

# EKOLOGICKÉ ODPOVĚDI SAVCŮ NA URBANIZACI: POZNATKY Z DLOUHODOBÉHO FOTOMONITORINGU V BRNĚ

## ECOLOGICAL RESPONSES OF MAMMALS TO URBANIZATION: INSIGHTS FROM LONG-TERM CAMERA-TRAP MONITORING

ONDŘEJ MIKULKA ✉ - JAKUB DRIMAJ

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

✉ e-mail: [ondrejmikulka@seznam.cz](mailto:ondrejmikulka@seznam.cz)

ORCID: *O. Mikulka* 0000-0002-5614-8667

*J. Drimaj* 0000-0001-6363-9555

### ABSTRACT

Urbanization fundamentally influences mammalian behavior, yet quantitative data from Central European cities remain scarce. We deployed 60 camera traps across Brno (Czech Republic) from January 2024 to April 2025 along an urban–peri-urban–rural gradient, ranging from the historical city center to surrounding forests and agricultural land. In total, we collected 30,488 detections representing 23 mammal species; five species (European hare, roe deer, red fox, wild boar, domestic cat) accounted for over 75% of all records. Synanthropic species (cat, fox) were strongly associated with built-up areas, whereas hare, roe deer, and wild boar primarily used the peri-urban zone and connected green areas. Daily activity patterns corresponded with known ecological rhythms: hare and roe deer showed crepuscular peaks, wild boar and fox were mostly nocturnal, and cats exhibited activity distributed throughout the day. Seasonal shifts in activity were statistically confirmed for hare and fox. Three invasive species (nutria, muskrat, raccoon) were also documented. Our findings show that cities do not act as barriers but rather as heterogeneous mosaics enabling coexistence of species with different space-use strategies. Camera trapping proved effective for detecting early signals of wildlife and invasive species presence in urban environments.

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

**Klíčová slova:** synantropní fauna; prostorové chování; cirkadiální rytmus; sezónní aktivita; prostupnost krajiny; antropogenní disturbance

**Key words:** synanthropic fauna; spatial behaviour; circadian rhythm; seasonal activity; landscape connectivity; anthropogenic disturbance

### ÚVOD

Urbanizace představuje jeden z klíčových procesů, které zásadně mění strukturu krajiny, ekologické vztahy i způsob využívání území. Přetváří prostředí, v němž se volně žijící živočichové musí adaptovat na mozaiku zastavěných ploch, zeleně, vodních prvků a intenzivní lidské činnosti. V tomto kontextu vznikla disciplína urban wildlife ekologie, jež se posunula od řešení „problémových“ druhů k integrálnímu studiu interakcí mezi člověkem a faunou, zahrnujícím i plánování městské krajiny a management populací. Dnes jde o rychle se rozvíjející interdisciplinární obor s mezinárodním přesahem (ADAMS, LINDSEY 2005; PERRY et al. 2020). Přehledové studie však upozorňují na přetrvávající mezery ve znalostech, zejména v regionech globálního jihu a ve střední Evropě, a na nutnost užšího propojení s urbanismem a politikou ochrany přírody (COLLINS et al. 2021).

Ve městech dochází ke změnám druhového složení a abundance živočichů v důsledku synurbanizace, kdy některé druhy města úspěšně kolonizují, zatímco jiné ustupují. Městské „zelené ostrovy“ mohou

paradoxně představovat hotspots biodiverzity, často s výskytem ohrožených či citlivých taxonů. Dlouhodobý monitoring městského hřbitova v Košicích potvrdil stabilitu ptačích cechů i přítomnost drobných savců, což dokládá význam vybraných městských biotopů jako refugia (ČANÁDY, MOŠANSKÝ 2017). V evropském měřítku se na gradientu město–okraj–venkov obvykle snižuje diverzita a abundance menších savců se zvyšující se zastavěností; druhy vykazují specifické vazby na strukturu prostředí a lze vymezit indikátorové taxony pro různé městské zóny (KLIMANT et al. 2017).

Městští savci vykazují širokou škálu adaptací – od změn velikosti domovských okrsků (BATEMAN, FLEMING 2012; RODEWALD, GEHRT 2014) a výběru potravy (ADAMS, LINDSEY 2005; PERRY et al. 2020) po úpravy aktivit, bdělosti a prahové vzdálenosti úniku (MAGLE et al. 2012; RITZEL, GALLO 2020; COLLINS et al. 2021). Metaanalýzy potvrzují častější noční aktivitu, dietní oportunismus a výraznou behaviorální plasticitu – zejména v rozsahu domovských okrsků a úrovni bdělosti (MAGLE et al. 2012; RITZEL, GALLO 2020). Tyto změny jsou

adaptivní odpovědi na světelné a hlukové znečištění, přítomnost lidí, dostupnost antropogenních zdrojů potravy a fragmentaci prostředí.

U městských šelem střední velikosti, jako je liška obecná (*Vulpes vulpes*), kuna skalní (*Martes foina*) či kočka domácí (*Felis catus*), je dobře popsán „městský režim“ – tolerance k lidem, změny tělesných parametrů a schopnost využívat lidské zdroje při absenci vrcholových predátorů (BATEMAN, FLEMING 2012).

Populační dynamika městských druhů bývá nelineární: některé populace profitují z přebytku potravy a nižší predace, jiné limitují kolize s dopravou, patogeny a bariéry v krajině. Pro pochopení těchto procesů je nezbytné sledovat nejen abundanci, ale i demografii v kontextu prostorové konektivity. Funkční koridory tvořené vodními toky, linií zeleně či zelenými střechami jsou klíčové pro perzistenci populací a zmírnění fragmentace (RODEWALD, GEHRT 2014; ZELLMER, GOTO 2022).

Rozmanitost městských biotopů a kvalita zeleně významně ovlivňují výskyt a chování obratlovců. Parky, hřbitovy, brownfieldy či zahrady nabízejí různé kombinace krytu, zdrojů potravy a klidu; jejich mozaikovitost a management se odrážejí ve složení společenstev (KAYS, DEWAN 2004; ČANÁDY, MOŠANSKÝ 2017). Dlouhodobé studie ve střední Evropě ukazují, že druhová bohatost drobných savců a ptáků úzce souvisí se strukturou vegetace a podílem nepropustných ploch, což lze využít při plánování městské přírody (KLIMANT et al. 2017).

Specifické faktory měst – umělé osvětlení, hluk, doprava, odpad, přikrmování, mikroklima i sociální chování lidí – vytvářejí selekční režim podporující oportunistické všežravce a mezopredátory (BATEMAN, FLEMING 2012; COLLINS et al. 2021). U savců se to projevuje častější noční aktivitou (RITZEL, GALLO 2020), menšími domovskými okrsky (RODEWALD, GEHRT 2014), změnami diety (ADAMS, LINDSEY 2005; PERRY et al. 2020) a sníženou vyhýbavostí vůči člověku (MAGLE et al. 2012). Současně se objevují nové epidemiologické výzvy – vyšší kontaktní hustoty podporují přenos patogenů (RITZEL, GALLO 2020) a kolize s dopravou mohou převýšit reprodukční zisky, pokud není řešena prostupnost krajiny (BATEMAN, FLEMING 2012).

Porozumění těmto procesům je zásadní pro udržitelný rozvoj měst i jejich ekologickou funkčnost. Urbanizované oblasti se stávají trvalým biotopem řady druhů, a proto je znalost jejich prostorového chování a interakcí s člověkem klíčová pro plánování měst, která budou biologicky funkční i bezpečná. Prosazuje se koncept wildlife-inclusive měst, jež zohledňují ekologické potřeby živočichů při návrhu zeleně, dopravních staveb i veřejných prostranství.

Dlouhodobé sledování městských populací umožňuje hodnotit jejich stabilitu, identifikovat rizikové faktory a navrhnout opatření managementu. Budoucí výzkum by se měl více zaměřit na přenos chorob, socioekologické vztahy a metodické inovace a systematicky pokrývat regiony a taxony dosud opomíjené (RODEWALD, GEHRT 2014; COLLINS et al. 2021). Město lze chápat jako dynamickou mozaiku, v níž se fauna neustále přeskupuje v prostoru i čase. Savci zde dosahují vysokých hustot, mění chování a využívají nové zdroje, ale zároveň čelí rizikům spojeným s intenzivní lidskou činností. Z hlediska výzkumu i praxe z toho vyplývá potřeba dlouhodobého, víceškálového sledování a posílení konektivity městské zeleně. Úspěšný management vyžaduje mezioborovou spolupráci správců, samospráv a veřejnosti, neboť ekologické procesy ve městě jsou neoddelitelné od sociálních a plánovacích rozhodnutí (RITZEL, GALLO 2020; COLLINS et al. 2021; ZELLMER, GOTO 2022).

Na tato východiska navazuje i náš výzkum dlouhodobě sledující prostorovou a časovou aktivitu městských savců v Brně. Studie představuje první ucelený soubor dat, který přispívá k pochopení ekologických procesů a k praktickému plánování městské přírody. Brno, ležící na rozhraní lesnaté pahorkatiny a zemědělské roviny, je protínáno dvěma řekami – Svatkou a Svitavou – které tvoří přirozené osy měst-

ské zeleně a umožňují studium ekologického gradientu od centra po příměstské okraje. Zkoumání savcích společenstev napříč tímto gradientem pomáhá identifikovat klíčové faktory ovlivňující výskyt druhů a navrhnout efektivní management městské přírody, zohledňující potřeby volně žijících živočichů i obyvatel města.

Cílem této studie bylo analyzovat prostorové a časové vzorce výskytu savců v městském prostředí Brna a posoudit faktory ovlivňující jejich aktivitu a distribuci v závislosti na míře urbanizace. Konkrétně jsme se zaměřili na: (1) zhodnocení druhového složení a relativní abundance savců napříč gradientem urbanizace; (2) analýzu prostorového rozložení dominantních druhů mezi městskou zástavbou a okrajem; (3) posouzení sezónní a denní aktivity klíčových druhů a jejich variabilitu mezi ročními obdobími; (4) dokumentaci výskytu nepůvodních invazních druhů; a (5) interpretaci zjištěných vzorců v kontextu ekologických a managementových souvislostí, zejména prostupnosti krajiny a loveckého tlaku v příměstských zónách.

## MATERIÁL A METODIKA

### Studijní lokalita

Výzkum probíhal na území města Brna a přilehlých okrajových částech okresu Brno-venkov (Jihomoravský kraj, Česká republika; 49°11'N, 16°36'E). Území o rozloze přibližně 230 km<sup>2</sup> zahrnuje široké spektrum městských a příměstských biotopů – od hustě zastavěného centra a sídlišť přes průmyslové zóny a linií zeleně až po okrajové lesní komplexy, parky, hřbitovy a zemědělsky využívanou krajinu. Nadmořská výška území se pohybuje mezi 190 a 425 m n. m. Brno leží v teplé oblasti jižní Moravy s průměrnou roční teplotou 9,4 °C a průměrným úhrnem srážek kolem 550 mm.

### Sběr dat

Data o výskytu savců byla získávána pomocí automatických kamerových pastí (fotopastí) umístěných na 60 lokalitách v rámci území města Brna a jeho příměstských částí. Body monitoringu byly rozmístěny v pravidelné čtvercové síti o hustotě 1,5 × 1,5 km, která pokrývá gradient urbanizace od centra města po zalesněné okraje a příměstské lesy. Každá fotopast byla instalována v ploše zeleně o minimální rozloze 0,5 ha, přičemž umístění bylo realizováno po předchozím souhlasu vlastníků nebo správců pozemků. K monitoringu byly použity fotopasti TETRAO Spromise S308 (30 Mpx, IR přísvit 940 nm). Zařízení byla nastavena na fotografický režim se sekvenčním snímáním (1–3 snímky), aktivovaným PIR senzorem s detekční vzdáleností do 20 m.

Monitoring probíhal v období leden 2024 až duben 2025 a zahrnoval všechna čtyři roční období, což umožnilo posoudit sezónní variabilitu aktivity sledovaných druhů. Kontroly zařízení byly prováděny v pravidelných intervalech za účelem údržby, výměny baterií a stažení dat. Fotopasti byly instalovány standardně ve výšce 40–60 cm nad zemí, orientovány na frekventované zvířecí stezky či otevřené plochy a nastaveny na sekvenční snímání s aktivací pohybovým čidlem.

Získané záznamy byly klasifikovány podle druhu a času detekce a následně agregovány po dnech a ročních obdobích. Soubor dat sloužil k vyhodnocení prostorového rozložení a časové aktivity vybraných druhů savců napříč městským prostředím.

### Vyhodnocení dat

Data z fotopastí byla vyhodnocena pomocí kombinace prostorových, deskriptivních a neparametrických statistických metod. Každý zaznamenaný snímek byl klasifikován podle druhu, data, času a lokality. Pro následné analýzy byly využity tři úrovně agregace dat:

1. detekce (počet záznamů daného druhu na konkrétní fotopasti),
2. RAI – Relative Activity Index (relativní index aktivity, počet detekcí na 100 kamerodnů),
3. časové rozložení aktivity (hodinová distribuce detekcí).

Všechny fotopasti monitorovaly území stejný počet dní v jednotlivých ročních obdobích, nebylo proto nutné provádět standardizaci podle doby funkčnosti zařízení.

Pro porovnání výskytu druhů mezi městskou zástavbou a okrajem města byly všechny fotopasti klasifikovány do dvou typů prostředí (zástavba × okraj). Jako *zástavba* byly označeny lokality s podílem zastavěných ploch vyšším než 40 % v okruhu 300 m. Kategorie *okraj* zahrnovala lokality s podílem zastavěných ploch nižším než 20 %, typicky tvořené mozaikou městské zeleně, zahrad, parků a příměstské krajiny. Pro každý druh byl spočítán počet detekcí na jednotlivých lokalitách a rozdíl mezi prostředními byly testovány neparametrickým Mann-Whitney U testem, protože data nesplňovala předpoklady normality. Prostorové rozložení detekcí bylo vizualizováno pomocí mapových výstupů, kde velikost symbolu odpovídala celkovému počtu detekcí a barva relativnímu podílu druhů na lokalitě. Postup umožnil identifikovat prostorové preference druhů ve vztahu k urbanizaci.

Pro hodnocení sezónní variability byly měsíční počty detekcí přepončeny na standardizovaný index RAI (Relative Activity Index), tj. počet detekcí na 100 fotopastových dnů. Index byl vypočten samostatně pro každý druh a měsíc, následně agregován do čtyř ročních období (jaro, léto, podzim, zima). Rozdíly mezi obdobími byly testovány neparametrickým Kruskal-Wallis testem. Pro prezentaci výsledků byly vytvořeny spojnicové grafy znázorňující sezónní průběh indexu RAI.

Denní aktivita byla vyhodnocena z časového rázítka každé detekce. Detekce byly rozděleny podle hodin (0–23) a agregovány zvlášť pro každé roční období (jaro, léto, podzim, zima). Data byla standardizována na relativní četnost detekcí v rámci období. Pro statistické porovnání denní aktivity mezi ročními obdobími byl použit neparametrický Kruskal-Wallis test. Průběh denní aktivity byl vizualizován pomocí hladkých spojnicových grafů (spline smoothing), které zobrazují změny aktivity druhů v průběhu 24hodinového cyklu.

## VÝSLEDKY

V průběhu sledovaného období bylo na území města Brna zaznamenáno celkem 30 488 detekcí savců, které reprezentovaly 23 druhů z šesti řádů. Druhového spektra dominovaly zajíc polní (7 864 detekcí), srnec obecný (6 681), liška obecná (2 611), prase divoké (2 589), kočka domácí (2 439), kuna skalní (2 426), pes domácí (2 299) a veverka obecná (1 927). Tyto druhy tvořily jádro městské savčí fauny a dohromady představovaly více než 90 % všech zaznamenaných detekcí.

V rámci monitoringu byly potvrzeny tři invazní druhy – nutrie říční (131 záznamů), ondatra pižmová (3 záznamy) a mýval severní (1 záznam). Jejich celkový podíl nepřesáhl 0,5 % všech detekcí a prostorově se omezoval převážně na vodní biotopy a okraje zástavby, což odpovídá ekologickým preferencím těchto druhů v městském prostředí.

Zbýlých přibližně 5 % záznamů zastupovaly druhy: jezevec lesní, myšice sp., ježek východní, daněk skvrnitý, lasice hranostaj, lasice kolčava, plch lesní, potkan, muflon, vydra říční, krtek obecný, tchoř sp.

### Prostorová distribuce

Prostorové rozložení detekcí pěti nejčastěji zaznamenaných druhů (více než 75 % detekcí) je znázorněno na obr. 1. V centrální zástavbě převažovaly detekce kočky domácí, která zde na většinu lokalit tvořila

dominantní podíl všech záznamů. Naopak ve vnějších částech města, především v blízkosti zelených a zemědělských ploch dominovali zajíc polní, srnec obecný a prase divoké. Liška obecná se vyskytovala napříč celým územím, avšak s nižší četností detekcí v centru města. Velikost jednotlivých výsečí na mapě odpovídá celkovému počtu detekcí, zatímco barevné segmenty vyjadřují relativní zastoupení jednotlivých druhů.

Statistické porovnání výskytu mezi zástavbou a okrajem města (Mann-Whitney U test) prokázalo významný rozdíl pouze u prasete divokého ( $U = 145,5; p < 0,001$ ), které bylo výrazně častější v okrajových částech města. U lišky obecné ( $U = 231,0; p = 0,052$ ) a srnce obecného ( $U = 230,5; p = 0,051$ ) se rozdíl mezi prostředními blížil hranici statistické významnosti; oba druhy měly vyšší četnost detekcí na okraji města, což odpovídá jejich celkovému prostorovému rozložení. Naopak u kočky domácí ( $U = 345,5; p = 0,958$ ) a zajíce polního ( $U = 386,5; p = 0,439$ ) nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl v četnosti mezi zástavbou a okrajem.

Sezónní prostorové vzorce ukázaly, že prase divoké se trvale vyskytovalo v lesnatých oblastech severní a západní části města a ve všech ročních obdobích bylo statisticky významně častější v okrajových částech města (jaro:  $U = 159,5; p < 0,001$ ; léto:  $U = 156,0; p < 0,001$ ; podzim:  $U = 139,5; p < 0,001$ ; zima:  $U = 117,5; p < 0,001$ ). Liška obecná se objevovala v obou typech prostředí, avšak v letním období byla výrazněji přítomna v intravilánu města ( $U = 234,5; p = 0,045$ ), zatímco v dalších obdobích mírně převládala v okrajových lokalitách. Srnec obecný preferoval okraj města, kde se vyskytoval zejména v mozaice zeleně a fragmentované zástavby; statisticky významně častější byl v okrajové zóně na jaře ( $U = 218,5; p = 0,030$ ) a v zimě ( $U = 208,5; p = 0,036$ ), kdy využíval větší lesní komplex, zatímco v jarním a letním období se více objevoval také v parcích a rekreačních plochách. Kočka domácí byla po celý rok téměř výhradně v zastavěných oblastech, bez rozdílů mezi obdobími (vše  $p > 0,4$ ), a zajíc polní zůstával stabilně v otevřených plochách jižní části města, přičemž sezónní porovnání rovněž neprokázalo rozdíl mezi okrajem a zástavbou ( $p > 0,4$ ).

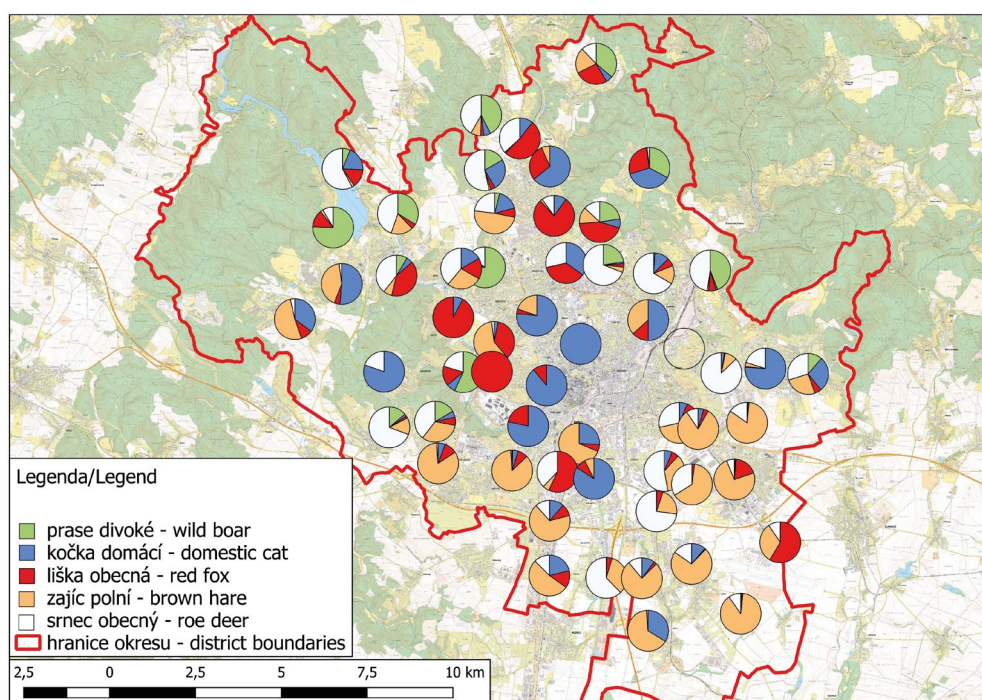
### Sezónní aktivita

Analýza sezónní variability podle měsíčních hodnot RAI (Obr. 2) neprokázala statisticky významné rozdíly mezi ročními obdobími u většiny druhů (Kruskal-Wallis test: kočka domácí  $p = 0,132$ ; prase divoké  $p = 0,204$ ; srnec obecný  $p = 0,110$ ; zajíc polní  $p = 0,108$ ). Pouze liška obecná vykazovala výraznější sezónní trend s vyšší aktivitou v letních měsících, přičemž rozdíl mezi obdobími se blížil hranici významnosti ( $p = 0,052$ ).

### Denní aktivita

Denní aktivita pěti nejpočetněji zaznamenaných druhů – zajíc polní, srnec obecný, prase divoké, liška obecná a kočka domácí – byla analyzována v ročním členění (Obr. 3). Zajíc polní a srnec obecný vykazovali stabilní dvouvrcholový rytmus s maximem při rozbřesku a soumraku (4:00–7:00 a 18:00–22:00), zatímco přes den byla aktivita nízká. Prase divoké projevovalo konzistentně noční aktivitu s hlavním maximem mezi 18:00–23:00 a menším vrcholem mezi 3:00–5:00. Liška obecná byla převážně noční, s nejvyšší aktivitou mezi 20:00–1:00, což odpovídá jejímu oportunnímu způsobu života v městském prostředí. Kočka domácí nevykazovala výrazný cirkadiánní rytmus; její aktivita byla relativně rovnoměrně rozložena během dne i noci.

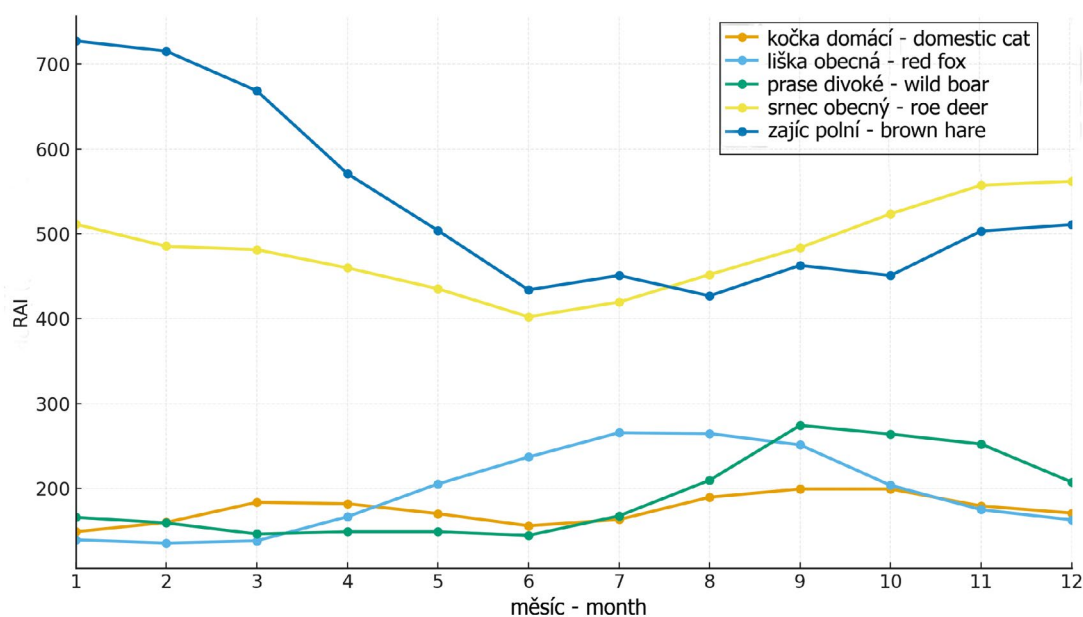
Porovnání denní aktivity mezi ročními obdobími (Kruskal-Wallis test) prokázalo statisticky významné změny u zajíce polního ( $p = 0,028$ ). U lišky obecné byla zjištěna indikativní změna denní aktivity naznačující sezónní trend ( $p = 0,017$ ). U ostatních druhů nebyly rozdíly mezi obdobími významné ( $p > 0,05$ ).


**Obr. 1.**

Prostorové rozmístění fotopastí a relativní podíl detekcí pěti nejčastěji zaznamenaných druhů. Velikost výseče odpovídá celkovému počtu detekcí na dané lokalitě, barevné segmenty vyjadřují procentuální zastoupení jednotlivých druhů. Červená linka znázorňuje administrativní hranici okresu Brno-město.

**Fig. 1.**

Spatial distribution of camera traps and the relative proportion of detections of the five most frequently recorded species. The size of each pie chart represents the total number of detections at a given site, while the colored segments indicate the percentage share of individual species. The red line marks the administrative boundary of the Brno-City district.


**Obr. 2.**

Sezónní variabilita aktivity pěti nejčastěji zaznamenaných druhů savců. Hodnoty jsou vyjádřeny pomocí relativního indexu aktivity (RAI) pro jednotlivé měsíce. Linie znázorňují průběh měsíční aktivity druhů během celého roku.

**Fig. 2.**

Seasonal variation in activity of the five most frequently recorded mammal species. Values represent the monthly relative activity index (RAI). Lines show the course of species activity throughout the year.

## DISKUSE

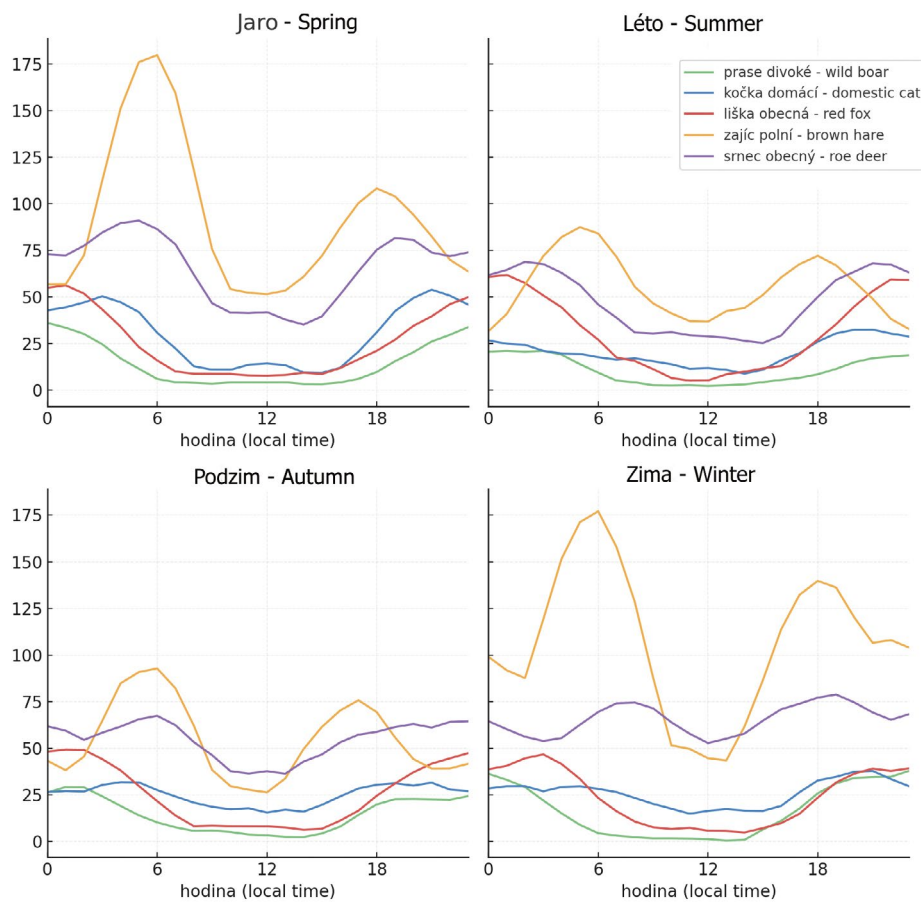
Monitoring prokázal, že savčí společenstvo na území města Brna je druhově pestré a reprezentuje široké spektrum ekologických strategií a adaptačních mechanismů. Celkem bylo zaznamenáno 23 druhů savců, zahrnujících jak běžné druhy kulturní krajiny (např. zajíc polní, srnec obecný), tak výrazně synantropní druhy (kočka domácí, pes domácí, kuna skalní), chráněné (např. veverka obecná) i invazní (nutrie říční, ondatra pižmová, mýval severní). Druhové jádro komunity tvoří oportunistické druhy s vysokou tolerancí k disturbanci a schopností využívat antropogenní zdroje potravy, což je typický rys městských savčích společenstev.

Jednotlivé dominantní druhy nevystupovaly homogenně v rámci celého území, ale vykazovaly jasnou prostorovou segregaci, která odráží úroveň jejich adaptace na urbanizované prostředí a rozdíly v ekologických nárocích. Kočka domácí a liška obecná se soustředily převážně do intravilánu a příměstských částí, kde využívaly obytnou zástavbu, zahrady a odpadní zdroje potravy. Tento vzorec odpovídá řadě studií, které dokumentují jejich dlouhodobou ekologickou plasticitu a úzkou vazbu na lidské prostředí (MATHESON 1944; KAYS, DEWAN 2004; BAKER et al. 2005; KRIVOPALOVA et al. 2024) a dlouhodobě dokumentuje preference městských populací lišek pro obytné oblasti s dostatkem potravy a úkrytů (HARRIS, RAYNER 1986; GLOOR et al. 2001; KIMMIG 2021). Oproti tomu prase divoké, srnec obecný a zajíc polní využívali především okrajové části města, kde mozaikovitě prostředí s vyšším

podílem zeleně a menším rušením poskytuje vhodnější podmínky pro druhy vyžadující větší prostor a přirozené zdroje potravy. Je však třeba zdůraznit, že okrajové zóny města nelze chápat jako prostory s nižším stresovým zatížením – často zde působí lovecký tlak, který představuje významný selekční faktor (DRIMAJ et al. 2021). Volba těchto lokalit tak pravděpodobně souvisí více s charakterem prostředí (kontinuita vegetace, úkrytové možnosti, dostupnost potravy) než s intenzitou lidské přítomnosti.

Nejvýraznější prostorové preference byly zaznamenány u prasete divokého, které opakovaně využívalo severní a západní okraj města tvořený rozsáhlejšími lesními komplexy a nepronikalo do centrální zástavby, což se částečně liší od výsledků jiných evropských studií, které popisují sezónní vstupy prasat do měst (REKIEL et al. 2025; PÉREZ-GONZÁLEZ et al. 2025). Srnec obecný a zajíc polní preferovali příměstské mozaiky se zemědělskými plochami a rozptýlenou vegetací, které zajišťují jak potravu, tak kryt.

Sezónní analýza potvrdila, že prostorové využití městské krajiny není stabilní v čase. U prasete divokého a srnce obecného byla v zimě vyšší četnost výskytu v příměstské krajině, pravděpodobně v důsledku omezené dostupnosti přirozené potravy a potřeby klidových lokalit. V jiných regionech je tento sezónní přesun spojován i se sněhovou pokrývkou (REKIEL et al. 2025; PÉREZ-GONZÁLEZ et al. 2025), která však v podmínkách Brna působí pouze omezeně. Naopak liška obecná vykazovala vyšší výskyt v intravilánu během léta a podzimu, což



Obr. 3.

Denní aktivita pěti nejčastěji zaznamenaných druhů volně žijících a synantropních savců ve čtyřech ročních obdobích.

Fig. 3.

Daily activity patterns of the five most frequently recorded species of wild and synanthropic mammals across the four seasons.

Lze spojit se sezónně vyšší dostupností antropogenních zdrojů potravy i s rozmnožovacím cyklem a péčí o mláďata (HARRIS, RAYNER 1986; KIMMIG 2021). Kočka domácí si udržovala stabilní prostorové využití po celý rok, což potvrzuje její vysokou míru synantropie a závislost na lidských zdrojích potravy (MATHESON 1944; KAYS, DEWAN 2004). Tyto výsledky potvrzují, že sezónní dynamika využívání městské krajiny je řízena ekologickými nároky a dostupností zdrojů, což odpovídá poznatkům o vysoké ekologické plasticitě savců na gradientu město–příměstská oblast (BATEMAN, FLEMING 2012; RIEM et al. 2012).

Denní aktivita sledovaných druhů odpovídala vzorcům známým z volně žijících populací. Zajíc polní a srnec obecný vykazovali soumračný dvouvrcholový rytmus s maximem při rozbřesku a soumraku, typický pro druhy otevřené krajiny (PÉPIN, CARGNELUTTI 1994; PÉREZ-GONZÁLEZ et al. 2025). Prase divoké bylo převážně noční, s koncentrací aktivity do období s nízkým rušením, což potvrzuje jeho adaptaci na prostředí s vysokou lidskou aktivitou (REKIEL et al. 2025; MARIN et al. 2024). Liška obecná projevovala rovněž noční aktivitu s vrcholem kolem půlnoci, charakteristickou pro oportunistické mezopredátory minimalizující kontakt s člověkem (HARRIS, RAYNER 1986; BATEMAN, FLEMING 2012; KIMMIG 2021). Kočka domácí měla aktivitu rozptýlenou napříč celým dnem i nocí, s mírným vrcholem při soumraku na jaře, což odráží její vazbu na lidskou přítomnost a flexibilní potravní režim (MATHESON 1944; KAYS, DEWAN 2004; FARDELL et al. 2021). Je však nutné zdůraznit, že fotopasti zachycují pouze průchody a mohou podhodnocovat jemnější změny denního rytmu, patrné z telemetrických studií.

Sezónní změny v denní aktivitě byly zaznamenány zejména u zajíce polního a lišky obecné, zatímco ostatní druhy vykazovaly stabilní průběh aktivity. To naznačuje, že cirkadiánní rytmy druhů silně vázaných na městské prostředí jsou stabilizovány umělým osvětlením, stálou strukturou a předvídatelnou dostupností potravy. Naproti tomu druhy otevřené krajiny reagují na sezónní změny výrazněji. Tyto vzorce potvrzují dřívější závěry o vyšší behaviorální flexibilitě synantropních druhů (BATEMAN, FLEMING 2012; CASTILLO-CONTRERAS et al. 2018) a vyšší sezónní variabilitě druhů spjatých s přirozenými biotopy (PÉPIN, CARGNELUTTI 1994; PÉREZ-GONZÁLEZ et al. 2025).

Celkově výsledky potvrzují, že městské prostředí představuje heterogenní a dynamickou krajinu, v níž se druhy prostorově i časově segregují v reakci na disturbance, zdroje a úroveň urbanizace. Synantropní druhy (kočka domácí, liška obecná) tvoří stabilní komponentu městských ekosystémů, zatímco druhy okrajové využívají město selektivně. Město tedy není bariérou, ale spíše filtrem a adaptivním prostorem, který může poskytovat zdroje i úkryty. Z hlediska managementu je klíčová prostupnost městské zeleně a krajinná mozaika. Brno, přecházející od lesnaté severní části k otevřené zemědělské krajině na jihu, vytváří strukturu podporující koexistenci druhů s rozdílnými ekologickými nároky. Taková heterogenita představuje základ pro zachování městské biodiverzity.

Studie představuje pilotní analýzu prostorové a časové aktivity vybraných druhů savců a ukazuje, že i relativně jednoduchý monitoring fotopastmi může odhalit ekologicky významné vzorce. Je však nutné zdůraznit, že fotopasti zachycují pouze průchody a mohou podhodnocovat jemnější změny denní aktivity, a proto je vhodné je doplňovat dalšími metodami, například termovizním monitoringem, který umožňuje přesnější, avšak náročnější detekci přítomnosti živočichů v reálném čase (PAGH et al. 2025; SKOTÁK et al. 2025). Pro další rozvoj výzkumu je žádoucí kombinovat fotopasti s telemetrickým sledováním, environmentálním modelováním a hodnocením vlivu světelného a hlukového znečištění, dopravní infrastruktury a antropogenních zdrojů potravy. Takové přístupy umožní posun od deskriptivního monitoringu k prediktivnímu a adaptivnímu managementu městské přírody.

## ZÁVĚR

Dlouhodobý fotomonitoring savců v Brně poskytl komplexní a kvantitativně podložený pohled na prostorové a časové využívání městské krajiny tímto taxonem. Celkem bylo zaznamenáno 23 druhů, což dokládá vysokou ekologickou rozmanitost městského prostředí, které umožňuje koexistenci druhů s rozdílnými prostorovými strategiemi a adaptačními mechanismy. Jádrem městské savčí fauny tvoří jak synantropní druhy (kočka domácí, liška obecná, kuna), tak okrajové druhy (zajíc polní, srnec obecný, prase divoké), které město využívají selektivně podle charakteru prostředí, dostupnosti potravy a intenzity lidského rušení. Prostorová segregace druhů odpovídá jejich ekologickým nárokům: synantropní druhy dominují intravilánu, zatímco druhy kulturní krajiny a lesního okraje preferují mozaikovitě či zalesněné okraje města. Tyto vzorce se navíc sezónně proměňují, což odráží dynamiku potravních zdrojů, vliv člověka i působení loveckého tlaku v příměstských částech.

Analýzy denní aktivity ukázaly, že zajíc a liška vykazují výraznou sezónní variabilitu v průběhu dne, zatímco prase, srnec a kočka mají stabilní cirkadiánní rytmus. Tyto výsledky podporují obecné poznatky o behaviorální plasticitě synantropních druhů a o citlivosti druhů vázaných na otevřenou krajinu na sezónní změny prostředí. Současně naznačují, že adaptace savců na městské prostředí probíhají v kontextu lidské činnosti, včetně selekčních tlaků spojených s loveckým tlakem na okraji města.

Z hlediska praktických implikací lze vymezit tři hlavní okruhy:

- (1) Urbanistické a krajinářské plánování by mělo posilovat prostupnost zelené infrastruktury – systém parků, liniové zeleně, vodních koridorů a příměstských lesů – které podporují pohyb fauny a zmírňují bariérový efekt městské zástavby.
- (2) Managementové zásahy zaměřené na konfliktní body, jako je nakládání s odpady, osvěta veřejnosti o příkrmování a adaptivní myslivecký management zohledňující prostorovou distribuci, sezónní chování a migrační trasy zvěře, mohou snížit konflikty mezi lidmi a savci, aniž by bylo nutné omezovat samotnou přítomnost fauny v urbanizovaném prostředí. Optimalizace mysliveckého tlaku v příměstských oblastech tak představuje jeden z klíčových nástrojů udržitelného managementu městské přírody.
- (3) Včasná detekce a kontrola invazních druhů (nutrie říční, ondatra pižmová, mýval severní) je zásadní pro prevenci jejich šíření zejména v blízkosti vodních a rekreačních prvků.

Tato studie má pilotní charakter, ale představuje pevný základ pro další ekologický výzkum městské fauny ve střední Evropě. Doporučujeme rozšířit budoucí monitoring o telemetrické sledování jednotlivců, analýzy potravních zdrojů a antropogenních tlaků (osvětlení, hluk, doprava, lov) a o modelování funkční konektivity městské krajiny. Zapojení správců území, uživatelů honiteb, místních samospráv a veřejnosti prostřednictvím občanské vědy (citizen science) může zásadně přispět k efektivnímu managementu a k integraci ekologických principů do plánování městské přírody.

### Poděkování:

Tento článek vznikl v rámci projektu SS06020195 „Veterinární a sociologické aspekty výskytu volně žijících zvířat v urbánním prostředí jako podklad pro jejich efektivní management a rozhodování státní správy“, který je spolufinancován se státní podporou Technologické agentury ČR v rámci programu Prostor pro život.

## LITERATURA

- ADAMS L.W., LINDSEY K.J. 2005. Urban wildlife ecology and conservation: A brief history of the discipline. *Urban Ecosystems*, 8 (2): 139–156. <https://doi.org/10.1007/s11252-005-4377-7>
- BAKER P.J., BENTLEY A.J., ANSELL R.J., HARRIS S. 2005. Impact of predation by domestic cats *Felis catus* in an urban area. *Mammal Review*, 35 (4): 302–312. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2907.2005.00071.x>
- BATEMAN P.W., FLEMING P.A. 2012. Big city life: Carnivores in urban environments. *Journal of Zoology*, 287 (1): 1–23. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.2011.00887.x>
- CASTILLO-CONTRERAS R., CARVALHO J., SERRANO E., MENTABERRRE G., FERNÁNDEZ-AGUILAR X., COLOM A., GONZÁLEZ-CRESPO C., LAVÍN S., LÓPEZ-OLVERA J.R. 2018. Urban wild boars prefer fragmented areas with food resources near natural corridors. *Science of the Total Environment*, 615: 282–288. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2017.09.277
- COLLINS J.P., MAGLE S.B., GALLO T. 2021. Global trends in urban wildlife ecology and conservation. *Biological Conservation*, 261: 109236. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2021.109236>
- ČANÁDY A., MOŠANSKÝ L. 2017. Public cemetery as a biodiversity hotspot for birds and mammals in the urban environment of Košice city. *Zoology and Ecology*, 27 (3-4): 185–195. DOI: 10.1080/21658005.2017.1366024
- DRIMAJ J., KAMLER J., MIKULKA O., HOMOLKA M., PLHAL R. 2021. Vliv rekreačních aktivit na distribuci a chování srnce obecného a prasete divokého v příměstských lesích. *Zprávy lesnického výzkumu*, 66 (4): 302–310.
- FARDELL L., YOUNG L.I., PAVEY C.R., DICKMAN C.R. 2021. Habitat use by wandering pet cats (*Felis catus*) in a patchy urban environment. *Journal of Urban Ecology*, 7 (1): juab019. <https://doi.org/10.1093/jue/juab019>
- GLOOR S., BONTADINA F., HEGGLIN D., DEPLAZES P., BREITENMOSER U. 2001. The rise of urban fox populations in Switzerland. *Mammalian Biology*, 66: 155–164.
- HARRIS S., RAYNER J.M.V. 1986. Urban fox (*Vulpes vulpes*) population estimates and habitat requirements in several British cities. *Journal of Animal Ecology*, 55 (2): 575–591. DOI: 10.2307/4740
- KAYS R.W., DEWAN A.A. 2004. Ecological impact of inside/outside house cats around a suburban nature preserve. *Animal Conservation*, 7 (3): 273–283. <https://doi.org/10.1017/S1367943004001489>
- KIMMIG S. 2021. The ecology of red foxes (*Vulpes vulpes*) in urban environments. Dissertation. Freie Universität Berlin: 157 s.
- KLIMANT P., KLIMANTOVÁ A., BALÁŽ I., JAKAB I., TULIS F., RYBANSKÝ L., VADEL L., KRUMPÁLOVÁ Z. 2017. Small mammals in an urban area: habitat preferences and urban–rural gradient in Nitra city, Slovakia. *Polish Journal of Ecology*, 65: 144–157. DOI: 10.3161/15052249PJE2017.65.1.013
- KRIVOPALOVA A., MIKULA P., CUKOR J., ŠEVČÍK R., BRYNYCHOVÁ K., ŠÁLEK M. 2024. Adaptation of farmland mammalian specialist to urban life: Escape behavior of European hare along the urban–rural gradient. *Science of the Total Environment*, 951: 175779. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2024.175779
- MAGLE S.B., HUNT V.M., VERNON M., CROOKS K.R. 2012. Urban wildlife research: past, present, and future. *Biological Conservation*, 155: 23–32. DOI: 10.1016/j.biocon.2012.06.018
- MARIN C., COUDERCHET L., LE CAMPION G., WERNO J. 2024. Wildlife and the city. Modelling wild boar use of urban nature: empirical contribution, methodological proposal: Bordeaux (France) as an example. *Urban Ecosystems*, 27 (4): 1291–1312. DOI: 10.1007/s11252-024-01510-8
- MATHESON C. 1944. The domestic cat as a factor in urban ecology. *Journal of Animal Ecology*, 13 (2): 130–133. DOI: 10.2307/1447
- PAGH S., JENSEN L.L., PERTOLDI C., LARSEN H.L. 2025. Monitoring urban European hares (*Lepus europaeus* Pallas) with citizen science and a thermal spotter. *Urban Science*, 9 (2): 27. DOI: 10.3390/urbansci9020027
- PÉPIN D., CARGNELUTTI B. 1994. Individual variations of daily activity patterns in radiotracked European hares during winter. *Acta Theoriologica*, 39: 399–409. DOI: 10.4098/AT.arch.94-46
- PÉREZ-GONZÁLEZ J., HIDALGO-TOLEDO S.P., MARTÍNEZ R., HERMOSO-DE-MENDOZA J., GONÇALVES P., HIDALGO-DE-TRUCIOS S. J. 2025. Demography, peri-urban presence, and male-biased dispersal in an expanding wild boar (*Sus scrofa*) population in western Spain. *European Journal of Wildlife Research*, 71 (6): 149. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10344-025-02030-2>
- PERRY G., BOAL C.W., VERBLE R., WALLACE M.C. 2020. “Good” and “bad” urban wildlife. In: Angelici, F.M., Rossi, L. (eds.): *Problematic wildlife II: New conservation and management challenges in human–wildlife interactions*. Springer: 141–170. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-42335-3\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-030-42335-3_5)
- REKIEL A., SOŃTA M., WIĘCEK J., DUDZIK M. 2025. Problems of synurbization—wild boar in the city. *Sustainability*, 17 (20): 8988. DOI: 10.3390/su17208988
- RIEM J.G., BLAIR R.B., PENNINGTON D.N., SOLOMON N.G. 2012. Estimating mammalian species diversity across an urban gradient. *American Midland Naturalist*, 168 (2): 315–332. DOI: 10.1674/0003-0031-168.2.315
- RITZEL K., GALLO T. 2020. Behavior change in urban mammals: A systematic review. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 8: 576665. <https://doi.org/10.3389/fevo.2020.576665>
- RODEWALD A.D., GEHRT S.D. 2014. Wildlife population dynamics in urban landscapes. In: McCleery, R. et al. (eds.): *Urban wildlife conservation: Theory and practice*. Springer: 117–141. [https://doi.org/10.1007/978-1-4899-7500-3\\_8](https://doi.org/10.1007/978-1-4899-7500-3_8)
- SKOTÁK V., CUKOR J., SEDLÁČEK M., ŠEVČÍK R., LINDA R., BRYNYCHOVÁ K., KOSTKA M., MACHO-MASCHLER S., HUŠEK J., PALME R. 2025. Use of thermal imaging to collect fresh faeces for non-invasive evaluation of stress levels in the European hare (*Lepus europaeus*). *Frontiers in Veterinary Science*, 12: 1682443. DOI: 10.3389/fvets.2025.1682443
- ZELLMER A.J., GOTO D. 2022. Urban wildlife corridors: Building bridges for wildlife and people. *Frontiers in Sustainable Cities*, 4: 954089. DOI: 10.3389/frsc.2022.954089

## ECOLOGICAL RESPONSES OF MAMMALS TO URBANIZATION: INSIGHTS FROM LONG-TERM CAMERA-TRAP MONITORING

### SUMMARY

Urbanization represents one of the key global processes transforming landscapes, ecological interactions, and the ways in which wildlife utilizes space. As cities expand, wild mammals must adapt to a mosaic of built-up structures, green patches, water elements, and areas with intensive human activity. Yet, quantitative data from Central Europe, particularly on medium-sized mammals, remain scarce. This study provides the first comprehensive, long-term camera-trap monitoring of wild and synanthropic mammals in Brno, Czech Republic – a Central European city located at the interface of forested uplands and agricultural lowlands. The monitoring was conducted continuously between January 2024 and April 2025, using sixty camera traps deployed along an urban–peri-urban–rural gradient that included the historical city centre, residential and industrial zones, urban parks, riparian corridors, suburban forests, and agricultural fields.

The main objectives were to (1) assess species composition and relative abundance across the urbanization gradient, (2) analyse spatial patterns of dominant species in relation to habitat type and human presence, (3) evaluate seasonal and daily activity rhythms of key species, (4) record the occurrence of non-native invasive mammals, and (5) interpret observed patterns in relation to ecological and management factors, particularly landscape permeability and hunting pressure in peri-urban zones.

In total, 30,488 detections representing 23 mammal species were obtained. The community was dominated by five species – European hare (*Lepus europaeus*), roe deer (*Capreolus capreolus*), red fox (*Vulpes vulpes*), wild boar (*Sus scrofa*), and domestic cat (*Felis catus*) – together accounting for over 90% of all records (Fig. 2). These “core species” displayed distinct spatial segregation that reflected their adaptation to urbanization and ecological requirements (Fig. 1). Synanthropic species (cat, fox) were concentrated in built-up and residential areas, where they utilized anthropogenic food resources and shelter. In contrast, hare, roe deer, and wild boar occurred primarily on the urban fringe, in mosaics of vegetation and agricultural land characterized by lower disturbance and higher structural heterogeneity. The city therefore functions not as a strict barrier, but as a heterogeneous and dynamic system that allows coexistence of species with contrasting ecological strategies.

Daily activity patterns corresponded to those known from natural habitats: hare and roe deer showed a bimodal crepuscular rhythm, wild boar and red fox were strongly nocturnal, and domestic cats were active throughout the day with weak evening peaks (Fig. 3). Statistically significant seasonal shifts in daily activity were confirmed for European hare and red fox, suggesting that species associated with open habitats are more sensitive to environmental variation than synanthropic species adapted to stable urban conditions. Three invasive species – coypu (*Myocastor coypus*), muskrat (*Ondatra zibethicus*), and raccoon (*Procyon lotor*) – were also detected, mainly near aquatic habitats. Although their overall frequency was low (<0.5%), their presence highlights the potential of cities to act as corridors for the spread of non-native species.

The findings provide valuable insight into the ecology of mammals in Central European cities and have direct implications for urban planning and wildlife management. Strengthening the permeability and quality of green infrastructure – including urban parks, riparian vegetation, and suburban forests – supports wildlife movement and reduces habitat fragmentation. At the same time, adaptive game and wildlife management, which accounts for spatial distribution, seasonal activity, and local hunting pressure, can mitigate conflicts between humans and wildlife without excluding animals from the city. Targeted measures such as regulated waste disposal, public education discouraging intentional feeding, and early detection of invasive species represent essential tools for sustainable coexistence.

As a pilot study, this research establishes a solid baseline for systematic monitoring of urban mammals in Central Europe. Future work should integrate camera-trap monitoring with telemetry, spatial modelling, and environmental assessments of artificial light, traffic intensity, and noise to identify mechanisms driving spatial behaviour and adaptation. The results clearly demonstrate that urban areas are not merely zones of conflict between people and wildlife, but dynamic socio-ecological mosaics shaped by both human management and the adaptive capacity of mammals.

Zasláno/Received: 19. 11. 2025

Přijato do tisku/Accepted: 09. 12. 2025