

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

FAKULTA LESNICKÁ A DŘEVAŘSKÁ

Katedra dřevěných výrobků a konstrukcí



Diplomová práce

Odolnost dřeva modifikovaného rostlinnými extrakty vůči termitům

Vedoucí diplomové práce: doc. Ing. Miloš Pánek, Ph.D.

Autor diplomové práce: Bc. Tereza Lišková

© Praha 2019

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Tereza Lišková

Dřevařské inženýrství

Název práce

Odolnost dřeva modifikovaného rostlinnými extrakty vůči termitům

Název anglicky

Durability of wood treated by plant extracts against termites

Cíle práce

Cílem práce je vyhodnotit účinnost vybraných druhů extraktů rostlin jako ochranného prostředku vůči napadení dřeva termity.

Metodika

Obsahem práce je modifikovat dřevo nízké přirozené trvanlivosti vybranými druhy rostlinných extraktů, které umožňují jeho ekologicky přijatelnější ochranu. V práci bude testována stabilita daných extraktů ve dřevě a odolnost modifikovaného dřeva vůči napadení termity vyskytujícími se v Evropě. Stabilita bude vyhodnocena na základě vyplavování a urychleného stárnutí v xenotestu, které imitují podmínky v exteriérové expozici. Určeny budou požadované koncentrace vybraných extraktů, které splňují požadavek zvýšení odolnosti dřeva. Vůči termitům bude sledován jak insekticidní, tak i repelentní účinek dané látky. Na základě výsledků vznikne doporučení pro další praktické využití.

Doporučený rozsah práce

60-70 s.

Klíčová slova

wood, durability, plant extracts, termites

Doporučené zdroje informací

Candelier, K., Hannouz, S., Thévenon, M.-F., et al. (2017): Resistance of thermally modified ash (*Fraxinus excelsior* L.) wood under steam pressure against rot fungi, soil-inhabiting micro-organisms and termites. *European Journal of Wood and Wood Products* 72(2), p.249-262, doi: 10.1007/s00107-016-1126-y

Doi, S., Takahashi, M., Yoshimura, T., Kubota, M., Adachi, A. (1998): Attraction of steamed Japanese larch (*Larix leptolepis* (Sieb. et Zucc.) Gord.) heartwood to the subterranean termite *Coptotermes formosanus* Shiraki (Isoptera: Rhinotermitidae). *Holzforschung*, 52(1), p. 7-12. ISSN: 00183830

Hill, C. A. S. (2006). *Wood Modification – Chemical, Thermal and Other Processes*, John Wiley and Sons Ltd, Chichester, UK. ISBN 0-470-02172-1

Kartal, S. N., Hwang, W.-J., Imamura, Y., and Sekine, Y. (2006): Effect of essential oil compounds and plant extracts on decay and termite resistance of wood. *Holz als Roh- und Werkstoff* 64(6), 455-461. doi:10.1007/s00107-006-0098-8

Reinprecht, L., 2008: *Ochrana dřeva. (Wood Protection)*, Handbook, Technical University in Zvolen, 453 s. ISBN 978-80-228-1863-6

Předběžný termín obhajoby

2018/19 LS – FLD

Vedoucí práce

doc. Ing. Miloš Pánek, PhD.

Garantující pracoviště

Katedra zpracování dřeva a biomateriálů

Konzultant

Ing. Kristýna Šimůnková

Elektronicky schváleno dne 23. 2. 2019

doc. Ing. Milan Gaff, PhD.

Vedoucí ústavu

Elektronicky schváleno dne 13. 3. 2019

prof. Ing. Marek Turčáni, PhD.

Děkan

V Praze dne 25. 03. 2019

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma „Odolnost dřeva modifikovaného rostlinnými extrakty vůči termitům“ vypracovala samostatně pod vedením doc. Ing. Miloše Pánka, Ph.D., a použila jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů.

Jsem si vědoma, že zveřejněním diplomové práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Praze, dne

.....

.....

Tereza Lišková

Poděkování

Tímto bych chtěla poděkovat vedoucímu mé diplomové práce doc. Ing. Milošovi Pánkovi, Ph.D., za ochotu sdělit mi užitečné rady, odbornou konzultaci a dohled po celou dobu psaní. Dále bych ráda poděkovala Ing. Kristýně Šimůnkové, která mi vždy byla oporou a dostala jsem od ní mnoho užitečných rad. Děkuji panu Mgr. Jiřímu Kindlovi, Ph.D. za seznámení s termity a jeho odborný dohled. V neposlední řadě bych ráda poděkovala celé své rodině za morální podporu nejen v psaní diplomové práce, ale i při celém studiu.

V Praze, dne

.....

.....

Tereza Lišková

Abstrakt:

Obsahem práce je modifikovat smrkové dřevo nízké přirozené trvanlivosti vybranými druhy rostlinných extraktů, které umožňují jeho ekologicky přijatelnější ochranu. Na takto modifikovaném dřevě byla testována stabilita daných extraktů ve dřevě a odolnost dřeva vůči napadení termity vyskytujících se v Evropě.

V práci jsou popsány různé typy ochrany dřeva, které v současnosti existují proti dřevokaznému hmyzu. Dále je v práci popsána charakteristika termitů a také rostlinných extraktů jako ochrany dřeva.

Součástí práce byl výzkum, zda rostlinné extrakty z levandule a kofeinu jsou účinnou formou ochrany proti termitům a následné srovnání s komerčně dostupným prostředkem a referenčními vzorky. Dílčí součástí práce bylo zjistit stabilitu daných extraktů na základě vyplavování dle ČSN EN 84 a urychleného stárnutí v Xenostestu, které imitují podmínky v exteriérové expozici.

V metodické části jsou přesně popsány požadované koncentrace vybraných extraktů a podrobný postup všech kroků, které byly provedeny k dosažení výsledků.

Byl sledován insekticidní účinek dané látky vůči termitům a odolnost takto modifikovaného dřeva. Vyhodnocoval se hmotnostní úbytek dřeva za šest týdnů působení v expozici, který byl následně zpracován v programu Statistica a Excel.

Jako účinné se jeví preparáty kofeinu a levandule, pokud nedochází k jejich vyplavování. Po vyplavování byla účinná pouze kombinace levandule s hydrofobním roztokem.

Klíčová slova: Rostlinný extrakt, termity, dřevo, trvanlivost

Abstract:

This work looks at the modification of spruce wood using selected plant extracts. Spruce wood has low natural durability, but plant extracts should provide sustainable protection for the wood. So, modified wood was tested against termites that can be found in Europe.

The work describes various kinds of wood protection against wood-destroying pests. It also provides characteristics of termites and plant extracts as wood protection.

Part of the research was to investigate if extracts from lavender and caffeine are efficient protection against termites. It also included comparison of those extracts with commercially-available protection and reference samples. Another part was to explore the stability of the plant extracts based on CSN EN 84 standard. This included accelerated ageing, which simulates exterior conditions.

The methodology describes the required concentration of the selected extracts and a detailed sequence of the steps to measure the results.

The research was focused on the insecticidal impact of selected substances and the protection of modified wood. It evaluated the loss of mass within the period of six weeks. Measured values were captured and analyzed using Statistica and Excel software.

Preparations of lavender and caffeine seems to be efficient in case if there is no leaching. In case of leaching only lavender with hydrophobic substances is efficient.

Keywords: Plant extract, termites, wood, durability

Obsah

1	Úvod	15
2	Cíl práce.....	16
3	Literární přehled	17
3.1	Biotičtí činitelé	17
3.1.1	Dřevokazné houby.....	17
3.1.2	Dřevokazný hmyz.....	18
3.2	Termiti.....	22
3.2.1	Životní cyklus termitů	22
3.2.2	Potrava.....	23
3.2.3	Vývoj jedince	23
3.2.4	Skupiny termitů	24
3.3	Ochrana dřeva vůči biotickým činitelům	25
3.3.1	Fyzikální ochrana	26
3.3.2	Chemická ochrana	27
3.3.3	Modifikace.....	30
3.4	Rostlinné extrakty	31
3.4.1	Příprava rostlinných extraktů	32
3.5	Ochrana dřeva vůči termitům.....	33
3.5.1	Ochrana dřeva přírodními extrakty	33
4	Metodika.....	35

4.1	Vzorky	35
4.1.1	Smrkové dřevo	35
4.2	Přehled vzorků pro jednotlivé ošetření	37
4.3	Vážení vzorků	39
4.4	Impregnace vzorků	40
4.4.1	Impregnace	40
4.4.2	Extrakt z levandule	41
4.4.3	Impregnace kofeinem	42
4.4.4	Impregnace komerčním ochranným prostředkem Bochemitem	44
4.5	Hydrofobní úprava	45
4.6	Vyplavování	45
4.7	Xenotest	46
4.7.1	Nastavené hodnoty po dobu expozice	47
4.8	Klimatizace	47
4.9	Umístění vzorků k termitům	48
4.9.1	Příprava materiálu	48
4.9.2	Třídění termitů	48
4.9.3	Expozice	50
4.9.4	Závěr expozice	50
5	Vyhodnocení	51
5.1	Programy k vyhodnocení výsledků	51

5.2	Vyhodnocení vzorků ošetřených levandulí	51
5.2.1	Porovnání účinnosti levandule ve srovnání s referenčním vzorkem	52
5.2.2	Porovnání účinnosti levandule ve srovnání s komerčně dostupným prostředkem	54
5.3	Vyhodnocení vzorků ošetřených kofeinem.....	55
5.3.1	Porovnání účinnosti kofeinu ve srovnání s referenčním vzorkem ..	56
5.3.1	Porovnání účinnosti kofeinu ve srovnání s komerčně dostupným prostředkem	57
5.4	Porovnání levandule s kofeinem	58
5.5	Celkové srovnání všech typů vzorků	59
5.5.1	Vyhodnocení vzorků bez dalšího postupu úpravy	61
5.5.2	Vyhodnocení vzorků s následným vyplavením.....	62
5.5.3	Vyhodnocení vzorků s následným působením v xenotestu.....	64
5.6	Více faktorová analýza výsledků testování.....	65
6	Diskuze	66
7	Závěr.....	68
8	Seznam použité literatury	70
9	Seznam internetových zdrojů	74
10	Použité normy	76
11	Přílohy.....	77

Seznam obrázků

Obrázek 1 Životní cyklu hub od výtrusů po tvorbu plodnic (Reinprecht 2008).	18
Obrázek 2 Ontogeneze hmyzu s úplnou přeměnou (Reinerech 2008).....	20
Obrázek 3 Vnitřní stavba těla dospělého jedince.....	22
Obrázek 4 Hlavy vojáků (Weesner 1970).....	25
Obrázek 5 Nadepsané vzorky připravené k impregnaci (zdroj: autorka)	35
Obrázek 6 Silice levandule (zdroj: autorka)	42
Obrázek 7 Kofein (zdroj: autorka).....	43
Obrázek 8 Kofein po odpaření vody (zdroj: autorka).....	43
Obrázek 9 Bochemit (www.bochemit.eu).....	44
Obrázek 10 Vyplavování (zdroj: autorka)	46
Obrázek 11 Vzorky v xenotestu (zdroj: autorka).....	47
Obrázek 12 <i>Reticulitermes santonesis</i> (zdroj: autorka)	49
Obrázek 13 Laboratorní váha (zdroj: Ing. K. Šimůnková)	49
Obrázek 14 Připravené vzorky s termity (zdroj: autorka).....	50
Obrázek 15 Vzorek Bochemitu po 6 týdnech v expozici (zdroj: autorka).....	59
Obrázek 16 Vzorek levandule po 6 týdnech v expozici (zdroj: autorka).....	59
Obrázek 17 Požerky po 6 týdnech v expozici (zdroj: autorka).....	60

Seznam tabulek

Tabulka 1 Referenční vzorky	37
Tabulka 2 Referenční vzorky se stabilizací	37
Tabulka 3 Vzorky ošetřené levandulí	38
Tabulka 4 Vzorky ošetřené levandulí + stabilizace	38
Tabulka 5 Vzorky ošetřené kofeinem	38
Tabulka 6 Vzorky ošetřené kofeinem + stabilizace	38
Tabulka 7 Vzorky ošetřené Bochemitem.....	39
Tabulka 8 Vzorky ošetřené Bochemitem + stabilizace.....	39
Tabulka 9 Průměrné hodnoty levandule	52
Tabulka 10 Průměrné hodnoty referenčních vzorků.....	53
Tabulka 11 Průměrné hodnoty bochemitu	54
Tabulka 12 Průměrné hodnoty vzorků ošetřených kofeinem	56
Tabulka 13 Výsledky více faktorové analýzy rozptylu ANOVA	65

Seznam grafů

Graf 1 Sloupcový graf znázorňující vztah mezi levandulí a referenčními vzorky	53
Graf 2 Sloupcový graf znázorňující vztah mezi levandulí a komerčně dostupným prostředkem.....	55
Graf 3 2 Sloupcový graf znázorňující vztah mezi kofeinem a referenčními vzorky.....	57
Graf 4 Sloupcový graf znázorňující vztah mezi kofeinem a komerčně dostupným prostředkem.....	58
Graf 5 Sloupcový graf Porovnání kofeinu oproti levanduli.....	59
Graf 6 Sloupcový graf porovnání všech typů úpravy	61
Graf 7 Krabicový graf vzorků bez dalšího postupu úpravy	62
Graf 8 Krabicový graf vzorků s vyplavením	63
Graf 9 Krabicový graf vzorků s působením v Xenotestu.....	64

Zkratky

ČSN EN - Československá norma a Evropská norma

ρ_0 – Hustota surového dřeva

LCD - liquid crystal display, displej z tekutých krystalů

UV- Ultra fialové záření

Δm – Hodnota změněné hmotnosti

1 Úvod

Biotičtí činitelé představují pro dřevěný materiál nebezpečí v podobě napadnutí dřeva a následné destrukci. Existuje mnoho faktorů, jak tomu předejít, a dřevěnému produktu, konstrukci nebo stavbě prodloužit životnost.

Jednou z nejčastějších modifikací vůči dřevokaznému hmyzu, je konstrukci ošetřit odpovídajícím nátěrem, který je běžně dostupný v obchodě. Pro úspěšnost a prevenci se obvykle v těchto nátěrech objevují chemické složky, které mohou být zdraví škodlivé. Alternativní ochranou mohou být roztoky, které jsou tvořeny z rostlinných extraktů.

Diplomová práce se zabývá modifikací smrkového dřeva nízké přirozené trvanlivosti vybranými druhy extraktů (levandule a kofein), které umožňují jeho ekologicky přijatelnější ochranu před termity a dalším dřevokazným hmyzem.

V práci je testována stabilita daných extraktů ve dřevě a odolnost modifikovaného dřeva vůči napadení termity vyskytujícími se v Evropě.

Stabilita se vyhodnocuje na základě vyplavování a urychleného stárnutí v Xenotestu, který imituje podmínky v exteriérové expozici.

V práci jsou testovány vybrané koncentrace extraktů, které splňují požadavek zvýšení odolnosti dřeva. Vůči termitům je sledovaný insekticidní účinek dané látky a následná ochrana dřeva.

Dosažené výsledky mohou pomoci i při ochraně před jinými dřevokaznými činiteli.

2 Cíl práce

Hlavním cílem práce je vyhodnotit účinnost vybraných druhů extraktů rostlin jako ochranného prostředku vůči napadení dřeva termity.

Dílčím cílem práce je stanovení stability testovaných extraktů ve dřevě, stanovení účinnosti hydrofobního prostředku a porovnání účinku s komerčně dostupným prostředkem (Bochemit).

3 Literární přehled

3.1 Biotičtí činitelé

Biotičtí škůdci napadají dřevo už při růstu, dále ve formě vytěžené kulatiny, řeziva, štěpek a nakonec napadají i různé dřevařské výrobky. Mezi tyto škůdce patří bakterie, houby, hmyz a jiní, kteří ve dřevě hledají živiny a energii pro život, případně ve dřevě nacházejí útočiště.

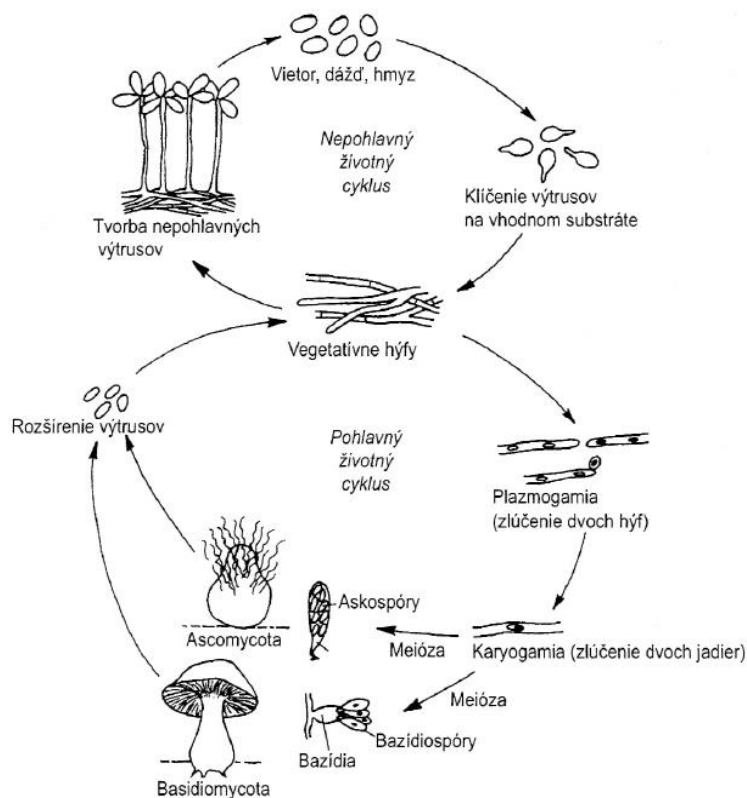
Dřevokazné houby a hmyz mají za důsledek významné ztráty dřevní suroviny v lesích a na skladech kulatiny, dnes se ztráta pohybuje zhruba kolem 15-20% z celoroční těžby.

3.1.1 Dřevokazné houby

Houby jsou chemoheterotrofní organizmy, které mají jádro oddělené od cytoplazmy jádrovou membránou. Nemají fotosyntetické pigmenty, to znamená, že neumí přeměnit oxid uhličitý z ovzduší na organické látky. Houby dokáží navázat vzájemně prospěšné vztahy - „symbiózu“ s jinými organismy (Gáper 2005). Typickým příkladem jsou mykorhizní houby, které jemná houbová vlákna obalují, nebo vnikají do tenkých kořínků stromu s cílem čerpat z nich organické látky, přitom souběžně zásobují kořínky minerály a jinými látkami potřebnými pro život stromu (Reinprecht 2008).

Houby lze dělit na:

- **parazitické** – působí na živých rostlinách (stromech, polních plodinách, apod.) nebo živočiších, z kterých čerpají živiny i energii, čímž způsobují různé nemoci
- **dřevozbarvující houby a plísně** – pro dřevo jsou méně nebezpečné, protože mechanické vlastnosti dřeva zhoršují jen v zanedbatelné míře. Co se týče fyzikálních vlastností, ty poškozují výrazně více, mění barvu a propustnost dřeva. Živí se převážně protoplazmatickými složkami z lumenů buněk a pektinovými látkami v membránách ztenčenin.



Obrázek 1 Životní cyklu hub od výtrusů po tvorbu plodnic (Reinprecht 2008)

Dřevokazné houby poškozují buněčnou stěnu dřeva, to vede k jeho hnilobě.

Rozlišují se základní typy hniloby dřeva:

- **hnědá hniloba** - způsobená celulóztvornými houbami
- **bílá hniloba** - způsobená ligninotvornými houbami a některými askomycetami
- **měkká hniloba** - způsobená askomycetami a některými deuteromycetami

3.1.2 Dřevokazný hmyz

Dřevokazný hmyz napadá živé a mrtvé stromy, kulatinu, řezivo, dřevěné konstrukce a různé dřevěné výrobky. Některé druhy napadají jen živé stromy, jiné jen zpracované dřevo.

Fyziologičtí škůdci prvotní a druhotní

- **prvotní škůdci** - tito škůdci převážně napadají listy, jehličí, kůru, lýko, kambium, popřípadě i kořeny. Má to negativní dopad na produkci dřeva, takto napadený strom totiž produkuje méně dřeva
- **druhotní škůdci** - vytváří požerky v zesláblém nebo nemocném stromě, snižují tím kvalitu dřevní suroviny

Každý rostoucí strom má přirozenou obranyschopnost vůči fyziologickým škůdcům a po napadnutí má schopnost určité regenerace. Tyto schopnosti jsou individuální podle druhu dřeviny a růstových podmínek stromu (*Reinprecht 2008*).

Techničtí škůdci

Tento hmyz vytváří požerky v kulatině, řezivu a dřevařských výrobcích. Kulatinu poškozují především tesařiči a pilořitky. Dřevěné výrobky a konstrukce napadá poměrně menší počet druhů, ale zato jsou schopny způsobit velmi závažné poškození s dopadem na pevnost, a následně se musí řešit statická stránka výrobku. Mezi hmyz, který dokáže způsobit takto závažné destrukce, patří tesařík krovový, červotoč a termiti.

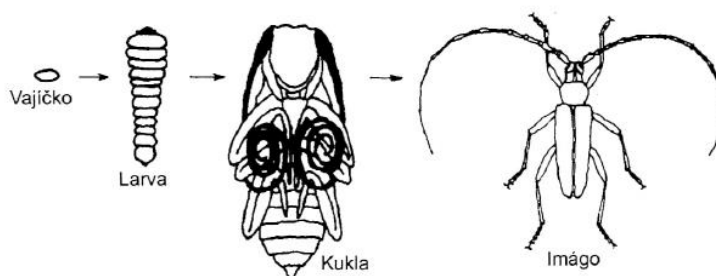
Co se týče ochrany dřeva, tak jsou důležití především techničtí škůdci, popřípadě někteří druhotní fyziologičtí škůdci.

Nejvýznamnější druhy dřevokazného hmyzu se zařazují do následujících čtyř řádů (*Dominik a Starzyk 1983, Gogola 1993, Langendorf 1988, Randuška 1995*):

- ***Coleoptera*** – chrobák (čeleď: tesaříkovití, červotočovití, hrbohlavové, podkornicovití, jádrohlodovití, nosatcovití, roháčovití a jiné)
- ***Hymenoptera*** – blanokřídli (čeleď: pilořitkovití, pilatkovití, hřebenulovití, mravencovití, vosy, včely, rhyssa a jiné)
- ***Lepidoptera*** – motýli (čeleď: drvopleňovití, nesytkovití, obalečovití, píd'alkovití, bekyňovití a jiné)
- ***Isoptera*** – termiti (zemní vlhkodřevní a suchodřevní)

Vývoj dřevokazného hmyzu

Hmyz se rozmnožuje pomocí vajíček. Kladou je oplozené nebo neoplozené samičky. Výjimku tvoří *viviparie*, kde samička rodí živé jedince.



Obrázek 2 Ontogeneze hmyzu s úplnou přeměnou (Reinerech 2008)

Vajíčko

Vajíčko snáší samička. Plodnost samiček je rozdílná podle druhu a ekologických podmínek. Samičky mohou klást od jednoho vajíčka po několik desítek vajíček. Termiti po několika letech kladou tisíce až milióny vajíček. Vývoj zárodku ve vajíčku trvá několik dní až týdnů. Délka embryonální etapy závisí na množství žloutku ve vajíčku, teplotě a vlhkosti prostředí.

Larva

Larva je dalším vývojovým stadiem, kdy jedinec zvětšuje své tělo. Vnější pevný tělový kryt larvy (kutikula) se po dobu růstu několikrát svlékne (Reinerech 2008). Nová kutikula se vytváří po svléknutí té staré, trvá až několik dní, než nový kryt ztverdne. Kolikrát se daná larva svlékne, určuje druh hmyzu.

Larvy se podle vzhledu a typu přeměny zařazují do třech skupin:

- **primární larvy** – tvar těla se již podobá imagu, ale nemají vyvinuté orgány
- **sekundární larvy** – objevují se u nich orgány, které při dalším vývoji zmizí
- **terciální larvy** – tvarem těla jsou zcela odlišné od imaga, typické pro hmyz s úplnou přeměnou

Kukla

Kukla je při úplné přeměně hmyzu nepohyblivým stadiem mezi larvou a imagem. Larvy si před zakuklením vytváří často kokon ze dřeva, hlíny a jiných materiálů. Vývoj jedince v kukle závisí především na teplotě okolního prostředí.

Podle vzhledu lze kukly rozdělit na tři základní typy:

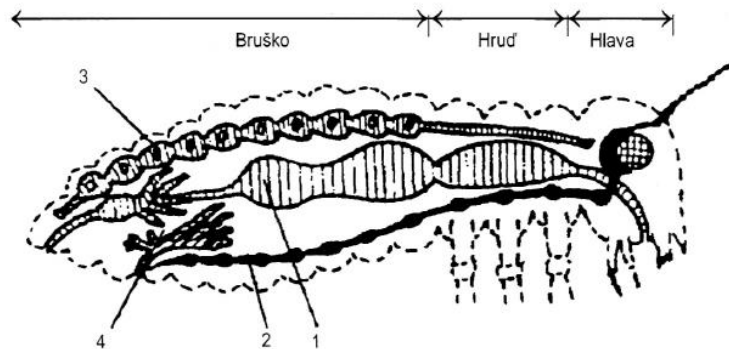
- **volná kukla** – lze zde zřetelně vidět tykadla, křídla a nohy budoucího imaga
- **mumiovitá kukla** – je pokrytá tvrdou blánou. Jsou zde viditelné obrysy tykadel, křídel a článků budoucího imaga
- **skrytá kukla** – kukla je uložena ve vnitřní kutikule z posledního larvového instaru

Imago

Imago je dospělý jedinec, který se při úplné přeměně líhne z larvy. Vylíhnuté imago vyleze ven ze dřeva díky chodbám a otvorům, které vznikly při zakládání nové kolonie, nebo si vytvoří vlastní. Imago už neroste a jeho hlavní úlohou je založit novou kolonii, protože žije jen několik hodin až týdnů. Existují výjimky, např. královna termitů, která se dožívá až deseti let.

Imaga daného druhu se rozlišují podle svého zevnějšku:

- **pohlavní dimorfismus** – sameček a samička
- **sezónní dimorfismus** – zbarvení druhu v závislosti na ročním období, prostředí a ostatních faktorech
- **polymorfismus** – královna a dělníci, respektive vojáci (termity)



Obrázek 3 Vnitřní stavba těla dospělého jedince

1- trávicí soustava, 2- nervová soustava, 3-srdce, 4 – pohlavní orgány (Reinerech 2008)

3.2 Termiti

Termiti (*Isoptera*) se řadí do řádu *Dictyoptera* (stejně jako švábi a kudlanky), a v rámci tohoto taxonu jsou fylogeneticky vnitřní skupinou švábů (*Inward et al 2007a; Ware et al 2010; Bourguignon et al. 2012*). Jejich blízkými příbuznými je hmyz z čeledi *Blattidae* a sesterskou skupinou jsou švábi konzumující dřevo druhu *Cryptocercus*.

Na světě je kolem 3000 popsaných druhů termitů (*Krishna et al. 2013*) a dalších 500-1000 druhů stále čeká na popsání (*Kambhampati & Eggleton 2010*).

3.2.1 Životní cyklus termitů

Nová kolonie vzniká rojením okřídlených dospělých jedinců (dospělců). Dochází k tzv. svatebnímu letu dospělců, kteří když přistanou na zemi nebo na kusu mrtvého dřeva, tak zahodí křídla a samice začne lákat samce díky vylučování pohlavního feromonu. Pár termitů vybuduje svatební komůrku, která do budoucna poslouží jako centrum nového termitiště. Královna začne klást vajíčka po zajištění bezpečného místa, zapečetění komůrky a spáření. Z nakladených vajíček se postupně vylíhnou larvy a z nich se stávají první dělníci a vždy jeden voják nové kolonie, kteří začínají pečovat o další potomstvo královského páru, budují strukturu kolonie a shánějí potravu. Když kolonie dosáhne dospělé velikosti, začnou se znovu vyvíjet letuschopní dospělci a cyklus se opakuje (*Bignell et al. 2011*).

3.2.2 Potrava

V ekosystému jsou termiti na postu dekompozitorů. Živí se rostlinnými pletivými ve všech fázích dekompozice, to znamená mrtvé nebo tlející dřevo, tráva, listový odpad, svrchní vrstvy půdy bohaté na humusovou složku nebo jen mineralizované organické složky v hlíně (*Bignell et al. 2011*). Potrava je pro ně však těžko stravitelná, a proto mají vybudovanou symbiózu s řadou mikroorganismů, bakterií, prvoků i hub, které jim pomáhají narušit strukturu potravy (*Brune a Ohkuma 2011*). Je to jedním z důvodů, proč termiti žijí v tak velkých společenstvech, neboť po každém svlékání jedinec ztratí symbiotickou mikroflóru a získává ji od rodičů nebo jiných členů jeho kolonie (*Krishna 1969*).

3.2.3 Vývoj jedince

Vývoj jedince termita je typickým hemimetabolitním schématem neboli nedokonalou proměnou, která má čtyři fáze, a to vajíčko, larva, nymfa a dospělý jedinec. Lze u nich pozorovat dva různé typy vývoje: lineární a rozvětvený. Počátek obou vývoje stojí na naklazení vajec, které jsou (až na drobné výjimky) oplozeny spermií krále.

Lineární typ

Zde dochází k vývoji přes larvy a nepravé dělníky (*pseudergáty*) k nymfám a dospělcům schopným rozmnožování, s odbočkami k vojákům a neoteninům. Vývoj je primitivní a flexibilní a týká se těchto čeledí: *Kalotermitidae*, *Archotermopsidae* a některých rodů *Rhinotermitidae*.

Rozvětvený typ

U tohoto typu vývoje dochází k brzkému rozdělení na dvě větve, a to apterní a myfálně-alátní. Tím jsou od sebe během vývoje odděleny sterilní a fertlní kasty. Tento typ je typický pro čeledi *Mastotermitidae*, *Hodotermitidae*, *Termitidae* a pro některé rody *Rhinotermitidae* (*Roisin a Korb 2011*).

3.2.4 Skupiny termitů

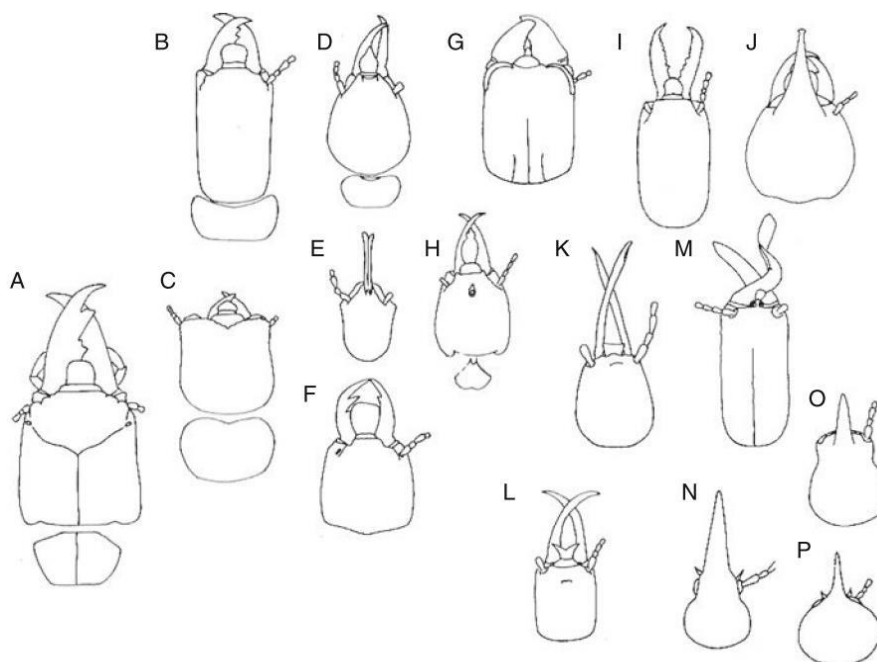
Termitiště má pevně stanové jednotlivé role pro kasty (skupiny), a to pro konkrétně tři hlavní kasty: dělníci, vojáci a královský pár. Objevují se zde tzv. nedospělí jedinci, kteří se mohou dle aktuální potřeby vyvinout v jednotlivé představitele kast (*Krishna 1969*). Každý jedinec v termitišti má předem stanovenou úlohu, kterou přispívá k prospěchu celé kolonie, avšak byly zaznamenány fenomény napovídající maximalizaci vlastních sobeckých zájmů konkrétního jedince (*Korb 2011*).

Dělník

Dělník v termitišti plní běžné úkoly, jako je sběr potravy, stavba a oprava hnízda, krmení závislých jedinců či péče o potomstvo. Dělníci jsou obvykle hermafroditní a sterilní. Dělníci zastávají svou úlohu především pod zemí. Jejich tělo je měkké a v podzemním prostředí se pohybují pomocí komunikačních feromonů a vysoké citlivosti na otřesy půdy. Stavba těla dělníků je přizpůsobena jejich práci, a proto nemají křídla a jejich kousací ústrojí je uzpůsobeno pro zpracování potravy. Rozdílné kousací ústrojí u hlínožravých a dřevožravých druhů je velmi patrné. Díky labiální žláze, kterou mají umístěnou v ústní dutině, se tvoří sliny a trávicí enzymy, které napomáhají trávení a jsou zdrojem cementu pro výstavbu termitiště (*Noirot 1969*).

Voják

Vojáci stejně jako dělníci jsou hermafroditní, ale mají své pohlavní orgány většinou zakrnělé. U vojáků lze pozorovat změny stavby těla, které jsou nejčastěji patrné v oblasti hlavové kasule (*obr. 4*). Jejich hlava je značně větší a sklerotizovaná. Změna je patrná i na kusadlech, která mají ve většině případů větší, slouží výhradně k obraně před nepřáteli (*Weesner 1970*). Vojáci slouží pouze k ochraně hnízda a jsou slepí i přesto, že mohou mít zakrnělé oči. Vzhledem k uzpůsobení kusadel nejsou jedinci schopni samostatného získávání potravy a jsou tak zcela závislí na dělnících (*Bignell et al. 2011*).



Obrázek 4 Hlavy vojáků (Weesner 1970)

A- *Archotermopsis wroughtoni*, B - *Rugitermes bicolor*, C - *Cryptotermes verruculosus*, D- *Coptotermes sjostedti*, E- *Rhinotermes hispidus*, F- *Rhinotermes hispidus*, G- *Jugositermes tuberculatus*, H- *Acanthotermes acanthothorax*, I- *Microcerotermes fuscotibialis*; J- *Armitermes grandidens*; K- *Promirotermes orthocopes*; L- *Procutitermes niapuensis*; M- *Pericapritermes urgens*; N- *Angularitermes nasutis-simus*; O- *Coarctotermes suffuscus*; P- *Nasutitermes octopilis*

Pohlavní jedinci

Pohlavní jedince lze rozdělit na dva typy. První typ jsou okřídlení aláti, kteří zahazují křídla a stávají se druhým typem, deláty. Deláti jsou primární pohlavní jedinci. Sekundární pohlavní jedinci jsou ti, kteří po smrti původního královského páru zaujali uvolněné místo, nebo se rozmnožují zároveň s nimi. Vznikají z alátů, kteří neopustili mateřskou kolonii, nebo z nedospělých stadií (neoteniky). Stavba jejich těla je větší než u ostatních kast. Dospívají uvnitř kolonie ve velkých počtech a při příznivých podmínkách společně opouštějí hnízdo a zakládají novou kolonii (*Jeschke & Tollrian 2007*).

3.3 Ochrana dřeva vůči biotickým činitelům

Ochrana dřeva se provádí za účelem vytvoření nepříznivých podmínek pro působení degradačních činitelů. Dřevo má svou přirozenou trvanlivost, která se dá

zlepšit různými fyzikálními, chemickými nebo biologickými metodami (*Reinprecht 2008*).

Ochranu dřeva lze rozdělit do dvou základních kategorií:

- fyzikální ochrana – viz kap. 3.3.1
- chemická ochrana – viz kap. 3.3.2

3.3.1 Fyzikální ochrana

Fyzikální ochrana dřeva je založená na regulaci expozičních podmínek. Určitými úpravami teploty, vlhkosti, pH hodnoty a jiných parametrů dřeva a okolního prostředí lze dosáhnout, aby biotičtí škůdci neměli příznivé prostředí pro svoji aktivitu.

Mezi fyzikální ochranu dřeva lze zařadit i konstrukční ochranu, která používá vhodné konstrukční optimalizace proti přístupu škůdců a jiných nepříznivých vlivů.

Další fyzikální ochranou je fyzikální sterilizace, což je specifická ochrana na likvidaci biologických škůdců v již napadeném dřevě. Jedná se o krátkodobou ochranu, při které se ze dřeva odstraňují nebo se v dřevě likvidují zárodky dřevokazných hub a hmyzu. Aplikuje se termickými, radiačními a jinými sterilizačními technologiemi.

Nejpoužívanější metody dlouhodobé fyzikální a konstrukční ochrany dřeva:

- **suchá ochrana** – trvalý suchý stav kulatiny, řeziva i dřevěných výrobků
- **mokrý ochrana** - trvalý mokrý stav kulatiny
- **ochrana v inertním plynu** – trvalá expozice dřeva v atmosféře nevhodné pro biologické škůdce (např. čistý dusík)
- **materiálové optimalizace** – výběr a použití trvanlivějších druhů dřeva
- **designové optimalizační konstrukční prvky a detaily** – optimální tvary výrobků, které omezují např. zadržování srážkové vody
- **bariérová povrchová ochrana** – povrchové nátěry, které mají pouze fyzikálně – mechanickou funkci proti vniknutí vody

Principy fyzikální a konstrukční ochrany

Toto jsou požadavky, doporučení a opatření pro fyzikální a konstrukční ochranu dřeva (*Žák a Reinprecht 1998*):

Požadavky:

- dřevo a výrobky z něj je potřeba udržovat při vhodné vlhkosti
- výrobky ze dřeva, které budou umístěny v interiéru, je třeba upravit na rovnovážnou vlhkost, která odpovídá danému prostředí
- výrobky ve vnitřním prostředí je třeba izolovat od vlhkosti
- pro náročné exteriérové prostředí je potřeba zvolit trvanlivější druh dřeviny
- výrobky, které budou vystavené nebezpečí požáru, je třeba optimálně tvarovat a umístit je s ohledem na protipožární bezpečnost objektu

Doporučení:

- předcházet biologickým škůdcům formou nátěrů nebo fólie, opálením povrchu apod.
- předcházet trhlinám pomocí Gang-Nail platiček, S-háků, sponek
- pomocí paření nebo vaření sterilizovat dřevo a tím se zbavit živých parenchymatických buněk, které jsou vhodným substrátem pro činnost biologických škůdců.

Opatření:

- zlikvidovat biologicky poškozené dřevo
- obnovit biologicky poškozené dřevo

3.3.2 Chemická ochrana

Chemická ochrana dřeva zvyšuje přirozenou trvanlivost dřeva proti biologickým či abiotickým činitelům. Prostředky na chemickou ochranu dřeva jsou různé, podle vhodných typů chemických látek (*Eaton a Hale 1993, Hunt a Garratt 1953, Ibach 1999, Richardson 1993*).

Jedná se o látky s přírodním původem, ale i o syntetické chemické látky s různými účinky. Tyto látky musí splňovat požadované účinky, aplikační účinky, viskozitu a musí být eko-toxikologické.

Nejčastěji se využívají dostupné chemické ochranné prostředky, které na obalu mají obchodní název a jejich účinné složky jsou většinou fungicidy, insekticidy, retardéry hoření apod.

Chemický nátěr se používá především na dlouhodobou preventivní ochranu dřevěných konstrukcí, které jsou umístěné v náročnějších expozicích.

Kvalita chemické ochrany závisí na účinnosti a aplikaci obsažených látek, struktuře a vstupní vlhkosti dřeva, technologie ošetření dřeva a na stabilitě ochranného prostředku (*Reiprecht 1996a, 1998a, b*).

Způsoby chemické ochrany dřeva

Podle toho, zda se, jedná o výrobky zdravé, nebo poškozené, rozlišujeme následující způsoby ochrany dřeva na:

- preventivní ochranu zdravého dřeva
- dodatečnou ochranu zdravého nebo poškozeného dřeva

Doba účinnosti chemické ochrany dřeva záleží na stabilitě ochranného prostředku, a na tom, kde se se výrobek nachází.

Dobu účinnosti lze rozdělit:

- **krátkodobá ochrana dřeva** – ochrana dřevní suroviny a polotovarů (kulatina, řezivo, štěpky, apod.)
- **dlouhodobá ochrana dřeva** – ochrana výrobků ze dřeva (podvaly, sloupy, báňské dřevo, zahradní nábytek, nosné prvky, okna, dveře, aj.)

Prostředky na chemickou ochranu dřeva

Prostředky na chemickou ochranu dřeva obsahují dva typy složek
(*Reinprecht 2008*):

- **směrově účinné látky** – fungicidy, insekticidy, retardéry hoření, baktericidy, inhibitory povětrnostní koroze, inhibitory chemické koroze
- **průvodní složky** – rozpouštědla, ředidla, stabilizátory, emulgátory, fixativa, pigmenty, barviva, aj.

Baktericidy

Jejich hlavním účinkem je likvidace veškerých druhů bakterií, které se nevyskytují jen ve dřevě, ale i na různých minerálních a organických stavebních materiálech. K ekologicky šetrným baktericidním přípravkům patří chemické složky, které obsahují atom stříbra (chlorid stříbrný, oxid titaničitý, stříbro, oxid měďnatý, silikát zinku) (*Wasserbauer 2000*).

Fungicidy

Fungicid je látka, která potlačuje životní aktivitu hub. Tato složka se proto přidává do nátěrů proti dřevokazným houbám, plísním a hnilobám. Zařazují se do skupin podle chemického složení, vodorozpustnosti, aplikovatelnosti v interiérech a exteriérech, apod. (*Reinprecht 1994*). Mezi organické fungicidy lze zařadit přírodní látky získané z trvanlivějších druhů dřevin a je možné je získat i z různých druhů živočichů.

Před třemi až pěti tisíci roky se začaly používat rostlinné oleje, které neměly vnější fungicidní účinek, ale odpuzovaly vodu a tím snižovaly vlhkost dřeva, kterou houby pro svou existenci potřebují (*Reinprecht 2008*).

Insekticidy

Látky, které účinně bojují s výskytem hmyzu, mají usmrcující nebo odpudivý účinek. Insekticidy pro ochranu dřeva se rozlišují na anorganické (vodorozpustné z dřeva louhovatelé, vodorozpustné v dřevě fixované) a organické (kreozotové oleje, chlorované uhlovodíky, organofosfáty, přírodní látky apod.).

3.3.3 Modifikace

Ochrana dřeva modifikací znamená, že dřevo má záměrně změněnou strukturu. Takto změněná struktura má za důsledek lepší vlastnosti materiálu jako je biologická a termická odolnost, odolnost vůči agresivním chemikáliím, hydrofobnost, rozměrová stabilita, pevnost a trvanlivost (*Reinprecht 2016*).

Chemická modifikace dřeva

Chemická modifikace dřeva je taková modifikace, při které dojde k výrazné změně alespoň jedné z fyzikálních, mechanických nebo technologických vlastností (*Pajtik a Ladomerský 1982*).

Chemickou modifikaci lze chápat jako zavedení chemické látky bez ochranného efektu do struktury dřeva, kde chemická látka nemusí chemicky reagovat, ale zlepšuje vlastnosti a odolnost materiálu (*Norimot a Gril 1993*).

V dnešní době lze za chemickou modifikaci považovat pouze úpravu spojenou s chemickou reakcí v buněčné stěně nebo na povrchu, tzv. aktivní modifikaci (*Hill 2006*).

Termická modifikace dřeva

Termodřevo neboli tepelně upravené dřevo je nový druh materiálu, který je tepelně a vlhkostně upravený.

Výroba Termodřeva nastává při teplotách 150 až 260°C, kdy se záměrně upravuje chemická struktura materiálu. Dřevo se při procesu stává hydrofobnější a zároveň odolnější vůči biologickým škůdcům (*Reinprecht 2011*).

Hlavním záměrem termicky modifikovaného dřeva je připravit materiál, který by splňoval níže uvedené podmínky:

1. nižší hygroskopicita
2. vyšší rozměrová stabilita
3. vyšší odolnost vůči dřevokazným houbám, dřevozbarvujícím houbám a plísním
4. vyšší odolnost vůči dřevokaznému hmyzu a mořským škůdcům

5. zachování, popřípadě zlepšení mechanických vlastností (pevnost, tuhost, tvrdost)
6. zachování nebo zlepšení estetické stránky (barva, textura, lesk, minimální podíl trhlin, aj.)

Pojem termická modifikace lze chápat jako záměrnou technologickou úpravu struktury dřeva vlivem zvýšené teploty, při které dochází ke zlepšení rozměrové stability, odolnosti vůči vodě, houbám, hmyzu a jiným biologickým škůdcům (Reinprecht 2011).

Biologická modifikace dřeva

Biologická modifikace dřeva se v praxi používá tak, že se infikuje dřevo biologickými organismy, které produkují látky s fungicidním nebo jiným biocidním účinkem (Reinprecht 2008). Díky těmto organismům se zabrání růstu nebezpečnějších škůdců dřeva.

Poukazuje se na to, že zde existuje možnost usmrcení nebo potlačení aktivity termitů pomocí patogenních virusů, bakterií, hub a jiných organismů (Lenz 2004). Konidie houby *Metarhizium anisopliae* měla pozitivní repelentní účinek vůči termitům.

3.4 Rostlinné extrakty

Rostlinné extrakty byly předchůdci syntetických insekticidů, které se hojně používají v dnešní době. Extrakty se jako ochrana začaly používat koncem 16. století a jejich produkce vyvrcholila v 19. století, kdy se přišlo s chemizací, která rostlinné extrakty zastínila a odstranila z trhu.

Koncem 20. století zájem o přírodní formu insekticidů opět narůstá a rostlinné extrakty jako přírodní insekticidy se opět vrátily na trh.

První zmínky o používání rostlinných insekticidů pochází z amerického kontinentu a Asie, kde je používali k ochraně produktů a úrody před škůdci.

První extrakty byly z rostlin tabáku, ryanie a chryzantémy, a tento trend se postupně rozšířil do Evropy, kde se praktiky zdokonalily a dostaly komerční podobu.

3.4.1 Příprava rostlinných extraktů

Extrahování

Získání extraktu je jeden z nepoužívanějších a nejefektivnějších způsobů, jak získat účinnou látku z rostliny.

Pro získání extraktu lze použít suché drogy, nebo se rostliny macerují v rozpouštědle (voda, organické rozpouštědlo, etanol, metanol, aceton, chloroform či benzen).

Díky polaritě rozpouštědla lze obsah a účinnost získaných látek regulovat a výsledkem jsou různé polární látky z rostlin. To se využívá především v komerční velkovýrobě, kde je možné oddělit zahuštěný filtrát.

Výrobu rostlinných extraktů lze praktikovat i v domácím prostředí, kde se jako smáčedlo používá líh, který má pozitivní účinky proti houbám (*Schnee, Queiroz et al. 2013*).

Rozemletí rostliny na malé kousky je prvním krokem výroby. Následně se malé kousky vloží do nádoby v poměru 1:10 spolu s rozpouštědlem. Takto připravená směs se nechá minimálně 6 hodin macerovat, doporučený čas je ovšem 24-48 hodin pro efektivnější extrakt (*Pavela 2011*). Pro získání čistého extraktu následuje filtrace, která se provádí pomocí filtračního papíru či jemného plátna.

Kvasný výluh

Na kvasný výluh lze použít čerstvé nebo sušené byliny, které se co nejvíce udusají a zalijí se vodou, nejlépe dešťovou v poměru 10:1 (10 litrů vody na 1 kg rostlin). V rozmezí 24-48 hodin začíná kvasný proces, kdy je potřeba jednou za čas celý výluh provzdušnit a zamíchat. Směs kvasí do vytvoření pěny na povrchu, zhruba 1-2 týdny. Po skočení kvašení následuje filtrace a skladování v tmavém a chladném prostředí. Takto hotový výluh se doporučuje ředit vodou v poměru 1:20 (popřípadě vyšší koncentrace 1:5 nebo nižší 1:50).

Odvar

Tento proces získávání rostlinných extraktů se na rozdíl od dvou předchozích provádí varným procesem. Nadrcené rostliny se smíchají s vodou a po dobu minimálně 24 hodin se louhují, poté se přivedou k varu na mírném ohni. Po převaření směsi se odvar přefiltruje a uchovává se na temném a suchém místě. Odvar má nevýhodu v tom, že se doporučuje zpracovat v co možné nejkratší době a ředí se v poměru 1:10.

Nálev z rostlin

Nálev z rostlin je dalším možným procesem k získání rostlinných extraktů. Nálev je potřeba zpracovat ihned po dokončení nebo v co možné nejkratší době, aby nedošlo ke kvašení.

Čerstvé nebo sušené byliny se louhují po dobu minimálně 24 hodin v horké vodě, která se postupně nechá chladnout. Louhování se provádí v uzavřené nádobě a po dokončení je potřeba filtrace. Takto hotový nálev se ředí v poměru 1:5.

3.5 Ochrana dřeva vůči termitům

V současné době se ochrana proti termitům provádí za použití chemických pesticidů, které jsou účinné, ale představují rizika pro životní prostředí a lidi.

Alternativou k hojně používaným chemickým pesticidům jsou přírodní produkty. Přestože jsou éterické oleje účinné, projevuje se u nich nestabilita, špatná rozpustnost ve vodě a degradace přímým světlem, kyslíkem a mírnou teplotou.

Nanostruktura esenciálních olejů by tyto problémy mohla odstranit a zajistit tak dlouhotrvající účinek.

3.5.1 Ochrana dřeva přírodními extrakty

Silice následujících rostlin: *Cymbopogon flexuosus* (Citrónová tráva), *Eucalyptus globulus* (Blahovičnick kulatoplodý) a *Melaleuca alternifolia* (čajovníkový strom), byly použité na výzkum účinků nanostrukturovaných éterických olejů proti podzemním termitům (*D. J. Clerici a kol. 2018*).

Výsledky této studie ukázaly, že pevné lipidové nanočástice čajovníku mají jak odpuzující, tak insekticidní účinek. Výsledky této studie jsou kladné, co se týče odolnosti silic s insekticidním účinkem proti termitům.

Skořice

Ošetření dřeva *Cinnamaldehydem* (skořicovým aldehydem) a kyselinou skořicovou je odolné vůči podzemním termitům, a to i po těžkém procesu zvětrání. Tím je podloženo se tvrzení, že rostlinné extrakty jsou důležité pro vývoj nových prostředků na ochranu dřeva, které jsou méně škodlivé pro životní prostředí a pro člověka (*S.Nami Kartal, Won-Joung Hwang, Yuji Imamura, Yasuo Sekine 2006*).

Neem neboli Zaderah indický

Za účelem vývoje levných a ekologicky šetrných prostředků na ochranu dřeva byly zvolené silice z různých částí stromu *Neem* jako ochrana před termity. Extrakty byly připraveny ze semen, listů a kůry stromu *Zaderahu* indického (*Neem, Azadirachta indica*) a porovnávaly se s insekticidem (*Chlorpyrifos*). Dřevo, které bylo ošetřeno neemovým olejem (ze semen) a extraktem kůry, bylo náchylné k napadení termity, ale jeho odolnost byla o 40,32% lepší než u dřeva neošetřeného.

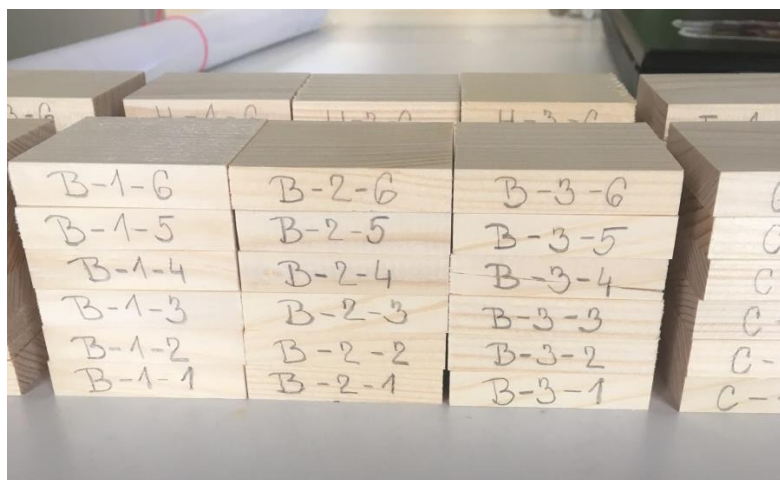
Extrakt z listů byl klasifikovaný jako účinný ve srovnání s předchozí kombinací. Nejlépe si vedla kombinace extraktů neem s 2% insekticidem, která měla nejvýraznější úroveň ochrany. Škodlivý účinek použitého insekticidu byl tedy drasticky snížen v kombinaci s rostlinným extraktem (*S. Nami Kartal a kol. 2006*).

4 Metodika

Metodická část je věnována popisu postupu jednotlivých kroků, které byly potřeba k získání výsledků. Jsou zde popsány vzorky, materiál, použité ochranné látky proti termitům, vyplavování, působení vzorků v Xenotestu a další postupy, které byly použity.

4.1 Vzorky

Vzorky (obr. 5) byly vyrobeny ze smrkového dřeva (*Picea abies*, L., Karst) v dílně ve dřevařském pavilonu na České zemědělské univerzitě dle normy ČSN EN 118 *Ochranné prostředky na dřevo – Zjišťování preventivního účinku proti druhům *Reticulitermes* (Evropští termiti)*. Velikost vzorků byla modifikována na rozměry 50 x 15 x 10 mm z důvodu citlivějšího vyhodnocení váhového úbytku po expozici mezi termity.



Obrázek 5 Nadepsané vzorky připravené k impregnaci (zdroj: autorka)

Po zhotovení vzorků byly všechny vzorky popsány a rozděleny do 8 skupin, kde každá skupina má 3 podskupiny.

Značení jednotlivých vzorků viz *kap. 4.2*.

4.1.1 Smrkové dřevo

Smrk (*Picea abies*, L., Karst) je jeden z nejčastějších stromů u nás a velké zastoupení má i po celé Evropě a Asii. Z celkové plochy dřevin v České republice tvoří

jehličnany 58,9 % porostu, smrk ztepilý zde zaujímá až 44,1 %, což dokazuje jeho přední postavení mezi lokálními dřevinami (*ÚHÚL 2016*).

Zásluhu na jeho rozšíření mají smrkové monokultury v podobě rozsáhlých a pouze smrkových lesů (*Patříčný 2016*).

Makroskopická stavba

Dřevo je zbarveno do sametově bílé až nahnědlé barvy s výraznými letokruhy. Na všech třech řezech jsou zřetelné letokruhy, díky barevnému odlišení jarní a letní přírůstkové vrstvy dřeva. U smrkového dřeva není okem viditelné jádro. Smrk se svojí nízkou hustotou ($\rho_0 = 420 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$) řadí mezi lehké dřevo, které má rovněž malou tvrdost (26 Mpa) (*Vavrčík et.al.2002*).

Mikroskopická stavba

Smrk patří mezi jehličnaté dřevo, které je vývojově starší než dřevo listnaté a odlišuje se jednodušší anatomickou stavbou. Hlavními a převládajícími elementy jsou tracheidy (cévice) a parenchymatické buňky (*Wagenfür 1999*).

Využití smrkového dřeva

Smrk patří mezi naše nejdůležitější užitkové dřevo, je významnou oporou dřevařského průmyslu. Uplatňuje se při výrobě řeziva, papíru i paliva ve stavebním i truhlářském průmyslu. Díky velkému zastoupení má nejvyšší podíl při výrobě dřevěných stavebních konstrukcí, telekomunikačních sloupů apod.

Přirozená trvanlivost smrkového dřeva

Pojmem přirozená trvanlivost dřeva se rozumí schopnost odolávat napadení a destrukci způsobené především biotickými škůdci (houby, plísně, hmyz, cizopasně rostliny), a také schopnost bránit se abiotickým činitelům (oheň, povětrnost, záření atd.). Odolnost jednotlivých dřevin je dána jejich anatomickou strukturou a chemickým složením dřeva (*Baier a Týn 2001*).

Přirozená trvanlivost smrku je stanovena dle normy *ČSN EN 350-1 Trvanlivost dřeva a materiálů na jeho bázi. Přirozená trvanlivost rostlého dřeva. Část 1: Návod na*

zkoušení a klasifikaci přirozené trvanlivosti dřeva. Dle této normy se smrk řadí do 4. třídy jako slabě trvanlivé dřevo.

4.2 Přehled vzorků pro jednotlivé ošetření

Jednotlivé vzorky byly naimpregnované odlišnými účinnými látkami, stabilizovány pomocí impregnace glukofobu, vyplaveny dle ČSN EN 84 nebo byly imitovány exteriérové podmínky pomocí xenotestu. Jejich podrobné rozdělení je patrné v tabulkách 1 – 8.

Referenční vzorky bez impregnace

Vzorky bez ošetření

Tabulka 1 Referenční vzorky

Bez úpravy	Vyplavení dle EN84	Xenotest
A-1-1	A-2-1	A-3-1
A-1-2	A-2-2	A-3-2
A-1-3	A-2-3	A-3-3
A-1-4	A-2-4	A-3-4
A-1-5	A-2-5	A-3-5
A-1-6	A-2-6	A-3-6

Hydrofobní úprava

Tabulka 2 Referenční vzorky se stabilizací

Bez úpravy	Vyplavení dle EN84	Xenotest
B-1-1	B-2-1	B-3-1
B-1-2	B-2-2	B-3-2
B-1-3	B-2-3	B-3-3
B-1-4	B-2-4	B-3-4
B-1-5	B-2-5	B-3-5
B-1-6	B-2-6	B-3-6

Vzorky impregnované levandulí

Vzorky ošetřené pouze levandulí

Tabulka 3 Vzorky ošetřené levandulí

Bez další úpravy	Vyplavení dle EN84	Xenotest
C-1-1	C-2-1	C-3-1
C-1-2	C-2-2	C-3-2
C-1-3	C-2-3	C-3-3
C-1-4	C-2-4	C-3-4
C-1-5	C-2-5	C-3-5
C-1-6	C-2-6	C-3-6

Hydrofobní úprava

Tabulka 4 Vzorky ošetřené levandulí + stabilizace

Bez další úpravy	Vyplavení dle EN84	Xenotest
D-1-1	D-2-1	D-3-1
D-1-2	D-2-2	D-3-2
D-1-3	D-2-3	D-3-3
D-1-4	D-2-4	D-3-4
D-1-5	D-2-5	D-3-5
D-1-6	D-2-6	D-3-6

Vzorky impregnované kofeinem

Vzorky ošetřené pouze kofeinem

Tabulka 5 Vzorky ošetřené kofeinem

Bez další úpravy	Vyplavení dle EN84	Xenotest
E-1-1	E-2-1	E-3-1
E-1-2	E-2-2	E-3-2
E-1-3	E-2-3	E-3-3
E-1-4	E-2-4	E-3-4
E-1-5	E-2-5	E-3-5
E-1-6	E-2-6	E-3-6

Hydrofobní úprava

Tabulka 6 Vzorky ošetřené kofeinem + stabilizace

Bez další úpravy	Vyplavení dle EN84	Xenotest
H-1-1	H-2-1	H-3-1
H-1-2	H-2-2	H-3-2
H-1-3	H-2-3	H-3-3
H-1-4	H-2-4	H-3-4
H-1-5	H-2-5	H-3-5
H-1-6	H-2-6	H-3-6

Vzorky impregnované komerčním insekticidem (Bochemitem)

Vzorky ošetřené pouze Bochemitem

Tabulka 7 Vzorky ošetřené Bochemitem

Bez další úpravy	Vyplavení dle EN84	Xenotest
I-1-1	I-2-1	I-3-1
I-1-2	I-2-2	I-3-2
I-1-3	I-2-3	I-3-3
I-1-4	I-2-4	I-3-4
I-1-5	I-2-5	I-3-5
I-1-6	I-2-6	I-3-6

Hydrofobní úprava

Tabulka 8 Vzorky ošetřené Bochemitem + stabilizace

Bez další úpravy	Vyplavení dle EN84	Xenotest
K-1-1	K-2-1	K-3-1
K-1-2	K-2-2	K-3-2
K-1-3	K-2-3	K-3-3
K-1-4	K-2-4	K-3-4
K-1-5	K-2-5	K-3-5
K-1-6	K-2-6	K-3-6

4.3 Vážení vzorků

Všechny vzorky byly po popsání zváženy na laboratorní váze od výrobce Imal Pal Group typ BL 100 LCD, která určila hmotnost vzorku zaokrouhlenou na dvě desetinná místa.

Vážení probíhalo po každém kroku, tzn. po impregnaci, klimatizaci a následně po experimentu s termity.

Laboratorní váha je vyrobena z ušlechtilé oceli a splňuje následující požadavky:

- Max 2000g
- d= 0,01 g
- T= - 2000g
- + 10°C/ + 40°C

Dané hodnoty jsou čitelné na podsvíceném LCD displeji, kde je jednoduchá obsluha pomocí čtyř tlačítek.

4.4 Impregnace vzorků

Vzorky byly impregnovány třemi různými typy ochranných prostředků, a to konkrétně roztoky kofeinu, levandule a komerčně dostupným prostředkem (Bochemitem), který se aplikoval pro srovnání dostupného prostředku s přírodními extrakty.

Jako metoda impregnace bylo využito máčení vzhledem k nenáročnosti laboratorního vybavení.

Skupiny A a B jsou bez impregnace a slouží jako referenční vzorek k ošetřeným vzorkům.

4.4.1 Impregnace

Pomocí impregnace je možné do dřeva jakožto porézního materiálu vpravit co nejvíce možného ochranného prostředku (*Šefců, Vinač, Pacáková 2000*).

U napadeného dřeva dřevokazným hmyzem je pronikání impregnace omezeno přítomností pilin (požerků).

Pohyb impregnace (kapalin) porézním systémem dřeva může probíhat přirozeně, nebo pomocí tlakového gradientu. U přirozeného vnikání impregnace, slouží jako hnací síla difúze (čerstvé, vlhké nebo vodou nasycené dřevo) a kapilární síly (vzlínání). Tlakový gradient je založený na základě snížení nebo zvýšení tlaku a tím se výrazně urychluje pohyb kapaliny.

Impregnaci lze urychlit pomocí vakuové impregnace, kde k tomu přispívá odstranění vzduchu z pórů dřeva.

Pokud se dřevo impregnuje chemickými prostředky, je potřeba ho očistit od prachu, starých nátěrů, mastnoty atd.

Dle metody impregnace lze rozdělit její účinnost (Šefců, Vinač, Pacáková 2000):

- **povrchová** – nátěr, postřik, krátkodobý ponor (do 5 minut) umožňuje hloubku průniku prostředku do dřeva do 2 mm – je určena pro třídy ohrožení 1 a 2
- **polohloubková** - ponorem a dlouhodobým máčením (1–48 h.) umožňuje hloubku průniku do 2–10 mm – je určena pro třídy ohrožení 1, 2 a 3
- **hloubková** - vakuová a vakuo-tlaková impregnace umožňuje úplnou impregnaci bělového dřeva, jádra do hloubky 2–5 mm a smrkového dřeva do hloubky 5–15 mm – je určena pro třídy ohrožení 1–5.

Dostatečná ochrana dřeva se zajistí použitím prostředku s vhodnými účinnostmi, musí být dodržen minimální příjem ochranného prostředku a technologický postup předepsaný výrobcem.

4.4.1.1 Impregnace máčením

Impregnace ponořením za atmosférického tlaku neboli máčení v impregnační kapalině je velmi pomalá metoda, která požaduje poměrně dlouhou dobu ponoru. Příjem impregnační látky je omezený, protože mu brání vzduch, který je součástí dutin dřeva. Mezi nevýhody této metody je odpařování rozpouštědel z otevřené nádoby do okolního prostředí.

4.4.2 Extrakt z levandule

Levandule lékařská (*Lavandula angustifolia*) je rostlina, která patří do čeledi Lamiaceae s přímými, částečně zdřevnatělými stonky, a tvoří polokeře (Schönfelder 2004). Její původní rozšíření bylo v jižní Evropě, postupem času se rozmnožila po celém světě jako okrasná, aromatická a léčivá rostlina.

Mimo její blahodárné účinky na zdraví má levandule schopnost odpuzovat hmyz, a proto byla ideálním adeptem pro ošetření dřeva proti dřevokaznému hmyzu, konkrétně termitům.

Složení levandulové silice je následující: linalyl acetát (cca 42 %), linalon (cca 28 %), borneol, ioborneol, cineol, geraniol, kafr a další terpeny (Janča, Zenrich, 1995).

Použila se přírodní 100 % silice levandule od firmy Yellow & Blue (obr. 6), která pochází z České republiky. Tato silice je klasifikována jako drogerie a podléhá přísné legislativě. V jedné kapce této silice jsou obsažené látky přibližně z 1 kg rostliny.



Obrázek 6 Silice levandule (zdroj: autorka)

Ze 100% levandulové silice, 70% lihu a destilované vody se připravil 5% roztok levandulové silice v 40% roztoku lihu ve směsi s destilovanou vodou. Celkový objem byl 3 dm³.

Do takto připraveného roztoku se ponořily vzorky označené písmeny C a D a všechny jejich podskupiny (C-1-1 až D-3-6). Všechny vzorky musely být zcela ponořené zhruba 8 hodin. Zdali je vzorek dostatečně naimpregnovaný, určil hmotnostní rozdíl, který odpovídal objemovému příjmu přibližně 120 kg/m³.

4.4.3 Impregnace kofeinem

Kofein (1,3,7 – trimethylxanthin) je přirozeně se vyskytující alkaloid a nachází se především v následujících produktech: v čaji, kávě, kokosových ořeších, kakaových

bobech a různých léčivech (Smith, 2002). Je to jedna z hlavních sloučenin vytvořená pevnými odpady v průmyslu kávy a čaje.

Existují dvě teorie týkající se úlohy kofeinu v rostlinách, první teorie je „chemická obrana“ a druhá „alelopatická funkce“ (Ashihara a Suzuki, 2004).

U kofeinu byl zaznamenán insekticidní, larvicidní a inhibiční účinek proti plísním, kvasinkám a bakteriím (Raut et.al, 2013).

Použitý byl čistý kofein od firmy Fichema s.r.o. se sídlem v Brně.

Vzorky E-H a všechny jejich podskupiny (viz tab. 5 a 6) se impregnovaly v 2% roztoku kofeinu, celkový objem roztoku byl 4 dm³.

Impregnace následovala až po úplném rozpuštění kofeinu, které proběhlo po zhruba 24 hodinách. Doba impregnace trvala zhruba 8 hodin. Zdali je vzorek dostatečně naimpregnovaný, určil hmotnostní rozdíl, který odpovídal objemovému příjmu přibližně 120 kg/m³.



Obrázek 7 Kofein (zdroj: autorka)



Obrázek 8 Kofein po odpaření vody (zdroj: autorka)

4.4.4 Impregnace komerčním ochranným prostředkem Bochemitem

Pro srovnání účinnosti rostlinných extraktů byly vzorky I a K a všechny jejich podskupiny (viz tab. 7 a 8) naimpregnované komerčně dostupným prostředkem, který byl zakoupený ve velkoobchodě Obi s obchodním názvem Bochemit.

Bochemit QB Hobby je koncentrovaný kapalný fungicidní a insekticidní přípravek pro dlouhodobou preventivní ochranu dřeva proti plísním, dřevokaznému hmyzu a houbám. Slouží k ochraně dřeva v interiéru (drobné střešní konstrukce, podlahy) i exteriéru (střešní podbití, pergoly, ploty). Výrobek se po aplikaci vsakuje do dřeva, na povrchu ošetřeného dřeva netvoří vrstvu, ošetřené dřevo nezapáchá. Bezbarvá varianta nezpůsobuje žloutnutí.

Bochemit lze aplikovat jako nátěr, postřik nebo formou máčení. Jeho životnost se odvíjí od místa umístění. V interiéru je životnost časově neomezená, v exteriéru je životnost nátěru minimálně 10 let a poté se doporučuje kontrola stavu ošetřeného objektu ve dvouletých intervalech.

Bochemit podléhá typovému označení dle ČSN 49 0600-1.

Vzorky se impregnovaly v 20% roztoku Bochemitu, kde bylo 800 g Bochemitu ředěno 3 200 g destilované vody. Poměr ředění podléhal pokynům výrobce (viz příloha 1) a poměr ředění byl 1 : 4 po dobu 8 hodin dle ČSN EN 335. Zdali je vzorek dostatečně naimpregnovaný, určil hmotnostní rozdíl, který odpovídal objemovému příjmu přibližně 120 kg/m³.



Obrázek 9 Bochemit (www.bochemit.eu)

4.5 Hydrofobní úprava

S cílem zjistit, zdali hydrofobní látky stabilizují ochranný nátěr, se provedla na vybraných vzorcích (*viz. tab. 1-8*) od každého druhu stabilizace pomocí hydrofobních látek.

Stabilizace vzorků by měla zabránit vyplavení ochranných látek a tím zvýšit ochranu proti termitům.

Hydrofobní látky se na vzorky aplikovaly máčením. Máčení nastává v momentě, kdy čas ponoření vzorků přesáhne 15 minut. Díky této metodě dojde k hlubšímu proimpregnování vzorků.

Kvalita impregnace je závislá na době ponoru a do určité míry i teplotě lázně. Doba ponoru či máčení se pohybuje od 30 min. do 2 až 3 dnů. Technologie vyžaduje odpovídající velikost impregnační vany a velké množství ochranného prostředku. (*Baier, Týn, 2001*).

Máčení proběhlo plynule ve vodotěsné nádobě, kde vzorky byly pomocí zatěžovacích prvků vystaveny zhruba 5 hodinám impregnace v odpovídajícím roztoku. Jedná se o celkově 6% roztok kombinace hydrofobních látek (*viz příloha 2*) 2% Lukofob (roztok ve vodě 1:50), 2% ochrana betonu Horsemen beton protector , 2% Horsemen stonecare o celkovém objemu 10 litrů. Impregnace máčením probíhala zhruba 5 h., zdali je vzorek dostatečně naimpregnovaný, určil hmotnostní rozdíl, který odpovídal objemovému příjmu přibližně 120 kg/m³.

4.6 Vyplavování

U vybraných vzorků (*viz. tab. 1-8*) proběhlo vyplavování za účelem urychlení stárnutí ošetřeného dřeva dle *ČSN EN 84 Ochranné prostředky na dřevo. Urychlené stárnutí dřeva na biologické zkoušky. Postup vyplavování*.

Po dobu 14 dnů byla tělesa umístěna ve vhodných nádobách, v nichž byla nejprve voda měněna každý den a po třech dnech se voda měnila alespoň každý třetí den.

K vyplavování vzorků sloužila destilovaná voda, která se v pravidelných intervalech měnila. Vzorky byly po celou dobu umístěné v nádobách tak, aby byly všechny ponořené pod hladinou vody.



Obrázek 10 Vyplavování (zdroj: autorka)

4.7 Xenotest

Dalším typem urychlení stárnutí bylo vystavení vzorků v Xenotestu na České zemědělské univerzitě, dle ČSN EN 927-6 *Nátěrové hmoty - Povlakové materiály a povlakové systémy pro dřevo ve vnějším prostředí - Část 6: Expozice povlaků dřeva umělému stárnutí s použitím fluorescenčních UV lamp a vody.*

Cyklus byl zkrácený z 12 týdnů na necelých 14 dní, kdy vzorky byly vystavovány UV a viditelnému světlu a postřiku vodou. Vzorky, které byly umístěné v expozici, jsou zaznamenány v tabulkách (viz tab. 1-8). Po týdnu expozice byly vzorky otočeny na druhou stranu.

Expozice probíhala v xenonové výbojce Q-SUN Xe-3, která poskytuje nejlepší hodnoty, odpovídající celému spektru slunečního záření. Co se týče vlhkostní situace,

je to jeden z nejrealističtějších testů, který nabízí možnost dvojího postřiku. Volitelný chladič pro aplikaci při nízkých teplotách umožňuje současně ovládání obou černých panelů a teploty vzduchu v komoře. Komora je plně automatizovaná a může pracovat 24 hodin denně, 7 dnů v týdnu. Při vystavení výrobku ve venkovních podmínkách, na přímém slunečním světle, zajistí maximální intenzitu světla jen několik hodin denně. UV komora zajistí maximální účinek světla při poledním slunci po celý den. Díky tomu urychluje degradaci vzorků, která by v normálních podmínkách trvala několik měsíců nebo let. Zásobník má rozměry 451 x 718 mm. (<http://www.q-lab.com>)

4.7.1 Nastavené hodnoty po dobu expozice

- **Čas:** 320 h (2,5 h záření, 0,5 h postřik ve tmě v jednom cyklu)
- **Hodnota záření:** 55 W/m²
- **Teplota na černém panelu:** 70 °C
- **Tair:** 45°
- **Vlhkost vzduchu:** 30 %
- **Energie na plochu:** 13 210 kJ/m²



Obrázek 11 Vzorky v xenotestu (zdroj: autorka)

4.8 Klimatizace

Po všech ošetřeních ochrannými prostředky, stabilizování, vyplavení a Xenotestu bylo potřeba sjednotit vlhkost vzorků kvůli dosažení co nejpřesnějších výsledků.

Vlhkost vzorků byla klimatizována na 12 % v klimatizační komoře Universal Oven UF750, která byla nastavena na teplotu 20 °C a 65% vlhkost. Univerzální laboratorní sušárna je klasickým zařízením společnosti Memmert pro regulaci teploty ve vědeckých a výzkumných testech. Sušárna je z kvalitní, hygienické a snadno udržovatelné nerezové oceli. Má ventilační a regulační techniku, která chrání sušárnu před přehřátím.

Vzorky byly v komoře umístěné do doby, než se jejich vlhkost ustálila (zhruba 14 dní). Stálost vzorků se měřila na digitální váze.

Po klimatizaci následovalo vážení vzorků (*viz kap. 4.3*), které bylo klíčové, jelikož s naměřenými hodnotami se porovnávaly hodnoty vzorků, které byly umístěné u termitů.

4.9 Umístění vzorků k termitům

Zklimatizované vzorky s ustálenou vlhkostí byly zcela připravené k uložení vzorků mezi termity.

4.9.1 Příprava materiálu

Předem bylo potřeba si připravit 144 Petriho misek, které posloužily po dobu 6 týdnů jako expozice. Všechny misky byly popsány podle vzorku, který byl dovnitř umístěný. V každé misce byl tedy vzorek a podkladový písek, který posloužil k budování cest pro termity.

Byla použita plastová Petriho miska s kruhovým půdorysem o průměru 140 mm s volně přiléhajícím víčkem, která se nejčastěji využívá v mikrobiologii, mykologii a rostlinných biotechnologiích. Miska byla pojmenována po německém bakteriologovi Juliu Richardu Petrim v roce 1877.

4.9.2 Třídění termitů

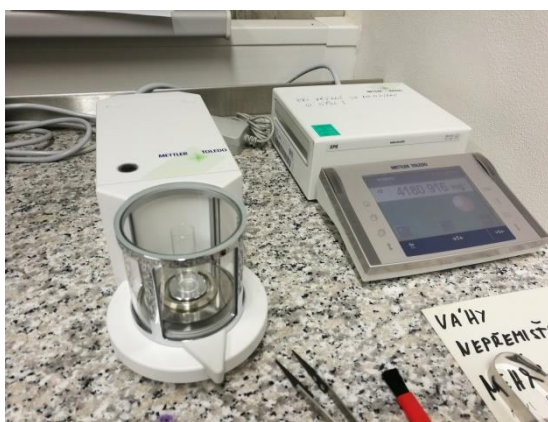
Na každou misku bylo potřeba 100 termitů, konkrétně druh *Reticulitermes santonensis* (*viz obr. 12*) z velké vitální kolonie o zhruba 20 000 kusech termitů. Pro expozici bylo tedy potřeba vybrat 14 400 termitů, a to konkrétně dělníků, protože ti jako

jediní v kolonii shánějí potravu, kterou poskytují vojákům a královskému páru (viz kap. 3.2).



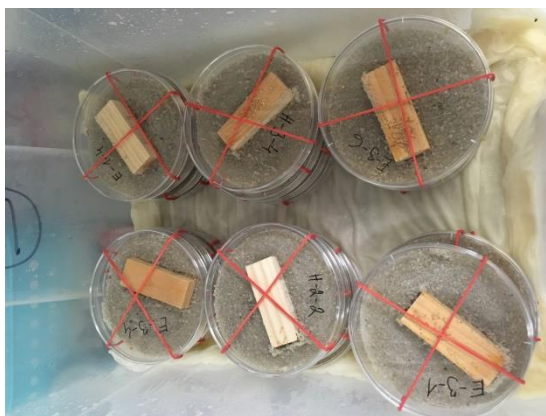
Obrázek 12 *Reticulitermes santonesis* (zdroj: autorka)

S termity byla potřeba jemná práce, jelikož mohlo dojít k poškození jejich křehkého těla. Manipulovalo se s nimi tedy pomocí filtračního papírku nebo výjimečně pinzetou. Po odpočítání sta termitů byli termity zváženi na laboratorní váze Mettler Toledo, která je velmi přesná (viz obr. 13).



Obrázek 13 Laboratorní váha (zdroj: Ing. K. Šimůnková)

Než se termity vložili do připravené Petriho misky, byla potřeba zavlažit písek vodou, aby měli příznivé podmínky pro existenci. Po zavlažení se termity umístili do misky, která se přikryla víčkem a pomocí gumiček se utěsnila. Takto připravená expozice se vložila do plastové nádoby, která byla vystlána celulórou pro udržení vlhkosti (viz obr. 14).



Obrázek 14 Připravené vzorky s termity (zdroj: autorka)

4.9.3 Expozice

Takto připravené misky se v plastové nádobě nechaly po dobu 6 týdnů, kdy se alespoň 2x týdně kontrolovala vlhkost jednotlivých misek a jednou týdně se odstraňovaly misky se zahynulými termity.

V průběhu 6 týdnů se vizuálně vzájemně kontrolovaly a porovnávaly požerky, i úbytek termitů.

4.9.4 Závěr expozice

Po 6 týdnech se expozice ukončila, při větší úmrtnosti termitů se pouze očistil vzorek a u vzorků, kde byla většina termitů ještě aktivní, se zvažil zbytek zbylých termitů.

Takto očištěné vzorky se vložily opět do klimatizace, aby byla sjednocena jejich vlhkost (*viz kap. 4.8*). Vzorky se klimatizovaly na 12% vlhkost do té doby, než se ustálily.

Po klimatizaci se vzorky zvažily a následovalo vyhodnocování hmotnostních úbytku dřeva a zkoumání odolnosti vybraných nátěrů, kterému je věnována celá kapitola 5.

5 Vyhodnocení

Vyhodnocení výsledků proběhlo po šesti týdnech v expozici mezi termity. Byly vyhodnoceny hmotnostní úbytky dřeva (*viz příloha 3*), které posloužily jako hlavní výsledek účinnosti ochranného prostředku. Pro srovnání účinnosti látek posloužily referenční vzorky, u kterých se předpokládalo, že úbytek bude patrný.

Předpokládalo se, že insekticidní ochranný prostředek si povede nejlépe, a proto účinnost rostlinných extraktů lze porovnat právě s ním, čímž se zjistí, jak moc bude ekologická varianta účinná.

Mezi hlavní faktory ovlivňující účinnost ochranných prostředků patří: kvalita impregnování, stabilizace hydrofobními látkami, vlhkost vzorku a prostředí, ochranná látka atd. Výsledky ovlivňuje homogenní typ materiálu a lidský faktor.

5.1 Programy k vyhodnocení výsledků

- **Excel 2010**, který sloužil k tvorbě tabulek, sloupcových grafů a jednoduchým výpočtům jako byly průměry, Δm a směrodatné odchylky.
- **Statistica 13**, která posloužila k tvorbě krabicových grafů a Tukeyův HSD testu významnosti na 95% hladině spolehlivosti. Byla použita i vícefaktorová analýza rozptylu ANOVA.

Tukey HSD test – byl zvolen záměrně za účelem porovnání všech skupin navzájem. Tento test patří spíše mezi „konzervativní“, tzn., že ošetřuje chybu 1 druhu α při testování velmi přísně a tím je menší pravděpodobnost zamítnutí nulové hypotézy a dosažení určitých významností pro testované rozdíly. Výsledné významnosti jsou velmi spolehlivé.

5.2 Vyhodnocení vzorků ošetřených levandulí

Co se týče objektivního hodnocení, tak si levandule vede dobře, jelikož už po týdnu umístění vzorků do expedice se u vzorků C-1-1 až C-1-6, D-3-1 až D-3-6, D-2-6 a D-2-4 projevil ochranný účinek levandule a termity byli zahubeni.

Vzorky, které zůstaly v expozici i nadále, si oproti neošetřeným vzorkům vedly dobře. Termiti se stáhli na druhou stranu a k vzorku se snažili nepřiblížovat. Další týdný se vždy nějaký vzorek ošetřený levandulí vyřazoval ven z důvodu uhynutí termitů.

Na vzorcích, které byly vyplaveny nebo byly vystaveny UV záření a vodě (viz tab. 3 a 4), byly patrné drobné požerky, to znamená, že látka zde neměla takový účinek a termiti přes její přítomnost sháněli potravu pro své přežití.

Toto tvrzení je potvrzené v tab. 9, kde je podle průměrné hodnoty úbytku hmotnosti patrné, že právě vyplavené vzorky nebo vzorky umístěné v Xenotestu měly větší hmotnostní úbytek. Velké rozdíly v hmotnostním úbytku jsou zaznamenány mezi vzorky bez stabilizace a vzorky se stabilizací. Potvrzuje se tím tedy teorie, že účinné látky (levandule) se pomocí stabilizace stávají více účinné než látky, které stabilizaci hydrofobními látkami nemají.

Tabulka 9 Průměrné hodnoty levandule

	bez stabilizace			se stabilizací		
Typ úpravy	C1	C2	C3	D1	D2	D3
Průměr	1,17	5,18	3,27	0,38	0,46	0,45
Směrodatná odchylka	0,65	2,42	1,63	0,59	0,54	0,67

Nejlépe si vedl vzorek ošetřený levandulí se stabilizací, naopak nejhůře si vedl vzorek ošetřený pouze levandulí, který byl následně vyplaven, neboť tam patrně zůstalo nejméně ochranné látky.

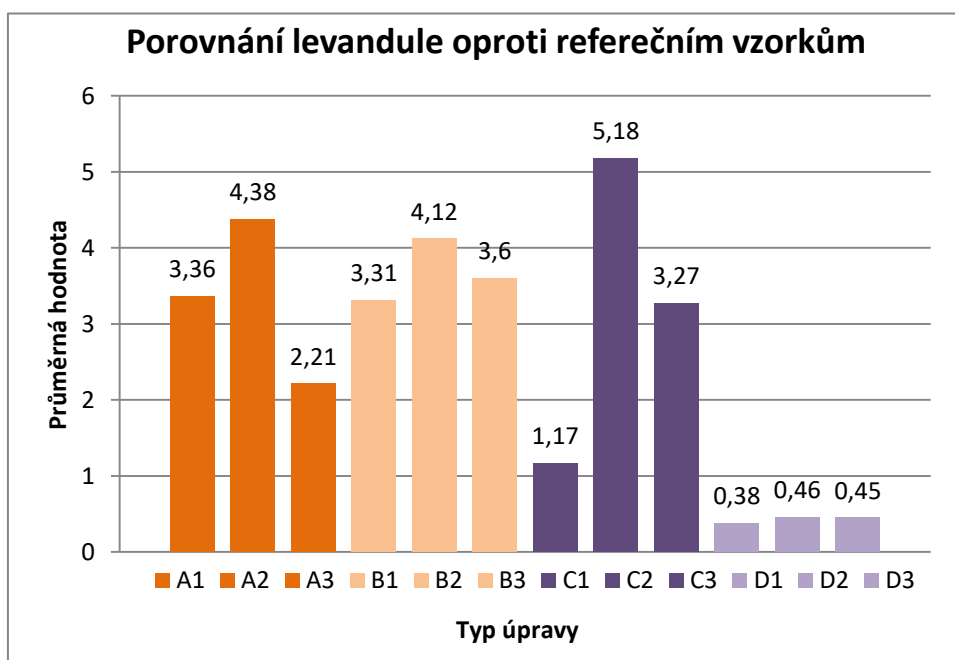
5.2.1 Porovnání účinnosti levandule ve srovnání s referenčním vzorkem

Referenční vzorky v porovnání se vzorky ošetřenými levandulí si vedly hůře až na výjimky. Konkrétně vzorky A2 a A3 si vedly lépe než C2 a C3, příčinou by mohlo být vyplavení ochranné látky a tím i větší vyplavení látek přirozeně obsažených ve dřevě (*Picea Abies*). Stabilizace u referenčních vzorků neměla větší význam, ochrana vzorků se tím významně nezvýšila, naopak u vzorku B3 je zaznamenán větší hmotnostní úbytek oproti vzorku bez stabilizace (viz tab. 10).

Tabulka 10 Průměrné hodnoty referenčních vzorků

	bez stabilizace			se stabilizací		
Typ úpravy	A1	A2	A3	B1	B2	B3
Průměr	3,36	4,38	2,21	3,31	4,12	3,6
Směrodatná odchylka	1,55	1,28	1,05	2,08	1,64	2,21

Hodnoty potvrzují, že ošetření levandulí bylo oproti referenčním vzorkům účinné, i když samotná levandule jako ochranný prostředek je slabší oproti levandulí se stabilizací. V *grafu č.1* je znázorněno, jak si vzorky vedly ve vztahu mezi sebou, tzn. vzorky ošetřené levandulí oproti referenčním vzorkům.



Graf 1 Sloupcový graf znázorňující vztah mezi levandulí a referenčními vzorky

5.2.2 Porovnání účinnosti levandule ve srovnání s komerčně dostupným prostředkem

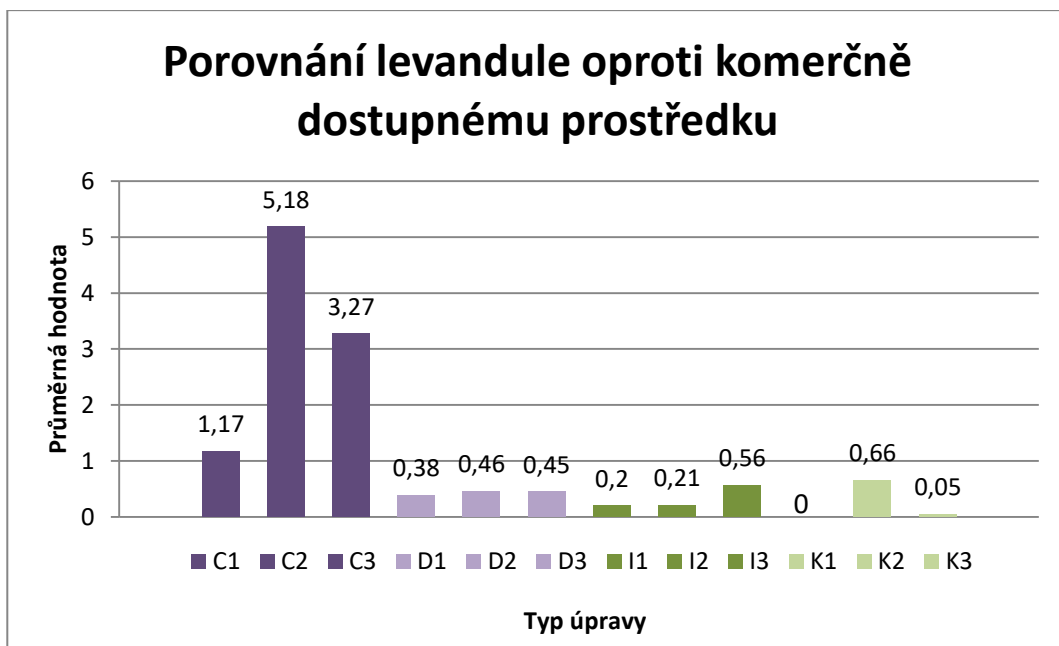
Při pravidelných kontrolách si bochemit vedl obstojně, termiti se k ošetřenému vzorku výrazně nepřibližovali, ani nebyly patrné velké požerky na povrchu těles. Oproti levanduli ale zůstali termiti živí až do 4 týdne expozice, poté začali postupně umírat. Mohlo by to být způsobené tím, že termiti neměli dostatek potravy na přežití a ošetřené dřevo bochemitem pro ně nebyla přijatelná potrava. Z toho hlediska se bochemit jeví jako účinný. Průměrné hodnoty hmotnostního úbytku jsou zaznamenány v *tab. 11*.

Tabulka 11 Průměrné hodnoty bochemitu

Typ úpravy	bez stabilizace			se stabilizací		
	I1	I2	I3	K1	K2	K3
Průměr	0,2	0,21	0,56	0	0,66	0,05
Směrodatná odchylka	0,27	0,24	0,51	0	1,48	0,11

Levandule, které vydržela v expozici déle než jeden týden, měla patrné požerky, a proto si oproti komerčně dostupnému prostředku vedla hůře. Zajímavé je to, že když se ochranný nátěr levandule stabilizoval, tak se jeho výsledky daly srovnat s výsledky bochemitu. Vyplavený vzorek levandule se stabilizací si vedl lépe než vyplavený vzorek bochemitu se stabilizací.

Potvrzuje to tedy tvrzení, že rostlinný extrakt levandule za použití stabilizace je srovnatelně účinný s komerčně dostupným ochranným prostředkem. Srovnání zmiňovaných dvou ošetření navzájem je zaznamenáno v *grafu č. 2*.



Graf 2 Sloupcový graf znázorňující vztah mezi levandulí a komerčně dostupným prostředkem

5.3 Vyhodnocení vzorků ošetřených kofeinem

Vzorky, které byly ošetřeny kofeinem, vůči termitům neměly velké ochranné účinky, pokud byl ze dřeva vyplavován. Již po týdnu umístění v expozici si termiti tvořili chodbičky ke vzorku a byly patrné drobné požerky, které se týden od týdne zvětšovaly.

U dvou vzorků se stabilizací, které byly zároveň umístěné v xenotestu, došlo již po týdnu k uhynutí termitů. Jednalo se o vzorky H-3-3 a H-3-5. K vyhubení termitů došlo i u vzorku E-1-1, který byl ošetřený pouze kofeinem.

Další ztráty byly zaznamenány i ve druhém týdnu, kdy došlo k uhynutí většiny termitů u vzorku E-3-6.

V třetím týdnu byly už viditelné úbytky u zbylých vzorků ošetřených kofeinem, největší úbytek byl zaznamenán u skupiny E-3.

Po čtyřech týdnech expozice byl patrný velký úbytek dřeva, jelikož každý vzorek ošetřený kofeinem měl na sobě patrné požerky, ale také 4. týden zahynulo nejvíce termitů právě v této skupině.

Průměrné hodnoty úbytku hmotnosti jsou patrné v *tab. 12*.

Tabulka 12 Průměrné hodnoty vzorků ošetřených kofeinem

Typ úpravy	Bez stabilizace			Se stabilizací		
	E1	E2	E3	H1	H2	H3
Průměr	0,53	4,15	2,88	1,87	4,09	2,81
Směrodatná odchylka	0,36	1,8	1,631,46	1,09	1,45	1,87

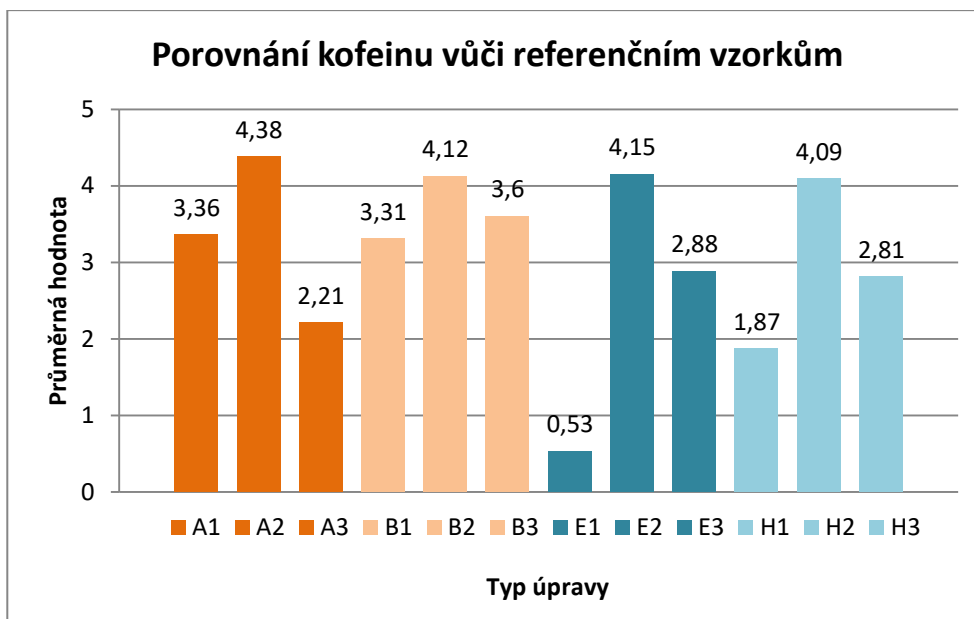
5.3.1 Porovnání účinnosti kofeinu ve srovnání s referenčním vzorkem

Vzorky ošetřené pouze kofeinem si jako ochranný prostředek vedly dobře oproti referenčním vzorkům. Po vyplavení a působení UV a vody se ovšem tento účinek snížil natolik, že si s referenčními vzorky byly rovny. Příčinou by mohlo být, že kofein je rozpustná látka ve vodě a vlivem vyplavení se vyplavily veškeré ochranné látky, a proto se vzorek choval jako ničím neošetřený.

Ten stejný problém nastal i se stabilizací hydrofobními látkami, kde mohlo dojít k vyplavení kofeinu.

Největší ochranu zajistil vzorek E1, který má lepší hodnoty než referenční vzorek (*viz tab. 10 a 12*). Ostatní vzorky se chovaly víceméně stejně jako referenční vzorek, a proto je potřeba zvážit, zdali je kofein jako přírodní ochrana dřeva před termity účinný. Jelikož výsledky hovoří, že ano, ale pouze za předpokladu, že nepřijde do kontaktu s vodou, znamená to, že by byl vhodný jako ochrana určená do interiéru.

Srovnání těchto dvou vzorků je patrné ve sloupcovém *grafu č. 3*.



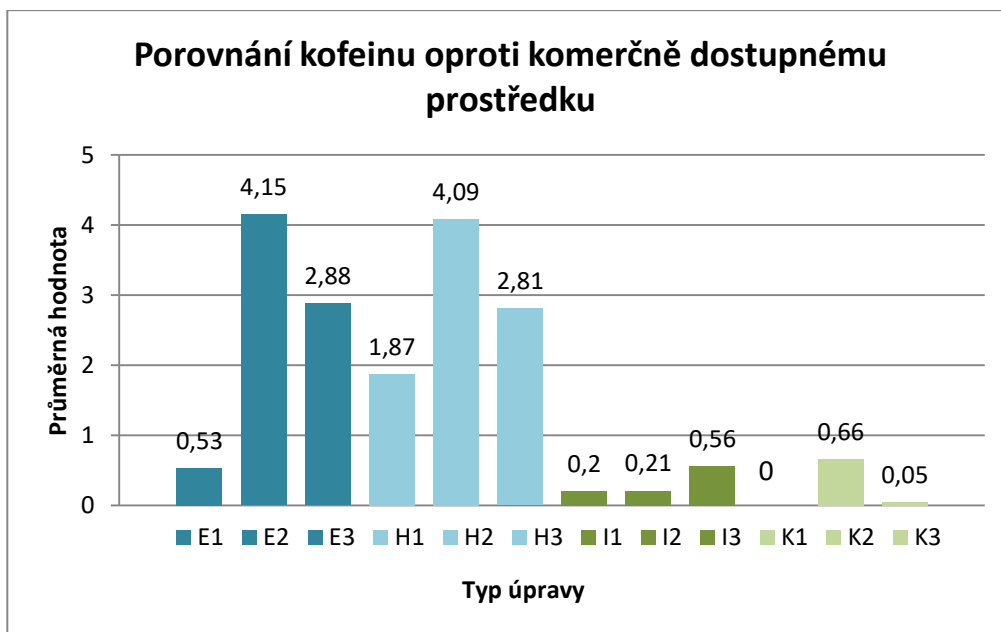
Graf 3 2 Sloupcový graf znázorňující vztah mezi kofeinem a referenčními vzorky

5.3.1 Porovnání účinnosti kofeinu ve srovnání s komerčně dostupným prostředkem

Ve srovnání komerčního prostředku s kofeinem si kofein vedl podstatně hůře, protože co se týče průměrných hodnot úbytku hmotností, tak minimální rozdíl mezi těmito dvěma typy úpravy je zhruba +/- 1 g.

Výjimkou je ošetření pouze kofeinem, kdy ta hodnota je srovnatelná. Bochemit si ovšem vedl dobře ve všech typech následné úpravy (viz tab.11), a proto se jeví jako lepší insekticidní ochrana vůči termitům.

Porovnání průměrných hodnot úbytku hmotnosti dřeva je vidět ve sloupcovém grafu č. 4.



Graf 4 Sloupcový graf znázorňující vztah mezi kofeinem a komerčně dostupným prostředkem

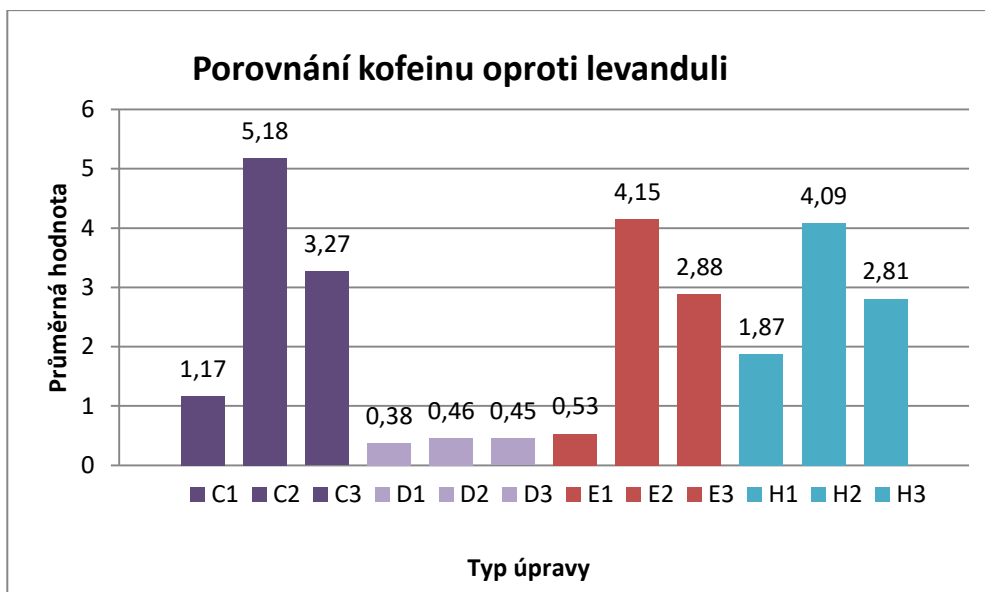
5.4 Porovnání levandule s kofeinem

Levandule i kofein se zachovaly zcela odlišně již po prvním týdnu v expozici. Zatímco vzorky ošetřené levandulí termity příliš nezajímaly, dokonce u části vzorků uhynuli (*viz kap. 5.2*), a spíše se jim stranili, tak u vzorků s kofeinem byl po týdnu viditelný zájem ze strany termitů. Termiti u vzorků ošetřeným kofeinem začínali převážně umírat až o týden později, tzn. ve druhém až třetím týdnu expozice.

Co se týče stabilizace těchto typů úpravy, tak na levanduli měla stabilizace pozitivní vliv, protože její účinnost se navýšila a rapidně se snížil hmotnostní úbytek dřeva. U kofeinu bohužel stabilizace nepůsobila příznivě a většina ochranné látky stabilizací vyprchala a snížil se tak účinek tohoto typu ošetření.

Vyplavení a působení UV a vody mělo negativní dopad na obě varianty, i když stabilizovaná levandule si vedla obstojně.

Porovnání průměrných hodnot, jak si mezi sebou vedly rostlinné extrakty, je zobrazeno v *grafu č.5*.



Graf 5 Sloupcový graf Porovnání kofeinu oproti levanduli

5.5 Celkové srovnání všech typů vzorků

Podle vizuálního srovnání si nejlépe vedly vzorky ošetřené Bochemitem a levandulí, kde došlo k minimálním požerkům a uhynutí téměř všech termitů. U vzorků s Bochemitem došlo k vyhubení termitů sice později, ale termiti nejevili zájem o dřevo jako potravu. Jak dopadly vzorky po 6 týdnech expozice je patrné na fotodokumentaci, viz obr. 15 a 16.



Obrázek 15 Vzorek Bochemitu po 6 týdnech v expozici (zdroj: autorka)



Obrázek 16 Vzorek levandule po 6 týdnech v expozici (zdroj: autorka)

Po prvním týdnu to vypadalo, že kofein si nepovede úspěšně, ovšem zlom nastal po 3. týdnu u skupiny E1, ostatní skupiny si vedly podobně jako referenční vzorky a i po 6 týdnech v expozici zde bylo mnoho životaschopných termitů a viditelné požitky od nich. Termiti neokusovali dřevěný vzorek jen na povrchu, ale dokonce se jim podařilo u několika vzorků prokousat požitky skrz dřevo (*viz obr. 16*).



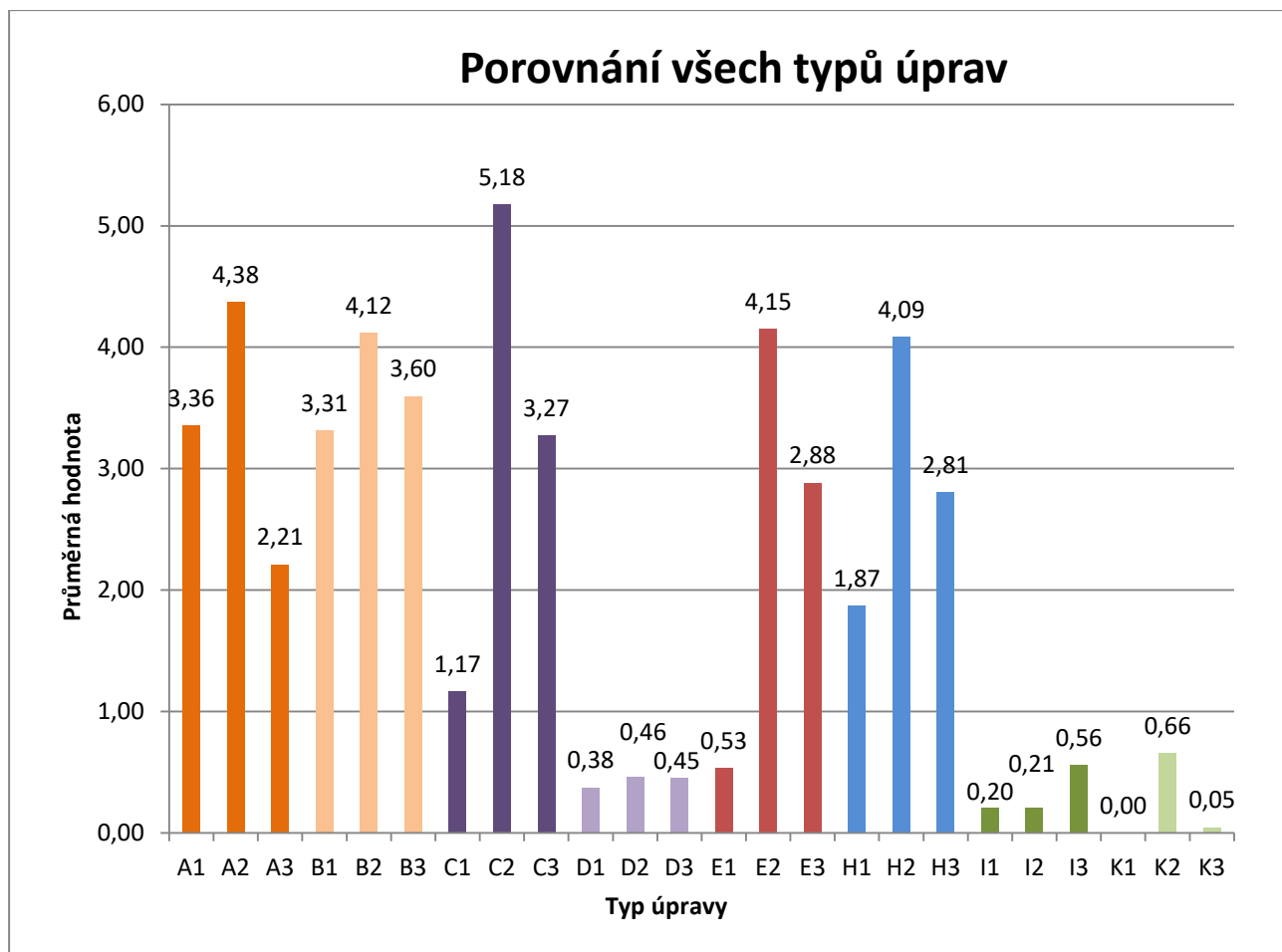
Obrázek 17 Požitky po 6 týdnech v expozici (zdroj: autorka)

Podle průměrných hodnot úbytku hmotnosti dřeva lze porovnat jednotlivé vzorky mezi sebou na *grafu č. 6*.

Podle průměrných hodnot úbytku hmotnosti dřeva lze porovnat jednotlivé vzorky mezi sebou na *grafu č.6*, kde je patrné, že nejhůře si vedl vzorek C2, a to i oproti referenčnímu vzorku. Nejlépe si vedl vzorek K1, kde nebyl zaznamenán žádný hmotnostní úbytek.

Co se týče rostlinných extraktů, tak si nejlépe vedl vzorek D1, který má srovnatelné hodnoty se vzorky modifikovanými Bochemitem. Dobře si vedl i vzorek E1, který si vedl o něco hůře, ale přesto obstojně.

Z těchto výsledků je patrné, že pokud se rostlinný extrakt levandule stabilizuje, tak jde o velmi účinné ošetření. Naopak u kofeinu se stabilizací ochranné účinky zhorší.



Graf 6 Sloupcový graf porovnání všech typů úpravy

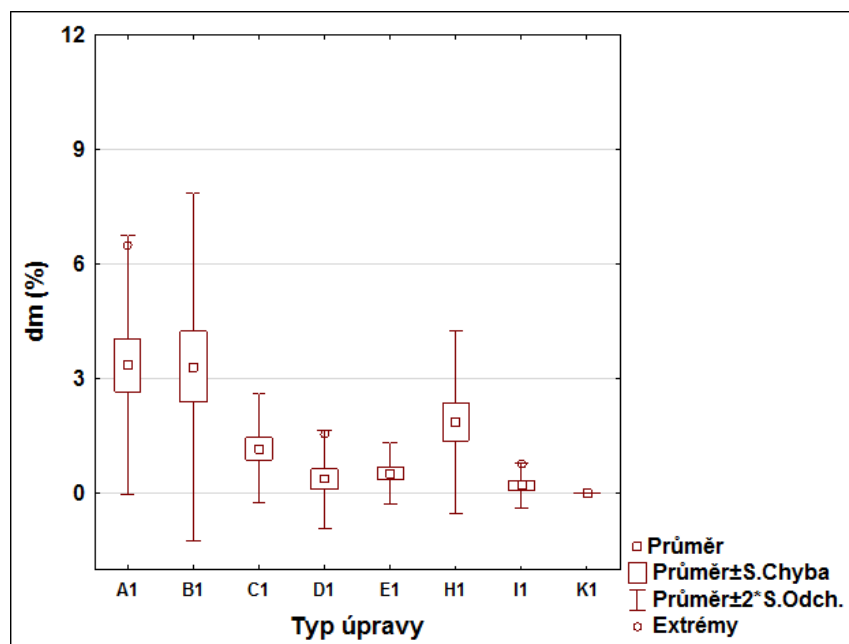
5.5.1 Vyhodnocení vzorků bez dalšího postupu úpravy

Tato podkapitola je věnována vzorkům, které byly ošetřeny pouze samotným typem úpravy nebo za použití stabilizace, nedošlo u nich k vyplavování nebo k působení UV a vody. Jedná se o vzorky, které byly označeny číslicí 1.

U všech ošetřených vzorků bochemitem, levandulí i kofeinem byly právě tyto vzorky neúčinnější, co se týče ochrany dřeva. Další postupy ochranu jen snižovaly, tím že ochranné látky se ze dřeva uvolnily.

Rozdílné chování mají referenční vzorky, kde rozdíl nebyl tak odlišný, naopak u vzorku A1 je patrné, že po působení UV a vody dojde ke snížení živin, které termity hledají jako svou potravu.

Porovnání účinnosti všech typů úpravy, je zaznamenáno v grafu č. 7, kde jsou znázorněné průměry, průměry se směrodatnou odchylkou a extrémní jednotlivých vzorků.



Graf 7 Krabicový graf vzorků bez dalšího postupu úpravy

Nejlépe si zde vedl vzorek K1, kde nedošlo k žádným extrémům a hmotnostní úbytek je nulový. Dále jsou na tom dobře vzorky I1, E1, D1 a C1, kde nedošlo k žádnému extrémnímu vychýlení hodnot. U vzorků A1, B1 a H1 je třeba počítat s větší směrodatnou odchylkou a u vzorků A1 došlo k extrémnímu vychýlení hodnot. Tyto vzorky si vedly velmi slabě oproti ostatním skupinám.

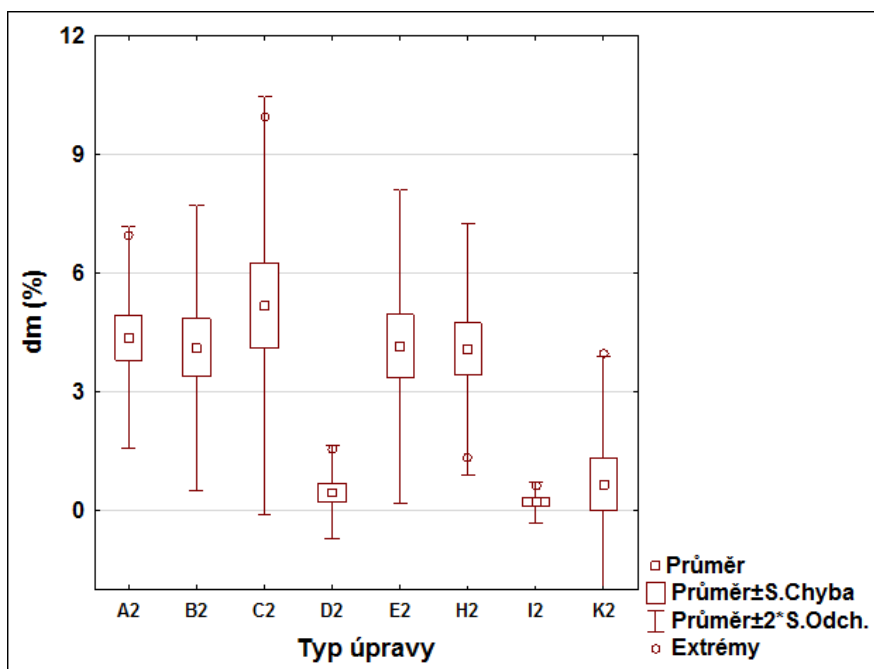
Statisticky významně (viz Příloha 3 – Tukeyův HSD test) se lišil hmotnostní úbytek referenčních vzorků (A1) vzhledem k vzorkům ošetřeným Bochemitem (I1, K1). Statisticky významně nebyla pozorována odlišnost mezi dřevem ošetřeným kofeinem a levandulí.

5.5.2 Vyhodnocení vzorků s následným vyplavením

Následující vyhodnocení se týká vzorků označených číslicí 2, které po impregnaci dané látky byly vyplavovány.

Vyplavením dle ČSN EN 84 došlo u všech vzorků k nejhorším výsledkům ochrany. Tento fakt by mohl být způsobený vyplavením ochranných látek ze dřeva a tím pádem volným přístupem pro termity.

Jak si jednotlivé vzorky s vyplavením vedly, je znázorněné v *grafu č. 8*, kde jsou znázorněné průměry, průměry se směrodatnou odchylkou a extrémní jednotlivých vzorků.



Graf 8 Krabicový graf vzorků s vyplavením

Podle grafu je patrné, že zde došlo k větším hmotnostním úbytkům a jednotlivé vzorky mají větší rozptyl.

Nejúčinnější zde byl vzorek I2 a poté hned D2, kde jsou oproti ostatním vzorkům daleko menší rozptyly, ale i u těchto vzorků došlo k extrémům. Nejhůře si zde vedl vzorek C2, kde došlo k výrazně velkému rozptylu a extrémům, účinky levandule zde byly zřejmě minimalizované, a proto nedošlo k ochraně dřevěného vzorku. Ostatní skupiny si vedly obdobně s nepatrnými rozdíly.

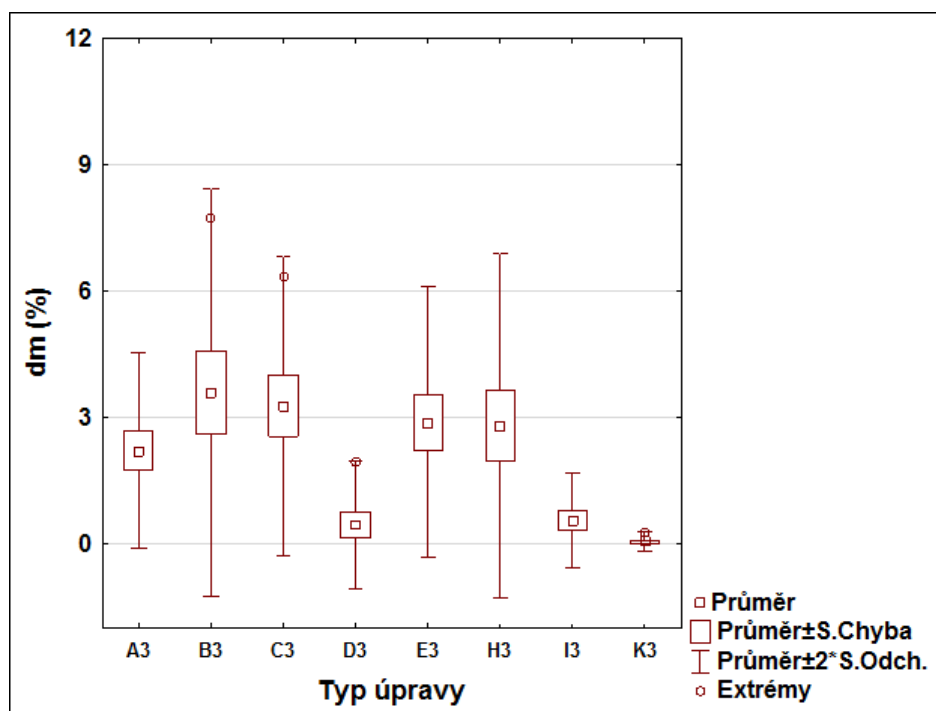
Statisticky významně (*viz Příloha 3 – Tukeyův HSD test*) se lišil hmotnostní úbytek referenčních vzorků (A2) vzhledem k vzorkům ošetřeným Bochemitem (I1, K1) a levandulí s hydrofobní úpravou (D2). Levandule s hydrofobní úpravou (D2) statisticky významně pozitivně ovlivnila hmotnostní úbytek ve srovnání s kofeinem (E2, H2). Statisticky významně nebyla pozorována odlišnost mezi dřevem ošetřeným kofeinem (E2, H2) a levandulí bez hydrofobní úpravy (C2).

5.5.3 Vyhodnocení vzorků s následným působením v xenotestu

Poslední srovnání se věnuje vzorkům označených číslicí 3, které po impregnaci danou látkou byly na 14 dní umístěny v Xenotestu, kde na ně v pravidelných intervalech působilo UV záření a voda. Simulovalo to podmínky, se kterými se běžně setkají dřevěné výrobky v exteriéru.

Díky výsledkům je možné si představit, jak se ochranný nátěr bude chovat v exteriéru, kde bude vystavený nepříznivým vlivům. Téměř u všech vzorků, s výjimkou I3, dopadly výsledky lépe než u vyplavování, ale hůře než u použití samotného typu úpravy. Znamená to, že časem ochranný nátěr ztratí svou účinnost a je třeba ho preventivně zopakovat.

Vztahy mezi jednotlivými vzorky jsou patrné v grafu č. 9.



Graf 9 Krabicový graf vzorků s působením v Xenotestu

Podle grafu je patrné, že zde došlo k větším hmotnostním úbytkům a jednotlivé vzorky mají větší rozptyl, než tomu bylo u vzorků č.1.

Nejúčinnější zde byl vzorek K3 a poté hned D3, kde jsou oproti ostatním vzorkům daleko menší rozptyly, ale i u těchto vzorků došlo k extrémům. Nejhůře si zde

vedl vzorek B3, u něhož došlo k výrazně velkému rozptylu a extrémům. Ostatní skupiny si vedly obdobně, s nepatrnými rozdíly.

Po stárnutí v Xenotestu nebyl pozorován statisticky významný rozdíl hmotnostních úbytků mezi referenčními (A3) a ošetřenými vzorky (B3-K3). Rozdíl nebyl pozorován ani mezi levandulí (C3, D3) a kofeinem (E3, H3). Statisticky významný rozdíl byl ale pozorován mezi levandulí s hydrofobní úpravou (D3) a bochemitem s hydrofobní úpravou (K3) – viz Příloha 3.

5.6 Více faktorová analýza výsledků testování

Tabulka 13 Výsledky více faktorové analýzy rozptylu ANOVA

Efekt	Suma čtverců	Stupně volnosti	Průměr čtverců	F	P
Insekticid	206,2	3	68,72	32,76	0,000*
Hydrofobizace	10	1	9,96	4,75	0,031*
Stárnutí	58,5	2	29,27	13,95	0,000*
Insekticid*Hydrofobizace	62,1	3	20,69	9,86	0,000*
Insekticid*Stárnutí	29,9	6	4,99	2,38	0,033*
Hydrofobizace*Stárnutí	8,9	2	4,47	2,13	0,123
Insekticid*Hydrofobizace*Stárnutí	24,3	6	4,05	1,93	0,081

Dle výsledků uvedených v tabulce č.13 je zřejmé, že na hladině významnosti 95% byl statisticky významný efekt použitého druhu insekticidu, použité hydrofobizace a urychleného stárnutí na celkový hmotnostní úbytek po testu termity.

Statisticky významná byla také kombinace faktorů Insekticid a použití Hydrofobizace a také kombinace použití Insekticid a Stárnutí.

Naopak nebyla potvrzena statisticky významná kombinace faktorů použití Hydrofobizace a Stárnutí a také kombinace Insekticid, Hydrofobizace, Stárnutí. To napovídá, že použitím hydrofobizace na testované vzorky byl snížen vliv umělého urychleného stárnutí vyplavováním anebo v Xenotestu na změny odolnosti ošetřených vzorků. To lze v některých případech, obzvláště u levandule, pozorovat i v grafech č. 8 a 9.

6 Diskuze

Ochrana dřeva před biologickými škůdci přírodními látkami je stále vyhledávanější téma vzhledem k životnímu prostředí. Jedním z typů šetrného ošetření je modifikace dřeva rostlinnými extrakty, které se získávají z rostlin. Svým způsobem je to návrat ke kořenům našich předků, kteří takto dříve chránili např. svá obydlí.

Výše zmíněná ochrana dřeva dokazuje, že např. rostlinný extrakt z levandule je schopný odolávat dřevokaznému hmyzu, konkrétně termitům, a to za předpokladu, že se pomocí hydrofobních látek stabilizuje, čímž se z větší části zabrání vyplavení ochranných látek důsledkem působení nepříznivých podmínek.

Ovšem látkám, které jsou rozpustné ve vodě, stabilizace hydrofobními látky naopak snižuje účinnost, příkladem byl výše zmíněný kofein. Z tohoto důvodu je důležité zvolit správné stabilizační látky.

Termiti jsou vážnou hrozbou pro dřevěné konstrukce a výrobky, protože jsou nejproblematictější škůdcem, který zásadně ovlivňuje zemědělství a městské stavby. Chemická ochrana byla prokázána jako úspěšná prevence proti napadení termiti, ovšem vyvolává obavy, protože škodí zdraví a životnímu prostředí, a proto se začalo uvažovat o alternativě pomocí biologických metod. Ve studii *„Biologické alternativy pro ochranu proti termitům“* právě získané esenciální oleje ze semen, kůry, listů, ovoce, dřeva nebo dokonce pryskyřice vykazují dobré insekticidní vlastnosti proti termitům (Monica Verma a kol. 2009)

Rostlinný extrakt je možné získat například z kůry různých druhů stromů a tím modifikovat různé typy dřevin proti biotickým činitelům. Studie *„Antifungální vlastnosti některých rostlinných výtažků používaných jako prostředky na ochranu dřeva“* poukazuje na to, že záleží na koncentraci dané látky, protože tím je možné zvýšit účinnost dané látky (Cihat Tasciogla a kol. 2013). Příklad uvedla na 9% a 12% koncentraci extraktů z *Mimosy* a *Aspidosperma* (strom), kde obě koncentrace byly účinné, ale menší hmotnostní úbytky dřeva měla vyšší koncentrace.

Mnoho výše zmíněných výzkumů (viz kap. 3.4) má jasné výsledky toho, že ochrana rostlinnými extrakty je účinná a srovnatelná s chemickou ochranou dřeva. Diplomová práce s těmito výsledky souhlasí, jelikož i výše vyhodnocené výsledky říkají

jasně, že rostlinné extrakty levandule a kofeinu jsou při správné koncentraci, aplikaci a využití dalších látek odolné tak nebezpečnému hmyzu, jako jsou termiti.

Dle mého osobního názoru je to přínosné, jelikož pokud tento způsob ošetření je účinný vůči termitům, tak snadno dokáže ochránit dřevo nízké trvanlivosti i proti tuzemskému dřevokaznému hmyzu (např. červotoč, atd.) nebo dřevokazným houbám (např. dřevomorka atd.).

Dalším pozitivním důsledkem je, že by trh mohl nabízet přírodní ochranné produkty, které by nezatěžovaly životní prostředí, ale hlavně lidské zdraví.

Existuje mnoho dalších rostlinných extraktů, jejichž výzkum by byl v rámci této problematiky přínosný, ale to vše záleží na konkrétním problému a dané osobě, která výzkum a výběr potenciálních účinných látek provádí.

7 Závěr

Cílem diplomové práce bylo vyhodnotit účinnost ochranných látek proti napadení termity. Smrkové dřevo, které má samo o sobě nízkou přirozenou trvanlivost, bylo ošetřeno rostlinnými extrakty z levandule a kofeinu.

Stabilita ochranných látek byla zjištěna na základě vyplavení a urychleného stárnutí v xenotestu, který imituje exteriérové podmínky.

Vyplavení u kofeinu jakožto rozpustné látky ve vodě mělo negativní dopad na ochranu, jelikož se svými výsledky téměř rovnalo referenční vzorkům, to znamená, že voda postupně odplaví účinné látky a dřevo nebude již nadále chráněno. Podobné chování kofeinu bylo zaznamenáno i po použití stabilizačních hydrofobních látek, které měly složku stabilizovat, ale to se bohužel nestalo, naopak takto stabilizovaný vzorek dopadl hůře než vzorek nestabilizovaný. Kofein byl vystavený i imitovaným podmínkám v exteriéru pomocí Xenotestu, kde vzorky sice dosáhly lepších výsledků než vyplavené vzorky, ale jejich hodnota patřila k těm horším a účinnost kofeinu se tak výrazně zhoršila. Vzhledem k výsledkům by nebylo vhodné tento typ ošetření vystavovat nepříznivým vlivům, které hrozí v exteriéru. Tento druh modifikace by mohl být ideální pro ošetření předmětů v interiéru, kde nehrozí kontakt s vodou nebo dalšími nepříznivými vlivy.

Levandule si po použití hydrofobních látek vedla velmi dobře, dokonce se výsledky daly srovnat s výsledky komerčního testovaného chemického prostředku, a to dokonce i po vyplavení a působení v Xenotestu, kde se hodnoty sice zhoršily, ale ten rozdíl byl nepatrný. Zajímavé je, že po vyplavení si levandule vedla lépe než Bochemit. Ovšem pokud se levandule nestabilizovala, tak její ochranné účinky byly horší než ochranné účinky kofeinu. Po vyplavení nestabilizované levandule došlo k nejhorším výsledkům ze všech typů úpravy i oproti referenčním vzorkům, jinak tomu nebylo po absolvování vzorků v Xenotestu. Zajímavým faktem je tedy to, že pokud se levandule upraví stabilizačními látkami, tak lze takto modifikované dřevo umístit do exteriéru a nátěr bude schopný odolávat vnějším nepříznivým vlivům i biotickým činitelům a poslouží tedy jako účinná přírodní forma ochrany dřeva.

Závěrem je třeba říct, že obě látky byly účinné proti termitům vyskytujícím se v Evropě a měly na ně insekticidní účinek. Je důležité si uvědomit, jak danou látku použít a jestli je možné jí ve dřevě stabilizovat vůči vyplavení.

8 Seznam použité literatury

Bignell, D.E., Roisin Y. & Lo N. 2011: *Biology of Termites: A Modern Synthesis*. New York: Springer, 576 s..

Bourguignon, T, Hayashi, Y, Miura, T: Skewed soldier sex ratio in termites: testing the size-threshold hypothesis. *Insectes sociaux* 2012, 59(4):557-563 s.

Dominik, J, Starzyk, R (1983): *Owady niszczące drewno*. Państwowe wydawnictwo rolnicze i lesne, Warszawa, 440 s.

Eaton, R. A, Hale, M.D.C. (1993): *Wood – decay, pests and protection*. Chapman and Hall, London, 546 s.

Gáber, J (2005): Zastoupení symbiotických a saprofytických makromycet v kulturních smrčínách. In: *Dřevoznehodnocující houby 2005*, 4. Mezinárodní sympóziu, TU Zvolen, s. 9-11.

Gogola, E (1993): *Lesnická entomologie*. TU Zvolen, 160 s.

GRYC, V., HORÁČEK, P.: Resin canals in spruce (*Picea abies* /L./ Karst.) with the occurrence of reaction wood. *Acta univ. agric. et silvic. Mendel. Brun.*, 2005, LIII, No. 1, pp. 85-92

Hill, C. A. S (2006): *Wood modification – chemical, thermal and other processes*. John Wiley and Sons Ltd, Chichester UK, 239 s.

Hunt, G. M., Garratt, G. A (1953): *Wood preservation*. McGraw-Hill Book Company, New York – Toronto – London 417 s.

Ibach, R.E. (1999): *Wood preservation*. 14th Chapter in the book: *Wood Handbook – Wood as an Engineering Material*, USDA Forest Service, USA, 25 s.

Inward, D, Beccaloni G, Eggleton, P: Death of an order: a comprehensive molecular phylogenetic study confirms that termites are eusocial cockroaches. *Biology Letters* 2007, 3(3):331-335.

Jeschke, J.M. & Tollrian, R., 2007. Prey swarming: which predators become confused and why? *Anim. Behav.* 74:387–393 pp

Kambhampati, S. & Eggleton, P. 2010. *Taxonomy and Phylogeny of Termites. Termites: Evolution, Sociality, Symbioses, Ecology.* Dordrecht: Springer Netherlands, 1-23 pp

Krishna, K., Grimaldi, D. A., Krishna, D. A. . & Engel, M.S. 2013. *Treatise on the Isoptera of the World. Bulletin of the American Museum of Natural History.* 2013, 377(7), 1-200 pp

Krishna, K.. 1969. *Biology of termites.* S.l.: Academic Press, New York, 597 pp.

Langendorf, G (1988): *Holzschutz.* VEB Fachbuchverlag Leipzig, 272 s.

Noirot, C., 1969. Glands and secretions. In: Krishna K., Weesner F.M. (Eds.), *Biology of Termites*, vol. I. Academic Press, New York, 89–123 pp

Norimoto, M, Gril, J (1993): Structure and properties of chemically treated woods. In: *Recent Research on Wood and Wood- base Materials*, Elsevier Barking, UK, s. 135-154.

Ohkuma, M, Brune, A: Diversity, structure, and evolution of the termite gut microbial community. In: *Biology of termites: A modern synthesis.* Springer; 2011: 413-438.

Pajčík, L., Ladomerský, J. (1984): *Plasty v dřevoprůmysle a modifikace dřeva*, část: *Modifikace dřeva*, VŠLD Zvolen, 144s.

Patříčný, M. 2016: *Velká kniha o dřevě*, Praha: Fortuna Libri, spol. s.r.o, 234s. ISBN:978-80-7546-053-0

Pavela, R., Bárnet, M. 2011: *Alternativní plodina satuejka zahradní (Satureeja Hortensis L) pěstování, význam, využití v ochraně rostlin.* Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby, 24s. ISBN: 978-80-7427-083-3.

PERELYGIN, L. *Náuka o dreve.* 1.vyd. Bratislava: SVTL, 1960, 385 s.

POŽGAJ, A., CHOVANEC, D., KURJATKO, S., BABIAK, M. Štruktúra a vlastnosti dreva. Bratislava: Príroda a.s., 1997. 485 s. ISBN 80-07-00960-4

Randuška, P (1995): Výskyt a indentifikace významných Insecta v dřevěných objektech. In: Reconstruction and conservation of historical wood '95, 1st International Symposium, TU Zvolen, s.107-115.

Reinprecht, L. (1996b): Modelová analýza procesu impregnace dřeva za sníženého tlaku. In: Impregnace porézních materiálů za sníženého tlaku. STOP Praha, s. 10-15.

Reinprecht, L. (1998a): Loss of antifungal activity of selected fungicides in treated wood due to natural ageing. Part 1: Activity against moulds. Czech mycol, 50,(4), s. 249-258.

Reinprecht, L. (1998b): Loss of antifungal activity of selected fungicides in treated wood due to natural ageing. Part 2: Activity against wood-destroying fungi. Czech Mycol, 50, (4), s. 259-269.

REINPRECHT, L. Ochrana dreva: vysokoškolská učebnica. 1. vyd. Zvolen: Technická univerzita, 2008, 453 s. ISBN 978-80-228-1863-6.

Richardson, B.A. (1993): Wood preservation. E a FN SPON. London

Roisin, Y, Korb, J: Social organisation and the status of workers in termites. In: Biology of termites: a modern synthesis. Springer; 2011: 133-164.

ROWELL, Roger, M., ed. Handbook of wood chemistry and wood composites. 2nd ed. Boca Raton: Taylor & Francis, 2013. ISBN 9781439853818.

Schönfelder, I., Schonfelder, P., 2004: Das neue Handbuch der Heilpflanzen: Botanik, Drogen, Wirkstoffe, Anwendunge. Stuttgart. Verlagsgesellschaft mbH, 502s.

Šefců, O., Vinař, J., Pacáková, M. 2000: Metodika ochrany dřeva. Praha: Státní ústav památkové péče, 43s. ISBN: 80-86234-14-2

ŠLEZINGEROVÁ, J., GANDELOVÁ, L., HORÁČEK, P. Nauka o dřevě. 2. vyd. /. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2008, 176 s. ISBN 80-7157- 577-1.

TJOELKER, M. G., BORATYŃSKI, A., BUGAŁA, W. Biology and ecology of Norway spruce. Dordrecht: Springer, 2007, 469 s. ISBN 978-1-4020-4840-1.

WAGENFÜHR, R. Anatomie des Holzes: Strukturanalytik – Identifizierung – Nomenklatur – Mikrotechnologie. 5.Aufl. /. Leinfelden-Echterdingen: DRW Verlag, 1999. ISBN 3-87181-351-6

Ware, JL, Grimaldi, DA, Engel MS: The effects of fossil placement and calibration on divergence times and rates: an example from the termites (Insecta: Isoptera). *Arthropod Structure & Development* 2010, 39(2):204-219

Wasserbauer, R. (2000): Biologické znehodnocení staveb. ABF- ARCH Praha, 257s.

Weesner, F., 1970. External anatomy. In: Krishna, K., Weesner, F. (eds) *Biology of termites*, vol I. Academic Press, New York, NY, 1–23 pp.

Žák, J, Reinprecht, L (1998): Ochrana dřeva ve stavbě. ABF-ARCH Praha, 1998, 95s.

9 Seznam internetových zdrojů

Antifungální vlastnosti některých rostlinných výtažků používaných jako prostředky a ochranu dřeva [online]. [cit. 2019-03-31]. Dostupné z:

https://www.researchgate.net/publication/277471048_Antifungal_properties_of_some_plant_extracts_used_as_wood_preservatives

Biologické alternativy pro ochranu proti termitům [online]. [cit. 2019-03-31]. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0964830509001474>

Bochemit [online] [cit. 2019-3-15]. Dostupné z <https://www.bochemit.eu/cs/qb-hobby/p-2/>

Effect of essential oil compounds and plant extracts on decay and termite resistance of wood S.Nami Kartal, Won-Joung Hwang, Yuji Imamura, Yasuo Sekine 2006) [online]. [cit. 2019-03-12]. Dostupné z https://www.researchgate.net/publication/226853106_Effect_of_essential_oil_compounds_and_plant_extracts_on_decay_and_termite_resistance_of_wood

Fichema bezpečnostní list Kofein [online] [cit. 2019-3-14]. Dostupné z <https://fichema.cz/kofein/972-kofein-ist-pharma-100-g-8592861047031.html>

Horsemen stone care [online]. [cit. 2019-03-13]. Dostupné z: <http://www.fasadyaterasy.cz/produkty/detail/horsemen-stone-care>

Lukofob DxL [online]. [cit. 2019-03-13]. Dostupné z <https://www.lucebni.cz/cs/lukofob/69-hydrofobizacni-pripravek-lukofob-dxl.html>

Q-SUN XE-3 XENON TEST CHAMBER. *Q-LAB* [online]. [cit. 2019-03-22]. Dostupné z: <http://www.q-lab.com/products/q-sun-xenon-arc-test-chambers/q-sun-xe-3>

Účinků nanostrukturovaných éterických olejů proti podzemním termitům D. J. Clerici a kol. 2018 [online]. [cit. 2019-03-12] . Dostupné z <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jen.12494>

Universal Oven UF750 [online]. [cit. 2019-03-25]. Dostupné z: <https://www.memmert.com/products/heating-drying-ovens/universal-oven/UF750/>

Ústav pro hospodářskou úpravu lesů, [online] [cit. 2017-1-24]. Dostupné na:
www.nil.uhul.cz

VAVRČÍK et al., 2002. Anatomická stavba dřeva – lexikon dřev [online] [cit. 2017-05-3]. Dostupné na:
http://ldf.mendelu.cz/und/sites/default/files/multimedia/stavba_dreva/lexikon/mikro/index.html?drevina=sm

10 Použité normy

ČSN EN 118 *Ochranné prostředky na dřevo – Zjišťování preventivního účinku proti druhům Reticulitermes (Evropští termiti)*

ČSN EN 350-1 *Trvanlivost dřeva a materiálů na jeho bázi. Přirozená trvanlivost rostlého dřeva. Část 1: Návod na zkoušení a klasifikaci přirozené trvanlivosti dřeva.*

ČSN EN 335

ČSN EN 84 *Ochranné prostředky na dřevo. Urychlené stárnutí dřeva na biologické zkoušky. Postup vyplavováním.*

ČSN EN 927-6 *Nátěrové hmoty - Povlakové materiály a povlakové systémy pro dřevo ve vnějším prostředí - Část 6: Expozice povlaků dřeva umělému stárnutí s použitím fluorescenčních UV lamp a vody.*

11 Přílohy

Příloha 1 Technický list Bochemit.....	1
Příloha 2 Hydrofobní úprava.....	4
Příloha 3 Hmotnostní úbytky těles.....	8
Příloha 4 Tukeyův HSD test	9

Bochemit®

WOOD CARE SINCE 1968

TECHNICKÝ LIST



QB HOBBY PREVENCA

KONCENTROVANÝ KAPALNÝ FUNGICIDNÍ A INSEKTICIDNÍ PŘÍPRAVEK PRO DLOUHODOBOU PREVENTIVNÍ OCHRANU DŘEVA PROTI PLÍSNÍM, DŘEVOKAZNÉMU HMYZU A HOUBÁM. K OCHRANĚ DŘEVA V INTERIÉRU (DROBNÉ STŘEŠNÍ KONSTRUKCE, PODLAHY) I EXTERIÉRU (STŘEŠNÍ PODBITÍ, PERGOLY, PLOTY).

CHARAKTERISTIKA PRODUKTU:

- › dlouhodobá preventivní ochrana
- › vodou ředitelný
- › určený pro interiéry i exteriéry
- › preventivně účinný pro dřevo v třídách použití 1, 2 a 3
- › testování podle evropských technických norem (EN 113, EN 330, EN 73, EN 46-1, EN 84)
- › vyráběn v systému řízení jakosti podle ISO 9001 A 14001

OBLASTI POUŽITÍ: Pro povrchovou impregnaci dřeva, dřevěných stavebních konstrukcí a dalšího stavebního žeziva při stavbách a rekonstrukcích v interiérech (třídy použití 1 a 2 dle ČSN EN 335) i v exteriérech (třída použití 3 dle ČSN EN 335) staveb proti dřevokazným houbám Basidiomycetes, plísním a dřevokaznému hmyzu. Po zaschnutí je možné použít krycí nátěr.

TYPOVÉ OZNAČENÍ DLE ČSN 49 0600-1: F_B, I_P, P, 1, 2, 3, D, S

ÚČINNÉ LÁTKY:

Alkylbenzyltrimethylamonium chlorid, Kyselina boritá

DÁLE OBSAHUJE: 2-aminoethanol

OBSAH TĚKAVÝCH LÁTEK: A/e, VŘNH 130 g/l, obsahuje < 130 g/l v aplikačním roztoku

RELATIVNÍ HUSTOTA (při 20 °C): 1,015 – 1,030

HODNOTA pH (při 20 °C): 8,0 – 9,0

VLASTNOSTI A VZHLED OŠETŘENÉHO DŘEVA:

Výrobek po naředění vsakuje do dřeva, na povrchu ošetřeného dřeva netvoří vrstvu, ošetřené dřevo nezapáchá. Bezbarvá varianta produktu může zbarvit dřevo lehce do žluta.

APLIKACE: nátěr, postřik, máčení

BAREVNÉ VARIANTY: bezbarvý, hnědý a zelený

 **Bochemie®**
WOOD CARE

TECHNOLOGICKÉ APLIKAČNÍ POSTUPY:

1. PREVENTIVNÍ OCHRANA DŘEVA NÁTĚREM A POSTŘIKEM

Před použitím promíchejte! Před použitím na dřevo nutno odzkoušet – transparentní varianta produktu může zabarvit dřevo lehce do žluta. Před ošetřením je nejprve nutno odstranit z povrchu dřeva zbytky kůry, starých nátěrů a nečistot. Ošetření dřeva se provádí při teplotách +5 až +30 °C tak, aby se dosáhlo celistvého a stejnoměrného nánosu ochranného prostředku na celém povrchu dřeva. Počet aplikací se řídí požadovaným příjmem a kvalitou opracování dřeva. K dosažení požadovaného příjmu (viz tabulka spotřeby a příjmu) je obvykle potřeba jedné až dvou aplikací. Následující aplikace se provádí až po zaschnutí předcházející (za 4–24 hod.). Při trvalém zabudování dřeva v exteriéru (třída použití 3) je doporučeno ošetřené dřevo následně překrýt vhodným krycím nátěrem.

2. PREVENTIVNÍ OCHRANA DŘEVA MÁČENÍM

Ochrana dřeva máčením se provádí ve vhodných nádržích (např. vanách). Údaje o koncentracích a minimálních příjmech jsou uvedeny v tabulce spotřeby a příjmu. Doba máčení závisí na vlhkosti dřeva.

ŽIVOTNOST PROVEDENÉ OCHRANY:

- › Třída použití 1 a 2 (interiér) – časově neomezená
- › Třída použití 3 (exteriér) – 10 let, poté kontrola stavu ochrany ve dvouletých intervalech

DOBA POUŽITELNOSTI: 36 měsíců

DOPORUČENÁ APLIKACE A ŘEDĚNÍ PŘÍPAVKU			
TŘÍDA POUŽITÍ DLE ČSN EN 335	METODA APLIKACE	ŘEDĚNÍ KONCENTRÁTU BOCHEMIT : VODA	MIN. PŘÍJEM KONCENTRÁTU
Interiér (1-2)	nátěr, postřik (1-2x)	1:2	80 g/m ²
	máčení (8 hod)	1:4	
Exteriér (3)*	nátěr, postřik (2x)	1:2	160 g/m ²
	máčení (8 hod)	1:4	

* Pouze s vhodným krycím nátěrem (např. Bochemit Estetik).

VELIKOST BALENÍ: 1 kg, 5 kg

SKLADOVÁNÍ:

Skladovat v originálních dobře uzavřených obalech, odděleně od pitné vody, potravin, nápojů a krmiv; neskladovat na přímém slunečním světle. Teplota skladování: -15 až +30 °C.

KOMPATIBILITA S JINÝMI PRODUKTY:

Bochemit QB Hobby není určen k míchání s jinými produkty. Nedoporučuje se míchat Bochemit QB Hobby s jiným výrobkem ani ve formě pracovních roztoků, pokud jejich kompatibilita nebyla předem ověřena a potvrzena v laboratoři Bochemie.

UPOZORNĚNÍ:

Způsobuje těžké poleptání kůže a poškození očí. Vysoce toxický pro vodní organismy, s dlouhodobými účinky. Uchovávejte mimo dosah dětí. Zabraňte uvolnění do životního prostředí. Používejte ochranné pryžové rukavice / ochranný oděv / ochranné brýle / obličejový štít. PŘI POŽITÍ: Vypláchněte ústa. NEVYVOLÁVEJTE zvracení. PŘI STYKU S KŮŽÍ (nebo s vlasy): Veškeré kontaminované části oděvu okamžitě svlékněte. Opláchněte kůži vodou [nebo osprchujte]. PŘI ZASAŽENÍ OČÍ: Několik minut opatrně vyplachujte vodou. Vyjměte kontaktní čočky, jsou-li nasazeny, a pokud je lze vyjmout snadno. Pokračujte ve vyplachování. Okamžitě volejte lékaře. Odstraňte obsah/obal jako nebezpečný odpad. (varianta zelený: Obsahuje Reactive Blue 21. Může vyvolat alergickou reakci.).

PRVNÍ POMOC:

Při nadýchání odstranit zdroj expozice, zajistit postiženému přívod čistého vzduchu, zabránit fyzické námaze (včetně chůze), popř. vyhledat lékařskou pomoc.

LIKVIDACE:

Odpad, sorpční materiál a kontaminovaný obal je nutno předat k odstranění specializované firmě s oprávněním k této činnosti.

Používejte biocidy bezpečným způsobem. Před použitím si vždy přečtěte označení a informace o přípravku.

Výrobce neodpovídá za škody způsobené nesprávným použitím výrobku.

Datum revize: 26. 3. 2018

DISTRIBUTOR:

BOCHEMIE WOOD CARE s.r.o.
Lidická 326, 735 81 Bohumín, Česká republika
E: bochemie@bochemie.cz
www.bochemie.cz

Příloha 2 Hydrofobní úprava



Lučební závody a.s. Kolín
Pražská 54, 280 02 Kolín, Česká republika
tel.: +420 – 321 741 546-7, fax: +420 – 321 721 578
e-mail: odbyt@lucebni.cz, <http://www.lucebni.cz>



LUKOFOB DxL silikonový hydrofobizační přípravek

Lukofob DxL je silikonový hydrofobizační přípravek určený k finální povrchové vodoodpudivé impregnaci savých stavebních materiálů nebo jako vnitřní hydrofobizační přísada disperzních systémů. Účinnou složkou je silan-siloxan emulgovaný ve vodě s vysokou účinností vůči alkalitě betonových podkladů.

Přípravek je dodáván jako koncentrát - před použitím se ředí vodou.

Působení přípravku

- zajištění vodoodpudivosti - minimalizace nasákavosti podkladu vodou, odpuzuje ji
- zachování propustnosti materiálu pro vodní páry
- omezení vnikání vodorozpustných nečistot - snížení špinivosti a vylepšená samočistící schopnost ošetřeného podkladu
- ochrana před mrazovým poškozením
- ochrana podkladu proti chemickým rozmrazovacím látkám
- snížení výskytu povrchových výkvětů vznikajících transportem vody v pórech materiálu
- omezení podmínek pro výskyt mikroorganismů
- zachování tepelné izolace a prodloužení životnosti silikátových materiálů
- dlouhodobá životnost hydrofobní úpravy díky vysoké odolnosti silikonových přípravků vůči povětrnosti, UV záření a teplotním cyklům

Základní parametry

Vzhled	mléčně bílá kapalina (po vyschnutí transparentní)
Obsah účinné složky (%)	50
Hustota (g/cm ³)	0,98 - 0,99
Viskozita (mPa.s/20°C)	5 – 30
pH	4 - 6
Pracovní teplota (°C)	+5 až +30
Mísitelnost	neomezená s vodou
Nefilmotvorný	penetrace do podkladu
Balení	25 kg / 1000 kg menší obal na objednávku
Skladovatelnost	12 měsíců / +5 až +40°C nesmí zmraznout!



Výhody

ekologický výrobek bez rozpouštědel a zápachu
aplikace bez rizika výkvětů nebo lesklých míst
zachování paropropustnosti
zvýšená odolnost vůči alkalickému prostředí

Oblast použití

Pro povrchovou hydrofobní impregnaci méně nasákavých podkladů s menšími póry, tmavých a členitých povrchů, kde by mohlo hrozit riziko tvorby výkvětů nebo lesklých ploch, především

- umělý kámen (na cementové bázi), obklady, ploty, zahradní prvky
- vyzrálé betonové plochy, konstrukce a dílce
- betonové dlažby
- minerální nátěry
- pálená nebo betonová střešní krytina máčením

Nepoužívá se na neporézní materiály – asfalt, syntetické pryskyřice a nátěry, kovy, plasty, dřevo, dřevotřískas. Přípravek není určen jako izolace proti působení tlakové vody (základy, nádrže) nebo na utěsnění trhlin proti průniku vody.

Další použití jako vnitřní hydrofobizační přísada pro zvýšení hydrofobity, snížení špinivosti a zlepšení samočistících schopností

- modifikace disperzních omítkovin
- modifikace disperzních nátěrových hmot

Horsemen Stone Care



Popis výrobku:

Horsemen Stone Care je vodou ředitelná vosková emulze bez rozpouštědel. Původně byla vyvinuta pro ochranu kamene, ale velmi se osvědčila jako ochranný nátěr pro wpc terasy, ploty, lavičky a fasády. Takto natřená wpc prkna se výrazně lépe čistí.

Emulze Horsemen Stone Care je jednoduše odstranitelná, má neutrální film, je hydrofobní, prodyšná a neškodí životnímu prostředí.

Technické údaje:

Vzhled:	bílá tekutina
Zápach:	slabě po vosku
Hustota:	1
pH t:	9,4
Skladovatelnost:	2 roky v uzavřeném originálním obalu a správném skladování (+10 až +25°C)

Příprava: Plocha musí být suchá, zbavená nečistot a mastnoty.

Pokyny: Před použitím dobře promíchejte. Neředěný přípravek nanášejte štětcem, houbou nebo jej nastříkejte na ošetřovaný povrch. Na neošetřenou plochu naneste minimálně 2 vrstvy.

Doba schnutí: Proti prachu: po 2 hodinách
Pro přetírání: po 24 hodinách pro druhou vrstvu
Vlhkost, teplota a proudění vzduchu ovlivňují rychlost schnutí.

Vydatnost: 7 m² / litr

Následná péče: Dříve neupravované plochy doporučujeme natřít dvěma nátery. Jednosložkový systém je bezpečný, bez rizika při zpracování a je jednoduše odstranitelný alkalickým čističem nebo vodou pod vysokým tlakem. Proto je vhodný jako antigrafiti systém.

Horsemen Stone Care ničí bakterie a tím zabraňuje i vzniku plísně.

Balení: 5 lt, 20 lt, 120 lt a 1000 lt

Zvláštní informace: Chránit před mrazem. Výrobek neobsahuje organická rozpouštědla. Je prodyšný (PAM/ASTM E98-80) a výborně chrání. Je hydrofobní

Dodavatel: FASÁDY & TERASY s.r.o., Budějovická 1035, 252 42 Jesenice u Prahy

Beton Protectie

MILIEUVRIENDELIJK IMPREGNEERMIDDEL VOOR POREUZE STEEN, BETON EN MINERALE ONDERGRONDEN ZOALS KALKVERF, KALEI OF KALKSTUCCO'S.

horsemen stone care betonprotectie is een watergedragen water-en vuilwerende bescherming voor zuigende steen en minerale ondergronden.

Door toepassing van deze nieuwe ontwikkeling met uiterst kleine deeltjes kunnen wij stenen materialen beschermen tegen water, algenvorming en luchtvervuiling zonder het originele uitzicht te veranderen. De uiterst kleine wasdeeltjes van de horsemen stone care betonprotectie zorgen voor een indringing in de porie van de steen en vormen een ademende, waterafstotende en vuilafwerende protectie. De reiniging en het onderhoud wordt een stuk gemakkelijker. Doordat de porie van de steen gevuld is met wassen, kunnen algen en mossen zich niet meer vasthechten en waar er nog mosvorming ontstaat (de diepere plaatsen) kunnen deze gemakkelijk verwijderd worden.

TOEPASSING

- Behandeling van poreuze minerale ondergronden zoals kalksteen, zandkalksteen, leien, klinkers, beton, cementvloeren, terracotta, poreuze gevelstenen, onbehandelde kleipannen, kalkverf, kalei, kalkstucco's.....
- Vooral aan te bevelen voor betonbalkons waarvan de zijkanten vlug groen worden door algenvorming.

EIGENSCHAPPEN

- Goede penetratie dankzij de miniscule wasemulsie.
- Na droging behoudt het oppervlak zijn originele kleur!
- De porie van de steen wordt gevuld met natuurlijke wassen zodanig dat algen en mossen zich niet kunnen vasthechten.
- Beschermt tegen regenwater, luchtvervuiling en pollutie.
- Bevat anti-bacteriële eigenschappen en is volledig dampdoorlatend.
- Bevat geen silicone-olie of oplosmiddelen (0 gram VOC)
- Eenvoudig aan te brengen.
- Ongevaarlijk voor mens, milieu en steen.
- Maakt geen vlekken op andere materialen (druppels en plasjes afvegen)
- Is gemakkelijk verwijderbaar met een alkalische reiniger (PH10)
- Bezorgt uw oppervlak vuil-, water- en algenwerende eigenschappen
- Een hoog rendement in de onderhoudskost
- Door een duurzame behandeling kan men de frequentie tot onderhoud zeer sterk verminderen.
- Bezorgt uw steenoppervlak een slijtvaste bescherming door de aanwezigheid van glasparsels.

WERKING

Na het verdampen van het water bekomt het behandelde oppervlak een laagje natuurlijke wassen die water-en vuilafwerend werkt. Wij raden toch aan minimaal tweemaal te behandelen om er zeker van te zijn dat alle pories gevuld zijn. Na 24 uur droging bij een maximale relatieve vochtigheid van 60 % verkrijgt men zijn optimale kenmerken. De lagen moeten wel egaal aangebracht worden. Er ontstaat geen verkleuring van de steen en de glans van het oppervlak verandert niet. Bij hardere oppervlaktes waar de emulsie moeilijker indringt kan, door gebruik van meerdere lagen, de glans wat verhogen. Na enkele maanden zal de glansgraad wel verminderen.

TECHNISCHE GEGEVENS

- Densiteit: 1,06
- Ph-waarde: 9,4
- Geur: zwakke wasgeur
- Viscositeit: 12"/DIN.4mm
- Uitzicht: melkachtige vloeistof

VERWERKING

Voor gebruik goed omroeren en enkele minuten tot rust laten komen. Tijdens gebruik regelmatig doorroeren daar de glaspereels sedimenteren en voor glansverschillen kunnen zorgen. Aanwenden op gereinigde en ontvette ondergronden. Indien er mossen of algen aanwezig zijn, deze eerst verwijderen met een geschikte ontmosser of reiniger en laten drogen. Let op: bij zeer zuigende oppervlaktes niet te veel aanbrengen in één keer; daardoor zou na droging een witte waas kunnen ontstaan. Daarom altijd met verschillende lagen werken tot het oppervlak verzadigd is.

APPLICATIE

Onverdund aanbrengen met borstel of rol. Voor grotere oppervlaktes kan het product met een lage drukspuit aangebracht worden; nadien steeds het aangebrachte product met borstel of rol gelijkmatig verdelen. Men kan ook

het product via een airless-pistool aanbrengen maar daar opnieuw het product nadien gelijkmatig verdelen. Plassen en druppels vermijden en indien deze voorkomen ze mooi uitborstelen. Nooit op te warme oppervlaktes (in volle zon) gebruiken daar het water te vlug verdampt zodanig dat het product te snel droogt en niet meer gelijkmatig kan verdeeld worden. (dit om streepvorming te voorkomen). Alle gebruikte materialen zijn met water te reinigen.

DROOGTIJD

Stofdroog na ongeveer 30 minuten afhankelijk van de ondergrond en de weersomstandigheden. Het product minimaal 24 uur laten doorharden vooraleer te belasten!

VERBRUIK

5 tot 10 m² per liter afhankelijk van de aanbrengmethode en het zuigen van de steen. Bij een tweede laag heeft men maar de helft meer nodig. De optimale werking bekomt men wanneer het oppervlak volledig verzadigd is.

VERPAKKING EN STOCKERING

Beschikbare verpakkingen: 2500 mL. blik, 5 liter blik.
Houdbaarheid: maximaal 2 jaar in gesloten verpakking
Bewaren: buiten bereik van kinderen en vorstvrij.

VEILIGHEID

Dit product is volkomen veilig voor mens en milieu. Het preparaat is geclassificeerd als ongevaarlijk en bevat 0 gram oplosmiddel.

De in de technische fiche beschreven gegevens zijn gedaan na de nodige testen en jarenlange ervaring. De gebruiker dient de toepassing van bewust product te toetsen aan de voor hem geldende en bestaande omstandigheden. Uit de technische fiche kan geen enkele garantie afgeleid worden. Bij twijfel, voer zelf eerst een test uit.

Příloha 3 Hmotnostní úbytky těles

A1	A2	A3	B1	B2	B3
3,87	6,95	1,88	1,45	5,88	7,72
1,91	3,15	3,43	1,17	1,82	4,41
2,17	3,87	3,77	2,67	4,56	1,72
3,16	3,19	1,76	2,29	4,33	4,09
2,53	4,51	0,73	5,78	6,01	2,69
6,51	4,58	1,69	6,53	2,11	0,96

C1	C2	C3	D1	D2	D3
2,16	4,67	2,04	0,71	0,61	1,93
0,23	5,74	2,12	1,55	1,57	0,50
1,04	4,90	3,06	0,00	0,00	0,00
1,04	9,95	1,73	0,00	0,29	0,29
0,70	3,71	6,35	0,00	0,00	0,00
1,83	2,10	4,35	0,00	0,31	0,00

E1	E2	E3	H1	H2	H3
0,26	6,89	3,99	1,29	5,23	5,58
0,47	5,81	2,09	2,40	5,38	3,76
0,49	1,95	3,69	0,29	3,98	3,33
0,00	4,16	4,96	2,27	3,30	3,35
0,98	2,05	1,98	3,74	1,33	0,84
1,01	4,05	0,60	1,23	5,30	0,00

I1	I2	I3	K1	K2	K3
0,00	0,00	1,11	0,00	0,00	0,00
0,00	0,64	0,77	0,00	3,96	0,29
0,77	0,00	0,23	0,00	0,00	0,00
0,00	0,30	1,23	0,00	0,00	0,00
0,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,22	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00

Příloha 4 Tukeyův HSD test

Tukey HSD test, variable dm (%)																									
Cell No.	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}	{13}	{14}	{15}	{16}	{17}	{18}	{19}	{20}	{21}	{22}	{23}	{24}	
Typ úpravy																									
1	A1	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,584	0,874	1,000	0,079	0,105	0,102	0,132	1,000	1,000	0,983	1,000	1,000	0,043	0,044	0,142	0,020	0,191	0,024	
2	A2	1,000	0,608	1,000	1,000	1,000	0,036	1,000	0,001	0,001	0,002	0,002	0,003	1,000	0,982	0,314	1,000	0,969	0,001	0,001	0,003	0,000	0,004	0,000	
3	A3	1,000	0,608	1,000	0,819	0,993	1,000	0,084	1,000	0,864	0,909	0,906	0,938	0,796	1,000	0,841	1,000	0,744	0,744	0,749	0,946	0,564	0,972	0,608	
4	B1	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,625	0,848	1,000	0,092	0,121	0,118	0,151	1,000	1,000	0,988	1,000	1,000	0,051	0,052	0,162	0,024	0,215	0,028	
5	B2	1,000	1,000	1,000	0,819	1,000	0,088	1,000	1,000	0,004	0,006	0,006	0,008	1,000	0,999	0,530	1,000	0,997	0,002	0,002	0,009	0,001	0,013	0,001	
6	B3	1,000	1,000	0,993	1,000	1,000	0,374	0,966	1,000	0,034	0,046	0,045	0,060	1,000	1,000	0,919	1,000	1,000	0,017	0,018	0,065	0,007	0,092	0,009	
7	C1	0,584	0,036	1,000	0,625	0,088	0,374	0,001	0,661	1,000	1,000	1,000	1,000	0,079	0,924	1,000	0,098	0,950	1,000	1,000	1,000	0,999	1,000	1,000	
8	C2	0,874	1,000	0,084	0,848	1,000	0,966	0,001	0,821	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	0,491	0,024	1,000	0,425	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
9	C3	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,661	0,821	0,821	0,105	0,137	0,134	0,170	1,000	1,000	0,991	1,000	1,000	0,059	0,060	0,182	0,028	0,240	0,033	
10	D1	0,079	0,001	0,864	0,092	0,004	0,034	1,000	0,000	0,105	1,000	1,000	1,000	0,003	0,312	0,982	0,005	0,370	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	
11	D2	0,105	0,002	0,909	0,121	0,006	0,046	1,000	0,000	0,137	1,000	1,000	1,000	0,005	0,379	0,991	0,007	0,443	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	
12	D3	0,102	0,002	0,906	0,118	0,006	0,045	1,000	0,000	0,134	1,000	1,000	1,000	0,005	0,373	0,990	0,006	0,436	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	
13	E1	0,132	0,003	0,938	0,151	0,008	0,060	1,000	0,170	1,000	1,000	1,000	1,000	0,007	0,440	0,995	0,009	0,506	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	
14	E2	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,079	1,000	1,000	0,003	0,005	0,005	0,007	1,000	0,998	0,502	1,000	0,995	0,002	0,002	0,008	0,001	0,012	0,001	
15	E3	1,000	0,982	1,000	1,000	0,999	1,000	0,924	0,491	1,000	0,312	0,379	0,440	0,998	1,000	1,000	0,999	1,000	0,201	0,204	0,461	0,109	0,553	0,127	
16	H1	0,983	0,314	1,000	0,988	0,530	0,919	1,000	0,024	0,991	0,982	0,991	0,990	0,502	1,000	1,000	0,561	1,000	0,943	0,945	0,996	0,844	0,999	0,872	
17	H2	1,000	1,000	0,841	1,000	1,000	0,098	1,000	1,000	0,005	0,007	0,006	0,009	1,000	0,999	0,561	1,000	0,998	0,002	0,002	0,010	0,001	0,015	0,001	
18	H3	1,000	0,969	1,000	1,000	0,997	1,000	0,950	0,425	1,000	0,370	0,443	0,506	0,995	1,000	1,000	0,998	1,000	0,245	0,249	0,528	0,138	0,621	0,159	
19	I1	0,043	0,001	0,744	0,051	0,002	0,017	1,000	0,000	0,059	1,000	1,000	1,000	0,002	0,201	0,943	0,002	0,245	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	
20	I2	0,044	0,001	0,749	0,052	0,002	0,018	1,000	0,000	0,060	1,000	1,000	1,000	0,002	0,204	0,945	0,002	0,249	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	
21	I3	0,142	0,003	0,946	0,162	0,009	0,065	1,000	0,000	0,182	1,000	1,000	1,000	0,008	0,461	0,996	0,010	0,528	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	
22	K1	0,020	0,000	0,564	0,024	0,001	0,007	0,999	0,000	0,028	1,000	1,000	1,000	0,001	0,109	0,844	0,001	0,138	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	
23	K2	0,191	0,004	0,972	0,215	0,013	0,092	1,000	0,000	0,240	1,000	1,000	1,000	0,012	0,553	0,999	0,015	0,621	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	
24	K3	0,024	0,000	0,608	0,028	0,001	0,009	1,000	0,000	0,033	1,000	1,000	1,000	0,001	0,127	0,872	0,001	0,159	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	