



České vysoké učení technické v Praze  
Fakulta stavební  
Katedra betonových a zděných konstrukcí

# Přílohy

---

## Statické řešení bytového domu AVANA

Diplomová práce

Studijní program: Stavební inženýrství  
Studijní obor: Konstrukce pozemních staveb

Vedoucí práce: Ing. Petr Bílý, Ph.D.



České vysoké učení technické v Praze  
Fakulta stavební  
Katedra betonových a zděných konstrukcí

# Příloha 1 - Založení

---

## Statické řešení bytového domu AVANA

Diplomová práce

Studijní program: Stavební inženýrství  
Studijní obor: Konstrukce pozemních staveb

Vedoucí práce: Ing. Petr Bílý, Ph.D.

# PŘÍLOHA 1.1 | GEOLOGICKÝ PROFIL POZEMKU | VRTY

Česká geologická služba  
databáze geologicky dokumentovaných objektů

gd3v

## STRATIGRAFICKY VYMEZENÝ VÝPIS GEOLOGICKÉ DOKUMENTACE ARCHIVNÍHO VRTU R-25 [ Hlavní město Praha ]

Klíč báze GDO : 582742 Číslo posudku : P016283 Mapy 1:25.000 12-243 M-33-65-D-b  
Souřadnice - X : 1040582.00 Y : 740485.00 [ zaměřeno ]  
Nadmořská výška : 182.10 [ Jadran-Lišov ] Rok ukončení : 1964  
Hloubka / délka : 10.60 [ vrt svislý ] Datum výpisu : 11.9.2017  
Účel objektu : inženýrsko-geologický  
Realizace : Geologický průzkum Praha  
Komentář :

---

hloubkový interval [ m ] **stratigrafie**  
základní popis polohy  
rozsíření popisu polohy  
**komentář k poloze**

---

- Kvartér - holocén**  
0.00 - 1.20 : **navážka** hlinitá; geneze antropogenní  
přítomnost : štěrk drobný; příměs: kulturní zbytky  
1.20 - 4.80 : **hlína** písčité; geneze fluvialní  
přítomnost : štěrk zastoupení horniny - 40 %, max.velikost částic 8 cm  
**Kvartér**  
4.80 - 6.40 : **štěrk** písčité, slabě hlinitý, hrubě; geneze fluvialní  
přítomnost : valouny zastoupení horniny - 50 až 70 %  
6.40 - 9.60 : **štěrk** čistý; geneze fluvialní  
přítomnost : valouny zastoupení horniny - 50 až 60 %  
9.60 - 10.60 : **štěrk** čistý, slídnatý, jemnozrný, šedý; geneze fluvialní
- 

Hladina podzemní vody - hloubka [m] : 4.90

druh hladiny : naražená

**Provedené zkoušky**  
chemické rozbory vody

**STRATIGRAFICKY VYMEZENÝ VÝPIS GEOLOGICKÉ DOKUMENTACE ARCHIVNÍHO VRTU  
H-3 [ Hlavní město Praha ]**

Klíč báze GDO : 187165 Číslo posudku : P020783 Mapy 1:25.000 12-243 M-33-65-D-b  
Souřadnice - X : 1040595.50 Y : 740444.00 [ zaměřeno ]  
Nadmořská výška : 182.80 [ Jadran-Lišov ] Rok ukončení : 1968  
Hloubka / délka : 12.00 [ vrt svislý ] Datum výpisu : 11.9.2017  
Účel objektu : víceúčelový  
Realizace : Geoindustria, n.p. Praha  
Komentář :

---

hloubkový interval [ m ] **stratigrafie**  
základní popis polohy  
rozšíření popisu polohy  
**komentář k poloze**

---

- Kvartér - holocén**  
0.00 - 2.75 : **navážka** kamenitá, hlinitá, štěrkovitá, písčitá; geneze antropogenní  
přítomnost : navážka v ostrohranných úlomcích  
2.75 - 4.20 : **náplav** jemně písčité, jílovité, hlinité, pevné, hnědé; geneze fluviální  
**Kvartér**  
4.20 - 10.70 : **štěrk** středně ulehlý, ulehlý, hrubě, světle šedohnědý; geneze fluviální  
přítomnost : písek zastoupení horniny - 40 %, hrubozrnný  
**Ordovik - beroun**  
10.70 - 11.00 : **břidlice** v ostrohranných úlomcích, jílovitá, rozložená, černošedá; geneze sedimentární  
11.00 - 12.00 : **břidlice** jílovitá, navětralá, ve střípkách, rozpadavá, pevná, šedočerná; geneze sedimentární
- ZJIŠTĚNÉ LITOSTRATIGRAFICKÉ JEDNOTKY**  
10.70 - 12.00 : Libeňské břidlice

---

Hladina podzemní vody - hloubka [m] : 4.60

druh hladiny : ustálená



STRATIGRAFICKY VYMEZENÝ VÝPIS GEOLOGICKÉ DOKUMENTACE ARCHIVNÍHO VRTU  
R-29 [ Hlavní město Praha ]

Klíč báze GDO : 582746 Číslo posudku : P016283 Mapy 1:25.000 12-243 M-33-65-D-b  
Souřadnice - X : 1040566.00 Y : 740430.50 [ zaměřeno ]  
Nadmořská výška : 181.30 [ Jadran-Lišov ] Rok ukončení : 1964  
Hloubka / délka : 13.40 [ vrt svislý ] Datum výpisu : 11.9.2017  
Účel objektu : inženýrsko-geologický  
Realizace : Geologický průzkum Praha  
Komentář :

---

hloubkový interval [ m ] **stratigrafie**  
základní popis polohy  
rozšíření popisu polohy  
**komentář k poloze**

---

- Kvartér - holocén**  
0.00 - 2.00 : **navážka** hlinitá, kamenitá; geneze antropogenní  
přítomnost : kulturní zbytky v ostrohranných úlomcích  
2.00 - 3.40 : **hlína** silně písčitá; geneze fluviální  
přítomnost : štěrk zastoupení horniny - 30 %, max.velikost částic 9 cm  
**Kvartér**  
3.40 - 6.20 : **štěrk** písčitý; geneze fluviální  
6.20 - 10.30 : **štěrk** písčitý; geneze fluviální  
přítomnost : valouny zastoupení horniny - 40 až 50 %  
**Ordovik - beroun**  
10.30 - 10.80 : **břidlice** silně navětralá, jílovitá, černá; geneze sedimentární  
10.80 - 11.40 : **břidlice** jílovitá, písčitá, slabě navětralá, černošedá; geneze sedimentární  
11.40 - 13.40 : **břidlice** jílovitá, písčitá, slabě navětralá, pevná, černošedá; geneze sedimentární  
**ZJIŠTĚNÉ LITOSTRATIGRAFICKÉ JEDNOTKY**  
10.30 - 13.40 : Libeňské břidlice

---

Hladina podzemní vody - hloubka [m] : 3.40

druh hladiny : naražená

**Provedené zkoušky**  
chemické rozbory vody

STRATIGRAFICKY VYMEZENÝ VÝPIS GEOLOGICKÉ DOKUMENTACE ARCHIVNÍHO VRTU  
R-28 [ Hlavní město Praha ]

Klíč báze GDO : 582745 Číslo posudku : P016283 Mapy 1:25.000 12-243 M-33-65-D-b  
Souřadnice - X : 1040541.50 Y : 740478.00 [ zaměřeno ]  
Nadmořská výška : 181.80 [ Jadran-Lišov ] Rok ukončení : 1964  
Hloubka / délka : 10.25 [ vrt svislý ] Datum výpisu : 11.9.2017  
Účel objektu : inženýrsko-geologický  
Realizace : Geologický průzkum Praha  
Komentář :

---

hloubkový interval [ m ] **stratigrafie**  
základní popis polohy  
rozšíření popisu polohy  
**komentář k poloze**

---

- Kvartér - holocén**
- 0.00 - 0.30 : **navážka** písčitá, hlinitá; geneze antropogenní  
přítomnost : kameny max.velikost částic 5 cm
- 0.30 - 0.90 : **navážka**; geneze antropogenní  
přítomnost : křemenec (ortokvarcit) v ostrohranných úlomcích
- 0.90 - 2.30 : **hlína** písčitá; geneze fluvialní  
přítomnost : štěrk zastoupení horniny - 30 %
- 2.30 - 3.40 : **písek** hlinitý, jemnozrný, tmavě hnědý; geneze fluvialní  
přítomnost : štěrk zastoupení horniny - 30 %, max.velikost částic 8 cm
- Kvartér**
- 3.40 - 6.80 : **štěrk** písčitý, šedomodrý; geneze fluvialní  
přítomnost : valouny zastoupení horniny - 70 %, max.velikost částic 9 cm
- 6.80 - 8.30 : **štěrk** písčitý, čistý, šedomodrý; geneze fluvialní  
přítomnost : valouny zastoupení horniny - 80 %
- 8.30 - 9.20 : **písek** čistý, střednozrný až hrubozrný, šedožlutý; geneze fluvialní  
přítomnost : štěrk zastoupení horniny - 30 až 40 %
- Ordovik - beroun**
- 9.20 - 10.25 : **křemenec (ortokvarcit)** zdravý, tvrdý, jemnozrný, tmavě šedý; geneze sedimentární  
přítomnost : limonit v povlacích puklin
- ZJIŠTĚNÉ LITOSTRATIGRAFICKÉ JEDNOTKY**
- 9.20 - 10.25 : Řevnické křemence

---

Hladina podzemní vody - hloubka [m] : 3.40

druh hladiny : naražená

Provedené zkoušky  
[chemické rozbory vody](#)

STRATIGRAFICKY VYMEZENÝ VÝPIS GEOLOGICKÉ DOKUMENTACE ARCHIVNÍHO VRTU  
V-62 [ Hlavní město Praha ]

Klíč báze GDO : 582868 Číslo posudku : U006560 Mapy 1:25.000 12-243 M-33-65-D-b  
Souřadnice - X : 1040538.00 Y : 740513.00 [ odečteno z mapy ]  
Nadmořská výška : 182.00 [ Jadran-Lišov ] Rok ukončení : 1960  
Hloubka / délka : 11.60 [ vrt svislý ] Datum výpisu : 11.9.2017  
Účel objektu : inženýrsko-geologický  
Realizace : Stát. ústav dopr. projektování Praha  
Komentář :

---

hloubkový interval [ m ] **stratigrafie**  
základní popis polohy  
rozšíření popisu polohy  
komentář k poloze

---

0.00 - 0.70 : **Kvartér - holocén**  
navážka; geneze antropogenní  
přítomnost : navážka  
**Kvartér**  
0.70 - 9.80 : štěrk; geneze fluviální  
**Ordovik - beroun**  
9.80 - 10.80 : **břidlice** zvětralá; geneze sedimentární  
10.80 - 11.60 : **břidlice** navětralá; geneze sedimentární

---

Hladina podzemní vody - hloubka [m] : 3.00

druh hladiny : naražená

Jakub Vrzáň

bytový dům AVANA | Diplomová práce  
GEOTECHNIKA

## Posouzení plošného základu

### Vstupní data

#### Projekt

Akce : bytový dům AVANA | Diplomová práce  
Část : GEOTECHNIKA  
Vypracoval : Jakub Vrzáň  
Datum : 8.11.2017

#### Nastavení

(zadané pro aktuální úlohu)

#### Materiály a normy

Betonové konstrukce : EN 1992-1-1 (EC2)  
Součinitele EN 1992-1-1 : standardní

#### Sedání

Metoda výpočtu : ČSN 73 1001 (Výpočet pomocí edometrického modulu)  
Omezení deformační zóny : procentem Sigma,Or  
Koef. omezení deformační zóny : 10,0 [%]

#### Patky

Výpočet pro odvodněné podmínky : EC 7-1 (EN 1997-1:2003)  
Posouzení tažené patky : standardní postup  
Dovolená excentricita : 0,333  
Metodika posouzení : výpočet podle EN 1997  
Návrhový přístup : 2 - redukce zatížení a odporu

Součinitele redukce zatížení (F)			
Trvalá návrhová situace			
		Nepříznivé	Příznivé
Stálé zatížení :	$\gamma_G =$	1,35 [-]	1,00 [-]

Součinitele redukce odporu (R)			
Trvalá návrhová situace			
Součinitel redukce svislé únosnosti :		$\gamma_{Rvs} =$	1,40 [-]
Součinitel redukce vodorovné únosnosti :		$\gamma_{Rhs} =$	1,10 [-]



#### Základní parametry zemin

Číslo	Název	Vzorek	$\varphi_{ef}$ [°]	$c_{ef}$ [kPa]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{su}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\delta$ [°]
1	Třída F3, konzistence pevná, $S_r > 0,8$		26,50	16,00	18,00	8,00	
2	Třída G1, středně ulehlá		38,50	0,00	21,00	11,00	
3	Třída S1, středně ulehlá		36,50	0,00	20,00	10,00	
4	R4 - břidlice - navětralá		35,50	180,00	24,75	14,75	
5	Třída S4		29,00	5,00	18,00	8,00	
6	Třída G1, ulehlá		41,50	0,00	21,00	11,00	



Pouze pro nekomerční využití



Číslo	Název	Vzorek	$\varphi_{ef}$ [°]	$c_{ef}$ [kPa]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{su}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\delta$ [°]
7	R5 - břidlice - zvětralá		35,50	45,00	22,75	12,75	
8	Třída G3, středně ulehlá		32,50	0,00	19,00	9,00	

Pro výpočet tlaku v klidu jsou všechny zeminy zadány jako nesoudržné.

### Parametry zemín

#### Třída F3, konzistence pevná, $S_r > 0,8$

Objemová tíha :	$\gamma$ =	18,00 kN/m <sup>3</sup>
Úhel vnitřního tření :	$\varphi_{ef}$ =	26,50 °
Soudržnost zeminy :	$c_{ef}$ =	16,00 kPa
Edometrický modul :	$E_{oed}$ =	16,00 MPa
Obj.tíha sat.zeminy :	$\gamma_{sat}$ =	18,00 kN/m <sup>3</sup>

#### Třída G1, středně ulehlá

Objemová tíha :	$\gamma$ =	21,00 kN/m <sup>3</sup>
Úhel vnitřního tření :	$\varphi_{ef}$ =	38,50 °
Soudržnost zeminy :	$c_{ef}$ =	0,00 kPa
Edometrický modul :	$E_{oed}$ =	355,50 MPa
Obj.tíha sat.zeminy :	$\gamma_{sat}$ =	21,00 kN/m <sup>3</sup>

#### Třída S1, středně ulehlá

Objemová tíha :	$\gamma$ =	20,00 kN/m <sup>3</sup>
Úhel vnitřního tření :	$\varphi_{ef}$ =	36,50 °
Soudržnost zeminy :	$c_{ef}$ =	0,00 kPa
Edometrický modul :	$E_{oed}$ =	57,50 MPa
Obj.tíha sat.zeminy :	$\gamma_{sat}$ =	20,00 kN/m <sup>3</sup>

#### R4 - břidlice - navětralá

Objemová tíha :	$\gamma$ =	24,75 kN/m <sup>3</sup>
Úhel vnitřního tření :	$\varphi_{ef}$ =	35,50 °
Soudržnost zeminy :	$c_{ef}$ =	180,00 kPa
Modul přetvárnosti :	$E_{def}$ =	740,00 MPa
Poissonovo číslo :	$\nu$ =	0,15
Obj.tíha sat.zeminy :	$\gamma_{sat}$ =	24,75 kN/m <sup>3</sup>

#### Třída S4

Objemová tíha :	$\gamma$ =	18,00 kN/m <sup>3</sup>
Úhel vnitřního tření :	$\varphi_{ef}$ =	29,00 °
Soudržnost zeminy :	$c_{ef}$ =	5,00 kPa
Edometrický modul :	$E_{oed}$ =	13,50 MPa
Obj.tíha sat.zeminy :	$\gamma_{sat}$ =	18,00 kN/m <sup>3</sup>

#### Třída G1, ulehlá

Objemová tíha :	$\gamma$ =	21,00 kN/m <sup>3</sup>
Úhel vnitřního tření :	$\varphi_{ef}$ =	41,50 °
Soudržnost zeminy :	$c_{ef}$ =	0,00 kPa
Edometrický modul :	$E_{oed}$ =	478,00 MPa



Pouze pro nekomerční využití



Obj.tíha sat.zeminy :  $\gamma_{\text{sat}} = 21,00 \text{ kN/m}^3$

#### R5 - břidlice - zvětralá

Objemová tíha :  $\gamma = 22,75 \text{ kN/m}^3$   
Úhel vnitřního tření :  $\varphi_{\text{ef}} = 35,50^\circ$   
Soudržnost zeminy :  $c_{\text{ef}} = 45,00 \text{ kPa}$   
Modul přetvárnosti :  $E_{\text{def}} = 112,50 \text{ MPa}$   
Poissonovo číslo :  $\nu = 0,15$   
Obj.tíha sat.zeminy :  $\gamma_{\text{sat}} = 22,75 \text{ kN/m}^3$

#### Třída G3, středně ulehlá

Objemová tíha :  $\gamma = 19,00 \text{ kN/m}^3$   
Úhel vnitřního tření :  $\varphi_{\text{ef}} = 32,50^\circ$   
Soudržnost zeminy :  $c_{\text{ef}} = 0,00 \text{ kPa}$   
Edometrický modul :  $E_{\text{oed}} = 102,00 \text{ MPa}$   
Obj.tíha sat.zeminy :  $\gamma_{\text{sat}} = 19,00 \text{ kN/m}^3$

### Založení

#### Typ základu: základový pas

Hloubka od původního terénu  $h_z = 3,00 \text{ m}$   
Hloubka základové spáry  $d = 1,00 \text{ m}$   
Tloušťka základu  $t = 1,00 \text{ m}$   
Sklon upraveného terénu  $s_1 = 0,00^\circ$   
Sklon základové spáry  $s_2 = 0,00^\circ$

Objemová tíha zeminy nad základem =  $18,00 \text{ kN/m}^3$

### Geometrie konstrukce

#### Typ základu: základový pas

Celková délka pasu =  $100,00 \text{ m}$   
Šířka pasu (x) =  $1,00 \text{ m}$   
Šířka sloupu ve směru x =  $0,30 \text{ m}$   
Objem pasu =  $1,00 \text{ m}^3/\text{m}$

Zadané zatížení je uvažováno na 1bm délky pasu.

### Materiál konstrukce

Objemová tíha  $\gamma = 23,00 \text{ kN/m}^3$

Výpočet betonových konstrukcí proveden podle normy EN 1992-1-1 (EC2).

#### Beton : C 20/25

Válcová pevnost v tlaku  $f_{\text{ck}} = 20,00 \text{ MPa}$   
Pevnost v tahu  $f_{\text{ctm}} = 2,20 \text{ MPa}$   
Modul pružnosti  $E_{\text{cm}} = 30000,00 \text{ MPa}$

#### Ocel podélná : B500

Mez kluzu  $f_{\text{yk}} = 500,00 \text{ MPa}$

#### Ocel příčná: B500

Mez kluzu  $f_{\text{yk}} = 500,00 \text{ MPa}$



Pouze pro nekomerční využití



**Geologický profil a přiřazení zemín**

Číslo	Vrstva [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	1,10	Třída F3, konzistence pevná, $S_r > 0,8$	
2	0,90	Třída F3, konzistence pevná, $S_r > 0,8$	
3	2,00	Třída F3, konzistence pevná, $S_r > 0,8$	
4	5,50	Třída G1, ulehlá	
5	1,00	Třída G1, ulehlá	
6	0,50	R5 - břidlice - zvětralá	
7	-	R4 - břidlice - navětralá	

**Zatížení**

Číslo	Zatížení		Název	Typ	N [kN/m]	$M_y$ [kNm/m]	$H_x$ [kN/m]
	nové	změna					
1	Ano		JV_max lokální	Návrhové	829,00	0,00	0,00
2	Ano		JV_max lokální	Užitné	550,00	0,00	0,00
3	Ano		JV_rovnoměrné	Návrhové	324,00	0,00	0,00
4	Ano		JV_rovnoměrné	Užitné	235,00	0,00	0,00
5	Ano		rovnoměrné_min	Užitné	139,00	0,00	0,00
6	Ano		JV_rozvnorněrné_MSÚ_sedání	Užitné	323,00	0,00	0,00
7	Ano		JV_max_lokalni_sloup	Návrhové	1409,00	0,00	0,00
8	Ano		JV_jádro_MSÚ	Návrhové	1151,00	0,00	0,00
9	Ano		JV_jádro_kvazi	Užitné	764,00	0,00	0,00

**Hladina podzemní vody**

Hladina podzemní vody je v hloubce 4,00 m od původního terénu.

**Celkové nastavení výpočtu**

Typ výpočtu : výpočet pro odvodněné podmínky

**Nastavení výpočtu fáze**

Návrhová situace : trvalá

**Posouzení čís. 1****Posouzení zatěžovacích stavů**

Název	VI. tíha příznivě	$e_x$ [m]	$e_y$ [m]	$\sigma$ [kPa]	$R_d$ [kPa]	Využití [%]	Vyhovuje
JV_rovnoměrné	Ano	0,00	0,00	347,00	923,02	37,59	Ano
JV_rovnoměrné	Ne	0,00	0,00	355,05	923,02	38,47	Ano

Výpočet proveden pro zatěžovací stav číslo 3. (JV\_rovnoměrné)



Pouze pro nekomerční využití



Spočtená vlastní tíha pasu  $G = 31,05$  kN/m  
Spočtená tíha nadloží  $Z = 0,00$  kN/m

### Posouzení svislé únosnosti

Tvar kontaktního napětí : obdélník

Parametry smykové plochy pod základem:  
Hloubka smykové plochy  $z_{sp} = 1,90$  m  
Dosah smykové plochy  $l_{sp} = 6,26$  m

Výpočtová únosnost zákl. půdy  $R_d = 923,02$  kPa  
Extrémní kontaktní napětí  $\sigma = 355,05$  kPa

### Svislá únosnost VYHOVUJE

### Posouzení excentricity zatížení

Max. excentricita ve směru délky patky  $e_x = 0,000 < 0,333$   
Max. excentricita ve směru šířky patky  $e_y = 0,000 < 0,333$   
Max. prostorová excentricita  $e_t = 0,000 < 0,333$

### Excentricita zatížení základu VYHOVUJE

### Posouzení vodorovné únosnosti

Zemní odpor: klidový  
Výpočtová velikost zemního odporu  $S_{pd} = 4,98$  kN  
Horizontální únosnost základu  $R_{dh} = 176,36$  kN  
Extrémní horizontální síla  $H = 0,00$  kN

### Vodorovná únosnost VYHOVUJE

### Únosnost základu VYHOVUJE

## Posouzení čís. 1

### Sednutí a natočení základu - vstupní data

Výpočet proveden pro zatěžovací stav číslo 4.(JV\_rovnoměrné)  
Výpočet proveden s uvažováním koeficientu  $\kappa_1$  (vliv hloubky založení).  
Napětí v základové spáře uvažováno od upraveného terénu.

Spočtená vlastní tíha pasu  $G = 23,00$  kN/m  
Spočtená tíha nadloží  $Z = 0,00$  kN/m  
Sednutí středu délkové hrany = 5,2 mm  
Sednutí středu šířkové hrany 1 = 7,0 mm  
Sednutí středu šířkové hrany 2 = 7,0 mm  
(1-hrana max.tlačená; 2-hrana min.tlačená)

### Sednutí a natočení základu - výsledky

#### Tuhost základu:

Spočtený vážený průměrný modul přetvárnosti  $E_{def} = 269,29$  MPa  
Základ je ve směru délky tuhý ( $k=111,40$ )  
Základ je ve směru šířky tuhý ( $k=111,40$ )

### Posouzení excentricity zatížení

Max. excentricita ve směru délky patky  $e_x = 0,000 < 0,333$



Pouze pro nekomerční využití





Max. excentricita ve směru šířky patky  $e_y = 0,000 < 0,333$

Max. prostorová excentricita  $e_t = 0,000 < 0,333$

### Excentricita zatížení základu VYHOVUJE

#### Celkové sednutí a natočení základu:

Sednutí základu = 9,0 mm

Hloubka deformační zóny = 8,68 m

Natočení ve směru šířky = 0,000 ( $\tan \cdot 1000$ ); ( $1,0E-16$  °)



Pouze pro nekomerční využití



Jakub Vrzáň

bytový dům AVANA | Diplomová práce  
GEOTECHNIKA

## Posouzení piloty

### Vstupní data

#### Projekt

Akce : bytový dům AVANA | Diplomová práce  
Část : GEOTECHNIKA  
Vypracoval : Jakub Vrzáň  
Datum : 8.11.2017

#### Nastavení

(zadané pro aktuální úlohu)

#### Materiály a normy

Betonové konstrukce : EN 1992-1-1 (EC2)  
Součinitele EN 1992-1-1 : standardní  
Ocelové konstrukce : EN 1993-1-1 (EC3)  
Dílní součinitel únosnosti ocelového průřezu :  $\gamma_{M0} = 1,00$   
Dřevěné konstrukce : EN 1995-1-1 (EC5)  
Dílní součinitel vlastností dřeva :  $\gamma_M = 1,30$   
Součinitel vlivu zatížení a vlhkosti (dřevo) :  $k_{mod} = 0,50$   
Součinitel šířky průřezu ve smyku (dřevo) :  $k_{cr} = 0,67$






#### Piloty

Výpočet pro odvozené podmínky : ČSN 73 1002  
Zatěžovací křivka : nelineární (Masopust)  
Vodorovná únosnost : pružný poloprostor  
Metodika posouzení : výpočet podle EN 1997  
Návrhový přístup : 2 - redukce zatížení a odporu

Součinitele redukce zatížení (F)			
Trvalá návrhová situace			
		Nepříznivé	Příznivé
Stálé zatížení :	$\gamma_G =$	1,35 [-]	1,00 [-]

Součinitele redukce odporu (R)			
Trvalá návrhová situace			
Součinitel redukce odporu na plášti :	$\gamma_s =$	1,10 [-]	
Součinitel redukce odporu na patě :	$\gamma_b =$	1,10 [-]	
Součinitel redukce únosnosti tažené piloty :	$\gamma_{st} =$	1,15 [-]	

#### Základní parametry zemín

Číslo	Název	Vzorek	$\varphi_{ef}$ [°]	$c_{ef}$ [kPa]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\nu$ [-]
1	Třída F3, konzistence pevná, $S_r > 0,8$		26,50	16,00	18,00	0,35
2	Třída G1, středně ulehlá		38,50	0,00	21,00	0,20
3	Třída S1, středně ulehlá		36,50	0,00	20,00	0,28
4	R4 - břidlice - navětralá		35,50	180,00	24,75	0,15
5	Třída S4		29,00	5,00	18,00	0,30





Pouze pro nekomerční využití



Číslo	Název	Vzorek	$\varphi_{ef}$ [°]	$c_{ef}$ [kPa]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\nu$ [-]
6	Třída G3, středně ulehlá		32,50	0,00	19,00	0,25
7	R5 - břidlice - zvětralá		35,50	45,00	22,75	0,15

Pro výpočet tlaku v klidu jsou všechny zeminy zadány jako nesoudržné.

Číslo	Název	Vzorek	$E_{oed}$ [MPa]	$E_{def}$ [MPa]	$\gamma_{sat}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_s$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$n$ [-]
1	Třída F3, konzistence pevná, $S_r > 0,8$		16,00	-	18,00	-	-
2	Třída G1, středně ulehlá		355,50	-	21,00	-	-
3	Třída S1, středně ulehlá		57,50	-	20,00	-	-
4	R4 - břidlice - navětralá		-	740,00	24,75	-	-
5	Třída S4		13,50	-	18,00	-	-
6	Třída G3, středně ulehlá		102,00	-	19,00	-	-
7	R5 - břidlice - zvětralá		-	112,50	22,75	-	-

### Parametry zemín

#### Třída F3, konzistence pevná, $S_r > 0,8$

Objemová tíha :	$\gamma$ = 18,00 kN/m <sup>3</sup>
Úhel vnitřního tření :	$\varphi_{ef}$ = 26,50 °
Soudržnost zeminy :	$c_{ef}$ = 16,00 kPa
Poissonovo číslo :	$\nu$ = 0,35
Edometrický modul :	$E_{oed}$ = 16,00 MPa
Obj.tíha sat.zeminy :	$\gamma_{sat}$ = 18,00 kN/m <sup>3</sup>

#### Třída G1, středně ulehlá

Objemová tíha :	$\gamma$ = 21,00 kN/m <sup>3</sup>
Úhel vnitřního tření :	$\varphi_{ef}$ = 38,50 °
Soudržnost zeminy :	$c_{ef}$ = 0,00 kPa
Poissonovo číslo :	$\nu$ = 0,20
Edometrický modul :	$E_{oed}$ = 355,50 MPa
Obj.tíha sat.zeminy :	$\gamma_{sat}$ = 21,00 kN/m <sup>3</sup>

#### Třída S1, středně ulehlá

Objemová tíha :	$\gamma$ = 20,00 kN/m <sup>3</sup>
Úhel vnitřního tření :	$\varphi_{ef}$ = 36,50 °
Soudržnost zeminy :	$c_{ef}$ = 0,00 kPa
Poissonovo číslo :	$\nu$ = 0,28
Edometrický modul :	$E_{oed}$ = 57,50 MPa



Pouze pro nekomerční využití



Obj.tíha sat.zeminy :  $\gamma_{\text{sat}} = 20,00 \text{ kN/m}^3$

#### R4 - břidlice - navětralá

Objemová tíha :  $\gamma = 24,75 \text{ kN/m}^3$   
Úhel vnitřního tření :  $\varphi_{\text{ef}} = 35,50^\circ$   
Soudržnost zeminy :  $c_{\text{ef}} = 180,00 \text{ kPa}$   
Poissonovo číslo :  $\nu = 0,15$   
Modul přetvárnosti :  $E_{\text{def}} = 740,00 \text{ MPa}$   
Obj.tíha sat.zeminy :  $\gamma_{\text{sat}} = 24,75 \text{ kN/m}^3$

#### Třída S4

Objemová tíha :  $\gamma = 18,00 \text{ kN/m}^3$   
Úhel vnitřního tření :  $\varphi_{\text{ef}} = 29,00^\circ$   
Soudržnost zeminy :  $c_{\text{ef}} = 5,00 \text{ kPa}$   
Poissonovo číslo :  $\nu = 0,30$   
Edometrický modul :  $E_{\text{oed}} = 13,50 \text{ MPa}$   
Obj.tíha sat.zeminy :  $\gamma_{\text{sat}} = 18,00 \text{ kN/m}^3$

#### Třída G3, středně ulehlá

Objemová tíha :  $\gamma = 19,00 \text{ kN/m}^3$   
Úhel vnitřního tření :  $\varphi_{\text{ef}} = 32,50^\circ$   
Soudržnost zeminy :  $c_{\text{ef}} = 0,00 \text{ kPa}$   
Poissonovo číslo :  $\nu = 0,25$   
Edometrický modul :  $E_{\text{oed}} = 102,00 \text{ MPa}$   
Obj.tíha sat.zeminy :  $\gamma_{\text{sat}} = 19,00 \text{ kN/m}^3$

#### R5 - břidlice - zvětralá

Objemová tíha :  $\gamma = 22,75 \text{ kN/m}^3$   
Úhel vnitřního tření :  $\varphi_{\text{ef}} = 35,50^\circ$   
Soudržnost zeminy :  $c_{\text{ef}} = 45,00 \text{ kPa}$   
Poissonovo číslo :  $\nu = 0,15$   
Modul přetvárnosti :  $E_{\text{def}} = 112,50 \text{ MPa}$   
Obj.tíha sat.zeminy :  $\gamma_{\text{sat}} = 22,75 \text{ kN/m}^3$

### Geometrie

Profil piloty: kruhová

#### Rozměry

Průměr  $d = 0,90 \text{ m}$

Délka  $l = 11,00 \text{ m}$

#### Spočtené průřezové charakteristiky

Plocha  $A = 6,36\text{E-}01 \text{ m}^2$

Moment setrvačnosti  $I = 3,22\text{E-}02 \text{ m}^4$

#### Umístění

Vysazení  $h = 0,00 \text{ m}$

Hloubka upraveného terénu  $h_z = 2,00 \text{ m}$

Typ technologie: Vrtané piloty

### Materiál konstrukce

Objemová tíha  $\gamma = 23,00 \text{ kN/m}^3$

Výpočet betonových konstrukcí proveden podle normy EN 1992-1-1 (EC2).

#### Beton : C 20/25



Pouze pro nekomerční využití



Válcová pevnost v tlaku  $f_{ck} = 20,00$  MPa  
 Pevnost v tahu  $f_{ctm} = 2,20$  MPa  
 Modul pružnosti  $E_{cm} = 30000,00$  MPa  
 Modul pružnosti ve smyku  $G = 12500,00$  MPa

**Ocel podélná : B500**

Mez kluzu  $f_{yk} = 500,00$  MPa

**Ocel příčná: B500**

Mez kluzu  $f_{yk} = 500,00$  MPa

**Geologický profil a přiřazení zemin**

Číslo	Vrstva [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	1,10	Třída F3, konzistence pevná, $S_r > 0,8$	
2	0,90	Třída F3, konzistence pevná, $S_r > 0,8$	
3	2,00	Třída F3, konzistence pevná, $S_r > 0,8$	
4	5,50	Třída G1, středně ulehlá	
5	1,00	Třída G1, středně ulehlá	
6	0,50	R5 - břidlice - zvětralá	
7	-	R4 - břidlice - navětralá	

**Zatížení**

Číslo	Zatížení		Název	Typ	N [kN]	$M_x$ [kNm]	$M_y$ [kNm]	$H_x$ [kN]	$H_y$ [kN]
	nové	změna							
1	Ano		JV_MSÚ	Návrhové	2805,96	0,00	0,00	0,00	0,00
2	Ano		JV_char_max	Užitné	2036,82	0,00	0,00	0,00	0,00

**Hladina podzemní vody**

Hladina podzemní vody je v hloubce 4,00 m od původního terénu.

**Celkové nastavení výpočtu**

Výpočet svislé únosnosti : analytické řešení  
 Typ výpočtu : výpočet pro odvodněné podmínky

**Nastavení výpočtu fáze**

Návrhová situace : trvalá  
 Metodika posouzení : bez redukce vstupních dat

**Posouzení čís. 1****Posouzení svislé únosnosti piloty podle teorie MS - mezivýsledky**

Výpočet únosnosti v patě:  
 Součinitel únosnosti  $N_c = 48,29$



Pouze pro nekomerční využití



Součinitel únosnosti  $N_d = 35,44$   
 Součinitel únosnosti  $N_b = 36,85$   
 Součinitel únosnosti  $K1 = 1,00$   
 Výpočtová únosnost na patě piloty  $R_{bd} = 18633,77 \text{ kPa}$   
 Plocha příčného řezu piloty  $A_p = 6,36E-01 \text{ m}^2$

Únosnost na plášti piloty:  
 Zkrácení účinné délky piloty  $L_p = 2,43 \text{ m}$

Hloubka [m]	Mocnost [m]	$\varphi_d$ [°]	$c_{ud}$ [kPa]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma R2$ [-]	$f_s$ [kPa]	$R_{si}$ [kN]
2,00	2,00	26,50	16,00	18,00	1,00	21,35	109,77
7,50	5,50	38,50	0,00	11,00	1,00	29,58	418,22
8,50	1,00	38,50	0,00	11,00	1,00	45,55	117,07
8,57	0,07	35,50	45,00	12,75	1,00	89,03	16,54

### Posouzení svíslé únosnosti piloty podle teorie MS - výsledek

Výpočet proveden pro zatěžovací stav číslo 1. (JV\_MSÚ)

Posouzení tlačené piloty:

Únosnost piloty na plášti  $R_s = 661,60 \text{ kN}$   
 Únosnost piloty v patě  $R_p = 10776,63 \text{ kN}$

Únosnost piloty  $R_c = 11438,23 \text{ kN}$   
 Extrémní svíslá síla  $V_d = 2945,95 \text{ kN}$

$R_c = 11438,23 \text{ kN} > 2945,95 \text{ kN} = V_d$

**Svíslá únosnost piloty VYHOVUJE**

### Posouzení čís. 1

Výpočet zatěžovací křivky piloty - vstupní data

Vrstva číslo	Počátek [m]	Konec [m]	Mocnost [m]	$E_s$ [MPa]	Součinitel a	Součinitel b
1	0,00	0,00	0,00	7,65	46,00	20,00
2	0,00	2,00	2,00	7,65	46,00	20,00
3	2,00	7,50	5,50	21,28	62,00	16,00
4	7,50	8,50	1,00	25,70	62,00	16,00
5	8,50	9,00	0,50	71,21	131,00	94,00
6	9,00	11,00	2,00	107,75	169,00	139,00

Uvažovat zatížení : užité

Součinitel vlivu ochrany dřívku  $m_2 = 1,00$

Limitní sedání piloty  $s_{lim} = 25,0 \text{ mm}$

Regresní součinitel  $e = 1616,00$

Regresní součinitel  $f = 1155,00$

Výpočet zatěžovací křivky piloty - mezivýsledky

Mezní síla na plášti piloty  $R_{sy} = 1611,41 \text{ kN}$   
 Velikost napětí na patě při  $R_{sy}$   $q_0 = 1521,50 \text{ kPa}$   
 Průměrné plášťové tření  $q_s = 74,02 \text{ kPa}$



Pouze pro nekomerční využití



Průměrný sečnový modul deformace  $E_s = 37,20$  MPa  
 Součinitel přenosu zatížení do paty  $\beta = 0,30$

Příčinkové součinitele sedání :  
 Základní - závislý na poměru  $l/d$   $l_0 = 0,13$   
 Součinitel vlivu tuhosti piloty  $R_k = 1,11$   
 Součinitel vlivu nestlačitelné vrstvy  $R_h = 1,00$

#### Body zatěžovací křivky

Sednutí [mm]	Zatížení [kN]
0,0	0,00
2,5	1161,02
5,0	1641,93
7,5	2010,94
10,0	2308,69
12,5	2483,01
15,0	2657,32
17,5	2831,64
20,0	3005,96
22,5	3180,28
25,0	3354,60

#### Výpočet zatěžovací křivky piloty - výsledky

Zatížení na mezi mobilizace plášť.tření  $R_{yu} = 2288,97$  kN  
 Velikost sedání odpovídající síle  $R_{yu}$   $s_y = 9,7$  mm

Únosnosti odpovídající sednutí 25,0 mm :  
 Únosnost paty  $R_{bu} = 1743,19$  kN  
 Celková únosnost  $R_c = 3354,60$  kN

Pro zatížení  $Q = 2036,82$  kN je sednutí piloty 7,7 mm



Pouze pro nekomerční využití





České vysoké učení technické v Praze  
Fakulta stavební  
Katedra betonových a zděných konstrukcí

# Příloha 2 - Statický návrh

---

## Statické řešení bytového domu AVANA

Diplomová práce

Studijní program: Stavební inženýrství  
Studijní obor: Konstrukce pozemních staveb

Vedoucí práce: Ing. Petr Bílý, Ph.D.



## Posouzení kapacity - interakční diagram

Lineární výpočet  
 Kombinace: BETON\_MSÚ  
 Souřadný systém: Hlavní  
 Extrém 1D: Dílec  
 Výběr: 18I

Sloup 18I		Obdélník (250; 300)
ČSN EN 1992-1-1/NA: 2011-07		Řez 0 [dx = 0 m]
<b>Délka prvku:</b>	L = 3.05 m	<b>Beton: C30/37</b>
Vzpěr y-y	L <sub>y</sub> = 1.55 m (neposuvný)	Bilineární pracovní diagram
Vzpěr z-z	L <sub>z</sub> = 1.57 m (neposuvný)	Třída prostředí: XC4, XF1
		<b>Podélná výztuž: B 500B</b>
		Bilineární s nakloněnou horní větví
		4φ22 mm (A <sub>s</sub> = 1521 mm <sup>2</sup> )
		ρ <sub>i</sub> = 2,027 % (11.9 kg/m)
		<b>Smyková výztuž: B 500B</b>
		Bilineární s nakloněnou horní větví
		φ8/182 mm (n <sub>s</sub> = 2) (A <sub>sw</sub> = 101 mm <sup>2</sup> )
		ρ <sub>w</sub> = 0,862 % (5.08 kg/m) (A <sub>swm</sub> = 647 mm <sup>2</sup> /m)
		<b>Krytí (třmínek)</b>
		Horní: 40 mm
		Spodní: 40 mm
		Levý: 40 mm
		Pravý: 40 mm

### Materiálové charakteristiky

Návrhová hodnota tlakové pevnosti betonu

$$f_{cd} = \frac{\alpha_{cc} \cdot f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{1 \cdot 30}{1.5} = 20 \text{ MPa}$$

Návrhová hodnota napětí na mezi kluzu podélné výztuže

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1.15} = 435 \text{ MPa} \quad (3.15)$$

### Síly

Z MKP výpočtu

$$N = -1409 \text{ kN} \quad M_y = -6.36 \text{ kNm} \quad M_z = -7.84 \text{ kNm}$$

Obsah kombinace:

1.50\*JV\_užitné\_NP\_(katA)+1.05\*JV\_užitné\_střecha\_(katH)+1.35\*JV\_stálé\_vlastní\_tíha+  
 1.35\*JV\_stálé\_skladba\_NP+1.35\*JV\_stálé\_skladba\_střecha+  
 1.50\*JV\_stálé\_příčky\_proměnné\_katA+1.50\*JV\_užitné\_balkóny\_katA

Přepočtené ohybových momentů.

Účinek 2. řádu: Ano

Imperfekce: Ano

$$N_{Ed} = -1409 \text{ kN} \quad M_{Edy} = -28.2 \text{ kNm} \quad M_{Edz} = -28.2 \text{ kNm}$$

Prvek je uvažován jako samostatný prvek: Ano

Použit pro výpočet ekvivalentních momentů: Ano

### Vstupní údaje použité pro generování ID

Metoda posudku pro interakční diagram	M <sub>u</sub>
Dělení svislého přetvoření	250
Počet svislých řezů	36
Výslednice kroutícího momentu	M <sub>res</sub> = 39.9 kNm
Úhel výsledného momentu vztažený k M <sub>y</sub> směr v horizontální rovině M <sub>y</sub> -M <sub>z</sub>	α <sub>M<sub>y</sub>M<sub>z</sub></sub> = -45 °
Úhel výsledného momentu vztažený k N směr ve vertikální rovině N-M <sub>res</sub>	α <sub>NM</sub> = -88.4 °

### Výpočet únosnosti

Únosnost v kladném směru  $N_{Rd+} = -1409 \text{ kN}$   $M_{Rdy+} = 37 \text{ kNm}$   $M_{Rdz+} = 37 \text{ kNm}$

Únosnost v záporném směru  $N_{Rd-} = -1409 \text{ kN}$   $M_{Rdy-} = -37 \text{ kNm}$   $M_{Rdz-} = -37 \text{ kNm}$

### Shrnutí posudku

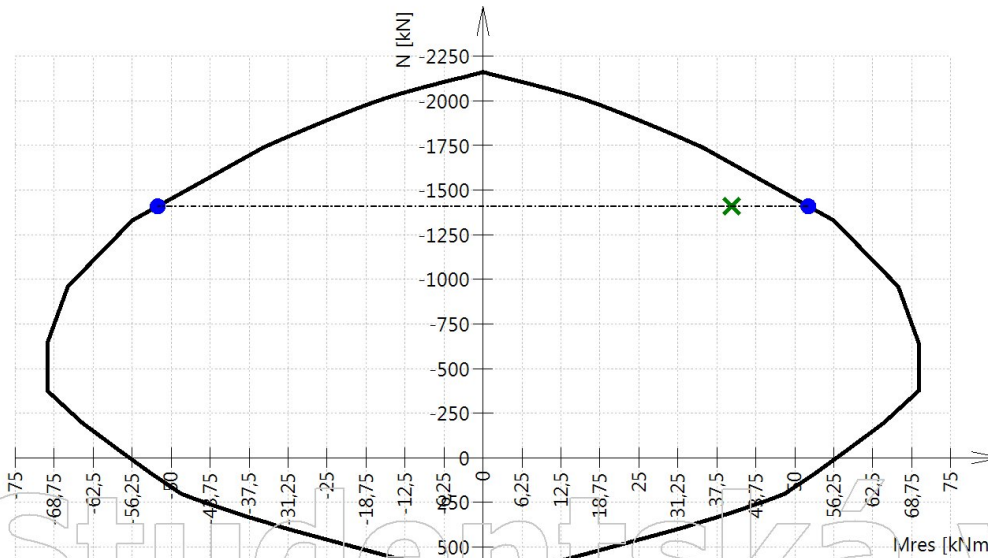
Síly:  $N_{Ed} = -1409 \text{ kN}$   $M_{Edy} = -28.2 \text{ kNm}$   $M_{Edz} = -28.2 \text{ kNm}$

Odolnost:  $N_{Rd} = -1409 \text{ kN}$   $M_{Rdy} = -37 \text{ kNm}$   $M_{Rdz} = -37 \text{ kNm}$

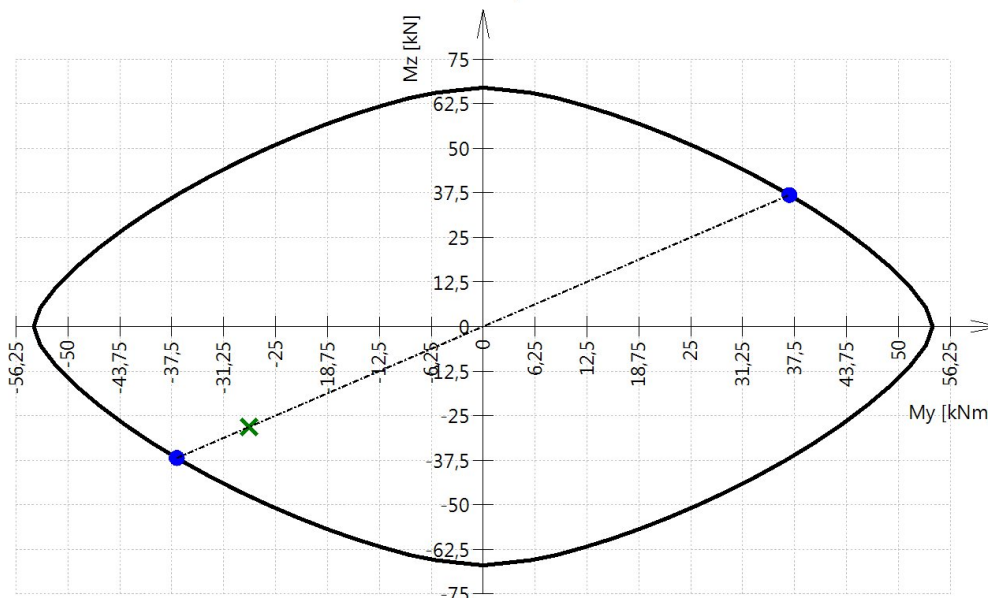
Výpočet jednotkového posudku.

$$UC = \max\left(\frac{M_{Edy}}{M_{Rdy}}, \frac{M_{Edz}}{M_{Rdz}}\right) = \max\left(\frac{-28.2}{-36.9}, \frac{-28.2}{-36.9}\right) = 0.764 \leq 1 \quad \text{OK}$$

### 3D interakční diagram - svislý řez N-M<sub>res</sub>



### 3D interakční diagram - vodorovný řez M<sub>y</sub>-M<sub>z</sub>



<b>Řez Sloup 18I   Pata</b>	<b>Obdélník (250; 300)</b>
ČSN EN 1992-1-1/NA: 2011-07	Sloup 18I [dx = 0 m]

## Vnitřní síly (MKP)

Extrém: JV\_ČSN\_MSÚ\_souborB/2 (MSÚ)

Typ: Kombinace (lineární)

Návrhová situace: EN-MSÚ (STR/GEO) Sada B

Typ zatížení	N [kN]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]	V <sub>y</sub> [kN]	V <sub>z</sub> [kN]	M <sub>x</sub> [kNm]
Vnitřní síly (MKP)	-1409.5	-6.4	-7.8	7.2	5.6	-0.1

Obsah: 1.50\*JV\_užitné\_NP\_(katA)+1.05\*JV\_užitné\_střecha\_(katH)+1.35\*JV\_stálé\_vlastní\_tíha+1.35\*JV\_stálé\_skladba\_NP+1.35\*JV\_stálé\_skladba\_st

## Redukce a úpravy

Úprava malých hodnot: NE

## Charakteristiky betonového průřezu:

Rozměry průřezu ve směru osy y:  $b = 300 \text{ mm}$

Rozměry průřezu ve směru osy z:  $h = 250 \text{ mm}$

Plocha průřezu:  $A_c = 75000 \text{ mm}^2$

Moment setrvačnosti betonového průřezu okolo osy y:  $I_{cy} = 391 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$

Moment setrvačnosti betonového průřezu okolo osy z:  $I_{cz} = 563 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$

## Charakteristiky vyztuženého průřezu

Poznámka: Charakteristiky jsou vypočteny pro definovanou uživatelskou výztuž

Průřezová plocha všech výztuží:

$$A_s = 1521 \text{ mm}^2$$

Moment setrvačnosti plochy výztuže okolo osy y:

$$I_{sy} = 6.62 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

Moment setrvačnosti plochy výztuže okolo osy z:

$$I_{sz} = 11.2 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

Vzdálenosti od okraje ke středu výztuže

$$a_{sz} = 0.25 - 0.225 = 25 \text{ mm}$$

$$a_{sy} = 0.3 - 0.27 = 30 \text{ mm}$$

## Tlačený dílec

Limitní osová síla, při které se dílec uvažuje jako tlačený:

$$N_{com} = - \text{Coeff}_{com} \cdot (f_{cd} \cdot A_c) = -0.1 \cdot (20 \cdot 10^6 \cdot 0.075) = -150 \text{ kN}$$

Podmínka posudku:

$$N_{Ed} < N_{com} = -1409 \text{ kN} < -150 \text{ kN} \dots \text{ tlačený dílec}$$

Poznámka: Je třeba zohlednit excentricitu prvního a druhého řádu, protože dílec je považován za tlačený (osová síla je výrazná).

## Štíhlost

Koncové momenty prvního řádu:

$$M_{01y} = -6.36 \text{ kNm} \quad M_{02y} = 10.6 \text{ kNm} \quad M_{01z} = -7.84 \text{ kNm} \quad M_{02z} = 14.1 \text{ kNm}$$

Poměr mechanické výztuže:

$$\omega = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{A_c \cdot f_{cd}} = \frac{1.52 \cdot 10^{-3} \cdot 435 \cdot 10^6}{0.075 \cdot 20 \cdot 10^6} = 0.441 \quad (5.8.3.1(1))$$

Relativní osová síla:

$$n = \frac{-N_{Ed}}{A_c \cdot f_{cd}} = \frac{-1.41 \cdot 10^6}{0.075 \cdot 20 \cdot 10^6} = 0.94 \quad (5.8.3.1(1))$$

Efektivní poměr dotvarování:

$$\varphi_{ef} = 2.35$$

Poznámka: Efektivní součinitel dotvarování je zohledněn ve výpočtu jako součinitel dotvarování.

Efektivní délka:

(5.8.3.2(2))

$$l_{0y} = \beta_{yy} \cdot L_y = 0.508 \cdot 3.05 = 1.55 \text{ m}$$

$$l_{0z} = \beta_{zz} \cdot L_z = 0.515 \cdot 3.05 = 1.57 \text{ m}$$

Poloměr setrvačnosti betonového průřezu:

$$i_{cy} = \sqrt{\frac{I_{cy}}{A_c}} = \sqrt{\frac{391 \cdot 10^{-6}}{0.075}} = 72.2 \text{ mm}$$

$$i_{cz} = \sqrt{\frac{I_{cz}}{A_c}} = \sqrt{\frac{563 \cdot 10^{-6}}{0.075}} = 86.6 \text{ mm}$$

Štíhlost:

$$\lambda_y = \frac{l_{0y}}{i_{cy}} = \frac{1.55}{0.0722} = 21.4 \quad (5.14)$$

$$\lambda_z = \frac{l_{0z}}{i_{cz}} = \frac{1.57}{0.0866} = 18.1 \quad (5.14)$$

## Mezní štíhlost

Parametry pro výpočet limitní štíhlosti:

(§5.8.3.1(1))

$$A = \frac{1}{1 + 0.2 \cdot \varphi_{ef}} = \frac{1}{1 + 0.2 \cdot 2.35} = 0.68$$

$$B = \max\left(\sqrt{1 + 2 \cdot \omega}; 1.1\right) = \max\left(\sqrt{1 + 2 \cdot 0.441}; 1.1\right) = 1.37$$

$$r_{my} = \frac{M_{01y}}{M_{02y}} = \frac{-6.36}{10.6} = -0.601$$

$$r_{mz} = \frac{M_{01z}}{M_{02z}} = \frac{-7.84}{14.1} = -0.558$$

$$C_y = 1.7 - r_{my} = 1.7 - (-0.601) = 2.3$$

$$C_z = 1.7 - r_{mz} = 1.7 - (-0.558) = 2.26$$

Mezní štíhlost:

$$\lambda_{limy} = \min\left(\frac{20 \cdot A \cdot B \cdot C_y}{\sqrt{n}}; 75\right) = \min\left(\frac{20 \cdot 0.68 \cdot 1.37 \cdot 2.3}{\sqrt{0.94}}; 75\right) = 44.3 \quad (\text{ČSN 5.13})$$

$$\lambda_{limz} = \min\left(\frac{20 \cdot A \cdot B \cdot C_z}{\sqrt{n}}; 75\right) = \min\left(\frac{20 \cdot 0.68 \cdot 1.37 \cdot 2.26}{\sqrt{0.94}}; 75\right) = 43.5 \quad (\text{ČSN 5.13})$$

## Kritérium štíhlosti

$$\lambda_y = 21.4 \leq \lambda_{limy} = 44.3$$

Poznámka: Štíhlost  $\lambda_y$  je menší než  $\lambda_{limy}$ , a proto bude moment podle teorie druhého řádu ignorován.

$$\lambda_z = 18.1 \leq \lambda_{limz} = 43.5$$

Poznámka: Štíhlost  $\lambda_z$  je menší než  $\lambda_{limz}$ , a proto bude moment podle teorie druhého řádu ignorován.

## Shrnutí

Osa	Podpřeny	$L_{z/y}$ [m]	$\beta_{zz/yy}$ [-]	$I_{0z/y}$ [m]	$\lambda_{z/y}$ [-]	$\lambda_{limz/y}$ [-]	$\lambda_{z/y} > \lambda_{limz/y}$
y-y <sup>⊥</sup>	Ano	3.05	0.508	1.55	21.4	44.3	1. řád
z-z <sup>⊥</sup>	Ano	3.05	0.515	1.57	18.1	43.5	1. řád

## Excentricita 1. řádu

### Excentricita momentu 1. řádu

Moment 1. řádu a excentricita:

$$e_{0z} = \frac{M_y}{N_{Ed}} = \frac{-6.36}{-1409} = 4.51 \cdot 10^{-3} \text{ m (sign}_z=1)$$

$$e_{0y} = \frac{M_z}{N_{Ed}} = \frac{-7.84}{-1409} = 5.56 \cdot 10^{-3} \text{ m (sign}_y=1)$$

Ekvivalentní moment 1. řádu a excentricita:

$$M_{0ey} = \text{sign}_z \cdot \max\left(\text{abs}\left(0.6 \cdot M_{02y} + 0.4 \cdot M_{01y}\right), \text{abs}\left(0.4 \cdot M_{02y}\right)\right) \quad (5.32)$$
$$= 1 \cdot \max\left(\text{abs}\left(0.6 \cdot 10.6 + 0.4 \cdot -6.36\right), \text{abs}\left(0.4 \cdot 10.6\right)\right) = 4.23 \text{ kNm}$$

$$M_{0ez} = \text{sign}_y \cdot \max\left(\text{abs}\left(0.6 \cdot M_{02z} + 0.4 \cdot M_{01z}\right), \text{abs}\left(0.4 \cdot M_{02z}\right)\right) \quad (5.32)$$
$$= 1 \cdot \max\left(\text{abs}\left(0.6 \cdot 14.1 + 0.4 \cdot -7.84\right), \text{abs}\left(0.4 \cdot 14.1\right)\right) = 5.62 \text{ kNm}$$

$$e_{0z} = \text{abs}\left(\frac{M_{0ey}}{N_{Ed}}\right) \cdot \text{sign}_z = \text{abs}\left(\frac{4.23}{-1409}\right) \cdot 1 = 3 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$e_{0y} = \text{abs}\left(\frac{M_{0ez}}{N_{Ed}}\right) \cdot \text{sign}_y = \text{abs}\left(\frac{5.62}{-1409}\right) \cdot 1 = 3.99 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

Poznámka: Uvažuje se ekvivalentní moment prvního řádu, viz §5.8.8.2(2).

## Geometrická imperfekce

Délka dílce pro výpočet geometrických imperfekcí:

$$l = \max(L_y, L_z) = \max(3.05; 3.05) = 3.05 \text{ m}$$

Poznámka: Délka dílce se spočte podle vzorce  $\text{MAX}(L_y, L_z)$ , protože dílec je izolovaný.

Redukční faktor pro délku a výšku:

$$\alpha_h = 1$$

Redukční součinitel pro počet svislých dílců:

$$\alpha_{my} = 1$$

Poznámka: Dílec se uvažuje jako izolovaný ve směru  $y$ - $y^\perp$ .

$$\alpha_{mz} = 1$$

Poznámka: Dílec se uvažuje jako izolovaný ve směru  $z$ - $z^\perp$ .

Náklon pro vyjádření geometrických imperfekcí: (§5.2(5))

$$\theta_{iy} = \theta_0 \cdot \alpha_h \cdot \alpha_{my} = 5 \cdot 10^{-3} \cdot 1 \cdot 1 = 5 \cdot 10^{-3} \text{ °} \quad (5.1)$$

$$\theta_{iz} = \theta_0 \cdot \alpha_h \cdot \alpha_{mz} = 5 \cdot 10^{-3} \cdot 1 \cdot 1 = 5 \cdot 10^{-3} \text{ °} \quad (5.1)$$

Excentricita od geometrických imperfekcí: (§5.2(7))

$$e_{iz} = \text{sign}_z \cdot \left(\frac{\theta_{iy} \cdot l_{0y}}{2}\right) = 1 \cdot \left(\frac{5 \cdot 10^{-3} \cdot 1.55}{2}\right) = 3.87 \cdot 10^{-3} \text{ m} \quad (5.2)$$

$$e_{iy} = \text{sign}_y \cdot \left(\frac{\theta_{iz} \cdot l_{0z}}{2}\right) = 1 \cdot \left(\frac{5 \cdot 10^{-3} \cdot 1.57}{2}\right) = 3.92 \cdot 10^{-3} \text{ m} \quad (5.2)$$

## Minimální excentricita

(§6.1(4))

$$e_{0\text{min},z} = \text{sign}_z \cdot \max\left(\frac{h}{30}; 0.02\right) = 1 \cdot \max\left(\frac{0.25}{30}; 0.02\right) = 0.02 \text{ m}$$

$$e_{0\text{min},y} = \text{sign}_y \cdot \max\left(\frac{b}{30}; 0.02\right) = 1 \cdot \max\left(\frac{0.3}{30}; 0.02\right) = 0.02 \text{ m}$$

## Excentricita prvního řádu s vlivem imperfekcí

$$e_{0Edz} = \text{sign}_z \cdot \max(\text{abs}(e_{0z} + e_{iz}), \text{abs}(e_{0\text{min}z})) = 1 \cdot \max(\text{abs}(3 \cdot 10^{-3} + 3.87 \cdot 10^{-3}), \text{abs}(0.02)) = 0.02 \text{ m}$$

$$e_{0E_dy} = \text{sign}_y \cdot \max(\text{abs}(e_{0y} + e_{iy}), \text{abs}(e_{0\text{min}y})) = 1 \cdot \max(\text{abs}(3.99 \cdot 10^{-3} + 3.92 \cdot 10^{-3}), \text{abs}(0.02)) = 0.02 \text{ m}$$

## Excentricita 2. řádu

### Křivost

Poznámka: Křivost bude odhadnuta na základě předpokladu symetrie průřezu i výztuže.

Poloměr setrvačnosti výztuže:

$$i_{sy} = \sqrt{\frac{I_{sz}}{A_s}} = \sqrt{\frac{11.2 \cdot 10^{-6}}{1.52 \cdot 10^{-3}}} = 86 \text{ mm}$$

$$i_{sz} = \sqrt{\frac{I_{sy}}{A_s}} = \sqrt{\frac{6.62 \cdot 10^{-6}}{1.52 \cdot 10^{-3}}} = 66 \text{ mm}$$

Účinná výška průřezu:

(§5.8.8.3(2))

$$d_y = 0.5 \cdot b + i_{sy} = 0.5 \cdot 0.3 + 0.086 = 0.236 \text{ m}$$

(5.35)

Poznámka: Výztuž je rozdělena také rovnoběžně s rovinou ohybu  $y-y^\perp$ .

$$d_z = 0.5 \cdot h + i_{sz} = 0.5 \cdot 0.25 + 0.066 = 0.191 \text{ m}$$

(5.35)

Poznámka: Výztuž je rozdělena také rovnoběžně s rovinou ohybu  $z-z^\perp$ .

Vyvážená osová síla:

$$n_{bal} = 0.4 \text{ (relativní)}$$

$$n_u = 1 + \omega = 1 + 0.441 = 1.44 \text{ (mezní)}$$

Opravný součinitel závislý na osovém zatížení ( $K_r$ ):

(§5.8.8.3(3))

$$K_r = \min\left(\frac{n_u - n}{n_u - n_{bal}}, 1\right) = \min\left(\frac{1.44 - 0.94}{1.44 - 0.4}, 1\right) = 0.481$$

(5.36)

Součinitel zohledňující dotvarování ( $K_\varphi$ ):

(§5.8.8.3(4))

$$\beta_y = 0.35 + \frac{f_{ck}}{200} - \frac{\lambda_y}{150} = 0.35 + \frac{30}{200} - \frac{21.45}{150} = 0.357$$

$$\beta_z = 0.35 + \frac{f_{ck}}{200} - \frac{\lambda_z}{150} = 0.35 + \frac{30}{200} - \frac{18.13}{150} = 0.379$$

$$K_{\varphi y} = \max(1 + \beta_y \cdot \varphi_{ef}, 1) = \max(1 + 0.357 \cdot 2.35, 1) = 1.84$$

(5.37)

$$K_{\varphi z} = \max(1 + \beta_z \cdot \varphi_{ef}, 1) = \max(1 + 0.379 \cdot 2.35, 1) = 1.89$$

(5.37)

Základní křivost ( $\chi_0=1/r_0$ ):

$$\chi_{0y} = \frac{\varepsilon_{yd}}{0.45 \cdot d_z} = \frac{2.17 \cdot 10^{-3}}{0.45 \cdot 0.191} = 0.0253$$

$$\chi_{0z} = \frac{\varepsilon_{yd}}{0.45 \cdot d_y} = \frac{2.17 \cdot 10^{-3}}{0.45 \cdot 0.236} = 0.0205$$

Křivost s vlivem dotvarování a aplikovaného osového zatížení ( $\chi=1/r$ ): (5.8.3(1))

$$\chi_y = K_r \cdot K_{\phi y} \cdot \chi_{0y} = 0.481 \cdot 1.84 \cdot 0.0253 = 0.0224 \quad (5.34)$$

$$\chi_z = K_r \cdot K_{\phi z} \cdot \chi_{0z} = 0.481 \cdot 1.89 \cdot 0.0205 = 0.0186 \quad (5.34)$$

Součinitel závislý na rozdělení křivosti

$$c_y = 8$$

Poznámka: Moment prvního řádu  $M_y$  je konstantní ( $M_{01y}=M_y=M_{02y}$ ) nebo se použije ekvivalentní moment prvního řádu  $M_{0ey}$ .

$$c_z = 8$$

Poznámka: Moment prvního řádu  $M_z$  je konstantní ( $M_{01z}=M_z=M_{02z}$ ) nebo se použije ekvivalentní moment prvního řádu  $M_{0ez}$ .

### Excentricita druhého řádu včetně zjednodušeného kritéria

$$\lambda_y \leq \lambda_{limy} = 21.45 \leq 44.3 \quad \dots \text{účiněk 1. řádu} \quad (5.8.3.1(1))$$

$$e_{2z} = 0 \text{ m}$$

$$\lambda_z \leq \lambda_{limz} = 18.13 \leq 43.5$$

... účinek 1. řádu (5.8.3.1(1))

$$e_{2y} = 0 \text{ m}$$

### Podmínky dvouosého/jednoosého ohybu

(5.8.9)

Rozměr ekvivalentního obdélníkového průřezu:

$$b_{eq} = i_{cz} \cdot \sqrt{12} = 0.0866 \cdot \sqrt{12} = 0.3 \text{ m}$$

$$h_{eq} = i_{cy} \cdot \sqrt{12} = 0.0722 \cdot \sqrt{12} = 0.25 \text{ m}$$

Podmínka poměru štíhlosti:

$$\lambda_y/\lambda_z = \frac{21.45}{18.13} = 1.18 \leq 2 \Rightarrow \text{podmínka splněna} \quad (5.38a)$$

$$\lambda_z/\lambda_y = \frac{18.13}{21.45} = 0.845 \leq 2 \Rightarrow \text{podmínka splněna} \quad (5.38a)$$



Podmínka relativní excentricity:

$$\left( \frac{\text{abs}(e_{0Edy} + e_{2y})}{b_{eq}} \right) = \left( \frac{\text{abs}(0.02 + 0)}{0.3} \right) = 0.833 > 0.2 \Rightarrow \text{podmínka nesplněna} \quad (5.38b)$$

$$\left( \frac{\text{abs}(e_{0Edz} + e_{2z})}{h_{eq}} \right) = \left( \frac{\text{abs}(0.02 + 0)}{0.25} \right)$$

$$\left( \frac{\text{abs}(e_{0Edz} + e_{2z})}{h_{eq}} \right) = \left( \frac{\text{abs}(0.02 + 0)}{0.25} \right) = 1.2 > 0.2 \Rightarrow \text{podmínka nesplněna} \quad (5.38b)$$

$$\left( \frac{\text{abs}(e_{0Edy} + e_{2y})}{b_{eq}} \right) = \left( \frac{\text{abs}(0.02 + 0)}{0.3} \right)$$

Poznámka: Dvouosý ohyb - imperfekce je nutno zohlednit v obou směrech.

## Účinky a imperfekce druhého řádu

Osa	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{0Edy/z}$ [kNm]	$M_{2y/z}$ [kNm]	$M_{Edy/z}$ [kNm]	$e_{0z/y}$ [mm]	$e_{iz/y}$ [mm]	$e_{0min,z/y}$ [mm]	$e_{0Edz/y}$ [mm]	$e_{2z/y}$ [mm]	$e_{Edz/y}$ [mm]
y-y <sup>⊥</sup>	-1409	-28.2	0	-28.2	3	3.87	20	20	0	20
z-z <sup>⊥</sup>	-1409	-28.2	0	-28.2	3.99	3.92	20	20	0	20

## Návrhové síly (přepočtené)

Typ zatížení	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	$V_{Ed,y}$ [kN]	$V_{Ed,z}$ [kN]	$M_{Ed,x}$ [kNm]
Návrhové síly (přepočtené)	-1409.5	-28.2	-28.2	7.2	5.6	-0.1

## Posouzení kapacity - interakční diagram

Lineární výpočet  
 Kombinace: JV\_ČSN\_MSÚ\_souborB  
 Souřadný systém: Hlavní  
 Extrém 1D: Dílec  
 Výběr: 08V

<b>Sloup 08V</b>		<b>Obdélník (250; 300)</b>
ČSN EN 1992-1-1/NA: 2011-07		Řez 0 [dx = 0 m]
<b>Délka prvku:</b>	L = 3.29 m	<b>Beton: C30/37</b>
Vzpěr y-y	L <sub>y</sub> = 1.66 m (neposuvný)	Bilineární pracovní diagram
Vzpěr z-z	L <sub>z</sub> = 1.73 m (neposuvný)	Třída prostředí: XC4, XF1
		<b>Podélná výztuž: B 500B</b>
		Bilineární s nakloněnou horní větví 4φ12 mm (A <sub>s</sub> = 452 mm <sup>2</sup> ) ρ <sub>l</sub> = 0,603 % (3.55 kg/m)
		<b>Smyková výztuž: B 500B</b>
		Bilineární s nakloněnou horní větví φ8/175 mm (n <sub>s</sub> = 2) (A <sub>sw</sub> = 101 mm <sup>2</sup> ) ρ <sub>w</sub> = 0,885 % (5.21 kg/m) (A <sub>swm</sub> = 664 mm <sup>2</sup> /m)
		<b>Krytí (třmínek)</b>
		Horní: 40 mm
		Spodní: 40 mm
		Levý: 40 mm
		Pravý: 40 mm

### Materiálové charakteristiky

Návrhová hodnota tlakové pevnosti betonu

$$f_{cd} = \frac{\alpha_{cc} \cdot f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{1 \cdot 30}{1.5} = 20 \text{ MPa}$$

Návrhová hodnota napětí na mezi kluzu podélné výztuže

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1.15} = 435 \text{ MPa} \quad (3.15)$$

### Síly

Z MKP výpočtu

$$N = -567 \text{ kN} \quad M_y = -1.22 \text{ kNm} \quad M_z = 6.78 \text{ kNm}$$

Obsah kombinace:

1.50\*JV\_užitné\_NP\_(katA)+1.35\*JV\_stálé\_vlastní\_tíha+1.35\*JV\_stálé\_skladba\_NP+  
 1.35\*JV\_stálé\_skladba\_střecha+1.50\*JV\_stálé\_příčky\_proměnné\_katA+0.75\*JV\_sníh+  
 0.90\*CPI+\_CPE+\_podfouknutí+

Přepočet ohybových momentů.

Účinek 2. řádu: Ano

Imperfekce: Ano

$$N_{Ed} = -567 \text{ kN} \quad M_{Edy} = -20.1 \text{ kNm} \quad M_{Edz} = 11.3 \text{ kNm}$$

Prvek je uvažován jako samostatný prvek: Ano

Použit pro výpočet ekvivalentních momentů: Ano

### Vstupní údaje použité pro generování ID

Metoda posudku pro interakční diagram	M <sub>u</sub>
Dělení svislého přetvoření	250
Počet svislých řezů	36
Výslednice kroutícího momentu	M <sub>res</sub> = 23.1 kNm
Úhel výsledného momentu vztažený k M <sub>y</sub> směr v horizontální rovině M <sub>y</sub> -M <sub>z</sub>	α <sub>MyMz</sub> = 29.4 °
Úhel výsledného momentu vztažený k N směr ve vertikální rovině N-M <sub>res</sub>	α <sub>NM</sub> = -87.7 °

**Výpočet únosnosti**

Únosnost v kladném směru  $N_{Rd+} = -567 \text{ kN}$   $M_{Rdy+} = 44 \text{ kNm}$   $M_{Rdz+} = 25 \text{ kNm}$

Únosnost v záporném směru  $N_{Rd-} = -567 \text{ kN}$   $M_{Rdy-} = -44 \text{ kNm}$   $M_{Rdz-} = -25 \text{ kNm}$

**Shrnutí posudku**

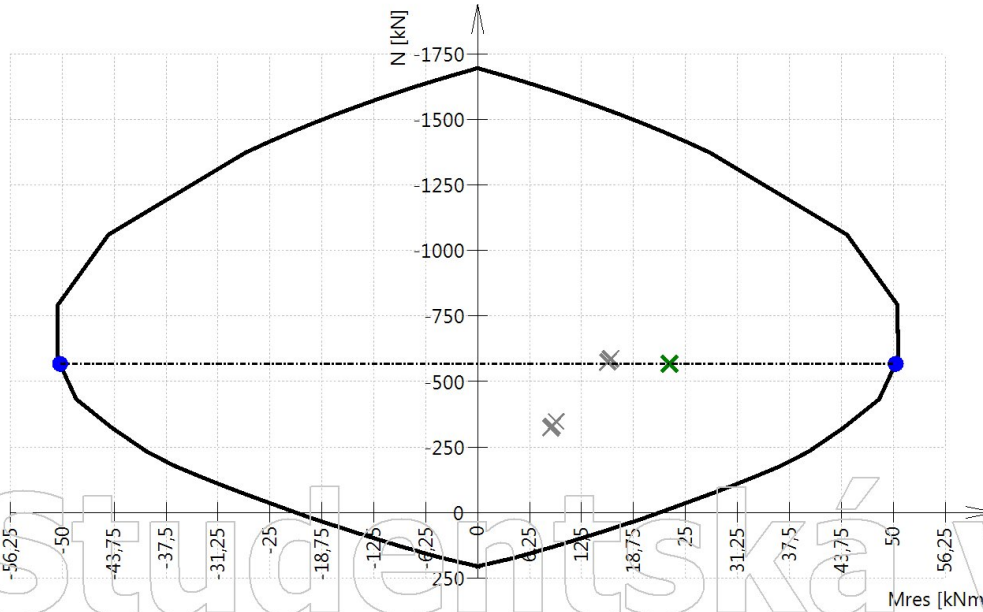
Síly:  $N_{Ed} = -567 \text{ kN}$   $M_{Edy} = -20.1 \text{ kNm}$   $M_{Edz} = 11.3 \text{ kNm}$

Odolnost:  $N_{Rd} = -567 \text{ kN}$   $M_{Rdy} = -44 \text{ kNm}$   $M_{Rdz} = 25 \text{ kNm}$

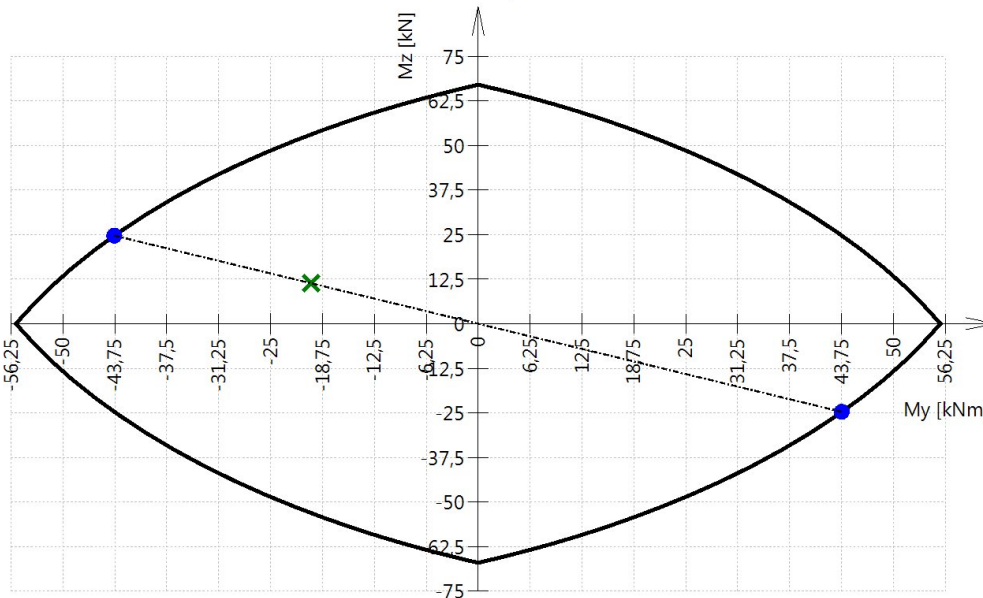
Výpočet jednotkového posudku.

$$UC = \max\left(\frac{M_{Edy}}{M_{Rdy}}, \frac{M_{Edz}}{M_{Rdz}}\right) = \max\left(\frac{-20.1}{-43.8}, \frac{11.3}{24.7}\right) = 0.459 \leq 1 \text{ OK}$$

**3D interakční diagram - svislý řez N-M<sub>res</sub>**



**3D interakční diagram - vodorovný řez M<sub>y</sub>-M<sub>z</sub>**



<b>Řez Sloup 08V   Pata</b>	<b>Obdélník (250; 300)</b>
ČSN EN 1992-1-1/NA: 2011-07	Sloup 08V [dx = 0 m]

## Vnitřní síly (MKP)

Extrém: JV\_ČSN\_MSÚ\_souborB/10 (MSÚ)

Typ: Kombinace (lineární)

Návrhová situace: EN-MSÚ (STR/GEO) Sada B

Typ zatížení	N [kN]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]	V <sub>y</sub> [kN]	V <sub>z</sub> [kN]	M <sub>x</sub> [kNm]
Vnitřní síly (MKP)	-567.4	-1.2	6.8	-6.0	1.6	-0.8

Obsah: 1.50\*JV\_užitné\_NP\_(katA)+1.35\*JV\_stálé\_vlastní\_tíha+1.35\*JV\_stálé\_skladba\_NP+1.35\*JV\_stálé\_skladba\_střecha+1.50\*JV\_stálé\_příčky\_pro

## Redukce a úpravy

Úprava malých hodnot: NE

## Charakteristiky betonového průřezu:

Rozměry průřezu ve směru osy y:  $b = 300 \text{ mm}$

Rozměry průřezu ve směru osy z:  $h = 250 \text{ mm}$

Plocha průřezu:  $A_c = 75000 \text{ mm}^2$

Moment setrvačnosti betonového průřezu okolo osy y:  $I_{cy} = 391 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$

Moment setrvačnosti betonového průřezu okolo osy z:  $I_{cz} = 563 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$

## Charakteristiky vyztuženého průřezu

Poznámka: Charakteristiky jsou vypočteny pro definovanou uživatelskou výztuž

Průřezová plocha všech výztuží:

$$A_s = 452 \text{ mm}^2$$

Moment setrvačnosti plochy výztuže okolo osy y:

$$I_{sy} = 2.28 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

Moment setrvačnosti plochy výztuže okolo osy z:

$$I_{sz} = 3.35 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

Vzdálenosti od okraje ke středu výztuže

$$a_{sz} = 0.25 - 0.225 = 25 \text{ mm}$$

$$a_{sy} = 0.3 - 0.27 = 30 \text{ mm}$$

## Tlačený dílec

Limitní osová síla, při které se dílec uvažuje jako tlačený:

$$N_{com} = - \text{Coeff}_{com} \cdot (f_{cd} \cdot A_c) = -0.1 \cdot (20 \cdot 10^6 \cdot 0.075) = -150 \text{ kN}$$

Podmínka posudku:

$$N_{Ed} < N_{com} = -567 \text{ kN} < -150 \text{ kN} \dots \text{ tlačený dílec}$$

Poznámka: Je třeba zohlednit excentricitu prvního a druhého řádu, protože dílec je považován za tlačený (osová síla je výrazná).

## Štíhlost

Koncové momenty prvního řádu:

$$M_{01y} = -0.956 \text{ kNm} \quad M_{02y} = -1.22 \text{ kNm} \quad M_{01z} = 6.78 \text{ kNm} \quad M_{02z} = -12.8 \text{ kNm}$$

Poměr mechanické výztuže:

$$\omega = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{A_c \cdot f_{cd}} = \frac{452 \cdot 10^{-6} \cdot 435 \cdot 10^6}{0.075 \cdot 20 \cdot 10^6} = 0.131 \quad (5.8.3.1(1))$$

Relativní osová síla:

$$n = \frac{-N_{Ed}}{A_c \cdot f_{cd}} = \frac{-567437}{0.075 \cdot 20 \cdot 10^6} = 0.378 \quad (5.8.3.1(1))$$

Efektivní poměr dotvarování:

$$\varphi_{ef} = 2.35$$

Poznámka: Efektivní součinitel dotvarování je zohledněn ve výpočtu jako součinitel dotvarování.

Efektivní délka:

(5.8.3.2(2))

$$l_{oy} = \beta_{yy} \cdot L_y = 0.506 \cdot 3.29 = 1.66 \text{ m}$$

$$l_{oz} = \beta_{zz} \cdot L_z = 0.527 \cdot 3.29 = 1.73 \text{ m}$$

Poloměr setrvačnosti betonového průřezu:

$$i_{cy} = \sqrt{\frac{I_{cy}}{A_c}} = \sqrt{\frac{391 \cdot 10^{-6}}{0.075}} = 72.2 \text{ mm}$$

$$i_{cz} = \sqrt{\frac{I_{cz}}{A_c}} = \sqrt{\frac{563 \cdot 10^{-6}}{0.075}} = 86.6 \text{ mm}$$

Štíhlost:

$$\lambda_y = \frac{l_{oy}}{i_{cy}} = \frac{1.66}{0.0722} = 23 \quad (5.14)$$

$$\lambda_z = \frac{l_{oz}}{i_{cz}} = \frac{1.73}{0.0866} = 20 \quad (5.14)$$

## Mezní štíhlost

Parametry pro výpočet limitní štíhlosti:

(§5.8.3.1(1))

$$A = \frac{1}{1 + 0.2 \cdot \varphi_{ef}} = \frac{1}{1 + 0.2 \cdot 2.35} = 0.68$$

$$B = \max\left(\sqrt{1 + 2 \cdot \omega}; 1.1\right) = \max\left(\sqrt{1 + 2 \cdot 0.131}; 1.1\right) = 1.12$$

$$r_{my} = \frac{M_{01y}}{M_{02y}} = \frac{-0.956}{-1.22} = 0.786$$

$$r_{mz} = \frac{M_{01z}}{M_{02z}} = \frac{6.78}{-12.8} = -0.529$$

$$C_y = 1.7 - r_{my} = 1.7 - 0.786 = 0.914$$

$$C_z = 1.7 - r_{mz} = 1.7 - (-0.529) = 2.23$$

Mezní štíhlost:

$$\lambda_{limy} = \min\left(\frac{20 \cdot A \cdot B \cdot C_y}{\sqrt{n}}; 75\right) = \min\left(\frac{20 \cdot 0.68 \cdot 1.12 \cdot 0.914}{\sqrt{0.378}}; 75\right) = 22.7 \quad (\text{ČSN 5.13})$$

$$\lambda_{limz} = \min\left(\frac{20 \cdot A \cdot B \cdot C_z}{\sqrt{n}}; 75\right) = \min\left(\frac{20 \cdot 0.68 \cdot 1.12 \cdot 2.23}{\sqrt{0.378}}; 75\right) = 55.4 \quad (\text{ČSN 5.13})$$

## Kritérium štíhlosti

$$\lambda_y = 23 > \lambda_{limy} = 22.7$$

Varování: Štíhlost  $\lambda_y$  je větší než  $\lambda_{limy}$ . Je nutno uvažovat účinky druhého řádu.

$$\lambda_z = 20 \leq \lambda_{limz} = 55.4$$

Poznámka: Štíhlost  $\lambda_z$  je menší než  $\lambda_{limz}$  a proto bude moment podle teorie druhého řádu ignorován.

## Shrnutí

Osa	Podpřeny	$L_{z/y}$ [m]	$\beta_{zz/yy}$ [-]	$I_{0z/y}$ [m]	$\lambda_{z/y}$ [-]	$\lambda_{limz/y}$ [-]	$\lambda_{z/y} > \lambda_{limz/y}$
y-y <sup>⊥</sup>	Ano	3.29	0.506	1.66	23	22.7	2. řád
z-z <sup>⊥</sup>	Ano	3.29	0.527	1.73	20	55.4	1. řád

## Excentricita 1. řádu

### Excentricita momentu 1. řádu

Moment 1. řádu a excentricita:

$$e_{0z} = \frac{M_y}{N_{Ed}} = \frac{-1.22}{-567} = 2.15 \cdot 10^{-3} \text{ m (sign}_z=1)$$

$$e_{0y} = \frac{M_z}{N_{Ed}} = \frac{6.78}{-567} = -0.0119 \text{ m (sign}_y=-1)$$

Ekvivalentní moment 1. řádu a excentricita:

$$M_{0ey} = \text{sign}_z \cdot \max\left(\text{abs}\left(0.6 \cdot M_{02y} + 0.4 \cdot M_{01y}\right), \text{abs}\left(0.4 \cdot M_{02y}\right)\right) \quad (5.32)$$
$$= 1 \cdot \max\left(\text{abs}\left(0.6 \cdot -1.22 + 0.4 \cdot -0.956\right), \text{abs}\left(0.4 \cdot -1.22\right)\right) = 1.11 \text{ kNm}$$

$$M_{0ez} = \text{sign}_y \cdot \max\left(\text{abs}\left(0.6 \cdot M_{02z} + 0.4 \cdot M_{01z}\right), \text{abs}\left(0.4 \cdot M_{02z}\right)\right) \quad (5.32)$$
$$= -1 \cdot \max\left(\text{abs}\left(0.6 \cdot -12.8 + 0.4 \cdot 6.78\right), \text{abs}\left(0.4 \cdot -12.8\right)\right) = -5.13 \text{ kNm}$$

$$e_{0z} = \text{abs}\left(\frac{M_{0ey}}{N_{Ed}}\right) \cdot \text{sign}_z = \text{abs}\left(\frac{1.11}{-567}\right) \cdot 1 = 1.96 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$e_{0y} = \text{abs}\left(\frac{M_{0ez}}{N_{Ed}}\right) \cdot \text{sign}_y = \text{abs}\left(\frac{-5.13}{-567}\right) \cdot -1 = -9.04 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

Poznámka: Uvažuje se ekvivalentní moment prvního řádu, viz §5.8.8.2(2).

## Geometrická imperfekce

Délka dílce pro výpočet geometrických imperfekcí:

$$l = \max(L_y, L_z) = \max(3.29; 3.29) = 3.29 \text{ m}$$

Poznámka: Délka dílce se spočte podle vzorce  $\text{MAX}(L_y, L_z)$ , protože dílec je izolovaný.

Redukční faktor pro délku a výšku:

$$\alpha_h = 1$$

Redukční součinitel pro počet svislých dílců:

$$\alpha_{my} = 1$$

Poznámka: Dílec se uvažuje jako izolovaný ve směru  $y$ - $y^\perp$ .

$$\alpha_{mz} = 1$$

Poznámka: Dílec se uvažuje jako izolovaný ve směru  $z$ - $z^\perp$ .

Náklon pro vyjádření geometrických imperfekcí: (§5.2(5))

$$\theta_{iy} = \theta_0 \cdot \alpha_h \cdot \alpha_{my} = 5 \cdot 10^{-3} \cdot 1 \cdot 1 = 5 \cdot 10^{-3} \text{ °} \quad (5.1)$$

$$\theta_{iz} = \theta_0 \cdot \alpha_h \cdot \alpha_{mz} = 5 \cdot 10^{-3} \cdot 1 \cdot 1 = 5 \cdot 10^{-3} \text{ °} \quad (5.1)$$

Excentricita od geometrických imperfekcí: (§5.2(7))

$$e_{iz} = \text{sign}_z \cdot \left(\frac{\theta_{iy} \cdot l_{0y}}{2}\right) = 1 \cdot \left(\frac{5 \cdot 10^{-3} \cdot 1.66}{2}\right) = 4.16 \cdot 10^{-3} \text{ m} \quad (5.2)$$

$$e_{iy} = \text{sign}_y \cdot \left(\frac{\theta_{iz} \cdot l_{0z}}{2}\right) = -1 \cdot \left(\frac{5 \cdot 10^{-3} \cdot 1.73}{2}\right) = -4.34 \cdot 10^{-3} \text{ m} \quad (5.2)$$

## Minimální excentricita

(§6.1(4))

$$e_{0\text{min},z} = \text{sign}_z \cdot \max\left(\frac{h}{30}, 0.02\right) = 1 \cdot \max\left(\frac{0.25}{30}, 0.02\right) = 0.02 \text{ m}$$

$$e_{0\text{min},y} = \text{sign}_y \cdot \max\left(\frac{b}{30}, 0.02\right) = -1 \cdot \max\left(\frac{0.3}{30}, 0.02\right) = -0.02 \text{ m}$$

## Excentricita prvního řádu s vlivem imperfekcí

$$e_{0Edz} = \text{sign}_z \cdot \max(\text{abs}(e_{0z} + e_{iz}), \text{abs}(e_{0\min,z})) = 1 \cdot \max(\text{abs}(1.96 \cdot 10^{-3} + 4.16 \cdot 10^{-3}), \text{abs}(0.02)) = 0.02 \text{ m}$$

$$e_{0E dy} = \text{sign}_y \cdot \max(\text{abs}(e_{0y} + e_{iy}), \text{abs}(e_{0\min,y})) = -1 \cdot \max(\text{abs}(-9.04 \cdot 10^{-3} + -4.34 \cdot 10^{-3}), \text{abs}(-0.02)) = -0.02 \text{ m}$$

## Excentricita 2. řádu

### Křivost

Poznámka: Křivost bude odhadnuta na základě předpokladu symetrie průřezu i výztuže.

Poloměr setrvačnosti výztuže:

$$i_{sy} = \sqrt{\frac{I_{sz}}{A_s}} = \sqrt{\frac{3.35 \cdot 10^{-6}}{452 \cdot 10^{-6}}} = 86 \text{ mm}$$

$$i_{sz} = \sqrt{\frac{I_{sy}}{A_s}} = \sqrt{\frac{2.28 \cdot 10^{-6}}{452 \cdot 10^{-6}}} = 71 \text{ mm}$$

Účinná výška průřezu:

(§5.8.8.3(2))

$$d_y = 0.5 \cdot b + i_{sy} = 0.5 \cdot 0.3 + 0.086 = 0.236 \text{ m}$$

(5.35)

Poznámka: Výztuž je rozdělena také rovnoběžně s rovinou ohybu  $y-y^\perp$ .

$$d_z = 0.5 \cdot h + i_{sz} = 0.5 \cdot 0.25 + 0.071 = 0.196 \text{ m}$$

(5.35)

Poznámka: Výztuž je rozdělena také rovnoběžně s rovinou ohybu  $z-z^\perp$ .

Vyvážená osová síla:

$$n_{bal} = 0.4 \text{ (relativní)}$$

$$n_u = 1 + \omega = 1 + 0.131 = 1.13 \text{ (mezní)}$$

Opravný součinitel závislý na osovém zatížení ( $K_r$ ):

(§5.8.8.3(3))

$$K_r = \min\left(\frac{n_u - n}{n_u - n_{bal}}, 1\right) = \min\left(\frac{1.13 - 0.378}{1.13 - 0.4}, 1\right) = 1$$

(5.36)

Součinitel zohledňující dotvarování ( $K_\varphi$ ):

(§5.8.8.3(4))

$$\beta_y = 0.35 + \frac{f_{ck}}{200} - \frac{\lambda_y}{150} = 0.35 + \frac{30}{200} - \frac{23.04}{150} = 0.346$$

$$\beta_z = 0.35 + \frac{f_{ck}}{200} - \frac{\lambda_z}{150} = 0.35 + \frac{30}{200} - \frac{20.03}{150} = 0.366$$

$$K_{\varphi y} = \max(1 + \beta_y \cdot \varphi_{ef}, 1) = \max(1 + 0.346 \cdot 2.35, 1) = 1.81$$

(5.37)

$$K_{\varphi z} = \max(1 + \beta_z \cdot \varphi_{ef}, 1) = \max(1 + 0.366 \cdot 2.35, 1) = 1.86$$

(5.37)



Základní křivost ( $\chi_0=1/r_0$ ):

$$\chi_{0y} = \frac{\varepsilon_{yd}}{0.45 \cdot d_z} = \frac{2.17 \cdot 10^{-3}}{0.45 \cdot 0.196} = 0.0246$$

$$\chi_{0z} = \frac{\varepsilon_{yd}}{0.45 \cdot d_y} = \frac{2.17 \cdot 10^{-3}}{0.45 \cdot 0.236} = 0.0205$$

Křivost s vlivem dotvarování a aplikovaného osového zatížení ( $\chi=1/r$ ):

(§5.8.8.3(1))

$$\chi_y = K_r \cdot K_{\varphi y} \cdot \chi_{0y} = 1 \cdot 1.81 \cdot 0.0246 = 0.0447$$

(5.34)

$$\chi_z = K_r \cdot K_{\varphi z} \cdot \chi_{0z} = 1 \cdot 1.86 \cdot 0.0205 = 0.0381$$

(5.34)

Součinitel závislý na rozdělení křivosti

$$c_y = 8$$

Poznámka: Moment prvního řádu  $M_y$  je konstantní ( $M_{01y}=M_y=M_{02y}$ ) nebo se použije ekvivalentní moment prvního řádu  $M_{0ey}$ .

$$c_z = 8$$

Poznámka: Moment prvního řádu  $M_z$  je konstantní ( $M_{01z}=M_z=M_{02z}$ ) nebo se použije ekvivalentní moment prvního řádu  $M_{0ez}$ .

### Excentricita druhého řádu včetně zjednodušeného kritéria

$$\lambda_y > \lambda_{limy} = 23.04 > 22.7 \dots \text{účiněk 2. řádu} \quad (\S 5.8.3.1(1))$$

$$e_{2z} = \text{sign}_z \cdot \left( \frac{\chi_y \cdot I_{oy}^2}{c_y} \right) = 1 \cdot \left( \frac{0.0447 \cdot 1.66^2}{8} \right) = 0.0154 \text{ m} \quad (5.33)$$

$$\lambda_z \leq \lambda_{limz} = 20.03 \leq 55.4$$

... účinek 1. řádu

(§5.8.3.1(1))

$$e_{2y} = 0 \text{ m}$$

### Podmínky dvouosého/jednoosého ohybu

(§5.8.9)

Rozměr ekvivalentního obdélníkového průřezu:

$$b_{eq} = i_{cz} \cdot \sqrt{12} = 0.0866 \cdot \sqrt{12} = 0.3 \text{ m}$$

$$h_{eq} = i_{cy} \cdot \sqrt{12} = 0.0722 \cdot \sqrt{12} = 0.25 \text{ m}$$

Podmínka poměru štíhlosti:

$$\lambda_y / \lambda_z = \frac{23.04}{20.03} = 1.15 \leq 2 \Rightarrow \text{podmínka splněna} \quad (5.38a)$$

$$\lambda_z / \lambda_y = \frac{20.03}{23.04} = 0.869 \leq 2 \Rightarrow \text{podmínka splněna} \quad (5.38a)$$

Podmínka relativní excentricity:

$$\frac{\left(\frac{\text{abs}(e_{0Edy} + e_{2y})}{b_{eq}}\right)}{\left(\frac{\text{abs}(e_{0Edz} + e_{2z})}{h_{eq}}\right)} = \frac{\left(\frac{\text{abs}(-0.02 + 0)}{0.3}\right)}{\left(\frac{\text{abs}(0.02 + 0.0154)}{0.25}\right)} = 0.47 > 0.2 \Rightarrow \text{podmínka nesplněna} \quad (5.38b)$$

$$\frac{\left(\frac{\text{abs}(e_{0Edz} + e_{2z})}{h_{eq}}\right)}{\left(\frac{\text{abs}(e_{0Edy} + e_{2y})}{b_{eq}}\right)} = \frac{\left(\frac{\text{abs}(0.02 + 0.0154)}{0.25}\right)}{\left(\frac{\text{abs}(-0.02 + 0)}{0.3}\right)} = 2.13 > 0.2 \Rightarrow \text{podmínka nesplněna} \quad (5.38b)$$

Poznámka: Dvouosý ohyb - imperfekce je nutno zohlednit v obou směrech.

## Účinky a imperfekce druhého řádu

Osa	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{0Edy/z}$ [kNm]	$M_{2y/z}$ [kNm]	$M_{Edy/z}$ [kNm]	$e_{0z/y}$ [mm]	$e_{iz/y}$ [mm]	$e_{0min,z/y}$ [mm]	$e_{0Edz/y}$ [mm]	$e_{2z/y}$ [mm]	$e_{Edz/y}$ [mm]
y-y <sup>⊥</sup>	-567	-11.3	-8.77	-20.1	1.96	4.16	20	20	15.4	35.4
z-z <sup>⊥</sup>	-567	11.3	0	11.3	-9.04	-4.34	-20	-20	0	-20

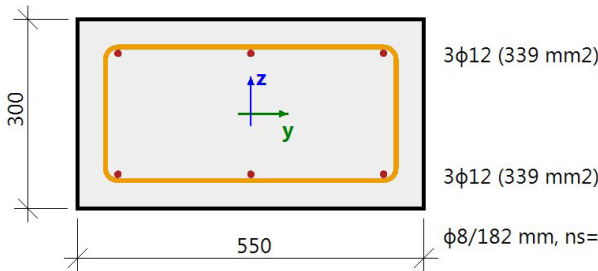
## Návrhové síly (přepočtené)

Typ zatížení	$N_{Ed}$ [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	$V_{Ed,y}$ [kN]	$V_{Ed,z}$ [kN]	$M_{Ed,x}$ [kNm]
Návrhové síly (přepočtené)	-567.4	-20.1	11.3	-6.0	1.6	-0.8

## Posouzení kapacity - interakční diagram

Lineární výpočet  
 Kombinace: JV\_ČSN\_MSÚ\_souborB  
 Souřadný systém: Hlavní  
 Extrém 1D: Dílec  
 Výběr: S-B8

Sloup S-B8		Obdélník (300; 550)
ČSN EN 1992-1-1/NA: 2011-07		Řez 0 [dx = 0 m]
<b>Délka prvku:</b>	L = 3.05 m	<b>Beton: C30/37</b>
Vzpěr y-y	L <sub>y</sub> = 1.69 m (neposuvný)	Bilineární pracovní diagram
Vzpěr z-z	L <sub>z</sub> = 1.78 m (neposuvný)	Třída prostředí: XC4, XF1
		<b>Podélná výztuž: B 500B</b>
		Bilineární s nakloněnou horní větví
		6φ12 mm (A <sub>s</sub> = 679 mm <sup>2</sup> )
		ρ <sub>l</sub> = 0,411 % (5.33 kg/m)
		<b>Smyková výztuž: B 500B</b>
		Bilineární s nakloněnou horní větví
		φ8/182 mm (n <sub>s</sub> = 2) (A <sub>sw</sub> = 101 mm <sup>2</sup> )
		ρ <sub>w</sub> = 0,382 % (4.95 kg/m) (A <sub>swm</sub> = 631 mm <sup>2</sup> /m)
		<b>Krytí (třmínek)</b>
		Horní: 40 mm
		Spodní: 40 mm
		Levý: 40 mm
		Pravý: 40 mm



### Materiálové charakteristiky

Návrhová hodnota tlakové pevnosti betonu

$$f_{cd} = \frac{\alpha_{cc} \cdot f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{1 \cdot 30}{1.5} = 20 \text{ MPa}$$

Návrhová hodnota napětí na mezi kluzu podélné výztuže

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1.15} = 435 \text{ MPa} \quad (3.15)$$

### Síly

Z MKP výpočtu

$$N = -2806 \text{ kN} \quad M_y = 2.19 \text{ kNm} \quad M_z = -6.15 \text{ kNm}$$

Obsah kombinace:

1.50\*JV\_užitné\_NP\_(katA)+1.05\*JV\_užitné\_střecha\_(katH)+1.35\*JV\_stálé\_vlastní\_tíha+  
 1.35\*JV\_stálé\_skladba\_NP+1.35\*JV\_stálé\_skladba\_střecha+  
 1.50\*JV\_stálé\_příčky\_proměnné\_katA+1.50\*JV\_užitné\_balkóny\_katA

Přepočítání ohybových momentů.

Účinek 2. řádu: Ano

Imperfekce: Ano

$$N_{Ed} = -2806 \text{ kN} \quad M_{Edy} = 56.1 \text{ kNm} \quad M_{Edz} = -56.1 \text{ kNm}$$

Prvek je uvažován jako samostatný prvek: Ano

Použit pro výpočet ekvivalentních momentů: Ano

### Vstupní údaje použité pro generování ID

Metoda posudku pro interakční diagram	M <sub>u</sub>
Dělení svislého přetvoření	250
Počet svislých řezů	36
Výslednice kroutícího momentu	M <sub>res</sub> = 79.4 kNm
Úhel výsledného momentu vztažený k M <sub>y</sub> směr v horizontální rovině M <sub>y</sub> -M <sub>z</sub>	α <sub>MyMz</sub> = -135 °
Úhel výsledného momentu vztažený k N směr ve vertikální rovině N-M <sub>res</sub>	α <sub>NM</sub> = -88.4 °

### Výpočet únosnosti

Únosnost v kladném směru  $N_{Rd+} = -2806 \text{ kN}$   $M_{Rdy+} = 66 \text{ kNm}$   $M_{Rdz+} = 67 \text{ kNm}$

Únosnost v záporném směru  $N_{Rd-} = -2806 \text{ kN}$   $M_{Rdy-} = -67 \text{ kNm}$   $M_{Rdz-} = -66 \text{ kNm}$

### Shrnutí posudku

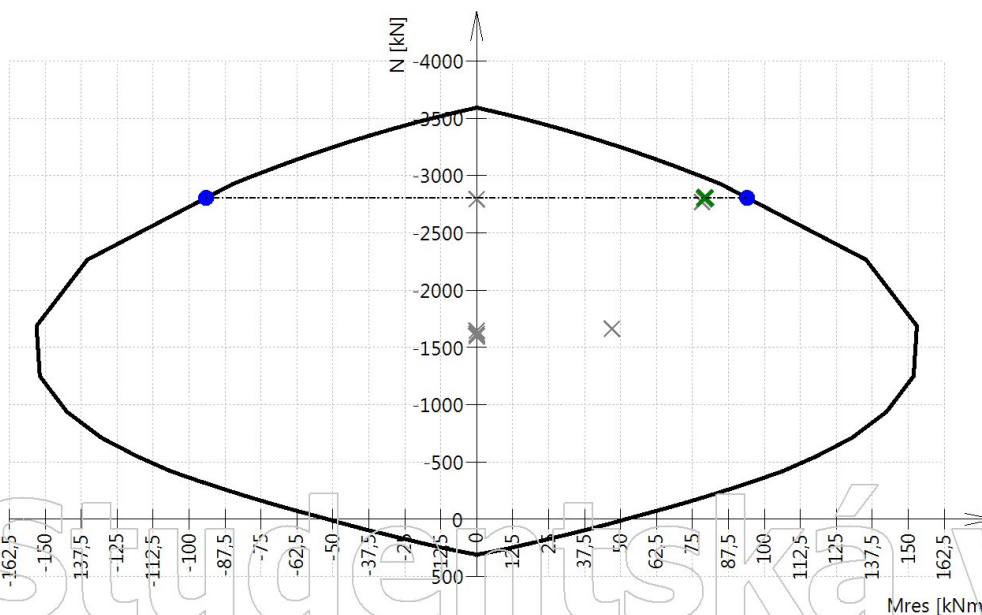
Síly:  $N_{Ed} = -2806 \text{ kN}$   $M_{Edy} = 56.1 \text{ kNm}$   $M_{Edz} = -56.1 \text{ kNm}$

Odolnost:  $N_{Rd} = -2806 \text{ kN}$   $M_{Rdy} = 66 \text{ kNm}$   $M_{Rdz} = -66 \text{ kNm}$

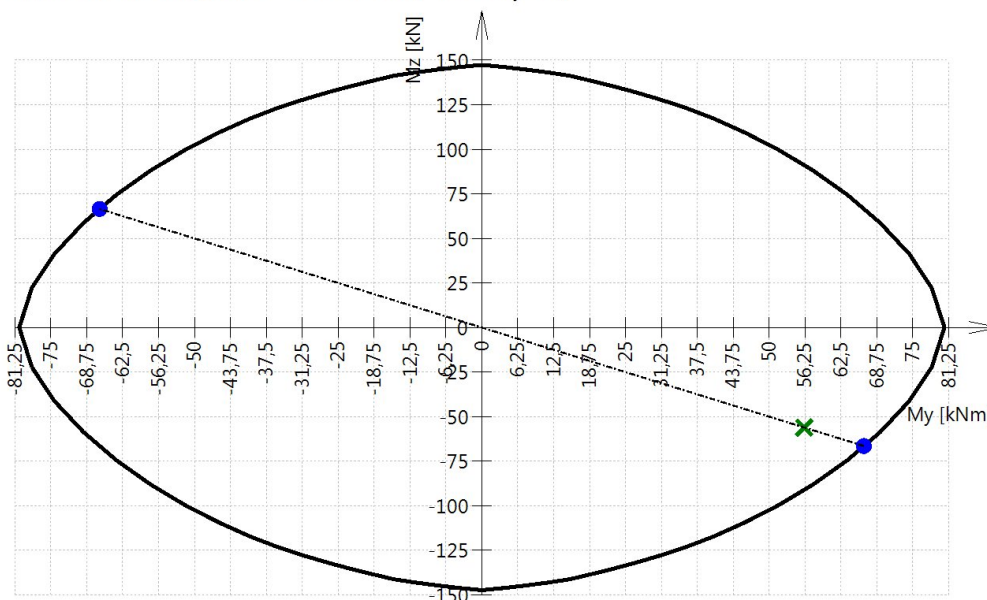
Výpočet jednotkového posudku.

$$UC = \max\left(\frac{M_{Edy}}{M_{Rdy}}, \frac{M_{Edz}}{M_{Rdz}}\right) = \max\left(\frac{56.1}{66.5}, \frac{-56.1}{-66.5}\right) = 0.844 \leq 1 \quad \text{OK}$$

### 3D interakční diagram - svislý řez N-M<sub>res</sub>



### 3D interakční diagram - vodorovný řez M<sub>y</sub>-M<sub>z</sub>



## Posouzení kapacity - interakční diagram

Lineární výpočet  
 Kombinace: JV\_ČSN\_MSÚ\_souborB  
 Souřadný systém: Hlavní  
 Extrém 1D: Dílec  
 Výběr: S-B2

<b>Sloup S-B2</b>		<b>Obdélník (300; 550)</b>
ČSN EN 1992-1-1/NA: 2011-07		Řez 0 [dx = 0 m]
<b>Délka prvku:</b>	L = 3.05 m	<b>Beton: C30/37</b>
Vzpěr y-y	L <sub>y</sub> = 1.65 m (neposuvný)	Bilineární pracovní diagram
Vzpěr z-z	L <sub>z</sub> = 1.62 m (neposuvný)	Třída prostředí: XC4, XF1
		<b>Podélná výztuž: B 500B</b>
		Bilineární s nakloněnou horní větví 6φ12 mm (A <sub>s</sub> = 679 mm <sup>2</sup> ) ρ <sub>l</sub> = 0,411 % (5.33 kg/m)
		<b>Smyková výztuž: B 500B</b>
		Bilineární s nakloněnou horní větví φ8/182 mm (n <sub>s</sub> = 2) (A <sub>sw</sub> = 101 mm <sup>2</sup> ) ρ <sub>w</sub> = 0,382 % (4.95 kg/m) (A <sub>swm</sub> = 631 mm <sup>2</sup> /m)
		<b>Krytí (třmínek)</b>
		Horní: 40 mm
		Spodní: 40 mm
		Levý: 40 mm
		Pravý: 40 mm

### Materiálové charakteristiky

Návrhová hodnota tlakové pevnosti betonu

$$f_{cd} = \frac{\alpha_{cc} \cdot f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{1 \cdot 30}{1.5} = 20 \text{ MPa}$$

Návrhová hodnota napětí na mezi kluzu podélné výztuže

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1.15} = 435 \text{ MPa} \quad (3.15)$$

### Síly

Z MKP výpočtu

$$N = -2447 \text{ kN} \quad M_y = 1.77 \text{ kNm} \quad M_z = -46.8 \text{ kNm}$$

Obsah kombinace:

1.50\*JV\_užitné\_NP\_(katA)+1.05\*JV\_užitné\_střecha\_(katH)+1.35\*JV\_stálé\_vlastní\_tíha+  
 1.35\*JV\_stálé\_skladba\_NP+1.35\*JV\_stálé\_skladba\_střecha+  
 1.50\*JV\_stálé\_příčky\_proměnné\_katA+1.50\*JV\_užitné\_balkóny\_katA

Přepočítání ohybových momentů.

Účinek 2. řádu: Ano

Imperfekce: Ano

$$N_{Ed} = -2447 \text{ kN} \quad M_{Edy} = 48.9 \text{ kNm} \quad M_{Edz} = -48.9 \text{ kNm}$$

Prvek je uvažován jako samostatný prvek: Ano

Použit pro výpočet ekvivalentních momentů: Ano

### Vstupní údaje použité pro generování ID

Metoda posudku pro interakční diagram	M <sub>uz</sub>
Dělení svislého přetvoření	250
Počet svislých řezů	36
Výslednice kroutícího momentu	M <sub>res</sub> = 69.2 kNm
Úhel výsledného momentu vztažený k M <sub>y</sub> směr v horizontální rovině M <sub>y</sub> -M <sub>z</sub>	α <sub>MyMz</sub> = -135 °
Úhel výsledného momentu vztažený k N směr ve vertikální rovině N-M <sub>res</sub>	α <sub>NM</sub> = -88.4 °



### Výpočet únosnosti

Únosnost v kladném směru  $N_{Rd+} = -2447 \text{ kN}$   $M_{Rdy+} = 49 \text{ kNm}$   $M_{Rdz+} = 154 \text{ kNm}$

Únosnost v záporném směru  $N_{Rd-} = -2447 \text{ kN}$   $M_{Rdy-} = 49 \text{ kNm}$   $M_{Rdz-} = -154 \text{ kNm}$

### Shrnutí posudku

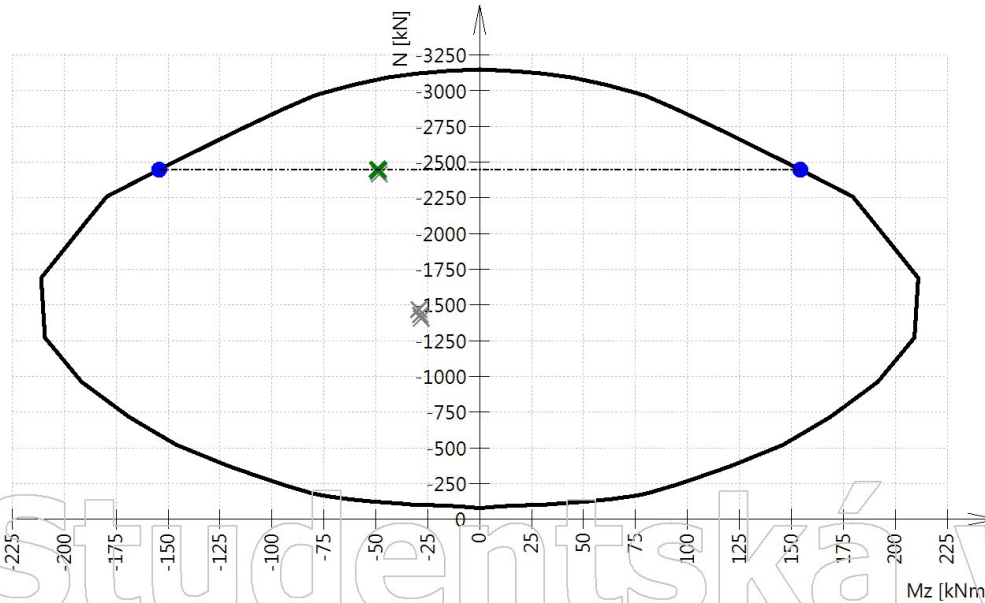
Síly:  $N_{Ed} = -2447 \text{ kN}$   $M_{Edy} = 48.9 \text{ kNm}$   $M_{Edz} = -48.9 \text{ kNm}$

Odolnost:  $N_{Rd} = -2447 \text{ kN}$   $M_{Rdy} = 49 \text{ kNm}$   $M_{Rdz} = -154 \text{ kNm}$

Výpočet jednotkového posudku.

$$UC = \frac{M_{Edz}}{M_{Rdz}} = \frac{-48.9}{-154} = 0.317 \leq 1 \quad \text{OK}$$

### 3D interakční diagram - svislý řez N-M<sub>z</sub>



### 3D interakční diagram - vodorovný řez M<sub>y</sub>-M<sub>z</sub>

