

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
FAKULTA STAVEBNÍ

9H3 POVRCHOVÉ ÚPRAVY A KOMPLETAČNÍ KONSTRUKCE

OCHRANA DŘEVA

TOMÁŠ CHMELÍK 5NPS1



www.obnova.sk

2004/2005

OBSAH:

1. Úvod	3
2. Poškození dřeva	4
2.1.Poškození dřeva dřevokazným hmyzem	5
2.2.Poškození dřeva dřevokaznými houbami	5
2.3.Poškození dřeva dřevozbarvujícími houbami a plísněmi	6
2.4.Poškození dřeva povětrnostními vlivy	7
2.5.Poškození dřeva požárem	8
3. Fyzikální a konstrukční ochrana dřeva	9
3.1.zásady fyzikální a konstrukční ochrany dřeva	9
3.2.preventivní chemická ochrana dřeva	9
3.3.preventivní ochrana povrchu dřeva nátěry	10
3.4.ochrana dřeva proti požáru	11
4. Boj s dřevokazným hmyzem	12
4.1.Postup likvidace hmyzu horkým vzduchem	12
4.2.Likvidace hmyzu zaplynováním	13
4.3.Ozařování dřeva	13
4.4.Likvidace hmyzu chemickými prostředky	13
4.5.Působením mikrovlnného záření	14
5. Mikrovlnné záření	15
5.1.Princip mikrovlnné technologie	15
5.2.Zařízení pro mikrovlnný ohřev	16
5.3.Vliv mikrovlnného záření v průřezu	16
5.4.postup mikrovlnného ohřevu	18
6. Závěr	19
7. Použitá literatura	20
8. Seznam příloh	20
9. Přílohy	21

1. Úvod

Dřevo patří již tradičně k základním stavebním materiálům. Ačkoli se v dnešní době v některých oblastech dřevo úspěšně nahrazuje jinými materiály, současně se v jiných oblastech projevuje něco jako návrat k přírodnímu dřevu. Dřevo je obnovitelným přírodním materiálem a lidmi je vnímáno jako přírodní, estetický materiál, který svou texturou a barvou příjemně působí v interiéru.

Dřevěné materiály mají navíc široké využití a hodí se téměř do každého prostoru, je však třeba vybrat jejich optimální variantu a opatřit je vhodnými prostředky z hlediska ochrany.

Dřevo je potřebné chránit od těžby až po finální výrobky, tj. ve formě:

- Suroviny a polovýrobků
- Konstrukčních prvků
- zkompletizovaných hnutelných a nehnutelných objektů

Dřevo je materiálem organickým, který může být poškozen biologickými a klimatickými vlivy. Výrobky ze dřeva musíme dostatečně chránit proti bakteriím, hnilobě, různým plísním, houbám a dřevokaznému hmyzu. Většinou se přítomnost těchto činitelů vzájemně doplňuje a podporuje, v exteriérech může být ještě kombinována s negativním působením povětrnostních vlivů.

Zásady fyzikální a konstrukční ochrany dřeva vycházejí z principu podmínek, které jsou nepříznivé až úplně nevhodné pro životní aktivitu biotických škůdců a omezující pro působení abiotických dřevoznehodnocujících činitelů.

2. Poškození dřeva

Biotickými škůdci dřeva v našich klimatických podmínkách jsou dřevokazné houby, dřevokazný hmyz a dřevozbarvující houby a plísně. Riziko napadení dřeva a výrobků z něj se v Evropě (a od roku 1995 i v ČR) hodnotí 6ti bodovou stupnicí do tzv. tříd ohrožení:

Třída ohrožení 0 : dřevo v klimatizovaném interiéru staveb, bez kontaktu se zemí, vodou a/nebo zdivem, kdy jeho vlhkost nikdy nepřevyšší 12% a je možná vizuální kontrola. Pro tuto třídu není nutná chemická ochrana.

Třída ohrožení 1 : dřevo v interiéru staveb, pod střechou, bez kontaktu se zemí a/nebo neizolovaným zdivem. Vlhkost nikdy (ani dočasně) nepřekročí 20%. Hrozí napadení pouze dřevokazným hmyzem. Doporučená je chemická ochrana proti dřevokaznému hmyzu (symbol účinnosti Ip).

Třída ohrožení 2 : jako u tř. 1, pouze vlhkost dřeva může být dočasně (nikoliv trvale) zvýšena nad 20% až do 30%. Hrozí napadení dřevokazným hmyzem, houbami Basidiomycetes, výjimečně plísněmi. Nutná je chemická ochrana proti houbám Basidiomycetes, doporučená proti dřevokaznému hmyzu a plísním (symboly účinnosti Fb, Ip,P)

Třída ohrožení 3 : dřevo v exteriéru, nechráněné nebo nedostatečně chráněné před povětrností, bez trvalého kontaktu se zemí a-nebo sladkou vodou. Vlhkost dřeva opakovaně a často vyšší než 20%. Vysoká pravděpodobnost napadení houbami, plísněmi, dřevozbarvujícími houbami i hmyzem. Chemická ochrana je nutná, přičemž povrchové způsoby jsou obvykle nedostačující (symboly účinnosti Fb, Ip, B, P).

Třída ohrožení 4 : Dřevo v přímém a trvalém kontaktu (zabudováno) se zemí a-nebo sladkou vodou. Vlhkost dřeva trvale vyšší než 20%. Dřevo je v krátké době napadeno dřevokaznými houbami, včetně měkké hniloby, hrozí napadení i dalšími škůdci. Chemická ochrana je pro nosné konstrukce povinná a je nutná hloubková impregnace (průmyslová). Symboly účinnosti Fa, Fb, Ip, P.

Třída ohrožení 5 : dřevo v trvalém a přímém kontaktu s mořskou vodou, se u nás nevyskytuje.

2.1. Poškození dřeva dřevokazným hmyzem

Dřevokazný hmyz je možno rozdělit na hmyz, který napadá čerstvé dřevo a hmyz, který napadá zpracované dřevo. Hmyz napadající čerstvé dřevo potřebuje jako podmínku pro svůj rozvoj vysokou vlhkost dřeva a proto napadá živé stromy a čerstvě poražené dřevo, a nikoliv dřevo vyschlé, již zabudované. K napadení potřebuje kůru a lýko na dřevě.

Hmyz napadající zpracované dřevo se vyvíjí při nižší vlhkosti dřeva. Napadá zabudované, na vzduchu vyschlé i znovu vlhčené dřevo a je hlavním škůdcem stavebního dřeva.

2.2. Poškození dřeva dřevokaznými houbami

Dřevokazné houby jsou všudypřítomné, jejich spóry se vyskytují všude. Nejdůležitější podmínkou pro růst hub je zvýšená vlhkost substrátu – dřeva. Riziko napadení se zvyšuje, je-li vlhkost dřevné hmoty nad 20 %. Napadení vysušeného dřeva je teoreticky vyloučeno.

Při plné vlhkosti dřeva je napadení dřevokaznými houbami rovněž vyloučeno, protože houby potřebují dýchat a vyžadují 5 – 20% objemu vzduchu v objemu dřeva.

Nejdůležitější a nejčastěji se vyskytující se druhy dřevokazných hub na zabudovaném dřevu jsou:

- Dřevomorka domácí – je to nejnebezpečnější škůdce na zabudovaném dřevě pod střechou a je velice obtížné s ní bojovat.

Žije všude tam, kde dlouhodobě zatéká a jsou zde i další vhodné podmínky pro její rozvoj. Působí především na starém zabudovaném dřevě jehličnanů. Jako jediná dřevokazná houba napadá i suché dřevo, proto se jí také zažilo pojmenování suchá hniloba. Vodu dřevomorka potřebuje v rozmezí 19-20%, ale dokáže si vodu i dopravovat provazci, často ze vzdálenosti několika metrů.

Působením dřevomorky se dřevo postupně rozpadává ve velkých kostkách. Konečným zbytkem dřeva je čokoládově hnědá moučka a prach. Je to nejnebezpečnější houba. Za vhodných podmínek rozruší nové stavby z a jeden až dva roky. Její hubení je velice náročné a nákladné.

Viz obrázek 1 a 2.

- Koniofora sklepní – napadá především dřevo které je v kontaktu s mokřými zdmi, mokrou zemí a vodní párou. Napadá stavební dřevo, které je v kontaktu se zemí. Velice rychle se šíří tam kde je vlhkost nad 40%. Při snížení vlhkosti pod 40% houba odumírá a její vývoj se zastaví. Viz obrázek 3.

- Pornatka Vaillantova
- Trámovky – působí veliké škody na většině dřevěných stavebních dílů, kde dlouhodobě zatéká. Působí 90 % škod na venkovních trámech a křídlech oken. Trámovky snáší vysokou teplotu a periodické střídání sucha a vlhka, což je typické pro půdní prostory. Jejich spóry jsou pevně usazeny v trhlinách dřeva, kde se rozvíjí a uvnitř dřeva vzniká hnědá hniloba. Vnější povrch zůstává neporušen a škody se poznají až později nebo je odhalí odborník.
- Troudinatec růžový
- Čechratka sklepní
- Řasnatka zední

2.3. Poškození dřeva dřevozbarvujícími houbami a plísněmi

Dřevo zbarvující houby se živí obsahem dřevních buněk bez toho abych její stěny rozkládali. Nezpůsobují žádné pevnostní změny pevnosti, způsobují pouze pokles rázové houževnatosti v ohybu.

Nejdůležitější a nejčastěji vyskytující se skupinou dřevozbarvujících hub jsou modrací houby, jejichž hyfy způsobují černání a modraní dřeva.

Zbarvení se nejčastěji vykytuje jako modré, červené, černé, hnědé a šedohnědé. K modraní dřeva často dochází i pod špatně provedenými nátěry vnějších oken nebo dveří, kdy stoupající vlhkost působí odlupování nátěru a následně k pigmentaci dřeva. Modrací houby mohou postupně připravit substrát pro hnilobu.

PLÍSNĚ

Působení plísní na povrchu dřeva a ostatních materiálech negativně ovlivňuje všechny další pracovní operace, včetně vysoušení, opracování, povrchové úpravy. Současně zvyšuje možnost poškození dřeva napadením dřevokaznými houbami. Výskyt plísně v bytech zvyšuje možnost poškození povrchů materiálů, negativně ovlivňuje životní prostředí, působí na vznik alergických a jiných onemocnění apod. Je nutno se proti nim trvale bránit zejména správným užíváním stavby.

2.4. Poškození dřeva povětrnostními vlivy

Dřevo si při vhodných podmínkách uchovává po dlouhou dobu svůj původní vzhled, strukturu a vlastnosti, a to i po dobu několika staletí. Dokumentují to nálezy z egyptských hrobek. V hrobě Tutanchamóna byl nalezen dubový sarkofág z 14. staletí před Kristem. Dále se našli v dobrém stavu dřevěné konstrukce v japonských chrámech staré přibližně 1300 let, nebo 1800 let staré trámy z teakového dřeva v budhystickém klášteře v Indii, ale i zastřešené stavbě Švýcarsku, např. most v Lucerne postavený v roce 1440 a je stále v provozu.

Dřevo ale v atmosférických podmínkách neustále podléhá trvalým degradačním procesům. Dřevo v atmosférických podmínkách stárne okamžitě po těžbě, dochází k atmosférické korozi. Atmosferická koroze je proces přirozeného stárnutí dřeva na povětrnosti vlivem abiotických činitelů. K atmosférické korozi dochází jenom při účasti více abiotických činitelů:

- Voda a vodné roztoky
- Kyslík
- Agresivní plyny a emise
- Prach, písek

Případně v součinnosti různých energetickým polí:

- Teplo
- Sluneční záření
- Proudění vzduchu

Sluneční záření a voda patří k nejagresivnějším činitelům při atmosférické korozi. Významný je taky vplyv kyslíku, emisí, prachu i snížené teploty a proudění kapalných a pevných látek v okolí dřeva.

Těmito prvky se ale jenom znásobují agresivní účinky slunečního záření.

Voda jako kapalina dobře vniká do struktury dřeva, jednak jako vlhkost z ovzduší a taky jako kapalina (dešťová voda, spodní nebo kondenzovaná). Voda v závislosti od okolí se absorbuje do struktury a tím zvětšuje objem dřeva. Naopak, při odpařování dřeva ze struktur dochází k vysychání dřeva.

2.5. Poškození dřeva požárem

I když má dřevo množství nesporných výhod (opracovatelnost, pevnost, odolává chemické korozi a j), je dřevo zápalné a hořlavé. Příčinou je složení organické hmoty: uhlík (55%), kyslík (44%) a vodík (6%).

K hoření je zapotřebí základní podmínky:

- Přítomnost hořlavého materiálu
- Přítomnost kyslíku
- Dostatečně vysoká teplota

V konstrukci jsou tedy přítomny minimálně dvě tyto složky potřebné k hoření. Soudě podle toho je dřevo nevhodným stavebním materiálem ale opak je pravdou. Dřevo při hoření (pochopitelně při dostatečném nedimenzování) se chová lépe než nosník ocelový. Dřevo odhořívá postupně od povrchu 0,5 – 1 mm/min, ocelový nosník se za krátkou dobu (5-15 minut) prohřeje na teplotu 500 °C a mění svoje rozměry a ztrácí pevnost a dochází k borcení nosníku. Dřevo lze také chránit proti požáru za celkem nízké náklady.

3. Fyzikální a konstrukční ochrana dřeva

3.1. Základní zásady fyzikální a konstrukční ochrany dřeva

a) Dřevnou hmotu a její výrobky je žádoucí upravit do takových forem a takových expozicí, kde je působení biotických a abiotických škůdců omezeno až vyloučeno.

- Suchá ochrana – snížení a zachování vlhkosti na úroveň nepříznivou pro aktivitu hub a hmyzu
- Mokrý ochrana – zvýšení a zachování vlhkosti nad hranici maximální kritické vlhkosti

b) prvky situované do exteriéru vyrábět z dřevin s relativně vysokou přirozenou trvanlivostí – agát, dub, smrk, borovice aj.

c) prvky situované do exteriéru chránit před přímým vplyvem povětrnosti i před trvalým zvlhčováním. Použitím vhodného konstrukčního umístění prvků v objektu.

d) prvky do interiéru situovat s vlhkostí na úrovni rovnováhy v daném prostředí s cílem zabránit dodatečným tvarovým deformacím.

e) prvky v interiéru se musí dokonale izolovat od zdrojů vlhkosti

f) prvky v interiéru ale i v exteriéru situovat s ohledem na požární bezpečnost objektu

3.2. preventivní chemická ochrana dřeva

Snížením vlhkosti dřeva pod 20% sice zamezíme škodlivému působení dřevokazných hub, nikoliv však hmyzu. Dřevokazný hmyz napadá dřevo i podstatně sušší cca. 10%. Pro napadení hmyzem jsou stavební opatření omezená. Jde především o zamezení kladení vajíček v povrchu dřeva. K tomu postačuje například síť proti hmyzu ve větracích otvorech krovu.

Napadení konstrukce hmyzem úplně, však lze zabránit pouze úplným obložení dřevěné konstrukce deskami z materiálu který hmyz nedokáže napadnout.

Chemické prostředky mají zabránit tomu, aby škůdci dřevo poškodili. K tomu jsou využívány tzv. účinné látky – biocidy. Podle žádané účinnosti se používají buď fungicidy (proti houbám) nebo insekticidy (proti hmyzu).

Tyto chemické látky sestávají z účinné látky a nosiče (voda, rozpouštědlo). Kromě toho mohou obsahovat další složky jako barvivo, ochranu proti korozi a pojivo.

Platí zásada: Chemické prostředky na ochranu dřeva, mají být použity pouze v případě, že ostatní ochranná opatření nejsou postačující a jedině v množství přesně určeném výrobcem.

Tyto látky se do dřeva můžou aplikovat způsoby:

- tlaková impregnace
- impregnace namáčením
- povrchové ošetření
- kombinací působení mikrovln a natíráním

3.3. preventivní ochrana povrchu dřeva nátěry

Povrchové ošetření dřevěných stav. dílů nátěrovými látkami může mít různé funkce:

- funkce zušlechťovací a funkce dokončovací. Tuto funkci mají prostředky určené k povrchové ochraně dřeva v interiéru. Slouží tedy k ochraně povrchu dřeva proti mechanickým a chemickým vlivům, k jeho dekorativnímu zkrášlení podle představ majitele, aniž by však mělo ochrannou funkci na dřevo.
- ochrana proti povětrnosti Nátěr má chránit dřevo před vlivem vlhkosti, která je spojena s počasím, dříve před zšednutím způsobeným UV zářením a vodou. Nechrání ale proti houbám a hmyzu. Tyto látky mohou být použity jak na dřevo impregnované, tak neimpregnované.
- kombinovaná funkce, a to jak proti vlivům počasí, tak proti škůdcům dřeva. Jedná se o tzv. ochranná napouštěla na dřevo a ochranné lazury.

Složení jednotlivých prostředků určených k povrchovému ošetření dřeva se velmi liší. Prostředky sloužící proti povětrnosti a prostředky k zušlechtění neobsahují biocidy. Prostředky, které současně slouží jako prostředky na ochranu dřeva proti škůdcům, tedy ochranná napouštěla a ochranné lazury na dřevo, musí vždy obsahovat biocidy. Bohužel, v praxi nejsou prostředky proti povětrnosti a k zušlechtování dřeva dobře rozlišovány. Proto by si spotřebitel měl pečlivě přečíst návod na obalu. V případě, že lazura pro ochranu proti počasí má napsáno na obalu, že poskytuje spolehlivou ochranu proti modrání, musí obsahovat bioxid, jinak není poznámka o ochraně proti modrání pravdivá.

3.4. ochrana dřeva proti požáru

- chemická ochrana dřeva – retardéry hoření

Dřevo je materiál lehce až středně hořlavý. Retardéry hoření mají upravit jeho stupeň hořlavosti na těžce hořlavý.

Retardéry hoření jsou látky, které v přítomnosti kyslíku a při působení vnějšího sálavého nebo plamenného termického zdroje dokážou cíleně potlačit jeho vznícení nebo vzplanutí a hoření.

Názvy prostředků a výrobců:

CF – Hlubna Holubiva ch.v.d.

Plamor – Chemolak Smolenice a.s.

Pragokor Boronit – Pragochram Praha s.p.

Flamgard – Qualichem Mělník s.r.o.

4. Boj s dřevokazným hmyzem

Likvidace a sanace dřeva napadeného dřevokazným hmyzem v budovách je náročná a často složitá a v každém případě dlouhodobá. Dřevokazný hmyz působí na dřevě často skrytě a neodborník těžko hledá místa poškození. Ztěžuje se rozpoznávat, zda je hmyz ještě ve dřevě, nebo již dřevo dávno opustil.

Průzkum a dokumentace napadení jsou nesnadné a vyžadují odborné znalosti a praktické zkušenosti.

Všeobecné zásady postupu sanace a likvidace dřevokazného hmyzu ve dřevě:

- dřevo s požitky dřevokazného hmyzu se podrobně prohlédne a zdokumentuje rozsah a druh napadení;
- zjistí se aktivita dřevokazného hmyzu podle znaků již výše popsanych;
- jsou-li napadeny nosné stavební díly, zhodnotí se jejich zbývající nosnost. Pokud není dostatečná, díly se označí a jsou v posudku navrženy projektantovi k výměně;
- pokud je napadení malé, místně ohraničené a aktivní, provede se zásah likvidačním insekticidním prostředkem na ochranu dřeva;
- pokud je napadení rozsáhlé a aktivní, musí se do sanace zahrnout celá budova. Účelná sanační opatření by měla být vybrána podle technických a ekonomických možností a vzhledem k okolí. Dají se vyjmenovat a popsat následující sanační a sterilizační opatření:

4.1. POSTUP LIKVIDACE HMYZU HORKÝM VZDUCHEM

Dřevokazný hmyz se spolehlivě likviduje zahřátím dřeva v celém průřezu po dobu nejméně 1 hodiny na teplotu nejméně 55 °C. K dosažení této teploty je potřeba tepelný agregát, kterým se do prostoru fouká horký vzduch. Dřevo je špatný vodič tepla, proto je v závislosti na tloušťce dřeva obvykle zapotřebí působit zvýšenou teplotou několik hodin. U větších objektů je nutná kontrola teploty i uvnitř dřeva. Postup likvidace hmyzu pomocí horkého vzduchu je energeticky velice náročný, ale je velmi přijatelný a šetrný k životnímu prostředí. Není nutno měnit napadené díly dřeva, pokud neztratily svoji nosnou funkci. Není prokázáno, zda je po ošetření horkým vzduchem vyloučeno opětné napadení dřeva hmyzem. Pokud by se po skončení horkovzdušné likvidace prováděla: preventivní chemická ochrana, je nezbytné nejdříve odřezat (odsekat) hmyzem poškozený rozpadající se povrch dřeva. Horkovzdušným ošetřením dřeva se likvidují i dřevokazné houby. Vyžadují však vyšší teploty, hlavně k likvidaci výtrusů. Vlivem horkovzdušného ošetření dochází ve všech dřevěných částech objektu k rychlému vysoušení a tvorbě trhlin.

Aby se zabránilo možným škodám na nábytku, omítkách a jině, je nutné během zahřívání zabezpečit zvlhčování. Horkovzdušné ošetření dřeva provádí výhradně odborné specializované firmy.

4.2. LIKVIDACE HMYZU ZAPLYNOVÁNÍM

Nasazením jedovatých plynů lze spolehlivě likvidovat hmyz ve stavebních dílech. Používají se toxické plyny nebo páry prchající z toxických kapalin nebo tuhých látek. Pro sterilizaci dřeva je možné použít HCN (kyanovodík), CS₂ (sírouhlík), Cl₂ (chlor), SO₂ (oxid siřičitý), H₂S (sirovodík), CH₃Br (metylbromid) a jiné plyny a páry. Protože tyto plyny bývají často velmi jedovaté, je zapotřebí při jejich použití zvláštních znalostí a povolení. Zaplynování proto mohou provádět jen firmy se zvláštní licenci. U předmětů movité povahy (umělecké předměty ze dřeva) provádí plynování k tomu zvlášť vybavené laboratoře. Metoda likvidace dřevokazného hmyzu plynováním patří k metodám krátkodobé likvidační ochrany, a nedá se proto předpokládat její rozsáhlé využití v praxi.

4.3. OZAŘOVÁNÍ DŘEVA

Ozařování infikovaného dřeva přichází v úvahu hlavně u uměleckých předmětů ze dřeva a drobných kusů nábytku. Provádí se výhradně na speciálních pracovištích (např. Středočeské muzeum v Roztokách u Prahy). K ozařování dřevěných předmětů se užívá obvykle gama záření radioaktivních prvků ⁶⁰Co, ⁹⁰Sr a ¹³⁷Cs. Toto záření má škodlivý vliv na živý organismus, neboť narušuje strukturu DNK. Dřevokazný hmyz je vůči ionizačnímu záření méně odolný než dřevokazné houby. Letální dávka záření k usmrcení hmyzu nebo mycelia hub závisí na vitalitě organismu a na způsobu ozařování. Při vyšší teplotě se projevuje synergický účinek teploty a záření. K výhodám ozařování dřevěných předmětů ionizujícím zářením patří jeho vysoký průnik do celé tloušťky dřeva, šetrnost k jeho struktuře a následná netoxičita dřeva. Nevýhodou je vysoké riziko pro obsluhu a nutnost dodržovat zvlášť přísná bezpečnostní opatření. Protože ultrafialové (VV) záření neproniká do větší hloubky dřeva, mohou se jím sterilizovat pouze povrchy dřeva napadené plísněmi.

4.4. LIKVIDACE HMYZU CHEMICKÝMI PROSTŘEDKY

Pro likvidaci napadení dřeva hmyzem se používají ochranné prostředky s vyšším obsahem insekticidu, než mají prostředky používané při preventivní ochraně dřeva. Jedná se v první řadě o kontaktní insekticidy, které usmrtí hmyz při dotyku. Jistotu jakosti prostředku zaručuje typové označení (Ii), které je vydáno pro prostředky intenzivní (likvidační) ochrany proti hmyzu. Hmyz je v několika týdnech usmrcen a současně se docílí i dlouhodobý preventivní ochranný účinek. Aby se dosáhlo co nejhlubšího průniku chemického prostředku do dřeva, je nutno před jeho použitím výrazně

degradované dřevo odstranit, odsekat (odřezat) z povrchu nebo obrousit (obr. 6.4.). Při použití prostředků pomalu působících, méně toxických (většinou solí boru) je nutno počítat s usmrcováním hmyzu po dobu několika let. Protože se prostředek nedostane do všech částí dřevěného prvku, je boj s dřevokazným hmyzem vždy dlouhodobý. dodavatel opravy již na samém počátku, nejlépe po poradě s odborníkem ochrany dřeva. Dřevomorka "překonává" i suché oblasti a místa bez dřeva. Proto je nutno podrobit i širší okolí viditelného napadení dřevomorkou důkladnému průzkumu. Stav a rozsah napadení je dokumentován;

- zdivo prorostlé myceliem (rizomorfami) dřevomorky nebo koniofory musí být mechanicky důkladně očištěno, resp. opáleno plamenem, protože dřevomorka je zvláště citlivá na vyšší teplotu. Chemicky se zdi ošetří prostředky určenými pro likvidaci dřevomorky ve zdivu. Při opalování zdí se musí dbát zásad protipožární ochrany. Dřevo opalujeme tak, abychom vyloučili nebezpečí vzniku požáru. V místech použití plamene se musí zajistit střežení preventistou požární ochrany po dobu nejméně 8 hodin;

- hniloba a zbytky dřevokazných hub se trvale shromažďují a likvidují odvozem ze stavby na místa k tomu určená, mimo zástavbu - stavební opatření ochrany dřeva spočívají na projektantovi. Měl by již v projektu vytvářet ve stavbě takové budoucí fyzikální podmínky, aby se relativní vlhkost vzduchu v místnostech pohybovala mezi 40-70 %. Potom i vlhkost dřeva nepřekročí oněch 20 %, které jsou minimem pro napadení dřeva houbami; - chemická ochrana dřeva, případně i zdí, se provede podle návrhu odborníka prostředky doporučenými (nebo odpovídající náhradou), zásadně registrovanými s typovým označením, schválenými hlavním hygienikem pro používání ve stavebnictví. Pracovníci musí být prokazatelně před použitím prostředků ochrany dřeva poučeni o jejich správné aplikaci. Druh chemického prostředku, způsob aplikace a množství prostředku spotřebovaného na m² se zapisuje průběžně do stavebního deníku; - všechno nové nosné dřevo v třídě ohrožení 2-3 vnášené do stavby na místa, která již nebude možno kontrolovat, by mělo být tlakově nebo jinak dokonale proimpregnované. Jen tlakovou impregnací se může zajistit dostatečná hloubka průniku ochranného prostředku do dřeva a jeho optimální životnost. Dlouhodobým máčením se rovněž dosáhne pozitivních výsledků preventivní ochrany dřeva. Nátěry a postřiky nového dřeva jsou však jen povrchovou prevencí, která se nemůže rovnat s postupy výše uvedenými.

4.5.PŮSOBENÍM MIKROVLNNÉHO ZÁŘENÍ

Působením mikrovlnného záření můžeme dřevnou hmotu sterilizovat, vysušovat a ničit přítomné cizorodé organizmy. Viz kapitola 5.

5. Mikrovlnné záření

Společným jmenovatelem většiny problémů dřevěných konstrukcí je vlhkost. Právě vlhkost dává možnost působení biotických škůdců na dřevo s následnou degradací dřevní hmoty i celé konstrukce. Obecně platí, že zvyšování vlhkosti do meze nasycení vláken (cca 30%) zhoršuje mechanické vlastnosti dřeva, především pevnost v tlaku. Vlhkost nad 30% pak nemá na snížení mechanických vlastností podstatný vliv. Aby dřevěná konstrukce odolávala těmto negativním vlivům, je třeba používat jen řezivo zdravé a v maximální míře uzpůsobené dané funkci. To je požadavek teoretický, v praxi je situace zcela jiná. Právě proto je pohled odborné veřejnosti směřován k možnostem odstranění již vzniklých poruch na stávajících dřevěných konstrukcích. Prvotním úkolem bývá odstranění zvýšené vlhkosti dřevní hmoty v konstrukci tj. vysušování. Dále je to likvidace napadení dřevokaznými houbami a hmyzem.

5.1. PRINCIP MIKROVLNNÉ TECHNOLOGIE

Mikrovlnné záření je elektromagnetické záření o frekvencích 300 MHz až 30 GHz. Toto rozpětí frekvencí odpovídá vlnovým délkám od 1 cm do 1 m. Ve formě vln se mikrovlny šíří do prostoru od zdroje. Zdrojem může být vysokonapěťová elektronka tzv. magnetron. Do něj je přiváděn síťový proud přes transformátor, a mikrovlny jsou vyzařovány anténami tzv. vlnovody k vyústění zařízení. Provedení a tvary antén jsou závislé na způsobu užití.

V tomto prostoru se mikrovlny odrážejí od kovového pláště a vytvářejí tak místně i časově proměnné prostorové pole. Po vložení či přiložení materiálu se pole deformuje v závislosti na jeho vlastnostech a objemu. Jediným prokázaným účinkem na biologické materiály je účinek tepelný. Tento účinek mimo výkonu a frekvence mikrovln ovlivňuje složení materiálu, jeho fyzikální stav (obsah volné vody) a v zásadě i jeho struktura.

Materiály obsahující volnou vodu např. potraviny, dřevo i organismy jsou schopny absorbovat energii mikrovln s následným zvýšením teploty. Tento jev nazýváme polární rotací neboli frikci.

Frikce je pozorovatelná právě u materiálů s dielektricky aktivními složkami, v našem případě molekuly vody. Molekuly vody jsou elektricky neutrální, přičemž mají dipolární charakter. V elektrickém poli se proto orientují podle polarizace, pokud se polarizace střídá. A to je případ mikrovlnného záření. Při vysokých frekvencích záření, tj. vysoké rychlosti střídání polarizace a následně orientace molekul vody vzniká tepelná energie třením. To má za následek změnu skupenství, tj. vypařování volně vázané vody z materiálu.

Na rozdíl od jiných metod vysušování, které působí jen povrchově, působí mikrovlny hloubkově, v celém objemu materiálu, přímo na molekuly vody a na organismy vodu obsahující (sterilizace ohřevem).

5.2.ZAŘÍZENÍ PRO MIKROVLNNÝ OHŘEV

Zařízení, které se používá při mikrovlnném ohřevu dřeva je určeno pro sušení nekovových materiálů, likvidaci plísní, hub, mikroorganismů, hmyzu i jeho zárodků. Pro mikrovlnný ohřev se používá frekvence 2450 MHz, která odpovídá vlnové délce 12,2 cm. Skládá se z těchto součástí:

Napájecí zdroj s ovladačem mikrovlnného generátoru (volitelný rozsah výkonu 0 - 700W), Mikrovlnný výkonový generátor pracující na frekvenci 2,45 GHz,

Trychtýřový vlnovod (anténa) napojený přímo na generátor (obr. 1),

Indikátor úrovně intenzity mikrovlnného záření.

Technické údaje:

El.proud: 220 V, 50 Hz

Příkon: 1 kW

Mikrovlny: 2450 MHz

Max. VF mikrovlnný výkon: 700W Zařízení má možnost rozsáhlé regulace vyzařovacího výkonu mikrovln 0A - 700 W

Dalšími výrobci zařízení na mikrovlnné vysoušení jsou např.: Mazer, Mivysan, Woodmaster, atd.

5.3.VLIV MIKROVLNNÉHO OHŘEVU V PRŮŘEZU

Během mikrovlnného ohřevu dochází k rychlému vstřebávání mikrovln a současně k rychlému zvyšování teploty dřevní hmoty. Vliv na rozložení teploty v průřezu má anizotropie dřevní hmoty. Díky tomu, že mikrovlny teplotně ovlivňují molekuly vody, prostředí ve kterém se nachází (dřevní hmota) je zahříváno pouze vedením od zahřátých molekul vody měnících se v horkou vodní páru. Z toho plyne, že teplota vody je vyšší než teplota samotné dřevní hmoty. Obecně u dřeva teplota v průřezu dřevní hmoty narůstá od povrchu dřevní hmoty ke svému maximu, které se nachází jen několik milimetrů pod povrchem.

Stejně jako mikrovlny působí na vodu v dřevní hmotě, působí i na molekuly vody obsažené v organismech. Proto má mikrovlnný ohřev sterilizační účinek na dřevěné prvky napadené houbami, plísněmi a hmyzem. Velkým přínosem je pak schopnost mikrovlnného záření likvidovat i dřevomorku domácí (Serpula lacrymans) ohřevem nad 100°C.

Jednou z výhod je dosažitelnost mikrovln do nepřístupných míst a ohřev hmoty v celém průřezu. Dalšími výhodami jsou tzv. selektivní ohřev, tj. u vícetrožkových materiálů se ohřívá pouze složka absorbující mikrovlny (voda). Dále rychlost a menší energetická a finanční náročnost ve srovnání s klasickým horkovzdušným sušením.

Nevýhodou je možnost lokálního přehřátí v důsledku nehomogenity mikrovlnného pole i samotného materiálu. Důsledkem může být například i takováto zpráva: „Restaurovaný barokní oltář v kostele kladrubského kláštera na Tachovsku zachvátil v pátek 29. 8. 2003 večer požár. Příčina požáru není zatím jasná. Oheň vznikl při restaurátorských pracích. Dřevo se zřejmě přehřálo a vznítilo od mikrovlnného vysoušeče. Oheň našťěstí zachvátil jen část oltáře svatého Benedikta. Sochy, reliéfy i obrazy restaurátoři z oltáře odstranili již před začátkem oprav. Škodu odhadují památkáři na dva miliony korun.“ Dále může docházet k jakési koncentraci mikrovln v nejbližším okolí kovových prvků menších než 12,2 cm (ocelové spojovací prostředky, zapomenuté staré hřeby, skoby a svorníky). K těmto situacím dochází v průběhu neřízeného, velmi rychlého ohřevu a také při sterilizaci relativně suššího dřeva. Voda totiž od kovového předmětu, který se přehřívá až žhaví, odvádí teplo a přehřívá bezprostřední okolní hmotu. A konečně je třeba zmínit bezpečnost práce a pobytu v prostorách s vyššími hodnotami intenzity elektromagnetického pole. Přípustné hodnoty jednorázového ozáření pro pracovníky s mikrovlnným zařízením udává vyhláška MZ ČR č.408/1990 Sb, a to 800 W/cm^2 , při dodržení maximální hodnoty hustoty mikrovlnného pole 2650 W/cm^2 Při práci může citlivější člověk pociťovat únavu, bolesti hlavy, slzení očí, nesoustředěnost až apatii atp. Některé firmy zabývající se tímto způsobem sanace uvádějí odstupovou vzdálenost od antény 4 m jako dostačující. Dále uvádějí, že v pásmech za touto hranicí se hustota pohybuje v rozmezí 2-5 W/cm^2

5.4. POSTUP MIKROVLNNÉHO OHŘEVU

Pokud je nutné dřevěný prvek nejen vysušit, ale i sterilizovat na základě zjevného poškození dřevokaznými houbami a hmyzem, mělo by předcházet ošetření prvku biocidním přípravkem. V případě poškození houbami se následně provede odstranění spor houby na povrchu dřeva. Následuje mikrovlnný ohřev v předem stanoveném postupu. Nastavení optimální vzdálenosti vlnovodu od ošetřovaného prvku, výkonu a časové posloupnosti střídání ohřevu je otázkou experimentálních měření a zkušeností ze strany firem zabývajících se tímto způsobem sanace dřeva. Nutná doba i výkon nejsou pro jednotlivé materiály a organismy stanoveny. Obecně platí nepřímá úměra mezi výkonem a dobou, po kterou je prvek ozařován, tj. čím vyšší výkon, tím kratší časový úsek. Ozařování lze aplikovat např. v cyklech po 1 min. při maximálním výkonu nebo po více minutách se sníženým výkonem (např. 3 min. při 500W, nebo 8 min. při 300W) s časovými přestávkami odpovídající době ozařování (tj. 3 min. nebo 8 min.). V přestávkách je vhodné kontrolovat povrchovou teplotu prvku, případně vlhkost.

Po skončení série mikrovlnných ohřevů je důležité preventivní chemické ošetření dřeva a je-li to možné, provést účinnou konstrukční ochranu prvku nebo celé konstrukce.

Mikrovlnný ohřev jako nedestruktivní metoda vysušování konstrukčního dřeva a současně sterilizace je předmětem mnoha výzkumů po celém světě. Stejně jako je dřevo anizotropní materiál, mikrovlny vytvářejí prostorově i časově proměnné pole vln. Mikrovlny mají na dřevní hmotu vliv v závislosti na jejích fyzikálních vlastnostech, struktuře a druhu. Zásadní roli u dřeva se zvýšenou vlhkostí hraje obsah volné vody, účinek na suché dřevo (vlhkost pod 20%) je podmíněn druhem dřeva.

Z průběhů povrchových teplot lze usuzovat, že by v praxi mohlo být účinné přikládání vlnovodu k povrchu vždy s polovičním přesahem ozařovaných ploch. Tzn. po prvním ozáření by se vlnovod přiložil na protilehlou stranu s posunem o polovinu délky ozařované plochy tj. asi 250 mm.

Otázkou však zůstává vliv rychlého ohřevu na buněčnou stavbu dřevní hmoty, eventuelní rozvoj trhlin a riziko požáru při neřízeném ohřevu. Obecně lze tvrdit, že při použití maximálního výkonu 700W dochází k vyrovnání až navýšení teplot uprostřed ozařované oblasti do 20 min, u výkonu 600 W do 25 min a při 500 W do 30 min. Délka časových úseků závisí na počáteční vlhkosti dřeva, jeho hustotě a obsahu pryskyřic.

Dále je možno touto technologií provádět impregnaci dřeva různými chemickými látkami, např.

Bochemit. Kdy se na povrch nanese účinná látka a nechá se působit záření, tento postup opakujeme v krátkých intervalech. Po několika cyklech je možno pozorovat na druhé straně konstrukce pronikání látky přes konstrukci.

6. Závěr

Problematika ochrany je dřeva je velice rozsáhlá téma. Pojednává jak o ochraně dřeva správným umístěním v konstrukci, tak i o ochraně dřeva přídatnými opatřeními, které se v dnešní době uplatňuje v široké míře. Dřevo jako přírodní materiál musí být chráněn vůči negativním vlivům, které na něj působí. Včasné a přesné určené poruchy může napomocť konstrukci zachránit před její devastací a proto je důležitá občasná kontrola dřevěných části konstrukce.

Boj s napadením dřeva, či už hmyzem nebo houbami je často náročný jak časově tak i finančně. Moderní technologie (mikrovlnné záření) v současné době v podmínkách střední Evropy expanduje a její úplatnění v budoucnu je široké (vzhledem k příznivému působení nejenom na dřevo). Tato technologie umožňuje ošetřovat konstrukci přímo na místě bez demontáže konstrukce a je poměrně rychlá s velkým účinkem na cizorodé organizmy v konstrukci. Tato technologie je v současné době málo využívaná a její dobré vlastnosti ji předurčují k širšímu využití.

7. Použitá literatura:

1. Microwave glass Technology Copany [online]
URL: <http://www.microwaveglass.com>
2. Współczesna technika mikrofalowa w walce z wilgocią budowli - dr inż. Ryszard Parosa, inż. Edward Reszke (prezentowano na targach TARBUĐ 97')
3. ZEJDA, P.: Vlhkost stavebních hmot a její vliv na stavební konstrukce.
4. 5. odborná konference doktorského studia s mezinárodní účastí - Sborník 2003
5. Drevařská fakulta Technická univerzita Zvolen
URL: <http://alpha.tuzvo.sk/tuzvo/slovak/fakulty/df/menu/index.html>
6. KLEMENT, I. - TREBULA, P.: Komparácia mikrovlnného a teplovzdušného sušenka najvýznamnejších drevín Slovenska.
7. Prospekt firmy KOZAK, Liptovsky Mikulas, 2000.
8. REH, R.: Niektoré problémy pri sušení konstrukcnych dekorativnych bukovych dyh. In: Sucasne problemy a perspektivy susenia bukového dreva: Zbornik referatov z konferencie, Vysoka skola lesnicka a drevarska vo Zvolene, 138-0.
9. TREBULA, P.: Susenie a hydrotermicka uprava dreva. 2. URL: <http://www.silvarium.cz/ascii/drevo/01/03/clanek3.html>
10. Reinprecht, Ladislav: Ochrana dreva
11. Žák, Jaroslav: Ochrana dřeva ve stavbě
12. Reinprecht, Ladislav: Rekonštrukcia objektov z dreva

8. Seznam příloh:

- | | |
|-------------|--|
| Obr 1. | Fotografie Dřevomorka domácí – renesanční kaštieľ v Necpaloch |
| Obr. 2 | Fotografie Dřevomorka domácí – renesanční kaštieľ v Necpaloch |
| Obr. 3 | Trámovka plotní - Gloeophyllum sepiarium - Peklo - Trutnov ČR |
| Příloha č.4 | Technická zpráva Výzkumné a vývojového ústavu dřevařského – Praha |
| Příloha č.5 | Vliv zařízení MAZER SOM-01 na vysušování některých stavebních materiálů - Hornicko-hutnická akademie Stanislava Staszica v Krakově |

Obr 1. Fotografie Dřevomorka domácí – renesanční kaštieľ v Necpaloch



Obr. 2 Fotografie Dřevomorka domácí – renesanční kaštieľ v Necpaloch



Obr. 3 Trámovka plotní - *Gloeophyllum sepiarium* - Peklo - Trutnov ČR

