

VLIV REKREAČNÍCH AKTIVIT NA DISTRIBUCI A CHOVÁNÍ SRNCE OBECNÉHO A PRASETE DIVOKÉHO V PŘÍMĚSTSKÝCH LESÍCH

EFFECTS OF HUMAN ACTIVITIES ON DISTRIBUTION AND BEHAVIOUR OF ROE DEER AND WILD BOAR IN A SUBURBAN FOREST

JAKUB DRIMAJ ✉ - JIŘÍ KAMLER - ONDŘEJ MIKULKA - MILOSLAV HOMOLKA - RADIM PLHAL

Mendelova univerzita v Brně, Lesnická a dřevařská fakulta, Ústav ochrany lesů a myslivosti, Zemědělská 3, 613 00 Brno, Czech Republic

✉ e-mail: jakub.drimaj@mendelu.cz

ABSTRACT

In this study we analyse the effects of the cycle and hiking trails on the abundance, spatial activity and behaviour of roe deer and wild boar. We found low effect of disturbance on the presence and density of roe deer and wild boar population. The density of ungulates was more affected by the development of shrub layer than by human activities. In areas with low intensity of disturbance, density of roe deer beds was lower than in heavily disturbed areas. The identical course of activity in the areas indicates that the roe deer is under significant pressure from the disturbance both in the disturbed and undisturbed area. As expected, the human impact on the wild boar was greatest in one of the heavily disturbed area, but at the same time this species used the most heavily disturbed area the most. In both types of areas, the wild boar maintained strictly nocturnal activity, which demonstrates the significant effect of human interference in both disturbed and undisturbed areas.

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

Klíčová slova: srnec obecný; prase divoké; cyklistika; turismus; rekreace; REM metoda

Key words: roe deer; wild boar; cycling; tourism; recreation; Random Encounter Model

ÚVOD

Lesy v turisticky atraktivních oblastech a v blízkosti měst jsou významné i z hlediska své rekreační funkce, která může být v některých případech i převažující nad funkcí produkční. Charakteristickým znakem těchto lesů je vysoká intenzita rekreačního využívání, projevující se často celoroční vysokou návštěvností, aktivitou lidí i v nočních hodinách a souběhem více rekreačních aktivit najednou.

Turistické aktivity přinášejí omezení pro hospodářské aktivity vlastníků, mohou vést k poškozování porostů a představovat rizika pro životní prostředí (odpadky, vyrušování živočichů aj.). Dopady turistiky na živočichy se budou u různých druhů významně lišit zejména v závislosti na jejich toleranci k vyrušování, schopnosti vést skrytý život, možnosti přechodu na noční aktivitu apod. Obecně platí, že negativní dopady rušení rostou s velikostí živočišného druhu. Některé menší druhy mohou ze změn způsobených turisty naopak profitovat a vytvářet adaptované populace ve městech. Zvířata mohou v rekreačně

využívaných lesích nacházet dostatek potravy (CAHILL et al. 2021) či bezpečné útočiště před predátory a lovci. Toto prostředí se tak v konečném důsledku může stát důležitým stanovištěm, kde některé druhy dosáhnou vysokých populačních hustot (např. MACDONALD et al. 2008). Početnost a distribuce savců v brněnské aglomeraci byla popsána v 80. letech minulého století (PELIKÁN et al. 1983). Městské populace byly popsány např. u lišky obecné (*Vulpes vulpes*) v australském Sydney (GIL-FERNÁNDEZ et al. 2021), nebo jezevce lesního (*Meles meles*) v norském Trondheimu (GOMES et al. 2020).

Ve střední Evropě patří k nejohroženějším druhům z hlediska vyrušování lidmi velcí kopytníci, jako je sporadicky rozšířený los evropský (*Alces alces*) či běžně rozšířený, ale na klid náročný jelen evropský (*Cervus elaphus*). Za nimi budou následovat poněkud odolnější druhy, jako srnec obecný (*Capreolus capreolus*) či prase divoké (*Sus scrofa*). Kopytníci se sice typicky vyskytují v člověkem relativně nerušeném prostředí, ale díky svému plastickému chování (KUŠTA et al. 2017) jsou schopni obývat urbánní prostředí a ve výjimečných přípa-

dech dokonce městské aglomerace, např. prase divoké v maďarské Budapešti (Csókás et al. 2020) či španělské Barceloně (Castillo-Contreras et al. 2021).

V příměstských lesích, ale i turisticky atraktivních oblastech venkova jsou požadavky návštěvníků uspokojovány budováním a údržbou sítí turistických tras a cyklistických stezek (Fialová et al. 2019). Jedním z fenoménů turistiky, resp. cyklistiky, která v současné době zažívá v České republice nebývalý boom, jsou cyklotraily. Pod tímto označením se skrývá přírodní nebo přírodě blízká sportovní trasa určená pro horské kolo, šířkou odpovídající šířce jednoho kola (Quinn, Chernoff 2010). Cyklotraily umožňují kombinovat aktivní pohyb, adrenalinový zážitek a pobyt v přírodě, tedy přesně to, co část dnešní společnosti považuje za ideální způsob trávení volného času (Šťastná et al. 2018). Požadavky uživatelů cyklotrailů jsou uspokojovány budováním nových areálů stezek s různým stupněm obtížnosti po celé zemi. Problematickou stránkou cyklotrailů je preference trasy v lesním prostředí, vyhýbání se souběhu se stávající cestní sítí, vyhledávání obtížně přístupných míst, terénních nerovností s překážkami a touha návštěvníků se na horském kole dostat na turisticky atraktivní místa, nezátížená jinými turisty. Vedle oficiálně fungujících areálů jsou tak lesy v ČR protkány kilometry neoficiálních a nelegálně vybudovaných trailů, které jsou využívány pro turistiky. Jelikož je cykloturistika v posledních letech výrazně na vzestupu, lze oprávněně předpokládat, že cyklotrail ovlivní prostředí lesa a jeho živočišnou složku nepřímo (např. rušením; Mikulka et al. 2021) a přímo (např. mortalitou malých živočichů).

Přímý účinek na zvířata v podobě jejich úhynu na cyklotrailu může mít dopad hlavně na zástupce hmyzu, plazů, obojživelníků, ale i drobných ptáků a savců (Homolka et al. 2021). Nepřímý vliv na distribuci a chování velkých zvířat je diskutabilní a bude záviset na hustotě cyklotrailů v lese, frekvenci cyklistů, hustotě zvířat, struktuře lesních porostů, přítomnosti cyklistických základů, míst odpočinku a dalších provozních objektů v blízkosti trati (např. Gagnon et al. 2007; Scholten et al. 2018). Velká zvířata reagují odlišně na přirozené podněty a podněty spojené s provozem cyklotrailu nebo na turistických stezkách. Vyhýbají se stezkám používaným turisty a pohybují se rychleji v jejich blízkosti (Belotti et al. 2018). Z dlouhodobého hlediska přítomnost intenzivně používaného cyklotrailu ovlivňuje distribuci zvířat (Harris et al. 2013; Norum et al. 2015), jejich aktivitu a vzorce chování. Velmi zřetelným důsledkem rušení bývá posun aktivity jedinců do nočních hodin (Oberosler et al. 2017; Gaynor et al. 2018). Tato změna může u lovných druhů zvířat zvýšit jejich šance na přežití (Keuling et al. 2013), ale zároveň ovlivňuje fyziologii druhů, jejich reprodukci a fyzické zdraví (Stankowich 2008; Larson et al. 2016). V případě dvou nejvíce v tuzemsku rozšířených druhů kopytníků lze očekávat větší vliv lidí na chování a denzitu prasete divokého (dále jen prase) než na srnce obecného (dále jen srnec). Prase je větší, žije v tlupách a pro uspokojování svých potřeb má větší prostorovou aktivitu než srnec, a pro svoji existenci potřebuje větší nerušený prostor, kde se může ukrývat, případně vychovávat svoje mláďata. Srnec žije v lesním prostředí soliterně, nebo v malé rodinné skupině (matka s mláďaty) a jako býložravec si v lesním podrostu najde dostatek potravy i na relativně malém území. Stačí mu také menší prostory pro vyhledání bezpečného úkrytu, než jaké vyžaduje prase divoké (např. Lovari et al. 2017; Fattebert et al. 2017). Výskyt prasete i srnce je v příměstských lesích závislý nejen na dostatku potravních zdrojů, ale i na dostatečné rozloze porostů s dobře vyvinutým podrostem, kde mohou oba druhy najít dostatek bezpečných úkrytů.

V příměstských lesích intenzivně využívaných ke krátkodobé rekreaci jsme monitorovali vliv návštěvníků (včetně uživatelů cyklotrailů) na distribuci a chování srnce a prasete. Naším cílem bylo zjistit, jaké dopady má přítomnost cyklotrailů a turistických stezek na početnost, prostorovou aktivitu a chování sledovaných druhů. Ověřovali jsme následující hypotézy:

1. Vysoké zatížení prostředí turistikou bude mít negativní vliv na distribuci a početnost zvěře, citlivějším druhem na rušení bude vzhledem k velikosti a způsobu života prase než srnec.
2. Zvířata se na ruchem zatížených lokalitách budou vyhýbat vyrušováním tím, že dají přednost místům s krytem a budou více aktivní v noci.

MATERIÁL A METODIKA

Zájmové území

Interakce mezi turistickým zatížením a sledovanými druhy jsme studovali v lesním komplexu, který těsně navazuje na město Brno (s 400 tis. obyvateli). Zájmové území se rozprostírá na obou březích vodního toku Říčka, v katastrálním území městské části Brno-Líšeň a obce Mokrý-Horákov. Pro celé území je charakteristický velký výškový gradient (290–436 m n. m.), proměnlivá orientace svahů a vliv specifického údolního mezoklimatu hluboce zařízlého vodního toku. V lesních porostech, pokrývajících zájmové území, dominuje dub zimní (*Quercus petraea*) a habr lesní (*Carpinus betulus*), a vyskytuje se zde řada teplomilných druhů dřevin, ale i druhů vyšších vegetačních stupňů jako buk lesní (*Fagus sylvatica*) či jedle bělokorá (*Abies alba*). Ve všech věkových stupních jsou zastoupeny smrkové porosty (*Picea abies*). Součástí zkoumaného území je přírodní rezervace Velký Horněk, s předmětem ochrany stepních a lesostepních lokalit a fragmentů šípákových doubrav. Z kopytníků se na většině zájmového území vyskytoval srnec a prase, na jedné dílčí ploše také jelen evropský.

Zájmové území bylo vymezeno tak, aby pokrývalo oblasti s různou intenzitou návštěvnosti napříč čtyřmi dílčími oblastmi (tab. 1, obr. 1). Lesní porosty v zájmovém území byly turistům dobře přístupné po síti cest a stezek, které byly využívány pěšími turisty a částečně i cyklisty (dále stezky) a také sítí cyklostezek určených pouze pro cyklisty (dále traily). Dvě dílčí oblasti (rušená a rušená s trailem) byly navázány na městskou aglomeraci a jejich průměrná denní návštěvnost v době letní sezóny byla min. 1000 pěších turistů. Průměrná hustota stezek zde byla 83 a 179 m stezky na jeden hektar lesa (tab. 1). V rušené oblasti s trailem byl v provozu trail. Druhá dvojice oblastí (klidná a klidná s trailem) se nacházela přibližně 2 km od Brna. Tyto oblasti byly ke krátkodobé rekreaci využívány mnohem méně (max. 400 pěších/den) a byla zde i řidší síť stezek než v oblastech ležících v těsné blízkosti města (13, resp. 51 m/ha).

Sběr dat

Pobytové znaky zvířat. Data ve všech oblastech byla sbírána na pravidelné síti transektů o šířce 5 m. Linie vedoucí středem každého transektu byly vytyčeny v prostředí geoinformačního systému (ArcMap 10.2.2). Transekty byly od sebe vzdáleny 150 m. Sčítači byli vybaveni GPS přístroji s nahranými liniemi (Garmin Oregon 600 PRO) a kontrolovali prostor 2,5 m na každou stranu od linie. Tato sčítací metoda byla odvozena od metody DRIMAJ et al. (2021). Sčítači na transektu zaznamenávali pobytové znaky srnce obecného a prasete divokého: 1. lože (odpočinkový znak v podobě vyhrabaného a polehlého místa, kde zvíře leželo); 2. hrab (značkovací znak v podobě menšího vyhrabaného místa, jen u srnce); 3. trus; 4. otěrkový strom (strom se stopami po otírání s prasetem); 5. rozrytá plocha (plocha přerytá prasaty, byla hodnocena velikost souvislé plochy v m²). U pobytových znaků byl zaznamenáván druh zvířete.

Charakteristika porostů. Prostředí jednotlivých oblastí jsme charakterizovali vybranými parametry porostů, které jsme hodnotili na celkem 24 km zvláštních liniích. Tyto linie byly naplánovány tak, aby postihly všechny porosty v oblasti. Hodnocené parametry: pokryvnost keřové-

ho patra ve čtyřech kategoriích: 1 – <10 %, 2 – 10–29 %, 3 – 30–69%, 4 – 70–100 %, a věková struktura porostů: 1 – <20 let; 2 – 20–69 let; 3 – 70–89, 4 – 90 a více let. U každého porostu byla zaznamenávána délka transektů, které v něm byly vytyčeny. Rozdíly v pokryvnosti keřového patra a věkové skladby porostů mezi oblastmi byly potom testovány pomocí kontingenční tabulky na nulovou hypotézu, že podíl jednotlivých kategorií je ve všech oblastech stejný ($p < 0,05$).

Početnost a denní aktivita srnce a prasete. Početnost srnce a prasete a jejich denní aktivita byly odhadovány na základě snímků z fotopastí

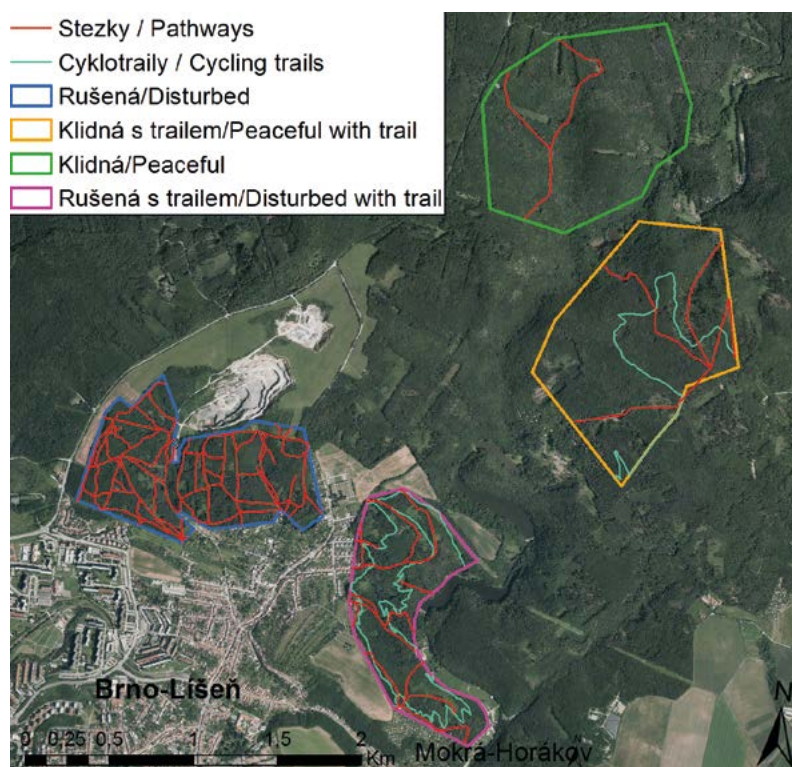
ve dvou oblastech s odlišnou intenzitou lidského rušení (klidná a rušená s trailem; tab. 1). V každé oblasti bylo instalováno 7 fotopastí (Spro-mise S308). Fotopasti byly v terénu rozmístěny v pravidelné síti 350 m × 350 m. Fotopasti byly instalovány v souladu s metodou monitoringu zvířat podle Random encounter model (REM), včetně vyznačení bodů nutných k odhadu ušlé vzdálenosti, rychlosti pohybu a zaznamenání druhu pohybu (ROWCLIFFE et al. 2008; MARCON et al. 2019). Prostřednictvím metody REM byla odhadnuta denzita obou sledovaných druhů v obou oblastech. Prase podle PALENCIA et al. (2019); srnec podle PFEFFER et al. (2018). Sběr snímků v terénu probíhal v termínu od 16. 7. 2019 do 31. 10. 2019.

Tab. 1.

Vybrané charakteristiky oblastí, kde byl zkoumán vliv lidských aktivit na prase divoké a srnce obecného
Selected characteristics of areas where the influence of human activities on wild boar and roe deer was investigated

Oblast/Area	Rozloha/ Area	Keřové patro/ Shrub layer	Návštěvnost/Attendance *		Traily/Cycling trails	Stezky/ Pathways
	(ha)	(%)	pěší/hikers (ind.)	cyklisté/cyclists (ind.)	(m/ha)	(m/ha)
Klidná/Peaceful	117	6	362	39	0	13
Rušená s trailem/Disturbed with trail	65	56	1265	420	98	83
Klidná s trailem/Peaceful with trail	116	14	285	218	23	51
Rušená/Disturbed	83	49	1120	113	0	179

* Průměrný denní počet návštěvníků v době od května do září zjištěný pomocí sčítacích zařízení/The average number of daily visitors from May to September determined by means of counting equipment



Obr. 1.

Oblasti, kde byl zkoumán vliv lidských aktivit na chování srnce obecného

Fig. 1.

Areas where the influence of human activities on the behaviour of roe deer was investigated

Vyhodnocení dat. Početnost a distribuce pobytových znaků byly dány do souvislosti s velikostí příslušné oblasti, návštěvností a početností zvířat. Rozdíl průměrných hodnot charakteristik porostů (podíl plochy s dobře vyvinutým keřovým patrem, věk porostů) byl testován Kruskal-Wallis testem, protože data neměla normální distribuci. Lineární regrese byla použita ke zhodnocení závislosti mezi kvantitativními proměnnými, jedno-faktorová ANOVA byla použita ke zjištění závislosti denní aktivity na kvalitativních proměnných (typu oblasti). Pro všechny testy byla použita hladina významnosti 0,05; kde $p < 0,05$ znamenala zamítnutí nulové hypotézy (významnost). Statistické analýzy byly provedeny pomocí softwaru Statistica 12.0 (Statsoft Inc. Tulsa, OK).

VÝSLEDKY

Struktura porostů

Struktura lesních porostů (z hlediska podílu plochy s dobře vyvinutým keřovým patrem) nebyla ve čtyřech zkoumaných oblastech stejná. Statisticky významný rozdíl mezi oblastmi byl v podílu plochy s dobře vyvinutým keřovým patrem (pokryvnost 30–100 %; $\chi^2 = 215,00$; $df = 9$; $p < 0,001$; $N = 221$). Takové porosty tvořily v rušených oblastech cca 50 % plochy, zatímco v klidných oblastech to bylo pouze kolem 10 % z celkové plochy. Naproti tomu porosty s chudým keřovým patrem (do 10 % pokryvnosti) tvořily v rušených oblastech kolem 10 % plochy, kdežto v klidných oblastech to bylo 75 % z celkové plochy oblastí.

Věk porostů se v rámci čtyř oblastí lišil ($\chi^2 = 115,58$; $df = 9$; $p < 0,001$; $N = 221$). Staré porosty nad 80 let byly zastoupeny v rušených oblastech 2× více než v oblastech klidných, kde jednoznačně dominovaly mladší porosty ve věku 70–80 let. Ty naopak téměř chyběly v oblastech rušených (méně než 10 % plochy). Paseky a porosty do 20 let věku byly zastoupeny nejméně, přibližně 15 % plochy ve třech oblastech, jen v klidné oblasti to bylo méně než 5 % plochy.

Srnc obecný

Podle analýzy snímků z fotopastí byla početnost srnce v rušené oblasti s traillem 2,5× vyšší než v oblasti klidné (43 ± 13 ks/100 ha resp. 17 ± 4 ks/100 ha; tab. 2).

Početnost všech pobytových znaků srnce (tab. 2) se mezi oblastmi lišila ($\chi^2 = 47,539$; $df = 3$; $p < 0,001$; $N = 509$). Nejvíce pobytových znaků bylo nalezeno v rušené oblasti, přibližně 3× více než v klidné oblas-

ti nebo klidné oblasti s traillem a téměř 2× tolik než v rušené oblasti s traillem. Tyto rozdíly byly způsobeny rozdílnou početností hrabů, početnost loží v oblastech rozdílná nebyla ($\chi^2 = 5,24$; $df = 3$; $p > 0,05$; $N = 169$).

Podíl loží a hrabů byl podobný v klidné oblasti a klidné oblasti s traillem (56, resp. 40 % z celkového počtu znaků), zatímco v rušené a rušené oblasti s traillem byl zaznamenán výrazně větší podíl hrabů než loží (73, resp. 82 % z celkového množství znaků).

V rušené oblasti byla lože ve větší vzdálenosti od stezek (ca 50 m) než hraby (ca 25 m). Toto však neplatilo pro rušenou oblast s traillem, kde byly oba typy pobytových stop od stezek ve stejné vzdálenosti (ca 45 m). Lože byla dál od trailů (ca 60 m) než tomu bylo u hrabů (ca 40 m). V ostatních oblastech (klidné a klidné s traillem) se průměrná vzdálenost loží a hrabů pohybovala nad 100 m od stezek.

Denní aktivita srnce byla v rušené i klidné oblasti podobná (obr. 2). Srnc byl nejaktivnější v době kolem východu a západu slunce, třetí, menší vrchol aktivity připadl na 14.–16. hodinu. Větší pohyb srnc vykazoval během noci než v průběhu dne a byl aktivnější během pracovních dnů než o víkend. Většina aktivního pohybu v rušené oblasti byla využita ke sběru potravy (57 % záznamů) a zbývající čas k přemísťování. Při zohlednění počtu zvířat v rámci monitoringu pobytových znaků se ukázalo, že v obou oblastech je podobná denzita hrabů (0,55, resp. 0,57 ks/ha/1 srnce), ale v klidné oblasti je téměř 3násobně více loží (tab. 2).

Prase divoké

Na základě záznamů z fotopastí byla stanovena denzita prasete divokého v rušené oblasti s traillem 2,6× vyšší než v oblasti klidné (4 ± 1 ks/100 ha, resp. 11 ± 2 ks/100 ha).

Pobytové znaky prasete divokého nebyly nalezeny v rušené oblasti. Největší plocha půdního povrchu byla rozryta v rušené oblasti s traillem (1 % plochy), o půl procenta méně to bylo v oblasti klidné s traillem a 0,14 % plochy rozryla prasata v klidné oblasti. Mezi intenzitou poškození půdního povrchu a hustotou stezek v jednotlivých oblastech ($N = 3$) byla pozitivní korelace ($r = 0,69$).

Aktivita prasete divokého byla koncentrována v rušené i klidné oblasti do nočních hodin (obr. 3). V klidné oblasti bylo prase nejaktivnější ve druhé polovině noci (po půlnoci, 73 %), zatímco v rušené oblasti nebyl zaznamenán rozdíl mezi první a druhou polovinou noci. Většinu aktivity prase v obou oblastech věnovalo přemísťování a jen 1/3 času připadala na vyhledávání potravy.

Tab. 2.

Denzita srnce obecného a hustota jeho pobytových znaků v rámci jednotlivých oblastí
Roe deer density and density of its residence signs within individual areas

Oblast/Area	Srnců (ks celkem)/Roe deer (indd in total)	Srnců (ks/ha)/Roe deer (indd/ha)	Loží (ks/ha)/Beds (places/ha)	Hrabů (ks/ha)/Marking places (places/ha)	Loží (ks/ha/1srnce)/Beds (places/ha/roe deer)	Hrabů (ks/ha/1srnce)/Marking places (places/ha/roe deer)
Klidná/Peaceful	20	0,17	14	11	0,7	0,55
Rušená s traillem/ Disturbed with trail	28	0,43	6	16	0,2	0,57
Klidná s traillem/ Peaceful with trail	n	n	17	25	n	n
Rušená/Disturbed	n	n	14	64	n	n

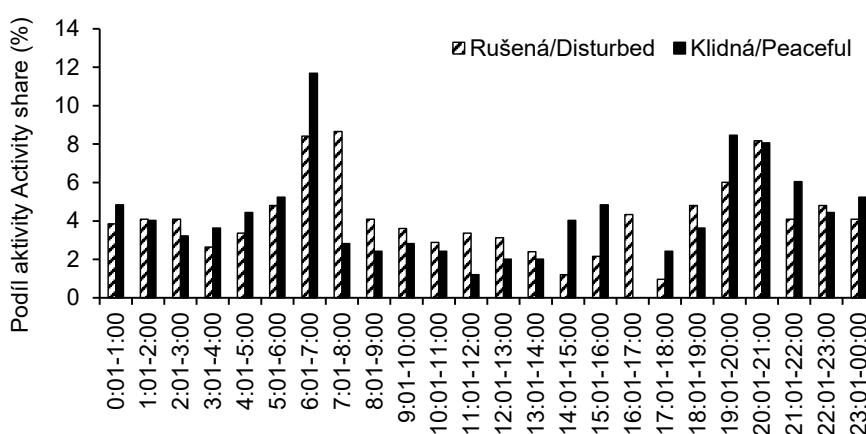
DISKUSE

Výsledky studie nepřinesly jednoznačné doklady o negativním vlivu lidských turistických aktivit na početnost a chování srnce a prasete v příměstských lesích. To svědčí o tom, že zvířata mohou být v tomto prostředí ovlivňována dalšími faktory, které na ně působí silněji než faktory spojené s rekreačním využíváním lesů. Podobné výsledky přinesly studie z Itálie (PICARDI et al. 2019) či Maďarska (CsÓKÁS et al. 2020).

Početnost srnce byla paradoxně výrazně vyšší v rušené oblasti přilehlé k městu než v klidnější vzdálenější oblasti. Vzhledem ke skutečně extrémnímu a celoročnímu využívání této oblasti turisty jsme předpokládali, že se zde srnec bude vyskytovat jen minimálně. Jeho početnost ale byla podstatně vyšší, než je průměrná početnost v běžné krajině

na převážně většině území v ČR (PROKEŠOVÁ et al. 2006) a v jiných státech Evropy (tab. 3). Naproti tomu populační hustota srnce v klidné oblasti odpovídá průměrné hodnotě pro dané přírodní poměry (PROKEŠOVÁ et al. 2006).

Z výše uvedeného je zřejmé, že vyrušování má na život zvířat vliv, ale přítomnost lidí na ně v různých prostředích a v různých situacích působí rozdílně. Dopady lidských aktivit v přírodě tak významně závisěji na možnostech zvířat se ukryt a také na tom, jak zvířata vnímají nebezpečnost lidí v jejich blízkosti. V naší rušené oblasti bylo sice celkové zatížení prostředí lidmi vysoké, ale na druhou stranu se zde sešly dvě velmi příznivé okolnosti. Tou první bylo dobře vyvinuté keřové patro, které v klidné oblasti téměř chybělo. Srnec zde nacházel bohaté zdroje potravy a také dostatek úkrytů v obtížně přístupných porostech, kam turisté běžně nechodí. Sice byl omezován v prosto-

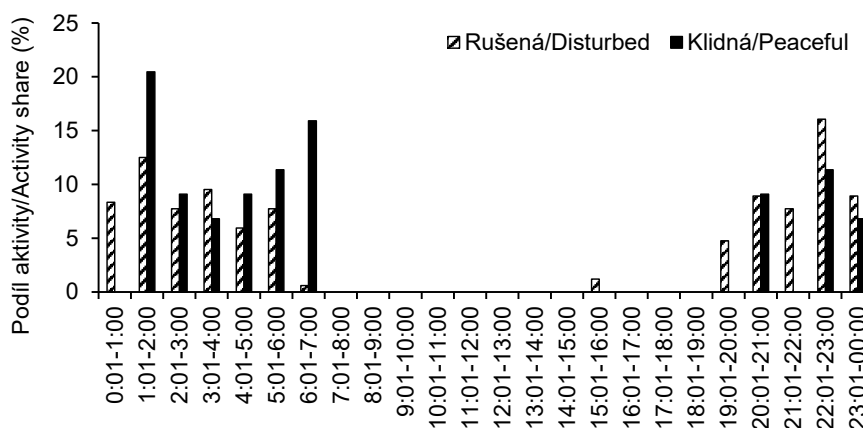


Obr. 2.

Průměrná aktivita srnce obecného během 24 hodin v rušené (N = 416, pruhované sloupce) a klidné oblasti (N = 248, černé sloupce) v období červenec–říjen. Svítání probíhalo v době 5:00–7:00 a soumrak v době 19:00–21:00

Fig. 2.

Average roe deer activity over 24 hours in the disturbed (N = 416, striped column) and peaceful area (N = 248, black column) in the period July – October. Dawn took place from 5:00 to 7:00 and dusk from 19:00 to 21:00



Obr. 3.

Průměrná aktivita prasete divokého během 24 hodin v rušené (N = 168, pruhované sloupce) a klidné oblasti (N = 45, černé sloupce) v období červenec–říjen. Svítání probíhalo v době 5:00–7:00 a soumrak v době 19:00–21:00

Fig. 3.

Average wild boar activity over 24 hours in the disturbed (N = 168, striped column) and peaceful area (N = 45, black column) in the period July – October. Dawn took place from 5:00 to 7:00 and dusk from 19:00 to 21:00

rové aktivitě, ale dokázal přežít i v těsné blízkosti frekventovaných stezek. Lidská přítomnost se tak pro přítomnost zvířat jeví jako méně relevantní faktor než přítomnost hustého podrostu a lze očekávat, že početnost zvířat může být vyšší v rušených oblastech s hustým podrostem než v klidných oblastech bez keřového patra. Tento předpoklad potvrzují výsledky podobných studií (např. BRAZAITIS et al. 2014). Druhým významným faktorem je omezení až vyloučení loveckých aktivit v rušené oblasti. V oblastech, které těsně přiléhaly k městu, se pohyboval velký počet lidí přes den a úplný klid zde není ani v noci. Prostředí je velmi nepřehledné a terén členitý a zvířata na volná prostranství prakticky nevycházejí. Za těchto podmínek je lov zvířete velmi obtížný a navíc spojený s vysokým rizikem konfliktů s turisty, případně poranění nebo usmrcení člověka. Turisticky intenzivně využívaná oblast tak sice byla velmi zatížená přítomností lidí, ale zároveň je zde prakticky znemožněn lov. Místní populace zvířete si evidentně uvědomovala neškodnost turistů a dokázala přežít i v těsné blízkosti frekventovaných stezek. O intenzitě loveckého využívání studovaných oblastí nemáme objektivní data, vycházíme jen z informací uživatelů honiteb, kteří tvrdí, že některé oblasti prakticky nevyužívají. I tak je vysoce pravděpodobné, že přítomnost turistů má významný negativní dopad na lovce a jejich aktivity a z klidu od lovců následně profitují zvířata. Zhodnocení reálného významu turistických a loveckých aktivit na zvěř a různých jejich kombinací je zajímavým výzkumným tématem do budoucna, stejně tak jako velmi omezená regulace početnosti zvěře v lesích v těsné blízkosti měst a dopady tohoto managementu, kdy se lokální populace vyvíjejí „přirozeně“ (DRIMAJ et al. 2021).

Intenzita vyrušování měla vliv na chování srnce, což se projevilo odlišným poměrem mezi počtem hrabů a loží. V turisticky málo zatížených oblastech (klidných) byl tento poměr přibližně vyrovnaný, zatímco v oblastech rušených dominovaly hraby. V rušené oblasti s trailem byla vysoká početnost srnce a zároveň vysoká hustota stezek a trailů (celkem 181 m/ha). Vysoká populační hustota negativně ovlivňuje velikost domovských okrsků (např. SAĪD, SERVANTY 2005) i velikost samčích teritorií (MYSTERUD 1998). V takovém prostředí srnec nachází jen omezený počet vhodných míst k odpočinku, kde potom opakovaně využívá svoje lože, kdežto v oblastech s nízkou početnos-

tí a nízkou intenzitou vyrušování může zaléhat na různých místech i v průběhu jednoho dne.

Vliv rušení se nijak neprojevil na denním rytmu aktivity srnce. Ve srovnání s výsledky studie zaměřené na denní a sezónní aktivitu srnce v oblasti italského Arezza (střední Itálie; PAGON et al. 2013) bylo docíleno stejných bimodálních výkyvů v denní aktivitě daných foto-periodou. Oba vrcholy byly synchronizovány s úsvitem a soumrakem, s větší aktivitou během soumraku.

Podobně jako srnec, také prase se vyskytovalo v rušeném prostředí ve větší početnosti než v prostředí lidmi málo navštěvovaném. Vliv člověka na prase divoké při hodnocení pobytových stop neodpovídal zcela našemu očekávání. V souladu s předpokladem byla nejméně vhodnou oblastí pro prase rušená oblast, kde nebyly nalezeny žádné pobytové znaky. Naproti tomu oblast rušená s trailem byla pro prase nejatraktivnější. Ze snímků z fotopastí byla pro prase nejatraktivnější klidná oblast s trailem (vlastní nepublikovaná data). Na rozdíl od srnce je distribuce prasete ve sledovaném prostředí méně předvídatelná a zřejmě bude záviset na více faktorech a také se může více měnit v průběhu roku.

U prasete jsme zjistili výhradně noční aktivitu v obou sledovaných oblastech. Výsledek naznačuje, že míra rušení je z hlediska prasete i v klidné oblasti tak vysoká, že se jeho chování významně neliší od chování v oblasti rušené. Určitý vliv rušení se projevilo na denní aktivitě, která byla v klidné oblasti ráno o hodinu delší. Průběh aktivity prasete v blízkosti města se shoduje s průběhem denní aktivity, jak ji popisují PODGÓRSKI et al. (2013) z oblasti příměstských lesů kolem polského Krakova. Výhradně noční způsob života není pro prase přirozeným chováním a není po stránce fyziologické pro tento druh optimální. Oči divokého prasete neobsahují *tapetum lucidum*, což mu výrazně zhoršuje jeho vizuální orientaci během noci (OLLIVIER et al. 2004). Nepřirozenost výhradně nočního způsobu života ukazuje aktivita prasat v uzavřených chovech nebo v nerušeném prostředí, kde je značná část jejich aktivit soustředěna do světelné fáze dne (PODGÓRSKI et al. 2013). Striktně noční aktivita prasete je pravděpodobně adaptací na nepříznivé podmínky, v blízkosti lidských sídel reprezentované rušivými aktivitami člověka (JOHANN et al. 2020).

Tab. 3. Densita srnce obecného a prasete divokého ve vybraných evropských zemích
Roe deer and wild boar density in selected European countries

Druh/ Species	Stát/Country	ks/km ² /indd/km ²	Metoda/Method*	Zdroj/Reference
srnec obecný/ roe deer	Česká republika/Czech Rep.	17 a 43	REM	tato studie/this study
	Švédsko/Sweden	9 až 36	CMR	KJELLANDER (2000)
	Itálie/Italy	29,05	REM	MARCON et al. (2019)
	Německo/Germany	14,6 a 19,4	REM	WALTERT et al. (2020)
	Itálie/Italy	4,4 až 17,4	REM	VIOLA et al. (2021)
	Maďarsko/Hungary	3,5	REM	POPOVA et al. (2019)
prase divoké/ wild boar	Česká republika/Czech Rep.	4 a 11	REM	tato studie/this study
	Německo/Germany	5,0	GEN	EBERT et al. (2012)
	Itálie/Italy	1,9 až 10,8	REM	MARCON et al. (2019)
	Španělsko/Spain	0,37	STAT	BOSCH et al. (2012)
	Španělsko/Spain	13,27	CMR	JIMÉNEZ et al. (2017)
	Švýcarsko/Switzerland	10,6	CMR	HEBEISEN et al. (2008)

*REM – Random Encounter Model; STAT – zpětný propočet/analysis of hunting statistics; GEN – molekulární analýza/molecular analysis; CMR – zpětný odchyt/CMR method

ZÁVĚR

Početnost srnce obecného a prasete divokého byla vyšší v oblasti silně rušené lidskými aktivitami než v oblasti méně rušené. Současně v rušené oblasti bylo dobře vyvinuté keřové patro, které v klidné oblasti téměř chybělo.

Intenzita rušení měla vliv na chování srnce obecného. V klidných oblastech srnec vytvářel více loží než v oblastech silně rušených.

Aktivita srnce obecného byla nejvyšší při svítání a stmívání a byla podobná v oblasti rušené i klidné.

Prase divoké dokázalo využívat i intenzivně rušené lokality.

Nebyl zjištěn významný rozdíl mezi denní aktivitou prasete v oblasti rušené a nerušené. V obou typech oblastí zachovávalo prase striktně noční aktivitu.

Poděkování:

Tento článek vznikl v rámci projektu TL02000505 „Podmínky pro harmonické skloubení cykloturistiky v lesním prostředí s potřebami ochrany přírody a rozvoje regionů“, který je spolufinancován se státní podporou Technologické agentury ČR v rámci Programu ÉTA.

LITERATURA

- BELOTTI E., MAYER K., KREISINGER J., HEURICH M., BUFKA L. 2018. Recreational activities affect resting site selection and foraging time of Eurasian lynx (*Lynx lynx*). *Hystrix, the Italian Journal of Mammalogy*, 29: 181–189. DOI: 10.4404/hystrix-00053-2018
- BOSCH J., PERIS S., FONSECA C. et al. 2012. Distribution, abundance and density of the wild boar on the Iberian Peninsula, based on the CORINE program and hunting statistics. *Folia Zoologica*, 61: 138–151. DOI: 10.25225/fozo.v61.i2.a7.2012
- BRAZAITIS G., PĚTELIS K., ŽALKAUŠKAS R., BELOVA O. 2014. Landscape effect for the Cervidae Cervidae in human-dominated fragmented forests. *European Journal of Forest Research*, 133: 857–869. DOI: 10.1007/s10342-014-0802-x
- CAHILL S., LLIMONA F., CABAÑEROS L., CALOMARDO F. 2012. Characteristics of wild boar (*Sus scrofa*) habituation to urban areas in the Collserola Natural Park (Barcelona) and comparison with other locations. *Animal Biodiversity and Conservation*, 35: 221–233. DOI: 10.32800/abc.2012.35.0221
- CASTILLO-CONTRERAS R., MENTABERRE G., AGUILAR X.F., CONEJERO C., COLOM-CADENA A., RÁEZ-BRAVO A., GONZÁLES-CRESPO C., ESPUNYES J., LAVÍN S., LÓPEZ-OLVERA J.R. 2021. Wild boar in the city: Phenotypic responses to urbanisation. *Science of The Total Environment*, 773: 145593. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2021.145593
- CSÓKÁS A., SCHALLY G., SZABÓ L., CSÁNYI S., KOVÁCS F., HELTAI M. 2020. Space use of wild boar (*Sus Scrofa*) in Budapest: are they resident or transient city dwellers? *Biologia Futura*, 71: 39–51. DOI: 10.1007/s42977-020-00010-y
- DRIMAJ J., KAMLER J., PLHAL R. et al. 2021. Intensive hunting pressure changes the distribution of wild boar. *Human-Wildlife Interactions*, 15: 9. DOI: 10.26077/b792-8211
- EBERT C., KNAUER F., SPIELBERGER B., THIELE B., HOHMANN U. 2012. Estimating wild boar *Sus scrofa* population size using faecal DNA and capture-recapture modelling. *Wildlife Biology*, 18: 142–152. DOI: 10.2981/11-002
- 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
- FIALOVÁ J., BŘEZINA D., ŽIŽLAVSKÁ N., MICHAL J., MACHAR I. 2019. Assessment of visitor preferences and attendance to singletrails in the Moravian Karst for the sustainable development proposals. *Sustainability*, 11: 3560. DOI: 10.3390/su11133560
- GAGNON J.W., THEIMER T., DODD N., BOE S., SCHWEINSBURG R. E. 2007. Traffic volume alters elk distribution and highway crossings in Arizona. *The Journal of Wildlife Management*, 71: 2318–2323. DOI: 10.2193/2006-224
- GAYNOR K.M., HOJNOWSKI C.E., CARTER N.H., BRASHARES J.S. 2018. The influence of human disturbance on wildlife nocturnality. *Science*, 360: 1232–1235. DOI: 10.1126/science.aar7121
- GIL-FERNÁNDEZ M., HARCOURT R., TOWERTON A., NEWSOME T., MILNER H.A., SRIRAM S., GRAY N., ESCOBAR-LASSO S., GONZÁLES-CARDOSO V.H., CARTHEY A. 2021. The canid pest ejector challenge: controlling urban foxes while keeping domestic dogs safe. *Wildlife Research*, 48: 314–322. DOI: 10.1071/wr20078
- GOMES D.J., WIERZBOWSKA I.A., BEVANGER K., O'MAHONY D.T., ROLA K. 2020. Diet of the European badgers (*Meles meles*) in urban and rural areas of Norway. *European Journal of Wildlife Research*, 66: 7. DOI: 10.1007/s10344-019-1347-6
- HARRIS G., NIELSON R.M., RINALDI T., LOHUIS T. 2013. Effects of winter recreation on northern ungulates with focus on moose (*Alces alces*) and snowmobiles. *European Journal of Wildlife Research*, 60: 45–58. DOI: 10.1007/s10344-013-0749-0
- HEBEISEN C., FATTEBERT J., BAUBET E., FISCHER C. 2008. Estimating wild boar (*Sus scrofa*) abundance and density using capture-resights in Canton of Geneva, Switzerland. *European Journal of Wildlife Research*, 54: 391–401. DOI: 10.1007/s10344-007-0156-5
- HOMOLKA M., MIKULKA O., KAMLER J., DRIMAJ J., PLHAL R. 2021. Mortality of small animals on singletrails in Mariánské údolí valley (Brno, Czech Republic). In: Fialová J. (ed.): Public recreation and landscape protection – with sense hand in hand! Conference proceedings. 10th–11th May 2021. Křtiny, Mendel University in Brno: 301–306.
- JIMÉNEZ J., HIGUERO R., CHARRE-MEDELIN J.F., ACEVEDO P. 2017. Spatial mark-resight models to estimate feral pig population density. *Hystrix, the Italian Journal of Mammalogy*, 28: 208–213. DOI: 10.4404/hystrix-28.2-12141
- JOHANN F., HANDSCHUH M., LINDEROTH P., DORMANN C.F., ARNOLD J. 2020. Adaptation of wild boar (*Sus scrofa*) activity in a human-dominated landscape. *BMC Ecology*, 20: 4. DOI: 10.1186/s12898-019-0271-7
- KEULING O., BAUBET E., DUSCHER A., EBERT C., FISCHER C., MONACO A., PODGÓRSKI T., PREVOT C., RONNENBERG K., SODEIKAT G., STIER N., THURFJELL H. 2013. Mortality rates of wild boar *Sus scrofa* L. in central Europe. *European Journal of Wildlife Research*, 59: 805–814. DOI: 10.1007/s10344-013-0733-8
- KJELLANDER P. 2000. Density dependence in roe deer population dynamics. Dissertation. Uppsala, Lantbruksuniversitet: 32 s. Acta Universitatis Agriculturae Sueciae. Silvestria, 154.
- KUŠTA T., KEKEN Z., JEŽEK M., HOLÁ M., ŠMÍD P. 2017. The effect of traffic intensity and animal activity on probability of ungulate-vehicle collisions in the Czech Republic. *Safety Science*, 91: 105–113. DOI: 10.1016/j.ssci.2016.08.002

- LARSON C.L., REED S.E., MERENLENDER A.M., CROOKS K.R. 2016. Effects of recreation on animals revealed as widespread through a global systematic Review. *PLoS One*, 11: e0167259. DOI: 10.1371/journal.pone.0167259
- LOVARI S., SERRAO G., MORI E. 2017. Woodland features determining home range size of roe deer. *Behavioural Processes*, 140: 115–120. DOI: 10.1016/j.beproc.2017.04.012
- MACDONALD D.W., NEWMAN C., BUESCHING C.D., JOHNSON P.J. 2008. Male-biased movement in a high-density population of the Eurasian badger (*Meles meles*). *Journal of Mammalogy*, 89: 1077–1086. DOI: 10.1644/07-MAMM-A-185.1
- MARCON A., BATTOCCHIO D., APOLLONIO M., GRIGNOLIO S. 2019. Assessing precision and requirements of three methods to estimate roe deer density. *PLoS ONE*, 14 (10): e0222349. DOI: 10.1371/journal.pone.0222349
- MIKULKA O., DRIMAJ J., PLHAL R., HOMOLKA M., KAMLER J. 2021. Cycling and its influence on animal behavior. In: Fialová J. (ed.): Public recreation and landscape protection – with sense hand in hand! Conference proceedings. 10th–11th May 2021. Křtiny, Mendel University in Brno: 117–120.
- MYSTERUD A. 1998. Large male territories in a low-density population of roe deer *Capreolus capreolus* with small female home ranges. *Wildlife Biology*, 4: 231–235. DOI: 10.2981/wlb.1998.026
- NORUM J.K., LONE K., LINNELL J.D.C., ODDEN J. 2015. Landscape of risk to roe deer imposed by lynx and different human hunting tactics. *European Journal of Wildlife Research*, 61: 831–840. DOI: 10.1007/s10344-015-0959-8
- OBEROSLER V., GROFF C., IEMMA A., PEDRINI P., ROVERO F. 2017. The influence of human disturbance on occupancy and activity patterns of mammals in the Italian Alps from systematic camera trapping. *Mammalian Biology*, 87: 50–61. DOI: 10.1016/j.mambio.2017.05.005
- OLLIVIER F.J., SAMUELSON D.A., BROOKS D.E., LEWIS P.A., KALLBERG M.E., KOMÁROMY A.M. 2004. Comparative morphology of the tapetum lucidum (among selected species). *Veterinary Ophthalmology*, 7: 11–22. DOI: 10.1111/j.1463-5224.2004.00318.x
- PAGON N., GRIGNOLIO S., PIPIA A., BONGI P., BERTOLUCCI C., APOLLONIO M. 2013. Seasonal variation of activity patterns in roe deer in a temperate forested area. *Chronobiology International*, 30: 772–785. DOI: 10.3109/07420528.2013.765887
- PALENCIA P., VICENTE J., BARROSO P., BARASONA J.A., SORIGUER R.C., ACEVEDO P. 2019. Estimating day range from camera-trap data: the animals' behaviour as a key parameter. *Journal of Zoology*, 309: 182–190. DOI: 10.1111/jzo.12710
- PELIKÁN J., ZEJDA J., HOMOLKA M. 1983. Mammals in the urban agglomeration of Brno. *Acta scientiarum naturalium Academiae Scientiarum Bohemicae*, Brno, 17: 1–49.
- PFEFFER S.E., SPITZER R., ALLEN A.M., HOFMEESTER T.R., ERICSSON G., WIDEMO F., SINGH N.J., CROMSIGT J.P.G.M. 2018. Pictures or pellets? Comparing camera trapping and dung counts as methods for estimating population densities of ungulates. *Remote Sensing in Ecology and Conservation*, 4: 173–183. DOI: 10.1002/rse2.67
- PICARDI S., BASILLE M., PETERS W., PONCIANO J.M., BOITANI L., CAGNACCI F. 2019. Movement responses of roe deer to hunting risk. *Journal of Wildlife Management*, 83: 43–51. DOI: 10.1002/jwmg.21576
- PODGÓRSKI T., BAŚ G., JĘDRZEJSKA B., SÖNNICHSEN L., ŚNIEŻKO S. 2013. Spatiotemporal behavioral plasticity of wild boar (*Sus scrofa*) under contrasting conditions of human pressure: primeval forest and metropolitan area. *Journal of Mammalogy*, 94: 109–119. DOI: 10.2307/23488602
- POPOVA E.D., AHMED A.A., GENOV P.V., HODZHA M. 2019. Estimating population density of roe deer *Capreolus capreolus* (L.) (Artiodactyla: Cervidae) for better management: Comparison of three methods. *Acta Zoologica Bulgarica*, 71: 531–536.
- PROKEŠOVÁ J., BARANČEKOVÁ M., HOMOLKA M. 2006. Density of red deer and roe deer and their distribution in relation to different habitat characteristics in a floodplain forest. *Folia zoologica*, 55: 1–14.
- QUINN M., CHERNOFF G. 2010. Mountain biking: a review of the ecological effects. A literature review for Parks Canada – National Office (Visitor Experience Branch): Final report. February 2010. Calgary, University of Calgary: 42 s.
- ROWCLIFFE J.M., FIELD J., TURVEY S.T., CARBONE C. 2008. Estimating animal density using camera traps without the need for individual recognition. *Journal of Applied Ecology*, 45: 1228–1236. DOI: 10.1111/j.1365-2664.2008.01473.x
- SAÏD S., SERVANTY S. 2005. The influence of landscape structure on female Roe deer home-range size. *Landscape Ecology*, 20: 1003–1012. DOI: 10.1007/s10980-005-7518-8
- SCHOLTEN J., MOE S.R., HEGLAND S.J. 2018. Red deer (*Cervus elaphus*) avoid mountain biking trails. *European Journal of Wildlife Research*, 64: 8. DOI: 10.1007/s10344-018-1169-y
- STANKOWICH T. 2008. Tail-flicking, tail-flagging, and tail position in ungulates with special reference to black-tailed deer. *Ethology*, 114: 875–885. DOI: 10.1111/j.1439-0310.2008.01530.x
- ŠŤASTNÁ M., VAISHAR A., VAVROUCHOVÁ H., MAŠÍČEK T. 2018. Values of a suburban landscape: case study of Podolí u Brna (Moravia), the Czech Republic. *Sustainable Cities and Society*, 40: 383–393. DOI: 10.1016/j.scs.2018.01.034
- VIOLA P., GIROTTI P., SERAFINI D., SERAFINI S., VENANZI R., TOCCI D., AMICI A. 2021. Seasonal variation of wild ungulates abundance in a hunting-ban beech forest: a case study of Amiata Mountain, Central Italy. *Environmental Sciences Proceedings*, 3: 34. DOI: 10.3390/IECF2020-07879
- WALTERT M., GRAMMES J., SCHWENNINGER J., ROIG BOIXEDA P. 2020. A case of underestimation of density by direct line transect sampling in a hunted roe deer (*Capreolus capreolus*) population. *Mammalian Research*, 65: 151–160. DOI: 10.1007/s13364-019-00450-5

EFFECTS OF HUMAN ACTIVITIES ON DISTRIBUTION AND BEHAVIOUR OF ROE DEER AND WILD BOAR IN A SUBURBAN FOREST

SUMMARY

Forests in the vicinity of municipalities and in the areas attractive for tourists are important with respect to their recreational function. The characteristic feature of these suburban forests is the high intensity of recreational use, which is manifested by year-round use, a high attendance in the forest area, human activity performed even at night, and the concurrence of several recreational activities at once. In addition, the visitor loads may also affect disturbance-sensitive animal populations. The impacts of tourism on animals will differ significantly for individual species, especially depending on their tolerance to disturbance, ability to hidden life, possibility of switch to a nocturnal lifestyle etc. The absence or lower intensity of hunting pressure, which is very problematic or even impossible in human-used forests, will also have some relevance.

The aim of this study was to determine the effects of the presence of cycle and hiking trails on the abundance, spatial activity and behaviour of roe deer (*Capreolus capreolus*). We tested the following hypotheses:

1. The high intensity of tourist activities will have a negative impact on the density of large animals.
2. The distribution of roe deer will be uneven in suburban forests, the animals will stay in an area with a lower intensity of disturbing factors and their activity will be exclusively nocturnal.

In the suburban forests near Brno (South Moravia), four areas with different intensity of human disturbance and the presence of cycle trails were distinguished (Fig. 1; Tab. 1). Monitoring of residence signs was carried out on transects (5m wide) that evenly covered all four areas. In two selected areas, animals were monitored through 14 camera traps (7 camera traps in each area). Density of studied species in the areas was estimated by the Random Encounter Model method.

The numbers of roe deer and wild boar were significantly higher in disturbed area with trail than in the peaceful area. At the same time, there was a well-developed shrub layer in the disturbed area, which was almost absent in the peaceful area (Tab. 2).

The intensity of the disturbance affected the behaviour of the roe deer, which was reflected in the ratio between the number of marking places and the number of beds. In peaceful areas, roe deer formed more beds than in disturbed areas. The daily rhythm of the roe deer activity was the same in the disturbed and peaceful area. Activity in both areas was concentrated until dawn and dusk (Fig. 2). This two-peak activity is not typical for roe deer. The identical course of activity in our localities indicates that the roe deer is under significant pressure in the disturbed and peaceful areas.

No significant difference was found between the daily activity of the wild boar in the disturbed area and in the peaceful area (Fig. 3). In both types of areas, the wild boar maintained strictly nocturnal activity, which demonstrates the significant effect of human interference in both disturbed and peaceful areas.

The recorded density of these species in selected areas was higher than in other European countries (Tab. 3).

Zasláno/Received: 03. 06. 2021

Přijato do tisku/Accepted: 06. 09. 2021