

AKCE

III/34711 Lučice – most ev.č. 34711-2

STAVEBNÍK:



Kraj Vysočina

Žižkova 1882/57

587 33 Jihlava

INVESTOR:

**Krajská správa a údržba
silnic Vysočiny**
příspěvková organizace



Krajská správa a údržba silnic Vysočiny, příspěvková organizace

Kosovská 1122/16

586 01 Jihlava 1

D

SO 201


SOUŘADNICOVÝ SYSTÉM

: S-JTSK

VÝŠKOVÝ SYSTÉM

: Bpv

PDPS

VEDOUČÍ PROJEKTANT	Ing. Martin ŘEHULKA		 PROJEKČNÍ KANCELÁŘ PRIS spol. s r. o. OSO VÁ 20, 625 00 BRNO		
ZODPOVĚDNÝ PROJEKTANT	Ing. Bronislav ŠUSTR				
VYPRACOVAL	Ing. Kateřina MRHAČOVÁ				
KONTROLOVAL	Ing. Jiří ŠRUBAŘ				
KRAJ	VYSOČINA	STAVEBNÍK	Kraj Vysočina	DATUM	10/2022
AKCE III/34711 Lučice – most ev.č. 34711-2 SO 201 - Most ev.č. 34711-2				FORMÁT	
				MĚŘÍTKO	
				STUPEŇ	PDPS
				ČÍS. ZAKÁZKY	21199
				ARCHIVNÍ ČÍS.	D201_09_SV.doc
PŘÍLOHA	STATICKÝ VÝPOČET			ČÍS. SOUPRAVY	ČÍS. VÝKRESU 9

STATICKÝ VÝPOČET

III/34711 Lučice – most ev.č. 34711-2

PDPS

OBSAH:

Předpisy a literatura	str. 2
Použité programy	str. 2
Popis konstrukce propustku	str. 3
Statický model	str. 5
Půdorys	str. 6
Podélný řez	str. 7
Příčný řez	str. 8
Zatížení	str. 9
Vnitřní síly	str. 15
Kombinace vnitřních sil pro posouzení a posouzení	str. 16
Závěr	str. 21

V Brně, 10/2022

Ing. Kateřina Mrhačová

PŘEDPISY A LITERATURA:

ČSN EN 1991-1-1	Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
ČSN EN 1991-1-5	Zatížení konstrukcí - Část 1-5: Obecná zatížení - Zatížení teplotou
ČSN EN 1991-1-7	Zatížení konstrukcí - Část 1-7: Obecná zatížení - Mimořádná zatížení
ČSN EN 1991-2	Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 2: Zatížení mostů dopravou

PROGRAMY:

Scia Engineer 20.0	- deskostěnová konstrukce
FINEC 2019	- posudky železobetonových průřezů

POPIS KONSTRUKCE MOSTU

Podle druhu převáděné komunikace	- pozemní komunikace
Podle překračované překážky	- přes vodní tok
Podle počtu mostních polí	- o 1 polí
Podle počtu úrovní mostovek	- s mostovkou v jedné úrovni
Podle výškové polohy mostovky	- s horní mostovkou
Podle přesypávky	- most bez přesypávky
Podle měnitelnosti základní polohy	- nepohyblivý
Podle plánované doby trvání	- trvalý
Podle průběhu trasy na mostě	- směrově v přímé - niveleta klesá 0,7%
Podle úhlu křížení	- šikmý
Podle materiálu	- betonový ze ŽB
Podle statické funkce hlavní nosné konstrukce	- rámový
Podle volné výšky na mostě	- s neomezenou volnou výškou
Podle uspořádání příčného řezu	- otevřeně uspořádaný
Délka přemostění	- kolmá 2,0 m
Délka mostu	- 11,6 m
Délka nosné konstrukce	- kolmá 2,6 m
Rozpětí pole	- kolmé 2,3 m
Šikmost mostu	- 80,7°, levá
Šířka vozovky	- 6,5 m
Volná šířka mostu	- 6,5 m
Šířka průchozího prostoru (nouzového nebo veřejného chodníku)	-
Šířka mostu	- kolmá 8,1 m
Šířka nosné konstrukce	- kolmá 7,5 m
Šířka opěr	- 0,3 m
Výška mostu nad terénem	- cca 2,55 nad dnem koryta
Stavební výška mostu	- 0,435 m v ose komunikace
Konstrukční výška mostu	- 0,325 m v ose komunikace
Plocha nosné konstrukce mostu	- 19,76 m ²
Zatížitelnost mostu	- dle ČSN EN 1991-2, skupina pozemních komunikací 1

Charakteristika propustku

Most převádí PP Lučického potoka do náhonu (přítok č. 1) a leží v extravilánu mezi obcemi Lučicí a Skuhrovem na komunikaci III/34711 v km 8,954 provozního staničení.

Nová konstrukce propustku nahrazuje stávající most ev. č. 34711-2 na silnici III/34711 Lučice- Skuhrov. Demolice stávajícího mostu bude probíhat za vyloučeného provozu na této silnici.

Nově navržený propustek se nachází v extravilánu mezi obcemi Lučice a Skuhrov, převádí silnici III/34711 a plynule navazuje na stávající stav. Šířka komunikace na novém propustku je 6,5 m. Celková délka úpravy komunikace je 32,0 m.

Materiál konstrukce mostu:

ŽB rám (stěny rámu+příčel)	beton C 30/37
ŽB základy rámu	beton C 30/37
Betonářská výztuž:	B500B

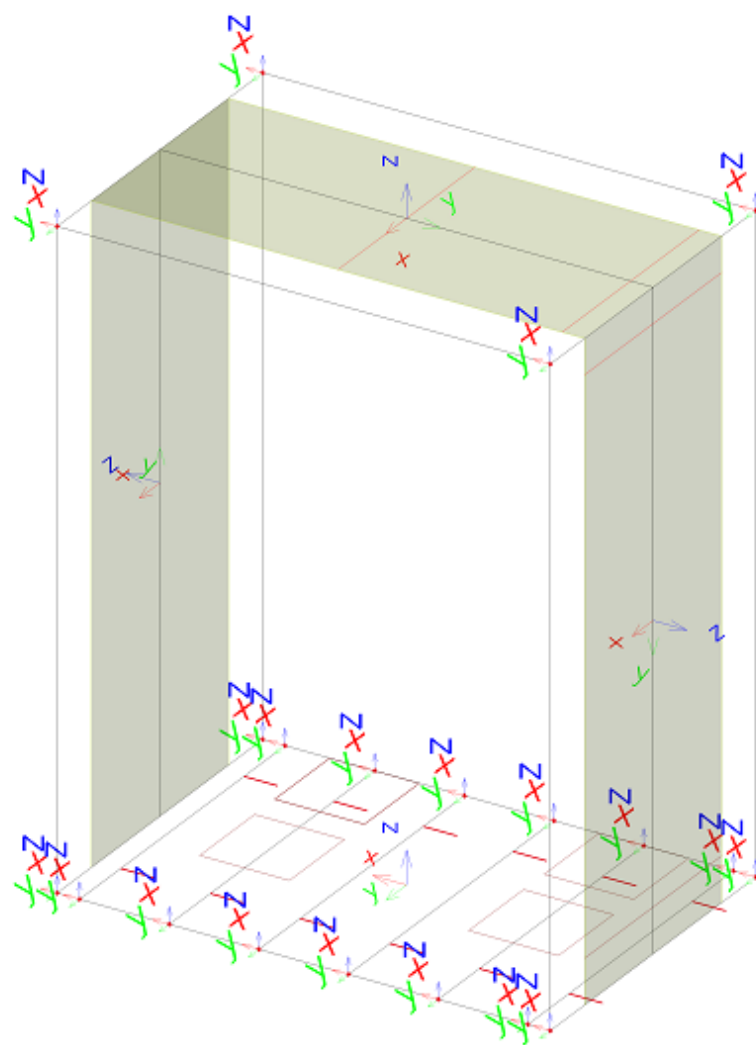
VÝPOČTOVÝ STATICKÝ MODEL NOSNÉ KONSTRUKCE

Předmětem tohoto výpočtu je posouzení nového propustku. Pro statický výpočet byl vytvořen prostorový deskostěnový model.

Posouzení konstrukce bylo provedeno pro výsek konstrukce š. 1 m pomocí programu SCIA Engineer.

Detailní soubory vstupních a výstupních dat jsou uloženy u projektanta.

Deskostěnový model – 3D



pohled 

Zatížení

1.1. STÁLÁ ZATÍŽENÍ

1.1.1. VLASTNÍ TÍHA NOSNÉ KONSTRUKCE

Objemová tíha materiálu $\gamma_z = 25.0 \text{ kN/m}^3$

1.1.2. ZATÍŽENÍ OSTATNÍ STÁLÉ

1.1.2.1. Vozovka

Objemová tíha materiálu $\gamma_z = 22.0 \text{ kN/m}^3$

Tloušťka vrstvy $h = 0.160 \text{ m}$

Svislé rovnoměrné zatížení $\sigma_s = 3.5 \text{ kN/m}$

1.1.2.2. Římsa

Objemová tíha materiálu $\gamma_z = 25.0 \text{ kN/m}^3$

Plocha levé římsy $A_b = 0.26 \text{ m}^2$

Šířka NK pod levou římsou $\bar{s} = 0.52 \text{ m}$

Plošné zatížení - **levá římsa** $\sigma_s = 12.5 \text{ kN/m}^2$

Plocha pravé římsy $A_b = 0.258 \text{ m}^2$

Šířka NK pod pravou římsou $\bar{s} = 0.52 \text{ m}$

Plošné zatížení - **pravá římsa** $\sigma_s = 12.5 \text{ kN/m}^2$

1.1.2.3. Zábradlí a svodidla

Liniové zatížení zábradelním svodidlem: $q = 1.50 \text{ kN/m}$

1.1.2.7. Násypy a obsypy - zemní tlak

Základní údaje:

Objemová tíha zeminy $\gamma_z = 24.0 \text{ kN/m}^3$

Úhel vnitřního tření (cca) $\phi_{ef} = 30^\circ$

Součinitel zemního tlaku v klidu $K_r = 1 - \sin \phi_{ef} = 0.50$

Zatížení zemním tlakem (lineárně roste s hloubkou) $\sigma_H = K_r \cdot \gamma_z \cdot h$

Zemní tlak na rub stěn, resp. křídel v patě:

Opěra

h [m]	σ_H [kN/m ²]
0.1	1.20
3.2	37.92

1.2. PROMĚNNÁ ZATÍŽENÍ

1.2.1. DOPRAVA

1.2.1.1. Sestava gr1a

LM1 (regulováno pro Skupinu 1 pozemních komunikací)

Model zatížení LM1 se skládá ze dvou dílčích soustav:

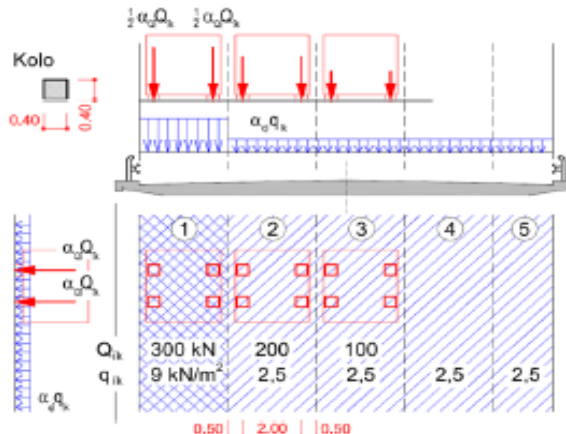
- soustředěné zatížení od dvojnápravy (TS), každá náprava o tíze $\alpha_Q Q_k$,
- rovnoměrné zatížení (UDL) o velikosti $\alpha_q q_k$ (pouze v nepříznivých částech příčinkových ploch).

V zatěžovacím pruhu pouze jedna kompletní dvojnáprava, která se pohybuje v ose pruhu pro celkové ověření.

Lokálně může jet mino osu pruhu.

Každé kolo nápravy vyvozuje zatížení $0,5 \alpha_Q Q_k$.

Kontaktní plocha kola $0,4 \times 0,4$ m.



HODNOTY REGULAČNÍCH SOUČINITELŮ α PRO ČR

skupina pozemních komunikací	α_{Q1}	α_{Q2}	α_{Q3}	α_{q1}	α_{q2}	$\alpha_{qi} (i>2)$ a α_{qr}
1	1.0	1.0	1.0	1.0	2.4	1.2
2	0.8	0.8	0.8	0.45 ¹⁾	1.6	1.6

Popis	Charakterist.	Regulace	Regulované hodnoty
Q_1	300	1.0	300 kN/náprava
Q_2	200	1.0	200 kN/náprava
q_1	9.0	1.00	9.0 kN/m ²
q_2	2.5	2.4	6.0 kN/m ²

Umístění	Dvojnáprava (TS)	Rovn. zat. (ULD)
	Q_{ik} [kN]	q_{ik} (nebo q_{rk}) [kN/m ²]
Pruh č. 1	300	9.00
Pruh č. 2	200	6.0

kontaktní plocha kola 0.40 x 0.40 = 0.160

Umístění	Jedno kolo (TS)	Rovn. zat. (ULD)
	[kN/m ²]	[kN/m ²]
Pruh č. 1	937.50	9.0
Pruh č. 2	625.00	6.0

PŘÍTÍŽENÍ ZEMNÍM TLAKEM V PŘECHODVÉ OBLASTI

Tabulka NA.2.5 – Půdorysná náhradní plocha

Model zatížení	Druh zatížení	Náhradní plocha
LM1	Dvojnáprava (TS)	3,0 × 5,0 m
LM3	Vozidlo 900/150	3,0 × 8,0 m
	Vozidlo 1800/200	3,0 × 14,0 m
	Vozidlo 3000/240	4,5 × 19,0 m

Plošné zatížení TS

$$\sigma_{v1} = 18.0 \text{ kN/m}^2$$

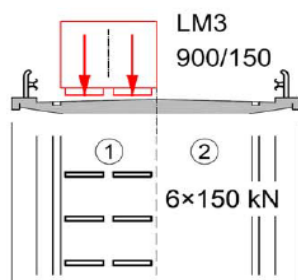
Plošné zatížení UDL

$$\sigma_{v1} = 4.5 \text{ kN/m}^2$$

1.2.1.2. Sestava gr5

ZVLÁŠTNÍ VOZIDLA PRO SILNICE III. TŘÍDY (PK SKUPINY 1)

Označení, celková tíha	900/150, 900 kN
Umístění zatížení	Zvláštní vozidlo se pohybuje v prostoru zatěžovacích pruhů.
Kombinace zatížení	Po celé délce mostu musí být vyloučena veškerá ostatní doprava.
Rychlost	Normální (≤ 70 km/hod)
Dynamický součinitel	$\phi = 1.25$
Poznámka	Jedná se o jediné vozidlo na mostě.



Umístění	počet náprav	Dvojnáprava (TS)	
		Q_{ik} [kN]	
0.5 m od ideální stopy	6x		150

kontaktní plocha kola 1.20 x 0.15 = 0.180

dynamický součinitel $\phi = 1.25$

Umístění	počet kol		Jedno kolo (TS)
			[kN/m ²]
0.5 m od ideální stopy	6x		520.8

Vzhledem k rozpětí mostu, není sestava gr5 rozhodujícím zatížením a proto se s ní nadále neuvažuje.

1.2.2. TEPLOTA

Typ konstrukce: 3

Součinitel tepelné roztažnosti betonu $\alpha = 10 \cdot 10^{-6} / ^\circ\text{C}$

1.2.2.1. Rovnoměrná složka teploty

Maximální teplota vzduchu ve stínu $T_{\max} = 38.0 \text{ } ^\circ\text{C}$

Minimální teplota vzduchu ve stínu $T_{\min} = -34 \text{ } ^\circ\text{C}$

Maximální teplota mostu ve stínu $T_{e,\max} = T_{\max} + 1,5 = 39.5 \text{ } ^\circ\text{C}$

Minimální teplota mostu ve stínu $T_{e,\min} = T_{\min} + 8 = -26 \text{ } ^\circ\text{C}$

Výchozí teplota mostu $T_0 = 10.0 \text{ } ^\circ\text{C}$

Charakteristické hodnoty:

- prodloužení $\Delta T_{N,\exp} = T_{e,\max} + T_0 = 29.5 \text{ } ^\circ\text{C}$

- zkrácení $\Delta T_{N,\text{con}} = T_0 + T_{e,\min} = -36.0 \text{ } ^\circ\text{C}$

1.2.2.2. Nerovnoměrná složka teploty

Charakteristické hodnoty linerárních rozdílů teplot pro svršek tloušťky 90mm

$\Delta T_{M,\text{heat}} = 15.0 \text{ } ^\circ\text{C}$

$\Delta T_{M,\text{cool}} = 8.0 \text{ } ^\circ\text{C}$

Tloušťka mostního svršku $t = 0.090 \text{ mm}$

Součinitele pro $t=90\text{mm}$ $k_{\text{sur,heat}} = 0.7 -$

$k_{\text{sur,cool}} = 1.0 -$

Charakteristické hodnoty lineárních rozdílů teplot pro svršek tloušťky 90mm

$\Delta T_{M,\text{heat}} \cdot k_{\text{sur,heat}} = 10.5 \text{ } ^\circ\text{C}$

$\Delta T_{M,\text{cool}} \cdot k_{\text{sur,cool}} = 8.0 \text{ } ^\circ\text{C}$

$\omega_N = 0.35 -$

$\omega_M = 0.75 -$

1.2.2.3. Současné působení obou složek teploty

$\Delta T_{M,\text{heat}} + \omega_N \cdot \Delta T_{N,\exp} \quad 10.5 + 0.35 \cdot 29.5 = 20.8 \text{ } ^\circ\text{C}$

$\Delta T_{M,\text{cool}} + \omega_N \cdot \Delta T_{N,\text{con}} \quad 8 + 0.35 \cdot -36 = -4.6 \text{ } ^\circ\text{C}$

$\omega_M \cdot \Delta T_{M,\text{heat}} + \Delta T_{N,\exp} \quad 0.75 \cdot 10.5 + 29.5 = 37.4 \text{ } ^\circ\text{C}$

$\omega_M \cdot \Delta T_{M,\text{cool}} + \Delta T_{N,\text{con}} \quad 0.75 \cdot 8 + -36 = -30.0 \text{ } ^\circ\text{C}$

1.2.3. SMRŠŤOVÁNÍ

$$\begin{array}{ll} \alpha_{ds1} = & 6 \\ \alpha_{ds2} = & 0.11 \\ RH = & 80 \% \\ RH_0 = & 100 \% \end{array} \quad \begin{array}{ll} f_{ck} = & 30 \text{ MPa} \\ f_{cm} = & 38 \text{ MPa} \\ f_{cm,0} = & 10 \text{ MPa} \end{array}$$

Byly uvažovány tyto **časové okamžiky**:

$$\begin{array}{ll} \text{Vybetonování NK} & t_0 = 2 \text{ dny} \\ \text{Vnesení ostatního stálého zatížení} & t_1 = 30 \text{ dní} \\ \text{Uvedení do provozu} & t_p = 60 \text{ dní} \\ \text{Ukončení smršťování (životnost 100let)} & t_{\infty} = 36500 \text{ dní} \end{array}$$

1.2.3.1. Smršťování vysycháním

1.2.3.1.1. Základní poměrné přetvoření vysycháním

$$\begin{aligned} \beta_{RH} &= 1,55 \cdot [1 - (RH/RH_0)^3] = \\ &= 0.76 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \epsilon_{cd,0} &= 0,85 \cdot [(220 + 110 \cdot \alpha_{ds1}) \cdot \exp(-\alpha_{ds2} \cdot (f_{cm} / f_{cm0}))] \cdot 10^{-6} \cdot \beta_{RH} \\ &= \underline{\underline{0.000372}} \end{aligned}$$

$$\begin{array}{ll} \text{Průřezová plocha betonu} & A_c = 2.11 \text{ m}^2 \\ \text{Obvod vystavený vysychání} & u = 7.0 \text{ m} \\ \text{Náhradní rozměr průřezu} & h_0 = 2 A_c / u = 2 \cdot 3 / 8.8 = 603 \text{ mm} \end{array}$$

1.2.3.1.2. Vývoj vysychání v čase

$$\begin{array}{ll} \text{Stáří betonu v uvažovaném okamžiku} & t \\ \text{Stáří betonu na počátku smršťování} & t_s = t_0 \end{array}$$

$$\text{Součinitel záležící na náhradní tloušťce} \quad k_h = 0.70$$

$$\beta_{ds}(t, t_s) = (t - t_s) / [(t - t_s) + 0,04 \cdot (h_0^3)^{0,5}]$$

$$\epsilon_{cd}(t) = \beta_{ds}(t, t_s) \cdot k_h \cdot \epsilon_{cd,0}$$

Tabulka vývoje vysychání v čase:

čas	$\beta_{ds}(t, t_s)$	$\epsilon_{cd}(t)$
t_0	0.045	0.000012
t_1	0.048	0.000013
t_p	0.984	0.000257
t_{∞}	1.016	0.000265

1.2.3.2. Autogenní smršťování

$$\varepsilon_{ca}(\infty) = 2,5 \cdot (f_{ck} - 10) \cdot 10^{-6}$$

$$\beta_{as}(t) = 1 - \exp(-0,2 \cdot t^{0,5})$$

$$\varepsilon_{ca}(t) = \beta_{as}(t) \cdot \varepsilon_{ca}(\infty)$$

Tabulka vývoje autogenního smršťování v čase:

čas	$\varepsilon_{ca}(\infty)$	$\beta_{as}(t)$	$\varepsilon_{ca}(t)$
t_0	0.000050	0.246	0.000012
t_1		0.666	0.000033
t_p		0.788	0.000039
t_{oo}		1.000	0.000050

1.2.3.3. Celkové smrštění

$$\varepsilon_{cs} = \varepsilon_{cd} + \varepsilon_{ca}$$

Tabulka celkového smršťování v čase:

čas	$\varepsilon_{cd}(t)$	$\varepsilon_{ca}(\infty)$	ε_{cs}
t_0	0.000012	0.000012	0.000024
t_1	0.000013	0.000033	0.000046
t_p	0.000257	0.000039	0.000296
t_{oo}	0.000265	0.000050	0.000315

VNITŘNÍ SÍLY

Pozn.: Vnitřní síly jsou uvedeny pro šířku výseku 1 m, u ohybových momentů je dodržováno konvence + táhne dolní vlákna u příčle a rubová vlákna u stěny rámu

PŘÍČEL RÁMU	1		2		3		4		5		6			
	VT		OS+zemní tlak		Smršťování		LM1 pro 6.10a		LM1 pro 6.10b		Teplota			
	m _{xD} [kNm]	v _x [kN]	m _{xD} [kNm]	v _x [kN]	m _{xD} [kNm]	v _x [kN]	m _{xD} [kNm]	v _x [kN]	m _{xD} [kNm]	v _x [kN]	m _{xD,min} [kNm]	v _{x,odp} [kN]	m _{xD,max} [kNm]	v _{x,odp} [kN]
U stěny rámu	-1.5	8.8	-4.9	3.0	-11.3	1.0	-11.8	64.4	-16.3	89.3	-15.0	6.7	24.5	13.7
Střed pole	3.4	0.3	-2.6	0.0	-11.3	0.0	26.2	14.9	36.4	20.0	-10.2	2.0	19.8	1.1

Stěna rámu

Pozn.: Na stranu bezpečnou jsou posuzovány pouze ohybové momenty bez vlivu normálové síly. Normálové přetížení redukuje smykovou sílu, která není do posudku zahrnuta.

STĚNA RÁMU	1		2		3		4		5		6			
	VT		OS		Smršťování		LM1 pro 6.10a		LM1 pro 6.10b		Teplota			
	m _{xD} [kNm]	v _x [kN]	m _{xD} [kNm]	v _x [kN]	m _{xD} [kNm]	v _x [kN]	m _{xD} [kNm]	v _x [kN]	m _{xD} [kNm]	v _x [kN]	m _{xD,min} [kNm]	v _{x,min} [kN]	m _{xD,max} [kNm]	v _{x,max} [kN]
Pata	3.1	-	6.0	-	-14.5	-	-2.9	-	-4.0	-	-1.4	-	1.3	-
U příčle	3.8	-	2.6	-	8.6	-	-12.3	-	-16.7	-	-8.4	-	0.0	-

Jméno X [m] Y [m] Z [m] Dílec

KOMBINACE VNITŘÍCH SIL PRO POSOUZENÍ

PŘÍČEL RÁMU	7 = 1,35*(1+2+3)+1,35*(4)+1,5*0,6*(6)				8=0,85*1,35*(1+2+3)+1,35*(5)+1,5*0,6*(6)				9 = Extrem 7; 8				10 = 1+2+3+5+0,6*6				11 = 1+2+3+0,5*6			
	Kombinace pro 6.10a				Kombinace pro 6.10b				MSÚ				MSP - Charakteristická				MSP - Kvazistálá			
	m _{xD,odp}	V _{x,max}	m _{xD,max}	V _{x,odp}	m _{xD,odp}	V _{x,max}	m _{xD,max}	V _{x,odp}	m _{xD,min}	V _{x,odp}	m _{xD,max}	V _{x,odp}	m _{xD,odp}	V _{x,max}	m _{xD,max}	V _{x,odp}	m _{xD,odp}	V _{x,max}	m _{xD,max}	V _{x,odp}
	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]
U stěny rámu	-53.3	110.1	-17.7	116.4	-55.9	141.2	-20.3	147.5	-55.9	141.2	-20.3	147.5	-43.0	106.1	-19.3	110.2	-25.2	16.1	-5.4	19.6
Střed pole	12.0	22.4	39.0	21.5	27.8	29.2	54.8	28.4	27.8	29.2	54.8	28.4	19.7	21.5	37.7	21.0	-15.6	1.3	-0.6	0.9

STĚNA RÁMU	7 = 1,35*(1+2+3)+1,35*(4)+1,5*0,6*(6)				8=0,85*1,35*(1+2+3)+1,35*(5)+1,5*0,6*(6)				9 = Extrem 7; 8				10 = 1+2+3+5+0,6*6				11 = 1+2+3+0,5*6			
	Kombinace pro 6.10a				Kombinace pro 6.10b				MSÚ				MSP - Charakteristická				MSP - Kvazistálá			
	m _{xD,min}	V _{x,min}	m _{xD,max}	V _{x,max}	m _{xD,min}	V _{x,min}	m _{xD,max}	V _{x,max}	m _{xD,min}	V _{x,min}	m _{xD,max}	V _{x,max}	m _{xD,min}	V _{x,min}	m _{xD,max}	V _{x,max}	m _{xD,min}	V _{x,min}	m _{xD,max}	V _{x,max}
	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]
Pata	-12.4	-	-10.2	-	-12.8	-	-10.4	-	-12.8	-	-10.4	-	-10.2	-	-8.6	-	-6.1	-	-4.7	-
U příče	-3.2	-	3.7	-	-12.8	-	-5.3	-	-12.8	-	-5.3	-	-6.7	-	-1.7	-	10.8	-	15.0	-

ZÁVĚR

Statickým výpočtem bylo prokázáno, že konstrukce propustku jako celek i všechny její části mají požadovanou bezpečnost a dostatečnou tuhost podle platných norem pro navrhování uvedených v kapitole: Předpisy a literatura.

Takto bylo prokázáno, že propustek vyhovuje jak požadavkům na únosnost, tak požadavkům na mezní stavy použitelnosti.

V Brně, červen 2022

Ing. Kateřina Mrhačová