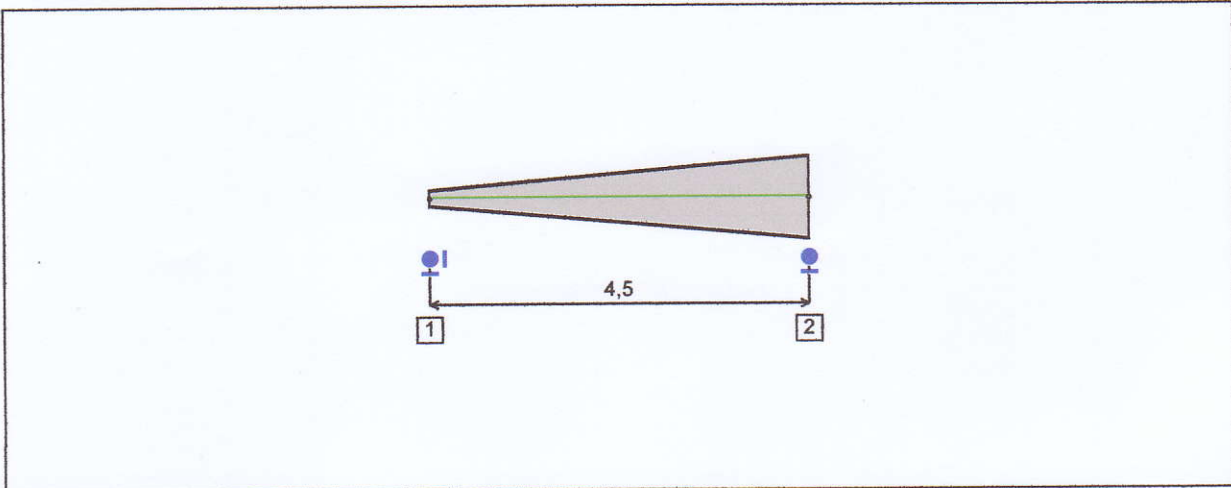


Figure 1 : Profile in long with restraint numbers.

- Restraint No. 1 :

Type : Punctual

Abscissa from the left end of the beam : $x = 0 \text{ m}$

Vertical position from the shear centre : $z = 0 \text{ cm}$

Restraint conditions :

v : Fixed

θ : Fixed

v' : Free

θ' : Free

- Restraint No. 2 :

Type : Punctual

Abscissa from the left end of the beam : $x = 4,5 \text{ m}$

Vertical position from the shear centre : $z = 0 \text{ cm}$

Restraint conditions :

v : Fixed

θ : Fixed

v' : Free

θ' : Free

1.2 - Supports

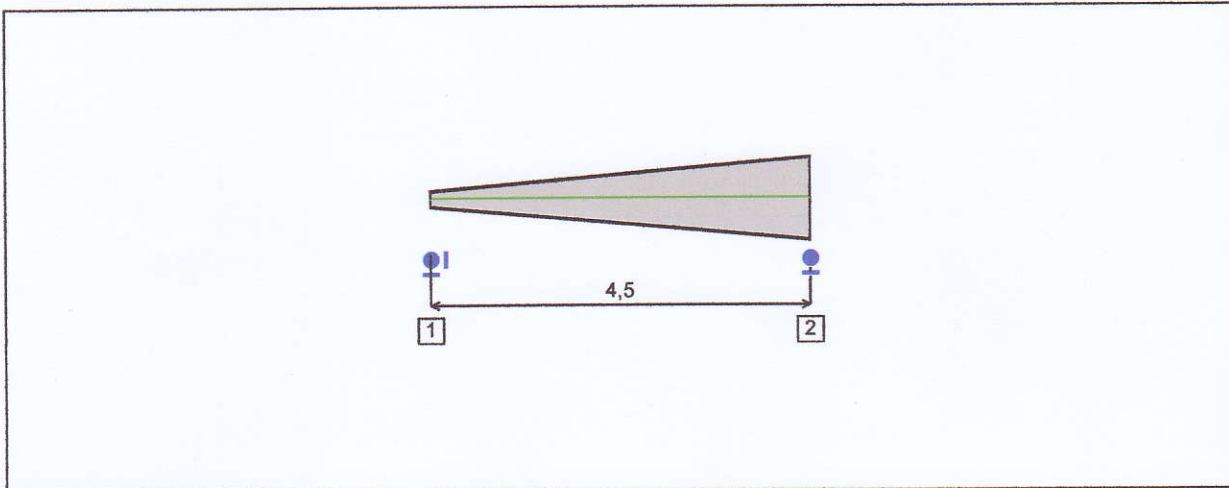


Figure 2 : Profile in long with support numbers.

- Support No. 1 :

Abcissa from the left end of the beam : $x = 0$ m

Support conditions :

- u : Fixed
- w : Fixed
- w' : Free

- Support No. 2 :

Abcissa from the left end of the beam : $x = 4,5$ m

Support conditions :

- u : Free
- w : Fixed
- w' : Free

1.3 - Loads

Type of loading :

Internal

- Moment diagram :

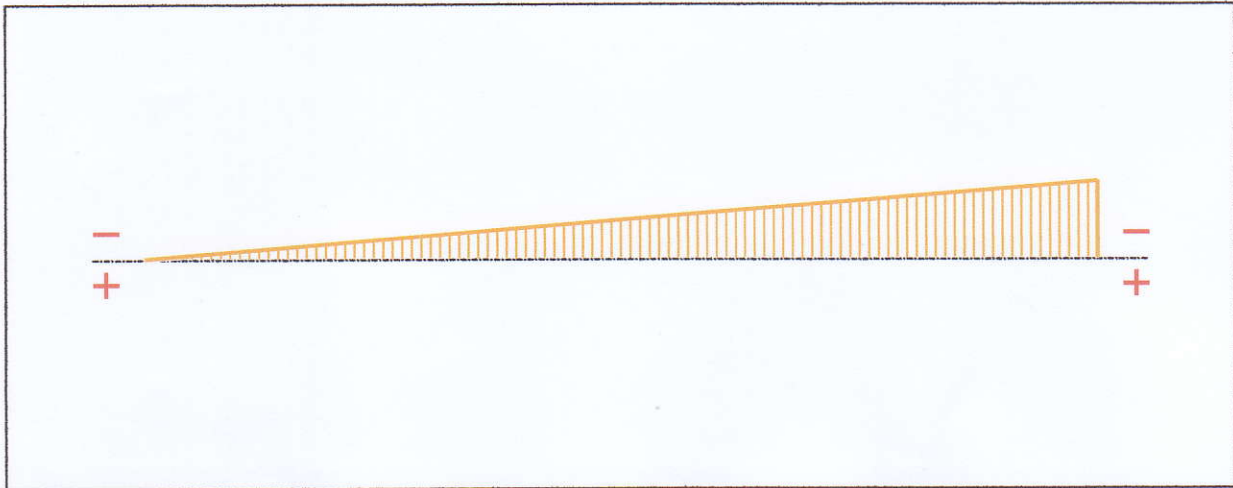


Figure 3 : Moment diagram.

Active :

Yes

Table 1 : Moment diagram.

x(m)	M(kN.m)
0	0
4,5	-1337,3

- Axial force diagram :

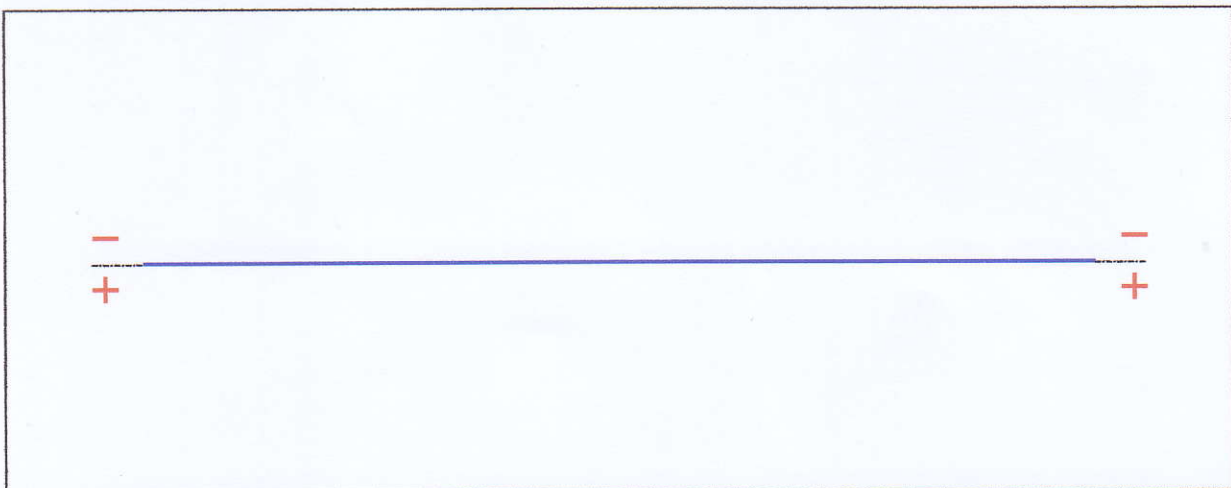


Figure 4 : Axial force diagram.

Active :

No

Table 2 : Axial force diagram.

x(m)	N(kN)
0	0
4,5	0

- Eccentric concentrated loads :

No load has been defined.

- Eccentric distributed loads :

No load has been defined.

II - LTB CALCULATION

Requested number of modes : 1
 Blocked moment diagram : No
 Blocked axial force diagram : No

The TAPER effect is taken into account

II.1 - LTB modes

Table 3 : LTB modes.

Mode	μ_{cr}	$M_{max,cr}$ [kN.m]	$x(M_{max})$ [m]	$N_{max,cr}$ [kN]	$x(N_{max})$ [m]
1	7,137	-9544,1	4,5	0	4,5

II.2 - Mode shapes

- Mode 1

Table 4 : Mode 1.

Mode	μ_{cr}	$M_{max,cr}$ [kN.m]	$x(M_{max})$ [m]	$N_{max,cr}$ [kN]	$x(N_{max})$ [m]
1	7,137	-9544,1	4,5	0	4,5

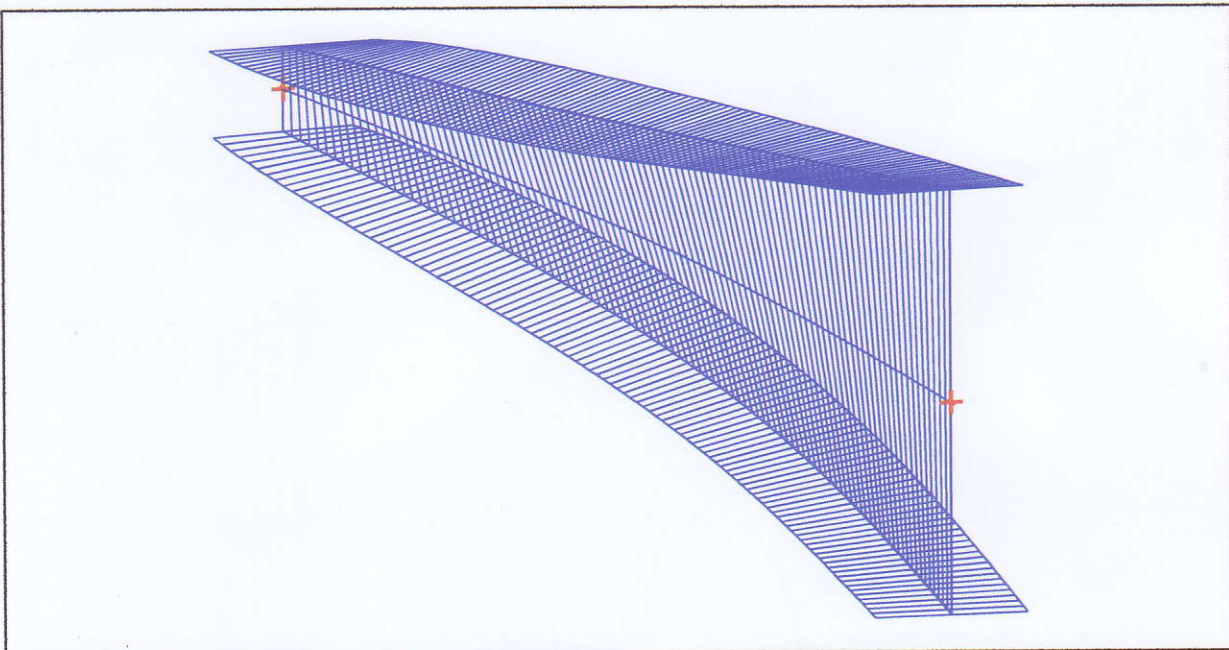
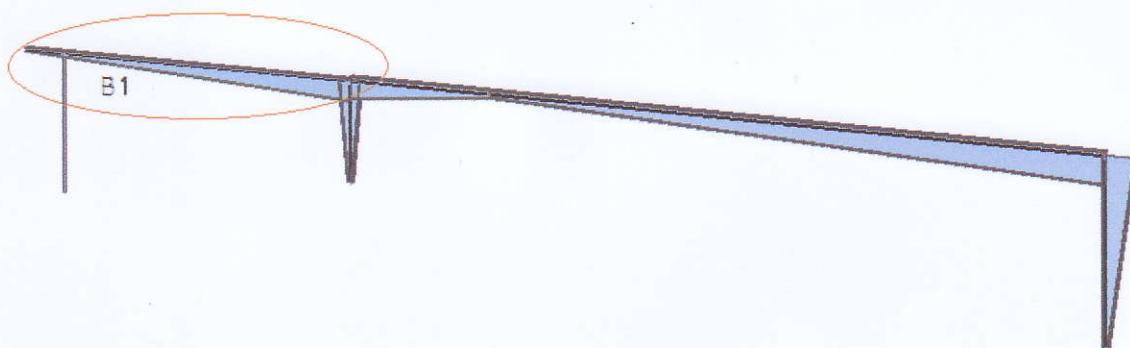


Figure 5 : Mode shape in 3D (Mode 1).

14

PŘÍČEL B1



I.1 - Lateral restraints

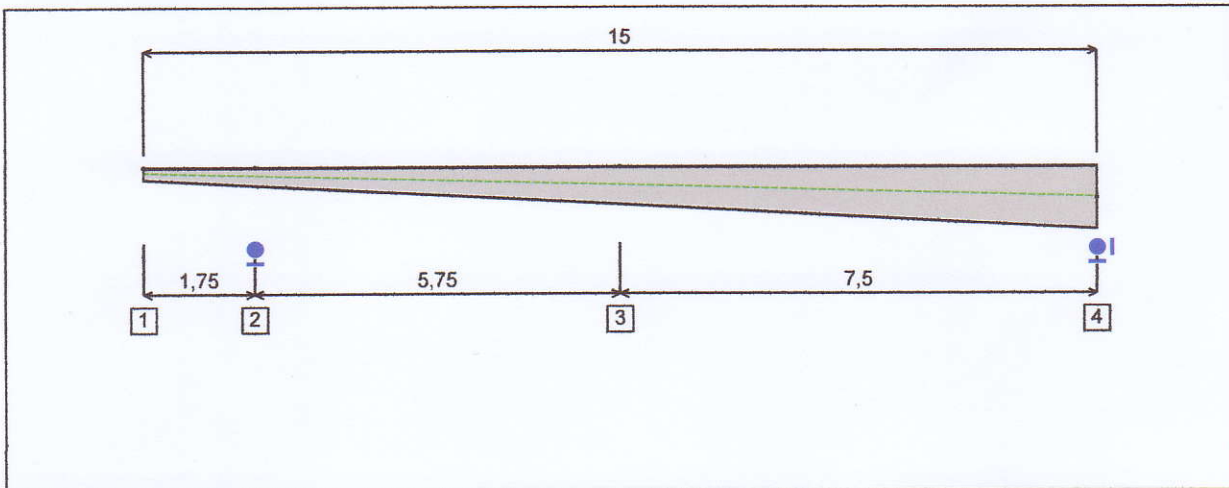


Figure 1 : Profile in long with restraint numbers.

- Restraint No. 1 :

Type : Ponctual

Abscissa from the left end of the beam : $x = 0 \text{ m}$

Vertical position from the shear centre : $z = 10 \text{ cm}$

Restraint conditions :

- v : Fixed
- θ : Free
- v' : Free
- θ' : Free

- Restraint No. 2 :

Type : Ponctual

Abscissa from the left end of the beam : $x = 1,75 \text{ m}$

Vertical position from the shear centre : $z = 14,67 \text{ cm}$

Restraint conditions :

- v : Fixed
- θ : Free
- v' : Free
- θ' : Free

- Restraint No. 3 :

Type : Ponctual

Abscissa from the left end of the beam : $x = 7,5 \text{ m}$

Vertical position from the shear centre :

z = 30 cm

Restraint conditions :

v : Fixed

 θ : Free

v' : Free

 θ' : Free**- Restraint No. 4 :**

Type :

Ponctual

Abscissa from the left end of the beam :

x = 15 m

Vertical position from the shear centre :

z = 0 cm

Restraint conditions :

v : Fixed

 θ : Fixed

v' : Free

 θ' : Free

1.2 - Supports

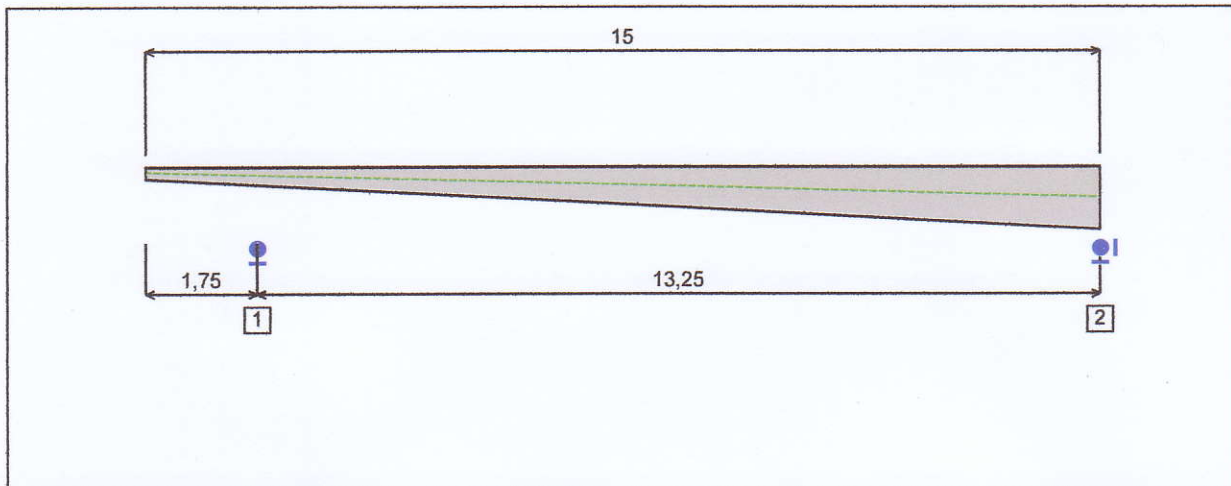


Figure 2 : Profile in long with support numbers.

- Support No. 1 :

Abscissa from the left end of the beam : $x = 1,75$ m

Support conditions :

- u : Free
- w : Fixed
- w' : Free

- Support No. 2 :

Abscissa from the left end of the beam : $x = 15$ m

Support conditions :

- u : Fixed
- w : Fixed
- w' : Free

I.3 - Loads

Type of loading :

Internal

- Moment diagram :

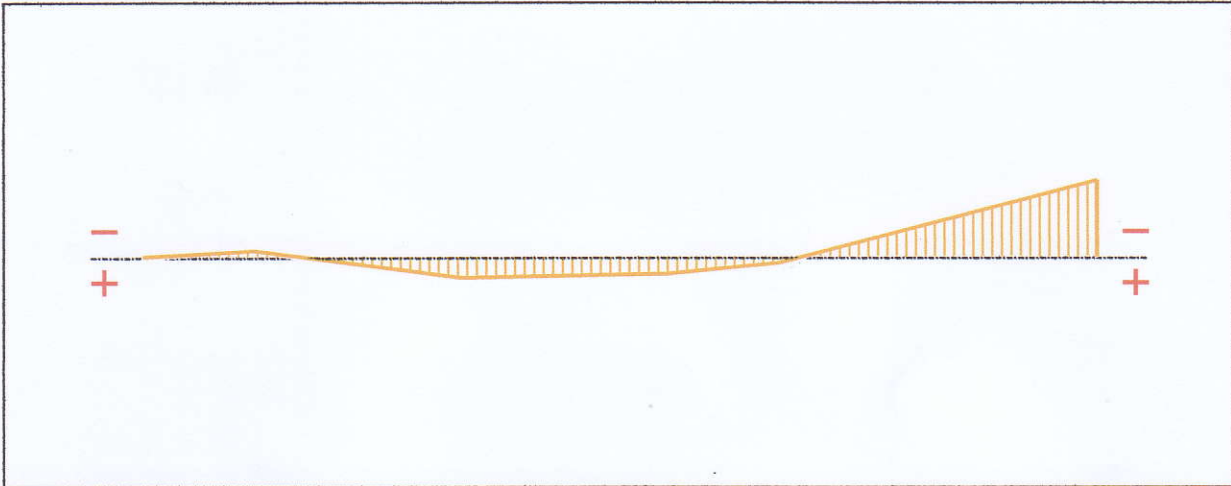


Figure 3 : Moment diagram.

Active :

Yes

Table 1 : Moment diagram.

x(m)	M(kN.m)
0	0
1,5	-38,2
1,75	-45,64
5	153,53
8,25	125,78
10	42,94
15	-570,72

- Axial force diagram :

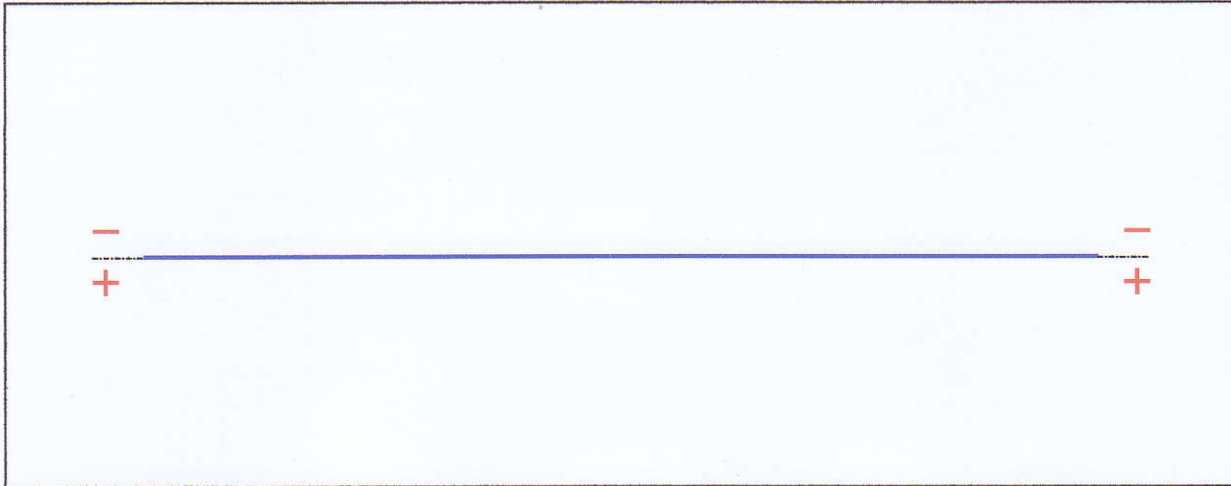


Figure 4 : Axial force diagram.

Active :

No

Table 2 : Axial force diagram.

x(m)	N(kN)
0	0
15	0

- Eccentric concentrated loads :

No load has been defined.

- Eccentric distributed loads :

No load has been defined.

II - LTB CALCULATION

Requested number of modes : 1
 Blocked moment diagram : No
 Blocked axial force diagram : No

The TAPER effect is taken into account

II.1 - LTB modes

Table 3 : LTB modes.

Mode	μ_{cr}	$M_{max,cr}$ [kN.m]	$x(M_{max})$ [m]	$N_{max,cr}$ [kN]	$x(N_{max})$ [m]
1	6,281	-3584,6	15	0	15

II.2 - Mode shapes

- Mode 1

Table 4 : Mode 1.

Mode	μ_{cr}	$M_{max,cr}$ [kN.m]	$x(M_{max})$ [m]	$N_{max,cr}$ [kN]	$x(N_{max})$ [m]
1	6,281	-3584,6	15	0	15

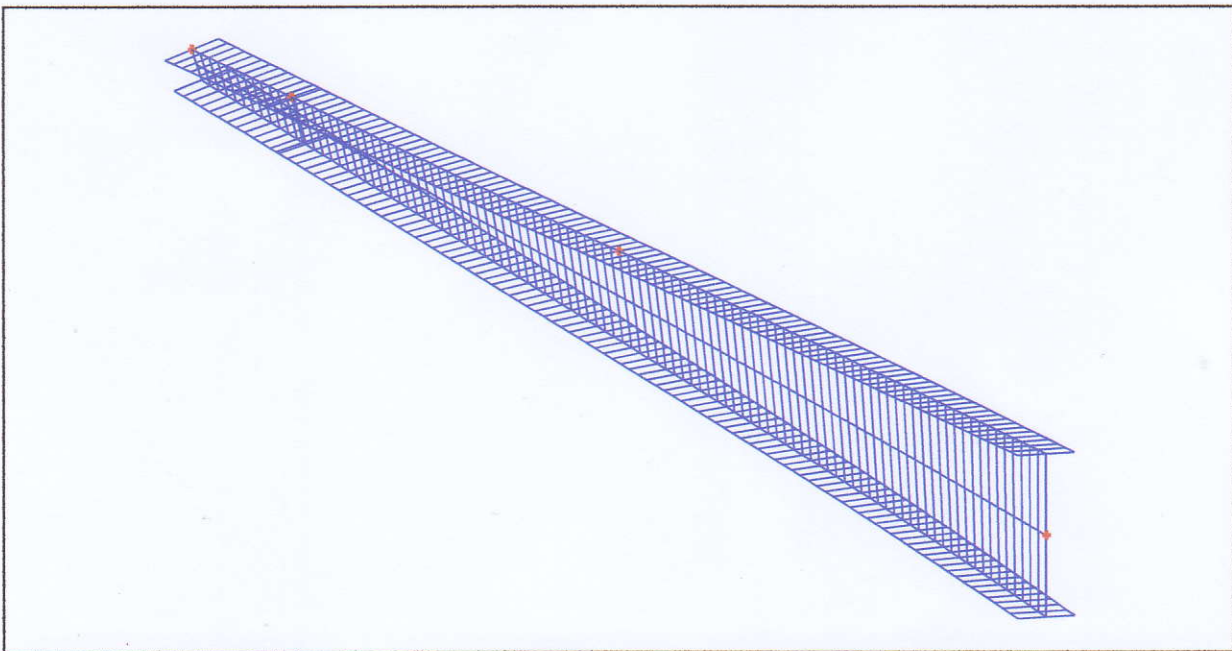
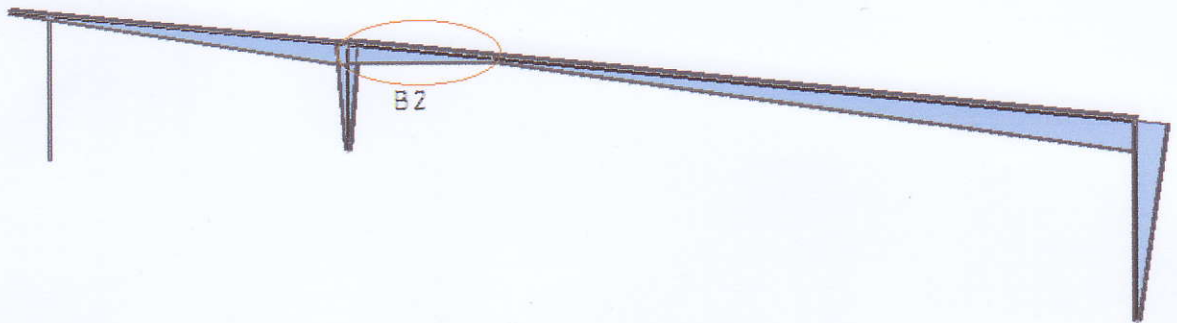


Figure 5 : Mode shape in 3D (Mode 1).

PŘÍČEL B2



I.1 - Lateral restraints

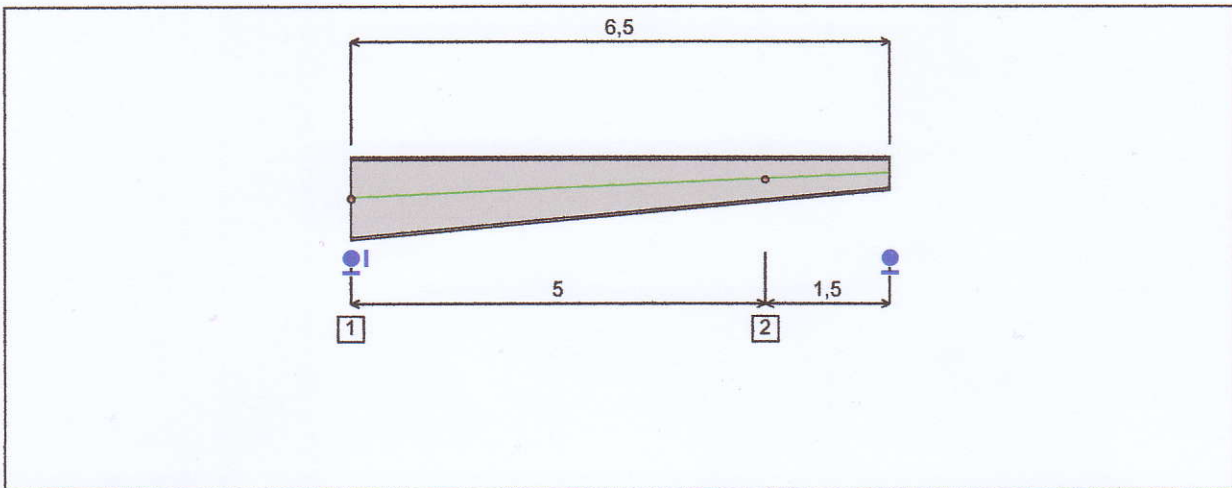


Figure 1 : Profile in long with restraint numbers.

- Restraint No. 1 :

Type : Punctual

Abscissa from the left end of the beam : $x = 0$ m

Vertical position from the shear centre : $z = 0$ cm

Restraint conditions :

- v : Fixed
- θ : Fixed
- v' : Free
- θ' : Free

- Restraint No. 2 :

Type : Punctual

Abscissa from the left end of the beam : $x = 5$ m

Vertical position from the shear centre : $z = 0$ cm

Restraint conditions :

- v : Fixed
- θ : Free
- v' : Free
- θ' : Free

1.2 - Supports

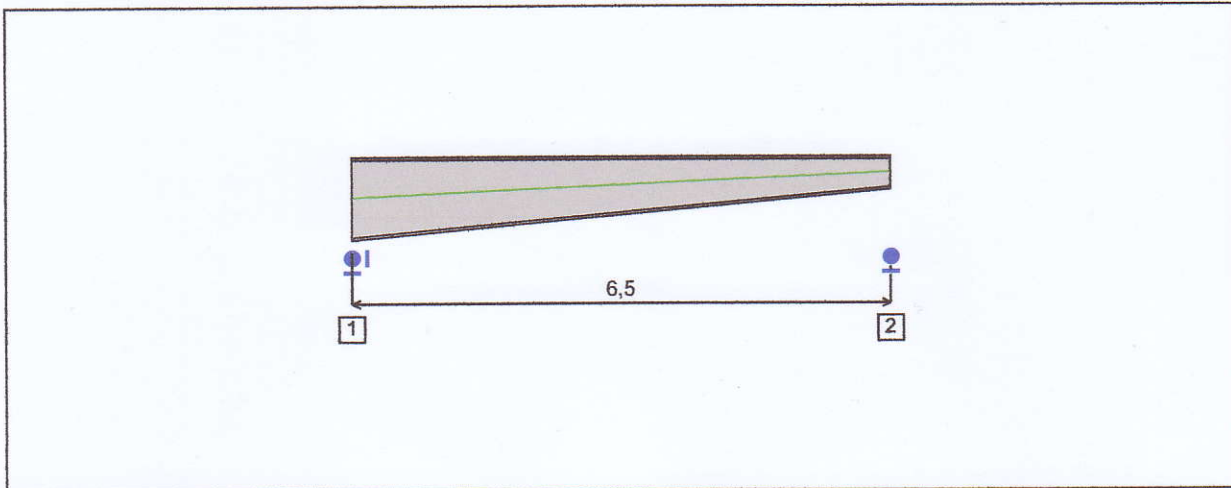


Figure 2 : Profile in long with support numbers.

- Support No. 1 :Abcissa from the left end of the beam : $x = 0$ m

Support conditions :

u : Fixed
w : Fixed
w' : Free

- Support No. 2 :Abcissa from the left end of the beam : $x = 6,5$ m

Support conditions :

u : Free
w : Fixed
w' : Free

1.3 - Loads

Type of loading :

Internal

- Moment diagram :

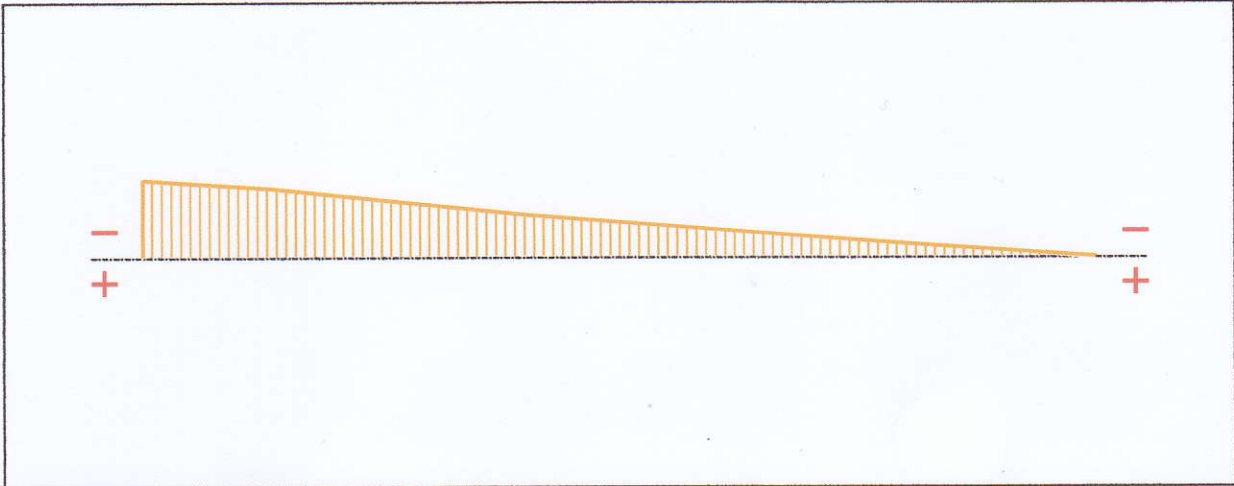


Figure 3 : Moment diagram.

Active :

Yes

Table 1 : Moment diagram.

x(m)	M(kN.m)
0	-1789,4
0,867	-1594,4
2,6	-973,69
3,9	-627,94
5,2	-295,91
6,067	-98,15
6,5	0

- Axial force diagram :

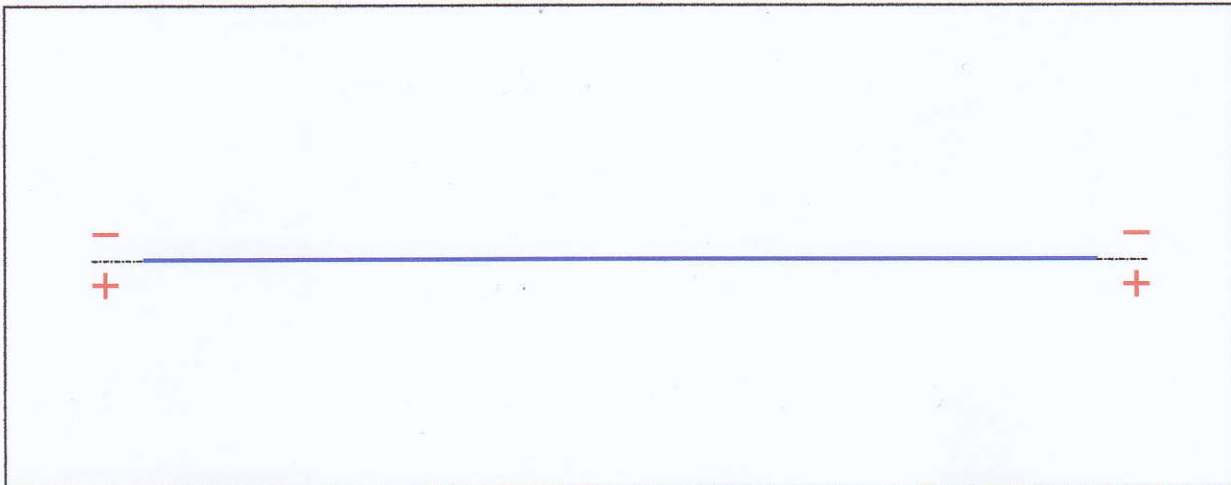


Figure 4 : Axial force diagram.

Active : No

Table 2 : Axial force diagram.

x(m)	N(kN)
0	0
6,5	0

- Eccentric concentrated loads :

No load has been defined.

- Eccentric distributed loads :

No load has been defined.

II - LTB CALCULATION

Requested number of modes : 1
 Blocked moment diagram : No
 Blocked axial force diagram : No

The TAPER effect is taken into account

II.1 - LTB modes

Table 3 : LTB modes.

Mode	μ_{cr}	$M_{max,cr}$ [kN.m]	$x(M_{max})$ [m]	$N_{max,cr}$ [kN]	$x(N_{max})$ [m]
1	3,959	-7083,2	0	0	0

II.2 - Mode shapes

- Mode 1

Table 4 : Mode 1.

Mode	μ_{cr}	$M_{max,cr}$ [kN.m]	$x(M_{max})$ [m]	$N_{max,cr}$ [kN]	$x(N_{max})$ [m]
1	3,959	-7083,2	0	0	0

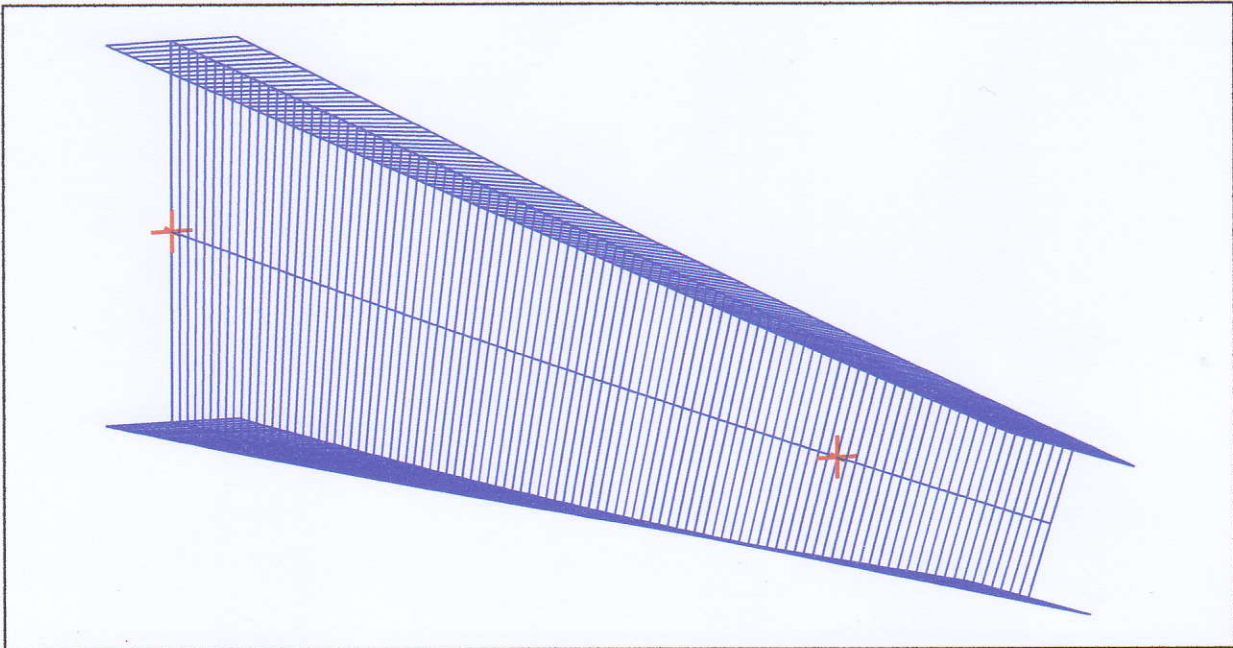
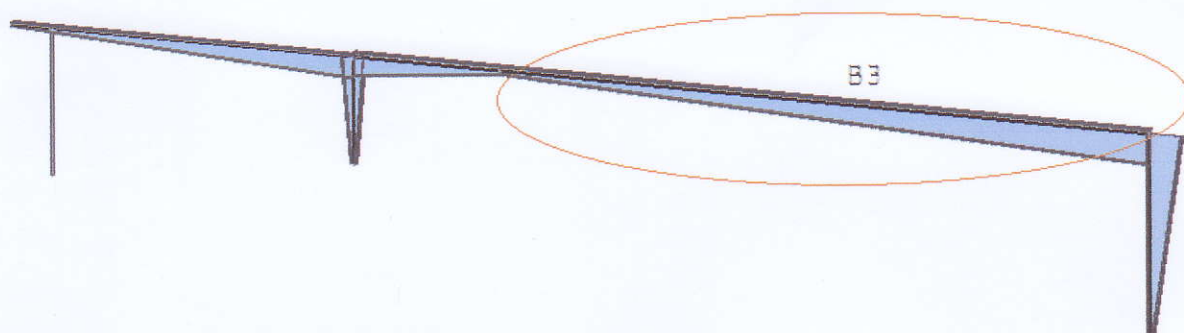


Figure 5 : Mode shape in 3D (Mode 1).

PŘÍČEL B3



I.1 - Lateral restraints

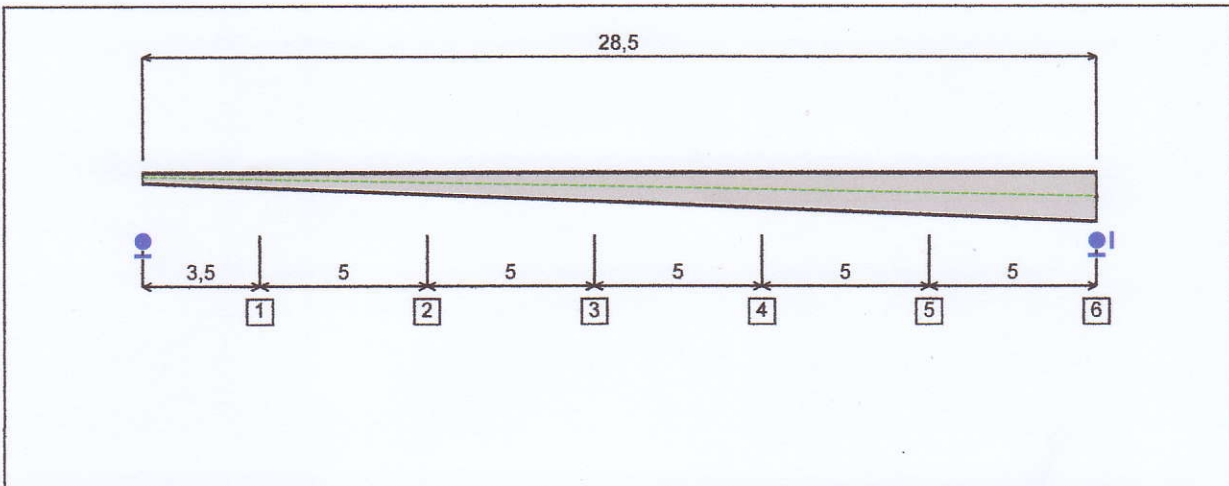


Figure 1 : Profile in long with restraint numbers.

- Restraint No. 1 :

Type : Ponctual

Abscissa from the left end of the beam : $x = 3,5 \text{ m}$

Vertical position from the shear centre : $z = 24,12 \text{ cm}$

Restraint conditions :

- v : Fixed
- θ : Free
- v' : Free
- θ' : Free

- Restraint No. 2 :

Type : Ponctual

Abscissa from the left end of the beam : $x = 8,5 \text{ m}$

Vertical position from the shear centre : $z = 34,3 \text{ cm}$

Restraint conditions :

- v : Fixed
- θ : Free
- v' : Free
- θ' : Free

- Restraint No. 3 :

Type : Ponctual

Abscissa from the left end of the beam : $x = 13,5 \text{ m}$

Vertical position from the shear centre : $z = 44,47 \text{ cm}$

Restraint conditions :

v : Fixed
 θ : Free
 v' : Free
 θ' : Free

- Restraint No. 4 :

Type : Ponctual

Abscissa from the left end of the beam : $x = 18,5 \text{ m}$

Vertical position from the shear centre : $z = 54,65 \text{ cm}$

Restraint conditions :

v : Fixed
 θ : Free
 v' : Free
 θ' : Free

- Restraint No. 5 :

Type : Ponctual

Abscissa from the left end of the beam : $x = 23,5 \text{ m}$

Vertical position from the shear centre : $z = 64,82 \text{ cm}$

Restraint conditions :

v : Fixed
 θ : Free
 v' : Free
 θ' : Free

- Restraint No. 6 :

Type : Ponctual

Abscissa from the left end of the beam : $x = 28,5 \text{ m}$

Vertical position from the shear centre : $z = 0 \text{ cm}$

Restraint conditions :

v : Fixed
 θ : Fixed
 v' : Free
 θ' : Free

I.2 - Supports

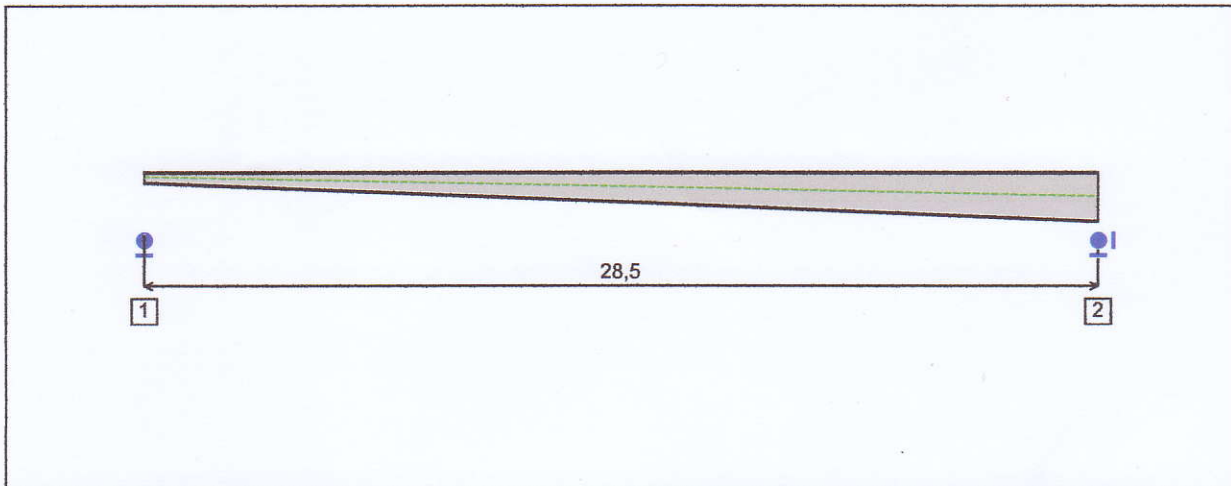


Figure 2 : Profile in long with support numbers.

- Support No. 1 :Abscissa from the left end of the beam : $x = 0$ m

Support conditions :

u : Free
w : Fixed
w' : Free

- Support No. 2 :Abscissa from the left end of the beam : $x = 28,5$ m

Support conditions :

u : Fixed
w : Fixed
w' : Free

I.3 - Loads

Type of loading :

Internal

- Moment diagram :

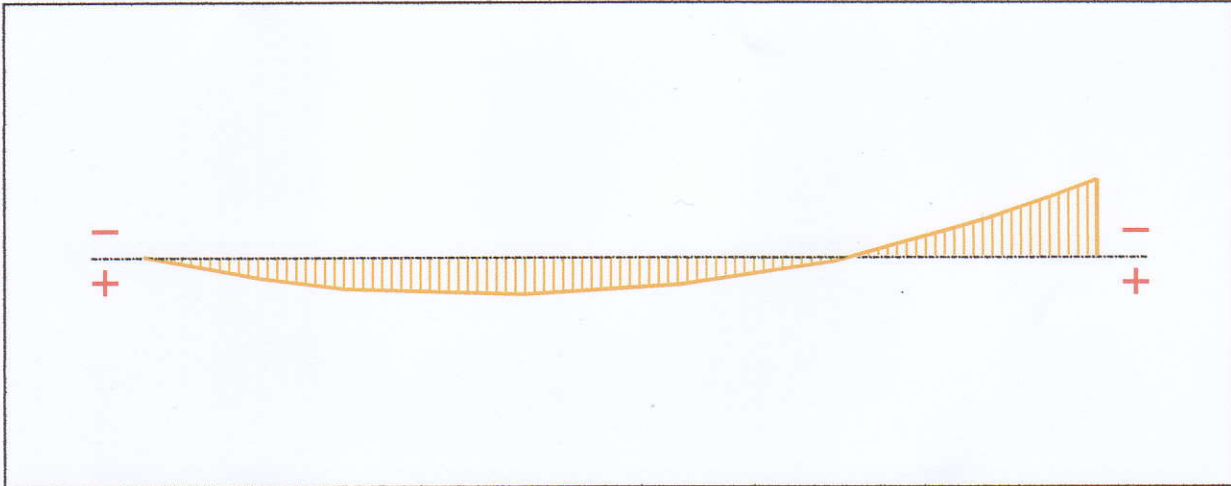


Figure 3 : Moment diagram.

Active :

Yes

Table 1 : Moment diagram.

x(m)	M(kN.m)
0	0
3,5	673,8
6	1007,3
11,36	1185,4
16	880,94
20,63	156,82
24,37	-934,77
25,2	-1185
27,07	-1857,4
28,5	-2410,9

- Axial force diagram :

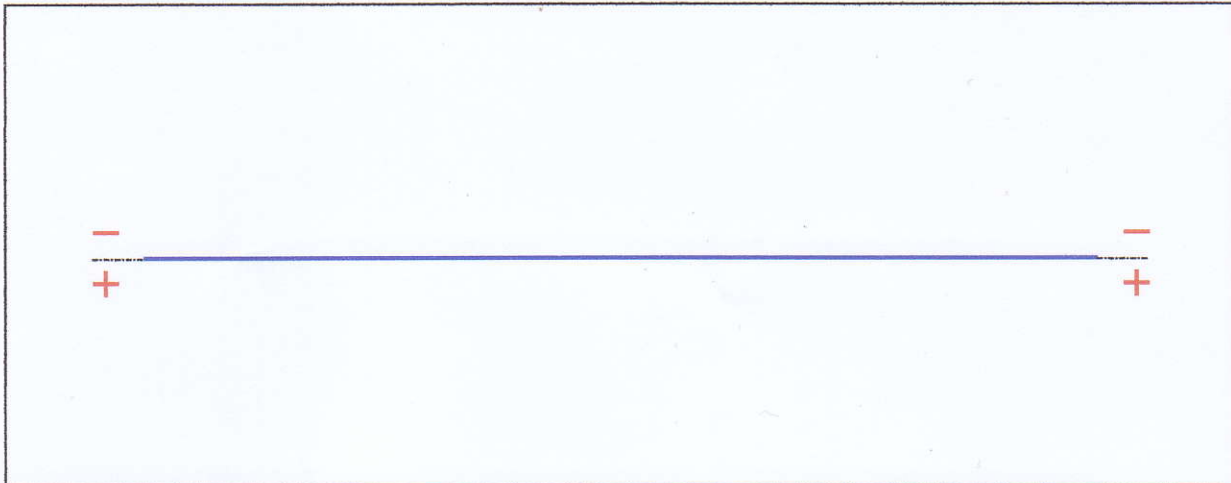


Figure 4 : Axial force diagram.

Active :

No

Table 2 : Axial force diagram.

x(m)	N(kN)
0	0
28,5	0

- Eccentric concentrated loads :

No load has been defined.

- Eccentric distributed loads :

No load has been defined.

II - LTB CALCULATION

Requested number of modes : 1
 Blocked moment diagram : No
 Blocked axial force diagram : No

The TAPER effect is taken into account

II.1 - LTB modes

Table 3 : LTB modes.

Mode	μ_{cr}	$M_{max,cr}$ [kN.m]	$x(M_{max})$ [m]	$N_{max,cr}$ [kN]	$x(N_{max})$ [m]
1	2,278	-5492,1	28,5	0	28,5

II.2 - Mode shapes

- Mode 1

Table 4 : Mode 1.

Mode	μ_{cr}	$M_{max,cr}$ [kN.m]	$x(M_{max})$ [m]	$N_{max,cr}$ [kN]	$x(N_{max})$ [m]
1	2,278	-5492,1	28,5	0	28,5

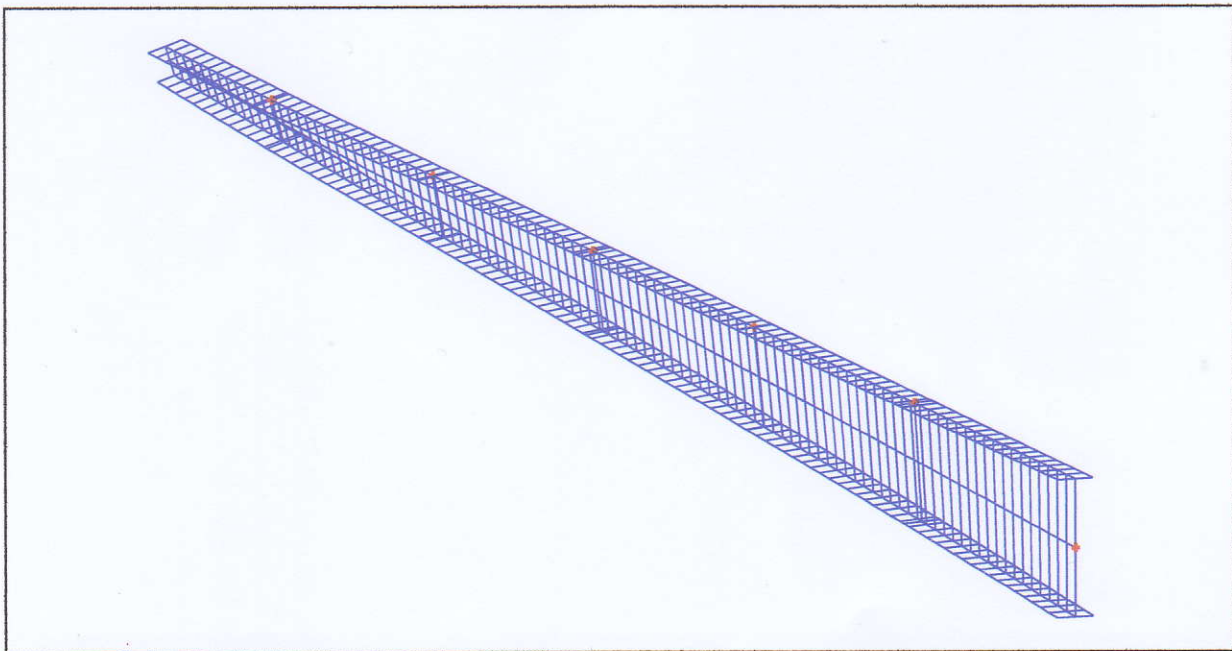
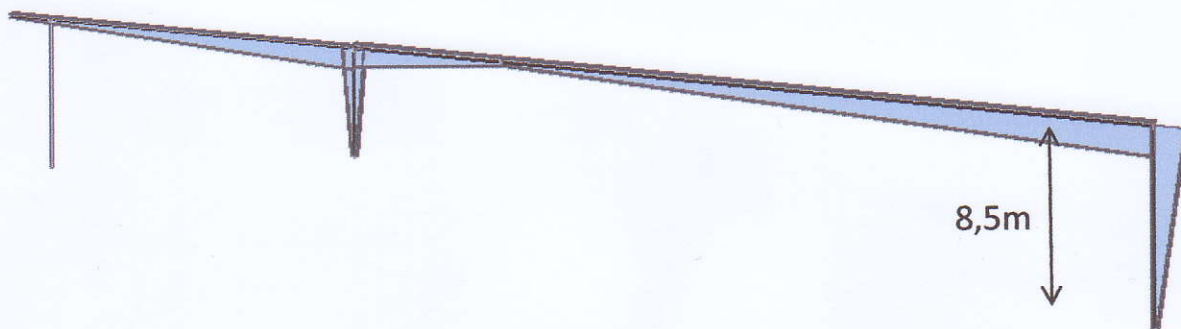


Figure 5 : Mode shape in 3D (Mode 1).

SLOUPEK PODÉLNÉ STĚNY HALY - 8,5m



I.1 - Supports

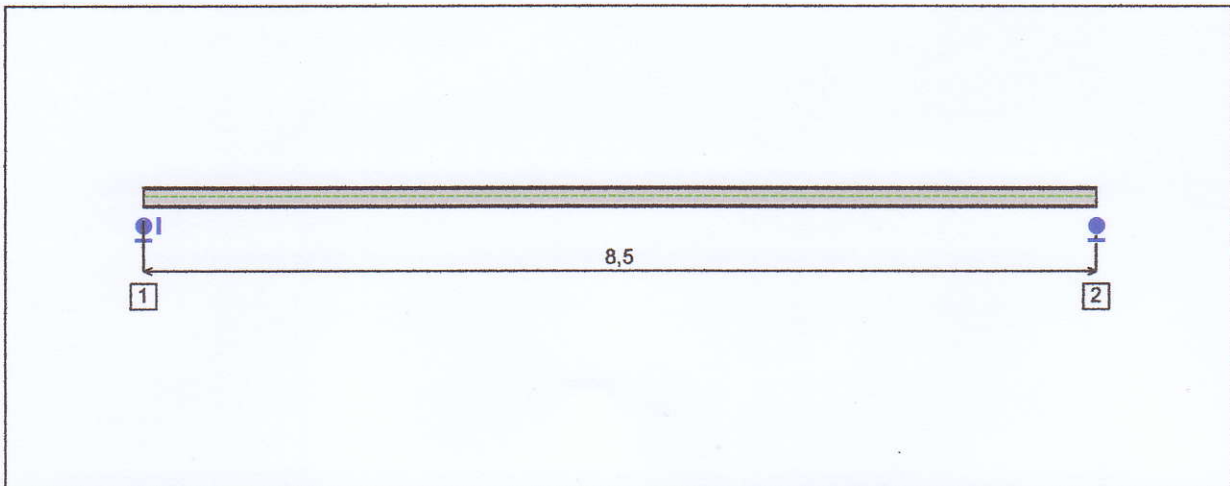


Figure 1 : Profile in long with support numbers.

- Support No. 1 :Abcissa from the left end of the beam : $x = 0$ m

Support conditions :

u : Fixed
w : Fixed
w' : Free

- Support No. 2 :Abcissa from the left end of the beam : $x = 8,5$ m

Support conditions :

u : Free
w : Fixed
w' : Free

1.2 - Loads

Type of loading :

External

The weight of the beam is not taken into account.

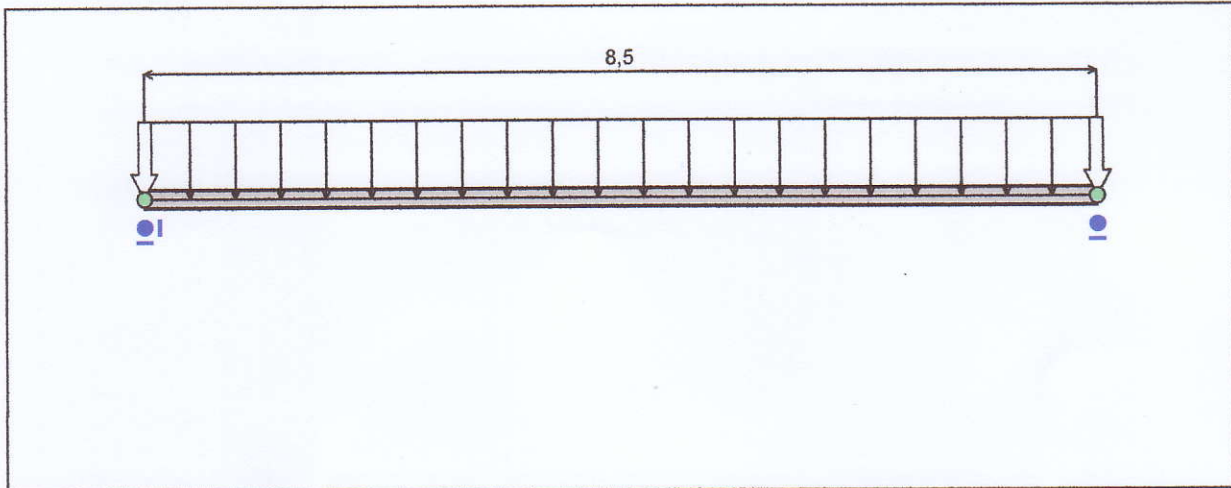


Figure 2 : Profile in long with loads.

- Concentrated loads :

No load has been defined.

- Distributed loads :

Table 1 : Distributed loads.

x_1 (m)	z_1 (*) (cm)	$q_{x,1}$ (kN/m)	$q_{z,1}$ (kN/m)	x_2 (m)	z_2 (*) (cm)	$q_{x,2}$ (kN/m)	$q_{z,2}$ (kN/m)	Active
0	0	0	-3,488	8,5	0	0	-3,488	Yes

(*) Vertical position from the shear centre

II - LTB CALCULATION

Requested number of modes : 1
 Blocked moment diagram : No
 Blocked axial force diagram : No

II.1 - LTB modes

Table 2 : LTB modes.

Mode	μ_{cr}	$M_{max,cr}$ [kN.m]	$x(M_{max})$ [m]	$N_{max,cr}$ [kN]	$x(N_{max})$ [m]
1	4,312	135,81	4,25	0	4,25

II.2 - Mode shapes

- Mode 1

Table 3 : Mode 1.

Mode	μ_{cr}	$M_{max,cr}$ [kN.m]	$x(M_{max})$ [m]	$N_{max,cr}$ [kN]	$x(N_{max})$ [m]
1	4,312	135,81	4,25	0	4,25

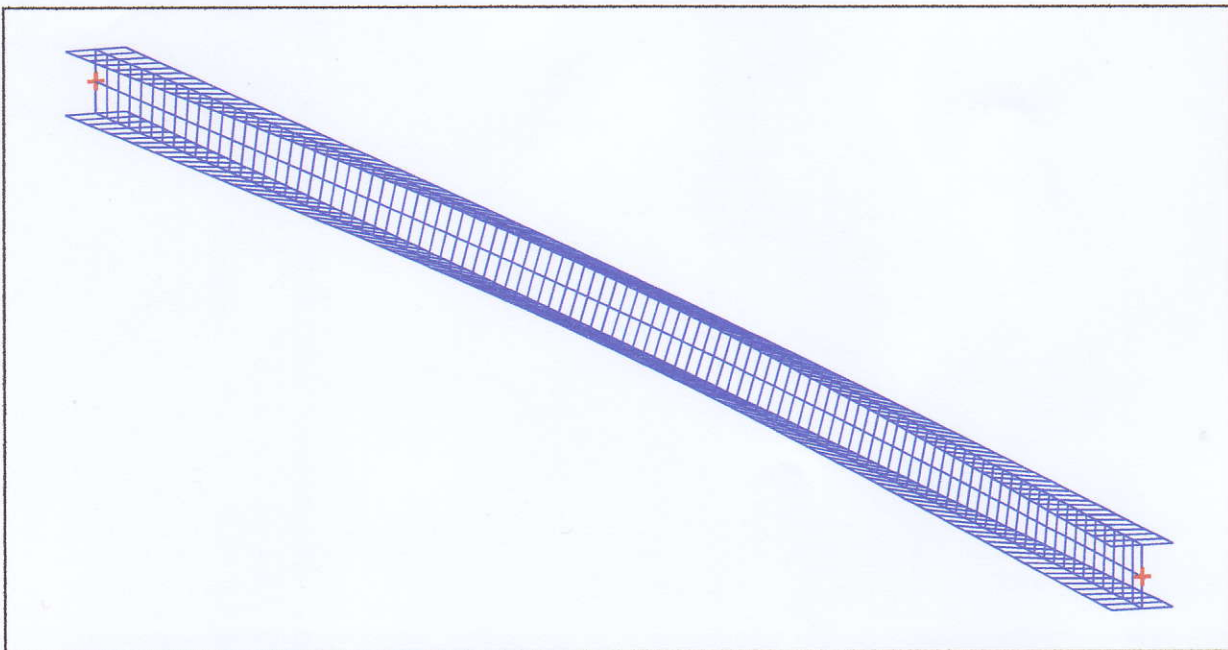


Figure 3 : Mode shape in 3D (Mode 1).

SLOUPEK PODÉLNÉ STĚNY HALY - 6,2m



I.1 - Lateral restraints

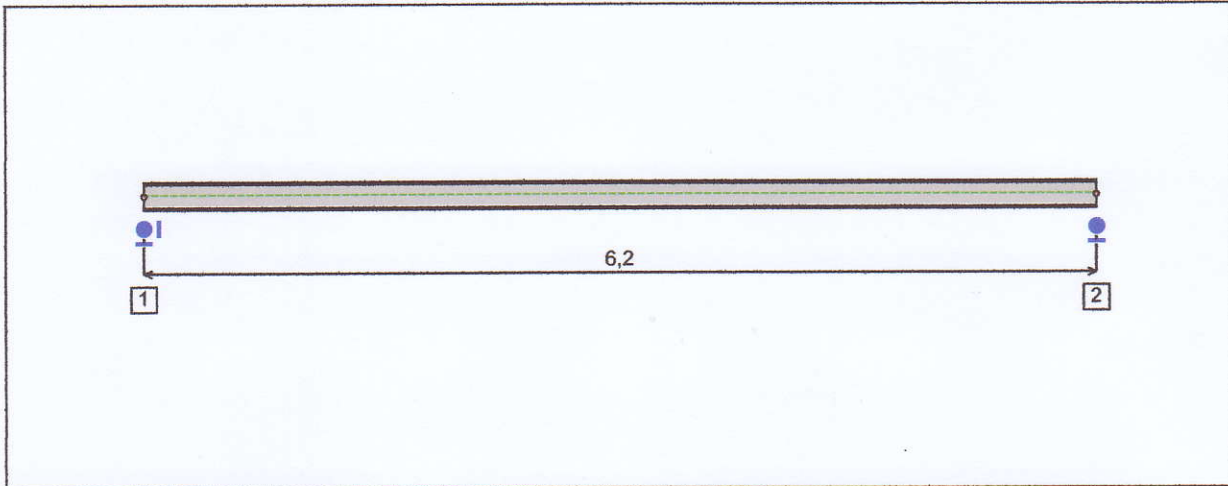


Figure 1 : Profile in long with restraint numbers.

- Restraint No. 1 :

Type : Ponctual

Abscissa from the left end of the beam : $x = 0$ m

Vertical position from the shear centre : $z = 0$ cm

Restraint conditions :

- v : Fixed
- θ : Fixed
- v' : Free
- θ' : Free

- Restraint No. 2 :

Type : Ponctual

Abscissa from the left end of the beam : $x = 6,2$ m

Vertical position from the shear centre : $z = 0$ cm

Restraint conditions :

- v : Fixed
- θ : Fixed
- v' : Free
- θ' : Free

1.2 - Loads

Type of loading :

External

The weight of the beam is not taken into account.

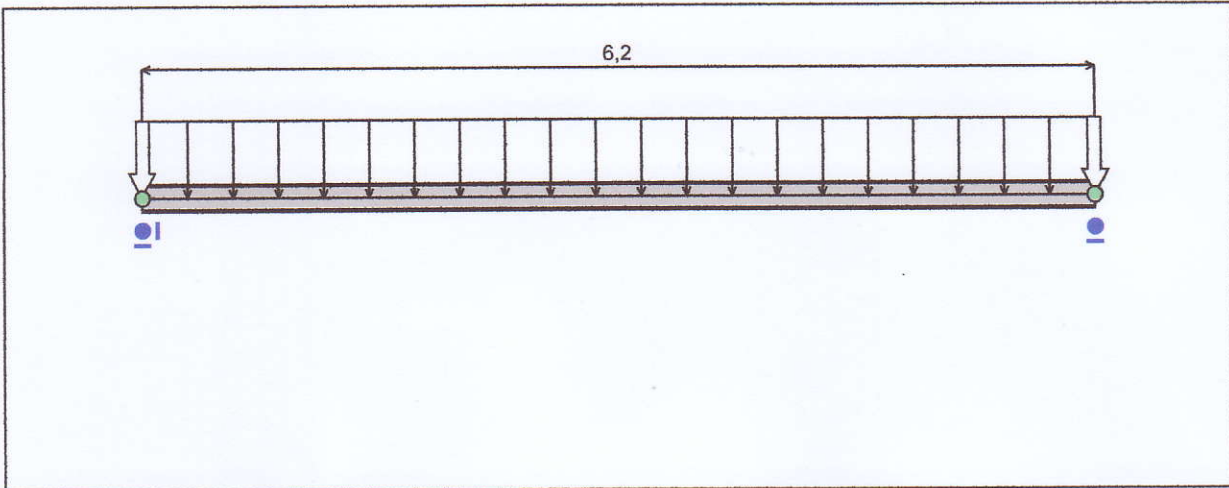


Figure 2 : Profile in long with loads.

- Concentrated loads :

No load has been defined.

- Distributed loads :

Table 1 : Distributed loads.

x_1 (m)	$z_1^{(*)}$ (cm)	$q_{x,1}$ (kN/m)	$q_{z,1}$ (kN/m)	x_2 (m)	$z_2^{(*)}$ (cm)	$q_{x,2}$ (kN/m)	$q_{z,2}$ (kN/m)	Active
0	0	0	-4,665	6,2	0	0	-4,665	Yes

(*) Vertical position from the shear centre

II - LTB CALCULATION

Requested number of modes : 1
 Blocked moment diagram : No
 Blocked axial force diagram : No

II.1 - LTB modes

Table 2 : LTB modes.

Mode	μ_{cr}	$M_{max,cr}$ [kN.m]	$x(M_{max})$ [m]	$N_{max,cr}$ [kN]	$x(N_{max})$ [m]
1	8,575	192,21	3,1	0	3,1

II.2 - Mode shapes

- Mode 1

Table 3 : Mode 1.

Mode	μ_{cr}	$M_{max,cr}$ [kN.m]	$x(M_{max})$ [m]	$N_{max,cr}$ [kN]	$x(N_{max})$ [m]
1	8,575	192,21	3,1	0	3,1

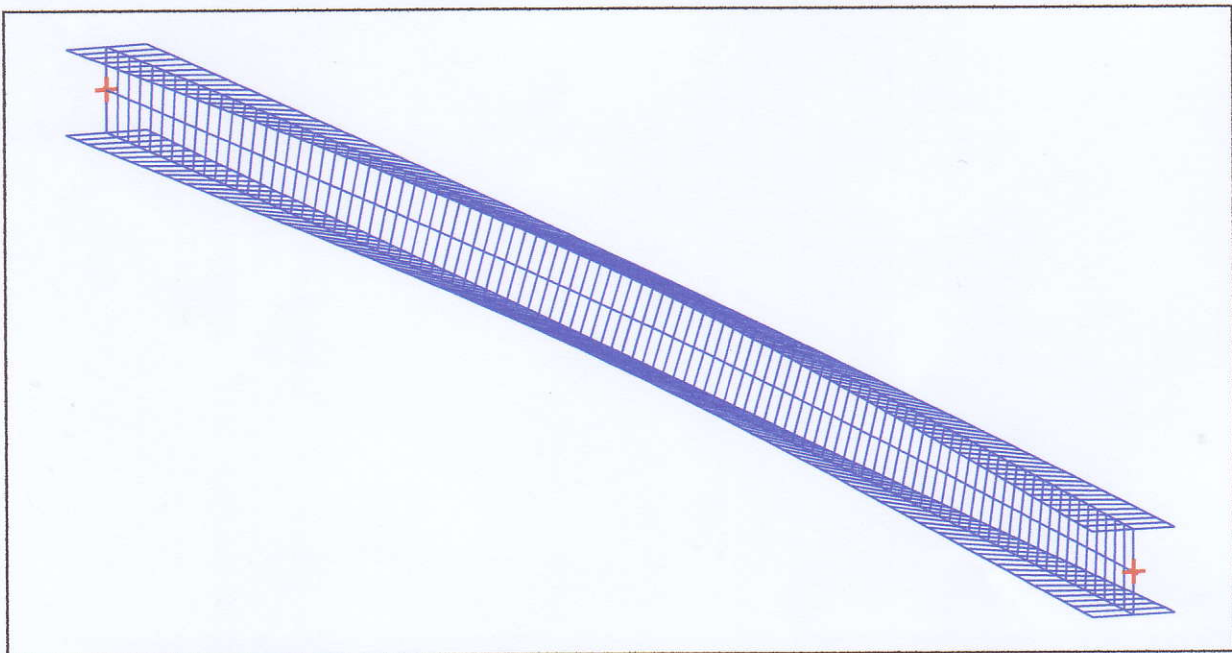


Figure 3 : Mode shape in 3D (Mode 1).



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí

VÝPOČETNÍ MODEL PRO ANALÝZU VNITŘNÍCH SIL

ČÁST 5



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí

RÁM B

1. Obsah

1. Obsah	1
2. Vlastnosti nosných prvků	2
2.1. Materiály	2
2.2. Průřezy	2
2.3. Náběhy	4
3. Zatěžovací stavy	4
4. Kombinace	5
4.1. Kombinace	5
4.2. Nelineární kombinace	8
4.3. Stabilitní kombinace	10
4.4. Skupiny výsledků	12
5. Zatížení	13
5.1. ZS2	13
5.2. ZS3	13
5.3. ZS4 / Hodnota pro výpočet / Jméno	13
5.4. ZS5	13
5.5. ZS6	14
5.6. ZS7	14
5.7. ZS8	14
5.8. ZS9	14
5.9. ZS10	15
5.10. ZS11	15
5.11. ZS12	15
5.12. ZS13	15
5.13. ZS14	16
5.14. ZS15 / Hodnota pro výpočet / Jméno	16
6. Výsledky	17
6.1. Vnitřní síly	17
6.1.1. Maximální vnitřní síly na prutu (bez ohledu na kombinaci)	17
6.1.1.1. Vnitřní síly na prutu; N	17
6.1.1.2. Vnitřní síly na prutu; Vz	17
6.1.1.3. Vnitřní síly na prutu; My	17
6.1.2. Nelineární kombinace NC3	17
6.1.2.1. Vnitřní síly na prutu; N	17
6.1.2.2. Vnitřní síly na prutu; Vz	18
6.1.2.3. Vnitřní síly na prutu; My	18
6.1.3. Nelineární kombinace NC2	18
6.1.3.1. Vnitřní síly na prutu; N	18
6.1.3.2. Vnitřní síly na prutu; Vz	18
6.1.3.3. Vnitřní síly na prutu; My	19
6.1.4. Nelineární kombinace NC4	19
6.1.4.1. Vnitřní síly na prutu; N	19
6.1.4.2. Vnitřní síly na prutu; Vz	19
6.1.4.3. Vnitřní síly na prutu; My	19
7. Reakce	20
7.1. Maximální hodnoty reakcí v podporách (bez ohledu na kombinaci)	20
7.1.1. Reakce; Rx, Rz	20
7.2. Nelineární kombinace NC3	20
7.2.1. Reakce; Rx, Rz	20
7.3. Nelineární kombinace NC4	20
7.3.1. Reakce; Rx, Rz	20
8. Deformace - maximální hodnoty deformací bez ohledu na kombinaci	21
8.1. Deformace na prutu; uz	21

2. Vlastnosti nosných prvků

2.1. Materiály

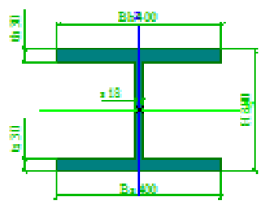
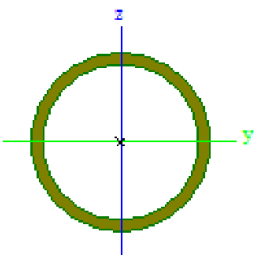
Ocel EC3

Jméno	ρ [kg/m ³]	E_{mod} [MPa]	μ	F_y [MPa]
		G_{mod} [MPa]	α [m/mK]	
S 355	7850,0	2,1000e+05	0,3	355,0
		8,0769e+04	0,00	335,0

2.2. Průřezy

CS1 - příčel B1		
Typ	I ng	
Detailní	200; 360; 360; 16; 16; 14	
Materiál	S 355	
A [m ²]	1,3872e-02	
A _y [m ²], A _z [m ²]	1,0258e-02	2,7977e-03
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	1,0328e-04	1,2445e-04
i _y [mm], i _z [mm]	86	95
W _{el.y} [m ³], W _{el.z} [m ³]	1,0328e-03	6,9141e-04
W _{pl.y} [m ³], W _{pl.z} [m ³]	1,1586e-03	1,0450e-03
Obrázek		
CS2 - příčel B2		
Typ	I ng	
Detailní	340; 360; 360; 30; 30; 16	
Materiál	S 355	
A [m ²]	2,6080e-02	
A _y [m ²], A _z [m ²]	1,9199e-02	5,4415e-03
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	5,4983e-04	2,3338e-04
i _y [mm], i _z [mm]	145	95
W _{el.y} [m ³], W _{el.z} [m ³]	3,2343e-03	1,2965e-03
W _{pl.y} [m ³], W _{pl.z} [m ³]	3,6616e-03	1,9619e-03
Obrázek		
CS3 - příčel B3 (1/2)		
Typ	I ng	
Detailní	340; 400; 400; 20; 20; 18	
Materiál	S 355	
A [m ²]	2,1400e-02	
A _y [m ²], A _z [m ²]	1,4458e-02	6,0641e-03
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	4,5063e-04	2,1348e-04
i _y [mm], i _z [mm]	145	100
W _{el.y} [m ³], W _{el.z} [m ³]	2,6508e-03	1,0674e-03
W _{pl.y} [m ³], W _{pl.z} [m ³]	2,9650e-03	1,6243e-03

Obrázek		
CS4 - příčel B3 (2/2)		
Typ	I ng	
Detailní	747; 400; 400; 40; 40; 18	
Materiál	S 355	
A [m ²]	4,4006e-02	
A _y [m ²], A _z [m ²]	2,9018e-02	1,3305e-02
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	4,4484e-03	4,2699e-04
i _y [mm], i _z [mm]	318	99
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	1,1910e-02	2,1350e-03
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	1,3314e-02	3,2540e-03
Obrázek		
CS5 - sloup B5		
Typ	I ng	
Detailní	200; 360; 360; 20; 20; 18	
Materiál	S 355	
A [m ²]	1,7280e-02	
A _y [m ²], A _z [m ²]	1,3045e-02	3,6116e-03
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	1,2326e-04	1,5560e-04
i _y [mm], i _z [mm]	84	95
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	1,2326e-03	8,6443e-04
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	1,4112e-03	1,3090e-03
Obrázek		
CS6 - sloup B4		
Typ	I ng	
Detailní	300; 400; 400; 30; 30; 18	
Materiál	S 355	
A [m ²]	2,8320e-02	
A _y [m ²], A _z [m ²]	2,1561e-02	5,4266e-03
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	4,5994e-04	3,2012e-04
i _y [mm], i _z [mm]	127	106
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	3,0662e-03	1,6006e-03
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	3,4992e-03	2,4194e-03

Obrázek		
CS7 - stojka B6		
Typ	CHS193.7/12.5	
Kód tvaru	3 - Circular hollow section	
Materiál	S 355	
A [m ²]	7,1200e-03	
A _y [m ²], A _z [m ²]	4,5300e-03	4,5300e-03
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	2,9340e-05	2,9340e-05
i _y [mm], i _z [mm]	64	64
W _{el.y} [m ³], W _{el.z} [m ³]	3,0300e-04	3,0300e-04
W _{pl.y} [m ³], W _{pl.z} [m ³]	4,0459e-04	4,0459e-04
Obrázek		

Vysvětlivky symbolů	
A	Plocha
A _y	Smyková plocha ve směru hlavní osy y - Vypočteno 2D MKP analýzou
A _z	Smyková plocha ve směru hlavní osy z - Vypočteno 2D MKP analýzou
I _y	Moment setrvačnosti kolem hlavní osy y
I _z	Moment setrvačnosti kolem hlavní osy z
i _y	Poloměr setrvačnosti kolem hlavní osy y

Vysvětlivky symbolů	
i _z	Poloměr setrvačnosti kolem hlavní osy z
W _{el.y}	Pružný modul průřezu k hlavní ose y
W _{el.z}	Pružný modul průřezu k hlavní ose z
W _{pl.y}	Plastický modul průřezu k hlavní ose y
W _{pl.z}	Plastický modul průřezu k hlavní ose z

2.3. Náběhy

Jméno	Prvek	Průřez	Pozice	Zarovnání
H1	B3 (1/2)	CS3 - příčel B3 (1/2) - I ng (340; 400; 400; 20; 20; 18)	Od konce - po celé délce	horní povrch
H3	B2	CS2 - příčel B2 - I ng (340; 360; 360; 30; 30; 16)	Od začátku - po celé délce	horní povrch
H4	B1	CS1 - příčel B1 - I ng (200; 360; 360; 16; 16; 14)	Od konce - po celé délce	horní povrch
H5	B4	CS6 - sloup B4 - I ng (300; 400; 400; 30; 30; 18)	Od konce - po celé délce	horní povrch
H6	B5	CS5 - sloup B5 - I ng (200; 360; 360; 20; 20; 18)	Od konce - po celé délce	střednice
H7	B3 (2/2)	CS4 - příčel B3 (2/2) - I ng (747; 400; 400; 40; 40; 18)	Od konce - po celé délce	horní povrch

3. Zatěžovací stavy

Jméno	Popis	Typ působení	Skupina zatížení	Směr	Působení	Rídící zat. stav
Spec		Typ zatížení				
ZS1		Stálé Vlastní tíha	SZ1	-Z		
ZS2	střešní plášť + vaznice	Stálé	SZ1			
ZS3	fasáda	Standard				
		Stálé Standard	SZ1			

Jméno	Popis	Typ působení	Skupina zatížení	Směr	Působení	Řídící zat. stav
	Spec	Typ zatížení				
ZS4	podhled	Stálé Standard	SZ1			
ZS5	užitné - kategorie h - plošné Standard	Proměnné Statické	SZ2		Krátkodobé	Žádný
ZS6	sníh Standard	Proměnné Statické	SZ2		Krátkodobé	Žádný
ZS7	vzduchotechnika + svítidla Standard	Proměnné Statické	SZ2		Krátkodobé	Žádný
ZS8	vítr podélný J - tlak Standard	Proměnné Statické	SZ2		Krátkodobé	Žádný
ZS9	vítr podélný S - tlak Standard	Proměnné Statické	SZ2		Krátkodobé	Žádný
ZS10	vítr podélný J - sání Standard	Proměnné Statické	SZ2		Krátkodobé	Žádný
ZS11	vítr podélný S - sání Standard	Proměnné Statické	SZ2		Krátkodobé	Žádný
ZS12	vítr příčný V - sání Standard	Proměnné Statické	SZ2		Krátkodobé	Žádný
ZS13	vítr příčný V - tlak (na rámu B nevzniká tlak) Standard	Proměnné Statické	SZ2		Krátkodobé	Žádný
ZS14	vítr příčný Z - tlak Standard	Proměnné Statické	SZ2		Krátkodobé	Žádný
ZS15	vítr příčný Z - sání Standard	Proměnné Statické	SZ2		Krátkodobé	Žádný

4. Kombinace

4.1. Kombinace

Jméno	Popis	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
CO1 xx	red.vítr příčný V - tlak	Obálka - únosnost	ZS1	1,35
			ZS2 - střešní plášť + vaznice	1,35
			ZS3 - fasáda	1,35
			ZS4 - podhled	1,35
			ZS6 - sníh	1,50
			ZS7 - vzduchotechnika + svítidla	1,50
			ZS13 - vítr příčný V - tlak (na rámu B nevzniká tlak)	0,90
CO2	red.vítr příčný Z - tlak	Obálka - únosnost	ZS1	1,35
			ZS2 - střešní plášť + vaznice	1,35
			ZS3 - fasáda	1,35
			ZS4 - podhled	1,35
			ZS6 - sníh	1,50
			ZS7 - vzduchotechnika + svítidla	1,50
			ZS14 - vítr příčný Z - tlak	0,90
CO3	red. vítr podélný J - tlak	Obálka - únosnost	ZS1	1,35
			ZS2 - střešní plášť + vaznice	1,35
			ZS3 - fasáda	1,35
			ZS4 - podhled	1,35
			ZS6 - sníh	1,50
			ZS7 - vzduchotechnika + svítidla	1,50
			ZS8 - vítr podélný J - tlak	0,90
CO4	red. vítr podélný S - tlak	Obálka - únosnost	ZS1	1,35
			ZS2 - střešní plášť + vaznice	1,35

Jméno	Popis	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
			ZS3 - fasáda	1,35
			ZS4 - podhled	1,35
			ZS6 - sníh	1,50
			ZS7 - vzduchotechnika + svítidla	1,50
			ZS9 - vítr podélný S - tlak	0,90
CO5 xx	red. sníh, vítr příčný V - tlak	Obálka - únosnost	ZS1	1,35
			ZS2 - střešní plášť + vaznice	1,35
			ZS3 - fasáda	1,35
			ZS4 - podhled	1,35
			ZS6 - sníh	0,75
			ZS7 - vzduchotechnika + svítidla	1,50
			ZS13 - vítr příčný V - tlak (na rámu B nevzniká tlak)	1,50
CO6	red. sníh, vítr příčný Z - tlak	Obálka - únosnost	ZS1	1,35
			ZS2 - střešní plášť + vaznice	1,35
			ZS3 - fasáda	1,35
			ZS4 - podhled	1,35
			ZS6 - sníh	0,75
			ZS7 - vzduchotechnika + svítidla	1,50
			ZS14 - vítr příčný Z - tlak	1,50
CO7	red. sníh, vítr podélný J - tlak	Obálka - únosnost	ZS1	1,35
			ZS2 - střešní plášť + vaznice	1,35
			ZS3 - fasáda	1,35
			ZS4 - podhled	1,35
			ZS6 - sníh	0,75
			ZS7 - vzduchotechnika + svítidla	1,50
			ZS8 - vítr podélný J - tlak	1,50
CO8	red. sníh, vítr podélný S - tlak	Obálka - únosnost	ZS1	1,35
			ZS2 - střešní plášť + vaznice	1,35
			ZS3 - fasáda	1,35
			ZS4 - podhled	1,35
			ZS6 - sníh	0,75
			ZS7 - vzduchotechnika + svítidla	1,50
			ZS9 - vítr podélný S - tlak	1,50
CO9	bez větru	Obálka - únosnost	ZS1	1,35
			ZS2 - střešní plášť + vaznice	1,35
			ZS3 - fasáda	1,35
			ZS4 - podhled	1,35
			ZS6 - sníh	1,50
			ZS7 - vzduchotechnika + svítidla	1,50
CO10	min. stálé, vítr příčný V - sání	Obálka - únosnost	ZS1	1,00
			ZS2 - střešní plášť + vaznice	1,00
			ZS3 - fasáda	1,00
			ZS4 - podhled	1,00
			ZS12 - vítr příčný V - sání	1,50
CO11	min. stálé, vítr příčný Z - sání	Obálka - únosnost	ZS1	1,00
			ZS2 - střešní plášť + vaznice	1,00
			ZS3 - fasáda	1,00
			ZS4 - podhled	1,00
			ZS15 - vítr příčný Z - sání	1,50
CO12	min. stálé, vítr podélný J - sání	Obálka - únosnost	ZS1	1,00
			ZS2 - střešní plášť + vaznice	1,00
			ZS3 - fasáda	1,00
			ZS4 - podhled	1,00
			ZS10 - vítr podélný J - sání	1,50
CO13	min. stálé, vítr podélný S -	Obálka - únosnost	ZS1	1,00

Jméno	Popis	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
	sání		ZS2 - střešní plášť + vaznice ZS3 - fasáda ZS4 - podhled ZS11 - vítr podélný S - sání	1,00 1,00 1,00 1,50
CO14 xx	red.vítr příčný V - tlak	Lineární - použitelnost	ZS1 ZS2 - střešní plášť + vaznice ZS3 - fasáda ZS4 - podhled ZS6 - sníh ZS7 - vzduchotechnika + svítidla ZS13 - vítr příčný V - tlak (na rámu B nevzniká tlak)	1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 0,60
CO15	red.vítr příčný Z - tlak	Lineární - použitelnost	ZS1 ZS2 - střešní plášť + vaznice ZS3 - fasáda ZS4 - podhled ZS6 - sníh ZS7 - vzduchotechnika + svítidla ZS14 - vítr příčný Z - tlak	1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 0,60
CO16	red. vítr podélný J - tlak	Lineární - použitelnost	ZS1 ZS2 - střešní plášť + vaznice ZS3 - fasáda ZS4 - podhled ZS6 - sníh ZS7 - vzduchotechnika + svítidla ZS8 - vítr podélný J - tlak	1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 0,60
CO17	red. vítr podélný S - tlak	Lineární - použitelnost	ZS1 ZS2 - střešní plášť + vaznice ZS3 - fasáda ZS4 - podhled ZS6 - sníh ZS7 - vzduchotechnika + svítidla ZS9 - vítr podélný S - tlak	1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 0,60
CO18 xx	red. sníh, vítr příčný V - tlak	Lineární - použitelnost	ZS1 ZS2 - střešní plášť + vaznice ZS3 - fasáda ZS4 - podhled ZS6 - sníh ZS7 - vzduchotechnika + svítidla ZS13 - vítr příčný V - tlak (na rámu B nevzniká tlak)	1,00 1,00 1,00 1,00 0,50 1,00 1,00
CO19	red. sníh, vítr příčný Z - tlak	Lineární - použitelnost	ZS1 ZS2 - střešní plášť + vaznice ZS3 - fasáda ZS4 - podhled ZS6 - sníh ZS7 - vzduchotechnika + svítidla ZS14 - vítr příčný Z - tlak	1,00 1,00 1,00 1,00 0,50 1,00 1,00
CO20	red. sníh, vítr podélný J - tlak	Lineární - použitelnost	ZS1 ZS2 - střešní plášť + vaznice ZS3 - fasáda ZS4 - podhled ZS6 - sníh ZS7 - vzduchotechnika + svítidla ZS8 - vítr podélný J - tlak	1,00 1,00 1,00 1,00 0,50 1,00 1,00

Jméno	Popis	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
CO21	red. sníh, vítr podélný S - tlak	Lineární - použitelnost	ZS1	1,00
			ZS2 - střešní plášť + vaznice	1,00
			ZS3 - fasáda	1,00
			ZS4 - podhled	1,00
			ZS6 - sníh	0,50
			ZS7 - vzduchotechnika + svítidla	1,00
			ZS9 - vítr podélný S - tlak	1,00
CO22	bez větru	Lineární - použitelnost	ZS1	1,00
			ZS2 - střešní plášť + vaznice	1,00
			ZS3 - fasáda	1,00
			ZS4 - podhled	1,00
			ZS6 - sníh	1,00
			ZS7 - vzduchotechnika + svítidla	1,00
			CO23	min. stálé, vítr příčný V - sání
ZS2 - střešní plášť + vaznice	1,00			
ZS3 - fasáda	1,00			
ZS4 - podhled	1,00			
ZS12 - vítr příčný V - sání	1,00			
CO24	min. stálé, vítr příčný Z - sání	Lineární - použitelnost	ZS1	1,00
			ZS2 - střešní plášť + vaznice	1,00
			ZS3 - fasáda	1,00
			ZS4 - podhled	1,00
			ZS15 - vítr příčný Z- sání	1,00
CO25	min. stálé, vítr podélný J - sání	Lineární - použitelnost	ZS1	1,00
			ZS2 - střešní plášť + vaznice	1,00
			ZS3 - fasáda	1,00
			ZS4 - podhled	1,00
			ZS10 - vítr podélný J - sání	1,00
CO26	min. stálé, vítr podélný S - sání	Lineární - použitelnost	ZS1	1,00
			ZS2 - střešní plášť + vaznice	1,00
			ZS3 - fasáda	1,00
			ZS4 - podhled	1,00
			ZS11 - vítr podélný S - sání	1,00

4.2. Nelineární kombinace

Jméno	Popis	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
NC1 xx	tlak se na rámu B neprojeví	Únosnost	ZS1	1,35
			ZS2 - střešní plášť + vaznice	1,35
			ZS3 - fasáda	1,35
			ZS4 - podhled	1,35
			ZS6 - sníh	1,50
			ZS7 - vzduchotechnika + svítidla	1,50
			ZS13 - vítr příčný V - tlak (na rámu B nevzniká tlak)	0,90
NC2		Únosnost	ZS1	1,35
			ZS2 - střešní plášť + vaznice	1,35
			ZS3 - fasáda	1,35
			ZS4 - podhled	1,35
			ZS6 - sníh	1,50
			ZS7 - vzduchotechnika + svítidla	1,50
NC3		Únosnost	ZS14 - vítr příčný Z - tlak	0,90
			ZS1	1,35
			ZS2 - střešní plášť + vaznice	1,35
			ZS3 - fasáda	1,35
			ZS4 - podhled	1,35
			ZS6 - sníh	1,50
			ZS7 - vzduchotechnika + svítidla	1,50
			ZS8 - vítr podélný J - tlak	0,90

Jméno	Popis	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
NC4		Únosnost	ZS1	1,35
			ZS2 - střešní plášť + vaznice	1,35
			ZS3 - fasáda	1,35
			ZS4 - podhled	1,35
			ZS6 - sníh	1,50
			ZS7 - vzduchotechnika + svítidla	1,50
			ZS9 - vítr podélný S - tlak	0,90
NC5 xx	tlak se na rámu B neprojeví	Únosnost	ZS1	1,35
			ZS2 - střešní plášť + vaznice	1,35
			ZS3 - fasáda	1,35
			ZS4 - podhled	1,35
			ZS6 - sníh	0,75
			ZS7 - vzduchotechnika + svítidla	1,50
			ZS13 - vítr příčný V - tlak (na rámu B nevzniká tlak)	1,50
NC6		Únosnost	ZS1	1,35
			ZS2 - střešní plášť + vaznice	1,35
			ZS3 - fasáda	1,35
			ZS4 - podhled	1,35
			ZS6 - sníh	0,75
			ZS7 - vzduchotechnika + svítidla	1,50
			ZS14 - vítr příčný Z - tlak	1,50
NC7		Únosnost	ZS1	1,35
			ZS2 - střešní plášť + vaznice	1,35
			ZS3 - fasáda	1,35
			ZS4 - podhled	1,35
			ZS6 - sníh	0,75
			ZS7 - vzduchotechnika + svítidla	1,50
			ZS8 - vítr podélný J - tlak	1,50
NC8		Únosnost	ZS1	1,35
			ZS2 - střešní plášť + vaznice	1,35
			ZS3 - fasáda	1,35
			ZS4 - podhled	1,35
			ZS6 - sníh	0,75
			ZS7 - vzduchotechnika + svítidla	1,50
			ZS9 - vítr podélný S - tlak	1,50
NC9	bez větru	Únosnost	ZS1	1,35
			ZS2 - střešní plášť + vaznice	1,35
			ZS3 - fasáda	1,35
			ZS4 - podhled	1,35
			ZS6 - sníh	1,50
			ZS7 - vzduchotechnika + svítidla	1,50
			NC10	
ZS2 - střešní plášť + vaznice	1,00			
ZS3 - fasáda	1,00			
ZS4 - podhled	1,00			
ZS12 - vítr příčný V - sání	1,50			
NC11		Únosnost	ZS1	1,00
			ZS2 - střešní plášť + vaznice	1,00
			ZS3 - fasáda	1,00
			ZS4 - podhled	1,00
			ZS15 - vítr příčný Z- sání	1,50
NC12		Únosnost	ZS1	1,00
			ZS2 - střešní plášť + vaznice	1,00
			ZS3 - fasáda	1,00
			ZS4 - podhled	1,00
			ZS10 - vítr podélný J - sání	1,50
NC13		Únosnost	ZS1	1,00
			ZS2 - střešní plášť + vaznice	1,00
			ZS3 - fasáda	1,00
			ZS4 - podhled	1,00
			ZS11 - vítr podélný S - sání	1,50

4.3. Stabilitní kombinace

Jméno	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
S1 xx	ZS1	1,35
	ZS2 - střešní plášť + vaznice	1,35
	ZS3 - fasáda	1,35
	ZS4 - podhled	1,35
	ZS6 - sníh	1,50
	ZS7 - vzduchotechnika + svítidla	1,50
	ZS13 - vítr příčný V - tlak (na rámu B nevzniká tlak)	0,90
S2	ZS1	1,35
	ZS2 - střešní plášť + vaznice	1,35
	ZS3 - fasáda	1,35
	ZS4 - podhled	1,35
	ZS6 - sníh	1,50
	ZS7 - vzduchotechnika + svítidla	1,50
	ZS14 - vítr příčný Z - tlak	0,90
S3	ZS1	1,35
	ZS2 - střešní plášť + vaznice	1,35
	ZS3 - fasáda	1,35
	ZS4 - podhled	1,35
	ZS6 - sníh	1,50
	ZS7 - vzduchotechnika + svítidla	1,50
	ZS8 - vítr podélný J - tlak	0,90
S4	ZS1	1,35
	ZS2 - střešní plášť + vaznice	1,35
	ZS3 - fasáda	1,35
	ZS4 - podhled	1,35
	ZS6 - sníh	1,50
	ZS7 - vzduchotechnika + svítidla	1,50
	ZS9 - vítr podélný S - tlak	0,90
S5 xx	ZS1	1,35
	ZS2 - střešní plášť + vaznice	1,35
	ZS3 - fasáda	1,35
	ZS4 - podhled	1,35
	ZS6 - sníh	0,75
	ZS7 - vzduchotechnika + svítidla	1,50
	ZS13 - vítr příčný V - tlak (na rámu B nevzniká tlak)	1,50
S6	ZS1	1,35
	ZS2 - střešní plášť + vaznice	1,35
	ZS3 - fasáda	1,35
	ZS4 - podhled	1,35
	ZS6 - sníh	0,75
	ZS7 - vzduchotechnika + svítidla	1,50
	ZS14 - vítr příčný Z - tlak	1,50
S7	ZS1	1,35
	ZS2 - střešní plášť + vaznice	1,35
	ZS3 - fasáda	1,35
	ZS4 - podhled	1,35
	ZS6 - sníh	0,75
	ZS7 - vzduchotechnika + svítidla	1,50
	ZS8 - vítr podélný J - tlak	1,50
S8	ZS1	1,35
	ZS2 - střešní plášť + vaznice	1,35
	ZS3 - fasáda	1,35
	ZS4 - podhled	1,35
	ZS6 - sníh	0,75
	ZS7 - vzduchotechnika + svítidla	1,50
	ZS9 - vítr podélný S - tlak	1,50
S9	ZS1	1,35
	ZS2 - střešní plášť + vaznice	1,35
	ZS3 - fasáda	1,35
	ZS4 - podhled	1,35
	ZS6 - sníh	1,50

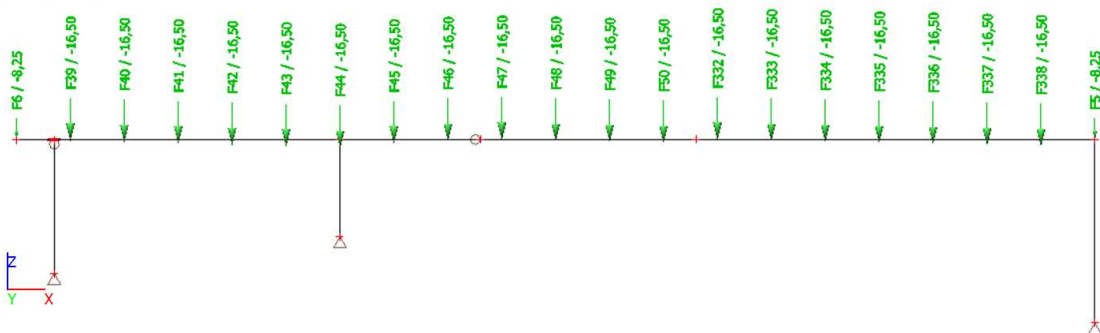
Jméno	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
S10	ZS7 - vzduchotechnika + svítidla	1,50
	ZS1	1,00
	ZS2 - střešní plášť + vaznice	1,00
	ZS3 - fasáda	1,00
	ZS4 - podhled	1,00
	ZS12 - vítr příčný V - sání	1,50
S11	ZS1	1,00
	ZS2 - střešní plášť + vaznice	1,00
	ZS3 - fasáda	1,00
	ZS4 - podhled	1,00
	ZS15 - vítr příčný Z- sání	1,50
S12	ZS1	1,00
	ZS2 - střešní plášť + vaznice	1,00
	ZS3 - fasáda	1,00
	ZS4 - podhled	1,00
	ZS10 - vítr podélný J - sání	1,50
S13	ZS1	1,00
	ZS2 - střešní plášť + vaznice	1,00
	ZS3 - fasáda	1,00
	ZS4 - podhled	1,00
	ZS11 - vítr podélný S - sání	1,50
S1 xx/1 - 13,00		
S1 xx/2 - 23,45		
S1 xx/3 - 62,35		
S1 xx/4 - 88,93		
S2/1 - 11,00		
S2/2 - 19,54		
S2/3 - 51,83		
S2/4 - 74,13		
S3/1 - 11,00		
S3/2 - 16,42		
S3/3 - 43,03		
S3/4 - 62,87		
S4/1 - 10,00		
S4/2 - 16,77		
S4/3 - 44,29		
S4/4 - 63,65		
S5 xx/1 - 20,00		
S5 xx/2 - 35,94		
S5 xx/3 - 96,30		
S5 xx/4 - 136,51		
S6/1 - 14,00		
S6/2 - 24,93		
S6/3 - 66,26		
S6/4 - 94,51		
S7/1 - 16,00		
S7/2 - 23,32		
S7/3 - 60,05		
S7/4 - 90,94		
S8/1 - 13,00		
S8/2 - 23,02		
S8/3 - 60,34		
S8/4 - 87,65		
S9/1 - 11,00		
S9/2 - 18,94		
S9/3 - 50,12		
S9/4 - 72,05		
S10/1 - 63,00		
S10/2 - 123,57		
S10/3 - 340,80		
S10/4 - 492,11		
S11/1 - 35,00		
S11/2 - 63,79		

Jméno	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
S11/3 - 170,03		
S11/4 - 243,26		
S12/1 - 47,00		
S12/2 - 47,62		
S12/3 - 115,73		
S12/4 - 197,03		
S13/1 - 31,00		
S13/2 - 58,32		
S13/3 - 150,31		
S13/4 - 224,51		

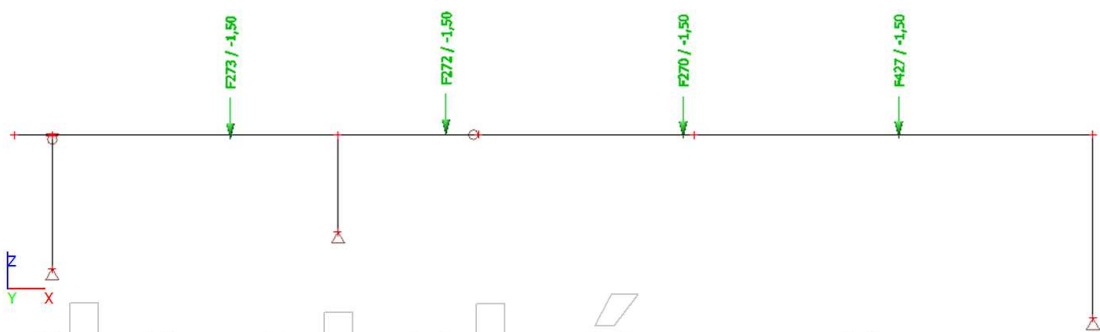
4.4. Skupiny výsledků

Jméno	Výpis
Všechny MSU	NC1 xx
	NC2
	NC3
	NC4
	NC5 xx
	NC6
	NC7
	NC8
	NC9
	NC10
	NC11
	NC12
	NC13
Všechny MSP	CO14 xx - Obálka - únosnost
	CO15 - Obálka - únosnost
	CO16 - Obálka - únosnost
	CO17 - Obálka - únosnost
	CO18 xx - Obálka - únosnost
	CO19 - Obálka - únosnost
	CO20 - Obálka - únosnost
	CO21 - Obálka - únosnost
	CO22 - Obálka - únosnost
	CO23 - Obálka - únosnost
	CO24 - Obálka - únosnost
	CO25 - Obálka - únosnost
	CO26 - Obálka - únosnost

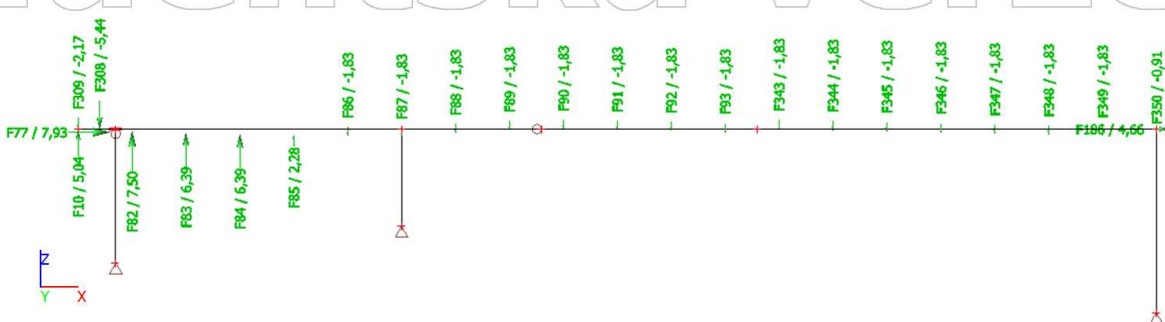
5.5. ZS6



5.6. ZS7



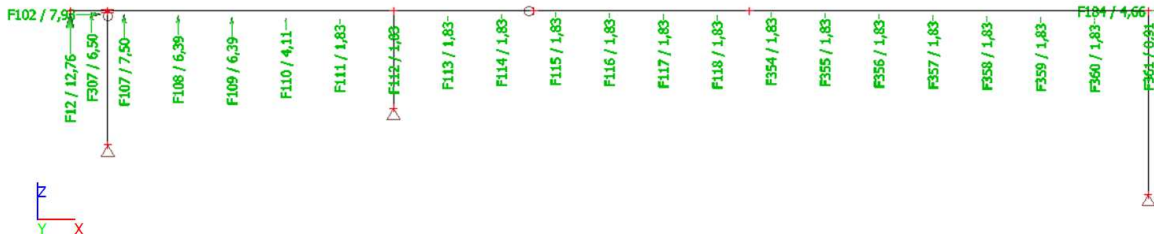
5.7. ZS8



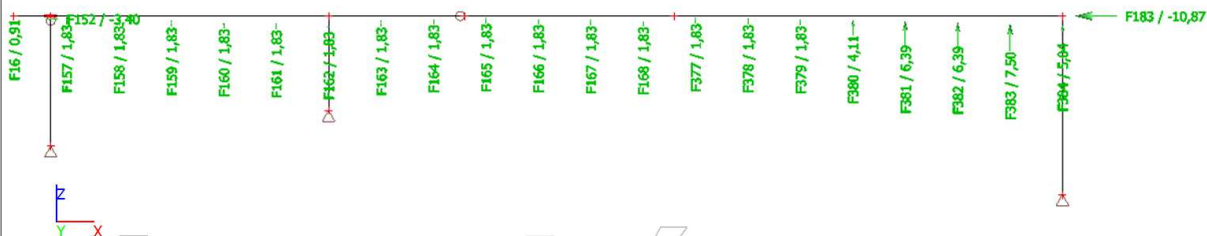
5.8. ZS9



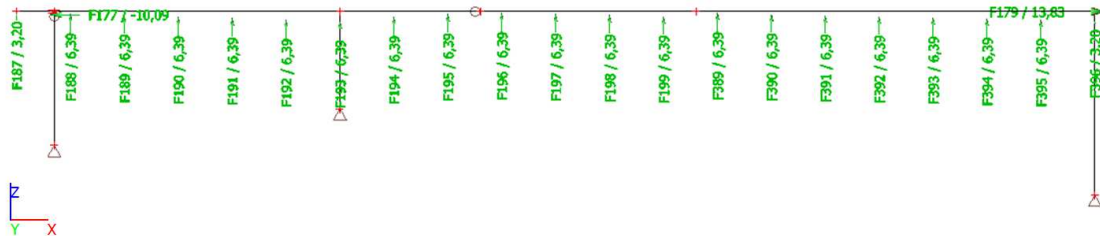
5.9. ZS10



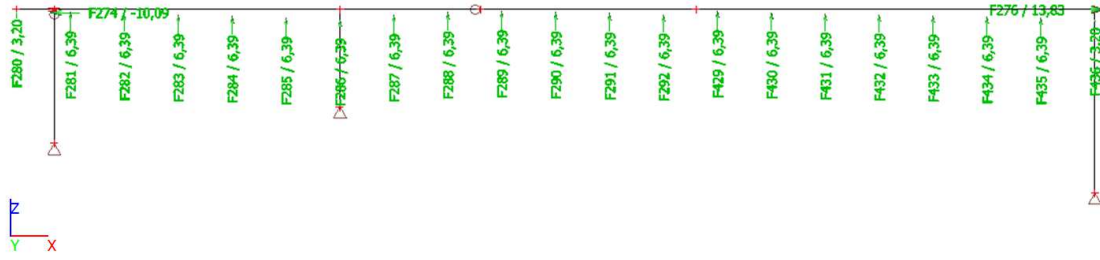
5.10. ZS11



5.11. ZS12



5.12. ZS13



5.13. ZS14



5.14. ZS15 / Hodnota pro výpočet / Jméno



6. Výsledky

6.1. Vnitřní síly

6.1.1. Maximální vnitřní síly na prutu (bez ohledu na kombinaci)

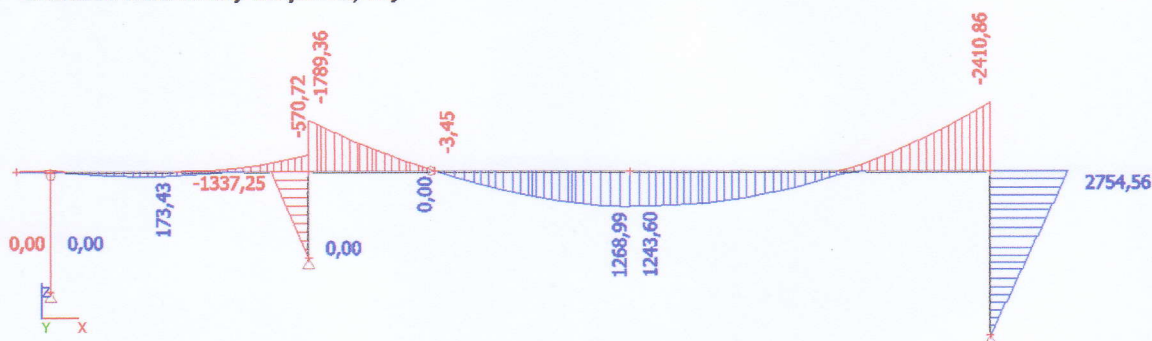
6.1.1.1. Vnitřní síly na prutu; N



6.1.1.2. Vnitřní síly na prutu; Vz



6.1.1.3. Vnitřní síly na prutu; My

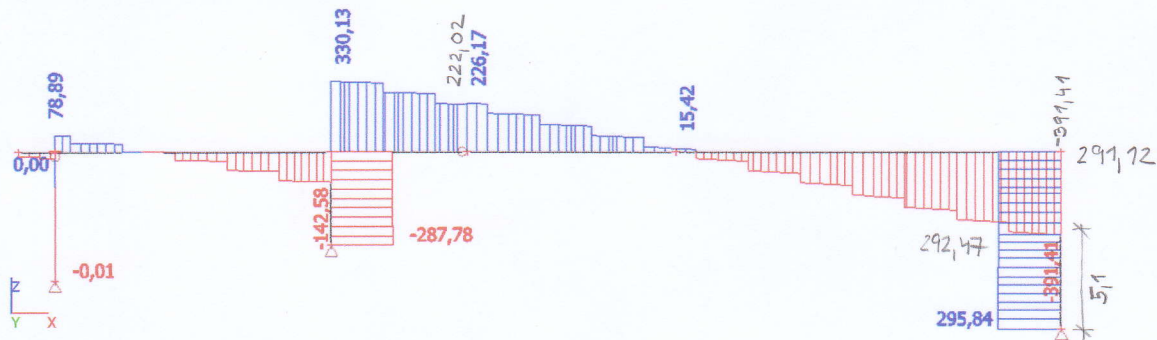


6.1.2. Nelineární kombinace NC3

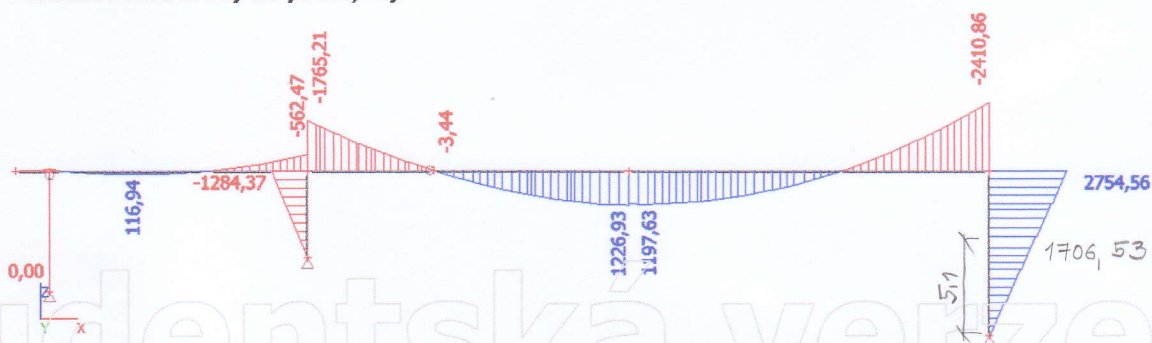
6.1.2.1. Vnitřní síly na prutu; N



6.1.2.2. Vnitřní síly na prutu; Vz

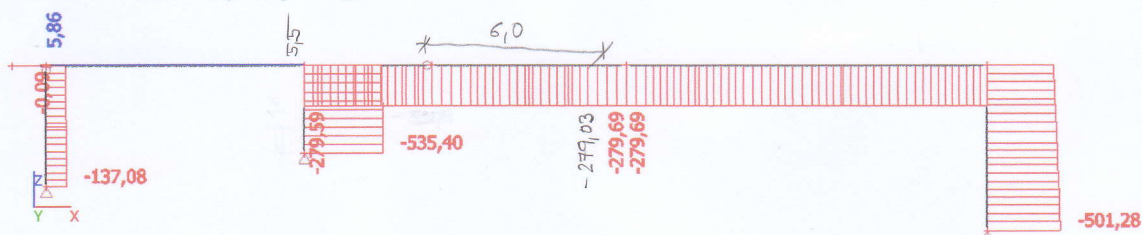


6.1.2.3. Vnitřní síly na prutu; My

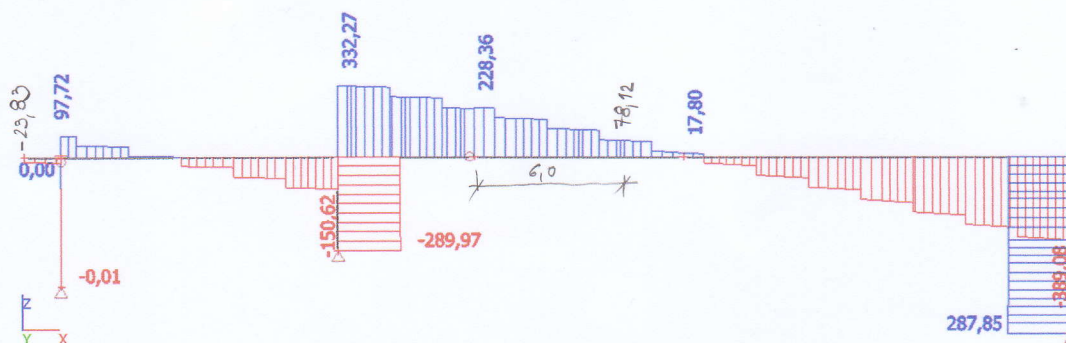


6.1.3. Nelineární kombinace NC2

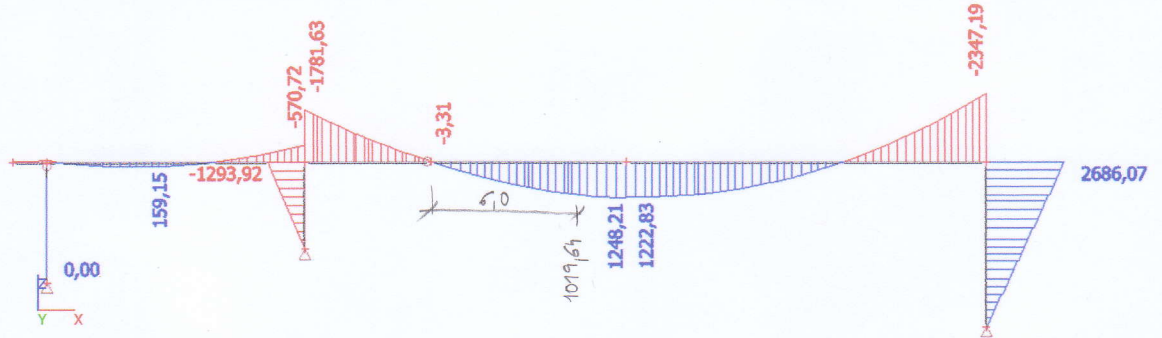
6.1.3.1. Vnitřní síly na prutu; N



6.1.3.2. Vnitřní síly na prutu; Vz

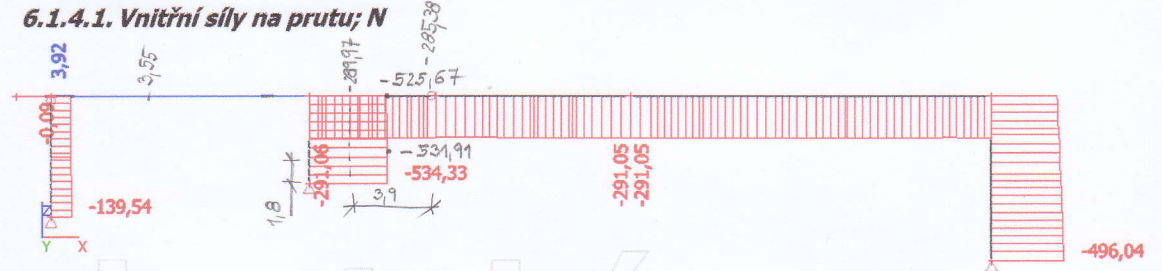


6.1.3.3. Vnitřní síly na prutu; M_y

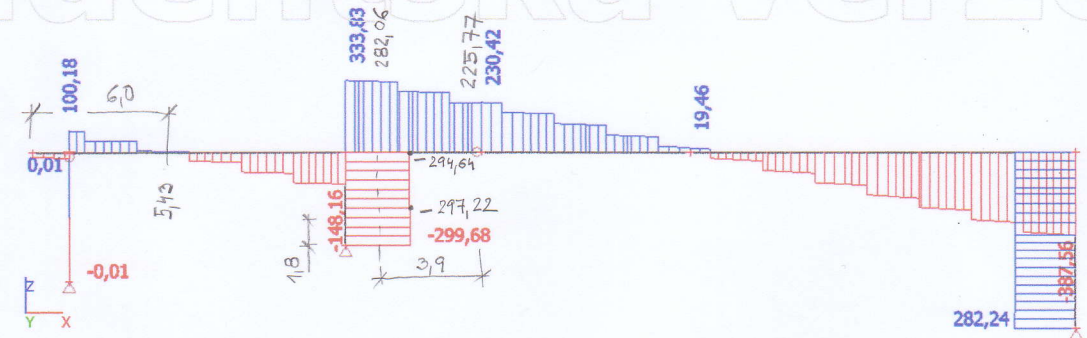


6.1.4. Nelineární kombinace NC4

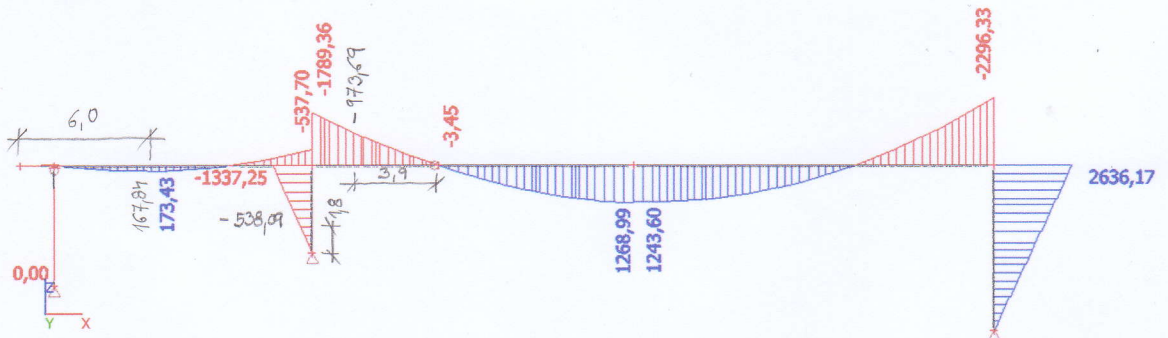
6.1.4.1. Vnitřní síly na prutu; N



6.1.4.2. Vnitřní síly na prutu; V_z



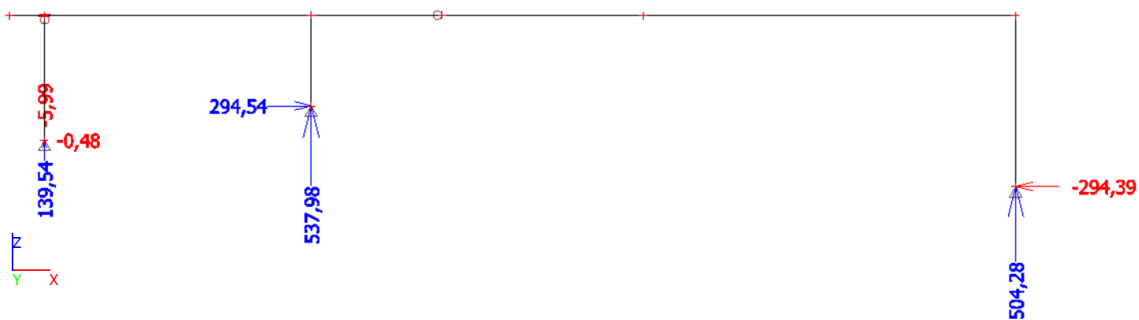
6.1.4.3. Vnitřní síly na prutu; M_y



7. Reakce

7.1. Maximální hodnoty reakcí v podporách (bez ohledu na kombinaci)

7.1.1. Reakce; Rx, Rz



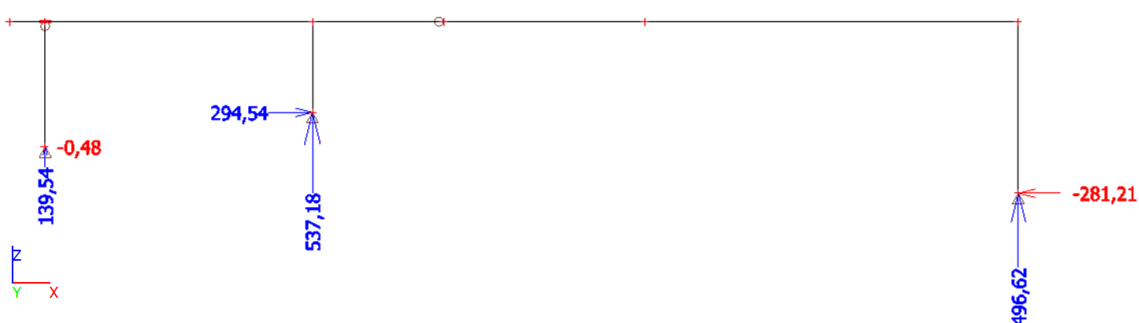
7.2. Nelineární kombinace NC3

7.2.1. Reakce; Rx, Rz



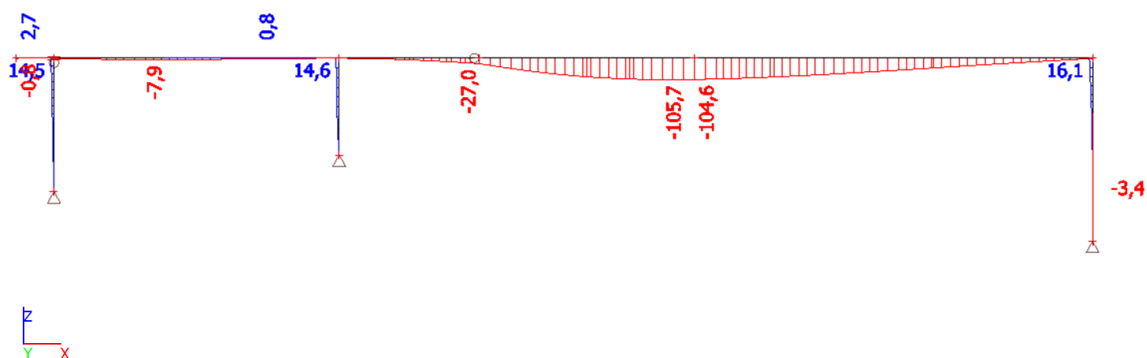
7.3. Nelineární kombinace NC4

7.3.1. Reakce; Rx, Rz



8. Deformace - maximální hodnoty deformací bez ohledu na kombinaci

8.1. Deformace na prutu; uz





ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

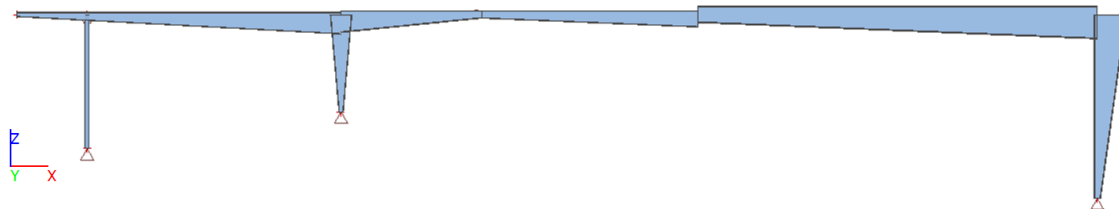
Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí

PRŮBĚH VNITŘNÍCH SIL NA RÁMU G

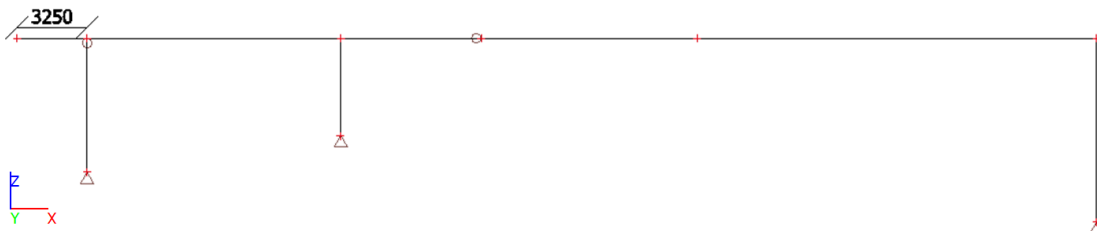
(UKÁZKA PRO POROVNÁNÍ HODNOT S RÁMEM B)

1. Výpočtový model

1.1. Výpočtový model



1.2. Výpočtový model

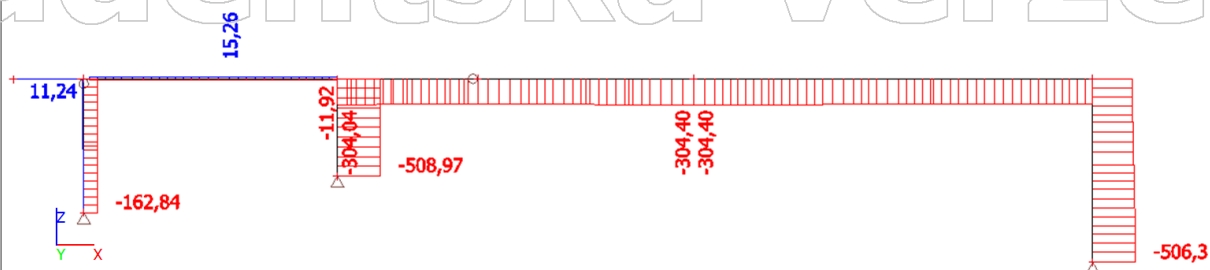


2. Výsledky

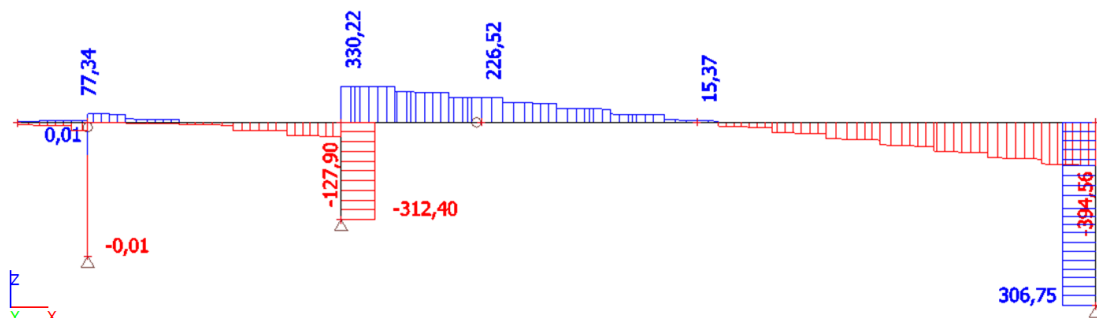
2.1. Vnitřní síly

2.1.1. Maximální vnitřní síly na prutu (bez ohledu na kombinaci)

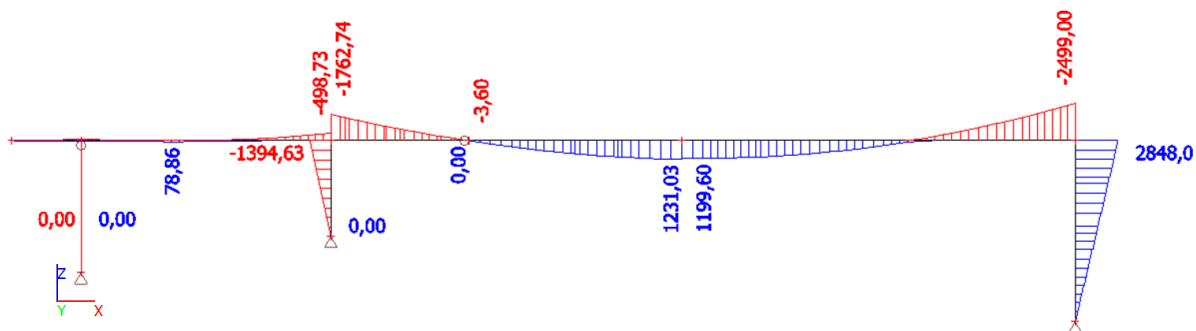
2.1.1.1. Vnitřní síly na prutu; N



2.1.1.2. Vnitřní síly na prutu; Vz



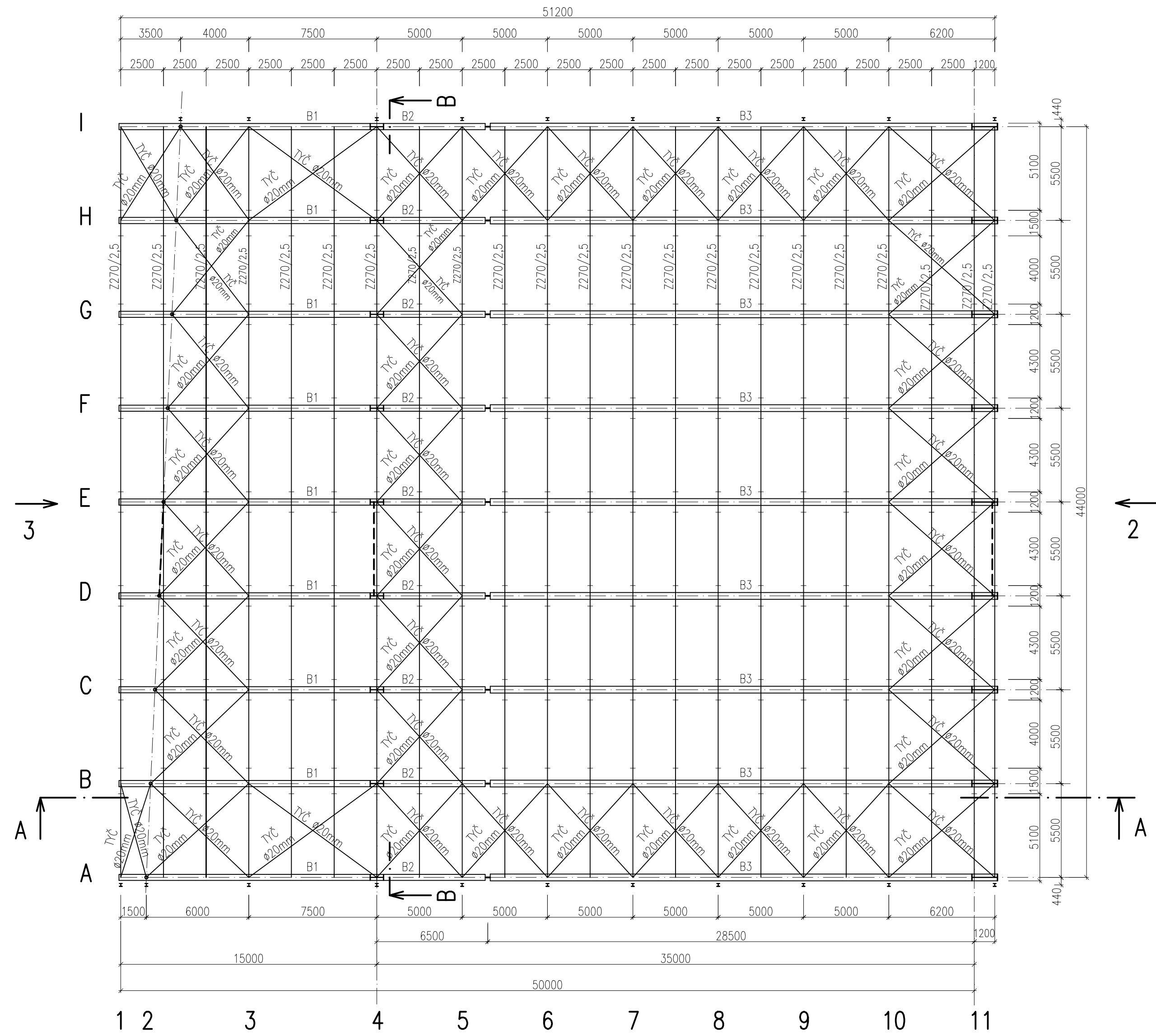
2.1.1.3. Vnitřní síly na prutu; My



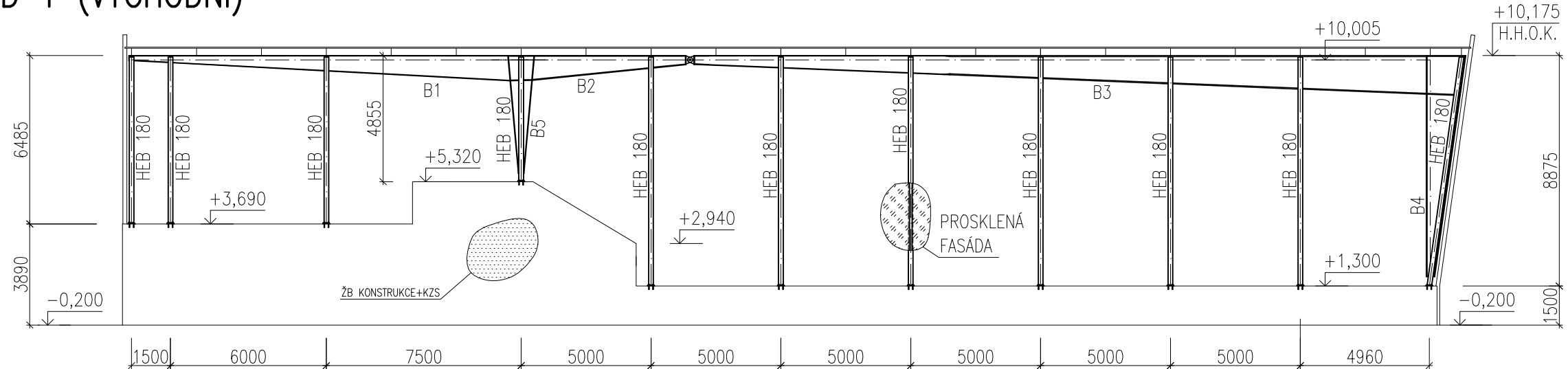
Studentská verze

Studentská verze

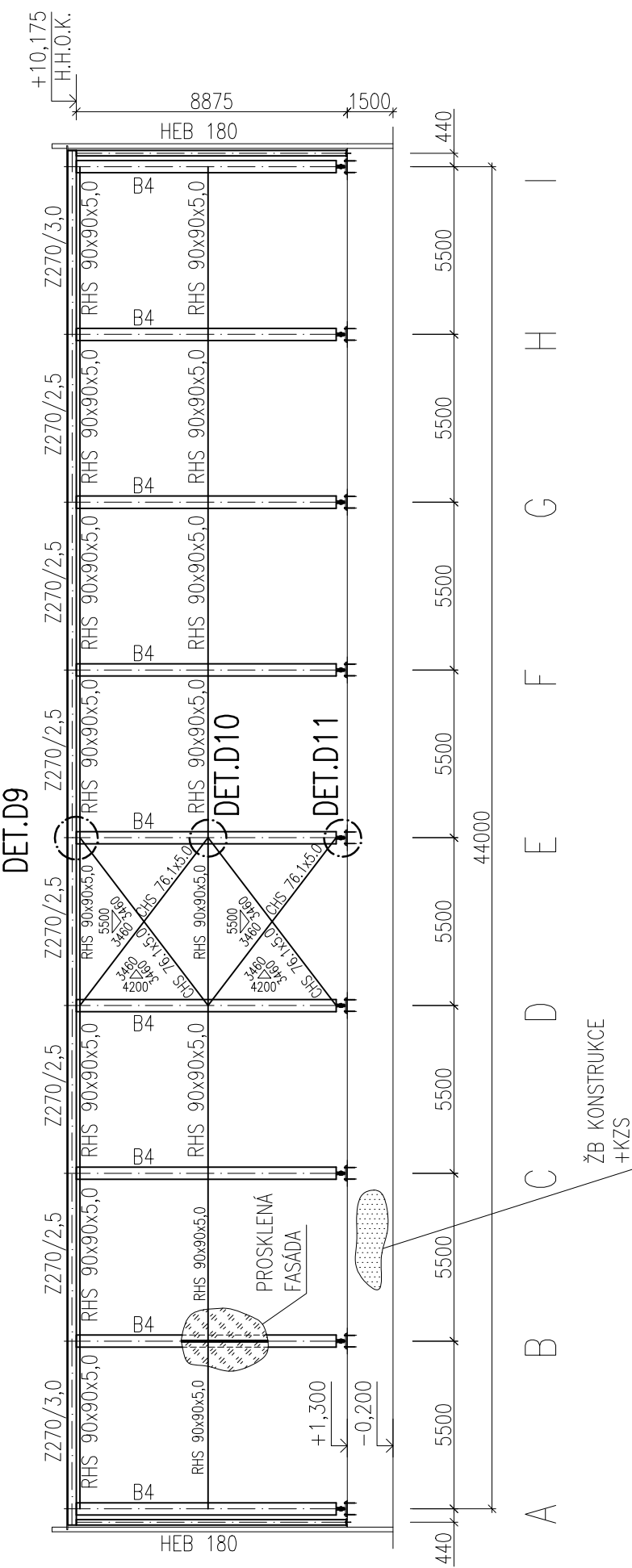
PŮDORYS STŘECHY



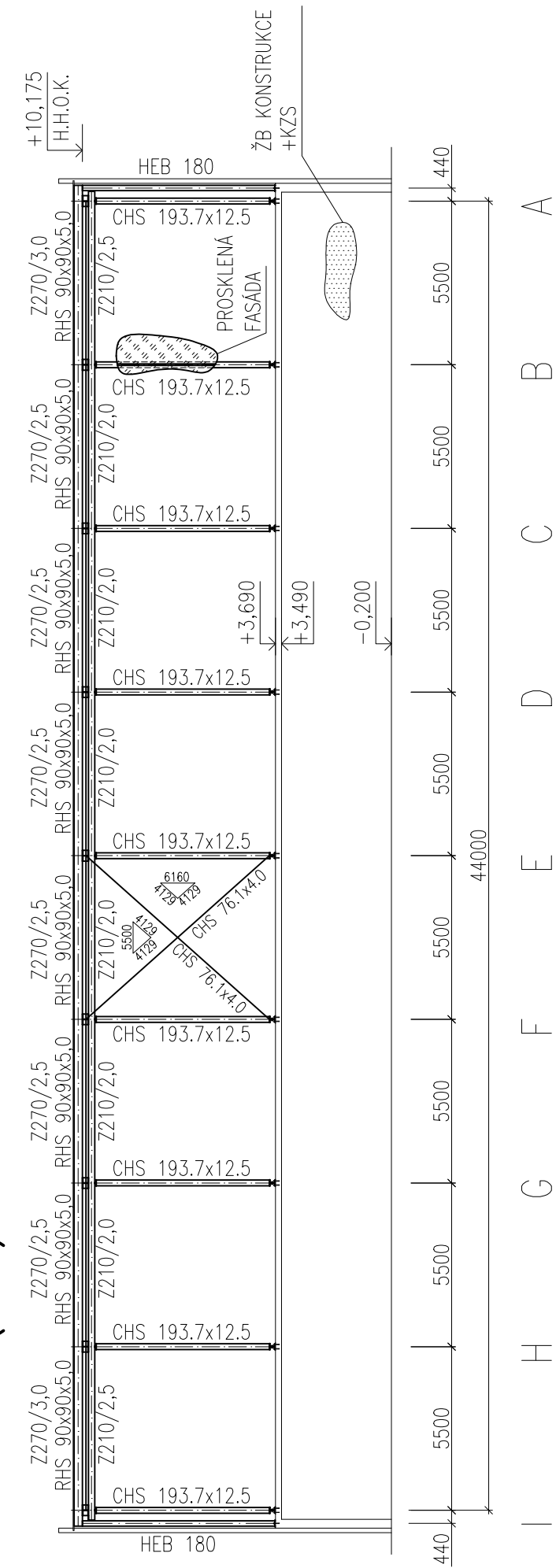
POHLED 1 (VÝCHODNÍ)



POHLED 2 (SEVERNÍ)



POHLED 3 (JIŽNÍ)

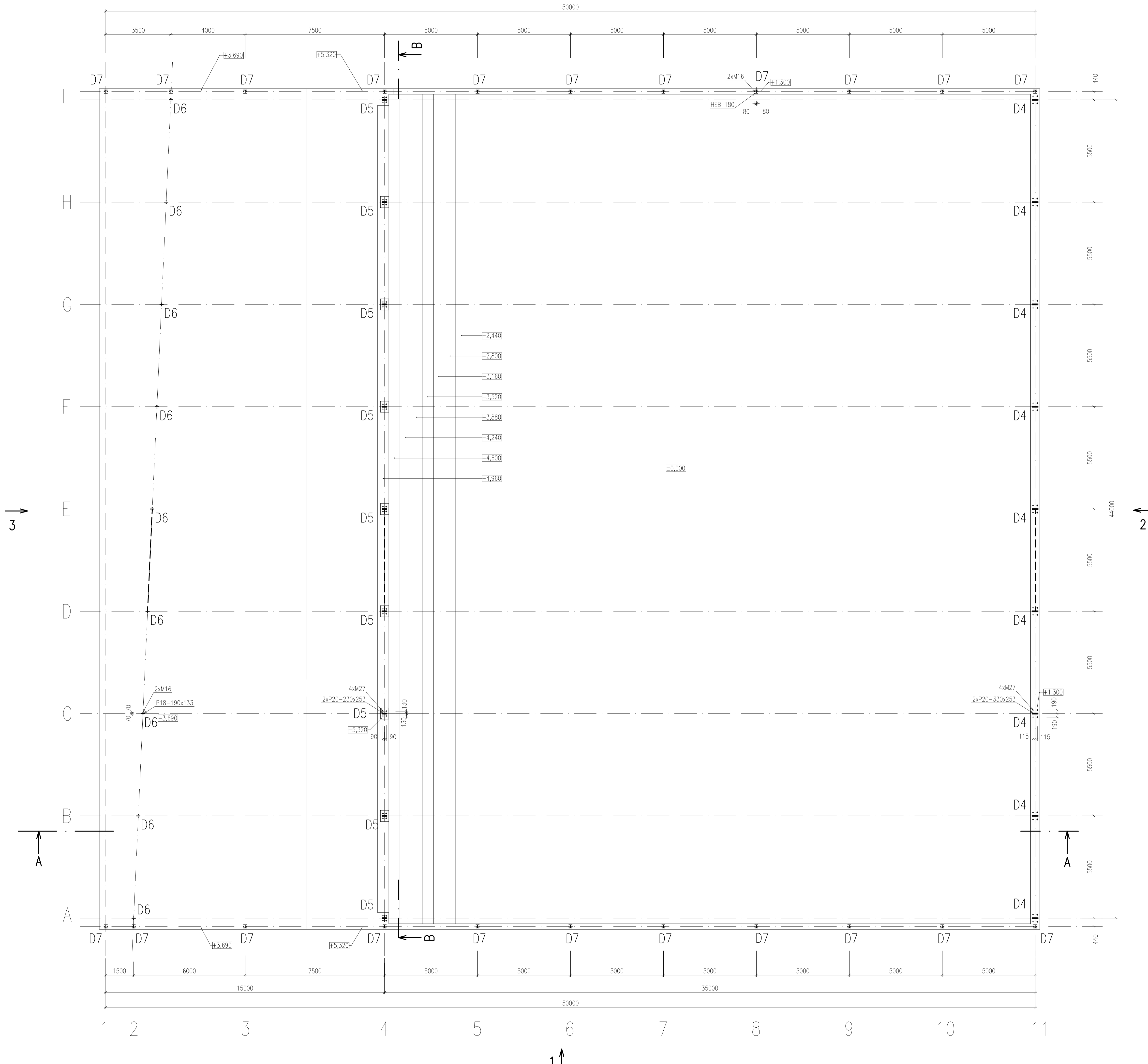


- OCEL: S355 KONSTRUKČNÍ OCEL
- S350GD TENKOSTĚNNÉ VAZNICE
- S280GD TRAPÉZOVÉ PLECHY
- S460 SYSTÉM STŘEŠNÍCH TÁHEL Macalloy, ČEP a ZÁVLAČ
- BETON: C25/30 ŽELEZOBETONOVÁ KONSTRUKCE
- ŠROUBY: PEVNOST 8.8
- KOTVENÍ: LEPÍCÍ HMOTA HIT-HY 200-A
- KOTEVNÍ ŠROUBY HILTI HIT-V-5.8.


- POZN.: H.H.O.K. – HORNÍ HRANA OCELOVÉ KONSTRUKCE
- KÓTOVÁNO NA OSU
- Z270 – TENKOSTĚNNÁ VAZNICE PRO UCHYCENÍ STŘEŠNÍHO PLÁŠTĚ
- Z210 – TENKOSTĚNNÁ VAZNICE PRO UCHYCENÍ VENKOVNÍHO PODHLEDU

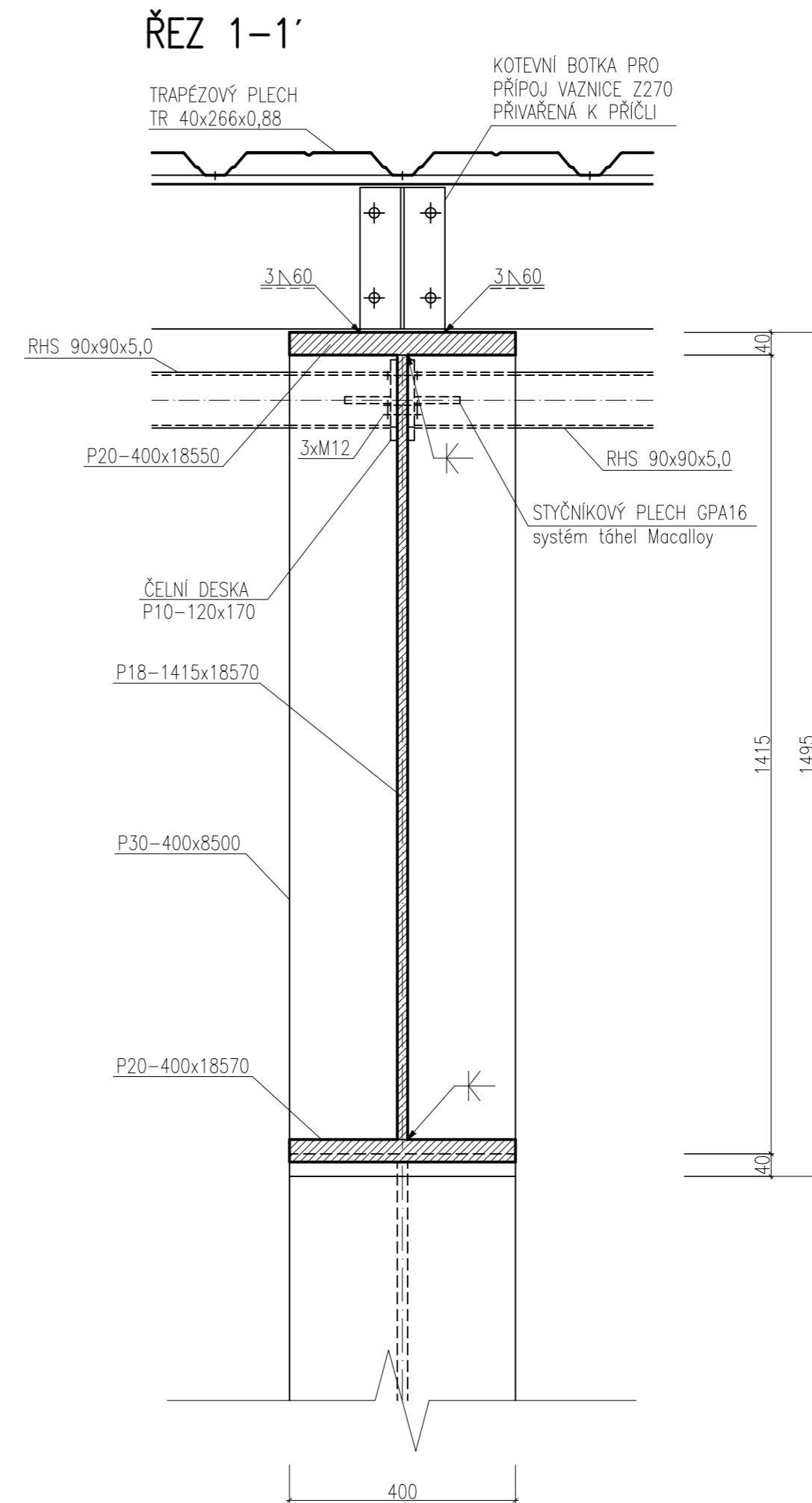
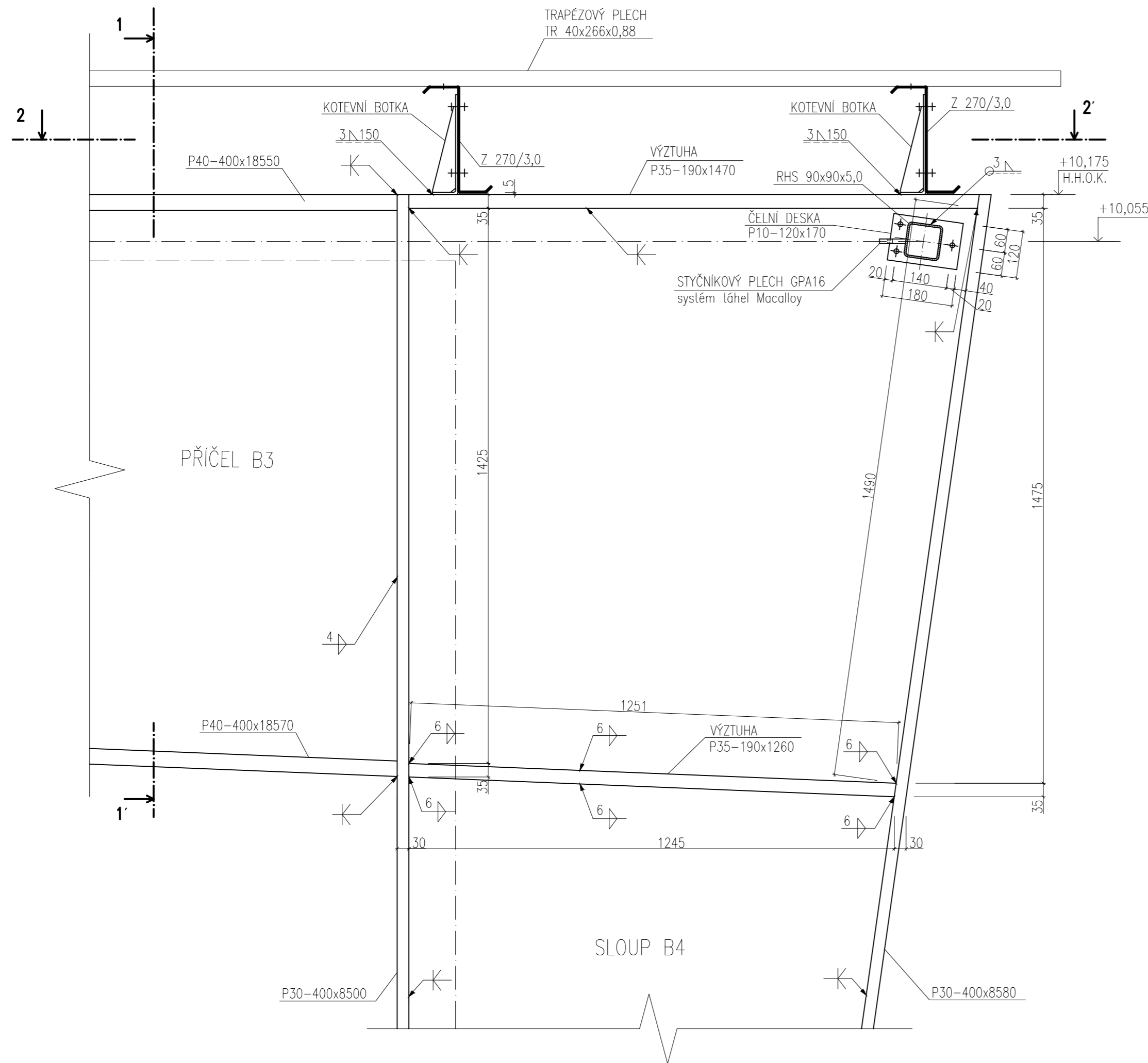
TŘÍDA PŘEVENÍ KONSTRUKCE EXC2

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE FAKULTA STAVEBNÍ – KATEDRA OCELOVÝCH KONSTRUKCÍ		
VYPRACOVAL: Michaela Mlejnková	VEDOUČÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE: doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.	
SPORTOVNÍ HALA		MĚŘÍTKO: 1:200
NÁZEV VÝKRESU: DISPOZICE		DATUM: 01/2017
		ČÍSLO VÝKRESU: 1

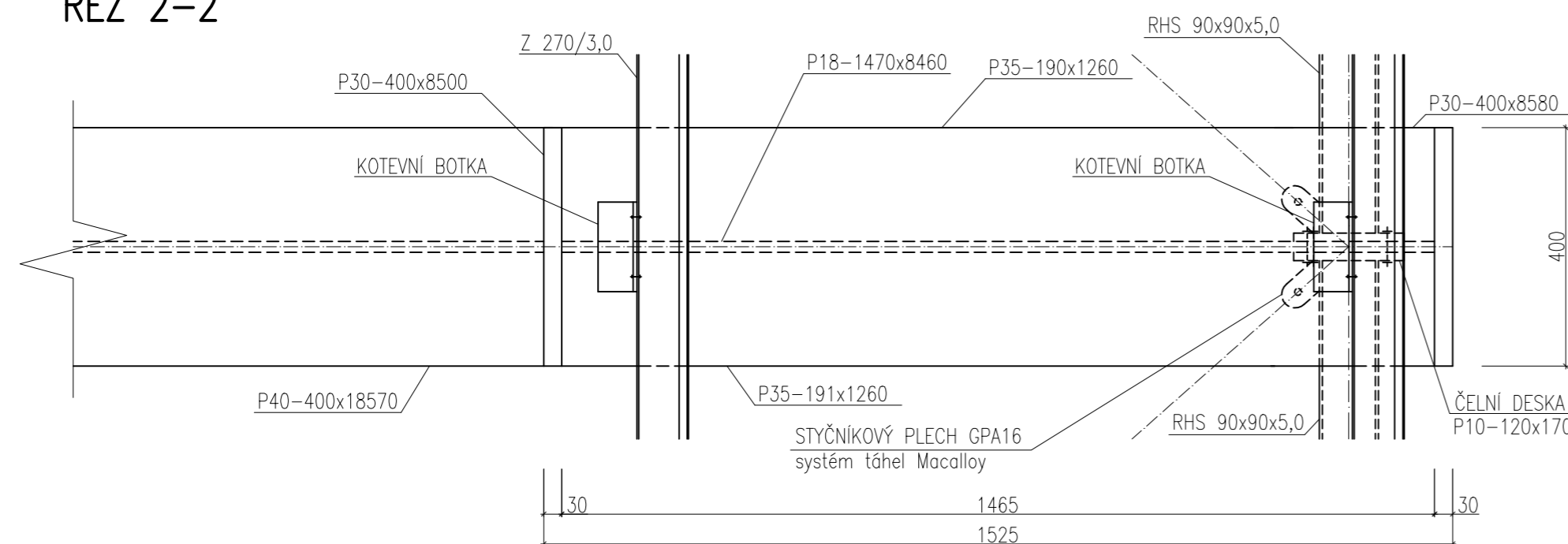


OCEL: S355
 BETON: C25/30 ŽELEZOBETONOVÁ KONSTRUKCE
 KOTVENÍ: LEPIČÍ HMOTA HIT-HY 200-A
 KOTVENÍ ŠROUBY HILTI HIT-V-5.8.
 POZN.: KÓTOVANO NA OSU
 TŘÍDA PROVEDENÍ KONSTRUKCE EXC2

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE FAKULTA STAVEBNÍ – KATEDRA OCELOVÝCH KONSTRUKCÍ			
VYPRACOVAL: Michaela Mlejnková		VEDOUcí DIPLOMOVÉ PRÁCE: doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.	
TÉMA DIPLOMOVÉ PRÁCE SPORTOVNÍ HALA		MĚŘÍTKO: 1:100	DATUM: 01/2017
NÁZEV VÝKRESU: PŮDORYS KOTVENÍ		ČÍSLO VÝKRESU: 3	



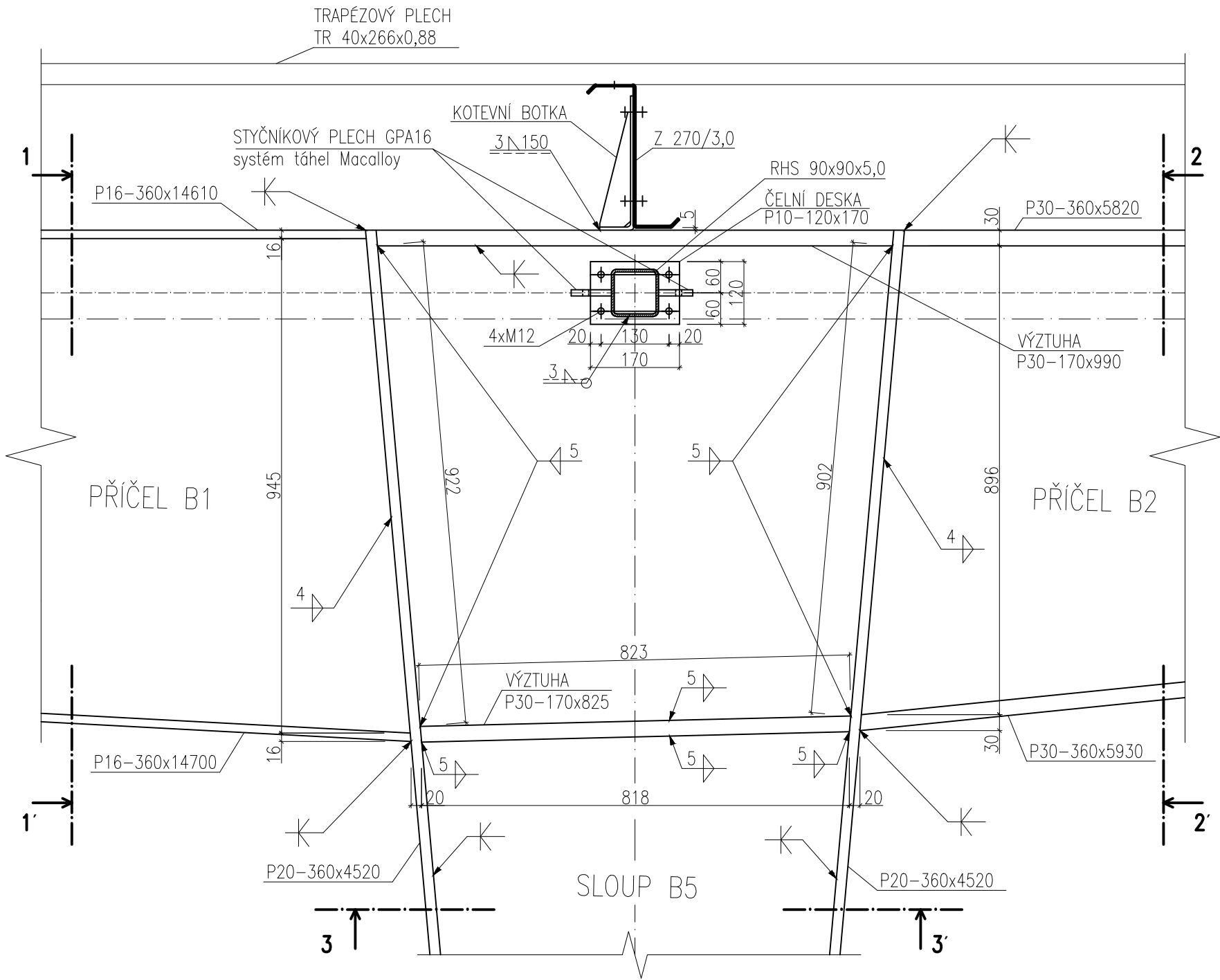
ŘEZ 2-2'



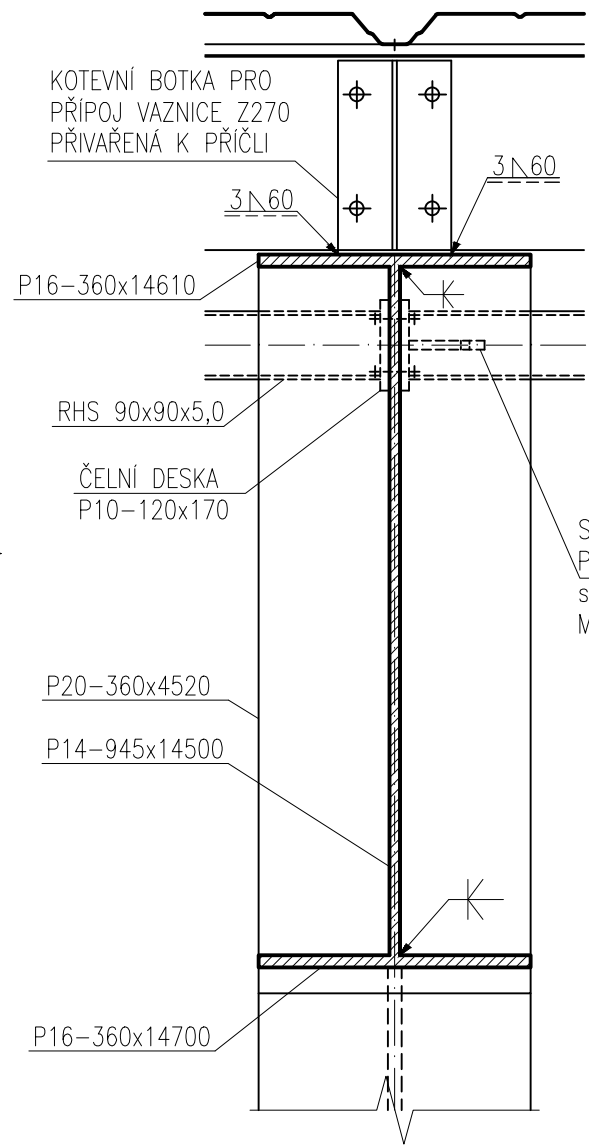
- OCEL: S355 KONSTRUKČNÍ OCEL
 S350GD TENKOSTĚNNÉ VAZNICE
 S280GD TRAPÉZOVÉ PLECHY
 S460 SYSTÉM STŘEŠNÍCH TÁHEL Macalloy
 ŠROUBY: PEVNOST 8.8
 POZN.: H.H.O.K. – HORNÍ HRANA OCELOVÉ KONSTRUKCE

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE FAKULTA STAVEBNÍ – KATEDRA OCELOVÝCH KONSTRUKCÍ			
VYPRACOVAL: Michaela Mlejnková		VEDOUcí DIPLOMOVÉ PRÁCE: doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.	
TÉMA DIPLOMOVÉ PRÁCE SPORTOVNÍ HALA		MĚŘÍTKO: 1:10	DATUM: 01/2017
NÁZEV VÝKRESU: DETAIL D1 - VARIANTA 1 SVAŘOVANÝ RÁMOVÝ ROH PRVKŮ B3 a B4		ČÍSLO VÝKRESU: 4	

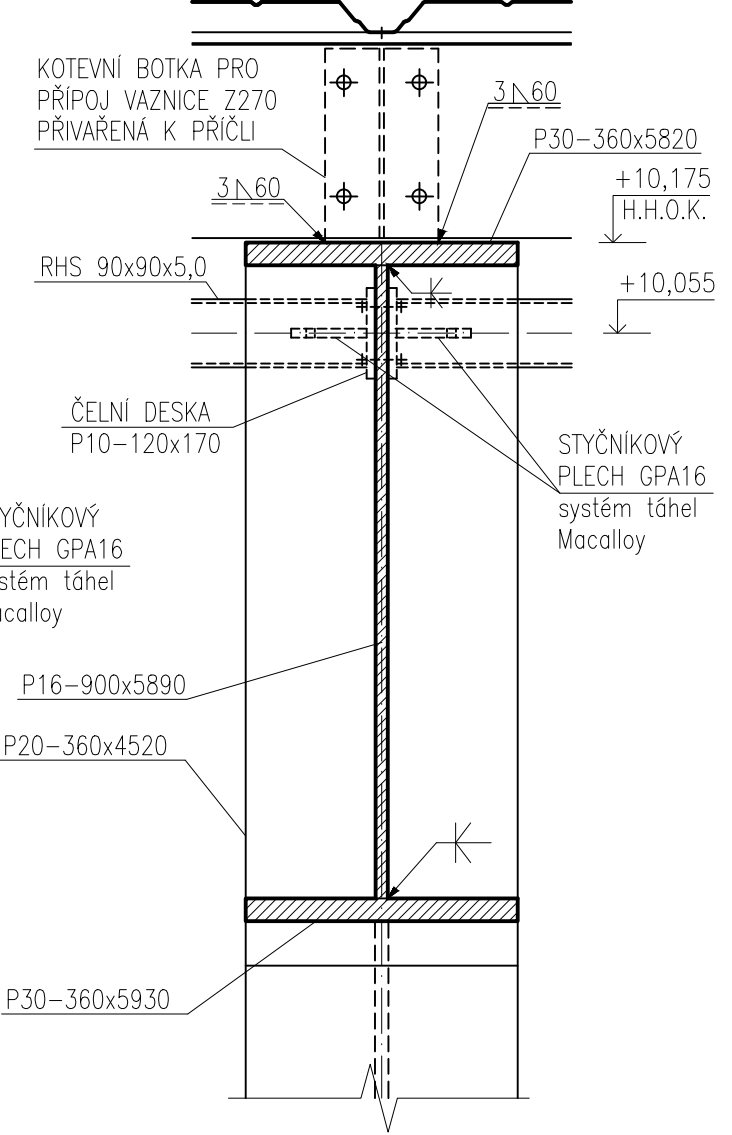
RÁMOVÝ ROH SVAŘOVANÝ DETAIL D2



ŘEZ 1-1'



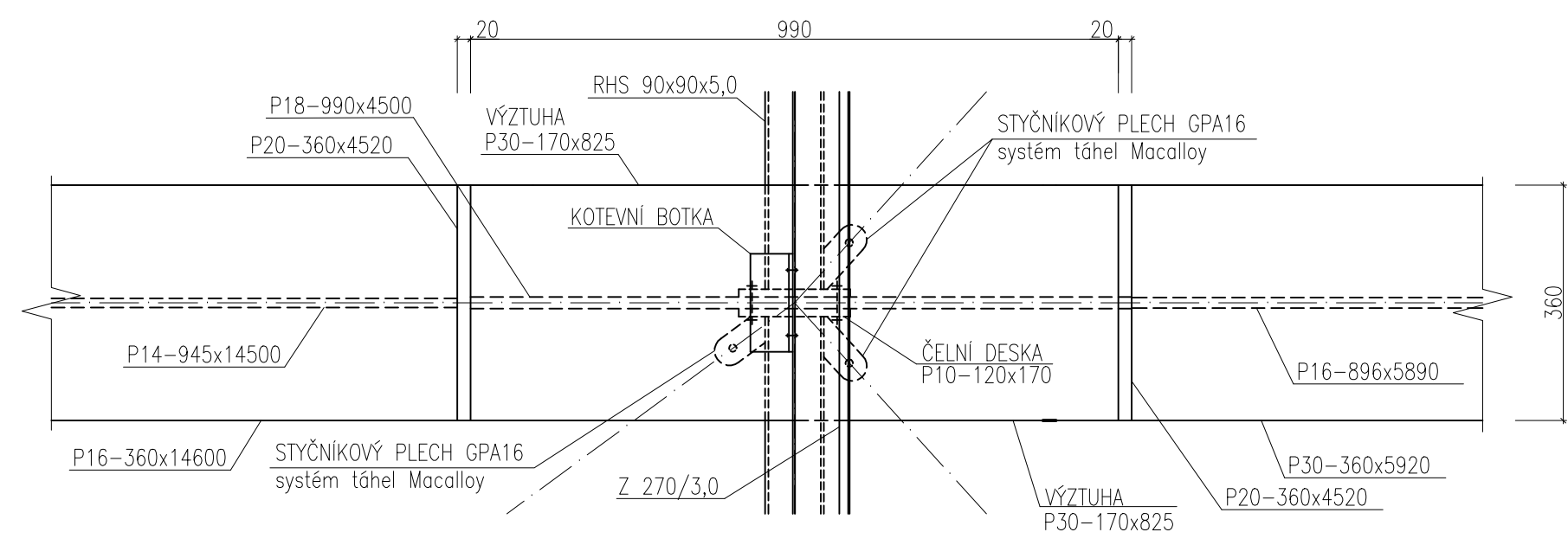
ŘEZ 2-2'




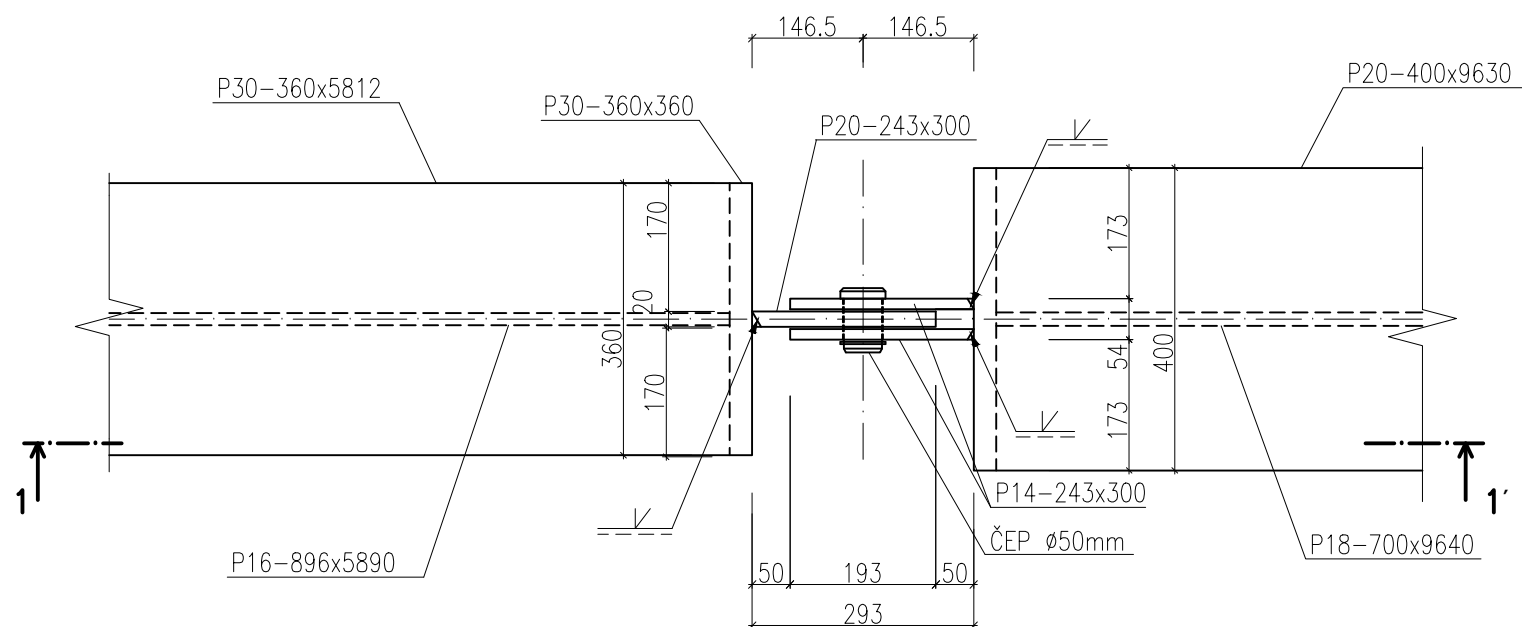
- OCEL: S355 KONSTRUKČNÍ OCEL
 S350GD TENKOSTĚNNÉ VAZNICE
 S280GD TRAPÉZOVÉ PLECHY
 S460 SYSTÉM STŘEŠNÍCH TÁHEL Macalloy

ŠROUBY: PEVNOST 8.8

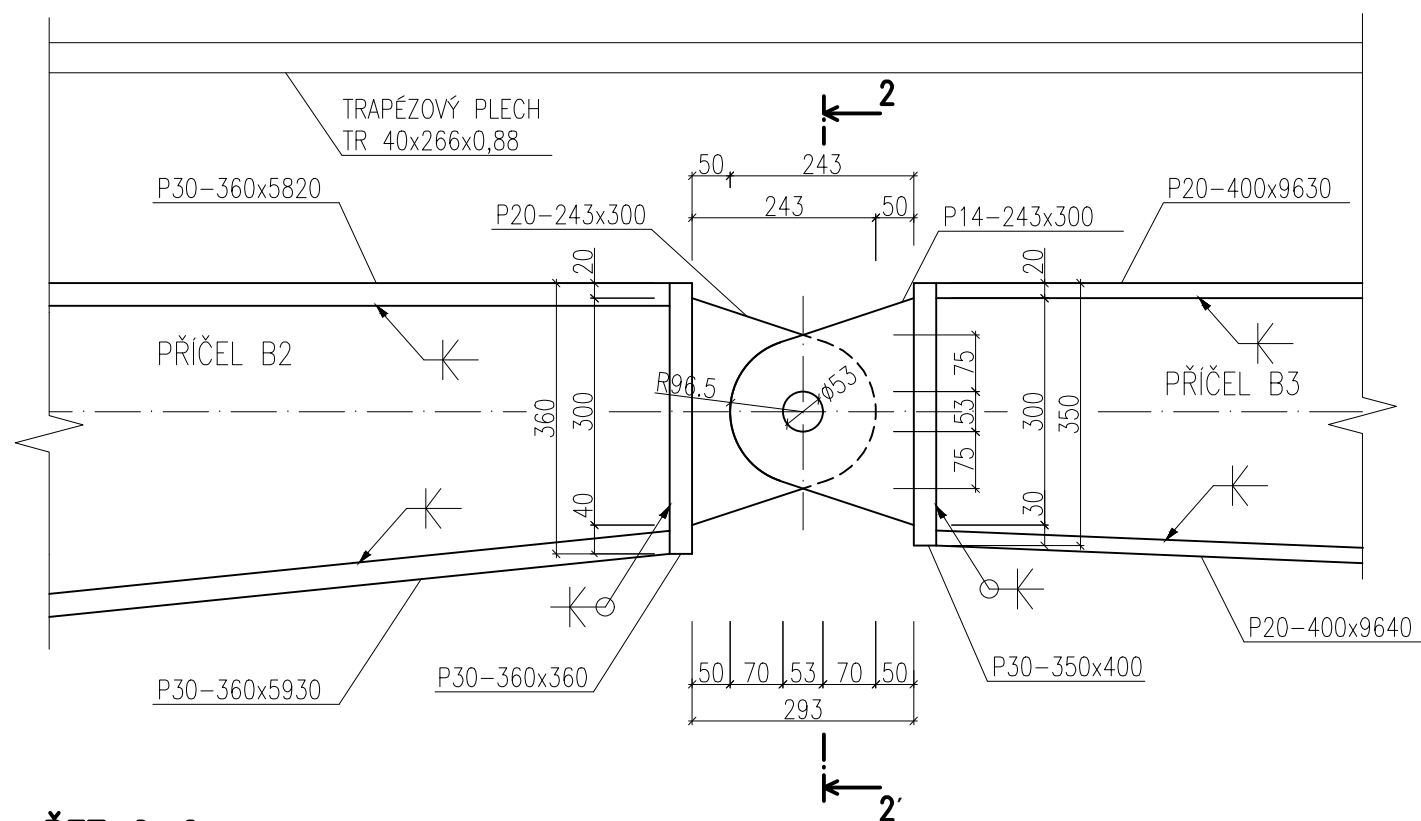
POZN.: H.H.O.K. – HORNÍ HRANA OCELOVÉ KONSTRUKCE



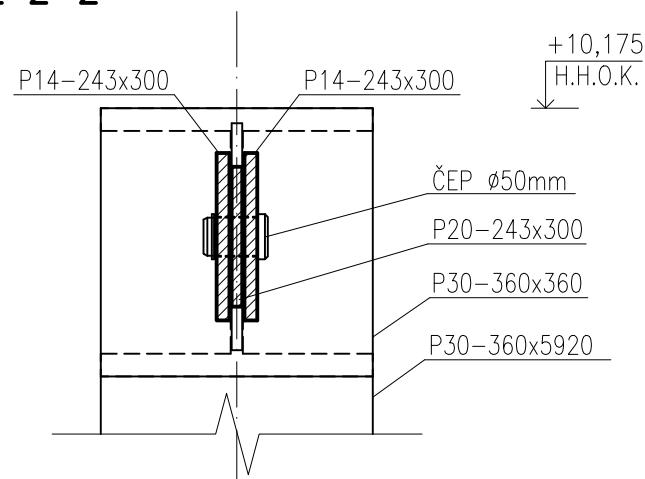
ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE FAKULTA STAVEBNÍ – KATEDRA OCELOVÝCH KONSTRUKCÍ			
VYPRACOVAL: Michaela Mlejnková		VEDOUCÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE: doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.	
TÉMA DIPLOMOVÉ PRÁCE SPORTOVNÍ HALA		MĚŘÍTKO: 1:10	DATUM: 01/2017
NÁZEV VÝKRESU: DETAIL D2 SVAŘOVANÝ RÁMOVÝ ROH PRVKŮ B1, B2 a B5		ČÍSLO VÝKRESU: 6	



ŘEZ 1-1'



ŘEZ 2-2'



OCEL: S355 KONSTRUKČNÍ OCEL
 S280GD TRAPÉZOVÉ PLECHY
 S350GD TENKOSTĚNNÉ VAZNICE

MATERIÁL ČEPU a ZÁVLAČE: S460

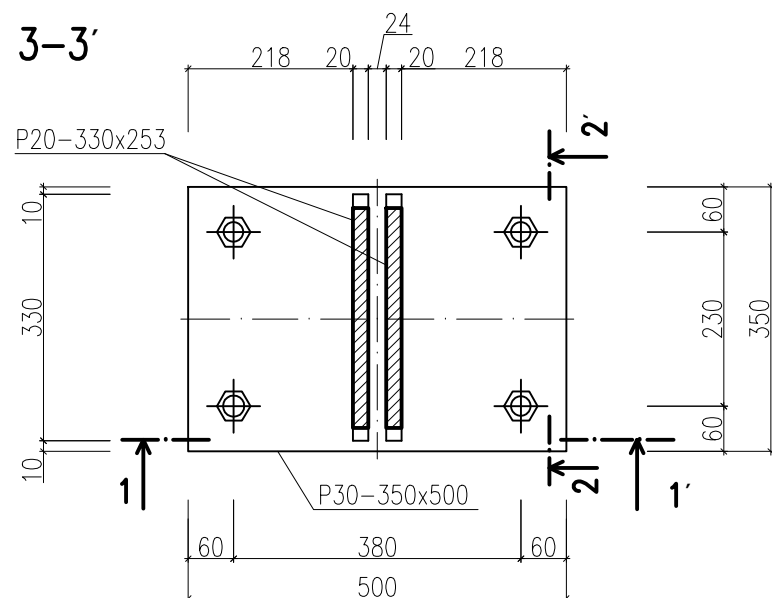
POZN.: H.H.O.K. – HORNÍ HRANA OCELOVÉ KONSTRUKCE

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE			
FAKULTA STAVEBNÍ – KATEDRA OCELOVÝCH KONSTRUKCÍ			
VYPRACOVAL: Michaela Mlejnková		VEDOUCÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE: doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.	
TÉMA DIPLOMOVÉ PRÁCE		MĚŘÍTKO:	1:10
SPORTOVNÍ HALA		DATUM:	01/2017
		NÁZEV VÝKRESU:	ČÍSLO VÝKRESU:
DETAIL D3 - ČEPOVÝ SPOJ (B2 a B3)		7	

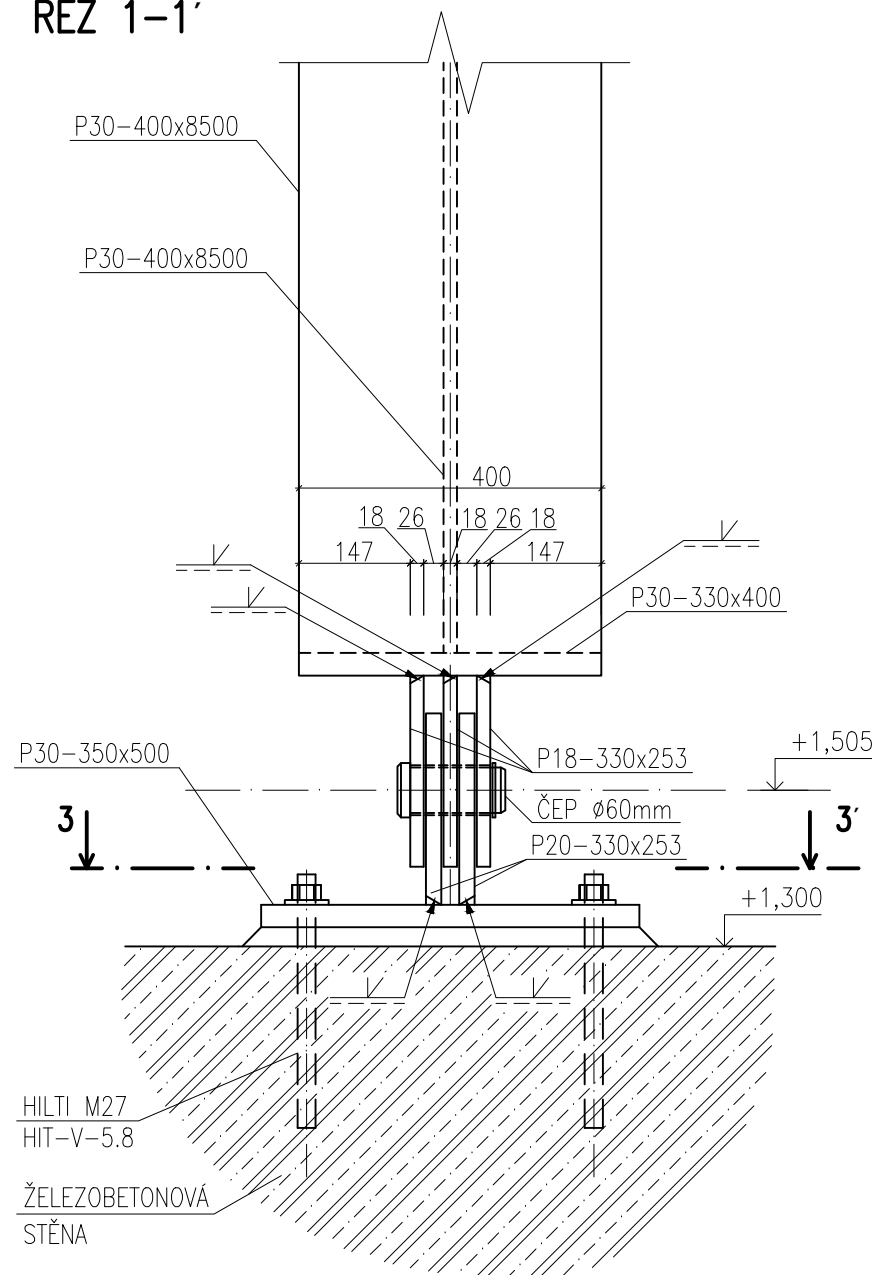
DETAIL D4

ČEPOVÝ SPOJ A KOTVENÍ SLOUPU

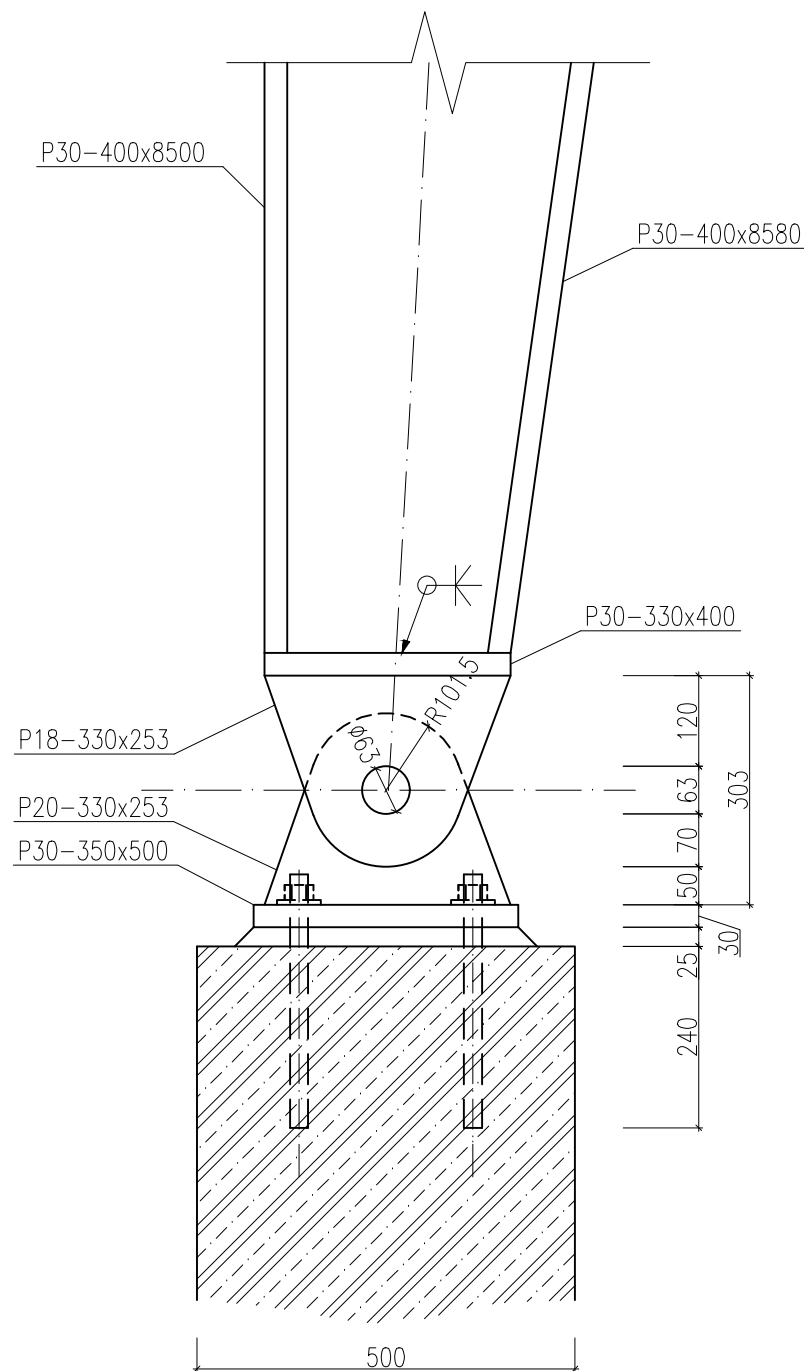
ŘEZ 3-3'



ŘEZ 1-1'



ŘEZ 2-2'



OCEL: S355 KONSTRUKČNÍ OCEL
 S460 MATERIÁL ČEPU A ZÁVLAČE
 KOTVENÍ ŠROUBY: HILTI HIT-V-5.8 M27
 LEPÍCI HMOTA: HIT-HY 200-A
 BETON: C 25/30 ŽELEZOBETONOVÁ STĚNA

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
 FAKULTA STAVEBNÍ – KATEDRA OCELOVÝCH KONSTRUKCÍ



VYPRACOVAL:
 Michaela Mlejnková

VEDOUČÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE:
 doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.

TÉMA DIPLOMOVÉ PRÁCE
 SPORTOVNÍ HALA

MĚŘÍTKO: 1:10

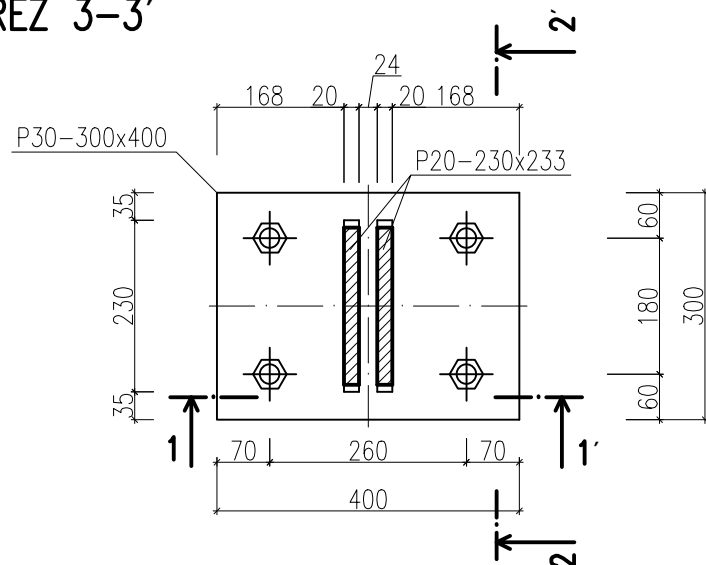
DATUM: 01/2017

NÁZEV VÝKRESU:
 DETAIL D4 - KOTVENÍ SLOUPU B4

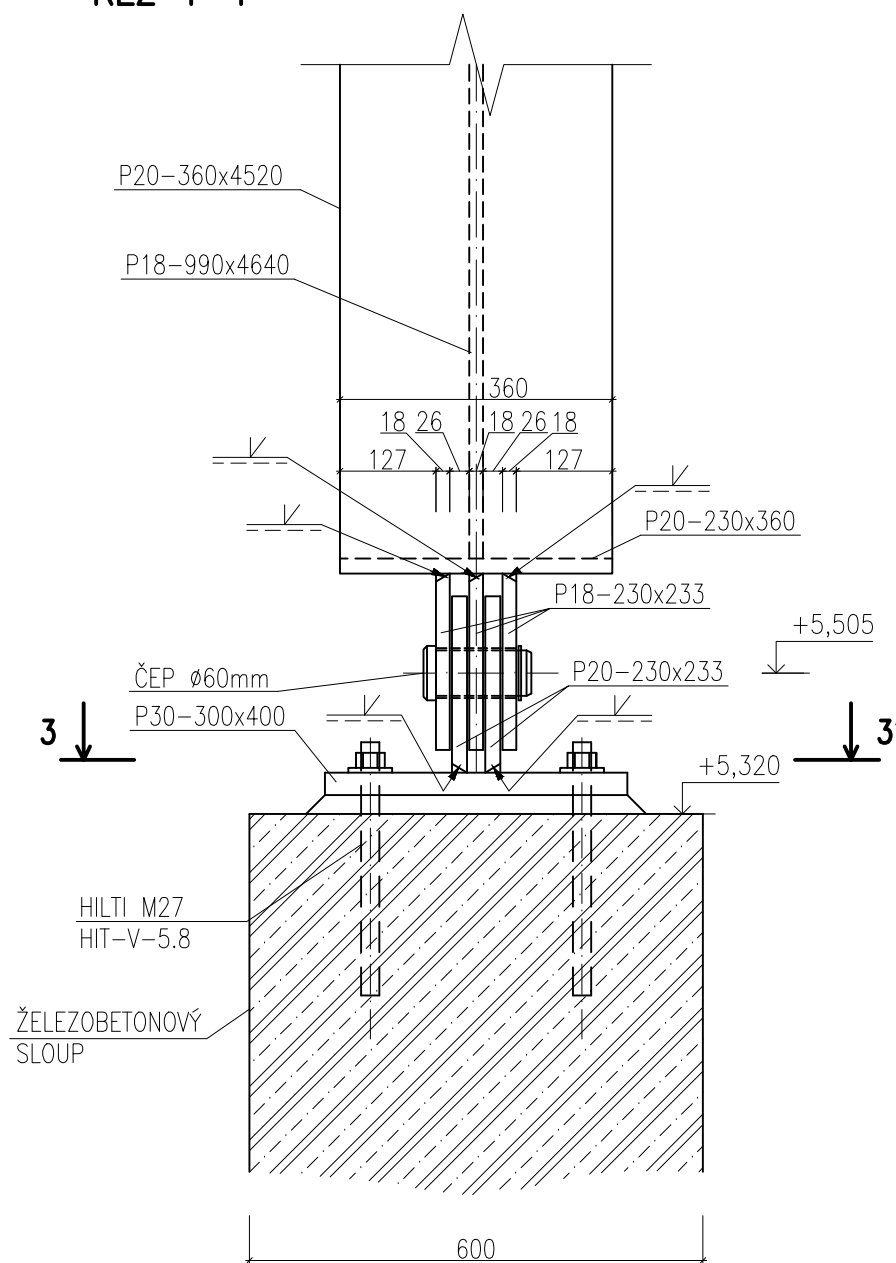
ČÍSLO VÝKRESU:

8

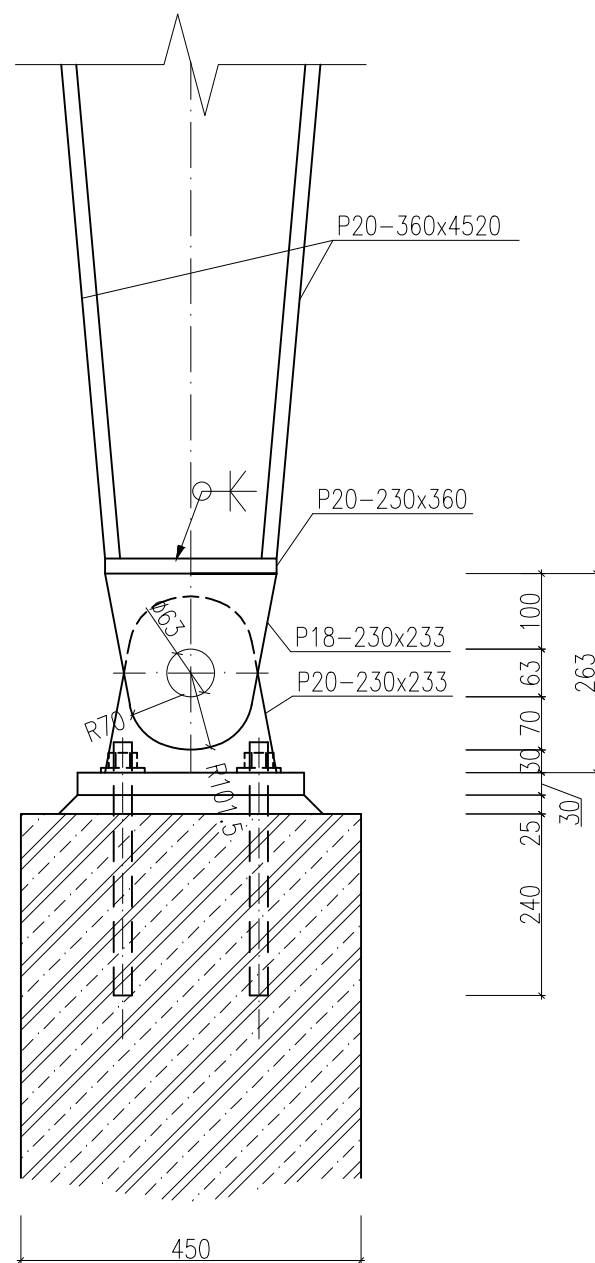
ŘEZ 3-3'



ŘEZ 1-1'



ŘEZ 2-2'



OCEL:

S355 KONSTRUKČNÍ OCEL

KOTVENÍ ŠROUBY:

S460 MATERIÁL ČEPU A ZÁVLAČE

LEPICÍ HMOTA:

HILTI HIT-V-5.8 M27

BETON:

HIT-HY 200-A

C 25/30 ŽELEZOBETONOVÝ SLOUP

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ – KATEDRA OCELOVÝCH KONSTRUKCÍ



VYPRACOVAL:
Michaela Mlejnková

VEDOUCÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE:
doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.

TÉMA DIPLOMOVÉ PRÁCE

SPORTOVNÍ HALA

MĚŘITKO: 1:10

DATUM: 01/2017

NÁZEV VÝKRESU:

DETAIL D5 - KOTVENÍ SLOUPU B5

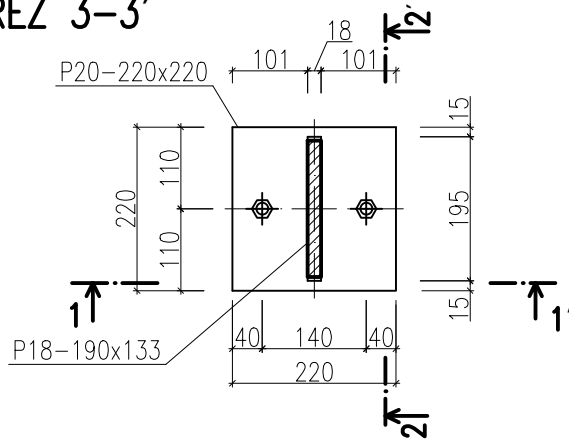
ČÍSLO VÝKRESU:

9

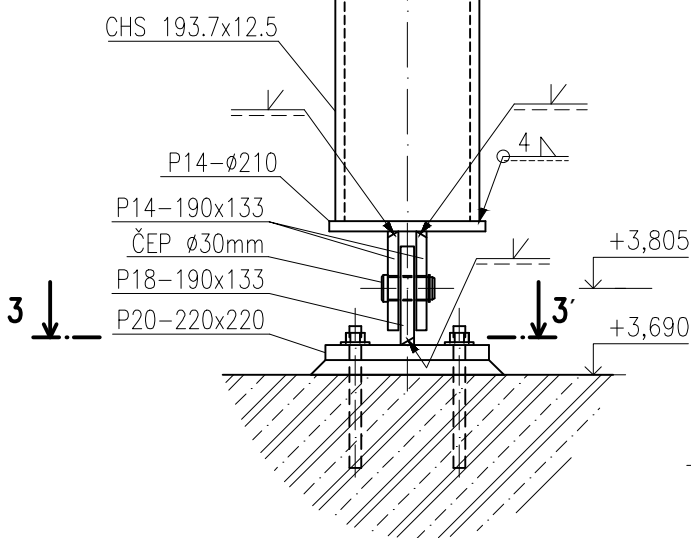
DETAIL D6

ČEPOVÝ SPOJ A KOTVENÍ KYVNÉ STOJKY

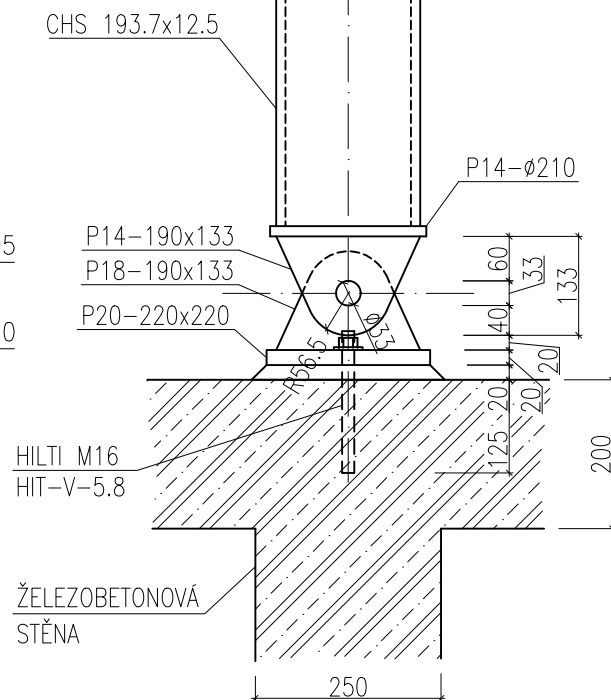
ŘEZ 3-3'



ŘEZ 1-1'



ŘEZ 2-2'




OCEL: S355

MATERIÁL ČEPU A ZÁVLAČE: S460

KOTEVNÍ ŠROUBY: HILTI HIT-V-5.8 M16

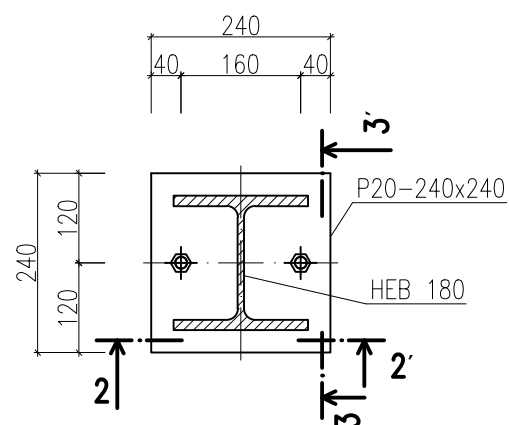
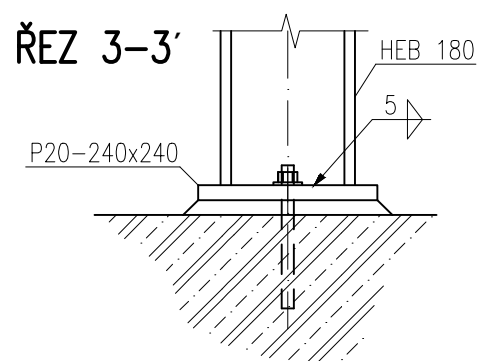
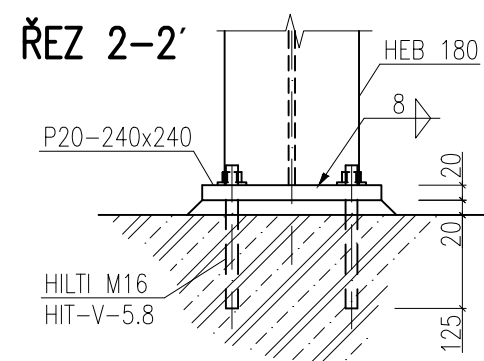
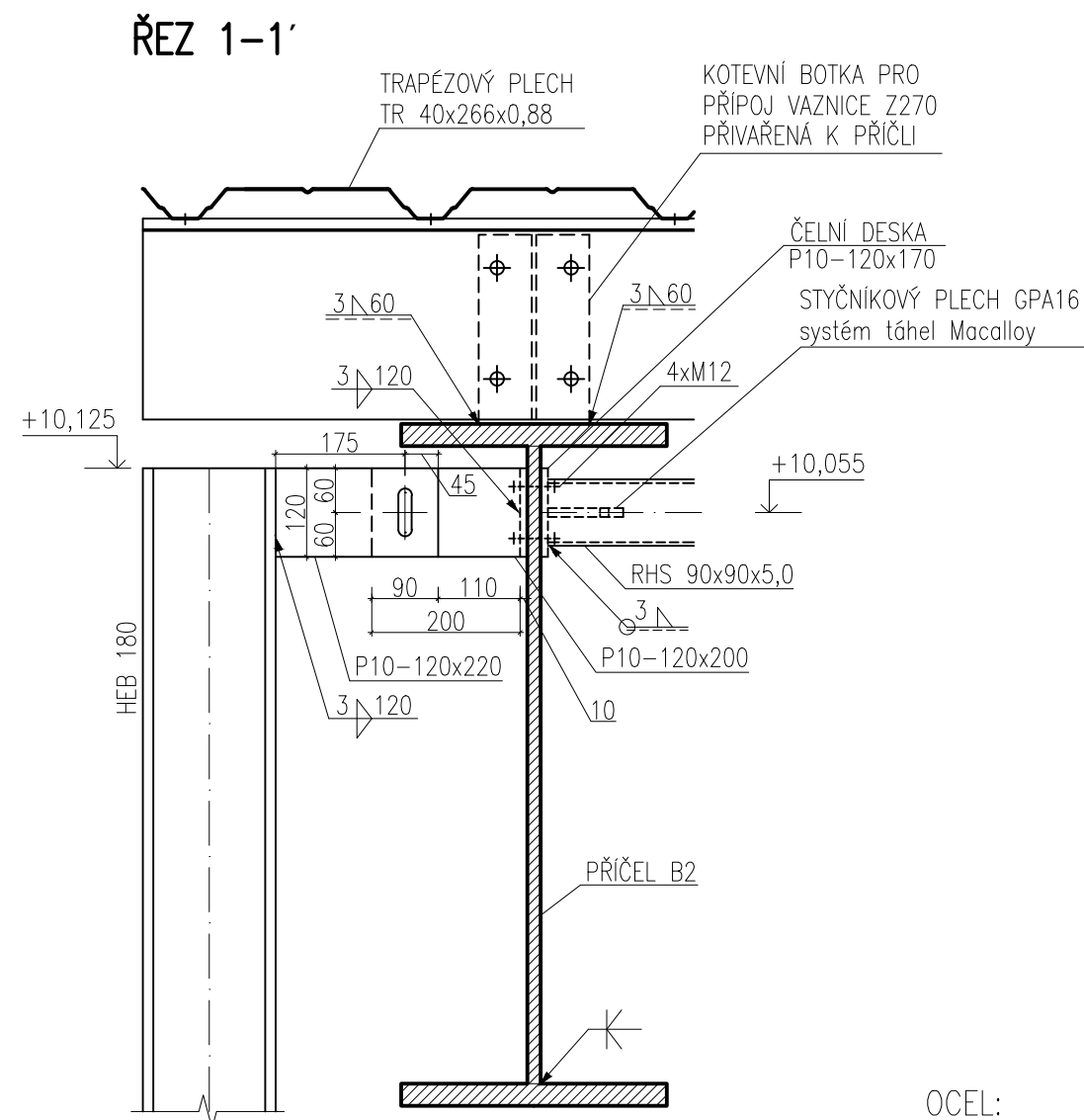
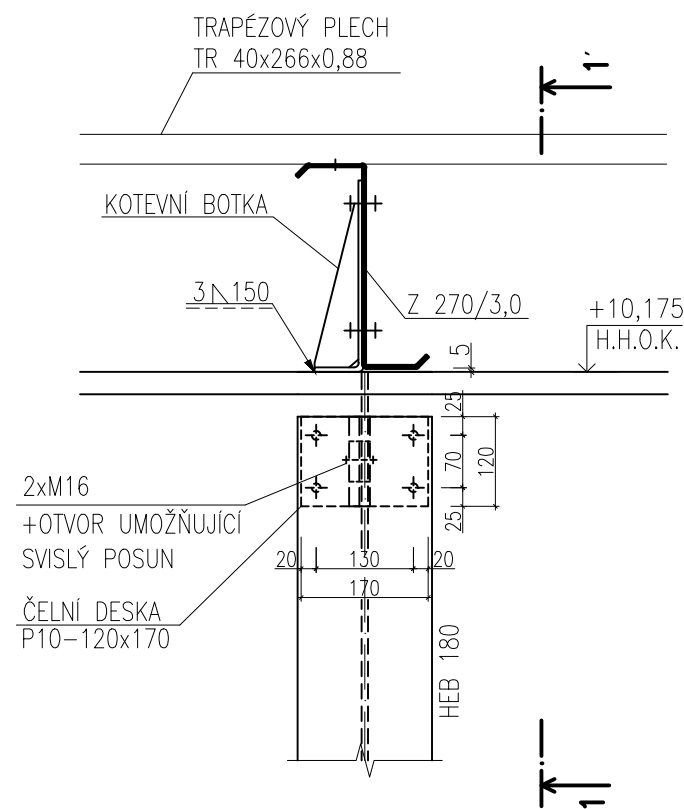
LEPÍČÍ HMOTA: HIT-HY 200-A

BETON: C 25/30 ŽELEZOBETONOVÁ KONSTRUKCE


<p>ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE FAKULTA STAVEBNÍ – KATEDRA OCELOVÝCH KONSTRUKCÍ</p>			
<p>VYPRACOVAL: Michaela Mlejnková</p>		<p>VEDOUČÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE: doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.</p>	
<p>TÉMA DIPLOMOVÉ PRÁCE</p> <p style="text-align: center;">SPORTOVNÍ HALA</p>		<p>MĚŘÍTKO:</p> <p style="text-align: center;">1:10</p>	<p>DATUM:</p> <p style="text-align: center;">01/2017</p>
<p>NÁZEV VÝKRESU:</p> <p style="text-align: center;">DETAIL D6 - KOTVENÍ KYVNÉ STOJKY B6</p>		<p>ČÍSLO VÝKRESU:</p> <p style="text-align: center;">10</p>	

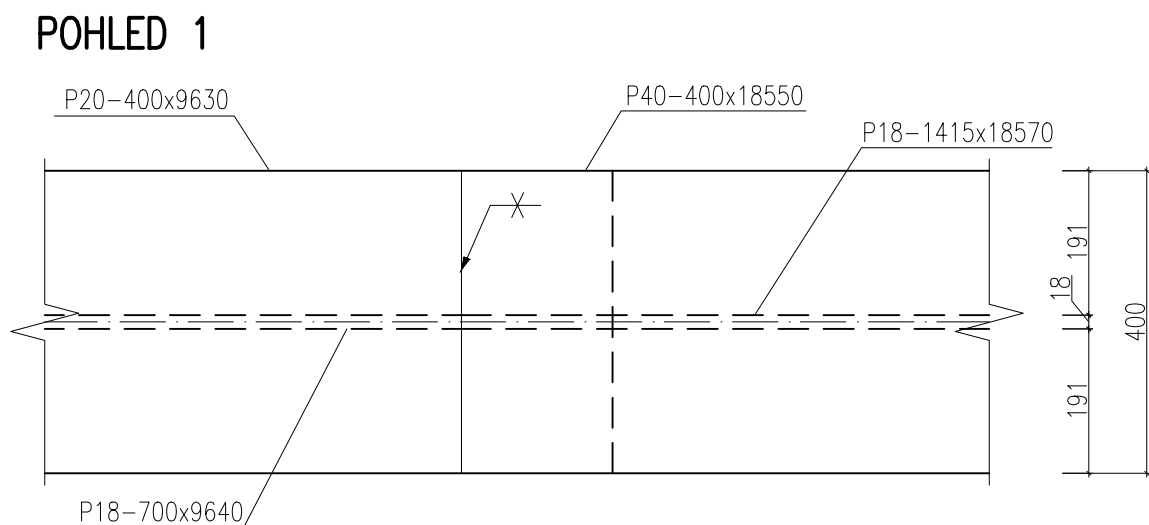
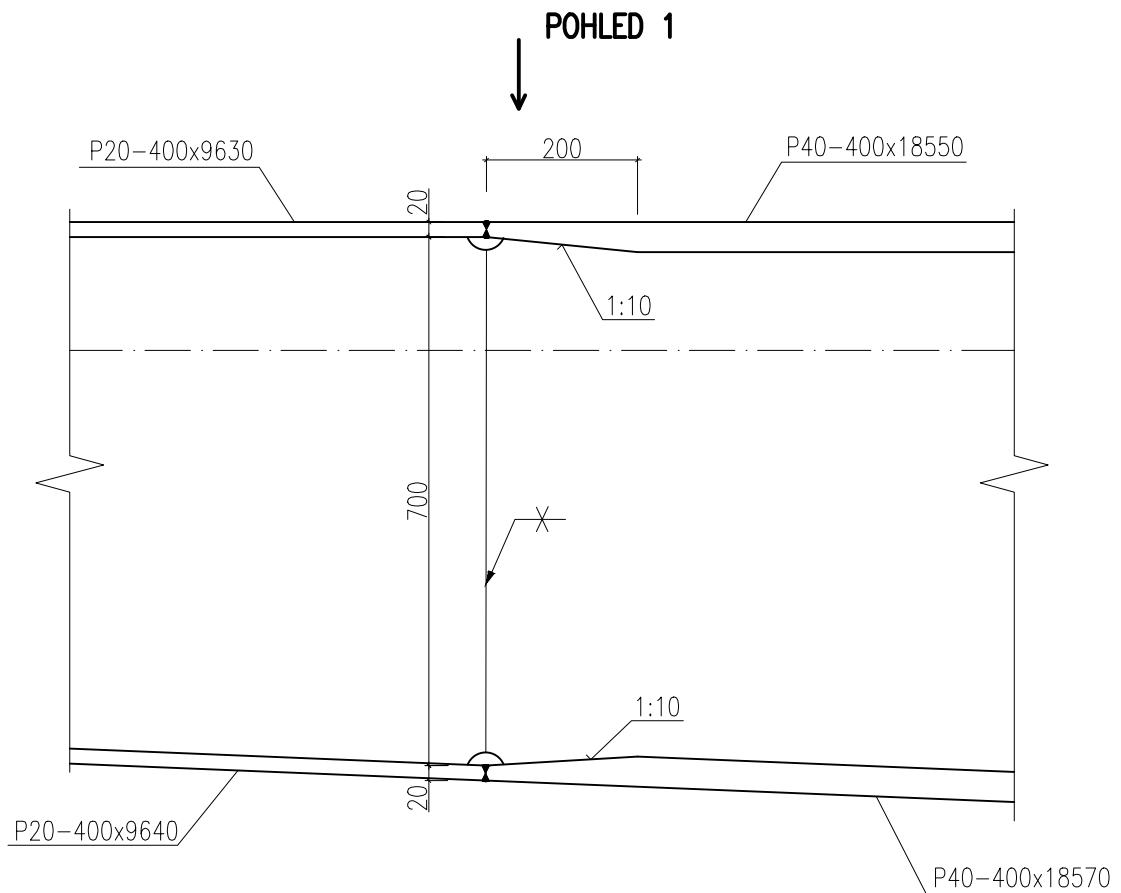
DETAIL D7

KOTVENÍ A PŘÍPOJ SLOUPKU BOČNÍ STĚNY K PŘÍČLI RÁMU



- OCEL: S355 KONSTRUKČNÍ OCEL
 S350GD TENKOSTĚNNÉ VAZNICE
 S280GD TRAPÉZOVÉ PLECHY
 S460 SYSTÉM STŘEŠNÍCH TÁHEL Macalloy
 ŠROUBY: PEVNOST 8.8
 KOTEVNÍ ŠROUBY: HILTI HIT-V-5.8 M16
 LEPICÍ HMOTA: HIT-HY 200-A
 BETON: C 25/30 ŽELEZOBETONOVÁ KONSTRUKCE
 POZN.: H.H.O.K. – HORNÍ HRANA OCELOVÉ KONSTRUKCE

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE FAKULTA STAVEBNÍ – KATEDRA OCELOVÝCH KONSTRUKCÍ			
VYPRACOVAL: Michaela Mlejnková		VEDOUCÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE: doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.	
TÉMA DIPLOMOVÉ PRÁCE SPORTOVNÍ HALA		MĚŘÍTKO: 1:10	DATUM: 01/2017
NÁZEV VÝKRESU: DETAIL D7 - KOTVENÍ A PŘÍPOJ SLOUPKU PODÉLNÉ STĚNY HALY		ČÍSLO VÝKRESU: 11	



OCEL: S355

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE FAKULTA STAVEBNÍ – KATEDRA OCELOVÝCH KONSTRUKCÍ			
VYPRACOVAL: Michaela Mlejnková		VEDOUCÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE: doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.	
TÉMA DIPLOMOVÉ PRÁCE SPORTOVNÍ HALA		MĚŘÍTKO: 1:10	DATUM: 01/2017
NÁZEV VÝKRESU: DETAIL D8 PŘECHOD PÁSNIC - PŘÍČEL B3		ČÍSLO VÝKRESU: 12	



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí

KONSTRUKCE POZEMNÍCH STAVEB

ČÁST 7

1. Úvod

V rámci části diplomové práce – KONSTRUKCE POZEMNÍCH STAVEB bylo provedeno základní tepelně technické posouzení střešního pláště haly a byla řešena návaznost obvodového pláště na nosnou konstrukci.

2. Střešní plášť

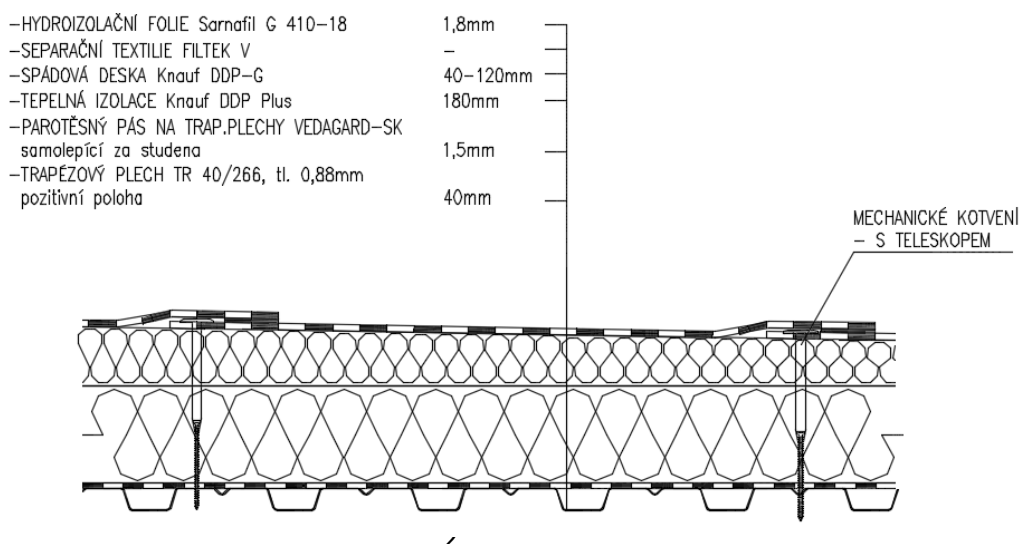
Konstrukce byla vymodelována bez spádu s předpokladem, že vyspádování střešní roviny bude s ohledem na charakter nosné konstrukce provedeno v rámci skladby střešního pláště. Střecha je plochá nepochozí s výjimkou běžné údržby a oprav. Její konstrukce je tvořena trapézovým plechem, který je uložen tenkostěnných vaznicích o roztečích 2,5m. Návrh trapézového plechu i tenkostěnných vaznic je součástí statického výpočtu. Součástí skladby střešního pláště je parotěsná, tepelně izolační, separační a hydroizolační vrstva.

SKLADBA STŘEŠNÍHO PLÁŠTĚ:

- hydroizolační fólie Sarnafil G 410-18
- separační textilie Filtek V
- spádová deska Knauf DDP-G
- tepelná izolace Knauf DDP Plus
- parotěsný pás na trapézové plechy VEDAGARD-SK samolepící za studena
- trapézový plech TR 40/266/0,88

Technické listy výrobků jsou součástí přílohy.

Tepelná izolace byla navržena s ohledem na možný pohyb na střeše při údržbě a opravách (vyšší objemová hmotnost izolace). Přidrženost desek k podkladu je zajištěna mechanickým kotvením. S ohledem na použití mechanického kotvení byla při zadávání hodnot vlastností materiálů do programu Teplo použita 10% hodnota faktoru difúzního odporu u parotěsné zábrany a u trapézových plechů. Rovněž byla s ohledem na eventuelně možný výskyt vlhkosti ve skladbě střešního pláště snížena hodnota součinitele prostupu tepla u tepelné izolace z hodnoty $\lambda_D = 0,040 \text{ W/mK}$ na $0,050 \text{ W/mK}$.



3. Opláštění haly

Opláštění budovy je navrženo z prosklených fasádních panelů s nosnými hliníkovými profily, které se kotví k ocelové konstrukci. V rámci části diplomové práce KONSTRUKCE POZEMNÍCH STAVEB byly řešeny 2 detaily návaznosti opláštění haly na střešní konstrukci a jeho kotvení k ocelové konstrukci, které umožňuje dilataci. Jedná se o detail v místě atiky a v místě návaznosti ocelové konstrukce na železobetonovou stěnu. Detaily jsou součástí přílohy – Výkres č. 13, 14 a 15.

Použitý software:

- [1] AutoCAD 2016
- [2] Stavební fyzika – Teplo 2010

Technické podklady výrobců:

- [3] Technický list Sarnafil G 410-18
http://cze.sika.com/cs/produkty_a_reseni/dokumentace/PDS/PDS_G_Sarnafil_G.html
- [4] Technický list minerální izolace Knauf DDP Plus
<http://www.knaufinsulation.cz/sites/cz.knaufinsulation.net/files/technicky-list/DDP-Plus.pdf>
- [5] Spádovaná izolace z kamenné vlny Knauf DDP-G
<http://www.knaufinsulation.cz/cedicova-vata/ddp-g>
- [6] Technický list parotěsné zábrany Vedagard - SK
http://www.vedag.cz/fileadmin/fm-cz/Ke_stazeni/Technicke_informace/01_Znackove_pasy/VEDAGARD/VEDAGARD_SK/01%20%20VEDAGARD%20SK_TI.pdf

Ostatní:

- [6] <http://www.yourglass.com/agc-glass-europe/gb/cz/home.html>



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

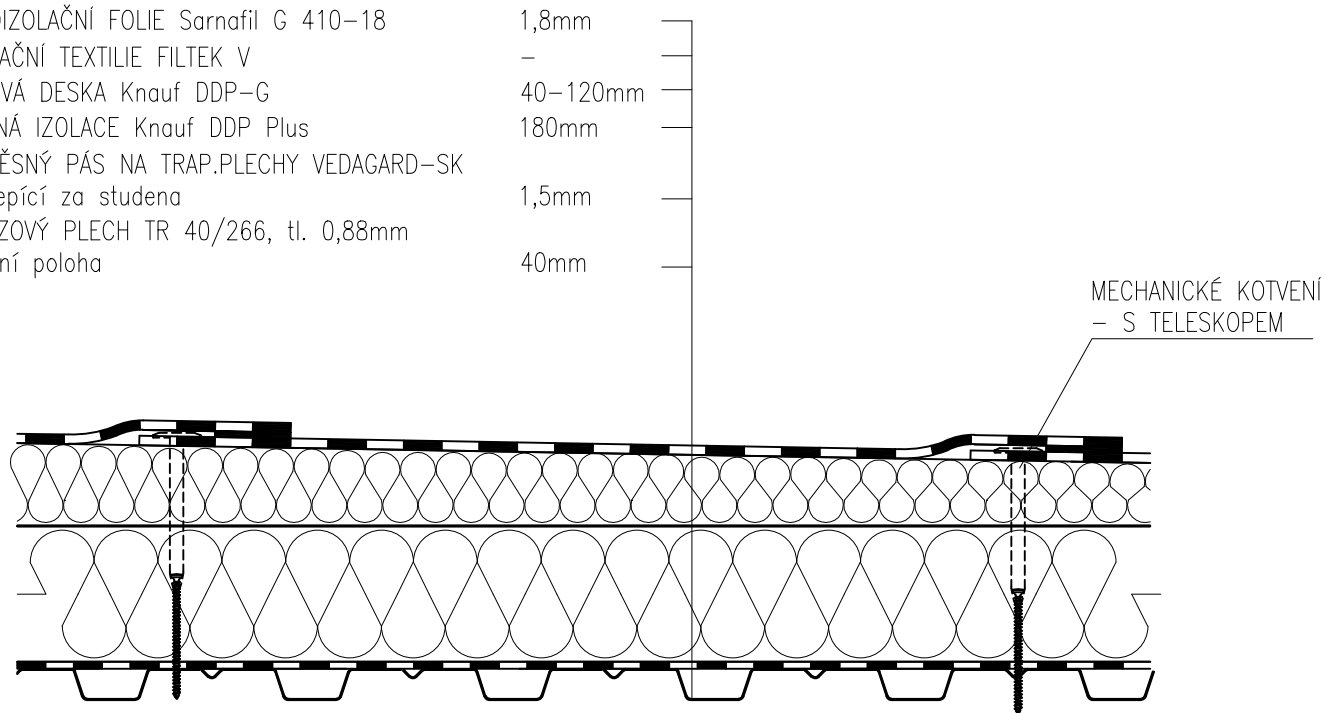
Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí


ZÁKLADNÍ TEPELNĚ TECHNICKÉ POSOUZENÍ OBALOVÝCH KONSTRUKCÍ

STŘEŠNÍ PLÁŠŤ

SKLADBA STŘEŠNÍHO PLÁŠTĚ

- HYDROIZOLAČNÍ FOLIE Sarnafil G 410-18 1,8mm
- SEPARAČNÍ TEXTILIE FILTEK V -
- SPÁDOVÁ DESKA Knauf DDP-G 40-120mm
- TEPELNÁ IZOLACE Knauf DDP Plus 180mm
- PAROTĚSNÝ PÁS NA TRAP.PLECHY VEDAGARD-SK samolepící za studena 1,5mm
- TRAPÉZOVÝ PLECH TR 40/266, tl. 0,88mm pozitivní poloha 40mm



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE FAKULTA STAVEBNÍ – KATEDRA OCELOVÝCH KONSTRUKCÍ			
VYPRACOVAL: Michaela Mlejnková		VEDOUcí DIPLOMOVÉ PRÁCE: doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.	
KONZULTANT částí KPS: doc. Ing. Šárka Šilarová, CSc.		MĚŘÍTKO:	1:10
TÉMA DIPLOMOVÉ PRÁCE SPORTOVNÍ HALA		DATUM:	01/2017
NÁZEV VÝKRESU: SCHÉMA SKLADBY STŘEŠNÍHO PLÁŠTĚ			

ZÁKLADNÍ KOMPLEXNÍ TEPELNĚ TECHNICKÉ POSOUZENÍ STAVEBNÍ KONSTRUKCE

podle ČSN EN ISO 13788, ČSN EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplota 2010

Název úlohy : **Plochá střecha (10% parotěsné z. + 10% Mi trap. plechy + snížená Lambda u tep. izolace)**

Zpracovatel : Michaela Mlejnková

Zakázka : Diplomová práce

Datum : 10.11.2016

KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :

Typ hodnocené konstrukce : Strop, střecha - tepelný tok zdola
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m2K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m3]	Mi[-]	Ma[kg/m2]
1	Trapézové plec	0.0007	50.0000	870.0	7850.0	172.0	0.0000
2	Vedag Vedagard	0.0015	0.1700	1470.0	1300.0	100000.0	0.0000
3	Knauf DDP Plus	0.2400	0.0500	840.0	200.0	1.0	0.0000
4	Sarnafil G 410	0.0018	0.1500	960.0	1600.0	15000.0	0.0000

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.10 m2K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rsi : 0.25 m2K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m2K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rse : 0.04 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -15.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 16.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 75.0 %

Měsíc	Délka[dny]	Tai[C]	RHi[%]	Pi[Pa]	Te[C]	RHe[%]	Pe[Pa]
1	31	16.0	71.6	1301.2	-2.6	81.4	400.3
2	28	16.0	74.8	1359.3	-0.9	80.8	457.9
3	31	16.0	76.0	1381.1	2.6	79.6	586.0
4	30	17.0	72.5	1404.1	7.2	77.7	788.8
5	31	18.0	72.0	1485.2	12.4	74.7	1075.1
6	30	20.0	67.2	1570.4	15.4	72.4	1266.1
7	31	21.0	64.9	1613.1	16.8	71.1	1359.6
8	31	21.0	64.4	1600.7	16.3	71.6	1326.3
9	30	20.0	64.4	1505.0	12.7	74.5	1093.5
10	31	18.0	68.8	1419.2	8.2	77.2	839.1
11	30	17.0	71.6	1386.6	2.9	79.5	597.9
12	31	16.0	75.0	1363.0	-0.8	80.8	461.7

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem dle ČSN EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 4.82 m2K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.202 W/m2K

Součinitel prostupu zabudované kce U_{k,c} : 0.22 / 0.25 / 0.30 / 0.40 W/m2K
Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou dle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difuzní odpor konstrukce ZpT : 9.4E+0011 m/s
 Teplotní útlum konstrukce Ny* : 99.4
 Fázový posun teplotního kmitu Psi* : 7.7 h

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor dle ČSN 730540 a ČSN EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách Tsi,p : 14.48 C
 Teplotní faktor v návrhových podmínkách f,Rsi,p : 0.951

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	80% -----		100% -----		Tsi[C]	f,Rsi	RHsi[%]
	Tsi,m[C]	f,Rsi,m	Tsi,m[C]	f,Rsi,m			
1	14.3	0.907	10.9	0.724	15.1	0.951	75.9
2	15.0	0.938	11.5	0.736	15.2	0.951	78.9
3	15.2	0.940	11.8	0.685	15.3	0.951	79.3
4	15.5	0.842	12.0	0.492	16.5	0.951	74.7
5	16.3	0.703	12.9	0.086	17.7	0.951	73.3
6	17.2	0.394	13.7	-----	19.8	0.951	68.1
7	17.6	0.200	14.1	-----	20.8	0.951	65.7
8	17.5	0.259	14.0	-----	20.8	0.951	65.3
9	16.5	0.526	13.1	0.052	19.6	0.951	65.8
10	15.6	0.757	12.2	0.407	17.5	0.951	70.9
11	15.3	0.877	11.8	0.634	16.3	0.951	74.8
12	15.0	0.940	11.6	0.737	15.2	0.951	79.1

Poznámka: RHsi je relativní vlhkost na vnitřním povrchu,
 Tsi je vnitřní povrchová teplota a f,Rsi je teplotní faktor.

Difuze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540:
 (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a tlaků v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	e
tepl.[C]:	14.5	14.5	14.4	-14.7	-14.8
p [Pa]:	1363	1362	326	325	138
p,sat [Pa]:	1649	1649	1643	170	168

Při venkovní návrhové teplotě dochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Kond.zóna číslo	Hranice levá	Hranice kondenzační zóny [m]	pravá	Kondenzující množství vodní páry [kg/m2s]
1	0.2422		0.2422	1.355E-0009

Celoroční bilance vlhkosti:

Množství zkondenzované vodní páry Mc,a: 0.004 kg/m2,rok

Množství vypařitelné vodní páry Mev,a: 0.068 kg/m2,rok

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 5.0 C.

Bilance zkondenzované a vypařené vlhkosti dle ČSN EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci dochází během modelového roku ke kondenzaci.

Kondenzační zóna č. 1

Měsíc	Hranice levá	Hranice kondenzační zóny [m]	pravá	Akt.kond./vypař. Gc [kg/m2s]	Akumul.vlhkost Ma [kg/m2]
12	0.2422		0.2422	1.69E-0010	0.0005
1	0.2422		0.2422	3.30E-0010	0.0013
2	0.2422		0.2422	1.77E-0010	0.0018
3	0.2422		0.2422	-3.17E-0010	0.0009
4	---		---	-1.22E-0009	0.0000
5	---		---	---	---
6	---		---	---	---
7	---		---	---	---
8	---		---	---	---
9	---		---	---	---
10	---		---	---	---
11	---		---	---	---

Maximální množství kondenzátu Mc,a: 0.0018 kg/m2

Na konci modelového roku je zóna suchá (tj. Mc,a < Mev,a).

Poznámka: Hodnocení difuze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

STOP, Teplo 2010

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2007)

Název konstrukce: Plochá střecha (10% parotěsné z. + 10% Mi trap. plechy + snížená Lambda u tep. izolace)

Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota T_i : 15,0 C
Návrhová venkovní teplota T_{ae} : -15,0 C
Teplota na vnější straně T_e : -15,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} : 16,0 C
Relativní vlhkost v interiéru RH_i: 70,0 % (+5,0%)

Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Trapézové plechy	0,0007	50,000	172,0
2	Vedag Vedagard SK	0,0015	0,170	100000,0
3	Knauf DDP Plus	0,240	0,050	1,0
4	Sarnařil G 410	0,0018	0,150	15000,0

I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)

Požadavek: $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} + \Delta F = 0,933 + 0,015 = 0,948$

Vypočtená průměrná hodnota: $f_{Rsi,m} = 0,951$

Kritický teplotní faktor $f_{Rsi,cr}$ byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota $f_{Rsi,m}$ (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce.

Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek: $U_{,N} = 0,37 \text{ W/m}^2\text{K}$

Vypočtená hodnota: $U = 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U < U_{,N}$... POŽADAVEK JE SPLNĚN.

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. krokví v zateplené šikmé střeše).

III. Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2)

Požadavky:

1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
3. Roční množství kondenzátu $M_{c,a}$ musí být nižší než 0,1 kg/m².rok, nebo 3% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

Limit pro max. množství kondenzátu odvozený z min. plošné hmotnosti materiálu v kondenzační zóně činí: 0,086 kg/m².rok (materiál: Sarnařil G 410).

Dále bude použit limit pro max. množství kondenzátu: 0,086 kg/m².rok

Vypočtené hodnoty: V kci dochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.

Roční množství zkondenzované vodní páry $M_{c,a} = 0,0037 \text{ kg/m}^2\text{.rok}$

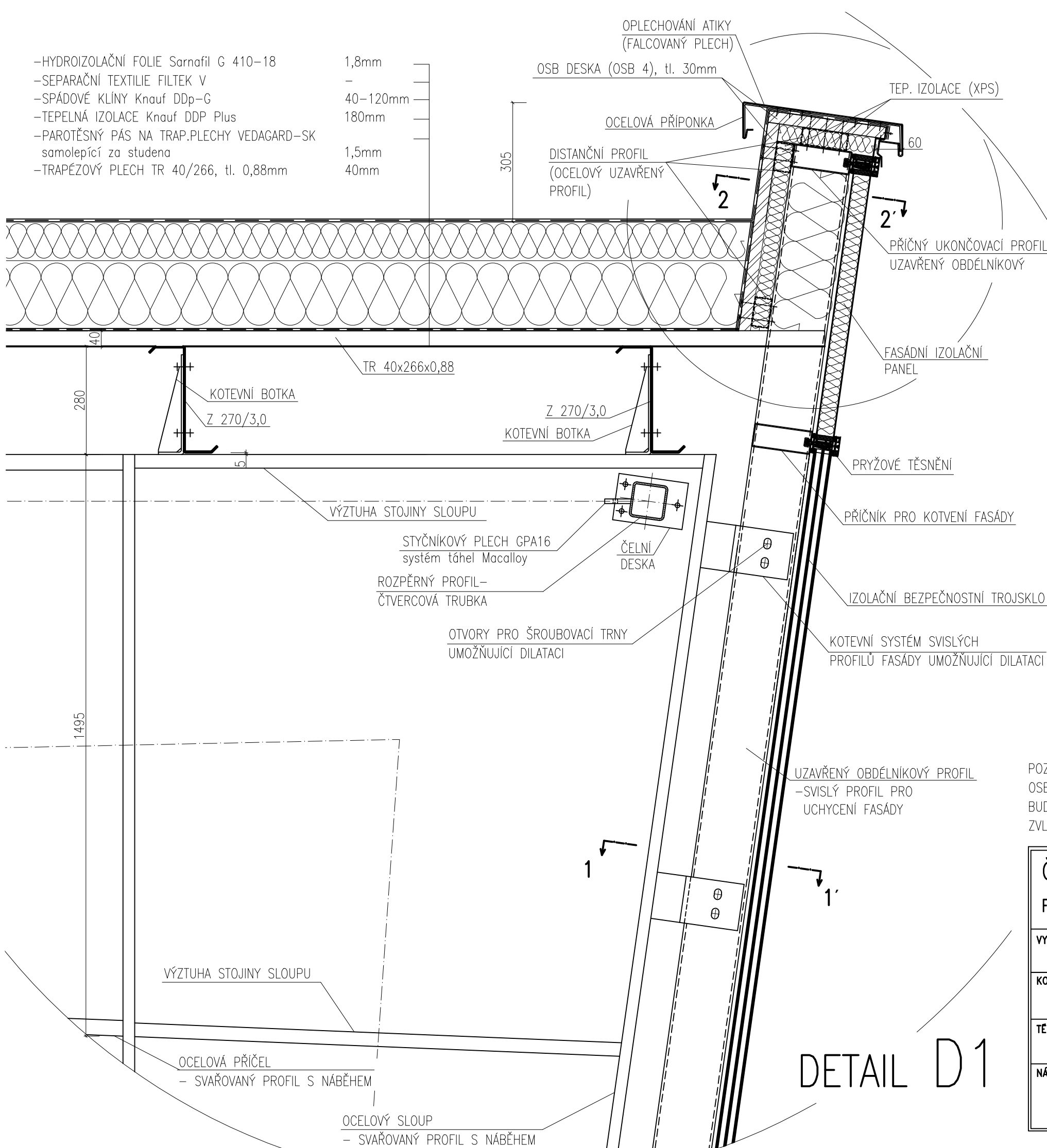
Roční množství odpařitelné vodní páry $M_{ev,a} = 0,0678 \text{ kg/m}^2\text{.rok}$

Vyhodnocení 1. požadavku musí provést projektant.

$M_{c,a} < M_{ev,a}$... 2. POŽADAVEK JE SPLNĚN.

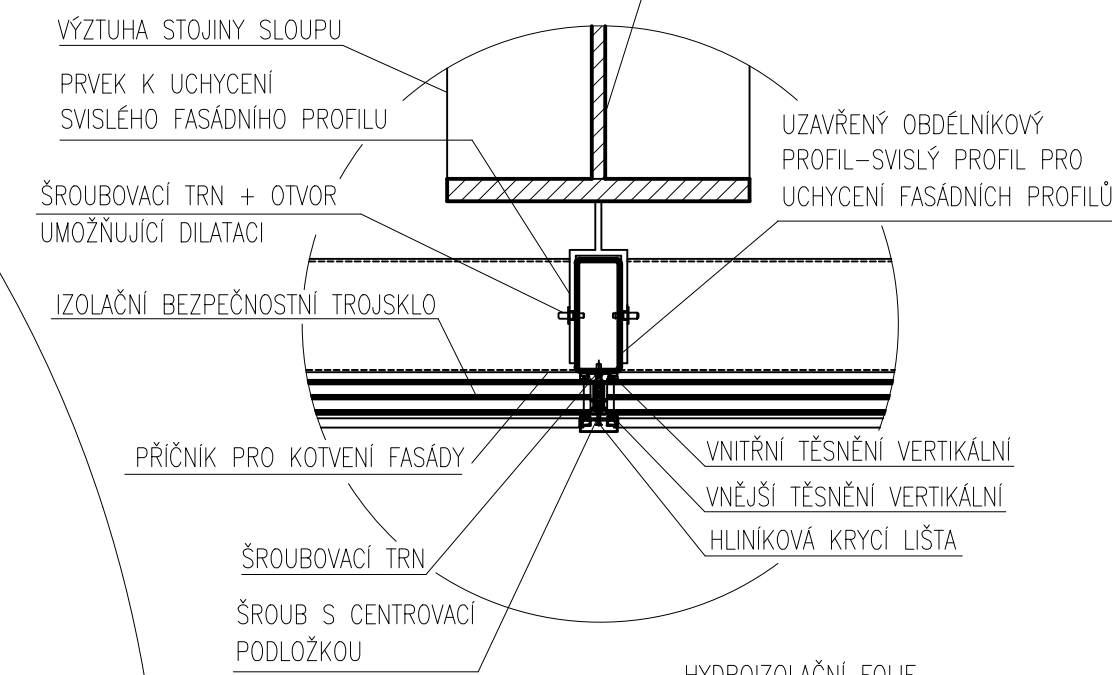
$M_{c,a} < M_{c,N}$... 3. POŽADAVEK JE SPLNĚN.

- HYDROIZOLAČNÍ FOLIE Sarnafil G 410-18 1,8mm
- SEPARAČNÍ TEXTILIE FILTEK V -
- SPÁDOVÉ KLÍNY Knauf DDp-G 40-120mm
- TEPELNÁ IZOLACE Knauf DDP Plus 180mm
- PAROTĚSNÝ PÁS NA TRAP.PLECHY VEDAGARD-SK samolepící za studena 1,5mm
- TRAPÉZOVÝ PLECH TR 40/266, tl. 0,88mm 40mm



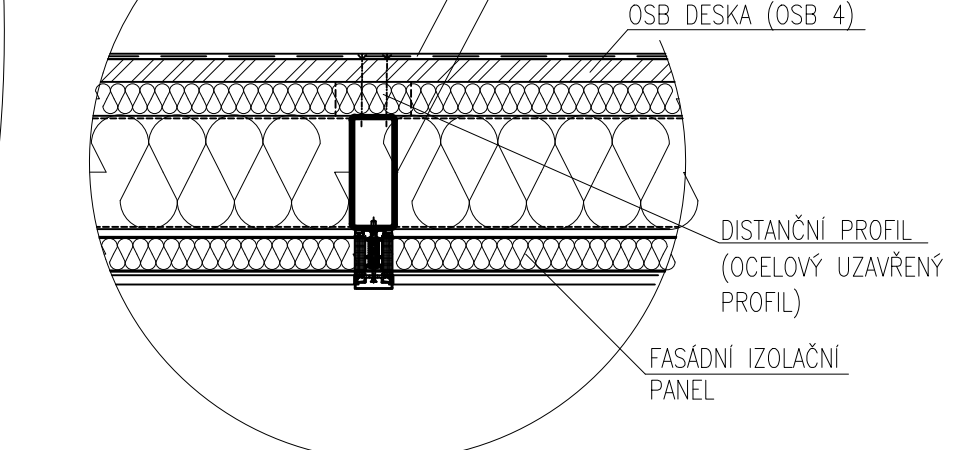
ŘEZ 1-1'

VODOROVNÝ ŘEZ S POHLEDEM NA KOTVENÍ




ŘEZ 2-2'

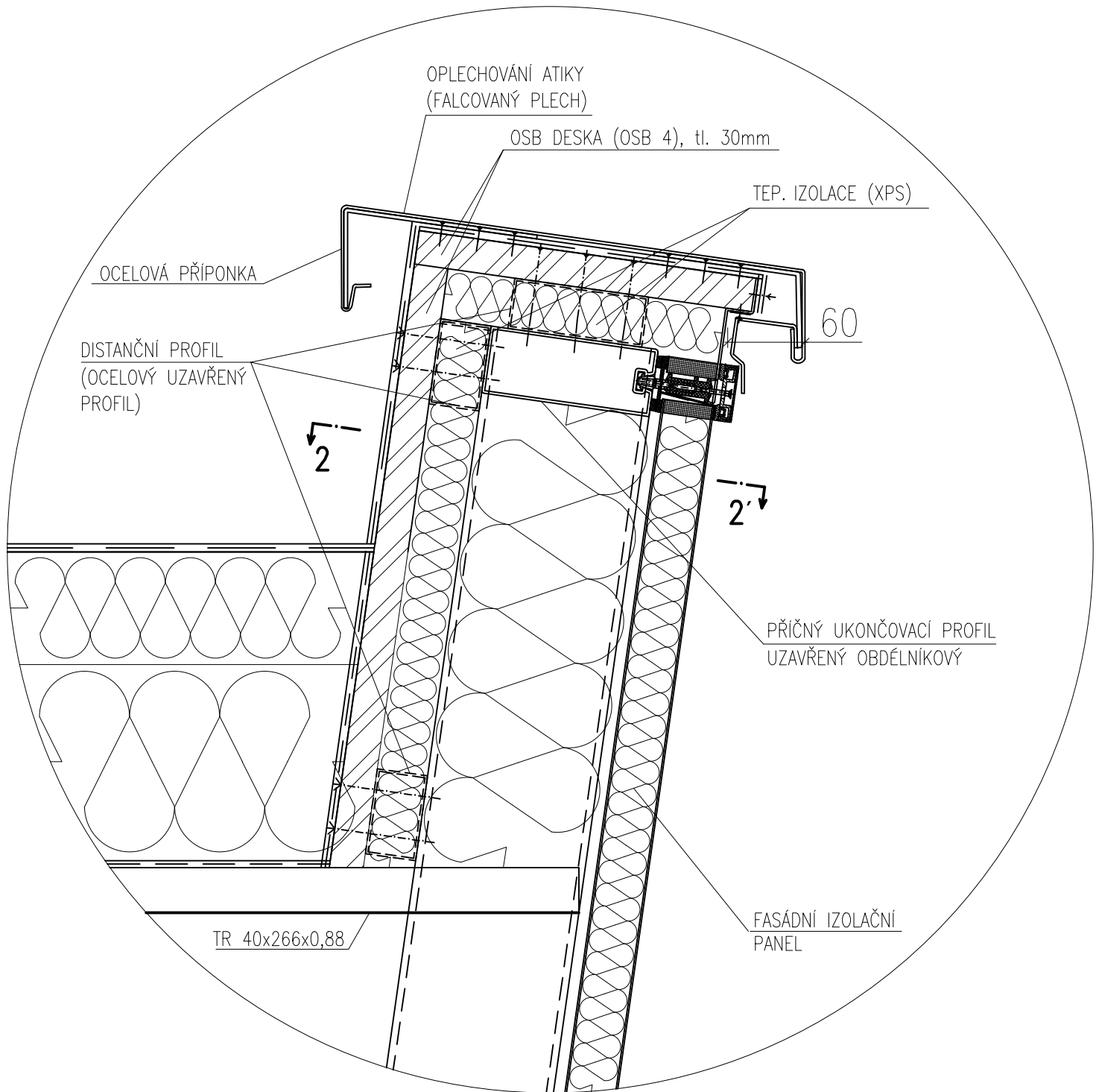
VODOROVNÝ ŘEZ UKONČOVACÍM PROFILEM



POZN.: OSB DESKY BUDOU MONTOVÁNY PO KUSECH dl. 1,25m. Z DŮVODU MOŽNÝCH OBJEMOVÝCH ZMĚN BUDOU MEZI JEDNOTLIVÝMI DÍLY PONECHÁNY DILATAČNÍ SPÁRY min. 5mm, ABY NEDOCHÁZELO KE ZVLNĚNÍ DESEK

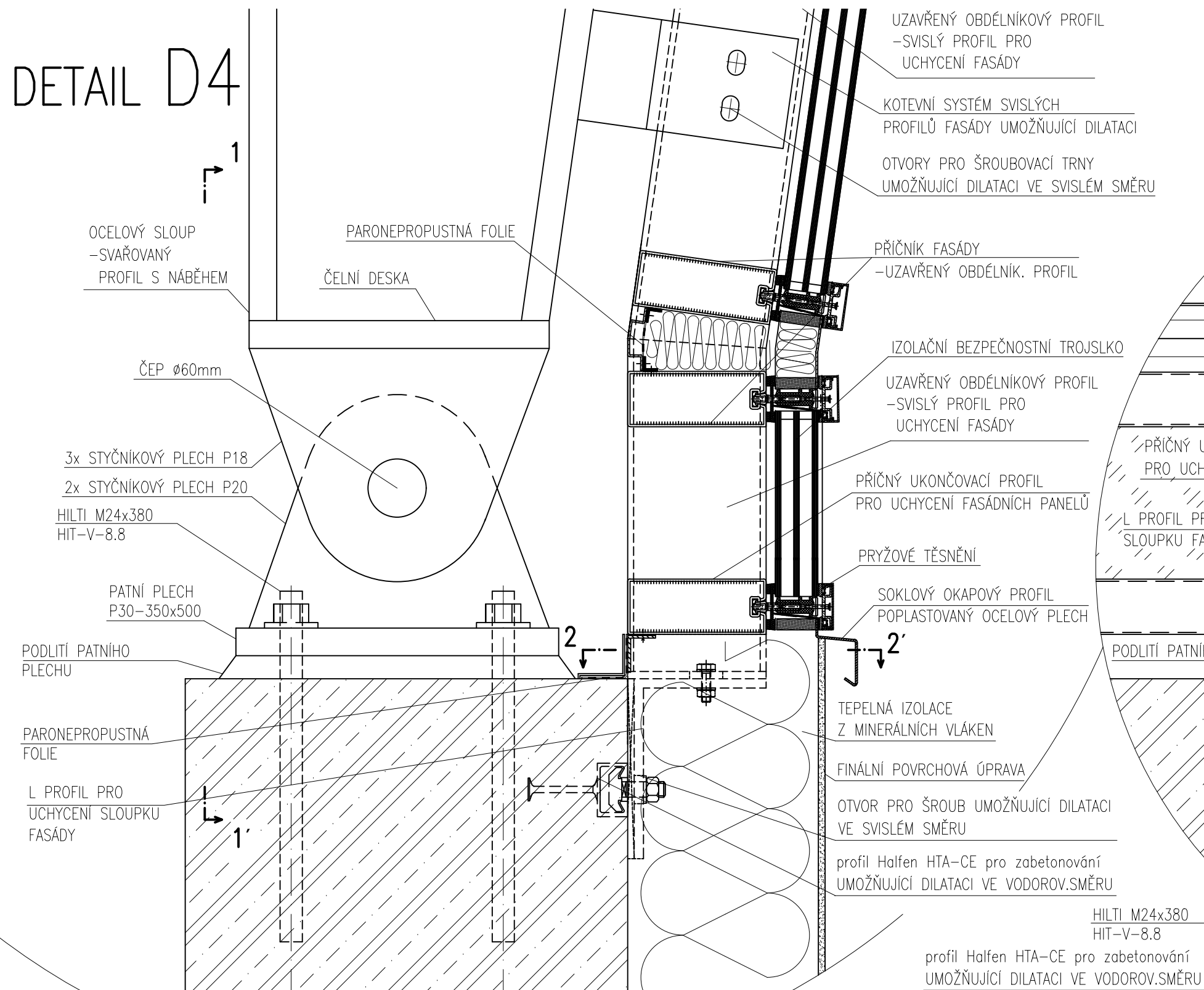
DETAIL D1

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE FAKULTA STAVEBNÍ – KATEDRA OCELOVÝCH KONSTRUKCÍ			
VYPRACOVAL: Michaela Mlejnková		VEDOUCÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE: doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.	
KONZULTANT čestí KPS: doc. Ing. Šárka Šilarová, CSc.		MĚŘITKO:	1:10
TÉMA DIPLOMOVÉ PRÁCE SPORTOVNÍ HALA		DATUM:	01/2017
NÁZEV VÝKRESU: DETAIL D1 - NÁVAZNOST STŘEŠNÍHO PLÁŠTĚ NA PROSKLENOU FASÁDU		ČÍSLO VÝKRESU: 14	



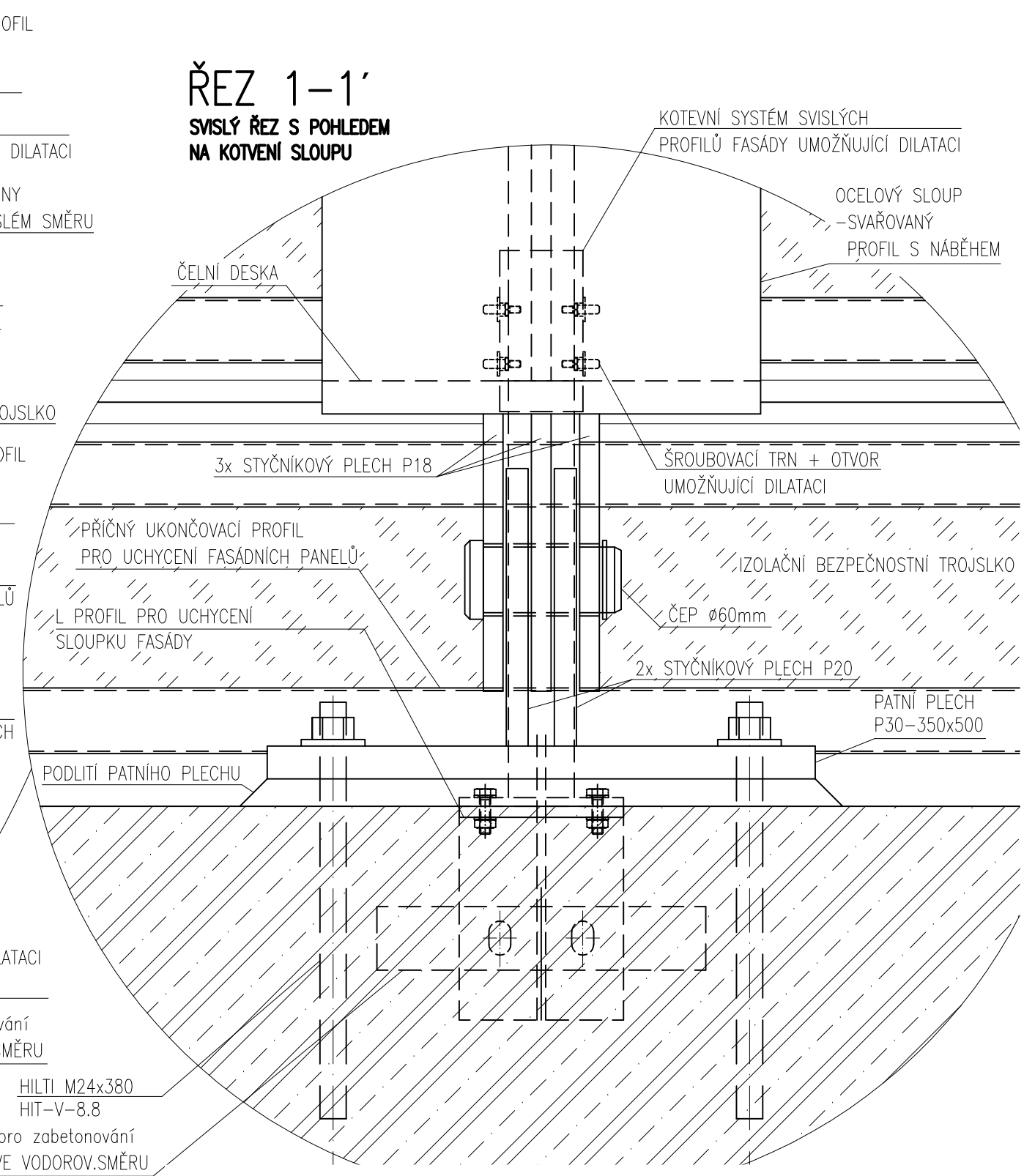
ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE FAKULTA STAVEBNÍ – KATEDRA OCELOVÝCH KONSTRUKCÍ			
VYPRACOVAL: Michaela Mlejnková		VEDOUcí DIPLOMOVÉ PRÁCE: doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.	
KONZULTANT části KPS: doc. Ing. Šárka Šilarová, CSc.		MĚŘÍTKO:	1:5
TÉMA DIPLOMOVÉ PRÁCE SPORTOVNÍ HALA		DATUM:	01/2017
NÁZEV VÝKRESU: DETAIL D1- DETAIL ATIKY		ČÍSLO VÝKRESU: 15	

DETAIL D4



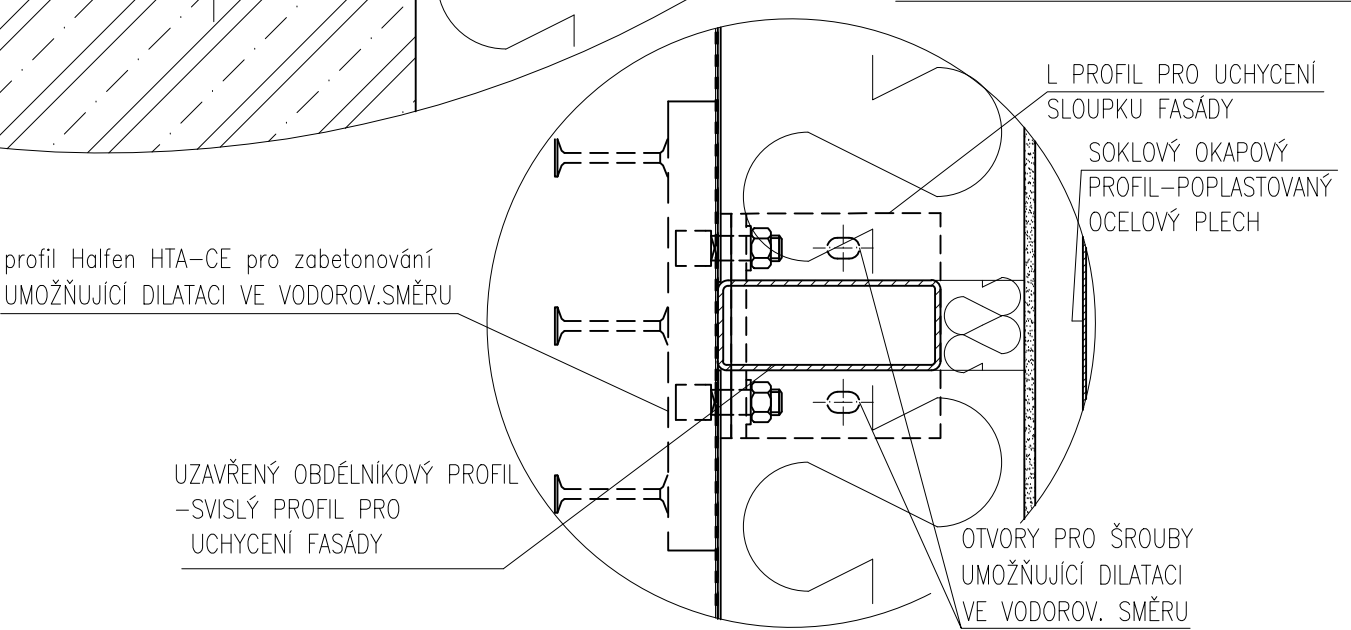
ŘEZ 1-1'

SVISLÝ ŘEZ S POHLEDEM NA KOTVENÍ SLOUPU



ŘEZ 2-2'

VODOROVNÝ ŘEZ KOTVENÍM FASÁDNÍHO SLOUPKU



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE FAKULTA STAVEBNÍ – KATEDRA OCELOVÝCH KONSTRUKCÍ			
VYPRACOVAL: Michaela Mlejnková		VEDOUCÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE: doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.	
KONZULTANT <i>čdšt</i> KPS: doc. Ing. Šárka Šilarová, CSc.		MĚŘITKO: 1:5	DATUM: 01/2017
TĚMA DIPLOMOVÉ PRÁCE SPORTOVNÍ HALA		ČÍSLO VÝKRESU: 16	
NÁZEV VÝKRESU: DETAIL D4 - NÁVAZNOST PROSKLENÉ FASÁDY NA ZATEPLOVACÍ SYSTÉM			