






Katedra materiálového inženýrství
a chemie
Stavební fakulta ČVUT v Praze

Degradace stavebních materiálů

Biodegradace

Doc. Ing. Alena Vimmrová, PhD.






Katedra materiálového inženýrství
a chemie
Stavební fakulta ČVUT v Praze

Biodegradace

Definice:



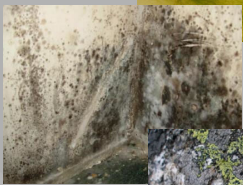



- změna vlastností materiálů podmíněná činností **živých** organismů
- biologické procesy způsobující narušení, znehodnocení nebo úplný rozklad materiálů a předmětů z nich vyrobených
- ve stavebním díle nežádoucí, pro přírodu však v zásadě potřebná

Katedra materiálového inženýrství
a chemie
Stavební fakulta ČVUT v Praze

Biodeteriogeny

- bakterie
- řasy
- houby (plísňě)
- lišejníky
- vyšší rostliny
- vyšší živočichové

Katedra materiálového inženýrství
a chemie
Stavební fakulta ČVUT v Praze

Biodegradace

- způsobena živými organismy, ale důsledky se projevují jako fyzikální degradace nebo chemická koroze
- v praxi lze obvykle pouze obtížně odlišit účinky biodegradace na materiály od jiných degradačních dějů
- napadány mohou být jak organické, tak i anorganické stavební materiály

Katedra materiálového inženýrství
a chemie
Stavební fakulta ČVUT v Praze

Místa největší aktivity biodeteriogenů

P – plísně, B – bakterie, A – řasy, L – lišejníky
H – dřevokazné houby, DH – dřevokazný hmyz

Katedra materiálového inženýrství
a chemie
Stavební fakulta ČVUT v Praze

Mikroorganismy

- bakterie, plísně, řasy

Mikroorganismy ovlivňují	Mikroorganismy způsobují
korozí pískovců, vápenců, mramoru, cementového kamene, opuky a cihel	ztrátu pevnosti dřevěných konstrukcí
deskovou korozí omítek	ztrátu elasticity asfaltových krytin a hydroizolačních fólií
tvorbu krusty a práškové zóny na stavebním kameni	ztrátu průhlednosti historických skel
rozpad malty ve spárách zdiva	plesnivění malířských hlinek
zvyšování vlhkosti zdiva	estetické závady

Katedra materiálového inženýrství
a chemie
Stavební fakulta ČVUT v Praze


Podmínky biodegradace mikroorganismy

Vlhkost

- vlhkost substrátu se vyjadřuje **součinitelem hygroskopické rovnováhy a_w**
- a_w = poměr tlaku vodní páry v hygroskopickém materiálu ke tlaku vodní páry v čisté vodě
- kromě a_w růst závisí i na vlhkosti vzduchu
- mikroorganismy: $a_w = 0,60 - 0,99$
 - bakterie: $a_w = 0,93 - 0,99$
 - plísně: $a_w = 0,8 - 0,9$

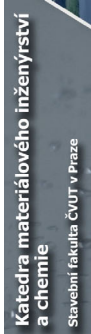
Katedra materiálového inženýrství
a chemie
Stavební fakulta ČVUT v Praze


Zdroje vlhkosti v budovách



Produkce vodních par v objektu


druh činnosti	množství	Produkce par
osoby - $\approx 40 \text{ g / os / h} - \Sigma 72 \text{ hod / den}$	2 800 g / den	vývin do obyt. prostoru
rostliny - $10 \text{ g / ks / hod} - 5 \text{ ks} = 50 \text{ g/h} \times 24$	1 200 g / den	do obyt. prostoru
mytí podlah - nárazově	200 g / den	do obyt. prostoru
kuchyně $500 \text{ g / h (průměrně)} \times 2,0 \text{ h / den}$	1 000 g / den	do obyt. prostoru
sušení prádla - $200 \text{ g / h} / 5 \text{ kg} \times 4 \text{ h / den}$	800 g / den	lokálně odtah
koupelna - $1200 \text{ g / h} \times 2,5 \text{ h / den}$	1 500 g / den	lokálně odtah
Celková produkce = ΣM_c		7 500 g / den
Z toho produkce do obytného prostoru: $\Sigma Z_{OBYT} = 5 200 \text{ g / den}$ (přímo ovlivňuje relativní vlhkost obytného prostoru).		







Podmínky biodegradace mikroorganismy Teplota

- mikroorganismy jsou zcela závislé na teplotě okolí (minimální, optimální, maximální růstová teplota)
 - **psychrofilní** (max. $< 20 \text{ }^\circ\text{C}$, opt. $6 - 10 \text{ }^\circ\text{C}$, min $< 0 \text{ }^\circ\text{C}$)
 - **mezofilní** (max. $< 45 \text{ }^\circ\text{C}$, opt. $26 - 40 \text{ }^\circ\text{C}$, min $< 5 - 10 \text{ }^\circ\text{C}$)
 - **termofilní** (opt. $40 - 55 \text{ }^\circ\text{C}$, min $< 20 \text{ }^\circ\text{C}$)
 - **extrémně termofilní** (max. $< 250 \text{ }^\circ\text{C}$, opt. $80 - 110 \text{ }^\circ\text{C}$)









Podmínky biodegradace mikroorganismy pH


- optimální pH pro růst mikroorganismů je **4 – 10**
- vysoké pH růst zastavuje
- výjimky:
 - sirmé bakterie (pH 0 - 1)
 - bakterie rostoucí v čerstvém betonu (pH > 12)
- mikroorganismy jsou schopny pH substrátu výrazně měnit





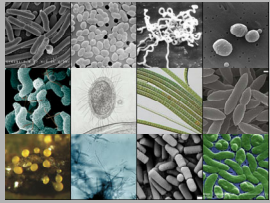
Podmínky biodegradace mikroorganismy EMG záření, O₂, CO₂

- **sluneční záření**
 - pro většinu mikroorganismů destruktivní (zejména UV složka)
- **O₂**
 - většina organismů na stavebních materiálech je aerobní
 - změny v koncentraci O₂ příliš nehrají roli
- **CO₂**
 - organismy většinou odolné i vysokým koncentracím



Katedra materiálového inženýrství
a chemie
Stavební fakulta ČVUT v Praze

Degradace mikroorganismy Bakterie



- z chemického hlediska nejnebezpečnější
- k růstu potřebují zdroj živin a energie
 - uhlík, dusík, minerální prvky,
- životní podmínky velmi široké
 - optimální teploty 5 – 35 °C
 - maximální růst při vlhkosti nad 10 %
 - přímé sluneční světlo většinou potlačuje růst

Katedra materiálového inženýrství
a chemie
Stavební fakulta ČVUT v Praze

Dělení bakterií

Podle zdroje energie a uhlíku

- **autotrofní** – C výhradně z CO₂
- **heterotrofní** - C z organických látek (soli org. kyselin, sacharidy, tuky, bílkoviny ..)
- **chemotrofní** – oxidace anorg. i org. látek
- **fototrofní** – ze sluneč. záření

Podle potřeby O₂

- **striktně aerobní**
- **striktně anaerobní**
- **fakultativně anaerobní**



Katedra materiálového inženýrství
a chemie
Stavební fakulta ČVUT v Praze

Působení bakterií

- Spodní část stavby – převážně redukční, anaerobní bakterie

↓

- Redukované sloučeniny síry a dusíku jsou transportovány vodou vzhůru

↓

- Oxidace aerobními bakteriemi → vzniklé soli působí korozně + jsou využívány vyššími rostlinami



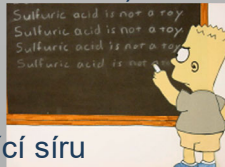

Katedra materiálového inženýrství
a chemie
Stavební fakulta ČVUT v Praze

Sírné bakterie (thiobacilly)

- na anorganických substrátech - všude, kde je zdroj síry (prach, ptáčí trus, půda spodní voda)
 - optimální pH 7
 - teplota 25 – 30 °C
- postupně oxidují sloučeniny obsahující síru v nižším oxidačním stupni až na **sírany**, případně **kyselinu sírovou** (až 5 %)

Korozní aktivita:

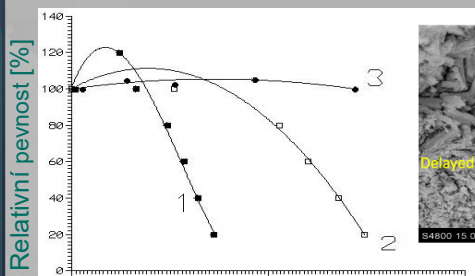
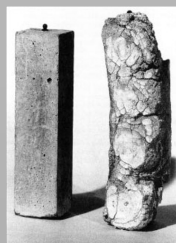
- stavební a dekorační kámen
- fasády hist. objektů
- beton (síranová koroze)
- koroze kovů

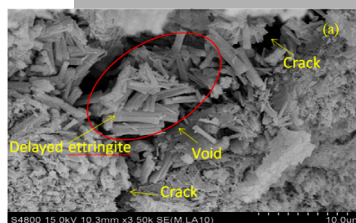


Síranová koroze

- závisí na obsahu C_3A → dodatečný vznik **ettringitu**



Doba expozice v síranovém roztoku [dny]

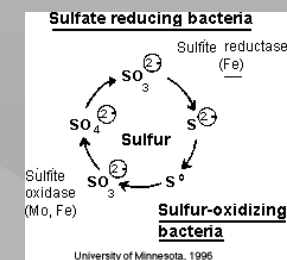


Desulfurikační bakterie

- redukují sloučeniny obsahující síru ve vyšším oxidačním stupni až na sulfan a získaný kyslík využívají pro svůj růst
- v půdě, spodní vodě
 - pH 3 - 9 (optim. 7), t = 30 – 37 °C

Korozní aktivita:

- přísun sírných sloučenin síranovým bakteriím



Nitrifikační bakterie

- oxidují amoniak nebo amonné soli až na dusičnany (případně na HNO_3)
 - pH 8 - 9, t = 25 - 30 °C

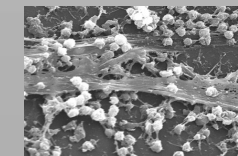
Korozní aktivita:

- reakce s vápennými složkami stav. materiálů → zvýšená porosita, ztráta soudržnosti
- rozpad asbestocementové krytiny v zem. objektech (kravíny)



Silikátové bakterie

- bakterie (odlišných rodů), schopné uvolňovat draslík z těžko rozpustných draselných alumosilikátů, hornin a minerálů
 - produkují organické kyseliny (citronovou, jantarovou, jablečnou..)



Korozní aktivita:

- vylučování org. kyselin
 - vyluhování pojiva, ztráta soudržnosti
- vylučování **EPS** (= extracelulární polymerní substance)

Katedra materiálového inženýrství
a chemie
Stavební fakulta ČVUT v Praze

ESP

= extracelulární polymerní substance

- biofilm na povrchu materiálu, zvýšení porozity a permeability a tím i vlhkosti → porušení mrazem



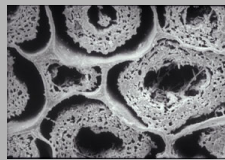


Katedra materiálového inženýrství
a chemie
Stavební fakulta ČVUT v Praze

Bakterie na dřevě

- menší vliv ve srovnání s houbami a hmyzem

Korozní aktivita:

- napadají hemicelulózu a celulózu
- změna zbarvení, vyšší porozita → pokles pevnosti
- přispívají ke korozi dřeva napadeného houbou

Katedra materiálového inženýrství
a chemie
Stavební fakulta ČVUT v Praze

Mikroorganismy na kameni



1880 1993

Socha anděla z katedrály v Kolíně nad Rýnem

Katedra materiálového inženýrství
a chemie
Stavební fakulta ČVUT v Praze

Mikroorganismy na kovech

- měď - bakterie *Desulfovibrio vulgaris*



FIGURE 2 Top: Copper coupons exposed to *D. vulgaris* for seven days after cleaning with 20% H_2SO_4 . Bottom: Abiotic control coupons.



19100 20KV

Figure 1 - Biofilm formed by sulfate-reducing surface of mild steel, visualized using SEM.



71000 15KV 500U

Figure 3 - SEM micrograph of mild steel surface, showing localized attack, following exposure to mixed population of *Pseudomonas* spp and sulfate-reducing bacteria.

- uhlíkatá ocel - desulfurikační bakterie, ESP

Katedra materiálového inženýrství
a chemie
Stavební fakulta ČVUT v Praze

Mikroorganismy na polymerech




Projevy:

- estetické změny - barevné skvrny, zešednutí povrchu
- degradace aditiv (plastifikátory, retardanty, antioxidanty) → zkrěnutí plastu
- enzymatický rozklad polymerů → ztráta pevnosti
- vůči ataku mikroorganismů jsou obecně odolnější:
 - PE, PP, PS, PVC, polyamidy, polyestery, PUR

Katedra materiálového inženýrství
a chemie
Stavební fakulta ČVUT v Praze

Ochrana betonu vůči mikrobiální biodegradaci

- zamezení přístupu vody do konstrukce
- použití vhodného pojiva (s pucolány či struskou) či pucolánové příměsi
- omezení organických přísad
- zvýšení nepropustnosti betonu ($w/c < 0,5$)
- vhodný povrch betonu
- biocidní přísady (spíše pro sanaci)
- „fotokatalytický beton“ – použití cementu s TiO_2



2022
Kostel Dio Padre Misericordioso
Řím

Katedra materiálového inženýrství
a chemie
Stavební fakulta ČVUT v Praze

Bioremediace

- využití mikroorganismů (bakterií, hub) ke zneškodnění nebo imobilizaci polutantů**

Princip

- aerobní mikroorganismy rozkládají za účasti kyslíku organické polutanty na oxid uhličitý, vodu a biomasu
- anaerobní mikroorganismy přeměňují některé sloučeniny na méně škodlivé látky



Využití

- odstraňování ropných a fenolických látek
- (některých) pesticidů
- halogenovaných uhlovodíků...
 - kompostování, biopiling, bioventing...


Katedra materiálového inženýrství
a chemie
Stavební fakulta ČVUT v Praze

Plísně (mikromycety)

- potřebují k životu vlhký substrát bohatý na organický C (odumřelé buňky řas a bakterií)
 - $\phi_i > 90\%$, $t = 15 - 30\text{ }^\circ\text{C}$

Korozní aktivita na kameni:

- zpráškování dekorativního kamene
 - rozpouštění, rekrystalizace a redepozice kalcitu
- komplexolýza
 - produkty metabolismu uvolňují z minerálů prvky za vzniku vodorozpustných sloučenin





Plísně na kameni



Kolonie plísní na mramorové soše
Side, Turecko



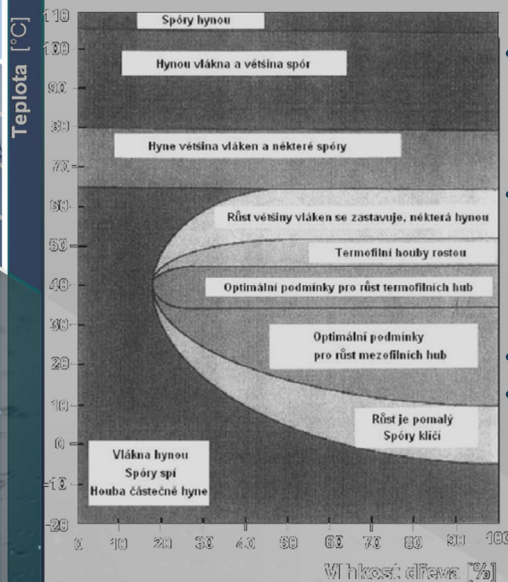
Plísně na dřevě

Korozní aktivita:

- vytváří plísněvé povlaky
- nerozkládají složky dřeva, štěpí pouze jednodušší polymery, nezpůsobují zásadní ztrátu pevnosti
- vytvářejí organické kyseliny, které způsobují měkkou hnilobu
- nevratné zbarvení dřeva



Dřevokazné houby



- vlhkost dřeva:
30 - 40 %
(dřevomorka 18 %)
- zastavení růstu –
obsah vzduchu
ve dřevě max. 5 - 20
%
- dřevozabarvující
- dřevokazné
 - celulózoavní
 - ligninovní



Dřevozabarvující houby

- rozkládají průvodní látky, nikoliv však složky buněčných stěn
- mohou zvýšit sklon dřeva k napadení dřevokaznými houbami
- někdy způsobují měkkou hnilobu





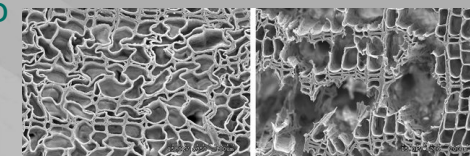
Ligninovorní houby

- depolymerizace ligninu
- václavka obecná, pevník chlupatý, choroše
- **bílá (voštinová) hniloba**
- pomalejší rozklad než celulózovorní houby



Celulózovorní houby

- depolymerizace celulózy a hemicelulózy
 - dřevomorka domácí
 - koniofora sklepní
 - trámovka plotní
- **hnědá (červená) hniloba**
 - postupné hnědnutí, ztráta hmotnosti, pevnosti, rozpad na prášek
- prorůstají i zdivo
- velmi obtížná likvidace



Dřevomorka domácí

- *Merulius Lacrymans*



Příčiny výskytu dřevokazných hub v budovách

- **zvýšená vlhkost objektu**
 - nedostatečná péče a údržba
- **nesprávná konstrukční řešení**
 - zatékání (střechou)
- **nedostatečná ochrana dřeva biocidy**
- **parotěsné uzavření dřev. podlah PVC**
- **zatékání vody při mytí PVC podlah**
- **použití nevhodného či příliš vlhkého dřeva**





Řasy



- potřebují světlo, min. látky a vlhkost
- nejvíce v místech , kde se hromadí voda

Korozní aktivita:

- agresivní vůči stavebnímu kameni svými metabolity (org. kyseliny, barviva)
- napadání uhličitanových složek a jejich rozpouštění
- estetické škody na fasádách - skvrny
- větrání kamene zadržováním vody
- mechanické narušování expanzí v trhlinkách
- povlaky na skle, živichých šindelích, plechové krytině



Katedra materiálového inženýrství
a chemie
Stavební fakulta ČVUT v Praze




Řasy





Katedra materiálového inženýrství
a chemie
Stavební fakulta ČVUT v Praze




Řasy

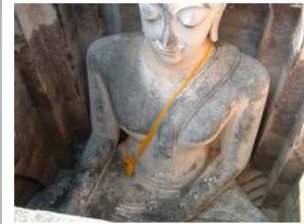
- socha Budhy (Sukhotai, Thajsko)




2000.12




2001.3



2004.12



2006.7



Katedra materiálového inženýrství
a chemie
Stavební fakulta ČVUT v Praze



Využití řas

Fotobioreaktory

- fotosyntéza řas
- čištění odpadních vod
- výroba biomasy







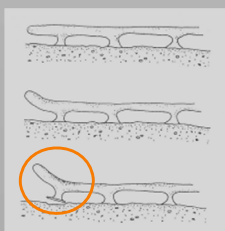
Katedra materiálového inženýrství
a chemie
Stavební fakulta ČVUT v Praze





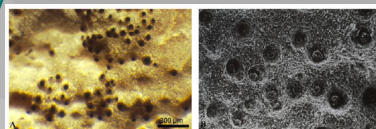
Lišejníky

- symbiotická forma řasy a houby
- pomalý vývoj
- velmi odolné extrémním teplotám (-268 – 100 °C)



Korozní aktivita:

- mechanické odtržení podkladu
- vylučují organické kyseliny



Lišejníky



Mechy

- v místech s nahromaděným malým množstvím humusu
- stinná místa
- dobře se uchyťávají na porézním materiálu (vápenné omítky a malty)



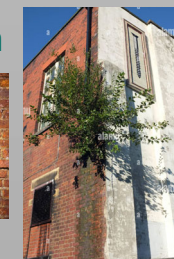
Korozní aktivita:

- mechanické poškození podkladu
- transport vody rhizoidy
- produkce organických kyselin



Vyšší rostliny

- na málo udržovaných objektech
- kořeny vnikají do štěrbin a prasklin
- tlak až 30 MPa



Korozní aktivita:

- statické poškození stavby
- kořenové výměšky (huminové kyseliny)
 - změkčování hornin, transport kationtů z degradovaného materiálu do cévních svazků



Vyšší rostliny

Katedra materiálového inženýrství
a chemie
Stavební fakulta ČVUT v Praze



Popínavé rostliny

Katedra materiálového inženýrství
a chemie
Stavební fakulta ČVUT v Praze

- ochrana x porušení fasády ?



Hmyz

Katedra materiálového inženýrství
a chemie
Stavební fakulta ČVUT v Praze

- u anorganických materiálů se na degradaci nijak podstatně nepodílí
- zhoršení vzhledu stavby např. pavučinami
- cedivečka západní (*Dictyna Civica*)



Dřevokazný hmyz

Katedra materiálového inženýrství
a chemie
Stavební fakulta ČVUT v Praze

- červotoči, tesařici, piložítka....
- vhodná teplota, vlhkost dřeva a přístup vzduchu
 - vlhkost min. 10-12 %, optim. 25-30, max. 60-80 %
- podle chodbiček lze poznat druh hmyzu
- dřevo mezi chodbičkami zůstává zdravé





Tesařici

- **T. krovový** (*Hylotropes bajulus*), t. fialový (*Callidium violaceum*)
- délka 7 – 21 mm
- larva (2- 30 mm) prodlouží (při optimálních podmínkách) chodbičku za 1 h o svou délku.
- larvy vyžírají dřevo a chodbičky za sebou zaplňují drtinami s výkaly
- většinou rozežirají povrchové vrstvy dřeva (bělové dřevo)
- při intenzivnějším napadení se zavrtávají hlouběji a rozrušují i dřevo jádrové



Ø 5- 10 mm



Červotoči

- Červotoč umrlčí (*Anobium pertinax*), červotoč proužkovavý (*Anobium punctatum*)
- délka 3 - 5 mm
- „tikání“
- delší vývojový cyklus než tesařík (až 3 roky)
- výletové otvory kruhové
- č. umrlčí neškodí v čerstvém dřevě

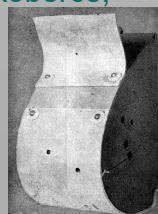
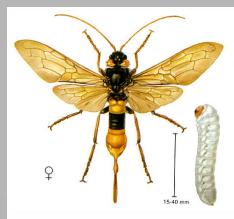


Ø 1,5 - 5 mm



Pilořitky

- **P. velká** (*Urocerus gigas*)
- délka 1- 4 cm (♀)
- vajíčka do čerstvého (neoprac. dřeva), vývoj larev až 3 roky
- při výletu mohou poškodit i další vrstvy (koberce, tapety..)
- kruhové výletové otvory
- napadení se ve stavbě neopakuje

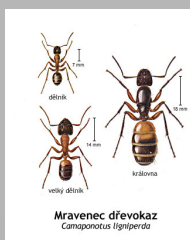


Ø 5 - 7 mm



Mravenci

- **mravenec dřevokaz** (*Camponotus ligniperdus*)
- budují ve dřevě hnízda, méně se jím živí
- napadají většinou stavby v blízkosti lesa
- často se usazují ve dřevě, které již dříve napadl tesařík či červotoč



Termiti



- *Isoptera*
- světlé zbarvení, světlolachost
- tropy a subtropy (v Evropě v jižních zemích)
- rozkládají i celulózu (symbiotické bakterie nebo bičíkovci žijící ve střevě + termitofilní houby)
- ničí i necelulózní materiály (plasty, měkké kovy, stavební tmely i méně kvalitní beton)
- působí obrovské škody (v teplých oblastech USA za jeden rok škody cca 1 mld. USD)
- 1 kolonie = 0,5 mil jedinců → 5 tun dřeva/rok

Termiti

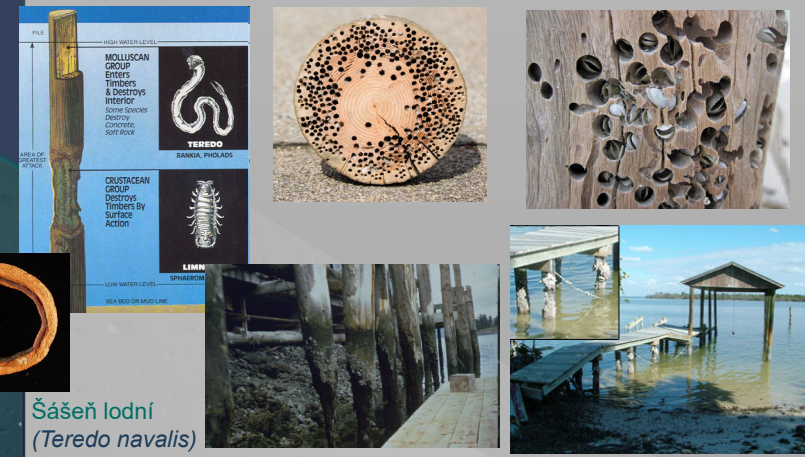


Třída ohrožení dle EN 335	Charakteristické vlivy a podmínky	Prostředí a příklady použití	Biotičtí škůdci dřeva ³⁾
0	vlhkost dřeva vždy nižší než 10 %	klimatizované interiéry s relativní vlhkostí max. 60 % (obytné místnosti)	žádné
1	vlhkost dřeva 10 % + 20 %	neklimatizované suché interiéry (půdní prostory, krovy)	I
2	vlhkost dřeva někdy může přesáhnout 20 %	neklimatizované interiéry s relativní vlhkostí vzduchu i více než 80 % (sklepy, prádelny)	F _B , I, P, B
3	vlhkost dřeva často větší než 20 % + působení povětrnosti	exteriéry, ale bez kontaktu se zemí (venkovní obklady a konstrukce)	F _B , I, P, B
4	vlhkost dřeva stále vyšší než 20 % + působení povětrnosti a kontakt se zemí	dřevo zabudované do země a/nebo vody (i částečně) (sloupy, pražce, chlad. věže)	F _A , F _B , I, P, B
5	vlhkost dřeva stále vyšší než 20 % + působení mořské vody	dřevo zabudované do mořské vody (i částečně) (lodě, zařízení přístavů)	mořští škůdci F _A , F _B

I dřevokazný hmyz FA houby Ascomycetes (měkká hniloba) P plísňe
FB houby Basidiomycetes (hnědá a bílá hniloba) B dřevozbarvující houby

Mořští škůdci

- skupina mořských živočichů (mořští korýši, měkkýši, červi), kteří napadají dřevo pod mořskou hladinou



Šášeň lodní (*Teredo navalis*)

Katedra materiálového inženýrství
a chemie
Stavební fakulta ČVUT v Praze

Moli



- tepelné izolace z ovčí vlny







Katedra materiálového inženýrství
a chemie
Stavební fakulta ČVUT v Praze

Ptáci



Holub domácí

- trus + děšť → silně kyselý substrát
- vyzobávání kamínek z omítek a malt (grit - rozmělnování potravy v žaludku)
- přenos nemocí, v hnízdech a trusu paraziti, roztoči
- dokonalá rozpoznávací schopnost nalezení nik či skulin ve fasádě






Katedra materiálového inženýrství
a chemie
Stavební fakulta ČVUT v Praze

Ptáci



- strakapoud, datel
– vyklovávání fasád, zateplených polystyrenem
- jiříčky, rorýsi








Katedra materiálového inženýrství
a chemie
Stavební fakulta ČVUT v Praze

Vrány útočí na moskevské chrámy

„církevními záškodníky“, kteří kradou zlato z kupolí, bojují kněží už léta. Stále marně

odpudivých zvuků nahraných na magnetofon. To však fungovalo jen krátko. Vrány brzy pochopily, že překážka je umělá, a pokračovaly ve svých hrách.


Mimo Moskvu se proti vránám používá jako odstrašovací prostředek střelba prázdnými náboji. V metropoli se však stílet nesmí, a tak se vymýšlejí různé jiné způsoby. Nejčastější, ale zároveň taky nejdražší je nasazování speciálně cvičených sokolů. Ti prý působí bezchybně a vrány před nimi vystrašeně prchájí.

Velmi nevítanými hosty jsou vrány zejména v moskevském Kremlu. Tamní ochranka proti nim bojuje už

odpudivých zvuků nahraných na magnetofon. To však fungovalo jen krátko. Vrány brzy pochopily, že překážka je umělá, a pokračovaly ve svých hrách.

Mimo Moskvu se proti vránám používá jako odstrašovací prostředek střelba prázdnými náboji. V metropoli se však stílet nesmí, a tak se vymýšlejí různé jiné způsoby. Nejčastější, ale zároveň taky nejdražší je nasazování speciálně cvičených sokolů. Ti prý působí bezchybně a vrány před nimi vystrašeně prchájí.

Velmi nevítanými hosty jsou vrány zejména v moskevském Kremlu. Tamní ochranka proti nim bojuje už




SOKOL NA VRÁNY PLATÍ.
Dravci ochraňují stavby nejlépe, ale jejich „provos“ je drahý. Může si ho dovolit pouze Kreml.

z zlata. Vrána je ovšem mimořádně chytrý pták a chytit jej není vůbec jednoduché. Tito opěření dokážou správně vypočítat svůj let a vždy doletí na místo, které si stanoví. Léčka obvykle odhání a vyhívou se jí. Odborníci dokonce tvrdí, že přechytit vránu je prakticky nemožné.

ALEXANDRA MALACHOVSKÁ, ČTK

ZLATO Z VĚŽÍ MIZÍ. Zlatová šňůrka drápy vránám.



Hlodavci

- potkan, krysa, myš
 - kanalizace, stoky, stáje
 - vyhrabávání nor (beton, zdivo, dřevo, plasty, azbestocement)
 - okusování elektroinstalace
- kuna
 - poškození TI a podhledů močí a fekáliemi
 - hluk, vytváření zásob
- mýval



Poškození hlodavci



Největší biologický škůdce

