

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta životního prostředí

Katedra Aplikované ekologie



Bakalářská práce

Odhad početnosti vlka: časo-prostorová analýza událostí

Markéta Jonáková

Vedoucí práce: Ing. Aleš Vorel, Ph.D.

2022

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Markéta Jonáková

Environmentální vědy

Aplikovaná ekologie

Název práce

Odhad početnosti vlka: časo-prostorová analýza událostí

Název anglicky

Wolves abundance: spatio-temporal event analysis

Cíle práce

Odhad početnosti vlků žijících na určitém území je jedním z velmi těžkých úkolů v ekologii. Vlci jako vrcholoví predátoři jsou živočichové se značnými prostorovými nároky, a vysokou mobilitou. Jejich detekce a schopnost identifikace jsou značně nízké, nebo pro zvýšení detektability unikátních jedinců je nutno zapojit vícero technik (např. genotypizace DNA ze vzorků). Zároveň se v evropské přírodě rozmáhá využívání fotopastí, buď badateli anebo lovci, či ochranáři. Intenzivní a dlouhodobé zapojení fotopastí může přinášet cenné koincidence událostí – vlci mohou být zaznamenáni k krátkých časových úsecích na velmi vzdálených místech. Cílem bakalářské práce bude pilotní analýza, hodnotící na menším souboru fotopastí událostí možnost využít zmiňovaných koincidencí pro stanovení minimálního počtu jedinců vlka, obývajících konkrétní území (několika smeček). V budoucnu by bylo možné tuto techniku využít jako jednu z několika účinných nástrojů pro vyhodnocení počtu vlků obývajících rozsáhlá území.

Metodika

Úkolem práce bude systematicky připravit, utřídit a zpracovat poskytnutá data z projektu OWAD. Záznamy z fotopastí pořízených od roku 2017-2020 budou utříděny, budou vyhodnoceny její časové a prostorové relace, identifikovány potenciálně podstatné časově-prostorové koincidence.

Výsledkem bude pilotní testování přístupu při určování početnosti vlků v teritoriích.

Doporučený rozsah práce

40

Klíčová slova

vlk, početnost, koincidence

Doporučené zdroje informací

- Forrester, Tavis, Tim O'Brien, Eric Fegraus, Patrick A. Jansen, Jonathan Palmer, Roland Kays, Jorge Ahumada, Beth Stern, and William McShea. 2016. "An Open Standard for Camera Trap Data." *Biodiversity Data Journal* 4 (1).
- Gurarie, Eliezer, Johanna Suutarinen, Ilpo Kojola, and Otso Ovaskainen. 2011. "Summer Movements, Predation and Habitat Use of Wolves in Human Modified Boreal Forests." *Oecologia* 165 (4): 891–903.
- Hulva, Pavel, Barbora Černá Bolfiková, Vendula Woznicová, Milena Jindřichová, Markéta Benešová, Robert W. Mysłajek, Sabina Nowak, et al. 2018. "Wolves at the Crossroad: Fission–Fusion Range Biogeography in the Western Carpathians and Central Europe." *Diversity and Distributions* 24 (2): 179–92.
- Kittle, Andrew M., Morgan Anderson, Tal Avgar, James A. Baker, Glen S. Brown, Jevon Hagens, Ed Iwachewski, et al. 2015. "Wolves Adapt Territory Size, Not Pack Size to Local Habitat Quality." *Journal of Animal Ecology* 84 (5): 1177–86.
- Kutal M., Belotti E., Volfová J., Mináriková T., Bufka L., Poledník L., Krojerová J., Bojda M., Váňa M., Kutalová L., Beneš J., Flousek J., Tomášek V., Kafka P., Poledníková K., Pospíšková J., Dekař P., Machcinik B., Koubek P., Duša M., 2017: Výskyt rysa ostrovida (*Lynx lynx*), vlka obecného (*Canis lupus*), medvěda hnědého (*Ursus arctos*) a kočky divoké (*Felis silvestris*) v České republice a části Západních Karpat v letech 2012–2016. *Lynx n.s. (Praha)* 48: 93–107.
- Lewis, M. A., K. A. J. White, and J. D. Murray. 1997. "Analysis of a Model for Wolf Territories." *Journal of Mathematical Biology* 35 (7): 749–74.
- Mancinelli, S., L. Boitani, and Paolo Ciucci. 2018. "Determinants of Home Range Size and Space Use Patterns in a Protected Wolf (*Canis Lupus*) Population in the Central Apennines, Italy." *Canadian Journal of Zoology* 96 (8): 828–38.
- Marucco, Francesca, Elisa Avanzinelli, and Luigi Boitani. 2012. "Non-Invasive Integrated Sampling Design to Monitor the Wolf Population in Piemonte, Italian Alps." *Hystrix* 23
- Mattioli, Luca, Antonio Canu, Daniela Passilongo, Massimo Scandura, and Marco Apollonio. 2018. "Estimation of Pack Density in Grey Wolf (*Canis Lupus*) by Applying Spatially Explicit Capture-Recapture Models to Camera Trap Data Supported by Genetic Monitoring." *Frontiers in Zoology* 15 (1).
- Roffler, Gretchen H., Jason N. Waite, Kristine L. Pilgrim, Katherine E. Zarn, and Michael K. Schwartz. 2019. "Estimating Abundance of a Cryptic Social Carnivore Using Spatially Explicit Capture–Recapture." *Wildlife Society Bulletin* 43 (1): 31–41.

Předběžný termín obhajoby

2021/22 LS – FZP

Vedoucí práce

Ing. Aleš Vorel, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra ekologie

Elektronicky schváleno dne 7. 3. 2022

prof. Mgr. Bohumil Mandák, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 12. 3. 2022

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 13. 03. 2022

Prohlášení

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

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

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

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

V Praze dne 19. 3. 2022

.....

Markéta Jonáková

Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala Ing. Aleši Vorlovi, Ph.D., za poskytnutá data, pomoc a konzultace při zpracování bakalářské práce.

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá způsobem, jak odhadovat početnost vlků na určitém území pomocí informací získaných ze záznamů z fotopastí. Tato neinvazivní metoda monitoringu poskytuje informace o výskytu vlků na daném místě v určitý čas. Snímky z fotopastí mohou detekovat události, kde jsou zachyceni vlci ve stejný čas na odlišných místech neboli jejich koincidence. Tímto způsobem by mohlo být možné získávat údaj o počtu vlků v daném čase. Cílem této práce bylo vyhodnotit možné koincidence vlků v letech 2017–2020 na území Krušných hor a v oblasti okresu Děčín. Data na tuto pilotní analýzu byla poskytnuta z projektu OWAD.

Hlavní princip ke stanovení možných vlčích koincencí spočíval v porovnání časových a vzdálenostních rozdílů mezi událostmi. Dvojice událostí, které mezi sebou vykazovaly krátký časový rozdíl a zároveň velký rozdíl ve vzdálenosti, označovaly možnou koincenci vlků. Pro oblast Děčínska bylo vyhodnoceno celkem sedm dvojic těchto událostí, které byly zachycené od prosince roku 2018 do ledna roku 2020. V Krušných horách byla takto zjištěna jedna dvojice událostí z července roku 2019. Tato pilotní analýza na menším množství dat potvrdila, že touto metodou lze detekovat současné výskyty vlků na odlišných místech a získat tak informace o časoprostorové aktivitě jedinců patřících do jedné či odlišné smečky. S větším množstvím dat by bylo možné v určité oblasti tímto způsobem odhadovat početnost na úrovni jedinců či smeček.

Klíčová slova

vlk, početnost, fotopast, koincidence

Abstract

This bachelor thesis deals with estimating the number of wolves in a certain area using information obtained from records from camera traps. This non-invasive method of monitoring wolves provides us with information about the occurrence of wolves in a specific place at a certain time. Images from camera traps can detect events, where wolves are captured at the same time in different places i.e. coincidences. This way we can get data about the number of wolves at a given time. The aim of this bachelor work was to evaluate the possible coincidence of wolves in the years 2017–2020 in the Ore Mountains and in the district of Děčín. Data for this pilot analysis were provided from the OWAD project.

The main principle to determine wolf coincidence was to compare the time and distance differences between events. Pairs of events that showed a short time difference and a large distance difference indicated a potential wolf coincidence.

A total of seven pairs of these events were evaluated for the Decin region, which were captured from December 2018 to January 2020. One pair of events was identified in the Ore Mountains in July 2019. This pilot analysis with smaller amount of data confirmed that this method can detect simultaneous occurrences of wolves at different locations and thus provide information on the spatiotemporal activity of individuals belonging to one or different packs. With larger amount of data, it would be possible to estimate abundance at the level of individuals or packs in a given area.

Keywords

wolf, abundance, camera trap, coincidence

Obsah

1. Úvod.....	1
2. Cíle práce	3
3. Literární rešerše	4
3.1.Charakteristika vlka obecného.....	4
3.1.1 Základní popis druhu	4
3.1.2 Stanovištní nároky	4
3.1.3 Sociální chování a reprodukce.....	5
3.1.4 Velikost smečky a její sezónní proměnlivost	6
3.1.5 Teritorium a prostorová aktivita	7
3.1.6 Potrava a lov	8
3.2 Výskyt a rozšíření na území České republiky	9
3.3 Způsoby monitoringu vlka.....	12
3.3.1 Fotopasti	12
3.3.2 Telemetrie	13
3.3.3 Pobytové znaky.....	13
3.4 Metody používané při odhadu početnosti druhu	14
3.4.1 Klasifikace dat z monitoringu na základě SCALP kritérií	14
3.4.2 Využití fotopastí a metody zpětného odchyту	16
4. Metodika	17
4.1 Zdroj poskytnutých dat	17
4.2 Charakteristika zájmového území.....	17
4.3 Popis poskytnutých dat	18
4.4 Princip postupu při časoprostorové analýze událostí.....	19
4.5 Postup k určení koincidencí vlků na sledovaném území	19
4.5.1 Úprava poskytnuté tabulky s informacemi o záznamech	19
4.5.2 Rozdělení sledovaného území	19

4.5.3 Výpočet časových rozdílů mezi událostmi	20
4.5.4 Výpočet vzdáleností mezi událostmi	20
4.5.5 Určení událostí značící možné koincidence	22
4.5.6 Zobrazení zjištěných koincidencí v prostředí ArcMap.....	23
4.5.7 Zobrazení fotografií u zjištěných koincidencí	23
5. Výsledky	24
5.1 Úvod	24
5.2 Výsledné koincidence v oblasti Děčínska	24
5.3 Výsledné koincidence v oblasti Krušných hor	27
6. Diskuse	28
6.1 Interpretace výsledků.....	28
6.2 Faktor ovlivňující výsledky	29
6.3 Porovnání postupu s metodami jiných autorů	29
6.4 Zhodnocení metody a výsledků.....	30
7. Závěr a přínos práce.....	31
8. Přehled literatury a použitých zdrojů.....	32
9. Seznam obrázků.....	37
10. Přílohy	38

1. Úvod

Vlk obecný (*Canis lupus*) se jakožto vrcholový predátor v posledních desetiletích navrácí do evropské krajiny a tam, kde jsou vhodné životní podmínky, se zvyšuje početnost vlčí populace (Chapron et al. 2014). Tato psovitá šelma má významnou roli v ekosystému, jelikož přirozeně reguluje stavy divoké zvěře v lesních biotopech, tím zároveň napomáhá k rovnovážnému vztahu mezi býložravci a lesní vegetací, a zvyšuje biodiverzitu v dané oblasti (Mech et Boitani, 2003). Ačkoli je vlk přirozenou a nedílnou součástí evropských lesů, střetávají se ohledně tohoto tématu protichůdné názory na to, zda je možné souzněné žití tohoto predátora a člověka v dnešní kulturní krajině. Ukazuje se, že prostřednictvím ochranné legislativy, vhodným managementem a osvětou veřejnosti lze nalézt kompromis ve sdílení krajiny s divokými šelmami jako je vlk (Chapron et al. 2014).

K tomu, aby vlčí populace byly chráněné, mohly obývat svá území a plnit tak svou roli v ekosystému, je zapotřebí získat důležité znalosti o tomto druhu, o způsobu a podmínkách žití, prostorových nárocích a zjistit přibližnou početnost vlků v dané oblasti. Získat tyto informace může být náročné, jelikož vlk je šelma se značnými prostorovými nároky, relativně nízkou hustotou početnosti a vysokou mobilitou (Mattioli et al. 2018). Také jeho častá přeshraniční aktivita vyžaduje jednotnou mezinárodní spolupráci (Chapron et al. 2014). Získat uvedené potřebné informace lze monitoringem vlčích populací pomocí různých metod, jako je například sledování pobytových znaků, genetická analýza či telemetrie, avšak tyto metody mohou být velmi časově náročné, nákladné nebo je zde potřeba živý odchyt zvířete. Současnou efektivní neinvazivní metodou monitoringu jsou fotopasti, které jsou instalovány v domovských okrscích vlčích smeček a přinášejí tak cenná data ohledně vlčích aktivit (Šver et al. 2016).

Jednou z nejdůležitějších informací, kterou je potřeba znát k ochraně volně žijících vlků je počet jedinců či smeček na daném území. K získání této informace se většinou používá kombinace různých metod (Kutal et al. 2017). V posledních letech se uplatňují záznamy z fotopastí, kde pomocí individuálních znaků jedinců zachycených na snímku lze metodou zpětného odchytu (capture-recapture) odhadovat početnost druhu, avšak je zde potřeba nejasná data ověřit analýzou vzorku DNA (Mattioli et al. 2018).

Monitoring vlků skrze fotopasti je v současnosti považován za jednu z nejefektivnějších metod, jelikož lze sledovat vlky v rámci rozsáhlého území, metoda je neinvazivní a záznamy z fotopastí jsou trvale k dispozici při dalších výzkumech (Gese, 2001). Avšak k odhadu velikosti vlčí populace v dané oblasti se s fotopastmi zatím používají i jiné metody, což dělá výzkum pracnější a nákladnější.

Tato bakalářská práce by měla skrze pilotní analýzu dat získaných z fotopastí v rámci menšího území určit, zda pomocí této metody lze odhadovat počty vlků obývajících určitou oblast.

2. Cíle práce

Tato bakalářská práce se zabývá možným způsobem, jak stanovit minimální počet jedinců v rámci daného území, které obývá několik smeček. Cílem této práce je vyhodnotit možné koincidence vlků (určit jejich současný výskyt na odlišných místech) v oblasti Krušných hor a Děčínska na základě časoprostorové analýzy událostí, které zaznamenaly fotopasti v letech 2017–2020. Tato pilotní analýza je založena na principu určení časových a vzdálenostních rozdílů mezi událostmi. Dle výsledných možných koincencí je následně úkolem zhodnotit, zda tímto způsobem je možné určit odhad v početnosti vlků v rámci dané oblasti.

3. Literární rešerše

3.1. Charakteristika vlka obecného

3.1.1 Základní popis druhu

Vlk obecný (*Canis lupus*) je šelma z čeledi psovití (*Canidae*). Po medvědu hnědém je to druhý největší predátor v Evropě a zároveň největší psovitá šelma Evropy. Délka těla bez ocasu je 110-148 cm. Ocas je většinou dlouhý jako třetina délky těla. Dospělý vlk váží od 20 do 80 kg. Samice jsou menší a váží od 15 do 55 kg. V kohoutku může dospělý jedinec měřit až 80 cm. Barva srsti je velice variabilní. Evropsští vlci mají většinou srst žlutošedou, na hřbetě bývá srst tmavší (Pelikán et al., 1979). Zimní srst je oproti letní delší a světlejší. K línání dochází na konci jara a začátkem podzimu se srst zcela obnoví (Boitaini, 2000). Vlčí stopa je podobná jako u psa. Na délku měří až 14 cm a na šířku 9 cm. Při chůzi vlk našlapuje zadní tlapou do stopy přední tlapy. Stopní dráha vlka v klusu tvoří pouze jednu linii tzv. čárování (Kvasnica, 2009). Vlk má velice vyvinutý čich a sluch. V jeho žlutooranžových očích v cévnaté vrstvě mezi bělimou a sítnicí je tkáň, která umožňuje dobré vidění ve tmě. Silné čelisti, svalnaté nohy a vytrvalost při běhu z něho dělají výborného lovce. Ve volné přírodě se vlk v průměru dožije osmi až devíti let. V chráněné oblasti žije až třináct let, kde mu podmínky ulehčují existenci (Ménatory, 2005).

3.1.2 Stanovištní nároky

Vlci jsou obecně velice přizpůsobiví vůči různým typům prostředí. Dokazuje to jejich široký areál rozšíření. Obývají různé biotopy jako například severskou tundru a tajgu, stepi, velehory, nížiny i pouště a polopouště (Kvasnica, 2009). Nejvhodnější stanoviště se nachází tam, kde je hustota biomasy kořisti nejvyšší (Fuller, 1989).

Na našem území vlk nejčastěji osidluje horské lesy, zvláště smrkové porosty. Dostupnost kořisti je nejdůležitějším faktorem při volbě stanoviště, kdežto charakter a sklon reliéfu území se zdá být pro výběr stanoviště nedůležitý. Jelikož jejich přirozené území může být vlivem lidských staveb a aktivit omezeno, dokážou tomu uzpůsobit své chování v průběhu dne i sezóny. Výškopisně se v našich podmínkách populace vlků vyskytují především v polohách 400–800 m n.m. (Anděra et Červený, 2009).

Přizpůsobení života vlků v kulturní krajině například dokazuje studie z Finska, kde v letních měsících byli sledováni dva vlci z různých teritorií. V okolí jednoho teritoria byla zaznamenána větší hustota silnic a vlk se zde častěji zdržoval v domovském teritoriu. Přesto bylo zjištěno, že obě smečky s odlišnými podmínkami prostředí vykazovaly podobnou úspěšnost v lovu i v odchovu svých mláďat (Gurarie et al. 2011).

3.1.3 Sociální chování a reprodukce

Vlci žijí ve smečkách, kde spolupracují při lovu, obraně teritoria a reprodukci. Smečka vzniká, když vlčí pár obsadí své teritorium a založí potomstvo (Boitaini, 2000). Vlčí pár a jeho potomstvo fungují jako celek po celý rok. Nejpočetnější věkovou skupinou ve smečce jsou mláďata chovného páru. Součástí smečky jsou často potomci z minulého roku. V některých smečkách může žít i jedinec, který se do skupiny přidal až v dospělosti. Udává se, že potomci mohou žít se svými rodiči 10 až 54 měsíců. Důvodem mohou být velké rozdíly v době dospívání mezi jedinci. I když vlčímu mláděti dorostou špičáky v 7 měsících života a do svých 12 měsíců vyroste do velikosti dospělého vlka, nemusí být ještě na opuštění smečky a osamostatnění připraven psychicky. Výhodou setrvání s rodiči může být nasbírání více zkušeností při lovu a vyhledávání kořisti (Mech et Boitani, 2003).

Ve smečce se rozmnožuje pouze rodičovský pár, a to zpravidla jednou ročně. Periodicita reprodukce ovlivňuje strukturu smečky, její pohyby a sociální chování. Páření probíhá od ledna do března (Schmidt et al. 2008). K pohlavní dospělosti samice dochází obvykle ve dvou letech (Mech et Boitani, 2003). Samice je březí 60–62 dní a ve vrhu může být 1–11 mláďat (Boitaini, 2000). V průměru se rodí 5–6 mláďat. Narozená mláďata setravávají v doupěti, které je lokalizováno zpravidla v jádrové části teritoria. V doupěti a jeho okolí zůstávají přibližně 8 týdnů, kde jsou kojena (Mech et Boitani, 2003). Schmidt et al. (2008) ve studii uvádí, že matka štěnat během 10 dní po porodu trávila 85 % času s mláďaty a za den ušla v průměru jen 3,9 kilometrů. Samice svou pohyblivost plně obnovila 50–70 dní po porodu. O mláďata se starají během matčiny nepřítomnosti i ostatní členové smečky.

3.1.4 Velikost smečky a její sezónní proměnlivost

Smečka může mít 2 až 15 členů, v průměru to bývá 7 jedinců. Počet vlků ve smečce závisí na hustotě kořisti na daném území, produktivitě vlků a na jejich úspěšnosti v rozptylu. Především v Evropě má také vliv lidský zásah (Boitaini, 2000). Nowak et al. (2008) udává početnost smečky v Západních Karpatech v zimním období 3–7 jedinců a v létě byl zjištěn počet vlků na 2–6 jedinců. V Alpách na území Itálie byla zjištěna velikost vlčí smečky 3–5 jedinců (Galaverni et al. 2016). V Evropě se udává 5–6 členů smečky za optimální (Jędrzejewski, 2002).

Velikost smečky je během roku variabilní vlivem reprodukce, úmrtnosti, opuštěním smečky jedincem či přidružením jedince ke smečce. Smečky přirozeně bývají nejpočetnější během jara po porodu mláďat. V průběhu léta a podzimu, ale i v jiné části roku, může klesat počet jedinců ve smečce z důvodu úmrtnosti. Na podzim a v zimě se velikost smečky může dále měnit, jelikož v tomto období dospívající jedinci nejčastěji opouští smečku, ale také se mohou jedinci ke smečce přidružovat. Je známo, že mladý jedinec dočasně opouští smečku a několikrát se k ní může vrátit, než se od rodiny zcela oddělí a osamostatní se. V průběhu roku se také mění sdružování a pohyb vlků ve smečce. V létě se vlci častěji pohybují sami, kdežto v zimě se spíše pohybují pohromadě. Avšak i v zimním období se může smečka rozdělit dočasně či na několik dní, než se znovu sejde. Dočasná disperze jedince, rozdělení a sdružování smečky a její početní sezónní variabilita jsou faktory, které je důležité zohledňovat při určování velikosti smečky (Mech et Boitani, 2003).

Významný vliv na početnost smečky má hustota kořisti na daném území, kde se vlci pohybují. S tímto vztahem také souvisí sezónní změny v koncentraci a početnosti kořisti v dané oblasti (Mech et Boitani, 2003). Faktorem, který může negativně ovlivnit početnost smečky, je lidská aktivita a s tím spojená zástavba, dopravní infrastruktura či lov. Avšak studie ze Západních Karpat dokazuje, že pokud jsou vlci chráněni zákonem a v oblasti je dostatek potravních zdrojů, dokážou přežít, a dokonce zvyšovat svou početnost, i když se pohybují v oblasti s vysokou hustotou silnic a lidského osídlení (Nowak et al. 2018).

3.1.5 Teritorium a prostorová aktivita

Vlk se vyznačuje silným teritoriálním chováním a každé teritorium je smečkou aktivně bráněno. Když vlčí pár obsazuje území, vybírá si obvykle od začátku oblast, která je dostatečně velká na obstarání potravy pro ně i pro budoucí mláďata. V případě, že smečka má velikostně nedostačující území, své teritorium později rozšiřuje (Mech et Boitani, 2003). Jestliže vlk žije bez teritoria, pravděpodobně se jedná o jedince, který ztratil své dominantní postavení ve smečce a byl smečkou odmítnut, nebo opustil svou smečku za účelem hledání partnera a obsazení nového území (Boitani, 2000).

Velikosti teritorií jsou variabilní. Velikosti teritoria závisí především na početnosti potenciální kořisti na daném území a na zeměpisné šířce. Území se zmenšuje s rostoucí biomasou kořisti a zvětšuje se se vzrůstající zeměpisnou šířkou (Jędrzejewski et al. 2007). Dalšími faktory ovlivňujícími velikost teritoria mohou být typ krajiny, lidský ruch a hustota dopravní sítě (Boitani, 2000). Ve střední a jižní Evropě je minimální velikost teritorií 80–240 km² a maximální 415–500 km² (Okarma et al., 1998). Například v Tatrách na Slovensku byla velikost teritoria zjištěna na 146–191 km² (Findo et Chovancová, 2004). Na polsko-slovenském pohraničí v oblasti Západních Karpat činí průměrná velikost teritoria 120 km² (Nowak et al., 2008). Oproti tomu Mattisson et al. (2013) určil velikosti teritorií ve Skandinávii mezi 256 až 1676 km². Jędrzejewski et al. (2007) uvádí, že velikost teritoria neklesá pod 80–100 km², což je pravděpodobně minimální rozsah území pro úspěšných chov mláďat.

Smečka si značí své teritorium močí, výkaly, vytím a aktivně ho brání. Smečka zanechává pachové značení v průměru každých 240 m po celém svém teritoriu, a především podél cest a na okraji území. Vlčí vytí je dalším způsobem, jak informovat ostatní smečky o obsazenosti území. Zároveň to není jediný důvod, proč vlci vyjí (Mech et Boitani, 2003). Například Nowak et al. (2006) ve své studii z oblasti východního Polska uvádí, že zkoumaná vlčí smečka používala vytí ze 43 % případů jako komunikaci s dočasně vzdálenými členy stejné smečky, ve 22 % se jednalo o svolání smečky před lovem a jen ve 2 % vytí bylo zacíleno na sousední smečku. V zalesněných oblastech vlci vytí slyší na vzdálenost až 11 kilometrů. V oblasti tundry může být zvuk slyšen až na vzdálenost 16 kilometrů. Pachová značení a vytí je tak způsob, jak minimalizovat šanci na kontakt se sousedními smečkami (Mech et Boitani,

2003). Pokud vlk naruší hranice jiného teritoria, smečka si své území aktivně brání a dochází k agresivním střetům i k usmrcení jedince (Boitani, 2000).

Pohyby smečky v teritoriu a jeho využívání se v rámci roku mění. Na jaře se vlci spíše zdržují v blízkosti doupat s mláďaty, jelikož jim obstarávají potravu a potřebnou péči. V létě jsou pohyby smečky omezené na vzdálenosti, které jsou mláďata schopná ujít (Jędrzejewski et al. 2007). Využívání území se zvyšuje na podzim, když mláďata dospívají. Při studii z oblasti Bělověžského pralesa v Polsku bylo zjištěno využívání území smečkou v průměru až ze 70 % v 8 dnech na přelomu podzimu a zimy. Nejrozsáhleji je teritorium využíváno v zimě, kdy smečka postupně obchází celé své území a na stejné místo dojde znovu v průměru za 6 dní. Vlci si v tomto období pachově označují teritorium a lov na jiných místech vede k minimalizování únikové reakce kořisti (Jędrzejewski et al. 2001). V teritoriu je několik setkávacích míst, kam se smečka vrací po lovu. Tato místa a vlčí doupě jsou rozmístěna po celém území kromě okrajových míst vzdálených jeden kilometr od hranic teritoria (Mech et Boitani, 2003).

Vlci mohou cestovat na velké vzdálenosti několik hodin při rychlosti 8–9 km/h. V zimě může smečka přes noc ujít až 56 km (Mech et Boitani, 2003). Například v Polsku byla dosažená vzdálenost smečky zjištěna v průměru 22,8 km za den (Jędrzejewski et al. 2001). Cuicci et al. (1997) ve studii uvádí, že na začátku zimy smečka v Itálii v průměru urazila až 27,4 km za den.

3.1.6 Potrava a lov

Vlci jsou oportunističtí predátoři. I když je vlk označován za masožravce, dokáže přijímat různorodou potravu, která nemusí být výhradně živočišná. Součástí vlčí potravy mohou být lesní plody, tráva nebo také i odpadky (Mech et Boitani, 2003).

V Evropě jsou nejdůležitější vlčí potravou volně žijící kopytníci. V boreálních lesech Skandinávie je primární vlčí kořistí los evropský (*Alces alces*). V oblasti sibiřské tundry se vlci živí především sobem polárním (*Rangifer tarandus*). V lesích mírného pásma je hlavní složkou vlčí potravy jelen evropský (*Cervus elaphus*), srnec obecný (*Capreolus capreolus*) a prase divoké (*Sus scrofa*) (Mech et Boitani, 2003). Kořistí vlků v Evropě může být také bobr evropský (*Castor fiber*) nebo zajíc polní (*Lepus europaeus*) (Nowak et al. 2011). Dle výsledků potravní analýzy z území Německa se potrava vlků z 96 % skládá z divokých kopytníků, z toho srnec tvořil

až 55,3 % potravy. Jelen byl z 20,8 % složkou vlčí potravy a z 17,7 % prase divoké. Hospodářská zvířata tvořila jen 0,6 % veškeré konzumované biomasy (Wagner et al. 2012). Jestliže se na daném území vyskytuje divoká zvěř v dostatečných počtech, vlci preferují lov divoké zvěře před usmrcováním hospodářských zvířat (Nowak et al. 2005).

Vlci se při lovu zaměřují přednostně na oslabené jedince, které je snazší ulovit a také je zde menší riziko, že se vlk při lovu zraní. Vlk si vybírá kořist, která může být nemocná, zraněná nebo nějak tělesně znevýhodněná. Pro vlky je výhodnější lov ve smečce, jelikož tím zvyšují šanci na ulovení větší kořisti. To však nepřináší jedinci více potravy. O ulovenou kořist se vlci dělí s ostatními členy smečky, především s mládřaty (Mech et Boitani, 2003).

3.2 Výskyt a rozšíření na území České republiky

Vlk se na našem území znovu objevuje po 2. světové válce, kdy první údaje pochází z roku 1947 z oblasti severní Moravy. Do roku 1969 byly zaznamenány jednotlivé výskyty i na území Českého lesa a Opavska (Anděra et al. 2004). Víceero dokladů o výskytu je zaznamenáno v průběhu 70. let z oblasti Šumavy. Tyto záznamy ale naznačují, že se jednalo o uprchlé vlky ze zajetí na území Bavorska. Počty vypočítaných výskytů v této oblasti se zvyšují v 90. letech. Hlavním zdrojem těchto informací byly databáze Správ národních parků na Šumavě a v Bavorsku. Od roku 1990 do roku 2004 bylo zaznamenáno 66 výskytů jednotlivců na české straně Šumavy (Bufka et al. 2005).

Výskyt a rozšíření druhu na území České republiky závisí především na vývoji vlčích středoevropských populací. Mezi lety 2002–2012 vzrostl počet jedinců na polském území přibližně na 140. Z důvodu expandujících vlků z Polska do Německa se mezi lety 2015–2016 vyskytovalo již na území Německa 15 vlčích párů a 47 smeček (Kutal et al. 2017). Rozšiřující se areál výskytu středoevropské nížinné populace je důvodem občasných výskytů vlka na severu a východě Čech mezi lety 2000–2013 (Nowak et Myslajek, 2016).

Pravidelně se vlci vyskytovali od roku 1995 na hranicích Slovenska a Moravskoslezských Beskyd. Kolem roku 2000 byly v této oblasti vypočítány dvě až tři menší smečky (Anděra et al. 2004). Z důvodu stagnace západokarpatské

populace zapříčiněnou především lovem vlků na Slovensku se však v letech 2003–2014 objevuje vlk v okolí Beskyd jen občasně (Kutal et al. 2017).

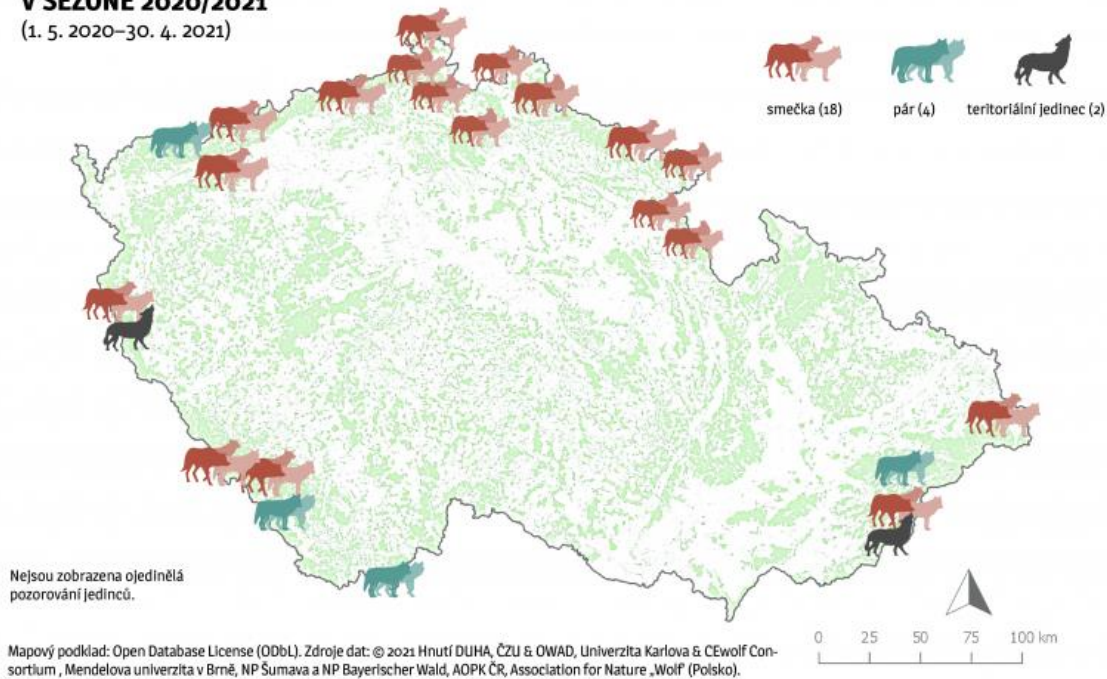
V roce 2017 se vlk objevoval na 6,8 % území České republiky. Z oblasti výskytu byla reprodukce potvrzena na 10,2 %. Na 8,5 % území šlo o výskyt stálý bez rozmnožování a v 81,4 % se vlk objevoval jen ojediněle. Rozmnožování vlka bylo dokázáno v oblasti Ralska od sezóny mezi rokem 2014 a 2015, na Broumovsku a v Krušných horách od sezóny 2016–2017. Počty vlků na území České republiky se k roku 2017 odhadují na 15 až 25 jedinců (Kutal et al. 2017).

Od roku 2017 se objevují občasně jedinci v Bílých Karpatech. V roce 2018 na jaře byl opět doložen výskyt smečky v Beskydech. Na česko-bavorském pohraničí se od podzimu 2017 vyskytuje rozmnožující se smečka pocházející z národního parku Bavorský les. Reprodukce smečky byla také potvrzena v roce 2017 ve Šluknovském výběžku (Růžička et al. 2018).

V sezóně 2018–2019 byla vypořádována smečka v Lužických horách, Českém lese a na Třeboňsku. V porovnání s předchozí sezónou se počet smeček navýšil o tři a přibyla dvě teritoria. V roce 2019 se vyskytovalo na území České republiky alespoň z části celkem 18 vlčích teritorií (Jůnková Vymyslická, 2020). V roce 2020 přibyla další čtyři teritoria a jedna smečka (Jůnková Vymyslická, 2021).

Celkem na naše území zasahuje již 24 vlčích teritorií. Tento údaj se váže k sezóně 2020–2021, kde data z posledního monitoringu nově potvrzují výskyt teritoria nacházející se v Orlických horách a Českém lese. Zvyšující se trend výskytu vlků v průběhu let dokazuje velkou přizpůsobivost jejich života v kulturní krajině střední Evropy a dobré životní podmínky jim umožňují stále velká početnost divoké zvěře (Hnutí Duha, ©2022).

**TERITORIA VLKA OBECNÉHO
V SEZÓNĚ 2020/2021**
(1. 5. 2020–30. 4. 2021)



Obr. 1: Mapa výskytu vlčích teritorií v sezóně 2020/2021 (Hnutí Duha, 2022).

3.3 Způsoby monitoringu vlka

3.3.1 Fotopasti

Fotopasti jsou v současné době jedním z nejpoužívanějších nástrojů, které napomáhají při výzkumu zvířat žijících ve volné přírodě. Přístroj je založen na principu automatického pořizování snímků či videozáznamů zvířat nebo jiných objektů, které před ním procházejí. Fotopasti jsou celosvětově používány především při studiu středně velkých až velkých suchozemských savců a ptáků. Tento způsob pozorování živočichů se nejvíce rozšířil od 90. let minulého století s nástupem digitálních kamer (Rovero et al. 2013). Tato metoda monitoringu se považuje za neinvazivní, při sběru dat tedy není potřeba přímého odchyty zvířete (Mattioli et al. 2018). Pomocí pořízených snímků nebo videozáznamů z fotopastí je možné určit například druh živočicha, potvrdit výskyt druhu, odhadnout velikost dané populace či sledovat pohyby a chování jedinců (O'Connell et al. 2011).

Na základě systému, podle kterého se spustí kamera ve fotopasti, se rozlišují dva typy těchto přístrojů. U prvního typu fotopasti je v kameře zabudovaný infračervený paprsek (Active Infra-red), který je přerušen ve chvíli, kdy před fotopastí prochází zvíře nebo jiný objekt, tím se spustí kamera a pořídí snímek. Druhý typ fotopasti má zabudovaný pasivní infračervený senzor (Passive Infra-red), který je schopný detekovat zvíře na základě rozdílu teplot mezi zvířetem a jeho prostředím (Rovero et al. 2013).

Rozvržení míst, kde se fotopasti budou nacházet, je důležité pro efektivní monitoring daného živočicha. Při monitoringu vlků pomocí této metody se nejčastěji fotopasti umisťují podél známých vlčích stezek, na jejich křižovatkách nebo na místech, kde se pravidelně objevují vlčí pobytové znaky jako například trus, moč, stopy, chlupy či usmrcená kořist (Galaverni et al. 2012).

V posledních letech se využívání fotopastí stále více rozšiřuje a s tím se pojí i zvětšující se objem dat a informací. Aby skrze průzkum a monitoring živočichů byla jejich ochrana a management co nejefektivnější, je zapotřebí otevřeného sdílení dat mezi vědci. Vznikají tak různá úložiště dat, kde vědci mezi sebou sdílí data pořízená z fotopastí. Oborníci z různých organizací vyvinuli datový standard CTMS (Camera Trap Metadata Standard), který nabízí společný datový formát usnadňující ukládání

a sdílení dat, která následně mohou být použita na metaanalýzy a další výzkumy (Forrester et al. 2016).

3.3.2 Telemetrie

Monitoring pomocí telemetrie je založen na principu bezdrátového přenosu dat z vysílačky k přijímači. Pomocí telemetrického obojku připevněného na zvířeti je možné sledovat, kde se právě nachází. Nejpřesnější polohu sledovaného jedince mohou určit satelitní systémy GPS (Gitzen et al. 2013). Pro připevnění GPS obojku na zvíře je nejprve nutný jeho odchyt. Jedná se tedy o metodu invazivní (Merrill et Mech, 2003). Pro odchyt vlka se používají pasti, které jsou nejčastěji umístěny v blízkosti vlčích stezek. K nalákání vlka do pasti může pomoci návnada či pachový atraktant (Roffler et Gregovich, 2018).

Přestože je tato metoda velice pracná a nákladná, je zároveň velmi přesná a spolehlivá. Touto metodou monitoringu lze odhadnout velikost teritoria zvířete a překryv domovských okrsků, určit hustotu i velikost populace či sledovat prostorové nároky jedince (Gese, 2001). Sledování vlka skrze GPS telemetrii může také přinést cenné informace ohledně jeho sociálního života a chování ve smečce (Merrill et Mech, 2003).

Na území České republiky byl sledován vlk pomocí telemetrie poprvé od podzimu roku 2020, kdy se na Šumavě po několika měsících podařilo úspěšně odchytit vlčí samici. Od roku 2021 jsou telemetricky sledovány další dvě samice, které se nachází v odlišných teritoriích na rozhraní Národního parku Šumava a Bavorského lesa. Tento způsob monitoringu tak přináší v několika ohledech cenné informace o vlčích aktivitách na území Šumavy (NP Šumava, ©2022).

3.3.3 Pobytové znaky

Velmi důležitou metodou při monitoringu vlků je sledování jejich pobytových znaků. Procházením terénu, kde se pravděpodobně vlk vyskytuje, můžou být nalezeny vlčí stopy, trus nebo chlupy. Pomocí této neinvazivní metody se tak může potvrdit přítomnost šelmy a pozorovat její rozšíření (Gese, 2001).

Vlčí stopy je nejjednodušší sledovat v zimním období ve sněhu. Nalezením vlčích stop je možné například odhadnout počet mláďat a dospělých jedinců ve smečce na základě rozdílů ve velikostech stop (Nowak et al. 2008). Sledováním vlčích stop

ve sněhu je také možné odhadnout početnost vlků a hustotu vlčí populace na daném území (Patterson et al. 2004).

Pro potvrzení výskytu vlka se také používá lidská imitace vytí, jelikož vlci mají tendenci přirozeně na tento zvuk reagovat. Tato metoda se používá v noci za klidného počasí na výše položených místech lesa a hor. V reakci na lidskou imitaci se dále může určit odhad v počtu vyjících vlků a lokalizovat místo, odkud vlk vyje (Nowak et al. 2008).

Nalezením vlčího trusu a chlupů je nejen možné potvrdit výskyt vlka, ale také sběr těchto pobytových znaků a následná analýza DNA umožňuje zjistit o jedinci mnoho informací. Na základě rozboru vzorků se pomocí analýzy DNA sledují genotypy vlků, a tím je možné určit, zda jedinci patří do stejné či rozdílné smečky. Analýza také například umožňuje zjištění zdravotního stavu vlka, určení jeho pohlaví či sledování genetické variability v populaci (Galaverni et al. 2012). Rozbor vlčího trusu přináší rovněž informace ohledně složení stravy vlka a jeho preferencí při výběru kořisti (Jędrzejewski et al. 2000).

3.4 Metody používané při odhadu početnosti druhu

3.4.1 Klasifikace dat z monitoringu na základě SCALP kritérií

Získávání dat pro zjištění výskytu vlka probíhá v období tzv. vlčího roku. Sezóna monitoringu začíná 1. května v daném kalendářním roce a končí v příštím roce 30. dubna. Toto časové rozmezí je dáno tím, že v rámci reprodukčního cyklu vlků je možné vlčí mláďata zachytit nejprve v průběhu dubna až května (Kutal et al. 2017).

Odhad početnosti vlka a potvrzování jeho výskytu na území České republiky se určuje pomocí dat a nálezů získaných v různých metodách monitoringu. Zdrojem dat mohou být záznamy z fotopastí, výsledky DNA analýzy získaných vzorků neinvazivním způsobem, nálezy pobytových znaků během procházení terénu, záznamy hlasových projevů nebo také ověřené informace ohledně škod na hospodářských zvířatech či dokumenty obsahující informace poskytnuté veřejností. Aby byla data následně správně vyhodnocena a klasifikována, používá se na našem území hodnocení získaných dat na základě SCALP kritérií (Kutal et al. 2017).

Tento systém klasifikace dat (Status and Conservation of the Alpine Lynx Population) byl původně použit při monitoringu Rysa ostrovida v Alpách (Molinari-Jobin et al. 2012). Systém byl následně aplikován na vyhodnocení dat z monitoringu medvěda, rysa a vlka na území Německa (Kaczensky et al. 2009). Na našem území se systém SCALP uplatnil při monitoringu velkých šelem mezi lety 2012–2016 (Kutal et al. 2017).

SCALP vymezuje tři kategorie (C1, C2, C3) na základě důvěryhodnosti získaných nálezů. Kategorie C1 obsahuje tzv. „tvrdá data“, která nezpochybnitelně potvrzují výskyt šelmy. Do této kategorie lze zařadit například nález mrtvého jedince, zachycení šelmy na snímku z fotopasti, DNA analýzou ověřený vzorek, živý odchyt či lokalizace pomocí telemetrie. Kategorie C2 označuje potvrzená pozorování, řadí se zde nálezy stop, trusu, chlupů nebo nález usmrcené kořisti. Tyto nálezy musí být potvrzeny experty. V případě hlášených nálezů od veřejnosti se data zařazují do kategorie C3 označující nepotvrzená data. Dále se do této kategorie řadí nezdokumentovaná, nejasná či obtížně ověřitelná data (Molinari-Jobin et al. 2012).

Zájmové území, na kterém je v dané sezóně vyhodnocován výskyt a početnost vlka, bývá promítnuto v mapové formě, kde je území rozděleno do čtvercových sítí (kvadrátů) o určité rozloze například 10x10 km či 5x5 km. Do určitého kvadrátu se následně zaznamenává výskyt vlka na základě získaných dat. Potvrzení výskytu vlka v daném území lze doložit jen důvěryhodnými daty, tudíž která jsou klasifikována do kategorie C1 či C2 (Kutal et al. 2017).

Při klasifikaci a vyhodnocování dat z monitoringu vlka je důležité věnovat zvláštní pozornost při interpretaci znaků, které by se mohly zaměnit s pobytoвыми znaky patřící psovi. V případě důkazu v podobě fotografie vlka patřící do kategorie C1 by měl snímek zaznamenat celé zvíře s jeho charakteristickými znaky. S nálezy pobytoových znaků v podobě stop či trusu by se mělo také zacházet obezřetně z důvodu možného zaměnění se psem. Z tohoto důvodu pro potvrzení výskytu vlka v dané oblasti je tedy zapotřebí vícero důkazů C2 než například při potvrzování výskytu rysa či medvěda (Kaczensky et al. 2009).

3.4.2 Využití fotopastí a metody zpětného odchyty

V posledním desetiletí se používání fotopastí ukazuje jako jeden z nejeftivnějších způsobů k odhadu početnosti vlka v rámci rozsáhlého území. Tradiční metody, jako například sledování vlčích stop, nacházení dalších pobytových znaků či zaznamenávání zvukových záznamů na větším sledovaném území, jsou často namáhavé a vyžadují časově náročnější práci jak v terénu, tak i při následné interpretaci dat. V porovnání s modernějšími technologiemi, jako je telemetrické sledování, je používání fotopastí daleko méně nákladné a není zde potřeba živý odchyt a manipulace se zvířetem (Mattioli et al. 2018).

Záznamy z fotopastí byly použity v pilotní studii ke stanovení minimálního počtu jedinců ve smečkách na území o rozloze 85 km² v severní části italských Apenin. Tato studie potvrzuje, že data získaná z fotopastí umožnila určit počet smeček a počet jedinců ve smečce stejně jako data získaná z analýzy DNA. Kombinace metody NGS (non-invasive genetic sampling) a metody zachycení na fotopasti (camera trapping) může zároveň pomoci ke spolehlivější identifikaci jedince. Specifické fenotypové znaky vlka, které mohou být zachyceny na snímku z fotopasti, jsou užitečné při určování početnosti druhu. Na snímku, kde není vlk zachycen tak, aby bylo možné ho rozpoznat podle tohoto znaku, pomáhá k identifikaci analýza DNA ze vzorku, který byl na daném místě nalezen (Galaverni et al. 2012).

Odhad hustoty vlků na rozsáhlejších území byl určen ve studii používající metodu zpětného odchyty (capture-recapture) za pomoci fotopastí s podporou genetické analýzy, kde studované území se rozkládalo na 560 km² v oblasti střední Itálie. Důležitým faktorem k použití této metody je rozpoznání takzvaného ohniskového jedince na snímcích z fotopastí pomocí jejich individuálních znaků (například specificky zbarvená místa na srsti, tvar ocasu, zranění či specifické pohyby při značkování). Ohniskovými jedinci bývá vlčí rozmnožující se pár smečky. Jakmile je ohniskový jedinec zachycen a rozpoznán na záznamu, je tato událost přiřazena k dané smečce. Pro odhad velikosti smečky je důležité také zachytit ostatní její členy. Také je rozpoznání možné, pokud vlci vykazují specifické znaky či pokud byli zachyceni na události spojené s ohniskovým párem (Mattioli et al. 2018). Metoda zpětného odchyty je založena na principu zachycení a identifikování jedinců. Při dalším zachycení se porovnává počet jedinců, které lze identifikovat a které se identifikovat nepodařilo (Silver et al. 2004).

4. Metodika

4.1 Zdroj poskytnutých dat

Data pro pilotní analýzu zpracovaná v bakalářské práci byla poskytnuta z projektu zvaném Objektivní akceptace vlka v člověkem pozměněné přeshraniční krajině (OWAD). Tento projekt se zabývá efektivní ochranou vlka v rámci spolupráce mezi Českou republikou a Německem. Cílem projektu je návrat a udržení populace vlka na česko-saském pohraničí pomocí monitoringu, výzkumu a informovanosti veřejnosti. Koordinátor projektu je Česká zemědělská univerzita v Praze a dalšími partnery projektu jsou Agentura ochrany přírody a krajiny, Ministerstvo životního prostředí a Muzeum přírodních věd Görlitz (Vorel et Jůnková Vymyslická, 2020).

4.2 Charakteristika zájmového území

Zájmová oblast se rozkládá v oblasti Krušných hor a okresu Děčín, z části zasahuje na území německého Saska. V oblasti Krušných hor pochází nejvíce poskytnutých dat z okolí města Výslunní v okrese Chomutov. Na Děčínsku pochází nejvíce dat ze severní části Šluknovského výběžku, z oblasti Národního parku České Švýcarsko a ze západní části Lužických hor (viz příloha č.1).

Oblast zájmového území v Krušných horách se nachází převážně ve výšce 750 metrů nad mořem. Území je z většiny tvořeno rulou a žulou. Lesy v Krušných horách tvoří přibližně 75 % území s největším zastoupením smrku. Původně se na svazích vyskytovaly podmáčené smrčiny a bučiny. V minulosti měl v těchto oblastech vliv imisí na lesní porosty degradační účinky, a proto na poškozených plochách jsou dnes vysazené břízy, kleče, jeřáby a smrky pichlavé. Travní porosty zaujímají přibližně 15 % území. Orná půda se zde téměř nevyskytuje (Culek et al. 2003).

Zájmové území nacházející se na Šluknovském výběžku je položené ve výšce 350–520 metrů nad mořem (Culek et al. 2003). Součástí území je Šluknovská pahorkatina, která vznikla na horninách lužického žulového masívu. Lesy se rozkládají na 40 % území, pokrývají převážně vyšší oblasti a oblasti hraniční s Německem. Ve složení lesa převažují kulturní smrčiny, bučiny se nacházejí na neovulkanitech. V roklinových lesích jsou jasany, jilmy a kleny. Břízy, borovice, duby a buky se nacházejí na slunných svazích. Mimo lesní porosty dominuje orná půda a mezofilní až vlhké louky (Březinová, 2005).

4.3 Popis poskytnutých dat

Data z projektu OWAD byla poskytnuta v podobě záznamů z fotopastí zachycující vlky. Tyto záznamy byly pořízeny od roku 2017 do roku 2020 v oblasti Krušných hor, Děčínska a Šluknovského výběžku. Složka se záznamy z fotopastí obsahuje celkem 2952 fotografií, na kterých jsou zachyceni vlci. Dále byla poskytnuta mapová vrstva, kde jsou znázorněné lokace fotopastí. Informace o jednotlivých záznamech byly poskytnuty v podobě tabulky ve formátu dBase. Mapová vrstva je v souřadnicovém systému WGS-1984. V programu Arcmap se místa fotopastí zobrazují jako body. Každý bod znázorňuje fotopast se záznamy fotografií. Pomocí funkce hyperlink je možné si zobrazit fotografie, které daný bod obsahuje. Informace, které byly o jednotlivých záznamech zjištěny, jsou zapsány do atributové tabulky této mapové vrstvy. Tabulka ve formátu dBase je totožná s atributovou tabulkou mapové vrstvy. V tabulce je zaznamenán datum a čas pořízení každého záznamu. Dále tabulka obsahuje informaci, kde byl záznam pořízen, tedy kde se nachází fotopast, která danou fotografii vytvořila. Místo je určeno pomocí souřadnic „x“ a „y“. Souřadnice „x“ určuje počet stupňů východní délky. Souřadnice „y“ určuje počet stupňů severní šířky. Každý záznam má určené své identifikační číslo. Pomocí tohoto čísla se daný záznam dá vyhledat v tabulce či ve složce s fotografiemi.

Několik fotografií z jedné fotopasti, které byly pořízeny ve stejný den v krátkém časovém intervalu, značí jednu událost. Jedna událost se může skládat z jedné nebo více fotografií. Dvě nezávislé události od sebe odděluje časový úsek trvající 30 minut, jelikož v tomto intervalu může být vyskytující se vlk zaznamenán vícekrát za sebou a být tak zachycen na více snímcích. Z tohoto důvodu patří tyto záznamy do jedné události. Jednotlivé události v poskytnutém souboru dat jsou mezi sebou rozlišeny pomocí identifikačního čísla. Identifikační čísla záznamů z jedné události mají shodné číslice a pouze koncová číslice se liší.

Tabulka obsahuje i další informace o jednotlivých záznamech. Pro časoprostorovou analýzu událostí je však klíčové znát identifikační číslo záznamu, datum, čas a souřadnice místa pořízení záznamu či události.

4.4 Princip postupu při časoprostorové analýze událostí

Hlavním principem této analýzy bylo zjistit koincidence vlků na sledovaném území, tzn. současný výskyt různých vlků na odlišných místech. Bylo důležité se v datech zaměřit na události, které značí, že více vlků se od sebe vyskytuje na velkou vzdálenost a v krátkém časovém úseku.

Pilotní analýza je tedy založená na porovnávání časových a vzdálenostních rozdílů mezi událostmi. Jedním z hlavních úkolů při práci s daty je zjistit, jak se od sebe dané události liší časově. Zároveň je potřeba zjistit i jejich rozdíl vzdálenostní. Neboli, jak daleko jsou od sebe vzdálené dané fotopasti. Následným porovnáním časového a vzdálenostního rozdílu mezi událostmi je možné určit současný výskyt vlků na odlišných místech, tedy jejich koincidence.

4.5 Postup k určení koincencí vlků na sledovaném území

4.5.1 Úprava poskytnuté tabulky s informacemi o záznamech

Pro práci s informacemi o událostech byla poskytnutá tabulka ve formátu dBase převedena do programu Microsoft Excel. Tabulka se upravila tak, aby obsahovala jen informace o záznamech, které na analýzu byly potřeba. Tabulka obsahovala identifikační čísla záznamů, datum a čas pořízení záznamů a souřadnice místa vzniku záznamů. Prvotně se pořadí dat v tabulce upravilo tak, aby byly události seřazené od nejstarší po nejmladší.

4.5.2 Rozdělení sledovaného území

Pro pilotní analýzu jsou poskytnutá data z poměrně rozsáhlého území. Nejvzdálenější sledovaná místa jsou od sebe vzdálená 120 kilometrů. Určování současného výskytu vlků na odlišných místech má smysl hodnotit v rámci jejich teritorií, sousedních teritorií a bližšího okolí. Vyhodnocovaly se proto záznamy separátně pro oblast v okolí Výslunní (okres Chomutov) v Krušných horách a pro oblast Šluknovského výběžku, Děčínska a Lužických hor.

Informace o záznamech zobrazené v tabulce bylo potřeba rozdělit tak, aby vznikly dvě tabulky, tedy aby jedna tabulka obsahovala informace z pouze jedné oblasti. K určení, z jaké oblasti záznam pochází, bylo důležité se zaměřit na hodnotu souřadnice „x.“ Tato hodnota určuje stupně zeměpisné délky daného místa, ze kterého

záznam pochází. Hodnoty menší než 14 určovaly záznamy z Chomutovska, větší než 14 z oblasti Děčína. Dle těchto hodnot se vyjmula data z původní tabulky a vložila se do nové tabulky.

Následující zmíněné postupy a výpočty se prováděly vždy v obou tabulkách.

4.5.3 Výpočet časových rozdílů mezi událostmi

Pro stanovení časových rozdílů mezi událostmi bylo potřeba v tabulce jednotlivé časy záznamů upravit tak, aby se mohl čas jedné události odečíst od času předešlé události. Po úpravě a odečtení dvou časů vzniklo číslo, kde jednotky představují, kolik dní uběhlo od předešlého záznamu. Desetiny a setiny tohoto čísla znamenávají hodiny a minuty uplynulé od předešlého záznamu.

Následně se formát čísla zobrazující vypočtený časový rozdíl událostí upravil tak, aby vznikly v tabulce dva sloupce. Jeden sloupec obsahuje pouze časový rozdíl ve dnech a druhý zobrazuje časové rozdíly v minutách a sekundách. Jestliže vypočtený rozdíl času mezi záznamy je nulový, značí to, že tyto záznamy pochází ze stejné události.

	B	C	D	E	F	G	H	L	M
1	ID	datum	čas	datum v číslech	čas v číslech	datum+čas	rozdíl časů	Rozdíl ve dnech	Rozdíl času
2	431,0000	27.03.2016	15:49:45	42456,00	0,660	42456,660			
3	476,0000	27.08.2017	6:10:48	42974,00	0,258	42974,258	=G3-G2	517,00	14:21:03
4	476,0010	27.08.2017	6:10:48	42974,00	0,258	42974,258	0,00	0,00	0:00:00
5	476,0020	27.08.2017	6:10:47	42974,00	0,257	42974,257	0,00	-1,00	23:59:59
6	380,0000	17.10.2017	19:39:33	43025,00	0,819	43025,819	51,56	51,00	13:28:46
7	380,0010	17.10.2017	19:39:34	43025,00	0,819	43025,819	0,00	0,00	0:00:01
8	380,0020	17.10.2017	19:39:35	43025,00	0,819	43025,819	0,00	0,00	0:00:01

Tab. 1: Výřez tabulky v programu Microsoft Excel – Výpočet časových rozdílů

4.5.4 Výpočet vzdáleností mezi událostmi

Pro zjištění, jak daleko je vzdálená fotopast zachycující danou událost od fotopasti, která zachycuje událost předchozí, se pracovalo v tabulce se sloupcem se souřadnicemi „x“ a se sloupcem se souřadnicemi „y“.

Aby bylo možné použít vzorec na výpočet vzdálenosti dvou míst určených pomocí souřadnic, bylo potřeba nejprve hodnoty v obou sloupcích, které jsou ve stupních, převést na radiány. Tento krok se udělal pomocí funkce „RADIANS“. Následně se pomocí vzorce vypočetla vzdálenost mezi daným záznamem a záznamem předchozím. Výsledná hodnota vzdálenosti mezi dvěma událostmi vychází

v kilometrech. Když je vypočítaná vzdálenost rovna nule, je zřejmé, že se jedná o záznamy ze stejné lokace.

Vzorec pro výpočet vzdálenosti mezi dvěma body určenými souřadnicemi (Prasetya et al. 2020):

$$s = \arccos(\sin(y_2) * \sin(y_1) + \cos(y_2) * \cos(y_1) * \cos(x_2 - x_1)) * 6378$$

x_1 – zeměpisná délka bodu A v radiánech

y_1 – zeměpisná šířka bodu A v radiánech

x_2 – zeměpisná délka bodu B v radiánech

y_2 – zeměpisná šířka bodu B v radiánech

s – vzdálenost bodu A od bodu B v kilometrech

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	ID	X ve stupních	X v radiánech	Y ve stupních	Y v radiánech	vzdálenost v km						
2	431,0000	14,299659	0,249576	51,032268	0,890681							
3	476,0000	14,402500	0,251371	50,940000	0,889071	=ARCCOS((SIN(F3)*SIN(F2))+COS(F3)*COS(F2)*(COS(D3-D2)))*6378						
4	476,0010	14,402500	0,251371	50,940000	0,889071	0,00						
5	476,0020	14,402500	0,251371	50,940000	0,889071	0,00						
6	380,0000	14,269579	0,249051	51,067260	0,891292	16,95						
7	380,0010	14,269579	0,249051	51,067260	0,891292	0,00						
8	380,0020	14,269579	0,249051	51,067260	0,891292	0,00						

Tab 2: Výřez tabulky z Microsoft Excel – Výpočet vzdáleností

4.5.5 Určení událostí značící možné koincidence

Na základě vypočtených časových rozdílů a vzdáleností mezi událostmi, je možné usoudit, jak velká je pravděpodobnost, že na dvojici fotografií se mohou objevit stejní vlci. Vychází se z předpokladu, že stejní vlci nepatří k událostem, u kterých byl vypočten velký vzdálenostní rozdíl a zároveň krátký časový rozdíl. Při určování současného výskytu odlišných vlků na dvou místech, je důležité brát v úvahu rychlost, kterou se vlk pohybuje v teritoriu. Vlci se pohybují na větší vzdálenosti průměrnou rychlostí okolo 9 km/h, když zrovna neloví nebo neprchají (Mech et Boitani, 2003).

Z vypočtené vzdálenosti a časového rozdílu se vypočítala rychlost, kterou teoreticky by měl vlk vyvinout, když by se mělo jednat o stejného vlka, který byl zachycen v jedné události a zároveň v události předešlé. Výsledná potenciální rychlost vlka se následně porovnávala s průměrnou rychlostí, kterou se vlk pohybuje v teritoriu. Čím je vypočítaná rychlost vlka vyšší, než je jeho průměrná rychlost, tím větší je pravděpodobnost, že jde o dva různé vlky, kteří se vyskytují v podobný čas na dvou místech.

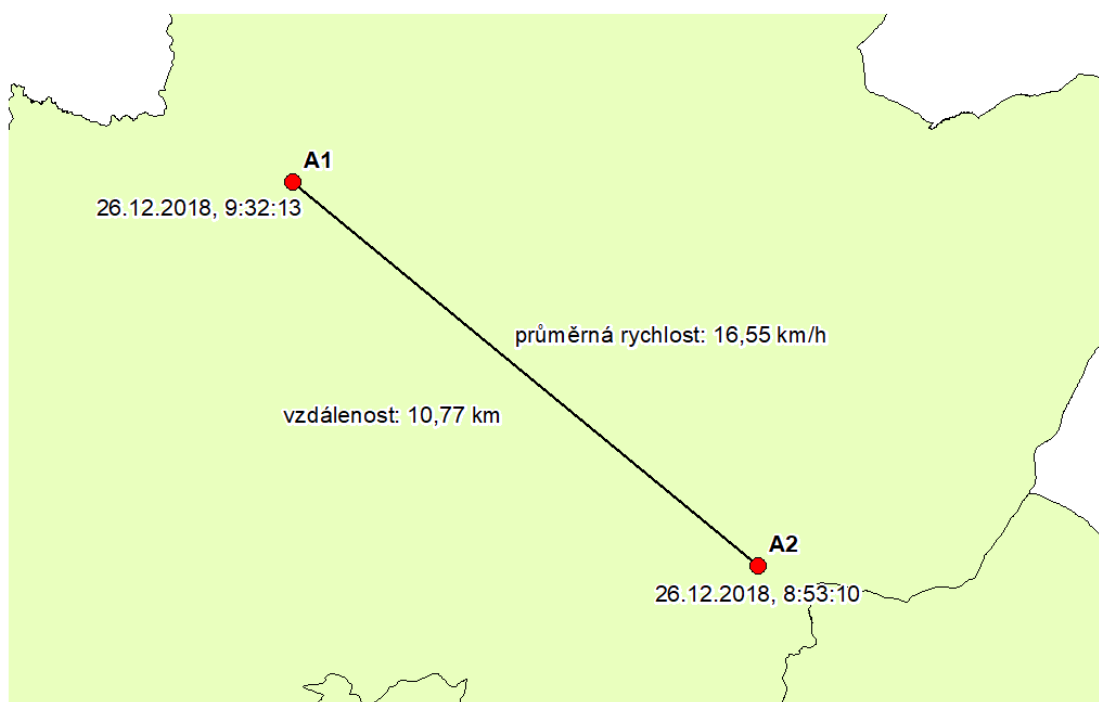
V tabulce se do nového sloupce vypočítala rychlost vlka. Porovnávaly se hodnoty z jedné události a z předešlé události. Jestliže vypočítaná rychlost mezi dvěma událostmi přesáhla 9 km/h, bylo důležité se na tyto události zaměřit, protože mohou značit koincidence vlků. Pro tyto zjištěné dvojice událostí se v tabulce přidal nový sloupec a k daným událostem byl přidán kód složený z písmene a číslice. Například první událost byla označena kódem „A1“ a druhá událost kódem „A2“. Uvedené kódy značily dvojice záznamů, které bylo nutné následně podrobně vyšetřit. Označení dvojic událostí tímto kódem je důležité k identifikaci dané události v mapové vrstvě. Pro přehlednost se informace k těmto událostem značící možné koincidence shrnuly do nové tabulky (Tab. 3).

	A	B	C	D	E	F	G
1	ID	datum	čas	časový rozdíl	vzdálenost v km	rychlost v km/h	kód
2	545,0000	26.12.2018	8:53:12				A2
3	546,0000	26.12.2018	9:32:14	39 min 2 s	10,77	16,55	A1
4	567,0000	25.02.2019	1:54:33				B2
5	568,0000	25.02.2019	2:43:49	49 min 16 s	14,82	18,04	B1

Tab. 3: Výřez tabulky z Microsoft Excel – Dvojice událostí možných koincidence

4.5.6 Zobrazení zjištěných koincidencí v prostředí ArcMap

Dalším postupem bylo zobrazení zjištěných podezřelých dvojic událostí do mapové vrstvy. Kódy označující tyto události se zobrazily v mapové vrstvě, aby bylo zřejmé, kde se nachází místa, kde byly zachycené možné vlčí koincidence.



Obr.1: Příklad výsledné analýzy pro dvojici událostí značící možnou koincenci vlků

4.5.7 Zobrazení fotografií u zjištěných koincidencí

Závěrečným krokem bylo zobrazení fotografií, které zachycují možnou koincenci vlků. V rámci zjištěných dvojic událostí se porovnála fotografie z jedné události s fotografií z druhé události. Když jsou vlci zachyceni na fotografiích tak, že si jde všimnout detailnějších znaků na jejich těle, je možné z fotografií usoudit, jestli se jedná o stejného vlka nebo o jiného.

Na tento krok se použila v programu ArcMap funkce „hyperlink“. V mapové vrstvě, kde jsou označené lokace zjištěných dvojic událostí, se pomocí této funkce kliknutím na daný bod zobrazila odpovídající fotografie zachycující událost.

5. Výsledky

5.1 Úvod

Na pilotní analýzu mi bylo poskytnuto celkem 2952 záznamů z fotopastí zachycených v průběhu tří let. Nejstarší hodnocený záznam pochází z 27.8. 2017 a nejnovější hodnocený záznam byl pořízen 13. 4. 2020. Z toho jedna nebo více fotografií zachytily jednu událost. Na území Šluknovského výběžku a Děčínska bylo vyhodnocováno celkem 310 událostí. Pro oblast Krušných hor, především v okolí Výsluní, se vyhodnocovalo 208 událostí.

V oblasti Šluknovského výběžku a Děčínska jsem vyhodnotila sedm dvojic událostí značících možnou koincidence. Z celkového počtu sledovaných události je to 2,26 %. Tyto vypozerované události jsou zachycené od prosince roku 2018 do ledna roku 2020.

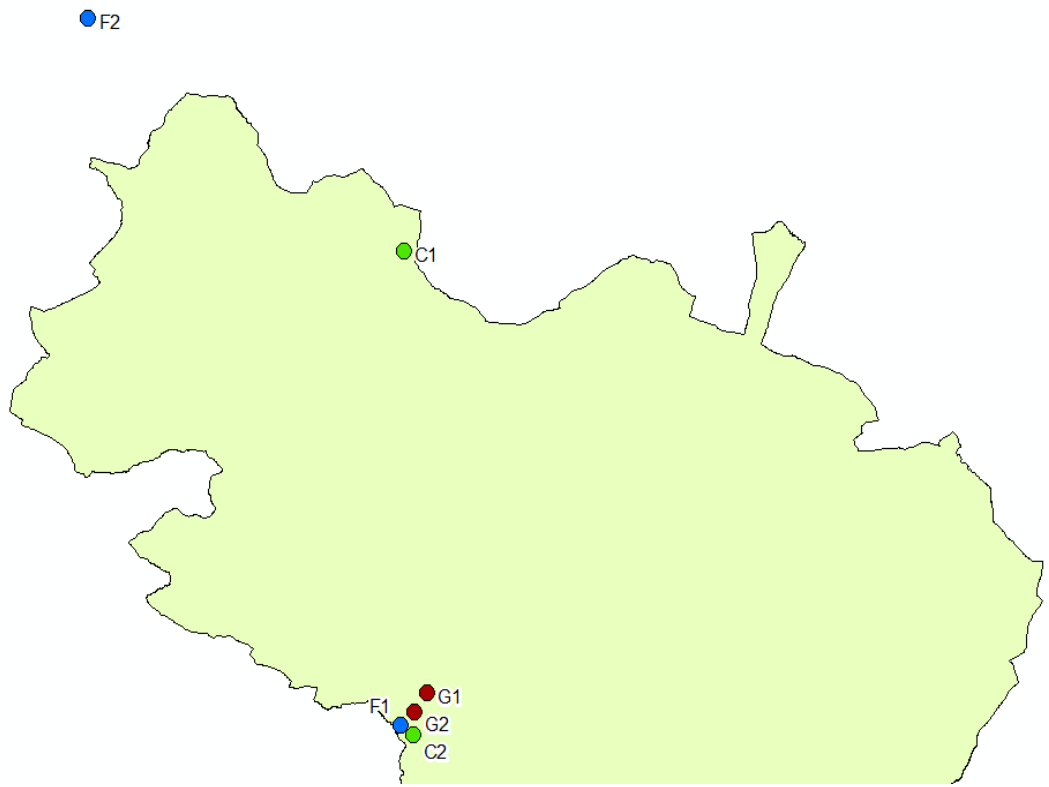
V okolí krušnohorského Výsluní jsem vypozerovala jednu dvojici událostí možného současného výskytu vlků. Tyto dvě zjištěné události tvoří 0,48 % procent z vyhodnocovaných událostí. Záznamy pochází z konce července roku 2019.

5.2 Výsledné koincidence v oblasti Děčínska

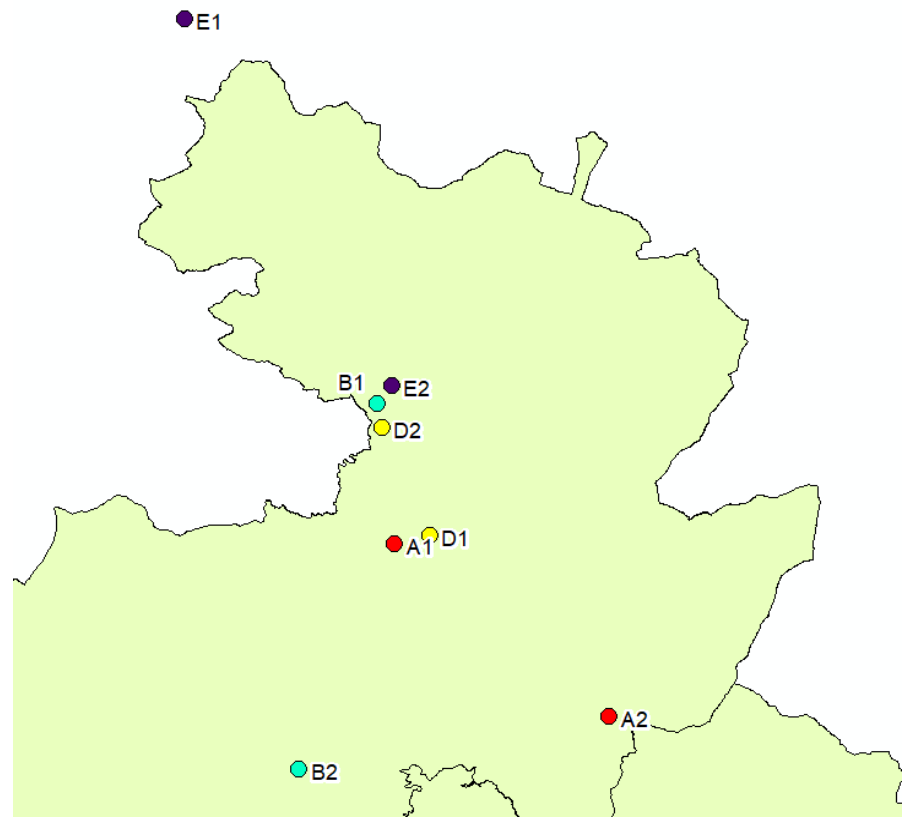
Následující tabulka shrnuje informace o výsledných zjištěných dvojic událostí v oblasti Děčínska. Z těchto výsledných údajů byla vypočtena největší vzdálenost mezi dvojicí F1 a F2. Body jsou od sebe vzdálené 17,15 kilometrů. Zároveň jsou tyto události od sebe nejdéle staré a vypočtená průměrná rychlost je vyšší než 9 km/h jen o 63 setin kilometru za hodinu. Nejkratší časový rozdíl byl vypočten u dvojice G1 a G2, kde jsou události od sebe staré jen o 27 sekund. Zároveň mezi těmito body byla vypočtena nejkratší vzdálenost 0,52 kilometru. Z těchto údajů vyplývá, že vypočtená průměrná rychlost je 69,08 km/h.

ID	datum	čas	časový rozdíl	vzdálenost v km	rychlost v km/h	kód
545	26.12.2018	8:53:12				A2
546	26.12.2018	9:32:14	39 min 2 s	10,77	16,55	A1
567	25.02.2019	1:54:33				B2
568	25.02.2019	2:43:49	49 min 16 s	14,82	18,04	B1
886	12.10.2019	23:37:56				C2
847	13.10.2019	0:34:11	56 min 15 s	10,66	11,37	C1
890,004	12.11.2019	17:45:55				D2
927	12.11.2019	18:08:21	22 min 26 s	5,16	13,8	D1
882,007	23.11.2019	6:52:15				E2
945	24.11.2019	7:28:06	1 den 35 min 51 s	16,76	28,05	E1
948,002	18.12.2019	9:16:55				F2
915	19.12.2019	11:03:46	1 den 1 h 46 min 51 s	17,15	9,63	F1
920,002	02.01.2020	21:13:41				G2
925	02.01.2020	21:13:14	27 s	0,52	69,08	G1

Tab. 3: Informace o dvojicích záznamů z fotopastí zobrazující možné koincidence vlků v oblasti Děčínska



Obr.2: 1. část zjištěných koincidencí v oblasti Šluknovského výběžku a německého pohraničí



Obr.3: 2. část zjištěných koincidencí v oblasti Šluknovského výběžku, Děčínska a německého pohraničí

5.3 Výsledné koincidence v oblasti Krušných hor

Události označené kódem H1 a H2 byli zachyceny 31.7.2019. Místa vzniku daných událostí jsou od sebe vzdálené 5,55 kilometrů a časový rozdíl mezi nimi je 8 minut a 32 sekund. Potenciální rychlost vlka mezi těmito událostmi činí 39,02 km/h.

ID	datum	čas	časový rozdíl	vzdálenost v km	rychlost v km/h	kód
1043,01	31.07.2019	4:55:46				H2
1107	31.07.2019	5:04:18	8 min 32 s	5,55	39,02	H1

Tab. 4: Informace o dvojici záznamů z fotopastí zobrazující možnou koincidence vlků v oblasti Krušných hor

6. Diskuse

6.1 Interpretace výsledků

Z některých zjištěných událostí není zcela možné usoudit, že skutečně zachytily současný výskyt různých vlků na dvou místech. U dvojice událostí, kde vypočtená rychlost je o pár jednotek nebo desetin vyšší než stanovená rychlost 9 km/h, je možné, že zachycuje stejného vlka. Zároveň vlk může vyvinout rychlost mnohem rychlejší, někdy až 30–40 km/h. Touto rychlostí se může však pohybovat pouze pár kilometrů, nikoli na dlouhé vzdálenosti. Je důležité se u porovnávání výsledných událostí zaměřit, zda je současný výskyt zachycen na jednom nebo dvou vlčích teritoriích.

U dvojic událostí označené kódem A si myslím, že se jedná s velkou pravděpodobností o různé vlky patřící do jiných smeček. Vypočtená rychlost je relativně vysoká. Událost A2 pochází z jižní části území v oblasti Lužických hor, kde se nachází jedno vlčí teritorium. Událost A1 byla zachycena ve středozápadní části území, kde je druhé teritorium. Dalšími příklady pravděpodobné koincidence v odlišných smečkách značí události B a C, jelikož se tyto dvě dvojice událostí nachází také v oblasti různých teritorií. Dvojice událostí s písmenem D by mohla značit současný výskyt vlků z jedné smečky, jelikož se body nachází okolí jednoho teritoria. Tento předpoklad nelze potvrdit s velkou pravděpodobností. Jelikož vypočtená rychlost není tak vysoká, je také možné, že se jedná o totožné vlky. Události s kódem E a F jsou si svým rozmístěním podobné. Událost E1 a F2 pochází ze stejného místa, kde se pohybuje smečka v teritoriu Hohwald na českoněmeckém pohraničí. Události E2 a F1 jsou zachyceny ve středozápadní části Šluknovského výběžku. Lze tedy s velkou pravděpodobností potvrdit, že vlci zachyceni v těchto událostech jsou příslušníci dvou různých smeček. Na dvojici událostí G1 a G2 je velmi pravděpodobné, že značí koincidence vlků patřící do jedné smečky, jelikož místa vzniku událostí pochází z jednoho teritoria a vypočtená rychlost je velmi vysoká.

Dvojice H1 a H2 pochází z okolí krušnohorského Výsluní. Domnívám se, že na fotografiích zachycující tyto události se jedná o odlišné vlky patřící do jedné smečky. Výsledná průměrná rychlost je velmi vysoká a místa událostí pocházejí z jednoho teritoria.

6.2 Faktor ovlivňující výsledky

Důležitým faktorem, který ovlivňuje, na jaké události je potřeba se detailněji zaměřit při zjišťování koincencí, je limitní průměrná rychlost. Na tuto analýzu byl stanoven jeden limit, který následně určuje počet podezřelých událostí. Vlk se však může pohybovat někdy rychleji i pomaleji než v průměru 9 km/h. Kdyby stanovený limit byl o pár jednotek nižší, byl by v analýze následně vyhodnocován větší počet podezřelých událostí a některé výsledky by tím mohly být nadhodnoceny. Na tyto události by bylo potřeba se více podrobněji zaměřit, jelikož je zde vyšší pravděpodobnost, že se jedná o totožného vlka v momentě, kdyby byly události zaznamenané v okolí jednoho teritoria. Kdyby se limit stanovil o pár jednotek vyšší, bylo by vyhodnocováno méně podezřelých událostí, tím by se některé výsledky mohly podhodnotit. Zároveň by zde bylo méně spekulativních událostí, na které by bylo potřeba se podrobněji zaměřit. Alternativním postupem v této analýze by mohlo být určení třech limitních průměrných rychlostí, se kterými by se pracovalo s daty separátně. Tím by bylo možné následně porovnat rozdíly v počtu výsledných událostí, zhodnotit možný větší počet koincencí a získat více informací ohledně vlčích časoprostorových aktivit.

6.3 Porovnání postupu s metodami jiných autorů

Způsoby odhadu početnosti vlka na určitém území se v posledních letech spojují převážně s použitím fotopastí, jelikož s nástupem těchto novodobých technologií mohou být data získávána snadněji, s menšími náklady, nižší časovou náročností a větší přesností. Avšak v dosavadních studiích používajících k odhadu početnosti vlků nainstalované fotopasti jsou k dosažení co nejpřesnějších výsledků používány i jiné metody. Analýza časoprostorových událostí použitá v této bakalářské práci naopak nepředpokládá v tomto ohledu použití i jiné metody k dosažení těchto cílů.

Mattioli et al. (2018) ve své studii používá záznamy z fotopastí s použitím metody zpětného odchytu. U vlků, kde není zachycen specifický znak potřebný k jejich identifikaci, používá tato studie k potvrzení identifikace analýzu ze vzorku DNA. Tato studie poprvé používá záznamy z fotopastí k odhadu početnosti vlků v rámci rozsáhlejšího území. Stejný princip použití fotopastí za pomoci analýzy DNA také použil López-Bao et al. (2018) k odhadu početnosti vlků v severozápadní části Pyrenejského poloostrova.

6.4 Zhodnocení metody a výsledků

Princip této analýzy mi dává smysl a myslím si, že tímto způsobem mohou být efektivně zjištěny vlčí koincidence. U podezřelých událostí, kde není zcela zřejmé, jestli jde o stejného či odlišného vlka, může pomoci podrobný pohled na fotografie zachycující danou dvojici událostí. Tento způsob bohužel nebyl v hodnocení možných koincidencí používán, jelikož většina výsledných událostí byla zaznamenána ve tmě a nebo vlci na fotografiích nejsou zachyceni tak, aby bylo možné je od sebe rozeznávat pomocí jejich individuálních znaků (viz příloha 3).

Zda se dá touto metodou stanovit minimální počet vlků na sledovaném území závisí na počtu zjištěných podezřelých událostí a počtu koincidencí, které se dají s velkou pravděpodobností potvrdit. Myslím si, že v této analýze byl zjištěn malý počet možných koincidencí na to, aby se následně dal odhadovat počet vlků na sledovaném území. Z většiny výsledných událostí je však pravděpodobně možné potvrdit současný výskyt jedinců z odlišných smeček a u dvou dvojic událostí byla zachycena koincidence vlků ze stejné smečky. Na základě těchto výsledků lze tedy potvrdit, že touto metodou je možné sledovat současný výskyt jedinců v rámci jedné smečky i v rámci odlišných smeček. V případě pracování s větším množstvím dat a stanovením tak většího počtu možných koincidencí, bylo by možné odhadovat početnost jedinců ve smečce či počet smeček v dané oblasti. Přínosnou informací by také mohlo být zjištění vlčích koincidencí na více než dvou místech zároveň.

7. Závěr a přínos práce

Prostřednictvím pilotní analýzy poskytnutých dat byly zjištěny možné koincidence vlků na sledovaném území. Potvrdilo se, že skrze výpočet časoprostorových rozdílů mezi událostmi, které byly zaznamenány pomocí fotopastí, lze zjistit současné výskyty vlků patřící do stejné či do odlišné smečky. Avšak u některých výsledných dvojic událostí lze jen s určitou pravděpodobností konstatovat, že zachytily odlišné vlky. K ověření těchto informací by bylo potřeba mít k dispozici detailnější fotografie vlků. I když lze na snímcích výsledných událostí vidět, kolik vlků se v daný čas vyskytovalo na daném místě, nebylo zjištěno těchto možných koincencí tolik, aby bylo možné následně stanovit minimální počet vlků obývajících toto zájmové území.

Na základě výsledků této pilotní analýzy se potvrdilo, že postup použitý v této bakalářské práci je vhodný k získání informací ohledně současných prostorových aktivit vlků v rámci daného území. Také je tato metoda další možností, jak využít data z fotopastí k získání poznatků o tomto druhu neinvazivním způsobem. Na základě analýzy menšího souboru poskytnutých dat se prokázalo, že tato metoda by mohla být dalším způsobem, jak odhadovat počty vlků obývajících určité území. Zpracování většího souboru dat by mohlo přinést více informací o vlčích aktivitách a do budoucna by tato metoda mohla sloužit ke stanovení minimálního počtu jedinců či smeček obývajících rozsáhlejší území. Také by bylo možné tímto způsobem získávat informace o stavu vlčích populací rychleji, méně pracněji a s menší mírou lidského zásahu do vlkem obývané krajiny.

8. Přehled literatury a použitých zdrojů

Anděra M., Červený J., Bufka L., Bartošová D. et Bek P. K., 2004: Současné rozšíření vlka obecného (*Canis lupus*) v České republice. *Lynx* 35, 5–12.

Anděra M. et Červený J., 2009: Velcí savci v České republice – rozšíření, historie a ochrana (2., Šelmy (Carnivora) = Large mammals in the Czech Republic – distribution, history and protection. 2., Carnivores (Carnivora). Národní muzeum, Praha.

Boitani L., 2000: Action plan for conservation of the wolves (*Canis lupus*) in Europe. *Nature and environment* 113, Council of Europe Publishing. 1–86.

Boitani L., Phillips M. et Jhala Y., 2018: *Canis lupus* (errata version published in 2020). The IUCN Red List of Threatened Species.

Březinová T., 2005: Šluknovsko. Olympia, Praha.

Bufka L., Heurich M., Engleder T., Wöfl M., Červený J. et Scherzinger W., 2005: Wolf occurrence in the Czech-Bavarian-Austrian border region—review of the history and current status. *Silva Gabreta* 11, 27–42.

Ciucci P., Boitani L., Francisci F. et Andreoli G., 1997: Home range, activity and movements of a wolf pack in central Italy. *Journal of Zoology* 243, 803–819.

Culek M., Grulich V., Laštůvka Z., Divíšek J., 2013: Biogeografické regiony České republiky. Masarykova univerzita, Brno.

Findo S. et Chovancová B., 2004: Home ranges of two wolf packs in the Slovak Carpathians. *Folia Zool* 53, 17–26.

Forrester T., O'Brien T., Fegraus E., Jansen A. P., Palmer J. Kays R., Ahumada J., Stern B. et McShea W., 2016: An Open Standard for Camera Trap Data. *Biodiversity Data Journal* 4.

Fuller T. K., 1989: Population Dynamics of Wolves in North-Central Minnesota. *Wildlife Monograph* 105, 3–41.

Galaverni M., Palumbo D., Fabbri E., Caniglia R., Greco C. et Randi E., 2012: Monitoring wolves (*Canis lupus*) by non-invasive genetics and camera trapping: a small-scale pilot study. *European Journal of Wildlife Research*, 58, 47–58.

Galaverni M., Caniglia R., Fabbri E., Milanesi P. et Randi E., 2016: One, no one, or one hundred thousand: how many wolves are there currently in Italy? *Mammal Research* 61, 13–24.

Gese E. M., 2001: Monitoring of terrestrial carnivore populations. *Conservation Biology Series-Cambridge*, 372–396.

Gitzen R. A., Belant J. L., Millspaugh J. J., Wong S. T., Hearn A. J. et Ross J., 2013: Effective use of radiotelemetry for studying tropical carnivores. *The Raffles Bulletin of Zoology* 28, 67–83.

Gurarie E., Suutarinen J., Kojola I. et Ovaskainen, O., 2011: Summer movements, predation and habitat use of wolves in human modified boreal forests. *Oecologia* 165, 891–903.

Hnutí Duha, ©2022: Počet vlčích teritorií se v Česku rozrostl o dvě, potvrdil každoroční monitoring (online) [cit. 2022.02.13], dostupné z <<https://www.hnutiduha.cz/aktualne/pocet-vcich-teritorii-se-v-cesku-rozrostl-o-dve-potvrdil-kazdorocni-monitoring>>.

Chapron G., Kaczensky P., Linnell J. D. C., von Arx M., Huber D., Andrén H., López-Bao J. V., Adamec M., Álvares F., Anders O., Balčiauskas L., Balys V., Bedő P., Bego F., Blanco J. C., Breitenmoser U., Brøseth H., Bufka L., Bunikyte R., Ciucci P., Dutsov A., Engleder T., Fuxjäger C., Groff C., Holmala K., Hoxha B., Iliopoulos Y., Ionescu O., Jeremić J., Jerina K., Kluth G., Knauer F., Kojola, I., Kos I., Krofel M., Kubala J., Kunovac S., Kusak J., Kutal M., Liberg O., Majić A., Männil P., Manz R., Marboutin E., Marucco F., Melovski D., Mersini K., Mertzanis Y., Mysłajek R. W., Nowak S., Odden J., Ozolins J., Palomero G., Paunović M., Persson J., Potočník H., Quenette P.-Y., Rauer G., Reinhardt I., Rigg R., Ryser A., Salvatori V., Skrbinšek T., Stojanov A., Swenson J. E., Szemethy L., Trajçe A., Tsingarska-Sedefcheva E., Váňa M., Veeroja R., Wabakken P., Wölfl M., Wölfl S., Zimmermann F., Zlatanova D. et Boitani L., 2014: Recovery of large carnivores in Europe's modern human-dominated landscapes. *Science* 346, 1517–1519.

Jędrzejewski W., Jędrzejewska B., Okarma H., Schmidt K., Zub K. et Musiani M., 2000: Prey selection and predation by wolves in Białowieża Primeval Forest, Poland. *Journal of Mammalogy* 81, 197–212.

Jedrzejewski W., Schmidt K., Theuerkauf J., Jedrzejewska B. et Okarma H., 2001: Daily movements and territory use by radio-collared wolves (*Canis lupus*) in Białowieża Primeval Forest in Poland. *Canadian Journal of Zoology* 79, 1993–2004.

Jędrzejewski W., Schmidt K., Theuerkauf J., Jędrzejewska B., Selva N., Zub K. et Szymura, L., 2002: Kill rates and predation by wolves on ungulate populations in Białowieża Primeval Forest (Poland). *Ecology* 83, 1341–1356.

Jędrzejewski W., Schmidt K., Theuerkauf J., Jędrzejewska B. et Kowalczyk R., 2007: Territory size of wolves *Canis lupus*: linking local (Białowieża Primeval Forest, Poland) and Holarctic-scale patterns. *Ecography* 30, 66–76.

Jůnková Vymyslická P., 2020: TZ – Počet vlčích smeček se za rok zvýšil, do Česka zasahuje osmnáct vlčích teritorií (online) [cit. 2022.01.16], dostupné z <<https://owad.fzp.czu.cz/cs/r-13255-aktuality/tz-pocet-vlcich-smecek-se-za-rok-zvysil-do-ceska-zasahuje-os.html>>.

Jůnková Vymyslická P., 2021: Vlčích teritorií meziročně přibylo, do Česka jich zasahuje dvaadvacet (online) [cit. 2022.01.16.], dostupné z <<https://owad.fzp.czu.cz/cs/r-13255-aktuality/vlcich-teritorii-mezirocne-pribylo-do-ceska-jich-zasahuje-dv.html>>.

Kaczensky P., Kluth G., Knauer F., Rauer G., Reinhardt I. et Wotschikowsky U., 2009: Monitoring of large carnivores in Germany. BfN-Skript. Bonn: Bundesamt für Naturschutz.

Kutal M., Belotti E., Volfová J., Mináriková T., Bufka L., Poledník L., Krojerová J., Bojda M., Váňa M., Kutalová L., Beneš J., Flousek J., Tomášek V., Kafka P., Poledníková K., Pospíšková J., Dekař P., Machciník B., Koubek P. et Duřa M., 2017: Výskyt velkých šelem – rýsa ostrovida (*Lynx lynx*), vlka obecného (*Canis lupus*) a medvěda hnědého (*Ursus arctos*) – a kočky divoké (*Felis silvestris*) v České republice a na západním Slovensku v letech 2012–2016 (Carnivora). *Lynx* 48, 93–107.

Kvasnica M. J., 2009: Krajina s vlky I: Rapsodie šedých stínů. Élysion, České Budějovice.

López-Bao J. V., Godinho R., Pacheco C., Lema F. J., García E., Llaneza V., Palacios L. et Jiménez, J., 2018: Toward reliable population estimates of wolves by combining

spatial capture-recapture models and non-invasive DNA monitoring. *Scientific reports* 8, 1–8.

Mattioli L., Canu A., Passilongo D., Scandura M. et Apollonio M., 2018: Estimation of pack density in grey wolf (*Canis lupus*) by applying spatially explicit capture-recapture models to camera trap data supported by genetic monitoring. *Frontiers in zoology* 15, 1–15.

Mattisson J., Sand H., Wabakken P., Gervasi V., Liberg O., Linnell J. D., Rauset G. R. et Pedersen H. C., 2013: Home range size variation in a recovering wolf population: evaluating the effect of environmental, demographic, and social factors. *Oecologia*, 173, 813–825.

Mech L. D. et Boitani L., 2003: *Wolves: Behavior, Ecology, and Conservation*. University of Chicago Press, Chicago and London.

Ménatory A., 2005: *Jaké je to být vlkem*. Cupro, Zlín.

Merrill S. B. et Mech L. D., 2003: The usefulness of GPS telemetry to study wolf circadian and social activity. *Wildlife Society Bulletin*, 947–960.

Molinari-Jobin A., Kéry M., Marboutin E., Molinari P., Koren I., Fuxjäger C., Breitenmoser-Würsten C., Wölfel S., Fasel M., Kos I., Wölfel M. et Breitenmoser U., 2012: Monitoring in the presence of species misidentification: the case of the Eurasian lynx in the Alps. *Animal Conservation* 15, 266–273.

Nowak S., Mysłajek R. W. et Jędrzejewska B., 2005: Patterns of wolf *Canis lupus* predation on wild and domestic ungulates in the Western Carpathian Mountains (S Poland). *Acta theriologica* 50, 263–276.

Nowak S., Mysłajek R. W. et Jędrzejewska B., 2008: Density and demography of wolf, *Canis lupus* population in the western-most part of the Polish Carpathian Mountains, 1996-2003. *Folia zoologica* 57, 392–402.

Nowak S., Mysłajek R. W., Kłosińska A. et Gabryś G., 2011: Diet and prey selection of wolves (*Canis lupus*) recolonising Western and Central Poland. *Mammalian Biology* 76, 709–715.

Nowak S. et Mysłajek R. W., 2016: Wolf recovery and population dynamics in Western Poland, 2001–2012. *Mammal Research* 61, 83–98.

NP Šumava, ©2022: Vlci pod drobnohledem – zoologové nonstop sledují jejich pohyb na Šumavě (online) [cit. 2022.02.13], dostupné z <<https://www.npsumava.cz/vlci-pod-drobnohledem-zoologove-nonstop-sleduji-jejich-pohyb-na-sumave/>>.

O'Connell A. F., Nichols J. D. et Karanth K. U., 2011: Camera Traps in Animal Ecology. Springer, Tokyo.

Okarma H., Jędrzejewski W., Schmidt K., Śnieżko S., Bunevich A. N. et Jędrzejewska, B. 1998: Home ranges of wolves in Białowieża Primeval Forest, Poland, compared with other Eurasian populations. *Journal of mammalogy* 79, 842–852.

Patterson B. R., Quinn N. W., Becker E. F. et Meier D. B., 2004: Estimating wolf densities in forested areas using network sampling of tracks in snow. *Wildlife Society Bulletin* 3, 938–947.

Pelikán J., Gaisler J. et Rödl P., 1979: Naši savci. Academia, Praha.

Prasetya D. A., Nguyen P. T., Faizullin R., Iswanto I. et Armay E. F., 2020: Resolving the shortest path problem using the haversine algorithm. *Journal of critical reviews* 7, 62–64.

Roffler G. H. et Gregovich D. P., 2018: Wolf space use during denning season on Prince of Wales Island, Alaska. *Wildlife Biology* 1, 1–11.

Rovero F., Zimmermann F., Berzi D. et Meek P., 2013: " Which camera trap type and how many do I need?" A review of camera features and study designs for a range of wildlife research applications. *Hystrix* 24, 148–156.

Růžička T., Strnad M. et Šíma J., 2018: Současný návrat vlků. *Myslivost* 9, 14.

Silver S. C., Ostro L. E., Marsh L. K., Maffei L., Noss A. J., Kelly M. J., Wallace R. B., Gómez H. et Ayala, G., 2004: The use of camera traps for estimating jaguar *Panthera onca* abundance and density using capture/recapture analysis. *Oryx* 38, 148–154.

Schmidt K., Jędrzejewski W., Theuerkauf J., Kowalczyk R., Okarma H. et Jędrzejewska, B., 2008: Reproductive behaviour of wild-living wolves in Białowieża Primeval Forest (Poland). *Journal of Ethology* 26, 69–78.

Šver L., Bielen A., Križan J. et Gužvica, G. 2016: Camera Traps on Wildlife Crossing Structures as a Tool in Gray Wolf (*Canis lupus*) Management-Five-Years Monitoring of Wolf Abundance Trends in Croatia. *PloS one* 11, 1–15.

Vorel A. et Jůnková Vymyslická P., 2020: Závěrečný report projektu OWAD č. 100322836 (Objektivní akceptace vlka v člověkem pozmeněné přeshraniční krajině). Česká zemědělská univerzita v Praze.

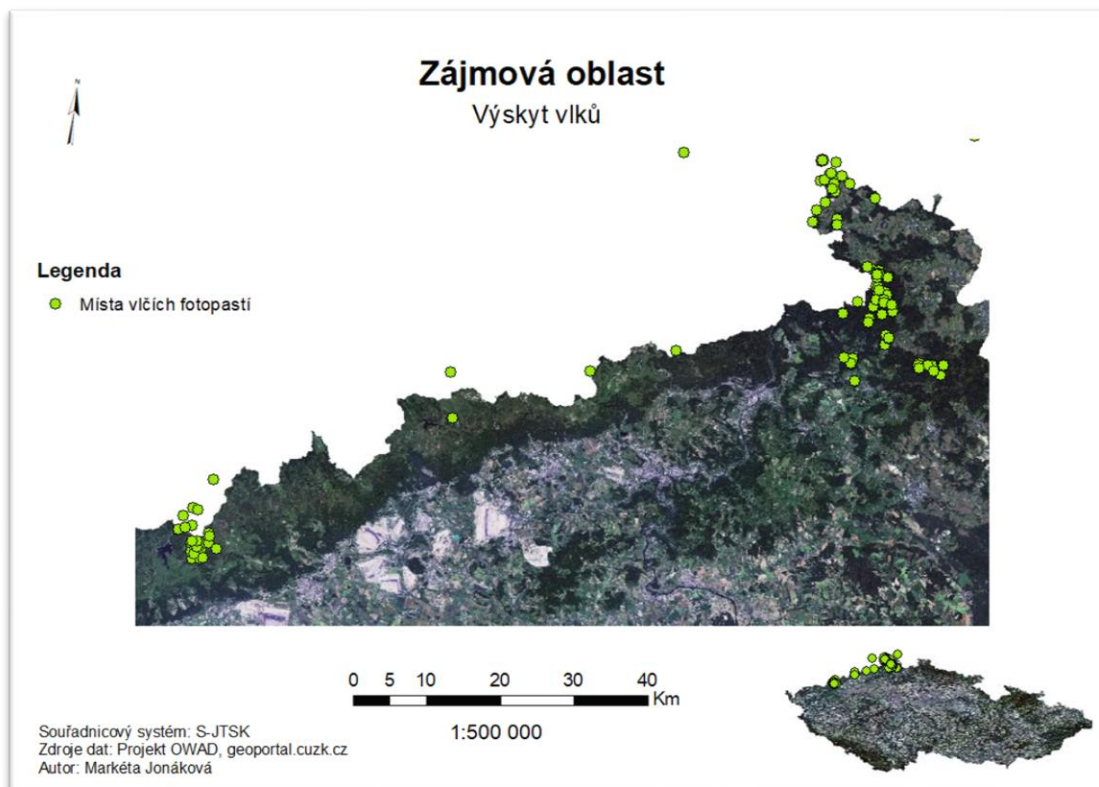
Wagner C., Holzapfel M., Kluth G., Reinhardt I. et Ansorge, H., 2012: Wolf (*Canis lupus*) feeding habits during the first eight years of its occurrence in Germany. *Mammalian Biology* 77, 196–203.

9. Seznam obrázků

Obr. 1: Mapa výskytu vlčích teritorií v sezóně 2020/2021 (Hnutí Duha: Počet vlčích teritorií se v Česku rozrostl o dvě, potvrdil každoroční monitoring (online) [cit. 2022.03.19], dostupné z <https://www.hnutiduha.cz/aktualne/pocet-vcich-teritorii-se-v-cesku-rozrostl-o-dve-potvrdil-kazdorocni-monitoring>.

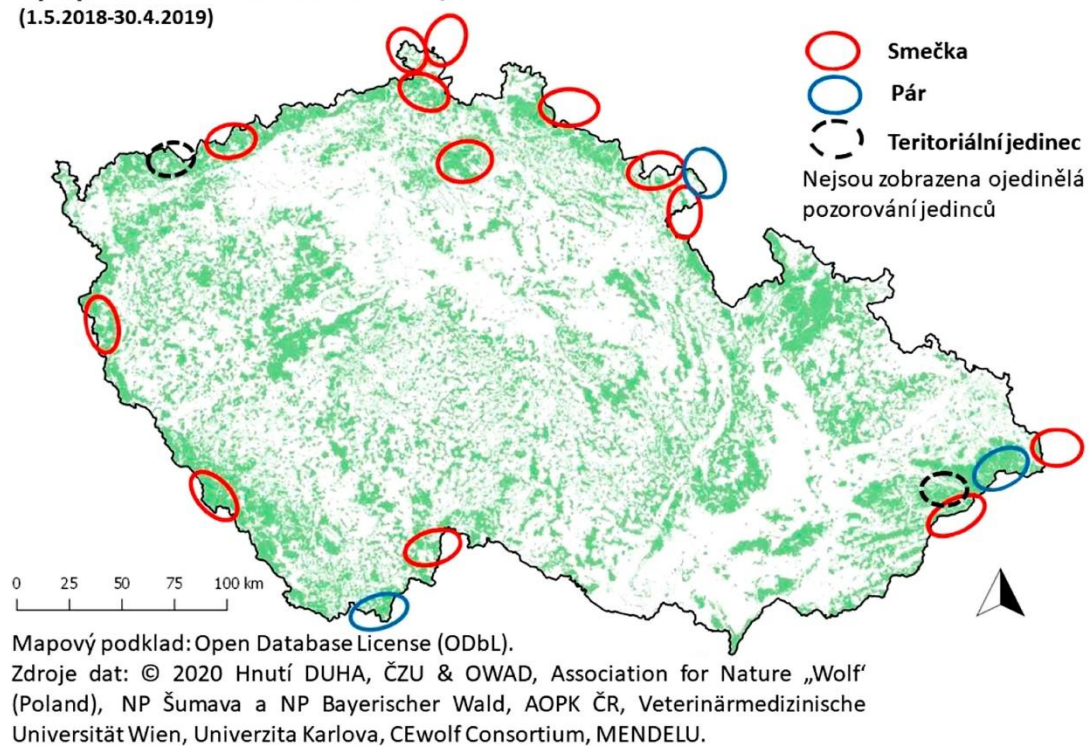
10. Přílohy

Příloha 1.: Mapa rozmístění vlčích fotopastí v Krušných horách a v oblasti okresu Děčín



Příloha 2: Mapa výskytu vlka obecného v sezóně 2018/2019

Výskyt vlka obecného v sezóně 2018/2019
(1.5.2018-30.4.2019)



Příloha 3: Dvojice snímků zachycující možnou koincidence vlků

A1



A2



B1



B2



C1



C2



D1



D2



E1



E2



F1



F2



G1



G2



H1



H2

