

BIOLOGICKÉ POŠKOZOVÁNÍ SBÍREK

Poškozování sbírkových
materiálů vlivem škůdců

Likvidace škůdců

Pest management

Biologičtí škůdci

- Živé organismy schopné poškození a rozkladu různých materiálů
 - mikroorganismy (plísně, bakterie)
 - hmyz, hlodavci, ptáci
 - rostliny
- Snížit – detekovat – sanovat
 - Vytipování možných rizik napadení
 - Dodržování preventivních zásad
 - Včasná a přesná identifikace škůdce a následný zásah
- Pest management = integrovaná ochrana proti škůdcům
 - aplikována v depozitářích, výstavních prostorech i během manipulace a transportu

Charakteristika poškození

- Aktivita poškození souvisí s materiálovým složením i okolním klimatem
- Citlivé
 - přírodních materiálů,
 - obecně sacharidy a bílkoviny
- Přímé napadení
 - metabolizace složek předmětu
- Nepřímé napadení
 - produkce polutantů a následné sekundární poškození
- Omezit lze dodržováním preventivních opatření
 - regulace klimatu

Podmínky vhodné pro rozvoj biologického poškození

- Materiálové složení a klimatické podmínky
- **RV a T**
 - nižší T a RH zpomalují jejich aktivitu a degradaci materiálu
- **T**
 - podmiňuje iniciaci rozmnožování, ukončení hibernace
- **Čistota prostředí**
 - Eliminace zdrojů potravy a prachu
- **Strategie rozmnožování**
 - Obvykle závislé na ročním období a klimatických podmínkách

Mikroorganismy – houby (plísňě)

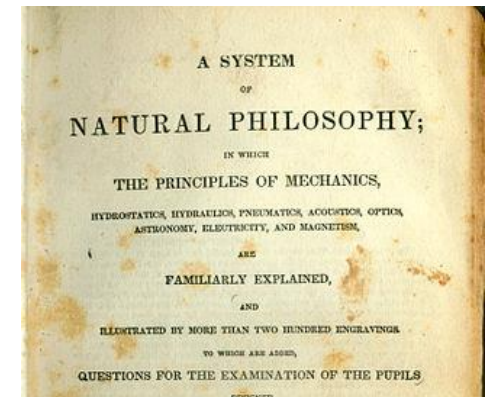
- Mohou být rozkladači, parazity, využití v potravinářství
- Na živých i neživých organismech a inertních podkladech
- Na konstrukčních částech i sbírkových předmětech
- Vyžadují
 - Dostatek potravy – celulóza, polysacharidy, bílkoviny, tuky
 - Vhodné klima – ideální podmínky při RV nad 70 % a T nad 15 °C

Vznik

- Houbová vlákna (hyfy) vytváří podhoubí (mycelium) → prorůstání materiálem.
- Vhodné podmínky = vývoj plodnic → produkce výtrusů
- Metabolicky neaktivnější jsou na okrajích růstové zóny

Projev

- Charakteristicky zbarvené vláknité mycelium, změna barvy, foxing, zápach, ztráta materiálu, vznik biofilmu, ztráta mechanických vlastností
- Nemusí být ihned viditelné



https://en.wikipedia.org/wiki/Foxing#/media/File:Comstock_1832_title_page.jpg

Způsob poškození

- Produkce enzymů (celuláza, lipáza, proteináza,...)
- Produkce org. kyselin, H_2O_2 , Fe^{2+} , Mn^{2+}
- Významné poškození a změna mechanických vlastností

Detekce a odběr vzorků

- Vizuální – okem, UV lampy
- Stěry, ATP (luminometr), otiskové metody (Hygicult, Perifilm)
- Spady (pasivní), aeroskop (aktivní)

Opatření

- Nerozvíjí se při RH pod 20 % a T pod 15 °C
- Cirkulace vzduchu – zvýšit průtok
- Čistota prostředí



<https://www.ff.cuni.cz/2018/06/knihovna-ustavu-germanistickych-studii-zachranuje-fond-napadeny-plisni/>

Likvidace

- Desinfekce předmětů, budov
 - Parami alkoholů – ethanol, n-butanol
 - Ethylenoxidem – specializovaná zařízení
- Fungicidy na bázi bóru, kvarterních amoniových solí (Ajatin), derivátů benzthiazolu (TMBC), komerční Lignofix, Busan
- Vymrazování – alespoň $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Mikrovlny – např. dřevomorka

- Fungicidní látky – hubí plísně
- Fungistatické látky – zamezují růstu



<https://www.canada.ca/en/conservation-institute/services/agents-deterioration/pests.html>



<https://www.vlastnimarukama.cz/drevokazne-houby-a-jak-na-ne/>



<https://stavimbydlim.cz/category/stavba-domu/rekonstrukce-domu/>



<https://www.kritiky.cz/jak-poznat-drevomorku-a-jak-ji-odstranit/>



<http://www.deratizator.cz/galerie-skudcu/plisne-a-houby/drevomorka-domaci.html>

Mikroorganismy - bakterie

- Jednobuněčné mikroorganismy o velikosti 1–10 μm
- **Heterotrofní** bakterie – na živém organismu – metabolizují uhlík z organických látek
- **Autotrofní** bakterie – minerální substrát – uhlík získávají z anorganických látek (CO_2)
- Nevyžadují specifické podmínky

Projevy

- Změna barevnosti, snížení mechanických vlastností, produkce a uvolňování plyných polutantů (H_2S , NH_3)
- Bělavé povlaky, černé krusty a depozity na anorganických mat.

Způsob poškození

- Změna pH; metabolity, vlastní mikroklíma,
- Produkují enzymy → selektivně štěpí chemické vazby

Rizikové materiály

- Napadají jakýkoli materiál
- Organické materiály, kámen, kovy (Fe), plasty,
- Na bílkovinných materiálech, kameni, nástěnných malbách

Opatření

- RH pod 50 %, pravidelná kontrola

Detekce

- UV záření, ATP
- Mikroskopie – optická, SEM
- Kultivace – živné půdy, roztoky
- Barvení – přítomnost, aktivita

Likvidace

- UV záření <https://www.youtube.com/watch?v=z4qrnMlhbpE>
- Desinfekce parami n- butanolu, NaClO (Savo), Ajatin,
- Přežívají i v extrémních podmínkách, jsou téměř nezničitelné

- Mikroorganismy lze využít i pozitivně

Mikroorganismy a archeologické nálezy

- Zvýšená pravděpodobnost výskytu mikroorganismů – především u hrobových
- **Nejprve nutné materiál desinfikovat, až následně zpracovat**
- **Vždy používat ochranné pomůcky** – rukavice, rouška, respirátor, brýle
- Nejjednodušší – desinfekce v parách n-butanolu

Bacílková B.: Studium účinků par butanolu a jiných alkoholů na plísně
<https://www.nacr.cz/wp-content/uploads/2019/06/butanol.pdf>

Rostliny

- Mechy, řasy, sinice, lišejníky, traviny, náletové dřeviny
- V exteriérech, vyžadují vyšší RV, řasy a sinice pak vodné prostředí
- Časté na kameni, omítce, vitrážích či nástěnné malbě, dřevě

Projev

- Změna barvy – zelené, černé, červené aj. povlaky sinic a řas
- Kolonie mechů a lišejníků

- Výkvěty, změna struktury povrchu (práškovatění, odlupování)

Poškození

- Produkce látek, které mohou materiál rozpouštět
 - Lišejníky kyselým působením rozpouští vápenec a některé kovy
- Minerální transformace
- Mechanické narušení a rozměňování
 - Lišejníky prorůstají do pórů a prasklin (až 2 cm)

Opatření

- Nízká RV
- Mechanické čištění, pískování, pára
- Zakrytí objektů

Likvidace

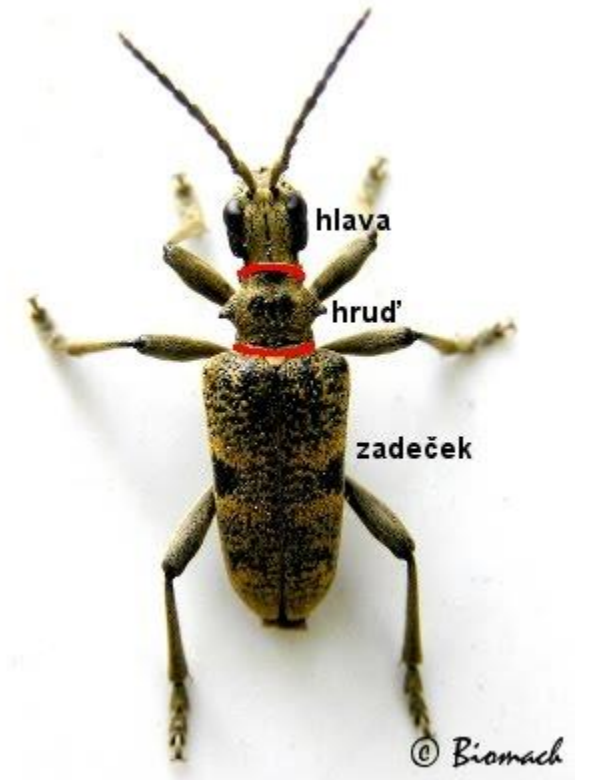
- Absolutní herbicidy (KClO_3),
- Selektivní herbicidy (Bromacil 5-brom-3-sek-butyl-6-metyluracil)



<https://www.e15.cz/magazin/pohadkove-kouzlo-skandinavie-podivejte-se-na-rodinne-domy-se-zelenymi-strechami-1324262>

Hmyz

- Schopni létat a rozmnožovat se
- Napadají veškerý přírodní materiál
- Nejrozmanitější skupina, cca 1 mil popsaných druhů
- Vývojová stádia – vajíčko, larva, kukla, dospělec



<http://www.biomach.cz/biologie-zivocichua/clenovci/vzdušnicovci/hmyz>



https://www.zborovna.sk/kniznica.php?action=show_version&id=289575&hit=73803

Projevy

- V závislosti na druhu
- Obecně požerové stopy a výletové otvory, zvukové projevy, výměšky, svlečená kutikula

Poškození

- Specifické
- Obecně mechanické

Likvidace

- Insekticidy, plynování, mikrovlny, γ -záření, vymrazování, teplota nad 50 °C, lapače



<https://www.canada.ca/en/conservation-institute/services/preventive-conservation/guidelines-collections/paper-objects.html>

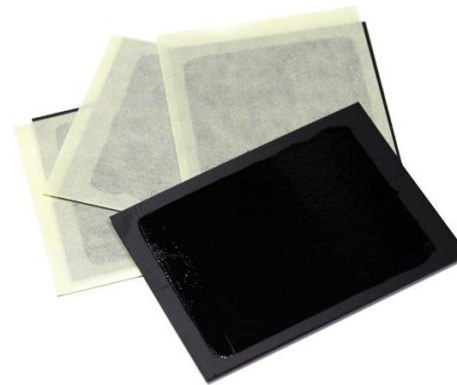
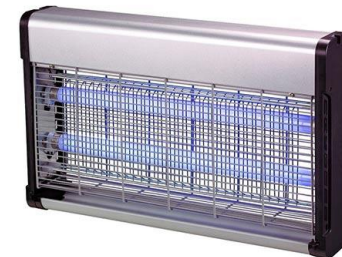


<https://www.canada.ca/en/conservation-institute/services/agents-deterioration/pests.html>

Opatření

- Bariéra
 - Škvíry, okna - husté sítky, repelentní pásky s vrstvou lepu
 - Spolu s napadeným předmětem – izolace (karanténa) předmětu
- Čistota
- Monitoring
 - Pravidelná kontrola
 - Repelentní pásky
 - Miniaturní světelný zdroj s bílou podstavou
 - Světelné lapače
 - Feromonové lapače
 - Kontrola přítomnosti pilin či požerků
 - Akustická detekce

https://www.youtube.com/watch?v=vgZhq_s_7QY



<http://www.lapace-hmyzu.cz/>

Příloha č. 3: Přehled nejčastěji se vyskytujících druhů škodícího hmyzu, jejich detekce a sanace

Hmyz	Rizikový materiál	Detekce	Druh poškození	Aktivita a životnost, rizikové vývojové stadium	Možnosti sanace
Červotoče dřevokazné (červotoč umrlčí a páskovaný)	Dřevo, proteinové knihy, papír	Požerové stopy, požerové kanálky o velikosti přibližně do 3 mm průměru	Mechanické, často se v kanálkách usazují dřevokazné houby	Jaro až podzim, hmyz zazimuje a dožívá se jednoho až tří let, aktivní je zejména v noci, škodí pouze larvy	Hubení teplem, inertní atmosférou, mikrovlnami a ionizujícím zářením, kontaktní nebo požerové insekticidy např. cypermetrin
Tesařík krovový	Dřevo	Požerové stopy, požerové kanálky o velikosti přibližně nad 3 mm průměru	Mechanické, často se v kanálkách usazují dřevokazné houby, napadá zejména jehličnaté dřevo	Jaro až podzim, hmyz zazimuje a dožívá se dvou až čtyř let, škodí pouze larvy	Hubení teplem, inertní atmosférou, mikrovlnami a ionizujícím zářením, kontaktní nebo požerové insekticidy např. cypermetrin
Mol šatní	Textil – zejména živočišná vlákna (vlna)	Požerové stopy, zbytky kokonu, výměšky, mrtvá těla dospělého hmyzu; feromonové, lepidivé nebo světelné lapače nad zemí v blízkosti napadaného materiálu	Výrazná ztráta mechanické soudržnosti textilní vazby, znečištění textilu metabolickými produkty	Je schopný působit celoročně, vyskytuje se ale běžně od zimy do jara, noční aktivita, škodí pouze larvy, dožívá se jednoho roku	Chemické plynování nebo postřik, vymrazování, hubení teplem, inertní atmosférou
Rybenka domácí	Papír, materiál bohatý na sacharidy a proteiny	Požerové stopy, mrtvá těla dospělého hmyzu; lepidivé mechanické lapače na zemi v rozích monitorované místnosti	Požerové stopy, znečištění papíru metabolickými produkty	Je schopný působit celoročně, noční aktivita, dožívá se přibližně jednoho roku a vyskytuje se jenom v místech s vysokou RV	Chemický postřik, požerové insekticidy, nebo plynování, lepidivé a mechanické pasti
Kožojed obecný	Kůže, kožešina, useň, vlna, hedvábí, rohovina	Požerové stopy, lepidivé a mechanické lapače v blízkosti napadaného materiálu, světelné lapače dospělých jedinců	Požerové stopy, znečištění metabolickými produkty	Je schopný působit celoročně, škodí pouze larvy, dožívá se jednoho až dvou let	Vymrazování, hubení inertní atmosférou, aplikace chemických přípravků postřikem nebo plynováním
Mravenci	Veškerý přírodní materiál	Pozorovatelný výskyt živého hmyzu, tvorba tranzitních kanálů vedoucích do kolonie, lepidivé a požerové hormonální lapače na trase migračních kanálů	Požerové stopy, migrační kanály, zdroj VOC (kyselina mravencí)	Jaro až podzim, škodí dospělý hmyz, některé adaptované druhy mohou působit celoročně, královna se dožívá několika let podle druhu	Hormonální, požerové nebo lepidivé lapače, chemický postřik nebo plynování, ve dřevě se sanují podobně jako červotoč, cílem sanace je zahubení královny
Švábi	Veškerý přírodní materiál, zejména mikrobiálně napadený	Požerové stopy, výskyt mrtvých dospělých jedinců, výměšky a zbytky kokonů a obalů vajíček charakteristického vzhledu; požerové a lepidivé pasti v blízkosti potravy na zemi	Požerové stopy, znečištění metabolickými produkty	Je schopný působit celoročně, noční aktivita, dlouhověký hmyz, dožívá se až čtyř let, škodí všechna vývojová stadia	Hormonální, požerové nebo lepidivé lapače, chemický postřik nebo plynování, vysoká odolnost vůči ionizujícímu záření a nepříznivým podmínkám



Hrbohlav parektový – ničí tvrdé dřevo, menší než červotoč



Rušníci – napadají vlasy, vlnu, peří, entomologické sbírky, bílkoviny, kůži, biologické sbírky



Veš knižní – poškozují papír, kůži, akvarely, želatinové materiály

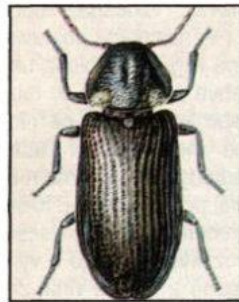


Všekazi – termiti – nevyskytují se v našich zeměpisných šířkách, mohou být zaneseni s tropickým dřevem



Pisivky – napadají botanické sbírky





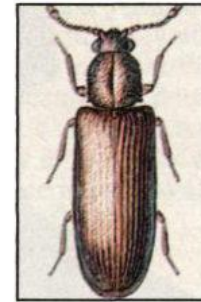
ČERVOTOČ UMRLČI
(*Anobius pertinax*)
4,5 – 6 mm



ČERVOTOČ KOSTKOVANÝ
(*Xestobium rufovillosum*)
5 – 7 mm



TESAŘÍK KROVOVÝ
(*Hylotrupes bajulus*)
12 – 27 mm



HRBOHLAV PARETOVÝ
(*Lyctus linearis*)
2,5 – 6 mm

<https://vseozahrade.eu/skudci-dreva/>



<https://www.chatar-chalupar.cz/jak-vyzrat-na-cervotoce/>

Červotoč



<https://www.nasezahrada.com/cervotoc-v-tramech-prevence-v-hlavni-rolu/>

Tesařík



<https://bydleni.denikplus.cz/417-zatocte-s-cervotoci-poradime-super-domaci-vychytavky.html>

<http://atlasposkozeni.mendelu.cz/atlas/477-tesarici-na-smrku.html>

Hlodavci

- Nejrozšířenější savci
- Nejčastější čeleď myšovitých
- Malé rozměry
- Vysoká plodnost – krátká březost, velký počet mláďat
- **Poškození** – konzumace sbírek, obrušování předních hlodacích zubů, kontaminace výkaly a agresivní močí, produkce nežádoucích polutantů, transport hmyzu
- **Projevy** – zápach exkrementů, samotné exkrementy, stopy po hlodání, fragmentace
- **Opatření** – zamezení vniknutí, čistota a pořádek
- **Likvidace** – pasti, jedy, plynování, kočka 😊



Ptáci

- Trojprsté končetiny s drápkou
- Zobák bez zubů
- Schopnost létat
- **Projevy** – hnízdění a trus, peří, aktivita
- **Nebezpečí** – trus
 - Bohatý na rozpustné soli (dusičnany, fosforečnany)
 - Kyselý
 - Výkvěty na pórovitém materiálu
- **Ohrožený materiál** – stavby, kamenné sochy (vápenec, pískovec)
- **Opatření** – zamezení vniku, pravidelná kontrola, případné odstranění hnízda, lapače trusu, plašičky (ultrazvuk), ochranné pásy na budovy, dravci



Preventivní opatření vůči biologickým škůdcům

- Čistota a pravidelný úklid
- Vhodné mikroklima – T a RV
 - Neukládat předměty v blízkosti vlhkých stěn
- Bariéry vstupu – utěsnění stěn, děr, trchlin, kanálů, komínových a větracích šachet, světlíků, stupaček, oken
 - sítě, vyspárování
- Bariérová externí ochrana
 - sítě v oknech, bodce, plašičky

- Mobiliář umístěn tak, aby bylo zajištěno proudění vzduchu mezi stěnou a předmětem
- Karanténní místnost
- Pravidelná kontrola stavu
- Sledovat i zázemí
- UV lampy neumisťovat do blízkosti citlivých materiálů
- Dodržování hygienických zásad a ochrany zdraví pracovníků
- Bezprostřední likvidace uhynulých škůdců

Desinfekce

Likvidace **mikroorganismů** (houby, bakterie řasy) na povrchu; pro bakterie (spóry) není nikdy 100%

- Fyzikální
 - Různé formy tepla
 - UV záření (253,7–264 nm) – germicidní lampy
 - γ záření
- Chemická
 - Chlorované sloučeniny NaClO (Savo)
 - Tenzidy
 - Kvarterní amoniové soli KAS (Septonex, Ajatin)
 - Peroxidy
 - Deriváty fenolu a alkoholy
 - Aldehydy, aminy, organické kyseliny
- Sterilizace – kompletní 100% odstranění nebo usmrcení mikroorganismů

Dezinsekce

Likvidace **hmyzu** a dalších členovců

- **Mechanická**

- úklid,
- nástrahy lepové pásy, feromonových lapačů, moskytiéry

- **Fyzikální**

- vysoká a nízká teplota,
- různé druhy záření,
- ultrazvuk,
- elektrický proud

- **Biologická**

- ptáci, kočky,
- mikroorganismy, bakterie

- **Chemická**

- atraktanty,
- repelenty

- insekticid – přípravek k hubení hmyzu, kontaktní (dotykové), perorální (požerové), přípravku účinkující přes dýchací ústrojí

Deratizace

Likvidace hlodavců

- **Mechanická** – pasti (pravidelná kontrola po 24h)
- **Biologická** – mezidruhová predace
 - Kočka
 - Rozšíření chorob
- **Chemická** – pesticidy rodenticidy (hlodavci), avicidy (ptáci, strychnin)
 - Narušující srážlivost krve (anikoagulanty), např. warfarin
 - Zvyšující hladinu Ca^{2+} v krvi (hyperkalcémie), např. D2, D3, Zn_3P_2 ;
- Pesticidy – tlumení chorob rostlin, hubení plevelů a živočišných škůdců

Pravidla a zásady dezinfekce a dezinsekce

- **Aldehydové přípravky** – ředit studenou vodou, uchovávat v uzavřených nádobách
- **KAS** – nemíchat s anionaktivními detergenty (mýdlo)
- **Obecně se dezinfekční přípravky nemíchají** – vznik nebezpečných plynů
- Prostředky na bázi **ClO^-** **obecně nevhodné** – nebezpečné pro kovy
- Nečistoty a organické látky snižují účinky dezinfekčních účinků
- **Ochrana zdraví** – především u plísní a bakterií nezbytné použití ochranných pomůcek (jednorázové rukavice, respirátory, brýle)
- Odstranění plísní – lépe za mokra (menší šíření spór)
- Zákon č. 120/2002 sb. O podmínkách uvádění biocidních prostředků na trh

Metody likvidace

- Vysoce odborný a specifický zásah – podle druhu materiálu a napadení
- Nízká toxicita a zátěž životního prostředí – upřednostňovány fyzikální m.
- Nezbytné vzít v potaz finanční a časovou náročnost
- **Ideální metoda = vysoká letální účinnost + minimální zátěží pro sbírkové předměty, personál, uživatele i životní prostředí**

- **Chemické prostředky**

- přímá interakce s hubeným organismem
- komplikovaný transport účinné látky do vnitřku
- mohou reagovat se samotným materiálem předmětu

- **Fyzikální metody**

- založeny na změně prostředí, využití různých druhů elmag. záření
- Mohou ohrozit mechanické vlastnosti
- Druhotné nastartování chemických procesů, např. teplem nebo zářením

Plynování - fumigace

- Likvidace již napadeného – nechrání do budoucna
- 100% účinnost pouze velmi prudké jedy – kyanovodík HCN, ethylenoxid C₂H₄O, formaldehy
 - Použitelné pouze ve speciálních provozech
 - Sulfurylfluorid (Vican), fosfan (černání pigmentů s obsahem As), methylbromid (riziko pro Ag (i fotky))
- Páry alkoholů – n-butylalkohol (80–96 %), ethanol (30–95 %), isopropanol (30–90 %)
- Hmyz – výletové stadium, alespoň 1 opakování po 14 dnech
- Mikroorganismy – kdykoli

Inertní atmosféra

- **Princip**

- Ztráta vody v organismu
- V běžné atmosféře jsou dýchací průduchy schopny regulovat odpaření vody z organismu
- V prostředí s obsahem kyslíku pod 2 % dojde k narušení normální funkce průduchů a ty zůstanou úplně otevřeny → voda se odpařuje rychleji → úhyn
- Standardní podmínky – 0,3 % O₂, 25 °C a 50% RH, 9 dnů až 4 týdny (+ 48h na ustálení podmínek)
- Plynování objektů s využitím inertních plynů
- N₂, Ar, 60% CO₂, směs 60 % CO₂ a 40 % N



Ošetření horkým vzduchem

Princip

- Koagulace bílkovin > 55 °C
- Vhodné pro dřevěné konstrukce, dřevěné sochy, textilní sbírky

Ošetření nezvlhčeným horkým vzduchem

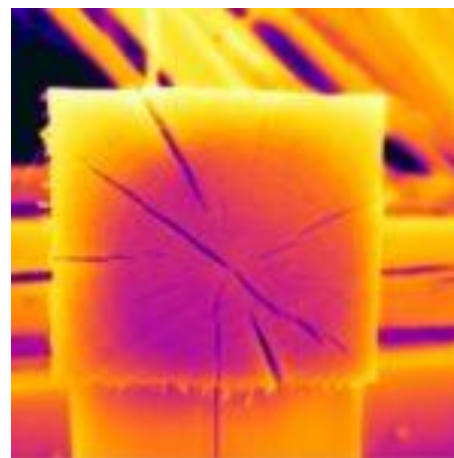
- Přívádění horkého vzduchu (100–120 °C) do izolovaného prostoru kde je potřeba udržet teplotu vzduchu na 80–100 °C
- Uvnitř dřeva 55 °C po dobu 3–8 h
- Kontrola teploty pomocí čidel
- Vhodné pro likvidaci dřevokazů (tesařík) i některých mikroorganismů
- Nevýhody – vytékání pryskyřice, praskání či zvětšování prasklin

Sanace teplem při řízené RH

- Ošetření v řízené zvlhčované teplotní komoře
- Eliminuje rizika spojená se snižováním vlhkosti (vysycháním) materiálu
- Při zvyšování teploty je úměrně doplňována vodní mlha

- Předměty se umístí do boxu a vyrovná se jejich vlhkost (24h)
- Pozvolné zahřívání, vzduch v komoře zvlhčován a ventilován
- Po dosažení potřebné teploty a hodinovém udržení se postupně začne ochlazovat
- Nutné měřit teplotu a RH jak v komoře tak v předmětu

- Upravená metoda pouze při 25–30 °C za snížení množství O₂ – vhodné pro polychromované předměty či jinak citlivý materiál



- <https://www.thermolignum.com/en/thermo-lignum-warmair-method.html>
- <http://www.thermosanace.cz/likvidace-drevokazneho-hmyzu/>
- <https://stavba.tzb-info.cz/technologie-staveni-drevostaveb/6914-thermosanace-likvidace-drevokazneho-hmyzu-horkym-vzduchem>
- https://www.imaterialy.cz/rubriky/poruchy/ucinnost-teplnych-metod-sanace-drevenych-prvku-konstrukci-pri-biotickem-napadeni-horkovzduchna-sterilizace-a-mikrovlenna-technologie_43503.html
- <http://www.ceskatelevize.cz/zpravodajstvi-brno/zpravy/198337-unikatni-technologie-zachranuje-drevene-tramy-ve-vezi-kostela/>
- <https://mechanik.cz/pdf/master/Master-katalog-hubeni-sk%C5%AFdc%C5%AF.pdf>

Vakuum a mráz

- Vymrazování – vhodné pro botanické sbírky, papír textil
- Teplota alespoň -18°C po dobu 3 dnů
- Před mrazením nutné předmět zabalit do PE pytle – ochrana před navlhnutím
- Po vyjmutí postupná temperace
- Lyofilizační komora - -40°C a vakuum, (NK, NTM)



Princip

- Mrazení způsobí zamrznutí tělních tekutin a vznik krystalků ledu
- Poškození buněčné membrány a fatální poškození organismu
- Úzce spjata s obsahem vody v organismu – čím menší podíl vody v organismu, tím níž leží kritický bod k zahubení
- Hmyz snáší hůř prudké ochlazení a střídání prudkého ochlazení s pomalým zahříváním

Postup

- 1) několikadenní uložení při RH 50–60 % a 18–20 °C – aktivace škůdců; zabalení do nekyselého papíru a zatavení do PE fólie
- 2) 1. cyklus mrazení – cca –30 °C – vytváření krystalků ledu, 48–72h
- 3) Pomalé zahřívání – cca 1 °C·h⁻¹ (omezení kondenzace)
- 4) 2. cyklus mrazení - cca –30 °C po dobu 48–72h
- 5) Pomalé rozmrazení cca 1 °C·h⁻¹

Vodní aerosoly

- Fyzikální transport účinné látky do atmosféry
- Nejčastěji pomocí adiabatického mlžení vodním aerosolem
- Jednoduché zmlžovače pro domácí použití
- Lokální použití
- Nevýhoda – navýšení RH a kondenzace vody na stěnách a předmětech

Dýmavnice

- K uvolnění účinné látky do prostoru je nutná exotermní reakce nebo fyzikální rozptylování aerosolu
- Účinná látka – širokospektrální permethrin
- Účinnost 1 permethrinové dýmavnice
 - Mouchy, moli, komáři – 1 dýmavnice na 500 m³
 - Mravenci, švábi – 3 dýmavnice na 200 m³
 - Působení 11-15 h
 - ze 185g dýmavnice se uvolní 2,5 g účinné látky
 - **Prachový spad obsahuje Cl⁻**
 - Toxický pro kočky, vodní živočichy
 - Nízká penetrace materiálem – na povrchu
 - Zdroj exotermní reakce – oxidační činidla (ClO⁻), reakce CaO s H₂O
 - Obsahuje oxidační činidla, cukr, škrob
 - Pyrotechnický odpal není pro sbírky vhodný
 - Velmi korozivní
- Pyrethrohid – na principu hašeného vápna – uvolňuje se teplo, které s sebou strhává účinnou látku, následný rozptyl do prostředí, vhodnější

Elektromagnetické záření

- Kobaltovým zářičem emitované γ -záření – nezanechává zdraví škodlivá rezidua, nemůže předmět „aktivovat“
- Vhodné k dezinfekci dřeva
- Vysoce účinné v celém objemu
- Nevyužívá žádné chemické prostředky – šetrná i k povrchovým úpravám (polychromie, šelak)
- Nevýhody
 - Dostupnost – Roztoky u Prahy, Veverská Bitýška
 - Rizikové pracoviště
 - Nevhodné pro pergamen, papír, useň



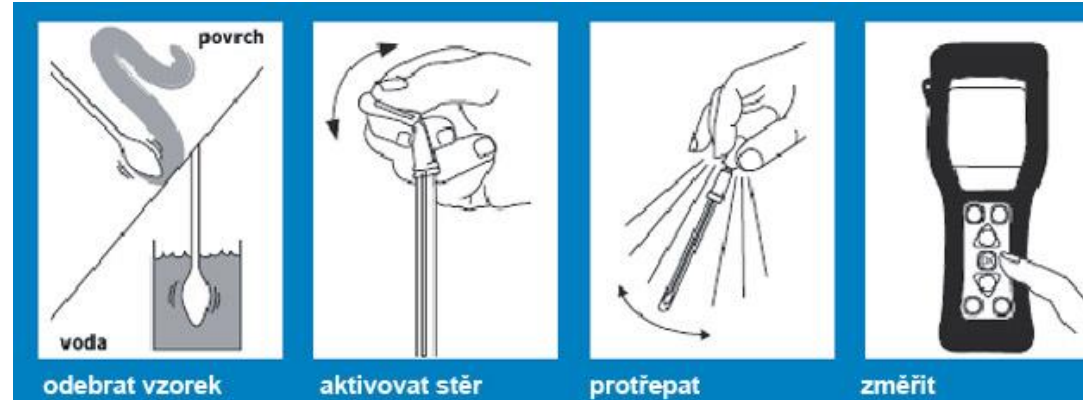
Mikrovlny

- Vhodné k likvidaci hub, např. dřevomorky, dřevokazného hmyzu (tesařík, červotoč)
- Buňky živých tkání obsahují mnohonásobně více vody než mrtvé buňky dřeva a navíc je voda uvnitř organismu vázána. Takže, zatím co voda se v okolním dřevu pohybuje se směrem záření, v larvách je rozkmitávána, organismy se přehřívají a v krátké době hynou
- Snížení vlhkosti
- 100% účinnost
- Až do hloubky 1 m
- Předmět nesmí obsahovat kovové části – nebezpečí požáru
- <https://www.cervodes.eu/inpage/mikrovlne-zareni/>
- <http://www.thermosanace.cz/vyzkum/sanace-mikrovlnou-ene>



Detekce mikroorganismů

- Stěry – z povrchu
 - Z 1 dm³
 - Mycelium lze namotat a obalit tyčinku
 - Čím déle stěrová tyčinka skladována, tím méně se toho nakultivuje – nejlépe ihned
 - Na živné půdy, např. agar
- Aeroskop – z ovzduší
 - Aktivně nasává vzduch, který prochází přes plotnu s živným médiem
 - 5 min, 500 l vzduchu
- ATP luminometr
 - ATP smísením s luciferázou vykazuje luminiscenci – intenzita je přibližně úměrná množství mikroorganismů
 - <https://www.p-lab.cz/clanky/aktuality/bioluminiscenci-a-sterove-testy-odhali-znecisteni-vaseho-pracovniho-prostredi-128>
 - Video
 - <https://www.youtube.com/watch?v=us2HVZBdPSM>



Integrated Pest Management

- Komplexní přístup kontroly škůdců – kontrolní a preventivní program ochrany před škůdci
 - Druhy přítomných a potenciálních škůdců, krátkodobé a dlouhodobé cíle, dohoda mezi zaměstnanci
- Zavedení IPM - v krocích
 - Přezkoumat půdorys budovy a určit všechny „dveře, okna, voda a teplo zdroje a kanalizace“, nábytek a další předměty uvnitř muzea.
 - Umístění pastí do potenciálních problémových oblastí – dokumentace a vyznačení na půdorysu, průběžná kontrola pastí
 - Jací škůdci jsou přítomni, kudy se dostali
- Izolace a karanténa napadených předmětů – před uložením do depozitáře
 - Sledování, preventivní desinfekce např. v parách alkoholů
 - Zabezpečit, aby nedošlo ke kontaminaci a rozšíření napadení

- Monitoring a kontrola
 - Průběžná kontrola všech programů ochrany – kontrola účinnosti
 - Rutinní monitoring – místa vstupu, množství škůdců, kde se nacházejí a co poškozují – identifikace poškozených oblastí
- Identifikace a dokumentace
 - Schopnost identifikace škůdců a následný plán odstranění
- Zásah
 - Pasti, lepivé pasti, feromonové pasti, světelné pasti, chemická likvidace

Bacílková, B.: Studium účinku par butanolu a jiných alkoholů
<https://www.nacr.cz/wp-content/uploads/2019/06/butanol.pdf>

Šimčíková, M. et al.: Zkušenosti s využitím netradičních metod likvidace škodlivého hmyzu v podmínkách Valašského muzea v přírodě v Rožnově pod Radhoštěm, Sborník z konference konzervátorů-restaurátorů, 2006, Brno, s. 105-109

Poznáte dřevokazný hmyz

<https://www.hmnbaytek.cz/vyhledavani/?string=Pozn%C3%A1te+d%C5%99evokazn%C3%BD+hmyz+v+n%C3%A1bytku>