

AKTUÁRSKE MODELOVANIE POISTNÉHO PROTI MORU VČELIEHO PLODU: NÁSTROJ FINANČNEJ ADAPTÁCIE V LESNOM HOSPODÁRSTVE

Michaela KORENÁ HILLAYOVÁ¹ – Klára BÁLIKOVÁ² – Ľubomír KORENÝ³ –
Jakub MEDEK⁴ – Ján HOLÉCY⁵

^{1,3} Katedra prírodného prostredia, T. G. Masaryka 24, Technická univerzita vo Zvolene,
960 01 Zvolen, SR, ¹michaela.hillayova@tuzvo.sk, ³lkoreny@tuzvo.sk,

^{2,4,5} Katedra lesníckej ekonomiky a politiky, T. G. Masaryka 24, Technická univerzita vo Zvolene,
960 01 Zvolen, SR, ²klara.balikova@tuzvo.sk, ⁴xmedek@tuzvo.sk, ⁵jan.holecy@tuzvo.sk

KORENÁ HILLAYOVÁ M., BÁLIKOVÁ K., KORENÝ Ľ., MEDEK J., HOLÉCY J.: Actuarial modelling of insurance premium against American foulbrood: A tool for financial adaptation in forest management. Acta Facultatis Forestalis Zvolen.

ABSTRAKT

This article presents a mathematical model proposed to analyse and mitigate the risk of American foulbrood (AFB) occurrence in Slovakia within the context of ongoing bioclimatic changes. As managed honey-bees are critical pollinators for forest health, natural regeneration, and biodiversity, the financial stability of beekeeping is an essential aspect of forest ecosystem sustainability. Our approach is based on a statistical analysis of the disease occurrence risk over an extended historical period, applying the theory of extreme values to identify and model the most severe outbreaks. These findings highlight the need for new risk management strategies in beekeeping, which falls under the scope of applied zoology and forest economics. As a tool for mastering this environmental hazard, we introduce a non-life insurance model. This model provides a gross insurance premium, which consists of a net premium and a risk surcharge. The surcharge is determined by the Gumbel probability distribution, derived from our statistical analysis. The application of this model provides a mathematical framework for the efficient operation of the Slovak Beekeepers' Association's Mutual Aid Fund. This approach would allow the association to manage the hazard of this detrimental biotic element more cost-effectively, thereby supporting the long-term sustainability of pollination services critical to forest management in a changing climate.

Key words: bioclimatic changes, forest ecosystem, risk management, non-life insurance, *Paenibacillus larvae*

1. ÚVOD

Udržateľné lesné hospodárstvo a stabilita lesných ekosystémov sú bytostne závislé od zdravia a diverzity sprievodných biologických spoločenstiev, predovšetkým od opeľovacej služby. Včely medonosné, kľúčové v oblasti aplikovanej zoológie a lesníckej ekológie, hrajú nezastupiteľnú úlohu pri reprodukcii mnohých lesných drevín, čím priamo ovplyvňujú prirodzenú obnovu a biodiverzitu lesa (GIANNINI ET AL., 2017; ELLIS A MUNN, 2005).

Táto kľúčová ekosystémová služba je v súčasnosti vážne ohrozená komplexom faktorov, najmä nevyhlásiteľným ochorením, morom včelieho plodu (*Paenibacillus larvae*, AFB). K šíreniu a závažnosti tohto ochorenia prispievajú bioklimatické zmeny, ktoré menia dynamiku patogénov a oslabujú včelie spoločenstvá (GIANNINI ET AL., 2017; MAAROUF A MUNN, 2005). Pre ekonomiku lesného hospodárstva predstavuje pokles populácie včiel nielen ekologické riziko, ale aj skrytú finančnú stratu, ktorá oslabuje stabilitu celého sektora (ELLIS A MUNN, 2005).

Hoci existujú veterinárne a manažérske opatrenia (MEZHER ET AL., 2021; LOCKE ET AL., 2019), finančné zvládanie rizika spojeného s AFB je na Slovensku a vo väčšine regiónov nedostatočné. Neexistuje komplexný systém poistenia, ktorý by mohol stabilizovať včelárstvo ako ekonomickú aktivitu spojenú s lesným prostredím (ILLINGWORTH, 1941).

Náš výskum sa zameriava na vyplnenie medzery v súčasnom výskume, ktorou je chýbajúca systematická štatistická analýza výskytu ochorenia AFB vo vzťahu k ekonomickému riadeniu rizika v lesníckom sektore. Bez presnej kvantifikácie rizika nie je možné navrhnuť spoľahlivý matematický model poistenia. V reakcii na tento problém navrhujeme nový matematický model poistenia včelstiev, ktorý kombinuje princípy neživotného poistenia (CIPRA, 1994; PACÁKOVÁ, 2004) s pokročilou teóriou extrémnych hodnôt (REISS A THOMAS, 1997; KOTZ A NADARAJAH, 2000; CASTILLO, 2012). Tento prístup nám umožňuje spoľahlivo modelovať a kvantifikovať riziko extrémnych strát, ktoré je obzvlášť dôležité v meniacom sa podnebí a má priamy dopad na trvalú udržateľnosť lesníckej produkcie.

Cieľom tohto príspevku je poskytnúť návrh matematického modelu poistenia ako nástroja lesníckej ekonomiky a riadenia rizík pre Svojpomocný fond Slovenského zväzu včelárov. Veríme, že aplikácia tohto modelu pomôže efektívne sa prispôbiť narastajúcemu riziku moru včelieho plodu a zabezpečiť udržateľnosť opeľovacích služieb, ktoré sú kritické pre odolnosť lesných ekosystémov.

2. MATERIÁL A METÓDY

Naša štúdia navrhuje matematický model neživotného poistenia s cieľom zmierniť riziká spojené s výskytom moru včelieho plodu (*Paenibacillus larvae*, sp.) v kontexte prebiehajúcich bioklimatických zmien na Slovensku. Naša metodológia spája

štatistickú analýzu historických dát s matematickým modelovaním a je rozdelená na niekoľko krokov.

V prvej fáze sme analyzovali finančnú hodnotu včelárskeho projektu. Pre modelový projekt s 240 včelstvami sme vypočítali ročné cash-flow a ukazovateľa čistou súčasnú hodnotu $\check{C}SH(i)$ pri alternatívnych nákladoch kapitálovej investície (i). Získaná hodnota $\check{C}SH(i)$ nám umožnila stanoviť zraniteľnú kapitálovú hodnotu jedného včelstva ($K(1)$). Táto hodnota slúži ako základ pre výpočet poistného plnenia. Vzorec pre výpočet zraniteľnej hodnoty je:

$$RE\check{C}SH(i) = \check{C}SH(i) \cdot \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \quad (1)$$

$$K(1) = RE\check{C}SH(i) \cdot v\check{c}elstvo^{-1} = \frac{RE\check{C}SH(i)}{\text{počet včelstiev}} \quad (2)$$

Kde $RE\check{C}SH(i)$ je ukazovateľ ročný ekvivalent čistej súčasnej hodnoty a ($K(1)$) ukazovateľ zraniteľnej hodnoty jedného včelstva pri uvažovanej najnižšej výnosovej na súkromnom kapitálovom trhu (i).

Následne sme sa zamerali na kvantifikáciu rizika. Riziko je definované ako známa pravdepodobnosť výskytu infekcie v populácii registrovaných včelstiev. Túto pravdepodobnosť (f) sme vypočítali na základe údajov o počte pozorovaných a infikovaných včelstiev v piatich okresoch Liptova v rokoch 2019-2020. Zistili sme, že relatívna početnosť infikovaných včelstiev je (f) $\approx 0,0056$. Na základe tejto hodnoty sme následne vypočítali parameter (p) exponenciálneho rozdelenia pravdepodobnosti $Exp(p)$. Toto rozdelenie nám slúži na modelovanie mortality včelstiev v čase (t) pomocou jeho distribučnej funkcie $F(t) = 1 - e^{-pt}$ a funkcie pravdepodobnosti ich prežitia $S(t) = e^{-pt}$.

Kľúčovým prvkom nášho prístupu je primárny matematický model poistenia. Model vypočítava brutto poistný poplatok $BP(m)_{1-\alpha}$ za jedno včelstvo, ktorý sa skladá z netto poistného poplatku (NP) a rizikovej prirážky $RP(m)_{1-\alpha}$. Vzorce sú nasledujúce:

$$BP(m)_{1-\alpha} = NP + RP(m)_{1-\alpha} \quad (3)$$

$$NP = F(1) \cdot K(1) \quad (4)$$

$$RP(m)_{1-\alpha} = E(m)_{1-\alpha} \cdot K(1) \quad (5)$$

Veličina $E(m)_{1-\alpha}$ informuje o pravostrannom odhade strednej chyby poistenia pri $E(m)$ rozsahu poistného kmeňa (m) včelstiev.

Riziková prirážka $RP(m)_{1-\alpha}$ pokrýva riziko poisťovateľa a závisí od veľkosti poistného kmeňa (m). Je modelovaná s použitím kvantilu distribučnej funkcie rozdelenia $\chi^2_{(2m), 1-\alpha}$ pri hodnote (α).

Sekundárny model je doplnkom k primárnemu modelu a je určený na krytie rizika výskytu možných extrémnych škôd. Za extrémny sa považujú všetky škody nad rámec hornej hranice $E(m)_{1-\alpha}$ a pre opis rizika ich výskytu sme použili Gumbelove rozdelenie pravdepodobnosti $G(a_n; b_n)$ s jeho parametrami (a_n) = $\ln(np)$ a (b_n) = e^{-am} a s jeho aritmetickým priemerom (p_e) a rozptylom (V_e):

$$p_e = e^{a_n + 0,577215665} \quad (6)$$

$$V_e = e^{\frac{\pi^2}{6}} \quad (7)$$

Veličina (n) označuje uvažovaný čas návratu extrémnej udalosti v rokoch ($n = 20$) a číslo v exponente vzorca (6) je Eulerova–Mascheroniho konštanta. Príplatok na poistenie proti výskytu extrémnych škôd je potom rovný súčinu strednej hodnoty Gumbelovho rozdelenia pravdepodobnosti výskytu extrémov (p_e) a zraniteľnej hodnoty včelstva $K(1)$. Celkové brutto poistné ročné poplatky za 1 včelstvo $CBP(m)_{1-\alpha}$ sú potom rovné sumám:

$$CBP(m)_{1-\alpha} = BP(m)_{1-\alpha} + EXT(m)_{1-\alpha} \quad (8)$$

$$EXT(m)_{1-\alpha} = p_e(m)_{1-\alpha} \cdot K(1) \quad (9)$$

3. VÝSLEDKY A DISKUSIA

Hlavným prínosom tejto práce je návrh a predbežné odskúšanie matematického modelu poistenia pre včelárske projekty proti riziku moru včelieho plodu (AFB). Z hľadiska lesníckej ekonomie predstavuje tento model unikátny nástroj na kvantifikáciu finančného rizika spojeného s kľúčovou ekosystémovou službou, ktorou je opelenie lesných drevín a krov (GIANNINI ET AL., 2017). Globálne sa odhaduje, že viac ako polovica svetového HDP je stredne alebo vysoko závislá od prírody a jej služieb (ALLIANZ/SWISS RE, 2023), čo priamo zdôrazňuje ekonomickú materialitu rizika opelenia.

Na základe našich výpočtov, pri zraniteľnej hodnote včelstva 56 EUR a ročnej pravdepodobnosti infekcie 0,0056, sme získali predbežné výsledky modelu poistenia, sumarizované v Tabuľke 1. Tieto zistenia demonštrujú základný princíp neživotného poistenia, kde sa brutto poistný poplatok ($BP(m)$) znižuje so zväčšujúcim sa počtom poistených včelstiev (m). Tento efekt úspory z rozsahu je kritický pre implementáciu efektívneho Svojpomocného fondu, pretože znižuje rizikovú prirážku $RP(m)_{1-\alpha}$. Z Tabuľky 1 vyplýva, že pri menšom počte poistených včelstiev je riziková prirážka výrazne vyššia, čo spôsobuje aj vyšší brutto poistný poplatok. So zvyšujúcim sa počtom poistených včelstiev sa riziková prirážka znižuje, čo robí poistenie dostupnejším a cenovo výhodnejším.

Tab. 1 Predbežné výsledky modelu poistenia ($1 - \alpha = 0,95$)**Tab. 1** Preliminary results of the insurance model ($1 - \alpha = 0.95$)

Rozsah poistného kmeňa	Zraniteľná hodnota včelstva	Pravdepodobnosť infekcie morom za 1 rok	Netto poistné poplatky	Riziková prirážka	Brutto poistné poplatky	Riziková prirážka za výskyt extrémov	Celkové brutto poistné poplatky
(m)	$K(1)$ [EUR]	$F(1)$	$NP(1)$ [EUR]	$RP_m(1)_{1-\alpha}$ [EUR]	$BP_m(1)_{1-\alpha}$ [EUR]	$EXT_m(1)_{1-\alpha}$ [EUR]	$CBP_m(1)_{1-\alpha}$ [EUR]
10	56	0,0056	0,3136	0,1782	0,4918	0,8729	1,3647
100	56	0,0056	0,3136	0,0531	0,3668	0,6516	1,0184
1 000	56	0,0056	0,3136	0,0164	0,3301	0,5866	0,9166
10 000	56	0,0056	0,3136	0,0052	0,3188	0,5666	0,8854
100 000	56	0,0056	0,3136	0,0016	0,3153	0,5603	0,8756
1 000 000	56	0,0056	0,3136	0,0005	0,3142	0,5583	0,8725
10 000 000	56	0,0056	0,3136	0,0002	0,3138	0,5577	0,8715

Zatiaľ čo rozsiahly výskum AFB sa zameriava na veterinárne a manažérske aspekty (LOCKE ET AL., 2019; MEZHER ET AL., 2021), naša práca vyplňa medzeru v oblasti ekonomického riadenia rizík, ktorú v historickom kontexte adresoval len Illingworth (ILLINGWORTH, 1941). Modelovanie finančného rizika AFB je obzvlášť dôležité vo svetle bioklimatických zmien. CHEN ET AL. (2021) zdôrazňujú rastúcu potrebu matematických modelov, ktoré integrujú vplyv chorôb, parazitov a klimatických faktorov na dynamiku populácií včiel.

Náš model reaguje na tento trend tým, že využíva Teóriu extrémnych hodnôt (Extreme Value Theory), konkrétne Gumbelovo rozdelenie, na modelovanie extrémnych strát. Tento prístup je porovnateľný s trendmi v širšom poisťovníctve, kde sa extrémne rozdelenia používajú na oceňovanie katastrofického poistenia (EMBRECHTS ET AL., 2013). Navyše, v oblasti lesníctva už existujú aktuaristické modely lesného poistenia zamerané na viacnásobné prírodné riziká (BRUNETTE ET AL., 2015), ale aplikácia týchto modelov na riziko poškodenia kľúčovej ekosystémovej služby (opeľovanie) je originálnym prínosom. Týmto prístupom kvantifikujeme aj riziko katastrofických udalostí, ktoré sú v meniacom sa klimaxe pre lesné hospodárstvo deštruktívnejšie.

Výsledná riziková prirážka za extrémne udalosti $EXT(m)_{1-\alpha}$ je pomerne vysoká (napr. 0.5603 EUR pri $m = 100\,000$), čo potvrdzuje dôležitosť systematickej finančnej rezervy v Svojpomocnom fonde.

V kontexte ekonómie lesného hospodárstva, poskytuje tento finančný nástroj možnosť adaptácie na rastúce environmentálne riziká, ktoré priamo ovplyvňujú stabilitu lesných ekosystémov a ich biodiverzitu (ELLIS A MUNN, 2005). Navrhovaný model

tak prispieva k trvalej udržateľnosti včelárstva a k stabilite lesníckeho sektora ako celku, čím prekračuje tradičné veterinárne prístupy. V súčasnosti na Slovensku neexistuje podobný komerčný produkt, ktorý by pokrýval toto špecifické riziko. Aplikáciou týchto matematických nástrojov získava Slovenský zväz včelárov silnú podporu pre efektívne a transparentné riadenie svojho Svojpomocného fondu, čo v konečnom dôsledku posilňuje nielen finančnú, ale aj celkovú stabilitu včelárstva na Slovensku.

4. ZÁVER

Táto štúdia úspešne predstavuje inovatívny matematický model neživotného poistenia, navrhnutý pre efektívne zvládanie rizika výskytu moru včelieho plodu v podmienkach prebiehajúcich bioklimatických zmien na Slovensku. Kvantifikácia tohto rizika prebiehala prostredníctvom štatistickej analýzy a modelovania extrémnych udalostí s využitím Gumbelovho rozdelenia pravdepodobnosti, čo výrazne zvyšuje spoľahlivosť a finančnú udržateľnosť navrhovaného poistného mechanizmu.

Model demonštruje významné znížovanie brutto poistných poplatkov so zvyšujúcim sa počtom poistených včelstiev. Tým preukazuje výhody úspor z rozsahu a navrhuje dostupnejšie poistenie pre včelárov.

Implementácia navrhnutého matematického modelu pre Svojpomocný fond Slovenského zväzu včelárov by zabezpečila robustnú finančnú adaptáciu. Zároveň by slúžil ako dôležitý nástroj v oblasti aplikovanej zoológie a ekonomického riadenia lesného hospodárstva. Poskytuje efektívny mechanizmus na udržanie finančnej stability včelárstva, čím priamo prispieva k udržateľnosti kľúčových opeľovacích služieb a k stabilite lesných ekosystémov, ktorých zdravie je v meniacom sa prostredí závislé od zdravia včelstiev.

PodĎakovanie

Autori ďakujú programu EÚ NextGenerationEU prostredníctvom Plánu obnovy a odolnosti pre Slovensko v rámci projektu č. 09I03-03-V04-00380 (<https://enviherb.tuzvo.sk/>), a Vedeckej agentúre Ministerstva školstva, výskumu, vývoja a mládeže SR a Slovenskej akadémie vied (VEGA) v rámci projektov VEGA 1/0562/24 a VEGA 1/0443/23. Príspevok bol prezentovaný na konferencii Bioklimatologie a její poznatky, 60. let Československé bioklimatologie, ktorá sa konala 9. – 10. 9. 2025 na Mendelovy univerzity v Brně.

5. LITERATÚRA

ALLIANZ. 2023. The new risk frontier in finance: biodiversity loss. Allianz Research. [online] Dostupné na: https://www.allianz.com/content/dam/onemarketing/azcom/Allianz_com/economic-research/publications/specials/en/2023/february/2023-02-28-Biodiversity.pdf [Dátum citovania: 2024-10-28].

- BASSI, S., CARPANA, E., BERGOMI, P., & GALLETTI, G. 2018. Detection and quantification of *Paenibacillus* larvae spores in samples of bees, honey and hive debris as a tool for American foulbrood risk assessment. *Bulletin of Insectology*, 71(2), 235-241. Online: <https://archive.bulletinofinsectology.org/pdfarticles/vol71-2018-235-241bassi.pdf>
- BRUNETTE M., ELIE O., GABARDA J. F., SAUVÉ S., GORDILLO G., LÉON F. 2015. An actuarial model of forest insurance against multiple natural hazards in fir (*Abies Alba* Mill.) stands in Slovakia. *Forest Policy and Economics*, 52, 1-8. DOI: 10.1016/j.forpol.2014.11.006
- CASTILLO, E. 2012. *Extreme value theory in engineering*. Elsevier, 389 p.
- CIPRA, T. 1994. *Poistná matematika v praxi*. Praha, Nakladatelství HZ, 273 s.
- ELLIS, J. D., & MUNN, P. A. 2005. The worldwide health status of honey bees. *Bee world*, 86(4), 88-101. <https://doi.org/10.1080/0005772X.2005.11417323>
- EMBRECHTS, P., KLÜPPELBERG, C., & MIKOSCH, T. 2013. *Modelling extremal events: for insurance and finance* (Vol. 33). Springer Science & Business Media. 645 p.
- GIANNINI, T. C., MAIA-SILVA, C., ACOSTA, A. L., JAFFE, R., CARVALHO, A. T., MARTINS, C. F., ... & IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. (2017). Protecting a managed bee pollinator against climate change: strategies for an area with extreme climatic conditions and socioeconomic vulnerability. *Apidologie*, 48(6), 784-794. <https://doi.org/10.1007/s13592-017-0523-5>
- CHEN J., DEGRANDI-HOFFMAN G., RATTI V., KANG Y. 2021. Review on mathematical modeling of honeybee population dynamics. *Mathematical Biosciences and Engineering*, 18(6), 9606-9650. DOI: 10.3934/mbe.2021471
- ILLINGWORTH, L. 1941. Four Years of Foul Brood Insurance. *Bee World*, 22(7), 50-52.
- KOTZ, S., & NADARAJAH, S. 2000. *Extreme value distributions: theory and applications*. world scientific, 187 p.
- LOCKE, B., LOW, M., & FORSGREN, E. 2019. An integrated management strategy to prevent outbreaks and eliminate infection pressure of American foulbrood disease in a commercial beekeeping operation. *Preventive veterinary medicine*, 167, 48-52. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2019.03.023>
- MAAROUF, A. R., & MUNN, R. E. (2005). Bioclimatology. In *Encyclopedia of world climatology* (pp. 158-165). Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/1-4020-3266-8_29
- MEZHER, Z., BUBNIC, J., CONDOLEO, R., JANNONI-SEBASTIANINI, F., LETO, A., PROSCIA, F., & FORMATO, G. 2021. Conducting an international, exploratory survey to collect data on honey bee disease management and control. *Applied Sciences*, 11(16), 7311. <https://doi.org/10.3390/app11167311>
- PACÁKOVÁ, V. *Aplikovaná poistná štatistika. 3. prepracované a doplnené vydanie*. Bratislava: IURA EDITION, 2004. ISBN 80- 8078-004-8.
- REISS, R. D., THOMAS, M. 1997. *Statistical analysis of extreme values* (Vol. 2). Basel: Birkhäuser, 511 p. https://doi.org/10.1007/978-3-0348-6336-0_4
- SLOVENSKÝ ZVÄZ VČELÁROV. 2020. *Štatút Svojpomocného fondu Slovenského zväzu včelárov*, 6 s.

SÚHRN V SLOVENSKOM JAZYKU

AKTUÁRSKE MODELOVANIE POISTNÉHO PROTI MORU VČELIEHO PLODU: NÁSTROJ FINANČNEJ ADAPTÁCIE V LESNOM HOSPODÁRSTVE

Táto štúdia predstavuje inovatívny matematický model neživotného poistenia, ktorý je špeciálne navrhnutý na zvládanie rizika výskytu moru včelieho plodu (*Paenibacillus larvae*) v podmienkach prebiehajúcich bioklimatických zmien na Slovensku. Ako kľúčový opeľovač lesných stromov a krov, je finančná stabilita včelárstva kľúčová pre zachovanie biodiverzity a zdravia lesných ekosystémov. Našou hlavnou prácou je kvantifikácia tohto rizika prostredníctvom štatistickej analýzy a modelovania extrémnych udalostí pomocou Gumbelovho rozdelenia pravdepodobnosti, čím sa zvyšuje spoľahlivosť a finančná udržateľnosť poistného modelu.

Model demonštruje, ako sa brutto poistné poplatky znižujú so zvyšujúcim sa počtom poistených včelstiev, čo naznačuje výhody úspor z rozsahu a robí poistenie dostupnejším pre včelárov. Implementácia navrhovaného modelu by poskytla robustnú matematickú podporu pre Svojpomocný fond Slovenského zväzu včelárov, čo by umožnilo efektívnejšie riadenie fondu a cenovo výhodnejšie zvládanie rizika. Naša práca slúži ako dôležitý nástroj aplikovanej zoológie a ekonomického riadenia lesného hospodárstva pre adaptáciu včelárstva na prebiehajúce bioklimatické zmeny, čím prispieva k udržateľnosti tohto kriticky dôležitého odvetvia a celého lesnícko-environmentálneho sektora.

Adresa autorov:

Ing. Michaela Korená Hillayová, PhD.

Katedra prírodného prostredia
Lesnícka fakulta
Technická univerzita vo Zvolene
T. G. Masaryka 24
960 53 Zvolen
Slovensko
e-mail: michaela.hillayova@tuzvo.sk

Ing. Klára Báliková, PhD.

Katedra lesníckej ekonomiky a politiky
Lesnícka fakulta
Technická univerzita vo Zvolene
T. G. Masaryka 24
960 53 Zvolen
Slovensko
e-mail: klara.balikova@tuzvo.sk

Ing. Ľubomír Korený

Katedra prírodného prostredia
Lesnícka fakulta
Technická univerzita vo Zvolene
T. G. Masaryka 24
960 53 Zvolen
Slovensko
e-mail: xkoreny@tuzvo.sk

Ing. Jakub Medek
Katedra lesníckej ekonomiky a politiky
Lesnícka fakulta
Technická univerzita vo Zvolene
T. G. Masaryka 24
960 53 Zvolen
Slovensko
e-mail: xmedek@tuzvo.sk

prof. Ing. Ján Holécy, CSc.
Katedra lesníckej ekonomiky a politiky
Lesnícka fakulta
Technická univerzita vo Zvolene
T. G. Masaryka 24
960 53 Zvolen
Slovensko
e-mail: jan.holecy@tuzvo.sk