

PRVNÍ VÝSLEDKY Z MONITORINGU POŠKOZENÝCH LESNÍCH POROSTŮ NEDESTRUKTIVNÍ METODOU

FIRST RESULTS FROM MONITORING OF DAMAGED FOREST STANDS USING A NON-DESTRUCTIVE METHOD

PAVEL TÓTH  - MARIE ZAHRADNÍKOVÁ - PETR ZAHRADNÍK

Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., Strnady 136, 252 02 Jíloviště, Czech Republic

 e-mail: Drumi@atlas.cz

ABSTRACT

In this article we present results of a pilot study focused on the relationship between heartrot in spruce stems caused by *Armillaria ostoye* and the invasion of *Ips typographus*. We used an acoustic tomograph taking in the consideration the fact that it has not been employed so far in the Czech Republic for a study like that. Spruce stands not exceeding age of 30 years, which had been weakened by long-term drought period were measured. The fungal mycelium of the pathogen was observed in 6.4% of the trees investigated. More than 60% of trees showed no signs of cambioxylophagous insects attack. A relationship between mycelium intergrowth and occurrence of hollows inside the measured trees was confirmed. Weak relationship between the insects and occurrence of hollows was found in these age-structure spruces.

[For more information see Summary at the end of the article.](#)

Klíčová slova: akustická tomografie; hniloba dřeva; dutiny ve stromech; *Ips typographus*; *Armillaria ostoyae*

Key words: acoustic tomography; wood rot; tree hollows; *Ips typographus*; *Armillaria ostoye*

ÚVOD

Stále modernější zařízení a postupy při měření struktury materiálů (kov, beton) se promítly i do arboristiky a mohou nalézt své uplatnění i v lesním hospodářství. Možnost rychlého zobrazení struktury dřevní hmoty bez minimálního poškození dřeviny, příp. úplné destrukce stromu s poměrně snadnou interpretací díky vizualizaci, je dnes již téměř standardem v organizacích zabývajících se péčí o městskou zeleň nebo u specializovaných společností v komerční arboristice. Tyto metody jsou však použitelné i pro zjišťování vztahů mezi zdravotním stavem stromu (napadení stromu houbovými patogeny a souvisejícími hnilobami) a následnou atraktivitou pro napadání kambioxylofágním hmyzem, zejména lýkožroutem smrkovým (*Ips typographus*).

Při strukturálním měření dřevin můžeme v současnosti zvolit tyto základní metody (PRAUS 2020):

- penetrometrická zařízení (nebozez),
- tomografii (akustická, elektrická impedanční – jednoduše odpor kladený střídavému proudu),
- radar,
- a další (např. rentgen).

Možnost použití těchto metod v lesním hospodářství je omezená technickými parametry. V úvahu připadají pouze dvě výše uvedené metody – penetrometrická a tomografie.

Při penetrometrické metodě využíváme přírůstový nebozez, kterým odebereme vzorek z kmene a následně vyhodnotíme strukturu dřeva, příp. můžeme zjistit dutinu. Zejména u silnějších dimenzí stromů je nutné provést více vývrtů, které nám přesto nedávají přesný obraz stavu poškození houbovými patogeny.

Mnohem vhodnější metodou je tomografie. Použit lze akustické tomografy nebo elektrické impedanční tomografy.

Principem akustické tomografie je měření a vyhodnocování rychlosti zvukových vln šířících se dřevní hmotou (Fakopp Manual 2020). Obecně se při použití tohoto zařízení vychází z principu, že se zvukové vlny šíří rychleji v dřevní hmotě než ve vzduchu (JOHNSTONE et al. 2010). Díky tomu je možné odhalit dutinu v kmenech, ale šíření zvukových vln ovlivňuje také změna struktury dřeva způsobená různým stupněm poškození houbovými patogeny.

V České republice dosud nebyla metoda akustické tomografie použita ve vztahu mezi napadením smrkových porostů václavkou smrkovou

a potencionálním napadáním takto ovlivněných stromů lýkožroutem smrkovým.

Cílem této práce je ověřit schopnost (citlivost) tomografie pro zjištění různého stupně poškození stromů houbovými patogeny a následně zjistit, zda stupeň poškození ovlivňuje napadání smrků lýkožroutem smrkovým. Dodatečnou informací bylo zjištění o určitém zdravotním stavu vzhledem k masivnímu poškození abiotickými činiteli (tzv. suché roky).

MATERIÁL A METODIKA

K tomografickému měření byl použit akustický 3D tomograf Arbor-Sonic 3D společnosti Fakopp Enterprise Bt s dvanácti piezoelektrickými senzory SD 02 (obr. 1, 2).

Měření probíhalo v měsíci červnu, červenci, srpnu a jako oblast měření byly vybrány porosty smrku ztepilého (*Picea abies*) na šesti lokalitách (5 lokalit u Vojenské lesy a statky (VLS) – divize Lipník nad Bečvou, u obce Kozlov a 1 lokalita u Sdružení obcí Ledec (demonstrační objekt Želivka).

Celkem bylo změřeno 125 stromů. Na lokalitách u VLS bylo změřeno celkem 120 stromů a na lokalitě Želivka pak 5 stromů. Stáří stromů bylo v pilotním projektu zvoleno do 30 let. Měření bylo prováděno ve výšce 130 cm, výčetní tloušťka stromů se pohybovala v rozpětí 13–50 cm.



Obr. 1.
Příklad měření stromu napadeného lýkožroutem (foto: P. Tóth)

Fig. 1.
Tree infested by bark beetle: a measurement example (photo: P. Tóth)

Při hlavním hodnocení byla zaznamenávána:

- přítomnost dutiny;
- počínající hniloba;
- následná hniloba;
- viditelné napadení lýkožroutem smrkovým (příp. dalším podkorinným hmyzem).

V doplňujícím hodnocení bylo zaznamenáváno:

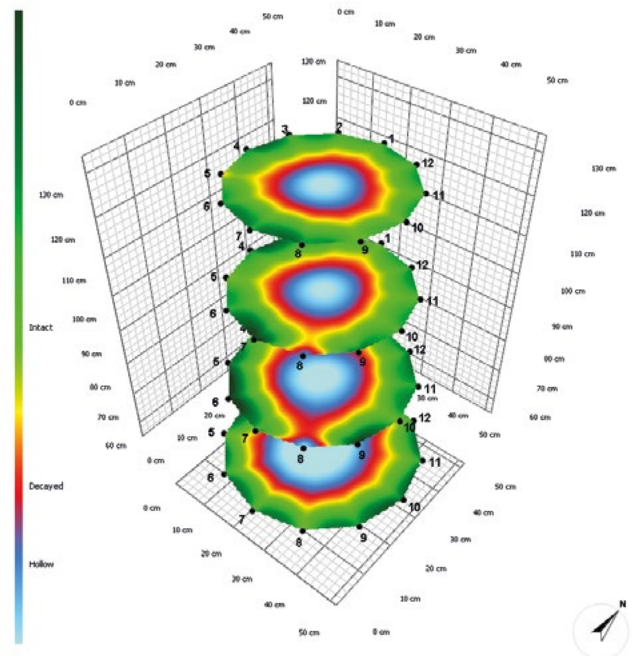
- usychání porostu;
- deformace báze kmene;
- výron pryskyřice.

Nasbíraná data byla zpracována metodou PCA (analýza hlavních komponent) v programu Statistica verze 13.

VÝSLEDKY

U více než 60 % měřených dřevin nebylo zjištěno napadení kambioxylofágním hmyzem, především lýkožroutem smrkovým, a pouze u 6,4 % bylo potvrzeno počínající mycelium houbových patogenů. Přítomnost dutiny byla zaznamenána pouze u 2,4 % měřených dřevin.

Výsledkem statistické analýzy je graf faktorových rovin (obr. 3). Míra poškození biotickými činiteli je tedy charakterizována určitým stupněm počínající hniloby a případnou dutinou. Dodatečné informace



Obr. 2.
Výsledný 3D tomogram označující pokročilou dutinu (modrá barva) způsobenou prorůstáním mycelia v dřevní hmotě na stromě napadeném lýkožroutem

Fig. 2.
3D tomogram meaning developed cavity (blue colour) caused by mycelium growth through the wood material; the tree is infested by *Ips typographus*

o předpokladech napadení houbovými patogeny jsou charakterizovány napadením kambioxylofágním hmyzem a průměrem dřeviny ve výšce 130 cm.

Z obr. 3 je patrné, že existuje vztah mezi přítomností dutin a počínajícím a pokročilým prorůstáním mycelia houbových patogenů. Určitý vztah mezi napadením kambioxylofágním hmyzem a průměrem kmene ve výšce 130 cm je zaznamenán, ale je zatím v této struktuře měřených dřevin silně diskutabilní. Ze zaznamenaných údajů byl po statistickém zpracování zjištěn minimální vztah mezi přítomností dutin (hnilobou) na jedné pozici a napadením kambioxylofágním hmyzem a průměrem stromu ve výšce 130 cm na druhé pozici (obr. 3).

DISKUSE

Václavkou smrkovou je ohrožena přibližně třetina našich smrkových lesů (KULA, ZABECKI 1999b). Obecně se vztahem mezi napadením smrků a jejich atraktivitou zabývali např. CHRISTIANSEN, HUSE (1980) nebo KISIELOWSKI (1978). Vztahy mezi napadením smrků václavkou a jejich atraktivitou pro lýkožrouta smrkového se zabývali MADZIARA-BORUSIEWICZ, STRZELECKA (1977), kteří poukazují na změny volatilních látek u smrků napadených václavkou. Zvyšuje se podíl limonenu, phellandrenu, camphenu a bornyl acetátu, přičemž první dvě látky jsou u zdravých stromů relativně nízké. Naopak u václavkou napadených stromů se výrazně snižuje zastoupení alfa-pinénu, který je u zdravých stromů silně zastoupen a je jednou ze základních složek primárních atraktantů, které slouží k výběru smrků pro nálet lýkožroutů a je to zároveň jeden ze základních stavebních kamenů pro produkci agregačních feromonů. Z toho lze odvodit, že smrků napadené václavkou by měly být pro lýkožrouta smrkového méně atraktivní. Ovšem HOLUŠA et al. (2009) uvádí, že výskyt lýkožrouta smrkového na ležících lapácích je pozitivně korelovan s výskytem václavky. Obsazování paty kmene bylo na dvou sledovaných lokalitách rozdílné, což odvodňuje rychlejší vysychání lýka u smrků napadených václavkou.

Z dosažených výsledků nelze zatím jednoznačně potvrdit, že kambioxylofágní hmyz, zejména lýkožrout smrkový, preferuje při napadení stromy napadené houbovými patogeny, především václavkou smrkovou.

V souboru měřených stromů na lokalitách u obce Kozlov byly zaznamenány jen ojedinělé případy přítomnosti dutin nebo počínajícího mycelia v měřených výškách. Z těchto zjištění můžeme odvodit, že zdravotní stav zbývajících smrkových porostů do třiceti let je dobrý a existuje předpoklad pro další růst. Na lokalitě Ledeč nad Sázavou (Želivka) není možné z malého počtu měřených dřevin uvést jednoznačné závěry i přesto, že u dvou měřených stromů z celkových pěti byla zjištěna přítomnost dutin.

Vztahem mezi zdravotním stavem smrkových porostů a atraktivitou pro kambioxylofágní druhů hmyzu se v našich podmínkách dlouhodobě zabývá KULA, ZABECKI (1998, 1999a, 1999b) a dále HOLUŠA et al. (2009).

KULA, ZABECKI (1998, 1999b) uvádí, že na podúrovňových stromech (tedy slabších dimenzí) bylo z celkového množství 30 druhů kambioxylofágů 25 zjištěno na stromech napadených václavkou smrkovou. Dále uvádí, že u smrků napadených václavkou byla prokázána snížená atraktivita pro lýkožrouta smrkového.

KULA, ZABECKI (1999a) dále uvádí, že na stromech bez napadení václavkou obsazoval lýkožrout smrkový podobnou niku bez ohledu na sociální postavení smrku v porostu. Na stromech napadených václavkou byla nejširší nika na úrovnňových a podúrovnňových smrcích. Při souběžném působení václavky a kořenovníku smrkového (*Heterobasidion parviporum*) se projevila výrazná závislost na sociálním postavení smrku v porostu s preferencí nadúrovnňových a úrovnňových stromů.

ZÁVĚR

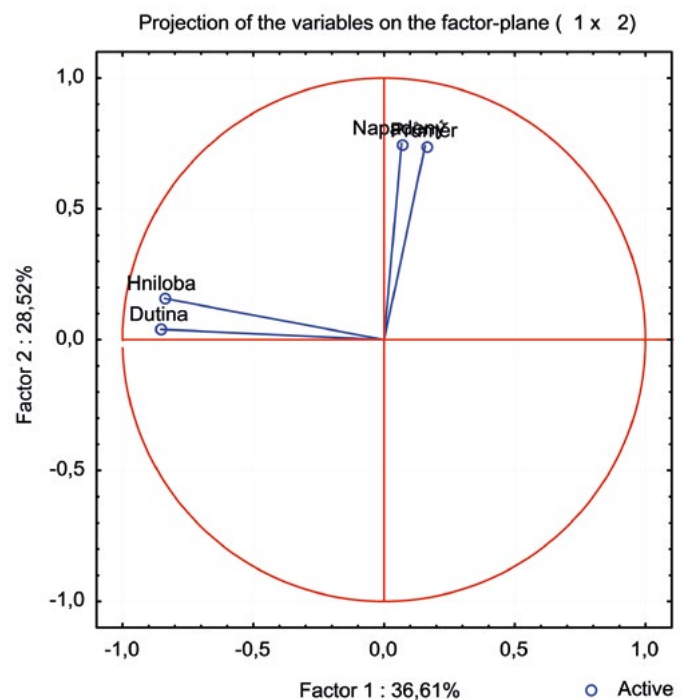
Z dosažených výsledků lze odvodit, že pozitivně zaznamenaných případů počínající hniloby v důsledku napadení václavkou je poměrně málo. Napadení měřených stromů kambioxylofágním hmyzem také nebylo časté; souviselo spíše s věkem sledovaných stromů. Ovšem v současné době jsou v kalamitních oblastech intenzivně napadány i smrkové porosty II. věkové třídy. Všechny tyto faktory ztěžují jednoznačnou interpretaci dosažených výsledků. V této prvotní studii se s tímto závěrem částečně počítalo, je třeba provést více měření ve vyšších věkových třídách.

Poděkování:

Příspěvek vznikl v rámci projektu MZe QK1820091 „Lesnické hospodaření v oblastech postižených dlouhodobým suchem“.

LITERATURA

- Fakopp Manual for the ArborSonic 3D acoustic tomograph- User's manual, 2020. Fakopp Enterprise Bt [on-line] [cit. 2020-10-20] Dostupné na/Available on: <https://www.fakopp.com/en/downloads/>
- HOLUŠA J., KULA E., KOZÁK, D., KNÍŽEK M., ZABECKI W. 2009. Atraktivita smrkových lapáků napadených václavkou *Armillaria* sp. pro kambiofágy. Hradec Králové, Lesy České republiky: 39 s. Edice GS LČR, 03.
- CHRISTIANSEN E., HUSE K. J. 1980. Infestation ability of *Ips typographus* in Norway spruce, in relation to butt rot, tree vitality, and increment. Ås, Norsk institutt for skogforskning: 467-482. Meddelelser fra Norsk Institutt for skogforskning, 35.



Obr. 3.

Graf komponentních vah 1 a 2. Vztah mezi dutinou, hnilobou, průměrem a napadením kambioxylofágním hmyzem

Fig. 3.

Diagram of significant component 1 and 2; relation between cavity, decay, diameter of trunk and infestation of cambioxylophagous insect

- JOHNSTONE D., MOORE G., TAUSZ M., NICOLAS M. 2010. The measurement of wood decay in landscape trees. *Arboriculture & Urban Forestry*, 36 (3): 121–127. DOI: 10.48044/jauf.2010.016
- KISIEŁOWSKI S. 1978. The four-eyed spruce bark beetle (*Polygraphus poligraphus* L.) in montane forest stands attacked by the honey-fungus. *Sylvan*, 122: 25–29.
- KULA E., ZABECKI W. 1998. Synuzie kambioxylofágů podúrovňových smrků stresovaných houbovými patogeny. *Zpravodaj Beskydy*, 11: 155–160.
- KULA E., ZABECKI W. 1999a. Nika kambioxylofágů na smrcích stresovaných kořenovými houbovými patogeny. *Journal of Forest Science*, 45: 348–357.
- KULA E., ZABECKI W. 1999b. Kambioxylofágní fauna smrků stresovaných václavkou a kořenovníkem vrstevnatým. *Journal of Forest Science*, 45: 457–466.
- MADZIARA-BORUSIEWICZ K., STRZELECKA H. 1977. Condition of spruce (*Picea excelsa* L.) infestation by the engraver beetle (*Ips typographus* L.) in mountains of Poland. I. Chemical composition of volatile oils from healthy trees and those infested with the honey fungus [*Armillaria mellea* (Vahl.) Quél.]. *Zeitschrift für angewandte Entomologie*, 83: 409–415.
- PRAUS L. 2020. Přístrojové metody v arboristice [on-line] [cit. 2020-10-20]. Dostupné na/Available on: https://akela.mendelu.cz/~xcepl/inobio/inovace/Pzspb/pristrojove_metody.pdf

Short communication

FIRST RESULTS FROM MONITORING OF DAMAGED FOREST STANDS USING A NON-DESTRUCTIVE METHOD

SUMMARY

The article deals with a use of acoustic tomography that is a gentle and relatively easy method (Fig. 1) for non-invasive determination of heartrot or even hollow inside stems (Fig. 2) of Norway spruce. Data were collected in order to find out whether there is a relationship between such damage and attractiveness of these trees to cambioxylophagous insects. The main aim of this measurement was to verify the different degree of damage of trees by fungal pathogens and determine whether the degree of damage affects the infestation of *Ips typographus*. The method was used for the first time in the Czech Republic. Unlike invasive penetrometry, tomography provides a more precise picture of hidden damage. The measurement was performed using a 3D acoustic tomograph ArborSonic 3D.

Localities significantly influenced by abiotic factors (lack of precipitation) with an age structure of trees up to thirty years were selected. In the measured trees, signs of both fungus and insect infestation such as presence of cavity, incipient rot, subsequent rot, and visible infestation caused by *Ips typographus* were investigated. In total, 125 trees were measured at the two study sites. The measured trees from forest cover were located in sites called Kozlov (Central Moravia) and Želivka (Bohemian-Moravian Highlands). The major part of trees were measured in Central Moravia.

Measurement was conducted at DBH that ranged between 18 and 50 cm. The data were processed using PCA analysis in Statistica version 13.

The survey showed 40% of the spruces infested by cambioxylophagous insects (especially *Ips typographus*). The incipient mycelium of fungal pathogens was confirmed in 6.4% and presence of cavity was recorded only in 2.4% of measured trees.

The only relationship was confirmed between the presence of cavities and advanced ingrowth of mycelia of fungal pathogens (Fig. 3). After statistical processing, the minimal relationship was found between the presence of cavities and infestation of cambioxylophagous insects.

We believe that further research is needed, and the measurement should also focus on the older trees. The certain relationships between the above mentioned factors were previously mentioned by the authors yet, therefore the results are arguable.

Zasláno/Received: 16. 12. 2020

Přijato do tisku/Accepted: 11. 08. 2021