

STATICKÝ VÝPOČET

Akce	:	Instalace katalytické oxidační jednotky v budově M5
Objekt	:	PS 01 Vzduchotechnická zařízení
Část	:	ocelové konstrukce
Investor	:	Meopta - optika, s.r.o., Kabelíková 1, 750 02 Přerov
Stupeň	:	dokumentace pro realizaci stavby
Projektant	:	Q-PARS, v.o.s. Pláničkova 144/14 711 00 Ostrava – Hrušov
Zodp. projektant	:	Ing. Michal
Vypracoval	:	Ing. Michal
Ověřil	:	Ing. Jungmann
Zak.. číslo	:	10 185
Arch. č.	:	V - 10185P3K.01
Datum	:	Únor 2011

10185P3K.01 – OK-rám pro uložení katalytické oxidační jednotky STR. 2

Obsah

1	Úvod	3
2	Princip řešení	3
3	Charakteristiky konstrukce a použitých materiálů	4
4	Zatížení, přehled	5
5	Návrh a posouzení ocelové konstrukce	5
	Schéma	6
	Rozbor zatížení	7
	Vlastní hmotnosti průřezů, přiřazení průřezů, statické hodnoty	12
	Kombinace zatížení	12
	Statické posouzení nosného rámu	14
	Výpočtové reakce v kN pro rozhodující kombinace	45
	Dynamické posouzení rámu	46
	Kontrola prutů ohrožených rezonančním chvěním	53
	Posouzení na únavu	54
	Doplněk I – dodatečné posouzení kotvení průvlaku 1a	56
	Doplněk II – dynamické posouzení navazujících profilů z plošiny pro VZT	57
6	Závěr	59

Literatura

- | | | |
|------|--------------------------------|--|
| [1] | ČSN EN 1990 | Eurokód : Zásady navrhování konstrukcí. |
| [2] | ČSN EN 1991-1-1
(73 0035) | Eurokód 1: Zatížení konstrukcí. Část 1-1: Obecná zatížení.
Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb.
+ Oprava 1. Změna Z1. |
| [3] | ČSN EN 1991-1-3
(73 0035) | Eurokód 1: Zatížení konstrukcí. Část 1-3: Obecná zatížení.
Zatížení sněhem. + Změna Z1, Z2. Oprava 1. |
| [4] | ČSN EN 1991-1-4
(73 0035) | Eurokód 1: Zatížení konstrukcí. Část 1-4: Obecná zatížení.
Zatížení větrem. + Oprava 1. |
| [5] | ČSN EN 1993-1-1
(73 1401) | Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí. Část 1-1: Obecná
pravidla a pravidla pro pozemní stavby. |
| [6] | ČSN EN 1090-2
(73 2601) | Provádění ocelových konstrukcí a hliníkových konstrukcí. Část 2:
Technické požadavky na ocelové konstrukce. |
| [7] | Hořejší, J., Šafka, J. a kol.: | Statické tabulky, SNTL Praha 1987 |
| [8] | Studnička, J.: | Ocelové konstrukce 10, (skriptum ČVUT Praha 1998) |
| [9] | Černoch, S. ; | Strojně – technická příručka, SNTL Praha 1977. |
| [10] | Macháček a kol.: | Navrhování ocelových konstrukcí. Příručka k ČSN EN 1993-1-1 a ČSN
EN 1993-1-8, ČKAIT, Praha, 2009 |

1 Úvod

Na stávající budově (M5) firmy MEOPTA Přerov bude umístěno regenerační katalytické zařízení o výkonu 6000m³/h. Umístěné bude ve výšce cca 30,0m. Budova se nachází v areálu firmy MEOPTA v Přerově.

Podrobnější popis včetně popisu údržby a přístupu k jednotce viz. zhotovitelská dokumentace technologie.

Předmětem této části projektu je dokumentace pro provedení stavby v profesi ocelové konstrukce. Základní požadavky na nosnou konstrukci vyplývají ze zadání firmy ELVAC EKOTECHNIKA s.r.o. Ostrava.

2 Princip řešení

Ocelová konstrukce plošiny pro jednotku katalytické oxidace je uložena na 4 ŽB patkách, umístěných na střeše objektu Meopty Přerov a navazuje na podestu (plošinu) pro VZT-zařízení, se kterou má společný střední průvlak. Půdorysná obdélníková osnova patek pro plošinu VZT + jednotku KO je (6+6) x 6 m.

Základní kostru plošiny tvoří dva hlavní průvlaky IPE360. Tyto jsou ukončeny krátkými sloupky IPE360, které jsou kotvené do ŽB patek pomocí lepených šroubů. Mezi průvlaky jsou připojeny hlavní podélníky IPE300, které na pravé straně pokračují konzolovým rámem, sloužícím pro uložení komínu.

Rovnoběžně s hlavními podélníky probíhá pomocný podélník z profilu U200. Hlavní a pomocný podélník jsou propojeny soustavou příčníků sloužících pro uložení nádob jednotky katalytické oxidace resp. dalších potrubních prvků a armatur.

Stabilitu konstrukce zajišťuje rámové propojení krátkých stojek s hlavními průvlaky. Pro potřebu rovinné tuhosti plošiny slouží vodorovné ztužidlo s diagonálními prvky..

Plošina pro jednotku VZT byla vyprojektována Ing. Hejčlem (SPS Otrokovice), vč. statického posouzení. Její schéma + statický výpočet jsou uvedeny v příloze výpočtu OK.

Všechny konstrukce jsou navrženy z dílců svařených v dílně.

Pamatovat na lokální výztuhy stojin nosníků pod významnými místními břemeny..

Provedení montážních styků je šroubované.

Čelní desky momentově namáhaných přípojů musí být „zvučené“ – kontrola zdvojenin ultrazvukem.

Nebo provést z materiálu vyšší pevnosti - S355, zdvojeniny namátkově.

Všechny spoje kategorie A, D - pevnostní třída 8.8.

Momentové spoje pevnostní třída 10.9.

Všechny šrouby pozinkované.

Všechna kotvení používají žárově pozinkovaných závitových tyčí tř. 8.8 lepených do vrtaných otvorů. Lepidlo HIT-RE 500.

3 Charakteristiky konstrukce a použitých materiálů

• Ocelová konstrukce

Třída následků dle ČSN EN 1990

CC2	střední následky s ohledem na ztráty lidských životů nebo značné následky ekonomické, sociální nebo pro prostředí
-----	---

Zařazení konstrukce do výrobní skupiny podle ČSN 732601

Výrobní skupina „B“.

Výrobní skupina "PC1" dle ČSN EN 1090

Materiálové charakteristiky oceli dle ČSN EN 1993-1-1

Pevnostní třída	Tloušťka t [mm]			
	t ≤ 40		40 < t ≤ 100	
	f _y [MPa]	f _u [MPa]	f _y [MPa]	f _u [MPa]
S235	235	360	215	340
1.4541	200	500		

Návrhové hodnoty materiálových konstant.

- modul pružnosti: E = 210 000 MPa
- modul pružnosti ve smyku: G = 81 000 Mpa
- Poissonova konstanta: ν = 0,3
- objemová hmotnost: ρ = 7850 kg. M⁻³
- součinitel délkové teplotní roztažnosti: α = 12. 10⁻⁶ /K

Mezní stavy únosnosti podle ČSN EN 1993-1-1

Dílčí součinitele spolehlivosti materiálů

Únosnost	γ _M	Pevnostní třída oceli podle ČSN EN 10025-2		
		S235	S275	S355
Průřezy třídy 1, 2, 3, 4	γ _{M0}	1,00	1,00	1,00
Průřezy oslabené dírami pro šrouby	γ _{M2}	1,25	1,25	1,25

Třída průřezu 3

Návrhové pevnosti oceli

Pevnost. Třída	Průřezy 1, 2, 3, 4 Stabilita tvaru R _d [Mpa]		Průřezy oslabené dírami R _d [Mpa]	
	t ≤ 40 [mm]	40 < t ≤ 100 [mm]	t ≤ 40 [mm]	40 < t ≤ 100 [mm]
S235	235	215	188	172
1.4541	200			

4 Zatížení, přehled

STÁLÁ A DLOUHODOBÁ

- **VI. tíha OK a skladeb** $\gamma_G = 1,35$
- **Technologie – dále**
hmotnost jednotky 15,0t $\gamma_G = 1,35$

KLIMATICKÁ

• **Vítr**

lokalita Přerov, I. větrová oblast $w_{b,0} = 22,5 \text{ m/s}$ $\gamma_Q = 1,5$
ostatní parametry viz výpočet, kategorie terénu III

• **Sníh**

lokalita Přerov, II. sněhová oblast $s_k = 1,0 \text{ kN.m}^{-2}$ $\gamma_Q = 1,5$

Uvažuji sníh ve výšce, stavba vyšší než okolí, ne na zemi:
 $\mu_s = 0,8$, C_e , $C_t = 1,0$

OSTATNÍ NAHODILÁ

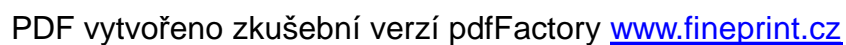
• **Ventilátor typ RVR 730-7N**

(vyvolává opakovaně složky budících sil - kmitání, viz dynamický výpočet)

výkon	$1,38 \text{ m.s}^{-1}$
přetlak	$8000,0 \text{ MPa}$
max. otáčky	$2950,0 \text{ min}^{-1}$
moment setrvačnosti oběžného kola	$I = 1,052 \text{ kgm}^2$
normový nevývažek	$m_p = 1056 \text{ gmm}$

5 Návrh a posouzení ocelové konstrukce

Viz str. 6 a další.



Rozbor zatížení

STALE - VLASTNÍ HMOTNOST

$$\gamma_s = 1,35$$

• OCELOVÁ KONSTRUKCE

- VLASTNÍ HMOTNOST PROFILŮ UVEDENA V TABULCE OBSAHUJÍCÍ STÁTEČNÉ HODNOTY POUŽITÝCH PROFILŮ NA STR. 12

• TECHNOLOGICKÉ ZATÍŽENÍ DK2

- VLASTNÍ HMOTNOST TECHNOLOGICKÉHO ZATÍŽENÍ ZAUVEDENA JAKO OSAMBLÁ ZÁŘEŽENÍ DO SCHEMATU PLOŠINY NA STR. 6
HODNOTY V [kN]

PLOŠEVÉ

• DYNAMICKÁ SOUČÁST ZATÍŽENÍ OD TECHNOLOGIE -

- VIZ. DYNAMICKÝ ÚČET NA STR. 46

• KLIMATICKÁ ZATÍŽENÍ

SNÍH - PŘEROV - II. SNĚHOVÁ OBLAST

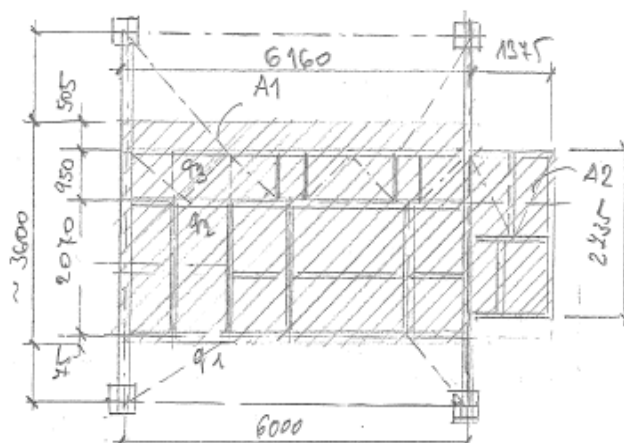
$$\gamma_s = 1,5$$

CHARAKTERISTICKÁ HODNOTA ZATÍŽENÍ SNĚHEM NA ZEMLI $s_k = 1,0 \text{ kN/m}^2$

TVAROVÝ SOUČINITEL PRO SNÍH NA PLOCHÉ STŘEŠE

$$\mu = 0,8$$

ZATÍŽOVACÍ PLOCHY (ZJEDNODUŠENĚ - NA 3EX STRANĚ)



$$A_1 = 3,6 \cdot 6,16 = 22,18 \text{ m}^2$$

$$A_2 = 1,375 \cdot 2,435 = 3,36 \text{ m}^2$$

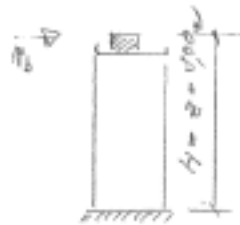
$$q_{1k} = 1,19 \cdot 0,8 = 0,95 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{2k} = (1,035 + 0,95 \cdot 0,1) \cdot 0,8 = 1,29 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{3k} = (0,95 \cdot 0,1 + 0,105) \cdot 0,8 = 0,184 \text{ kN/m}^2$$

VÍTR – PŘEŠOV – II. VĚTROVÁ ZONA $V_{50} = 22,5 \text{ m s}^{-1}$ $z_p(1,5)$

KATEGORIE TERÉNU II $z_0 = 0,3 \text{ [m]}$; $z_{min} = 5,0 \text{ m}$



VÝŠKA NAD TERÉNY $z = 30,0 \text{ m}$

$$\text{SOUČINITEL TERÉNU } k_T = 0,19 \cdot \left(\frac{z_0}{z_{min}}\right)^{9,04} = 0,19 \cdot \left(\frac{0,3}{5,0}\right)^{9,04} = 0,254$$

$$\text{SOUČINITEL DRAGNOSTI } C_R(z) = k_T \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) = 0,254 \cdot \ln\left(\frac{30}{0,3}\right) = 0,992$$

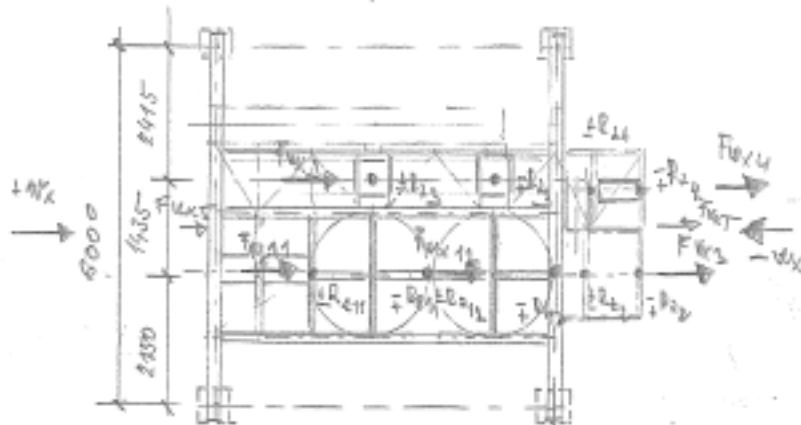
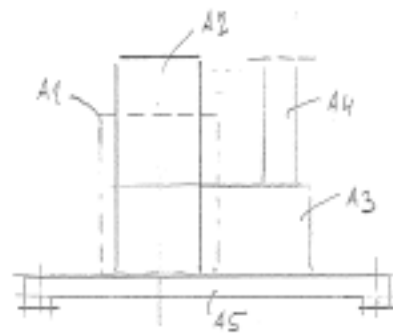
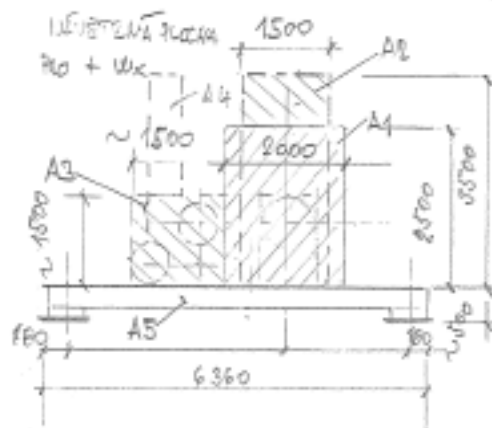
$$\text{SOUČINITEL OROGRAFIE } C_o(z) = 1,0$$

$$\text{STŘEDNÍ RYCHLOST VĚTRU } v_m(z) = C_R(z) \cdot C_o(z) \cdot v_3 = 0,992 \cdot 1,0 \cdot 22,5 = 22,3 \text{ m s}^{-1}$$

$$\text{INTENZITA TURBULENCE } I_v(z) = \frac{k_1}{C_o(z) \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)} = \frac{1,0}{1,0 \cdot \ln\left(\frac{30}{0,3}\right)} = 0,214$$

$$\text{MAX. DYN. TLAK } q_p(z) = [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot \frac{1}{2} \rho \cdot v_m^2(z) = [1 + 7 \cdot 0,214] \cdot \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 22,3^2 = 784,3 \text{ N m}^{-2}$$

VÍTR PODELNÝ + w_z ($-w_x$)



PLOCHY:

$$\Delta_1 = 2,0 \times 2,5 = 5,0 \text{ m}^2$$

$$\Delta_2 = 1,5 \times 3,5 = 5,25 \text{ m}^2$$

$$\Delta_3 = 1,5 \times 1,5 = 2,25 \text{ m}^2$$

$$\Delta_4 = 0,7 \times 3,5 = 2,45 \text{ m}^2$$

$$\Delta_5 = 0,36 \times 6,36 = 2,3 \text{ m}^2$$

VODROVNĚ síly PRO VÍTE + ψ_K

A_1 : $\phi 2000 - 2500$ $V = \sqrt{2q_f / \rho} = \sqrt{2 \cdot 284,3 / 15 \cdot 10^6} = 10,3 \cdot 10^{-3}$

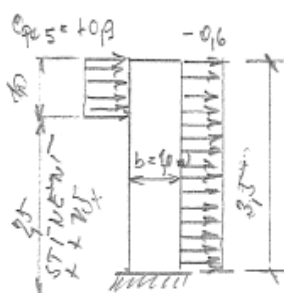
PLAST – POZINK. OCEL $k = 0,2 \Rightarrow k/b = 0,2 / 2000 = 1 \cdot 10^{-4}$

$C_{r0} = 1,2$ $\lambda = \frac{2,5}{2,0} = 1,25 \rightarrow \psi_\lambda = 0,16$

$F_{W1x} = 5,0 \cdot 0,165 \cdot 1,2 \cdot 0,4843 = 2,35 \text{ kN}$ $M_{1y} = 1,25 \cdot 2,35 = 2,94 \text{ kNm}$

A_2 : $\phi 2000 - 2500$ – PŘÍZLITÁ $F_{W1x} \approx 0$

A_2 : 1500×3500



$F_{W2x} = 0,9 \cdot 1,5 \cdot 0,4843 + 0,6 \cdot 1,5 \cdot 3,5 \cdot 0,4843 =$

$= 1,06 + 2,44 = 3,53 \text{ kN}$

$M_{2y} = 1,06 \cdot 3,0 + 2,44 \cdot 1,75 = 4,5 \text{ kNm}$

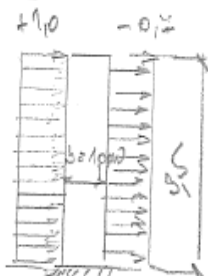
A_3 : OSKYS 1500×1500 $b \approx 6,0 \text{ m}$ $\lambda = b/h = 4,0$ $\psi_\lambda = 0,66$

$C_{r0} \approx 2,0$

$F_{W3x} = 2,0 \cdot 0,66 \cdot 2,25 \cdot 0,4843 = 2,33 \text{ kN}$ $M_{3y} = 2,33 \cdot 0,75 = 1,75 \text{ kNm}$

$Q_{3y} = 1,25 / 1,08 = 0,84 \text{ kN}$

A_4 : 400×3000



$F_{W4x} = (1,0 + 0,2) \cdot 0,7 \cdot 0,4843 \cdot 3,5 = 3,22 \text{ kN}$

$M_{4y} = 3,22 \cdot 1,75 = 5,72 \text{ kNm}$

$$A5: IPE 260 - 6360 \quad c_{r0} = 20; \quad \lambda = 6,36 / 0,36 = 17,7 \quad \varphi_{\lambda} = 0,47$$

$$F_{w_{x5}} = 20 \cdot 0,47 \cdot 2,3 \cdot 0,4843 = 2,38 \text{ kN}$$

SVISLÉ REAKCE OD VĚTRU $\pm w_x$ (V ÚROVNI H-4R-NOSNÝCH PLOŠIN)

$$R_{211} = \pm \frac{1,94}{2} = \pm 1,42 \text{ kN}$$

$$R_{212} = 0$$

$$R_{22} = \pm \frac{4,5}{1,0} = \pm 4,5 \text{ kN}$$

$$R_{23} = \pm \frac{1,25}{2,08} = \pm 0,64 \text{ kN}$$

$$R_{24} = \pm \frac{5,42}{1,0} = \pm 5,42 \text{ kN}$$

VOZBOUVĚNÍ SÍLY PRO VĚTR - w_x

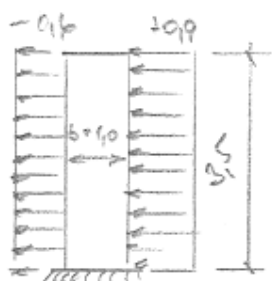
$A_{11}: \phi 2000 - 2500$ - ČÁSTEČNĚ STÍNĚNÍ PLOCHOU A_{12}, A_{13}

$$\text{ROZDÍL MEZI } +F_{w_{2x}} (-F_{w_{2x}}) \text{ ODEČTU OD } +F_{w_{1x}} \Rightarrow$$

$$-6,18 + 3,53 + 2,35 = -0,3 \text{ kN} \Rightarrow \text{ZANEDBATELNĚ}$$

$A_{12}: \phi 2000 - 2500$ - PRŮZVLASTNĚNÍ $F_{w_{x12}} = 0$

$A_{13}: 1500 \times 3500$



$$F_{w_{2x}} = -(0,91 + 0,6) \cdot 1,7 \cdot 0,4843 \cdot 3,7 = -6,18 \text{ kN}$$

$$M_{2y} = -6,18 \cdot 1,7 = -10,8 \text{ kNm}$$

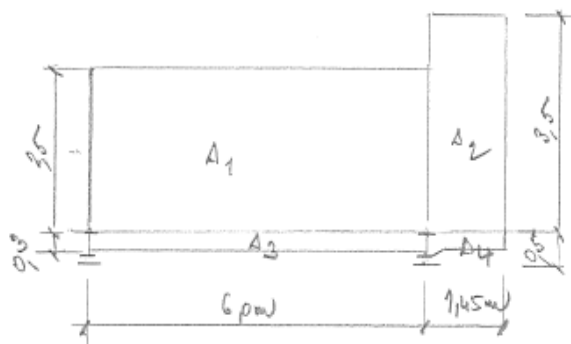
BEUTEČNĚ SÁNÍ ZUBE V DŮSLEDKU BLÍZKOSTI
PLOCH A_{11} A_{12} MEUSÍ - NA ZEP. STRANĚ
ZUBE PONECHÁNO!

$$A_{14}: F_{w_{x4}} = -3,74 \text{ kN} \quad M_{4y} = -5,72 \text{ kNm}$$

$$A_{15}: F_{w_{x5}} = -2,38 \text{ kN}$$

VÍTR PŘÍČNÝ ± W_y

ZJEDNODUŠENÉ UVAŽUJÍ PLUÝ OBTOYS JEDNOTKY - NA ZĚMĚ STRANĚ



PLOCHY:

$$A_1 = 6,0 \cdot 2,0 = 12,0 \text{ m}^2$$

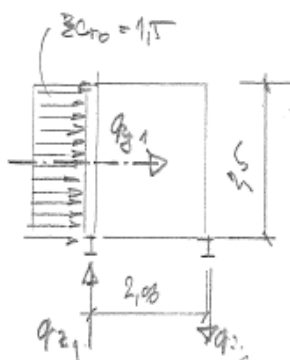
$$A_2 = 1,45 \cdot 3,0 = 5,08 \text{ m}^2$$

$$A_3 = 6,0 \cdot 0,12 = 1,8 \text{ m}^2$$

$$A_4 = 1,45 \cdot 0,12 = 0,174 \text{ m}^2$$

VZHLEDNĚ K FOTODOKUMENTU, ALTERNATIVNĚ ATD. UVAŽUJÍ GLOBÁLNĚ $C_{ro} \approx 1/5$

DEŽ V MÍSTĚ A1

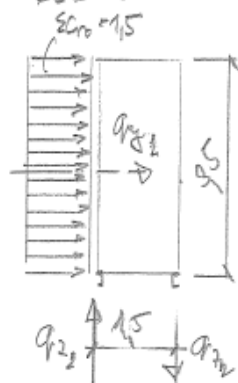


$$q_{g1} = 1,5 \cdot 2,0 \cdot 0,7843 = \pm 2,94 \text{ kNm}^{-1}$$

$$\bar{q}_{g1} = \frac{2,94 \cdot 1,25}{2,08} = 1,767 \text{ kNm}^{-1}$$

$$q_3 = 1,5 \cdot 0,12 \cdot 0,7843 = 0,143 \text{ kNm}^{-1}$$

DEŽ V MÍSTĚ A2



$$q_{g2} = 1,5 \cdot 3,0 \cdot 0,7843 = \pm 4,12 \text{ kNm}^{-1}$$

$$\bar{q}_{g2} = \frac{4,12 \cdot 1,15}{1,5} = \pm 4,81 \text{ kNm}^{-1}$$

$$q_4 = 1,5 \cdot 0,12 \cdot 0,7843 = 0,143 \text{ kN}$$

Kombinace zatížení

K1	= [Z.S.1] • <1,0> + [Z.S.2] • <1,0>
K2	= [Z.S.1] • <1,0> + [Z.S.3] • <1,0>
K3	= [Z.S.1] • <1,0> + [Z.S.4] • <1,0>
K4	= [Z.S.1] • <1,0> + [Z.S.5] • <1,0>
K5	= [Z.S.1] • <1,0> + [Z.S.6] • <1,0>
K6	= [Z.S.1] • <1,0> + [Z.S.2] • <0,8> + [Z.S.3] • <0,6>
K7	= [Z.S.1] • <1,0> + [Z.S.2] • <0,8> + [Z.S.4] • <0,6>
K8	= [Z.S.1] • <1,0> + [Z.S.2] • <0,8> + [Z.S.5] • <0,6>
K9	= [Z.S.1] • <1,0> + [Z.S.2] • <0,8> + [Z.S.6] • <0,6>
K10	= [Z.S.1] • <1,0> + [Z.S.2] • <0,6> + [Z.S.3] • <0,8>
K11	= [Z.S.1] • <1,0> + [Z.S.2] • <0,6> + [Z.S.4] • <0,8>
K12	= [Z.S.1] • <1,0> + [Z.S.2] • <0,6> + [Z.S.5] • <0,8>
K13	= [Z.S.1] • <1,0> + [Z.S.2] • <0,6> + [Z.S.6] • <0,8>

Vlastní hmotnosti průřezů, přiřazení průřezů, statické hodnoty

PROFIL	VL. HMOTNOST	PRUT ČÍSLO
IPE 360	54,1 kg m ⁻¹	1a; 1b; 1c
IPE 300	44,2 kg m ⁻¹	2a; 2b; 3; 4; 5; 6
IPE 200	22,4 kg m ⁻¹	7
U 200	25,3 kg m ⁻¹	8; 9; 10; 11; 12
U 160	18,9 kg m ⁻¹	13; 14; 15
L 60 x 6	5,42 kg m ⁻¹	18; 19; 20; 21; 22; 23; 24; 25; 26; 27
TL Ø 60,3 x 4	5,55 kg m ⁻¹	28; 29; 30; 31

STATICKÉ HODNOTY PRŮŘEZŮ:

IPE 360 $A = 7270 \text{ mm}^2$; $I_y = 163 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$; $W_y = 904 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$; $i_y = 150 \text{ mm}$; $S_y = 510 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$
 $I_z = 101,4 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$; $W_z = 123 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$; $i_z = 37,9 \text{ mm}$; $i_{z1} = 44,4 \text{ mm}$; $I_{w1} = 314 \cdot 10^9 \text{ mm}^6$
 $W_{w1} = 21,2 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$; $I_t = 380 \cdot 10^3 \text{ mm}^4$; $\alpha^2 = 0,347 \text{ m}^{-1}$

IPE 300 $A = 5380 \text{ mm}^2$; $I_y = 83,6 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$; $W_y = 557 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$; $i_y = 125 \text{ mm}$; $S_y = 314 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$
 $I_z = 6,04 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$; $W_z = 89,5 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$; $i_z = 33,5 \text{ mm}$; $i_{z1} = 39,6 \text{ mm}$; $I_{w1} = 126 \cdot 10^9 \text{ mm}^6$
 $W_{w1} = 11,6 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$; $I_t = 201 \cdot 10^3 \text{ mm}^4$; $\alpha^2 = 0,391 \text{ m}^{-1}$

IPE 200 $A = 2850 \text{ mm}^2$; $I_y = 19,4 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$; $W_y = 194 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$; $i_y = 82,6 \text{ mm}$; $S_y = 110 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$
 $I_z = 1,42 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$; $W_z = 28,1 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$; $i_z = 14,2 \text{ mm}$; $i_{z1} = 26,5 \text{ mm}$; $I_{w1} = 13,0 \cdot 10^9 \text{ mm}^6$
 $W_{w1} = 2,1 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$; $I_t = 69,8 \cdot 10^3 \text{ mm}^4$; $\alpha^2 = 0,718 \text{ m}^{-1}$

U 200 $A = 3220 \text{ mm}^2$; $e = 20,1 \text{ mm}$; $I_y = 19,1 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$; $W_y = 191 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$; $i_y = 77,1 \text{ mm}$
 $S_y = 114 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$; $I_z = 1,48 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$; $W_z = 26,9 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$; $i_z = 27,4 \text{ mm}$; $a_y = 39,9 \text{ mm}$
 $I_{w1} = 9,07 \cdot 10^9 \text{ mm}^6$; $W_{w1} = 2,12 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$; $I_t = 126 \cdot 10^3 \text{ mm}^4$; $\alpha^2 = 0,960 \text{ m}^{-1}$

U 160 $A = 2400 \text{ mm}^2$; $e = 18,4 \text{ mm}$; $I_y = 9,25 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$; $W_y = 116 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$; $i_y = 62,1 \text{ mm}$
 $S_y = 68,8 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$; $I_z = 850 \cdot 10^3 \text{ mm}^4$; $W_{z1} = 18,2 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$; $W_{z2} = 46,2 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$; $i_z = 18,8 \text{ mm}$
 $a_y = 36,0 \text{ mm}$; $I_{w1} = 3,21 \cdot 10^9 \text{ mm}^6$; $W_{w1} = 1,11 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$; $W_{w2} = 2,04 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$; $I_t = 47,1 \cdot 10^3 \text{ mm}^4$
 $\alpha^2 = 1,12 \text{ m}^{-1}$

L 60x6 $A = 691 \text{ mm}^2$; $I_y = 229 \cdot 10^3 \text{ mm}^4$; $W_{y1} = 5,3 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$; $W_{y2} = 136 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$; $i_y = 18,2 \text{ mm}$
 $i_z = 11,8 \text{ mm}$; $I_z = 8,43 \cdot 10^3 \text{ mm}^4$

TR $\phi 60 \times 4$ $A = 404 \text{ mm}^2$; $I_y = 282 \cdot 10^3 \text{ mm}^4$; $W_y = 934 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$; $i_y = 20,0 \text{ mm}$

Statické posouzení nosného rámuPŘETČNÍK (POL.3) IPE 3002.5.1. VLASTNÍ HMOTNOST VĚ. TECHNOLOGIE

$F_k = 50,0 \text{ kN} \quad ; \quad q_m = 0,422 \text{ kN/m}^2$
 REAKCE $A^k = 3^k = 25,0 + 1,04 \cdot 0,422 = 25,44 \text{ kN}$
 MOMENT $M_{\max} = 50,0 \cdot 2,08 \cdot 0,25 + 0,422 \cdot 2,08^2 \cdot 0,125 = 26,23 \text{ kNm}$
 PRŮHÝB $\delta = \frac{50 \cdot 2,08^3 \cdot 10^{12}}{48 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 836 \cdot 10^6} + \frac{5 \cdot 0,422 \cdot 2,08^4 \cdot 10^{12}}{384 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 836 \cdot 10^6} = 0,54 \text{ mm}$

2.5.3. VÍTE PODELNÝ WK

REAKCE $A^k = 3^k = 1,44 \cdot 0,15 = 0,216 \text{ kN}$
 MOMENT $M_{\max} = 1,44 \cdot 2,08 \cdot 0,125 = 0,3644 \text{ kNm}$
 PRŮHÝB $\delta = \frac{1,44 \cdot 2,08^3 \cdot 10^{12}}{48 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 836 \cdot 10^6} = 0,016 \text{ mm}$

POSOUDENÍ PRO KOMBINACI $k_2 = (2 \cdot 0,1) \cdot (1,0) + 2 \cdot 0,3 \cdot (1,0)$

$$M_{y_{\text{sd}}} = 26,23 \cdot (1,35) + 0,3644 \cdot (1,5) = 36,56 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{y_{\text{sd}}}}{W_{y, \frac{1}{8} \text{ m}}} = \frac{36,56 \cdot 10^6}{557 \cdot 10^3 \cdot 235} = 0,28 < 1,0 \quad \text{VYHOVUJE}$$

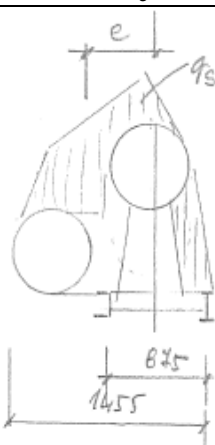
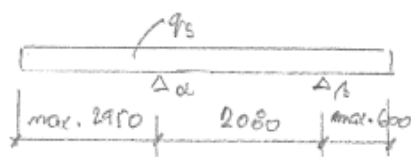
$$\delta_{\max} = 0,54 + 0,016 = 0,56 \text{ mm} \quad \frac{\delta}{L} = \frac{0,56}{2080} = \frac{1}{3714} < \frac{1}{300} \quad \text{VYHOVUJE}$$

PŘETČNÍK (POL.15) U 1602.5.1. VLASTNÍ HMOTNOST VĚ. TECHNOLOGIE

$F_k = 50 \text{ kN} \quad ; \quad q_m = 0,189 \text{ kN/m}^2$
 REAKCE: $A = 3 = 2,5 + 0,189 \cdot 0,875 \cdot 0,125 = 2,6 \text{ kN}$
 MOMENT $M_{\max} = 50 \cdot 0,875 \cdot 0,125 + 0,189 \cdot 0,875^2 \cdot 0,125 = 6,91 \text{ kNm}$
 PRŮHÝB $\delta = \frac{50 \cdot 0,875^3 \cdot 10^{12}}{48 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 9,25 \cdot 10^6} + \frac{5 \cdot 0,189 \cdot 0,875^4 \cdot 10^{12}}{384 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 9,25 \cdot 10^6} = 0,034 \text{ mm}$

2.2.2. SMÍH

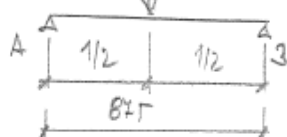
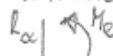
ROZMĚRY DO ÚLOŽNÍHO 3023



$$q_s^k = 0,8 \cdot 145 = 116 \text{ kN/m}^2$$

EXCENTRICITA e

$$e = 0,5(1455 - 0,825) = 0,29 \text{ m}$$

MAX. REAKCE V BODU α
(DESOU 2 PROFILY U 160)


$$R_{\alpha s}^k = 5,63 \cdot 116 \cdot (2,95 - 0,5 \cdot 5,63 + 2,08) / 2,95 = 7,0 \text{ kN}$$

$$M_{e s}^k = 7,0 \cdot 0,29 \cdot 0,5 = 1,015 \text{ kNm}$$

$$M_{max}^k = 0,25 \cdot 7,0 \cdot 0,825 \cdot 0,5 + 1,015 = 1,25 \text{ kNm}$$

$$R_4^k = 0,5 \cdot 3,5 + 1,015 / 0,825 = 2,35 \text{ kN}$$

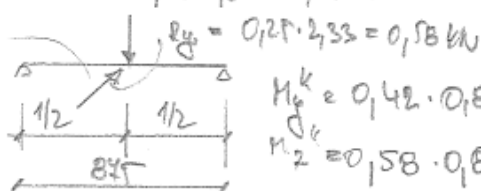
$$R_3^k = 0,5 \cdot 3,5 - 1,015 / 0,825 = 0,59 \text{ kN}$$



$$\text{PRŮHYZ} \quad \delta \approx \frac{3,5 \cdot 0,825^3 \cdot 10^{12}}{48 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 9,25 \cdot 10^6} = 0,025 \text{ mm}$$

2.3.3 VÍTR PODELNÝ + VĚK

$$R_2 = 0,84 \cdot 0,5 = 0,42 \text{ kN}$$



$$M_y^k = 0,42 \cdot 0,825 \cdot 0,25 = 0,092 \text{ kNm}$$

$$R_2^k = 0,58 \cdot 0,825 \cdot 0,25 = 0,122 \text{ kN}$$

$$\text{PRŮHYZ} \quad \delta_y = \frac{0,42 \cdot 0,825^3 \cdot 10^{12}}{48 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 9,25 \cdot 10^6} = 0,004 \text{ mm}$$

$$\delta_2 = \frac{0,58 \cdot 0,825^3 \cdot 10^{12}}{48 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 850 \cdot 10^3} = 0,045 \text{ mm}$$

POSOUZENÍ PRO RELEVANTNÍ KOMBINACE ZATÍŽENÍ

$$(k_1) \quad M_{g_{tot}} = 1,19 \cdot (1,35) + 1,25 \cdot (1,5) = 3,48 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{g_{tot}}}{W_{pl} \cdot f_{yk}} \geq \frac{3,48 \cdot 10^6}{116 \cdot 10^3 \cdot 235} = 0,13 < 1,0 \quad \text{VYHODNĚ}$$

$$\delta = 0,027 + 0,025 = 0,062 \text{ mm} \quad \frac{\delta}{L} = \frac{0,062}{875} = \frac{1}{1413} < \frac{1}{300} \text{ - VÝHODNĚ}$$

$$\boxed{K2} \quad M_{y_{sd}} = 1,19 \cdot (1,35) + 0,092 \cdot (1,5) = 1,44 \text{ kNm}$$

$$M_{z_{sd}} = 0,127 \cdot (1,5) = 0,194 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{y_{sd}}}{W_{y_{sd}} \cdot f_{yk}} + \frac{M_{z_{sd}}}{W_{z_{sd}} \cdot f_{yk}} = \frac{1,44 \cdot 10^6}{116 \cdot 10^3 \cdot 235} + \frac{0,194 \cdot 10^6}{18,2 \cdot 10^3 \cdot 235} = 0,11 < 1,0 \text{ VÝHODNĚ}$$

$$\sigma_F = 0,037 + 0,004 = 0,041 \text{ mm} \quad \left. \begin{array}{l} \sigma_F \\ \sigma_H = 0,045 \text{ mm} \end{array} \right\} \text{ ŽEĎ. VÝHODNĚ}$$

$$\boxed{K6} \quad M_{y_{sd}} = 1,19 \cdot (1,35) + 0,8 \cdot 1,25 \cdot (1,5) + 0,6 \cdot 0,092 \cdot (1,5) = 3,19 \text{ kNm}$$

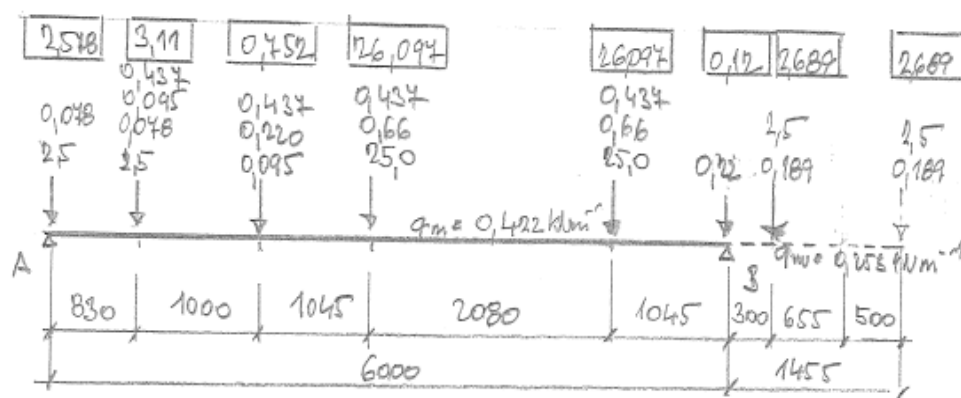
$$M_{z_{sd}} = 0,19 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{y_{sd}}}{W_{y_{sd}} \cdot f_{yk}} + \frac{M_{z_{sd}}}{W_{z_{sd}} \cdot f_{yk}} = \frac{3,19 \cdot 10^6}{116 \cdot 10^3 \cdot 235} + \frac{0,19 \cdot 10^6}{18,2 \cdot 10^3 \cdot 235} = 0,169 < 1,0 \text{ VÝHODNĚ}$$

$$\sigma_F = 0,037 + 0,8 \cdot 0,004 + 0,6 \cdot 0,004 = 0,06 \text{ mm} \quad \left. \begin{array}{l} \sigma_F \\ \sigma_H = 0,045 \text{ mm} \end{array} \right\} \text{ ŽEĎ. VÝHODNĚ}$$

PODĚLNÍK PŘEDNÍ (POL. 2a) IPE 300

2.5.1 VLASTNÍ HROTNOST OK + TECHNOLOGIE [ZATÍŽENÍ V kN]



$$\Sigma Q = 67,03 \text{ kN}$$

REAKCE:

$$\Delta^k = \frac{1}{6} [2,578 \cdot 6 + 3,11 \cdot 5,17 + 0,752 \cdot 4,17 + 26,092 \cdot (4,125 + 1,045) + 0,422 \cdot 6^2 \cdot 0,5 - 2,689(0,3 + 1,455) - 0,258 \cdot 1,455^2 \cdot 0,5] = 28,7 \text{ kN}$$

$$B^k = 64,03 - 28,7 = 35,33 \text{ kN}$$

$$M_{max}^k = (28,7 - 2,578) \cdot 2,875 - 3,11 \cdot 2,045 - 0,752 \cdot 1,045 - 0,422 \cdot 2,875^2 \cdot 0,5 = 66,2 \text{ kNm}$$

$$M_3^k = -2,689 \cdot (0,3 + 1,455) - 0,258 \cdot 1,455^2 \cdot 0,5 = -5,0 \text{ kNm}$$

$$\text{POUHY3 (PŘEBLIŽNĚ)} \quad \delta_{max} \approx \frac{5}{48} \cdot \frac{66,2 \cdot 6^2 \cdot 10^9}{2,1 \cdot 10^5 \cdot 83,6 \cdot 10^6} = 14,1 \text{ mm}$$

Z.5.2 SNÍH (UVAŽOVÁNÍ NA ZEP. STRANĚ POUZE U POLY, POUZE PRO REAKCI 3 I NA PŘEDVÍSTĚN KONEC)



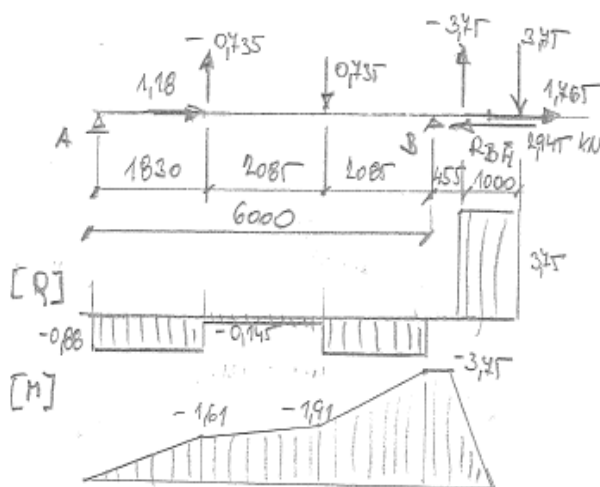
$$\text{REAKCE } A = B = 3 \cdot 0,89 = 2,67 \text{ kN} \quad \delta_{max} = 2,67 + 0,89 \cdot 1,455 \left(1 - \frac{0,5 \cdot 1,455}{6}\right) = 4,12 \text{ kN}$$

$$M_{AB,max}^k = 0,89 \cdot 6,0^2 \cdot 0,125 = 4,0 \text{ kNm}$$

$$M_B^k = -0,89 \cdot 1,455^2 \cdot 0,5 = -0,94 \text{ kNm}$$

$$\text{POUHY3} \quad \delta \approx \frac{5}{384} \cdot \frac{0,89 \cdot 6,0^4 \cdot 10^9}{2,1 \cdot 10^5 \cdot 83,6 \cdot 10^6} = 0,86 \text{ mm}$$

Z.5.3 VÍTR PODELNÝ + VÍK



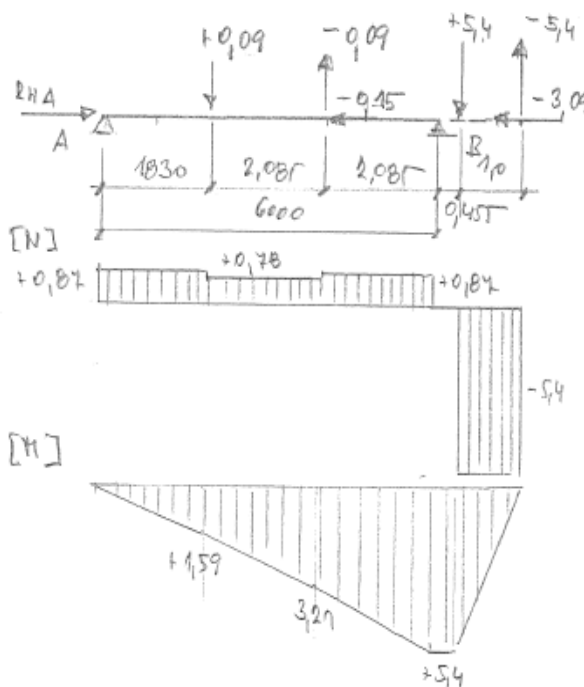
REAKCE:

$$R_{BH} = 1,18 + 1,765 = 2,945 \text{ kN}$$

$$A = \frac{1}{6} [0,735(-4,17 + 2,085) + 3,75(0,455 - 1,455)] = -0,88 \text{ kN}; \quad B = +0,88 \text{ kN}$$

$$M_3 = -3,75 \cdot 1,0 = -3,75 \text{ kNm}$$

$$\delta_{B3-0,06} = \frac{3,75 \cdot 6,0^2 \cdot 10^9}{2,1 \cdot 10^5 \cdot 83,6 \cdot 10^6} = -0,46 \text{ mm}$$

2.S.4 VÍTR PODELNÝ – w_x 

$$R_{A_H} = +3.09 + 0.15 = 3.24 \text{ kN}$$

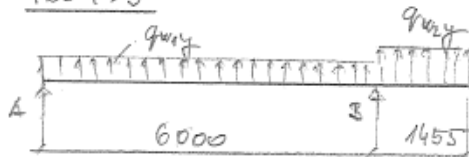
$$A = \frac{1}{6} [0.09(4.17 - 2.085) - 5.4(1.455 - 0.407)] = -0.87 \text{ kN} \quad 3 = +0.87 \text{ kN}$$

$$M_2 = +5.4 \cdot 1.0 = +5.4 \text{ kNm}$$

$$J \approx 0.0604 \frac{5.4 \cdot 6.0^2 \cdot 10^{12}}{2 \cdot 1 \cdot 10^5 \cdot 83.6 \cdot 10^6} = 0.65 \text{ mm}$$

2.S.5 VÍTR PŘÍČNÝ – w_y 2.S.6 VÍTR PŘÍČNÝ – w_y

PRO 2.S.5



POZNÁMKA: VODOROVNÉ SLOŽKY

VĚTRU ZUBOU DACHYCELY HORIZ

VZTÁHŮ ZTVAŘENÍ - viz POSUDEK
V050000 (2b)

$$q_{wy}^k = 1.162 \text{ kN/m}^2 \quad q_{wy}^k = 4.12 \cdot \frac{1.1}{2.08} = 2.94 \text{ kN/m}^2$$

$$A = -0.5 \cdot 1.162 \cdot 3.0 + 2.94 \cdot 1.455 \cdot 0.17 / 6 = -2.13 \text{ kN}$$

$$3 = -0.5 \cdot 1.162 \cdot 3.0 - 2.94 \cdot 1.455 \left(1 + \frac{1.455 \cdot 0.17}{6} \right) = -4.5 \text{ kN}$$

$$M_{AB \text{ max}} : x = \frac{2.13}{1.162} = 1.825 \text{ m} \quad M_{AB \text{ max}} = \left(2.13 \cdot 1.825 - 1.162 \cdot 1.825^2 \cdot 0.17 \right) = -1.25 \text{ kNm}$$

$$M_3 = + 2.94 \cdot 1.455^2 \cdot 0.17 = + 3.14 \text{ kNm}$$

PŘÍKLAD V TOL (PŘÍKLAD 12)

$$J \approx - \frac{5}{48} \cdot \frac{1.25 \cdot 6.0^2 \cdot 10^{12}}{2 \cdot 1 \cdot 10^5 \cdot 83.6 \cdot 10^6} = -0.24 \text{ mm}$$

POZNÁMKA: PRO 2.S.6 JSOU ZNAMENKA SIL OPAČNÁ

POSOUZENÍ PRO RELEVANTNÍ KOMBINAČE

$$[K1] = [2.5.1] \cdot \langle 1,0 \rangle + [2.5.2] \cdot \langle 1,0 \rangle$$

REAKCE CHARAKTERISTICKÉ

$$A_k = 28,7 + 2,67 = 31,37 \text{ kN}$$

$$B_k = 38,33 + 2,67 = 41,0 \text{ kN} \quad B_{k \max} = 38,33 + 4,12 = 42,45 \text{ kN}$$

REAKCE VÝPOČTOVÉ

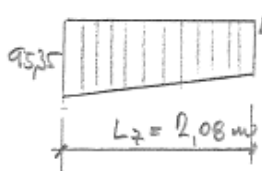
$$A_e = 28,7 + (1,35) + 2,67 \cdot (1,5) = 41,54 \text{ kN}$$

$$B_e = 38,33 + (1,35) + 2,67 \cdot (1,5) = 55,75 \text{ kN}$$

$$B_{e \max} = 38,33 + (1,35) + 4,12 \cdot (1,5) = 57,93 \text{ kN}$$

$$M_{y \text{ sd max}} = 66,2 + (1,35) + 4,0 \cdot (1,5) = 95,35 \text{ kNm}$$

POSOUZENÍ



$$M_2 = [(41,0 - 0,22) \cdot 1,045 - 2,689(1,347 + 2,5) - 0,422 \cdot 1,08^2 \cdot 0,5 - 0,252 \cdot 1,455 \cdot 1,472] \cdot (1,35) + [2,67 \cdot 1,045 - 0,89 \cdot 1,045^2 \cdot 0,5] \cdot (1,5) = 42,37 + 3,46 = 45,74 \text{ kN/m}$$

$$\psi = \frac{45,74}{95,35} = 0,48 \quad \xi_1 = \frac{1}{\sqrt{1,88 - 14 \cdot 0,48 + 912 \cdot 0,48^2}} = 0,867$$

$$\alpha_L = 2,08 \cdot 0,391 \cdot 0,813 \quad \text{pro } k \text{ a } \xi = 1,156$$

$$\lambda_{LT} = \frac{1,156 \cdot 0,867 \cdot 2080}{39,6} = 52,6 \quad \bar{\lambda}_{LT} = \frac{52,6}{93,9} = 0,56 \quad \chi_{LT} = 0,905$$

$$\frac{M_{y \text{ sd}}}{\chi_{LT} \cdot W_{y \cdot f_y / 87}} = \frac{95,35 \cdot 10^6}{0,905 \cdot 557,6^3 \cdot 235 / 1,0} = 9805 < 1,0 \quad \text{VYHODUJE}$$

$$\delta = 14,1 + 0,86 = 15,0 \text{ mm} \quad \frac{\delta}{L} = \frac{15,0}{6000} = \frac{1}{400} < \frac{1}{300} \quad \text{VYHODUJE}$$

$$[K7] = [2.2.1] \cdot \langle 1,0 \rangle + [2.2.2] \cdot \langle 0,8 \rangle + 7.2.4 \cdot \langle 0,6 \rangle$$

REAKCE CHARAKTERISTICKÉ

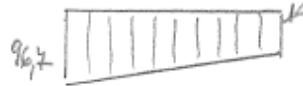
$$A_k = 28,7 + 2,67 \cdot 0,8 + 0,87 \cdot 0,6 = 31,36 \text{ kN}$$

$$B_k = 38,33 + 2,67 \cdot 0,8 - 0,87 \cdot 0,6 = 39,94 \text{ kN}$$

$$B_{k \max} = 38,33 + 4,12 \cdot 0,8 - 0,87 \cdot 0,6 = 41,14 \text{ kN}$$

$$M_{y \text{ sd max}} = 66,2 + (1,35) + 4,0 \cdot (1,5) \cdot 0,8 + \frac{3,27 + 1,59}{2} \cdot (1,5) \cdot 0,6 = 96,6 \text{ kNm}$$

POSOBOZENÍ



$$M_{sd} = 42,37 + 3,46 \cdot 0,8 + 3,27 \cdot 0,6 = 47,0 \text{ kNm}$$

$$\psi = \frac{47,0}{96,4} = 0,486 \quad k_1 = \frac{1}{1,88 - 1,4 \cdot 0,486 + 0,52 \cdot 0,486^2} = 0,87$$

$$\alpha_t = 0,813 \quad \text{pro } k_1 \text{ a } \alpha_t \quad \gamma = 1,156$$

$$\lambda_{LT} = \frac{1,156 \cdot 0,813 \cdot 2080}{39,6} = 52,8 \quad \bar{\lambda}_{LT} = \frac{52,8}{93,9} = 0,563 \quad \chi_{LT} = 0,904$$

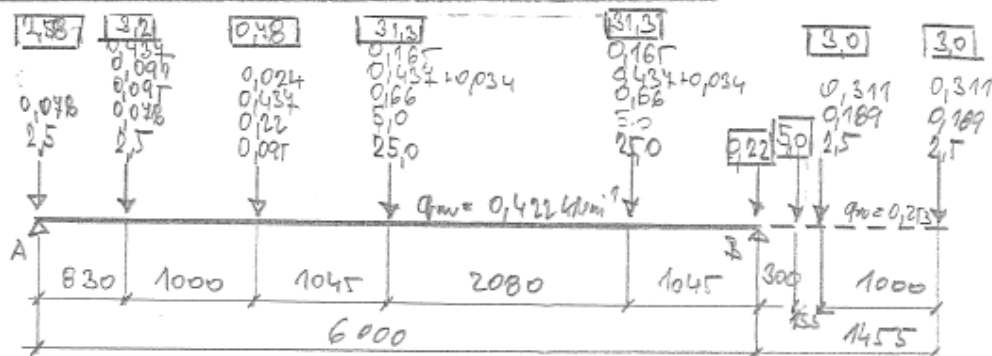
$$\frac{M_{Ed}}{\chi_{LT} \cdot \eta_{\gamma} \cdot I_{y,Ed}} = \frac{96,4 \cdot 10^6}{0,904 \cdot 557 \cdot 10^2 \cdot 235/10} = 0,817 < 1,0 \quad \text{VYHODNÍ}$$

$$j = 14,1 + 0,86 \cdot 0,8 + 0,65 \cdot 0,6 = 15,2 \text{ mm} \quad \frac{j}{L} = \frac{15,2}{6000} = \frac{1}{395} < \frac{1}{300}$$

OSTATNÍ KOMBINACE NEJSOU RELEVANTNÍ VYHODNÍ

PODÉLNÍK ZADNÍ (POL. 23) IPE 300 (JATŘENÍ V KN)

Z.S.1 - VLASTNÍ HMOTNOST OK + TECHNOLOGIE



$$\Sigma Q = 83,3 \text{ kN}$$

REAKCE:

$$A^k = \frac{1}{6} [2,18 \cdot 6 + 3,2 \cdot 5,17 + 0,48 \cdot 4,57 + 31,3 (4,125 + 1,045) + 0,422 \cdot 6^2 \cdot 0,5 - 5,0 \cdot 0,3 - 3,0 (0,455 + 1,455) - 0,253 \cdot 1,455^2 \cdot 0,5] = 32,9$$

$$B^k = 83,3 - 32,9 = 50,4 \text{ kN}$$

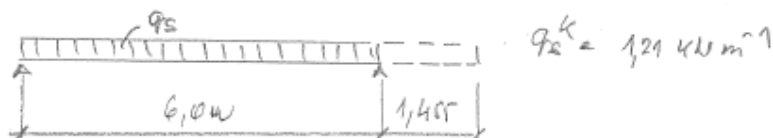
$$M_{kmax} = (32,9 - 2,58) \cdot 2,845 - 3,2 \cdot 2,045 - 0,48 \cdot 1,045 - 0,422 \cdot 2,845^2 \cdot 0,5 = 48,04 \text{ kNm}$$

$$M_{Bk} = -5,0 \cdot 0,3 - 3,0 (0,455 + 1,455) - 0,253 \cdot 1,455^2 \cdot 0,5 = -7,5 \text{ kNm}$$

PRŮHÝB (PŘIBLÍŽNĚ)

$$q_{max} = \frac{5}{48} \cdot \frac{48,04 \cdot 6^2 \cdot 10^2}{2,1 \cdot 10^5 \cdot 83,6 \cdot 10^6} = 16,7 \text{ mm}$$

Z.5.2 SNÍŽI (UVAŽOVÁN NA ŽEP. STRANĚ POUZE V POLI, POUZE PRO REAKCI 3 NA PŘEVISLÉM KONCI)



$$q_s^k = 1,21 \text{ kN m}^{-1}$$

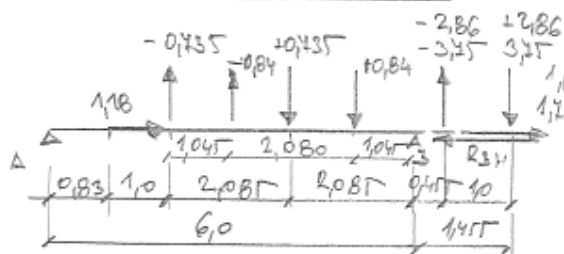
$$\text{REAKCE } A=B = 3 \cdot 1,21 = 3,63 \text{ kN} \quad 3_{\text{max}} = 3,63 + 1,21 \cdot 1,455 \left(1 + \frac{9 \cdot 1,455}{6}\right) = 5,64 \text{ kN}$$

$$M_{\text{max}}^k = 1,21 \cdot 6,0^2 \cdot 0,125 = 5,45 \text{ kNm}$$

$$M_{\text{min}}^k = -1,21 \cdot 1,455^2 \cdot 0,5 = -1,28 \text{ kNm}$$

$$\text{PROHÝB } \delta \approx \frac{5}{384} \cdot \frac{1,21 \cdot 6,0^4 \cdot 10^{12}}{2,1 \cdot 10^7 \cdot 836 \cdot 10^6} = 1,16 \text{ mm}$$

Z.5.3 – VÍTR PODELNÝ + w_x



REAKCE:

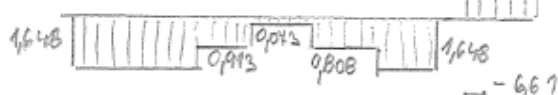
$$R_{SH} = 1,18 + 1,635 + 1,765 = 4,58 \text{ kN}$$

$$A = \frac{1}{6} [0,435(-4,17 + 3,087) + 0,84(-3,125 + 2,015) + 6,67(0,455 - 1,455)] = -1,648 \text{ kN} \approx -3$$

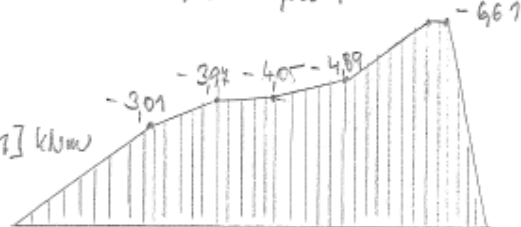
$$M_B = -6,67 \cdot 1,40 = -9,34 \text{ kNm}$$

$$\delta \approx 0,06 \cdot \frac{6,67 \cdot 6,0^2 \cdot 10^{12}}{2,1 \cdot 10^7 \cdot 836 \cdot 10^6} = -0,81 \text{ mm}$$

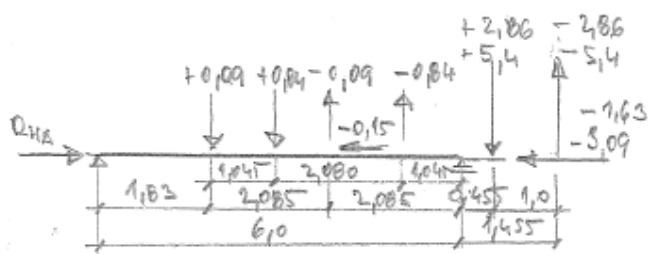
[Q] kN



[M] kNm



Z.6.4 – VÍTR PODELNÝ – w_x

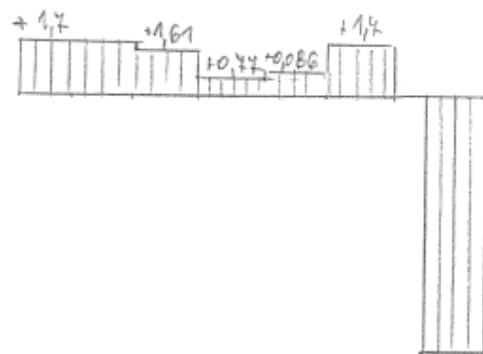


REAKCE

$$R_{HA} = 0,15 + 1,63 + 3,09 = 4,87 \text{ kN}$$

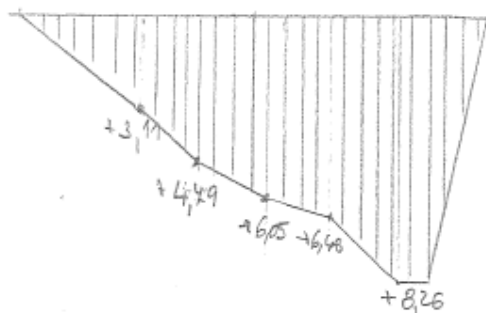
$$A = \frac{1}{6} [0,09(4,17 - 2,087) + 0,84(3,125 - 2,015) - 1,045 + 8,26(1,455 - 0,455)] = 1,7 \text{ kN}$$

$$B = -1,7 \text{ kN}$$



$$M_3 = -826 \cdot 1,0 = -826 \text{ kNm}$$

$$\delta \approx 0,06 \cdot \frac{826 \cdot 6,0^2 \cdot 10^{12}}{2,1 \cdot 10^5 \cdot 83,6 \cdot 10^6} = +1,02 \text{ mm}$$



7.2.5 VÍTR PŘÍČNÝ + w_y 7.2.6 VÍTR PŘÍČNÝ - w_y

- VYHODNOCENÍ SÚVISLÝCH SLOŽEK - VÍTR NOSNÍK (2a) - PRO PŘÍSLUŠNÉ KOMBINACE VELIKOU RELEVANTNÍ
 - OSOVÁ SLOŽKA Z PŘÍHRADOVÉHO NOSNÍKU ZAVĚTROVANÍ - VYPOČTENÁ NA SZL. A ZAVEDENÁ DO PŘÍSLUŠNÝCH KOMBINACÍ
- POSOUZENÍ PRO RELEVANTNÍ KOMBINACE

$$[K1] = [7.2.1] \cdot \langle 1,0 \rangle + [7.2.2] \cdot \langle 1,0 \rangle$$

REAKCE CHARAKTERISTICKÉ

$$A_K = 32,9 + 3,63 = 36,53 \text{ kN}$$

$$B_K = 50,4 + 3,63 = 54,03 \text{ kN} \quad B_{K \max} = 50,4 + 5,6 = 56,0 \text{ kN}$$

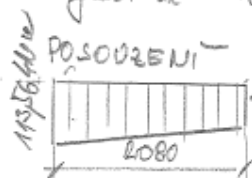
REAKCE ÚPOČTOVÉ

$$A_e = 32,9 \cdot (1,35) + 3,63 \cdot (1,5) = 49,86 \text{ kN}$$

$$B_e = 50,4 \cdot (1,35) + 3,63 \cdot (1,5) = 73,49 \text{ kN}$$

$$B_{e \max} = 50,4 \cdot (1,35) + 5,6 \cdot (1,5) = 76,44 \text{ kN}$$

$$M_{y \text{ ed max}} = 48,07 \cdot (1,35) + 5,45 \cdot (1,5) = 71,56 \text{ kNm}$$



$$M_{\text{ed}} = [(54,03 - 0,42) \cdot 1,045 - 3,0 \cdot (1,5 + 2,5) - 50 \cdot 1,345 - 0,42 \cdot 1,045^2 \cdot 0,5 - 0,253 \cdot 1,455 \cdot 1,173] \cdot (1,35) + [3,63 \cdot 1,045 - 1,21 \cdot 1,045^2 \cdot 0,5] \cdot (1,5) = 86,6 + 6,68 = 93,28 \text{ kNm}$$

PRO POSOUZENÍ
PRŮVLAKU 1b

$$\psi = \frac{43,28}{113,58} = 0,381 \quad \beta_H = \frac{1}{\sqrt{1,88 - 1,4 \cdot 0,381 + 0,52 \cdot 0,381^2}} = 0,839$$

$$\alpha_2 = 0,813 \quad \delta = 1,156$$

$$\lambda_{LT} = \frac{1,156 \cdot 0,839 \cdot 2080}{39,6} = 50,7 \quad \bar{\lambda}_{LT} = \frac{50,7}{93,9} = 0,54 \quad \chi_{LT} = 0,911$$

$$\frac{N_{y, sd}}{\chi_{LT} \cdot w_y \cdot f_y / k_r} = \frac{113,56 \cdot 10^6}{0,911 \cdot 557 \cdot 10^3 \cdot 235} = 0,952 < 1,0 \quad \text{vyhovuje}$$

$$\text{PROVÝZ} \quad \sigma_{max} = 16,7 + 1,16 = 17,9 \text{ MPa} \quad \frac{\sigma}{L} = \frac{17,9}{6000} = \frac{1}{336} < \frac{1}{300} \quad \text{vyhovuje}$$

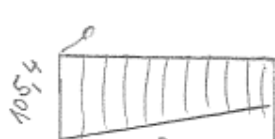
$$\boxed{K5} = [2,5,1] \cdot \langle 1,0 \rangle + [2,5,5] \cdot \langle 1,0 \rangle$$

$$M_{max}^C = 48,04 \cdot (1,35) = 105,4 \text{ kN}$$

$$N_{max}^C = 21,7 \text{ kN} - V12 \cdot \sin \dots$$

$$M_{(F4)}^C = (-7,5 + 50,4 \cdot 1,045 - 0,22 \cdot 1,045) \cdot (1,35) = 44,9 \text{ kN}$$

POSOVZENÍ - KLOPENÍ + VYBOČENÍ V OSE z



$$\psi = \frac{44,9}{105,4} = 0,426 \quad \beta_H = \frac{1}{\sqrt{1,88 - 1,4 \cdot 0,426 + 0,52 \cdot 0,426^2}} = 0,852$$

$$\alpha_2 = 0,813 \quad \delta = 1,156$$

$$\lambda_{LT} = \frac{1,156 \cdot 0,852 \cdot 2080}{39,6} = 51,7 \quad \bar{\lambda}_{LT} = \frac{51,7}{93,9} = 0,551 \quad \chi_{LT} = 0,908$$

$$\lambda_2 = \frac{2080}{23,1} = 62,1 \quad \bar{\lambda}_2 = \frac{62,1}{93,9} = 0,66 \quad \chi_2 = 0,749$$

$$\frac{N_{sd}}{\chi_{min} A \cdot f_y / k_r} + \frac{M_{y, sd}}{\chi_{LT} \cdot w_y \cdot f_y / k_r} = \frac{21,7 \cdot 10^3}{0,749 \cdot 5380 \cdot 235} + \frac{105,4 \cdot 10^6}{0,908 \cdot 557 \cdot 10^3 \cdot 235} = 0,99 < 1,0 \quad \text{vyhovuje}$$

OHYB + VYBOČENÍ

$$\beta_{M_y} = 1,3 \quad \lambda_y = \frac{6000}{125} = 48 \quad \bar{\lambda}_y = \frac{48}{23,9} = 0,511 \quad \chi_y = 0,88 \quad \mu_y = (2,13 - 4) \cdot 0,88 = -1,232$$

$$\beta_y = 1 + \frac{1,232 \cdot 21,7 \cdot 10^3}{0,88 \cdot 5380 \cdot 235} = 1,024$$

$$\frac{N_{sd}}{\chi_{min} A \cdot f_y / k_r} + \frac{M_{y, sd}}{w_y \cdot f_y / k_r} = \frac{21,7 \cdot 10^3}{0,749 \cdot 5380 \cdot 235} + \frac{1,024 \cdot 105,4 \cdot 10^6}{557 \cdot 10^3 \cdot 235} = 0,847 < 1,0 \quad \text{vyhovuje}$$

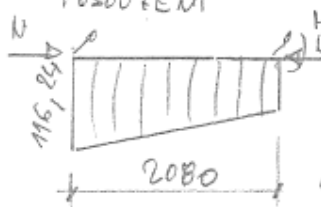
$$[K7] = [2 \cdot 5,1] \cdot \langle 1,0 \rangle + [2 \cdot 5,2] \cdot \langle 0,8 \rangle + [2 \cdot 5,4] \cdot \langle 0,6 \rangle$$

REAKCE CHARAKTERISTICKÉ

$$\begin{aligned} A_k &= 32,9 + 0,8 \cdot 3,63 + 0,6 \cdot 1,7 = 36,82 \text{ kN} \\ B_k &= 50,4 + 0,8 \cdot 3,63 - 0,6 \cdot 1,7 = 52,28 \text{ kN} \\ B_{k,max} &= 50,4 + 0,8 \cdot 5,6 - 0,6 \cdot 1,7 = 54,88 \text{ kN} \end{aligned} \quad \left. \begin{array}{l} \text{NEJSOU PRO POSOUZENÍ} \\ \text{RELEVANTNÍ} \end{array} \right\}$$

$$M_{y,ed} = 48,07 \cdot (1,35) + 5,45 \cdot (1,5) \cdot 0,8 + 4,29 \cdot (1,5) \cdot 0,6 = 116,24 \text{ kNm}$$

POSOUZENÍ



$$M_{ed} = 36,6 + 0,8 \cdot 6,68 + 0,6 \cdot 6,48 \cdot (1,5) = 47,8 \text{ kNm}$$

$$\psi = \frac{47,8}{116,24} = 0,411 \quad \eta = \frac{1}{\sqrt{1,88 - 1,4 \cdot 0,411 + 0,52 \cdot 0,411^2}} = 0,844$$

$$\alpha_L = 0,813 \quad \gamma = 1,156$$

$$\lambda_{LT} = \frac{1,156 \cdot 0,813 \cdot 2080}{29,6} = 49,4 \quad \bar{\lambda}_{LT} = \frac{49,4}{93,9} = 0,525 \quad \chi_{LT} = 0,9165$$

$$N = 48,4 \text{ kN} \quad \lambda_2 = \frac{2080}{33,5} = 62,1 \quad \bar{\lambda}_2 = \frac{62,1}{93,9} = 0,66 \quad \chi_2 = 0,749$$

$$\frac{N_{ed}}{\chi_{min} \cdot A \cdot f_y} + \frac{M_{y,ed}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_y} = \frac{48,40}{0,949 \cdot 5380 \cdot 235} + \frac{116,24 \cdot 10^6}{0,9165 \cdot 557 \cdot 10^3 \cdot 235} = 0,944 < 1,0 \quad \text{VÝHODNĚ}$$

$$\text{PROHÝB} \quad \sigma_{max} = 16,4 + 0,8 \cdot 1,16 + 0,6 \cdot 1,02 = 18,2 \text{ mm}$$

$$\frac{\sigma_{max}}{L} = \frac{18,2}{6000} = \frac{1}{330} < \frac{1}{300} \quad \text{VÝHODNĚ}$$

$$[K8] = [2 \cdot 5,1] \cdot \langle 1,0 \rangle + [2 \cdot 5,2] \cdot \langle 0,8 \rangle + [2 \cdot 5,5] \cdot \langle 0,6 \rangle$$

$$M_{y,ed,max} = 48,07 \cdot (1,35) + 5,45 \cdot (1,5) \cdot 0,8 = 111,93 \text{ kNm} \quad N_{ed} = 0,6 \cdot 2,92 = 1,752 \text{ kN}$$

$$M_y = 36,6 + 0,8 \cdot 6,68 = 41,78 \text{ kNm}$$

$$\psi = \frac{41,78}{111,93} = 0,373 \quad \eta = \frac{1}{\sqrt{1,88 - 1,4 \cdot 0,373 + 0,52 \cdot 0,373^2}} = 0,836$$

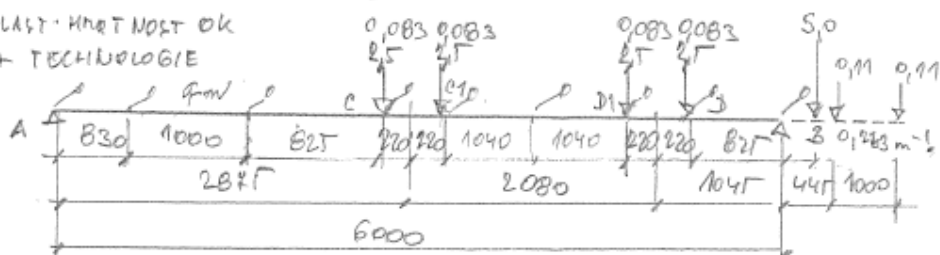
$$\alpha_L = 0,813 \quad \gamma = 1,156$$

$$\lambda_{LT} = \frac{1,156 \cdot 0,836 \cdot 2080}{39,6} = 50,8 \quad \bar{\lambda}_{LT} = \frac{50,8}{93,9} = 0,54 \quad \chi_{LT} = 0,911$$

$$\frac{N_{ed}}{\chi_{min} \cdot A \cdot f_y} + \frac{M_{y,ed}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_y} = \frac{1,752 \cdot 10^3}{0,949 \cdot 5380 \cdot 235} + \frac{111,93 \cdot 10^6}{0,911 \cdot 557 \cdot 10^3 \cdot 235} = 0,952 < 1,0 \quad \text{VÝHODNĚ}$$

PODELNÝ PODELNÍK (POL. Ø) – U 200

$$2.5.1 \quad q_w \approx (U_{200}) + \frac{\sqrt{2}}{2} (L_{60 \times 5}) = 0,253 + \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0,0542 = 0,291 \text{ kNm}^{-1}$$

VLASTNÁ HŮTŇOST OK
+ TECHNOLOGIE

$$\text{REAKCE: } \Sigma Q = 2,1703 \cdot 4 + 0,291 \cdot 6,0 + 5,0 \cdot 2 \cdot 0,11 + 0,173 \cdot 4,44 = 17,66 \text{ kN}$$

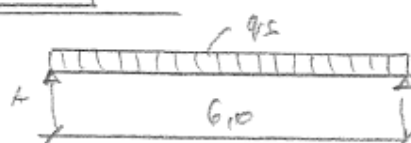
$$A^k = \frac{1}{6} \left[2,1703 (3,125 + 1,045) \right] + 0,291 \cdot 3,0 - 5,0 \cdot \frac{0,3}{6} - \frac{0,11(0,44 + 1,44)}{6} - \frac{0,173 \cdot 1,44}{2 \cdot 6}$$

$$4,13 \text{ kN}; \quad B^k = 17,66 - 4,13 = 13,53 \text{ kN}$$

$$M_{\max}^k = 4,13 \cdot 3,095 - 0,291 \cdot 2,825 \cdot 0,5 - 2,533 \cdot 0,44 = 10,44 \text{ kNm}$$

$$\delta = \frac{5}{48} \frac{10,44 \cdot 6^2 \cdot 10^9}{2,1 \cdot 10^5 \cdot 19,1 \cdot 10^6} = 9,8 \text{ mm}$$

2.5.2. SWH



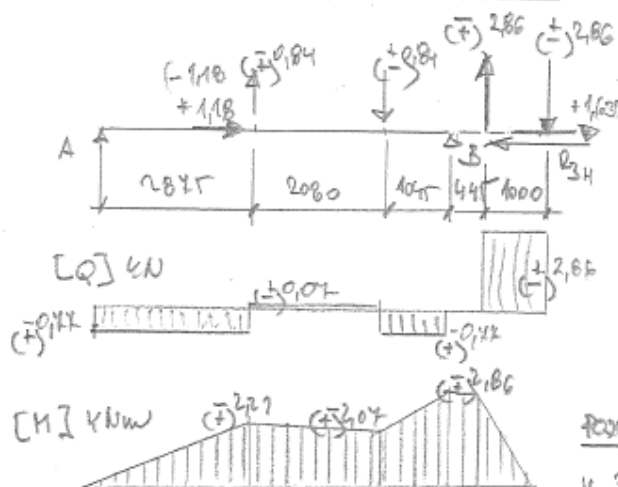
$$q_s = 0,484 \text{ kNm}^{-1}$$

$$\text{REAKCE } A^k = B^k = 3 \cdot 0,824 = 2,35 \text{ kN}$$

$$\text{MOMENT } M^k = 0,125 \cdot 0,484 \cdot 6,0^2 = 3,53 \text{ kNm}$$

$$\delta = \frac{5}{384} \frac{0,484 \cdot 6,0^4 \cdot 10^9}{2,1 \cdot 10^5 \cdot 19,1 \cdot 10^6} = 3,3 \text{ mm}$$

2.5.3. PODELNÝ VÍTR + Wx (2.5.4 - PODELNÝ VÍTR - Wx)



REAKCE:

$$R_{34} = 1,18 + 1,635 = 2,815 \text{ kN}$$

$$A = \frac{1}{6} [0,184 (-3,125 + 1,045) + 2,86 (0,455 - 1,455)]$$

$$\Sigma \uparrow 0,47 \text{ kN} \quad \Sigma \downarrow 0,47 \text{ kN}$$

$$M_3 = -2,86 \cdot 1,0 = (-) 2,86 \text{ kNm}$$

$$\delta \approx 0,06 \frac{2,86 \cdot 6,0 \cdot 10^9}{2,1 \cdot 10^5 \cdot 19,1 \cdot 10^6} = 1,54 \text{ mm}$$

POUŽITÍ - PRO 2.5.4. JAKO HODNOTY
V ZÁVORÁKCH - LIŠÍ SE ZNAČENÍ

2.5.5; 2.5.6 - Svislé zatížení působící zjednodušeně nosníky
2a, 2b; OSOVÁ SÍLA $M_{sd} = 21,7 \text{ kN}$ UVAŽOVÁNA V PŘÍSL. KOMBINACÍCH

POSOBENÍ PRO RELEVANTNÍ KOMBINACE ZATÍŽENÍ

$$[K1] - [2.5.1] \cdot \langle 1,0 \rangle + [2.5.2] \cdot \langle 1,0 \rangle$$

CHARAKTERISTICKÉ REAKCE { VÝPOČTOVÉ REAKCE

$$\begin{aligned} A^k &= 4,13 + 2,35 = 6,48 \text{ kN} \\ 3^k &= 13,53 + 2,35 = 15,88 \text{ kN} \end{aligned} \quad \left\{ \begin{aligned} A_z &= 4,13 \cdot (1,35) + 2,35 \cdot (1,5) = 9,1 \text{ kN} \\ B_z &= 13,53 \cdot (1,35) + 2,35 \cdot (1,5) = 21,8 \text{ kN} \end{aligned} \right.$$

$$\text{VÝP. MOMENT} \quad M_{sd} = 10,44 \cdot (1,35) + 3,53 \cdot (1,5) = 17,4 \text{ kNm} = M_{01}$$

$$\text{PRŮHYB} \quad g_{\max} = 9,8 + 3,3 = 13,1 \text{ mm} \quad \frac{g_{\max}}{L} = \frac{13,1}{6000} = \frac{1}{458} < \frac{1}{300}$$

VYHOVUJE

POSOBENÍ V ŮSEKU A - C $L_z = 2655 \text{ mm}$

$$M_{sd} = 9,1 \cdot 2,655 - (0,291 \cdot (1,35) + 0,784 \cdot (1,5)) \cdot 2,655^2 \cdot 0,17 = 18,6 \text{ kNm}$$

$$\psi = 0 \quad \eta = \frac{1}{\sqrt{1,88}} = 0,729 \quad \alpha_t = 2,655 \cdot 0,96 = 2,55$$

$$\omega_{tc} = \sqrt{2,55^2 - \left(\frac{\pi}{2}\right)^2 \left[1 - \frac{9,07 \cdot 10^9}{4,48 \cdot 10^6} \cdot \left(\frac{2}{191,5}\right)^2\right]} = 2,38 \quad \gamma = 0,853$$

$$i_{z1} = \frac{191,5}{2} \sqrt{\frac{1,48 \cdot 10^6}{19,1 \cdot 10^6}} = 26,67 \text{ mm} \quad \lambda_{tc} = 0,853 \cdot \frac{0,729 \cdot 2655}{26,67} = 62,2$$

$$\bar{\lambda}_{LT} = \frac{62,2}{93,9} = 0,662 \quad \chi_{LT} = 0,865$$

$$\frac{M_{y, sd}}{\chi_{LT} \cdot W_{y, 1/87}} = \frac{18,6 \cdot 10^6}{0,865 \cdot 191 \cdot 10^3 \cdot 235} = 0,48 < 1,0 \quad \text{VYHOVUJE}$$

POSOBENÍ V ŮSEKU C1-D1 $L_z = 1600 \text{ mm}$

$$M_{D1} = 9,1 \cdot 4,955 - 2,583 (2,3 + 1,86) \cdot (1,35) - (0,291 \cdot (1,35) + 0,784 \cdot (1,5)) \cdot 4,955^2 \cdot 0,17 = 11,33 \text{ kNm}$$

$$0,17 = 4,955 - 1,17 - 1,76 = 11,33 \text{ kNm}$$

$$\psi = \frac{11,33}{19,4} = 0,584 \quad \eta = \frac{1}{\sqrt{1,88 - 1,4 \cdot 0,584 + 0,12 \cdot 0,584^2}} = 0,898$$

$$\alpha_t = 1600 \cdot 0,96 = 1,536$$

$$\omega_{tc} = \sqrt{1,536^2 - \left(\frac{\pi}{2}\right)^2 \left[1 - \frac{9,07 \cdot 10^9}{4,48 \cdot 10^6} \cdot \left(\frac{2}{191,5}\right)^2\right]} = 1,24 \quad \gamma = 1,077$$

$$\lambda_{LT} = 1044 \cdot \frac{0,898 \cdot 1600}{26,65} = 58,07 \quad \chi_{LT} = 0,897$$

$$\frac{M_{y_{sd}}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_y / 8} = \frac{19,4 \cdot 10^6}{0,897 \cdot 191 \cdot 10^3 \cdot 235} = 0,482 < 1,0 \text{ --- VÝHODNĚ}$$

$$\boxed{K5} = [2 \cdot 5 \cdot 1] \cdot \langle 1,0 \rangle + [2 \cdot 5 \cdot 5] \cdot \langle 1,0 \rangle$$

$$M_{max}^C = 10,44 \cdot (1,35) = 14,09 \text{ kNm} \quad N_{sd, max} = 21,4 \text{ kN}$$

POSOUZENÍ V ÚSEKU A-C $L_1 = 4655 \text{ mm}$

$$M_{Csd} = 4,13 \cdot (1,35) \cdot 2655 - 0,291 \cdot (1,35) \cdot 2655^2 \cdot 0,17 = 9,58 \text{ kNm}$$

$$\chi_{LT} = 0,865 \text{ --- viz KOMBINACE } \boxed{K1}$$

$$\lambda_z = \frac{2655}{21,4} = 124,0 \quad \bar{\lambda}_z = \frac{124}{93,9} = 1,32 \quad \chi_{1,2} = 0,38$$

$$\frac{N_{sd}}{\chi_{min} \cdot A \cdot f_y / 8} + \frac{M_{y_{sd}}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_y / 8} = \frac{21,4 \cdot 10^3}{0,38 \cdot 3220 \cdot 235} + \frac{9,58 \cdot 10^6}{0,865 \cdot 191 \cdot 10^3 \cdot 235} = 0,32 < 1,0 \text{ --- VÝHODNĚ}$$

POSOUZENÍ V ÚSEKU A-B $L_y = 6000 \text{ mm}$

$$\lambda_y = \frac{6000}{44,1} = 136,2 \quad \bar{\lambda}_y = \frac{136,2}{93,9} = 1,45 \quad \chi_y = 0,643$$

$$\beta_H = 1,3 \quad \mu_y = 0,83 (2 \cdot 1,3 - 4) = -1,162 \quad \eta = 1 + \frac{1,162 \cdot 21400}{0,643 \cdot 3220 \cdot 235} = 1,02$$

$$\frac{N_{sd}}{\chi_{min} \cdot A \cdot f_y / 8} + \frac{\eta_y \cdot M_{y_{sd}}}{W_y \cdot f_y / 8} = \frac{21,4 \cdot 10^3}{0,38 \cdot 3220 \cdot 235} + \frac{14,09 \cdot 10^6 \cdot 1,02}{191 \cdot 10^3 \cdot 235} = 0,406 < 1,0 \text{ --- VÝHODNĚ}$$

$$\boxed{K4} = [2 \cdot 2 \cdot 1] \cdot \langle 1,0 \rangle + [2 \cdot 2 \cdot 2] \cdot \langle 0,0 \rangle + [2 \cdot 5 \cdot 4] \cdot \langle 0,6 \rangle$$

$$M_{y_{sd, max}} = 10,44 \cdot (1,35) + 3,53 \cdot (1,5) \cdot 0,8 + 2,21 \cdot (1,5) \cdot 0,6 = 20,32 \text{ kNm}$$

PRO KLOPENÍ POUŽITI PŘÍBLIŽNĚ χ_{LT} Z KOMB. $\boxed{K1}$

$$\frac{M_{y, sd}}{\%_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yk}} = \frac{20,32 \cdot 10^6}{0,865 \cdot 191 \cdot 10^3 \cdot 235} = 0,523 < 1,0 \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$F_{uok} = 9,8 + 3,3 \cdot 0,8 + 1,54 \cdot 0,6 = 13,4 \text{ kNm} \quad \frac{F_{uok}}{L} = \frac{13,4}{6000} = \frac{1}{441} < \frac{1}{300} \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$[KB] = [2 \cdot 5 \cdot 1] \cdot \langle 1,0 \rangle + [2 \cdot 5 \cdot 2] \cdot \langle 0,8 \rangle + [2 \cdot 5 \cdot 5] \cdot \langle 0,6 \rangle$$

$$M_{y, sd, max} = 10,44 \cdot (1,35) + 3,53 \cdot (1,5) \cdot 0,8 = 18,33 \text{ kNm} \quad N_{sd} = 0,6 \cdot 21,8 = 13,02 \text{ kN}$$

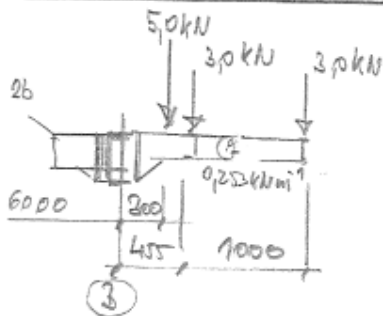
$$\text{PRO KLOPENÍ ROZVÍJÍ PŘÍBLIŽNĚ } \%_{LT} \approx \text{KOMI. } [K1] = 0,865$$

$$N_z - \text{VIZ. KOMI. } [K5] = 0,38$$

$$\frac{N_{sd}}{\%_{min} \cdot A \cdot f_{yk}} + \frac{M_{y, sd}}{\%_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yk}} = \frac{13,02 \cdot 10^3}{0,38 \cdot 320 \cdot 235} + \frac{18,33 \cdot 10^6}{0,865 \cdot 191 \cdot 10^3 \cdot 235} = 0,517 < 1,0 \quad \text{VYHOVUJE}$$

KONZOLY POD KOMÍNEH (POL. 7) IPE 200

2.2.1. VLASTNÍ HĚTNOST + TECHNOLOGIE – VIZ PRUT (2b)

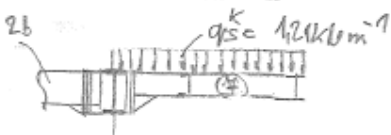


$$M_3^k = -7,5 \text{ kNm}$$

$$M_{3, sd} = -7,5 \cdot (1,35) = -10,125 \text{ kNm}$$

$$\delta = \frac{7,5 \cdot 1,45^2 \cdot 10^9}{3 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 19,4 \cdot 10^6} = 1,3 \text{ mm}$$

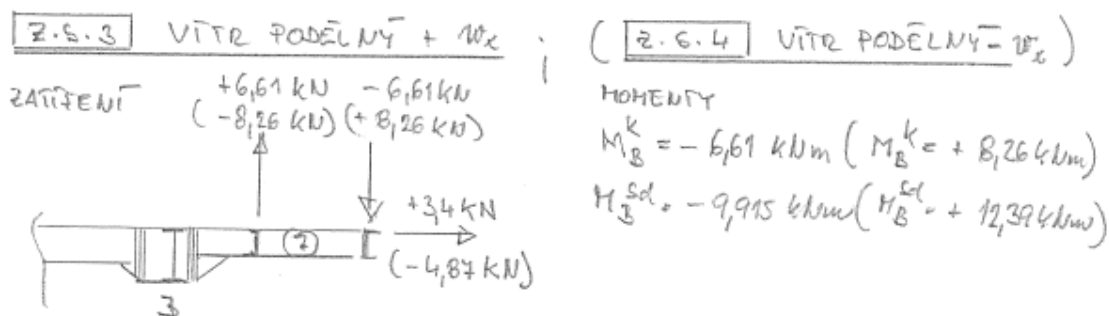
2.2.2. SLŮHA – VIZ PRUT (2b)



$$M_{3k} = -1,28 \text{ kNm}$$

$$M_{3, sd} = -1,28 \cdot (1,5) = -1,92 \text{ kNm}$$

$$\delta = \frac{1,21 \cdot 1,45^4 \cdot 10^9}{8 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 19,4 \cdot 10^6} = 0,17 \text{ mm}$$



PROHLYBY

Z.5.3
$$\delta = \frac{6,61 \cdot 10^3}{2,1 \cdot 10^5 \cdot 19,4 \cdot 10^6} \left(\frac{1,45^3}{3} - \frac{0,45^3}{3} - \frac{0,45^2 \cdot 1,0}{2} \right) = 1,45 \text{ mm}$$

Z.5.4
$$\delta = \frac{-8,26}{6,61} \cdot 1,45 = -1,89 \text{ mm}$$

Z.5.5 ; **Z.5.6** VÍTR PŘEČNÝ + w_y - viz návrh ztužidla

POSOUZENÍ PRO RELEVANTNÍ KOMBINACE

$$[K2] = [Z.5.1] \cdot \langle 1,0 \rangle + [Z.5.3] \cdot \langle 1,0 \rangle$$

$$M_B^{sd} = -10,125 - 12,39 = -22,52 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_B^{sd}}{w_y \cdot f_y / 8} = \frac{22,52 \cdot 10^6}{191 \cdot 10^3 \cdot 235} = 0,502 < 1,0 \text{ - VYHOVUJE}$$

$$\delta_{max} = 1,3 + 1,45 = 2,75 \text{ mm} \quad \delta_{max} / L = 2,75 / 2 \cdot 1455 = 1/1051 < 1/300$$

VYHOVUJE

POZNÁMKA: REZERVA TUHOSTI PRO CELKOVOU DEFORMACI
NOSNÉHO SYSTÉMU PRO KOMIN - viz dále

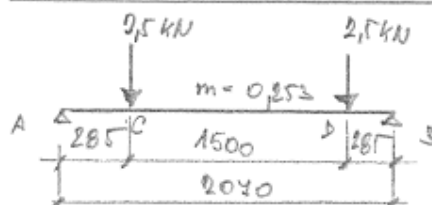
$$[K10] = [Z.5.1] \cdot \langle 1,0 \rangle + [Z.5.2] \cdot \langle 0,6 \rangle + [Z.5.3] \cdot \langle 0,8 \rangle$$

$$M_B^{sd} = -10,125 - 0,6 \cdot 1,92 - 0,8 \cdot 12,39 = -21,19 \text{ kNm} \text{ NEROZHODUJE}$$

$$\delta_{max} = 1,3 + 0,6 \cdot 0,17 + 0,8 \cdot 1,45 = 2,56 \text{ mm} \text{ NEROZHODUJE}$$

PŘÍČNÍKY POD KOTVEM (POL. 12) – U200

Z.S.1 VLASTNÍ Hmotnost + TECHNOLOGIE – V12 PRUT (2b)

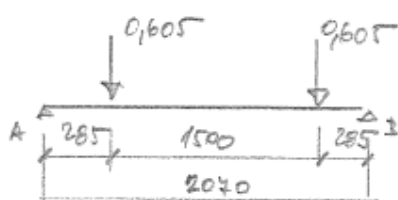


$$A^k = B^k = 2,5 + 1,035 \cdot 0,285 = 2,762 \text{ kN}$$

$$M^k = 2,762 \cdot 0,285 - 0,285 \cdot 0,285 \cdot 0,853 = 0,777 \text{ kNm}$$

$$\delta_c = \frac{2,5 \cdot 0,285^2 \cdot 10^2}{2 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 19,1 \cdot 10^6} \left(2,07 - \frac{4}{3} \cdot 0,285 \right) = 0,043 \text{ mm}$$

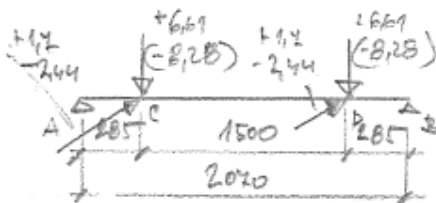
Z.S.2 SNÍŽ – V12 PRUT (2b)



$$A^k = B^k = 0,605 \text{ kN}$$

$$M^k = 0,605 \cdot 0,285 = 0,172 \text{ kNm}$$

$$\delta_c = \frac{0,605 \cdot 0,285^2 \cdot 10^2}{2 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 19,1 \cdot 10^6} \left(2,07 - \frac{4}{3} \cdot 0,285 \right) = 0,01 \text{ mm}$$

Z.S.3 VÍTR PODELNÝ + w_x (Z.S.4 VÍTR PODELNÝ – w_x) – V12 PRUT (2b)

$$Z.S.3 \quad A^k = B^k = 6,69 \text{ kN} \quad A_2^k = B_2^k = 1,7 \text{ kN}$$

$$M^k = 6,69 \cdot 0,285 = 1,924 \text{ kNm} \quad M_2^k = 1,7 \cdot 0,285 = 0,485 \text{ kNm}$$

$$\delta_c = \frac{6,69 \cdot 0,285^2 \cdot 10^2}{2 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 19,1 \cdot 10^6} \left(2,07 - \frac{4}{3} \cdot 0,285 \right) = 0,113 \text{ mm}$$

$$Z.S.4 \quad A^k = B^k = -8,28 \text{ kN} \quad M^k = -8,28 \cdot 0,285 = -2,36 \text{ kNm}$$

$$A_2^k = B_2^k = -2,44 \text{ kN} \quad M_2^k = -2,44 \cdot 0,285 = -0,695 \text{ kNm}$$

Z.S.5 Z.S.6 VÍTR PŘÍČNÝ $\pm w_y$ – DENÍ PRO POSOUZENÍ RELEVANTNÍ

POSOUZENÍ PRO RELEVANTNÍ KOMBINACE

$$K_2 = [Z.S.1] \cdot \langle 1,0 \rangle + [Z.S.3] \cdot \langle 1,0 \rangle$$

$$M_{2sd} = 0,777 \cdot (1,35) + 0,485 \cdot (1,5) = 1,48 \text{ kNm}$$

$$M_{2sd} = 0,777 \cdot (1,35) + 1,74 \cdot (1,5) = 3,65 \text{ kNm}$$

$$i_{y1} = \sqrt{\frac{1,48}{19,9}} \cdot \frac{19,9}{2} = 26,2$$

$$\alpha_{L0} = 1,5 \cdot 0,96 = 1,44 \quad \alpha_{L0} = \sqrt{1,44^2 - \left(\frac{\pi}{2}\right)^2} \left[1 - \frac{9,04 \cdot 10^9}{1,48 \cdot 10^6} \cdot \left(\frac{2}{19,9}\right)^2 \right] = 1,12$$

$$\delta = 1,1 \quad \lambda_{LT} = 1,1 \cdot \frac{10 \cdot 1500}{26,2} = 678 \quad \lambda_{LT} = \frac{678}{93,9} = 7,22 \quad \chi_{LT} = 0,866$$

$$\frac{M_{y,ed}}{\chi_{LT} \cdot w_y \cdot \frac{1}{\delta}} + \frac{M_{2,ed}}{w_x \cdot \frac{1}{\delta}} = \frac{3,65 \cdot 10^6}{0,866 \cdot 19,9 \cdot 10^3 \cdot 2,35} + \frac{1,48 \cdot 10^6}{26,9 \cdot 10^3 \cdot 2,35} = 0,325 < 1,0$$

$$\delta_{\gamma_{\text{max}}} = 0,043 + 0,113 = \underline{0,156 \text{ mm}}$$

MAX. NAKLONĚNÍ KOMINU PRO KOMBINACI k2



$$\delta_{\text{max}} \approx 2,45 + 0,156 = 2,9 \text{ mm}$$

$$\varphi \approx \frac{2,9}{1000} = 2,9 \cdot 10^{-3}$$

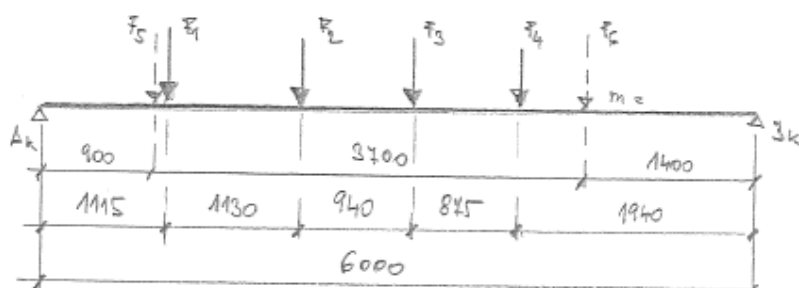
$$\delta_H = 2,9 \cdot 10^{-3} \cdot 3500 = \underline{10,2 \text{ mm}}$$

$$g_H/h_1 = \frac{10,2}{h} = \frac{1}{343} < \frac{1}{300}$$

VÝHODNĚ

HLAVNÍ PRŮVLAK (pod 1a) IPE 360

2.5.1 VLASTNÍ HMOTNOST OK + TECHNOLOGIE



$$F_1^k = 28,7 \text{ kN}$$

$$F_2^k = 0,189 \cdot 0,83 = 0,16 \text{ kN}$$

$$F_3^k = 32,9 \text{ kN}$$

$$F_4^k = 4,93 \text{ kN}$$

$$F_5^k = 0,129 \cdot 0,17 \cdot 2,99 + 0,5 = 0,7 \text{ kN}$$

$$F_6^k = 0,129 \cdot 0,17 \cdot 2,99 + (1,2 + 0,17) \cdot 1,4 = 0,0542 = 0,34 \text{ kN}$$

REAKCE CHABOTEDIGITICE

$$A_k = \frac{1}{6} [0,7 \cdot 5,1 + 28,7 \cdot 4,885 + 0,16 \cdot 3,445 + 32,9 \cdot 2,895 + 4,93 \cdot 1,94 + 0,34 \cdot 1,4 + 3,426] = 41,48 \text{ kN}$$

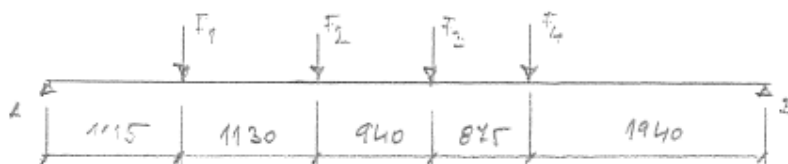
$$3_k = 40,36 - 41,48 = 28,88 \text{ kN}$$

$$\text{REAKCE VÝPOČTOVĚ} \quad A_c = 41,48 \cdot (1,35) = 56,0 \text{ kN} ; \quad 3_c = 28,88 \cdot (1,35) = 39,0 \text{ kN}$$

MOMENT $M_{k \max}$ (pod F_3)

$$M_{k \max} = 28,88 \cdot 2,815 - 0,34 \cdot 1,415 - 4,13 \cdot 0,845 - 0,511 \cdot 2,815 \cdot 0,15 = 74,94 \text{ kNm}$$

$$\text{POSILY} \quad \sigma_{\max} \leq \frac{5}{48} \cdot \frac{74,94 \cdot 6,0^2 \cdot 10^{12}}{2,1 \cdot 10^5 \cdot 163 \cdot 10^6} = 8,2 \text{ mm}$$

2.5.2 SMYK

$$F_1^k = 2,67 \text{ kN} \quad F_2^k = 0 \quad F_3^k = 3,63 \text{ kN} \quad F_4^k = 2,35 \text{ kN} \quad \Sigma F^k = 8,65 \text{ kN}$$

$$\text{REAKCE} \quad A_k = \frac{1}{6} [2,67 \cdot 4,885 + 3,63 \cdot 2,815 + 2,35 \cdot 1,94] = 4,64 \text{ kN}$$

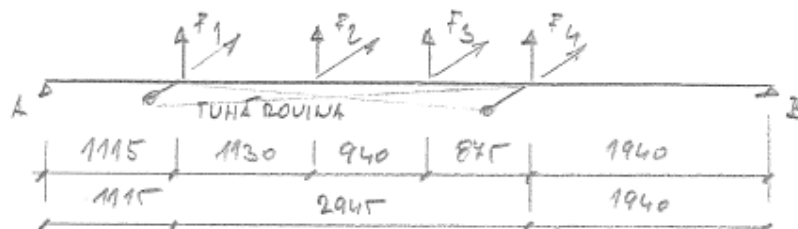
$$\text{CHODANT} \quad B_k = 8,65 - 4,64 = 4,01 \text{ kN}$$

$$\text{REAKCE} \quad A_e = 4,64 \cdot (1,5) = 6,96 \text{ kN} \quad B_e = 4,01 \cdot (1,5) = 6,02 \text{ kN}$$

MOMENT $M_{k \max}$ (pod F_3)

$$M_{k \max} = 4,01 \cdot 2,815 - 2,35 \cdot 0,845 = 9,23 \text{ kNm}$$

$$\text{POSILY} \quad \sigma_{\max} \leq \frac{5}{48} \cdot \frac{9,23 \cdot 6,0^2 \cdot 10^{12}}{2,1 \cdot 10^5 \cdot 163 \cdot 10^6} = 1,09 \text{ mm}$$

2.5.3 VÍTR ZOBCELY + w_e 

VÁZBOU

$$F_{1H}^k = 0,5 \cdot 2,945 = 1,473 \text{ kN}$$

$$F_{2H}^k = 0$$

$$F_{3H}^k = 0,5 \cdot 4,58 = 2,29 \text{ kN}$$

$$F_{4H}^k = 0,5 \cdot 2,815 = 1,41 \text{ kN}$$

$$\Sigma F_H = 5,173 \text{ kN}$$

SVIČE

$$F_{1V}^k = -0,88 \text{ kN}$$

$$F_{2V}^k = 0$$

$$F_{3V}^k = -1,648 \text{ kN}$$

$$F_{4V}^k = -0,77 \text{ kN}$$

$$\Sigma F_V = -3,3 \text{ kN}$$

REAKCE CHARAKTERISTICKÉ

$$A_H^K = \frac{1}{6} [1,43 \cdot 4,885 + 2,29 \cdot 2,815 + 1,41 \cdot 1,94] = 2,43 \text{ kN}$$

$$B_H^K = 5,43 - 2,43 = 2,43 \text{ kN}$$

REAKCE VÝPOČTOVÉ

$$A_H^P = 2,43 \cdot (1,35) = 3,69 \text{ kN}$$

$$B_H^P = 2,43 \cdot (1,35) = 3,3 \text{ kN}$$

MOMENT CHARAKTERISTICKÝ

$$\text{Pod } F_1 \quad M_{1H}^K = 2,43 \cdot 1,115 = 3,03 \text{ kNm}$$

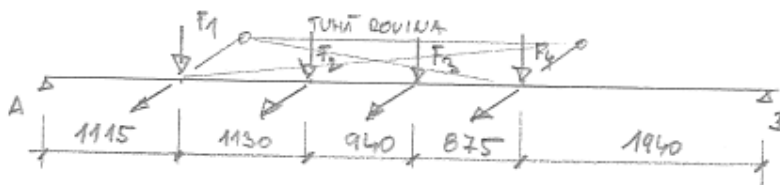
$$\text{Pod } F_4 \quad M_{4H}^K = 2,43 \cdot 1,94 = 4,74 \text{ kNm}$$

PROHLAŠOVANÍ (PŘÍKLAD)

$$\delta_{H1} = \frac{2,43 \cdot 1,115 \cdot 10^{12}}{3 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 10,4 \cdot 10^6} = 0,58 \text{ mm}$$

$$\delta_{H4} = \frac{2,43 \cdot 1,94 \cdot 10^{12}}{3 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 10,4 \cdot 10^6} = 2,42 \text{ mm}$$

2.5.4 VÍTE PODELNÝ – 10x



VOZBUDOVNÉ

$$F_{1H}^K = 0,5 \cdot (-3,24) = -1,62 \text{ kN}$$

$$F_{2H}^K = 0$$

$$F_{3H}^K = 0,5 \cdot (-4,88) = -2,44 \text{ kN}$$

$$F_{4H}^K = 0,5 \cdot (-2,88) = -1,41 \text{ kN}$$

$$\Sigma F_H^K = -5,47 \text{ kN}$$

REAKCE CHARAKTERISTICKÉ

$$A_H^K = \frac{1}{6} [1,62 \cdot 4,885 + 2,44 \cdot 2,815 + 1,41 \cdot 1,94] = -2,93 \text{ kN}$$

$$B_H^K = -5,47 + 2,93 = -2,54 \text{ kN}$$

REAKCE CHARAKTERISTICKÉ

$$A_H^K = \frac{1}{6} [-0,88 \cdot 4,885 - 1,648 \cdot 2,815 - 0,77 \cdot 1,94] = -1,74 \text{ kN}$$

$$B_H^K = -3,3 + 1,74 = -1,56 \text{ kN}$$

REAKCE VÝPOČTOVÉ

$$A_H^C = -1,74 \cdot (1,35) = -2,35 \text{ kN}$$

$$B_H^C = -1,56 \cdot (1,35) = -2,11 \text{ kN}$$

MOMENT CHARAKTERISTICKÝ

Pod F_3

$$M_{max}^K = -1,56 \cdot 2,815 + 0,77 \cdot 0,615 = -3,72 \text{ kNm}$$

PROHLAŠOVANÍ (PŘÍKLAD)

$$\delta_{max} = \frac{5}{48} \cdot \frac{3,72 \cdot 6,1 \cdot 10^2}{2,1 \cdot 10^5 \cdot 163 \cdot 10^6} = -0,41 \text{ mm}$$

SVISLE

$$F_{1V}^K = 0,87 \text{ kN}$$

$$F_{2V}^K = 0$$

$$F_{3V}^K = 1,2 \text{ kN}$$

$$F_{4V}^K = 0,77 \text{ kN}$$

$$\Sigma F_V^K = 3,44 \text{ kN}$$

REAKCE CHARAKTERISTICKÉ

$$A_H^K = \frac{1}{6} [0,87 \cdot 4,885 + 1,2 \cdot 2,815 + 0,77 \cdot 1,94] = 1,755 \text{ kN}$$

$$B_H^K = 3,44 - 1,755 = 1,685 \text{ kN}$$

REAKCE VÝPOČTOVÉ

$$A_H^e = -2,93 \cdot (1,35) = -3,96 \text{ kN}$$

$$B_H^e = -2,54 \cdot (1,35) = -3,43 \text{ kN}$$

MOMENT CHARAKTERISTICKÝ

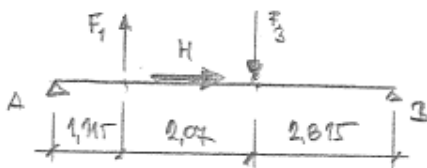
$$\text{Pod } F_1 \quad M_{11}^k = 2,93 \cdot 1,115 = 3,27 \text{ kNm}$$

$$\text{Pod } F_4 \quad M_{44}^k = 2,54 \cdot 1,94 = 4,93 \text{ kNm}$$

PRŮHYZ VODODOLNÝ (PŘÍSLIŽNĚ)

$$\delta_{H_1} = \frac{-2,93 \cdot 1,115^3 \cdot 10^{12}}{5 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 10,4 \cdot 10^6} = -0,62 \text{ mm}$$

$$\delta_{H_4} = \frac{-2,54 \cdot 1,94^3 \cdot 10^{12}}{3 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 10,4 \cdot 10^6} = -2,83 \text{ mm}$$

Z.5.5 VÍTE PŘECHÝ + w_g (viz. str. 9)

$$H^k = 2,94 \cdot 3,0 - 4,12 \cdot 1,45^2 \cdot \frac{0,1}{6,0} + 0,1353 \cdot 3,0 + 0,235 \cdot 1,45^2 \cdot \frac{0,1}{6,0} = 2,11 \text{ kN}$$

$$F_1^k = -F_3^k = -1,767 \cdot 3,0 + 4,81 \cdot \frac{1,5}{2,04} \cdot 1,45^2 \cdot \frac{0,1}{6,0} = -4,69 \text{ kN}$$

REAKCE CHARAKTERISTICKÉ

$$A_H^k = B_H^k = 0,5 \cdot 2,11 = 1,06 \text{ kN}$$

$$L_y^k = -B_y^k = -\frac{4,69 \cdot 2,04}{6,0} = -1,62 \text{ kN}$$

MOMENTY CHARAKTERISTICKÉ

$$M_{F_1}^k = -1,62 \cdot 1,115 = -1,81 \text{ kNm}$$

$$M_{F_3}^k = +1,62 \cdot 2,815 = +4,56 \text{ kNm}$$

REAKCE VÝPOČTOVÉ

$$A_y^e = 1,255 \cdot (1,35) = 1,69 \text{ kN}$$

$$B_y^e = 1,685 \cdot (1,35) = 2,27 \text{ kN}$$

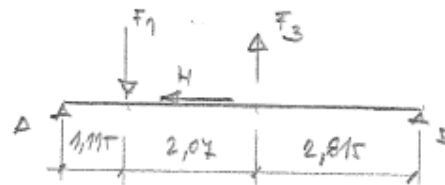
MOMENT CHARAKTERISTICKÝ

Pod F_3

$$M_{\text{max}}^k = 1,685 \cdot 2,815 - 0,77 \cdot 0,875 = 4,03 \text{ kNm}$$

PRŮHYZ SVISLÝ (Pod F_3)

$$\delta_{\text{max}} = \frac{5 \cdot 4,03 \cdot 6,0^2 \cdot 10^{12}}{48 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 163 \cdot 10^6} = 0,45 \text{ mm}$$

Z.5.6 VÍTE PŘECHÝ - w_g 

$$H^k = -9,11 \text{ kN}$$

$$F_1^k = -F_3^k = +4,69 \text{ kN}$$

REAKCE CHARAKTERISTICKÉ

$$A_H^k = B_H^k = -4,56 \text{ kN}$$

$$A_y^k = -B_y^k = +1,62 \text{ kN}$$

MOMENTY CHARAKTERISTICKÉ

$$M_{F_1}^k = +1,81 \text{ kNm}$$

$$M_{F_3}^k = -4,56 \text{ kNm}$$

POSOUZENÍ PRO RELEVANTNÍ KOMBINACE ZATÍŽENÍ

$$[K1] = [2 \cdot 5 \cdot 1] \cdot \langle 1,0 \rangle + [2 \cdot 5 \cdot 2] \cdot \langle 1,0 \rangle$$

REAKCE VÝPOČTOVÉ

$$A^e = 56,0 + 6,96 = 62,96 \text{ kN} \quad 3^e = 39,0 + 6,02 = 45,02 \text{ kN}$$

MOMENT VÝPOČTOVÝ

$$M_{sd,max} = 74,94 \cdot (1,35) + 9,23 \cdot (1,5) = 115,0 \text{ kNm}$$

$$PRŮHLYB \quad \delta_{max} = 8,2 + 1,01 = 9,21 \text{ mm} \quad \delta/L = \frac{9,21}{6000} = \frac{1}{651} < \frac{1}{400}$$

VÝHODNĚ

$$[K3] = [2 \cdot 5 \cdot 1] \cdot \langle 1,0 \rangle + [2 \cdot 5 \cdot 4] \cdot \langle 1,0 \rangle$$

REAKCE VÝPOČTOVÉ

$$A_y^e = 56,0 + 2,32 = 58,32 \text{ kN} \quad 3_y^e = 39,0 + 2,27 = 41,17 \text{ kN}$$

$$A_H^e = -3,96 \text{ kN} \quad 3_H^e = -3,43 \text{ kN}$$

MOMENTY VÝPOČTOVÉ

$$M_{y, sd,max} = 74,94 \cdot (1,35) + 4,07 \cdot (1,5) = 104,3 \text{ kNm}$$

$$M_{z, sd,max} = 4,93 \cdot (1,5) = 7,4 \text{ kNm}$$

$$PRŮHLYB \quad \delta_{y,max} = 8,2 + 0,45 = 8,65 \text{ mm} - \text{NEVÝHODNĚ}$$

$$\delta_{H,max} = -2,83 \text{ mm} \quad \delta_H/2e = 2,83 / 1940 \cdot 2 = \frac{1}{1380} < \frac{1}{1380}$$

VÝHODNĚ

$$[K4] = [2 \cdot 5 \cdot 1] \cdot \langle 1,0 \rangle + [2 \cdot 5 \cdot 5] \cdot \langle 1,0 \rangle$$

REAKCE VÝPOČTOVÉ

$$A_y^e = 56,0 - 1,62 \cdot (1,5) = 53,57 \text{ kN} \quad 3_y^e = 39,0 + 1,62 \cdot (1,5) = 41,43 \text{ kN}$$

$$A_H^e = -4,56 \cdot (1,5) = -6,84 \text{ kN} \quad 3_H^e = -4,56 \cdot (1,5) = -6,84 \text{ kN}$$

MOMENTY VÝPOČTOVÉ

$$M_{y, sd,max} = 74,94 \cdot (1,35) + 4,56 \cdot (1,5) = 108,0 \text{ kNm}$$

$$\text{NORM. STLA VÝP (PRO PŘÍPAD, ŽE SE VYJEDNĚL I MOMENT)} \quad N_{y, sd,max} = 2,684 \cdot \frac{13,68}{1} = 36,6 \text{ kN}$$

$$[K7] = [2.5.1] \cdot \langle 1,0 \rangle + [2.5.2] \cdot \langle 0,8 \rangle + [2.5.4] \cdot \langle 0,6 \rangle$$

REAKCE VÝPOČTOVÉ

$$A_y^c = 56,0 + 6,96 \cdot 0,8 + 2,34 \cdot 0,6 = \boxed{63,0 \text{ kN}} \quad A_H^c = -3,76 \cdot 0,6 = -2,26 \text{ kN}$$

$$B_y^c = 39,0 + 6,02 \cdot 0,8 + 2,27 \cdot 0,6 = \boxed{45,2 \text{ kN}} \quad B_H^c = -3,43 \cdot 0,6 = -2,06 \text{ kN}$$

MOMENTY VÝPOČTOVÉ

$$M_{y, \text{sdmax}} = 74,94 \cdot (1,35) + 9,23 \cdot (1,5) \cdot 0,8 + 4,07 \cdot (1,5) \cdot 0,6 = \boxed{115,91 \text{ kNm}}$$

$$M_{z, \text{sdmax}} = 4,93 \cdot (1,5) \cdot 0,6 = \boxed{4,44 \text{ kNm}}$$

PRŮMĚR $g_{y, \text{max}} = 8,2 + 1,01 \cdot 0,8 + 0,45 \cdot 0,6 = \boxed{9,3 \text{ mm}}$

$$g/L = \frac{9,3}{6000} = \frac{1}{645} < \frac{1}{400} \quad \text{-- VYHODNĚNÉ}$$

$$[K8] = [2.5.1] \cdot \langle 1,0 \rangle + [2.5.2] \cdot \langle 0,8 \rangle + [2.5.5] \cdot \langle 0,6 \rangle$$

REAKCE VÝPOČTOVÉ

$$A_y^c = 56,0 + 6,96 \cdot 0,8 - 1,62 \cdot (1,5) \cdot 0,6 = 60,1 \text{ kN} \quad A_H^c = -6,84 \cdot 0,6 = -4,1 \text{ kN}$$

$$B_y^c = 39,0 + 6,02 \cdot 0,8 + 1,62 \cdot (1,5) \cdot 0,6 = \boxed{45,34 \text{ kN}} \quad B_H^c = +6,84 \cdot 0,6 = +4,1 \text{ kN}$$

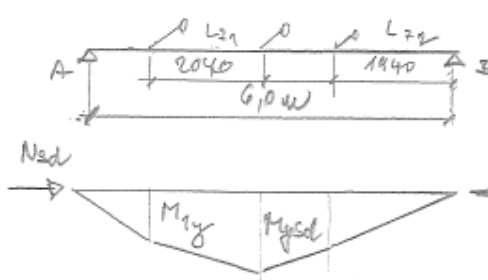
MOMENTY VÝPOČTOVÉ

$$M_{y, \text{sdmax}} = 74,94 \cdot (1,35) + 9,23 \cdot (1,5) \cdot 0,8 + 4,56 \cdot (1,5) \cdot 0,6 = \boxed{119,35 \text{ kNm}}$$

NORM. SILA VÝP. (PRO PŘÍPAD, ŽE SE UVOLNÍLO 1 KOTVENÍ)

$$N_{sd, \text{max}} = 2,411 = \boxed{8,2 \text{ kN}}$$

OSTATNÍ KOMBINACE NEJSOU RELEVANTNÍ

ROZHODNUTÍ $[K8]$ 

$$L_{z1} = 2040 \text{ mm} \quad \lambda_{z1} = \frac{2040}{24,9} = 54,6$$

$$\bar{\lambda}_{z1} = \frac{54,6}{93,9} = 0,582 \quad \chi_{z1} = 0,496$$

$$L_y = 6000 \text{ mm} \quad \lambda_y = \frac{6000}{150} = 40$$

$$\bar{\lambda}_y = \frac{40}{93,9} = 0,426 \quad \chi_y = 0,946$$

$$\mu_{y1} = 1,3 \quad \mu_y = 0,426 \cdot (2 \cdot 1,3 - 4) = -0,6$$

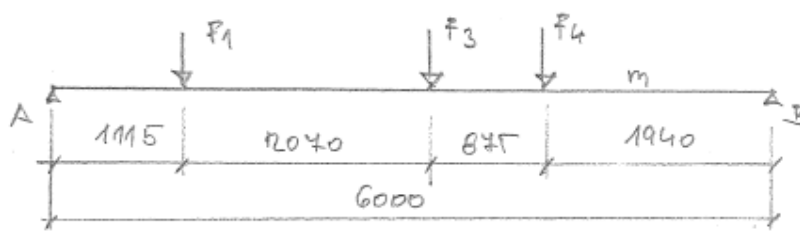
$$\eta_y = 1 + \frac{96 \cdot 8200}{0,946 \cdot 2270 \cdot 237} = 1,003$$

$$\frac{N_{ed}}{x_{mold} \cdot A \cdot f_{yk}} + \frac{E_y \cdot K_{y22}}{W_y \cdot f_{yk}} = \frac{8200}{0,496 \cdot 4270 \cdot 235} + \frac{1,003 \cdot 186,35 \cdot 10^6}{904 \cdot 10^3 \cdot 235} =$$

$$= 0,555 < 1,0 \quad \text{VÝHODUJE}$$

HLAVNÍ PRŮVLAK (POL 1b) IPE 360

2.2.1 VLASTNÍ HMOTNOST OK - TECHNOLOGIE



$$F_1^k = 38,33 \text{ kN}$$

$$q_m^k = 0,571 \text{ kN/m}$$

$$F_3^k = 50,4 \text{ kN}$$

$$\Sigma Q^k = 105,7 \text{ kN}$$

$$F_4^k = 13,53 \text{ kN}$$

REAKCE CHARAKTERISTICKÉ

$$A_k = \frac{1}{6} [38,33 \cdot 4885 + 50,4 \cdot 2815 + 13,53 \cdot 194] + 3,426 \cdot 0,5 = 60,94 \text{ kN}$$

$$B_k = 105,7 - 60,94 = 44,76 \text{ kN}$$

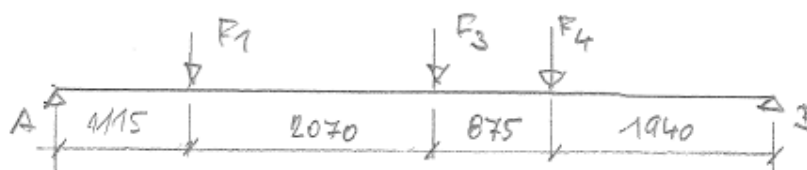
REAKCE VÝPOČTOVÉ $A^e = 60,94 \cdot (1,35) = 82,27 \text{ kN}$ $B^e = 44,76 \cdot (1,35) = 60,43 \text{ kN}$

MOHOUT CHARAKTERISTICKÝ (U HLAVNÍ F_3)

$$M_{max}^k = 44,76 \cdot 2815 - 13,53 \cdot 0,875 - 0,571 \cdot 2815^2 \cdot 0,5 = 112,66 \text{ kNm}$$

$$\text{PRŮMĚR } \bar{\sigma}_{max} = \frac{5}{48} \cdot \frac{112,66 \cdot 6,02 \cdot 10^{12}}{2,1 \cdot 10^5 \cdot 163 \cdot 10^6} = 12,3 \text{ mm}$$

2.2.2 SMYK



$$F_1^k = 4,2 \text{ kN}$$

$$F_3^k = 2,35 \text{ kN}$$

$$\Sigma Q^k = 12,07 \text{ kN}$$

$$F_4^k = 5,6 \text{ kN}$$

REAKCE CHARAKTERISTICKÉ

$$A_k = \frac{1}{6} [4,12 \cdot 4,885 + 5,6 \cdot 2,815 + 2,35 \cdot 1,94] = 6,74 \text{ kN}$$

$$B_k = 12,07 - 6,74 = 5,33 \text{ kN}$$

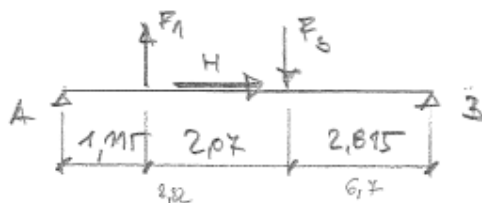
MOMENT CHARAKTERISTICKÝ (V MÍSTĚ F_3)

$$M_{F_3}^k = 5,33 \cdot 2,815 - 2,35 \cdot 1,94 = 10,44 \text{ kNm}$$

$$\text{PROBL. 3 } J_{\text{max}} = \frac{5}{48} \cdot \frac{10,44 \cdot 6,0^2 \cdot 10^{12}}{2,1 \cdot 10^5 \cdot 163 \cdot 10^6} = 1,14 \text{ mm}$$

Z.S. 3 VÍTR PODELNÝ + w_k Z.S. 4 VÍTR PODELNÝ – w_k

VÍZ. PRŮVLAK 1a

Z.S. 5 VÍTR PŘÍČNÝ + w_k Z.S. 6 VÍTR PŘÍČNÝ – w_k 

$$H^k = 2,94 \cdot 3,0 + 4,12 \cdot 1,45 \left(1 + \frac{1,45 \cdot 0,15}{6,0} \right) + 0,353 \cdot 3,0 + 0,235 \cdot 1,45 \left(1 + \frac{1,45 \cdot 0,15}{6,0} \right) = 16,66 \text{ kN}$$

$$F_{1k} = -F_{3k} = -1,762 \cdot 3,0 - 4,89 \cdot \frac{1,5}{2,07} \cdot 1,45 \left(1 + \frac{1,45 \cdot 0,15}{6,0} \right) = -10,97 \text{ kN}$$

REAKCE CHARAKTERISTICKÉ

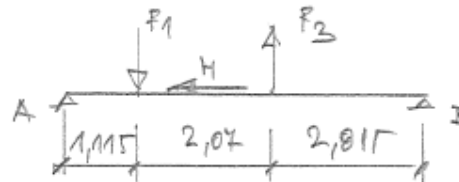
$$A_H^k = B_H^k = 0,5 \cdot 16,66 = 8,33 \text{ kN}$$

$$A_Y^k = -B_Y^k = \frac{-10,97 \cdot 3,07}{6,0} = -3,78 \text{ kN}$$

MOMENTY CHARAKTERISTICKÉ

$$M_{F_1}^k = -3,78 \cdot 1,115 = -4,21 \text{ kNm}$$

$$M_{F_3}^k = +3,78 \cdot 2,815 = +10,64 \text{ kNm}$$



$$H_k = -16,66 \text{ kN}$$

$$F_{1k} = -F_{3k} = +10,97 \text{ kN}$$

REAKCE CHARAKTERISTICKÉ

$$A_H^k = B_H^k = -8,33 \text{ kN}$$

$$A_Y^k = -B_Y^k = +3,78 \text{ kN}$$

MOMENTY CHARAKTERISTICKÉ

$$M_{F_1}^k = +4,21 \text{ kNm}$$

$$M_{F_3}^k = -10,64 \text{ kNm}$$

POSOUZENÍ PRO RELEVANTNÍ KOMBINACE ZATÍŽENÍ

$$[K1] = [z.s.1] \cdot \langle 1,0 \rangle + [z.s.2] \cdot \langle 1,0 \rangle$$

REAKCE VÝPOČTOVÉ

$$A_y^C = 82,24 + 6,74 \cdot (1,5) = 92,38 \text{ kN} \quad Z_y^C = 60,8 + 5,33 \cdot (1,5) = 68,8 \text{ kN}$$

MOMENT VÝPOČTOVÝ

$$M_{y,sl,max} = 112,66 \cdot (1,35) + 10,44 \cdot (1,5) = 168,45 \text{ kNm}$$

$$\text{PROVĚZ} \quad g_{max} = 12,3 + 1,14 = 13,44 \text{ mm} \quad g/L = \frac{13,44}{6000} = \frac{1}{445} < \frac{1}{400}$$

VÝHODNĚ

$$[K3] = [z.s.1] \cdot \langle 1,0 \rangle + [z.s.4] \cdot \langle 1,0 \rangle$$

REAKCE VÝPOČTOVÉ

$$A_y^C = 82,24 + 2,34 = 84,64 \text{ kN} \quad Z_y^C = 60,8 + 2,34 = 63,14 \text{ kN}$$

$$A_H^C = -3,96 \text{ kN}$$

$$Z_H^C = -3,43 \text{ kN}$$

MOMENTY VÝPOČTOVÉ

$$M_{y,sl,max} = 112,66 \cdot (1,35) + 4,02 \cdot (1,5) = 158,2 \text{ kNm}$$

$$M_{z,sl,max} = 4,93 \cdot (1,5) = 7,4 \text{ kNm}$$

$$\text{PROVĚZ} \quad g_{max} = 12,3 + 0,45 = 12,75 \text{ mm} - \text{NEPŘEHODNĚ}$$

$$g_{H,max} = -2,83 \text{ mm} \quad g_H/2C = \frac{2,83}{1940 \cdot 2} = \frac{1}{1370} < \frac{1}{1370}$$

VÝHODNĚ

$$[K4] = [z.s.1] \cdot \langle 1,0 \rangle + [z.s.5] \cdot \langle 1,0 \rangle$$

REAKCE VÝPOČTOVÉ

$$A_y^C = 82,24 - 3,78 \cdot (1,5) = 76,64 \text{ kN} \quad B_y^C = 60,8 + 3,78 \cdot (1,5) = 66,5 \text{ kN}$$

$$A_H^C = -8,33 \cdot (1,5) = -12,5 \text{ kN} \quad Z_H^C = -4,56 \cdot (1,5) = -6,84 \text{ kN}$$

MOMENTY VÝPOČTOVÉ

$$M_{y,sl,max} = 112,66 \cdot (1,35) + 10,64 \cdot (1,5) = 168,07 \text{ kNm}$$

MOM. SÍLA VÝP. (PRO PŘÍPAD, ŽE SE UVOLNÍLO AKOTVENÍ)

$$N_{sl,max} = 2 \cdot 12,5 = 25,0 \text{ kN}$$

$$\boxed{K7} = [2 \cdot S \cdot 1] \cdot \langle 1,0 \rangle + [2 \cdot S \cdot 2] \cdot \langle 0,8 \rangle + [2 \cdot S \cdot 4] \cdot \langle 0,6 \rangle$$

REAKCE VÝPOČTOVÉ

$$\begin{aligned} A_y^C &= 82,24 + 10,11 \cdot 0,8 + 2,37 \cdot 0,6 = 91,78 \text{ kN} & A_H^C &= 3,96 \cdot 0,6 = 2,38 \text{ kN} \\ Z_y^C &= 60,8 + 8,0 \cdot 0,8 + 2,24 \cdot 0,6 = 67,2 \text{ kN} & Z_H^C &= -3,43 \cdot 0,6 = -2,06 \text{ kN} \end{aligned}$$

MOMENTY VÝPOČTOVÉ

$$\begin{aligned} M_{y\text{sdmax}} &= 112,66 \cdot (1,35) + 6,74 \cdot (1,5) \cdot 0,8 + 4,04 \cdot (1,5) \cdot 0,6 = \boxed{163,84 \text{ kNm}} \\ M_{z\text{sdmax}} &= 4,93 \cdot (1,5) \cdot 0,6 = \boxed{4,44 \text{ kNm}} \end{aligned}$$

$$\text{PROV.} \quad g_{y\text{max}} = 12,3 + 1,14 \cdot 0,8 + 0,45 \cdot 0,6 = \boxed{13,5 \text{ kN}}$$

$$g/L = \frac{13,5}{6000} = \frac{1}{444} < \frac{1}{400} \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\boxed{K8} = [2 \cdot S \cdot 1] \cdot \langle 1,0 \rangle + [2 \cdot S \cdot 2] \cdot \langle 0,8 \rangle + [2 \cdot S \cdot 5] \cdot \langle 0,6 \rangle$$

REAKCE VÝPOČTOVÉ

$$\begin{aligned} A_y^C &= 82,24 + 10,11 \cdot 0,8 - 3,78 \cdot (1,5) \cdot 0,6 = 86,96 \text{ kN} & A_H^C &= -8,33 \cdot 0,6 = -5,0 \text{ kN} \\ Z_y^C &= 60,8 + 8,0 \cdot 0,8 + 3,78 \cdot (1,5) \cdot 0,6 = 72,2 \text{ kN} & Z_H^C &= +5,0 \text{ kN} \end{aligned}$$

MOMENTY VÝPOČTOVÉ

$$M_{y\text{sdmax}} = 112,66 \cdot (1,35) + 6,74 \cdot (1,5) \cdot 0,8 + 10,64 \cdot (1,5) \cdot 0,6 = 167,0 \text{ kNm}$$

NORM. SÍLA VÝP. (PRO PŘÍPAD, ŽE SE UVOLNIL A KOTVENÍ

$$N_{\text{sdmax}} = 2 \cdot 12,5 \cdot 0,6 = 15,0 \text{ kN}$$

$$\boxed{K12} = [2 \cdot S \cdot 1] \cdot \langle 1,0 \rangle + [2 \cdot S \cdot 2] \cdot \langle 0,6 \rangle + [2 \cdot S \cdot 5] \cdot \langle 0,8 \rangle$$

REAKCE VÝPOČTOVÉ

$$\begin{aligned} A_y^C &= 82,24 + 10,11 \cdot 0,6 - 3,78 \cdot (1,5) \cdot 0,8 = 83,8 \text{ kN} & A_H^C &= -8,33 \cdot 0,8 = -6,7 \text{ kN} \\ Z_y^C &= 60,8 + 8,0 \cdot 0,6 + 3,78 \cdot (1,5) \cdot 0,8 = 70,9 \text{ kN} & Z_H^C &= +6,7 \text{ kN} \end{aligned}$$

MOMENTY VÝPOČTOVÉ

$$M_{y\text{sdmax}} = 112,66 \cdot (1,35) + 6,74 \cdot (1,5) \cdot 0,6 + 10,64 \cdot (1,5) \cdot 0,8 = \boxed{140,9 \text{ kNm}}$$

NORMÁLNÍ SÍLA VÝP. (PRO PŘÍPAD, ŽE SE UVOLNIL A KOTVENÍ

$$N_{\text{sdmax}} = 2 \cdot 12,5 \cdot 0,8 = 20,0 \text{ kN}$$

ŠTÍHLOSTI - viz příloha 1a

[K3]

$$\frac{m_{H_2}}{w_{H_2} \cdot f_{H_2}} + \frac{q_{H_2}}{w_{H_2} \cdot f_{H_2}} = \frac{158,2 \cdot 10^6}{904 \cdot 10^3 \cdot 235} + \frac{4,4 \cdot 10^6}{123 \cdot 10^3 \cdot 235} = 1,0 \quad \text{NA HRADE - VYHOVUJE}$$

* viz. poznámka

[K4] $x_2 = 0,946$ $x_{H_2} = 0,946$ $h_g = 1 + \frac{0,6 \cdot 25000}{0,946 \cdot 4240 \cdot 235} = 1,009$

$$\frac{N_{sd}}{x_{min} \cdot A \cdot f_{H_2}} + \frac{m_{H_2} \cdot h_g}{w_{H_2} \cdot f_{H_2}} = \frac{25000}{0,946 \cdot 4240 \cdot 235} + \frac{158,2 \cdot 10^6 \cdot 1,009}{904 \cdot 10^3 \cdot 235} = 2,87 < 1,0$$

VYHOVUJE

[K7]

$$\frac{m_{H_2}}{w_{H_2} \cdot f_{H_2}} + \frac{q_{H_2}}{w_{H_2} \cdot f_{H_2}} = \frac{163,84 \cdot 10^6}{904 \cdot 10^3 \cdot 235} + \frac{4,4 \cdot 10^6}{123 \cdot 10^3 \cdot 235} = 0,92 < 1,0$$

* viz. poznámka
VYHOVUJE

[K8] $h_g = 1 + \frac{0,6 \cdot 15000}{0,946 \cdot 4240 \cdot 235} = 1,006$

$$\frac{N_{sd}}{x_{min} \cdot A \cdot f_{H_2}} + \frac{m_{H_2} \cdot h_g}{w_{H_2} \cdot f_{H_2}} = \frac{15000}{0,946 \cdot 4240 \cdot 235} + \frac{163,84 \cdot 10^6 \cdot 1,006}{904 \cdot 10^3 \cdot 235} = 0,8 < 1,0$$

VYHOVUJE

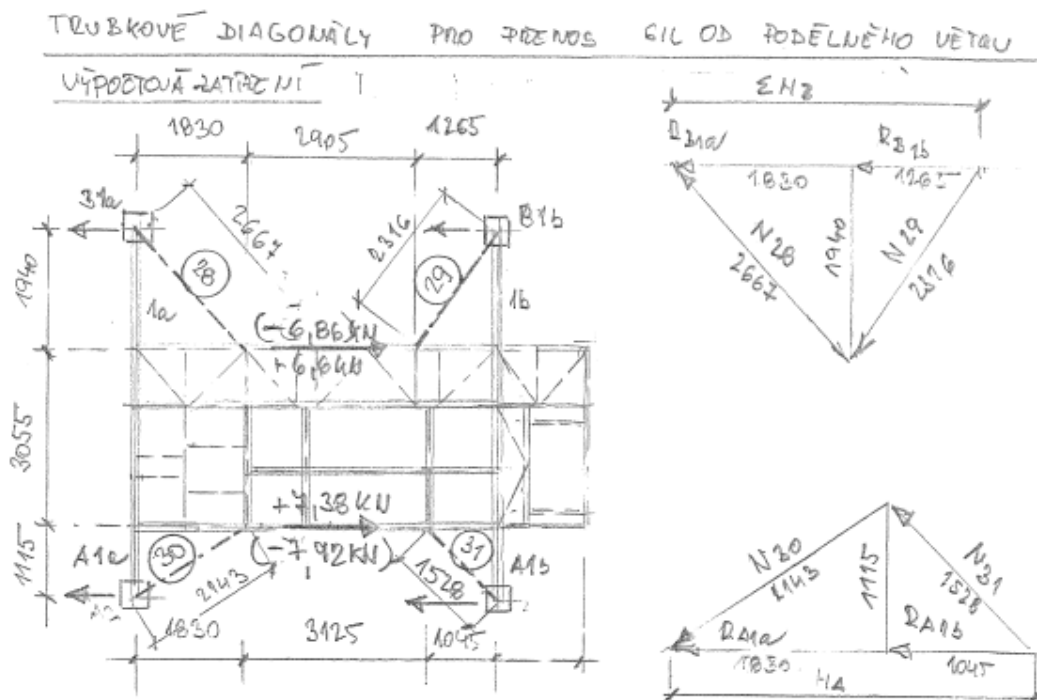
[K12] $h_g = 1 + \frac{0,6 \cdot 20000}{0,946 \cdot 4240 \cdot 235} = 1,0045$

$$\frac{N_{sd}}{x_{min} \cdot A \cdot f_{H_2}} + \frac{m_{H_2} \cdot h_g}{w_{H_2} \cdot f_{H_2}} = \frac{20000}{0,946 \cdot 4240 \cdot 235} + \frac{140,9 \cdot 10^6 \cdot 1,0045}{904 \cdot 10^3 \cdot 235} = 0,825 < 1,0$$

VYHOVUJE

* POZNÁMKA

DO KONSTRUKCE BUDOU DOPĹNĚNY DIAGONÁLY Z TRUBEK
TR 60,3 x 4 (POL. 28 + 31), TÍM MOMENT H_2 ZHÍDÍ
A VYUŽITÍ PRO **[K3]** A **[K7]** $< 0,8$



2.8.3 + W_k

$$N_{28} = +6,6 \cdot \frac{2664}{3095} = +5,69 \text{ kN}$$

$$N_{29} = -6,6 \cdot \frac{2313}{3095} = -4,93 \text{ kN}$$

$$R_{31a} = -6,6 \cdot \frac{1830}{3095} = -3,9 \text{ kN}$$

$$R_{31b} = -6,6 \cdot \frac{1265}{3095} = +2,74 \text{ kN}$$

$$N_{30} = +7,38 \cdot \frac{2143}{2845} = +5,5 \text{ kN}$$

$$N_{31} = -7,38 \cdot \frac{1528}{2845} = -3,92 \text{ kN}$$

$$R_{41a} = +7,38 \cdot \frac{1830}{2845} = +4,40 \text{ kN}$$

$$R_{41b} = -7,38 \cdot \frac{1045}{2845} = -2,68 \text{ kN}$$

7.6.4 - W_k

$$N_{28} = -6,86 \cdot \frac{2662}{3095} = -5,91 \text{ kN}$$

$$N_{29} = +6,86 \cdot \frac{2313}{3095} = +5,13 \text{ kN}$$

$$R_{31a} = +6,86 \cdot \frac{1830}{3095} = +4,06 \text{ kN}$$

$$R_{31b} = +6,86 \cdot \frac{1265}{3095} = +2,6 \text{ kN}$$

$$N_{30} = -7,92 \cdot \frac{2143}{2845} = -5,9 \text{ kN}$$

$$N_{31} = +7,92 \cdot \frac{1528}{2845} = +4,21 \text{ kN}$$

$$R_{41a} = +7,92 \cdot \frac{1830}{2845} = +5,04 \text{ kN}$$

$$R_{41b} = +7,92 \cdot \frac{1045}{2845} = +2,88 \text{ kN}$$

TR $\phi 60,3 \times 4$ $A = 404 \text{ mm}^2$ $i_y = 20,0 \text{ mm}$ $L_{max} = 2667 \text{ mm}$

$$\lambda = \frac{2667}{20} = 133,35 < 180 \quad \bar{\lambda} = \frac{133,35}{93,9} = 1,42 \quad \chi = 0,408$$

$$\frac{N_{sd}}{\chi \cdot A \cdot f_{yk}} = \frac{5910}{0,408 \cdot 404 \cdot 235} = 0,082 < 1,0 \quad \text{VYHODUJE}$$

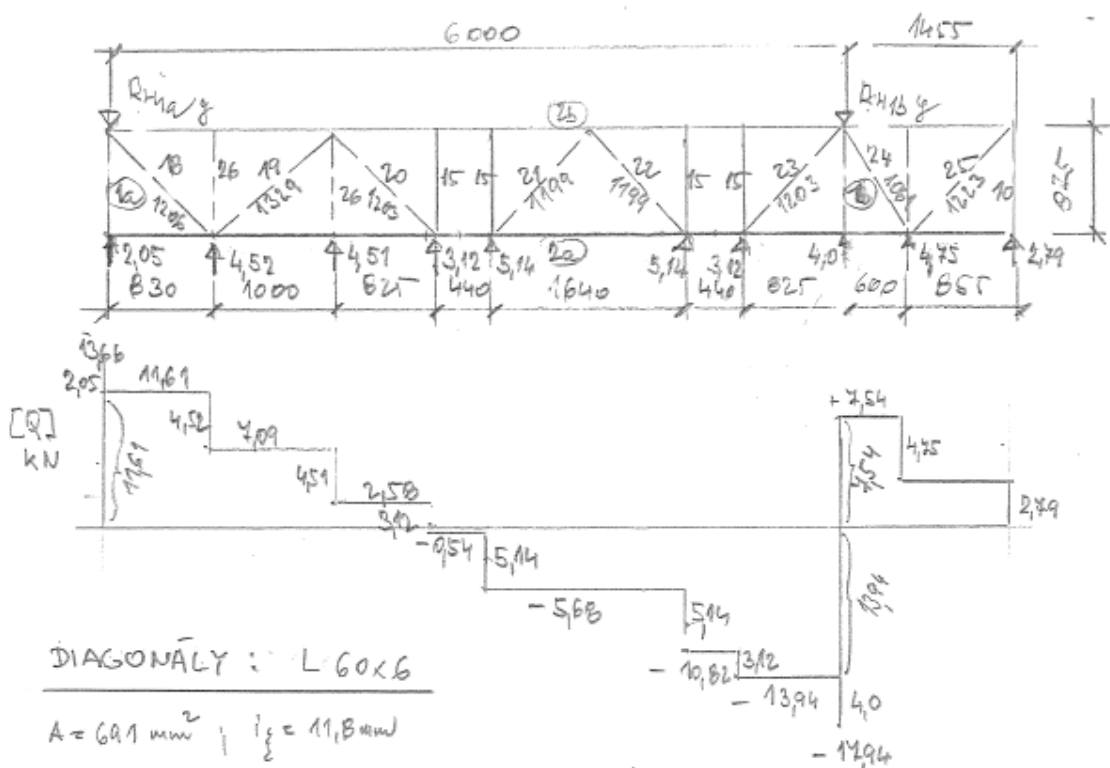
HORIZONTÁLNÍ ZTUŽIDLO PRO ZACHYCENÍ PŘÍČNÉHO VĚTRU ± 10%

VÝPOČTOVÉ HODNOTY ÚZLOVÝCH SIL VÝPOČTELY DLE SCHEMA NA STR. 9

$$\sum F_{Hij}^C = 2,05 + 4,52 + 4,51 + 3,12 + 5,14 + 5,14 + 3,12 + 4,0 + 4,45 + 2,79 = 39,14 \text{ kN}$$

$$\text{REAKCE: } R_{Hij} = \frac{1}{6} [2,05 \cdot 6,0 + 4,52 \cdot 5,17 + 4,51 \cdot 4,17 + 3,12 \cdot 3,345 + 5,14 \cdot 2,905 + 5,14 \cdot 1,265 + 3,12 \cdot 0,825 - 4,45 \cdot 0,6 - 2,79 \cdot 1,455] = 13,66 \text{ kN}$$

$$R_{Hib} = 39,14 - 13,66 = 25,48 \text{ kN}$$



DIAGONÁLY: L 60x6

$$A = 691 \text{ mm}^2 \quad i_y = 11,8 \text{ mm}$$

PRUT (18) $L_2 = 1206 \text{ mm} \quad N = 11,61 \cdot \frac{1206}{825} = 16,0 \text{ kN}$

$$\lambda = \frac{1206}{11,8} = 102,2 \quad \bar{\lambda} = \frac{102,2}{93,9} = 1,1 \quad \chi_c = 0,484$$

$$\frac{N_{sd}}{\chi_c \cdot A \cdot f_k} = \frac{16,0 \cdot 10^3}{0,484 \cdot 691 \cdot 235} = 0,2 < 1,0 \quad \text{VYHOVUJE}$$

PRUT (19) $L_2 = 1329 \text{ mm} \quad N = 4,04 \cdot \frac{1329}{845} = 10,7 \text{ kN}$

$$\lambda = \frac{1329}{11,8} = 112,6 \quad \bar{\lambda} = \frac{112,6}{93,9} = 1,2 \quad \chi_c = 0,434$$

Výpočtové reakce v kN pro rozhodující kombinace

(V KOMBINACÍCH, VE KTERÝCH JE V ZATĚŽOVACÍCH STAVECH SVISLÁ SLOŽKA OD VĚTRU TAHEH, JE SOUČINITEL ZATÍŽENÍ OD VL. HMOTNOSTI $\gamma_f = 1,0$)

	A1a			B1a			A1b			B1b		
	F_x	F_y	F_z	F_x	F_y	F_z	F_x	F_y	F_z	F_x	F_y	F_z
K1	0	0	62,96	0	0	45,02	0	0	92,38	0	0	68,8
K2	-4,7	0	39,13	-3,9	0	26,22	-2,68	0	84,64	-2,7	0	63,02
K3	+5,04	0	58,24	+4,06	0	41,22	+2,8	0	58,52	+2,88	0	42,26
K4	0	-6,83	39,05	0	-6,83	26,45	0	-12,45	55,22	0	-12,45	39,36
K5	0	+6,83	58,43	0	+6,83	41,43	0	+12,45	84,94	0	+12,45	66,42

MAX. TLAK NA BETON C 20/25

$$p_{\max} = \frac{92,38 \cdot 10^3}{400 \cdot 400} = 0,58 \text{ MPa} < 8,0 \text{ MPa} - \text{VYHODUJE}$$

KOTEVNÍ DESKA $\varnothing 15 \times 400 \sim 400$

$$W_{el} = \frac{1}{6} \cdot 400 \cdot 15^2 = 15000 \text{ mm}^3$$

MOKENT V ŘEZU a-a

$$M = 0,58 \cdot 400 \cdot 115^2 \cdot 0,5 = 1,53 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$\sigma = \frac{1,53 \cdot 10^6}{15000} = 102,04 \text{ MPa} < 235,04 \text{ MPa} - \text{VYHODUJE}$$

KOTEVNÍ ŠROUBY $4 \times M16 \text{ BB} + \text{HIT} - \text{RE } 500$

TAHOVÁ SÍLA V KOTEVNÍCH ŠROUBECH V ŽÁDNÉ KOMBINACI NEVSTUPÁ. NA BEZPEČNÉ STRANĚ BUDE POČÍTAT PRO KOMBINACE **K4**, **K5**, ŽE KOTEVNÍ ŠROUBY PŘENÁŠEJÍ TĚLNOU HODNOTU SMYKOVÉ SÍLY, I KDYŽ ČÁST ZATÍŽENÍ SE VŠDY PŘENESE TŘENÍM

VZDÁLENOST KOTVY OD OKRAJE BETONU $c_{min} = 65 \text{ mm} < c = 200 \text{ mm} < c_{er} = 250 \text{ mm}$

VZDÁLENOST MEZI KOTVAMI $s_{min} = 65 \text{ mm} < s = 200 \text{ mm} < s_{er} = 500 \text{ mm}$

ÚČINNOST KOTVY V_{red} PRO $c = c_{min}$; $S \geq 3c = 4,8 \text{ kN}$ **UYHODUJE**

ÚČINNOST PŮTPOJE BUDE VĚTŠÍ, NEŽ $4 \cdot 4,8 = 19,2 \text{ kN} > 12,15 \text{ kN}$

Dynamické posouzení rámuBUDÍCÍ SÍLY, BUDÍCÍ KMITOČTY

GENERÁTOREM CHVĚNÍ JE VENTILÁTOR TYPU	RVR 730 - 7N
VÝKON	MAX. $1,38 \text{ m s}^{-1}$
PŘETLAK	8000 MPa
MAX. OTÁČKY	$n = 2950 \text{ min}^{-1}$
MOMENT SETRVAČNOSTI OBĚŽNÉHO KOLA	$I = 1,052 \text{ kg m}^2$
NORMOVÝ NEVÝVAŽEK	$m_p = 1056 \text{ g mm}$

BUDÍCÍ SÍLA I BUDÍCÍ FREKVENCE ZÁVISÍ NA OTÁČKÁCH DLE VĚTANŮ

BUDÍCÍ FREKVENCE $f = n/60$

ÚHLOVÁ RYCHLOST $\omega = 2\pi \cdot f$

BUDÍCÍ SÍLA [N] $F_p = (m_p \cdot r) \omega^2 = 1056 \cdot 10^{-3} \cdot \left(\frac{2\pi n}{60}\right)^2 = 1,1568 \cdot 10^{-5} n^2 \text{ [N]}$
(NORMOVÁ)

REGULAČNÍ STUPĚN	OTÁČKY $[\text{min}^{-1}]$	BUDÍCÍ FREKVENCE $[\text{Hz}]$	ÚHLOVÁ RYCHLOST $[\text{rad. s}^{-1}]$	BUDÍCÍ SÍLA $[\text{N}]$
0,3	885	14,75	92,63	9,06
0,4	1180	19,67	123,53	16,10
0,5	1475	24,58	154,36	25,17
0,6	1770	29,50	185,26	36,24
0,7	2065	34,42	216,16	49,32
0,8	2360	39,33	247,0	64,43
0,9	2655	44,25	277,89	81,54
1,0	2950	49,17	308,79	100,67

PRO DALŠÍ VÝPOČET BUDU PŘEDPOKLÁDAT, ŽE V DŮSLEDKU POTŘEBENÍ VENTILÁTORU VZROSTE EXCENTRICITA NEVÝVAŽEKU A BUDÍCÍ SÍLA VZROSTE NA DUVNĚSOZEK NORMOVÉ HODNOTY DÁLE BUDU PŘEDPOKLÁDAT SOUČINITEL ŮTLUMU OCELOVÉ KONSTRUKCE V ROZSAHU $\delta = 903 \div 0,1$.

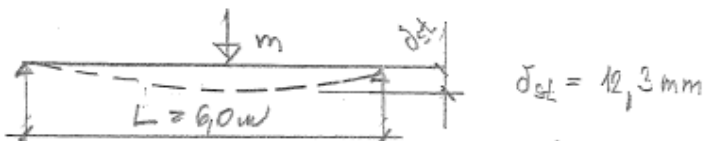
VÝPOČET VLASTNÍCH FREKVENCÍ KMITÁNÍ JEDNOTLIVÝCH PRVKŮ RÁMUPRŮVLAK 1a IPE 360 $I_y = 163 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$ 

$$m = \frac{48EI \cdot \delta \cdot 10^{-1}}{L^3} = \frac{48 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 163 \cdot 10^6 \cdot 8,2 \cdot 10^{-1}}{6000^3} = 6237 \text{ kg}$$

$$c = \frac{48EI}{L^3} = \frac{48 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 163 \cdot 10^6 \cdot 10^{-1}}{6000^3} = 760,7 \text{ Npm}^{-1}$$

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{760,7 \cdot 9,81}{6237}} = 34,6 \text{ s}^{-1}; f_0 = \frac{34,6}{2\pi} = 5,508 \text{ Hz}$$

$$\left[\frac{\omega}{\omega_0} \right] = \frac{92,63 \div 244}{35} = \boxed{2647 \div 7,057} > 1,0 \text{ UHYHOUVJE}$$

PRŮVLAK 1b I 360 $I_y = 163 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$ 

$$m = \frac{48 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 163 \cdot 10^6 \cdot 12,3 \cdot 10^{-1}}{6000^3} = 9356 \text{ kg}$$

$$c = \frac{48 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 163 \cdot 10^6 \cdot 10^{-1}}{6000^3} = 760,7 \text{ Npm}^{-1}$$

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{760,7 \cdot 9,81}{9356}} = 28,24 \text{ s}^{-1}; f_0 = \frac{28,24}{2\pi} = 4,55 \text{ Hz}$$

$$\left[\frac{\omega}{\omega_0} \right] = \frac{92,63 \div 244}{28,24} = \boxed{3,28 \div 8,45} > 1,0 \text{ UHYHOUVJE}$$

PODĚLNÍK 2a IPE 300 $I_y = 836 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$ 

$$m = \frac{48 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 836 \cdot 10^6 \cdot 14,1 \cdot 10^{-1}}{6000^3} = 5590 \text{ kg}$$

$$c = \frac{48 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 83,6 \cdot 10^6 \cdot 10^{-1}}{6000^3} = 390,1 \text{ MPa}^{-1}$$

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{390,1 \cdot 9,81}{5,500}} = 26,38 \text{ s}^{-1} \quad f_0 = \frac{26,38}{2\pi} = 4,2 \text{ Hz}$$

$$\left| \frac{\omega}{\omega_0} \right| = \frac{92,63 \div 244}{26,38} = \frac{3,51 \div 9,36}{26,38} > 1,0 - \text{VYHOVUJE}$$

PODELNÍK 2b IPE 300 $I_y = 83,6 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$



$$m = \frac{48 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 83,6 \cdot 10^6 \cdot 16,7 \cdot 10^{-1}}{6000^3} = 6515 \text{ kg}$$

$$c = \frac{48 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 83,6 \cdot 10^6 \cdot 10^{-1}}{6000^3} = 390,1 \text{ MPa}^{-1}$$

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{390,1 \cdot 9,81}{6515}} = 24,24 \text{ s}^{-1} \quad f_0 = \frac{24,24}{2\pi} = 3,86 \text{ Hz}$$

$$\left| \frac{\omega}{\omega_0} \right| = \frac{92,63 \div 244}{24,24} = \frac{3,82 \div 10,19}{24,24} > 1,0 - \text{VYHOVUJE}$$

PŘÍČNÍKY 3 IPE 300 $I_y = 83,6 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$



$$m = \frac{48 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 83,6 \cdot 10^6 \cdot 0,54 \cdot 10^{-1}}{2080^3} = 5057 \text{ kg}$$

$$c = \frac{48 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 83,6 \cdot 10^6 \cdot 10^{-1}}{2080^3} = 9364 \text{ MPa}^{-1}$$

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{9364 \cdot 9,81}{5057}} = 134,8 \text{ s}^{-1} \quad f_0 = \frac{134,8}{2\pi} = 21,46 \text{ Hz}$$

$$\left| \frac{\omega}{\omega_0} \right| = \frac{92,63 \div 244}{134,8} = \frac{0,687 \div 1,83}{134,8} \quad \text{KONTROLA PŘI REGUL. STUPNÍ 0,4 \div 0,5}$$

NEZATÍŽENÝ PODELVÍK 4; 6 IPE 300 $I_y = 83,6 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$

$m = 1,045 \cdot 422 \cdot 0,5 = 22,04 \text{ kg}$

$\delta_{st} = \frac{5}{384} \cdot \frac{0,422 \cdot 1,045^4 \cdot 10^2}{2,1 \cdot 10^5 \cdot 83,6 \cdot 10^6} = 3,86 \cdot 10^{-4} \text{ mm}$

$C = \frac{48 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 83,6 \cdot 10^6 \cdot 10^{-1}}{1045^3} = 73,8 \cdot 10^3 \text{ Npm}^{-1}$

$\omega_0 = \sqrt{\frac{73,8 \cdot 10^3 \cdot 9,81}{0,022}} = 5836 \text{ s}^{-1} \quad f_0 = \frac{5836}{2\pi} = 913 \text{ Hz}$

$\left| \frac{\omega}{\omega_0} \right| = \frac{92,63 \div 247}{5836} = \boxed{0,0159 \div 0,042} < 1,0 - \text{ UÝHOVUJE}$

NEZATÍŽENÝ PODELVÍK 5 IPE 300 $I_y = 83,6 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$

$m = 2,08 \cdot 422 \cdot 0,5 = 43,9 \text{ kg}$

$\delta_{st} = \frac{5}{384} \cdot \frac{0,422 \cdot 2,08^4 \cdot 10^2}{2,1 \cdot 10^5 \cdot 83,6 \cdot 10^6} = 5,86 \cdot 10^{-3} \text{ mm}$

$C = \frac{48 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 83,6 \cdot 10^6 \cdot 10^{-1}}{2080^3} = 9364 \text{ Npm}^{-1}$

$\omega_0 = \sqrt{\frac{9364 \cdot 9,81}{0,0439}} = 1447 \text{ s}^{-1} \quad f_0 = \frac{1447}{2\pi} = 230,3 \text{ Hz}$

$\left| \frac{\omega}{\omega_0} \right| = \frac{92,63 \div 247}{1447} = \boxed{0,064 \div 0,17} < 1,0 - \text{ UÝHOVUJE}$

KONTOLY POD KONTNEM 7 IPE 200 $I_y = 19,4 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$

$\delta_{st} = 1,3 \text{ mm}$

$m = \frac{3EI_y \cdot \delta \cdot 10^{-1}}{L^3} = \frac{3 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 19,4 \cdot 10^6 \cdot 1,3 \cdot 10^{-1}}{1455^3} = 515,8 \text{ kg}$

$C = \frac{3EI}{L^3} = \frac{3 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 19,4 \cdot 10^6 \cdot 10^{-1}}{1455^3} = 396,8 \text{ Npm}^{-1}$

$\omega_0 = \sqrt{\frac{396,8 \cdot 9,81}{0,5158}} = 86,9 \text{ s}^{-1} \quad f_0 = \frac{86,9}{2\pi} = 13,83$

$\left| \frac{\omega}{\omega_0} \right| = \frac{92,63 \div 247}{86,9} = \boxed{1,035 \div 2,86} - \text{ KONTROLA PŘI REG. ST. 03}$

POMOCNÝ PODELNÍK B U200 $I_y = 19,1 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$



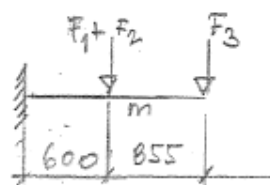
$$m = \frac{48 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 19,1 \cdot 10^6 \cdot 9,8 \cdot 10^{-7}}{6000^3} = 843,7 \text{ kg}$$

$$c = \frac{48 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 19,1 \cdot 10^6 \cdot 10^{-7}}{6000^3} = 89,1 \text{ MPm}^{-1}$$

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{89,1 \cdot 9,81}{0,8435}} = 31,63 \text{ s}^{-1} \quad f_0 = \frac{31,63}{2\pi} = 5,04 \text{ Hz}$$

$$\frac{\omega}{\omega_0} = \frac{92,63 \div 244}{31,63} = \boxed{2,93 \div 7,8} > 1,0 - \underline{\underline{\text{VYHOVUJE}}}$$

POMOCNÁ KONZOLA 9 U200 $I_y = 19,1 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$



z 5.1

$$F_1^k = 50 \text{ kN}$$

$$m = 0,253 \text{ kNm}^{-1}$$

$$F_2^k = 0,253 \cdot 0,95 \cdot 0,15 = 0,12 \text{ kN}$$

$$F_3^k = 0,12 + 0,0542 = 1,248 \cdot 0,15 = 0,155 \text{ kN}$$

$$M_{\text{max}}^k = 2,5 \cdot 0,6 - 0,12 \cdot 0,6 + 0,155 \cdot 1,455 + 0,253 \cdot 1,455^2 \cdot 0,15 = 2,04 \text{ kNm}$$

$$m = \frac{2,04}{0,6} \cdot 10^2 = 345 \text{ kg}$$

$$d_{st} = \frac{345 \cdot 0,6^3 \cdot 10^2}{3 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 19,1 \cdot 10^6} = 0,062 \text{ mm}$$

$$c = \frac{3 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 19,1 \cdot 10^6 \cdot 10^{-7}}{600^3} = 554,1 \text{ MPm}^{-1}$$

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{554,1 \cdot 9,81}{0,345}} = 398,0 \text{ s}^{-1} \quad f_0 = \frac{398,0}{2\pi} = 63,36 \text{ Hz}$$

$$\frac{\omega}{\omega_0} = \frac{92,63 \div 244}{398} = \boxed{0,233 \div 0,62} < 1,0 - \underline{\underline{\text{VYHOVUJE}}}$$

LEHUTICÍ NOSNÍK 10 U 200 $I_y = 19,1 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$

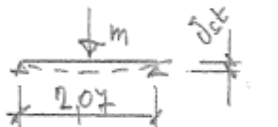
$$m = 25,3 \cdot 0,95 \cdot 0,15 = 12,0 \text{ kg}$$

$$c = \frac{48 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 19,1 \cdot 10^6 \cdot 10^{-1}}{950^3} = 22455 \text{ Npm}^{-1}$$

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{22455 \cdot 9,81}{0,012}} = 4285 \text{ s}^{-1} \quad f_0 = \frac{4285}{2\pi} = 682,2 \text{ Hz}$$

$$\left| \frac{w}{w_0} \right| = \frac{92,63 \div 247}{4285} = \left| \frac{0,0216 \div 0,058}{1} \right| < 1,0 \quad \underline{\text{VYHOVUJE}}$$

PŘÍČNÍKY POD KOMÍNET 11 U 200 $I_y = 19,1 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$



$$\delta_{st} = 0,093 \text{ mm}$$

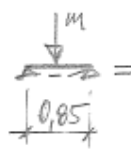
$$m = \frac{48 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 19,1 \cdot 10^6 \cdot 10^{-1} \cdot 0,093}{2070^3} = 201,9 \text{ kg}$$

$$c = \frac{48 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 19,1 \cdot 10^6 \cdot 10^{-1}}{2070^3} = 2141 \text{ Npm}^{-1}$$

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{2141 \cdot 9,81}{0,2019}} = 324,8 \text{ s}^{-1} \quad f_0 = \frac{324,8}{2\pi} = 51,4 \text{ Hz}$$

$$\left| \frac{w}{w_0} \right| = \frac{92,63 \div 247}{324,8} = \left| \frac{0,285 \div 0,76}{1} \right| < 1,0 \quad \underline{\text{VYHOVUJE}}$$

PRŮVLAKY POD KOMÍNET 12 U 200 $I_y = 19,1 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$



$$m = 500 + 0,5 \cdot 0,85 \cdot 25,3 = 510,7 \text{ kg}$$

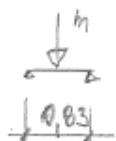
$$\delta_{st} = \frac{510,7 \cdot 0,85^3 \cdot 10^9}{48 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 19,1 \cdot 10^6} = 0,016 \text{ mm}$$

$$c = \frac{48 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 19,1 \cdot 10^6 \cdot 10^{-1}}{850^3} = 31350 \text{ Npm}^{-1}$$

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{31350 \cdot 9,81}{0,5107}} = 446 \text{ s}^{-1} \quad f_0 = \frac{446}{2\pi} = 71,1 \text{ Hz}$$

$$\left| \frac{w}{w_0} \right| = \frac{92,63 \div 247}{446} = \left| \frac{0,119 \div 0,378}{1} \right| < 1,0 \quad \underline{\text{VYHOVUJE}}$$

NOSÍKY POD VENTILÁTOREM 13 U160 $I_y = 9,27 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$



$$m = 500 + 18,9 \cdot 0,83 \cdot 0,17 = 507,8 \text{ kg}$$

$$C = \frac{48 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 9,27 \cdot 10^6 \cdot 10^{-1}}{830^3} = 16307 \text{ Npm}^{-1}$$

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{16307 \cdot 9,87}{0,5078}} = 567,3 \text{ s}^{-1} \quad f_0 = \frac{567,3}{2\pi} = 89,4 \text{ Hz}$$

$$\left| \frac{\omega}{\omega_0} \right| = \frac{92,63 \div 247}{567,3} = \left| 0,165 \div 0,44 \right| < 1,0 \text{ — VYHOVUJE}$$

POMOCNÉ VÝHĚNY 14 U160 $I_y = 9,27 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$



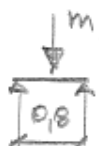
$$m = 18,9 \cdot 1,0 \cdot 0,17 = 9,47 \text{ kg}$$

$$C = \frac{48 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 9,27 \cdot 10^6 \cdot 10^{-1}}{1000^3} = 9324 \text{ Npm}^{-1}$$

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{9324 \cdot 9,87}{0,0947}} = 3117 \text{ s}^{-1} \quad f_0 = \frac{3117}{2\pi} = 497,4 \text{ Hz}$$

$$\left| \frac{\omega}{\omega_0} \right| = \frac{92,63 \div 247}{459,4} = \left| 0,2 \div 0,538 \right| < 1,0 \text{ — VYHOVUJE}$$

PŘÍČNÍKY 15 U160 $I_y = 9,27 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$



$$m = 500 + 18,9 \cdot 0,8 \cdot 0,17 = 507,6 \text{ kg}$$

$$C = \frac{48 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 9,27 \cdot 10^6 \cdot 10^{-1}}{800^3} = 18210 \text{ Npm}^{-1}$$

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{18210 \cdot 9,87}{0,5076}} = 593,2 \text{ s}^{-1} \quad f_0 = \frac{593,2}{2\pi} = 94,46 \text{ Hz}$$

$$\left| \frac{\omega}{\omega_0} \right| = \frac{92,63 \div 247}{593,2} = \left| 0,156 \div 0,416 \right| < 1,0 \text{ — VYHOVUJE}$$

DIAGONÁLY ZTUŽIDLA 18÷27 L 60×6 $I_y = 299 \cdot 10^3 \text{ mm}^4$
ROZHODUJE PRUT (19) $L = 1329 \text{ mm}$



$$m = 5,42 \cdot 1,329 \cdot 0,17 = 3,6 \text{ kg}$$

$$C = \frac{48 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 299 \cdot 10^3 \cdot 10^{-1}}{1329^3} = 128,4 \text{ Npm}^{-1}$$

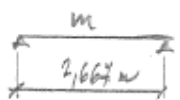
$$\omega_0 = \sqrt{\frac{128,4 \cdot 9,81}{0,0036}} = 591,5 \text{ s}^{-1} \quad f_0 = \frac{591,5}{2\pi} = 94,19 \text{ Hz}$$

$$\left[\frac{w}{w_0} \right] = \frac{92,63 \div 247}{591,5} = \boxed{0,157 \div 0,418} < 1,0 - \underline{\text{VYHOVUJE}}$$

TRUBKOVÉ DIAGONÁLY 28 ÷ 31 TR $\phi 60,3 \times 4$ $I_y = 282 \cdot 10^3 \text{ mm}^4$

LOŽHO DUJE PRUT (28) $L = 2667 \text{ mm}$

$$m = 5,55 \cdot 2,667 \cdot 0,5 = 7,4 \text{ kg} \quad \delta_{st} = \frac{0,074 \cdot 2,667^3 \cdot 10^{12}}{48 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 282 \cdot 10^3} = 0,5 \text{ mm}$$



$$c = \frac{48 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 282 \cdot 10^3}{2667^3} = 14,98 \text{ MP m}^{-1}$$

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{14,98 \cdot 9,81}{0,0074}} = 140,9 \text{ s}^{-1} \quad f_0 = \frac{140,9}{2\pi} = 22,4 \text{ Hz}$$

$$\left[\frac{w}{w_0} \right] = \frac{92,63 \div 247}{140,9} = \boxed{0,657 \div 1,753} \quad \underline{\text{KONTROLA PRŮ REGULAČNÍH}} \\ \underline{\text{STUPNÍ 04; 05}}$$

Kontrola prutů ohrožených resonančním chvěním

PRŮČNÍKY 3 IPE 300 $\omega_0 = 134,8 \text{ s}^{-1}$

$$\omega_b = \omega_0 \cdot \sqrt{\frac{1}{1 + \frac{4\pi^2}{\delta^2}}} = 134,8 \cdot \sqrt{\frac{1}{1 + \frac{4\pi^2}{(0,64 \div 2,146)^2}}} = (0,644 \div 2,146) \text{ s}^{-1}$$

PRO REZONANČNÍ OBLAST BUDÍCÍ FREKVENCE $\omega = \omega_0 = 134,8 \text{ s}^{-1}$
BUDE DYNAMICKÝ SOUDAVITEL Δ :

$$\Delta = \frac{1}{\sqrt{\left(1 - \frac{\omega^2}{\omega_0^2}\right)^2 + 4 \cdot \frac{\omega^4 \cdot \omega_b^2}{\omega_0^4}}} = \frac{1}{\sqrt{\left(1 - \frac{134,8^2}{134,8^2}\right)^2 + \frac{4 \cdot 134,8^2 \cdot (0,644 \div 2,146)^2}{134,8^4}}} = \\ = 104,6 \div 31,4$$

$$\text{BUDÍCÍ SÍLA (NORMOVANÁ)} \quad F_p = \left(\frac{134,8}{2\pi} \cdot 60 \right)^2 \cdot 1,1568 \cdot 10^{-5} = 19,2 \text{ N}$$

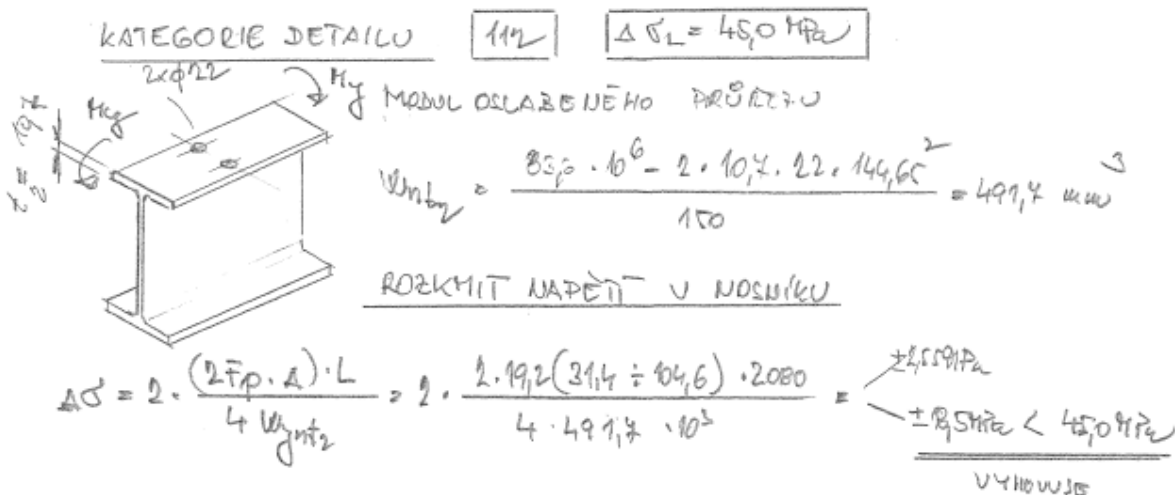
STATICKÝ PRŮHYB OD BUDÍCÍ SÍLY

$$\delta_{st} = F_p / c = \frac{19,2 \cdot 10^{-4}}{9364} = 2,05 \cdot 10^{-8} \text{ m} = 2,05 \cdot 10^{-4} \text{ mm}$$

AMPLITUDA CHVĚNÍ (PRO DVOUNÁSOBEK BUDÍCÍ SÍLY)

$$\Delta = 2 \cdot \delta_{st} \cdot \Delta = 2 \cdot 2,05 \cdot 10^{-4} (104,6 \div 31,4) = \underline{\underline{(0,043 \div 0,013) \text{ mm}}}$$

Posouzení na únavu



КОНТОЛЪ ПОД КОМЪНЕЖЪ И РЕ 200 $\omega_0 = 86,9 \text{ s}^{-1}$

$$\omega_b = 86,9 \cdot \sqrt{\frac{1}{1 + \frac{4 \pi^2}{(0,03 \div 0,1)^2}}} = (0,415 \div 1,384) \text{ s}^{-1}$$

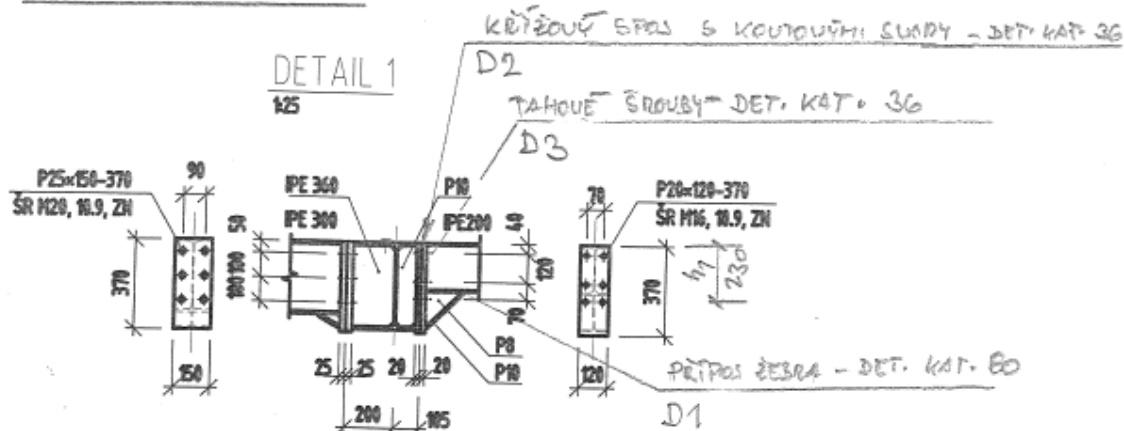
$$\Delta = \frac{1}{\sqrt{\left(1 - \frac{92,63^2}{86,92}\right)^2 + 4 \cdot \frac{92,63^2 \cdot (0,415 \div 1,384)^2}{86,92}}} = 4,98 \div 7,12$$

$$F_p = \left(\frac{86.9}{2\pi} \cdot 60 \right)^2 \cdot 1.1568 \cdot 10^{-5} = 7.97 \text{ N}$$

$$g_{\text{tot}} = F_p/c = 4,98 \cdot 10^{-4} / 396,8 = 2,0 \cdot 10^{-6} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ mm}$$

$$A = 2,5_{\text{skl}} \cdot \Delta = 2,20 \cdot 10^{-3} (4,98 - 4,2) = (0,032 \pm 0,0285) \text{ mm}$$

POSODZENJE NA ŠKOLU



DETAIL D1 – KAT. 80 $\Delta \sigma_L = 32,0 \text{ MPa}$

ROZKMIT NAPĚTÍ V NOSNÍKU

$$\Delta \sigma = 2 \cdot \frac{(2F_p \cdot \Delta) \cdot L}{W_y} = 2 \cdot \frac{2 \cdot 797 \cdot 7,98 \cdot 1455}{194 \cdot 10^3} = \underline{1,91 \text{ MPa}} < 32,0 \text{ MPa}$$

VYHODNĚ

DETAIL D2 – KAT. 36 $\Delta \sigma_L = 14,0 \text{ MPa}$

ROZKMIT NAPĚTÍ V KOTÍŘ. PŘÍKOL

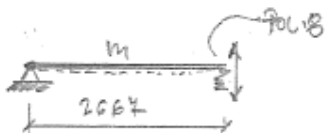
$$\Delta \sigma = 2 \cdot \frac{(2F_p \cdot \Delta) \cdot L}{H \cdot A_F} = 2 \cdot \frac{2 \cdot 797 \cdot 7,98 \cdot 1455}{350 \cdot 100 \cdot 10} = \underline{1,06 \text{ MPa}} < 14,0 \text{ MPa}$$

VYHODNĚ

DETAIL D3 – KAT. 36 $\Delta \sigma_L = 14,0 \text{ MPa}$ ROZKMIT NAPĚTÍ V TAH. ŠROUBU M16 $A_s = 157 \text{ mm}^2$

$$\Delta \sigma = 2 \cdot \frac{(2F_p \cdot \Delta) \cdot L}{2 \cdot h_1 \cdot A_s} = 2 \cdot \frac{2 \cdot 797 \cdot 7,98 \cdot 1455}{2 \cdot 230 \cdot 157} = \underline{5,13 \text{ MPa}} < 14,0 \text{ MPa}$$

VYHODNĚ

TR. DIAGONÁLA 2B TR $\phi 60,3 \times 4$ $\omega_0 = 140,9 \text{ s}^{-1}$ $\omega = 31,63 \text{ s}^{-1}$ 

DIAGONÁLA JE NA JEDNÉ STRANĚ UCHYCENA NA PEVNĚM ZÁKLADU, NA DRUHÉ STRANĚ NA PLOCHNÉM PŘÍKOLNÍKU POL. B, DO DIAGONÁLY MŮŽE BÝT PŮSO UNÁSENO CHVĚNÍ PŮVĚ S FREKVENCÍ ODPOVÍDÁJÍCÍ REZONANČNÍMU KMITÁNÍ POL. B, VHLÍDEM K NĚKOLIKA ŘÁDŮVĚM BODŮM DIMENZÍ

$$\omega_b = 140,9 \cdot \sqrt{\frac{1}{1 + \frac{4\pi^2}{(0,03 + 0,1)^2}}} = (0,673 \div 2,24)^{1/2}$$

$$\Delta = \frac{1}{\sqrt{\left(1 - \frac{31,63^2}{140,9^2}\right)^2 + \frac{4 \cdot 140,9^2 (0,673 \div 2,24)^2}{140,9^4}}} = 1,054$$

$$F_p = \left(\frac{140,9}{2\pi} \cdot 60\right)^2 \cdot 1,158 \cdot 10^{-5} = 21,0 \text{ N}$$

$$y_{\text{stat}} = F_p / c = \frac{21,0 \cdot 10^{-4}}{14,98} = 1,41 \cdot 10^{-4} \text{ m} = 0,14 \text{ mm}$$

$$A = 2 \cdot 0,14 \cdot 1,054 = 0,3 \text{ mm}$$

$$\Delta \sigma = 2 \cdot \frac{2 \cdot 21 \cdot 1,054 \cdot 2667}{4 \cdot 9,34 \cdot 10^3} = \underline{2,34 \text{ MPa}} < 64,0 \text{ MPa} - \text{VYHODNĚ}$$

DETAIL KAT. 160 $\Delta \sigma_L = 64,0 \text{ MPa}$

Doplňek I – dodatečné posouzení kotvení průvlaku 1a

PROJEKTANTEM PLOŠINY PRO VĚT BYLY DODATEČNĚ PŘEDÁNY HODNOTY REAKT V ULOŽENÍ PLOŠINY. JEDNÁ SE O MAXIMÁLNÍ VÝPOČTOVÉ HODNOTY V JEDNOTLIVÝCH SMĚRECH. NA BEZPEČNÉ STRANĚ BUDOU TYTO HODNOTY PŘÍČTENY K JEDNOTLIVÝM SLOŽKÁM V ULOŽENÝCH BODECH A1a ; 31a, UVEDENÝM V TABULCE NA STR. 43.

HODNOTY REAKT V KN OD PLOŠINY VĚT

KOTVENÍ BOD	A1a (1-ORNAČ.DLE SPS)			31a (2-ORNAČ.DLE SPS)		
SLOŽKY REAKT	F_x	F_y	F_z	F_x	F_y	F_z
	$\pm 2,0$	$\pm 4,6$	$+15,6$	$\pm 5,4$	$\pm 3,4$	$+10,9$

PRO KOMBINACI K1

$$\text{BOD A1a} \quad R_{z\max} = 62,96 + 15,6 = \underline{78,56 \text{ kN}} < R_{zA1a} = 92,38 \text{ kN}$$

$$\text{BOD 31a} \quad R_{z\max} = 45,02 + 10,9 = \underline{55,92 \text{ kN}} < R_{z31a} = 68,8 \text{ kN}$$

PRO KOMBINACI K2 ; K3

$$\text{BOD A1a} \quad R_{x\max} = +5,04 + 2,0 = +7,04 \text{ kN}$$

$$\text{BOD 31a} \quad R_{x\max} = 4,06 + 5,4 = \underline{9,46 \text{ kN}} < R_{x31a} = 12,45 \text{ kN}$$

PRO KOMBINACI K4 ; K5

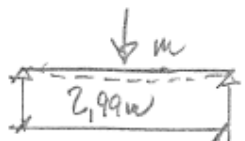
$$\text{BOD A1a} \quad R_{y\max} = 6,83 + 4,6 = \underline{11,43 \text{ kN}} < R_{yA1a} = 12,75 \text{ kN}$$

$$\text{BOD 31a} \quad R_{y\max} = 6,83 + 3,4 = \underline{10,23 \text{ kN}} < R_{y31a} = 12,75 \text{ kN}$$

VŠECHNY SLOŽKY REAKT V BODECH A1a ; 31a JSOU MENŠÍ, NEŽ SLOŽKY REAKT V BODECH A1b ; 31b, NA KTERÉ JE KOTVENÍ POSOUŽENO NA STR. 43 \Rightarrow KOTVENÍ BODŮ A1a ; 31a BEZPEČNĚ UYHOVÍ.

Doplňek II – dynamické posouzení navazujících profilů z plošiny pro VZT

POHODLY NOSNÍK IPE 140 – BEZ ZATÍŽENÍ $I_y = 5,41 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$



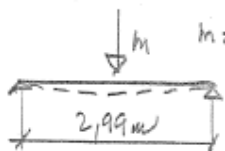
$$m = 0,5 \cdot 12,9 \cdot 2,99 + 0,5 \cdot 5,41 \cdot 1,406 = 11,45 \text{ kg}$$

$$C = \frac{48 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 5,41 \cdot 10^6 \cdot 10^{-1}}{29903} = 204,0 \text{ Npm}^{-1}$$

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{303,0 \cdot 9,81}{0,02175}} = 303,3 \text{ s}^{-1} \quad f_0 = \frac{303,0}{2\pi} = 48,3 \text{ Hz}$$

$$\frac{w}{w_0} = \frac{92,63 \div 244}{303,3} = \boxed{0,305 \div 0,814} < 1,0 - \text{ UYHOVUJE}$$

NOSNÍK IPE 140 – SE ZATÍŽENÍM 125 kg $I_y = 5,41 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$



$$m = 9,5 \cdot 12,9 \cdot 2,99 + 125 = 144,3 \text{ kg}$$

$$\delta = \frac{144,3 \cdot 2,99^3 \cdot 10^{-12}}{48 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 5,41 \cdot 10^6} = 0,207 \text{ mm}$$

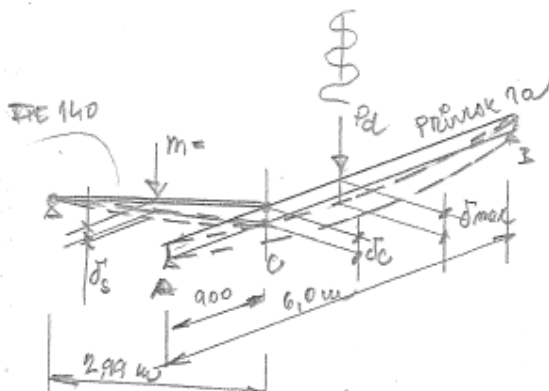
$$C = \frac{48 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 5,41 \cdot 10^6 \cdot 10^{-1}}{29903} = 204,0 \text{ Npm}^{-1}$$

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{204,0 \cdot 9,81}{0,1443}} = 117,8 \text{ s}^{-1} \quad f_0 = \frac{117,8}{2\pi} = 18,75 \text{ Hz}$$

$$\frac{w}{w_0} = \frac{92,63 \div 244}{117,8} = \boxed{0,786 \div 2,1} \quad \text{KONTROLA PŘI REGULACI 7}$$

STUPNÍ 03; 04

ODHAD BUDÍCÍ SÍLY PRO NOSNÍK IPE 140



VLASTNÍ FREKVENCE KMITÁNÍ
PRO PRÍMOK 12

$$\omega_0 = 34,6 \text{ s}^{-1} \quad f_0 = \frac{34,6}{2\pi} = 5,508 \text{ Hz}$$

BUDÍCÍ SÍLA PRO $w = w_0$

$$F_p = 2,1056 \cdot 10^{-3} \cdot 34,6^2 = 2,52 \text{ N}$$

$$\omega_b = 34,6 \cdot \sqrt{\frac{1}{1 + \frac{4\pi^2}{(0,03 + 0,1)^2}}} = (0,165 \div 0,55) \cdot s^{-1}$$

DYNAMICKÝ PRŮHYB UPROSTĚNÝ PRŮVLAKU 1a

DYN. SOUČINITEL $\Delta = \frac{\omega_0}{2\omega_b} = \frac{34,6}{2 \cdot 0,165} = 104,85$

STAT. PRŮHYB OD BUDÍCÍ SILY $\delta_{stat} = \frac{252 \cdot 6000^3}{48 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 163 \cdot 10^6} = 6,624 \cdot 10^{-4} \text{ mm}$

DYNAMICKÝ PRŮHYB UPROSTĚNÝ $\delta_{dyn} = 6,624 \cdot 10^{-4} \cdot 104,85 = 0,07 \text{ mm}$

DYNAMICKÝ PRŮHYB V ZODĚC $\delta_{zpc} = 0,07 \cdot \sin\left(\frac{900}{3000} \cdot 90^\circ\right) = 0,032 \text{ mm}$

BUDÍCÍ SILA UPROSTĚNÝ NOSNÍKU IDE 150

$F_p = 125 \cdot 34,6^2 \cdot 0,032 \cdot 10^{-3} = 4,8 \text{ N}$ PŘI FREQVENCÍ $\omega = 34,6 \text{ s}^{-1}$

$$\omega_b = 114,8 \cdot \sqrt{\frac{1}{1 + \frac{4\pi^2}{(0,03 + 0,1)^2}}} = (0,56 \div 1,84)$$

$$\Delta = \frac{1}{\sqrt{\left(1 - \frac{34,6^2}{114,8^2}\right)^2 + \frac{4 \cdot 34,6^2 \cdot 0,56^2}{114,8^4}}} = 1,09$$

STAT. PRŮHYB OD BUDÍCÍ SILY

$\delta_{stat} = \frac{F_p}{c} = \frac{4,8 \cdot 10^{-4}}{204} = 2,35 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 2,35 \cdot 10^{-3} \text{ mm}$

ROZKMIT NAPĚTÍ

$\Delta\sigma = 2 \cdot \frac{(F_p \Delta) \cdot L}{4W} = 2 \cdot \frac{(4,8 \cdot 1,09) \cdot 2990}{4 \cdot 77,3 \cdot 10^3} = 0,1 \text{ MPa} \ll \Delta\sigma_L = 45,0 \text{ MPa}$
 BEZPEČNĚ UŽÍVÁME.

6 Závěr

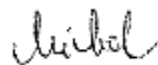
Pro regenerační katalytické zařízení $6000\text{m}^3/\text{h}$ umístěné na střeše objektu Meopty Přerov, jehož schéma a zatěžovací údaje byly předány zadavatelem ELVAC EKOTECHNIKA s.r.o., byla navržena konstrukce nosného rámu (plošiny). Ve statickém posudku bylo prokázáno, že navržená konstrukce splňuje požadavky EC 3, ČSN EN 1993-1-1. pro I, II, mezní stav konstrukce.

Dále byla provedena kontrola vlastní frekvence kmitání jednotlivých prvků konstrukce plošiny a ta byla porovnána s budící frekvencí ventilátoru v celém regulačním rozsahu otáček. Dle výpočtu leží vlastní frekvence kmitání převážně v části prvků mimo oblast rezonančního kmitání a proto nehrozí vznik nežádoucích rezonančních chvění spojených s případným poškozením únavou. U prvků provozovaných v oblasti rezonančního kmitání byl proveden odhad velikosti rozkmitu napětí, která ve všech případech leží bezpečně pod prahovým rozkmitem napětí $\Delta\sigma_L$.

Hlavní průvlak plošiny konstrukčně navazuje na OK podesty pro VZT, která byla konstrukčně, staticky řešena Ing. Josefem Hejčlem (SPS Otrokovice). Prvky konstrukce navazující na průvlak byly dodatečně posouzeny z hlediska rezonančního kmitání a rovněž vyhovují.

V Ostravě, 20.02.2011

Vypracoval: Ing. Bohumír Michal



Ověřil: Ing. Jiří Jungmann