

PODKLADY:

- Rekonštrukcia Spišského hradu - Románsky palác a Západné paláce, Štúdia – Návrh koncepcie pamiatkovej obnovy areálu, Štúdio J+J, s.r.o., 04 / 2011
- Rozpracovaný realizačný projekt stavby – architektonicko-stavebná časť

LITERATÚRA:

- STN 73 0002 - Navrhovanie nosných konštrukcií
- EN 1990 – EC0 - Statický výpočet (základné ustanovenia) – [STN 73 0031]
- EN 1991 – EC1 - Zaťaženie stavebných konštrukcií – [STN 73 0035]
- EN 1992 – EC2 - Navrhovanie betónových konštrukcií – [STN 73 1201]
- EN 1993 – EC3 - Navrhovanie oceľových konštrukcií – [STN 73 1401]
- EN 1996 – EC6 - Navrhovanie murovaných konštrukcií – [STN 73 1101]
- EN 1997 – EC7 - Základová pôda pod plošnými základmi – [STN 73 1001]

OBSAH:

VŠEOBECNÉ INFORMÁCIE K STATICKÉMU RIEŠENIU PROJEKTU

SO.03 – KAPITÁNSKY DOM

DÔLEŽITÉ UPOZORNENIA

ZÁVER STATICKÉHO POSUDKU

VŠEOBECNÉ INFORMÁCIE K STATICKÉMU RIEŠENIU PROJEKTU

NÁVRH SANAČNÝCH OPATRENÍ MUROVANÝCH KONŠTRUKCIÍ

Vzhľadom na rôznu genézu a rozsah porúch jednotlivých konštrukcií hradu, je nutné k nim pristupovať diferencovane, aby sanačné zásahy boli čo najefektívnejšie. Z toho dôvodu je potrebné nielen opraviť porušené konštrukcie, ale aj odstrániť príčiny ich vzniku a negatívneho vývoja, prípadne aspoň čiastočne eliminovať ich vplyvy.

Z tohto dôvodu navrhovaný minimalizovaný konzervačný prístup stabilizácie murív – statickej sanácie treba chápať ako záchranný sanačný zásah, ktorý negatívne neovplyvní akékoľvek ďalšie zábery s predmetnými pamiatkovo chránenými objektmi, ale zabezpečí im zníženie vlhkosti, zvýšenie eróznej odolnosti a predĺženie životnosti.

K hlavným sanačným zásahom, ktoré navrhujem realizovať v rámci statického zabezpečenia predmetných objektov hradu, patrí najmä:

- odobratie úplne voľných kameňov z koruny muriva stien a hradieb
- vyčistenie škár a odstránenie eróziou narušenej malty z povrchu a líca muriva
- odstránenie náletových drevín vrátane ich koreňového systému
- škárovanie muriva, domurovanie výpadkov muriva, premurovanie koruny stien
- injektáž dutín a trhlín v murive, klinovanie lícných kameňov
- doplnenie všetkých porušených ostení, parapetov a nadpraží otvorov domurovaním
- domurovanie a aktivácia segmentových oblúkov nadpraží rozpínavou maltou
- výmena porušených kameňov klenby, škárovanie a aktivácia doplnených kameňov
- domurovanie porušených klenieb do symetrického tvaru pre obnovenie stability
- plombovanie múrov po výpadkoch, zamurovanie každej kaverny s aktiváciou plášťa
- premurovanie rozvoľnených častí stien a vzájomné spriahnutie plášťov stien väzbou
- domurovanie podmrznutej päty murovaných stien s aktiváciou podmurovky
- stabilizácia kamenných článkov portálov, vyplnenie styčných škár medzi nimi

Niektoré sanačné zásahy sa budú môcť technicky a technologicky upresniť až po odkrytí porušených konštrukcií objektov a zemných zásypov, resp. po doskúmaní.

Technológia sanačných zásahov musí v maximálnej miere rešpektovať odporúčacie zásady charty ICOMOS. Jedná sa nielen o metodiku, spôsob a rozsah obnovy pamiatky, ale aj o použitie konkrétnych stavebných materiálov pri sanácii.

Kameň treba používať najmä pôvodný – travertín a flyšový pieskovec. Dá sa získať zo sute po zrútených konštrukciách v areáli hradu. Veľmi pórovité a poškodené kamene treba vyradiť (napríklad penovec). V žiadnom prípade sa nesmú použiť kamene z erózne rozpadavých hornín s nízkou trvanlivosťou (s veľkou pórovitosťou). V prípade nedostatku stavebného kameňa treba zabezpečiť stavebný lomový kameň z regionálne blízkyh zdrojov, ktoré najviac zodpovedajú druhu a veľkosti pôvodných kameňov. Opracovanie kameňa musí byť podobné ako u pôvodného materiálu.

Pri použití malty treba uprednostniť spojivá na báze hydraulického vápna. Ako hydraulické prísady a prímеси možno použiť puzolány a tras. Ako plnivo treba použiť hrubozrnný piesok (frakcie 1÷4 mm) s prímесou drobného štrku (frakcie 4÷8 mm). Je vhodné uprednostniť riečne ťažené kamenivo (s prirodzene opracovanými oblými zrnami) pred drveným kamenivom s veľkým obsahom prachu. Pevnosť výslednej malty by sa mala pohybovať v rozmedzí 2÷5 MPa. V miestach konštrukcií s vyšším mechanickým namáhaním je možné do malty pridať okrem vápna aj biely cement, ale iba v kontrolovanom množstve. V mieste uloženia oceľových konštrukcií na murivo je potrebné aplikovať lôžko z polymerizovanej silikátovej malty vystuženej technickou syntetickou tkaninou alebo sieťkou. Návrh receptúr mált odporúčam konzultovať s odborným pracoviskom (napr. TSÚS). Kolorizácia novej malty by mala čo najviac zodpovedať pôvodnej malte, aby výsledný pohľadový efekt nebol narušený nežiaducim farebným odtieňom a následným neprirodzeným kontrastom.

Na aktiváciu veľkým tlakom namáhaných prvkov (klenby, segmentové oblúky nadpraží, plomby plášťa múrov) je vhodné použiť tzv. rozpínavú maltu (s obmedzeným expanzným účinkom počas tuhnutia). Túto maltu však treba použiť výhradne v odôvodnených prípadoch, aj to v prísne obmedzenom množstve (zvyčajne v poslednej styčnej – vrcholovej zvislej škáre klenby, resp. oblúka, alebo v poslednej vodorovnej ložnej škáre zamurovanej kaverny) a po konzultácii s projektantom statiky; určite ju nepoužiť do zvislých, roztvárajúcich sa trhlín.

Po oprave konštrukcií (domurovaní, škárovaní) nesmie byť malta vytlačená zo škár pred líce muriva, ale naopak – musí zostať vhlbená 1÷3 cm za lícom kameňov. Ak nedopatrením príde k takémuto prípadu, musí byť líce muriva ihneď (za čerstva) očistené a malta v škárach zatlačená alebo vyškrašaná do potrebnej hĺbky. Pri murovaní si treba pomôcť klinovaním kameňov muriva.

Oblúkové konštrukcie (klenby, segmentové nadpražia) treba murovať na rebrové debnenie zo zakrivených ramenátov daných geometrických parametrov, aby neprichádzalo k zatečeniu spodnej plochy oblúka maltou. Klenby prvého podlažia románskeho paláca je nutné celoplošne podprieť výdrevou – v jestvujúcej časti výdrevu vymeniť a v chýbajúcej časti výdrevu doplniť. Pri podopieraní klenieb klinovaním debnenia je treba dbať na to, aby neprišlo k nadvihnutiu muriva klenby a následne k jeho rozrušeniu, čo je nanajvýš nežiaduce a v krajnom prípade môže spôsobiť náhlu deštrukciu a zrútenie celej klenby.

Taktiež je vhodné sanovať povrchové úpravy objektu – zvyšky omietok, aj keď to nie je z hľadiska statiky nevyhnutné. Koruny murív po oprave premurovaním je vhodné dôsledne vyškárať alebo zatrávniť. Napriek tomu treba považovať takýto sanačný zásah za dočasný, ktorý bude nutné periodicky opakovať. Žiadne murivo trvalo

vystavené poveternostnej erózii totiž nemôže dlhodobo odolávať reologickým zmenám a eróznemu rozpadu. Ide o reálny chemický a mechanicko-fyzikálny proces degradácie murovacieho materiálu, čo treba plne rešpektovať.

Pri realizácii na stavbe je potrebné dozorom dohliadnuť na spomínané navrhnuté opatrenia a stavebné úpravy. Taktiež treba rešpektovať aj ostatné výsledky meraní, prieskumov a diagnostiky a použiť ich ako rozhodujúce podklady pre realizáciu. PD statickej stabilizácie jednotlivých objektov hradu podlieha odsúhlaseniu KPÚ.

NAVRHNUTÉ MATERIÁLY NOVÝCH NOSNÝCH KONŠTRUKCIÍ

Základný materiál kovových konštrukcií je oceľ S235 JRH – EN 10210.

Monolitický betón bude triedy C25/30 XC3 XF1 XA1 (SK) – STN EN 206-1.

Betonárska valcovaná hrebienková výstuž bude značky B 500 St – 10505 (R).

Náter oceľových konštrukcií: 2x základný + 2x vrchný polyuretánový (RAL 7042).

STATICKÝ VÝPOČET NOVÝCH NOSNÝCH KONŠTRUKCIÍ

Výpočet bol vykonaný pomocou analytických a numerických metód stavebnej mechaniky počítačovými programami firmy FINE (číslo licencie MemoHasp/4780-1) – modulmi Fin EC. Na dimenzovanie bola použitá metóda medzných stavov v zmysle technických noriem STN – EN (EuroCode). Konštrukcie vzhľadom na svoju tvarovú jednoduchosť a statickú jednoznačnosť boli predbežne spočítané lineárne podľa teórie I. rádu. Charakteristické hodnoty zaťaženia boli vo výpočtoch pretransformované pomocou koeficientov na návrhové hodnoty v zmysle príslušných technických noriem.

SO.03 – KAPITÁNSKY DOM

Vstavba interiéru do miestnosti kapitánskeho domu bude riešená celozvarovanou oceľovou konštrukciou z hranatých (štvorcových a obdĺžnikových) profilov MSH, čím sa vytvorí medzistrop a časť pôdorysu miestnosti sa tak predelí po výške na dve podlažia. Podlaha bude tiež osadená na nosnom oceľovom rošte.

Celá oceľová konštrukcia nebude stabilizovaná vodorovne do murovaných stien miestnosti, ale bude zavetrená krížovým stužením vo dvoch vzájomne kolmých zvislých rovinách. Určitú tuhosť konštrukcie zabezpečia aj zvarované styčníky profilov.

Uloženie stĺpikov oceľovej vstavby sa predpokladá kotvením cez platne do skalného podlažia, resp. kotvením do betónových pätiiek nabetónovaných na podlažie miestnosti. Toto sa upresní až po odstránení sute a obnažení skalného podlažia v rámci archeologického výskumu v interiéri objektu. Veľký otvor v obvodovej stene sa upraví podľa návrhu v stavebnej časti PD. Do strechy objektu sa nebude staticky zasahovať.

DÔLEŽITÉ UPOZORNENIA

Vzhľadom na vysokú technickú náročnosť konštrukčných riešení (vrátane montáže nosných konštrukcií) a nutné zásahy do pamiatkovo chráneného objektu UNESCO, treba všetky stavebné úpravy vykonať veľmi opatrne a citlivo, aby neprišlo k nevratným poškodeniam pôvodných konštrukcií hradu. Z tohto dôvodu treba stavebnú realizáciu dôsledne sledovať a usmerňovať v rámci výkonu dozoru, čo sa javí ako kľúčové pre dosiahnutie požadovanej kvality. Všeobecne sa predpokladá, že práce budú realizované prevažne reštaurátorským spôsobom.

Všetky rozmery je nutné priamo overovať na stavbe. Na všetky prvky po overení rozmerov je potrebné dodávateľom spracovať výrobnú (dielenskú) dokumentáciu a odsúhlasiť ju projektantom a investorom. Navrhnuté typy stavebných materiálov uvedené vo výkresovej dokumentácii sú prezentované z dôvodu vyšpecifikovania požadovaných technicko-fyzikálnych vlastností, ktoré je nutné bez ohľadu na typ materiálu dodržať. Prípadná zámena je možná len po odsúhlasení projektantom. Dielenská dokumentácia bude taktiež riešiť detaily kotvení, spojov, zvarov, atď.

Počas realizácie je potrebné vykonať postupné spresnenie zamerania presných geometrických rozmerov a tvarov konštrukcií, aby bolo možné dodržať presnosť výroby konštrukcií a ich optimálnej montáže za dodržania štandardných tolerancií. Postupné domeriavanie rozmerov bude vykonané presnými geodetickými metódami po jednotlivých etapách realizácie (montáže konštrukcií). Takýmto postupom bude zabezpečené, aby zistené rozmerové anomálie sa vždy v rámci danej etapy eliminovali a neprenášali sa do ďalšej realizačnej etapy.

Podružné nosné konštrukcie – nerezové rošty a plechy (vrátane podkladných a kotevných prvkov) nie sú predmetom riešenia hlavných nosných konštrukcií, preto sú vykázané v stavebnej časti projektovej dokumentácie.

Okrem doskúmania niektorých murovaných nosných konštrukcií bude v rámci realizácie vykonaný aj archeologický prieskum ako súčasť odкрývacích a výkopových prác zemných navážok a sutí. Ak si nálezová situácia vyžiada zmenu technického riešenia a prispôsobenie nosných konštrukcií, tieto je nutné odsúhlasiť projektantom.

Zvlášť opatrne treba postupovať pri realizácii nutných búracích prác (rozoberanie kamenného muriva), aby neprišlo k porušeniu zostávajúcich konštrukcií. Ide najmä o dočasné zabezpečenie (podopretie) nadpraží otvorov, pokiaľ nebudú definitívne podchytené (napr. murovanými oblúkovými záklenkami alebo prekladmi z kamenných článkov). V každom prípade treba zamedziť nadmerným dynamickým otrasom počas búracích prác, ktoré môžu spôsobiť rozsiahle škody na okolitých konštrukciách.

Z hľadiska bezpečnosti treba mimoriadnu pozornosť venovať leteckej preprave materiálu. Okrem dodržania bezpečnostných predpisov treba postupovať podľa vopred vypracovaného plánu leteckej prepravy a montáže.

Upozornenia sú uvedené aj v poznámkach na jednotlivých výkresoch statickej dokumentácie. V prípade nejakých nejasností alebo zistených rozdielov medzi návrhom v PD a reálnou skutočnosťou, je nutné konzultovať s projektantom a dozorom.

ZÁVER STATICKÉHO POSUDKU

Zásahy do nosného systému pôvodných objektu hradu a pridávané nosné konštrukcie sú staticky riešené v zmysle EC-EN (STN) a pri dodržaní technológie realizácie a konštrukčných zásad bude garantovaná ich spoľahlivosť.

Na základe vykonaných podrobných statických výpočtov možno konštatovať, že navrhované nosné konštrukcie stavby vyhovujú všetkým kritériám spoľahlivosti v zmysle platných technických noriem.

Vypracoval: Ing. Jozef Závacký, st.

Dátum: 09 / 2011