

ZODP. PROJEKTANT	ING.ARCH. JOSEF BORKOVEC, LÍSKY 84, 624 00 BRNO, ČKA 01 552	PARÉ	
PROJEKTANT	ING. MIROSLAV NAVRÁTIL, KAMENNÁ ČTVRŤ 76, 639 00 BRNO tel.: 777 917 119, email: navratil@versatil.cz		
PROJEKTANT	ING. et ING. SOŇA KŘIVÁNKOVÁ		
STAVBA	MODERNIZACE A REKONSTRUKCE BUDOVY B A C UNIVERZITY HRADEC KRÁLOVÉ NÁMĚSTÍ SVOBODY BUDOVA „C“ UHK, parc. č. st. 392, 759, 257, 233/19		
MÍSTO STAVBY	Hradec Králové [569810], katastrální území: Hradec Králové [646873]		
INVESTOR	Univerzita Hradec Králové, Rokitského 62, 500 03 Hradec Králové	DATUM	LISTOPAD 2018
		ÚČEL	DPS
STAVEBNĚ TECHNICKÝ PRŮZKUM KROVU OBJEKTU PEDAGOGICKÉ FAKULTY UNIVERZITY HRADEC KRÁLOVÉ A NÁVRH SANACE TECHNICKÁ ZPRÁVA			



**STAVEBNĚ TECHNICKÝ PRŮZKUM KROVU OBJEKTU
PEDAGOGICKÉ FAKULTY
UNIVERZITY HRADEC KRÁLOVÉ
A NÁVRH SANACE**

Zpracovatel:

Ing. Miroslav Navrátil, Kamenná čtvrť 76, 639 00 Brno

Tel: +420 777 917 119

e-mail: navratil@versatil.cz

Vypracovali:

Ing. Miroslav Navrátil

Ing. et Ing. Soňa Křivánková

Ing. arch. Josef Borkovec

V Brně listopad 2018

a) Úvod

Tato zpráva se zabývá posouzením stavu krovu a dřevěných konstrukcí střechy nad objektem Pedagogické fakulty UHK (náměstí Svobody 301, Hradec Králové), dále jako Objekt C. Předmětem posouzení je biotické a abiotické poškození dřeva s dopady do dalších konstrukcí budovy, statiky objektu a možného rozvoje poškození.

Stavebně-technický průzkum krovu, zhodnotil stav zabudovaného dřeva krovu ve vztahu k biotickým škůdcům, kteří se podílejí na jeho degradaci. Posouzení stavu dřevěných prvků bylo provedeno vizuálními metodami in-situ s doplňujícími přístrojovými metodami, se zaměřením na detekci znaků poškození biotickými činiteli – hmyzem a hnilobami.

b) Metodika průzkumu poškození krovu

Průzkum poškození dřevěných prvků se zaměřil především následující oblasti:

- rozsah napadení dřeva dřevokaznými houbami a jimi způsobeného poškození konstrukcí
- rozsah napadení dřeva dřevokazným hmyzem a jím způsobeného poškození konstrukcí
- výskyt druhotných vad, mechanických a statických poškození dřeva a konstrukce, které snižují pevnost spojů, celkovou pevnost dřeva nebo použitelnost v konstrukcích
- celkový stavebně technický stav dřevěných částí objektu, krytiny na objektu, klempířských prvků a dalšího stavu konstrukcí s přihlédnutím na důsledky zjištěných technických závad krovu
- popis rozsahu poškozených dřevěných konstrukcí nutný k určení rozsahu a koncepce návrhu sanace poškozených částí.

Zdravotní stav zkoumaných dřevěných konstrukcí byl v rámci průzkumu in-situ zkoumán zejména smyslovými metodami, doplňková data pak byla shromážděna také z přístrojového měření vlhkosti, vpichů a vrypových zkoušek do vybraných prvků. Stav poškození byl posuzován smyslovými metodami, zejména pak vizuálními a byl hodnocen podle:

- charakteru a vzhledu narušení povrchu i vnitřních částí dřevěných prvků
- podle vůně a barvy dřevní hmoty a akusticky poklepem na povrch trámů
- deformací prvků i celé konstrukce

- detekce výskytu mycelia a plodnic hub
- rozsahu a velikosti výletových otvorů a larválních chodbiček dřevokazného hmyzu

Dřevěné konstrukce byly posouzeny v částí přístupných průzkumu, tedy nezakrytých či nezabudovaných v jiných konstrukcích a dostupných bez použití destruktivních metod narušujících okolní konstrukce. Je nutné upozornit, že poškození zjištěné průzkumem zaznamenává stav konstrukce v době provádění průzkumu a může se postupem času zhoršovat. Pokud nedojde k odstranění příčin zjištěných poškození, může v budoucnu dojít k jeho dalšímu rozvoji.

Pro hodnocení dřevěných konstrukcí byla použita pěti bodová stupnice hodnocení dřeva ve stavbě podle (VVÚD Praha, pracoviště Březnice), vzniklá stupnice hodnocení kvality zabudovaného dřeva je následující:

- Stupeň 1 – prvky bez znatelného poškození dřeva

Dřevo s dobře čitelnou kresbou, bez barevných změn a stop po biotickém napadení. Konstrukční spoje jsou beze změn, průhyby a jiné deformace jsou zanedbatelné. Fyzikální ochrana dřeva musí být zajištěna, preventivní chemická ochrana není nutná.

- Stupeň 2 – prvky s drobným poškozením dřeva

Dřevo s dobře čitelnou kresbou dřeva, lokálně se mohou vyskytovat drobné známky biotického poškození popř. požerkové chodbičky od larev dřevokazného hmyzu, místa se změněnou barvou vlivem působení hniloby. Přirozené vady jsou v mezích normy. Konstrukční spoje jsou beze změn, průhyby a jiné deformace jsou zanedbatelné. Fyzikální ochrana dřeva musí být zajištěna, preventivní chemická ochrana není nutná. Riziková místa (zhlaví krokví a vazných trámů atd.) se doporučují ošetřit proti houbám a hmyzu podle ČSN 49 0600-1.

- Stupeň 3 – prvky s poškozením dřeva

Prvky s poškozením, dřevo se špatně čitelnou kresbou dřeva, požerkové chodbičky od larev dřevokazného hmyzu s čerstvou přítomností prachu a drtě, místa se změněnou barvou a kostkovitý a jiný rozpad dřeva vlivem působení hniloby, poškození nepřesahuje 1/2 průřezu prvku. Přirozené vady dřeva místy vybočují z normy (trhlíny, suky). Konstrukční spoje jsou občas rozvolněné, objevují se průhyby a jiné deformace. Fyzikální ochrana dřeva musí být obnovena a trvale zabezpečena. Je nutná preventivní chemická sanace, která se provede podle ČSN 49 0600-1 proti houbám, hmyzu a plísním. Je nutná konstrukční sanace některých dřevěných prvků konstrukce.

- Stupeň 4 – prvky s rozsáhlým poškozením dřeva

Prvky s rozsáhlým poškozením, dřevo se rozpadá na prach a kostky, barva dřeva je tmavá, dřevo si zachovává minimální mechanické vlastnosti, poškození přesahuje 1/2 průřezu prvku. Vyskytují se plodnice dřevokazných hub a hmyz ve všech vývojových stádiích. Přírozené vady dřeva vybočují z normy (trhliny, suky). Konstrukční spoje jsou rozvolněné, objevují se značné průhyby a jiné deformace. Fyzikální ochrana dřeva musí být obnovena a trvale zabezpečena. Chemická ochrana dřeva (včetně zdí a omítek ve styku a blízkosti dřeva) vyžaduje zvýšenou péči a provede se podle ČSN 49 0600-1 proto houbám, hmyzu a plísním. Při aktivním působení hniloby je nutné zjistit příčiny napadení a navrhnout jejich odstranění. Při aktivním působení dřevokazného hmyzu je nutné navrhnout sterilizaci. Je nutná konstrukční sanace některých dřevěných prvků, někde i celých částí konstrukce.

- Stupeň 5 – prvky zcela destruované

Prvky s rozsáhlým poškozením integrity, případně zcela v důsledku degradace zcela chybějící dřevo rozpadlé a nesoudržné, kompletní dezintegrace dřevní hmoty spolu s možným napadením biotickými škůdci i ve zdivu (dřevomorka). Vyskytují se plodnice dřevokazných hub a hmyz ve všech vývojových stádiích. Konstrukční spoje jsou nefunkční, případně již nejsou vůbec přítomny, průhyby a jiné deformace jsou za hranicí deformací, případně již došlo k havarijnímu zřícení konstrukce. Při aktivním působení hniloby je nutné stanovit i přezdění poškozeného. Při aktivním působení dřevokazného hmyzu je nutné navrhnout výměny celých prvků. Je nutná konstrukční sanace celých částí konstrukce.

Výsledné hodnocení předběžného stavebně-technického průzkumu je zpracováno do tohoto posudku, stanovujícího rozsah napadení dřevokazným hmyzem, míru aktivity a druh hmyzu, dále rozsah napadení dřevokaznými houbami.

b.1. Rozlišení biotického poškození

Dřevokazné houby

Mají každá trochu jiné nároky na okolní podmínky. Pro svůj optimální vývoj potřebují teploty mezi 20-30°C. Pro samotné přežití si ale vystačí s daleko širším rozptylem. Rovněž tak platí podmínky pro vlhkost napadeného dřeva. Obecně dřevokazné houby příliš nenapadají dřevo s vlhkostí pod 20%, zvláště pak, je-li na místě, kde je dobře větrané. Pokud je však už dřevo napadené, snížení vlhkosti nemusí v mnoha případech vůbec pomoci. Jednak je mycelium značně odolné a dokáže přežít i nepříznivé suché podmínky, pouze zastaví svůj rozvoj. Ve vlhkostech pod 20% se dřevokazné houby nacházejí v latentním stadiu existence, utlumují enzymatické pochody a nedochází k rozvoji mycelia. Podle způsobu destrukce dřevní hmoty se dřevokazné houby dělí na houby hnědého a bílého tlení. V případě zabudovaného dřeva převažuje napadení houbami způsobujícími hnědou hnilobu, souvisí to zejména s jejich menší náročností na přísun vody oproti houbám bílého tlení.

Základní změny způsobené ve dřevě hnědou hnilobou

Klíčovou roli hraje při rozkladu dřeva enzymatická katalýza celulózy. Houby pro svoji výživu rozkládají primárně celulózu, přičemž ji přeměňují na jednoduché uhlohydráty. Princip spočívá v tom, že houby uvolňují do živného substrátu hydrolytické exoenzymy (multienzymatický komplex celuláza) rozkládající makromolekuly celulózy na glukózu. Výsledný produkt trávení pak končí v organismu houby difúzí roztoku produktů enzymatického rozkladu do stěny hyfa. Houby hnědého tlení rozkládají primárně celulózu a hemicelulózy, lignin je degradován minimálně, v zásadě je modifikován jako humusová složka. Podíl rozkladu ligninu je u hub hnědého tlení různý podle druhu, u některých hub je jeho přítomnost nezbytná pro stimulaci rozkladného procesu celulózy.

Typickým vnějším znakem je vznik pravoúhlých podélných a příčných trhlin ve dřevě jako výsledek smršťování dřeva důsledkem oslabení buněčných stěn rozkladem celulózy. Depolymerizace celulózy je působením enzymů velmi rychlá, v buňkách jsou nejvíce napadány vrstvy S2 a S1 buněčné stěny a jejich borcení následně dramaticky přispívá ke snížení pevnosti dřeva.

Základní rysy rozpadu dřeva hnědým tlením

Celkově lze u hub hnědého tlení pozorovat hmotnostní úbytek dřevní hmoty asi 60-70%. Je to ale proces dlouhodobý v jehož počátku nejsou změny nijak patrné. Poté co spóry hyfa napadnou dřevo a začnou uvolňovat enzymy dochází časem k pozvolným změnám barvy, vláknitosti a struktury dřeva. Vizuální makroskopické změny se liší v závislosti na rozsahu poškození a druhu houby. Obecně je ale možné pozorovat hnědé, červené, šedé, žluté a další skvrny, většinou nesledující rozdíly jader a běli nebo letokruhy. Časový úsek je v tomto závislý na okolních podmínkách, zejména vlhkosti dřeva, okolní teplotě a pH substrátu. Následně se objevuje mycelium a případně i plodnice. Rapidně klesá pevnost dřeva. Dřevo se vlivem modifikace ligninu zbarvuje dohněda.

Později dochází k pokročilejším změnám až je stavební struktura dřeva zcela rozrušena. U hub hnědého tlení zůstává po vysušení jen snadno rozdrobitelný jemný prach.

Dřevokazný hmyz:

Většina druhů dřevokazného hmyzu (larev) využívá dřevo jako potravu, jiným slouží jako prostředí pro růst a vývoj larev. Pro dřevo zabudované v konstrukci jsou nejnebezpečnější tesařici a červotoči. Ostatní napadají především neodkorněné dřevo, tedy hlavně dřevo živé nebo uskladněné. Dřevokazný hmyz má podstatně nižší nároky na vlhkost dřeva než dřevokazné houby. Pro napadení dřevokazným hmyzem postačuje vlhkost dřeva

10–12 %. Všeobecně hmyz působí ve dřevě nikoliv chemické poškození jako houby, ale poškození mechanické.

Ptactvo:

U zabudovaného dřeva je se jen výjimečně setkáme se situací, kdy je dřevo mechanicky poškozeno v rámci aktivit ptactva, souvisejících s výskytem dřevokazného hmyzu, který je pro ptáky potravou. Častějším problémem je výskyt ptačího trusu a uhynulých jedinců, v krovech a na střechách se jedná zejména o holuby. Holubí trus je kromě svého zdravotního rizika v podobě alergenů a roztočů, také nevhodným moderátorem vlhkosti a spolu s kyselou reakcí silně přispívá k rozvláknění dřeva a tím k oslabení prvků a jejich únosnosti. Poškození dřeva ptactvem a jeho trusem nemusí být pouze přímé, může se jednat i o příčinu zatékání do krovu v důsledku poškození střešní krytiny, případně může být zatékání způsobeno zanesením či ucpáním odtoků ze střešních žlabů.

c) Zhodnocení stavebně-historického a typologického stavu

Zastřešení objektu je na poměrně složitém půdorysu budovy, střecha je sedlová (případně pultová v případě rozdílného sklonu krovu směrem do dvorního traktu v případě objektu C), s tím, že krovy se svým provedením vypořádávají s půdorysem změnami konstrukce. Krytinou je měděný falcovaný plech na bednění.

Krov nad objektem C je vaznicový kleštinový s vaznicemi na stojaté stolici a s pozednicí zvednutou na podezdívce nebo na okapní vaznici. Vazné trámy plných vazeb jsou vedeny nad podlahou a zhlaví jsou zazděna do zdiva ve kterém je kompletně obezděná pozednice. Krov je v části střechy rozdělen u hřebene střední stěnou s komíny, výsledkem jsou dvě pultové střechy, ale se stejně probíhajícími plnými vazbami. V místech, kde je provedena pultová střecha směrem do ulice jsou některé sloupky plných vazeb doplněny o systém jednoduchého věšadla. Na krovu objektu pedagogické fakulty je zřetelně odlišitelná pozdější přístavba křídla k hlavnímu objektu, konstrukční princip stojaté stolice sice zůstává zachován, mění se však kvalita a způsob provedení tesařských prací a rovněž pak dimenze prvků.

d) Rozsah poškození konstrukcí

V případě krovu nad objektem C byla detekována biotická poškození hnilobami v úžlabích vnitřního dvora a dále v místech přechodu střešní roviny do atik se sousošími. Poškození jsou důsledkem rozsáhlého a trvalého zatékání do objektu, při kterém dochází ke zvyšování vlhkosti a následně k napadení dřeva dřevokaznými škůdci.

Naměřené hodnoty rozsahu hmotnostní vlhkosti dřeva se zde pohybovaly v rozmezí od 13% pro neexponovaná místa do 35% pro místa se zjištěným stálým zatékáním. Hlavním identifikovaným napadením je aktivita dřevokazných hub, zejména pak pravděpodobně Koniofory (*Coniophora*), která je v některých místech natolik pokročilá, že již došlo ke kompletní destrukci dřevní hmoty. Vzhledem k tomu, že v nedávné minulosti byla provedena

oprava oplechování některých nadstřešních žlabů a na některých místech došlo ke snížení vlhkosti, nachází se některá poškození pouze v latentní fázi a probíhající destrukce dřevní hmoty je zpomalena. Z poškození dřevokazným hmyzem bylo na několika místech zjištěno působení tesaříka krovového (*Hylotrupes bajulus*), které však pravděpodobně není aktivní a v menší míře byly také identifikovány výletové otvory červotoče proužkovaného (*Anobium punctatum*).

Nejvíce exponovanou částí co do rozsahu poškození jsou místa atik za sochami v průčelí budovy. Vlivem přetékaní srážkových vod za hranu lemování plechového okraje zde došlo ke kompletní destrukci krokví, vazných trámů plných vazeb a zazděných pozednic. Postupně zde dochází k deformaci geometrie krovu a ztrátě stability střešního pláště. Situace je navíc závažná vzhledem ke způsobu zajištění stability globusů soch s pomocí kovaných táhel, která jsou uchycena ke hnilobou napadeným krokvím. V těchto místech je nutné situaci považovat za havarijní.

Dále je možné konstatovat, že nedávná oprava nástřešního atikového svodu není provedena úplně vhodným způsobem. Kombinování aglomerovaných materiálů, jako jsou OSB desky, případně desky Durelis, jako podkladních materiálů pro vyrovnání spádu žlabu, není správným řešením. Ve skladbě materiálů pro tento případ chybí separační tkanina schopná vyrovnat a odvést vlhkost kondenzující na plechu v interiérové části skladby.

Obecně lze poškození prvků krovu vyhodnotit stupněm č. 2, existují ovšem místa, kde napadení dřevokaznými houbami je aktivní, poškození konstrukce již prochází fází deformace prvků a lze tedy na stupnici hodnotit č. 4-5. Zde rovněž dochází k prorůstání mycelia dřevokazných hub do zdiva. V místech některých zatékání lze pak hovořit až o havarijnímu stavu vyžadujícím rychlé sanační řešení poškozené konstrukce.

I když je krov na své poměry vcelku čistý, je vhodné upozornit na občasnou přítomnost holubů a jejich trusu, a to pak zejména v odtokových žlabech svodů, které v některých místech procházejí prostorem krovu.

e) Navrhované sanační postupy

V rámci sanačních prací musí být odstraněny prvky prokazatelně napadené hnilobami. Způsob oprav by měl být proveden řemeslně tesařskými postupy. Budou provedeny výměny a protézování vybraných prvků, jejich výpis je součástí výkresové dokumentace, uvedené výměry je nutné doplnit o rezervu na prvky skryté v konstrukci a nepřístupné průzkumu. Nově navrhovanou krytinou bude břidlicová šablona, předpokládá se užití materiálu španělské provenience, velikost šablony 400×400 mm, přibíjené měděnými hřebíky do nového bednění tl. 35 mm s využitím pojistné hydroizolační folie, dodavatel v rámci kontrolních dnů stavby předloží ke schválení vzorky materiálu. Klempířské prvky – lemování, žlaby, svody, ozdobné kotlíky, výlezové vikýře a další prvky budou provedeny opět z měděného plechu bez

povrchových úprav patinou. Na střeše budou instalovány certifikované kotevní střešní háky jako prostředky k ochraně osob při práci nad volnou hloubkou. Háky musejí splňovat požadavky normy ČSN EN 517 a být certifikovány podle EN 795 A EN 517. Montovány budou odborně způsobilým dodavatelem.

Plochy za sousošími na objektu C musejí být komplexně sanovány včetně poškozeného zdiva. Je naprosto nezbytné, aby byla obnovena funkce stabilizačních táhel zajišťujících globusy na sochách. Situace bude řešena doplněním táhel ukotvených k plným vazbám do vazných trámů. Detaily viz zpráva statika.

Klempířské prvky – lemování, žlaby, úžlabí. Výlezové vikýře a další prvky budou provedeny opět z měděného plechu. Pro napojení mezi zdivo atiky se sochami a střechou, bude použito temování olověnou vlnou zastudena.

Bleskosvod umístěný na střeše je řešen v části elektro.

Pravidla provedení sanačních postupů:

- tesařské spoje musejí být provedeny precizně
- povrch trámů bude hoblovaný
- každý prvek, který bude protézován, musí v průřezu navazovat na původní prvek, nutno doměřit pro každou situaci.
- spoje protéz budou provedeny svorníkovými spoji, podélné plátování bude zajištěno ocelovými svorníky nejméně M16 pro krokve a vzpěry a M20 pro vazné trámy, přesnou polohu spojů je nutné stanovit podle rozsahu poškození konkrétních prvků vždy přímo v místě provádění. Platí přitom, že odříznutí poškozeného prvku pro začátek plátového nadstavovacího spoje musí být provedeno nejméně 0,5m za posledním vizuálně detekovatelným místem s výskytem hniloby.
- spoje karpováním nebo čepováním musí kopírovat protistrany již použitých spojů
- v místě dřívějšího zajištění spoje dřevěným hřebem bude opět použit hřeb z tvrdého dřeva, nejlépe dubu
- v průběhu všech prací, při kterých bude odstraňována střešní krytina, je bezpodmínečně nutné zajistit provizorní odvod srážkových vod tak, aby nedošlo k zatečení do konstrukce střechy, zdiva či stropu a to včetně extrémních klimatických událostí.
- v průběhu výměny krytiny bude provedeno povrchové očištění všech trámů ometením měkkými kartáči. Nepřípustné je jakékoliv osekávání a broušení prvků, a to i povrchově poškozených dřevokazným hmyzem.

- k chemickému ošetření dřeva budou použity prostředky splňující typové označení dle ČSN 490600-1: FB, P, IP, 1, 2, 3, SP - bez obsahu kyseliny borité a nikoliv na vodní bázi. **Použité impregnační prostředky musejí být bezbarvé.**
- kovové prvky budou očištěny, zbaveny rzi a ošetřeny vhodným antikoročním nátěrem, nejlépe pak v černé "kovářské" barvě.
- po ukončení prací na opravě střech budou prostory krovu kompletně uklizeny a vysáty. Je nepřípustné, aby se po skončení prací na místě vyskytovaly zbytky suti, malty, nepoužitelné krytiny, dřevo, piliny a další zbytkové materiály.
- sanované části pozednice budou nově provedeny z modřínu, který je odolnější proti napadení biotickými škůdci.

f) **Pravidla provedení chemické sanace**

Stávající povrch dřeva v krovu nebyl v minulosti ošetřován žádným chemickým plošným nátěrem, jediným ošetřením je vápenný nátěr provedený pravděpodobně před 2. světovou válkou jako prevence požáru, a to ještě ne na všech místech. Tento je však již téměř strávený a opadávající. Z hlediska řemeslného provedení je tedy možné na něm zaznamenat veškeré technologické postupy použité při výstavbě, počínaje značením pro zhotovení spojů, přes tesařské montážní značky a kompletní trasologii tesařských nástrojů. Pro zachování této autenticity je zcela nepřípustné, aby došlo k jakémukoliv plošnému otesávání, broušení či kartáčování povrchu dřeva.

Pro zachování tohoto stavu je rovněž nepřípustné, aby byl proveden jakýkoliv plošný postřik ochrannou látkou s obsahem boritých solí. Jak bylo prokázáno, tyto chemické látky způsobují v průběhu času pomalé rozvláknování povrchu dřeva, čímž dochází ke ztrátě všech řemeslně historických hodnot. Přesný chemismus postupu rozvláknění doposud nebyl s jistotou popsán. Jisté je, že při rozvláknění dochází zejména k úbytku ligninové matrice dřeva, pravděpodobně v důsledku vyvázání OH skupin z amorfního řetězce ligninu. Na tomto procesu se podílejí zejména tetraboritany. S rozvlákněním dochází postupně ke snižování průřezu profilu trámů a tím i ke snižování jejich nosnosti. Je však prokázáno, že úbytek není vzhledem k celku masivní a nebyl doposud zaznamenán případ, kdy by došlo k významnému oslabení prvku. Bohužel ovšem dochází k nenávratné ztrátě povrchové vrstvy dřeva, která nese nejcenější stopy technologického zpracování materiálu. Nejnovější výzkumy v oblasti ochrany dřeva chemickými prostředky proti dřevokazným škůdcům ukazují, že v podstatě i tyto prostředky se podílejí na korozi dřeva podobnou měrou jako dřívější ochranná opatření retardéry hoření. K pochopení celé problematiky teprve dochází, bližší obeznámení se s problematikou je možné v následujících publikacích:

HOLAN, J. -- KLOIBER, M. Chemická koroze dřeva. In HOLAN, J. -- KLOIBER, M. Chemická koroze dřeva. Blansko: Česká stavební spol., WTA CZ, 2005, s. 44--48. ISBN 80-02-01768-4.
KLOIBER, M. -- FRANKL, J. -- DRDÁČKÝ, M. -- TIPPNER, J. -- KUČEROVÁ, I. -- BRYSCEN, J. Mechanické vlastnosti konstrukčního dřeva poškozeného protipožárními

nátěry. In Sanace dřevěných konstrukcí a staveb 2009. 1. vyd. Veverská Bítýška: Vědeckotechnická společnost pro sanace staveb a péči o památky - WTA CZ, 2009, s. 14--19. ISBN 978-80-02-02175-9.

KUČEROVÁ, I. Poškození a ochrana dřeva, Damage of wood and wood protection, 2007, CI-Průmyslová chemie a chemické inženýrství, Příspěvek ve sborníku (mimo kategorie RIV), ISBN: 80-86413-41-1

KUČEROVÁ, I., NOVOTNÁ, M., DVOŘÁKOVÁ, K., Vliv ochranných přípravků na bázi anorganických solí na dřevo, Příspěvek ve sborníku 12. konference WTA CZ, 2010, s. 20-32. ISBN: 978-80-02-02273-2

KUČEROVÁ, I., OHLÍDALOVÁ M.: Koroze dřeva protipožárními nátěry na bázi amonných solí, Koroze a ochrana materiálu 53 (2009) 1-8.

Ze závěrů citované literatury lze mít za prokázané, že některé z látek, v současnosti používaných jako účinné složky preventivních ochranných nátěrů na dřevo, působí jako katalyzátor oxidace dřeva při jeho dlouhodobé expozici. Proto je lepší se vyhnout ochranným prostředkům s obsahem účinných látek kyseliny borité a tetraboritanu sodného.

S ohledem výše zmíněná fakta by návrh a provedení chemické sanace krovu měly splňovat následující pravidla:

Z povrchu trámů bude ometen a z podélně výsušných trhlín vysát, případně tlakovým vzduchem vyfoukán prach. Prvky krovu budou plošně chemicky ošetřeny výše zmíněnými chemickými prostředky a to nástřikem, přičemž je nutné věnovat zvláštní technologickou péči podélně výsušným trhlínám v trámech. Tímto zásahem lze dosáhnout snížení expozice dalšího napadení příštími generacemi dřevokazného hmyzu který, při správném provedení postřiku bude silně omezen v možnostech kladení vajíček do dřeva a tím i rozvoji dalších generací. Všechno nově použité dřevo hoblované řezivo, musí být chemicky preventivně opatřeno impregnačními prostředky. Chemické impregnační prostředky budou použity pouze takové, které splňují typové označení dle ČSN 490600-1: F_B, P, I_P, 1, 2, 3, SP. A to v bezbarvém provedení, nikoliv na vodní bázi. Preventivní postřik je vhodné do tří let ještě zopakovat.

Sanaci poškození je nutné věnovat zvláštní technologickou péči, přesto je potřeba mít na paměti, že odolnost spór a mycelia je značná a poškozené místo nelze až na výjimky zcela spolehlivě sanovat. Jedinou vhodnou cestou je pak konstrukční ochrana dřeva, která dlouhodobě zajistí, že vlhkost materiálu nepřekročí 20%, proto je nutné zajistit pravidelné servisní prohlídky, které mohou včas odhalit defekty ve střešním plášti, způsobující zatékání.

Je nutné vzít na vědomí, že impregnace provedená nátěry či máčením je jen povrchová a případné mechanické porušení materiálu a jeho opětovné neošetření mohou být vstupním bodem pro poškození dřeva. Ošetřena musejí být i čela plátových spojů ve spojích prvků.

Po ukončení prací na rekonstrukci střechy musejí být všechny prostory krovu kompletně uklizeny a vysáty. Je nepřípustné, aby se po skončení prací na místě vyskytovaly zbytky suti, malty, nepoužitelné krytiny, dřevo, piliny a další zbytkové materiály.

V Brně, 20.11. 2018

Ing. Arch. Josef Borkovec, Ing. Miroslav Navrátil
