INRECO, s.r.o.
Škroupova 441/9
500 02 Hradec Králové

mobil 775 777 810
e-mail: info@inreco.cz

společnost pro rekonstrukce památek

POSOUZENÍ DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ Z HLEDISKA JEJICH NAPADENÍ DŘEVOKAZNÝMI HOUBAMI A HMYZEM

HRADEC KRÁLOVÉ, ČS. ARMÁDY 333, BÝVALÁ VRBENSKÉHO KASÁRNA

Zhotovitel : Ing. Petr Rohlíček, INRECO, s.r.o.,
Škroupova 441, 50002 Hradec Králové, IČ 48155586
mobil 775777810, rohlicek@inreco.cz, www.inreco.cz

Objednatel : TECHNICO Opava s.r.o., Hradecká 1576/51, 74601 Opava

Stupeň : Odborný posudek

Datum : 07/2019

Počet stran : 20 x A4

Počet příloh : 8 x A4 + 2 x samostatné výkresy A0

SPOLEČNOST PRO REKONSTRUKCE PAMÁTEK
geodetické a projektové práce
INRECO S.R.O.
Škroupova 441/9
500 02 Hradec Králové
tel./fax: 495 220 022
info@inreco.cz

Ing. PETR ROHLÍČEK
autorizovaný inženýr pro pozemní stavby
ČKAIT - 0600825

1. ZÁKLADNÍ ÚDAJE 3

2. ÚVOD 3

3. POPIS OBJEKTU A NAPADENÍ DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ 4

3.1. Stručná charakteristika objektu 4

3.2. Metoda záznamu nálezu a návrhu sanace 4
3.2.1. Napadení dřevěných konstrukcí 4
3.2.2. Vlhkost dřeva 5

3.3. Popis posuzovaných konstrukčních částí a jejich napadení 5
3.3.1. Krov nad 3.NP (krčky a křídla) a 4.NP (střední trakt) 5
3.3.2. Dřevěný strop nad 3. NP (krčky a křídla) a 4. NP (střední trakt) 6

4. CHARAKTERISTIKA DŘEVOKAZNÝCH ŠKŮDCŮ 7

5. SANAČNÍ OPATŘENÍ NAPADENÝCH KONSTRUKCÍ 11

5.1. Faktory, ovlivňující volbu a rozsah sanačních opatření : 11

5.2. Třídy ohrožení dřeva a minimální požadovaný typ ochrany dřeva : 12

5.3. Návrh sanačních a ochranných opatření : 13
5.3.1. Analýza situace 13
5.3.2. Sanace krovů a stropů pod půdou 13
5.3.3. Další opatření a poznámky 15

6. BIOCIDNÍ PROSTŘEDKY 18

7. PRAMENY A DOPORUČENÁ LITERATURA 18

1. ZÁKLADNÍ ÚDAJE

Kraj: Královéhradecký

Okres: Hradec Králové

Obec: Hradec Králové

Adresa: Československé armády 333/37, 50001 Hradec Králové

Pozemek: st. 291/2, k.ú. Hradec Králové 646873

Památková ochrana: Objekt v Městské památkové zóně Hradec Králové

Zhotovitel: INRECO, s.r.o., Škroupova 441, 50002 Hradec Králové

Objednatel: TECHNICO Opava s.r.o., Hradecká 1576/51, 746 01 Opava

Vlastnické právo, stavebník: Statutární město Hradec Králové, Československé armády 408/51, 50003 Hradec Králové

2. ÚVOD

Na základě objednávky firmy TECHNICO Opava s.r.o. ze dne 25.3.2019 bylo v červenci 2019 provedeno odborně technické místní šetření se zaměřením na posouzení zdravotního a technického stavu dřevěného krovu a stropu pod půdou objektu bývalých Vrbenského kasáren v Hradci Králové, Československé armády 333.

Průzkum se zaměřil především na :

- napadení dřeva dřevokaznými houbami a rozsah poškození konstrukcí
- napadení dřeva dřevokazným hmyzem a rozsah poškození konstrukcí
- výskyt druhotných vad dřeva, snižujících jeho pevnost, nebo použitelnost ve stavebních konstrukcích
- celkový stavebně technický stav objektu s přihlédnutím na důsledky zjištěných technických závad
- optimální návrh sanace a doporučení sanačních prostředků

Zdravotní stav dřevěných konstrukcí byl v rámci místního šetření zkoumán smyslovými metodami, a to vizuálně podle charakteru narušení povrchu i vnitřku dřevěných prvků, podle vzhledu, vůně, deformace a barvy dřevní hmoty, výskytu mycelia a plodnic hub, podle velikosti a rozsahu larválních chodbiček a výletových otvorů dřevokazného hmyzu a podle ostatních příznaků přítomnosti biotických škůdců a vad dřeva a sluchově poklepem na povrch trámů. Smyslové posouzení bylo doplněno o jednoduché mechanické zkoušení dřeva zaražením ocelového bodáku, nebo vrypem do povrchu dřeva a vyhodnocením tvrdosti, celistvosti a houževnatosti dřevní hmoty a charakteru třísek a lomových ploch. Dřevěné konstrukce byly posouzeny v rozsahu přístupných částí (nezakrytých či nezabudovaných v jiných konstrukcích, přístupných bez žebříku nebo lešení), daném místními podmínkami na stavbě a jejím konstrukčním uspořádáním.

Zdravotní stav stropů pod půdou byl ověřen pouze orientačně, vyhodnocením několika lokálních sond do stropů, které byly provedeny již před několika lety. Nové sondy do stropů nebyly po dohodě s objednatelem provedeny.

Zjištěné poškození dřevěných konstrukcí odpovídá stavu v době provádění průzkumu a může se postupem času zhoršovat. Další rozvoj dřevokazných škůdců nebo vznik nových ohnisek napadení je bez provedení sanačních opatření v daných podmínkách možný.

3. POPIS OBJEKTU A NAPADENÍ DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

3.1. Stručná charakteristika objektu

Eklektická budova byla postavena na místě zbořených částí opevnění města před rokem 1898, jako součást rozlehlého areálu c. a k. vojenských kasáren. Jako kasárna sloužila zhruba až do 90. let. Zchátralý objekt od armády v roce 2009 získalo Statutární město Hradec Králové. Od té doby budova stále čeká na celkovou stavební obnovu. Částečné opravy byly provedeny pouze na střeše a u odtoků dešťových vod ze střech, aby se odstranilo nejhorší zatékání. V současné době se zpracovává projekt na adaptaci budovy pro účely přírodovědecké expozice Muzea východních Čech.

Rozsáhlý zděný objekt je půdorysně členěn do tří nesymetricky uspořádaných hlavních křídel, přičemž z osy středního křídla směrem do dvora vystupuje další krátké křídlo, zvýšené o jedno podlaží. Ve výkresech i textu jsou pro přehlednost dodrženy názvy jednotlivých půdorysných částí, které určil projektant obnovy, tj. *střední trakt, jižní a severní krček, jižní a severní křídlo*.

Plně podsklepená budova (na konci jižního křídla je i malé 2. podzemní podlaží) má tři nadzemní podlaží a ve středním traktu čtyři nadzemní podlaží. Zakončena je valbovými střechami na dřevěném krovu.

Zdivo je v celém rozsahu (snad kromě základů) provedeno z plných pálených cihel na vápennou maltu. Kromě stropů pod půdními prostorami (tzn. pod částí 3. NP a středním 4.NP), které jsou jednoduché trámové s omítaným dřevěným podbitím, jsou ostatní stropy klenuté z cihel do traverz.

3.2. Metoda záznamu nálezu a návrhu sanace

3.2.1. Napadení dřevěných konstrukcí

Způsob a rozsah napadení dřevěných konstrukcí je zakreslen do schématických výkresů v grafické příloze, kde jsou uvedeny i příslušné vysvětlivky a označení konstrukčních prvků. V jednotlivých ohniscích je číslicí vyjádřen stupeň napadení podle stupnice od 1 do 10. 1 znamená první makroskopicky zjistitelné známky napadení, 10 pak úplnou destrukci dřevní hmoty. U intenzity 1 až 3 je poškození dřeva zhruba až do 15 mm pod povrch, u intenzity 4 až 6 je poškození asi až do 1/3 plochy profilu trámu.

Pokud je napadený prvek natolik poškozený, že je nezbytná jeho náhrada, je tento požadavek ve výkresu označen buď symbolem X (náhrada celého prvku) nebo X[(náhrada části délky prvku). Délky náhrady části prvku jsou udávány v metrech a jedná se o minimální čistou délku trámu (u zazděných zhlaví o délku od líce zdiva k místu odříznutí, u krokví od pozednice k místu odříznutí) bez započtení délky, potřebné k vytvoření styku nové a ponechané části. Délku náhrady prvku je dále možno odměřit z výkresu (měřítko je udáno čtverečkem o srovnávacích rozměrech 1x1 m) s tím, že šipka označuje minimální čistou délku výměny trámu, bez započtení délky, potřebné k vytvoření styku nové a ponechané části. Kromě zcela evidentních případů se většinou neuvažuje, zda je nebo není ekonomicky nebo staticky výhodné vyměnit celý trám, nebo provést náhradu pouze jeho poškozené části. Vyznačený rozsah výměn je tedy většinou minimálně nutný a rozhodnutí o skutečném rozsahu výměn je ponecháno na projektantovi opravy nebo na statikovi.

3.2.2. Vlhkost dřeva

V rámci průzkumu bylo el. odporovým vlhkoměrem Greisinger GMH3810 provedeno orientační měření vlhkosti dřeva. Přístroj má automatickou teplotní kompenzaci měřeného materiálu, přesnost měření u dřeva je ±0,2% hmotnostní vlhkosti v rozsahu 6...30%. Výsledky jsou udávány v % hmotnostní vlhkosti.

Měření bylo provedeno dne 18.7.2019, kdy bylo dlouhodobě bez deště. Počasí – slunečno, ráno s teplotou vnějšího vzduchu +22°C, přes den až +30°C. Teplota vzduchu v půdním prostoru až +37°C.Pro přibližnou informaci :

- Dřevo je napadnutelné houbami při vlhkosti větší než 19 %
- Dřevo je napadnutelné hmyzem při vlhkosti větší než 10 %

Hodnoty vlhkosti dřeva nad uvedené kritické hodnoty tedy indikují zvýšené nebo vysoké riziko napadení dřevokaznými škůdci.

Na běžných odvětrávaných partiích trámů byla naměřena vlhkost dřeva v hloubce cca 20 mm 11 až 12%, což přibližně odpovídá vlhkosti rovnovážné pro dané prostředí. Tyto podmínky tedy neumožňují růst dřevokazných hub, rozvoj dřevokazného hmyzu se však nedá vyloučit. V místech s patrnými znaky současného zatékání poškozenou střešní krytinou (ve výkresu vyznačeno oblastí se symbolem kapky a vykřičníku) byla naměřena vlhkost dřeva v hloubce cca 20 mm 15 až 17%. V deštivém období zde vlhkost dřeva jistě dlouhodobě převyšuje hodnoty nad 30 %. Zde se dá očekávat především napadení dřevokaznými houbami, růst plísní a řas, v menší míře i aktivita dřevokazného hmyzu. V zimním období a na jaře lze (v případě vytápěné budovy) předpokládat mírně zvýšenou vlhkost dřeva zhlaví stropních trámů naplno zazděných zejména do ochlazovaných částí zdiva (vsakování zkondenzované vzdušné vlhkosti). Toto nebezpečí hrozí nad vytápěnými prostorami.

3.3. Popis posuzovaných konstrukčních částí a jejich napadení

3.3.1. Krov nad 3.NP (krčky a křídla) a 4.NP (střední trakt)

Původní valbové krovy z konce 19. století jsou v rozsahu krčků a křídel (nad 3. NP) konstrukčně řešeny jako vaznicová soustava se středními vaznicemi na dvojité stojaté stolici s dvojitým věšadlem. Krov středního traktu (nad 4. NP) je konstrukčně řešen jako vaznicová soustava se středními a vrcholovou vaznicí na trojité stojaté stolici s dvojitým věšadlem. Prostorová tuhost konstrukce krovu je zajištěna nárožními vazbami valbových střech, vzpěrami v plných vazbách a pásky v podélném směru. Pod středními vaznicemi jsou plné vazby staženy dvojicemi kleštin. Pozednice jsou uloženy na cca 1,1 m vysoké půdní nadezdívce, která ve střední části průčelí krovu nad 4. NP směrem do Šimkovy ulice zasahuje až nad rovinu střešního pláště a vytváří nevelkou atiku. Poloha pozednic je zajištěna dvojicemi krátkých kleštin ke sloupkům v plných vazbách. Rytmus plných a prázdných vazeb krovu je |¦¦¦|¦¦¦| s osovými vzdálenostmi krokví v rozmezí cca 0,9 až 1 m. Zhlaví vazných trámů jsou uložena na podkladních trámech, osazených na odskok obvodových zdí a dále pokračují až do plného zazdění v kapse půdní nadezdívky.

Konstrukční prvky krovu jsou provedeny z kvalitních řezaných trámů z měkkého dřeva a jsou v celém rozsahu opatřeny zcela degradovaným a odlupujícím se protipožárním růžovým nátěrem na bázi hlinky, velmi jemného štukového písku a vodního skla. Zhlaví vazných trámů, zazděná do půdního zdiva, byla opatřena hnědým impregnačním nátěrem, s největší pravděpodobností karbolineem.

Sklon střešních rovin, pokrytých starými keramickými drážkovými taškami srdcovkami (asi z meziválečného období), je přibližně 30°. V půdním prostoru jsou

patrné stopy po rozsáhlém dřívějším zatékání především v místech úžlabí, zaatikového žlabu, vyústění nadokapních žlabů do dešťových svodů a kolem střešních výlezů. Tato místa jsou ve výkresech vyznačena oblastí se symbolem kapky. V současné době je stav střešní krytiny vč. klempířských prvků na střeše havarijní, na mnoha místech stále zatéká. Tato místa jsou vyznačena oblastí se symbolem kapky a vykřičníku. Místa nejintenzivnějšího zatékání však byla provizorně opravena (část klempířských prvků v nejhorším stavu a vyústění žlabů do některých dešťáků (kanalizace).

Klempířské výrobky na střeše byly vyměněny na počátku 90. let za nové z ocelového pozinkovaného plechu, opatřeného hnědým ochranným nátěrem. Voda ze střešních rovin je zachycena nadokapními žlaby a odvedena vnějšími střešními svody, nebo (v případě zvýšené centrální části nad 4. NP) vnitřními přechody do kanalizačních stoupaček. Stav klempířských prvků je zatím vyhovující, životnost je však z větší části vyčerpána. Ochranný nátěr vyžaduje údržbovou obnovu.

V krovu středního traktu byla před časem provedena částečná tesařská výměna několika zcela degradovaných trámů za nové bez chemického ošetření a bez respektování zásad sanace napadení dřevokaznými škůdci. Oprava je provedena řemeslně nekvalitně.

Především vlivem dřívějšího dlouhodobého zatékání střešními okny, poškozenými střešními úžlabími a zaatikovým žlabem došlo k silnému napadení spodních partií krovu dřevomorkou domácí, konioforou sklepní, outkovkou zprohýbanou, kornatcem rozvitým a některou trámovkou. Houbové napadení je často kombinováno s poškozením hmyzem - červotočem a tesaříkem. Aktivitu hmyzu se nepodařilo prokázat, nebyly zjištěny žádné charakteristické znaky aktivního působení (požer larev, čerstvé výletové otvory, hromádky požerků na povrchu konstrukcí). Rozsah poškození je většinou lokální a týká se zhlaví vazných trámů, podkladního trámu pod zhlavími vazných trámů, pozednice, konců krokví a kleštin.

Kromě ohnisek napadení, zobrazených ve výkresech je třeba předpokládat možnost výskytu skrytých poškození, která mohla zůstat při průzkumu nezjištěna – vyskytuje se např. lokální napadení krokví ze strany střešní krytiny trámovkou, která způsobuje skrytou hnilobu uvnitř průřezu, napadení trámů v části zazděné do obvodového zdiva, větší než průzkumem zjištěný rozsah poškození trámu hnilobou, pokračující skrytě vnitřní částí průřezu apod. Pro opravu skrytých poškození je třeba v projektu opravy vyčlenit rezervu v rozpočtu.

3.3.2. Dřevěný strop nad 3. NP (krčky a křídla) a 4. NP (střední trakt)

Dřevěné stropy jsou provedeny pouze pod půdními prostory, tj. nad 3. NP ve spojovacích krčcích a křídlech a nad 4. NP ve středním vyvýšeném traktu. Ostatní stropy v budově tvoří cihelné segmentové klenby do ocelových traverz. Dřevěné stropy jsou jednoduché trámové s omítaným dřevěným podbitím a záklopem z lištovaných prken. Na záklopu je proveden násyp ze stavební suti a dlažba z půdních topinek do vápenné malty. Trámy jsou kvalitní hraněné bez oblin, řezané z měkkého dřeva, nasucho zazděné do těsné kapsy z cihel na stojato (bez vzduchové mezery). Zhlaví trámů jsou opatřena impregnačním nátěrem (s největší pravděpodobností použito karbolineum).

V rozsahu dřevěných stropů bylo již před časem provedeno celkem deset sond, z nichž jedna (S7) se vlastně provedla přirozenou cestou sama - strop v místě masivního zatékání, intenzivně napadený především konioforou sklepní a outkovkou zprohýbanou, se částečně propadnul. S ohledem na podmínky lze v této sondě očekávat i napadení dřevomorkou domácí.

Kromě zmíněné sondy S7, kde je strop v havarijním stavu, jsou velmi silně poškozeny stropy ještě ve středním traktu v sondě S5 a na severním nároží jižního krčku v sondě S4. I zde lze charakterizovat stav stropů jako havarijní, vyvolaný napadením dřevomorkou domácí.

Napadení dřeva stropních trámů bylo zjištěno ještě v sondách S3, S9 a S10. Jedná se však o napadení červotočem, lokálního rozsahu, i když svou intenzitou vyžadující částečnou výměnu trámu ve zhlaví.

Odhadnout celkový rozsah napadení dřevěných stropů z několika lokálních sond je velmi obtížné. Pravděpodobné rozsahy výměn stropů, nebo jejich částí jsou vyznačeny ve výkresu č. 2 červenou tlustou čárkovanou čarou. Tento předpoklad je však nutno pokládat za orientační a v projektu by měla být vytvořena rezerva na případnou opravu stropů, jejichž poškození bude zjištěno až během stavebních prací po celkovém odkrytí konstrukce.

4. CHARAKTERISTIKA DŘEVOKAZNÝCH ŠKŮDCŮ

Celulózovorní a ligninovorní dřevokazné houby

Podle toho, kterou složku při rozkladu dřeva upřednostňují, rozdělujeme dřevokazné houby na celulózovorní a ligninovorní. Celulózovorní houby rozkládají jen polysacharidickou (celulózovou) složku dřeva. Dřevo působením celulózovorních hub postupně ztmavne, ztrácí na hmotnosti i na objemu, příčně a podélně rozpraská a začne se rozpadat. Typický je kostkovitý rozpad dřevní hmoty a destrukční červená či hnědá hniloba. Představitelem celulózovorních hub jsou i velmi nebezpečné druhy jako dřevomorka domácí či koniofora sklepní. Proto je třeba při zjištění tohoto druhu napadení postupovat obezřetně, se znalostí problematiky a provést pečlivou sanaci postižených konstrukcí.

Ligninovorní houby kromě celulózy rozkládají i lignin. Dřevo působením těchto hub zesvětlá, měkne, drobí se, ztrácí hmotnost ale ne objem. Někdy se v něm vytvářejí nápadné komůrky. Z hlediska praxe je pro nás důležité, že prakticky všechny důležité druhy ligninovorních hub jsou životně závislé na vnějším vydatném přísunu vlhkosti a v případě vysušení přestávají růst nebo úplně odumírají.

Dřevomorka domácí (Serpula lacrymans /Wulf. ex Fr./ Schroet.) je celulózovorní saprofytická houba z čeledi hub konioforovitých (Coniophoraceae), způsobující intenzivní destrukční hnilobu dřeva, se schopností rozkládat i papír, textil nebo poškozovat zdivo. Dřevo napadené dřevomorkou domácí se postupně zbarví hnědě, hranolkovitě se rozpadá, na lomu je hladké lesklé a zcela ztrácí pevnost. Při nepříznivých životních podmínkách probíhá často hniloba uvnitř průřezu a vrchní slupka dřeva zůstává zdánlivě neporušená, podobně jako je tomu u dřeva napadeného trámovkou. Oproti trámovce se však dřevo rozpadá do výrazně větších kostek.

Dostane-li se houbová nákaza do bytového prostoru s vhodnými vlhkostními a teplotními podmínkami velmi rychle se vytváří mycelium prorůstající a rozkládající dřevo a tvořící plodnice. Zralé plodnice dokáží produkovat až 6000 houbových spor z 1 cm^2 rouška za minutu, které jsou sebemenším pohybem vzduchu roznášeny po celém objektu, až dojde k jeho úplnému zamoření. Spory si udrží klíčivost několik let i za velmi nepříznivých podmínek. Za určitých podmínek se přímo na myceliu vytváří a oddělují konidie a oidie, což jsou vedlejší spory, vzniklé nepohlavním způsobem. Kromě rozmnožování dřevomorky sporami existuje ještě možnost jejího rozšíření úlomky živého mycelia nebo napadeného dřeva. Tato

možnost je v praxi dokonce velmi častá, způsobená neopatrným zacházením s infikovaným dřevem při sanačních pracích a jeho poztrácením na dřevěné konstrukce dosud zdravé.

Dřevomorka domácí se dokáže rychle a nepozorovaně rozšířit pomocí zvláštních provazcovitých útvarů zvaných rhizomorfy, obsahujících sklerenchymatické hyfy se ztluštělými buněčnými stěnami, které tvoří mechanickou výztuhu těchto útvarů. Rhizomorfy prorůstají zdivem i hubeným betonem rychlostí až 2 m za rok a hledají a zajišťují výživu a vlhkost i ze vzdáleného dřevního substrátu. Další nebezpečnou vlastností dřevomorky domácí jsou její skrovné požadavky na vlhkost. Optimální vlhkost substrátu cca 30 procent potřebuje jen v počátečním stadiu růstu. Později při intenzivním rozkladu celulózy si dostatečné množství (až značný přebytek) vody pro svůj rozvoj vyrábí sama chemickou cestou. Dále má vyvinutý systém transportu vody svými hyfami. Proto ***nestačí*** jen odstranit plodnice a zdroj zvýšené vlhkosti jako je tomu u většiny ostatních druhů dřevokazných hub, citlivých na vysušení substrátu, ale je třeba celou situaci nechat posoudit mykologovi a navrhnout správný způsob sanace podle konkrétních podmínek. Na druhou stranu informace o tom, že se dřevomorka šíří i v suchém prostředí a suchém dřevě, že se nedá likvidovat a všechny dřevěné konstrukce z objektu musí být odstraněny nebo dokonce, že se napadený objekt musí zbourat, jsou ve většině případů přehnané a neopodstatněné.

Podmínky růstu dřevomorky domácí :

hodnoty	minimální	optimální	maximální
vlhkost dřeva (%)	20	30	55 - 130
teplota (°C)	3	22	27
pH substrátu	2.5	5 - 7	9

Koniofora sklepní (Coniophora puteana /Schum.ex Fr./ P.Karst.) se vyskytuje na mrtvém dřevě jehličnanů i listnáčů v lesích, skladech i ve stavbách tam, kde je příhodná vlhkost (optimálně cca 35 - 45 %). Je to celulózovorní houba z čeledi hub konioforovitých (Coniophoraceae), stejně jako dřevomorka domácí, způsobující intenzivní destrukční hnilobu. Dřevo postupně hnědne až černá, rozpadá se na hranolky a již při počátečním stadiu vykazuje kyselou reakci, která je velmi příhodná pro vyklíčení výtrusů dřevomorky domácí. Samotná koniofora sice po snížení vlhkosti omezuje růst a rozklad dřeva, ale tím, že vytváří vhodné prostředí pro rozšíření dřevomorky, může nepřímo znamenat pohromu pro celý objekt (dřevomorka není zdaleka tak závislá na vnějším zdroji vlhkosti).

Povrchové mycelium koniofory sklepní vytváří tenké pavučinovité povlaky, zpočátku bílé, pak žluté až žlutošedé. Později se tvoří myceliové provazce, žlutošedé až tmavě hnědé, max. 1,5 mm tlusté, vždy tenčí než u dřevomorky. Plodnice jsou rozlité a vytvářejí nepravidelné ploché, tence kornaté, pak kožovité povlaky průměru 10-50 cm, tlusté 0,3-0,8 mm žlutavě až olivově hnědě zbarvené. Okraj plodnice je bílý, pavučinatý. Plodnice se mohou vyvinout i na jiném materiálu než na dřevě, s ním jsou však spojeny provazcovitým myceliem zajišťujícím houbě výživu.

Podmínky růstu koniofory sklepní

hodnoty	minimální	optimální	maximální
vlhkost dřeva (%)	22	34 - 46	60 - 130
teplota (°C)	3	23	44
pH substrátu	2.5	5,7 - 6,3	9

Outkovka zprohýbaná (Antrodia sinuosa /Fr./ P.. Karst) je celulózovorní saprofytická houba z čeledi hub troudnatcovitých (Fomitopsidaceae), napadající především jehličnaté mrtvé dřevo a to jak venku, tak i v budovách. K růstu vyžaduje vysokou vlhkost dřeva 30 až 50% a teplotu v rozmezí +3 až +37°C. Plodnice přirůstají celou plochou k substrátu, mají vatovitý okraj, špatně se od substrátu odlupují, jsou velké až 40 cm a tlusté 5 mm, na spodní ploše mají rourky, mladé jsou bílé a pružné, staré hnědé, kožovité a lámavé. Napadené dřevo hnědne a rozpadá se po lupenech.

Trámovka plotní (Gloeophyllum sepiarium /Wulf. ex Fr./ P.Karst.) je saprofytická celulózovorní houba z čeledi hub chorošovitých (Polyporaceae) nacházející se hojně na mrtvém dřevě borovic, smrků a jedlí v lese i na skládkách dřeva, odkud je pak zanášena do obydlí. Napadá dřevěné ploty, mostky, stožáry, venkovní zábradlí, pařeniště apod. V obytných budovách ji lze nalézt většinou v krovech při havarijním stavu střešní krytiny.

Na rozdíl od ostatních bytových dřevokazných hub odolává trámovka plotní i silnějším mrazům a dlouhodobému vyschnutí. Odstraněním vlhkosti ze dřeva houba přestane růst, její mycelium se vysuší, ale nastanou-li během tří let vhodné podmínky, opět se rozrůstá. Díky této mimořádné odolnosti se dokáže houba udržet i např. na plotních plaňkách, vystavených slunečnímu žáru. Hniloba probíhá většinou uvnitř, povrchová vrstva dřeva zůstává dlouho neporušená, proto houba dlouho uniká pozornosti a nátěry fungicidními prostředky ji nelze dosáhnout. Houba způsobuje hnědou kostkovitou hnilobu. Dřevo je zpočátku žluté, později rezavě červené až hnědé, křehne a snadno se láme. Plocha lomu zůstává hladká a lesklá.

Plodnice trámovky plotní dorůstají velikosti 2 až 8 cm. V mládí mají klobouček žlutorezavé, ve stáří kaštanové, tuhé, na povrchu hrubě chlupaté a hrbolaté, přirostlé bokem nebo středem ke dřevu. Místo rourek má plodnice široké lupeny žlutohnědé barvy. V obytných budovách se houba vyskytuje hnízdovitě, plodnice pak vyrůstají v podélných trhlinách dřevěných konstrukcí a často se po nich šíří v nepravidelně utvářených pruzích šířky 1 až 5 cm. Plodnice nalézáme také na příčných řezech dřeva, např. na čelech stropnic.

Podmínky růstu trámovky plotní :

hodnoty	minimální	optimální	maximální
vlhkost dřeva (%)	20	40	60 - 130
teplota (°C)	5	36	44
pH substrátu	2.8	3.8 - 6	7.6

Kornatec rozvitý (Corticium evolvens /Fr./Fr.) je saprofitická ligninovorní houba z čeledi hub kornatcovitých (Corticiaceae). Vyskytuje se především v místech, kde do konstrukcí vydatně zatéká, na borovém nebo jedlovém dřevě, kde pomalu rozkládá jeho bělovou část. Tato houba z hlediska poškozování dřeva není příliš nebezpečná, neboť má značné nároky na vlhkost substrátu. V suchém prostředí se růst houby zastavuje a houba postupně odumírá. Sanaci je třeba provádět tam, kde houba již způsobila rozsáhlejší destrukci dřevěných prvků nebo kde není možno zajistit trvale suché prostředí.

Podmínky růstu kornatce rozvitého :

hodnoty	minimální	optimální	maximální
vlhkost dřeva (%)	20	80 - 90	190

teplota (°C)	0	17 - 22	40
pH substrátu	2.8	4.4 - 5.2	8.4

Tesařík krovový (Hylotrupes bajulus Linnaeus) napadá opracované dřevo jehličnatých stromů a spolu s červotočem umrlčím a proužkovaným patří mezi největší dřevokazné škůdce u nás.

Dospělý brouk má hnědočerné tělo, dlouhé 10 až 20 mm, s dvěma nezřetelnými příčnými pruhy ve středu krovek, pokryté jemnými bělavými chloupky. Na štítu jsou dvě lesklé skvrny, tykadla má tesařík poměrně malá, nepřesahující polovinu těla.

Brouci se v přírodě vyskytují celé léto. Samička žijící jeden měsíc stačí do štěrbin ve dřevě naklást 50 až 420 vajíček. Vylíhlé larvy vyhlodávají chodby pod povrchem, později se zavrtávají hlouběji. Přitom vydávají vrzavý zvuk, slyšitelný i ze vzdálenosti několika metrů. Výletové otvory jsou oválné, až 1 cm široké. Celková doba vývoje larev je značně odlišná a závisí na mnoha faktorech (teplota, vlhkost, obsah pryskyřic, napadení houbami, skladba potravy). Extrémní případy jsou 2 až 12 let, ve většině případů trvá vývoj larev 3 až 5 let. Larvy dobře snášejí teplotní výkyvy (rozhodně lépe než např. červotoč proužkovaný nebo umrlčí).

Tesařík krovový napadá nově použité nebo málo staré opracované dřevo z jehličnatých stromů (nejvíce borovic), nejčastěji krovy, podlahy, trámy, sloupy, roubenky. Dává přednost dřevu s vlhkostí nepřesahující 20 %, ale při vlhkosti 11 až 12 % se růst larev výrazně zpomaluje nebo dočasně zastavuje. V některé literatuře se uvádí, že nejohroženější je dřevo mladší než 20 let a že u dřeva staršího než 60 let je napadení tesaříkem velmi ojedinělé. Doporučuje se proto vždy před použitím likvidačního insekticidu zjistit aktivitu napadení. Osobně jsem se však mnohokrát setkal s aktivním napadením tesaříkem u trámů starších než 110 let. Brouk dobře létá a často se přemisťuje od jedné napadené budovy ke druhé.

Červotoč proužkovaný (Anobium striatum Olivier) je 3 až 4 mm dlouhý, tmavohnědý, na krovkách má 10 řad rovných a zřetelně tečkovaných rýžek. K hromadnému rojení brouků dochází v červnu až červenci, většina z nich zůstává na místě kde se vylíhli, nebo poblíž. Samička klade obvykle cca 20 vajíček do starých výletových otvorů, štěrbin ve dřevě, nebo na rovný, ale drsný povrch.

Červotoč proužkovaný napadá především jehličnaté dřevo, vzácně i listnaté, opracované a již několik let používané /nábytek, hudební nástroje, trámy, okna, dveře, podlahy/. V jádrovém dřevě se vyvíjí špatně. Charakteristické je, že trámy napadá jen na vnitřní straně místnosti. Venkovní stranu stěn domů a trámů nepoškozuje. Larvy vyvrtávají ve dřevě podélné chodby, jejichž hlavní část je soustředěna do letokruhů jarního dřeva. Délka dospělé larvy dosahuje 4 mm a šířka její chodby v této době bývá kolem 2 až 2,3 mm. Vývoj trvá 1 až 3 roky a závisí na okolní teplotě a vlhkosti a na výživnosti dřeva.

Existence larev ve dřevě je možná při rozpětí jeho vlhkosti 12 až 60 %. Při relativní vlhkosti vzduchu pod 45 % nedochází k líhnutí larev, protože nemohou prokousnout zaschlou blánu vajíčka. Při relativní vlhkosti 60 % a více je líhnutí a další vývoj larev již normální. Červotoč proužkovaný je poměrně citlivý na teplotu. Optimální teplota pro jeho vývoj je +22 až +23°C. K 80 až 100 % úhynu larev v hloubce 1,5 cm pod povrchem dřeva dochází při –16 až -17°C. Při +34°C nedochází k embryonálnímu vývoji a vajíčka hynou. K tepelnému šoku imaga dochází při +30°C. Horní teplotní hranice výskytu červotoče proužkovaného je +42 až

+46°C. Optimem pro vývoj imaginálního stádia je teplota +14 až +16°C při vlhkosti dřeva 15 až 18 % a relativní vlhkosti vzduchu 70 až 80 %.

Červotoč umrlčí (Anobium pertinax Linnaeus) je větší než červotoč proužkovaný a dosahuje délky 4 až 5 mm. Celé tělo je černohnědé, jen na štítu u obou zadních rohů jsou zlatožluté skvrnky.

V ostatním se podobá červotoči proužkovanému. Brouci nejvíce poletují v květnu a červnu a vedou noční způsob života. Samičky nakladou celkem asi 30 vajíček do skulin obnaženého dřeva nebo do starých chodeb. Chodba dospělé larvy je široká kolem 3 mm, stejně tak výletový otvor je okrouhlý, o průměru 2,5 až 3 mm. Červotoč umrlčí potřebuje pro svůj vývoj vysokou vlhkost dřeva (nejméně 18 až 19 %) a dočasné snížení teploty pod bod mrazu. Tepelný šok larev nastává při teplotě nad +39°C, u imaga nad +41°C. K úhynu všech vývojových fází dochází při teplotě +48°C. Vývojový cyklus trvá nejčastěji 2 až 3 roky.

Červotoč umrlčí napadá především dřevo v místech vystavených působení zimních mrazů, zabudované již několik let, a to jehličnaté i listnaté. Ve zděných obytných domech se usídluje na střešních trámech, v podlahových prknech, v záklopech stropů a půdních příčkách. Napadá konce trámů v místech uložení do venkovních stěn a též jejich pravidelně smáčené části, kde zatéká do střech. V dřevěných obytných domech poškozuje konstrukční prvky krovů, trámy v rozích krajních místností (zejména s vlhkým provozem např. kuchyně), kráčata a střešní trámy, hrubé podlahy. Nábytek obvykle nepoškozuje.

5. SANAČNÍ OPATŘENÍ NAPADENÝCH KONSTRUKCÍ

5.1. Faktory, ovlivňující volbu a rozsah sanačních opatření :

- Budova není zapsána v Ústředním seznamu nemovitých kulturních památek ČR, ale nachází se na území Městské památkové zóny Hradec Králové.
- Použité dřevo ke stavbě je podle ČSN EN 350-2 druhu málo trvanlivého (smrk, jedle - tř. 4). U zhlaví stropních a vazných trámů byla během výstavby (před cca 120 lety) provedena povrchová chemická ochrana dřeva, nejspíše nátěrem karbolinea. Tuto ochranu již však nelze v současné době pokládat za spolehlivě účinnou.
- Zhlaví vazných i stropních trámů jsou plně zazděna do obvodového zdiva.
- V objektu bylo zjištěno silné napadení konstrukcí dřevokaznými houbami, zejména dřevomorkou domácí a konioforou sklepní a dřevokazným hmyzem, zejména červotočem a tesaříkem (ve srovnání s dřevomorkou a konioforou není tak významné). Aktivitu hmyzu se nepodařilo prokázat a není pravděpodobná. Napadení je většinou lokální, s výjimkou krovu středního traktu, kde je rozsáhlé napadení krovu i stropní konstrukce nebezpečnými dřevokaznými houbami.
- Objekt je stavebně dlouhodobě neudržovaný. Střechou ještě před asi desetiletím zatékalo na mnoha místech. Po provizorní opravě části klempířských prvků na střeše a zaústění dešťových žlabů do kanalizace zatéká střešní krytinou daleko méně, přesto lze krytinu považovat za havarijní. Vnitřní prostory jsou dlouhodobě nevyužívány, nejsou vytápěny ani větrány.
- Trámy krovu jsou v celém rozsahu opatřeny růžovým protipožárním nátěrem, značně degradovaným a odlupujícím se od podkladu. Jedná se s největší pravděpodobností o nátěr z doby Protektorátu Čechy a Morava na bázi hlinky,

jemného štukatérského písku a vodního skla (křemičitanu sodného). Vlivem vody a oxidu uhličitého po aplikaci došlo k vyloučení gelu hydrátu oxidu křemičitého, který mineralizoval povrchovou vrstvu dřeva a tím zvyšoval jeho odolnost proti požáru.

- Do volného půdního prostoru jižního křídla a jižního krčku se podle informace projektanta plánuje vestavba obytného podkroví. Přitom bude v tomto rozsahu půdorysu odstraněn dřevěný strop nad 3. NP a zachována konstrukce krovu, vyhoví-li staticky.

5.2. Třídy ohrožení dřeva a minimální požadovaný typ ochrany dřeva :

V následující tabulce jsou uvedeny předpokládané třídy ohrožení dřeva podle ČSN-EN 335-2 u jednotlivých typů stavebních konstrukčních dílů a požadované typové označení chemického ochranného prostředku podle ČSN 49 0600-1, použitého k sanačnímu zásahu a preventivní ochraně dřeva.

Vysvětlivky:

Tř. ohrožení 1 – dřevo v interiéru staveb, pod střechou, bez styku se zemí, trvale suché, vlhkost dřeva max. 20%

Tř. ohrožení 2 – dřevo bez styku se zemí, zcela chráněné před povětrností a vyluhováním vodou, možné je přechodné navlhnutí, vlhkost dřeva občasně > 20%

Tř. ohrožení 3 – dřevo vystavené vlivu povětrnosti ale bez přímého a trvalého styku se zemí, vlhkost dřeva často > 20%

Tř. ohrožení 4 – dřevo ve styku se zemí a/nebo se sladkou vodou, vlhkost dřeva trvale > 20%

Tř. ohrožení 5 – dřevo v trvalém a přímém styku se slanou vodou, vlhkost dřeva trvale > 20% (v ČR se tato třída ohrožení nevyskytuje)

I_P – preventivní účinnost proti hmyzu

F_A – účinnost proti houbám třídy Ascomycetes (způsobujícím měkkou hnilobu)

F_B – účinnost proti houbám třídy Basidiomycetes

B – účinnost proti houbám způsobujícím modrání

P – účinnost proti plísním

D – ošetřené dřevo může být vystaveno vlivu povětrnosti (ověřeno polní zkouškou)

E – ošetřené dřevo může být zabudované v extrémních podmínkách v kontaktu se zemí nebo sladkou vodou (bylo ověřeno polní zkouškou)

Druh konstrukčního prvku	*Třída ohrožení dřeva*	*Minimální požadovaný typ ochrany dřeva*
Odvětrávané a nejméně ze tří stran viditelné trámy krovu	1	I_P
Špatně odvětrávané a těžko přístupné prvky krovu a střechy (např. konce krokví, krajní vazby, pozednice, zhlaví vazných trámů, prahový trám pod zhlavími vazných trámů, trámy v úžlabích, trámy skryté v obvodových konstrukcích obytného podkroví, latě pod střešními taškami)	2	F_B, I_P, (B, P)
Špatně odvětrávané a těžko přístupné prvky stropní konstrukce pod půdou (stropnice, záklop, podbití)	2	F_B, I_P, (B, P)

5.3. Návrh sanačních a ochranných opatření :

5.3.1. Analýza situace

Konstrukce krovu je celkově v takovém zdravotním stavu, že sanace metodou tesařských výměn poškozených částí a celkové chemické ochrany dřeva je proveditelná a ekonomicky výhodná. Celková výměna krovu je zde zbytečná a nevhodná jak ekonomicky, tak z hlediska zachování historických hodnot stavebního fondu města, byť se přímo nejedná o chráněnou kulturní památku.

Faktorem, který může z dlouhodobého hlediska nepříznivě ovlivnit životnost krovu, je uvažovaná vestavba obytného podkroví do jižního křídla a jižního krčku. Realizací tohoto záměru dojde k trvalému zakrytí dřevěných konstrukcí pro pravidelnou kontrolu stavu dřeva a pro sanační zásah v případě zjištění napadení dřevokaznými škůdci. Proto je třeba v části krovu s uvažovanou vestavbou postupovat obezřetně při kontrole stavu dřevěných prvků a pečlivě a důsledně při sanaci jejich napadení s uplatněním přísných kritérií výběru poškozených prvků k výměně.

S ohledem na zjištěné napadení krovu a orientačního posouzení stavu stropů lokálními sondami, je třeba předpokládat i napadení dřevěného stropu pod půdou. Kromě velkého ohniska napadení stropu nad 4. NP středního traktu dřevokaznými houbami, kde je strop celkově havarijní, je pravděpodobné, že poškozena houbami i hmyzem budou především zhlaví stropních trámů, plně zazděná do obvodového zdiva. Tento způsob uložení zhlaví stropních trámů výrazně snižuje konstrukční ochranu dřeva této části konstrukce. Proto doporučuji do projektu navrhnout v rámci stavebních prací paušální odkrytí dřevěných stropů nejlépe v celé ploše, nebo alespoň pásovými sondami podél ochlazovaných obvodových zdí a provést dodatečný podrobný průzkum. Odhady předpokládaného napadení a nutnosti výměn stropů jsou zakresleny tlustou čárkovanou čarou ve výkresu č. 2 v grafické příloze. Pečlivě je třeba sanovat všechna ohniska napadení stropů dřevomorkou domácí, a to včetně okolního zdiva. Výměnu stropů raději navrhnout s využitím nespalné konstrukce.

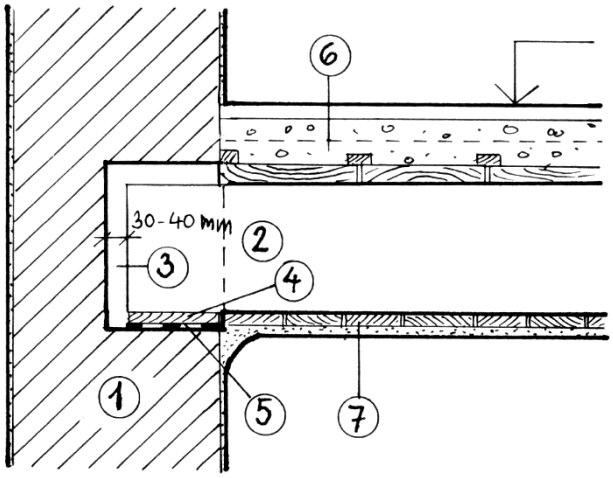
Pro zajištění dlouhodobé životnosti ponechaných dřevěných stropů je potřeba vytvořit takové podmínky během stavby i následného provozu, které spolehlivě udrží trvale nízkou vlhkost dřeva ve všech částech stropu pod hodnotou 19% hm. Toho lze dosáhnout pouze správným návrhem skladeb stropních a podlahových konstrukcí, šetrnými stavebními postupy s maximálně omezenými mokrými procesy, intenzivním vysoušením dokončené stavby a správným užíváním modernizovaných prostor. Samozřejmě s vyloučením havárií instalací, střešního pláště apod.

5.3.2. Sanace krovů a stropů pod půdou

- Demontovat skladbu podlahy půdy a záklop v rozsahu celého půdorysu, nebo alespoň v rozsahu pásových sond podél všech zazděných zhlaví stropních trámů.
- Zazděné části vazných a stropních trámů vysekat ze zdiva a kolem povrchu dřeva odhalit větranou vzduchovou mezeru. Spáry vyčistit od suti a prachu.
- Pečlivě očistit povrch konstrukčních dřevěných prvků od zbytků kůry, lýka a všech nečistot a prachu. Pečlivě je třeba očistit zbytky staršího protipožárního nátěru citlivým vykartáčováním po vláknech dřeva. Poškozené trámy, které budou později vyměněny, pochopitelně očištěny být nemusí. Vyklidit a vyčistit půdní prostor od suti a prachu.

- Provést podrobný doplňkový průzkum stropu a upřesnit rozsah výměn, případně postup sanace napadení. Přitom je třeba i zkontrolovat zazděná zhlaví vazných trámů, zda nejsou napadená uvnitř zdiva.
- Zdivo v kapse a dřevo zazděných zhlaví zdravých trámů po očištění od zbytků malty, prachu a jiných nečistot chemicky ošetřit 2x postřikem 10% roztoku Lignofix Super. Zhlaví trámů podložit na zdivu impregnovaným dubovým nebo akátovým prkénkem a pruhem asfaltového izolačního pásu. Tato úprava je doporučená z důvodu výrazného posílení konstrukční ochrany dřeva a prodloužení životnosti. Pokud nebude žádoucí poškození fabionu stropu a zásah do interiéru obytného podlaží pod půdou, je možné od podložení zhlaví upustit, konstrukční ochrana dřeva však přirozeně bude menší. V ohniscích napadení trámů houbami a v jejich okolí do vzdálenosti 2 m je však podložení zhlaví nezbytné v každém případě.
- Pro zvýšení spolehlivosti sanace zhlaví zdravých trámů (a to především těch, které jsou napadeny jen lehce a počítá se s jejich ponecháním v konstrukci) doporučuji provést doplňkové lokální ošetření dřeva mikrovlnným ohřevem. Podrobněji o tom v další kapitole.

Obr. 1. Vzorový návrh úpravy zhlaví stropního trámu s podhledem



1. Obvodové zdivo
2. Zhlaví stropního trámu
3. Vysekané zhlaví se vzduchovou mezerou kolem celého profilu 30-40 mm. Chemicky ošetřit zdivo i povrch zhlaví.
4. Podkladní chemicky ošetřené dubové nebo akátové prkénko
5. Podložení prkénka asfaltovým izolačním pásem
6. Základ stropu a skladba podlahy
7. Stropní podhled

- Korunu zdiva v oblasti výskytu dřevomorky a koniofory v blízkosti kontaktu se dřevem (pozednice, vazné trámy, stropní trámy) včetně plochy asi 0,7 m od hranice ohniska odspárovat do hloubky 3 až 4 cm, očistit od prachu a chemicky ošetřit 3x postřikem 10% roztoku Lignofix Super nebo 10% roztoku Bochemit QB Profi. V ohniscích silného napadení dřevomorkou a konioforou (severozápadní atika střechy středního traktu a jižní nároží středního traktu) je pravděpodobné, že mycelium je prorostlé do hloubky zdiva. Proto navrhuji zdivo minimálně v tomto uvedeném rozsahu ošetřit nízkotlakou fungicidní injektáží do šachovnicově vrtaných otvorů prům. 8 až 12 mm v roztečích cca 150 mm. K injektáži lze použít buď 10% roztok Lignofix Super nebo 10% roztok Bochemit QB Profi.
- Poškozené trámy krovu i stropu pod půdou v rozsahu dle grafické přílohy a výsledku doplňkového průzkumu vyměnit za nové z měkkého dřeva. Nové dřevo musí být úplně odkorněné, bez větších oblin, vysušené na vlhkost pod 20%, očištěné od nečistot, mastnoty a prachu a ošetřené 2x postřikem 5% roztoku Lignofix Super. Řezivo, které podle ČSN 73 2824-1 vizuální třídou jakosti neodpovídá statikem požadované třídě pevnosti podle ČSN EN 338 (např.

výrazně levotočivé), je třeba vyřadit. Do rozpočtu doporučuji zahrnout rezervu na možná skrytá poškození, která mohla zůstat při průzkumu nezjištěna – vyskytuje se např. lokální napadení krokví ze strany střešní krytiny trámovkou, která působí skrytě především uvnitř průřezu, napadení trámů v části zazděné do obvodového zdiva, větší než průzkumem zjištěný rozsah poškození trámu hnilobou, pokračující skrytě vnitřní částí průřezu apod.

- Havarijní strop ve středním traktu doporučuji raději vyměnit za konstrukci nespalnou.
- Řemeslně kvalitně opravit části krovu neodborně opravené při předchozích sanacích. Veškeré zabudované nové konstrukční dřevo po očištění chemicky ošetřit 2x postřikem 5% roztoku Lignofix Super. Zkontrolovat a aktivovat původní spoje všech konstrukčních prvků (doražení kolíků, klínů, dotažení svorníků apod.).
- Postupně demontovat střešní krytinu a vyměnit ji za novou bezvadně fungující. Součástí řešení musí být i opatření k větrání půdního prostoru. Po odkrytí střechy podrobně prohlédnout odhalenou část krovu a případně upřesnit rozsah výměn poškozených částí konstrukčních prvků.
- S výměnou střešní krytiny nutno odstranit i všechny stavební poruchy způsobující trvale vyšší vlhkost dřeva. Velmi pečlivě je třeba vyřešit a provést prvky k odvodnění střešních žlabů vnitřními odpady na jižním průčelí středního traktu. Tento způsob odvodnění je vysoce rizikový a může i v budoucnu způsobovat poruchy s masivním zatékáním.
- Ponechané konstrukční dřevěné prvky, předem pečlivě očištěné od zbytků protipožárního nátěru, mastnoty, ostatních nečistot a prachu chemicky ošetřit 2x postřikem 5% roztoku Lignofix-Top.
- Součástí prací musí být i sanace dřevěných konstrukcí v podzemním podlaží. Jedná se hlavně o dřevěné dveřní zárubně a palubové podlahy, silně poškozené většinou dřevomorkou domácí a konioforou sklepní. Pokud nebude sanačními pracemi razantně odvlhčeno sklepní zdivo a podlahy, nedoporučuji po odstranění dřeva napadeného dřevomorkou a konioforou vracet zpět dveře, okna a podlahy, vyrobené z měkkého jehličnatého dřeva s nízkou trvanlivostí.

5.3.3. Další opatření a poznámky

- ***Bezpečnostní upozornění :*** Při provádění chemického ošetření je nutné dodržet všechna bezpečnostní a hygienická opatření, předepsaná v příslušném bezpečnostním listu použitého biocidního prostředku a v dalších závazných bezpečnostních předpisech. Především je třeba věnovat pozornost dřevu a zdivu přicházejícímu do přímého styku s pitnou vodou, potravinami a krmivy a dřevu pro výrobu dětského nábytku a hraček.
- Pokud je nutné dodatečně opracovat již chemicky ošetřený povrch dřeva (např. otesáním, přiříznutím), musí být na tomto opracovaném povrchu chemická ochrana znovu obnovena ve stejné skladbě jako původně. Chemicky ošetřeny nemusí být části povrchů, které budou navzájem celoplošně slepeny.

- Z estetických a památkových[1] důvodů nedoporučuji zvláště v pohledových částech konstrukcí použít k chemické ochraně dřeva barevné modifikace ochranných prostředků.
- Očištění povrchu dřeva před chemickým ošetřením doporučuji provést šetrně kartáči s tvrdšími plastovými štětinami (vykartáčováním po vláknech), odsátím prachu průmyslovým vysavačem a případně stažením prachu z povrchu dřeva hadrem nebo mopem, navlhčeným ve vodě s přídavkem smáčedla[2]. Nedoporučuji provádět celoplošné obroušení dřeva rotační bruskou nebo rotačními drátěnými kartáči, ani omytí konstrukce tlakovou vodou[3].
- Části shnilého dřeva a jiný materiál infikovaný dřevokaznými houbami nutno přenášet v polyetylénových pytlích nebo alespoň opatrně dopravovat do uzavřeného sběrného kontejneru, aby nedošlo k vegetativnímu rozmnožení houby jejími poztrácenými úlomky na dosud zdravé konstrukce. Ze stejného důvodu opatřit vstupy do sanovaných prostor rohožkami, napouštěnými fungicidem, které omezí roznášení infekce do ještě nezasažených prostor objektu. Dřevo napadené houbami nejlépe likvidovat zahrnutím na skládce.
- Při aplikaci chemických ochranných prostředků je nutné dodržet předepsanou koncentraci roztoku a množství naneseného koncentrátu na 1m^2 povrchu dřeva podle příslušné expoziční třídy, v které je dřevo zabudováno - viz. kapitola č. 6 Biocidní prostředky. Při provádění tlakového postřiku je třeba počítat s odpadem chemického prostředku rozstřikem, který může činit podle konkrétní technologie, zvoleného tlaku atd. od 10 do 50%.
- Vodné roztoky ochranných prostředků nesmí být aplikovány za mrazu, nebo na zmrzlý podklad. Při nutnosti provedení chemického ošetření za nízkých teplot, je třeba použít roztok lihový nebo z lakového benzínu.
- Během horkých letních dnů, kdy může vlhkost dřeva klesnout i pod 10%, doporučuji před chemickým ošetřením provést jemné zvlhčení povrchu dřeva postřikem vodní mlhou. Zlepší se tím difúze konzervantu pod povrch dřeva.
- Během provádění postřiku dbát na to, aby konzervant neprotekl do stropní konstrukce a nezpůsobil skvrny na podhledu. Na podlahu musí být dočasně instalována kvalitní nepoškozená vodotěsná fólie.
- Při návrhu difúzní střešní fólie do skladby střešního pláště je nutné podle konkrétního typu výrobku stanovit podmínky zabudování na chemicky ošetřenou konstrukci krovu. Chemické biocidní prostředky většinou nesmí přijít do styku se střešní fólií, jinak dojde k podstatnému snížení jejich paropropustnosti i ke snížení vodotěsnosti. Přímý styk fólie s chemicky ošetřeným dřevem (a to i se zaschlým nátěrem), nebo splachy pouze částečně fixovaných biocidních prostředků z povrchu dřeva na fólii (např. ze střešních latí) jsou hlavní příčinou porušení funkčnosti těchto doplňkových vodotěsnících vrstev ve střešním plášti. V případě nutnosti aplikace střešní fólie na chemicky ošetřené dřevo je vhodnější použít monolitickou dvou nebo třívrstvou difúzní fólii s polyesterovou, polyuretanovou nebo polyakrylátovou funkční vrstvou (např. DÖRKEN Delta Foxx, DEKTEN MULTI-PRO, nebo DEKTEN PRO). Nevhodné jsou z tohoto hlediska především fólie mikroporézního typu.

---

[1] Konstrukce původního krovu má již svou historickou hodnotu, kterou je třeba chránit i přesto, že budova není kulturní památkou.

[2] ke zlepšení průniku chemického roztoku po povrch dřeva

[3] z důvodů vnesení velkého množství vody do objektu

- Spíše než parozábrany s dokonalým parotěsným účinkem doporučuji ve skladbě mezikrokevního tepelně izolačního střešního pláště používat parobrzdy, nejlépe s tepelně vlhkostně variabilním difúzním odporem (např. INTELLO). Difúzně otevřené systémy jsou z hlediska konstrukční ochrany dřeva principiálně vhodnější, než systémy zcela vzduchotěsné, které znemožňují dostatečně rychlý odpar vody, náhodně proniknuvší dovnitř chráněné skladby. Pokud je to možné, je pro zřízení obytného podkroví ideálním řešením nadkrokevní tepelně izolační systém střešního pláště. Vždy je třeba ověřit vhodnost skladby tepelně technickým výpočtem podle platné technické normy.
- Při případných dalších stavebních úpravách objektu je třeba se vyvarovat návrhu skladby konstrukcí, v kterých může dojít ke kondenzaci vodní páry vlivem nevhodného uspořádání materiálů s velkým difúzním odporem (např. návrh neprodyšných podlahových povlaků, zakrývání tepelných izolací fóliemi nebo lepenkou s nemožností průchodu ani odvětrání hromadící se vodní páry z vnitřních vrstev konstrukcí, apod.).
- Při provádění stavebních prací je nutné maximálně omezit „mokré“ procesy. Do stavby vnesenou technologickou vodu je třeba co nejdříve odstranit odkrytím vlhkých konstrukcí a intenzivním větráním za vhodných klimatických podmínek.
- Během opravy krovu a střešního pláště musí být střecha dobře chráněna proti zatečení. Pokud přesto dojde ke vniknutí vody do půdního prostoru, musí být vlhkost konstrukcí co nejdříve snížena jejich rozkrytím a intenzivním větráním, případně jiným způsobem vysoušení. V žádném případě nesmí být provlhčené konstrukce zakrývány dalšími, zvláště pak méně prodyšnými konstrukcemi.
- Při následném provozu v budově musí být veškeré významnější zdroje vlhkosti bezpečně eliminovány, aby nedošlo k dlouhodobějšímu zvýšení vlhkosti dřevěných konstrukcí nad kritickou hodnotu 19% hm. Důležité je především dostatečné odvětrání koupelen a kuchyní (nucené větrání i v případech, kdy je zároveň k dispozici větrání přirozené okny), dokonalé hydroizolace stěn a podlah ve vlhkých provozech atd.
- ***Doplňková sanace napadeného dřeva mikrovlnným ohřevem:*** Je v tomto případě doporučená lokálně u trámů krovu, napadených aktivně tesaříkem, vč. trámů okolních, a dále všech zhlaví ponechávaných stropních trámů, zejména s příznaky slabého poškození dřevokaznými škůdci. Principem metody je jednorázová sterilizace dřeva (příp. i zdiva prorostlého myceliem) do hloubky hmoty vysokou teplotou. Absorpcí mikrovlnné energie z mobilních generátorů se směrovými anténami se vlhké dřevo (zhruba nad 15% vlhkosti) a všechna vývojová stádia hub i hmyzu prohřejí a tyto při dosažení kritické teploty zahynou. Zpravidla však kromě houbových výtrusů, které pro své zničení vyžadují teplotu i nad +100°C. Pro mikrovlnný ohřev potravin je stanovena pevná frekvence 2,45 GHz, která odpovídá vlnové délce záření 12,2 cm. Průmyslové aplikace mohou využívat i frekvence jiné, od 3 do 300 GHz, tedy vlnové délky v řádu centimetrů. Metoda mikrovlnného vysoušení a sterilizace dřeva má několik omezení a rizik, pro které ji autor posudku zatím nedoporučuje používat ve větším měřítku. Při nešetrném rychlém ohřevu může dojít k poškození dřeva (nebo např. okolních omítek) vznikem trhlin (tlak vodní páry), dřevo i zdivo se může lokálně přehřívat, nebo naopak vůbec nedohřát na kritickou teplotu vlivem nehomogenity mikrovlnného pole i materiálu. Likvidační účinek metody tak není spolehlivý. Měřicí metoda použitelná k průběžné kontrole rozložení teplot v sanovaném materiálu se teprve vyvíjí a není v praxi široce uplatnitelná. Nebezpečným rizikem je dále možnost rozžhavení drobných kovových prvků (menších než vlnová délka záření) vlivem s teplotou prudce se zvyšující absorpce mikrovln, a to např. u

hřebíků, šroubů a vrutů, zabudovaných i skrytě do dřeva nebo u práškového kovu, kdy může dojít ke vzniku požáru, nebo k uvolnění spoje. Z tohoto důvodu je třeba, aby sanační firma při případném mikrovlnném ohřevu postupovala s maximální opatrností, kontrolovala stav dřeva thermokamerou a dodržovala předepsaný protipožární dohled ještě i po ukončení prací. Na stavbě musí být zajištěn přístup ke konstrukcím pro případné hašení a musí být k dispozici vhodné hasicí prostředky a thermokamera. Volba výkonu generátoru a doba působení mikrovln je dána zkušeností sanační firmy na základě výsledků laboratorních zkoušek a praxí ověřených tabulek. To však může mít za následek určitou nespolehlivost a neprůkaznost likvidačního účinku této sanační metody. Během provádění sanace musí být dodržována bezpečnostní opatření k ochraně zdraví osob. Přípustné hodnoty ozáření jsou pro pracovníky i obyvatelstvo jsou dány vyhláškou MZČR č. 408/1990 Sb. a č. 480/2004 Sb.

- Komplexní sanaci napadených dřevěných konstrukcí provádějí např. tyto specializované firmy :
- ***APLEKO, spol. s r.o.***, Na Pískách 70, 160 00 Praha 6, tel. 603464258
- ***KONZEA - znalecká a expertní kancelář s.r.o.,*** Ke Klíčovu 263/8, 190 00 Praha 9, tel. 602223530
- ***OK PYRUS s.r.o.***, Husovická 4, 614 00 Brno, tel. 549244506
- ***PYROMA s.r.o.***, Dolní Hejčínská 31, 779 00 Olomouc, tel. 602286137
- ***S.P.UNI, s.r.o.***, T.G. Masaryka 721, 565 01 Choceň, tel. 602104506
- ***Zbyněk Nyč***, Příkopy 1126, 547 01 Náchod, tel. 736640472
- Specializovaná sanační firma musí o provedených pracích vydat předávací protokol a garanční certifikát s dohodnutou dobou záruky, který prokazuje kvalitu a způsob provedené ochrany. K předávacímu protokolu by měly být přiloženy schvalovací listy použitých chemických prostředků (typové označení, obsah a složení účinných látek, schválené použití v ČR).

6. BIOCIDNÍ PROSTŘEDKY

Technické listy doporučených biocidních prostředků, aktuální v době zpracování posudku, jsou uvedeny v příloze na konci posudkové zprávy. Důležitou součástí technické dokumentace k aplikaci každého prostředku je i bezpečnostní list, který je možné stáhnout na webových stránkách příslušného výrobce. V případě akutních intoxikací je nutná konzultace s Toxikologickým informačním střediskem v Praze, telefon (nepřetržitý) 224 91 92 93 nebo 224 91 54 02.

Použití jiných ochranných prostředků než doporučených je samozřejmě možné, typové označení dle ČSN 49 0600-1 a vlastnosti však musí být shodné.

7. PRAMENY A DOPORUČENÁ LITERATURA

[1] Petr ROHLÍČEK: *Budova depozitáře Muzea východních Čech, Opletalova 334, Hradec Králové. Předběžný odborný posudek dřevěných konstrukcí z hlediska jejich napadení dřevokaznými houbami a hmyzem.* INRECO, s.r.o., Hradec Králové, 07/2003

[2] Petr ROHLÍČEK: *Stavební úpravy objektu Gayerových kasáren vč. přístavby, Opletalova 334/2, Hradec králové. Odborný posudek dřevěných konstrukcí z hlediska jejich napadení dřevokaznými houbami a hmyzem.* INRECO, s.r.o.,

Hradec Králové, 05 až 06/2016

[3] Jaroslav KŘÍSTEK, Jaroslav URBAN: *Lesnická entomologie*. Academia, 2004

[4] Alexej Ivanovič VORONCOV, Hana ČERVINKOVÁ: *Škůdci dřeva*. Praha, 1986

[5] Rudolf VESELÝ, Fr. KOTLABA, Zdeněk POUZAR: *Přehled československých hub*. Nakl. Academia, Praha, 1972

[6] Kol.: *Ochrana dřevěných konstrukcí. Sborník přednášek.* Štátný drevársky výskumný ústav Bratislava, Pražská stavební obnova o.p. Praha, Praha, 1988

[7] Jaroslav ŽÁK, Ladislav REINPRECHT: *Ochrana dřeva ve stavbě*. Praha, 1998

[8] Michal KLOIBER, Miloš DRDÁCKÝ: *Diagnostika dřevěných konstrukcí.* Informační centrum ČKAIT, s.r.o., 2015

[9] Jiří BAIER, Zdeněk TÝN: *Ochrana dřeva*. Praha, 1996

[10] Petr PTÁČEK: *Ochrana dřeva*. Praha, 2009

[11] WTA D, Referát 1 - Ochrana dřeva: *Stavební ochrana dřeva v historických stavbách, část 2: Střešní konstrukce,* směrnice WTA 1-4-95, Česká stavební společnost WTA CZ, Praha 2002

[12] Ondřej ŠEFCŮ, Jan VINAŘ, Marie PACÁKOVÁ: *Metodika ochrany dřeva*. SUPP v Praze, příloha časopisu Zprávy památkové péče, roč. 60 (2000)

[13] Vojtěch LÁSKA, Alfréd SCHUBERT, Miloš SOLAŘ, Josef ŠTULC : *Péče o střechy historických budov*. NPÚ ÚP v Praze, 2. vyd., příloha časopisu Zprávy památkové péče, roč. 63 (2003)

[14] Ladislav REINPRECHT, Josef ŠTEFKO: *Dřevěné stropy a krovy. Typy, poruchy, průzkumy a rekonstrukce*. ABF, a.s., nakl. ARCH, Praha, 2000

[15] Luboš KÁNĚ: *Průzkum trvanlivosti fólií pro doplňkové hydroizolační vrstvy šikmých střech.* DEKTIME Speciál 01/2012, vyd. DEK a.s. Praha

[16] Petr ŘEHOŘKA: *Aktuální poznatky o problematice doplňkových hydroizolačních vrstev šikmých střech*, DEKTIME Speciál 01/2012, vyd. DEK a.s. Praha

[17] Manfred GERNER: *Tesařské spoje*. Grada Publishing, Praha, 2003.

[18] Jiří KUNECKÝ, Petr FAJMAN, Hana HASNÍKOVÁ, Petr KUKLÍK, Michal KLOIBER, Václav SEBERA, Jan TIPPNER: *Metodika. Celodřevěné plátové spoje pro opravy historických konstrukcí.* Ústav teoretické a aplikované mechaniky AV ČR, v. v. i., Lesnická a dřevařská fakulta, Mendelova univerzita v Brně, Fakulta stavební, ČVUT v Praze, 06/2015

[19] Jan VINAŘ a kol.: *Historické krovy, typologie, průzkum, opravy*. Grada Publishing, Praha, 2010.

[20] Kol.: *Nové nedestruktivní metody diagnostiky a sanace dřevěných konstrukcí, sborník ke konferenci konané 24.až 25.09.2014 v Ústavu makromolekulární chemie AV ČR v Praze*. ŠMÍRA – PRINT, s.r.o., 2014

[21] Dita BANIČOVÁ: *Vliv mikrovlnného ohřevu dřeva na rozdělení povrchových teplot.* VUT v Brně, 2004

[22] ČSN 49 0600-1 Ochrana dřeva - Základní ustanovení - Část 1: Chemická ochrana.

[23] ČSN 49 0600-4 Ochrana dreva - Základné ustanovenia. Ochrana náterovými látkami.

[24] ČSN EN 335-1 Trvanlivost dřeva a materiálů na jeho bázi. Definice tříd ohrožení biologickým napadením. Část 1: Všeobecné zásady.

[25] ČSN EN 335-2 Trvanlivost dřeva a materiálů na jeho bázi. Definice tříd ohrožení biologickým napadením. Část 2: Aplikace na rostlé dřevo.

[26] ČSN EN 350-2 Trvanlivost dřeva a materiálů na jeho bázi. Přirozená trvanlivost rostlého dřeva. Část 2: Přirozená trvanlivost a impregnovatelnost vybraných dřevin důležitých v Evropě.

[27] ČSN EN 351-1 Trvanlivost dřeva a materiálů na bázi dřeva. Rostlé dřevo ošetřené ochrannými prostředky. Část 1: Klasifikace průniku a příjmu ochranného prostředku.

[28] ČSN 73 1702 Navrhování, výpočet a posuzování dřevěných stavebních konstrukcí – Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby.

[29] ČSN 73 2824-1 Třídění dřeva podle pevnosti. Část 1: Jehličnaté řezivo

[30] ČSN EN 338 Konstrukční dřevo – Třídy pevnosti.

[31] ČSN EN 1310 Kulatina a řezivo – Metody měření vad.

[32] ČSN EN 1481-1+A4 Dřevěné konstrukce – Konstrukční dřevo obdélníkového průřezu tříděné podle pevnosti. Část 1: Obecné požadavky.

[33] ČSN EN 1912+A4 Konstrukční dřevo – Třídy pevnosti – Přiřazení vizuálních tříd jakosti a dřevin.

[34] ČSN 73 1901 Navrhování střech – základní ustanovení.

[35] Technická a prospektová dokumentace firmy Stachema Kolín, spol. s r.o.

[36] Technická a prospektová dokumentace firmy Bochemie, s.r.o., Bohumín

V Hradci Králové dne 31.7.2019 Ing. Petr Rohlíček

autorizovaný inženýr pro pozemní stavby

FOTODOKUMENTACE

1. Pohled na budovu od východu

2. Střecha a zdivo středního traktu na západní straně s patrnými místy masivního dlouhodobého zatékání

3. Dveřní zárubeň v podzemním podlaží, těžce poškozená dřevomorkou.

4. Prkenná podlaha jedné z místností v podzemním podlaží, těžce poškozená dřevomorkou.

5. Krov středního traktu

6. Krov spojovacího krčku

7. Špatný technický stav neudržovaných střech

8. Havarijní stav stropu pod půdou středního traktu na jižní straně, napadeného dřevomorkou v místě masivního zatékání kolem vnitřního odtoku dešťové vody ze střešních žlabů

9. Havarijní stav stropu pod půdou na severní straně středního traktu, napadeného konioforou a outkovkou.

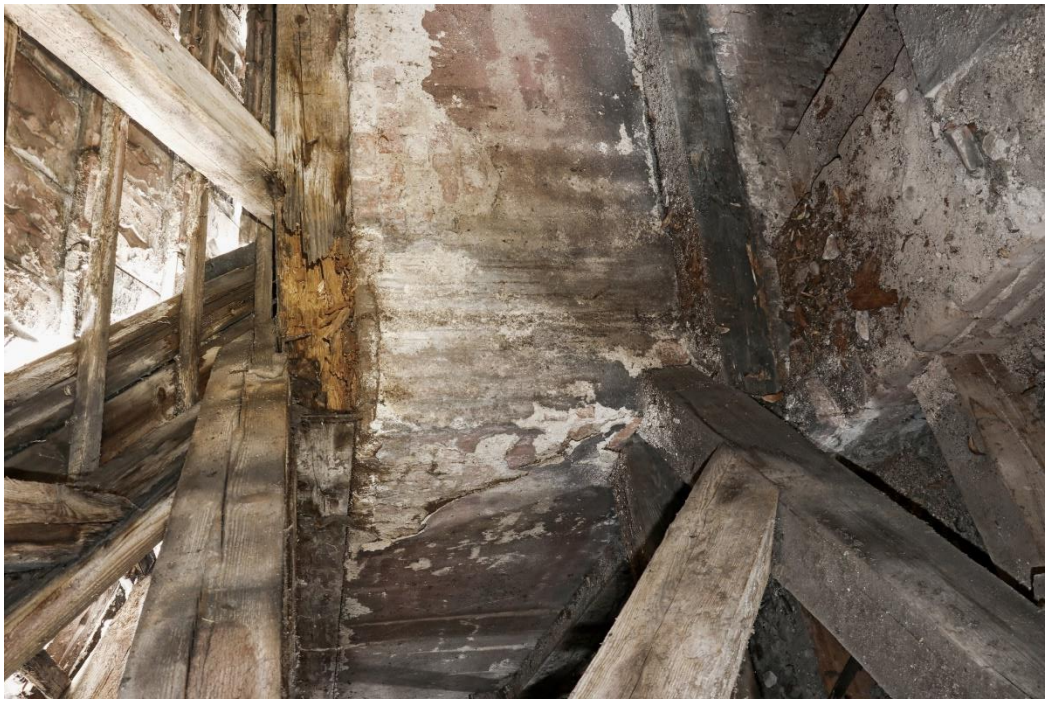
10. Detail napadení stropních trámů dřevokaznými houbami z předchozího snímku.

11. *Pozednicová část krovu u severní atiky středního traktu, těžce poškozená konioforou a outkovkou. Část vazby krovu již v minulosti provizorně opravena nekvalitně provedenými tesařskými výměnami.*

12. *Část vyměněné vazby z předchozího snímku s ponechaným shnilým podkladním trámem.*

13. *Pozednicová část vazby krovu jižního krčku ve spodní části (vazný trám) napadená dřevomorkou a v horní části (pozednice, krokev, kleštiny) napadená kornatcem.*

14. *Pozednicová část krovu jižního křídla v úžlabí, napadená outkovkou a červotočem.*



15. Pozednicová část krovu severního křídla silně poškozená kornatcem.

16. Detail poškození krokve a kleštiny v ohnisku napadení na předchozím snímku.