



Fakulta zemědělská
a technologická
Faculty of Agriculture
and Technology

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

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH FAKULTA ZEMĚDĚLSKÁ A TECHNOLOGICKÁ

Katedra biologických disciplín

Bakalářská práce

Faktory ovlivňující přežívání střevíčníku pantoflíčku
(*Cypridium calceolus*) na Svitavsku

Autor(ka) práce: Zuzana Mizerová

Vedoucí práce: prof. RNDr. Hana Čížková CSc.

Konzultant práce: doc. RNDr. Jana Jersáková, Ph.D.

České Budějovice
2024

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem autorkou této kvalifikační práce a že jsem ji vypracovala pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu použitých zdrojů.

V Českých Budějovicích dne

.....
Podpis

Abstrakt

Cílem této bakalářské práce bylo vypracování literární rešerše o biologii a ekologii střevíčníku pantoflíčku (*Cypripedium calceolus*) a zjištění vlivu různých (a)biotických faktorů na růst a přežívání na 8 lokalitách v blízkém okolí Svitav a Velkých Opatovic, a v oblasti Třebovského mezihoří. Do zkoumaných faktorů patřil korunový zápoj, pokrývnosti vegetačních pater, vybrané půdní parametry, typ lesa atd. Hlavním faktorem ovlivňujícím počet rostlin a chování střevíčníku byla míra osvětlení, přičemž vyšlo, že střevíčníku se nejlépe daří při osvětlení okolo 10–11 %. Z pozorování během jedné vegetační sezóny jsem došla k několika výsledkům, které v příštích letech budu rozvíjet či doplňovat v rámci magisterské práce.

Klíčová slova: střevíčník pantoflíček, *Cypripedium calceolus*, korunový zápoj, Svitavsko, Třebovské mezihoří, pH, fosfor, pokrývnost vegetačních pater, populační dynamika

Abstract

The aim of this bachelor thesis was to investigate the biology and ecology of the Lady's slipper orchid (*Cypripedium calceolus*) and to determine the influence of various (a)biotic factors on its growth and survival at 8 sites in the Svitavy region. Studied factors included canopy cover, soil parameters, forest type etc. The main factor influencing the number of plants and the behaviour of Lady's slipper orchid individuals was the level of light indicating that Lady's slipper orchid thrives best at around 10–11 % of transmitted light. Based on observations during one growing season, I came to several results that I will develop in the following master thesis.

Keywords: Lady's slipper orchid, *Cypripedium calceolus*, canopy cover, canopy openness, pH, phosphorus, vegetation cover, population dynamics

Poděkování

Chtěla bych poděkovat všem, kdo mi byl při práci nápomocen a měl se mnou trpělivost. Zejména doc. RNDr. Janě Jersákové, Ph.D., která celou práci vedla jako konzultantka. Také bych chtěla poděkovat Mgr. Kateřině Kučerové za pomoc s analýzou celkového fosforu v půdních vzorcích, Ing. Václavu Bystřickému, Ph. D. za pomoc s vypracováním statistických dat, Mgr. Janu Horníkovi, Ph.D. za pomoc s lokalizací rostlin v terénu a poskytnutí záznamů pro rok 2023 a AOPK ČR za poskytnutí dat z dlouhodobého monitoringu druhu. Nakonec bych chtěla poděkovat příteli a rodině za podporu při psaní bakalářské práce.

Obsah

Úvod.....	7
1.1 Cíle práce	7
2 Střevíčník pantoflíček (<i>Cypripedium calceolus</i> L.)	8
2.1 Rozšíření	8
2.2 Nároky na prostředí.....	10
2.3 Biologie druhu.....	11
2.4 Ohrožení.....	14
2.5 Strategie ochrany.....	15
3 Metodika	17
3.1 Popis lokalit.....	17
3.1.1 Lokalita Nad vodárnou.....	18
3.1.2 Lokalita V Jezdinách.....	18
3.1.3 Evropsky významná lokalita U Banínského viaduktu	18
3.1.4 Lokalita U Lomu	19
3.1.5 Lokalita Smolenské údolí.....	19
3.1.6 Lokalita Na horách.....	19
3.1.7 Lokalita U Babičky	19
3.1.8 Lokalita Smolná, u vodárny	20
3.2 Sběr dat.....	20
3.2.1 Monitorovací plošky	21
3.2.2 Korunový zápoj	22
3.2.3 Půdní parametry	22
3.2.4 Izolace mykorhizních hub do kultury	24
3.2.5 Produkce a kvalita semen.....	24
3.2.6 Klíčení semen <i>in situ</i>	25
3.3 Statistické vyhodnocování dat.....	26

4	Výsledky	27
4.1	Vliv zástinu a pokryvnosti vegetačních pater	27
4.1.1	Vliv zástinu	27
4.1.2	Vliv pokryvnosti vegetačních pater	28
4.2	Reprodukční úspěšnost	29
4.3	Půdní charakteristiky populací	30
4.4	Izolace mykorhizních hub	31
5	Diskuse	32
5.1	Zhodnocení stavu lokalit	32
5.2	Vliv zástinu a pokryvnosti vegetačních pater	32
5.3	Reprodukční úspěšnost	33
5.4	Půdní parametry	35
5.5	Návrhy do budoucna	36
	Závěr	37
	Seznam použité literatury	38
	Seznam obrázků	44
	Seznam tabulek	45
	Seznam příloh	46
	Seznam použitých zkratk	47
	Přílohy	48

Úvod

Střevíčník pantoflíček (*Cypripedium calceolus L.*) patří mezi našich 70 známých druhů a poddruhů orchidejí, čeleď vstavačovitě (*Orchideaceae*). Jedná se o vlajkový a dešt- níkový druh, proto je ochrana střevíčníku a jeho přirozeného biotopu důležitá. Z hle- diska ochrany se řadí mezi Evropsky významné druhy a podle Červeného seznamu rostlin ČR je zranitelným druhem (VU) (Gurlich et al., 2017). Podle vyhlášky 395/1992 Sb. ve znění vyhlášky 175/2006 Sb. se v České republice řadí mezi druhy silně ohrožené (C2) a je chráněn zákonem 114/1992 Sb. Celosvětově je však řazen jako druh málo dotčený (LC) (IUCN, 2024).

Je dlouhodobě známo, že množství světla v podrostu má velký vliv na velikost populace a kvetení střevíčníku. Problematické jsou nepůvodní stromové porosty, jako například smrkové monokultury, ve kterých střevíčník roste v zástínu. Management lokalit je tedy zaměřený na zlepšení světelných podmínek. Vhodným managementem je přeměna nepůvodních jehličnatých lesů na listnaté nebo smíšené, za využití původ- ních dřevin.

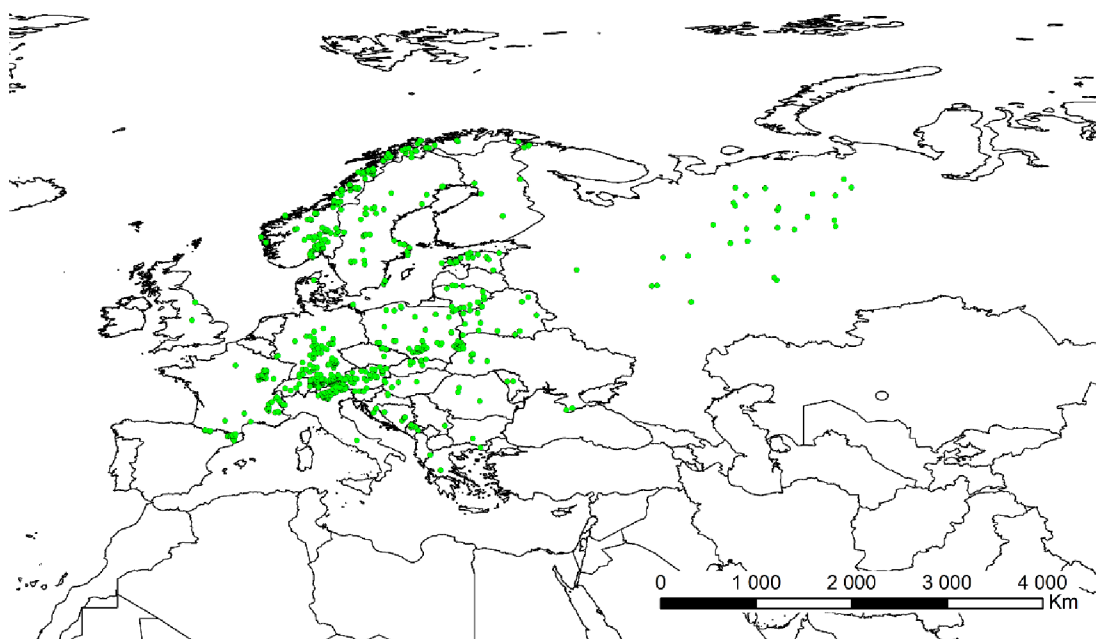
1.1 Cíle práce

1. Literární rešerše biologických a ekologických nároků střevíčníku
2. Monitoring (a)biotických faktorů stanovišť se střevíčníkem na Svitavsku a zhodnocení jejich vlivu na populační dynamiku a reprodukční úspěch rostlin.
 - 2.1 Zhodnotit vliv zástínu a pokryvnosti vegetačních pater na populační dyna- miku.
 - 2.2 Popsat půdní charakteristiky lokalit
 - 2.3 Zhodnotit produkci semeníků, množství a kvalitu semen vybraných popu- lací

2 Střevíčník pantoflíček (*Cypripedium calceolus* L.)

2.1 Rozšíření

Střevíčník pantoflíček (*Cypripedium calceolus*) z čeledi Orchidaceae se vyskytuje v boreální zóně Eurasie (Fay et al., 2017; Obr. 1). V rámci Evropy je rozšířen od Norska po Středozemní moře a od Španělska přes Britské ostrovy po západní Rusko. V Asii se vyskytuje ve východní Číně a Koreji. Nejhojněji se vyskytuje ve Skandinávii a Estonsku. Rakouské a Italské Alpy patří mezi další místa, v nichž se podle IUCN střevíčník řadí mezi nejméně dotčené nebo téměř ohrožené druhy (Kull, 1999; Vasama, 2005; Fay a Taylor, 2015; Fay et al., 2017; Jakubská-Busse et al., 2021). Za vyhynulý se v současné době považuje pouze v Belgii (od 60. let 19. století) a Lucembursku (od 40. let 20. století), dále také v Řecku, Lichtenštejnsku a Nizozemí. Střevíčník se nevyskytuje v Albánii, Portugalsku, Irsku, na Maltě, Kypru a Islandu (Fay a Taylor, 2015; Jakubská-Busse et al., 2021).



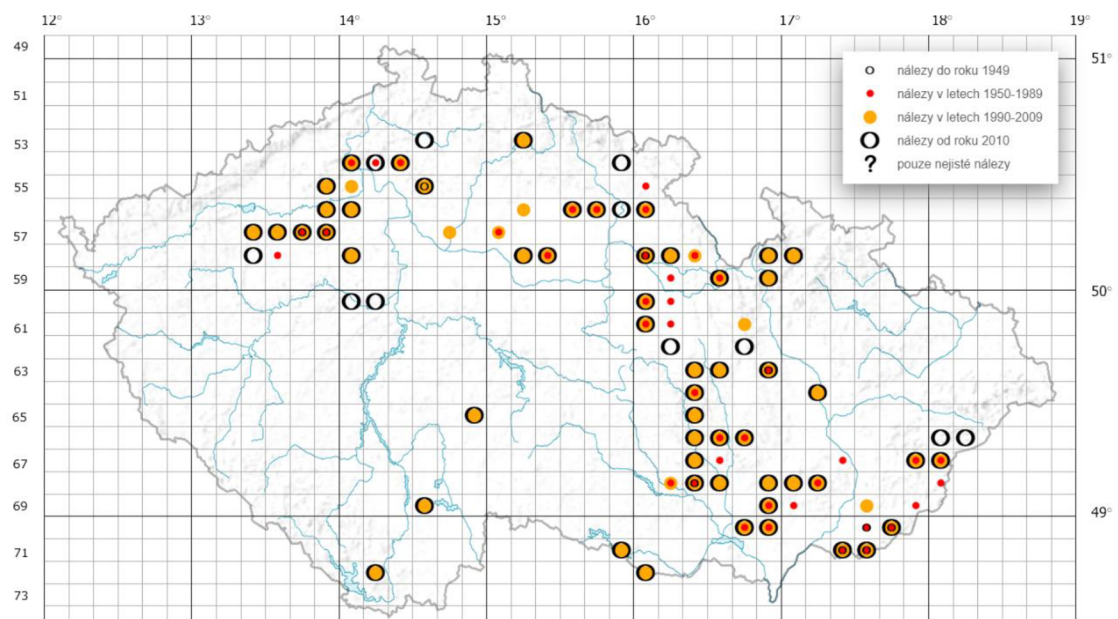
Obrázek 1: Mapa rozšíření střevíčníku pantoflíčku (*Cypripedium calceolus*) v Evropě (Kolanowska a Jakubská-Busse, 2020)

Na Britských ostrovech patří mezi nejvzácnější orchideje, a dokonce se začátkem 20. století považoval za vyhynulý, dokud se ve 30. letech nenašla jedna rostlina (Ramsay a Stewart, 1998; Gola, 2011). K drastickému úbytku lokalit došlo hlavně kvůli přílišnému sběru rostlin z volné přírody než pro úbytek stanovišť. Z toho důvodu měla ochrana *in situ* větší pravděpodobnost úspěchu (Ramsay a Stewart, 1998). V mnoha

evropských zemích se početnost i velikost populací za posledních 20 let výrazně snížila. Důvodem může být intenzivní zemědělství a ztráta nebo fragmentace biotopů (Jakubská-Busse et al. 2021).

Podle studie Jakubská-Busse et al. (2021) se potenciálně vhodné oblasti pro střevíčník v rámci sítě Natura 2000 s ohledem na změny klimatu nacházejí především v České republice, Rakousku, Lucembursku a Slovensku. Tyto státy mají největší podíl lokalit, které by mohly mít perspektivní populace střevíčníku při zlepšení managementu. Na druhou stranu státy s nejnižším podílem vhodných lokalit zahrnují Řecko, Španělsko, Finsko, Velkou Británii a Belgie. Predikce budoucí situace v případě nejhorších klimatických scénářů vypadá tak, že populace střevíčníku v mnoha středoevropských a severoevropských zemích zmizí (např. Estonsko, Lotyšsko, Litva, Maďarsko).

Rozšíření druhu v České republice v posledních letech zřejmě stoupá. Gola (2011) z nálezové databáze ochrany přírody (NDOP) zjistil počet cca 87 lokalit s výskytem střevíčníku. Přičemž AOPK ČR (2024) uvádí počet lokalit blížící se ke 100. Druh se vyskytuje ve všech krajích, kromě kraje Plzeňského, Karlovarského a Moravskoslezského, s největším výskytem v oblasti Džbánů. Mezi další oblasti patří například Orlické podhůří, Třebovské mezihoří, České středohoří, Podýjí, Moravský kras, Bílé Karpaty (Obr. 2). Většina lokalit patří do maloplošných chráněných územích (AOPK ČR, 2024).



Obrázek 2: Rozšíření střevíčníku pantoflíčku (*C. calceolus*) v ČR (AOPK ČR 2024)

2.2 Nároky na prostředí

Výškové rozšíření střešníku v celém jeho areálu sahá od nížin až po cca 2000 m n. m. Najdeme ho ve světlejších lesích nebo na jejich okrajích. V Česku preferuje listnaté nebo smíšené lesy, jako jsou dubohabřiny a okroticové bučiny. Ve větší míře se vyskytuje i v monokulturních smrčinách, kde pouze přežívá a negativně ho ovlivňuje nedostatek světla a kyselější pH ze smrkového opadu (Kull, 1999; Vasama, 2005; Fay a Taylor, 2015). Občas se druh nachází i v borových lesích na bazickém podkladu (AOPK ČR, 2024), podobně jako v Norsku (Bjørndalen, 2015). Mimo lesy se nachází i v lučních biotopech, např. bělokarpatské populace (Šmiták a Jatiová, 1996).

Podloží bývají vápencová, opuková nebo dolomitová. Preferuje spíše zásaditou až neutrální půdní reakci, ale vyskytuje se i na půdách mírně kyselých (AOPK ČR, 2024; Rusconi et al., 2022). Ve střední Evropě byly naměřeny hodnoty půdní reakce (pH) přes 7,1 a v Anglii okolo 7,9 (Kull, 1999; Procházka a Velísek, 1983). Stanoviště potřebuje mírně vlhká a v létě vysychající, nicméně dlouhodobé sucho netoleruje (Kull, 1999).

Obecně střešníku preferuje nižší pokryvnost bylin a keřů v lesích, protože např. expanzivní trávy a ostřice (*Carex* sp.) potlačují konkurenčně slabé kvetoucí rostliny včetně střešníku a jiných orchidejí (Brzosko et al., 2017). V nelesních biotopech se vyskytuje spolu s širokolistými trávami nebo na bezkolencových loukách (AOPK ČR, 2024). Přerostlé keřové patro střešníku ubírá světlo a postupně ho vytlačuje, proto střešníku prospívají lesní požáry, ty ale nyní zákon o ochraně přírody zakazuje (Jersáková a Kindlmann, 2004).

Podstatnou roli hraje korunový zápoj stromů a míra světla, které se k rostlinám střešníku dostane (Hurskainen et al., 2017). Světlo procházející lesním porostem je postupně pohlcováno a do podrostu se dostane pouze malá část. V jehličnatých lesích je to zhruba do 10 % světla a v listnatých lesích do 2 % (Gola, 2011). Osvětlení ovlivňuje mnohé biotické a abiotické faktory lesního podrostu, např. růst, přežívání či reprodukci. Bylo zjištěno, že s nižším množstvím světla a větším stromovým zápojem rostliny s větší pravděpodobností přejdou do stádia dormance, kdy rostliny mají pouze podzemní struktury, které mohou přežít v podzemí i několik let (Hurskainen et al., 2017). Za lepších světelných podmínek se zvyšuje míra kvetení (Brzosko et al., 2017). Světelné podmínky ovlivňují i vlhkost půdy a vodní bilanci. Snižující se pokryv korun stromů zvyšuje teplotu a výpar z půdy, což je problém u holosečného hospodaření (Hurskainen et al., 2017). Ve Švýcarsku střešníku omezují stromy a keře, jako jsou

hloh (*Crataegus spp.*), ostružiník křovištní (*Rubus fruticosus*), a jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*), které mění světelné podmínky a vytlačují střevíčník z lokalit (Rusconi et al., 2022).

2.3 Biologie druhu

Střevíčník představuje jednu z dlouhověkých a pomalu rostoucích bylin, přičemž se dožívá od 25 do 100 let (Shefferson et al., 2001). Nicolè et al. (2005) odhadli, že doba vytvoření dospělého trsu ze semene se pohybuje mezi 8-10 lety. První kvetení začíná mezi 10 a 16 rokem věku (Vakhrameeva et al., 2008).

Druh dorůstá do výšky v rozmezí 15–60 cm. Žláznaté lodyhy nesou 3–4 střídavé, přisedlé listy, které jsou eliptické až vejčité, zřídka bývají kopinaté (Procházka, 1980; Fay a Taylor, 2015). Listy jsou 7–15 cm dlouhé a 3,5–7 cm široké (Procházka, 1980). V hloubce 10 cm se nachází plazivý horizontální oddenek o průměru 0,4–0,9 cm. Na oddenku se vytváří každoročně dva pupeny a z většího následující rok vzniká nový přírůstek sympodiálního oddenku o průměrné délce 1 cm. Vývoj pupenů se každoročně střídá, čímž vzniká klikatý oddenek. Menší nebo spící pupen obvykle zůstává dormantní, než odumře po 15 až 20 letech. Stává se, že v některých případech tento pupen může začít růst již v prvním roce nebo v letech pozdějších. Nový segment oddenku se začíná vytvářet na konci kvetení (Kull, 1999).



Obrázek 3: Květ střevíčníku pantoflíčku (*Cypripedium calceolus*) (Foto Z. Mizerové)

Okvětí tvoří čtyři červenohnědé až fialové kališní a okvětní lístky a bačkůrkovitě vydutý, 3–4 cm dlouhý žlutý pysk, který je uvnitř červeně tečkovaný. Horní vnější okvětní lístek je vzpřímený a vejčitý až vejčité kopinatý. Postranní vnější okvětní lístky srůstají v jeden lístek na konci rozebraný na dva dlouhé cípy, umístěné pod pyskem (Procházka, 1980). Dorzální kališní lístek je elipticky kopinatý či vejčitý a okvětní lístky zúžené s ohrnutými okraji a na bázi chlupaté (Fay a Taylor, 2015). Kvetení probíhá většinou v období od května do června a kvetoucí výhonky se objevují dřív než

sterilní (Kull, 1999). Ve většině případů jedinec produkuje jeden květ a občas i dva. Brzosko (2002) během 11leté studie narazila na střešníček se třemi květy pouze jednou.

Druh patří mezi orchideje bez nektaru (Kull, 1999). Rostliny produkující nektar navštěvují opylovači častěji a stráví delší dobu na květu než na rostlinách bez nektaru. Hmyz se časem naučí rostlinám bez nektaru vyhýbat, tudíž umělé opylování zvyšuje úspěšnost vytváření plodů střešníčku (Brzosko et al., 2017). Mezi typické opylovače střešníčku patří čalounice (*Megaliche*) a pískorypky (*Andrena*), což jsou převážně samotářské včely hnízdící v zemi v lesích a na lesních okrajích (Antonelli et al., 2009; Fay a Taylor, 2015). Ke stavbě hnízd potřebují otevřené plochy (Brzosko et al., 2017). Mezi další opylovače patří ploskočelky rodů *Halictus* a *Lasioglossum*, které preferují spíše otevřenou krajinu (Antonelli et al. 2009). Braunschmid et al. (2017) ve své studii opylovačů střešníčku v Německu zjistili, že mezi další opylovače patří i pestřenky (*Syrphidae*), které častěji navštěvovaly květy populací ve vyšších polohách (nad 1200 m n. m.). Studie od Antonelliho et al. (2009) ukázala, že většina zjištěných opylovačů se považuje za generalisty, což znamená, že při hledání potravy navštíví velkou škálu rostlinných druhů. Z toho důvodu by měly být chráněny kvetoucí keře a louky blízké výskytu střešníčku (Antonelli et al., 2009).

K opylení dochází tak, že hmyz usedne na okraj bačkůrkovitého pysku, po kterém uklouzne a spadne dovnitř. V odletu stejným otvorem mu brání vyčnívající okraj a hladká stěna pysku. Ven se dostane přes jeden z úzkých otvorů po stranách sloupku, kde se otře o bliznu a prašníky, čímž na sebe nalepí pylová zrna (Kull, 1999; Dykyjová, 2003; Antonelli et al., 2009). Hmyz, který nemá dostatek sil projít touto složitou cestou, v okvěti uhynie (Dykyjová, 2003).

Druh není schopen samosprašení a pro tvorbu semen vyžaduje přítomnost opylovačů. Při studii vlivu opylovačů na reprodukční úspěšnost v Biebrzanském národním parku v Polsku Brzosko et al. (2017) zjistili, že populace s nejvyšším počtem květů vyprodukovala nejnižší počet semeníků. Na druhou stranu zjistili, že počet semeníků pozitivně koreloval s počtem květů v trsu. Například v Estonsku zjistili, že průměrný podíl plodů na 8 lokalitách se pohyboval okolo 10,5 % (Kull, 1998).

Semeníky dozrávají během září, na pomezí září a října tobolek puknou a vítr šíří jejich semena. Sterilní ramety v té době zasychají. Střešníček vytváří okolo 6000–17000 semen v jednom semeníku (Kull, 1999; Zheleznaia, 2013), a zároveň má jednu z největších semen (okolo 1,2 x 0,3 mm) orchidejí mírného pásu (Kull, 1999). Dospělé

trsy produkují větší množství semen než mladé trsy (Davison et al., 2013). Z 10 000 semen má pouze jedno semeno šanci vyklíčit a dát vzniku dospělé rostlině (Kull, 1999). Semeno se skládá z pevného hnědého plstnatého osemení, jehož povrch není smáčivý, a sférického embrya (Kull, 1999). Embryo tvoří cca 100–200 buněk a nemá endosperm, ani jinou živnou část, proto jsou orchideje při klíčení závislé na saprotrofních houbách z čeledi tulasneovkovité (*Tulasnellaceae*) (Mitchel, 1989; Liu et al., 2023). Houba prorůstá do buněk embrya a její hyfy dodávají klíčovému semenu potřebné živiny (Ramsay a Stewart, 1998). Ramsay a Stewart (1998) usuzují, že přizpůsobení střešníku na chladné podnebí může ovlivňovat dormanci semen a jejich klíčení. Dlouhé klidové období semen může probíhat u všech druhů střešníků kvůli přítomnosti dvojitého osemení, jinak by došlo ke zničení embrya při mrazu. Vývoj začíná prakticky u všech orchidejí prasknutím osemení embrya a z embrya se stane škrobnatý parenchymatický protokorm o průměru 1–2 mm (Zeng et al., 2013). Protokorm je během první vegetační sezóny zcela závislý na symbiotické houbě. V průběhu druhého vegetačního období se vytváří dva kořeny a šupinový list objímající vrchol stonku. Kořeny střešníku, tak jako u ostatních orchidejí, mají plochu menší než mnoho jiných bylin (Kull, 1999). U dospělé rostliny jsou kořeny velmi škrobnaté a houba již nebývá přítomna. Během třetího vegetačního období z prodlouženého stonku vyroste velký atypický pupen a na podzim na internodiích oddenku vyroste jeden nebo více dalších kořenů (Kull, 1999). První prýt se vyskytuje až po 4 letech od vyklíčení semene (Brzosko, 2002, Nicolè et al., 2005). Míra mykotrofie se snižuje s vytvářením listů. Ke klíčení může docházet již první rok po dozrání semen, ale v půdě může přetrvat až 7 let (Barsberg et. al, 2013). Juvenilní jedinci obvykle usychají dříve než ostatní (Kull, 1999).

Střešník se rozmnožuje i vegetativně, klonálním růstem (Brzoszko, 2002). Vegetativní rozmnožování probíhá větvením oddenku, přičemž časová vzdálenost mezi dvěma větvenými je 4,9 let (Kull, 1999). Klonálním růstem a větvením oddenků dochází ke vzniku trsu, což je jedna genetická rametami.

Dormance je jednou z typických vlastností střešníku. Většinou klidové období trvá pouze jeden rok. Brzosko (2002) zjistila, že během 11 let bylo cca 51 % označených rostlin aspoň jednou dormantních a zaznamenala i jeden klon, který se nad zemí objevil za tuto dobu pouze 5 krát. Studie od Brzosko (2002) říká, že kvetoucí i nekvetoucí trsy mají stejnou pravděpodobnost být dormantní, avšak pravděpodobnost kvetení po dormanci klesá. Pro juvenilní rostliny se dormance stává rizikovým stádiem,

jelikož nemají dostatečně vyvinuté oddenkové struktury. Korelace mezi přežitím dospělců a přechody do klidového stavu naznačuje, že se může jednat o mechanismus pro přežití špatných podmínek prostředí, jako je např. nižší míra světla dopadajícího do podrostu, špatný stav mykorhizního symbiota (McCormick a Whigham, 2012).

2.4 Ohrožení

Střevíčník, tak jako jiné orchideje, je citlivý na negativní vlivy prostředí, jako třeba, lesní holosečné hospodaření, přeměna listnatých lesů na jehličnaté (především smrkové) nebo časté kosení luk (Bjørndalen, 2015; Jersáková a Kindlmann, 2004). Jakožto vytrvalý a dlouhověký druh dokáže střevíčník přežít v nepříznivých podmínkách řadu let (Marhoul a Turoňová, 2008). Nepříznivé podmínky a změny prostředí lépe přežívají populace s větším množstvím dospělých trsů než ty s převládajícími mladými či juvenilními trsy. Klíčovým faktorem pro udržení populace je přežití dospělých jedinců (Nicolè et al., 2005)

Holosečné hospodaření v zemědělských lesích vede k sukcesi a vzniku houštin (Bjørndalen, 2015; Vasama, 2005). Kácení a těžba stromů ve vegetačním období ničí nadzemní části rostlin, proto se doporučuje těžba při mrazu a sněhové pokrývce (Vasama, 2005). Často bývá problémem neinformovanost personálu, který pracuje na lokalitách s výskytem orchidejí, tím dochází k poškozování rostlin (Bjørndalen, 2015).

Sběr rostlin i s kořeny ohrožuje populace i v současné době. V cca 25 zemích Evropy patří sběr orchidejí na první místo ohrožujících faktorů. V roce 2016 lidé sběrem nenávratně poničili jednu luční populaci v jihozápadním Polsku (Jakubská-Busse et al., 2021).

Mezi další hrozby patří destrukce biotopů, okus a škody způsobené zvěří, špatné obhospodařování krajiny, sešlap a další (Jakubská-Busse et al., 2021). Okus zvěří ničí nadzemní části rostlin, čímž snižují pravděpodobnost opylení a vytvoření semeníku. Nebylo zjištěno žádné zvíře zaměřené výhradně na střevíčník, i když velký podíl na destrukci mají hraboši (*Arvicolinaea*) a sudokopytníci (*Artiodactyla*) (Kull, 1999).

Kromě vnějších vlivů střevíčník negativně ovlivňuje izolovanost populací a fragmentace krajiny, kvůli čemuž nedochází k výměně genetického materiálu (Brzosko et al., 2011).

2.5 Strategie ochrany

Pro zlepšení kondice výskytu střevíčníku je nutné aktivně provádět úpravy prostředí a monitorovat populace. Pro správnou ochranu se musí vyhodnocovat management pro jednotlivé lokality zvlášť (Jakubská-Busse et al., 2021). Záchrana střevíčníku, jakožto deštníkového druhu, a jeho přirozeného prostředí by znamenala ochranu pro mnoho dalších druhů (Nicolè et al., 2005).

V Česku probíhá podrobný monitoring výskytu střevíčníku se specifickým terénním formulářem (ISOP, 2024), do kterého se vyplňuje kód lokality, případně název lokality, datum monitoringu, jméno autora a bodový zakres do mapy. Dále se popisuje populace, zdali se taxon vyskytuje a pokud ano, tak se запиše počet kvetoucích a plodných trsů a počet sterilních trsů. Zapisuje se i míra a způsob poškození rostlin, např. okus, sečení, sešlap, rytí zvěře atd. Zároveň se zaznamenává i vzhled stanoviště, kam patří pokryvnost bylinného a stromového patra, pokryvnost invazních a expanzivních druhů, které se musí i jmenovitě uvádět. Podstatnou částí je zhodnocení managementu lokality, jestli probíhá, pokud ano, jakým způsobem, jaký je jeho vliv nebo jestli je zapotřebí.

Vhodným managementem u nás je přeměna smrkových monokultur na porosty původních druhů dřevin, jako je habr, buk a další, ale je třeba se vyhnout holoseči. Důležité je postupné prosvětlování lesů a na světlinách se opatrně zbavovat buřeně. Zároveň je potřeba tyto změny provádět mimo vegetační období (Marhoul a Turoňová, 2008; Jersáková a Kindlmann, 2004)

Hurskainen et al. (2017) ve své studii o managementu kácením stromů na lokalitách s výskytem střevíčníku zjistili, že odstranění 25–50 % stromů pozitivně ovlivnilo přežívání a pravděpodobnost vzniku květů a plodů střevíčníku, ale nedošlo k ovlivnění růstu semenáčků. Na základě své studie i studií dalších předpokládají, že spíše než samotný zástin a kácení stromů má na růst semenáčků vliv mikrobiom, ve kterém se nachází. Také zjistili, že prosvětlení podrostu využívají raně sukcesní druhy, které můžou střevíčník vytlačit. Ve Finsku využili výběrové těžby stromů v zimním období a kroužkování kůry stromů (Vasama, 2005).

Množení semen *in vitro* může patřit mezi další způsoby ochrany, zachování a rozšiřování populací střevíčníku. Z polozralých semen se snadno množí ve velkém množství (Obdržálek, 2009). Zeng et al. (2013) uvádí, že klíčivost semen může záviset na kvalitě semen v semeníku, rostlině, ze které byl utržen, nebo fázi růstu, při které byl

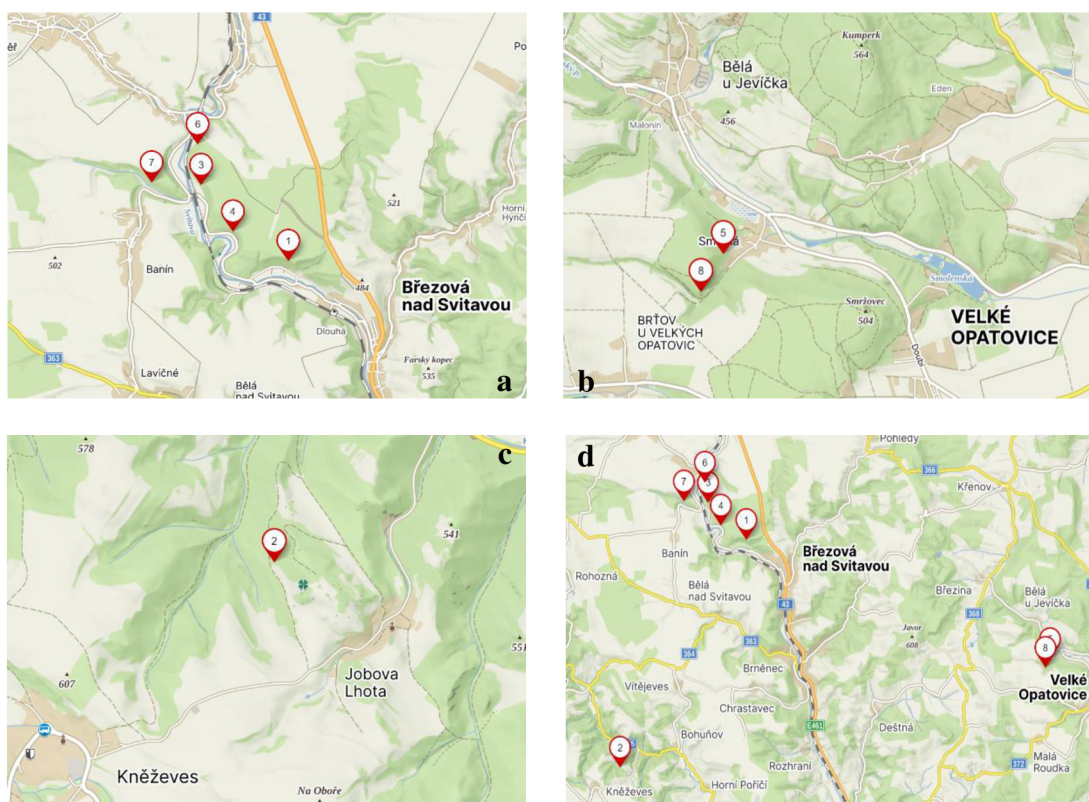
utržen. Ramsay a Stewart (1998) mají zkušenost, že *in vitro* vypěstované rostliny bez mykorhizních hub mají po roce od vysazení do přírody pouze 50 % šanci na přežití.

3 Metodika

3.1 Popis lokalit

Monitoring populací střešníku probíhal na 8 lokalitách v blízkém okolí Svitav (Obr. 4, GPS souřadnice v Příloha 1). Lokality se lišily velikostí populací a také typem lesa. Velikosti populací se velmi liší, přičemž nejmenší populace v roce 2023 neměla žádné nadzemní rostliny a největší populace měla celkem 904 rostlin. Tři populace se pohybovaly v rozmezí 40 až 70 rostlin a dvě lokality měly pod 10 rostlin (více viz. Příloha 1).

Většina lokalit se vyskytovala v nepůvodních smrkových lesích, ale některé lokality či plošky byly v lesích borových či smíšených (Příloha 2). Podle mapy potenciální přirozené vegetace ČR (Neuhäuslová et. al, 1997) by se na lokalitách měly vyskytovat dubohabřiny, květnaté bučiny nebo bikové bučiny (více viz. Příloha 3). Lokality se nachází převážně na vápencovém či pískovcovém podloží (více viz. Příloha 4) (Geologická mapa 1: 500 000, 2023).



Obrázek 4: Znázornění polohy lokalit. Obrázky a, b, c ukazují podrobnější náhled, obrázek d ukazuje rozmístění všech sledovaných lokalit. Názvy lokalit: 1. Nad Vodárnou, 2. V Jezdinách, 3. EVL U Banínského viaduktu, 4. U Lomu, 5. Smolenské údolí, 6. Na Horách, 7. U Babičky, 8. Smolná, u vodárny. (Mapy.cz, 2024)

3.1.1 Lokalita Nad vodárnou

Lokalita Nad Vodárnou se nachází poblíž obce Březová nad Svitavou v okrese Svitavy. Jakožto jediná lokalita není volně přístupná veřejnosti, jelikož spadá do ochranného vodního pásma I. Řádu. Je největší z vybraných lokalit, jak rozlohou, tak i počtem rostlin střevíčníku. Les je z velké části nepůvodní smrčina a na některých místech došlo k odlesnění kvůli kůrovci. V některých částech se tak vyskytují holiny, v jedné části byly vysazeny další smrky.

Lokalita by se dala rozdělit do čtyř částí. První část byla ve svahu s dospělými smrky. V druhé části se nacházely na náhorní plošině smrky a buky a na okraji lesa bylo hojné bylinné a keřové patro. Třetí část se vyskytovala na horní hranici svahu, kde bylinné patro plně porůstaly různé druhy travin a stromové patro zastupovaly vzrostlé smrky. Přičemž společně druhá a třetí část měli nejhojnější výskyt trsů. Poslední část se vyskytovala zhruba v polovině svahu, kde převládalo velké množství křovin zastíňujících střevíčníky.

3.1.2 Lokalita V Jezdinách

Lokalita se nachází v Hornosvratské vrchovině cca 1 km od Kněževsi. Podle informací AOPK ČR získaných při monitoringu v roce 2021 měla být tato lokalita druhou největší na počet rostlin střevíčníku (Příloha 1). Při návštěvě lokality na jaře 2023 jsem zjistila, že lokalita prošla velkými změnami. Z velké části došlo na lokalitě k odlesnění a vytvoření kůrovcových holin, které zarostly ostružiníkem, třtinou (*Calamagrostis* spp.) a místy se objevily mladé listnáče, jako líska obecná (*Corylus avellana*). Zbylé části lokality tvoří nepůvodní smrčiny napadené kůrovcem, nebo jsou hustě zarostlé listnatými i jehličnatými stromy. Část lokality nebyla přístupná s potřebným vybavením k fotografiím korun stromů a zaměření GPS souřadnic. Lokalita je značně nepřehledná a nevyklučuji, že jsem nějaké trsy mohla přehlédnout.

3.1.3 Evropsky významná lokalita U Banínského viaduktu

Lokalita se nachází mezi Hradcem nad Svitavou a Březovou nad Svitavou, poblíž křižovatky směrem na Banín v okrese Svitavy. Les je stará smrková monokultura obrostlá keři a mladými listnatými stromy. Většina rostlin střevíčníku se vyskytovala na okrajích lesního porostu pod mladými lískami nebo buky, které někdo částečně prostříhal okolo jednotlivých shluků rostlin.

Rozloha lesa na lokalitě se zmenšila od doby, kdy tam prováděla doc. Jersáková znalecký posudek na vliv těžby lesa v roce 2019 (Jersáková, 2021). Z části lesa se stala holina, na které se nenacházejí žádné rostliny, pouze invazivní ostružiník a třtina křovištní (*Calamagrostis epigejos*). Zbytkem lesa je nepůvodní smrčina, kterou nepokryvalo žádné mechové ani bylinné patro, pouze několik okrotic bílých (*Cephalanthera damasonium*).

3.1.4 Lokalita U Lomu

Lokalitu najdeme mezi lokalitami EVL u Banínského viaduktu a Nad Vodárnou, tedy mezi obcemi Hradec nad Svitavou a Březová nad Svitavou v okrese Svitavy. Podle záznamů se jedná rozlohou o větší lokalitu, kde se střevíčník vyskytuje pouze na malé části. Lokalita se z velké většiny vyskytuje uvnitř původního lomu, který částečně zarostl nebo v něm byly vysázené nepůvodní smrky. Většina trsů se nacházela ve svahu a další přímo pod ním u cesty.

3.1.5 Lokalita Smolenské údolí

Lokalita se rozkládá za chatkovou oblastí ve Smolné u Jevíčka. Jako jediná nesla známky údržby v okolí trsů. O trsy se už několik let stará učitel biologie z gymnázia v Moravské Třebové (ústní sdělení J. Horníka z AOPK ČR). Trsy obsekává od ostružiníku, který se na lokalitě hojně vyskytuje společně s konvalinkami vonnými (*Convallaria majalis*). Hlavní část lokality s výskytem trsů je bukový a dubový les v původním lomu.

3.1.6 Lokalita Na horách

Lokalita se nachází u Hradce nad Svitavou na velké části kopce a zároveň patří do ochranného vodního pásma II. řádu. Lesem je tmavá nepůvodní smrčina, která je plná plastů a jiných odpadů poházených lidmi. Zhruba uprostřed kopce jsem našla poslední dvě rostliny střevíčníku.

3.1.7 Lokalita U Babičky

Lokalita se nachází nedaleko obce Banín, cestou od Hradce nad Svitavou. Na této lokalitě se nachází velké množství okrotic bílých, ale také ostružiníku. Plošky jsem vytvořila dvě, pouze s pár rostlinami ve starém smrkovém lese.

3.1.8 Lokalita Smolná, u vodárny

Lokalita se nachází poblíž lokality Smolenské údolí u Smolné u Jevíčka. Zde jsem již žádný střevíčník nenalezla. Podle údajů AOPK ČR se měl jeden trs vyskytovat na vrchu starého lomu na pomezí mezi mladým hustým smrkovým lesem a starými smrky v lomu.

3.2 Sběr dat

Sběr dat probíhal ve třech etapách. Nejdříve se v týdnu od 5. do 11. června 2023 vytvořily monitorovací plošky v době květu střevíčníku (více kapitola [3.2.1 Monitorovací plošky](#)). Na každé lokalitě jsem odebrala směsný vzorek půdy z 10 míst (více kapitola [3.2.3 Půdní parametry](#)). Na lokalitě Nad Vodárnou jsem také odebrala vzorky kořenů pro analýzu mykorrhizních hub (více kapitola [3.2.4 Izolace mykorrhizních hub do kultury](#)).

Podruhé jsem lokality navštívila koncem září (22.–24. 9. 2023), kvůli počítání a odebrání zralých semeníků. Vitalitu části semen z každého semeníku jsem analyzovala v laboratoři (více kapitola [3.2.5 Produkce a kvalita semen](#)).

Poslední návštěva proběhla pouze na lokalitě Nad Vodárnou kocem října, kdy se začalo s výsevem semen *in situ* (více kapitola [3.2.6. Klíčení semen *in situ*](#)). Průběh klíčení semen budu pozorovat v navazující magisterské práci.

Pro odběr vzorků kořenů a semeníků jsem měla udělenou výjimku od Krajského úřadu Pardubického kraje, odboru Životního prostředí a zemědělství, jelikož se rostlina řadí v Červeném seznamu do kategorie ohrožených druhů (Grulich et al., 2017).

3.2.1 Monitorovací plošky

V plošce se musela vyskytovat alespoň jedna rostlina střevíčníku a maximální počet nebyl určen. Na velkých lokalitách se vybíralo z různých biotopů, jako jsou různé typy lesa s mechovým či bylinným patrem. Na lokalitě Nad Vodárnou se nevyužilo všech rostlin, ale na ostatních lokalitách se využilo všech možností, kvůli malému počtu rostlin či trsů na dostupnou plošku (Příloha 1). Každou plošku jsem označila příslušným písmenem podle kódu lokality a pořadovým číslem.

Ploška byl pomyslný kruh o průměru dva metry vytvořený pomocí tří skládacích metrů (Obr. 5). Střed se na všech lokalitách označil 10 cm hřebíkem, který procházel skrze barevné víčko z PET-lahve, kvůli lepší vizuální lokalizaci při dalších návštěvách. Střed plošky se zaměřil pomocí geodetické GPS BRX7 značky Carlsson s přesností na centimetry.

V každé plošce jsem spočítala počet rostlin a trsů, přičemž každý nový trs musel být minimálně 10 cm od jiné rostliny nebo trsu. Jedna rostlina totiž může vyvážet více prýtů. Zapisovala jsem rostliny kvetoucí (bez rozlišení jednokvětných a dvoukvětných), sterilní (nekvetoucí) a juvenilní (mladé rostliny s jedním až se dvěma listy).

Dále jsem v každé plošce zaznamenala celkovou procentuální pokryvnost mechového (E0) a bylinného (E1) patra. Do poznámek jsem si zapsala rostliny invazní nebo dominanty.

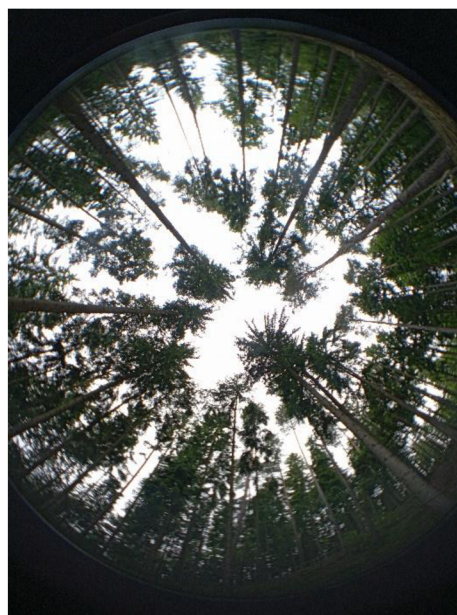


Obrázek 5: Příklad plošky (A19) (Foto Z. Mizerové)

3.2.2 Korunový zápoj

Korunový zápoj jsem fotografovala pomocí mobilního telefonu Xiaomi Redmi 10 (2022), na který byl připevněn širokoúhlý objektiv, tzv. rybí oko. Fotografie se pořizovaly ze stativu ve výšce 150 cm, který byl umístěn ve středu plošky. Horizontální pozice telefonu byla srovnána pomocí vodováhy, aby nedocházelo k naklonění.

Fotografie korunového zápoje nahradila luxmetr, který není přesný při oblačnosti. Pro zjištění osvětlení plošky se využil program [GLAMA](#) v. 3.0 (Tichý, 2016), který vypočítá z pixelů fotografie přesné zastínění i osvětlení. Nejprve jsem si nastavila viditelnost kruhu ry-



Obrázek 6: Ukázka fotografie stromového zápoje rybím okem (A1) (Foto Z. Mizerové)

bího oka, která je pro každou fotografii různá. V druhém kroku jsem definovala střed a hranice kruhu korun stromů. Dále jsem si zvolila typ projekce jako úhlovou (angular). Poté jsem si nastavila úhel 45° jako definici horizontu. Nakonec jsem si nastavila výběr světlých pixelů oblohy a řídila jsem se doporučenou úrovní řezu pro označení všech světlých částí, které nemusely být označené. Na každé plošce se udělaly 3 opakované fotografie zápoje, ze kterých jsem udělala aritmetický průměr.

3.2.3 Půdní parametry

Na lokalitách s homogenní vegetací se odebíral pouze jeden směsný vzorek půdy, z různorodých lokalit se odebralo více směsných vzorků odpovídajících rozmanitosti lokality. Nejvíce vzorků bylo odebráno na lokalitě Nad Vodárnou. Jeden směsný vzorek byl odebrán z 10 náhodných míst na lokalitě, či biotopu. Půda se odebírala cca z hloubky 5–10 cm po odstranění prokořeněné svrchní vrstvy včetně opadu. Plastový pytlík se označil písmenem lokality, popř. čísly plošek, které se poblíž nacházely. Vzorky půdy se nechaly volně proschnout a prosely přes síto s 2 mm otvory. Ke stanovení dalších parametrů jsem půdu namlela na analytickou jemnost na kulovém mlýnu značky RETSCH, typ MM400.

Stanovení pH: Pro každý vzorek jsem navážila 5g půdy na analytických vahách Kern 770, přidala 25 ml destilované vody a směs se dala po dobu 1 hod. třepat. Poté se vzorky nechaly ustát a pH jsem změřila zkalibrovaným konduktometrem Gryf 107.

Stanovení celkového fosforu: Navážila jsem ± 3 mg namleté půdy do zkumavky. Zároveň se pracovalo s referenčním vzorkem pro zjištění chyb. Dále se vytvořil jeden slepý vzorek a 6 standardních vzorků o známé koncentraci fosforu $500 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ (Tab. 1). Standardy tvoří zásobní roztok: 0,5493 g KH_2PO_4 , vysušený při $105 \text{ }^\circ\text{C}$, se rozpustí v redestilované vodě a doplní do 250 ml. Do každé zkumavky jsem přidala 0,25 ml konc. HNO_3 , a dala ji zahřát do mineralizačního bloku na $115 \text{ }^\circ\text{C}$ na 30 minut. Zkumavky se nechaly vychladnout a poté se přidalo 6 ml 70 % HClO_4 . Vše se vložilo do bloku předehřátého na $165 \text{ }^\circ\text{C}$ na 2 hodiny. Zkumavky se nechaly zchladnout, naředily se 10 ml redestilované vody, uzavřely a pořádně se proklepaly. Při $100 \text{ }^\circ\text{C}$ se vzorky hydrolyzovaly hodinu v uzavřených zkumavkách. Vzorky se nechaly týden odstát. Z odstátých vzorků se odebraly 2 ml do jiných zkumavek a přidalo se 8 ml zředěné HClO_4 (3. činidlo). Nakonec se vzorky změřily na průtokovém analyzátoru FIA Lachat QC8500.

Další půdní parametry (celkový dusík, přístupný fosfor, podíl organické hmoty) budou stanoveny v rámci magisterské práce.

Tabulka 1: Tabulka pro vytvoření standardních vzorků

	St	St	St	St	St	St
	1	2	3	4	5	6
obsah fosforu ($\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$)	1	5	10	20	50	100
zásobní roztok ($\text{ml} \cdot 100 \text{ ml}^{-1}$ vody)	0,2	1	2	4	10	20
obsah fosforu v roztoku po mineralizaci ($\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$)	5	25	50	100	250	500

3.2.4 Izolace mykorrhizních hub do kultury

Odběr kořenů probíhal v době květu střevíčníku na lokalitě Nad Vodárnou a Smolenské údolí. Odebrané kořeny měly délku cca 7 cm. Odebraly se 2 vzorky z 5 trsů na lokalitu. Snažila jsem se odebrat co nejmladší kořen (nejblíže prýtu) zatímco zbytek rostliny zůstal nepoškozený. Kořeny jsem vložila do uzavíratelného plastového pytlíku a přidala k nim destilovanou vodu, aby nedošlo k jejich vyschnutí a k úhynu mykorrhizní houby.



Obrázek 7: Odebrané kořeny střevíčníku pantoflíčku (*Cypripedium calceolus*) (Foto Z. Mizeřové)

Během tří dnů se v laboratoři zhotovily příčné řezy všech kořenů, které se pozorovaly pod mikroskopem. Zjišťovalo se, zda obsahují mykorrhizní struktury, houbové smotky zvané pelotony.

3.2.5 Produkce a kvalita semen

Z lokality Nad Vodárnou jsem v říjnu odebrala 10 semeníků z náhodně vybraných trsů uvnitř i mimo plošky. Semeníky se vložila do papírových sáčků a nechala uschnout při pokojové teplotě.

V laboratoři jsem semena z každého semeníku opatrně vyškrala pomocí pinzety a preparační jehly do předem zvážené a očíslované Eppendorfovy mikroskopické zkumavky. Vážila jsem na analytických vahách Kern 770. Semena se zvážila a hodnoty se odečetly pro zjištění celkové váhy všech semen v semeníku. Z každého vzorku jsem odebrala malé množství semen pro zjištění jejich viability. Ze zbytku jsem vytvořila směsný vzorek, který se využil pro klíčení *in situ*.

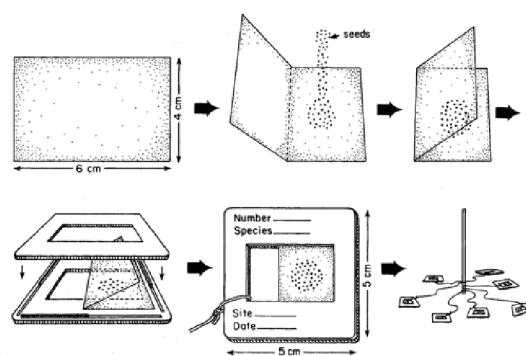
Životoschopnost semen se stanovila na vzorku semen z každého semeníku. Semena se pozorovala pod stereoskopickým mikroskopem a spočítala se semena s vyvinutým embryem a semena s abortovaným či chybějícím embryem. V případě nízkého množství semen se vyhodnotila všechna semena, jinak se počítalo až do výše 100 semen.



Obrázek 8: Fotografie semen pod stereoskopickým mikroskopem. (1) Semeno s abortovaným embryem, (2) semeno s vyvinutým embryem. (Foto Z. Mizerové)

3.2.6 Klíčení semen *in situ*

Dvě odměrky semen (přibližně 300 kusů) jsem vložila do nylonové sítky o velikosti ok 40 μm a rozměru 4 x 6 cm, která se uzavřela do diarámečku (Obr. 9). Dva diarámečky se navázaly na vlasec k závlačce pro pozdější dohledání pomocí minohledačky. Na každou plošku jsem umístila šest diarámečků a jeden datalogger (TOMST Measurement System) pro měření teploty a vlhkosti půdy. Náhodně se zvolilo 18 plošek, na které se diarámečky umístily. Diarámečky jsem vložila svisle do půdy cca 5 cm hluboko od půdního povrchu. Pokud terén



Obrázek 9: Metoda výsevu semen *in situ* v diarámečku (Rasmussen & Whigham, 1993)

neumožnil svislé uložení, tak se půda vodorovně rozřízla 5 cm pod povrchem a do vzniklé kapsy se vložil rámeček. Vlasec se závlačkou se zabodl co nejbliže k diaraměčkům, aby nedošlo k vytržení divokou zvěří.

3.3 Statistické vyhodnocování dat

Vztahy mezi osvětlením, pokryvností vegetačních pater a počty sterilních, kvetoucích a juvenilních rostlin jsem analyzovala pomocí lineární a nelineární regrese v programu Statistica v. 12 (StatSoft., 2013). V případě statisticky neprůkazné lineární regrese jsem použila jednoduchou nelineární regresi, kde jsem si zadala obě proměnné a poté i kvadrát proměnných. Dále jsem vytvořila bodové grafy v Excelu a v případě statistické průkaznosti jsem body proložila spojnicí trendu a vložila předpis lineární funkce (rovnice) a koeficient determinace (R^2). Boxploty jsem vytvářela v Excelu. Pro výpočet kvartilu jsem zvolila inkluzivní medián, kdy se medián zahrne do výpočtu. Bodem jsou znázorněny odlehlé body, které leží pod dolní nebo nad horní čarou vousů, které znázorňují minimum a maximum. Horní a dolní okraj boxu znázorňuje horní a dolní kvartil.

Pro rozbor půdních vzorků se na větších lokalitách, Nad Vodárnou, V Jezdinách a EVL U Banínského viaduktu, s různorodými částmi lesa odebíralo více směsných vzorků půdy, proto se z výsledků vytvořil aritmetický průměr a směrodatná odchylka. Prokazatelnost vztahu půdních vzorků a velikosti populace jsem testovala pomocí Mann-Whitneyova U testu.

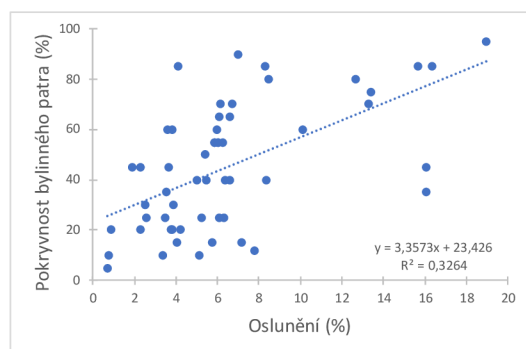
4 Výsledky

4.1 Vliv zástínu a pokryvnosti vegetačních pater

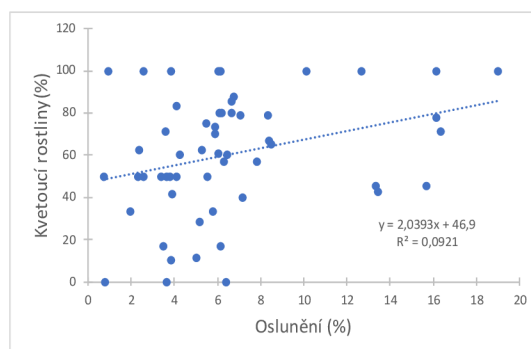
4.1.1 Vliv zástínu

Byl zjištěn pozitivní lineární vztah mezi osluněním plošek (%) a pokryvností bylinného patra (%) ($F_{(1,53)}=25,68$; $P=0,00001$; Obr. 10). Míra oslunění měla průkazný pozitivní vliv na procento kvetoucích střešníčků v ploškách ($F_{(1,53)}=5,38$; $P=0,024$; Obr. 11), zatímco vliv oslunění na celkový počet jedinců měl nelineární charakter ($F_{(2,52)}=5,34$; $P=0,0078$). Nejvhodnější světelné podmínky pro střešníček se tak pohybovaly mezi 10–11 % oslunění (Obr. 12).

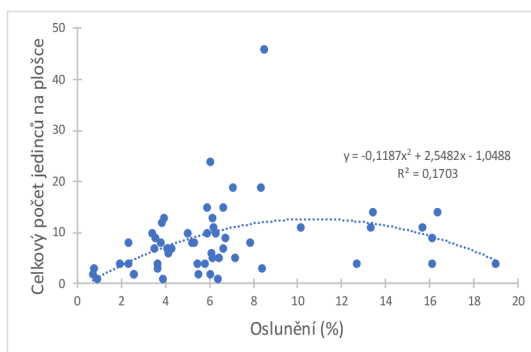
Závislost množství juvenilních rostlin na osvětlení nebyla prokázána ani lineární ($F_{(1,53)}=0,64$; $P=0,801$) a ani nelineární regresí ($F_{(2,52)}=1,29$; $P=0,281$; Obr. 13).



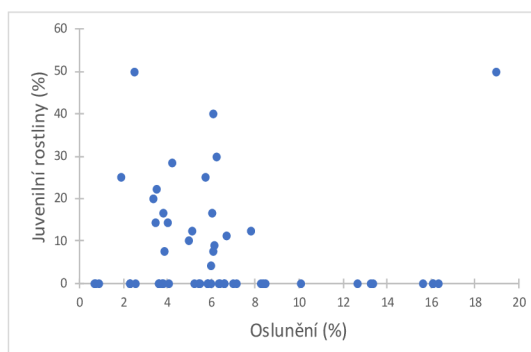
Obrázek 10: Vliv oslunění plošek na pokryvnost bylinného patra proložený lineární regresí ($F_{(1,53)}=25,68$; $P=0,00001$).



Obrázek 11: Vliv oslunění plošek na zastoupení kvetoucích rostlin střešníčku proložený lineární regresí ($F_{(1,53)}=5,38$; $P=0,024$).



Obrázek 12: Vliv oslunění plošek na celkový počet jedinců na plošce proložený nelineární regresí (polynomičká při stupni 2) ($F_{(2,52)}=5,34$; $P=0,0078$).

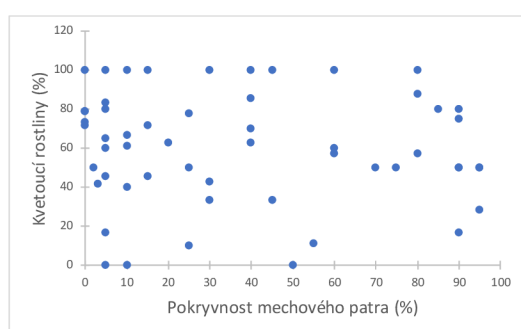


Obrázek 13: Vliv oslunění plošky na podíl juvenilních rostlin.

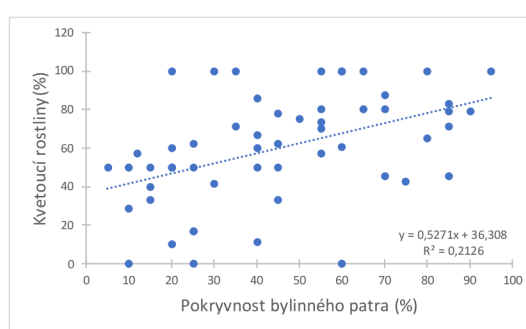
4.1.2 Vliv pokryvnosti vegetačních pater

Nebyla zjištěna závislost podílu kvetoucích rostlin na pokryvnosti mechového patra lineární ($F_{(1,53)}=0,22$; $P=0,645$), ani nelineární regresí ($F_{(2,52)}=0,11$; $P=0,899$; Obr. 14). Na druhou stranu se prokázal vliv pokryvnosti bylinného patra na podíl kvetoucích rostlin pomocí lineární regrese ($F_{(1,53)}=14,31$; $P=0,0004$; Obr. 15).

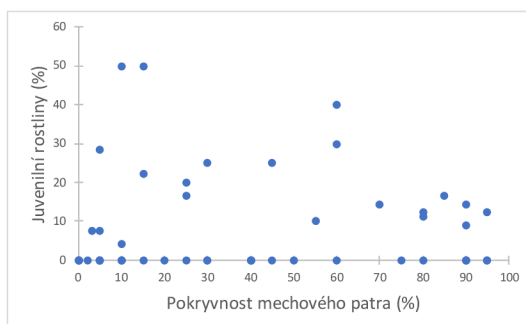
Vliv pokryvnosti mechového patra na podíl juvenilních rostlin nebyl prokázán ani lineární ($F_{(1,53)}=0,08$; $P=0,773$), ani nelineární regresí ($F_{(2,52)}=1,14$; $P=0,329$; Obr. 16). Zároveň nebyl prokázán vliv pokryvnosti bylinného patra na podíl juvenilních rostlin lineární ($F_{(1,53)}=0,28$; $P=0,602$), ani nelineární regresí ($F_{(2,52)}=0,54$; $P=0,583$; Obr. 17).



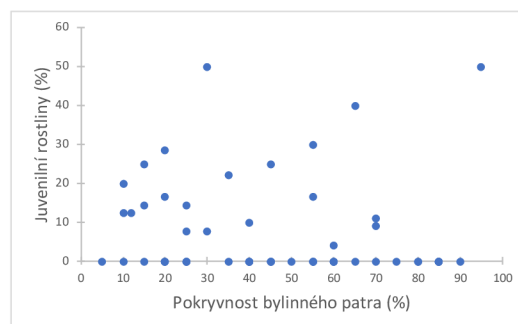
Obrázek 14: Vliv pokryvnosti mechového patra na kvetoucí rostliny.



Obrázek 15: Vliv pokryvnosti bylinného patra (%) na kvetoucí rostliny střešníku (%) proložená lineární regresí ($F_{(1,53)}=14,31$; $P=0,0004$).



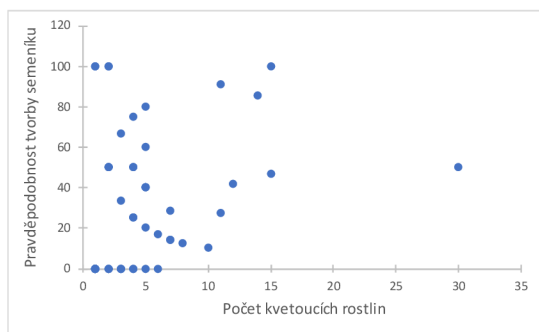
Obrázek 16: Vliv pokryvnosti mechového patra (%) na podíl juvenilních rostlin.



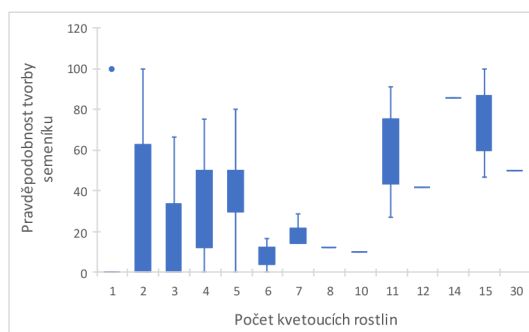
Obrázek 17: Vliv pokryvnosti bylinného patra na podíl juvenilních rostlin.

4.2 Reprodukční úspěšnost

Pravděpodobnost vzniku semeníku nezávisela na počtu kvetoucích rostlin v plošce (lineární regrese: $F_{(1,50)}=3,53$; $P=0,066$) (Obr. 18). Boxplot znázorňuje vyšší pravděpodobnost vytvoření semeníku při vyšším počtu kvetoucích rostlin na plošce (Obr. 19). Průměrná pravděpodobnost vytvoření semeníku na všech lokalitách za rok 2023 se pohybovala okolo 32,6 %.

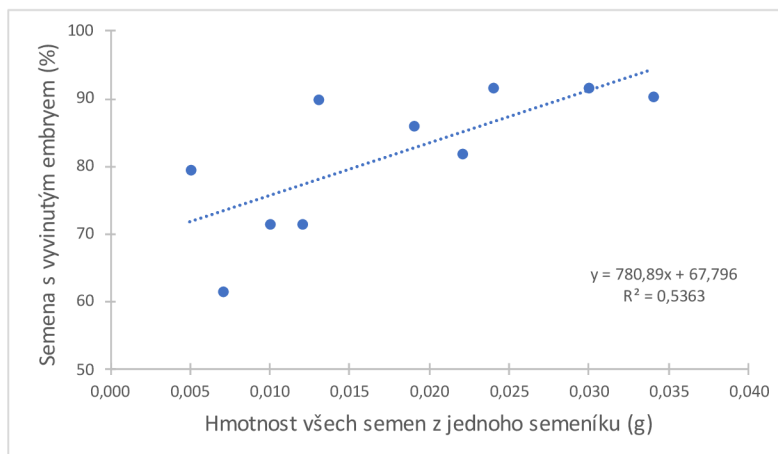


Obrázek 18: Vliv počtu kvetoucích rostlin v ploškách na pravděpodobnost tvorby semeníku (%).



Obrázek 19: Boxplot závislosti pravděpodobnosti tvorby semeníku na počtu kvetoucích rostlin v plošce se znázorněným mediánem a odlehlými body.

Průměrný podíl semen s vyvinutým embryem byl $81,5 \pm 10,5$ % ($n = 10$ semeníků). Pozitivní vliv hmotnosti všech semen v semeníku na podíl semen s vyvinutým embryem byl prokázán lineární regresí ($F_{(1,8)}=9,25$; $P=0,016$) (Obr. 20).



Obrázek 20: Vliv hmotnosti všech semen z jednoho semeníku na podíl semen s vyvinutým embryem proložený lineární regresí ($F_{(1,8)}=9,25$; $P=0,016$).

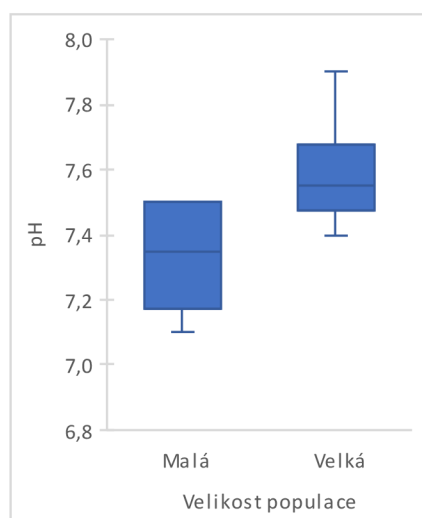
4.3 Půdní charakteristiky populací

Na lokalitách Nad Vodárnou, V Jezdinách a EVL U Banínského viaduktu bylo odebráno více vzorků půdy, proto výsledky naměřených hodnot ukazují aritmetický průměr a směrodatnou odchylku. Pro všechny lokality platí, že mají mírně zásadité až zásadité pH, které se pohybuje mezi 7,1–7,9 (Tab. 2).

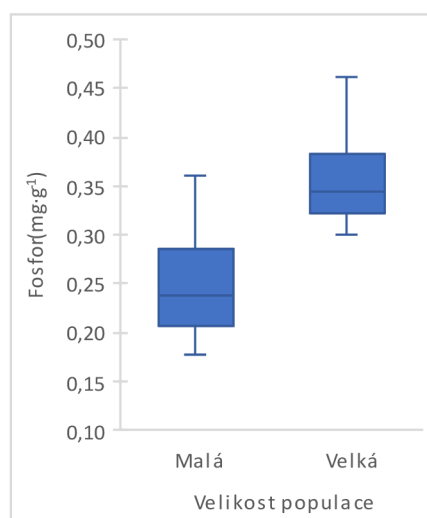
Tabulka 2: Půdní charakteristiky lokalit. Na lokalitách s více vzorky půdy je zapsán průměr hodnot a jejich směrodatná odchylka.

Lokalita	Velikost populace	pH (H ₂ O)	Celkový fosfor (mg·g ⁻¹)
Nad Vodárnou	Velká	7,9 ± 0,86	0,33 ± 0,11
V Jezdinách	Malá	7,5 ± 0,14	0,36 ± 0,07
EVL U Banínského viaduktu	Velká	7,4 ± 0,60	0,30 ± 0,04
U lomu	Velká	7,5	0,36
Smolenské údolí	Velká	7,6	0,46
Na horách	Malá	7,2	0,26
U Babičky	Malá	7,5	0,22
Smolná, u vodárny	Malá	7,1	0,18

Zásaditost půdních vzorků byla vyšší na lokalitách s větší populací (>50 rostlin na lokalitě), přesto rozdíl nebyl statisticky průkazný (Mann-Whitney U test, P=0,18; Obr. 21, Tab. 2). Menší populace (<50 rostlin na lokalitě) měly půdní pH neutrální až mírně zásadité (Obr. 22). Celkový fosfor byl také vyšší u větších populací a nižší u populacích menších, ale rozdíl také nebyl statisticky prokazatelný (Mann-Whitney U test, P=0,19; Obr. 22).



Obrázek 21: Rozdíly v pH půdy u malých a velkých populací.



Obrázek 22: Rozdíly v obsahu fosforu (mg·g⁻¹) v půdě u malých a velkých populacích.

4.4 Izolace mykorhizních hub

Nepodařilo se vyizolovat mykorhizní houby z odebraných kořenů, protože kořeny neobsahovaly živé mykorhizní struktury, tj. smotky houbových vláken.

5 Diskuse

5.1 Zhodnocení stavu lokalit

Z materiálů získaných od AOPK ČR bylo možné zhodnotit trend sledovaných populací a jejich management od roku 2011 do roku 2023 (Příloha 1, 2). Záznamy z některých let na určitých lokalitách chybí, ale týká se to pouze tří případů ze dvou lokalit. Pouze na dvou lokalitách z 8 dochází ke zvyšování počtu jedinců a u dalších dvou je stav populací stabilní. Management na většině lokalit neprobíhá a pokud probíhá, tak dochází k prořezávání ostružiníku v okolí trsů, což je nedostačující. Vhodná by byla i změna typu lesního porostu ze smrkových monokultur na původní listnaté lesy podle mapy potenciální přírodní vegetace ČR (Příloha 3) (Neuhäuslová et. al, 1997).

Zmíněná absence managementu může být jednou z příčin ve změnách trendu populací během let. Klesající trend postihuje všechny malé populace ve smrkových lesích, které v některých případech zarůstají ostružiníkem. Právě tam byly naměřené nejnižší hodnoty osvětlení plošek, přičemž střešníček při nízkém osvětlení přežívá, ale neprosperuje. Například na lokalitě Na Horách dlouhodobě nedochází ke kvetení, což nejen naznačuje špatné podmínky, ale zároveň se populace nemůže generativně rozmnožovat a tím i zvětšovat.

Stabilní trend populace je na lokalitách Nad Vodárnou a EVL U Banínského viaduktu. Na lokalitě Nad Vodárnou nedochází k podpůrnému managementu, ale lokalita rozlehlá a má různorodá stanoviště, přičemž většina lokality s výskytem střešníčku skýtá vhodné podmínky prostředí, pokud nedojde k další holoseči. Lokalita EVL U Banínského viaduktu má prozatím stabilní populaci, ale dá se předpokládat, že trend během let poroste, kvůli prořezávání buřiny v okolí trsů

5.2 Vliv zástínu a pokryvnosti vegetačních pater

Nejvhodnější světelné podmínky pro výskyt střešníčku vyšly okolo 10–11 % osvětlení, přičemž Gola (2011) došel k výsledku 14 % tím, že pozoroval na Moravských populacích snižující se zápoj až do optima, po kterém se již zastoupení kvetoucích lodyh nezvyšovalo. Výsledky si jsou poměrně blízké, proto by se dalo usoudit, že množství světla dopadající do podrostu lesa má vliv na počet jedinců. Zároveň jsem zjistila, že větší množství světla zvyšuje pravděpodobnost kvetení střešníčku. Toto zjištění odpovídá studii ostrovních populací v Polsku od Brzosko (2002), která zjistila, že nedostatek světla negativně ovlivňuje kvetení. Vliv světelných podmínek na vývoj

rostlin střešníku zkoumali i Shefferson et al. (2006) tak, že na lokalitách uměle vytvořili zástin na začátku vegetační sezóny dva po sobě jdoucí roky. Umělý zástin vytvářeli pomocí dřevěných kůlů obmotaných černou či zelenou sítovinou, aby došlo ke zmenšení zástinu o 75 %. Na jedné lokalitě došlo na snížení zástinu na 6 % a na druhé na 4,5 %. Tímto pokusem došli k tomu, že střešník při nedostatku světla upřednostňuje vegetativní růstové funkce před pohlavním rozmnožováním, tedy nasazením květů.

Častým problémem na lokalitách s výskytem střešníku je lidská činnost a nežádoucí sukcese. Lidé lesy mnohokrát kácí holosečným způsobem, nejen v případě napadení kůrovcem, ale i pro těžbu dřeva. Holiny rychle zarůstají expanzivními travinami a keři, přičemž střešník je zranitelný vůči konkurentům (Brzosko et al., 2017). Na lokalitách na Svitavsku vyšel pozitivní vztah mezi pokryvností bylinného patra a množstvím kvetoucích rostlin střešníku, protože vyšší osvětlení stimuluje růst bylin. Dalo by se tedy usuzovat, že určitá míra osvětlení podporuje pokryvnost bylinného patra a zároveň množství kvetoucích rostlin střešníku na plošce. Se zvyšujícím se osvětlením lze očekávat další nárůst bylinného patra, na který ale střešník už nebude reagovat kladně, což ukazuje nelineární kvadratický model vztahu osvětlení a celkového množství jedinců střešníku na plošce (Obr. 12). Například plošky s osvětlením okolo 19 % měly stejný počet rostlin jako plošky s osvětlením okolo 3 %.

U pokryvnosti mechového patra nebyl zjištěn signifikantní vztah s juvenilními a ani kvetoucími rostlinami. Přesto by se dalo usuzovat, že mechové patro by mohlo negativně ovlivňovat vývoj střešníku do dospělce, jelikož největší pokryvnost mechového patra byla nejčastěji v tmavých smrkových lesích, které nejsou vhodným prostředím pro střešník. Na druhou stranu mech lépe udržuje vlhkost, což by mohlo kladně působit na klíčení a přežívání juvenilních jedinců (Kull, 1998).

5.3 Reprodukční úspěšnost

U terestrických orchidejí je běžné malé množství nasazených plodů, přičemž u evropských šálivých orchidejí bez nektaru se nasazení plodů pohybuje okolo 27,7 % (Neiland a Wilcock, 1998). Ze sledovaných plošek na 7 lokalitách došlo v průměru k vytvoření semeníků z 32,6 % květů, zároveň se vytvořilo nejvíce semeníků (66 %, n=57) na lokalitě Smolenské údolí a nejméně semeníků (3 %, n=2) na lokalitě V Jezdinách. Například studie provedená v Estonsku na 8 populacích zjistila, že během 11 let byla

průměrná pravděpodobnost vytvoření semeníků okolo 10,5 % (Kull, 1998). Gola (2011) během pozorování lesních a nelesních populací střevíčníku na Moravě (s výjimkou jedné populace) v letech 2006–2009 pozoroval reprodukční úspěšnost okolo 12 %. Dalo by se tedy usuzovat, že na lokalitách na Svitavsku byla v roce 2023 míra reprodukce nadprůměrná, přesto se produkce semeníků může během let lišit. Claessens a Kleynen (2011) sběrem materiálů o množství vyprodukovaných semeníků během let na stejných lokalitách po Evropě ukázali proměnlivost produkce semeníků v průběhu několika let. Například 3 lokality v Polsku (Zabudnik, Pogorzaly a Oparzelisko) měly během 6 let (1994–1999) rozdílné kolísání u produkce semeníků. Lokalita Zabudnik měla spíše stálou produkci okolo 10 % s výkyvy k 8 %. Lokalita Pogorzaly měla během pozorování produkci s malými výkyvy okolo 13,5 %, ale v jednom roce produkce semeníků stoupla na 20 % a v následujících letech se hodnoty vrátili na původní hodnoty. Poslední lokalita měla v každém roce nejvyšší výkyvy mezi 14–20 % Hlavním důvodem v každoroční rozdílné produkci semeníků je návštěvnost květů „pravými“ opylovači, např. pískorypkami, kteří na sebe zachytí pyl a přenesou jej na další květ střevíčníku (Kull, 1999; Claessens a Kleynen, 2011). Mnou zjištěné hodnoty produkce semeníků nemusí zcela platit pro dané populace, jelikož jsem vyhodnocovala produkci pouze na ploškách, a nikoliv na celých lokalitách.

Množství vytvořených semeníků není jedinou částí rozmnožovacího cyklu orchidejí. Vytvořených semeníků může být hodně, přesto nemusí mít vyvinutá embrya. Z odebraných semeníků jsem zjistila závislost mezi hmotností semen z jednoho semeníku a podílem semen s vyvinutým embryem, přičemž s rostoucím počtem semen v semeníku rostl počet semen s vyvinutým embryem. Množství vyvinutých embryí ovlivňuje typ opylení, což zkoumala Jersáková et. al (2006) na 46 odměňujících a šálivých druzích orchidejí. Průzkumem šlechtitelského systému zjistili, že množství vyvinutých životaschopných embryí je výrazně nižší u tobolek vzniklých samosprašností. Šálivé orchideje mají v průměru $57,6 \pm 24,0$ % semen s vyvinutými embryi ze semeníků vzniklých samosprašností a $80,2 \pm 17,8$ % semen s vyvinutými embryi ze semeníků vzniklých cizosprašností

5.4 Půdní parametry

Střevíčník preferuje zásadité půdy (AOPK ČR, 2024; Rusconi et al., 2022). Všechny lokality na Svitavsku mají pH zásadité, mezi 7,1 na lokalitě s nejmenší populací a 7,9 na lokalitě s populací největší. Lokality s velkou populací (>50 rostlin na lokalitě), tj. lokalita Nad Vodárnou, EVL U Banínského viaduktu, U lomu a Smolenské údolí, měly pH vyšší než lokality s malou populací (<50 rostlin na lokalitě) (Tab. 2). Tím se dá potvrdit, preference zásaditějších typů půd. Například Rusconi et al. (2022) nezjistili ve sledovaných populacích ve Švýcarsku výrazný rozdíl v pH mezi malými a velkými populacemi. Na většině švýcarských lokalit se pH pohybovalo mezi 7,8 a 8 kromě několika výjimek. Zásaditost půdy ovlivňuje opad stromů, přičemž se pH snižuje opadem ze smrku nebo borovice a při opadu z lípy, javoru a buku se alkalita udržuje nebo zvyšuje (Hurdová, 2011). Typ lesa na lokalitách s velkými populacemi (Příloha 4) byl buď smíšený nebo čistě bukový, což potvrzuje tvrzení Hurdové (2011).

Obsah celkového fosforu v půdě se na svitavských lokalitách pohyboval mezi 0,18–0,46 mg·g⁻¹ (Tab. 2). Zjistila jsem, že na lokalitách s velkými populacemi bylo větší množství celkového fosforu než na lokalitách malých, byť tento rozdíl nebyl statisticky průkazný. Lokalita, na které se v roce 2023 nevyskytovala žádná rostlina střevíčníku, měla nejmenší množství celkového fosforu v půdním vzorku. Rusconi et al. (2022) ve své studii zjistili, že přístupný fosfor a pH, spolu s vlhkostí půdy, organickým uhlíkem a organickou hmotou, z půdních složek nejvíce ovlivňují růst střevíčníku. Přesto na jejich grafech nebyl signifikantní rozdíl v obsahu přístupného fosforu v půdě mezi malými (<10 rostlin na lokalitě) a velkými populacemi (>20 rostlin na lokalitě). Bylo by potřeba podrobnějšího výzkumu k celkovému fosforu v navazující diplomové práci.

Tak jako ve studii od Rusconi et al. (2022) jsem rozborem půdních složek z lokalit na Svitavsku zjistila, že velikost sledovaných populací může být ovlivněna nejen stromovým zákrytem, ale i půdními parametry. Celkový fosfor i pH byly výrazně vyšší na velkých lokalitách, čímž by se dalo usoudit, že mají tyto složky půdy pozitivní vliv na množství rostlin na lokalitě. Přesný vztah mezi pH, fosforem, početností lokality a typem stromového patra by se dal více prozkoumat v další studii.

5.5 Návrhy do budoucna

V roce 2023 se nepodařilo vyizolovat mykorhizní houby z odebraných kořenů, jelikož kořeny neobsahovaly smotky houbových vláken. V následujících letech budeme opětovně zkoušet izolaci hub. Shefferson et al. (2005) se ve své studii zabývali mykorhizní vazbou u střevíčníku a zjistili, že jsou kořeny kolonizovány nepravidelně po celé délce kořenového systému. Objevili, že nejvhodnějším kořenem pro izolaci hub jsou středně staré kořeny, jelikož mladé nejsou kolonizovány a staré chátrají. Při úspěšné izolaci se můžeme pokusit o klíčení semen střevíčníku *in vitro* s vyizolovanými izoláty hub. Další možností by bylo využití geneticky příbuzných druhů mykorhizních hub z laboratoře konzultantky doc. J. Jersákové z Přírodovědecké fakulty JU. Dříve zmíněné klíčení semen *in situ*, analýza dalších půdních parametrů a pozorování dynamiky rostlin střevíčníku v ploškách bude probíhat v následujících letech.

Závěr

Cílem práce bylo zjistit a zhodnotit vliv biotických a abiotických faktorů stanovišť na populační dynamiku a reprodukční úspěšnost rostlin střevíčníku pantoflíčku (*Cypripedium calceolus* L.) na 8 lokalitách na Svitavsku. Monitoringem lokalit bylo možné zhodnotit vliv zástinu, který byl nejvhodnější při osvětlení plošky okolo 10–11 %, a vliv pokryvnosti vegetačních pater na populační dynamiku. U pokryvnosti mechového a bylinného patra jsme ve většině případů nezjistili signifikantní vztah s počtem juvenilních či kvetoucích rostlin. Prokazatelný vztah byl pouze mezi pokryvností bylinného patra a počtem kvetoucích rostlin.

Dalším sledovaným faktorem byla produkce semeníků a množství a kvalita vyprodukovaných semen. Průměrná pravděpodobnost vytvoření semeníku u kvetoucí rostliny se pohybovala okolo 32,6 %, ale nebyl zjištěn signifikantní vztah mezi pravděpodobností vzniku semeníku a počtem kvetoucích rostlin na plošce.

Posledním faktorem byly půdní parametry na jednotlivých lokalitách. Ze směsných vzorků půdy se zjišťovala půdní reakce (pH) a obsah celkového fosforu v závislosti na velikosti populace. Měřením pH se potvrdilo, že střevíčník preferuje na Svitavsku zásadité půdy. S rostoucím pH i fosforem se populace zvětšovaly.

V budoucnu by se ze zjištěných poznatků dal navrhnout i vhodný management jednotlivých lokalit. Velkým problémem bývá typ lesa, který ovlivňuje většinu sledovaných faktorů. Na většině sledovaných lokalit management naprosto chybí nebo je nedostačující.

Seznam použité literatury

1. Antonelli, A., Johan Dahlberg, C., Carlgren, K. H., & Appelqvist, T. (2009). Pollination of the Lady's slipper orchid (*Cypripedium calceolus*) in Scandinavia—taxonomic and conservational aspects. *Nordic Journal of Botany*, 27(4), 266-273.
 2. Barsberg, S., Rasmussen, H. N., & Kodahl, N. (2013). Composition of *Cypripedium calceolus* (*Orchidaceae*) seeds analyzed by attenuated total reflectance IR spectroscopy: in search of understanding longevity in the ground. *American Journal of Botany*, 100(10), 2066-2073.
 3. Bjørndalen, J. E. (2015). Protection of Norwegian orchids – a review of achievements and challenges. *European Journal of Environmental Sciences*, 5(2).
 4. Braunschmid, H., Mükisch, B., Rupp, T., Schäffler, I., Zito, P., Birtele, D., & Dötterl, S. (2017). Interpopulation variation in pollinators and floral scent of the lady's-slipper orchid *Cypripedium calceolus* L. *Arthropod-Plant Interactions*, 11, 363-379.
 5. Brzosko, E. (2002). Dynamics of island populations of *Cypripedium calceolus* in the Biebrza river valley (north-east Poland). *Botanical Journal of the Linnean Society*, 139(1), 67-77.
 6. Brzosko, E., Jermakowicz, E., Ostrowiecka, B., Tałałaj, I., Wróblewska, A., & Mirski, P. (2018). Rare plant translocation between mineral islands in Biebrza Valley (northeastern Poland): effectiveness and recipient site selection. *Restoration Ecology*, 26(1), 56-62.
 7. Brzosko, E., Ostrowiecka, B., Mirski, P., Jermakowicz, E., Tałałaj, I., & Wróblewska, A. (2017). Pollinator limitation affects low reproductive success in populations of nectarless orchid in the Biebrza National Park. *Acta Agrobotanica*, 70(1).
 8. Brzosko, E., Wróblewska, A., Tałałaj, I., & Wasilewska, E. (2011). Genetic diversity of *Cypripedium calceolus* in Poland. *Plant Systematics and Evolution*, 295, 83-96.
 9. Claessens, J., & Kleynen, J. (2011). The flower of the European orchid: form and function.
-

-
10. Davison, R., Nicole, F., Jacquemyn, H., & Tuljapurkar, S. (2013). Contributions of covariance: decomposing the components of stochastic population growth in *Cypripedium calceolus*. *The American Naturalist*, 181(3), 410-420.
 11. Dykyjová, D. (2003). *Ekologie střeoevropských orchidejí*. Kopp.
 12. Fay, M.F., Feustel, M., Newlands, C., Gebauer, G. (2018). Inferring the mycorrhizal status of introduced plants of *Cypripedium calceolus* (Orchidaceae) in northern England using stable isotope analysis. *Botanical Journal of Linnean Society*, 186: 587-590.
 13. Fay, M. F., & Taylor, I. (2015). 801. *Cypripedium calceolus*: Orchidaceae. *Curtis's botanical magazine*, 32(1), 24-32.
 14. Gargiulo, R., Adamo, M., Cribb, P. J., Bartolucci, F., Sarasan, V., Alessandrelli, C., ... & Fay, M. F. (2021). Combining current knowledge of *Cypripedium calceolus* with a new analysis of genetic variation in Italian populations to provide guidelines for conservation actions. *Conservation Science and Practice*, 3(10), e513.
 15. Gola, P. (2011). Ekobiologické nároky lesních populací střevečnicku pantofličku (*Cypripedium calceolus* L.). Diplomová práce (Mgr.). Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc.
 16. Grulich, V., Chobot, K., & Plesník, J. (2017). Červený seznam ohrožených druhů České republiky: CÉVNATÉ ROSTLINY: Red List of threatened species of Czech Republic: VASCULAR PLANTS. *Příroda*, 100.
 17. Hurskainen, S., Jäkäläniemi, A., Ramula, S., & Tuomi, J. (2017). Tree removal as a management strategy for the lady's slipper orchid, a flagship species for herb-rich forest conservation. *Forest Ecology and Management*, 406, 12-18.
 18. Jakubská-Busse, A., Tsiftsis, S., Sliwinski, M., Krenová, Z., Djordjevic, V., Steiu, C., ... & Lustyk, P. (2021). How to protect natural habitats of rare terrestrial orchids effectively: a comparative case study of *Cypripedium calceolus* in different geographical regions of Europe. *Plants*, 10 (2).
 19. Jersáková, J., Johnson, S. D., & Kindlmann, P. (2006). Mechanisms and evolution of deceptive pollination in orchids. *Biological reviews*, 81(2), 219-235.
 20. Jersáková, J., & Kindlmann, P. (2004). Zásady péče o orchidejová stanoviště. *Kopp*.
-

-
21. Kļaviņa, D., & Osvalde, A. (2017, October). Comparative chemical characterisation of soils at *Cypripedium calceolus* sites in Latvia. In *Proceedings of the Latvian Academy of Sciences. Section B. Natural, Exact, and Applied Sciences*. (Vol. 71, No. 1-2, pp. 43-51).
 22. Kolanowska, M., & Jakubska-Busse, A. (2020). Is the lady's-slipper orchid (*Cypripedium calceolus*) likely to shortly become extinct in Europe? - Insights based on ecological niche modelling. *PLoS One*, 15(1), e0228420.
 23. Kull, T. (1995). Genet and ramet dynamics of *Cypripedium calceolus* in different habitats. *Abstracta Botanica*, 95-104.
 24. Kull, T. (1998). Fruit-set and recruitment in populations of *Cypripedium calceolus* L. in Estonia. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 126(1-2), 27-38.
 25. Kull, T. (1999). Biological flora of the British Isles. *Cypripedium calceolus* L. *Journal of Ecology*, 87: 913-924.
 26. Liu, H., Jacquemyn, H., Yu, S., Chen, W., He, X., & Huang, Y. (2023). Mycorrhizal diversity and community composition in co-occurring *Cypripedium* species. *Mycorrhiza*, 33(1), 107-118.
 27. Tichý, L. (2016). Field test of canopy cover estimation by hemispherical photographs taken with a smartphone. *Journal of vegetation science*, 27(2), 427-435.
 28. Marhoul, P., & Turoňová, D. (2008). Zásady managementu stanovišť druhů v evropsky významných lokalitách soustavy Natura 2000. *Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky. Praha*, 182.
 29. McCormick, M. K., & Whigham, D. F. (2012). Using the complexities of orchid life histories to target conservation efforts. In *Native Orchid Conf. J*, Vol. 9, pp. 14-23.
 30. Minasiewicz, J., Znaniecka, J. M., Górniak, M., & Kawiński, A. (2018). Spatial genetic structure of an endangered orchid *Cypripedium calceolus* (Orchidaceae) at a regional scale: limited gene flow in a fragmented landscape. *Conservation Genetics*, 19(6), 1449-1460.
 31. Mitchell, RB. (1989). Growing hardy orchids from seed at Kew 77ze Plant-snaan, 2: 152-169.
-

-
32. Nicolè, F., Brzosko, E., Till-Bottraud, I. (2005). Population viability analysis of *Cypripedium calceolus* in a protected area: longevity, stability and persistence. *Journal of Ecology* 93: 716-726
 33. Neuhäuslová, Z., Moravec, J., Chytrý, M., Sádlo, J., Rybníček, K., & Kolbek, J. et JIRÁSEK J., 1997: Mapa potenciální přirozené vegetace České republiky 1: 500 000. *Botanický ústav AV ČR, Průhonice*.
 34. Obdržálek, J. (2009). Cultivation of *Cypripedium calceolus* L. ex vitro seedlings in outdoor conditions.
 35. Procházka, F. (1980). Naše orchideje. Krajské muzeum východních Čech.
 36. Procházka, F., & Velíšek, V. (1983). Orchideje naší přírody. 1. vydání. Praha: *Academia*.
 37. Ramsay, M. M., & Stewart, J. (1998). Re-establishment of the lady's slipper orchid (*Cypripedium calceolus* L.) in Britain. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 126(1-2), 173-181.
 38. Rasmussen, H. N., Dixon, K. W., Jersáková, J., & Těšitelová, T. (2015). Germination and seedling establishment in orchids: a complex of requirements. *Annals of Botany*, 116(3), 391-402.
 39. Rasmussen, H. N., & Whigham, D. F. (1993). Seed ecology of dust seeds in situ: a new study technique and its application in terrestrial orchids. *American Journal of Botany*, 80(12), 1374-1378.
 40. Rusconi, O., Steiner, T., Le Bayon, C., & Rasmann, S. (2022). Soil properties and plant species can predict population health and potential introduction sites of the endangered orchid *Cypripedium calceolus*. PREPRINT (Version 1) available at Research Square [<https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-2127675/v1>]
 41. Shefferson, R. P., Kull, T., & Tali, K. (2006). Demographic response to shading and defoliation in two woodland orchids. *Folia Geobotanica*, 41, 95-106.
 42. Shefferson, R.P., Sandercock, B.K., Proper, J., Beissinger, S.R. (2001). Estimating dormancy and survival of a rare herbaceous perennial using mark-recapture model. *Ecology*, 82: 145-156.
 43. Shefferson, R. P., Weiss, M., Kull, T. I. I. U., & Taylor, D. L. (2005). High specificity generally characterizes mycorrhizal association in rare lady's slipper orchids, genus *Cypripedium*. *Molecular ecology*, 14(2), 613-626.
 44. Šmiták, J., & Jatiová, M. (1996). Rozsireni a ochrana orchideji na Morave a ve Slezsku. *AOPK ČR, Arca JiMfa, Třebíč*.
-

-
45. Vakhrameeva, M.G., Tatarenko, I.V., Varlygina, T.I., Torosyan, G.K., Zangulskii, M.N. (2008). Orchids of Russia and Adjacent Countries. *ARG Gartner Verlag, Ruggell*.
 46. Vasama, A. (2005). Conservation of *Cypripedium calceolus* and *Saxifraga hirculus* in Northern Finland. LIFE00NAT/FIN/7059. Final report. [http://www.metsa.fi/sivustot/metsa/SiteAttachments/Finalreport16pages-version English.pdf](http://www.metsa.fi/sivustot/metsa/SiteAttachments/Finalreport16pages-version%20English.pdf).
 47. Weerasuriya, N. M., Kukulj, K., Spencer, R., Sveshnikov, D., & Thorn, R. G. (2022). Multiple fungi may connect the roots of an Orchid (*Cypripedium reginae*) and Ash (*Fraxinus nigra*) in Western Newfoundland. *Frontiers in Fungal Biology*, 3, 805127.
 48. Zheleznaya, E. (2013). Populations dynamics of rare orchids and secondary succession in the center of European Russia. In *Proceedings of the 20th World Orchid Conference* (pp. 574-578).
 49. Zeng, S., Zhang, Y., Teixeira da Silva, J. A., Wu, K., Zhang, J., & Duan, J. (2014). Seed biology and in vitro seed germination of *Cypripedium*. *Critical reviews in Biotechnology*, 34(4), 358-371.

Citace programu:

1. StatSoft, Inc. (2013). STATISTICA (data analysis software system), version 12. www.statsoft.com.

Citace webových zdrojů

1. AOPK ČR (2024). *Střevičník pantoflíček (Cypripedium calceolus Linnaeus)*. [online]. Portál Informačního systému ochrany přírody (ISOP). [cit. 2024-03-28]. Dostupné z: https://portal.nature.cz/w/druh-36469?myND=Cypripedium+calceolus+-+Cypripedium+calceolus#.
 2. Geologická mapa České republiky 1 : 500 000 (GEOČR500, 2023) [online]. Prague: Czech Geological Survey [cit. 2024-04-03]. Dostupné z: https://mapy.geology.cz/geological_map500/?locale=en#
 3. Hurdová, E. (2011). *Půda a výživa rostlin*. [online]. Abiozoologie pro rostlinolékaře. Mendelova zemědělská a lesnická Univerzita v Brně, Agronomická fakulta. [cit. 2024-03-31] Dostupné z: https://web2.mendelu.cz/af_291_sklad/frvs/hrudova/index_soubory/Page2229.htm.
-

-
4. ISOP (2024). *Přehled hodnocení stavu EVD z hlediska ochrany*. [online]. [cit. 2024-04-06]. Dostupné z: https://portal23.nature.cz/nd/x_mod_sez_evd.php?druhy=0.
 5. IUCN Red List of Threaten Species (2024). *Lady's Slipper Orchid*. [online]. International Union for Conservation of Natural Resources. [cit. 2024-04-05]. Dostupné z: <https://www.iucnredlist.org/species/162021/5532694>.
 6. MAPY.CZ. *Plzeň* [Online]. Seznam.cz, 2024. [citováno 2024-04-15]. Dostupné z: <https://mapy.cz/zakladni?x=13.3770059&y=49.7307578&z=12>,
-

Seznam obrázků

Obrázek 1: Mapa rozšíření střevíčníku pantoflíčku (<i>Cypripedium calceolus</i>) v Evropě	8
Obrázek 2: Rozšíření střevíčníku pantoflíčku (<i>C. calceolus</i>) v ČR.....	9
Obrázek 3: Květ střevíčníku pantoflíčku (<i>Cypripedium calceolus</i>).....	11
Obrázek 4: Znárodnění polohy lokalit.....	17
Obrázek 5: Příklad plošky (A19)	21
Obrázek 6: Ukázka fotografie stromového zápoje rybím okem (A1).....	22
Obrázek 7: Odebrané kořeny střevíčníku pantoflíčku (<i>C. calceolus</i>)	24
Obrázek 8: Fotografie semen pod stereoskopickým mikroskopem. (1) Semeno s abortovaným embryem, (2) semeno s vyvinutým embryem.....	25
Obrázek 9: Metoda výsevu semen <i>in situ</i> v diarámečku.....	25
Obrázek 10: Vliv oslunění plošek na pokryvnost bylinného patra	27
Obrázek 11: Vliv oslunění plošek na zastoupení kvetoucích rostlin střevíčníku.....	27
Obrázek 12: Vliv oslunění plošek na celkový počet jedinců na plošce	27
Obrázek 13: Vliv oslunění plošky na podíl juvenilních rostlin.....	27
Obrázek 14: Vliv pokryvnosti mechového patra na kvetoucí rostliny	28
Obrázek 15: Vliv pokryvnosti bylinného patra na kvetoucí rostliny střevíčníku	28
Obrázek 16: Vliv pokryvnosti mechového patra na podíl juvenilních rostlin.	28
Obrázek 17: Vliv pokryvnosti bylinného patra na podíl juvenilních rostlin.....	28
Obrázek 18: Vliv počtu kvetoucích rostlin v ploškách na pravděpodobnost tvorby semeníku	29
Obrázek 19: Boxplot závislosti pravděpodobnosti tvorby semeníku na počtu kvetoucích rostlin v plošce	29
Obrázek 20: Vliv hmotnosti všech semen z jednoho semeníku na podíl semen s vyvinutým embryem	29
Obrázek 21: Rozdíly v pH půdy u malých a velkých populací.....	30
Obrázek 22: Rozdíly v obsahu fosforu v půdě u malých a velkých populacích.	30

Seznam tabulek

Tabulka 1: Tabulka pro vytvoření standardních vzorků	23
Tabulka 2: Půdní charakteristiky lokalit.	30

Seznam příloh

Příloha 1: Počet rostlin střešníku v rozmezí let od roku 2011 do 2023 s uvedeným trendem populace a GPS souřadnicemi. Pokud v některých letech chyběla data tak, je uvedena zkratka ND (=nejsou data).....	48
Příloha 2: Stručný popis managementu a typu lesa na jednotlivých lokalitách.....	48
Příloha 3: Potencionální přirozená vegetace na lokalitách	49
Příloha 4: Skladba půdního podloží jednotlivých lokalit.....	49
Příloha 5: Váha semen ze semeníku a podíl semen s vyvinutým embryem	49

Seznam použitých zkratk

AOPK = Agentura ochrany přírody České republiky

NDOP = Nálezová databáze ochrany přírody

EVL = Evropsky významná lokalita

GPS = Global positioning system

Příloha 1: Počet rostlin střešníku v rozmezí let od roku 2011 do 2023 s uvedeným trendem populace a GPS souřadnicemi. Pokud v některých letech chyběla data tak, je uvedena zkratka ND (=nejsou data)

Lokalita	Zkratka	Počet rostlin na lokalitě (z toho počet kvetoucích)					Trend populace	GPS souřadnice
		2011-2013	2014-2016	2017-2019	2020-2022	2023		
Nad vodárnou	A	88 (12)	604 (85)	1253 (230)	ND	904 (586)	Stabilní	49.6631981N, 16.4983319E
V Jezdinách	B	536 (85)	378 (80)	313 (233)	609 (401)	37 (20)	Klesající	49.5932347N, 16.4350131E
EVL U Banínského viaduktu	C	59 (34)	41 (34)	92 (88)	46 (17)	73 (36)	Stabilní	49.6746919N, 16.4792589E
U lomu	D	62 (17)	18 (0)	26 (24)	38 (17)	51 (18)	Rostoucí	49.6676558N, 16.4855822E
Smolenské údolí	E	39 (13)	53 (24)	60 (43)	70 (46)	138 (95)	Rostoucí	49.6266075N, 16.6509242E
Na horách	F	ND	40 (1)	24 (0)	ND	2 (0)	Klesající	49.6808269N, 16.4775569E
U Babičky	G	16 (7)	20 (0)	15 (1)	9 (4)	9 (3)	Klesající	49.6750508N, 16.4669356E
Smolná, u vodárny	H	29 (11)	24 (6)	15(0)	12 (7)	0	Klesající	49.6239069N, 16.6484781E

Příloha 2: Stručný popis managementu a typu lesa na jednotlivých lokalitách

Lokalita	Zkratka	Management	Probíhající management	Typ lesa
Nad vodárnou	A	Žádný	Celá lokalita oplocená, jinak bez managementu	Velká různorodá lokalita s několika druhy dřevin. Část smrkový les, část borový les, další část smíšený bukový a smrkový les
V Jezdinách	B	Žádný	Kácení kůrovcem napadených stromů - vznik pasek	Dospělý smrkový les napadený kůrovcem, místy paseka zarůstající buřinou
EVL U Banínského viaduktu	C	Přítomný	Manuální odstraňování ostružiníku v okolí trsů	Dospělý smrkový les, střešníku se vyskytuje pouze na jeho okrajích okrajích, kde rostou mladé listnaté stromy
U lomu	D	Žádný	Není	Smrkový les
Smolenské údolí	E	Přítomný	Manuální odstraňování ostružiníku v okolí trsů	Bukový les
Na horách	F	Žádný	Velké množství odpadu	Bukový les se sporadickým výskytem smrku, pod kterým se trs vyskytuje, na okraji lesa trnka
U Babičky	G	Žádný	Není	Smrkový les, pomalu zarůstá ostružiníkem
Smolná, u vodárny	H	Žádný	Není, trs neexistuje nebo je dormantní	Smrkový les

Příloha 3: Potencionální přirozená vegetace na lokalitách

Lokalita	Zkratka	Potencionální přirozená vegetace
Nad vodárnou	A	Černýšová dubohabřina
V Jezdinách	B	Biková bučina, bučina s kyčelnicí devítilistou
EVL U Banínského viaduktu	C	Černýšová dubohabřina
U lomu	D	Bučina s kyčelnicí devítilistou
Smolenské údolí	E	Černýšová dubohabřina
Na horách	F	Černýšová dubohabřina
U Babičky	G	Bučina s kyčelnicí devítilistou
Smolná, u vodárny	H	Černýšová dubohabřina, bučina s kyčelnicí devítilistou

Příloha 4: Skladba půdního podloží jednotlivých lokalit

Lokalita	Zkratka	Půdní podloží
Nad vodárnou	A	Vápenaté jílovce, slínovce s menšími jílovitými vápenci, glaukonovité, vápenité a jílovcové pískovce, marmity
V Jezdinách	B	Slídové břidlice, rula s granátem a staurolitem a rula s kyanitem, mramor
EVL U Banínského viaduktu	C	Vápenaté jílovce, slínovce s menšími jílovitými vápenci
U lomu	D	Vápenaté jílovce, slínovce s menšími jílovitými vápenci
Smolenské údolí	E	Glaukonovité, vápenité a jílovcové pískovce, marmity
Na horách	F	Vápenaté jílovce, slínovce s menšími jílovitými vápenci
U Babičky	G	Glaukonovité, vápenité a jílovcové pískovce, marmity
Smolná, u vodárny	H	Glaukonovité, vápenité a jílovcové pískovce, marmity

Příloha 5: Váha semen ze semeníku a podíl semen s vyvinutým embryem

Semeník	Váha všech semen (g)	Semena s vyvinutým embryem (%)
1	0,010	71,4
2	0,024	91,7
3	0,030	91,7
4	0,022	81,8
5	0,012	71,4
6	0,019	86,1
7	0,005	79,6
8	0,034	90,4
9	0,007	61,5
10	0,013	89,8
Průměr ± SD	0,018±0,010	81,5±10,5