

STATIKA AT s.r.o.

Husinecká 664/31, Praha 3



+420 222540872, e-mail: statikaat@statikaat.cz

IČ 251 19 559, DIČ CZ25119559

D.1.2.A01 TECHNICKÁ ZPRÁVA

Akce: REKONSTRUKCE KROVU A STŘEŠNÍHO
PLÁŠTĚ ZÁMKU KRÁLŮV DVŮR

Stupeň: DSP + DPS

Objednavatel: Město Králův Dvůr
Náměstí Míru 139, 267 01 Králův Dvůr
IČ: 00509701

Praha, 18.03. 2020

Ing. Jiří Tureček
Ing. Jaroslav Beneda

OBSAH

Podklady pro vypracování statického posudku	3
Použité ČSN	3
Úvod	3
Popis dotčených nosných konstrukcí objektu	4
Popis stavu řešené části krovu	4
Návrh sanace.....	5
Ošetření dřeva	6
Použitý materiál	6
Hodnoty užitných zatížení.....	7

Podklady pro vypracování statického posudku

- [1] Prohlídka na místě – STATIKA AT s.r.o., Ing. Jiří Tureček a Ing. Jaroslav Beneda, 31.10.2019
- [2] Expertní posudek – stanovení aktuálního jakostního stavu krovové soustavy a vodorovné kce posledního NP západního křídla – Zdeněk Starý, Ve Žlábkách 2746, 276 01 Mělník, září 2019
- [3] Expertní posudek – stanovení aktuálního jakostního stavu krovové soustavy a vodorovné kce posledního NP jižního křídla – Zdeněk Starý, Ve Žlábkách 2746, 276 01 Mělník, duben 2019
- [4] Geodetické zaměření krovu zámku Králův Dvůr, jižní a západní křídlo – Ing. Josef Vlasák, Herbenova 1386, 272 01 Kladno, listopad 2019
- [5] Prohlídka na místě – STATIKA AT s.r.o., Ing. Jiří Tureček a Ing. Jaroslav Beneda, 28.11.2019
- [6] Fotodokumentace pořízená při prohlídkách

Použité ČSN

- [7] ČSN ISO 13822 Zásady navrhování konstrukcí – Hodnocení existujících konstrukcí
- [8] ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí
- [9] ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí
Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení
- [10] ČSN EN 1991-1-3 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí
Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem
- [11] ČSN EN 1991-1-4 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem
- [12] ČSN EN 1995-1-1 Eurokód 5: Navrhování dřevěných konstrukcí
Část 1-1: Obecná pravidla - Společná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- [13] ČSN EN 1996-1-1 Eurokód 6: Navrhování zděných konstrukcí Část 1-1: Pravidla pro vyztužené a nevyztužené konstrukce

Úvod

Objekt zámku Králův Dvůr je půdorysného tvaru písmene U s centrálním dvorem obklopeným jednotlivými křídly (západní, jižní a východní) zámku. Tento projekt se věnuje zastřešení jižního křídla, západního křídla a rizalitu navazujícího na západní křídlo. Krov řešených křídel je atypický hambálkový s absencí hlavních vazeb (resp. všechny vazby jsou hlavní) a podélného ztužení.

Řešené části krovů a stropních konstrukcí jsou v havarijním stavu. Obecně se jedná o částečnou nebo kompletní destrukci pozednic a degradaci zhlaví rákosníků, vazných trámů a krokví uložených na degradovaných pozednicích. K degradaci dřeva došlo působením dřevokazných hub a dřevokazného hmyzu.

Západní křídlo je navíc poškozeno neodbornými zásahy v podobě prořezů vazných trámů a rákosníků, které jsou nyní podepřeny o stropní konstrukci nižšího podlaží. Krov nad přístupovým schodištěm je z větší části nahrazen fošnami, původní prvky jsou zasaženy degradací.

Jižní křídlo má již ve své západní části pozednici natolik rozrušenou, že jsou jednotlivé vazby pokleslé až o 350 mm.

Popis nosných konstrukcí objektů

Západní křídlo má obdélníkový půdorys rozměru 6,91 x 18,67 m a zahrnuje dvě nadzemní podlaží a krov. Nosné zdivo je cihelné. Stropní konstrukce 1. nadzemního podlaží jsou tvořeny cihelnými klenbami. Stropní konstrukci 2. nadzemního podlaží převážně tvoří vazné trámy krovu a rákosníkovými trámy doplněné v jižní části zděnou klenbu. Ze severní části k němu přiléhá vyšší věž, které není předmětem zadání. Z exteriérové západní strany je k západnímu křídlu přisazena obdélníková kamenná věž rozměru 4,23 x 7,22 m s výškou 12,4 m. Střecha západního křídla je sedlová a dosahuje výšky 12,6 m. Střecha věže se schodištěm je sedlová s hřebenem kolmým k hřebenu západního křídla a to ve výšce 11,9 m.

Krov západního křídla je hambálkový bez sloupků a s vazným trámem v každé vazbě. Na straně vnitřního dvora je hambálková soustava doplněna námětkem dosahujícím až k vrcholu krokví. Námětek je rozepřen krátkým sloupkem v úrovni hambálku. Dále je námětek uložen na sloupku v místě paty krokve a na protažené části vazného trámu, který tak tvoří nosnou část dvorní římsy. Hambálková soustava není v podélném směru ztužena, není-li uvažováno laťování.

Krov přístupového schodiště kamenné věže (rizalitu) je tvořen převážně fošnovými prvky uloženými na stávajících kráčatech, které však nejsou tahově spojeny s vazným trámem a vazný trám jako takový je uložen pouze na jedné straně. Na druhé straně je vazný trám uložen na výměně.

Jižní křídlo má obdélníkový půdorys o rozměru 40,2 m x 12,5 m a zahrnuje dvě nadzemní podlaží a krov. Nosné zdivo je cihelné. Stropní konstrukce 1. nadzemního podlaží jsou tvořeny cihelnými klenbami. Stropní konstrukci 2. nadzemního podlaží tvoří vazné trámy krovu doplněné samostatnými rákosníkovými trámy, ve střední šestině jižního křídla lokálně také klenba, která je však v části přiléhající ke dvoru o 2,5 metru ubourána. Z východní strany na jižní křídlo přímo navazuje východní křídlo, které je výškově uskočeno. Jižní křídlo je zastřešeno valbovou střechou, jejíž hřeben dosahuje výšky 14,6 m.

Krov jižního křídla je také hambálkový bez sloupků a s vazným trámem v každé vazbě. Hambálky jsou zde v každé vazbě doplněny pásky. Vazby na kratší straně jsou uloženy na kráčata a jejich hambálek doplněny pásky se opírá do hambálku nárožních krokví. Tyto se pak setkávají na hambálku první plné vazby, ale další ztužení v podélném směru chybí.

Popis stavu řešených krovů

V řešené části krovu jsou ve velmi špatném stavu především patní části jeho konstrukce. Jedná se o pozednice, kráčata, konce vazných trámů a krokví. Dřevo v těchto částech je silně destruováno působením dřevokazných hub a hmyzu. Podrobně jsou příčiny narušení popsány v mykologickém posudku (podklad 2 a 3). Ve velkém rozsahu je zde zastoupena naše nejnebezpečnější dřevokazná houba dřevomorka domácí, která prorůstá i do zdiva. V relativně nejlepším stavu je pata krovu nad západním křídlem. Ve velmi špatném stavu je pata krovu nad jižním křídlem a nejhorší je v západní části jižního křídla, kde došlo

k výraznému poklesu vazeb. Ve všech částech krovu zcela chybí podélné ztužení. U obou řešených křídel došlo vlivem poklesu krovu a zatékání atmosférických srážek k zřícení částí okapných říms.

Krov rizalitu byl v minulosti nepříznivě ovlivněn výřezy kvůli vestavbě schodiště. Jeho valná většina je provedena z novodobých prvků (fošen) spíše provizorního charakteru. Krov také velmi nepříznivě ovlivňuje špatný stav celé kamenné věže, která vykazuje mnoho trhlin, degradaci zdiva, kde místy již není žádná malta a která je již provizorně ztužena táhly. Ve zdi jsou také zazděny vodorovné dřevěné prvky, dnes již patrně narušené. Nejzávažnější trhliny zdiva byly objeveny v koruně zdiva rizalitu v připojení na zdivo západního křídla, kde dosahují až 60 mm.

K poškození patrně přispěl i výkop pro kanalizaci v blízkosti základů v čele rizalitu, i když je dle prověření relativně mělký. Stav objektu nelze považovat za stabilizovaný. Probíhající opakovaná geodetická měření dle ústní informace nepostihují hlavní potřebné směry měření deformací.

Návrh sanace

Sanace **krovu západního křídla** spočívá v opravě nebo i nahrazení narušených částí krovu novými prvky – replikami. Povrchová úprava bude odpovídat původnímu provedení (v případě tesaného dřeva).

Nahrazovány a opravovány budou jak prvky narušené působením dřevokazných hub a hmyzu tak prvky poničené vlivem deformace krovu (např. zlomení, poničení čepů apod.). Pokleslé části krovu budou vyzvednuty (vyheverovány) do původní polohy. Doplněné podélné ztužení bude vytvořeno poli s diagonálně kladenými fošnami v úrovni kontralatí – viz výkres.

Pozednice v západním křídle bude vyměňována po částech. Nově ukládané pozednice budou menšího průřezu tak, aby je bylo možné uložit na dubové podložky tl. 20 mm a jejich boky nebyly v kontaktu s původním obezděním pozednic (viz detail D1). Nastavení pozednic bude provedeno pomocí vodorovného plátu. Nové pozednice jsou navrženy z modřínového dřeva, protože má větší odolnost proti působení dřevokazných hub.

Doplněna bude také zřícená část římsy. Na dvorní straně pak proběhne z lešení i oprava navazujícího podbití výrazně přesahujícího krovu (vazných trámů).

Přístupová **kamenná věž (rizalit)** se schodištěm musí být před zahájením prací stabilizována dle samostatného projektu

Až po provedení těchto úprav je účelné provádění nového krovu. Krov rizalitu bude kompletně rozebrán a nahrazen novým dle výkresové dokumentace.

Krov jižního křídla bude postupně po částech kompletně rozebrán (jedná se o doporučený postup dle mykologické zprávy) s očíslováním jednotlivých prvků pro účely zpětného složení krovu. Na zemi ve vhodném chráněném prostoru bude provedeno dodatečné posouzení a vytrídění poškozených a zcela destruovaných prvků, mechanické očištění povrchu prvků, které mohou být vráceny zpět do konstrukce, tesařské opravy, chemická neutralizace povrchových vrstev dřeva i ošetření prvků vhodnými biocidními a protipožárními prostředky.

Nepoužitelné dřevěné prvky (resp. jejich části) jsou hlavně pozednice, námětky, uložení krokví, krácat, stropních a rákosníkových trámů, fošnový záklop.

U těchto prvků budou provedeny jejich kopie. Jako částečně použitelné prvky jsou předpokládány hambálky, pásy, podstatná část krokví (dle dále zjištěného stavu horní strany), stropních a rákosových trámů (část je zatím skryta).

Ve všech případech jsou upřednostňovány tradiční tesařské spoje, pokud možno bez použití kovových spojovacích prvků. Protože v řešených stávajících krovech není přítomna hlavní vazba, přebírají funkci sloupků všechny krokve.

Ty jsou pro předepsané kombinace zatížení při stávajících dimenzích zcela na hranici únosnosti. Při snaze zachovat co nejvíce původních prvků krovů při zachování původního tvaru a členění je jejich kombinované zatížení ohybem a tlakem důvodem, proč jejich protézování nelze navrhnout pomocí dřevěných kolíkových spojů.

Pro co nejšetrnější protézování a nastavování jsou jednotlivé spoje navrženy ve variantách i na každém jednotlivém prvku podle konkrétního namáhání. Historické kolíkové spoje jsou navrženy tam, kde je to z hlediska statiky proveditelné, tedy alespoň pro protézování vazných trámů a rákosníkových trámů. Je vhodné zvážit, zda je vždy použít i v případě jejich kompletního zakrytí.

Vodorovně namáhaný hambálek první vazby za nárožím bude rozepřen o další navazující vazby. Další podélné ztužení bude tvořeno poli s diagonálně kladenými fošnami v úrovni kontralatí – viz výkres.

Všechny nově ukládané pozednice budou menšího průřezu tak, aby je bylo možné uložit na dubové podložky tl. 20 mm a jejich boky nebyly v kontaktu s původním obezděním pozednic (viz detail D1). Nové pozednice jsou navrženy z modřínového dřeva.

Doplněna bude zřícená část římsy. Po postavení lešení u obvodové zdi do dvora ve 3. nádvoří bude dočasně rozebrána narušená vrchní část zdiva v místě zřícené římsy a to tak, aby bylo možné nově římsu vyvázat. Rozsah rozebrání bude upřesněn podle skutečné vazby římsy. Vazba bude provedena jako u přilehlé nezřícené části.

Provizorní podepření konstrukcí před zahájením prací

Před zahájením prací budou v rozsahu řešeného krovu podepřeny výdřevou klenby (pro omezení vodorovných sil před odlehčením krovu) a všechny pokleslé vazby západního křídla.

Po dokončení oprav krovů bude odstraněna výdřeva kleneb. Případné trhliny ve vrcholu kleneb budou vyškrábány, vyklínovány dubovými klínky a hloubkově vyspárovány vápennou maltou.

Před zahájením výměny pozednic (západní křídlo) nebo rozebíráním krovu (jižní křídlo) budou v daných místech v potřebném rozsahu provizorně podepřeny okapní římsy. Nejlépe s využitím předpokládaného zhotoveného lešení.

V případě nejasností kontaktovat ke spolupráci statika.

Ošetření dřeva a zdiva

Veškeré nově vkládané i ponechávané dřevo bude chemicky ošetřeno proti působení dřevokazných škůdců. Pro ošetření nových prvků bude použit biocid s kombinovaným účinkem, tj. s fungicidní i insekticidní složkou, nejlépe prostředek na bázi kyseliny borité H_3BO_3 . Tyto prostředky na základě biologických testů účinnosti vykazují nejvyšší toxicitu pro celulózovorní i ligninovorní druhy hub. Stejným přípravkem budou ošetřeny po důkladném mechanickém očištění i prvky, které přicházejí do styku se zdivem (především pozednice).

Při provádění tesařských oprav budou chemicky ošetřeny i řezné plochy plátů na stávajícím dřevu. Po provedení oprav bude v opravovaných částech provedena celoplošná preventivní chemická ochrana. Před prováděním chemické ochrany bude povrch dřeva důkladně mechanicky očištěn a v místech viditelného povrchového poškození bude odsekána nebo obroušena narušená povrchová vrstva dřeva.

Chemicky ošetřit je třeba i zdivo, které přišlo do styku s dřevokaznými houbami. Ze zdiva je třeba odstranit zbytky hub mycelia případně myceliové provazce (rhizomorfy). Na ošetření je možno použít např. Lignofix super. Tento přípravek je možné použít i při přípravě fungistatické malty, kterou je třeba použít na případné přezdívaní zdiva v takto napadených místech.

Podrobně jsou přípravky na ošetření dřeva a zdiva popsány v mykologickém průzkumu (podklad 2). Tam jsou též popsány způsoby jejich aplikace.

Použitý materiál

Spárování kleneb:	vápenná malta M 2,5 MPa
Řezivo:	třída C24, maximální vlhkost 20% hoblované řezivo ošetřené vhodným fungicidním a insekticidním přípravkem pozednice z modřínového dřeva
Spojovací prostředky:	ocelové svorníky kvality 8.8 min. pozinkovány nebo z nerezové oceli

Dřevo ošetřeno nástřikem nebo nátěrem vhodným v tuzemsku certifikovaným insekticidním a fungicidním přípravkem (např. Bochemit QB, Lignofix-E-Profi). Pro ošetření zdiva je možné použít např. Lignofix super.

Hodnoty užitných zatížení

Užitná a klimatická zatížení byla uvažována dle normy ČSN EN 1991-1 (zatížení konstrukcí). Pro zatížení sněhem podle mapy sněhových oblastí z normy ČSN EN 1991-1-3 patří Králův Dvůr do I. sněhové oblasti s charakteristickou hodnotou $s_k = 0,7 \text{ kN/m}^2$. Pro zatížení větrem podle mapy větrových oblastí z ČSN EN 1991-1-4 patří Králův Dvůr do II. větrové oblasti s výchozí základní rychlostí větru $v_{b,0} = 25 \text{ m/s}$.

Praha 18.3.2020

Ing. Jiří Tureček
Ing. Jaroslav Beneda