

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra myslivosti a lesnické zoologie



**Fakulta lesnická
a dřevařská**

**Vliv různých opatření na snížení mortality divokých
prasat na silnicích**

The impact of various measures to reduce wild boar mortality on roads

Bakalářská práce

Autor: Jan Uhlíř

Vedoucí práce doc. Ing. Tomáš Kušta, Ph.D.

© 2023 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jan Uhlíř

Lesnictví
Provoz a řízení myslivosti

Název práce

Vliv různých opatření na snížení mortality divokých prasat na silnicích

Název anglicky

The impact of various measures to reduce wild boar mortality on roads

Cíle práce

Cílem práce je zpracovat literární rešerši na téma dopravní ekologie se zaměřením chování prasete divokého v okolí pozemních komunikací, mortalitu toho druhu při střetech s dopravními prostředky a vyhodnocením dosavadních zkušeností s účinností instalovaných opatření, jejichž cílem je snížit počet nehod se zvěří na silnicích.

Hlavním cílem práce je vyhodnotit chování prasete divokého v okolí pozemních komunikací na vybraných úsecích silnic v okolí Kostelce na Černými lesy a sledovat reakce prasat na instalovaná opatření u pozemních komunikací, která mají za úkol snížit počet nehod se zvěří (pachové repelenty, odrazky proti zvěří a akustické plašiče).

Metodika

První částí práce bude zpracování literární rešerše na téma srážek se zvěří, a to se zaměřením zejména na časové rozložení srážek, reakce zvířat na různé podněty související se silničním provozem a dosavadní zkušenosti s aplikací opatření, jejichž cílem je snížení dopravních nehod se zvěří.

Druhá část bude spočívat v monitoringu chování divočáků v okolí silnic na Kostecku. Data o pohybu divočáků budou pocházet z GPS telemetrie označených jedinců (data poskytne vedoucí práce). Data o projíždějících vozidlech budou měřena silniční radarem Siergeza, který bude umístován operativně podle toho, kde zrovna se budou monitorovaní divočáci kolem silnice pohybovat. Radar bude kontrolován v intervalech ne delších než 12 dní a průběžně z něj budou data o provozu stahována. Na tyto úseky budou postupně umístována také opatření na snížení mortality. Bude se jednat o pachové repelenty, odrazky proti zvěří a akustické plašiče. Vyhodnocení dat o chování zvěře v těchto úsecích proběhne pomocí nástrojů GIS a základních statistických metod.

Harmonogram práce (do konce uvedeného období je student povinen předložit zpracovanou dílčí část vedoucímu práce):

květen 2022 – srpen 2022: zpracování a odevzdání literární rešerše

květen 2022 – leden 2023: terénní práce

červenec 2022 – leden 2023: analýza dat

listopad 2022 – únor 2023: sestavení výsledků práce a zpracování diskuze

březen 2023: sestavení kompilátu finální verze práce a její odevzdání



Doporučený rozsah práce

30-40 stran A4

Klíčová slova

srážky se zvěří, divočák, radar, pachové repelenty, odrazky, deer detter, Kostelec nad Černými lesy

Doporučené zdroje informací

- Andreassen, H. P. et al. 2005. The effect of scent-marking, forest clearing and supplemental feeding on moose–train collisions. – *J. Wildl. Manage.* 69: 1125–1132.
- Bíl, M. et al. 2017. Srazenazver.cz: a system for evidence of ani-mal–vehicle collisions along transportation networks. – *Biol. Conserv.* 213: 167–174.
- Bíl, M. et al. 2018. An evaluation of odour repellent effectiveness in prevention of wildlife–vehicle collisions. – *J. Environ. Manage.* 205: 209–214.
- Diaz-Varela, E. R. et al. 2011: Assessing methods of mitigating wildlife–vehicle collisions by accident characterization and spa-tial analysis. – *Transport. Res. Part D Transport Environ.* 16: 281–287.
- Kröschel, M. et al. 2017. Remote monitoring of vigilance behaviour in large herbivores using acceleration data. – *Anim. Biotelemetry* 5: 10.
- Kušta, T. et al. 2015. Effectiveness and costs of odour repellents in wildlife–vehicle collisions: a case study in central Bohemia, Czech Republic. – *Transport. Res. Part D Transport Environ.* 38: 1–5.
- Kušta, T. et al. 2017. The effect of traffic intensity and animal activity on probability of ungulate–vehicle collisions in the Czech Republic. – *Safety Sci.* 91: 105–113.
-

Předběžný termín obhajoby

2022/23 LS – FLD

Vedoucí práce

doc. Ing. Tomáš Kušta, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra myslivosti a lesnické zoologie

Elektronicky schváleno dne 31. 8. 2022

doc. Ing. Vlastimil Hart, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 31. 8. 2022

prof. Ing. Róbert Marušák, PhD.

Děkan

V Praze dne 27. 03. 2023

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma "Vliv různých opatření na snížení mortality divokých prasat na silnicích" vypracoval samostatně a citoval jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použil, a které jsem rovněž uvedl na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů. Jsem si vědom, 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 vědom, 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 Zápech dne 4.4.2023

Jan Uhlíř

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval všem, kteří mi poskytli podporu při psaní této bakalářské práce. Zvláštní poděkování patří mému vedoucímu doc. Ing. Tomáši Kuštovi, Ph.D. za jeho vedení a trpělivost během celého procesu. Rád bych poděkoval také Ing. Miloši Ježkovi, Ph.D. za jeho cenné rady a konzultace během mého výzkumu. A nakonec děkuji své rodině za jejich podporu a povzbuzení. Bez nich bych to nezvládl.

Abstrakt

Střety vozidel s prasetem divokým (*Sus scrofa*) jsou dlouhodobým problémem v České republice i v celé Evropě. Důvodem zvyšujícího se počtu těchto incidentů je nárůst intenzity dopravy a rostoucí počet divokých prasat, což vede ke zvýšené mortalitě a negativním dopadům na volně žijící populace. Důležitou součástí jsou nejen možná zranění a bezpečnost účastníků dopravního provozu, ale také ekonomické škody způsobené majitelům vozidel. Cílem práce bylo posouzení efektivity technických opatření, konkrétně šlo o pachová, zvuková a světelná opatření. Sběr dat probíhal na úsecích Struhařov–Jevany na silnici III. třídy č. 11318 a Struhařov–Zvánovice na silnici II. třídy č. 113. Na každém úseku bylo každé opatření instalováno ve vzdálenosti 120 metrů. Opatření bylo instalováno v období 08/2021 až 12/2021. Pro detekci silničního provozu byly použity radary Sierzega. Monitoring pohybu divočáků byl sledován pomocí GPS obojku umístěného na krku zvířat.

Z výsledků vyplynulo, že pachový ohradník a akustický plašič jsou účinnými opatřeními pro snížení počtu přechodů prasete divokého přes silnice. U odrazek bylo zjištěno, že jejich účinnost závisí na provozu vozidel a dalších faktorech, což naznačuje, že tato forma opatření není vždy účinná. Závěry této práce mohou být využity k dalšímu zlepšení technických opatření pro snižování rizika srážek se zvěří.

Klíčová slova

Sus scrofa, GPS obojek, pachový ohradník, akustický plašič, odrazky, snižování rizika srážek

Abstract

Collisions with wild boar (*Sus scrofa*) constitute a long-standing concern in the Czech Republic and Europe. Increased traffic intensity results in increased mortality and adversely affects wild populations. Not only is the safety and potential injury of traffic participants important, but economic damage to vehicle owners also plays a significant role. The thesis focused on assessing the effectiveness of technical measures, namely odour, sound and lighting measures. The data was collected on the class III road No. 11318 between Struhařov and Jevany and the class II road No. 113 between Struhařov and Zvánovice. The relevant measures were installed at a distance of 120 metres in each section. The measures were installed between August 2021 and December 2021. Sierzega radars were used for traffic detection. The movement of wild boar was monitored using a GPS collar placed around the animals' necks.

The results showed that the odour fence and the acoustic scarecrow effectively reduced the number of wild boars crossing the roads. The reflectors' effectiveness depended on vehicle traffic and other factors, implying that this particular measure may not always be effective. The conclusions of this thesis can be applied to improve further the technical measures for reducing the risk of collisions with wildlife.

Keywords

Sus scrofa, GPS collar, odour fence, acoustic scarecrow, reflectors, collision risk reduction

Obsah

1	Úvod.....	12
2	Literární rešerše	13
2.1	Prase divoké (<i>Sus scrofa</i>)	13
2.1.1	Prase divoké (<i>Sus scrofa</i>) a jeho taxonomické zařazení.....	13
2.1.2	Charakteristika čeledi prasatovití (<i>Suidae</i>).....	13
2.1.3	Charakteristika druhu prase divoké, <i>Sus scrofa</i> Linnaeus	14
2.1.4	Historie a populační dynamika prasete divokého v České republice... 14	
2.1.5	Ekologie prasete divokého.....	15
2.1.6	Potrava prasete divokého.....	16
2.1.7	Biologie prasete divokého	17
2.1.8	Etologie prasete divokého	17
2.2	Mortalita zvěře na pozemních komunikacích.....	17
2.3	Mortalita zvěře na železničních tratích	20
2.4	Pohybová aktivita prasete divokého a její vliv na střety s vozidly	21
2.5	Metody zmírnění srážek se zvěří	23
2.6	Monitoring divokých prasat.....	27
3	Metodika	28
3.1	Sledovaná lokalita	28
3.2	Harmonogram opatření.....	29
3.3	Úsek Struhařov – Jevany	30
3.4	Úsek Struhařov – Zvánovice.....	32
3.5	Sledování intenzity silničního provozu	33
3.6	Monitoring prostorové aktivity prasete divokého.....	34
3.7	Zpracování GPS dat	36
3.8	Vyhodnocení dat v ArcGIS Pro	36
4	Výsledky	38
4.1	Vyhodnocení intenzity dopravy.....	38
4.2	Statistika časového rozložení přechodů	39
4.3	Počty registrovaných dopravních nehod	41
4.4	Počty registrovaných přechodů v období 0.	42
4.5	Počty registrovaných přechodů v období 1.	43
4.6	Počty registrovaných přechodů v období 2.	44
4.7	Počty registrovaných přechodů v období 3.	45
4.8	Srovnání přechodů v období 0 a 1	46
4.9	Srovnání přechodů v období 2 a 3	47

5 Diskuse.....	48
6 Závěr	52
7 Seznam použité literatury.....	53

Seznam obrázků a grafů

Seznam obrázků

Obrázek 1 Dospělý samec prasete divokého	14
Obrázek 2 Přehled toku dat do aplikace, zpracování dat a výstupů.....	18
Obrázek 3 Globální faktory a lokální faktory na silnici	19
Obrázek 4 Příklad lokálního faktoru.	20
Obrázek 5 Podíl srážek v závislosti k vzdálenosti	21
Obrázek 6 UVC proces a pohybovou aktivitu divokých prasat.....	22
Obrázek 7 Pachový ohradník.....	25
Obrázek 8 Odrazky.....	26
Obrázek 9 Akustický plašič	26
Obrázek 10 GPS obojek.	27
Obrázek 11 Instalovaná opatření v lesním úseku.....	28
Obrázek 12 Harmonogram opatření.....	29
Obrázek 13 Rozmístění jednotlivých druhů opatření.....	30
Obrázek 14 Rozmístění jednotlivých druhů opatření	31
Obrázek 15 Rozmístění instalovaného opatření na úseku Struhařov	32
Obrázek 16 Radar v úseku Struhařov–Jevany	33
Obrázek 17 Sada pro uspávání a označování jedinců	34
Obrázek 18 Odchytové zařízení.....	35
Obrázek 19 Prase divoké po připevnění GPS obojku	35
Obrázek 20 Úprava GPS dat v programu ArcGIS Pro.....	37
Obrázek 21 Výsledek aplikace funkce spatial join na GPS data	37
Obrázek 22 Místo dopravní nehody silnice č.113.....	41

Seznam grafů

Graf 1 Intenzita dopravy na úseku Struhařov-Zvánovice.....	38
Graf 2 Přechody prasete divokého na úseku Struhařov-Zvánovice.....	39
Graf 3 Časové rozložení přechodů divokých prasat pro období 0 a 1	40
Graf 4 Časové rozložení přechodů divokých prasat pro období 2 a 3	40
Graf 5 Počet přechodů zvěře v období 0	42
Graf 6 Počet přechodů zvěře v období 1.	43
Graf 7 Počet přechodů zvěře v období 2	44
Graf 8 Počet přechodů zvěře v období 3	45
Graf 9 Srovnání počtu přechodů zvěře před a po instalaci opatření	46
Graf 10 Srovnání počtu přechodů zvěře před a po instalaci opatření	47

1 Úvod

Velmi hustá silniční síť a stále se zvyšující intenzita dopravy, přináší mimo pozitivního vlivů na uspokojování lidský potřeb a její zvyšující se prosperitu, také negativní vliv na životního prostředí. Tento negativní vliv způsobuje jak výstavba silnic, tak především zvyšující se pohyb vozidel po vozovce. Výstavbou silnic, probíhá dělení krajiny, což způsobuje pro zvěř nutnost tyto překážky překonávat. Následkem toho jsou způsobené střety se zvěří. Tyto srážky, přinášejí ekonomické a zdravotní újmy účastníkům dopravního provozu a také zranění a úhyny zvěře. Tyto faktory spolu s růste populace prasete divokého (*Sus scrofa*), zvyšují střety vozidel s tímto sudokopytníkem.

Pro zmírnění kolizí se používá několik druhů preventivních opatření. Často využívané jsou pachové ohradníky na bázi uměle vytvořených chemických odpuzovačů, zvukové plašiče a odrazky. Jejich účinnost je ale často diskutována. Pro vyhodnocení účinnosti těchto opatření byla na úsecích Struhařov-Jevany na silnici III. třídy č. 11318 a Struhařov – Zvánovice na silnici II. třídy č.113, realizována tato opatření, zároveň byl sledován pohyb prasat pomocí GPS obojků a sledována intenzita dopravy.

Cílem práce bylo vyhodnocení telemetrických dat z GPS obojků a hodnocení vlivu účinnosti jednotlivých opatření na ovlivnění přechodů prasete divokého, zpracování literární rešerše na téma srážek se zvěří, v závislosti na denní době a dosavadních zkušeností s aplikací preventivního opatření na snížení srážek. V rámci práce byla také zhodnocena dopravní intenzita na sledovaných úsecích silnic a porovnány s údaji získanými v jiných studiích. Výsledky práce mohou sloužit jako podklad pro rozhodování o vhodnosti použití konkrétních preventivních opatření na snižování srážek s divokými prasaty a další zvěří na silnicích, a také pro navrhování a plánování dopravních opatření a zásahů do krajiny s ohledem na ochranu volně žijících živočichů. Vzhledem k rostoucí intenzitě dopravy a nárůstu populace zvěře je důležité v budoucnu dále sledovat účinnost preventivních opatření a hledat nové možnosti a inovativní řešení pro ochranu zvěře na silnicích.

2 Literární rešerše

2.1 Prase divoké (*Sus scrofa*)

2.1.1 Prase divoké (*Sus scrofa*) a jeho taxonomické zařazení

Říše: živočichové, *Animalia*

Kmen: strunatci, *Chordata*

Podkmen: obratlovci, *Vertebrata*

Třída: savci, *Mammalia*

Řád: sudokopitníci, *Artiodactyla*

Podřád: nepřezvýkaví, *Bunodontia*

Čeleď: prasatovití, *Suidae*

Podčeleď: pravá prasata, *Suinae*

Rod: prase, *Susu*

Druh: prase divoké, *Sus scrofa* Linnaeus, 1758

(Anděra a Gaisler, 2019), (Červený, 2010)

2.1.2 Charakteristika čeledi prasatovití (*Suidae*)

Prasatovití jsou jedinými zástupci nepřezvýkavých (*Bunodontia*) v evropské fauně a s 19 druhy třetí nejpočetnější čeledí sudokopytníků. Vyznačují se robustním tělem na krátkých nohách, velkou hlavou protaženou v rypák, malýma očima, relativně dobře vyvinutými paspárky a jednoduchým, nejevíš dvoudílným žaludkem (Anděra, Gaisler, 2019). Mají úplný chrup s 34–44 zuby a zvětšené špičáky v podobě obloukovitých klů, zvláště u samců. Převládá našlapování na 4 prsty. Mláďata jsou podélně pruhovaná nebo skvrnitá. Ve vrhu je větší počet mláďat. V ČR existuje 1 druh (Červený, 2016).

2.1.3 Charakteristika druhu prase divoké, *Sus scrofa Linnaeus*

Specifický vzhled prasete divokého mu dodává robustní, z boku stlačená postava s krátkým, širokým krkem a mohutným hrudníkem na nízkých nohách (obr. 1). Protáhlá hlava s nápadnými boltci přechází v pohyblivý a lysý rypák. Krátký, tenký a řídko osrstěný ocas zakončuje štětička delších černých chlupů (Anděra, Gaisler, 2019). Srst je rezavohnědá až černá (proto „černá zvěř“), v zimě tmavší s hustou podsadou a dlouhými tuhými štětinami. Selata jsou rezavá s podélnými světlými pruhy (Červený et al., 2016). Délka těla je 1,2–2 m, výška v kohoutku 0,6–1,1 m, délka ocasu 20–40 cm, délka ucha 9–11 cm, hmotnost 40–200 kg (Anděra, Gaisler, 2019). Samice jsou mnohem menší (Červený et al., 2016).



Obrázek 1 Dospělý samec prasete divokého (zdroj: Katedra FLD, ČZU).

2.1.4 Historie a populační dynamika prasete divokého v České republice

Na počátku novověku byla černá zvěř rozšířena po celém území našeho státu stejně jako po celé Evropě. V archivních záznamech 16. až 19. století můžeme nalézt pokyny pro chov a lov černé zvěře (Wolf, Rakušan, 1977). Vzhledem k nárůstu škod prasete divokého na polních plodinách v polovině 18. století a tím i riziko vzniku problému se zásobováním potravinami byl v roce 1786 vydán všeobecný honební

patent o povinnosti hrazení škod způsobených zvěří a uzavření černé zvěře do obor (Hart, 2016). V roce 1786 byl vydán Josefem II. výnos zakazující chov černé zvěře ve volnosti a také dovození komukoliv, kdo zastihne černou zvěř mimo oboru, aby ji lovil (Wolf, Rakušan, 1977). Černá zvěř plenila hlavně pole s bramborami, které byly dovezeny pro odvrácení nové vlny hladomoru. Původní druh živočicha díky tomu musel ustoupit nepůvodnímu druhu rostliny (Hanzal, 2011). Poslední v Čechách ulovený jedinec byl v roce 1801 v okolí Hluboké nad Vltavou (Wolf, Rakušan, 1977). Po první světové válce se z důvodu vysokých nákladů na chov v oborách stavy černé zvěře snižovaly a případně se obory rušily úplně. Během druhé světové války zvěř kvůli rušení oborních plotů utíkala do volné přírody (Wolf, Rakušan, 1977). Černá zvěř začala postupně osídlovat volné prostory a trvale se usazovala v podhůří hor. Po roce 1950 se již trvale vyskytovala v okolí Prahy (Wolf, 1995). K jejímu rozšíření na našem území vedla nemožnost regulace v přirozeném prostředí během války na území Polska, Německa a Slovenska. V důsledku velké populační hustoty musela hledat nová sídliště (Wolf, Rakušan, 1977). I přes vysoké počty ulovených jedinců nedochází ke snižování stavů ve volné přírodě (Wolf, 1995). V myslivecké statistice za rok 2020/21 je uveden odstřel černé zvěře dokonce 221 626 jedinců (ÚHUL, 2021).

2.1.5 Ekologie prasete divokého

Černá zvěř žije společenským životem s ne příliš vyhraněnými nároky na prostředí (Anděra, Gaisler, 2019). Tento způsob života umožňuje lepší přizpůsobení se novým podmínkám v přeměněném prostředí. Život v tlupě podporuje přirozený vývoj a umožňuje snadnější vyhledávání potravy (Wolf, 1995). Tvárný způsob života, široká ekologická valence a přizpůsobení se různým životním podmínkám dokazuje výskyt od nížin až po horské oblasti, od teplých oblastí až po studené oblasti severní Evropy (Wolf, 1995). Jak uvádí Anděra a Gaisler (2019), těžiště výskytu je v rozmezí 200–600 m n. m., což je 84,4 % nálezových dat, v ostatních partiích je podíl pod 5 %. Výskyt v různých nadmořských výškách koreluje také s vnějším vzhledem. V podhorských oblastech jsou robustnější a hranatější, a naopak v nížinách jsou menší s podlouhlým válcovitým trupem (Wolf, 1995). Limitujícím faktorem životního prostředí ale není nadmořská výška, ale délka trvání sněhové pokrývky a mrazového období (Hanzal, 2011).

Původním prostředím černé zvěře byly teplé lužní listnaté lesy s neprostupnými prostory, s tůněmi a vodními rostlinami. Zploštělé tělo jim umožňuje snadný průchod a roztažitelné spárky i paspárky zabraňují boření se hlouběji do měkkého podkladu. Přizpůsobitelnost prasat je dána všežravostí, která umožňuje žít i v méně vhodném prostředí (Wolf, Rakušan, 1977). Černá zvěř postupem času osídlila smíšené, jehličnato–listnaté i jehličnaté lesy. Důležité je alespoň minimální zastoupení plodících listnatých porostů, neméně důležité je zastoupení hustých mlazin a jehličnatých houštin sloužících jako úkryt před nepřízní počasí a místo odpočinku a spánku (Wolf, 1995). Nejvhodnějším biotopem je lužní les rostoucí na náplavech řek. Zaplavovaný měkký luh neposkytuje tolik potravy jako luh tvrdý, ale je vyhledáván z důvodu dobrého úkrytu. Duby a buky s bohatou půdní květenou poskytují hojnou potravu. Jehličnaté porosty jsou vhodné, pokud přiměs plodících dubů a buků je nejméně 10 % z celkové rozlohy a pokud obsahují bohatou přízemní květenou (Wolf, Rakušan, 1977). V polních oblastech využívá jako úkryt vysoké a husté porosty kukuřice či obilovin. V jejich krytu se zdržuje až do sklizně (Wolf, 1995).

Lidská činnost měla na život zvěře vždy velký vliv; velký lovecký tlak a pronásledování vedlo ke změně biorytmu a díky tomu přešla z denní aktivity na aktivitu noční. Člověk také přispěl k minimalizování přirozených nepřátel jako je rys či vlk. Intenzivní lov je proto důležitý pro odvrácení možnosti přemnožení, což by mohlo vést k rozšíření chorob a k hromadnému úhynu (Wolf, 1995). Velká přizpůsobitelnost a tolerance vůči civilizačním tlakům umožňuje přežívat černé zvěři v kulturní krajině i na periferiích městských oblastí (Rosell et al., 2001).

2.1.6 Potrava prasete divokého

Prase divoké je typický všežravec, který dává přednost potravě bohaté na bílkoviny, glycidy a tuky (Wolf, Rakušan, 1977). Živí se tedy především lesními plody, kořínky, kulturními plodinami, drobnými obratlovci (Červený, 2019). Celoročně převažuje potrava rostlinná, potrava živočišná v průběhu roku kolísá, kdy největší je na jaře a nejmenší v zimě (Wolf, Rakušan, 1977). Nejvyhledávanější

potravou jsou žaludy, bukvice a hasivka orličí (*Pteridium aquilinum*). Nedostatek glycidů v jehličnatých porostech je vede k návštěvě polí s bramborami a obilím (Wolf, Rakušan, 1977). Černá zvěř, pokud může, je i značně vybíravá a dává přednost chuťově lepším druhům jablek nebo brambor. Při dostatku bukvic a žaludů ale výrazně omezuje vycházení do polí (Wolf, 1995). Potravu vyhledává převážně čichem a ukořisťuje rytím (Wolf, Rakušan, 1977).

2.1.7 Biologie prasete divokého

Říje zpravidla trvá od listopadu do ledna, kdy samci mezi sebou bojují o samice. Bachyně je březí 16–20 týdnů a v upraveném hnízdě rodí 3 až 12 selat. Selata jsou ihned po narození schopná vidět a pohybovat se (Červený et al., 2016). Selata jsou schopná již ve dvou týdnech věku následovat matku, a i přestože jsou kojena do dvou měsíců, snaží se sbírat potravu. Samice dospívají v 8. měsíci, což je o několik měsíců dříve než samci, mláďata z časných vrhů se tak mohou zapojit do reprodukce již v prvním roce života (Červený, 2019).

2.1.8 Etologie prasete divokého

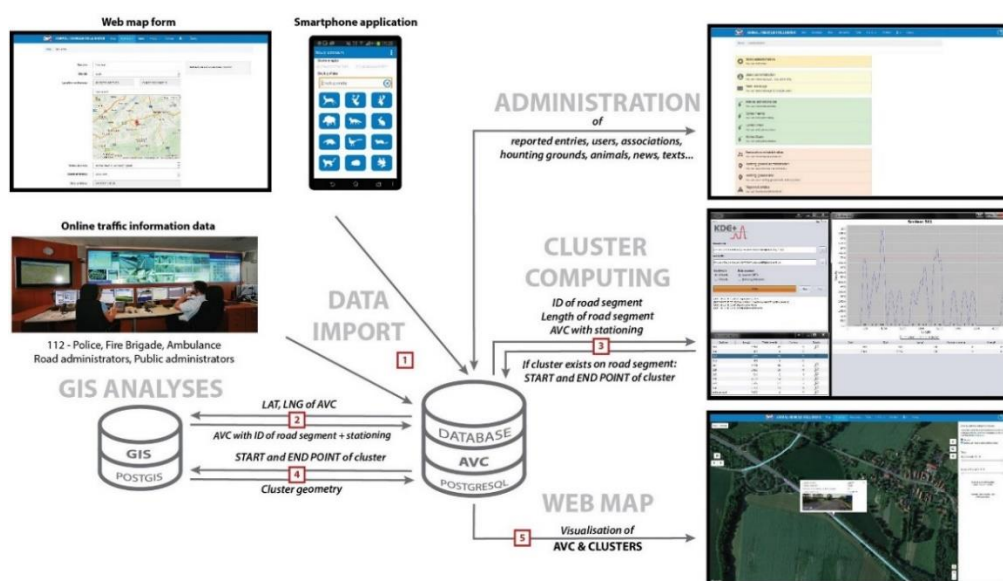
Jak již bylo zmíněno, černá zvěř je velice společenská. Základem je rodinná tlupa, která obsahuje bachyně a jejich selata. Vytvářejí se ale také společné rodinné tlupy, kde jsou sdružené mladé bachyně se svými selaty. U nás se sdružují do společných tlup, které jsou tvořené starší vodící bachyní, ke které se připojují její dcery s vlastními selaty (Wolf, 1995). Vodící bachyní se stává nejstarší a nejzdatnější bachyně. V tlupě pečují o selata společně všechny bachyně (Wolf, Rakušan, 1977). Vodící bachyně tlupu nevede v čele, její hlavní rolí je vyhledávání potravy, péče o bezpečnost a obrana selat při napadení tlupy. Na zimu se k tlupě připojí lončáci a slabší sekáči, takováto skupina může obsahovat 60 i více kusů (Wolf, 1995).

2.2 Mortalita zvěře na pozemních komunikacích

Česko má velmi hustou dopravní síť a dle ministerstva dopravy je v Česku přes 5,5 milionu automobilů. Je to nárůst o 1 milion oproti roku 2010. Doprava je tedy obecně významným faktorem při hodnocení příčin konfliktu mezi lidskou a volně

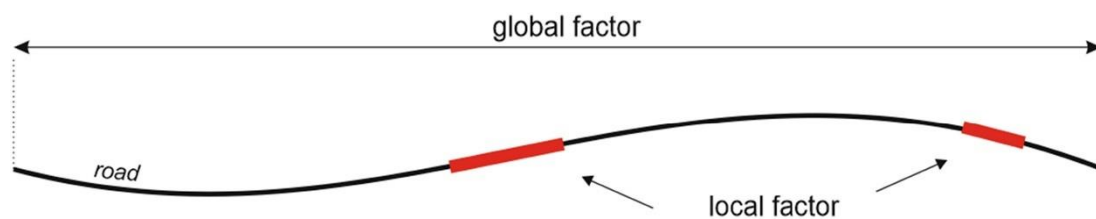
žijícími živočichy (Bíl et al., 2022). Jak také uvádí Kušta et al. (2019), doprava se za posledních 50 let stala na silnicích u některých druhů zvířat hlavním důvodem jejich mortality, u nás se velmi pravděpodobně jedná o zaječí zvěř. Pravděpodobnost střetu se zvěří závisí na kvalitě silnice a maximální povolené rychlosti nebo hustotě provozu (Diaz-Varela et al., 2011). Zvěř pouze nepřekonává silnice, ale také je může aktivně využívat pro přesun na delší vzdálenosti, což je oproti pohybu ve vegetaci pohodlnější. Cesty a silnice využívají hlavně velké šelmy, sudokopytníci je využívají hlavně v době hledání a osídlování nových oblastí (Kušta et al., 2019). Výzkum v této oblasti ukazuje, že nejmenší množství srážek se vyskytuje v zimě, od ledna do března (Kušta, et al, 2017).

Monitorováním střetu se zvěří se zabývá systém celostátní evidence střetu zvířat s vozidly srazenazver.cz. Jedná se o geografickou databázi, která je propojena s webovou mapovou aplikací (Bíl et al., 2017). Data pocházejí od Policie ČR (JSDI) a od dobrovolníků. Aplikaci využívá Českomoravská myslivecká jednota a 450 dalších uživatelů, z nichž 24 % jsou správci lesních revírů nebo myslivci (Bíl et al., 2017). Data přijímaná od JSDI jsou prostorově homogenní a pocházejí z dopravních nehod, zatímco uživatelé hlásí mrtvolu zvěře nalezené na silnicích při kontrolních obhlídkách. Z důvodu nehomogenity dat přijímaných od dobrovolníků nemůžou být tato hlášení použita pro celostátní analýzu, ale mohou být použita pro analýzu v příslušných oblastech (Bíl et al., 2017). Obrázek č.2 ukazuje tok a zpracování dat.



Obrázek 2 Přehled toku dat do aplikace, zpracování dat a výstupů (zdroj: Bíl, M. et al., 2017).

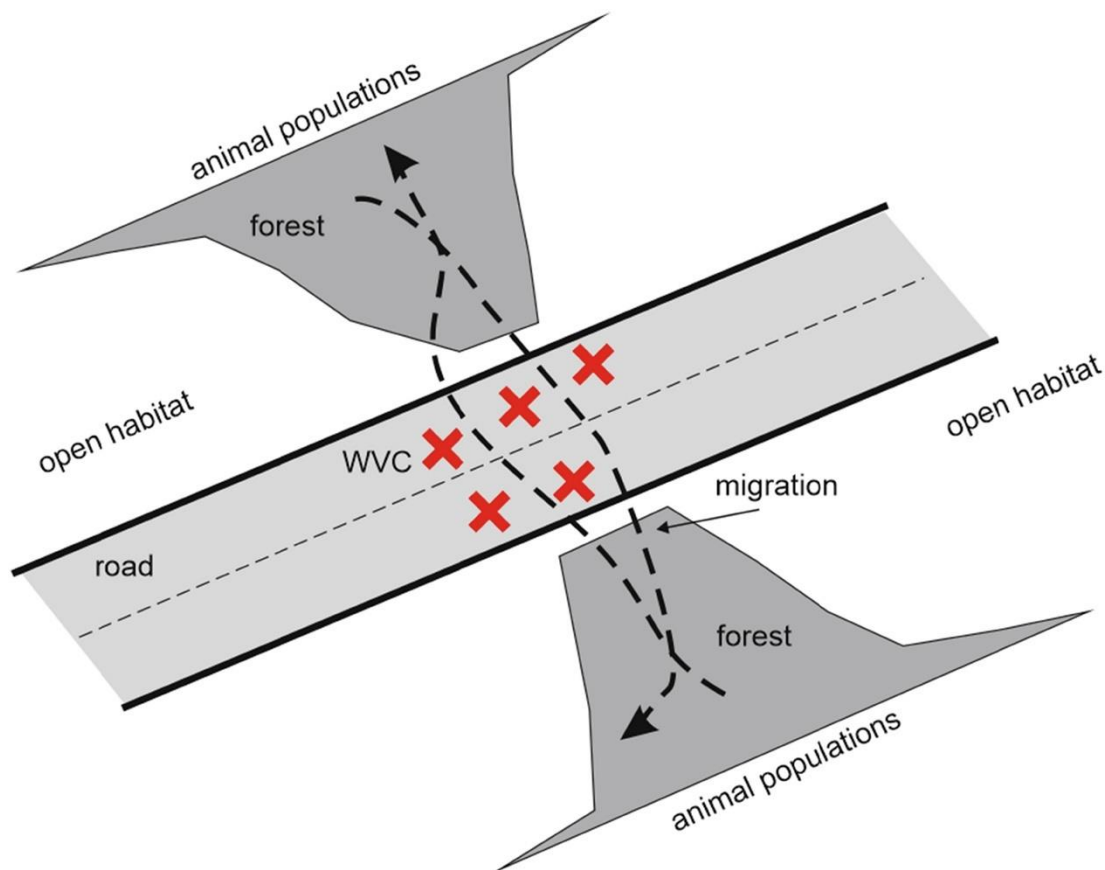
Faktory, které ovlivňují srážky se zvěří, můžeme rozdělit na globální a lokální. Globální faktor ovlivňuje po celé délce silnice, lokální se projevuje na různých místech silnice. Místním faktorem, jednoduše určeným z místní analýzy shlukování, je například část lesa mezi otevřenými biotopy, která umožňuje zvířatům schovat se a nepozorovaně se pohybovat v okolí silnice (Bíl et al., 2019). Jak také zjistil Thurfjell et al. (2015), samice divokého prasete přecházely silnici více v místech, kde mohou nalézt potravu jako jsou plodiny a píče, než v místech poskytující úkryt. Příkladem místního faktoru, který lze snadno určit z místní analýzy založené na shlukování WVC, může být přítomnost lesa podél malé části silnice (obr. 3). Les v blízkosti silnice, který prochází otevřenými biotopy, umožňuje zvířatům schovat se a nepozorovaně se pohybovat v okolí silnice.



Obrázek 3 Globální faktory a lokální faktory na silnici (zdroj: Thurfjell et al., 2015).

Důvod shlukování WVC na takových místech, kde je les důležitým místním faktorem, bude identifikován přímo z regresní analýzy. Lokální faktory se vyskytují nebo působí s různou intenzitou podél komunikací, někdy však lokální faktory nejsou přítomny vůbec. V takových případech nedojde k žádným shlukům, i když se stále může vyskytnout individuální střet se zvěří (Bíl et al., 2019).

Lokální faktory (obr. 4) jsou často přítomny podél silnic, ale jejich intenzity mohou být příliš nízké nebo pouze srovnatelné s globálními faktory. Na takových místech budou detekovány pouze slabé a nestabilní shluky. Nejsilnější shluky s vysokou hustotou srážek se budou vyskytovat v místech, která jsou silně ovlivněna místními faktory (Bíl et al., 2019).



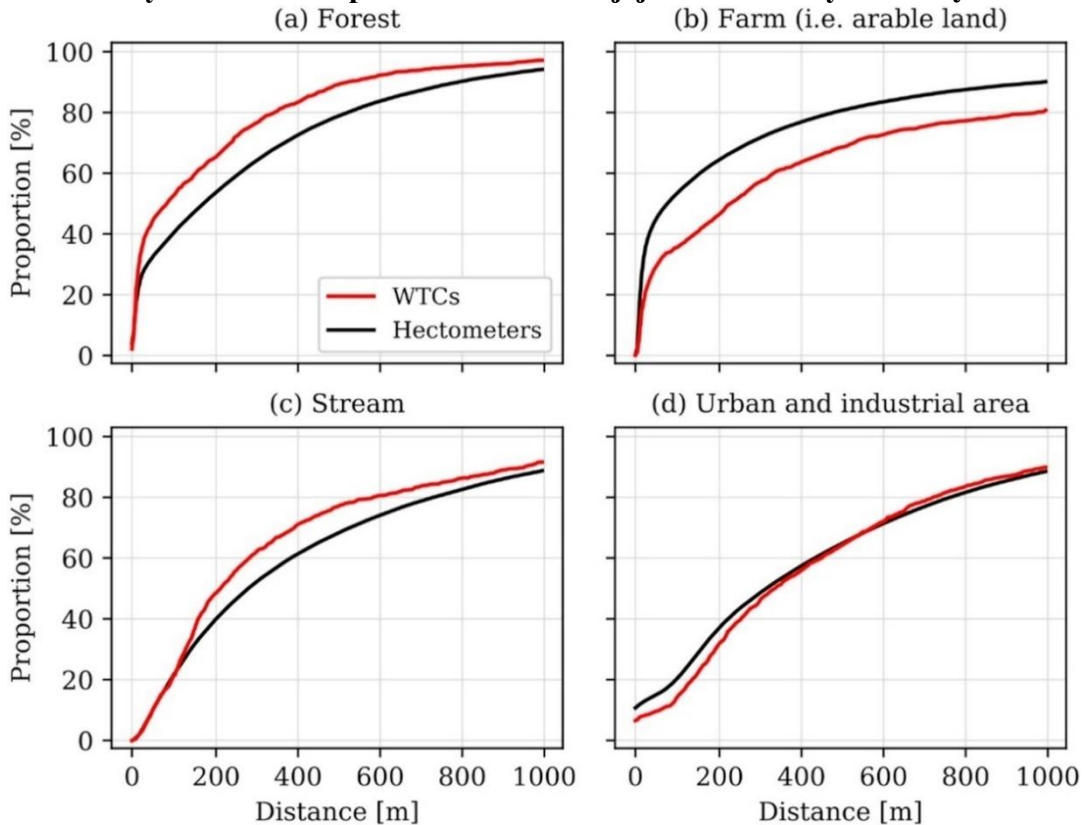
Obrázek 4 Příklad lokálního faktoru ovlivňující srážky se zvěří (zdroj: Thurfjell et al., 2015).

2.3 Mortalita zvěře na železničních tratích

Podle Nezvala a Bíla (2021) nejsou srážky vlaků s lesní zvěří v České republice ojedinělým jevem. Jenom mezi lety 2011 až 2019 se z různých zdrojů podařilo shromáždit skoro dva tisíce takových kolizí. Porovnání s ostatními státy nicméně naznačuje, že jsou tyto údaje nejspíše výrazně podhodnoceny. Na základě informací od strojvedoucích vyplynulo, že střety se zvěří jsou velice časté; 5 z 64 strojvedoucích odhadlo, že za jejich pracovní kariéru došlo ke srážce až se 100 jedinci. Z celkového počtu 91 % strojvůdců uvedlo, že během svého výkonu profese srazilo alespoň jedno zvíře. Studie z let 2011 až 2019 zaznamenala 1909 srážek se zvěří. Srážky se vyskytovaly častěji v blízkosti lesů a částečně také v blízkosti luk a potoků, 52,5 % srážek se nacházelo do vzdálenosti 100 m od lesa. Do 300 m byl tento podíl ještě vyšší a přesáhl 75,0 % (viz obr. 5). Opačný výsledek byl pozorován u zemědělských nebo městských oblastí, které se nacházely obvykle ve větší vzdálenosti od srážek (Nezval et al., 2020). Andreassen et al., 2005 uvádí, že pro snížení srážek je vhodné omezit

rychlosti vlaků v oblastech, kde se zvěř vyskytuje častěji: snížení rychlosti může dát strojvedoucím více času na reakci a snížit pravděpodobnost srážky.

2.4 Pohybová aktivita prasete divokého a její vliv na střety s vozidly

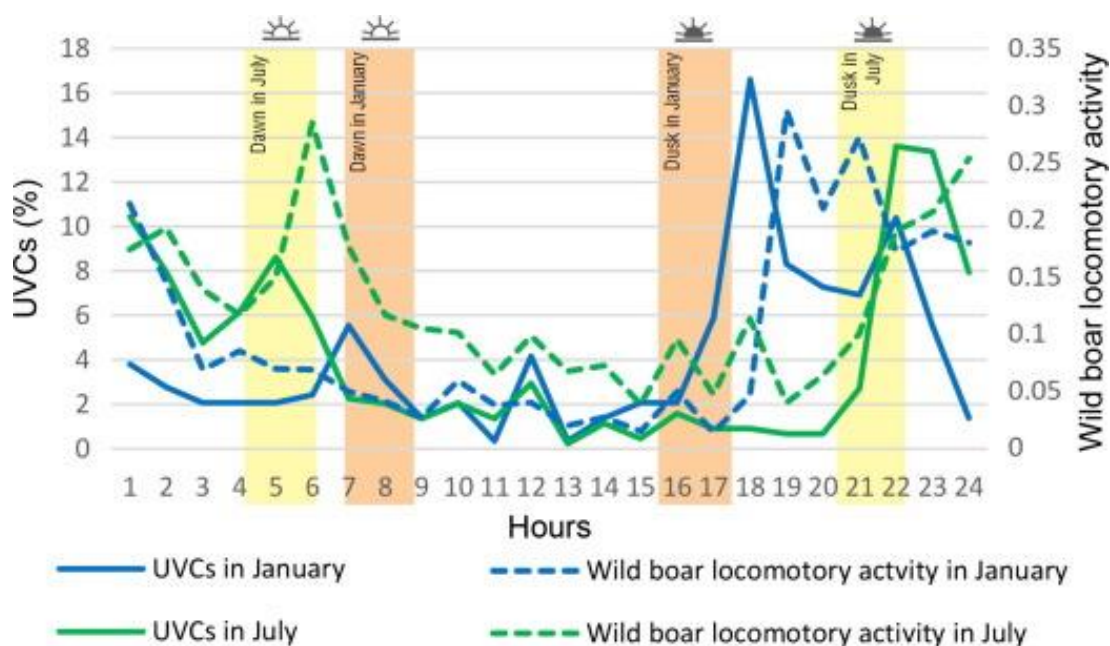


Obrázek 5 Podíl srážek v závislosti k vzdálenosti (zdroj: Nezval, V. et al., 2020).

Divoká prasata nepřekonávají až na výjimky velké vzdálenosti a jsou velice věrna domovským okrskům (Hanzal, 2011). Výjimkou jsou například loňští kňouři, kteří podnikají dlouhé cesty do míst, kde se černá zvěř nevyskytuje; jedná se o pravidelnou migraci mladé zvěře (Wolf, Rakušan, 1977). Denní rytmus je ale závislý na více faktorech, např. vyrušování zvěře lidmi, roční období a potravní nabídka (Wolf, 1995). Černá zvěř je aktivní 8–11 hodin denně, z toho 85 % času připadá na vyhledávání a příjem potravy, 5 % na hry a zápas a zbývajících 10 % na odpočinek a kalištění. Při své aktivitě je velice čilá a je stále v pohybu, nikdy není dlouho na místě a rychle se přesouvá. Nejčastěji se pohybuje klusem a v případě nebezpečí uniká rychlým cvalem. Divoká prasata jsou také dobří a vytrvalí plavci (Wolf, 1995).

Pohybová aktivita prasete divokého se neliší od pohybové aktivity našich volně žijících sudokopytníků. Nejvyšší pohybová aktivita prasete divokého je ráno a večer,

tedy při východu a západu slunce, kdy také dochází k častým srážkám se zvěří na pozemních komunikacích (Kušta al., 2017). Srážky s divočáky se zvyšují na podzim a v zimě, po západu slunce a v neděli, tyto faktory jsou dány životním cyklem a také vlivem lovu (Diaz-Varela, et al., 2011). Reakce černé zvěře na příjíždějící vozidlo jsou různé podle jeho typu. Zvěř reaguje výrazněji na nákladní auta nebo autobusy ve srovnání s osobními automobily. Nebyl však zjištěn žádný významný vliv biologické sezóny na intenzitu behaviorální reakce u divočáků (Brieger et al., 2022). Thurfjell et al. (2015) uvádí, že divoká prasata se vyhýbají místům s vysokou intenzitou provozu a že k nehodám mezi divočáky a vozidly dochází, když je provoz na střední úrovni a když jsou aktivní samice prasete divokého. Divočáci jsou na druhém místě (15 %) z většiny známých nehod vložených do databáze JSDI (Bíl et al., 2017). Srážky se zvěří a pohybová aktivita prasete divokého během 24hodinového cyklu v lednu a v červenci jsou znázorněny na obrázku č. 6. Ukazuje se, že v obou měsících vrcholy srážek korespondují s vrcholy pohybové aktivity prasete divokého, které se vyskytují za svítání a za soumraku v příslušných měsících (Kušta, et al., 2017).



Obrázek 6 UVC proces a pohybovou aktivitu divokých prasat (zdroj: Kušta, T. et al., 2017).

2.5 Metody zmírnění srážek se zvěří

Zvěř má tendenci se shlukovat do určitých míst, v těchto lokalitách je tedy vyšší pravděpodobnost, že na zvěř na silnici narazíme. Vhodné je vysledování míst, kde především sudokopytníci přecházejí komunikaci, a omezení místních faktorů, které omezují rozhled řidiče. V místech, kde bylo ověřeno, že jsou využívány jako migrační trasy, se aplikují konkrétní technická nebo krajinná řešení (Bíl, Bartonička, 2022). Statistiky srážek se zvěří jsou obvykle v národních databázích lokalizovány (Bíl, M, 2017). A jak uvádí Diaz-Varela et al. (2011), identifikace míst, kde dochází ke koncentraci srážek se zvěří, umožňuje zaměřit úsilí o zmírnění na konkrétní silniční úsek.

Instalace oplocení podél komunikací je efektivní řešení, které spolehlivě omezí vstup středně velkých a velkých živočichů, instalace oplocení v kombinaci s nadchody a podchody vede ke snížení mortality o 87 % (Bíl, Bartonička, 2022). Bíl et al. (2018) ale také tvrdí, že vysoké náklady jsou nepřijatelné již pro většinu komunikací druhé třídy. Pokud má být oplocení účinné, musí být jeho výška alespoň 2 m, ale spíše 2,5 m. Opatření je účinné, ale velice finančně nákladné, a pokud není udržováno, rychle ztrácí význam a může také situaci zhoršovat. Nejslabšími místy oplocení jsou různá napojení na mosty nebo změny směru, případně servisní nájezdy. Propojenost krajiny a zajištění možnosti přecházení lesní zvěře přes komunikace je dalším faktorem, proč se oplocení doporučuje pouze u primárních komunikací (Bíl, Bartonička, 2022).

Vzhledem k neprůchodnosti plotů pro některé druhy živočichů je vhodné doplnění nadchodů. Druhou možností je postavení podchodů. Rozhodnutí, kde a jakou stavbu umístit, je závislé na vyhodnocení předpokládaného druhového složení (Bíl et al., 2022). Jak uvádí Kušta et al. (2019), podchody a jim podobné stavby jsou významné spíše pro udržení genetického kontaktu (páření).

Někdy se ekodukty využívají jako účelová komunikace, mnoho živočichů ale mosty se středovou komunikací nevyužívá. Proto nadchod se středovou komunikací není vhodný v místech s vysokou druhovou diverzitou (Bíl, Bartonička, 2022).

Jako vhodný tvar nadchodu se ukázal hyperbolický (trychtýřový), kde je zvěř na nadchod přirozeně navedena. Používají se dva druhy konstrukce: typ mostový, používán v rovinnatém terénu, a typ tunelový v hlubokých zářezech. Pro funkčnost nadchodů je důležitá vegetační úprava napodobující okolní vegetaci (Kušta et al., 2019).

Jak již bylo uvedeno, oplocení je velice ekonomicky náročné. U komunikacích nižších tříd se hledají způsoby, jak zvěř odrazovat od přechodu silnic. Odpuzovat zvěř lze pomocí pachových, vizuálních nebo akustických zařízení nebo jejich kombinací (Bíl, Bartonička, 2022).

Pachové repelenty (obr. 7) mají na základě principu pachu predátorů nebo člověka odrazovat zvěř od vstupu na silnice (Kušta et al., 2019). Předpokládá se, že i když kopytníkům chybí další kontakt s potencialem predátorem, měly by přejít silnici s vyšší opatrností (Bíl, Bartonička, 2022). Jak Bíl a Bartonička (2022) uvádí, je totiž dobře známo, že naprostá většina savců se orientuje čichem. Z pachových stop poznají pohlaví, ale i kondici jedince, který stopu zanechal. Celkový pozitivní vliv na toto opatření záleží na řadě faktorů, a to sezónní dostupnost potravy a její nutriční hodnota, počasí, frekvence přípravků a jejich koncentrace (Kušta et al., 2019). Bíl a jeho kolegové (2018) uvádějí, že lze očekávat účinnost pachového repelentu snížením srážek o 43 %; s tím souhlasí také Kušta et al. (2015), který uvádí, že použitím pachového ohradníku může být dosaženo snížení počtu nehod o 53 %. Bíl et al. (2018) také uvádějí, že je nutné dodržování všech standardů, které zahrnují instalaci pachů a pravidelné omlazování vůně.

Odrázky jsou pasivní zařízení, které usměrňují světlo od světlometů vozidel mimo komunikaci (Bíl, Bartonička, 2022) (obr. 8). Správná instalace je umístění opatření podél komunikace v jedné řadě, aby odrazová plocha směřovala do prostoru potencialem výskytu zvěře a také tak, aby neodrážela světlo zpět k řidiči. Odrázky by měly být umístěny po obou stranách min 0,5 m nad povrchem. Z odrazek se tak stane optický výstražný plot. Většina vědeckých studií považuje optická zařízení spíše za neúčinná (Kušta et al., 2019).

Akustické plašení místo čichu a zraku působí na sluch kopytníků. Existují dva druhy, a to píšťaly umísťované na auto a systém statický instalovaný na patník (obr. 9). Naprostá většina studií ale uvádí toto zařízení za neefektivní (Bíl, Bartonička, 2022).

Úprava vegetace podél komunikace snižuje atraktivitu okolí pro velké savce a zvyšuje viditelnost pro řidiče. Doporučuje se odstranit 3–10 m podél silnice. Snížení srážek se zvěří je podle různých studií sníženo o 20 %–56 % (Kušta et al., 2019).

Redukce početních stavů zvířat, zejména kopytníků, se jeví jako účinné opatření. Lov jako tradiční nástroj řízení pro regulaci populací kopytníků zůstává nejběžnější strategií kontroly populací vůbec (Bíl, Bartonička, 2022).



Obrázek 7 Pachový ohradník (Zdroj: vlastní).



Obrázek 8 Odrazky (Zdroj: vlastní).



Obrázek 9 Akustický plašič (Zdroj: vlastní).

2.6 Monitoring divokých prasat

Pravděpodobnost mortality černé zvěře na silnicích nejvíce ovlivňuje její pohybová aktivita. Pro potvrzení této hypotézy je důležité opatření pohybových dat. Jedna z metod je pomocí GPS obojků (Kušta et al., 2019). Pro sběr dat je ale nejprve nutné zvěř odchytit. Po chycení je třeba zvěř znehybnit, dospělé jedince imobilizovat anestezií a vybavit GPS obojkem (obr. 10). Tyto obojky odesílají online informace o aktuální poloze. Obojky obsahují GSM s GPS modulem. Tento modul umožňuje zaznamenat polohu s přesností cca 5 m (Jarolímek et al., 2014). Jak uvádí Kröschel et al. (2017), pokroky v senzorech nyní umožňují automatizované dálkové monitorování chování zvířat, jedná se také o senzory, které zaznamenávají zrychlení a takzvaný vnitřní stav zvířete, který je kategorizován na aktivní a klidový. Výsledky ukázaly, že lze na základě akceleračních dat přesně určit, kdy jsou zvířata v bdělém stavu a kdy spí.

K zaměření je možné použít metodu klasické radiotelemetrie, u které je k zaměření nutné určit polohu zvířete pomocí VHF signálu a následné triangulace, tato metoda je velice časově náročná, nákladná a nepřesná, pro sledování černé zvěře se u nás nepoužívá (Ježek et al, 2007).

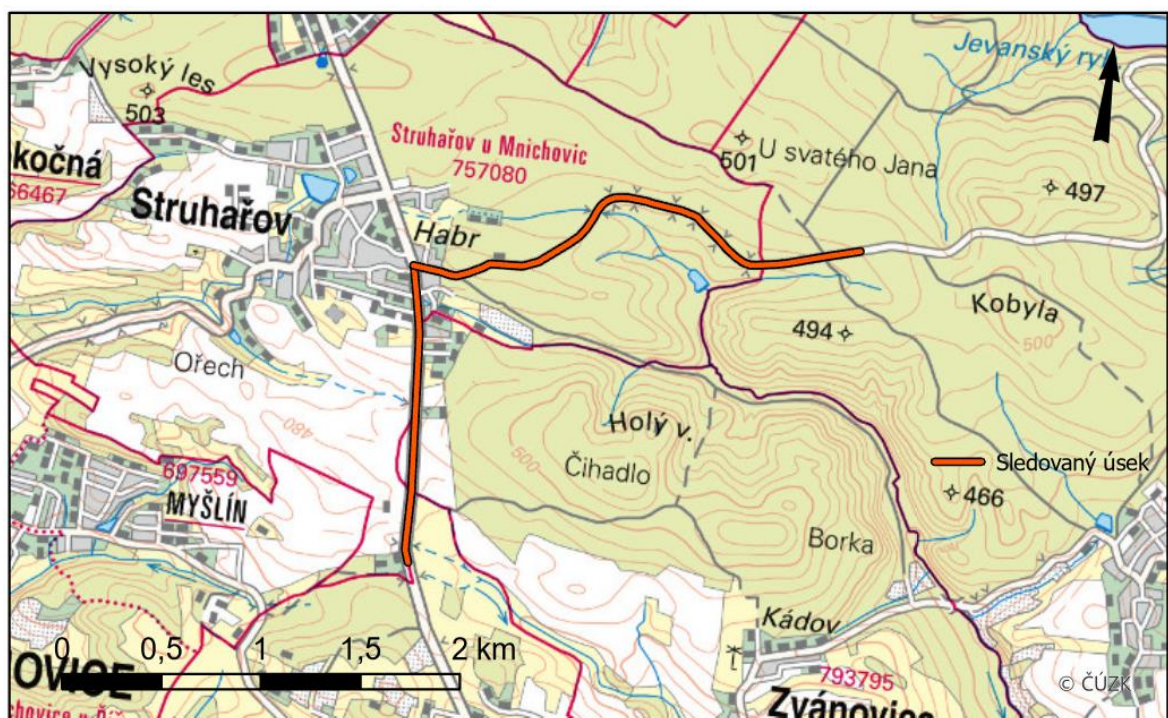


Obrázek 10 GPS obojek (zdroj: Katedra FLD, ČZU).

3 Metodika

3.1 Sledovaná lokalita

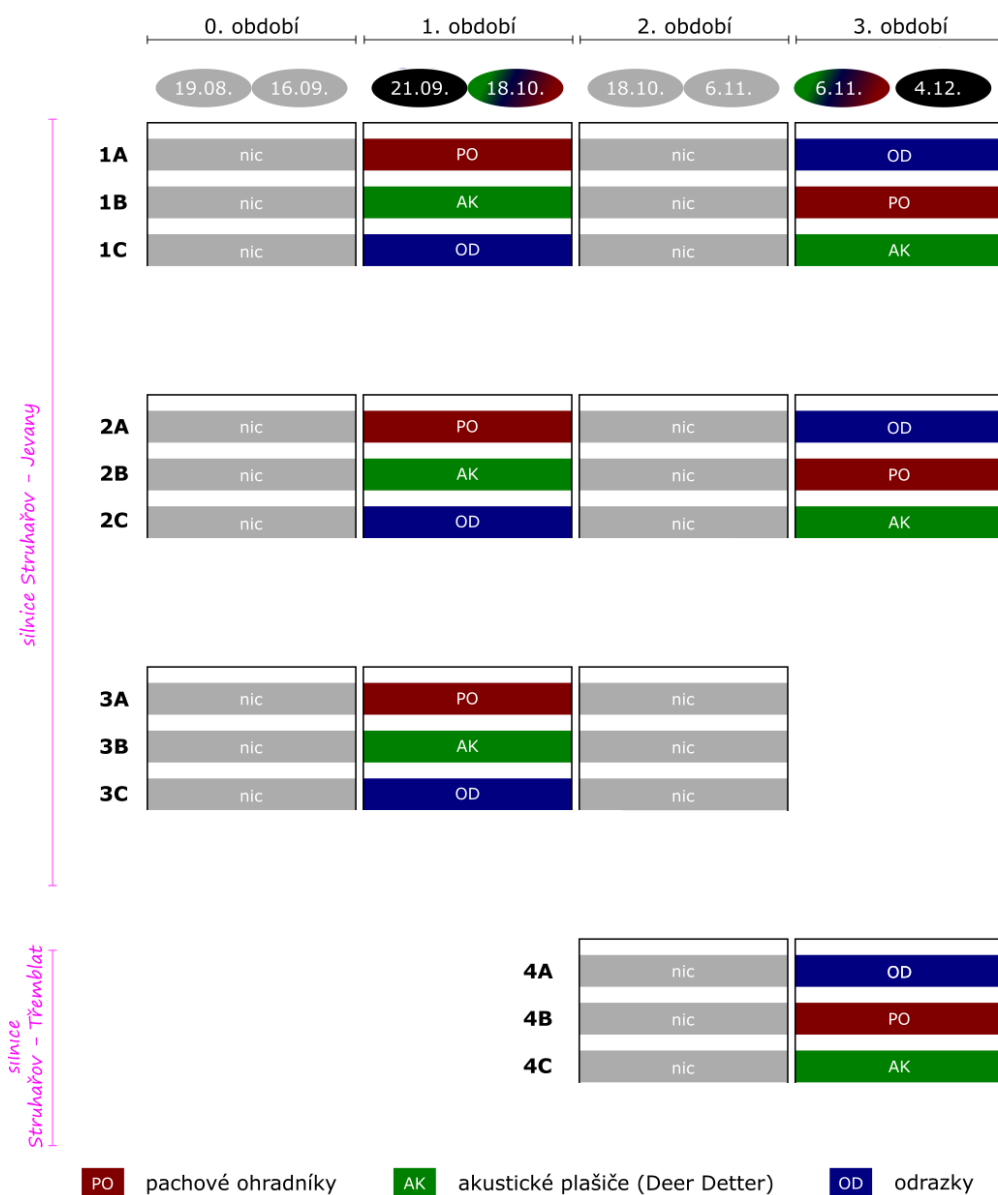
Sledovaná lokalita (obr. 11) se nacházela ve středočeském kraji, v katastru obcí Struhařov a Zvánovice. První sada opatření byla instalována v lesním úseku Struhařov–Jevany na silnici III. třídy č. 11318. Druhá sada opatření byla instalována v úseku Struhařov–Zvánovice mimo hlavní zastavěné území obce na silnici II. třídy č. 113.



Obrázek 11 Instalovaná opatření v lesním úseku mezi obcemi Struhařov a Zvánovice ve středočeském kraji (zdroj: vlastní).

3.2 Harmonogram opatření

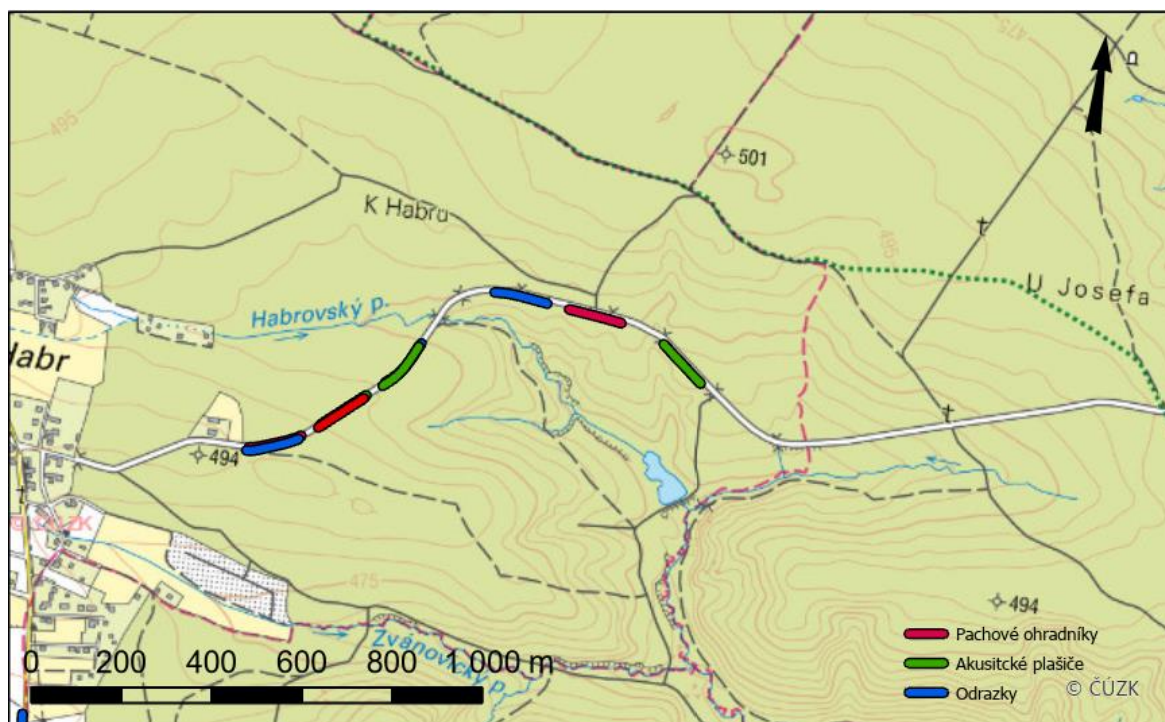
Sledované období bylo rozděleno do čtyř částí kdy se střídala období bez instalovaného opatření s období s instalovaným opatřením. Typy opatření byly v jednotlivých úsecích během období s instalovaným opatřením pravidelně střídány (viz obr. 12). Tento návrh experimentu umožnil sledovat účinnost jednotlivých opatření v různých časových obdobích a na různých úsecích silnice. To poskytlo možnost porovnat výsledky přechodů prasat před a po instalaci opatření a zjistit, zda došlo k nějakým změnám v jejich chování



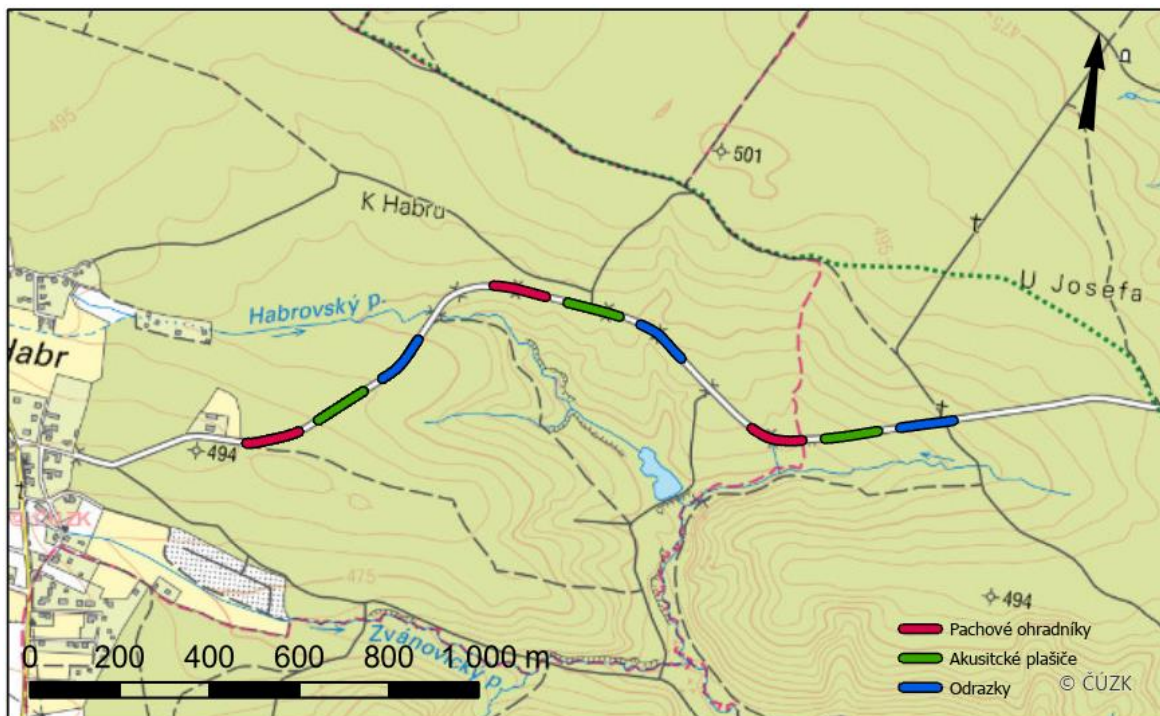
Obrázek 12 Harmonogram opatření (zdroj: vlastní).

3.3 Úsek Struhařov – Jevany

V úseku silnice III. třídy č. 11318 byly po obou stranách instalovány tři typy ohradníků. Celý sledovaný úsek byl rozdělen do devíti částí v období od 21. 9. do 18. 10. (obr. 13) a šesti částí v období od 6. 11. do 4. 12. (obr. 14). Umístěna byla kombinace opatření: světelné odrazky, pachové ohradníky a akustické plašiče.



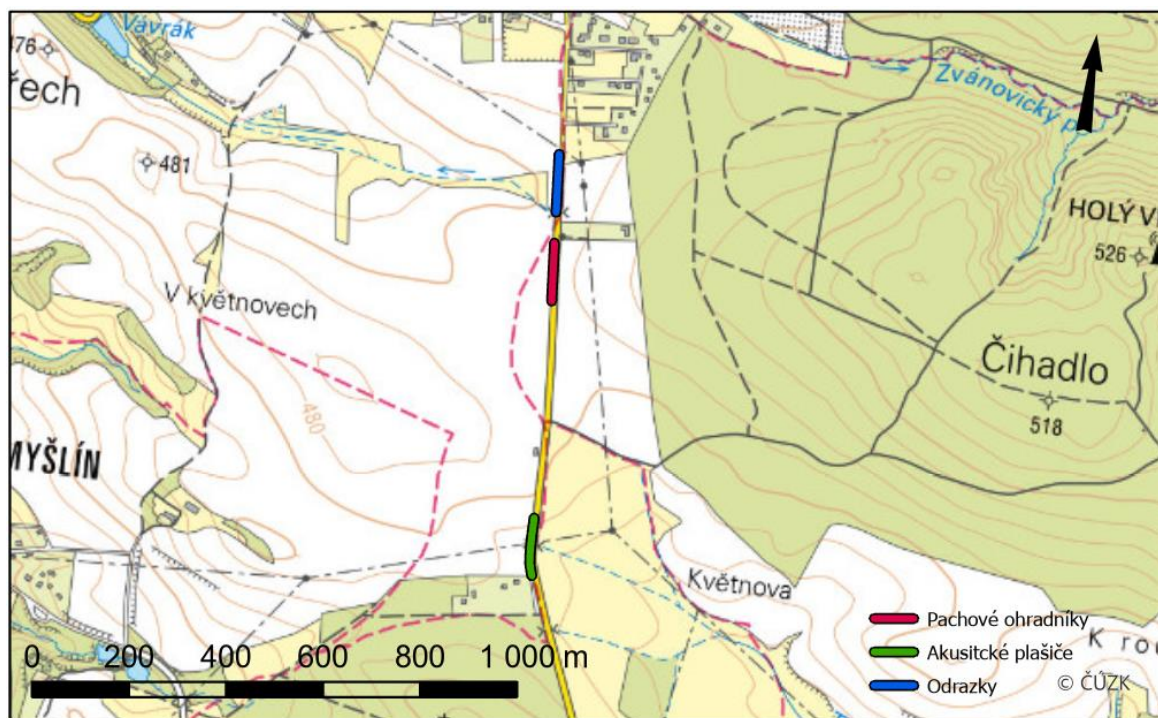
Obrázek 13 Rozmístění jednotlivých druhů opatření na úseku Struhařov–Jevany v období I. (zdroj: vlastní).



Obrázek 14 Rozmístění jednotlivých druhů opatření na úseku Struhařov–Jevany v období 3. (zdroj: vlastní).

3.4 Úsek Struhařov – Zvánovice

V úseku silnice II. třídy č. 113 (obr. 15) byl sledovaný úsek rozdělen do tří částí po obou stranách vozovky. V období od 6. 11. do 4. 12. byly instalovány tři typy ohradníků typu světelné odrazky, pachové ohradníky a akustické plašiče.



Obrázek 15 Rozmístění instalovaného opatření na úseku Struhařov–Zvánovice v období 3. (zdroj: vlastní).

3.5 Sledování intenzity silničního provozu

Provoz na sledovaném úseku silnice byl monitorován pomocí radarového systému Sierzega Traffic SR4 (obr. 16). Tento radar využívá pokročilou radarovou technologii pro detekci vozidel a shromažďuje informace o počtu projelých vozidel. Radar je schopen kontinuálně monitorovat provoz, což poskytuje přesný přehled o provozním zatížení silnice. Shromážděná data byla průběžně načítána bezdrátově do chytrého telefonu se systémem Android, což umožnilo snadné sledování a analýzu provozních dat. Tímto způsobem bylo možné sledovat provoz na silnici v reálném čase a získat důležité informace o jeho charakteristikách a časovém rozložení.



Obrázek 16 Radar v úseku Struhařov–Jevany (zdroj: vlastní).

3.6 Monitoring prostorové aktivity prasete divokého

Sledování pohybu prasete divokého bylo možné za pomoci GPS obojků. Záznam pohybu je možný s přesností na několik metrů. Obojky bylo možné nasadit divočákům po odchycení do pastí (obr. 17). Odchyt byl prováděn do dřevěných pastí (obr. 18) o velikosti 10x10 m. Bylo třeba vybrat vhodné místo, kde se černá zvěř pravidelně vyskytuje. Uvnitř pasti byla jako vnaidlo použita kukuřice. Po odchytu byli vybráni vhodní dospělí jedinci (obr. 19), kteří byli uspáni narkotizační puškou. Následně byli označeni ušní značkou a byl jim na krk umístěn sledovací obojek. Po odeznění účinku narkotika byla prasata vypuštěna zpět.



Obrázek 17 Sada pro uspávání a označování jedinců (zdroj: Katedra FLD, ČZU).



Obrázek 18 Odchytové zařízení (zdroj: Katedra FLD, ČZU).



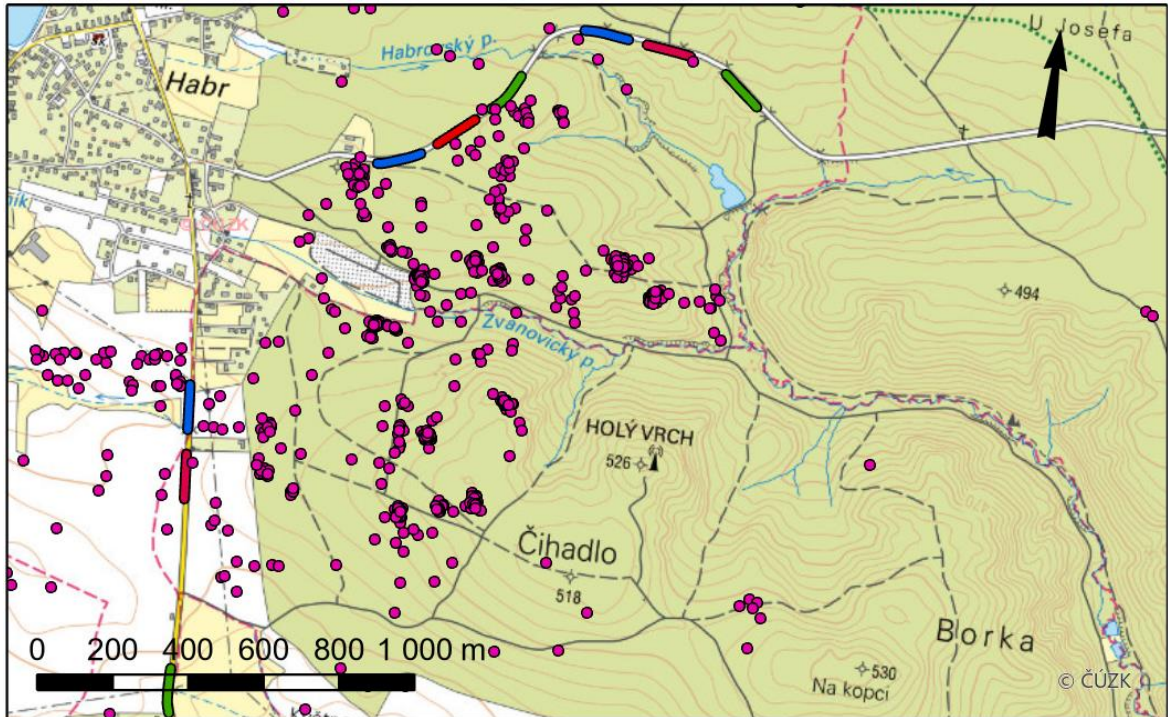
Obrázek 19 Prase divoké po připevnění GPS obojku (zdroj: Katedra FLD, ČZU).

3.7 Zpracování GPS dat

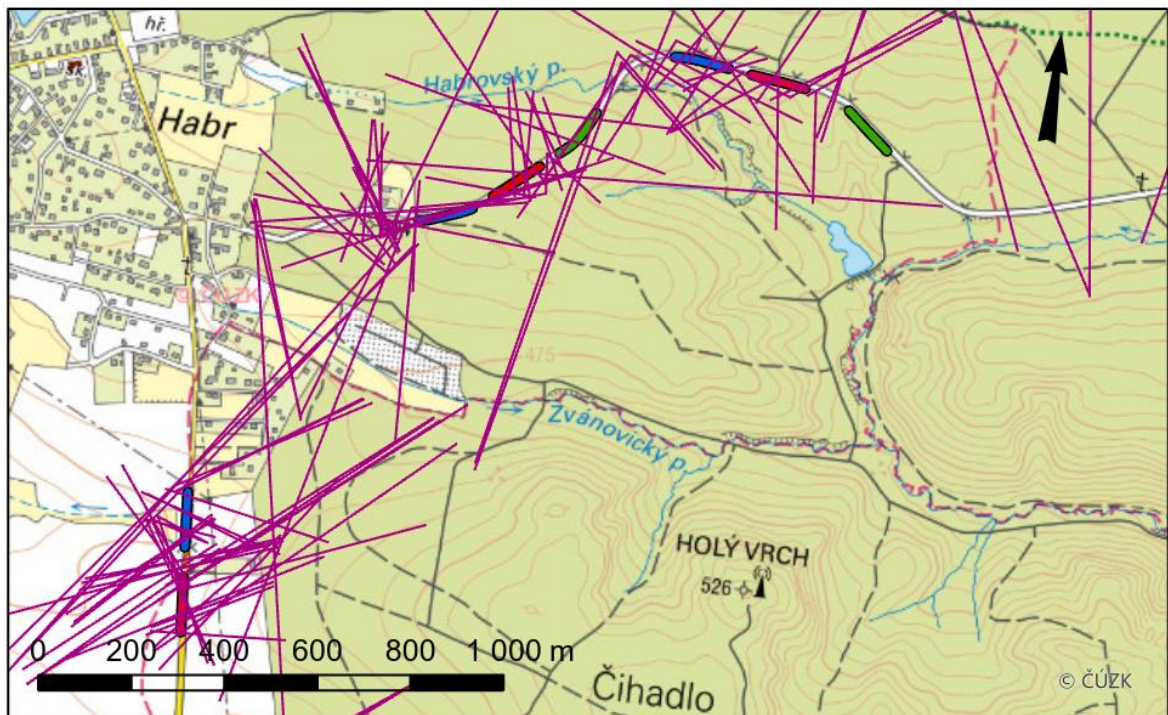
Záznam GPS pozice zvěře probíhal ve 30minutových intervalech. Ze všech sledovaných obojků byly vybrány ty, které zaznamenávaly pohybovou aktivitu ve sledované lokalitě v daném období. Tato GPS data byla uspořádána do 4 sledovaných období (obr. 12), a uložena do textových souborů s oddělovači Microsoft Excelu (.csv).

3.8 Vyhodnocení dat v ArcGIS Pro

Rozřazená GPS data byla importována do geografického informačního softwaru ArcGIS Pro. Pomocí funkce XZ zobrazení byl zobrazen bod pro každou zaznamenanou pozici (obr. 20) Spojení všech vytvořených bodů bylo provedeno pomocí funkce Merge. Díky funkci Point to line se z jednotlivých bodů utvořila linie a další funkce Split line at vertices tuto linii rozdělila v bodech (obr. 21), kdy byla zaznamenána pozice obojku. Poté byly funkcí Výběr vyselektovány linie, které přetnuly sledovaný úsek silnice č. 113 a č. 11318. Připojení atributů ze zaznamenaných pozic a vybraných linií bylo provedeno pomocí funkce Spatial join (obr. 22) Díky stejné funkci se provedlo propojení atributů z instalovaných opatření s liniemi, které se protnuly s úseky ve sledovaném místě. Toto bylo provedeno pro každé sledované období. Nakonec byl výsledný shapefile exportován do formátu xlsx pro aplikaci Excel.



Obrázek 20 Úprava GPS dat v programu ArcGIS Pro pomocí funkce XZ zobrazení. Na obrázku jsou zobrazeny body pohybu zaznamenané pomocí GPS (zdroj: vlastní).



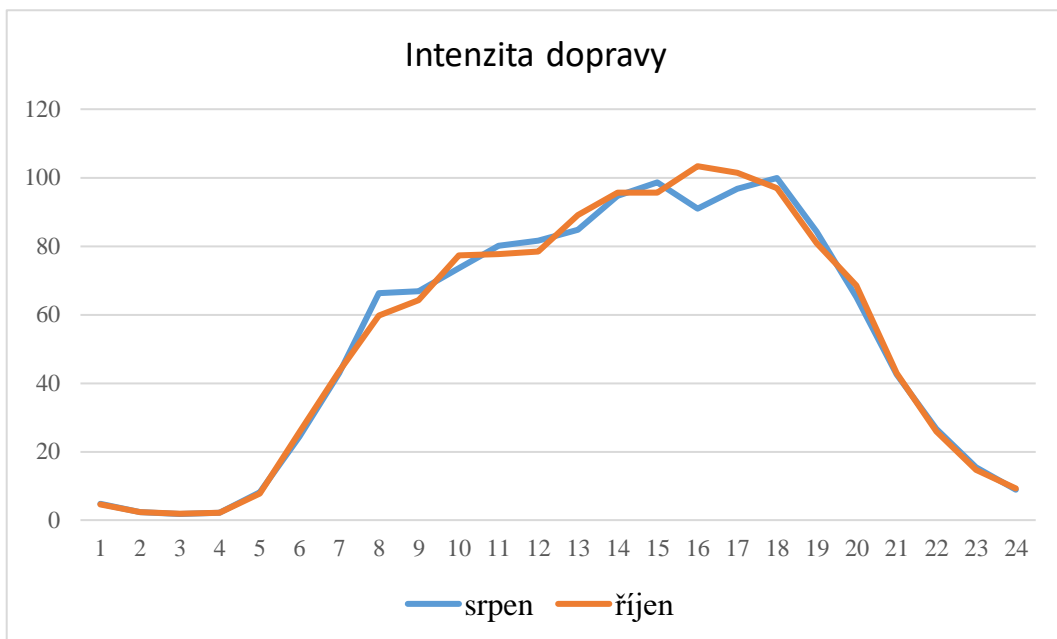
Obrázek 21 Výsledek aplikace funkce Spatial join na GPS data v programu ArcGIS Pro a zobrazuje protnutí sledovaného úseku s daty o pohybu divokých prasat (zdroj: vlastní).

4 Výsledky

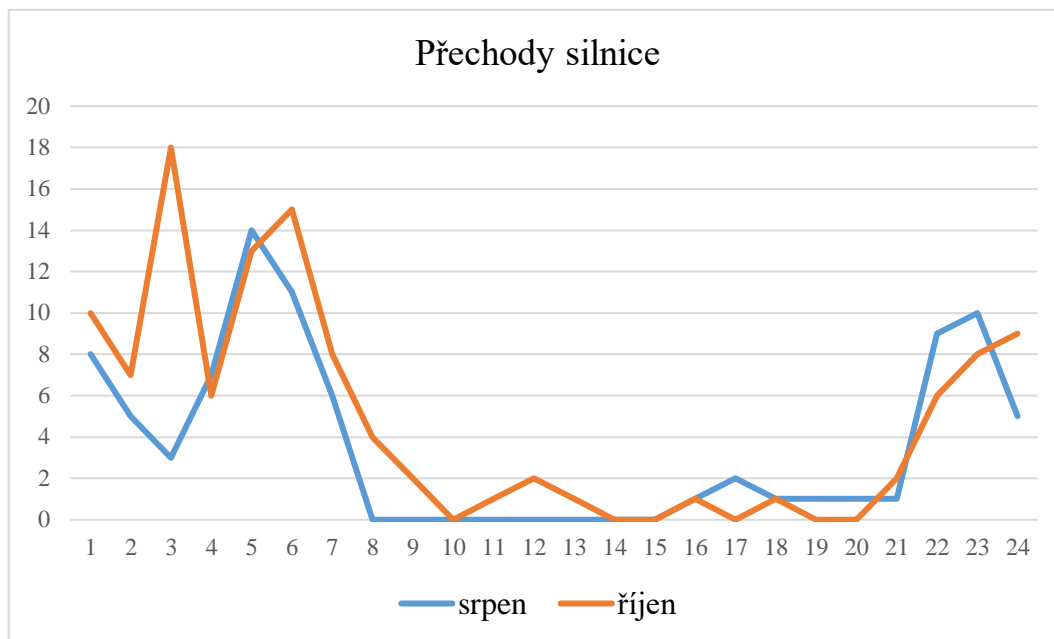
Data z GPS obojků byla vyhodnocena za rok 2021, ve čtyřech sledovaných obdobích. Prostorová data se zpracovala pomocí softwaru ArcGIS Pro a výsledky byly převedeny do dále popsaných grafů. Z dat byla také provedena statistika časového rozložení přechodů zvěře přes sledované úseky silnic.

4.1 Vyhodnocení intenzity dopravy

Na základě provedených frekvenčních analýz intenzity dopravy a počtu přechodů prasat v srpnu a říjnu bylo zjištěno, že nejvyšší intenzita dopravy nastává především během ranních špiček (7:00-9:00) a odpoledních špiček (15:00-18:00) (graf 1). Naopak, nejvyšší počet přechodů prasat (graf 2) byl zaznamenán v ranních hodinách (1:00-5:00).



Graf 1 Intenzita dopravy na úseku Struhařov-Zvánovice (zdroj: vlastní)



Graf 2 Přechody prasete divokého na úseku Struhařov-Zvánovice (zdroj: vlastní)

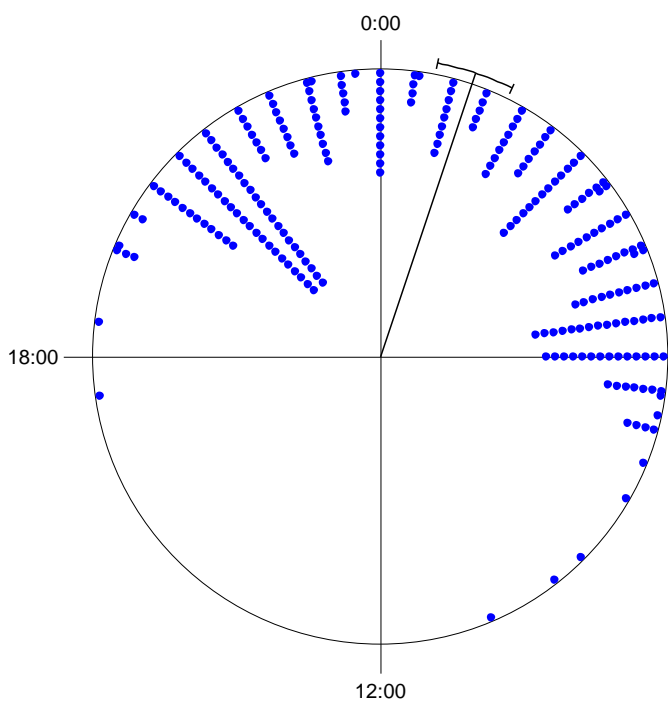
4.2 Statistika časového rozložení přechodů

Statistika časového rozložení přechodů spočívala v analýze frekvence přechodů v závislosti na čase v průběhu sledovaného období.

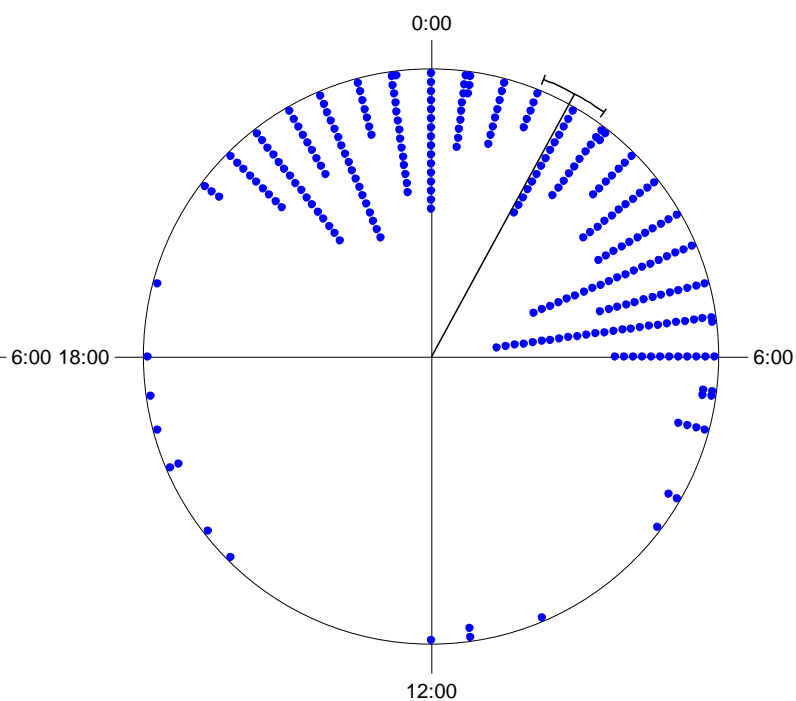
- Pro období 0 byla spočítána střední hodnota přechodů v 01:54.
- Pro období 1 byla spočítána střední hodnota přechodů v 01:14.
- Pro období 2 byla spočítána střední hodnota přechodů v 1:00.
- Pro období 3 byla spočítána střední hodnota přechodů v 0:47.

Hodnota p Rayleighova testu byla menší než $1E-12$, což znamená, že prasata mají tendenci přecházet silnici s určitou pravidelností. Průměrný čas přechodu prasat přes silnici v celém sledovaném období byl v 01:15 v noci. Grafy 3 a 4 ukazují časové rozložení přechodů během sledovaných období.

Období 1

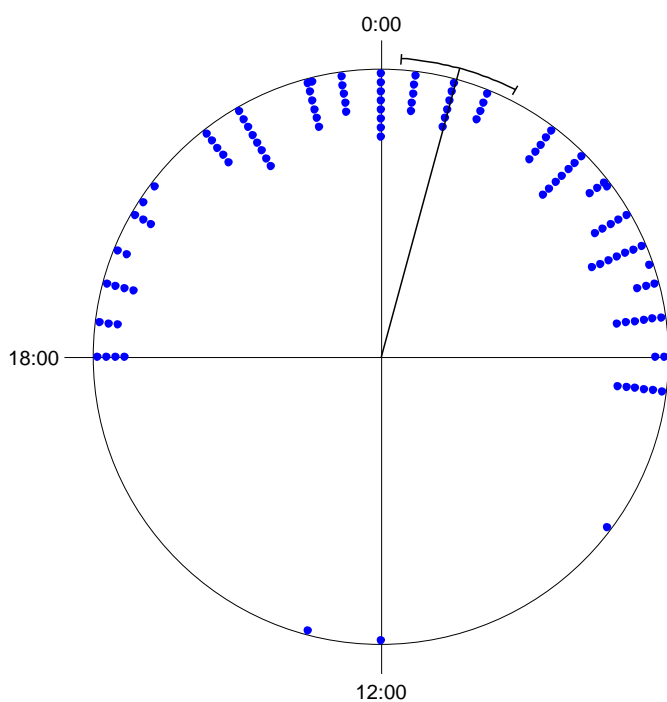


Období 0

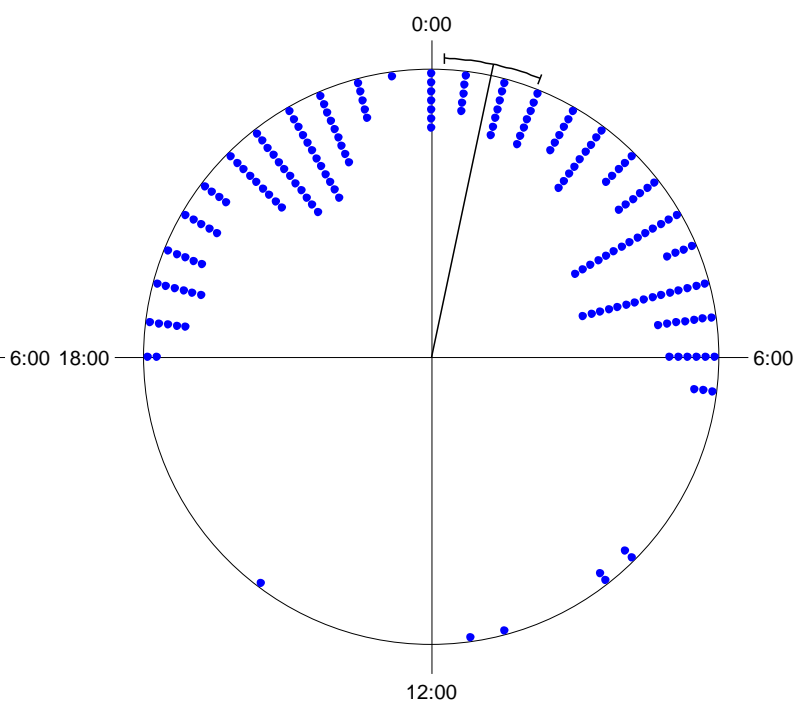


Graf 3 Časové rozložení přechodů divokých prasat v průběhu dne pro období 0 a 1. Graf zobrazuje frekvenci přechodů v závislosti na čase a umožňuje pohled do chování divokých prasat během těchto období (zdroj: vlastní).

Období 2



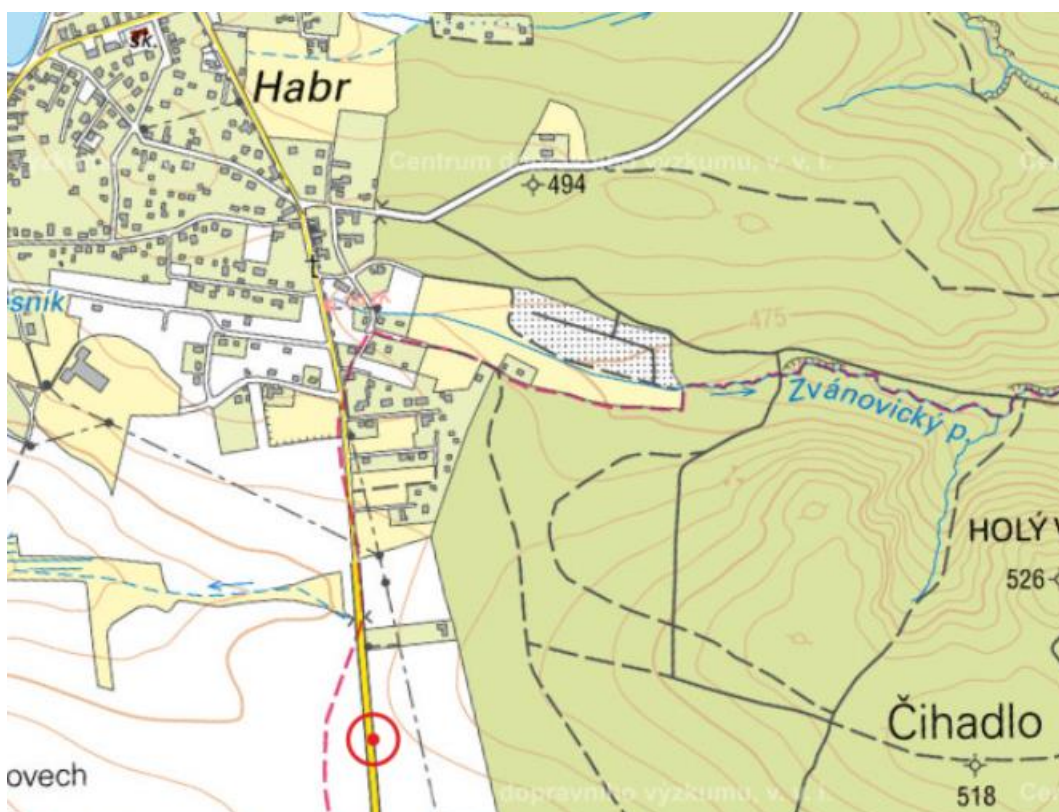
Období 3



Graf 4 Časové rozložení přechodů divokých prasat v průběhu dne pro období 2 a 3. Graf zobrazuje frekvenci přechodů v závislosti na čase a umožňuje pohled do chování divokých prasat během těchto období (zdroj: vlastní).

4.3 Počty registrovaný dopravních nehod

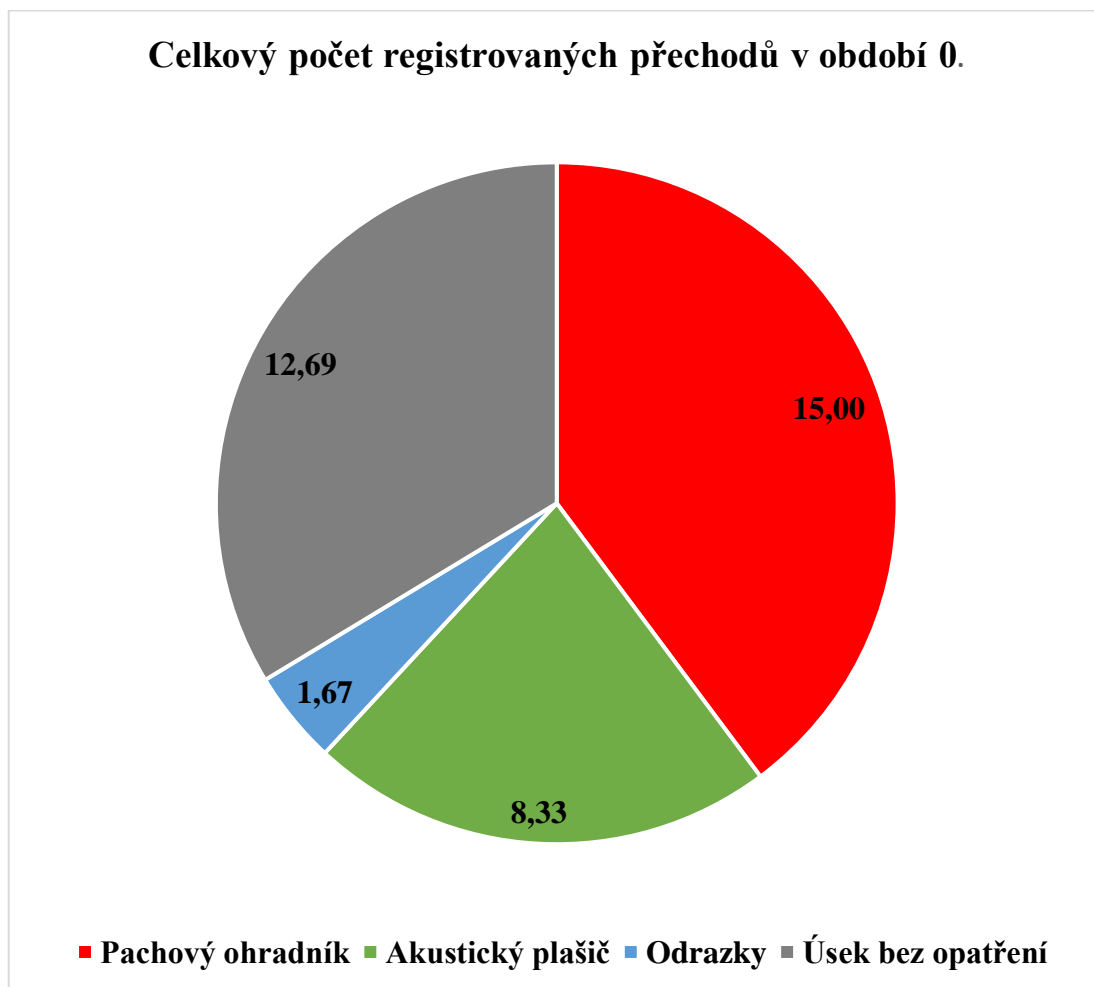
Na základě dat z Centra dopravního výzkumu bylo zjištěno, že v roce 2021 byla na sledovaném úseku, konkrétně na silnici II. třídy č. 113, zaznamenána jedna dopravní nehoda způsobená srážkou se zvěří. Tato nehoda se stala 24.6.2021, což bylo mimo období instalace dopravních opatření a v místě (obr. 22), kde byl plánován pachový ohradník. Tento fakt naznačuje, že takové opatření může být účinným prostředkem ke snížení rizika srážek se zvěří, konkrétně s prasaty divokými, na tomto úseku silnice.



Obrázek 22 Místo dopravní nehody silnice č.113 (zdroj: Centrum dopravního výzkumu, 2021)

4.4 Počty registrovaných přechodů v období 0.

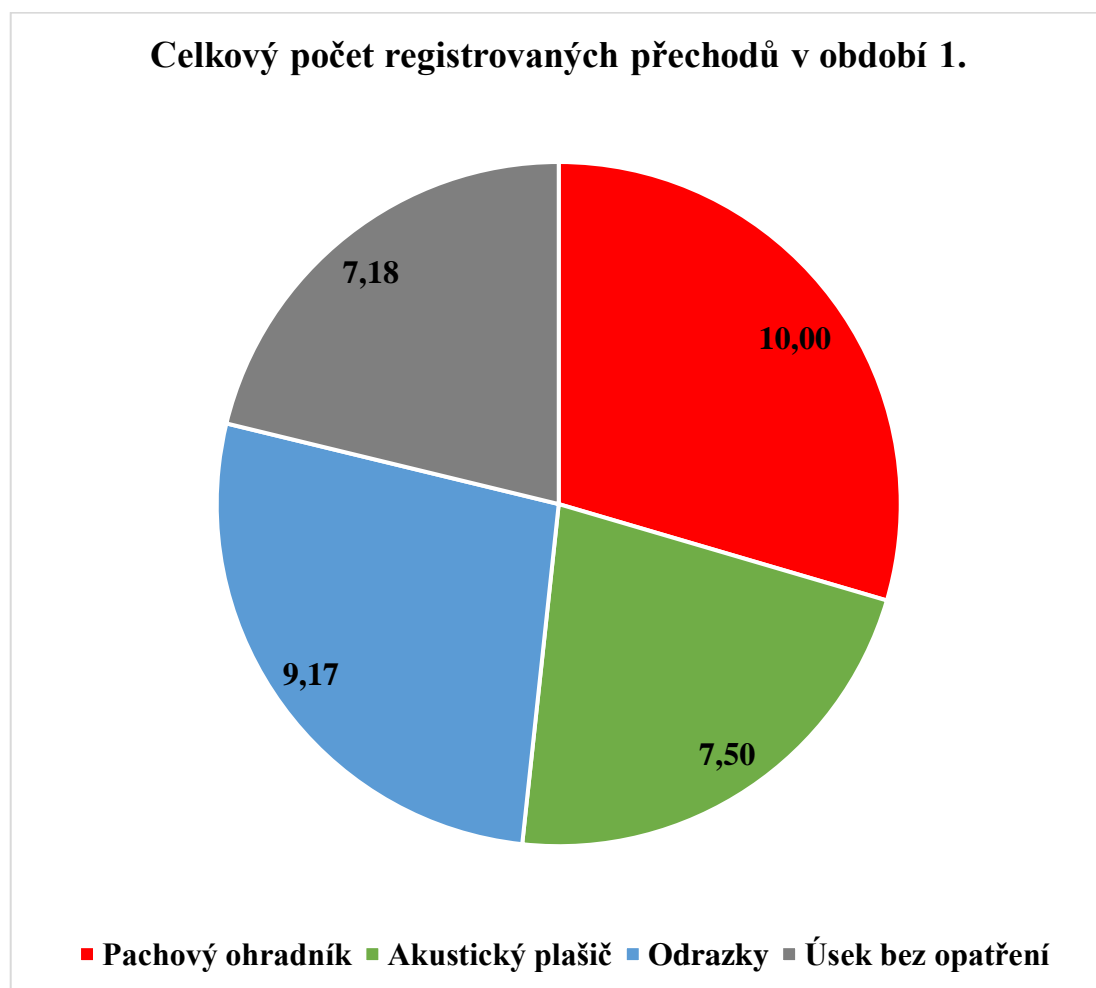
Během sledovaného období 0 nebyla na vybraných lokalitách zavedena žádná opatření. Namísto toho byly pozorovány přechody zvíře na těchto místech, která budou v následujícím období vybavena různými opatřeními. Tento postup umožňuje porovnat výsledky před a po zavedení opatření a zhodnotit jejich vliv na chování prasat. Počty přechodů na 100 metrů úseku během období 0 byly následující: pachový ohradník (15,00), akustický plašič (8,33), odrazky (1,67) a úsek bez opatření (12,69) (graf 5). Nejvyšší počet zaznamenaných přechodů zvíře byl zaznamenán na lokalitách, kde nebyla instalována žádná opatření. Na lokalitě určené pro instalaci pachového ohradníku byl zaznamenán druhý nejvyšší počet přechodů, zatímco na lokalitě s plánovaným akustickým plašičem byl počet přechodů nižší. Na místě budoucí instalace odrazek byl zaznamenán nejnižší počet přechodů.



Graf 5 Počet přechodů zvíře v období 0 (zdroj: vlastní).

4.5 Počty registrovaných přechodů v období 1.

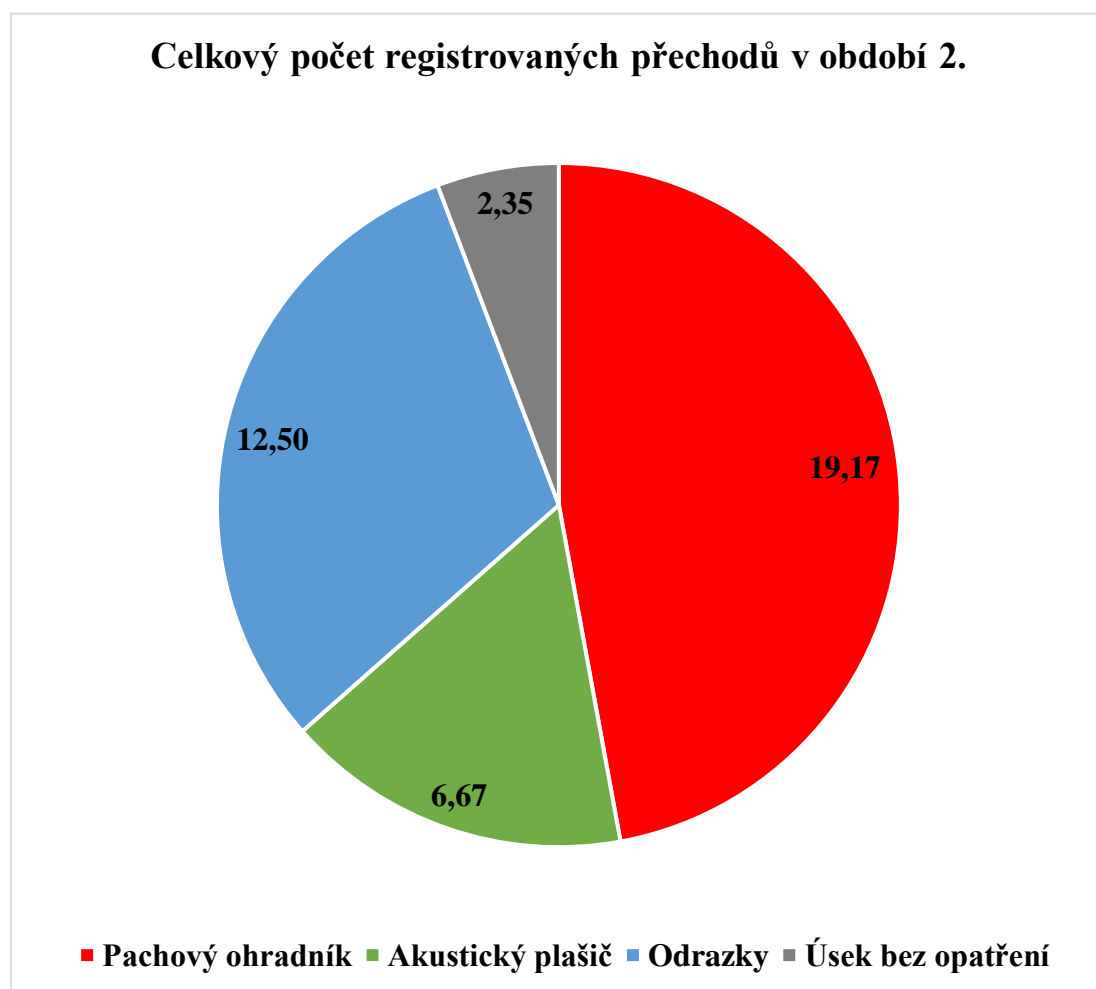
Po implementaci opatření v období 1 byly zaznamenány následující počty přechodů na 100 metrů úseku: pachový ohradník (10,00), akustický plašič (7,50), odrazky (9,17) a úsek bez opatření (7,18) (graf 6). Úseky bez opatření a s akustickým plašičem vykázaly nižší počty přechodů než úseky s pachovým ohradníkem a odrazkami. Pachový ohradník měl nejvyšší počet přechodů, zatímco akustický plašič zaznamenal nejnižší počet přechodů.



Graf 6 Počet přechodů zvěře v období 1 s implementovanými opatřeními (zdroj: vlastní).

4.6 Počty registrovaných přechodů v období 2.

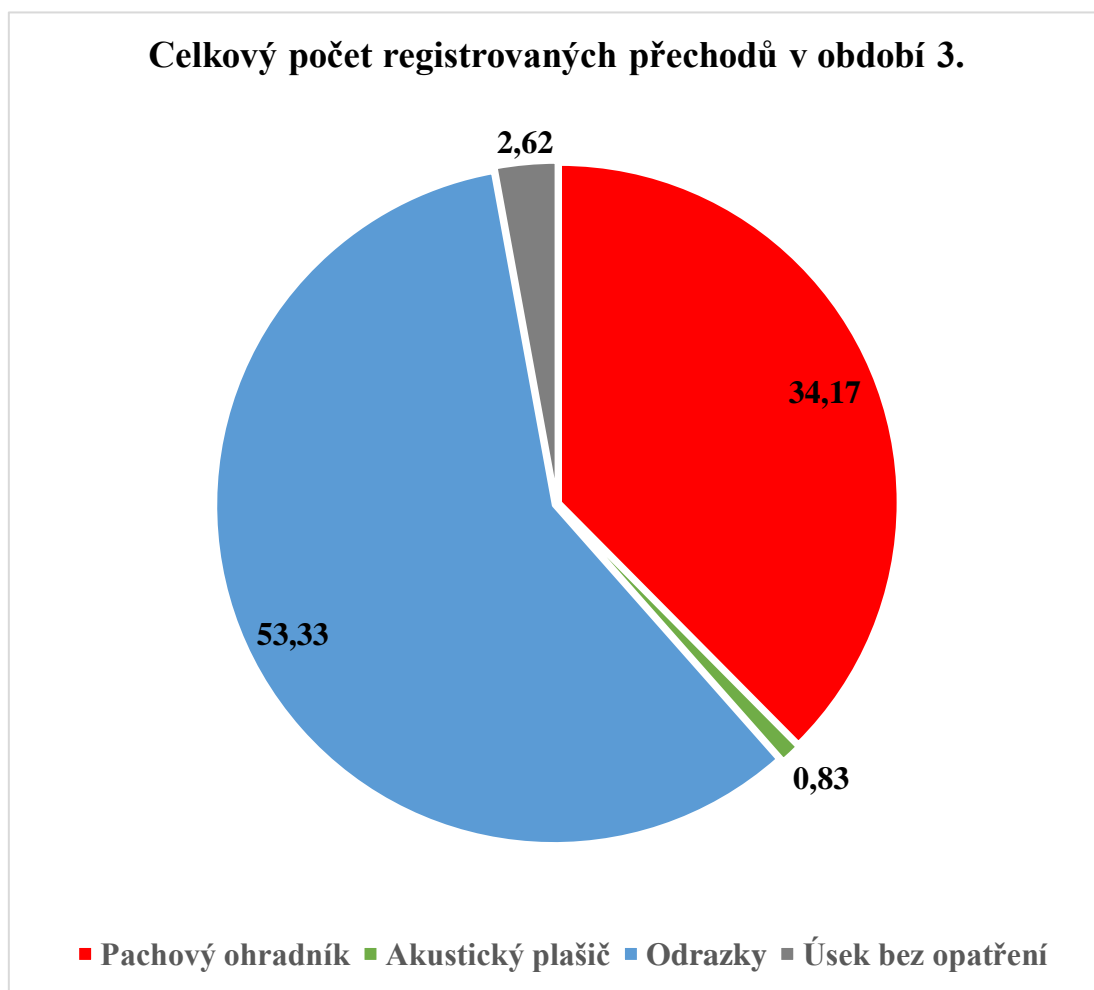
V období 2 nebyla na vybraných lokalitách zavedena žádná opatření, stejně jako v období 0. Namísto toho byly sledovány přechody zvěře na místech, která budou v období 3 vybavena různými opatřeními. Tento postup umožňuje porovnat výsledky před a po zavedení opatření a zhodnotit jejich vliv na chování prasat. Počty přechodů na 100 metrů úseku během období 2 byly následující: plánovaný pachový ohradník (19,17), akustický plašič (6,67), odrazky (12,50) a úsek bez opatření (2,35) (graf 7).



Graf 7 Počet přechodů zvěře v období 2 bez implementace opatření (zdroj: vlastní).

4.7 Počty registrovaných přechodů v období 3.

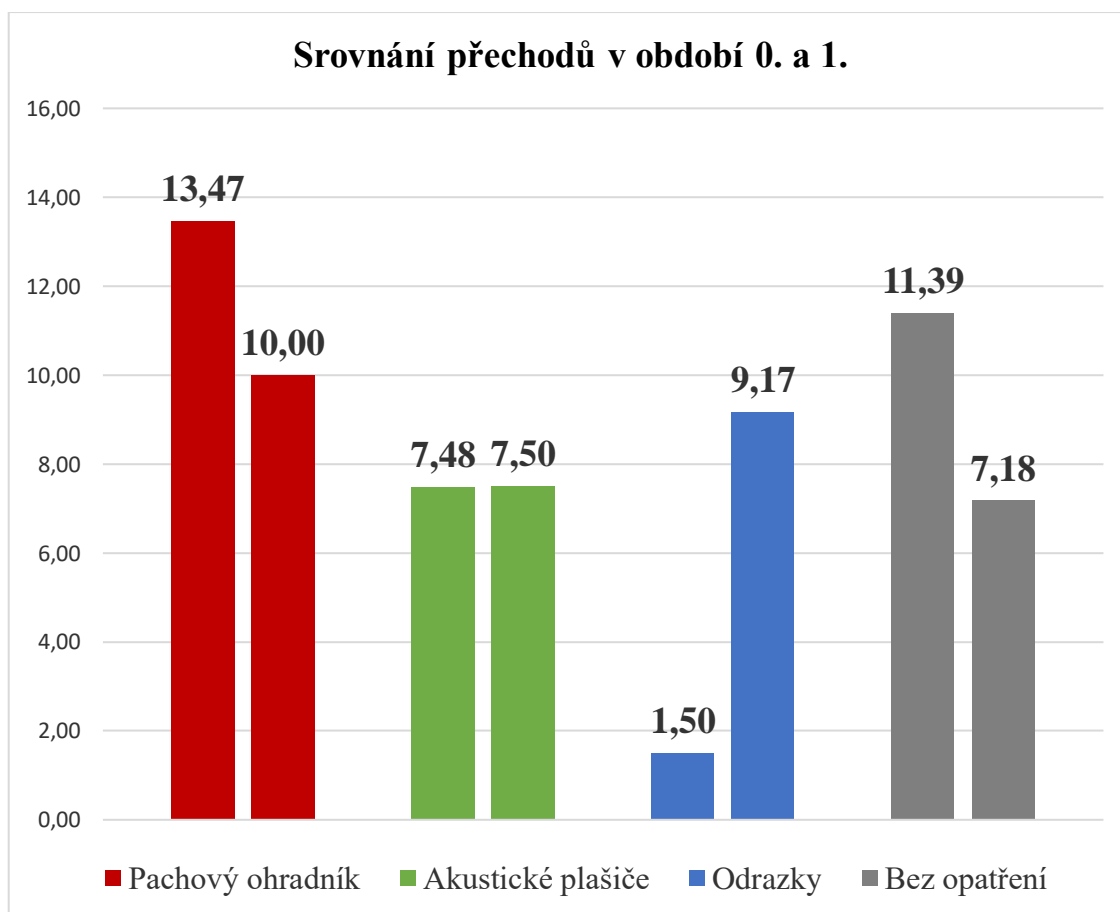
V období 3, kdy byla instalována opatření, ukazuje analýza následující počty přechodů zvěře na 100 metrů úseku: akustický plašič (0,83), úsek bez opatření (2,62), pachový ohradník (34,17) a odrazky (53,33) (graf 8). Nejmenší počet registrovaných přechodů je u akustických plašičů, následován místy bez instalovaných opatření. Na lokalitě s instalovaným pachovým ohradníkem byl zaznamenán vyšší počet přechodů, a největší počet přechodů zvěře byl zaznamenán u odrazek.



Graf 8 Počet přechodů zvěře v období 3 s instalovanými opatřeními (zdroj: vlastní).

4.8 Srovnání přechodů v období 0 a 1

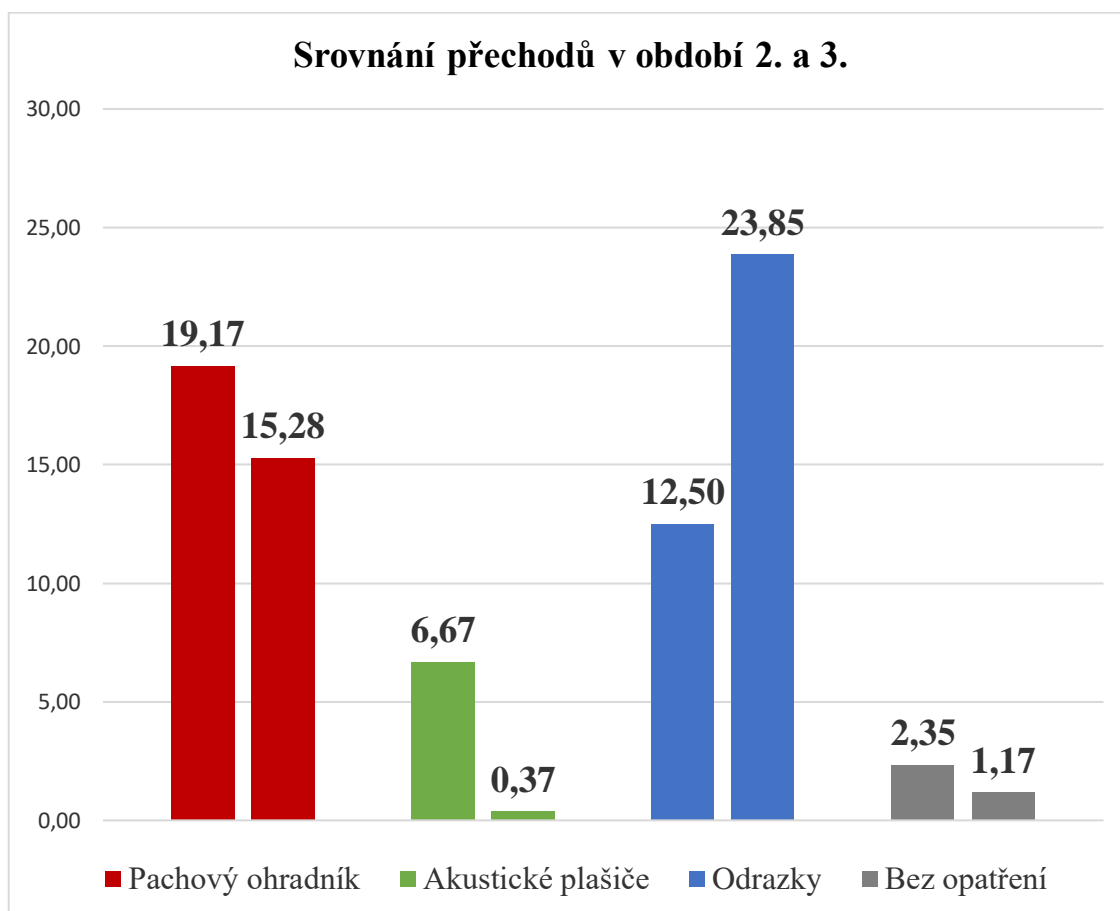
V grafu č. 9 jsou porovnány počty přechodů v období, kdy nebylo žádné opatření instalováno, a v období, kdy opatření byla instalována. Jednotlivé počty přechodů jsou přepočteny na stejnou délku úseku (100 m) tak, aby bylo možné provést srovnání. Pro každé sledované období byly počty přechodů přepočteny tak, aby v součtu odpovídaly stejnému množství. Z grafu je patrná změna v počtu přechodů u pachového ohradníku, kdy se počet přechodů snížil o 25,69 %, naopak u míst, kde byly instalovány odrazky, se počet přechodů zvýšil. U opatření s akustickým plašičem nedošlo k výrazné změně a počet registrovaných přechodů se také snížil v místech, kde nebylo žádné opatření instalováno.



Graf 9 Srovnání počtu přechodů zvěře před a po instalaci opatření, přepočteno na stejnou délku úseku (100 m) (zdroj: vlastní).

4.9 Srovnání přechodů v období 2 a 3

V grafu č. 10 srovnáváme opět období bez instalovaného opatření (období č. 2) s obdobím, kdy bylo opatření realizováno (období č. 3). Jednotlivé počty přechodů jsou opět přepočteny na 100 m každého úseku, aby bylo možné je srovnat. Z grafu vyplývá, že se počet přechodů u pachového ohradníku snížil o 20,29 %. Významnější snížení bylo zaznamenáno u akustických plašičů, kde došlo ke snížení počtu přechodů o 94,46 %. Naopak, počet přechodů v místě s instalovanými odrazkami se zvýšil. V místech bez instalovaných opatření došlo také ke snížení počtu přechodů.



Graf 10 Srovnání počtu přechodů zvěře před a po instalaci opatření, přepočteno na stejnou délku úseku (100 m) (zdroj: vlastní).

5 Diskuse

Ze sledování a následné analýzy dopravy vyplývá, že její intenzita výrazně ovlivňuje riziko srážek s divokými prasaty. Bylo zjištěno že nejvyšší riziko srážky s divokým prasetem nastává během dne, což je v souladu s výzkumy publikovanými Kušta et al. (2017), kde autoři rovněž zdůrazňují vliv intenzity dopravy na pravděpodobnost srážek s kopytníky. Výsledky statistické analýzy časového rozložení přechodů prasat ukazují, že prasata mají tendenci přecházet silnici v určitých časových intervalech. Frekvence přechodů prasat se liší v závislosti na denní době. Průměrný čas přechodu prasat přes silnici v celém sledovaném období byl v 01:15 v noci. Toto potvrzuje Bartonička et al. (2018), který tvrdí, že prasata mají tendenci přecházet silnici v nočních hodinách a těsně před rozedněním. Toto chování vede ke zvýšenému riziku srážek se zvěří v tuto dobu. Proto je vhodné zaměřit preventivní opatření zejména na tato časová období. Výsledky Diaz-Varela et al. (2011) ukazují na podobné trendy v časovém rozložení přechodů prasat. To ukazuje, že se jedná o běžný a relevantní faktor při plánování preventivních opatření na snížení srážek se zvěří. Potvrzuje to také Andreassen et al. (2005), který zjistil, že srážky s losy jsou nejčastější v noci a brzy ráno, což souvisí s aktivitou losů v tuto dobu. Celkově lze konstatovat, že výsledky analýzy časového rozložení přechodů prasat potvrzují význam této problematiky a zdůrazňují potřebu dalšího zkoumání.

Dalším možným směrem výzkumu by mohlo být sledování vlivu sezónních změn na chování prasete divokého při přechodu silnic a efektivitu opatření v různých obdobích roku. Prasata divoká mohou mít odlišné chování v závislosti na ročním období, což by mohlo ovlivnit jejich reakce na opatření (Andreassen et al., 2005; Lebl et al., 2020). Vzhledem k významu krajinných struktur a zdrojů potravy pro prasata divoká by bylo užitečné zkoumat, jak tyto faktory ovlivňují přechody prasete divokého přes silnice. Například analýza údajů o výskytu krmných míst a jejich vzdálenosti od silnic by mohla pomoci předvídat místa s vyšším rizikem srážek (Jarolímek et al., 2014).

Analýza dat z Centra dopravního výzkumu ukázala, že v roce 2021 došlo na sledovaném úseku silnice II. třídy č. 113 k jedné dopravní nehodě způsobené srážkou se zvěří. Tato nehoda nastala mimo období, kdy byla instalována dopravní opatření, a přímo v místě plánovaného pachového ohradníku. Tyto zjištění naznačují, že implementace pachových ohradníků a podobných opatření by mohla být účinným řešením ke snížení rizika srážek se zvěří, zejména s prasaty divokými, na tomto konkrétním úseku silnice

Z výsledků sledování přechodů zvěře přes silnici na místech, kde byl instalován pachový ohradník, vyplývá, že pachový ohradník snižuje jejich četnost, což naznačuje, že byla zvířata pachovým signálem odražena od silnice; toto také potvrzuje Kušta et al. (2017). Výzkum Bíla et al. (2018) dále uvádí, že některé typy pachových ohradníků jsou efektivnější než jiné, ale celkově mají pachové ohradníky pozitivní účinek na snižování počtu srážek se zvěří.

Naopak počet přechodů u instalace odrazek nevedl ke snížení počtu přechodů, dokonce se jejich počet zvýšil. Podobné výsledky byly zaznamenány i v práci Bíla et al. (2016). Autoři zde zjistili, že instalace odrazek měla pouze omezený účinek na snížení počtu srážek s divokými prasaty. Na druhé straně však studie Diaz-Varela et al. (2011) provedená ve Španělsku ukázala, že instalace odrazek měla pozitivní vliv na snížení počtu srážek s divokými prasaty. Podobné výsledky byly zaznamenány i v práci Kušta et al. (2015), kde bylo zjištěno, že instalace odrazek vedla ke snížení počtu srážek s divokými prasaty a byla považována za efektivní a relativně levné opatření. Samotný počet přechodů zvěře přes vozovku za určité období nemusí vypovídat o celkové funkčnosti tohoto opatření. Vzhledem k principu fungování, tedy odražení světla od projíždějícího vozidla, mají odrazky divočáky odpuzovat pouze v době, kdy zde projíždí vozidlo. Lze se proto domnívat, že prasata mohla preferovat místa s odrazkami v době nízkého provozu, kdy odrazky nebyly aktivovány a neodpuzovala je. Toto by mohlo vysvětlit zvýšení počtu přechodů na místech s odrazkami v období 3, kdy byly odrazky umístěny tam, kde byl dříve pachový ohradník. Prasata mohla být trvale odpuzována pachovým ohradníkem a k přechodům využívala místa s odrazkami, která byla přístupnější v době nízkého provozu.

Z výsledků vyplývá, že účinnost odrazek v prevenci srážek s divokými zvířaty, jako je prase divoké, závisí na několika faktorech, včetně intenzity provozu, adaptace prasat na odrazky, typu odrazek a dalších. Odrazky se jeví jako efektivnější v obdobích s vyšším provozem, kdy jsou aktivovány světly vozidel, která prasata odpuzují. V budoucím výzkumu by bylo vhodné se zaměřit na to, jak provoz a další proměnné ovlivňují účinnost odrazek v různých situacích a jak lze tuto účinnost dále zlepšit.

V prvním sledovaném období neměly akustické plašiče významný dopad na snížení počtu přechodů prasete divokého přes silnice. Avšak ve druhém sledovaném období instalované akustické plašiče významně přispěly ke snížení počtu přechodů o 94,46 %. Tento výsledek je v souladu s některými studiemi, které naznačují, že akustické plašiče mohou být účinné v prevenci srážek se zvířaty, včetně prasete divokého (Andreassen et al., 2005; Falko et al., 2022).

Mimořádný význam má spolupráce mezi různými zúčastněnými stranami, jako jsou orgány ochrany přírody, myslivci, správci pozemků a dopravní experti, při hledání a implementaci opatření ke snížení rizika srážek s prasaty divokými (Seiler et al., 2018; Kušta et al., 2019). Při hodnocení účinnosti opatření je důležité také sledovat dlouhodobé trendy a změny v chování prasete divokého. Tímto způsobem bude možné lépe vyhodnotit úspěšnost opatření v průběhu času a přizpůsobit je měnícím se podmínkám, například v důsledku klimatických změn nebo urbanizace (Diaz-Varela et al., 2011; Kušta et al., 2017).

Je důležité provádět další studie s ohledem na sezónní změny v chování prasete divokého, migraci nebo změny ve využití krajiny, které mohou ovlivnit účinnost opatření (Jarolímek et al., 2014; Kušta et al., 2015). Navíc by měly být zvaženy i další faktory, jako je lidská aktivita a intenzita osvětlení, které mohou mít vliv na chování prasete divokého při přechodu silnic (Lebl et al., 2020). Pro budoucí výzkum by mělo být zahrnuto více lokalit a měla by být testována různá opatření pro srovnání jejich účinnosti. Je důležité zkoumat nejen účinnost jednotlivých opatření, ale také jejich interakci a synergický účinek při použití více opatření současně. To by umožnilo získat komplexnější pohled na řešení problému srážek s prasaty divokými na silnicích

a snížení rizika dopravních nehod způsobených srážkami s těmito zvířaty (Bojko et al., 2021).

V praxi je důležité přizpůsobit opatření místním podmínkám a zvážit ekonomickou efektivitu a udržitelnost jednotlivých řešení. To zahrnuje analýzu nákladů a přínosů opatření, jako jsou akustické plašiče, pachové ohradníky nebo odrazky, a jejich dopad na ekosystém a biodiverzitu (Seiler et al., 2018).

6 Závěr

Závěrem lze konstatovat, že mé zjištění přináší lepší pochopení chování prasete divokého při přechodu silnic a efektivitu různých opatření. Tato zjištění mohou přispět ke zlepšení přístupu při navrhování a realizaci opatření, která snižují riziko srážek vozidel s prasaty divokými a zvyšují bezpečnost na silnicích.

Důležité je také brát v úvahu rozdíly mezi jednotlivými lokalitami a přizpůsobit opatření místním podmínkám. Výsledky mého výzkumu umožňují navrhnout konkrétní doporučení pro budoucí výzkum a praktickou aplikaci opatření, zohledňující tyto rozdíly.

Kromě toho, mé zjištění zdůrazňují potřebu dalšího výzkumu ohledně sezónních změn v chování prasete divokého a efektivitě opatření v různých obdobích roku. Je třeba provádět další studie zaměřující se na sezónní změny chování, migrace prasat divokých nebo změny ve využití krajiny, které mohou ovlivnit účinnost zaváděných opatření.

Výsledky mého výzkumu a analýza souvisejících odborných článků poskytují užitečné informace pro řešení problému přechodů prasete divokého přes silnice a snížení rizika dopravních nehod. Na základě těchto výsledků mohu navrhnout doporučení pro budoucí výzkum a aplikaci opatření v praxi.

7 Seznam použité literatury

ANDREASSEN, H. P. et al., 2005. The effect of scent-marking, forest clearing and supplemental feeding on moose–train collisions. – *J. Wildl. Manage.* 69: 1125–1132.

ANDREASSEN, H. P., GUNDERSEN, G., STORAAS, T., 2005.. Habitat use and activity patterns of wild boar (*Sus scrofa*) in relation to season and resource availability in a boreal forest in Norway. *European Journal of Wildlife Research*, 51(2), 129–136.

ANDĚRA, Miloš, GAISLER, Jiří. Savci České republiky: popis, rozšíření, ekologie, ochrana. Vydání 2., upravené. Praha: Academia, 2019. ISBN 978-80-200-2994-2.

BÍL, M. et al., 2017. Srazenazver.cz: a system for evidence of animal–vehicle collisions along transportation networks. – *Biol. Conserv.* 213: 167–174.

BÍL, M. et al., 2018. An evaluation of odour repellent effectiveness in prevention of wildlife–vehicle collisions. – *J. Environ. Manage.* 205: 209–214.

BÍL, Michal, BARTONIČKA, Tomáš. Zvířata na silnicích. 1. vydání. Brno: Masarykova univerzita, Centrum dopravního výzkumu v. v. i., 2022. ISBN 978-210-9933-3.

ČERVENÝ, Jaroslav, ŠŤASTNÝ, Karel, FARKAČ, Jan, KOUBEK, Petr, NOVÁKOVÁ, Petra . Zoologie lesnická. I. vydání. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze ve spolupráci s Druckvo, spol. s r.o., 2016. ISBN 978-80-213-2692-7.

ČERVENÝ, Jaroslav, ŠŤASTNÝ, Karel, KOUBEK, Petr. Zvěř: Ottova encyklopedie. Praha: Ottovo nakladatelství, 2016. ISBN 978-80-7451-5217.

ČERVENÝ, Jaroslav. Myslivost: Ottova encyklopedie. 2., upr. vyd. Praha: Ottovo nakladatelství, 2010. ISBN 978-80-7360-895-8.

DIAZ-VARELA, E. R. et al., 2011. Assessing methods of mitigating wildlife–vehicle collisions by accident characterization and spa-tial analysis. – Transport. Res. Part D Transport Environ. 16: 281–287.

FALKO, Brieger et al., 2022. Behavioural reactions to oncoming vehicles as a crucial aspect of wildlife-vehicle collision risk in three common wildlife species, Accident Analysis & Prevention, Volume 168, 2022, 106564, ISSN 0001-4575.

HANZAL, Vladimír. Situace výskytu černé zvěře v jihočeském příhraničí. Projekt: M00165 – Biodiverzita a myslivost – síť pro ochranu a trvale udržitelné využívání druhů a biotopů, 2011, s. 5.

HARTL, Vlastimil; HANZAL, Vladimír, KOŘANOVÁ–MRKVIČKOVÁ, Diana a kol. Úvod do myslivosti – historie, zvyky, tradice. Vydání první. Praha: Academia, 2009. 341 stran. ISBN 978-80-213-2808-2.

HUCK, M., LINELL, J. D. C., & SUNDE, P., 2016. Seasonal and diurnal activity patterns of wild boar in Central Europe: implications for hunting and conservation. European Journal of Wildlife Research, 62(1), 9–14.

JAROLÍMEK, J., VANĚK, J., JEŽEK, M., MASNER, J., STOČEK, M., 2014. The telemetric tracking of wild boar as a tool for field crops damage limitation. Plant Soil Environ., 60: 418–425.

KRÖSCHEL, M., et al., 2017. Remote monitoring of vigilance behaviour in large herbivores using acceleration data. Animal Biotelemetry, 5, 10.

KUŠTA, Tomáš a kolektiv, 2019. Srážky se zvěří na pozemních komunikacích a železnici, Českomoravská myslivecká jednota, z. s. v roce 2019 jako propagační a výukový materiál za podpory neinvestiční dotace Ministerstva zemědělství. ISBN 978-80-907235-2-8.

KUŠTA, T. et al., 2015. Effectiveness and costs of odour repellents in wildlife–vehicle collisions: a case study in central Bohemia, Czech Republic. – *Transport. Res. Part D Transport Environ.* 38: 1–5.

KUŠTA, T. et al., 2017. The effect of traffic intensity and animal activity on probability of ungulate–vehicle collisions in the Czech Republic. – *Safety Sci.* 91: 105–113.

LEBL, K., VÍCHOVÁ, T., SEDONÍK, J., & ANDĚRA, M., 2020. The effect of light pollution and human activity on wild boar (*Sus scrofa*) behavior during road crossings. *Journal of Environmental Management*, 268, 110666.

NEZVAL, V., & BÍL, M., 2021. Srážky se zvěří na českých tratích. *Myslivost*, 2021(3), 54–55.

NEZVAL, V., BÍL, M., & ANDRÁŠIK, R., 2020. Wildlife-vehicle collisions in the Czech Republic: patterns, costs, and mitigation measures. *Journal of Environmental Planning and Management*, 63(6), 1046–1061.

ROSSELL, C. F., LLARIO, P. F., CORTÉS, J. H. El Jabalí (*Sus scrofa* Linnaeus, 1758) [online]. [cit. 2023-03-22]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/profile/Pedro-Fernandez-Llario/publication/228522052_El_Jabali_Sus_scrofa_Linnaeus_1758/links/02bfe5144713ae2c2f000000/El-Jabali-Sus-scrofa-Linnaeus-1758.pdf

SEILER, A., & HELLDIN, J. O., 2018. Collaboration among stakeholders is essential when implementing measures to reduce wild boar-vehicle collisions. *European Journal of Wildlife Research*, 64(4), 37.

STOČES, M. et al. Monitoring of Wild Animal Species in the Czech Republic. *Procedia Technology*, 2013, roč. 8, s. 222–228. ISSN 2212-0173.

THURFJELL, H et al. 2015. Avoidance of high traffic levels results in lower risk of wild boar-vehicle accidents, *Landscape and Urban Planning*, Volume 133, 2015, Pages 98–104, ISSN 0169-2046.

ÚHUL, 2021. Myslivecké statistiky za rok 2020/21 [online]. Dostupné z: https://www.uhul.cz/wp-content/uploads/Mysl101_2021.pdf.

NEZVAL, Vojtěch, BÍL, Michal, Spatial analysis of wildlife-train collisions on the Czech rail network, *Applied Geography*, Volume 125, 2020, 102304, ISSN 0143-6228.

WOLF, Robert, RAKUŠAN, Ctirad . Černá zvěř. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1977. Lesnictví, myslivost a vodní hospodářství.

WOLF, Robert. Rukojeť chovu a lovu černé zvěře. Písek: Matice lesnická, 1995. ISBN 80-900042-2-9.