

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ



AKTIVITA SAVCŮ V URBÁNNÍM PROSTŘEDÍ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Tereza Lacinová

Vedoucí práce: prof. Dr. Mgr. Miroslav Šálek

PRAHA

2022

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Tereza Lacinová

Aplikovaná ekologie

Název práce

Aktivita savců v urbánním prostředí

Název anglicky

Activity of mammals in urban environment

Cíle práce

Cílem práce je Zpracovat rešerši zaměřenou na aktivitu savců a faktorů ovlivňujících tuto aktivitu především u synantropních druhů obývajících městské prostředí. Praktická část práce bude zaměřena na sledování aktivity ježka v různých typech městského prostředí (parky, zástavba, atp.).

Metodika

V průběhu jara bude probíhat odchyt a monitoring ježků na území hl. města Prahy. Ježci budou opatřeni radiotelemetrickým vysílačem zajišťujícím jejich zpětné dohledání a multisenzorickým dataloggerem umožňujícím kontinuální monitoring jejich aktivity. Míra a distribuce aktivity ježků bude dále analyzována v kontextu daných typů prostředí.

Doporučený rozsah práce

cca 30 stran

Klíčová slova

aktivita savců, synantropie, urbánní prostředí, ježek, habitat, ODBA

Doporučené zdroje informací

- Berger A.; Lozano B.; Barthel M. F. L.; Schubert N., 2020: Moving in the Dark-Evidence for an Influence of Artificial Light at Night on the Movement Behaviour of European Hedgehogs (*Erinaceus europaeus*). *Animals* 10. 1306.
- Bonebrake T. C.; Rezende E. L.; Bozinovic F., 2020: Climate Change and Thermoregulatory Consequences of Activity Time in Mammals. *American Naturalist* 196. 45-56.
- Klimant P.; Balaz I.; Krumpalova Z., 2015: Communities of small mammals (Soricomorpha, Rodentia) in urbanized environment. *Biologia* 70. 839-845.
- Moore J. L.; Petrovan O. S.; Baker J. P.; Bates J. A.; Hicks L. H.; Perkins E. S.; Yarnell W. R., 2020: Impacts and Potential Mitigation of Road Mortality for Hedgehogs in Europe. *Animals* 10. 1523.
- Ploi K.; Curto M.; Bolfikova Cerna B.; Loudova M.; Hulva P.; Seiter A.; Fuhrmann M.; Winter S.; Meimberg H., 2020: Evaluating the Impact of Wildlife Shelter Management on the Genetic Diversity of *Erinaceus europaeus* and *E. roumanicus* in Their Contact Zone. *Animals* 10. 1452.
-

Předběžný termín obhajoby

2020/21 LS – FŽP

Vedoucí práce

prof. Dr. Mgr. Miroslav Šálek

Garantující pracoviště

Katedra ekologie

Konzultant

Mgr. Lucie Pešková

Elektronicky schváleno dne 30. 3. 2022

prof. Mgr. Bohumil Mandák, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 30. 3. 2022

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 30. 03. 2022

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: aktivita savců v urbánním prostředí vypracovala samostatně a citovala jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použila a které jsem rovněž uvedla na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů.

Jsem si vědoma, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

Jsem si vědoma, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzí tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR.

V Praze 30.3.2022

.....

Poděkování

Na tomto místě bych chtěla poděkovat své konzultantce Mgr. Lucii Peškové za pomoc, cenné rady a připomínky v této práci. Dále bych chtěla poděkovat Ing. Evě Vozabulové za pomoc při sběru dat v terénu a následného vyhodnocování výsledků. A děkuji Viktorii Chotašové, Haně Hammerschmidtové a Mgr. Kateřině Šimonové za spolupráci v terénu.

Abstrakt

Zrychlující proces urbanizace se začíná stávat globálním problémem a mnoho druhů jim může být ohroženo. V této bakalářské práci se proto zabývám faktory, které ovlivňují výskyt savců a jejich aktivitu v prostředí vytvořeném člověkem. Rešeršní část je zaměřená na druhy savce, které toto prostředí obývají a využívají. Dále jsou rozebírány faktory působící v urbánním prostředí a jejich vliv na živočichy. Těmi nejzásadnějšími faktory jsou dostupnost potravy, umělé osvětlení, bariérový efekt silnic, riziko predace a mikroklimatické podmínky.

Jako modelový druh pro terénní sběr dat a následnou analýzu byl vybrán ježek východní (*Erinaceus roumanicus*) a ježek západní (*Erinaceus europaeus*), oba druhy se vyskytují na území hlavního města Prahy, kde probíhal jejich monitoring za pomoci multisenzorického dataloggeru a radiotelemetrické vysílačky. Zastoupení zastavěného území v jejich okresku byl 12,91 – 34,18 %. Srovnání hodnot ODBA (Overall dynamic body acceleration) ukázalo, že samci i samice ježků mají ve dne i v noci podobnou aktivitu, ačkoliv jsme předpokládali, že samci budou na rozdíl do samic aktivnější. Samci i samice měli podobnou noční i celodenní aktivitu. Nepotvrdila se ani hypotéza, že míra zástavby může ovlivnit aktivitu ježků.

Klíčová slova: aktivita savců, synantropie, urbánní prostředí, ježek, habitat, ODBA

Abstract

The increasing process of urbanization is beginning to become a global problem and is becoming dangerous for many species. In this bachelor thesis, therefore, I examine factors that influence mammals occurrence and activity in a man-made environment. The review part is focused on mammals that inhabit and use this environment. Furthermore, the factors operating in the urban environment and their influence on animals are discussed. The most important factors are food availability, artificial lighting, barrier effect of roads, risk of predation and microclimatic conditions.

The hedgehogs (*Erinaceus roumanicus*, *Erinaceus europaeus*) were selected as model animals for field data collection and subsequent analysis, both species occur in the capital city of Prague, where they were monitored using a multisensory datalogger and a radiotelemetric transmitter. The representation of the built-up area in their movement district was 12,91–34,18 %. Comparison of ODBA (Overall dynamic body acceleration) values showed that male and female hedgehogs had similar activity during day and night, although we expected males to be more active in contrast to females. The theory of whether the level of development is related to the activity of hedgehogs has not been confirmed either.

Keywords: mammal activity, synanthropy, urban environment, hedgehog, habitat, ODBA

Obsah

1. Úvod.....	1
2. Cíl práce.....	1
3. Literární rešerše.....	2
3.1. Savci v urbánním prostředí.....	3
3.2. Nejběžnější synantropní druhy savců v ČR.....	3
3.2.1. Potkan obecný (<i>Rattus norvegicus</i>)	3
3.2.2. Myš domácí (<i>Mus musculus</i>)	4
3.2.3. Krysa obecná (<i>Rattus rattus</i>)	4
3.2.4. Kuna skalní (<i>Martes foina</i>)	5
3.2.5. Plch velký (<i>Gils gils</i>)	5
3.3. Urbanizované části krajiny a jejich vliv na populace živočichů	6
3.3.1. Dostupnost potravy	7
3.3.2. Mikroklimatické podmínky	7
3.3.3. Umělé osvětlení	8
3.3.4. Silnice a jejich bariérový efekt	9
3.3.5. Riziko predace	9
3.3.6. Vliv velikosti zástavy a hustoty populace.....	10
3.3.7. Adaptace na člověka	11
3.3.8. Další faktory ovlivňující savce ve městech	11
4. Ježek jako modelový druh	13
4.1. Obecné informace.....	13
4.1.1. Ježek východní (<i>Erinaceus roumanicus</i>).....	13
4.1.2. Ježek západní (<i>Erinaceus europaeus</i>).....	14
4.2. Vliv umělého světla na pohybovou aktivitu ježků	14
4.3. Rozdílná aktivita mezi pohlavími.....	15
4.4. Silnice jako překážky pro ježky	15
4.5. Srovnání hustoty ježků v městské oblasti a přilehlých venkovských oblastech	16
4.6. Efekt krmení ježků v zahradách	16
4.7. Skrytá nebezpečí městského prostředí	17
5. Metodika	18
5.1. Lokalita.....	18

5.2. Sběr dat.....	18
5.3. Zpracování dat.....	20
6. Výsledky	22
7. Diskuse.....	26
8. Závěr	28
9. Slovníček pojmů	29
10. Zdroje a literatura.....	30

1. Úvod

Každý živočich či rostlina obývá určitý prostor, který mu zajišťuje všechny základní životní potřeby. Organismy měly miliony let na to, aby se přizpůsobily nejrozličnějším typům přirozeného prostředí, avšak jen zlomek tohoto času na adaptaci života ve městě. Na Zemi byly ještě před sto lety velké plochy divočiny, kde zvířata měla s lidmi jen malý nebo vůbec žádný kontakt. Lidská populace se od té doby rychle rozrostla a s tím začala i intenzivní přeměna ekosystémů (Burnie, 2002). Přírodní prostředí je pozměněno lidskou činností, a to představuje výzvy pro původní rostliny a zvířata. Mnoho druhů organismů začalo toto prostředí různou měrou využívat (Jokimäki, 2017).

V této bakalářské práci se zabývám populacemi savců, které se vyskytují v městském prostředí, jejich výskytem v různé míře zástavby. Rozebírám zde faktory, které souvisí se změnou demografie, pohybu, chování a fyziologie populací ve městech. Praktická část je zaměřena na monitoring ježků a následné zpracování získaných dat z terénu.

2. Cíl práce

Cílem práce je shrnout informace o výskytu savců v urbánním prostředí a popsat jaké faktory v tomto prostředí mohou na zvířata působit. Praktická část se zabývá sledováním aktivity ježků (*E. europaeus*, *E. roumanicus*) v různých oblastech města.

Rešerše se zaměřuje konkrétně na tato témata:

- Jaké druhy savců se v urbánním prostředí vyskytují, co zde dělají a zda je jejich způsob života odlišný od populací stejného druhu v přirozeném prostředí.
- Faktory ovlivňující savce v urbánním prostředí (různá míra zástavy, riziko predace, dostupnost potravy, bariérový efekt, klimatické podmínky)
- Ježek jako modelové zvíře pro praktickou část práce (rešerše z jiných studií o aktivitě ježků a faktorech ovlivňující jeho výskyt a aktivitu) a jeho ekologie (potrava, chování, apod.)

Praktická část si klade za cíl zodpovědět následující otázky:

- Jaká je průměrná aktivita ježka?
- Je u ježků rozdíl mezi aktivitou samců a samic?
- V jakém habitatu je ježek nejaktivnější?
- Liší se aktivita ježků v závislosti na míře zástavby?

3. Literární řešerše

Živočichové využívají prostředí pozměněné člověkem ke svému vývoji a existenci. Výskyt druhů nebo společenstev rostlin a živočichů v těsné blízkosti člověka a jeho sídel se nazývá synantropie. Synantropním druhem jsou označována nedomestikovaná zvířata, která se přizpůsobila životu v městském prostředí a aktivně prosperují z lidských zdrojů. Tyto druhy se proto staly nedílnou součástí našich životů a denně s nimi můžeme přijít do kontaktu (Jakrllová et Pelikán, 1999).

Jednou z velmi výrazných změn v krajině je urbanizace. Samotný pojem urbanizace znamená v ekologii změnu v krajině v důsledku stavby nebo rozvoje měst. Ve městech přetrvávají pouze zbytky původních biotopů. Vzniká tak krajina, v níž dominují stavby určené pro lidské využití. Tento vývoj fragmentuje, izoluje a degraduje přírodní stanoviště. Městské ekosystémy se od přírodních ekosystémů liší například mikroklimatem (vyšší průměrnou teplotou), hydrologií (zvýšeným odtokem) a složením půd (používání chemických látek). Živočišné druhy proto buď zcela zmizí, či se vyskytují pouze v malém množství a jsou často omezeny pouze na parky, fragmenty lesů a jiné méně intenzivně využívané oblasti města. Na druhou stranu tato nová ekologická nika představuje i určité výhody, a proto se stále více populací organismů snaží kolonizovat města a někteří jsou v těchto podmínkách mnohem úspěšnější než v těch, které jsou pro ně přirozené (Klimant et al. 2015).

Rychlá urbanizace, která zasáhla mnoho oblastí světa, byla v posledních desetiletích provázena rostoucí tendencí zvířat kolonizovat městská sídla. Původní, nedomácí divoká zvířata jsou kategorizována jako městští adaptátoři na základě jejich schopností přizpůsobit se městskému biotopu, ale také využití přírodních zdrojů. Jsou schopni využívat uměle vytvořené struktury a antropogenní potraviny, pro lepší přežití v této oblasti. Za hlavní faktory, které přitahují volně žijící živočichy do urbanizovaných částí považujeme hlavně dostatek potravy a vody, absenci přirozených predátorů a alternativní úkryty. Předpokládá se, že vyšší dostupnost potravy po celý rok a nepřítomnost predátorů zvyšuje reprodukční úspěch a dlouhověkost v populacích městských adaptátorů. (Hubert et al. 2011).

V závislosti na míře přizpůsobení se urbanizovanému prostředí, lze živočichy rozdělit do tří skupin. První skupinou jsou druhy, které jsou citlivé na lidskou činnost, a proto se vyskytují pouze ve svém přirozeném prostředí. Další kategorii tvoří druhy, které se přizpůsobily životu v krajině pozměněné člověkem a hojně se zde vyskytují, ale stále jsou úzce vázány na zdroje ze svého přirozeného prostředí. Poslední skupinu tvoří synantropní druhy, které jsou úzce vázány na lidské zdroje a využívají úkrytové možnosti a v městském prostředí. Tyto druhy ve městě často dosahují vyšších populačních hustot než v přirozeném biotopu (Šálek, 2006).

3.1. Savci v urbánním prostředí

Ve městech můžeme najít živočichy jak bezobratlé, tak obratlovce různé velikosti a s odlišnými potravními strategiemi. Snadněji se přizpůsobují takzvaní generalisté, kteří nemají specifické nároky na potravu oproti specialistům. Jejich přítomnost se může lišit v závislosti na období, ve kterém se rozhodnou obývat tento druh prostředí. (Forman, 2014). Výhodou v osidlování městského prostředí je také mobilita živočichů. Výhodou mají díky letu například netopýři. Oproti tomu pro pozemní savce je osidlování vnitřních prostorů komplikovanější z důvodu nejrůznějších bariér (komunikace, oplocení a jiné). Avšak ne všechny druhy savců podléhají plně synurbanizaci. Zajíc polní, ježek východní i západní nebo liška obecná se kromě vilových čtvrtí a parků často vydávají i do plně urbanizovaného prostředí. Najdeme i druhy, které se z předměstské krajiny nedostávají dál než do okrajových částí měst a využívají pestřejší mozaikovitost krajiny v podobě méně osídlených oblastí se zahradami, sady, lesoparky nebo jsou vázány na vodní plochy v blízkém okolí (Anděra, 2016).

3.2. Nejběžnější synantropní druhy savců v ČR

Mezi nejčastější synantropní obratlovce vyskytující se na světě řadíme savce hlavně z řádu hlodavců, ale najdeme mezi nimi i sudokopytníky, z ptačí říše to jsou hlavně pěvci a můžeme se setkat i se zástupci obojživelníků. V České republice se nejčastěji setkáváme se synantropními savci z řádu hlodavců (*Rodentia*).

3.2.1. Potkan obecný (*Rattus norvegicus*)

Potkan je hospodářsky nejvýznamnějším synantropním hlodavcem. Obývá podzemní kanály a stoky měst, sklepy, skladiště, smetiště a stáje na venkově, silážní jámy i polní kultury hospodářských plodin. Svůj úkryt opouští po setmění. Jeho potravu tvoří zrní, zbytky potravin, krmiv i odpadky, není vybíravý. Tento všežravec škodí na materiálech a zařízeních, prokouše beton, slabší pletivo i kabely. Výborně se potápí a plave, což mu umožňuje se dostat do suterénních bytů a přes vodovodní a plynové stoupačky do vyšších pater panelových domů. Ohrožuje nejen přenosem infekčních chorob trusem a močí (např. leptospiróza, salmonela nebo hepatitida), ale způsobuje i hospodářské škody na zásobách potravin (zrní, moučné výrobky). Slouží také jako jedno z nejvýznamnějších laboratorních zvířat a již několik desítek let je šlechtěno a chováno v zajetí jako domácí mazlíček (Anděra et Horáček, 2005; Aulický et al. 2009).



Obrázek 1: potkan obecný (Čihák, 2022)

3.2.2. Myš domácí (*Mus musculus*)

Vyskytuje se na většině našeho území. Jejím původním domovem byly zřejmě teplé stepní polopouštní oblasti, dnes svým způsobem života vytváří synantropní populace. Některé populace žijí v letním období na polích a ve stozích, na podzim se vracejí zpravidla do budov. Vyznačuje se noční a soumráchnou aktivitou, ale v obydlených částech závisí jeho aktivita na činnosti člověka. V lidských obydlích se živí se zbytky potravin, v přírodě především semeny rostlin. Přenáší různé původce nemocí jako leptospiróza, salmonelóza nebo virus lymfocytární choriomeningitidy. Velké škody způsobuje i v potravinářském, textilním nebo hospodářském průmyslu (Krejča et Korbel, 1993; Anděra et Horáček, 2005; Aulický et al. 2009).



Obrázek 2: myš domácí (Anděra, 2010)

3.2.3. Krysa obecná (*Rattus rattus*)

Krysa je suchomilný druh, vyskytující se na teplejších a sušších místech jako jsou vyšší patra skladišť, sýpky, půdy hospodářských objektů i obytných budov. Neproniká zdaleka tak rychle do nových oblastí jako potkan. Po západu a před východem slunce je její aktivita nejvyšší. Na rozdíl od potkana se projevují hlasitým chováním jako je pískání a dupání. V potravě převládají dužnaté plody, zrní, zelenina, krmné směsi a zelené části rostlin. Jako všichni hlodavci i krysa škodí na majetku, a to především rozhlodáváním konstrukcí lehkých staveb či poškozováním

plastových trubek (Krejča et Korbel, 1993; Anděra et Horáček, 2005; Aulický et al. 2009).



Obrázek 3: krysa obecná (Anděra, 2012)

3.2.4. Kuna skalní (*Martes foina*)

Jako typický druh otevřené krajiny lze kunu skalní zastihnout téměř všude mimo souvislý les. V posledních desetiletích se její výskyt zvýšil i v prostředí velkoměst v důsledku lepší nabídky potravy (v okolí lidských příbytků loví potkany). Ve volné přírodě se živí hmyzem, netopýry, myšmi a drobnými ptáky. Ve městech se často ukrývá pod kapotou aut (ohlodává kabely v motorovém prostoru). Dny nejčastěji tráví ve stodolách, kůlnách, dřevnicích a na půdách budov i kostelů (Krejča et Korbel, 1993; Anděra et Horáček, 2005).



Obrázek 4: kuna skalní (Hrdlička, 2019)

3.2.5. Plch velký (*Gils gils*)

Ze všech plchů u nás je největší a má nejbliže k člověku. Záliba sladkých plodů ho přivádí do sadů, zahrad a vinic. Jako hemisynantropní druh často využívá úkrytů v senících, půdách chalup, srubů či různých budovách velkoměst. Může poškozovat dřevěné půdní konstrukce a izolace chat a při větším výskytu škodí i v ovocných sadech. U nás patří mezi ohrožené druhy živočichů a je chráněn. Je to výhradně noční tvor a jeho noční chování je hlučné, projevuje se hlasitým čenicháním a pískáním (Anděra et Horáček, 2005).



Obrázek 5: plch velký (Hlásek, 2015)

3.3. Urbanizované části krajiny a jejich vliv na populace živočichů

Množství městských oblastí se zvyšuje, a proto je důležité zabývat se vztahy volně žijících živočichů k městskému prostředí. Krajina v posledních letech prochází zásadními změnami. Její dřívější souvislý krajinný prostor se postupem času rozdělil na menší a menší části, které již neplní svojí původní ekologickou funkci. Fragmentace krajiny je považována za jednu z největších hrozeb pro zachování biodiverzity. Výstavba měst, průmyslových oblastí, silnic a dálnic vytváří bariéry, které tvoří pro živočichy mnohdy neprůchodné území (Anděl, 2011).

Mnoho živočišných druhů se proto zcela vytratí z měst, vyskytují se v malém množství nebo jsou jen omezeni na zbytky lesů, parky a jiné méně využívané oblasti měst. Na druhou stranu pozitivním vlivem je vznik velké řady umělých biotopů jak uvnitř, tak vně domů, které mohou další druhy živočichů využívat jako svůj nový domov. Tyto druhy pak mohou kolonizovat městské prostředí a zvýšit tak jeho biologickou rozmanitost (Klimant et al. 2015).

Mezi populacemi žijícími ve městě a populacemi původně z mimoměstských stanovišť můžeme najít hned několik významných ekologických a behaviorálních rozdílů. Mezi hlavní odlišnosti městských populací může patřit vyšší hustota populace, snížené migrační chování, prodloužení rozmnožovacího období a další změny v ekologii, ale i vyšší délka dožití, změny ve stravě a chování při jejím hledání nebo také krotkost k člověku (Luniak, 2004).

Městské prostředí je nově vzniklé stanoviště a můžeme zde nalézt velmi rozmanité biotopy od těch blízkým přírodě (parky, lesy, křoviny) přes trávníky a zahradní čtvrti až po nepřirozené podmínky v podobě kamenných budov a frekventovaných silnic. Je tedy zřejmé, že město představuje značnou mozaikovitost. Některé druhy savců zde mohou nalézt vhodné lokality pro úkryt a výchovu mláďat. Mnoho živočichů se právě těmto podmínkám přizpůsobilo, buď trvale anebo jen částečně (Losos, 1985). Současný fenomenální rozmach městských oblastí má své pozitivní i negativní dopady na organismy.

3.3.1. Dostupnost potravy

Potrava je nejdůležitějším biotickým faktorem prostředí. Početnost všech druhů je do velké míry závislá na množství dostupné potravy (Vlasák, 1986). Městské prostředí nabízí nové zdroje, které se liší svým rozložením a složením ve srovnání s původním prostředím zvířat (Egert-Berg et al. 2021). Velký a nepřetržitý přísun potravy vyhovuje hlavně všežravým druhům, kteří vyzkouší vše, co najdou (např. potraviny, zbytky kolem popelnic a skládek). Zvířata mohou získávat potravu například z produktů, co jíme my nebo se mohou živit rostlinami a živočichy vyskytujícími se v naší přítomnosti (Burnie, 2002). Dále jsou velkým benefitem umělé krmné stanice, které nabízejí snadno dostupné zdroje potravy, zejména druhům, které se živí výhradně semeny, ale i všežravým druhům. Krmítka, která primárně slouží ke krmení ptáků, přitahují zejména v zimě, kdy jsou zdroje potravy v lesním prostředí vzácné, i zástupce savců (např. veverky, Jokimäki, 2017). Hledání potravy ve městě často vyžaduje změnu strategie a způsobu pohybu (Egert-Berg et al. 2021). Dostatek potravy je důležitým faktorem pro úspěšné rozmnožování, jako například zdroj energie pro kojící samice (Forman, 2014).

Hledání potravy ve městě a na venkově zkoumali na populacích netopýřů. Netopýři v městském prostředí častěji měnili místa při shánění potravy, za noc navštívili až třikrát více míst ve městě než na venkově. Předpokládá se, že hlavním důvodem, kvůli kterému netopýři zvýšili svou aktivitu v městském prostředí byl nedostatek bílkovin a dalších živin v dostupné stravě. Městské prostředí nenabízelo dostatečnou diverzitu ovocných stromů, oproti té, kterou najdeme jako součást potravy u netopýřů na venkově. Ukázalo se, že netopýři v městském prostředí velmi často mění druhy ovoce, a tím dosahují rozmanitější stravy (Egert-Berg et al. 2021).

3.3.2. Mikroklimatické podmínky

V zimě bývá v urbánním prostředí méně sněhu a tepleji, neboť zde teplo uniká z uměle vyhříváných budov. Zavádění ústředního topení, měkké obložení bytového zařízení nebo koberce mají svoji úlohu, která živočichům poskytuje útočiště a udržuje teplo (Burnie, 2002). Vyšší venkovní teplota může ovlivňovat kterýkoliv úsek životního cyklu savců a může mít vliv na délku života, rozmnožování, vývoj či migraci. Teplotní tolerance u malých savců je velmi nízká, proto jim toto prostředí vyhovuje. Snížení migračního chování je spojeno s lepší možností zimování ve městě a mírnějším mikroklimatem. Populace z přirozeného prostředí často migrují na dlouhé vzdálenosti, zatímco populace ve městech zde dokáží přezimovat (Luniak, 2004). Příznivější mikroklimatické podmínky po celý rok mohou být pro savce výhodné. Větší životaschopnost je spojena sice s více faktory, mezi ně můžeme zařadit i lepší klimatické podmínky a tím omezení migrace, která je energeticky náročnější než usedlý život (Luniak, 2004).

S teplotou souvisí také dostupnost vody a vlhkost prostředí. Pro suchozemské organismy je velmi důležité množství a rozložení srážek v průběhu roku. Sezonní nedostatek vody sebou přináší i zhoršenou nabídku potravy a negativně ovlivňuje i rozmnožování, (např. u hraboše polního, myši domácí, králíka divokého, Vlasák, 1986).

3.3.3. Umělé osvětlení

Dalším faktorem, který může savce v městském prostředí ovlivňovat je umělé osvětlení. Pouliční osvětlení a světlo vycházející z budov ozařují noční oblohu a tím narušují například biologické hodiny ptáků nebo matou orientační smysly hmyzu (Burnie, 2002). S neustálým růstem městských oblastí přichází i nárůst množství a intenzity umělého světla (ALAN – artificial light at night). ALAN má významný vliv na chování a aktivitu volně žijících živočichů, ovlivňuje migrační chování, rozmnožování či vzájemné působení predátorů a kořisti (Finch et al. 2020). V městech je totiž zavedeno světlo v odlišných místech, časech, ale také i jiných intenzitách, než se přirozeně vyskytuje (Gaston et al. 2014). Například ve srovnání s úplňkem vyzařuje umělé osvětlení více světla, což může výrazně ovlivnit především noční savce (Finch et al. 2020). Naproti tomu dravé druhy jako jsou liška (*Vulpes vulpes*), lasice (*Mustela erminea*), tchoř (*Mustela putorius*) a lasice (*Mustela nivalis*) převážně preferují osvětlené plochy (Berger et al. 2020).

Může docházet i k úmrtí jedinců rozptýlených světlem, jak díky dezorientaci a následné kolizi s překážkami, tak prostřednictvím predace druhem využívajícím světlo (Gaston et Bennie, 2014). Změna cirkadiální aktivity živočichů nebo také jejich biologických hodin je způsobena umělým osvětlením nebo i časem stráveným v úkrytu v době nejintenzivnější lidské činnosti (Luniak, 2004). Studie na laboratorních zvířatech a lidech ukázaly, že umělé noční osvětlení zvyšuje riziko rakoviny a potlačuje imunitní funkce (spojené s narušením normálních cyklů produkce melatoninu a různými dalšími metabolickými důsledky), jak v případě dlouhodobého vystavení nízkým úrovním světla, tak i při krátkodobém vystavení intenzivnímu světlu (Gaston et Bennie, 2014).

Proběhla také studie na aktivitu plodožravých netopýrů (*Carollia sowelli*) během vyhledávání potravy ve tmě a za slabého osvětlení. V experimentu netopýři prováděli dvakrát méně průzkumných letů v osvětlené části oproti tmavému prostoru. Studie ukázala první důkazy o tom, že netopýry v noci odpuzuje umělé osvětlení, což může mít za následek v tomto případě zásah do ekosystémových služeb v podobě rozšiřování semen těmito živočišnými druhy (Lewanzik et Voigt, 2014).

Většina studií uvádí negativní účinky vytvořené umělým světelným osvětlením, avšak někteří savci toho dokáží využít i ve svůj prospěch. Kolem pouličního osvětlení se hromadí hmyz, který tvoří přirozenou potravu mnoha savců (Finch et al. 2020). Umělé noční světlo může poskytovat lepší příležitost ke shánění

potravy. Například si denní predátoři prodlužují dobu hledání kořisti pod umělým osvětlením nebo si svou kořist snadněji detekují pomocí umělého světla. U denních druhů organismů to může zvýšit množství času dostupného pro krmení např. pro býložravce (Gaston et Bennie, 2014).

3.3.4. Silnice a jejich bariérový efekt

Savci a ptáci jsou často obětí kolize s technickými objekty (doprava, dráty el. vedení, prosklené budovy a další, Anděl, 2011). Antropogenní stavby jako například silniční komunikace negativně působí na přírodní prostředí. Do hlavních negativ řadíme hlavně bariérový efekt komunikací a dopravní mortalitu, která ovlivňuje a ohrožuje mnohé živočišné druhy. Negativním dopadem dopravních komunikací není jen již zmíněný bariérový efekt a přímé usmrcování zvířat při kolizích s dopravními prostředky, ale také fragmentace biotopů, kontaminace prostředí, hluk, světelné znečištění, a další (Kasalová, 2013).

Různé druhy dopravy ovlivňují životy živočichů napříč všemi skupinami živočichů. Letadla zasahují nejvíce do života ptáků. Lodní doprava se dotýká existence ryb, ale také i mořských savců a želv, které kvůli ní ztrácejí orientaci nebo ruší ptáky v hnízdních koloniích při jízdě příliš blízko. Železniční a automobilová doprava se negativně dotýká savců, ptáků a často i obojživelníků hlavně v období migrace. Srážky zvěře s automobilem jsou čím dál častější (Kasalová, 2013). Dálnice a silnice vytvářejí pro živočichy jen těžko prostupné bariéry, což může mít za následek rozdělení původních oblastí a vznik malých, z dlouhodobého pohledu života neschopných populací. Ačkoliv má omezení krajinné propustnosti převážně negativní dopady na přírodní prostředí, mohou nastat i situace, kdy dojde k pozitivnímu ovlivnění. Například pokud populaci živočichů postihne smrtelná epidemie, tak je možnost, že tato epidemie nezasáhne některou z již izolovaných částí populace. Postupem času se může druh vrátit na původní stanoviště. Dalším pozitivním příkladem může být příchod invazního druhu, který má podobné nároky na životní prostředí jako původní druh, je však konkurenceschopnější a původní druh z prostředí vytěsňuje. Do izolované populace se invazní druh nedostane, a tak dojde k zachování původního druhu (Kasalová, 2013).

Mezi jeden z hlavních negativních vlivů urbanizace proto řadíme úmrtnost a bariérový efekt silniční dopravy. Vyplývají z toho dvě základní rizika, jednak fragmentace populace a izolace od ostatních jedinců druhu a s tím spojené i příbuzenské křížení. Zadruhé je to vysoká mortalita živočichů, kteří se snaží tyto bariéry překonávat a mnohdy zde i zahynou (Anděl, 2011)

3.3.5. Riziko predace

Městské prostředí je chudé na velké predátory, což je jedna z výhod, která má za následek větší hustotu a výskyt organismů. Například velké šelmy se ve městech

vyskytují zcela výjimečně. Obecně platí, že městské oblasti obsahují menší počet větších predátorů než venkovské oblasti, avšak počet středně velkých masožravců může být v městském prostředí ještě vyšší než v přirozeném prostředí (Jokimäki, 2017). Je zde nižší tlak predátorů, kteří nejsou tolik adaptabilní na tento druh prostředí nebo se městům zcela vyhýbají. Můžeme proto v městských populacích pozorovat více jedinců albinotických, nemocných nebo jinak degenerovaných. V přirozeném prostředí je vyšší predační tlak a menší dostupnost potravy, a proto tyto jedinci nemají šanci na přežití. Toto může mít negativní dopad na populace ve městech. Studie ve Varšavě odhalily horší krevní parametry a vyšší zamoření parazity u městských populací u myši pruhované. To mohlo být způsobeno, právě menším selekčním tlakem na nemocné a hendikepované jedince, kteří mají větší možnost se rozmnožovat (Luniak, 2004).

3.3.6. Vliv velikosti zástavy a hustoty populace

Struktura městského prostředí a hustota lidské populace se výrazně mění v gradientu od středu města do jeho periferie. Zastoupení přirozených a polopřirozených biotopů výrazně klesá s přibývajícím hustotou obyvatelstva (Šálek, 2006). Velikost zástavby a hustota zalidnění ovlivňuje početnost některých druhů nebo obecně jejich výskyt v městském prostředí. Důležitým faktorem není jen zastoupení různých druhů biotopů, ale i způsob obhospodařování a struktura vegetace (Šálek, 2006).

Pomocí dotazníku ve Velké Británii byl udělán průzkum na četnost a výskyt savců v zahradách. Zkoumaným efektem bylo využívání zahrad v obydlených částech měst. Zaznamenali celkem 22 druhů. Nejvíce se zde vyskytovala veverka šedá, myši, netopýři, liška, jezek a v nižší míře také vlk, krtek, králík a jezevec. Bylo zjištěno, že hlavním faktorem ovlivňujícím výskyt všech druhů s výjimkou jezevce bylo umístění domu. V případě netopýřů, ježků, myší, krtků, králíků a hrabošů frekvence využívání zahrad rostla s klesající mírou zástavby. Naopak lišky a veverky šedé byly zaznamenány častěji na zahradách ve městech než na vesnicích nebo venkově. Přítomnost netopýřů, veverek popelavých, krtků a hrabošů v zahradách měla tendenci narůstat s klesající vzdáleností od klíčových biotopů mimo zahradu. Ježci i myši byli častěji zaznamenáni v zahradách s vyšším počtem různých typů stanovišť a rostlin poskytujících potravu, ale autoři diskutovali, že ježci reagovali ve větší míře na zvyšující se dostupnost potravy, zatímco myši reagovaly spíše na rostoucí diverzitu stanovišť (Baker et Harris, 2007).

Na Slovensku probíhal výzkum struktury drobných savců v urbanizované části města Nitry. Studovaná místa byla rozdělena do tří kategorií podle vzdálenosti od centra města (předměstská zóna – přírodní půda, periferní zóna – polopřirozené prvky, pericentrální zóna – jádro města). Celkem zde bylo odchyceno 12 druhů savců. V důsledku urbanizace byla druhová rozmanitost vyšší v předměstské zóně na

rozdíl od pericentrální zóny, kde byla nejnižší. Druhovú skladbu se i v průběhu ročních období měnila. Dynamika druhů může být různá díky změnám životních podmínek, proto například myšice malooká (*Apodemus uralensis*), migruje během zimy do pericentrální části města, kde má vhodnější podmínky pro přezimování, na jaře se začíná postupně vracet zpět do příměstské části (Klimant et al. 2015).

Ve Finsku zkoumali hojnost veverky obecné v závislosti na hustotě lidské populace. Obecně byla hojnost veverek nižší v lesních biotopech oproti venkovským a městským. Studie ukázala, že početnost veverky se zvyšuje s hustotou lidí. Veverky obecné obývaly městská stanoviště podobně v různých částech Finska. Analýza zaměřená na stanoviště dále ukázala, že početnost veverek byla výrazně vyšší v městských a venkovských sídlech než na jiných stanovištích, jako jsou lesy. Početnost veverek byla největší v oblastech s nejvyšší hustotou lidské populace. Výsledky tedy naznačují, že zimující veverky prosperují z urbanizace. Ukázalo se, že početnost veverek rostla také s počtem míst zimního krmení. Mnoho druhů savců žijících v městských oblastech využívá místa s krmítky. To naznačuje, že jedním z faktorů souvisejícím s větší početností v městských oblastech by mohlo být právě zimní krmení (Jokimäki, 2017).

3.3.7. Adaptace na člověka

Zvířata žijící v městském prostředí se oproti svým volně žijícím protějškům vyznačují také změnou chování v přítomnosti lidí. Někdy se k nim můžeme přiblížit na krátkou vzdálenost nebo se dokonce nechají krmit z ruky (Forman, 2014). Některé druhy se však lidskému kontaktu snaží spíše vyhýbat, a proto jsou aktivní během noci kvůli minimalizaci setkání s lidmi a domácími mazlíčky (domestikovaná zvířata) či snížení rizika střetu s dopravními prostředky (Šálek, 2006). Základní rozdílný faktor mezi populacemi ve městech a ve volné přírodě je krotkost k lidem.

3.3.8. Další faktory ovlivňující savce ve městech

Jedním z méně významných faktorů, který by mohl ovlivnit život savců, a to nejen v městském prostředí je používání chemických látek. Například ježci se mohou otrávit pozřením jedů proti slimákům. Hlavní potravou ježka je hmyz, pokud majitel zahrady, kde se ježek vyskytuje, používá k hubení hmyzu pesticidy, tak mu hrozí otrava (Pokorná, 2005).

Zatímco vytváření a expanze měst mělo za následek vymizení mnoha původních druhů, invazní druhy vyplňují toto ekologické vakuum nahrazují druhy původní. Ukázalo se, že jak se urbanizace zvyšuje, podíl a hustota nepůvodních druhů savců se také zvyšuje (McCleery, 2010). Můžeme se také dočíst, že výstavba a rozšiřování měst podporuje úbytek původních druhů a ty jsou nahrazovány druhy nepůvodními (nepůvodním druhem se rozumí druh, který se zde nevyskytoval před obydlení lidmi). Pak je zde ale otázka, jestli synurbanické populace, nemají svoji

vlastní genetickou identitu. Změny ekologických parametrů a chování lze vysvětlit přímým účinkem městských podmínek (Luniak, 2004). Genetická rozdílnost městských populací by poté mohla být zásadní bariérou, která může mít za následek nemožnost křížení mezi přírodními a městskými populacemi. Kromě vyšší míry přežití se mnoho městských populací savců přizpůsobilo natolik, že vykazují zvýšenou reprodukční úspěšnost oproti přirozenému prostředí. Tyto populace mají i delší období rozmnožování a zdá se, že i pohlavně rychleji dospívají. Městské oblasti mohou poskytovat stálý zdroj vysoké kvalitní potravy a snížené riziko predace, což umožňuje savcům relativně vysokou míru reprodukce (McCleery, 2010).

4. Ježek jako modelový druh

4.1. Obecné informace

Ježek je savec z řádu hmyzožravců (*Insectivora*) a je jedním z nejznámějších volně žijících nočních druhů savců. Na našem území můžeme najít hned dva druhy ježků. Dříve byli bráni jako jeden druh – ježek obecný. V průběhu 19. stol. se rozdělili na dva druhy – ježek východní a ježek západní, oba druhy se vyskytují v České republice, kde probíhá hranice jejich rozšíření (Anděra et Horáček, 2005). Stálé populace obývají i části pražského velkoměsta.

Ježci jsou aktivní hlavně za soumraku a v noci. Přes den se ukrývají v hnízdech, které mají vytvořené z různých materiálů (tráva, listí, naškubané byliny, a dokonce i papírové či plastové odpadky). Hnízda jsou v přírodě jen těžko rozpoznatelná od okolní vegetace, neboť se vyskytují v keřích a hustém bylinném podrostu. Během roku používají hned několik hnízd, které střídají. Krátkodobé úkryty často vyhledávají i pod pařezy a v křoví. Obývají suché paseky, okraje lesů, ale žijí i na zahradách. Nedaří se jim ve vlhkých lokalitách a v hlubokých lesích. Pro lov a vyhledávání kořisti využívají hlavně sluch a čich, které tvoří jejich nejdůležitější smysly. Potrava se skládá hlavně z hmyzu (brouci, larvy, škvoři) a žížal, dále to mohou být i drobní obojživelníci a plazi. Žijí samotářsky, avšak své území si nijak nebrání proti jedincům stejného druhu. Rozmnožují se převážně jednou, výjimečně dvakrát do roka. V období páření se samec vydává hledat samici, mnohdy překonává i dlouhé vzdálenosti. Po spáření se ježci rozdělí a samec se vydává hledat další partnerku. Páření doprovází i hlasité zvukové projevy (funění a dupání). V našich podmínkách ježci začínají hibernovat v říjnu. Většinou hibernují samostatně, pouze mláďata někdy hibernují společně s matkou. Konec hibernace závisí na počasí a nástupu vyšších teplot, obvykle se probouzí během března (Krejča et Korbel, 1993; Neumeier, 2015).

Je pravděpodobné, že poklesy populací ježků v celé Evropě jsou výsledkem kombinace více negativních faktorů. Intenzivnější zemědělské postupy, otravy moluskocidy a rodenticidy, predace sovami a jezevci a ztráta přirozeného prostředí a další hrozby mají za následek snížení hustoty populace a zvýšení rizika místního vyhynutí. Spatřit ježka na zahradě můžeme ale v současné době častěji než v minulosti. Důvodem není nárůst populace, ale změna životních podmínek. Původní přirozené stanoviště k životu jim bylo zničeno, a proto se do jisté míry přizpůsobili a využívají lidská obydlí a jejich okolí jako svůj biotop (Neumeier, 2015; More et al. 2020).

4.1.1. Ježek východní (*Erinaceus roumanicus*)

Dorůstá velikosti 17,0 – 18,5 cm. Od čenichu k očím mívá tmavohnědou kresbu tzv. brýle. Ostny má 2-3 cm dlouhé, stejnoměrně tmavo-bíle pruhované a pravidelně uspořádané. Na našem území se vyskytuje ve Slezsku, Moravě a obývá i

velkou část Čech. Mimo území České republiky obývá i východní a jihovýchodní Evropu a Malou Asii, odkud zasahuje i na západní pobřeží Kaspického moře a nejzápadnější Sibiř (Anděra et Horáček, 2005). U tohoto druhu nalezneme větší početnost a lepší adaptabilitu a je tedy v prostředí Prahy častější než ježek západní.



Obrázek 6: ježek východní (Pokorný, 2014)

4.1.2. Ježek západní (*Erinaceus europaeus*)

Je značně větší než ježek východní, dosahuje délky 19–31 cm. Kresba v obličejí chybí. Uspořádání bodlin je nestejněměrné, různě barevné od jednobarevné bílé a šedé po vícebarevné. U nás se vyskytuje převážně v Čechách, na Moravě a ve Slezsku je jeho výskyt řidší (Anděra et Horáček, 2005).



Obrázek 7: ježek západní (Szczepanek, 2005)

4.2. Vliv umělého světla na pohybovou aktivitu ježků

Jak již bylo zmíněno, v důsledku rozvoje urbanizace se zvyšuje i světelné znečištění, které může mít různý dopad i na populace ježků (Finch et al. 2020). Ježci mohou záměrně vyhledávat uměle osvětlené oblasti, aby zvýšili svůj nutriční příjem (umělé světlo potenciálně přitahuje bezobratlé živočichy). Tato zvýšená dostupnost kořisti byla navržena jako potenciální faktor přitahující ježky do uměle osvětlených oblastí. Naopak se mohou ježci na rozdíl od jiných savců osvětleným oblastem také vyhýbat, a to například z důvodu snížení rizika setkání s lidmi nebo predátory

(Berger et al. 2020). V Anglii a Welesu byl dělán průzkum vlivu umělého osvětlení na aktivitu ježků pomocí dokrmovacích stanic. Tato studie ale neodhalila žádné negativní účinky používání umělého světla. Výsledky nenaznačují žádný vliv osvětlení na krmení a celkovou aktivitu ježků v doplňkových krmných stanicích (Finch et al. 2020).

Německu probíhala studie zaměřená na testování efektu ALAN na přirozené pohybové chování ježků žijících v městském prostředí. Výzkum probíhal na 3 lokalitách, jedna byla převážně obytná část s velkým zdrojem umělého osvětlení a zbylé dvě se skládaly z parku a oblastí bez osvětlení. Výsledky ukázaly významný rozdíl v aktivitě ježků mezi osvětlenými oblastmi a těmi bez osvětlení. Ježci se více pohybovali v oblastech bez osvětlení a místům s umělým osvětlením se snažili vyhýbat. Avšak toto světlo se vyskytuje převážně lokálně a s vysokou intenzitou pouze v oblasti ulic a křižovatek. Vyzařují ho především pouliční lampy (Berger et al. 2020).

4.3. Rozdílná aktivita mezi pohlavími

Místní a národní studie ukazují, že úmrtnost na silnicích může způsobit významný úbytek populace, a to především u dospělých samců, kteří jsou v období rozmnožování více aktivní a mají větší domovské okresky než samice (More et al. 2020). Samci ježků vykazují rozmanitější chování než samice a je známo, že v době rozmnožování převažují v počtu obětí na silnicích (Rondinini et Doncaster, 2002). Naopak u samic je větší pravděpodobnost střetu na podzim po odstavení mláďat, kdy si začínají vytvářet tukové zásoby na zimu (More et al. 2020).

Zdá se, že samice ježků, nikoli však samci, se vyhýbají typům zahrad, které preferují jezevci. Tento rozdíl mezi pohlavími v chování je v souladu s jejich pravděpodobnými rozdíly v chovných aktivitách, to znamená, že samci se musí hodně pohybovat, aby našli samice, se kterými by se mohli pářit, zatímco samice si vybírají bezpečnější stanoviště, kde vychovávají potomstvo (Dowding et al. 2010).

4.4. Silnice jako překážky pro ježky

Silnice představují pro mnoho živočichů hlavní překážku v pohybu a jsou i zdrojem úmrtnosti mnoha druhů. Ježci se řadí mezi nejčastější oběti silničního provozu všude tam, kde se jejich populace kříží se silničními sítěmi. V západní Evropě dochází k úmrtí na silnicích v celkové roční míře přibližně 1 - 2 jedinci na kilometr silnice. Výskyt ježků v zabydlených oblastech však může dosáhnout vysoké hustoty a úhyn na silnicích potom představuje jen malý zlomek populace. Studie naznačuje, že silniční doprava se řadí mezi tři nejčastější příčiny úmrtí ježků, hned vedle nemoci a přirozené predace. Je tedy patrný značný tlak tohoto faktoru na populační dynamiku (More et al. 2020).

Studie prováděná v Anglii byla zaměřena na četnost a míru překračování silnic ježky. Silnice byly rozděleny do několika kategorií a výzkum probíhal na dvou

lokalitách. Ve většině případů se ježci silnicím vyhýbali. U obou pohlaví se projevila tendence vyhýbání se silnicím, přičemž se zvyšovala s nárůstem šířky silnice (Rondinini et Doncaster, 2002).

Úmrtnost, kterou způsobují silnice se často považuje za hlavní příčinu velkého úbytku evropských populací ježků. Na druhou stranu je obtížné potvrdit nebo naopak vyvrátit dopady silniční úmrtnosti na populační trendy, protože pravděpodobnost přežití závisí na více souvisejících faktorech. Například celkový počet jedinců usmrčených na silnici je dobré posuzovat v kontextu s velikostí populace, reprodukčním výkonem, mírou emigrace a imigrace (More et al. 2020).

4.5. Srovnání hustoty ježků v městské oblasti a přilehlých venkovských oblastech

Hustota populace ježků se v jednotlivých typech stanovišť liší. Nízkou hustotu mívají lesy a velké zemědělské půdy, naopak nejvyšší hustota je v parcích a zahradách městských oblastí. Zastavěné oblasti se ukazují jako jedno z nejdůležitějších útočišť pro ježky (Hubert et al. 2011).

Aktivitu a hustotu v městském a příměstském prostředí ovlivňuje hlavně výskyt jeho predátora – jezevce evropského. Proto se častěji vyskytují a jsou aktivnější v menších zahradách, kde je nepravděpodobné, že jí jezevec navštíví (Finch et al. 2020).

4.6. Efekt krmení ježků v zahradách

Možnost získání potravy bez většího výdeje energie je pro většinu zvířat velkým benefitem. Mohlo by to pomoci živočichům, kteří nestačili získat potřebnou energii v podobě tělesného tuku pro přežití období hibernace. Pomohlo by to nedospělým jedincům narozeným koncem léta, kteří nemají zkušenosti, a proto nestačí nashromáždit dostatek tělesného tuku na zimu. Mortalita u mláďat ježku je pohybuje okolo 60-70 %, kdy většina úmrtí je následkem právě nepřečkání zimy.

Pomocí týdenních průzkumů v zimním období v zahradách Velké Británie byl zkoumán efekt příkrmování ježků v období hibernace. Jako důležité faktory v různých fázích byla zohledněna možnost hnízdění v zahradách, průměrná teplota a délka dne. Z výsledků vyplývá, že krmení může zvyšovat úroveň aktivity v období zimy, kdy by měli ježci hibernovat. Stimulace zvýšené aktivity v této citlivé době by mohla ježkům způsobit energetický deficit nebo naopak může pomoci některým jedincům přežít.

Během této studie bylo zjištěno, že ježci využívají zahrady ve všech fázích hibernace. Dostupnost potravy v předchozí sezoně je klíčovým faktorem spojovaným s přítomností či nepřítomností ježka na daném místě i během hibernace. Ježci se totiž dle studie častěji vyskytovali v zahradách, kde jim byla poskytována potrava v předchozích ročních obdobích nebo kde potrava v daném období byla dodávána

pravidelněji. Takové vztahy by mohly mít pozitivní, ale i negativní efekt na přežití a stav ježků po celou dobu hibernace (Gazzard et Baker, 2020).

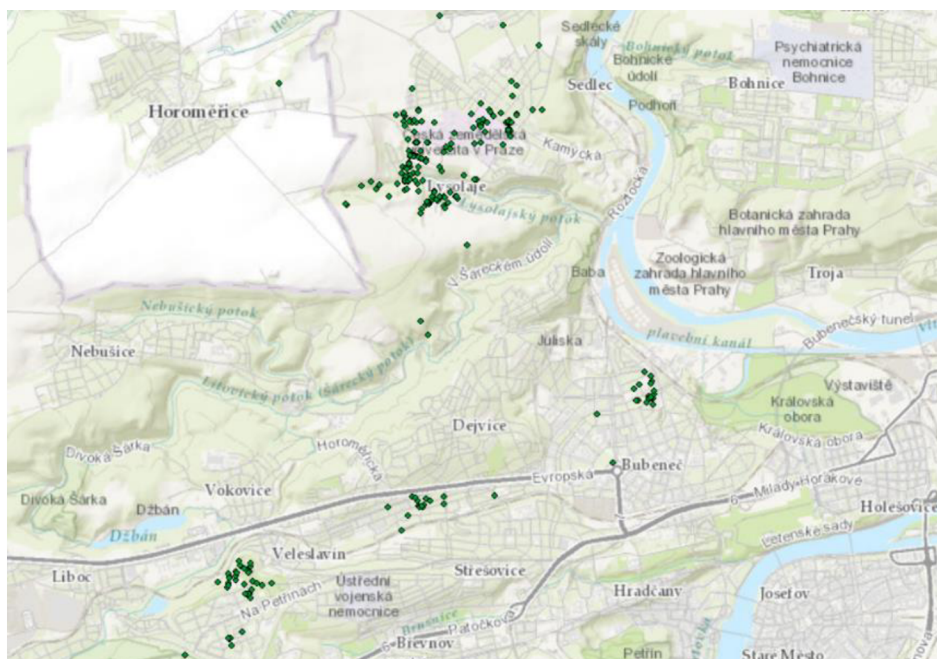
4.7. Skrytá nebezpečí městského prostředí

Jako jeden z mnoha skrytých nebezpečných pastí lidských sídel jsou nezakryté jímky, kanály, nádrže, rybníčky a jezírka. Ježek se orientu hlavně čichem a jeho zrak je slabší než ostatní smysly. Další nebezpečí představují také různé sítě, provazy, dráty nebo plastové odpadky do kterých se ježek může zamotat (Pokorná, 2005).

5. Metodika

5.1. Lokalita

Ježci byli odchytáváni na různých lokalitách na území hl. města Prahy. Odchyťovali jsme je ve 4 různých oblastech na severozápadním okraji Prahy (obrázek 8). Lokality byly různého charakteru s různou mírou zástavby od obydlené zóny a sídliště, chatové oblasti, lesíky až po pole.



Obrázek 8: mapa lokality a záznamu dat

5.2. Sběr dat

Monitoring a sběr dat probíhal v průběhu jara 2021 (duben až červen), kdy ježci končí hibernaci a začínají aktivovat, vyhledávat potravu a partnera pro páření. Za celé pozorovací období bylo odchyceno celkem 26 volně žijících ježků z toho pouze jeden byl ježek východní (15 samic, 11 samců).

V podvečerních hodinách (20:00 – 23:00) jsme procházeli a vyčkávali na místech, kde byla vysoká pravděpodobnost výskytu ježka (*Erinaceus europaeus*, *Erinaceus roumanicus*) jako je např. křovinatý terén, parky, listnaté lesy, zahrádkářské kolonie. Při nalezení jedince jsme ho pomocí ochranných rukavic odchytali. Po určení pohlaví a zvažení, byl ježek vložen do krabice pro lepší manipulaci a snížení stresu zvířete. Poté mu byla na zadní část hřbetu připevněna radiotelemetrická vysílačka (12 g, Lotek Backpack TW10). Byla přilepena na filc pomocí vteřinového lepidla. Dále byl naistalován multisenzorický datalogger (obrázek 9) (20,1 x 19,1 mm; 1,1 g) umožňující kontinuální monitoring jejich aktivity pomocí zabudovaného akcelerometru a charakteru prostředí pomocí sady

senzorů (teplota, vlhkost, světlo). Data byla zaznamenána ve formátu (ve formátu: DATE [DD.MM.YYYY] - datum; TIME [hh:mm:ss.zzz] - čas; LIGHT [lux] – intenzita světla; TEMP [°C] - teplota; RH [%] - vlhkost; MAG_X,Y,Z - magnetometrie; ACC_X,Y,Z - akcelerace; BAT [mV]). Datalogger byl těsně před nasazením nastaven na frekvenci snímání accelerometeru 12.5 Hz, četnost snímání senzorů 1x/1s a byl zapnut pomocí programu Reader DAL 2.1. Přístroj byl připevněn před vysílačku na filc pomocí kaptonové pásky a vteřinového lepidla. Po nalepení byl ježek vypuštěn zpět v místě nálezů (obrázek 10).



Obrázek 9: multisenzorický datalogger



Obrázek 10: ježek s připevněnou vysílačkou a dataloggerem

Technologii, zvanou radiotelemetrie, jsme používali pro provádění kontrol, jak ve dne, tak v noci kvůli lepšímu monitoringu pohybu jedinců a následnému jednoduššímu zpětnému dohledávání. Do přijímače jsme zadali frekvence konkrétní vysílačky nasazené ježkovi. Pomocí antény, která přijímá vlny, přijímač ukazuje sílu zachyceného signálu odpovídající vzdálenosti vysílačky. Používali jsme aplikaci

(ArcGIS Survey123), kam jsme zadávali údaje o odchytu, nálezů nebo ztrátě signálu, výměně dataloggeru a sundání vysílačky.

Při zpětném odchytu, tři dny od připevnění, jsme ježkovi buď vyměnili datalogger pro další sběr dat nebo úplně sundali. Pomocí kosmetických nůžek jsme z bodlin šetrně odstříhali filc, na kterém byl připevněn datalogger s vysílačkou. Poté jsme jedince zvažili a vypustili ho zpět. Datalogger jsme po sundání vypnuly a data později stáhly (program Reader DAL 2.1).

5.3. Zpracování dat

Příprava dat

Data z multisenzorického dataloggeru byla zpracovávána pomocí programu R 3.5.0; (R Core Team, 2020). Získaná data byla upravena pro další postup a následnou analýzu. Nejprve se byly odstraněny nepotřebné a přebytečné části dat. Odstraněna byla 1) 30 min záznamu po vypuštění (z důvodu aklimatizace zvířete po dočasném pobytu v neznámém prostředí) 2) při nálezů spadlé vysílačky, byl dle zobrazených dat odstraněn úsek, kdy byl datalogger neaktivní/spadlý. Pro lepší orientaci byly vytvořeny tabulky v Excelu (osahovaly rozdělení na dny a noci a čas východu a západu slunce) a práci s daty. Další práce s daty probíhala pomocí programu R. V tabulce jsme vytvořili ID ježka a ID observation jako nové sloupce tabulky, naformátovali jsme si sloupec s časem a pomocí vytvořených tabulek jsme rozdělili na úseky dnů a nocí.

Jako proměnou reprezentující aktivitu jedinců získanou z akcelerometrických dat z dataloggeru jsou použili hodnotu Overall dynamic body acceleration (dále „ODBA“). Celková dynamická akcelerace těla je kalkulována z akcelerometrických hodnot třech prostorových os (X, Y, Z) a každá z os má dvě složky. Jedna ze složek se skládá ze statistické části, která se vztahuje ke sklonu osy akcelerometru ke gravitačnímu poli. Druhá složka dynamická, která souvisí se změnami rychlosti pohybu zvířete. Metoda ODBA nám umožňuje lépe chápat aktivitu a výdej energie u zvířat. Pro získání této hodnoty nám postačí pouze dynamická složka ze všech tří os (Shepard et al., 2008; Gleiss, 2011). Pro výpočet ODBA byl použit tento vzorec:

$$ODBA = |Ax| + |Ay| + |Az|$$

Získané hodnoty byly tzv. „zhlazené“, proto hodnoty ODBA byly agregovány. V našem případě byly hodnoty agregovány po 5 ti sekundách (průměrná hodnota z vypočítaných ODBA hodnot z měření za časový úsek 5 sekund).

Circadiánní aktivita samců a samic

Pro zobrazení distribuce cirkadiánní aktivity samců a samic po hodinách, byly odstraněny časové úseky neúplných hodin. Pro každou hodinu byla vypočítána

průměrná hodnota ODBA pro samce (hodin 1 = sum OBDA samců za časový úsek určený pro hodinu 1, tedy 00:00:01 do 01:00:00/počet měření) a pro samice.

Noční aktivita

Pro dataset aktivity v noci byly odstraněny úseky s neúplnou nocí (tzn. menší časový úsek měření než od západu slunce do východu slunce). Pro analýzu rozdílu v míře noční aktivity samců a samic byla vypočítána pro každého jedince suma průměrné aktivity za noc (jedinec = sum ODBA za noc/ počet naměřených nocí). Pro analýzu závislosti míry noční aktivity ježků na míře zástavby domovského okrsku byla míra noční aktivity vyjádřena stejně.

Míra zástavy, prostorová data

V programu ArcGIS 10.7.1 (ESRI, 2011) byla vytvořena vrstva zástavby a zeleně v zájmových oblastech. Pomocí ortofotomapy Prahy a funkce vektorizace jsme nadefinovali plochu se zástavbou, kde se ježci pohybovali. Střed spojnice mezi bodem odchytu a vypuštění vytvořil nový bod, který tvořil střed okresku ježka. Dále se nástrojem buffer vytvořil pro každého ježka 40 hektarový okresek (Patrick et al. 2001), kde se nejčastěji pohyboval. Z nově vytvořené vrstvy se podle vzniklého bufferu pro každého jedince nástrojem clip ořízlo území pohybu ježka. Údaje potřebné k analýze jsme vyčetli z atributové tabulky pomocí statistics. Do tabulky v Excelu jsme si zapsali potřebné údaje k dalšímu vyhodnocení.

Statistické zpracování

Statistické analýzy byly prováděny v programu R. Pro zjištění rozdílu v noční aktivitě samců a samic byl použit Wilcoxonův test. Vstupní datasety samic nebyly z normálního rozdělení dat, samci byly z normálního rozdělení. Otestovali pomocí shapiro.test (samice p-value = 6.047e-05, samci p-value = 0.05689). Závislost mezi mírou zástavby a aktivitou jsme zjišťovali pomocí korelace metodou Spearman, protože datasety nebyly z normálního rozdělení (aktivita jedinců – p-value = 2.215e-05, míra zástavy – p-value = 0.007355).

6. Výsledky

Prostředí, ve kterém se ježci pohybovali bylo od 12,9 – 34,2 % tvořeno zástavbou (tabulka 1). Ve většině případů se ježci nevyskytovali pouze v osídlené oblasti, ale nacházeli se zde i jiné biotopy velmi podobné jejich přirozenému prostředí jako například listnaté lesy či doubravy. Větší výskyt jedinců byl v méně urbanizovaných oblastech jako jsou chatové oblasti, vilové čtvrti nebo domky se zahradami a okraje města.

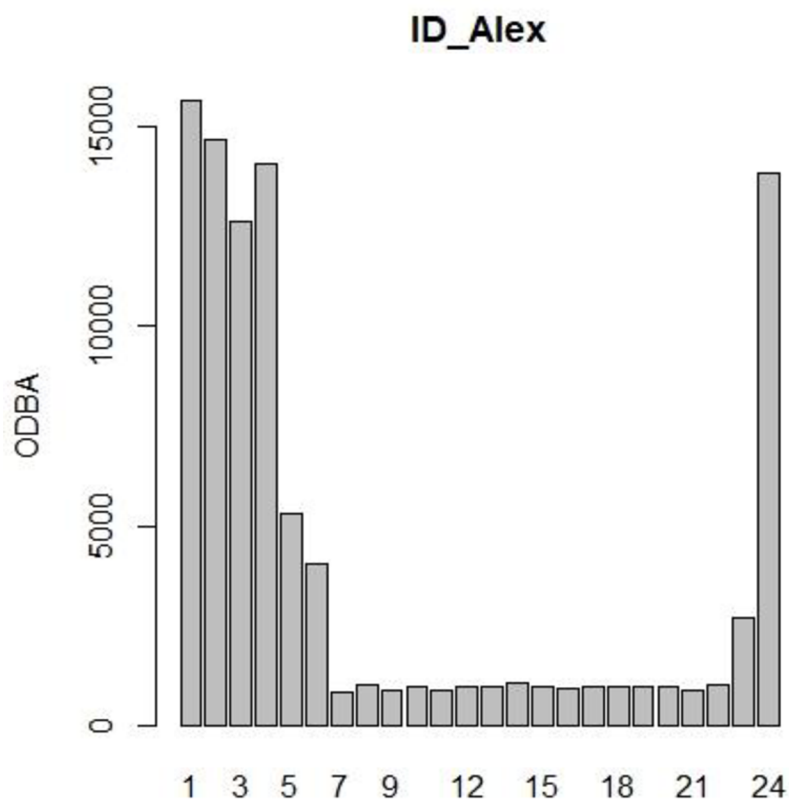
Tabulka 1: přehled zastoupení zástavby a zeleně v pohybovém okresku jednotlivých ježků

Id_ježek	Zástavba (m2)	Zástavba (%)	Zelň (m2)	Zelň (%)
Alex	112203,5997	28,05	287869,484	71,95
Amálka	112553,2101	28,13	287519,874	71,87
Ariel	89937,31754	22,48	310135,766	77,52
Cleo	111810,244	27,95	288262,84	72,05
Drobek	110029,4443	27,50	290043,64	72,50
Ema	96016,60635	24,00	304056,477	76,00
Emily	113022,1909	28,25	287050,893	71,75
Esmeralda	101031,7812	25,25	299041,303	74,75
Eva	72435,93881	18,11	327637,145	81,89
Fanda	65110,79632	16,27	334962,288	83,73
Fany	108149,7497	27,03	291923,334	72,97
Hrom	65961,63076	16,49	334111,453	83,51
Kulda	136726,8119	34,18	263346,272	65,82
Lazara	119171,5693	29,79	280901,514	70,21
Libuska	96390,10466	24,09	303682,979	75,91
Mia	84780,64281	21,19	315292,441	78,81
Milous	61164,48632	15,29	338908,598	84,71
Oli	101146,6121	25,28	298926,472	74,72
Robin	135235,7042	33,80	264837,38	66,20
Rozárka	136156,3173	34,03	263916,767	65,97
Ruza	133488,4142	33,37	266584,67	66,63
Vilem	51665,60391	12,91	348407,48	87,09
Zdenda	103357,3127	25,83	296715,771	74,17

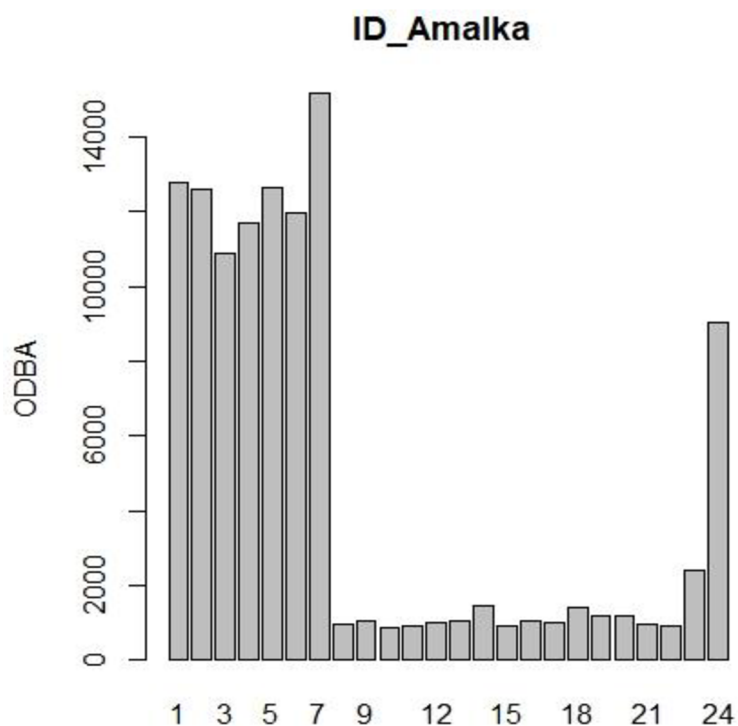
Tabulka 2: procentuální zastoupení ostatních biotopů, vypočítané z celého pohybového území jedinců

	Průměr	Minimum	Maximum
Pole	3,72	0	17,21
Vysoké mezofilní a xerofilní křoviny	0,24	0	2,01
Mezofilní ovsíkové louky a bylinné lemy	0,22	0	1,3
Širokolisté suché trávníky	0,26	0	1,59
Suché acidofilní doubravy	1,33	0	8,77
Acidofilní bučiny	0,09	0	2,09
Suťové lesy	0,88	0	5,23
Lesní kultury s nepůvodními listnatými dřevinami	1,05	0	4,96

Největší aktivita samců i samic byla soustředěna během noci, a to konkrétně v rozmezí 0:00-7:00 hodin (obrázek 11 a 12).

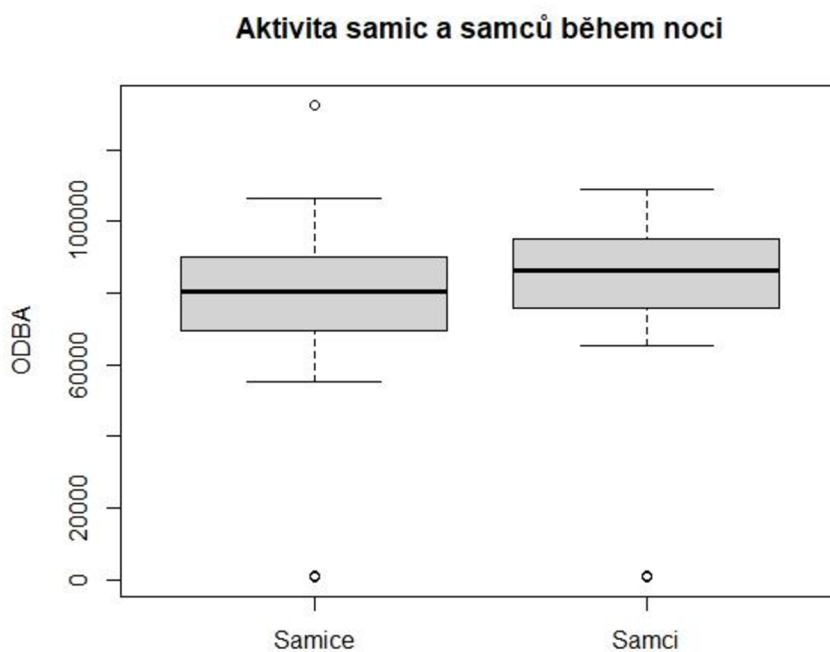


Obrázek 11: graf aktivity vybraného samce během jednotlivých hodin v rámci dne



Obrázek 9: graf aktivity vybrané samice během jednotlivých hodin v rámci dne

V porovnání aktivity samců a samic za noc nebyl zjištěn žádný velký rozdíl (obrázek 13). Noční aktivita samic vyjádřená jako ODBA byla 79988.31 a u samců 73520.53. Hypotéza, že samci jsou aktivnější, než samice se pomocí Wilcoxonova testu nepotvrdila ($W = 156$, $p\text{-value} = 0.506$).



Obrázek 13: graf porovnání noční aktivity (ODBA) samců a samic ježků

Další z hypotéz, zda je aktivita ježků závislá na míře zástavby, byla testována pomocí korelace (metoda Spearman). Stanovená hypotéza se nepotvrdila ($t = 0.39224$, $df = 32$, $p\text{-value} = 0.6975$). Míra zástavby neovlivňuje aktivitu (obrázek 14).



Obrázek 12: Graf závislosti mezi aktivitou jedinců a mírou zástavby

7. Diskuse

Chování zvířat v rychle se měnícím světě je jedním z hlavních cílů výzkumu moderní ekologie. Bude klíčové, abychom získávali lepší informace o tom, jak se zvířata vypořádávají se změnami jejich přirozeného prostředí. Ale abychom tak mohli učinit, musíme získat podrobné informace o chování městské a venkovské populace, což je obtížné a mnohdy náročné (Egert-Berg et al., 2021). Budeme-li se snažit a lépe porozumíme tomu, jak zvířata využívají městské prostředí a jak se v něm mění jejich aktivita, můžeme být schopni vyvodit závěry pro ochranu přírody, které mohou být zásadní ve světě s neustále se zrychlující urbanizací (Egert-Berg et al., 2021).

Městské oblasti představují novou výzvu pro savce. Ježci projevovali zájem hlavně o zahrady domů a vyšší hustota byla také pozorována v chatařské a zahrádkářské kolonii. To téměř jistě odráží vyšší dostupnost potravy (bezobratlí živočichové nebo krmivo pro domácí mazlíčky) v obytných zahradách ve srovnání s jinými biotopy, ale také pravděpodobně vyhýbání se biotopům, kde jsou více vystaveni lidem a jejich domácím mazlíčkům (Dowding et al., 2012). Z tohoto pozorování vyplývá, že ježci mají tendenci se usazovat v oblastech s pro ně výhodnými biotopy (v tomto případě s trvalým přísunem potravy).

Schopnost ježků využívat rozmanité potravní zdroje měst bez přítomnosti většího predátora a zároveň tak i minimalizovat riziko úhynu na silnicích (v porovnání s jinými druhy) by mohlo být klíčovým faktorem pro to, aby se z ježka stalo zvíře dobře přizpůsobené životu v urbánním prostředí (Rondinini et Doncaster, 2002). Stručně řečeno, ježci vykazují řadu strategií chování k minimalizaci rizik spojených s životem v městském prostředí (Dowding et al., 2012).

Bylo by zajímavé pro další studie zjistit, zda se ježek už neadaptoval natolik, že budou jeho populace vyšší v městském prostředí oproti jeho přirozeným biotopům, jako je tomu u veverka obecné ve Finsku (Jokimäki et al. 2017). Proto by bylo potřeba dalších studií zkoumajících faktory ovlivňující distribuci a hojnost druhů v městských oblastech.

Jsme si vědomi nedostatečného záznamu dat pro vytváření homerange, proto jsme v naší práci použili pouze 40 ha okresek (Patrick et al. 2001) se kterým jsme dále pracovali. V tomto případě může být jednou z překážek časová náročnost pro sběr dat pomocí radiotelemetrie. Přestože jsou pro studie pohybu stále více využívány zařízení GPS, vysoké prvotní finanční náklady jsou jedním z hlavních negativních důvodů (More et al. 2020).

Přesto jsme nenašli žádnou souvislost mezi mírou zástavy a aktivitou ježků. Dalo by se očekávat, že ježci z přirozeného prostředí nebo naopak z urbanizovaných ploch bez zeleně, budou muset vynaložit větší úsilí pro hledání potravy, než ježci z okrajové části města či zahrádkářských kolonií, kde jsou zastoupeny zdroje potravy ve větší míře.

Zdá se, že většina zkoumaných druhů je negativně ovlivněna fragmentací stanovišť, přičemž podíl využívaných zahrad má často tendenci klesat s rostoucí vzdáleností od většiny přirozených a polopřirozených stanovišť, ale zvyšuje se s rostoucí vzdáleností od silnic a jiných zahrad (Baker et Harris, 2007).

V této práci jsme jako proměnnou pro zobrazení aktivity použili ODBA, která je zaznamenávána pomocí dataloggeru a v posledních letech je velice využívanou metodou. Naše výsledky analýzy však neukázali významný rozdíl mezi noční aktivitou samců a samic, jsme si však vědomi možné replikace dat.

Samci ježků jsou více odváznější a mívají větší domovský okresek než samice. Proto výsledky ve studiích mohou být částečně ovlivněny individuálními rozdíly, tj. pohlaví, věk, váha (Finch et al., 2020). Samci musí vynaložit více aktivity kvůli hledání partnerky pro páření, kdežto samice vyhledávají spíše bezpečnější a méně rušná stanoviště kvůli výchově mláďat. Nicméně naše data rozdíly v aktivitě samců a samic nepotvrdila. Jedním z vysvětlení může být i doba, kdy jsme ježky monitorovali. Těsně po období hibernace aktivují všichni ježci bez ohledu na pohlaví, kvůli nutnému shánění potravy a doplnění ztracené energie z době zimního spánku.

8. Závěr

Výskyt a aktivita savců v urbánním prostředí mohou být ovlivněny mnoha faktory, jako je především dostupnost potravy, umělé osvětlení, bariérový efekt silnic, riziko predace či mikroklimatické podmínky. S rostoucí urbanizací se ztrácí i původní druhová rozmanitost savců. Populace, které se přizpůsobily tomuto změněnému prostředí mohou mít oproti populacím z přirozeného prostředí vyšší míru přežití a reprodukce, a i jejich hustota může být lokálně vyšší.

Výsledky v této práci sice nepotvrdily domněnku z literatury, že samci ježků jsou aktivnější než samice. Noční aktivita vyjádřená jako ODBA byla u samic 79988.31 a u samců 73520.53. Přesto se však mohou samci pohybovat na větší vzdálenosti nebo mohou mít větší homerange. Předpoklad, že aktivita souvisí s mírou zástavby se také vyloučila, avšak podle monitoringu můžeme soudit, že ježci s oblibou využívají zahrady a chatařské oblasti raději než, že by zavítali do středu města. Zástavba tvořila 12,9 – 34,2 % okresku, kde se ježci pohybovali.

9. Slovníček pojmů

Biotop / habitat – označuje se tak území výskytu druhu či stanoviště. Jsou zde zahrnuti všichni biotičtí i abiotičtí činitelé (FŽP, 2015).

Urbanizace – Změna krajiny za účelem osídlení lidskou populací (Klimant et al. 2015).

Hibernace – neboli zimní spánek. Znamená to utlumení životních funkcí za účelem přečkání nepříznivého období (většinou zimního období, Neumeier, 2015).

Synantropie / synantropní – Druhy organismů, které se přizpůsobily lidskému prostředí a využívají ho stejným způsobem jako své přirozené (Jakrllová et Pelikán, 1999).

Hemisynantropní – neboli příležitostný. Druhy, které se v blízkosti lidských obydlí vyskytují pouze v určité období (Jakrllová et Pelikán, 1999).

Generalisté – druhy, které nemají potravní specializaci a mají širokou ekologickou valenci, což znamená, že se vyskytují v různých habitatech. Tvoří je především všežraví živočichové (FŽP, 2015).

Specialisté – jsou pravým opakem generalistů. Vyskytují je jen v určitém druhu prostředí a jsou vázáni pro ně typickou potravu (FŽP, 2015).

10. Zdroje a literatura

1. Anděl P., 2011: Průchodnost silnic a dálnic pro volně žijící živočichy. Evernia, Liberec, 154 s. ISBN 978-80-903787-4-2
2. Anděra M., 2016: Savci (Mammalia) Prahy. *Natura Pragensis* 23. 3-192.
3. Anděra M.; Horáček I., 2005: Poznáváme naše savce. Sobotáles, Praha, 328 s. ISBN 80-86817-08-3
4. Aulický R.; Rodl P.; Fraňková M.; Plachý J.; Stejskal V., 2009: Certifikovaná metodika pro deratizaci synantropních hlodavců (Část I. - rodenticidní nástrahy). Výzkumný ústav rostlinné výroby v. v. i, Praha, 39 s. ISBN: 978-80-7427-018-5
5. Baker J. P.; Harris S., 2007: Urban mammals: what does the future hold? An analysis of the factors affecting patterns of use of residential gardens in Great Britain. *Mammal Review* 37. 297-315.
6. Berger A.; Lozano B.; Barthel M. F. L.; Schubert N., 2020: Moving in the Dark-Evidence for an Influence of Artificial Light at Night on the Movement Behaviour of European Hedgehogs (*Erinaceus europaeus*). *Animals* 10. 1306.
7. Bonebrake T. C.; Rezende E. L.; Bozinovic F., 2020: Climate Change and Thermoregulatory Consequences of Activity Time in Mammals. *American Naturalist* 196. 45-56.
8. Braniš M., 1999: Základy ekologie a ochrany životního prostředí. Informatorium, Praha, 169 s. ISBN 80-86073-52-1
9. Dowding C. V.; Harris S.; Poulton S.; Baker P. J., 2010: Nocturnal ranging behaviour of urban hedgehogs, *Erinaceus europaeus*, in relation to risk and reward. *Animal Behaviour* 80. 13-21.
10. Egert-Berg K.; Handel M.; Goldshtein A.; Eitan O.; Borissov; I.; Yovel Y., 2021: Fruit bats adjust their foraging strategies to urban environments to diversify their diet. *BMC Biology* 19. 1-11.
11. ESRI 2011. ArcGIS Desktop: Release 10. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute.
12. Finch D.; Smith R. B.; Marshall Ch.; Coomber G. F.; Kubasiewicz M. L.; Anderson M.; Wright G. R. P.; Mathews F., 2020: Effects of Artificial Light at Night (ALAN) on European Hedgehog Activity at Supplementary Feeding Stations. *Animals* 10. 768.
13. Forman R. T., 2014: Urban ecology: science of cities. Cambridge University Press.
14. FŽP, 2015: Obecná ekologie. FŽP ČZU, Praha, 146 s.
15. Gaston K. J.; Bennie J., 2014: Demographic effects of artificial nighttime lighting on animal populations. *Environmental Reviews* 22, 323-330.

16. Gazzard A.; Baker J. P., 2020: Patterns of Feeding by Householders Affect Activity of Hedgehogs (*Erinaceus europaeus*) during the Hibernation Period. *Animals* 10. 1344.
17. George S. L.; Crooks K. R., 2006: Recreation and large mammal activity in an urban nature reserve. *Biological Conservation*, 133. 107-117.
18. Gleiss A. C.; Wilson R. P.; Shepard E. L., 2011: Making overall dynamic body acceleration work: on the theory of acceleration as a proxy for energy expenditure. *Methods in Ecology and Evolution*, 2. 23-33.
19. Hubert P.; Julliard R.; Biagianti S.; Poulle ML., 2011: Ecological factors driving the higher hedgehog (*Erinaceus europeus*) density in an urban area compared to the adjacent rural area. *Landscape and Urban Planning* 103, 34-43.
20. Jakrllová J.; Pelikán J., 1999: Ekologický slovník terminologický a výkladový. Nakladatelství Fortuna, Praha, 144 s. ISBN 80-7168-644-1
21. Jokimäki J.; Selonen V.; Lehikoinen A.; Kaisanlahti-Jokimäki M. L., 2017: The role of urban habitats in the abundance of red squirrels (*Sciurus vulgaris*, L.) in Finland. *Urban Forestry & Urban Greening* 27. 100-108.
22. Kasalová I., 2013: Automobil: zvířata. Masarykova univerzita, Přírodovědecká fakulta ústav antropologie, Brno. 101 s. (diplomová práce). dostupné z: <https://is.muni.cz/th/nrn4w/>
23. Klimant P.; Baláž I.; Krumpálová Z., 2015: Communities of small mammals (*Soricomorpha*, *Rodentia*) in urbanized environment. *Biologia* 70. 839-845.
24. Krejča J.; Korbel L., 1993: Velká kniha živočichů hmyz ryby obojživelníci plazi ptáci savci. Příroda a.s., Bratislava, 344 s. ISBN 80-07-00510-2
25. Lewanzik D.; Voigt Ch. C, 2014: Artificial light puts ekosystém services of frugivorous bats at risk. *Journal of Applied Ecology* 51. 388-394.
26. Losos B., 1985: Ekologie živočichů. Státní pedagogické nakladatelství, Praha, 320 s.
27. Luniak M., 2004: Synurbization-adaptation of animal wildlife to urban development. *Proceedings 4th international urban wildlife symposium*. 50-55.
28. McCleery R., 2010: Urban mammals. *Urban ecosystem ecology* 55. 87-102
29. Moore J. L.; Petrovan O. S.; Baker J. P.; Bates J. A.; Hicks L. H.; Perkins E. S.; Yarnell W. R., 2020: Impacts and Potential Mitigation of Road Mortality for Hedgehogs in Europe. *Animals* 10. 1523.
30. Neumeier M., 2015: Ježek v zahradě užitečné rady pro milovníky zvířat. Grada Publishing, Praha, 80 s. ISBN 978-80-247-5474-1
31. Patrick C. D.; Carlo R.; Paul C. D. J., 2001: Field test for environmental correlates of dispersal in hedgehogs *Erinaceus europaeus*. *Journal of Animal Ecology* 70. 33-46.

32. Ploi K.; Curto M.; Bolfikova Cerna B.; Loudova M.; Hulva P.; Seiter A.; Fuhrmann M.; Winter S.; Meimberg H., 2020: Evaluating the Impact of Wildlife Shelter Management on the Genetic Diversity of *Erinaceus europaeus* and *E. roumanicus* in Their Contact Zone. *Animals* 10. 1452.
33. Pokorná Z., 2005: Ježci. ZO ČSOP Veronica, Brno, 40 s. ISBN 80-239-6563-8
34. R Core Team, 2020. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria
35. Rondinini C.; Doncaster P. C., 2002: Roads as barriers to movement for hedgehogs. *Functional Ecology* 16. 504-509.
36. Shepard E. L.; Wilson R. P.; Halsey L. G.; Quintana F.; Laich A. G.; Gleiss A. C.; Liebsch N.; Myers A. E.; Norman B., 2008: Derivation of body motion via appropriate smoothing of acceleration data. *Aquatic Biology* 4. 235-241.
37. Šálek M., 2006: Masožravci na prahu města: pozoruhodná flexibilita šelem v urbánním prostředí. *Fórum ochrany přírody* 4. 23-26.
38. Vlasák P., 1986: Ekologie savců. Academia, Praha, 292 s.

Zdroje obrázků

Obr. 1: Potkan obecný (Čihák L. 2022: Potkan obecný (online) [cit. 2022.02.27] dostupné z <<https://deratizator.cz/galerie-skudcu/hlodavci/potkan-obecnny.html>>.

Obrázek 2: Myš domácí (Anděra M., 2010: Myš domácí (online) [cit. 2022.02.27] dostupné z <<https://www.naturfoto.cz/mys-domaci-fotografie-14882.html>>.

Obrázek 3: Krysa obecná (Anděra M., 2012: Krysa obecná (online) [cit. 2022.02.27] dostupné z <<https://www.naturfoto.cz/krysa-obecna-hneda-a-tmava-forma-fotografie-17939.html>>.

Obrázek 4: Kuna skalní (Hrdlička M., 2019: Kuna – zvířátko, které nechcete blízko domova (online) [cit. 2022.02.27] dostupné z <<https://blog.ijacek007.cz/Blog/kuna-zviratko-ktere-nechete-mit-blizko-domova>>.

Obrázek 5: Plch velký (Hlásek L., 2015: Plch velký – tajemný obyvatel našich lesů(online) [cit. 2022.02.27] dostupné z <<https://ekolist.cz/cz/publicistika/priroda/plch-velky-tajemny-obyvatel-nasich-lesu>>.

Obrázek 6: Ježek východní (Pokorný Z., 2014: Ježek východní (online) [cit. 2022.02.27] dostupné z <<http://www.chovzvirat.cz/zvire/2791-jezek-vychodni/>>.

Obrázek 7: Ježek západní (Szczepanek M., 2005: Ježek západní (online) [cit. 2022.02.27] dostupné z <https://cs.wikipedia.org/wiki/Je%C5%BEek_z%C3%A1padn%C3%AD>.