

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI
PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA
KATEDRA BOTANIKY



SCHOPNOST ŠÍŘENÍ A HABITATOVÉ PREFERENCE POPULACE
TESAŘÍKA ALPSKÉHO VE VLÁRSKÉM PRŮSMYKU

Diplomová práce

Autor: Bc. Tadeáš Venkrbec

Studijní program: N0114A030003

Studijní obor: Učitelství biologie pro SŠ (major) – Učitelství chemie pro SŠ (minor)

Forma studia: prezenční

Vedoucí práce: doc. RNDr. Milan Veselý, Ph.D.

Olomouc 2022

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval samostatně pod vedením doc. RNDr. Milana Veselého, Ph.D., uvedl všechny použité literární a odborné zdroje a dodržoval zásady vědecké etiky.

V Olomouci dne

.....

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji vedoucímu této práce doc. RNDr. Milanovi Veselému, Ph.D. za konzultace, rady, ochotu a nadhled. Děkuji také RNDr. Ondřejovi Konvičkovi za koordinaci terénní části výzkumu a všem kolegům podílejícím se na sběru dat. Dále děkuji Mgr. Lence Harmáčkové, Ph.D. a Mgr. Janu Losíkovi, Ph.D. za pomoc s odhadem populace. Nakonec děkuji za pomoc a podporu partnerce Kláře. Práce byla realizována za přispění vnitřního grantu **IGA_PrF_2022_024**.

BIBLIOGRAFICKÁ IDENTIFIKACE

Jméno a příjmení autora: Bc. Tadeáš Venkrbec

Název práce: Schopnost šíření a habitatové preference populace tesaříka alpského ve Vlárském průsmyku

Typ práce: diplomová

Pracoviště: Katedra botaniky, Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého v Olomouci

Vedoucí diplomové práce: doc. RNDr. Milan Veselý, Ph.D., Katedra zoologie

Rok obhajoby diplomové práce: 2022

Abstrakt:

Tesařík alpský *Rosalia alpina* (Linnaeus, 1758) je vlajkovým druhem ochrany saproxylické entomofauny, které v posledních staletích rychle mizí vhodná stanoviště. Vlárský průsmyk je jednou ze dvou původních českých lokalit, na nichž stále přežívá stabilní populace tohoto druhu. Z dříve souvislých starých bukových porostů však zbývají jen fragmenty. Na základě dat z terénu získaných metodou capture-mark-recapture byl vypočten první odhad velikosti této populace. Změřené vzdálenosti mezi opakovanými odchty prokázaly schopnost imag tesaříka alpského překonávat vzdálenosti několika kilometrů. Byly také zjištěny preferované parametry vhodného habitatu, které mohou být využity pro cílená ochranná opatření tohoto celoevropsky chráněného druhu.

Klíčová slova: *Rosalia alpina*, vagilita, habitatové preference, abundance, saproxyličtí brouci, biodiverzita, Vlárský průsmyk

Počet stran: 38

Počet příloh: 20

Jazyk: čeština

BIBLIOGRAPHIC IDENTIFICATION

Author's first name and surname: Bc. Tadeáš Venkrbec

Title: Dispersal ability and habitat preferences of *Rosalia longicorn* in Vlarsky pass

Type of thesis: master

Department: Department of botany, Palacký University Olomouc

Supervisor: doc. RNDr. Milan Veselý, Ph.D., Department of zoology

The year of presentation: 2022

Abstract:

Rosalia longicorn, *Rosalia alpina* (Linnaeus, 1758), is a flagship species for the protection of the saproxylic entomofauna, which has been rapidly disappearing in recent centuries. Vlarsky pass is one of the two original Czech localities where a stable population of this species still survives. However, only fragments of the previously continuous old beech stands remain. Based on field data obtained by capture-mark-recapture collection method, the first estimate of the size of this population was found. The measured distances between capture events of recaptured beetles demonstrated the ability of *Rosalia longicorn* to cover distances of several kilometers. Preferred habitat parameters that could be used for targeted conservation measures for this pan-European protected species have also been identified.

Keywords: *Rosalia alpina*, vagility, habitat preferences, abundance, saproxylic beetles, biodiversity, Vlarsky pass

Number of pages: 38

Number of appendices: 20

Language: Czech

OBSAH

| | |
|--|----|
| ÚVOD | 7 |
| CÍLE PRÁCE | 8 |
| 1. LITERÁRNÍ PŘEHLED | 9 |
| 1.1. Charakteristika druhu <i>Rosalia alpina</i> (Linnaeus, 1758)..... | 9 |
| 1.1.2. Morfologie | 9 |
| 1.1.3. Distribuce..... | 10 |
| 1.1.4. Mikroklimatické podmínky..... | 10 |
| 1.1.5. Kvalita dřeva | 11 |
| 1.1.6. Chování..... | 12 |
| 1.1.7. Schopnost šíření | 13 |
| 1.1.8. Ochrana a vhodné hospodaření | 14 |
| 2. MATERIÁL A METODY | 16 |
| 2.1. Studovaná oblast..... | 16 |
| 2.2. Sběr dat | 17 |
| 2.3. Analýza dat..... | 17 |
| 3. VÝSLEDKY | 19 |
| 3.1. Demografie..... | 19 |
| 3.2. Habitatové preference | 19 |
| 3.3. Schopnost šíření..... | 20 |
| 4. DIDAKTICKÁ ANALÝZA ODBORNÉHO TÉMATU | 21 |
| 4.1. Zařazení tématu do výuky na gymnáziu | 21 |
| 4.2. Návrh naučné stezky Po stopách tesaříka alpského..... | 24 |
| 5. DISKUZE..... | 26 |
| 5.1. Demografie..... | 26 |
| 5.2. Habitatové preference | 27 |
| 5.3. Schopnost šíření..... | 28 |
| 5.4. Management ochrany populace..... | 29 |
| 6. ZÁVĚR..... | 31 |
| 7. LITERATURA | 32 |
| 8. SEZNAM PŘÍLOH..... | 38 |

ÚVOD

Tesařík alpský je ikonickým druhem ochrany saproxylické fauny Evropy, které v posledních asi 150 letech rychle ubývá vhodných habitatů v důsledku moderního lesního hospodaření (Vodka et al., 2009; Russo et al., 2011; Drag et al., 2015). Proto je tento brouk veden na červeném seznamu ohrožených druhů Mezinárodního svazu ochrany přírody a jako prioritně chráněný druh na unijní Směrnici o stanovištích (Council of the European Communities, 1992; IUCN, 2021). Svým vývojem je tesařík alpský vázaný na buk, a tak se v podmínkách střední Evropy vyskytuje zejména v submontánním a montánním vegetačním stupni. Ačkoli byl dříve hojný na většině území České republiky, do současnosti přežil jen na dvou lokalitách: v Ralské pahorkatině v okolí hradu Bezděz, kde je ale na ústupu (Drag et al., 2011) a ve Vlárském průsmyku v Bílých Karpatech (Čížek et al., 2009; Sláma, 1998). Z jihu se pak šíří nížinná populace v lužních lesích u soutoku Moravy a Dyje (Čížek et al., 2009) a nedávno bylo objeveno několik exemplářů v PR Holý kopec v Chříbech (Konvička & Kandrnál, 2020). Stav populace ve Vlárském průsmyku je velmi nejistý, protože většina starých bukových porostů byla v posledních třech dekádách vykáčena (Drag et al., 2012). Monitoring, odhad velikosti a hustoty populace v rudimentech starých bučin mohou přispět k úpravě lesního hospodaření, případně k rozšíření MZCHÚ, stejně jako k poznání ekologie této populace tesaříka alpského.

CÍLE PRÁCE

Cílem této práce je provést metodou capture–mark–recapture studii populace tesaříka alpského *Rosalia alpina* (Linnaeus, 1758) ve Vlárském průsmyku a odhadnout její velikost. Dále získat a interpretovat data o habitatových preferencích a schopnosti migrace imag této populace.

1. LITERÁRNÍ PŘEHLED

1.1. Charakteristika druhu *Rosalia alpina* (Linnaeus, 1758)

Tesařík alpský, *Rosalia alpina* (Linnaeus, 1758), patří do rozsáhlé čeledi tesaříkovití, *Cerambycidae*, podčeledi *Cerambycinae*, tribu *Rosalini*. Rod *Rosalia* Audinet-Serville, 1833 zahrnuje pět druhů holarktické oblasti. Z nich pak čtyři v palearktu: *R. alpina*, *R. batesi* Harold, 1877, *R. coelestis* Semenov, 1911, *R. lameerei* Brongniart, 1890 a nearktický endemický druh *R. funebris* Motchulsky, 1845 (Ray et al, 2009; Danilevsky, 2021).

Rosalia alpina je jediným druhem tohoto rodu žijícím v Evropě. Carl von Linné jej pojmenoval podle místa prvního nálezu v soutěsce Tamina, ležící v Glarnských Alpách ve švýcarském kantonu St. Gallen (Duelli & Wermelinger, 2005), ale je rozšířen od Pyrenejí až po Ural (**Obr. 1**). Jižní okraj jeho areálu zasahuje na Korsiku, Sicílii, do Řecka a dokonce na jih Turecka, kde v provincii Hatay žije izolovaná populace poddruhu *Rosalia alpina syriaca* Pic, 1895. Na severu Evropy zažívá druh značný ústup, když vymizel ve Skandinávii a ve většině Německa, České republiky a Polska (Drag, 2015; Michalcewicz & Ciach, 2015). Jako člen gildy saproxylických organismů se vlivem lesního hospodaření, které dnes převážně upřednostňuje produkci dřeva bez ohledu na ochranu biodiverzity, potýká s úbytkem vhodného habitatu (Schuck et al., 2005; Russo et al., 2011). Pro své nápadné zbarvení se stal vlajkovým druhem ochrany přírody ve většině zemí Evropy, v nichž je veden jako ohrožený nebo kriticky ohrožený druh. Je rovněž zařazen do červeného seznamu ohrožených druhů Mezinárodního svazu ochrany přírody a jako prioritně chráněný druh také uveden na Směrnici o stanovištích (EU Habitats Directive). Na základě této směrnice byl Vlárský průsmyk, studovaná oblast této práce, vyhlášen Evropsky významnou lokalitou v rámci Natura 2000 (Council of the European Communities, 1992; Čížek et al., 2009; IUCN, 2021).

1.1.2. Morfologie

Tesařík alpský je nezaměnitelný druh pro své zbarvení. To je na pohled velmi nápadné, ale broukům poskytuje na kůře buku účinnou krypsi. Celé tělo, včetně nohou a tykadel, je popelavě modrošedé až světle modré s několika symetricky rozmístěnými černými skvrnami. Ty jsou obvykle tři na každé krovce a jedna na předním okraji pronota. Skvrny na krovkách vykazují různou velikost a proměnlivý tvar, díky čemuž lze jedince tohoto druhu vzájemně odlišit. Nejčastěji jsou skvrny symetrické, přičemž zadní jsou nejmenší a prostřední největší. Někdy se však skvrny slévají a v některých případech, např. v populacích na Sicílii, mohou pokrývat celé krovky (Trizzinno et al., 2013). Vzácně mohou skvrny zcela chybět nebo být nahrazeny příčnými pruhy. Na tykadlech a nohou se střídají modré a černé části. První dva články tykadel jsou černé, další čtyři nebo pět článků jsou modré s hustými chomáčky černých brv na apikálních okrajích. Tyto brvy jsou nápadné a dobře viditelné pouhým okem. Poslední tři nebo čtyři segmenty jsou rovněž modré s tmavým sametovým apexem, ale bez chomáček. Délka tykadel tesaříka alpského je jedním z mála znaků pohlavního dimorfismu. Samice mají tykadla silnější a jen mírně

delší než tělo, zatímco samci je mají tenčí a vůči tělu výrazně delší (až dvojnásobně). Dále lze samce od samic rozpoznat podle laterálních výběžků na kusadlech. Průměrně bývají samice větší než samci. Délka těla dospělců se pohybuje v rozpětí 14–40 mm (Sláma, 1998; Duelli & Wermelinger, 2005; Trizzinno et al., 2013; Campanaro et al., 2017).

1.1.3. Distribuce

Jak bylo zmíněno výše, rozloha vhodných stanovišť pro tesaříka alpského se v rámci areálu jeho výskytu ztenčuje. Jeho horské populace potřebují k trvalému přežití polootevřené listnaté lesy s podílem starých stromů a mrtvého dřeva, zejména buku (*Fagus sylvatica* a *Fagus orientalis*), který je hlavní hostitelskou dřevinou tesaříka alpského. Nicméně, není-li dostupný buk, může jej plně nahradit javor (*Acer* spp.), jasan (*Fraxinus* spp.), lípa (*Tilia* spp.) nebo jilm (*Ulmus* spp.). Tyto hostitelské taxony jsou využívány zejména populacemi na Uralu a nížinnými populacemi tesaříka alpského podél mořských pobřeží Z a JV Evropy a v lužních lesích podél Dunaje a jeho přítoků, jako jsou Morava a Dyje (Čížek et al., 2009; Purger, 2018), ale byly dokumentovány i jako hostitelé horských populací v Karpatech (Michalcewicz & Ciach, 2012; Michalcewicz et al., 2013). Příležitostně se pak jako potrava tohoto brouka uplatní i jírovec maďal (*Aesculus hippocastanum*), habr (*Caprinus* spp.), ořešák (*Juglans* spp.) a další dřeviny (Jendek & Jendek, 2006; Drag et al., 2015; Drag et al., 2018). V Baskicku v letech 2013 a 2016 byl dokonce zaznamenán jeho vývoj v třešni *Prunus avium* (Castro-Gil et al., 2017).

Vazba na evropský buk (*Fagus sylvatica* s. lat., tj. *F. sylvatica* s. str. a *F. orientalis*) je však velmi silná. Tato závislost má svůj původ ve společných pleistocenních refugiích. Jedno z nich, odkud se pravděpodobně tesařík alpský rozšířil do celé Evropy a po tureckém pobřeží Černého moře až na Kavkaz, bylo na severozápadě současného Řecka, kde jsou dodnes populace s nejvyšší genetickou diverzitou. Drag et al. (2018) studovali fylogeografii evropského buku a tesaříka alpského a popisují, že se jejich areály téměř překrývají. V rámci areálu rozšíření buku se tesařík alpský nevyskytuje pouze na Britských ostrovech a ve většině severozápadní Evropy, kde vymizel vlivem lidské činnosti (viz výše).

1.1.4. Mikroklimatické podmínky

Druhová skladba, stáří lesa a podíl mrtvého dřeva nejsou jedinými faktory, které predikují přítomnost saproxylického hmyzu na daném stanovišti. Jak ukazuje mimo jiné studie Vodky et al. (2009), samice brouků živících se duby preferují ke kladení osluněná dřeva. Jedinci tesaříka alpského rovněž vyhledávají osluněná stanoviště (Russo et al., 2011; Castro & Fernández, 2016). V nedávné studii populací v Čechách a na severu Španělska však bylo zjištěno, že se vyhýbají přímému slunečnímu záření. Vyskytují se nejčastěji na alespoň částečně zastíněných plochách slunných stanovišť. Na takových místech lze zastihnout jedince při jakémkoli chování, tedy při odpočinku, pohybu, boji, páření i kladení. Příčinami této strategie mohou být snaha skrýt se před ptačími predátory, snazší termoregulace nebo ochrana nakladených vajíček před příliš vysokou teplotou (Castro et al., 2019).

Najít rovnováhu vhodné teploty a vlhkosti je pro tesaříka alpského zásadní. Právě mikroklimatické podmínky pro vývoj larev jsou tím faktorem, který vede jedince horských populací, jejichž potravou je převážně buk, k vyhledávání osluněných stanovišť. To neplatí pro nížinné populace, pro něž jsou stejně vhodná zastíněná místa, nejspíš kvůli vyšší teplotě vzduchu v nižších nadmořských výškách (Russo et al., 2011; Drag et al., 2012). Při výběru mezi osluněnými stanovišti jsou tesaříkem preferována ta sušší. Mrtvé a tlející dřevo na něm není tolik napadeno houbami, což mu vyhovuje (Duelli & Wermelinger, 2005; Castro & Fernández, 2016). Obliba osluněného dřeva je zřejmě také odpovědí na otázku, proč tyto brouky nenacházíme v hustých zapojených lesích. Tesařík alpský má raději stanoviště s roztroušeně stojícími stromy. K tomu může přispívat i další faktor, totiž že imaga tohoto druhu nejsou příliš obratnými letci a v zarostlém terénu se hůře orientují (Russo et al., 2011). S osluněním stanovišť může souviset i jeden ze závěrů studie švýcarských populací, že v lesích jsou brouci nalézáni spíše ve strmých svazích, kde není dřevo tolik zastíněno spojitými korunami. Toto zjištění ale může být zkresleno horší přístupností pro těžaře a tedy vyšším podílem starého a mrtvého dřeva (Lachat et al., 2013).

1.1.5. Kvalita dřeva

V souvislosti s kvalitou dřeva vhodného pro vývoj tesaříka alpského je výzkumníky sledována řada parametrů, jako jsou například tloušťka kmene, stupeň rozkladu, vlhkost, poloha dřeva nebo tloušťka kůry. Poslední studie Castra a Fernández (2016) porovnává minulé práce s vlastními nálezy a přináší zjištění, že poslední dva jmenované parametry silně závisejí na sluneční expozici. Kůra stromů vybraných dospělci pro kladení vajíček je sice tlustší než kůra těch, které je nezaujaly, zčásti je to však způsobeno korelací tohoto parametru s tloušťkou celého kmene (Russo et al., 2011), zčásti pak reakcí stromu právě na zvýšené oslunění. Stromy na osluněných stanovištích, které tesaříci vyhledávají, mají tlustší kůru než stromy stinných stanovišť. Podobně nacházíme tlustší kůru v nížinách, kde je tepleji, zatímco s rostoucí nadmořskou výškou tloušťka kůry klesá (Sonmez et al., 2007; Castro & Fernández, 2016).

Sledování známek přítomnosti života brouků na mrtvém dřevě v závislosti na jeho poloze (stojící a ležící stromy), vedlo rovněž k nalezení souvislosti se sluneční expozicí. Většina studií dokládá, že se tesařík alpský vyvíjí častěji ve stojících stromech (Duelli & Wermelinger, 2005; Castro et al. 2012). Podrobná studie v Itálii, kterou provedli Russo et al. (2011) však ukazuje, že v tamních podmínkách mezi stojícími a ležícími stromy tesaříci nerozlišují. Možné vysvětlení této diskrepance nabídli Castro a Fernández (2016) pomocí porovnání podmínek sledovaných porostů ve Středních Apeninách s těmi ze severu Iberského poloostrova. Dva ze tří habitatů, které sledoval Russo et al. (2011), byly nebo částečně stále jsou využívány pro lesní pastvu. Tyto porosty jsou proto otevřené a prosvětlené. V těchto podmínkách patrně broukům nezáleží na poloze dřeva, které je i v případě styku s půdou relativně sušší, pomaleji rozložitelné, a tedy poskytující větší šanci pro úspěšný vývoj larev. Jinak je tomu v zapojených lesích, které nejsou tolik prosvětleny, kde jsou upřednostňovány stojící stromy (Castro & Fernández, 2016). Ty díky

větší ploše vystavené slunci a absenci kontaktu s vlhkou půdou vydrží déle suché a rozkládají se pomaleji (Crockatt & Bebber, 2015). Jak bylo zmíněno výše, tento druh se dřevu napadenému houbami spíše vyhýbá, avšak i v silně houbami prorostlém dřevě je schopen dokončit svůj vývoj (Duelli & Wermelinger, 2005). Studie vztahů se saprotrofními houbami jsou v počátcích. Bartnik et al. (2016) objevili ve střevě jednoho imaga houby *Hypoxylon fragiforme*, která je jedním z primárních saprofytů buku lesního. Určitá omezená míra napadení houbami je nejen tolerovaná, ale i žádoucí, protože pomáhá larvám dekomponovat celulózu na jednodušší složky a získat ze dřeva potřebné živiny. Současně tato houba principem kompetice zabraňuje napadení dřeva jinými, například potenciálně patogenními, druhy hub (Bartnik et al., 2020).

Stáří dřeva je zásadním faktorem pro vývoj tesaříka alpského. Pro veteranizaci stínomilných buků přitom hraje rovněž pozitivní roli tolikrát skloňované oslunění, způsobené například náhlými vývraty v okolí (Castro & Fernández, 2016). Rychlejší vysychání a odumírání částí stromů je nezbytné k vytvoření vhodného mikrohabitatu. Kromě klimatických vlivů k tomu po tisíce let přispívala i lidská činnost navazující na činnost vybitých nebo domestikovaných velkých býložravců. Spolu s lesní pastvou dobytka do této kategorie spadalo zejména vrškové hospodaření, pařezení a osekávání výmladků na letninu (Russo et al., 2011). Jak již bylo uvedeno, postupné opouštění tradičního lesního hospodaření s nástupem průmyslové éry vedlo k rychlému úbytku vhodných habitatů a k vymizení většiny evropských populací tesaříka alpského zaznamenanému ve 20. století (Drag et al., 2011; Lachat et al., 2013). Ve zbytcích před stovkami let založených lesních pastvin jsou zastoupeny stejnověké buky, proto není možná jejich rychlá náhrada a záchrana na ně vázaných populací hmyzu. Stáří buku, který by se po veteranizaci mohl stát vhodnou potravou pro larvy tesaříka, musí být při rychlosti růstu buku do šířky 0,56 cm za rok alespoň 45 let. Za tuto dobu doroste do průměru 25 cm, což je minimální rozměr zabezpečující dostatek mrtvého dřeva (Castro et al., 2012; Castro & Fernández, 2016). Pouze v ojedinělých případech byly nalezeny výletové otvory ve větvích s průměrem pod 20 cm (Duelli & Wermelinger, 2005). Mezi potenciálně vhodnými stromy pak frekvence těch osídlených roste až k tloušťce kmene kolem 50 cm (Castro et al., 2012), což je zřejmě spodní hranice optimální tloušťky dřeva. Nad tímto prahem podle dosavadních studií na průměru kmene nezáleží (Drag et al., 2011; Russo et al., 2011; Castro & Fernández, 2016). Toto zjištění však může nahlodávat možné zkreslení způsobené přítomností dutin, které snižují objemu dřeva zvláště ve starých kmenech silných 75–100 cm nebo i více. Pro upřesnění, jak je to s preferencí dřeva tlustšího než 50 cm, by proto bylo nutné vzít v úvahu nejen průměr, ale také objem dostupného mrtvého dřeva (Castro et al., 2012; Castro & Fernández, 2016).

1.1.6. Chování

Larvy tesaříka alpského se vyvíjejí 2–4 roky v závislosti na klimatických podmínkách. Jeden strom tak může hostit nejméně 2–4 po sobě jdoucí generace (Duelli & Wermelinger, 2005; Castro & Fernández, 2016). Larvy žijí většinou v bělovém dřevě. Po vylíhnutí kukly se dospělec prokouše ze dřeva, přičemž po sobě zanechává charakteristický oválný otvor

orientovaný paralelně s podélným směrem růstu dřeva. Stěny výletového otvoru jsou orientovány kolmo k tečně průřezu, délka otvoru je cca 5–12 a jeho šířka cca 3–8 mm (Campanaro et al., 2017), resp. 6–11 a 4–7 mm (Duelli & Wermelinger, 2005). Velikost výletového otvoru se odvíjí od velikosti jedince (Ciach & Michalcewicz, 2013). Čerstvé výletové otvory lze odlišit od starších díky ostrým hranám (Castro & Fernández, 2016). Dospělci jsou aktivní v závislosti na klimatických podmínkách v období od května do srpna (Trizzinno et al., 2013). Samci se líhnou asi o týden dříve než samice (Duelli & Wermelinger, 2005), najdou vhodný strom nebo jeho část a lákají samice i ostatní samce pomocí agregačního feromonu. Agregační feromon je déle znám u nearktického druhu *Rosalia funebris* (Ray et al., 2009), u tesaříka alpského se jedná o nové zjištění (Žunič Kosi et al., 2017). Zajímavé je, že se feromony obou druhů velmi liší svou chemickou strukturou (Žunič Kosi et al., 2017). V případě, že se na stejné místo s očekávanou samicí slétne i další samec, často spolu samci svádí o samici souboj (Di Nikola & Poloni, 2020). Podle zkušeností entomologů samice kladou nejčastěji do puklin do hloubky 1–1,5 cm ve dřevě zbaveném kůry (Campanaro et al., 2017). Život dospělého trvá průměrně 4–7 dní, přičemž nejstarší zdokumentovaný samec se dožil minimálně 24 dní (Drag et al., 2011). Po tuto dobu imaga nepřijímají potravu, a musejí si proto vystačit se zásobami energie, které získali ve stádiu larvy a co nejrychleji najít partnery pro páření (Russo et al., 2011; Drag et al., 2012; Castro & Fernández, 2016).

1.1.7. Schopnost šíření

Schopnost disperze je u malých živočichů jedním z nejobtížněji měřitelných populačních parametrů. Měření metodou mark-recapture přináší často zkreslené výsledky podhodnocené v důsledku omezené rozlohy výzkumné oblasti (Franzén et al., 2007). Jedna z mála studií zabývající se mobilitou tesaříka alpského, kterou publikovali Drag et al. (2011), však tuto chybu částečně eliminuje výběrem studované oblasti – Ralské pahorkatiny, jež se vyznačuje vysokou fragmentací. Populace Ralské pahorkatiny je od všech nejbližších populací vzdálena stovky kilometrů. Jedinci z této studie byli nalezeni na třech kopcích oddělených plantážemi borovic. Fragmentace vhodného habitatu na malé plochy na jednu stranu stimuluje jedince k delším přeletům, na druhou stranu vede ke snížené mobilitě jedinců v rámci jednotlivých fragmentů. Nejdelší přelet byl dlouhý 1628 m, průměr se pak pohyboval kolem 100 m. Ve srovnání s jinými velkými saproxylickými ohroženými brouky, jako je například *Osmoderma barnabita*, je tesařík alpský vysoce vagilní a pravděpodobně překonává několikakilometrové distance (Hedin et al., 2008; Tihelka, 2017). Nasvědčují tomu nálezy výletových otvorů na místech až 10 km vzdálených od nalezišť odchycených jedinců (Drag et al., 2011) i nízká genetická variabilita celého druhu v Evropě (Drag et al., 2015). Schopnost disperze je třeba dále studovat. Je možné, že v důsledku změny klimatu a v případě dalšího úbytku vhodných habitatů bude přežití tohoto druhu závislé na migraci do vyšších nadmořských výšek a dále na sever palearktu (Della Rocca & Milanese, 2020).

1.1.8. Ochrana a vhodné hospodaření

Jak již bylo v úvodu naznačeno, příhodnost lesního prostředí pro život saproxylického hmyzu je dána intenzitou a záměrem lesního hospodaření. Pěstování lesa pro palivové dříví vede k využití všech mrtvých částí stromů, včetně větví menších rozměrů. Pro vývoj těchto živočichů nezůstává ve vyčištěných lesích žádné mrtvé dřevo, případně jen hromady klád nebo metrového dřeva nachystané k odvozu, které nalákají imaga tesaříka k páření a kladení vajíček. Při následném rozštípání a ztopení dojde k jejich úhynu. Tyto ekologické pasti se nežídka vyskytnou i na územích s legislativně zakotvenou ochranou biodiverzity, ale z nedbalosti se dřevo z lesa neodveze včas (Hedin et al., 2008; Lachat et al., 2013; Adamski, 2016). Lachat et al. (2013) popisují mírný vzestup populací tesaříka alpského ve Švýcarsku ve druhé polovině 20. století, kdy jako zdroj energie postupně převážilo uhlí. Je však otázkou, zda se nyní, po částečném vyčerpání a opouštění fosilních paliv, nevrátí palivové dříví coby lesnický cíl zpět.

Řešením pro zachování a rekonstrukci vhodného habitatu nejsou bezzásahové rezervace, které postupně zarůstají ve stinný zapojený les, ale vhodné zásahy simulující tradiční hospodaření. Těm by měla předcházet detekce konkrétních obývaných stromů a v těchto místech primárně opatření prováděna, a to zejména v sušších oblastech. Okolí těchto stromů by mělo být prosvětleno pokácením hlavně mladších buků. Ty je také možné pořezat ve výšce asi 2 m, aby mohly za desítky let samy hostit larvy tesaříka alpského. Již obydlené mrtvé stojící stromy je dále možné chránit před rizikem pádu ořezem větví. U starých živých stromů, které na suchých stanovištích mohou být rovněž hostiteli, je vhodné prodlužovat dobu jejich dožití. Dále v bukových porostech v dosahu tesaříkem osídlených oblastí lze pokácením 1–3 stromů s mohutnými korunami docílit výrazného prosvětlení. Současně je nutné zajistit ponechání mrtvého dřeva v těchto lesích. Okamžitým opatřením pak může být vytvoření hromad mrtvého dříví. V případě přítomnosti skládek klád nebo metrového dřeva připraveného k odvozu je také možné nachystat v jejich okolí stojící mrtvé kmeny, které budou pro pářící se tesaříky lákavější, a ty se i s nakladenými vajíčky v lese ponechají (Russo et al., 2011; Lachat et al., 2013; Castro & Fernández, 2016).

Mezi další kroky, které by mohly pomoci spíše výhledově, patří mimo jiné zmapování ekologických koridorů využívaných tímto druhem a následná aplikace ochrannářských opatření, nebo predikce dopadů změny klimatu na habitaty vhodné pro tesaříka alpského (Bosso et al., 2018). Ačkoli samotný růst teploty by na podíl mrtvého dřeva a biodiverzitu lesních ekosystémů mohl mít pozitivní vliv (Müller et al., 2015), vzhledem k předpokládaným změnám ve využívání krajiny zřejmě převáží negativní dopady. Je však možné, že se tesařík alpský rozšíří do vyšších nadmořských výšek a zeměpisných šířek, což bude záviset především na jeho vagilitě a dostupnosti koridorů pro úspěšnou disperzi (Della Rocca & Milanesi, 2020). Nutná je také úprava druhové skladby lesa a zvýšení podílu buků (Drag et al., 2011; Lachat et al., 2013). Důležitou roli bude hrát i politický vývoj v Evropě. Ochrana přírody by rozhodně pomohla další evropské integraci a připojení nových zemí do soustavy Natura 2000. Příkladem států, jejichž environmentální politika je nedostačující a které jsou kandidáty na přijetí do EU, jsou

Srbsko, Černá Hora, Severní Makedonie nebo Albánie. Potenciálně pak i další balkánské státy jako je Kosovo a Bosna a Hercegovina (Bosso et al., 2018; European Commission, 2022). Balkánský poloostrov je nejen součástí areálu tesaříka alpského, ale také hostí populace s nejvyšší genetickou diverzitou (Drag et al., 2015; Drag et al., 2018).

2. MATERIÁL A METODY

2.1. Studovaná oblast

Studovaná populace tesaříka alpského se nachází na území CHKO Bílé Karpaty v Evropsky významné lokalitě (EVL) Vlárský průsmyk. CHKO Bílé Karpaty se rozkládá na jihovýchodě Moravy podél hranice České a Slovenské republiky a převážně spadá do západní části karpatského masivu budované magurským flyšem. Fytogeograficky tato oblast náleží do čtyř oblastí, z nichž převažuje panonské termofytikum, do nějž spadá stepní část Bílých Karpat, a karpatské mezofytikum pokrývající její lesní část. Zejména ve stepní části na jihozápadě CHKO se nacházejí květnaté karpatské louky, které jsou známé a vyhledávané pro vysokou alfa diverzitu a bohaté zastoupení ohrožených rostlinných druhů (Konvička et al., 2011; Správa CHKO Bílé Karpaty, 2022).

EVL Vlárský průsmyk se nachází v severní části Bílých Karpat a je budován magurským flyšem s převahou vápnitých jílovců a slínovců. Půdu tvoří převážně kambizemě, fytogeograficky spadá do lesní části. Jak název lokality napovídá, jedná se o členité území. Skrz masivní bělokarpatský hřeben, tyčící se podél státní hranice, proniká údolí říčky Vlárky (**Obr.2.**). Nadmořská výška oblasti nabývá rozsahu 278–835 m n. m. Pro populaci tesaříka alpského je důležité, že je zde zachována původní druhová skladba lesa a alespoň několik porostů starých karpatských bučin s omezenou těžbou. Kromě bučin asociace *Asperulo-Fagetum* zde najdeme dubohabřiny, smrkové monokultury a smíšené jasanovo-olšové lužní lesy podél Vlárky. Mimo lesní společenstva se rozkládají mezofilní louky, pastviny a křoviny. Předměty ochrany jsou na této lokalitě kromě tesaříka alpského také přástevník kostivalový (*Euplagia quadripunctaria*), starček moravský (*Tephrosia longifolia* subsp. *Moravica*) a střevlík hrboletý (*Carabus variolosus*). Ačkoli zdejší komplex přirozených lesů požívá legislativní ochrany, podle Lukáše Čížka a Ondřeje Konvičky (osobní sdělení, 16. června, 2021) ze spojitých starých bučin přítomných před třiceti lety dnes zůstaly jen fragmenty (Seznam soustavy lokalit Natura 2000, 2022).

Pro studii populace tesaříka alpského ve Vlárském průsmyku metodou mark-recapture byly využity porosty, kde byl tento druh zaznamenán už dříve a jsou zde hojné výletové otvory dokazující jeho výskyt. Takovými mikrolokalitami byla zejména maloplošně zvláště chráněná území (MZCHÚ) PP Chladný vrch, PP Okrouhlá a PR Sidonie a vhodné porosty v jejich blízkosti. Další části lesa se vzrostlými buky pak byly vytipovány pomocí leteckých snímků. Před aktivitou imag tesaříka alpského byly tyto porosty detailně prohledány a vyselektovány na základě stáří porostu, jeho otevřenosti (prosvětlenosti), dostupnosti mrtvého dřeva a charakteristických výletových otvorů. Tímto způsobem bylo vybráno více než 30 míst rozložených od obce Nedašov na severovýchodě až po kótu Čerešienky (758 m n. m.) na jihozápadě. Porosty nejdále na severozápad zasahovaly kolem vesnice Svatý Štěpán a kóty Pláňava (614 m n. m.), na jihovýchodě výzkum zasahoval za slovenskou hranici do CHKO Biele Karpaty do porostů na jižních svazích Javorníku (783 m n. m.) a Chladného vrchu (742 m n. m.). Sledovány byly také místy hojné skládky palivového metrového dřeva nebo klád určených k odvozu, které

v EVL Vlárský průsmyk podle platného lesního hospodářského plánu nejpozději od konce června zůstat nesmějí. Pro odhad hustoty populace byla přibližně vyměřena plocha porostů s nálezy imag a vhodných porostů s výletovými otvory nebo v blízkosti nálezů imag. Výměra všech těchto fragmentů v rámci celé studované oblasti je přibližně 153 ha (**Obr. 3.**).

2.2. Sběr dat

Při studiu populace tesaříka alpského ve Vlárském průsmyku byla použita metoda zpětných odchyťů označených jedinců (Jolly, 1965). Studie proběhla po dobu rojení imag od 1. července do 3. srpna 2021. Každý den za vhodného počasí (bez deště) od 1. do 31. července 2021 bylo v terénu 2–6 mapovatelů. V srpnu pak byla v terénu jen jedna mapovatelka, a to pouze 3. srpna. Celkem bylo k výzkumu využito 29 dnů přibližně od 10. hodiny. Doba návratu z terénu kolísala podle výskytu imag závislého na počasí od 17. do 20. hodiny. V předem vybraných starých porostech, zvláště na mrtvých stromech, starých stromech s mrtvými částmi, na vývratech, pahýlech, ležících mrtvých kmenech a v okolí takového dřeva a na skládkách byli nalezeni jedinci označeni, změřeni a vyfotografováni. U každého nálezu pak byly zapsány zeměpisné souřadnice a čas odchytu a informace o oslunění jedince, o jeho velikosti, pohlaví, chování, síle větru a parametrech dřeva, na kterém byl chycen. Všechna data byla přenesena do tabulky (**Tab. 1.**). Délka jedince byla měřena od začátku kusadel po konec krovek. Krovky každého jedince byly označeny unikátním kódem (**Obr. 4.**). Při opakovaném odchytu na stejném místě, pokud se jednalo o první opakovaný odchyt jedince v daný den a alespoň dvě hodiny od předchozího nálezu, byl jedinec znovu evidován jako „recapture“ a vyfocen. Stejný postup byl aplikován při opakovaném odchytu jedince na jiném místě. V případě nečitelného nebo částečně smytého kódu byly fotografie využity pro kontrolu identity jedince díky jeho charakteristické kresbě. Po každém odchytu byli jedinci vypuštěni na svém původním stromě nebo kusu dřeva.

2.3. Analýza dat

K testování statistických hypotéz byl použit chí-kvadrát test, jednovýběrový t-test a Wilcoxonův dvouvýběrový test. Pro výpočet odhadů velikosti populace byl použit model Jolly-Seber v parametrizaci POPAN (Schwarz & Arnason, 1996; Schwarz & Arnason, 2007). Tato forma modelu Jolly-Seber, která je vhodná pro otevřené populace, odhaduje čtyři parametry: pravděpodobnost přežívání (Φ), pravděpodobnost odchytu (p), pravděpodobnost vstupu do populace ($pent$) a velikost super populace (N). U parametrů Φ , p a $pent$ model předpokládá proměnlivost v čase. Ta může být dána změnami vnějších podmínek prostředí (počasí) nebo nestejným odchyťovým úsilím. Parametry Φ a $pent$ popisují období mezi jednotlivými odchyťovými akcemi, zatímco parametr p samotné odchyťové akce. Pravděpodobnost vstupu do populace ($pent$) je určena kombinací emergence nových dospělců (*births*) a imigrace. Parametr Φ zahrnuje mortalitu (*deaths*) a trvalou emigraci z dané lokality a nazývá se zjevným přežíváním (*apparent survival*; Schwarz & Arnason, 2007). Parametr N pak vyjadřuje velikost populace jedinců, kteří jsou

v dané sezóně odlovitelní, tedy im_{ag} . Pomocí těchto parametrů lze vypočítat odhady velikosti populace v jednotlivých odchytočných akcích (dnech) N_i . Jde o odhady početnosti dospělců, které bylo ve studovaných porostech možné odchytit v daném okamžiku.

Výpočty byly provedeny v programu MARK (White & Burnham 1999), který umožňuje tvorbu a porovnání různých variant základního modelu. Varianty základního modelu byly srovnány prostřednictvím Akaikeho informačního kritéria AIC (Anderson & Burnham, 1999) upraveného pro malé vzorky AICc (Hurvich & Tsai, 1989). Nejlépe hodnocená varianta má nejnižší hodnotu AICc. Výsledný odhad velikosti populace byl vypočítán z pěti nejlépe hodnocených variant základního modelu jako průměry vážené pomocí AICc vah (**Tab. 2**).

3. VÝSLEDKY

Celkově bylo označeno 1472 jedinců (1033 samců a 439 samic). Poměr odchycených jedinců byl vychýlen ve prospěch samců ($\chi^2 = 239.7$, $df = 1$, $p < 0.001$). Celkový počet odchytů byl 2013. Poměr znovu odchycených jedinců činil 22 %, přičemž opakované odchyty byly častější u samců než u samic ($\chi^2 = 50.2$, $df = 1$, $p < 0.001$). První samec byl označen 1. července, první samice 4. července. Poslední samci i samice byli označeni 3. srpna. Dospělci byli nalézáni od 10:13 do 20:15 (**Obr. 5.**). Polovina odchytů byla provedena v intervalu 13:34–16:25. Průměrný čas odchytu byl v 15:04, medián 15:05. Délka těla imag od kusadel po konec krovek byla průměrně 28.4 mm, medián měl hodnotu 29 mm a hranice prvního a třetího kvartilu 26 a 31 mm. Ačkoli samice byly větší než samci ($t = -6.430$, $df = 1468$, $p < 0.001$), minimální změřená délka těla 17 mm patřila samici. Největší změření jedinci dorůstali délky 38 mm (**Obr. 6.**).

3.1. Demografie

Na základě modelu Jolly-Seber v parametrizaci POPAN byl odhad velikosti populace pro jednotlivá pohlaví stanoven na 4154 (± 102) samců (27/ha) a 1860 (± 43) samic (12/ha). Podobně jako v případě odchytů byla i v modelu zjištěna početní převaha samců ($\chi^2 = 875.03$, $df = 1$, $p < 0.001$). Poměr pohlaví byl v obou případech přibližně 2:1. Denní odhady velikosti populace jsou uvedeny v příložené tabulce (**Tab. 3.**). Aktivita obou pohlaví byla synchronní a dosahovala maxima od 16. do 20. července (**Obr. 7.**). Nejstarší zaznamenaný samec byl nalezený 17 dní po prvním odchytu. Nejstarší samice se dožila nejméně 15 dní. (**Obr. 8.**). Během celé studie nebylo při žádném z 2013 odchytů pozorováno krmění imag (např. na květech nebo mízou).

3.2. Habitatové preference

Na skládkové dřevo se slétali imaga nejčastěji. Z jedinců, u nichž byl údaj o povaze hostitelského dřeva zaznamenan, bylo na skládkách nalezeno 60 %. Dalšími typy dřeva, na nichž byli brouci nelezeli, byl kmen, větev, pahýl, poleno a pařez. Pod označení „jiné“ byly zahrnuty ojedinělé nálezy na dřevěném obkladu chaty, na drobných odřezcích a na kořeni. Jedinci bez údaje o dřevě byli často chyceni v letu, nebo lezli po zemi či po lesním podrostu (**Obr. 9.**).

Dospělci na skládkách byli viděni nejčastěji na ploše řezu klády nebo metrového polena ($\chi^2 = 4$, $df = 1$, $p = 0.0455$). Naopak u nálezů mimo skládky nebyl významný rozdíl mezi počtem brouků na kůře a na dřevě bez kůry (**Obr. 10.**). Dřevo bez kůry ale samice preferovaly ke kladení ($\chi^2 = 44$, $df = 1$, $p < 0.001$). Ze 175 pozorovaných kladení bylo do dřeva bez kůry 132 (cca 75 %). Za tento jev byly však zodpovědné nálezy ze skládek (113 ze 139, tj. cca 81 % kladení na obnaženém dřevě). Mimo skládky byl poměr kladení do dřeva s kůrou a bez přibližně 1:1. Podíváme-li se na toleranci vůči přímému osvitu, nálezy ze skládek a z ostatního dřeva se nelišily (**Obr. 11.**). Nalezení jedinci významně preferovali alespoň částečné zastínění proti přímému slunci ($\chi^2 = 36$, $df = 1$, $p < 0.001$).

Následující tři parametry hostitelského dřeva byly vyhodnoceny pouze z dat získaných mimo skládky. Nálezy ze skládek byly vyloučeny, protože lákaly velké množství jedinců bez ohledu na sledované parametry dřeva. Průměr dřeva, na němž brouk seděl, byl pro přehlednost rozdělen do intervalů po 25 cm. Jeho rozpětí sahalo od větvičky tenké 0.5 cm, až po mohutný bukový kmen s průměrem 150 cm. Polovina vzorků se nacházela mezi 18 a 49.75 cm. Průměrná hodnota byla 34.79 cm, medián 27 cm (**Obr. 12.**). Ze 35 kladení bylo pozorováno cca 54 % (19) na dřevě s průměrem 10–25 cm, cca 37 % (13) na dřevě s průměrem 25–50 cm a cca 9 % (3) na dřevě s průměrem 54–90 cm. Stáří dřeva bylo rozděleno do šesti kategorií: 0 – živý strom; 1 – letos pokácený či padlý; 2 – loňský nebo celý pevně v kůře; 3 – celý v kůře, ta už ale lze rukou odloupnout; 4 – částečně bez kůry, ta se loupe samovolně; 5 – nahnilé dřevo. Nejméně zastoupeny byly krajní kategorie 0 a 5 (**Obr. 13.**). Poloha dřeva byla zařazena do tří kategorií: ležící, stojící a pololežící dřevo. Jako stojící bylo vyhodnoceno dřevo stojící samostatně nebo podepřené přibližně rovnoběžně s vertikálou. Jako ležící bylo vyhodnoceno dřevo, které bylo většinou své opěrné báze v kontaktu s půdou. Jako pololežící bylo vyhodnoceno dřevo ve všech stupních mezi vertikálou a horizontálou pokud nestálo samostatně nebo nebylo většinou své opěrné báze v kontaktu s půdou. Více než polovina odchyťů mimo skládky byla na ležícím dřevě (**Obr. 14.**).

3.3. Schopnost šíření

V průběhu výzkumu bylo zaznamenáno 130 přeletů samců (44.7 % všech znovu odchycených samců) a 18 přeletů samic (42.9 % všech znovu odchycených samic). Mezi překonanými vzdálenostmi samců a samic nebyl statisticky významný rozdíl (Wilcoxonův dvouvýběrový test, $p = 0.3213$, samci: průměr/medián: 220/478 m, rozpětí: 10–2850 m, samice: průměr/medián: 185/287 m, rozpětí: 20–825 m). Nejdelší překonaná vzdálenost byla zjištěna u samce, který během 12 dnů mezi prvním a posledním odchylem na svazích Javorníku překonal vzdálenost ~ 2850 m (715, 395 a 1740 m mezi jednotlivými odchylety; **Obr. 15.**).

4. DIDAKTICKÁ ANALÝZA ODBORNÉHO TÉMATU

Pro aplikaci tématu ve výuce na gymnáziu je vhodné zaměřit se na aspekt vlivu hospodaření člověka na biologickou rozmanitost přírody. Studovaný druh, respektive populaci, lze integrovat do saproxylické entomofauny a tuto skupinu využít jako příklad organismů, kterým v důsledku lidské činnosti rychlým tempem mizí životní prostředí. Cílem výuky je rozvoj klíčových kompetencí, zvláště kompetence k řešení problémů vztahu člověk – příroda. Praktickým výstupem je návrh naučné stezky ve Vlárském průsmyku seznamující veřejnost s tesaříkem alpským a s možnostmi jeho ochrany.

4.1. Zařazení tématu do výuky na gymnáziu

- **Didaktické téma:** Vybrané ohrožené druhy ČR (saproxylickí brouci)
- **Třída:** 2. ročník gymnázia/sexta víceletého gymnázia
- **Zařazení do širšího rámce**
 - Vzdělávací oblast: Člověk a příroda
 - Vzdělávací obor: Biologie
 - Širší téma: Biologie živočichů
 - Předchozí témata: Základy etologie, Základní etologické pojmy
 - Následující téma: Zákon 114/1992 Sb., vyhláška 395/1992 Sb.
- **Časová dotace na téma:** 2 hodiny
- **Vzdělávací obsah**
 - Saproxylický hmyz jako bioindikátor biologické rozmanitosti lesa
 - Důležité ekologické faktory pro saproxylické brouky
 - ◆ druhová skladba lesa
 - ◆ zápoj
 - ◆ oslunění
 - ◆ dostupnost mrtvého dřeva
 - Vybrané ohrožené druhy (taxonomie, charakteristika, životní cykly)
 - ◆ páchník hnědý
 - ◆ roháč obecný
 - ◆ tesařík alpský
 - ◆ tesařík obrovský
 - Vliv lesního hospodaření
 - ◆ Stručná historie lesního hospodaření na území ČR
 - ◆ Využívání krajiny člověkem a jeho dopady
 - ◆ Možné sociální konflikty a jejich řešení
 - Metody terénního výzkumu saproxylických brouků
- **Výukové cíle**
 - Žák pozná a pojmenuje (s možným využitím různých informačních zdrojů) významné živočišné druhy a uvede jejich ekologické nároky (RVP).

- Žák zhodnotí problematiku ohrožených živočišných druhů a možnosti jejich ochrany (RVP).
- Žák obhájí svůj názor na způsoby ochrany ohrožené saproxylické zoofauny.
- Žák stručně charakterizuje vlajkové druhy ochrany saproxylické zoocenózy (zařazení, rozšíření, hostitelská dřevina, přibližná velikost, životní cykly...).
- Žák určí vlajkové druhy ochrany saproxylické entomofauny (dospělce), významné druhy jejich hostitelských dřevin a predátorů.
- Žák vysvětlí pojmy emergence, zoocenóza, bioindikátor, biotop, dekompozitor, saprotrofie, vlajkový druh, deštníkový druh, predace, ekosystém.
- Žák uvádí vztahy mezi jednotlivými lesními organismy.
- Žák podpoří argumenty důležitost ochrany lesních biotopů a jejich význam pro člověka.
- Žák porovnává různé typy lesního hospodaření a uvádí jejich klady a zápory.
- Žák jmenuje ekologická rizika, která ohrožují biodiverzitu lesních biotopů ČR.
- Žák navrhuje opatření pro ochranu druhové rozmanitosti lesních biotopů ČR.
- Žák navrhuje metodologii terénního výzkumu (zmapování) biodiverzity lesa.
- **Základní pojmy**
 - saprotrofie, biotop, biocenóza, bioindikátor, ekosystém, dekompozitor, pradace, biodiverzita
- **Mezipředmětové vztahy**
 - Zeměpis – klimatologie, globální problémy lidstva, struktura hospodářství, hospodářské a právní nástroje ochrany přírody a životního prostředí, krajina, vývoj interakce krajina – společnost
 - Dějepis – počátek zemědělství (neolit), proměna agrární společnosti ve společnost průmyslovou
 - Chemie – voda, pH
 - Fyzika – vlnové vlastnosti světla
- **Klíčové kompetence**
 - Kompetence k učení
 - ◆ Žák kriticky přistupuje ke zdrojům informací.
 - ◆ Žák dovede vybírat z nadbytku biologických informací podstatné.
 - ◆ Žák na základě obrázků určuje daný organismus.
 - ◆ Žák se orientuje v přirozených systémech organismů.
 - Kompetence k řešení problémů
 - ◆ Žák rozpozná problém, objasní jeho podstatu, rozčlení ho na části.
 - ◆ Žák kriticky interpretuje získané poznatky a zjištění a ověřuje je, pro svá tvrzení nachází argumenty a důkazy, formuluje a obhájí podložené závěry.
 - ◆ Žák je otevřený k využití různých postupů při řešení problémů, nahlíží problém z různých stran.

- ◆ Žák zvažuje možné klady a zápory jednotlivých variant řešení, včetně posouzení jejich rizik a důsledků.
- Kompetence komunikativní
 - ◆ Žák zdokonaluje své komunikační schopnosti při skupinové práci.
 - ◆ Žák aktivně diskutuje a je schopen reagovat na otázky.
 - ◆ Žák používá s porozuměním odborný jazyk.
 - ◆ Žák efektivně využívá moderní informační technologie.
- Kompetence sociální a personální
 - ◆ Žák při práci ve skupině rozděluje role a přijímá tu svou.
 - ◆ Žák si při spolupráci ve skupině uvědomuje základní lidské hodnoty.
 - ◆ Žák se vyjadřuje k otázkám vztahu společnosti k přírodnímu prostředí.
 - ◆ Žák se rozhoduje na základě vlastního úsudku. Odolává společenským i mediálními tlakům.
- Kompetence občanská:
 - ◆ Žák informovaně zvažuje vztahy mezi svými zájmy osobními, zájmy širší skupiny, do níž patří, a zájmy veřejnými, rozhoduje se a jedná vyváženě.
 - ◆ Žák o chodu společnosti a civilizace uvažuje z hlediska udržitelnosti života, rozhoduje se a jedná tak, aby neohrožoval a nepoškozoval přírodu a životní prostředí.
 - ◆ Žák se seznamuje s environmentálními problémy v lokálním i globálním měřítku.
- Kompetence k podnikavosti:
 - ◆ Žák uplatňuje proaktivní přístup, vlastní iniciativu a tvořivost, vítá a podporuje inovace.
 - ◆ Žák si uvědomuje nutnost systematické a pečlivé práce.
- **Organizační formy:**
 - skupinová výuka, frontální výuka
- **Metody výuky:**
 - práce s textem, rozhovor, skupinová práce, problémový výklad, demonstrace přírodnin (entomologické sbírky), didaktická hra (rozdělení menších skupin na těžaře a ochránáře a obhajoba jejich pozic formou diskuze)
- **Průřezová témata:**
 - Environmentální výchova
 - Osobnostní a sociální výchova
- **Další využití tématu:**

Téma lze ve výuce vzdělávacího oboru Biologie kromě navrženého zařazení na konec tematického celku Biologie živočichů umístit i do celku Ekologie (třetí ročník gymnázia), s akcentací pojmů biotop, potravní řetězec, valence, areál, ekosystém, ochrana ŽP a dalších pro propojení teorie s praktickými příklady. Dále lze téma využít v projektovém vyučování, např. v rámci projektu Ochrana životního prostředí ČR.

4.2. Návrh naučné stezky Po stopách tesaříka alpského

Naučné stezky jsou vzdělávací formou i metodou cílenou na širokou veřejnost. Navržená stezka o studovaném druhu této práce má výchovně vzdělávací funkci. Ačkoli ukázková tabule (**Obr. 16.**) obsahuje pouze text a obrazový materiál, pro lepší vštípení vědomostí by bylo žádoucí použít alespoň u některých zastavení interaktivní prvky (např. didaktické hry nebo přírodniny). Prožitkové naučné stezky poutají pozornost návštěvníků na delší dobu než ty tradiční a také jsou pro ně atraktivnější (Beňková & Činčera, 2010).

• Cíle

V průběhu mapování bylo výzkumníky zjištěno jednání těžební společnosti, které je v rozporu s platným lesním hospodářským plánem (LHP) a které významně poškozují populaci tesaříka alpského, který je zvláště chráněným druhem v kategorii kriticky ohrožený. Podle LHP nesmí zůstat vytěžené bukové dřevo v lese od poloviny června do konce srpna, což bylo ale těžaři i vlastníky přes opakovaná upozornění týmu mapovatelů ignorováno a dřevo se začalo odvážet až kolem 20. července. V té době už bylo do dřeva nakladeno velké množství vajíček (první samice kladoucí do skládkového dřeva byly pozorovány 7. července). Celá situace byla pro lidi v regionu citlivá a tým mapovatelů dostal pejorativní nálepku „ekoteroristů“, kterým je milejší brouk, než lidé, kteří dřevem musejí topit. S nepochopením konfliktu lesního hospodaření a ochrany přírody jsme se setkali jak v osobním kontaktu s domorodci, tak v regionálním internetovém deníku.

Naučná stezka si klade za cíl pomoci lidem, v první řadě místním, pochopit důležitost ochrany hmyzu, která je vázaná na ochranu biotopů, v tomto případě lesů. Informační tabule budou kromě ekologie a ochrany druhu seznamovat s životním cyklem tesaříka alpského počínajícím dominantním stádiem larvy žijící 2-4 roky v bukovém dřevě a vrcholícím stádiem dospělce kladoucím nová vajíčka.

• Tabule

- 1 – karpatská bučina – významní zástupci flory i fauny
- 2 – tesařík alpský – přehled: ekologie, rozšíření, vagilita, životní cyklus
- 3 – larva – morfologie larvy, vývoj v bukovém dřevě, kvalita dřeva a mikroklima
- 4 – zakuklení a emergence – morfologie kukly, výletové otvory
- 5 – imago – morfologie imaga, rozmnožování, predace
- 6 – kladení – problém skládek dříví v době kladení (**Obr. 16.**)
- 7 - ochrana – závislost ochrany hmyzu na ochraně biotopů, nikoli jedinců
- 8 – rekapitulace – závěrečné zopakování celého tématu

- **Umístění**

Navržená lokalizace stezky je v místech s největší hustotou nálezů dospělců a v okolí maloplošných zvláště chráněných území PP Okrouhlá a PR Sidonie. Úvodní tabule je z důvodu dostupnosti myšlena v blízkosti autobusové stanice Sidonie-Kopanice v osadě Sidonie. Konec naučné stezky je mezi pastvinami nad městem Brumov-Bylnice. Délka trasy je necelých 8 km (**Obr. 17.**).

5. DISKUZE

Studie velikosti populace tesaříka alpského ve Vlárském průmysku je první svého druhu. Rozsahem získaných dat i vypočítaným odhadem je nepochybně přínosná. Sběr dat zahrnoval počítání dospělců metodou capture-mark-recapture (CMR). Nezahrnoval naopak počítání výletových otvorů a údajů o nich a nemůže tak přinést nové poznatky o vývoji larev. Data o habitatových preferencích dospělců by měla větší výpovědní hodnotu při sledování určitého výběru vhodných mikrolokalit lišících se zkoumaným parametrem a následným srovnáním těch, na kterých byli nalezeni dospělci s těmi, na kterých nalezeni nebyli. Podobný design byl využit např. při studiích ve Švýcarsku (Duelli & Wermellinger, 2005), ve Španělsku (Castro & Fernández, 2016) a v Itálii (Russo et al., 2011). V Polsku při studii zaměřené na status ochrany daných populací byly vybrány lokality bez skládek nebo jiných nepřírodných objektů lákajících dospělé tesaříka alpského (Campanaro et al., 2017).

Metoda analýzy dat, tedy statistický model Jolly-Seber v parametrizaci POPAN je často užívanou metodou při CMR studiích (např. Drag et al., 2011; Manu et al., 2016; Rossi de Gasperis, 2016). Fragmentace vhodného habitatu na této lokalitě je však překážkou, která klade vyšší nároky na sběr a design dat pro statistické modelování. Je například obtížné zajistit ve všech (někdy i přes 10 km vzdálených) fragmentech stejné odchyťové úsilí mapovatelů. Jiné parametry než velikost populace, např. přežívání jedinců nebo pravděpodobnost odchyty, proto nebyly do výsledků studie zahrnuty.

5.1. Demografie

Na základě počtu odchycených a znovu odchycených imag tesaříka alpského byla odhadnuta velikost populace ve Vlárském průmysku v roce 2021 na 6014 jedinců. Odhad velikosti populace v Ralské pahorkatině modelem Jolly-Seber byl vypočten na 2026 jedinců v roce 2008 (Drag et al., 2011). V této studii byl zjištěn poměr pohlaví cca 1:1, zatímco ve Vlárském průmysku byl počet samců více než dvojnásobný vůči počtu samic. Převaha samců není při mapování tohoto druhu ojedinělým jevem (Verzec et al., 2013; Rossi de Gasperis, 2016). Dvoutřetinovou dominanci samců zjistili také Manu et al. (2016) v Rumunsku, kde bylo ale nalezeno pouze 37 jedinců během dvou sezón. Studie z Ralské pahorkatiny je velikostí sebraného vzorku dat i výsledným odhadem velikosti populace naší studii mnohem bližší (Drag et al., 2011). Rozdíl v poměru pohlaví může být způsoben chováním tohoto druhu v kombinaci s vysokým podílem skládek ve studované oblasti. Samice a samci se v emergenci nesynchronizují. Pokud samice, která má ihned po vykousání ze dřeva zralá vajíčka a pouze málo času na jejich oplodnění, nedetekuje ve svém okolí samčí agregační feromon (Žunič Kosi et al., 2017), odletí hledat jinde. Přítomnost koncentrovaného dřeva na skládkách pak mohla způsobit odliv samců ze svého líhniště právě na ně (Allison et al., 2004; Adamski et al., 2016). Později vykousané samice pak při rozletu do okolních lesů mohly mít sníženou šanci nálezu vhodného habitatu a samců k páření (Drag et al., 2012). Jiné vysvětlení spočívá v až o týden opožděné

emergenci samic vůči samcům (Duelli & Wermellinger, 2005) a zdánlivě pozdním počátku studie v Ralské pahorkatině (12. července), kdy už část první generace samců nemusela být naživu (Drag et al., 2011).

Nejdéle žijící nalezený jedinec byl starý 17 dní, ale pouze pětina znovu odchycených jedinců (resp. 20 % samců a 18 % samic) byla starších než 7 dní, což je v souladu se zjištěnou průměrnou hodnotou přežívání 4–7 dní (Drag et al., 2011). Výpočet délky přežívání však nebyl do naší studie zahrnut, proto tato srovnání nejsou příliš relevantní. Hustota populace imag dosahuje 39 jedinců na hektar osídleného habitatu. Velmi podobnou hustotu (41 jedinců/ha) měla subpopulace na Malém Bezdězu v roce 2008 (Drag et al., 2011). Naopak výrazně nižší hustota 0.3 jedince/ha byla zjištěna u populace v rumunském pohorí Măcin (Manu et al., 2016), a denní hustota 0.1 jedince/ha u populace ve španělské provincii Gipuzkoa. Srovnání španělské populace s populací ve Vlárském průsmyku je možné díky srovnávací tabulce s převedenou hustotou populace z Ralské pahorkatiny do jednotky jedinec·den⁻¹·ha⁻¹ (Castro & Fernández, 2016).

Pokud bychom přepočítali velikost populace na celou EVL Vlárský průsmyk o rozloze přibližně 3174 ha, vyšla by hustota populace na cca 2 jedince na hektar. Takový výpočet však o populaci neříká prakticky nic, protože lokalita zahrnuje i nelesní stanoviště, a také z toho důvodu, že studovaná oblast tuto lokalitu na jihu a na západě mírně přesahuje. Většina porostů je zde tedy pro tesaříka alpského nevyhovujících. Ačkoli tvoří bučiny více než 50 % rozlohy EVL Vlárský průsmyk, což je 1660 ha, pouze asi 153 ha, tedy sotva desetina z nich, byla před mapováním vyhodnocena jako vhodná pro jeho výskyt. Při výběru lokalit byla posuzována zejména dostupnost mrtvého bukového dřeva nebo přítomnost starších poškozených stromů, ale také otevřenost porostu (korunový zápoj) a pobytové znaky tesaříka alpského (výletové otvory). Z tohoto pohledu má tedy EVL naprosto nevhodnou skladbu habitatů, zejména s ohledem na to, že předmětem ochrany jsou zde z lesních druhů pouze tesařík alpský a střevlík hrbolatý, oba závislí na mrtvém dřevě (Seznam soustavy lokalit Natura 2000, 2022).

5.2. Habitatové preference

Mezi zaznamenanými typy dřeva, na kterém byli brouci nalezeni, výrazně dominovaly skládky (60 % jedinců). K tomu pravděpodobně přispělo různou měrou několik faktorů. Pro přehlednost je lze rozdělit do tří skupin: lokalizace, kvalita a kvantita. Rozmístění skládek podél cest, tedy často na odhalených místech nekrytých vegetací, zvyšuje jeho dostupnost pro tesaříky. Zároveň oproti okolním porostům poskytuje větší míru oslunění, které tesaříkům slibuje optimální mikroklimatické podmínky pro vývoj larev (Russo et al., 2011). Stín vyčnívajících klád a polen však broukům může poskytnout úkryt před přímým osvitem (Castro et al., 2019). Kvalita dřeva na skládkách je ideální, protože se zpravidla jedná o letos pokácené stromy, které díky vertikálnímu vrstvení nejsou náchylné k vlhnutí a přílišnému napadení houbami. V neposlední řadě hraje roli kvantita. Velké množství mrtvého dřeva na jednom místě umocňuje koncentraci těkavých sloučenin, které brouky lákají (Allison et al., 2004).

Podle očekávání a v souladu s prací Castra et al. (2019) se i zástupci populace ve Vlárském průsmyku vyhýbají přímému oslunění. Otevřenost porostu vůči slunečnímu svítu je však u horských populací tesaříka alpského důležitým ekologickým faktorem ovlivňujícím mikroklima daného potenciálního stanoviště (Russo et al., 2011; Drag et al., 2012). Obnažené dřevo bylo preferováno kladoucími samicemi pouze v případě nálezů na skládkách. Toto zjištění podporuje tvrzení Čížka (Campanaro et al., 2017), že si samice vybírají dřevo bez kůry, ale mohou klást i do puklin ve dřevě s kůrou. Na skládkovaném dřevě je zřejmě obnažené dřevo dostupnější (řezné plochy).

Průměr dřeva (resp. objem, který je přímo úměrný jeho průměru) je důležitou vlastností pro vývoj larev tesaříka alpského. Podle dostupných studií byly výletové otvory nalezeny ve dřevě s průměrem pod 20 cm pouze vzácně (Duelli & Wermelinger, 2005; Castro et al., 2012; Castro & Fernández, 2016). Bohužel při sběru dat pro tuto práci nebylo dřevo s výletovými otvory měřeno. K dispozici je pouze údaj, že cca 40 % kladení mimo skládky (14 ze 36) bylo pozorováno na dřevě o průměru 10–19 cm. Nelze ale předpovědět nic o úspěšnosti vývoje těchto vajíček, proto je zbytečné spekulovat například o dostupnosti starších a silnějších kmenů a větví.

Podobný problém je s daty o stáří, resp. stupni rozkladu dřeva. Lze jen konstatovat, že jedinci seděli méně na dřevě živém a na dřevě nahnilém. Na dřevě ve fázích mezi těmito extrémny pak byly nálezy rozloženy zhruba rovnoměrně. Mnohem přínosnější by byly údaje o stáří dřeva s nálezy čerstvých výletových otvorů. Co se týče kladení v závislosti na stáří dřeva, je zajímavé, že byla pozorována i kladení na nahnilém dřevě (3 z celkových 36 mimo skládky). Podle Duelliho a Wermelinger (2005) může být i v silně nahnilém dřevě vývoj tesaříka alpského úspěšný.

Poloha dřeva je důležitá zvláště na stinných a vlhkých stanovištích, kde se tesařík alpský vyvíjí častěji ve stojícím dřevě (Castro et al., 2012), zatímco v otevřených a sušších porostech kladoucí samice polohu dřeva nerozlišují (Russo et al., 2011; Castro & Fernández, 2016). V našem případě, opět po vyloučení nálezů ze skládek, byla více než polovina jedinců nalezena na ležícím dřevě. Samic při kladení bylo na ležícím dřevě pozorováno cca 67 % (24 z 36). Abychom však mohli říci, že zde ležící dřevo upřednostňují, bylo by třeba tato data porovnat s dostupností vhodných stojících stromů a pahýlů a sbírat v době kladení i data o vhodném dřevě, na kterém samice nekladou.

5.3. Schopnost šíření

Informace o vagilitě jedinců získané metodou CMS bývají podhodnocené (Franzén et al., 2007). Naměřené vzdálenosti mezi odchty jednotlivých imag tak potvrzují odborné mínění, že je tento druh vysoce vagilní a schopný překonávat několikakilometrové vzdálenosti (až 10 km; Drag et al., 2011; Lachat et al., 2013). Podobně jako u populace z Ralské pahorkatiny (Drag et al., 2011) nebo u populace v centrální Itálii (Rossi de Gasperis, 2016), kde byly zjištěny přelety o délce ~1.5 km, také ve Vlárském průsmyku může fragmentace habitatů stimulovat jedince k delším přeletům. Nejdelší (téměř tříkilometrový) přelet byl zaznamenán mezi skládkami u cesty,

kteře pravděpodobně plnily roli vzdálených fragmentů optimálního přirozeného habitatu. Důležitým faktorem pro odolnost populací tesařika alpského je vzdálenost nejbližší sousední populace (Michalcewicz & Ciach, 2015). Tou je pro Vlárský průsmyk populace na slovenské straně bělokarpatského hřebene, ze které byl zaznamenán přelet o délce 1.5 km a lze s ní proto předběžně počítat pro potenciální rekolonizaci.

5.4. Management ochrany populace

Vysoký podíl nálezů na skládkách (cca 60 %) podtrhuje závažnost nevhodného lesního hospodaření ve Vlárském průsmyku. Na základě evropské legislativy je v lesním hospodářském plánu zakázáno skládkování bukového dřeva od konce června (tj. od začátku aktivity dospělců závislém na počasí). Přesto byly při mapování tyto skládky přítomny až do 20. července 2021, tedy déle než do poloviny sezóny imag tesařika alpského. Následně byla část dřeva narychlo odvezena i s nakladenými vajíčky. Z celkového počtu 175 pozorovaných kladení jich bylo 139 (téměř 80 %) na skládkách. První kladoucí samice na skládkách byly pozorovány 7. července. Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky sice 20. července vydala předběžné opatření o zákazu vyvážet z lesa veškeré bukové dřevo a na konci prosince rozhodla o ponechání dřeva v lese až do úplného rozpadu, velká část nakladených vajíček však byla zničena (AOPK ČR, 2021). Problematické ale nejsou jen skládky na území chráněné lokality Vlárský průsmyk. Vzhledem k vysoké schopnosti šíření tesařika alpského a potenciálnímu několikakilometrovému doletu jsou rizikové i ty za hranicemi oblastí obývaných populacemi tesařika alpského (Adamski et al., 2018).

Evropskými státy, které mají nejvyšší podíl vhodného habitatu na velikost rozlohy, jsou Švýcarsko, Rakousko, Slovinsko a Itálie. Česká republika v tomto ohledu zaostává (Bosso et al., 2018) Jak bylo zmíněno výše (v podkapitole 4.1.), ani EVL vyhlášená za účelem ochrany tesařika alpského nevede na většině jejího území k žádoucímu lesnímu hospodaření. Paradoxem je fakt, že v maloplošně zvláště chráněných územích (MZCHÚ) nejprísnějším stupněm ochrany byl nalezen ve srovnání se zbytkem lokality pouze malý počet jedinců. Na územích PP Chladný vrch, PP Okrouhlá a PR Sidonie nebo bezprostředně za jejich hranicemi bylo dohromady nalezeno 37 jedinců. To jsou asi 2.5 % ze všech označených. Příčinou by mohl být zápoj korunového patra, od něj se odvíjející zástín a rychlejší rozklad dřeva.

Mrtvého dřeva je v těchto prakticky bezzásahových rezervacích dostatek, je však nutné v nich opatření na ochranu tesařika alpského lépe specifikovat a zefektivnit. Zároveň se ale zaměřit na změnu hospodaření i mimo ně. Čížek et al. (2015) doporučují ve Vlárském průsmyku bezodkladně zastavit mýtní těžby, aby nedocházelo ke ztrátě posledních zlomků vhodného habitatu, který není v maloplošných rezervacích. Jedním z jejich dalších návrhů je při těžbách ponechat skupiny stromů, tzv. bioskupiny. Mimo MZCHÚ se některá místa vyznačovala překvapivě vysokou hustotou nálezů. Příkladem, který stojí za pozornost, je fragment staré bučiny na západních svazích kopce Tratihušť (708 m n. m.), ve kterém bylo nalezeno 77 imag. Díky jihozápadní orientaci svahu, absenci

vzrostlého lesa v okolí, ale nejspíše hlavně díky řídkému zalesnění a velkému množství poškozených stromů nebo mrtvého dřeva, nabízí pro život tesaříka alpského ideální podmínky. Porost na svazích Tratihusti má výměru cca 4.4 ha, všechna tři zmíněná MZCHÚ dohromady pak 27.4 ha. Hustota nálezů v porostu na Tratihusti je tedy 17.5 jedince/ha, zatímco hustota nálezů v MZCHÚ 1.35 jedince/ha, tedy asi třináctkrát menší.

Zvýšení podílu mrtvého dřeva v lesích není důležitým prvkem jen pro xylofágní hmyz, ale také pro další živočichy sdílející tento biotop (Sandström et al., 2019). Nedostatek mrtvého dřeva a stinné zapojené porosty jsou podle Zumra a Remeše (2020) hlavními problémy lesů České republiky z hlediska biodiverzity.

6. ZÁVĚR

Na základě sběru dat metodou zpětného odchyty označených imag byl spočítán odhad velikosti populace tesaříka alpského ve Vlárském průsmyku. Výsledný odhad činil 6014 jedinců s asi dvoutřetinovou početní převahou samců nad samicemi. Demografické údaje o tomto kriticky ohroženém druhu saproxylického hmyzu mohou přispět k managementu efektivních opatření pro zpomalení úbytku jeho přirozeného habitatu.

U zpětně odchycených jedinců byla změřena vzdálenost mezi jednotlivými odchyty a byly zjištěny i dosud málo zdokumentované několikakilometrové přelety. Byla také získána data o mikroklimatických podmínkách a kvalitě dřeva, na kterém byli jedinci odchyceni. Tato data byla statisticky zpracována a v diskuzi porovnána s dosud známými poznatky o habitatových preferencích jiných evropských populací tohoto druhu.

V didaktické části bylo navrženo zařazení tématu do učiva na gymnáziu a navržena naučná stezka v lokalitě Vlárský průsmyk pro laickou veřejnost. Stezka byla tematicky zaměřena na biologii a ekologii tesaříka alpského a lesní hospodaření zohledňující zachování vhodných podmínek pro jeho přežití. Praktickým výstupem didaktické části je ukázková tabule naučné stezky.

7. LITERATURA

Adamski, P., Bohdan, A., Michalcewicz, J., Ciach, M., & Witkowski, Z. (2016). Timber stacks: potential ecological traps for an endangered saproxylic beetle, the *Rosalia longicorn* *Rosalia alpina*. *Journal of Insect Conservation*, 20(6), 1099–1105.

Adamski, P., Michalcewicz, J., Bohdan, A., & Ciach, M. (2018). Potential range of impact of an ecological trap network: the case of timber stacks and the *Rosalia longicorn*. *Journal of Insect Conservation*, 22(2), 209-219.

Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky (2021). Skladované vytěžené dřevo se může z Vlárského průsmyku odvézt jen výjimečně. Available: <https://www.ochranaprirody.cz/o-aopk-cr/aopk-cr-informuje/aktuality/skladovane-vytezene-drevo-se-muze-z-vlarskeho-prusmyku-odvez-t-jen-vyjimecne/>. Accessed on: 5. 5. 2022.

Anderson, D.R., Burnham, K.P. (1999): Understanding information criteria for selection among capture-recapture or ring recovery models. *Bird Study*, 46: 14-21.

Bartnik, C., Michalcewicz, J., & Kubiński, R. (2016). *Rosalia longicorn* *Rosalia alpina* (LINNAEUS, 1758)(Coleoptera: Cerambycidae) as a host of the entomopathogenic fungus *Cordyceps bassiana* LI, LI, HUANG & FAN, 2001 (Ascomycota: Hypocreales). *Polish Journal of Entomology*, 85(2), 261.

Bartnik, C., Michalcewicz, J., Ledwich, D., & Ciach, M. (2020). Mycobiota of dead *Ulmus glabra* wood as breeding material for the endangered *Rosalia alpina* (Coleoptera: Cerambycidae). *Polish Journal of Ecology*, 68(1), 13–22.

Beňková, V., & Činčera, J. (2010). Prožitkové naučné stezky jako prostředek environmentální interpretace krajiny. *Envigogika*, 5(2).

Bosso, L., Smeraldo, S., Rapuzzi, P., Sama, G., Garonna, A. P., & Russo, D. (2018). Nature protection areas of Europe are insufficient to preserve the threatened beetle *Rosalia alpina* (Coleoptera: Cerambycidae): evidence from species distribution models and conservation gap analysis. *Ecological Entomology*, 43(2), 192-203.

Ciach, M., & Michalcewicz, J. (2013). Correlation between selected biometric traits of adult *Rosalia alpina* (L.)(Coleoptera: Cerambycidae) and size of their exit holes: new perspectives on insect studies. *Polish Journal of Ecology*, 61(2), 349-355.

- Campanaro, A., De Zan, L. R., Hardersen, S., Antonini, G., Chiari, S., Cini, A., ... Peverieri, G. S. (2017). Guidelines for the monitoring of *Rosalia alpina*. *Nature Conservation*, 20, 165–203.
- Castro, A., Drag, L., Čížek, L., & Fernández, J. (2019). *Rosalia alpina* adults (Linnaeus, 1758) (Insecta, Coleoptera) avoid direct sunlight. *Animal Biodiversity and Conservation*, 42(1), 59–63.
- Castro, A., & Fernández, J. (2016). Tree selection by the endangered beetle *Rosalia alpina* in a lapsed pollard beech forest. *Journal of insect conservation*, 20(2), 201–214.
- Castro-Gil, A., Martínez de Murguía-Fernández, L. & Molino-Olmedo, F. (2017). First record of *Rosalia alpina* (Linnaeus 1758) (Coleoptera, Cerambycidae) in *Prunus avium* (L.) (Rosaceae). *Graellsia*, 73(2): e061. <http://dx.doi.org/10.3989/graellsia.2017.v73.182>
- Council of the European Communities (1992). *Council Directive 92/43/EEC of 21 May 1992 on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora*. OJL 206, 22. 7. 1992. 7 pp.
- Crockatt, M. E., & Bebber, D. P. (2015). Edge effects on moisture reduce wood decomposition rate in a temperate forest. *Global Change Biology*, 21(2), 698–707.
- Čížek, L., Drag, L., Hauck, D., Foltan, P., & Okrouhlík, J. (2015). Management populací evropsky významných druhů hmyzu v České republice: Tesařík alpský (*Rosalia alpina*), Certifikovaná metodika. Entomologický ústav BC AV ČR. Available: <http://baloun.entu.cas.cz/~cizek/BrouciNatura2000ManagementPopulaci/TesarikAlpskyMetodikaPece.pdf>. Accessed on: 4. 5. 2022.
- Čížek, L., Schlaghamerský, J., Bořucký, J., Hauck, D., & Helešic, J. (2009). Range expansion of an endangered beetle: Alpine Longhorn *Rosalia alpina* (Coleoptera: Cerambycidae) spreads to the lowlands of Central Europe. *Entomologica Fennica*, 20(3), 200–206.
- Danilevsky, M. L. (2021): *A checklist of longicorn beetles (Coleoptera, Cerambycoidea) of Europe*. Version [14/09/2021]. Available: <http://www.cerambycidae.net>. Accessed on 28. 12. 2021.
- Di Nicola, M. R., & Poloni, R. (2020). First documentation of males' rights in *Rosalia* longicorn *Rosalia alpina* (Linnaeus, 1758)(Coleoptera, Cerambycidae). *Entomological Review*, 100(7), 993–999.

- Della Rocca, F., & Milanesi, P. (2020). Combining climate, land use change and dispersal to predict the distribution of endangered species with limited vagility. *Journal of Biogeography*, 47(7), 1427–1438.
- Drag, L. (2016). *Phylogeography and conservation genetics of endangered saproxylic beetles in Europe*, Ph.D. Thesis. University of South Bohemia, Faculty of Science, School of Doctoral Studies in Biological Sciences, České Budějovice, Czech Republic, 135 pp.
- Drag, L., Čížek, L., Pokluda, P., Hauck, D., Honců, M., & Roztočil, O. (2012). *Rosalia longicorn* and its occurrence in the Czech Republic. *Živa*, 5, 247–250.
- Drag, L., Hauck, D., Bérces, S., Michalcewicz, J., Šerić Jelaska, L., Aurenhammer, S., & Čížek, L. (2015). Genetic differentiation of populations of the threatened saproxylic beetle *Rosalia longicorn*, *Rosalia alpina* (Coleoptera: Cerambycidae) in Central and South-east Europe. *Biological Journal of the Linnean Society*, 116(4), 911–925.
- Drag, L., Hauck, D., Pokluda, P., Zimmermann, K., & Čížek, L. (2011). Demography and dispersal ability of a threatened saproxylic beetle: a mark-recapture study of the *Rosalia longicorn* (*Rosalia alpina*). *Plos one*, 6(6), e21345.
- Drag, L., Hauck, D., Říčan, O., Schmitt, T., Shovkoon, D. F., Godunko, R. J., ... Čížek, L. (2018). Phylogeography of the endangered saproxylic beetle *Rosalia longicorn*, *Rosalia alpina* (Coleoptera, Cerambycidae), corresponds with its main host, the European beech (*Fagus sylvatica*, Fagaceae). *Journal of Biogeography*, 45(12), 2631–2644.
- Duelli, P., & Wermelinger, B. (2005). Der Alpenbock (*Rosalia alpina*). Ein seltener Bockkäfer als Flaggschiff Art. *Merkblatt für die Praxis*, 39, 1–8.
- European Commission (2022). *Candidate countries and potential candidates*. Available: <https://ec.europa.eu/environment/enlarg/candidates.htm>. Accessed on: 13. 3. 2022.
- Franzén, M., & Nilsson, S. G. (2007). What is the required minimum landscape size for dispersal studies?. *Journal of Animal Ecology*, 76(6), 1224–1230.
- Hedin, J., Isacson, G., Jonsell, M., & Komonen, A. (2008). Forest fuel piles as ecological traps for saproxylic beetles in oak. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 23(4), 348–357.
- Hedin, J., Ranius, T., Nilsson, S. G., & Smith, H. G. (2008). Restricted dispersal in a flying beetle assessed by telemetry. *Biodiversity and Conservation*, 17(3), 675–684.

Hurvich, C.M., Tsai, C.-L. (1989): Model selection for extended quasi-likelihood models in small samples. *Biometrics*, 51: 1077-1084.

IUCN (2021). *IUCN red list of threatened species*. Available: www.iucnredlist.org. Accessed on 2. 1. 2022.

Jaenike, J. (1990). Host specialization in phytophagous insects. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 21(1), 243–273.

Jolly G., 1965. Explicit estimates from capture – recapture data with both death and immigration – stochastic model. *Biometrika*, 52: 225 – 247.

Konvička, O., & Kandrnál, L. (2020). Tesařík alpský (*Rosalia alpina alpina*) ve Chřibech. *Acta Carpathica Occidentalis*, 11, 27–32.

Konvička, O., Malenovský, I., Kment, P., & Žmolík, M. (2011). The Natural History of the Bílé Karpaty Protected Landscape Area and Biosphere Reserve (Czech Republic). *Acta Musei Moraviae, Scientiae Biologicae*, 96(2), 7-35.

Lachat, T., Ecker, K., Duelli, P., & Wermelinger, B. (2013). Population trends of *Rosalia alpina* (L.) in Switzerland: a lasting turnaround?. *Journal of insect conservation*, 17(4), 653–662.

Manu, M., Lotrean, N., Badiu, D., Bodescu, F., Nicoară, R., & Onete, M. (2016). Monitoring of the saproxylic beetles *Rosalia alpina* (Linnaeus, 1758)(Coleoptera: Cerambycidae) using visual method in Măcin Mountains National Park-Romania. *Romanian Journal of Zoology*, 61(1-2), 43-59.

Michalcewicz, J., Bodziarczyk, J. & Ciach, M. (2013). Development of the Rosalia longicorn *Rosalia alpina* (L.)(Coleoptera: Cerambycidae) in the sycamore maple *Acer pseudoplatanus* L. – the first report from Poland. *Polish Journal of Entomology*, 82(1), 19–24.

Michalcewicz, J., & Ciach, M. (2012). Rosalia longicorn *Rosalia alpina* (L.)(Coleoptera: Cerambycidae) uses roadside European ash trees *Fraxinus excelsior* L. – an unexpected habitat of an endangered species. *Polish Journal of Entomology*, 81(1), 49.

Michalcewicz, J., & Ciach, M. (2015). Current distribution of the Rosalia longicorn *Rosalia alpina* (LINNAEUS, 1758)(Coleoptera: Cerambycidae) in Poland. *Polish Journal of Entomology*, 84(1), 9.

- Müller, J., Brustel, H., Brin, A., Bussler, H., Bouget, C., Obermaier, E., ... Gossner, M. M. (2015). *Increasing temperature may compensate for lower amounts of dead wood in driving richness of saproxylic beetles*. *Ecography*, 38(5), 499-509.
- Purger J, J. (2018). First occurrence of *Rosalia longicorn* *Rosalia alpina* (Linnaeus, 1758) in the valley of the Drava River (Hungary). *Natura Somogyiensis*, 31, 41–44.
- Ray, A. M., Millar, J. G., McElfresh, J. S., Swift, I. P., Barbour, J. D., & Hanks, L. M. (2009). Male-produced aggregation pheromone of the cerambycid beetle *Rosalia funebris*. *Journal of chemical ecology*, 35(1), 96–103.
- Rossi de Gasperis, S. (2016) *Distribution patterns and population analysis of threatened longhorn beetles in forest habitats of Central Italy*. PhD Thesis. Università degli Studi Roma Tre, Rome.
- Russo, D., Cistrone, L., & Garonna, A. P. (2011). Habitat selection by the highly endangered long-horned beetle *Rosalia alpina* in Southern Europe: a multiple spatial scale assessment. *Journal of Insect Conservation*, 15(5), 685–693.
- Sandström, J., Bernes, C., Junninen, K., Löhmus, A., Macdonald, E., Müller, J., & Jonsson, B. G. (2019). Impacts of dead wood manipulation on the biodiversity of temperate and boreal forests. A systematic review. *Journal of Applied Ecology*, 56(7), 1770-1781.
- Schuck, A., Meyer, P., Menke, N., Lier, M., & Lindner, M. (2005). Forest biodiversity indicator: dead wood – a proposed approach towards operationalising the MCPFE indicator. In: *Monitoring and indicators of forest biodiversity in Europe: from ideas to operationality*: 49–77 (Marchetti, Ed.). Joensuu, Finland: European Forest Institute.
- Schwarz, C. J., Arnason, A. N. (1996): A general methodology for the analysis of open-model capture recapture experiments. *Biometrics*, 52: 860-873.
- Schwarz, C. J., Arnason, A. N. (2007). Jolly-Seber models in MARK. In: *Program MARK. "A Gentle Introduction"* (5th Edition; Cooch, E., White, G., Eds.).
- Seznam soustavy lokalit Natura 2000 (2022). Agentura ochrany přírody a krajiny ČR. Available: <https://natura2000.cz/Lokalita/Pruvodka/?id=1975&grid=hkmLRj>. Accessed on 7. 4. 2022.
- Sláma M. E. F. (1998): *Tesaříkovití – Cerambycidae České republiky a Slovenské republiky (Brouci – Coleoptera)*. Milan Sláma, Krhanice, 383 pp. ISBN 80-238-2627-1.

Sonmez, T., Keles, S., & Tilki, F. (2007). Effect of aspect, tree age and tree diameter on bark thickness of *Picea orientalis*. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 22(3), 193–197.

Správa CHKO Bílé Karpaty (2022). Agentura ochrany přírody a krajiny ČR. Available: <https://bilekarpaty.ochranaprirody.cz/charakteristika-oblasti/>. Accessed on 7. 4. 2022.

Tihelka, E. (2017). The alpine longhorn (*Rosalia alpina*) is not expanding into lowlands in Central Europe (Coleoptera: Cerambycidae). *Entomofauna*, 38, 17–28.

Trizzino, M., Audisio, P., Bisi, F., Bottacci, A., Campanaro, A., Carpaneto, G.M., ... & Cerretti, P. (2013) Gli artropodi italiani in Direttiva Habitat: biologia, ecologia, riconoscimento e monitoraggio. Quaderni Conservazione Habitat, 7. CFS-CNBFVR, Centro Nazionale Biodiversita Forestale, Cierre Grafica, Sommacampagna, Verona, Italy.

Vodka, S., Konvicka, M., & Čížek, L. (2009). Habitat preferences of oak-feeding xylophagous beetles in a temperate woodland: implications for forest history and management. *Journal of Insect Conservation*, 13(5), 553–562.

Vrezec, A., Ambrožič, Š., & Kapla, A. (2012). An overview of sampling methods tests for monitoring schemes of saproxylic beetles in the scope of Natura 2000 in Slovenia. *Studia Forestalia Slovenica*, 137, 73-90.

White G. & Burnham K. 1999. Program MARK: survival estimation from populations of marked animals. *Bird Study*, 46: 120 – 139.

Zumr, V., Remeš, J. (2020). Saproxyličtí brouci jako indikátor biodiverzity lesů a vliv lesnického managementu na jejich rozhodující životní atributy. *Zprávy lesnického výzkumu*, 65(4), 242-257.

Žunič Kosi, A., Zou, Y., Hoskovec, M., Vrezec, A., Stritih, N., & Millar, J. G. (2017). Novel, male-produced aggregation pheromone of the cerambycid beetle *Rosalia alpina*, a priority species of European conservation concern. *PLoS One*, 12(8), e0183279.

8. SEZNAM PŘÍLOH

Obr. 1. Mapa rozšíření tesaříka alpského.

Obr. 2. Mapa EVL Vlárský průsmyk.

Obr. 3. Mapa Vlárského průsmyku se zakreslenými souřadnicemi nálezů imag a výletových otvorů tesaříka alpského.

Obr. 4. Fotografie označeného samce T52.

Obr. 5. Denní odhady velikosti populace tesaříka alpského ve Vlárském průsmyku.

Obr. 6. Rozložení odchytů v závislosti na denní době.

Obr. 7. Závislost velikosti jedinců na pohlaví.

Obr. 8. Kumulativní zastoupení opakovaně chycených jedinců tesaříka alpského v závislosti na průkazné délce života.

Obr. 9. Distribuce nálezů v závislosti na typu dřeva, na němž brouk seděl.

Obr. 10. Rozložení všech odchytů podle povrchu hostitelské dřeviny (na kůře nebo na dřevě bez kůry).

Obr. 11. Relativní distribuce nálezů v závislosti na oslunění.

Obr. 12. Relativní distribuce nálezů mimo skládky v závislosti na průměru dřeva, na němž brouk seděl.

Obr. 13. Relativní distribuce nálezů mimo skládky v závislosti na stáří dřeva.

Obr. 14. Relativní distribuce nálezů mimo skládky v závislosti na poloze dřeva.

Obr. 15. Kumulativní relativní četnost jedinců v závislosti na překonané vzdálenosti.

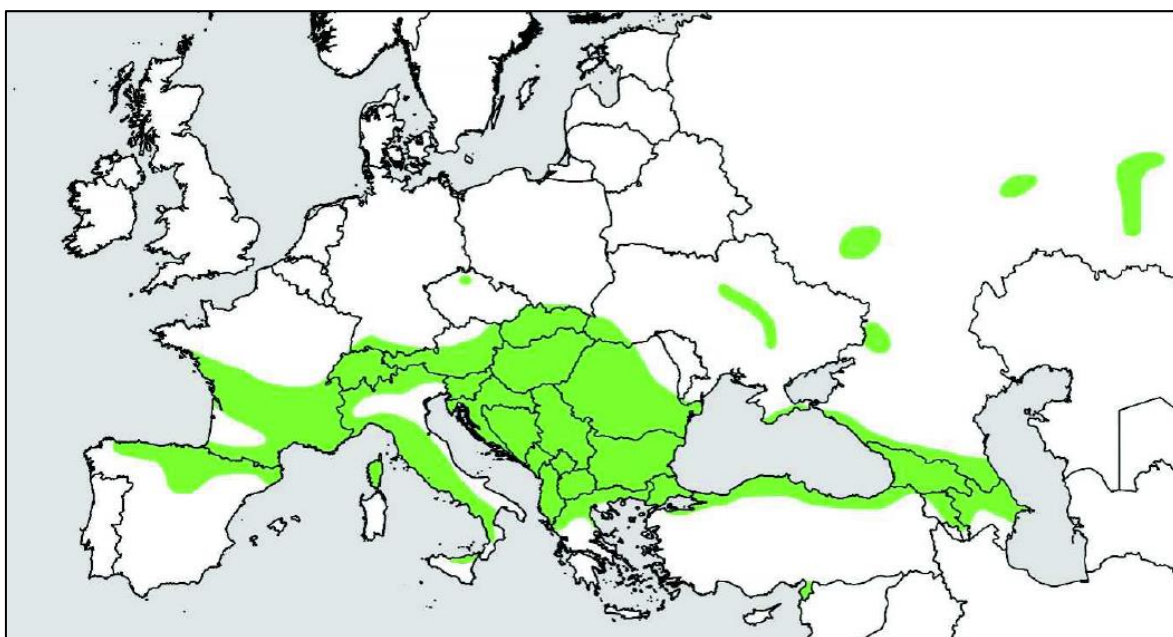
Obr. 16. Ukázková tabule naučné stezky Po stopách tesaříka alpského.

Obr. 17. Mapa navržené trasy naučné stezky Po stopách tesaříka alpského.

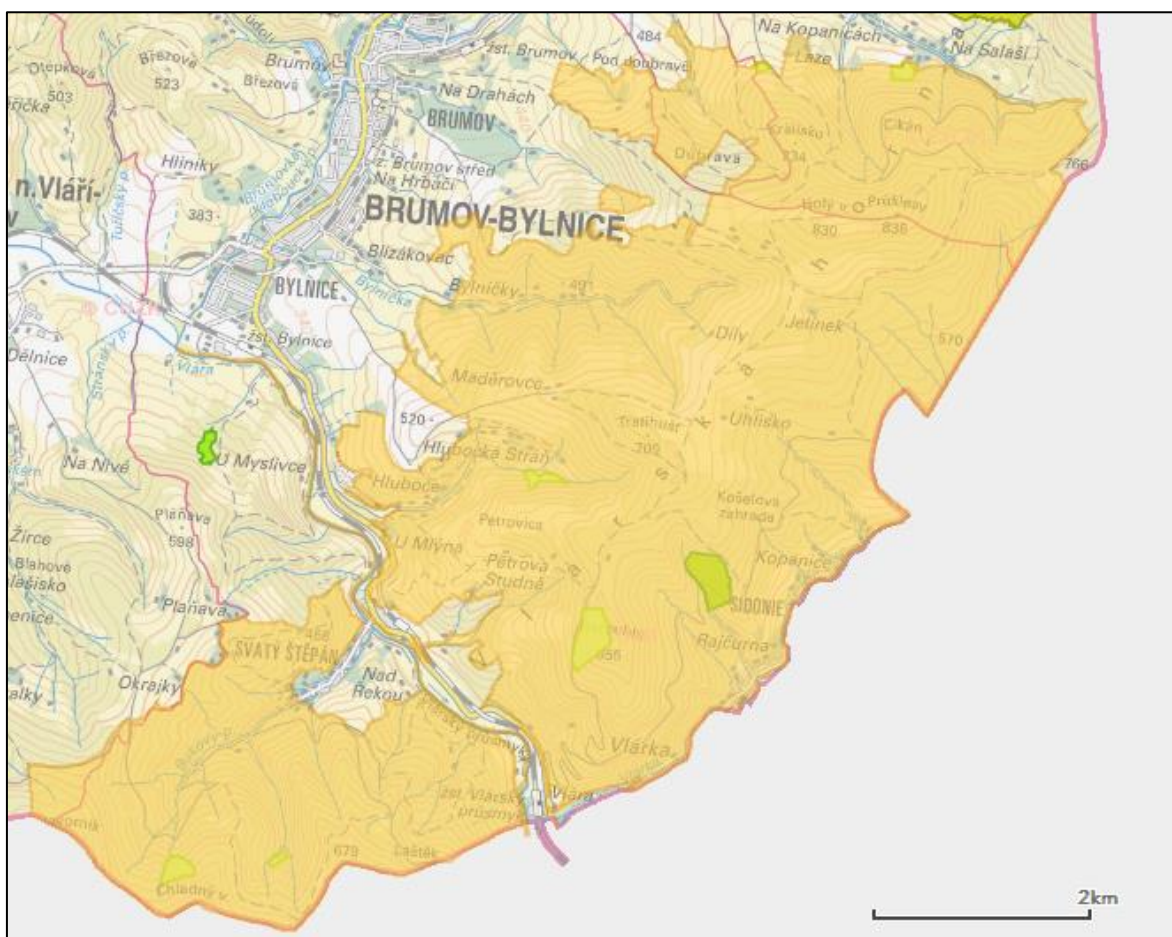
Tab. 1. Zdrojová tabulka z terénního výzkumu (ukázka).

Tab. 2. Prvních 5 nejvhodnějších modelů seřazených podle AICc.

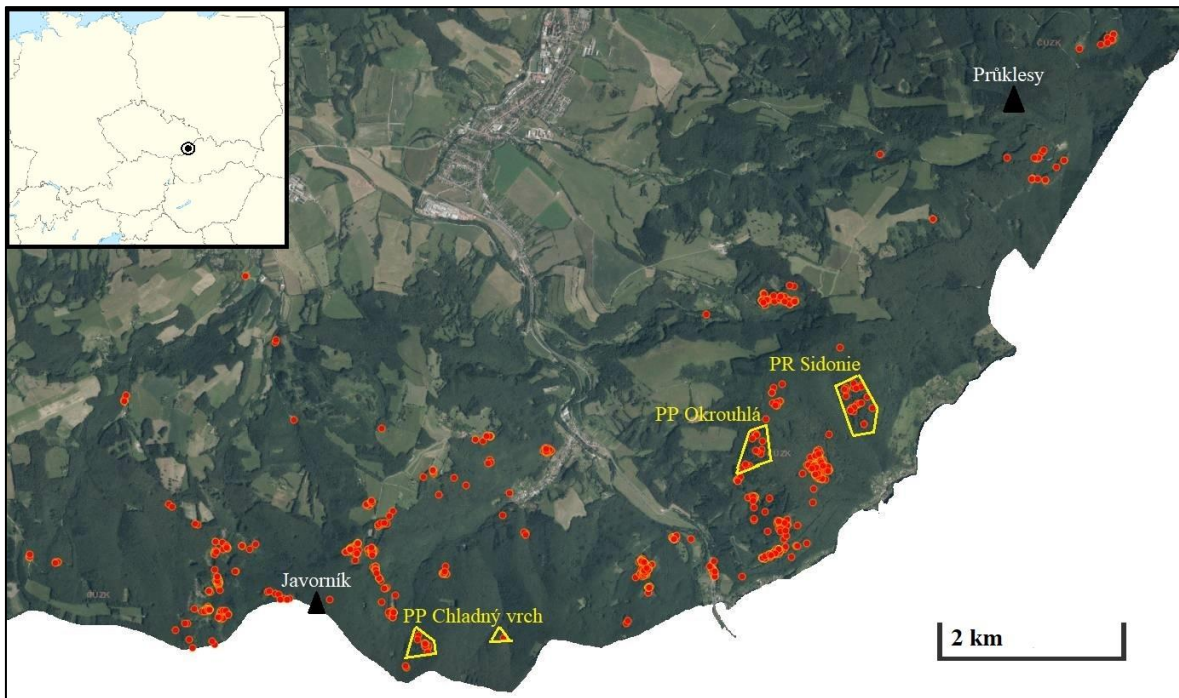
Tab. 3. Tabulka odhadů velikosti populace při každé odchytové akci.



Obr. 1. Mapa rozšíření tesaříka alpského (Drag, 2018).



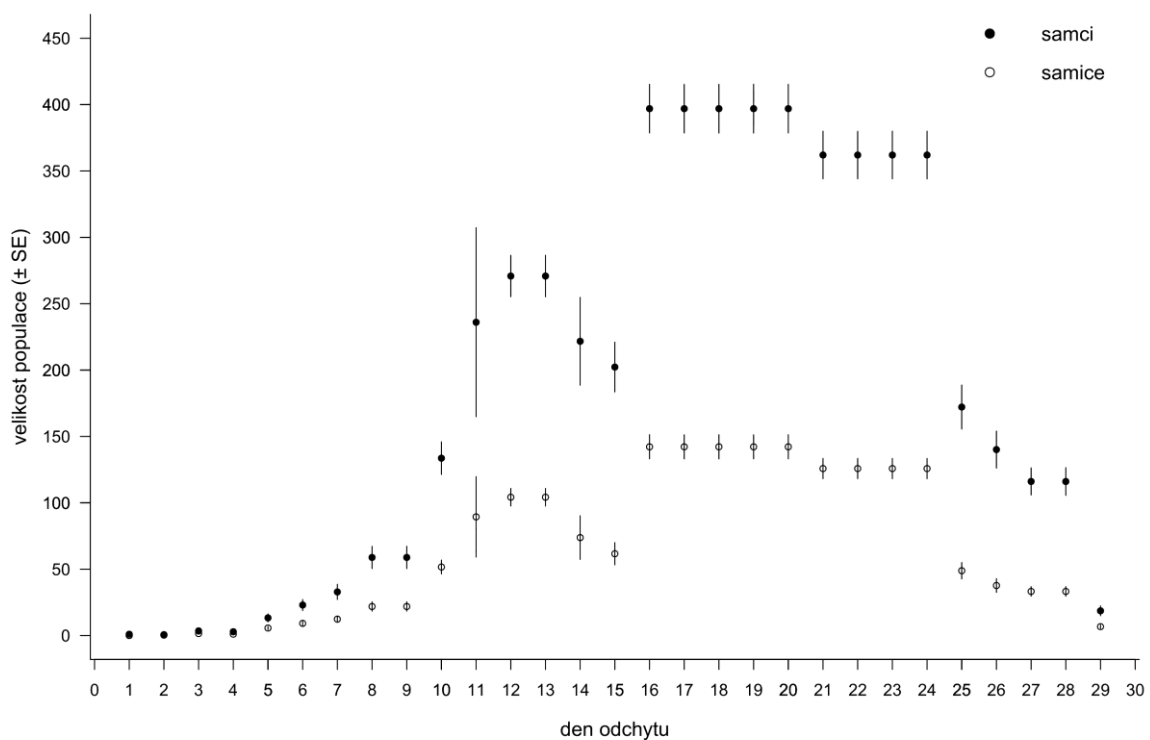
Obr. 2. Mapa EVL Vlárský průsmyk. Zeleně jsou vykreslena MZCHÚ. Tři z nich jsou obývána tesaříkem alpským. Západně od Vlárky je to PP Chladný vrch, která je tvořena dvěma lesními porosty, východně pak PP Okrouhlá a PR Sidonie. Získáno z: <https://natura2000.cz/Lokalita/Pruvodka/?id=1975&grid=IBQZwSW.uu>



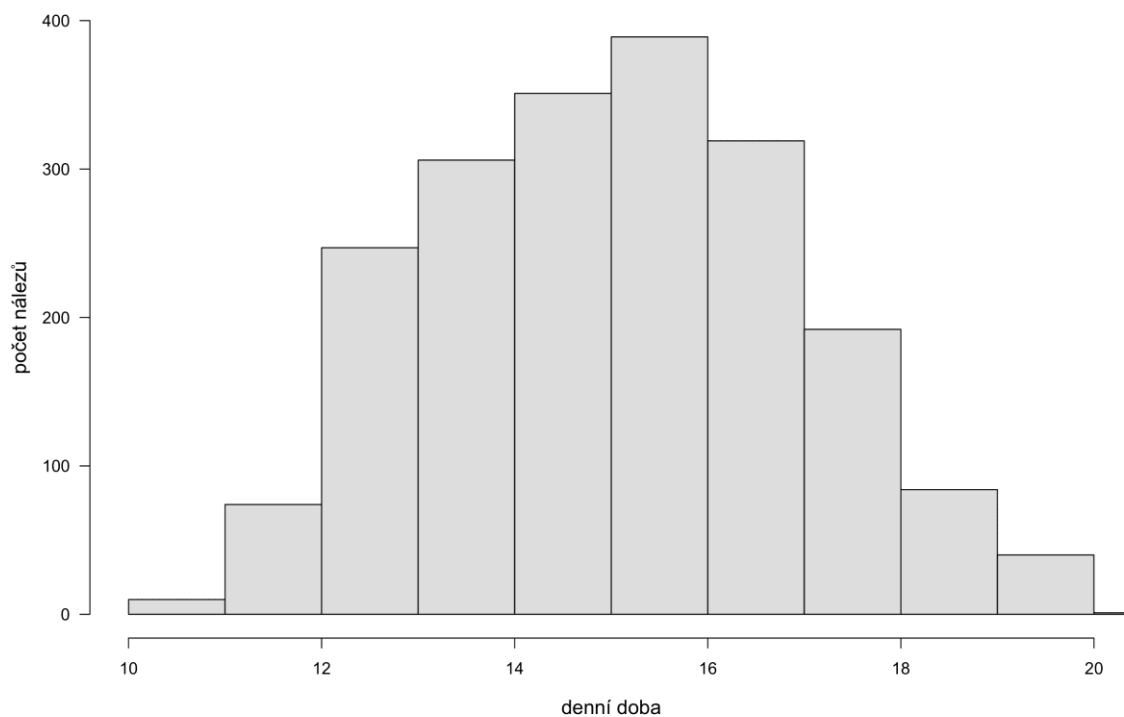
Obr. 3. Mapa Vlárského průsmyku se zakreslenými souřadnicemi nálezů imag a výletových otvorů tesaříka alpského. Mapa nezobrazuje nálezy ze slovenské strany pohoří.



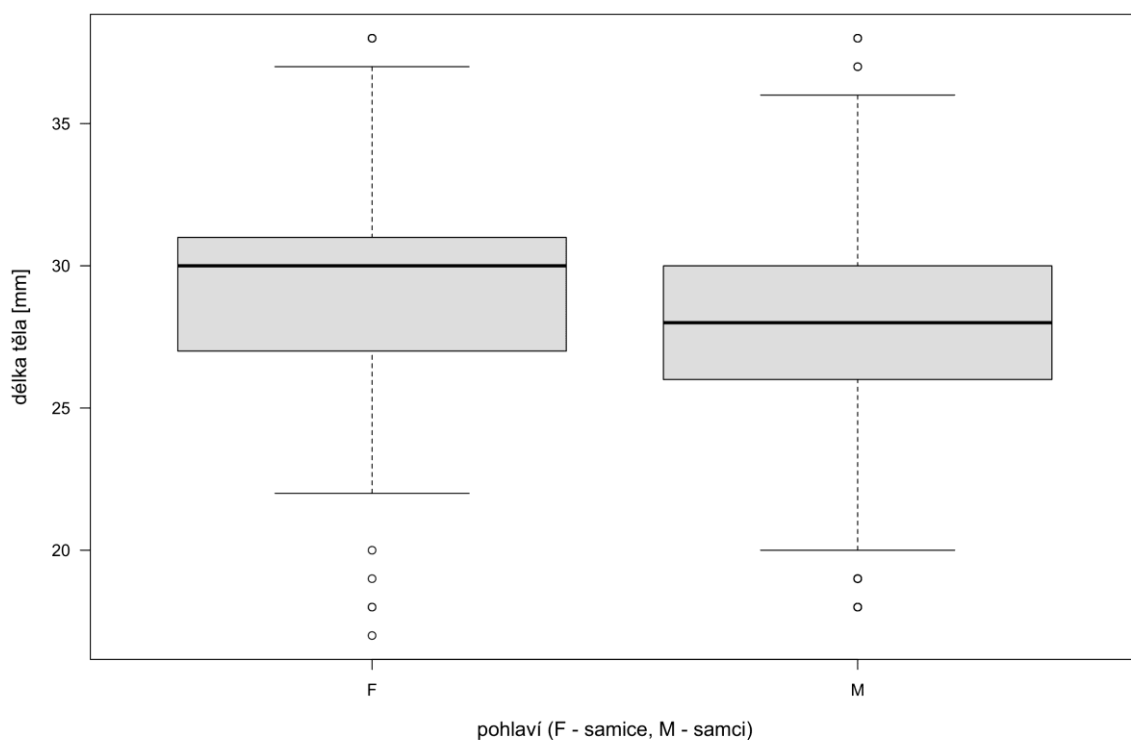
Obr. 4. Fotografie označeného samce T52.



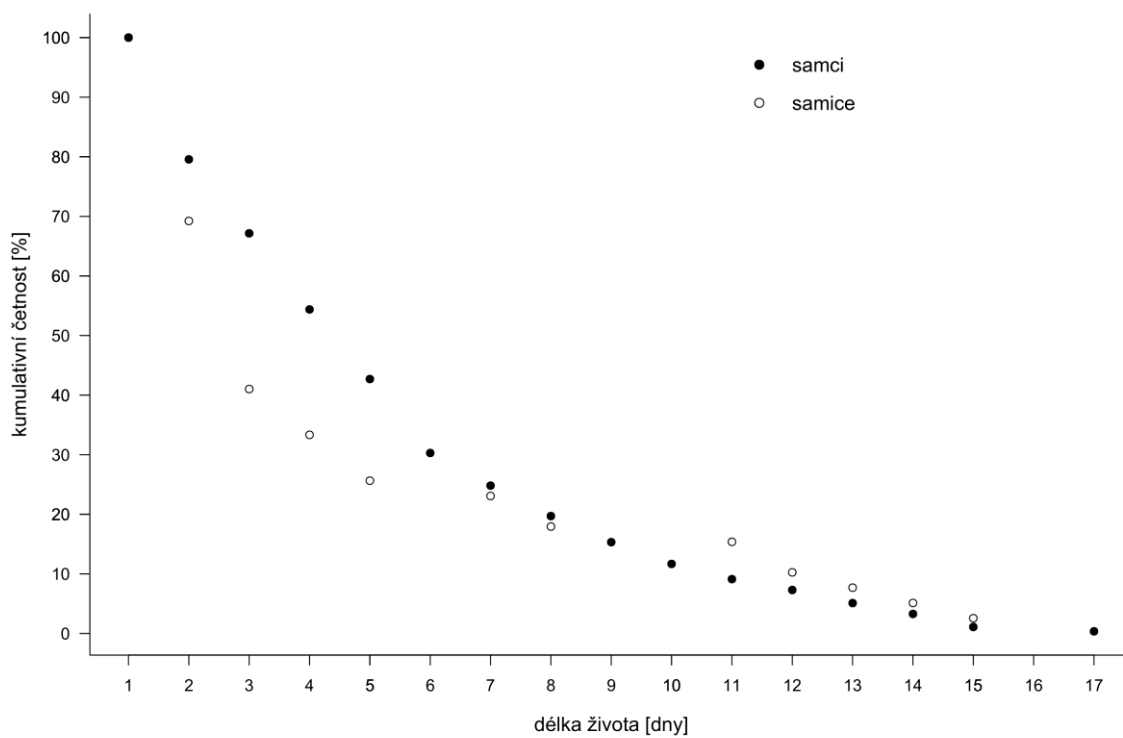
Obr. 5. Denní odhady velikosti populace tesaříka alpského ve Vlárském průmysku. Odhady byly vypočteny modelem POPAN v programu MARK.



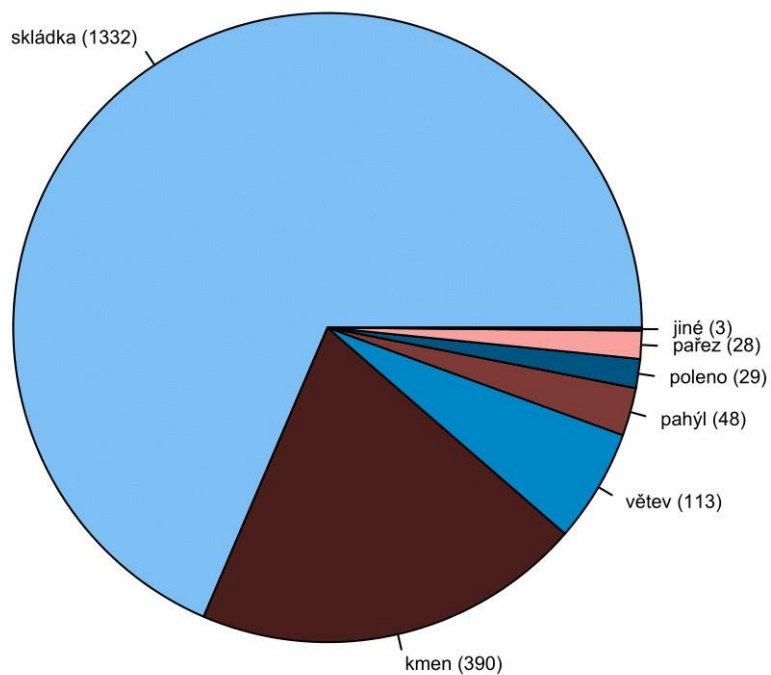
Obr. 6. Rozložení odchyť v závislosti na denní době. První ranní nález byl zaznamenán v 10:13, večerní ve 20:15. Hodnota dolního kvartilu odpovídá času 13:34, hodnota horního kvartilu času 16:25. Průměrný čas odchyty byl v 15:04, medián 15:05. ($N = 2013$).



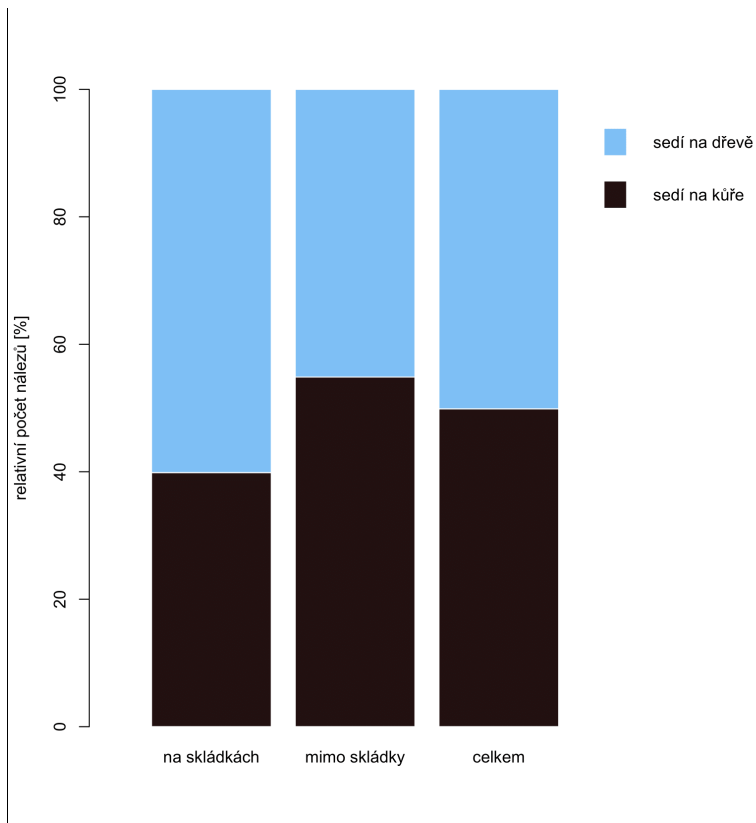
Obr. 7. Závislost velikosti jedinců na pohlaví. Odchycené samice byly větší než samci ($t = -6.430$, $df = 1468$, $p < 0.001$). Průměrná délka těla samic byla 29.3 mm, samců 28.0 mm. ($N_{samice} = 439$, $N_{samci} = 1031$).



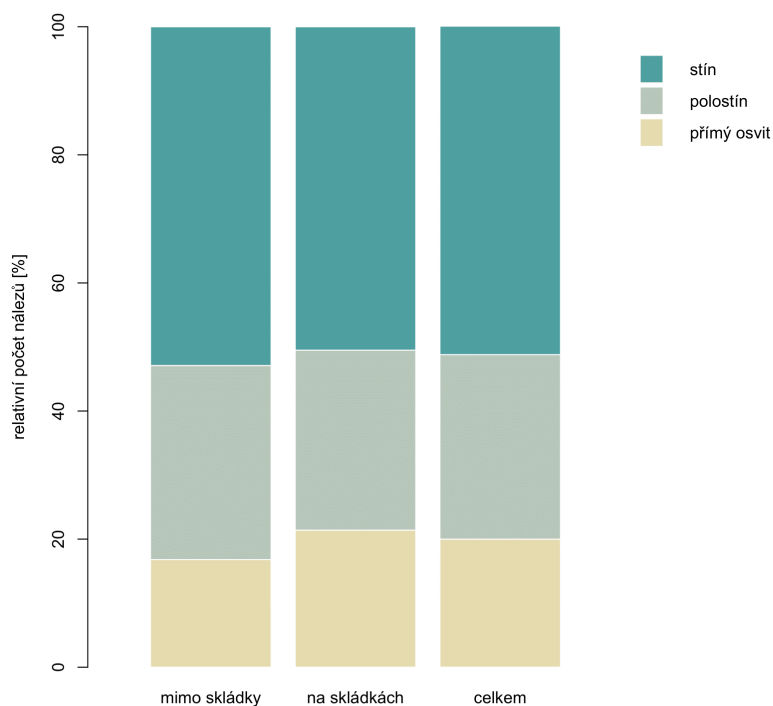
Obr. 8. Kumulativní zastoupení opakovaně chycených jedinců tesaříka alpského v závislosti na průkazné délce života (počet dní mezi prvním a posledním odchytem jedince). ($N_{samci} = 274$, $N_{samice} = 39$).



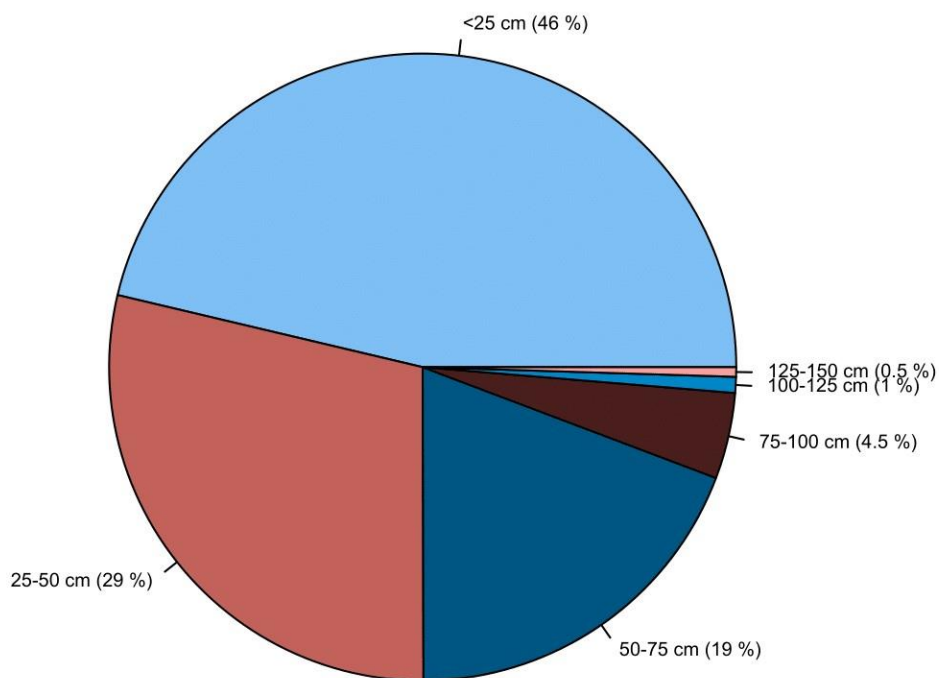
Obr. 9. Distribuce nálezů v závislosti na typu dřeva, na němž brouk seděl. Skládky bukového dřeva nalákaly nejvíce imag tesaříka alpského. Pod označením „jiné“ byly zahrnuty ojedinělé nálezy na dřevěném obkladu chaty, na drobných odřezcích a na kořeni. ($N = 1943$).



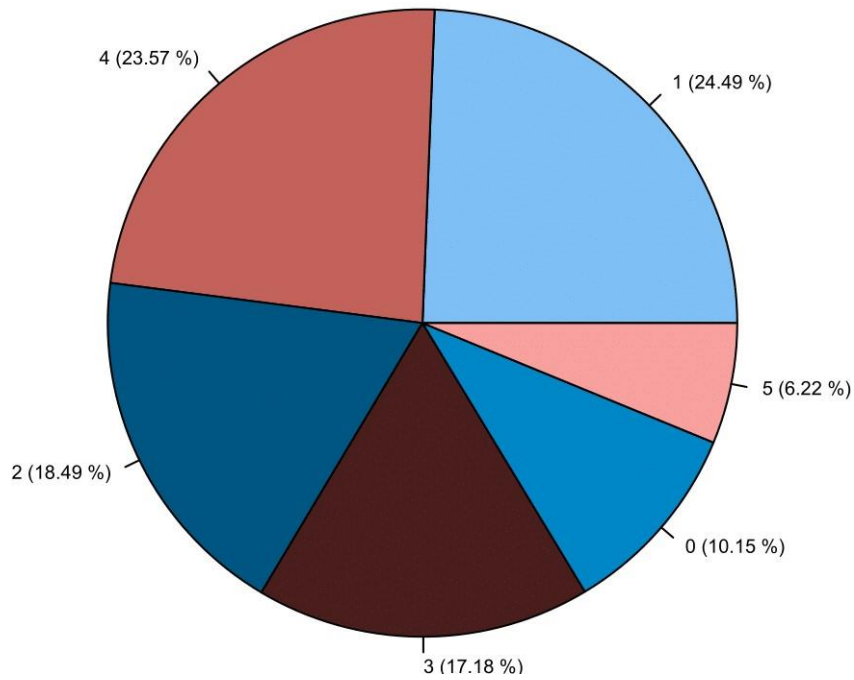
Obr. 10. Rozložení všech odchytů podle povrchu hostitelské dřeviny (na kůře nebo na dřevě bez kůry). Dospělci na skládkách byli viděni nejčastěji na ploše řezu klády nebo metrového polena ($\chi^2 = 4$, $df = 1$, $p = 0.0455$). Naopak mimo skládky byli častější nálezy na kůře, rozdíl zde však nebyl významný. ($N_{sklady} = 1327$, $N_{nesklady} = 612$, $N_{celkem} = 1939$).



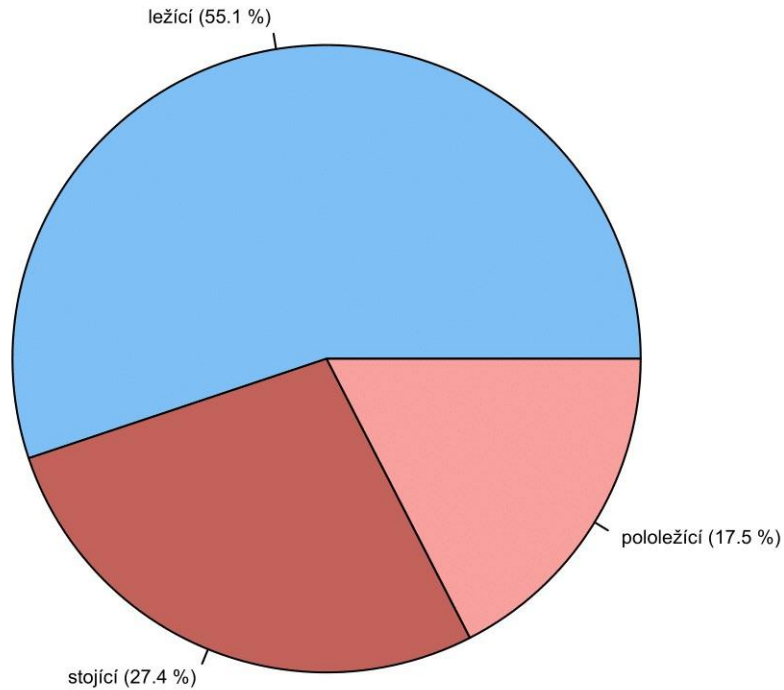
Obr. 11. Relativní distribuce nálezů v závislosti na oslunění. Všichni nalezení jedinci preferovali alespoň částečné zastínění proti přímému slunci ($\chi^2 = 36$, $df = 1$, $p < 0.001$). Nálezy na skládkách a mimo ně se v tomto aspektu nelišily. ($N_{neskládky} = 611$, $N_{skládky} = 1330$, $N_{celkem} = 1941$).



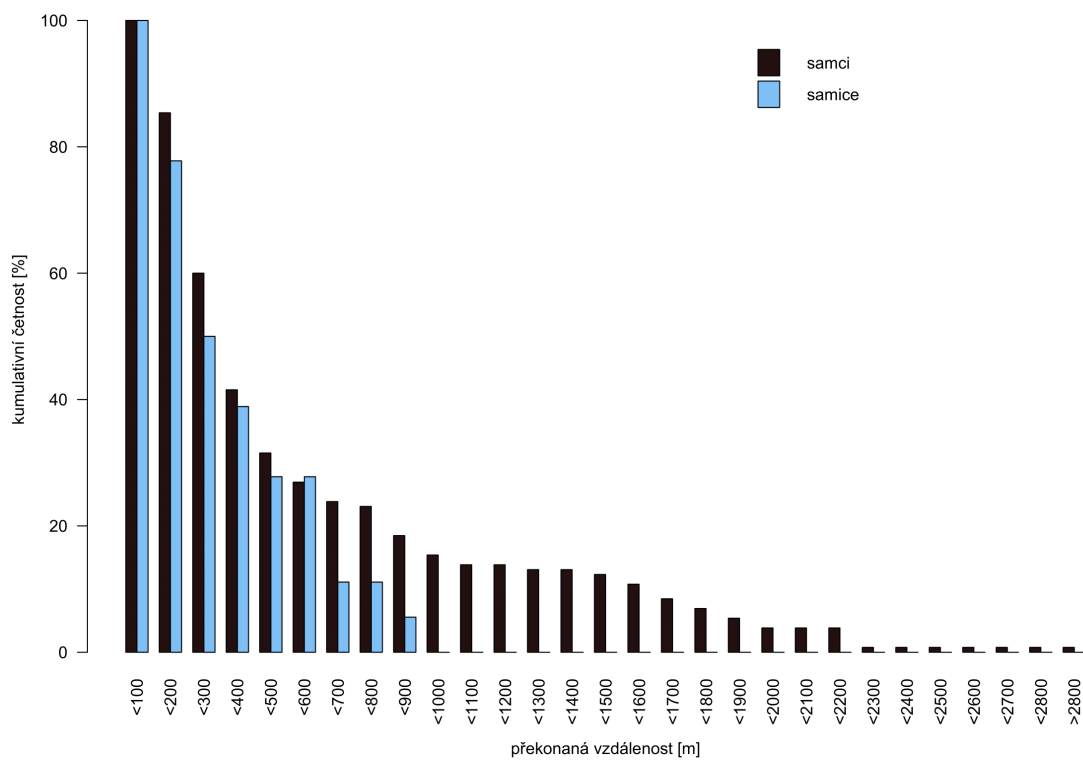
Obr. 12. Relativní distribuce nálezů mimo skládky v závislosti na průměru dřeva, na němž brouk seděl. Pro přehlednost byla data rozdělena do intervalů po 25 cm. Jeho rozpětí sahalo od větvičky tenké 0.5 cm, až po mohutný bukový kmen s průměrem 150 cm. Polovina vzorků se nacházela mezi 18 a 49.75 cm. Průměrná hodnota byla 34.79 cm, medián 27 cm. ($N = 609$).



Obr. 13. Relativní distribuce nálezů mimo skládky v závislosti na stáří dřeva. Dřevo bylo rozděleno do šesti kategorií: 0 – živý strom; 1 – letos pokácený či padlý; 2 – loňský nebo celý pevně v kůře; 3 – celý v kůře, ta už ale lze rukou odloupnout; 4 – částečně bez kůry, ta se loupe samovolně; 5 – nahnilé dřevo. ($N = 611$).



Obr. 14. Relativní distribuce nálezů mimo skládky v závislosti na poloze dřeva. Jako stojící bylo vyhodnoceno dřevo stojící samostatně nebo s podepřením přibližně rovnoběžně s vertikálou. Jako ležící bylo vyhodnoceno dřevo, které bylo většinou své opěrné báze v kontaktu s půdou. Jako pololežící bylo vyhodnoceno dřevo ve všech stupních mezi vertikálou a horizontálou pokud nestálo samostatně nebo nebylo většinou své opěrné báze v kontaktu s půdou. ($N = 613$).



Obr. 15. Kumulativní relativní četnost jedinců v závislosti na překonané vzdálenosti. Nejdlejší změřená vzdálenost byla ~2850 m. Opakované odchyty na stejném místě (vzdálenost 0–10 m) byly vyřazeny. ($N_{\text{samci}} = 130$, $N_{\text{samice}} = 18$).

NS PO STOPÁCH TESAŘÍKA ALPSKÉHO

TABULE Č. 6 - KLADENÍ

- ◀ karpatská bučina
- ◀ tesařík alpský
- ◀ larva
- ◀ kukla a emergence
- ◀ imago
- ★ kladení
- ◀ ochrana
- ◀ rekapitulace

Jak jste se dozvěděli při minulé zastávce, samec tesaříka svolává samici na vhodný kus dřeva, který pro ni našel díky jeho vůni. Ta mu napoví, že bude jeho potomstvu nejlépe chutnat. Na toto dřevo naláká pomocí feromonu samičku k páření, která se na něm ihned vyklade asi 1 cm hluboko do pukliny. Dřevo, které samci vybírají nejčastěji, je na osluněném místě a není ve styku s vlhkou lesní půdou, aby nebylo napadené houbami. Tyto požadavky navrstvené klády na skládkách podél cest splňují do puntíku. V době kladení proto nesmí být v blízkosti lokalit tesaříka alpského přítomny žádné skládky bukového dřeva. Velké množství čerstvého dřeva na skládce voní tak intenzivně, že mu přirozené zásoby mrtvého dřeva (které jsou v našich „vyčištěných“ lesích bídné) nemohou konkurovat. Tyto tzv. ekologické pastě přitáhnou většinu jedinců z okolí a při následném spálení či jiném zpracování dřeva přivedou jejich potomstvo do záhuby.



Obr. 2: Přirozené dřevo vhodné ke kladení



Obr. 1: Samička tesaříka alpského při kladení



Obr. 3: Skládky bukového dřeva

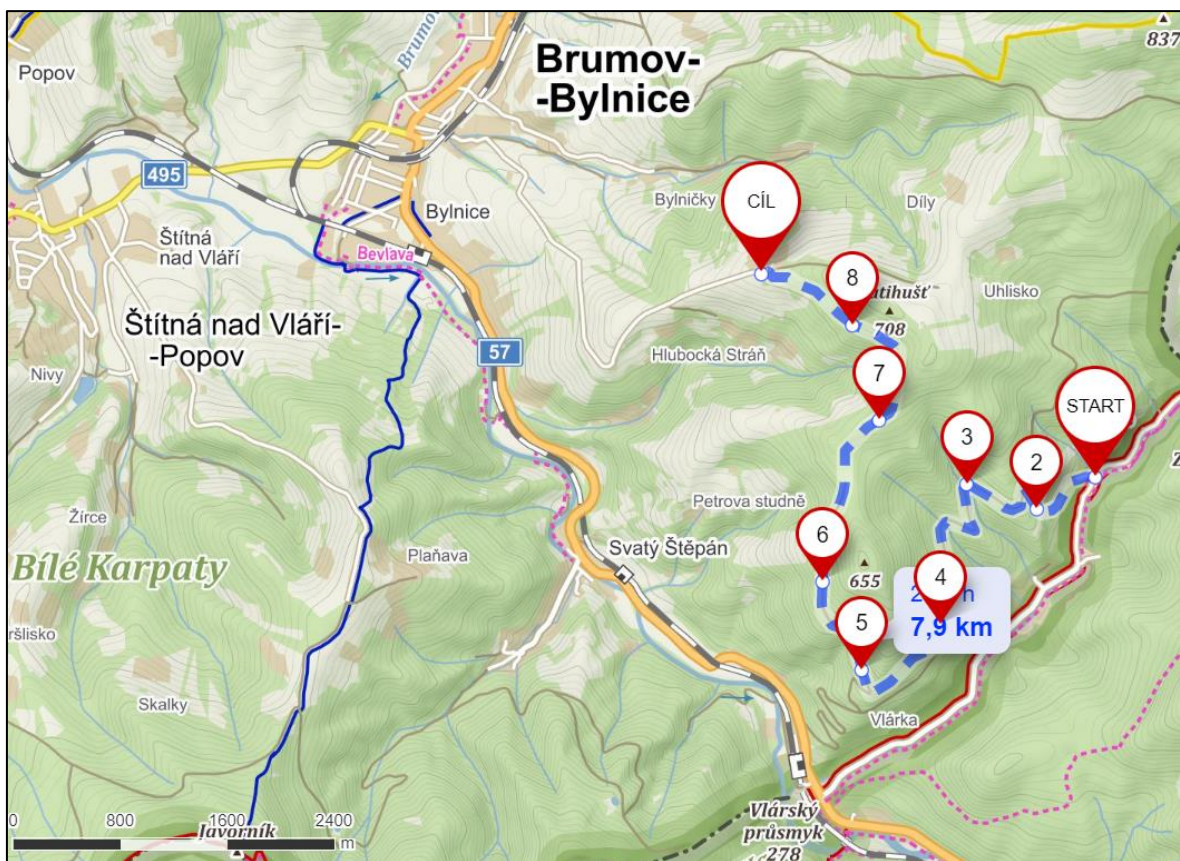
POZOR!

Skládky dříví v době kladení

V létě roku 2021 proběhlo ve Vlárském průsmyku mapování tesaříka alpského, při kterém bylo 883 jedinců (60 % z celkového vzorku) nalezeno na skládkách. Celkem 139 z nich byly kladoucí samice (80 % ze všech kladoucích samic nalezených při výzkumu). Jelikož v této lokalitě byly skládky bukového dřeva navzdory platné legislativě přítomny asi o měsíc déle než je povoleno, lze se domnívat, že do nich bylo během dvou týdnů nakladeno tisíce vajíček. Díky shodě okolností a souběžně probíhajícímu výzkumu se v této sezóně většinu z nich podařilo zachránit, velká část vajíček ale byla spolu se dřevem odvezena k dalšímu zpracování (např. ztopení, štěpka,...).



Obr. 16. Ukázková tabule naučné stezky Po stopách tesaříka alpského.



Obr. 17. Mapa navržené trasy naučné stezky Po stopách tesaříka alpského. Začátek stezky je v blízkosti autobusové stanice v osadě Sidonie, konec mezi pastvinami nad městem Brumov-Bylnice (mapy.cz).

Tab. 1. Zdrojová tabulka z terénního výzkumu (ukázka).

| Číslo | Recapture | Pohlaví | Čas | Délka | Foto brouka | GPS X | GPS Y | Výška | Chování | Typ dřeva | Poloha dřeva |
|--------|-------------|--------------|--------|-------|-------------|-------------|-------------|-------|-------------|-----------|------------------|
| T01 | | M | 14:50 | 22 | ANO | 49.0452463N | 18.0266102E | 0,15 | let | - | - |
| T02 | | M | 13:10 | 29 | ANO | 49.0266171N | 17.9779379E | 1,7 | SA | skládka | L |
| T03 | | F | 13:20 | 26 | ANO | 49.0266171N | 17.9779379E | 1,8 | leze | skládka | L |
| T04 | | M | 13:50 | 32 | ANO | 49.0265739N | 17.9774824E | 1,8 | SP | skládka | L |
| T05 | | M | 16:00 | 31 | ANO | 49.0295983N | 17.9791565E | 1,5 | SP | skládka | L |
| T06 | | M | 16:20 | 32 | ANO | 49.0295983N | 17.9791565E | 0,35 | SP | skládka | L |
| T07 | | M | 16:45 | 21 | ANO | 49.0285109N | 17.9779767E | 1,6 | SP | metry | L |
| T08 | | M | 17:15 | 31 | ANO | 49.0296407N | 17.9790944E | 1,4 | SA | skládka | L |
| T09 | | M | 17:20 | 32 | ANO | 49.0296407N | 17.9790944E | 1,1 | SP | skládka | L |
| T10 | | M | 17:45 | 34 | ANO | 49.0297437N | 17.9790656E | 1,2 | SP | skládka | L |
| O09 | R | M | 10:50 | 28 | ANO | 49.0461387N | 18.0667612E | 0,95 | SP | metry | L |
| O11 | R | M | 17:25 | 30 | ANO | 49.0461387N | 18.0667612E | 0,45 | SP | metry | L |
| Průměr | Stáří dřeva | Brouk - kůra | Počasí | Vítr | Osvit | Expozice | Den | Datum | Označen dne | Zapsal | Poznámka |
| - | - | - | P | 1 | P | V | 04 | 5.7. | | Venkrbec | přistál na noze |
| 45 | 3 | B | J | 1 | S | SZ | 05 | 6.7. | | Venkrbec | |
| 33 | 3 | B | J | 1 | S | SZ | 05 | 6.7. | | Venkrbec | |
| 45 | 3 | B | J | 1 | S | SZ | 05 | 6.7. | | Venkrbec | |
| 38 | 3 | B | J | 1 | S | Z | 05 | 6.7. | | Venkrbec | |
| 37 | 3 | B | J | 1 | S | Z | 05 | 6.7. | | Venkrbec | |
| 18 | 4 | B | J | 1 | S | Z | 05 | 6.7. | | Venkrbec | |
| 36 | 4 | K | J | 1 | S | Z | 05 | 6.7. | | Venkrbec | |
| 38 | 3 | K | J | 1 | O | Z | 05 | 6.7. | | Venkrbec | |
| 30 | 3 | B | J | 1 | P | Z | 05 | 6.7. | | Venkrbec | zlom. p. tykadlo |
| 21 | 2 | B | J | 1 | S | V | 06 | 7.7. | 6.7. | Venkrbec | |
| 20 | 3 | B | P | 0 | P | V | 06 | 7.7. | 6.7. | Venkrbec | |

Tab. 2. Prvních 5 nejvhodnějších modelů sezařených podle AICc. AICc – Akaikeho informační kritérium upravené pro malé vzorky. Výsledné odhady velikosti populace jsou váženými průměry (pomocí AICc Weights) odhadů vypočítaných těmito modely.

| Model | AICc | Delta AICc | AICc Weights | Model Likelihood | Num. Par | Deviance |
|----------------------------------|-----------|------------|--------------|------------------|----------|----------|
| {Phi(g+t) p(g+t) pent(t) N(g)} | 5679,7205 | 0 | 0,74936 | 1 | 89 | -5924,61 |
| {Phi(g+t) p(g+t) pent(g+t) N(g)} | 5681,9154 | 2,1949 | 0,25008 | 0,3337 | 90 | -5924,61 |
| {Phi(g+t) p(g*t) pent(t) N(g)} | 5695,0713 | 15,3508 | 0,00035 | 0,0005 | 117 | -5971,61 |
| {Phi(g+t) p(g*t) pent(g+t) N(g)} | 5696,6060 | 16,8855 | 0,00016 | 0,0002 | 118 | -5972,33 |
| {Phi(g+t) p(t) pent(g+t) N(g)} | 5698,9695 | 19,2490 | 0,00005 | 0,0001 | 89 | -5905,36 |

Tab. 3. Tabulka odhadů velikosti populace při každé odchytové akci. Odhady byly vypočítány jako vážený průměr pěti modelů s nejnižším AICc. SE – standardní chyba, LCL – spodní kontrolní limit, UCL – horní kontrolní limit (LCL a UCL vymezují 95% konfidenční interval).

| samci | | | | | samice | | | | |
|-------|----------|----------|----------|----------|--------|----------|-----------|-----------|----------|
| datum | odhad | SE | LCL | UCL | datum | odhad | SE | LCL | UCL |
| 1.7. | 0,999900 | 0,999993 | -0,96008 | 2,959886 | 1.7. | 0,000104 | 0,007868 | -0,015318 | 0,015526 |
| 2.7. | 0,701247 | 0,701010 | 0,003318 | 0,999396 | 2.7. | 0,298692 | 0,298590 | 0,025398 | 0,874384 |
| 4.7. | 3,510500 | 1,570254 | 0,432801 | 6,588198 | 4.7. | 1,495275 | 0,668838 | 0,184352 | 2,806198 |
| 5.7. | 2,883225 | 1,414569 | 0,110670 | 5,655780 | 5.7. | 1,064396 | 0,589520 | -0,091064 | 2,219856 |
| 6.7. | 13,32427 | 3,037069 | 7,371614 | 19,27692 | 6.7. | 5,675337 | 1,293624 | 3,139834 | 8,210840 |
| 7.7. | 22,99576 | 4,176885 | 14,80906 | 31,18245 | 7.7. | 9,173665 | 1,702375 | 5,837010 | 12,51032 |
| 8.7. | 32,87402 | 5,801359 | 21,50336 | 44,24468 | 8.7. | 12,36404 | 2,337354 | 7,782825 | 16,94525 |
| 10.7. | 58,85228 | 8,432146 | 42,32527 | 75,37929 | 10.7. | 21,89670 | 3,567776 | 14,90386 | 28,88954 |
| 12.7. | 58,85228 | 8,432146 | 42,32527 | 75,37929 | 12.7. | 21,89670 | 3,567776 | 14,90386 | 28,88954 |
| 13.7. | 133,6174 | 12,31890 | 109,4724 | 157,7625 | 13.7. | 51,63102 | 5,306106 | 41,23106 | 62,03099 |
| 14.7. | 236,0218 | 71,19912 | 96,47153 | 375,5721 | 14.7. | 89,40400 | 30,327802 | 29,96151 | 148,8465 |
| 15.7. | 270,8344 | 15,67577 | 240,1099 | 301,5589 | 15.7. | 104,2322 | 6,669462 | 91,16007 | 117,3044 |
| 16.7. | 270,8344 | 15,67577 | 240,1099 | 301,5589 | 16.7. | 104,2322 | 6,669462 | 91,16007 | 117,3044 |
| 17.7. | 221,6886 | 33,11606 | 156,7811 | 286,5961 | 17.7. | 73,78663 | 16,519801 | 41,40782 | 106,1654 |
| 18.7. | 202,2794 | 18,79295 | 165,4452 | 239,1136 | 18.7. | 61,64593 | 8,394654 | 45,19241 | 78,09945 |
| 19.7. | 396,9398 | 18,39050 | 360,8945 | 432,9852 | 19.7. | 142,1919 | 9,123391 | 124,3101 | 160,0738 |
| 20.7. | 396,9398 | 18,39050 | 360,8945 | 432,9852 | 20.7. | 142,1919 | 9,123390 | 124,3101 | 160,0738 |
| 21.7. | 396,9398 | 18,39050 | 360,8945 | 432,9852 | 21.7. | 142,1919 | 9,123390 | 124,3101 | 160,0738 |
| 22.7. | 396,9398 | 18,39050 | 360,8945 | 432,9852 | 22.7. | 142,1919 | 9,123390 | 124,3101 | 160,0738 |
| 23.7. | 396,9398 | 18,39050 | 360,8945 | 432,9852 | 23.7. | 142,1919 | 9,123390 | 124,3101 | 160,0738 |
| 24.7. | 362,0158 | 18,00474 | 326,7265 | 397,3051 | 24.7. | 125,8029 | 7,691486 | 110,7276 | 140,8782 |
| 25.7. | 362,0158 | 18,00474 | 326,7265 | 397,3051 | 25.7. | 125,8029 | 7,691486 | 110,7276 | 140,8782 |
| 26.7. | 362,0158 | 18,00474 | 326,7265 | 397,3051 | 26.7. | 125,8029 | 7,691486 | 110,7276 | 140,8782 |
| 27.7. | 362,0158 | 18,00474 | 326,7265 | 397,3051 | 27.7. | 125,8029 | 7,691486 | 110,7276 | 140,8782 |
| 28.7. | 172,1467 | 16,63321 | 139,5456 | 204,7478 | 28.7. | 48,85709 | 6,283893 | 36,54066 | 61,17352 |
| 29.7. | 140,1032 | 13,98151 | 112,6994 | 167,5070 | 29.7. | 37,69824 | 5,245285 | 27,41749 | 47,97900 |
| 30.7. | 116,0955 | 10,28941 | 95,92823 | 136,2627 | 30.7. | 33,25006 | 3,608669 | 26,17707 | 40,32305 |
| 31.7. | 116,0498 | 10,48540 | 95,49843 | 136,6012 | 31.7. | 33,23686 | 3,666183 | 26,05114 | 40,42257 |
| 3.8. | 18,62788 | 3,732246 | 11,31268 | 25,94308 | 3.8. | 6,714173 | 1,397466 | 3,975139 | 9,453206 |