



INTERREG V-A
SLOVENSKÁ REPUBLIKA
ČESKÁ REPUBLIKA



EURÓPSKA ÚNIA
EURÓPSKY FOND
REGIONÁLNEHO ROZVOJA

SPOLOČNE BEZ HRANÍC

DŘEVĚNÉ MOSTY

Degradace dřeva – Abiotické a biotické vlivy

NÁZOV PROJEKTU:



**Podpora edukačných aktivít pre výchovu mladých odborníkov
v oblasti mostného staviteľstva v cezhraničnom regióne
(Kód projektu v ITMS2014+: 304011U647)**

**VŠB TECHNICKÁ
UNIVERZITA
OSTRAVA**

EDUMOS

Projekt je podporovaný z programu Interreg V-A Slovenská republika – Česká republika
a spolufinancovaný z Európskeho fondu regionálneho rozvoja

DŘEVOKAZNÍ ČINITELÉ

1. Abiotické

- atmosférické
- termické
- chemické

2. Biotické

- dřevokazný hmyz
- dřevokazné houby
- dřevozbarvující houby
- bakterie
- hlodavci a ptáci
- v přímořských oblastech i mořští měkkýši a kůrovci.

1. ABIOTICKÁ DEGRADACE

Atmosférická koroze

- Atmosférická koroze dřevěných materiálů je způsobena především širokou škálou povětrnostních vlivů.
- Atmosférickou korozi lze dělit na vyvolanou činiteli:
 - hmotného charakteru (voda, kyslík, agresivní plyny a emise, prach, písek, dehet,...)
 - energetických polí (sluneční záření, teplo, laminární a turbulentní proudění)
- Rozhodující vliv na stárnutí dřeva mají voda a sluneční záření. Kyslík, emise, prach a extrémní teploty efekt stárnutí ještě zvyšují.
- Stárnutím dřeva se vytváří lepší podmínky pro napadení dřeva biologickými škůdci a to především v důsledku depolymerizace ligninu a hemicelulózy.
- Postup cyklické atmosférické koroze dřeva je následující
 - fotodegradace ligninu a hemicelulózy vlivem slunečního záření
 - vyluhování fotooxidovaného ligninu a hemicelulózy
 - mechanické vytrhnutí uvolněných fibril celulózy z povrchu dřeva.

1. ABIOTICKÁ DEGRADACE

Atmosférická koróze



1. ABIOTICKÁ DEGRADACE

Atmosférická korozie

Sluneční záření

- Nejvýznamnější složkou slunečního záření z pohledu povětrnostního stárnutí dřeva je UV záření, které ve dřevě vyvolává fotochemické reakce. Molekuly dřeva absorbují světelné kvantum, které iniciuje fotodegradaci dřeva. Fotodegradace probíhá až do hloubky cca 3 mm od povrchu dřeva.
- Fotodegradaci podléhá především lignin, který velmi dobře absorbuje UV záření. V přítomnosti kyslíku se lignin účastní fotooxidačních reakcí, při nichž je odbouráván až na středně a nízkomolekulární polární produkty. Navenek se tyto reakce projevují barevnými změnami (žloutnutím až hnědnutím) a zdrsňením až popraskáním povrchu dřeva. Barevná změna dřeva je v první fázi spojena se vznikem chromoforních skupin (karbonylů, karboxylů, peroxidů a konjugovaných dvojných vazeb), které zvyšují absorpci dalších světelných kvant. Tím se fotodegradační proces stává intenzivnější.

1. ABIOTICKÁ DEGRADACE

Atmosférická koróze

Sluneční záření

- Při současném působení dešťové vody se polární nízkomolekulární degradační produkty ligninu ze dřeva vyplavují a na povrchu dřeva zůstává nerozpustná vrstva, zbarvená šedě. Vzniklá šedá vrstva se skládá z podílů odolnějších k extrakci, tj. celulózy. Tato vrstva je odolná i k další degradaci vlivem UV záření. Složení vnitřních vrstev dřeva je několik mm pod vnější šedou vrstvou podobné jako u nestárnutého dřeva.
- Pokud je dřevo vystaveno působení slunečního záření, zvyšuje se také teplota jeho povrchu, u světlého dřeva až na 40 °C a u tmavých dřev až na 80 °C. V důsledku malé tepelné vodivosti dřeva se tak urychluje vznik malých a velkých trhlin. U smrku, modřínu a borovice dochází k výronu pryskyřice. Zvýšená teplota také urychluje chemické degradační procesy v povrchových vrstvách dřeva.

1. ABIOTICKÁ DEGRADACE

Atmosférická koróze

Voda

- Kapalná voda (dešťová voda, rosa, tající sníh) nebo vodní pára (vzdušná vlhkost) rychle proniká povrchovou vrstvou nechráněného dřeva vlivem kapilárních sil až do buněčných stěn dřeva. To způsobuje změnu obsahu vlhkosti dřeva. Se změnou obsahu vázané vody (vody vázané v buněčné stěně dřeva pomocí fyzikálních vazeb – vodíkových můstků) dochází k rozměrovým změnám dřeva v důsledku oddalování a přibližování řetězců celulózy. Dřevo zvětšuje svůj objem při sorpci vody a naopak při desorpci se smršťuje. Vlivem rozdílného obsahu vlhkosti na povrchu a uvnitř dřeva vzniká ve dřevě napětí, v jehož důsledku se ve dřevě vytvářejí mikropraskliny až makropraskliny, dochází k deformacím dřeva a zdrsnění povrchu dřeva.
- Také led při svém vzniku způsobuje trhliny ve dřevě, které jsou důsledkem zvětšení původního objemu vody. Tyto trhliny se vytvářejí ve dřevě s vysokým obsahem volné vody. K mrazovému poškození dřeva dochází také v důsledku nerovnoměrného rozložení vody ve dřevě. Vázaná voda zůstává ve dřevě v kapalně formě i při teplotách pod bodem mrazu.

1. ABIOTICKÁ DEGRADACE

Atmosférická koróze

Voda

- Trhlinkami do dřeva pronikají spory hub a dřevokazný hmyz, což vede za vhodných podmínek k biodegradaci dřeva.
- Voda se podílí na hydrolýze hemicelulóz (v čisté vodě a při nízké teplotě je hydrolýza pomalá) a rozpouštění degradačních produktů dřeva. Intenzita hydrolýzy a rozpustnost degradačních produktů ve vodě roste s rostoucí teplotou.

1. ABIOTICKÁ DEGRADACE

Termická koróze

- Dřevo vystavené zvýšeným teplotám prochází procesem tepelné degradace a stupeň degradace je vysoce závislý na teplotě, době expozice, tlaku během procesu, vlhkosti.
- Během postupného zahřívání dřeva nad 100 °C dochází k uvolňování vody volné a prchavých extraktivních látek v buněčných stěnách. Dalším zahříváním nad 140 °C dochází k narušení vedlejších polymerních řetězců. Tímto narušením vzniká kyselina octová, kyselina mravenčí či metanol a rovněž při teplotách nad 140 °C začínají probíhat dehydratační reakce, při kterých se snižuje počet hydroxylových –OH skupin.

1. ABIOTICKÁ DEGRADACE

Termická koroze

- V teplotním rozmezí 170–240 °C se již rozkládají hemicelulózy a jsou tak nejméně odolnou složkou dřeva vůči působení vysokých teplot. Stupeň degradace hemicelulóz roste v závislosti na teplotě a času expozice dřeva ve vysoké teplotě.
- Celulóza je naproti hemicelulóze odolnější vůči vysokým teplotám. Do teploty 250 °C je termický rozklad celulózy jen velmi mírný. Intenzivní rozklad nastává až při teplotách v rozmezí 250–350 °C.
- Degradace ligninu vlivem působení vysokých teplot se uskutečňuje v teplotním intervalu 300–400 °C. Lignin je nejméně reaktivní složkou dřeva, nicméně při teplotách nad 200 °C jsou vazby uvnitř ligninu štěpeny, což má za následek vyšší koncentraci fenolových skupin.

1. ABIOTICKÁ DEGRADACE

Chemická koroze

- Chemická koroze dřeva je proces, který probíhá po kontaktu složek dřeva s agresivními chemickými látkami, především zásadami, kyselinami a oxydovadly a jejich následným přímým nebo katalytickým zapojením do degradačních chemických reakcí v stavebních složkách dřeva.
- Dřevo je chemické korozi vystavené někdy i záměrně (využívá se jeho poměrně dobrá odolnost proti různým chemikáliím v porovnání s jinými materiály), především v průmyslových objektech a v jejich blízkosti. V tomto prostředí působí na dřevo agresivní plyny, výpary, kondenzáty nebo i přímo tekutiny (rozlité i skladované). Chemická koroze menší intenzity nastává při kontaminaci dřeva exhaláty a kyselými dešti s obsahem oxidu siřičitého a oxidů dusíku.

1. ABIOTICKÁ DEGRADACE

Chemická koroze

- Příčinou chemické koroze dřeva mohou být i některé pomocné chemické látky aplikované do něj za účelem zvýšení odolnosti proti biotickým škůdcům (anorganické fungicidy), snížení jeho hořlavosti (anorganické retardéry hoření), tvrdidla lepidel a pod. Při chemických korozech dřeva v něm probíhají depolymerizační, dehydratační, oxydační i substituční chemické reakce, které vedou k jeho barevným změnám, mikroskopicky pozorovatelným změnám buněčných stěn a k makroskopickým defektům geometrie dřeva.
- Za nejvýraznější degradaci dřeva chemickou korozí se obvykle považuje snížení polymerizačního stupně polysacharidů a rozpad trojrozměrné ligninové sítě. Tyto změny nejvíce zhoršují jeho mechanické i fyzikální vlastnosti

2. BIOTICKÁ DEGRADACE

Dřevokazný hmyz

- Dřevokazný hmyz napadá poloopracované dřevo, stavební konstrukce, krovy, podlahy, nábytek a jiné dřevěné předměty. Poškozuje dřevo přímo i nepřímo.
- Přímo poškozují dřevo larvy i dospělý hmyz; vyhlodávají spleť chodeb skrytých pod povrchem dřeva s vletovými a výletovými otvory. Při větším napadení se chodbičky spojují, vytvářejí kaverny vyplněné odpadovou drtí, z nichž se sypou hromádky jemných pilin. Časem je dřevo znehodnoceno tak, že ztrácí pevnost a rozpadá se. Například nosné trámy a krovy se bortí při zvýšeném vnějším tlaku způsobené silným větrem a námrazou. Zvláště citelné škody působí hmyz na uměleckých předmětech, starožitnostech, dřevořezbách, rámech obrazů...
- Nepřímé škody vznikají tím, že hmyz zavléká do chodeb vyhlodaných larvami některé plísně a tím je rozšiřuje.

2. BIOTICKÁ DEGRADACE

Dřevokazný hmyz

Tesařík krovový

- Tesařík krovový, díky velikosti a žravosti svých larev, je nejnebezpečnější hmyzí škůdce opracovaného dřeva. Samičky jsou dlouhé až 25 mm. samečci jsou menší. Zbarvení tesaříka krovového je proměnlivé: je žlutohnědý, červenohnědý až černý, se dvěma nezřetelnými příčnými pruhy ve středu krovek. Tykadla má ve srovnání s jinými druhy tesařík poměrně krátká, dosahují sotva do poloviny krovek. Typická je dosti nápadná dvojice šedavých skvrny na krovkách.



2. BIOTICKÁ DEGRADACE

Dřevokazný hmyz

Tesařík krovový

- Larva se vyvíjí 3 až 10 let (někdy se uvádí neuvěřitelných 15 roků). Výletové otvory jsou oválné, až 1cm dlouhé. Dospělý tesařík žije nejvýše 1 měsíc. Ve sklepích nebyl pozorován, snad pro přílišnou vlhkost ovzduší. optimální teplota pro vývoj larev je 28 až 30°C.
- Tesařík napadá dřevo jehličnatých stromů – ploty, sloupy, trámy, krovy, podlahy. Samička klade 80 až 200 vajíček do spár. Vylíhlé larvy vyhlodávají chodby pod povrchem, později se zavrtávají hlouběji (vydávají charakteristický vrzavý zvuk), napadené dřevo se nakonec rozpadá až na drť.

2. BIOTICKÁ DEGRADACE

Dřevokazný hmyz

Červotoč proužkovaný

- Červotoč proužkovaný je 3 až 4 mm dlouhý, světlehnědý až tmavohnědý brouk, na krovkách má 10 řad rovných a zřetelně tečkovaných rýžek.



2. BIOTICKÁ DEGRADACE

Dřevokazný hmyz

Červotoč proužkováný

- Délka dospělé larvy dosahuje 4 mm a šířka její chodby v této době bývá kolem 2 až 2,5 mm. Vývoj trvá 1 až 3 roky a závisí na okolní teplotě, vlhkosti a výživnosti dřeva. Při relativní vlhkosti vzduchu pod 45% nedochází k líhnutí larev, protože nemohou prokousnout zasklou blánu vajíčka. Červotoč proužkováný je poměrně citlivý na teplotu, uvádí se, že již při 30°C dochází k tepelnému šoku (uvádí se i teplota něco přes 40°C). Při 34°C nedochází k embryonálnímu vývoji a vajíčka hynou. Hyne též při nízkých teplotách kolem -18°C. Optimem pro vývoj larev je teplota 14 až 16°C při vlhkosti dřeva 15 - 18% a relativní vlhkosti vzduchu 70 až 80%.
- Červotoč proužkováný napadá především jehličnaté dřevo, dosti vzácně i listnaté, opracované a proschlé, již déle používané. V jádrovém dřevě neprosperuje, vyvíjí se 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.

2. BIOTICKÁ DEGRADACE

Dřevokazný hmyz

Červotoč umrlčí

- Červotoč umrlčí je větší než červotoč proužkovaný, dosahuje délky 4 až 5 mm. Celé tělo je černohnědé, až černé, jen na štítu u obou zadních rohů jsou zlatožluté skvrnky.



2. BIOTICKÁ DEGRADACE

Dřevokazný hmyz

Červotoč umrlčí

- Chodba dospělé larvy, dlouhé až 9 mm, 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 v zimě dočasné snížení teploty pod bod mrazu (Podle mých dosavadních pozorování se zdá, že umí úspěšně přežít i bez 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, jehličnaté i listnaté. Ve zděných obytných domech se usidluje na střešních trámech, v podlahových prknech, v záklopech stropů a půdních příčkách. Napadá obvod trámů v místech uložení do venkovních stěn a též jejich vlhkosti pravidelně vystavené části, například tam, kde zatéká. V dřevěných obytných domech poškozují konstrukční prvky krovů, trámy v rozích krajních místností (zejména s vlhkým provozem např. kuchyně), krátkata a střešní trámy, hrubé podlahy.

2. BIOTICKÁ DEGRADACE

Dřevokazné houby

- Dřevokaznými houbami nazýváme houby, které způsobují hnilobu a rozklad dřeva. Svou aktivitu rozvíjejí jen ve vhodných klimatických podmínkách. V interiérech budov by se za ideálních podmínek neměly vyskytovat. Dřevokazné houby vyžadují minimální vlhkost dřeva na hranici 20% a více, což odpovídá prostředí s teplotou 20°C a relativní vlhkostí vzduchu až 90%. U starších budov se mohou vyskytovat místa kde zatéká srážková voda nebo vzlíná kapilární voda přes základy. Tyto problémy se vyskytují i u neodborně postavených nových budovách s tepelnými mosty a jinými nedostatky vedoucími k tvorbě zkondenzované vlhkosti.

2. BIOTICKÁ DEGRADACE

Dřevokazné houby

Dřevomorka domácí

- Dřevomorka domácí patří mezi nejnebezpečnější škůdce na zabudovaném suchém dřevě, bojovat proti ní je velice náročné. Daří se jí hlavně ve sklepích, přízemí, pod podlahou, na záklopech a stropních trámech, ale i na krovech. Na všech místech stavby, kde dlouhodobě zatéká a jsou zde i další vhodné podmínky pro její rozvoj (malý nebo žádný pohyb vzduchu, přítmí, teplota nepřesahující 30 °C). Působí škody především na starém zabudovaném dřevě jehličnanů.



2. BIOTICKÁ DEGRADACE

Dřevokazné houby

Dřevomorka domácí

- Optimální teplota pro vývoj je 18 – 22 °C, maximálně 25 °C. Podhoubí se nejlépe vyvíjí při vlhkosti v rozmezí 30-40 % (ve vzduchosuchém dřevě). Při vlhkostech pod 20 % se vývoj podhoubí výrazně zpomaluje a při dalším poklesu zcela ustává. Pokud je rozklad dřeva v pokročilém stádiu, k poklesu vlhkosti vůbec nedochází, protože podhoubí dřevomorky může samo vytvářet vodu při rozkladu celulózy. Mimo podhoubí vytváří dřevomorka i velmi bohaté povrchové podhoubí, dobře viditelné na povrchu dřeva. Vyskytuje se v podobě nafoukaných vatovitých polštářů na napadlém dřevě a často i na stěnách. Vyskytují se také charakteristické provazce podhoubí, které pravděpodobně ulehčují proudění vody a prorůstání houby na nová místa.



2. BIOTICKÁ DEGRADACE

Dřevokazné houby

Koniofora sklepní

- Koniofora je saprofytická houba hnědého tlení a vyskytuje se na celém našem území. Je to druhá nejnebezpečnější houba u nás hned po dřevomorce domácí (Serpula lacrymans). Lze ji najít v létě i na podzim v lesích i ve stavbách. Rozkládá dřevo jehličnanů i listnáčů, napadá zdravé vlhké dřevo. Infekce se šíří většinou z povrchu dovnitř dřevní hmoty. Po celulóze začne rozkládat lignin.



2. BIOTICKÁ DEGRADACE

Dřevokazné houby

Koniofora sklepní

- Optimální podmínky pro růst: vlhkost 34 až 46 %, teplota 23 °C a pH substrátu 5,7 až 6,3. Krajiní hodnoty pro život houby: vlhkost 22 až 130 %, teplota 3 až 35 °C a pH substrátu 2,5 až 9. Podhoubí koniofory sklepní je význačné hyfami, jež mají v přeslenu četné přezky. Tyto hyfy se nejvíce vyskytují v růstové zóně houby. Plodnice jsou vždy zcela rozlité a vytvářejí ploché, tenké kornaté povlaky průměru 10 až 50 cm, tlusté 0,3 až 0,8 mm, nepravidelně okrouhlého tvaru, žlutavě a okrově zabarvené. Ve stáří zrají výtrusy a povrch plodnice se zbarví olivově až kávově hnědě. Okraje plodnic jsou bílé, lehce pavučinovité.

2. BIOTICKÁ DEGRADACE

Dřevokazné houby

Trámovka plotní

- Trámovka plotní je saprofytická houba rozšířená po celé Evropě. U nás se nachází na mrtvém dřevě borovic, smrků a jedlí, listnáče z pravidla nenapadá. Díky své skromnosti se dokáže houba udržet i na plotních plaňkách vystavených slunečnímu záření. Vyznačuje se nedostatkem vnějšího podhoubí. Plodnice zpravidla rostou z trhlin dřeva na straně odvrácené od světla.



2. BIOTICKÁ DEGRADACE

Dřevokazné houby

Trámovka plotní

- Optimální podmínky pro růst trámovky plotní: vlhkost 40%, teplota 36°C a pH substrátu 3,8 – 6. Minimální podmínky růstu jsou, vlhkost 20%, teplota 5°C, pH substrátu 2,8 a maximální vlhkost 60 – 130%, teplota 44°C, pH substrátu 7,6. Při odstranění vlhkosti dřeva houba přestane růst, její mycelium se vysuší, ale nastanou-li pro ni během tří let optimální podmínky, opět se rozrůstá. U nás se nachází na mrtvém dřevě borovic, smrků a jedlí.
- Mycelium houby je oranžové a nevystupuje na povrch, denní světlo omezuje jeho růst. Plodnice trámovky plotní dorůstají velikosti 2-6 x 3-20 cm. V mládí mají kloboučky žlutorezavou barvu, ve stáří kaštanovou s jasným světložlutým až žlutorezavým okrajem. Jsou tuhé, na povrchu drsné, hrubě chlupaté, hrbolaté a mírně páskované, přirostlé na vodorovném dřevě jako konzoly.

2. BIOTICKÁ DEGRADACE

Dřevozbarvující houby

- Dřevozbarvující houby nezpůsobují hnilobu, ani pevnostní změny dřeva, ale zbarvují dřevo, čímž mohou způsobit estetické škody.
- Dřevozbarvující houby potřebují pro svůj rozvoj vysokou vlhkost dřeva (25 až 40%) a teplotu kolem 20 °C. Výskyt zbarvujících hub může připravit podmínky pro rozvoj dřevokazných hub. Zvláštní skupinou mikroskopických dřevokazných hub jsou plísňe, které způsobují především defekty povrchové úpravy dřevěných konstrukcí a projevují se žlutými, zelenými, černými nebo červenými skvrnami a nepříjemným zápachem. Plísňe mohou kromě poškozování dřeva způsobit i alergická onemocnění lidí.

