

# TECHNICKÁ ZPRÁVA

## K PROJEKTU

**Zřícenina hradu Cornštejn, klenba – havarijní stav**  
k.ú. Bítov, parc.č. 68

Vypracoval:

Ing. Aleš Čeleda,  
Ing. Jan Holoubek,  
AC-projekt, Dobšická 12,  
Znojmo

Datum:

I / 2021

## IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE:

Název akce:	Zřícenina hradu Cornštejn – klenba – havarijní stav
Název souboru:	statická část
Místo stavby:	k. ú. Bítov, parc.č. 68
Investor:	Jihomoravské muzeum ve Znojmě, příspěvková organizace, Přemyslovců č.129/8, Znojmo
Vlastnické právo:	Jihomoravský kraj, Žerotínovo nám. 449/3, Veveří, 60200 Brno
Zpracovatel výpočtu:	Ing. Čeleda, AC - projekt, Dobšická 12, Znojmo, ČKAIT: 1001007 Ing. Jan Holoubek, AC-projekt, Dobšická 12, Znojmo.

## ÚČEL AKCE:

Účelem akce je sanace historické klenby polosuterénního sklepa v prostoru paláce, která lokálně vykazuje havarijní stav. Součástí záměru je i související odstranění primárních příčin vzniku poruch na řešeném objektu.

## ZJIŠTĚNÉ SKUTEČNOSTI:

- 1) Stávající systém masivních kamenných zdí v dotčeném prostoru západního paláce zříceniny hradu Cornštejna vytváří vnitřní otevřený prostor o rozměrech cca 12 x 7 m s masivním násypem nad polosuterénní klenbou o mocnosti 1,6 až 2,0 m. Tento násyp je tvořen jak zřícenými konstrukcemi hradu, tak humusovitými složkami.
- 2) V minulosti byl odstraněn masivní strom, který vyrostl přibližně uprostřed dotčeného prostoru a značně problematizoval daný prostor jak z hlediska statického, tak i dynamického.
- 3) Samotná polosuterénní kamenná klenba je pak jako celek ve stavu stabilizovaném, přesto zákonitě dochází k její postupné pomalé degeneraci (k degradaci pojiva a deformaci), dlouhodobým provlhnáním tělesa klenby v kombinaci s negativními účinky atmosférických vlivů. Klenba je valená (odhadované tl. cca 50 cm) s vnitřním středovým výztužným klenebním pásem a o rozměrech 11,8 x 5,7 m (při světlosti 3,1 m).
- 4) Klenba je místně zachovalá, místně nedávno opravovaná (spárováním), místně však značně deformovaná, zejména v prostoru její severní lunety. Deformace klenby zde dosahuje hodnoty již několika cm.
- 5) Samotné obvodové stěny paláce jsou staticky stabilizované, v nedávné době sanované, kde došlo ke zpevnění koruny stěny a k jejich hloubkovému spárování.

## STATICKÉ POSOUZENÍ:

- 1) Na základě výše uvedených skutečností je možno konstatovat, že statický stav kamenné klenby je přes plošné značné zatížení mocným násypem (ze zřícených konstrukcí hradu) nad klenbou místně stále ještě ve staticky vyhovujícím stavu, místně však již ve stavu havarijním, a je nutná sanace této konstrukce.
- 2) **Z hlediska příčin vzniku poruch na objektu se jedná primárně o důsledky dlouhodobého provlhání tělesa klenby a dlouhodobých působení negativních atmosférických vlivů, v kombinaci s přetížením klenby masivními násypy.**
- 3) **Statický stav klenby je vzhledem k rozsahu poruch a deformací nutno označit již za místně havarijní, a je nutno přistoupit ke statické sanaci konstrukce, která by spočívala ve ztužení deformovaného úseku klenby vyztuženým rubovým klenebním pasem.**
- 4) **Pro primární odstranění příčiny vzniku poruch je nutné doplňkové částečné odtěžení masivního zásypu klenby a zastřešení prostoru paláce (s odvodem srážkových vod mimo palác), pro zamezení nadměrného provlhání zásypů nad klenbou a samotné klenby.**
- 5) **Při provedení výše uvedených sanačních prací lze konstrukci klenby považovat za dlouhodobě stabilizovanou a staticky a provozně vyhovující.**

## NÁVRH SANAČNÍCH PRACÍ:

- **Před zahájením všech prací je nutno vzepřít deformovanou část klenby dřevěným ramenátem!**

## SANACE KLENBY:

- Po vzepření klenby dojde k částečnému odtěžení násypů klenby a to tak, aby mocnost zásypu nad vrcholem klenby bylo max. 90 cm.
- Ztužení deformovaného úseku klenby je navrženo železobetonovým rubovým klenebním pasem tl. 200 mm z betonu C25/30 a vázanou výztuží B500. Pas bude kotven k tělesu klenby vlepuvanými trny R-14 v rastru 60x60 cm. Půdorysný tvar pasu bude kónický, pro přenesení tlakových sil do ostění lunety. Vyztužení pasu bude svařovaných sítí R-8 100/100 mm při horním i dolním lici prvku. Krytí výztuže se stanovuje na 35 mm při spodním povrchu a 50 mm při horním povrchu.
- Součástí oprav bude i hloubkové vyspárování v sanovaném rozsahu. Spárování bude provedeno po důkladném očištění zdiva maltou s pevností v tlaku 5,0 MPa. Malta nebude přetahována přes líc kamene. Malta bude obsahovat takové přísady, aby ve svém výsledném (zaschlém) stavu byla zabarvena jako okolní zachované maltové

pojivo. Povrch spár bude poté zdrsňen (kartáčováním).

- Vyspárováno bude také nově obnažené hradební zdivo - po odtěžení násypů klenby.
- Po zatvrdnutí nadbetonávky dojde k obnovení zásypu klenby původním materiálem a odstranění dřevěného ramenátu dočasného vzepření.

## ZASTŘEŠENÍ PALÁCE

- Zastřešení je navrženo pomocí pultové střechy, se sklonem 3st. Nosná konstrukce bude tvořena ocelovými sloupky z J-150/150/10 mm, umístěnými před stávajícím hradebním zdivem, ocelovými obvodovými průvlaky z IPE-240, resp. 270 mm a stropnicemi z IPE-240 á 1,31 m. Stropnice budou z horní strany zaklopeny dřevěným (dubovým) bedněním (zespodu broušeným), resp. záklopem tl. 60 mm. Kotvení fošen bude pomocí šroubů M-6 á 200 mm. Založení sloupků bude na betonové základové patky o min. rozměru 500/500 mm, minimální výšky 800 mm (do nezámerzné hloubky ve stávajícím násypu). V případě nadměrného nakypření násypu bude kompletně odebrán a patka bude vybetonována na nosnou konstrukci pod násypem. Patky budou od okolních stěn (nebo zděných podložních vrstev) dilatovány geotextilií.
- Nosná ocelová konstrukce bude ve zhlaví sloupků fixována k přilehlému kamennému zdivu. Fixace bude provedena také v úrovni laviček odskoků tloušťky hradební stěny (pomocí kotevních plechů a chem. kotev).
- Střešní krytina bude z falcovaného PZ plechu, s ochranným nátěrem (kovářská čern). Lemování střešní krytiny je navrženo pomocí měkkého olověného plechu tl. 1 mm, který bude vytvarován okolo přilehlých hradebních stěn.
- Odvodnění střechy je navrženo pomocí plechového PZ žlabu P-1 r.š. 750 mm s ochranným nátěrem (kovářská čern). Spád žlabu bude vytvořen vkládanými spádovými PZ plechy P-0,6 mm. Ukotvení žlabu bude pomocí háků z pásové oceli (50/8 mm á 1000 mm) k přilehlému obvodovému průvlaku. Ve středové části žlabu bude pomocí kotlíku napojen ocelový svod z ocel. trubky průměru 102/3,6 mm. Svod bude probíhat podél vnitřní strany hradební stěny (ke které bude po délce kotven objímkami á 1,5 m) až po úroveň podlahy paláce, kde svod projde stávajícím prosvětlovacím otvorem a bude dále probíhat po vnější straně hradební stěny paláce až k úrovni terénu, kde bude vyústěn do nového spadiště z kamenných placáků. Ze spadiště bude dále novým kamenným žlabem voda stékat podél stávající cesty.
- Na střeše bude umístěna vyhlídková plošina š. 1,25 m, která bude probíhat podél hradebních zdí paláce. Celková velikost plošiny bude 12,50 x 6,25 m. Nosná konstrukce bude tvořena obvodovými PZ profily J-60/60/3 mm a stojkami 60/60/3 mm dl. 100-450 mm, s přikotvením k masivnímu fošnovému záklopu. Pochozí plocha bude tvořena roštem z PZ tahokovu tl. 3 mm (oko max. 62,5x23x7), s obvodovým rámem z P-5/50/50 mm a vnitřními výztuhami (v jednom směru) z P-5/50 mm á 625 mm. Rošt bude uložen na profil L-60/60/5 (který bude umístěn na okrajích lávky) a na profil T-60 (který bude vevařen mezi obvodové nosníky). Plošina bude opatřena ochranným nátěrem v odstínu kovářská čern.

- Bezpečnost osob pohybujících se na střeše bude zabezpečena ocelovým zábradlím se svisle orientovanou výplní, probíhajícím při obou stranách plošiny. Zábradlí bude kotveno k obvodovému rámu plošiny.
- Přístup na střechu bude zajištěn novým ocelovým schodištěm, které bude umístěno v bývalém schodišťovém prostoru hradu. Schodiště bude tvořeno ocelovými schodnicemi z P-10/220 mm a nášlapy z profilovaného plechu P-3. Schodnice budou průběžně kotveny k přilehlým kamenným stěnám kotvami M-16 á 1,0 m. Podesty budou tvořeny slzičkovým plechem P-3, vevařeným mezi obvodové nosníky z P-10/160 mm. Podestový plech bude vyztužen ze spodní hrany pásovou ocelí P-5/50 mm. Podestový plech bude při okrajích děrován, pro umožnění odtoku srážkové vody.
- Součástí schodiště bude i madlo z ocelové trubky pr.48/2,6 mm (s kopulovitým zaslepením konců), resp, zábradlí nad úrovní zhlaví přilehlých hradebních stěn.
- Stávající okenní otvory (světlíky) v úrovni podlahy paláce, resp. ve schodišťovém prostoru budou pro ochranu osob opatřeny ochrannými kovanými mřížemi, z plného ocelového průřezu o velikosti 10/20 mm, resp. 10/15 mm. Zábradlí bude opatřeno ochranným nátěrem – kovářská čern.

## STATICKÁ ČÁST:

Statickým výpočtem bude navržena dimenze hlavního nosného prvku zastřešení – stropních trámů, na maximální rozpon 7,0 m.

### Navržené materiály

#### **Beton:**

- Dobetonávky: C16/20 – XC1

**Výztuž:** 10505 (R)

**Konstrukční ocel:** S235

**Konstrukční dřevo:** C24

### ZATÍŽENÍ POCHOZÍ STŘECHY:

a) stálé:	charakt. ( $g_n$ )	$g_g$	návrhové ( $g_v$ )
pochozí rošt z pororoštů:	0,35 kN/m <sup>2</sup>	1,35	0,47 kN/m <sup>2</sup>
krycí plech tl. 1 mm	0,10 kN/m <sup>2</sup>	1,35	0,14 kN/m <sup>2</sup>
záklop tl.60 mm:	0,50 kN/m <sup>2</sup>	1,35	0,68 kN/m <sup>2</sup>
vlastní hm. nosné k-ce:	zohledněné ve výpočtovém programu		
<b>Celkem:</b>	<b>0,95 kN/m<sup>2</sup></b>		<b>1,29 kN/m<sup>2</sup></b>

b) nahodilé	charakt. (pn)	gq	návrhové (pv)
Užitné zatížení (C3)	3,00 kN/m <sup>2</sup>	1,50	4,50 kN/m <sup>2</sup>
<hr/>			
Celkem:	3,00 kN/m <sup>2</sup>		4,50 kN/m <sup>2</sup>
<hr/>			
c) kombinace zatížení střechou:	charakt. (qn)		návrh. (qv)
	3,95 kN/m <sup>2</sup>		5,79 kN/m <sup>2</sup>

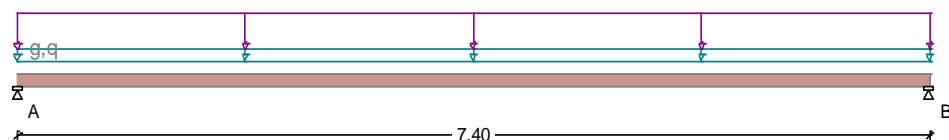
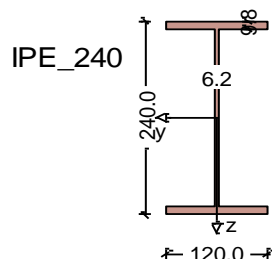
## NÁVRH STŘEŠNÍCH NOSNÍKŮ

Zatěžovací šířka:  $b = 1,31 \text{ m}$   
 Světlé rozpětí prvků:  $L_1 = 7,40 \text{ m}$

### Převod plošných zatížení na liniové:

Zatížení skladbou střechy: stálé:  $g_{k,1} = 0,95 \text{ kN/m}^2 * 1,31 \text{ m} = \underline{1,28 \text{ kN/m}}$   
 užitné:  $q_{k,1} = 3,00 \text{ kN/m}^2 * 1,31 \text{ m} = \underline{3,93 \text{ kN/m}}$

## **NÁVRH: IPE 240 á 1310 mm**



Návrhová norma: ČSN EN 1993-1-1

Ocel : S235 ( $t \leq 40$ ) ( $E/G = 210000/81000 \text{ N/mm}^2$ ) Profil: IPE\_240

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

### **Zatížení** (charakteristické)

Vl. tíha nosníku se zohledňuje

Stálé zat.  $g_1 = 1.28 \text{ kN/m}$  ( $x = 0.00 \text{ až } 7.40 \text{ m}$ )

Proměnné zat.  $q_1 = 3.93 \text{ kN/m}$  ( $x = 0.00$  až  $7.40 \text{ m}$ ) 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	3.70	10.86	0.00	0.00	0.00	0.00	5.87	-5.87 g
1	3.70	26.90	0.07	0.00	0.00	0.00	14.54	-14.54 q
1	3.70	37.76	0.00	0.00	0.00	0.00	20.41	-20.41 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	3.70	55.02	0.00	0.00	0.00	0.00	29.74	-29.74

### Průhyby (charakteristické)

Pole	L' [m]	x [m]	min f [cm]	x [m]	max f [cm]	L'/f [1/n]
1	7.40	0.00	0.00	3.70	2.65	279

### Posouzení napětí (gamma-F bezpečnost na únosnost)

Průřez:  $A = 39.1 \text{ cm}^2$ ,  $W_y = 324 \text{ cm}^3$ ,  $I_y = 3890 \text{ cm}^4$   
 $A\text{-St} = 14.3 \text{ cm}^2$ ,  $W_{pl,y} = 369 \text{ cm}^3$ ,  $\alpha_{fa,ply} = 1.14$

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/mm2]	dov.<= 1.00	tau-V/ [N/mm2]	dov.<= 1.00	sig-v/ [N/mm2]	dov.<= 1.00
1 M,pl	3.70	148.9/235.0 =	<b>0.63</b>	0.0/135.7 =	<b>0.00</b>	148.9/258.5 =	<b>0.58</b>
1 V,pl	0.00	0.0/235.0 =	<b>0.00</b>	20.8/135.7 =	<b>0.15</b>	36.1/258.5 =	<b>0.14</b>
1 v,pl	3.70	148.9/235.0 =	<b>0.63</b>	0.0/135.7 =	<b>0.00</b>	148.9/258.5 =	<b>0.58</b>

### 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	5.87	5.87	-0.00	-0.00	g
B	5.87	5.87	-0.00	-0.00	g
A	14.54	0.00	0.00	0.00	q
B	14.54	0.00	0.00	0.00	q
A	20.41	5.87	-0.00	-0.00	sum
B	20.41	5.87	-0.00	-0.00	sum

## Reakce (Návrhové na MSÚ)

Podpora	max A [kN]	min A [kN]	max M [kNm]	min M [kNm]
A	29.74	5.87	0.00	0.00
B	29.74	5.87	0.00	0.00

...VYHOVUJE !

## NÁVRH OBVODVÉHO PRŮVLAKU PŘI VÝCHODNÍ STRANĚ

Zatěžovací šířka:

$$b = 3,70 \text{ m}$$

Světlé rozpětí prvku:

$$L_1 = L_2 = 5,90 \text{ m}$$

### Převod plošných zatížení na liniové:

Zatížení skladbou střechy:

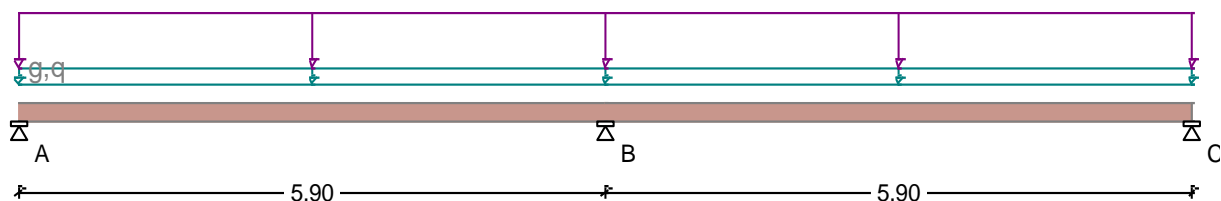
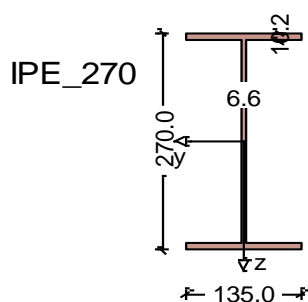
stálé:

$$g_{k,1} = 0,95 \text{ kN/m}^2 * 3,70 \text{ m} = \underline{3,52 \text{ kN/m}}$$

užitné:

$$q_{k,1} = 3,00 \text{ kN/m}^2 * 3,70 \text{ m} = \underline{11,10 \text{ kN/m}}$$

## NÁVRH: IPE 270



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

$\gamma_M$  1.00



## Zatížení (charakteristické)

Vl. tíha nosníku se zohledňuje

Stálé zat.  $g_1 = 3.52 \text{ kN/m}$  ( $x = 0.00$  až  $11.80 \text{ m}$ )

Proměnné zat.  $q_1 = 11.10 \text{ kN/m}$  ( $x = 0.00$  až  $11.80 \text{ m}$ ) 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	2.24	9.51	5.90	-16.84	0.00	-16.84	8.59	-14.30 g
2	3.66	9.51	0.00	-16.84	-16.84	0.00	14.30	-8.59 g
1	2.60	37.01	5.90	-48.16	0.00	-48.16	28.66	-40.91 q
2	3.30	37.01	0.00	-48.16	-48.16	0.00	40.91	-28.66 q
1	2.48	46.33	5.90	-65.00	0.00	-65.00	37.26	-55.21 sum
2	3.42	46.33	0.00	-65.00	-65.00	0.00	55.21	-37.26 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	2.48	68.09	5.90	-94.97	0.00	-94.97	54.60	-80.67
2	3.42	68.09	0.00	-94.97	-94.97	0.00	80.67	-54.60

## Průhyby (charakteristické)

Pole	L' [m]	x [m]	min f [cm]	x [m]	max f [cm]	L'/f [1/n]
1	5.90	4.13	-0.28	2.95	1.23	479
2	5.90	1.77	-0.28	2.95	1.23	479

## 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 <sup>2</sup> ]	dov.<= 1.00	tau-V/ [N/mm <sup>2</sup> ]	dov.<= 1.00	sig-v/ [N/mm <sup>2</sup> ]	dov.<= 1.00
1 M,pl	5.90	194.2/235.0 =	<b>0.83</b>	47.0/135.7 =	<b>0.35</b>	203.9/258.5 =	<b>0.79</b>
1 V,pl	5.90	194.2/235.0 =	<b>0.83</b>	47.0/135.7 =	<b>0.35</b>	203.9/258.5 =	<b>0.79</b>
1 v,pl	5.90	186.9/235.0 =	<b>0.80</b>	47.0/135.7 =	<b>0.35</b>	203.9/258.5 =	<b>0.79</b>
2 M,pl	0.00	194.2/235.0 =	<b>0.83</b>	47.0/135.7 =	<b>0.35</b>	203.9/258.5 =	<b>0.79</b>
2 V,pl	0.00	194.2/235.0 =	<b>0.83</b>	47.0/135.7 =	<b>0.35</b>	203.9/258.5 =	<b>0.79</b>
2 v,pl	0.00	186.9/235.0 =	<b>0.80</b>	47.0/135.7 =	<b>0.35</b>	203.9/258.5 =	<b>0.79</b>

## Klasifikace průřezu

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

## Reakce (charakteristické)

Podpora	max A [kN]	min A [kN]	max M [kNm]	min M ZS [kNm]
A	8.59	8.59	-0.00	-0.00 g
B	28.60	28.60	-0.00	-0.00 g
C	8.59	8.59	-0.00	-0.00 g
A	28.66	-4.08	0.00	0.00 q
B	81.82	0.00	0.00	0.00 q
C	28.66	-4.08	0.00	0.00 q
A	37.26	4.51	-0.00	-0.00 sum
B	110.42	28.60	-0.00	-0.00 sum
C	37.26	4.51	-0.00	-0.00 sum

## Reakce (Návrhové na MSÚ)

Podpora	max A [kN]	min A [kN]	max M [kNm]	min M [kNm]
A	54.60	2.47	0.00	0.00
B	161.34	28.60	0.00	0.00
C	54.60	2.47	0.00	0.00

...VYHOVUJE !

## NÁVRH OBVODVÉHO PRŮVLAKU PŘI ZÁPADNÍ STRANĚ

Zatěžovací šířka:

$$b = 3,70 \text{ m}$$

Světlé rozpětí prvku:

$$L_1 = L_2 = L_3 = 3,93 \text{ m}$$

### Převod plošných zatížení na liniové:

Zatížení skladbou střechy:

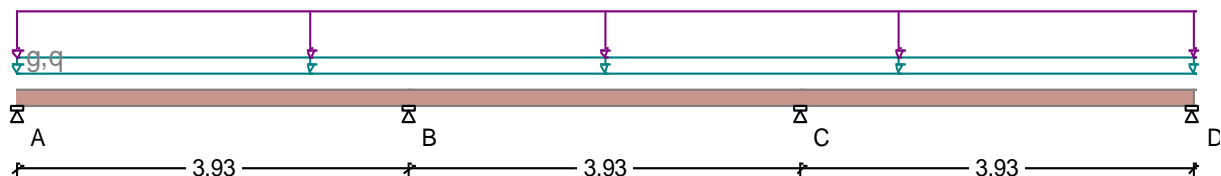
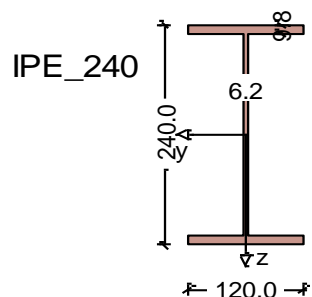
stálé:

$$g_{k,1} = 0,95 \text{ kN/m}^2 * 3,70 \text{ m} = \underline{3,52 \text{ kN/m}}$$

užitné:

$$q_{k,1} = 3,00 \text{ kN/m}^2 * 3,70 \text{ m} = \underline{11,10 \text{ kN/m}}$$

**NÁVRH: IPE 240**



Návrhová norma: ČSN EN 1993-1-1

Ocel : S235 ( $t \leq 40$ ) ( $E/G = 210000/81000 \text{ N/mm}^2$ ) Profil: IPE\_240

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

### Zatížení (charakteristické)

Vl. tíha nosníku se zohledňuje

Stálé zař.  $g_1 = 3.52 \text{ kN/m}$  ( $x = 0.00$  až  $11.79 \text{ m}$ )

Proměnné zař.  $q_1 = 11.10 \text{ kN/m}$  ( $x = 0.00$  až  $11.79 \text{ m}$ ) 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	1.57	4.73	3.93	-5.90	0.00	-5.90	6.02	-9.02 g
2	1.96	1.49	0.00	-5.90	-5.90	-5.90	7.52	-7.52 g
3	2.36	4.73	0.00	-5.90	-5.90	0.00	9.02	-6.02 g
1	1.77	17.37	3.93	-19.91	0.00	-19.91	19.64	-26.88 q
2	1.96	12.88	0.00	-19.91	-19.91	-19.91	25.41	-25.41 q
3	2.16	17.37	0.00	-19.91	-19.91	0.00	26.88	-19.64 q
1	1.73	22.04	3.93	-25.80	0.00	-25.80	25.65	-35.90 sum
2	1.96	14.37	0.00	-25.80	-25.80	-25.80	32.93	-32.93 sum
3	2.20	22.04	0.00	-25.80	-25.80	0.00	35.90	-25.65 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	1.73	32.36	3.93	-37.82	0.00	-37.82	37.58	-52.49
2	1.96	21.32	0.00	-37.82	-37.82	-37.82	48.27	-48.27
3	2.20	32.36	0.00	-37.82	-37.82	0.00	52.49	-37.58

## Průhyby (charakteristické)

Pole	L'	x	min f	x	max f	L'/f
	[m]	[m]	[cm]	[m]	[cm]	[1/n]
1	3.93	3.14	-0.04	1.97	0.41	968
2	3.93	1.97	-0.19	1.97	0.24	1671
3	3.93	0.79	-0.04	1.97	0.41	968

## Posouzení napětí (gamma-F bezpečnost na únosnost)

Průřez: A = 39.1 cm<sup>2</sup>, W<sub>y</sub> = 324 cm<sup>3</sup>, I<sub>y</sub> = 3890 cm<sup>4</sup>  
A-St = 14.3 cm<sup>2</sup>, W<sub>pl,y</sub> = 369 cm<sup>3</sup>, alfa<sub>ply</sub> = 1.14

Kombinace: M = max sigma-x V = max tau-V v = max sigma-v  
el = posudek elasticky pl = lokálně plasticky

Pole	x	sig-M/	dov.<= 1.00	tau-V/	dov.<= 1.00	sig-v/	dov.<= 1.00
	[m]	[N/mm <sup>2</sup> ]		[N/mm <sup>2</sup> ]		[N/mm <sup>2</sup> ]	
1 M,pl	3.93	102.4/235.0 =	<b>0.44</b>	36.8/135.7 =	<b>0.27</b>	117.0/258.5 =	<b>0.45</b>
1 V,pl	3.93	102.4/235.0 =	<b>0.44</b>	36.8/135.7 =	<b>0.27</b>	117.0/258.5 =	<b>0.45</b>
1 v,pl	3.93	98.2/235.0 =	<b>0.42</b>	36.8/135.7 =	<b>0.27</b>	117.0/258.5 =	<b>0.45</b>
2 M,pl	0.00	102.4/235.0 =	<b>0.44</b>	33.8/135.7 =	<b>0.25</b>	114.3/258.5 =	<b>0.44</b>
2 V,pl	0.00	102.4/235.0 =	<b>0.44</b>	33.8/135.7 =	<b>0.25</b>	114.3/258.5 =	<b>0.44</b>
2 v,pl	3.93	98.2/235.0 =	<b>0.42</b>	33.8/135.7 =	<b>0.25</b>	114.3/258.5 =	<b>0.44</b>
3 M,pl	0.00	102.4/235.0 =	<b>0.44</b>	36.8/135.7 =	<b>0.27</b>	117.0/258.5 =	<b>0.45</b>
3 V,pl	0.00	102.4/235.0 =	<b>0.44</b>	36.8/135.7 =	<b>0.27</b>	117.0/258.5 =	<b>0.45</b>
3 v,pl	0.00	98.2/235.0 =	<b>0.42</b>	36.8/135.7 =	<b>0.27</b>	117.0/258.5 =	<b>0.45</b>

## Klasifikace průřezu

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

## Reakce (charakteristické)

Podpora	max A	min A	max M	min M	ZS
	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	
A	6.02	6.02	-0.00	-0.00	g
B	16.54	16.54	-0.00	-0.00	g
C	16.54	16.54	-0.00	-0.00	g
D	6.02	6.02	-0.00	-0.00	g
A	19.64	-2.18	0.00	0.00	q
B	52.29	-4.31	0.00	0.00	q
C	52.29	-4.31	0.00	0.00	q
D	19.64	-2.18	0.00	0.00	q
A	25.65	3.84	-0.00	-0.00	sum
B	68.83	12.23	-0.00	-0.00	sum
C	68.83	12.23	-0.00	-0.00	sum
D	25.65	3.84	-0.00	-0.00	sum

## Reakce (Návrhové na MSÚ)

Podpora	max A	min A	max M	min M
---------	-------	-------	-------	-------

	[ kN ]	[ kN ]	[ kNm ]	[ kNm ]
A	37.58	2.75	0.00	0.00
B	100.76	10.07	0.00	0.00
C	100.76	10.07	0.00	0.00
D	37.58	2.75	0.00	0.00

....VYHOVUJE !

## NÁVRH SVISLÝCH PODPOR

Zatěžovací plocha prvku:  $A = 21,60 \text{ m}^2$

Výška prvku:  $h = 8,30 \text{ m}$

### Převod plošných zatížení na liniové:

Zatížení skladbou střechy: stálé:  $f_{d,1} = 5,79 \text{ kN/m}^2 * 21,60 \text{ m}^2 = \underline{125,06 \text{ kN}}$

## **NÁVRH: J-120/120/10 mm**

Posouzení ocelového prutu na vzpěr: Q 120x120x10  
ČSN EN 1993

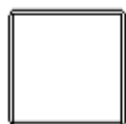
### Vstupní hodnoty:

$N_{Ed} = 126 \text{ kN}$

$L_y = 8.3 \text{ m}$

$L_z = 8.3 \text{ m}$

### Parametry průřezu:



$h = 120 \text{ mm}$

$b = 120 \text{ mm}$

$A = 4.35 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$

$I_y = 8.7 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$

$i_y = 44.7 \text{ mm}$

$\alpha_y = 0.21$

$I_z = 8.7 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$

$i_z = 44.7 \text{ mm}$

$\alpha_z = 0.21$

$g_{VLT} = 34.1 \text{ kg/m}$

### Parametry vzpěru k ose y:

$$\lambda_y = \frac{L_y}{i_y} = \frac{8.3}{0.0447} = 186$$

$$\lambda_{jed,y} = \frac{\lambda_y}{\lambda_{srov}} = \frac{186}{93.9} = 1.98$$

$$\alpha_y = 0.21$$

$$\chi_y = \frac{1}{\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \lambda_{jed,y}^2}} = \frac{1}{2.64 + \sqrt{2.64^2 - 1.98^2}} = 0.227$$

### Parametry vzpěru k ose z:

$$\lambda_z = \frac{L_z}{i_z} = \frac{8.3}{0.0447} = 186 \quad \lambda_{jed,z} = \frac{\lambda_z}{\lambda_{srov}} = \frac{186}{93.9} = 1.98 \quad \alpha_z = 0.21$$
$$\chi_z = \frac{1}{\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \lambda_{jed,z}^2}} = \frac{1}{2.64 + \sqrt{2.64^2 - 1.98^2}} = 0.227$$

### Výsledný součinitel vzpěru

$$\chi_{min} = \min(\chi_y, \chi_z) = 0.227$$

### Výpočet únosnosti:

$$N_{Rd} = \frac{A \cdot \chi_{min} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{4.35 \cdot 10^{-3} \cdot 0.227 \cdot 235 \cdot 10^6}{1} = \underline{\underline{233 \text{ kN}}}$$

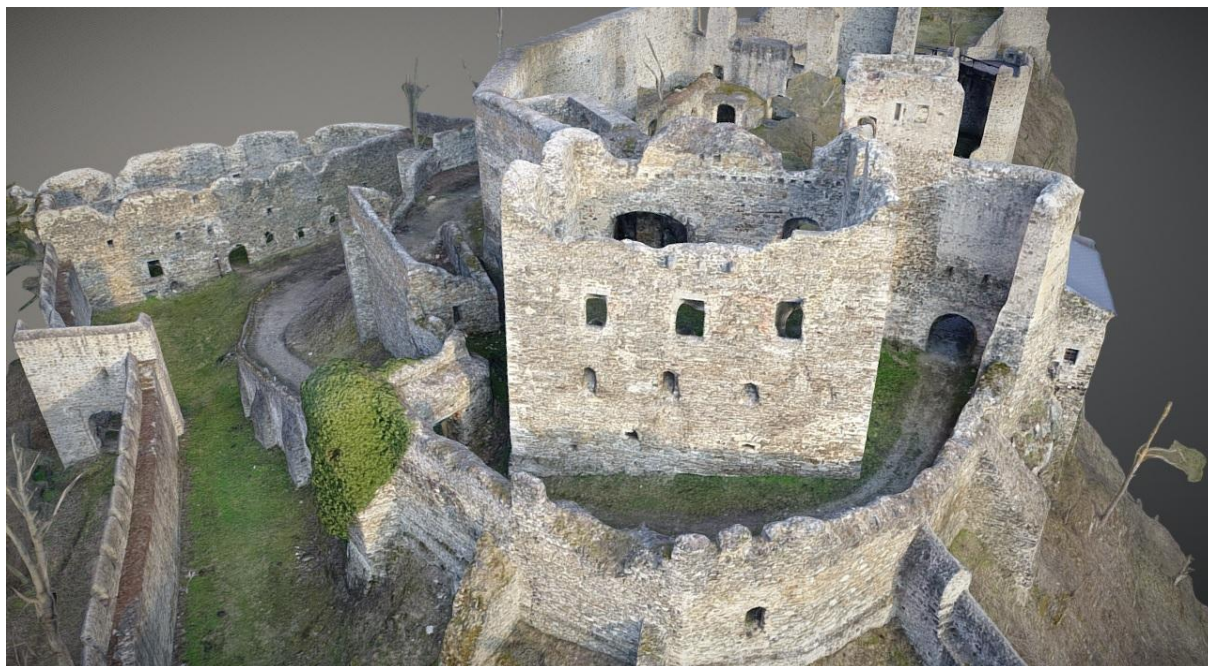
### Check:

$$s = \frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} = \frac{126000}{232512} = 54.2 \% \quad \Rightarrow \text{Is SUFFICIENT}$$

---

Vypracoval: Ing. Aleš Čeleda

### FOTOPŘÍLOHA:







Letecké pohledy na řešený prostor.



Pohled na řešenou klenbu pod prostorem paláce.





Klenba v místě severní lunety vykazuje značné známky deformací.



Deformace jsou řádu několika cm, stav klenby v tomto místě je nutno klasifikovat jako již havarijní.





V ostatních částech je klenba staticky vyhovující, avšak dlouhodobě vlhkostně namáhána, což má za následek urychlenou degradaci pojiva.



Pohled na stěny paláce z vnitřní strany.





Pohledy na stěny paláce z vnitřní strany.





Pohledy na stěny paláce z vnitřní strany.