

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI

Přírodovědecká fakulta

Katedra ekologie a životního prostředí



**Disturbance krajiny Bradelské vrchoviny
a vliv kůrovcové kalamity na epigeon**

Bc. Eva Navrátilová

Diplomová práce

předložená

na Katedře ekologie a životního prostředí

Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci

jako součást požadavků

k získání titulu Mgr. v oboru

Ochrana a tvorba krajiny

Vedoucí práce: doc. RNDr. Mgr. Ivan Hadrián Tuf, Ph.D.

Olomouc 2023

Navrátilová, E. (2023). Disturbance krajiny Bradelské vrchoviny a vliv kůrovcové kalamity na epigeon. Diplomová práce. Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta, Katedra ekologie a životního prostředí, 71 stran, 8 příloh, v češtině.

Abstrakt

Dlouhotrvající sucho a nedostatek dešťových srážek měly za následek oslabení lesních porostů v oblasti Bradelské vrchoviny, které se staly útočištěm pro lýkožrouta smrkového (*Ips typographus*). Další dopad na lokalitě měla březnová vichřice v roce 2018, díky které byly poničeny napadené stromy kůrovcem, ale i listnaté stromy. Vytěžením popadaných stromů vznikla na území Bradelské vrchoviny holá mýtina, která je v dnešní době hustě porostlá třtinou křovištní (*Calamagrostis epigejos*). Jedním z cílů diplomové práce bylo zjistit, jaký dopad měla kůrovcová kalamita na oblast Bradelské vrchoviny. Od roku 2015 bylo na území vytěženo celkem 155 977 m³ dřeva. Negativem kůrovcové kalamity je odlesnění krajiny a vznik rozsáhlé holiny (v současné době 134,19 ha). Celkově se v oblasti Bradelské vrchoviny na šesti modelových plochách odchytilo a vyhodnotilo 8 839 jedinců epigeonu, kteří patřili do osmi modelových skupin: pavouci, sekáči, mravenci, střevlíci, stejnonožci, drabčící, mnohonožky a stonožky. Materiál se sbíral pomocí metody zemích pastí. Největší zastoupení odchytených jedinců bylo v extravilánu, a naopak nejmenší zastoupení bylo na lokalitě zasažené požárem. Společenstva na modelových plochách se od sebe signifikantně lišila. Pomocí Tukeyho testu se sledovalo, jak se od sebe početnosti úlovků liší v jednotlivých dvojicích modelových ploch.

Klíčová slova: Bradelská vrchovina, kůrovcová kalamita, smrk ztepilý, půdní fauna

Navrátilová, E. (2023). Landscape disturbances in the Bradlo Upland and the impact of European spruce bark beetle calamity on ground dwelling invertebrates. MSc. Thesis, Department of Ecology and Environmental Sciences, Faculty of Science, Palacký University in Olomouc, 71 pp., 8 Appendices, Czech.

Abstract

Prolonged drought and lack of rainfall have resulted in the weakening of forest stands in the Bradlo Upland, which has become a refuge for the European spruce bark beetle (*Ips typographus*). Another impact on the site was caused by the March 2018 windstorm, which resulted in damage to bark beetle infested trees as well as deciduous trees. The clearing of fallen trees created a bare clearing in the Bradlo Upland area, which is currently densely covered with Wood Small-reed (*Calamagrostis epigejos*). One of the aims of this thesis was to determine the impact of the European spruce bark beetle calamity on the Bradlo Upland. Since 2015, a total of 155 977 m³ of timber has been harvested in the area. The negative side of the spruce bark beetle calamity is the deforestation of the landscape and the creation of a large clearing (currently 134.19 ha). A total of 8839 on ground dwelling invertebrates individuals belonging to eight model groups were captured in six model patches in the Bradlo Upland area: Araneae, Opiliones, Formicidae, Carabidae, Oniscidea, Staphylinoidea, Diplopoda and Chilopoda. The material was collected by using the pitfall traps. The highest abundance of captured individuals was in the rural areas forest area and the lowest was in the are affected by a fire. Communities in the model plots differed significantly. Tukey's test was used to determine how the catch rates differ between individual pairs of model patches.

Key words: Bradel highlands, bark beetle calamity, *Picea abies*, soil fauna

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně pod vedením doc. RNDr. Mgr. Ivana Hadriána Tufa, PhD. a jen s použitím citovaných literárních pramenů.

V Olomouci, dne 31.07.2023

.....

podpis

Obsah

| | |
|---|------|
| Seznam obrázků | viii |
| Seznam tabulek | ix |
| Seznam grafů..... | x |
| Seznam příloh..... | xi |
| Seznam použitých zkratk..... | xii |
| 1 Úvod..... | 1 |
| 1.1. Přírozený a hospodářský les..... | 2 |
| 1.2. Smrk ztepilý | 3 |
| 1.3. Lýkožrout smrkový | 4 |
| 1.4. Kůrovcová kalamita | 6 |
| 1.5. Třtina křovištní..... | 8 |
| 2 Cíle práce..... | 9 |
| 3 Metody | 10 |
| 3.1. Bradelská vrchovina..... | 10 |
| 3.1.1. Geomorfologie | 11 |
| 3.1.2. Vodstvo | 15 |
| 3.1.3. Půda..... | 15 |
| 3.1.4. Klima..... | 16 |
| 3.1.5. Fauna | 17 |
| 3.1.6. Flóra | 17 |
| 3.2. Dopad kůrovcové kalamity na vrchovinu | 20 |
| 3.3. Management..... | 27 |
| 3.4. Metody sběru dat..... | 29 |
| 3.4.1 Příprava materiálu na zemní pasti | 30 |
| 3.4.2. Instalace a rozmístění zemních pastí..... | 30 |
| 3.4.3. Sběr materiálu | 31 |
| 3.5. Lokality | 32 |
| 3.5.1. Nezasazený les | 33 |
| 3.5.2. Odlesněná plocha porostlá třtinou křovištní pod Bradlem..... | 34 |
| 3.5.3. Požár..... | 35 |
| 3.5.4. Lokalita porostlá ostružiníkem..... | 36 |
| 3.5.5. Tři kameny, oblast zasažená vichřicí | 37 |
| 3.5.6. Extravilán | 38 |
| 3.6 Zpracování dat..... | 39 |

| | | |
|------|--|----|
| 4 | Výsledky..... | 40 |
| 4.1. | Početnost a složení vytríděných vzorků..... | 40 |
| 4.2. | Analýza dat..... | 42 |
| 5 | Diskuse..... | 48 |
| 5.1. | Disturbance krajiny Bradelské vrchoviny..... | 48 |
| 5.2 | Použité metody..... | 50 |
| 5.3. | Srovnání početnosti jednotlivých skupin epigeonu na modelových plochách..... | 51 |
| 5.4. | Vliv odlesnění na epigeon..... | 54 |
| 6 | Závěr..... | 57 |
| 7 | Literatura..... | 58 |

Seznam obrázků

| | |
|---|----|
| Obrázek 1 Smrková monokultura, oblast Bradelská vrchovina..... | 3 |
| Obrázek 2 Lýkožrout smrkový (<i>Ips typographus</i>). | 5 |
| Obrázek 3 Hanušovická vrchovina se zvýrazněnou Úsovskou vrchovinou. | 12 |
| Obrázek 4 Úsovská vrchovina se zvýrazněnou Bradelskou vrchovinou. | 12 |
| Obrázek 5 Nejvyšší vrchol, skalní útvar Bradlo. | 13 |
| Obrázek 6 Kamenná moře v okolí skalního vrcholu Bradlo..... | 13 |
| Obrázek 7 Bradelská vrchovina. | 14 |
| Obrázek 8 Zlomený smrk ztepilý "Král Bradla". | 19 |
| Obrázek 9 Pozůstatek památného stromu | 19 |
| Obrázek 10 Trouchnivějící kmen památného smrku | 19 |
| Obrázek 11 Pohled z dronu na Bradelskou vrchovinu..... | 20 |
| Obrázek 12 Největší požár v oblasti Bradelské vrchoviny. | 21 |
| Obrázek 13 Materiál na přípravu zemních pastí. | 30 |
| Obrázek 14 Připravená první várka zemních pastí. | 30 |
| Obrázek 15 Odříznuté dno PET láhve. | 30 |
| Obrázek 16 Rozmístění všech zemních pastí v oblasti Bradelské vrchoviny..... | 32 |
| Obrázek 17 Lokalita les. | 33 |
| Obrázek 18 Rozmístění ZP v lese. | 33 |
| Obrázek 19 Lokalita pod Bradlem porostlá třtinou křovištní. | 34 |
| Obrázek 20 Rozmístění ZP na odlesněné ploše. | 34 |
| Obrázek 21 Lokalita zasažená požárem. | 35 |
| Obrázek 22 Rozmístění ZP na lokalitě zasažené požárem..... | 35 |
| Obrázek 23 Okrajová oblast lesa pokrytá ostružiníkem. | 36 |
| Obrázek 24 Rozmístění ZP v oblasti s výskytem ostružiníku..... | 36 |
| Obrázek 25 Lokalita Tři kameny. | 37 |
| Obrázek 26 Rozmístění ZP na lokalitě Tři kameny..... | 37 |
| Obrázek 27 Smíšený porost lesa v extravilánu. | 38 |
| Obrázek 28 Rozmístění ZP v extravilánu. | 38 |
| Obrázek 29 RDA biplot distribuce skupin sledovaných pomocí metody zemních pastí. | 47 |

Seznam tabulek

| | |
|---|----|
| Tabulka 1 Dřevinná skladba Bradelské vrchoviny před kůrovcovou kalamitou. | 22 |
| Tabulka 2 Dřevinná skladba Bradelské vrchoviny od roku 2020. | 24 |
| Tabulka 3 Množství odtěženého dřeva za období od roku 2015-2022. | 26 |
| Tabulka 4 Rozdělení pastí podle barevných štítků. | 32 |
| Tabulka 5 Datумы výběrů v jednotlivých měsících. | 32 |
| Tabulka 6 Přehled získaných vzorků ze zemních pastí na vybraných lokalitách. | 40 |
| Tabulka 7 Celkový počet jedinců a počet odběrů ze zemních pastí | 40 |
| Tabulka 8 Početnost odchycených jedinců epigeonu. | 41 |

Seznam grafů

| | |
|--|----|
| Graf 1 Plošné zastoupení dřevin před kůrovcovou kalamitou. | 22 |
| Graf 2 Plošné zastoupení dřevin v revíru Bradlo od roku 2020..... | 24 |
| Graf 3 Změna rozlohy porostu dle dřevin před a po kůrovcové kalamitě. | 25 |
| Graf 4 Množství odtěženého dřeva z Bradelské vrchoviny. | 25 |
| Graf 5 Početnost sledovaných skupin v jednotlivých měsících. | 41 |
| Graf 6 Početnosti pavouků na modelových plochách. | 42 |
| Graf 7 Početnosti sekáčů na modelových plochách. | 43 |
| Graf 8 Početnost mravenců na modelových plochách. | 43 |
| Graf 9 Početnost střevlíků na modelových plochách. | 44 |
| Graf 10 Početnost stejnonožců na modelových plochách. | 44 |
| Graf 11 Početnost drabčků na modelových plochách. | 45 |
| Graf 12 Početnost mnohonožek na modelových plochách. | 45 |
| Graf 13 Početnost stonožek na modelových plochách. | 46 |

Seznam příloh

| | |
|---|----|
| Příloha 1 Naučná stezka krajinou památného Bradla. | 72 |
| Příloha 2 Bradelská vrchovina v roce 2001-2003. | 73 |
| Příloha 3 Bradelská vrchovina v roce 2016-2018. | 73 |
| Příloha 4 Současná situace Bradelské vrchoviny. | 74 |
| Příloha 5 Tramská chata Swenov. | 75 |
| Příloha 6 Orientační mapa revírů v LHC Šternberk. | 75 |
| Příloha 7 Seznam požárů na Bradelské vrchovině od roku 2012. | 76 |
| Příloha 8 Souřadnice zemních pastí. | 77 |

Seznam použitých zkratek

| | | | |
|------|----------------------------------|----------------------|---|
| AK | trnovník akát | MZe | Ministerstvo |
| BK | buk lesní | | zemědělství |
| BO | borovice lesní | m ³ b. k. | metr krychlový |
| BR | bříza bělokorá | | bez kůry |
| č. | číslo | m n. m. | metr nad mořem |
| ČR | Česká republika | NP | národní park |
| ČSN | Česká technická norma | OL | olše lepkavá |
| DB | dub zimní | OPRL | oblastní plán |
| DG | douglaska | | rozvoje lesů |
| GPS | Globální polohový systém | OST | ostatní |
| HB | habr obecný | PET | Polyethyltereftalát |
| CHKO | chráněná krajinná oblast | pH | potential of hydrogen, vodíkový exponent |
| JD | jedle bělokorá | PUPFL | pozemky určené k plnění funkcí lesa |
| JL | jilm vaz | | |
| JS | jasan ztepilý | Sb. | sbírky |
| JV | javor mléč | SDH | sbor dobrovolných hasičů |
| JZ | jihozápad | | |
| LČR | Lesy České republiky | S-JTSK | System jednotné |
| LHC | lesní hospodářský celek | | trigonometrické sítě |
| LHP | lesní hospodářský plán | | katastrální |
| LP | lípa velkolistá | SM | smrk ztepilý |
| LS | lesní správa | SV | severovýchod |
| MD | modřín opadavý | T 2 | teplá oblast |
| MT | mírně teplá oblast | TPX | topol |
| MZD | meliorační zpevňující dřevina | VR | vrby |
| | | ZP | zemní past |

Poděkování

Chtěla bych na tomto místě především poděkovat mému vedoucímu diplomové práce doc. RNDr. Mgr. Ivanu Hadriánu Tufovi, Ph.D., za jeho odborné vedení, pomoc při statistickém zpracování dat, trpělivost a vstřícnost. Dále bych chtěla poděkovat paní starostce obce Nové Hradečné Ing. Martě Novákové, panu Ondřejovi Dostálovi z lesní správy Šternberk a také panu revírníkovi Ing. Jiřímu Švédovi za poskytnutí informací k oblasti Bradelské vrchoviny. Velké poděkování věnuji své rodině a přátelům za jejich podporu během mého dosavadního studia. Ráda bych také projevila vděčnost svému příteli, který mi je velkou oporou.

1 Úvod

Diplomová práce se zabývá problematikou kůrovcové kalamity v zasažené oblasti Bradelské vrchoviny a vlivu odlesnění na půdní faunu. K tomuto tématu diplomové práce mě přivedl vlastní zájem o území Bradelské vrchoviny, ke kterému mám osobní vztah. Od roku 2001 bydlím společně s rodiči v obci Nová Hradečná a jako malé dítě si pamatuji zarostlou oblast vrchoviny. Dlouhotrvající sucho, vysoké teploty a nedostatek dešťových srážek měly za následek chřadnutí lesního porostu. Oslabené stromy se staly útočištěm pro lýkožrouta smrkového (*Ips typographus*), a díky ideálním podmínkám pro jeho vývoj započala na Bradelské vrchovině v roce 2014 kůrovcová kalamita, která změnila ráz kraje na několik desítek let. Od roku 2018 vnímám mnohem intenzivněji zásadní změny, které byly způsobené vytěžením napadeného dřeva. Odlesněnou lokalitu následně porostla třtina křovištní (*Calamagrostis epigejos*), která svými hustými oddenky a velkým množstvím biomasy potlačuje růst a vývoj dalších druhů rostlin (Somodi et al. 2008).

1.1. Přírozený a hospodářský les

Rozdíl mezi přírozeným a hospodářským lesem lze spatřit už na první pohled. Přírozený les je vrcholem přírodního ekosystému. Funguje na obecných zákonitostech, kdy se jednotlivé složky v časových úsecích přizpůsobují prostředí, postupně se vyvíjejí, rostou, mění a zanikají (Vacek a Krejčí 2009). Přírozené lesy bývají neupravené, beze stopy po činnosti člověka a tvořeny přírozenou druhovou skladbou. Funkci ovlivňují podmínky prostředí, organismy a vztahy mezi nimi. Pokud je tento stav dlouhodobý (100 a více let), můžeme přírozený les označit jako prales (Martan 2011). V oblasti Šumavy představuje tento typ lesa nejvyspělejší a nejsložitější ekosystém, který zde vzniknul a trvale se udržel (Vacek a Krejčí 2009). Mohutná těžební aktivita v 19. století a snadná dostupnost dřeva či kalamity v letech 1868 až 1880 s sebou přinesly zánik původních přírozených lesních porostů. Pralesové zbytky lesů v dnešní době můžeme objevovat hlavně díky přání vlastníků lesa. V současnosti se za původní prales v České republice považuje pouze jádro národní přírodní rezervace Boubínský prales (47 ha), Milešický prales (7 ha) a plochy v karech ledovcových jezer na Šumavě (Hubený 2013).

Obhospodařované lesy jsou řazené mezi upravené, jelikož v nich pracuje člověk. Hlavní úloha hospodářských lesů spočívá v poskytování co nejvyššího výnosu dřeva. Nenajdeme v nich odumírající, suché či popadané stromy. Skladba lesa bývá pozměněna ve prospěch jedné cílové dřeviny. V našich lesích se jedná o dřevinu smrku ztepilého (*Picea abies*). Pěstování smrků probíhá ve formě homogenních bloků, kdy v každém bloku mývají stromy relativně stejnou věkovou skladbu. V hospodářských lesích už většinu původních druhů rostlin a živočichů nenajdeme (Šantrůčková et al. 2010).

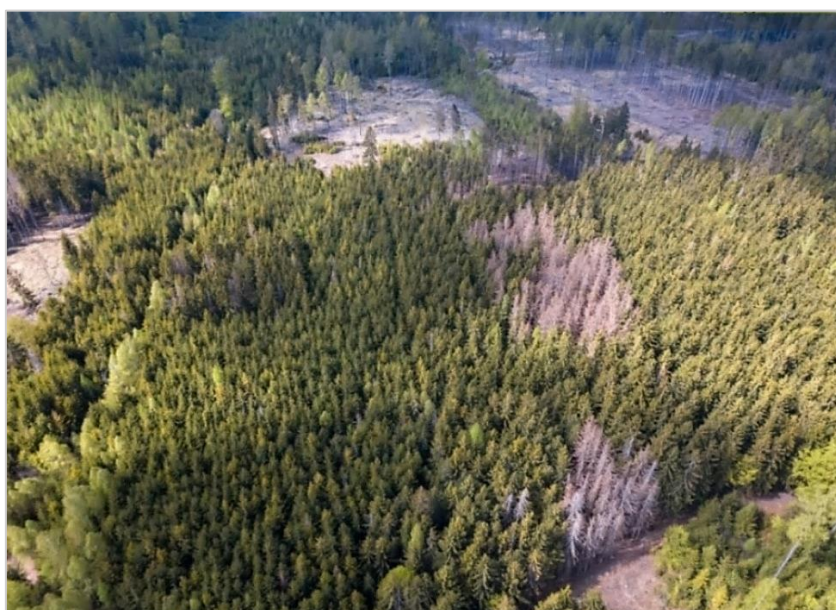
V současnosti je postižena značná část území severní Moravy a Slezska chronickým chřadnutím smrkových porostů všech věkových tříd. Příčinou nepříznivého zdravotního stavu lesních porostů jsou nízké srážkové úhrny a vysoké teploty ve vegetační periodě spojené s klimatickou změnou (Maracchi et al. 2005; Lindner et al. 2010; Cunze et al. 2013; Hentschel et al. 2014). Fragmentované porosty jsou poničeny působením větrných a sněhových polomů (Holuša et al. 2010).

1.2. Smrk ztepilý

Mezi nejvýznamnější evropské dřeviny se řadí smrk ztepilý společně s borovicí lesní (*Pinus sylvestris*) a jedlí bělokorou (*Abies alba*). V polohách jižní a střední Evropy se staly součástí přirozených horských smrčín. Naopak na severu Evropy se smrk ztepilý společně s borovicí lesní a břízou pýřitou (*Betula pubescens*) zařadil do severské tajgy, a to díky jejich vysoké snášenlivosti vlhkých podmínek (Štursa 2000). Dnešní oblast výskytu je mnohem větší než oblast původního rozšíření (Hecker 2013).

Ve velkém množství se smrk vysazoval hlavně v 18. století, kdy se tato rychle rostoucí dřevina uplatnila jako dominantní monokultura středoevropské krajiny s přínosem zisku z prodeje dřeva (Štursa 2000). Smrky bývají na jednu stranu obdivované a na druhou stranu zatracované. Pověstné jsou svými kůrovcovými kalamitami a monokulturou, která je odsuzována jak ochranáři přírody, tak i lesníky (Hubený 2010a). Monokulturou rozumíme uměle vytvořený porost člověkem, který se skládá z jednoho druhu rostliny nebo druhu, jenž je na daném místě dominantní (Šantrůčková et al. 2010).

Extrémní půdní podmínky ve střední Evropě společně s chladným a vlhkým podnebím v horských polohách jsou pro ostatní stromy natolik nepříznivé, že nedovolují jejich růstu (Šantrůčková et al. 2010). Mezi abiotické faktory, které ovlivňují vývoj porostů se řadí extrémní počasí, vítr, sníh, srážky i činnost člověka. Mezi biotické faktory se řadí podkorní hmyz, václavka (*Armillaria* sp.) a lesní zvěř – ohryzy, okusy, vytloukání, loupání (Vlk 2017). Samotný růst ve vyšších polohách u smrku není optimální, vyvíjí se zde mnohem pomaleji než v polohách nižších (Šantrůčková et al. 2010).



Obrázek 1 Smrková monokultura, oblast Bradelská vrchovina – pohled z dronu (zdroj: Turistika.cz, Bobkart, 2020).

Změny klimatu a neustálé intenzivní až extrémní výkyvy počasí způsobují rozsáhlé vlny veder a sucha (Bonan 2008; Senf et al. 2020). Tyto faktory narušují ve velké míře lesní ekosystémy, které se řadí mezi nejsložitější (Schelhaas et al. 2003). V Evropě se stala Česká republika epicentrem tohoto dění, a to se výrazně odrazilo na našich lesích (Hlásny et al. 2021a). Nejcitlivěji na změnu reaguje podkorní hmyz, který urychluje svůj vývojový cyklus a díky teplejšímu počasí zvyšuje počet generací v roce, což způsobuje přemnožení jedinců na rozsáhlých plochách (Wermelinger a Seifert 1999; Økland et al. 2005; Jönsson et al. 2007; Marini et al. 2017).

1.3. Lýkožrout smrkový

V současné době mezi nejvýznamnějšího hospodářského škůdce kulturních porostů se řadí lýkožrout smrkový (*Ips typographus* – Linnaeus, 1758) neboli kůrovec, pro svou schopnost exponenciálně se množit v příhodných podmínkách (Kindlmann et al. 2012). Lýkožrout náleží do řádu brouci (*Coleoptera*), čeledi nosatcovitých (*Curculionidae*) a podčeledi kůrovcovitých (*Scolytinae*), do které patří na 5 000 druhů (Křístek a Urban 2004). V ČR je potvrzeno 111 druhů kůrovců (Jelínek 1993). Mezi další zástupce, se kterými se můžeme u nás setkat, se řadí lýkožrout menší (*Ips amitinus* – Eichhoff, 1871), lýkožrout lesklý (*Pityogenes chalcographus* – Linnaeus, 1758) a lýkožrout severský (*Ips duplicatus* – C. R. Sahlberg, 1836) (Zahradník 2004).

První záznam výskytu lýkožrouta pochází z oblasti Harzu v Německu z roku 1473. V ČR se objevila první zmínka o jeho přemnožení v letech 1821-1833 v Jeseníkách, kde vlivem kůrovce a větru bylo zničeno okolo 442 000 m³ dřeva (Pfeifer 1975).

Za normálních okolností se lýkožrout stává přirozenou součástí lesních ekosystémů a napomáhá k udržování rovnováhy a obnovy lesa. Při poškození stromového patra se stává tzv. sekundárním škůdcem, který přednostně napadá stromy oslabené různými vnějšími vlivy jako je vítr, teplota, sucho, imise, parazité, predátoři nebo houby (Kindlmann et al. 2012).

Schopnost úspěšně čelit náletům lýkožrouta ať už se jedná o větrem či suchem oslabené stromy nebo pokácené dřevo je snížena (Kindlmann et al. 2012). Lýkožrout se zaměřuje převážně na dřeviny smrku ztepilého, kdy nejvíce atraktivními se stávají starší a vzrostlejší stromy ve věku v rozmezí okolo 60 až 100 let (Amann 1995). Smrk však není jedinou hostitelskou rostlinou. K dalším napadeným druhům v Evropě se řadí borovice lesní, jedle bělokorá, modřín opadavý (*Larix decidua*) a smrk sibiřský (*Picea obovata*) (Skuhřavý 2002).

Pro rozmnožování potřebuje kůrovec hostitelskou dřevinu, ze které se uvolňují terpeny. Prvně se pod kůru (borku) zavrtávají samečci, kteří vykousávají tzv. snubní komůrky – 10 cm dlouhé chodbičky opatřené větracími otvory, do nichž lákají samičky svými agregačními feromony (Skuhrový 2002). Mezi tyto feromony se řadí ipsenol a verbenol (Schlyter et al. 1985). Pomocí agregačních feromonů signalizují ostatním jedincům svého druhu vhodné prostředí k množení, což vede ke znásobení počtu atakujících brouků a nastává hromadný nálet na strom (Skuhrový 2002).

Zdravý strom se dokáže bránit všemi svými prostředky. Po napadení stromu dochází ke spouštění obranných mechanismů. Základním mechanismem je výron pryskyřice, která obsahuje toxické látky (pinosylvin) zvyšující účinnost při hubení škůdců. Nejvyšší tlak pryskyřice je na bázi kmene stromu (Zahradník 2004). Pryskyřice zalije vetřelce a ten následně zahyne (Tůma 2014). Jeden z nejdůležitějších faktorů je správná viskozita pryskyřice, proto tento obranný mechanismus není vždy účinný. V případě sucha se stává strom zcela bezbranný, jelikož pryskyřice není schopna vytékat a zahubit škodlivý hmyz (Zahradník 2004).

První příznaky napadení hostitelského stromu lýkožroutem jsou viditelné na kmenech. Za šupinkami borky se nachází výrony pryskyřice a závrtové otvory z nichž odpadávají jemné, rezavé částičky dřeva a kůry. Na základě požerků pod kůrou je možné rozpoznat, který druh kůrovce daný strom napadl. Jehličí postupně změni barvu, začne světlat, uschne, zrezaví a následně opadá (Křístek a Urban 2004).

V polomech se lýkožrout smrkový velmi rychle rozmnožuje, jelikož oslabené dřeviny se nemohou bránit, a díky tomu je schopen vytvořit ve velmi krátké době další generaci jedinců (Wermelinger 2004). Dosáhne-li populace kalamitního stavu a mrtvých stromů je nedostatek, nepohrdne ani mladšími a zdravými stromy (Zahradník a Knížek 2007).



Obrázek 2 Lýkožrout smrkový (*Ips typographus*) (zdroj: Naturfoto.cz, Jiří Bohdal).

1.4. Kůrovcová kalamita

Kalamity jsou součástí života našich lesů a v menší či větší míře se opakují. První zmínka kůrovcové kalamity v českých zemích byla zaznamenána v letech 1782 až 1784 na Křivoklátsku. Jedna z hlavních příčin vysokého nárůstu kůrovce v českých lesích byla způsobena zejména suchými a teplými léty v 1. polovině 90. let. Ve větším rozměru se začala kůrovcová kalamita rozrůstat až na přelomu 20. a 21. století. První vlnu odborníci datují od roku 2003 do roku 2010. Od této doby stihl kůrovec napáchat velké škody na stromech, které se kvůli dlouhotrvajícímu suchu nemohly ubránit. Druhá vlna vznikla v roce 2015 na severní Moravě a trvá dodnes (Valenta 2011).

Skloňované téma kůrovec a kůrovcová kalamita není problémem jen České republiky, ale také i našich sousedů, jako je Německo a Rakousko, kteří se potýkají s obdobnou situací. Za zmínku stojí i jiné státy např. Severní Amerika či Francie, které bojují i s jinými druhy kůrovců. V posledních letech je velice patrné, že se kůrovci stále více posouvají do vyšších horských poloh (Valenta 2011). Přemnožení kůrovce způsobilo mnoho negativních dopadů i na společnost. Jedním z nich je cena dřeva na trhu (Michalec et al. 2020; Hlásny et al. 2021a, 2021b).

Opatřením proti kůrovci se zredukuje škody, avšak problematika je mnohem složitější, což názorně ukázala zkušenost v sousedním Polsku a také na Slovensku po větrné kalamitě v roce 2004. V lesích na polské straně, jež byly ponechány bez lidského zásahu, došlo k menší kůrovcové kalamitě, oproti lesům na straně slovenské, kde se napadené dřevo kůrovcem odváželo pryč z daného místa (Kindlmann et al. 2012). Podle vyhlášky č. 139/2004 Sb. se za „kůrovcové stromy“ nepovažují suché, lýkožroutem zcela opuštěné stromy tzv. kůrovcové souše.

Základním preventivním opatřením proti lýkožroutovi je aktivní vyhledávání a včasné zpracování napadených stromů ještě před dokončením samotného vývoje populace, a také jejich včasná a účinná asanace. Asanace může být provedena mechanicky nebo chemicky s využitím insekticidů. Včasnou asanací se zamezí dokončení vývoje populace lýkožrouta smrkového v kůrovcovém dříví a napadení dalších stromů. Podle vyhlášky č. 139/2004 Sb. se za včasnou a účinnou asanaci nepovažuje pouhý odvoz kůrovcového dříví. Správou NP Šumava byly využívány ke snížení nárůstu kůrovcové populace kromě lesnicko-technických opatření v rámci výzkumných projektů i metody značně nadstandardní. Využily se např. speciální entomopatogenní houby *Beauveria bassiana*. V rámci Evropy je tato metoda velmi unikátní (Vacek a Krejčí 2009).

Mezi obranná opatření k odchytu kůrovců se podle normy ČSN 48 1000 používají lapače a lapáky navnaděné feromony. Lapače neboli feromonové odparníky jsou umělé pasti lákající dospělé kůrovce. Lapáky jsou pokácené, zdravé porosty smrků s tloušťkou minimálně 20 cm, přikryté po celé délce odřezanými větvemi, aby se zamezilo vysychání kůry (Zahradník 2004). V lapačích a lapácích se každoročně zachytí okolo desítek milionů kůrovců (Kahuda 2010).

Kvůli přemnožení je lýkožrout smrkový ve smyslu vyhlášky MZe ČR č. 101/1996 Sb., v platném znění podle § 3 klasifikován jako kalamitní škůdce.

V příloze č. 2 k vyhlášce č. 101/1996 Sb. je pro něj stanoven:

- ***základní stav*** – je takový početní stav lýkožroutů, kdy objem kůrovcového dříví z předchozího roku v průměru nedosáhl 1 m^3 na 5 ha smrkových porostů a nedošlo k vytvoření ohnisek výskytu lýkožrouta;
- ***zvýšený stav*** – je takový početní stav lýkožroutů, kdy objem kůrovcového dříví z předchozího roku v průměru dosáhl nebo překročil 1 m^3 na 5 ha a nedosáhl 5 m^3 na 5 ha smrkových porostů, a došlo k vytvoření ohnisek výskytu; tento stav upozorňuje na možnost kalamitního přemnožení lýkožrouta;
- ***kalamitní stav*** – je takový početní stav lýkožroutů, kdy objem kůrovcového dříví z předchozího roku v průměru dosáhl či překročil 5 m^3 na 5 ha smrkových porostů, a který způsobuje rozsáhlá poškození lesních porostů nebo vznik ohnisek uvnitř lesních porostů až plošné napadení lesních porostů.

1.5. Třtina křovištní

Třtina křovištní (*Calamagrostis epigejos*) se řadí mezi problematický, expanzivní, koloniální a zároveň nejhojnější druh rostliny v ČR. Zařazená je mezi nejsilnější konkurenty, jelikož degraduje různá rostlinná společenstva po celé Evropě. V třicátých letech 20. století začala být považována za nebezpečnou lesní „buřň“ (hospodářsky nežádoucí složku přízemní vegetace). Vyskytovala se hlavně na okrajích pasek, lesů a na kalamitních holinách. Od šedesátých let 20. století se začala šířit na další stanoviště jako jsou opuštěné louky, okraje silnic, pole a výsypky (Sedláková et al. 2001). V dnešní době vytváří třtina dlouhotrvající stabilní travní porost na výslunných stanovištích od nížin po podhůří, na lesních pasekách, nekosených loukách, haldách, výsypkách nebo v příkopech a okolo cest (Sedláková et al. 2001; Pruchniewicz a Żołnierz 2017).

Šedozelená, rychle rostoucí vytrvalá travina s plazivými silnými oddenky prorůstá svrchní vrstvu půdy. Kořeny mohou dosahovat do hloubky 2 m (Sedláková et al. 2001). Tuhá vzpřímená stébla jsou vysoká okolo 80-150 cm. Produkuje velké množství husté podestýlky a špatně stravitelné biomasy, čímž zabraňuje klíčení, růstu a vývoji dalších druhů rostlin (Somodi et al. 2008; Mudrák et al. 2010; Pruchniewicz a Żołnierz 2022). Velmi rychle kolonizuje nově vzniklé mýtiny, narušená či neobhospodařovaná stanoviště (Rebele a Lehmann 2001). Přítomností na lokalitě dokáže ve značném rozsahu ovlivnit půdní mikroklima a snižuje množství dopadajícího záření do porostu (Sedláková et al. 2001). Toleruje suchá stanoviště s velmi nízkým obsahem organických látek v půdě a pokud je lokalita bohatá na živiny, zejména na dusík, její růst je výrazně podpořen (Rebele a Lehmann 2001; Marková a Hejda 2011).

Na likvidaci třtiny křovištní je zapotřebí zvýšené intenzity pravidelného sečení po dobu několika let, dále také mechanického odstraňování biomasy včetně podzemních vegetativních orgánů (Háková et al. 2004).

2 Cíle práce

- Charakteristika kůrovcové kalamity na lokalitě a změny dřevinné skladby.
- Srovnání početnosti modelových skupin epigeonu na modelových plochách zájmového území.
- Srovnání početností modelových skupin epigeonu ve zbylém lesním porostu s početnostmi na plochách vzniklých v důsledku kůrovcové kalamity.

3 Metody

3.1. Bradelská vrchovina

V jesenické oblasti se nachází Bradelská vrchovina, která je součástí Úsovské vrchoviny. Rozprostírá se 10 km severozápadně od města Uničov, v těsné blízkosti obce Kamenná, Klopina, Libina, Lipinka a Nová Hradečná (Špičáková 2010).

Území vrchoviny se rozkládá v olomouckém a šumperském okresu a spadá do tří mikroregionů – Mohelnicko, Uničovsko a Zábřežsko. Mikroregion Mohelnicko jehož oficiální název zní Svazek obcí Mikroregionu Mohelnicko leží v okrese Šumperk na severním okraji Hané. Navazuje na Zábřežskou vrchovinu, která vytváří širokou bránu do Jeseníků. Mikroregion je tvořen 14 obcemi, a na území Bradelské vrchoviny v jihozápadní části se vyskytuje pouze obec Klopina s místní částí Veleboř (Mikroregion Mohelnicko 2006). Obec Klopina je známá od roku 1995 díky firmě Úsovsko a. s., která začala vyrábět v roce 2004 první české müsli tyčinky *Fit* (Úsovsko 2011).

Mikroregion Uničovsko se rozkládá severozápadně od města Olomouce s rozlohou 315 km² (Mikroregion Uničovsko 2005). Střediskem území je město Uničov, které bylo jedno ze sedmi moravských královských měst až do roku 1850 (Langer a Horák 2000). V dnešní době se mikroregion skládá ze 14 členských obcí. V jihovýchodní části Bradelské vrchoviny se rozprostírají obce Lipinka, Nová Hradečná, Pískov a část obce Troubelice (Mikroregion Uničovsko 2005).

Nejmenší část Bradelské vrchoviny náleží do Svazku obcí Mikroregionu Zábřežsko s charakteristickou mírně zvlněnou krajinou a s hluboce zaříznutými údolími. Z 30 obcí se nachází v oblasti vrchoviny pouze obec Kamenná (Zábřežsko 2010).

Nejvyšším vrcholem Bradelské vrchoviny je skalní útvar Bradlo (599,5 m n. m.), ke kterému směřuje řada značených turistických cest. Přestože vrchol nedosahuje vysoké nadmořské výšky, vyznačuje se poměrně atraktivním turistickým místem. K vrchovině se vztahuje také řada pověstí, kdy jedna z nich přiřkla Bradlu název „Moravský Blaník“ (Špičáková 2010).

3.1.1. Geomorfologie

Bradelská vrchovina se z orografického hlediska rozprostírá v oblasti Krkonošsko-jesenické soustavy k východní části Českého masívu. Zařazená je do regionálně geologické jednotky moravskoslezská oblast, která zahrnuje Drahanskou vrchovinu, Nízký a Hrubý Jeseník, Oderské vrchy, část Rychlebských hor a východní okraj Českomoravské vrchoviny (Chlupáč et al. 2011).

Regionální geomorfologické členění oblasti dle Demka et al. (1987):

 systém – Hercynský

 subsystem – Hercynská pohoří

 provincie – I Česká vysočina

 subprovincie – IV Krkonošsko-jesenická soustava

 podsoustava – IVC Jesenická podsoustava

 celek – IVC-3 Hanušovická vrchovina

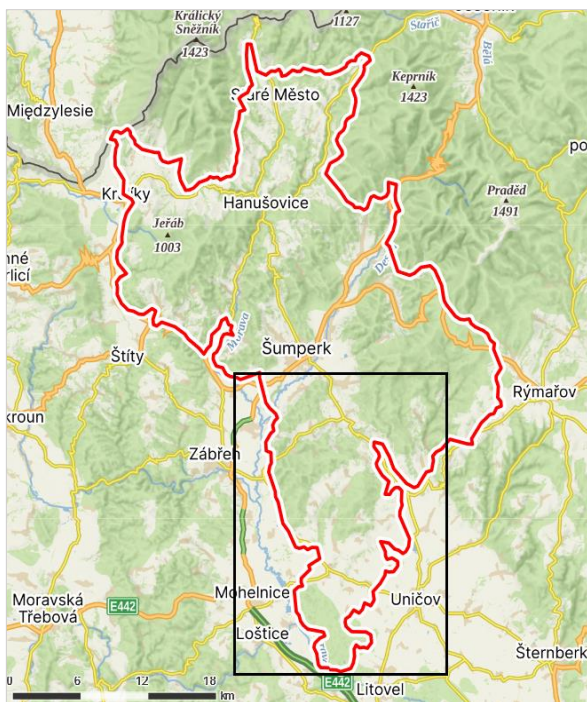
 podcelek – IVC-3A Úsovská vrchovina

 okrsek – IVC-3A-c Bradelská vrchovina

V jižní části Hanušovické vrchoviny (Obrázek 3) se rozkládá členitá Úsovská vrchovina (Obrázek 4) s výrazně stupňovitou stavbou (Mackovčín 2006). Složená je hlavně z devonských krystalických břidlic, spodnokarbonských usazenin a z krystalinika desenské klenby. Celková rozloha Úsovské vrchoviny je 172,76 km² (Špičáková 2010). V jižní části vrchoviny se nachází chráněná krajinná oblast CHKO Litovelské Pomoraví. Ve východní partii se rozprostírá Bradelská vrchovina, která se vyznačuje protáhlým hřbetem s rozlohou 14,74 km² (Barth 1974; LHP Šternberk 2010).

Utváření reliéfu Bradelské vrchoviny ovlivnily soubory geomorfologických pochodů. Převážně se jednalo o periglaciální pochody, které dosáhly největší intenzity v období pleistocénu. V této době docházelo k mrazovému zvětrávání hornin, které narušovalo původní strukturu horniny vlivem střídavého zamrznání a tání ledu (Czudek 1997). Pochody zpravidla působí v závislosti na typu podnebí daného území v minulosti a v současnosti (Demek et al. 1987).

Ve vrcholových partiích Bradelské vrchoviny se nachází skaliska, skály, mrazové sruby a kryoplanační terasy. Svahy jsou tvořeny rozsáhlými sutěmi, balvanovými proudy, sericitickými fylity a diabasy (Chlupáč 2002). Nejstaršími horninami jsou zelenavé fynolity a fylity z doby prekambria, vyskytující se ve východní části území a okrajově při řece Rohelnici (Špičáková 2010).



Obrázek 3 Hanušovická vrchovina se zvýrazněnou Úsovskou vrchovinou (zdroj: mapy.cz).



Obrázek 4 Úsovská vrchovina se zvýrazněnou Bradelskou vrchovinou (zdroj: mapy.cz).

Mezi Novou Hradečnou, dolní a horní Libinou se nachází vulkanický komplex vystupující v jižní části území, ve kterém převažují bazické horniny tufogenního původu (Koverdinský 1969). V minulosti na území probíhala těžební činnost v lomech, která je v současné době mimo provoz. Jednalo se o osm malých lomů na těžbu stavebního kamene a písku. Lomy jsou v současnosti zarostlé náletovými dřevinami. Tři lomy se nachází ve východní části území v blízkosti obce Libina. Jámové lomy sloužily k těžbě písku. Stěnový lom se využíval k těžbě stavebního kamene, kde výška stěny se pohybovala okolo 10 m (Smolová 2008). V ohybu silnice z obce Lipinka směrem do obce Nové Hradečné se rozprostírá opuštěný stěnový lom s rozlohou 1 700 m², který je doporučený k ochraně. Důvodem ochrany této lokality je litostratotyp metasedimentů úsovského souvrství (Koverdinský 1969).

Skalní útvar Bradlo

Nejvýznamnějším a zároveň nejvyšším bodem je vrchol Bradlo (Obrázek 5) s nadmořskou výškou 599,5 m. Skalní útvar vznikl v době ledové a byl vyzdvižen s okolním terénem, který postupně začal klesat (Špičáková 2010). Základním stavebním kamenem je pevná křemenná hornina devonského stáří (kvarcit-metakvarcit), která díky své tvrdosti odolává zvětrávání (Koverdinský 1969).

Skalní útvar dosahuje délky přes 90 m a výšky až 25 m. Ve skále se nachází široké trhliny, díky nimž se snadno oddělují velké balvany a bloky. Rozloha kamenného moře je okolo 100 ha a vyplňuje celý prostor horní poloviny svahů (Špičáková 2010). V okolí Bradla se kamenná moře (Obrázek 6) řadí k autochtonním, jelikož se vyskytují na místě svého vzniku ve vrcholových partiích centrálního hřbetu, a pokrývají více než 50 % plochy daného místa (Rubín a Balatka 1986).

Samotný vrchol se využívá k astronomicko-geodetickým měřením. Rozprostírá se v chráněném území geodetického bodu a je trigonometrickým bodem I. řádu České státní trigonometrické sítě, která je polohovým geodetickým základem Souřadnicového systému jednotné trigonometrické sítě katastrální S-JTSK (ČÚZK 2000). Na území ČR se zřídilo 181 trigonometrických bodů I. řádu a 75 tisíc bodů II. řádu. V olomouckém kraji se nachází celkově 6 trigonometrických bodů – Bradlo, Biskupská kupa, Borůvková hora, Holý Kopec, Přední příčka a Velký Kosíř (ČÚZK 2000).

Dalším významným vrcholem je Kočičí skála vzdálená 1,5 km severozápadně od obce Lipinka a vrchol Tři kameny u Libiny. Oba tyto útvary se rozprostírají v nadmořské výšce 558 m (Špičáková 2010).



Obrázek 5 Nejvyšší vrchol, skalní útvar Bradlo
(zdroj: autor, 2023).



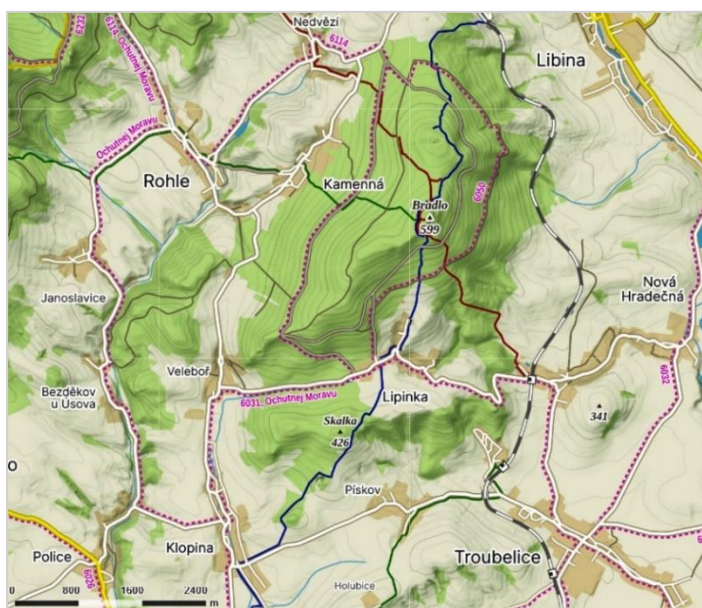
Obrázek 6 Kamenná moře v okolí skalního vrcholu
Bradlo (zdroj: autor, 2023).

Naučná stezka krajinou památného Bradla

Na sedmikilometrovou stezku památného Bradla je možné se vydat po modré turistické značce z vlakového nádraží Libina přes skalní útvar Tři kameny, studánku Běžinka až k vrcholu Bradlo. Na samotném vrcholu se rozprostírá vyhlídka s železnou plošinou, která je přístupná po kamenných schodech a zajištěna zábradlím pro bezpečný výhled na rozsáhlou krajinu (Kronika obce Nová Hradečná). Severním směrem dominují horské hřbety Hrubého Jeseníku, zatímco jižní výšeč se rozevívá do rovinaté Hané (Špičáková 2010). Dále se pokračuje po červené turistické značce, po které vede cesta k vlakovému nádraží do obce Nová Hradečná (Příloha 1). Po turistické trase jsou rozmístěny informační tabule, interaktivní prvky a hrací panely. Vyřezané postavičky čertů ožívují místní legendy. Hlavním smyslem naučné stezky krajinou památného Bradla je hravou formou seznámit návštěvníky s přírodními i historickými zajímavostmi a pověstmi zdějšího okolí (Kronika obce Nová Hradečná).

Naučná stezka vznikla v roce 2011, kterou financovalo Ministerstvo pro místní rozvoj z programu Obnovy a rozvoje venkova 2011. Na financování dřevěných exponátů se významně podílely Lesy ČR, projektovou dokumentaci finančně podpořil Mikroregion Uničovsko. Samotnou naučnou stezku krajinou památného Bradla vytvořila, realizovala a spolufinancovala obec Nová Hradečná (Obec Nová Hradečná 2017).

Zajímavostí pod skalním útvarem Bradlo je kamenná tramská chata Swenov (Příloha 5), která dle slov pana revírníka (Švéda, ústní sdělení) byla postavená v roce 1973 a od roku 2016 ji má na starost pan Dalibor Balut.



Obrázek 7 Bradelská vrchovina (zdroj: mapy.cz, 2023).

3.1.2. Vodstvo

Území Bradelské vrchoviny je odvodňováno ve východní části řekou Oskavou (III. řádu), na kterou se napojují menší říčky jako je Brabínek, Lukavice a Mýdlový potok (Špičáková 2010). Brabínek (IV. řádu) pramení v obci Lipinka a protéká celou obcí Nová Hradečná, kde se jako pravostranný přítok vlévá do Oskavy. Lukavice (IV. řádu) s délkou toku 13 km a plochou povodí 39,6 km² pramení u obce Pískov (Vlček et al. 1984).

Vodní toky na východní straně se řadí spíše k bezejmenným potokům, které stékají z vyšších poloh do koryt větších potoků. Říční síť je mnohem hustější oproti západní straně, jelikož se zde vyskytují krátké a meandrující vodoteče V. řádu (Špičáková 2010).

Západní svahy jsou odvodňovány řekou Rohelnicí (III. řádu), která pramení u obce Nedvězí a délka toku činí 14,3 km (Vlček et al. 1984). Celá oblast je součástí povodí řeky Moravy a náleží k úmoří Černého moře (Melzer et al. 1993).

Současný reliéf je výsledkem působení fluviálních pochodů, které jsou viditelné v místech vodních toků. Velký vliv na vodní toky má hlavně jarní tání sněhu, kdy stoupá hladina vody a zvyšuje se erozní činnost. V Bradelské vrchovině najdeme erozní, neckovitá a úvalovitá údolí. Erozní údolí se projevuje v horní a střední části údolí říčky Brabínek, který má v příčném profilu tvar V a nevyrovnaný spád. Neckovitému tvaru odpovídá tok řeky Rohelnice se strmými svahy a poměrně širokým dnem. Úvalovitým údolím protéká řeka Oskava se širším dnem a pozvolným spádem (Špičáková 2010).

3.1.3. Půda

V oblasti vrchoviny se vyskytuje několik půdních typů díky výškové členitosti reliéfu. Nejvíce zastoupeným půdním typem jsou hnědé půdy. V nižších polohách a na strmějších svazích plošně převažují kambizemě, které jsou typické pro lesní stanoviště. S přibývajícím nadmořskou výškou roste také kyselost půdy (Tomášek 1995). Na hřebenech se vyskytují typické kyselé kambizemě na rozsáhlých plochách. Úpatí svahů směrem k nížinám zaujímají na sprašových hlínách luvizemě a hnědozemě, které jsou velmi hodnotnými zemědělskými půdami (Tomášek 2007). Glejové fluvizemě s vysokým obsahem velkých valounů a štěrku jsou zastoupeny v nivách říčních údolí podél vodních toků (Culek 1996).

3.1.4. Klima

Česká republika a Slovensko je rozděleno do tří klimatických oblastí, na chladnou, mírně teplou a teplou oblast, kdy každá z nich se dělí do několika podoblastí. ČR se nachází v mírně teplé oblasti, která je rozdělena do jedenácti podoblastí. Podoblast MT 1 je nejchladnější s největším úhrnem srážek, naopak MT 11 je nejteplejší oblast s nejmenším úhrnem srážek (Quitt 1971).

Zájmové území Bradelské vrchoviny spadá do mírně teplé podoblasti MT 9, MT 10 (Quitt 1971). MT 9 je charakteristická teplým, suchým až mírně suchým dlouhým létem. Přechodné období je krátké s mírně teplým jarem a podzimem. Převažuje krátká, mírná, suchá zima s malým množstvím srážek a krátkou dobou trvání sněhové pokrývky. MT 10 se projevuje teplým, dlouhým létem s mírně teplým jarem a podzimem. Zima je mírně teplá a suchá, s velmi krátkým trváním sněhové pokrývky (Quitt 1971).

Z regionálně klimatologického hlediska celé území řadí E. Quitt (1975) do teplé klimatické oblasti T 2, což je oblast s teplým, suchým dlouhým létem a s krátkou mírně teplou, velmi suchou zimou, s velice krátkým trváním sněhové pokrývky (Quitt 1971).

Průměrný srážkový úhrn v letech 1961-1990 se v oblasti Bradelské vrchoviny pohyboval v rozmezí od 650 mm do 800 mm. Největšího srážkového úhrnu v rozmezí od 701 mm do 800 mm dosahoval oblouk centrálního hřbetu od obce Obědná po obci Klopina. Nejnižší průměrný úhrn srážek nepřesahoval 650 mm (Špičáková 2010).

Rok 2015 byl mimořádně teplý, ale také zároveň výrazně suchý a srážkově značně podnormální. Průměrný úhrn srážek dosáhl 531 mm (Čekal 2016). Rok 2018 překonal nejteplejší roky 2014 a 2015 s průměrnou teplotou 9,4 °C. Tento rok se stal nejteplejším rokem zaznamenaným na území ČR od roku 1961. Roční srážkový úhrn za rok 2018 se pohyboval okolo 522 mm (Crhová et al. 2019). Průměrný roční úhrn srážek v roce 2022 byl na území Moravy 591 mm. Srážkově nadnormální byl měsíc červen se srážkovým úhrnem 102 mm a měsíc září se srážkovým úhrnem 81 mm. Velmi suchým měsícem byl březen, kdy na území ČR spadlo v průměru 16 mm srážek (ČHMI 2022).

Dlouho trvající sucho a nedostatek dešťových srážek výrazně negativně ovlivnilo porosty rostoucí na Bradelské vrchovině a v okolí. Oslabené porosty se staly útočištěm pro lýkožrouta smrkového. Kůrovcová kalamita společně s vichřicí dle slov pana revírníka (Švéda, ústní sdělení) výrazně pozměnila krajinu na několik desítek let.

3.1.5. Fauna

Na území převažuje typická horská lesní fauna šumperského bioregionu 1.53, která je ovlivněná sousedícím horským jesenickým bioregionem (Špičáková 2010). Tekoucí vody spadají do pstruhového pásma (Culek et al. 2013). Původní fauna podobně jako i v jiných částech ČR je obohacena o několik zavlečených druhů: bažant obecný (*Phasianus colchicus*), daněk evropský (*Dama dama* L., 1758), jelen sika (*Cervus nippon*), králík divoký (*Oryctolagus cuniculus*), muflon evropský (*Ovis aries musimon*), a potkan obecný (*Rattus norvegicus*) (Melzer et al. 1993). Mezi významné druhy v bioregionu patří ježek západní (*Erinaceus europaeus*), plch lesní (*Dryomys nitedula*) a netopýr brvitý (*Myotis emarginatus*) (Culek et al. 2013).

V místních smrkových lesích se vyskytovalo velké množství mravenišť. Největší aktivní hnízdní kupa lesních mravenců rodu *Formica* se nacházela v ochranném pásmu smrku nesoucího název „Král Bradla“. Další mravenišťe se rozrůstalo v blízkosti cesty za studánkou Běžinka (Lesy ČR, cedulka u památného stromu).

Lesní mravenci rodu *Formica* jsou podle zákona č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, na celém území ČR zařazeni mezi zvláště chráněné živočichy v kategorii ohrožený druh (Bezděčka 2005; Werner a Wiezik 2007). V současnosti se velké hnízdní kupy mravenišť na území Bradelské vrchoviny již nevyskytují. Jedním z důvodů by mohl být dopad kůrovcové kalamity v oblasti vrchoviny, po které vznikly vyprahlé mýtiny beze stromů zarostlé třtinou křovištní.

3.1.6. Flóra

Bradelskou vrchovinu pokrývají acidofilní horské bučiny a smrčiny. Oblast se nachází v 2. bukodubovém, 3. dubobukovém a 4. bukovém lesním vegetačním stupni (LHP Šternberk 2010). Přírozená společenstva byla nahrazena ve velké míře smrkovými monokulturami stejně jako v ostatních částech České republiky. V oblasti vrchoviny převládají jehličnaté lesy s dominantními porosty smrku ztepilého (Tomášek 1995). Na obnovované ploše, po těžbě napadeného dřeva kůrovcem je hojně zastoupena třtina křovištní (LHP Šternberk 2020). V období vegetační sezóny roste na lokalitě např. sasanka pryskyřníková (*Anemone ranunculoides*), bez černý (*Sambucus nigra*), hloh (*Crataegus* sp.) a líska obecná (*Corylus avellana*) (Holínek et al. 1996).

Revír Bradlo

Vlastníkem lesních pozemků je Česká republika. Správcem tohoto majetku jsou Lesy České republiky, lesní správa Šternberk. Celková plocha porostní půdy v LHC Šternberk je 11 403,05 ha. Plocha pozemků určených k plnění funkcí lesa (PUPFL) je 11 663,29 ha. Revírníkem Bradla je pan Ing. Jiří Švéda (LHP Šternberk 2020). Plocha hospodářského lesa v rámci revíru Bradlo se rozkládala na rozloze 1 064,2 ha a plocha porostní půdy byla na rozloze 1 071,51 ha. Od roku 2020 je plocha porostní půdy na rozloze 1 064,68 ha (LHP Šternberk 2020). Dle Oblastního plánu rozvoje lesů (OPRL) se revír Bradlo rozkládá v pásmu ohrožení imisemi „D“ s nižším imisním zatížením (LHP Šternberk 2010).

Král Bradla

V centrální oblasti hřbetu vyrůstal památný strom nesoucí název „Král Bradla“. Smrk ztepilý byl vyhlášený 10. června 2004 a jeho stáří bylo odhadnuto na 100 až 120 let. Dosahoval úctyhodných rozměrů, kdy obvod kmene ve výšce 1,3 m činil 350 cm, výška stromu byla 39 m a šířka koruny 8 m. V roce 2009 se zlomil (Obrázek 8) a jeho kmen stále přirozeně trouchniví v lese (Obrázek 10). Důvodem zlomu byla zřejmě infekce kmene parazitickou dřevokaznou houbou václavkou (Culek 1996).

Pro porovnání, nejstarší objevený smrk pamatoval ještě vládu Karla IV. Nacházel se v karu Plešného jezera v I. zóně národního parku Šumava. Při výzkumu starých stromů Šumavy, který prováděli vědci z Mendelovy univerzity velice precizní metodou určili věk tohoto stromu na neuvěřitelných 623 let. Tento smrk se může pyšnit prvenstvím nejstaršího smrku v ČR a dost možná i ve střední Evropě. Smrk byl na svůj věk malý (20 m), což bylo způsobeno i tím, že se mu v prvních stoletích života nedařilo vyvíjet. V roce 1994 odumřel pravděpodobně za přispění kůrovce (Kadeřávková 2017).

Nejstarší žijící smrk na území ČR se nachází v národní přírodní rezervaci Šerák ve výšce 1 166 m n. m., na severovýchodním svahu pod vrcholem Keprník v Jeseníkách. Začal růst okolo roku 1520. Stáří stromu potvrdili vědci z Katedry ekologie lesa, lesnické a dřevařské fakulty České zemědělské univerzity v Praze (Chlápek, ústní sdělení).



Obrázek 8 Zlomený smrk ztepilý "Král Bradla" v roce 2009 (zdroj: mapy.cz, Jaroslav Štěpán, 2009).



Obrázek 9 Pozůstatek památného stromu, aktuální stav (zdroj: autor, duben 2023).



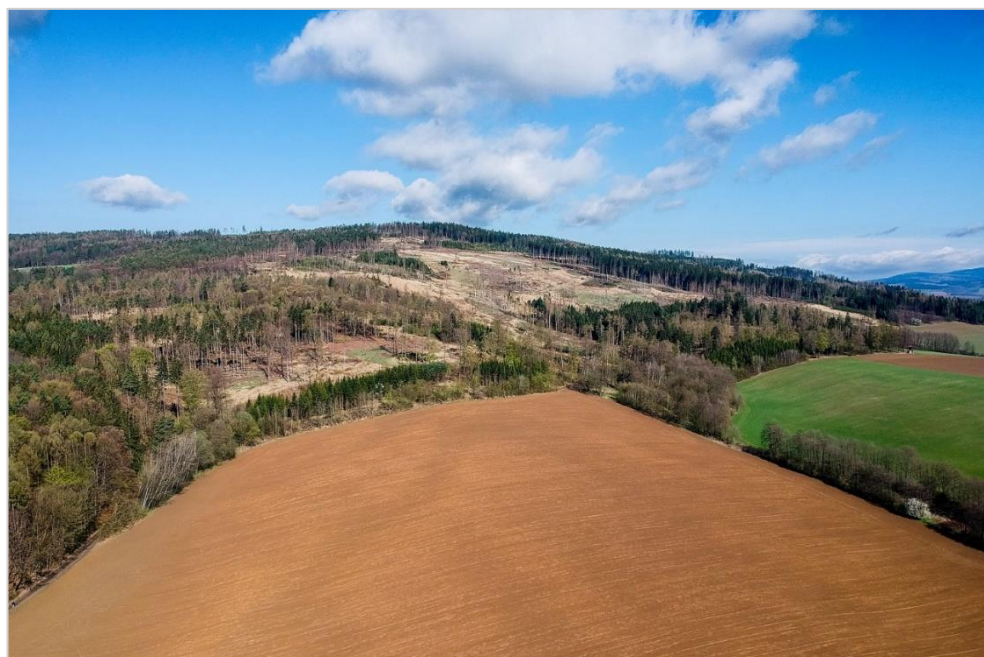
Obrázek 10 Trouchnivější kmen památného smrku, aktuální stav (zdroj: autor, duben 2023).

3.2. Dopad kůrovcové kalamity na vrchovinu

Největší tragédie, která postihla oblast Bradelské vrchoviny, začala v roce 2014. Na celém území ČR byl rok 2014 teplotně výrazně nadnormální. V tomto roce byla velmi slabá a relativně teplá zima s průměrnou teplotou 1,3 °C, přibližně čtvrtá nejteplejší zima za posledních 40 let (Vrabec et al. 2015). Sníh napadl na vrchovině začátkem prosince, kolem Vánoc roztál a následující týdny bylo teplé počasí. Další sněhová pokrývka se neudržela a srážek moc nenapadlo (Kronika obce Nová Hradečná). S příchodem jara se teploty udržovaly kolem 9,1 °C s malým množstvím srážek. Následující léto (2015) bylo opravdu horké s řadou tropických dnů, kdy průměrná denní teplota v měsících červenec a srpen dosahovala kolem 25 až 26,5 °C několik dní po sobě (Čekal et al. 2016).

Vlivem přetrvávajícího sucha, vysokých teplot a nízkého úhrnu dešťových srážek se vytvořily ideální podmínky pro rozmnožování a vývoj lýkožrouta smrkového. Další dopad měla březnová vichřice v roce 2018, která zničila i listnaté stromy. Popadaného a neodklizeného dřeva bylo tolik, že i lesáci nestíhali stromy zpracovávat. Do celé oblasti místních lesů byl nařízen zákaz vstupu (Kronika obce Nová Hradečná).

Odtěžením popadaných listnatých i jehličnatých stromů po vichřici a napadených stromů kůrovcem v oblasti Bradelské vrchoviny vznikla holá mýtina, kterou následně obsadila třtina křovištní.



Obrázek 11 Pohled z dronu na Bradelskou vrchovinu v roce 2018 (zdroj: Josef Mikula, 2018).

Oblast Bradelské vrchoviny je pravidelně zasažena i požáry (Příloha 7). Největší požár lesa (Obrázek 12) se stal 7. dubna v roce 2018, kdy shořelo 3,5 ha porostu a na místo bylo zapotřebí účasti devíti jednotek hasičů z místního okolí (SDH Troubelice 2018). Nejčastější příčinou požárů na lokalitě je neopatrnost člověka při vypalování klestí (Švéda, ústní sdělení).



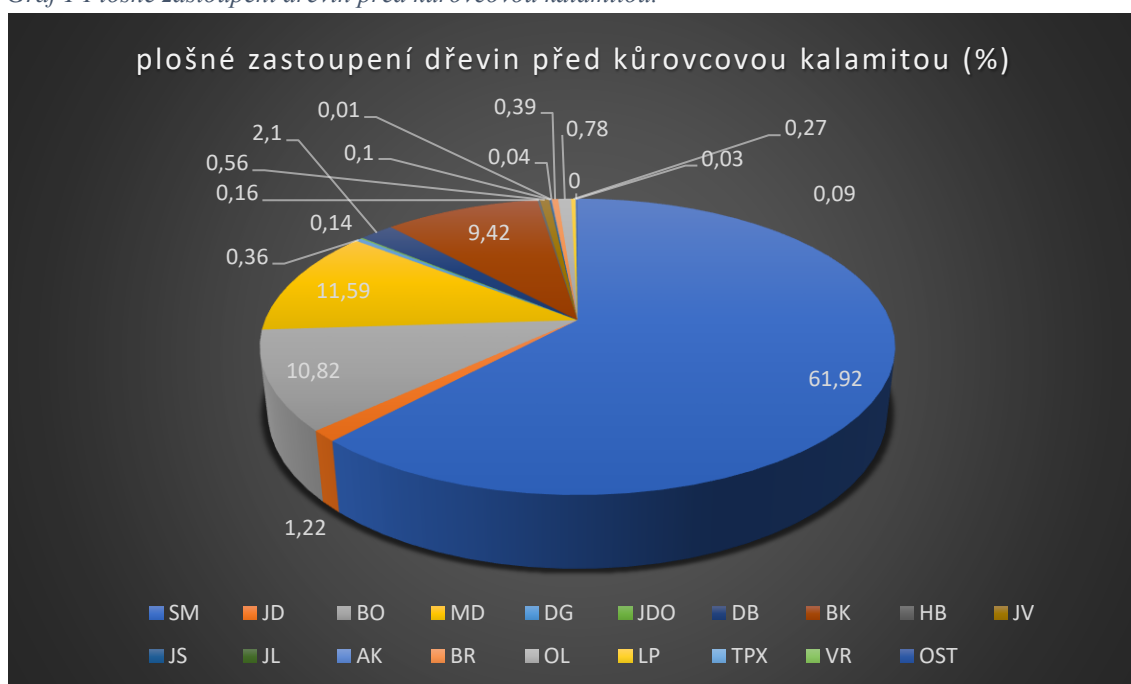
Obrázek 12 Největší požár v oblasti Bradelské vrchoviny (zdroj: Antonín Pekar, 2018).

Dřevinná skladba hospodářského lesa v revíru Bradlo před kůrovcovou kalamitou je popsána v následující tabulce (Tabulka 1) a graficky znázorněná v (Graf 1). Před kůrovcovou kalamitou byla Bradelská vrchovina porostlá z více jak 60 % smrkem ztepilým (198 656 m³ b. k.) na ploše 659 ha, dále modřínem opadavým (49 255 m³ b. k.) na ploše 123,36 ha, borovicí lesní (36 411 m³ b. k.) na ploše 115,13 ha a bukem lesním (18 965 m³ b. k.) na ploše 100,28 ha. Holina byla před kalamitou 7,31 ha.

Tabulka 1 Dřevinná skladba Bradelské vrchoviny před kůrovcovou kalamitou (LHP Šternberk 2010).

| BRADLO | | zásoba | | plocha | |
|-----------------------------|---------|----------------------|-------|-------------|-------|
| dřevina | zkratka | m ³ b. k. | % | ha | % |
| smrk ztepilý | SM | 198 656 | 62,89 | 659,00 | 61,92 |
| jedle bělokorá | JD | 3 374 | 1,07 | 12,94 | 1,22 |
| borovice lesní | BO | 36 411 | 11,53 | 115,13 | 10,82 |
| modřín opadavý | MD | 49 255 | 15,59 | 123,36 | 11,59 |
| douglaska | DG | 1 382 | 0,44 | 3,84 | 0,36 |
| jedle obr. | JDO | 424 | 0,13 | 1,54 | 0,14 |
| dub zimní | DB | 3 929 | 1,24 | 22,40 | 2,10 |
| buk lesní | BK | 18 965 | 6,00 | 100,28 | 9,42 |
| habr obecný | HB | 278 | 0,09 | 1,65 | 0,16 |
| javor mléč | JV | 635 | 0,20 | 5,93 | 0,56 |
| jasan ztepilý | JS | 217 | 0,07 | 1,05 | 0,10 |
| jilm vaz | JL | 36 | 0,01 | 0,13 | 0,01 |
| trnovník akát | AK | 90 | 0,03 | 0,42 | 0,04 |
| bříza bělokorá | BR | 528 | 0,17 | 4,13 | 0,39 |
| olše lepkavá | OL | 1 037 | 0,33 | 8,30 | 0,78 |
| lípa velkolistá | LP | 572 | 0,18 | 2,87 | 0,27 |
| topol | TPX | 43 | 0,01 | 0,28 | 0,03 |
| vrby | VR | 0 | 0 | 0,01 | 0,00 |
| ostatní | OST | 70 | 0,02 | 0,94 | 0,09 |
| celkem | - | 315 902 | 100 % | 1 064,2 ha | 100 % |
| holina | | | | 7,31 ha | |
| plocha porostní půdy celkem | | | | 1 071,51 ha | |

Graf 1 Plošné zastoupení dřevin před kůrovcovou kalamitou.

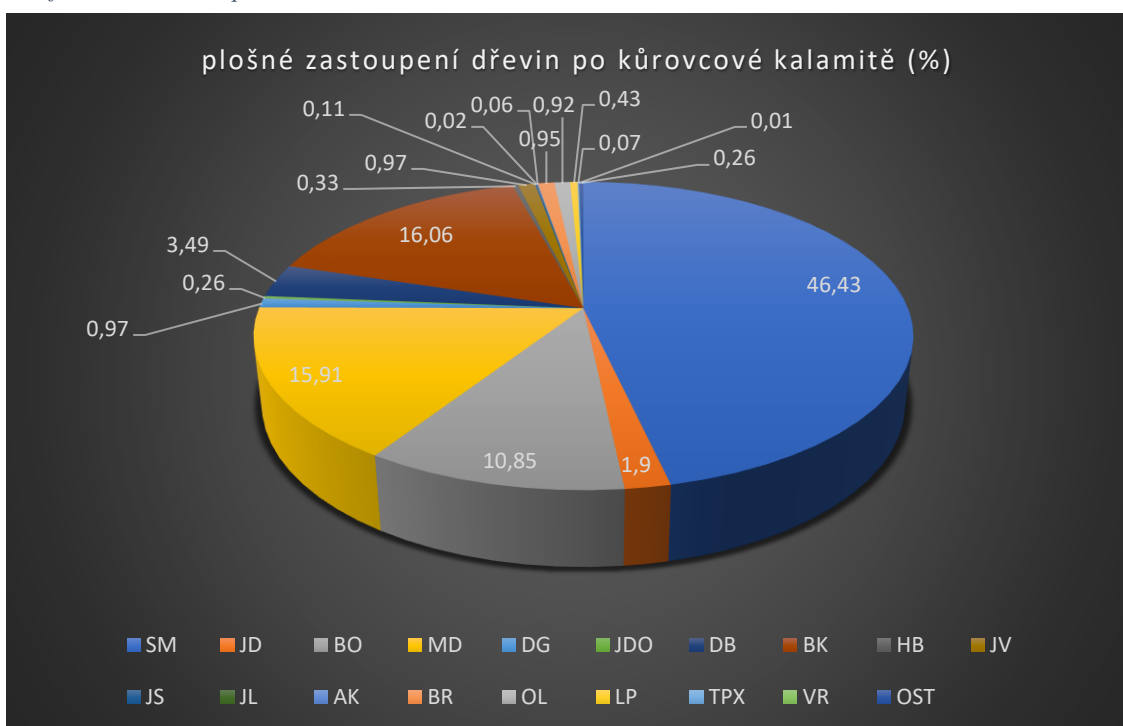


V tabulce (Tabulka 2) je popsána současná dřevinná skladba Bradelské vrchoviny. Z grafu (Graf 2) je patrné, že smrku ztepilého na území vrchoviny výrazně ubylo. Před kůrovcovou kalamitou byla zásoba smrku 198 656 m³ b. k., v současné době je aktuální zásoba okolo 103 226 m³ b. k. Celkové množství zásoby dřeva na lokalitě se uvádí dle slov pana revírníka (Švéda, ústní sdělení) v m³ bez kůry (m³ b. k.), jelikož samotná kůra může tvořit až 9 % objemu dřeva. Porostní plocha smrku ztepilého se snížila o 226,96 ha a postupně stále klesá. Přesto je smrk stále dominantní dřevinou vrchoviny (44,92 %) na ploše 432,04 ha. Druhou dřevinou rostoucí v oblasti je modřín opadavý (23,99 %), dále borovice lesní (14,33 %), buk lesní (9,3 %) a dub zimní (2,21 %). Nejmenší zastoupení mají na vrchovině vrby na ploše 0,03 ha. Holina se po odtěžení dřeva napadeného kůrovcem a odtěžením polomů po vichřici v roce 2018 rozšířila o 126,88 ha. Disturbance krajiny mělo za následek vzniku holé mýtiny, kterou velmi rychle obsadila a z velké části porostla třtina křovištní. V současné době nastává otázka, jak efektivně expanzivní třtinu z lokality odstranit, jelikož zabraňuje růstu a vývoji dalších druhů rostlin (Somodi et al. 2008; Mudrák et al. 2010).

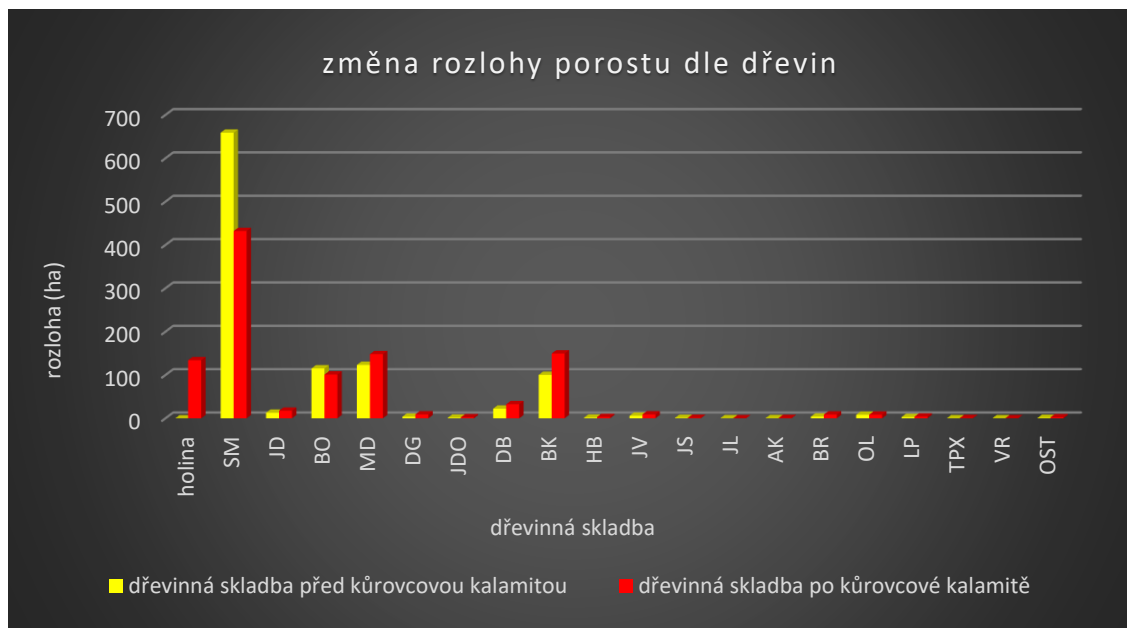
Tabulka 2 Dřevinná skladba Bradelské vrchoviny od roku 2020 (LHP Šternberk 2020).

| BRADLO | | zásoba | | plocha | |
|-----------------------------|---------|----------------------|-------|-------------|-------|
| dřevina | zkratka | m ³ b. k. | % | ha | % |
| smrk ztepilý | SM | 103 226 | 44,92 | 432,04 | 46,43 |
| jedle bělokorá | JD | 4 148 | 1,80 | 17,65 | 1,90 |
| borovice lesní | BO | 32 937 | 14,33 | 100,98 | 10,85 |
| modřín opadavý | MD | 55 140 | 23,99 | 148,08 | 15,91 |
| douglaska | DG | 2 393 | 1,04 | 9,07 | 0,97 |
| jedle obr. | JDO | 1 050 | 0,46 | 2,38 | 0,26 |
| dub zimní | DB | 5 088 | 2,21 | 32,47 | 3,49 |
| buk lesní | BK | 21 385 | 9,30 | 149,48 | 16,06 |
| habr obecný | HB | 355 | 0,15 | 3,05 | 0,33 |
| javor mléč | JV | 892 | 0,39 | 9,04 | 0,97 |
| jasan ztepilý | JS | 225 | 0,10 | 1,06 | 0,11 |
| jilm vaz | JL | 44 | 0,02 | 0,15 | 0,02 |
| trnovník akát | AK | 101 | 0,04 | 0,59 | 0,06 |
| bříza bělokorá | BR | 683 | 0,30 | 8,86 | 0,95 |
| olše lepkavá | OL | 1 168 | 0,51 | 8,52 | 0,92 |
| lípa velkolistá | LP | 747 | 0,33 | 3,98 | 0,43 |
| topol | TPX | 96 | 0,04 | 0,67 | 0,07 |
| vrby | VR | 1 | 0,01 | 0,03 | 0,01 |
| ostatní | OST | 144 | 0,06 | 2,39 | 0,26 |
| celkem | - | 229 823 | 100 % | 930,49 ha | 100 % |
| holina | | | | 134,19 ha | |
| plocha porostní půdy celkem | | | | 1 064,68 ha | |

Graf 2 Plošné zastoupení dřevin v revíru Bradlo od roku 2020.

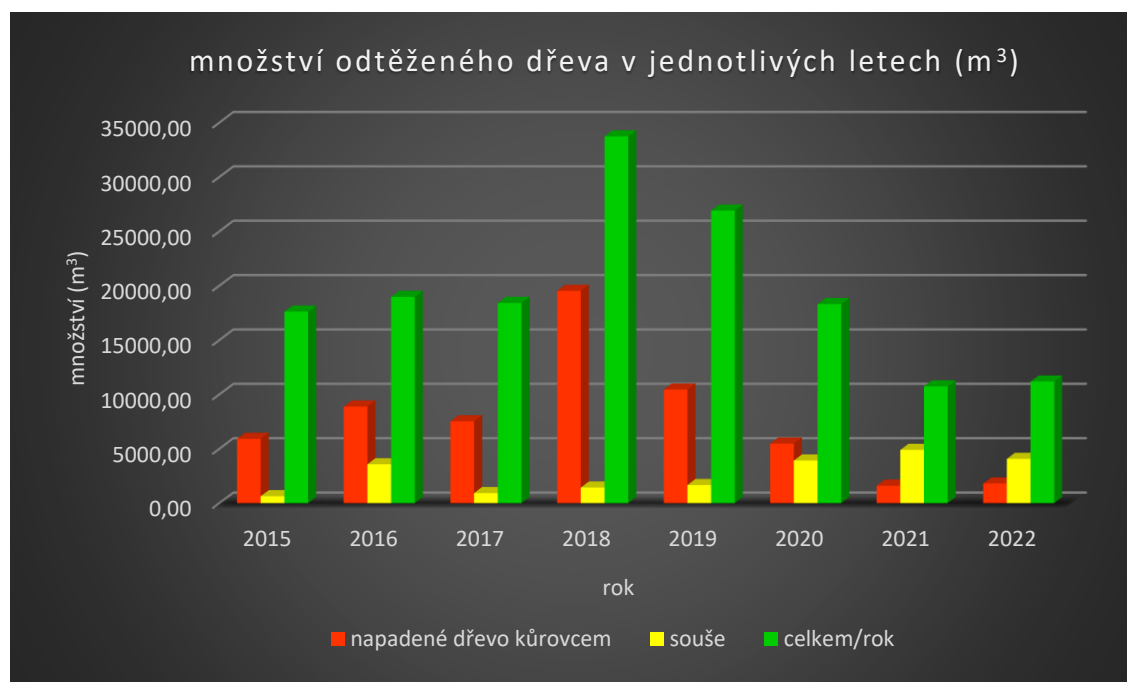


Graf 3 Změna rozlohy porostu dle dřevin před a po kůrovcové kalamitě.



V grafu (Graf 3) lze pozorovat úbytek plochy smrku ztepilého (SM) o 226,96 ha a borovice lesní (BO) o 14,15 ha. Po kůrovcové kalamitě začala výsadba melioračních dřevin, které jsou popsány dále v kapitole 3.3. V grafu je vyobrazen přírůstek porostní plochy u jedle bělokoré (JD) o 4,71 ha, modřínu opadavého (MD) o 24,72 ha a dubu zimního (DB) o 10,07 ha. Nejvíce se zvýšila porostní plocha u buku lesního (BK) o 49,2 ha. Holina výrazně narostla ze 7,31 ha na 134,19 ha.

Graf 4 Množství odtěženého dřeva z Bradelské vrchoviny.



V grafu (Graf 4) je znázorněné množství odtěženého dřeva v jednotlivých letech. Nejvíce se odtěžilo kůrovcového dřeva v roce 2018 (19 542 m³) a dohromady se za rok 2018 vytěžilo 33 745 m³ dřeva, což bylo nejvíce za celou dobu od r. 2015 do r. 2022. Důvodem takového nárůstu vytěženého dřeva za rok 2018 na území vrchoviny byla kůrovcová kalamita, březnová vichřice, která poničila i listnaté stromy ve velkém množství. Dále dlouhotrvající nedostatek srážek, vysoké teploty, a zavčas neodklizené polomové dříví, jež se stalo ideálním útočištěm pro vývoj lýkožrouta smrkového (Švéda, ústní sdělení). Nejméně kůrovcového dřeva (1 619 m³) se vytěžilo v roce 2021.

Z tabulky (Tabulka 3) je také vidět, že přibývá suchých stromů tzv. souší. Nejvíce vytěžených suchých stromů bylo v roce 2021 (4 912 m³) a nejméně v roce 2015 (651 m³). Z tabulky můžeme pozorovat, že kůrovcová kalamita je v útlumu. Nastává však další problém, který je způsobený jednak změnou klimatu, dlouhotrvajícím suchem, vysokými teplotami, nedostatkem srážek, ale i imisemi (LHP Šternberk 2020). Lesní porosty chřadnou a usychají. Za rok 2021 a 2022 se výrazně zvýšila těžba suchých stromů oproti předešlým rokům.

Celkově se od roku 2015-2022 vytěžilo 61 293 m³ dřeva napadeného kůrovcem a 21 228 m³ uschlých stromů (souše), dohromady tedy 82 521 m³. V revíru Bradlo se za osm let vytěžilo celkem 155 977 m³ dřeva.

Tabulka 3 Množství odtěženého dřeva za období od roku 2015-2022.

| rok | napadené dřevo kůrovcem (m ³) | souše (m ³) | kůrovec + souše (m ³) | celkem/rok (m ³) |
|--------|---|-------------------------|-----------------------------------|------------------------------|
| 2015 | 5 930 | 651 | 6 581 | 17 627 |
| 2016 | 8 900 | 3 588 | 12 488 | 18 988 |
| 2017 | 7 537 | 936 | 8 473 | 18 429 |
| 2018 | 19 542 | 1 443 | 20 985 | 33 745 |
| 2019 | 10 458 | 1 677 | 12 135 | 26 926 |
| 2020 | 5 488 | 3 935 | 9 423 | 18 321 |
| 2021 | 1 619 | 4 912 | 6 531 | 10 751 |
| 2022 | 1 819 | 4 086 | 5 905 | 11 190 |
| celkem | 61 293 | 21 228 | 82 521 | 155 977 |

Na obrázcích v příloze (Příloha 2, Příloha 3 a Příloha 4) lze sledovat vývoj kůrovcové kalamity a rozšiřování holiny na Bradelské vrchovině od roku 2001 až po současnost.

3.3. Management

Hlavním cílem obnovy a starostlivosti o lokalitu je vytvoření stabilního, věkově, druhově a prostorově kvalitního smíšeného lesa. Během posledního decennia se výrazně zhoršil stav i listnatých porostů. Bylo zaznamenáno chřadnutí lípy velkolisté (*Tilia platyphyllos*), jasanu ztepilého (*Fraxinus excelsior*), břízy bělokoré (*Betula pendula*) a dubu zimního (*Quercus petraea*). Největší vliv na lokalitu Bradelské vrchoviny mělo dlouhotrvající sucho, kůrovcová kalamita a vichřice (LHP Šternberk 2020).

Při obnově porostů mýtními úmyslnými těžbami se na LHC Šternberk v revíru Bradlo využívá hospodářský způsob holosečný maloplošný v kombinaci s násečným podrostmím. Velmi často se využívá účelově výběrná seč. Velký důraz se klade na práci s přirozenou obnovou geneticky vhodných lesních dřevin všude tam, kde to podmínky a okolnosti dovolují. Na zalesnění lesa se využívá přirozeného zmlazení dřevin, skupinovitého mísení dřevin a výsadba dubu zimního, buku lesního a borovice lesní. Na velkých kalamitních holinách se preferuje s ohledem na následnou péči řadové mísení dřevin (LHP Šternberk 2020).

Umělá obnova lesa se uplatňuje všude tam, kde přirozenou obnovu nelze využít, nebo tam, kde přirozená obnova nebyla úspěšná. Při umělé obnově lesa se používají počty sazenic v souladu s vyhláškou MZe č. 139/2004 Sb. (Švéda, ústní sdělení).

Mezi meliorační a zpevňující dřeviny se řadí stromy, které mnohem lépe odolávají škodlivým činitelům (sníh, vítr, déšť) než jiné dřeviny. Zvyšují odolnost celého lesa proti sesuvům a erozím. Vlastnosti dřevin jsou dány stavbou těla stromu, pružností, pevností dřeva a také způsobem jakým koření v půdě (Šindelář et al. 2007; Dostál, ústní sdělení).

Meliorační a zpevňující dřeviny (MZD) v revíru Bradlo:

- BR – bříza bělokorá (*Betula pendula*)
- BK – buk lesní (*Fagus sylvatica*)
- DG – douglaska (*Pseudotsuga*)
- DB – dub zimní (*Quercus petraea*)
- HB – habr obecný (*Carpinus betulus*)
- JV – javor mléč (*Acer platanooides*)
- JD – jedle bělokorá (*Abies alba*)
- LP – lípa srdčitá (*Tilia cordata*)
- JS – jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*)

Ochrana lesa dále spočívá v boji s kůrovcem a ostatními hmyzími škůdci, hlodavci, větrem, mrazem, sněhem a pilatkami. Na ochranu proti poškozování dřevin zvěří se staví oplocenky, dále se využívá individuální mechanická ochrana, repelentní nátěry a pachové ohradníky. Dále probíhá ochrana dřevin proti konkurující vegetaci – vyžínání, výsek, ošlapávání a mechanická ochrana (LHP Šternberk 2020).

Odumřelé dřevo je společně s půdou nejbohatším místem lesního ekosystému. Představuje pro řadu organismů zdroj potravy nebo místo pro život. Útočiště zde najdou savci, ptáci, plazi, obojživelníci, kroužkovci, pavouci i hmyz. Dále se zde objevují různé druhy mechů, lišejníků, bakterií, hub i semenáčků rostlin. Houby zastávají důležitou roli v rozkladu organické hmoty a významně se podílejí na koloběhu živin v přírodě. Tlející dřevo je důležité zejména pro růst a přežívání mladých stromků, jelikož vzniká vhodný substrát s dostatkem živin a vláhy. Dále také chrání mladé stromky před konkurencí okolních trav nebo před tlakem sněhu (Kučera a Černý 2008).

3.4. Metody sběru dat

Při zpracování diplomové práce bylo využito hned několik metod práce. Základní použitá metoda zahrnovala studium literárních pramenů a publikací vztažených ke zkoumané lokalitě Bradelské vrchoviny. V diplomové práci Geomorfologické poměry Bradelské vrchoviny se Špičáková (2010) snažila popsat přírodní i antropogenní geomorfologické tvary a jevy na daném území. Tato diplomová práce posloužila jako cenný zdroj informací, jelikož k oblasti Bradelské vrchoviny je literatury velmi málo. Pravděpodobně je to způsobeno relativně malou rozlohou území i blízkostí významnějších vrchovin a jejich nejvyšších vrcholů v Nížkém a Hrubém Jeseníku (Špičáková 2010).

K obohacení a upřesnění poznatků z literatury a podkladových map byla využita další metoda tzv. metoda interview. Cenné informace a rady mi byly předány paní Ing. Martou Novákovou, starostkou obce Nová Hradečná. Dále s panem Ondřejem Dostálem, referentem pro katastr a restituce z lesní správy Šternberk, jsem nahlédla do lesní hospodářské knihy a pozemkových map revíru Bradlo. Pan Ing. Jiří Švéda, revírník Bradla z lesní správy Šternberk, poskytl textovou část LHP Revír Bradlo, LHC Šternberk s platností od 01.01.2010 do 31.12.2019 a textovou část LHP Revír Bradlo, LHC Šternberk s platností od 01.01.2020 do 31.12.2029. Z těchto dvou publikací bylo možné čerpat informace ohledně druhové skladby dřevin před kůrovcovou kalamitou a po kůrovcové kalamitě. Dále proběhla metoda terénního průzkumu lokality, kdy jsme s panem revírníkem řešili management zasažené oblasti, výsadbu dřevin a problematiku rozrůstající se třtin křovištní.

Nejdůležitější metodou při zpracování diplomové práce byl vlastní terénní výzkum, který se uskutečnil na území Bradelské vrchoviny v období od měsíce března do listopadu roku 2022. Terénní výzkum probíhal pomocí metody zemních pastí, která patří mezi nejrozšířenější, efektivní a velmi praktickou metodu (Tuf 2013). Výhodou je její funkčnost i za nepřítomnosti výzkumníka (Tuf a Tufová 2002). Jedná se tedy o velmi oblíbenou metodu sběru vzorků (Pekár 2002).

3.4.1 Příprava materiálu na zemní pasti

Na přípravu zemních pastí se nachystalo 35 PET lahví od RELAX džusu o objemu 1 litru, průměru okolo 7 cm a výšce 26 cm. Na každou PET láhev se nalepil papírový barevný štítek s číslem pasti pro rozlišení lokality (Obrázek 14). Přes štítek se ještě nalepila izolepa, aby nedocházelo k jeho poničení od vnějšího okolí, jelikož celá láhev se zakopala do země. Dno PET láhve se odřízlo.



Obrázek 13 Materiál na přípravu zemních pastí, PET láhve od RELAX džusu (zdroj: autor, 2022).



Obrázek 14 Připravená první várka zemních pastí, rozlišené od sebe barevnými štítky (zdroj: autor, 2022).



Obrázek 15 Odříznuté dno PET láhve (zdroj: autor, 2022).

3.4.2. Instalace a rozmístění zemních pastí

Pomocí rýče a motyčky se vykopala na vybraném místě díra hluboká asi 25 cm, do které se vložila očíslovaná plastová PET láhev modrým víčkem směrem dolů. Ještě před vložením se hrdlo s víčkem pořádně utáhlo, aby nedošlo k úniku konzervační tekutiny. Do zakopané PET láhve se nalil pomocí nálevky 4% formaldehyd o objemu 500 ml. Horní okraj nádoby nesměl vyčnívat nad úroveň terénu, a to z toho důvodu, aby se do

pasti zachytilo co nejvíce po povrchu pohybujících se živočichů. Prostředí kolem pasti se zarovnal, přikrylo trávou, listím nebo větvičkami, jelikož terénní nerovnosti a překážky snižují množství úlovků v zemních pastech (Adis 1979). Nad zakopanou zemní past se instalovala stříška (pomocí kůry, dřeva, plochých kamenů). Stříška sloužila jako ochrana před spadem listím a většímu množství dešťových srážek, aby nedocházelo k naředění konzervační tekutiny (Tuf 2013). V blízkosti pasti se zatloukl do země 50 cm dřevěný kolík, jehož konec byl natřený modrou barvou, pro lepší viditelnost a dohledatelnost pasti. Pokud byla v blízkosti větev stromu, přivázala se ještě kolem ní červená stuha.

3.4.3. Sběr materiálu

Zemní pasti byly instalované do půdy od měsíce března do listopadu roku 2022. Po dvou týdnech probíhala kontrola místa a výběr materiálu z pastí. Z PET láhve se materiál přelil do plastového obalu a vyprázdněná past se znovu vrátila na stejné místo s nově nalitou fixační tekutinou. Za uvedenou dobu proběhlo celkem 16 výběrů z 35 zemních pastí. Po dobu terénního výzkumu docházelo i k poškození zemních pastí zvěří nebo člověkem. Ze zničených pastí se materiál nevybíral, pasti se považovaly za znehodnocené a musely se znovu obnovit. Dohromady bylo za celou dobu probíhajícího terénního výzkumu zničeno 45 pastí, což je 9 % z celkového množství vybraných vzorků.

Nasbíraný materiál se očistil a roztřídil podle taxonomických skupin. Vzorky se uložily do zavařovacích sklenic s připraveným 75% denaturovaným alkoholem. Po určení jedince se vložila do eppendorfové zkumavky popsaná etiketa s číslem pasti. Na závěr se pomocí pinzety vložil jedinec a zkumavka se zalila připraveným 75% denaturovaným alkoholem.

3.5. Lokality

Místo pro výzkum diplomové práce bylo vybráno na území Bradelské vrchoviny, která byla zasažená kůrovcovou kalamitou, vichřicí a rozsáhlým požárem. Oblast se nenachází v chráněném území, pouze okolí vrcholu Bradlo je vyhlášeno jako chráněné území geodetického bodu (ČÚZK 2000). V zájmovém území se vybralo 6 modelových lokalit. Celkově se do půdy instalovalo 35 zemních pastí, které se rozmístily na území náhodně (Obrázek 16). Na zemní pasti se nalepily barevné štítky pro rozlišení typu lokality.

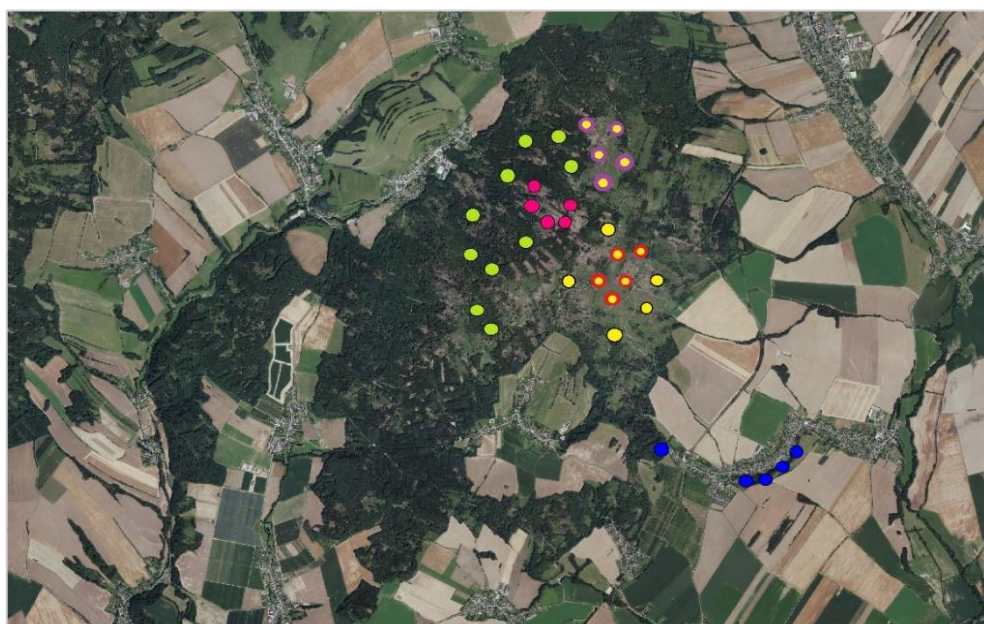
Tabulka 4 Rozdělení pastí podle barevných štítků.

| štítek | lokality |
|---------------|---|
| zelený | nezasažený les |
| žlutý | odlesněná plocha porostlá třtinou křovištní |
| žluto-červený | požár |
| růžový | plocha porostlá ostružiníkem |
| žluto-fialový | plocha postižená vichřicí, odlesněná plocha, porostlá třtinou křovištní |
| modrý | extravilán |

Tabulka 5 Datумы výběrů v jednotlivých měsících.

| měsíc | výběr |
|----------|---------------------|
| březen | 11-13.03. 25-27.03. |
| duben | 08-10.04. 22-24.04. |
| květen | 06-08.05. 20-22.05. |
| červen | 03-05.06. 17-19.06. |
| červenec | 29-31.07. |
| srpen | 19-21.08. |
| září | 09-11.09. 23-25.09. |
| říjen | 07-09.10. 21-23.10. |
| listopad | 04-06.11. 18-20.11. |

Pomocí mobilní aplikace My GPS Coordinates verze 5.09 se zapisovaly souřadnice umístění zemních pastí a pomocí aplikace Moje souřadnice verze 2.8.19 se zpracovaly mapy rozmístění zemních pastí.



Obrázek 16 Rozmístění všech zemních pastí v oblasti Bradelské vrchoviny.

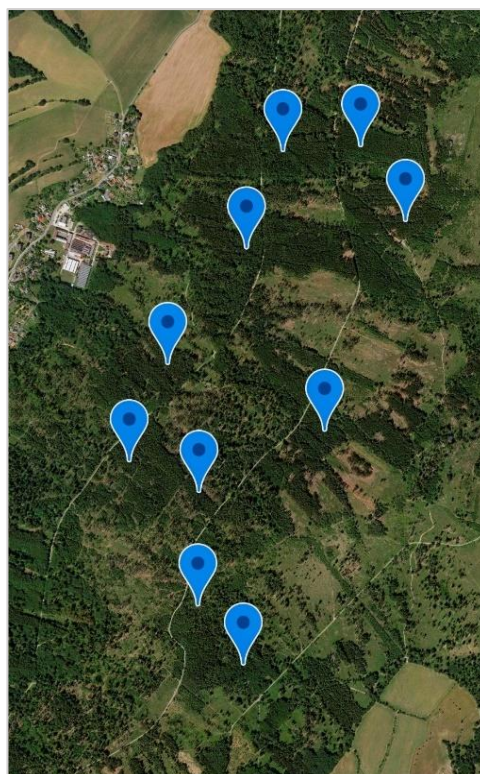
3.5.1. Nezasažený les

Dominantní dřevinou lesa je monokultura smrku ztepilého, dále na území roste buk lesní (*Fagus sylvatica*), modřín opadavý (*Larix decidua*), borovice lesní (*Pinus sylvestris*), dub zimní (*Quercus petraea*), jedle bělokorá (*Abies alba*), javor mléč (*Acer platanoides*) a v menší míře i další druhy. Opadanka je přítomná na celém lesním území.

Do nezasaženého lesa se náhodně rozmístilo 10 zemních pastí, označené zeleným štítkem s čísly 1–5; 26–30. Souřadnicový systém ZP je uveden v příloze (Příloha 8).



Obrázek 17 Lokalita les (zdroj: autor, 2022).



Obrázek 18 Rozmístění ZP v lese (zdroj: aplikace Moje souřadnice verze 2.8.19).

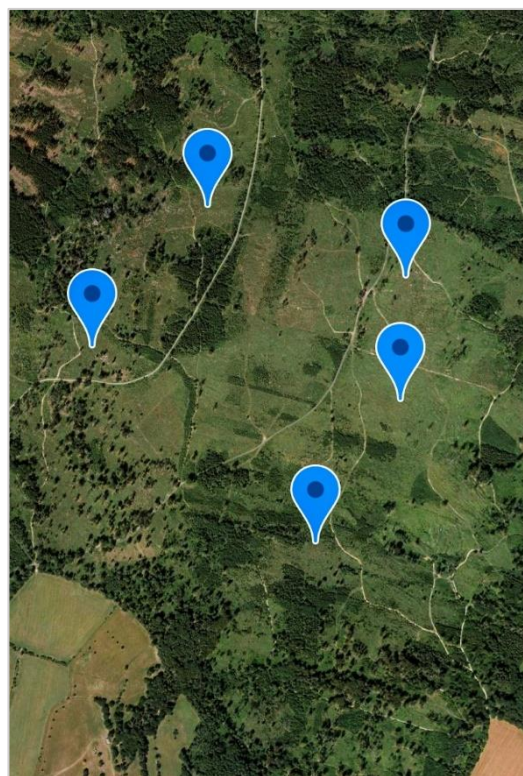
3.5.2. Odlesněná plocha porostlá třtinou křovištní pod Bradlem

Odlesněná plocha po kůrovcové kalamitě je porostlá dominantní třtinou křovištní, která roste na velké části zasažené vrchoviny. Ohrožuje růst a vývoj mladých stromků, odebírá vláhu a ovlivňuje půdní mikroklima (Sedláková et al. 2001). Produkuje velké množství husté biomasy, která zabraňuje růstu a vývoji dalších druhů rostlin (Somodi et al. 2008; Mudrák et al. 2010; Pruchniewicz a Żołnierz 2022). Dále lokalitu porůstají zasažené meliorační dřeviny a torza suchých stromů.

Na kalamitní plochu se náhodně rozmístilo 5 zemišních pastí, označené žlutým štítkem s čísly 6–10. Souřadnicový systém ZP je uveden v příloze (Příloha 8).



Obrázek 19 Lokalita pod Bradlem porostlá třtinou křovištní, (zdroj: autor, 2022).



Obrázek 20 Rozmístění ZP na odlesněné ploše (zdroj: aplikace Moje souřadnice verze 2.8.19).

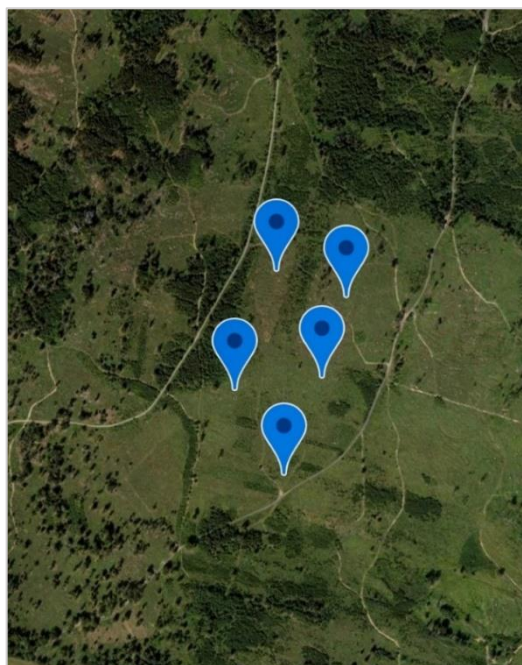
3.5.3. Požár

Od roku 2012 se v zájmové oblasti Bradelské vrchoviny vyskytují požáry pravidelně každým rokem (Příloha 7). Největší požár se stal dne 7. dubna v roce 2018, kdy ve 14:14 h vyjely jednotky hasičů k požáru lesního porostu. Zasaženo bylo 3,5 ha a na jeho zdolání bylo zapotřebí účasti devíti jednotek hasičů z místního okolí (SDH Troubelice 2018). Lokalita je v dnešní době porostlá třtinou a zbytky ohořelého, trouchnivějícího dřeva.

Na ploše, která byla zasažena požárem se instalovalo 5 zemních pastí, označené žlutým štítkem s červeným proužkem s čísly 11–15. Souřadnicový systém umístění ZP je uveden v příloze (Příloha 8).



Obrázek 21 Lokalita zasažená požárem
(zdroj: autor, 2022).



Obrázek 22 Rozmístění ZP na lokalitě zasažené
požárem (zdroj: aplikace Moje souřadnice
verze 2.8.19).

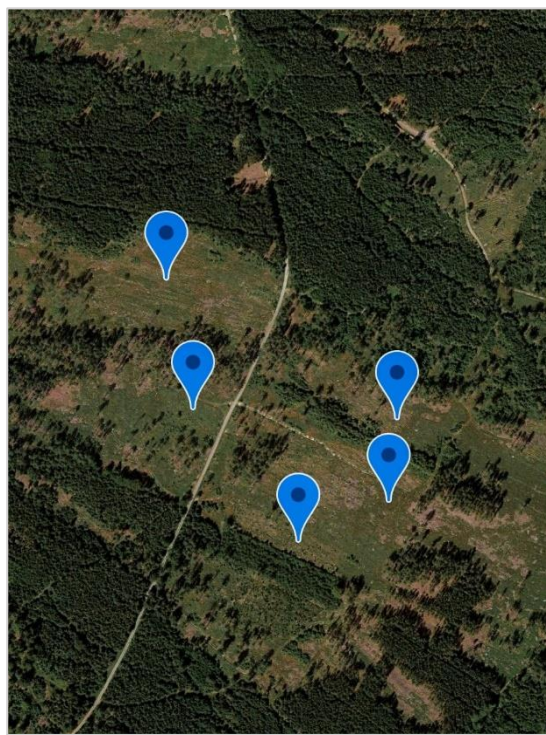
3.5.4. Lokalita porostlá ostružiníkem

V zájmovém území se nachází také výrazné křovinaté plochy s převažující dřevinou ostružiníku (*Rubus* sp.) z čeledi Rosaceae, který v krajině vytváří husté a velmi odolné porosty na okrajích lesů. Šíří se pomocí oddenků, kterými rozšiřuje svou plochu výskytu (Šamánková 2015). Ostružiník stíní a ubírá životní prostor. K potlačování ostružiníku se využívá mechanického vyžínání křovinořezy nebo chemického postřiku herbicidy. Moderní herbicidy nezanechávají v půdě nežádoucí látky a nejsou jedovaté pro lesní zvěř, včely a ryby. Podle použití účinné látky se růst a vývoj ostružiníku omezí nebo se rostlina zcela zlikviduje. Každý ze způsobů likvidace má své výhody i nevýhody. Jakým způsobem se bude likvidovat daný porost rozhoduje lesní hospodář – revírník. Ochrana mladých lesních porostů proti hospodářské nežádoucí složce přízemní vegetace je po zalesnění hned druhou finančně nejnáročnější činností při obnově lesních porostů (Švéda, ústní sdělení).

Na této lokalitě bylo rozmístěno 5 zemních pastí. Pasti byly označené růžovým štítkem s čísly 16–20. Souřadnicový systém umístění ZP je uveden v příloze (Příloha 8).



Obrázek 23 Okrajová oblast lesa pokrytá ostružiníkem (zdroj: autor, 2022).



Obrázek 24 Rozmístění ZP v oblasti s výskytem ostružiníku (zdroj: aplikace Moje souřadnice verze 2.8.19).

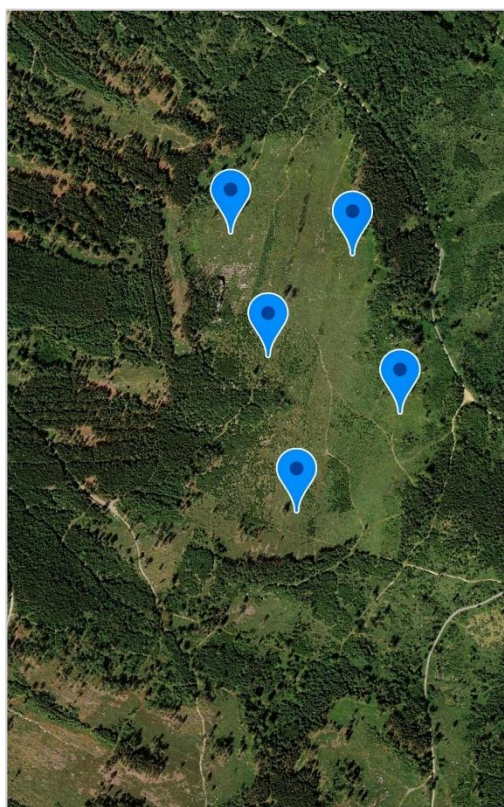
3.5.5. Tři kameny, oblast zasažená vichřicí

Zájmová lokalita byla v březnu 2018 silně zasažená vichřicí, postižená kůrovcovou kalamitou a následně odlesněná. Tato oblast byla vybrána i z důvodu, že se zde nacházel památných smrk „Král Bradla“, jehož kmen stále přirozeně trouchniví na daném místě. Jedna past byla umístěna v těsné blízkosti trouchnivějícího kmene. Na obrázku je past znázorněná vpravo dole (Obrázek 26). Skalní útvar Tři kameny obklopují torza uschlých stromů smrku ztepilého a oblast je porostlá třtinou křovištní. Na lokalitě se místy nachází trouchnivějící stromy po větrné vichřici v roce 2018.

Na zájmovou plochu se náhodně rozmístilo 5 zemních pastí, které se označily žlutým štítkem s fialovým proužkem s čísly 21–25. Souřadnicový systém umístění ZP je uveden v příloze (Příloha 8).



Obrázek 25 Lokalita Tři kameny (zdroj: autor, 2022).



Obrázek 26 Rozmístění ZP na lokalitě Tři kameny (zdroj: aplikace Moje souřadnice verze 2.8.19).

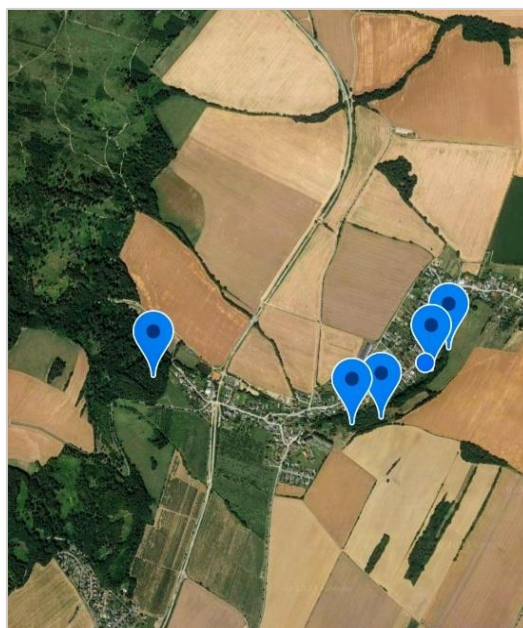
3.5.6. Extravilán

Na lokalitě kolem obce Nové Hradečné se nachází smíšený porost s dominantním zastoupením dřevin dubu zimního (*Quercus petraea*), olše lepkavé (*Alnus glutinosa*) a lípy velkolisté (*Tilia platyphyllos*). Keřové patro je tvořeno dominantní lískou obecnou (*Corylus avellana*) a růží šípkovou (*Rosa canina*). V bylinném patře je hojně zastoupena kopřiva dvoudomá (*Urtica dioica*) a svízel přířula (*Galium aparine*).

V extravilánu se zakopalo náhodně 5 zemních pastí, které se označily modrým štítkem s čísly 31–35. Souřadnicový systém umístění ZP je uveden v příloze (Příloha 8)



Obrázek 27 Smíšený porost lesa v extravilánu
(zdroj: autor, 2022)



Obrázek 28 Rozmístění ZP v extravilánu (zdroj: aplikace Moje souřadnice verze 2.8.19).

3.6 Zpracování dat

Základní analýza dat proběhla v programu MS Excel. Do tabulek byly přepsány velikosti úlovků modelových skupin z jednotlivých výběrů a ty posloužily k vyhodnocení velikosti průměrného úlovku a jejich srovnání mezi jednotlivými plochami. Tyto úlovky byly vizualizovány pomocí grafů.

V programu Excel byly také testovány statistické významnosti mezi zmíněnými úlovkami. Pro základní posouzení byla využita jednofaktorová ANOVA. Pokud byl její výsledek signifikantní (tj. pokud se úlovek alespoň z jedné plochy odlišoval statisticky signifikantně od úlovku z nějaké jiné plochy), byly použity Tukeyho testy pro testování významnosti rozdílů mezi úlovkami modelových skupin všech dvojic studijních ploch.

Další analýzy proběhly v programu CANOCO, verze 5.0. Jako závislé proměnné vstupovaly do analýzy úlovky modelových skupin z jednotlivých pastí, to byla druhová data. Jako nezávislé proměnné vstupovaly do analýzy jednotlivé plochy, to byla environmentální data. S ohledem na krátkou délku gradientu v druhových datech se zvolila lineární metoda analýzy, a proto byla vybrána Redundantní analýza (RDA). Statistický význam vypočteného modelu byl ověřen pomocí Monte Carlo permutačního testu s 499 opakováními. Význam jednotlivých environmentálních proměnných byl testován pomocí funkce *forward selection*, která spočítala nejprve výpovědní hodnotu každého faktoru zvlášť a poté jejich přínos pro celkový model.

4 Výsledky

V zájmové oblasti Bradelské vrchoviny se dohromady instalovalo 35 zemních pastí, ze kterých se následně vybíral zachycený materiál. Celkově se provedlo 16 výběrů z každé modelové plochy. Pro lokalitu les se mohlo získat 160 odebraných vzorků a na ostatních plochách se mohlo odebrat 80 vzorků (celkem tedy 560 vzorků). Za celou dobu terénního výzkumu (celkem 254 dní) bylo poškozeno 9 % pastí (45 vzorků). V konečné verzi se pracovalo s 515 odebranými vzorky.

Tabulka 6 Přehled získaných vzorků ze zemních pastí na vybraných lokalitách.

| | les | třtina | požár | ostružiník | vichřice | extravilán | celkem |
|---------------------------------|-----|--------|-------|------------|----------|------------|--------|
| počet pastí | 10 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 35 |
| počet výběrů | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 96 |
| počet zničených pastí | 12 | 6 | 4 | 3 | 11 | 9 | 45 |
| celkový počet odebraných vzorků | 148 | 74 | 76 | 77 | 69 | 71 | 515 |

4.1. Početnost a složení vytríděných vzorků

Ze zemních pastí na modelových lokalitách se podařilo dohromady vytrídít celkem 10 235 jedinců. Z tohoto množství se určilo 8 839 zástupců epigeonu (Tabulka 8). Největší počet jedinců se nasbíral v nezasaženém lese, naopak nejméně se vybralo ze zemních pastí na lokalitě zasažené požárem (Tabulka 7). Po přepočítání početnosti jedinců na jeden odběr vyšlo, že nejvyšší zastoupení jedinců epigeonu bylo v extravilánu obce Nové Hradečné, a naopak nejméně se nachytilo na ploše, která byla zasažena požárem.

Tabulka 7 Celkový počet jedinců a počet odběrů ze zemních pastí na daných lokalitách v období od března do listopadu r. 2022.

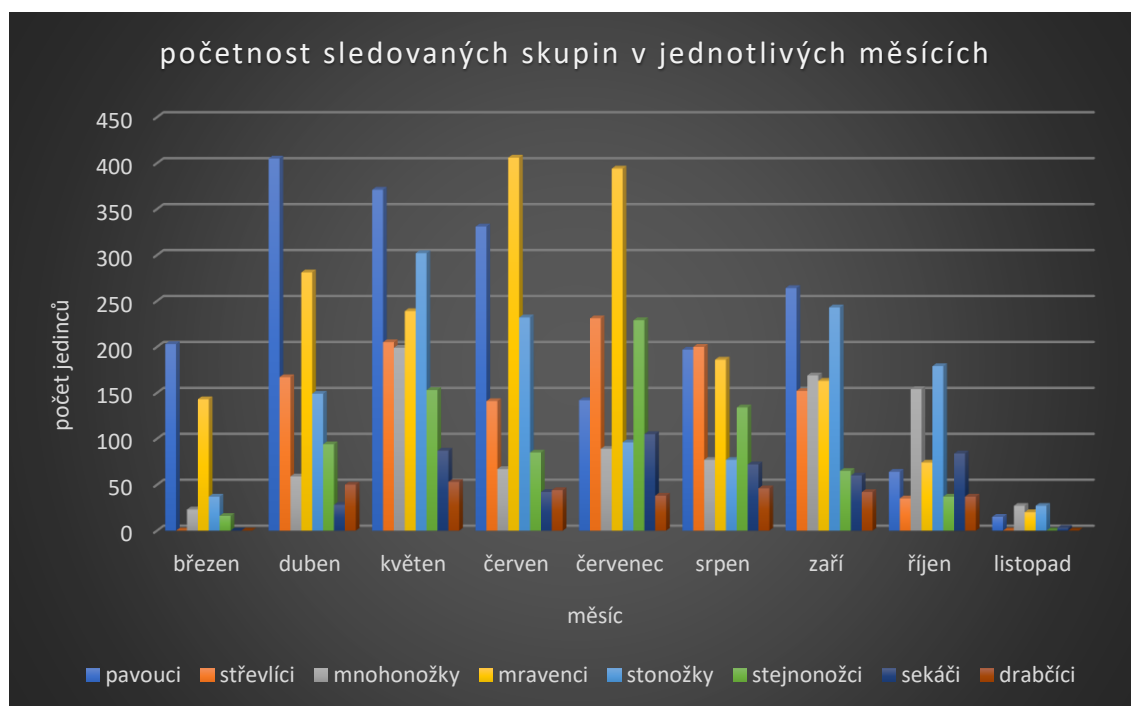
| lokalita | počet jedinců | počet odběrů | počet jedinců na odběr |
|------------|---------------|--------------|------------------------|
| les | 2 537 | 148 | 17,14 |
| třtina | 1 328 | 74 | 17,95 |
| požár | 1 001 | 76 | 13,17 |
| ostružiník | 1 070 | 77 | 13,89 |
| vichřice | 1 029 | 69 | 14,91 |
| extravilán | 1 874 | 71 | 26,39 |
| | 8 839 | 515 | 17,16 |

Z tabulky (Tabulka 8) je patrné, že z celkového množství 8 839 jedinců epigeonu na území Bradelské vrchoviny měli největší zastoupení pavouci (22,5 %), dále to byli mravenci (21,6 %) a nejméně se do zemních pastí zachytilo drabčičků (3,5 %).

Tabulka 8 Početnost odchycených jedinců epigeonu na vybraných lokalitách.

| druhy | les | třtina | požár | ostružiník | vichřice | extravilán | celkem |
|-------------|-------|--------|-------|------------|----------|------------|-------------|
| pavouci | 659 | 363 | 260 | 296 | 165 | 249 | 1 992 |
| střevlíci | 377 | 124 | 145 | 50 | 184 | 251 | 1 131 |
| mnohonožky | 212 | 132 | 96 | 125 | 113 | 186 | 864 |
| mravenci | 613 | 346 | 164 | 258 | 170 | 355 | 1 906 |
| stonožky | 301 | 212 | 179 | 167 | 234 | 249 | 1 342 |
| stejnonožci | 198 | 69 | 35 | 49 | 57 | 405 | 813 |
| sekáči | 79 | 62 | 92 | 81 | 58 | 109 | 481 |
| drabčiči | 98 | 20 | 30 | 44 | 48 | 70 | 310 |
| celkem | 2 537 | 1 328 | 1 001 | 1 070 | 1 029 | 1874 | 8839 |

Graf 5 Početnost sledovaných skupin v jednotlivých měsících.



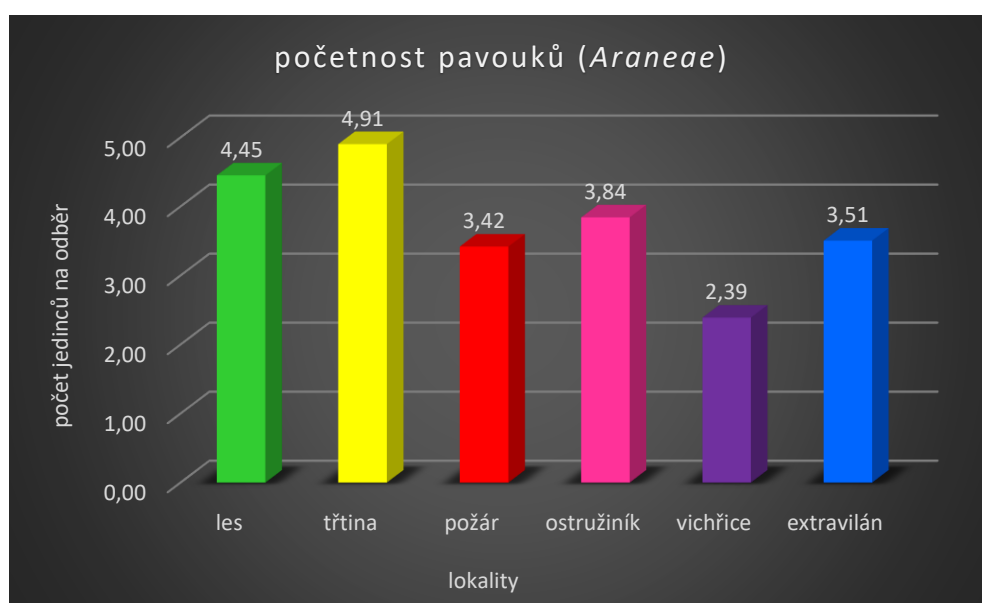
Zemní pasti byly zakopány v půdě na modelových lokalitách po dobu 254 dní, tedy od 11. března do 20. listopadu 2022. Vyšší aktivitu vykazovaly sledované skupiny na jaře a nejvyšší aktivita jedinců v podzimních měsících byla v září.

4.2. Analýza dat

Nasbíraný materiál na jednotlivých lokalitách byl podroben testu ANOVA. Pro každou skupinu se testovala odlišnost průměrného úlovku na vybraných zájmových plochách. Pro všechny skupiny půdní fauny vyšla ANOVA signifikantní: pavouci ($F=3,42$; $p=0,015$); sekáči ($F=3,653$; $p=0,011$); mravenci ($F=5,47$; $p=0,001$); střevlíci ($F=7,84$; $p < 0,001$); stejnonožci ($F=45,16$; $p < 0,001$); drabčící ($F=5,17$; $p=0,002$); mnohonožky ($F=3,057$; $p=0,025$) a stonožky ($F=2,874$; $p=0,032$).

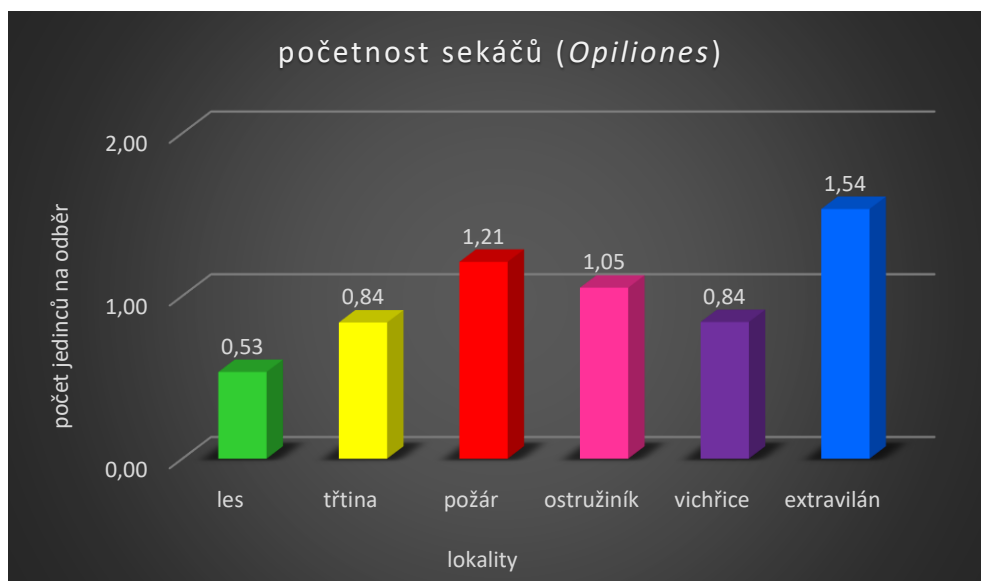
Pomocí Tukeyho testu se pro jednotlivé dvojice sledovaných ploch zjišťovalo, zda se dané dvojice od sebe liší. Výsledná hodnota testu q musí být vyšší než kritická hodnota pro daný počet výběrů a srovnávaných ploch (4,311). Z nasbírané materiálu vyšlo, že úlovky pavouků se signifikantně lišily v lese a na ploše po vichřici ($q=5,91$), dále se lišily na ploše porostlé třtinou a ploše po vichřici ($q=5,03$).

Graf 6 Početnosti pavouků na modelových plochách.



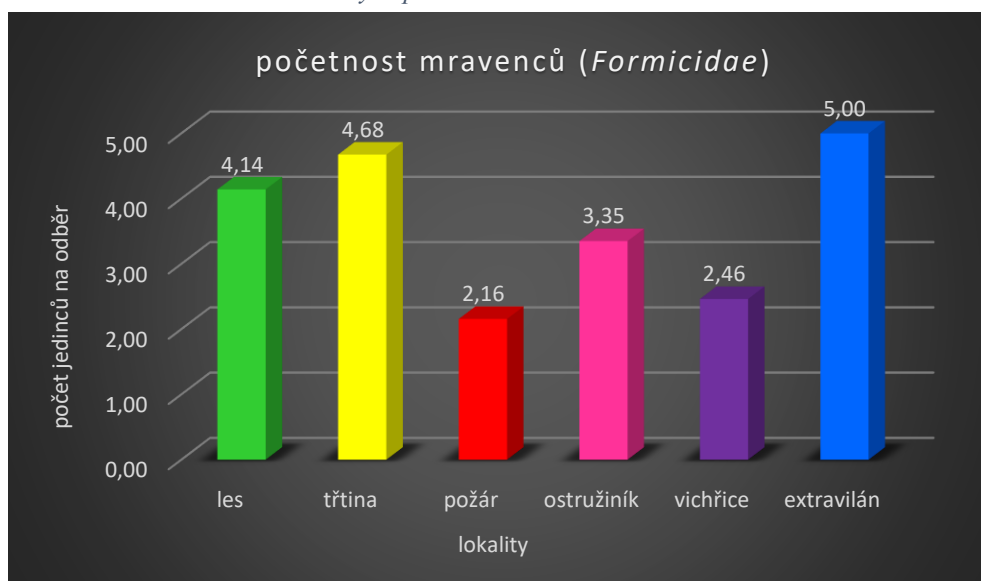
Úlovky sekáčů se signifikantně lišily v lese a na ploše zasažené požárem ($q=4,907$), dále také v lese a v extravilánu ($q=6,495$).

Graf 7 Početnosti sekáčů na modelových plochách.



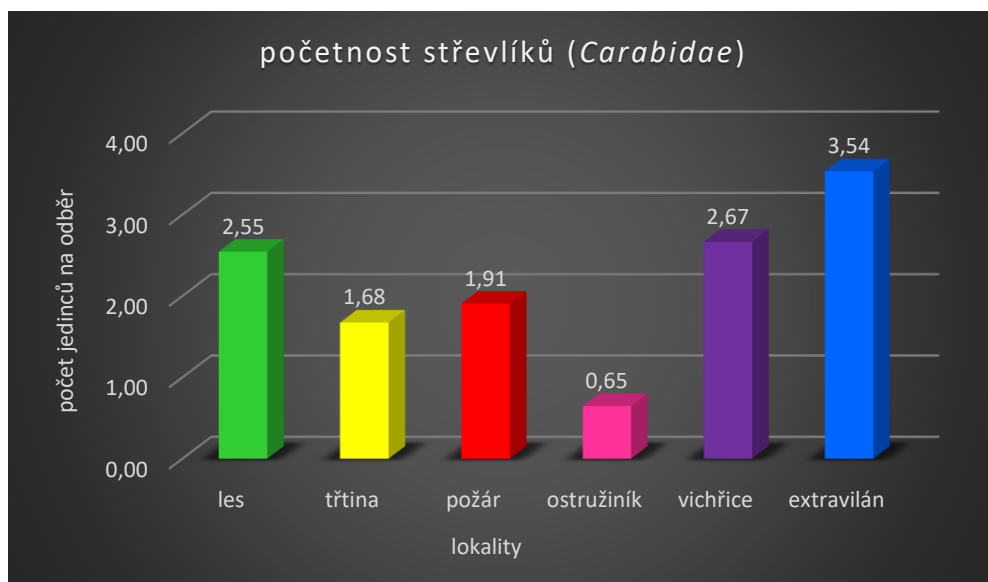
Úlovky mravenců se signifikantně lišily v lese a na ploše zasažené požárem ($q=5,478$), dále v lese a na ploše po vichřici ($q=5,248$); na ploše porostlé třtinou a ploše zasažené požárem ($q=4,947$); na ploše porostlé třtinou a na ploše po vichřici ($q=4,784$); na ploše zasažené požárem a v extravilánu ($q=5,192$) a v poslední řadě se úlovky signifikantně lišily na ploše zasažené vichřicí a v extravilánu ($q=5,029$).

Graf 8 Početnost mravenců na modelových plochách.



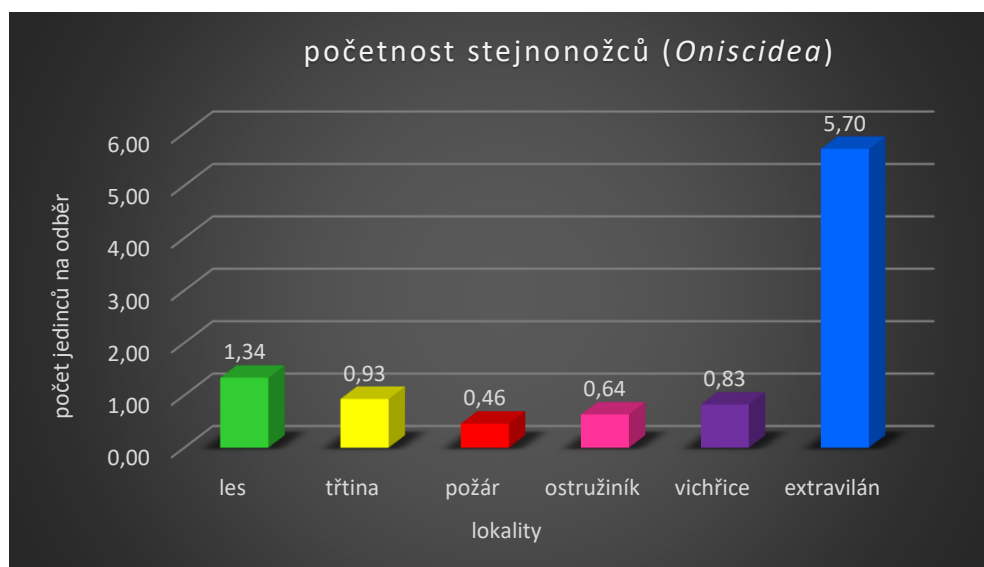
Úlovky střevlíků se významně lišily v lese a na ploše porostlé ostružiníkem ($q=7,901$); na ploše porostlé třtinou a v extravilánu ($q=5,123$); na ploše porostlé ostružiníkem a na ploše po vichřici ($q=5,405$) a dále na ploše porostlé ostružiníkem a v extravilánu ($q=8,108$).

Graf 9 Početnost střevlíků na modelových plochách.



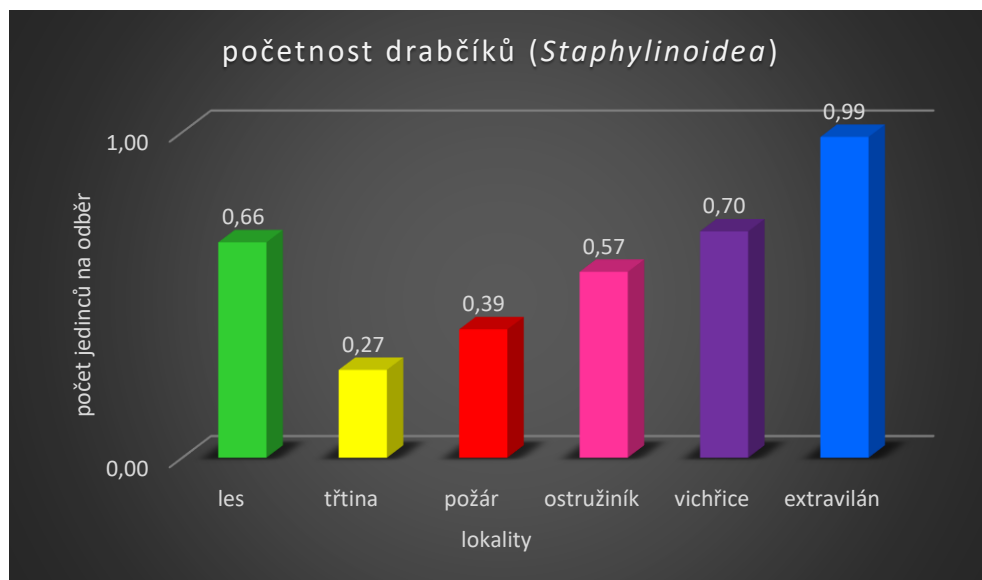
Stejnonožců bylo významně nejvíce v extravilánu. Jejich početnosti se významně lišily v lese a v extravilánu ($q=20,48$); dále na ploše porostlé třtinou a v extravilánu ($q=15,9$); na ploše zasaženou požárem a v extravilánu ($q=17,51$), na ploše porostlé ostružiníkem a v extravilánu ($q=16,85$) a na ploše po vichřici a v extravilánu ($q=16,47$).

Graf 10 Početnost stejnonožců na modelových plochách.



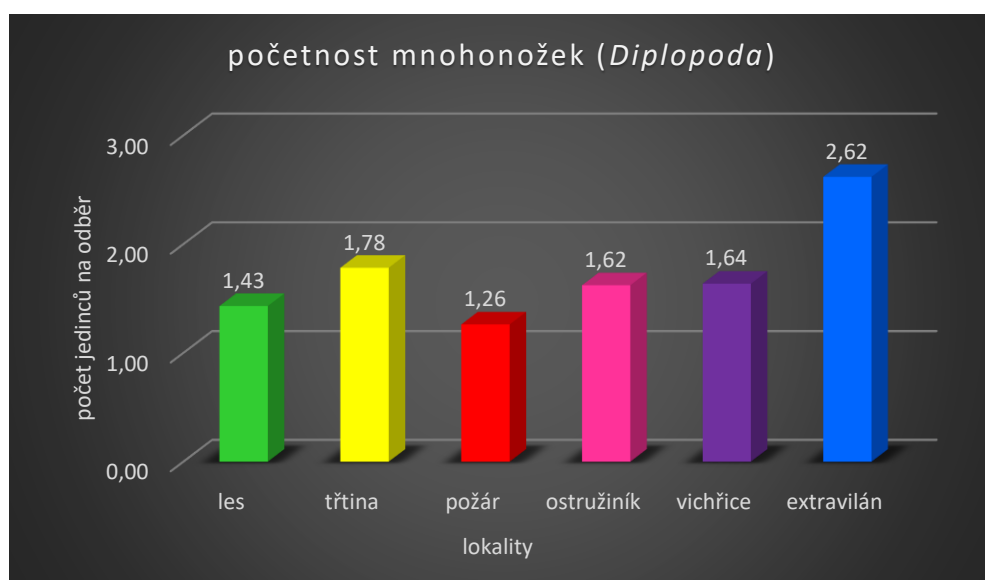
Úlovky drabčků se významně lišily v lese a na ploše porostlé třtinou ($q=5,36$); na ploše porostlé třtinou a v extravilánu ($q=6,534$); dále se lišily na ploše zasažené požárem a v extravilánu ($q=5,227$).

Graf 11 Početnost drabčků na modelových plochách.



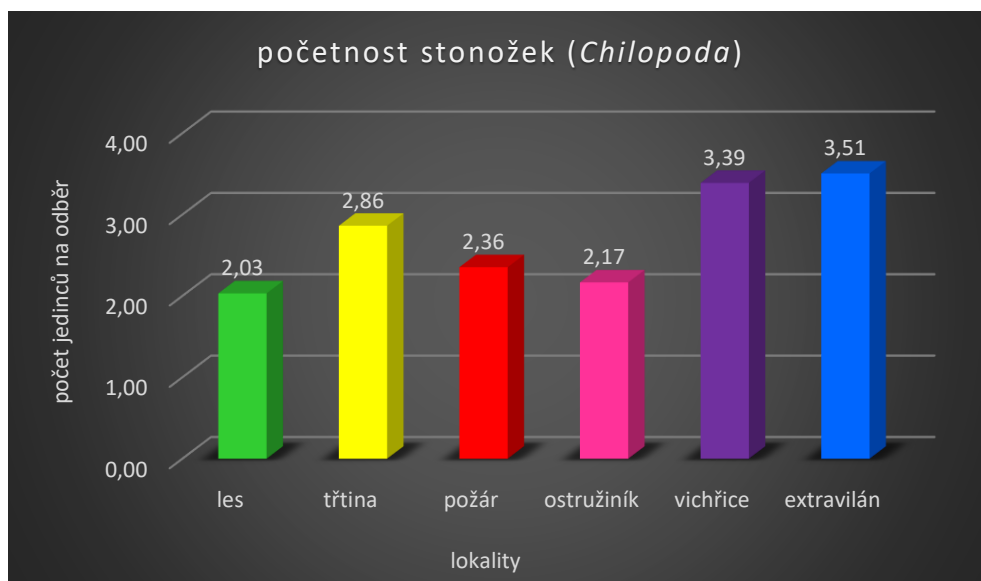
Úlovky mnohonožek se významně lišily ve dvou případech, a to v nezasaženém v lese a v extravilánu ($q=5,986$) a na ploše zasažené požárem a v extravilánu ($q=4,762$).

Graf 12 Početnost mnohonožek na modelových plochách.



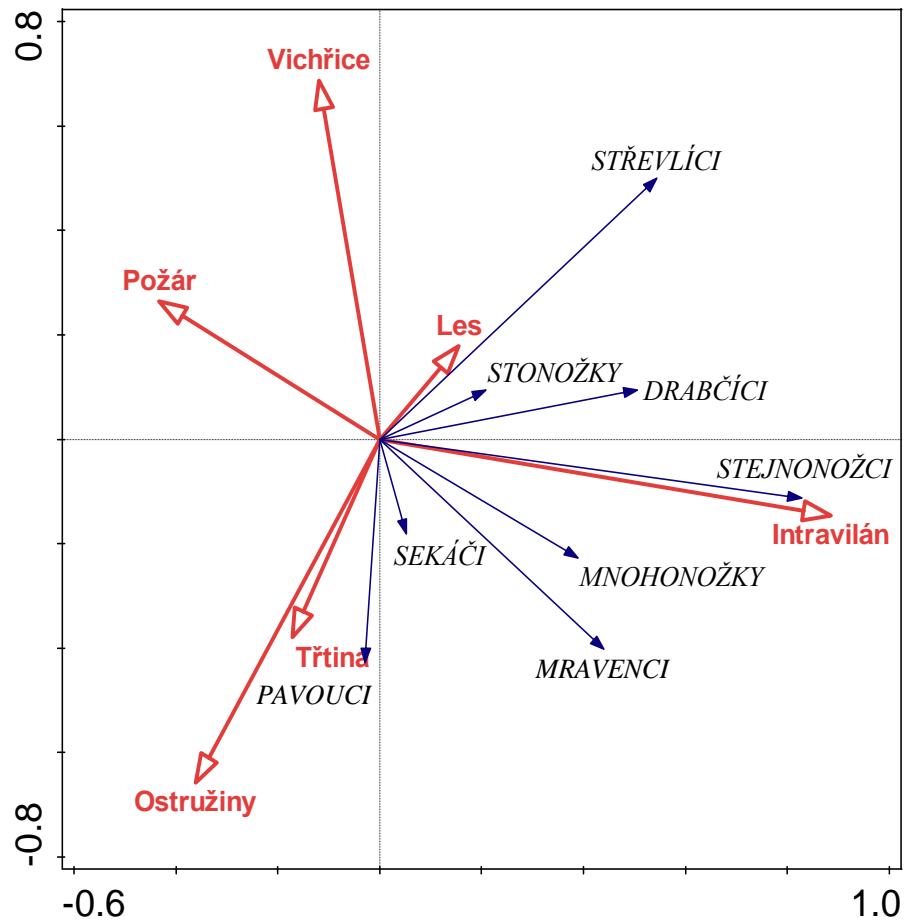
V poslední sledované skupině se úlovky signifikantně lišily v nezasaženém lese a na ploše po vichřici ($q=4,556$) a také v lese a v extravilánu ($q=5,375$).

Graf 13 Početnost stonožek na modelových plochách.



Redundanční analýza (RDA) výskytu modelových skupin epigeonu na jednotlivých plochách vysvětlila celkem 44,7 % variability v druhových datech. Pomocí permutačního testu byl model vyhodnocen jako signifikantní ($F=6,5$; $p=0,002$). Jednoduchá analýza významu faktorů testovala jejich efekt nezávisle na ostatních faktorech. Faktor extravilán vysvětluje 27 % variability v druhových datech ($F=12,3$; $p=0,002$), faktor ostružiník vysvětluje 9,5 % variability ($F=3,5$; $p=0,016$), faktor požár vysvětluje 8,7 % variability ($F=3,1$; $p=0,018$) a faktor les 6,9 % variability v druhových datech ($F=2,5$; $p=0,036$). Faktor vichřice (5,6 %; $F=2,0$; $p=0,092$) a faktor třtina (4,8 %; $F=1,7$; $p=0,146$) neměl na výskyt půdní fauny signifikantní vliv.

Pro potřeby vizualizace vlivu faktorů v celkovém modelu RDA však bylo třeba vyhodnotit význam jednotlivých faktorů tak, jak se použily pro tvorbu modelu. K nejsilnějšímu prediktoru (faktor extravilán) program vybral další faktor, který napomohl vysvětlit další část variability v druhových datech. Pořadí faktorů a jejich význam se proto změnil: V RDA modelu faktor extravilán vysvětluje 27,1 % variability v druhových datech ($F=12,3$; $p=0,002$), přidáním faktoru les do modelu se vysvětlí dalších 10,3 % variability ($F=5,3$; $p=0,002$), vichřice vysvětlí dalších 6,3 % ($F=3,5$; $p=0,002$), požár přidá 4,8 % ($F=2,8$; $p=0,006$) a ostružiník doplní 4,3 % variability v druhových datech ($F=2,6$; $p=0,018$). Faktor třtina v modelu žádný význam nemá.



Obrázek 29 RDA biplot distribuce skupin sledovaných pomocí metody zemiích pastí na Bradelské vrchovině. Environmentální faktory jsou zvýrazněné červeně.

5 Diskuse

Diplomová práce charakterizuje oblast Bradelské vrchoviny, která si prošla výraznými změnami za posledních deset let. Zabývá se problematikou kůrovcové kalamity na území vrchoviny a vlivu odlesnění na půdní faunu. Srovnává skladbu dřevin rostoucích na zájmové lokalitě před kůrovcovou kalamitou a po kůrovcové kalamitě. Dále se věnuje managementu na odlesněných plochách a problematice hustě rostoucí třtiny křovištní. V poslední řadě se snaží zjistit, jestli odlesnění mělo vliv na epigeon a jak se od sebe lišily jednotlivé dvojice sledovaných modelových ploch.

5.1. Disturbance krajiny Bradelské vrchoviny

Nejrozsáhlejší změna Bradelské vrchoviny byla zapříčiněna vysokými teplotami, suchem a nedostatkem dešťových srážek. Tento dlouhotrvající stav způsobil oslabení lesních porostů, které se staly útočištěm pro lýkožrouta smrkového, tak jako to bylo i v jiných částech České republiky. Jedním z důvodů, proč byla vrchovina zasažena kůrovcem převážně na jižních a jihovýchodních svazích, bylo dostatečné množství slunečního záření a vysoká teplota, která vytvořila společně s dalšími faktory příhodné podmínky pro rozmnožování lýkožrouta. Tento vývoj byl také pozorován v sousedních evropských zemích jako je Francie, Německo, Polsko, Rakousko, Slovensko ale i Švédsko (Skrzecz a Perlińska 2018; Kunca et al. 2019). Za osm let, tedy od r. 2015 do r. 2022 bylo na území Bradelské vrchoviny následkem kůrovcové kalamity, vichřice, požáru a dalších faktorů vytěženo celkem 155 977 m³ dřeva.

Zahradník a Zahradníková (2019) se ve své práci zabývali historickými kalamitami na území České republiky způsobené lýkožroutem smrkovým. Jelínek (1988) ve své práci podrobně zpracoval první rozsáhlou kalamitu na našem území v letech 1821-1833, která postihla území Šumavy jak z české, tak i z německé strany. Tehdy bylo zničeno vichřicí a kůrovcem okolo 442 000 m³ dřeva (Skuhrový 2002). Hlavní příčinou této kalamity bylo pozdní zpracování větrných polomů po vichřici. Kalamita na Šumavě a v Bavorsku se stala z hlediska rozsahu množství polomů a následného napadení stromů kůrovcem jednou z nejrozsáhlejších kalamit v historii celé Evropy (Jelínek 1988).

Současná kalamita, která započala na celém území ČR v roce 2003, je rozdělena do tří etap. Poslední neboli třetí etapa kůrovcové kalamity odstartovala v roce 2015. Nejextrémnější byl rok 2018, kdy se evidovalo na území ČR 16,6 mil. m³ napadeného

dřeva kůrovcem (Zahradník a Zahradníková 2019). Na území Bradelské vrchoviny byl rok 2018 také nejvíce kritický. Lokalitu zasáhla vichřice a poničila i listnaté stromy. Vytěžilo se 19 542 m³ napadeného dřeva kůrovcem a dohromady se vytěžilo celkem 33 745 m³ dřeva za rok 2018. Jak uvádí ve své práci Modlinger a Trgala (2019), největším problémem dnešní doby jsou nevhodně nastavená lesní opatření, nepružnost lesních prací a nedostatek pracovních sil, které nejsou schopné napadené dřevo včas zpracovat a efektivně asanovat. Dalším problémem je prudký pokles cen dříví, kdy se vlastníci lesů dostávají pod své výrobní náklady. Tyto poznatky byly potvrzené i panem revírníkem Švédou (ústní sdělení), jelikož se v oblasti Bradelské vrchoviny nachází pozemky nejen Lesů ČR, ale také i pozemky soukromé a majitelé nechávají dřevo napadené kůrovcem trouchnivět na území.

Horváth (2022) ve své disertační práci uvádí, že přirozená druhová skladba dřevin byla nahrazena v minulých stoletích produkčními smrkovými monokulturami. Smrk se stal velmi běžnou dřevinou na stanovištích a vytlačil autochtonní dřevinné druhy jako je dub, buk a další listnaté stromy (Spiecker a kol. 2004; Ammer a kol. 2008; Löff a kol. 2010). Podobné to bylo i na území Bradelské vrchoviny, kdy nejvíce zastoupenou dřevinou před kůrovcovou kalamitou byla monokultura smrku ztepilého (62,89 %) rostoucí na ploše 659 ha. Z listnatých dřevin byl dub zimní zastoupen na ploše 22,40 ha a buk lesní na ploše 100,28 ha. Po roce 2020 se zásoba smrku snížila o 48,04 % a plocha se zmenšila na 432,04 ha. Naopak se zvýšila porostní plocha dubu zimního (32,47 ha) a buku lesního (149,48 ha). Zásoba smrku ztepilého v lesích na území ČR klesla mezi obdobími 2011-2014 a rokem 2019 z 511 mil. m³ na 430 mil. m³ a množství se stále snižuje (Adolt et al. 2020).

Podle Čermáka et al. 2004 budou následkem klimatických změn v České republice v roce 2030 nejvíce postižené smrkové porosty v nadmořské výšce 400-600 m n. m. a očekává se, že smrkové lesy téměř vymizí. Doporučuje se proto zakládat smíšené kultury porostů a vysazovat hlavně listnaté stromy, díky kterým se omezí vysoká početnost smrkových monokultur a dojde k větší druhové diverzitě lesních dřevin.

5.2 Použité metody

Materiál se sbíral pomocí metody zemních pastí celkem 254 dní, tedy od 11. března do 20. listopadu roku 2022. Zemní pasti se využívají k zachycení živočichů vyskytujících se na povrchu půdy a v rostlinném opadu (Rusek, 2000). Zemní pasti patří mezi nejnámější metody pro odběry vzorků půdních bezobratlých a pravděpodobně jsou nejstarší kvantitativní metodou (Mommertz et al. 1996; Cheli a Corley 2010). Mnohem lépe se do zemních pastí zachytí rychle se pohybující druhy živočichů, oproti druhům s pomalejší schopností pohybu nebo delším tělem (Obrist a Duelli, 1996). Pomalejší druhy mohou před pastí zastavit a nepřepadnou do ní nebo „vycouvat“ (Fryčka, 2012).

Jako environmentální proměnné v oblasti Bradelské vrchoviny byly využity faktory lokalit (les, třtina, požár, ostružiník, vichřice a extravilán,). Faktor extravilán vykazoval nejvyšší zastoupení jedinců na jeden odběr. Celkově nejnižšího zastoupení jedinců měla lokalita zasažená požárem.

Materiál, ze kterého jsou pasti vyrobeny, mohou také ovlivnit úlovek. Luff (1995) se zabýval problematikou jednotlivých materiálů, ze které jsou pasti vyrobeny. Zjistil, že skleněné pasti vykazují vyšší úlovky než pasti vyrobené z jiných materiálů. Pasti mohou být i jiných tvarů (čtverec nebo obdélník). Zemní pasti pro výzkum v oblasti Bradelské vrchoviny byly vyrobeny z PET láhve od RELAX džusu, obdélníkového tvaru a výškou okolo 26 cm. Do zakopané pasti se nalil 4% roztok formaldehydu o objemu 500 ml a v pasti zbývalo ještě 7 cm vzdušného prostoru. Hrdlo připravené pasti mělo průměr 7 cm. Podle Koivula et al. 2003 je mnohem účinnější větší průměr pasti, zhruba okolo 9 cm. Nevýhodou u těchto pastí je, že mohou dovnitř spadnout i menší druhy savců nebo obojživelníci. Plastové nádoby jsou velmi oblíbené, ale považují se za nevhodné, jelikož může docházet ke snadnějšímu úniku živočichů ven z pastí než po kluzkém skle (Weinstein a Slaney 1995). Jedním z důvodů, proč např. střevlíci v zájmovém území vykazují nižší početnost jedinců v úlovku, by mohl být právě materiál, ze které je past vyrobena.

Pasti se vybíraly obvykle jednou za 14 dní. Frekvence výběru byla zvolena v poměru náročnost/kvalita dat (Hora et al. 2009). Na výběr ze zemních pastí byly vyhrazené tři dny (pátek, sobota a neděle), právě z toho důvodu, aby se stihlo obejít všechny pasti, popřípadě zničené pasti opravit nebo za nepříznivého počasí vybrat další vhodný den výběrů.

Ke zničení zemních pastí na lokalitách docházelo i v tomto výzkumu, a to celkem v 45 případech. Nejvíce zničených pastí bylo v nezasazeném lese, dohromady 12 pastí. Důvodem bylo narušení půdy od divokých prasat (*Sus scrofa*). Na lokalitě v oblasti Tři kameny bylo zničeno celkem 11 pastí hlavně v období léta převážně člověkem. Přes lokalitu Tři kameny vede Naučná stezka krajinou památného Bradla a v létě je výrazně zvýšený počet návštěvníků (turistů, horolezců) i kolem samotného vrcholu Bradlo, což je určitá nevýhoda, která se promítla i do množství zničených pastí. Ve své diplomové práci Marčan (2023) uvádí zvýšený počet zničených pastí v ekotonu, který je tvořen polní cestou a velmi hojně využíván lidmi.

5.3. Srovnání početnosti jednotlivých skupin epigeonu na modelových plochách v zájmovém území

Celkově bylo odebráno ze zemních pastí zakopaných na šesti modelových lokalitách 10 235 jedinců. V této diplomové práci bylo vyhodnoceno 8 839 zástupců epigeonu, mezi nimiž výrazně dominovali pavouci (1 992 jedinců) a mravenci (1 906 jedinců). Menší zastoupení měly stejnonožci (813) a také mnohonožky (864). Očekávalo se daleko vyšší zastoupení střevlíků, jelikož pavouci a střevlíci jsou považováni za dominantní skupiny epigeických predátorů (Knapp a Řezáč 2015; Topa et al. 2021). Přítomnost střevlíků byla v zemních pastech na modelových lokalitách mnohem nižší (1 131 jedinců) v porovnání s výsledky odchycených střevlíků (3 999) v diplomové práci od Marčana (2023). Použitý fixační roztok 4% formaldehyd funguje na střevlíky jako atraktant (Knapp et al. 2019). Pokud je v pasti voda, důsledkem např. většího množství srážek, střevlíci se pastem vyhýbají (Fryčka 2012). Úlovky střevlíků v mém výzkumu vycházely signifikantně v nezasazeném lese a na lokalitě porostlé ostružiníkem. Nejvíce střevlíku bylo odebráno ze zemních pastí v lese. Velké druhy střevlíků běhají po půdním povrchu a mohou se pohybovat na větší ploše, a proto je větší pravděpodobnost, že se jich více zachytí do zemních pastí. Zatímco ty menší druhy spíše přelétávají (Blake a kol. 1994). Ricken a Raths (1996) při svém výzkumu zkoumali střevlíky pomocí telemetrie a u některých jedinců zjistili, že během 12 hodin dokážou urazit vzdálenost až 50 m. Dále vycházely úlovky signifikantně na lokalitě porostlé třtinou a v druhově pestrém extravilánu. V třetím případě vyšly úlovky signifikantně na lokalitě porostlé ostružiníkem a v extravilánu. V obou případech bylo větší množství střevlíků vybráno z pastí v druhově pestrém extravilánu obce Nové Hradečné. Úlovky se také signifikantně lišily na ploše

porostlé ostružiníkem a ploše po vichřici. Faktory, jako vegetační kryt, teplota, potravní nabídka nebo členitost terénu mohou mít také vliv na úlovky střevlíků. Sroka (2006) ve své práci uvedl, že nejdůležitějším faktorem, který může mít vliv na úlovky střevlíků je půdní vlhkost. Larson (1939) rozdělil střevlíky na jarní a podzimní typy. Jarní aktivita souvisí s vlhkým prostředím. Aktivita střevlíků u mého výzkumu byla zvýšená v měsíci dubnu a květnu, dále v červenci a v září.

Aktivita pavouků klesala v průběhu roku a zvýšila se v měsíci září. Úlovky se významně lišily v nezasazeném lese a na lokalitě po vichřici. Nejvíce pavouků bylo vybráno ze dvou zemních pastí umístěných v okrajové části nezasazeného lesa. Velký význam okrajového efektu je poukázán i v diplomové práci Marčana (2023), a na který poukazují i výsledky v publikacích od (Bendford a Usher 1994; Schmidt et al. 2005; Gallé et al. 2019). Některé druhy pavouků preferují původní a přirozená stanoviště (Růžička a Novák 2000). V dalším případě vycházely úlovky významně na ploše porostlé třtinou a na ploše po vichřici, kdy na ploše porostlé třtinou byly zaznamenány větší počty úlovků.

Úlovky mravenců na modelových lokalitách vycházely významně v šesti případech. Významně vycházely úlovky v lese a na lokalitě zasažené požárem. Odlesnění a následný požár měl výrazný vliv na početnost mravenců. Dále se úlovky významně lišily v lese a na lokalitě zasažené vichřicí, kdy byla daleko nižší početnost jedinců v lese. Mravenci vytvářejí často početné kolonie a dominují ve většině terestrických biotopech. Rádi si staví hnízdní kupy v blízkosti stromů a migrují z hnízdního stromu na potravní strom jako to uváděla ve své práci Petráková (2006). Mravenci vykazovaly vyšší aktivitu v letním období. V lesích Bradelské vrchoviny se před kůrovcovou kalamitou vyskytovali mravenci rodu *Formica*, kteří si tvořili aktivní hnízdní kupy v lesích. V dnešní době už aktivní hnízdní kupy větších rozměrů na odlesněných lokalitách nenajdeme. Podle výsledků ze zemních pastí byla však početnost mravenců druhá nejvyšší. Větší množství jedinců se odchýtilo i na lokalitě porostlé ostružiníkem, kde pasti byly zakopány v ekotonu, na okrajových částech lesa. Podobnou situaci zaznamenala i Bezděčková a Bezděčka (2013). Zásadní rozdíl byl na lokalitě zasažené požárem a v druhově pestrém lesním porostu extravilánu.

Stejnonožci vykazovaly vyšší aktivitu v měsících červenec a srpen stejně tak, jako to bylo popsáno ve výsledcích diplomové práce od Slezáka (2009). Úlovky stejnonožců se významně výrazně lišily v nezasazeném lese a v extravilánu. V ostatních případech stejnonožci vykazovaly vyšší aktivitu v druhově pestrém extravilánu obce. Stejnonožcům vyhovuje větší vrstva organického opadu, vyšší vlhkost a stabilnější lesní mikroklima

(Hornung 2011). Dalším z důvodů, proč vykazují stejnonožci vyššího zastoupení v pestrém extravilánu, je synantropní charakter výskytu. Synantropie je úzké soužití jedinců v těsné blízkosti s člověkem (Rosický a Kratochvíl 1953). Stejnonožci se nejvíce objevují na vlhkých místech, často pod kameny a trouchnivějícím dřevem. Živí se rozpadající se rostlinnou hmotou (Davis a Whitworth 2018). Některé druhy stejnonožců silně odpuzuje fixační roztok formaldehydu. Dalším důvodem, proč vykazovaly úlovky na ostatních plochách menšího zastoupení stejnonožců by mohla být schopnost sebezáchrany z pasti, tak jako to je popsáno i v práci od Fryčky (2012).

Výrazně vyšší aktivita u stonožek byla pozorována v měsíci květnu a v měsíci září (Pavelková 2008). Úlovky na modelových plochách vycházely signifikantně v lese a na ploše po vichřici a v druhém případě v nezasaženém lese a v extravilánu. V obou případech byly nižší úlovky zaznamenány v lese. Stonožky bývají loveny převážně střevlíky nebo drabčíky (Benckiser 1997). Z výsledků byla zjištěna nižší početnost střevlíků a drabčků, což by mohlo poukazovat na to, že stonožkám chybí jejich přirozený predátor, a proto vykazují vyšší početnost v zemních pastech (Slezák 2009).

Sekáči měli zvýšenou aktivitu na jaře, v červenci a na podzim, což bylo podobné jako u Slezáka (2009). Počty jedinců chycených v zemních pastech nebyly vysoké. Úlovky sekáčů se signifikantně lišily v lese a na ploše zasažené požárem. Na lokalitě zasažené požárem bylo odchyceno daleko více jedinců než v lese. V druhém případě se úlovky signifikantně lišily v lese a v extravilánu, kdy v druhově pestrém extravilánu byla výrazně vyšší početnost sekáčů. Jedním z důvodů by mohl být snadnější únik ven z pastí (Sechterová 1990). Fixační tekutina formaldehydu může působit jako repelent (Pekár 2002).

U mnohonožek vycházely počty úlovků signifikantně na lokalitě les a v extravilánu a také na lokalitě zasažené požárem a v extravilán. V obou případech bylo větší množství jedinců zachycených v druhově pestrém extravilánu. Nižší početnost v jedinců v zemních pastech může být způsobena fixačním médiem, který funguje na mnohonožky jako repelent. Z výzkumu provedeného Fryčkem (2012) bylo zjištěno, že některé druhy mnohonožek mají schopnost se zachránit před pádem do pasti. Mnohonožky jsou typičtí detritofágové, ale na druhou stranu jsou diverzifikovanou skupinou a mohou měnit svou životní strategii s odlišnými požadavky na stanoviště. V našich podmínkách převládají hemiedafické duhy, které preferují svrchní vrstvy půdy, ale mohou nalézt podmínky potřebné k životu i v jiném prostředí, jako např. v dutinách trouchnivějících stromů nebo pod kůrou (Golovatch a Kime, 2009).

Nejmenší zastoupení na všech modelových lokalitách měli drabčící. Úlovky drabčičů se významně lišily v lese a na ploše porostlé třtinou, kdy větší početnost drabčičů byla zaznamenána v lese. Jak ve své studii uvádí Boháč (1999), drabčící jsou velmi početní v polopřirozených a obhospodařovaných lesních ekosystémech. Dále se úlovky významně lišily na ploše porostlé třtinou a v extravilánu. Drabčikovité jsou velmi citliví k vlhkostním poměrům půdy a zastínění biotopů, a proto vykazovaly vyšší aktivitu v extravilánu (Boháč a Matějček 2003). V třetím případě se úlovky významně lišily na ploše zasažené požárem a v extravilánu. Nízký počet drabčičů na ploše po požáru může být způsoben sníženou vlhkostí půdy a nedostatkem opadu. Drabčikovité jsou také eurytopní druhy bez zvláštních nároků na kvalitu prostředí a osidlují pozměněné lokality člověkem (Boháč 1988).

Adis (1979) zmínil, že prioritou vědců, kteří používají zemní pasti pro svůj výzkum, by měla být snaha o co nejpřirozenější zarovnání okraje pasti s zemským povrchem, jelikož živočichové jsou schopni past v terénu rozpoznat a následně se jí vyhnout.

5.4. Vliv odlesnění na epigeon

Jedním z cílů bylo porovnat početnosti modelových skupin epigeonu ve zbylém nezasaženém lesním porostu s početnostmi skupin na plochách vzniklých v důsledku kůrovcové kalamity (lokalita porostlá třtinou, zasažená požárem, porostlá ostružiníkem a lokalita po vichřici).

Úlovky střevlíků byly vyšší na lokalitě zasažené vichřicí než v lese. Otevřená stanoviště byla druhově bohatší než trvalé porosty ve většině citovaných studiích (Ings a Hartley 1999; Koivula 2001; Magura 2002). Větší výskyt střevlíků na otevřených stanovištích je způsoben vyšším druhovým bohatstvím, rozmanitější strukturou vegetace a příznivějšími mikroklimatickými a půdními podmínkami. Otevřená krajina je vhodným prostředím pro rychlou kolonizaci střevlíků (Koivula 2001). Na ostatních modelových plochách (třtina, požár) byly úlovky nižší. Nejmenší počet úlovků v zemních pastech byl zaznamenán na lokalitě porostlé ostružiníkem. Střevlíci reagují na odlesnění různými způsoby. Druhy vázané na lesní stanoviště po odlesnění výrazně ubývají nebo úplně zmizí (Werner a Raffa 2000). Mezi nejdůležitější faktory, určující výskyt střevlíků na lokalitách patří teplota, vlhkost, světlo, obsah organické hmoty a půdní vlhkost (Fahy a Gormally 1998; Ings a Hartley 1999).

Vyšší úlovky pavouků v porovnání s lesem byly na odlesněné lokalitě porostlé třtinou. Pavouci žijící ve vyšších rostlinných patrech si spřádají sítě a jsou závislí na struktuře vegetace (Miyashita et al. 1998). Pavouci vyhledávají optimální mikroklima (teplota, vlhkost), které se mění s vegetací (Pajunen et al. 1995). Soustředí se na místech s vyšší abundancí kořisti (Murdoch 1977). Nižší úlovky pavouků byly na ploše porostlé ostružiníkem, dále na ploše zasažené požárem a nejméně se nasbíralo jedinců na lokalitě zasažené vichřicí. Gallé (2008) ve své práci uvádí, že potravně nebo stanovištně specializovaní pavouci jsou citliví ke ztrátě svého stanoviště.

Při porovnávání výsledků u mravenců v lese na modelových plochách bylo zjištěno, že na třech plochách (požár, ostružiník, vichřice) byly mnohem menší úlovky než v lese. Lesní mravenci mohou v rozvinutých komplexech dosahovat až 15 milionů jedinců na 1 ha (Hajerová 2008). Největší úlovky se zaznamenaly na lokalitě porostlé třtinou křovištní. Mravenci si přizpůsobují okolní prostředí k vlastním potřebám (Hajerová 2008). Osidlují nejrůznější biotopy a jsou závislí na dostatečných potravních zdrojích (Farkač et al. 2005).

U stejnonožců vyšly úlovky na modelových plochách mnohem nižší než v lese. Stejnonožci mají významnou roli v terestrických ekosystémech a jsou základní představitelé půdní fauny (de Carvalho Lopes et al. 2005; Souty-Grosset et al. 2005, Hassall a Tuck 2007). Suchozemští stejnonožci se vyhýbají světlu a vyžadují vyšší vlhkost (Warburg 1964; Warburg et al. 1984), což by potvrdilo, proč byly úlovky stejnonožců vyšší v lese než na ostatních modelových plochách.

U mnohonožek byly úlovky vyšší na třech modelových plochách než v lese. Mnohonožky se nejčastěji nacházejí v organickém detritu, v listovém opadu nebo v odumřelé dřevní hmotě (Kocourek a Dolejš, 2018). Mnohonožky jsou saprofágní živočichové, kteří se živí odumřelou hmotou, opadem bylin nebo tlejícími rostlinami (Krejča a Korbel 2001). Jsou typické pro lesní stanoviště ale nevyhýbají se ani travnatým biotopům. Nejméně jedinců v porovnání s lesem se odchýtilo na ploše zasažené požárem. Při stoupající teplotě a snižující vlhkosti se stahují pod kameny, spadané listy nebo pod zem (Krejča a Korbel 2001).

U sekáčů byly výsledky úlovků na ostatních modelových plochách vyšší než v lese. Nejvyšší početnost úlovků byla na ploše zasažené požárem. Macháč (2014) ve své práci uvádí, že daleko více úlovků sekáčů se zjistilo v lese než na otevřených stanovištích, což může být způsobeno větší rozmanitostí biotopu a přítomností více úkrytů.

Početnost úlovků stonožek v nezasaženém lese byla mnohem nižší než na všech modelových plochách. Největší rozdíl oproti lesu byl na lokalitě po vichřici a na lokalitě porostlé třtinou. Stonožky jsou typické pro lesní stanoviště, ale některé druhy preferují otevřenější stanoviště i mimo lesy. Příkladem je kosmopolitní druh stonožky *Lithobius forficatus*, která je hojná na všech biotopech, a dokonce bývá nalezena i na maximálně poškozených plochách (Voigtlander a Dunger 1992). Stonožky jsou predátoři, kteří aktivně loví svou kořist. Jejich výskyt je také závislý na příznivých stanovištních podmínkách a dostatečných potravních zdrojích (Tajovský 2015).

Drabčící se vyskytovaly ve větším zastoupení převážně v lese. Vyšší úlovky byly zaznamenané pouze na lokalitě zasažené vichřicí, kde přirozeně trouchniví ještě některé padlé stromy i památný kmen smrku ztepilého „Krále Bradla“. Jak uvádí (Boháč et al. 2005), některé druhy drabčίκů žijících pod kůrou jsou vázání na padlé stromy, kde pronásledují hmyzí škůdce. Na ostatních modelových plochách byly úlovky nižší. Boháč (1999a) ve své práci popisuje, že se drabčící vyskytují ve všech druzích terestrických ekosystémů, tvoří důležitou složku půdní fauny a jsou vázání na původní lesní porosty s aktivními hnízdy mravenců.

6 Závěr

Předložená diplomová práce charakterizuje oblast Bradelské vrchoviny a zabývá se problematikou kůrovcové kalamity, která postihla zájmovou lokalitu z důvodu vysokých teplot, nedostatku dešťových srážek a dlouhotrvajícího sucha. Zabývá se dřevinnou skladbou na území před kůrovcovou kalamitou a po kůrovcové kalamitou. Negativem kůrovcové kalamity je odlesnění krajiny a vznik rozsáhlé holiny, která se rozšířila na 134,19 ha. Popisuje management, který se uplatňuje na lokalitě a výsadbu melioračních dřevin. Dále se práce zabývá vlivu odlesnění na půdní faunu pomocí metody zemních pastí. Výzkum probíhal od března do listopadu v roce 2022 na šesti modelových lokalitách (faktor les, plocha porostlá třtinou, lokalita zasažená požárem, plocha porostlá ostružiníkem, lokalita po vichřici a extravilán obce Nové Hradečné). Celkem bylo získáno 8 839 jedinců epigeonu zařazených do osmi modelových skupin: pavouci, střevlíci, mravenci, stejnonožci, mnohonožky, stonožky, sekáči a drabčící. Největší zastoupení jedinců měli pavouci (1992) společně s mravenci (1906), naopak nejmenší početnost měli drabčící (310). Pomocí Tukeyho testu se sledovalo, jak se od sebe početnosti úlovků liší v jednotlivých dvojicích modelových ploch. Výrazně početné byly úlovky ze zemních pastí v extravilánu. Největší rozdíly úlovků na plochách byly zaznamenané u stejnonožců. Pomocí redundanční analýzy RDA výskytu modelových skupin epigeonu na jednotlivých plochách vyšel model testu signifikantně pro čtyři faktory (extravilán, ostružiník, požár a les). Faktor třtina a vichřice neměl na výskyt půdní fauny signifikantní vliv. Odlesnění krajiny Bradelské vrchoviny mělo negativní, ale v některých případech i pozitivní vliv pro sledované skupiny živočichů.

7 Literatura

- Adis, J. (1979). Problems of interpreting arthropod sampling with pitfall traps. *Zoologischer Anzeiger*, 202: 177–184.
- Adolt, R., Kohn, I., Strejček, R., Křístek, Š., Mlčousek, M., Hejlová, V. (2020). Odhad zásob dříví v lesích na území České republiky na základě dat SSVLE z roku 2019. Brandýs nad Labem: Ústav pro hospodářskou úpravu lesů. s. 25.
- Amann, G. (1995). *Hmyz v lese*. Vimperk: Nakladatelství J. Steinbrener. ISBN 80-901324-8-0.
- Ammer, C., Bickel, E., Kölling, C. (2008). Converting Norway spruce stands with beech a review of arguments and techniques. *Austrian Journal of Forest Science*, 125 (1): 3–26.
- Barth, V. (1974). *Geologická stavba Československa*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. s. 140.
- Bedford, S.E., Usher, M.B. (1994). Distribution of arthropod species across the margins of farm woodlands. *Agriculture, ecosystems & environment*, 48/3, s. 295-305. [https://doi.org/10.1016/0167-8809\(94\)90111-2](https://doi.org/10.1016/0167-8809(94)90111-2)
- Benckiser, G. (1997). *Fauna in Soil Ecosystems: Recycling Processes, Nutrient Fluxes, and Agricultural Production*. New York, s. 414.
- Bezděčka, P. (2005). Formicoidea (mravenci). In: Farkač, J., Král, D., Škorpík, M. (eds.), 2005. Červený seznam ohrožených druhů České republiky. Bezobratlí. Red list of threatened species in the Czech Republic. Invertebrates. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR.
- Bezděčková, K., Bezděčka, P. (2013) Mravenci (Hymenoptera: Formicidae) evropsky významných lokalit Rybníky u Rudolce a Znětínské rybníky (Kraj Vysočina) Ants of Sites of Community Importance Rybníky u Rudolce and Znětínské rybníky (district of Kraj Vysočina, Czech Republic), 15: 97–101.
- Blake, S., Foster, G.N., Eyre, M.D., Luff, M.L. (1994). Effects of habitat type and grassland management practices on the body size distribution of carabid beetles. *Pedobiologia*, 38: 502–512.
- Boháč, J. (1988). Využití společenstev drabčikovitých (Coleoptera, Staphylinidae) k bioindikaci kvality životního prostředí. *Zpr. Čs. Společ. ent. ČSAV*, 24: s. 33–41.

- Boháč, J., Jedlička, P., Frouz, J. (1999). Changes in communities of staphylinid beetles (Coleoptera, Staphylinidae) during secondary succession in abandoned fields. In: K. Tajovský & V. Pižl (eds.). Soil zoology in Central Europe, ISB AS CR, České Budějovice, s. 19–25.
- Boháč, J. a Matějček, J. (2003). Katalog brouků Prahy. Sv. IV. Drabčíkovití – Staphylinidae. Clarion Production, Praha, s. 254.
- Bonan, G.B. (2008). Forests and climate change: forcings, feedbacks, and the climate benefits of forests. Online. National Center for Atmospheric Research, 320 (5882): 1444–1449. <https://doi.org/10.1126/science.1155121>
- Crhová, L., Čekal, R., Černá, L., Kimlová, M., Krejčová, K., Šádková, E., Štěpánková, B., Vrabc, M. (2019). Roční zpráva o hydrometeorologické situaci v České republice 2018. Praha: Český hydrometeorologický ústav, s. 35.
- Culek, M. (1996). Biogeografické členění České republiky. Praha: Enigma, 1996, s. 347. ISBN 80-85368-80-3.
- Culek, M., Grulich, V., Laštůvka, Z., Divíšek, J. (2013). Biogeografické regiony České republiky. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita, s. 347.
- Cunze, S., Heydel, F., Tackenberg, O. (2013). Are plant species able to keep pace with the rapidly changing climate? Plos One, 8 (7): 1–13.
- Czudek, T. (1997). Reliéf Moravy a Slezska v kvartéru. Tišnov: Sursum, s. 213. ISBN 80-85799-27-8.
- Čekal, R., Černá, L., Kimlová, M., Leipeltová, P., Šmrhová, Z., Vrabc, M. (2016). Roční zpráva o hydrometeorologické situaci v České republice 2015. Praha: Český hydrometeorologický ústav, s. 29.
- Čermák, P., Jankovský, L., Cudlín, P. (2004). Risk evaluation of the climatic change impact on secondary Norway spruce stands as exemplified by the Křtiny Training Forest Enterprise. Journal of Forest Science, 50 (6): 256–262.
- Davis, H.N. a Whitworth, R.J. (2018). Household Pests of Kansas. Kansas State University Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service.
- Demek, J. a kolektiv (1987). Zeměpisný lexikon ČSR – Hory a nížiny. Praha: Academia, s. 584.
- de Carvalho Lopes, E.R., de Souza Mendonça, M.Jr., Bond-Buckup, G., Araujo P. B. (2005). Oniscidea diversity across three environments in an altitudinal gradient in northeastern Rio Grande do Sul, Brazil. European Journal of Soil Biology, Volume 41, Issues 3-4, July-December 2005, s. 99–107.

- Fahy, O., Gormally, M. (1998) A comparison of plant and carabid beetle communities in an Irish oak woodland with a nearby conifer plantation and clearfelled site – *For. Ecol. Manage.*, 110: 263–273.
- Farkač, J., Král, D., Škorpík, M. (eds.), (2005). Červený seznam ohrožených druhů České republiky. Bezobratlí. Red list of threatened species in the Czech Republic. Invertebrates. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha, s. 760.
- Fryčka, P. (2012). Trapabilita epigeonu – chování modelových druhů u zemních pastí. Bakalářská práce. Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta, Katedra ekologie a životního prostředí.
- Gallé, R., Császár, P., Makra, T., Gallé-Szpisjak, N., Ladányi, Z., Torma, A., Szilassi, P. (2018). Small-scale agricultural landscapes promote spider and ground beetle densities by offering suitable overwintering sites. *Landscape Ecology*, 33: 1435-1446. <https://doi.org/10.1007/s10980-018-0677-1>
- Golovatch, S.I. a Kime, R.D. (2009). Millipede (Diplopoda) distributions: A review. *Soil Organisms*, vol. 81/3, s. 565–597.
- Hajerová, V. (2008). Mravenci rodu *Formica* v CHKO Blanský les: bionomie, rozšíření, ohrožení a strategie ochrany. Bakalářská práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, s. 58.
- Háková, A. Klauďisová, A. Sádlo, J. (2004). Zásady péče o nelesní biotopy v rámci soustavy Natura 2000. *Planeta XII*, 3/2004 – druhá část. Praha: Ministerstvo životního prostředí.
- Hassall, M., Tuck, J.M. (2007). Sheltering behavior of terrestrial isopods in grasslands. *Invertebrate Biology*, 126: 46–56.
- Hecker, U. (2013). *Průvodce přírodou: Stromy a keře*. 4. vyd. Čestlice: Rebo Production CZ. ISBN 978-80-255-0757-5.
- Hentschel, R., Rosner, S., Kayler, Z.E., Andreassen, K., Børja, I., Solberg, S., Tveito, O. E., Priesack, E., Gessler, A. (2014). Norway spruce physiological and anatomical predisposition to dieback. *Forest Ecology and Management*, 322: 27–36.
- Hlásny, T., Zimová, S., Merganičová, K., Štěpánek, P., Modlinger, R., Turčáni, M. (2021a). Devastating outbreak of bark beetles in the Czech Republic: Drivers, impacts, and management implications. Online. *Forest Ecology and Management*. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2021.119075>

- Hlásny, T., König, L., Krokene, P., Lindner, M., Montagné-Huck, C., Müller, J., Qin, H., Raffa, K.F., Schelhaas, M., Svoboda, M., Viiri, H., Seidl, R. (2021b). Bark beetle outbreaks in Europe: state of knowledge and ways forward for management. Online. Current Forestry Reports, 7: 138–165. <https://doi.org/10.1007/s40725-021-00142-x>
- Holínek, B., Hlůza, B., Zmrhalová, M. a kolektiv (1996). Příspěvek k poznání hub navrhované přírodní rezervace Pod Trhnou. Severní Morava: vlastivědný sborník. Svazek 72, s. 35–46.
- Holuša, J., Křístek, Š., Trombik, J. (2010). Stability of spruce forests in the Beskids: an analysis of wind, snow and drought damages. Beskydy, 3 (1): 43–54.
- Hora, P., Tuf, I.H., Machač, O., Brichta, M., Tuřová, J. (2009). Ekoton–prosté rozhraní, nebo specifický biotop. Živa, 1, s. 25–27.
- Hornung, E. (2011). Evolutionary adaptation of oniscidean isopods to terrestrial life: Structure, physiology and behavior. Terrestrial Arthropod Reviews, 4/2011, 95–130.
- Horváth, M. (2022). Vliv přirozenosti dřevinné skladby lesa na stanovištní charakteristiky a půdní organickou hmotu. Disertační práce. Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta, katedra ekologie a životního prostředí, s. 115.
- Hubený, P. (2010a). Šumavské smrky I. Šumava: čtvrtletník Správy NP a CHKO Šumava, léto 2010a, s. 12–13.
- Hubený, P. (2013). CHKO Šumava Padesátiletá. 1. vyd. Vimperk: Správa Národního parku a Chráněné krajinné oblasti Šumava. ISBN 978-80-87257-16-6.
- Cheli, G.H. a Corley J.C. (2010). Ecology, behavior and bionomics: Efficient sampling of ground-dwelling arthropods using pitfall traps in aridsteppes. Neotropical entomology, 39: 912–917.
- Chlupáč, I. (2002). Geologická minulost České republiky. Praha: Academia, s. 436. ISBN 80-200009-14-0.
- Chlupáč, I., Brzobohatý, R., Kovanda, J., Straník, Z. (2011). Geologická minulost České republiky. 2. vyd. Praha: Academia, s. 436.
- Ings, T.C., Hartley, S.E. (1999). The effect of habitat structure on carabid communities during regeneration of native Scottish forest – For. Ecol. Manage, 119: 123–136.
- Jelínek, J. (1993). Check-list of Czechoslovak insects IV (Coleoptera). Praha: Folia Heyrovskviana, Supl. 1, s. 172.
- Jelínek, J. (1988). Větrná a kůrovcová kalamita na Šumavě z let 1868 až 1878. Lesprojekt, Brandýs nad Labem, s. 38.

- Jönsson, A.M., Harding, S., Barring, L., Ravn, H.P. (2007). Impact of climate change on the population dynamics of *Ips typographus* in southern Sweden. Online. *Agricultural and Forest Meteorology*, 146: 70–81.
<https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2007.05.006>
- Kadeřávková L. (2017). Problematika smrkových monokultur v souvislosti s výskytem kůrovců v NP Šumava s aplikací do výuky. The issue of spruce monocultures in connection with occurrence of bark beetles in the National park Šumava with application into education. Diplomová práce. Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta, Katedra biologie a environmentálních studií, s. 103.
- Kahuda, P. (2010). Hodnocení zásahů proti lýkožroutu smrkovému v roce 2010. Šumava: čtvrtletník Správy NP a CHKO Šumava, zima 2010, s. 6–7.
- Kindlmann, P., Matějka, K., Doležal, P. (2012). *Lesy Šumavy, lýkožrout a ochrana přírody*. 1.vyd. Praha: Karolinum, s. 325. ISBN 978-80-246-2155-5.
- Knapp, M. a Řezáč, M. (2015). Even the smallest non-crop habitat islands could be beneficial: distribution of carabid beetles and spiders in agricultural landscape. *PLoS one*, 10/4, e0123052. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0123052>
- Knapp, M., Seidl, M., Knappová, J., Macek, M., Saska, P. (2019). Temporal changes in the spatial distribution of carabid beetles around arable field-woodlot boundaries. *Scientific reports*, 9/1, 8967. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-45378-7>
- Kocourek, P. a Dolejš, P. (2018). Mnohonožky (Diplopoda) Jezeřského arboreta (okres Most, severozápadní Čechy). Millipedes (Diplopoda) of the Jezeří arboretum (Most district, Northwestern Bohemia). *Sborník Oblastního muzea v Mostě, řada přírodovědná*, 39 (2017) :98–105. ISBN 978-80-906560-4-8
- Koivula, M. (2001). Carabids beetles (Coleoptera, Carabidae) in boreal managed forests – meso-scale ecological patterns in relation to modern forestry – Autoreferát disertační práce, University of Helsinki, Helsinki, s. 22.
- Koivula, M., Kotze, D.J., Hiisivuori, L., Rita, H. (2003). Pitfall trap efficiency: do trap size, collecting fluid and vegetation structure matter? *Entomologica Fennica*, vol. 14, s. 1–14.
- Koverdinský, B. (1969). K otázce stáří krystalických sérií v oblasti Jeseníků. Olomouc: Vlastivědný ústav, s. 31.
- Křístek, J. a Urban, J. (2004). *Lesnická entomologie*. Praha 2: Nakladatelství Akademie věd České republiky, s. 445.
- Kučera, A. a Černý, M. (2008). Seznamte se s šumavskými horskými smrčiny. Šumava: čtvrtletník Správy NP a CHKO Šumava, jaro 2008, s. 8–11. ISSN 0862-5166.

- Kunca, A., Zúbrik, M., Galko, J., Vakula, J., Leontovyč, R., Konôpka, B., Nikolov, C., Gubka, A., Longauerová, V., Malová, M., Rell, S., Lalík, M. (2019). Salvage felling in the Slovak Republic's forests during the last twenty years (1998–2017). *Central European Forestry Journal*, 65: 3–11. <https://doi.org/10.2478/forj-2019-0007>
- Langer, A. a Horák, J. (2000). *Tak krásný je Uničov*. Uničov: Město Uničov. ISBN 80-238-5557-3.
- Lesní hospodářský plán (2010). Revír Bradlo – platnost od 01.01.2010 do 31.12.2019, Lesy České republiky, s. p., Olomouc: TAXONIA CZ, s.r.o., s. 102.
- Lesní hospodářský plán (2020). Revír Bradlo – platnost od 01.01.2020 do 31.12.2029, Lesy České republiky, s. p., LHProjekt a.s., s. 100.
- Lindner, M., Maroschek, M., Netherer, S., Kremer, A., Barbati, A., Garcia-Gonzalo, J., Seidl, R., Delzon, S., Corona, P., Kolstrom, M., Lexer, M. J., Marchetti, M. (2010). Climate change impacts, adaptive capacity, and vulnerability of European forest ecosystems. *Forest Ecology and Management*, 259: 698–709.
- Löf, M., Bergquist, J., Brunet, J., Karlsson, M., Welander, N.T. (2010). Conversion of Norway spruce stands to broadleaved woodland-regeneration systems, fencing and performance of planted seedlings. *Ecological Bulletins*, 53: 165–174.
- Luff, M.L. (1975). Some features influencing the efficiency of pitfall traps. *Oecologia*, 19: 345–357.
- Mackovčín, P. (2006). Nové geomorfologické členění České republiky 2005. In: Smolová, I. *Geomorfologické výzkumy v roce 2006*. Olomouc: Vydavatelství UP v Olomouci.
- Magura, T. (2002). Carabids and forest edge: spatial pattern and edge effect – *For. Ecol. Manage.*, 157: 23–37.
- Machač, O. (2014). Pavouci a sekáči na kmenech stromů ve městě a v lese. Diplomová práce. Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta, Katedra ekologie a životního prostředí, s. 54.
- Maracchi, G.; Sirotenko, O.; Bindi, M. (2005). Impact of present and future climate variability on agriculture and forestry in the temperate regions: Europe. *Climate Change*, 70: 117–135.
- Marčan, L. (2023). Distribuce epigeonu na ekotonu lesa a pole. Diplomová práce. Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta, Katedra ekologie a životního prostředí, s. 56.

- Marini, L., Økland, B., Jönsson, A.M., Bentz, B., Carroll, A., Forster, B., Grégoire, C., Hurling, R., Nageleisen, L.M., Netherer, S., Ravn, H.P., Weed, A., Schroeder, M. (2017). Climate drivers of bark beetle outbreak dynamics in Norway spruce forests. Online. *Ecography*, 40: 1426–1435. <https://doi.org/10.1111/ecog.02769>
- Marková, Z. a Hejda, M. (2011). Invaze nepůvodních druhů rostlin jako environmentální problém. *Živa*, s. 10–14.
- Martan, P. (2011). Suchá opona Šumavy: přeměna krajiny, která se neměla stát 1991-2011. Čkyně: Komunita pro duchovní rozvoj. ISBN 978-80-904111-5-9.
- Melzer, M., Schluz, J. a kolektiv (1993). Vlastivěda Šumperského okresu. Šumperk: OÚ Šumperk a Okresní vlastivědné muzeum Šumperk, s. 585.
- Miyashita T, Shinkai A, Chida T. (1998). The effects of forest fragmentation on web spider communities in urban areas. *Biological Conservation* 86: 357–364.
- Modlinger R. a Trgala K. (2019). Možné příčiny a důsledky kůrovcové kalamity v lesích Česka s ohledem na specifika při zpracování kalamitního dříví. Praha, ČZU v Praze, s. 41.
- Mommertz, S., Schauer, C., Kösters, N., Lang, A., Filser, J. (1996). A comparison of D-Vac suction, fenced and unfenced pitfall trap sampling of epigeal arthropods in agro-ecosystems. *Ann. Zool. Fennici*, 33: 117–124.
- Mudrák, O., Frouz, J., Velichová, V. (2010). Understory vegetation in reclaimed and unreclaimed post-mining forest stands. *Ecological Engineering*, 36: 783–790.
- Murdoch, WW. (1977). Stabilizing effects of spatial heterogeneity in predator-prey systems. *Theoretical Population Biology* 11, 252–273.
- Obrist, M.K. a Duelli, P. (1996). Trapping efficiency of funnel and cup-traps for epigeal arthropods. *Mitteilungen der Schweizerischen entomologischen Gesellschaft*, 69: 361–369.
- Økland, B., Liebhold, A. M., Bjørnstad, O. N., Erbilgin, N., Krokene, P. (2005). Are bark beetle outbreaks less synchronous than forest Lepidoptera outbreaks? Online. *Oecologia*, 46 (3): 365–372. <https://doi.org/10.1007/s00442-005-0221-2>
- Pajunen T, Haila Y, Halme E, Niemela J, Punttila P. (1995). Ground-dwelling spiders (Arachnida, Araneae) in fragmented old forests and surrounding managed forests in 26 southern Finland. *Ecography*, 18: 62–72.
- Pavelková, K. (2008). Společnosti stonožek (Chilopoda) vybraných karpatských lokalit. Diplomová práce. Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého v Olomouci, s. 56.

- Pekár, S. (2002). Differential effects of formaldehyde concentration and detergent on the catching efficiency of surface active arthropods by pitfall traps. *Pedobiologia*, 46: 539–547.
- Petráková, L. (2006). Interakce mezi mravenci druhů *Liometopum microcephalum* a *Lasius fuliginosus*. Bakalářská práce, Masarykova univerzita v brně, Přírodovědecká fakulta, Ústav botaniky a zoologie. s. 53.
- Pfeifer, J. (1975). Zur Geschichte des Borkenkäfers und seiner Begleiter. Aus dem mährisch-schlesischen Gesenke der Sudeten. In Kampf gegen den Fichtenborkenkäfer. *Centralblatt für das gesamte Forstwesen*. Suppl. 1, s. 1–9. Ex Skuhravý, V. (2002) Lýkožrout smrkový (*Ips typographus* L.) a jeho kalamity. Praha: Agrospoj, s. 196.
- Pruchniewicz, D. a Żołnierz L. (2017). The influence of *Calamagrostis epigejos* expansion on the species composition and soil properties of mountain mesic meadows. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*.
- Pruchniewicz, D. a Żołnierz, L. (2022). Spatial Aggregation and Biometric Variability of the Grass *Calamagrostis epigejos* (L.) Roth during Different Expansion Stages in Mesic Mountain Meadows. Online. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19 (13): 7903. <https://doi.org/10.3390/ijerph19137903>
- Quit, E. (1971). Klimatické oblasti Československa: Climatic regions of Czechoslovakia. 1. vyd. Brno: Geografický ústav ČSAV, s. 73.
- Quitt, E. (1971). Klimatické oblasti Československa. Praha: Academia, *Studia geographica*, s. 50.
- Quitt, E. (1975). Klimatické oblasti ČSR 1 : 500 000. Soubor map fyzicko-geografické regionalizace ČSR. Brno: Geografický ústav ČSAV.
- Rebele, F. a Lehmann, C. (2001). Biological flora of Central Europe: *Calamagrostis epigejos* (L) Roth. *Flora*. 196: 325–344.
- Ricken, U. a Raths, U. (1996). Use of radio telemetry for studying dispersal and habitat use of *Carabus coriaceus* L. *Annales Zoologici Fennici*, 33: 109–116.
- Rosický, B. a Kratochvíl, J. (1953). Synanthropie savců a úloha synantropních a exoantropních hlodavců v přírodních ohniscích nákaz. *Čs. Biologie*.
- Rubín, J. a Balatka, B. (1986). Atlas sklaních, zemních a půdních tvarů. Praha: Academia, s. 385.
- Rusek, J. (2000). Bohatost a rozmanitost života v půdě. *Živa*, 48: 25-27.

- Růžičká, V. a Novák, J. (2000). Pavouci (Araneae) přírodní rezervace Peklo u Nového Města nad Metují. Spiders (Araneae) of Nature Reserve Peklo near Nové Město nad Metují (Eastern Bohemia). České Budějovice, Entomologický ústav, s. 255–258. ISBN: 80-86046-49-4.
- Sedláková, I., Bžezina, S., Dolečková, H. (2001). Třtina křovištní. In: Pyšek, P.; Tichý, L. Rostlinné invaze. Brno: Rezekvítek.
- Sechterová, E. (1990). Aktivita a sezónní dynamika populací epigeických pavouků a sekáčů v lesních biocenózách Beskyd (Araneae; Opiliones). Acta Universitatis Palackianae Olomucensis, Facultas Rerum Naturalium, 99: 219–232.
- Senf, C., Buras, A., Zang, C.S., Ramming, A., Seidl, R. (2020). Excess forest mortality is consistently linked to drought across Europe. Online. Nature Communications, 11: 6200. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-19924-1>
- Schelhaas, M.J., Nabuurs, G.J., Schuck, A. (2003). Natural disturbances in the European forest in the 19th and 20th centuries. Online. Global Change Biology, 9 (11): 1620–1633. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2486.2003.00684.x>
- Schlyter, F. (1985). Regulation of density during host – colonization by pheromones in the bark beetle *Ips typographus*; s. 111–133. In: Schlyter, F. Aggregation pheromone system in the spruce bark beetle *Ips typographus*. Dissertation. Lund, s. 157. Ex: Skuhřavý, V. (2002) Lýkožřout smrkový (*Ips typographus* L.) a jeho kalamity. Praha: Agrospoj, s. 196.
- Schmidt, M.H., Roschewitz, I., Thies, C., Tschardtke, T. (2005). Differential effects of landscape and management on diversity and density of ground-dwelling farmland spiders. Journal of Applied Ecology, 42/2, 281–287. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2005.01014.x>
- Skrzecz I. a Perlińska A. (2018). Current problems and tasks of forest protection in Poland. Folia Forestalia Polonica, Series A – Forestry, 60 (3): 161–172. <https://doi.org/10.2478/ffp-2018-0016>
- Skuhřavý, V. (2002). Lýkožřout smrkový (*Ips typographus*) a jeho kalamity. Praha: Agrospoj, s. 196.
- Slezák, V. (2009). Vliv zemních pastí na abundance epigeonu. Diplomová práce. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta, Katedra ekologie a životního prostředí, s. 47.
- Smolová, I. (2008). Těžba nerostných surovin na území ČR a její geografické aspekty. Olomouc: UP v Olomouci, s. 195. ISBN 978-80-244-2125-4.

- Somodi, I., Virágh, K., Podani, J. (2008). The effect of the expansion of the clonal grass *Calamagrostis epigejos* on the species turnover of a semi-arid grassland. Online. *Applied Vegetation Science*, 11: 187–192. <https://doi.org/10.3170/2008-7-18354>
- Souty-Grosset, C., Badenhauer, I., Reynolds, J.D., Morel, A. (2005). Investigations on the potential of woodlice as bioindicators of grassland habitat quality. *Eur. J. Soil Biol.*, 41: 109–116.
- Spiecker, H., Hansen, J., Klimo, E., Skovsgaard, J.P., Sterba, H., von Teuffel, K. (2004). *Norway Spruce Conversion – Options and Consequences*. European Forest Research Institute Research Reports No. 18. Leiden, Boston, Köln, Brill.
- Sroka, K., Finch, O.D. (2006). Ground beetle diversity in ancient woodland remnants in north-western Germany (Coleoptera, Carabidae). *Journal of Insect Conservation* 10: 335–350.
- Šamánková, D. (2015). *Analýza rizik starých ekologických zátěží a jejich minimalizace*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, s. 60.
- Šantrůčková, H., Vrba, J. a kolektiv (2010). *Co vyprávějí šumavské smrčiny*. 1. vyd. Vimperk: Správa Národního parku a Chráněné krajinné oblasti Šumava, České Budějovice: Přírodovědecká fakulta Jihočeské Univerzity a Česká společnost pro ekologii. ISBN 978-80-87257-04-3.
- Šindelář, J., Frýdl, J., Novotný, P. (2007). Příspěvek k problematice druhé skladby lesních porostů se zvláštním zřetelům k dřevinám melioračním a zpevňujícím. Towards a forest stands species composition in consideration of soil-improving and reinforcement forest tree species. Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i, Strnady. Svazek 52, č. 2/2007, s. 6.
- Špičáková, M. (2010). *Geomorfologické poměry Bradelské vrchoviny*. Diplomová práce. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta, Katedra geografie, s. 103.
- Štursa, J. (2000). *Stálezelené dřeviny*. 1. vyd. Praha: Aventinum. ISBN 80-7151-126-9.
- Tajovský, K. (2015). *Společenstva mnohonožek (Diplopoda) a stonožek (Chilopoda) v měnících se podmínkách horských smrčín Šumavy* Communities of millipedes (Diplopoda) and centipedes (Chilopoda) in changing conditions of montane spruce forests of the Šumava Mountains. Ústav půdní biologie, Biologické centrum AV ČR, České Budějovice, s. 16.
- Tomášek, M. (1995). *Půdní mapa České republiky in Atlas půd České republiky*. Praha: Český geologický ústav, s. 36.
- Tomášek, M. (2007). *Půdy České republiky*. Praha: Česká geologická služba, s. 68. ISBN 978-7075-688-1.

- Topa, E., Kosewska, A., Nietupski, M., Trębicki, Ł., Nicewicz, Ł., Hajdamowicz, I. (2021). Non-inversion tillage as a chance to increase the biodiversity of ground – dwelling spiders in agroecosystems: preliminary results. *Agronomy*, 11/11, 2150. <https://doi.org/10.3390/agronomy11112150>
- Tuf, I.H. a Tufová, J. (2002). Jak se žije po záplavách aneb půdní bezobratlí a velká voda. *Živa*, 50 (6): 269–272.
- Tuf, I.H. (2013). *Praktika z půdní zoologie*. Vydavatelství Univerzity Palackého v Olomouci, Olomouc, s. 92.
- Tůma, L. (2014). Vliv počasí a podnebí na kůrovcové kalamity na Šumavě. Bakalářská práce. Univerzita Karlova, Přírodovědecká fakulta, Ústav pro životní prostředí, s. 40.
- Vacek, S. a Krejčí, F. (2009). *Lesní ekosystémy v Národním parku Šumava*. 2. vyd. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, s.r.o. ISBN 978-80-87154-68-7.
- Valenta, M. (2011). Kůrovec téma nejen "šumavské". Šumava: čtvrtletník Správy NP a CHKO Šumava, zima 2011, s. 16–17.
- Vlček, V. a kolektiv (1984). *Vodní toky a nádrže*. Zeměpisný lexikon ČSR. Praha: Academia, s. 315.
- Vlk, J. (2017). Vliv umělé mykorrhizace na odrůstání kultur smrku ztepilého. Diplomová práce. Mendelova univerzita v Brně, Lesnická a dřevařská fakulta, Ústav zakládání a pěstění lesů. s. 73.
- Voigtländer, K., & Dunger, W. (1992). Long-term observations of the effects of increasing dry pollution on the myriapod fauna of the Neißer Valley (East Germany). *Berichte des Naturwissenschaftlich-Medizinischen Vereins in Innsbruck, Supplement*, 10: 251–256.
- Vrabec, M., Čekal, P., Leipeltová, P., Kimlová, M., Černá, L. (2015). *Roční zpráva o hydrometeorologické situaci v České republice 2014*. Praha: Český hydrometeorologický ústav, s. 34.
- Warburg, M.R. (1964). The response of isopods towards temperature, humidity and light. *Anim Behav*, 12: 175–186.
- Warburg, M.R., Linsenmair, K.E., Bercowitz, K. (1984). The effect of climate change on the distribution and abundance of Isopods. *Symp. zool. Soc. Lond.* s. 339–367.
- Weinstein, P. a Slaney, D. (1995). Invertebrate faunal survey of Rope Ladder Cave, Northern Queensland: a comparative study of sampling methods. *J. Aust. ent. Soc.*, 34: 233–236.

- Wermelinger, B. a Seifert, M. (1999). Temperature-dependent reproduction of the spruce bark beetle *Ips typographus*, and analysis of the potential population growth. Online. *Ecological Entomology*, 24 (1) 103–110.
<https://doi.org/10.1046/j.1365-2311.1999.00175.x>
- Wermelinger, B. (2004). Ecology and management of the spruce bark beetle *Ips typographus* – a review of recent research. *Forest Ecology and Management*, 202: 67–82. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2004.07.018>
- Werner, P. a Wiezik, M. (2007). Vespoidea: Formicidae (Mravencovití) In: Bogusch, P.; Straka, J.; Kment, P. (2000) Annotated checklist of the Aculeata (Hymenoptera) of the Czech Republic and Slovakia. *Acta entomologica Musei Nationalis Prague*, Suppl. 11, s. 133–164.
- Zahradník, P. (2004). Ochrana smrčín proti kůrovcům. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, s. 39.
- Zahradník, P. a Knížek, M. (2007). Lýkožrout smrkový *Ips typographus* (L.). Lesnická práce – Příloha 4: I – VIII.
- Zahradník, P. a Zahradníková, M. (2019). Kůrovcová kalamita z historického pohledu a možnosti řešení. Bark beetle calamity from historical perspective and possibilities of solution. Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i. Strnady, s. 8.

Internetové zdroje

Bobkart (2020). Turistika.cz, Tragédie Bradla. Online. © 2007-2023 Turistika.cz s.r.o. Dostupné z: <https://www.turistika.cz/mista/tragedie-bradla/detail> [Citováno 2023-03-15].

Bohdal, J. Lýkožrout smrkový [foto]. In: Naturfoto.cz. Online. Dostupné z: <https://www.naturfoto.cz/lykozrout-smrkovy-fotografie-19065.html> [Citováno 2023-04-19].

Český hydrometeorologický ústav (2022). Portál ČHMÚ. Online. Dostupné z: <https://www.chmi.cz/aktualni-situace/sucho#>

Český úřad zeměměřický a katastrální (2000). Historické TB. Odbor geodetických základů. Online. Dostupné z: <https://bodovapole.cuzk.cz/vyznamneTB.aspx?fbclid=IwAR27FNTyouSxUL5ZzNjp6YC1HgDpXEHEptvBWXkC7atNGQwE2hqCGhZ5dI> [Citováno 2023-04-04].

ČSN 48 1000. Ochrana lesa proti kůrovcům na smrku. Online. Praha: Český normalizační institut, 2005. Dostupné z: <https://www.technickenormy.cz/csn-48-1000-ochrana-lesa-proti-kurovcum-na-smrku/> [Citováno 2023-06-23].

Mapy.cz. Bradelská vrchovina. Online. Dostupné z: <https://mapy.cz/turisticka?q=bradlo&source=base&id=2025110&ds=2&x=17.0151466&y=49.8444058&z=13> [Citováno 2023-03-07].

Mapy.cz. Hanušovická vrchovina. Online. Dostupné z: <https://mapy.cz/zakladni?l=0&q=hanu%C5%A1ovick%C3%A1%20vrchovina&source=area&id=26344&ds=2&x=16.9829985&y=49.9825873&z=9> [Citováno 2023-03-07].

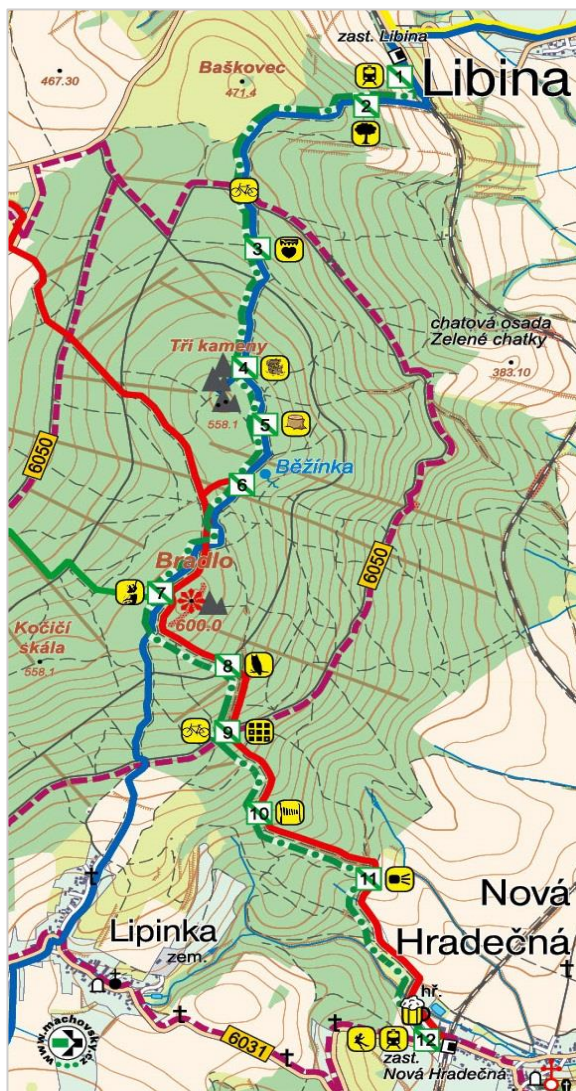
Mapy.cz. Úsovská vrchovina. Online. Dostupné z: <https://mapy.cz/turisticka?l=0&q=%C3%BAsovsk%C3%A1%20vrchovina&source=area&id=26278&ds=1&x=17.0223572&y=49.8435017&z=10> [Citováno 2023-01-24].

Město Mohelnice. Charakteristika Mikroregionu Mohelnicko, Titulní stránka. Online. © 2006. Dostupné z: <https://www.mohelnice.cz/charakteristika-mikroregionu-mohelnicko/d-158011/p1=98025> [Citováno 2023-03-25].

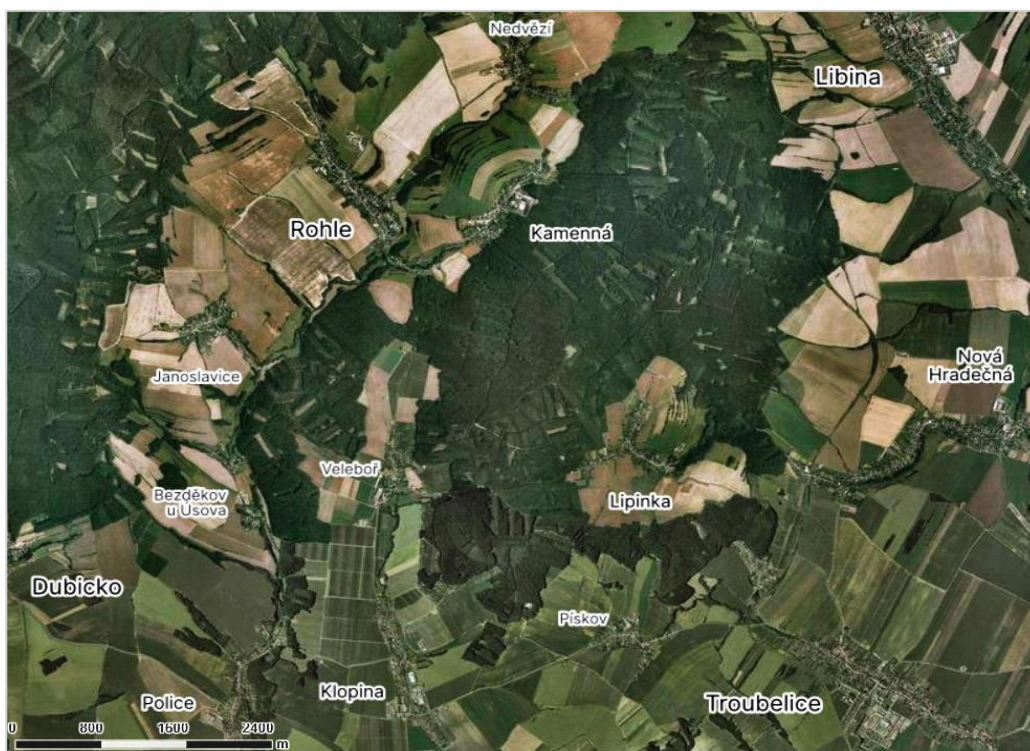
- Michalec, J.; Sloup, R.; Lípa, J. (2020). Prodej kůrovcové pilařské kulatiny z České republiky do Čínské lidové republiky: review. The sale of bark beetle affected sawmill timber from the Czech Republic to The People's Republic of China: review. *Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti* 2020, s. 57–64. Online. Dostupné z: https://www.vulhm.cz/zlv_online_detail/prodej-kurovcove-pilarske-kulatiny-z-ceske-republiky-do-cinske-lidove-republiky-review/ [Citováno 2023-03-15].
- Obec Nová Hradečná. Naučná stezka krajinou památného Bradla. Online. ©2017. Dostupné z: <https://www.novahradecna.cz/naucna-stezka-krajinou-pamatneho-bradla-2> [Citováno 2023-02-17].
- SDH Libina (2012) SDH Libina – výjezdy jednotky. Online. © 2007. Dostupné z: <https://www.sdhlibina.cz/vyjezdy%2Djednotky/ds-1001/p1=56> [Citováno 2023-05-14].
- SDH Troubelice (2018) SDH Troubelice – výjezdy jednotky. Online. © 2007. Dostupné z: <https://sdh.troubelice.cz/vyjezdy-jednotky> [Citováno 2023-05-16].
- Štěpán, J. (2009). Mapy.cz. Král Bradla. Online. Dostupné z: <https://mapy.cz/fotografie?sourcep=foto&idp=375117&x=17.0509396&y=49.8637095&z=15> [Citováno 2023-02-17].
- Uničovsko Mikroregion. *Unicovsko.cz*. Online. © 2004. Dostupné z: <http://unicovsko.cz/mikroregion/> [citováno 2023-02-13].
- Úsovsko (2011). ÚSOVSKO A.S. *Potravinářská výroba–O nás*. Online. © 2009–2011. Dostupné z: <http://www.usovsko.cz/index.php?p=potravinarska-vyroba> [Citováno 2023-02-04].
- Vyhláška Mze č. 101/1996 Sb., Zákon pro lidi.cz, Sbírka zákonů © AION CS, s.r.o. 2010–2023. Online. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1996-101> [Citováno 2023-06-18].
- Vyhláška č. 139/2004 Sb., Zákon pro lidi.cz, In: Sbírka zákonů © AION CS, s.r.o. 2010–2023. Online. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2004-139> [Citováno 2023-07-04].
- Zábřežsko. O mikroregionu – Svazek obcí mikroregionu Zábřežsko. Online. © 2010. Dostupné z: <https://www.zabrezsko.cz/o-mikroregionu> [Citováno 2023-02-28].
- Zákon č. 114/1992 Sb., Zákon pro lidi.cz, In: Sbírka zákonů. Online. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1992-114> [Citováno 2023-07-05].

8 Přílohy

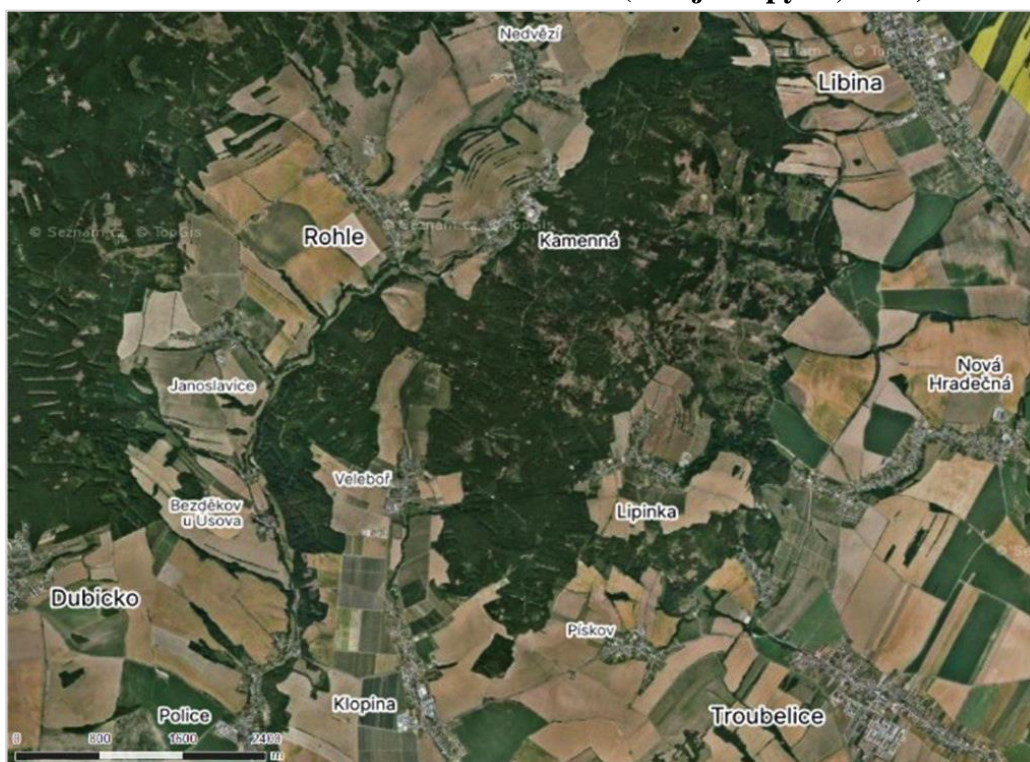
Příloha 1 Naučná stezka krajinou památného Bradla (zdroj: Obec Nová Hradečná).



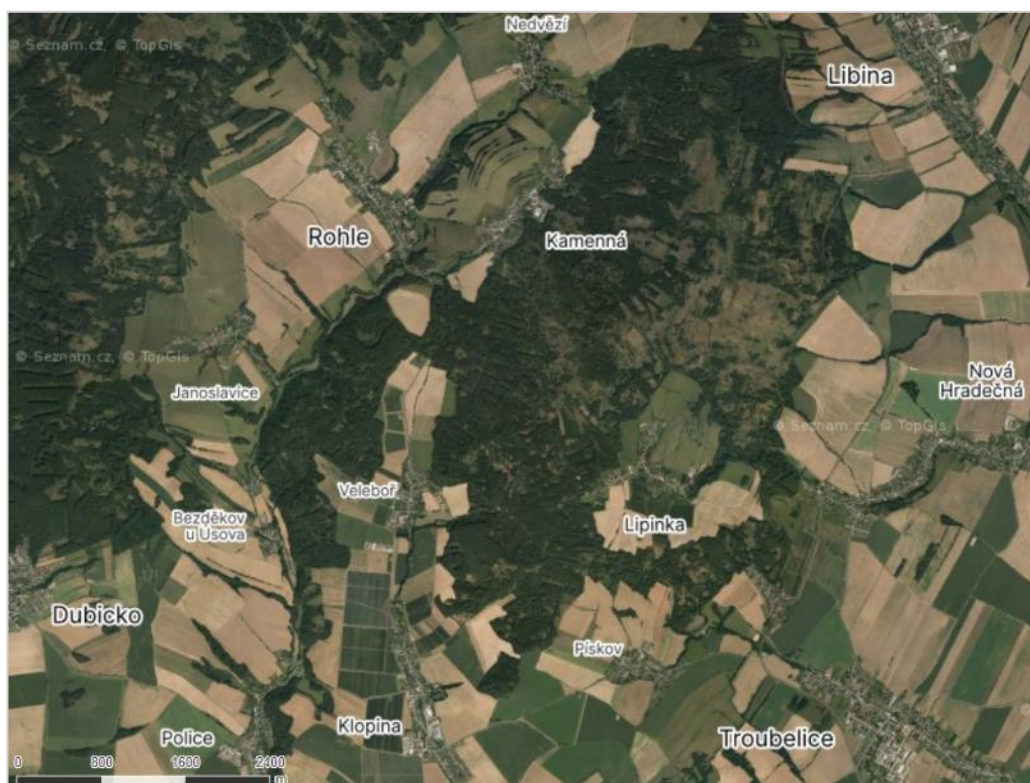
Příloha 2 Bradelská vrchovina v roce 2001-2003 (zdroj: mapy.cz, 2023).



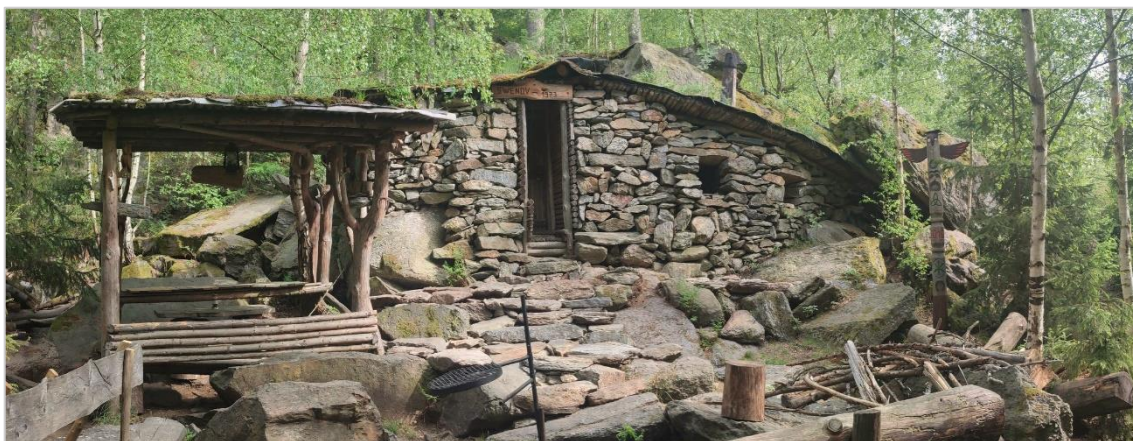
Příloha 3 Bradelská vrchovina v roce 2016-2018 (zdroj: mapy.cz, 2023).



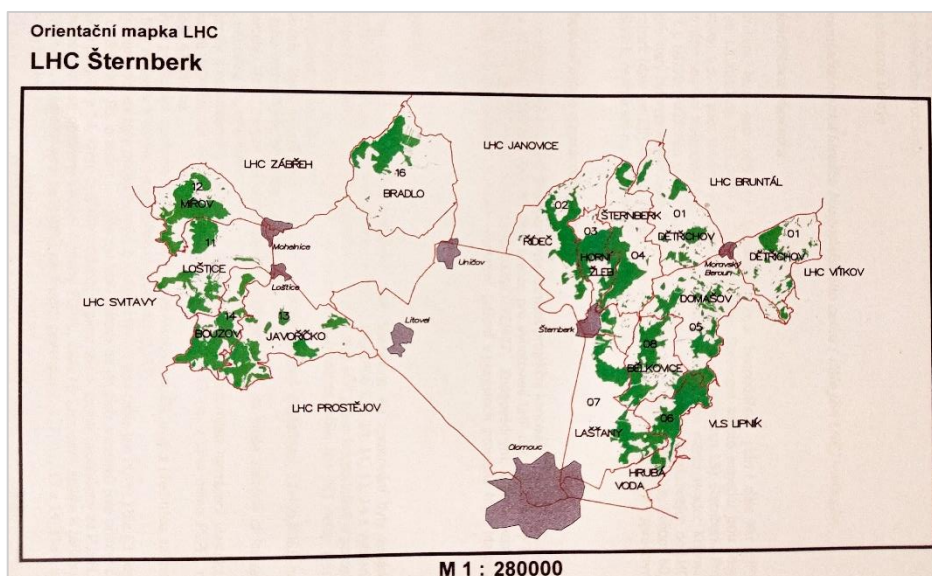
Příloha 4 Současná situace Bradelské vrchoviny (zdroj: mapy.cz, 2023).



Příloha 5 Trampská chata Swenov, 1973 (zdroj: Balut, 2022).



Příloha 6 Orientační mapa revírů v LHC Šternberk (zdroj: LHP Šternberk, 2020).



Příloha 7 Seznam požárů na Bradelské vrchovině od roku 2012 (zdroj: SDH Troubelice a SDH Libina, 2012-2023).

Seznam požárů od roku 2012 (SDH Troubelice; SDH Libina, 2012-2023):

- 29.07.2012 – požár lesního porostu, jehličí o rozloze 10 x 10 m přibližně 800 m pod vrcholem kopce Bradlo
- 16.06.2013 – požár lesa oblast Tři kameny Bradlo
- 19.09.2014 – požár porostu malého rozsahu v blízkosti skal Tři kameny
- 27.08.2015 – požár klestí po pálení v lese Bradlo
- 04.09.2015 – požár odpadu po těžbě na kopci Bradlo
- 06.09.2015 – požár klestí po pálení v lese Bradlo
- 02.10.2017 – požár lesního porostu po pálení klestí na kopci Bradlo
- 07.04.2018 – požár lesního porostu na Bradle, zasaženo bylo 3,5 ha porostu a na zdolání požáru si vyžádalo účasti devíti jednotek hasičů
- 09.07.2018 – požár lesního porostu
- 14.04.2020 – požáru lesního porostu na kopci Bradlo
- 14.03.2021 – požár lesního porostu mezi Troubelice-Sídlíště a Novou Hradečnou
- 24.03.2021 – požár lesního porostu v Lipince
- 04.12.2021 – požár lesního porostu, vypalování klestí
- 03.05.2022 – požár lesního porostu mezi Novou Hradečnou a Libinou
- 23.03.2023 – požár travního porostu a malých jehličnanů o rozloze 100 x 20 m v oblasti Tři kameny, účast 4 jednotek hasičů

Příloha 8 Souřadnice zemních pastí (zdroj: My GPS Coordinates verze 5.09).

| LES | BRADLO |
|-------------------|----------------------------------|
| 1 | 49°51'41,618"N 17°3'8,2332"E |
| 2 | 49°51'50,725"N 17°2'59,632"E |
| 3 | 49°51'50,081"N 17°2'44,815"E |
| 4 | 49°51'38,301"N 17°2'37,752"E |
| 5 | 49°51'24,220"N 17°2'22,722"E |
| 26 | 49°51'12,399"N 17°2'15,313"E |
| 27 | 49°51'8,6954"N 17°2'28,690"E |
| 28 | 49°50'54,911"N 17°2'28,424"E |
| 29 | 49°50'47,707"N 17°2'37,176"E |
| 30 | 49°51'16,114"N 17°2'52,749"E |
| POLOM | POD VRCHOLEM BRADLO |
| 6 | 49°50'50,213"N 17°3'41,184"E |
| 7 | 49°51'0,9799"N 17°3'51,138"E |
| 8 | 49°51'10,305"N 17°3'51,760"E |
| 9 | 49°51'15,602"N 17°3'28,602"E |
| 10 | 49°51'5,0416"N 17°3'15,080"E |
| POŽÁR | POD BRADLEM |
| 11 | 49°50'59,286"N 17°3'35,535"E |
| 12 | 49°51'5,2797"N 17°3'39,182"E |
| 13 | 49°51'10,278"N 17°3'41,515"E |
| 14 | 49°51'11,870"N 17°3'34,837"E |
| 15 | 49°51'4,5311"N 17°3'30,790"E |
| KŘOVINY | ZA SKALNÍM ÚTVAREM BRADLO |
| 16 | 49°51'28,240"N 17°3'5,9832"E |
| 17 | 49°51'25,056"N 17°3'5,4864"E |
| 18 | 49°51'23,535"N 17°3'0,0576"E |
| 19 | 49°51'28,644"N 17°2'53,772"E |
| 20 | 49°51'33,631"N 17°2'52,188"E |
| POLOM | TŘI KAMENY |
| 21 | 49°51'38,754"N 17°3'23,396"E |
| 22 | 49°51'44,159"N 17°3'32,106"E |
| 23 | 49°51'47,201"N 17°3'20,976"E |
| 24 | 49°51'52,747"N 17°3'28,100"E |
| 25 | 49°51'53,946"N 17°3'17,805"E |
| EXTRAVILÁN | Obec Nová Hradečná |
| 31 | 49°50'17,005"N 17°5'13,862"E |
| 32 | 49°50'13,946"N 17°5'9,8052"E |
| 33 | 49°50'6,9950"N 17°4'58,306"E |
| 34 | 49°50'6,0865"N 17°4'51,513"E |
| 35 | 49°50'12,956"N 17°4'5,8116"E |