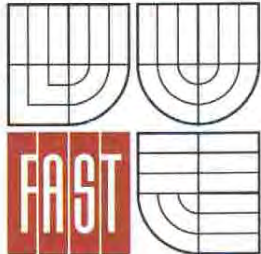


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF METAL AND TIMBER STRUCTURES

INFORMAČNÍ CENTRUM
INFORMATION CENTRE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Jindřich Kovář

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. JAN BARNAT, Ph.D.

BRNO 2012



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

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

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student Jindřich Kovář


Název Informační centrum

Vedoucí bakalářské práce Ing. Jan Barnat, Ph.D.

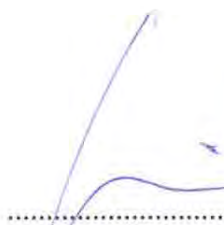
**Datum zadání
bakalářské práce** 30. 11. 2011

**Datum odevzdání
bakalářské práce** 25. 5. 2012

V Brně dne 30. 11. 2011


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




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



Podklady a literatura

- [1] ČSN EN 1993-1-1 až 8 Navrhování ocelových konstrukcí
- [2] ČSN EN 1991-1-1 Zatížení konstrukcí - Obecná zatížení- Vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
- [3] ČSN EN 1991-1-3 Zatížení konstrukcí - Obecná zatížení- Zatížení sněhem
- [4] ČSN EN 1991-1-4 Zatížení konstrukcí - Obecná zatížení- Zatížení větrem
- [5] Melcher J., Straka B.: Kovové konstrukce - konstrukce průmyslových budov, SNTL Praha 1985

Zásady pro vypracování

Vypracujte statický návrh a posouzení nosné ocelové konstrukce budovy informačního centra. Minimální půdorysné rozměry konstrukce jsou 15 x 15 m. Budova má mít minimálně 2 podlaží. Proveďte návrh nosné konstrukce v souladu s technickými a architektonickými požadavky souvisejícími s účelem stavby. Návrh zpracujte předběžně ve dvou konstrukčních variantách, proveďte zhodnocení variant a vybranou variantu zpracujte v detailním řešení. Klimatická zatížení uvažujte pro oblast Brno. Pro nosnou konstrukci použijte ocel standardních pevností.

Předepsané přílohy

Licenční smlouva o zveřejňování vysokoškolských kvalifikačních prací
Statický výpočet hlavních nosných částí konstrukce.
Dispozice budovy.
Výrobní výkres vybraných prvků konstrukce v rozsahu specifikovaném vedoucím bakalářské práce.
Technická zpráva.



Ing. Jan Barnat, Ph.D.
Vedoucí bakalářské práce

Abstrakt

Předmětem bakalářské práce je statický návrh a posouzení nosné ocelové konstrukce informačního centra. Jedná se o dvoupodlažní budovu s půdorysnými rozměry 24 x 24m. Návrh je řešen ve dvou variantách. V obou z nich se jedná o ocelový skelet s kloubově připojenými prvky. Jedná se o sloupy, průvlaky a stropnice, které jsou spřažené s žebrovou betonovou deskou a tím zabezpečují stabilitu polohy ve vodorovném směru. Varianty se od sebe liší způsobem zajištění stability ve svislém směru. V prvním případě je deformaci zabráněno svislými ztužidly, ve druhém jsou navrženy dvě rámové konstrukce pro oba směry vybočení. Vyhodnocením byla vybrána první varianta, která je dále podrobně zpracována.

Klíčová slova

ocelová konstrukce, kloubové připojení, rámová konstrukce, ztužidlo, stropnice, průvlak, sloup, spřažená betonová deska, trapézový plech, statický návrh, statický model, posudek, výkres, norma, zatížení, kombinace

Abstract

This bachelor thesis is concerned with the static project and the consideration of the carrier steel construction of the information centre that means the two-storeyed building with the 24 x 24m extent. The project is solved by two options. In both cases, the steel basis with components united by articulated joints is concerned. These are pillars, supporting joists and ceiling beams that are composited with a concrete desk so that they ensure the position stability in a horizontal direction. The both options differ from each other by the position stability method in a vertical direction. In the first case, the vertical clamps avoid the deformation. In the second case, two frame constructions are designed for both yawing directions. The result was the choice of the first method that is discussed in a more detailed way further.

Keywords

steel construction, articulated joints, frame construction, clamp, ceiling beams, supporting joists, pillar, composite concrete desk, trapeze plate, static project, static model, reference, plan, norm, loading, combination

...

Bibliografická citace VŠKP

KOVÁŘ, Jindřich. *Informační centrum*. Brno, 2012. 24s., 68 s. příl. Bakalářská práce.
Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav kovových a dřevěných konstrukcí.
Vedoucí práce Ing. Jan Barnat, Ph.D..

Prohlášení:

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

V Brně dne 20.5.2012


.....
podpis autora

Poděkování:

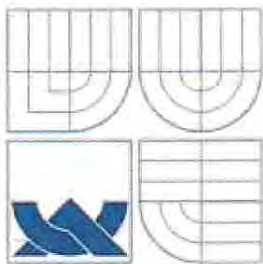
Děkuji vedoucímu bakalářské práce, panu Ing. Janu Barnatovi, Ph.D., za poskytnuté rady a věnovaný čas.

Obsah

- Variantní řešení
- Technická zpráva
- Závěr
- Seznam použité literatury

Seznam příloh

- Statický výpočet
- Výkresová dokumentace



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF METAL AND TIMBER STRUCTURES

VARIANTNÍ ŘEŠENÍ

VARIANT SOLUTIONS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Jindřich Kovář

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. JAN BARNAT, Ph.D.

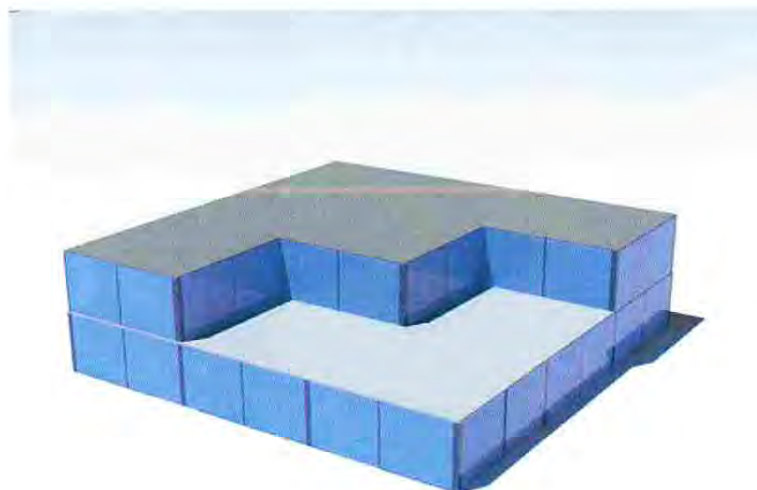
BRNO 2012

Obsah

1	Obecné údaje	3
2	Normativní dokumenty	3
3	Materiál	4
4	Zatížení	4
5	Výpočet	4
6	Varianty	5
6.1	Varianta A	5
6.1.1	Statické řešení	5
6.1.2	Předběžný návrh profilů	5
6.1.3	Statický model	5
6.2	Varianta B	6
6.2.1	Statické řešení	6
6.2.2	Předběžný návrh profilů	6
6.2.3	Statický model	7
7	Hodnocení variant	8

1 Obecné údaje

Předmětem práce je návrh nosné ocelové konstrukce budovy informačního centra v Brně. Jedná se o budovu čtvercového půdorysu o rozměrech 24 x 24 m s dvěma nadzemními podlažími o celkové výšce 6,6 m. Ocelové sloupy výšky 3,3 m jsou od sebe osově vzdáleny 8 m. Druhé patro je z jedné třetiny půdorysné plochy tvořeno otevřenou terasou. Předběžný návrh ocelového skeletu je řešen ve dvou variantách. Podrobné provedení je dále zpracováno pouze v jedné z nich.



2 Normativní dokumenty

Nosná ocelová konstrukce informačního centra je navržena s těmito platnými normativními dokumenty:

- ČSN EN 1991 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
- ČSN EN 1991 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-3: Obecná zatížení - Zatížení sněhem
- ČSN EN 1991 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-4: Obecná zatížení - Zatížení větrem
- ČSN EN 1993 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- ČSN EN 1993 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-8: Navrhování styčnic
- ČSN EN 1994-1-1 Eurokód 4: Navrhování spřažených ocelobetonových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

3 Materiál

Pro nosnou ocelovou konstrukci je použita ocel standardní pevnosti S 235.

4 Zatížení

Nosná ocelová konstrukce je dimenzována na následující užité zatížení:

- Užité zatížení uvnitř budovy s charakteristickou hodnotou $q_{k1} = 3,0 \text{ kN/m}^2$ dle tabulky 6.2 v ČSN EN 1991-1-1 pro kategorii B (kancelářské plochy) dle tabulky 6.1 v ČSN EN 1991-1-1. Na pochůznou terasu s charakteristickou hodnotou $q_{k2} = 5,0 \text{ kN/m}^2$ dle tabulky 6.2 v ČSN EN 1991-1-1 pro kategorii C5 (plochy, kde může dojít k vysoké koncentraci lidí, např. terasy,...) dle tabulky 6.1 v ČSN EN 1991-1-1.
- Klimatické zatížení sněhem s charakteristickou hodnotou $s_k = 0,7 \text{ kN/m}^2$ pro sněhovou oblast I (Brno) dle mapy sněhových oblastí na území ČR z ČSN EN 1991-1-3.
- Klimatické zatížení větrem se základní rychlostí větru $v_{b,0} = 25 \text{ m/s}$ pro větrnou oblast II (Brno) dle mapy větrných oblastí na území ČR z ČSN EN 1991-1-4.

5 Výpočet

Ve výpočetním programu SCIA Engineer byl sestaven statický model konstrukce, na který bylo namodelováno veškeré zatížení rozdělené do následujících zatěžovacích stavů:

1. ZS: Vlastní tíha (určeno programem)
2. ZS: Ostatní stálé zatížení (váha stropních a střešních konstrukcí, opláštění)
3. ZS: Užité zatížení - kanceláře
4. ZS: Užité zatížení - terasa
5. ZS: Klimatické zatížení sněhem
6. ZS: Klimatické zatížení větrem - podélný vítr $\theta = 0^\circ$
7. ZS: Klimatické zatížení větrem - příčný vítr $\theta = 90^\circ$
8. ZS: Klimatické zatížení větrem - podélný vítr $\theta = 180^\circ$
9. ZS: Klimatické zatížení větrem - příčný vítr $\theta = 270^\circ$

Poté byly vypočteny kombinace metodou konečných prvků, na které byly předběžně navrženy profily jednotlivých ocelových prvků konstrukce.

6 Varianty

6.1 Varianta A

6.1.1 Statické řešení

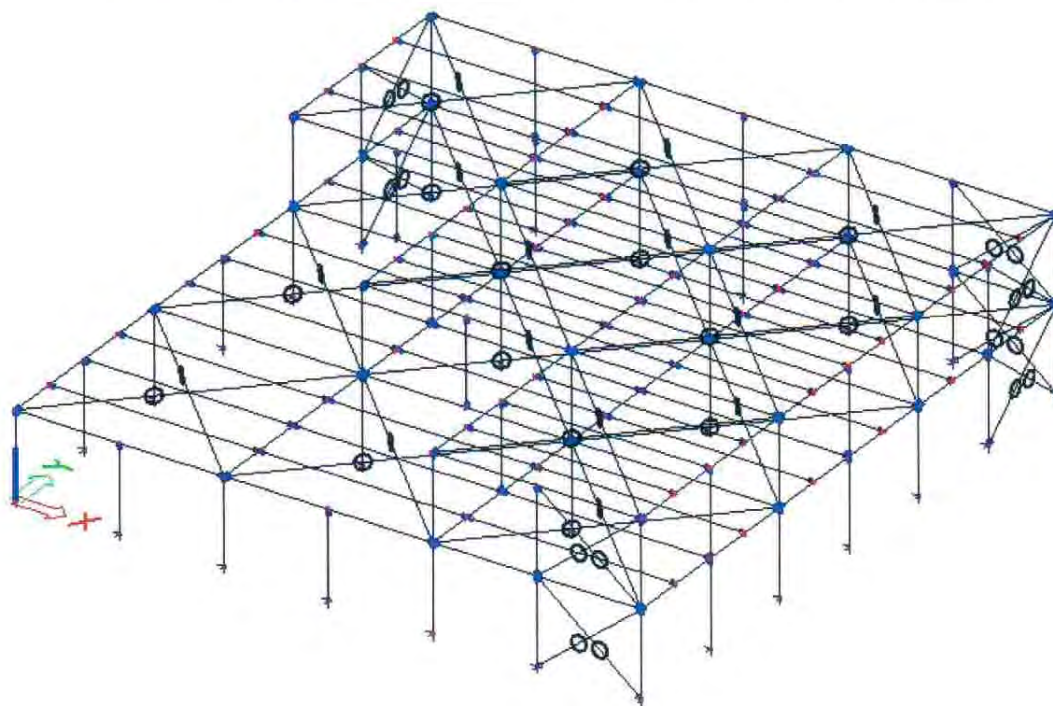
Nosná ocelová konstrukce je tvořena kloubově uloženými sloupy s kloubově připojenými příčnými průvlaky a stropnicemi. Sloupy jsou navrženy na výšku jednoho podlaží tj. 3,3 m a průvlaky se stropnicemi na světlou délku 8 m. Stabilita konstrukce ve vodorovném směru je zajištěna tuhou betonovou deskou spřaženou se stropnicemi. Ve svislém směru zajišťují stabilitu dvě svislá ztužidla pro podélný i příčný směr.

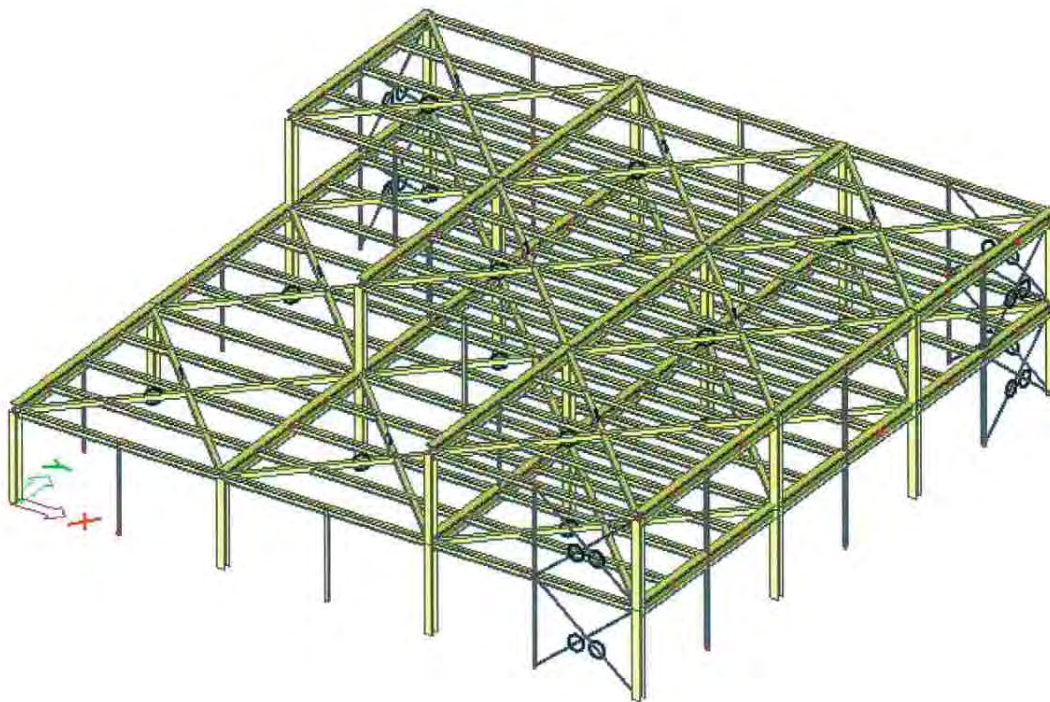
6.1.2 Předběžný návrh profilů

- Stropnice IPE 300
- Průvlaky HEB 500
- Ztužidlo U 60
- Sloupy HEB 300
- Sloupky HEA 100

6.1.3 Statický model

Stabilita konstrukce ve vodorovném směru pomocí betonové desky je ve statickém modelu nahrazena vnitřním ocelovým ztužidlem, jehož návrh je v příloze „Statický výpočet“.





6.2 Varianta B

6.2.1 Statické řešení

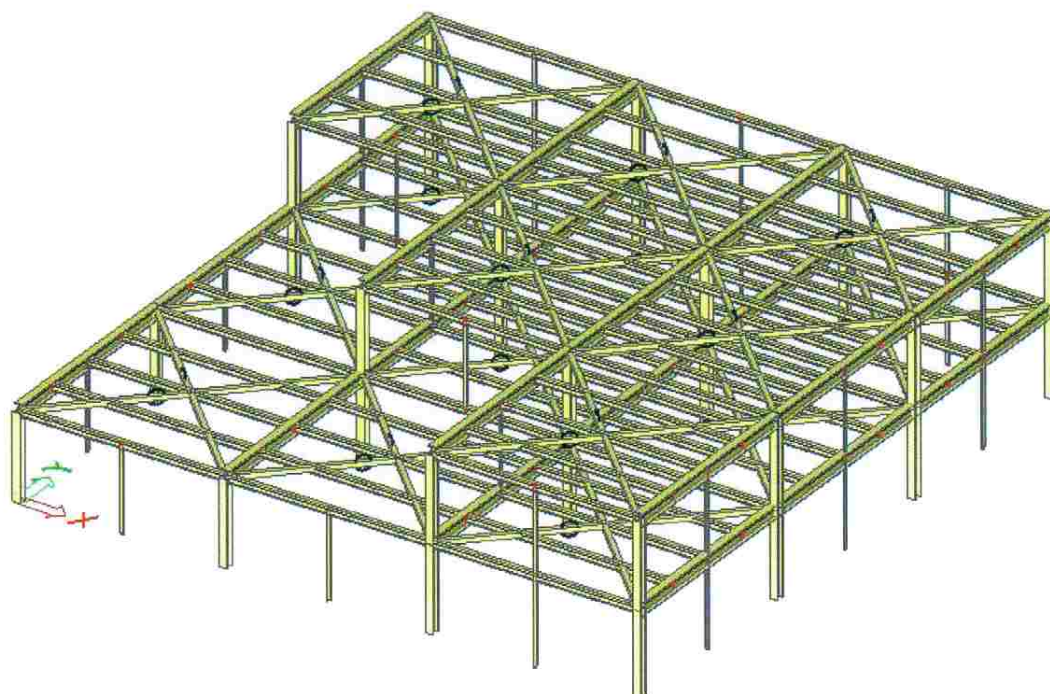
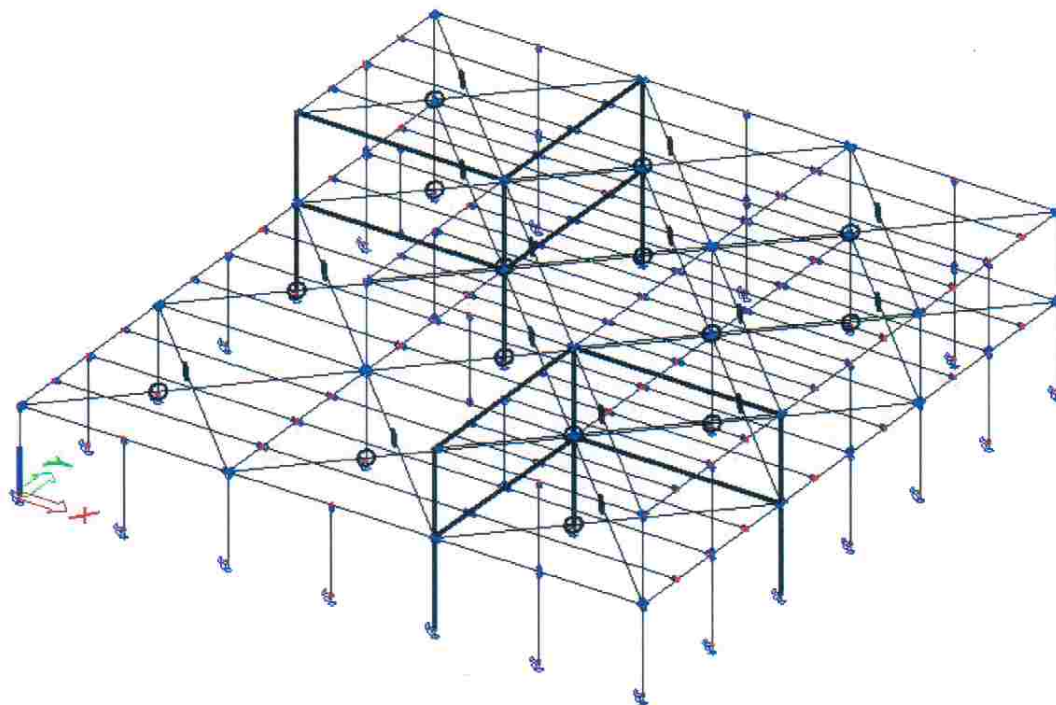
Toto řešení vychází z předchozí varianty. Rozdílem je vyřešení stability konstrukce ve svislém směru. Svislá ztužidla jsou zde nahrazena dvěma tuhými rámy v podélném směru (osy A, B, C, D) i příčném (osy 1, 2, 3, 4). Nosná ocelová konstrukce je tvořena kloubově uloženými sloupy s kloubově připojenými příčnými průvlaky a stropnicemi. Sloupy jsou navrženy na výšku jednoho podlaží tj. 3,3 m a průvlaky se stropnicemi na světlou délku 8 m. Stabilita konstrukce ve vodorovném směru je zajištěna tuhou betonovou deskou spřaženou se stropnicemi.

6.2.2 Předběžný návrh profilů

- Stropnice IPE 300
- Průvlaky HEB 500
- Sloupy HEB 340
- Sloupky HEA 100

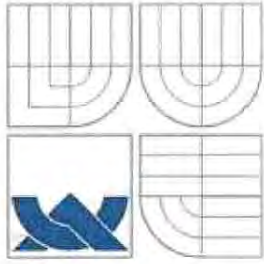
6.2.3 Statický model

Stabilita konstrukce ve vodorovném směru pomocí betonové desky je nahrazena vnitřním ocelovým ztužidlem, jehož návrh je v příloze „Statický výpočet“. Součinitele vzpěrnosti pro hlavní nosní prvky, které jsou součástí rámu, byly přepočítány ručně dle ČSN 73 1401.

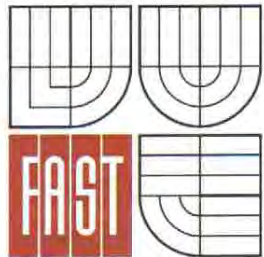


7 Hodnocení variant

Ačkoli jsou obě řešení skoro totožná, je zde pár aspektů, kterými se navržené varianty liší. Jako výhoda druhé varianty, se díky udržení stability polohy pomocí předběžně navržených ráků a odpadnutím tak svislého větrového ztužidla, může brát úspora materiálu. Toto tvrzení ale není jednoznačně dané. Vlivem tuhého rámového spoje, jsou totiž zvětšeny hodnoty vzpěrných délek, což vede nejen ke složitějším výpočtům a statickému modelování, ale také k větším dimenzím jednotlivých průřezů. Z tohoto důvodu byla pro podrobnější řešení vybrána varianta A.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF METAL AND TIMBER STRUCTURES

TECHNICKÁ ZPRÁVA

TECHNICAL REPORT

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Jindřich Kovář

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. JAN BARNAT, Ph.D.

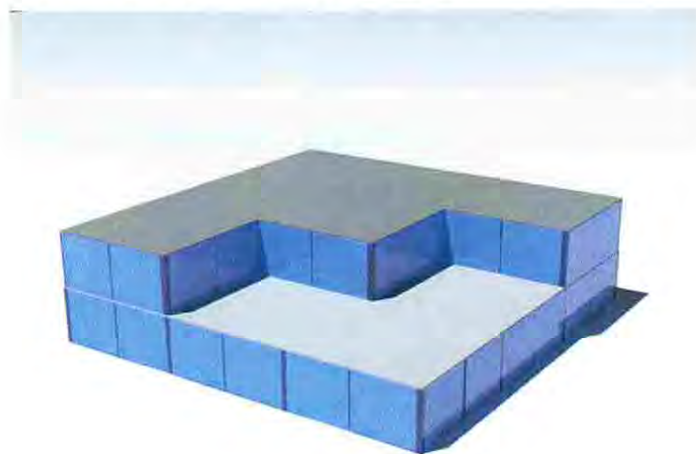
BRNO 2012

Obsah

1	Obecné údaje	3
2	Normativní dokumenty	3
3	Materiál	4
4	Zatížení	4
5	Výpočet	4
6	Statické řešení	5
7	Podrobný popis konstrukce	5
7.1	Vodorovné nosné konstrukce	5
7.1.1	Stropnice	5
7.1.2	Průvlaky	5
7.2	Svislé nosné konstrukce	6
7.2.1	Sloupy	6
7.2.2	Sloupky	6
7.3	Svislé ztužidlo	6
7.4	Střešní konstrukce	6
7.5	Lehký obvodový plášť	7
8	Ochrana konstrukce	7
9	Montážní postup	7

1 Obecné údaje

Předmětem práce je návrh nosné ocelové konstrukce budovy informačního centra v Brně. Jedná se o budovu čtvercového půdorysu o rozměrech 24 x 24 m s dvěma nadzemními podlažími o celkové výšce 6,6 m. Ocelové sloupy výšky 3,3 m jsou od sebe osově vzdáleny 8 m. Druhé patro je z jedné třetiny půdorysné plochy tvořeno otevřenou terasou. Vodorovnou nosnou konstrukci tvoří průvlaky v příčném směru (osy 1, 2, 3, 4) a podélnými stropnicemi (osy A, B, C, D) spřaženými s žebrovou betonovou deskou. Koordinační osy, určující směr, jsou zakresleny v první příloze výkresové dokumentace. Předběžný návrh ocelového skeletu byl řešen ve dvou variantách. Vybrána byla varianta A.



2 Normativní dokumenty

Nosná ocelová konstrukce informačního centra je navržena s těmito platnými normativními dokumenty:

- ČSN EN 1991 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
- ČSN EN 1991 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-3: Obecná zatížení - Zatížení sněhem
- ČSN EN 1991 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-4: Obecná zatížení - Zatížení větrem
- ČSN EN 1993 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- ČSN EN 1993 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-8: Navrhování styčnicků
- ČSN EN 1994-1-1 Eurokód 4: Navrhování spřažených ocelobetonových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

3 Materiál

Pro nosnou ocelovou konstrukci je použita ocel standardní pevnosti S 235. Navržené spřahovací prvky jsou trny z oceli 11343 a veškeré šrouby pro spojení jednotlivých prvků jsou z oceli jakostní třídy 5.6.

4 Zatížení

Vlastní tíha nosné ocelové konstrukce g_{0k} je určena výpočetním programem SCIA Engineer. Do ostatního stálého zatížení je vypočtena tíha stropních konstrukcí pro vnitřní prostory je charakteristická hodnota zatížení $g_{k1} = 4,48 \text{ kN/m}^2$, pro venkovní terasu prvního nadzemního podlaží je $g_{k2} = 5,18 \text{ kN/m}^2$ a střešní konstrukce působí tího $g_{k3} = 3,13 \text{ kN/m}^2$. Dále sem je zahrnuta tíha skleněných tabulí lehkého obvodového pláště, plus zatížení montážních prvků. Hodnoty proměnných zatížení jsou následující:

- Užitné zatížení uvnitř budovy s charakteristickou hodnotou $q_{k1} = 3,0 \text{ kN/m}^2$ dle tabulky 6.2 v ČSN EN 1991-1-1 pro kategorii B (kancelářské plochy) dle tabulky 6.1 v ČSN EN 1991-1-1. Na pochozí střešní terase s charakteristickou hodnotou $q_{k2} = 5,0 \text{ kN/m}^2$ dle tabulky 6.2 v ČSN EN 1991-1-1 pro kategorii C5 (plochy, kde může dojít k vysoké koncentraci lidí, např. terasy,...) dle tabulky 6.1 v ČSN EN 1991-1-1.
- Klimatické zatížení sněhem s charakteristickou hodnotou $s_k = 0,7 \text{ kN/m}^2$ pro sněhovou oblast I (Brno) dle mapy sněhových oblastí na území ČR z ČSN EN 1991-1-3.
- Klimatické zatížení větrem se základní rychlostí větru $v_{b,0} = 25 \text{ m/s}$ pro větrnou oblast II (Brno) dle mapy větrných oblastí na území ČR z ČSN EN 1991-1-4.

5 Výpočet

Ve výpočetním programu SCIA Engineer byl sestaven statický model konstrukce, na který bylo namodelováno veškeré zatížení rozdělené do následujících zatěžovacích stavů:

1. ZS: Vlastní tíha (určeno programem)
2. ZS: Ostatní stálé zatížení (váha stropních a střešních konstrukcí, opláštění)
3. ZS: Užitné zatížení - kanceláře
4. ZS: Užitné zatížení - terasa
5. ZS: Klimatické zatížení sněhem
6. ZS: Klimatické zatížení větrem - podélný vítr $\theta = 0^\circ$
7. ZS: Klimatické zatížení větrem - příčný vítr $\theta = 90^\circ$
8. ZS: Klimatické zatížení větrem - podélný vítr $\theta = 180^\circ$
9. ZS: Klimatické zatížení větrem - příčný vítr $\theta = 270^\circ$

Pomocí tohoto programu byly vypočteny kombinace zatěžovacích stavů metodou konečných prvků, na které byly předběžně navrženy profily jednotlivých ocelových prvků konstrukce. Veškeré posudky jsou vypočteny ručně v příloze „Statický výpočet“.

6 Statické řešení

Nosná ocelová konstrukce je tvořena kloubově uloženými sloupy s kloubově připojenými příčnými průvlaky stropnicemi. Sloupy jsou navrženy na výšku jednoho podlaží tj. 3,3m a průvlaky se stropnicemi na světlou délku 8 m. Stabilita konstrukce ve vodorovném směru je zajištěna tuhou betonovou deskou spřaženou se stropnicemi. Ve svislém směru zajišťují stabilitu dvě svislá ztužidla pro podélný i příčný směr. Stabilita konstrukce ve vodorovném směru pomocí železobetonové desky je ve statickém modelu nahrazena vnitřním ocelovým ztužidlem čtvercového průřezu 183 x 183 mm.

7 Podrobný popis konstrukce

7.1 Vodorovné nosné konstrukce

7.1.1 Stropnice

V podélném směru tvoří nosnou konstrukci stropnice spřažené se žebrovou betonovou deskou. Deska je vybetonována na trapézový plech TR35/207 tloušťky 0,75 mm. Spřažení je provedeno pomocí dvojice spřahovacích trnů SD o průměru 19 mm a délky 79,5 mm z oceli 11343. Trny jsou vařeny po osové vzdálenosti 207 mm. Stropnice jsou z válcovaného profilu IPE 300 délky 8m. Jsou připojeny na průvlak a sloupy pomocí dvou šroubů M20 přes přivařené čelní desky P8 - 150 x 120 mm koutovým svarem o účinné tloušťce 4 mm.

7.1.2 Průvlaky

V příčném směru jsou navrženy průvlaky z válcovaného profilu HEB 500 o délce 8 m. Ty jsou připojeny čtyřmi šrouby M24 přes přivařené čelní desky P10 - 290 x 240 mm koutovým svarem o účinné tloušťce 4 mm na pásnice sloupů.

Vodorovné stropní konstrukce jsou zakryty sádkartonovým podhledem.

7.2 Svislé nosné konstrukce

7.2.1 Sloupy

Svislou nosnou konstrukcí jsou sloupy, které jsou navrženy na výšku jednoho podlaží a jsou spojeny tupým svarem. Jedná se o válcované profily HEB300 dlouhé 3,3 m. Takto velký profil byl navržen kvůli únosnosti spoje s průvlaky a konstrukčnímu řešení spoje se stropnicemi. Patka sloupu o rozměrech P12 - 400 x 400 mm je přivařena koutovým svarem tloušťky 4 mm a uložena na betonové podlité tloušťky 10 mm. Osová vzdálenost jednotlivých sloupů je 8 m. Kotvení sloupu do betonové patky je zajištěno dvojicí ocelových kotev HSA-F M 16X140/25/45.

7.2.2 Sloupky

Mezilehlé sloupky profilu HEA 100 o délce také 3,3m pomáhají roznášet příčné zatížení od větru. Patky sloupků mají rozměry P8 - 140 x 140 mm a jsou přivařeny koutovým svarem tloušťky 4mm. Stejně jako u sloupů, jsou uloženy na betonové podlité tloušťky 10 mm a přikotveny dvojicí ocelových kotev HSA-F M 16X140/25/45. Sloupky jsou na horním konci přimontovány ke stropnicím, popřípadě k průvlakům, pomocí styčnickového plechu přivařeného k danému prvku koutovým svarem o účinné tloušťce 4 mm a dvěma šrouby M12.

Veškeré svislé konstrukce jsou přiznané.

7.3 Ztužidlo

Svislé zabezpečení konstrukce je řešeno dvěma svislými ztužidly pro příčný i podélný směr mezi krajním sloupem a nejbližším sloupkem v obou patrech. Je navržen válcovaný profil U 60 délky 5,1 m. Na sloupy a sloupky je koutovým svarem o účinné tloušťce 4 mm navařen styčnickový plech P8 - 54 x 140 mm, na který je ztužidlo připojeno dvěma šrouby M16.

7.4 Střešní konstrukce

V prvním patře tvoří jednu třetinu půdorysné plochy otevřená pochůzná terasa se sklonem 1%. Ve druhém patře se jedná o jednoplášťovou neporůznou plochou střechu se sklonem 5%.

7.5 Lehký obvodový plášť

Jako obvodový plášť byla zvolena strukturální skleněná fasáda. Jedná se o dvojité skleněné tabule o rozměrech 4 x 3,3 m a tloušťky 2 x 10 mm zavěšené na sloupech a sloupcích.

8 Ochrana konstrukce

Všechny prvky nosné ocelové konstrukce informačního centra budou opatřeny protikorozním nátěrem v souladu s ČSN EN ISO 12944.

9 Montážní postup

Po vybetonování betonových patek C20/25 o rozměrech 1000 x 1000 mm pro sloupy a 500 x 500 mm pro sloupky se zajistí dokonale rovný povrch podlitím betonem tloušťky 10 mm. Jelikož jsou sloupy HEB 300 a sloupky HEA 100 navrženy jako kloubově připojené, jejich stabilita se zajistí dočasnou podpůrnou konstrukcí. Vztyčování sloupů a připojování vodorovných konstrukcí ke sloupům, bude prováděno postupně od rohu A4 (koordinační osy), v němž jsou navržena svislá větrová ztužidla profilu U 60 v příčném i podélném směru. Po vybudování ocelového skeletu prvního podzemního podlaží se přivaří trapézový plech TR 35/207 tloušťky 0,75 mm s kolmými žebry ke stropnicím IPE 300 dvojicí spřahovacích trnů SD 19 x 75 mm s osovou vzdáleností 80 mm v každém žebře, tj. po 207 mm. Následuje betonáž desky C30,37 mocnosti 70 mm, která nám po zatvrdnutí zabezpečí stabilitu polohy konstrukce. Jakmile bude stabilita zajištěna, odstraní se dočasná podpůrná konstrukce a následuje vybudování druhého nadzemního podlaží. Veškeré prvky budou opatřeny ochranným nátěrem.

Závěr

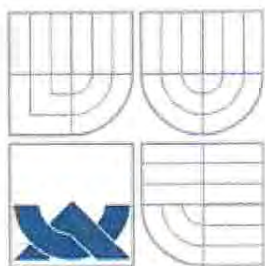
Dimenzování konstrukce bylo provedeno v souladu s platnými normami. Veškeré vypočtené posudky, jak na mezní stav únosnosti, tak na mezní stav použitelnosti, vyhovují. Hlavním přínosem projektu je možnost potenciální realizace řešené ocelové konstrukce.

Summary

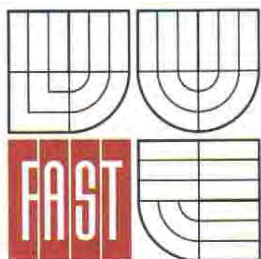
The dimensional construction was accomplished according to the established norms. All calculated references, in case of both the limiting state of bearing capacity and the limiting state of usability, satisfy. The main contribution of this project is the possibility to realize the discussed steel construction.

Seznam použité literatury

- [1] ČSN EN 1991 „Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb“. Praha: ČNI, 2004
- [2] ČSN EN 1991 „Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-3: Obecná zatížení - Zatížení sněhem“. Praha: ČNI, 2004
- [3] ČSN EN 1991 „Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-4: Obecná zatížení - Zatížení větrem“. Praha: ČNI, 2007
- [4] ČSN EN 1993 „Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby“. Praha: ČNI, 12/2006
- [5] ČSN EN 1993 „Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-8: Navrhování styčníků“. Praha: ČNI, 12/2006
- [6] ČSN 73 1401 „Navrhování ocelových konstrukcí“. Praha: ČNI, 1994
- [7] VRATNÝ, T. a WALD, F. *Ocelové konstrukce - Tabulky*, Praha: ČVUT, 03/2008, 56 s., ISBN 978-80-01-03140-7
- [8] STUDNIČKA, J. *Ocelové konstrukce - Normy*, Praha: ČVUT, 2009, 55 s.
- [9] KARMAZÍNOVÁ, M. a PILGR, M. *Ocelové konstrukce vícepodlažních budov*, Brno: CERM, 02/2004, 133 s., ISBN 80-214-2570-9
- [10] MACHÁČEK, J., SOKOL, Z., VRATNÝ, T. a WALD, F. *Navrhování ocelových konstrukcí. Příručka k ČSN EN 1993-1-1 a ČSN EN 1993-1-8, Navrhování hliníkových konstrukcí. Příručka k ČSN EN 1999-1*, Praha: Informační centrum ČKAIT, 2009, 182 s., ISBN 978-80-87093-86-3
- [11] STUDNIČKA, J. *Navrhování sprážených ocelobetonových konstrukcí. Příručka k ČSN EN 1994-1-1*, Praha: Informační centrum ČKAIT, 2009, 116s., ISBN 978-80-87093-85-6
- [12] http://www.kovprof.cz/sortiment/tr_trapezy.htm
- [13] <http://www.oceltabulky.cz/>



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF METAL AND TIMBER STRUCTURES

STATICKÝ VÝPOČET

STRUCTURAL CALCULATION

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Jindřich Kovář

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. JAN BARNAT, Ph.D.

BRNO 2012

OBSAH

1 ZATÍŽENÍ	4
1.1 STÁLÉ	4
1.1.1 VLASTNÍ TÍHA	4
1.1.2 OSTATNÍ STÁLÉ	4
1.2 PROMĚNNÉ	5
1.2.1 UŽITNÉ	5
1.2.2 KLIMATICKÉ - ZATÍŽENÍ SNĚHEM	5
1.2.3 KLIMATICKÉ - ZATÍŽENÍ VĚTREM	7
1.3 ZATĚŽOVACÍ STAVY	15
1.4 KOMBINACE ZATĚŽOVACÍCH STAVŮ	16
2 STATICKÉ ŘEŠENÍ	16
2.3 POPIS	16
2.2 NÁVRH VNITŘNÍHO ZTUŽIDLA	16
3 MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI	17
3.1 VÝPOČET VZPĚRNÝCH DÉLEK HLAVNÍCH NOSNÝCH RVKŮ	17
3.1.1 STROPNICE	17
3.1.2 PRŮVLAK	17
3.1.3 SVISLÉ ZTUŽIDLO	17
3.1.4 SLOUP	17
3.1.5 SLOUPEK	18
3.2 POSOUZENÍ HLAVNÍCH NOSNÝCH PRVKŮ	18
3.2.1 STROPNICE	18
3.2.1.1 PROVOZNÍ STAV	18
3.2.1.2 MONTÁŽNÍ STAV	22
3.2.1.3 NÁVRH SPRAHOVACÍCH TRNŮ	23
3.2.2 PRŮVLAK	25
3.2.3 SVISLÉ ZTUŽIDLO	28
3.2.4 SLOUP	30
3.2.4.1 VNITŘNÍ SLOUP	30
3.2.4.2 KRAJNÍ SLOUP A	33
3.2.4.3 KRAJNÍ SLOUP B	37
3.2.5 SLOUPEK	41
4 MEZNÍ STAV POUŽITELNOSTI	45
4.1 SVISLÝ PRŮHYB STROPNICE	45
4.1.1 PROVOZNÍ STAV	45
4.1.2 MONTÁŽNÍ STAV	47
4.2 SVISLÝ PRŮHYB PRŮVLAKU	47
4.3 VODOROVNÝ POSUN SVISLÉHO ZTUŽIDLA	48
4.4 VODOROVNÝ POSUN PRŮHYB SLOUPKU	50

5 POSOUZENÍ SPOJŮ	51
5.1 STROPNICE K PRŮVLAKU	51
5.2 PRŮVLAK KE SLOUPU	54
5.3 SVISLÉ ZTUŽIDLO KE SLOUPU	56
5.4 KOTVENÍ SLOUPU	59
5.5 KOTVENÍ SLOUPKU	62
5.6 SLOUPEK KE STROPNICI	68

1 ZATÍŽENÍ

1.1 STÁLÉ

1.1.1 VLASTNÍ TÍHA

- VLASTNÍ TÍHA JE STANOVENA VÝPOČETNÍM PROGRAMEM SCIA ENGINEER

1.1.2 OSTATNÍ STÁLÉ

- SKLADBA STROPNÍ KONSTRUKCE 1NP - KANCELÁŘE

- NÁŠLAPNÁ VRSTVA	.....0,18 kN/m ²
- ROZNÁŠECÍ VRSTVA	.....1,25 kN/m ²
- IZOLAČNÍ VRSTVA	.....0,02 kN/m ²
- BETONOVÁ DESKA	.....2,08 kN/m ²
- TRAPÉZOVÝ PLECH	.....0,70 kN/m ²
- VÁLCOVANÝ OCEL. PROFIL = STANOVENO PROGRAMEM	
- PODHLED	.....0,25 kN/m ²
- CELKEM	$g_{k1} = 4,48 \text{ kN/m}^2$

- PŘEPOČET ZATÍŽENÍ NA STROPNICE

- VNITŘNÍ STROPNICE

$$g_{k1} = g_{k1} \cdot b = 4,48 \cdot 2 = 8,96 \text{ kN/m}'$$

- KRAJNÍ STROPNICE

$$g_{k1} = g_{k1} \cdot b = 4,48 \cdot 1 = 4,48 \text{ kN/m}'$$

- SKLADBA STROPNÍ KONSTRUKCE 1NP - TERASA

- NÁŠLAPNÁ VRSTVA	.....0,78 kN/m ²
- ROZNÁŠECÍ VRSTVA	.....1,25 kN/m ²
- IZOLAČNÍ VRSTVA	.....0,08 kN/m ²
- SPÁDOVÁ VRSTVA	.....0,04 kN/m ²
- BETONOVÁ DESKA	.....2,08 kN/m ²
- TRAPÉZOVÝ PLECH	.....0,70 kN/m ²
- VÁLCOVANÝ OCEL. PROFIL = STANOVENO PROGRAMEM	
- PODHLED	.....0,25 kN/m ²
- CELKEM	$g_{k2} = 5,18 \text{ kN/m}^2$

- PŘEPOČET ZATÍŽENÍ NA STROPNICE

- VNITŘNÍ STROPNICE

$$g_{k2} = g_{k2} \cdot b = 5,18 \cdot 2 = 10,36 \text{ kN/m}'$$

- KRAJNÍ STROPNICE

$$g_{k2} = g_{k2} \cdot b = 5,18 \cdot 1 = 5,18 \text{ kN/m}'$$

- SKLADBA STŘEŠNÍ KONSTRUKCE 2NP

- HYDROIZOLACE	.....0,03 kN/m ²
- TEPELNÁ IZOLACE	.....0,05 kN/m ²
- SPÁDOVÁ VRSTVA	.....0,04 kN/m ²
- BETONOVÁ DESKA	.....2,08 kN/m ²
- TRAPÉZOVÝ PLECH	.....0,70 kN/m ²
- VÁLCOVANÝ OCEL. PROFIL = STANOVENO PROGRAMEM	
- PODHLED	.....0,25 kN/m ²
- CELKEM	$g_{k3} = 3,13 \text{ kN/m}^2$

• **PŘEPOČET ZATÍŽENÍ NA STROPNICE**

- VNITŘNÍ STROPNICE

$$g_{k3} = g_{k3} \cdot b = 3,13 \cdot 2 = 6,26 \text{ kN/m'}$$

- KRAJNÍ STROPNICE

$$g_{k3} = g_{k3} \cdot b = 3,18 \cdot 1 = 3,18 \text{ kN/m'}$$

• **LEHKÝ OBVODOVÝ PLÁŠŤ**

- SKLO V TABULÍCH 1,00 kN/m'

- MONTÁŽNÍ PRVKY 1,00 kN/m'

- CELKEM $g_{k4} = 2,00 \text{ kN/m'}$

1.2 PROMĚNNÉ

1.2.1 UŽITNÉ

• **VNITŘNÍ PROSTORY - KANCELÁŘSKÉ PROSTORY**

- PRO KATEGORIE B (dle tabulky 6.1 v ČSN EN 1991-1-1) JE HODNOTA ZATÍŽENÍ $q_{k1} = 3,00 \text{ kN/m'}$ (dle tabulky 6.2 v ČSN EN 1991-1-1)

• **PŘEPOČET ZATÍŽENÍ NA STROPNICE**

- VNITŘNÍ STROPNICE

$$q_{k1} = q_{k1} \cdot b = 3,00 \cdot 2 = 6,00 \text{ kN/m'}$$

- KRAJNÍ STROPNICE

$$q_{k1} = q_{k1} \cdot b = 3,00 \cdot 1 = 3,00 \text{ kN/m'}$$

• **VNĚJŠÍ PROSTORY - TERASA**

- PRO KATEGORIE C5 (dle tabulky 6.1 v ČSN EN 1991-1-1) JE HODNOTA ZATÍŽENÍ $q_{k2} = 5,00 \text{ kN/m'}$ (dle tabulky 6.2 v ČSN EN 1991-1-1)

• **PŘEPOČET ZATÍŽENÍ NA STROPNICE**

- VNITŘNÍ STROPNICE

$$q_{k1} = q_{k1} \cdot b = 5,00 \cdot 2 = 10,00 \text{ kN/m'}$$

- KRAJNÍ STROPNICE

$$q_{k1} = q_{k1} \cdot b = 5,00 \cdot 1 = 5,00 \text{ kN/m'}$$

1.2.2 KLIMATICKÉ - ZATÍŽENÍ SNĚHEM

• **STŘEŠNÍ KONSTRUKCE 2NP**

$$s = \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = \dots$$

$$\mu_1 = 0,8 \dots \text{SKLON } \alpha = 5,0^\circ < 30^\circ$$

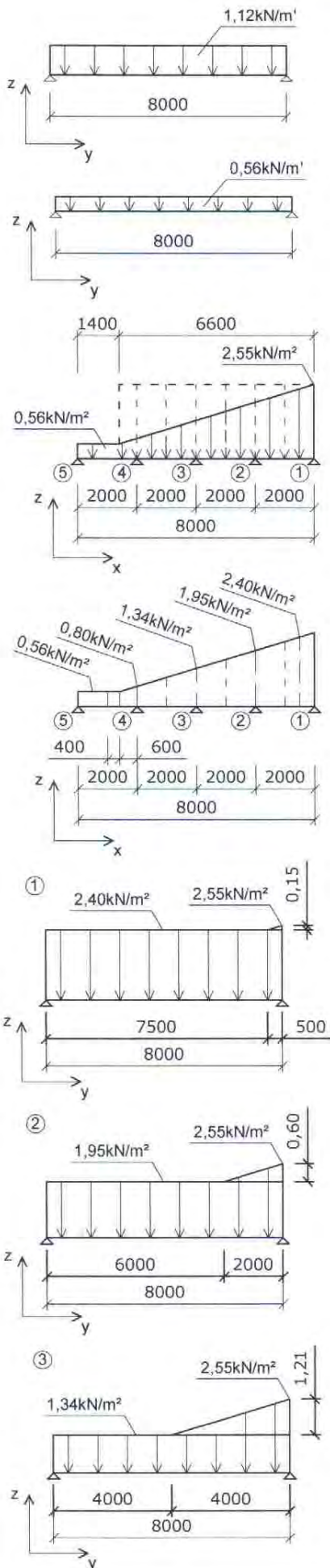
$$C_e = 1,0 \dots \text{TOPOGRAFIE NORMÁLNÍ}$$

$$C_t = 1,0 \dots \text{TEPLTNÍ PROPUSTNOST } < 1 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$s_k = 0,7 \dots \text{SNĚHOVÁ OBLAST I}$$

$$s_1 = \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,7 = 0,56 \text{ kN/m}^2$$





• PŘEPOČET ZATÍŽENÍ NA STROPNICE

- VNITŘNÍ STROPNICE

$$s_1 = s_1 \cdot b = 0,56 \cdot 2 = 1,12 \text{ kN/m'}$$

- KRAJNÍ STROPNICE

$$s_1 = s_1 \cdot b = 0,56 \cdot 1 = 0,56 \text{ kN/m'}$$

• TERASA 1NP

$$s = \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = \dots$$

$$\mu_1 = 0,8 \dots \text{SKLON } \alpha = 5,0^\circ < 30^\circ$$

$$C_e = 1,0 \dots \text{TOPOGRAFIE NORMÁLNÍ}$$

$$C_e = 1,0 \dots \text{TEPLOTNÍ PROPUSTNOST } < 1 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$s_k = 0,7 \dots \text{SNĚHOVÁ OBLAST I}$$

$$s_1 = \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,7 = 0,56 \text{ kN/m}^2$$

• TERASA 1NP - NAVÁTÝ SNĚH

$$s = \mu_2 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = \dots$$

$$\mu_2 = \mu_s \cdot \mu_w = 0 + 3,64 = 3,64$$

$$\mu_s = 0 \dots \text{VLIV SESUVU PRO SKLON } \alpha = 5,0^\circ < 30^\circ$$

$$\mu_w = \frac{b_1 + b_2}{2h} = \frac{8 + 16}{2 \cdot 3,3} = 3,64 \leq \frac{\gamma \cdot h}{s_k} = \frac{2 \cdot 3,3}{0,7} = 9,43$$

$$b_1 = 8 \text{ m}$$

$$b_2 = 16 \text{ m}$$

$$\gamma = 2,0 \text{ kN/m}^3 \dots \text{SNĚH}$$

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

$$C_e = 1,0 \dots \text{TOPOGRAFIE NORMÁLNÍ}$$

$$C_e = 1,0 \dots \text{TEPLOTNÍ PROPUSTNOST } < 1 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$s_k = 0,7 \dots \text{SNĚHOVÁ OBLAST I}$$

$$s_2 = \mu_2 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,7 = 0,56 \text{ kN/m}^2$$

-DĚLKA NÁVĚJE

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

• PŘEPOČET ZATÍŽENÍ NA STROPNICE

- STROPNICE ČÍSLO 1

$$s_1 = s' \cdot b = 2,40 \cdot 1 = 2,40 \text{ kN/m'}$$

$$s_2 = s'' \cdot b = 0,15 \cdot 1 = 0,15 \text{ kN/m'}$$

- STROPNICE ČÍSLO 2

$$s_1 = s' \cdot b = 1,95 \cdot 2 = 3,90 \text{ kN/m'}$$

$$s_2 = s'' \cdot b = 0,60 \cdot 2 = 1,20 \text{ kN/m'}$$

- STROPNICE ČÍSLO 3

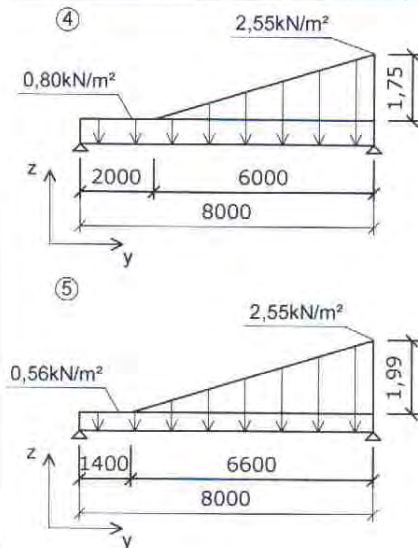
$$s_1 = s' \cdot b = 1,34 \cdot 2 = 2,68 \text{ kN/m'}$$

$$s_2 = s'' \cdot b = 1,21 \cdot 2 = 2,42 \text{ kN/m'}$$

- STROPNICE ČÍSLO 4

$$s_1 = s' \cdot b' + s \cdot (b - b') = 0,8 \cdot 1,6 + 0,56 \cdot (2,0 - 1,6) = 1,50 \text{ kN/m'}$$

$$s_2 = s'' \cdot b' + \bar{s} \cdot (b - b') = 1,75 \cdot 1,6 + 1,99 \cdot (2,0 - 1,6) = 1,50 \text{ kN/m'}$$



- STROPNICE ČÍSLO 5

$$s_1 = s \cdot b = 0,56 \cdot 2 = 1,12 \text{ kN/m'}$$

$$s_2 = s'' \cdot b = 1,99 \cdot 1 = 1,99 \text{ kN/m'}$$

- STROPNICE ČÍSLO 6, 7, 8

$$s_1 = s \cdot b = 0,56 \cdot 2 = 1,12 \text{ kN/m'}$$

- STROPNICE ČÍSLO 9

$$s_1 = s \cdot b = 0,56 \cdot 1 = 1,12 \text{ kN/m'}$$

1.2.3 KLIMATICKÉ - ZATÍŽENÍ VĚTREM

• PRVNÍ NADZEMNÍ PODLAŽÍ

- PROUDĚNÍ VĚTRU JE PRO VŠECHNY SMĚRY STEJNÉ:

$$\theta = 0^\circ = 90^\circ = 180^\circ = 270^\circ$$

- ZÁKLADNÍ RYCHLOST VĚTRU

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

$$C_{dir} = 1,0$$

$$C_{season} = 1,0$$

$$v_{b,0} = 25,0 \text{ m/s ... VĚTRNÁ OBLAST II}$$

$$v_b = C_{dir} \cdot C_{season} \cdot v_{b,0} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 25,0 = 25,00 \text{ m/s}$$

- STŘEDNÍ RYCHLOST VĚTRU

$$v_{m(z)} = C_{r(z)} \cdot C_{o(z)} \cdot v_b = \dots$$

$$C_{r(z)} = C_{r(z_{min})} = k_r \cdot \ln \left(\frac{z_{min}}{z_0} \right) = 0,215 \cdot \ln \left(\frac{5,0}{0,3} \right) = 0,605$$

$$k_r = 0,19 \cdot \left(\frac{z_0}{z_{0,II}} \right)^{0,07} = 0,19 \cdot \left(\frac{0,3}{0,05} \right)^{0,07} = 0,215$$

$$z_0 = 0,3 \text{ ... KATEGORIE TERÉNU III}$$

$$z_{0,II} = 0,05$$

$$z_{min} = 5,0 \text{ m ... KATEGORIE TERÉNU III}$$

$$C_{o(z)} = 1,0 \text{ ... DLE ORTOGRAFIE}$$

$$v_{m(z)} = C_{r(z)} \cdot C_{o(z)} \cdot v_b = 0,605 \cdot 1,0 \cdot 25,0 = 15,13 \text{ m/s}$$

- INTENZITA TURBULENCE VĚTRU

$$I_{v(z)} = I_{v(z_{min})} \text{ ... PRO } z = 3,3 \text{ m} \leq z_{min} = 5,0 \text{ m}$$

$$I_{v(z_{min})} = \frac{k_1}{C_{o(z)} \cdot \ln \left(\frac{z_{min}}{z_0} \right)} = \dots$$

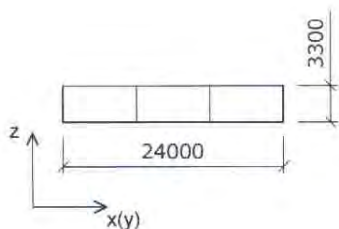
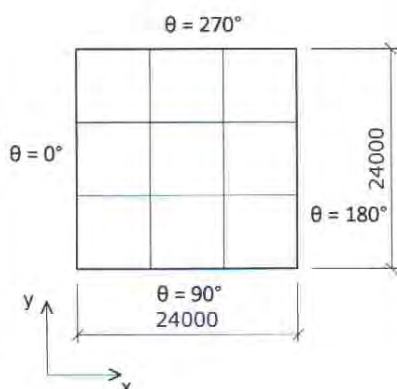
$$k_1 = 1,0 \text{ ... TURBULENCE}$$

$$C_{o(z)} = 1,0 \text{ ... DLE ORTOGRAFIE}$$

$$z_{min} = 5,0 \text{ m ... KATEGORIE TERÉNU III}$$

$$z_0 = 0,3 \text{ ... KATEGORIE TERÉNU III}$$

$$I_{v(z_{min})} = \frac{k_1}{C_{o(z)} \cdot \ln \left(\frac{z_{min}}{z_0} \right)} = \frac{1,0}{1,0 \cdot \ln \left(\frac{5,0}{0,3} \right)} = 0,355$$



- MAXIMÁLNÍ DYNAMICKÝ TLAK

$$q_{p(z)} = (1 + 7 \cdot I_{v(z)}) \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_{m(z)}^2 = \dots$$

$$I_{v(z)} = 0,355$$

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

$$q_{p(z)} = (1 + 7 \cdot I_{v(z)}) \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_{m(z)}^2 =$$

$$= (1 + 7 \cdot 0,355) \cdot \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 15,13^2 = 0,499 \text{ kN/m}^2$$

- TLAK VĚTRU NA STĚNY

$$w_e = q_{p(z)} \cdot c_{pe,10} = \dots$$

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

$$b = 24 \text{ m}$$

$$A = b \cdot h = 24 \cdot 3,3 = 79,2 \text{ m}^2 \geq 10 \text{ m}^2 \gg c_{pe} = c_{pe,10}$$

$$\frac{h}{d} = \frac{3,3}{24} = 0,138 < 0,25$$

$$e = \min \left\{ \frac{b}{2h} = \min \left\{ \frac{24}{2 \cdot 3,3} = \min \left\{ \frac{24}{6,6} = 6,6 \right. \right. \right.$$

OBLAST	A	B	C	D	E
$c_{pe,10}$	-1,2	-0,8	-0,5	0,7	-0,3
$w_e [\text{kN/m}^2]$	-0,599	-0,399	-0,250	0,349	-0,150

- TLAK VĚTRU NA STŘEŠNÍ PLOCHU - TERASA

$$w_e = q_{p(z)} \cdot c_{pe,10} = \dots$$

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

$$b = 24 \text{ m}$$

$$A = b^2 = 24^2 = 576 \text{ m}^2 \geq 10 \text{ m}^2 \gg c_{pe} = c_{pe,10}$$

$$e = \min \left\{ \frac{b}{2h} = \min \left\{ \frac{24}{2 \cdot 3,3} = \min \left\{ \frac{24}{6,6} = 6,6 \right. \right. \right.$$

OBLAST	F	G	H	I
$c_{pe,10}$	-1,8	-1,2	-0,7	$\pm 0,2$
$w_e [\text{kN/m}^2]$	-0,898	-0,599	-0,349	$\pm 0,100$

• DRUHÉ NADZEMNÍ PODLAŽÍ

- PROUDĚNÍ VĚTRU JE PRO VŠECHNY SMĚRY STEJNÝ:

$$\theta = 0^\circ = 90^\circ = 180^\circ = 270^\circ$$

- ZÁKLADNÍ RYCHLOST VĚTRU

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

$$C_{dir} = 1,0$$

$$C_{season} = 1,0$$

$$v_{b,0} = 25,0 \text{ m/s} \dots \text{VĚTRNÁ OBLAST II}$$

$$v_b = C_{dir} \cdot C_{season} \cdot v_{b,0} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 25,0 = 25,00 \text{ m/s}$$

-STŘEDNÍ RYCHLOST VĚTRU

$$v_m(z) = C_{r(z)} \cdot C_{o(z)} \cdot v_b = \dots$$

$$C_{r(z)} = k_r \cdot \ln \cdot \left(\frac{z}{z_0}\right) = 0,215 \cdot \ln \cdot \left(\frac{6,6}{0,3}\right) = 0,665$$

$$k_r = 0,19 \cdot \left(\frac{z_0}{z_{0,II}}\right)^{0,07} = 0,19 \cdot \left(\frac{0,3}{0,05}\right)^{0,07} = 0,215$$

$z_0 = 0,3$...KATEGORIE TERÉNU III

$z_{0,II} = 0,05$

$z = 6,6\text{m}$

$z_{min} = 5,0\text{m}$...KATEGORIE TERÉNU III

$C_{o(z)} = 1,0$...DLE ORTOGRAFIE

$$v_m(z) = C_{r(z)} \cdot C_{o(z)} \cdot v_b = 0,665 \cdot 1,0 \cdot 25,0 = 16,63 \text{ m/s}$$

- INTENZITA TURBULENCE VĚTRU

$$I_v = \frac{k_1}{C_{o(z)} \cdot \ln \cdot \left(\frac{z}{z_0}\right)} = \dots$$

$k_1 = 1,0$...TURBULENCE

$C_{o(z)} = 1,0$...DLE ORTOGRAFIE

$z = 6,6\text{m}$

$z_{min} = 5,0\text{m}$...KATEGORIE TERÉNU III

$z_0 = 0,3$...KATEGORIE TERÉNU III

$$I_{v(z_{min})} = \frac{k_1}{C_{o(z)} \cdot \ln \cdot \left(\frac{z_{min}}{z_0}\right)} = \frac{1,0}{1,0 \cdot \ln \cdot \left(\frac{6,6}{0,3}\right)} = 0,324$$

- MAXIMÁLNÍ DYNAMICKÝ TLAK

$$q_{p(z)} = (1 + 7 \cdot I_{v(z)}) \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_m(z)^2 = \dots$$

$I_{v(z)} = 0,355$

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

$$q_{p(z)} = (1 + 7 \cdot I_{v(z)}) \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_m(z)^2 = \\ = (1 + 7 \cdot 0,324) \cdot \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 16,63^2 = 0,565 \text{ kN/m}^2$$

- TLAK VĚTRU NA STĚNY

$$w_e = q_{p(z)} \cdot c_{pe,10} = \dots$$

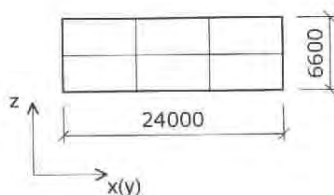
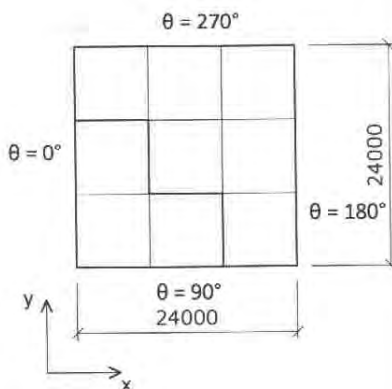
$h = 6,6 \text{ m}$

$b = d = 24 \text{ m}$

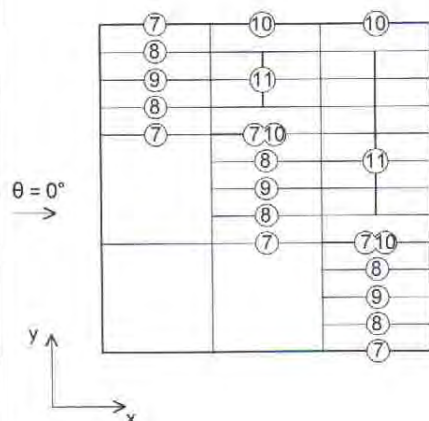
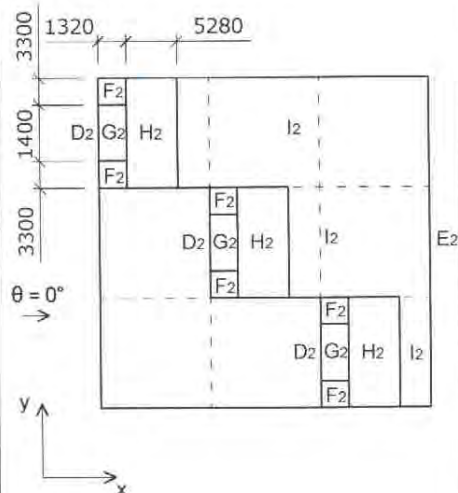
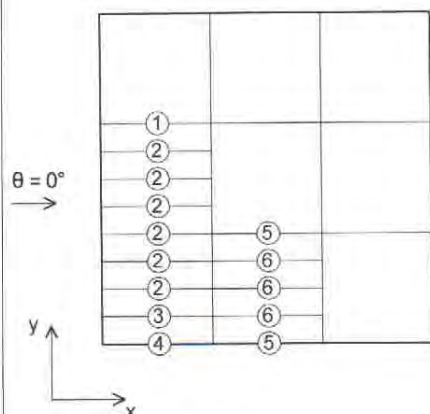
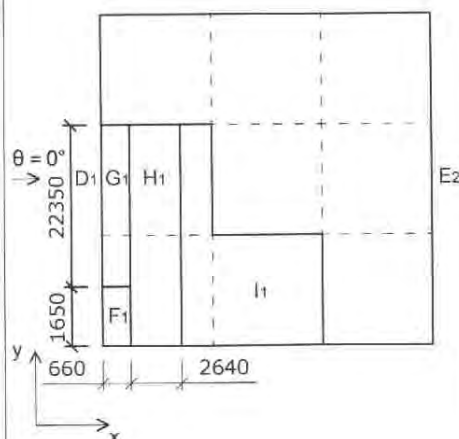
$A = b \cdot h = 24 \cdot 6,6 = 158,4 \text{ m}^2 \geq 10 \text{ m}^2 \gg c_{pe} = c_{pe,10}$

$$\frac{h}{d} = \frac{6,6}{24} = 0,275 \cong 0,25$$

$$e = \min \left\{ \frac{b}{2h} = \min \left\{ \frac{24}{2 \cdot 6,6} = \min \left\{ \frac{24}{13,2} = 13,2 \right. \right. \right.$$



OBLAST	A	B	C	D	E
$c_{pe,10}$	-1,2	-0,8	-0,5	0,7	-0,3
$w_e [\text{kN/m}^2]$	-0,678	-0,452	-0,283	0,396	-0,170

**- TLAK VĚTRU NA STŘEŠNÍ PLOCHU - TERASA**

$$w_e = q_p(z) \cdot c_{pe,10} = \dots$$

$$h = 6,6 \text{ m}$$

$$b = 24 \text{ m}$$

$$A = b^2 = 24^2 = 576 \text{ m}^2 \geq 10 \text{ m}^2 \gg c_{pe} = c_{pe,10}$$

$$e = \min \left\{ \frac{b}{2h} = \min \left\{ \frac{24}{2 \cdot 6,6} = \min \left\{ \frac{24}{13,2} = 13,2 \right. \right. \right.$$

OBLAST	F	G	H	I
$c_{pe,10}$	-1,8	-1,2	-0,7	$\pm 0,2$
w_e [kN/m ²]	-1,017	-0,678	-0,396	$\pm 0,113$

• PŘEPOČET ZATÍŽENÍ NA STROPNICE 1NP - $\theta = 0^\circ$ **- STROPNICE ČÍSLO 1**

$$w_{e1} = w_{eG1} \cdot b = -0,599 \cdot 1 = -0,599 \text{ kN/m}'$$

$$w_{e2} = w_{eH1} \cdot b = -0,349 \cdot 1 = -0,349 \text{ kN/m}'$$

$$w_{e3} = w_{eI1} \cdot b = -0,100 \cdot 1 = -0,100 \text{ kN/m}'$$

- STROPNICE ČÍSLO 2

$$w_{e1} = w_{eG1} \cdot b = -0,599 \cdot 2 = -1,198 \text{ kN/m}'$$

$$w_{e2} = w_{eH1} \cdot b = -0,349 \cdot 2 = -0,698 \text{ kN/m}'$$

$$w_{e3} = w_{eI1} \cdot b = -0,100 \cdot 2 = -0,200 \text{ kN/m}'$$

- STROPNICE ČÍSLO 3

$$w_{e1} = w_{eF1} \cdot b + w_{eG1} \cdot b =$$

$$= -0,898 \cdot 0,65 + (-0,599) \cdot 1,35 = -1,392 \text{ kN/m}'$$

$$w_{e2} = w_{eH1} \cdot b = -0,349 \cdot 2 = -0,698 \text{ kN/m}'$$

$$w_{e3} = w_{eI1} \cdot b = -0,100 \cdot 2 = -0,200 \text{ kN/m}'$$

- STROPNICE ČÍSLO 4

$$w_{e1} = w_{eF1} \cdot b = -0,898 \cdot 1 = -0,898 \text{ kN/m}'$$

$$w_{e2} = w_{eH1} \cdot b = -0,349 \cdot 1 = -0,349 \text{ kN/m}'$$

$$w_{e3} = w_{eI1} \cdot b = -0,100 \cdot 1 = -0,100 \text{ kN/m}'$$

- STROPNICE ČÍSLO 5

$$w_{e1} = w_{eI1} \cdot b = -0,100 \cdot 1 = -0,100 \text{ kN/m}'$$

- STROPNICE ČÍSLO 6

$$w_{e1} = w_{eI1} \cdot b = -0,100 \cdot 2 = -0,200 \text{ kN/m}'$$

• PŘEPOČET ZATÍŽENÍ NA STROPNICE 2NP - $\theta = 0^\circ$ **- STROPNICE ČÍSLO 7**

$$w_{e1} = w_{eF2} \cdot b = -1,017 \cdot 1 = -1,017 \text{ kN/m}'$$

$$w_{e2} = w_{eH2} \cdot b = -0,396 \cdot 1 = -0,396 \text{ kN/m}'$$

$$w_{e3} = w_{eI2} \cdot b = -0,113 \cdot 1 = -0,113 \text{ kN/m}'$$

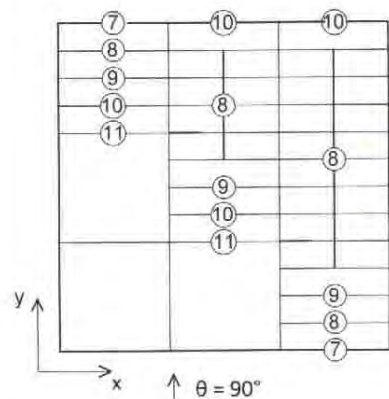
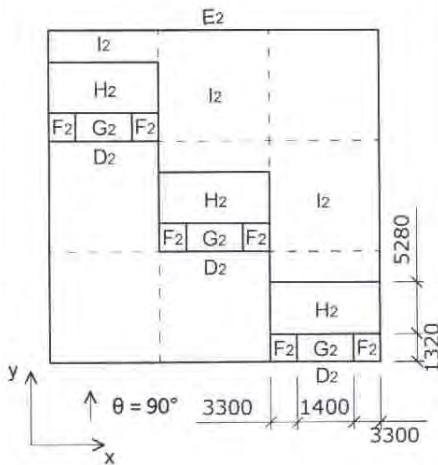
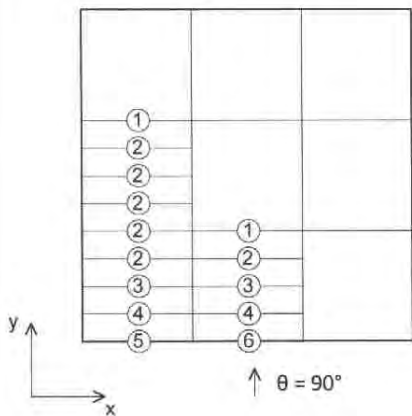
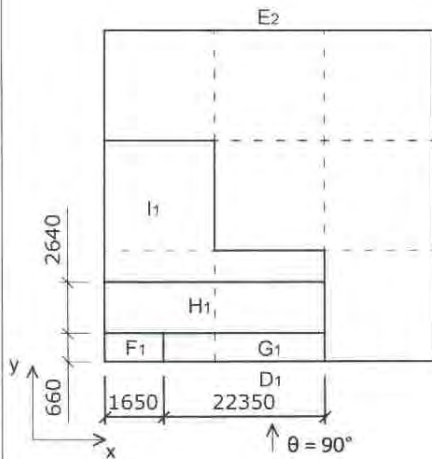
- STROPNICE ČÍSLO 8

$$w_{e1} = w_{eG2} \cdot b + w_{eF2} \cdot b =$$

$$= -0,678 \cdot 1 + (-1,017) \cdot 1 = -1,695 \text{ kN/m}'$$

$$w_{e2} = w_{eH2} \cdot b = -0,396 \cdot 2 = -0,792 \text{ kN/m}'$$

$$w_{e3} = w_{eI2} \cdot b = -0,113 \cdot 2 = -0,226 \text{ kN/m}'$$



- STROPNICE ČÍSLO 9

$$w_{e1} = w_{eG2} \cdot b = -0,678 \cdot 2 = -1,356 \text{ kN/m'}$$

$$w_{e2} = w_{eH2} \cdot b = -0,396 \cdot 2 = -0,792 \text{ kN/m'}$$

$$w_{e3} = w_{eI2} \cdot b = -0,113 \cdot 2 = -0,226 \text{ kN/m'}$$

- STROPNICE ČÍSLO 10

$$w_{e1} = w_{eI2} \cdot b = -0,113 \cdot 1 = -0,113 \text{ kN/m'}$$

- STROPNICE ČÍSLO 11

$$w_{e1} = w_{eI2} \cdot b = -0,113 \cdot 2 = -0,226 \text{ kN/m'}$$

- STROPNICE ČÍSLO 12

$$w_{e1} = w_{eF2} \cdot b + w_{eI2} \cdot b =$$

$$= -1,017 \cdot 1 + (-0,113) \cdot 1 = -1,130 \text{ kN/m'}$$

$$w_{e2} = w_{eH2} \cdot b + w_{eI2} \cdot b =$$

$$= -0,396 \cdot 1 + (-0,113) \cdot 1 = -0,509 \text{ kN/m'}$$

$$w_{e3} = w_{eI2} \cdot b = -0,113 \cdot 2 = -0,226 \text{ kN/m'}$$

• PŘEPOČET ZATÍŽENÍ NA STROPNICE 1NP - $\theta = 90^\circ$

- STROPNICE ČÍSLO 1

$$w_{e1} = w_{eI1} \cdot b = -0,100 \cdot 1 = -0,100 \text{ kN/m'}$$

- STROPNICE ČÍSLO 2

$$w_{e1} = w_{eI1} \cdot b = -0,100 \cdot 2 = -0,200 \text{ kN/m'}$$

- STROPNICE ČÍSLO 3

$$w_{e1} = w_{eH1} \cdot b + w_{eI1} \cdot b =$$

$$= -0,349 \cdot 0,3 + (-0,100) \cdot 1,7 = -0,275 \text{ kN/m'}$$

- STROPNICE ČÍSLO 4

$$w_{e1} = w_{eH1} \cdot b = -0,349 \cdot 2 = -0,698 \text{ kN/m'}$$

- STROPNICE ČÍSLO 5

$$w_{e1} = w_{eF1} \cdot b + w_{eH1} \cdot b =$$

$$= -0,898 \cdot 0,66 + (-0,349) \cdot 0,34 = -0,711 \text{ kN/m'}$$

$$w_{e2} = w_{eG1} \cdot b + w_{eH1} \cdot b =$$

$$= -0,599 \cdot 0,66 + (-0,349) \cdot 0,34 = -0,514 \text{ kN/m'}$$

- STROPNICE ČÍSLO 6

$$w_{e1} = w_{eG1} \cdot b + w_{eH1} \cdot b =$$

$$= -0,599 \cdot 0,66 + (-0,349) \cdot 0,34 = -0,514 \text{ kN/m'}$$

• PŘEPOČET ZATÍŽENÍ NA STROPNICE 2NP - $\theta = 90^\circ$

- STROPNICE ČÍSLO 7

$$w_{e1} = w_{eI2} \cdot b = -0,113 \cdot 1 = -0,113 \text{ kN/m'}$$

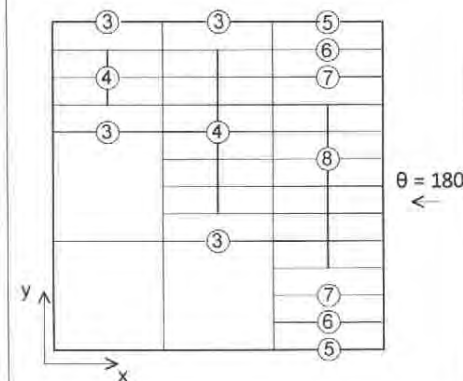
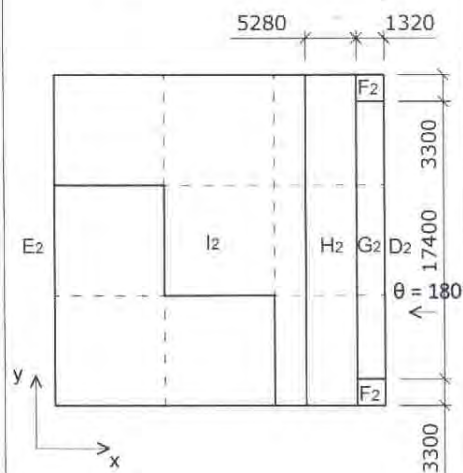
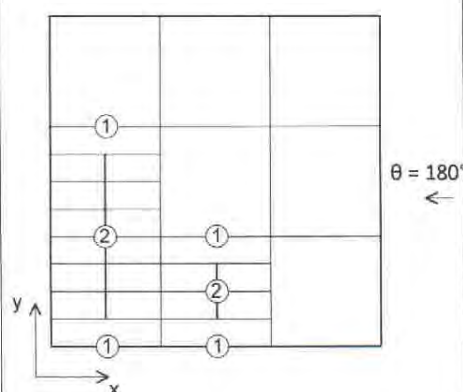
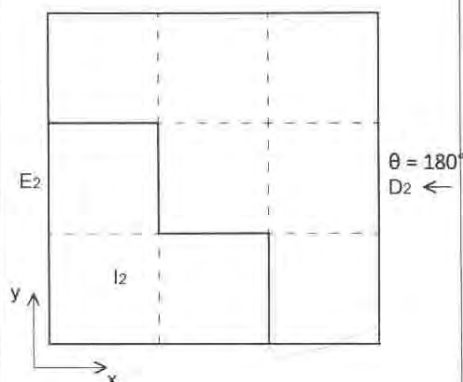
- STROPNICE ČÍSLO 8

$$w_{e1} = w_{eI2} \cdot b = -0,113 \cdot 2 = -0,226 \text{ kN/m'}$$

- STROPNICE ČÍSLO 9

$$w_{e1} = w_{eH2} \cdot b + w_{eI2} \cdot b =$$

$$= -0,396 \cdot 1 + (-0,113) \cdot 1 = -0,509 \text{ kN/m'}$$



- STROPNICE ČÍSLO 10

$$w_{e1} = w_{eH2} \cdot b = -0,396 \cdot 2 = -0,792 \text{ kN/m'}$$

- STROPNICE ČÍSLO 11

$$w_{e1} = w_{eF2} \cdot b + w_{eH2} \cdot b =$$

$$= -1,017 \cdot 0,8 + (-0,396) \cdot 0,2 = -0,893 \text{ kN/m'}$$

$$w_{e2} = w_{eG2} \cdot b + w_{eH2} \cdot b =$$

$$= -0,678 \cdot 0,8 + (-0,396) \cdot 0,2 = -0,622 \text{ kN/m'}$$

• PŘEPOČET ZATÍŽENÍ NA STROPNICE 1NP - $\theta = 180^\circ$

- STROPNICE ČÍSLO 1

$$w_{e1} = w_{eI2} \cdot b = -0,113 \cdot 1 = -0,113 \text{ kN/m'}$$

- STROPNICE ČÍSLO 2

$$w_{e1} = w_{eI2} \cdot b = -0,113 \cdot 2 = -0,226 \text{ kN/m'}$$

• PŘEPOČET ZATÍŽENÍ NA STROPNICE 2NP - $\theta = 180^\circ$

- STROPNICE ČÍSLO 3

$$w_{e1} = w_{eI2} \cdot b = -0,113 \cdot 1 = -0,113 \text{ kN/m'}$$

- STROPNICE ČÍSLO 4

$$w_{e1} = w_{eI2} \cdot b = -0,113 \cdot 2 = -0,226 \text{ kN/m'}$$

- STROPNICE ČÍSLO 5

$$w_{e1} = w_{eI2} \cdot b = -0,113 \cdot 1 = -0,113 \text{ kN/m'}$$

$$w_{e2} = w_{eH2} \cdot b = -0,396 \cdot 1 = -0,396 \text{ kN/m'}$$

$$w_{e3} = w_{eF2} \cdot b = -1,017 \cdot 1 = -1,017 \text{ kN/m'}$$

- STROPNICE ČÍSLO 6

$$w_{e1} = w_{eI2} \cdot b = -0,113 \cdot 2 = -0,226 \text{ kN/m'}$$

$$w_{e2} = w_{eH2} \cdot b = -0,396 \cdot 2 = -0,792 \text{ kN/m'}$$

$$w_{e3} = w_{eF2} \cdot b = -1,017 \cdot 2 = -2,034 \text{ kN/m'}$$

- STROPNICE ČÍSLO 7

$$w_{e1} = w_{eI2} \cdot b = -0,113 \cdot 2 = -0,226 \text{ kN/m'}$$

$$w_{e2} = w_{eH2} \cdot b = -0,396 \cdot 2 = -0,792 \text{ kN/m'}$$

$$w_{e3} = w_{eF2} \cdot b + w_{eG2} \cdot b =$$

$$= -1,017 \cdot 0,3 + (-0,678) \cdot 1,7 = -1,458 \text{ kN/m'}$$

- STROPNICE ČÍSLO 8

$$w_{e1} = w_{eI2} \cdot b = -0,113 \cdot 2 = -0,226 \text{ kN/m'}$$

$$w_{e2} = w_{eH2} \cdot b = -0,396 \cdot 2 = -0,792 \text{ kN/m'}$$

$$w_{e3} = w_{eG2} \cdot b = -0,678 \cdot 2 = -1,356 \text{ kN/m'}$$

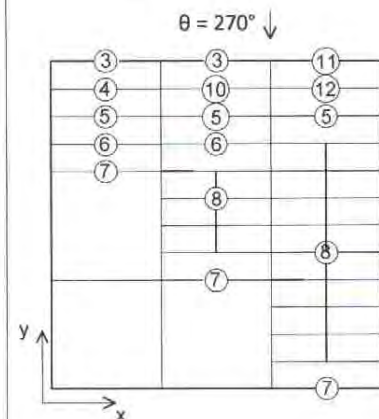
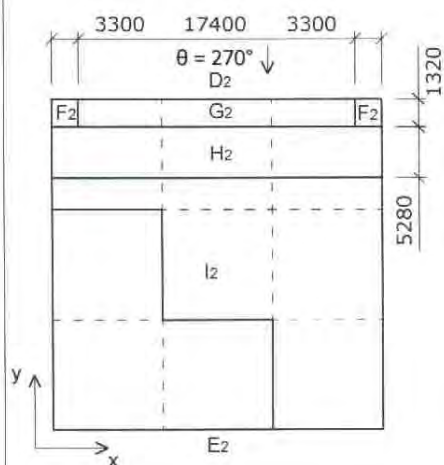
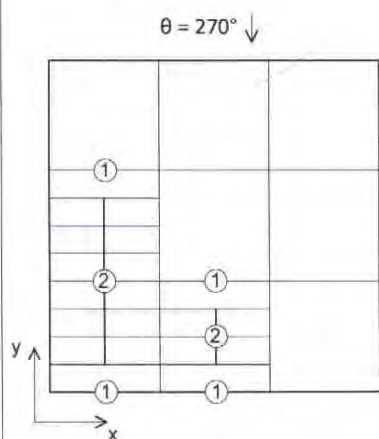
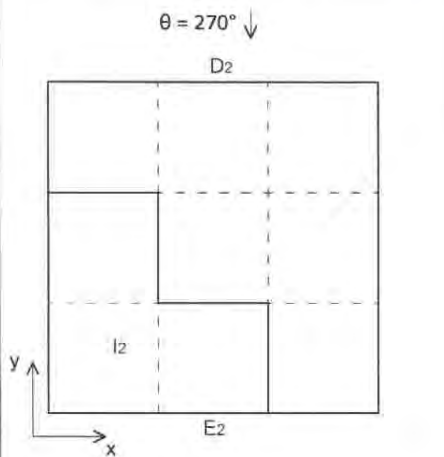
• PŘEPOČET ZATÍŽENÍ NA STROPNICE 1NP - $\theta = 270^\circ$

- STROPNICE ČÍSLO 1

$$w_{e1} = w_{eI2} \cdot b = -0,113 \cdot 1 = -0,113 \text{ kN/m'}$$

- STROPNICE ČÍSLO 2

$$w_{e1} = w_{eI2} \cdot b = -0,113 \cdot 2 = -0,226 \text{ kN/m'}$$



• PŘEPOČET ZATÍŽENÍ NA STROPNICE 2NP - $\theta = 270^\circ$

- STROPNICE ČÍSLO 3

$$w_{e1} = w_{eF2} \cdot b = -1,017 \cdot 1 = -1,017 \text{ kN/m'}$$

$$w_{e2} = w_{eG2} \cdot b = -0,678 \cdot 1 = -0,678 \text{ kN/m'}$$

- STROPNICE ČÍSLO 4

$$w_{e1} = w_{eF2} \cdot b + w_{eH2} \cdot b =$$

$$= -1,017 \cdot 0,32 + (-0,396) \cdot 1,68 = -0,991 \text{ kN/m'}$$

$$w_{e2} = w_{eG2} \cdot b + w_{eH2} \cdot b =$$

$$= -0,678 \cdot 0,32 + (-0,396) \cdot 1,68 = -0,882 \text{ kN/m'}$$

- STROPNICE ČÍSLO 5

$$w_{e1} = w_{eH2} \cdot b = -0,396 \cdot 2 = -0,792 \text{ kN/m'}$$

- STROPNICE ČÍSLO 6

$$w_{e1} = w_{eH2} \cdot b + w_{eI2} \cdot b =$$

$$= -0,396 \cdot 1,6 + (-0,113) \cdot 0,4 = -0,679 \text{ kN/m'}$$

- STROPNICE ČÍSLO 7

$$w_{e1} = w_{eI2} \cdot b = -0,113 \cdot 1 = -0,113 \text{ kN/m'}$$

- STROPNICE ČÍSLO 8

$$w_{e1} = w_{eI2} \cdot b = -0,113 \cdot 2 = -0,226 \text{ kN/m'}$$

- STROPNICE ČÍSLO 9

$$w_{e1} = w_{eG2} \cdot b = -0,678 \cdot 1 = -0,678 \text{ kN/m'}$$

- STROPNICE ČÍSLO 10

$$w_{e1} = w_{eG2} \cdot b + w_{eH2} \cdot b =$$

$$= -0,678 \cdot 0,32 + (-0,396) \cdot 1,68 = -0,882 \text{ kN/m'}$$

- STROPNICE ČÍSLO 11

$$w_{e1} = w_{eG2} \cdot b = -0,678 \cdot 1 = -0,678 \text{ kN/m'}$$

$$w_{e2} = w_{eF2} \cdot b = -1,017 \cdot 1 = -1,017 \text{ kN/m'}$$

- STROPNICE ČÍSLO 4

$$w_{e1} = w_{eG2} \cdot b + w_{eH2} \cdot b =$$

$$= -0,678 \cdot 0,32 + (-0,396) \cdot 1,68 = -0,882 \text{ kN/m'}$$

$$w_{e2} = w_{eF2} \cdot b + w_{eH2} \cdot b =$$

$$= -1,017 \cdot 0,32 + (-0,396) \cdot 1,68 = -0,991 \text{ kN/m'}$$

• PŘEPOČET ZATÍŽENÍ NA SLOUPY 1NP - $\theta = 0^\circ (90^\circ)$

- SLOUP ČÍSLO 1

$$w_e = w_{eD2} \cdot b = -0,396 \cdot 2 = -0,792 \text{ kN/m'}$$

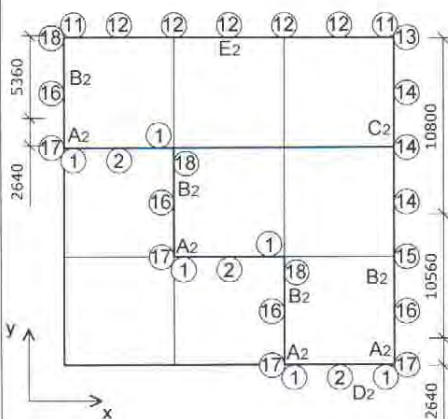
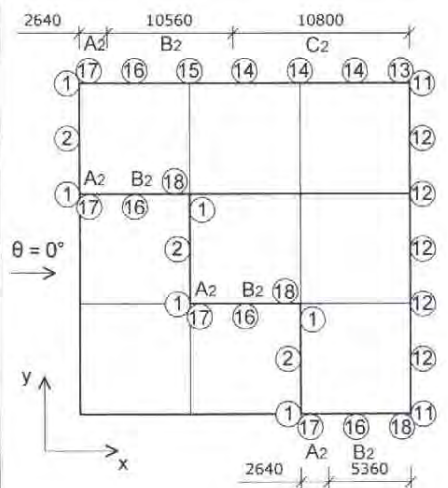
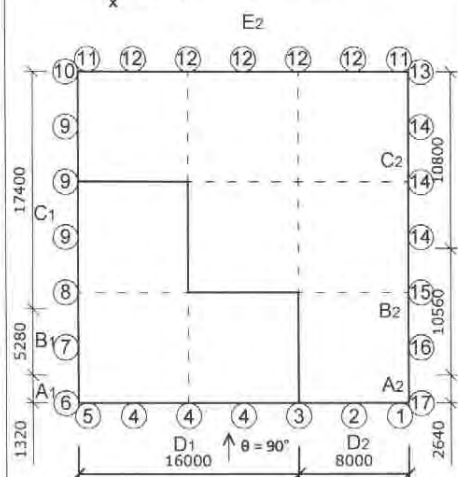
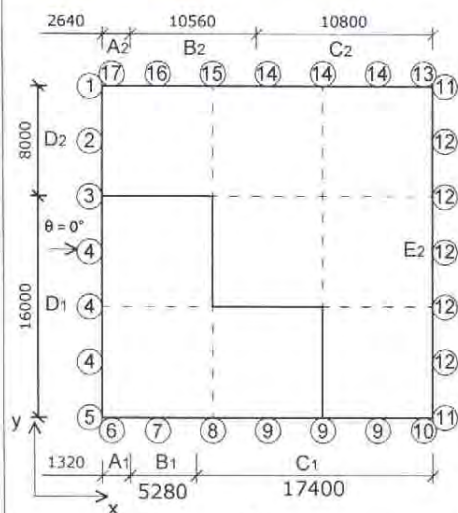
- SLOUP ČÍSLO 2

$$w_e = w_{eD2} \cdot b = -0,396 \cdot 4 = -1,584 \text{ kN/m'}$$

- SLOUP ČÍSLO 3

$$w_e = w_{eD2} \cdot b + w_{eD1} \cdot b =$$

$$= [-0,396 + (-0,349)] \cdot 2 = -1,490 \text{ kN/m'}$$



- SLOUP ČÍSLO 4

$$w_e = w_{eD1} \cdot b = -0,349 \cdot 4 = -1,396 \text{ kN/m'}$$

- SLOUP ČÍSLO 5

$$w_e = w_{eD1} \cdot b = -0,349 \cdot 2 = -0,698 \text{ kN/m'}$$

- SLOUP ČÍSLO 6

$$w_e = w_{eA1} \cdot b + w_{eB1} \cdot b = -0,599 \cdot 1,32 + (-0,399) \cdot 0,68 = -1,062 \text{ kN/m'}$$

- SLOUP ČÍSLO 7

$$w_e = w_{eB1} \cdot b = -0,399 \cdot 4 = -1,596 \text{ kN/m'}$$

- SLOUP ČÍSLO 8

$$w_e = w_{eB1} \cdot b + w_{eC1} \cdot b = -0,399 \cdot 0,6 + (-0,250) \cdot 3,4 = -1,089 \text{ kN/m'}$$

- SLOUP ČÍSLO 9

$$w_e = w_{eC1} \cdot b = -0,250 \cdot 4 = -1,000 \text{ kN/m'}$$

- SLOUP ČÍSLO 10

$$w_e = w_{eC1} \cdot b = -0,250 \cdot 2 = -0,500 \text{ kN/m'}$$

- SLOUP ČÍSLO 11

$$w_e = w_{eE2} \cdot b = -0,170 \cdot 2 = -0,340 \text{ kN/m'}$$

- SLOUP ČÍSLO 12

$$w_e = w_{eE2} \cdot b = -0,170 \cdot 4 = -0,680 \text{ kN/m'}$$

- SLOUP ČÍSLO 13

$$w_e = w_{eC2} \cdot b = -0,283 \cdot 2 = -0,566 \text{ kN/m'}$$

- SLOUP ČÍSLO 14

$$w_e = w_{eC2} \cdot b = -0,283 \cdot 4 = -1,132 \text{ kN/m'}$$

- SLOUP ČÍSLO 15

$$w_e = w_{eC2} \cdot b + w_{eB2} \cdot b = -0,283 \cdot 2 + (-0,452) \cdot 2 = -1,089 \text{ kN/m'}$$

- SLOUP ČÍSLO 16

$$w_e = w_{eB2} \cdot b = -0,452 \cdot 4 = -1,808 \text{ kN/m'}$$

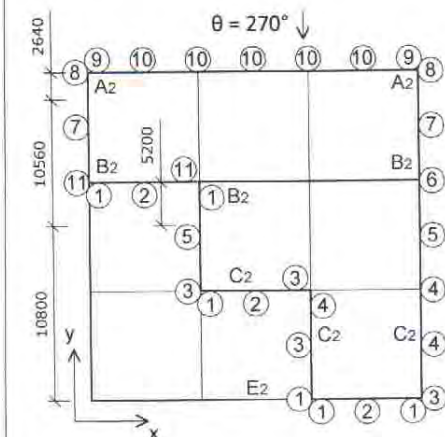
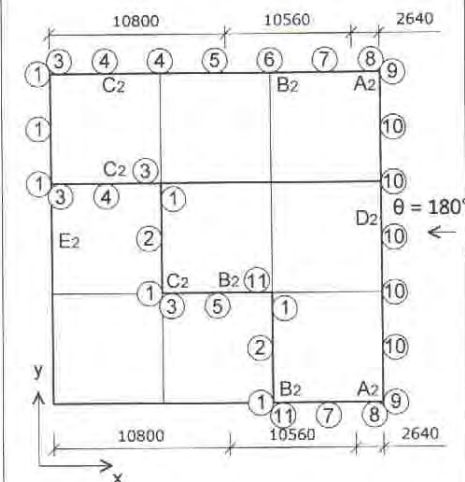
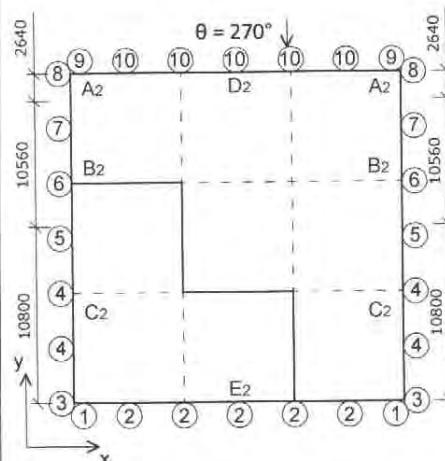
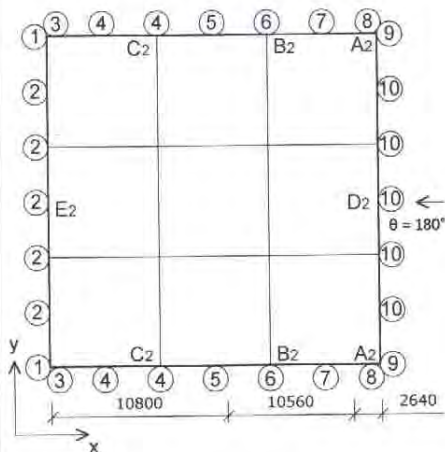
- SLOUP ČÍSLO 17

$$w_e = w_{eB2} \cdot b + w_{eA2} \cdot b = -0,452 \cdot 0,4 + (-0,678) \cdot 1,6 = -1,266 \text{ kN/m'}$$

• PŘEPOČET ZATÍŽENÍ NA SLOUPY 2NP - $\theta = 0^\circ$ (90°)

- SLOUP ČÍSLO 18

$$w_e = w_{eB2} \cdot b = -0,452 \cdot 2 = -0,904 \text{ kN/m'}$$



• PŘEPOČET ZATÍŽENÍ NA SLOUPY 1NP - $\theta = 180^\circ$ (270°)

- SLOUP ČÍSLO 1

$$w_e = w_{eE2} \cdot b = -0,170 \cdot 2 = -0,340 \text{ kN/m'}$$

- SLOUP ČÍSLO 2

$$w_e = w_{eE2} \cdot b = -0,170 \cdot 4 = -0,680 \text{ kN/m'}$$

- SLOUP ČÍSLO 3

$$w_e = w_{eC2} \cdot b = -0,283 \cdot 2 = -0,566 \text{ kN/m'}$$

- SLOUP ČÍSLO 4

$$w_e = w_{eC2} \cdot b = -0,283 \cdot 4 = -1,132 \text{ kN/m'}$$

- SLOUP ČÍSLO 5

$$w_e = w_{eC2} \cdot b + w_{eB2} \cdot b = -0,283 \cdot 0,8 + (-0,452) \cdot 3,2 = -1,673 \text{ kN/m'}$$

- SLOUP ČÍSLO 6

$$w_e = w_{eB2} \cdot b = -0,452 \cdot 4 = -1,808 \text{ kN/m'}$$

- SLOUP ČÍSLO 7

$$w_e = w_{eB2} \cdot b + w_{eA2} \cdot b = -0,452 \cdot 3,36 + (-0,678) \cdot 0,64 = -1,953 \text{ kN/m'}$$

- SLOUP ČÍSLO 8

$$w_e = w_{eA2} \cdot b = -0,678 \cdot 2 = -1,356 \text{ kN/m'}$$

- SLOUP ČÍSLO 9

$$w_e = w_{eD2} \cdot b = -0,396 \cdot 2 = -0,792 \text{ kN/m'}$$

- SLOUP ČÍSLO 10

$$w_e = w_{eD2} \cdot b = -0,396 \cdot 4 = -1,584 \text{ kN/m'}$$

• PŘEPOČET ZATÍŽENÍ NA SLOUPY 2NP - $\theta = 180^\circ$ (270°)

- SLOUP ČÍSLO 11

$$w_e = w_{eB2} \cdot b = -0,452 \cdot 2 = -0,904 \text{ kN/m'}$$

1.3 ZATĚŽOVACÍ STAVY

1. ZS: VLASTNÍ TÍHA
2. ZS: OSTATNÍ STÁLÉ ZATÍŽENÍ
3. ZS: UŽITNÉ ZATÍŽENÍ - KANCELÁŘE
4. ZS: UŽITNÉ ZATÍŽENÍ - TERASA
5. ZS: KLIMATICKÉ ZATÍŽENÍ SNĚHEM
6. ZS: KLIMATICKÉ ZATÍŽENÍ VĚTREM - $\theta = 0^\circ$
7. ZS: KLIMATICKÉ ZATÍŽENÍ VĚTREM - $\theta = 90^\circ$
8. ZS: KLIMATICKÉ ZATÍŽENÍ VĚTREM - $\theta = 180^\circ$
9. ZS: KLIMATICKÉ ZATÍŽENÍ VĚTREM - $\theta = 270^\circ$

1.4 KOMBINACE ZATĚŽOVACÍCH STAVŮ

- KOMBINACE ZATĚŽOVACÍCH STAVŮ JSOU URČENY VÝPOČETNÍM PROGRAMEM SCIA ENGINEER

2 STATICKÉ ŘEŠENÍ

2.3 POPIS

- STATICKÝ MODEL NOSNÉ OCELOVÉ KONSTRUKCE BYL NAMODELOVÁN V PROGRAMU SCIA ENGINEER
- VEŠKERÉ HLAVNÍ NOSNÉ OCELOVÉ PRVKY BYLY ŘEŠENY KLOUBOVÝM ULOŽENÍM
- BETONOVÁ DESKA, ZAJIŠŤUJÍCÍ VODOROVNOU STABILITU KONSTRUKCE, BYLA PRO STATICKÝ MODEL NAHRAZENA VNITŘNÍM OCELOVÝM ZTUŽIDLEM V JEDNOTLIVÝCH POLÍCH, OHRANIČENÝCH KOORDINAČNÍMI OSAMI
- VLASTNÍ TÍHA NÁHRADNÍHO VNITŘNÍHO ZTUŽIDLA NENÍ ZAHRNUTA DO ZATÍŽENÍ

2.2 NÁVRH VNITŘNÍHO ZTUŽIDLA

• GEOMETRIE - DESKA (JEDNO POLE)

$b = 8000 \text{ mm}$
 $h = 70 \text{ mm}$

• PRŮŘEZOVÉ CHARAKTERISTIKY - DESKA (JEDNO POLE)

$$A = h \cdot b = 70 \cdot 8000 = 5,6E^5 \text{ mm}^2$$

$$S_z = \frac{b}{2} \cdot h \cdot \frac{b}{4} = \frac{8000}{2} \cdot 70 \cdot \frac{8000}{4} = 5,60E^8 \text{ mm}^3$$

$$I_z = \frac{1}{12} \cdot h \cdot b^3 = \frac{1}{12} \cdot 70 \cdot 8000^3 = 2,99E^{12} \text{ mm}^4$$

• MATERIÁL - DESKA

- BETON C30/37

$$f_{ck} = 30 \text{ MPa}$$

$$f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$$

$$f_{ck,cube} = 37 \text{ MPa}$$

$$f_{ctk;0,05} = 2,0 \text{ MPa}$$

$$f_{cm} = 38 \text{ MPa}$$

$$E_{cm} = 32 \text{ GPa}$$

• ZATÍŽENÍ - DESKA (JEDNO POLE)

$F = 1 \text{ kN}$...JEDNOTKOVÁ SÍLA

• VÝPOČET DEFORMACE - DESKA (JEDNO POLE)

$$T_{max} = \frac{F \cdot S_z}{I_z \cdot h} = \frac{1000 \cdot 5,60E^8}{2,99E^{12} \cdot 70} = 2,68E^{-3} \text{ MPa}$$

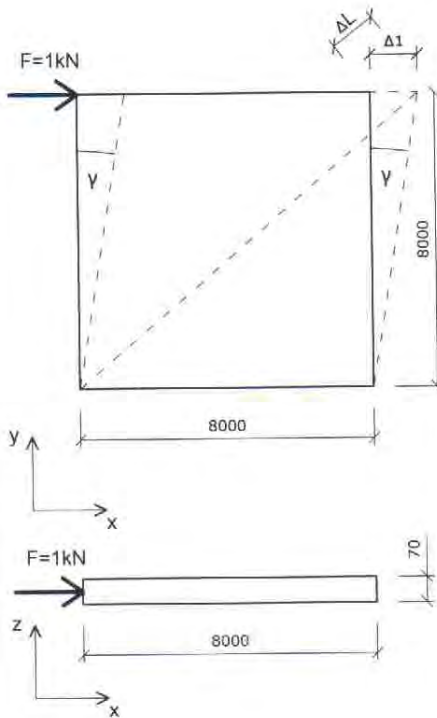
$$G = \frac{E_{cm}}{2 \cdot (1 + \nu)} = \frac{32000}{2 \cdot (1 + 0,2)} = 13,33E^3 \text{ MPa}$$

$\nu = 0,2$

$$\Delta_1 = \gamma \cdot b = \frac{T_{max}}{G} \cdot b = \frac{2,68E^{-3}}{13,33E^3} \cdot 8000 = 1,61E^{-3} \text{ mm}$$

$$\Delta l = \sqrt{b^2 \cdot (b + \Delta_1)^2} - \sqrt{2} \cdot b =$$

$$= \sqrt{8000^2 \cdot (8000 + 1,61E^{-3})^2} - \sqrt{2} \cdot 8000 = 1,14E^{-3} \text{ mm}$$



• **MATERIÁL - ZTUŽIDLO**

- OCEL S 235
 $f_{yk} = 235 \text{ MPa}$
 $f_u = 360 \text{ MPa}$
 $E_a = 210 \text{ GPa}$

• **ZATÍŽENÍ - ZTUŽIDLO**

- $F = 1 \text{ kN}$...JEDNOTKOVÁ SÍLA

• **VNITŘNÍ SÍLA - ZTUŽIDLO**

$$N = F \cdot \sin \alpha = 1000 \cdot \sin 45^\circ = 707 \text{ N}$$

• **VÝPOČET PLOCHY PRŮŘEZU - ZTUŽIDLO**

$$A = \frac{N}{\sigma} = \frac{N}{E \cdot \varepsilon} = \frac{N \cdot b}{E \cdot \Delta l} = \frac{707 \cdot 8000}{210E^3 \cdot 1,14E^{-3}} = 33413 \text{ mm}^2$$

$$a = \sqrt{A} = \sqrt{33413} = 183 \text{ mm}$$

⇒ **NAVRŽEN ČTVERCOVÝ PRŮŘEZ 183 x 183 mm**

3 MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI

3.1 VÝPOČET VZPĚRNÝCH DÉLEK HLAVNÍCH NOSNÝCH PRVKŮ

3.1.1 STROPNICE

- **KOLMO K OSE Z - Z**
- VYBOČENÍ STROPNICE JE ZABRÁNĚNO SPŘAŽENÍM
 $\gg \beta_z = 0$
- **KOLMO K OSE Y - Y**
 $L_{cr,y} = \beta_y \cdot L_y = 1,0 \cdot 8000 = 8000 \text{ mm}$
 $\beta_y = 1,0$

3.1.2 PRŮVLAK

- **KOLMO K OSE Z - Z**
 $L_{cr,z} = \beta_z \cdot L_z = 1,0 \cdot 2000 = 2000 \text{ mm}$
 $\beta_z = 1,0$
- **KOLMO K OSE Y - Y**
 $L_{cr,y} = \beta_y \cdot L_y = 1,0 \cdot 8000 = 8000 \text{ mm}$
 $\beta_y = 1,0$

3.1.3 SVISLÉ ZTUŽIDLO

- **KOLMO K OSE Z - Z**
 $L_{cr,z} = \beta_z \cdot L_z = 1,0 \cdot 5186 = 5186 \text{ mm}$
 $\beta_z = 1,0$
- **KOLMO K OSE Y - Y**
 $L_{cr,y} = \beta_y \cdot L_y = 1,0 \cdot 5186 = 5186 \text{ mm}$
 $\beta_y = 1,0$

3.1.4 SLOUP

- **KOLMO K OSE Z - Z**
 $L_{cr,z} = \beta_z \cdot L_z = 1,0 \cdot 3300 = 3300 \text{ mm}$
 $\beta_z = 1,0$

• **KOLMO K OSE Y - Y**

$$L_{cr,y} = \beta_y \cdot L_y = 1,0 \cdot 3300 = 3300 \text{ mm}$$

$$\beta_y = 1,0$$

3.1.5 SLOUPEK

• **KOLMO K OSE Z - Z**

$$L_{cr,z} = \beta_z \cdot L_z = 1,0 \cdot 3300 = 3300 \text{ mm}$$

$$\beta_z = 1,0$$

• **KOLMO K OSE Y - Y**

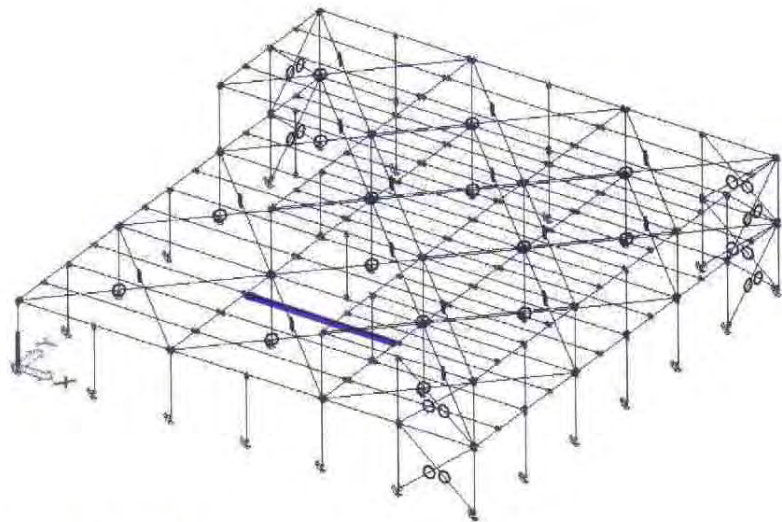
$$L_{cr,y} = \beta_y \cdot L_y = 1,0 \cdot 3300 = 3300 \text{ mm}$$

$$\beta_y = 1,0$$

3.2 POSOUZENÍ HLAVNÍCH NOSNÝCH PRVKŮ

3.2.1 STROPNICE

3.2.1.1 PROVOZNÍ STAV



• **VNITŘNÍ SÍLY**

Lineární výpočet, Extrém : Globální, Systém : Hlavní

Výběr : B73

Kombinace : KOMBINACE

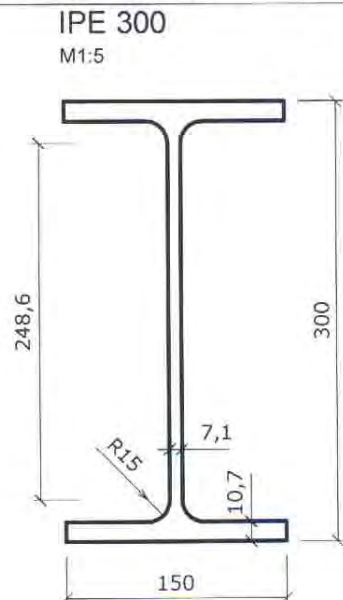
Prvek	Stav	dx [m]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B73	KOMBINACE/1	0,000	-0,93	0,00	56,32	0,00	0,00	0,00
B73	KOMBINACE/2	0,000	1,16	0,00	92,68	0,00	0,00	0,00
B73	KOMBINACE/3	0,000	0,01	0,00	104,54	0,00	0,00	0,00
B73	KOMBINACE/4	8,000	-0,56	0,00	-123,17	0,00	0,00	0,00
B73	KOMBINACE/5	0,000	-0,56	0,00	122,16	0,00	0,00	0,00
B73	KOMBINACE/6	0,000	0,70	0,00	43,82	0,00	0,00	0,00
B73	KOMBINACE/7	0,000	0,57	0,00	122,16	0,00	0,00	0,00
B73	KOMBINACE/8	0,000	0,57	0,00	122,16	0,00	0,00	0,00
B73	KOMBINACE/5	4,000	-0,56	0,00	0,17	0,00	244,65	0,00
B73	KOMBINACE/9	0,000	1,16	0,00	86,30	0,00	0,00	0,00

- MAXIMÁLNÍ VNITŘNÍ SÍLY

$$V_{Ed,z} = 123,17 \text{ kN}$$

$$M_{Ed,y} = 244,65 \text{ kNm}$$

- OSOVÁ SÍLA N_{Ed} JE ZANEDBATELNÁ



• NÁVRH PRŮŘEZU

IPE 300

- STROPNICE BUDE SPŘAŽENA S TRAPÉZOVÝM PLECHEM TR35/207 tl. 0,75 mm A ŽEBROVOU BETONOVOU DESKOU tl. 70 mm

• HMOTNOST

G = 42,2 kg/m

• GEOMETRIE

L = 8000 mm

h = 300 mm

b = 150 mm

t_w = 7,1 mm

t_f = 10,7 mm

r = 15 mm

• ZATŘÍDĚNÍ PRŮŘEZU

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{235}} = 1$$

- STOJNA

$$\frac{d}{t_w} = \frac{h - 2t_f - 2r}{t_w} = \frac{300 - 2 \cdot 10,7 - 2 \cdot 15}{7,1} = 35,0 \leq 72\varepsilon = 72$$

⇒ TŘÍDA 1

- PÁSNIČKA

$$\frac{c}{t_w} = \frac{\frac{1}{2}(b - t_w - 2r)}{t_f} = \frac{\frac{1}{2}(150 - 7,1 - 2 \cdot 15)}{10,7} = 5,3 \leq 9\varepsilon = 9$$

⇒ TŘÍDA 1

⇒ CELÝ PRŮŘEZ JE TŘÍDY 1

• PRŮŘEZOVÉ CHARAKTERISTIKY

A_a = 5380 mm²

I_y = 8,36E⁷ mm⁴

I_z = 6,04E⁶ mm⁴

i_y = 124,6 mm

i_z = 33,5 mm

W_{pl,y} = 6,28E⁵ mm³

W_{pl,z} = 1,25E⁵ mm³

• MATERIÁL

- OCEL S 235

f_{yk} = 235 MPa

f_u = 360 MPa

E_a = 210 GPa

G = 81 GPa

- BETON C30/37

f_{ck} = 30 MPa

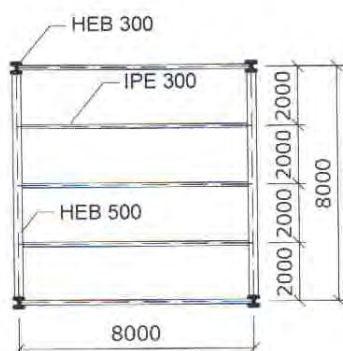
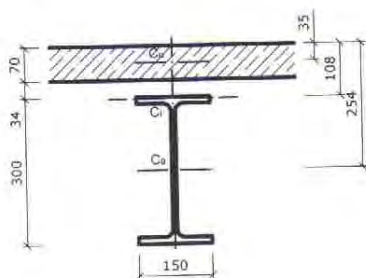
f_{ctm} = 2,9 MPa

f_{ck,cube} = 37 MPa

f_{ctk,0,05} = 2,0 MPa

f_{cm} = 38 MPa

E_{cm} = 32 GPa



• SPŘAŽENÍ - ROZMĚRY

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

$$h_p = 34 \text{ mm}$$

$$h_f = 70 \text{ mm}$$

$$c_a = 254 \text{ mm}$$

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

$$c_t = \frac{A_a \cdot c_a + \frac{A_c}{n} \cdot c_c}{A_t} = \frac{5380 \cdot 254 + \frac{1,40E^5}{13,13} \cdot 35}{19113} = 108 \text{ mm}$$

$$n = \frac{E_a}{E_c} = \frac{210E^3}{16E^3} = 13,13$$

$$E_c = E_{c,eff} = \frac{E_{cm}}{2} = \frac{32E^3}{2} = 16 \text{ GPa}$$

$$A_i = A_a + \frac{A_c}{n} = 5380 + \frac{1,40E^5}{13,13} = 19\,113 \text{ mm}^2$$

$$A_c = b_{eff} \cdot h_f = 2000 \cdot 70 = 1,40E^5 \text{ mm}^2$$

• ÚČINNÁ ŠÍŘKA

$$b_{ei} = \min \left\{ \frac{1}{8} \cdot l, \frac{1}{8} \cdot 8000, \min \left\{ \frac{1000}{1000} \right\} \right\} = 1000 \text{ mm}$$

$$b_1 = b_2 = 1000 \text{ mm}$$

$$b_{eff} = \sum b_{ei} = b_1 + b_2 = 1000 + 1000 = 2000 \text{ mm}$$

• POSUDEK - OHYB

$$\frac{M_{Ed}}{M_{pl,Rd}} \leq 1,0$$

$$M_{pl,Rd} = N_a \cdot r = \dots$$

$$x_{pl} = \frac{A_a \cdot f_{yd}}{0,85 \cdot b_{eff} \cdot f_{cd}} = \frac{5380 \cdot 235}{0,85 \cdot 2000 \cdot 20} = 37 \text{ mm}$$

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}} = \frac{235}{1,0} = 235 \text{ MPa}$$

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{30}{1,5} = 20 \text{ MPa}$$

$$N_a = A_a \cdot f_{yd} = 5380 \cdot 235 = 1264,30 \text{ kN}$$

$$r = c_a - \frac{x_{pl}}{2} = 254 - \frac{37}{2} = 236 \text{ mm}$$

$$M_{pl,Rd} = N_a \cdot r = 1264,30 \cdot 236 = 298,37 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{Ed}}{M_{pl,Rd}} = \frac{244,65}{298,37} = 0,82 \leq 1,0$$

⇒ STROPNICE PROFILU IPE 300 NA OHYB VYHOVUJE

• POSUDEK - SMYK

- SMYKOVÁ ÚNOSNOST BETONOVÉ DESKY A PÁSNIC STROPNICE JE ZANEDBATELNÁ \Rightarrow ÚNOSNOST SPOČÍTÁNA POUZE PRO STOJNU STROPNICE

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 1,0$$

$$V_{pl,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} = \dots$$

$$A_v = A_a - 2bt_f + (t_w + 2r)t_f = \\ = 5380 - 2 \cdot 150 \cdot 10,7 + (7,1 + 2 \cdot 15) \cdot 10,7 = 2567 \text{ mm}^2$$

$$V_{pl,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} = 2567 \cdot \frac{235}{\sqrt{3}} = 348,28 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} = \frac{122,16}{348,28} = 0,35 \leq 1,0$$

\Rightarrow STROPNICE PROFILU IPE 300 NA SMYK VYHOVUJE

• POSUDEK - OHYB + SMYK

$$\frac{1}{2} \cdot V_{pl,Rd} = \frac{1}{2} \cdot 348,28 = 174,13 \text{ kN} \geq V_{Ed} = 122,16 \text{ kN}$$

\Rightarrow VLIV SMYKU NA OHYB ZANEDBÁN

• OVĚŘENÍ STABILITY

- PRŮŘEZ LZE PŘEDPOKLÁDAT ZA VYHOVUJÍCÍ, JSOU-LI SPLNĚNY NÁSLEDUJÍCÍ PODMÍNKY:

- A) SOUSEDNÍ POLE SE NELÍŠÍ V DÉLCE O VÍCE NEŽ 20 % DÉLKY KRATŠÍHO POLE.
- B) ZATÍŽENÍ JE V KAŽDÉM POLI ROVNOMĚRNÉ, NÁVRHOVÁ HODNOTA STÁLÉHO ZATÍŽENÍ JE VĚTŠÍ NEŽ 40 % CELKOVÉHO NÁVRHOVÉHO ZATÍŽENÍ.
- C) HORNÍ PÁSNICE OCELOVÉHO PRVKU JE PŘIPOJENA KE SPŘÁŽENÉ DESCE SPŘADOVACÍMI PRVKY.
- D) DESKA JE SOUČASNĚ PŘIPOJENA K DALŠÍMU PODPŮRNÉMU PRVKU PŘIBLIŽNĚ ROVNOBĚŽNÉMU S UVAŽOVANÝM SPŘÁŽENÝM NOSNÍKEM TAK, ŽE TVOŘÍ OTOČENÝ U - RÁM.
- E) DESKA JE PNUTA MEZI DVA ROVNOBĚŽNÉ PODPŮRNÉ PRVKY UVAŽOVANÉHO OTOČENÉHO U - RÁMU.
- F) VÝŠKA OCELOVÉHO PROFILU 300 mm JE MENŠÍ NEŽ MAXIMÁLNÍ VÝŠKA 600 mm PROFILU IPE Z OCELI S 235

• SMRŠŤOVÁNÍ BETONU

$$\frac{L}{\sum h} = \frac{L}{h_a + h_p + h_f} = \frac{8000}{300 + 34 + 70} = 19,80 \leq 20,0$$

\Rightarrow VLIV SMRŠŤOVÁNÍ ZANEDBÁN

3.2.1.2 MONTÁŽNÍ STAV

- MONTÁŽ BUDE PROVEDENA BEZ PODEPŘENÍ

- STÁLÉ ZATÍŽENÍ - CHARAKTERISTICKÉ HODNOTY

- VL. TÍHA - IPE 300 0,66 kN/m
- TR 35/207 tl. 0,75mm 0,70 kN/m² · 2 = 1,40 kN/m
- BET. DESKA - PRŮMĚRNÁ tl. 83 mm) .. 2,08 kN/m² · 2 = 4,16 kN/m
- PŘITÍŽENÍ VLIVEM MOKRÉHO BETONU + 100 kg/m³
⇒ 100 · 10 · 0,083 · 2 = 0,17 = 4,33 kN/m
- CELKEM..... g_{ok} = 6,15 kN/m'

- PROMĚNNÉ ZATÍŽENÍ - CHARAKTERISTICKÉ HODNOTY

- MONTÁŽNÍ ZATÍŽENÍ q_{ca} ≈ 10 % Z TÍHY BETONU
⇒ 10% · 2,08 = 0,21 ≤ min 0,75 kN/m² ⇒ q_{ca} = 0,75 · 2 = 1,50 kN/m'
- q_{cb} = 0,75 kN/m² · 2 = 1,50 kN/m'

- STÁLÉ ZATÍŽENÍ - NÁVRHOVÉ HODNOTY

$$g_{0d} = \gamma_G \cdot g_{ok} = 1,35 \cdot 6,15 = 8,30 \text{ kN/m}$$

- PROMĚNNÉ ZATÍŽENÍ - NÁVRHOVÉ HODNOTY

$$q_{ca,d} = q_{cb,d} = \gamma_Q \cdot q_c = 1,5 \cdot 1,50 = 2,25 \text{ kN/m}$$

- VNITŘNÍ SÍLY

$$M_{Ed} = \frac{1}{8} \cdot q_d \cdot l^2 = \frac{1}{8} \cdot (8,30 + 2,25) \cdot 8000^2 = 84,40 \text{ kN/m}$$

$$V_{Ed} = \frac{1}{2} \cdot q_d \cdot l = \frac{1}{2} \cdot (8,30 + 2,25) \cdot 8000 = 42,0 \text{ kN/m}$$

- POSUDEK - OHYB

$$\frac{M_{Ed}}{M_{pl,Rd}} \leq 1,0$$

$$M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_{yd}}{\gamma_{M0}} = \frac{6,28E^5 \cdot 235}{1,0} = 147,53 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{Ed}}{M_{pl,Rd}} = \frac{84,40}{147,53} = 0,57 \leq 1,0$$

⇒ STROPNICE PROFILU IPE 300 NA OHYB PŘI MONTÁŽI VYHOVUJE

- POSUDEK - SMYK

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 1,0$$

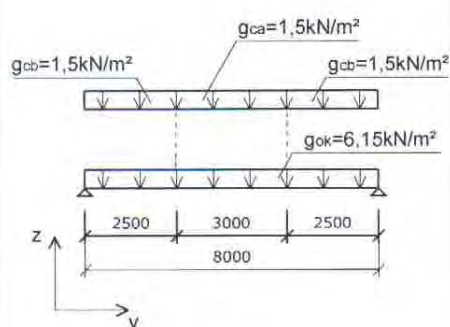
$$V_{pl,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} = \dots$$

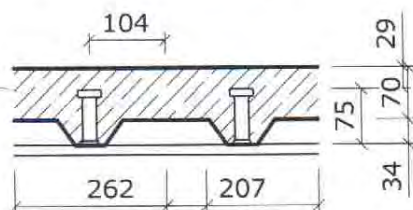
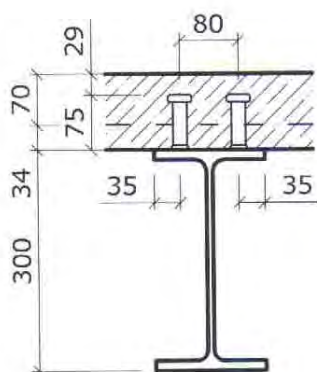
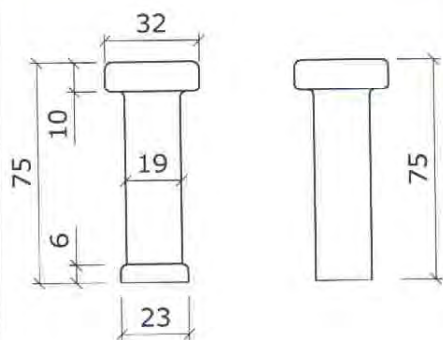
$$A_v = A_a - 2bt_f + (t_w + 2r)t_f = 5380 - 2 \cdot 150 \cdot 10,7 + (7,1 + 2 \cdot 15) \cdot 10,7 = 2567 \text{ mm}^2$$

$$V_{pl,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} = 2567 \cdot \frac{235}{\sqrt{3}} = 348,28 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} = \frac{42,0}{348,28} = 0,00 \leq 1,0$$

⇒ STROPNICE NA SMYK PŘI MONTÁŽI VYHOVUJE





- POSUDEK - OHYB + SMYK

$$\frac{1}{2} \cdot V_{pl,Rd} = \frac{1}{2} \cdot 348,28 = 174,13 \text{ kN} \geq V_{Ed} = 42,0 \text{ kN}$$

⇒ VLIV SMYKU NA OHYB ZANEDBÁN

3.2.1.3 NÁVRH SPŘAHOVACÍCH TRNŮ

• NÁVRH TRNŮ

2x SD 19 x 75 mm, $s_l = 207 \text{ mm}$

• GEOMETRIE

$d = 19 \text{ mm}$
 $d_h = 32 \text{ mm}$
 $l = 79 \text{ mm}$
 $h_h = 10 \text{ mm}$
 $h_{sc} = 75 \text{ mm}$
 $t_f = 10,7 \text{ mm}$
 $t_p = 0,75 \text{ mm}$

• MATERIÁL

- OCEL 11343
 $f_{yk} = 200 \text{ MPa}$
 $f_u = 330 \text{ MPa}$
 $E_a = 210 \text{ GPa}$

- BETON C30/37
 $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$
 $f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$
 $f_{ctk;0,05} = 2,0 \text{ MPa}$
 $f_{cm} = 38 \text{ MPa}$
 $E_{cm} = 32 \text{ GPa}$

• KONSTRUKČNÍ ZÁSADY

$$d_h = 32 \text{ mm} \geq 1,5 \cdot d = 1,5 \cdot 19 = 28,5 \text{ mm}$$

⇒ VYHOVUJE

$$h_h = 10 \text{ mm} \geq 0,4 \cdot d = 0,4 \cdot 19 = 7,6 \text{ mm}$$

⇒ VYHOVUJE

$$h_{sc} = 75 \text{ mm} \geq 3 \cdot d = 3 \cdot 19 = 57 \text{ mm}$$

⇒ VYHOVUJE

$$s_l = 207 \text{ mm} \leq \min \left\{ \frac{6 \cdot h_c}{800} = \min \left\{ \frac{6 \cdot 104}{800} = \min \left\{ \frac{624}{800} = 624 \right. \right. \right.$$

⇒ VYHOVUJE

$$s_l = 207 \text{ mm} \geq 5 \cdot d = 5 \cdot 19 = 95 \text{ mm}$$

⇒ VYHOVUJE

$$s_t = 80 \text{ mm} \geq 4 \cdot d = 4 \cdot 19 = 76 \text{ mm}$$

⇒ VYHOVUJE

$$h_{sc} - h_p = 75 - 34 = 41 \text{ mm} \geq 2 \cdot d = 2 \cdot 19 = 38 \text{ mm}$$

⇒ VYHOVUJE

POSUDEK

$$n \geq n_f$$

$$n = n_r \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{l}{s_l} = 2 \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{8000}{207} = 38,65 \cong 38 \text{ TRNŮ}$$

$$n_f = \frac{V_l}{k_t \cdot P_{Rd}} = \dots$$

$$V_l = N_c = 0,85 \cdot A_c \cdot f_{cd} = 0,85 \cdot 1,40E^5 \cdot 20 = 1258,0 \text{ kN}$$

$$P_{Rd} = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{0,8 \cdot f_u \cdot \pi \cdot d^2}{\gamma_v \cdot 4} \\ \frac{0,29 \cdot \alpha \cdot d^2 \cdot \sqrt{f_{ck} \cdot E_{cm}}}{\gamma_v} \end{array} \right. = \dots$$

$$\gamma_v = 1,25$$

$$\alpha = 1,0 \dots \text{PRO } \frac{h_{sc}}{d} = \frac{75}{19} = 4$$

$$P_{Rd} = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{0,8 \cdot f_u \cdot \pi \cdot d^2}{\gamma_v \cdot 4} \\ \frac{0,29 \cdot \alpha \cdot d^2 \cdot \sqrt{f_{ck} \cdot E_{cm}}}{\gamma_v} \end{array} \right. = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{0,8 \cdot 330 \cdot \pi \cdot 19^2}{1,25 \cdot 4} \\ \frac{0,29 \cdot 1 \cdot 19^2 \cdot \sqrt{30 \cdot 32E^3}}{1,25} \end{array} \right.$$

$$= \min \left\{ \begin{array}{l} 59,58 \\ 57,41 \end{array} \right. = 57,41 \text{ kN}$$

- REDUKČNÍ SOUČINITEL

$$k_t = \frac{0,7}{\sqrt{n_r}} \cdot \frac{b_0}{h_p} \cdot \left(\frac{h_{sc}}{h_p} - 1 \right) = \frac{0,7}{\sqrt{2}} \cdot \frac{64}{34} \cdot \left(\frac{75}{34} - 1 \right) = 1,12$$

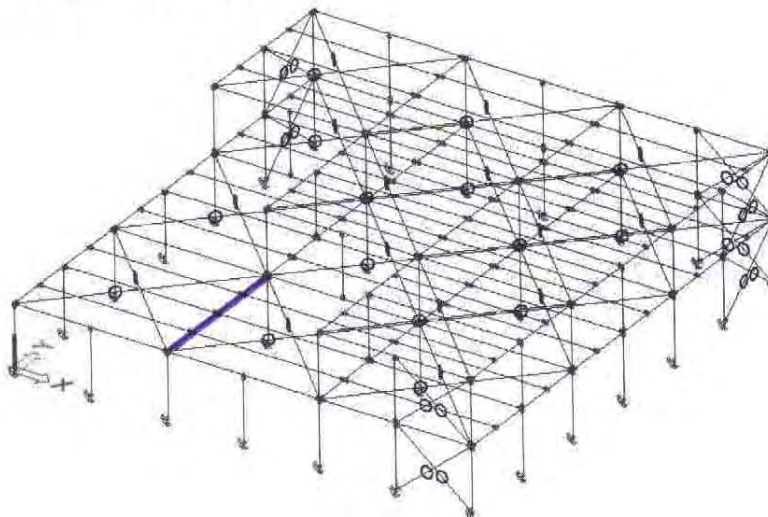
$$k_t = 1,12 \leq k_{t,max} = 0,7 \Rightarrow k_t = 0,7$$

$$n_f = \frac{V_l}{k_t \cdot P_{Rd}} = \frac{1258,0E^3}{0,7 \cdot 57,41E^3} = 31,30 \cong 32 \text{ TRNŮ}$$

$$n = 38 \text{ TRNŮ} \geq n_f = 32 \text{ TRNŮ}$$

⇒ NAVRŽENÉ TRNY SD 19 x 75 mm VYHOVUJÍ

3.2.2 PRŮVLAK



• VNITŘNÍ SÍLY

Lineární výpočet, Extrém : Globální, Systém : Hlavní
Výběr : Vše
Kombinace : KOMBINACE

Prvek	Stav	dlž [m]	N [kN]	V _y [kN]	V _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
B38	KOMBINACE/18	0,000	-45,30	-0,45	81,40	0,00	0,00	0,00
B38	KOMBINACE/19	4,000	46,50	-1,13	-17,07	0,00	221,85	5,48
B41	KOMBINACE/11	4,000	44,54	-2,08	-15,90	0,00	216,99	6,18
B37	KOMBINACE/7	4,000	-5,32	2,06	-38,22	0,00	306,26	-6,26
B34	KOMBINACE/16	8,000	-1,47	-0,04	-359,48	0,00	0,00	0,00
B34	KOMBINACE/13	0,000	3,60	-0,75	357,02	0,00	0,00	0,00
B44	KOMBINACE/20	4,000	-2,00	0,51	-15,05	0,00	153,77	-0,86
B38	KOMBINACE/1	0,000	-22,56	-0,62	102,51	0,00	0,00	0,00
B34	KOMBINACE/12	0,000	3,71	-0,74	357,02	0,00	0,00	0,00
B34	KOMBINACE/12	4,000	3,71	-0,84	117,69	0,00	949,41	-3,15

- MAXIMÁLNÍ VNITŘNÍ SÍLY

$$V_{Ed,z} = 359,48 \text{ kN}$$

$$M_{Ed,y} = 949,41 \text{ kNm}$$

- MAXIMA OSTATNÍCH SIL JSOU ZANEDBATELNÉ

• NÁVRH PRŮŘEZU

HEB 500

• HMOTNOST

$$G = 187,3 \text{ kg/m}$$

• GEOMETRIE

$$L = 8000 \text{ mm}$$

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

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

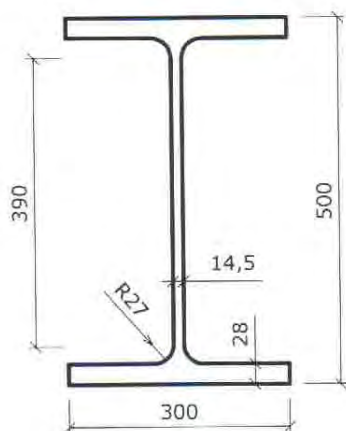
$$t_w = 14,5 \text{ mm}$$

$$t_f = 28 \text{ mm}$$

$$r = 27 \text{ mm}$$

HEB 500

M1:10



• ZATŘÍDĚNÍ PRŮŘEZU

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{235}} = 1$$

- STOJNA

$$\frac{d}{t_w} = \frac{h - 2t_f - 2r}{t_w} = \frac{500 - 2 \cdot 28,0 - 2 \cdot 27}{14,5} = 26,9 \leq 72\varepsilon = 72$$

⇒ TŘÍDA 1

- PÁSNIČE

$$\frac{c}{t_w} = \frac{\frac{1}{2}(b - t_w - 2r)}{t_f} = \frac{\frac{1}{2}(300 - 14,5 - 2 \cdot 27)}{28,0} = 4,1 \leq 9\varepsilon = 9$$

⇒ TŘÍDA 1

⇒ CELÝ PRŮŘEZ JE TŘÍDY 1

• PRŮŘEZOVÉ CHARAKTERISTIKY

$$A_a = 23860 \text{ mm}^2$$

$$I_y = 1,07E^9 \text{ mm}^4$$

$$I_z = 1,26E^8 \text{ mm}^4$$

$$I_t = 5,38E^6 \text{ mm}^4$$

$$I_w = 7,02E^{12} \text{ mm}^6$$

$$i_y = 212,0 \text{ mm}$$

$$i_z = 72,7 \text{ mm}$$

$$W_{pl,y} = 4,82E^6 \text{ mm}^3$$

$$W_{pl,z} = 1,29E^6 \text{ mm}^3$$

• MATERIÁL

- OCEL S 235

$$f_{yk} = 235 \text{ MPa}$$

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

$$E_a = 210 \text{ GPa}$$

$$G = 81 \text{ GPa}$$

• POSUDEK - OHYB

$$\frac{M_{Ed}}{M_{pl,Rd}} \leq 1,0$$

$$M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_{yd}}{\gamma_{M0}} = \frac{4,82E^6 \cdot 235}{1,0} = 1132,70 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{Ed}}{M_{pl,Rd}} = \frac{958,08}{1132,70} = 0,85 \leq 1,0$$

⇒ PRŮVLAK PROFILU HEB 500 NA OHYB VYHOVUJE

• POSUDEK - SMYK

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} \leq 1,0$$

$$V_{pl,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} = \dots$$

$$A_v = A_a - 2bt_f + (t_w + 2r)t_f = 23860 - 2 \cdot 300 \cdot 28 + (14,5 + 2 \cdot 27) \cdot 28 = 8978 \text{ mm}^2$$

$$V_{pl,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} = 8978 \cdot \frac{235}{\sqrt{3}} = 1218,11 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} = \frac{359,48}{1218,11} = 0,30 \leq 1,0$$

⇒ PRŮVLAK PROFILU HEB 500 NA SMYK VYHOVUJE

• POSUDEK - OHYB + SMYK

$$\frac{1}{2} \cdot V_{pl,Rd} = \frac{1}{2} \cdot 1218,11 = 609,06 \text{ kN} \geq V_{Ed} = 359,48 \text{ kN}$$

⇒ VLIV SMYKU NA OHYB ZANEDBÁN

• POSUDEK - KLOPENÍ

$$M_{b,Rd} = X_{LT} \frac{W_{pl,y} \cdot f_{yd}}{\gamma_{M1}} = \dots$$

- SOUČINITEL KLOPENÍ

$$X_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \beta \cdot \bar{\lambda}_{LT}^2}} = \frac{1}{0,50 + \sqrt{0,50^2 - 0,75 \cdot 0,23^2}} =$$

$$= 1,04 \geq 1,0 \Rightarrow \text{KE KLOPENÍ NEDOJDE}$$

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

$$= 0,5 \left[1 + 0,21(0,23 - 0,4) + 0,75 \cdot 0,23^2 \right] = 0,50$$

$$\frac{h}{b} = \frac{500}{300} = 1,67 \leq 2 \Rightarrow \text{KŘIVKA KLOPENÍ } a \Rightarrow \alpha_{LT} = 0,21$$

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

$$\beta = 0,75$$

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_{yd}}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{4,82E^6 \cdot 235}{M_{cr}}} = 0,23$$

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}} = \frac{235}{1,0} = 235 \text{ MPa}$$

$$M_{cr} = \mu_{cr} \frac{\pi \sqrt{EI_z \cdot GI_z}}{L} =$$

$$= 3,89 \frac{\pi \sqrt{210E^3 \cdot 1,26E^8 \cdot 81E^8 \cdot 1,26E^8}}{2000} = 20749,04 \text{ kNm}$$

$$\mu_{cr} = \frac{C_1}{k_z} \sqrt{1 + \kappa_{wt}^2} = \frac{1,14}{1,0} \sqrt{1 + 2,89^2} = 3,49$$

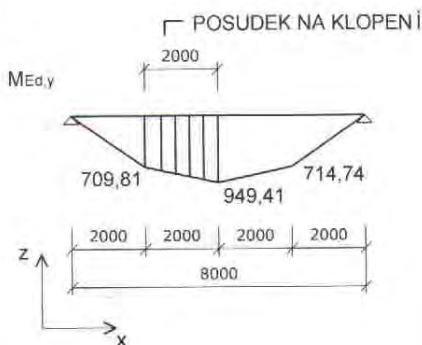
$$\kappa_{wt} = \frac{\pi}{k_w \cdot L} \sqrt{\frac{EI_w}{GI_t}} = \frac{\pi}{1,0 \cdot 200} \sqrt{\frac{210E^3 \cdot 7,02E^{12}}{81E^8 \cdot 5,38E^8}} = 2,89 > 1,0$$

$$\Rightarrow C_1 = C_{1,1} = 1,14$$

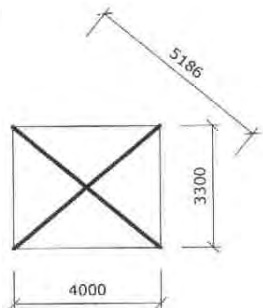
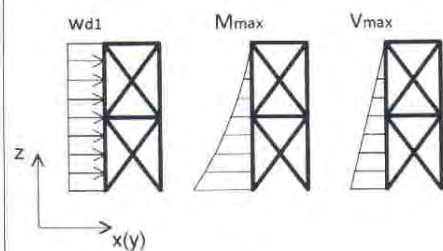
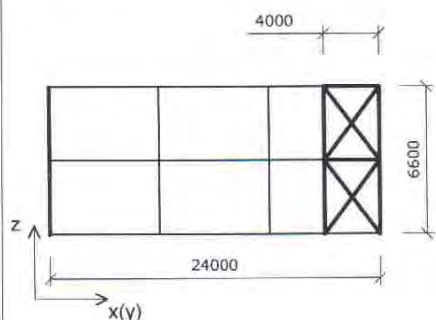
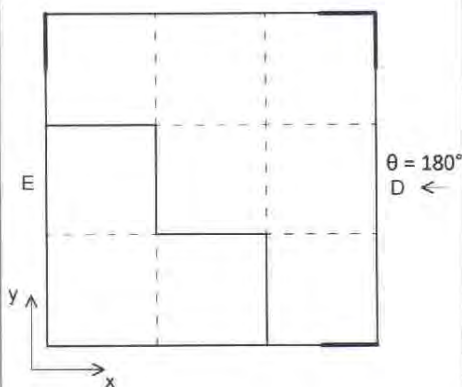
$$k_z = 1,0 \quad C_{1,0} = 1,14$$

$$k_y = 1,0 \quad C_{1,1} = 1,14$$

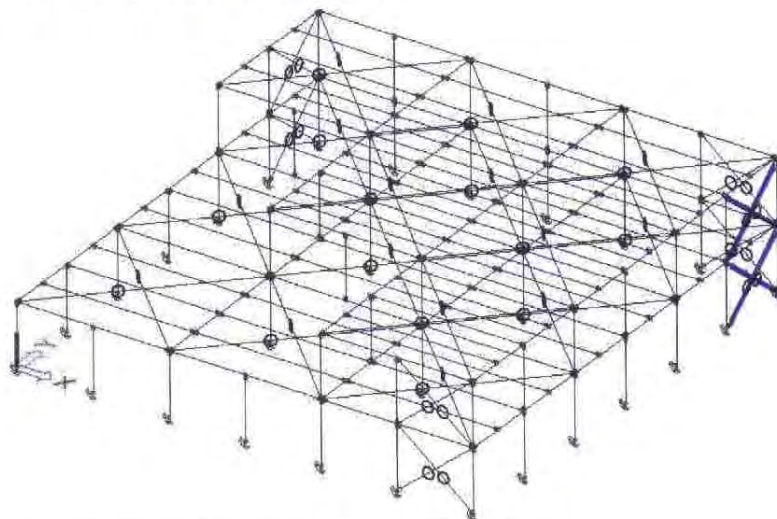
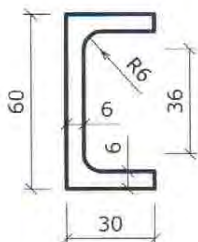
$$k_w = 1,0 \quad C_3 = 1,0$$



3.2.3 SVISLÉ ZTUŽIDLO



U 60
M1:2,5



• ZATÍŽENÍ VĚTREM - MAX $\theta = 180^\circ$ (270°)

$$w = (w_{eD} + w_{eE}) \cdot b = (0,396 + 0,170) \cdot 24 = 13,58 \text{ kN/m'}$$

$$w_d = \gamma_Q \cdot w = 1,5 \cdot 13,58 = 20,37 \text{ kN/m'}$$

$$w_{d,1} = \frac{w_d}{n} = \frac{20,37}{2} = 10,19 \text{ kN/m'}$$

$$M_{max} = \frac{1}{2} \cdot w_{d,1} \cdot h^2 = \frac{1}{2} \cdot 10,19 \cdot 6,6^2 = 221,94 \text{ kNm}$$

$$V_{max} = w_{d,1} \cdot h = 10,19 \cdot 6,6 = 67,25 \text{ kN}$$

- PŘÍTÍŽENÍ OD VĚTRU NA SLOUP

$$N_c = \frac{M_{max}}{b} = \frac{221,94}{4000} = 55,49 \text{ kN}$$

• VNITŘNÍ SÍLY

$$N_{Ed} = \frac{V_{max} \cdot L}{b} = \frac{67,25 \cdot 5186}{4000} = 87,19 \text{ kN}$$

• NÁVRH PRŮŘEZU

U 60

• HMOTNOST

G = 5,1 kg/m

• GEOMETRIE

L = 5186 mm

h = 60 mm

b = 30 mm

t_w = 6 mm

t_f = 6 mm

r = 6 mm

• ZATŘÍDĚNÍ PRŮŘEZU

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{235}} = 1$$

- STOJNA

$$\frac{d}{t_w} = \frac{h - 2t_f - 2r}{t_w} = \frac{60 - 2 \cdot 6 - 2 \cdot 6}{6} = 6 \leq 72\varepsilon = 72$$

⇒ TŘÍDA 1

- PÁSNICE

$$\frac{c}{t_w} = \frac{\frac{1}{2}(b - t_w - 2r)}{t_f} = \frac{\frac{1}{2}(30 - 6 - 2 \cdot 6)}{6} = 1 \leq 9\varepsilon = 9$$

⇒ TŘÍDA 1

⇒ CELÝ PRŮŘEZ JE TŘÍDY 1

• PRŮŘEZOVÉ CHARAKTERISTIKY

$$A_a = 646 \text{ mm}^2$$

$$I_y = 3,16 \text{E}^5 \text{ mm}^4$$

$$I_z = 4,51 \text{E}^4 \text{ mm}^4$$

$$i_y = 22,1 \text{ mm}$$

$$i_z = 8,36 \text{ mm}$$

$$W_{pl,y} = 1,34 \text{E}^4 \text{ mm}^3$$

$$W_{pl,z} = 4,21 \text{E}^3 \text{ mm}^3$$

• MATERIÁL

- OCEL S 235

$$f_{yk} = 235 \text{ MPa}$$

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

$$E_a = 210 \text{ GPa}$$

$$G = 81 \text{ GPa}$$

• POSUDEK - TAH

- JE UVAŽOVÁNO, ŽE PŘI NAMÁHÁNÍ TLAKEM ZTUŽIDLO
VYBOČÍ ⇒ POSOUZENO POUZE NA TAH

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} \leq 1,0$$

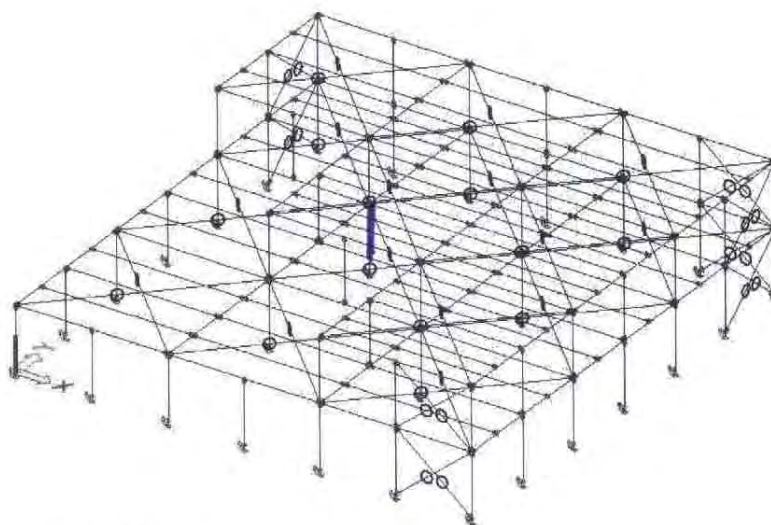
$$N_{pl,Rd} = \frac{A_a \cdot f_{yd}}{\gamma_{M0}} = \frac{646 \cdot 235}{1,0} = 151,81 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} = \frac{87,19}{151,81} = 0,57 \leq 1,0$$

⇒ ZTUŽIDLO PROFILU U 60 NA TAH VYHOVUJE

3.2.4 SLOUP

3.2.4.1 VNITŘNÍ SLOUP



• VNITŘNÍ SÍLY

Lineární výpočet, Extrém : Globální, System : Hlavní

Výběr : B5

Kombinace : KOMBINACE

Prvek	Slav	dx [m]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B5	KOMBINACE/1	0,000	-999,98	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
B5	KOMBINACE/4	3,300	-510,73	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
B5	KOMBINACE/25	0,000	-817,96	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
B5	KOMBINACE/26	0,000	-700,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
B5	KOMBINACE/18	0,000	-881,63	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
B5	KOMBINACE/27	0,000	-752,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
B5	KOMBINACE/28	0,000	-909,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
B5	KOMBINACE/29	0,000	-521,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

- MAXIMÁLNÍ VNITŘNÍ SÍLY

$N_{Ed} = 999,98$ kN

• NÁVRH PRŮŘEZU

HEB 300

• HMOTNOST

$G = 117,0$ kg/m

• GEOMETRIE

$L = 3300$ mm

$h = 300$ mm

$b = 300$ mm

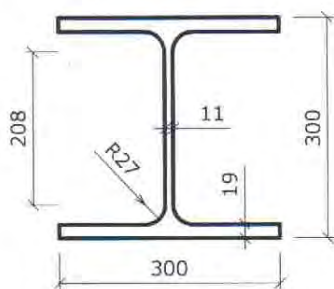
$t_w = 11$ mm

$t_f = 19$ mm

$r = 27$ mm

HEB 300

M1:10



• ZATŘÍDĚNÍ PRŮŘEZU

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{235}} = 1$$

- STOJNA

$$\frac{d}{t_w} = \frac{h - 2t_f - 2r}{t_w} = \frac{300 - 2 \cdot 19,0 - 2 \cdot 27}{11} = 18,9 \leq 72\varepsilon = 72$$

⇒ TŘÍDA 1

- PÁSNICE

$$\frac{c}{t_w} = \frac{\frac{1}{2}(b - t_w - 2r)}{t_f} = \frac{\frac{1}{2}(300 - 11 - 2 \cdot 27)}{19,0} = 6,2 \leq 9\varepsilon = 9$$

⇒ TŘÍDA 1

⇒ CELÝ PRŮŘEZ JE TŘÍDY 1

• PRŮŘEZOVÉ CHARAKTERISTIKY

$$\begin{aligned} A_a &= 14910 \text{ mm}^2 \\ I_y &= 2,52E^8 \text{ mm}^4 \\ I_z &= 8,56E^7 \text{ mm}^4 \\ I_t &= 1,85E^6 \text{ mm}^4 \\ I_w &= 1,69E^{12} \text{ mm}^6 \\ i_y &= 129,9 \text{ mm} \\ i_z &= 75,8 \text{ mm} \\ W_{pl,y} &= 1,87E^6 \text{ mm}^3 \\ W_{pl,z} &= 8,72E^5 \text{ mm}^3 \end{aligned}$$

• MATERIÁL

- OCEL S 235
 $f_{yk} = 235 \text{ MPa}$
 $f_u = 360 \text{ MPa}$
 $E_a = 210 \text{ GPa}$
 $G = 81 \text{ GPa}$

• POSUDEK - VZPĚR

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1,0$$

$$N_{b,Rd} = X \frac{A_a \cdot f_{yd}}{\gamma_{M1}} = \dots$$

- KRITICKÉ DÉLKY

$$L_{cr,y} = 3300 \text{ mm}$$

$$L_{cr,z} = 3300 \text{ mm}$$

$$L_{cr,w} = 3300 \text{ mm}$$

- KRITICKÉ ŠTÍHLOSTI

$$\lambda_y = \frac{L_{cr,y}}{i_y} = \frac{3300}{129,9} = 25,40$$

$$\lambda_z = \frac{L_{cr,z}}{i_z} = \frac{3300}{75,8} = 43,54$$

$$\lambda_w = \sqrt{\frac{I_p}{L_{cr,w}^2 + \frac{I_p}{25}}} = \sqrt{\frac{3,38E^8}{3300^2 + \frac{1,85E^6}{25}}} = 38,40$$

$$I_p = I_y + I_z + A_a \cdot a^2 = 2,52E^8 + 8,56E^7 + 14910 \cdot 0^2 = 3,38E^8$$

$$a = \overline{C_g C_c} = 0$$

- POMĚRNÉ ŠTÍHLOSTI

$$\lambda_1 = 93,9\varepsilon = 93,9 \cdot 1 = 93,9$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{235}} = 1$$

$$\bar{\lambda}_y = \frac{\lambda_y}{\lambda_1} = \frac{25,40}{93,9} = 0,27$$

$$\bar{\lambda}_z = \frac{\lambda_z}{\lambda_1} = \frac{43,54}{93,9} = 0,46$$

$$\bar{\lambda}_w = \frac{\lambda_w}{\lambda_1} = \frac{38,40}{93,9} = 0,41$$

- SOUČINITELÉ IMPERFEKCE**-KRITÉRIUM**

$$\frac{h}{b} = \frac{300}{300} = 1,0 \leq 1,2$$

$$t_f = 19 \leq 100 \text{ mm}$$

⇒ VYBOČENÍ K OSE Y - KŘIVKA b ⇒ $\alpha_1 = 0,34$

VYBOČENÍ K OSE Z - KŘIVKA c ⇒ $\alpha_1 = 0,49$

PROSTOROVÝ VZPĚR - KŘIVKA b ⇒ $\alpha_1 = 0,34$

- SOUČINITELÉ VZPĚRNOSTI

$$X_y = \frac{1}{\varnothing_y + \sqrt{\varnothing_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}} = \frac{1}{0,548 + \sqrt{0,548^2 - 0,27^2}} = 0,976$$

$$\begin{aligned} \varnothing_y &= 0,5 [1 + \alpha_1 (\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2] = \\ &= 0,5 [1 + 0,34(0,27 - 0,2) + 0,27^2] = 0,548 \end{aligned}$$

$$X_z = \frac{1}{\varnothing_z + \sqrt{\varnothing_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}} = \frac{1}{0,670 + \sqrt{0,670^2 - 0,46^2}} = 0,864$$

$$\begin{aligned} \varnothing_z &= 0,5 [1 + \alpha_1 (\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2] = \\ &= 0,5 [1 + 0,49(0,46 - 0,2) + 0,46^2] = 0,670 \end{aligned}$$

$$X_w = \frac{1}{\varnothing_w + \sqrt{\varnothing_w^2 - \bar{\lambda}_w^2}} = \frac{1}{0,620 + \sqrt{0,620^2 - 0,41^2}} = 0,922$$

$$\begin{aligned} \varnothing_w &= 0,5 [1 + \alpha_1 (\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2] = \\ &= 0,5 [1 + 0,34(0,41 - 0,2) + 0,41^2] = 0,620 \end{aligned}$$

$$X = \min \begin{cases} X_y \\ X_z \\ X_w \end{cases} = \min \begin{cases} 0,976 \\ 0,864 \\ 0,922 \end{cases} = 0,864$$

- ÚNOSNOST

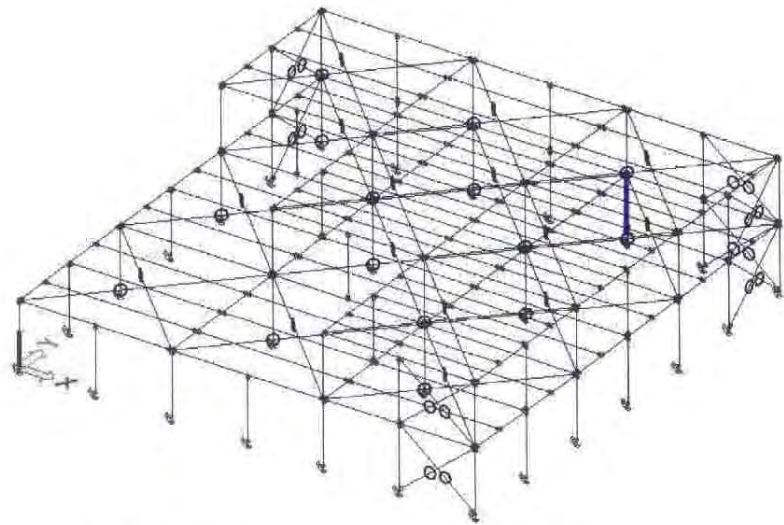
$$N_{b,Rd} = X \frac{A_a \cdot f_{yd}}{\gamma_{M1}} = 0,864 \frac{14910 \cdot 235}{1,0} = 3027,33 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} = \frac{999,98}{3027,33} = 0,33 \leq 1,0$$

⇒ **SLOUP PROFILU HEB 300 NA VZPĚR VYHOVUJE**

⇒ TAKTO PŘEDIMENZOVANÝ PROFIL JE NAVRŽEN KVŮLI PŘIPOJENÍ PRŮVLAKŮ A STROPNIC

3.2.4.2 KRAJNÍ SLOUP A



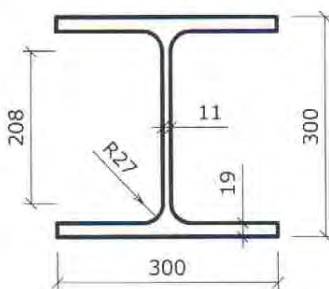
• VNITŘNÍ SÍLY

Lineární výpočet, Extrém : Globální, Systém : Hlavní
Výběr : B10

Kombinace : KOMBINACE

Prvek	Slav	dx [m]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B10	KOMBINACE/30	0,000	-499,70	0,00	1,01	0,00	0,00	0,00
B10	KOMBINACE/4	3,300	-255,32	0,00	3,92	0,00	0,00	0,00
B10	KOMBINACE/31	0,000	-422,52	0,00	1,68	0,00	0,00	0,00
B10	KOMBINACE/13	0,000	-345,11	0,00	2,68	0,00	0,00	0,00
B10	KOMBINACE/5	3,300	-281,07	0,00	-4,47	0,00	0,00	0,00
B10	KOMBINACE/6	0,000	-400,02	0,00	4,47	0,00	0,00	0,00
B10	KOMBINACE/5	0,000	-291,46	0,00	4,47	0,00	0,00	0,00
B10	KOMBINACE/3	1,650	-369,08	0,00	0,00	0,00	-3,23	0,00
B10	KOMBINACE/5	1,650	-286,26	0,00	0,00	0,00	3,69	0,00
B10	KOMBINACE/29	0,000	-285,17	0,00	2,80	0,00	0,00	0,00

HEB 300
M1:10



- MAXIMÁLNÍ VNITŘNÍ SÍLY

$$N_{Ed} = 499,70 \text{ kN}$$

$$V_{Ed,z} = 4,47 \text{ kN}$$

$$M_{Ed,y} = 3,69 \text{ kNm}$$

• NÁVRH PRŮŘEZU

HEB 300

• HMOTNOST

G = 117,0 kg/m

• GEOMETRIE

L = 3300 mm

h = 300 mm

b = 300 mm

t_w = 11 mm

t_f = 19 mm

r = 27 mm

• ZATŘÍDĚNÍ PRŮŘEZU

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{235}} = 1$$

- STOJNA

$$\frac{d}{t_w} = \frac{h - 2t_f - 2r}{t_w} = \frac{300 - 2 \cdot 19,0 - 2 \cdot 27}{11} = 18,9 \leq 72\varepsilon = 72$$

⇒ TŘÍDA 1

- PÁSNICE

$$\frac{c}{t_w} = \frac{\frac{1}{2}(b - t_w - 2r)}{t_f} = \frac{\frac{1}{2}(300 - 11 - 2 \cdot 27)}{19,0} = 6,2 \leq 9\varepsilon = 9$$

⇒ TŘÍDA 1

⇒ CELÝ PRŮŘEZ JE TŘÍDY 1

• PRŮŘEZOVÉ CHARAKTERISTIKY

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

$$I_y = 2,52E^8 \text{ mm}^4$$

$$I_z = 8,56E^7 \text{ mm}^4$$

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

$$I_w = 1,69E^{12} \text{ mm}^6$$

$$i_y = 129,9 \text{ mm}$$

$$i_z = 75,8 \text{ mm}$$

$$W_{pl,y} = 1,87E^6 \text{ mm}^3$$

$$W_{pl,z} = 8,72E^5 \text{ mm}^3$$

• MATERIÁL

- OCEL S 235

$$f_{yk} = 235 \text{ MPa}$$

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

$$E_a = 210 \text{ GPa}$$

$$G = 81 \text{ GPa}$$

• POSUDEK - VZPĚŘ

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1,0$$

$$N_{b,Rd} = X \frac{A_a \cdot f_{yd}}{\gamma_{M1}} = \dots$$

- KRITICKÉ DÉLKY

$$L_{cr,y} = 3300 \text{ mm}$$

$$L_{cr,z} = 3300 \text{ mm}$$

$$L_{cr,w} = 3300 \text{ mm}$$

- KRITICKÉ ŠTÍHLOSTI

$$\lambda_y = \frac{L_{cr,y}}{i_y} = \frac{3300}{129,9} = 25,40$$

$$\lambda_z = \frac{L_{cr,z}}{i_z} = \frac{3300}{75,8} = 43,54$$

$$\lambda_w = \sqrt{\frac{I_p}{L_{cr,w}^2 + \frac{I_p}{25}}} = \sqrt{\frac{3,38E^8}{3300^2 + \frac{1,85E^6}{25}}} = 38,40$$

$$I_p = I_y + I_z + A_a \cdot a^2 = 2,52E^8 + 8,56E^7 + 14910 \cdot 0^2 = 3,38E^8$$

$$a = \bar{c}_g \bar{c}_c = 0$$

- POMĚRNÉ ŠTÍHLOSTI

$$\lambda_1 = 93,9\varepsilon = 93,9 \cdot 1 = 93,9$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{235}} = 1$$

$$\bar{\lambda}_y = \frac{\lambda_y}{\lambda_1} = \frac{25,40}{93,9} = 0,27$$

$$\bar{\lambda}_z = \frac{\lambda_z}{\lambda_1} = \frac{43,54}{93,9} = 0,46$$

$$\bar{\lambda}_w = \frac{\lambda_w}{\lambda_1} = \frac{38,40}{93,9} = 0,41$$

- SOUČINITELÉ IMPERFEKCE

-KRITÉRIUM

$$\frac{h}{b} = \frac{300}{300} = 1,0 \leq 1,2$$

$$t_f = 19 \leq 100 \text{ mm}$$

⇒ VYBOČENÍ K OSE Y - KŘIVKA b ⇒ $\alpha_1 = 0,34$

VYBOČENÍ K OSE Z - KŘIVKA c ⇒ $\alpha_1 = 0,49$

PROSTOROVÝ VZPĚR - KŘIVKA b ⇒ $\alpha_1 = 0,34$

- SOUČINITELÉ VZPĚRNOSTI

$$X_y = \frac{1}{\varnothing_y + \sqrt{\varnothing_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}} = \frac{1}{0,548 + \sqrt{0,548^2 - 0,27^2}} = 0,976$$

$$\begin{aligned} \varnothing_y &= 0,5 [1 + \alpha_1(\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2] = \\ &= 0,5 [1 + 0,34(0,27 - 0,2) + 0,27^2] = 0,548 \end{aligned}$$

$$X_z = \frac{1}{\varnothing_z + \sqrt{\varnothing_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}} = \frac{1}{0,670 + \sqrt{0,670^2 - 0,46^2}} = 0,864$$

$$\begin{aligned} \varnothing_z &= 0,5 [1 + \alpha_1(\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2] = \\ &= 0,5 [1 + 0,49(0,46 - 0,2) + 0,46^2] = 0,670 \end{aligned}$$

$$X_w = \frac{1}{\varnothing_w + \sqrt{\varnothing_w^2 - \bar{\lambda}_w^2}} = \frac{1}{0,620 + \sqrt{0,620^2 - 0,41^2}} = 0,922$$

$$\begin{aligned} \varnothing_w &= 0,5 [1 + \alpha_1(\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2] = \\ &= 0,5 [1 + 0,34(0,41 - 0,2) + 0,41^2] = 0,620 \end{aligned}$$

$$X = \min \begin{cases} X_y \\ X_z \\ X_w \end{cases} = \min \begin{cases} 0,976 \\ 0,864 \\ 0,922 \end{cases} = 0,864$$

- ÚNOSNOST

$$N_{b,Rd} = X \frac{A_a \cdot f_{yd}}{\gamma_{M1}} = 0,864 \frac{14910 \cdot 235}{1,0} = 3027,33 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} = \frac{499,70}{3027,33} = 0,16 \leq 1,0$$

⇒ SLOUP PROFILU HEB 300 NA VZPĚR VYHOVUJE

⇒ TAKTO PŘEDIMENZOVANÝ PROFIL JE NAVRŽEN KVŮLI PŘIPOJENÍ PRŮVLAKŮ A STROPNIC

• POSUDEK - OHYB

$$\frac{M_{Ed,y}}{M_{pl,Rd}} \leq 1,0$$

$$M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_{yd}}{\gamma_{M0}} = \frac{1,87E^6 \cdot 235}{1,0} = 439,45 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{Ed,y}}{M_{pl,Rd}} = \frac{3,69}{439,45} = 0,01 \leq 1,0$$

⇒ SLOUP PROFILU HEB 300 NA OHYB VYHOVUJE

• POSUDEK - SMYK

$$\frac{V_{Ed,z}}{V_{pl,Rd}} \leq 1,0$$

$$V_{pl,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} = \dots$$

$$A_v = A_a - 2bt_f + (t_w + 2r)t_f =$$

$$= 14910 - 2 \cdot 300 \cdot 19 + (11 + 2 \cdot 27) \cdot 19 = 4745 \text{ mm}^2$$

$$V_{pl,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} = 4745 \cdot \frac{235}{\sqrt{3}} = 643,79 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed,z}}{V_{pl,Rd}} = \frac{4,47}{643,79} = 0,01 \leq 1,0$$

⇒ SLOUP PROFILU HEB 300 NA SMYK VYHOVUJE

• POSUDEK - OHYB + SMYK + OSOVÁ SÍLA

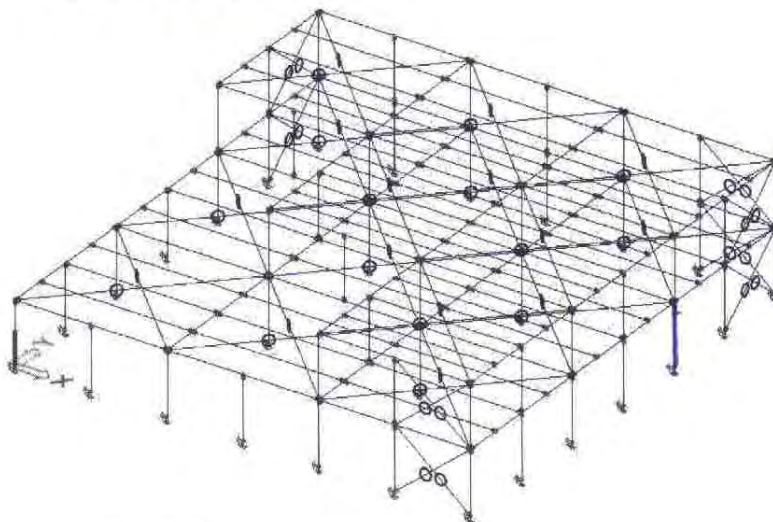
$$\frac{1}{2} \cdot V_{pl,Rd} = \frac{1}{2} \cdot 643,79 = 321,90 \text{ kN} \geq V_{Ed} = 4,47 \text{ kN}$$

⇒ VLIV SMYKU NA OHYB ZANEDBÁN

$$\frac{1}{2} \cdot N_{b,Rd} = \frac{1}{2} \cdot 3027,33 = 1513,67 \text{ kN} \geq N_{Ed} = 499,70 \text{ kN}$$

⇒ VLIV OSOVÉ SÍLY NA OHYB ZANEDBÁN

3.2.4.3 KRAJNÍ SLOUP B



• VNITŘNÍ SÍLY

Lineární výpočet, Extrém : Globální, Systém : Hlavní
Výběr : B11
Kombinace : KOMBINACE

Prvek	Slav	dx [m]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B11	KOMBINACE/32	0,000	-523,17	2,68	0,00	0,00	0,00	0,00
B11	KOMBINACE/5	3,300	-269,29	3,92	0,00	0,00	0,00	0,00
B11	KOMBINACE/4	3,300	-303,74	-4,47	0,00	0,00	0,00	0,00
B11	KOMBINACE/3	0,000	-422,60	4,47	0,00	0,00	0,00	0,00
B11	KOMBINACE/18	0,000	-443,83	2,80	0,00	0,00	0,00	0,00
B11	KOMBINACE/33	0,000	-419,48	-3,92	0,00	0,00	0,00	0,00
B11	KOMBINACE/34	0,000	-314,18	4,47	0,00	0,00	0,00	0,00
B11	KOMBINACE/6	1,650	-382,96	0,00	0,00	0,00	0,00	-3,23
B11	KOMBINACE/4	1,650	-308,93	0,00	0,00	0,00	0,00	3,69

- MAXIMÁLNÍ VNITŘNÍ SÍLY

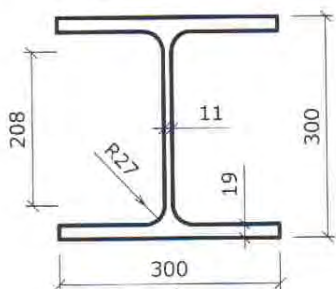
$N_{Ed} = 523,17 \text{ kN}$
 $V_{Ed,y} = 4,47 \text{ kN}$
 $M_{Ed,z} = 3,69 \text{ kNm}$

• NÁVRH PRŮŘEZU HEB 300

• HMOTNOST
 $G = 117,0 \text{ kg/m}$

• GEOMETRIE
 $L = 3300 \text{ mm}$
 $h = 300 \text{ mm}$
 $b = 300 \text{ mm}$
 $t_w = 11 \text{ mm}$
 $t_f = 19 \text{ mm}$
 $r = 27 \text{ mm}$

HEB 300
M1:10



• ZATŘÍDĚNÍ PRŮŘEZU

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{235}} = 1$$

- STOJNA

$$\frac{d}{t_w} = \frac{h - 2t_f - 2r}{t_w} = \frac{300 - 2 \cdot 19,0 - 2 \cdot 27}{11} = 18,9 \leq 72\varepsilon = 72$$

⇒ TŘÍDA 1

- PÁSNICE

$$\frac{c}{t_w} = \frac{\frac{1}{2}(b - t_w - 2r)}{t_f} = \frac{\frac{1}{2}(300 - 11 - 2 \cdot 27)}{19,0} = 6,2 \leq 9\varepsilon = 9$$

⇒ TŘÍDA 1

⇒ CELÝ PRŮŘEZ JE TŘÍDY 1

• PRŮŘEZOVÉ CHARAKTERISTIKY

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

$$I_y = 2,52E^8 \text{ mm}^4$$

$$I_z = 8,56E^7 \text{ mm}^4$$

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

$$I_w = 1,69E^{12} \text{ mm}^6$$

$$i_y = 129,9 \text{ mm}$$

$$i_z = 75,8 \text{ mm}$$

$$W_{pl,y} = 1,87E^6 \text{ mm}^3$$

$$W_{pl,z} = 8,72E^5 \text{ mm}^3$$

• MATERIÁL

- OCEL S 235

$$f_{yk} = 235 \text{ MPa}$$

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

$$E_a = 210 \text{ GPa}$$

$$G = 81 \text{ GPa}$$

• POSUDEK - VZPĚR

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1,0$$

$$N_{b,Rd} = X \frac{A_a \cdot f_{yd}}{\gamma_{M1}} = \dots$$

- KRITICKÉ DÉLKY

$$L_{cr,y} = 3300 \text{ mm}$$

$$L_{cr,z} = 3300 \text{ mm}$$

$$L_{cr,w} = 3300 \text{ mm}$$

- KRITICKÉ ŠTÍHLOSTI

$$\lambda_y = \frac{L_{cr,y}}{i_y} = \frac{3300}{129,9} = 25,40$$

$$\lambda_z = \frac{L_{cr,z}}{i_z} = \frac{3300}{75,8} = 43,54$$

$$\lambda_w = \sqrt{\frac{I_p}{\frac{I_w}{L_{cr,w}^2} + \frac{I_p}{25}}} = \sqrt{\frac{3,38E^8}{\frac{1,69E^{12}}{3300^2} + \frac{1,85E^6}{25}}} = 38,40$$

$$I_p = I_y + I_z + A_a \cdot a^2 = 2,52E^8 + 8,56E^7 + 14910 \cdot 0^2 = 3,38E^8$$

$$a = \overline{C_g C_c} = 0$$

- POMĚRNÉ ŠTÍHLosti

$$\lambda_1 = 93,9\varepsilon = 93,9 \cdot 1 = 93,9$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{235}} = 1$$

$$\bar{\lambda}_y = \frac{\lambda_y}{\lambda_1} = \frac{25,40}{93,9} = 0,27$$

$$\bar{\lambda}_z = \frac{\lambda_z}{\lambda_1} = \frac{43,54}{93,9} = 0,46$$

$$\bar{\lambda}_w = \frac{\lambda_w}{\lambda_1} = \frac{38,40}{93,9} = 0,41$$

- SOUČINITELE IMPERFEKCE

-KRITÉRIUM

$$\frac{h}{b} = \frac{300}{300} = 1,0 \leq 1,2$$

$$t_f = 19 \leq 100 \text{ mm}$$

⇒ VYBOČENÍ K OSE Y - KŘIVKA b ⇒ $\alpha_1 = 0,34$

VYBOČENÍ K OSE Z - KŘIVKA c ⇒ $\alpha_1 = 0,49$

PROSTOROVÝ VZPĚR - KŘIVKA b ⇒ $\alpha_1 = 0,34$

- SOUČINITELE VZPĚRNOSTI

$$X_y = \frac{1}{\varnothing_y + \sqrt{\varnothing_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}} = \frac{1}{0,548 + \sqrt{0,548^2 - 0,27^2}} = 0,976$$

$$\varnothing_y = 0,5 [1 + \alpha_1(\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2] =$$

$$= 0,5 [1 + 0,34(0,27 - 0,2) + 0,27^2] = 0,548$$

$$X_z = \frac{1}{\varnothing_z + \sqrt{\varnothing_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}} = \frac{1}{0,670 + \sqrt{0,670^2 - 0,46^2}} = 0,864$$

$$\varnothing_z = 0,5 [1 + \alpha_1(\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2] =$$

$$= 0,5 [1 + 0,49(0,46 - 0,2) + 0,46^2] = 0,670$$

$$X_w = \frac{1}{\varnothing_w + \sqrt{\varnothing_w^2 - \bar{\lambda}_w^2}} = \frac{1}{0,620 + \sqrt{0,620^2 - 0,41^2}} = 0,922$$

$$\varnothing_w = 0,5 [1 + \alpha_1(\bar{\lambda}_w - 0,2) + \bar{\lambda}_w^2] =$$

$$= 0,5 [1 + 0,34(0,41 - 0,2) + 0,41^2] = 0,620$$

$$X = \min \begin{cases} X_y \\ X_z \\ X_w \end{cases} = \min \begin{cases} 0,976 \\ 0,864 \\ 0,922 \end{cases} = 0,864$$

- ÚNOSNOST

$$N_{b,Rd} = X \frac{A_a \cdot f_{yd}}{\gamma_{M1}} = 0,864 \frac{14910 \cdot 235}{1,0} = 3027,33 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} = \frac{523,17}{3027,33} = 0,17 \leq 1,0$$

⇒ SLOUP PROFILU HEB 300 NA VZPĚR VYHOVUJE

⇒ TAKTO PŘEDIMENZOVANÝ PROFIL JE NAVRŽEN KVŮLI PŘIPOJENÍ PRŮVLAKŮ A STROPNIC

• POSUDEK - OHYB

$$\frac{M_{Ed,z}}{M_{pl,Rd}} \leq 1,0$$

$$M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_{yd}}{\gamma_{M0}} = \frac{1,87E^6 \cdot 235}{1,0} = 439,45 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{Ed,z}}{M_{pl,Rd}} = \frac{3,69}{439,45} = 0,01 \leq 1,0$$

⇒ SLOUP PROFILU HEB 300 NA OHYB VYHOVUJE

• POSUDEK - SMYK

$$\frac{V_{Ed,y}}{V_{pl,Rd}} \leq 1,0$$

$$V_{pl,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} = \dots$$

$$A_v = A_a - 2bt_f + (t_w + 2r)t_f =$$

$$= 14910 - 2 \cdot 300 \cdot 19 + (11 + 2 \cdot 27) \cdot 19 = 4745 \text{ mm}^2$$

$$V_{pl,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} = 4745 \cdot \frac{235}{\sqrt{3}} = 643,79 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed,y}}{V_{pl,Rd}} = \frac{4,47}{643,79} = 0,01 \leq 1,0$$

⇒ SLOUP PROFILU HEB 300 NA SMYK VYHOVUJE

• POSUDEK - OHYB + SMYK + OSOVÁ SÍLA

$$\frac{1}{2} \cdot V_{pl,Rd} = \frac{1}{2} \cdot 643,79 = 321,90 \text{ kN} \geq V_{Ed} = 4,47 \text{ kN}$$

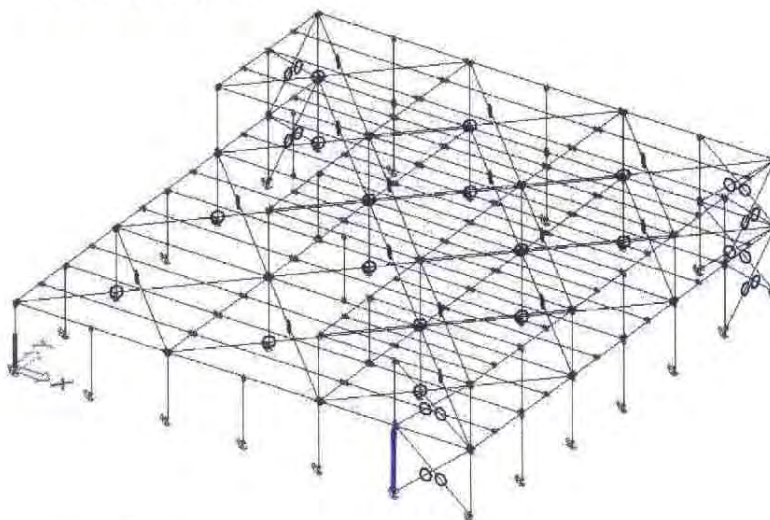
⇒ VLIV SMYKU NA OHYB ZANEDBÁN

$$\frac{1}{2} \cdot N_{b,Rd} = \frac{1}{2} \cdot 3027,33 = 1513,67 \text{ kN} \geq N_{Ed} = 523,17 \text{ kN}$$

⇒ VLIV OSOVÉ SÍLY NA OHYB ZANEDBÁN

- VZHLEDEM K VELKÉ REZERVĚ V TLAKOVÉ ÚNOSNOSTI,
NENÍ NUTNO SLOUPY POSUZOVAT NA PŘÍTÍŽENÍ
OSOVOU SILOU OD VĚTRU

3.2.5 SLOUPEK



• VNITŘNÍ SÍLY

Lineární výpočet, Extrém : Lokální, Systém : Hlavní
Výběr : B213
Kombinace : KOMBINACE

Prvek	Stav	dx [m]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B213	KOMBINACE/35	0,000	-9,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
B213	KOMBINACE/5	0,000	-7,14	0,00	-4,83	0,00	0,00	0,00
B213	KOMBINACE/36	0,000	-7,14	0,00	3,92	0,00	0,00	0,00
B213	KOMBINACE/7	0,000	-8,20	0,00	-4,83	0,00	0,00	0,00
B213	KOMBINACE/29	0,000	-7,14	0,00	-2,48	0,00	0,00	0,00
B213	KOMBINACE/6	1,650	-3,57	0,00	0,00	0,00	-3,99	0,00
B213	KOMBINACE/8	1,650	-3,57	0,00	0,00	0,00	3,23	0,00
B213	KOMBINACE/6	1,650	-3,57	0,00	0,00	0,00	-3,99	0,00
B213	KOMBINACE/8	3,300	0,00	0,00	-3,92	0,00	0,00	0,00
B213	KOMBINACE/6	3,300	0,00	0,00	4,83	0,00	0,00	0,00
B213	KOMBINACE/7	3,300	0,00	0,00	4,83	0,00	0,00	0,00

- MAXIMÁLNÍ VNITŘNÍ SÍLY

$$N_{Ed} = 9,64 \text{ kN}$$

$$V_{Ed,z} = 4,83 \text{ kN}$$

$$M_{Ed,y} = 3,99 \text{ kNm}$$

• ZATÍŽENÍ VĚTREM - MAX $\theta = 180^\circ$ (270°)

$$w = (w_{eD} + w_{eE}) \cdot b = (0,396 + 0,170) \cdot 24 = 13,58 \text{ kN/m'}$$

$$w_d = \gamma_Q \cdot w = 1,5 \cdot 13,58 = 20,37 \text{ kN/m'}$$

$$w_{d,1} = \frac{w_d}{n} = \frac{20,37}{2} = 10,19 \text{ kN/m'}$$

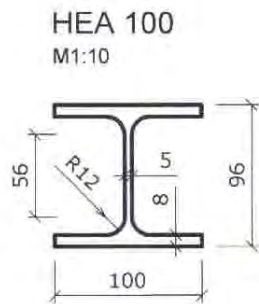
$$M_{max} = \frac{1}{2} \cdot w_{d,1} \cdot h^2 = \frac{1}{2} \cdot 10,19 \cdot 6,6^2 = 221,94 \text{ kNm}$$

$$V_{max} = w_{d,1} \cdot h = 10,19 \cdot 6,6 = 67,25 \text{ kN}$$

- PŘÍTÍŽENÍ OD VĚTRU NA SLOUP

$$N_c = \frac{M_{max}}{b} = \frac{221,94}{4000} = 55,49 \text{ kN}$$

$$\Rightarrow N_{Ed,max} = N_e + N_c = 9,64 + 55,49 = 65,13 \text{ kN}$$



• NÁVRH PRŮŘEZU

HEA 100

• HMOTNOST

$G = 16,7 \text{ kg/m}$

• GEOMETRIE

$L = 3300 \text{ mm}$

$h = 96 \text{ mm}$

$b = 100 \text{ mm}$

$t_w = 5,0 \text{ mm}$

$t_f = 8,0 \text{ mm}$

$r = 12 \text{ mm}$

• ZATŘÍDĚNÍ PRŮŘEZU

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{235}} = 1$$

- STOJNA

$$\frac{d}{t_w} = \frac{h - 2t_f - 2r}{t_w} = \frac{96 - 2 \cdot 8,0 - 2 \cdot 12}{5,0} = 11,2 \leq 72\varepsilon = 72$$

⇒ TŘÍDA 1

- PÁSNIČE

$$\frac{c}{t_w} = \frac{\frac{1}{2}(b - t_w - 2r)}{t_f} = \frac{\frac{1}{2}(100 - 5,0 - 2 \cdot 12)}{8,0} = 4,4 \leq 9\varepsilon = 9$$

⇒ TŘÍDA 1

⇒ CELÝ PRŮŘEZ JE TŘÍDY 1

• PRŮŘEZOVÉ CHARAKTERISTIKY

$A_a = 2120 \text{ mm}^2$

$I_y = 3,49\text{E}^6 \text{ mm}^4$

$I_z = 1,34\text{E}^6 \text{ mm}^4$

$I_t = 5,24\text{E}^4 \text{ mm}^4$

$I_w = 2,58\text{E}^9 \text{ mm}^6$

$i_y = 40,5 \text{ mm}$

$i_z = 25,1 \text{ mm}$

$W_{pl,y} = 8,30\text{E}^4 \text{ mm}^3$

$W_{pl,z} = 4,11\text{E}^4 \text{ mm}^3$

• MATERIÁL

- OCEL S 235

$f_{yk} = 235 \text{ MPa}$

$f_u = 360 \text{ MPa}$

$E_a = 210 \text{ GPa}$

$G = 81 \text{ GPa}$

• POSUDEK - VZPĚR

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1,0$$

$$N_{b,Rd} = X \frac{A_a \cdot f_{yd}}{\gamma_{M1}} = \dots$$

- KRITICKÉ DÉLKY

$$L_{cr,y} = 3300 \text{ mm}$$

$$L_{cr,z} = 3300 \text{ mm}$$

$$L_{cr,w} = 3300 \text{ mm}$$

- KRITICKÉ ŠTÍHLOSTI

$$\lambda_y = \frac{L_{cr,y}}{i_y} = \frac{3300}{40,5} = 81,48$$

$$\lambda_z = \frac{L_{cr,z}}{i_z} = \frac{3300}{25,1} = 131,47$$

$$\lambda_w = \sqrt{\frac{I_p}{\frac{I_w}{L_{cr,w}^2} + \frac{I_p}{25}}} = \sqrt{\frac{4,83E^6}{\frac{2,58E^9}{3300^2} + \frac{5,24E^4}{25}}} = 45,50$$

$$I_p = I_y + I_z + A_a \cdot a^2 = 3,49E^6 + 1,34E^6 + 2120 \cdot 0^2 = 3,38E^8$$

$$a = \overline{C_g C_c} = 0$$

- POMĚRNÉ ŠTÍHLOSTI

$$\lambda_1 = 93,9\varepsilon = 93,9 \cdot 1 = 93,9$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{235}} = 1$$

$$\bar{\lambda}_y = \frac{\lambda_y}{\lambda_1} = \frac{81,48}{93,9} = 0,87$$

$$\bar{\lambda}_z = \frac{\lambda_z}{\lambda_1} = \frac{131,47}{93,9} = 1,40$$

$$\bar{\lambda}_w = \frac{\lambda_w}{\lambda_1} = \frac{45,50}{93,9} = 0,48$$

- SOUČINITELÉ IMPERFEKCE

- KRITÉRIUM

$$\frac{h}{b} = \frac{96}{100} = 0,96 \leq 1,2$$

$$t_f = 8 \leq 100 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow \text{VYBOČENÍ K OSE Y - KŘIVKA b} \Rightarrow \alpha_1 = 0,34$$

$$\text{VYBOČENÍ K OSE Z - KŘIVKA c} \Rightarrow \alpha_1 = 0,49$$

$$\text{PROSTOROVÝ VZPĚR - KŘIVKA b} \Rightarrow \alpha_1 = 0,34$$

- SOUČINITELÉ VZPĚRNOSTI

$$X_y = \frac{1}{\varnothing_y + \sqrt{\varnothing_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}} = \frac{1}{0,992 + \sqrt{0,992^2 - 0,87^2}} = 0,681$$

$$\begin{aligned} \varnothing_y &= 0,5 [1 + \alpha_1 (\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2] = \\ &= 0,5 [1 + 0,34(0,87 - 0,2) + 0,87^2] = 0,992 \end{aligned}$$

$$X_z = \frac{1}{\varnothing_z + \sqrt{\varnothing_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}} = \frac{1}{1,774 + \sqrt{1,774^2 - 1,40^2}} = 0,349$$

$$\begin{aligned} \varnothing_z &= 0,5 [1 + \alpha_1 (\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2] = \\ &= 0,5 [1 + 0,49(1,40 - 0,2) + 1,40^2] = 1,774 \end{aligned}$$

$$X_w = \frac{1}{\varrho_w + \sqrt{\varrho_w^2 - \bar{\lambda}_w^2}} = \frac{1}{0,662 + \sqrt{0,662^2 - 0,48^2}} = 0,895$$

$$\varrho_w = 0,5 \left[1 + \alpha_1 (\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2 \right] =$$

$$= 0,5 [1 + 0,34(0,48 - 0,2) + 0,48^2] = 0,662$$

$$X = \min \begin{cases} X_y \\ X_z \\ X_w \end{cases} = \min \begin{cases} 0,681 \\ 0,349 \\ 0,895 \end{cases} = 0,349$$

- ÚNOSNOST

$$N_{b,Rd} = X \frac{A_a \cdot f_{yd}}{\gamma_{M1}} = 0,349 \frac{2120 \cdot 235}{1,0} = 173,87 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} = \frac{65,13}{173,87} = 0,37 \leq 1,0$$

⇒ SLOUPEK PROFILU HEA 100 NA VZPĚR VYHOVUJE

• POSUDEK - OHYB

$$\frac{M_{Ed,y}}{M_{pl,Rd}} \leq 1,0$$

$$M_{pl,Rd} = \frac{W_{ply} \cdot f_{yd}}{\gamma_{M0}} = \frac{8,30E^4 \cdot 235}{1,0} = 19,51 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{Ed,z}}{M_{pl,Rd}} = \frac{3,99}{19,51} = 0,20 \leq 1,0$$

⇒ SLOUPEK PROFILU HEA 100 NA OHYB VYHOVUJE

• POSUDEK - SMYK

$$\frac{V_{Ed,y}}{V_{pl,Rd}} \leq 1,0$$

$$V_{pl,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} = \dots$$

$$A_v = A_a - 2bt_f + (t_w + 2r)t_f =$$

$$= 2120 - 2 \cdot 100 \cdot 8 + (5 + 2 \cdot 12) \cdot 8 = 752 \text{ mm}^2$$

$$V_{pl,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} = 752 \cdot \frac{235}{\sqrt{3}} = 102,03 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed,z}}{V_{pl,Rd}} = \frac{4,83}{102,03} = 0,05 \leq 1,0$$

⇒ SLOUPEK PROFILU HEA 100 NA SMYK VYHOVUJE

• POSUDEK - OHYB + SMYK + OSOVÁ SÍLA

$$\frac{1}{2} \cdot V_{pl,Rd} = \frac{1}{2} \cdot 102,03 = 51,02 \text{ kN} \geq V_{Ed} = 4,47 \text{ kN}$$

⇒ VLIV SMYKU NA OHYB ZANEDBÁN

$$\frac{1}{2} \cdot N_{b,Rd} = \frac{1}{2} \cdot 173,87 = 86,94 \text{ kN} \geq N_{Ed} = 65,13 \text{ kN}$$

⇒ VLIV OSOVÉ SÍLY NA OHYB ZANEDBÁN

4 MEZNÍ STAV POUŽITELNOSTI

4.1 SVISLÝ PRŮHYB STROPNICE

4.1.1 PROVOZNÍ STAV

• ZATÍŽENÍ

- PROMĚNNÉ

$$q' = q_{2k} + s + w_e = 10 + 4,13 + 0,23 = 14,36 \text{ kN/m'}$$

$$q_{2k} = 10 \text{ kN/m' ... UŽITNÉ (TERASA)}$$

$$s = 4,13 \text{ kN/m' ... SNÍH}$$

$$w_e = 0,23 \text{ kN/m' ... VÍTR}$$

- CELKOVÉ ZATÍŽENÍ

$$q = q' + g_{0k} + g_{2k} = 14,36 + 0,42 + 10,36 = 25,14 \text{ kN/m'}$$

$$q' = 14,36 \text{ kN/m' ... PROMĚNNÉ}$$

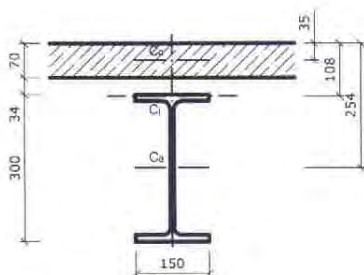
$$g_{0k} = 0,42 \text{ kN/m' ... VLASTNÍ TÍHA}$$

$$g_{2k} = 10,36 \text{ kN/m' ... OSTATNÍ STÁLÉ}$$

• PROFIL

IPE 300

- STROPNICE BUDE SPŘAŽENA S TRAPÉZOVÝM PLECHEM TR35/207 tl. 0,75 mm A ŽEBROVOU BETONOVOU DESKOU tl. 70 mm



• HMOTNOST

$$G = 42,2 \text{ kg/m}$$

• GEOMETRIE

$$L = 8000 \text{ mm}$$

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

$$b = 150 \text{ mm}$$

$$t_w = 7,1 \text{ mm}$$

$$t_f = 10,7 \text{ mm}$$

$$r = 15 \text{ mm}$$

• PRŮŘEZOVÉ CHARAKTERISTIKY

$$A_a = 5380 \text{ mm}^2$$

$$I_y = 8,36E^7 \text{ mm}^4$$

$$I_z = 6,04E^6 \text{ mm}^4$$

$$i_y = 124,6 \text{ mm}$$

$$i_z = 33,5 \text{ mm}$$

$$W_{pl,y} = 6,28E^5 \text{ mm}^3$$

$$W_{pl,z} = 1,25E^5 \text{ mm}^3$$

• MATERIÁL

- OCEL S 235

$$f_{yk} = 235 \text{ MPa}$$

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

$$E_a = 210 \text{ GPa}$$

$$G = 81 \text{ GPa}$$

- BETON C30/37

$$f_{ck} = 30 \text{ MPa}$$

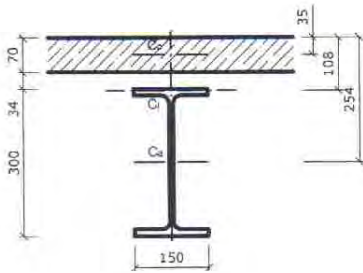
$$f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$$

$$f_{ck,cube} = 37 \text{ MPa}$$

$$f_{ctk;0,05} = 2,0 \text{ MPa}$$

$$f_{cm} = 38 \text{ MPa}$$

$$E_{cm} = 32 \text{ GPa}$$



• **SPŘAŽENÍ - ROZMĚRY**

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

$$h_p = 34 \text{ mm}$$

$$h_f = 70 \text{ mm}$$

$$c_a = 254 \text{ mm}$$

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

$$c_i = \frac{A_a \cdot c_a + \frac{A_c}{n} \cdot c_c}{A_i} = \frac{5380 \cdot 254 + \frac{1,40E^5}{13,13} \cdot 35}{19113} = 108 \text{ mm}$$

$$n = \frac{E_a}{E_c} = \frac{210E^3}{16E^3} = 13,13$$

$$E_c = E_{c,eff} = \frac{E_{cm}}{2} = \frac{32E^3}{2} = 16 \text{ GPa}$$

$$A_i = A_a + \frac{A_c}{n} = 5380 + \frac{1,40E^5}{13,13} = 19 \ 113 \text{ mm}^2$$

$$A_c = b_{eff} \cdot h_f = 2000 \cdot 70 = 1,40E^5 \text{ mm}^2$$

• **PRŮHYB OD PROMĚNNÉHO ZATÍŽENÍ**

$$w_2 \leq \frac{L}{250}$$

$$w_2 = \frac{5}{384} \frac{q' \cdot l^4}{E_a \cdot I_i} = \dots$$

$$I_i = I_a + A_a \cdot z_a^2 + \frac{1}{n} (I_c + A_c \cdot z_c^2) =$$

$$= 8,36E^7 + 5380 \cdot 146^2 + \frac{1}{13,13} (5,62E^7 + 1,40E^5 \cdot 73^2) =$$

$$= 2,60E^8 \text{ mm}^4$$

$$z_a = c_a - c_i = 254 - 108 = 146 \text{ mm}$$

$$I_c = \frac{1}{12} b_{eff} \cdot h_f^3 = \frac{1}{12} \cdot 2000 \cdot 70^3 = 5,62E^7 \text{ mm}^4$$

$$A_c = b_{eff} \cdot h_f = 2000 \cdot 70 = 1,40E^5 \text{ mm}^2$$

$$z_c = c_i - c_c = 108 - 35 = 73 \text{ mm}$$

$$w_2 = \frac{5}{384} \frac{q \cdot l^4}{E_a \cdot I_i} = \frac{5}{384} \frac{14,36 \cdot 8000^4}{210E^3 \cdot 2,60E^8} = 14 \text{ mm}$$

$$w_2 = 14 \text{ mm} \leq \frac{L}{250} = \frac{8000}{250} = 32 \text{ mm}$$

⇒ VYHOVUJE

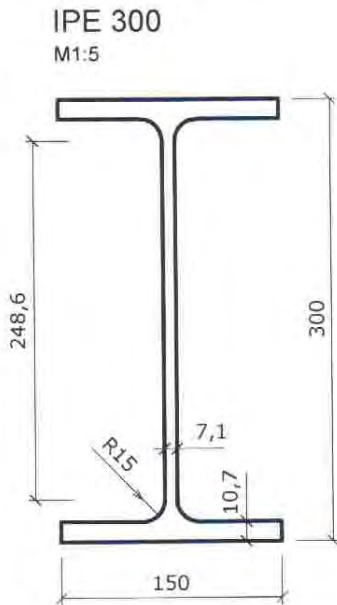
• **PRŮHYB OD CELKOVÉHO ZATÍŽENÍ**

$$w_{max} \leq 28 \text{ mm}$$

$$w_{max} = \frac{5}{384} \frac{q \cdot l^4}{E_a \cdot I_i} = \frac{5}{384} \frac{25,14 \cdot 8000^4}{210E^3 \cdot 2,60E^8} = 25 \text{ mm}$$

$$w_{max} = 25 \text{ mm} \leq 28 \text{ mm}$$

⇒ VYHOVUJE



4.1.2 MONTÁŽNÍ STAV

- ZATÍŽENÍ

- PROMĚNNÉ

$$q_{ca} = q_{cb} = 1,50 \text{ kN/m'}$$

- CELKOVÉ ZATÍŽENÍ

$$q = q_{cb} + g_{ok} = 1,50 + 6,15 = 7,65 \text{ kN/m'}$$

- PRŮHYB OD PROMĚNNÉHO ZATÍŽENÍ

$$w_2 \leq \frac{L}{250}$$

$$w_2 = \frac{5}{384} \frac{q_{ca} \cdot l^4}{E_a \cdot I_y} = \frac{5}{384} \frac{1,5 \cdot 8000^4}{210E^3 \cdot 8,36E^7} = 4,56 \text{ mm}$$

$$w_2 = 4,56 \text{ mm} \leq \frac{L}{250} = \frac{8000}{250} = 32 \text{ mm}$$

⇒ VYHOVUJE

- PRŮHYB OD CELKOVÉHO ZATÍŽENÍ

$$w_{max} \leq 28 \text{ mm}$$

$$w_{max} = \frac{5}{384} \frac{q \cdot l^4}{E_a \cdot I_y} = \frac{5}{384} \frac{7,65 \cdot 8000^4}{210E^3 \cdot 8,36E^7} = 24 \text{ mm}$$

$$w_{max} = 24 \text{ mm} \leq 28 \text{ mm}$$

⇒ VYHOVUJE

4.2 SVISLÝ PRŮHYB PRŮVLAKU

- CHARAKTERISTICKÉ HODNOTY VNITŘNÍCH SIL

Lineární výpočet, Extrém : Lokální, System : Hlavní

Výběr : B34

Kombinace : KOMBINACE2

Prvek	Stav	d_x [m]	N [kN]	V_y [kN]	V_z [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]
B34	KOMBINACE2/1	0,000	-2,44	0,05	146,33	0,00	0,00	0,00
B34	KOMBINACE2/1	2,000	-2,44	0,05	146,33	0,00	292,66	0,10
B34	KOMBINACE2/1	2,000	-2,44	-0,12	50,77	0,00	292,65	0,10
B34	KOMBINACE2/1	4,000	-2,44	-0,12	50,77	0,00	394,20	-0,14
B34	KOMBINACE2/1	4,000	-2,44	0,14	-47,49	0,00	394,20	-0,14
B34	KOMBINACE2/1	6,000	-2,44	0,14	-47,49	0,00	299,21	0,13
B34	KOMBINACE2/1	6,000	-2,44	-0,07	-149,61	0,00	299,22	0,13
B34	KOMBINACE2/1	8,000	-2,44	-0,07	-149,61	0,00	0,00	0,00

- MAXIMÁLNÍ SILY ZATĚŽUJÍCÍ PRŮVLAK

$$R_{z,1} = 95,56 \text{ kN} \quad d_x = 2,0 \text{ m}$$

$$R_{z,2} = 98,26 \text{ kN} \quad d_x = 4,0 \text{ m}$$

$$R_{z,3} = 102,12 \text{ kN} \quad d_x = 6,0 \text{ m} \Rightarrow \text{PRO ZJEDNODUŠENÍ}$$

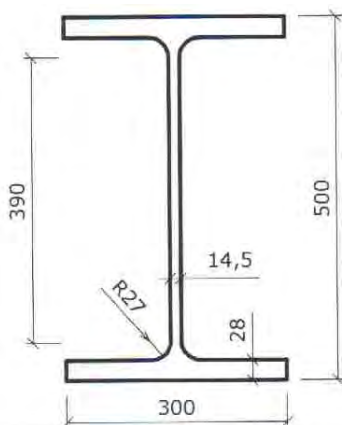
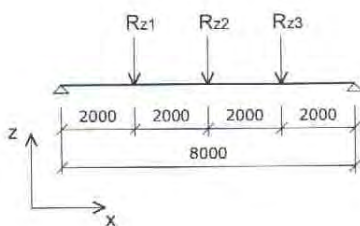
VÝPOČTU PRŮHYBU JE BRÁNA POUZE JEDNA HODNOTA

- PROFIL

HEB 500

- HMOTNOST

$$G = 187,3 \text{ kg/m}$$



• **GEOMETRIE**

L = 8000 mm
h = 500 mm
b = 300 mm
t_w = 14,5 mm
t_f = 28 mm
r = 27 mm

• **PRŮŘEZOVÉ CHARAKTERISTIKY**

A_a = 23860 mm²
I_y = 1,07E⁹ mm⁴
I_z = 1,26E⁸ mm⁴
I_t = 5,38E⁶ mm⁴
I_w = 7,02E¹² mm⁶
i_y = 212,0 mm
i_z = 72,7 mm
W_{pl,y} = 4,82E⁶ mm³
W_{pl,z} = 1,29E⁶ mm³

• **MATERIÁL**

- OCEL S 235
f_{yk} = 235 MPa
f_u = 360 MPa
E_a = 210 GPa
G = 81 GPa

• **PRŮHYB OD PROMĚNNÉHO**

$$w_2 \leq \frac{L}{400}$$

$$w_2 = \frac{19 V_{z,3} \cdot l^3}{384 E_a \cdot I_y} = \frac{19 \cdot 102,12 E^3 \cdot 8000^3}{384 \cdot 210E^3 \cdot 1,07E^9} = 11,5 \text{ mm}$$

$$w_2 = 11,5 \text{ mm} \leq \frac{L}{400} = \frac{8000}{400} = 20 \text{ mm}$$

⇒ VYHOVUJE

4.3 VODOROVNÝ POSUN SVISLÉHO ZTUŽIDLA

- VODOROVNÝ POSUN SVISLÉHO ZTUŽIDLA JE ŘEŠEN PODLE ELEMENTÁRNÍ TEORIE CELISTVÝCH OHÝBANÝCH PRUTŮ
- NÁHRADNÍ (EFEKTIVNÍ) MOMENT SETRVAČNOSTI JE STANOVEN PRO SLOUP A SLOUPEK, KTERÉ JSOU SOUČÁSTÍ SVISLÉHO ZAVĚTROVACÍHO ZTUŽIDLA
- POSUN JE SPOČÍTÁN PRO MĚNĚ TUHÝ SMĚR = KOLMO NA Z

• **ZATÍŽENÍ**

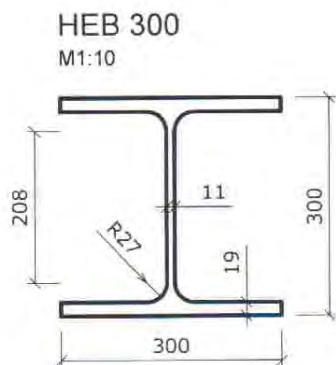
w = 13,57 kN/m'

• **PROFIL SLOUPU**

HEB 300

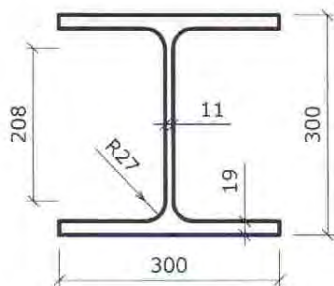
• **HMOTNOST**

G = 117,0 kg/m



HEB 300

M1:10



• GEOMETRIE

$L = 3300 \text{ mm}$

$h = 300 \text{ mm}$

$b = 300 \text{ mm}$

$t_w = 11 \text{ mm}$

$t_f = 19 \text{ mm}$

$r = 27 \text{ mm}$

• PRŮŘEZOVÉ CHARAKTERISTIKY

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

$I_y = 2,52E^8 \text{ mm}^4$

$I_z = 8,56E^7 \text{ mm}^4$

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

$I_w = 1,69E^{12} \text{ mm}^6$

$i_y = 129,9 \text{ mm}$

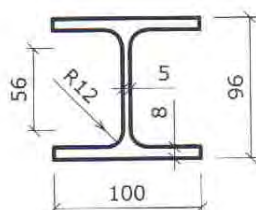
$i_z = 75,8 \text{ mm}$

$W_{pl,y} = 1,87E^6 \text{ mm}^3$

$W_{pl,z} = 8,72E^5 \text{ mm}^3$

HEA 100

M1:10



• PROFIL SLOUPKU

HEA 100

• HMOTNOST

$G = 16,7 \text{ kg/m}$

• GEOMETRIE

$L = 3300 \text{ mm}$

$h = 96 \text{ mm}$

$b = 100 \text{ mm}$

$t_w = 5,0 \text{ mm}$

$t_f = 8,0 \text{ mm}$

$r = 12 \text{ mm}$

• PRŮŘEZOVÉ CHARAKTERISTIKY

$A_a = 2120 \text{ mm}^2$

$I_y = 3,49E^6 \text{ mm}^4$

$I_z = 1,34E^6 \text{ mm}^4$

$I_t = 5,24E^4 \text{ mm}^4$

$I_w = 2,58E^9 \text{ mm}^6$

$i_y = 40,5 \text{ mm}$

$i_z = 25,1 \text{ mm}$

$W_{pl,y} = 8,30E^4 \text{ mm}^3$

$W_{pl,z} = 4,11E^4 \text{ mm}^3$

• MATERIÁL

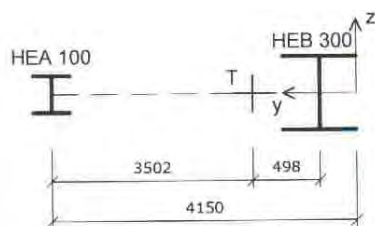
- OCEL S 235

$f_{yk} = 235 \text{ MPa}$

$f_u = 360 \text{ MPa}$

$E_a = 210 \text{ GPa}$

$G = 81 \text{ GPa}$



• EFEKTIVNÍ MOMENT SETRVAČNOSTI

$$y_t = \frac{A_{\text{sloupek}} \cdot y_1 + A_{\text{sloup}} \cdot y_2}{A_{\text{sloupek}} + A_{\text{sloup}}}$$

$$\frac{2120 \cdot 4150 + 14910 \cdot 150}{2120 + 14910} = 648 \text{ mm}$$

$$I_{\text{eff}} = I_{z,1} + A_{\text{sloupku}} \cdot y_{t,1}^2 + I_{z,2} + A_{\text{sloup}} \cdot y_{t,2}^2 =$$

$$= 1,34E^6 + 2130 \cdot 3502^2 + 8,56E^7 + 14910 \cdot (-498)^2 =$$

$$= 2,98E^{10} \text{ mm}^4$$

• VODOROVNÝ POSUN

$$v_v \leq \frac{L}{500}$$

$$v_v = \frac{1}{8} \frac{w \cdot h^4}{E_a \cdot I_{\text{eff}}} = \frac{1}{8} \frac{13,57 \cdot 6600^4}{210E^3 \cdot 2,98E^{10}} = 0,4 \text{ mm}$$

$$v_v = 0,4 \text{ mm} \leq \frac{L}{500} = \frac{6600}{500} = 13,2 \text{ mm}$$

⇒ VYHOVUJE

4.4 VODOROVNÝ POSUN PRŮHYB SLOUPKU

• ZATÍŽENÍ

$$w_e = 1,95 \text{ kN/m'}$$

• PROFIL SLOUPKU

HEA 100

• HMOTNOST

$$G = 16,7 \text{ kg/m}$$

• GEOMETRIE

$$L = 3300 \text{ mm}$$

$$h = 96 \text{ mm}$$

$$b = 100 \text{ mm}$$

$$t_w = 5,0 \text{ mm}$$

$$t_f = 8,0 \text{ mm}$$

$$r = 12 \text{ mm}$$

• PRŮŘEZOVÉ CHARAKTERISTIKY

$$A_a = 2120 \text{ mm}^2$$

$$I_y = 3,49E^6 \text{ mm}^4$$

$$I_z = 1,34E^6 \text{ mm}^4$$

$$I_t = 5,24E^4 \text{ mm}^4$$

$$I_w = 2,58E^9 \text{ mm}^6$$

$$i_y = 40,5 \text{ mm}$$

$$i_z = 25,1 \text{ mm}$$

$$W_{pl,y} = 8,30E^4 \text{ mm}^3$$

$$W_{pl,z} = 4,11E^4 \text{ mm}^3$$

• MATERIÁL

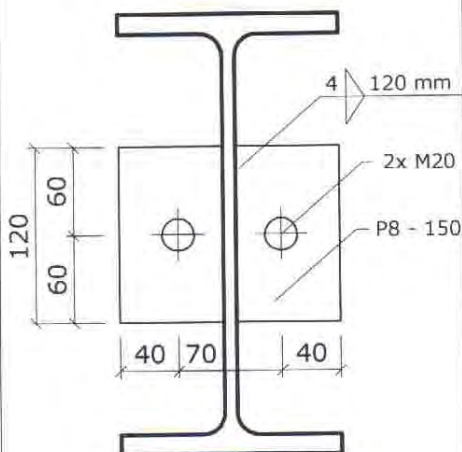
- OCEL S 235

$$f_{yk} = 235 \text{ MPa}$$

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

$$E_a = 210 \text{ GPa}$$

$$G = 81 \text{ GPa}$$



• **MATERIÁL**

- OCEL JAKOSTNÍ TRÍDY 5.6

$$f_{yb} = 300 \text{ MPa}$$

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

• **NÁVRH ČELNÍ DESKY**

P8 - 150 x 120 mm

• **GEOMETRIE**

$$b = 150 \text{ mm}$$

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

$$t_p = 8 \text{ mm}$$

• **MATERIÁL**

- OCEL S 235

$$f_{yk} = 235 \text{ MPa}$$

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

$$E_a = 210 \text{ GPa}$$

$$G = 81 \text{ GPa}$$

• **ROZTEČE**

	MINIMÁLNÍ		DOPORUČENÉ		NAVRŽENÉ	
e_1	$1,2d_0$	26,4	$2,0d_0$	44	60	mm
p_1	$2,2d_0$	-	$3,5d_0$	-	-	mm
e_2	$1,2d_0$	26,4	$1,5d_0$	33	40	mm
p_2	$2,4d_0$	52,8	$3,0d_0$	66	70	mm

• **POSUDEK - STŘIH**

$$\frac{F_{V,Ed}}{F_{V,Rd}} \leq 1,0$$

$$F_{V,Ed} = \frac{V_{Ed,z}}{n} = \frac{123,17}{2} = 61,59 \text{ kN}$$

$$F_{V,Rd} = n \cdot \frac{\alpha_v \cdot A \cdot f_{ub}}{\gamma_{M2}} = 1 \cdot \frac{0,6 \cdot 314 \cdot 500}{1,25} = 75,36 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{V,Ed}}{F_{V,Rd}} = \frac{61,59}{75,36} = 0,82 \leq 1,0$$

⇒ ŠROUBY 2x M20 NA STŘIH VYHOVUJÍ

• **POSUDEK - OTLAČENÍ**

$$\frac{F_{V,Ed}}{F_{b,Rd}} \leq 1,0$$

$$F_{V,Ed} = \frac{V_{Ed,z}}{n} = \frac{123,17}{2} = 61,59 \text{ kN}$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \cdot \alpha_b \cdot d \cdot t \cdot f_{ub}}{\gamma_{M2}} = \dots$$

$$\alpha_b = \min \left\{ \begin{array}{l} \alpha_d \\ \frac{f_{ub}}{f_y} \\ 1,0 \end{array} \right\} = \min \left\{ \begin{array}{l} 0,91 \\ \frac{500}{360} \\ 1,0 \end{array} \right\} = \min \left\{ \begin{array}{l} 0,91 \\ 1,39 \\ 1,0 \end{array} \right\} = 0,91$$

$$\alpha_d = \min \left\{ \frac{e_1}{3d_0}, \frac{p_1}{3d_0} - \frac{1}{4} \right\} = \frac{e_1}{3d_0} = \frac{60}{3 \cdot 22} = 0,91$$

$$k_1 = \min \left\{ \begin{array}{l} 2,8 \frac{e_2}{d_0} - 1,7 \\ 1,4 \frac{p_2}{d_0} - 1,7 \\ 2,5 \end{array} \right. = \min \left\{ \begin{array}{l} 2,8 \frac{40}{22} - 1,7 \\ 1,4 \frac{70}{22} - 1,7 \\ 2,5 \end{array} \right. = \min \left\{ \begin{array}{l} 3,39 \\ 2,75 \\ 2,5 \end{array} \right. = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \cdot \alpha_b \cdot d \cdot t \cdot f_{ub}}{\gamma_{M2}} = \frac{2,5 \cdot 0,91 \cdot 20 \cdot 8 \cdot 360}{1,25} = 104,73 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{V,Ed}}{F_{b,Rd}} = \frac{61,59}{104,73} = 0,59 \leq 1,0$$

⇒ SPOJ NA OTLAČENÍ VYHOVUJE

• NÁVRH KOUTOVÉHO SVARU

$$a = 4 \text{ mm} \geq a_{\min} = 3 \text{ mm} \dots \text{PRO } t < 10 \text{ mm} \dots t_{\max} = t_f = 8 \text{ mm}$$

$$l = 120 \text{ mm} \geq l_{\min} = \max(30; 6a) = \max(30; 6 \cdot 4) = 30 \text{ mm}$$

• POSUDEK KOUTOVÉHO SVARU

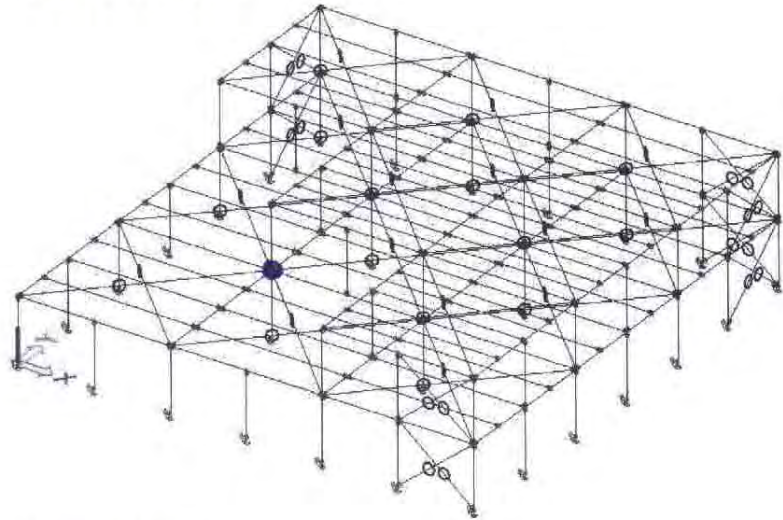
$$\frac{V_{Ed,z}}{F_{w,Rd}} \leq 1,0$$

$$F_{w,Rd} = \frac{n \cdot a \cdot l \cdot f_u}{\sqrt{3} \cdot \beta_w \cdot \gamma_{M2}} = \frac{2 \cdot 4 \cdot 120 \cdot 360}{\sqrt{3} \cdot 0,80 \cdot 1,25} = 199,53 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed,z}}{F_{w,Rd}} = \frac{123,17}{199,53} = 0,62 \leq 1,0$$

⇒ KOUTOVÝ SVAR VYHOVUJE

5.2 PRŮVLAK KE SLOUPU



• VNITŘNÍ SÍLY

Lineární výpočet, Extrém : Globální, Systém : Hlavní

Výběr : Vše

Kombinace : KOMBINACE

Prvek	Slav	dx [m]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B38	KOMBINACE/18	0,000	-45,30	-0,45	81,40	0,00	0,00	0,00
B38	KOMBINACE/19	4,000	46,50	-1,13	-17,07	0,00	221,85	5,48
B41	KOMBINACE/11	4,000	44,54	-2,08	-15,90	0,00	216,99	6,18
B37	KOMBINACE/7	4,000	-5,32	2,06	-38,22	0,00	308,26	-6,26
B34	KOMBINACE/16	8,000	-1,47	-0,04	-359,48	0,00	0,00	0,00
B34	KOMBINACE/13	0,000	3,60	-0,75	357,02	0,00	0,00	0,00
B44	KOMBINACE/20	4,000	-2,00	0,51	-15,05	0,00	153,77	-0,86
B38	KOMBINACE/1	0,000	-22,56	-0,62	102,51	0,00	0,00	0,00
B34	KOMBINACE/12	0,000	3,71	-0,74	357,02	0,00	0,00	0,00
B34	KOMBINACE/12	4,000	3,71	-0,84	117,69	0,00	949,41	-3,15

- MAXIMÁLNÍ VNITŘNÍ SÍLY NA POSUDEK SPOJE

$$V_{Ed,z} = 359,48 \text{ kN}$$

• NÁVRH ŠROUBU

4x M24

• PRŮMĚRY A PLOCHY ŠROUBU

$$d = 24 \text{ mm} \quad A_s = 353 \text{ mm}^2$$

$$d_0 = 26 \text{ mm} \quad A = 452 \text{ mm}^2$$

$$d_m = 38,8 \text{ mm}$$

• MATERIÁL

- OCEL JAKOSTNÍ TŘÍDY 5.6

$$f_{yb} = 300 \text{ MPa}$$

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

• NÁVRH ČELNÍ DESKY

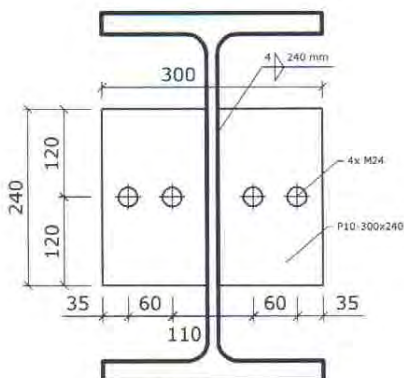
P10 - 300 x 240 mm

• GEOMETRIE

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

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

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



• **MATERIÁL**

- OCEL S 235
- $f_{yk} = 235 \text{ MPa}$
- $f_u = 360 \text{ MPa}$
- $E_a = 210 \text{ GPa}$
- $G = 81 \text{ GPa}$

• **ROZTEČE**

	MINIMÁLNÍ		DOPORUČENÉ		NAVRŽENÉ	
e_1	1,2d ₀	28,8	2,0d ₀	48	120	mm
p_1	2,2d ₀	-	3,5d ₀	-	-	mm
e_2	1,2d ₀	28,8	1,5d ₀	36	35	mm
p_2	2,4d ₀	57,6	3,0d ₀	72	60	mm

• **POSUDEK - STŘIH**

$$\frac{F_{V,Ed}}{F_{V,Rd}} \leq 1,0$$

$$F_{V,Ed} = \frac{V_{Ed,z}}{n} = \frac{359,48}{4} = 89,87 \text{ kN}$$

$$F_{V,Rd} = n \cdot \frac{\alpha_v \cdot A \cdot f_{ub}}{\gamma_{M2}} = 1 \cdot \frac{0,6 \cdot 452 \cdot 500}{1,25} = 108,48 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{V,Ed}}{F_{V,Rd}} = \frac{89,87}{108,48} = 0,86 \leq 1,0$$

⇒ ŠROUBY 4x M24 NA STŘIH VYHOVUJÍ

• **POSUDEK - OTLAČENÍ**

$$\frac{F_{V,Ed}}{F_{b,Rd}} \leq 1,0$$

$$F_{V,Ed} = \frac{V_{Ed,z}}{n} = \frac{359,48}{4} = 89,87 \text{ kN}$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \cdot \alpha_b \cdot d \cdot t \cdot f_{ub}}{\gamma_{M2}} = \dots$$

$$\alpha_b = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{\alpha_d}{1,0} \\ \frac{f_{ub}}{f_y} \\ 1,0 \end{array} \right\} = \min \left\{ \begin{array}{l} 1,54 \\ \frac{500}{360} \\ 1,0 \end{array} \right\} = \min \left\{ \begin{array}{l} 1,54 \\ 1,39 \\ 1,0 \end{array} \right\} = 0,91$$

$$\alpha_d = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{e_1}{3d_0} \\ \frac{p_1 - 1}{3d_0 - 4} \end{array} \right\} = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{120}{3 \cdot 26} \\ \frac{1}{3 \cdot 26} \end{array} \right\} = 1,54$$

$$k_1 = \min \left\{ \begin{array}{l} 2,8 \frac{e_2}{d_0} - 1,7 \\ 1,4 \frac{p_2}{d_0} - 1,7 \\ 2,5 \end{array} \right\} = \min \left\{ \begin{array}{l} 2,8 \frac{35}{22} - 1,7 \\ 1,4 \frac{60}{22} - 1,7 \\ 2,5 \end{array} \right\} = \min \left\{ \begin{array}{l} 2,07 \\ 1,53 \\ 2,5 \end{array} \right\} = 1,53$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \cdot \alpha_b \cdot d \cdot t \cdot f_{ub}}{\gamma_{M2}} = \frac{1,53 \cdot 1,0 \cdot 24 \cdot 10 \cdot 360}{1,25} = 105,81 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{V,Ed}}{F_{b,Rd}} = \frac{89,87}{105,81} = 0,85 \leq 1,0$$

⇒ SPOJ NA OTLAČENÍ VYHOVUJE

• **NÁVRH KOUTOVÉHO SVARU**

$a = 4 \text{ mm} \geq a_{\min} = 4 \text{ mm} \dots \text{PRO } t = 11\text{-}20 \text{ mm} \dots t_{\max} = t_f = 14,5 \text{ mm}$
 $l = 240 \text{ mm} \geq l_{\min} = \max(30; 6a) = \max(30; 6 \times 4) = 30 \text{ mm}$

• **POSUDEK KOUTOVÉHO SVARU**

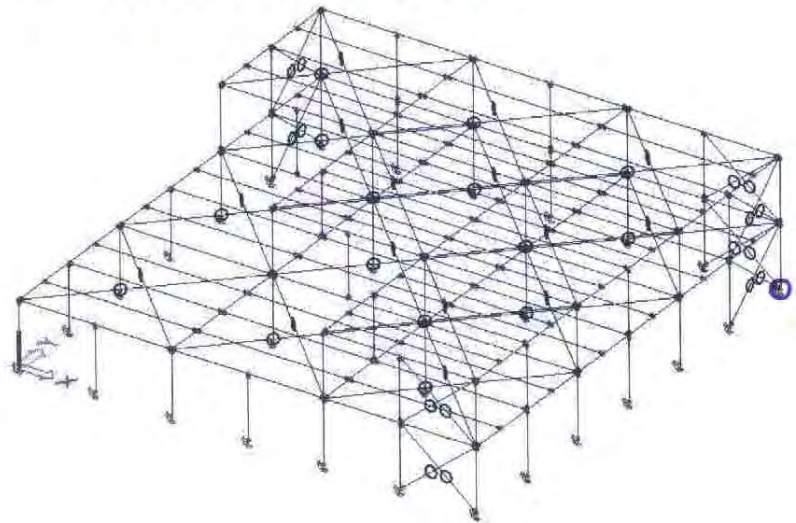
$$\frac{V_{Ed,z}}{F_{w,Rd}} \leq 1,0$$

$$F_{w,Rd} = \frac{n \cdot a \cdot l \cdot f_u}{\sqrt{3} \cdot \beta_w \cdot \gamma_{M2}} = \frac{2 \cdot 4 \cdot 240 \cdot 360}{\sqrt{3} \cdot 0,80 \cdot 1,25} = 399,06 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed,z}}{F_{w,Rd}} = \frac{359,48}{399,06} = 0,61 \leq 1,0$$

⇒ **KOUTOVÝ SVAR VYHOVUJE**

5.3 SVISLÉ ZTUŽIDLO KE SLOUPU



• **ZATÍŽENÍ VĚTREM - MAX $\theta = 180^\circ$ (270°)**

$$w = (w_{eD} + w_{eE}) \cdot b = (0,396 + 0,170) \cdot 24 = 13,58 \text{ kN/m'}$$

$$w_d = \gamma_Q \cdot w = 1,5 \cdot 13,58 = 20,37 \text{ kN/m'}$$

$$w_{d,1} = \frac{w_d}{n} = \frac{20,37}{2} = 10,19 \text{ kN/m'}$$

$$V_{max} = w_{d,1} \cdot h = 10,19 \cdot 6,6 = 67,25 \text{ kN}$$

• **VNITŘNÍ SÍLA OD VĚTRU NA POSUDEK SPOJE**

$$N_{Ed} = \frac{V_{max} \cdot L}{b} = \frac{67,25 \cdot 5186}{4000} = 87,19 \text{ kN/m'}$$

• **NÁVRH ŠROUBU**

2x M16

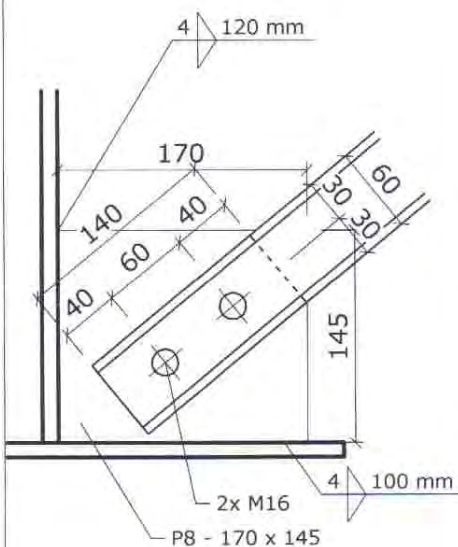
• **PRŮMĚRY A PLOCHY ŠROUBU**

$d = 16 \text{ mm}$ $A_s = 157 \text{ mm}^2$
 $d_o = 18 \text{ mm}$ $A = 201 \text{ mm}^2$
 $d_m = 25,9 \text{ mm}$

• **MATERIÁL**

- **OCEL JAKOSTNÍ TŘÍDY 5.6**

$f_{yb} = 300 \text{ MPa}$
 $f_{ub} = 500 \text{ MPa}$



• **NÁVRH STYČNÍKOVÉ DESKY**

P8 - 170 x 145 mm

• **GEOMETRIE DESKY**

b = 170 mm

h = 145 mm

t_p = 8 mm

• **MATERIÁL**

- OCEL S 235

f_{yk} = 235 MPa

f_u = 360 MPa

E_a = 210 GPa

G = 81 GPa

• **ROZTEČE**

	MINIMÁLNÍ		DOPORUČENÉ		NAVRŽENÉ	
e ₁	1,2d ₀	19,2	2,0d ₀	32	40	mm
p ₁	2,2d ₀	35,2	3,5d ₀	56	60	mm
e ₂	1,2d ₀	19,2	1,5d ₀	24	30	mm
p ₂	2,4d ₀	-	3,0d ₀	-	-	mm

• **POSUDEK - STŘIH**

$$\frac{F_{V,Ed}}{F_{V,Rd}} \leq 1,0$$

$$F_{V,Ed} = \frac{V_{Ed,z}}{n} = \frac{87,19}{2} = 43,60 \text{ kN}$$

$$F_{V,Rd} = n \cdot \frac{\alpha_v \cdot A \cdot f_{ub}}{\gamma_{M2}} = 1 \cdot \frac{0,6 \cdot 201 \cdot 500}{1,25} = 96,48 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{V,Ed}}{F_{V,Rd}} = \frac{43,60}{96,48} = 0,45 \leq 1,0$$

⇒ ŠROUBY 2x M16 NA STŘIH VYHOVUJÍ

• **POSUDEK - OTLAČENÍ**

$$\frac{F_{V,Ed}}{F_{b,Rd}} \leq 1,0$$

$$F_{V,Ed} = \frac{V_{Ed,z}}{n} = \frac{87,19}{2} = 43,60 \text{ kN}$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \cdot \alpha_b \cdot d \cdot t \cdot f_{ub}}{\gamma_{M2}} = \dots$$

$$\alpha_b = \min \left\{ \begin{array}{l} \alpha_d \\ \frac{f_{ub}}{f_y} \\ 1,0 \end{array} \right. = \min \left\{ \begin{array}{l} 0,74 \\ \frac{500}{360} \\ 1,0 \end{array} \right. = \min \left\{ \begin{array}{l} 0,74 \\ 1,39 \\ 1,0 \end{array} \right. = 0,74$$

$$\alpha_d = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{e_1}{3d_0} \\ \frac{p_1}{3d_0} - \frac{1}{4} \end{array} \right. = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{40}{3 \cdot 18} \\ \frac{60}{3 \cdot 18_0} - \frac{1}{4} \end{array} \right. = \min \left\{ \begin{array}{l} 0,74 \\ 0,86 \end{array} \right. = 0,74$$

$$k_1 = \min \begin{cases} 2,8 \frac{e_2}{d_0} - 1,7 \\ 1,4 \frac{p_2}{d_0} - 1,7 \\ 2,5 \end{cases} = \min \begin{cases} 2,8 \frac{30}{18} - 1,7 \\ 2,5 \end{cases} = \min \begin{cases} 2,97 \\ 2,5 \end{cases} = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \cdot \alpha_b \cdot d \cdot t \cdot f_{ub}}{\gamma_{M2}} = \frac{2,5 \cdot 0,74 \cdot 16 \cdot 8 \cdot 360}{1,25} = 68,27 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{V,Ed}}{F_{b,Rd}} = \frac{43,60}{68,27} = 0,64 \leq 1,0$$

⇒ SPOJ NA OTLAČENÍ VYHOVUJE

• NÁVRH KOUTOVÉHO SVARU

$$a = 4 \text{ mm} \geq a_{\min} = 3 \text{ mm} \dots \text{PRO } t < 10 \text{ mm} \dots t_{\max} = t_f = 8 \text{ mm}$$

$$l_1 = 120 \text{ mm} \geq l_{\min} = \max(30; 6a) = \max(30; 6 \cdot 4) = 30 \text{ mm}$$

$$l_2 = 100 \text{ mm} \geq l_{\min} = \max(30; 6a) = \max(30; 6 \cdot 4) = 30 \text{ mm}$$

• POSUDEK KOUTOVÉHO SVARU

$$\frac{\frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}}}{\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(T_{\perp}^2 + T_{\parallel}^2)}} \leq 1,0$$

$$\sigma_{\perp} = T_{\perp} = \sum \frac{F_i}{\sqrt{2} \cdot \sum a \cdot l} =$$

$$= \frac{55,49E^3}{\sqrt{2} \cdot 2 \cdot 4 \cdot 100} + \frac{67,26E^3}{\sqrt{2} \cdot 2 \cdot 4 \cdot 120} = 98,59 \text{ MPa}$$

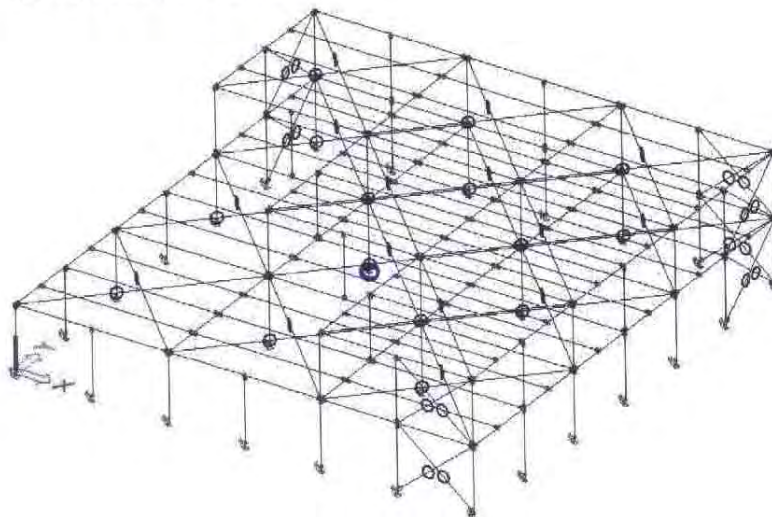
$$T_{\parallel} = \sum \frac{F_i}{\sum a \cdot l} = \frac{55,49E^3}{2 \cdot 4 \cdot 120} + \frac{67,26E^3}{2 \cdot 4 \cdot 100} = 141,88 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(T_{\perp}^2 + T_{\parallel}^2)}}{\frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}}} = \frac{\sqrt{98,59^2 + 3(98,59^2 + 141,88^2)}}{\frac{360}{0,8 \cdot 1,25}} =$$

$$= \frac{315,07}{360} = 0,88 \leq 1,0$$

⇒ KOUTOVÝ SVAR VYHOVUJE

5.4 KOTVENÍ SLOUPU



• VNITŘNÍ SÍLY

Lineární výpočet, Extrém : Globální, Systém : Hlavní
Výběr : B5
Kombinace : KOMBINACE

Prvek	Slav	dx [m]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B5	KOMBINACE/1	0,000	-999,98	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
B5	KOMBINACE/4	3,300	-510,73	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
B5	KOMBINACE/25	0,000	-317,96	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
B5	KOMBINACE/26	0,000	-700,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
B5	KOMBINACE/18	0,000	-881,63	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
B5	KOMBINACE/27	0,000	-752,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
B5	KOMBINACE/28	0,000	-909,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
B5	KOMBINACE/29	0,000	-521,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

- MAXIMÁLNÍ VNITŘNÍ SÍLY NA POSUDEK KOTVENÍ

$$N_{Ed} = 999,98 \text{ Kn}$$

- ZATÍŽENÍ VĚTREM - MAX $\theta = 180^\circ$ (270°)

$$w = (w_{eD} + w_{eE}) \cdot b = (0,396 + 0,170) \cdot 24 = 13,58 \text{ kN/m'}$$

$$w_d = \gamma_Q \cdot w = 1,5 \cdot 13,58 = 20,37 \text{ kN/m'}$$

$$w_{d,1} = \frac{w_d}{n} = \frac{20,37}{2} = 10,19 \text{ kN/m'}$$

$$V_{max} = w_{d,1} \cdot h = 10,19 \cdot 6,6 = 67,25 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = \frac{V_{max}}{2} = \frac{67,25}{2} = 33,63 \text{ kN}$$

• NÁVRH PATNÍ DESKY

P12 - 400 x 400

• GEOMETRIE DESKY

b = 400 mm

h = 400 mm

t_p = 12 mm

• **MATERIÁL**

- OCEL S 235
 $f_{yk} = 235 \text{ MPa}$
 $f_u = 360 \text{ MPa}$
 $E_a = 210 \text{ GPa}$
 $G = 81 \text{ GPa}$

- BETON C20/25
 $f_{ck} = 20 \text{ MPa}$
 $f_{ctm} = 2,2 \text{ MPa}$
 $f_{ck,cube} = 25 \text{ MPa}$
 $f_{ctk,0,05} = 1,5 \text{ MPa}$
 $f_{cm} = 28 \text{ MPa}$
 $E_{cm} = 30 \text{ GPa}$

• **POSUDEK - KONCENTROVANÝ TLAK**

$$\frac{N_{Ed}}{A_{eff} \cdot f_{jd}} \leq 1,0$$

- KONCENTROVANÝ TLAK

$$f_{jd} = \beta_j \cdot f_{Rd,u} = \dots$$

$$\beta_j = \frac{2}{3}$$

$$f_{Rd,u} = f_{cd} \cdot k_j = 13,33 \cdot 2,5 = 33,33 \text{ MPa}$$

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{20}{1,5} = 13,33 \text{ MPa}$$

$$k_j = \sqrt{\frac{a_1 \cdot b_1}{a \cdot b}} = \sqrt{\frac{1000 \cdot 1000}{400 \cdot 400}} = 2,5 \leq 3,0$$

$$f_{jd} = \beta_j \cdot f_{Rd,u} = \frac{2}{3} \cdot 33,33 = 22,22 \text{ MPa}$$

- EFEKTIVNÍ PLOCHA

$$c = t_p \sqrt{\frac{f_y}{3 \cdot \gamma_{M0} \cdot f_{jd}}} = 12 \sqrt{\frac{235}{3 \cdot 1,0 \cdot 22,22}} = 22,5 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow A_{eff} = 56371 \text{ mm}^2$$

$$\frac{N_{Ed}}{A_{eff} \cdot f_{jd}} = \frac{999,98E^3}{56371 \cdot 22,22} = \frac{999,98E^3}{1252,56E^3} = 0,80 \leq 1,0$$

⇒ PATNÍ PLECH P12 - 400 x 400 NA KONCENTROVANÝ TLAK
VYHOVUJE

• **NÁVRH KOTEV**

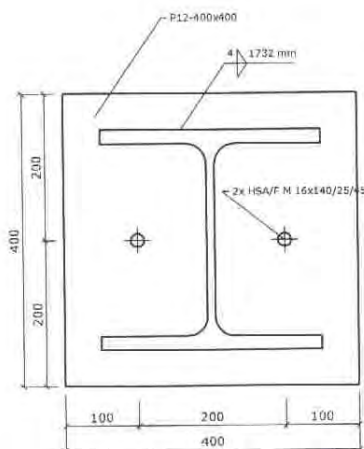
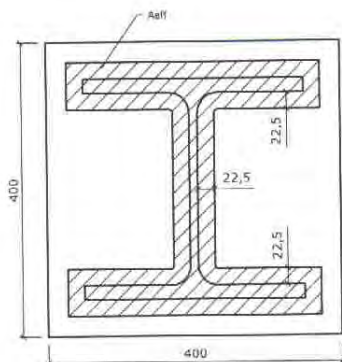
2x HSA-F M 16X140/25/45

• **PRŮMĚRY A PLOCHY ŠROUBU**

$d = 16 \text{ mm}$ $A_s = 157 \text{ mm}^2$
 $d_0 = 18 \text{ mm}$ $A = 201 \text{ mm}^2$
 $d_m = 25,9 \text{ mm}$

• **MATERIÁL**

- OCEL JAKOSTNÍ TŘÍDY 5.6
 $f_{yb} = 300 \text{ MPa}$
 $f_{ub} = 500 \text{ MPa}$



• ROZTEČE

	MINIMÁLNÍ		DOPORUČENÉ		NAVRŽENÉ	
e_1	1,2d ₀	21,6	2,0d ₀	36	200	mm
p_1	2,2d ₀	-	3,5d ₀	-	-	mm
e_2	1,2d ₀	21,6	1,5d ₀	27	100	mm
p_2	2,4d ₀	43,2	3,0d ₀	54	200	mm

• POSUDEK - STŘIH

$$\frac{F_{V,Ed}}{F_{V,Rd}} \leq 1,0$$

$$F_{V,Ed} = \frac{V_{Ed}}{n} = \frac{33,63}{2} = 16,82 \text{ kN}$$

$$F_{V,Rd} = n \cdot \frac{\alpha_v \cdot A_s \cdot f_{ub}}{\gamma_{M2}} = 1 \cdot \frac{0,6 \cdot 157 \cdot 500}{1,25} = 37,68 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{V,Ed}}{F_{V,Rd}} = \frac{16,82}{37,68} = 0,45 \leq 1,0$$

⇒ KOTVY NA STŘIH VYHOVUJÍ

• POSUDEK - OTLAČENÍ

$$\frac{F_{V,Ed}}{F_{b,Rd}} \leq 1,0$$

$$F_{V,Ed} = \frac{V_{Ed}}{n} = \frac{33,63}{2} = 16,82 \text{ kN}$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \cdot \alpha_b \cdot d \cdot t \cdot f_{ub}}{\gamma_{M2}} = \dots$$

$$\alpha_b = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{f_{ub}}{f_y} \\ 1,0 \end{array} \right\} = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{3,70}{360} \\ 1,0 \end{array} \right\} = \min \left\{ \begin{array}{l} 1,039 \\ 1,0 \end{array} \right\} = 1,0$$

$$\alpha_d = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{e_1}{3d_0} \\ \frac{p_1}{3d_0} - \frac{1}{4} \end{array} \right\} = \frac{e_1}{3d_0} = \frac{200}{3 \cdot 18} = 3,70$$

$$k_1 = \min \left\{ \begin{array}{l} 2,8 \frac{e_2}{d_0} - 1,7 \\ 1,4 \frac{p_2}{d_0} - 1,7 \\ 2,5 \end{array} \right\} = \min \left\{ \begin{array}{l} 2,8 \frac{100}{18} - 1,7 \\ 1,4 \frac{200}{18} - 1,7 \\ 2,5 \end{array} \right\} = \min \left\{ \begin{array}{l} 13,86 \\ 13,86 \\ 2,5 \end{array} \right\} = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \cdot \alpha_b \cdot d \cdot t \cdot f_{ub}}{\gamma_{M2}} = \frac{2,5 \cdot 1,0 \cdot 16 \cdot 12 \cdot 360}{1,25} = 138,24 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{V,Ed}}{F_{b,Rd}} = \frac{16,82}{138,24} = 0,12 \leq 1,0$$

⇒ SPOJ NA OTLAČENÍ VYHOVUJE

• NÁVRH KOUTOVÉHO SVARU

$$a = 4 \text{ mm} \geq a_{\min} = 4 \text{ mm} \dots \text{PRO } t = 11-20 \text{ mm} \dots t_{\max} = t_f = 19 \text{ mm}$$

$$l = 1732 \text{ mm (obvod sloupu)} \geq l_{\min} = \max(30; 6a) =$$

$$= \max(30; 6 \cdot 4) = 30 \text{ mm}$$

• POSUDEK KOUTOVÉHO SVARU

$$\frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}} \leq 1,0$$

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(T_{I}^2 + T_{II}^2)}$$

$$\sigma_{\perp} = T_{\perp} = \frac{V_{Ed}}{\sqrt{2} \cdot \sum a \cdot l} = \frac{33,63E^3}{\sqrt{2} \cdot 2 \cdot [300 \cdot 4 + (300 - 11) \cdot 4]} = 5,05 \text{ MPa}$$

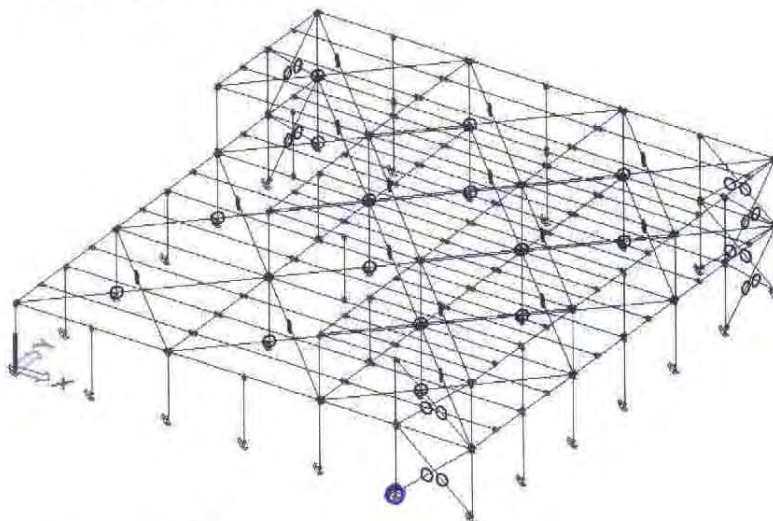
$$T_{II} = \frac{V_{Ed}}{\sum a \cdot l} = \frac{33,63E^3}{2 \cdot (300 - 2 \cdot 19) \cdot 4} = 16,04 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(T_{I}^2 + T_{II}^2)} = \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}} = \frac{360}{0,8 \cdot 1,25} = 29,56$$

$$= \frac{29,56}{360} = 0,08 \leq 1,0$$

⇒ KOUTOVÝ SVAR VYHOVUJE

5.5 KOTVENÍ SLOUPKU



• VNITŘNÍ SÍLY

Lineární výpočet, Extrém : Lokální, Systém : Hlavní
Výběr : B213
Kombinace : KOMBINACE

Prvek	Stav	dx [m]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B213	KOMBINACE/35	0,000	-9,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
B213	KOMBINACE/5	0,000	-7,14	0,00	-4,83	0,00	0,00	0,00
B213	KOMBINACE/36	0,000	-7,14	0,00	3,92	0,00	0,00	0,00
B213	KOMBINACE/7	0,000	-8,20	0,00	-4,83	0,00	0,00	0,00
B213	KOMBINACE/29	0,000	-7,14	0,00	-2,48	0,00	0,00	0,00
B213	KOMBINACE/6	1,650	-3,57	0,00	0,00	0,00	-3,99	0,00
B213	KOMBINACE/8	1,650	-3,57	0,00	0,00	0,00	3,23	0,00
B213	KOMBINACE/6	1,650	-3,57	0,00	0,00	0,00	-3,99	0,00
B213	KOMBINACE/8	3,300	0,00	0,00	-3,92	0,00	0,00	0,00
B213	KOMBINACE/6	3,300	0,00	0,00	4,83	0,00	0,00	0,00
B213	KOMBINACE/7	3,300	0,00	0,00	4,83	0,00	0,00	0,00

- MAXIMÁLNÍ VNITŘNÍ SÍLY NA POSUDEK KOTVENÍ

$N_{Ed} = 9,64 \text{ kN}$

$V_{Ed,z} = 4,83 \text{ kN}$

$M_{Ed,y} = 3,99 \text{ kNm}$

• ZATÍŽENÍ VĚTREM - MAX $\theta = 180^\circ$ (270°)

$$w = (w_{eD} + w_{eE}) \cdot b = (0,396 + 0,170) \cdot 24 = 13,58 \text{ kN/m'}$$

$$w_d = \gamma_Q \cdot w = 1,5 \cdot 13,58 = 20,37 \text{ kN/m'}$$

$$w_{d,1} = \frac{w_d}{n} = \frac{20,37}{2} = 10,19 \text{ kN/m'}$$

$$M_{max} = \frac{1}{2} \cdot w_{d,1} \cdot h^2 = \frac{1}{2} \cdot 10,19 \cdot 6,6^2 = 221,94 \text{ kNm}$$

$$V_{max} = w_{d,1} \cdot h = 10,19 \cdot 6,6 = 67,25 \text{ kN}$$

- PŘÍTÍŽENÍ OD VĚTRU NA SLOUP

$$N_c = \frac{M_{max}}{b} = \frac{221,94}{4000} = 55,49 \text{ kN}$$

$$\Rightarrow N_{Ed,max} = N_e + N_c = 9,64 + 55,49 = 65,13 \text{ kN}$$

• NÁVRH PATNÍ DESKY

P8 - 140 x 140

• GEOMETRIE DESKY

b = 140 mm

h = 140 mm

t_p = 8 mm

• MATERIÁL

- OCEL S 235

f_{yk} = 235 MPa

f_u = 360 MPa

E_a = 210 GPa

G = 81 GPa

- BETON C20/25

f_{ck} = 20 MPa

f_{ctm} = 2,2 MPa

f_{ck,cube} = 25 MPa

f_{ctk,0,05} = 1,5 MPa

f_{cm} = 28 MPa

E_{cm} = 30 GPa

• POSUDEK - KONCENTROVANÝ TLAK

$$\frac{N_{Ed}}{A_{eff} \cdot f_{jd}} \leq 1,0$$

- KONCENTROVANÝ TLAK

$$f_{jd} = \beta_j \cdot f_{Rd,u} = \dots$$

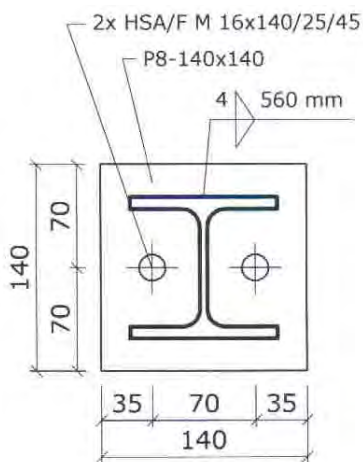
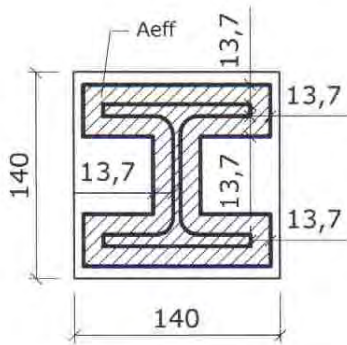
$$\beta_j = \frac{2}{3}$$

$$f_{Rd,u} = f_{cd} \cdot k_j = 13,33 \cdot 3,0 = 39,99 \text{ MPa}$$

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{20}{1,5} = 13,33 \text{ MPa}$$

$$k_j = \sqrt{\frac{a_1 \cdot b_1}{a \cdot b}} = \sqrt{\frac{500 \cdot 500}{140 \cdot 140}} = 3,57 \leq 3,0 \Rightarrow k_j = 3,0$$

$$f_{jd} = \beta_j \cdot f_{Rd,u} = \frac{2}{3} \cdot 39,99 = 26,66 \text{ MPa}$$



- EFEKTIVNÍ PLOCHA

$$c = t_p \sqrt{\frac{f_y}{3 \cdot \gamma_{M0} \cdot f_{jd}}} = 8 \sqrt{\frac{235}{3 \cdot 1,0 \cdot 26,66}} = 13,7 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow A_{\text{eff}} = 10724 \text{ mm}^2$$

$$\frac{N_{Ed}}{A_{\text{eff}} \cdot f_{jd}} = \frac{999,98 E^3}{10724 \cdot 26,66} = \frac{65,13 E^3}{285,90 E^3} = 0,23 \leq 1,0$$

\Rightarrow PATNÍ DESKA P12 - 400 x 400 NA KONCENTROVANÝ TLAK VYHOVUJE

• NÁVRH KOTEV

2x HSA-F M 16X140/25/45

• PRŮMĚRY A PLOCHY ŠROUBU

$d = 16 \text{ mm}$ $A_s = 157 \text{ mm}^2$
 $d_0 = 18 \text{ mm}$ $A = 201 \text{ mm}^2$
 $d_m = 25,9 \text{ mm}$

• MATERIÁL

- OCEL JAKOSTNÍ TŘÍDY 5.6

$f_{yb} = 300 \text{ MPa}$
 $f_{ub} = 500 \text{ MPa}$

• ROZTEČE

	MINIMÁLNÍ		DOPORUČENÉ		NAVRŽENÉ	
e_1	$1,2d_0$	21,6	$2,0d_0$	36	70	mm
p_1	$2,2d_0$	-	$3,5d_0$	-	-	mm
e_2	$1,2d_0$	21,6	$1,5d_0$	27	35	mm
p_2	$2,4d_0$	43,2	$3,0d_0$	54	70	mm

• POSUDEK - STŘIH

$$\frac{F_{V,Ed}}{F_{V,Rd}} \leq 1,0$$

$$F_{V,Ed} = \frac{V_{Ed}}{n} = \frac{33,63}{2} = 16,82 \text{ kN}$$

$$F_{V,Rd} = n \cdot \frac{\alpha_v \cdot A_s \cdot f_{ub}}{\gamma_{M2}} = 1 \cdot \frac{0,6 \cdot 157 \cdot 500}{1,25} = 37,68 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{V,Ed}}{F_{V,Rd}} = \frac{16,82}{37,68} = 0,45 \leq 1,0$$

\Rightarrow KOTVY NA STŘIH VYHOVUJÍ

• POSUDEK - OTLAČENÍ

$$\frac{F_{V,Ed}}{F_{b,Rd}} \leq 1,0$$

$$F_{V,Ed} = \frac{V_{Ed}}{n} = \frac{33,63}{2} = 16,82 \text{ kN}$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \cdot \alpha_b \cdot d \cdot t \cdot f_{ub}}{\gamma_{M2}} = \dots$$

$$\alpha_b = \min \begin{cases} \alpha_d \\ \frac{f_{ub}}{f_y} \\ 1,0 \end{cases} = \min \begin{cases} 1,30 \\ \frac{500}{360} \\ 1,0 \end{cases} = \min \begin{cases} 1,30 \\ 1,39 \\ 1,0 \end{cases} = 1,0$$

$$\alpha_d = \min \begin{cases} \frac{e_1}{3d_0} \\ \frac{p_1}{3d_0} - \frac{1}{4} \end{cases} = \frac{e_1}{3d_0} = \frac{70}{3 \cdot 18} = 3,70$$

$$k_1 = \min \begin{cases} 2,8 \frac{e_2}{d_0} - 1,7 \\ 1,4 \frac{p_2}{d_0} - 1,7 \\ 2,5 \end{cases} = \min \begin{cases} 2,8 \frac{35}{18} - 1,7 \\ 1,4 \frac{70}{18} - 1,7 \\ 2,5 \end{cases} = \min \begin{cases} 3,74 \\ 3,74 \\ 2,5 \end{cases} = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \cdot \alpha_b \cdot d \cdot t \cdot f_{ub}}{\gamma_{M2}} = \frac{2,5 \cdot 1,0 \cdot 16 \cdot 8 \cdot 360}{1,25} = 92,16 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{V,Ed}}{F_{b,Rd}} = \frac{16,82}{92,16} = 0,18 \leq 1,0$$

⇒ SPOJ NA OTLAČENÍ VYHOVUJE

• NÁVRH KOUTOVÉHO SVARU

$a = 4 \text{ mm} \geq a_{\min} = 3 \text{ mm}$... PRO $t < 10 \text{ mm}$... $t_{\max} = t_p = 8 \text{ mm}$
 $l = 560 \text{ mm}$ (obvod sloupu) $\geq l_{\min} = \max(30; 6a) = \max(30; 6 \cdot 4) = 30 \text{ mm}$

• POSUDEK KOUTOVÉHO SVARU

$$\frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}} \leq 1,0$$

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(T_{\perp}^2 + T_{\parallel}^2)}$$

$$\sigma_{\perp} = T_{\perp} = \frac{V_{Ed}}{\sqrt{2} \cdot \sum a \cdot l} =$$

$$= \frac{33,63E^3}{\sqrt{2} \cdot 2 \cdot [4 \cdot 100 + 4 \cdot (100 - 5)]} = 15,24 \text{ MPa}$$

$$T_{\parallel} = \frac{V_{Ed}}{\sum a \cdot l} = \frac{33,63E^3}{2 \cdot 4 \cdot (96 - 2 \cdot 8)} = 52,55 \text{ MPa}$$

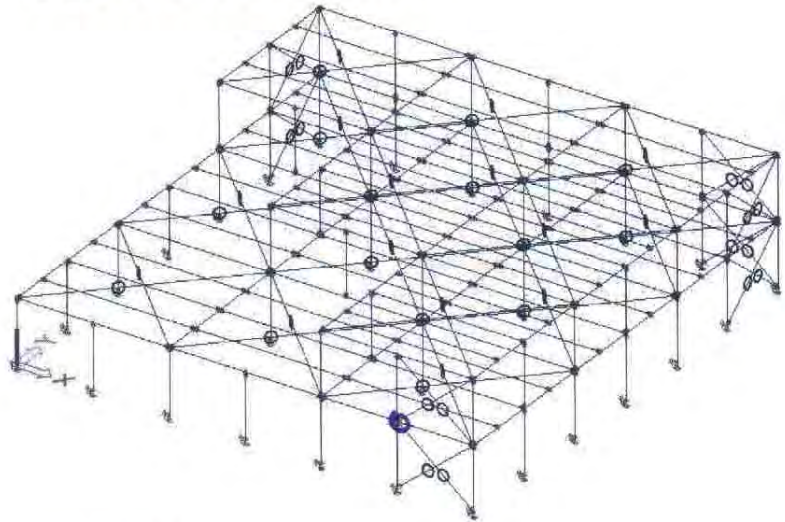
$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(T_{\perp}^2 + T_{\parallel}^2)} = \sqrt{15,24^2 + 3(15,24^2 + 52,55^2)} =$$

$$\frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}} = \frac{360}{0,8 \cdot 1,25} =$$

$$= \frac{95,99}{360} = 0,27 \leq 1,0$$

⇒ KOUTOVÝ SVAR VYHOVUJE

5.6 SLOUPEK KE STROPNICI



• VNITŘNÍ SÍLY

Lineární výpočet, Extrém : Lokální, Systém : Hlavní
Výběr : B213
Kombinace : KOMBINACE

Prvek	Stav	dx [m]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
B213	KOMBINACE/35	0,000	-9,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
B213	KOMBINACE/5	0,000	-7,14	0,00	-4,83	0,00	0,00	0,00
B213	KOMBINACE/36	0,000	-7,14	0,00	3,92	0,00	0,00	0,00
B213	KOMBINACE/7	0,000	0,000	0,00	-4,83	0,00	0,00	0,00
B213	KOMBINACE/29	0,000	-7,14	0,00	-2,48	0,00	0,00	0,00
B213	KOMBINACE/6	1,650	-3,57	0,00	0,00	0,00	-3,99	0,00
B213	KOMBINACE/8	1,650	-3,57	0,00	0,00	0,00	3,23	0,00
B213	KOMBINACE/6	1,650	-3,57	0,00	0,00	0,00	-3,99	0,00
B213	KOMBINACE/8	3,300	0,00	0,00	-3,92	0,00	0,00	0,00
B213	KOMBINACE/6	3,300	0,00	0,00	4,83	0,00	0,00	0,00
B213	KOMBINACE/7	3,300	0,00	0,00	4,83	0,00	0,00	0,00

- MAXIMÁLNÍ VNITŘNÍ SÍLY NA POSUDEK SPOJE

$$V_{Ed,z} = 4,83 \text{ kN}$$

• NÁVRH ŠROUBU

2x M12

• PRŮMĚRY A PLOCHY ŠROUBU

d = 12 mm $A_s = 84,3 \text{ mm}^2$
 $d_0 = 13 \text{ mm}$ $A = 113 \text{ mm}^2$
 $d_m = 20,5 \text{ mm}$

• MATERIÁL

- OCEL JAKOSTNÍ TŘÍDY 5.6

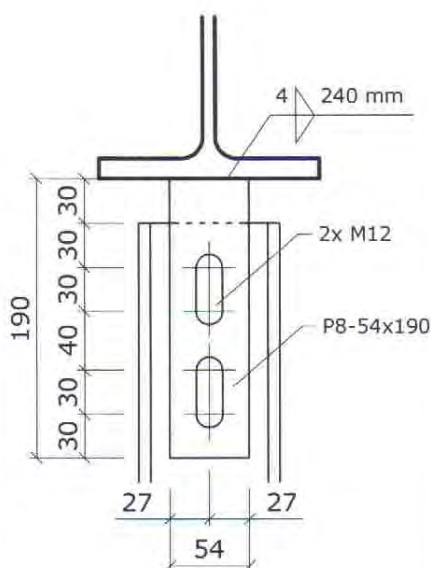
$f_{yb} = 300 \text{ MPa}$
 $f_{ub} = 500 \text{ MPa}$

• NÁVRH STYČNÍKOVÉ DESKY

P8 - 54 x 190 mm

• GEOMETRIE DESKY

b = 54 mm
h = 190 mm
 $t_p = 8 \text{ mm}$



• **MATERIÁL**

- OCEL S 235
 $f_{yk} = 235 \text{ MPa}$
 $f_u = 360 \text{ MPa}$
 $E_a = 210 \text{ GPa}$
 $G = 81 \text{ GPa}$

• **ROZTEČE**

	MINIMÁLNÍ		NAVRŽENÉ	
e_3	1,5d ₀	19,5	27	mm
p_1	2,2d ₀	-	-	mm
e_4	1,5d ₀	19,5	30	mm
p_2	2,4d ₀	31,2	40	mm

• **POSUDEK - STŘIH**

$$\frac{F_{V,Ed}}{F_{V,Rd}} \leq 1,0$$

$$F_{V,Ed} = \frac{V_{Ed,z}}{n} = \frac{4,83}{2} = 2,42 \text{ kN}$$

$$F_{V,Rd} = n \cdot \frac{\alpha_v \cdot A \cdot f_{ub}}{\gamma_{M2}} = 1 \cdot \frac{0,6 \cdot 113 \cdot 500}{1,25} = 27,12 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{V,Ed}}{F_{V,Rd}} = \frac{2,42}{27,12} = 0,09 \leq 1,0$$

⇒ ŠROUBY 2x M12 NA STŘIH VYHOVUJÍ

• **POSUDEK - OTLAČENÍ**

$$\frac{F_{V,Ed}}{F_{b,Rd}} \leq 1,0$$

$$F_{V,Ed} = \frac{V_{Ed,z}}{n} = \frac{4,83}{2} = 2,42 \text{ kN}$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \cdot \alpha_b \cdot d \cdot t \cdot f_{ub}}{\gamma_{M2}} = \dots$$

$$\alpha_b = \min \left\{ \begin{array}{l} \alpha_d \\ \frac{f_{ub}}{f_y} \\ 1,0 \end{array} \right\} = \min \left\{ \begin{array}{l} 0,69 \\ \frac{500}{360} \\ 1,0 \end{array} \right\} = \min \left\{ \begin{array}{l} 0,69 \\ 1,39 \\ 1,0 \end{array} \right\} = 0,69$$

$$\alpha_d = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{e_3}{3d_0} \\ \frac{p_1 - 1}{3d_0 - 4} \end{array} \right\} = \frac{e_3}{3d_0} = \frac{27}{3 \cdot 13} = 0,69$$

$$k_1 = \min \left\{ \begin{array}{l} 2,8 \frac{e_4}{d_0} - 1,7 \\ 1,4 \frac{p_2}{d_0} - 1,7 \\ 2,5 \end{array} \right\} = \min \left\{ \begin{array}{l} 2,8 \frac{30}{13} - 1,7 \\ 1,4 \frac{40}{13} - 1,7 \\ 2,5 \end{array} \right\} = \min \left\{ \begin{array}{l} 4,76 \\ 2,61 \\ 2,5 \end{array} \right\} = 2,5$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \cdot \alpha_b \cdot d \cdot t \cdot f_{ub}}{\gamma_{M2}} = \frac{2,5 \cdot 0,69 \cdot 13 \cdot 5 \cdot 360}{1,25} = 35,89 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{V,Ed}}{F_{b,Rd}} = \frac{2,42}{35,89} = 0,07 \leq 1,0$$

⇒ SPOJ NA OTLAČENÍ VYHOVUJE

• **NÁVRH KOUTOVÉHO SVARU**

$$a = 4 \text{ mm} \geq a_{\min} = 3 \text{ mm} \dots \text{PRO } t < 10 \text{ mm} \dots t_{\max} = t_f = 8 \text{ mm}$$

$$l = 54 \text{ mm} \geq l_{\min} = \max(30; 6a) = \max(30; 6 \cdot 4) = 30 \text{ mm}$$

• **POSUDEK KOUTOVÉHO SVARU**

$$\frac{\frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}}}{\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(T_{\perp}^2 + T_{\parallel}^2)}} \leq 1,0$$

$$\sigma_{\perp} = T_{\perp} = \frac{M_y}{\sqrt{2} \cdot W} = \frac{0,53E^6}{\sqrt{2} \cdot 3,89E^3} = 96,34 \text{ MPa}$$

$$M_y = F_{V,Ed} \cdot (r_1 + r_2) = 2,42 \cdot (90 + 130) = 0,53 \text{ kNm}$$

$$W = n \cdot \frac{1}{6} \cdot a \cdot l^2 = 2 \cdot \frac{1}{6} \cdot 4 \cdot 54^2 = 3,89E^3 \text{ mm}^3$$

$$T_{\parallel} = \frac{V_{Ed,z}}{n \cdot a \cdot l} = \frac{4,83E^3}{2 \cdot 4 \cdot 54} = 11,18 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(T_{\perp}^2 + T_{\parallel}^2)}}{\frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}}} = \frac{\sqrt{96,36^2 + 3(96,34^2 + 11,18^2)}}{\frac{360}{0,8 \cdot 1,25}} =$$

$$= \frac{193,66}{360} = 0,54 \leq 1,0$$

⇒ **KOUTOVÝ SVAR VYHOVUJE**