

MSS-projekt s.r.o.

Odborná zpráva

VN Skalice – rekonstrukce, posouzení základu sloupu VN

SD. Statický posudek

Vsetín, červen 2022

Vypracovali:

Ing. Jaroslav Liška

Ing. Martin Mynařík

Zakázka: VN Skalice – rekonstrukce

Dokument: Statický výpočet

Objednatel: ŠINDLAR s.r.o., Na Brně 372/2a, 500 06 Hradec Králové,
IČO 260 03 236

Zhotovitel: **MSS-projekt s. r. o**

Útvar: Projekce mostních staveb
Sídlo: Michle, Michelská 580/63, 141 00 Praha 4
Pobočka: Žerotínova 992, 755 01 Vsetín
IČO: 26849836
Tel: +420 571 415 366

Odpovědný řešitel: Ing. Martin Mynařík, ČKAIT 1301261, autorizovaný inženýr
pro statiku a dynamiku staveb a pozemní stavby
E-mail: mynarik@mss-projekt.cz

Statický výpočet vypracoval: Ing. Jaroslav Liška
E-mail: liska@mss-projekt.cz

Obsah

1	Úvod.....	4
2	Podklady.....	4
2.1	Projektová dokumentace, posudky, zprávy	4
2.2	Normové předpisy	4
2.3	Software.....	4
3	Popis objektu	5
3.1	Všeobecný popis.....	5
3.2	Půdorys hráze – sloup VN.....	5
4	Výpočtové modely	6
4.1	Model pro nosnou konstrukci.....	6
5	Materiálové vlastnosti	6
5.1	Dřevo	6
6	Průřezy	6
7	Zatížení	7
7.1	Stálé zatížení	7
7.1.1	Vlastní tíha	7
7.2	Proměnné zatížení	7
7.2.1	Vítr	7
	SAMOSTATNÉ PŘÍLOHA	8
	Statické posouzení fixace sloupu (vzpěra).....	8

1 Úvod

Předmětem této zprávy je statické posouzení zajištění základu sloupu VN při provádění výkopových prací. Výkopové práce budou probíhat na hrázi vodní nádrže Skalice, kde bude v rámci rekonstrukce část zeminy odstraněná a nahrazena novou.

2 Podklady

2.1 Projektová dokumentace, posudky, zprávy

- [1] PD: VN Skalice – rekonstrukce, Ing. Jakub Kološ a Ing. Miroslav Šindlar

2.2 Normové předpisy

- [2] ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí
[3] ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí –
[4] Část 1-1: Obecná zatížení
[5] ČSN EN 1991-2 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 2: Zatížení mostů dopravou
[6] ČSN EN 1992-1-1 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla
[7] ČSN EN 1992-2 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí - Část 2: Betonové mosty
[8] ČSN EN 1993-1-1 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla
[9] ČSN EN 1993-2 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 2: Ocelové mosty
[10] ČSN EN 1997-1 Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí – Část 1: Obecná pravidla
[11] ČSN 73 0037 Zemní tlak na stavební konstrukce
[12] ČSN 73 6221 Prohlídky mostů pozemních komunikací
[13] ČSN 73 6222 Zatížitelnost mostů pozemních komunikací
[14] ČSN ISO 13822 Zásady navrhování konstrukcí – Hodnocení existujících konstrukcí
[15] ČSN 73 0038 Hodnocení a ověřování existujících konstrukcí – Doplnující ustanovení

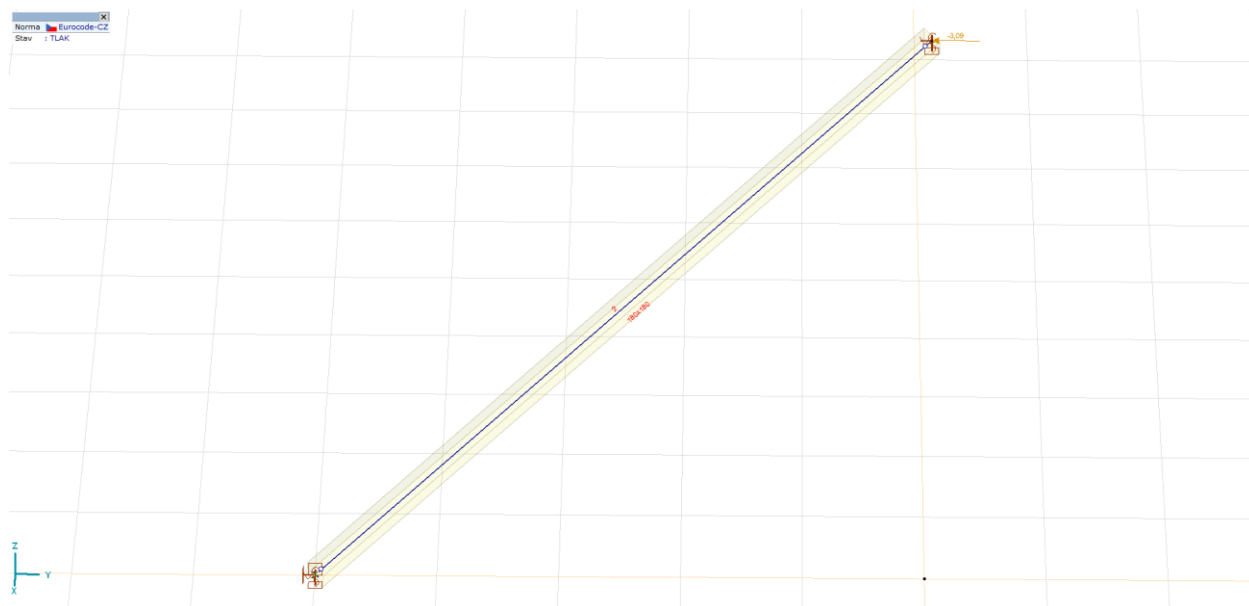
2.3 Software

- [16] Axis
[17] Idea Statica
[18] MS Word, Excel
[19] AUTOCAD

4 Výpočtové modely

4.1 Model pro nosnou konstrukci

Statický model byl vytvořený v programu Axis. Jedná se o prutový model, tvořený dřevěným průřezem 180x180. Délka hranolu 7,1m. Svírající úhel se svislicí 45°. Počet prvků na sloup 3 ks v radiálním pootočení svírající úhle 60°.



5 Materiálové vlastnosti

5.1 Dřevo

Pevnostní třída:	C22
Modul pružnosti:	$E_x=10\,000\text{ MPa}$, $E_y=330\text{ MPa}$
Hustota:	$\rho=400\text{ kg/m}^3$

6 Průřezy

Veškeré použité průřezy 180x180 mm.

7 Zatížení

7.1 Stálé zatížení

7.1.1 Vlastní tíha

Vlastní tíha byla vypočtena na základě použitých průřezů pro uvažované gravitační zrychlení o hodnotě 10 m/s^2 . Byla automaticky generována výpočetním programem Axis.

7.2 Proměnné zatížení

7.2.1 Vítr

Zatížení větrem:

Větrná oblast: II
 Rychlost větru: 25 m/s
 Referenční výška: 10 m
 Šířka sloupu: 0,36 m

Výpočtená síla v patě sloupu: $F_w = 3,09 \text{ kN}$

Výpočtený moment v patě sloupu: $M_w = 15,45 \text{ kNm}$

α [°]	Tlak větru [kN/m ²]
0,0	1,08 (1,62)
10,0	0,90 (1,35)
20,0	0,56 (0,84)
30,0	0,12 (0,18)
40,0	-0,44 (-0,67)
50,0	-1,05 (-1,58)
60,0	-1,60 (-2,40)
70,0	-2,00 (-3,00)
80,0	-2,21 (-3,32)
90,0	-2,23 (-3,34)
100,0	-2,05 (-3,08)
110,0	-1,70 (-2,55)
120,0	-1,22 (-1,83)
130,0	-0,85 (-1,27)
140,0	-0,58 (-0,87)
150,0	-0,58 (-0,87)
160,0	-0,58 (-0,87)
170,0	-0,58 (-0,87)
180,0	-0,58 (-0,87)

SAMOSTATNÉ PŘÍLOHA

Statické posouzení fixace sloupu (vzpěra)

Projekt

Výpočet provedl MSS - projekt

Model: **SLOUP VN.axs**

13.06.2022

Strana 1

POSUDEK DŘEVA

Návrhový prvek 1

Uzly: **2-3**Norma: **Eurocode-CZ**

CSN EN 1995-1-1

Materiál: **C22**Třída použitelnosti: **3**Průřez: **180x180**Zatěžovací stav: **Lineární,(Auto) Kritická**Třída trvání zatížení: **Dlouhodobé****1. Osová síla**

EN 1995-1-1: 6.1.2, 6.1.4

Generovaná normová kombinace: **[1,35*VLASTNÍ TÍHA] {1,5*TLAK}**Kritický průřez: $x = 0,01 \cdot L = 0,01 \cdot 7071 = 47 \text{ mm}$

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{|N_x|}{A_x} = \frac{|(-6997)|}{3,24 \cdot 10^4} = 0,22 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{c,0,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{c,0,k}}{\gamma_M} = \frac{0,55 \cdot 20}{1,3} = 8,5 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_N = \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} = \frac{0,22}{8,5} = 2,6 \% \quad (6.2) \quad \text{vyhovuje}$$

2. Ohyb (y)

EN 1995-1-1: 6.1.6

Generovaná normová kombinace: **[1,35*VLASTNÍ TÍHA]**Kritický průřez: $x = 0,47 \cdot L = 0,47 \cdot 7071 = 3300 \text{ mm}$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{|M_y|}{W_y} = \frac{|(-7,8903 \cdot 10^5)|}{9,72 \cdot 10^5} = 0,81 \text{ N/mm}^2$$

$$k_{h,y} = 1 \quad (3.1)$$

$$f_{m,y,d} = \frac{k_{mod} \cdot k_{h,y} \cdot f_{m,k}}{\gamma_M} = \frac{0,50 \cdot 1 \cdot 22}{1,3} = 8,5 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_{M_y} = \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} = \frac{0,81}{8,5} = 9,6 \% \quad \text{vyhovuje}$$

3. Ohyb (z)

EN 1995-1-1: 6.1.6

Generovaná normová kombinace: **[1,35*VLASTNÍ TÍHA] {1,5*TLAK}**Kritický průřez: $x = 0,01 \cdot L = 0,01 \cdot 7071 = 47 \text{ mm}$

$$\sigma_{m,z,d} = \frac{|M_z|}{W_z} = \frac{|0|}{9,72 \cdot 10^5} = 0 \text{ N/mm}^2$$

$$k_{h,z} = 1 \quad (3.1)$$

$$f_{m,z,d} = \frac{k_{mod} \cdot k_{h,z} \cdot f_{m,k}}{\gamma_M} = \frac{0,55 \cdot 1 \cdot 22}{1,3} = 9,3 \text{ N/mm}^2$$

Projekt

Výpočet provedl MSS - projekt
Model: **SLOUP VN.axs**

13.06.2022

Strana 2

$$\eta_{M_z} = \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0}{9,3} = 0 \% \quad \text{vyhovuje}$$

4. Smyk(y)

EN 1995-1-1: 6.1.7

Generovaná normová kombinace: **[1,35*VLASTNÍ TÍHA] {1,5*TLAK}**Kritický průřez: $x = 0,01 \cdot L = 0,01 \cdot 7071 = 47 \text{ mm}$

$$k_{cr} = 0,67 \quad (6.13a)$$

$$\tau_{V_y,d} = \frac{1,5 \cdot |V_y|}{k_{cr} \cdot b \cdot h} = \frac{1,5 \cdot |0|}{0,67 \cdot 180 \cdot 180} = 0 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v,y,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{v,y,k}}{\gamma_M} = \frac{0,55 \cdot 3,8}{1,3} = 1,6 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_{V_y} = \frac{\tau_{V_y,d}}{f_{v,y,d}} = \frac{0}{1,6} = 0 \% \quad (6.13) \quad \text{vyhovuje}$$

5. Smyk(z)

EN 1995-1-1: 6.1.7

Generovaná normová kombinace: **[1,35*VLASTNÍ TÍHA]**Kritický průřez: $x = 0,01 \cdot L = 0,01 \cdot 7071 = 47 \text{ mm}$

$$k_{cr} = 0,67 \quad (6.13a)$$

$$\tau_{V_z,d} = \frac{1,5 \cdot |V_z|}{k_{cr} \cdot b \cdot h} = \frac{1,5 \cdot |(-442)|}{0,67 \cdot 180 \cdot 180} = 0,031 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v,z,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{v,z,k}}{\gamma_M} = \frac{0,50 \cdot 3,8}{1,3} = 1,5 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_{V_z} = \frac{\tau_{V_z,d}}{f_{v,z,d}} = \frac{0,031}{1,5} = 2,1 \% \quad (6.13) \quad \text{vyhovuje}$$

6. Kroucení

EN 1995-1-1: 6.1.8

Generovaná normová kombinace: **[1,35*VLASTNÍ TÍHA] {1,5*TLAK}**Kritický průřez: $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 7071 = 0 \text{ mm}$

$$\tau_{tor,d} = 0 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{v,k}}{\gamma_M} = \frac{0,55 \cdot 3,8}{1,3} = 1,6 \text{ N/mm}^2$$

$$k_{shape} = \min \left(1 + 0,05 \cdot \frac{h}{b} ; 1,3 \right) = \min \left(1 + 0,05 \cdot \frac{180}{180} ; 1,3 \right) = 1,05 \quad (6.15)$$

$$\eta_{M_x} = \frac{\tau_{tor,d}}{k_{shape} \cdot f_{v,d}} = \frac{0}{1,05 \cdot 1,6} = 0 \% \quad (6.14) \quad \text{vyhovuje}$$

POSUDEK INTERAKCE**7. Osová síla-Ohyb**

EN 1995-1-1: 6.3.2, 6.2.4

Generovaná normová kombinace: **[1,35*VLASTNÍ TÍHA]**

Projekt

Výpočet provedl MSS - projekt
Model: **SLOUP VN.axs**

13.06.2022

Strana 3

Kritický průřez: $x = 0,47 \cdot L = 0,47 \cdot 7071 = 3300 \text{ mm}$

$$\eta_1 = \left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{|\sigma_{m,z,d}|}{f_{m,z,d}} = \left(\frac{0,00092}{7,7} \right)^2 + \frac{|0,81|}{8,5} + 0,7 \cdot \frac{|0|}{8,5} = 9,6 \% \quad (6.19)$$

$$\eta_2 = \left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \cdot \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{f_{m,y,d}} + \frac{|\sigma_{m,z,d}|}{f_{m,z,d}} = \left(\frac{0,00092}{7,7} \right)^2 + 0,7 \cdot \frac{|0,81|}{8,5} + \frac{|0|}{8,5} = 6,7 \% \quad (6.20)$$

$$\eta_{N,M} = \max(\eta_1; \eta_2) = \max(9,6; 6,7) = 9,6 \% \quad \text{vyhovuje}$$

8. Tlak-Ohyb-Vzpěr

EN 1995-1-1: 6.3.2

Generovaná normová kombinace: **[1,35*VLASTNÍ TÍHA] {1,5*TLAK}**

Kritický průřez: $x = 0,47 \cdot L = 0,47 \cdot 7071 = 3300 \text{ mm}$

$$\lambda_y = \frac{K_{yy} \cdot L_{tot}}{i_{s,y}} = \frac{1,00 \cdot 7071}{52} = 136,1$$

$$\lambda_z = \frac{K_{zz} \cdot L_{tot}}{i_{s,z}} = \frac{1,00 \cdot 7071}{52} = 136,1$$

$$\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{136,1}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{20}{6700}} = 2,4 \quad (6.21)$$

$$\lambda_{rel,z} = \frac{\lambda_z}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{136,1}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{20}{6700}} = 2,4 \quad (6.22)$$

$$k_y = 0,5 \cdot \left(1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2 \right) = 0,5 \cdot (1 + 0,20 \cdot (2,4 - 0,3) + 2,4^2) = 3,51 \quad (6.27)$$

$$k_z = 0,5 \cdot \left(1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2 \right) = 0,5 \cdot (1 + 0,20 \cdot (2,4 - 0,3) + 2,4^2) = 3,51 \quad (6.28)$$

$$k_{c,y} = \min \left(\frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}}; 1 \right) = \min \left(\frac{1}{3,51 + \sqrt{3,51^2 - 2,4^2}}; 1 \right) = 0,16 \quad (6.25)$$

$$k_{c,z} = \min \left(\frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}}; 1 \right) = \min \left(\frac{1}{3,51 + \sqrt{3,51^2 - 2,4^2}}; 1 \right) = 0,16 \quad (6.26)$$

$$\eta_1 = \frac{|\sigma_{c,0,d}|}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{|\sigma_{m,z,d}|}{f_{m,z,d}} = \frac{|0,2|}{0,16 \cdot 8,5} + \frac{|0,81|}{9,3} + 0,7 \cdot \frac{|0|}{9,3} = 23,4 \% \quad (6.23)$$

$$\eta_2 = \frac{|\sigma_{c,0,d}|}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{f_{m,y,d}} + \frac{|\sigma_{m,z,d}|}{f_{m,z,d}} = \frac{|0,2|}{0,16 \cdot 8,5} + 0,7 \cdot \frac{|0,81|}{9,3} + \frac{|0|}{9,3} = 20,7 \% \quad (6.24)$$

$$\eta_{N,M,Buck} = \max(\eta_1; \eta_2) = \max(23,4; 20,7) = 23,4 \% \quad \text{vyhovuje}$$

9. Osová síla-Ohyb-Klopení

EN 1995-1-1: 6.3.3

Generovaná normová kombinace: **[1,35*VLASTNÍ TÍHA] {1,5*TLAK}**

Kritický průřez: $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 7071 = 0 \text{ mm}$

$$dL = 2 \cdot h_{max} = 2 \cdot 180_{max} = 360 \text{ mm}$$

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0,78 \cdot b^2}{h \cdot (K_{LT} \cdot L_{tot} + dL)} \cdot E_{0,05} = \frac{0,78 \cdot 180^2}{180 \cdot (1,00 \cdot 7071 + 360)} \cdot 6700 = 127 \text{ N/mm}^2 \quad (6.32)$$

Projekt

Výpočet provedl MSS - projekt

Model: **SLOUP VN.axs**

13.06.2022

Strana 4

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{m,k}}{\sigma_{m,crit}}} = \sqrt{\frac{22}{127}} = 0,42 \quad (6.30)$$

$$k_{crit} = 1,00 \quad (6.34)$$

$$\eta_1 = \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + \left(\frac{|\sigma_{m,y,d}|}{k_{crit} \cdot f_{m,y,d}} \right)^2 = \frac{0,22}{0,16 \cdot 8,5} + \left(\frac{|0|}{1,00 \cdot 9,3} \right)^2 = 15,6 \% \quad (6.35)$$

$$\eta_2 = \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{k_{crit} \cdot f_{m,y,d}} = \frac{|0|}{1,00 \cdot 9,3} = 0 \% \quad (6.33)$$

$$\eta_{N,M,LTB} = \max(\eta_1; \eta_2) = 15,6 \% \quad \text{vyhovuje}$$

10. Smyk-Kroucení

DIN EN 1995-1-1/NA:2010-12 NCI NA.6.1.9 (no EN 1995-1-1 formula)

Generovaná normová kombinace: **[1,35*VLASTNÍ TÍHA]**Kritický průřez: $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 7071 = 0 \text{ mm}$ V bodu A (střední bod strany b); $\tau_{V_z,d} = 0$

$$\tau_{tor,d,A} = 0 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{V_y,d} = \frac{1,5 \cdot |V_y|}{k_{cr} \cdot h \cdot b} = \frac{1,5 \cdot |0|}{0,67 \cdot 180 \cdot 180} = 0 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_A = \frac{|\tau_{tor,d,A}|}{k_{shape} \cdot f_{v,d}} + \left(\frac{\tau_{V_y,d}}{f_{v,y,d}} \right)^2 = \frac{|0|}{1,05 \cdot 1,5} + \left(\frac{0}{1,5} \right)^2 = 0 \% \quad (NA.55)$$

V bodu B (střední bod strany h); $\tau_{V_z,d} = 0$

$$\tau_{tor,d,B} = 0 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{V_z,d} = \frac{1,5 \cdot |V_z|}{k_{cr} \cdot h \cdot b} = \frac{1,5 \cdot |(-448)|}{0,67 \cdot 180 \cdot 180} = 0,031 \text{ N/mm}^2$$

$$\eta_B = \frac{|\tau_{tor,d,B}|}{k_{shape} \cdot f_{v,d}} + \left(\frac{\tau_{V_z,d}}{f_{v,z,d}} \right)^2 = \frac{|0|}{1,05 \cdot 1,5} + \left(\frac{0,031}{1,5} \right)^2 = 0 \% \quad (NA.55)$$

V bodu O (střed průřezu); $\tau_{tor,d,O} = 0$

$$\eta_O = \left(\frac{\tau_{V_y,d}}{f_{v,y,d}} \right)^2 + \left(\frac{\tau_{V_z,d}}{f_{v,z,d}} \right)^2 = \left(\frac{0}{1,5} \right)^2 + \left(\frac{0,031}{1,5} \right)^2 = 0 \% \quad (NA.55)$$

$$\eta_{V_y,V_z,M_x} = \max(\eta_A; \eta_B; \eta_O; \eta_{V_y}; \eta_{V_z}) = \max(0; 0; 0; 0; 2,1) = 2,1 \% \quad \text{vyhovuje}$$

11. Tahové napětí ve vrcholu kolmo na osu

EN 1995-1-1: 6.4.3

Generovaná normová kombinace: **[1,35*VLASTNÍ TÍHA] {1,5*TLAK}**Kritický průřez: $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 7071 = 0 \text{ mm}$

$$\eta_{Apex} = 0 \% \quad (6.53) \quad \text{vyhovuje}$$

12. MSP (Mezní stav použitelnosti) - Konečná deformace

EN 1995-1-1: 2.2.3, 7.2

Generovaná normová kombinace: **[VLASTNÍ TÍHA] {TLAK}**Kritický průřez: $x = 0,50 \cdot L = 0,50 \cdot 7071 = 3536 \text{ mm}$

Projekt

Výpočet provedl MSS - projekt
Model: **SLOUP VN.axs**

13.06.2022

Strana 5

$$k_{def} = 2$$

Uvedené hodnoty vychýlení již zahrnují zadanou korekci výchyly koncového bodu.

$$w_{net,fin,z} = |w_{fin,z}| = |(-10)| = 10 \text{ mm}$$

$$w_{limit,z} = \frac{L}{300,0} = \frac{7071}{300,0} = 24 \text{ mm}$$

$$\eta_{SLS,z} = \frac{w_{net,fin,z}}{w_{limit,z}} = \frac{10}{24} = 44,5 \%$$

$$\eta_{SLS} = \eta_{SLS,z} = 44,5 \% \quad \textbf{vyhovuje}$$