

DODAVATEL

Ing. Jiří Frankl, Ph.D., Ing. Jan Konopík
Poradenská a konzultační činnost ve stavebnictví

ODBĚRATEL

G DESIGN, spol. s r.o.
Vešlavínova 3108/14, 400 11 Ústí nad Labem

CHEMICKÝ POSUDEK

PŘÍLOHA 4

ODBOBNÝ POSUDEK Č. 005/01.2024

PŘEDMĚT	Tesařské konstrukce krovů (Hlavní) Budova školy, Tělocvična, Vila ředitele
OBJEKT	Fakultní základní škola v Ústí nad Labem České mládeže 230/2, 400 01 Ústí nad Labem, Ústecký kraj
PODKLADY	Odborný posudek 005/01.2024 Prohlídka objektu a dřevěných konstrukcí leden-květen 2024
ÚKOL	Chemická analýza vzorků dřeva pro stanovení povrchových hodnot pH dřevěných trámů posuzovaných konstrukcí.
VZORKY	5x vzorek dřeva odebraný z povrchu trámů dřevěných konstrukcí krovů

PRINCIP CHEMICKÉ ANALÝZY

Dřevěné třísky a vlákna dřeva odebraná z povrchu trámů jsou louhovány v převařené destilované vodě.

DOBA LOUHOVÁNÍ → 24 hodin

TEPLOTA DESTILOVANÉ VODY → 25°C

MĚŘÍCÍ PŘÍSTROJ → pH metr G1500 (výrobce Greisinger electronic GmbH, Deutschland)

MĚŘÍCÍ SONDA → gelová pH elektroda GE114WD (dtto pH metr)

KALIBRACE ROZTOKU → kalibrační koncentrát pH4.0 a pH7.0

V Ý S L E D K Y

Č. VZORKU	VZOREK	HODNOTA pH DŘEVA
1	LEVÝ PÁSEK DOLNÍ STŘEDNÍ VAZNICE, VAZBA KROVU 14 - TĚLOCVIČNA	5,32
2	SLOUPEK HORNÍ STŘEDNÍ VAZNICE, VAZBA KROVU 37' - TĚLOCVIČNA	4,21
3	SLOUPEK DOLNÍ STŘEDNÍ VAZNICE, VAZBA KROVU 48 - TĚLOCVIČNA	5,36
4	PRAVÝ PÁSEK DOLNÍ STŘEDNÍ VAZNICE, VAZBA KROVU 81 - TĚLOCVIČNA	4,06
5	KROKEV - DOLNÍ ČÁST, VAZBA KROVU 106 - TĚLOCVIČNA	4,11

ZÁVĚR

Měření prokázalo zvýšené hodnoty pH (kyselosti) dřeva ve všech vzorcích. Zvýšená kyselost dřeva je způsobena chemickými reakcemi přípravků na bázi fosforečnanů a síranů amonných solí, které jsou součástí, v minulosti hojně používaných, protipožárních přípravků – retardérů hoření (např. SYMPREG, AS-50).

V případě sanace dřevěných trámů je nutné povrch trámů citlivě mechanicky očistit – spolehlivý a účinný technologický postup sanace chemicky poškozených dřevěných konstrukčních prvků není v současné době pevně ustanoven. Účinnou metodou může být omývání povrchu dřeva neutralizačním roztokem a následní vyplachování (vyplavování) solí z povrchu dřeva. Tento způsob však může být značně náročný na zamezení protečení neutralizačního roztoku např. stropní konstrukcí a nadměrné zvlhčování dřeva (v určitých konstrukčních uzlech může dojít k rozvoji latentních zárodků dřevokazných hub). Pro eliminaci dalšího působení solí na dřevo, doporučuji dlouhodobé sledování vlhkosti dřeva a měření hodnot pH v povrchu dřeva. V případě plošné aplikace preventivních biocidů může dojít k dotaci boritých solí do povrchu dřeva a tím k obnovení nebo pokračování chemických procesů ve dřevě.

Jan Konopík | Praha | duben 2024

POŠKOZENÍ POVRCHU DŘEVA CHEMICKÝMI LÁTKAMI – CHEMICKÁ KOROZE

Z makroskopického pohledu se rozvláknění projevuje „chlupatěním“ povrchu dřeva, které může vést až k výraznému poklesu mechanických vlastností postiženého dřeva. Takto korodované dřevo se vyznačuje zvýšenou vlhkostí a kyselostí povrchu. Příčinou rozvláknění dřeva je aplikace protipožárních přípravků zpomalujících hoření na bázi fosforečnanu a síranu amonného. Aplikace těchto přípravků byla na řadě objektů prováděna opakovaně v období několika let, během kterých se ve dřevě historických krovů akumulovalo velké množství výše uvedených solí.

Přípravky na bázi fosforečnanu a síranu amonného způsobují chemické poškození dřeva (korozi dřeva), které může být pravděpodobně důsledkem jednoho z následujících procesů: kyselé hydrolýzy, dekrystalizace celulózy, tepelné degradace dřeva, či jejich vzájemnou kombinací. Kyselou hydrolýzou jsou poškozovány především hemicelulózy a celulóza; jejím výsledkem je pokles jejich molekulové hmotnosti. Dekrystalizací celulózy vyvolávají rozpouštědla a napouštědla botnání dřeva; důsledkem je pak snížení stupně krystalinity celulózy. Při tepelné degradaci dochází k odštěpování vody z makromolekul hemicelulózy a celulózy, čímž dochází k zeslabování vazeb mezi vlákny dřeva. Velikost poškození dřeva tepelnou degradací závisí na teplotě, době působení a vlhkosti dřeva. Zvýšená vlhkost dřeva urychluje tepelnou degradaci, protože současně dochází i k hydrolýze. Není vyloučeno ani synergické působení biotických činitelů.

Rozvláknění dřeva je v současné době považováno převážně za estetický defekt historického dřeva krovů. Způsobuje ztrátu informací z povrchu dřeva jako jsou stopy po opracování nástroji. Protože však dochází k narušování struktury dřeva, může rozvláknění dřeva z dlouhodobého hlediska vést k významnému snížení pevnostních parametrů dřeva a ohrozit tak bezpečné a spolehlivé mechanické chování dřevěných historických konstrukcí. To potvrzují případy selhání dřevěných střešních konstrukcí v Austrálii v okolí Sydney, které byly korodovány mořskou solí. Projevy této koroze jsou obdobné projevům koroze způsobené protipožárními nátěry. Dochází také k rozvláknění dřeva, především však na spodní straně trámů. Analýza popela prokázala vysoký obsah např. sodných a hořečnatých kationů v korodovaném dřevě. Hodnota pH povrchu byla v normálním rozmezí, ale vlhkost dřeva byla velmi vysoká, často vyšší než 35 %. Na anatomické strukturní hladině dřeva byl pozorován u některých buněk rozpad střední lamely, která je tvořena hlavně ligninem, u jiných buněk naopak rozpad sekundární buněčné stěny, jejíž hlavní složkou je celulóza.

V současné době je problém rozvlákněného dřeva krovů řešen tím, že se nejprve mechanicky odstraní rozvlákněné dřevo až na „zdravé“ dřevo a poté se opakovaně aplikují postřiky neutralizačním roztokem. Jak se ukázalo, tento způsob konzervace historických krovů neřeší problém koroze dřeva trvale. Již několik let po jejich konzervaci dochází k opětovnému rozvláknění dřeva. Problémem je navíc i památkově nevhodná technologie odstraňování protipožárních nátěrů a neustálé oslabování průřezu konstrukčních prvků.

Protipožární nátěry dřevěných konstrukcí jsou známy od starověku a citovány v historické i moderní literatuře. Vliv zpoždovačů hoření – na bázi síranů a zejména fosforečnanů amonných či organických P-N sloučenin – na pevnost dřeva byl v minulosti zkoumán zejména v závislosti na vysokých teplotách při hoření a podrobnější přehled literatury je např. uveden v práci Susan L. LeVan & Jerrold E. Winandy. Při tomto výzkumu se ukázal velmi významný vliv teploty již při hodnotách okolo 65°C. Druhý z autorů publikoval později další práce na toto téma. Nicméně, problém dosud není úspěšně vyřešen a zejména ho zatím nikdo neřešil pro historické dřevo a pro prostředky, které byly užívány na českých a moravských památkách

L I T E R A T U R A

- Společnost pro technologie ochrany památek: Poškození dřeva historických konstrukcí. STOP Praha, 2010
- J. Frankl, M. Kloiber, I. Kučerová, M. Drdáký: Dopady chemické koroze na mechanické vlastnosti dřeva.
- M. Drdáký, M. Kloiber, J. Frankl, J. Tippner, J. Bryscejn: Mechanické vlastnosti chemicky degradovaných povrchových vrstev dřeva.
- I. Kučerová, M. Ohlidalová, M. Novotná: Poškození dřeva historických krovů v důsledku aplikace protipožárních nátěrů; Sborník Konference konzervátorů-restaurátorů, Příbram 2008.
- K.E. Larsen, N. Marstein: Conservation of historic timber structures, Oslo 2016
- ČSN EN 212: Ochranné prostředky na dřevo – Návod na odběr a přípravu vzorků ochranných prostředků na dřevo a zkušebních těles z ošetřeného dřeva k analýze