



Fakulta zemědělská
a technologická
Faculty of Agriculture
and Technology

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH FAKULTA ZEMĚDĚLSKÁ A TECHNOLOGICKÁ

Katedra krajinného managementu

Autoreferát disertační práce

Vliv přírodních podmínek na výskyt a pohyb volně žijící zvěře
a úspěšnost vyhodnocení její detekce různými pracovními
metodami

Autor práce: Ing. Jakub Polenský

Vedoucí práce: doc. Ing. Pavel Ondr, CSc.

České Budějovice
2023

Autoreferát disertační práce

- Doktorand:** Ing. Jakub Polenský
- Studijní program:** Ekologie a ochrana prostředí
- Studijní obor:** Aplikovaná a krajinná ekologie
- Název práce:** Vliv přírodních podmínek na výskyt a pohyb volně žijící zvěře a úspěšnosti vyhodnocení jejich detekce různými pracovními metodami
- Školitel:** doc. Ing. Pavel Ondr, CSc.
- Oponenti:** prof. Ing. Miroslav Dumbrovský, CSc.
PhDr. Václav Meškan, Ph.D.
prof. Ing. Zlatica Muchová, PhD.

Obhajoba disertační práce se koná dne 15.3.2023 od 11.00 hodin v budově ZB FZT JU v Českých Budějovicích

S disertační prací se lze seznámit na studijním oddělení Fakulty zemědělské a technologické JU v Českých Budějovicích.

doc. RNDr. Libor Pechar, CSc.
Předseda oborové rady
Aplikovaná a krajinná ekologie
FZT JU v Českých Budějovicích

Abstrakt

Tato práce si kladla za cíl stanovit vliv podmínek v krajině na výskyt a pohyb volně žijící zvěře a vyhodnotit úspěšnosti detekce výskytu zvěře různými pracovními metodami, se zvláštním zaměřením na srnčí zvěř. Srnčí zvěř je naší původní zvěří a dnes patří k naší nejrozšířenější zvěři spárkaté. Celé řešení disertační práce vedlo k návržení nejoptimálnějšího způsobu vyhledávání zvěře na zemědělských pozemcích před senosečí pomocí bezpilotní UAV technologie s termokamerou. Pro dosažení cíle práce bylo provedeno několik dílčích kroků, které se zabývaly především problematikou porovnání způsobů detekce srnčí zvěře v porostech píceňin (pozemní průzkum versus využití UAV technologie) a problematikou návratu zvěře zpět do porostů po jejich vyplašení, respektive vynesení. Dalšími dílčími analýzami bylo vyhodnocení účinnosti alternativních způsobů plašení zvěře z porostů různými typy plašičů a zhodnocení výskytu zvěře na pozemcích s ohledem na umístění tzv. orientačních bodů. Z řešení disertační práce vyplynul návrh metodického návodu pro optimalizaci vyhledávání srnčí zvěře na pozemcích píceňin na orné půdě a trvalých travních porostů.

Klíčová slova: srnec obecný (*Capreolus capreolus*), UAV technologie, plašiče, píceňiny

Abstract

This thesis aimed to determine the influence of landscape conditions on the occurrence and movement of wildlife and to evaluate the success of game detection using different methods, focusing on roe deer. Roe deer are our native game and are now one of our most widespread game animals. The entire dissertation was conducted to propose the most optimal way of searching for a game on agricultural land in front of hayfields using unmanned UAV technology with a thermal imaging camera. In order to achieve the aim of the thesis, several sub-steps were carried out, which mainly dealt with the issue of comparing the methods of deer detection in forage crops (ground survey versus the use of UAV technology) and the issue of returning the deer to the crops after they had been flushed out or carried away. Other sub-analyses included evaluating the effectiveness of alternative methods of scaring deer from stands using different types of scarecrows and assessing the occurrence of red deer on the land concerning the location of landmarks. The solution of the dissertation thesis resulted in the proposal of a methodological guide for optimizing the search for deer on forage plots on arable land and permanent grassland.

Keywords: red deer (*Capreolus capreolus*), UAV technology, scarecrows, forage crops

Obsah

Abstrakt.....	3
1 Úvod.....	7
2 Literární přehled.....	8
2.1 Srnec obecný (<i>Capreolus capreolus</i>).....	8
2.2 Vliv zemědělství na volně žijící zvěř	9
2.3 Ochrana volně žijící zvěře	10
2.4 Možnosti plašení zvěře jako prevence jejich zranění a usmrcení.....	11
2.5 Využití bezpilotních leteckých systémů.....	12
2.5.1 Možnosti využití termografie pro prevenci zranění zvěře	13
3 Cíle práce	15
4 Metodika práce.....	17
4.1 Materiál	17
4.2 Metody.....	18
4.2.1 Výběr přesných lokalit pro monitoring.....	18
4.2.2 Monitoring pomocí UAV technologie – používané technologie pro automatickou detekci zvěře.....	19
4.2.3 Monitoring výskytu zvěře na jednotlivých plochách.....	20
4.2.4 Lokalizace a popis plašičů	21
4.2.5 Vyhodnocení výskytu zvěře na pozemku	22
4.2.6 Data zahrnutá do statistické RDA analýzy	23
4.2.7 Tvorba výstupů a statistické vyhodnocení	24
5 Výsledky	26
5.1 Porovnání způsobů vyhledávání zvěře	26
5.2 Ověření funkčnosti využívání plašičů	31
5.3 Vliv místních podmínek na výskyt zvěře v porostech.....	34

5.4	Vyhodnocení zjištěných dat prostřednictvím RDA analýzy	36
5.5	Vytvoření metodického postupu vyhledávání zvěře	37
5.6	Souhrn nejdůležitějších výsledků.....	42
6	Závěr	43
7	Použitá literatura	45
7.1	Legislativní zdroje	48
8	Seznam publikací	49
9	Životopis	52

1 Úvod

Volně žijící zvěř je nedílnou součástí české přírody, tedy i životního prostředí člověka. Cílevědomé hospodaření s populacemi této zvěře a její hospodářské využití zároveň přispívá k účelnějšímu a dokonalejšímu využití půdy jako základního výrobního prostředku v zemědělství. Ohled na zájmy mysliveckého hospodaření je tedy zcela na místě nejen z hlediska etického, ale i ekonomického. Zásady ochrany zvěře uplatňované v mysliveckém hospodaření, ale především i v některých zemědělských činnostech jsou více v zájmu jednotlivců než skupin.

Optimalizace mysliveckého využití krajinných ekosystémů je přímo závislá na vzájemném souladu mezi zemědělskou výrobou a myslivostí. Stěžejním úkolem našeho zemědělství samozřejmě stále zůstává zajištění výživy lidí v potřebném množství

a kvalitě, což s sebou přináší mimo jiné i neustálou snahu o zvyšování výnosnost půdy bez ohledu na zpětné vazby. Proto je třeba hledat nejen nové efektivní způsoby ale současně důsledně využívat již existující cesty, vedoucí ke sladění životně důležitých zájmů a uchování zdravého životního prostředí a dostatečná výroba potravin.

2 Literární přehled

Zvěř je populace volně žijících zvířat, která má nebo měla význam z hlediska myslivosti. V českém právu je taxativní výčet taxonomických druhů, jejichž volně žijící populace se za zvěř považují určen zákonem č. 449/2001 Sb. o myslivosti. Zvěř se dále rozděluje na srstnatou (savci) a pernatou (ptáci). Lovem obhospodařovatelných druhů se v České republice vyskytuje devatenáct savců a sedmnáct ptáků. Mimo tyto lovem obhospodařitelné druhy zákon stanovuje druhy zvěře, které nelze lovit podle mezinárodních smluv, jimiž je Česká republika vázána a které byly vyhlášeny ve Sbírce zákonů nebo ve Sbírce mezinárodních smluv, nebo druhy zvěře, které jsou zvláště chráněnými živočichy podle zvláštních právních předpisů a nebyla k jejich lovu povolena výjimka podle těchto předpisů. Mezi tyto druhy se řadí celkem osm druhů savců a dvacet šest druhů ptáků.

2.1 Srnec obecný (*Capreolus capreolus*)

Srnec obecný (*Capreolus capreolus*) je nejmenší evropský zástupce jelenovitých (*Cervidae*). Vyznačuje se mírně klenutým hřbetem, nízko nasazeným krkem a zakrnělým ocasem (kélkou), zcela ukrytým v srsti (Obr. 1.1). Nemá předoční žlázu jako jeleni a jeho paroží je krátké a jednoduché, nanejvýš se 3 výsadami. Délka těla 95–130 cm, výška v kohoutku 60–75 cm. Srst v létě žlutě až tmavě červená, v zimě šedohnědá až tmavošedá; na zadní části těla je bílá skvrna (obřítek). Bílá skvrna na zadní části má u samců oválný tvar, zatímco u samic je okrouhlejší až srdčitá (Drmotá, 2014; Drmotá et al., 2007). Samec má na hlavě až 30 cm dlouhé parůžky, které shazuje v listopadu až prosinci a hned mu narůstají nové (Cukor, Havránek, et al., 2019; Christen et al., 2018).



Obrázek 2.1: Srnec obecný (*Capreolus capreolus*) (zdroj: Anděra, 2003)

Původně obýval pouze lesnatou krajinu, ale v posledních desetiletích se přizpůsobil i životu v tzv. kulturní stepi, kde změnil své životní návyky – zejména v zimě se zde sdružuje do početných tlup. Mláďata jsou hnědá nebo žlutohnědá s řadami bílých a nažloutlých skvrn, které mizí ve stáří 1-2 měsíců. Hrubým bekavým hlasem varuje před nebezpečím a zároveň i soka před vstupem do teritoria, jehož hranice značí výměškem několika typů pachových žláz. K vlastní říji dochází až uprostřed léta a od října do listopadu samci paroží shazují. Z utajené březosti v trvání 40-41 týdnů připadá na vlastní vývoj zárodku jen asi polovina doby. Samice mívají 1–2 mláďata (vzácně i 3-4), která rodí na přelomu května a června. Termín porodů je rozlišný u jedinců v řádu několika dnů až týdnů (Cukor, Bartoška, et al., 2019). Linnell a Andersen, 1998 prováděli v letech 1991 až 1993 výzkum na 292 kusech srnčí zvěře a rozdíl uvádí až 26 dní. Zpočátku srnčata zůstávají v úkrytu, kde je srna navštěvuje 3 až 7krát denně ve vysokém podrostu a matku následují až po 2 týdnech. Navzájem se dorozumívají jemným pískáním. Od 3. týdne přecházejí postupně na zelenou potravu, ale mateřským mlékem se přikrmují až do zimy. Pohlavně dospívají ve 2. roce života (Andersen a Linnell, 1998).

2.2 Vliv zemědělství na volně žijící zvěř

Krajina získala svou dnešní podobu dlouhodobým působením různých činitelů, především člověka, který začal podle svých potřeb, krajinu přetvářet. Zprvu nepatrné změny postupně nabývaly na intenzitě a rozsahu, z člověka-lovce se stal pastevec a posléze zemědělec, který začal vypalovat lesy, aby získal pole. To už krajina začala svou tvář měnit velmi výrazně a vlastně ji mění nepřetržitě. Mnohé změny jsou přitom takového rázu, že nemají daleko k ekologické katastrofě (Bastian, 2001; Dumbrovský et al., 2000; Hromas, 2008; Sklenička, 2003).

Se změnami krajiny souvisí také pestrost a množství vyskytujících se druhů rostlin a živočichů. Zhoršujícím se podmínkám prostředí se sice živé organismy dokážou různě dlouho přizpůsobovat, ale jsou-li překročeny, hrouťí se „obránné bariéry“ organismů, jejich odolnost se snižuje, úmrtnost v populaci narůstá natolik, že nakonec převýší reprodukci a může dospět až k jejímu zániku. Je naprosto evidentní, že mnohé živočišné i rostlinné druhy z povrchu Země vymizely a tento proces pokračuje i nadále (Jurik et al., 2015; Moravcová et al., 2017; Procházka et al., 2009).

K činitelům, které silně ovlivňují krajinu a životního prostředí, bezesporu patří zemědělská činnost, nicméně časté tvrzení, že s rozvojem zemědělské výroby začala

v polních honitbách zvěř ubývat, nelze potvrdit (Hell et al., 2004; Christen et al., 2018, Muchová a Petrovič, 2014).

Existovala období, kdy rozvíjející se zemědělství vytvářelo některým druhům zvěře, daleko příznivější životní podmínky než původní nedotčená příroda. Zajícům, koroptvím, ale i bažantům vyhovovala mozaika polí s rozmanitými kulturami, křoviny a roztroušené lesíky i osamělé stromy, dotvářejícími charakter české krajiny (Šálek a Marhoul, 1999). Ještě v sedmdesátých letech dosahovaly stavy drobné zvěře, kromě koroptve, vcelku uspokojivé výše (Kuijper et al., 2009). Rychle se rozvíjející zemědělská velkovýroba umožnila intenzifikačními a racionalizačními opatřeními podstatně zvýšit výnosy polních plodin i trvalých porostů a výrazně zefektivnit práci. Zároveň však došlo k dalšímu prohloubení změn v takovém rozsahu, že vyvstávají určité obavy z jejich možných následků na životní prostředí a zvěř je zpravidla citlivým ukazatelem působení těchto změn. Vznikající rizika se netýkají vždy jen podstaty technologie zemědělské výroby, ale často vyplývají z nedodržování parametrů doporučených technologií a zejména pak z porušování technologických postupů při obhospodařování zemědělské půdy (Bernetti et al., 2006).

Dynamiku početnosti populací zvěře ovlivňuje řada vnějších i vnitřních činitelů, zpravidla navzájem se doplňujících i podmiňujících. Tyto vlivy se zvláště výrazně projevují u zvěře žijící v polní a smíšených honitbách, především u zajíců, koroptví a bažantů, jejichž početnost se oproti minulosti dramaticky snížila. Mezi varovné signály patří také zhoršování jejich zdravotního stavu a snižování hmotnosti. Vzhledem k tomu, že se jedná o druhy, které tradičně tvořily „páteř“ našeho mysliveckého hospodaření, vzbuzuje situace zvýšenou pozornost nejen odborníků, ale také u širší veřejnosti (Andreska a Andresková, 1993; Bejcek, 1980).

2.3 Ochrana volně žijící zvěře

Občanský zákoník se nezmiňuje o pojmu zvěř, přestože se poměrně obsáhle věnuje problematice zvířat. Zvěř je bezesporu podskupinou pojmu divoké zvíře. V ustanovení § 2 písm. b) zákona č. 449/2001 Sb., o myslivosti, ve znění pozdějších předpisů se uvádí, že zvěří se rozumí obnovitelné přírodní bohatství představované populacemi druhů volně žijících živočichů uvedených v písmenech c) a d). Jedná se o druhu zvěře, které nelze lovit podle mezinárodních smluv, jimiž je Česká republika vázána a které byly vyhlášeny ve Sbírce zákonů nebo ve Sbírce mezinárodních smluv, nebo druhy zvěře, které jsou zvláště chráněnými živočichy

podle zvláštních a nebyla-li k jejich lovu povolena výjimka podle těchto předpisů (Hromas, 2008). Naše tuzemské zákonodárství historicky považovalo, a i nyní považuje divoká zvířata, a tedy zvěř za *res nullius* – věc ničí, nepatřící nikomu, ve smyslu terminologie Občanského zákoníku č. 89/2012 Sb., věc bez pána. Nevylučují-li to jiné právní předpisy, může být divoké zvíře zajato. Tím k němu vzniká vlastnické právo osobě, která je zajala, respektive osobě, která je následně nabyta do vlastnictví i jiným způsobem např. smlouvou, děděním apod. (Hanzal et al., 2016)

Problematika zemědělských prací z pohledu minimalizace škod způsobených na zvěři je rovněž zakotvena v Zákoně o myslivosti č. 449/2001 Sb. Zákon se zabývá povinnostmi nejenom vlastníků a nájemců pozemků, kteří na daných plochách zemědělsky hospodaří, ale také myslivců, kterým z mysliveckého hospodaření vyplývají určité povinnosti. Konkrétní ustanovení jsou popsána v § 10, který se týká povinností zemědělců, a v § 11, který konkretizuje povinnosti uživatelů honiteb (Andreska a Andresková, 1993; Kouba et al., 2022).

Dle zákona 449/2011 Sb., o myslivosti, podle § 11, Povinnosti a oprávnění uživatelů honiteb, odstavec 2: Uživatelé honiteb jsou povinni provést po oznámení vlastníků, popřípadě nájemců honebních pozemků podle § 10 odst. 3 písm. a) potřebná opatření k záchraně zvěře. Opatření jsou uživatelé honitby povinni provést až po oznámení vlastníků, popřípadě nájemců honebních pozemků. Pokud takové oznámení od vlastníků či nájemců získá, přechází povinnost na uživatele honitby, do této doby však odpovědnost zůstává u zemědělce (Slaba, 2019). Oznámení by mělo být písemnou formou v případě dokazování pro kontrolní instituce. V jakém časovém předstihu by měl uživatel honitby dostat, zde není definováno. Konkretizace opatření k zabránění škod není definována a je tedy na každém uživateli jaká opatření nastaví. Reakční doba na zabránění škod je velice krátká a termíny seči můžou být z důvodů počasí nebo poruchám na technice přesouvány (Müllerová a Stejskal, 2013).

2.4 Možnosti plašení zvěře jako prevence jejich zranění a usmrcení

Plašiče můžeme rozdělit na mobilní a stacionární. Mobilní plašiče jsou umístěné na zemědělském stroji, který provádí seč (Havránek et al., 2017).

Mobilní plašiče jsou efektivní až v druhém termínu seči, kdy drobná zvěř i srnčata jsou schopná pohybu. U všech mobilních plašičů je nutné snížit pojezdovou

rychlost, aby zvěř stihla včasné zareagovat a opustit porost. Podle informací získaných od obsluhy mechanizace je v některých případech zvěř dezorientovaná a místo, aby běžela směrem od sklízecího stroje, vběhne přímo pod žací ústrojí nebo pod kola traktoru.

Stacionární plašiče se umisťují v porostu systematicky tak, aby obsáhly vybraný půdní blok. Plašiče se v porostu umisťují několik dní před sečí. Pokud se instalace plašičů realizuje s větším předstihem (např. 2 a více dnů), zvěř si na rušení zvyká a účinnost většinou rapidně klesá (Cukor, Havránek, et al., 2019).

2.5 Využití bezpilotních leteckých systémů

Bezpilotní letecký systém je letecký prostředek bez posádky. Tento letecký prostředek může být řízen na dálku nebo může létat samostatně pomocí předem naprogramovaných letových plánů nebo pomocí složitějších dynamických autonomních systémů (Fahlstrom et al., 2022). Tyto prostředky se rozdělují na:

- RPAS (Remotely Piloted Aircraft System)
- UAS (Unmanned Aerial System)
- UAV (Unmanned Aerial Vehicle).

Bezpilotní letecké prostředky se dlouhodobě používají v obranném průmyslu. Díky těmto technologiím, které byly uvedeny do komerčního provozu, se na počátku 21. století začaly vyrábět bezpilotní technologie v menších velikostech. Malé drony byly původně výzkumnými pokusy a ve velice krátké době, se přesunuly i do komerčního využití (Part, 2008).

Provoz dronů a vše, co s jejich provozem souvisí je řízeno několika základními předpisy jako je zákon o civilním letectví s příslušnými prováděcími vyhláškami, mezinárodní letecké předpisy, zákon o ochraně osobních údajů a předpisy související s využitím rádiového spektra (Li et al., 2008).

Výhodou RPAS a UAS technologie jsou výrazně levnější náklady na provoz oproti pilotovaným strojům, dále pak snadná manipulace a mobilita, vysoká flexibilita při nasazení strojů do akce, možné použití (start a přistání) i na špatně přístupných místech. Mezi další výhody lze zařadit nízkou hlučnost provozu, odolnost proti prachu a záření, a možnost pořízení snímků a videí s vysokým rozlišením (Domínguez, 2013; Russell et al., 2019).

V poslední době se v oblasti fotogrammetrie rozmáhají systémy RPAS. Nevýhoda RPAS může být garance přesnosti jak polohové, tak výškové, neboť RPAS využívají

často nefotogrametrické vybavení, mezi které patří běžné fotoaparáty a jednofrekvenční přijímače GNSS. Na přesnost výsledných produktů působí celá řada faktorů, jako je výška letu, překrytí snímků, vlíčovací body (počet a konfigurace), systematická chyba daná nestabilitou kamery, členitost terénu, atmosférické podmínky a v neposlední řadě zkušenost zpracovatele, který provádí kalibraci stroje (García-Cervigón a José, 2015).

Navzdory tomu je stále nejpoužívanější bezpilotní prostředek UAV, jehož výhody jsou flexibilita náletu v závislosti na počasí, možnost vzletu téměř kdekoliv, rychlost předání výsledných dat, dále pak především možnost kontroly leteckých fotografií do 5 minut od přistání a vysoké rozlišení pořízených ortofotomap (až 1 cm/px) (Fan et al., 2020). Pomocí snímků z malých výšek o velkém rozlišení je možné díky UAV sledovat fyziologické a ekologické vlastnosti společenstev jako je především struktura nebo barvy (Nex a Remondino, 2014).

Malá bezpilotní letadla, tzv. drony, nebo také quadrokoptéry, hexakoptéry apod., se dočkala velkého rozvoje především koncem 20. století, kdy se bezpilotní technologie začala využívat i v zemědělství. Jejich větší využití je limitováno stále vysokými pořizovacími a provozními náklady (Tsouros et al., 2019). Na druhou stranu je ale stále častější rozmach této technologie motivován rychlým a efektivním mapováním zájmových lokalit, především díky možnostem velmi přesných GPS zařízení (Eisenbeiss, 2004).

2.5.1 Možnosti využití termografie pro prevenci zranění zvířete

- Vyhledávací tyč s termokamerou

Zařízení pro vyhledávání srnčat před senosečí VÚZT je koncipováno pro prohledávání porostů s využitím termovize. Použití termovize je vysoce spolehlivé. Toto řešení je originální a je chráněno patentem CZ306900 a bylo vyvinuto v rámci řešení projektu QJ1530348.

Termokamera měří teploty jednotlivých pixelů zorného pole a vytváří obraz termograf) buď v barevné, nebo černobílé škále. Obsluha pak může i podle tvaru posoudit, zda se jedná o srnče nebo jiné teplejší místo. Falešné indikace jsou rychle kontrolovatelné snížením výšky termokamery, případně přepnutím na denní barevnou kameru (Machálek, 2016).

- Dron s termokamerou

V roce 2019 představil výrobce dronů DJI první dostupný dron s termokamerou do 100 000 Kč. Termokamera je v rozlišení 160x120 s frekvencí 9 Hz. Letová doba stroje se pohybuje okolo 26 minut a obsluha dronu je velice jednoduchá. Dron je však nutné používat v brzkých ranních hodinách z důvodů malého rozlišení termokamery. Teplota zvířete se pohybuje od 16–21 °C a teplota porostu mnohdy má podobné hodnoty (Machálek, 2017). Citlivost termokamery není natolik dokonalá oproti dražším termokamerám, aby dokázala vykreslit malé rozdíly porostu a zvěře. Let se provádí v letové výšce 32–42 m nad porostem. V nabídce je výběr teplotní rozsahu a možností nastavení palet zobrazení. Let je možné provádět automaticky nebo manuálně řízený. Výhodou manuálního řízení je okamžité přerušení letu a schopnost měnit letovou výšku k rozeznání zvěře případně prázdného zálehu (Corcoran et al., 2021).

3 Cíle práce

Cílem práce je stanovení vlivu podmínek v krajině na výskyt a pohyb volně žijící zvěře a vyhodnocení úspěšnosti detekce výskytu zvěře různými pracovními metodami, se zvláštním zaměřením na srnčí zvěř. Cíl práce směřuje k navržení nejoptimálnějšího způsobu vyhledávání zvěře na zemědělských pozemcích před senosečí pomocí bezpilotní technologie s termokamerou. Práce má specifikovat jednotlivé kroky při vyhledávání zvěře v porostu, efektivní a snadno aplikovatelné v terénu. Hlavním úkolem je vytvoření systematizovaného postupu vyhledávání zvěře tak, aby tuto technologii mohli využívat samotní uživatelé honitby a zemědělci. Na základě provedených analýz bude možné dát doporučení např. kde jsou nejčastější místa, kde srny kladou srnčata, a jakou vytvořit strukturu možných preventivních opatření chránících populaci srnčí zvěře, které lze aplikovat v průběhu prací na zemědělských porostech.

Pro optimální dosažení vytčeného cíle je práce je rozdělena na několik dílčích cílů.

Prvním dílčím cílem práce je porovnání dosavadních, aktivních a pasivních metod vyhledávání zvěře na zemědělských pozemcích, s metodami vyhledáváním zvěře pomocí moderních UAV technologií tzv. dronů, opatřených termokamerou. Tento dílčí cíl práce se dále zaměřuje na porovnání detekčních metod používaných na monitoring výskytu zvěře na různých druzích zemědělsky obhospodařovaných pozemků.

Druhým dílčím cílem je vyhodnocení účinnosti nejčastěji využívaných možností plašení zvěře ze zemědělských pozemků v závislosti na okolním krajinném zázemí.

Třetím dílčím cílem práce je vyhodnocení výskytu srnčí zvěře v zemědělských porostech v porovnání vzdálenosti výskytu zvěře od okolních krajinných prvků jako jsou lesní pozemky, drobné krajinné i umělé prvky apod.

V rámci práce byly stanoveny celkem čtyři nulové a čtyři alternativní hypotézy:

- H01 Neexistuje žádný rozdíl mezi detekcí srnčí zvěře mezi pozemním průzkumem a UAV technologií.
 - H02 Neexistuje žádný rozdíl mezi detekcí srnčí zvěře při pozemním průzkumu napříč různými druhy zemědělských pozemků s porosty píce.
 - H03 Neexistuje rozdíl mezi výskytem srnčí zvěře na pozemcích při použití akusticko-světelných plašičů a bez nich bez ohledu na jejich lokalizaci
-

-
- HO4 Srnčí zvěř nemá preference týkající se místa výskytu na předemětných pozemcích
 - HA1 Pomocí UAV technologie je detekován větší počet kusů srnčí zvěře, především srnčat, než pozemním průzkumem
 - HA2 Při pozemním průzkumu pícnin na orné půdě (jetelotravní a luskoobilné směsky) je účinnost prohledávání nižší než na travních porostech
 - HA3 Srnčí zvěř reaguje citlivěji na přítomnost akusticko-světelných plašičů v klidových podmínkách než v blízkosti urbanizovaných ploch
 - HA4 Srnčí zvěř vyhledává na pozemcích místa v těsné blízkosti tzv. orientačních bodů
-

4 Metodika práce

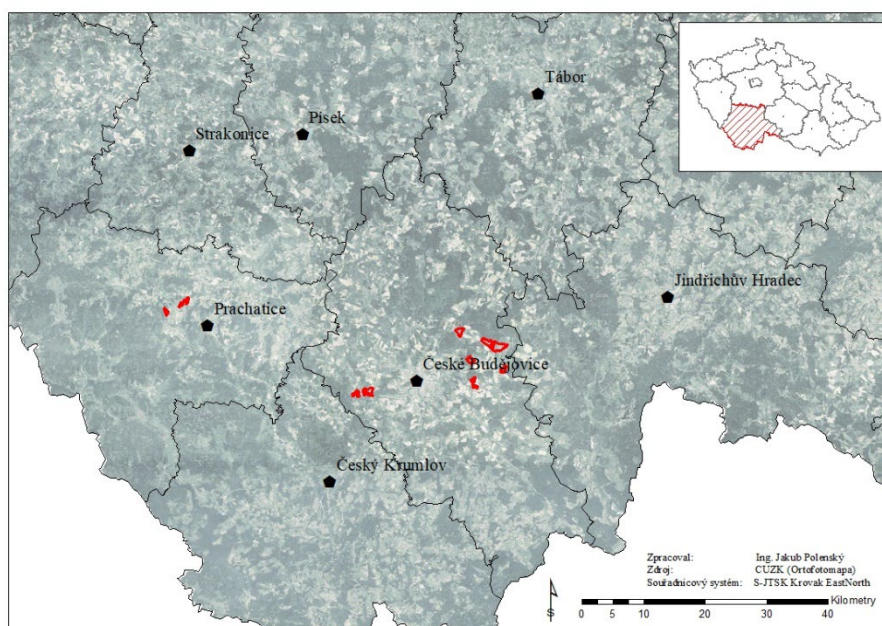
4.1 Materiál

Pro řešení tématu disertační práce bylo za zájmovou lokalitu zvoleno území Jihočeského kraje. Rozloha Jihočeského kraje činí 10.056 km², což tvoří 12,80 % rozlohy České republiky.

Výběr lokalit byl volen dle velikosti hospodařících subjektů. Větší subjekty obhospodařují plochy moderní technikou s širokým žacím záběrem nad 10 m. Naopak drobní zemědělci využívají menší žací techniku s jednou boční diskovou sekačkou do záběru 4 m. Důležitým faktorem pro výběr lokalit byla dobrá komunikace se zemědělským subjektem a uživatelem honitby. V prvním roce výzkumu, bylo naplánováno více lokalit pro objektivní porovnání ať už z hlediska shodných přírodních podmínek či využití žací techniky. Vybrané subjekty však nekomunikovali a bylo velice náročné získat termín sečí. Při dohodnutém termínu byl proveden monitoring a následně žací technika nedorazila nebo nebylo ohlášení vůbec provedeno. Do výběru lokalit se zvolily takové plochy, kde bylo zaručeno, že bude možné, monitoring provádět dlouhodobě.

Po konzultaci s mysliveckým spolky ve zvolených lokalitách byly vybrány jednotlivé půdní bloky, kde byl v předchozích letech zaznamenán zvýšený výskyt srnčí a drobné zvěře.

Pro výzkumnou část práce byly nakonec zvoleny tři lokality (obr. 4.1).



Obrázek 4.1: Poloha výzkumných lokalit v rámci Jihočeského kraje

Jednotlivé lokality a jejich charakteristiky jsou přehledně uvedeny v následující tabulce 4.1.

Tabulka 4.1: Shrnutí charakteristik jednotlivých lokalit

	Lokalita Lišov	Lokalita Lipí	Lokalita Lažiště
Okres	České Budějovice	České Budějovice	Prachatice
Katastrální území	Červený Újezdec, Dolní Slověnice, Hůrky u Lišova, Kolný, Lhotice u Českých Budějovic, Lišov, Štěpánovice u Lišova, Zvíkov u Lišova	Kaliště u Lipí, Lipí, Závraty	Dvory u Lažišť, Lažiště, Švihov u Lažišť
Honitba	Lišov – Levín, Jestřáb Ortvinovice, Zvíkov, Štěpánovice, Hůrky, Kolný, Slověnice – Miletín.	Lipí	Stráž-Lažiště
Průměrná nadmořská výška [m n. m.]	501	473	662
Průměrná teplota [°C]	7,4	7,2	7,1
Průměrné srážky [mm]	684	665	644
Amplituda teploty [°C]	11,8	12,6	9,2
Vlhkost vzduchu [%]	69,0	71,0	73,0

4.2 Metody

4.2.1 Výběr přesných lokalit pro monitoring

Pro zpracování této disertační práce byly zvoleny tři zájmové oblasti v rámci Jihočeského kraje, jak již bylo zmíněno v předcházející kapitole 4.1. Pro účely prováděného výzkumu byly v každé oblasti vybrány dílčí lokality odpovídající svým

charakterem zemědělsky obhospodařovaným plochám, u kterých je správcům odpovídajících honiteb znám zvýšený výskyt srnčí zvěře. Jednotlivé plochy byly voleny tak, aby vždy zahrnovaly pozemky orné půdy i trvalých travních porostů. U pozemků orné půdy bylo vždy dbáno na to, aby bylo zvoleno více sousedících ploch, které se nacházely v různých fázích osevního postupu, tak aby byla zaručena kontinuita sledování v případě pěstování jiných zemědělských plodin, než jsou pícniny na orné půdě na konkrétním jednom dílčím bloku dle LPIS. Zároveň bylo v jednotlivých lokalitách zvoleno několik půdních bloků, které odpovídaly lokalizaci potřebám pokusu s umístěním akusticko-světelných plašičů. Byly tak vždy v lokalitě vybrány pozemky, které odpovídají charakterem nerušenému přírodnímu zázemí bez přílišného vlivu lidských aktivit, a pozemky v blízkosti komunikací a urbanizovaných ploch, kde je zvěř dlouhodobě vystavována vlivům člověka, hluku apod.

4.2.2 Monitoring pomocí UAV technologie – používané technologie pro automatickou detekci zvěře

Pro letecké snímkování byly využívány stroje od firmy DJI, a to konkrétně model S 900 a M 300, Mavic enterprise dual a Mavic 2 advanced.

- DJI S 900

Jedná se o hexacoptere s rozpětím ramen 900 mm a váhou cca 8 kg (dle neseného senzoru). Stroj je navrhnut tak, aby mohl nést fotoaparát, v případě této práce konkrétně fotoaparát Sony Alpha 5100 s rozlišením 24 Mpx, termální kameru Optris PI 450 a multispektrální kamerou TetraCam ADC Lite. Letová doba stroje se pohybuje mezi 12 a 17 minutami dle povětrnostních podmínek, neseného senzoru a rychlosti létání. K ovládání stroje slouží dvě vysílací jednotky. První vysílací stanice ovládá letové funkce stroje a druhá ovládá nesené příslušenství.

- DJI M 300

Jedná se o moderní quadrokoptéru s pokročilou umělou inteligencí a řadou bezpečnostních prvků pro snadnou ovladatelnost dronu. Oproti předchozímu modelu S 900 disponuje již tento dron digitální technikou pro přenos obrazu a ovládání dronu skrze 2,4GHz a 5,8GHz. Díky této technologii lze dron řídit na vzdálenost až 2,5km. Rozpětí ramen je 895 mm s maximální váhou 9 kg. Na dron lze nainstalovat různé typy senzorů. Dron je poháněn dvěma akumulátory s letovou dobou dle senzoru 35-45 min. Pro orientaci v prostoru slouží i tzv. FPV kamera

zabudovaná v kostře stroje. Kamera není stabilizovaná a umožňuje pohled z pozice pilota. Skrze monitor je možné sledovat kompletní telemetrii stroje včetně kapacity baterií, letové doby, rychlosti letu, síly větru, pozice stroje/kamery apod. Dron je osazen technologií RTK (real time kinematic positioning) tedy přesné korekce GPS v čase.

- Menší drony řady Mavic

Série dostupných dronů s termokamerou řady Mavic byla představena v roce 2019. Pro tuto práci byl využit konkrétně model Mavic 2 dual enterprise. Jedná se o dron s kamerou s rozlišením termokamery 160x120 s frekvencí 9 Hz. Osazená kamera má nízké rozlišení a vyhledávání zvěře v zemědělských porostech je potom velice náročné. Dalším nástupcem (2020) v řadě Mavic je dron s výrazně kvalitnějším rozlišením termokamery 640x512 s frekvencí 30 Hz s označením Mavic 2 Enterprise Advanced. V roce 2022 přichází model Mavic 3 enterprise, u kterého je rozlišení termokamery stejné jako u předchozího modelu, nicméně optická kamera dosáhla v rámci inovace kvalitnějšího zoomu a vyššího rozlišení. Doba letu tohoto stroje je 45 minut s dosahem 8 km. Hmotnost stroje je 920 g.

4.2.3 Monitoring výskytu zvěře na jednotlivých plochách

Na základě stanovené nulové hypotézy H01 a H02 (HA1 a HA2) byl vytvořen design pokusu pro jejich otestování. Pokus vychází z předpokladu, že neexistuje významný rozdíl mezi úspěšností záchytu srnčí zvěře mezi jednotlivými způsoby vyhledávání, tj. mezi pozemní pochůzkou a vyhledáváním pomocí UAV technologie a zároveň neexistuje rozdíl v úspěšnosti detekce mezi jednotlivými druhy pozemků, tj. porosty pícnin na orné půdě a trvalými travními porosty. Pro tento pokus bylo vybráno 13 párů půdních bloků

Monitoring probíhal vždy v době sečení pozemků na píci, tedy v období mezi květnem a červnem každého roku, vždy v závislosti na teplotních a vlhkostních podmínkách. Termín sledování se podřizoval v jednotlivých letech a lokalitách potřebám hospodařících zemědělských subjektů. Monitoring jednotlivých půdních bloků probíhal na každé ploše vždy v ustáleném sledu prací. Nejprve byla provedena letecká kampaň s určením polohy jednotlivých kusů zvěře. Tyto výskyty byly zaznamenány do tabulky a byla určena jejich poloha pomocí GPS.

Letecká kampaň musí vždy probíhat v ranních hodinách, než začne sluneční záření prohřívat zemský povrch včetně porostů, kamenů, holé půdy apod., což by poskytovalo na termálních snímcích falešné cíle, které by mohly být snadno

zaměnitelné s nálezem srnčete nebo dospělého jedince případně jiné zvěře (byly detekovány výskyty především zajíců polních a bažantů obecných). Po provedení leteckého monitoringu následoval klasický pozemní průzkum pozemku v podobě rojnice vyhledávačů. Prohledávání se provádí den před sečí v odpoledních nebo v ranních hodinách v den seče. Procházení porostu bylo prováděno v rojnici v rozmezí osob 3–8 m v závislosti na výšce. Osoby utvoří na jednom z okrajů pozemku rojnici podle počtu zúčastněných a postupně prochází porost v liniích. Zvěř byla vyplašena případně vynesena z plochy. Výsledky vyhledávání byly zakresleny od mapy pomocí GPS souřadnic a byly zapsány celkové počty vyhnaných a vnesených kusů zvěře.

Pro účely této práce následovalo po pozemním průzkumu další vyhledávání pomocí UAV technologie, a to v rozmezí do 24 hodin po prohledání porostu a vnesení srnčat mimo sledované plochy. Postup byl stejný jako při prvotní detekci zvěře v porostu. Tímto způsobem pak bylo možné ověřit návratové schopnosti zvěře do ploch zemědělských plodin a tím i potvrdit nebo vyvrátit účinnost zapachování okrajů pozemků. Bylo tak možné také do vznikajícího metodického postupu poskytnout doporučení zemědělcům o době mezi vnesením srnčat z porostu a provedením zemědělských operací na pozemku.

4.2.4 Lokalizace a popis plašičů

Další část práce byla věnována testování nulové hypotézy H03 (alternativní hypotézy HA3), která se zaměřila na ověření funkčnosti plašičů zvěře v porostech pícein ať už na orné půdě nebo na trvalých travních porostech. Vzhledem ke stanovené alternativní hypotéze, která bere v úvahu ovlivnění míry funkčnosti plašičů „návykem“ zvěře na tzv. lidské zvuky a aktivity, byly pro testování vybrány na každé lokalitě páry půdních bloků. Jeden blok půdy byl lokalizován v místě obklopeném přírodním zázemím (lesy, vodní plochy, rozptýlená zeleň, další zemědělské plochy apod.) a druhý blok půdy byl lokalizován v blízkosti urbanizovaných ploch (zastavěné plochy obcí, zemědělské areály apod.) nebo prvků rušné dopravní infrastruktury (zejména silniční síť). V tomto případě byly testovány dva druhy plašičů, a to akusticko-světelný plašič a pasivní plašič.

Jako akusticko-optický plašič bylo vybráno standardizované zařízení, které přehrává střídavě tři autentické rušivé zvukové smyčky, které minimalizují návyk zvěře. Jedním ze zvuků, který se podařilo náhodně nahrát, je hlas nařikajícího srnčete zamotaného do lesní oplocenky, který pro zvěř působí obzvlášť rušivě. Krom toho

je plašič vybaven dvěma vysoce svítivými diodami, které blikají střídavě při přehrávání zvuku bílou a modrou barvou. Délka intervalu mezi přehráváním zvuku s blikajícím světlem je 30 minut, což umožňuje dostatek času a klidu odvést mláďata z ošetřované plochy do bezpečí. Plašiče byly v módu aktivace jen po dobu od setmění po rozednění (plasiczvere.cz).

Druhým použitým plašičem byl pasivní plašič v podobě plachty na dřevěné konstrukci. Plašič byl vyroben z vyřazené bílé silážní plachty. Plachta byla připevněna na horní část dřevěné konstrukce ve tvaru T a ve zbytku plochy byla ponechána volně, aby s ní mohl proudící vzduch pohybovat. Plachta zvěř zneklidňuje opticky i akusticky.

V rámci pokusu byly nejprve vybrané lokality monitorovány pomocí UAV techniky a byla detekována přítomnost zvěře na pozemku. Jednotlivé záchyty byly zapsány a byla určena i přesná poloha pomocí GPS. Následně byly na pozemky umístěny akusticko-optické plašiče průměrně v počtu 4–5 kusů. Tyto plašiče byly ponechány na pozemku po dobu 1–2 dnů a následně byl proveden opětovný monitoring pomocí UAV technologie a byl vyhodnocen výskyt srnčí zvěře na pozemku stejným způsobem jako před aplikací plašiče.

Obdobný postup byl zvolen i při testování pasivních plašičů, pouze s tím rozdílem že těchto plašičů bylo potřeba na pozemek aplikovat větší množství. Vzhledem k nižší účinnosti jsou doporučené počty 8–10 plašičů na ha půdy.

4.2.5 Vyhodnocení výskytu zvěře na pozemku

Poslední testovanou hypotézou je H04 (HA4). Tato hypotéza pracuje s předpokládanými místy výskytu srnčí zvěře na sledovaných pozemcích. Pro účely testování této hypotézy byla použita data ze všech prováděných sledování prostřednictvím UAV technologie. Data byla následně zanesena do map, ve kterých bylo stanoveno pásmo 100 m od předem definovaných objektů. Na základě provedené rešeršní práce byly za takováto místa, která slouží zvěři i jako orientační body v krajině, zvoleny hranice lesa, hranice krajinných prvků, hranice vodních ploch a toků, solitérní stromy případně skupinky stromů a keřů, drenážní šachtice a rovněž různé sloupy a solitérní prvky jako jsou skalní výchozy, boží muka apod. Stanovení hranice 100 m bylo provedeno prostřednictvím mapového softwaru ArcGIS 10.6.1 pomocí funkce Buffer.

4.2.6 Data zahrnutá do statistické RDA analýzy

Do RDA analýzy vstupují data dvojího druhu, a to data druhová a data prostředí. Do druhových dat je zahrnuta jediná proměnná, a to počet detekovaných kusů. Tato proměnná charakterizuje celkový počet nalezených jedinců srnčí zvěře při jednotlivých sledováních bez rozdělení dle věkové struktury, tedy hodnota zahrnuje jak dospělé jedince, tak srnčata. Jako faktory prostředí bylo zvoleno celkem 7 veličin. Jedná se o následující faktory:

- Způsob detekce – tento faktor popisuje způsob získání dat v jednotlivých měřeních. Proměnná je kódována na hodnoty, a to 1 popisující detekci prostřednictvím UAV technologie a 2 popisující detekci pozemním průzkumem
 - Druh pozemku – tento faktor popisuje způsob využití pozemku. Proměnná je opět kódována, a to na hodnoty 1 popisující využití pozemku jako trvalý travní porost a hodnota 2 popisující využití jako orná půda s pěstovanými pícninami
 - Průměrná teplota – tento faktor popisuje průměrnou teplotu vzduchu v době prováděné seče, tedy v době probíhajícího monitoringu srnčí zvěře. Data byla získána z databáze Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ), a to pro nejbližší klimatologické stanice.
 - Amplituda teploty – tento faktor popisuje amplitudy teplot v době probíhajících prací na pozemcích. Data byla opět převzata z databáze ČHMÚ.
 - Vlhkost vzduchu – tento faktor popisuje průměrnou vlhkost vzduchu v době probíhajícího monitoringu. Data jsou opět převzata z databáze ČHMÚ.
 - Srážkový úhrn – tento faktor popisuje srážkové úhrny za období odpovídající seči pícnin, resp. trvalých travních porostů. Data jsou převzata z databáze ČHMÚ.
 - Nadmořská výška – tento faktor popisuje průměrnou nadmořskou výšku sledovaných lokalit. Údaje byly převzaty z digitálního modelu terénu z dat Českého úřadu zeměměřického a katastrálního (ČÚZK).
-

4.2.7 Tvorba výstupů a statistické vyhodnocení

Získané výsledky bylo nutné pro účely této disertační práce statisticky vyhodnotit a také zaneš do mapových výstupů.

Pro zpracování statistických výstupů byl využit program STASTICA 12. V tomto programu byly jednak provedeny výpočty základních statistik testovaných souborů dat a byly pro ně zpracovány také krabicové grafy (box plots), které jsou v práci prezentovány. Následně pro účely testování hypotéz byla data vyhodnocena základními statistickými postupy. Vzhledem k tomu, že bylo zjištěno že veškerá měřená data mají normální rozložení, bylo pro testování využito párového Studentova t testu závislých proměnných. Párový t-test umožňuje testovat náhodný výběr dvojic hodnot, přičemž uvnitř každé dvojice nemusí jít o nezávislé veličiny. V párovém t-testu ověřujeme, zda rozdíl středních hodnot rozdělení pro veličiny y a rozdělení pro veličiny z je roven určitému číslu (často nule). Předpokladem je, že tento rozdíl (nikoli nutně samotné y a z) má normální rozdělení. Pro stanovení míry statistické průkaznosti byla určena hladina významnosti $p < 0,05000$.

Pouze pro vyhodnocení statistické významnosti výskytu zvěře s ohledem na vzdálenost od orientačních prvků zvěře v krajině nebylo možné toto vyhodnocení provést, a to z důvodu zjištěných dat, která neodpovídají svým charakterem požadovanému normálnímu rozložení. Z tohoto důvodu byl zvolen neparametrický Wilcoxonův test porovnání dvou závislých proměnných. Wilcoxonův test je neparametrický statistický test hypotézy používaný k testování porovnání umístění veličin pomocí dvou odpovídajících vzorků. U dvou shodných vzorků se jedná o párový rozdílový test jako párový Studentův t-test s tím rozdílem, že data nemusí mít normální rozdělení. Opět byla zvolena pro určení statistické průkaznosti hladina významnosti $p < 0,05000$.

Pro další statistické vyhodnocení dat byl využit software CANOCO 4.5 (Ter Braak a Šmilauer, 2002) s moduly WCanoImp pro import dat, Canoco for Windows 4.5 pro analýzu datových souborů a CanoDraw for Windows 4.5 pro tvorbu grafických výstupů. Rozdělení použitých datových vstupů pro zvolenou vícerozměrnou statistickou analýzu vyplývá z terminologie použitého softwaru. Data jsou tedy rozdělena na druhová data a charakteristiky prostředí. Do druhových dat byla zařazena veličina popisující počet zachycených jedinců srnčí zvěře. Tato data vstupují do analýzy jako proměnné vysvětlované. Charakteristiky prostředí zahrnují jednotlivé parametry popisující hnací síly, které zapříčinily odlišnosti v počtu detekovaných kusů

zvěře. Tyto parametry jsou zahrnuty do analýzy jako proměnné vysvětlující. Pro statistické vyhodnocení bude použita metoda RDA (Redundancy Analysis). Pro účely této práce byly statisticky významné parametry prostředí ($p < 0,05000$) vybírány podle Monte Carlo permutačního testu. Výsledkem analýzy je podle Ter Braak a Šmilauer (2002) ordinační diagram, kde jsou druhová data znázorněna jako šipky ve směru abundance druhu a charakteristiky prostředí jsou zakresleny jako šipky ve směru, ve kterém roste jejich hodnota.

Mapové výstupy práce byly všechny zpracovány prostřednictvím mapového softwaru ArcGIS 10.6.1. a veškeré prezentované mapy jsou uvedeny v souřadném systému S-JTSK Krovak EastNorth a ve výškovém systému Balt po vyrovnání.

Ostatní práce a vyhodnocení dat probíhalo v prostředí Microsoft Office 365.

5 Výsledky

Výsledky práce se rozdělují na čtyři části, které popisují jednotlivě zjištění týkající se otázek k tématu vyhledávání zvěře a její ochrany v rámci zemědělského hospodaření.

První část práce vyhodnocuje úspěšnost nálezu zvěře v zemědělských porostech při využití dosavadních metod a ověření funkčnosti vyhledávání pomocí UAV technologie.

Druhá část výsledkové kapitoly vyhodnocuje úspěšnost využití nainstalovaných plašičů a jejich vliv na přítomnost zvěře v jednotlivých porostech.

Třetí část výsledků obsahuje vyhodnocení, do jaké míry ovlivňují výskyt zvěře v porostech místní podmínky, zejména typ porostu, vzdálenost od lesních pozemků a dalších krajinných prvků, které mohou pro zvěř sloužit jako potenciální útočiště nebo naopak rušivý prvek.

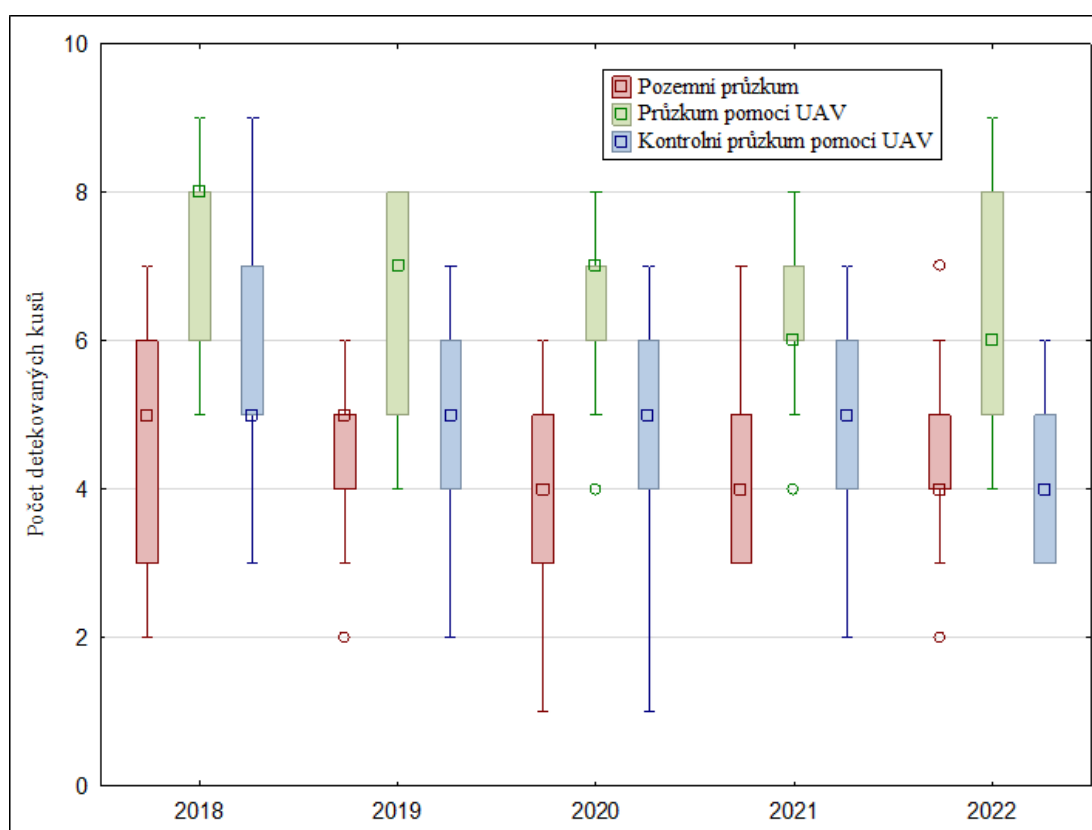
Čtvrtá část výsledků obsahuje návrh metodického řešení, kde jsou popsány jednotlivé kroky pro úspěšné a efektivní nalezení zvěře pomocí UAV techniky a následné vynesení z porostu, tak aby postup byl snadno aplikovatelný v terénu a mohli jej využívat zemědělské subjekty a uživatelé honiteb. Tato kapitola obsahuje rovněž návrh metodického řešení, které vzniklo v průběhu práce, pro požadavky široké i odborné veřejnosti. Jedná se o funkční návod (metodiku) pro zemědělské subjekty a uživatele honiteb, který byl zveřejněn na webových stránkách ministerstva zemědělství pod názvem – Postup vyhledávání srnčí a drobné zvěře za pomoci dronů s termokamerou před sečením porostů (Šťastná, Polenský, 2019). Spoluautorem metodického postupu je Regionální agrární komora Jihočeského kraje pod záštitou Ing. Hany Šťastné.

5.1 Porovnání způsobů vyhledávání zvěře

Tato kapitola se zabývá testováním nulových hypotéz H01 a H02 (stejně jako alternativních hypotéz HA1 a HA2), které se týkají problematiky efektivity vyhledávání srnčí zvěře v porostech zemědělských plodin a lučních ploch prostřednictvím různých metod. V této části bude provedeno srovnání efektivity vyhledávání jedinců pomocí pozemního průzkumu a prostřednictvím UAV technologie (viz kapitola Metody 4.2.2). Výsledky jsou prezentovány odděleně pro monitorované plochy využívané jako trvalý travní porost a pro plochy orné půdy s porosty píce. Následně jsou zhodnoceny veškeré monitorované plochy

bez ohledu na aktuální typ porostu. Veškeré pozemky byly v období dvou dnů před sečí monitorovány nejprve pomocí UAV technologie a následně ve stejnou dobu pozemním způsobem rojnicí dobrovolníků. Následně byly pozemky znova prozkoumány prostřednictvím UAV technologie v horizontu 1–2 dnů a byla tak vyhodnocena úspěšnost vytlačení zvěře mimo sklizené pozemky (viz. Kapitola Metody 4.2.2).

První část výsledků je zaměřena na monitoring pozemků, které byly využívány jako trvalé travní porosty. Do pokusu byly zahrnuty pozemky ve všech sledovaných třinácti místech na popsáných lokalitách Jihočeského kraje (kapitola Materiál 4.1).



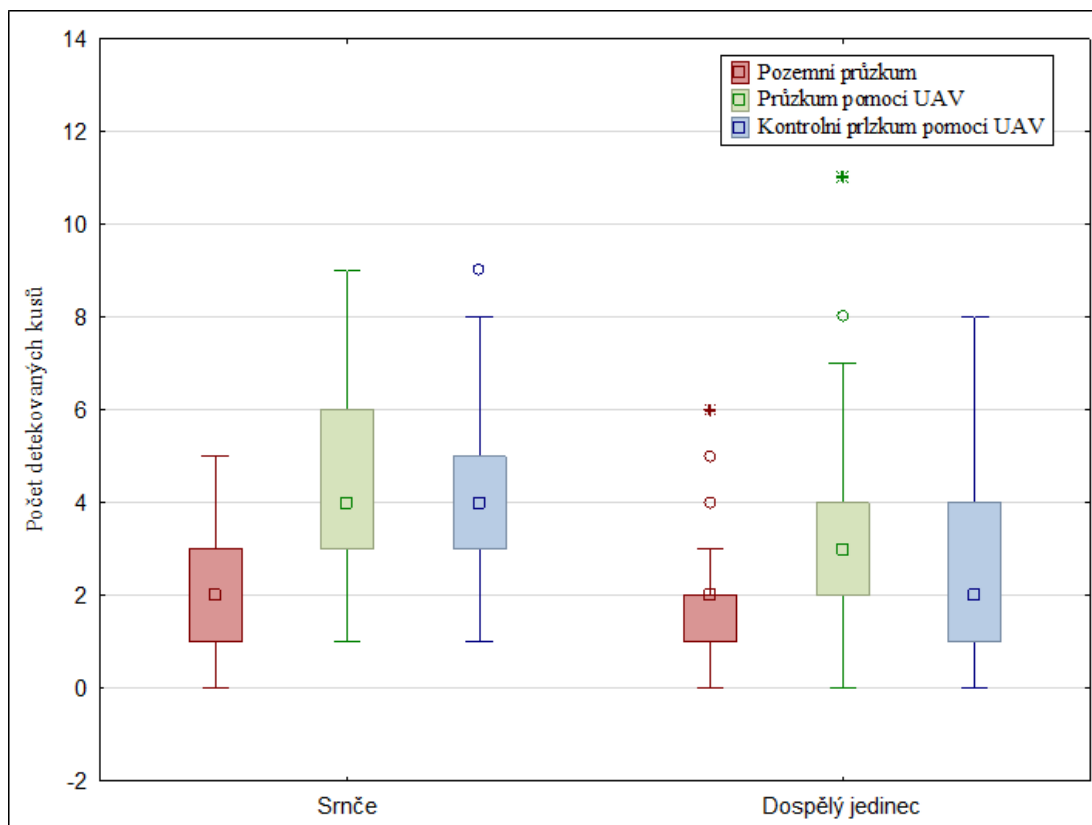
Obrázek 5.1: Porovnání počtu detekovaných kusů zvěře v závislosti na způsobu detekce

Pozemky byly nejprve monitorovány prostřednictvím UAV technologie. Tyto průzkumy přinesly v rámci trvalých travních porostů na sledovaných lokalitách v průběhu pěti let záchyt celkem 421 kusů srnčí zvěře bez ohledu na stáří jedinců. Jak je patrné z grafu na obr 5.1 bylo průměrně na každém pozemku lokalizováno 6,47 jedinců s odchylkami mezi 4–9 jedinci podle toho, jak velké pozemky byly snímkovány a rovněž v závislosti na lokalitě a celkovém zazvěření konkrétních ploch. Následně byl vždy proveden pozemní průzkum v rojnicích. V rámci vyhodnocení

pozemních průzkumů bylo na pozemcích detekováno za celou dobu sledování výrazně nižší množství jedinců, a to konkrétně 285 kusů srnčí zvěře bez rozlišení věku. Průměrný záchyt na jednom pozemku bylo 4,38 kusů zvěře. V závislosti na velikosti pozemků, čase a geografické poloze sledovaných lokalit se počty pohybují v rozmezí 1–7 nalezených jedinců. Z porovnání obou způsobů monitoringu vyplývá, že průměrně je při pozemních průzkumech zachyceno pouze 67,70 % přítomných jedinců. Dosažené výsledky byly vyhodnoceny prostřednictvím Studentova párového testu, kdy bylo dosaženo statisticky průkazného rozdílu ($t = -13,960$; $p < 10^{-6}$) při hodnocení počtu detekovaných kusů zvěře na trvalých travních porostech při pozemním průzkumu a při průzkumu prostřednictvím UAV technologie. Veškeré pozemky byly následně po provedení monitoringu kontrolovány v horizontu jednoho dne po ukončení základního průzkumu.

Tento kontrolní průzkum byl vzhledem k větším předpokládaným záchytům i menšímu sešlapu porostů prováděn UAV technologií. V průběhu pěti sledovaných let bylo tímto kontrolním monitoringem v trvalých travních porostech zachyceno 318 kusů srnčí zvěře. Průměrně se tak na jeden pozemek jedná o záchyt 6,47 jedinců srnčí zvěře (minimální záchyt byly 2 kusy zvěře, maximálně potom 9 kusů). V porovnání s prvotním záchytem se jedná o nižší počet zvířat, nicméně je patrné, že zvěř i po vyrušení přelétávajícím dronem a pohybem osob v jejich blízkosti se do porostu opět vrací. I v tomto případě bylo provedeno zhodnocení pomocí Studentova t testu a rozdíl mezi prvotním monitoringem a následnou kontrolou, byť nebyl tak výrazný byl statisticky potvrzen jako průkazný ($t = 7,937$; $p < 10^{-6}$).

Pokud bychom se na problematiku provádění průzkumů porostů podívali z pohledu věkové struktury detekovaných kusů srnčí zvěře (rozdělení na srnčata a dospělé jedince) jsou patrné určité rozdíly oproti analýze celkového počtu nalezených kusů. Výsledky vyhledávání jsou shrnuty v následujícím grafu (Obr. 5.2).



Obrázek 5.2: Porovnání počtu detekovaných kusů zvěře podle věkových kategorií v závislosti na způsobu detekce

Jak je patrné z provedené analýzy při pozemním průzkumu jsou záchyty srňcat i dospělých jedinců prakticky totožné. Průměrný počet nalezených srňcat odpovídá 1,77 kusů zvěře s výraznými odchylkami v závislosti na velikosti půdního bloku, typu porostu, místních podmínkách, ale také např. únavě vyhledávačů. V některých případech nebylo nalezeno žádné srňče, maximálně však 5 kusů. V případě dospělých jedinců je průměrný záchyt jen o něco málo menší, a to průměrně 1,71 dospělé srňčí zvěře na pozemek. Rozdíly jsou opět velmi velké, od nulového záchytu až po 6 kusů na jednom pozemku.

Oproti tomu prohledávání porostů pomocí UAV technologie je výrazně odlišnější. Za dobu sledování byl dosažen průměrný počet nalezených srňcat 4,56 kusů na sledovaný půdní blok, zatímco u dospělých jedinců se jedná pouze o průměrně 3,49 kusů zvěře. Odchytky jsou opět poměrně výrazné, zajímavostí ale je že za celou dobu sledování se na žádném půdním bloku nevyskytl případ, že by nebylo detekováno žádné srňče. Rozdíly mezi záchyty srňcat i dospělých jedinců různými vyhledávacími metodami byly rovněž posuzovány pomocí statistického párového Studentova testu. V případě srňcat ($t = -14,188$; $p < 10^{-6}$) i dospělé srňčí zvěře ($t = -9,049$; $p < 10^{-6}$) bylo dosaženo statisticky průkazného rozdílu

v detekci prostřednictvím UAV technologie a pozemním průzkumem. Jednoznačným důvodem tohoto zjištění je fakt, že zejména v jetelotravních směsích činí dobrovolným vyhledavačům prohledávání porostů značný problém. Vyhledávání je takřka nemožné, protože porost zabraňuje pohybu a po několika minutách je osoba vyčerpaná. Porost na sebe váže značné množství vody a osobě vyhledavače nepomáhá často ani vysoká obuv, do které se stejně voda dostává horem a po 30minutovém prohledávání je pohyb nekomfortní. Z tohoto důvodu jsou optimální volbou pro prohledávání porostu rybářské boty nicméně schopnost pohybu v nich je nekomfortní. Osoba vyhledavače si sice do nich nenabere vodu z porostu, ale při vyšších teplotách se značně zpotí a rychleji se pohybem unaví. Při zdolání těchto překážek musí být osoby od sebe rozmístěny na krátkou vzdálenost, a i tak je prakticky jisté, že pokud se zvěř nezvedne, tak jí vyhledavači nemají šanci v porostu nalézt. Úspěšnost nálezu srnčat, případně vyhnání je tak vysoce závislé na typu a výšce porostů. Výška a hustota porostu je v nepřímé úměře k úspěšnosti nálezu, tedy čím vyšší je porost, tím je úspěšnost nižší.

Pro zajímavost bylo podrobena statistickému vyhodnocení rovněž porovnání výsledků jednotlivých typů detekce mezi oběma věkovými kategoriemi vyhledávané zvěře. Zatímco u dospělých jedinců nebyl zjištěn žádný statisticky významný rozdíl mezi oběma způsoby vyhledávání, u srnčat byl statisticky významný rozdíl potvrzen ($t = 4,050$; $p < 0,000088$). Z těchto výsledků tedy vyplývá, že zatímco u dospělých jedinců průzkum porostů před sečí pozemním způsobem zcela vyhovuje potřebám vyhnání zvěře z porostu, u srnčat je tento způsob detekce zcela nedostačující a mnoho kusů zvěře takto vůbec není zachyceno.

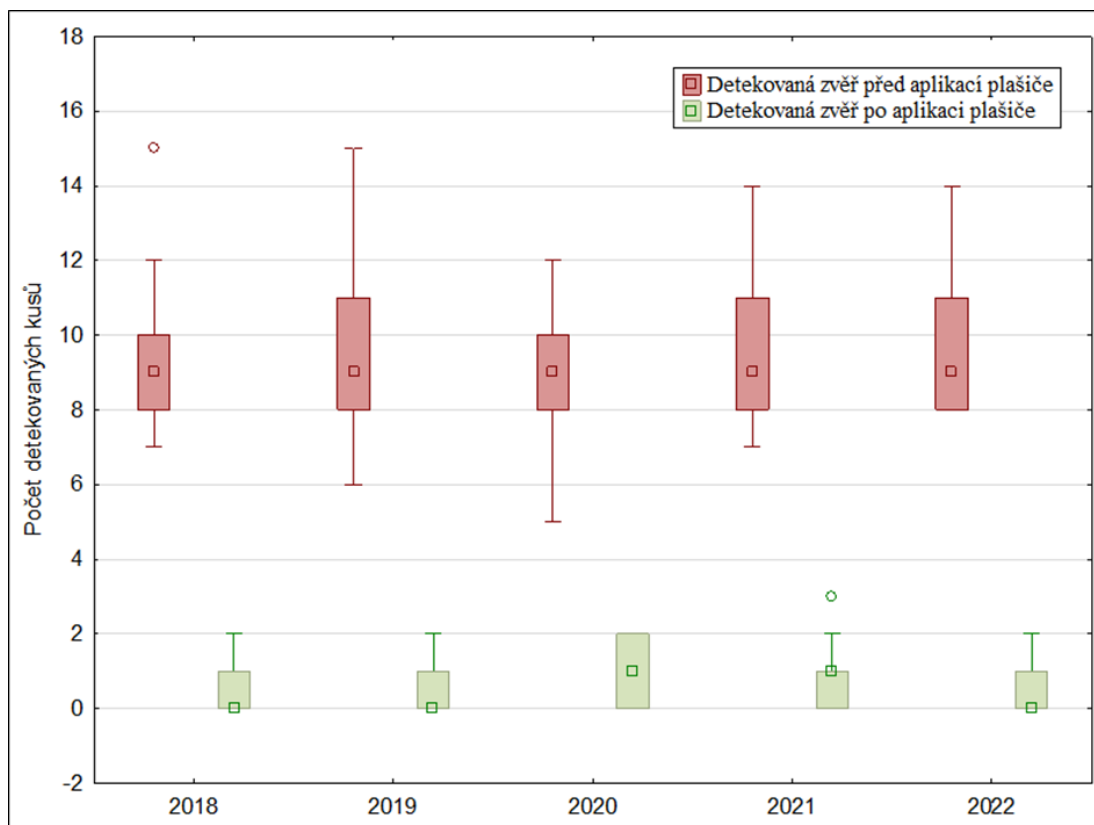
Poslední provedenou analýzou bylo porovnání návratu zvěře do porostu po ukončení vyhledávacích prací. Jak vyplývá z grafu na obr. 5.2 je patrné, že mezi oběma sledovanými kategoriemi srnčí zvěře jsou patrné odchylky. Zatímco u srnčat činí průměrný počet kusů zvěře navrácených do porostu 3,98 u dospělých jedinců se jedná pouze o průměrně 2,35 kusů. I v tomto případě byly zaznamenány značné odchylky od průměrných hodnot. Zatímco u dospělých jedinců bylo časté, že se po ukončení prací do porostu nevraceli u srnčat nulový záchyt při kontrolním monitoringu nebyl prakticky nikdy zaznamenán, naopak byly zaznamenány i záchyty velkých počtů srnčat navrácených matkami do porostu (maximální počet takto nalezených kusů byl 9). Pokud porovnáme stavy zvěře při vyhledávání a při kontrolním monitoringu přibližně do 1 dne po ukončení prací, byl u obou

věkových kategorií zaznamenán statisticky významný rozdíl (u srnčat $t = 4,344$; $p < 0,000028$) ($t = 6,609$; $p < 10^{-6}$). Z tohoto výsledku jasně vyplývá potřeba těsné návaznosti zemědělských prací na pozemcích na ukončené prohledávání porostu, a to nejlépe za pomoci UAV technologie, která má výrazně větší pravděpodobnost záchytu většiny vyskytujících se kusů především srnčat, která nemají možnost samostatně porosty před sečí opustit.

5.2 Ověření funkčnosti využívání plašičů

Výsledky prezentované v této kapitole jsou zaměřena na testování nulové hypotézy H_0 (alternativní hypotéza H_A), že využívání plašičů nemá na výskyt zvěře v porostech žádný význam. Popisy jednotlivých způsobů plašení zvěře v travních porostech i v porostech plodin jsou popsány v kapitole literární rešerše (Kapitola 2.4). Výzkum se zaměřil na konkrétní dva typy plašičů, a to aktivní akusticko-světelný plašič a pasivní plašič v podobě bílo-černé plachty umístěné na tyči. Instalace akusticko-světelných plašičů na porosty je popsána v kapitole Metodika (Kapitola 4.2.4).

Nejprve byla vyhodnocena účinnost akusticko-světelných plašičů. Na základě výzkumu na všech třinácti monitorovaných lokalitách bylo zjištěno, že existují významné odlišnosti v rámci lokalizace pozemků v širším kontextu krajinného zázemí. Je velký rozdíl, zda jsou pozemky, na kterých jsou plašiče instalovány, v blízkosti komunikací případně urbanizovaných ploch, nebo zda se nachází v klidném krajinném zázemí obklopeném lesními porosty, vodní plochou nebo dalšími zemědělsky obhospodařovanými pozemky. Plašiče byly v jednotlivých monitorovaných lokalitách umístěny párově vždy na půdní blok v klidném prostředí a na půdní blok, který sousedí s rušivými vlivy.

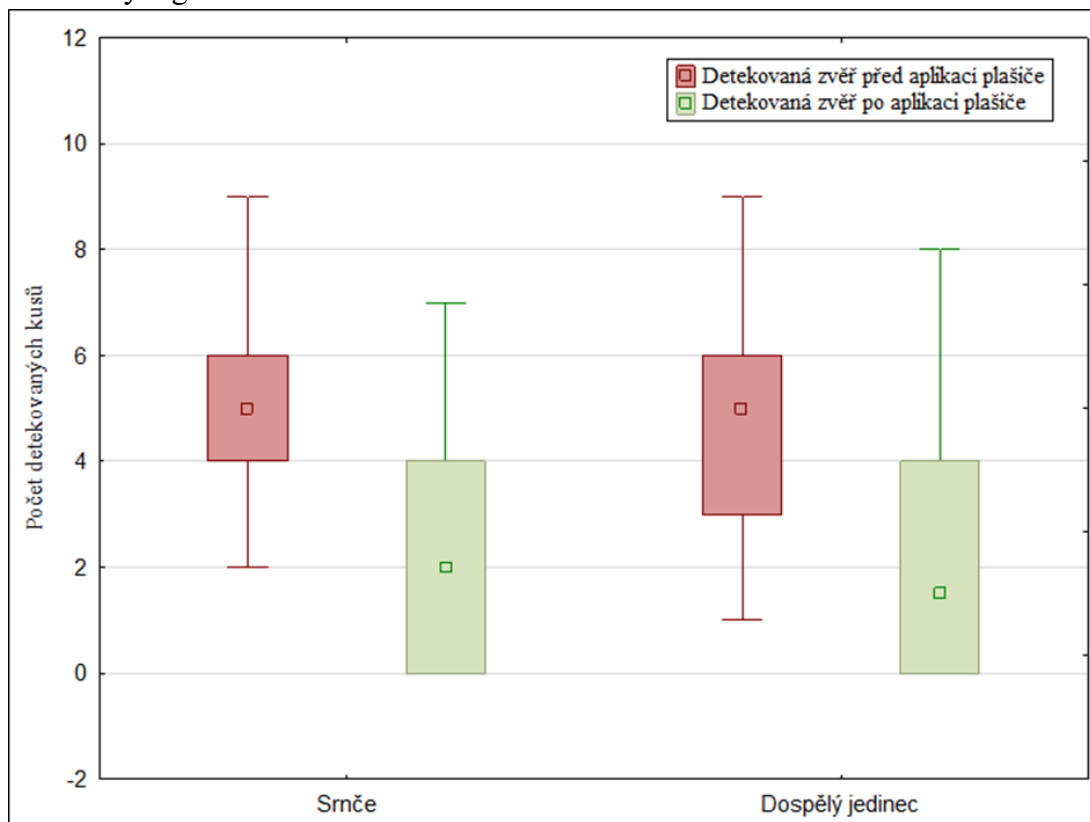


Obrázek 5.3: Porovnání počtu detekovaných kusů srnčí zvěře před a po aplikaci plašičů

Prvním krokem bylo samostatné hodnocení skupiny pozemků, které byly lokalizované v klidových oblastech zkoumaných lokalit. Při monitoringu pomocí UAV technologie před instalací plašičů bylo na pozemcích detekováno v průměru 9,56 kusů zvěře (ať už srnčat nebo dospělých jedinců) s odchylkami v rozpětí mezi 5–15 kusy v závislosti na velikosti půdních bloků, konkrétní lokalitě a typu zkoumaného porostu (Obr. 5.3). Následně po instalaci plašiče bylo pozorování v určeném termínu opakováno a byla opětovně provedena detekce zvěře prostřednictvím UAV technologie. Na základě monitoringu se počet detekovaných kusů snížil, a to na průměrně na 0,64 kusů, opět bez rozdělení na dospělé jedince a srnčata. Maximální množství detekovaných kusů po instalaci plašiče dosáhl počtu 3 jedinci. Dosažené výsledky byly vyhodnoceny prostřednictvím Studentova párového testu, kdy bylo dosaženo statisticky průkazného rozdílu ($t = 33,193$; $p < 10^{-6}$) při hodnocení počtu kusů zvěře před a po aplikaci plašiče na pozemky, které se nachází v klidovém prostředí.

Druhým pohledem na hodnocení problematiky akusticko-světelných plašičů může být rozdělení zaznamenaných záchytů srnčí zvěře podle věkové struktury. Nejprve bylo otestováno, zda existuje rozdíl v poměru počtů vyskytujících se srnčat

a dospělých jedinců na pozemcích před a po aplikaci akusticko-světelných plašičů, což nebylo statisticky prokázáno. V obou případech se na pozemcích vyskytuje přibližně stejný průměrný počet jedinců (před aplikací plašiče se jedná průměrně o 4,77 srnčat a 4,57 srn a při kontrolním měření o 2,28 srnčat a 2,39 srn). Následně byla provedena analýza výskytu obou věkových kategorií zvěře v důsledku aplikace akusticko-optických plašičů na zkoumané plochy. Výsledky vyhodnocení jsou zobrazeny v grafu na obr. 5.4.



Obrázek 5.4: Porovnání počtu detekovaných kusů srnčí zvěře podle věkových kategorií před a po aplikaci plašičů

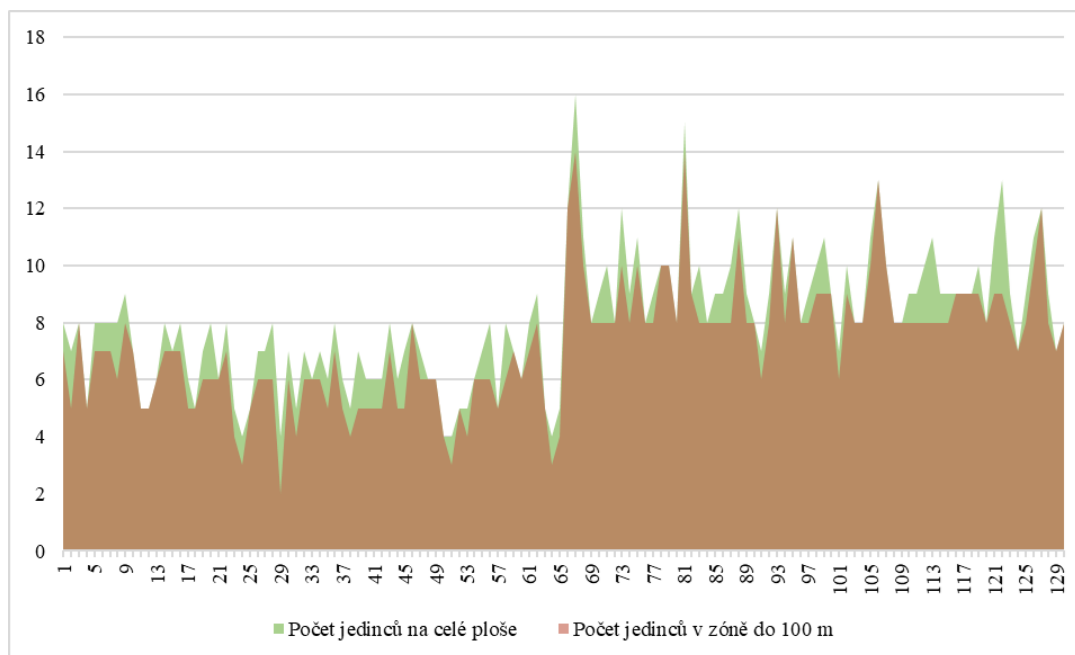
Z grafu je patrné, že v obou případech přináší plašiče efekt ve snižování počtu detekovaných jedinců na zájmových plochách. U kategorie srnčat se před instalací plašičů na pokusné plochy vyskytovalo v porostu průměrně 2,28 srnčete na pozemek s rozptylem mezi 2-9 srnčaty. Po instalaci akusticko-světelného plašiče se výskyt srnčat na pozemcích výrazně snížil a detekováno bylo průměrně pouze 2,28 srnčete na pozemek. V tomto případě již byly i pozemky, kde plašič způsobil nulový výskyt srnčat. Maximální počet zaznamenaný po instalaci plašiče byl 7 jedinců. Tento rozdíl byl prokázán i statistickým vyhodnocením pomocí Studentova T testu, kdy výsledky ($t = 11,093$; $p < 10^{-6}$) dokládají i statistickou průkaznost účinnosti akusticko-světelných plašičů.

5.3 Vliv místních podmínek na výskyt zvěře v porostech

Třetí testovanou nulovou hypotézou je otázka výskytu zvěře na určitých místech zemědělských pozemků. Myslivci a zemědělci mají mnoho teorií při hledání zvěře a každý z nich má svou „metodu“ vyhledávání v porostu. Místní znalost oblasti, povětrnostních podmínek a chování zvěře je neoddiskutovatelnou výhodou osob, které v oblasti žijí, hospodaří a vykonávají právo myslivosti. Podobně jako se mění přírodní procesy, tak se mění i chování volně žijící zvěře včetně srnčí. Výstavba infrastruktury, osidlování okrajů obcí a měst i nárůst návštěvnosti honiteb jako dopad zvýšeného využívání krajiny k rekreačním a sportovním účelům vede za následek výraznou změnu v chování zvěře. Někteří uživatelé honitby či zemědělci tvrdí, že srna klade srnče na místo pro ni dobře identifikovatelné a v dostatečném krytu proti predátorům. Místo, které pozná kromě svého pachu i podle přírodních ukazatelů jako jsou remízky, keře, solitérní dřeviny, vyšší porost. Rozeznávací prvek může být i vedení elektrického napětí, betonové skruže. V této části byly vyhodnoceny všechny pozemky, které byly snímkovány během let 2018 až 2022 ve vybraných třech lokalitách. Stanovená hypotéza vycházela z předpokladu nastaveného v publikaci Machálek (2017), který uvádí, že podle charakteru a orientace pozemku kladou srny mláďata do 100 m od vyššího krytu (les, remízky, větrolamy, vzrostlý porost řepky olejné nebo ozimé obiloviny apod.).

Na základě tohoto předpokladu byly zachycené výskyty zvěře vyhodnoceny z hlediska polohy na předmětných pozemcích. U každého monitorovaného půdního bloku bylo stanoveno pásmo 100 m od hranic vyššího krytu nebo identifikovaných rozeznávacích prvků v podobě skruží nebo stožárů. Z celkového počtu nalezených jedinců bylo vyhodnoceno, kolik kusů srnčí zvěře se vyskytovalo ve vzdálenosti do 100 m od předmětných překážek a kolik se jich vyskytovalo ve „vnitřním“ prostoru zkoumaných půdních bloků. Na základě statistického vyhodnocení je možné konstatovat, že z celkového množství nalezených jedinců srnčí zvěře za celou dobu monitoringu (za období 5 let) tj. z 1047 jedinců bylo v okrajových částech pozemků zachyceno 90,12 % kusů zvěře. Statisticky průkazný rozdíl mezi počty záchyťů jedinců ve vnější a vnitřní zóně zkoumaných půdních bloků byl potvrzen rovněž párovým

Wilcoxonovým testem ($Z = 9,855$; $p < 10^{-6}$). Výsledky této analýzy jsou znázorněny rovněž v grafu na obr 5.5.



Obrázek 5.5: Záchyt srnčí zvěře v závislosti na vzdálenosti od tzv. orientačních bodů

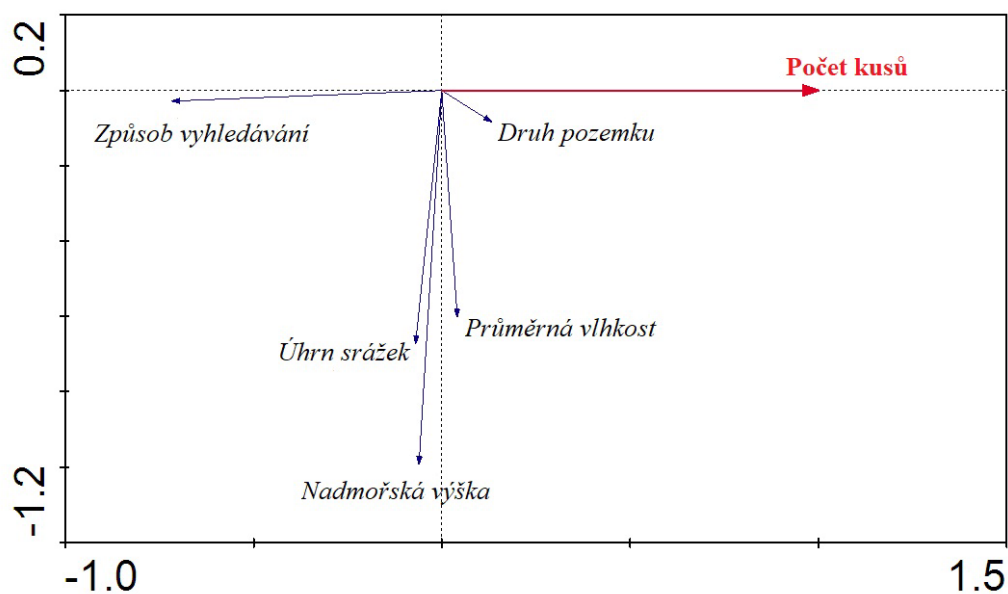
Na základě výsledků této analýzy byla data rozdělena na část hodnot získaných z monitoringu trvalých travních porostů a orné půdy. V obou případech bylo dosaženo prakticky totožného výsledku, kdy při monitoringu trvalých travních porostů odpovídal záchyt ve vnější části pozemků 87,41 % a u pozemků orné půdy 92,01 %. Oba rozdíly byly opět statisticky vyhodnoceny pomocí Wilcoxonova párového testu. V případě trvalých travních porostů byl prokázán statisticky významný rozdíl v záchytech ($Z = 6,95$; $p < 10^{-6}$), stejně jako v případě orné půdy ($Z = 7,008$; $p < 10^{-6}$).

Zásadním faktem u provedených analýz je ale nepoměrné zastoupení plochy jednotlivých pozemků a tím i jejich vnitřního a vnějšího prostředí. Zejména v případě půdních bloků podlouhlého tvaru je velká část plochy klasifikována jako vnější prostředí. Tento fakt může být ještě umocněn přítomností prvků rozptýlené zeleně v plochách pozemků, což ještě více zvyšuje procento plochy spadající do okrajových částí pozemků. Je tedy potřeba konstatovat, že přestože se podařilo vyvrátit nulovou hypotézu a potvrdit alternativní hypotézu, tedy že se zvěř více vyskytuje do vzdálenosti 100 m od hranic pozemků s ekologicky významnějšími kulturami případně dalšími prvky zeleně, není možné tento výsledek v reálné praxi přeceňovat. Přestože jsou výsledky statisticky významné, pro vznikající metodiku pro ochranu

zvěře před důsledky zemědělského obhospodařování pozemků, není možné tyto výsledky úplně považovat za relevantní podklad pro následnou detekci zvěře.

5.4 Vyhodnocení zjištěných dat prostřednictvím RDA analýzy

Na základě získaných dat byla v závěrečné fázi zpracování této práce provedena RDA analýza, která v sobě zahrnuje veškeré proměnné, které byly identifikovány jako faktory potenciálně ovlivňující schopnosti detekovat srnčí zvěř v porostu. Na základě této analýzy bylo jako statisticky průkazné ($p < 0,05000$) identifikováno 5 faktorů, které vysvětlují celkovou variabilitu zjišťované proměnné. Tyto faktory vysvětlují počet detekovaných kusů srnčí zvěře z 45,00 %.



Obrázek 5.6: Ordinační diagram vlivu jednotlivých faktorů na počet detekovaných kusů srnčí zvěře

Z výsledku je tedy patrné, že více jak polovina variability není vysvětlena ani jedním z identifikovaných faktorů a schopnost detekovat zvěř v porostu je tak buď náhodná, nebo je ovlivněna doposud neznámými vlivy. Zjištěné výsledky vyplývající z RDA analýzy potvrzují do značné míry chování vysvětlované i v předcházejících kapitolách prostřednictvím Studentova t testu. Z ordinačního grafu na obr. 5.6 je patrné, že více kusů je identifikováno pomocí UAV technologie na pozemcích orné půdy. Zjišťované meteorologické údaje (průměrná vlhkost a úhrn srážek v době sklizně) ovlivňují schopnost detekovat srnčí zvěř podobně jako nadmořská výška neutrálním způsobem. Zajímavostí je, že teplotní charakteristiky prostředí vůbec nebyly na základě analýzy shledány statisticky průkaznými.

5.5 Vytvoření metodického postupu vyhledávání zvěře

Na základě veškerých provedených analýz, bylo přistoupeno k návrhu nového metodického postupu na vyhledávání zvěře na zemědělsky obhospodařovaných pozemcích. Metodický postup se na základě statisticky průkazného rozdílu mezi pozemním vyhledáváním a detekcí prostřednictvím UAV technologie zaměřil pouze na druhou zmiňovanou metodu. Metodický postup je primárně zaměřen na vyhledávání mladé zvěře, tedy srnčat, kdy u dospělých jedinců je předpoklad jejich útěku z pozemku před sklízecí technikou nebo případně jejich vyhnání pomocí ověřených metod. Na základě provedených analýz je možné doporučit zejména akusticko-optické plašiče, které mohou být vhodnou alternativou zejména v klidných lokalitách neovlivněných akustickými rušením z urbanizovaných ploch nebo z dopravní infrastruktury. S modernizací bezpilotní technologie se postup, jakým způsobem zvěř v porostu vyhledávat, podstatně změnil a utvářel se do současné podoby

Od roku 2016 do 2019 se využívala metoda, kdy dron při nálezů zvěře zůstal viset nad objektem, než se k místu přiblížila osoba, která zvěř hledala. Ve vyšším porostu při dostatečné blízkosti se vyhledávající osoba naváděla přesněji pomocí mobilního telefonu nebo vysílačky až přesně k místu nálezů zvěře. Až po přesné lokalizaci srnčete se pokračovalo v dalším prohledávání porostu. Dlouhá doba stání UAV techniky na místě neboli tzv. ve „visu“ je pro dron velice energeticky náročná a letová doba se snižuje až o polovinu kapacity baterie. U dronu DJI S 900 odpovídala kapacita jedné baterie letové době přibližně 15 minut. Při výměně baterie se celý systém musí opětovně restartovat. Prodlení přináší také ovládací software pro kameru Optris PI 450, který byl ovládaný skrze palubní PC se systémem Windows XP. Aktivační doba tohoto systému trvala přibližně 7–10 minut. U nástupce tohoto dronu se letová doba prodloužila na přibližně 22 min. Termální kamera vestavěná do dronu spojená s centrální řídicí jednotkou odstranila problém zapínání kamery a stroj byl při výměně baterie v opětovném provozu do 3 minut. Velikost ploch, které mohou být za den monitorovány je negativně ovlivněna také potřebnou menší letovou výškou do 35 m. Naopak výhodou může být dobíjení baterií přímo v terénu pomocí benzínové centrály, které významně prodlužuje celkovou letovou dobu (baterie jsou do plné kapacity nabity za 35 minut).

Dlouhé prostoje způsobené technickými aspekty se kompenzovaly časem potřebným na rozestavění osob pro vyhledávání. Osoby musí být rozestavěny tak, aby obsáhli porost rovnoměrně a doba, než přijdou ke zvěři byla co nejkratší. Vyhledávání

se koordinuje několik týdnů před samotnou sečí, kdy probíhá komunikace se zemědělci či myslivci při výběru lokalit, kde by bylo nutné použít bezpilotní techniku. Od zemědělců se získají čísla půdních bloků dle LPIS, které se kontrolují z pohledu leteckých podmínek a omezení, jako je například omezení letu v chráněných zónách, blízkost letišť, veřejné komunikace, vedení elektrického napětí nebo vysílače.

Při výběrů pozemků se již stanovuje místo vzletu a rozmístění vyhledávačů. V hustém porostu je pohyb velice omezený a pro výpočet se vychází z předpokladu, že chůze na vzdálenost 100 metrů trvá přibližně 3:30 minut. Vzdálenost vyhledávačů od sebe je stanovena maximálně na 300 m. Při již vybraném termínu sečení se koordinuje čas a místo, kde se skupina sejde a dohodnou se konkrétní podmínky vyhledávání. Dostatečný počet vyhledávačů zajišťuje myslivecký subjekt nebo zemědělci. Vzhledem k absenci mladých osob aktivních v myslivosti, se vyhledávání účastní většinou osoby v důchodovém věku. Tito vyhledávači mají v pracovní dny dostatek času na ranní vyhledávání, nevýhodou je ale potřeba značné fyzické zdatnosti, zejména v náročném terénu s větším převýšením a členitostí. V některých honitbách se po dohodě využívají zaměstnanci zemědělských subjektů, kteří mají taktéž snahu zvěř zachránit. V samotný den se schůzka s vyhledávači stanovuje na 6–7 hodinu ranní. Jak už bylo několikrát zmíněné, je nutné provádět prohledávání před východem slunce, než začnou působit sluneční záření na zemský povrch. Porost, různé krtiny, kopky hlíny nebo kameny se začnou ohřívat a vykazují stejné parametry jako hledaná zvěř a výsledky by tak byly zkreslené případně by se doba vyhledávání zbytečně prodlužovala falešnými nálezy.

Při příjezdu vyhledávačů se stanoví osoba, která bude komunikovat s osobami v porostu a operátorem dronu. Při dostatečném vybavení jako jsou vysílačky a mobilní telefony, tak komunikaci s osobami může provádět přímo operátor dronu. Vedoucí osoba podá pokyn k rozmístění vyhledávačů a ti se rozmístí v porostu, dle předem dohodnutých pozic. Po rozmístění vyhledávačů, operátor spustí dron a začne let na nejvíce přímé linii pozemku. Po mnoha pokusech se nejvíce osvědčilo, když dron letí pouze ve dvou směrech a operátor neprovádí další pohyby jako rotace či boční pohyb. Při těchto manévrech je velice snadné ztratit orientaci a pokračovat ve směru, který nepokryje prohledávanou plochu.

Dron letí pouze dopředu a dozadu a při dokončení jedné linie se posune o záběr snímku do strany. Při dokončení linie se operátor zaměří na určitý bod v obraze

a dron posune do strany, tak aby byl zachován boční překryv snímku. Při posunu do strany opět pokračuje v pohybu dopředu/dozadu. Kamera musí být vždy naklopena kolmo dolů. Při jiném úhlu není zaručeno, že zvěř bude viditelná skrze porost. Při nálezu zvěře operátor dron zastaví v pohybu a pokud má dron vybavenou kameru zoomem, lze obraz přiblížit a identifikovat zvěř.

U kamery bez přiblížení je nutné klesnout na dostatečnou výšku pro identifikaci zvěře. I v hustém porostu je pro rozpoznání, o jakou zvěř se jedná dostatečná výška odpovídající 3 m nad terénem. Tento postup není aplikovatelný všude, vzhledem k tomu, že na pozemcích může být elektrické vedení nebo jiné překážky a ve výšce 3 m hrozí riziko kolize. Velkou výhodou je proto vybavení UAV technologie kamerou s dostatečným zoomem. Jednoznačnou výhodou je také značná úspora času, když není nutné navádět dron na nižší letovou hladinu a zpět. Doba klesání a spotřeba energie pro klesání a opětovné stoupaní je z tohoto pohledem jednoznačné negativum a je to na druhou stranu významný argument pro vybavení dronu potřebnou kamerou.

Od roku 2021 se podařilo postup pro vyhledávání zvěře inovovat, a to díky nové technologii v podobě dronu DJI M300 se systémem RTK. Díky této technologii je možné zvěř označit v centimetrové přesnosti a tyto souřadnice přenést do dalších mobilních zařízení a taktéž uchovat souřadnice ve vysílacím zařízení dronu. Při prohledávání porostu dron udržuje letovou hladinu ve výšce 100–120 m nad zemí. Při nalezení zvěře se kamera přepne do viditelného spektra a přiblíží na dostatečnou kvalitu, tak aby bylo možné rozpoznat, zda se jedná o srnče nebo dospělého jedince. Pokud se jedná o srnče, tak kamera zamíří středem obrazu na zvěř a označí se takzvaný point of interest (POI). Vznikne bod s přesnou GPS souřadnicí, který se může vyexportovat do mobilního zařízení a vyhledávač tak má přesnou pozici zvěře i bez dronu.

Z vlastního výzkumu je potvrzeno, že takovou metodu lze využít i v případě trvalého travního porostu a jetelotravin menší výšky. U vyšších jetelotravín je nutné navádět vyhledávače v reálném čase. Při testech bylo několikrát ověřeno, že vyhledávač v místě nálezů zvěře prochází a zvěř překročí nebo na ní i stoupne. Při označení zvěře se nasměruje vyhledávač na místo záchytu prostřednictvím umístění dronu nad detekovaný bod, podobně jako v předešlé verzi vyhledávání zvěře. Než osoba dojde na místo, tak lze s dronem dále pokračovat v prohledávání porostu a další nalezenou zvěř označovat a následně se vracet k bodům, kam směřuje osoba

a navést jí na konkrétní místo. Tímto způsobem je zajištěna minimální doba, kdy dron je ve visu.

Na základě zjištění z dříve prováděných analýz s návratností srnčat na původní polohu v rámci zkoumaných pozemků byl proveden pokus s dřívějším monitoringem pozemků v porovnání s prováděnou sečí. Pokus vycházel z předpokladu, že srnčata zůstanou na původních místech výskytu po celou dobu a bude je možné nalézt i v značném časovém odstupu od provedení monitoringu pomocí UAV technologie. V rámci pokusu byla otestovaná i metoda označování zvěře několik hodin před prováděnou sečí, a to i v době mimo ranní hodiny. Pokusná plocha byl pozemek využívaný jako trvalý travní porost s výškou porostu 55 cm. Pokus tak bylo možné díky vlastnostem porostu uskutečnit.

Na pozemcích se provedl monitoring pomocí dronu v odpoledních hodinách v zataženém dni, kdy slunce nezpůsobovalo nežádoucí zahřívání porostu a pozemku. Nalezená zvěř se označila a přesné GPS souřadnice se poslali uživateli honitby do mobilního zařízení. Druhý den ráno se osoba vyhledávače navigovala pomocí GPS souřadnic k místu, kde by se měla nacházet zvěř a obě místa našla a zvěř vynesla. Tento pokus naznačil možnost provádění monitoringu bez spoluúčasti velkého počtu vyhledávačů, kdy operátor by mohl provést detekci na jednotlivých pozemcích nezávisle na organizaci dalších osob, a to v časovém horizontu až několika dní před sečí. Následně těsně před prováděním zemědělských prací by zemědělec nebo zástupci mysliveckých sdružení mohli podle přesných GPS souřadnic zvěř vyneset bez rizika jejího návratu ještě před pokosením porostu.

Spolupráce se zemědělci je důležitým faktorem pro úspěšné dokončení vyhánění srnčat. Při vynesení zvěře a následném několikahodinovém zpoždění příjezdu žací techniky je prokázáno, že se zvěř vrací do porostu. V rámci výzkumu nebylo možné provést označování nalezené zvěře. K těmto aktivitám je nutné povolení k experimentální činnosti a zacházení s volně žijící zvěří. V podávaných grantových projektech byl tento výzkum zahrnut a označování zvěře by vedlo k objasnění

dalších požadovaných kroků ve výzkumu. Financování z vlastních zdrojů nebylo pro tuto aktivitu možné. Z tohoto důvodu není vědecky doložené, v jakém časovém horizontu a jaká zvěř se vrací do porostu. Vynesené srnče nelze dlouhodobě sledovat v blízkosti. Byl by zabráněn kontakt s matkou a bylo by příliš vysoké riziko, že srna své mládě opustí. Při vyhledávání zvěře a následném čekání na žací techniku se prokázalo, že pohyblivá srnčata mají téměř okamžitou tendenci se vracet

do porostu. I zdánlivě nepohyblivá srnčata po vynesení dokáže srna do několika hodin navrátit do porostu. Při vyhledávání zvěře mimo vybrané oblasti byla vynesena 3 srnčata. Nepohyblivá srnčata, nereagující na člověka s odhadovaným stářím 5-8 dní byla vynesena z porostu za pozemní komunikaci do přilehlého remízku. Vyhledávání probíhalo v 5:30. Technika z důvodů vysoké vlhkosti porostu přijela po 12 h. Při následném procházení uživateli honitby byla nalezena všechna tři srnčata usmrcena v porostu ve vzdálenosti několika metrů od komunikace. Z tohoto důvodu je nutná precizní komunikace se zemědělci a čas vyhledávání se přizpůsobuje jejich požadavkům tak, aby žací technika byla na pozemku již v době vyhledávání a po prohledání části pozemku začala kosti píci. Srny při pohybu techniky nemají snahu srnčata vrátit zpět do porostu a pohyblivá srnčata vyjdou na posekanou část a vracejí se zpět do úkrytu kam byla vynesena.

Nad rámec této disertační práce byl navržený metodický postup konfrontován s potřebami praxe a byl zkoušen v provozu zemědělských podniků, se kterými byla navázána bližší spolupráce. O úspěšnosti tohoto navrhovaného metodického postupu svědčí také neustále se zvyšující plocha monitorovaná pomocí UAV technologie i počet detekovaných srnčat, která byla z porostů před sečí vynášena.

5.6 Souhrn nejdůležitějších výsledků

Z předcházejících kapitol vyplývá, že veškeré stanovené nulové hypotézy byly průkazně vyvráceny a byly potvrzeny stanovené alternativní hypotézy týkající se předmětu výzkumu. Nejvýznamnější výsledky disertační práce je možné shrnout do následujících bodů:

- V rámci monitoringu srnčí zvěře na zemědělsky obhospodařovaných pozemcích bylo prokázáno, že detekce především srnčat je účinněji prováděna pomocí UAV technologie než při pozemním sledování
 - Účinnost pozemního průzkumu klesá, pokud jsou na pozemcích pěstovány pícniny na orné půdě, zejména potom jetelotravní směsi
 - Byl prokázán velmi rychlý návrat vyplašené a v případě srnčat vynesené zvěře na původní lokaci na pozemcích, a to velmi přesně
 - Veškeré zemědělské operace je nutné provádět v co nejkratším časovém odstupu po provedení monitoringu, aby se zabránilo škodám na populaci srnčí zvěře
 - Byla prokázána účinnost akusticko-světelných plašičů na snížení počtu zvěře na pozemku
 - Účinnost akusticko-světelných plašičů se snižuje, pokud jsou pozemky v blízkosti rušivých vlivů, zejména dopravní infrastruktury a urbanizovaných ploch
 - Bylo prokázáno, že zvěř se na pozemcích zdržuje nejčastěji v blízkosti okrajů pozemků a více se vyhýbá otevřeným centrálním částem zkoumaných ploch
-

6 Závěr

Tato práce si kladla za cíl stanovit vliv podmínek v krajině na výskyt a pohyb volně žijící zvěře a vyhodnotit úspěšnosti detekce výskytu zvěře různými pracovními metodami, se zvláštním zaměřením na srnčí zvěř. Celé řešení disertační práce vedlo k navržení neoptimálnějšího způsobu vyhledávání zvěře na zemědělských pozemcích před senosečí pomocí bezpilotní technologie s termokamerou. Práce směřovala k vytvoření systematizovaného postupu vyhledávání zvěře tak, aby tuto technologii mohli využívat samotní uživatelé honitby a zemědělci. Na základě provedených analýz je možné stanovit, kde jsou nejčastější místa, kde srny kladou srnčata, a jakou vytvořit strukturu možných preventivních opatření chránících populaci srnčí zvěře, které lze aplikovat v průběhu prací na zemědělských porostech.

Na základě provedených statistických analýz bylo prokázáno, že je větší pravděpodobnost výskytu srnčí zvěře, ať již srnčat nebo dospělých jedinců, v porostech luskobilných a jetelotravních směsí na orné půdě než v porostech travních porostů. Důvodem je pravděpodobně větší výživová hodnota porostu a lákavost této stravy pro srnčí zvěř a také zároveň i lepší úkrytové možnosti v hustém porostu. Tento fakt je potvrzen rovněž výrazně zhoršenou schopností detekovat zvěř v porostech pícnin na orné půdě při procházení porostů v rámci pozemních průzkumů. Výsledky disertační práce rovněž jednoznačně ukázaly, že pro detekci zvěře před sečí je optimální využívat letecké prostředky v podobě UAV technologie s termální kamerou a s přesným RTK určováním polohy. Tento způsob detekce umožňuje výrazně větší operativnost postupu a menší náročnost na koordinaci týmů vyhledávačů zvěře. Jedním z témat, kterému se disertační práce věnovala je také časové hledisko vyhledávání zvěře před prováděním zemědělských operací na pozemcích. Práce prokázala, že je nutné, aby seč probíhala prakticky okamžitě po detekci a odstranění zvěře z porostu, protože při jakékoliv časové prodlevě mají srny tendenci vracet mláďata zpět na původní místo, odkud byla vynesena.

Zajímavým aspektem práce bylo řešení problematiky využívání preventivních zařízení na plašení zvěře z porostu. V rámci disertační práce byly zkoušeny dva způsoby plašení zvěře, a to akusticko-světelné plašiče a pasivní plašiče v podobě plachty na dřevěné konstrukci. Na základě měření bylo i statisticky prokázáno, že akusticko-světelné plašiče mají dobrou účinnost, zejména na pozemcích, které mají

klidné přírodní okolí. Na ostatních pozemcích, více či méně ovlivněných přítomností urbánních aktivit, je účinnost plašení zvěře mírně snížena tím, že zvěř je na ruch zvyklá a plašič jí příliš nevadí. U plašičů pasivních, u kterých se předpokládalo, že by vzhledem k nízké pořizovací ceně mohly být vítanou alternativou k jiným způsobům vyhánění zvěře z porostů, se tento očekávaný efekt nedostavil. Zvěř plašiče příliš nevnímá, a navíc je problematické i jejich rozmístování v porostu píceňin (plašiče jsou těžké a obtížně se s nimi manipuluje).

Jedním z hodnocených problémů byl také výskyt zvěře vzhledem k velikosti a konfiguraci pozemku v terénu. Na základě dříve provedené rešeršní práce se podařilo prokázat, že zvěř je silně fixovaná na tzv. orientační body v terénu, které v dnešním rušivém lidskými aktivitami ovlivněném krajinném prostoru pomáhají srnčí zvěři s prostorovou orientací. Těchto poznatků bude následně možné použít i při praktických aplikacích postupu v terénu.

Celá práce směřovala k návrhu metodického postupu pro detekci srnčí zvěře v porostech píceňin. Metodický návod byl již částečně publikován pod záštitou Ministerstva zemědělství České republiky v roce 2019. V současné době budou do této metodiky zakomponovány další poznatky, které vyplynuly z řešení této disertační práce. Publikovaná data rovněž dokládají, že zvolený postup je kladně přijímán i uživateli zemědělského prostoru a jedná se tak o značný přínos v ochraně zejména nových generací populace srnčí zvěře.

7 Použitá literatura

1. Anděra, M. (2003). *Fauna*. Nakladatelství Libri. ISBN 80-7277-162-0.
 2. Andersen, R. a Linnell, J. D. (1998). Ecological correlates of mortality of roe deer fawns in a predator-free environment. *Canadian Journal of Zoology*, 76(7), 1217–1225.
 3. Andreska, J. a Andresková, E. (1993). *Tisíc let myslivosti*. Tina. ISBN 80-85618-12-5.
 4. Bastian, O. (2001). Landscape Ecology—towards a unified discipline? *Landscape Ecology*, 16(8), 757–766.
 5. Bejček, V. (1980). Primary succession and species diversity of avian communities on spoil banks after surface mining of lignite in the Most Basin (North-western Bohemia). *Folia Zoologica*, 29(1), 67–77.
 6. Bernetti, I., Franciosi, C. a Lombardi, G. V. (2006). Land use change and the multifunctional role of agriculture: A spatial prediction model in an Italian rural area. *International Journal of Agricultural Resources, Governance and Ecology*, 5(2), 145–161.
 7. Corcoran, E., Winsen, M., Sudholz, A. a Hamilton, G. (2021). Automated detection of wildlife using drones: Synthesis, opportunities and constraints. *Methods in Ecology and Evolution*, 12(6), 1103–1114.
 8. Cukor, J., Bartoška, J., Rohla, J., Sova, J. a Machálek, A. (2019). Use of aerial thermography to reduce mortality of roe deer fawns before harvest. *PeerJ*, 7, e6923.
 9. Cukor, J., Havránek, F., Vacek, Z., Bukovjan, K., Podrázský, V. a Sharma, R. P. (2019). Roe deer (*Capreolus capreolus*) mortality in relation to fodder harvest in agricultural landscape. *Mammalia*, 83(5), 461–469.
 10. Domínguez, F. R. (2013). La importancia de los RPAS/UAS para la Unión Europea. *Pre-bie3*, 4, 37.
 11. Dumbrovský, M., Mezera, J. a Stejskalová, D. (2000). *Metodický návod pro pozemkové úpravy a související informace*. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy.
-

-
12. Eisenbeiss, H. (2004). A mini unmanned aerial vehicle (UAV): System overview and image acquisition. *International Archives of Photogrammetry. Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 36(5/W1), 1–7.
 13. Fahlstrom, P. G., Gleason, T. J. a Sadraey, M. H. (2022). *Introduction to UAV systems*. John Wiley a Sons. ISBN 9781118396780.
 14. Fan, B., Li, Y., Zhang, R. a Fu, Q. (2020). Review on the technological development and application of UAV systems. *Chinese Journal of Electronics*, 29(2), 199–207.
 15. García-Cervigón, D. a José, J. (2015). *Estudio de índices de vegetación a partir de imágenes aéreas tomadas desde UAS/RPAS y aplicaciones de éstos a la agricultura de precisión*.
 16. Hanzal, V., Hart, V., Janiszewski, P., Forejtek, P. a Kořanová Mrkvičková, D. (2016). *Myslivost 2*. Druckvo. ISBN 978-80-87668-38-2.
 17. Havránek, F., Cukor, J. a Machálek, A. (2017). Jaké plašiče si připravit pro vyhnání srn a srnčat z pícnin před sečí pro rok 2017? *Myslivost*, 12.
 18. Hell, P., Konôpka, J., Sabadoš, K., Lehocký, M., Farkaš, J., Gašparík, J. a Slamečka, J. (2004). Vel'koplošné ekologické obhospodarovanie zveri v rámci pol'ovných oblastí a lokalít. *Pol'ovnicke štúdie*, 10.
 19. Hromas, J. (2008). *Myslivost. Matice lesnická, Písek*.
 20. Christen, N., Janko, C. a Rehnus, M. (2018). The effect of environmental gradients on the bed site selection of roe deer (*Capreolus capreolus*). *Mammal Research*, 63(1), 83–89.
 21. Jurik, L., Húska, D., Halászová, K. a Bandlerová, A. (2015). Small Water Reservoirs—Sources of Water or Problems? *Journal of Ecological Engineering*, 16(4), 22–28.
 22. Kouba, F., Vernerová, K., Šoch, M., Hanzal, V., Filášová, L., Semerád, Z., Svoboda, F. a Rosmus, J. (2022). Radiocaesium in wild boars in Novohradské (Gratzen) Mountains. *Acta Veterinaria Brno*, 91(1), 87–97.
-

-
23. Kuijper, D. P. J., Oosterveld, E. a Wymenga, E. (2009). Decline and potential recovery of the European grey partridge (*Perdix perdix*) population—A review. *European journal of wildlife research*, 55(5), 455–463.
 24. Li, Z., Chen, J. a Baltsavias, E. (2008). *Advances in photogrammetry, remote sensing and spatial information sciences: 2008 ISPRS congress book* (Roč. 7). CRC Press.
 25. Machálek, A. (2016). *Vyhledávač živých objektů* (Patent č. 306900).
 26. Machálek, A. (2017). Využití termovize při vyhledávání srnčat před senosečí. *Myslivost*, 2, 42.
 27. Moravcová, J., Koupilová, M., Pavlíček, T., Zemek, F., Kvítek, T. a Pečenka, J. (2017). Analysis of land consolidation projects and their impact on land use change, landscape structure, and agricultural land resource protection: Case studies of Pilsen-South and Pilsen-North (Czech Republic). *Landscape and Ecological Engineering*, 13(1), 1–13.
 28. Muchová, Z. a Petrovič, F. (2014). Impact of land consolidation on the visual characteristics (scenery) of a landscape. *Journal of Central European Agriculture*, 15(1).
 29. Müllerová, H. a Stejskal, V. (2013). *Ochrana zvířat v právu*. Academia. ISBN 978-80-200-2317-9.
 30. Nex, F. a Remondino, F. (2014). UAV for 3 D mapping applications: A review. *Applied geomatics*, 6(1), 1–15.
 31. Part, J. (2008). The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. *International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing*, 33, 448–455.
 32. Procházka, J., Brom, J. a Pechar, L. (2009). The comparison of water and matter flows in three small catchments in the Šumava Mountains. *Soil and Water Research*, 4(Special Issue 2), The-comparison.
 33. Russell, L., Goubran, R. a Kwamena, F. (2019). Emerging urban challenge: RPAS/UAVs in cities. *2019 15th International Conference on Distributed Computing in Sensor Systems (DCOSS)*, 546–553.
-

-
34. Sklenička, P. (2003). *Základy krajinného plánování*. Nakladatelství Naděžda Skleničková. ISBN 80-903206-1-9.
35. Slaba, M. (2019). *Myslivost-lovectví*. Asociace muzeí a galerií České republiky. ISBN 978-80-86611-82-2.
36. Šálek, M. a Marhoul, P. (1999). Sezónní dynamika a příčiny ztrát koroptve polní (*Perdix perdix*): Výsledky sčítání a telemetrického sledování v letech 1997–1999. *Sylvia*, 35, 55–67.
37. Ter Braak, C. J. F. a Šmilauer, P. (2002). CANOCO Reference Manual and CanoDraw for Windows User's Guide: Software for Canonical Community Ordination (version 4.5). *Ithaca: Microcomputer Power*, 550.
38. Tsouros, D. C., Bibi, S., a Sarigiannidis, P. G. (2019). A review on UAV-based applications for precision agriculture. *Information*, 10(11), 349.

7.1 Legislativní zdroje

39. Zákon č. 89/2012 Sb., občanský zákoník
40. Zákon č. 449/2001 Sb. o myslivosti
-

8 Seznam publikací

Impaktové publikace

Polenský, J., Regenda, J., Adámek, Z., Císař, P., (2022), Ecological informatics, Prospects for the monitoring of the great cormorant (*Phalacrocorax carbo sinensis*) using a drone and stationary cameras, Volume: 70, 101726. IF: 4.498

Císař, P., Regenda, J., Adámek, Z., Polenský, J., Movchan, O., (2022), Ecology and Evolution, "A feasible tool for unbiased documentation of Eurasian otter (*Lutra lutra* L.) at aquaculture ponds, in press. IF: 1.167

Neimpaktové publikace – SCOPUS

Ondr, P., Pečenka, J., Ciml, J., 2016, Effect of Land use Changes on Water runoff from a small catchment in the Czech Republic, *Ekologia*, Bratislava, Vol. 35, No., DOI. 0.1515/eko-2016-006 78-89 s.

Bystřický, V., Moravcová, J., Polenský, J., Pečenka, J., 2017, Land use changes in the last half century and their impact on water retention in the Šumava mountains and foothills (Czech Republic), *European Countryside*, DOI: 10.1515/euco-2017-0007 116-131 s.

Kapitola v knize

Moravcová, J., Bystřický, V., Pečenka, J., Polenský, J., Pavlíček, T., Nováková, N., Ondr, P., 2016, River Basin Management in the Past and its Impact on Extreme hydrological Events. On: Bucur, D. (Ed.) *River Basin Management*. InTech. 312 s. ISBN 978-953-51-2604-1.

Příspěvky na konferenci

Procházka, J., Křováková, K., Šimová, I., Vácha, A., Polenský, J., Brom, J., nedbal, V., Novotná, K., Musil, M., 2019, Monitoring růstu plodin v měnících se podmínkách v okolí JE Temelín, Rostliny v suchých oblastech a klimatická změna, Lednice, XVIII (11), 77-87 s.

Pečenka, J., Moravcová, J., Polenský, J., Nováková, N., 2016: the Landscape memory as a Basis for Planning and sustainable development of the Territory. 11th Conference on sustainable development of Energy, Water and Environment Systems. SDEWES 2016.0424. 15 s.

Pečenka, J., Moravcová, J., Nováková, N., Polenský, J., Ondr, P., 2016: The driving forces of land use changes in different agricultural production areas in the Czech Republic. 16th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM Conference 2016. 10 s.

Polenský, J., Pečenka, J., Moravcová, J., Ciml, J., Bystřický, V., Ondr, P. 2015. Zemědělství v Chráněné krajinné oblasti Šumava. Konference Věda mladých 2015, 18. – 20. listopadu, Račkova Dolina. 115-125.

Pečenka, J., Moravcová, J., Ciml, J., Polenský, J., Bystřický, V., Ondr, P. 2015. Paměť krajiny jako podklad pro plánování a udržitelný rozvoj území. Konference Věda mladých 2015, 18. – 20. listopadu, Račkova Dolina. 105-115.

Poster

Polenský, J., Božák, P., Moravcová, J., Ondr, P., 2019, Enviro 2019, The use of unmanned aerial systems for detection of damage caused by game on agriculture fields

Moravcová, J., Pečenka, J., Nováková, N., Polenský, J., Moravcová, V., Ondr, P., 2019, Enviro 2019, Land use changes through last 200 years in various production areas of South Bohemia.

Moravcová, V., Moravcová, J., Nováková, N., Polenský, J., 2019, Enviro 2019, *pactinatella magnifica*: effect of the age of sample on the quality of DNA.

Další výstupy

Polenský, J., Meškan, V., 2023, Drony v myslivosti III., Svět myslivosti

Polenský, J., Meškan, V., 2023, Drony v myslivosti II., Svět myslivosti

Polenský, J., Meškan, V., 2022, Drony v myslivosti I., Svět myslivosti

Šťastná, H., Polenský, J., 2019, Postup vyhledávání srnčí a drobné zvěře za pomoci dronů s termokamerou před sečením porostů, metodika pro MZe

9 Životopis

Vzdělání

2014 –

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, obor
Agroekologie,

Katedra krajinného managementu

Student doktorského studia

2019 – státní doktorská zkouška

2012 – 2014

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, obor
Agroekologie,

zaměření péče o krajinu

Student - navazující magisterské studium – ukončením státní zkouškou a získání titulu
Ing.

2009 – 2012

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, obor Zemědělská
technika, obchod, servis a služby

ukončením státní zkouškou a získání titulu Bc.

2001 – 2009

České reálné gymnázium v Českých Budějovicích

ukončené složením maturitní zkoušky

Průběh zaměstnání

2015 – současnost Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích,
Fakulta zemědělská a technologická, Katedra krajinného managementu

Technik

- technická podpora katedry
- specializace pro UAV technologii – pilot dronů DJI – M300, M30, Mavic 3/2, Phantom
- vytváření ortofotomap, 3D modelů, precizní zemědělství, specializace na termografii
- držitel zbrojní licence pro zaměstnavatele

Vědecký pracovník

- Výuka předmětů: využití bezpilotních letounů v zemědělství a lesnictví, myslivost, kynologie

Praxe

2008 - 2012 Technologi-Praha s.r.o. - Praha 4 - Chodov

- komunikace se zákazníkem
- technická podpora, prodej

2017- 2021 Univerzitní minipivovar Zemědělské fakulty

- marketing, obchod pro velko a maloobdoběratelé

Dovednosti a znalosti

Řidičský průkaz: Skupiny A, B+E, T, aktivní řidič, vlastní vozidlo

Jazykové znalosti: Anglický jazyk na úrovni B1

Německý jazyk na úrovni A2

Práce na PC: Microsoft Office – Word/ Excel/Powerpoint/Outlook

ArcGIS

3D modelování, ortomapy: Pix4d, Agisoft, DJI Terra

Správa e-shopu a www

Další odborné zkoušky:

- pilotní licence pro bezpilotní letouny – 2016
- absolvování online výcviku A1/A3 - 2021
- zbrojní průkaz A/B/C/D/E
- zbrojní licence – 2016
- vyšší myslivecké zkoušky – 2015

Výzkumné projekty

2019 - 2021 NAZV- QK1920102: Automatizace a objektivizace monitoringu rybožravých predátorů

2017 - 2020 Bezpečnostního výzkumu MVČR - VI20172020098: Likvidace radiačně kontaminované biomasy po havárii JE-distribuce v krajině, logistika sklizně, využití bioplynovou technologií

2017 - 2020 EPSILON 2 - TH02030133: Zemědělský systém hospodaření integrující efektivní využití živin plodinami a ochranu vod před plošnými zdroji znečištění

2015 – 2018 Interní grant JU - 081/2016/Z: Funkce vody v kulturní krajině v období klimatické změny
