

PODKLADY

- [1] Architektúra – stavebná časť (12/2018, Projekčné oddelenie SNM)
- [2] Záverečná správa z inžinierskogeologického prieskumu (Ing. M.Bachňák, 05/2016 + 04/2019)
- [3] Súbor technických noriem STN EN 1990 – Zásady navrhovania
- [4] Súbor technických noriem STN EN 1991 – Zaťaženia konštrukcií
- [5] STN 73 0035 – Zaťaženie stavebných konštrukcií
- [6] Súbor technických noriem STN EN 1996 – Navrhovanie murovaných konštrukcií
- [7] Súbor technických noriem STN EN 1992 – Navrhovanie betónových konštrukcií
- [8] Súbor technických noriem STN EN 1993 – Navrhovanie oceľových konštrukcií
- [9] Súbor technických noriem STN EN 1995 – Navrhovanie drevených konštrukcií
- [10] Súbor technických noriem STN EN 1997 – Navrhovanie geotechnických konštrukcií
- [11] software Scia Engineer, licencia Stanislav KYSEL s.r.o.
- [12] software GEO5, licencia Stanislav KYSEL s.r.o.
- [13] software FIN EC, licencia Stanislav KYSEL s.r.o.

ÚVOD

Predmetom predkladanej dokumentácie pre stavebné povolenie je návrh nosnej konštrukcie objektov v bezprostrednom okolí hradu Krásna Hôrka. Predmetom tohto statického posúdenia sú konštrukcie oporných múrov. Ide o oporný múr (SO08.4) popri historickej prístupovej ceste na hrad a oporný múr (SO08.7) v napojení požiarnej komunikácie na obecnú komunikáciu pri objekte technickej vybavenosti ATS2 (SO11).

INŽINIERSKOGEOLOGICKÝ PRIESKUM



obr.01 Výrez zo situácie geologických diel [2]

Pre potreby predkladanej dokumentácie bol realizovaný podrobný inžinierskogeologický prieskum vo viacerých stupňoch. Pri spodnej časti historickej komunikácie boli realizované sondy S1 a S12 (obr.01), pri jej ukončení pred vstupom do hradu sondy S19 a S20 (totožné s vrtmi VS-3 a VS-5 prieskumu z roku 2016). Pre návrh oporného múru požiarnej komunikácie nad objektom technickej vybavenosti ATS2 boli použité údaje zo sondy S-11 (Harničár, 1998), ktorou bol nahradený navrhovaný vrt S6.

V geologických vrtoch a sondách bolo dokumentované nasledujúce vrstvenie [2]:

Vrt S1, hĺbka 2,0 m			Zatriedenie v zmysle STN 72 1001	
0,0	0,2	silt štrkovitý, tuhej konzistencie, svetlohnedý	F1	MG
0,2	0,5	štrk hlinitý, hruboúlomkovitý, svetlohnedý	G4	GM
0,5	1,9	svetlosivý wettersteinský vápenec, rozvoľnený blok	R2	
1,9	2,0	ílovitý až hlinitý štrk – „drvená zóna“	G5	GC
Hladina podzemnej vody			nebola narazená	
Vrt S12, hĺbka 2,0 m			Zatriedenie v zmysle STN 72 1001	
0,0	0,7	silt piesčitý, tmavohnedý, humózný	F3	MS
0,7	2,0	svetlosivý wettersteinský vápenec, blokovitý	R2	
Hladina podzemnej vody			nebola narazená	
Vrt S19 = VS - 5, hĺbka 2,0 m			Zatriedenie v zmysle STN 72 1001	
0,0	0,5	navážka reprezentovaná siltom piesčitým, hnedej farby	F3	Y/MS
0,5	1,2	navážka reprezentovaná banskou hlušinou a úlomkami tehál	F3	Y/MS
1,2	1,7	silt štrkovitý až hruboúlomkovitý, tmavohnedej farby, ostrohranné úlomky vápencov (5-10 cm) sú vypĺňané jemnozrnnou zeminou tmavohnedej farby	F1	MG
1,7	2,0	svetlosivý wettersteinský vápenec	R2	
Hladina podzemnej vody			nebola narazená	
Vrt S20 = VS - 3, hĺbka 2,5 m			Zatriedenie v zmysle STN 72 1001	
0,0	0,5	navážka reprezentovaná siltom štrkovitým, hnedej farby	F3	Y/MS
0,5	1,2	navážka reprezentovaná siltom štrkovitým až hruboúlomkovitým o veľkosti do 15 cm	F3	Y/MS
1,2	1,7	silt štrkovitý až hruboúlomkovitý, tmavohnedej farby, ostrohranné úlomky vápencov (5-10 cm) sú vypĺňané jemnozrnnou zeminou tmavohnedej farby	F1	MG

1,7 2,0 svetlosivý wettersteinský vápenec

R2

Hladina podzemnej vody

nebola narazená

Sonda S-11 (Harničár, 1998), hĺbka 5,0 m

Zatriedenie v zmysle STN 72 1001

0,0 2,8 sivohnedý piesčitý štrk s valúnmi do
10 cm, obsah hrubozrnného piesku
cca 47%

G1

GV

2,8 3,7 silt prachovitý, tvrdej konzistencie,
s valúnmi štrku do 10 cm

F5

ML

3,7 5,0 červenohnedý prachovitý íl tvrdý
s ojed. valúnmi štrku do 5 cm

F6

CL

Hladina podzemnej vody

predpoklad – 2 m p.t. voľná hladina

V nasledujúcej tabuľke uvádzam odporúčané geotechnické hodnoty zemín podľa [2]:

Pomenovanie zeminy	silt štrkovitý	silt piesčitý	silt s nízkou plasticitou	íl prachovitý	štrk dobre zrnený
Symbol zeminy	MG	MS	ML	CL	GW
Trieda	F1	F3	F5	F6	G1
Konzistencia alebo stupeň uľahlosti	tuhá	tuhá	tuhá	tvrdý	stredne uľahlý
Objemová tiaž γ (kN/m ³)	19,0	18,0	20,0	21,0 skúšky (?)	21,0
Modul deformácie E_{def} (MPa)	10 – 20	5 – 8	3 – 5	10 – 15	250 – 390
Totálna súdržnosť c_u (kPa)	70	60	60	170	-
Totálny uhol vnútorného trenia ϕ_u (°)	0	0	0	0	-
Efektívna súdržnosť c_{ef} (kPa)	4 – 12	8 – 16	8 – 16	20 – 28	0
Efektívny uhol vnútorného trenia ϕ_{ef} (°)	26 – 32	24 – 29	19 – 23	17 – 21	36 – 41
Únosnosť pre š. do 3 m, hl. 0,8-1,5 m (kPa)	200	175	150	-	1000
Poissonovo číslo ν	0,35	0,35	0,47	0,40 skúšky (?)	0,20

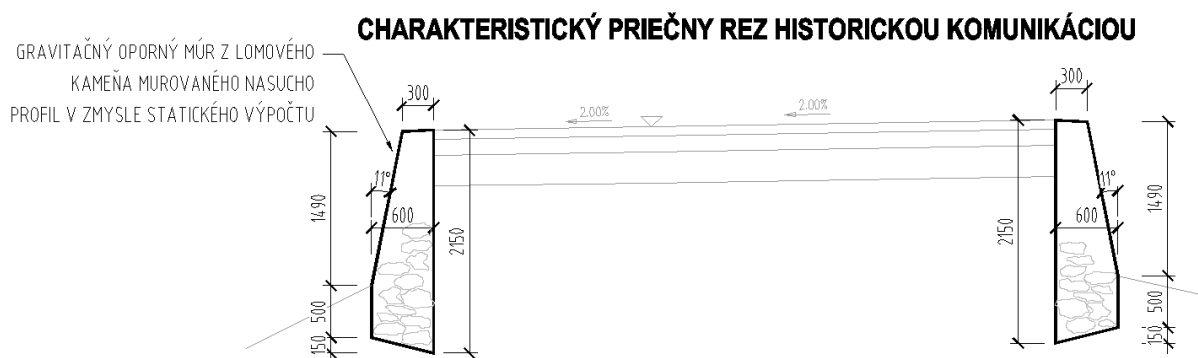
V nasledujúcej tabuľke uvádzam hodnoty pre vápence podľa [2] (v zmysle STN 72 1001):

Trieda horniny	R2
Hustota puklín	veľmi malá až malá
Pukliny	zatvorené
Typ pretvárnosti	krehký
Pevnosť v tlaku σ_c (MPa)	79,9 – 124,4

Objemová tiaž γ (kN/m ³)	26
Modul deformácie E_{def} (MPa)	11 628 – 23 714

NAVRHOVANÁ NOSNÁ KONŠTRUKCIA

Existujúci oporný múr popri historickej prístupovej ceste ku hradu je riešený ako gravitačný z kamenného muriva. Na viacerých miestach je múr rozpadnutý alebo skrytý pod vegetačnou vrstvou. Začína sa po oboch stranách ohybu cesty nad parkoviskom, ďalej vedie jednostranne popri ceste východným úbočím a končí pod zaniknutou delovou terasou vľavo pred vstupom do hradu. Pôvodný múr bol z nasucho resp. na vápennú maltu murovaného kamenného muriva. Pri návrhu obnovy oporného múru (SO08.4) sa počíta so zachovaním pôvodného trasovania aj konštrukčného riešenia.

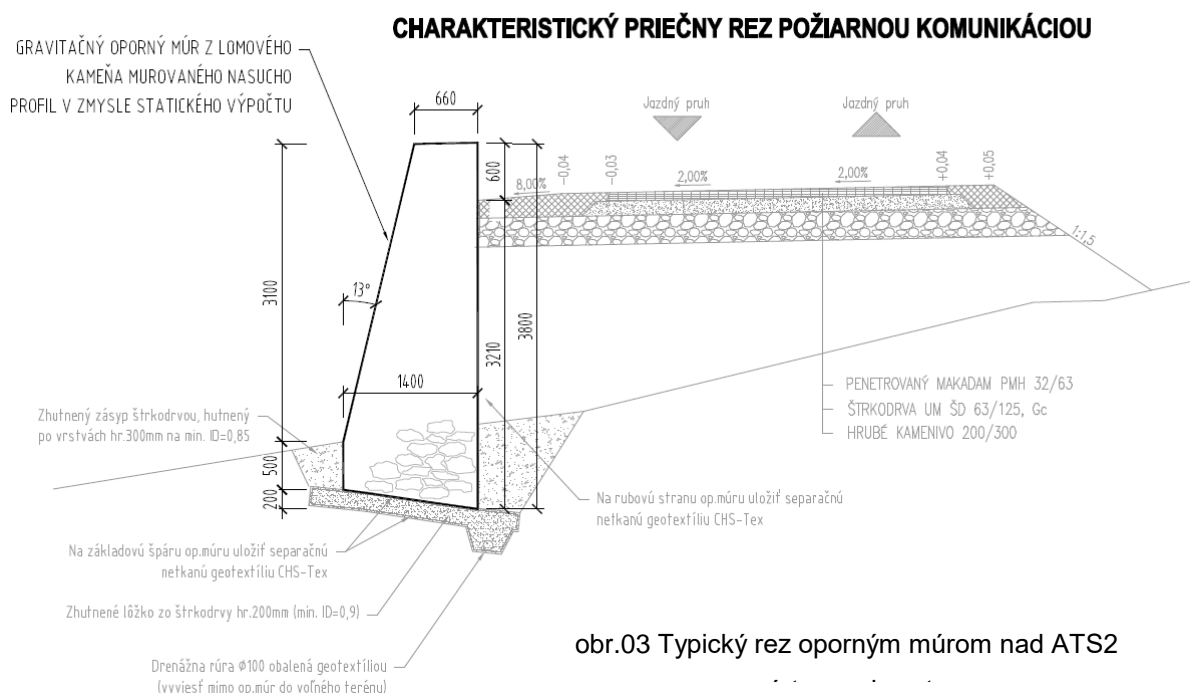


obr.02 Typický rez spodným ohybom historickej prístupovej cesty

To znamená, že oporný múr je navrhnutý ako gravitačný, z nasucho murovaného kameňa (obr.02). Pevnosť takejto konštrukcii dáva väzba kameňa. Pri realizácii treba dôsledne murivo preväzovať v celej jeho hrúbke. Na korunu použiť väčšie a plochšie kamene, ktoré budú uložené v miernom spáde (2%) tak, aby zrážková voda neodtekala na cestu. Väzbu pohľadovej strany muriva prispôbiť vzhľadu historického kamenného muriva hradu – dodržať skladbu, väzbu a riadkovanie. Farebnosť, typ a štruktúru kameňa ako aj väzbu a úpravu pohľadovej plochy oporného múru určí architekt resp. metodik pamiatkovej obnovy. Z hľadiska statického výpočtu je gravitačný oporný múr navrhnutý pre maximálne prevýšenie terénu nad a pod múrom 1,50 m. Priťaženie plochy nad múrom bolo uvažované ako prevádzkové plošné 5,0 kN/m² a mimoriadne zaťaženie požiarnym vozidlom celkovej hmotnosti 25 ton (CAS 30 TATRA 815 7 6x6). V mieste zadnej dvojnápravy ide o zaťaženie 100 kN na ploche 0,5x1 m.

V hornom ukončení, pred vstupom do hradu, nadväzuje na oporný múr **delová terasa**. V zmysle návrhu [1] bude terasa realizovaná v pôvodnom, historickom tvare a materiálovom riešení. Pravidelný priestor pôdorysného rozmeru 1,60x7,10 m bude zo strany svahu zabezpečený kamenným, na vápennú maltu murovaným múrom z lomového kameňa s lineárne stúpajúcim prevýšením terénu 0,65 až 1,85 m. Vzhľad škárovania určí architekt resp. metodik pamiatkovej obnovy. Na terase bude rovnomerne umiestnených päť diel, každé hmotnosti do 1,20 tony. Zásyp terasy je nutné realizovať súdržnou zeminou, napr. siltom piesčitým z okolia hradu (totálna súdržnosť aspoň 20 kPa), ktorý bude riadne hutnený po vrstvách maximálnej hrúbky 300 mm. Približne 200 mm nad päťou vonkajšieho líca muriva musia byť osadené odtokové rúrky, ktoré zamedzia hromadeniu vody za múrom, a teda jeho priťažaniu a poškodzovaniu pri voľnom odtekaní telesom múru.

Nový oporný múr (SO08.7) nad objektom technickej vybavenosti ATS2 v obci Krásnohorské Podhradie bude riešený ako gravitačný z nasucho murovaného kameňa (obr.03). Pri realizácii treba dôsledne murivo preväzovať v celej jeho hrúbke. Na korunu použiť väčšie a plochšie kamene, ktoré budú uložené v miernom spáde (2%) tak, aby zrážková voda neodtekala na cestu. Väzbu pohľadovej strany muriva prispôbiť vzhľadu historického kamenného muriva hradu – dodržať skladbu, väzbu a riadkovanie. Farebnosť, typ a štruktúru kameňa ako aj väzbu a úpravu pohľadovej plochy oporného múru určí architekt resp. metodik pamiatkovej obnovy. Koruna múru bude nadmurovaná tak, aby plnila zároveň funkciu bezpečnostného zábradlia, t.j. výška nad pochôdznou úrovňou + šírka koruny budú spolu viac ako 1,25 m. Pri murovaní musia byť do múru osadené odvodňovacie rúrky v rasti 2x1 m a v sklone aspoň 2% tak, aby voda spoza múru mohla odtekať a nepriťažovala konštrukciu.



obr.03 Typický rez oporným múrom nad ATS2

Pri spätnom zásype výkopu za múrom je nutné použiť zeminu s totálnou súdržnosťou aspoň 20 kPa. Je možné použiť štrk piesčitý z výkopu, avšak po premiešaní s ílovou zložkou. Zásyp musí byť dôsledne hutnený po vrstvách maximálnej hrúbky 300 mm.

Z hľadiska statického výpočtu je gravitačný oporný múr navrhnutý pre maximálne prevýšenie terénu nad a pod múrom 2,50 m. Pritlačenie plochy nad múrom bolo uvažované ako prevádzkové plošné $5,0 \text{ kN/m}^2$ a mimoriadne zaťaženie požiarnym vozidlom celkovej hmotnosti 25 ton (CAS 30 TATRA 815 7 6x6). V mieste zadnej dvojnápravy ide o zaťaženie 100 kN na ploche $0,5 \times 1 \text{ m}$.

Kolmo na spodné ukončenie požiarnej komunikácie vedie lúnia existujúceho tzv. **múru majera**. Kamenný múr výšky 1,7 až 2,1 m má hrúbku cca 0,80 m. Koruna je upravená betónovými platňami. V múre bude vytvorený prejazdový otvor šírky 5 m. V šírke budúceho prejazdu bude murivo po odrezaní betónového krytu ručne rozobraté. Vzniknuté voľné okraje muriva budú v nevyhnutnom rozsahu rozobraté a premurované s kolmými špaletami. Prejazd bude na celú výšku voľný, bez nadpražia.

STATICKÝ VÝPOČET

Neoddeliteľnou súčasťou predkladanej dokumentácie je statický výpočet. Pre výpočet bol zostavený výpočtový model navrhovanej konštrukcie podľa platných technických noriem [3] až [10]. Výstupom z výpočtu je návrh a posúdenie nosnej konštrukcie. Statické výpočty boli realizované v [11] až [13].

Pre výpočet oporných múrov bolo okrem vlastnej tiaže uvažované zaťaženie cesty

- prevádzkové plošné (odsadenie od múru 0,5 m) 5,0 kN/m²
- mimoriadne požiarom vozidlom (odsadenie od múru 0,3 m) 100 kN/ 0,5x1 m²

HLAVNÉ STAVEBNÉ MATERIÁLY NOSNÝCH KONŠTRUKCIÍ

Nasucho murované murivo z lomového kameňa

ZÁVER

Všetky konštrukčné prvky sú navrhnuté tak, aby bezpečne preniesli zvislé a vodorovné zaťaženie do základovej škáry. Nosné prvky sú navrhnuté tak, že pri ich správnej realizácii budú splnené podmienky mechanickej odolnosti a stability.

V prípade akýchkoľvek nejasností a pochybností kontaktovať zodpovedného projektanta statiky.

V Bratislave, 31. januára 2021.

Vypracovala: Ing. Katarína Kyselová