

Česká zemědělská univerzita v Praze
Fakulta životního prostředí
Katedra ekologie

Rozšíření a ekologie jeřábů (*Sorbus*) v NPR Karlštejn

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BAKALANT: Jan Häusler
VEDOUCÍ PRÁCE: Ing. Karel Boublík, Ph.D.
KONZULTANT: Mgr. Petr Vít, Ph.D.

2020

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jan Häusler

Aplikovaná ekologie

Název práce

Rozšíření a ekologie jeřábů (Sorbus) v NPR Karlštejn

Název anglicky

Distribution and ecology of Sorbus species in the Karlštejn National Nature Reserve (Bohemian Karst)

Cíle práce

Cílem práce je zmapovat rozšíření jeřábů v NPR Karlštejn v Českém krasu. Autor zhodnotí také vazbu jednotlivých druhů na rostlinná společenstva. Součástí práce bude i literární rešerše dosud publikovaných prací zabývajících se jeřáby v CHKO Český kras.

Metodika

V rešeršní části práce autor podá přehled dosavadních znalostí o druzích rodu Sorbus rostoucích v NPR Karlštejn a v Českém krasu na základě literárních zdrojů. V terénu podrobně zmapuje rozšíření jednotlivých druhů jeřábů v NPR Karlštejn včetně jejich početnosti a zaznamená všechna společenstva (alespoň na biotopové úrovni podle Katalogu biotopů ČR), ve kterých se vyskytují. Zároveň zaznamená základní ekologické charakteristiky stanoviště (sklon a orientace svahu, geologické podloží, zástin apod.). V práci autor uvede rozšíření jeřábů v textové i mapové podobě, zhodnotí faktory ohrožující jejich existenci, případně navrhne managementová opatření na jejich podporu.

Doporučený rozsah práce

15-30 stran + přílohy (např. mapy rozšíření jednotlivých druhů, fotodokumentace)

Klíčová slova

biotopy, cévnaté rostliny, Český kras, Rosaceae, rozšíření rostlin, střední Čechy

Doporučené zdroje informací

- Danihelka J., Chrtek J. jr., Kaplan Z. (2012): Checklist of vascular plants of the Czech Republic. – Preslia, Praha, 84: 647-811.
- Chytrý M. (ed.) (2007-2013): Vegetace České republiky. 1.-4. – Academia, Praha.
- Chytrý M., Kučera T. et Kočí M. (eds) (2010): Katalog biotopů České republiky. – Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha.
- Kaplan Z., Danihelka J., Lepší M., Lepší P., Ekrt L., Chrtek J. Jr., Kocián J., Prančl J., Koblíková L., Hroneš M. et Šulc V. (2016): Distributions of vascular plants in the Czech Republic. Part 3. – Preslia, Praha, 88: 459–544.
- Kovanda M. (1984): A new hybridogeneous Sorbus. – Preslia, Praha, 56: 169–172.
- Kovanda M. (1992): Sorbus L. – jeřáb. – In: Hejný S., Slavík B., Kirschner J. et Křísa B. (eds), Květena České republiky 3, p. 474–484, Academia, Praha.
- Kubát K., Hrouda L., Chrtek J. jun., Kaplan Z., Kirschner J. et Štěpánek J. (eds) (2002): Klíč ke květeně České republiky. – Academia, Praha.
- Lepší M., Lepší P., Koutecký P., Bílá J. et Vít P. (2015): Taxonomic revision of Sorbus subgenus *Aria* occurring in the Czech Republic. – Preslia, Praha, 87: 109–162.
- Lepší M. (2017): Taxonomy and variability of selected Sorbus taxa. – Dokt. práce, PřF JU, České Budějovice.
- Vít P., Lepší M. et Lepší P. (2012): There is no diploid apomict among Czech Sorbus species: a biosystematic revision of *S. eximia* and discovery of *S. barrandienica*. – Preslia, Praha, 84: 71-96.
-

Předběžný termín obhajoby

2019/20 LS – FŽP

Vedoucí práce

Ing. Karel Boublík, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra ekologie

Konzultant

Mgr. Petr Vít, Ph.D.

Elektronicky schváleno dne 22. 3. 2019

doc. Ing. Jiří Vojar, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 22. 3. 2019

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 17. 12. 2019

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně pod vedením Ing. Karla Boublíka, Ph.D. Další informace mi poskytnul Mgr. Petr Vít, Ph.D.. Dále prohlašuji, že jsem uvedl všechny literární prameny, ze kterých jsem čerpal.

Prohlašuji, že tištěná verze se shoduje s verzí odevzdanou přes Univerzitní informační systém.

V Praze 15.6.2020

.....

Poděkování

Nejprve bych chtěl poděkovat mému školiteli, Karlovi Boublíkovi, za odborné vedení a důležité připomínky k práci. Dále děkuji Petrovi Vítovi za pomoc při hledání odborných článků a za metodickou ukázkou postupu v terénu. Petru Chajmovi, Martinu Sládečkovi a Martině Kadlecové děkuji za pomoc při práci v R-studiu. Nakonec děkuji rodině za podporu a pevné nervy při zpracování této práce.

Abstrakt

Rod *Sorbus* je velmi složitou skupinou vyšších rostlin, který díky svému způsobu rozmnožování a vzájemné hybridizaci čítá velké množství druhů. Druhy vzniklé hybridizací jsou velmi často endemity. Tato práce se zaměřuje na výskyt jeřábů v NPR Karlštejn v Českém krasu. Dále hodnotí vazbu jednotlivých druhů na rostlinná společenstva, porovnává mapované druhy v závislosti na abiotických podmínkách a hodnotí plodnost jednotlivých druhů v roce 2019. Celkem jsem našel v NPR Karlštejn 7 druhů jeřábů. Pět druhů původních (*S. torminalis*, *S. aucuparia*, *S. barrandienica*, *S. collina* a *S. danubialis*) a dva nepůvodní (*S. aria* a *S. intermedia*). Práce podrobně mapuje druhy *S. collina* a *S. danubialis*, které jsou klasifikovány jako ohrožené, a *S. barrandienica*, který je klasifikován jako kriticky ohrožený druh. Zaměřil jsem se na měření výšky jedince, biotopu, souřadnic, nadmořské výšky, orientace, sklonu, zastínění a plodnosti. Na základě získaných dat v terénu jsem jednotlivé druhy porovnal pomocí statistické analýzy ANOVA (analýza rozptylu). Tímto typem statistické analýzy jsem porovnával, jestli se druhy liší svojí výškou, a jestli se svým výskytem liší v závislosti na nadmořské výšce a sklonu terénu. Zastínění jednotlivých druhů a plodnost jedinců v závislosti na zastínění jsem testoval na základě homogenity kontingenční tabulky (chí-kvadrát test). Z podrobně mapovaných druhů je *S. collina* nejhojnějším a nejvyšším druhem. *S. danubialis* je ze všech tří druhů nejmenší a vyskytuje se spíše jako keř. *S. barrandienica* se vyskytuje ve velmi malém počtu a to pouze 68 jedinců. Výsledky práce ukazují, že *S. collina* a *S. danubialis* se nejvíce vyskytují v pěchavových trávnících a *S. barrandienica* se nejvíce vyskytuje v perialpidských bazifilních teplomilných doubravách. Jeřáby v NPR Karlštejn nejvíce ohrožuje uzavírání stromového patra a zarůstání konkurenčně schopnějšími druhy jako je svída a ptačí zob. K ochraně jeřábů je potřeba prosvětlovat lesy, rozvolňovat stromové patro a odstraňovat expanzivní druhy křovin.

Klíčová slova: *S. barrandienica*, *S. collina*, *S. danubialis*, biotopy, Český kras, *Rosaceae*, rozšíření rostlin, cévnaté rostliny

Abstract

The *Sorbus* genus is a very complex group of vascular plants, which due to its way of reproduction and hybridization, represents large numbers of species. Species resulting from hybridization are very often endemic. This work focuses on the mapping of *Sorbus* in National Nature Reserve (NNR) Karlštejn in the Bohemian Karst. It also evaluates the link of all species to plant communities, compares the mapped species depending on abiotic conditions and evaluates the fertility of species in 2019. In total, I found 7 species of *Sorbus* in NNR Karlštejn. Five of these seven species are native ones (*S. torminalis*, *S. aucuparia*, *S. barrandienica*, *S. collina* and *S. danubialis*) and two of them are aliens (*S. aria* and *S. intermedia*). The work surveys in detail the species *S. collina* and *S. danubialis*, which are classified as endangered species and *S. barrandienica*, which is classified as critically endangered species. I have concentrated on measurement of the individual's height, habitat, coordinates, altitude, orientation, slope, shade and fertility. Based on the data obtained in the field, I compared the species using statistical analysis of ANOVA (dispersion analysis). With this type of statistical analysis, I compared whether species differ in their height and whether they differ in their occurrence depending on the altitude and inclination of the terrain. I tested the shading of individual species and the fertility of individuals depending on the shading based on the homogeneity of the contingent table (chi-square test). From these three mapped species, *S. collina* is the most abundant and the highest one (the tallest known individual reached a height of 15 meters). *S. danubialis* is the smallest (the tallest known individual reached a height of 7 metres) of the three species and occurs like a shrub. *S. barrandienica* occurs in very small numbers, only 68 individuals. The results show that *S. collina* and *S. danubialis* are mostly found in *Sesleria* grasslands, and *S. barrandienica* is the mostly present in Peri-Alpidic basiphilous thermophilous oak forests. *Sorbus* species in NNR Karlštejn are most threatened by tree canopy closures and growth of more competitive species such as *Cornus* and *Ligustrum vulgare*. To protect *Sorbus* species, it is necessary to open the forests and remove expansive shrub species.

Key words: *S. barrandienica*, *S. collina*, *S. danubialis*, habitat, Bohemian Karst, *Rosaceae*, plant distribution, vascular plants

Obsah

1. Úvod.....	9
2. Cíle práce	9
3. Taxonomické zařazení rodu <i>Sorbus</i>	10
3.1 Charakteristika rodu <i>Sorbus</i>	10
3.2 Endemismus rodu <i>Sorbus</i>	11
3.3 Ohrožení rodu <i>Sorbus</i> v ČR.....	11
3.4 Charakteristika mapovaných druhů rodu <i>Sorbus</i> v NPR Karlštejn.	11
4. Charakteristika území	13
5. Metodika terénního mapování	14
5.1 Metodika zpracování dat	14
6. Výsledky mapování NPR Karlštejn	15
7. Diskuze	25
8. Závěr	30
Seznam použité literatury	31
Přílohy	33

1. Úvod

Tato práce se zabývá mapováním výskytu rodu *Sorbus* L. (jeřáby) v NPR Karlštejn. Rod *Sorbus* L. má asi 200 druhů a je rozšířen v mírném pásu severní polokoule, hlavně v Evropě a Asii. Systematicky ho můžeme rozdělit do 5 podrodů: *Sorbus*, *Aria*, *Cormus*, *Torminaria* a *Chamaemespilus*. Taxonomicky patří mezi složitou skupinu a to hlavně kvůli svojí bohaté diverzitě druhů, která vyplývá z více způsobů reprodukce. Častý způsobu rozmnožování je apomixie (nepohlavního rozmnožování). Apomiktické jsou především druhy hybridogenního původu, které jsou popsány z mnoha evropských zemí. Velmi často to jsou endemity malých území. Celkem se na území ČR nachází 22 druhů jeřábů, z toho 8 z nich jsou klasifikovány jako endemity. Jeřáby se řadí mezi světlomilné druhy, které nejsou příliš konkurenčně schopné. Typickým stanovištěm jsou lesní okraje, rozvolněné lesní porosty a kamenité až skalnaté svahy. V důsledku zastínění neplodí a při velkém nedostatku světla může dojít až k úhynu jedince. To činí jedno z velkých ohrožení jeřábů, kdy dochází k uzavírání stromového patra a zarůstání jejich přirozených stanovišť. Proto je důležité chránit jeřáby komplexně; zachováním mozaiky prostředí, uvolněním ze zapojeného lesa nebo prosvětlením lesů či dokonce snížením stavu lesní zvěře (Lepší et Lepší 2016). Z těchto důvodů se tato práce zaměří na zhodnocení jeřábů, které se vyskytují v Národní přírodní rezervaci Karlštejn.

2. Cíle práce

1. Hlavním cílem práce je zmapování rozšíření jeřábů v NPR Karlštejn v Českém krasu.
2. Dalším cílem je zhodnocení vazby jednotlivých druhů jeřábů na rostlinná společenstva.
3. Shrnutí informací dosud publikovaných prací, které se zabývají jeřáby v CHKO Český kras v literární rešerši.
4. Vzájemně porovnat mapované druhy jeřábů na základě vlivu abiotických podmínek: zastínění, sklon, nadmořská výška a orientace vůči světovým stranám.
5. Porovnání rozdílů výšek jedinců a srovnání plodností mezi mapovanými druhy jeřábů v roce 2019.

3. Taxonomické zařazení rodu *Sorbus*

Oddělení: *Magnoliophyta*

Třída: *Rosopsida*

Řád: *Rosales*

Čeleď: *Rosaceae* (růžovité)

Podčeleď: *Maloideae* (jabloňovité)

Rod: *Sorbus*

3.1 Charakteristika rodu *Sorbus*

Jeřáby jsou beztrnné keře nebo stromy. Pupeny jsou kuželovité až vejčité, tupé nebo špičaté. Listy mají většinou jednoduché nebo lichozpeřené s opadavými palisty. Květy s nálevkovitou češulí (charakteristický znak čeledi *Rosaceae*). Květem je chocholičnatá lata. Korunní lístky jsou okrouhlé až eliptické. Tyčinek v květu je 15–25, gyneceum je 2–5četné. Semeník je spodní nebo polospodní. V každém pouzdru jsou dvě vajíčka, obvykle se ovšem pouze jedno vyvíjí v semeno. Malvice jsou různého tvaru, velikosti i barvy (Kovanda 1992).

U jeřábů s členitými listy je při určování významný tvar a velikost laloků. Laloky na listech jsou zakončeny tzv. vrcholovým zubem, ostatní zuby na okraji laloku jsou postranní zuby. Za hlavní zub je označován zpravidla 1–2× pilovitý zub, který nesplňuje velikostní kritéria pro lalok. Hlavní zuby se vyskytují u jeřábů s celistvými, 2–3× pilovitými čepelimi, ale také v horních částech peřenolaločných čepelí. Na hlavním zubu, stejně jako na laloku, je jeden vrcholový a zpravidla několik postranních zubů (Lepší et Lepší 2019). Charakteristický druhový znak jeřábů je přítomnost lenticel na povrchu malvice (Kovanda 1959). Taxonomicky je tento rod velmi složitý. Pouze z naší květeny je evidováno minimálně 22 různých taxonů. Vysoká diverzita tohoto rodu je dána tím, že obsahuje jak pohlavně se rozmnožující druhy, tak i větší počet apomiktických druhů hybridogenního původu, které jsou většinou endemity. Některé druhy jsou si pro morfologickou blízkost nebo podobnost se sympatricky vyskytujícími rodičovskými taxony velmi podobné (Lepší et al. 2008, Vít et al. 2012).

3.2 Endemismus rodu *Sorbus*

Endemit je organismus, který vznikl a nachází se pouze na určitém omezeném území. Vznik endemických jeřábů je dán častým mezidruhovým křížením spojeným s následnou polyploidizací (zdvojení počtu chromozomů) a přechodem k apomiktickému způsobu rozmnožování a umožnilo tak uchování unikátních vlastností jedinců. Prvotní hybridizace se můžou účastnit morfologicky odlišné populace i nově vzniklí kříženci, kteří často vykazují rozdílné vlastnosti. Tímto způsobem vzniká velké množství drobných hybridogenních taxonů neboli mikospecií. Největší počet endemických druhů se vyvinul v oblastech s velmi členitým terénem (Vít et Suda 2006, Gerža 2009).

3.3 Ohrožení rodu *Sorbus* v ČR

Jeřáby jsou v České republice většinou vzácné, a jsou zahrnuty do chráněných území nejrůznějších kategorií ochrany (národní parky, CHKO a MZCHÚ). Některé druhy figurují i ve Vyhlášce 395/1992 Sb., kterou se provádějí některá ustanovení České národní rady č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny. Jeřáby jsou sice odolné vůči imisím, ovšem velké riziko jim hrozí ze strany fytopatogenních bakterií (Kovanda 1999). Dále jeřáby ohrožují vysoké stavy zvěře, které zabraňují zmlazení a podporují eutrofizaci prostředí. V důsledku eutrofizace dochází k zarůstání prostředí. Světlé lesy se stávají stinnými, což vede k vysokému úbytku až úplnému vymizení jeřábů na stanovištích (Čížek et al. 2016). Důležité při ochraně jeřábů jsou managementové zásahy pro udržení diverzity prostředí a zachování možnosti další hybridizace, ale i o zachování reprodukce stávajících jeřábů, které vyžadují opylení jinými druhy jeřábů (Lepší et Lepší 2016).

3.4 Charakteristika mapovaných druhů rodu *Sorbus* v NPR Karlštejn

Podrobně byly mapovány druhy, které jsou klasifikovány jako ohrožené. *Sorbus barrandienica* je kriticky ohrožený druh (C1b), *Sorbus collina* a *Sorbus danubialis* jsou klasifikovány jako ohrožené druhy (C3) (Grulich 2017).

***Sorbus barrandienica* – jeřáb barrandienský**

Endemit Českého krasu. Strom dorůstající výšky až 12 metrů. Větve silné, hnědošedé; letorosty v mládí řídce plstnaté, později olysávají. Pupy úzce vejcovité až vřetenovité. Listy jednoduché; čepel listů široce eliptická, na bázi klínovitá, okraje báze svírají úhel (60–)70–90(–110)°,± plochá. Čepel listů pravidelně mělce laločnatá se středně široce tupě trojúhelníkovitými až téměř hrotitými laloky, na vrcholu špičaté až téměř zaokrouhlené. Květenství kompaktní, s± plstnatými větvkami. Zhruba 20 tyčinek. Prašníky krémově bílé. Plody téměř kulovité, stejně dlouhé jako široké. Malvice jsou oranžovo červené, se středně velkými lenticelami. (Vít et al. 2012, Lepší 2017).

***Sorbus collina* – jeřáb chlumní**

Keř nebo malý strom dorůstající do výšky až 18 metrů. Větve silné, hnědošedé; letorosty v mládí plstnaté, později olysávají. Pupy vejcovité až špičaté. Listy jednoduché; čepel listů na okraji 1–2(–3)× pilovitá, se zářezem mezi druhou a třetí žilkou od báze, s tupě špičatým, zaokrouhleným až uťatým vrcholem, okraje vrcholu svírají úhel (130–)140–160(–170)°. Čepel listů poměrně velká, široce eliptická až téměř okrouhlá (připomínající tvar tenisové rakety), na okraji plochá. Květenství kompaktní s plstnatými větvkami. Zhruba 20 tyčinek. Prašníky krémově bílé. Plody tmavě červené vždy širší než dlouhé (Lepší M. et al. 2015, Lepší M. 2017).

***Sorbus danubialis* – jeřáb dunajský**

Keř nebo malý strom dorůstající výšky až 10 metrů. Větve silné, hnědošedé; letorosty v mládí plstnaté později olysávají. Pupy vejcovité, špičaté. Listy jednoduché; čepel listů sterilních brachyblastů poměrně malá, na okraji, obzvláště v horní ½ zprohýbané a hrubě, často zastřižované, 1–2(–3)× pilovitá, čepel listů fertálních brachyblastů často zaokrouhleně kosočtvercová, zpravidla s širokým špičatým vrcholem. Květenství kompaktní s plstnatými větvkami. Zhruba 20 tyčinek. Prašníky krémově bílé. Plody tmavě červené, vždy širší než dlouhé (Kovanda 1992, Kubát 2002).

4. Charakteristika území

NPR Karlštejn se nachází v CHKO Český kras severně od řeky Berounky mezi Berounem, Srbskem, Karlštejnem, Mořinou a Vráží. Jedná se o největší NPR v Českém krasu o rozloze 1547 ha a v nadmořské výšce od 216 do 440 m n. m. Vápencový podklad tvoří převážnou část geologického podloží. Horninové soubory mají vrásovou stavbu, je zde dobře patrné střídání synklinálních a antiklinálních struktur od spodního siluru až do středního devonu. Kromě vápence jsou zde zastoupeny i mořské usazeniny břidlic. Z mladšího období ve svrchní křídě pak písčité sedimenty s mořskou faunou a z nejmladšího geologického období sprašové návěje, terasové stupně a v teplejším období čtvrtohor usazování pěnovce, například na Bubovických vodopádech. Nacházejí se zde významné paleontologické lokality, krasové jevy povrchové i podzemní (přes 100 jeskyní, některé v minulosti obývané člověkem) (Chlupáč et al. 2011). Převládajícím půdním typem na vápencích jsou rendziny a pararendziny, ale můžeme zde najít i karbonátové litozemě a reliktní odvápněné půdy, dříve označované jako terra fusca (nature.cz 2006). Klima je mírně teplé až teplé, s mírnější zimou a průměrnou roční teplotou 8–9 °C, průměrný roční úhrn srážek je 530 mm, přičemž srážkové maximum připadá na červenec. V zimních měsících jsou srážky minimální (Aplikace AOPK 2008). Část srážkové vody je infiltrována do půdy a odtéká do nespojitě puklinové krasové svodně a podzemních vod, které jsou odvodňovány Berounkou. Z hlediska dlouhodobého specifikovaného odtoku je CHKO klasifikováno jako oblast se zvýšeným odtokem podzemních vod. Fytogeograficky NPR Karlštejn patří do fytogeografického obvodu: České termofytikum – fytogeografického okresu 8. Český kras. Temofytikum je oblast extrazonální teplomilné vegetace a květeny v rámci temperátního pásma, zaujímající území převážně části planárního a kolinního stupně (Skalický 1988). Z potenciální přirozené vegetace jsou zde v největším zastoupení černýšové dubohabřiny, které zaujímají většinu území, dále jsou zde ještě tři malé ostrůvky bikové a/nebo jedlové doubravy, mochnová doubrava a hrachorová a/nebo kamejková doubrava (Neuhäuslová et al. 2001). V NPR Karlštejn se vyskytují následující typy biotopů: skalních štěrbin, aluviální psárkové louky, úzkolisté i širokolisté trávníky až po rozvolněné kostřavové a pěchavové skalní trávníky v mozaice s vysokými mezofilními a xerofilními i nízkými xerofilními černýšovými dubohabřinami a rozvolněné doubravy, sutě, suťové lesy, vápnomilné bučiny, kyselé a mochnové doubravy až po hrachorové šípákové teplomilné doubravy (nature.cz 2006).

5. Metodika terénního mapování

Mapování jeřábů v NPR Karlštejn probíhalo od poloviny července do poloviny září roku 2019. Mapováno bylo celé území NPR Karlštejn (1547 ha) a veškeré získané údaje zaznamenávají do rastrové tabulky s parametry, které byly u jedinců zkoumány. Zaznamenával jsem druh, výšku jedince, biotop, GPS souřadnice, sklon, orientaci, nadmořskou výšku, zastínění a plodnost jedince.

Zkoumány byly tři druhy rodu *Sorbus*: *S. barrandienica*, *S. collina*, *S. danubialis*, které byly zapisovány do rastrové tabulky zkratkami Sb, Sc, Sd (dále již uváděny pod těmito zkratkami). Výška byla zaznamenávána v metrech s přesností na 0,5 metru. Biotopy byly určeny pomocí Katalogu biotopů České republiky (Chytrý et al. 2010). V terénu byly rostliny určovány pomocí botanického klíče (Kubát et al. 2002) a následně byly přiřazeny k vhodnému biotopu. Každý biotop má svůj vlastní kód, pod kterým je uváděn v rastrové tabulce. GPS souřadnice a nadmořská výška byly zaznamenány pomocí navigačního zařízení Garmin eTrax 30. Sklon je uváděn ve stupních, v terénu byl zjišťován pomocí sklonoměru. Orientace byla zjišťována buzolou a světové strany jsou uváděny pomocí zkratk. Zastínění je udáváno v procentech a bylo zjišťováno pomocí mobilní aplikace GLAMA (Gap Light Analysis Mobil App, Lubomír Tichý, 2014–2015, Masarykova univerzita Brno). Dále jsem zaznamenával plodnost jedinců.

5.1 Metodika zpracování dat

Data byla přepsána do tabulkového procesoru Microsoft Excel a v něm následně upravena tak, aby vyhovovala statistické analýze v R-studiu. Jednotlivé kódy biotopů byly nahrazeny zkratkami [dbHB – hercynské dubohabřiny (L3.1), str_baz_DB – střeoevropské bazofilní teplomilné doubravy (L6.4), peri_baz_DB – perialpidské bazofilní teplomilné doubravy (L6.1), acid_DB – acidofilní doubravy (L6.5), bory – lesostepní bory (L8.2), skal_veg – skalní vegetace s košťavou sivou (T3.1), pech_trav – pěchavové trávníky (T3.2), such_trav – úzkolisté suché trávníky (T3.3), vys_kro – vysoké mezofilní xerofilní křoviny (K3), niz_kro – nízké xerofilní křoviny (K4), sute – pohyblivé sutě (S2), sut_lesy – suťové lesy (L4), kvet_BK – květnaté bučiny (L5.1), vap_BK – vápnomilné bučiny (L5.3)].

Pro analýzu dat, která byla provedena v R-studiu, jsem použil analýzu rozptylu ANOVA a chí-kvadrát na homogenitu kontingenční tabulky. Kontingenční tabulka se používá ke sledování závislosti mezi dvěma nebo více kategoriálními proměnnými (Lepš et Šmilauer 2016). Test homogenity kontingenční tabulky je založen na stejném vzájemném poměru očekávaných četností v polích kontingenční tabulky ve všech řádcích tabulky. Tímto způsobem statistické analýzy bylo testováno zastínění jednotlivých druhů a plodnost v závislosti na zastínění.

ANOVA je metodou matematické statistiky, která umožňuje ověřit, zda na hodnotu náhodné veličiny pro určitého jedince má statisticky významný vliv některá z hodnot daného znaku, která se u jedince dá pozorovat. Stejnou úlohu řeší i dvouvýběrový t-test, který srovnává střední hodnoty. Důvodem k použití ANOVA pro analýzu je to, že při opakovaném t-testu se posouvá hladina významnosti a zvětšuje se chyba I. druhu ($1 - (0.95)^n$), n = počet opakování t-testu) na rozdíl od ANOVY, která zvládne porovnat všechny skupinové průměry jednotlivých kategorií během jednoho testu (Pekár et Brabec 2009). Souhrn výsledků z vytvořeného modelu se zobrazuje funkcí summary. Na základě tabulky, která se zobrazí, zamítáme či potvrzujeme nulové hypotézy. Použití analýzy rozptylu jako parametrické metody je podmíněno určitými předpoklady, a to normalitou hodnot jednotlivých výběrů a srovnatelným rozptylem v jednotlivých skupinách. Pro mnohonásobné porovnání použijeme tzv. „post-hoc“ test (Tukeyho test). Tento test porovná průměry jednotlivých kategorií mezi sebou. Z těchto rozdílů můžeme vyhodnocovat podobnosti kategorií nebo naopak jejich odlišnosti. Tímto typem statistické analýzy byla testována závislost druhu na výšce jedince, nadmořské výšce a sklonu. Data jsou zobrazena pomocí krabicových a sloupcových grafů. Krabicové grafy vizualizují data pomocí jejich kvartilů, zatímco sloupcový graf slouží především ke vzájemnému porovnání četností.

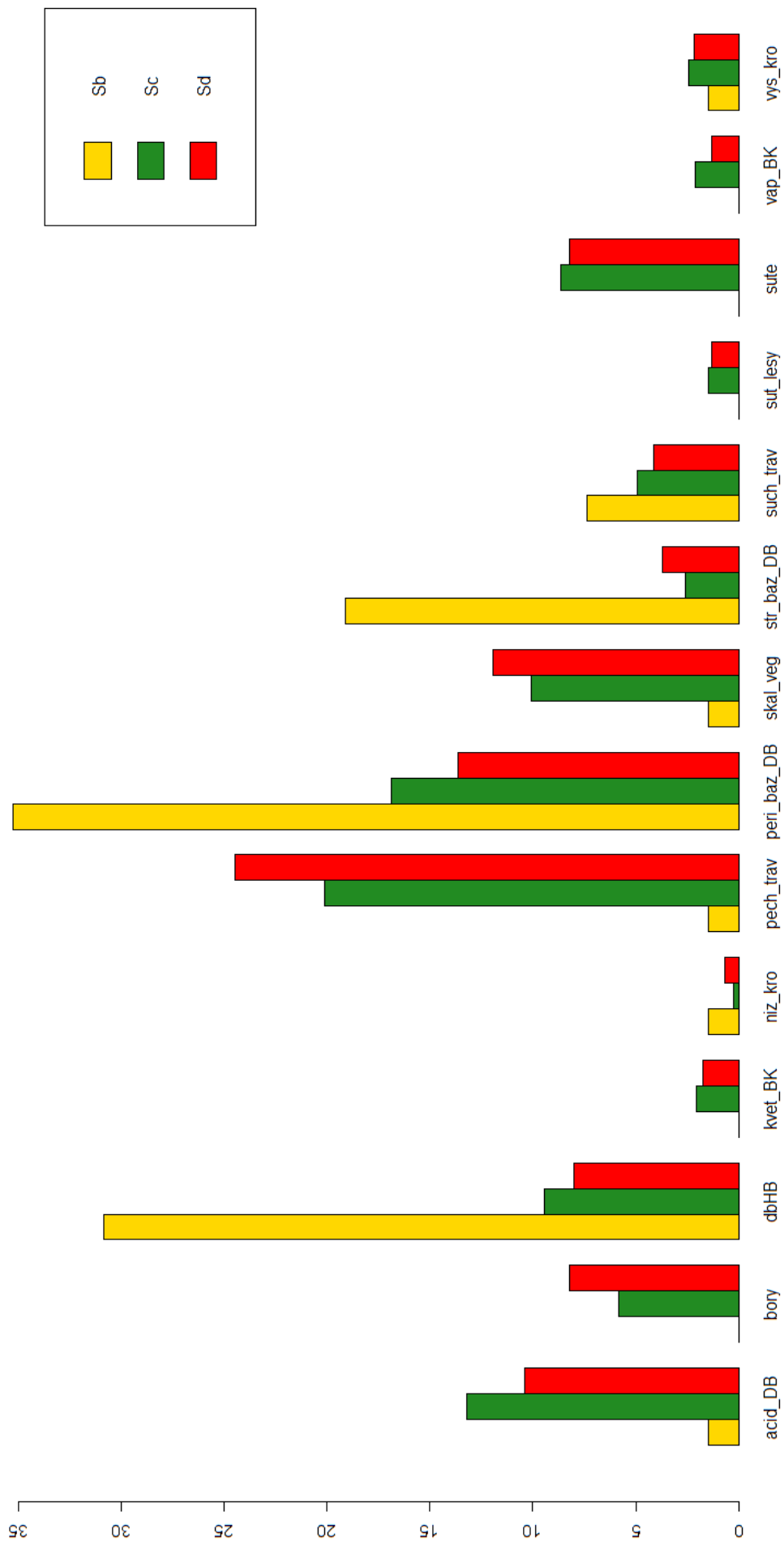
6. Výsledky mapování NPR Karlštejn

V NPR Karlštejn bylo nalezeno celkem 7 druhů jeřábů, a to *Sorbus barrandienica*, *S. collina*, *S. danubialis*, *S. aria*, *S. aucuparia*, *S. torminalis*, *S. intermedia*, přičemž druhy *S. aria* a *S. aucuparia* se vyskytovaly pouze v jednom jedinci. *S. torminalis* byl rozšířen velmi hojně po celém území. *S. intermedia* se vyskytoval pouze na malé loučce nad hradem Karlštejn s počtem 8 jedinců. Tento druh

je v NPR Karlštejn pravděpodobně vysazen. Podrobně mapovány byly pouze tři druhy: *S. barrandienica*, *S. collina* a *S. danubialis*, které jsou klasifikovány jako kriticky ohrožené (Sb) nebo ohrožené (Sc, Sd). Na území bylo nalezeno celkem 3291 jedinců těchto tří druhů. Nejhojnější je *S. collina*. Na sledovaném území bylo nalezeno celkem 2762 jedinců tohoto druhu. *S. danubialis* byl nalezen v počtu 461 jedinců a nejmenší počet výskytů měl *S. barrandienica*, který je zastoupen na sledovaném území v počtu pouze 68 jedinců. Tyto druhy se vyskytovaly celkem ve 14 různých biotopech: hercynské dubohabřiny, středoevropské bazofilní teplomilné doubravy, perialpidské bazofilní teplomilné doubravy, acidofilní doubravy, lesostepní bory, skalní vegetace s kostřavou sivou, pěchavové trávníky, úzkolisté suché trávníky, vysoké mezofilní a xerofilní křoviny, nízké xerofilní křoviny, pohyblivé sutě, suťové lesy, květnaté bučiny a vápnomilné bučiny. Jednotlivé druhy se vyskytovaly nejvíce v perialpidských bazofilních teplomilných doubravách a pěchavových trávnících (viz obr. č. 1, tab. č. 2). Jeřáby se vyskytovaly na svazích orientovaných: jih, jihojihozápad, jihozápad, západojihozápad, západ, severozápad, sever a východ. Největší výskyt jedinců se nacházel na orientaci JZ, ZJZ a Z (viz obr. č. 2, tab. č. 3). Vyskytovaly se na území se sklonem od 0 do 90° a v nadmořské výšce od 186 do 433 (viz obr. č. 7, tab. č. 6). Z celkového počtu jeřábů plodilo v roce 2019 pouze 272 jedinců (tab. č. 1). Nejhojnější jsou jeřáby v severozápadní části NPR Karlštejn (viz mapa č. 1).

Tab. č. 1: Počet plodících a neplodících jedinců pro každý druh.

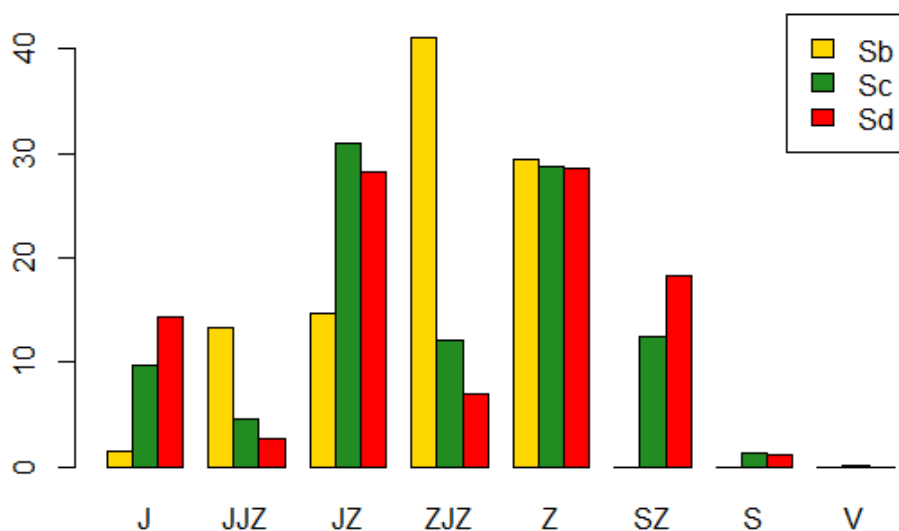
Druh	Neplodí	Plodí
Sb	61	7
Sc	2564	198
Sd	394	67



Obrázek č. 1: Sloupcový diagram procentuálního zastoupení výskytu jednotlivých druhů jeřábů na biotop.

Tab. č. 2: Počet jedinců jednotlivých druhů v biotopech.

Druh	acid_DB	bory	dbHB	květ_BK	niz_kro	pech_trav	peri_baz_DB
Sb	1	0	21	0	1	1	24
Sc	365	161	261	56	7	556	466
Sd	48	38	37	8	3	113	63
Druh	skal_veg	str_baz_DB	such_trav	sut_lesy	sute	vap_BK	vys_kro
Sb	1	13	5	0	0	0	1
Sc	279	71	136	41	238	58	67
Sd	55	17	19	6	38	6	10



Obrázek č. 2: Sloupcový diagram procentuálního zastoupení výskytu jednotlivých druhů na svazích různých expozií.

Tab. č. 3: Počet jedinců jednotlivých druhů na svazích různých expozií

Druh	J	JJZ	JZ	ZJZ	Z	SZ	S	V
Sb	1	9	10	28	20	0	0	0
Sc	269	125	857	333	796	343	36	3
Sd	66	12	130	32	132	84	5	0

Mapa výskytu jeřábů v NPR Karlštejn



Druh jeřábu

- Sb
- Sc
- Sd

Hranice NPR Karlštejn

Autor: Jan Häusler
Místo: Praha ČZU
Datum: 7.2.2020
software: Arcgis 10.6.1
souřadnicový systém: WGS 84
zdroj: geoportal.gov - ortofoto

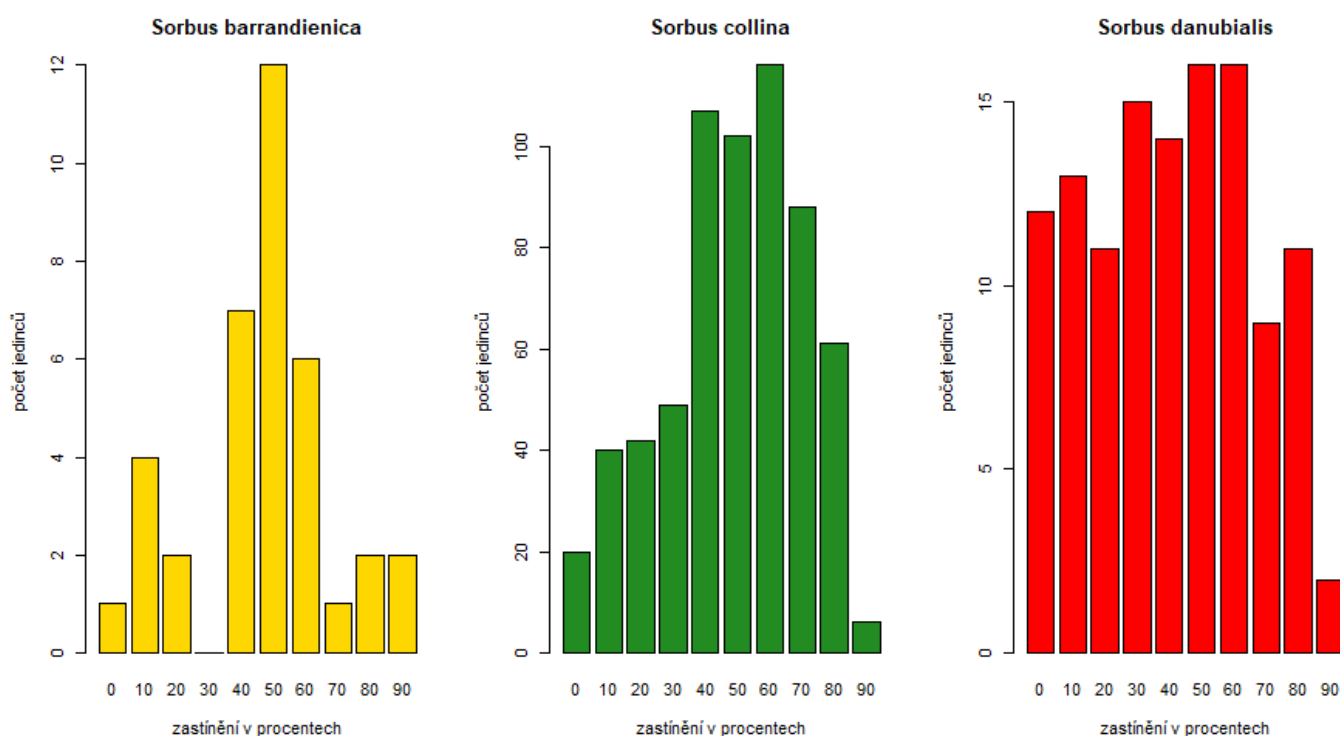
Obrázek č. 3: Mapa výskytu vybraných druhů jeřábů.

Zastínění jednotlivých druhů

Druhy se liší svojí četností výskytu v závislosti na zastínění (viz tab. č. 4). Z celkového počtu 3291 jedinců bylo pouze 787 jedinců zastíněno. Jeřáby se vyskytují mnohem více na místech bez zastínění. Jedinci jednotlivých druhů, kteří rostou v zástínu, mají největší četnost výskytu mezi 40–70% (viz obr. č. 4).

Tabulka č. 4: Počet jedinců s a bez zastínění pro jednotlivé druhy.

Druh	Zastínění	Bez zastínění
Sb	37	31
Sc	631	2131
Sd	119	342



Obrázek č. 4: Četnost výskytu jednotlivých druhů jeřábů v závislosti na procentu zastínění.

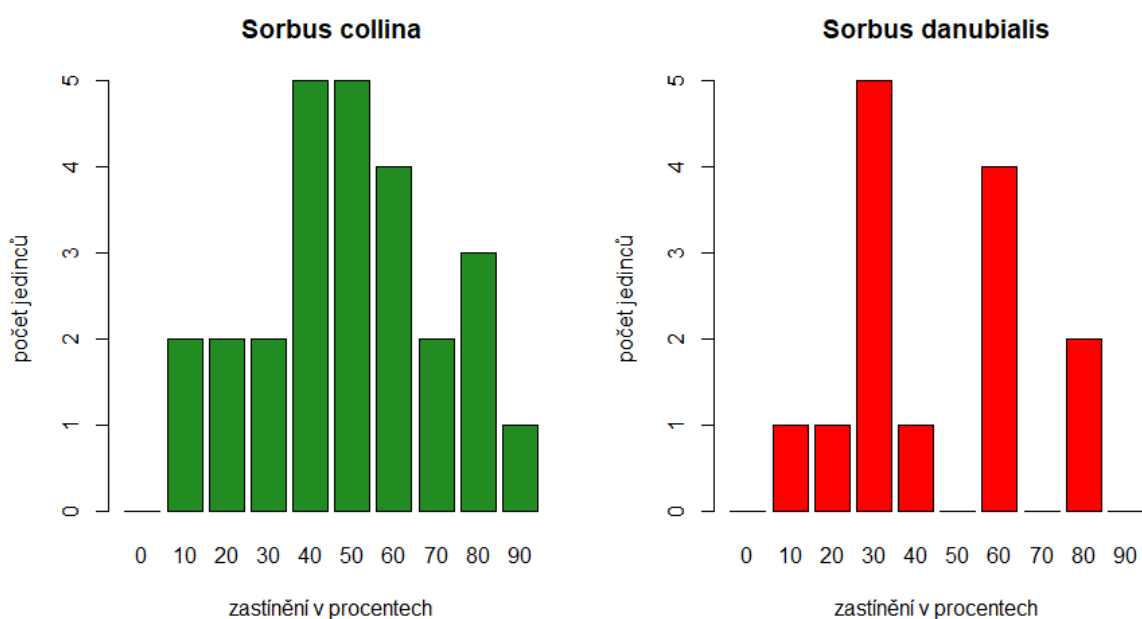
V grafu započítáni pouze jedinci, kteří jsou zastíněni. Hodnoty, které jsou na ose x jsou v intervalu 0–10% (0), 10–20% (10), 20–30% (20), 30–40% (30), 40–50% (40), 50–60% (50), 60–70% (60), 70–80% (70), 80–90% (80), 90–100% (90). Jednotlivé sloupce v grafu nám ukazují počet jedinců, kteří jsou zastíněni v intervalu 10%.

Plodnost jednotlivých druhů v závislosti na zástínu

S. barrandienica plodil, pouze pokud nebyl zastíněn. *S. collina* plodí daleko více na místech, kde není zastíněn. U *S. danubialis* jsem zjistil metodou homogenity kontingenčních tabulek, že není rozdíl v poměru plození jedinců v zástínu a bez zastínění (viz tab. č. 5).

Tabulka č. 5: Počet plodících a neplodících jedinců jednotlivých druhů v zástínu a bez zastínění.

Sb	Plodí	Neplodí	Celkem
Zastíněno	0	37	37
Nezastíněno	7	24	31
Celkem	7	61	68
<hr/>			
Sc	Plodí	Neplodí	Celkem
Zastíněno	26	605	631
Nezastíněno	172	1959	2131
Celkem	198	2564	2762
<hr/>			
Sd	Plodí	Neplodí	Celkem
Zastíněno	14	105	119
Nezastíněno	53	289	342
Celkem	67	394	461

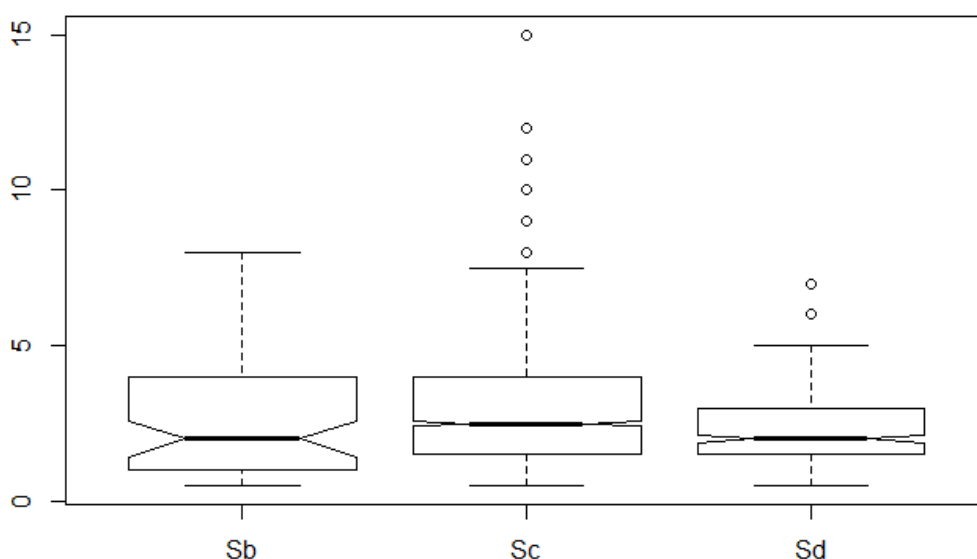


Obrázek č. 5: Plodnost druhů Sc a Sd v závislosti na procentu zastínění

Výška analyzovaných druhů rodu *Sorbus*

Druhy se liší výškou na základě analýzy rozptylu (obr. č. 6). Při vzájemném porovnání průměrů pomocí „Tukeyho“ testu bylo zjištěno, že mezi druhy Sc a Sb není rozdíl v průměrných výškách jedinců jednotlivých druhů. Na rozdíl od Sd, který se svojí průměrnou výškou liší od obou dvou druhů. Mezi druhy Sc a Sd nebyla v podstatě žádná shoda a mezi Sd a Sb byla velmi malá shoda ale statisticky zanedbatelná (obr. č. 7).

Druh, který dorůstal do největších výšek je Sc s nejvyšší výškou až 15 metrů, u druhu Sb byla největší dosažená výška 8 metrů a nejmenších výšek dorůstali jedinci druhu Sd s nejvyšší výškou pouze 7 metrů (viz tab. č. 6).

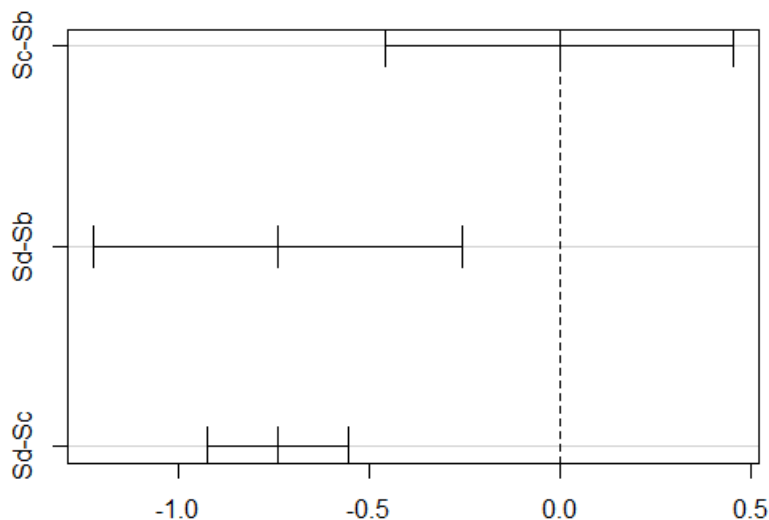


Obrázek č. 6: Krabicový graf výšek jednotlivých druhů. Krabicový graf názorně ukazuje mediány výšky jednotlivých druhů. Krabice na grafu nám zachycuje 50% všech dat.

Sb má medián výšky ve 2 metrech. Polovina jedinců má výšku v rozmezí 1 až 4 metry. Sc má medián výšky ve 2,5 metrech a polovina jedinců má výšku v rozmezí 1,5 až 4 metry. Sd má medián výšky ve 2 metrech a polovina jedinců má výšku v rozmezí 1,5 až 3 metry.

Tabulka č. 6: Počet jedinců druhu na jednotlivou výšku.

Druh/ Výška jedince	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5
Sb	7	14	5	9	5	3	2	7	0	6	1
Sc	75	278	370	453	335	353	136	352	69	126	21
Sd	17	58	121	102	46	60	16	24	4	8	0
Druh/ Výška jedince	6	6,5	7	7,5	8	9	10	11	12	15	
Sb	4	1	1	1	2	0	0	0	0	0	
Sc	90	7	52	3	20	15	3	1	2	1	
Sd	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	

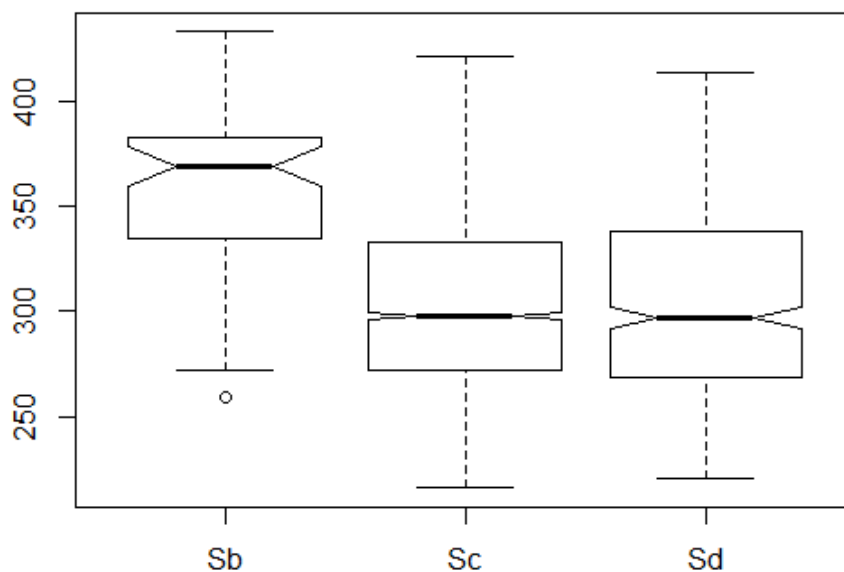


Obrázek č. 7: Srovnání rozdílů průměrů mezi jednotlivými průměry výšek druhů.

Výskyt druhů v závislosti na nadmořské výšce

Druh se svým výskytem liší i v závislosti na nadmořské výšce (viz obr. č. 8). Při vzájemném porovnání průměrů hodnot pomocí „Tukeyho“ testu se potvrdilo, že Sb se svými hodnotami liší od obou testovaných druhů. Na rozdíl od Sc a Sd kdy průměr hodnot výskytu v nadmořské výšce je u těchto druhů v podstatě stejný.

Sc se vyskytuje v nadmořské výšce od 216 do 420 m n. m. a pokrývá tak celé spektrum nadmořské výšky NPR Karlštejn. Sd se vyskytuje v nadmořské výšce od 220 do 415 m n m. Velmi rozdílným druhem ve výskytu v závislosti na nadmořské výšce je Sb. Tento druh se nevyskytoval pod hranicí 275 m n. m.

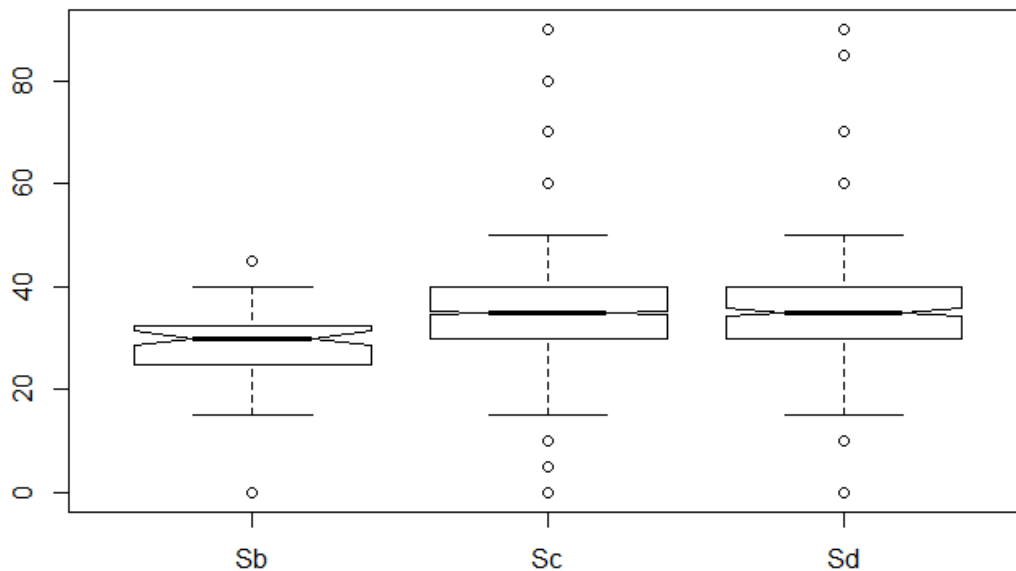


Obrázek č. 8: Závislost výskytu druhů na nadmořské výšce.

Krabicový graf názorně ukazuje medián výskytu druhu na základě nadmořské výšky. Sb má medián výskytu v 375 m n. m. Polovina výskytu všech jedinců se nachází v rozmezí nadmořské výšky od 335 do 385 m. Sc má medián ve 300 m n. m. a polovina všech výskytů jedinců se nachází v rozmezí od 275 do 335 m n. m. Sd má medián v 300 m n. m. a polovina všech výskytu jedinců se nachází v rozmezí od 273 do 338 m n. m. (viz obr.č. 8).

Výskyt druhů v závislosti na sklon

Výskyt druhů závisí i na svažitosti terénu. Při vzájemném porovnání průměrů pomocí „Tukeyho“ testu bylo zjištěno, že Sb se svým průměrem hodnot liší od Sc a Sd, které se od sebe v podstatě neliší. Tyto druhy Sc a Sd se vyskytovaly na celé škále od 0° do 90° na rozdíl od Sb, který se nevyskytoval na místech, kde sklon terénu překročil hranici 40° (viz tab. č. 7).



Obrázek č. 9: Krabicový graf jednotlivých druhů v závislosti na sklonu.

Krabicový graf názorně ukazuje mediány výskytu druhů na základě sklonu terénu. Sb má medián v 30°. Polovina všech jedinců Sb se nachází na sklonu v rozmezí 25° až 35°. Sc má medián v 37° a polovina všech jedinců se nachází v rozmezí 30° až 40°. Sd má medián v 37° a polovina všech jedinců se nachází na sklonu v rozmezí 30° až 40°.

Tabulka č. 7: Počet jedinců druhu na jednotlivé sklony.

Druh	0	5	10	15	20	25	30	35
Sb	3	0	0	6	7	17	18	14
Sc	22	12	10	72	129	234	411	739
Sd	1	0	1	6	17	36	88	111
Druh	40	45	50	60	70	80	85	90
Sb	2	1	0	0	0	0	0	0
Sc	571	119	20	25	13	4	0	381
Sd	129	9	3	1	2	0	1	56

7. Diskuze

Hlavním cílem této práce je zmapování rozšíření rodu *Sorbus* v NPR Karlštejn, zhodnocení vazby jednotlivých druhů na rostlinná společenstva a porovnání výsledných dat s již publikovanými pracemi. Rod *Sorbus* je v České republice poměrně dobře zmapován; zasloužili se o to zejména Dr. M. Kovanda a M. Lepší a P. Lepší (Kovanda 1961a, Kovanda 1984, Lepší M. et al. 2009). V porovnání s literárními zdroji (Lepší M. et Lepší P. 2016) a databází české flóry a vegetace (www.pladias.cz) byly zjištěny rozpory v rozšíření jeřábů v NPR Karlštejn. Na území jsem našel celkem sedm druhů jeřábů:

- pět druhů původních pro toto území *S. aucuparia*, *S. barrandienica*, *S. collina*, *S. danubialis*, *S. torminalis*
- dva druhy nepůvodní, *S. intermedia* a *S. aria*

Podle mapy rozšíření rodu *Sorbus* v ČR dostupné v práci Lepší M. et Lepší P. (2016) je *S. aria* původní pouze na jižní Moravě. Mapa udává další rozšíření a to hlavně ve středních a severních Čechách, ale zde je *S. aria* uváděn jako nepůvodní druh. Na celém území NPR Karlštejn jsem našel pouze jednoho jedince druhu *S. aria*. Na lokalitě mezi lomem Divadýlko a silnicí (karlštejnská) z obce Hostim směrem na obec Srbsko. Tento nálezný nekorespondoval s uváděnými lokalitami na mapě rozšíření v ČR. Nejbližší potvrzené místo výskytu *S. aria* se nachází v poli 6151 střeoevropského síťového mapování mezi Mníškem pod Brdy a Dobříší (vzdálenost vzdušnou čarou od místa výskytu v NPR Karlštejn je zhruba 14,1 km). Na internetovém portálu Pladias.cz

je uváděno několik výskytů *S. aria* v NPR Karlštejn; tyto výskyty se ale vztahují na samostatný nově popsany druh *S. collina* (Lepší M. et al. 2015).

Dalším druhem, který má na sledovaném území pouze jednoho nalezeného jedince, je *S. aucuparia*, který se nachází na stejné lokalitě jako *S. aria* (tj. mezi lomem Divadýlko a silnicí karlštejnská). Tento druh je původní a je rozšířen téměř po celé ČR. V mapě rozšíření je v NPR Karlštejn uvedeno 17 výskytů *S. aucuparia*, ovšem žádná z uvedených lokalit není totožná s místem výskytu nalezeného jedince. Ze 17 záznamů je pouze jeden záznam revidován (přijat jako důvěryhodný) a to u lomu Malá Amerika. (vzdálenost vzdušnou čarou od místa výskytu v NPR Karlštejn zhruba 3,34 km). Vzhledem k velkému počtu záznamů *S. aucuparia* v NPR Karlštejn je pravděpodobné, že tento druh se bude na sledovaném území vyskytovat v hojnějším počtu.

S. intermedia je v ČR uváděn jako neofyt. V ČR je rozšířen především v Čechách, několik málo výskytů na jižní Moravě a jeden výskyt v Karpatech. Z území NPR Karlštejn není druh udáván. Na území bylo nalezeno celkem osm jedinců s výškou do 3,5 metru na malé loučce nad hradem Karlštejn blízko Kněžší hory. Nejbližší potvrzený výskyt v Čechách je v poli 5953 středoevropského síťového mapování v Průhonicích (okres Praha – západ) (vzdálenost vzdušnou čarou od místa výskytu v NPR Karlštejn 25,5km).

Nejhojnějším druhem jeřábů v NPR Karlštejn je *S. torminalis*. Velmi často doprovázel na stanovištích ostatní druhy jeřábů, ale vyskytoval se i samostatně. V ČR je to původní druh, který se nachází hlavně ve středních a severních Čechách a na jižní Moravě. Jeho výskyt v NPR Karlštejn se shoduje s mapou rozšíření pro daná pole výskytu středoevropského síťového mapování.

S. danubialis je jedním z druhů, který jsem zmapoval velmi podrobně společně s *S. barrandienica* a *S. collina* v NPR Karlštejn (viz obr. č. 3). Takto podrobné mapování ještě nebylo v NPR Karlštejn uskutečněno. *S. danubialis* má na internetovém portálu Pladias.cz vedeno 47 záznamů. Na všech těchto lokalitách byl tento druh mnou zaznamenán. Celkem jsem na sledovaném území napočítal 461 jedinců, přičemž největší výskyt byl na skalách v okolí Sv. Jana pod Skalou. V ČR se *S. danubialis* vyskytuje nejvíce ve středních a severních Čechách a na několika lokalitách jižní Moravy.

Dalším druhem je *S. collina*, který se vyskytuje ve středních a severních Čechách a to hlavně v Českém krasu a na Křivoklátsku. V NPR Karlštejn jsem zdokumentoval 2762 jedinců. Na internetovém portálu Pladias.cz je uvedeno 42 záznamů. Tento druh

je ovšem rozšířen na více lokalitách v NPR Karlštejn, než uvádí Pladias.cz. Největší výskyt jedinců *S. collina* byl na skalách nad potokem Loděnice (místními obyvateli nazývaný Kačák) v místech, kde se vlévá do Berounky.

S. barrandienica je endemit Českého krasu, který se vyskytuje pouze na území severně od řeky Berounky. Do roku 2012 byl pokládán společně se *S. eximia* za jeden taxon Vít et al. (2012). Na stanovištích, kde se vyskytoval, ho vždy doprovázely druhy *S. torminalis* a *S. collina*, na některých lokalitách i *S. danubialis*. Vzhledem k tomu, že se u *S. barrandienica* předpokládá, že vznikl hybridogenním křížením *S. danubialis* nebo *S. collina* × *S. torminalis* Lepší M. (2017), nemůžeme tedy 100% říct, jestli se vždy vyskytuje společně se svými rodiči. Na některých lokalitách, kde se vyskytoval *Sorbus barrandienica* se nevyskytoval *Sorbus danubialis*. *Sorbus torminalis* a *Sorbus collina* byly na všech lokalitách, kde se nacházel *Sorbus barrandienica*. V NPR Karlštejn jsem popsal výskyt 68 jedinců, což se téměř shoduje s internetovým portálem Pladias.cz, který uvádí 65 záznamů výskytu. Největší výskyt jedinců je na Paní hoře, stejně jako je uvedeno na internetovém portálu Pladias.cz, kde jsou přítomny všechny tři mapované druhy.

Poslední tři uvedené druhy jeřábů (*S. danubialis*, *S. collina*, *S. barrandienica*), byly podrobně zmapovány a podrobeny analýzám se vzájemným porovnáním. Na celém sledovaném území NPR Karlštejn rostou tyto tři druhy jeřábů celkem ve 14 biotopech (obr. č. 1). *S. danubialis* a *S. collina* rostou hojně ve všech 14 uvedených biotopech. *S. barrandienica* se vyskytuje pouze v 9 biotopech (dubohabřiny, acidofilní doubravy, nízké křoviny, pěchavové trávníky, teplomilné perialpidské bazofilní dubohabřiny, vysoké křoviny, úzkolisté suché trávníky, skalní vegetace s kostřavou sivou, středoevropské bazofilní teplomilné doubravy). Z toho pouze u 4 biotopů (dubohabřiny, středoevropské bazofilní teplomilné doubravy, úzkolisté suché trávníky, teplomilné perialpidské bazofilní dubohabřiny) se vyskytuje v hojnějším počtu, u zbylých 5 biotopů (acidofilní doubravy, nízké křoviny, pěchavové trávníky, vysoké křoviny, skalní vegetace s kostřavou sivou) se jedná pouze o ojedinělý výskyt jednoho jedince. Nejvíce *S. barrandienica* roste v teplomilných perialpidských bazofilních dubohabřinách. *S. danubialis* a *S. collina* se nejčastěji vyskytují v pěchavových trávníkách. V tomto biotopu jsem našel pouze jednoho jedince druhu *S. barrandienica*.

I když na první pohled vypadá, že *S. danubialis* a *S. collina* preferují stejné biotopy, jsou mezi nimi rozdíly. *S. danubialis* upřednostňuje spíše více otevřené skalnaté prostředí, kde není tolik zastíněn. *S. collina* dává přednost spíše více

prosvětleným lesům, lesním lemům a křovinatým stráním, což více odpovídá stanovištím typických pro *S. barrandienica*.

Rozšíření u jeřábů na svazích expozičních je dle zdroje Boublík K. et al. (2002) udáván pro *S. bohemica* ve směru orientovaných JZ–SV. V NPR Karlštejn má každý z jeřábů vůči svahům různě exponovaným trochu jinou vazbu, i když jsou vždy orientovány nejčastěji JZ–Z (obr.2, tab. č. 3). Nejvíce tolerantní je *S. collina*, který se vyskytuje na svazích různých expozičních J–S. *S. danubialis* je méně tolerantní, jeho výskyt je na svazích orientovaných J–SZ. Nejmenší toleranci vůči světovým stranám má *S. barrandienica*, který je na svazích orientovaných JJZ–Z.

Jeřáby jsou světlomilné druhy a nejvíce rostou ve světlých teplomilných lesích, křovinách, lesostepích, skalních lemech a suchých skalnatých trávnících, což se shoduje s údaji Lepší M. et Lepší P. (2016), Lepší M. (2017). V NPR Karlštejn z celkového počtu nalezených jedinců je 76% jedinců nezastíněno. Každý z těchto tří jeřábů je jinak tolerantní k růstu a plození v zastínění. *S. barrandienica* má zastíněno více jak polovinu všech jedinců, kteří se vyskytovali v NPR Karlštejn. Plodili ovšem pouze jedinci, kteří nebyli zastíněni (viz tab. č. 5). *S. collina* nejlépe snáší růst v zastínění z těchto tří druhů (obr. č. 4). Na druhou stranu se se ale prokázalo u druhu, že plodí lépe na stanovištích, kde není zastíněn. Nejvíce světlomilným druhem je *S. danubialis*. Zajímavé je, že i když z těchto tří druhů je nejvíce světlomilný, tak plodí ve stejném poměru v zastínění jako bez zastínění.

Při srovnávání výšky jeřábů jsem zjistil, že *S. collina* a *S. barrandienica* se od sebe příliš neliší, přestože je *S. barrandienica* je podle Lepší M. (2017) definován jako malý strom s výškou do 12 metrů a *S. collina* jako keř nebo malý strom do 18 metrů. *S. barrandienica* roste nejvýše do výšky 8 metrů. *S. collina* je z těchto tří druhů jeřábu nejvyšší, u jednoho jedince jsem naměřil výšku 15 metrů a celkem 7 jedinců tohoto druhu překonalo hranici 10 metrů (viz tab. č. 6). *S. danubialis* je odlišný svou výškou od obou dvou druhů. Největší dosažená výška *S. danubialis* je 7 metrů a to pouze u jednoho jedince, což je velmi podobná zaznamenaná výška *S. danubialis* v NP Podyjí Šefl (2007). Pověštinou jeho výška nepřekonal hranici 5,5 metru. Z těchto tří druhů jeřábu je *S. danubialis* rozhodně ten nejmenší a spíše roste jako keř.

Při testování závislosti výskytu druhu na sklonu se prokázalo, že *S. danubialis* a *S. collina* se vyskytují na více svažitéch terénech než *S. barrandienica*, který roste spíše na méně sklonitém terénu. Nevyskytuje se v místech, kde je sklon terénu větší než 40°. S ohledem na sklon jsem neshledal v podstatě žádný rozdíl mezi *S. danubialis* a *S.*

collina. Oba rostou na více svažitéch terénech, na skalních výchozech i ze skalní stěny. Nejčastěji však rostou na sklonu kolem 45°.

Ve vazbě na nadmořskou výšku jsem zjistil mezi jeřáby významný rozdíl (viz obr. č. 8) *S. collina* se vyskytuje v celém rozpětí nadmořské výšky v NPR Karlštejn s nejčastějším výskytem zhruba 300 m n. m. Podobné rozpětí výskytu nadmořské výšky má i *S. danubialis*. Největší četnost výskytu má *S. danubialis* také kolem 300 m n. m. Naprosto rozdílný výskyt má *S. barrandienica*, který podle literatury roste na vrcholových partiích kopců. Na sledovaném území jsem nenašel žádného jedince, který by rostl pod hranicí 275 m n. m. Nejčastější výskyt je v nadmořské výšce kolem 375 m n. m.

Jeřáby se v NPR Karlštejn, vyskytují poměrně hojně, ale jsou ohroženy postupným zarůstáním stanovišť a to hlavně náletovými dřevinami jako je svída, trnka, ptačí zob a akát, které se často vyskytují společně s jeřáby. Velmi častým úkazem v NPR Karlštejn je nález mrtvého jedince, který zahynul pravděpodobně v důsledku nedostatku světla zarůstáním výše zmíněnými druhy. Velkým nebezpečím pro jeřáby je uzavírání stromového patra, okus zvěří, ale i napadení býložravým hmyzem. Aby se udržel stávající stav rozšíření jeřábů, je potřeba prosvětlovat lesy, rozvolňovat stromové patro, důležitá je i pastva stanovišť. Tím se vytváří celková mozaika prostředí, protože jeřáby se velmi často vyskytují v ekotonu (rozhraní dvou či více ekosystémů). Tím, že dochází k zarůstání, ekoton se tím pádem posouvá, a jeřáby se nachází v nepříznivém prostředí. Důsledkem zastínění a utlačováním více konkurenčně schopnými druhy jako je svída a ptačí zob jeřáby hynou. V těchto oblastech je nutné provádět management. Odstranění druhů jako je svída a ptačí zob a uvolnění porostu pro růst jeřábů.

8. Závěr

Tato práce se zaměřuje na mapování jeřábů v NPR Karlštejn. Celkem jsem našel 7 druhů jeřábů. Pět druhů původních (*S. aucuparia*, *S. torminalis*, *S. danubialis*, *S. collina*, *S. barrandienica*) a dva nepůvodní (*S. aria*, *S. intermedia*). Z těchto druhů nebyl dosud z NPR Karlštejn uváděn pouze *S. intermedia*. U druhů *S. aria* a *S. aucuparia* jsem našel na celém území pouze jednoho jedince od každého druhu. *S. torminalis* má v NPR Karlštejn nejhojnější výskyt. Tento druh velmi často doprovází ostatní druhy jeřábů, které se na tomto území vyskytují. Největší pozornost jsem věnoval druhům, které jsou klasifikovány jako ohrožené (*S. danubialis*, *S. collina*) a kriticky ohrožené (*S. barrandienica*). U těchto druhů jsem zaznamenával výšku, souřadnice, sklon a orientaci svahu, biotop, zastínění, nadmořskou výšku a plodnost v roce 2019. Jeřáby rostou v NPR Karlštejn v různých typech biotopů: hercynské dubohabřiny, středoevropské bazofilní teplomilné doubravy, perialpidské bazofilní teplomilné doubravy, acidofilní doubravy, lesostepní bory, skalní vegetace s kostřavou sivou, pěchavové trávníky, úzkolisté suché trávníky, vysoké mezofilní a xerofilní křoviny, nízké xerofilní křoviny, pohyblivé sutě, suťové lesy, květnaté bučiny a vápnomilné bučiny. *S. collina* je z těchto tří druhů nejhojnější a dorůstá do největších výšek. Vyskytuje se hojně ve všech 14 biotopech s nejčastějším výskytem v pěchavových trávnících. Roste na různě svažitéch terénech orientovaných směrem od J až k S. Nejlépe ze všech tří druhů snáší zastínění, ale plodí více na stanovištích, kde není zastíněn. Vzrůstem nejnižším druhem je *S. danubialis*, který roste spíše jako keř. Vyskytuje se ve všech 14 biotopech s nejčastějším výskytem v pěchavových trávnících stejně jako *S. collina* ale s menší hojností výskytů. Roste na různě svažitéch terénech exponovaných směrem od J až k SZ. Ze všech tří druhů je nejvíce světlomilný, ale plodí stejně jak v zastínění, tak bez zastínění. *S. barrandienica* je endemitem Českého krasu a na sledovaném území se vyskytuje ve velmi malém počtu. Ze 14 biotopů se vyskytuje pouze v 9 s nejčastějším výskytem v perialpidských bazofilních teplomilných doubravách. Roste na svazích se sklonem do 40° exponovaných směrem od JJZ až k Z. Většina jedinců se vyskytuje v zastínění, ale plodí pouze na stanovištích bez zastínění. *S. collina* a *S. danubialis* rostou v celém rozpětí nadmořské výšky NPR Karlštejn. *S. barrandienica* roste na vrcholových partiích kopců a nevyskytuje se pod 275 m n. m. Na závěr můžeme říct, že takto podrobné mapování jeřábů v NPR Karlštejn ještě nebylo uskutečněno. Výsledky mé práce ukázaly, kde jednotlivé druhy jeřábu nejvíce rostou

a co ohrožuje jejich výskyt. Pro zachování jeřábů v NPR Karlštejn je nutný aktivní management jejich biotopů, např. prosvětlování lesů, nebo likvidace expanzivních křovin.

Seznam použité literatury:

Boublík K., Lepší M. et Lepší P. (2002): Jeřáb český (*Sorbus bohemica*) v Českém středohoří. – Severočeskou Přírodou, Litoměřice, 33–34: 55–72.

Čížek L., Šebek P., Bača R., Beneš J., Doležal J., Dvorský M., Miklín J. et Svoboda M. (2016): Metodika péče o druhově bohaté (světlé) lesy. – Entomologický ústav, Biologické centrum AV ČR, České Budějovice

Gerža M. (2009): Endemismus v České republice. Rostliny - 1. Část. – Ochrana Přírody, 64(2): 12–15.

Grulich V. & Chobot K. [eds] (2017): Červený seznam ohrožených druhů České republiky. Cévnaté rostliny. – Příroda, Praha, 35: 47–132.

Chlupáč I., Brzobohatý R., Kovanda J. et Stráník Z. (2011): Geologická minulost České republiky. Ed. 2. – Academia, Praha.

Chytrý M., Kučera T., Kočí M., Grulich V. & Lustyk P. [eds] (2010): Katalog biotopů České republiky. Ed. 2. – Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha.

Kaplan Z., Danihelka J., Chrtek J. jun., Kirschner J., Kubát K., Štech M. et Štěpánek J. [eds] (2019): Klíč ke květeně České republiky. Ed. 2. – Academia, Praha.

Kaplan Z., Danihelka J., Lepší M., Lepší P., Ekrt L., Chrtek J. Jr., Kocián J., Prančl J., Kobrlová L., Hroneš M. et Šulc V. (2016): Distributions of vascular plants in the Czech Republic. Part 3. – Preslia, Praha, 88: 459–544.

Kovanda M. (1984): A new hybridogeneous *Sorbus*. – Preslia, Praha, 56: 169–172.

Kovanda M. (1999): Jeřáby (*Sorbus*) České republiky a jejich ochrana. – Příroda, Praha, 15: 31–47.

Kovanda M. (1992): *Sorbus* L. – jeřáb. – In: Hejný S., Slavík B., Kirschner J. et Křísa B. [eds], Květena České republiky 3: 474–484, Academia, Praha.

Kovanda M. (1959): Proměnlivost muku v ČSR. – Dipl. Práce, PřF UK, Praha.

Kovanda M. (1961a): Flower and fruit morphology of *Sorbus* in correlation to the taxonomy of the genus. – Preslia, Praha, 33: 1–16.

Kubát K., Hrouda L., Chrtek J. jun., Kaplan Z., Kirschner J. et Štěpánek J. [eds] (2002): Klíč ke květeně České republiky. – Academia, Praha.

Lepší M., Lepší P., Koutecký P., Bílá J. et Vít P. (2015): Taxonomic revision of *Sorbus* subgenus *Aria* occurring in the Czech Republic. – *Preslia*, Praha, 87: 109–162.

Lepší M. (2017): Taxonomy and variability of selected *Sorbus* taxa. – Dokt. práce, PřF JU, České Budějovice.

Lepší M., Vít P., Lepší P., Boublík K., et Kolař F. (2009): *Sorbus portae-bohemicae* and *Sorbus albensis*, two new endemic apomictic species recognized based on a revision of *Sorbus bohemica*. – *Preslia*, Praha, 81: 63–89.

Lepší M., Vít P., Lepší P., Boublík K. et Suda J. (2008): *Sorbus milensis*, a new hybridogenous species from northwestern bohemia. – *Preslia*, Praha, 80: 229–44.

Lepší M. et Lepší P. (2016): Evoluce před očima: Ještě k diskuzi o bezzásahovosti v Národním parku Podyjí. – *Fórum ochrany přírody* 4: 10–12.

Lepš J. et Šmilauer P. (2016): Biostatistika. – JU, Episteme, České Budějovice.

Neuhäuslová Z., Blažková D., Grulich V., Husová M., Chytrý M., Jeník J., Jirásek J., Kolbek J., Kropáč Z., Ložek V., Moravec J., Prach K., Rybníček K., Rybníčková E. et Sádlo J. (2001): Mapa potenciální přirozené vegetace České republiky. – Academia, Praha.

Pekárek S. et Brabec M. (2009): Moderní analýza biologických dat 1. – Scienta, Praha.

Skalický V. (1988): Regionálně fytogeografické členění. – In: Hejný S. et Slavík B. [eds], *Květena České socialistické republiky* 1: 103–121, Academia, Praha.

Šefl J. (2007): Jeřáby na Podyjí. – *Thayensia*, 7: 121–151.

Vít, P. (2006): Variabilita endemických zástupců rodu *Sorbus* L. v ČR: morfometrické, karyologické a molekulární zhodnocení. – Dipl. práce, PřF UK, Praha.

Vít P. et Suda J. (2006): Endemické jeřáby - perly mezi českými dřevinami. – *Živa*, 54(6): 251–55.

Vít P., Lepší M. et Lepší P. (2012): There is no diploid apomict among Czech *Sorbus* species: a biosystematic revision of *S. eximia* and discovery of *S. barrandienica*. – *Preslia*, Praha, 84: 71–96.

Internetové

Aplikace AOPK (2008): Chráněná krajinná oblast Český kras: Klima. – Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha.

NATURE 2000 (2006): Evropsky významné lokality v České republice: Karlštejn. – Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha.

Pladias (2014–2020): Databáze české flóry a vegetace. – www.pladias.cz

Přílohy



Příloha č. 1: *Sorbus barrandienica* - Hlásná Třebáň, jižní svah Na Vrších.



Příloha č. 2: *Sorbus barrandienica* - Hlásná Třebáň, jižní svah Na Vrších.



Příloha č. 3: *Sorbus barrandienica* - Hlásná Třebáň, jižní svah Na Vrších.



Příloha č. 4: *Sorbus barrandienica* - Hlásná Třebáň, jižní svah Na Vrších.



Příloha č. 5: *Sorbus brrandienica* - Bubovice, západní strán kopce Mokrý vrch.



Příloha č. 6: *Sorbus danubialis* - Beroun, jihozápadní stráň, vyhlídka Šanův kout.



Příloha č. 7: *Sorbus danubialis* - Karlštejn, jihozápadní strana kopce Plešivec.



Příloha č. 8: *Sorbus danubialis* - Karlštejn, jižní stráň kopce U Lip.



Příloha č. 9: *Sorbus danubialis* - Svatý Jan pod Skalou, jižní stráž kopce u křížku.



Příloha č. 10: *Sorbus danubialis* - Srbsko, jihozápadní stráň nad řekou Berounka.



Příloha č. 11: *Sorbus collina* - Hostim, severozápadní stráň kopce Třesina.



Příloha č. 12: *Sorbus collina* - Karlštejn, jižní stráž kopce Plešivec.



Příloha č. 13: *Sorbus collina* - Srbsko, jihozápadní stráň nad řekou Berounka.