



# **Metodika pro modelové řešení krizových situací způsobených přemnožením kůrovců některými inovovanými postupy**

prof. Ing. Marek Turčáni, Ph.D., Ing. Radim Löwe, Ph.D., Ing. Roman Modlinger, Ph.D., Ing. Anna Jirošová, Ph.D., prof. RNDr. Tomáš Hlásny, Ph.D., Ing. Nicole Vošvrlová, doc. Ing. Peter Surový, Ph.D.

# **Metodika pro modelové řešení krizových situací způsobených přemnožením kůrovců některými inovovanými postupy**

## **Certifikovaná metodika**

Autoři:

prof. Ing. Marek Turčáni, PhD.

Ing. Radim Löwe, Ph.D.

Ing. Roman Modlinger, Ph.D.

Ing. Anna Jirošová, Ph.D.

prof. RNDr. Tomáš Hlásny, PhD.

Ing. Nicole Vošvrdová

doc. Ing. Peter Surový, Ph.D.

Praha  
2022

## **ABSTRAKT**

Metodika byla zpracována na základě dlouhodobého výzkumu se zaměřením na management přemnožení kůrovce, což je v České republice velký problém posledního desetiletí. Základním prvkem optimálního hospodaření je intenzivní a vědecky podložená komunikace uvnitř lesnické komunity, komunikace se státní správou a také komunikace s veřejností. Je popsáno několik modelových situací, jak komunikovat se zainteresovanými stranami k řízení těchto krizových situací. Další část metodiky je zaměřena na systém vědeckého prognózování výskytu kůrovců. Poslední část metodiky je zaměřena na ekologický management populací kůrovců v počáteční fázi jejich přemnožení. Je popsáno a diskutováno využití psů k vyhledávání čerstvě napadených stromů a využití antiatraktantů.

## **ABSTRACT**

The methodology has been prepared on the base of long term research with the focus to bark beetles outbreak management. This has been heavy problem last decades in the Czech Republic. The fundamental element of optimal management is intensive and scientifically supported communication inside the forestry community, communication to forestry authorities and also communication to the public. There are several model situations how to communicate to stakeholders involved to management of those critical situations. The next part of methodology is focused to scientific forecast system of bark beetles outbreaks. The last part of methodology is focused to ecological management of populations in initial phase of bark beetles outbreak. The using of sniffer dogs and antiattractant system is described and discussed.

Oponenti: Ing. Ľudmila Marušáková, PhD., ÚZEI  
Ing. Lada Matoušková Prylová, ÚHÚL  
Ing. Milan Zerzán, ML Hradec Králové  
Ing. Roman Leontovyč, PhD., NLC Zvolen

Uživatel: Městské lesy Hradec Králové, a.s.

Doporučená citace:

Turčáni, M., Löwe, R., Modlinger, R., Jirošová, A., Hlásny, T., Vošvrdová, N., Surový, P. 2022:  
Metodika pro modelové řešení krizových situací způsobených přemnožením kůrovců  
některými inovovanými postupy. Certifikovaná metodika. Praha. 54 s.

Adresy autorů:

prof. Ing. Marek Turčáni, PhD., Ing. Radim Löwe, Ph.D., Ing. Roman Modlinger, Ph.D., Ing. Anna  
Jirošová, Ph.D., prof. RNDr. Tomáš Hlásny, PhD., Ing. Nicole Vošvrdová, doc. Ing. Peter Surový,  
Ph.D.

Česká zemědělská univerzita v Praze  
Fakulta lesnická a dřevařská  
Kamýcká 1176  
165 00 Praha 6 - Suchdol  
Česká republika



## Obsah

1 Úvod .....	7
2 Cíl metodiky .....	17
3 Vlastní popis metodiky .....	19
3.1 Komunikace jako nástroj zvládnání krizových situací.....	19
3.2 Vědecké prognózování jako nástroj pro lepší management kalamit .....	28
3.3.1 Využití psů k vyhledávání čerstvě napadených stromů.....	31
3.3.2 Využití antiatraktantů k ochraně kriticky ohrožených porostných stěn .....	36
4 Novost postupů .....	39
5 Popis uplatnění metodiky .....	41
6 Ekonomické aspekty uplatnění.....	42
7 Seznam použité související literatury .....	43
8 Seznam publikací, které předcházely metodice .....	50
9 Oponenti.....	53
10 Dedikace .....	54

Metodika byla schválena odborem vědy a výzkumu MZe ČR pod č. j. MZE-44790/2022-16222/M243. MZe doporučuje tuto metodiku pro využití v praxi.

## 1 Úvod

Stav lesů v České republice a hospodaření v nich byly několik posledních desetiletí na celonárodní úrovni relativně stabilní. Velkoplošné poškození lesů se v jednotlivých letech vyskytovalo nepravidelně a nekontinuálně, příčinami často byly jednorázové vlivy jako regionální přemnožení biotických škůdců či extrémní klimatické jevy. Příkladem může být Orkán Kyrill z roku 2007, který poškodil české lesy a vytěženo tak muselo být více než 12 mil. m<sup>3</sup> polomové hmoty (Liška, Tuma 2008). Situace v českých lesích se však významně změnila po roce 2014, kdy v České republice začalo velkoplošné poškození smrkových lesů kůrovcovou kalamitou (MZE 2017). Rok 2015 byl klimaticky extrémní, s vysokými teplotami a nízkými srážkami. Přemnožení kůrovce mají zásadní a dlouhodobý dopad na lesní ekosystémy, který může být vnímán jako pozitivní (posílení biologické rozmanitosti) nebo jako negativní (omezení zachycování uhlíku nebo snížení produkce dřeva). Napadení kůrovcem má vliv na regionální ekonomiky, trhy, zaměstnanost a společenské funkce lesa (Hlásny et al. 2019). Velkoplošné chřadnutí a odumírání lesních porostů se však netýká v současné době pouze smrku ztepilého (*Picea abies*), ale i borovice lesní (*Pinus sylvestris*) (Vejpustková et al. 2020). Postupující klimatická změna znásobuje vliv různých disturbančních činitelů způsobujících rozsáhlá poškození lesů. Ekosystémové služby a generování ekonomických hodnot lesů jsou tak stále více ohrožovány. Změna klimatu bude probíhat v následujících desetiletích s narůstající intenzitou. Z tohoto důvodu je zapotřebí očekávat i další nárůst intenzity poškození evropských lesů kůrovcem. S dalším oteplováním klimatu začne kůrovec ohrožovat i přirozená stanoviště smrku, jakými jsou například horské lesy v Alpách (Hlásny et al. 2019).

### **Komunikace jako nástroj zvládnání krizových situací v lesnictví vyvolaných kalamitou kůrovce**

Současný management disturbancí často spočívá v ad hoc reakcích, které postrádají vědecké základy a nedostatečně respektují postoje různých dotčených stran. Z toho vyplývá narůstající riziko různých společenských konfliktů souvisejících s různými postoji k roli přirozených disturbancí a jejich managementu (Hlásny et al. 2019). V reakci na tyto poznatky a změny vnímání lesnictví po těchto velkoplošných poškozeních lesů se jeví jako nezbytné disponovat na národní úrovni modelovými komunikačními strategiemi, které zabezpečí optimalizaci primárních komunikačních cílů lesnického sektoru. V minulosti pro podmínky českého lesnictví

samozřejmě byly řešeny různé projekty zabývající se komunikací. Komunikační strategie pro vzdělávání a komunikaci v lesnictví vznikla např. jako výsledek projektu FAO, realizovaného v letech 2003–2004 a zaměřeného na zlepšení komunikace mezi lesníky, vlastníky lesů a ostatní veřejností. Nicméně vzhledem k významné změně podmínek v lesnictví, jako je např. kůrovcová kalamita, klimatická změna a měnící se společenská objednávka na poskytování různých funkcí lesů, je nezbytné vznikem nových komunikačních strategií na tyto změny reagovat. Jako základ pro přípravu modelových řešení krizových situací, které jsou součástí této metodiky, byly využity již publikované komunikační strategie a informace ze sociologických průzkumů (Pregernig 2001; Müller 2011; Edwards et al. 2012; Krajhanzl et al. 2015, 2018; Stachová 2018, 2021; Hlásny et al. 2019; Stachová, Čermák 2020; Šodková et al. 2020). Tyto modely byly připraveny na základě několika dotazníkových šetření zaměřených na zjištění současného stavu názorů zástupců státní správy, vlastníků a správců lesů a na jejich potřeby a priority ve vazbě na kalamitní situace v lesním hospodářství a současně s aplikováním informací a poznatků expertů v projektovém týmu. Podrobný návrh komunikační strategie k zajištění optimálního toku informací v aktuálních podmínkách lesního hospodářství vztahované však jen ke skupině drobných vlastníků a k odborným lesním hospodářům uvádí Riedl et. al (2020). Vytvoření komplexní komunikační strategie pro současnou extrémní kalamitní situaci pomůže vytvořit lepší obraz lesnictví, a to nejen v samotné lesnické komunitě a státní správě lesů, ale zejména u široké veřejnosti.

S lesnickou komunikační strategií je také úzce spojeno samotné hospodaření v lesích. Současné přemnožení kůrovce v České republice zasáhlo především obhospodařované lesy. Zasaženy byly porosty v oblastech přirozeného výskytu smrku ztepilého i mimo něj. Tento vývoj tak zpochybnil některé tradiční koncepty o stanovištních predispozicích pro vznik přemnožení a zdůraznil riziko vzniku přemnožení synchronizovaných na rozsáhlých územích (Hlásny et al. 2019). Cíle komunikační strategie je nezbytné promítat i do samotného lesnického managementu. Koncepte státní lesnické politiky do roku 2035, která byla přijata v České republice v únoru 2020, reaguje na mimořádně závažnou situaci v lesním hospodářství, dominantně způsobenou rychle se měnícími podmínkami prostředí, které se vyznačují povětrnostními extrémy, především vysokými teplotami, suchem, nevyrovnaným průběhem srážek a bořivými větry (MZE 2020). Současné lesnické hospodaření by tak mělo být v souladu s dlouhodobými cíli Koncepte a mělo by využívat aktuální vědecké poznatky. To



platí i pro úpravy legislativy, které se týkají lesnicko-dřevařského sektoru. Navrhovaná metodika v tomto směru nabízí uživatelům možnosti využití inovativních metod a nástrojů zaměřených na monitoring kůrovce, predikci vývoje kůrovcové kalamity a management kalamitních situací.

Z důvodu velmi rychlého postupu kůrovcové kalamity v posledních letech, a tím i ztráty ekonomické stability subjektů hospodařících v lesích, jsme byli svědky i početných legislativních změn, které na tuto situaci reagovaly. Jako příklad lze uvést novelizaci lesního zákona na podzim roku 2019 (č. 314/2019 Sb.), vydávání opatření obecné povahy a poskytování finančních příspěvků na zmírnění dopadů kůrovcové kalamity. Vzhledem k předchozímu poměrně stabilnímu stavu českých lesů nebylo nutné přijímat legislativní změny v takové časové tísni. Systém přijímání legislativních opatření proto nebyl nastaven tak pružně, jak by lesnický provoz s ohledem na mimořádný výskyt kalamitních situací potřeboval. Rychlému předložení návrhů na legislativní úpravy často neprospěl ani nejednotný názor odborné lesnické veřejnosti na některé otázky týkající se změny hospodaření v lesích s ohledem na klimatickou změnu a využívání dřeva. Vytvoření aktuální komunikační strategie v lesnictví propojující komunikaci státní správy, odborné veřejnosti, akademické sféry a široké veřejnosti je tak prospěšné i ve vztahu k rychlejší reakci při předkládání konkrétních návrhů legislativních změn.

### **Prognózy poškození lesa**

Prognózy poškození lesa různými činiteli patří k nejkomplikovanějším úlohám ekologie lesa (Wilson et al. 2019). V případě přemnožení kůrovců jsou možnosti prognóz silně omezeny zejména nepredikovatelným vývojem počasí a vysoce variabilní účinností fytosanitárních opatření (Hlásny et al. 2021a). Mezi další omezující faktory patří (i) interakce mezi klimaticky citlivými populacemi škůdců, hostitelskými dřevinami a různými vnitroregulačními mechanismy (Biederman et al. 2019), (ii) interakce mezi různými činiteli, jako sucho, poškození porostů větrem a populacemi kůrovců (Temperli et al. 2013), nebo (iii) existence těžko předvídatelných ekologických prahových hodnot (tzv. tipping points; Reyer et al. 2015) po jejichž překročení dochází k náhlému kolapsu ekosystémů, čemuž odpovídá recentní vývoj v České republice (Hlásny et al. 2021b).

K tvorbě prognóz je možné zvolit dva obecné přístupy a jejich bezčetné kombinace: komplexní procesní přístupy zohledňující různé zpětné vazby a interakce v ekosystému (Seidl et al. 2011) a jednodušší statistické modely využívají tzv. pravděpodobnosti přežívání různých dřevin a jejich věkových stadií (Maringer et al. 2021) nebo extrapolující trendy a periodicitu historických pozorování (Hlásny et al. 2016). Procesní přístupy jsou mimořádně náročné na data a znalost ekologie lesa, populační dynamiky a ekofyziologie škůdců, obvykle se využívají v územích omezené velikosti. Dokážou však zohlednit vliv měnících se podmínek prostředí (např. pomocí scénářů změny klimatu) nebo různých způsobů managementu (Dobor et al. 2019). Naproti tomu empirické přístupy předpokládají stabilitu podmínek prostředí, mají nižší nároky na datové vstupy a jsou obecně méně komplexní. Při předpovědích na kratší období však mohou poskytovat korektní předpovědi. V případě časově autokorelovaných jevů, které vykazují jistou setrvačnost vývoje, je možné využít například různé statistické prediktivní postupy (Lambert et al. 2013).

Pro účel prognózy kůrovcové kalamity v ČR jsme zformulovali postup predikující očekávaný vývoj na úrovni okresů na období několika let, včetně predikčních intervalů, a se zohledněním disponibilní zásoby smrku v okresech. Cílem bylo vytvořit chybějící plánovací podklad, resp. nahradit používané expertní odhady postupem opírajícím se o validovaná data a objektivní a reprodukovatelné statistické postupy.

### **Sběr dat pro posouzení stavu s výhledem na několik let**

Základním předpokladem úspěšného řešení krizových situací je dostupnost aktuálních, objektivních a kvalitních informací. Na jejich půdorysu musí být založeno rozhodování odborných komisí, poradních sborů a zodpovědných zástupců státní správy. Z hlediska přemnožení kůrovců jsou primárními daty, které ukazují na stav populace lýkožroutů v dané oblasti: plošný rozsah a objem napadených porostů, resp. stromů, údaje o populační hustotě brouků, nebo podíl včas a pozdě zpracovaného kůrovcového dříví, resp. kalamitní základ. Většina těchto údajů je v různé kvalitě dostupná vlastníkům a odborným správcům lesů, ale státní správa lesů se k těmto informacím dostává buď velmi obtížně nebo se k nim nedostane vůbec. Stávající informační zdroje státní správy lesů jsou založeny na údajích poskytovaných vlastníky a správci lesů, a to jednak v rámci dotazníkového šetření Lesní ochranné služby (LOS) nebo z registru ekonomických subjektů Českého statistického úřadu (ČSÚ). Tyto údaje jsou k dispozici pouze jednou ročně a jejich sběr je založen na výkazech ekonomických subjektů

nebo na bázi dobrovolnosti. Během rozvoje kůrovcové kalamity tak vzrůstal tlak na získání objektivnějších a častějších údajů. Nakonec se podařilo zprovoznit dva nové nástroje (i) portál „kůrovcová mapa“, který zobrazoval rozsah kůrovcových souší a čerstvě vytěžených holin získaných pomocí satelitních snímků a provozovaný ÚHÚL, (ii) prognózu vývoje kůrovcové kalamity na úrovni okresů (mapy.fld.czu.cz). Nicméně tyto nové služby zůstaly bez propojení s dosavadním systémem evidence škodlivých činitelů.

Ačkoliv v současnosti se zdá, že kůrovcová kalamita slábně, většina střednědobých klimatických předpovědí ukazuje na zhoršující se podmínky pro středoevropské, převážně smrkové porosty, a lze tedy s velkou pravděpodobností očekávat další kalamity většího rozsahu i v blízké budoucnosti. Proto je zcela zásadní poučit se z dosavadního průběhu kůrovcové kalamity, inovovat systém zjišťování škůdců a rozpracovat možnosti signalizace pravděpodobného přemnožení. Nový systému monitoringu lesních škodlivých činitelů v Česku, s podporou DPZ a predikčních modelů, byl vytvořen Modlingerem et al. (2022). Navrhovaný systém sledování je rozčleněn do tří, resp. čtyř částí – krátkodobý (operativní evidence a systém včasného varování), střednědobý (monitoring navázaný na výzkumné aktivity) a dlouhodobý (strategický monitoring). „Operativní evidence“ představuje alternativu k současnému systému evidence škodlivých činitelů, která by měla poskytovat objektivnější informace o poškození lesních porostů v daném roce. Základem systému je porovnání rozdílových map zdravotního stavu lesů (LAI, NDVI), získaných pomocí DPZ, v aktuálním a předchozím roce. Na vybraná místa intenzivní změny zdravotního stavu bude směřováno terénní šetření, během nějž bude identifikována příčina poškození a budou zajištěny další materiály DPZ např. pomocí UAV. Zpřesněné charakteristiky poškození budou sloužit pro identifikaci a klasifikaci dalších poškozených míst z ortomozaiky Česka. Na operativní evidenci je přímo navázán „Systém včasného varování“, který má za úkol klasifikovat riziko vzniku nebo šíření škodlivého druhu na základě odhadu vývoje jeho populační hustoty a stanovení odolnosti prostředí. V případě vzniku kalamitní situace, výskytu nového typu poškození nebo změn v chování škodlivých druhů, je obvykle potřeba podrobnějších informací, než může poskytnout monitoring rozsahu operativní evidence. „Monitoring navázaný na výzkumné aktivity“, by měl být realizován doplňujícím šetřením s pevně daným rozsahem a cíem, přímo zadávaným zřizovatelem systému nebo může být definována ve výzkumných potřebách zřizovatele v rámci veřejné výzkumné soutěže. Poslední

součástí navrhovaného systému je „Dlouhodobý monitoring“, při kterém by měly být vyhodnocovány změny v populační dynamice a bionomii u hlavních škodlivých druhů, vzhledem ke změnám podmínek prostředí.

Navržené úrovně systému jsou vzájemně provázány a využívají nových postupů jako jsou fenologické (klimatické) modely, predikční (populačně dynamické) modely, satelitní snímky, snímače nesené UAV, vegetační indexy (zejména LAI a NDVI), mobilní aplikace, terénní šetření, lesní hospodářskou evidenci, tradičních kontrolních metod škodlivých činitelů. Výstupy systému mají být navázány na legislativní procesy, v současnosti opatření obecné povahy. Implementace systému bude vyžadovat delší přechodné období, kdy vrchní orgán státní správy lesů a zainteresované organizace musí vytvořit platformu pro použití DPZ k monitoringu výskytu škodlivých činitelů, na které bude koordinovaným úsilím zaveden tento náročný systém do praxe.

### **Inovované metody managementu kůrovcové kalamity v iniciální fázi gradace – využití psů k vyhledávání čerstvě napadených stromů**

Jednou z perspektivních metod je jistě i vyhledávání napadených stromů pomocí k tomu vycvičených psů. Pachová detekce lidí, kadaverů, drog nebo výbušnin je široce rozšířena a využívána. Recentně jsou psi stále více používáni i k vyhledávání hmyzu, např. termitů, štěnic, invazních druhů mravenců, škodlivých nosatců na palmách, invazních druhů tesaříků nebo chráněných xylobiontních druhů brouků. Identifikace těchto druhů pomocí psů je umožněna díky přítomnosti feromonu nebo charakteristických vůní uvolňovaných během jejich vývoje. Přestože přítomnost a složení agregačního feromonu je u lýkožrouta smrkového dlouhodobě známé, nebyla metoda vyhledávání kůrovcových stromů pomocí psů doposud řádně vědecky zpracována. Zatím jedinou publikací na toto téma je posterový příspěvek Schlyter a Johansson (2010), kde je uvedena možnost identifikace lýkožroutem napadených stromů na vzdálenost přesahující 100 metrů.

V současnosti je vyhledávání kůrovcových stromů pomocí psů provozováno v praxi švédskou firmou „SnifferDogs Sweden“. Metoda je používána při zvýšené úrovni populace lýkožrouta smrkového. K výcviku jsou vhodné spíše služební plemena psů, lovečtí psi jsou pro tento účel méně vhodné, díky silně vyvinutému loveckému pudu. Pes je nejprve trénován na syntetický feromon, a až posléze na vyhledávání napadených stromů. Pomocí této metody je

možné identifikovat stromy čerstvě obsazené kůrovcem. Ostatní metody vyhledávání kůrovcových stromů zatím neumožňují najít stromy tak krátce po jejich napadení. Rychlost vizuální metody je velmi variabilní (od teoreticky okamžité identifikace při masivním napadení, po několika týdenní zpoždění při náletu v horní části koruny při deštivém počasí). Při použití infračerveného snímkování je zpoždění přibližně 14 dní (při okamžitém zpracování leteckých snímků nebo scanů). Trénovaný pes s psovodem dokáže prozkoumat až 10 hektarů během jediné hodiny. Efektivnost vyhledávání je tak řádově vyšší než při vizuální metodě. Identifikované napadené stromy je třeba označit páskou nebo barvou a zaznamenat jejich GPS souřadnice, případně zanést je do mapy spolu s informací o velikosti zjištěného ohniska.

V podmínkách ČR má použití této metody vysoký potenciál zejména při mírně zvýšené populaci lýkožrouta smrkového. Metoda bude dále výzkumně prověřována s ohledem na možnost identifikace stromů napadených lýkožroutem severským, které se obzvláště nepadno vyhledávají.

### **Inovované metody managementu kůrovcové kalamity v iniciální fázi gradace – využití antiatraktantů k ochraně nově vzniklých kriticky ohrožených porostných stěn**

Kůrovci během svého životního cyklu vnímají mnoho čichových podnětů, podle kterých se orientují v jejich prostředí. Takové látky jsou nazývány semiochemikálie. Nejsilnějším signálem je agregační feromon, kterým kůrovci komunikují se zástupci svého druhu, aby při společném náletu byli schopni překonat obranu hostitelského stromu. Agregační feromon lýkožrouta smrkového je produkován samci a obsahuje především dvě složky 2-methyl-3-buten-2-ol a *cis*-verbenol. Lýkožrout dle čichových vjemů rozeznává rovněž vhodný, nebo nevhodný porost či strom k založení požerku resp. potomstva. Některé chemické látky z jejich životní niky produkované například smrky samotnými jako jejich obrana, nebo látky uvolňované z listnatými stromů, působí proti lýkožroutům repelentně. Takových látek lze využít při ochraně smrků před náletem lýkožrouta smrkového.

Jedním ze známých repelentů pro mnoho druhů kůrovců je verbenon. Jedná se o oxidovaný produkt *cis*-verbenolu, jedné z atraktivních složek feromonu lýkožrouta. Dle publikovaných teorií (Fettig 2020) je biologická funkce verbenonu signálem pro lýkožrouty, aby již dále nenalétaly na smrk plně obsazený jejich druhem, ale hledaly vhodnou niku na smrkcích v okolí.

Verbenon je proto nazýván „switching“ feromonem, který působí přesměrování náletu lýkožrouta.

### **Chemicko-ekologický význam jednotlivých komponent používané směsi anti-atraktantů.**

Uvedená metodika je založena na použití směsi tzv. anti-atraktantů, tzn. látek, u kterých byla prokázána inhibiční aktivita při odchycích lýkožroutů smrkových v kombinaci s feromonem. Základem směsi jsou látky emitované nehostitelskými stromy, v kontextu lýkožrouta smrkového se jedná o stromy listnaté. Vnímáním těchto sloučenin může kůrovec předejít vlétnutí do porostu, ve kterém je málo hostitelských dřevin, a tedy snížit pravděpodobnost neúspěchu při hledání vhodného stromu pro napadení. Lýkožrout smrkový tykadly vnímá a v jeho životní nise se přirozeně vyhýbá bicyklickému acetalu *trans*-konophorinu a alkoholům 1 – okten-3-olu; 3-oktanolu a 1-hexanolu, které se nacházejí ve vyšší koncentraci v nehostitelské dřevině *Betula pendula*. Bříza je jednou z běžných příměsí v přirozeném smrkovém lese. Je tedy třeba, aby lýkožrout tuto dřevinu rozeznal od cílového stromu a nedocházelo tak k pokusům o napadení nehostitelského stromu (Zhang 2000; Zhang 2004).

Jako další potentní antiatraktant byl určen 1,8-cineol (synonymem je eukalyptol), terpenická molekula s vázaným atomem kyslíku, která je produkována smrkem samotným. Jeho obsah se zvyšuje po napadení stromu jak herbivory, tak patogeny. Vyšší obsah 1,8-cineolu byl nalezen u stromů, které odolaly obsazení kůrovcem (Anderrson 2010). Látka nově objevená a přidaná do směsi antiatraktantů původem ze smrku, je oxidovaný terpen *trans*-4-thujanol (synonymem je sabinene hydrát). Obsah thujanolu je vyšší u mladých smrků, čímž kůrovci signalizuje nevhodnost příliš mladého hostitele k obsazení (Jirošová et al. 2022). Ze směsi byl naopak vyjmut v předchozích experimentech testovaný verbenon, a to z důvodů umocnění „switching“ efektu, kdy se kůrovci vyhnou stromu, na který je verbenon přímo aplikován, ale obsadí stromy sousední a založí tak nové ohnisko.

### **Použití anti-atraktantů jako ochrana jehličnanů před kůrovci**

Ochrany jehličnanů před příbuznými druhy kůrovců na americkém kontinentě byla popsána v patentu US 6217891 B1. V patentu je uvedeno použití řady těkavých látek s anti-atraktivními účinky proti kůrovci, zejména druhů z *Dendroctonus ponderosae*, *Dendroctonus rufipennis*, *Dendroctonus pseudotsugae*, *Ips pini*, a *Dryocoetes confusus*. V dokumentu je uvedena repelentní kompozice obsahující alespoň jednu složku ze skupiny: toluen, pentanol, 2-

hexanon, 3-hexanon, heptanal, benzaldehyd, 2-hydroxycyklohexanon, benzyl alkohol, (E)-ocimen, salicylaldehyd, conophthorin, guaiacol, nonanal, methylsalicylát, dekanal, thymolmethylether, (E)-nerolidol nebo dendrolasin, alespoň jednu složku z: látek ze zelených listů vybraných z: hexanal, (E)-2-hexenal, 1-hexanol, (E)-2-hexen-1-ol, (Z)-2-hexen-1-ol, a (Z)-3-hexen-1-ol, a alespoň jednu složku z: verbenon a 3-methylcyklohex-2-en-1-on.

Výzkumy testování účinnosti anti-atraktivních látek pro ochranu smrků zteplých před náletem lýkožrouta smrkového byly založeny především na aplikaci verbenonu, nebo verbenonu v kombinaci s látkami z nehostitelských stromů (Jakuš et al. 2009).

V roce 1995 byla použita aplikace samotného verbenonu na kůru oslabeného stromu (polomy) a později i na dominantní stromy v porostní stěně. Avšak účinek látky na zabránění napadení stromu byl zanedbatelný. Mezi roky 1997-1999 bylo testováno přidání látky trans-konofthorin k verbenonu, kdy došlo k výraznému snížení napadení stromů, na kterých byl odparník umístěn. Na ležících stromech však tak vysoký účinek směs neměla. K pokusům s přidáním nehostitelských látek do směsi došlo mezi lety 2000 a 2001, konkrétně se jednalo o C6-alkoholy, 1-hexanol, trans-2-hexen-1-ol a cis-3-hexen-1-ol smíchané v poměru 1:1:1 a C8-alkoholy: 3-oktanol a 1-okten-3-ol v poměru 1:1. Experimenty jednoznačně ukázaly anti-atraktivní účinek pro *Ips typographus*. Ochrana ležících stromů byla u všech pokusů zanedbatelná. Pozitivní výsledky ale měla ochrana stojících okrajů porostů, kdy došlo ke snížení úspěšného napadení lýkožroutem o 60 % (Jakuš 2003).

Novější použití směsi anti-atraktivních látek konkrétně na ovlivnění mortality smrků na porostní stěně v důsledku napadení lýkožroutem bylo popsáno pro směs obsahující látky trans-conophthorin, 1-hexanolu, 1-okten-3-ol a 1-oktanol a verbenon (Schiebe et al. 2011). Snížení napadení na plochách se pohybovalo v rozmezí 35–76 % ve srovnání s kontrolními plochami, ale byl pozorován tzv. "switch" efekt, kdy aplikace verbenonu nekontrolovaně vytlačila lýkožrouty na stromy mimo ošetřené plochy.

Komplexnějším přístupem k ochraně stromů pomocí semiochemikálií je push-pull strategie, kdy dochází k plnému využití znalostí o atraktantech a anti-atraktantech pro vybraný druh hmyzu. Základem je využití feromonu (pull) a látek s repelentními účinky (push), jakou jsou výše popsané anti-atraktanty. Při ochraně smrků zteplých je okolo rizikových oblastí, nejčastěji okolo porostních stěn, vytvořena ochranná linie aplikací anti-atraktivních látek. V blízkosti

porostu, na vhodném místě, jsou pak umístěny lapáky či lapače s feromonovou návnadou, které brouky přitahují. Dochází tedy k usměrnění náletu brouků, směrem k atraktivnímu stimulu a na porostní stěny jako na obvyklý první cíl náletu kůrovci nedosednou, a nespustí se tak produkce agregačního feromonu zahajující hromadný nálet (Lindmark 2022).

Metoda má určité limitace. Jejich úspěšnost je založena na populační hustotě brouků a na zdravotním stavu stromů. Při epidemické populační hustotě bude nefunkční, stejně tak, pokud obrana stromů bude dlouhodobě vyčerpaná například stresem ze sucha.



## **2 Cíl metodiky**

Komplikovaná situace v lesnictví v posledních deseti letech je výsledkem kombinace klimatických změn a nevhodného dřevinného složení. Výzkum v této oblasti se věnuje nově vzniklé situaci a vztahům, komunikaci mezi lesnickou veřejností. Cílem této metodiky je zavést do praxe inovace, ke kterým jsme ve výzkumu dospěli za posledních deset let. Jak jasně vyplývá z průběhu poslední kalamity, klasické lesnické metody nedospěly ke kladnému výsledku a řešením je tak zkvalitnění řešení krizových situací.

Jako klíčové aktivity státního sektoru s ohledem na lesní hospodářství jsou považovány např. vytvoření komunikační strategie pro současnou extrémní kalamitní situaci, jež by pomáhala vytvářet lepší obraz lesnictví, a to nejen v samotné lesnické komunitě a státní správě lesního hospodářství, ale hlavně u široké veřejnosti. Dále také zefektivnění monitoringu, predikce vývoje a managementu řešení kalamitních situací. Tyto aktivity byly Ministerstvem zemědělství ČR prioritizovány v rámci výzvy NAZV, a to podpořením dvou projektů zaměřených na zefektivnění komunikace v lesnictví (NAZV QK1920435, NAZV QK1920272), monitoringu a managementu při řešení kalamitních situací v lesích (NAZV QK1920435). Cílem výstupů z těchto projektů bylo vytvořit postupy pomáhající vytvářet takový obraz lesnictví, který více vypovídá o skutečnosti, je založený na exaktně doložených informacích a nepodléhá předsudečným postojům a stereotypům. Samotná metodika si dává za cíl připravit doporučené modely komunikace, monitoringu, predikce vývoje a managementu na základě syntézy známých vědeckých poznatků a preferování strategie participativního managementu. Dílčím cílem metodiky bylo také poskytnout názory odborné veřejnosti zjištěné průzkumy, které v rámci projektu předcházely této metodice, pro potřeby Ministerstva zemědělství pro zpětnou vazbu k dosud provedeným legislativním změnám ve vztahu ke kůrovcové kalamitě a pro tvorbu dalších legislativních změn.

S lesnickou komunikační strategií je úzce spojeno samotné hospodaření v lesích. Cíle takovéto komunikační strategie je totiž nezbytné promítat i do samotného lesnického managementu. Je předpoklad, že se s kůrovcovou kalamitou budeme potýkat několik dalších let a riziko vzniku dalších kalamitních situací v lesích bude do budoucna narůstat. Musíme s nimi tedy i nadále počítat a zlepšovat komunikaci mezi státní správou lesů, odbornými skupinami v lesnicko-dřevařském sektoru, ale i širokou veřejností. Kůrovcová kalamita je zároveň i příležitostí pro

změny v českém lesnictví, které by bez ní nešly, nebo by se odehrávaly jen velmi pomalu. Cíle metodiky tak jsou:

1. Poskytnout uživatelům v lesnictví nové pohledy na možnosti komunikace.
2. Umožnit uživatelům v lesnictví vědecký způsob prognózování vývoje kalamity, a to hlavně v progradční fázi.
3. Zavést do provozu filosoficky i prakticky inovativní postupy managementu, které v iniciální fázi gradace umožňují zploštění gradační vlny.

### **3 Vlastní popis metodiky**

#### **3.1 Komunikace jako nástroj zvládnání krizových situací**

Vnímání ekologických rizik a reakce na ně jsou ve velké míře společensky konstruované procesy a jako takové závisí na způsobech jejich prezentace a argumentace. Müller (2011) ukázal, že politické konflikty související s managementem kůrovcové kalamity v německém národním parku Bavorský les vycházely z protikladných sociálně-kulturních přístupů různých skupin k přírodním disturbancím. Většina těchto případů měla společného jmenovatele, kterým byly rozdílné názory na roli přírodních disturbancí v lesích, protikladné postoje k hodnotám lesů postižených disturbancemi a nedostatek vhodných platforem pro dlouhodobou diskusi mezi jednotlivými zainteresovanými stranami, které se na managementu disturbancí aktivně podílejí nebo jsou jimi různým způsobem dotčeny (jako jsou vlastníci lesů, zástupci organizací ochrany přírody, vědci, občanská sdružení apod.). Uvážíme-li význam a rozsah probíhajících kůrovcových kalamit, je překvapivé, jak málo pozornosti se v Evropě věnuje výzkumu jejich společenským dopadům (Hlásny et al. 2019). Šetření provedené v Západních Beskydech ukázalo, že kromě ekonomických dopadů přemnožení kůrovce vnímá místní obyvatelstvo napadení kůrovcem negativně zejména z hlediska vizuálních změn jejich tradičního zalesněného okolí (Hlásny et al. 2019). Podobné reakce byly pozorovány i u obyvatel jiných regionů postižených kůrovcem, jako je národní park Bavorský les (Müller 2011) a další.

Vhodné postupy pro komunikaci se budou lišit s ohledem na to, v jakém stavu vývoje populace kůrovce se budeme aktuálně nacházet (progradační stav, kalamitní stav). V každém tomto stavu je však nutné ještě rozlišovat komunikaci i v její horizontální struktuře, která může mít několik různých úrovní. Mezi ty základní lze zařadit: (i) komunikaci uvnitř státní správy, (ii) komunikaci mezi státní správou a odbornou lesnickou veřejností, (iii) komunikaci mezi státní správou a laickou (nelesnickou) veřejností.

## **Progradační stav:**

### **(i) Komunikace uvnitř státní správy**

Tato komunikace v regionálně zvýšeném stavu závisí do značné míry na tom, jak byla zvládnuta komunikace za běžného stavu. Když jsou vybudovány informační kanály a zaměstnanci státní správy jsou s nimi seznámeni, všechny informace mohou plynout do postižených regionů velice rychle a plynule v případě potřeby od zdroje k nejnižším stupňům řízení. V režimu tohoto stavu je potřebné dostávat aktuální informace k uživatelům (v tomto případě zaměstnancům státní správy na úrovni ORP, či celých krajů) rychle a spolehlivě. K tomu by měl sloužit zavedený způsob komunikace, nastavený v rámci režimu prevence a běžného stavu. Důležité v celém systému by měl být aktuální tok informací z dálkového průzkumu země o proběhlé těžbě, která by se detekovala pomocí družic (v současnosti provádí ÚHÚL). Kromě toho ale v této situaci orgán státní správy (kraj či ORP) musí reagovat na aktuální situaci prostřednictvím tiskových zpráv, nebo vystoupeními v regionálních médiích, kde problémy vysvětlí. Umění vystupovat a komunikovat s médii a veřejností je nová úloha lesníků a je nezbytné si tuto dovednost osvojit. S těmito informacemi/vysvětleními je nutné srozumitelně obeznámit i nižší úrovně státní správy, aby nedocházelo k rozdílným interpretacím. K předávání těchto materiálů na nižší úrovně státní správy by měly být opět využity stejné informační kanály, se zvýšením frekvence jejich rozesílání.

#### Modelová situace:

**Cíl:** Zefektivnit přenos důležitých rozhodnutí na úrovni krajů (či ORP) a podrobné vysvětlení jejich důvodů a dopadů, v souladu se strategií MZe jako ústředního orgánu státní správy.

Krajský úřad z důvodu řešení regionální kalamitní situace vydá nové opatření obecné povahy, které uvolňuje ustanovení Zákona o lesích směrem k termínům pro zalesnění a zabezpečení výsadeb. Opatření je předtím diskutováno v úzkém kruhu expertů a konzultováno i se zástupci MZe.

1. Krajský úřad – připravit tiskovou zprávu, která informuje širokou veřejnost. Současně ale musí připravit srozumitelné vysvětlení pro nižší stupně státní správy. V tomto materiálu podrobně vysvětlí, proč se opatření zavádí, jaký je jeho smysl a jaký je předpokládaný dopad. Tento připravený materiál musí být bezodkladně rozeslán na nižší úrovně státní správy.

Informovat svůj personál o dikci opatření a současně i vysvětlit, proč se opatření zavádí a jaký má smysl.

2. ORP – informují o smyslu opatření OLH a vlastníky lesů dle dikce vysvětlení z Krajského úřadu. Vysvětlí proč a od kdy opatření platí a co je jeho cílem. Rovněž informují vlastníky a uživatele lesů o způsobu kontroly a o případných sankcích.

### **(ii) Komunikace mezi státní správou a odbornou lesnickou veřejností**

Komunikace za regionálně zvýšeného stavu kůrovce je jednodušší a přímočařejší než komunikace za běžného stavu. Je to způsobeno tlakem „reality“, kdy můžeme vědecké predikce pozorovat přímo v daném regionu. Za této situace je tak potřeba zvýšit v daném regionu tlak na konzervativní část lesnické odborné veřejnosti, a to ze dvou důvodů: (a) není čas na zdlouhavé vysvětlování vědeckých poznatků lesníkům, když je každý může vidět přímo v lese a (b) nelesnická veřejnost čeká na zásadní kroky, které by jasně naznačovaly, že státní správa i odborná lesnická veřejnost ví, jak v dané situaci pokračovat a zamezit zhoršení této situace do kalamitního stavu velkého územního rozsahu. V této situaci je také vhodné aplikovat nové kontrolní a asanační metody kůrovce, případně zefektivnit ty běžně využívané. Lze tak využít i i inovované metody monitoringu a managementu popsané v této metodice. S ohledem na využití kůrovcem napadeného dřeva je také vhodné v této fázi regionálně komunikovat aktuální vědecké poznatky o kůrovcem napadených stromech. Strukturu a vlastnosti dřeva totiž ovlivňuje samotný kůrovec jen málo; je poškozen pouze povrch bělového dřeva kolem povrchu kmene. Výraznější změny ve struktuře a vlastnostech dřeva po napadení kůrovcem jsou způsobeny nepřímo zabarvením a dřevokaznými houbami. Míra napadení dřeva houbami a vliv tohoto napadení na vlastnosti dřeva je pak tím větší, čím déle houby ve dřevě působí. Statisticky významný pokles mechanických vlastností smrku ztepilého napadeného kůrovcem byl však pozorován až po třech letech od zavlečení dřevokazných a dřevobarvicích hub do stromu (Löwe et al. 2022).

#### Modelová situace:

**Cíl:** Vytvořit z úrovně státní správy tok informací podporujících změny v konzervativních způsobech lesnického hospodaření. To do určité míry diverzifikuje způsoby hospodaření a sníží homogenní podmínky vhodné k rychlému šíření kalamity.

Prvním krokem tohoto cíle je navázání úzké spolupráce mezi státní správou, ÚHUL-em a vědeckými institucemi. V druhém kroku se pak v těsné spolupráci jmenovaných institucí vhodným způsobem sjednotí stanoviska, a v třetím kroku se prostřednictvím společné kampaně tyto inovativní názory budou šířit do lesnického provozu.

### **(iii) Komunikace mezi státní správou a laickou (nelesnickou) veřejností**

Komunikace v tomto regionálně zvýšeném stavu se zaměří zejména na vysvětlování toho, co se stalo z pohledu státní správy a odborné veřejnosti. Samozřejmě by měl vysvětlování provádět v daném regionu veřejností respektovaný člověk nebo instituce, nejlépe respektovaný člověk z respektované instituce (lze i zástupce Krajského úřadu). V osvětové činnosti by měl být kladen důraz na faktor působení klimatické změny, kterou už velká většina veřejnosti vnímá jako fakt. Tato komunikace by měla být zaměřena na média s regionálním dosahem. Zároveň by měla být zaktivizovány sousední regiony, aby byly schopné promptně reagovat, pokud by se situace začala zhoršovat i v dané oblasti.

#### Modelová situace:

**Cíl:** Na vědeckých podkladech vysvětlit pravý důvod vzniku současného zvýšeného stavu v televizi, rozhlasu a na sociálních sítích s regionálním dosahem a zaměřit se na srozumitelné vysvětlení přijatých opatření.

Tuto roli by optimálně měli převzít vědci míněnitvůrci, nebo regionální popularizátoři, kteří vhodným způsobem odprezentují aktuální vědecké poznatky, důvod vzniku zhoršeného stavu a srozumitelně vysvětlí přijatá opatření na úrovni postiženého kraje/oblasti.

Jako důležitý nástroj pro management kalamitní situace v lesích, jakou je i přemnožení kůrovců, je vnímáno zlepšení vzdělávání (Hlásny et al. 2019). V mnoha částech Evropy totiž dominují tradiční přístupy k managementu přemnožení kůrovců a vnímání role přírodních disturbancí, které často postrádají vědecké základy. Je proto zapotřebí revidovat současné vzdělávací osnovy a vzdělávání na všech úrovních státní správy a managementu lesa. Nutné je také zlepšit přenos poznatků do praxe a kvalitu rozhodovacích procesů, kdy zintenzivňující se přemnožení kůrovce stále více zpochybňuje účinnost tradičních přístupů k jejich zvládnutí. Je proto naléhavě potřebné zlepšit přenos poznatků z výzkumu do praxe a tvorby lesnických

strategií a politik. Důležitá je také praktická demonstrace nových postupů a jejich propagace jako příkladů dobré praxe. Jako další významné nástroje považujeme udržování dialogu mezi zainteresovanými stranami, budování vztahů s místními komunitami, vývoj ucelených postupů krizového managementu, posilování mezinárodní spolupráce atd. Zejména vedení dialogu mezi zainteresovanými stranami a korektní informování o zvolené strategii managementu může zvýšit účinnost realizovaných opatření a akceptaci dosažených výsledků. Využití hromadných sdělovacích prostředků s celonárodním dosahem je vhodným přístupem pro komunikaci zvolené strategie a postupu prací, a vede ke snížení rizika nepříznivých reakcí veřejnosti (Hlásny et al. 2019). Komunikace v kalamitním stavu musí být soustředěna zejména na komunikaci v celostátních médiích s informováním o důvodech vzniku kalamitní situace, aktuálním vývoji a srozumitelným představením prováděných opatřeních.

#### **Kalamitní stav:**

##### **(i) Komunikace uvnitř státní správy**

Tato komunikace v kalamitním stavu závisí do značné míry na tom, jak byla zvládnuta komunikace za běžného stavu. Když jsou vybudovány informační kanály a zaměstnanci státní správy jsou s nimi seznámeni, všechny informace mohou plynout velice rychle a plynule v případě potřeby od zdroje k nejnižším stupňům řízení. V režimu krizové situace je potřebné dostávat aktuální informace k uživatelům (v tomto případě zaměstnancům státní správy) rychle a spolehlivě (prostřednictvím školení pořádaných ÚHÚL a VÚLHM). K tomu by měl sloužit zavedený způsob komunikace, nastavený v rámci režimu prevence a běžného stavu. Důležité v celém systému by měl být aktuální tok informací z dálkového průzkumu země o proběhlé těžbě, která by se detekovala pomocí družic (v současnosti provádí ÚHÚL). Kromě toho ale v krizové situaci ústřední orgán státní správy musí reagovat na aktuální situaci prostřednictvím tiskových zpráv, nebo vystoupeními v médiích, kde problémy vysvětlí. Umění vystupovat a komunikovat s médii a veřejností je nová úloha lesníků a je nezbytné si tuto dovednost osvojit. S těmito informacemi/vysvětleními je nutné srozumitelně obeznámit i nižší úrovně státní správy, aby nedocházelo k rozdílným interpretacím. Samozřejmě, lokálně mohou nastávat určité modifikace, ale obecný rámec má udávat ministerstvo. K předávání těchto materiálů na nižší úrovně státní správy by měly být opět využity stejné informační kanály uváděné výše, se zvýšením frekvence jejich rozesílání.

Výzkum z kalamitních let 2019 a 2020 (Löwe et al. 2021) ukázal, že více než polovina respondentů z řad státní správy se domnívala, že přenos informací o aktuálních legislativních změnách ze strany Ministerstva zemědělství (MZe) na nižší úrovně státní správy probíhá, ale není dostatečně rychlý. Zde je však nutné zmínit, že pojem dostatečně rychlý nemusel být vnímán každým respondentem stejně. MZe již od roku 2015 v rámci interní komunikace využívá jako informační kanál newsletter, kterým předává zaměstnancům státní správy lesů aktuální informace o legislativních změnách. Je však možné, že jeho frekvence distribuce nereflektovala dostatečně turbulentnější změny, které byly způsobeny kůrovcovou kalamitou, oproti předchozímu běžnému stavu. To vše mohlo být ovlivněno i nedostatečnými kapacitami zaměstnanců, kteří se intenzivně věnovali administrativě spojené s kůrovcovou kalamitou a nezbýval jim dostatek času na kvalitní a rychlý přenos informací na nižší stupně státní správy.

#### Modelová situace:

**Cíl:** Zefektivnit přenos důležitých rozhodnutí ministerstva a podrobné vysvětlení jejich důvodů a dopadů.

MZe z důvodu řešení kalamitní situace vydá nové opatření obecné povahy, které uvolňuje ustanovení Zákona o lesích směrem k termínům pro zalesnění a zabezpečení výsadeb. Opatření je předtím diskutováno v úzkém kruhu expertů a následně v kolegiu ministra zemědělství. Co mají tedy všichni udělat v oblasti komunikace?

1. MZe – připravit tiskovou zprávu, která informuje širokou veřejnost. Současně ale musí připravit srozumitelné vysvětlení pro nižší stupně státní správy. V tomto materiálu podrobně vysvětlí, proč se opatření zavádí, jaký je jeho smysl a jaký je předpokládaný dopad. Tento připravený materiál musí být bezodkladně rozeslán na nižší úrovně státní správy.
2. Krajské úřady – informují svůj personál o dikci opatření a současně nejenom rozešlou opatření, ale zároveň i vysvětlí, proč se opatření zavádí a jaký má smysl.
3. ORP – informují o smyslu opatření OLH a vlastníky lesů dle dikce vysvětlení z MZe. Vysvětlí proč a od kdy opatření platí a co je jeho cílem. Rovněž informují vlastníky a uživatele lesů o způsobu kontroly a o případných sankcích.



## **(ii) Komunikace mezi státní správou a odbornou lesnickou veřejností**

Paradoxně, komunikace za krizového stavu je jednodušší a přímočařejší než komunikace za běžného stavu. Je to způsobeno tlakem „reality“, kdy můžeme vědecké predikce pozorovat přímo v přírodě. Když akademická sféra deset let předem důrazně upozorňovala na vysokou pravděpodobnost vzniku kůrovcové kalamity a masivní mortality smrku, nebyla vyslyšena. Až vznik kůrovcové kalamity přesvědčil praktickou lesnickou veřejnost, že nastane situace, kterou si nikdo z lesnického provozu nedokázal představit ani v nejhorších snech. V této fázi je tak potřeba využít situace, kdy jsou vědecké předpovědi blízko realitě a naopak, předpovědi konzervativních tradičních lesníků jsou daleko od skutečnosti. Za krizové situace, jakou je v současnosti kůrovcová kalamita, je potřeba zvýšit tlak na konzervativní část lesnické odborné veřejnosti, a to ze dvou důvodů: (a) není čas na zdoluhavé vysvětlování vědeckých poznatků lesníkům, když je každý může vidět přímo v lese a (b) nelesnická veřejnost čeká na zásadní kroky, které by jasně naznačovaly, že státní správa i odborná lesnická veřejnost ví, jak pokračovat.

Výzkum Löwe et al. (2021) odhalil, že respondenti z řad vlastníků lesů, správců lesů a odborných lesních hospodářů nevnímali přenos informací o aktuálních legislativních změnách ze strany státní správy lesů jako bezproblémový. Téměř třetina respondentů registrovala, že přenos těchto informací probíhá, ale není dostatečně rychlý. A více než 44 % respondentů odpovědělo, že přenos informací nejen že není rychlý, ale ani dostatečně neprobíhá. I v této odpovědi je však nutné upozornit na možnou subjektivitu respondentů v rámci interpretace pojmu „dostatečně rychlý“, navíc není překvapivé, že lidé vně státní správy jsou vůči ní kritičtější. Vnímání nedostatečné rychlosti a přenosu informací o aktuálních legislativních změnách se zřejmě projevilo i v tom, že téměř třetina respondentů nebyla spokojena s fungováním státní správy. Tyto výsledky tak mohou posloužit státnímu sektoru k analýze, proč tomu tak je a zda jsou v této náročné době kůrovcové kalamity jednotlivé úrovně státní správy dostatečně personálně zabezpečeny. Poukazují také jednoznačně na nutnost tvorby komunikační strategie pro současnou extrémní kalamitní situaci.

Zajímavé výsledky poskytly i odpovědi na otázku využívaných zdrojů pro získávání informací o aktuálních legislativních změnách a opatřeních obecné povahy. Webové stránky MZe byly pro téměř 60 % respondentů zdrojem těchto informací a pro více než čtvrtinu respondentů dokonce primárním zdrojem. Tyto výsledky tak zdůrazňují potřebu kvalitní správy a aktuálnosti

tohoto oficiálního webu MZe. Dalším z důležitých zdrojů informací byly webové stránky Silvarium a různá školení a semináře. Velké množství seminářů je organizováno například Českou lesnickou společností (ČLS). Téměř čtvrtina respondentů získávala informace z emailu od orgánu státní správy lesů a více než 15 % respondentů tento e-mail využívalo dokonce jako primární zdroj informací. To znamená, že část odborné veřejnosti je nutné aktivně státní správou oslovovat a informace jim předkládat. Je také možné, že tuto volbu zaškrtnli i respondenti, kteří využívají e-mailovou možnost odběru novinek z webových stránek MZe (Löwe et al. 2021).

#### Modelová situace:

**Cíl:** Zavedení dotačního titulu pro finanční bonifikaci pěstování smíšených porostů a nižšího zastoupení smrku (prezentujeme jenom jeden příklad, cílem může být i zavedení dotačního titulu pro plantážnické pěstování smrku).

Např. cílové zastoupení smrku v nadmořských výškách do 600 metrů nesmí být vyšší než 25 %, monokultury smrku můžou tvořit jenom 10 % z celkové výměry, a to na vláhově bohatých stanovištích, severních expozicích s obmýtní dobou maximálně 80 let (optimálně 60 let).

1. Je to významné politické rozhodnutí, které bude mít dlouhodobé důsledky. Optimálně by MZe mělo získat podporu vědecké sféry pro tento krok.
2. Respektovaní vědci/progresivní lesníci/představitelé státní správy by měli deklarovat svůj názor a vysvětlit v odborném lesnickém tisku srozumitelně jejich stanovisko. Deklarovat na základě čeho toto doporučení vzniklo a vhodným způsobem popsat situaci. Optimálně prezentovat toto stanovisko jako podporu MZe i v celostátních médiích.
3. S podporou vědeckých názorů a s politickou silou prosadit opatření vhodným způsobem přes státní správu procesem popsaným výše.

Nezbytné předpoklady:

- Mít podporu a důvěru ministra zemědělství a náměstka pro řízení sekce lesního hospodářství,
- mít efektivně komunikující státní správu,
- mít jasné stanovisko a podporu vědecké obce,

- mít představu, že celá věc bude komunikována několik týdnů až měsíců (podle složitosti problematiky a taky podle velikosti odklonu od konzervativního lesnického hospodaření). Čím větší odklon od současného stavu, nebo současných názorů, tím lepší argumentace a podpora takovému názoru musí existovat.

### **(iii) Komunikace mezi státní správou a laickou (nelesnickou) veřejností**

Komunikace v tomto stavu se zaměří zejména na vysvětlování toho, co se stalo z pohledu státní správy a odborné veřejnosti. Představa laické veřejnosti může být, že lesnictví selhalo. S tím, že samozřejmě selhalo MZe jako ústřední orgán státní správy a následně pak i místní samospráva/samospráva na krajích a ORP. Je velice nešťastné, když toto pomyslné selhání státní správy vysvětluje státní správa. Je absolutně nezbytné, aby to dělal nezávislý člověk, lidé, nebo instituce. A samozřejmě, je vhodné, aby jiní nezávislí lidé nebo instituce toto vysvětlování nenapadali, případně nezpochybňovali. Samozřejmě by vysvětlování měl provádět veřejností respektovaný člověk nebo instituce, nejlépe respektovaný člověk z respektované instituce. V osvětové činnosti by měl být kladen důraz na faktor působení klimatické změny, kterou už velká většina veřejnosti vnímá jako fakt.

Je možné vycházet z toho, že česká veřejnost je seznámena s okolnostmi kalamičního stavu vycházejícími z klimatické krize. Již v roce 2017 česká veřejnost vnímala problém klimatické změny v souvislosti s ohrožením lesů jako aktuální, 53 % respondentů se domnívalo, že lesy v České republice nejsou odolné vůči probíhajícím klimatickým změnám, za odolné je naopak považovalo 35 % respondentů. 75 % dotázaných bylo však toho názoru, že při hospodaření v českých lesích převládá zájem vypěstovat co nejvíce dřeva bez dostatečného ohledu na životní prostředí (Stachová 2017). V roce 2018 byla spuštěna krizová komunikace s názvem „V zájmu lesa“ organizovaná Nadací dřevo pro život a ve spolupráci LČR, VLS, ČLS, ÚHÚL a VÚLHM. Jednalo se o diskuse s odbornou i laickou veřejností od krajských měst až po obce v regionech postižených kalamitou. Bohužel tato komunikace byla spuštěna až 4 roky po začátku kůrovcové kalamity.

Průzkum u odborné lesnické veřejnosti (Löwe et al. 2021) z kalamičních let 2019 a 2020 ukázal, že pouze 12 % respondentů se domnívalo, že česká společnost dostatečně chápe význam lesů jako zdroje dřeva – jedinečné, obnovitelné a neekologičtější suroviny – a také výrobků ze dřeva či dřevostaveb, i též jako fixátora CO<sub>2</sub>, a tedy účinného přispěvatele ke zpomalování

oteplování. Z tohoto výsledku je tedy zřejmé, že je nutné tyto základní a velice důležité funkce a vlastnosti lesa intenzivně prezentovat, a zvyšovat tak informovanost společnosti. Tyto základní informace o lesích, lesnictví a možnostech mitigace změny klimatu je nezbytné směrem k široké veřejnosti neustále propagovat, protože výzkumy v minulosti opakovaně prokázaly, že některé skutečnosti považované odbornou lesnickou veřejností za samozřejmost může široká veřejnost vnímat jinak. Jednou z těchto odlišností od skutečnosti byl například výsledek průzkumu z roku 2009, kde se většina obyvatel evropských zemí kromě Dánska a Rakouska domnívala, že plocha lesů neustále klesá (Riedl 2010).

#### Modelová situace:

**Cíl:** Na vědeckých podkladech vysvětlit pravý důvod vzniku současné kůrovcové kalamity v televizi, rozhlasu a na sociálních sítích s celostátním dosahem.

Tuto roli by optimálně měli převzít vědci míněnitvůrci, nebo popularizátoři, kteří vhodným způsobem odprezentují aktuální vědecké výsledky, které v současnosti máme. Tím se současně naplní dva důležité cíle: (a) vysvětlit, že kalamita nebyla primárně selhání lesnického konceptu, i když má své nedostatky, (b) ukázat, že lesnická věda dokáže být excelentní.

### **3.2 Vědecké prognózování jako nástroj pro lepší management kalamit**

Prognóza se opírá o extrapolaci recentních trendů vývoje nahodilých těžeb v důsledku napadení porostů kůrovcovitými. Vycházíme z předpokladu jisté setrvačnosti vývoje kalamity, která souvisí s přenosem existujících populačních hustot kůrovcovitých mezi jednotlivými roky. Tyto prognózy tak výrazně kopírují současné rozšíření kalamity. Predikované objemy poškozování jsou v každém roce konfrontovány s aktuální zásobou smrku v daném okrese tak, aby nedošlo k překročení disponibilní zásoby. Při tomto omezení je uvažováno pouze se zásobou smrku nad 50 let, která je pro dominantní druh kůrovce (*Ips typographus*) atraktivní (Overbeck, Schmidt 2012). S cílem vyhnout se náhlým změnám v prognózovaných hodnotách jsme omezení na základě dostupné zásoby smrku implementovali následovně:

- v případě, že aktuální zásoba dosáhne 20 % zásoby z roku 2019, prognózované hodnoty nahodilých těžeb nemohou překročit hodnotu z předešlého roku

- v případě, že aktuální zásoba dosáhne 10 % zásoby z roku 2019, prognózované hodnoty klesnou na nulu.

Kritérium 10 % a 20 % bylo určeno expertním odhadem. Hodnota 10 % vyjadřuje zbytek smrkových porostů (resp. smrků), které mohou vykazovat vyšší rezistenci vůči kůrovcovitým nebo mohou růst ve vhodných směsích a na vhodných stanovištích zvyšujících šance na jejich přežití (Jakuš et al. 2011). S ohledem na vysoký stupeň automatizace výpočtů je možné tyto hodnoty na základě terénních šetření flexibilně upravit a tím prognózy korigovat. Kritérium 10 % a 20 % však nemá na výsledky prognózy zásadní vliv. Dvě situace, které při prognózách nastávají, jsou tedy zásobou neomezený vývoj nahodilých těžeb a vývoj omezený dostupnou zásobou smrku. Prognózy jsou vypracovány na úrovni jednotlivých okresů ( $n = 77$ ) a jsou následně agregovány na úroveň celé ČR.

### **Podkladová data**

Východisko pro prognózy představují data o nahodilých těžbách v důsledku napadení podkorním hmyzem na smrku. Data byla převzata ze zpravodajů Lesní ochranné služby (LOS). Jedná se převážně o data založená na hlášeních Lesů České republiky, s. p. (LČR) a Vojenských lesů a statků ČR, s. p. (VLS), které spolu s dalšími stánými i nestátními vlastníky pokrývají přibližně 70 % rozlohy lesů České republiky. Jako druhý zdroj dat jsou použita data o hmyzových nahodilých těžbách Českého statistického úřadu (ČSÚ), která jsou založena na zprávách všech ekonomicky aktivních subjektů a jejich kompletnost je proto vyšší. Data ČSÚ jsou však vztažena na úroveň krajů, nikoliv okresů. Pro potřeby řešení proto byla data LOS a ČSÚ zkombinována tak, aby byl zachován detail dat LOS a kompletnost dat ČSÚ. Na základě vztahu těchto dvou zdrojů dat byl pro každý okres určen korekční koeficient, kterým byla hodnota objemu nahodilých těžeb (hroubí b. k.) podle LOS navýšena způsobem, aby sumární hodnota nahodilých těžeb za okres a potažmo celou republiku korespondovala s hodnotami podle ČSÚ. Při tomto přepočtu byla zohledněna různá rozloha smrkových porostů v jednotlivých okresech (tedy rozdíl mezi hodnotami těžeb podle LOS a ČSÚ byl distribuován na úroveň okresů s ohledem na zastoupení smrku v okresech vzhledem k příslušnému kraji).

### **Předpovědní statistický model**

Pro vytvoření krátkodobých prognóz byla použita statistická metoda pro analýzu časových řad ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average). Parametry modelu byly určeny

samostatně pro každý okres podle metodiky Hyndman a Khandakar (2008). Analýzy byly provedeny v prostředí R-language (R Core Team 2020) pomocí knihovny *forecast* a funkce *auto.arima* (Hyndman, Khandakar 2008; Hyndman et al. 2020).

Očekávaná hodnota nahodilých těžeb v roce  $t$  závisí na časové řadě hodnot nahodilých těžeb v předcházejících letech:

$$Y_t = f(Y_{t-k}, E_{t-q})$$

kde  $Y_t$  je očekávaná hodnota nahodilých těžeb v roce  $t$ ,  $Y_{t-k}$  je vektor hodnot nahodilých těžeb za roky  $t-1$  až  $t-k$ ,  $E_{t-q}$  je vektor hodnot reziduí nahodilých těžeb za roky  $t-1$  až  $t-q$ . Hodnoty  $k$  a  $q$  závisí na parciální závislosti hodnot časové řady nahodilých těžeb a platí pro ně, že  $k > 0$  a  $q > 0$ .

Obecně má model ARIMA tři části: (i) autoregresní část (AR), která vyjadřuje, že část hodnoty časové řady nahodilých těžeb se dá vysvětlit jako lineární kombinace jejich minulých hodnot; (ii) integrační část (I), která vyjadřuje počet diferenciací časové řady, jejichž cílem je odstranění nestacionarity dat; a (iii) část klouzavých průměrů (MA), která vyjadřuje způsob, jakým jsou predikované hodnoty závislé na chybě předchozích pozorování.

Obecný tvar modelu ARIMA je:

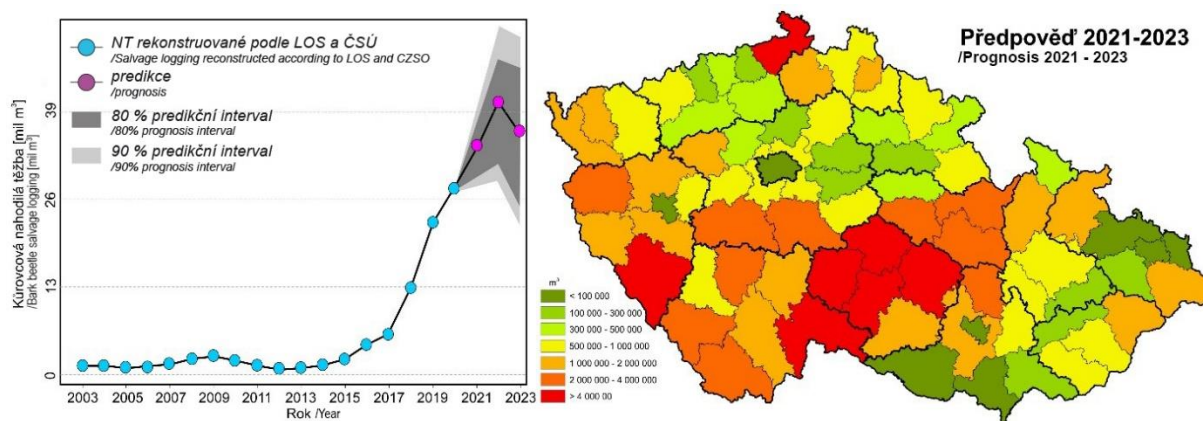
$$\phi_p(B)\Delta^d Y_t = \theta_q(B)e_t$$

Z modelu,  $B$  je operátor zpětného posunu definován jako  $B^j y_t = y_{t-j}$ ,  $\Delta^d Y_t$  a představuje diferencovanou časovou řadu hodnot, přičemž  $\Delta y_t = y_t - y_{t-1}$ ,  $d$  je řád integrační části modelu definující řád diferenciací původní časové řady nahodilých těžeb,  $\theta$  reprezentuje regresní koeficienty složky klouzavých průměrů modelu,  $q$  je řád části klouzavých průměrů modelu a  $e_t$  je vektor reziduí.

### **Využití a interpretace předpovědí**

Pro každý okres je určena jak očekávaná (předpovězená) hodnota dalšího vývoje, tak i predikční interval. Šířka tohoto intervalu je ovlivněna zejména mírou variability nahodilých těžeb v minulém období. Např. predikční interval 90 % vyjadřuje skutečnost, že je 5% pravděpodobnost vybočení z tohoto intervalu směrem k vyšším hodnotám a 5% pravděpodobnost vybočení směrem k nižším hodnotám. Interpretace těchto hodnot je

relativně subjektivní: např. spodní interval je možné interpretovat jako vývoj při pro kůrovce nepříznivém počasí a horní interval jako opačnou situaci. Prognózy pro jednotlivé okresy je možné využít pro klasifikaci území ČR podle stupně ohrožení nebo jako podklad pro tvorbu tzv. „kůrovcového semaforu“ apod. Agregací hodnot jednotlivých okresů je možné získat předpovědi pro celou ČR. Příklad tohoto výstupu je uveden na Obr. 1 (Hlásny et al. 2021). Prognózy jsou přístupné také na web-mapovém portálu [mapy.fld.czu.cz](http://mapy.fld.czu.cz).



Obr. 1. Predikce objemů kůrovcových nahodilých těžeb pro celé území ČR a pro jednotlivé okresy.

### 3.3.1 Využití psů k vyhledávání čerstvě napadených stromů

Speciálně vycvičení psi na vyhledávání stromů napadených lýkožroutem smrkovým (*Ips typographus*) jsou rychlejší a efektivnější než běžné pochůzkové metody po lese. Psi jsou schopni najít a označit napadený strom až na 100 metrů a prohledat 10 ha porostu za 1 hodinu. Psi jsou cvičeni na feromony lýkožrouta smrkového, díky čemuž jsou schopni najít a označit strom v jakékoliv fázi vývoje brouka (Johansson et al. 2019). Vzhledem k velké citlivosti psiho čichu je možné detekovat strom napadený pouze několika brouky, a to již několik hodin po náletu. Psi nepoužívají vizuální signály, řídí se pouze čichem, a tak nalézají a značí všechno napadené dříví v lese včetně pokácených a vyvrácených stromů, napadených pařezů a větví a v neposlední řadě stromů stojících. Pokud se v blízkosti pochůzky kůrovcového týmu nachází lapač s odparníkem, pes běžně značí odparník v lapači. Pro nezkušeného psa mohou být lapače s odparníky problém, protože ho mohou vysokou koncentrací feromonů odlákat od skutečně napadených stromů. Výcvik musí být vedený tak, aby se to nestávalo. Pes musí při výcviku získat dostatek zkušeností, aby se tak velkou koncentrací pachů nenechal zmást. V rámci výcviku je vhodné zařazovat do tréninkového terénu jeden odparník na jedno místo

nálezů. Zároveň je vhodné simulovat větší ohniska náletu brouka, aby byl detekční pes připravený vyhodnotit místo velkého množství feromonových pachů a zároveň, aby byl schopný označit přesné místo výskytu alespoň jednoho z odparníků. Tím se pes naučí pracovat se silnými pachovými feromony a v následné praxi v lese bude schopný správně vyhodnotit střet pachů z odparníků a z napadených stromů tak, aby označil obě místa náletu brouka. Lapače s odparníky mohou být v lese dobrým pomocníkem psovoda ve chvíli, když se v lese nenachází žádný napadený strom. Pes tak může značit odparníky, za které dostane odměnu a je tak stále udržován motivovaný do další práce.

Včasná detekce a odstranění stromů napadených lýkožroutem smrkovým je stěžejní (Hlásny et al. 2019). Význam detekčních psů spočívá především ve včasné detekci nalezení prvních pár ohnisek, kdy nejsou lidským okem dobře viditelné znaky napadení, jelikož stromy zůstávají dlouho zelené (Jakuš et al. 2015). Pro přesnou detekci by musel člověk při standardní pochůzce zkontrolovat každý strom zvlášť ze vzdálenosti jednoho metru, což je časově velmi náročné a neslučitelné s běžnou praxí. Detekční pes dokáže v lese nalézt malá ohniska, a tak člověku zmenší detailně prohledávanou plochu až o několik hektarů. Při běžných pochůzkách je lesník odkázaný na vlivy počasí. Po dešti je téměř nemožné provádět pochůzkovou metodu, protože déšť smyje drtinky na patě stromu a napadené kmeny jsou jen těžko dohledatelné (Hlásny et al. 2019). S detekčním psem je naopak nejvýhodnější prohledávat les po nebo při dešti, protože vlhký vzduch tvoří ideální pachové podmínky pro psí detekci. Vzhledem k vysokým letním teplotám je detekce pomocí psů prováděna brzy ráno (ideálně od 5:00 hod.), kdy je v lese chladněji a pach se dobře šíří vzduchem. V závislosti na okolní teplotě je detekce ukončena okolo poledne, kdy se zvýší teplota vzduchu a zhorší se tak pachové podmínky pro psí detekci.

Detekční pes by měl splňovat hned několik podmínek. Ideálem je středně velké plemeno s výškou v rozmezí 40-60 cm. Příliš malý nebo příliš velký a neohebný pes by mohl mít problémy s pohybem po lese. Obzvlášť, kdyby se napadené stromy nacházely ve špatně přístupném terénu. V případě potřeby není možné přenést extrémně velkého psa přes popadané stromy. Malého psa přenést lze, ale nikdy nebude mít tak dobrý a rychlý pohyb po lese jako pes střední, navíc se rychle vyčerpá. Kůrovcový pes by měl být natolik fyzicky zdatný a houževnatý, aby ušel denně alespoň 15 km v náročném lesním terénu a byl stále schopný hledat a značit stromy. S fyzickou stránkou se pojí stránka psychická. Pes by měl být psychicky



odolný, aby zvládl prohledávat lesní plochu i přes to, že se nebude v lese nacházet žádný napadený strom. Důraz je tak kladen na silnou nervovou soustavu psa. Labilní jedinci jsou na detekci kůrovců naprosto nevhodní a mohlo by docházet k falešnému značení (Concha et al. 2014) jen kvůli tomu, aby se pes zavděčil. Pro vyhledávání stromů napadených kůrovcem není možné použít psa, který je lovecky vedený. Stejně tak není vhodné použít psy, kteří mají natolik silný lovecký pud, že se nedokážou v lese soustředit. Výcvik takového psa by trval extrémně dlouho s vynaložením velkého úsilí s nejistým výsledkem. Doporučené, nikterak extrémně nutné, vlastnosti psa by měly být: nekonfliktnost k lidem, dětem a psům, kteří se běžně volně pohybují po lese. Pokud je pes dostatečně ovladatelný, není potřeba tuto podmínku dodržet.

Pro výběr detekčního psa lze využít různé povahové testy. Dospělý pes je povahově vyrovnanější a stálejší, tzn. že u něj test lépe odhalí případné vady než u štěněte (Duet 1995).

Nejen pes, ale i psovod musí splňovat určité dovednosti. Psovod by měl být dostatečně zkušený ve čtení map a orientaci v terénu, zároveň by měl mít znalosti a dovednosti v oblasti detekce napadených stromů. Pes je pouze doplňkový nástroj k detekci. Psovod musí vědět, kam přesně psa poslat a kde by se napadené stromy mohly nacházet. V případě detekce kůrovcového týmu, člověk a pes, probíhá dvojí kontrola. Pes najde a naučeným způsobem označí (setrváním na místě, zasedne, zalehne, vyštěká) napadený strom. Psovod jde provést kontrolu stromu, zda je opravdu napadený a v jaké vývojové fázi brouka se napadený strom nachází. Na základě lidské kontroly je navržen další postup zpracování kůrovcového dřeva. Dvojí kontrolou se zamezí nesprávné detekci. Psovod musí umět vycvičit psa ke spolupráci tak, aby nedocházelo ke vzájemné frustraci z nenalezení napadených stromů. Důležitá je vzájemná důvěra. K pachovým pracím nelze psa donutit a v případě nedůvěry v psovoda nebo přílišného tlaku na psa nebude pes spolupracovat a napadené stromy nenajde nebo bude značit vše, jen aby se zavděčil (Erdohegyi et al. 2007; Lit, Crawford 2006; Szetei et al. 2003). Psovod by měl dbát na welfare psa (Stafford 2002) a v případě jakýchkoliv pochybností o zdravotním stavu by měl práci psa v lese ukončit.

### **Příprava na hledání**

Samotná příprava na hledání probíhá nastudováním mapy, terénu a porostu, který má kůrovcový tým prohledat. Zakreslení hranic terénu do GPS mapy pomůže následně lepší orientaci v lese. Před samotným hledáním dostane pes na krk GPS obojek, který sleduje jeho

pohyb po lese. Trasa psa a psovoda je zaznamenávána na GPS mapě. Psovod tak má přehled o tom, kde pes byl a kde nebyl a kam je potřeba psa vyslat, aby byl prohledán celý prostor. Pro zviditelnění psa v terénu se používá barevná reflexní vesta. Pes je tak vidět na velkou vzdálenost. Při vysílání psa do terénu je nutné zkontrolovat proud větru a vydat se kolmo na vítr. Pes tak dokáže rychle zachytit pach a dohledat napadený strom. Pokud pes hledá po větru, nemusí pach kůrovce cítit a ani sebelepší detekční pes nebude schopný napadený strom najít. Samotná detekce kůrovcového týmu, člověk a pes, vypadá jako běžná pochůzková metoda. Pes však dokáže prohledat mnohem větší plochu s vynaložením menšího úsilí. Psovod nemusí kontrolovat každý strom zvlášť a může se soustředit na pohyb v terénu a kontrolu stromů vykazujících známky poškození. Pes může, ale nemusí, být psovodem vysílán stranovými povely, aby pokryl co největší lesnatou plochu.

Kůrovcový tým by měl prohledávat smrkové porosty starší 60 let. Protože pes dokáže najít i jen jeden napadený strom uprostřed lesa, který se nenachází na preferenčních místech lýkožrouta smrkového, je nezbytné se psem procházet veškeré smrkové porosty. Psovod by měl očekávat nálet kůrovce kdekoli v lese a neměl by se vyhýbat žádným čistě smrkovým ani smíšeným porostům. Záměrné prohledávání pouze preferenčních oblastí, kterými jsou okraje lesa s těžebními zbytky (Stříbrská et al. 2022), porosty kolem stromů poškozených větrem (Göthlin et al. 2000) a prosluněná část lesa nebo jižní svahy kopců (Netherer, Nopp-Mayr 2005), by mohlo způsobit nenalezení všech napadených stromů v lese. Vždy je nutné se psem procházet všechny smrkové porosty se zaměřením na začátku kůrovcové sezony (konec dubna/začátek května) na místa s nezpracovaným klestím a popadanými/pokácenými stromy. V pozdějších gradacích (konec května/červen) jsou primárně kontrolována čerstvě vykácená místa, na kterých se mohou nacházet zapomenuté nezpracované napadené stromy a zároveň je nutné procházet i zbytek lesa. Při největší gradaci (červenec/srpen) zaniká primární detekce výše zmíněných preferenčních míst a je prohledáván celý les bez rozdílu. Kůrovcový pes má za úkol najít všechna ohniska v lese s výskytem lýkožrouta smrkového, nemá však za úkol najít každý strom v ohnisku. Pokud pes najde jeden napadený strom v ohnisku, dostává odměnu a volno. Pak nastává práce psovoda projít nejbližší okolí a označit všechny okolní napadené stromy. Psovod značí stromy barevným sprejem ze všech stran a zároveň zadá GPS souřadnice do mapy. Dále zjistí stav stromů, v jaké vývojové fázi se kůrovec nachází a podle toho navrhne doporučení pro následné zpracování. V případě většího množství malých ohnisek - dva, tři

stromy ve vzdálenosti několika metrů, je detekční pes schopný najít všechna ohniska bez větších problémů.

Dobře vycvičený pes dokáže hledat hodinu až hodinu a půl a dokáže projít cca 10 ha v kuse, vždy však záleží na prohledávaném terénu a počtu nalezených napadených stromů. Čím složitější terén a čím více napadených stromů, tím je postup kůrovcového týmu pomalejší. Po jednom hledacím bloku si pes musí odpočinout (ideálně 20-30 minut). Psovod tak může prohledávat les sám bez pomoci psa. Pokud má psovod 2 psy, může je prostřídat a jeden pes si tak vždy dostatečně odpočine. Za jeden den je možné se psem projít až 60 ha s časovou dotací 8 hodin. Takto je možné pracovat 3 dny po sobě s následnou pauzou 1-2 dny bez hledání. Vždy však záleží na povaze a schopnostech psa.

### **Důležité informace**

Výcvik psa v reálných podmínkách lesa je možný pouze mimo sezonu, protože se pracuje s odparníky, které lákají kůrovce a v sezoně by mohly odparníky umístěné přímo v lese způsobit navnazení stromů pro brouky a následně jejich napadení. Výcvik psa je tak omezen pouze na půl roku mimo sezonu kůrovce. V sezoně není možné cvičit se synteticky připravenými feromony, je možné cvičit pouze na reálně napadené stromy. Výcvik nových detekčních týmů se tak značně komplikuje, protože je v počátečních fázích tréninku potřeba napadené stromy nejdříve najít a pak teprve použít k tréninku nových týmů. Použitím již vycvičeného psa lze detekci stromů k výcviku nováčků urychlit.

### **Příklady z praxe**

Pes označil napadený strom, na kterém jsou vidět známky napadení, strom se ale následně ubránil. Protože má pes velmi citlivý čich a dokáže najít strom s pár zavrtanými brouky. V praxi se může stát, že pes označí slabě napadený strom, který se následně výronem mízy útoku ubrání. Je to však ojedinělý případ.

Pes označil napadený strom, na kterém nejsou vidět známky napadení. Strom je potřeba zanést do databáze a cca po pár dnech zkontrolovat, jestli opravdu napadený není. Známky napadení se většinou objeví do týdne.

## Kalamitní stav

V kalamitním stavu nemá použití detekčních psů význam, protože jsou stromy dobře viditelné pouhým lidským okem. Význam detekčních psů je především v jakémkoliv počátečním vývoji brouka, kdy jsou stromy špatně zřetelné pro lidské oko.

### 3.3.2 Využití antiatraktantů k ochraně kriticky ohrožených porostných stěn

#### Design odparníků a složení směsi anti-atraktantů

Odparníky používané v uvedené metodice obsahují 4,112g směsi výše uvedených látek 1-hexanol, 1-okten-3-ol, 3-oktanol, 1,8-cineol, *trans*-konoforin, *trans*-4-thujanol v poměru 0,2:0,2:0,3:0,003. Identita, přesná hmotnost jednotlivých látek v jednom odparníku a koeficient odparu z jednoho odparníku je uveden v tabulce.

Odparníky mají design membránového typu o velikosti 7,5 x 15 cm s plastovým nosičem pro nasáknutí sloučenin, kdy prostupnou membránou je polyetylenová folie o tloušťce 1 mikrometr. Odparníky jsou plněny kapalnou směsí anti-atraktantů s celkovým koeficientem odparu všech látek 90 mg/den. Koeficient odparu byl gravimetricky stanoven.

Látka	CAS látek použitých pro ochranu smrků	Hmotnost látky aplikovaná do odparníku (mg)	Koeficient odparu látky z odparníku (mg/den)
<i>trans</i> -conophorin	73046-13-6	15	0,3
1-okten-3-ol	3391-86-4	1012	18
3-oktanol	589-98-0	1517	27
1-hexanol	111-27-3	1012	18
1,8-cineol (eukalyptol)	470-82-6	1517	27
<i>trans</i> -4-thujanol (sabinen hydrát)	546-79-2	51	1

### **Metodika k ochraně porostních stěn push/pull strategie**

Metoda slouží především k ochraně čerstvých porostních stěn před prvotním napadením lýkožroutem smrkovým. Použití této metody, má-li být dosaženo vysokého účinku, je limitováno na porosty smrku ztepilého rostoucích na stanovištích s dostatečným přísunem vody, kde není výrazně narušená jejich přirozená obrana. Rovněž použití v porostech s vyšším zakmeněním (nad 0,8) je problematické. Holina sousedící s chráněnými porostními stěnami nesmí obsahovat čerstvé těžební zbytky, nebo atraktivní vývraty či zlomené stromy. Další limitací je velikost populace lýkožrouta smrkového, která by měla být v základním případně mírně zvýšeném stavu.

Na zastíněnou část kmenů v první a druhé řadě porostní stěny, se do výše 2 m umístí odparník popsany v přechodí části. Odparník musí být připevněn bez penetrace kůry např. pomocí drátu. Vzdálenost odparníků v jednotlivých řadách by se měla pohybovat v rozmezí 10 – 15 m. Na sousedící holině zbavené atraktivních těžebních zbytků, se ve vzdálenosti ne menší než 20 m od porostní stěny směrem po větru instaluje řada feromonových lapačů. Lapače by měly být od sebe vzdáleny 20 m. Do lapačů budou umístěny odparníky s komerčním feromonem, který bude obsahovat alespoň dvě aktivní feromonové látky 2-methyl-3-buten-2-ol a *cis*-verbenol ve funkčním poměru, s koeficientem odparu alespoň 50mg/den. Na chráněné lokalitě musí probíhat pravidelné pochůzky, ve vrcholu rojení alespoň dvakrát týdně, kdy se vyprázdní feromonové lapače a vizuálně se zkontroluje, zda nedošlo k napadení některého ze stromů v porostní stěně nebo okolním porostu, a to až do vzdálenosti 100 m od stromů, na kterých byl aplikován anti-atraktant. Účinek odparníků s anti-atraktanty bude po dobu 30 dní, po této době se doporučuje vyměnit odparník za nový.

### **Metodika k ochraně mladých porostů**

V případě kalamitního stavu lýkožrouta dochází k velkoplošnému rozpadu smrkových porostů a díky postupnému vyčerpání zdrojů vhodných k reprodukci nebo úživnému žíru lýkožrouta, mohou být ohroženy i porosty ve stadiu tyčovin nebo tyčkovin. Rozpad nebo úplně smýcení mladých porostů představuje vysoké ekonomické ztráty, jelikož prodej dřevní hmoty takových porostů nepokrývá ani náklady na jeho těžby a plochu je nutné znovu zalesnit a dovést do stadia zajištění. V kalamitní situaci je proto vhodné uvažovat o ochraně mladých porostů pomocí anti-atraktantů.

Porost vhodný k použití anti-atraktantů by měl splňovat několik podmínek. V první řadě je třeba si uvědomit, že ochrana pomocí anti-atraktantů má rovněž finanční a časové nároky, a proto bychom měli volit porosty perspektivní, tedy zdravé, s minimálním poškozením zvěří a vhodného původu. Rovněž je důležité posoudit šanci na úspěšnou ochranu porostu, lépe je dát přednost porostům na vlhčích stanovištích, porostům relativně řidším, průměrné objemové a výškové struktury. Z hlediska prostorového uspořádání, by se mělo jednat o porosty relativně vzdálenější od hlavních kalamitních ohnisek, a v oblastech, v kterých se dá předpokládat vyšší míra asanace kůrovcového dříví. Postup použití anti-atraktantů je stejný jako pro dospělé porosty, viz opis postupu uvedený výše.

Přímá ochrana ohrožených porostů, tedy smrků ve stáří nad 50 let, pomocí anti-atraktantů je v kalamitním stavu velmi nespolehlivá. Populační hustota brouků je natolik vysoká, že pravděpodobnost náhodné agregace samců lýkožrouta u stromu v porostu převyšuje plošně omezený ochranný efekt odparníku z anti-atraktantem a rovněž systém push / pull nedokáže v dostatečné míře absorbovat repelované brouky.

#### **4 Novost postupů**

Na základě zkušeností z poslední kůrovcové kalamity jsou smrkové lesy v současném rozsahu neudržitelné. MZe připravilo strategii a finanční nástroje k tomu, aby nově vznikající lesy byly druhově, strukturálně i věkově bohatší. Tento cíl se bude postupně naplňovat několik desetiletí a v tomto přechodném období je potřeba uplatnit postupy využívající poznatky, které jsme získali v řešeném projektu, ale i v dalších výzkumných projektech za posledních deset let. Významnou inovací jsou vědecké poznatky, které je nezbytné šířit nejenom do odborné komunity, ale i mezi státní správu a širokou veřejnost, aby se tak zlepšil obraz o stavu lesů a lesnictví a veřejnost byla ujistěna, že lesnictví své povinnosti nezanedbalo. Z toho se následně odvíjí ochota veřejnosti pochopit problémy lesnictví a uvolňovat finanční prostředky ze státního rozpočtu v případě mimořádných situací.

Další významnou inovací je příprava a otestování prvotního prognostického postupu založeného na reálných datech, které ale v současnosti získáváme jenom ze 60 % výměry lesů. V prognostickém systému byly zohledněny poznatky získané za posledních deset let ve výzkumu lýkožrouta smrkového v rámci několika projektů včetně projektu NAZV QK1920435, EXTEMIT-K a dalších. Prognóza se pak zpracovává pro celé území ČR, je rámcová a nezohledňuje lokální přemnožení. Na druhé straně definuje na celostátní úrovni, ale i pro jednotlivé okresy potenciální objem dříví napadeného kůrovcem na dva roky dopředu. Třetí rok je prognózován orientačně a významně závisí na počasí v předchozích dvou letech. Výsledky prognózy je pak následně možné využít nejenom při plánování obranných opatření, ale hlavně při přípravě zpracovatelských kapacit, finančních nástrojů, které jsou pro zvládnutí kalamity zásadní. S ohledem na proporcí získaných dat je prognóza v současnosti přesnější ve fázi progradace a kulminace, méně přesná je v průběhu dozívání kalamity (v současnosti se připravuje projekt, v rámci kterého by se prognózování značně zpřesnilo).

Třetí oblastí, která je pro zvládnutí potenciálních krizových situací zásadní, jsou opatření realizované v první fázi kalamity. V tomto čase jsou vhodné podmínky pro zvyšování četnosti kůrovce, ale aktuální četnost je ještě nízká. Právě v tomto období mají cílená a včasná opatření vysokou účinnost. Zjednodušeně řečeno, populace kůrovce není ještě vysoká, i když jsou podmínky pro rychlý růst populace vhodné. V tomto období není jednoduché napadené stromy najít, případně potenciálně ohrožené stromy ochránit. Inovace tak spočívá ve využití

dvou komponent, které vznikly na základě dlouhodobého výzkumu zaměřeného na podrobné mapování napadení kůrovcem - systém rychlého vyhledávání čerstvě napadených stromů. Včasné odstraňování napadených stromů je základem úspěchu udržení populace ve stabilním stavu. V situaci, ve které jsou stromy oslabené suchem, je vytěžení stromu, a to jak v zapojeném porostu, tak i na porostní stěně, obrovským stresem. Tyhle stromy jsou následně napadeny s vyšší pravděpodobností. Proto se dlouhodobě věnujeme výzkumu antiatraktantů, které je možné umístit na takto vytipované stromy. Odparníky pro tento účel jsou ve fázi patentování a patent pro Českou republiku by měl být oficiálně udělen do 2-3 měsíců od publikování této metodiky.

Systematické uplatňování těchto inovovaných opatření, spolu s možností využití aktuálně vznikající metodiky zaměřené na zlepšení monitorovacích metod a metodiky „Optimalizace používání stromových lapáků proti lýkožroutům na smrku“ na optimalizaci použití klasických lapáků, bude komplexním přístupem, který může lesnický provoz využít před a na začátku dalšího očekávaného přemnožení lýkožrouta smrkového a s tím spojených krizových situací.



## **5 Popis uplatnění metodiky**

Do této metodiky byly promítnuty výsledky průzkumů odborné veřejnosti působící v lesnicko-dřevařském sektoru, které proběhly v letech 2019-2021 v rámci řešení výzkumného projektu NAZV QK1920435 "Zefektivnění komunikace, monitoringu a managementu při řešení kalamitních situací v lesích jako podklad pro optimalizaci rozhodování státní správy". Navržená metodika proto zcela reflektuje názory odborné veřejnosti z období intenzivní kůrovcové kalamity v českých lesích spojené s turbulentními změnami v jinak dosud konzervativním lesnickém sektoru.

Výsledkem uplatnění těchto modelů by mělo být posílení systému participativního rozhodování vhodného pro legislativní i společenské podmínky ČR, který bude respektovat důležitost jednotlivých rozhodnutí i priority a potřeby státní správy v souvislosti s řešením krizových situací. Směrem k veřejnosti jsou slabá místa lesnictví v tom, že veřejnost jenom částečně chápe důležitost lesa pro kvalitu života lidí, zadržování vody, ochlazování krajiny a další ekosystémové služby, které jsou v současnosti veřejnosti poskytovány bezplatně. Rovněž nezná přínos dřevěných výrobků a vůbec dřeva jako suroviny ve spojitosti např. s vázáním CO<sub>2</sub>, klimatickou změnou, šetrným, udržitelným a zdravým bydlením apod., a tím pádem nerozumí základním procesům, které se v lese a lesnictví dějí.

Prognózování vývoje populací kůrovce v posledních deseti letech se vyznačovaly obrovskou dynamikou, s kterou vědecká komunita, ani komunita praktických lesníků, neměla zkušenosti. Připravený vědecký nástroj prognózování může využívat státní správa v celém rozsahu možností, včetně objemů napadených stromů a následně výpočtu kapacit, které budou potřeba pro zvládnutí gradace.

Zavedení nových managementových metod v iniciální fáze gradace v současnosti bude trvat několik let. V současnosti kalamita pravděpodobně končí a do nástupu té další zůstává několik let, které by se měly využít na zavedení inovovaných metod do lesnického provozu. Tato metodika najde uplatnění nejenom ve státní správě, ale také u ostatních lesnických subjektů a správců lesů.

## **6 Ekonomické aspekty uplatnění**

V oblasti optimalizace komunikace dochází jednak k nepřímým ekonomickým přínosům, kdy zavedení doporučených modelů zvýší informovanost, ale hlavně důvěru mezi stakeholdery. To je základem pro investování do sociálního kapitálu, který v lesnictví do značné míry chybí. A sociální kapitál má následně přímé ekonomické přínosy ve dvou rovinách. První spočívá ve zlepšení obrazu lesnictví v společnosti a větší ochotě veřejnosti poskytovat lesnictví finanční prostředky v případě potřeby. Druhá má přímý finanční dopad, protože lepší informovanost o nástupu další gradace přispěje ke zploštění gradační vlny. K tomu má ambice přispět i část metodiky věnovaná prognózování a managementovým obranným opatřením v iniciální fázi gradace. To všechno má při zavedení a uplatňování pozitivní dopad v řádech stovek milionů až miliard Kč. Hlavní ekonomický přínos spočívá ve snížení startovací populace kůrovce, což zploští gradační vlnu - na vrcholu gradace to tak znamená nižší kalamitní těžby o 5-8 mil. m<sup>3</sup> ročně. Při poslední kalamitě byly právě tyto extrémní „nadtěžby“ ponechávané v lese a dotěžovaly se se zpožděním 2-3 let, čímž cena tohoto dřeva klesla častokrát i o 1000 Kč na m<sup>3</sup>. V ideálním případě tak mohou ekonomické benefity dosahovat výši několika miliard Kč.

## **7 Seznam použité související literatury**

Abdullah, H., Skidmore, A.K., Darvishzadeh, R., Heurich, M., 2019. Timing of red-edge and shortwave infrared reflectance critical for early stress detection induced by bark beetle (*Ips typographus*, L.) attack. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation. 82, 101900. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2019.101900>

Anderbrant, O., Schlyter, F., Löfqvist J., 1988. Dynamics of tree attack in the bark beetle *Ips typographus* under semi-epidemic conditions. In: Integrated Control of Scolytid bark Beetles. Ed. by TL Payne, H Saarenmaa. Virginia Tech Press. 15, 35-52. <https://doi.org/10.13140/2.1.5024.8648>.

Andersson, M.N., Larsson, M.C., Blazenec, M., Jakuš, R., Zhang, Q.H., Schlyter, F., 2010. Peripheral modulation of pheromone response by inhibitory host compound in a beetle. J Exp Biol. 213, 3332-3339.

Apelqvist, M., 2022. Training dogs to indicate synthetic pheromone from *Plagionotus detritus*, Coleoptera, Cerambycidae to detect living beetles.

Bárta, V., Hanuš, J., Dobrovolný, L., Homolová, L., 2022. Comparison of field survey and remote sensing techniques for detection of bark beetle-infested trees. Forest Ecology and Management. 506, 119984. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2021.119984>

Biedermann, H.W., Müller, J., Grégoire J.C., Gruppe, A., Hagge, J., Hammerbacher, A., Hofstetter, R.W., Kandasamy, D., Kolarik, M., Kostovcik, M., Krokene, P., Sallé A., Six, D.L., Turrini, T., Vanderpool, D., Wingfield, M.J., Bässler C., 2019. Bark beetle population dynamics in the anthropocene: challenges and solutions. Trends Ecol. Evol. 34, 914-924. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2019.06.002>

Concha, A., Mills, D.S., Feugier, A., Zulch, H., Guest, C., Harris, R., Pike, T.W., 2014. Using sniffing behavior to differentiate true negative from false negative responses in trained

scent-detection dogs. *Chemical Senses*. 39, 749–754.

<https://doi.org/10.1093/chemse/bju045>

Dobor, L., Hlásny, T., Rammer, W., Zimová, S., Barka, I., Seidl R., 2019. Spatial configuration matters when removing windfelled trees to manage bark beetle disturbances in Central European forest landscapes. *Journal of Environmental Management*. 254, 109792

<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109792>

Duet, K.F., D.G., 1995. The business security K-9 – selection and training.

Edwards, D.M., Jay, M., Jensen, F.S., Lucas, B., Marzano, M., Montagné, C., Peace, A., Weiss, G., 2012. Public preferences across Europe for different forest stand types as sites for recreation. *Ecology and Society*. 17 (1), 27. <http://dx.doi.org/10.5751/ES-04520-170127>

Erdohegyi, Á., Topál, J., Virányi, Z., Miklósi, Á., 2007. Dog-logic: inferential reasoning in a two-way choice task and its restricted use. *Animal Behaviour*. 74, 725–737.

<https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2007.03.004>

Göthlin, E., Schroeder, L.M., Lindelöw, A., 2000. Attacks by *Ips typographus* and *Pityogenes chalcographus* on Windthrown Spruces (*Picea abies*) During the Two Years Following a Storm Felling. *Scandinavian Journal of Forest Research*. 15, 542–549.

<https://doi.org/10.1080/028275800750173492>

Grégoire, J.C., Evans, H.F., 2004. Damage and control of bark bilt organisms, an overview, in: Lieutier, F. (Ed.), *Bark and Wood Boring Insects in Living Trees in Europe : A Synthesis*. Kluwer Academic Publishers. 19–40. <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-2241-8>

Hepper, P., Wells, D., 2015. Olfaction in the Order Carnivora: Family Canidae, in: Doty, R.L. (Ed.), *Handbook of Olfaction and Gustation*. Wiley-Blackwell. 591–603.

<https://doi.org/10.1002/9781118971758>

Hlásny, T., Krokene, P., Liebhold, A., Montagné-Huck, C., Müller, J., Qin, H., Raffa, K., Schelhaas, M.-J., Seidl, R., Svoboda, M., 2019a. Living with bark beetles: impacts, outlook and management options. European Forest Institute. 8, <https://doi.org/10.36333/fs08>

Hlásny, T., Merganičová, K., Modlinger, R., Marušák, R., 2021b. Prognosis of bark beetle outbreak and a new platform for the dissemination of information about the forests in the Czech Republic. Zprávy lesnického výzkumu. 66, 197-205.

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

Hoyer-Tomiczek, U., Sauseng, G., Hoch, G., 2016. Scent detection dogs for the Asian longhorn beetle, *Anoplophora glabripennis*. EPPO Bulletin. 46, 148–155. <https://doi.org/10.1111/epp.12282>

Hoyer-Tomiczek, U., Hoch, G., 2020. Progress in the use of detection dogs for emerald ash borer monitoring. Forestry. 93, 326–330. <https://doi.org/10.1093/forestry/cpaa001>

Hyndman, R., Athanasopoulos, G., Bergmeir, C., Caceres, G., Chhay, L., O'Hara-Wild, M., Petropoulos, F., Razbash, S., Wang, E., Yasmineen, F., 2020. Forecast: Forecasting functions for time series and linear models. R package version 8.13. Dostupné na [www](http://www): <https://pkg.robjhyndman.com/forecast/>.

Hyndman, R.J., Khandakar, Y., 2008. Automatic time series forecasting: the forecast package for R. Journal of Statistical Software, 26(3), 1-22. Dostupné na [www](http://www): <https://www.jstatsoft.org/article/view/v027i03>.

Jakuš, R., Edwards-Jonášová, M., Cudlín, P., Blaženec, M., Ježík, M., Havlíček, F., Moravec, I., 2011. Characteristics of Norway spruce trees (*Picea abies*) surviving a spruce bark beetle (*Ips typographus* L.) outbreak. Trees. 25, 965–973.

<https://doi.org/10.1007/s00468-011-0571-9>

Jakuš, R., Cudlín, P., Slivinský, J., Mezei, P., Majdák, A., Blaženec, M., 2015. Hodnotenie zdravotného stavu smreka vo vzťahu k náletu podkôrneho hmyzu a k odumieraníu lesa.

Johansson, A. M., Birgersson, G., Schlyter, F., 2019. Using synthetic semiochemicals to train canines to detect bark beetle–infested trees. *Annals of Forest Science*. 76, 262386.

<https://doi.org/10.1007/s13595-019-0841-z>

Jönsson, A.M., Harding, S., Krokene, P., Lange, H., Lindelöw, Å., Økland, B., Ravn, H.P., Schroeder, L.M., 2011. Modelling the potential impact of global warming on *Ips typographus* voltinism and reproductive diapause. *Climatic Change*. 109, 695–718.

<https://doi.org/10.1007/s10584-011-0038-4>.

Kautz, M., Peter, F.J., Harms, L., Kammen, S., Delb, H., 2022. Patterns drivers and detectability of infestation symptoms following attacks by the European spruce bark beetle. *Journal of Pest Science*. <https://doi.org/10.1007/s10340-022-01490-8>

Kautz, M., Schopf, R., Ohser, J. 2013. The "sun-effect": microclimatic alterations predispose forest edges to bark beetle infestations. *European Journal of Forest Research*. 132, 453-465. <https://doi.org/10.1007/s10342-013-0685-2>

Klouček, T., Komárek, J., Surový, P., Hrach, K., Janata, P., Vašíček, B., 2019. The Use of UAV Mounted Sensors for Precise Detection of Bark Beetle Infestation. *Remote*

Krajhanzl, J., Chabada T., Svobodová, R., 2018. Vztah české veřejnosti k přírodě a životnímu prostředí: Reprezentativní studie veřejného mínění. Brno, Masarykova univerzita. 349 s.

Krajhanzl, J., Skalík, J., Špaček, O., Chabada, T., Čad, a K., Lechnerová, Z., Svobodová, R., 2015. Ochrana divoké přírody očima české veřejnosti. Brno, Masarykova univerzita, Katedra environmentálních studií: 28 s. Dostupné na:

<http://www.ekopsychologie.cz/files/106report.pdf>

Liška, J., Tuma, M., 2008. Ochrana lesa po orkánu Kyrill a vichřici Emma. Lesnická práce, 87 (4): 246–248. Dostupné na: <http://www.lesprace.cz/casopis-lesnicka-prace-archiv/rocnik-87-2008/lesnicka-prace-c-4-08/ochrana-lesa-po-orkanu-kyrill-a-vichrici-emma>

Lit, L., Crawford, C.A., 2006. Effects of training paradigms on search dog performance. Applied Animal Behaviour Science. 98, 277–292.  
<https://doi.org/10.1016/j.applanim.2005.08.022>

Maringer, J., Stelzer, A.S., Paul, C., Albrecht A.T., 2021. Ninety-five years of observed disturbance-based tree mortality modeled with climate-sensitive accelerated failure time models. European Journal of Forest Research. 140, 255–272.  
<https://doi.org/10.1007/s10342-020-01328-x>

Maringer, J. etl. Al. 2021. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10342-020-01328-x>

Modlinger, R., Kuželka, K., Surový, P., 2022. Metodické postupy sledování dynamiky výskytu lesních škodlivých činitelů pomocí dálkového průzkumu země na různých prostorových škálách. Česká zemědělská univerzita, Praha. 60 s.

Müller, M., 2011. How natural disturbance triggers political conflict: bark beetles and the meaning of landscape in the Bavarian Forest. Global Environmental Change. 21, 935–946.  
[DOI: 10.1016/j.gloenvcha.2011.05.004](https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2011.05.004)

MZE. 2017. Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2016. Praha, Ministerstvo zemědělství ČR. 128 s. Dostupné na:  
<http://eagri.cz/public/web/mze/lesy/lesnictvi/zprava-o-stavu-lesa-a-lesniho/zprava-o-stavu-lesa-a-lesniho-2016.html>

MZE. 2020. Koncepce státní lesnické politiky do roku 2035. Praha, Ministerstvo zemědělství: 32 s. Dostupné na:

[http://eagri.cz/public/web/file/646382/Koncepce\\_statni\\_lesnicke\\_politiky\\_do\\_roku\\_2035.pdf](http://eagri.cz/public/web/file/646382/Koncepce_statni_lesnicke_politiky_do_roku_2035.pdf)

Näsi, R., Honkavaara, E., Lyytikäinen-Saarenmaa, P., Blomqvist, M., Litkey, P., Hakala, T., Viljanen, N., Kantola, T., Tanhuanpää, T., Holopainen, M., 2015. Using UAV-based photogrammetry and hyperspectral imaging for mapping bark beetle damage at tree-level. *Remote Sensing*. 7, 15467–15493. <https://doi.org/10.3390/rs71115467>

Netherer, S., Nopp-Mayr, U., 2005. Predisposition assessment systems (PAS) as supportive tools in forest management - Rating of site and stand-related hazards of bark beetle infestation in the High Tatra Mountains as an example for system application and verification. *Forest Ecology and Management*. 207, 99–107. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2004.10.020>

Overbeck, M., Schmidt, M., 2012. Modelling infestation risk of Norway spruce by *Ips typographus* (L.) in the Lower Saxon Harz Mountains (Germany). *Forest Ecology and Management*. 266, 115-125. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2011.11.011>

Pregernig, M., 2001. Values of forestry professionals and their implications for the applicability of policy instruments. *Scandinavian Journal of Forest Research*. 16, 278–288. <https://doi.org/10.1080/02827580120186>

R Core Team 2020. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

Riedl, M., Jarský, V., Hes, P., Hrib, M., 2020. Komunikační strategie - zajištění optimálního toku informací ve vztahu ke skupině drobných vlastníků lesa a k odborným lesním hospodářům. *Certifikovaná metodika*. Praha. 118 s.

Šodková, M., Purwestri, R.C., Riedl, M., Jarský, V., Hájek, M., 2020. Drivers and frequency of forest visits: Results of a national survey in the Czech Republic. *Forests*. 11, 414. <https://doi.org/10.3390/f11040414>



Stachová, J., 2018. Forests in the Czech public discourse. *Journal of Landscape Ecology*. 11 (3), 33–44.

Stachová J., Čermák D. 2020. Vnímání stromů v krajině [datový soubor]. Praha: Sociologický ústav AV ČR. Český sociálněvědní datový archiv SOÚ AV ČR [distributor]. Dostupný na: <http://nesstar.soc.cas.cz/>.

Stachová, J., 2021. Proti všem. Sociologická sonda do komunity českých lesníků. In: Fanta J., Petřík P. (ed.): Jiné klima, jiný les. Středisko společných činností AV ČR

Stafford, K., 2002. The welfare of dogs. Kluwer Academic Publishers.

Stříbrská, B., Hradecký, J., Čepl, J., Tomášková, I., Jakuš, R., Modlinger, R., Netherer, S., Jirošová, A., 2022. Forest margins provide favourable microclimatic niches to swarming bark beetles, but Norway spruce trees were not attacked by *Ips typographus* shortly after edge creation in a field experiment. *Forest Ecology and Management*. 506, 119950. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2021.119950>

Szetei, V., Miklósi, Á., Topál, J., Csányi, V., 2003. When dogs seem to lose their nose: An investigation on the use of visual and olfactory cues in communicative context between dog and owner. *Applied Animal Behaviour Science*. 83, 141–152. [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(03\)00114-X](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(03)00114-X)

Temperli, Ch., Bugmann, H., Elkin, Ch., 2013. Cross-scale interactions among bark beetles, climate change, and wind disturbances: a landscape modeling approach. *Ecological Monographs*. 83, 3. <https://doi.org/10.1890/12-1503.1>

Vejpustková, M., Neudertová Hellebrandová, K., Čihák, T., Vícha, Z., Fabiánek, P., 2020. Zdravotní stav borových porostů hodnocený metodikou ICP Forests. In: Lorenc F., Liška J. (ed.): Škodliví činitelé v lesích Česka 2019/2020 – Krize zdravotního stavu borovice lesní. Strnady, VÚLHM: 42–47. Zpravodaj ochrany lesa, 23.

Wermelinger, B., 2004. Ecology and management of the spruce bark beetle *Ips typographus* - A review of recent research. *Forest Ecology and Management*. 202, 67–82.

<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2004.07.018>

Wilson, D.C., Morin, R.S., Frelich, L.E., Ek, A.R., 2019. Monitoring disturbance intervals in forests: a case study of increasing forest disturbance in Minnesota. *Annals of Forest Science*. 76, 78. <https://doi.org/10.1007/s13595-019-0858-3>

Wulder, M.A., Dymond, C.C., White, J.C., Leckie, D.G., Carroll, A.L., 2006. Surveying mountain pine beetle damage of forests: A review of remote sensing opportunities. *Forest Ecology and Management*. 221, 27–41. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2005.09.021>

Zabihi, K., Surovy, P., Trubin, A., Singh, V.V., Jakuš, R., 2021. A review of major factors influencing the accuracy of mapping green-attack stage of bark beetle infestations using satellite imagery: Prospects to avoid data redundancy. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*. 24, 100638. <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2021.100638>

## **8 Seznam publikací, které předcházely metodice**

Hýsek, Š., Löwe, R., Turčáni, M., 2021. What Happens to Wood after a Tree Is Attacked by a Bark Beetle? *Forests*. 12, 1163. <https://doi.org/10.3390/f12091163>

**Hlásny, T.**, Krokene, P., Liebhold, A., Montagné-Huck, C., Müller, J., Qin, H., Raffa, K., Schelhaas, M-J., Seidl, R., Svoboda, M., Viiri, H. 2019. Život s kůrovcem: Dopady, výhledy a řešení. Evropský lesnický institut: 51 s. Od vědy ke strategii 8.

**Hlásny, T.**, Merganičová, K., **Modlinger, R.**, Marušák, R., **Löwe, R.**, **Turčáni, M.**, 2021.

Prognóza vývoje kůrovcové kalamity a nová platforma pro šíření informací o lesích v České republice, *Zprávy lesnického výzkumu*. 66, (3): 197-205.

**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. *For. Ecol. Manag.* 490, 119075.

**Hlásny, T.,** Barka, I., Merganičová, K., Křístek, Š., **Modlinger, R., Turčáni, M.,** Marušák, R., 2022. A New Framework for Prognosing Forest Resources Under Intensified Disturbance Impacts: Case of the Czech Republic. Submitted to *Forest Ecology and Management*, under review.

**Jirošová, A.,** Kalinová, B., **Modlinger, R.,** Jakuš, R., Unelius, C.R., Blaženec, M., Schlyter, F. 2022. Anti-attractant activity of (+)-trans -4-thujanol for Eurasian spruce bark beetle *Ips typographus* : Novel potency for females. *Pest Management Science.* 78, (5): 1992-1999.

**Löwe, R., Löwe, M.,** Stachová, J., Čermák, D., **Erber, A., Turčáni, M., 2021.** Analýza názorů odborné veřejnosti pro tvorbu komunikačních strategií a legislativních změn v případě rozsáhlých poškození lesů v České republice, *Zprávy lesnického výzkumu.* 66,(3): 164-175.

**Löwe, R.,** Sedlecký, M., Sikora, A., Prokúpková, A., **Modlinger, R.,** Novotný, K., **Turčáni, M., 2022.** How Bark Beetle Attack Changes the Tensile and Compressive Strength of Spruce Wood (*Picea abies* (L.) H. Karst.). *Forests.* 13, 87. <https://doi.org/10.3390/f13010087>

Stříbrská, B., Hradecký, J., Čepl, J., Tomášková, I., Jakuš, R., **Modlinger, R.,** Netherer, S., **Jirošová, A., 2022.** Forest margins provide favourable microclimatic niches to swarming bark beetles, but Norway spruce trees were not attacked by *Ips typographus* shortly after edge creation in a field experiment. *Forest Ecology and Management.* 506, 119950. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2021.119950>

**Vošvrdová, N.,** Johansson, A., **Turčáni, M.,** Jakuš, R., Tyšer, D., Schlyter, F., **Modlinger, R.** 2022. Dogs trained to recognize spruce bark beetle pheromones locate recently attacked spruces faster than human experts. Submitted to *Forest Ecology and Management*, under review.



## **9 Oponenti**

Ing. Ľudmila Marušáková, PhD., Ústav zemědělské ekonomiky a informací

Ing. Lada Matoušková Prylová, Ústav pro hospodářskou úpravu lesů

Ing. Milan Zerzán, Městské lesy Hradec Králové, a.s.

Ing. Roman Leontovyč, PhD., Národní lesnické centrum Zvolen

## **10 Dedikace**

Metodika byla zpracována v rámci řešení výzkumného projektu NAZV QK1920435 "Zefektivnění komunikace, monitoringu a managementu při řešení kalamitních situací v lesích jako podklad pro optimalizaci rozhodování státní správy". Na inovovaných metodách managementu lýkožrouta smrkového se podílel projekt EXTEMIT-K se svým laboratorním a částečně i personálním potenciálem. Autorské podíly tvůrců metodiky jsou následující: Turčáni 25 %, Löwe 20 %, Modlinger 20 %, Jirošová 10 %, Hlásny 10 %, Vošvrková 10 %, Surový 5 %.