národní
úložiště
šedé
literatury

Metodika ošetření napadeného dříví lýkožroutem smrkovým (Ips typographus) pomocí přípravku EDN (R)

Stejskal, Václav; Hnátek, Jonáš; Kadlec, Jakub; Aulický, Radek
2021

Dostupný z http://www.nusl.cz/ntk/nusl-511504

Dílo je chráněno podle autorského zákona č. 121/2000 Sb.

Tento dokument byl stažen z Národního úložiště šedé literatury (NUŠL).

Datum stažení: 27.04.2024

Další dokumenty můžete najít prostřednictvím vyhledávacího rozhraní nusl.cz .

Václav Stejskal a kol.

METODIKA OŠETŘENÍ NAPADENÉHO DŘÍVÍ LÝKOŽROUTEM SMRKOVÝM (*IPS TYPOGRAPHUS*) POMOCÍ PŘÍPRAVKU EDN®

Draslovka

EDN

VÚRV
Výzkumný ústav
rostlinné výroby

Václav Stejskal, Jonáš Hnátek, Tomáš Vendl, Jan Vokněr,
Jakub Kadlec, Radek Aulický

Metodika ošetření napadeného dříví lýkožroutem smrkovým (*Ips typographus*) pomocí přípravku EDN®

METODIKA PRO PRACOVNÍKY V LESNICTVÍ a DDD

Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i.

Draslovka

Lučební závody Draslovka a.s. Kolín

© 2021, Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i.
ISBN 978-80-7427-349-0

Designace výsledku na projekt:
Metodika vznikla za finanční podpory TAČR a je výstupem řešení projektu: **TH02030329**.
Nová fumigační technologie k eradikaci invazivních a karanténních druhů škůdců šířených v surovinách v ČR a EU.

Uplatnění metodiky:
Metodika je určena pro pracovníky v lesnictví a profesionální pracovníky v ochranné dezinfekci, dezinsekci a deratizaci, kteří mají oprávnění pro práci s toxickými látkami a fumiganty. Metodika byla schválená Ústředním kontrolním a zkušebním ústavem zemědělským pod č. UKZUZ 114407/2021.

Odborný oponent: MVDr. Jan Plachý; DDD Servis spol. s r.o.

Oponent ze státní správy: Ing. Pavel Minář, Ph.D.,
Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský,
Odbor přípravků na ochranu rostlin

Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i.

Lučební závody Draslovka a.s. Kolín

© 2021, Výzkumný ústav rostlinné výroby, v. v. i.

ISBN 978–80–7427–349–0

Metodika ošetření napadeného dříví lýkožroutem smrkovým (*Ips typographus*) pomocí fumigačního přípravku EDN®

Metodika popisuje účinnou aplikaci fumigačního přípravku EDN® s účinnou látkou ethandinitril při ošetřování neopracovaného dřeva na skládkách za účelem snížení rizika šíření lýkožrouta smrkového (*Ips typographus*). Metodika uvádí biologické informace a technické specifikace týkající se použití speciálních aplikačních zařízení na aplikaci zkapalněného EDN z tlakových lahví pomocí dusíku jako inertního propelentu k ošetření sklizeného dřeva jehličnanů. Metodika je založená na originálních experimentálních datech. Obecným cílem metodiky bylo napomoci mitigaci aktuální kůrovcové kalamity v České republice. Specifickými cíli metodiky bylo poskytnutí **(i)** objektivní a originální informace pro účely profesionálních pracovníků aplikující přípravky (POR) proti škůdcům a pracovníků dozorových orgánů (zejména ÚKZÚZ) o metodě a postupu k ošetřování dřeva pomocí přípravku EDN®; **(ii)** metodické podklady nutné pro opakovanou rychlou přípravu nařízení ÚKZÚZ k použití EDN k ošetření skládek dřeva pod plachtou; a **(iii)** podat krátký přehled publikovaných vědeckých informací a zhodnocení metod a používaných přípravků k fytokaranténnímu ošeření dřeva proti lýkožroutu smrkovému (*Ips typographus*) ve srovnání s novým postupem uvedeným v této metodice (t. j. s fumigací skládek dřeva pod plachtou pomocí EDN).

Methodology of treatment of infested wood by spruce bark beetle (*Ips typographus*) using EDN® fumigation preparation

The methodology describes the effective application of EDN® in the treatment of unprocessed wooden logs on heaps in forest. This methodology provides the technical and biological information regarding effective application of EDN® with the active substance ethanedinitrile in the treatment of harvested spruce logs in order to reduce the risk of spreading European spruce bark beetle (*Ips typographus*). The methodology describes technical specifications and the use of special application equipment for the application of the liquefied EDN from cylinders using nitrogen as an inert drive to treat harvested coniferous wood. The methodology is based on original experimental data. The general goal of the methodology was to help mitigate the current bark beetle calamity in the Czech Republic. The specific objectives of the methodology were to provide **(i)** objective and original information for the purposes of professional pest control staff and supervisory authorities (especially CISTA) on the method and procedure for treating wood using the EDN® product; **(ii)** methodological documents necessary for repeated rapid preparation of the CISTA regulation for the use of EDN for the treatment of landfills under tarpaulin; and **(iii)** to provide a brief overview of published scientific information and an evaluation of the methods and preparations used for phyto-quarantine treatment of wood against European spruce bark beetle (*Ips typographus*) in comparison with the new procedure described in this methodology (i.e. EDN-fumigation of piles of spruce-logs under a plastic sheet).

OBSAH

I. CÍL METODIKY 7
II. VLASTNÍ POPIS METODIKY 8
1. ÚVOD 8
1.1. Legislativní rámec a EFSA (2017) – karanténní kategorizace – – Lýkožrout smrkový (*Ips typographus*) 8
1.2. Popis a vývoj škůdce 9
1.3. Rizika šíření, rozsah, význam a dopady kůrovcové kalamity 12
1.4. Metody ošetření (asanace) dřeva infestovaného kůrovci – srovnání s přípravkem EDN® 12
1.4.1. Systémový management 13
1.4.2. Lapáky s feromony, klasické či otrávené (polena) lapáky ... 13
1.4.3. Nalezení infestací, odvoz vytěženého dřeva 13
1.4.4. Mechanické asanace (odkornění) 14
1.4.5. Fyzikální metody (tepelné ošetření, ionizační ozařování) 14
1.4.6. Vodní skládky 14
1.4.7. Anoxické (řízené) atmosféry 15
1.4.8. Chemická asanace (postřiky, impregnace) 15
1.4.9. Netkané textilní a síťové bariéry a obaly – (impregnované sítě plachty) 15
1.4.10. Fumigace (toxické insekticidní plyny) 16
2. POPIS VLASTNÍ METODIKY 19
2.1. Vymezení použití metodiky 19
2.2. Bezpečnostní pokyny a informace 19
2.3. Aplikační a měřící technika 22
2.3.1. Aplikační technika 22
2.3.2. Měřící technika 24
2.4. Vlastní postup ošetření 27
2.4.1. Výběr vhodného místa pro skládku dřeva 27
2.4.2. Instalace podkladní plachty 29

2.4.3. Založení hráně (skládky) 30
2.4.4. Instalace aplikační a měřící techniky 30
2.4.5. Kontrola aplikační a měřící techniky 31
2.4.6. Zakrytí hráně (skládky) plachtou 31
2.4.7. Kontrola poškození plachty 33
2.4.8. Vytyčení bezpečnostní zóny 33
2.4.9. Ošetření – postup zapojení aplikační sestavy 34
2.4.10. Ošetření – postup aplikace EDN 36
2.4.11. Odvětrání – postup odvětrávání 38
2.4.12. Předání ošetřeného dřeva 40
2.4.13. Další omezení vycházející např. z § 34 odst. 1 zákona..... 40
2.4.14. Nestandardní stavy a jejich řešení..... 41
3. VLASTNÍ EXPERIMENTÁLNÍ DATA 42
3.1. Komplexní validační test na ošetření kůrovcového dříví..... 42
3.2. Hodnocení distribuce přípravku EDN® v testu bez podkladní plachty 48
III. SROVNÁNÍ „NOVOSTI POSTUPŮ“..... 52
IV. POPIS UPLATNĚNÍ CERTIFIKOVANÉ METODIKY..... 53
V. EKONOMICKÉ ASPEKTY 54
VI. SEZNAM POUŽITÉ SOUVISEJÍCÍ LITERATURY..... 56
VII. SEZNAM PUBLIKACÍ, KTERÉ PŘEDCHÁZELY METODICE 60

I. CÍL METODIKY

Tato metodika popisuje účinnou aplikaci přípravku EDN® s účinnou látkou ethandinitril při ošetřování neopracovaného dřeva za účelem snížení rizika šíření lýkožrouta smrkového (*Ips typographus*).

Cílem metodiky je poskytnout **(i)** objektivní a originální informace pro účely pracovníků DDD a pracovníků dozorových orgánů (zejména ÚKZÚZ) o metodě a postupu k ošetřování dřeva pomocí přípravku EDN®; **(ii)** metodické podklady nutné pro rychlou přípravu nařízení ÚKZÚZ k použití EDN (na 120 dní); a **(iii)** podat krátký přehled publikovaných vědeckých informací a zhodnocení metod a používaných přípravků k fytokaranténnímu ošeření dřeva proti lýkožroutu smrkovému (*Ips typographus*) ve srovnání s novým postupem.

Cílem této metodiky je poskytnout:

- Objektivní informace pro pracovníky v DDD a dozorových orgánů pro aplikaci přípravku EDN® na ochranu dřeva proti lýkožroutu smrkovému (*Ips typographus*)
- Soubor postupů pro správnou aplikaci přípravku EDN® při ošetřování dřeva napadeného lýkožroutem smrkovým (*Ips typographus*) a vyhodnocení dostatečné účinnosti.
- Prezentovat dynamiku přípravku EDN® v ošetřených skládkách dřeva za různých podmínek prostředí.
- Metodika byla připravena jako podklad pro případnou potřebu mimořádného nařízení (ÚKZÚZ) k povolení použití v ČR proti lýkožroutu smrkovému (*Ips typographus*).

II. VLASTNÍ POPIS METODIKY

1. Úvod

Lýkožrout smrkový (*Ips typographus*) patří mezi významné podkorní škůdce s významnými ekonomickými dopady na lesní hospodářství.

1.1. Legislativní rámec a EFSA (2017) – karanténní kategorizace – Lýkožrout smrkový (*Ips typographus*)

Odborná komise pro zdraví rostlin EFSA (Europeen Food Safety Authority) provedla kategorizaci škůdce lýkožrouta smrkového *Ips typographus* L. (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) pro EU **EFSA PLH Panel (EFSA Panel on Plant Health) 2017**. V této kategorizaci se konstatuje, že *Ips typographus* je dobře definovaný a rozlišitelný druh, uznávaný hlavně jako škůdce smrku (*Picea* spp.) v Eurasii. Lýkožrout smrkový napadá také jiné jehličnany, jako jsou *Abies spp.*, *Larix spp.*, *Pinus spp.* a *Pseudotsuga menziesii*. L. smrkový je původem z Eurasie, kde se rozšířil z původního smrku do nových oblastí v Eurasii, společně s výsadbou smrků, a nyní je široce rozšířen po celé EU (22 členských států). Jedná se o karanténního škůdce uvedeného v příloze II B směrnice Rady 2000/29/ES pro Irsko a Spojené království jako chráněné zóny. Jehličnaté dřevo, kůra a dřevěný obalový materiál jsou považovány za cesty pro škůdce, kterými je schopen se šířit. Dále je schopen se aktivně šířit letem na desítky kilometrů. Dospělci se obvykle usazují na padlých nebo nemocných stromech, ale mohou také hromadně napadat zdravé stromy a tak usmrtit miliony smrků. Samci produkují feromony, které přitahují obě pohlaví. Každý samec se páří s jednu až čtyři samice a každá samice následně naklade 2 – 80 vajíček. Dospělci také přenášejí patogenní houby na své hostitele. V závislosti na teplotních podmínkách se v průběhu roku vyvine jedna až tři generace. Široký současný zeměpisný rozsah *I. typographus* naznačuje, že je schopen usadit se kdekoli v EU, kde jsou přítomni jeho hostitelské rostliny. Sanitační ředění porostů nebo kácení jsou hlavními způsoby kontroly tohoto škůdce. Odchyty pomocí feromonů je v současné době považováno za nespolehlivé kvůli velké disperzní kapacitě škůdce. Jsou zavedena karanténní opatření, aby se zabránilo vstupu do dosud nekolonizovaných oblastí. Všechna kritéria posouzená EFSA pro posouzení jako potenciálního karanténního škůdce v chráněné zóně jsou splněna. Kritéria pro považování *I. typographus* za potenciálního regulovaného nekaranténního škůdce nejsou splněna, protože rostliny pro výsadbu nejsou cestou šíření.

1.2. Popis a vývoj škůdce

Popis škůdce:

Lýkožrout smrkový (*Ips typographus*) je asi 4 – 5,5 mm dlouhý, tmavohnědě lesklý brouk podčeledi Scolytinae (kůrovci), v současné době řazené mezi nosatcovité (Curculionidae) ***(obrázek 1.2.1.)***. V České republice se vyskytuje celkem šest druhů rodu, z nichž lýkožrout smrkový způsobuje největší škody. Tvar těla je válcovitý, s odstávajícími žlutými chlupy. Krovky jsou lesklé, v řádkách hluboce tečkované, ale mezi rýží jsou hladká. Zadní část krovek je vyhloubená, přičemž okraje výkrojku nesou čtyři hrbolky (zuby). Jejich postavení, velikost a tvar jsou důležitým diagnostickým znakem. Intervaly mezi nimi jsou přibližně stejně velké, třetí zub je největší a knoflíkovitě rozšířený (u amic jsou však zuby o něco menší než u samců). Štít je oválný, stejně široký jako krovky, vpředu hrubě hrbolkovaný. Tykadla jsou krátká, žlutá, s plochou paličkou se zřetelně zprohýbanými švy. Vajíčka jsou asi 0,7 – 1 mm dlouhá, oválná, leskle bílá. Čerstvě vylíhlá larvička je asi 2 mm dlouhá a bělavá. Je beznohá, měkká, silněji sklerotizovaná je jen hlava nesoucí silná kusadla. Kukla je volná, krémově bílá, poslední zadečkový článek nese pár do stran mířících výrůstků, jimiž se kukla opírá o stěny kukelní komůrky.

Obrázek 1.2.1: Dospělý brouk lýkožrouta smrkového (Ips typographus)

Biologie škůdce:

V České republice má lýkožrout smrkový zpravidla jednu až dvě, případně i tři generace za rok, a to v závislosti na nadmořské výšce a teplotních podmínkách. Jarní rojení začíná v průběhu dubna či května, kdy se probouzejí přezimující dospělci a zahajují úživný žír a páření. Brouci nalétávají zejména na oslabené či umírající stromy, při přemnožení napadají ale i stromy zdravé. Pod kůru se nejdříve zavrtávají samci, přičemž produkují semiochemikálie vábící na strom konspecifické samce i samice. Ty přilétávají a hledají místo závrtu samečka se snubní komůrkou. Lýkožrout smrkový je polygamní druh, na jednoho samce připadá v průměru 1 – 3 samice. Po spáření samice začínají v lýku vrtat tunely, kde kladou 20 – 30 vajíček. Asi po týdnu se líhne larva, jejíž vývoj trvá v závislosti na teplotě 3 – 6 týdnů. Asi po jednom až třech týdnech stadia kukly se líhne dospělý brouk, který ještě asi jeden až dva týdny tráví úživným žírem. Dospělci poslední letní/podzimní generace přezimují v hrabance u pat stromů nebo pod kůrou.

Příznaky napadení:

Lýkožrout smrkový napadá především smrk ztepilý, případně i další druhy smrku. Nálet začíná několik metrů nad zemí na místě kmene se suchými větvemi. Zpočátku je napadení signalizováno výronem pryskyřice, po překonání obranyschopnosti stromu k němu už však nedochází. Dalším typickým znakem je přítomnost drtinek za šupinami kůry a při patě kmene. Požerek je jedno- až šestiramenný. Po napadení postupně dochází k hnědnutí a opadávání jehličí, v místě napadení se rovněž začíná odloupávat kůra. Matečné chodby jsou 6 – 15 cm dlouhé a 0,3 cm široké, a jsou orientovány rovnoběžně s osou kmene. Larvové chodby jsou asi 6 cm dlouhé a odbočují z matečných na oba dva směry (u víceramenných požerků jen na jednu stranu).

Obrázek 1.2.2: Kruhový výletový otvor dospělce lýkožrouta smrkového (*Ips typographus****) v kůře stromu.***

1.2.3: Larvy lýkožrouta smrkového (*Ips typographus****) s charakteristickými příznaky napadení pod kůrou smrku ztepilého.***

1.3. Rizika šíření, rozsah, význam a dopady kůrovcové kalamity

Lýkožrouta smrkového lze v současné době pokládat za hospodářsky nejvýznamnější druh kůrovce škodícího v českých lesích na smrkových porostech. Tento škůdce u nás napadá obvykle starší smrky. V případě přemnožení však může napadat i mladší stromy. Není zapotřebí zdůrazňovat, že v současné době se nejedná o periodický či občasný stav přemnožení, ale o celostátní problém v rozsahu kalamity, která nemá historického srovnání. Hlásny a kol. (2021) uvedl, že kůrovci v období 2003 – 2016 každoročně poškozovali 0,2 – 1,4 % smrku ztepilého v celé České republice. Tato úroveň se v letech 2017 – 2019 zvýšila na 3,1 – 5,4%, což v některých regionech způsobilo téměř úplné odlesnění smrkových porostů. Vypuknutí kalamity a následné rozsáhlé sanace a přeprava dřeva ovlivnily kvalitu života lidí v širokém okolí napadených oblastí. Kalamita jen na území ČR způsobila pokles ceny dřeva, nadměrné pracovní vytížení a další doprovodné či následné negativní efekty způsobily vážné ekonomické ztráty. Hlásny a kol. (2021) uvádí, že si kůrovcová kalamita v ČR v letech 2018–2019 vyžádala státní zásahy ve výši přibližně 260 milionů EUR.

1.4. Metody ošetření (asanace) dřeva infestovaného kůrovci – srovnání s přípravkem EDN®

Následující přehled uvádí pouze obecné příklady používaných metod čerpaný ze světové a české odborné a vědecké literatury a webových stránek. Proto některé uvedené metody či přípravky nejsou nebo nemusí být v budoucnu aktuálně povolené dostupné v ČR. Přehledová část nemá návodný či metodický charakter.

O provedení asanačních prací týkající se ošetření kůrovcového dříví je nutno informovat odborného lesního hospodáře (OLH), aby mohl splnit svou zákonnou povinnost spolupracovat s vlastníkem lesa na vedení lesní hospodářské evidence a evidence kalamitních škodlivých činitelů (kůrovců).

1.4.1. Systémový management

Jako účinné opatření navrhli Hlásny a kol. (2021) zásadní strukturální změny v regionálním odvětví lesního hospodářství, zejména s cílem zvýšit sociální a ekologickou odolnost. Rozsáhlá opatření v oblasti řízení prohloubila některé pověstné konflikty mezi správou lesů a ochranou přírody a zdůraznila nedostatečnou harmonizaci příslušných politik.

1.4.2. Lapáky s feromony, klasické či otrávené (polena) lapáky

Kůrovce a napadení stromů lze omezovat pomocí odchytů do lapačů, na klasické či otrávené lapáky. Otrávené lapáky mohou být kombinovány s feromony; tzv. ‚attract and kill' systém – Grodzki a Skrzecz 2017; Lubojacký a Holuša, 2014). Feromony byly testovány i k masovým odchytům kůrovců (Weslien, 1992.) Byly testovány metody kombinace repelentů a atraktantů (push-and-pull; Werl a kol., 2018). Dalšími zařízeními jsou štěrbinové nárazové lapáky. Metody se nejefektivněji používají zejména na počátku rojení (https://www.nekrmbrouka.cz/kurovcove-desatero). Klasické lapáky jsou dlouhodobě využívanou metodou (Oliver a kol., 2019). Mají omezené odchytové kapacity (po obsazení lapáku může dojít k napadání okolních stojících stromů) musí se proto v pravidelných intervalech kontrolovat. A v případě obsazení lapáku se kácí další lapáky. Otrávený lapák je insekticidem ošetřený lapák, který je navnaděný feromonovým odparníkem a nejčastěji je aplikován ve formě tzv. trojnožek (1 – 1,5 m dlouhých polen). (Kůrovcová kalamita – možnosti krátkodobého řešení stávající situace | MeziStromy.cz). Otrávené lapáky mohou mít formu tzv. výřezů (sekce), které tvoří obvykle 4 metrové výřezy pokáceného dříví ponechané u pařezu. Výřezy jsou ošetřené po celém povrchu kmene insekticidem a navnaděné feromonovým odparníkem.

1.4.3. Nalezení infestací, odvoz vytěženého dřeva

Včasné nalezení, těžba a asanace všech napadených stromů, je základem systému ochrany. Dále je nutné vytěžené (nenapadené/nenapadené ošetřené) odvést z lesa. Asanace pouhým odvozem napadeného dříví z lesa je v současné době zakázána. Kůrovcové dřevo s aktivní infestací musí být asanováno i když je skladováno mimo les (například i jako palivové dříví). (https://www.nekrmbrouka.cz/kurovcove-desatero). Problém z hlediska šíření kůrovce může být i samotný transport napadeného a chemicky neošetřeného nebo neodkorněného dřeva. Riziko představuje výlet kůrovců z převáženého dřeva a napadení porostů smrků podél cesty.

1.4.4. Mechanické asanace (odkornění)

Mechanické odkornění adaptérem na motorovou pilu je vysoce účinné, lze jej využít během celého vývoje kůrovců přímo na pařezu. Odkornění v malém množství nevyžaduje zásadní časové či ekonomické náklady. Ruční odkornění škrabákem je nejúčinnější ve stadiu larev. Limitujícím prvkem mechanické asanace v období kalamity je dostatek technických a lidských kapacit.

1.4.5. Fyzikální metody (tepelné ošetření, ionizační ozařování)

Hloubkové insekticidní ošetření kůrovcového dřeva je možné realizovat teplem, mikrovlnným či ionizujícím ozářením. Vyžaduje to však transport do specializovaných zařízení. Jinými slovy, tato ošetření je možné provádět na pile, ale ne v lese na skládkách. Ionizující záření je používáno k dezinsekci dřevěných artefaktů (Fan a kol., 1988) a je přijatelnou fytosanitární úpravou pro hromadné dřevěné komodity, např. kulatiny a dřevo v Austrálii při 25 000 Gy (Anon, 2016). Současné studie ukazují, že ozařování je účinnější na tesaříky, než některé kůrovce. Van Haandel a kol. (2017) nezískali informaci, že by ozařování bylo implementováno jako operační řešení u velkoobjemových dřevěných komodit jakoukoliv zemí. Dále uvádí, že podle IDIDA <150 Gy je účinná dávka ionizujícího záření potřebná ke sterilizaci hmyzu v taxonech Cerambycidae a Scolytinae. Van Haandel a kol. (2017) stanovili proto LD99 pro sterilitu dospělého *A. ferus* byl 44,1 Gy a vajíčka 40,4 Gy (výsledky naznačují, že účinná sterilizační dávka pro vejce *A. ferus* bude od 20 do 40 Gy) Dospělí *H. ligniperda* byli tolerantnější vůči ozařování; 1,6 % dospělých produkovalo životaschopná vajíčka v dávkách mezi 100 a 150 Gy, přestože 100% sterilita byla zaznamenána při 75 a 175 Gy.

1.4.6. Vodní skládky

Ve světě se používají různé typy vodních skládek dřeva: např „wet and water storage of wood" (https://www.diva-portal.org/smash/%get/diva2:411387/%-fulltext01.pdf). Zahradník (2018) uvádí, že pokud se uložené dřevo zkrápí vodou, neztrácí tak kvalitu; larvy kůrovců se přitom totiž nestačí vyvinout a uhynou. Podmínkou vzniku těchto skládek je však blízkost vodního zdroje. Jejich cílem je snižovat nepříznivé důsledky nedostatečného odbytu dřeva, které bylo v lesích sice zpracováno, ale ponecháno na skládkách a hrozilo by jeho napadení kůrovcem (https://www.lesaktualne.cz/aktuality/voda-i-specialni-site-zamezi-naletu-kurovce-na-skladky-dreva). Nicméně nevhodné postupy mohou způsobit diskolorace a nárůsty mikroorganizmů (Liukko, 1997.)

1.4.7. Anoxické (řízené) atmosféry

Za specifických (plynotěsných) podmínek lze ošetřit/skladovat dřevo pomocí tzv. anoxických atmosfér; tj. při vysoké koncentraci CO_2 a nízké koncentraci O_2. Tato technologie vyžaduje vysoký stupeň hermetických podmínek. I drobné netěsnosti štěrbiny či trhliny v plynotěsných komorách či plynotěsných stanech a obalech působí zvýšení koncentrace kyslíku a snížení insekticidního ochranného účinku.

1.4.8. Chemická asanace (postřiky, impregnace)

V současné době je sice registrována řada přípravků na ochranu proti kůrovcům. Nicméně techniky jsou náročné na čas, dopravu postřikové kapaliny, manipulaci se dřívím. Významným negativem je působení na necílové druhy hmyzu např. při úletu kapaliny do okolí ošetřovaných stromů při postřiku vlivem větru, zejména pokud je použita jemnější forma postřiku (Frank a Sadof, 2011). Výkony a náklady mohou být velmi variabilní dle druhu dříví a použité mechanizace. Jako postřiky byly ve světě testovány jak insekticidy, tak fungicidy (Savory a kol., 1970). Byly testovány kombinace použití systemických insekticidů a feromonů (Bombosch a Dedek, 1994).

1.4.9. Netkané textilní a síťové bariéry a obaly – (impregnované sítě plachty)

Bariérovou ochranu dřeva i dřevin před dřevokaznými škůdci přináší insekticidní sítě s dotykovým účinkem (Geráková, 2011; Finšgar, 2013; Skrzecz, a kol. 2015; Rangera a kol., 2020). Jejich aplikace musí minimalizovat aplikační chyby (tj. 100% pokrytí), aby kůrovec nepronikl do/z napadeného dřeva. Zásadním problémem je že sítě nezahubí kůrovce uvnitř dřeva a ten může při další manipulaci a převozech vylétnout a napadnout další stromy. Další nevýhodou je, že při kontaktu se sítí dochází k hubení necílových či užitečných druhů hmyzu. Např. Skrzecz a kol. (2015) popsali negativní účinky insekticidní sítě s ú. l. alpha-cypermethrinem na necílové druhy, např. na užitečného pestrokrovečníka mravenčího *Thanasimus formicarius* (L.). Jako alternativa k insekticidním sítím byla navržena metoda částečného chemického ošetření dřeva kombinovaná s řekrytím hromady netkanou textilií; tzv. technologie – metoda – MERCATA (k použití metody je nutný souhlas majitele patentu).

1.4.10. Fumigace (toxické insekticidní plyny)

Jediným chemickým řešením aplikovatelným přímo v lese jsou fumigační (plynné) insekticidy. Jejich malé molekuly rychle pronikají celým profilem kulatiny a ihned hubí všechna vývojová stádia škůdce (tj. vajíčka, larvy, kukly a dospělce).

Metylbromid: Metylbromid se celosvětově používal v plynné formě na hloubkovou ochranu dřeva. Použití fumigantu metyl bromidu je však v EU zakázáno z důvodu ničení ozonosféry.

Fosforovodík (PH_3) a dřevokazní škůdci (kulatina - logs): existují data účinnosti fosforovodíku na kůrovce rodu lýkohuba borového (*Hylurus ater* = *Hylastes ater* (Paykull)), (Zhang a kol., 2004; Brash, a kol., 2008) z Nového Zélandu. Koncentrace fosforovodíku se snižuje, pokud je dřevo neodkorněné (Zhang a Brash, 2007). Zheng a kol. (2004) prokázali, že expozice škůdců pomocí 200 ppm fosforovodíku po dobu 10 dnů bylo účinných pro kontrolu vajíček a dospělců tesaříků *Arhopalus* spp. a larev a dospělců lýkohuba borového (*Hylurus ater*). Zhang a kol. (2006) zjistili, že při ošetření PH_3 napadených kmenů (po 72 hodinách x 3 g/m^3) sice byla dosažena úplná mortalitu dospělců *Arhopalus* spp., ale u vajíček jen v rozmezí 93 – 95%. Mortalita larev *Arhopalus* spp. byla velmi variabilní v rozmezí 67 – 100%. Studie Brash a kol. (2008) vystavila vajíčka *Arhopalus* spp. a larvy *Hylases* spp. (nejodolnější stádia škůdců dostupné pro experimentální práci) fosforovodíku ve studiích přímé expozici s cíl lepší definice minimální koncentrace fosforovodíku a CT-produktu (koncentrace x doba trvání) pro fumigační procedury před exportem dřeva. Pro vajíčka *Arhopalus* spp. bylo 100 % mortality v laboratoři dosaženo při CT-produktu 300 g PH_3/h/m^3, po 72 hodinách (tj. průměrně 3200 ppm) a po 5 dnech (tj. průměrně 1800 ppm). U larev *Hylastes* spp. bylo dosaženo 100 % mortality při a CT-produktu 100 g PH_3/h/m^3 (tj. průměrně 1 000 ppm po dobu 3 dnů). Autoři Brash a kol. (2008) však upozornili, že data na kůrovce (lýkohuba – *Hylastes ater*) je však nutné potvrdit, kvůli nízkému počtu jedinců v pokusu. Oogita a kol. (1997) dospěli k závěru, že je nepravděpodobné, že by samotná fosforovodíková fumigace byla účinná jako karanténní ošetření lesních hmyzích škůdců při expozici a aplikaci trvající 48 hodin. V pokuse fumigovali tesaříky (*Semanotus japonica*, *S. japonicus*, *Callidiellum rufipenne* a *Monochamus alternatus*), kůrovce – Scolytids (*Phloeosinus perlatus*, Cryphalus fulvus a *Xyleborus pfeili*) a platypodidy (*Platypus quercivorus* a *P. calamus*) s fosforovodíkem (koncentrace 1 a 2 g/m³) po dobu 24 a 48 hodin při 15° C a 25° C. Vajíčka

S. japonica a *P. perlatus* byla usmrcena při dávce 2 g/m³ a expozici 24 hodin při 15° C. Avšak larvy a kukly nebyly usmrceny u všech testovaných druhů v dávce 2 g/m³ a expozici 48 hodin při 15° C. Soma a Oogita (1998) fumigovali 10 druhů lesního hmyzu fosforovodíkem (1 a 2 g/m³ po dobu 24 a 48 hodin při 15° C). Fumigace po 24 hodin usmrtila vajíčka *Callidiellum rufipenne, Monochamous alternatus, Cryphalus fulvus, Ips cembrae* a *Phloeosinus perlatus*, všechna stadia *Scolyoplatypus tycoon* a *Xyleborus validus*, zatímco vajíčka *Semanotus japonicus* a *Pissodes nitidus* a všechna stádia *X. pfeilli* přežila.

Dělená aplikace fosforovodíku (PH_3) k ošetření dřeva během transportu v lodi. Ormsby (2004) ve své zprávě stanovil minimální koncentraci fosforovodíku 200 ppm (při expozici po dobu 10 dnů) pro ošetření kulatiny (logs) borovice *Pinus radiata* vyvážené z Nového Zélandu. Tento autor uvádí, že této úrovně expozice fosforovodíku lze dosáhnout iniciální aplikací 2 g/m³ fosfidu hlinitého do každého lodního nákladního prostoru při vyplutí z Nového Zélandu a doplněním po 5 dnech o dalších 1,5 g/m³. Jinými slovy, navrhuje celkovou dávku rozdělit do dvou časově oddělených aplikací.

PH_3 a lýkožrout smrkový: publikovaná vědecká data na použití fosforovodíku k hubení (fumigaci) lýkožrouta smrkového buď chybí, nebo nejsou veřejně dostupná. Obecně aplikace fosforovodíku uvolňované z lisovaných fosfidů (tablety / pelety) vyžadují pro 100 % působení na všechna stadia většiny škůdců komodit vyšší teploty a delší, až několikadenní, expozice. Tím se liší od jiných typů fumigantů, jako jsou např. metylbromid nebo EDN.

Methyl-jodid, sulfuryl fluoride a cypermethrin: Ciesla a kol., (2012) srovnali účinnost dvou fumigantů: sulfurylfluoridu a methyljodidu a kontaktního insekticidu: cypermethrinu za různých podmínek proti všem vývojovým stádiím kůrovce lýkožrouta borového (*Ips sexdentatus*). Testy účinnosti byly prováděny ve fumigačních komorách a v kontejneru ve Francii. Pro každou testovanou sérii bylo ošetřeno deset zamořených kusů borovice (*Pinus pinaster*). Cypermethrin byl nastříkán na všechny povrchy kulatiny s aplikačním množstvím 5 g cypermethrinu na metr krychlový dřeva. Fumigace sulfurylfluoridem byla prováděna v komoře 17 m³ při dávce 30 g/m³ a expoziční době 24 hodin. Fumigace methyljodidu byla prováděna v komoře 17 m³ při dávce 35 g/m³ a v přepravním kontejneru (20 stop) při dávce 50 g/m³ a expoziční době 24 hodin. Účinnost každého insekticidu byla hodnocena porovnáním redukce výletů dospělců lýkožrouta borového pod kůrou mezi kontrolními a ošetřenými kmeny. Deset týdnů po ošetření vykazovaly ošetřené kmeny

redukci výletů kůrovce *Ips sexdentatus* o 88,53 % u cypermethrinu, 99,92 % u sulfurylfluoridu a produkt koncentrace v čase (CT-produktu) 716 g*h*m^{-3} a 100 % u fumigací methyljodidem. Dle autorů Ciesla a kol. (2012) byl této účinnosti adekvátní produkt CT-produkt 825 a 942 g*h*m^{-3} ve fumigační komoře a v přepravním kontejneru.

EDN (Ethandinitril) – nové řešení: EDN má potenciální přínos jako multifunkční fumigant pro řadu aplikací: půdy, obilí, dřeva a proti škále škůdců; hmyzu, háďátka, houby (plísně) a pro devitalizaci obilí (export / import). Předběžné studie prokázaly, že EDN vykazuje vysokou toxicitu na všechna stádia testovaných druhů hmyzu: je přinejmenším stejně účinný jako metylbromid. Výhodou je, že EDN proniká do dřeva rychleji než metylbromid. Po zákazu metylbromidu se zdálo téměř nemožné najít za něj stejně účinnou fumigační náhradu. V současné době je totiž mimořádně obtížné a drahé vytvořit nové chemické produkty a aplikační technologie umožňující efektivní ochranu dřeva a komodit. V poslední době se však objevila perspektivní účinná látka a formulace – EDN.

2. Popis vlastní metodiky

2.1. Vymezení použití metodiky

- Metodika je určena pro ošetřování vytěženého neopracovaného dřeva (kulatiny) fumigačním přípravkem EDN® s účinnou látkou ethandinitril.
- Metodika je určena pro eradikaci všech vývojových stádií podkorního škůdce lýkožrouta smrkového *(Ips typograhus*).
- Limitujícím parametrem využití metody ošetření je teplota ošetřované komodity a vzduchu, která by neměla v průběhu expozice klesat pod 5º C.
- Metodika byla validována na terénních populacích lýkožrouta smrkového při ošetřování dřeva (kulatiny), které bylo napadeno různými vývojovými stádii škůdce v přirozených podmínkách lesa na území ČR.
- Použití metodiky je podmíněno kontinuálním měřením koncentrace ethandinitril na více místech ošetřované hráně; nejméně však na 3 pozicích.
- Ošetřování musí být prováděno za podmínek maximální plynotěsnosti fumigované hráně za účelem dosažení požadovaných CT-produktů v podkorním prostoru.
- Ošetřování hráně musí být prováděno s podkladní plachtou (v lese na nezpevněných plochách) nebo bez podkladní plachty pouze na zpevněných plochách (betonové nebo asfaltové plochy).

2.2. Bezpečnostní pokyny a informace

- Tyto pokyny **nenahrazují platnou legislativu ČR a EU** v oblasti bezpečnosti a zdraví při práci.
- Při používání této metodiky v praxi se **musí vždy postupovat** dle platné legislativy ČR a EU v oblasti bezpečnosti a zdraví při práci.
- Přípravek EDN® s účinnou látkou ethandinitril patří mezi **vysoce toxické plyny s insekticidními účinky.** V průběhu práce s tímto přípravkem je nutné dodržovat všechny bezpečností pokyny a bezpečnost práce.
- Před započetím prací s tímto přípravkem je vždy nutné se seznámit s aktuální etiketou přípravku a bezpečnostním listem, kde jsou uváděny aktuální bezpečnostní pokyny a požadavky na ochranné pomůcky.

Obecné informace o přípravku

Chemické složení a vlastnosti přípravku:

EDN je přípravek na ochranu rostlin s účinnou látkou ethanedinitril (C_2N_2) o obsahu min. 97 % hm.

Fyzikálně-chemické vlastnosti		
Vzhled		Bezbarvý plyn
Bod tuhnutí		-28,3 °C
Bod varu		-21,4 °C
Meze výbušnosti	Horní mez	14,3 ± 0,8 % obj.
	Dolní mez	6,45 ± 0,8 % obj.
Teplota samovznícení		Bez iniciace nepodléhá autooxidaci
Tlak páry		520 kPa (21 °C) 570 kPa (25 °C)
Hustota páry		1,8 (vzduch = 1)
Hustota kapaliny		0,95 (voda = 1) při -21 °C
Rozpustnost		2,34 g/l vody (20 °C) n-Heptan: 41,6 g/l (20 °C) toluen: 70,5 g/l (20 °C) dichlormethan: 121,5 g/l (20 °C) aceton: 216,8 g/l (20 °C) ethyl-acetát: 272,6 g/l (20 °C)

Balení přípravku:

Přípravek EDN® je plněn do ocelových tlakových lahví, které jsou osazeny dvouportovým ventilem, který je chráněn ocelovým kloboukem. Proti náhodnému úniku produktu z lahve jsou na obou portech ventilu umístěny plynotěsné zátky, které zároveň slouží jako ochrana proti mechanickému poškození závitů.

Specifikace lahví FABER		
Certifikace		ISO 9809-1:1999 (DOT-UN+TPED)
Vodní objem		73 l
Rozměry	Výška	950 mm
	Průměr	352 mm
Hmotnost prázdné lahve		45 kg
Zkušební tlak		110 bar
Max. plnění		50 kg
Materiál	Lahev	Chrom Molybdenová ocel 34CrMo4
	Ventil	nerezová ocel
Napojení	Plynná fáze	DIN 477/1 č. 10
	Kapalná fáze	DIN 477/1 č. 5

Osobní ochranné pomůcky a prostředky při použití EDN

OOPP při přípravě aplikace, vlastní aplikaci i odvětrání	
Ochrana dýchacích cest	obličejová maska podle ČSN EN 136 s filtrem typu B podle ČSN EN 14387 + A1 (proti anorganickým plynům a parám) třídy 3
Ochrana očí a obličeje	obličejová maska podle ČSN EN 136 s vhodnými filtry typ B podle ČSN EN 14387 + A1 (proti anorganickým plynům a parám – barva šedá) třídy 3
Ochrana rukou	ochranné rukavice označené piktogramem pro chemická nebezpečí podle ČSN EN 420+A1 s kódem podle ČSN EN ISO 374-1
Ochrana kůže	celkový ochranný oděv podle ČSN EN ISO 13688
Dodatečná ochrana nohou	pracovní nebo ochranná obuv podle ČSN EN ISO 20346 nebo ČSN EN ISO 20347 (s ohledem na práci v terénu)

Poznámky:

- ► poškozené OOPP (např. nefunkční filtry) je třeba urychleně vyměnit;
- ► postup sundávání OOPP:
  - ▷ po opuštění bezpečnostní zóny počkat několik minut mimo tuto zónu na čerstvém vzduchu k odvětrání oděvu;
  - ▷ až poté sundat OOPP k ochraně dýchacích cest;
- ► osobní ochranné pracovní prostředky pro případ havárie nebo práci při vyšších koncentracích (kromě výše uvedených OOPP):
  - ▷ ochrana dýchacích orgánů – autonomní dýchací přístroj například podle ČSN EN 145;
- ► o použití OOPP při konkrétní práci rozhoduje zaměstnavatel, především podle charakteru vykonávané práce a technického zabezpečení ochrany pracovníka a také po vyzkoušení některých OOPP pro konkrétní práci.

2.3. Aplikační a měřící technika

Aplikační a měřící technika je nedílnou součástí každého ošetření dřeva za účelem eradikace lýkožrouta smrkového. Aplikační technika slouží pro správnou aplikaci přípravku EDN® z tlakové lahve, za účelem dosažení rovnoměrné koncentrace účinné látky v celém profilu ošetřované hráně. Měřící technika slouží pro kontrolu rovnoměrného rozložení a dosažení požadované koncentrace účinné látky v celém profilu ošetřované hráně. Dále měřící technika slouží jako bezpečností ochrana pro pracovníky provádějící ošetření (aplikaci přípravku, kontrolu ošetření a následné odvětrávání).

2.3.1. Aplikační technika

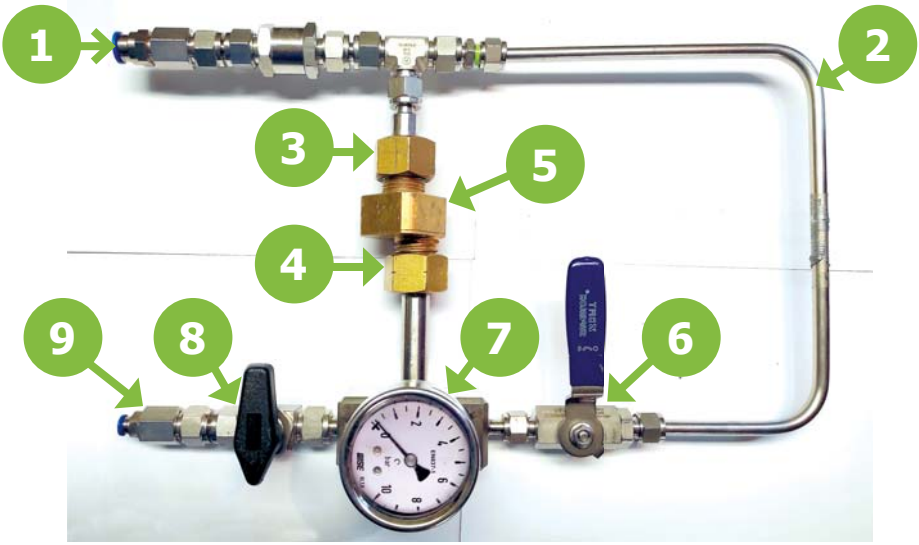
Aplikační vybavení:

- aplikační sestava schválená výrobcem přípravku
- polyethylenové hadice o průměru 6/4 nebo 8/6 mm.
- hmotnostní váha s rozsahem vážení 100 g

Aplikační technika

Přípravek EDN® je dodáván v tlakové láhvi, která je vybavena dvouportovým ventilem. Aplikace se provádí pomocí aplikační sestavy, instalované na lahvový ventil, na kterou je připojena aplikační hadice. Aplikační sestava umožňuje kromě napojení přípravku i připojení dusíku, který je použit jako propelant a zároveň jako plyn pro čištění aplikačních rozvodů.

Obrázek 2.3.1: Aplikační sestava (1 – vstup dusíku, 2 – by-pass, 3 – připojení plynné fáze, 4 – připojení kapalné fáze, 5 – spojka kapalné a plynné fáze, 6 – ventil by-passu, 7 – kontrolní manometr, 8 – hlavní uzavírací ventil, 9 – výstup produktu)



Obrázek 2.3.2: Polyethylenové hadice o průměru 6/4 mm a 8/6 mm.

Obrázek 2.3.3: Kompletní aplikační sestava s tlakovými lahvemi pro aplikaci přípravku EDN®

2.3.2. Měřící technika

Průběžné měření koncentrace účinné látky ethandinitril v průběhu ošetření je nedílnou a velmi důležitou součástí celé technologie. Měření je nutné provádět ve více měřících bodech, minimálně však na 3 různých místech v hráni. Výsledky měření jsou důležité pro vyhodnocení kvality a účinnosti ošetření.

Měření je prováděno pomocí odběru plynných vzorků z hráně za pomoci vzduchového čerpadla přes vzorkovací hadice. Vzorky prochází měřicím přístrojem, kde jsou znamenávány hodnoty koncentrace účinné látky ethandinitril. Následně je analyzovaný vzorek plynu opět vháněn zpět do hráně.

Pro měření koncentrací plynu lze využít několik měřících zařízení:

Přístroje pro měření koncentrací v ošetřované hráni (vysoké i nízké koncentrace)

Plynová chromatografie (GC)

Princip: Použité detektory u GC jsou TCD a FID (Analytické metody jsou popsány v dokumentech 01_EDN_VUOS_5batch validation_2017 a 04_EDN_LZD FID validation_2017).

Technické parametry: Shimadzu GC-17A (GC-17AATF V3 230VLV) vybavený ručním split injektorem, přepínačem na 2 kolony s TCD a FID detektorem a kolonou RT-QBond, 30 m, ID 0,53 mm, film 0,2 µm. Pro odběr plynných vzorků z ošetřovaného prostoru je nutné použít čerpadlo, na odběrové trasy je napojen T kus se septem a odběr vzorku je prováděn pomocí plynotěsné stříkačky.

Gasmet DX 4040

Princip a popis: Přístroj pracuje na principu FTIR (infračervené spektrometrie s Fourierovou transformací), což umožňuje stanovení více složek najednou (EDN, CO_2, vlhkost, HCN, CH_4, NH_3…). Přístroj je vybaven vlastním čerpadlem a měří průměrnou hodnotu koncentrace v daném časovém úseku. Disponuje ukládáním dat.

Rozsah měření:
1 ppm – 5 % v/v

Obrázek 2.3.4: Měřicí přístroj Gasmet DX 4040.

Lumasense Innova i1412i

Princip a popis: Fotoakustický senzor měří energii přeměněnou absorpcí v infračervené oblasti na akustickou vlnu. Přístroj je vybaven vlastním čerpadlem. Měří aktuální hodnotu koncentrace v daném časovém intervalu. Disponuje ukládáním dat.

Rozsah měření:
1 ppm – 2,5 % v/v

Obrázek 2.3.5: Měřicí přístroj Lumasense Innova i1412i.

Osobní bezpečnostní detektory pro obsluhu (měření nízkých koncentrací)

MSA Ultima XA

Princip: Jedná se o průmyslový elektrochemický senzor. Slouží jako bezpečnostní detektor pro měření koncentrace EDN v rámci ochranné zóny.

Rozsah měření: 1 ppm – 50 ppm

Obrázek 2.3.6: Měřicí přístroj MSA Ultima XA.

GasAlert HCN Extreme

Princip: Jedná se o průmyslový elektrochemický senzor. Slouží jako bezpečnostní detektor pro měření koncentrace HCN v rámci ochranné zóny.

Rozsah měření: 0,1 ppm – 30 ppm

Obrázek 2.3.7: Měřicí přístroj GasAlert HCN Extreme.

Další měřící a obslužná technika

Měření teploty v ošetřovaném prostoru

Pro kontrolu teploty je vhodné použít digitální dataloggery s pamětí (například Tinitag 2 Plus).

Zařízení pro vzorkování plynu z šetřeného prostoru

K odběru plynných vzorků z hráně je vhodné použít vzduchomembránové čerpadlo N86KT.16 a N86KT.18 (výrobce KNF Neuberger GmbH).

Obrázek 2.3.8: Vzduchomembránové čerpadlo N86KT.16 pro odběr vzorků z ošetřované hráně.

2.4. Vlastní postup ošetření

Lýkožrout smrkový patří mezi podkorní škůdce, který se vyvíjí v lýkové části pod kůrou smrků nebo dalších jehličnatých druhů. Napadené stromy při silné infestaci odumírají, z těchto příčin je nutné napadené dřevo v čas vytěžit a ošetřit, tak aby se přerušil vývoj škůdce a zároveň se zamezilo dalšímu šíření na zdravé stromy. Za tímto účelem lze využít ošetření přípravkem EDN® s účinnou látkou ethandinitril. Tento přípravek ve formě plynu proniká v průběhu ošetření do podkorní vrstvy, kde hubí všechna vývojová stádia. Z důvodu zařazení přípravku do kategorie vysoce toxických látek, je nutné vždy zvolit vhodné místo pro bezpečné ošetření, kde lze zajistit základní požadavky na bezpečnost práce.

2.4.1. Výběr vhodného místa pro skládku dřeva

Ošetření skládek (hrání) dřeva je prováděna v prostoru, který je zatěsněn pomocí plachet doporučených výrobcem přípravku EDN®. Doporučenou plachtou je – PE černá silážní nesvařovaná plachta s tloušťkou minimálně 0,12 mm – dále jen plachta.

Místo pro ošetření (fumigaci) vybíráme s ohledem na zvláštní bezpečnostní opatření s cílem chránit zranitelné skupiny obyvatel a na základě následujících podmínek.

Základní podmínky pro výběr vhodného místa

- Místo pro ošetření vytěžených kmenů musí být vybráno s dostatečným předstihem, aby osoba odpovědná za ošetření (dále jen fumigátor) mohla informovat dotčené orgány státní správy dle platné legislativy.
- Místo pro fumigaci je vybráno tak, aby skládky dříví byly umístěny na rovné ploše a snadno přístupné ze všech stran a podél stran skládky byl ponechán volný prostor pro práci fumigátorů a umístění lahví s EDN® o šířce min. 5 m.
- Vzdálenost mezi místem pro fumigaci a hranicí oblasti využívané zranitelnými skupinami obyvatel (např. obyvatelné zástavby) nesmí být menší než 50 m.
- Místo pro fumigaci nesmí být v ochranném pásmu vodních zdrojů a v blízkosti povrchových vod.
- Je-li vybrané místo pro fumigaci blízko obce nebo oblasti využívané zranitelnými skupinami obyvatel (např. houbařská oblast), je třeba informovat blízké občany obce, způsobem v místě obvyklým, o provádění prací a dočasných omezeních.
- Je-li to nutné, je třeba uzavřít dočasně přístupové cesty vedoucí kolem oblastí využívaných zranitelnými skupinami obyvatel (včetně lesních cest, cyklostezek nebo turistických cest)
- Vytěžené kmeny je nutné uložit/naskládat na připravené vybrané místo. Pokud fumigace probíhá na pevném, rovném a současně pro EDN® nepropustném povrchu (beton, asfalt), po odsouhlasení zhotovitelem není nutné použití spodní plachty. V ostatních případech je spodní plachta nezbytná.
- Skládky dříví je nutné zabezpečit dle příslušných předpisů proti pohybu, sesunutí a pádu.

Činnosti zajišťující fumigátor

- **Zajištění kontroly výběru vhodného místa pro ošetření**
- **Oznámení fumigace na místně příslušného obecního nebo městského úřadu s uvedením:**
  - ▷ názvu přípravku a důvodu fumigace
  - ▷ místa aplikace a termínu fumigace/fumigací
  - ▷ názvu, adresy a telefonního kontaktu na firmu, která fumigaci provádí a zodpovídá za ni
  - ▷ doporučených ochranných opatření k ochraně osob pro místa, kde se může pohybovat široká veřejnost a zranitelné skupiny obyvatel
- **Umístění informačních tabulí na přístupové cesty k lesu, kde se plánuje fumigace** (s upozorněním na probíhající chemické ošetřování kmenů, omezení pohybu osob v dané oblasti, dodržování pokynů pracovníků firmy provádějící ošetření atd.)

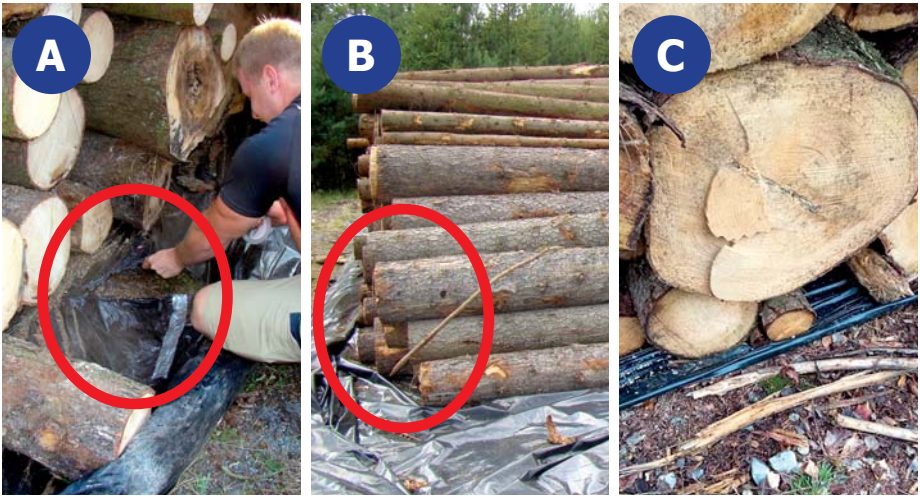
2.4.2. Instalace podkladní plachty

Přípravek EDN® patří mezi plynné insekticidy a stejně, jako plyny se chová. Po aplikace se rozpíná a zvětšuje svůj objem, s tím je ovšem spojeno, také ředění a snižování koncentrace v daném objemu. Další schopností plynu je penetrace do materiálů, která je v případě dřeva žádoucí, ale v případě penetrace do půdy pod ošetřovanou hrání je tento efekt nežádoucí a dochází opět ke snižování koncentrace plynu. Z tohoto důvodu je nutné zajistit umístění podkladové plachty pod ošetřovanou hráň, tak aby se zamezilo neefektivním ztrátám plynu.

Základní pokyny pro instalaci podkladní plachty

- ► Při instalaci více kusů podkladních plachet je nutné dbát na to, aby vzniklé překryvy byly o délce min. 1 m.
- ► Je nutné odstranit větve, které by mohly plachtu protrhnout (***obr. 2.4.1 A*** – větve pod skládkou a v jejím okolí, které snadno protrhnou podkladovou i překryvnou plachtu, ***obr. 2.4.1 B*** – větve pod podkladní plachtou).
- ► Je nezbytné, aby plachta měla přesahy min. 1 m na všech stranách skládky. (***obr. 2.4.1 C*** – shrnutá podkladová plachta).

Obrázek 2.4.1 A – C: Rizika spojená s instalací podkladové plachty.



2.4.3. Založení hráně (skládky)

- Je třeba dbát na to, aby zejména při založení první řady nedocházelo k poškození podkladní plachty.
- Skládka musí být stabilní a ve všech místech přibližně stejně vysoká.
- Maximální výška je 4 m.
- Maximální šířka je 10 m.
- Po dokončení skládky je třeba zaříznout všechny přesahující klády a odštěpy, které by mohly poničit překryvnou vrstvu (***obr. 2.4.2.*** - vyčnívající kláda a protržená plachta).

2.4.4. Instalace aplikační a měřící techniky

- Do skládek dřeva jsou rovnoměrně zavedeny distribuční hadice (jedno aplikační místo na přibližně 200 m^3 prostoru), které jsou následně připojeny na aplikační sestavu.

- Do skládek dřeva jsou rovnoměrně zavedeny měřící hadice (minimálně 3). Pro získání vypovídajících dat je jejich umístění nejlepší co nejdále od aplikačních míst a co nejhlouběji ke středu hráně.

Obrázek 2.4.2: Riziko protržení plachty přesahujícími kulatinami nebo odštěpy u špatně založené skládky.

2.4.5. Kontrola aplikační a měřící techniky

Před samotnou aplikací je provedena tlaková zkouška aplikační sestavy napojené na tlakovou lahev (viz kapitola 2.4.9.). Měřící technika musí mít platnou kalibraci, provedenou způsobilým subjektem.

2.4.6. Zakrytí hráně (skládky) plachtou

Správné zakrytí ošetřované hráně dřeva je velmi důležitý krok pro zajištění účinné fumigace. Různé přehyby a poškození plachty při zakrývání jsou příčinnou úniku aplikovaného přípravku, jehož důsledkem je snižování koncentrace a délky expozice, které může vést až ke snížené účinnosti a přežívání škůdců.

- ► Skládka dřeva je přikryta plachtou, která je utěsněna kolem kmenů (například pískovými zátěžemi nebo pružinovými svorkami).
  - ▷ pískové zátěžové pytle musejí být po celém obvodu ošetřované skládky bez mezer;
  - ▷ pružinové svorky se dají použít pouze v případě, kdy je použita podkladní plachta; umisťují se na zarolovaný spoj (minimálně tři zatočení) ve vzdálenosti 30 cm od sebe.

Obrázek 2.4.3: Zátěžové pískové pytle

Obrázek 2.4.4: Zarolovaný spoj zafixovaný pružinovými svorkami

Obrázek 2.4.5: Zatěsněná hráň před aplikací přípravku

2.4.7. Kontrola poškození plachty

Před samotnou aplikací a dále v průběhu ošetření probíhá vizuální kontrola překryvné plachty. Poškození lze opravit pomocí PE lepící pásky, popřípadě pomocí pružinových svorek.

2.4.8. Vytyčení bezpečnostní zóny

Bezpečnostní zóna je vyznačena (20 metrů okolo kmenů určených na ošetření) tak, aby bylo zřetelné, kde jsou její hranice (např. kombinace páska a informační cedule). Vyznačení by mělo být flexibilní, je-li třeba ji v průběhu fumigace nebo odvětrávání rozšířit (v rámci splnění požadavku na nepřekročení 10 ppm pro ethandinitril a dále 0,9 ppm pro kyanovodík), musí umožnit rychlé rozšíření.

Bezpečnostní zóna však nesmí být nikdy snížena pod 10 metrů.

- ► Ve vyhrazené bezpečnostní zóně se pohybují pouze osoby, které provádí fumigaci.
- ► Osoby, které provádí fumigaci, musí být vybaveny příslušnými OOPP a dále osobními detektory. Na pracovišti musí být pro každého pracovníka, který provádí fumigaci, zajištěn autonomní dýchací přístroj například podle ČSN EN 145
  - ▷ **Doporučené detektory pro EDN:** přenosný detektor MSA Ultima XA
  - ▷ **Doporučené detektory pro HCN**: BW GasAlert Extreme HCN

Obrázek 2.4.6: Pracovníci při aplikaci přípravku EDN

Obrázek 2.4.7: Detektory GasAlert a MSA Ultima XA

2.4.9. Ošetření – postup zapojení aplikační sestavy

Postup napojení aplikační sestavy na distribuční rozvody a tlakovou lahev a provedení tlakové zkoušky aplikační sestavy, kvůli zjištění případné netěsnosti (všechny tlakové lahve musí být po celou dobu zajištěny jak proti úniku, tak i proti pádu):

A – Demontovat ochranný klobouk a plynotěsné zátky z tlakové lahve za použití příslušných OOPP.

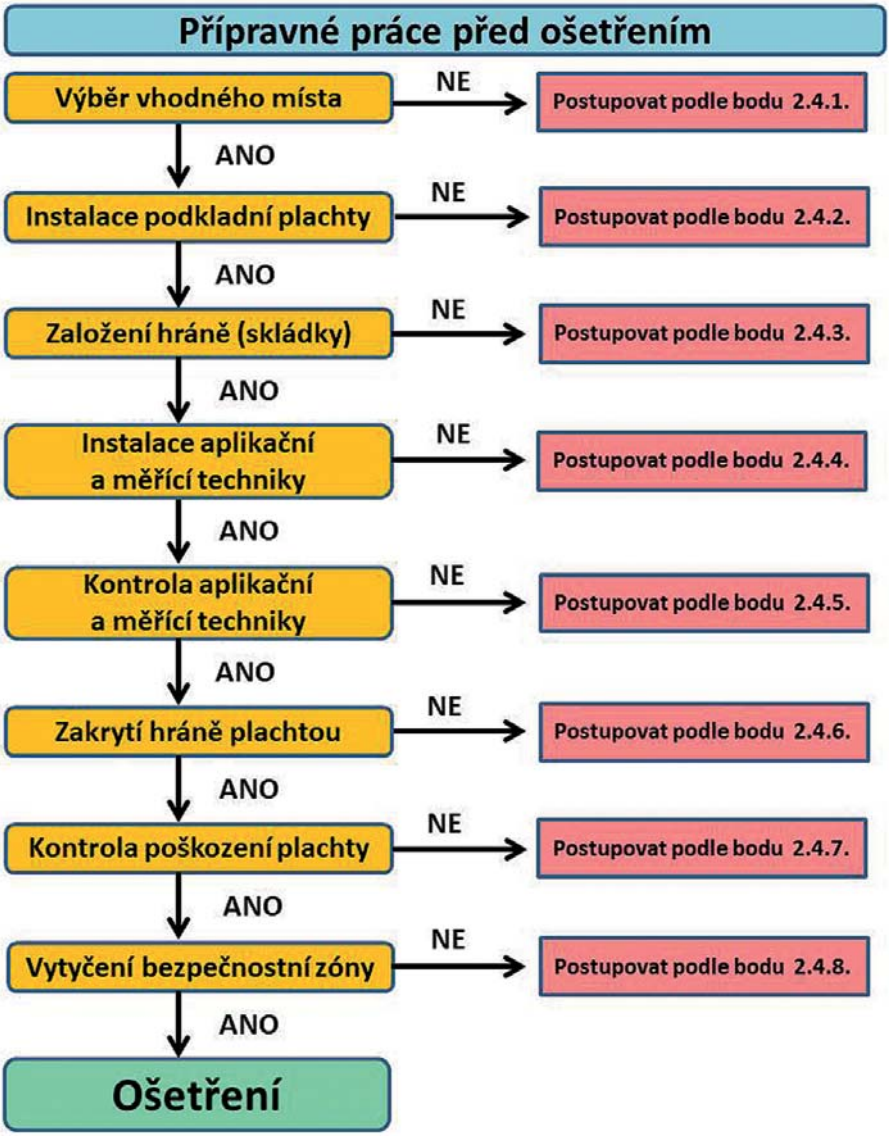
B – Namontovat aplikační sestavu na ventil lahve.

C – Namontovat redukční ventil na lahev s dusíkem.

D – Uzavřít hlavní ventil na aplikační sestavě.

E – Snížit tlak na redukčním ventilu.

F – Otevřít ventil na lahvi s dusíkem a otáčením regulačním ventilem nastavit tlak na manometru na hodnotu 8 bar. Otevřít uzavírací ventil na redukčním ventilu a otevřít ventil na by-passu lahve. Aplikační sestavu natlakovat dusíkem a uzavřít ventil na lahvi s dusíkem. Pěnotvorným roztokem zkontrolovat těsnost všech spojů na aplikační sestavě. Netěsnost se projeví tvorbou bublin a snížením tlaku na kontrolním manometru.


Přípravné práce před ošetřením
Výběr vhodného místa
NE
Postupovat podle bodu 2.4.1.
ANO
Instalace podkladní plachty
NE
Postupovat podle bodu 2.4.2.
ANO
Založení hráně (skládky)
NE
Postupovat podle bodu 2.4.3.
ANO
Instalace aplikační a měřící techniky
NE
Postupovat podle bodu 2.4.4.
ANO
Kontrola aplikační a měřící techniky
NE
Postupovat podle bodu 2.4.5.
ANO
Zakrytí hráně plachtou
NE
Postupovat podle bodu 2.4.6.
ANO
Kontrola poškození plachty
NE
Postupovat podle bodu 2.4.7.
ANO
Vytyčení bezpečnostní zóny
NE
Postupovat podle bodu 2.4.8.
ANO
Ošetření

G – Případnou netěsnost odstranit po odtlakování systému následovně:

- ▷ ***netěsnost na nástrčném spoji přívodu dusíku se odstraní vyjmutím hadice a zaříznutím konce hadice ostrým nožem;***
- ▷ ***netěsnost na závitovém spoji se odstraní silnějším dotažením závitu, případně demontáží spoje a opětovným přetěsněním, nebo výměnou aplikační sestavy za náhradní;***

H – Po opravě netěsnosti opakuje tlakovou zkoušku.

CH – Po provedení úspěšné tlakové zkoušky odtlakovat aplikační sestavu.

Jestliže je tlaková zkouška v pořádku, je možné zahájit aplikaci EDN. EDN je tlačeno z lahve inertním plynem (dusík) do fumigovaného prostoru v dávce podle etikety. Dávka je určena podle úbytku hmotnosti lahve, která je umístěna na váze.

2.4.10. Ošetření – postup aplikace EDN

Aplikace EDN musí být prováděna minimálně dvěma odborně způsobilými pracovníky, kteří mají nasazeny příslušné OOPP:

A – Otevřít ventil na lahvi s dusíkem a uzávěr na redukčním ventilu.

B – Nasadit kličku na ventil plynné fáze (vapor) a pomalu otevírat ventil. Po otevření je slyšet dusík, který tlakuje lahev. Natlakování se provádí na tlak 8 – 10 bar a trvá do 30 sekund.

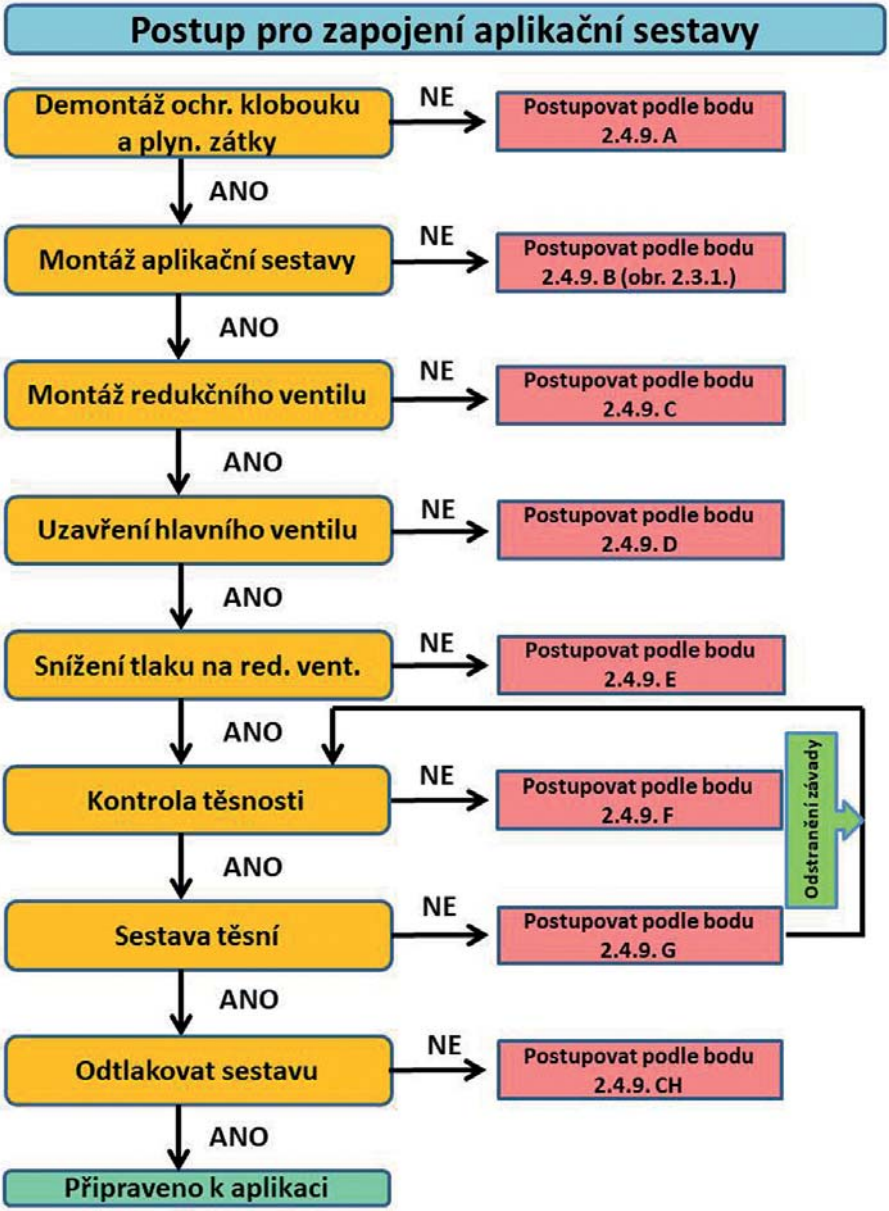
C – Nasadit kličku na ventil kapalné fáze (liquid) a pomalu otevírat ventil. Ventil je otevřen až do zaražení a pak o ¼ otáčky přivřen.

D – Pomalu otevírat uzavírací ventil na aplikační sestavě – tlak na manometru začne pomalu stoupat.

E – Po naaplikování požadovaného množství EDN uzavřít ventil kapalné fáze (liquid) a poté uzavřít ventil plynné fáze (vapor) a otevřít ventil na by-passu lahve; tím proběhne pročištění aplikační sestavy a distribučních rozvodů (minimálně 1 minutu).

F – Následně uzavřít dusíkovou lahev a aplikační sestavu odpojit z lahve.

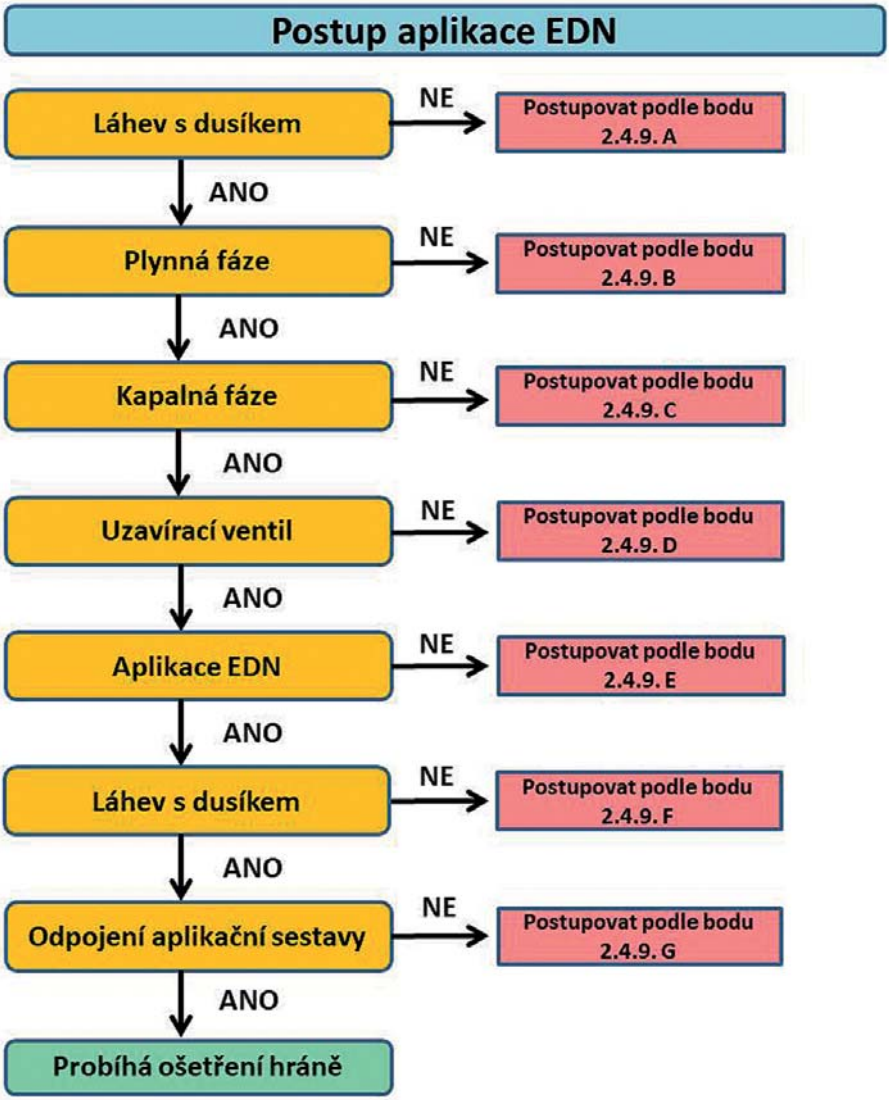
G – Po odpojení aplikační sestavy uzavřít ventily záslepkami a našroubovat ochranný ocelový klobouk.


Postup pro zapojení aplikační sestavy
Demontáž ochr. klobouku a plyn. zátky
NE
Postupovat podle bodu 2.4.9. A
ANO
Montáž aplikační sestavy
NE
Postupovat podle bodu 2.4.9. B (obr. 2.3.1.)
ANO
Montáž redukčního ventilu
NE
Postupovat podle bodu 2.4.9. C
ANO
Uzavření hlavního ventilu
NE
Postupovat podle bodu 2.4.9. D
ANO
Snížení tlaku na red. vent.
NE
Postupovat podle bodu 2.4.9. E
ANO
Kontrola těsnosti
NE
Postupovat podle bodu 2.4.9. F
Odstranění závady
ANO
Sestava těsní
NE
Postupovat podle bodu 2.4.9. G
ANO
Odtlakovat sestavu
NE
Postupovat podle bodu 2.4.9. CH
ANO
Připraveno k aplikaci

- Během každé fumigace musí být zajištěno, že zakrytí fumigovaného dřeva je zcela plynotěsné a během fumigace neuniká EDN do okolního prostředí.
- Po aplikaci musí být znovu provedena kontrola těsnosti fumigovaného prostoru detektorem plynů a v případě netěsnosti musí být prostor utěsněn.
- **Je-li s ohledem na hodnoty detektoru potřeba rozšířit bezpečnostní zónu, musí to být okamžitě provedeno.**
- **Po dobu fumigace se v bezpečnostní zóně nesmí pohybovat žádná nepovolaná osoba a ani fumigátoři bez OOPP a osobních detektorů.**
- **Po celou dobu fumigace musí fumigátoři zajistit dohled nad fumigovanými skládkami, nelze je ponechat bez dozoru, a to ani v nočních hodinách.**
- **Fumigátor je povinen pomocí osobního detektoru hlídat, že na hranicích bezpečnostní zóny nebude překročena koncentrace 10 ppm pro ethandinitril ani 0,9 ppm pro kyanovodík, a případně zónu upravit.**

2.4.11. Odvětrání – postup odvětrávání

- Po ošetření je započato s odvětráváním a to postupným odkrýváním fumigovaného dřeva.
- **Celková minimální doba odvětrávání se řídí výslednými koncentracemi, naměřenými v těsné blízkosti ošetřeného dřeva (ze všech stran),** které musí být **pod limity jak 10 ppm pro ethandinitril**, tak i **0,9 ppm pro kyanovodík**.
- Je doporučeno snímat plachty z fumigovaného dřeva za světla (tj. v denních hodinách).
- **Během snímání plachty musí pracovník používat OOPP** (především k ochraně dýchacích cest).
- **Po celou dobu odvětrávání musí být zajištěn dohled nad fumigovanými skládkami, nelze je ponechat bez dozoru.**



- **Po odvětrání musí být skládka označena informační tabulí, která obsahuje informace o přípravku, termínu ošetření.**
- Ošetřené dřevo musí být uloženo ještě dalších 48 hodin na dobře větraném místě.

2.4.12. Předání ošetřeného dřeva

- Po ošetření a řádném odvětrání je dřevo předáno ZHOTOVITELEM – OBJEDNATELI prostřednictvím řádně vyplněného protokolu o provedení práce.

2.4.13. Další omezení vycházející např. z § 34 odst. 1 zákona

Na základě § 34 odst. 1 zákona o rostlinolékařské péči a o změně některých souvisejících zákonů může dozorový orgán ÚKZÚZ stanovit pro rozhodnutí povolení další podmínky pro aplikaci příprav EDN®. Uvedené údaje v tomto odstavci byly stanoveny pro použití metody v rámci ošetření dřeva napadeného kůrovcem.

- Nakládání s přípravkem akutně toxickým kategorie 2 (Acute Tox. 2, H330) musí být zabezpečeno odborně způsobilou osobou (§ 44b zákona č. 258/2000 Sb., ve znění pozdějších předpisů).

- Osoby provádějící aplikaci musí mít odpovídající kvalifikaci a praxi pro práci s EDN a musí znát bezpečnostní postupy. Jen speciálně vyškolené a certifikované osoby mohou zacházet s EDN. Takovéto školení a certifikace musí jednak splnit všechny požadované zákonné normy a nad jejich rámec musí proběhnout certifikace výrobcem EDN, Lučebními závody Draslovka a.s. Kolín, podle aplikačního manuálu, který je nutné také dodržovat.

- Je nezbytné, aby osoby provádějící aplikaci měly odbornou způsobilost podle § 86 zákona č.326/2017 Sb.

- Práce s přípravkem je zakázaná pro těhotné a kojící zaměstnankyně, pro mladistvé zaměstnance a dále osoby, které nemají potřebnou způsobilost a vyškolení.

- Osoby provádějící aplikaci musí být zdravotně způsobilé a absolvovat nejen vstupní, ale i pravidelné periodické prohlídky.

- Fumigace s přípravkem smí být prováděna pouze tam, kde nehrozí nebezpečí ohrožení lidí, zvířat a okolí.

- Nejezte, nepijte a nekuřte při používání a rovněž po skončení práce, až do odložení ochranného / pracovního oděvu a dalších osobních ochranných pracovních prostředků (OOPP) a do důkladného umytí.

- Při práci důsledně používejte doporučené OOPP (při přípravě, aplikaci i odvětrávání).
- Nevdechujte uvolněný plyn.

2.4.14. Nestandardní stavy a jejich řešení

a) Netěsnost lahvového ventilu při demontáži plynotěsné zátky

Aplikátor zátku opatrně demontuje za použití příslušných OOPP. Pokud zjistí únik kapalného přípravku (chlad na rukavici, osobní detektor, kapající kapalina při demontáži zátky), zátku utáhne a lahev označí. Tato lahev bude vrácena distributorovi a následně zpět výrobci.

b) Při aplikaci není zavřen ventil by-passu lahve

Před každou aplikací je aplikátor povinen zkontrolovat nastavení ventilů na aplikační sestavě. Pokud ponechá při aplikaci otevřený ventil by-passu, aplikace probíhá velice pomalu, nebo vůbec.

3. Vlastní experimentální data

Uvedená data v této části metodiky vycházejí z vlastní experimentální činnosti a jejich cílem bylo ověřit a validovat účinnost přípravku EDN® s účinnou látkou ethandinitril na lýkožrouta smrkového (*Ips typographus*) přímo v terénních podmínkách při ošetřování napadeného dřeva.

Od prvního iniciálního testu bylo provedeno již několik studií, jejichž jejich podklady byly použity pro registraci přípravku na základě výjimky udělené ÚKZÚZ pro likvidaci kůrovcové kalamity v ČR. Jako podklad pro úspěšnou implementaci a účinnost metody mohou sloužit také data z provedených objemů komerčních ošetření během kůrovcové kalamity. V roce 2018 bylo ošetřeno v komerčním systému celkem 24.000 prm napadeného dřeva, v roce 2019 to bylo již 85.000 prm a v minulém roce 2020 objem ošetřeného dřeva stoupl na 190.000 prm.

3.1. Komplexní validační test na ošetření kůrovcového dříví

V rámci validační studie byl proveden jeden komplexní test ošetření kůrovcového dříví v systému GEP pomocí přípravku EDN®. Test byl proveden za účelem ověření účinnosti přípravku na lýkožrouta smrkového (*Ips typographus*) aplikovaného v plně provozních podmínkách.

Metodika testování

V testech byla sledována účinnost přípravku EDN® na přirozenou populaci lýkožrouta smrkového (vajíčka, larvy, kukly, dospělci) při fumigaci skládky dřeva o celkovém objemu pod plachtou 86 m^3. „Loading factor" složeného dřeva byl 62 % a čistý objem ošetřeného dřeva byl 53 m^3. Pro testy byly použity napadené lapáky neodkorněného smrkového dřeva. Průměrná délka ošetřených lapáků byla 4.101,7 ± 25,0 mm (4.080 – 4.150 mm), s průměrem spodní části kmene 195,0 ± 23,7 mm (175 – 230 mm) a horní části kmene 185,0 ± 27,7 mm (155 – 215 mm). Průměrná délka neošetřených (kontrolních) lapáků byla 4.124,2 ± 20,8 mm (4.095 – 4.140 mm), s průměrem spodní části kmene 205,8 ± 12,8 mm (175 – 230 mm) a horní části kmene 169,2 ± 13,6 mm (155 – 185 mm). Před ošetřením bylo vybráno 6 ks lapáků, vždy 2 ks z jedné pozice kde bylo prováděno během ošetření měření koncentrace přípravku EDN®. Tyto lapáky byly označeny a odebrány po ošetření. Přípravek EDN® byl aplikován (po zabalení skládky dřeva do plastové folie) z tlakové láhve do

dvou vybraných míst skládky dřeva (***obr. 3.1.1.***). Aplikovaná dávka přípravku byla 4,3 kg a celková délka aplikace byla 5 minut. Následně bylo prováděno pravidelné měření koncentrací ve třech monitorovacích bodech. Délka ošetření od zahájení aplikace do začátku odvětrávání trvala 10 hodin a 44 minut.

Hodnocení dynamiky přípravku EDN® v průběhu ošetření

Monitorování koncentrace bylo prováděno pomocí odběrů vzorků vzduchu z ošetřovaného prostoru pod plachtou ze třech monitorovacích míst (***obr. 3.1.1.***). Koncentrace ethanedinitrilu a HCN byly měřeny za pomoci odběru do plynotěsných vaků a následně analyzovány na GC. Tyto vzorky byly odebírány pomocí vzduchového čerpadla LABOPORT. Odebrané vzorky byly uloženy do plastového hermeticky uzavíratelného sudu a převezeny do laboratoře k vyhodnocení. Vyhodnocení bylo provedeno pomocí plynové chromatografie na přístroji Shimadzu GC-171. V průběhu ošetření byla pomocí digitálního dataloggeru sledována teplota a relativní vzdušná vlhkost na dvou místech. První monitorované místo teploty a relativní vzdušné vlhkosti bylo pod plachtou u ošetřovaného dřeva ve dvou třetinách výšky hromady z přední strany uprostřed (0,5 m zastrčený v hráni) (***obr. 3.1.1.***) a druhé monitorované místo bylo venku mimo ošetřované dřevo ve stínu 5 metrů od skládky dřeva. V průběhu ošetření byla zaznamenána průměrná teplota pod plachtou 26,3 ± 0,03 °C (min. 25,5 a max. 27,7 °C) a relativní vzdušná vlhkost 88,7 ± 0,87 % (68,0 – 100,0 %) a průměrná teplota venkovní 26,1 ± 0,33 °C (21,8 – 31,7 °C) a relativní vzdušná vlhkost 76,8 ± 1,34 % (50,5 – 98,2 %). Dále bylo v průběhu ošetření prováděno měření směru a rychlosti větru pomocí meteorologické stanice IROX PRO-X (OS Technology AG/SA, Švýcarsko). V průběhu ošetření byla zaznamenána nejvyšší rychlost větru 1,8 m/s, s převažujícím severním směrem.

Hodnocení bezpečnosti v průběhu ošetření přípravkem EDN®

Dále byla během ošetření hodnocena bezpečnost zásahu, která byla prováděna pomocí přístroje MSA ULTIMA (měření účinné látky EDN) a Gasalert (měření účinné látky HCN). Celkem byly použity 4 ks od každého typu přístroje umístěné vždy 2 metry od okraje skládky ošetřovaného dřeva na každou stranu. Měření bylo zahájeno 9:15 před aplikací přípravku a ukončeno ve 20:00 před zahájením odvětrávání. Odečty koncentrací z displeje přístrojů byly prováděny v pravidelných intervalech po 15 minutách. V průběhu ošetření bylo provedeno také hodnocení koncentrace EDN a HCN přímo na plachtě ošetřované skládky položením přístrojů na plachtu. V průběhu celé expozice ošetření bylo provedeno 5 měření.

Hodnocení bezpečnosti během odvětrávání sklady ošetřené přípravkem EDN®

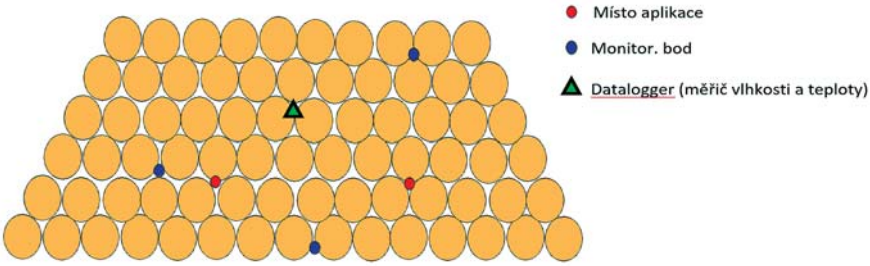
Hodnocení bezpečnosti v průběhu ošetření bylo prováděno pomocí přístroje MSA ULTIMA (měření účinné látky EDN) a Gasalert (měření účinné látky HCN). Celkem byly použity 4 ks od každého typu přístroje umístěné vždy 25 metrů od okraje skládky ošetřovaného dřeva na každou stranu. Dále byly použity pro hodnocení přístroj Lumasense INNOVA 1412i, který byl umístěn 20 metrů po směru větru od okraje ošetřované skládky dřeva a přístroj Gasmet DX4040, který byl umístěn ve vzdálenosti 25 metrů po směru větru. Odvětrávání bylo zahájeno ve 20:07 vyříznutím větracího okna na závětrné straně skládky o velikosti 2 x 2 metrů. Ve 22:30 byla velikost odvětrávacího otvoru zvětšena na 2 x 4 metry. Ve 23:15 byla ošetřovaná skládka dřeva odkryta úplně. Kontrola koncentrace EDN (HCN) a odvětrávání bylo ukončeno 0:07 po 4 hodinách a to z důvodu nízkých koncentrací EDN. V průběhu odvětrávání byla zaznamenána průměrná teplota ve skládce dřeva 24,9 ± 0,12 °C (min. 22,9 a max. 25,9 °C) a relativní vzdušná vlhkost 98,1 ± 0,36 % (91,4 – 100,0 %) a průměrná teplota venkovní 19,5 ± 0,16 °C (18,2 – 22,5 °C) a relativní vzdušná vlhkost nebyla z důvodu poškození senzoru zaznamenána. K poškození došlo v čase 21:30 v průběhu odvětrávání. Senzor zaznamenával nulovou hodnotu. Dále bylo v průběhu odvětrávání prováděno měření směru a rychlosti větru pomocí meteorologické stanice IROX PRO-X (OS Technology AG/SA, Švýcarsko). V průběhu odvětrávání byla zaznamenána nejvyšší rychlost větru 0,8 m/s, s převažujícím severním směrem.

Hodnocení účinnosti přípravku EDN® na lýkožrouta smrkového

Po ošetření a odvětrání byly vybrané kusy vyjmuty ze skládky a nařezány na dílčí vzorky pomocí motorové pily na délku 1 m. Každý dílčí vzorek byl označen. Označení vzorku bylo provedeno pomocí číselného kódu a každý dílčí vzorek byl označen tímto číselným kódem a písmenem A – D. Při označování dílčích vzorků bylo postupováno vždy od spodní silnější části kmene k vrchu slabší části. Po označení byly vzorky převezeny do podlahového skladu s přirozenými teplotními a vlhkostními podmínkami v průběhu celého skladování, kde byly separátně zabaleny pomocí prodyšné tkaniny uhelon 53 S (SILK & PROGRESS, spol. s r.o., Czech Republic). Pro kontrolní vzorky bylo vybráno 6 ks lapáků, které při skládkování byly umístěny mimo dosah ošetřujícího plynu a následně byly zpracovány stejným způsobem jako ošetřené vzorky. Kontrola účinnosti byla sledována pomocí líhnutí dospělých jedinců hmyzu z ošetřených a kontrolních neošetřených vzorků. Kontroly byly prováděny v pravidelných

intervalech. První kontrola byla provedena při naskladnění vzorků a následné kontroly byly prováděny v pravidelných týdenních intervalech do začátku října. Následné kontroly byly prováděny v měsíčních intervalech až do jarního období, kdy začaly stoupat teploty. Od kontroly začátkem dubna byly opět zkráceny intervaly kontrol na jeden týden. Poslední kontrola byla provedena 12 měsíců po ošetření.

Obrázek 3.1.1: Schématické znázornění skládky dřeva s vyznačenými místy aplikace přípravku EDN® a monitorovacích bodů koncentrace EDN v průběhu ošetření.



Výsledky

Průběh koncentrací přípravku EDN® v během ošetření byl rovnoměrný na všech třech monitorovacích pozicích. Maximální koncentrace na jednotlivých pozicích bylo dosaženo již po první hodině od aplikace a následně docházelo k pozvolnému poklesu koncentrace. Po 8,5 hodinách byla dosahována koncentrace v rozsahu 2,13 – 2,81 g/m^3 (***Graf 3.1.1***).

Během ošetření nebyla zaznamenána žádná koncentrace účinné látky EDN a HCN v okolí skládky ošetřovaného dřeva ve vzdálenosti 2 metry a také při měřeních na plachtě.

V průběhu odvětrávání byly zaznamenány pouze hodnoty účinné látky EDN na přístroji Gasmet DX4040 ve vzdálenosti 25 metrů směrem po větru od ošetřované skládky. Tyto hodnoty byly odečítány z displeje přístroje a zapisovány separátně. Přehled podrobných dat je uveden v tabulce ***3.1.1.*** Dále byly hodnoty EDN zaznamenány na přístroji Lumasense INNOVA 1412i, který byl umístěn 20 metrů po směru větru od okraje ošetřované skládky dřeva (***tabulka 3.1.2***).

Hodnocení biologické účinnosti přípravku EDN® bylo prováděno pomocí kontroly dolíhnutí dospělců lýkožrouta smrkového ve vybraných kontrolních

vzorcích ošetřeného a neošetřeného (kontrola) dřeva. V ošetřených vzorcích nebyl po celou dobu kontroly nalezen žádný vylíhnutý dospělec lýkožrouta smrkového. Zatímco v kontrolních vzorcích bylo nalezeno celkem 13.069 ks vylíhnutých dospělců lýkožrouta smrkového. Průměrný počet nalezených jedinců v jednom dílčím neošetřeném (kontrolním) vzorku po celou dobu sledování o délce 1 m bylo 544,5 dospělců. Průběh líhnutí ukazují ***tabulky 3.1.3 a 3.1.4.*** Z celkového počtu 24 dílčích kontrolních neošetřených vzorků bylo zjištěno líhnutí celkem u 23 dílčích vzorků. Maximální počet dospělců se vylíhnul v kontrolním neošetřeném vzorku 5A, kde bylo nalezeno v průběhu kontrol celkem 2.750 ks dospělců.

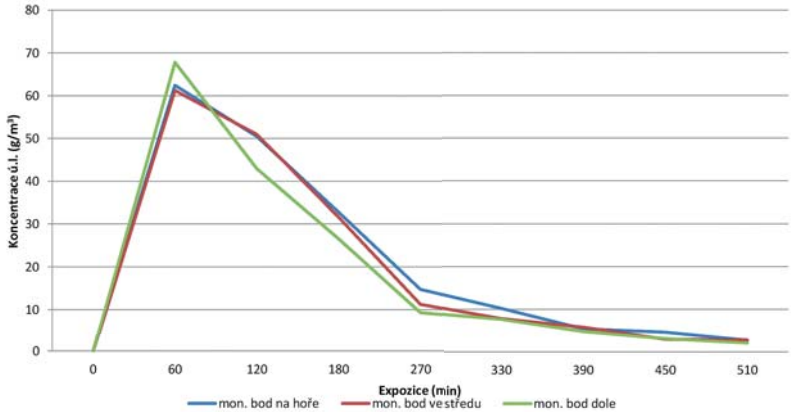
3.1.1: Naměřené koncentrace účinné látky EDN ve vzdálenosti 25 metrů od skládky dřeva v průběhu odvětrávání přístrojem Gasmet DX4040.

Kontr.	Čas kontr.	Koncentrace (ppm)
1	20:00	0,00
2	20:10	0,00
3	20:25	0,59
4	20:40	1,05
5	20:55	0,43
6	21:10	0,23
7	21:25	2,58
8	21:40	2,39
9	21:55	2,21
10	22:40	1,22
11	22:55	1,70
12	23:10	1,35
13	23:25	1,20
14	23:40	1,31
15	23:55	1,41

3.1.2: Naměřené koncentrace účinné látky EDN v okolí skládky dřeva v průběhu odvětrávání přístrojem Lumasense INNOVA 1412i.

Kontr.	Čas kontr.	Koncentrace (ppm)
1	20:15	2,29
2	20:30	3,10
3	20:45	2,10
4	21:00	4,30
5	21:15	3,20
6	21:30	1,80
7	21:45	1,90
8	22:10	1,10
9	22:15	0,58
10	22:30	1,10
11	22:45	0,60
12	23:00	1,50
13	23:15	1,00
14	23:30	1,50
15	23:45	1,00
16	0:00	2,10

Graf 3.1.1: Dynamika přípravku EDN® v průběhu ošetření na třech monitorovacích bodech.



Tabulka 3.1.3: Průběh líhnutí dospělců lýkožrouta smrkového (*Ips typographus*) v kontrolních neošetřených dílčích vzorcích v období 4. 8. 2017 – 5. 4. 2018.

	Datum kontroly																	
Vzorek č.	04.08.2017	10.08.2017	17.08.2017	24.08.2017	31.08.2017	07.09.2017	14.09.2017	21.09.2017	27.09.2017	05.10.2017	02.11.2017	30.11.2017	28.12.2017	25.01.2018	26.02.2018	22.03.2018	05.04.2018	suma
1A	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	4
1B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	8
1C	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	10
1D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	3
2A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42	0	0	0	0	0	0	42
3B	0	0	0	2	3	0	0	0	0	0	18	0	0	0	0	0	0	23
3C	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	35	0	0	0	0	0	0	41
3D	0	0	9	0	4	0	0	0	0	0	24	0	0	1	0	0	0	37
4A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
4B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
4C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2
4D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5A	0	21	19	9	6	4	3	0	0	0	56	0	0	0	0	0	0	118
5B	0	0	23	0	0	12	5	4	0	0	24	0	0	0	0	0	0	68
5C	0	9	8	7	0	0	4	1	0	0	21	0	0	0	0	0	0	50
5D	0	8	0	16	7	17	8	3	0	0	13	0	0	0	0	0	0	72
6A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Suma	0	38	62	34	26	35	20	8	0	0	258	0	0	1	0	0	0	
Průměr	0,0	1,6	2,6	1,4	1,1	1,5	0,8	0,3	0,0	0,0	10,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
SE	0,0	1,0	1,3	0,8	0,5	0,9	0,4	0,2	0,0	0,0	3,2	0,0	0,0	0,04	0,0	0,0	0,0	
Min	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Max	0	21	23	16	7	17	8	4	0	0	56	0	0	1	0	0	0	

Tabulka 3.1.4: Průběh líhnutí dospělců lýkožrouta smrkového (*Ips typographus*) v kontrolních neošetřených dílčích vzorcích v období 12. 4. 2018 – 16. 8. 2018.

	Datum kontroly																			
Vzorek č.	12.04.2018	19.04.2018	26.04.2018	03.05.2018	10.05.2018	17.05.2018	24.05.2018	31.05.2018	07.06.2018	14.06.2018	21.06.2018	28.06.2018	05.07.2018	12.07.2018	19.07.2018	26.07.2018	02.08.2018	09.08.2018	16.08.2018	suma
1A	0	46	225	161	56	11	2	1	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	505
1B	0	38	234	53	35	12	2	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	378
1C	7	48	161	97	15	2	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	333
1D	0	0	47	17	6	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	74
2A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2B	0	13	67	6	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	91
2C	0	0	22	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25
2D	38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38
3A	174	255	592	156	46	9	4	1	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1240
3B	152	39	97	24	7	2	1	2	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	327
3C	0	656	385	29	3	3	3	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1082
3D	163	177	506	48	5	1	7	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	908
4A	0	23	121	60	27	7	2	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	243
4B	0	3	55	20	6	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	88
4C	0	31	92	26	9	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	162
4D	0	0	46	9	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60
5A	0	149	1814	560	73	25	6	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	2632
5B	0	276	1251	84	7	1	4	2	0	3	1	1	2	1	0	0	0	0	0	1633
5C	31	140	862	176	13	6	2	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1232
5D	0	438	892	41	1	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1377
6A	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
6B	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
6C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
6D	0	8	101	37	9	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	156
Suma	565	2340	7572	1606	324	93	36	14	4	4	8	8	5	2	3	1	0	1	1	
Průměr	23,5	97,5	315,5	66,9	13,5	3,9	1,5	0,6	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	
SE	11,2	33,5	94,7	24,0	4,0	1,2	0,4	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,04	0,0	0,04	0,04	
Min	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Max	174	656	1814	560	73	25	7	2	2	3	2	2	2	1	1	1	0	1	1	

3.2. Hodnocení distribuce přípravku EDN® v testu bez podkladní plachty

Ošetřování hrání dřeva přípravkem EDN® by mělo být prováděno za pomoci podkladní plachty nebo na nepropustném povrchu jako je beton nebo asfalt. Ve všech ostatních případech je nutné použít podkladní plachtu, která zajistí dosažení lepších parametrů ošetření a tím vyšší účinnosti na lýkožrouta smrkového. V případě provedení ošetření na nezpevněném povrchu (např. v lese) nelze zaručit rovnoměrnou distribuci přípravku a také dosažení požadované doby expozice v přiměřené koncentraci přípravku.

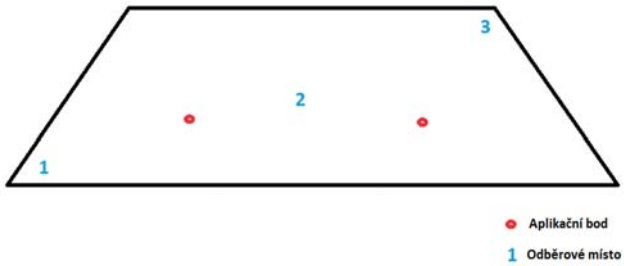
V rámci validačních testů byly provedeny celkem tři terénní testy s ošetřením hrání dřeva v lese bez podkladní plachty.

Metodika testování

Test č. 1:

V rámci testu bylo provedeno ošetření hráně dřeva na nezpevněném povrchu bez podkladní plachty o celkovém objemu 248 m^3. V rámci ošetření byla iniciální dávka přípravku EDN® 50 g/m^3. Celkové množství aplikovaného přípravku bylo 12,4 kg. Koncentrace byla měřena na 3 místech (***obrázek 3.2.1***) a frekvence měření každé pozice bylo jednou za 30 minut.

Obrázek 3.2.1: Schematické znázornění ošetřované hráně dřeva s vyznačenými aplikačním a monitorovacími body.



Test č. 2:

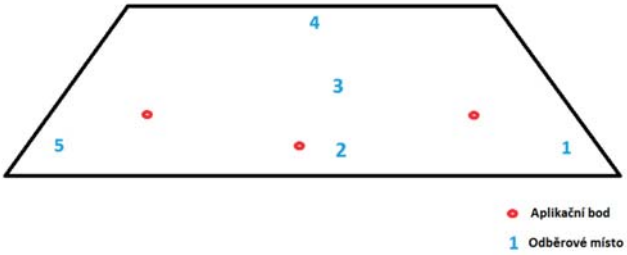
V rámci testu bylo provedeno ošetření hráně dřeva na nezpevněném povrchu bez podkladní plachty o celkovém objemu 364 m^3. V rámci ošetření byla iniciální dávka přípravku EDN® 50,3 g/m^3. Celkové množství aplikovaného přípravku bylo 18,3 kg. Koncentrace byla měřena na 3 místech (***obrázek 3.2.2***) a frekvence měření každé pozice bylo jednou za 30 minut.

Obrázek 3.2.2: Schematické znázornění ošetřované hráně dřeva s vyznačenými aplikačním a monitorovacími body.

Test č. 3:

V rámci testu bylo provedeno ošetření hráně dřeva na nezpevněném povrchu bez podkladní plachty o celkovém objemu 490 m^3. V rámci ošetření byla iniciální dávka přípravku EDN® 55,9 g/m^3. Celkové množství aplikovaného přípravku bylo 27,4 kg. Koncentrace byla měřena na 5 místech (***obrázek 3.2.3***) a frekvence měření každé pozice bylo jednou za 25 minut.

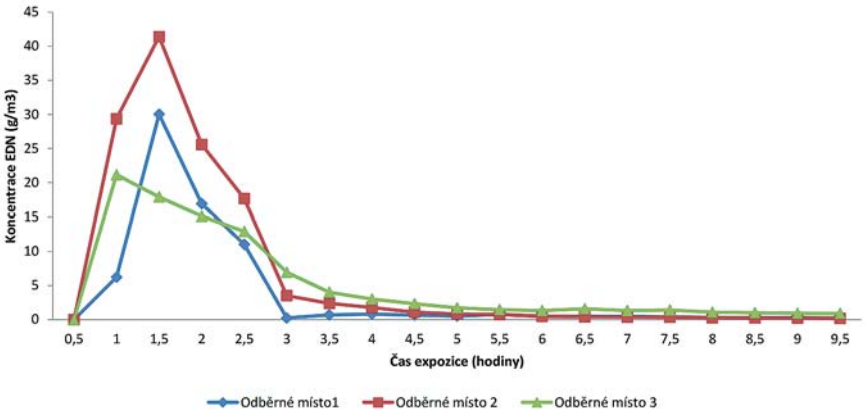
Obrázek 3.2.3: Schematické znázornění ošetřované hráně dřeva s vyznačenými aplikačním a monitorovacími body.



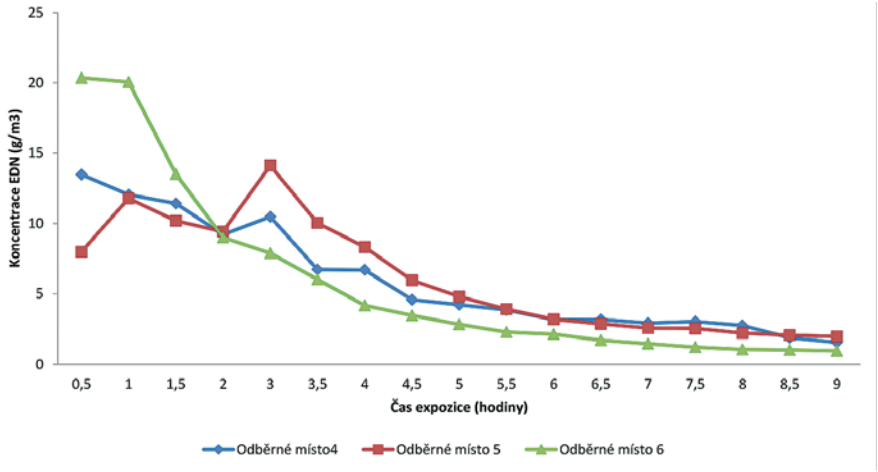
Výsledky testování

Výsledky testů jsou shrnuty v grafech 3.2.1. – 3.2.3. V každém testu byla dosahována různá distribuce přípravku EDN® a zejména byl v testech zaznamenán rychlý pokles koncentrace. To může být způsobeno zejména absencí podkladní plachty a také různým stupněm zhutnění půdy pod hrání dřeva.

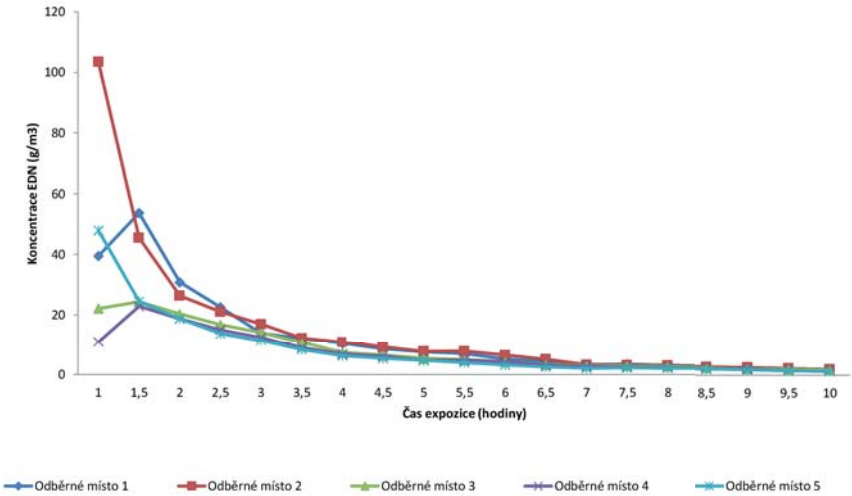
Graf 3.2.1: Průběh a distribuce přípravku EDN® v testu č. 1.



Graf 3.2.2: Průběh a distribuce přípravku EDN® v testu č. 2.



Graf 3.2.3: Průběh a distribuce přípravku EDN® v testu č. 3.



III. SROVNÁNÍ „NOVOSTI POSTUPŮ“

V současné době neexistuje žádná metodika pro ošetřování napadeného vytěženého dřeva na hráních přímo v lesích škůdcem lýkožroutem smrkovým pomocí přípravku EDN®. V celosvětovém kontextu se jedná o popsání první metody fumigace hromad vytěženého dřeva pod plachtou přímo v lese. V rámci metodiky jsou publikována první účinností data přípravku EDN® na lýkožrouta smrkového. A dále jsou publikována první data o stanovení dynamiky (např. sorpce) přípravku EDN® pod plachtou na smrkovém dřevu.

IV. POPIS UPLATNĚNÍ CERTIFIKOVANÉ METODIKY

Uplatnění metodiky spočívá zejména v oblasti lesního hospodářství a v přístupu integrovaného systému hospodaření v lesích. Jednou ze složek tohoto systému jsou metody ochrany a eliminace zvýšeného výskytu škůdců pomocí různých postupů a metod. Tato metoda je vhodná zejména v oblastech s lokálním zvýšeným výskytem lýkožrouta smrkového nebo při řešení kůrovcových kalamit na větších lokalitách za účelem omezení šíření tohoto škůdce. Další uplatnění spočívá ve fytokaranténním ošetření vytěženého dřeva v rámci podpory exportu. A v neposlední řadě se jedná o metodu vhodnou v rámci různých nařízení ÚKZÚZ při omezování dopadů zvýšeného výskytu lýkožrouta smrkového v českých lesích. Dále se metodika uplatní jako podkladový manuál pro pracovníky v DDD a lesní techniky, kteří provádějí ošetření dřeva nebo zajišťují přípravné práce na lesních skládkách.

V. EKONOMICKÉ ASPEKTY

A) Odhadované ekonomické přínosy aplikace fumigace pomocí EDN

Z důvodu kůrovcové kalamity ukázaly poslední roky nepřipravenost v oblasti postupů a technologií pro ošetřování exportovaného dřeva. Fytokaranténní rizika, která sebou přináší šíření nepůvodních organismů v neošetřených nebo špatně ošetřených komodit, si uvědomují všechny státy na celém světě. Z těchto důvodů se vyvíjejí a hledají nové účinné látky, které by nahradily dříve celosvětově rozšířený fumigant metyl bromid.

Kůrovcová kalamita si na celém území České republiky vyžádala zvýšenou těžbu dřeva, a s tím spojené zvýšení exportu. Základním požadavkem pro povolení exportu dřeva do zahraničí je potvrzení o provedeném ošetření. Přestože bylo povoleno několik přípravků pro ošetření dřeva v kontejnerech, tak jejich účinnost byla více než diskutabilní. Zejména se jednalo o přípravky aplikované ve formě aerosolu (spreje nebo dýmovnice), jejichž schopnost penetrace do podkorní vrstvy je velmi omezená, prakticky žádná. Z těchto důvodů je nutné používat plyny s insekticidními účinky, které jsou schopné pronikat nejen do podkorní vrstvy, ale také do dřevní hmoty, a usmrtit škůdce uvnitř. Pokud se budou používat neúčinné přípravky, porostou rizika reklamací, a s tím spojené více náklady nebo, v případě opakovaných problémů, může dojít až k úplnému zákazu vývozu do vybrané země.

Přípravek EDN® s účinnou látkou ethandinitril patří mezi fumiganty, které jsou schopny penetrovat do dřevní hmoty a usmrtit škůdce. V současné době je jediným přípravkem, který má zpracovanou technologii s daty o distribuci a biologické účinnosti, ale také o bezpečnosti práce spojené s odvětráváním ošetřeného dřeva v kontejnerech.

Ekonomická kalkulace pro použití přípravku EDN® byla kalkulována na základě aktuálně platných cen ošetření 1 m^3 prostoru (nikoliv dřeva). Tato cena vychází v případě ošetření více než 500 m^3 na 124 Kč/m^3.

V roce 2019 bylo pouze do Číny exportováno 1,5 mil. m^3 dřeva. Všechno exportované dřevo je nutné ošetřovat, avšak k tomuto účelu chyběla dostatečně účinná metoda. Použití kontaktních insekticidů působí jen na škůdce na povrchu dřeva nebo na jedince, kteří na povrch vylezou. V podmínkách, které jsou v kontejneru v průběhu přepravy (teplota, vlhkost), však dochází

k rychlé degradaci účinné látky, a tím pádem ke ztrátě účinnosti přípravku. Jiné dostupné fumiganty mají malou schopnost penetrovat do dřeva a působí jen na podkorní hmyz, což je pro potřeby fytokarantény nedostatečné. Přípravek EDN® je tedy pro toto účely ideální.

Příklad kalkulace:

V případě ošetření 1 milionu m^3 exportovaného dřeva při loading faktoru 60 %, se jedná celkem o 1,667 milionu m^3 ošetřeného prostoru. Celkové finanční přínosy za toto ošetření by byly: 1.666.667 m^3 x 124 Kč = 206.666.667 Kč.

B) Zvýšení bezpečnosti práce s fumiganty

Pro dosažení nevyšší možné bezpečnosti práce s fumiganty je vždy nezbytné postupovat dle platné legislativy a dále bezpečnostního listu a etikety přípravku.

Dalším nezbytným opatřením je dodržování ochranných zón a používání adekvátních OOPP a bezpečnostních detektorů.

VI. SEZNAM POUŽITÉ SOUVISEJÍCÍ LITERATURY

Agricultural Sciences, Part III, Liukko K. & Elowsson T., 1995. Climate controlled sprinkling of saw timber, Uppsala, Sweden.

Anon., 2016. BICON: Australian Biosecurity Import Conditions database. Department of Agriculture and Water Resources https://bicon.agriculture.gov.au/BiconWeb4.0/. Accessed 21 Apr 2016.

Brash D., Bycroft B., Epenhuijsen K. van, Somerfield K., 2008. Phosphine requirement for control of Arhopalus eggs and Hylastes/Hylurgus larvae. Crop & Food Research Confidential Report No. 2163, BBC Page.

Bombosch S., Dedek W., 1994. Integrierter Pflanzenschutz gegen *Ips typographus* (L.) – Kombination von pheromonen und dem systemischen insektizid methamidophos (IPIDEX). [Integrated plant protection against *Ips typographus* (L.) – Combination of pheromones and the systemic insecticide methamidophos (IPIDEX)]. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten and Pflanzenschutz 101: 508–518.

Ciesla Y., Guéry B., Ducom P., 2012. Efficacy of methyliodide, sulfuryl fluoride and cypermethrin against the six-toothed bark beetle: *Ips sexdentatus* (börner). In: Navarro S., Banks H. J., Jayas D. S., Bell C. H., Noyes R. T., Ferizli A. G., Emekci M., Isikber A. A., Alagusundaram K., [Eds.] Proc 9th. Int. Conf. on Controlled Atmosphere and Fumigation in Stored Products, Antalya, Turkey. 15 – 19 Octob. 254-259.

EFSA PLH Panel (EFSA Panel on Plant Health), 2017. Jeger M., Bragard C., Caffier D., Candresse T., Chatzivassiliou E., Dehnen-Schmutz K., Gilioli G., Jaques Miret J. A., MacLeod A., Navajas Navarro M., Niere B., Parnell S., Potting R., Rafoss T., Rossi V., Urek G., Van Bruggen A., Van der Werf W., West J., Winter S., Kertesz V., Aukhojee M. and Gregoire J-C., 2017. Scientific Opinion on the pest categorisation of *Ips typographus*. EFSA Journal 2017; 15(7):4881, 23 pp. https://doi.org/10.2903/j.efsa.2017.4881

Fan C., Tian K., Zhang Y., Gan S., Wang Z. & Xiang J., 1988. Special Issue Progress in Radiation Processing: the gamma-ray radiation preservation technology for files and books. Interntional Journal of Radiation Applications and Instrumentation C, 31(4), 757–759.

Finšgar D., 2013. Insecticidal fine-meshed net for controlling forest and stored timber pests. In Proceedingsof the 11th Slovenian Conference on Plant Protection with International Participation, Bled, Slovenia,5 – 6 March 2013; pp. 476–479.

Frank S. D., Sadof C. S., 2011. Reducing insecticide volume and nontarget effects of ambrosia beetle management in nurseries. J. Econ. Entomol, 104, 1960–1968.

Geráková M., 2011. Nová technologie v ochraně lesa proti lýkožroutu smrkovému. [New technology in forest protection against spruce bark beetle]. Lesnická Práce 90 (7): 24–25.

Hlásny T., Zimová S., Merganičová K., Štěpánek P., Modlinger R., Turčáni M., 2021. Devastating outbreak of bark beetles in the Czech Republic: Drivers, impacts, and management implications, Forest Ecology and Management, 490,2021,119075, – https://doi.org/10.1016/j.foreco.2021.119075.

Knížek M., Zahradník P., 2007. Kůrovci na jehličnanech. Lesnická práce, příloha 86 (4): 1-8.

Liukko K., 1997. Climate adapted wet storage of saw timber and pulpwood: an alternative method of sprinkling and its effect on freshness of roundwood and environment, Swedish University.

Lubojacký J., Holuša J., 2014. Effect of insecticide-treated trap logs and lure traps for *Ips typographus* (Coleoptera: Curculionidae) management on nontarget arthropods catching in Norway spruce stands. Journal of Forest Science 60 (1): 6–11.

Oliver J. B., Youssef N., O'Neal P. A., Ranger C. M., Reding M., Schultz P. B., Werle C. T., 2019. Trap tree and interception trap techniques for management of ambrosia beetles (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) in nursery production. J. Econ. Entomol., 2, 753–762. [CrossRef]

Oogita T., Soma Y., Mizobuchi M., Oda Y. & Matsuoka T. K., 1997. Mortality tests for forest insect pests by phosphine fumigation. Research Bulletin of the Plant Protection Service Japan. No.33:17-20.

Ormsby M., 2004. Use of Phosphine Fumigation on New Zealand Pinus radiata Logs TREATMENT EFFICACY REPORT. Report Prepared for New Zealand Ministry of Agriculture and Forestry Biosecurity Agenda: 11 -Document: 2006-TPPT-112a. Pages 22.

Ranger C. M., Werle C. T., Schultz P. B., Addesso K. M., Oliver J. B., Reding M. E., 2020. Long-Lasting Insecticide Netting for Protecting Tree Stems from Attack by Ambrosia Beetles (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae). Insects, 11, 8. https://doi.org/10.3390/insects11010008

Savory J. G., Nash-Wortham J., Phillips D. H., Stewart D. H., 1970. Control of Blue-stain in Unbarked Pine Logs by a Fungicide and an Insecticide, Forestry: An International Journal of Forest Research, Volume 43, Issue 2, Pages 161–174. https://doi.org/10.1093/forestry/43.2.161

Skrzecz I., Grodzki W., Kosibowicz M., Tumialis D., 2015. The alpha-cypermethrin coated net for protecting Norway spruce wood against bark beetles (Curculionidae, Scolytinae). J. Plant Protec. Res. 2015, 55, 156–161.

Van Haandel A., Kerr J. L., Laban J. et al., 2017. Tolerance of *Hylurgus ligniperda* (F.) (Coleoptera: Scolytinae) and *Arhopalus ferus* (Mulsant) (Coleoptera: Cerambycidae) to ionising radiation: a comparison with existing generic radiation phytosanitary treatments. N.Z. j. of For. Sci. 47, 18. https://doi.org/10.1186/s40490-017-0099-x

Werle C. T., Ranger C. M., Schultz P. B., Reding M. E., Addesso K. M., Oliver J. B., Sampson B. J., 2018. Integrating repellent and attractant semiochemicals into a push-pull strategy for ambrosia beetles (Coleoptera: Curculionidae). J. Appl. Entomol., 143, 333–343.

Weslien J., 1992. Effects of mass trapping on *Ips typographus* (L.) populations. Journal of Applied Entomology 114 (1–5): 228–232.

Wermelinger B., 2004. Ecology and management of the spruce bark beetle *Ips typographus* – a review of recent research. Forest Ecology and Management, 202(1-3), 67–82. doi:10.1016/j.foreco.2004.07.018.

Zahradník P., 2005. Základy ochrany lesa v praxi. VÚLHM Jíloviště – Strnady, 128 str.

Zahradník P., 2006. Aplikace přípravků na ochranu lesa. VÚLHM Jíloviště Strnady, 76 str.

Zahradník P. (ed.), 2014. Metodická příručka integrované ochrany rostlin pro lesní porosty. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 374 str.

Zahradník P., Geráková M., 2010. Lýkožrout smrkový. *Ips typographus* (L.). Lesnická práce, příloha 89 (12): 1-8.

Zahradník P., Knížek M., 2000. Lýkožrout smrkový. *Ips typographus* (L.). Lesnická práce, příloha 79 (10): i-viii, 2000.

Zahradník P., Knížek M., 2007a. Lýkožrout smrkový. *Ips typographus* (L.). Lesnická práce, příloha 86 (4):i1-8.

Zhang Z., van Epenhuijsen C. W., Brash D. W., Hosking G. P., 2004. Phosphine as a fumigant to control *Hylastes ater* and *Arhopalus ferus* pests of export logs. New Zealand Plant Protection 57:257–259.

Zhang Z., van Epenhuijsen C. W., Brash D. W., Somerfield K. G., 2006. In-transit phosphine fumigation for export logs and timber without top-up – is it possible? Crop & Food Research Confidential Report No. 1619. Palmerston North, New Zealand Institute for Crop & Food Research Ltd.

Zhang Z., Brash D. W., 2007. What causes phosphine depletion during log fumigation? Crop & Food Research Confidential Report No. 1976. Palmerston North, New Zealand Institute for Crop & Food Research Ltd.

VII. SEZNAM PUBLIKACÍ, KTERÉ PŘEDCHÁZELY METODICE

Aulický R., Stejskal V., Hnatek J., Vokněr J., 2020. Provozní technologie fumigace dřev mobilních fumigačních zařízeních.

Aulický R., Šembera J., Stejskal V., 2012. Použití kyanovodíku na škůdce ve mlýnech a škůdce dřevěných obalů. X. konference DDD 2012 – Přívorovy dny. s. 97-101.

Aulický R., Stejskal V., Vendl T., Vybíral O., Mochán M. Hnátek J., Jonáš A., 2018. Fumigace dřeva pomocí přípravku EDN: inhibice líhnutí a výletu kůrovců a tesaříků po ošetření napadených smrkových lapáků pomocí fumigace přípravkem EDN pod plachtou. Lesnická práce, roč. 97, 2018, (8): 90-92.

Hnatek J., Stejskal V., Jonas A., Malkova J., Aulicky R., Weiss V., 2018. Two new fumigation preparations (EDN® and BLUEFUME™) to control soil, wood, timber, structural and stored product pest arthropods – an overview. The Kharkov Entomol. Soc. Gaz. 2018. Vol. XXVI, iss. 1. P. 115-118.

Malkova J., Aulicky R., Dlouhy M., Stejskal V., Hnatek J., Hampl J., Trocha A., 2016. Efficacy of ethanedinitrile and hydrogen cyanide on wood infesting insects. Pp. 477–478. In: Navarro S., Jayas D. S., Alagusundaram K., (Eds.) Proceedings of the 10th International Conference on Controlled Atmosphere and Fumigation in Stored Products (CAF2016).

Stejskal V., Aulický R., 2017. Historické využití fumigace kyanovodíkem pro karanténu a hubení hlodavců. Dezinfekce, Dezinsekce, Deratizace 26 (2): 78–80.

Stejskal V., Aulický R., 2018. Historické zákony a vládní nařízení k fumigaci (kyanovodík, etylenoxid, chlorpikrin, fosforovodík) jako koncesované činnosti: Legislativní minulost jako poučení pro současnost. Dezinfekce, dezinsekce, deratizace, roč. 27, (3): 84-91.

Stejskal V., Aulický R., 2019. Přehled a charakteristika insekticidních plynů: Část 1. majoritní fumiganty. DDD 28 (4): 138-143.

Stejskal V., Aulický R., Vendl T., Jonáš A., Hnátek J., Ščigel R., Málková J., 2018. The efficacy of EDN on wooden pests of phytoquarantine importance DDD 27 (4): 135-138.

Stejskal V., Aulicky R., Jonas A., Hnatek J., Malkova J., 2018. Bluefume (HCN) and EDN® as fumigation alternatives to methyl bromide for control of primary stored product pests. In Adler C. S. et al. (Eds.) Proceedings of the 12th International Working Conference on Stored Product Protection (IWCSPP), Berlin, Germany, October 7-11, 2018.

Stejskal V., Douda O., Zouhar M., Manasova M., Dlouhy M., Simbera J., Aulicky R., 2014. Wood penetration ability of hydrogen cyanide and its efficacy for fumigation of *Anoplophora glabripennis*, *Hylotrupes bajulus* (Coleoptera), and *Bursaphelenchus xylophilus* (Nematoda). International Biodeterioration & Biodegradation. 86: 189-195.

Stejskal V., Dlouhý M., Aulický R., 2014. Potenciální využití HCN pro fytokaranténní ošetření dřeva. Rostlinolékař, 25 (5): 30-32.

Stejskal V., Dlouhý M., Šimbera J., Aulický R., 2014. Ošetření dřeva proti dřevokazným škůdcům pomocí přípravku Uragan D2. XI. konference DDD 2014 – Přívorovy dny (sborník), 129-134.

Stejskal V., Jonáš A., Hnátek J., Málková J., Aulický R., 2018. Fumigační přípravek EDN pro účely fytokarantény a ošetření komodit. In: Davidová P., Rupeš V. Sborník XIII. konference DDD 2018 – Přívorovy dny. Praha: Sdružení DDD, z.s., 115-118. ISBN 978-80-02-02799-7.

Stejskal V., Lišková J., Ptáček P., Kučerová Z., Aulický R., 2012. Hydrogen cyanide for insecticide phytoquarantine treatment of package wood. Proceedings of 9th International Conference on Controlled Atmosphere and Fumigation in Stored Products. p. 687-693.

Ústřední kontrolní
a zkušební ústav zemědělský
Držitel certifikátu ISO 9001

Hroznová 2
656 06 Brno

www.ukzuz.cz
ID DS: ugbaiq7

IČO: 00020338
DIČ: CZ00020338

v y d á v á

O S V Ě D Č E N Í

UKZUZ 114407/2021

o uznání metodiky v souladu s podmínkami Metodiky hodnocení výzkumných organizací a programů účelové podpory výzkumu, vývoje a inovací, schválené usnesením vlády dne 8. února 2017, číslo 107 a její samostatné přílohy č. 4 schválené usnesením vlády dne 29. listopadu 2017 č. 837.

Název metodiky: **Metodika ošetření napadeného dříví lýkožroutem smrkovým *(Ips typographus)* pomocí přípravku EDN®**

Autor/autoři: **Ing. Václav Stejskal, Ph.D.; Ing. Jonáš Hnátek; Jan Vokněr; Mgr. Tomáš Vendl, Ph.D.; Mgr. Jakub Kadlec; Ing. Radek Aulický, Ph.D.**

Název organizace/cí: **Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i.**
Lučební závody Draslovka a.s. Kolín

Místo vydání: **Praha**
Rok vydání: **2021**

Metodika byla vypracovaná v rámci výzkumného projektu/podpory na rozvoj výzkumné organizace č. TH02030329.

Brno 29. 6. 2021

Ing. Daniel Jurečka
ředitel ústavu

……

Podpis/elektronický podpis
zástupce odborného útvaru státní správy

Souhlas ředitele Odboru vědy, výzkumu a vzdělávání MZe:

V …… dne ……..

Jan Radoš
Digitální podpis:
30.07.2021 12:21

……

Podpis/elektronický podpis
ředitele/ředitelky Odboru vědy, výzkumu a vzdělávání

Metodika ošetření napadeného dříví lýkožroutem smrkovým (*Ips typographus*) pomocí přípravku EDN®

Autoři: Ing. Václav Stejskal, Ph.D.; Ing. Jonáš Hnátek; Jan Vokněr; Mgr. Tomáš Vendl, Ph.D.; Mgr. Jakub Kadlec; Ing. Radek Aulický, Ph.D.

Vydal: Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i.; Drnovská 507, 161 06 Praha 6 - Ruzyně

Redakce: Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i.; Drnovská 507, 161 06 Praha 6 - Ruzyně

Grafická úprava: J. Kovářová

Metodika je veřejně přístupná na adrese **www.vurv.cz**.

Kontakt na autora: **stejskal@vurv.cz**

Vydáno bez jazykové úpravy.

Vyšlo v roce 2021.

© 2021, Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i.

ISBN 978-80-7427-349-0

Metodika ošetření napadeného dříví lýkožroutem smrkovým (*Ips typographus*) pomocí přípravku EDN®

Autoři: Ing. Václav Stejskal, Ph.D.; Ing. Jonáš Hnátek; Jan Vokněr;
Mgr. Tomáš Vendl, Ph.D.; Mgr. Jakub Kadlec;
Ing. Radek Aulický, Ph.D.

Vydal: Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i.;
Drnovská 507, 161 06 Praha 6 - Ruzyně

Grafická úprava: J. Kovářová

Metodika je veřejně přístupná na adrese **www.vurv.cz**.
Vydáno bez jazykové úpravy.

© 2021, Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Drnovská 507, 161 06 Praha 6 – Ruzyně

ISBN 978-80-7427-349-0