

ŠKODY OHRYZEM A LOUPÁNÍM VE SMRKOVÝCH POROSTECH: POTVRZENÍ POSUNU DO MLADŠÍCH POROSTŮ

BARK STRIPPING DAMAGE IN NORWAY SPRUCE STANDS: CONFIRMATION OF SHIFT TO YOUNGER STANDS

JAN CUKOR^{1,2)} ✉ - ZDENĚK VACEK²⁾ - PAVEL BRABEC²⁾ - STANISLAV VEČEŘA¹⁾ - RICHARD ŠEVČÍK¹⁾ - STANISLAV VACEK²⁾ - KATEŘINA BRYNCHOVÁ¹⁾ - VLASTIMIL SKOTÁK¹⁾ - FRANTIŠEK HAVRÁNEK¹⁾

¹⁾Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., Strnady 136, 252 02 Jíloviště, Czech Republic

²⁾Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská, Kamýcká 129, 165 21 Praha 6 - Suchbát, Czech Republic

✉ e-mail: cukor@vulhm.cz

ORCID: J. Cukor 0000-0002-0003-3174

Z. Vacek 0000-0002-7269-4174

R. Ševčík 0000-0003-2610-0424

S. Vacek 0000-0002-5234-1881

K. Brynychová 000-0001-7307-7998

V. Skoták 0000-0002-6342-4623

ABSTRACT

The increase in wild ungulate population density harms the dynamics of forest ecosystems. Therefore, this study aimed to evaluate the initial degree of damage, as a key factor in the secondary spread of fungal pathogens, and other parameters as a result of bark stripping caused by red deer (*Cervus elaphus* L.). The research focused on young Norway spruce (*Picea abies* [L.] Karst.) stands (7–26 years) in a total of 20 permanent research plots at four locations in the Klášterec nad Ohří and Rumburk Forest Service, each with an area of 100 m² (10 m × 10 m). From the assessment of 783 spruce individuals, it follows that damage by bark stripping in particular stands amounted to 23.4–58.3%. Average circumferential damage ranged between 20.2–32.1% with a trunk wound length of 38.5–77.0 cm. Overall, a significant ($p < 0.05$) difference in dendrometric parameters (DBH and tree height) was found between undamaged “healthy” trees, and individuals with new and old damage in terms of attractiveness to game. The average DBH of undamaged trees varies between 2.0 and 3.7 cm, which is the size that wildlife prefers for initial damage. The lowest dimension of newly damaged trees starts from a DBH of 1.5 cm, and trees with a DBH > approx. 9 cm were no longer searched for wildlife. Effective hunting management and regulation of the abundance of ungulates to ecologically acceptable levels are the key to the protection of forest stands.

For more information see Summary at the end of the article.

Klíčová slova: myslivecké hospodaření; stabilita porostů; populační dynamika; jelen evropský

Key words: hunting management; stand stability; population dynamics; red deer

ÚVOD

V posledních desetiletích dochází v Evropě k postupnému nárůstu početnosti volně žijících kopytníků, a to nejenom na území České republiky (viz: <https://www.uhul.cz/mapy-a-data/myslivecka-evidence-za-cr/>), ale i v dalších státech, včetně západní části Evropy (VALENTE et al. 2020; CARPIO et al. 2021). Výrazný nárůst populace byl zaznamenán nikoliv pouze u původních druhů kopytníků, jako je prase divoké (*Sus scrofa* L.) či jelen evropský (*Cervus elaphus* L.).

Nárůst početnosti vykazují také introdukované druhy, mezi které lze na území České republiky (ČR) řadit především jelena sika (*Cervus nippon Temminck*) či daňka skvrnitého (*Dama dama* L.), případně muflona (*Ovis aries musimon* Pallas), viz MASSEI et al. (2015), BIJL, CSÁNYI (2022) či BRABEC et al. (2024). Zvyšování početních stavů se odráží především na údajích o výši lovu těchto druhů zvěře, zatímco sčítané stavy mají spíše stagnující tendenci. Zejména z tohoto důvodu je výše lovu udávána jako nejprůkaznější údaj myslivecké evidence (KAHLERT et al. 2015). Zmíněný populační nárůst je způsoben řadou

faktorů. V první řadě je nutné zdůraznit specifickou střeoevropskou loveckou filozofii. Relevantní jsou dále změny krajiny poskytující dostatek energeticky bohaté potravy v průběhu značné části roku. Zároveň nelze opomenout absenci velkých šelem či probíhající klimatickou změnu vyznačující se mírnými zimami bez dlouhotrvající sněhové pokrývky (BRABEC et al. 2024).

Narůstající početnost volně žijících kopytníků je velmi úzce spjata s negativními dopady na lesní porosty (VACEK 2017; PETERSSON et al. 2019; CARPIO et al. 2021) a zemědělské plodiny (MARADA et al. 2019, 2023; VALENTE et al. 2020). V důsledku rostoucího vlivu jelenovitých tak dochází ke snižování druhové bohatosti lesních ekosystémů, a to zejména eliminací málo zastoupených a pro zvěř atraktivních lesních dřevin (THULIN et al. 2015; BALTZINGER et al. 2016; FATTEBERT et al. 2017). Především intenzivní okus umělé a přirozené obnovy lesa, keřů a bylin zásadně mění strukturu a složení vegetace a zpomaluje růst a vývoj lesních porostů (GERHARDT et al. 2013; VACEK et al. 2014, 2015).

Z pohledu stability lesních porostů jsou však mnohem problematictější škody ohryzem a loupáním, které v našich podmínkách působí především jelen evropský a jelen sika, případně muflon (NAGAIKE 2020; VACEK et al. 2020; ČUKOR et al. 2022; BRABEC et al. 2024). Snižování mechanické stability poškozených porostů se nejvíce projevuje na smrku ztepilém (*Picea abies* [L.] Karst.) v souvislosti se sekundárním šířením houbových patogenů (ČUKOR et al. 2019a, 2019b; VACEK et al. 2020). Další důsledky poškození zahrnují snížení radiálního přírůstu loupáných či ohryzaných stromů a vyšší citlivost poškozených jedinců na klimatické extrémy, zejména během opakujících se suchých period a vysokých teplot, které jsou stále častější v důsledku probíhající klimatické změny. Smrk ztepilý je pak jako jeden z nejcitlivějších druhů vůči těmto sekundárním projevům poškození obzvláště náchylný (VOSPERNIK 2006; VACEK et al. 2023).

Kromě snižování odolnosti stromů vůči biotickým a abiotickým faktorům způsobují škody zvěří také značné ekonomické ztráty (ČUKOR et al. 2019a; CANDAELE et al. 2021). Například v jižní Belgii jsou škody ohryzem a loupáním odhadovány na přibližně 53 EUR.ha.rok⁻¹, přičemž dochází ke snížení celkové produkce dřevní hmoty až o 19 % (LIGOT et al. 2023). V České republice vykazovaly v Krušných horách smrky silně poškozené ohryzem a loupáním jelenem evropským dokonce o 50 % nižší objem kmene, přičemž na Plzeňsku u škod způsobených jelenem sika byla ztráta na produkci celkem 71 % při porovnání se zdravými porosty (VACEK et al. 2020). Poškození je zde spojeno se značnými ekonomickými ztrátami. Loupání a ohryz jsou v případě poškození smrku ztepilého zpravidla spojeny s následnou hnilobou, zejména s rozvojem pevníku krvavějšího (*Stereum sanguinolentum* [Alb. & Schwein.]) a kořenovníku vrstevnatého (*Heterobasidion annosum* [Fr. Bref.]), čímž je poškozena nejcennější bazální část kmene (ČERMÁK et al. 2004a; ČUKOR et al. 2019a; VACEK et al. 2020). Dle ČERMÁKA et al. (2004a) je nevyšší finanční ztráta způsobená znehodnocením dřeva ohryzem a loupáním a následnou hnilobou v 5. věkové třídě ve výši cca 2560 EUR.ha⁻¹.

Sekundární následky loupání a ohryzu jsou úzce spjata s dobou, kdy byly porosty poprvé poškozeny. Tento výzkum se proto zaměřuje na hodnocení míry poškození mladých smrkových porostů v důsledku loupání a ohryzu ve čtyřech zájmových lokalitách v Krušných a Lužických horách. Hlavním cílem je vyhodnotit rozsah poškození a další klíčové parametry s ohledem na růstovou fázi těchto smrkových porostů.

MATERIÁL A METODIKA

Zájmové území

Poškození mladých nesmíšených smrkových porostů (7–26 let) bylo hodnoceno ve dvou samostatných lokalitách v Sudetské soustavě (vždy ve dvou navazujících honitbách). První, širší hodnocená oblast se nacházela v Lužických horách, konkrétně v okolí České Kamenice (5 ploch; 50.8341625 N, 14.3844367 E) a obce Chřibská (5 ploch; 50.8274403 N, 14.5039131 E). Hodnocené porosty organizačně spadají pod LS Rumburk (LČR, s. p.). Nadmořská výška zkoumaných porostů se pohybovala v rozmezí 450–600 m n. m. Průměrná roční teplota je zde 8,1 °C a roční úhrn srážek dosahuje 770 mm (2000–2023). Druhá studovaná oblast se nacházela v Krušných horách pod správou LS Klášterec nad Ohří (LČR, s. p.). Konkrétně se výzkumné plochy nacházely v okolí obce Kalek v nadmořské výšce 750–800 m n. m. (5 ploch; 50.5841400 N, 13.3640814 E) a dále v okolí Vejprtu (5 ploch; 50.4538197 N, 13.0382681 E), kde byly trvalé výzkumné plochy umístěny až do nadmořské výšky přibližně 850 m. Průměrná roční teplota se zde pohybuje okolo 6,6 °C, roční úhrn srážek je v průměru 760 mm (2000–2023).

V oblastech LS Rumburk i LS Klášterec nad Ohří se z druhů spárkaté zvěře vyskytuje především jelen evropský, srnec obecný (*Capreolus capreolus* L.) a prase divoké. Další druhy jelenovitých jsou zde spíše výjimečné, muflon se zde nevyskytuje. Z hlediska stanovištních poměrů převládá na všech lokalitách půdní typ kambizem. Z typologického hlediska se jedná o soubor lesních typů 5K – kyselá jedlová bučina (*Abieto-Fagetum acidophilum*), 5S – svěží jedlová bučina (*Abieto-Fagetum oligo-mesotrophicum*), 6K – kyselá smrková bučina (*Piceeto-Fagetum acidophilum*) a 6S – svěží smrková bučina (*Piceeto-Fagetum oligo-mesotrophicum*; VIEWEGH et al. 2003). Zkoumané porosty byly jednak založeny výsadbou, jednak pocházejí z přirozené obnovy.

Sběr dat

Ověření míry loupání a ohryzu bylo realizováno celkem na 20 trvalých výzkumných plochách o výměře 10 m × 10 m (100 m²) v období srpen až září 2023. Vytyčené plochy jsou stabilizovány z důvodu dalších měření v následujících letech. Mezi zjišťované charakteristiky patřil obvod kmene v prsní výšce (přepočteno na výčetní tloušťku), který byl měřen obvodovým pásmem s přesností na 1 mm u všech jedinců o výšce nad 1,3 m. Výšky jednotlivých stromů byly měřeny desetimetrou výškoměrnou latí (Haglöf, Sweden) s přesností na 1 cm. Škody působené zvěří (ohryz a loupání) byly hodnoceny metodikou (ÚHÚL 2007; ČERNÝ et al. 2009), která je používána Ústavem pro výzkum lesních ekosystémů, s. r. o. (IFER) se zohledněním místních podmínek. Loupání a ohryz způsobený zvěří byl měřen obvodovým pásmem v nejširším místě působené rány s přesností na 1 mm. V případě více takto způsobených ran (umístěných nad sebou) byl zaznamenán součet v nejširších místech poškození. Dále byla měřena délka poškození, umístění rány na kmeni od země a dále bylo rozlišováno, zda se jedná o nové (do 12 měsíců) či staré poškození (obr. 1). Hodnocení poškození proběhlo v měsíci srpnu 2023. S ohledem na zaznamenávání staršího poškození nebyl rozlišen ohryz vůči loupání z důvodu částečného zacelení starších ran.

Analýza dat

Základní parametry poškození ohryzem a loupáním byly v mladých smrkových porostech hodnoceny vždy sumárně pro každou zájmovou lokalitu, tedy pro cluster 5 trvalých výzkumných ploch. Variabilita dat byla znázorněna směrodatnou odchylkou (SD). Statistické analýzy dendrometrických parametrů (výčetní tloušťka a výška) byly mezi jednotlivými variantami poškození (zdravé stromy, nové poškození, sta-

ré poškození) zpracovány v softwaru Statistica 13 (StatSoft, USA) na hladině významnosti 95 %. Data byla nejprve testována Shapiro-Wilk testem normality a poté Bartlett rozptylovým testem. Při splnění obou požadavků byly rozdíly mezi zkoumanými parametry testovány jednocestnou analýzou rozptylu (ANOVA) a následně Tukeyho HSD testem. Pokud nebyla splněna normalita a rozptyl, byly zkoumané charakteristiky testovány neparametrickým Kruskal-Wallis testem. Vícenásobná srovnání po Kruskal-Wallis testu byla provedena pomocí metody, kterou popsali SIEGEL, CASTELLAN Jr. (1988). Tloušťkové histograme byly vytvořeny v programu Excel (Microsoft).

VÝSLEDKY

V případě České Kamenice (LS Rumburk) bylo zjištěno poškození u 69 z celkem 206 hodnocených jedinců stromového patra smrku ztepilého (33,5 %). Z hlediska výčetních tloušťek byl zjištěn signifikantní ($p < 0,05$) rozdíl mezi zdravými stromy a jedinci s novým i starým poškozením (tab. 1). Staré poškození se vyskytovalo u jedinců s průměrnou výčetní tloušťkou 4,6 cm ($\pm 1,4$ SD), zatímco nové

poškození bylo dokumentováno na jedincích již o tloušťce 4,0 cm ($\pm 1,3$ SD). Nejnižší průměrná výčetní tloušťka nepoškozených jedinců činila pouze 2,0 cm $\pm 0,8$ SD, tzn. tyto stromy dosahovaly v této době dimenzí, které jsou již z pohledu vzniku škod loupáním a ohryzem pro jelena evropského atraktivní. U průměrných výšek nebyl zjištěn signifikantní ($p > 0,05$) rozdíl mezi novými (3,7 m) a delší dobu poškozenými stromy (4,0 m) oproti stromům nepoškozeným (2,5 m). Obvodové poškození smrků se pohybovalo v rozmezí 26,2–32,1 % s průměrnou délkou poškození 52,6–56,3 cm.

Obdobné výsledky byly zjištěny v sousední lokalitě Chříbská. Zde bylo poškozeno 36 jedinců smrku ztepilého z celkového počtu 150 stromů (23,4 %), což je ze všech lokalit nejméně. Signifikantně nejvyšší ($p < 0,05$) průměrná výčetní tloušťka (3,7 cm $\pm 1,5$ SD) byla zjištěna u nepoškozených stromů. Nové poškození se vyskytovalo na stromech s výčetní tloušťkou 5,4 cm $\pm 0,9$ SD, naopak staré poškození bylo zaznamenáno na jedincích s průměrnou výčetní tloušťkou 6,1 cm $\pm 1,2$ SD. Průměrná výška zdravých stromů (3,5 m) byla signifikantně ($p < 0,05$) nižší o 1,1 m ve srovnání s jedinci se starým poškozením, resp. o 0,9 m oproti nově poškozeným stromům. Obvodové poškoze-



Obr. 1.

Starší poškození mladého jedince smrku ztepilého (vlevo), které může v případě většího rozsahu zapříčinit odumření terminální části kmene a nově vzniklé poškození stromu loupáním (vpravo); (foto: Jan Cukor)

Fig. 1.

Older damage to a young Norway spruce individual (left), which, in the case of a larger extent, can cause the death of the terminal part of the trunk and newly damaged tree individual caused by bark stripping (right) – (photo: Jan Cukor)

ní stromů smrku se pohybovalo v obdobném rozmezí 27,3–31,4 %, přičemž průměrná délka poškození byla nižší oproti lokalitě Česká Kamenice (32,2–41,0 cm).

Poškození bylo dále zjišťováno v širší lokalitě Krušných hor, konkrétně na LS Klášterec nad Ohří. Zde se jednalo v porovnání s LS Rumburk o porosty s mírně většími hodnotami výčetních tloušťek (tab. 1). V případě první lokality Kalek byla průměrná výčetní tloušťka čerstvě poškozených jedinců $5,7 \text{ cm} \pm 1,7 \text{ SD}$. Starší poškození bylo zjištěno na stromech s výčetní tloušťkou $6,7 \text{ cm} \pm 2,2 \text{ SD}$. Opět signifikantně nižší průměrná výčetní tloušťka byla zjištěna u nepoškozených jedinců s $2,9 \text{ cm} \pm 1,5 \text{ SD}$. Na výzkumných plochách bylo celkem poškozeno 119 stromů z jejich celkového počtu 228, což ukazuje na míru poškození 52,2 %. Na této lokalitě bylo ze všech sledovaných honiteb zjištěno nejvyšší obvodové poškození u nového ohryzu a loupání (45,1 %) a také nejvýše položené nasazení poškození na kmenech od země (108,2 cm). Délka poškození se pohybovala v rozmezí 44,0–56,3 cm.

V případě lokality Vejprty byla zaznamenána nejvyšší míra poškození (58,3 %). Poškozeno zde bylo 116 stromů z celkového počtu 199 jedinců. Na druhou stranu zde byl zjištěn nejmenší rozsah obvodového poškození (20,2–24,0 %) a nejnižší umístění středu poškození nad zemí (74,0–90,0 cm). Nové poškození bylo zjištěno u stromů s průměrnou výčetní tloušťkou $5,5 \text{ cm} \pm 0,8 \text{ SD}$ a staré poškození se vyskytovalo na jedincích s tloušťkou $5,7 \text{ cm} \pm 1,4 \text{ SD}$. Mezi starým a novým poškozením tedy nebyly zjištěny signifikantní rozdíly ($p > 0,05$). Zdravé stromy měly na této lokalitě průměrnou výčetní tloušťku $3,5 \text{ cm} \pm 1,0 \text{ SD}$.

Z obr. 2 pak vyplývá, že jedinci smrku ztepilého na lokalitě Česká Kamenice byli nově a běžně poškozováni již v tloušťkové třídě 1–2 cm,

přičemž nejnižší poškozený jedinec dosahoval výšky pouze 1,7 m a výčetní tloušťky 1,5 cm. Nejvyšší četnost nového poškození zde byla zjištěna ve třetí tloušťkové třídě 2–3 cm. Na ostatních lokalitách bylo nové poškození ohryzem a loupáním zaznamenáno od 2, resp. 3 cm ve výčetní tloušťce. V lokalitě Chřibská a Vejprty byly nejčastěji nově poškozovány tloušťkové třídy 5–6 cm a na lokalitě Kalek třídy 4–5 cm. S narůstající tloušťkou se pravděpodobnost výskytu poškození výrazně zvyšuje, přičemž v tloušťkových třídách nad 7 cm se v průměru napříč sledovanými plochami nacházelo pouze 22,5 % nepoškozených jedinců smrku.

DISKUSE

Smrk ztepilý, nejvýznamnější hospodářská dřevina v ČR, je obecně považován za dřevinu velmi náchylnou k poškození ohryzem a loupáním (GILL 1992; VERHEYDEN et al. 2006; KRISANS et al. 2020). Dosavadní výzkumy popisují relativně široké věkové rozpětí, kdy jsou smrkové porosty na tento typ poškození velmi citlivé. Výskyt poškození závisí na mnoha faktorech, včetně populační hustoty jelena evropského a dalších druhů spárkaté zvěře, které tuto formu poškození způsobují. Důležitou roli však hraje také druhové a věkové složení lesních porostů, charakteristiky okolní krajiny či pěstební management (KONŮPKA et al. 2022; BRABEC et al. 2024). Obecně uváděné rozpětí věku poškozovaných stromů se pohybuje v rozmezí od 10 do 45 let. Klíčovým faktorem je však výčetní tloušťka kmene, která ovlivňuje preferenci zvěře. Historické studie naznačují, že v mladších porostech bývají preferovány stromy s větší výčetní tloušťkou. Jak porost stárne a výčetní tloušťka narůstá, dochází postupně k poškozování stromů s nižší vý-

Tab. 1.

Charakteristiky poškození smrku ztepilého na 20 trvalých výzkumných plochách v roce 2023 v Lužických horách a Krušných horách; statistické rozdíly jsou znázorněny rozdílnými písmeny a, b

Characteristics of damage to Norway spruce in 20 permanent research plots in 2023 in the Lužické hory Mts. and Krušné hory Mts.; different letters a, b indicate significant differences

Charakteristika/ Characteristic	Výč. tl./ DBH (mm)	Výška/Height (cm)	Poškoz. obvodu/ Circuit damage (%)	Výška poškoz./ Damage height (cm)	Délka poškoz./ Damage length (cm)
Česká Kamenice v Lužických horách					
Zdravé ¹	20,3±8,0 ^a	249,3±99,6 ^a	///	///	///
Staré poškoz. ²	46,1±14,4 ^b	402,4±121,2 ^b	26,2±13,7	99,1±24,2	56,3±34,5
Nové poškoz. ³	40,8±12,6 ^{ab}	373,6±105,4 ^b	32,1±7,1	86,3±20,9	52,6±21,3
Chřibská v Lužických horách					
Zdravé ¹	37,2±15,4 ^a	347,2±142,4 ^a	///	///	///
Staré poškoz. ²	61,1±11,8 ^b	456,5±87,1 ^b	27,3±10,7	97,0±27,5	41,0±22,6
Nové poškoz. ³	53,7±9,0 ^{ab}	438,7±83,6 ^b	31,4±8,3	101,3±13,3	32,2±23,7
Kalek v Krušných horách					
Zdravé ¹	28,7±15,0 ^a	312,5±155,5 ^a	///	///	///
Staré poškoz. ²	67,3±22,2 ^b	525,1±195,8 ^b	21,0±20,6	100,3±27,8	56,3±34,3
Nové poškoz. ³	57,0±17,4 ^{ab}	457,0±152,7 ^{ab}	45,1±8,9	108,2±23,9	44,0±30,2
Vejprty v Krušných horách					
Zdravé ¹	35,2±9,6 ^a	290,7±98,2 ^a	///	///	///
Staré poškoz. ²	57,0±14,4 ^b	411,5±130,4 ^b	20,2±8,1	74,0±32,0	38,5±25,4
Nové poškoz. ³	54,7±7,8 ^b	381,0±76,0 ^b	24,0±3,5	90,0±15,8	77,0±18,2

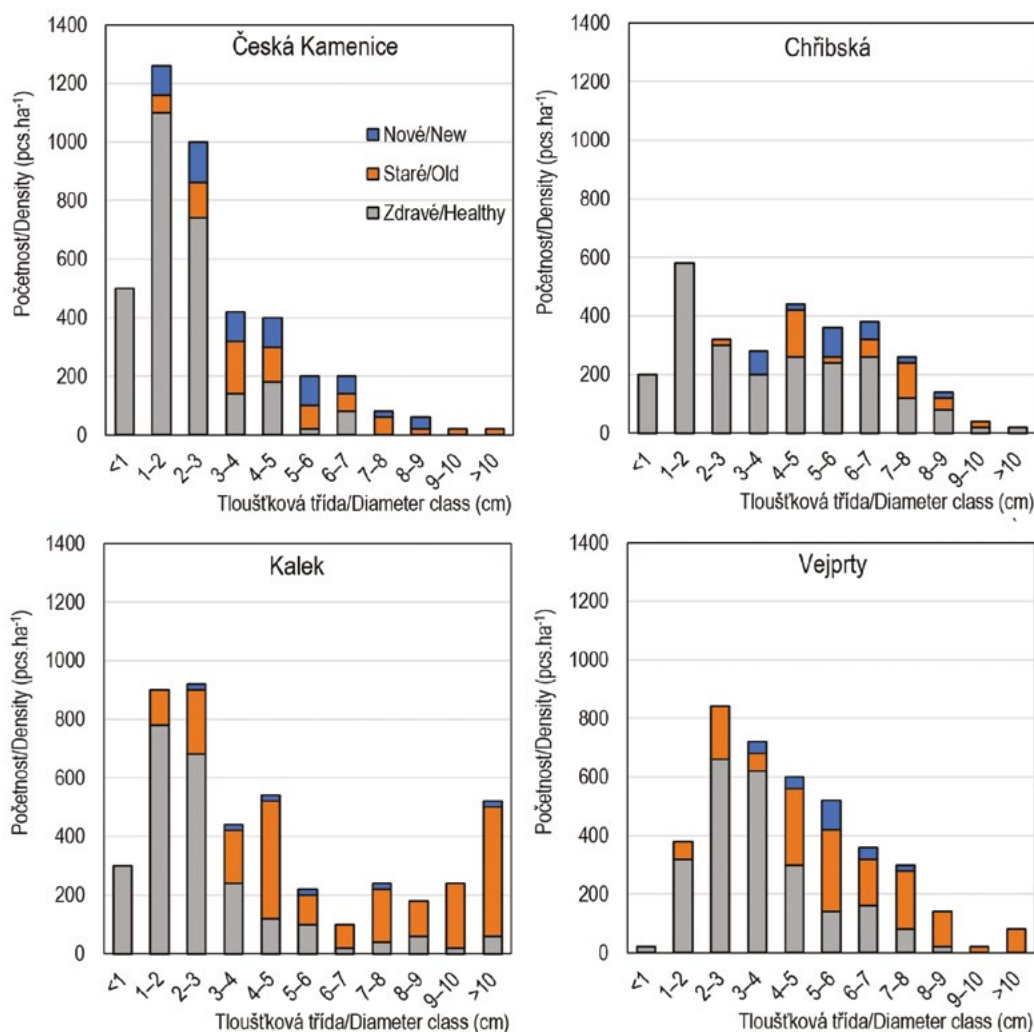
Captions: ¹Healthy, ²Old damage, ³New damage

četní tloušťkou (GILL 1992). Tento trend byl potvrzen i v naší studované lokalitě LS Rumburk a LS Klášterec nad Ohří, kde průměrná výčetní tloušťka poškozených stromů činila cca 5 cm, zatímco u nepoškozených jedinců se pohybovala mezi 2–3 cm, což naznačuje, že tyto stromy mohou být poškozeny později.

Z analýzy výsledků vyplynulo, že poškození ohryzem a loupáním se na 20 trvalých výzkumných plochách posouvá do mladších porostů s průměrným věkem kolem deseti let, což odpovídá spodní hranici vnímavosti porostů vůči negativnímu působení jelenovitých z hlediska rizika vzniku tohoto poškození (GILL 1992; CUKOR et al. 2019a). Na lokalitě Česká Kamenice byli nově poškozovali jedinci již s výčetní tloušťkou od 1,5 cm a výškou 1,7 m. Nejčetnější výskyt nového poškození se pak nacházel v tloušťkových třídách od 2 do 6 cm, přičemž poškození ohryzem a loupáním ustávalo s výčetní tloušťkou nad 9 cm. Tento fakt hraje stěžejní roli z hlediska ochrany lesa, případného odplácování porostů a pohledu na jejich zajištěnost. Průměrné obvodové poškození se na zkoumaných lokalitách pohybovalo v rozmezí 20,2–

32,1 % s délkou rány na kmeni 38,5–77,0 cm. Obdobné výsledky udává dříve publikovaný výzkum z oblasti Krušných hor a Plzeňska, kde se obvodové poškození pohybovalo u starších porostů (cca 42–49 let) v rozmezí 27,8–32,0 % s délkou poškození 39,0–73,7 cm (VACEK et al. 2020). Proto se po odstranění oplocení jeví z pěstebního hlediska jako bezpodmínečně nutná individuální ochrana kostry smrkových porostů.

Sekundárním rizikem je kolonizace takto poškozených stromů houbovými patogeny, které mohou napadnout dřevní hmotu a způsobit deformace kmenů (ČERMÁK et al. 2004b; ČERMÁK, STREJČEK 2007). Například pevník krvavějící často kolonizuje kmeny již v prvním roce po odstranění kůry, přičemž pro vstup patogenů postačí poškození o velikosti 50 cm² (VASILIAUSKAS, STENLID 1998; LYGIS et al. 2004). Poškození mladších stromů tedy zvyšuje riziko vzniku hniloby, což je alarmující vzhledem k dalšímu vývoji těchto porostů. Rozmezí teplot ideálních pro infekci houbovými patogeny (–8,3 až 5,0 °C) odpovídá průměrné teplotě v ČR v mimovegetačním období, která činí 1,7 °C



Obr. 2.

Tloušťkové rozdělení smrku ztepilého na jednotlivých lokalitách diferencované dle poškození zvěří (stromy zdravé, stromy s novým poškozením, stromy se starým poškozením)

Fig. 2.

Diameter distribution of Norway spruce at particular locations differentiated according to game damage (healthy trees, newly damaged and old damaged)

(CHMI 2024). Z tohoto důvodu je problematický především vznik zimního ohryzu kůry. Následkem opakovaného poškození v mladém věku porostů může kmenová hniloba v poškozených jedincích prorůst až do výšky 6 metrů již ve věku cca 40 let (ČUKOR et al. 2019a; VACEK et al. 2020).

Poškození mladých smrkových porostů tak představuje závažný problém v podmínkách sledovaných lokalit, přičemž poškození ohryzem a loupáním zde dosahovalo 23,4–58,3 %. V průměru o 10,3 % byly zjištěny nesignifikantně ($p > 0,05$) vyšší škody u porostů založených uměle (46,0 %) oproti porostům vzniklých z přirozené obnovy (35,8 %). Výraznější rozdíly mezi mírou poškození však hrála hustota porostu a myslivecký management v zájmové lokalitě. S ohledem na stáří porostů, ve kterých bylo terénní šetření realizováno je však zřejmé, že k poškození bude docházet i v dalších letech. Například na LS Stribro dosahovalo poškození starších smrkových porostů jelenem siku dokonce 92,7 % v růstové fázi tyčovin až slabých kmenovin – tedy porostů ve stáří 40–45 let (ČUKOR et al. 2019a). Možnou ochranu stromů lze zajistit mechanicky, chemicky nebo dalšími biologickými metodami (MARADA et al. 2019; CANDAELE et al. 2021; LIGOT et al. 2023). Jedním z možných a v minulosti používaných opatření je cílené zraňování kmene. Tento typ ochrany stromů je založen na mechanicko-biologickém principu, při kterém dochází k mechanickému narušení kůry jehličnatých stromů, což vede ke zdrsnění a současně k zasmolení takto ošetřených kmenů. Díky tomu se na kmeni postupně vytvoří hrubší borka, která snižuje jeho další atraktivitu pro zvěř (BRABEC et al. 2024). Z managementových metod ochrany je možné využít výsadbu či podporu přimíšených pionýrských dřevin jako je jeřáb ptačí (*Sorbus aucuparia* L.) a vrba jíva (*Salix caprea* L.), které mohou vytvářet důležité potravní zdroje pro velké býložravce, redukovat škody na cílových dřevinách a podporovat biodiverzitu lesních ekosystémů (KONŮPKA et al. 2023). Nicméně nejvýznamnější ochranou lesních porostů zůstává účinný myslivecký management a regulace početnosti spárkaté zvěře na ekologicky únosnou úroveň (VACEK 2017; KONŮPKA et al. 2024).

ZÁVĚR

Výzkum zaměřený na poškození mladých porostů smrku ztepilého ohryzem a loupáním odhalil výraznou míru poškození, která v lokalitě LS Klášterec nad Ohří přesahovala 50 %. Tento vysoký stupeň poškození je obzvláště znepokojivý vzhledem k nízkému průměrnému věku hodnocených porostů. V takto raném stadiu vývoje stromů představuje rozsáhlé poškození značné riziko pro dlouhodobé zdraví porostů, jelikož zvyšuje pravděpodobnost brzkého šíření kmenových hnilob a negativně ovlivňuje mechanickou stabilitu porostu z hlediska působení dalších abiotických i biotických činitelů. Šíření houbových patogenů může postupně vést ke znehodnocení dřevní hmoty a ke snížení radiálního přírůstu postižených jedinců, což významně ovlivní jejich produkční potenciál, včetně sekvence uhlíku v kontextu klimatické změny, avšak samozřejmě i ekonomickou hodnotu, která je důležitá pro trvale udržitelné hospodaření. Kromě přímého poškození stromů ohryzem a loupáním se ukázalo, že se výčetní tloušťka dosud nepoškozených stromů pohybuje mezi 2 až 3 cm. Tento rozsah jele- ní zvěř preferuje při iniciálním poškozování. Pro snížení a omezení vzniku škod je vedle možných lesnických opatření klíčová zejména redukce populační hustoty jelena evropského, což zajistí dlouhodobou stabilitu a obnovu porostů smrku ztepilého.

Poděkování:

Příspěvek vznikl v rámci projektu „Stanovení vlivu zvěře a míry poškození na lesní porosty na základě růstových analýz hlavních hospodářských dřevin“ (č. projektu 123), podpořeného Grantovou službou státního podniku Lesy České republiky.

LITERATURA

- BALTZINGER M., MÄRELL A., ARCHAUX F., PÉROT T., LETERME F., DECONCHAT M. 2016. Overabundant ungulates in French Sologne? Increasing red deer and wild boar pressure may not threaten woodland birds in mature forest stands. *Basic and Applied Ecology*, 17: 552–563. DOI: 10.1016/j.baae.2016.04.005
- BIJL H., CSÁNYI S. 2022. Fallow deer (*Dama dama*) population and harvest changes in Europe since the early 1980s. *Sustainability*, 14: 12198. DOI: 10.3390/su141912198
- BRABEC P., ČUKOR J., VACEK Z., VACEK S., SKOTÁK V., ŠEVČÍK R., FUCHS Z. 2024. Wildlife damage to forest stands in the context of climate change – a review of current knowledge in the Czech Republic. *Central European Forestry Journal*, 70: 207–221. DOI: 10.2478/forj-2024-0016
- CANDAELE R., LEJEUNE P., LICOPPE A., MALENGREUX C., BROSTAUX Y., MORELLE K., LATTE N. 2021. Mitigation of bark stripping on spruce: the need for red deer population control. *European Journal of Forest Research*, 140: 227–240. DOI: 10.1007/s10342-020-01326-z
- CARPIO A.J., APOLLONIO M., ACEVEDO P. 2021. Wild ungulate overabundance in Europe: contexts, causes, monitoring and management recommendations. *Mammal Review*, 51: 95–108. DOI: 10.1111/mam.12221
- ČUKOR J., VACEK Z., LINDA R., VACEK S., MARADA P., ŠIMŮNEK V., HAVRÁNEK F. 2019a. Effects of bark stripping on timber production and structure of Norway spruce forests in relation to climatic factors. *Forests*, 10: 320. DOI: 10.3390/f10040320
- ČUKOR J., VACEK Z., LINDA R., SHARMA R. P., VACEK S. 2019b. Afforested farmland vs. forestland: Effects of bark stripping by *Cervus elaphus* and climate on production potential and structure of *Picea abies* forests. *PloS one*, 14: e0221082. DOI: 10.1371/journal.pone.0221082
- ČUKOR J., VACEK Z., LINDA R., VACEK S., ŠIMŮNEK V., MACHÁČEK Z., BRICHTA J., PROKŮPKOVÁ A. 2022. Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) demonstrates a high resistance against bark stripping damage. *Forest Ecology and Management*, 513: 120182. DOI: 10.1016/j.foreco.2022.120182
- ČERMÁK P., GLOGAR J., JANKOVSKÝ L. 2004a. Damage by deer barking and browsing and subsequent rots in Norway spruce stands of Forest Range Mořkov, Forest District Frenštát p. R. (the Beskids Protected Landscape Area). *Journal of Forest Science*, 50: 24–30. DOI: 10.17221/4597-JFS
- ČERMÁK P., JANKOVSKÝ L., GLOGAR J. 2004b. Progress of spreading *Stereum sanguinolentum* (Alb. et Schw.: Fr.) Fr. wound rot and its impact on the stability of spruce stands. *Journal of Forest Science*, 50: 360–365. DOI: 10.17221/4662-JFS
- ČERMÁK P., STREJČEK M. 2007. Stem decay by *Stereum sanguinolentum* after red deer damage in the Českomoravská vrchovina Highlands. *Journal of Forest Science*, 53: 567–572. DOI: 10.17221/2164-JFS
- ČERNÝ M., CIENCIALA E., RUSS R. 2009. Metodika terénního šetření v systému inventarizace krajiny CzechTerra. Praha, IFER – Ústav pro výzkum lesních ekosystémů: 70 s.
- FATTEBERT J., BAUBET E., SLOTOW R., FISCHER C. 2017. Landscape effects on wild boar home range size under contrasting harvest regimes in a human-dominated agro-ecosystem. *European Journal of Wildlife Research*, 63: 32. DOI: 10.1007/s10344-017-1090-9

- GERHARDT P., ARNOLD J. M., HACKLÄNDER K., HOCHBICHLER E. 2013. Determinants of deer impact in European forests – A systematic literature analysis. *Forest Ecology and Management*, 310: 173–186. DOI: 10.1016/j.foreco.2013.08.030
- GILL R.M.A. 1992. A review of damage by mammals in north temperate forests: 1. Deer. *Forestry*, 65: 145–169. DOI: 10.1093/forestry/65.2.145
- KAHLERT J., FOX A.D., HELDBJERG H., ASFERG T., SUNDE P. 2015. Functional responses of human hunters to their prey-why harvest statistics may not always reflect changes in prey population abundance. *Wildlife Biology*, 21: 294–302. DOI: 10.2981/wlb.00106
- KONŌPKA B., ŠEBEŇ V., PAJTÍK J., SHIPLEY L.A. 2022. Influence of tree species and size on bark browsing by large wild herbivores. *Plants*, 11: 2925. DOI: 10.3390/plants11212925
- KONŌPKA B., ŠEBEŇ V., PAJTÍK J. 2023. What have we learnt from the stand level estimates on stem bark browsing by large wild herbivores? *Central European Forestry Journal*, 69: 21–30. DOI: 10.2478/forj-2023-0004
- KONŌPKA B., ŠEBEŇ V., PAJTÍK J. 2024. Bark browsing and recovery: A comparative study between Douglas fir and silver fir species in the Western Carpathians. *Sustainability*, 16: 2293. DOI: 10.3390/su16062293
- KRISANS O., SALENIECE R., RUST S., ELFERTS D., KAPOSTINS R., JANSONS A., MATISONS R. 2020. Effect of bark-stripping on mechanical stability of Norway Spruce. *Forests*, 11: 357. DOI: 10.3390/f11030357
- LIGOT G., GHEYSEN T., PERIN J., CANDAELE R., DE COLIGNY F., LICOPPE A., LEJEUNE P. 2023. From the simulation of forest plantation dynamics to the quantification of bark-stripping damage by ungulates. *European Journal of Forest Research*, 142: 899–916. DOI: 10.21203/rs.3.rs-2496946/v1
- LYGIS V., VASILIAUSKAS R., STENLID J., VASILIAUSKAS A. 2004. Silvicultural and pathological evaluation of Scots pine afforestations mixed with deciduous trees to reduce the infections by *Heterobasidion annosum* s.s. *Forest Ecology and Management*, 201: 275–285. DOI: 10.1016/j.foreco.2004.07.013
- MARADA P., CUKOR J., LINDA R., VACEK Z., VACEK S., HAVRÁNEK F. 2019. Extensive orchards in the agricultural landscape: Effective protection against fraying damage caused by roe deer. *Sustainability*, 11: 3738. DOI: 10.3390/su11133738
- MARADA P., CUKOR J., KUBĚNKA M., LINDA R., VACEK Z., VACEK S. 2023. New agri-environmental measures have a direct effect on wildlife and economy on conventional agricultural land. *PeerJ*, 11: e15000. DOI: 10.7717/peerj.15000
- MASSEI G., KINDBERG J., LICOPPE A., GAČIĆ D., ŠPREM N., KAMLER J., BAUBET E., HOHMANN U., MONACO A., OZOLIŇŠ J., CELLINA S., PODGÓRSKI T., FONSECA C., MARKOV N., POKORNY B., ROSELL C., NÁHLIK A. 2015. Wild boar populations up, numbers of hunters down? A review of trends and implications for Europe. *Pest Management Science*, 71: 492–500. DOI: 10.1002/ps.3965
- NAGAIKE T. 2020. Bark stripping by deer was more intensive on new recruits than on advanced regenerants in a subalpine forest. *Forests*, 11: 490. DOI: 10.3390/f11050490
- PETERSSON L.K., MILBERG P., BERGSTEDT J., DAHLGREN J., FELTON A.M., GÖTMARK F., SALK C., LÖF M. 2019. Changing land use and increasing abundance of deer cause natural regeneration failure of oaks: Six decades of landscape-scale evidence. *Forest Ecology and Management*, 444: 299–307. DOI: 10.1016/j.foreco.2019.04.037
- SIEGEL S., CASTELLAN JR. N.J. 1988. *Nonparametric statistics: for the behavioral sciences*. 2nd ed. New York, NY, McGraw-Hill Book Company: 399 s.
- THULIN C.G., MALMSTEN J., ERICSSON G. 2015. Opportunities and challenges with growing wildlife populations and zoonotic diseases in Sweden. *European Journal of Wildlife Research*, 61: 649–656. DOI: 10.1007/s10344-015-0945-1
- ÚHŮL 2007. *Národní inventarizace lesů v ČR 2001–2004. Úvod, metody, výsledky*. Brandýs nad Labem, ÚHŮL Brandýs nad Labem: 222 s.
- VACEK S., VACEK Z., BULUŠEK D., BÍLEK L., SCHWARZ O., SIMON J., ŠTÍCHA V. 2015. The role of shelterwood cutting and protection against game browsing for the regeneration of silver fir. *Austrian Journal of Forest Science*, 132: 81–102.
- VACEK Z., VACEK S., BÍLEK L., KRÁL J., REMEŠ J., BULUŠEK D., KRÁLÍČEK I. 2014. Ungulate impact on natural regeneration in spruce-beech-fir stands in Černý důl Nature Reserve in the Orlické Hory Mountains, case study from Central Sudetes. *Forests*, 5: 2929–2946. DOI: 10.3390/f5112929
- VACEK Z. 2017. Structure and dynamics of spruce-beech-fir forests in Nature Reserves of the Orlické hory Mts. in relation to ungulate game. *Central European Forestry Journal*, 63: 23–34.
- VACEK Z., CUKOR J., LINDA R., VACEK S., ŠIMŮNEK V., BRICHTA J., GALLO J., PROKŮPKOVÁ A. 2020. Bark stripping, the crucial factor affecting stem rot development and timber production of Norway spruce forests in Central Europe. *Forest Ecology and Management*, 474: 118360. DOI: 10.1016/j.foreco.2020.118360
- VACEK Z., VACEK S., CUKOR J. 2023. European forests under global climate change: Review of tree growth processes, crises and management strategies. *Journal of Environmental Management*, 332: 117353. DOI: 10.1016/j.jenvman.2023.117353
- VALENTE A.M., ACEVEDO P., FIGUEIREDO A.M., FONSECA C., TORRES R.T. 2020. Overabundant wild ungulate populations in Europe: management with consideration of socio-ecological consequences. *Mammal Review*, 50: 353–366. DOI: 10.1111/mam.12202
- VASILIAUSKAS R., STENLID J. 1998. Spread of *Stereum sanguinolentum* vegetative compatibility groups within a stand and within stems of *Picea abies*. *Silva Fennica*, 32: 301–309. DOI: 10.14214/sf.672
- VERHEYDEN H., BALLON P., BERNARD V., SAINT-ANDRIEUX C. 2006. Variations in bark-stripping by red deer *Cervus elaphus* across Europe. *Mammal Review*, 36: 217–234. DOI: 10.1111/j.1365-2907.2006.00085.x
- VIEWEGH J., KUSBACH A., MIKESKA M. 2003. Czech forest ecosystem classification. *Journal of Forest Science*, 49: 74–82. DOI: 10.17221/4682-JFS
- VOSPERNIK S. 2006. Probability of bark stripping damage by red deer (*Cervus elaphus*) in Austria. *Silva Fennica*, 40: 589. DOI: 10.14214/sf.316

Jiné zdroje:

- CHMI. 2024. Czech Hydrometeorological Institute. 2024. Meteorological historical data. Dostupné na/Available on: <https://www.chmi.cz/?l=en>
- ÚHŮL. Myslivecká evidence za ČR. Dostupné na/Available on: <https://www.uhul.cz/mapy-a-data/myslivecka-evidence-za-cr/>

BARK STRIPPING DAMAGE IN NORWAY SPRUCE STANDS: CONFIRMATION OF SHIFT TO YOUNGER STANDS

SUMMARY

In recent decades, a steep increase in the population of wild ungulates has been documented in Europe. This trend has been observed not only in the Czech Republic but also in other European countries, including Western. This increase encompasses native species like wild boar (*Sus scrofa* L.) and red deer (*Cervus elaphus* L.), as well as non-native species such as sika deer (*Cervus nippon* Temminck) and fallow deer (*Dama dama* L.). Elevated hunting bag data, often considered as the most reliable records from hunting statistics suggests that these populations increase is led by numerous factors. Most important are landscape changes providing abundant, energy-rich food sources, the absence of large predators, Central European hunting philosophies, and mild winters due to ongoing climate change. However, this population growth has led to substantial negative impacts on forest stands. Here, ungulates are significantly reducing forest biodiversity by targeting less common, more attractive tree species. Damage from intense browsing pressure slows down forest regeneration. Moreover, bark stripping severely affects forest mechanical stability, particularly in Norway spruce (*Picea abies* [L.] Karst.), which becomes vulnerable to fungal pathogens and adverse climatic stressors. Consequently, the damage results in both ecological and significant economic losses.

Therefore, this study investigates the effect of red deer bark-stripping on pure young Norway spruce stands, specifically focusing on the initial degree of damage in facilitating fungal pathogen spread and affecting forest stability. Other measured characteristics included circumferential damage, length of damage or height location of damage within the vertical trunk profile. The research, conducted across four locations within the Klášterec nad Ohří and Rumburk Forest Services, assessed damage in 20 permanent plots of 10 m × 10 m within 7–26-year-old stands. The altitude of the areas of interest varies between 450–850 m a. s. l. From the typology perspective, these habitats are the Acidic category and Nutrient-medium category.

Out of 783 evaluated Norway spruce trees, bark-stripping damage varied from 23.4% to 58.3% across the plots. The circumferential damage on the trunk caused by the game was in the range of 20.2% and 32.1% (Tab. 1). The trunk wound lengths of affected spruce trees reached 38.5–77.0 cm, and the height of the centre of the wound from the ground was in the range between 74.0 and 108.2 cm.

Significant differences ($p < 0.05$) were identified in dendrometric parameters, such as diameter at breast height (DBH) and tree height, among trees categorized as undamaged “healthy” trees, newly damaged, and previously damaged trees (Fig. 1). Notably, wildlife was observed to target trees within a specific DBH range for bark-stripping, with damage starting on trees with a DBH from 1.5 cm and ceasing on trees with a DBH above approximately 9 cm (Fig. 2). The average DBH of undamaged spruce trees varies between 2.0 and 3.7 cm, which is the size that wildlife prefers for initial damage (Tab. 1).

The study reinforces the importance of regulated hunting and population management of wild ungulates to minimize the ecological and economic impacts on forest ecosystems. Bark stripping not only reduces timber production but also compromises forest resilience, particularly under climate change pressures. These results underline the urgent need for effective management strategies to protect the Norway spruce stands critical to regional forestry.

Zasláno/Received: 28. 10. 2024

Přijato do tisku/Accepted: 17. 11. 2024