

## **Vybudování bytových jednotek v objektu č.p. 31, k.ú. Hazlov D1.2 Stavebně konstrukční řešení**

### **D.1.2.1 Technická zpráva**

Souprava č.

## **Základní údaje:**

**Akce:** Vybudování bytových jednotek v objektu č.p. 31, k.ú. Hazlov

**Objednatel:** Atelier Stoeckl s.r.o.  
náměstí Krále Jiřího z Poděbrad 6, Cheb, 350 02

T: 354 422 635  
E: [atelier@stoeckl.cz](mailto:atelier@stoeckl.cz)

IČO: 020 99 624  
DIČ: CZ 020 99 624

**Stupeň:** DSP

**Část:** D1.2 Stavebně konstrukční řešení

**Zpracovatel:** Ing. Zbyněk POUZAR, Projektová činnost ve výstavbě  
Sadová 245  
351 34 Skalná  
IČ: 69953899

**Odpovědný projektant:** Ing. Zbyněk POUZAR, Projektová činnost ve výstavbě  
Sadová 245  
351 34 Skalná  
IČ: 69953899

## **Použité podklady**

Stavební část PD v rozpracovanosti – Atelier Stoeckl s.r.o., původní projektová dokumentace,  
[www.ikatastr.cz](http://www.ikatastr.cz), [www.mapy.cz](http://www.mapy.cz), [www.cuzk.cz](http://www.cuzk.cz)

## **Použité normy:**

ČSN EN 1991-1-1 – Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb  
ČSN EN 1991-1-3 – Zásady navrhování a zatížení konstrukcí – Část 2-3: Zatížení konstrukcí – Zatížení sněhem  
ČSN EN 1991-1-4 – Zásady navrhování a zatížení konstrukcí – Část 2-4: Zatížení konstrukcí – Zatížení větrem  
ČSN EN 1992-1-1 – Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby  
ČSN EN 206 – 1- Beton – Část 1. Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda  
ČSN EN 1993-1-1 – Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby  
ČSN EN 1996-1-1 – Navrhování zděných konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla pro pozemní stavby – Pravidla pro vyztužené a nevyztužené konstrukce  
ČSN EN 1997-1-1 – Navrhování geotechnických konstrukcí – Část 1 – Obecná pravidla  
Katalog trustu prefabrikace

## **Použitý software**

Scia Engineer 2018, Scia DesignForms 5.2, Scia Concrete Section, Cadkon+Architecture 2020

## Účel projektu a rozsah

Tento projekt se týká návrhu nosných konstrukcí v rámci vybudování bytových jednotek v objektu č.p. 31, Hazlov 351 32, k.ú. Hazlov [638072]. Dokumentace je zpracována v rozsahu DSP a nenahrazuje DPS. Upozorňuji na fakt, že před realizací musí být zpracována dokumentace pro provedení stavby, ve které budou upřesněny konstrukční detaily a technologické postupy, dále v rámci zpracování DPS bude provedeno ověření stávajících konstrukčních prvků, které nemohly být ověřeny v době zpracování DSP (kvůli provozu v objektu). V případě, že tento předepsaný postup nebude dodržen, autor této dokumentace nebude odpovědný za případné vady, plynoucí z nedodržení tohoto požadavku.

## Popis objektu

Jedná se zděný objekt, podsklepený, o 3. NP + půda. Objekt je zastřešen sedlovou střechou s krovem vaznicové soustavy. Svislé nosné konstrukce v některých případech na sebe půdorysně v jednotlivých podlažích nenavazují a proto musí být tyto nespojitosti v rámci prováděcí dokumentace ověřeny.

## Poznámka

V době provádění této dokumentace nebylo možné v objektu za plného provozu provádět průzkumné sondy za účelem zjištění přesné skladby konstrukcí, skladby tedy byly stanoveny odhadem na základě zkušeností, převzatých z podobných objektů v regionu. Tyto předpoklady musí být před realizací záměru důsledně ověřeny.

## Bourací práce

Budou odstraněny nevyhovující stávající příčky a vybourán prostup stropy pro novou výtahovou šachtu. U příček je nutno ověřit před jejich bouráním, zda na nich nejsou uloženy nosným způsobem vodorovné nosné konstrukce. Zejména se jedná o bourané příčky v 3.NP, na kterých jsou uloženy vazné trámy krovu nosným způsobem. Před zahájením bouracích prací musí být proto tyto prvky podchyceny, podepřeny popř. zesíleny vhodným způsobem (viz odstavec Krov). Bourací práce budou probíhat postupně po podlažích shora dolů. Stropní prvky v místě prostupu nové výtahové šachty stropy budou uloženy do obezdívky výtahové šachty a na nově osazené překlady. Musí být tedy nejprve postavena část obezdívek výtahové šachty v daném podlaží, než bude vybourán prostup pro šachtu ve stropu nad tímto podlažím.

## Bezpečnost práce

Během bouracích prací budou dodržovány platné bezpečnostní předpisy, pracovníci budou používat ochranné pomůcky a budou proškoleni z předpisů BOZ. Pokud během bouracích prací dojde k nepředvídaným událostem či poruchám konstrukcí, budou bez odkladu přerušeny práce, pracovníci opustí staveniště a na místo bude neprodleně povolán statik. Bourací práce budou provedeny v souladu s prováděcí projektovou dokumentací

## Překlady

Většina překladů nad prostupy zůstane stávající bez nutnosti dalších opatření. Nově budované prostupy a v případě změn otvorů budou prováděny ocelové montované překlady z válcovaných nosníků I – označené na pozičních schématech v příloze PR01 až PR12. V případě osazování nových překladů do stávajících stěn se bude postupovat následujícím způsobem:

Provede se vybourání drážky v požadované výšce a hloubce a pozici pro vložení 1 či 2 kusů (v případě celkem 4 kusů) překladů do max. poloviny tloušťky stěny. Před bouráním bude podepřena část stropu nad bouranou drážkou provizorními podporami (teleskopickými ocelovými stojkami s dřevěnými

převážkami). Osadí se do drážky polovina požadovaného počtu ocelových válcovaných profilů a spáry kolem nich se vyplní důkladně segmentovou jemnozrnnou maltou. Po vyzrání malty se stejný postup zopakuje z druhé strany stěny. Po technologické přestávce na vyzrání malty se provede vlastní vybourání nového prostupu pod takto zhotoveným překladem. Musí být dodrženo uložení překladu za ostění otvoru. Poté se odstraní provizorní podepření a provede se zednické začištění hran prostupů. Ocelové nosníky budou opatřeny omítkou vyztuženou skelnou armovací mřížkou.

Překlad PR03 z profilu HEA 180 bude na jedné straně podporován ocelovým sloupkem SL01, svařeným ze dvou U140 do krabice. Sloup bude dole zakotven do roznášecího betonového bloku z betonu C25/30 XC1 o délce 600 mm, výšce 250 mm a přes celou šířku stěny. Kotvení bude prostřednictvím plechu P10-300x300mm vařeného koutovými svary č. 4 na patu svařence 2xU140 a 4 kotev do betonu Fischer FAZ II/M12. Nahoře bude překlad vařen na sloup přes roznášecí plech P10. Na druhé straně bude překlad uložen na podbetonávce z betonu C25/30 XC1 300x250x250 mm, provedené na volném okraji nové akustické stěny tl. 250 mm kolem výtahové šachty. Sloupek z vyzdívka tedy musí být proveden před provedením vlastního překladu.

Překlad PR10 ze dvou profilů I240 bude na jedné straně podporován ocelovým sloupkem SL02, svařeným ze dvou U140 do krabice. Sloup bude dole zakotven do roznášecího betonového bloku z betonu C25/30 XC1 o délce 600 mm, výšce 250 mm a přes celou šířku stěny. Kotvení bude prostřednictvím plechu P10-300x300mm vařeného koutovými svary č. 4 na patu svařence 2xU140 a 4 kotev do betonu Fischer FAZ II/M12. Nahoře bude překlad vařen na sloup přes roznášecí plech P10 s 2 svislými výztuhami z P10-300x150. Na druhé straně bude překlad uložen na podbetonávce z betonu C25/30 XC1 300x300x250 mm, provedené do kapsy ve stávající stěně před osazením překladu. Sloupek musí být rovněž proveden před osazením překladu.

### **(!) Důležitá poznámka (!)**

Po odkrytí nosných konstrukcí v místě budoucího překladu PR10 před jeho provedením bude na místo povolán statik a bude provedena konzultace postupu prací, toto bude potvrzeno ve stavebním deníku. Bez splnění tohoto požadavku nesmí být žádný zásah do nosné zdi v tomto místě proveden !

### **Svislé nosné konstrukce**

Všechny stávající svislé nosné konstrukce, které budou zachovány, nemusí být sanovány, zatížení v nich se stavebními úpravami výrazně nemění. Nové vyzdívky a zazdívky prostupů budou prováděny z pálených keramických bloků Porotherm a z plynosilikátových tvárníc YTONG. Stěny s funkcí akusticky dělící budou provedeny z bloků Porotherm 25/25 AKU SYM P15 na obyčejnou maltu M10, vyplňují se i styčné svislé kapsy. Stěny budou v koruně, respektive v úrovni stropních konstrukcí v jednotlivých podlažích opatřeny ztužujícími věnci V01. Zazdívky otvorů budou provedeny z YTONGu P2-400 na originální tenkovrstvou zdící maltu. Nové příčky budou sádkartonové, dvojité opláštěné.

### **Vodorovné nosné konstrukce**

Stávající stropy zůstanou zachovány, pouze budou upraveny vybouráním, respektive vyříznutím v místě prostupu výtahové šachty. Zde budou podchyceny nově vyzděnou stěnou s akustickou funkcí kolem tubusu šachty a ocelovými překlady. Stropní vazné trámy krovu nad 3.NP budou zesíleny – viz odstavec Krov.

V úrovni stropů a koruny nových stěn budou provedeny věnce V01 z betonu C25/30 XC1, výztuže B500B, s krytím 25 mm. Podélná výztuž bude ze 4 profilů 12 mm a smyková z uzavřených třmínků obdélníkového tvaru z profilů 6 po 200 mm.

## Krov

Stávající konstrukce krovu se stojatou tesařskou zůstane zachována až na nutnost zesílení stávajících vazných trámů. Dle výpočtů jsou ve stávajícím stavu vazné trámy opřeny do příček pod nimi se nacházejících. Před vybouráním těchto příček je nutno vazné trámy zesílit. Zesílení bude provedeno oboustrannými ocelovými příložkami U240, uloženými na obvodových a na středové nosné stěně. Propojení se stávajícími trámy profilu 150x180 bude zajištěno závitovými tyčemi M20 – 4.6 po 1,0 m, pod uložením sloupků krovu na vazné trámy budou použity dvě závitové tyče po 150 mm, osově symetricky pod sloupky. Tuhost příložek je v porovnání s trámem tak velká, že příložky prakticky převezmou veškeré působící zatížení. Vazný trám u výtahové šachty bude podchycen ocelovým překladem PR03 a poté zkrácen. Před jeho zkrácením bude tahová síla z trámu zachycena ocelovým táhlem, které bude mít navařený na konci plech P10-300x200 a ten bude z boku šroubován 4 šrouby M16 do trámu. Táhl bude s tyčoviny průměru 16 mm S235 a bude na konci opatřeno závitem (nebo navařenou závitovou tyčí). Táhl bude horizontálně protaženo skrze obvodovou stěnu, případně skrze věnec, a bude zajištěno závlačí z plechu P10-300x300 a maticí s podložkou. Plech bude zasekán pod omítku a opatřen ložem z cementové malty. Dotažení se provede po vyzrání maltového lože a následně po aktivaci táhla se vyřízne požadovaná část vazného trámu.

## Výtahová šachta

Bude provedena dojezdová deska výtahu do výkopu opatřeného hutněným posypem tl 100 mm z kameniva frakce 0/16 mm a podkladním betonem C16/20 tl. 50 mm. Deska bude tl. 350 mm, z betonu C25/30 XC2, výztuže B500B, s krytím 40 mm, a bude vyztužena při horním i spodním líci v obou směrech profily 14 po 150 mm a sponami nebo kozlíky profilu 10 v počtu 9 kusů na 1m<sup>2</sup>. Do desky bude zabetonována kotevní výztuž svislých stěn tubusu výtahové šachty.

Stěny výtahové šachty budou provedeny z bednicích dílců BD 20, vázané výztuže B500B a betonu C25/30 XC1, krytí svislé výztuže bude 25 mm uvnitř bednicích dílců. Svislá výztuž bude u obou povrchů z profilů 12 po 250 mm, vodorovná rozdělovací výztuž bude 2 profily 10 v každé ložné spáře. Bednicí dílce budou kladeny nasucho na sebe a bude prováděna betonáž po max. 4 vrstvách, s nastavováním svislé výztuže přesahy. Pracovní spára bude udržována v čistotě a ponechána přirozeně drsná, kvůli kvalitnímu spojení jednotlivých vrstev betonáže. Nad prostupy budou použity systémové překlady PŘ 60/190 odpovídající délky, alternativně lze do nadpraží otvorů vložit vodorovnou výztuž 3 profily 12 mm s přesahem 250 mm za ostění otvoru. Stěny výtahové šachty budou v úrovních stropů kotveny háky tvaru „Z“ z výztuže profilu 14 mm po 750 mm do věnců V01, aby došlo k interakci tubusu šachty a vodorovných nosných konstrukcí. Nutno na to myslet při betonáži věnců !

Stropní deska výtahové šachty bude tl. 200 mm, z betonu C25/30 XC1, výztuže B500B, s krytím 25 mm, a bude vyztužena při horním i spodním líci v obou směrech profily 10 po 200 mm. Do desky bude zabetonována vytažená kotevní výztuž svislých stěn tubusu výtahové šachty.

## Protikorozní ochrana ocelových konstrukcí

### Vnitřní prostředí

Ocelové konstrukce budou chráněny proti atmosférické korozi dle souboru norem ČSN EN ISO 12944 - Protikorozní ochrana ocelových konstrukcí ochrannými nátěrovými systémy. Pro stupeň korozní agresivity C1 – velmi nízká, životnost N – nízká (suché prostředí uvnitř obytných budov) – postačí jeden základní nátěr a jeden vrchní nátěr, místa po montážních svarech nutno obnovit. Je možno použít jakýkoliv nátěrový systém pro kategorii korozní agresivity dle tab. A1 ČSN EN ISO 12944-5, např. A1.01, tj. základní nátěr AK/AY 1x100 µm a vrchní nátěr s libovolným pojivem 1x100 µm. Celková nominální tl. nátěrového systému je 200 µm.

## Ochrana dřevěných konstrukcí

Dřevěné konstrukce budou chráněny nátěrem insekticidním a fungicidním přípravkem – Lignofix, Boronit apod.

Dne 27. 7. 2020  
vypracoval  
Ing. Zbyněk Pouzar

Následuje statický výpočet a poziční schémata konstrukcí

Akce: BD Haslov

Str:

1. Zajištění1.1. Střecha (skladba odvrácená) sedlová  $\alpha = 31,1^\circ$ ;  $\cos \alpha = 0,856$ 

SKLADBA	$j_e$ [kWh/m <sup>2</sup> ]	$\eta_t$	$j_d$ [kWh/m <sup>2</sup> ]
lehut.krytina	0,12	1,35	
bednění	0,15	1,35	
izolace	0,35	1,35	
konstr. krovu	0,29	1,35	
SDK podhled	0,35	1,35	
$\Sigma$	1,26	1,35	1,70

1.2. Sníh - sedlová střechaHaslov; oblast III; víř přilehla,  $S = 1,16 \text{ kWh/m}^2$ ;  $\eta_t = 1,5$   
 $S_{dl} = 1,74 \text{ kWh/m}^2$ 1.3. Vítr - sedlová střechaHaslov; oblast II, fáze II;  
max. tlac $w_{H,rk} = 0,49 \text{ kWh/m}^2$ ;  $\eta_t = 1,5$  $w_{H,d} = 0,62 \text{ kWh/m}^2$ 



Akce: BP HAZLOV

Str:

1.4 Střecha pullová (skladba odhadem)

$$\alpha = 3,1^\circ; \cos \alpha \approx 1,0$$

SKLADBA	$\rho_k [W/m^2]$	$\rho_f$	$\rho_d [W/m^2]$
kuchyně	0,10	1,35	
bedna	0,13	1,35	
krokvě + trámy	0,20	1,35	
zářiv	2,90	1,35	
základ	0,10	1,35	
podhled	0,13	1,35	
omítka + štuk	0,54	1,35	
isolace	0,05	1,35	
SDK podhled na roštu	0,20	1,35	
$\Sigma$	4,18	1,35	5,64

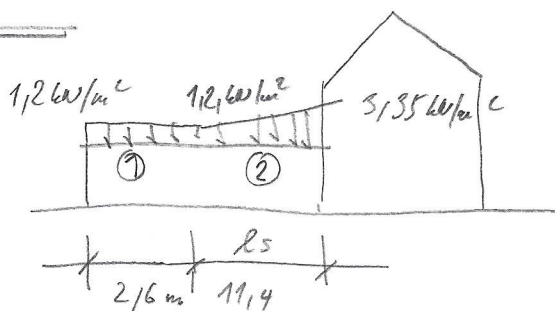
1.6. Sníh pullová střecha

$$S_{1,k} = 1,26 W/m^2; \rho_f = 1,10$$

$$S_{1,d} = 1,39 W/m^2$$

$$S_{2,k} = 3,35 W/m^2; \rho_f = 1,10$$

$$S_{2,d} = 5,03 W/m^2 \text{ (maximum)}$$



- vítr bude zanedbatelný → neuvažuje se ve výpočtu



Akce: BD Haslov

Str:

1.7. Stávající dřevěný strop

SKLADBA (odhad)	$f_d$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_f$	$f_d$ [kN/m <sup>2</sup> ]
krytina	0,40	1,35	
tesařská podlaha / letnice	0,63	1,35	
načep	2,00	1,35	
záhllop	0,13	1,35	
trámy	0,20	1,35	
podbití	0,11	1,35	
omítka + stuka	0,54	1,35	
$\Sigma$	4,03	1,35	5,44
nahodilí kat. A	1,50	1,50	2,25
SDK přetěž	1,25	1,50	1,88
$\Sigma$	6,78	1,412	9,57

1.8 Stávající první strop (chodby)

SKLADBA (odhad)	$f_d$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_f$	$f_d$ [kN/m <sup>2</sup> ]
krytina	0,60	1,35	
marmura	1,25	1,35	
žb. deska 200 mm	5,00	1,35	
omítka + stuka	0,24	1,35	
$\Sigma$	6,02	1,35	8,13
nahodilí kat. A	1,50	1,50	2,25
$\Sigma$	7,52	1,380	10,39

- ve výpočtech uvažují všude 1.8 → na straně bezpečí

Akce: BD HAZLOV

Str:

2.0 Přehledy2.1. PR01 - 3.NP $l = 1,4 \text{ m}$ ; nadpodlaž. + strop;  $b = 3,15 \text{ m}$ 

$$g_k = 2 \times 0,5 + 0,7 \times 0,54 \times 18,0 + 3,15 \times 7,52 = 28,57 \text{ kN/m}^2; \mu_1 = 1,375$$

$$g_d = (2 \times 0,5 + 0,7 \times 0,54 \times 18,0) \times 1,35 + 3,15 \times 10,38 = 39,29 \text{ kN/m}^2$$

$$M_{ed} = 1/8 \times 39,29 \times 1,4^2 = 9,63 \text{ kNm} \quad \underline{\underline{2 \times I 100}}$$

- posouzení viz příloha  $\Rightarrow$  vyhovuje

$$\sigma = \frac{5}{384} \times \frac{28,57 \times 10^{-3} \times 1,4^4}{2 \times 210 \times 10^9 \times 1,71 \times 10^{-6}} = 0,002 \text{ m} < f_{lim} = 0,006 \text{ m}$$

- uložit do lože z cementové malty

2.2. PR02 - 3.NP - DTID 2.1.  $\Rightarrow 2 \times I 100$ 2.3. PR03 - 3.NP $l = 2,6 \text{ m}$ ;  $b = 1,0 \text{ m}$  - zatížení stropem nad chodbou  
a ob. křídlem + sloa phem křídla

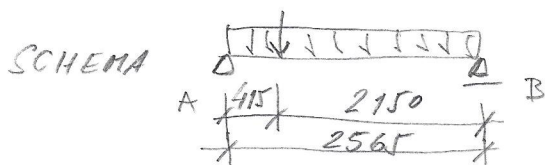
$$g_k = 0,5 + 1,0 \times 7,52 = 8,02 \text{ kN/m}^2; \mu_1 = 1,378$$

$$g_d = 0,5 \times 1,35 + 1,0 \times 10,38 = 11,06 \text{ kN/m}^2$$

$$M_{ed} = 1/8 \times 11,06 \times 2,6^2 + 85,72 \times \frac{2150}{2565} \times 0,415 = 39,2 \text{ kNm}$$

 $\Rightarrow$  HEA 180  $\rightarrow$  posouzení viz příloha  $\Rightarrow$  vyhovuje

$$A = 4,0 \times 1,0 = 20,0 \text{ m}^2; M_{ed} = 20,0 \times (1,70 + 1,74 + 0,62/0,856^2) = 85,72 \text{ kNm}$$

Podm: v uložení na zdivo podbetonovat C25/30 na výšku 250 mm  
a délku 300 mm

**Akce:** BD Haslov**Str:**2.4 PRO4 - 2.NP $l = 1,35\text{ m}; b = 4,0\text{ m};$  - zatížení vl. tíhou, nadpracím, stropem

$$g_k = 2 \times 0,3 + 0,9 \times 0,3 \times 18,0 + 4,0 \times 7,52 = 35,54 \text{ kN/m}'; \eta_f = 1,376$$

$$g_d = 1,35 \times (2 \times 0,3 + 0,9 \times 0,3 \times 18,0) + 4,0 \times 10,38 = 48,89 \text{ kN/m}';$$

$$M_{ed} = \frac{1}{8} \times 48,89 \times 1,35^2 = 11,14 \text{ kNm}$$

2xI160 → posuzován vix příkladem ⇒ vyhovuje

$$f = \frac{5}{384} \times \frac{35,54 \times 10^{-3} \times 1,35^4}{2 \times 210\,000 \times 3,28 \times 10^{-6}} = 0,001\text{ m} < f_{\text{lim}} = \frac{1,35}{250} = 0,005\text{ m}$$

- uložit do lože z cementové malty

2.5 PRO5 - 2.NP $l = 2,5\text{ m}; b = 1,0\text{ m};$  zatížení vl. tíhou, stropem

$$g_k = 0,3 + 1,0 \times 7,52 = 7,82 \text{ kN/m}'; \eta_f = 1,380$$

$$g_d = 0,3 \times 1,35 + 1,0 \times 10,38 = 10,79 \text{ kN/m}';$$

$$M_{ed} = \frac{1}{8} \times 10,79 \times 2,5^2 = 8,43 \text{ kNm}$$

I160 → posuzován vix příkladem ⇒ vyhovuje

$$f = \frac{5}{384} \times \frac{7,82 \times 10^{-3} \times 2,5^4}{2 \times 210\,000 \times 9,35 \times 10^{-6}} = 0,001\text{ m} < f_{\text{lim}} = \frac{2,5}{250} = 0,010\text{ m}$$

Pozn: u uložení na sdivo podbetonovat C25/30 na výšku  
250 mm a délku 300 mm a tl. stěny

**Akce:** BP Haslov**Str:**2.6. PRO6 - 1.NP $l = 2,45\text{m}; b = 1,0\text{m}$  - zatížení vlt. křídly stropem- DTTD 2.5  $\Rightarrow$  I160

- v uložení podbetonovat DTTD 2.5

2.7. PRO7 - 1.NP- z hlediska 2xI100 - nese pouze nadpráhlí  
 $\Rightarrow$  není nutný posudek (malý stupeň vyžití)2.8. PRO8 - 1.NP $l = 1,65\text{m}; b = 2,0\text{m}$  - zatížení vlt. křídly, stropem, nadpráhlí

$$f_c = 2 \times 0,3 + 0,4 \times 0,4 \times 18,0 + 2,0 \times 7,52 = 18,52 \text{ kN/m}^2$$

$$f_d = 1,35 \times (2 \times 0,3 + 0,4 \times 0,4 \times 18,0) + 2,0 \times 10,38 = 21,80 \text{ kN/m}^2$$

$$M_{ed} = \frac{1}{8} \times 21,80 \times 1,65^2 = 7,42 \text{ kNm}$$

2xI100 - posouzení viz příloha - průhyb není nutno ověřovat  
(malý stupeň vyžití)2.9. PRO9 - 1.NP- čtyřmi stávajícími nadpráhlí, 4xI100 - z hlediska důvodů  
predimenzováno, nese pouze klín nadpráhlí, není  
nutno podrobně posuzovat



Akce: BD Harbov

Str:

2.10. PR 10 - 1.NP

- přehled nahraňuje stáv. zdívo  $\rightarrow$  musíme mít min.  
stejnou únosnost. - odhad pevnosti cdiva  $1,0 \text{ MPa}$

tl. stěny  $300 \text{ mm} \Rightarrow f_d = 2 \times 0,17 + 0,3 \times 1000 = 301,4 \text{ kN/m}^2$

$l = 1,8 \text{ m}; \quad N_{ed} = 1/8 \times 301,4 \times 1,8^2 = 122,07 \text{ kNm}$

$\Rightarrow 2 \times I 240$  - posouzení viz příloha  $\Rightarrow$  vyhovuje

$f_k = 301,4 / 1,4 = 215,3 \text{ kN/m}^2$

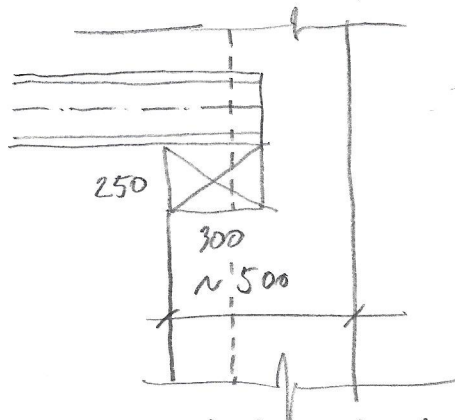
$\delta = \frac{5}{384} \times \frac{215,3 \times 10^{-3} \times 1,8^4}{2 \times 210\,000 \times 42,5 \times 10^{-6}} = 0,002 \text{ m} < f_{lim} = \frac{1,8}{210} = 0,007 \text{ m}$

- uložit na ocelový sloupek SZ 02 - reakce do sloupku

$N_{ed} = 0,17 \times 1,8 \times 301,4 = 271,5 \text{ kN}$

- na druhé straně uložit na roznařea' betonový blok

$300 \times 300 \times 250$  - C25/30



Důležitá poznámka: po odkrytí nosných konstrukcí  
v místě budoucího přehledu PR 10 před provedením  
nových prvků BUDE na místo přizván statik a

BUDE provedena konzultace postupu prací, protože  
bude potvrzen ve stavebním deníku. Bez toho  
nesmí být zásah do nosné zdi v tomto místě proveden!

Akce: BD Haslov

Str:

2.11. PR 11 - 1.NP $l = 1,85\text{m};$  zatížením vl. tíhou, nadpráslím, ka' střechy  
 $b = 4,0\text{m}$ 

$$f_k = 3 \times 0,3 + 1,3 \times 0,15 \times 18,0 + 4,0 \times (4,18 + 3,35) = 42,4\text{kN/m'}$$

$$f_d = 1,35 \times (3 \times 0,3 + 1,3 \times 0,15 \times 18,0) + 4,0 \times (5,64 + 5,03) = 59,69\text{kN/m'}$$

$$\eta = 1,408$$

$$M_{ed} = 1/8 \times 59,69 \times 1,85^2 = 25,54\text{kNm}$$

 $3 \times I 120 \rightarrow$  posouzením viz příloha  $\Rightarrow$  vyhovuje

$$f = \frac{5}{384} \times \frac{42,4 \times 10^{-3} \times 1,85^4}{3 \times 210\,000 \times 3,28 \times 10^{-6}} = 0,003\text{m} < f_{lim} = \frac{1,85}{250} = 0,007\text{m}$$

2.12. PR 12 - 1.NP $l = 1,30\text{m};$  zatížením DTT 2.11

$$\Rightarrow M_{ed} = 1/8 \times 59,69 \times 1,30^2 = 12,61\text{kNm}$$

 $3 \times I 100 \rightarrow$  posouzením viz příloha  $\Rightarrow$  vyhovuje

$$f = \frac{5}{384} \times \frac{42,4 \times 10^{-3} \times 1,30^4}{3 \times 210\,000 \times 1,71 \times 10^{-6}} = 0,001\text{m} < f_{lim} = \frac{1,30}{250} = 0,005\text{m}$$

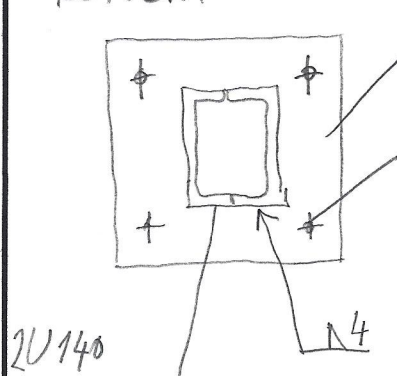
Akce: BP Harbov

Str:

3.0 Sloupky3.1 Sloupek SLO1 - 3.NP

- reakce z příkladu a z plně' varby krovu
- zatížovací plocha sloupku  $A = 4,0 \times 5,0 \text{ m} = 20,0 \text{ m}^2 (\text{krov})$
- reakce určena v 2.3  $\rightarrow N_{ed} = 85,72 \text{ kN}$

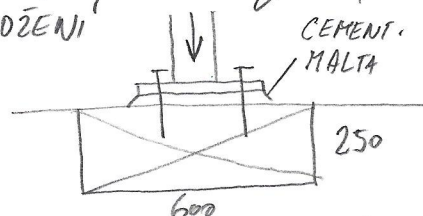
2U140 svařit do krabice  $\rightarrow$  posuvem' viz příloha  $\Rightarrow$  vyhovuje  
KOTVENÍ'



P10-300x300

KOTVY FISCHER FAZII/M12

ULOŽENÍ'



Pod sloupkem bude provedena betonový  
blok C25/30 na výšce 250 mm, tl. stěny  
a délce 600 mm

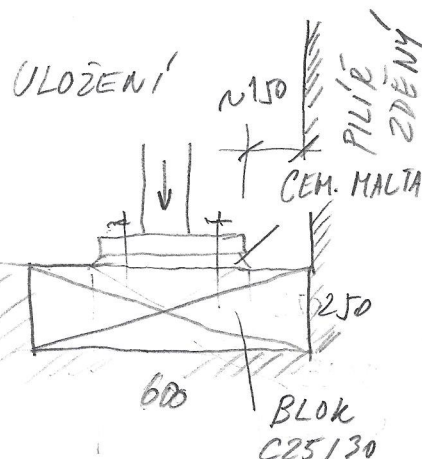
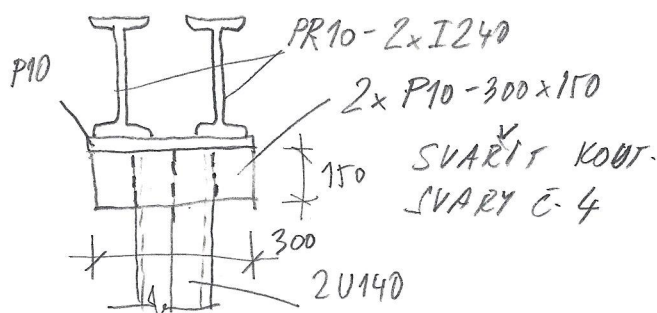
3.2 Sloupek SLO2 - 1.NP

- podepírá' příklad PR10 a přenáší' zatížení' do stěny  
v 1. PP
- $N_{ed} = 271,36 \text{ kN}$  - viz 2.10

2U140 svařit do krabice  $\rightarrow$  posuvem' viz příloha  $\Rightarrow$  vyhovuje

SPODNÍ KOTVENÍ' DTTO 3.1

HORNÍ KOTVENÍ'





Akce: BD Hazlov

Str:

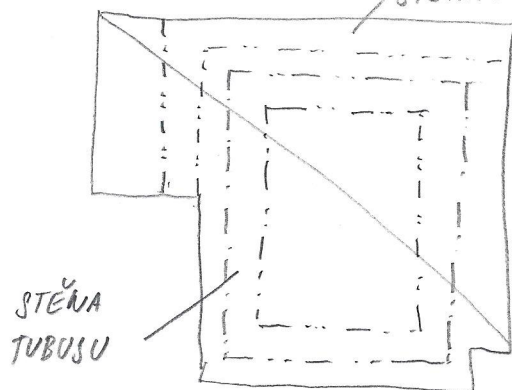
## 4.0 Výtahová šachta VŠ 01

## 4.1 Dojezdová deska

- zatížení reakcemi od výtahu → přenesou se přes desku do podlahy, dále stěnami šachty

SCHEMA TVARU

STĚNA AKU 25



$$A_{\text{aku}} = 6,954 \text{ m}^2, \text{ tl. } 350 \text{ mm}$$

Celková tíha výtahové šachty

$$G_{0,d} = 1,35 \times (7,0 \times 0,4 \times 25,0 + 2,25 \times 2,1 \times 0,2 \times 25,0 + 0,2 \times 2 \times 4,35 \times 12,3 \times 25,0 + 0,25 \times 3,2 \times 4,2 \times 12,0 + 4 \times 0,25 \times 0,25 \times 25,0) + 1/0,5 \times 1,3 \times 10,38 \times 1,4 \times 4 = 949,4 \text{ kN}$$

odhad tíhy technologií + nahodilé zatížení

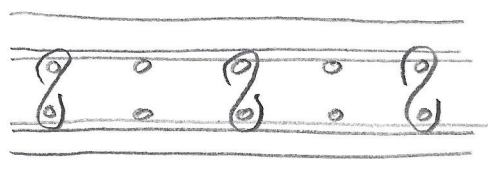
$$Q_d = 15 \text{ kN}$$

$$\Rightarrow \sigma_2 = \frac{949,4 + 15}{6,954} = 138,7 \text{ kPa} - \text{reakce podlahy}$$

 $\leq R_{dt} = 150 \text{ kPa}$  (odhadnutá únosnost zákl. spárky →


nutno ověřit in situ!)

$$\Rightarrow m_{ed,1} = 1/8 \times 138,7 \times 2,1^2 = 76,5 \text{ kNm/m}$$



350

v obou směrech u obou  
povrchů  $\Phi 14/150$ 

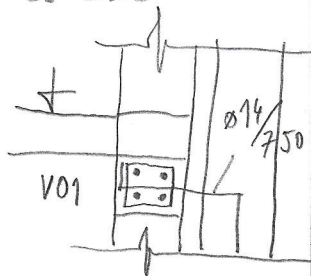
C25/30 x C2, BT00B, kotvi 40 mm

+ spory  $9 \Phi 10/1 \text{ m}^2$ 
 $m_{rd} = 111 \text{ kNm/m}$  → posun zem' viz příloha ⇒ vyhovuje

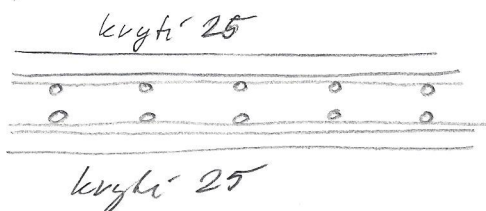
Pozn: z desky vytáhnout kotvení trny svislé vzhledem k stěně šachty

**Akce:** BD Hazlov**Str:**4.2. Stěna výtahové šachty

- max. vnitřní síla  $q_d = 0,2 \times 25,0 \times 12,5 \times 1,35 + 0,5 \times 2,1 \times 0,2 \times 25,0 \times 1,35 + 15/8,7 = 91,8 \text{ kN/m}^2$
- provést z bednicích dílců BD20
- C25/30 - XC1, krytí 25 mm uvnitř dílců, B500B  
tl. jádra  $200 - 2 \times 30 = 140 \text{ mm}$
- výztuž - svisle  $\phi 12/250$ ; vodorovně  $2 \phi 10$  u každé  
košové spáře, nad dveře použít nosný systémový  
překlad, nebo 3  $\phi 12$  s přesehem 250 mm za ostěmi  
prostupu
- posouzení viz příloha  $\Rightarrow$  vyhovuje
- stěnu kotvit  $\phi 14/750 \text{ mm}$  do věnců pod strop

4.3. Strop výtahové šachty

- $q_d = 0,2 \times 25,0 \times 1,35 + 5,0 \times 1,35 = 11,25 \text{ kN/m}^2$
- C25/30 XC1, B500B, krytí 25 mm, tl. desky 200 mm
- $m_{ed} = 1/8 \times 11,25 \times 2,1^2 = 6,20 \text{ kNm/m}^2$
- výztuž v obou směrech  $\phi 10/200$  u horního i spodního  
líce desky
- posouzení viz příloha  $\Rightarrow$  vyhovuje

 $\phi 10/200 \times \phi 10/200$  $\phi 10/200 \times \phi 10/200$ 

$$m_{Rd} = 26,4 \text{ kNm/m}^2 > m_{ed}$$

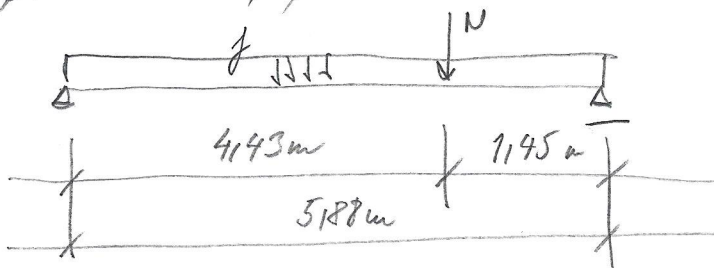
Akce: BD Házlov

Str:

5.0 Zelení vany'ch trámů

- reakce ze sloupů krovu  $N_{cd} = 85,76 \text{ kN}$  (viz 2.3)
- $b \approx 1,0 \text{ m}$ ; zatížení stropem a sloupem krovu
- stav. trám  $150 \times 180 \text{ mm}$  - opřevý dopřítel
- zesílení příložkami, převzetím celé zatížení

schema



$$f_{ed} = 10,38 \text{ kN/m}; \gamma_f = 1,4 \Rightarrow f_{cd} = 7,416 \text{ kN/m}$$

$$N_{cd} = 85,76 \text{ kN}; \gamma_f = 1,4 \Rightarrow N_{ed} = 61,21 \text{ kN}$$

$$\text{vl. tíka } 2 \times 0,3 \times 1,4 = 0,84 \text{ kN/m}; \gamma_{ol} = 0,6 \text{ kN/m}; \gamma_f = 1,4$$

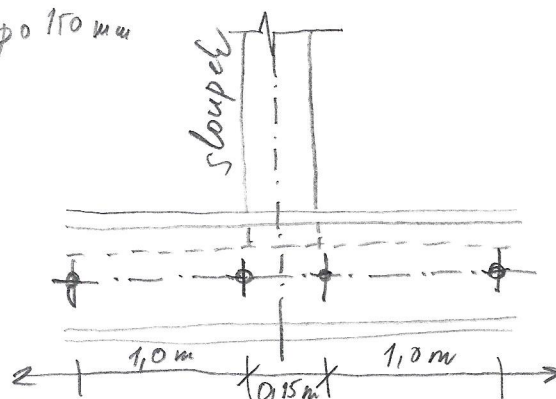
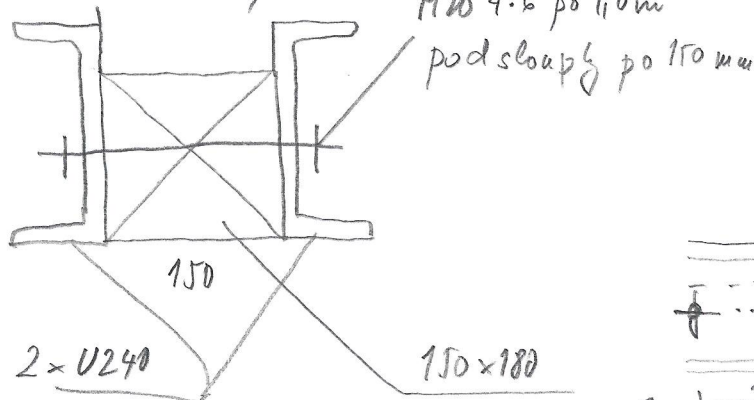
$$\text{tuhost trámů } 150 \times 180 \quad I_y \cdot E_{\text{materiálu}} = \frac{1}{12} \times 0,15 \times 0,18^3 \times 10\,000 = 0,729$$

$$\text{tuhost } 2 \times 0,180 \quad I_y \cdot E_s = 2 \times 1350 \times 10^{-8} \times 210\,000 = 5,67$$

 $\Rightarrow$  celé zatížení převzeme ocel

2x příložka U240 + 5rouby M20 po 1,0 m, pod  
sloupky krovu budou 2 5rouby po 150 mm

- posouzení vlt příložka M20 4.6 po 1,0 m  $\Rightarrow$  vyhovuje



## **Zatížení sněhem na sedlovou střechu dle ČSN EN 1991-1-3**

### **Charakteristická hodnota zatížení sněhem na zemi**

Sněhová oblast III

$$s_k = 1.5 \text{ kN/m}^2$$

### **Součinitelé**

Součinitel expozice

$$C_e = 1$$

Teplotní součinitel

$$C_t = C_{t,0} = 1$$

Vyjímečné zatížení sněhem není uvažováno

### **Geometrie**

Spád levé strany

$$\alpha_1 = 31.1^\circ$$

Spád pravé strany

$$\alpha_2 = 31.1^\circ$$

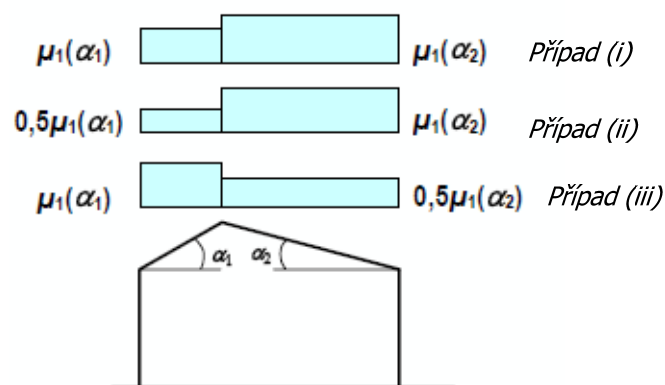
Součinitel tvaru zleva

$$\mu_{1(\alpha_1)} = \frac{0.8 \cdot (60 - \alpha_1)}{30} = \frac{0.8 \cdot (60 - 31.1)}{30} = 0.771$$

Součinitel tvaru zprava

$$\mu_{1(\alpha_2)} = \frac{0.8 \cdot (60 - \alpha_2)}{30} = \frac{0.8 \cdot (60 - 31.1)}{30} = 0.771$$

### **Výpočet zatížení sněhem**



případ (i) - zatížení nenavátým sněhem

případ (ii) a (iii) - zatížení navátým sněhem

### **Případ (i) - Nenavátý sníh**

Zatížení sněhem na jednotku plochy

$$s_1 = \mu_{1(\alpha_1)} \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0.771 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1500 = 1.16 \text{ kN/m}^2$$

$$s_2 = \mu_{1(\alpha_2)} \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0.771 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1500 = 1.16 \text{ kN/m}^2$$

### **Případ (ii) - Navátý sníh (více vpravo)**

Zatížení sněhem na jednotku plochy

$$s_1 = 0.5 \cdot \mu_{1(\alpha_1)} \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0.5 \cdot 0.771 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1500 = 0.578 \text{ kN/m}^2$$

$$s_2 = \mu_{1(\alpha_2)} \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0.771 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1500 = 1.16 \text{ kN/m}^2$$

### **Případ (iii) - Navátý sníh (více vlevo)**

Zatížení sněhem na jednotku plochy

$$s_1 = \mu_{1(\alpha_1)} \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0.771 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1500 = 1.16 \text{ kN/m}^2$$

$$s_2 = 0.5 \cdot \mu_{1(\alpha_2)} \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0.5 \cdot 0.771 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1500 = 0.578 \text{ kN/m}^2$$

## **Zatížení větrem na sedlové střechy dle Eurokódu 1 ČSN EN 1991-1-4**

*Sedlové střechy jsou definované, pokud mají úhel sklonu mezi -45 ° a 75 °*

### **Rozměry konstrukce:**

Výška střechy nad terénem	$h = 13.3\text{m}$
Šířka střechy kolmo na směr větru	$b = 14.8\text{m}$
Šířka střechy rovnoběžná se směrem větru	$d = 13.3\text{m}$
Úhel sklonu	$\alpha = 31.1^\circ$

### **Parametry zatížení větrem:**

#### **Zatížení větrem dle Eurokódu 1 ČSN EN 1991-1-4**

##### **Základní hodnoty**

Větrná oblast	II
Výchozí hodnota základní rychlost větru	$v_{b,0} = 25\text{ m/s}$
Součinitel směru větru	$C_{dir} = 1$
Součinitel ročního období	$C_{season} = 1$
Základní rychlost větru	$v_b = C_{dir} \cdot C_{season} \cdot v_{b,0} = 1 \cdot 1 \cdot 25 = \mathbf{25\text{ m/s}}$
Referenční výška nad terénem	$z = 13.3\text{ m}$

##### **Průměrná rychlost větru**

Kategorie terénu	II
Parametr drsnosti terénu	$z_0 = 0.05\text{ m}$
Minimální výška	$z_{min} = 2\text{ m}$
Součinitel terénu	$k_r = 0.19 \cdot \left(\frac{z_0}{0.05}\right)^{0.07} = 0.19 \cdot \left(\frac{0.05}{0.05}\right)^{0.07} = 0.19$
Součinitel drsnosti terénu	$C_r = k_r \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) = 0.19 \cdot \ln\left(\frac{13.3}{0.05}\right) = 1.06$
Součinitel orografie	$C_0 = 1$
Průměrná rychlost větru	$v_m = C_r \cdot C_0 \cdot v_b = 1.06 \cdot 1 \cdot 25 = \mathbf{26.5\text{ m/s}}$

##### **Maximální rychlostní tlak**

Součinitel turbulence	$k_t = 1$
Intenzita turbulence	$I_v = \frac{k_t}{C_0 \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)} = \frac{1}{1 \cdot \ln\left(\frac{13.3}{0.05}\right)} = 0.179$
Měrná hmotnost vzduchu	$\rho = 1.25\text{ kg/m}^3$
Maximální dynamický tlak	$q_p = \left(1 + 7 \cdot I_v\right) \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_m^2$ $= \left(1 + 7 \cdot 0.179\right) \cdot \frac{1}{2} \cdot 1.25 \cdot 26.5^2 = \mathbf{0.991\text{ kPa}}$
Maximální tlak větru na střechu	$q_p = 991\text{ Pa}$
Směr větru	$0^\circ$



### Hodnota e pro výpočet oblastí střechy

Plochy částí střechy

$$e = \min(b; 2 \cdot h) = \min(14.8; 2 \cdot 13.3) = 14.8 \text{ m}$$

$$A_F = \frac{e}{4} \cdot \frac{e}{10} = \frac{14.8}{4} \cdot \frac{14.8}{10} = 5.48 \text{ m}^2$$

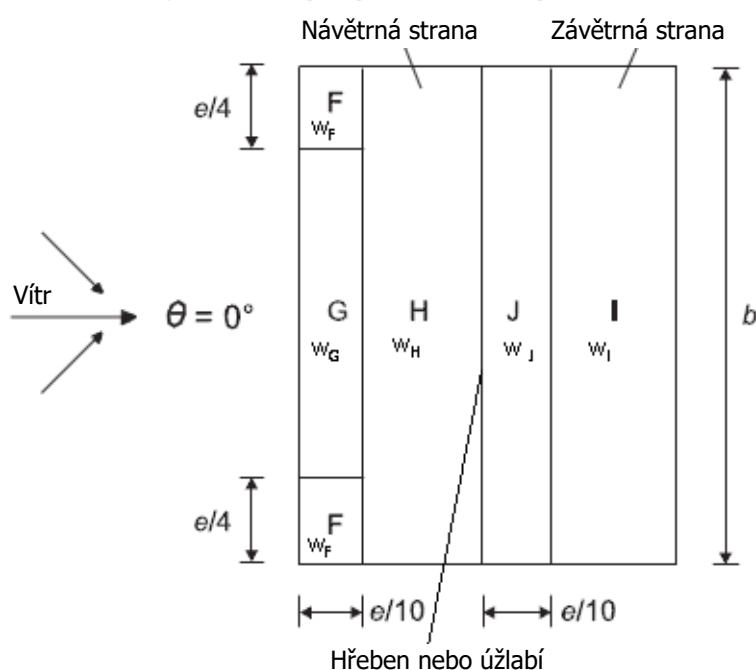
$$A_G = \frac{e}{2} \cdot \frac{e}{10} = \frac{14.8}{2} \cdot \frac{14.8}{10} = 11 \text{ m}^2$$

$$A_H = b \cdot \left( \frac{d}{2} - \frac{e}{10} \right) = 14.8 \cdot \left( \frac{13.3}{2} - \frac{14.8}{10} \right) = 76.5 \text{ m}^2$$

$$A_J = b \cdot \frac{e}{10} = 14.8 \cdot \frac{14.8}{10} = 21.9 \text{ m}^2$$

$$A_I = b \cdot \left( \frac{d}{2} - \frac{e}{10} \right) = 14.8 \cdot \left( \frac{13.3}{2} - \frac{14.8}{10} \right) = 76.5 \text{ m}^2$$

### Součinitele vnějšího tlaku pro pultové střechy



$$C_{pe,F} = C_{pe} = C_{pe,1} - (C_{pe,1} - C_{pe,10}) \cdot \log(A) \\ = -1.39 - (-1.39 - -0.463) \cdot \log(5.48) = \mathbf{-0.706}$$

$$C_{pe,G} = C_{pe} = \mathbf{-0.463}$$

$$C_{pe,H} = C_{pe} = \mathbf{-0.185}$$

$$C_{pe,I} = C_{pe} = \mathbf{-0.385}$$

$$C_{pe,J} = C_{pe} = \mathbf{-0.485}$$

$$C_{pe,F,pressure} = \mathbf{0.7}$$

$$C_{pe,G,pressure} = \mathbf{0.7}$$

$$C_{pe,H,pressure} = \mathbf{0.415}$$

$$C_{pe,I,pressure} = \mathbf{0}$$

$$C_{pe,J,pressure} = \mathbf{0}$$

## **Tlak větru na povrchy**

### **Případ 1 - Sání na návětrné a závětrné straně**

$$W_{F,1} = C_{pe,F} \cdot q_p = -0.706 \cdot 991 = \underline{\underline{-0.699 \text{ kN/m}^2}}$$

$$W_{G,1} = C_{pe,G} \cdot q_p = -0.463 \cdot 991 = \underline{\underline{-0.459 \text{ kN/m}^2}}$$

$$W_{H,1} = C_{pe,H} \cdot q_p = -0.185 \cdot 991 = \underline{\underline{-0.184 \text{ kN/m}^2}}$$

$$W_{I,1} = C_{pe,I} \cdot q_p = -0.385 \cdot 991 = \underline{\underline{-0.382 \text{ kN/m}^2}}$$

$$W_{J,1} = C_{pe,J} \cdot q_p = -0.485 \cdot 991 = \underline{\underline{-0.481 \text{ kN/m}^2}}$$

### **Případ 2 - Sání na návětrné straně a tlak na závětrné straně**

$$W_{F,2} = C_{pe,F} \cdot q_p = -0.706 \cdot 991 = \underline{\underline{-0.699 \text{ kN/m}^2}}$$

$$W_{G,2} = C_{pe,G} \cdot q_p = -0.463 \cdot 991 = \underline{\underline{-0.459 \text{ kN/m}^2}}$$

$$W_{H,2} = C_{pe,H} \cdot q_p = -0.185 \cdot 991 = \underline{\underline{-0.184 \text{ kN/m}^2}}$$

$$W_{I,2} = C_{pe,I,pressure} \cdot q_p = 0 \cdot 991 = \underline{\underline{0 \text{ kN/m}^2}}$$

$$W_{J,2} = C_{pe,J,pressure} \cdot q_p = 0 \cdot 991 = \underline{\underline{0 \text{ kN/m}^2}}$$

### **Případ 3 - Tlak na návětrné straně a sání na závětrné straně**

$$W_{F,3} = C_{pe,F,pressure} \cdot q_p = 0.7 \cdot 991 = \underline{\underline{0.694 \text{ kN/m}^2}}$$

$$W_{G,3} = C_{pe,G,pressure} \cdot q_p = 0.7 \cdot 991 = \underline{\underline{0.694 \text{ kN/m}^2}}$$

$$W_{H,3} = C_{pe,H,pressure} \cdot q_p = 0.415 \cdot 991 = \underline{\underline{0.411 \text{ kN/m}^2}}$$

$$W_{I,3} = C_{pe,I} \cdot q_p = -0.385 \cdot 991 = \underline{\underline{-0.382 \text{ kN/m}^2}}$$

$$W_{J,3} = C_{pe,J} \cdot q_p = -0.485 \cdot 991 = \underline{\underline{-0.481 \text{ kN/m}^2}}$$

### **Případ 4 - Tlak na návětrné a závětrné straně**

$$W_{F,4} = C_{pe,F,pressure} \cdot q_p = 0.7 \cdot 991 = \underline{\underline{0.694 \text{ kN/m}^2}}$$

$$W_{G,4} = C_{pe,G,pressure} \cdot q_p = 0.7 \cdot 991 = \underline{\underline{0.694 \text{ kN/m}^2}}$$

$$W_{H,4} = C_{pe,H,pressure} \cdot q_p = 0.415 \cdot 991 = \underline{\underline{0.411 \text{ kN/m}^2}}$$

$$W_{I,4} = C_{pe,I,pressure} \cdot q_p = 0 \cdot 991 = \underline{\underline{0 \text{ kN/m}^2}}$$

$$W_{J,4} = C_{pe,J,pressure} \cdot q_p = 0 \cdot 991 = \underline{\underline{0 \text{ kN/m}^2}}$$

## **Celková síla větru na střechu**

Dynamické účinky větru jsou zanedbány, proto součinitel konstrukce  $c_{scd} = 1.0$

### **Případ 1 - Sání na návětrné a závětrné straně**

$$\begin{aligned} F_{w,suction,upwind} &= c_{scd} \cdot \sum (2 \cdot W_{F,1} \cdot A_F; W_{G,1} \cdot A_G; W_{H,1} \cdot A_H) \\ &= 1 \cdot \sum (2 \cdot -699 \cdot 5.48; -459 \cdot 11; -184 \cdot 76.5) = \underline{\underline{-26.7 \text{ kN}}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_{w,suction,downwind} &= c_{scd} \cdot \sum (W_{I,1} \cdot A_I; W_{J,1} \cdot A_J) \\ &= 1 \cdot \sum (-382 \cdot 76.5; -481 \cdot 21.9) = \underline{\underline{-39.7 \text{ kN}}} \end{aligned}$$

### **Případ 2 - Sání na návětrné straně a tlak na závětrné straně**

$$\begin{aligned} F_{w,suction,upwind} &= c_{scd} \cdot \sum (2 \cdot W_{F,2} \cdot A_F; W_{G,2} \cdot A_G; W_{H,2} \cdot A_H) \\ &= 1 \cdot \sum (2 \cdot -699 \cdot 5.48; -459 \cdot 11; -184 \cdot 76.5) = \underline{\underline{-26.7 \text{ kN}}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_{w,pressure,downwind} &= c_{scd} \cdot \sum (W_{I,2} \cdot A_I; W_{J,2} \cdot A_J) \\ &= 1 \cdot \sum (0 \cdot 76.5; 0 \cdot 21.9) = \underline{\underline{0 \text{ kN}}} \end{aligned}$$



### Případ 3 - Tlak na návětrné straně a sání na závětrné straně

$$F_{w,pressure,upwind} = c_s c_d \cdot \sum (2 \cdot w_{F,3} \cdot A_F; w_{G,3} \cdot A_G; w_{H,3} \cdot A_H) \\ = 1 \cdot \sum (2 \cdot 694 \cdot 5.48; 694 \cdot 11; 411 \cdot 76.5) = \mathbf{46.6 \text{ kN}}$$

$$F_{w,suction,downwind} = c_s c_d \cdot \sum (w_{I,3} \cdot A_I; w_{J,3} \cdot A_J) \\ = 1 \cdot \sum (-382 \cdot 76.5; -481 \cdot 21.9) = \mathbf{-39.7 \text{ kN}}$$

### Případ 4 - Tlak na návětrné a závětrné straně

$$F_{w,pressure,upwind} = c_s c_d \cdot \sum (2 \cdot w_{F,4} \cdot A_F; w_{G,4} \cdot A_G; w_{H,4} \cdot A_H) \\ = 1 \cdot \sum (2 \cdot 694 \cdot 5.48; 694 \cdot 11; 411 \cdot 76.5) = \mathbf{46.6 \text{ kN}}$$

$$F_{w,pressure,downwind} = c_s c_d \cdot \sum (w_{I,4} \cdot A_I; w_{J,4} \cdot A_J) \\ = 1 \cdot \sum (0 \cdot 76.5; 0 \cdot 21.9) = \mathbf{0 \text{ kN}}$$

*Záporná hodnota značí sání. Kladná značí tlak.*

## **Zatížení střech sousedících a přiléhajících k vyšším stavbám dle ČSN EN 1991-1-3**

### **Charakteristická hodnota zatížení sněhem na zemi**

Sněhová oblast III

$$s_k = 1.5 \text{ kN/m}^2$$

### **Součinitelé**

Součinitel expozice

$$C_e = 1$$

Teplotní součinitel

$$C_t = C_{t,0} = 1$$

Vyjíměčné zatížení sněhem není uvažováno

### **Minimální a maximální parametry zatížení sněhem**

$$\mu_{W,min} = 0.8 \quad \mu_{W,max} = 2 \quad l_{s,min} = 5 \text{ m} \quad l_{s,max} = 15 \text{ m}$$

### **Rozměry konstrukce**

Sklon vyšší střechy

$$\alpha = 31.1^\circ$$

Výška vyšší budovy

$$b_1 = 13.3 \text{ m}$$

Šířka od hřebene ke kraji vyšší budovy

$$b_{1,s} = 6.65 \text{ m}$$

Délka nižší budovy

$$b_2 = 14 \text{ m}$$

Výška od horního okapu ke spodnímu okapu

$$h = 5.7 \text{ m}$$

Šířka nižší střechy zatěžované sněhem

$$l_s = 2 \cdot h = 2 \cdot 5.7 = 11.4 \text{ m}$$

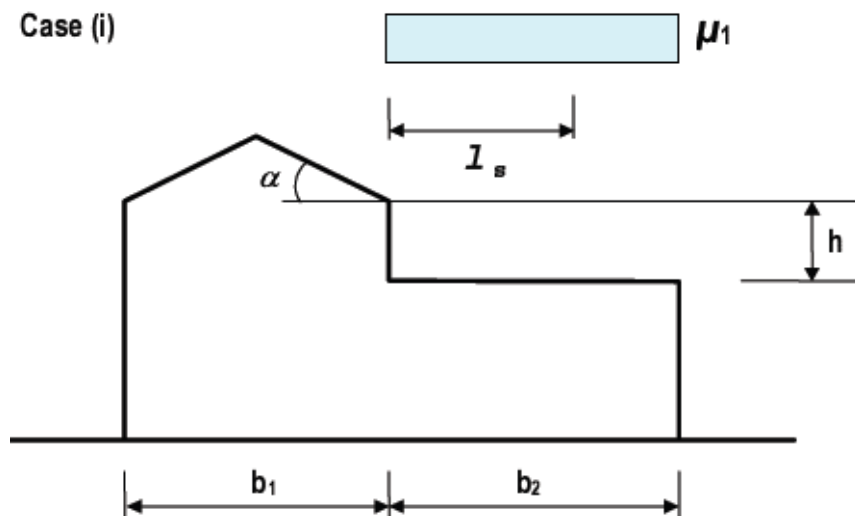
### Výpočet zatížení sněhem

Tvarová podmínka:

$$l_s \leq b_2 \Rightarrow 11.4 \text{ m} \leq 14 \text{ m}$$

#### Případ (i) - Nenavátý sníh

Case (i)



Tvarový součinitel

$$\mu_1 = 0.8$$

Plošná tíha sněhu na nižší střeše

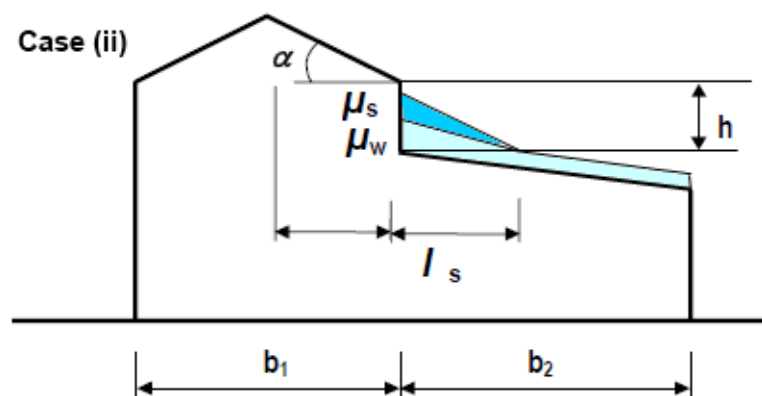
$$s = \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0.8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1500 = 1.2 \text{ kN/m}^2$$

Celková tíha sněhu na jednotku délky střechy

$$S = s \cdot b_2 = 1200 \cdot 14 = 16.8 \text{ kN/m}$$

#### Případ (ii) - Navátý sníh

Case (ii)



Tvarový součinitel

$$\mu_1 = 0.8$$

Součinitel skluzu sněhu z vyšší střechy

$$\mu_s = 0.8 \cdot \frac{b_{1,s}}{l_s} = 0.8 \cdot \frac{6.65}{11.4} = 0.467$$

Součinitel navátí sněhu

$$\begin{aligned} \mu_w &= \min \left( \max \left( \mu_{w,\min}; \frac{b_1 + b_2}{2 \cdot h} \right); \mu_{w,\max}; \gamma \cdot \frac{h}{s_k} \right) \\ &= \min \left( \max \left( 0.8; \frac{13.3 + 14}{2 \cdot 5.7} \right); 2; 2 \cdot \frac{5.7}{1.5} \right) = 2 \end{aligned}$$

Tíha sklouzlého sněhu

$$s_s = 0.5 \cdot \mu_s \cdot s_k = 0.5 \cdot 0.467 \cdot 1500 = 0.35 \text{ kN/m}^2$$

Tíha navátého sněhu

$$s_w = \mu_w \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1500 = 3 \text{ kN/m}^2$$

Tíha sněhu u vyšší konstrukce

$$s = s_s + s_w = 350 + 3000 = 3.35 \text{ kN/m}^2$$

Tíha sněhu ve vzdálenosti  $l_s$  od vyšší konstrukce

$$s_1 = \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0.8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1500 = 1.2 \text{ kN/m}^2$$

Celková tíha sněhu na jednotku délky střechy

$$S = \frac{s + s_1}{2} \cdot l_s + (b_2 - l_s) \cdot s_1$$

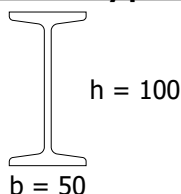
$$= \frac{3350 + 1200}{2} \cdot 11.4 + (14 - 11.4) \cdot 1200 = 29.1 \text{ kN/m}$$

### **Posudek klopení I100**

**ČSN EN 1993-1-1**

**Překlad PR01**

#### **Parametry průřezu:**



Třída průřezu pro ohyb	1
Moment setrvačnosti - osa y	$I_y = 1.71 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$
Moment setrvačnosti - osa z	$I_z = 122000 \text{ mm}^4$
Moment setrvačnosti - v kroucení	$I_t = 16000 \text{ mm}^4$
Materiál oceli	S 235
Největší tloušťka průřezu	$t_{\max} = 6.8 \text{ mm}$

#### **Parametry klopení**

Souřadnice aplikovaného zatížení  $z_g = z_a - z_s = 0 - 0 = 0 \text{ mm}$

Parametr mono-symetrie

$$\zeta_j = \frac{\pi \cdot z_j}{k_z \cdot L} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot I_z}{G \cdot I_t}}$$

$$= \frac{3.14 \cdot 0}{1 \cdot 1.4} \cdot \sqrt{\frac{210 \cdot 10^9 \cdot 122 \cdot 10^{-9}}{80.8 \cdot 10^9 \cdot 16 \cdot 10^{-9}}} = 0$$

Parametr aplikovaného zatížení

$$\zeta_g = \frac{\pi \cdot z_g}{k_z \cdot L} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot I_z}{G \cdot I_t}}$$

$$= \frac{3.14 \cdot 0}{1 \cdot 1.4} \cdot \sqrt{\frac{210 \cdot 10^9 \cdot 122 \cdot 10^{-9}}{80.8 \cdot 10^9 \cdot 16 \cdot 10^{-9}}} = 0$$

Parametr kroucení

$$\kappa_{wt} = \frac{\pi}{k_w \cdot L} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot I_w}{G \cdot I_t}} = \frac{3.14}{1 \cdot 1.4} \cdot \sqrt{\frac{210 \cdot 10^9 \cdot 308 \cdot 10^{-12}}{80.8 \cdot 10^9 \cdot 16 \cdot 10^{-9}}} = 0.502$$

Součinitel zatížení a podmínky koncových výztuh

$$C_1 = \text{Min} \left\{ \begin{matrix} C_{1,1} \\ C_{1,0} + C_{1,1} - C_{1,0} \cdot \kappa_{wt} \end{matrix} \right\} = \text{Min} \left\{ \begin{matrix} 1.13 \\ 1.13 + 1.13 - 1.13 \cdot 0.502 \end{matrix} \right\} = 1.13$$

$$C_1 = 1.13 \quad C_2 = 0.46 \quad C_3 = 0.53$$

Relativní kritický moment

$$\mu_{cr} = \frac{C_1}{k_z} \cdot \left( \sqrt{1 + \kappa_{wt}^2 + (C_2 \cdot \zeta_g - C_3 \cdot \zeta_j)^2} - (C_2 \cdot \zeta_g - C_3 \cdot \zeta_j) \right)$$

$$= \frac{1.13}{1} \cdot \left( \sqrt{1 + 0.502^2 + (0.46 \cdot 0 - 0.53 \cdot 0)^2} - (0.46 \cdot 0 - 0.53 \cdot 0) \right) = 1.26$$

Kritický moment pro klopení v pružném stavu (Lateral-Torsional Buckling)

$$M_{cr} = \frac{\mu_{cr} \cdot \pi \cdot \sqrt{E \cdot I_z \cdot G \cdot I_t}}{L}$$

$$= \frac{1.26 \cdot 3.14 \cdot \sqrt{210 \cdot 10^9 \cdot 122 \cdot 10^{-9} \cdot 80.8 \cdot 10^9 \cdot 16 \cdot 10^{-9}}}{1.4} = 16.3 \text{ kNm}$$

Srovnávací štíhlost	$\lambda_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{39.7 \cdot 10^{-6} \cdot 235 \cdot 10^6}{16324}} = 0.756$
Faktor imperfekce	$\alpha_{LT} = 0.21$
Parametr klopení	$\phi_{LT} = 0.5 \cdot \left( 1 + \alpha_{LT} \cdot (\lambda_{LT} - 0.2) + \lambda_{LT}^2 \right)$ $= 0.5 \cdot \left( 1 + 0.21 \cdot (0.756 - 0.2) + 0.756^2 \right) = 0.844$
Redukční součinitel	$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \lambda_{LT}^2}} = \frac{1}{0.844 + \sqrt{0.844^2 - 0.756^2}} = 0.82$

### **Odolnost**

Odolnost na klopení

$$M_{b,Rd} = \frac{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0.82 \cdot 39.7 \cdot 10^{-6} \cdot 235 \cdot 10^6}{1} = \mathbf{7.65 \text{ kNm}}$$

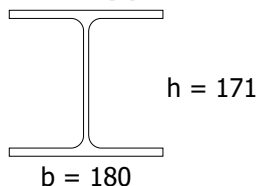
### **Posouzení**

$$s = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} = \frac{4.81 \text{ kNm}}{7.65 \text{ kNm}} = \mathbf{0.629 < 1 \Rightarrow \text{VYHOVUJE}}$$

### **Posudek klopení HEA180**

#### **ČSN EN 1993-1-1**

#### **Parametry průřezu:**



Třída průřezu pro ohyb	1
Moment setrvačnosti - osa y	$I_y = 25.1 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$
Moment setrvačnosti - osa z	$I_z = 9.25 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$
Moment setrvačnosti - v kroucení	$I_t = 148000 \text{ mm}^4$
Materiál oceli	S 235
Největší tloušťka průřezu	$t_{\max} = 9.5 \text{ mm}$

#### **Parametry klopení**

Souřadnice aplikovaného zatížení  $z_g = z_a - z_s = 0 - 0 = 0 \text{ mm}$

Parametr mono-symetrie

$$\zeta_j = \frac{\pi \cdot z_j}{k_z \cdot L} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot I_z}{G \cdot I_t}}$$

$$= \frac{3.14 \cdot 0}{1 \cdot 2.6} \cdot \sqrt{\frac{210 \cdot 10^9 \cdot 9.25 \cdot 10^{-6}}{80.8 \cdot 10^9 \cdot 148 \cdot 10^{-9}}} = 0$$

Parametr aplikovaného zatížení

$$\zeta_g = \frac{\pi \cdot z_g}{k_z \cdot L} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot I_z}{G \cdot I_t}}$$

$$= \frac{3.14 \cdot 0}{1 \cdot 2.6} \cdot \sqrt{\frac{210 \cdot 10^9 \cdot 9.25 \cdot 10^{-6}}{80.8 \cdot 10^9 \cdot 148 \cdot 10^{-9}}} = 0$$

Parametr kroucení

$$K_{wt} = \frac{\pi}{k_w \cdot L} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot I_w}{G \cdot I_t}} = \frac{3.14}{1 \cdot 2.6} \cdot \sqrt{\frac{210 \cdot 10^9 \cdot 60.2 \cdot 10^{-9}}{80.8 \cdot 10^9 \cdot 148 \cdot 10^{-9}}} = 1.24$$

Součinitel zatížení a podmínky koncových výztuh

$$C_1 = C_{1,1} = 1.13$$

$$C_1 = 1.13 \quad C_2 = 0.46 \quad C_3 = 0.53$$

Relativní kritický moment

$$\begin{aligned}\mu_{cr} &= \frac{C_1}{k_z} \cdot \left( \sqrt{1 + \kappa_{wt}^2 + (C_2 \cdot \zeta_g - C_3 \cdot \zeta_j)^2} - (C_2 \cdot \zeta_g - C_3 \cdot \zeta_j) \right) \\ &= \frac{1.13}{1} \cdot \left( \sqrt{1 + 1.24^2 + (0.46 \cdot 0 - 0.53 \cdot 0)^2} - (0.46 \cdot 0 - 0.53 \cdot 0) \right) = 1.8\end{aligned}$$

Kritický moment pro klopení v pružném stavu (Lateral-Torsional Buckling)

$$\begin{aligned}M_{cr} &= \frac{\mu_{cr} \cdot \pi \cdot \sqrt{E \cdot I_z \cdot G \cdot I_t}}{L} \\ &= \frac{1.8 \cdot 3.14 \cdot \sqrt{210 \cdot 10^9 \cdot 9.25 \cdot 10^{-6} \cdot 80.8 \cdot 10^9 \cdot 148 \cdot 10^{-9}}}{2.6} = 332 \text{ kNm}\end{aligned}$$

Srovnávací štíhlost

$$\lambda_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{325 \cdot 10^{-6} \cdot 235 \cdot 10^6}{331877}} = 0.48$$

Faktor imperfekce

$$\alpha_{LT} = 0.21$$

Parametr klopení

$$\begin{aligned}\varphi_{LT} &= 0.5 \cdot \left( 1 + \alpha_{LT} \cdot (\lambda_{LT} - 0.2) + \lambda_{LT}^2 \right) \\ &= 0.5 \cdot \left( 1 + 0.21 \cdot (0.48 - 0.2) + 0.48^2 \right) = 0.644\end{aligned}$$

Redukční součinitel

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\varphi_{LT} + \sqrt{\varphi_{LT}^2 - \lambda_{LT}^2}} = \frac{1}{0.644 + \sqrt{0.644^2 - 0.48^2}} = 0.93$$

### **Odolnost**

Odolnost na klopení

$$M_{b,Rd} = \frac{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0.93 \cdot 325 \cdot 10^{-6} \cdot 235 \cdot 10^6}{1} = \mathbf{71.1 \text{ kNm}}$$

### **Posouzení**

$$s = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} = \frac{39.2 \text{ kNm}}{71.1 \text{ kNm}} = \mathbf{0.552 < 1 \Rightarrow VYHOVUJE}$$

### **Posouzení vzpěru ocelového prutu: 2xU140**

**ČSN EN 1993-1-1**

**Sloupek SL01 - 3.NP**

### **Vstupní údaje:**

Osová síla  $N_{Ed} = 85.7 \text{ kN}$

Vzpěrná délka - y  $L_y = 2.9 \text{ m}$

Vzpěrná délka - z  $L_z = 2.9 \text{ m}$

### Průřezové charakteristiky



$h = 140 \text{ mm}$

$b = 120 \text{ mm}$

$g_{VLT} = 32.5 \text{ kg/m}$

Plocha průřezu

$$A = 4.14 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

Moment setrvačnosti y-y

$$I_y = 12.3 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$$

Poloměr setrvačnosti y-y

$$i_y = 55 \text{ mm}$$

Součinitel vzpěru y

$$\alpha_y = 0.34$$

Moment setrvačnosti z-z

$$I_z = 8.65 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$$

Poloměr setrvačnosti z-z

$$i_z = 46 \text{ mm}$$

Součinitel vzpěru z-z

$$\alpha_z = 0.34$$

### Materialové charakteristiky

Modul pružnosti

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

Mez kluzu

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

Relativní štíhlost

$$\lambda_{\text{srov}} = \pi \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 3.14 \cdot \sqrt{\frac{210 \cdot 10^9}{235 \cdot 10^6}} = 93.9$$

### Parametry vzpěru k ose y-y

Štíhlost prvku

$$\lambda_y = \frac{L_y}{i_y} = \frac{2.9}{0.055} = 52.7$$

Jednotková štíhlost prutu

$$\lambda_{\text{jed},y} = \frac{\lambda_y}{\lambda_{\text{srov}}} = \frac{52.7}{93.9} = 0.561$$

Součinitel vzpěru

$$\alpha_y = 0.34$$

$$\begin{aligned} \Phi_y &= 0.5 \cdot \left( 1 + \alpha_y \cdot (\lambda_{\text{jed},y} - 0.2) + \lambda_{\text{jed},y}^2 \right) \\ &= 0.5 \cdot \left( 1 + 0.34 \cdot (0.561 - 0.2) + 0.561^2 \right) = 0.719 \end{aligned}$$

$$\chi_y = \frac{1}{\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \lambda_{\text{jed},y}^2}} = \frac{1}{0.719 + \sqrt{0.719^2 - 0.561^2}} = 0.856$$

### Parametry vzpěru k ose z-z

Štíhlost prvku

$$\lambda_z = \frac{L_z}{i_z} = \frac{2.9}{0.046} = 63$$

Jednotková štíhlost prutu

$$\lambda_{\text{jed},z} = \frac{\lambda_z}{\lambda_{\text{srov}}} = \frac{63}{93.9} = 0.671$$

Součinitel vzpěru

$$\alpha_z = 0.34$$

$$\begin{aligned} \Phi_z &= 0.5 \cdot \left( 1 + \alpha_z \cdot (\lambda_{\text{jed},z} - 0.2) + \lambda_{\text{jed},z}^2 \right) \\ &= 0.5 \cdot \left( 1 + 0.34 \cdot (0.671 - 0.2) + 0.671^2 \right) = 0.805 \end{aligned}$$

$$\chi_z = \frac{1}{\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \lambda_{\text{jed},z}^2}} = \frac{1}{0.805 + \sqrt{0.805^2 - 0.671^2}} = 0.8$$

### Total buckling coef.

Součinitel vzpěru

$$\chi_{\text{min}} = \min(\chi_y; \chi_z) = 0.8$$

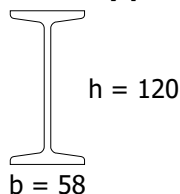
### Výpočet únosnosti ve vzpěru:

Únosnost prutu ve vzpěru

$$N_{\text{Rd}} = \frac{A \cdot \chi_{\text{min}} \cdot f_y}{\gamma_{\text{M0}}} = \frac{4.14 \cdot 10^{-3} \cdot 0.8 \cdot 235 \cdot 10^6}{1} = \mathbf{777 \text{ kN}}$$

### Posouzení:

$$s = \frac{N_{\text{Ed}}}{N_{\text{Rd}}} = \frac{85.7}{777} = \mathbf{11 \%} \quad \Rightarrow \mathbf{VYHOVUJE}$$

**Posudek klopení I120****ČSN EN 1993-1-1****Překlad PR 04****Parametry průřezu:**

Třída průřezu pro ohyb	1
Moment setrvačnosti - osa y	$I_y = 3.28 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$
Moment setrvačnosti - osa z	$I_z = 215000 \text{ mm}^4$
Moment setrvačnosti - v kroucení	$I_t = 27100 \text{ mm}^4$
Materiál oceli	S 235
Největší tloušťka průřezu	$t_{\max} = 7.7 \text{ mm}$

**Parametry klopení**Souřadnice aplikovaného zatížení  $z_g = z_a - z_s = 0 - 0 = 0 \text{ mm}$ 

Parametr mono-symetrie

$$\zeta_j = \frac{\pi \cdot z_j}{k_z \cdot L} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot I_z}{G \cdot I_t}}$$

$$= \frac{3.14 \cdot 0}{1 \cdot 1.35} \cdot \sqrt{\frac{210 \cdot 10^9 \cdot 215 \cdot 10^{-9}}{80.8 \cdot 10^9 \cdot 27.1 \cdot 10^{-9}}} = 0$$

Parametr aplikovaného zatížení

$$\zeta_g = \frac{\pi \cdot z_g}{k_z \cdot L} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot I_z}{G \cdot I_t}}$$

$$= \frac{3.14 \cdot 0}{1 \cdot 1.35} \cdot \sqrt{\frac{210 \cdot 10^9 \cdot 215 \cdot 10^{-9}}{80.8 \cdot 10^9 \cdot 27.1 \cdot 10^{-9}}} = 0$$

Parametr kroucení

$$\kappa_{wt} = \frac{\pi}{k_w \cdot L} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot I_w}{G \cdot I_t}} = \frac{3.14}{1 \cdot 1.35} \cdot \sqrt{\frac{210 \cdot 10^9 \cdot 789 \cdot 10^{-12}}{80.8 \cdot 10^9 \cdot 27.1 \cdot 10^{-9}}} = 0.64$$

Součinitel zatížení a podmínky koncových výztuh

$$C_1 = \min \left\{ C_{1,1}, C_{1,0} + C_{1,1} - C_{1,0} \cdot \kappa_{wt} \right\} = \min \left\{ 1.13, 1.13 + 1.13 - 1.13 \cdot 0.64 \right\} = 1.13$$

$$C_1 = 1.13 \quad C_2 = 0.46 \quad C_3 = 0.53$$

Relativní kritický moment

$$\mu_{cr} = \frac{C_1}{k_z} \cdot \left( \sqrt{1 + \kappa_{wt}^2 + (C_2 \cdot \zeta_g - C_3 \cdot \zeta_j)^2} - (C_2 \cdot \zeta_g - C_3 \cdot \zeta_j) \right)$$

$$= \frac{1.13}{1} \cdot \left( \sqrt{1 + 0.64^2 + (0.46 \cdot 0 - 0.53 \cdot 0)^2} - (0.46 \cdot 0 - 0.53 \cdot 0) \right) = 1.34$$

Kritický moment pro klopení v pružném stavu (Lateral-Torsional Buckling)

$$M_{cr} = \frac{\mu_{cr} \cdot \pi \cdot \sqrt{E \cdot I_z \cdot G \cdot I_t}}{L}$$

$$= \frac{1.34 \cdot 3.14 \cdot \sqrt{210 \cdot 10^9 \cdot 215 \cdot 10^{-9} \cdot 80.8 \cdot 10^9 \cdot 27.1 \cdot 10^{-9}}}{1.35} = 31 \text{ kNm}$$



Srovnávací štíhlost  $\lambda_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{63.5 \cdot 10^{-6} \cdot 235 \cdot 10^6}{31043}} = 0.693$

Faktor imperfekce  $\alpha_{LT} = 0.34$

Parametr klopení  $\phi_{LT} = 0.5 \cdot \left( 1 + \alpha_{LT} \cdot (\lambda_{LT} - 0.2) + \lambda_{LT}^2 \right)$   
 $= 0.5 \cdot \left( 1 + 0.34 \cdot (0.693 - 0.2) + 0.693^2 \right) = 0.824$

Redukční součinitel  $\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \lambda_{LT}^2}} = \frac{1}{0.824 + \sqrt{0.824^2 - 0.693^2}} = 0.787$

### **Odolnost**

Odolnost na klopení

$$M_{b,Rd} = \frac{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0.787 \cdot 63.5 \cdot 10^{-6} \cdot 235 \cdot 10^6}{1} = \mathbf{11.8 \text{ kNm}}$$

### **Posouzení**

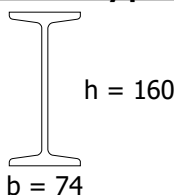
$$s = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} = \frac{5.57 \text{ kNm}}{11.8 \text{ kNm}} = \mathbf{0.474 < 1 \Rightarrow \text{VYHOVUJE}}$$

### **Posudek klopení I160**

#### **BS EN 1993-1-1**

#### **Překlad PR05**

#### **Parametry průřezu:**



Třída průřezu pro ohyb	1
Moment setrvačnosti - osa y	$I_y = 9.35 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$
Moment setrvačnosti - osa z	$I_z = 547000 \text{ mm}^4$
Moment setrvačnosti - v kroucení	$I_t = 65700 \text{ mm}^4$
Materiál oceli	S 235
Největší tloušťka průřezu	$t_{\max} = 9.5 \text{ mm}$

#### **Parametry klopení**

Souřadnice aplikovaného zatížení  $z_g = z_a - z_s = 0 - 0 = 0 \text{ mm}$

Parametr mono-symetrie  $\zeta_j = \frac{\pi \cdot z_j}{k_z \cdot L} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot I_z}{G \cdot I_t}}$   
 $= \frac{3.14 \cdot 0}{1 \cdot 2.5} \cdot \sqrt{\frac{210 \cdot 10^9 \cdot 547 \cdot 10^{-9}}{80.8 \cdot 10^9 \cdot 65.7 \cdot 10^{-9}}} = 0$

Parametr aplikovaného zatížení  $\zeta_g = \frac{\pi \cdot z_g}{k_z \cdot L} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot I_z}{G \cdot I_t}}$   
 $= \frac{3.14 \cdot 0}{1 \cdot 2.5} \cdot \sqrt{\frac{210 \cdot 10^9 \cdot 547 \cdot 10^{-9}}{80.8 \cdot 10^9 \cdot 65.7 \cdot 10^{-9}}} = 0$

Parametr kroucení  $k_{wt} = \frac{\pi}{k_w \cdot L} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot I_w}{G \cdot I_t}} = \frac{3.14}{1 \cdot 2.5} \cdot \sqrt{\frac{210 \cdot 10^9 \cdot 3.63 \cdot 10^{-9}}{80.8 \cdot 10^9 \cdot 65.7 \cdot 10^{-9}}} = 0.476$

Součinitel zatížení a podmínky koncových výztuh

$$C_1 = \min \left\{ C_{1,1}, C_{1,0} + C_{1,1} - C_{1,0} \cdot K_{wt} \right\} = \min \left\{ 1.13, 1.13 + 1.13 - 1.13 \cdot 0.476 \right\} = 1.13$$

$$C_1 = 1.13 \quad C_2 = 0.46 \quad C_3 = 0.53$$

Relativní kritický moment

$$\mu_{cr} = \frac{C_1}{K_z} \cdot \left( \sqrt{1 + K_{wt}^2 + (C_2 \cdot \zeta_g - C_3 \cdot \zeta_j)^2} - (C_2 \cdot \zeta_g - C_3 \cdot \zeta_j) \right)$$

$$= \frac{1.13}{1} \cdot \left( \sqrt{1 + 0.476^2 + (0.46 \cdot 0 - 0.53 \cdot 0)^2} - (0.46 \cdot 0 - 0.53 \cdot 0) \right) = 1.25$$

Kritický moment pro klopení v pružném stavu (Lateral-Torsional Buckling)

$$M_{cr} = \frac{\mu_{cr} \cdot \pi \cdot \sqrt{E \cdot I_z \cdot G \cdot I_t}}{L}$$

$$= \frac{1.25 \cdot 3.14 \cdot \sqrt{210 \cdot 10^9 \cdot 547 \cdot 10^{-9} \cdot 80.8 \cdot 10^9 \cdot 65.7 \cdot 10^{-9}}}{2.5} = 38.8 \text{ kNm}$$

Srovnávací štíhlost

$$\lambda_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{136 \cdot 10^{-6} \cdot 235 \cdot 10^6}{38836}} = 0.907$$

Faktor imperfekce

$$\alpha_{LT} = 0.34$$

Parametr klopení

$$\varphi_{LT} = 0.5 \cdot \left( 1 + \alpha_{LT} \cdot (\lambda_{LT} - 0.2) + \lambda_{LT}^2 \right)$$

$$= 0.5 \cdot \left( 1 + 0.34 \cdot (0.907 - 0.2) + 0.907^2 \right) = 1.03$$

Redukční součinitel

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\varphi_{LT} + \sqrt{\varphi_{LT}^2 - \lambda_{LT}^2}} = \frac{1}{1.03 + \sqrt{1.03^2 - 0.907^2}} = 0.657$$

### **Odolnost**

Odolnost na klopení

$$M_{b,Rd} = \frac{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0.657 \cdot 136 \cdot 10^{-6} \cdot 235 \cdot 10^6}{1} = 21 \text{ kNm}$$

### **Posouzení**

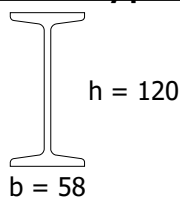
$$s = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} = \frac{8.43 \text{ kNm}}{21 \text{ kNm}} = 0.402 < 1 \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

### **Posudek klopení I120**

**ČSN EN 1993-1-1**

**Překlad PR08**

**Parametry průřezu:**



Třída průřezu pro ohyb	1
Moment setrvačnosti - osa y	$I_y = 3.28 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$
Moment setrvačnosti - osa z	$I_z = 215000 \text{ mm}^4$
Moment setrvačnosti - v kroucení	$I_t = 27100 \text{ mm}^4$
Materiál oceli	S 235
Největší tloušťka průřezu	$t_{max} = 7.7 \text{ mm}$

### Parametry klopení

Souřadnice aplikovaného zatížení  $z_g = z_a - z_s = 0 - 0 = 0 \text{ mm}$

$$\begin{aligned}\text{Parametr mono-symetrie} \quad \zeta_j &= \frac{n \cdot z_j}{k_z \cdot L} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot I_z}{G \cdot I_t}} \\ &= \frac{3.14 \cdot 0}{1 \cdot 1} \cdot \sqrt{\frac{210 \cdot 10^9 \cdot 215 \cdot 10^{-9}}{80.8 \cdot 10^9 \cdot 27.1 \cdot 10^{-9}}} = 0\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Parametr aplikovaného zatížení} \quad \zeta_g &= \frac{n \cdot z_g}{k_z \cdot L} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot I_z}{G \cdot I_t}} \\ &= \frac{3.14 \cdot 0}{1 \cdot 1} \cdot \sqrt{\frac{210 \cdot 10^9 \cdot 215 \cdot 10^{-9}}{80.8 \cdot 10^9 \cdot 27.1 \cdot 10^{-9}}} = 0\end{aligned}$$

$$\text{Parametr kroucení} \quad \kappa_{wt} = \frac{n}{k_w \cdot L} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot I_w}{G \cdot I_t}} = \frac{3.14}{1 \cdot 1} \cdot \sqrt{\frac{210 \cdot 10^9 \cdot 789 \cdot 10^{-12}}{80.8 \cdot 10^9 \cdot 27.1 \cdot 10^{-9}}} = 0.865$$

Součinitel zatížení a podmínky koncových výztuh

$$\begin{aligned}C_1 &= \min \left\{ C_{1,1}, C_{1,0} + C_{1,1} - C_{1,0} \cdot \kappa_{wt} \right\} = \min \left\{ 1.13, 1.13 + 1.13 - 1.13 \cdot 0.865 \right\} = 1.13 \\ C_1 &= 1.13 \quad C_2 = 0.43 \quad C_3 = 0.53\end{aligned}$$

Relativní kritický moment

$$\begin{aligned}\mu_{cr} &= \frac{C_1}{k_z} \cdot \left( \sqrt{1 + \kappa_{wt}^2 + (C_2 \cdot \zeta_g - C_3 \cdot \zeta_j)^2} - (C_2 \cdot \zeta_g - C_3 \cdot \zeta_j) \right) \\ &= \frac{1.13}{1} \cdot \left( \sqrt{1 + 0.865^2 + (0.43 \cdot 0 - 0.53 \cdot 0)^2} - (0.43 \cdot 0 - 0.53 \cdot 0) \right) = 1.49\end{aligned}$$

Kritický moment pro klopení v pružném stavu (Lateral-Torsional Buckling)

$$\begin{aligned}M_{cr} &= \frac{\mu_{cr} \cdot \pi \cdot \sqrt{E \cdot I_z \cdot G \cdot I_t}}{L} \\ &= \frac{1.49 \cdot 3.14 \cdot \sqrt{210 \cdot 10^9 \cdot 215 \cdot 10^{-9} \cdot 80.8 \cdot 10^9 \cdot 27.1 \cdot 10^{-9}}}{1} = 46.7 \text{ kNm}\end{aligned}$$

$$\text{Srovnávací štíhlost} \quad \lambda_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{63.5 \cdot 10^{-6} \cdot 235 \cdot 10^6}{46653}} = 0.566$$

Faktor imperfekce  $\alpha_{LT} = 0.34$

$$\begin{aligned}\text{Parametr klopení} \quad \phi_{LT} &= 0.5 \cdot \left( 1 + \alpha_{LT} \cdot (\lambda_{LT} - 0.2) + \lambda_{LT}^2 \right) \\ &= 0.5 \cdot \left( 1 + 0.34 \cdot (0.566 - 0.2) + 0.566^2 \right) = 0.722\end{aligned}$$

$$\text{Redukční součinitel} \quad \chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \lambda_{LT}^2}} = \frac{1}{0.722 + \sqrt{0.722^2 - 0.566^2}} = 0.854$$

### Odolnost

Odolnost na klopení

$$M_{b,Rd} = \frac{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0.854 \cdot 63.5 \cdot 10^{-6} \cdot 235 \cdot 10^6}{1} = 12.7 \text{ kNm}$$

### Posouzení

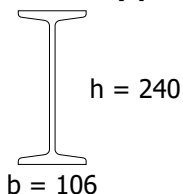
$$s = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} = \frac{3.71 \text{ kNm}}{12.7 \text{ kNm}} = 0.291 < 1 \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

## Posudek klopení I240

ČSN EN 1993-1-1

PR10

### Parametry průřezu:



Třída průřezu pro ohyb	1
Moment setrvačnosti - osa y	$I_y = 42.5 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$
Moment setrvačnosti - osa z	$I_z = 2.21 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$
Moment setrvačnosti - v kroucení	$I_t = 250000 \text{ mm}^4$
Materiál oceli	S 235
Největší tloušťka průřezu	$t_{\max} = 13.1 \text{ mm}$

### Parametry klopení

Souřadnice aplikovaného zatížení  $z_g = z_a - z_s = 0 - 0 = 0 \text{ mm}$

Parametr mono-symetrie

$$\zeta_j = \frac{\pi \cdot z_j}{k_z \cdot L} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot I_z}{G \cdot I_t}}$$
$$= \frac{3.14 \cdot 0}{1 \cdot 1.8} \cdot \sqrt{\frac{210 \cdot 10^9 \cdot 2.21 \cdot 10^{-6}}{80.8 \cdot 10^9 \cdot 250 \cdot 10^{-9}}} = 0$$

Parametr aplikovaného zatížení

$$\zeta_g = \frac{\pi \cdot z_g}{k_z \cdot L} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot I_z}{G \cdot I_t}}$$
$$= \frac{3.14 \cdot 0}{1 \cdot 1.8} \cdot \sqrt{\frac{210 \cdot 10^9 \cdot 2.21 \cdot 10^{-6}}{80.8 \cdot 10^9 \cdot 250 \cdot 10^{-9}}} = 0$$

Parametr kroucení

$$\kappa_{wt} = \frac{\pi}{k_w \cdot L} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot I_w}{G \cdot I_t}} = \frac{3.14}{1 \cdot 1.8} \cdot \sqrt{\frac{210 \cdot 10^9 \cdot 33.5 \cdot 10^{-9}}{80.8 \cdot 10^9 \cdot 250 \cdot 10^{-9}}} = 1.03$$

Součinitel zatížení a podmínky koncových výztuh

$$C_1 = C_{1,1} = 1.13$$

$$C_1 = 1.13 \quad C_2 = 0.46 \quad C_3 = 0.53$$

Relativní kritický moment

$$\mu_{cr} = \frac{C_1}{k_z} \cdot \left( \sqrt{1 + \kappa_{wt}^2 + (C_2 \cdot \zeta_g - C_3 \cdot \zeta_j)^2} - (C_2 \cdot \zeta_g - C_3 \cdot \zeta_j) \right)$$
$$= \frac{1.13}{1} \cdot \left( \sqrt{1 + 1.03^2 + (0.46 \cdot 0 - 0.53 \cdot 0)^2} - (0.46 \cdot 0 - 0.53 \cdot 0) \right) = 1.62$$

Kritický moment pro klopení v pružném stavu (Lateral-Torsional Buckling)

$$M_{cr} = \frac{\mu_{cr} \cdot \pi \cdot \sqrt{E \cdot I_z \cdot G \cdot I_t}}{L}$$
$$= \frac{1.62 \cdot 3.14 \cdot \sqrt{210 \cdot 10^9 \cdot 2.21 \cdot 10^{-6} \cdot 80.8 \cdot 10^9 \cdot 250 \cdot 10^{-9}}}{1.8} = 274 \text{ kNm}$$

Srovnávací štíhlost	$\lambda_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{411 \cdot 10^{-6} \cdot 235 \cdot 10^6}{274045}} = 0.593$
Faktor imperfekce	$\alpha_{LT} = 0.34$
Parametr klopení	$\varphi_{LT} = 0.5 \cdot \left( 1 + \alpha_{LT} \cdot (\lambda_{LT} - 0.2) + \lambda_{LT}^2 \right)$ $= 0.5 \cdot \left( 1 + 0.34 \cdot (0.593 - 0.2) + 0.593^2 \right) = 0.743$
Redukční součinitel	$\chi_{LT} = \frac{1}{\varphi_{LT} + \sqrt{\varphi_{LT}^2 - \lambda_{LT}^2}} = \frac{1}{0.743 + \sqrt{0.743^2 - 0.593^2}} = 0.84$

### **Odolnost**

Odolnost na klopení

$$M_{b,Rd} = \frac{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0.84 \cdot 411 \cdot 10^{-6} \cdot 235 \cdot 10^6}{1} = \mathbf{81.1 \text{ kNm}}$$

### **Posouzení**

$$s = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} = \frac{61 \text{ kNm}}{81.1 \text{ kNm}} = \mathbf{0.753 < 1 \Rightarrow VYHOVUJE}$$

### **Posouzení vzpěru ocelového prutu: 2xU140**

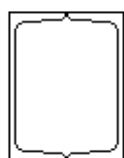
#### **ČSN EN 1993-1-1**

#### **Sloup SL02**

#### **Vstupní údaje:**

Osová síla	$N_{Ed} = 271 \text{ kN}$
Vzpěrná délka - y	$L_y = 2.5 \text{ m}$
Vzpěrná délka - z	$L_z = 2.5 \text{ m}$

#### **Průřezové charakteristiky**



$b = 120 \text{ mm}$

$g_{VLt} = 32.5 \text{ kg/m}$

Plocha průřezu	$A = 4.14 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$
Moment setrvačnosti y-y	$I_y = 12.3 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$
Poloměr setrvačnosti y-y	$i_y = 55 \text{ mm}$
Součinitel vzpěru y	$\alpha_y = 0.34$
Moment setrvačnosti z-z	$I_z = 8.65 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$
Poloměr setrvačnosti z-z	$i_z = 46 \text{ mm}$
Součinitel vzpěru z-z	$\alpha_z = 0.34$

#### **Materialové charakteristiky**

Modul pružnosti	$E = 210 \text{ GPa}$
Mez kluzu	$f_y = 235 \text{ MPa}$
Relativní štíhlost	$\lambda_{srov} = \pi \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 3.14 \cdot \sqrt{\frac{210 \cdot 10^9}{235 \cdot 10^6}} = 93.9$

### Parametry vzpěru k ose y-y

Štíhlost prvku

$$\lambda_y = \frac{L_y}{i_y} = \frac{2.5}{0.055} = 45.5$$

Jednotková štíhlost prutu

$$\lambda_{jed,y} = \frac{\lambda_y}{\lambda_{srov}} = \frac{45.5}{93.9} = 0.484$$

Součinitel vzpěru

$$\alpha_y = 0.34$$

$$\begin{aligned}\Phi_y &= 0.5 \cdot \left( 1 + \alpha_y \cdot (\lambda_{jed,y} - 0.2) + \lambda_{jed,y}^2 \right) \\ &= 0.5 \cdot \left( 1 + 0.34 \cdot (0.484 - 0.2) + 0.484^2 \right) = 0.665\end{aligned}$$

$$\chi_y = \frac{1}{\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \lambda_{jed,y}^2}} = \frac{1}{0.665 + \sqrt{0.665^2 - 0.484^2}} = 0.891$$

### Parametry vzpěru k ose z-z

Štíhlost prvku

$$\lambda_z = \frac{L_z}{i_z} = \frac{2.5}{0.046} = 54.3$$

Jednotková štíhlost prutu

$$\lambda_{jed,z} = \frac{\lambda_z}{\lambda_{srov}} = \frac{54.3}{93.9} = 0.579$$

Součinitel vzpěru

$$\alpha_z = 0.34$$

$$\begin{aligned}\Phi_z &= 0.5 \cdot \left( 1 + \alpha_z \cdot (\lambda_{jed,z} - 0.2) + \lambda_{jed,z}^2 \right) \\ &= 0.5 \cdot \left( 1 + 0.34 \cdot (0.579 - 0.2) + 0.579^2 \right) = 0.732\end{aligned}$$

$$\chi_z = \frac{1}{\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \lambda_{jed,z}^2}} = \frac{1}{0.732 + \sqrt{0.732^2 - 0.579^2}} = 0.848$$

### Total buckling coef.

Součinitel vzpěru

$$\chi_{min} = \min(\chi_y; \chi_z) = 0.848$$

### Výpočet únosnosti ve vzpěru:

Únosnost prutu ve vzpěru

$$N_{Rd} = \frac{A \cdot \chi_{min} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{4.14 \cdot 10^{-3} \cdot 0.848 \cdot 235 \cdot 10^6}{1} = \mathbf{824 \text{ kN}}$$

### Posouzení:

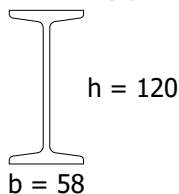
$$s = \frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} = \frac{271}{824} = \mathbf{32.9 \%} \Rightarrow \mathbf{VYHOVUJE}$$

### Posudek klopení I120

#### ČSN EN 1993-1-1

#### Překlad PR11 - 1.NP

### Parametry průřezu:



Třída průřezu pro ohyb

1

Moment setrvačnosti - osa y

$$I_y = 3.28 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

Moment setrvačnosti - osa z

$$I_z = 215000 \text{ mm}^4$$

Moment setrvačnosti - v kroucení

$$I_t = 27100 \text{ mm}^4$$

Materiál oceli

S 235

Největší tloušťka průřezu

$$t_{max} = 7.7 \text{ mm}$$

### Parametry klopení

Souřadnice aplikovaného zatížení  $z_g = z_a - z_s = 0 - 0 = 0 \text{ mm}$

$$\begin{aligned}\zeta_j &= \frac{\pi \cdot z_j}{k_z \cdot L} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot I_z}{G \cdot I_t}} \\ &= \frac{3.14 \cdot 0}{1 \cdot 1.85} \cdot \sqrt{\frac{210 \cdot 10^9 \cdot 215 \cdot 10^{-9}}{80.8 \cdot 10^9 \cdot 27.1 \cdot 10^{-9}}} = 0\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\zeta_g &= \frac{\pi \cdot z_g}{k_z \cdot L} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot I_z}{G \cdot I_t}} \\ &= \frac{3.14 \cdot 0}{1 \cdot 1.85} \cdot \sqrt{\frac{210 \cdot 10^9 \cdot 215 \cdot 10^{-9}}{80.8 \cdot 10^9 \cdot 27.1 \cdot 10^{-9}}} = 0\end{aligned}$$

$$\kappa_{wt} = \frac{\pi}{k_w \cdot L} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot I_w}{G \cdot I_t}} = \frac{3.14}{1 \cdot 1.85} \cdot \sqrt{\frac{210 \cdot 10^9 \cdot 789 \cdot 10^{-12}}{80.8 \cdot 10^9 \cdot 27.1 \cdot 10^{-9}}} = 0.467$$

Součinitel zatížení a podmínky koncových výztuh

$$\begin{aligned}C_1 &= \min \left\{ C_{1,1}, C_{1,0} + C_{1,1} - C_{1,0} \cdot \kappa_{wt} \right\} = \min \left\{ 1.13, 1.13 + 1.13 - 1.13 \cdot 0.467 \right\} = 1.13 \\ C_1 &= 1.13 \quad C_2 = 0.46 \quad C_3 = 0.53\end{aligned}$$

Relativní kritický moment

$$\begin{aligned}\mu_{cr} &= \frac{C_1}{k_z} \cdot \left( \sqrt{1 + \kappa_{wt}^2 + (C_2 \cdot \zeta_g - C_3 \cdot \zeta_j)^2} - (C_2 \cdot \zeta_g - C_3 \cdot \zeta_j) \right) \\ &= \frac{1.13}{1} \cdot \left( \sqrt{1 + 0.467^2 + (0.46 \cdot 0 - 0.53 \cdot 0)^2} - (0.46 \cdot 0 - 0.53 \cdot 0) \right) = 1.25\end{aligned}$$

Kritický moment pro klopení v pružném stavu (Lateral-Torsional Buckling)

$$\begin{aligned}M_{cr} &= \frac{\mu_{cr} \cdot \pi \cdot \sqrt{E \cdot I_z \cdot G \cdot I_t}}{L} \\ &= \frac{1.25 \cdot 3.14 \cdot \sqrt{210 \cdot 10^9 \cdot 215 \cdot 10^{-9} \cdot 80.8 \cdot 10^9 \cdot 27.1 \cdot 10^{-9}}}{1.85} = 21.1 \text{ kNm}\end{aligned}$$

$$\lambda_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{63.5 \cdot 10^{-6} \cdot 235 \cdot 10^6}{21057}} = 0.842$$

Faktor imperfekce  $\alpha_{LT} = 0.34$

$$\begin{aligned}\phi_{LT} &= 0.5 \cdot \left( 1 + \alpha_{LT} \cdot (\lambda_{LT} - 0.2) + \lambda_{LT}^2 \right) \\ &= 0.5 \cdot \left( 1 + 0.34 \cdot (0.842 - 0.2) + 0.842^2 \right) = 0.963\end{aligned}$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \lambda_{LT}^2}} = \frac{1}{0.963 + \sqrt{0.963^2 - 0.842^2}} = 0.698$$

### Odolnost

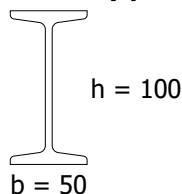
Odolnost na klopení

$$M_{b,Rd} = \frac{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0.698 \cdot 63.5 \cdot 10^{-6} \cdot 235 \cdot 10^6}{1} = 10.4 \text{ kNm}$$

### Posouzení

$$s = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} = \frac{8.51 \text{ kNm}}{10.4 \text{ kNm}} = 0.817 < 1 \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$



**Posudek klopení I100****ČSN EN 1993-1-1****Překlad PR12 - 1.NP****Parametry průřezu:**

Třída průřezu pro ohyb	1
Moment setrvačnosti - osa y	$I_y = 1.71 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$
Moment setrvačnosti - osa z	$I_z = 122000 \text{ mm}^4$
Moment setrvačnosti - v kroucení	$I_t = 16000 \text{ mm}^4$
Materiál oceli	S 235
Největší tloušťka průřezu	$t_{\max} = 6.8 \text{ mm}$

**Parametry klopení**

Souřadnice aplikovaného zatížení  $z_g = z_a - z_s = 0 - 0 = 0 \text{ mm}$

Parametr mono-symetrie

$$\zeta_j = \frac{\pi \cdot z_j}{k_z \cdot L} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot I_z}{G \cdot I_t}}$$

$$= \frac{3.14 \cdot 0}{1 \cdot 1.3} \cdot \sqrt{\frac{210 \cdot 10^9 \cdot 122 \cdot 10^{-9}}{80.8 \cdot 10^9 \cdot 16 \cdot 10^{-9}}} = 0$$

Parametr aplikovaného zatížení

$$\zeta_g = \frac{\pi \cdot z_g}{k_z \cdot L} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot I_z}{G \cdot I_t}}$$

$$= \frac{3.14 \cdot 0}{1 \cdot 1.3} \cdot \sqrt{\frac{210 \cdot 10^9 \cdot 122 \cdot 10^{-9}}{80.8 \cdot 10^9 \cdot 16 \cdot 10^{-9}}} = 0$$

Parametr kroucení

$$\kappa_{wt} = \frac{\pi}{k_w \cdot L} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot I_w}{G \cdot I_t}} = \frac{3.14}{1 \cdot 1.3} \cdot \sqrt{\frac{210 \cdot 10^9 \cdot 308 \cdot 10^{-12}}{80.8 \cdot 10^9 \cdot 16 \cdot 10^{-9}}} = 0.54$$

Součinitel zatížení a podmínky koncových výztuh

$$C_1 = \text{Min} \left\{ \begin{matrix} C_{1,1} \\ C_{1,0} + C_{1,1} - C_{1,0} \cdot \kappa_{wt} \end{matrix} \right\} = \text{Min} \left\{ \begin{matrix} 1.13 \\ 1.13 + 1.13 - 1.13 \cdot 0.54 \end{matrix} \right\} = 1.13$$

$$C_1 = 1.13 \quad C_2 = 0.46 \quad C_3 = 0.53$$

Relativní kritický moment

$$\mu_{cr} = \frac{C_1}{k_z} \cdot \left( \sqrt{1 + \kappa_{wt}^2 + (C_2 \cdot \zeta_g - C_3 \cdot \zeta_j)^2} - (C_2 \cdot \zeta_g - C_3 \cdot \zeta_j) \right)$$

$$= \frac{1.13}{1} \cdot \left( \sqrt{1 + 0.54^2 + (0.46 \cdot 0 - 0.53 \cdot 0)^2} - (0.46 \cdot 0 - 0.53 \cdot 0) \right) = 1.28$$

Kritický moment pro klopení v pružném stavu (Lateral-Torsional Buckling)

$$M_{cr} = \frac{\mu_{cr} \cdot \pi \cdot \sqrt{E \cdot I_z \cdot G \cdot I_t}}{L}$$

$$= \frac{1.28 \cdot 3.14 \cdot \sqrt{210 \cdot 10^9 \cdot 122 \cdot 10^{-9} \cdot 80.8 \cdot 10^9 \cdot 16 \cdot 10^{-9}}}{1.3} = 17.9 \text{ kNm}$$

Srovnávací štíhlost	$\lambda_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{39.7 \cdot 10^{-6} \cdot 235 \cdot 10^6}{17860}} = 0.723$
Faktor imperfekce	$\alpha_{LT} = 0.21$
Parametr klopení	$\phi_{LT} = 0.5 \cdot \left( 1 + \alpha_{LT} \cdot (\lambda_{LT} - 0.2) + \lambda_{LT}^2 \right)$ $= 0.5 \cdot \left( 1 + 0.21 \cdot (0.723 - 0.2) + 0.723^2 \right) = 0.816$
Redukční součinitel	$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \lambda_{LT}^2}} = \frac{1}{0.816 + \sqrt{0.816^2 - 0.723^2}} = 0.837$

### **Odolnost**

Odolnost na klopení

$$M_{b,Rd} = \frac{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0.837 \cdot 39.7 \cdot 10^{-6} \cdot 235 \cdot 10^6}{1} = \mathbf{7.81 \text{ kNm}}$$

### **Posouzení**

$$s = \frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} = \frac{4.2 \text{ kNm}}{7.81 \text{ kNm}} = \mathbf{0.538 < 1 \Rightarrow \text{VYHOVUJE}}$$

## **Návrh a posouzení podélné výztuže, jednoduchý ohyb, dle Eurokódu 2**

### **ČSN EN 1992-1-1**

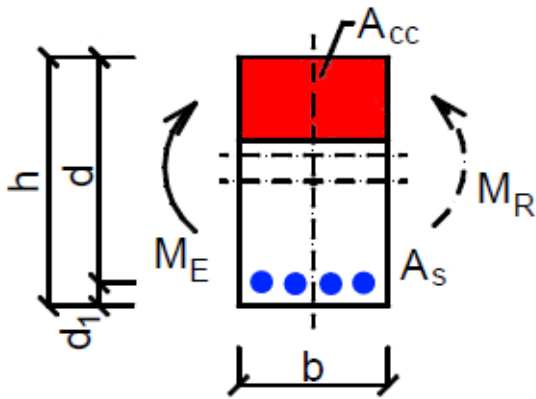
### **Dojezdová deska výtahu**

### **Vlastnosti betonu**

Beton	C 25/30
Char. pevnost betonu v tlaku	$f_{ck} = 25 \text{ MPa}$
Pevnost betonu v tlaku	$f_{cd} = \frac{\alpha_{cc} \cdot f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{1 \cdot 25}{1.5} = 16.7 \text{ MPa}$
Pevnost betonu v tahu	$f_{ctd} = \frac{\alpha_{cc} \cdot f_{ctk,0.05}}{\gamma_c} = \frac{1 \cdot 1.8}{1.5} = 1.2 \text{ MPa}$
Součinitel betonu	$\alpha_{cc} = 1$
Pevnost betonu $f_{ck} < 50 \text{ MPa} \Rightarrow \eta = 1$	$\lambda = 0.8$
Poměrné přetvoření betonu	$\epsilon_{cd} = \frac{f_{cd}}{E} = \frac{16.7}{31000} = 0.0538 \%$
Součinitel smykové pevnosti	$v_1 = 0.6$
Souč. napětí v tažené části	$\alpha_{cw} = 1$

### **Geometrie průřezu**

Výška průřezu	$h = 350 \text{ mm}$
Šířka průřezu	$b = 1000 \text{ mm}$
Účinná výška průřezu	$d = h - c - \frac{\phi}{2} = 350 - 54 - \frac{14}{2} = 289 \text{ mm}$



### Zatížení:

Ohybový moment

$$M_{Ed} = 76.5 \text{ kNm}$$

### Návrh výztuže

Potřebná plocha výztuže

$$A_{s1,req} = \frac{b \cdot d \cdot \eta \cdot f_{cd}}{f_{yd}} \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot \eta \cdot f_{cd}}} \right)$$

$$= \frac{1 \cdot 0.289 \cdot 1 \cdot 16.7 \cdot 10^6}{435 \cdot 10^6} \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 76500}{1 \cdot 0.289^2 \cdot 1 \cdot 16.7 \cdot 10^6}} \right) = 627 \text{ mm}^2$$

$$A_{s1} \geq A_{s1,req} \Rightarrow A_{s1} \geq 627 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$$

Navrženo 6 x 14 mm

$$A_{s1} = n \cdot \frac{\pi \cdot \phi^2}{4} = 6 \cdot \frac{3.14 \cdot 0.014^2}{4} = \underline{\underline{923.628 \text{ mm}^2}}$$

### Posouzení stupně vyztužení

Minimální plocha výztuže

$$A_{s,min} = \text{Max} \left\{ \frac{0.0013 \cdot b \cdot d}{\frac{0.26 \cdot f_{ctm} \cdot b \cdot d}{f_{yk}}} \right\} = \text{Max} \left\{ \frac{0.0013 \cdot 1 \cdot 0.289}{\frac{0.26 \cdot 2.6 \cdot 10^6 \cdot 1 \cdot 0.289}{500 \cdot 10^6}} \right\} = 391 \text{ mm}^2$$

Posudek minimální plochy výztuže

$$\underline{\underline{A_{s1} \geq A_{s,min} \Rightarrow 924 \text{ mm}^2 \geq 391 \text{ mm}^2 \Rightarrow \text{Výztuž VYHOVUJE}}}$$

Maximální plocha výztuže

$$A_{s,max} = 0.04 \cdot A_c = 0.04 \cdot 0.35 = 14000 \text{ mm}^2$$

Posudek maximální plochy výztuže

$$\underline{\underline{A_{s1} \leq A_{s,max} \Rightarrow 924 \text{ mm}^2 \leq 14000 \text{ mm}^2 \Rightarrow \text{Výztuž VYHOVUJE}}}$$

### Únosnost průřezu

Výška tlačené oblasti  $x = \frac{A_{sy1} \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot \eta \cdot f_{cd}} = \frac{923.628 \cdot 10^{-6} \cdot 435 \cdot 10^6}{1 \cdot 0.8 \cdot 1 \cdot 16.7 \cdot 10^6} = 30.1 \text{ mm}$

Limitní poměr tlačené plochy  $\xi_{bal,1} = \frac{\epsilon_{cu3}}{\epsilon_{cu3} + \epsilon_{yd}} = \frac{3.5 \cdot 10^{-3}}{3.5 \cdot 10^{-3} + 2.17 \cdot 10^{-3}} = 0.617$

$$\frac{x}{d} = \frac{0.0301}{0.289} = 0.1042 < 0.617 \Rightarrow \text{Výška tlačené oblasti VYHOVUJE}$$

Rameno vnitřních sil  $z = d - \frac{\lambda \cdot x}{2} = 0.289 - \frac{0.8 \cdot 0.0301}{2} = 277 \text{ mm}$

Únosnost průřezu  $M_{Rd} = A_{sy1} \cdot f_{yd} \cdot z = 923.628 \cdot 10^{-6} \cdot 435 \cdot 10^6 \cdot 0.277 = \mathbf{111 \text{ kNm}}$

### Posouzení

$$M_{Rd} = 111.2 \text{ kNm} > M_{Ed} = 76.5 \text{ kNm}$$

$$s = \frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} = \frac{76.5}{111} = 0.688 \Rightarrow \text{Navržený průřez VYHOVUJE}$$

### Návrh a posouzení podélné výztuže, jednoduchý ohyb, dle Eurokódu 2

#### ČSN EN 1992-1-1

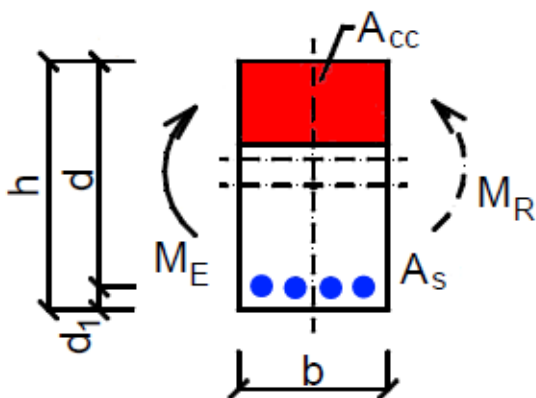
#### Stropní deska výtahové šachty

#### Vlastnosti betonu

Beton	C 25/30
Char. pevnost betonu v tlaku	$f_{ck} = 25 \text{ MPa}$
Pevnost betonu v tlaku	$f_{cd} = \frac{\alpha_{cc} \cdot f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{1 \cdot 25}{1.5} = 16.7 \text{ MPa}$
Pevnost betonu v tahu	$f_{ctd} = \frac{\alpha_{cc} \cdot f_{ctk,0.05}}{\gamma_c} = \frac{1 \cdot 1.8}{1.5} = 1.2 \text{ MPa}$
Součinitel betonu	$\alpha_{cc} = 1$
Pevnost betonu $f_{ck} < 50 \text{ MPa} \Rightarrow \eta = 1$	$\lambda = 0.8$
Poměrné přetvoření betonu	$\epsilon_{cd} = \frac{f_{cd}}{E} = \frac{16.7}{31000} = 0.0538 \%$
Součinitel smykové pevnosti	$v_1 = 0.6$
Souč. napětí v tažené části	$\alpha_{cw} = 1$

### Geometrie průřezu

Výška průřezu	$h = 200 \text{ mm}$
Šířka průřezu	$b = 1000 \text{ mm}$
Účinná výška průřezu	$d = h - c - \frac{\phi}{2} = 200 - 35 - \frac{10}{2} = 160 \text{ mm}$



### Zatížení:

Ohybový moment

$$M_{Ed} = 6.2 \text{ kNm}$$

### Návrh výztuže

Potřebná plocha výztuže

$$A_{sy1,req} = \frac{b \cdot d \cdot \eta \cdot f_{cd}}{f_{yd}} \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot \eta \cdot f_{cd}}} \right)$$

$$= \frac{1 \cdot 0.16 \cdot 1 \cdot 16.7 \cdot 10^6}{435 \cdot 10^6} \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 6200}{1 \cdot 0.16^2 \cdot 1 \cdot 16.7 \cdot 10^6}} \right) = 89.8 \text{ mm}^2$$

$$A_{sy1} \geq A_{sy1req} \Rightarrow A_{sy1} \geq 89.8 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$$

Navrženo 5 x 10 mm

$$A_{sy1} = n \cdot \frac{\pi \cdot \phi^2}{4} = 5 \cdot \frac{3.14 \cdot 0.01^2}{4} = \underline{\underline{392.699 \text{ mm}^2}}$$

### Posouzení stupně vyztužení

Minimální plocha výztuže

$$A_{s,min} = \text{Max} \left\{ \frac{0.0013 \cdot b \cdot d}{\frac{0.26 \cdot f_{ctm} \cdot b \cdot d}{f_{yk}}} \right\} = \text{Max} \left\{ \frac{0.0013 \cdot 1 \cdot 0.16}{\frac{0.26 \cdot 2.6 \cdot 10^6 \cdot 1 \cdot 0.16}{500 \cdot 10^6}} \right\} = 216 \text{ mm}^2$$

Posudek minimální plochy výztuže

$$\underline{\underline{A_{sy1} \geq A_{s,min} \Rightarrow 393 \text{ mm}^2 \geq 216 \text{ mm}^2 \Rightarrow \text{Výztuž VYHOVUJE}}}$$

Maximální plocha výztuže

$$A_{s,max} = 0.04 \cdot A_c = 0.04 \cdot 0.2 = 8000 \text{ mm}^2$$

Posudek maximální plochy výztuže

$$\underline{\underline{A_{sy1} \leq A_{s,max} \Rightarrow 393 \text{ mm}^2 \leq 8000 \text{ mm}^2 \Rightarrow \text{Výztuž VYHOVUJE}}}$$

### Únosnost průřezu

Výška tlačené oblasti  $x = \frac{A_{sy1} \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot \eta \cdot f_{cd}} = \frac{392.699 \cdot 10^{-6} \cdot 435 \cdot 10^6}{1 \cdot 0.8 \cdot 1 \cdot 16.7 \cdot 10^6} = 12.8 \text{ mm}$

Limitní poměr tlačené plochy  $\xi_{bal,1} = \frac{\epsilon_{cu3}}{\epsilon_{cu3} + \epsilon_{yd}} = \frac{3.5 \cdot 10^{-3}}{3.5 \cdot 10^{-3} + 2.17 \cdot 10^{-3}} = 0.617$

$$\frac{x}{d} = \frac{0.0128}{0.16} = 80.03 \cdot 10^{-3} < 0.617 \Rightarrow \text{Výška tlačené oblasti VYHOVUJE}$$

Rameno vnitřních sil  $z = d - \frac{\lambda \cdot x}{2} = 0.16 - \frac{0.8 \cdot 0.0128}{2} = 155 \text{ mm}$

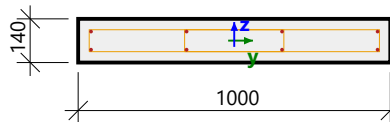
Únosnost průřezu  $M_{Rd} = A_{sy1} \cdot f_{yd} \cdot z = 392.699 \cdot 10^{-6} \cdot 435 \cdot 10^6 \cdot 0.155 = \underline{\underline{26.4 \text{ kNm}}}$

### Posouzení

$$M_{Rd} = 26.44 \text{ kNm} > M_{Ed} = 6.2 \text{ kNm}$$

$$s = \frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} = \frac{6.2}{26.4} = 0.234 \Rightarrow \text{Navržený průřez VYHOVUJE}$$

## Výťahová šachta - stěna



4φ12 (452 mm<sup>2</sup>)  
4φ12 (452 mm<sup>2</sup>)  
φ0/150 mm, ns=4

### Nastavení výpočtu

EN 1992-1-1:2004/AC:2010-11  
Typ prvku  
Délka prvku  
Třídy prostředí

EC EN 1992-1-1:2004/AC:2008  
Sloup Posouzení  
3.45 m  
XC1

### Materiály

Beton  
Podélná výztuž  
Smyková výztuž

C 25/30  
B 500 B  
B 500 B

### Shrnutí výpočtu

Posouzení	Kombinace	N <sub>Ed</sub> [kN]	V <sub>Edy</sub> [kN]	V <sub>Edz</sub> [kN]	T <sub>Ed</sub> [kNm]	M <sub>Edy,rec</sub> [kNm]	M <sub>Edz,rec</sub> [kNm]	Jednotkový posudek	Stav
N+My+Mz - Diagram	MSÚ / 1	-91.8	0	0	0	3	0	0,07	OK
N+My+Mz - Odezva	MSÚ / 1	-91.8	0	0	0	3	0	0,09	OK

## Štíhlost

### Štíhlost

Koncové momenty prvního řádu:

$$M_{01y} = 0 \text{ kNm} \quad M_{02y} = 0 \text{ kNm} \quad M_{01z} = 0 \text{ kNm} \quad M_{02z} = 0 \text{ kNm}$$

Poměr mechanické výztuže:

$$\omega = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{A_c \cdot f_{cd}} = \frac{905 \cdot 10^{-6} \cdot 435 \cdot 10^6}{0.14 \cdot 16.7 \cdot 10^6} = 0.169 \quad (§5.8.3.1(1))$$

Relativní osová síla:

$$n = \frac{-N_{Ed}}{A_c \cdot f_{cd}} = \frac{-91800}{0.14 \cdot 16.7 \cdot 10^6} = 0.0393 \quad (§5.8.3.1(1))$$

Efektivní poměr dotvarování:

$$\varphi_{ef} = 2.85$$

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

Efektivní délka:

(§5.8.3.2(2))

$$l_{0y} = \beta_{yy} \cdot L_y = 1 \cdot 3.45 = 3.45 \text{ m}$$

$$l_{0z} = \beta_{zz} \cdot L_z = 1 \cdot 3.45 = 3.45 \text{ m}$$

Poloměr setrvačnosti betonového průřezu:

$$i_{cy} = \sqrt{\frac{I_{cy}}{A_c}} = \sqrt{\frac{229 \cdot 10^{-6}}{0.14}} = 40.4 \text{ mm}$$

$$i_{cz} = \sqrt{\frac{I_{cz}}{A_c}} = \sqrt{\frac{0.0117}{0.14}} = 289 \text{ mm}$$

Štíhlost:

$$\lambda_y = \frac{l_{0y}}{i_{cy}} = \frac{3.45}{0.0404} = 85.4 \quad (5.14)$$

$$\lambda_z = \frac{l_{0z}}{i_{cz}} = \frac{3.45}{0.289} = 12 \quad (5.14)$$

## Mezní štíhlost

Parametry pro výpočet limitní štíhlosti:

(§5.8.3.1(1))

$$A = \frac{1}{1 + 0.2 \cdot \varphi_{ef}} = \frac{1}{1 + 0.2 \cdot 2.85} = 0.637$$

$$B = \max\left(\sqrt{1 + 2 \cdot \omega}; 1.1\right) = \max\left(\sqrt{1 + 2 \cdot 0.169}; 1.1\right) = 1.16$$

$$r_{my} = 1$$

Poznámka: Hodnota  $r_{my}=1,0$ , protože dílec není kolem osy z zavětrován nebo protože hodnota  $M_{0zy}$  je nulová.

$$r_{mz} = 1$$

Poznámka: Hodnota  $r_{mz}=1,0$ , protože dílec není kolem osy z zavětrován nebo protože hodnota  $M_{0zy}$  je nulová.

$$C_y = 1.7 - r_{my} = 1.7 - 1 = 0.7$$

$$C_z = 1.7 - r_{mz} = 1.7 - 1 = 0.7$$

Mezní štíhlost:

$$\lambda_{limy} = \frac{20 \cdot A \cdot B \cdot C_y}{\sqrt{n}} = \frac{20 \cdot 0.637 \cdot 1.16 \cdot 0.7}{\sqrt{0.0393}} = 52 \quad (5.13N)$$

$$\lambda_{limz} = \frac{20 \cdot A \cdot B \cdot C_z}{\sqrt{n}} = \frac{20 \cdot 0.637 \cdot 1.16 \cdot 0.7}{\sqrt{0.0393}} = 52 \quad (5.13N)$$

## Kritérium štíhlosti

$$\lambda_y = 85.4 > \lambda_{limy} = 52$$

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

$$\lambda_z = 12 \leq \lambda_{limz} = 52$$

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 $\perp$	Ne	3.45	1	3.45	85.4	52	2. řád
z-z $\perp$	Ne	3.45	1	3.45	12	52	1. řád

## Přepočet vnitřních sil podle účinků II. řádu

### Přepočet vnitřních sil pro MSÚ

#### Charakteristiky betonového průřezu:

Rozměry průřezu ve směru osy y:  $b = 1000$  mm

Rozměry průřezu ve směru osy z:  $h = 140$  mm

Plocha průřezu:  $A_c = 140000$  mm<sup>2</sup>

Moment setrvačnosti betonového průřezu okolo osy y:  $I_{cy} = 229 \cdot 10^6$  mm<sup>4</sup>

Moment setrvačnosti betonového průřezu okolo osy z:  $I_{cz} = 11.7 \cdot 10^9$  mm<sup>4</sup>

#### Charakteristiky vyztuženého průřezu

Poznámka: Charakteristiky jsou vypočteny pro definovanou uživatelskou výztuž

Průřezová plocha všech výztuží:

$$A_s = 905$$
 mm<sup>2</sup>

Moment setrvačnosti plochy výztuže okolo osy y:

$$I_{sy} = 760919$$
 mm<sup>4</sup>

Moment setrvačnosti plochy výztuže okolo osy z:

$$I_{sz} = 106 \cdot 10^6$$
 mm<sup>4</sup>

Vzdálenosti od okraje ke středu výztuže

$$a_{sz} = 0.14 - 0.126 = 14$$
 mm

$$a_{sy} = b - \text{Coeff}_d \cdot b = 1 - 0.9 \cdot 1 = 100$$
 mm



## Tlačený dílec

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

$$N_{com} = -\text{Coeff}_{com} \cdot (f_{cd} \cdot A_c) = -0.1 \cdot (16.7 \cdot 10^6 \cdot 0.14) = -233 \text{ kN}$$

Podmínka posudku:

$$N_{Ed} \geq N_{com} = -92 \text{ kN} \geq -233 \text{ kN} \dots \text{ netlačený dílec}$$

Poznámka: Excentricita prvního a druhého řádu nebude zohledněna, protože dílec není považován za tlačený (osová síla je relativně malá nebo nulová).

## 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 $\perp$	-91.8	3	0	3	0	0	0	0	0	0
z-z $\perp$	-91.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0

## Únosnost N+My+Mz - Diagram

### Materiálové charakteristiky

Návrhová hodnota tlakové pevnosti betonu

$$f_{cd} = \frac{\alpha_{cc} \cdot f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{1 \cdot 25}{1.5} = 16.7 \text{ MPa}$$

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

$$N_{Ed} = -91.8 \text{ kN} \quad M_{Edy} = 3 \text{ kNm} \quad M_{Edz} = 0 \text{ kNm}$$

### Vstupní údaje použité pro generování ID

Metoda posudku pro interakční diagram	$N_u M_u$
Dělení svislého přetvoření	300
Počet svislých řezů	180
Výslednice kroutícího momentu	$M_{res} = 3 \text{ kNm}$
Úhel výsledného momentu vztažený k $M_y$ směr v horizontální rovině $M_y$ - $M_z$	$\alpha_{MyMz} = 180^\circ$
Úhel výsledného momentu vztažený k $N$ směr ve vertikální rovině $N$ - $M_{res}$	$\alpha_{NM} = -88.1^\circ$

### Výpočet únosnosti

$$\text{Únosnost v kladném směru} \quad N_{Rd+} = 273 \text{ kN} \quad M_{Rdy+} = 45 \text{ kNm} \quad M_{Rdz+} = 0 \text{ kNm}$$

$$\text{Únosnost v záporném směru} \quad N_{Rd-} = -1369 \text{ kN} \quad M_{Rdy-} = -9 \text{ kNm} \quad M_{Rdz-} = 0 \text{ kNm}$$

## Shrnutí posudku

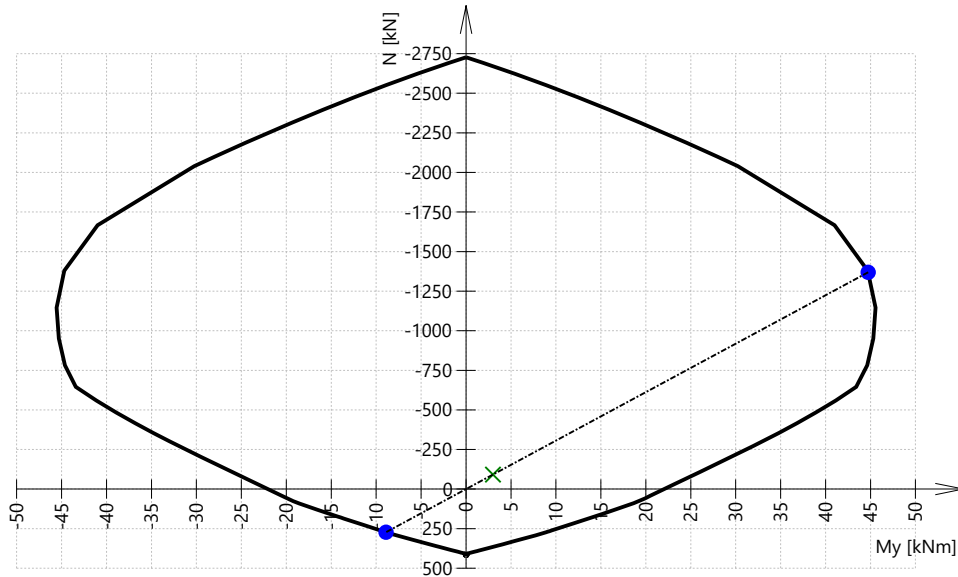
Síly:  $N_{Ed} = -91.8 \text{ kN}$   $M_{Edy} = 3 \text{ kNm}$   $M_{Edz} = 0 \text{ kNm}$

Odolnost:  $N_{Rd} = -1369 \text{ kN}$   $M_{Rdy} = 45 \text{ kNm}$   $M_{Rdz} = 0 \text{ kNm}$

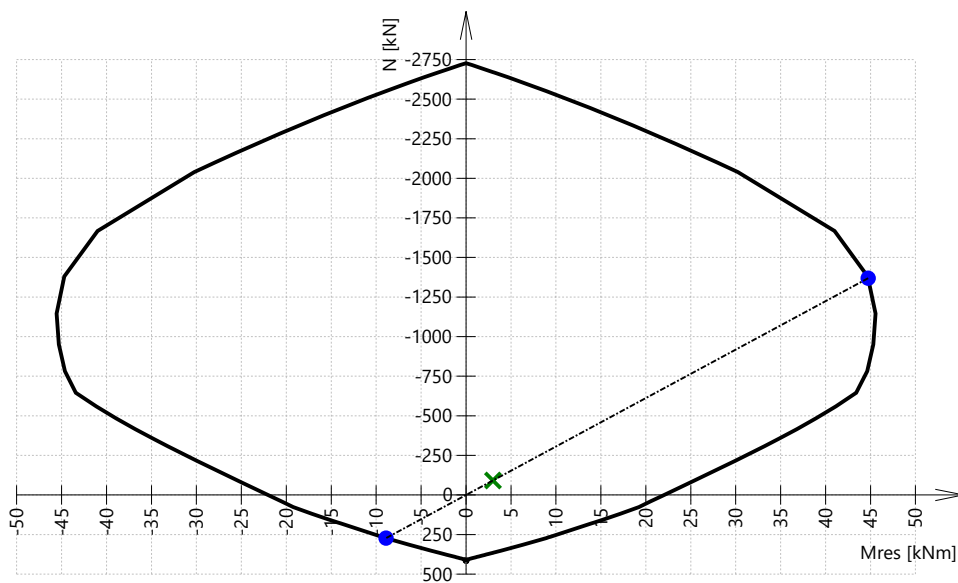
Výpočet jednotkového posudku.

$$UC = \frac{\sqrt{N_{Ed}^2 + M_{Edy}^2 + M_{Edz}^2}}{\sqrt{N_{Rd}^2 + M_{Rdy}^2 + M_{Rdz}^2}} = \frac{\sqrt{-91.8^2 + 3^2 + 0^2}}{\sqrt{-1369^2 + 44.7^2 + 0^2}} = 0.0671 \leq 1 \quad \text{OK}$$

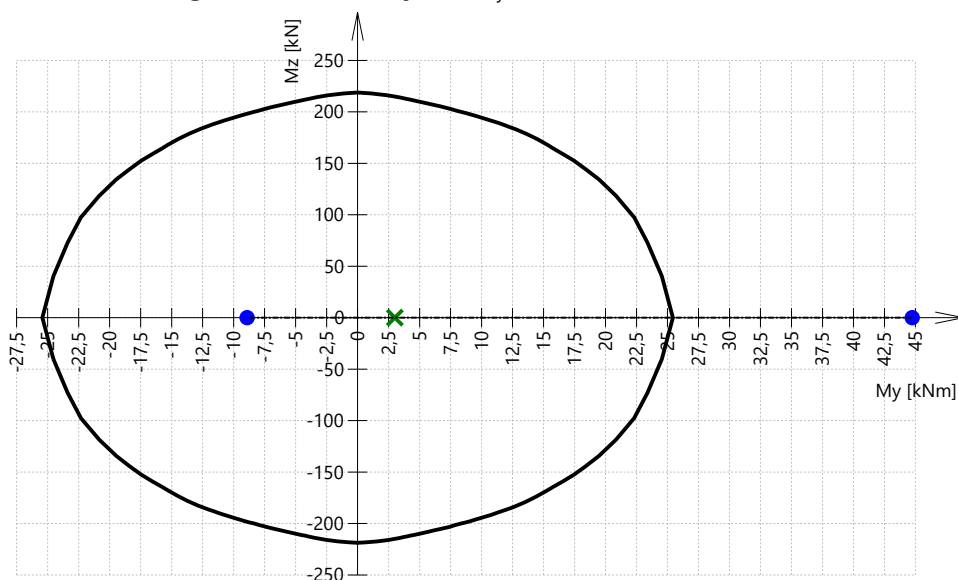
## 3D interakční diagram - svislý řez N-M<sub>y</sub>



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



### 3D interakční diagram - vodorovný řez $M_y$ - $M_z$



## Únosnost $N+M_y+M_z$ - Odezva

### Materiálové charakteristiky

Návrhová hodnota tlakové pevnosti betonu

$$f_{cd} = \frac{\alpha_{cc} \cdot f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{1 \cdot 25}{1.5} = 16.7 \text{ MPa}$$

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

Obsah kombinace: CO1

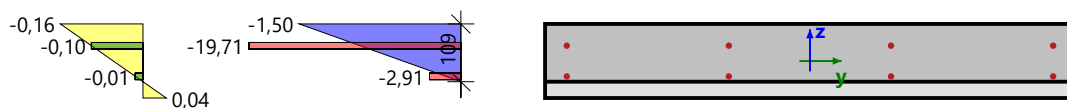
$N_{Ed} = -91.8 \text{ kN}$   $M_{Edy} = 3 \text{ kNm}$   $M_{Edz} = 0 \text{ kNm}$

### Shrnutí posudku

Typ komponenty	Vlákno / prut	$\epsilon_{extr}$ [%]	$\sigma_{extr}$ [MPa]	Posouzení přetvoření [-]	Posouzení napětí [-]	Jed. pos. [-]	Limit: [-]	Stav
Beton	5	-0.158	-1.5	0,05	0,09	0,09	1	OK
Výztuž	5	-0.0986	-19.7	0,00	0,04			

Seznam varování, chyb a poznámek: N2/2, N2/3, N2/4.

### Rozdělení napětí a přetvoření



### Extrémní hodnoty napětí / přetvoření v komponentě

Typ komponenty	Vlákno / prut	$\epsilon$ [%]	$\epsilon_{lim}$ [%]	$\sigma$ [MPa]	$\sigma_{lim}$ [MPa]	Jed. pos. [-]	Stav
Beton v tlaku	5	-0.158	-3.5	-1.5	-16.7	0,09	OK
Beton v tahu	1	0.0448	0	0	0	0,00	OK
Výztuž v tlaku	5	-0.0986	-45	-19.7	-466	0,04	OK
Výztuž v tahu	1	0	0	0	0	0,00	OK

## Rovina přetvoření

Přetvoření v těžišti

$$\varepsilon_x = -0.057 \text{ ‰}$$

Křivost průřezu kolem osy (y)

$$\varepsilon_y = -1.45 \text{ ‰}$$

Křivost průřezu kolem osy (z)

$$\varepsilon_z = 0 \text{ ‰}$$

Výška tlačené zóny

$$x = 109 \text{ mm}$$

Vyvážená výška tlačené oblasti průřezu

$$x_{bal} = 84 \text{ mm}$$

Limitní výška tlačené oblasti průřezu

$$x_{lim} = 10 \text{ mm}$$

Náklon neutrální osy

$$\alpha_{NA} = 0^\circ$$

Výška průřezu kolmá k neutrální ose

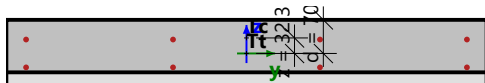
$$h = 140 \text{ mm}$$

Efektivní výška průřezu kolmá k neutrální ose

$$d = 126 \text{ mm}$$

Vnitřní rameno průřezu kolmé k neutrální ose

$$z = 113 \text{ mm}$$



## Průřezové charakteristiky

Typ komponenty	$t_y$ [m]	$t_z$ [m]	$A$ [m <sup>2</sup> ]	$I_y$ [m <sup>4</sup> ]	$I_z$ [m <sup>4</sup> ]
Beton v tlaku	0	0.015	0.109	$134 \cdot 10^{-6}$	$9.09 \cdot 10^{-3}$
Beton v tahu	0	-0.055	0.031	$94.5 \cdot 10^{-6}$	$2.58 \cdot 10^{-3}$
Výztuž v tlaku	0	0	$905 \cdot 10^{-6}$	$761 \cdot 10^{-9}$	$106 \cdot 10^{-6}$
Výztuž v tahu	0	0	0	0	0
Celý beton	0	0	0.14	$229 \cdot 10^{-6}$	0.0117
Všechny pruty výztuže	0	0	$905 \cdot 10^{-6}$	$761 \cdot 10^{-9}$	$106 \cdot 10^{-6}$

## Síly ve všech komponentách průřezu

Typ komponenty	$N_{res}$ [kN]	$M_{res,y}$ [kNm]	$M_{res,z}$ [kNm]	$e_y$ [m]	$e_z$ [m]
Beton v tlaku	-82	2.76	0	0	0.034
Beton v tahu	0	0	0	0	0
Výztuž v tlaku	-10.2	0.22	0	0	0.022
Výztuž v tahu	0	0	0	0	0
Vše v tlaku	-92.3	2.98	0	0	0.032
Vše v tahu	0	0	0	0	0
Shrnutí	-92.3	2.98	0		

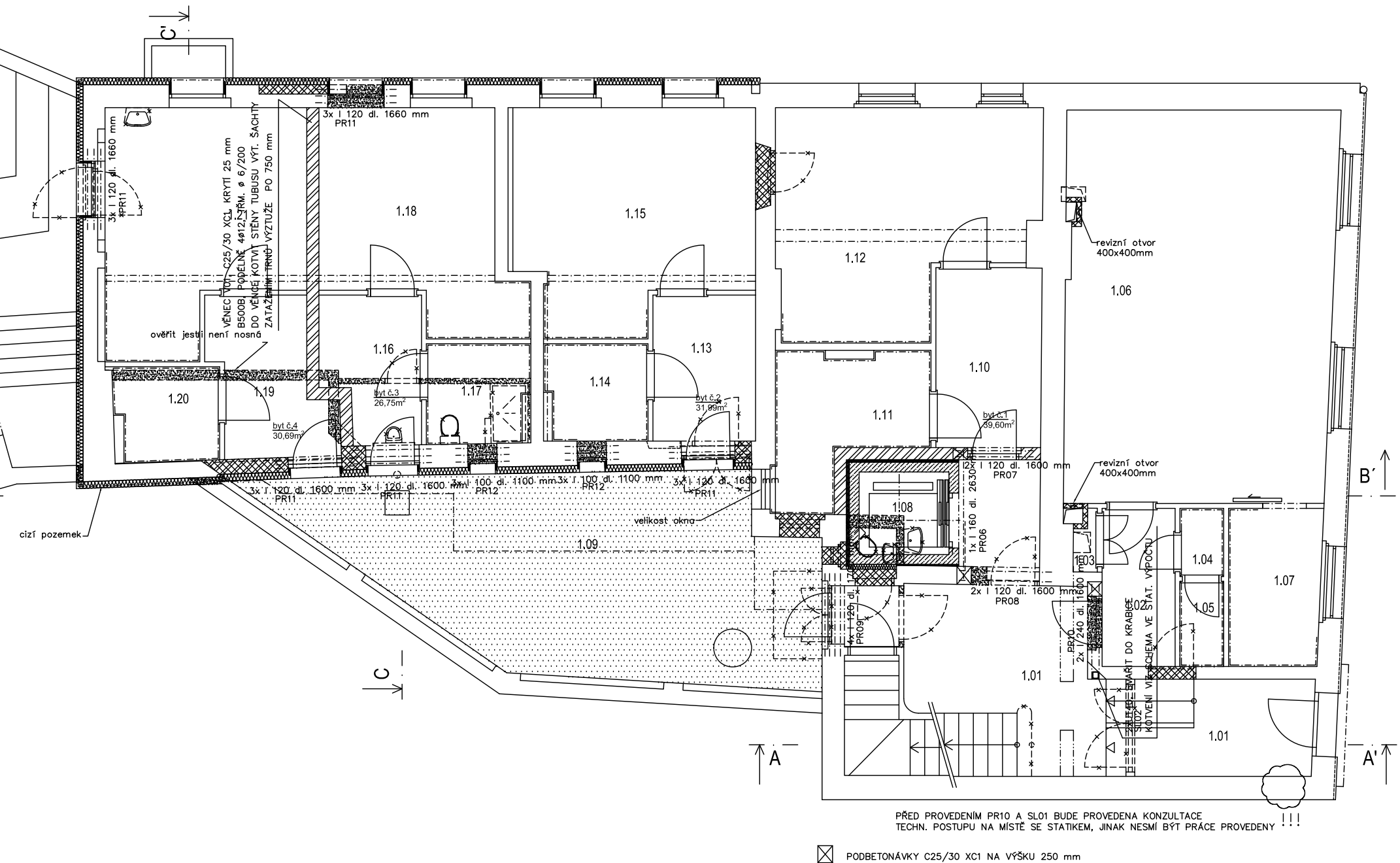
## Podrobné výsledky napětí a přetvoření v betonových vláknech

Vlákn	Materiál	$y_i$ [m]	$z_i$ [m]	$\varepsilon$ [‰]	$\varepsilon_{lim}$ [‰]	$\sigma$ [MPa]	$\sigma_{lim}$ [MPa]	$\varepsilon / \varepsilon_{lim}$ [-]	$\sigma / \sigma_{lim}$ [-]	Posouzení
1	C 25/30	-0.5	-0.07	0.04	0	0	0	0	0	OK
2	C 25/30	0	-0.07	0.04	0	0	0	0	0	OK
3	C 25/30	0.5	-0.07	0.04	0	0	0	0	0	OK
4	C 25/30	0.5	0	-0.06	-3.5	-0.54	-16.7	0.02	0.03	OK
5	C 25/30	0.5	0.07	-0.16	-3.5	-1.5	-16.7	0.05	0.09	OK
6	C 25/30	0	0.07	-0.16	-3.5	-1.5	-16.7	0.05	0.09	OK
7	C 25/30	-0.5	0.07	-0.16	-3.5	-1.5	-16.7	0.05	0.09	OK
8	C 25/30	-0.5	0	-0.06	-3.5	-0.54	-16.7	0.02	0.03	OK

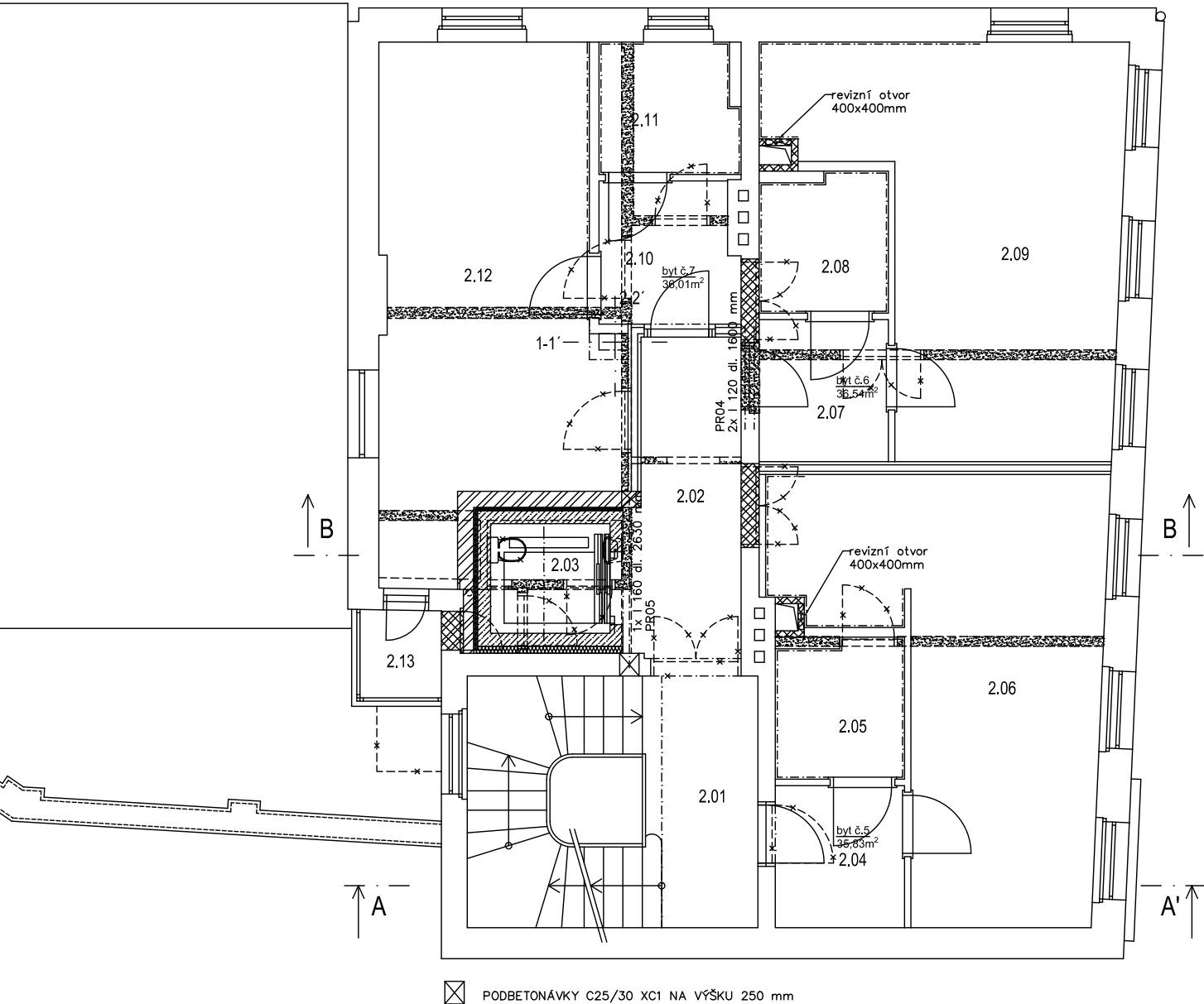
### Podrobné výsledky napětí a přetvoření v prutech výztuže

Prut	Materiál	$d_s$ [mm]	$y_i$ [m]	$z_i$ [m]	$\varepsilon$ [‰]	$\varepsilon_{lim}$ [‰]	$\sigma$ [MPa]	$\sigma_{lim}$ [MPa]	$\varepsilon / \varepsilon_{lim}$ [-]	$\sigma / \sigma_{lim}$ [-]	Posouzení
1	B 500 B	12	-0.459	-0.029	-0.01	-45	-2.91	-466	0	0.01	OK
2	B 500 B	12	-0.153	-0.029	-0.01	-45	-2.91	-466	0	0.01	OK
3	B 500 B	12	0.153	-0.029	-0.01	-45	-2.91	-466	0	0.01	OK
4	B 500 B	12	0.459	-0.029	-0.01	-45	-2.91	-466	0	0.01	OK
5	B 500 B	12	-0.459	0.029	-0.1	-45	-19.7	-466	0	0.04	OK
6	B 500 B	12	-0.153	0.029	-0.1	-45	-19.7	-466	0	0.04	OK
7	B 500 B	12	0.153	0.029	-0.1	-45	-19.7	-466	0	0.04	OK
8	B 500 B	12	0.459	0.029	-0.1	-45	-19.7	-466	0	0.04	OK

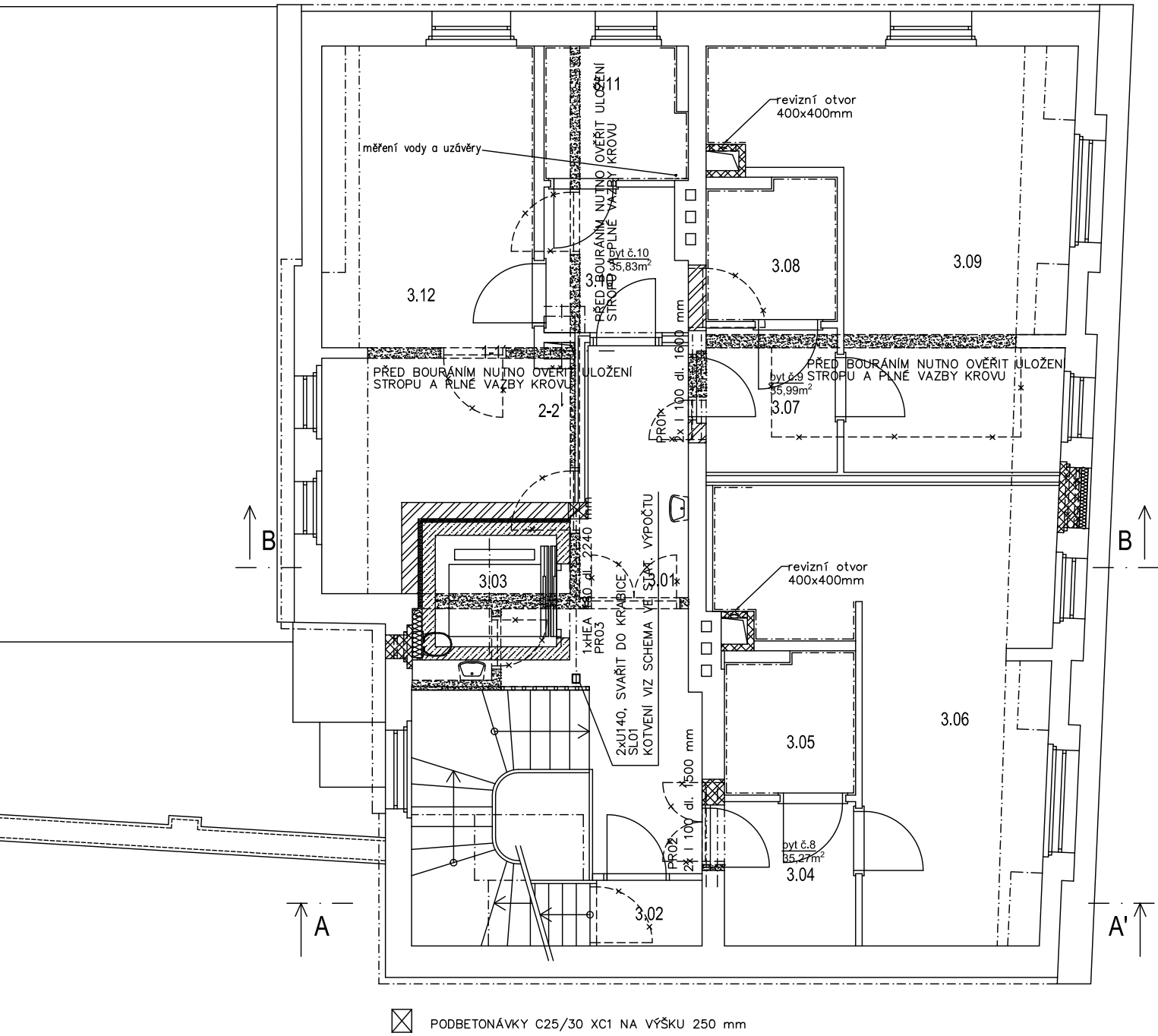
## POZIČNÍ SCHEMA 1.NP



# POZIČNÍ SCHEMA 2.NP

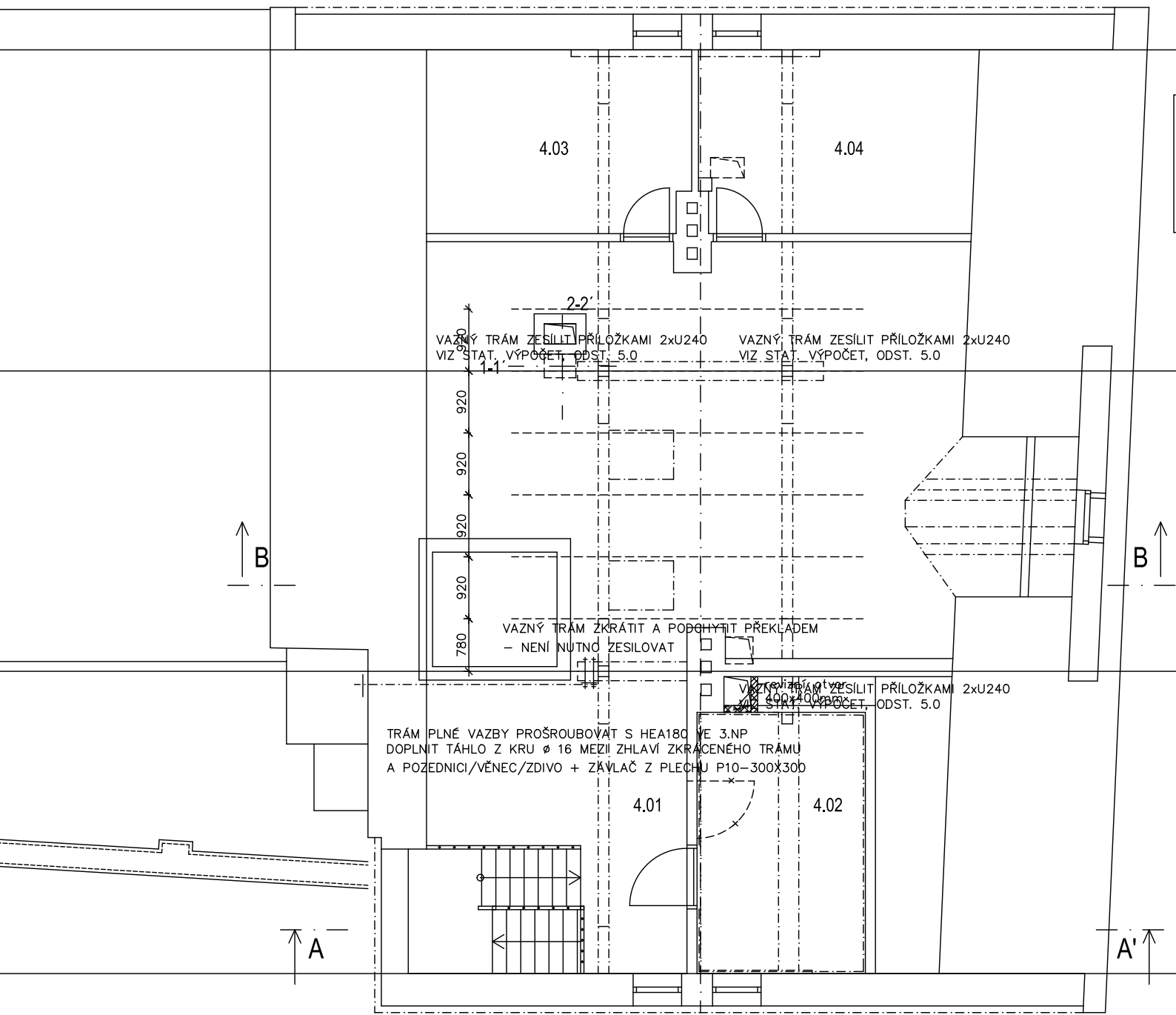


# POZIČNÍ SCHEMA 3.NP

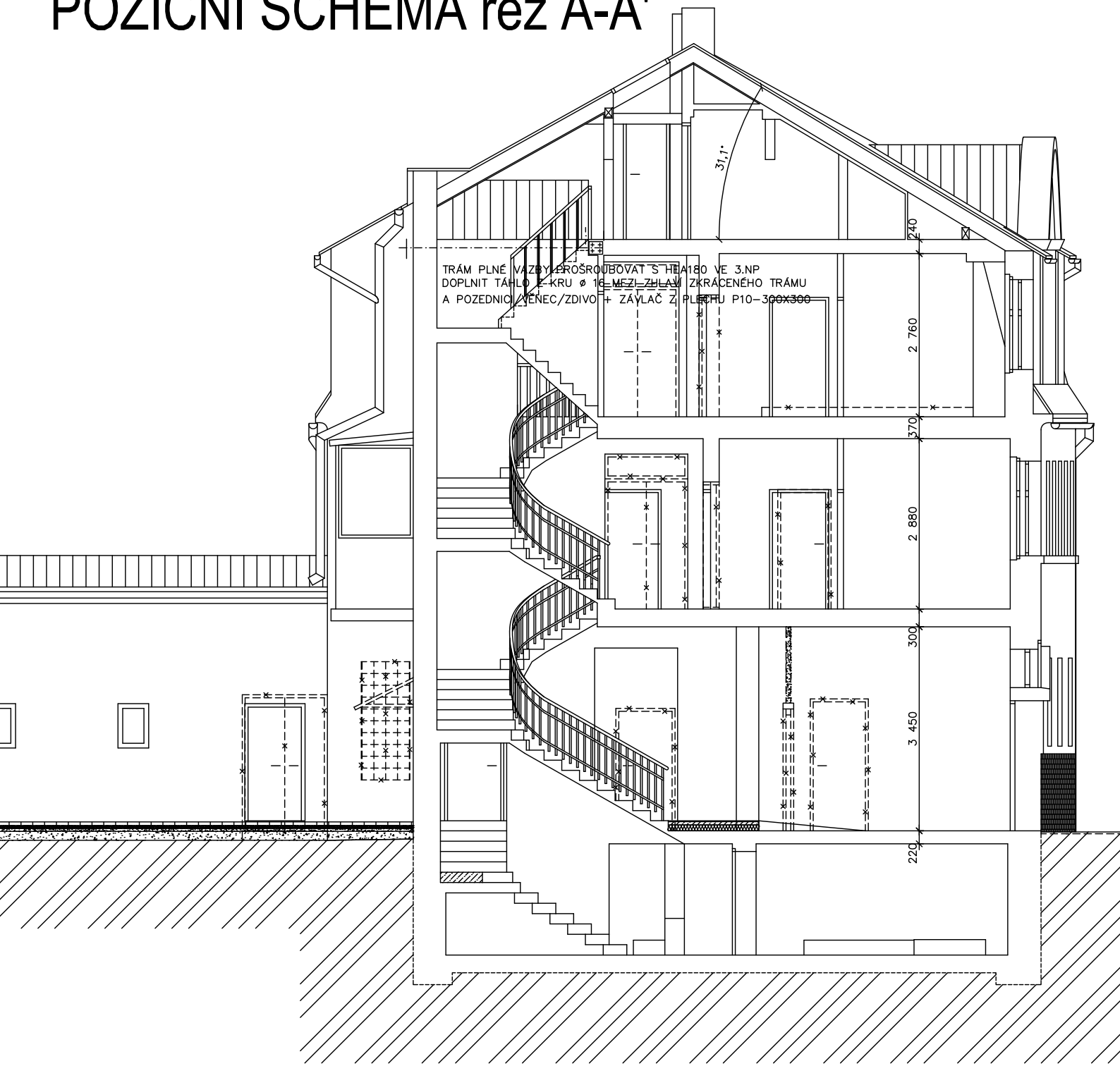




# POZIČNÍ SCHEMA PŮDA



# POZIČNÍ SCHEMA řez A-A'



# POZIČNÍ SCHEMA řez B-B'

