

Konstrukční návrh a statické posouzení

rozhodujících nosných prvků

SUS Moravský Krumlov **NOVOSTAVBA SKLADOVACÍCH BOXŮ POSYPOVÉHO MATERIÁLU**

Znojemská 223, Moravský Krumlov
na parc.č. 1600/1; 1601/2 v k.ú. Moravský Krumlov

Vypracoval:

Ing. Aleš Čeleda
AC-projekt
Znojmo, Dobšická 12

Datum:

VI / 2023

1 PRŮVODNÍ ZPRÁVA

1.1 Charakteristika objektu

Název akce:	SÚS Moravský Krumlov – novostavba skladovacích boxů posypového materiálu
Název souboru:	Dílčí stavebně-konstrukční část
Stupeň:	Dokumentace pro stavební povolení
Místo stavby:	Znojemská 223, Moravský Krumlov na parc.č. 1600/1; 1601/2 v k.ú. Moravský Krumlov
Investor:	Správa a údržba silnic Jihomoravského kraje, příspěvková organizace kraje, Žerotínovo nám. 449/3, Veverí 602 00 Brno.
Zpracovatel:	Ing. Aleš Čeleda (ČKAIT: 1001007) a Ing. Jan Holoubek, AC-projekt, Dobšická 3545/12, Znojmo, 669 02

Předmětem dokumentace je novostavba skladovacích boxů posypového materiálu, která si vyžádá odstranění stávajícího dožilého skladového objektu, na Znojemské ulici v Moravském Krumlově v rozsahu pro sloučené povolení stavby. .

Odstraňovaný objekt spočívá na obdélníkovém půdoryse o celkových opsaných rozměrech 20,08 x 8,12 m a je konstrukčně řešen jako podélný jednotraktový vyzdíváný objekt se zastřešením sedlovou střechou s vaznicovým krovovým systémem. Stáří objektu je cca 80 let. Jelikož objekt kapacitně již nevyhovuje potřebám investora, a s přihlédnutím k jeho špatnému stavebně-technickému a statickému stavu, bylo rozhodnuto o odstranění tohoto objektu jako celku.

Skladové boxy jsou navrženy z montovaných dílců s prostého betonu, které jsou vzájemně prokotveny spínacími tyčemi (typový vzor. Reider-Bloc systém). Dílce budou vyskládány do max. výšky 3,60 m a budou dispozičně vytvářet čtyři skladovací boxy. Dílce budou bez další povrchové úpravy, tzn. z pohledového betonu. Zastřešení boxů bude pomocí pultové střechy s ocelovým vaznicovým systémem, podporovaným vzájemně zavětrovanými ocel. sloupky, se střešní krytinou z trapézového plechu v šedé barvě. Pochozí povrch boxů bude tvořen asf. betonem.

Podrobný popis – viz stavební část P.D.!

Statické posouzení stěnových konstrukcí není v tomto posudku řešeno. Konstrukční systém obvodových a středových stěn bude zpracován dodavatelem dle zvoleného dodavatele montovaného systému v rámci výrobní dokumentace, jejíž součástí bude i statické posouzení integrální stěnové soustavy!

1.2 Použité podklady

1.2.1 Studie, projekty, průzkumy:

- [1] Projektová dokumentace v rozsahu pro stavební povolení, zpracovaná autorem posudku, z 6/2023..
- [2] Koordinační schůzky a jednání.

1.2.2 Normy:

- [3] <https://clima-maps.info/snehovamapa/>
- [4] ČSN EN 1990 - Zásady navrhování konstrukcí
- [5] ČSN EN 1991-1-1 - Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
- [6] ČSN EN 1991-1-3 - Zatížení konstrukcí - Část 1-3: Obecná zatížení - Zatížení sněhem
- [7] ČSN EN 1991-1-4 - Zatížení konstrukcí - Část 1-4: Obecná zatížení - Zatížení větrem
- [8] ČSN EN 1993-1-1 - Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- [9] ČSN EN 1995-1-1 - Navrhování dřevěných konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- [10] ČSN EN 1996-1-1 - Navrhování zděných konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla pro vyztužené a nevyztužené zděné konstrukce
- [11] ČSN EN 1997-1-1 - Navrhování geotechnických konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla

1.2.3 Zákony a vyhlášky

- Zákon č.183/2006 Sb., O územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon) ve znění pozdějších novel a předpisů.
- Vyhláška 499/2006 Sb. O dokumentaci staveb

1.2.4 Software

- Scia Engineer 20.0 (metoda konečných prvků)
- AutoCad Architecture 2012 (formát *.dwg)
- Kancelářské programy: Word, Excel
- Specializovaný software: RIB tools, FIN EC

1.3 Zatížení působící na objekt

Přesná velikost zatížení je vyspecifikována dále ve statickém výpočtu. Objekt bude zatížen tímto zatížením:

Stálá zatížení

Vychází z vlastní tíhy nosné konstrukce a z tíhy použitých souvrství podlah, podhledů, střešních atd. Přesná specifikace zatížení je uvedena dále ve statickém výpočtu.

Užitná zatížení

- Střeška – kategorie H (střechy nepochozí) - $q_k = 0,75 \text{ kN/m}^2$, $Q_k = 1,0 \text{ kN}$

Zatížení stanoveno dle ČSN EN 1991-1-1. Součinitel zatížení pro užitná zatížení je $\gamma_Q = 1,5$.

1.3.1 Zatížení sněhem

Objekt se nachází v obci Moravský Krumlov. Dle sněhové mapy digitální sněhové mapy ČR je charakteristická hodnota tíhy sněhu na zemi v místě stavby:

$$s_k = 0,70 \text{ kN/m}^2.$$

Součinitel zatížení pro zatížení sněhem je $\gamma_Q = 1,5$.

1.3.2 Zatížení větrem

Bude uvažováno podle ČSN EN 1991-1-4. Objekt se bude nacházet v obci Moravský Krumlov, v oblasti rovnoměrně pokryté vegetací, pozemními stavbami nebo izolovanými překážkami, jejichž vzdálenost je maximální 20násobek výšky překážek. Výchozí základní rychlosti větru je pro tuto lokalitu $v_{b,0} = 25,0$ m/s. Maximální dynamický tlak větru pro danou oblast a objekt bude:

$$q_p(z) = 0,65 \text{ kN/m}^2.$$

1.3.3 Dynamické zatížení

V objektu nebude instalováno žádné nestandardní technologické zatížení, které by vyvolávalo dynamické účinky na nosné konstrukce.

1.4 Zatížení – kombinace zatížení

1.4.1 Mezní stav únosnosti

Zatěžovací stavy budou uspořádány do kombinací dle ČSN EN 1990 a to ve variantě dvou typů kombinací dle vztahu (6.10a) a (6.10b) v normě. Pro posouzení prvků konstrukce bude uvažována nejméně příznivá kombinace.

- Vzorec (6.10a) dle ČSN EN 1990:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P_k + \gamma_{Q1} \cdot \psi_{0,1} \cdot Q_{k1} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$
- Vzorec (6.10b) dle ČSN EN 1990:

$$\sum_{j \geq 1} \xi_j \cdot \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P_k + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

Kde:

G_k	charakteristická hodnota stálého zatížení
P_k	charakteristická hodnota od předpětí
Q_{k1}	charakteristická hodnota hlavního proměnného zatížení
$Q_{k,i}$	charakteristická hodnota i-tého proměnného zatížení
$\gamma_{G,j}$	dílčí součinitel j-tého stálého zatížení
γ_P	dílčí součinitel zatížení od předpětí
$\gamma_{Q,i}$	dílčí součinitel zatížení i-tého proměnného zatížení
γ_j	redukční součinitel pro j-té nepříznivé stálé zatížení
γ_ψ	kombinační součinitele

Tab. - Kombinační součinitele.

Zatížení	γ_0	γ_1	γ_2
Užitná zatížení (kategorie H - střechy)	0	0	0
Zatížení sněhem (stavby ve výšce do 1000 m.n.m.)	0,5	0,2	0
Zatížení větrem	0,6	0,2	0
Teplota (kromě požáru)	0,6	0,5	0

Tab. - Dílčí součinitele zatížení

Zatížení	γ	
	Nepříznivý účinek	Příznivý účinek
Stálá zatížení	1,35	1,00
Proměnná zatížení	1,50	0

Redukční součinitel: $\gamma_j = 0,85$

Veškeré vnitřní síly a reakce dále uvedené ve statickém výpočtu jsou v návrhových (tj. ve výpočtových) hodnotách. Vnitřní síly i reakce jsou vypočteny na obálku sestavenou z maximálních / minimálních hodnot jednotlivých kombinací zatěžovacích stavů.

1.4.2 Mezní stav použitelnosti – kvazistálá kombinace zatížení

Mezní stavy dřevěných konstrukcí včetně vlivu dotvarování budou stanoveny pro kvazistálou kombinaci (EN 1990, 6.5.3(2)c):

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P_k + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

Dle ČSN EN 1995-1-1 se vliv dotvarování na zvýšení okamžitého průhybu stanoví:

$$u_{fin} = u_{fin,G} + u_{fin,Q1} + \sum u_{fin,Qi}$$

Kde pro třídu provozu dřevěné konstrukce 2 bude součinitel $k_{def}=0,80$ a jednotlivé složky deformace dle zatížení budou:

- Deformace od stálého zatížení:

$$u_{fin,G} = u_{inst,G} \cdot (1 + k_{def}) = u_{inst,G} \cdot (1 + 0,80) = u_{inst,G} \cdot 1,80$$

- Deformace od zatížení sněhem (hlavní proměnné):

$$u_{fin,Q1,s} = u_{inst,Qs} \cdot (1 + \psi_{2,s} \cdot k_{def}) = u_{inst,Qs} \cdot (1 + 0,0,80) = u_{inst,Qs}$$

- Deformace od zatížení užitého (hlavní proměnné):

$$u_{fin,Q1,q} = u_{inst,Qq} \cdot (1 + \psi_{2,q} \cdot k_{def}) = u_{inst,Qq} \cdot (1 + 0,0,80) = u_{inst,Qq}$$

- Deformace od zatížení větrem (hlavní proměnné):

$$u_{fin,Q1,w} = u_{inst,Qw} \cdot (1 + \psi_{2,w} \cdot k_{def}) = u_{inst,Qw} \cdot (1 + 0,0,80) = u_{inst,Qw}$$

- Deformace od zatížení sněhem (vedlejší proměnné):

$$u_{fin,Q1,s} = u_{inst,Qs} \cdot (\psi_{0,s} + \psi_{2,s} \cdot k_{def}) = u_{inst,Qs} \cdot (0,5 + 0,0,80) = u_{inst,Qs} \cdot 0,5$$

- Deformace od zatížení užitého (vedlejší proměnné):

$$u_{fin,Q1,q} = u_{inst,Qq} \cdot (\psi_{0,q} + \psi_{2,q} \cdot k_{def}) = u_{inst,Qq} \cdot (0 + 0,0,80) = 0$$

- Deformace od zatížení větrem (vedlejší proměnné):

$$u_{fin,Q1,w} = u_{inst,Qw} \cdot (\psi_{0,w} + \psi_{2,w} \cdot k_{def}) = u_{inst,Qw} \cdot (0,6 + 0,0,80) = u_{inst,Qw} \cdot 0,6$$

- Deformace od zatížení teplotou (vedlejší proměnné):

$$u_{fin,Q1,t} = u_{inst,Qt} \cdot (\psi_{0,t} + \psi_{2,t} \cdot k_{def}) = u_{inst,Qw} \cdot (0,6 + 0,0,80) = u_{inst,Qw} \cdot 0,6$$

Kvazistálé kombinace zatížení slouží pro získání deformací konstrukce se započítáním dlouhodobých účinků, např. dotvarování dřeva. Tyto kombinace budou využity pouze pro získání relativních deformací dřevěných prvků v konstrukci. **Veškeré deformace dále uvedené ve statickém výpočtu jsou v charakteristických (tj.ve normových) hodnotách. Deformace jsou vypočteny na obálku sestavenou z maximálních / minimálních hodnot jednotlivých kombinací zatěžovacích stavů. Deformace dřevěných kci vycházející z výše uvedených kombinací již zahrnují vliv dotvarování dřeva.**

Jméno kombinace	Typ kombinace	Zatěžovací stavy	Souč.
MSP-1	Obálka - použitelnost	Vlastní tíha	1,80
		Stálé	1,80
		Sníh (skupina)	1,00
		Vítr (skupina)	0,60
MSP-2	Obálka - použitelnost	Vlastní tíha	1,80
		Stálé	1,80
		Vítr (skupina)	1,00
		Sníh (skupina)	0,50

1.5 Deformace

Vodorovné nosné konstrukce budou navrženy tak, aby maximální svislý průhyb prvků konstrukce nepřekročil pro dlouhodobé účinky zatížení (kvazistálá kombinace zatížení) následující hodnoty:

- 1/250 rozpětí – mezní hodnota svislého průhybu oproti spojnici podpor prvku s uvažováním případného nadvýšení
- 1/300 rozpětí – mezní hodnota svislého průhybu konstrukcí vynášející běžné stavební prvky, uložené resp. kotvené převážně pružně, po zabudování těchto prvků.
- 1/500 rozpětí – mezní hodnota svislého průhybu konstrukcí vynášející křehké prvky, citlivé na průhyb, po zabudování těchto prvků.

Výše uvedené výchozí předpoklady budou použity pro návrh konstrukcí, pokud nebudou investorem nebo GP písemně požadovány jiné, před zahájením zpracování dokumentace.

2 STATICKÝ VÝPOČET

2.1 ZATÍŽENÍ:

2.1.1 STÁLÉ ZATÍŽENÍ:

STÁLÉ ZATÍŽENÍ:			
Název vrstvy:	char. zatížení (g_k)	γ_g	návrhové zat. (g_d)
trapéz plech	0,20 kN/m ²	1,35	0,27 kN/m ²
Celkem:	0,20 kN/m²		0,27 kN/m²

2.1.2 UŽITNÉ ZATÍŽENÍ SNĚHEM:

NAHODILÉ ZATÍŽENÍ:			
Název vrstvy:	char. zatížení (q_k)	γ_q	návrhové zat. (q_d)
zatížení sněhem $s = 0,70$ kN/m ²			
$s = u_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,70 =$	0,56 kN/m ²	1,5	0,84 kN/m ²
Celkem:	0,56 kN/m²		0,84 kN/m²

2.1.3 UŽITNÉ ZATÍŽENÍ VĚTREM:

výpočet tlaku větru:

II. větrová oblast	$v_{b,0} = 25 \text{ m/s}$	
souč. směru větru a s. ročního období	$C_{dir} = 1$	$C_{season} = 1$
základní rychlost větru $V_b = C_{dir} \cdot C_{season} \cdot v_{b,0}$		$v_b = 25 \text{ m/s}$
základní dynamický tlak ($0,5 \cdot \rho \cdot v_b^2$; $\rho = 1,25 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$)		$q_b = 390,6 \text{ N/m}^2$
výška nad terénem	$z = 6 \text{ m}$	
součinitel orografie	$c_0 = 1$	pro sklon terénu do 5%
součinitel turbulence	$k_i = 1$	
kategorie terénu III		součinitel terénu $k_r = 0,22$
výška konstantní rychlosti a třecí výška	$z_{min} = 5 \text{ m}$	$z_0 = 0,3 \text{ m}$
součinitel drsnosti terénu		$c_r = 0,659$
$c_r(z) = k_r \cdot \ln(z/z_0)$ pro z do 200m nebo $c_r(z_{min})$ pro $z < z_{min}$		
střední rychlost větru $v_m(z) = c_r(z) \cdot c_0(z) \cdot v_b$		$v_m(z) = 16,48 \text{ m/s}$
intenzita turbulence $I_v(z) = (k_r \cdot v_b \cdot k_i) / v_m(z)$		$I_v = 0,334$
maximální dynamický tlak	$q_p(z) = \left[1 + 7 I_v(z) \right] \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_m^2(z) \quad q_p(z) = 566,1 \text{ N/m}^2$	

ZATÍŽENÍ PULTOVÉ STŘECHY PŘÍSTŘEŠKU:

Stanovení tlakového zatížení větrem:

Sklon střechy:	10st.
Součinitel tlaku větru pro pultové střechy při sklonu 15st.:	$c_{pe,1} = +1,20$
Výsledný tlak větru – char. zatížení:	$w_{q,k} = 0,60 \cdot 1,20 = 0,72 \text{ kN/m}^2$

Zatížení sáním větru bude vyšetřováno, jelikož pro posouzení nosné k-ce střechy objektu není rozhodující.

2.2 NÁVRH ROZHODUJÍCÍCH NOSNÝCH PRVKŮ:

2.2.1 NÁVRH TRAPÉZOVÉHO PLECHU:

Vstupní údaje:

Světlé rozpětí prvku:	$L_1 = 4,50 \text{ m}$
-----------------------	------------------------

Převod plošných char. zatížení na liniové:

Zatížení střešním pláštěm:	stálé:	$g_{k,1} = 0,20 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,00 \text{ m} = 0,20 \text{ kN/m}$
Klimatické zat. sněhem:	užitné:	$s_{k,1} = 0,56 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,00 \text{ m} = 0,56 \text{ kN/m}$
Klimatické zat. větrem:	užitné:	$w_{q,k} = 0,72 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,00 \text{ m} = 0,72 \text{ kN/m}$

NÁVRH TRAPÉZOVÉHO PLECHU:

TR – 135/310, tl. 0,75 mm:

Únosnost plech udávaná výrobcem plechu (stat. schéma spojitý nosník) – $q_{rd} = 2,74 \text{ kN/m}^2$

$$q_d = 0,20 * 1,35 + (0,56 + 0,72) * 1,50 = 2,19 \text{ kN/m}^2 < q_{rd} = 2,74 \text{ kN/m}^2 \text{VYHVOUJE !}$$

2.2.2 NÁVRH OCELOVÝCH VAZNIC:

Vstupní údaje:

Zatěžovací šířka prvku: $b = 1,20 \text{ m}$

Světélé rozpětí prvku: $L_1 = 4,20 \text{ m}$

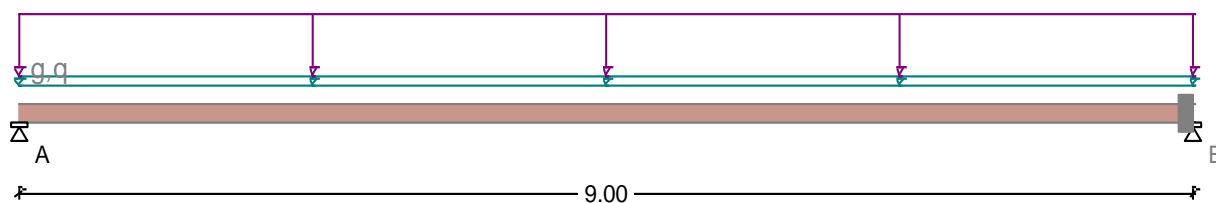
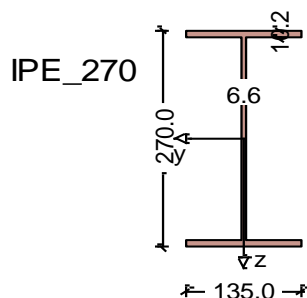
Převod plošných char. zatížení na liniové:

Zatížení střešním pláštěm: stálé: $g_{k,1} = 0,20 \text{ kN/m}^2 * 4,20 \text{ m} = 0,84 \text{ kN/m}$

Klimatické zat. sněhem: užité: $s_{k,1} = 0,56 \text{ kN/m}^2 * 4,20 \text{ m} = 2,35 \text{ kN/m}$

Klimatické zat. větrem: užité: $w_{q,k} = 0,72 \text{ kN/m}^2 * 4,20 \text{ m} = 3,02 \text{ kN/m}$

NÁVRH – IPE-270 mm



Návrhová norma: ČSN EN 1993-1-1

Ocel : S235 ($t \leq 40$) ($E/G = 210000/81000 \text{ N/mm}^2$) Profil: IPE_270

Dílčí součinitelé	Únosnost	Použitelnost
Stálé účinky	$\gamma_{F,g}$ 1.35	1.00
Proměnné účinky	$\gamma_{F,q}$ 1.50	1.00
Spolehlivost materiálu	γ_M 1.00	

Zatížení (charakteristické)

Vl. tíha nosníku se zohledňuje

Stálé zat. $g_1 = 0.84 \text{ kN/m}$ ($x = 0.00$ až 9.00 m)

Proměnné zat. $q_1 = 5.37 \text{ kN/m}$ ($x = 0.00$ až 9.00 m) r.pole

Vnitřní účinky (charakteristické)

Pole	x [m]	max Mk [kNm]	x [m]	min Mk [kNm]	Mk-le [kNm]	Mk-pr [kNm]	Vk-le [kN]	Vk-pr [kN]
1	3.42	6.85	9.00	-12.12	0.00	-12.12	4.06	-6.75 g
1	3.42	30.64	9.00	-54.21	0.00	-54.21	18.14	-30.19 q
1	3.42	37.49	9.00	-66.32	0.00	-66.32	22.20	-36.94 sum

Vnitřní účinky (Návrhové na MSÚ)

Pole	x [m]	max Md [kNm]	x [m]	min Md [kNm]	Md-le [kNm]	Md-pr [kNm]	Vd-le [kN]	Vd-or [kN]
1	3.42	55.21	9.00	-97.67	0.00	-97.67	32.69	-54.39

Průhyby (charakteristické)

Pole	L' [m]	x [m]	min f [cm]	x [m]	max f [cm]	L'/f [1/n]
1	9.00	0.00	0.00	3.60	1.96	458

Posouzení napětí (gamma-F bezpečnost na únosnost)

Průřez: $A = 45.9 \text{ cm}^2$, $W_y = 429 \text{ cm}^3$, $I_y = 5790 \text{ cm}^4$
 $A\text{-St} = 17.1 \text{ cm}^2$, $W_{pl,y} = 489 \text{ cm}^3$, $\alpha_{fa,ply} = 1.14$

Kombinace: $M = \max \sigma\text{-}x$ $V = \max \tau\text{-}V$ $v = \max \sigma\text{-}v$
 $el = \text{posudek elasticky}$ $pl = \text{lokálně plasticky}$

Pole	x [m]	sig-M/ [N/mm ²]	dov.<= 1.00	tau-V/ [N/mm ²]	dov.<= 1.00	sig-v/ [N/mm ²]	dov.<= 1.00
1 M,pl	9.00	199.7/235.0 =	0.85	31.7/135.7 =	0.23	199.9/235.0 =	0.85
1 V,pl	9.00	199.7/235.0 =	0.85	31.7/135.7 =	0.23	199.9/235.0 =	0.85
1 v,pl	9.00	192.2/235.0 =	0.82	31.7/135.7 =	0.23	199.9/235.0 =	0.85

Klasifikace průřezu

Třída průřezu: 1 (Pásnice: 1 Stojina: 1)

Reakce (charakteristické)

Podpora	max A [kN]	min A [kN]	max M [kNm]	min M [kNm]	ZS
A	4.06	4.06	-0.00	-0.00	g
B	6.75	6.75	12.12	12.12	g
A	18.14	0.00	0.00	0.00	q

B	30.19	0.00	54.21	0.00	q
A	22.20	4.06	-0.00	-0.00	sum
B	36.94	6.75	66.32	12.12	sum

Reakce (Návrhové na MSÚ)

Podpora	max A [kN]	min A [kN]	max M [kNm]	min M [kNm]
A	32.69	4.06	0.00	0.00
B	54.39	6.75	97.67	12.12

....VYHOVUJE !

3 ZÁVĚR:

Veškeré nosné konstrukce vyhovují z hlediska I. a II. mezního stavu.

V případě vzniku nejasností nebo nepředpokládaných skutečností v průběhu stavby je nutné okamžitě kontaktovat projektanta.

Byly navrženy nosné konstrukce a jejich návrh ověřen z hlediska únosnosti, použitelnosti i hospodárnosti konstrukce.

Projekt je vypracován ve stupni pro stavební povolení a neslouží jako náhrada dokumentace pro provedení stavby.

Statické posouzení stěnových konstrukcí není v tomto posudku řešeno. Konstrukční systém opěrných stěn bude zpracován dodavatelem dle jeho zvyklostí v rámci výrobní dokumentace, jejíž součástí bude i statické posouzení integrální stěnové soustavy!

=====

Vypracoval: Ing. Čeleda, statik a Ing. Holoubek.