

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Zemědělská fakulta

Studijní program: B4106 Zemědělská specializace

Studijní obor: Biologie a ochrana zájmových organismů

Katedra: Katedra biologických disciplín

Vedoucí katedry: doc. RNDr. Ing. Josef Rajchard, Ph.D.

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Experimentální studium ekologie kriticky

ohroženého druhu rozchodníku huňatého

(*Sedum villosum*)

Vedoucí diplomové práce: doc. RNDr. Jana Jersáková, Ph.D.

Konzultant diplomové práce: Mgr. Andrea Kučerová, Ph.D.

Autor diplomové práce: Bc. Hana Dillingerová

České Budějovice, 2019

Poděkování

Ráda bych poděkovala především doc. RNDr. Janě Jersákové, Ph.D. za důležité informace, cenné připomínky, trpělivost, vstřícnost a odborné rady, kterými přispěla k vypracování této diplomové práce. Dále také Mgr. Andree Kučerové, Ph.D. za velice cennou odbornou konzultaci. V neposlední řadě bych chtěla poděkovat své rodině a svému příteli za trpělivost, podporu a povzbuzování po dobu mého studia.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma Experimentální studium ekologie kriticky ohroženého druhu rozchodníku huňatého (*Sedum villosum*) vypracovala samostatně pod vedením doc. RNDr. Jany Jersákové, Ph.D. s použitím pramenů a literatury uvedené na seznamu, který tvoří přílohu této práce.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne.....

Podpis

Abstrakt

Cílem této diplomové práce bylo zpracování literární rešerše a především experimentální studium ekologických nároků kriticky ohroženého druhu rozchodníku huňatého (*Sedum villosum*). Lokality, na kterých se *S. villosum* původně vyskytovalo, zanikaly převážně kvůli destrukci jeho stanovišť při odvodňování a rozorávání rašelinných luk nebo ústupem od tradičního managementu s následným zapojením vegetace a hromaděním biomasy. Tato práce měla přispět k doplnění znalostí o vlivu zástinu a konkurence okolní vegetace na klíčení semen a kvetení tohoto druhu, které mohou být dále využity při realizaci záchranného programu (možnosti repatriace, posilování populací, stanovištní nároky).

V práci byl zjištěn významný negativní vliv vysokého zástinu a přítomnosti okolní vegetace (ostřice, hnědé mechy a rašeliníky) na klíčení a kvetení *Sedum villosum*. Dále bylo zjištěno, že *S. villosum* je schopno klíčit i přímo na vodě, klíčivost semen byla dokonce vyšší než na vlhké zemině.

Pokusné výsevy, výsadba a následný monitoring klíčení, růstu a přežívání *S. villosum* na asanované lokalitě Knížecí Pláně (NP Šumava) ukázaly, že je možné posílit populaci *S. villosum* výsevem i výsadbou autochtonního materiálu na připravené plochy se strženým drnem. Vhodným nástrojem se také jeví použití mulče z pokoseného porostu v místě výskytu původní populace. Obdobný postup lze využít v budoucnu pro obnovu historických lokalit druhu.

Klíčová slova: *Sedum villosum*, hnědé mechy, rašeliník, ostřice, stínění, ekologické nároky, klíčení, klimabox

Abstrakt

The aim of this diploma thesis was to elaborate a literature survey and especially to conduct an experimental study of ecological demands of the critically endangered species *Sedum villosum*. The localities, on which *S. villosum* formerly occurred, disappeared largely because of habitat destruction by draining and plowing of wet meadows, or by the abandonment followed by development of high vegetation and biomass accumulation. Therefore, this work could contribute to the knowledge of shadow influence and surrounding vegetation concurrency on seed germination and flowering of this species. Retrieved knowledge can be later used for rescue program realization (repatriation options, strengthening populations, habitat requirements).

The experiments showed a significant negative effect of the shading and the presence of surrounding vegetation (sedges, brown mosses and peat mosses) on germination and flowering of *S. villosum*. Furthermore, it was found that *S. villosum* is able to germinate directly on water surface, with seed germination even higher than on wet soil.

The experimental sowing, planting and subsequent monitoring of germination, growth and survival of *S. villosum* at the rehabilitated area of Knížecí Pláně (NP Šumava) showed that it is possible to strengthen *S. villosum* population by sowing and planting autochthonous material on prepared areas with a torn down turf. As an acceptable tools seems to be using mulch from mown in the area of the original population. Similar process can be used in the future for restoring historical localities of this species.

Key words: *Sedum villosum*, brown mosses, peat mosses, sedges, shading, ecological demands, germination, climatic chamber

Obsah

1. Úvod.....	10
2. Literární přehled.....	11
2.1 Taxonomická charakteristika	11
2.1.1 Nomenklatura.....	11
2.1.2 Popis.....	11
2.1.3 Variabilita.....	12
2.1.4 Karyologie.....	12
2.1.5 Hybridizace	12
2.2 Biologie a ekologie druhu	13
2.2.1 Životní cyklus, fenologie, životní forma a strategie	13
2.2.2 Reprodukce	13
2.2.3 Biologie klíčení	15
2.2.4 Ekologie druhu	15
2.2.5 Vazba na společenstva	16
2.3 Rozšíření druhu	17
2.3.1 Celosvětové rozšíření.....	17
2.3.2 Rozšíření v ČR.....	18
2.4 Příčiny ohrožení	19
2.5 Statut ochrany v ČR a v okolních zemích.....	20
2.5.1 Statut ochrany na mezinárodní úrovni	20
2.5.2 Legislativní aspekty ochrany druhu v ČR.....	21
2.5.3 Statut ochrany v ostatních zemích s recentním výskytem druhu	21
2.6 Opatření na ochranu druhu.....	21
2.6.1 Opatření realizovaná v zahraničí.....	21
2.6.2 Opatření realizovaná v Česku	22
3. Cíle	26
4. Experimentální část.....	27
4.1 Metodika	27
4.1.1 Vliv substrátu na klíčení semen	27
4.1.2 Vliv zástinu ostřic na klíčení semen a kvetení rostlin.....	28
4.1.3 Experiment v klimaboxu	30
4.1.4 Revitalizace populace <i>Sedum villosum</i> na lokalitě Knížecí Pláně	31

4.2	Výsledky	34
4.2.1	Vliv substrátu na klíčení semen	34
4.2.2	Vliv zástinu ostřic na klíčení semen a kvetení rostlin.....	35
4.2.3	Experiment v klimaboxu	38
4.2.4	Revitalizace populace <i>Sedum villosum</i> na lokalitě Knížecí Pláně	39
5.	Diskuse.....	41
5.1	Vliv stínění na klíčení rostlin	41
5.2	Vliv substrátu na klíčení <i>S. villosum</i>	43
5.3	Klíčení <i>S. villosum</i> ve vodě.....	43
5.4	Management lokalit s výskytem <i>S. villosum</i>	44
5.5	Opatření na posílení populace <i>S. villosum</i>	45
5.6	Budoucnost rozchodníku v ČR	46
6.	Závěr	47
7.	Literatura	48
7.1	Knihy a vědecké články	48
7.2	Internetové zdroje.....	52
8.	Přílohy	53

1. Úvod

Z historie naší planety víme, že vymírání a vznik nových druhů jsou součástí vývoje přírody. Hlavními příčinami současného vymírání druhů jsou úbytek a ničení stanovišť, nadměrné využívání přírodních zdrojů, změna klimatu, invaze nepůvodních druhů a narušení biologických interakcí (Průša et al. 2005). Odvodňování a ústup od tradičního managementu mokřadů vedlo k tomu, že řada druhů rostlin, vázaná na tato stanoviště, je ohrožená či dokonce kriticky ohrožená. Člověk by měl napravit nebo alespoň zmírnit škody, které svou činností způsobil přírodě. Při ztrátě jakéhokoli druhu dochází k nevratnému a nenahraditelnému zmenšení genofundu živé přírody (Průša et al. 2005). Jedním z kriticky ohrožených druhů rostlin je i *S. villosum* (rozchodník huňatý).

V České republice je *S. villosum* řazeno do kategorie kriticky ohrožených druhů (C1) dle Červeného a černého seznamu cévnatých rostlin ČR (Grulich 2012) a udává se, že 97% historických lokalit s jeho výskytem už zaniklo (Průša et al. 2005). Rychlost jeho ústupu z oblasti Čech, kde dříve byla pravděpodobně jedna z největších koncentrací lokalit druhu ve střední Evropě, je varovným signálem pro jeho ochranu (Grulich 1990). Lokality, na kterých se *S. villosum* vyskytovalo, zanikaly převážně kvůli destrukci stanovišť odvodňováním a rozoráváním rašelinných luk, nebo zapojením vegetace a hromaděním biomasy.

V současnosti se uvažuje o přípravě záchranného programu pro tento druh (AOPK 2014). Znalosti o jeho biologii a ekologii jsou poměrně omezené. Tato práce by proto mohla přispět k doplnění znalostí o tomto druhu, které mohou být dále využity při realizaci záchranného programu (možnosti repatriace, posilování populací, stanovištní nároky).

Moje práce navazuje na diplomové práce Průšové (2008) a Paroubkové (2015) a zabývá se literární rešerší a experimentálním studiem ekologických nároků druhu *S. villosum*, kde se snažím navázat na předchozí informace a experimenty prováděné J. Jersákovou a A. Kučerovou.

2. Literární přehled

2.1 Taxonomická charakteristika

Říše: rostliny (*Plantae*)

Podříše: cévnaté rostliny (*Tracheobionta*)

Oddělení: krytosemenné (*Magnoliophyta*)

Třída: vyšší dvouděložné (*Rosopsida*)

Řád: lomikamenotvaré (*Saxifragales*)

Čeleď: tlusticovité (*Crassulaceae*)

Rod: rozchodník (*Sedum*)

Druh: rozchodník huňatý (*Sedum villosum*)

2.1.1 Nomenklatura

Sedum villosum (L.) neboli rozchodník huňatý patří do čeledi tlusticovité (*Crassulaceae*).

Synonyma: *Oreosedum villosum* (L.) Grulich, *Sedella villosa* (L.) Fourr, *Sedum glandulosum* Moris, *Hjaltalinia villosa* (L.) Á. et D. Löve, *Sedum insulare* Moris a *Sedum pentandrum* (DC.) Boreau (4).

Název druhu v některých jiných jazycích: Drüsen-Mauerpfeffer, Sumpf-Fetthenne, L'orpin velu, Hairy Stonecrop

2.1.2 Popis

Sedum villosum je dvouletá nebo krátce vytrvalá monokarpická žláznatá bylina, s jednoduchými nitkovitými kořeny. Lodyhu má poléhavou, vystoupavou nebo přímou, často kořenující, která může být na bázi jednoduchá nebo větvená, 5–20 (25) cm vysoká, často na bázi v úžlabí odumřelých listů s krátkými, snadno opadavými postranními větvemi. Listy má dužnaté, v obrysu čárkovité až obkopynaté, s rovnoběžnými stranami nebo v horní čtvrtině nejširší. Listy jsou z obou stran lehce zploštělé, na průřezu oválné, 4–9 mm dlouhé a 1,5–2,0 mm široké, na bázi bez

ostruhovitého výběžku, na špičce zaokrouhlené, odstálé, na kvetoucích lodyhách nejhořejší přímo odstálé až k lodyze přitisknuté. Květenství má hroznovité nebo latnaté, řídké, s 3–15 květy, dolní květy z pravidla s listeny; květní stopky tenké, nitkovité, 2–3 x delší než kalich. Květy jsou pětičetné; kališní lístky dužnaté, žláznaté, na bázi srostlé, zelené, cípy úzce trojúhelníkovité, tupě zašpičatělé, 2,0–2,5 mm dlouhé; korunní lístky volné, vejčité, 4–5 mm dlouhé a 2,0–2,5 mm široké, na konci tupé. Barva květů bývá bledě růžová, na bázi a zvláště na kýlu až masově růžová. Tyčinek je zpravidla 10 ve 2 kruzích, jsou kratší než koruna, nitky žluté, prašníky růžově fialové. Plodolisty vejcovité, na bázi velmi slabě srostlé, žláznaté, zelené, na hřbetní straně s růžovým nádechem; čnělka krátká. Měchýřky má přímé, blanité, bělavé, žláznaté, 4–5 mm dlouhé (Grulich 2003).

2.1.3 Variabilita

Taxonomické poměry uvnitř druhu nejsou příliš složité. Především ve střední Evropě se druh vyskytuje jako homogenní, nicméně vzhledem k velikosti areálu a disjunktivnímu charakteru populací byla popsána řada variet (Grulich 1990). V minulosti byla popsána např. varieta druhu z Alp – var. *alpinum* (Hegetschw.), avšak ta se údajně liší pouze tvorbou vytrvávajících sterilních výběžků (Grulich 2003). Další popsanou varietou byla var. *pentandrum* (De Candolle) pocházející z Francie, která se odlišuje absencí epipetálního kruhu tyčinek, přičemž význam této odchylky je nejasný. Tato varieta je v současné době považována za synonymum *S. villosum*⁵ (Roskov et al. 2017). Větší variabilita druhu se projevuje v jihozápadní části areálu výskytu, ale její dostatečné zhodnocení zatím nebylo provedeno (Grulich 1990).

2.1.4 Karyologie

Chromozomové číslo druhu *S. villosum* je $2n=30$. Je zde prokázána absence vyšších polyploidů (Grulich 1990).

2.1.5 Hybridizace

Dosud nebyl nalezen a popsán žádný mezidruhový či mezirodový kříženec se *S. villosum*.

2.2 Biologie a ekologie druhu

2.2.1 Životní cyklus, fenologie, životní forma a strategie

Životní cyklus - *Sedum villosum* je dvouletá nebo krátce vytrvalá monokarpická bylina, která se může rozmnožovat jak generativně, tak vegetativně. Po vyklíčení vyroste sterilní lodyha, která může být za nepříznivých podmínek ve sterilní fázi více let. Rostlina kvete zpravidla až druhým rokem a po odkvětu vždy odumírá (Preston et al. 2002), nicméně je schopná z báze odumírající lodyhy znovu vytvořit postranní lodyhy (vlastní pozorování).

Fenologie - Kvete od června do července, přičemž přesná doba kvetení je závislá na klimatických podmínkách.

Životní forma - Jedná se o chamaefyt, tj. rostlinu s obnovovacími pupeny těsně nad zemí (do 30 cm) (Preston et al. 2002).

Strategie - Druh je tolerantní k mrazu a ke krátkodobému zaplavení (Jersáková et Kučerová 2016) a spadá do ekologické strategie Sr (na pomezí stress-tolerantního a ruderálního typu strategie) (Preston et al. 2002).

2.2.2 Reprodukce

Sedum villosum je převážně dvouletá monokarpická rostlina, rozmnožující se generativně i vegetativně. Plod *S. villosum* je složen ze souplodí 5 měchýřků, které jsou přímé, asi 5 mm velké. Drobná semena mají protáhlý hruškovitý tvar, jsou béžově hnědá až žlutá. Délka semen je cca 1 mm (Grulich 2003). Po vyklíčení vyrůstají sterilní lodyhy, které v našich podmínkách zpravidla druhým rokem kvetou. Za určitých podmínek (v klimaticky, hydrologicky nebo sukcesně nevhodných situacích) vytrvávají sterilní rostliny více let, avšak po odkvětu také zpravidla odumírají. Plody v přírodě dozrávají v srpnu a v případě *ex-situ* podmínek kultivace v Třeboni dozrávají vzhledem k teplejším podmínkám a většímu oslunění již v červenci.

Vegetativně se *S. villosum* rozmnožuje pomocí jemných postranních větviček, které se při dotyku lehce ulamují a v případě dopadu na odkrytý, vlhký povrch zeminy mohou snadno zakořenit (Jersáková et Kučerová 2016).



Obr. 1: Drobná semena rozchodníku huňatého (*Sedum villosum*) (foto H. Dillingerová).



Obr. 2: Rozvětvená lodyha rozchodníku huňatého (*Sedum villosum*) se souplodími měchýřků (foto H. Dillingerová).



Obr. 3: Při vegetativním rozmnožování dochází snadno k zakořeňování ulomených větviček rozchodníku huňatého (*Sedum villosum*) (foto H. Dillingerová).

2.2.3 Biologie klíčení

V případě kontaktu semen se zeminou dochází k rychlému klíčení. První semena mohou vyklíčit v kultivačních podmínkách již po 4 až 5 dnech (Průšová 2008). Druh zřejmě netvoří dlouhodobou semennou banku (Jersáková et Kučerová 2016).

2.2.4 Ekologie druhu

Sedum villosum je světlomilný druh, který preferuje porosty bez zástinu a vysoké biomasy. Vyskytuje se na vlhkých rašelinných loukách, zejména na místech s vývěry pramenů, při okrajích potůčků, kanálů a vodních příkopů, v počátečních sukcesích stádiích na narušených místech. Druh se vyskytuje často společně s hnědými mechy. Roste na minerálně bohatších a silně zamokřených glejových půdách, vyhýbá se vápencovému podkladu (Grulich 2003). Druh se vyskytuje od pahorkatiny do hor (od 250 do 1100 m. n. m.), těžiště výskytu měl v České republice v podhůří (Čeřovský et al. 1999).

Sedum villosum se vyskytuje na mokřadních a rašeliništních lokalitách, nicméně je schopný překonat i krátkodobá sezónní vyschnutí během léta. V rámci

monitoringu recentních lokalit (Jersáková et Kučerová 2016) bylo zjištěno, že se *S. villosum* vyskytuje na slabě kyselých stanovištích s pH půdy pohybujícím se v rozmezí 5,0–5,8. Na lokalitě Stročov v roce 2016 se dokonce vyskytovaly hodnoty pH vyšší než 7, což bylo zřejmě ovlivněno aktivitou řas v mělké stružce v průběhu dne.

Doposud nebyl u druhu *S. villosum* zaznamenán výskyt mykorhizy a tato mezidruhovú interakce nebyla zjištěna ani u většiny příbuzných druhů rodu *Sedum* (Harley et Harley 1987, Cripps et Eddington 2005).

Těžištěm výskytu druhu ve střední Evropě jsou krátkostébelné rašelinné louky vázané na svahová prameniště, drobné vodní toky a litorály vodních ploch, na nichž jsou místa s narušovanou vegetací, a tedy i sníženou konkurencí jiných druhů. Ve vyšších polohách (Alpy) či v severských oblastech se druh vyskytuje také na mokvavých skálách, na vlhkých štěrkových půdách a na písčitéch plážích (Island), anebo na vlhkých místech s prosakující vodou či v okolí potoků (Severní Amerika) (Grulich 2003).

2.2.5 Vazba na společenstva

V České republice druh nejčastěji roste ve společenstvech nevápnných mechových slatinišť (svaz *Caricion fuscae*), lučních pramenišť (svaz *Cardamino-Montion*) a přechodových rašelinišť (svaz *Sphagno recurvi-Caricion canescentis*, Čeřovský et al. 1999). Dominantními druhy vyšších rostlin jsou hlavně ostřice (*Carex echinata*, *C. nigra*). Doprovodnými druhy jsou *Valeriana dioica*, *Ranunculus repens*, *Potentilla palustris* a *Trifolium pratense*. Mechové patro má obvykle vysokou pokrývnost od 50 % a více. Nejčastějšími druhy mechorostů jsou *Bryum pseudotriquetrum*, *Calliergonella cuspidata*, *Sphagnum teres*, *S. warnstorffii*, *Straminergon stramineum*, *Marchantia polymorpha* s.l., *Calliergon giganteum*, *Plagiomnium ellipticum*, *Philonotis fontana*, vzácně *Meesia triquetra* (Jersáková et Kučerová 2016).

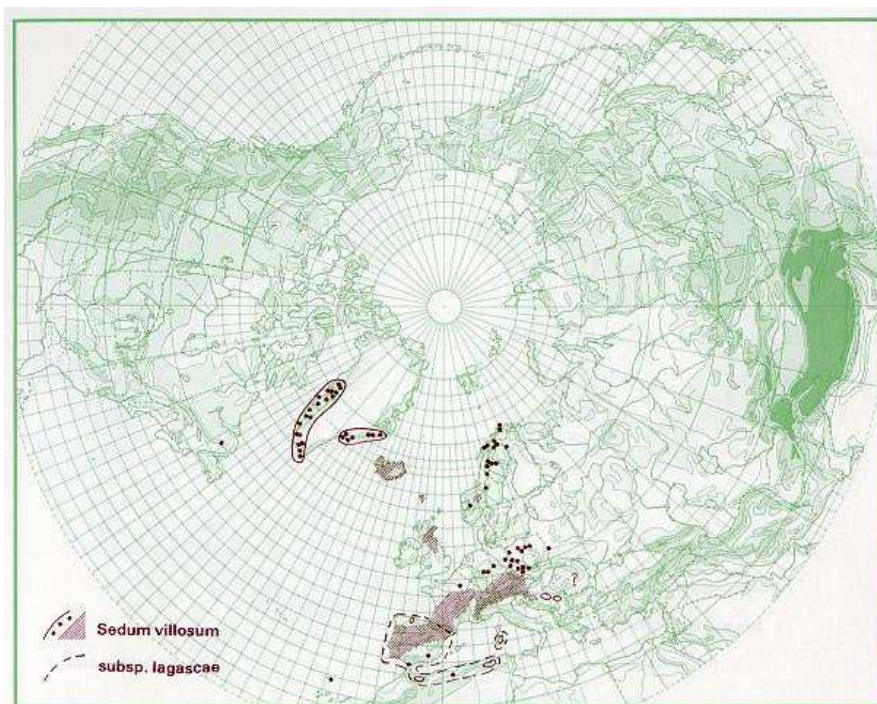
Ve Velké Británii *S. villosum* roste ve společenstvech mechovo-ostřicových pramenišť *Cratoneuron commutatum*–*Carex nigra* (Rodwell 1992), pro která jsou význačná trvale zvodněná místa a narušování vegetačního krytu zvěří (Elkington et al. 2001). Doprovodnými druhy jsou *Bellis perennis*, *Caltha palustris*, *Cardamine pratensis*, *Juncus articulatus*, *Prunella vulgaris*, *Ranunculus acris* a *Trifolium repens* (Preston et al. 2002).

V Německu druh roste ve společenstvech nevápnitých mechových slatinišť svazu *Caricion fuscae*, na vlhkých loukách a pastvinách třídy *Molinion-Arrhenatheretea* a ve společenstvech travino-bylinných, chudých písčitých a mělkých skalních půd třídy *Sedo-Scleranthetea* (Barth et al. 1997). Doprovodnými druhy jsou *Carex nigra*, *Juncus articulatus*, *Cardamine pratensis*, *Montia fontana*, *Philonotis fontana*, *Trifolium repens* (Barth et al. 1997).

2.3 Rozšíření druhu

2.3.1 Celosvětové rozšíření

Sedum villosum se vyskytuje v západní, střední a severní Evropě (od Španělska, Portugalska a Itálie do České republiky a Polska a od severozápadu bývalé Jugoslávie, Běloruska, Pobaltí, západní Finsko až po Skandinávii), na Islandu, v Grónsku a ojediněle na východním pobřeží Severní Ameriky (ostrovy při březích poloostrova Labrador). Naším územím probíhá východní hranice areálu. Jediný údaj ze Slovenska (Vysoké Tatry) je s největší pravděpodobností mylný (Grulich 1993; Husák et Adamec 1998; Meusel et al. 1965, Procházka 1980).



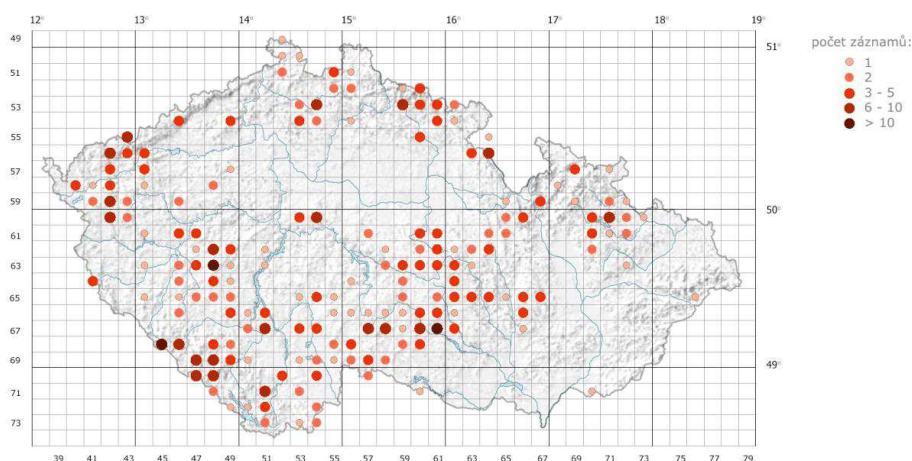
Obr. 4: Celosvětové rozšíření rozchodníku huňatého (*Sedum villosum*) (Hultén et Fries 1986).

2.3.2 Rozšíření v ČR

Historické rozšíření

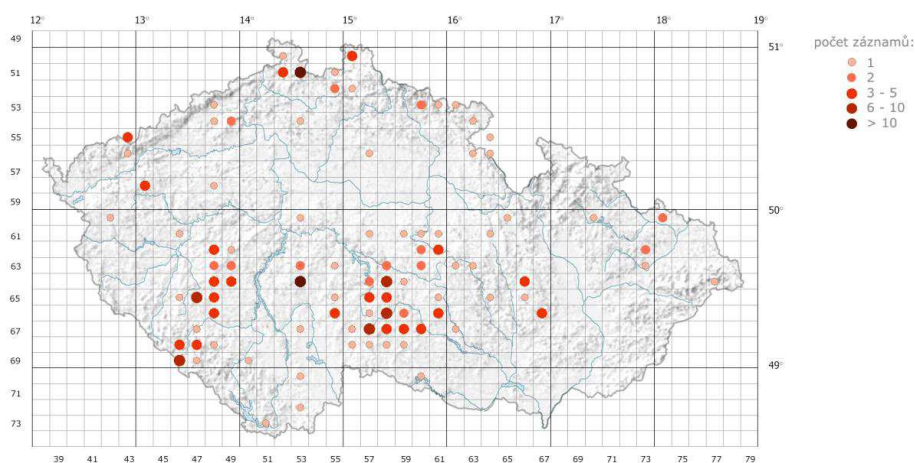
Sedum villosum se u nás dříve vyskytovalo roztroušeně až hojně v mezofytiku a oreofytiku Čech a západní a severní Moravy, v karpatské části pouze na severním okraji Beskyd (Grulich 2003). Druh začal ustupovat již na počátku 20. století a dnes patří mezi nejohroženější druhy květeny České republiky (Grulich 1993; Husák et Adamec 1998; Procházka 1980). Na našem území bylo *Sedum villosum* udáváno na více než 300 lokalitách (obr. 5), po roce 1980 byl však pozorován pouze na několika z nich (Grulich 1990) (obr. 6).

Mapa rozšíření *Sedum villosum* v ČR do r. 1949



Obr. 5: Mapa rozšíření rozchodníku huňatého (*Sedum villosum*) do roku 1949⁴.

Mapa rozšíření *Sedum villosum* v ČR v l. 1950-1999



Obr. 6: Mapa rozšíření rozchodníku huňatého (*Sedum villosum*) od roku 1950 do roku 1999⁴.

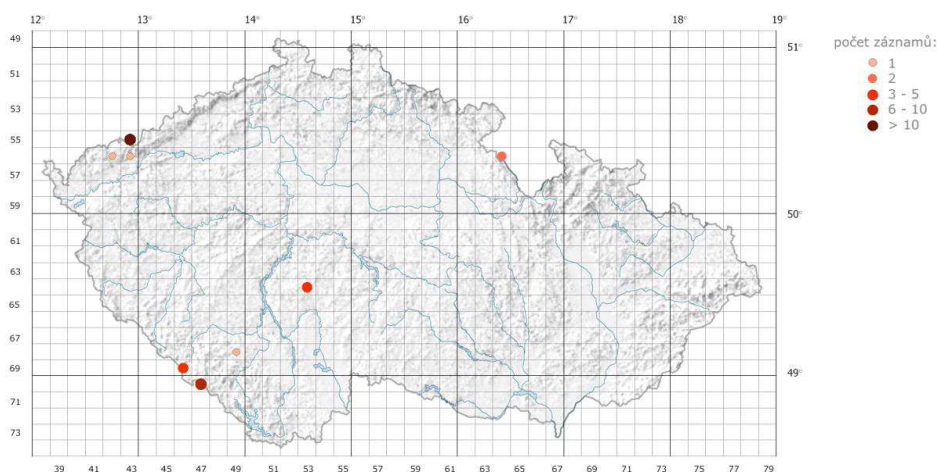
Recentní rozšíření

V současné době se druh vyskytuje na čtyřech lokalitách: v NPP Stročov u Nových Libenic ve Votické vrchovině, dále v oblasti Kostelního vrchu u obce Srní a u Knížecích Plání v NP Šumava, a v NPR Božidarské rašeliniště na Karlovarsku (výsledky monitoringu z let 2014-15 uvádí Jersáková, Kučerová (2016), tab. 1, obr 7).

Tab. 1: Záznamy počtu sterilních a kvetoucích rostlin rozchodníku huňatého (*Sedum villosum*) na recentních lokalitách (Jersáková, Kučerová, 2016).

	Sterilní	Kvetoucí
NPP Stročov	800	150
Knížecí Pláně	229	11
Kostelní vrch	1843	69
NPR Božidarské rašeliniště	hojně, nepočítány	871 (3 mikropopulace)

Mapa rozšíření *Sedum villosum* v ČR od r. 2000



Obr. 7: Mapa rozšíření rozchodníku huňatého (*Sedum villosum*) od roku 2000⁴.

2.4 Příčiny ohrožení

Na území ČR se dříve vyskytovalo více než 300 lokalit, z nichž dnes existují pouze 4, což představuje úbytek 97 % (Grulich 1990). Příčiny ústupu jsou nejčastěji spojeny s odvodňováním a s celkovým mizením rašelinných luk a pramenišť, s kontaminací pramenité vody chemickými látkami používanými v zemědělství nebo

v důsledku nehospoďaření (ukončení pastvy a kosení) došlo k nepříznivým sukcesním změnám (úplné zapojení vegetačního porostu, hromadění biomasy, nálet dřevin) (Grulich 1993; Husák et Adamec, 1998; Procházka 1980). Na ústupu druhu se mohla podílet i dnes velmi rozšířená eutrofizace povrchových vod (Jersáková et Kučerová 2016).

Kritickým faktorem způsobujícím úbytek lokalit je nedostatek stanovišť ve vhodných sukcesních fázích, které jsou pro výskyt tohoto druhu nezbytné. Těmi jsou spíše ranější sukcesní stadia, bez zástinu a vyšší zapojené vegetace, prosvětlené lokality bez stromového patra. Vhodná jsou i narušená místa, například obnažené hrany odvodňovacích stružek, stržený drn apod.

Ústup druhu mohlo ovlivnit také zarůstání některých lokalit *S. villosum* rašeliníkem, což bývá spojováno s acidifikací vlivem imisí oxidu siřičitého a oxidů dusíku z atmosféry.

Úbytek lokalit je velmi alarmující, druh pravděpodobně bez intenzivnějších ochranných zásahů z některých zbývajících lokalit zcela vymizí. Nabízí se možnost zahájení záchranného programu. Výhodou je, že druh je velmi lehce kultivovatelný, rozmnožuje se snadno a samovolně úlomky lodyh i generativně ze semen. Za příhodných podmínek v kultuře i relativně bohatě kvete (Jersáková et Kučerová 2016).

Na některých lokalitách by bylo vhodné obnovit tradiční management – pravidelné kosení. Tradičním managementem bývala i pravidelná obnova velmi mělkých povrchových otevřených stružek, při které docházelo k narušení drnu a *S. villosum* tam měl otevřený prostor pro klíčení, a také velmi mírná pastva nebo napájení dobytka na prameništích (osobní zjištění, Kučerová 2016).

2.5 Statut ochrany v ČR a v okolních zemích

2.5.1 Statut ochrany na mezinárodní úrovni

Není zařazen v Červeném seznamu IUCN ani v jiných mezinárodních dokumentech zabývajících se druhovou ochranou.

2.5.2 Legislativní aspekty ochrany druhu v ČR

V České republice je *Sedum villosum* klasifikováno jako katastrofálně ustupující a kriticky ohrožený druh České republiky (Čeřovský et al. 1999). Mírou ohroženosti je řazen do kategorie C1 v Červeném seznamu cévnatých rostlin ČR (Grulich 2012) a je u nás chráněn dle zákona 114/1992 Sb., vyhl. č. 395/1992 Sb. jako kriticky ohrožený druh.

2.5.3 Statut ochrany v ostatních zemích s recentním výskytem druhu

Sedum villosum je zahrnut mezi ohrožené druhy v dále vyjmenovaných Evropských zemích a to dle kategorií ohroženosti IUCN³ (Münzbergová et al. 2011):

Finsko - ohrožený (EN),
Francie - ohrožený (EN),
Itálie - zranitelný (VU),
Německo - kriticky ohrožený (CR),
Polsko - vyhynulý (EX),
Rakousko - ohrožený (EN),
Švédsko - zranitelný (VU),
Švýcarsko - zranitelný (VU)
Velká Británie - téměř ohrožený (NT).

2.6 Opatření na ochranu druhu

2.6.1 Opatření realizovaná v zahraničí

Kultivace

V Německu jsou 4 známé záchranné kultivace, které pocházejí z volné přírody: (1) Botanická zahrada Frankfurt am Main: rok výsadby 2009, původ semen z Hesenska, Wüstensachsen/Rhön; (2) Botanická zahrada univerzity v Giessenu: rok výsadby 2008, původ semen je neznámý; (3) Botanická zahrada univerzity v Potsdamu: rok výsadby 2005, původ semen z Bavorska, Chiemsee, Bergen; (4) Botanická zahrada

univerzity v Regensburgu: rok výsadby 2011, původ semen z Hessenska, Steinküppen (Barth et al. 2014).

Reintrodukce

Nový výskyt *S. villosum* byl zdokumentován v Německu v roce 2014, a to v Hessensku (Barth et al. 2014). Následně zde byl proveden odhad velikosti populace, dokumentace a zmapování lokalit.

Populace druhu v Porýní klesají z důvodu absence pastvy. V oblasti Hessenska existovalo v roce 2014 šest populací druhu s 21 až 355 jedinci (Barth et al. 2014). Na podzim 2012 byl druh vysazen na 12 historických lokalit. Rostliny pocházely z *ex-situ* kultury v Botanické zahradě ve Frankfurtu. Z publikace není zřejmé, kolik rostlin bylo na výsadbu použito. Při kontrole na jaře 2013 existovala již pouze jediná populace, která se nacházela u dobyt看em frekventovaného napajedla. Ostatní zanikly zřejmě kvůli negativnímu vlivu konkurence okolní vegetace a absenci narušovaných sešlapávaných ploch. Na jaře 2014 bylo na této lokalitě nalezeno 20 vitálních rostlin (Barth et al. 2014).

Další zemí, kde byla vytvořena opatření pro ochranu druhu, je Francie. V roce 2008 byl v Pays de la Loire vytvořen plán na ochranu zahrnující reintrodukcí *S. villosum* na bývalá stanoviště, pokračování v kultivaci semen a každoroční provádění monitoringu stávajících stanovišť (Le Bail 2008).

Ve Francii bylo sebráno kolem 1000 semen z volné přírody v roce 1997. Další sběry probíhaly v letech 2007-2008. Při těchto sběrech se mimo jiné zjistilo, že optimální teplota pro klíčení semene je vyšší než 4°C (Le Bail 2008).

2.6.2 Opatření realizovaná v Česku

Ochrana stávajících populací

V České republice se *S. villosum* vyskytuje na 4 lokalitách, které jsou všechny zahrnuty do územní ochrany.

Lokalita **Knížecí pláně** je součástí Národního parku, a to jeho druhé zóny. Je zde občas prováděna údržba kosením a odstraňováním náletových dřevin. Lokalita **Kostelní vrch** je též součástí Národního parku Šumava, ale patří do první zóny, a je tedy v zóně bezzásahové. **NPR Božídarské rašeliniště** je též bezzásahová lokalita a

na poslední lokalitě **NPP Stročov** je prováděn management dle plánu vytvořeného na období 2015-2024⁶.

V současné době probíhají revitalizační programy na lokalitách NPP Stročov a Knížecí Pláně.

NPP Stročov

Jde o vlhkou louku s výskytem *Dactylorhiza majalis*, *Valeriana dioica*, *Pedicularis sylvatica* a dalších chráněných a ohrožených druhů. Hlavním předmětem ochrany je zde *S. villosum*.

Louka je pravidelně dvakrát ročně kosena místními zemědělci. Výskyt *Sedum villosum* je vázán na mělkou luční stružku, přivádějící vodu z výše ležícího rybníka. Břehy stružky jsou podle potřeby obnovovány, jsou svahovány s mírným sklonem, přičemž před zásahem jsou rostliny *Sedum villosum* i s bohatými mechovými polštáři vyzvednuty a po obnově břehů stružky opět vráceny na původní místo. V posledních letech je slábnoucí populace *Sedum villosum* posilována dalšími specifickými typy managementu, které spočívají např. ve vegetativním množení na ploškách s obnaženou zeminou nebo ve výsadbách předpěstovaných autochtonních sazenic. Tyto zásahy provádějí na lokalitě specializovaní pracovníci ochrany přírody a jsou podrobně monitorovány (Jersáková et Kučerová 2016).

Knížecí Pláně

Populace na této lokalitě se nachází v bezprostřední blízkosti povalového chodníku v porostech rašeliníku a ostřic (sv. *Caricion fuscae*) na velmi malé ploše (cca 2 x 5 m) lučního prameniště. Za poslední roky došlo u této populace k výraznému poklesu (tab. 2), a proto se správa NP Šumavy rozhodla, že zajistí posílení populace *S. villosum* pomocí stržení drnu. Na rok 2017 byla naplánovaná obnova populace kosením a stržení drnu na několika sousedních plochách tak, aby se vytvořily nové vhodné plochy pro *Sedum villosum*, příp. doplněná o pokusné vysévání autochtonních semen. Do budoucna se plánuje přesunout turistický chodník, aby nedocházelo k narušení populace a vodního režimu (Jersáková et Kučerová 2016). Podrobný popis tohoto managementu je součástí vlastní práce.

Tab. 2: Záznam počtu kvetoucích a sterilních rostlin rozchodníku huňatého (*Sedum villosum*) 2015 - 2017

Datum	Sterilní	Kvetoucí
21.7. 2015	287	145
22.7. 2016	280	165
12.6. 2017	39	12

Kultivace ex-situ

Pro záchranu druhu je v tuto chvíli velice důležitá i záchranná kultivace v *ex-situ* podmínkách. V současné době je druh dlouhodobě pěstován ve Sbírce vodních a mokřadních rostlin v Třeboni. Záchranná kultivace vznikla zřejmě v r. 1995. Rostliny byly získány z tehdy nově objevené lokality Kostelní vrch, v té době jediné recentní lokality *S. villosum* na Šumavě. Kultivace druhu je poměrně nenáročná (Husák et Adamec 1998, 1999; Jersáková et Kučerová 2016).

Reintrodukce

V České republice bylo v minulosti provedeno několik neúspěšných pokusů o reintrodukci. Na podzim v roce 2006 bylo *S. villosum* uměle vysazeno L. Čepou v NPR Bukačka v Orlických horách, který odebral několik desítek semen tohoto druhu v NPP Stročov (Čepa 2009). Po rozpěstování zde vysadil asi 15 malých trsů. Rostlinám se zpočátku dařilo. Následující rok kvetly a dokonce přibývaly nové lodyžky. V roce 2014 a v dalších letech již druh nebyl nalezen (Jersáková et Kučerová 2016).

V roce 2003 byl druh uměle vysazen K. Jeřábkovou a J. Jersákovou po dohodě s botaničkou NP Šumava I. Bufkovou do prameniště pod Tetřevskou slatí (49°1'12.8"N 13°33'41.4"E) na 10 mikrostanovišť po 10 rostlinách. V roce 2004 rostliny na lokalitě ještě přežívaly, v roce 2005 již nebyly nalezeny. Na základě neustálého úbytku *S. villosum* je potřeba provádět na lokalitách dlouhodobý monitoring, aby bylo vidět, zda jsou reintrodukce úspěšné či ne.

J. Albrecht, který objevil v roce 1969 lokalitu druhu u osady Michalov u Stach, přenesl část rostlin do umělé kultury k chalupě v Benešově Hoře. Z této kultivace byly napěstované rostliny přeneseny na tři náhradní lokality (Jersáková et Kučerová 2016):

První lokalita: V roce 1979 byl druh přenesen na lokalitu Kůsov u Stach. Bylo zde vysazeno 20 trsů, které byly rozsázeny do břehů hlavní mělké luční stružky a do několika jejích bočních přítoků v její bezprostřední blízkosti. Populace zde několik let relativně prosperovala, při pozdějších kontrolách po roce 1982 už druh nebyl ověřen. Příčina zániku populace je neznámá.

Druhá lokalita: Dne 30. 7. 1985 byl druh vysazen do dvou mikrostanovišť na lokalitě Krousov u Stach. Jedno mikrostanoviště bylo na mokravém horním okraji tehdy kamenité cesty. Tato lokalita zanikla při odvodnění a vyasfaltování cesty. Druhé stanoviště bylo na břehu luční stružky ve světlině náletových porostů pod cestou. Příčinou zániku byla zřejmě přirozená sukcese a převládnutí vyšší vegetace po stržení vody ze stružky při zmíněné rekonstrukci výše položené cesty.

Třetí lokalita: Dne 30. 7. 1985 byl druh vysazen v pramenné oblasti Spáleneckého potoka u obce Arnoštov. Celkem bylo vysazeno cca 80 trsů podél potůčku. Na březích potůčku bylo jen několik řídké rostoucích křovitých vrb. Podle stop na březích byla nejpravděpodobnější příčinou zániku populace vlna vysokého průtoku vody zřejmě při tání sněhu na jaře 1986, která vysazené rostliny odnesla.

3. Cíle

Venkovní experiment

Cílem této práce bylo studium ekologických nároků kriticky ohroženého druhu rozchodníku huňatého (*Sedum villosum*) pomocí několika kultivačních experimentů *ex-situ* a monitoring asanačních zásahů *in-situ*.

Dílčí cíle:

- a) Založení a vyhodnocení experimentu testujícího vliv zástiny a konkurence ostřic na klíčení a kvetení *Sedum villosum*.
- b) Založení a vyhodnocení experimentu testujícího schopnost *Sedum villosum* klíčit v porostu rašeliníku a hnědých mechorostů.
- c) Výsadba a následný monitoring klíčení, růstu a přežívání *Sedum villosum* na asanované lokalitě Knížecí Pláně (Šumava).

Experiment v klimaboxu

Cílem pokusu bylo:

- a) zjistit klíčivost semen sklizených v záchranné kultivaci v BÚ v Třeboni v r. 2017 a použitých ve venkovních experimentech
- b) dále ověřit, zda jsou semena *S. villosum* schopna klíčit i přímo ve vodě.

4. Experimentální část

4.1 Metodika

4.1.1 Vliv substrátu na klíčení semen

V Botanickém ústavu AV ČR v Třeboni jsem 24. 7. 2017 založila pokus s květináči, kde jsem sledovala klíčení semen v přítomnosti rašeliníků, hnědých mechorostů a zeminy bez mechorostů jako kontrola. Zemina byla tvořena směsí písku, rašeliny a zahradního substrátu v poměru 1:1:1. Na povrch zeminy byly vysazeny různé druhy mechorostů, které se na lokalitách se *S. villosum* mohou vyskytovat. Použila jsem celkem 30 květináčů (14,5 x 15 cm), kdy v 10 z nich byla pouze zemina jako kontrola, v dalších 10 květináčích byla zemina osazena směsí hnědých mechorostů (*Aulacomnium palustre*, *Tomentypnum nitens*, *Campylium stellatum*) a v dalších 10 květináčích byla na povrch zeminy vysazena směs rašeliníků (*Sphagnum fallax*, *S. flexuosum*, *S. palustre*).

Do každého květináče jsem vysela 20 semen *S. villosum*, která byla sklizena v červenci 2017 v záchranné kultivaci druhu v BÚ v Třeboni. Před vysetím byla semena uchovávána při pokojové teplotě v papírových sáčcích. Květináče byly umístěny ve vodě v laminátové nádrži ve větraném skleníku, aby nedocházelo k vyplavování semen při deštích. Květináče byly v nádrži rozmístěny v latinském čtverci (viz obr. 8). Následně po vyklíčení semen (po 56 dnech) byly přemístěny do venkovní kultivace. Jako zálivka byla používána pitná voda. Klíčení semen jsem monitorovala v pravidelných 8-denních intervalech od 6. 9. 2017 do 30. 10. 2017. Na jaře roku 2018 jsem zjišťovala, kolik jednoletých rostlin vykvetlo.

Výsledné statistické porovnání a výpočty jsem prováděla v programu Statistica, verze 13 (TIBCO Software Inc. 2017). Statistica (data analysis software system), version 13. <http://statistica.io>). Data byla nejprve testována na normalitu dat. Poté jsem pro otestování vlivu mechorostů na klíčení semen *S. villosum* použila metodu opakovaných měření analýzy variance.



Obr. 8.: Rozmístění květináčů v laminátové nádrži při pokusu s klíčením semen rozchodníku huňatého (*Sedum villosum*) v konkurenci s mechorosty (21. 8. 2017) (foto H. Dillingerová).

4.1.2 Vliv zástínu ostřic na klíčení semen a kvetení rostlin

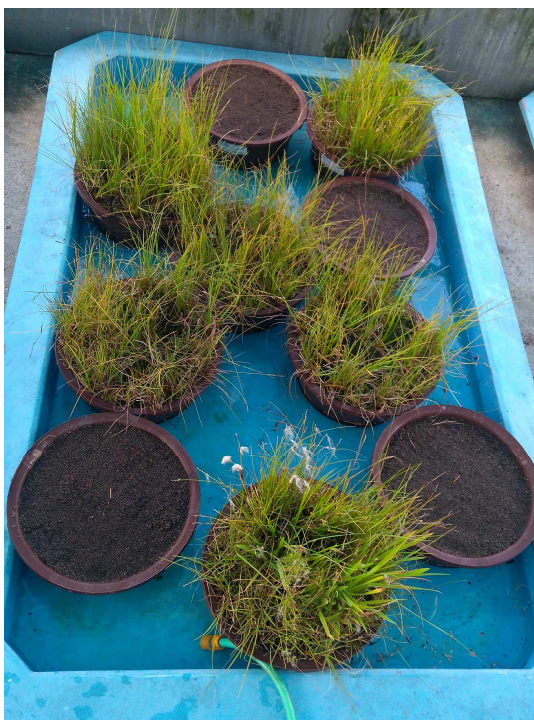
Venkovní experiment

V BÚ AV ČR v Třeboni jsem 24. 7. 2017 založila pokus k testování vlivu zastínění ostřicemi (*Carex rostrata*, *C. nigra*, *C. panicea*, *C. echinata*) na klíčení semen a kvetení rostlin *S. villosum*. Ostřice byly použity z toho důvodu, protože jsou dominantní součástí společenstev, ve kterých *S. villosum* přirozeně roste. Jako pokusné nádoby byla použita kulatá plastová vědra (š. 42, v. 20 cm), celkem bylo použito 30 ks. Nádoby byly rozděleny takto: a) 10 nádob pouze se zeminou (kontrola), b) 10 nádob se zeminou a s nízkou hustotou ostřic, pokryvnost cca do 20–40%, c) 10 nádob se zeminou a s vysokou hustotou ostřic, pokryvnost cca 40–60%. Nádoby s různou hustotou ostřic byly rozmístěny ve znáhodněných blocích ve 3 sklolaminátových vanách, kdy v každé z nich bylo 10 nádob. Jako zemina byla použita směs písku, rašeliny a zahradního substrátu v poměru 1:1:1 (obr. 9).

Do každé nádoby jsem vysela 30 semen *S. villosum* sklizených v červenci 2017 v záchranné kultivaci druhu v BÚ v Třeboni. Před vysetím byla semena uchovávána při pokojové teplotě v papírových sáčcích. Po vysetí byly laminátové nádrže i s pokusnými nádobami umístěny nejprve v otevřeném skleníku, aby nedocházelo k vyplavování semen při deštích, a následně po vyklíčení semen byly přemístěny do venkovní kultivace. Jako záливka byla používána pitná voda. Vliv stínění na klíčení semen a kvetení rostlin v nádobách jsem monitorovala v pravidelných 8-denních intervalech od 6. 9. 2017 do 30. 10. 2017. Začátkem června roku 2018 jsem zjišťovala, kolik jednoletých rostlin vykvetlo.

Výsledné statistické porovnání a výpočty jsem prováděla v programu Statistica ver. 13 (TIBCO Software Inc. (2017). Statistica (data analysis software system), version 13. <http://statistica.io>). Data byla nejprve testována na normalitu dat. Poté jsem pro otestování vlivu zástiny na celkový počet vyklíčených semen použila metodu hierarchické analýzy variance s následným mnohonásobným porovnáváním (Tukey test), s příslušností nádob ke konkrétním vanám. Pro otestování vlivu zástiny na průběh klíčení semen a přežívání rostlin jsem použila metodu opakovaných měření analýzy variance.

Dále jsem jednorázově změřila v tomto venkovním experimentu množství fotosynteticky aktivního záření (FAR), které proniká k povrchu půdy přes ostřice. FAR na povrchu půdy v porostu ostřic a na volné nezastíněné ploše bylo měřeno ponorným kvantometrickým senzorem (MBÚ Třeboň), který byl připojen k digitálnímu luxmetru PU 550 (Meopta Přerov).



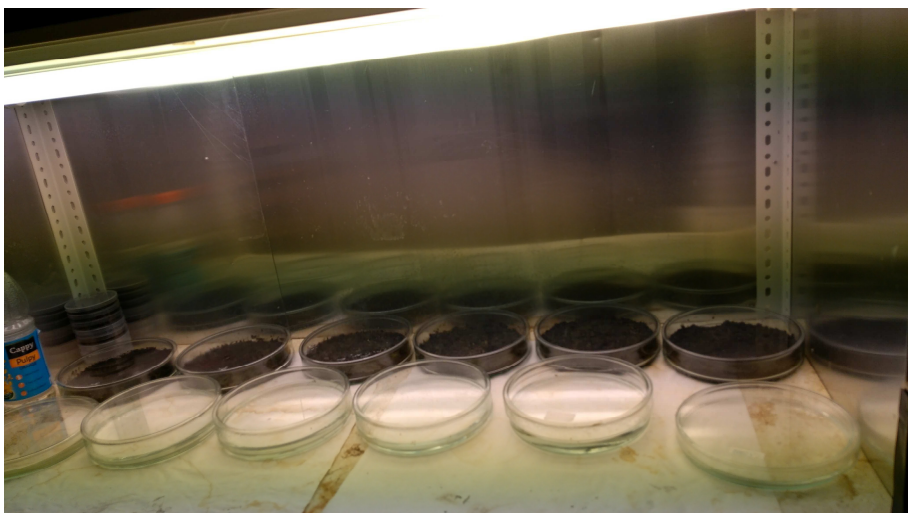
Obr. 9.: Rozmístění nádob v laminátové nádrži při testování vlivu zástínu ostřic na klíčení a kvetení rozchodníku huňatého (*Sedum villosum*) (21. 8. 2017) (foto H. Dillingerová).

4.1.3 Experiment v klimaboxu

V říjnu roku 2017 jsem na Přírodovědecké fakultě Jihočeské univerzity založila experiment v klimaboxu na pozorování klíčení semen *S. villosum* v klimaboxu za optimálních podmínek. Světlo bylo nastaveno na 16 hodin, tma na 8 hodin a teplota v klimaboxu na 18 °C. Tyto údaje vycházely z předchozí studie (Průšová 2008). Experiment spočíval ve zjištění klíčivosti semen sklizených v záchranné kultivaci v BÚ v Třeboni v r. 2017 a použitých ve venkovních experimentech a dále bylo sledováno, zda jsou semena *S. villosum* schopna klíčit i přímo ve vodě. Před vysetím byla semena uchovávána při pokojové teplotě v papírových sáčcích. Do 6 velkých skleněných Petriho misek (průměr 90 mm, výška 15 mm) se zeminou (směs rašeliny, písku a zahradního substrátu v poměru 1:1:1) jsem vysela vždy po 30 semenech *S. villosum* a do dalších 6 velkých Petriho misek naplněných pouze odstátou vodovodní vodou také vždy 30 semen *S. villosum*. Petriho misky byly během pokusu zakryty víčky (obr. 10). Zálivku jsem prováděla vodovodní vodou každých 8 dní.

Klíčení semen v klimaboxu jsem sledovala v pravidelných 8-denních intervalech od 4. 10. do 2. 11. 2017.

Výsledné statistické porovnání a výpočty jsem prováděla v programu Statistica ver. 13 (TIBCO Software Inc. (2017). Statistica (data analysis software system), version 13. <http://statistica.io>). Data byla nejprve testována na normalitu dat. Poté jsem pro otestování vlivu substrátu na klíčení semen *S. villosum* použila metodu opakovaných měření analýzy variance.



Obr. 10: Rozmístění Petriho misek v klimaboxu při testování klíčivosti semen rozchodníku huňatého (*Sedum villosum*) použitých ve venkovních experimentech a testování schopnosti klíčit ve vodě (foto H. Dillingerová).

4.1.4 Revitalizace populace *Sedum villosum* na lokalitě Knížecí Pláně

Vzhledem k neuspokojivému stavu populace (tab. 2) bylo v dubnu roku 2017 přistoupeno ke stržení mechového patra a drnu z 5 ploch o přibližné velikosti 5 m² pro podporu samovolného šíření semen do vhodných mikrostanovišť (obr. 14–17).

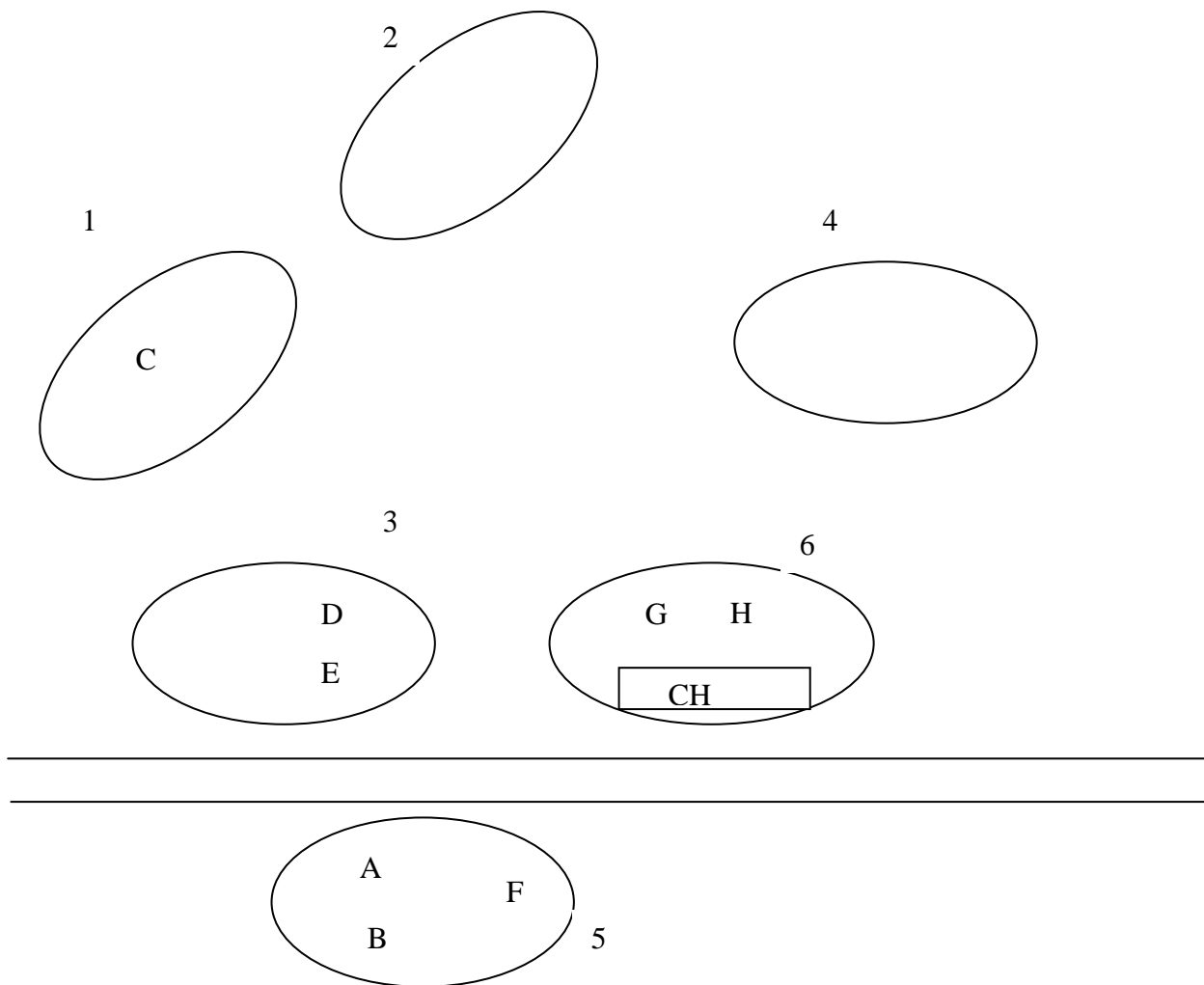
Při návštěvě Knížecích Plání v červnu roku 2017 jsem zmonitorovala populaci v původní ploše a zjistila jsem, že došlo k alarmujícímu poklesu počtu rostlin oproti předchozímu roku, a to na pouhých 12 kvetoucích a 39 sterilních rostlin.

V září roku 2017 jsem při další návštěvě odebrala semena a všechny rostliny z původní plochy. Následně zaměstnanci NP Šumava strhli drn i na původní ploše druhu a vytvořili tak šestou plochu. Do každé ze stržených plošek jsem poté umístila

tyč, která sloužila jako orientační bod. Následně jsem na 6 stržených plochách provedla tyto typy výsadeb a zásahů: výsevy semen, výsadba lodyžek a pohození mulče ze strženého drnu z místa původního výskytu (viz tab. 3, obr. 11). Šestá ploška je původní ploška, kde se *S. villosum* vyskytoval.

Tab. 3: Rozmístění rozchodníku huňatého (*Sedum villosum*) a typy zásahů na šesti stržených plochách na Knížecích Pláních

Plocha	Dílčí plocha	Typ zásahu
1	C	vysazení 5 velkých a 5 malých rostlinek nad a pod bambusovou tyčkou
2		mulč
3	D	vysazení 5 velkých a 5 malých rostlinek nad a pod bambusovou tyčkou
	E	vysazení 5 velkých a 5 malých rostlinek nad a pod bambusovou tyčkou
4		mulč
5	A	výsev semen z tobolek
	B	vysazení 5 velkých a 5 malých rostlinek nad a pod bambusovou tyčkou
	F	výsadba rostlinek na podruhé stržený drn
6	G	výsadba malých lodyžek (5 nad a 5 pod bambusovou tyč)
	H	výsadba malých lodyžek (5 nad a 5 pod bambusovou tyč)
	CH	výsadba drobkových lodyžek



Obr. 11: Schéma rozmístění plošek s rozchodníkem huňatým (*Sedum villosum*) na Knížecích pláních (22. 9. 2017).

Na lokalitě se dále vyskytovaly druhy jako je suchopýr úzkolistý (*Eriophorum angustifolium*), rašeliníky (*Sphagnum fallax*, *Sphagnum flexuosum*, *Sphagnum palustre*) a hnědé mechy (*Aulacomnium palustre*, *Tomentypnum nitens*, *Campylium stellatum*).

V červnu 2018 jsem na Knížecích Pláních provedla monitoring úspěšnosti jednotlivých zásahů a zároveň jsem zaznamenala pokryvnosti bylinného a mechového patra (viz. podkapitola 4.2.4 a tab. 10).

V září roku 2018 se správa NP Šumava na základě stále klesající početnosti populace rozhodla, že bude muset znovu strhnout drn a mechové patro na 3 dalších ploškách, i v místě výskytu *S. villosum*, stávající rostlinky ručně vybrat a přesadit do

plošek se strženým drnem (veškerý postup jednotlivých zásahů a posilování populace viz obrázky a komentáře v příloze).

Vzhledem k omezenému počtu opakování nebylo možné data statisticky vyhodnotit. Podrobný popis růstu lodyžek je v podkapitole 4.2.4.

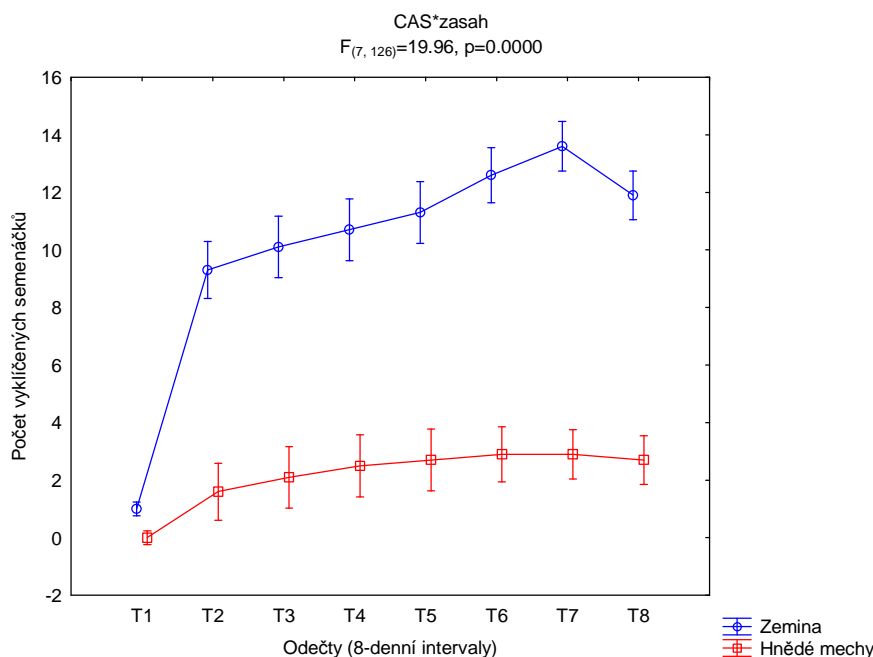
4.2 Výsledky

4.2.1 Vliv substrátu na klíčení semen

Semena *S. villosum* začala klíčit až po 35 dnech a další vyklíčená semena přibývala postupně až do 98. dne. Typ substrátu měl statisticky průkazný vliv na procento vyklíčených semen a průběh klíčení se průkazně lišil v čase (Metoda opakovaných měření analýzy variance, $p < 0,000$, tab. 4). Na zemině při 1. odečtu vyklíčilo již 50 % semen a počet se dále zvyšoval, zatímco v hnědých mechorostech byl počet téměř stejný. Nejvíce semen vyklíčilo při vysetí na zeminu, a to $68 \% \pm 16,3$ semen, při vysetí do hnědých mechorostů vyklíčilo $17 \% \pm 7,8$ semen, při vysetí do rašeliníku nevyklíčilo žádné semeno (graf 1, příloha tab. 12). Při posledním odečtu se projevil pokles odečtených rostlin, vyvolaný zřejmě postupným úhynem (graf 1).

Tab. 4: Testování vlivu substrátu na klíčení semen rozchodníku huňatého (*Sedum villosum*).

Effect	Analýza variance pro opakovaná měření				
	SS	df	MS	F	p
Intercept	5990,25	1	5990,25	112,12	0,0000
zasah	2488,51	1	2488,51	46,58	0,0000
Error	961,61	18	53,42		
CAS	832,49	7	118,93	54,47	0,0000
CAS*zasah	305,04	7	43,58	19,96	0,0000
Error	275,09	126	2,18		



Graf 1: Vliv substrátu na průběh klíčení semen rozchodníku huňatého (*Sedum villosum*). Vertikální úsečky značí střední chybu průměru.

4.2.2 Vliv zástínu ostřic na klíčení semen a kvetení rostlin

Venkovní experiment

Semena *S. villosum* začala klíčit v nádobách s různým typem substrátu až po 44 dnech a další vyklíčená semena přibývala postupně až do 98. dne. Při posledním odečtu se projevila pokles odečtených rostlinek, vyvolaný zřejmě postupným úhynem některých rostlin (graf 2). Ke kvetení docházelo až následující rok.

Pěstební vana neměla statisticky průkazný vliv (Hierarchická analýza variance $p > 0,8$, tab. 5). Typ zastínění měl statisticky průkazný vliv na počet vyklíčených semen, což znamená, že počet vyklíčených semen se lišil mezi zásahy (Hierarchická analýza variance $p < 0,005$, tab. 5). Počet vyklíčených rostlin na zemině se neustále zvyšoval, v nízké hustotě ostřic se počet částečně zvyšoval a u vysoké hustoty ostřic byl počet téměř pořád stejný (graf. 2). Statisticky průkazné rozdíly byly mezi počtem vyklíčených semen v zemině a vysoké hustotě ostřic (Tukey HSD test, $p < 0,0034$, tab. 6, graf 3).

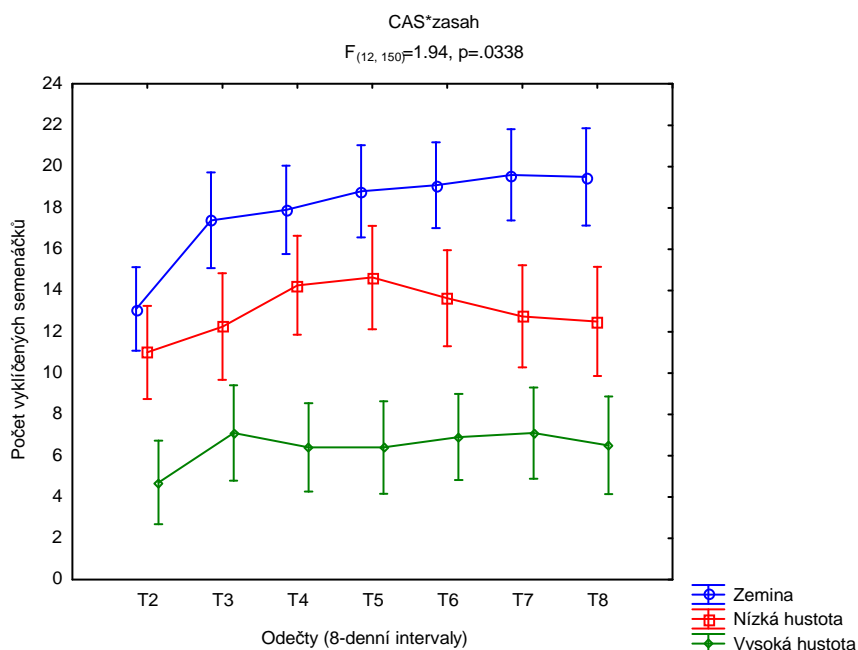
Míra zastínění povrchu (varianty – výsev na zeminu, do nízké a vysoké hustoty ostřic) měla statisticky významný vliv na procento vyklíčených semen

(metoda opakovaných měření analýzy variance, $p < 0,0027$, tab. 7). Počet vyklíčených semen v nádobách se zeminou a nízkou hustotou ostřic a zároveň v nádobách s malou a velkou hustotou ostřic se statisticky od sebe nelišil. Zatímco počet vyklíčených semen v nádobách se zeminou a vysokou hustotou ostřic se od sebe statisticky výrazně lišil. (tab. 7).

Nejvíce semen vyklíčilo v nádobách, ve kterých byla pouze zemina (průměrně $68 \% \pm 11,7$). Nejnižší počet vyklíčených semen bylo ve variantě s vysokým zástínem (= vysoká hustota ostřic, průměrně $25 \% \pm 21,9$). Ve variantě s mírným zástínem (= nízká hustota ostřic) vyklíčilo průměrně $55 \% \pm 31,3$ semen (příloha tab. 14).

V zemině vykvetlo ze 138 rostlin 36 (26 %), zatímco v nízké hustotě ani ve vysoké hustotě ostřic nevykvetla v druhém roce žádná rostlina *S. villosum*.

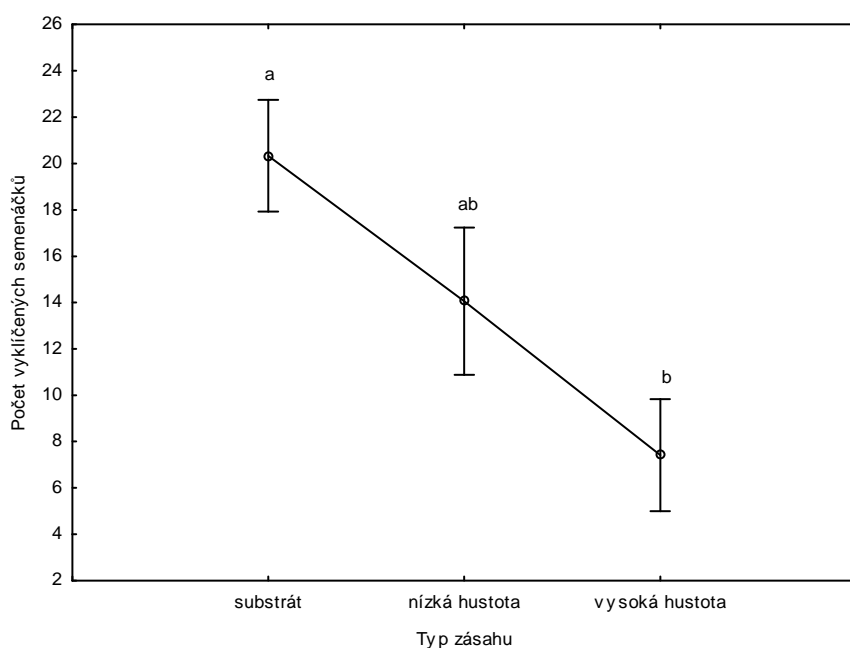
Množství FAR procházející nízkou a vysokou hustotou ostřic se průkazně lišilo (t-test pro nezávislé pozorování $t = -8,14$, $df = 18$, $p < 0,0000$). Procento FAR procházející řídkou hustotou ostřic bylo $44,3 \% (\pm 4,7 \text{ SD})$, zatímco u hustého porostu ostřic to bylo $25,3 \% (\pm 5,6 \text{ SD})$.



Graf 2: Rozdíl v početnosti vyklíčených semenáčků rozchodníku huňatého (*Sedum villosum*) v závislosti na zastínění ostřicemi. Vertikální úsečky značí střední chybu průměru.

Tab. 5: Testování vlivu rozmístění laminátových nádrží na počet vyklíčených semen rozchodníku huňatého (*Sedum villosum*).

Hierarchická analýza variance					
Effect	SS	df	MS	F	p
Intercept	4603,71	1	4603,71	80,41	0,0000
vana(zasah)	171,03	6	28,50	0,50	0,8021
zasah	819,18	2	409,59	7,15	0,0048
Error	1087,75	19	57,25		



Graf 3: Počet vyklíčených semenáčků rozchodníku huňatého (*Sedum villosum*) v různém typu zásahu na konci pokusu. Písmena označují statisticky průkazné rozdíly na hladině významnosti $p < 0,05$ (Tukey test).

Tab. 6: Mnohonásobné porovnávání tří typů zásahů mezi sebou v nichž klíčil rozchodník huňatý (*Sedum villosum*).

Mnohonásobná porovnání MSE = 57.250, df = 19.000				
Cell No.	zasah	{1}	{2}	{3}
		20.400	16.375	7.5000
1	zemina		0,513071	0,003316
2	nízká hustota ostřic	0,513071		0,057344
3	vysoká hustota ostřic	0,003316	0,057344	

Tab. 7: Testování vlivu různé hustoty ostřic na počet vyklíčených semen.

Effect	Analýza variance pro opakovaná měření				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	30058,13	1	30058,13	98,78	0,0000
zasah	4632,77	2	2316,38	7,61	0,0026
Error	7607,04	25	304,28		
CAS	282,88	6	47,15	8,41	0,0000
CAS*zasah	130,53	12	10,88	1,94	0,0338
Error	840,91	150	5,61		

4.2.3 Experiment v klimaboxu

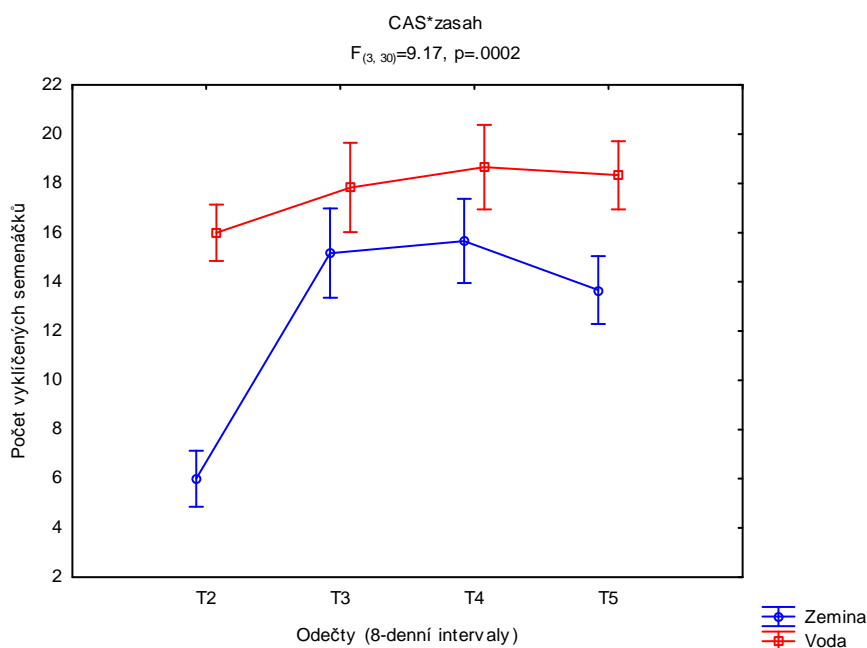
Semena *S. villosum* začala klíčit už po 8 dnech a další vyklíčená semena přibývala postupně až do 29. dne. Při posledním odečtu se projevil pokles odečtených rostlinek, vyvolaný zřejmě postupným úhynem některých rostlin (graf 4).

Rozdíly mezi zásahy (zeminou a vodou) byly statisticky průkazně odlišné a rozdíly v počtu semenáčků v závislosti zásahu na čase se též lišily na hladině významnosti $p < 0,0002$ (tab. 8).

Semena mohou vyklíčit také na vodní hladině. Větší počet semen vyklíčilo na miskách, kde byla pouze voda (průměrně 63 % \pm 10,4) zatímco menší počet semen vyklíčil na miskách, v nichž byla zemina (průměrně 54 % \pm 15,8) (příloha tab. 16).

Tab. 8: Testování počtu vyklíčených semen rozchodníku huňatého (*Sedum villosum*) v miskách se zeminou a s vodou (zásah) v závislosti na čase (CAS).

Effect	Analýza variance pro opakovaná měření				
	SS	df	MS	F	p
Intercept	11041,33	1	11041,33	243,16	0,0000
zasah	310,08	1	310,08	6,83	0,0259
Error	454,08	10	45,41		
CAS	286,00	3	95,33	25,33	0,0000
CAS*zasah	103,58	3	34,53	9,17	0,0002
Error	112,92	30	3,76		



Graf 4: Počet vyklíčených semen rozchodníku huňatého (*Sedum villosum*) v Petriho miskách s vodou a zeminou v klimaboxu odečítaný během 8-denních intervalů od vysetí. Vertikální úsečky značí střední chybu průměru.

4.2.4 Revitalizace populace *Sedum villosum* na lokalitě Knížecí Pláně

Populace se nachází na pramenných vývěrech v rašeliništi při poválkovém chodníku v porostech rašeliníku a ostríc (sv. *Caricion fuscae*) na velmi malé ploše (cca 2 x 5 m) lučního prameniště.

Při posledním monitoringu populace na Knížecích Pláních v červnu roku 2018 jsem provedla detailní monitoring každé plošky a zaznamenala přesný počet sterilních a kvetoucích rostlin *S. villosum* (tab. 9 a 10). V některých případech došlo ke zjištění, že jsem na některých ploškách našla větší počet rostlin, než jsem zasadila, což bylo zapříčiněno rozpadem a snadným zakořeněním lodyžek *S. villosum*. Pohozený mulč ze strženého drnu se jevil jako velice úspěšný, protože jsem na něm objevila nejvíce vyklíčených rostlin, ale nemohu s jistotou říci, kolik semen a lodyžek tam bylo na začátku. Jako úspěšná se jeví též i výsadba semen. A co se týče počtu kvetoucích rostlin, tak ten převažuje v případě výsadby lodyžek (tab. 10).

Tab. 9: Podrobný monitoring šesti plošek na Knížecích Pláních z hlediska pokryvnosti bylinného a mechového patra a dalších druhů vyskytujících se na daných ploškách kromě rozchodníku huňatého (*Sedum villosum*) (červen 2018).

Plocha	Pokryvnost mechorostů (%)	Pokryvnost cév. rostlin (%)	Další druhy	Poznámka (voda stojí/nestojí)
1	1	10	<i>Myosotis palustris</i> , <i>Equisetum fluviatile</i> <i>Carex canescens</i>	Stojí 5 cm vody
2	45	60	<i>Holcus mollis</i> , <i>Carex nigra</i> , <i>Equisetum fluviatile</i>	Místy stojí 2 cm vody
3	10	40	<i>Lychnis flos-cuculi</i> , <i>Carex nigra</i> , <i>Equisetum fluviatile</i>	Místy stojí 2-3 cm vody
4	25	55	<i>Caltha palustris</i> , <i>Juncus filiformis</i> , <i>Carex nigra</i> , <i>Equisetum fluviatile</i>	Pruh stojící vody (3 cm)
5 A,B	2	75	<i>Carex canescens</i> , <i>Equisetum fluviatile</i> <i>Juncus effusus</i> , <i>Juncus articulatus</i>	Místy stojící voda 1 cm
5 F (2x stržená plocha)	1	5	<i>Scirpus sylvaticus</i> , <i>Juncus articulatus</i> , <i>Equisetum fluviatile</i>	Vlhká půda bez stojící vody
6	1	30	<i>Equisetum fluviatile</i> <i>Carex nigra</i>	Vlhký nezaplavený sediment

Tab. 10: Zhodnocení počtu sterilních a kvetoucích rostlin rozchodníku huňatého (*Sedum villosum*) v různém typu zásahu na Knížecích Pláních v červnu 2018.

Typ zásahu (2017)	Plocha/Dílčí plocha	Počet vysazených lodyžek (2017)	Sterilní (2018)	Kvetoucí (2018)
Výsadba lodyžek	1/C	10	9	1
	3/D	10	17	4
	3/E	10	21	0
	6/G	10	10	0
	6/H	10	11	0
	6/CH	10	10	1
Mulč	2		38	1
Mulč	4		78	0
Výsev semen	5/A	10	43	2
Výsadba lodyžek	5/B	10	6	0
Výsadba na čerstvě stržený drn	5/F	10	17	3

5. Diskuse

5.1 Vliv stínění na klíčení rostlin

Z literatury je známo, že *S. villosum* je konkurenčně slabá rostlina, která nesnáší zastínění okolní vyšší vegetací (Grulich in Hejný et Slavík 2003, Chán 1999). V případě, že jsou rostliny zastíněny, mají k dispozici nižší celkové množství fotosynteticky aktivního záření (FAR), čímž dochází ke snížení rychlosti fotosyntézy, dále se mění i spektrální složení světla. U zastíněných rostlin dochází k významnému prodlužování stonků a řapíků (Skálová 2004, Ballaré et Scopel 1994).

Kotowski et van Diggelen (2004) uvádějí, že zastínění může zabraňovat výskytu kompetičně méně zdatných druhů na vysoce produktivních stanovištích. Na eutrofizovaných loukách dominují vytrvalé, vysoké, rychle rostoucí druhy (např. trávy a vysoké ostřice), proto je světlo limitujícím faktorem. Klíčení semen a růst semenáčků jsou tedy během sezóny velmi omezené.

Na loukách, které nejsou obhospodařované kosením, nemohou tedy slabí kompetitoři jako jsou malé a krátkověké rostliny, konkurovat rostlinám, které je zastíňují. Rovnocenný vliv jako biomasa má na cévnaté rostliny také rostlinný opad (Peintinger et Bergamini 2006). Pokud na rašelinných a jim podobných loukách nedochází ke kosení nebo pastvě, čímž by docházelo k pravidelnému odsunu velkého množství živé hmoty, zůstává biomasa na místě a začíná se hromadit ve formě opadu neboli stařiny. Tím se mění druhové složení společenstev i jejich další vlastnosti (Peintinger et Bergamini 2006). Tato nahromaděná stařina postupně brání přístupu světla k povrchu půdy (Diemer et al. 2001). K potvrzení nepříznivého vlivu nahromaděné stařiny je možné uvést například výsledky práce Billeter et al. (2003) nebo Jensen et Meyer (2001), kteří při svém výzkumu prokázali výrazný pozitivní vliv kosení a odstraňování rostlinného opadu na množství semenáčků drobné mokřadní rostliny *Viola palustris*.

Průšová (2008) prováděla v rámci své práce venkovní pokus, kde stínila *S. villosum* stínící textilií. Zjistila, že největší počet vyklíčených rostlin byl ve variantě se 70 % zastíněním, což se liší od mých výsledků, kde největší počet vyklíčených rostlin byl v nádobách bez zastínění. Příčinou odlišných výsledků mohla být

kombinace stínění síťovinou a vlhkostí substrátu. Síťovina pokrývala celou nádobu, takže částečně mohla omezovat přesychání svrchní vrstvy substrátu.

Průšová (2008) dále porovnávala morfologické charakteristiky semenáčků. Délka lodyh ani internodií se při různém typu zastínění statisticky nelišily, větvení prvního a druhého řádu, počet větviček a délka listu byly signifikantně nižší v nejvíce zastíněných nádobách. Naopak, v mém experimentu, kde *S. villosum* klíčilo a rostlo v nádobách bez zastínění nebo při nízké a vysoké hustotě ostřic, jsem zjistila, že semenáčky bez zástinu a konkurence ostřic byly vyšší a více se větvaly než rostliny v nádobách s ostřicemi.

Průšová (2008) dále testovala klíčení semen v klimaboxu, kde použila zastíněné a nezastíněné květináče (zastíněné pomocí textilie jako v pokusu s nádobami). Bohužel její pokus musel být po 6 týdnech ukončen, z důvodu odumírání mnoha rostlin po napadení muškami smutnicemi a také z důvodu tvorby plísně. Vypozorovala však, že nejrychleji odumíraly rostliny zastíněné, což mohlo být způsobeno i tím, že použité zastínění bylo pro tyto rostliny kritické, a proto docházelo k úhynu. Při testování počtu vyklíčených rostlin, které přežily, zjistila, že větší počet vyklíčených rostlin byl v zastíněných květináčích oproti těm nezastíněným. Tento výsledek nastal nejspíše z toho důvodu, že květináče zakryté síťovinou, měly omezený pohyb, tudíž pod nimi mohlo být vlhčeji a tepleji. Zatímco v mém pokusu v klimaboxu, kde jsem testovala vliv substrátu na klíčení rostlin jsem došla k závěrům, že semena mohou vyklíčit také na vodní hladině. Dokonce větší počet semen vyklíčil na miskách, kde byla pouze voda, než na miskách se zeminou.

Jersáková et Kučerová (2016) také sledovaly klíčení semen *S. villosum* v nádobách bez zástinu a v nádobách s nízkou a vysokou hustotou ostřic. Nicméně při analýze dopadajícího záření na povrch půdy v nádobách zjistily, že nádoby s nízkou hustotou ostřic měly stejné množství pronikajícího záření jako nádoby s vysokou biomasou ostřic. Nepodařilo se jim tedy nasimulovat nízkou a vysokou hustotu zástinu. Počet vyklíčených semenáčků byl nejnižší v nízké hustotě ostřic. V nádobách bez stínění a ve vysoké hustotě ostřic byl počet semenáčků o třetinu vyšší než v nízké hustotě ostřic. V tomto klíčovém bodě se lišil jejich experiment od toho mého. Já jsem se již od počátku soustředila na to, aby byl na první pohled zřetelný rozdíl mezi nízkou a vysokou hustotou ostřic.

Počet vyklíčených semenáčků byl mém experimentu nejvyšší v nezastíněných nádobách, čímž se potvrdila hypotéza, že klíčení *Sedum villosum* je negativně ovlivňováno zástínem (graf 3).

5.2 Vliv substrátu na klíčení *S. villosum*

Sedum villosum se běžně vyskytuje na lokalitách, kde bývá bohatě vyvinuto mechové patro. Proto jsem v rámci mé diplomové práce testovala vliv různých skupin mechorostů (varianty pouze zemina, hnědé mechorosty, rašeliníky) na klíčení *S. villosum*. Z výsledků mého pokusu bylo patrné, že rašeliníky negativně ovlivňují klíčení *S. villosum* a na lokalitách, kde se vyskytuje jako dominantní rostlina rašeliník, má *S. villosum* jen velmi omezenou možnost klíčení. Pro klíčení se tedy jako ideální jeví čerstvě obnažený substrát bez konkurence mechorostů. Tomu odpovídá i výskyt *S. villosum* především na prameništích nebo nevápnitých mechových slatiništích bez výrazné dominance rašeliníku (Jersáková et Kučerová 2016). Rašeliníky snižují množství dostupných živin, okyselují okolní prostředí a v optimálních podmínkách rychle rostou (Ellenberg 1996, Bufková et Stíbal 2012). Tyto vlastnosti rašeliníků mohou negativně ovlivňovat klíčení *S. villosum*, podobně jako i dalších cévnatých rostlin nebo některých druhů konkurenčně slabých mechorostů (Štechová et al. 2014).

5.3 Klíčení *S. villosum* ve vodě

Ve své diplomové práci jsem prováděla experiment, kde jsem pozorovala klíčení rostlin v miskách s vodou či zeminou a dospěla jsem k závěrům, že větší počet vyklíčených rostlin byl na miskách s vodou.

Klíčení ve vodě nebylo dosud pro tento druh v žádné literatuře popsáno. Schopnost klíčení semen ve vodě může přispívat k šíření mladých semenáčků podél pramenných stružek (hydrochorie). Podobně jako *S. villosum* se mohou šířit i některé další konkurenčně slabé mokřadní druhy s drobnými semeny jako např: *Lindernia procumbens*, *Bidens spp.*) nebo některé vodní rostliny (z drobných druhů např. *Elatine spp.*, *Callitriche spp.*, *Tillaea aquatica*) (T. Morinaga 1926).

5.4 Management lokalit s výskytem *S. villosum*

Dle výsledků z experimentů, které jsem provedla v rámci diplomové práce, mohu konstatovat, že *S. villosum* je rostlina, která je světlomilná a konkurenčně slabá. To potvrzují výsledky pokusů jak v případě zastínění nízkou a vysokou hustotou ostřic, tak při klíčení v porostu hnědých mechorostů, kdy počet vyklíčených semen byl nižší než v případě semen vyklíčených pouze na zemině, čili bez stínění a konkurence jakékoliv další rostliny. Klíčení *S. villosum* v porostu rašeliníku vyšlo však úplně nejhůře, nevyklíčila v něm ani jedna rostlina. Z těchto poznatků vyplývá, že *S. villosum* dlouhodobě nepřežívá na lokalitách s velkým zápojem ostřic a s dominujícími rašeliníky. Potřebuje ke klíčení nezastíněné, mírně narušované plochy, které budou pravidelně narušovány například při kosení, dobyt看em, volně žijící zvěří anebo má lokalita charakter pramenišť s přirozenou disturbancí tekoucí vody.

K podobným závěrům došla také Průšová (2008). *S. villosum* se vyskytuje především na prameništích a mokřadních loukách, a proto navržený režim obhospodařování stanoviště vychází z managementu mokřadních luk (kosení, pastva, prořezávky a kácení dřevin, vytváření a obnova drobných vodních ploch, vytváření a obnova mělkých odtokových stružek, strhávání a narušování drnu a revitalizace upravených vodních toků). Podobný management navrhovala ve své rešerši také Paroubková (2015).

V současné době probíhá na některých lokalitách na Českomoravské vrchovině, kde se dříve vyskytoval druh *S. villosum*, management na ochranu vzácných druhů mechorostů (Jersáková et Kučerová 2016). Tento management je podobný tomu, který vyžaduje i druh *S. villosum*: zajistit pravidelné kosení a důsledné vyhrabávání pokosené biomasy, likvidace náletových dřevin, narušování povrchu pomocí strhávání drnu a tvorba mělkých stružek a kanálků (Štechová et al. 2014). Pravidelný management v současné době vyžadují lokality Knížecí Pláně a NPR Stročov.

Podobný management vyžaduje také například kriticky ohrožený hlízovec Loeselův (*Liparis loeselii*), který roste na slatinách, slatinných loukách, v pánevních rašeliníštích, na prameništích a vlhkých písčích s neutrální nebo slabě zásaditou reakcí. Je to světlomilná nebo jen mírný zástin snášející bylina s nízkou konkurenční schopností. Osídluje zpravidla místa s řídkým bylinným patrem, bohaté mechové

patro jí ale nevadí. Většina původních lokalit zanikla odvodňováním mokřadů, některá současná naleziště však naopak byla podmíněna lidskou činností. Nejbohatší české naleziště u Jestřebí vzniklo vytěžením rašeliniště. Hlízovec zde roste na jednotlivých bultech nízkých ostřic v řídkých, zatopených rákosinách nebo osídluje obnažený vlhký písek, případně slatinu s roztroušenými bulty nízkých ostřic. Na slatinných loukách často doprovází zarůstající odvodňovací kanály, na jejichž bočních stěnách je nižší konkurence ostatních bylin¹. Další druh s podobnými nároky je například zbrojovka hladkosemenná (*Montia fontana*), která roste v chladnějších a vlhčích územích. V Evropě obývá převážně horská, nevápnitá prameniště, potoční stružky v jejich blízkosti a luční příkopy. V ČR i na Slovensku patří mezi kriticky ohrožené druhy (C1)².

S. villosum může dlouhodobě přežívat bez řízeného managementu jen v podmínkách, kdy se vyskytuje ve vyšší nadmořské výšce, kde růst konkurenčních rostlin omezuje krátká vegetační sezóna nebo na otevřených, nezarůstajících prameništích, kde se jeho populace udržují samovolně (NPR Boží Dar, Kostelní vrch).

5.5 Opatření na posílení populace *S. villosum*

Doposud nedošlo v Čechách (Jersáková et Kučerová 2016) ani v zahraničí (Barth et al. 1997, 2014) k žádné úspěšné (re)introdukcí. Vysazené rostliny byly často přítomné v následujícím roce, ale v dalších letech už nebyly nalezeny, což bylo zapříčiněné zřejmě nežádoucí sukcesí okolní vegetace, či vysazením rostlin do příliš zvodnělých míst.

Posilování populace na Knížecích Pláních se jeví jako užitečné pro obnovu a navýšení počtu *S. villosum* na místě přirozeného výskytu. Pokoušela jsem se zde o vytvoření přijatelnějších podmínek na základě stržení drnu, čímž došlo mimo jiné i k odstranění i vyšší vegetaci, která bránila v přístupu světla a v případě rašelínku i omezení živin pro *S. villosum*. Osvědčilo se mi vysazení lodyžek odlomených z původních rostlin, vysetí semínek a také stržený mulč, který jsem dala na strženou plošku a na které se později objevilo velké množství malých rostlinek *S. villosum*.

V minulosti velmi bohatá populace v NPP Stročov v posledních letech poklesla z tisíce rostlin (2005) na cca 450 sterilních rostlin (2015) v důsledku zapojení vegetace kolem mělké luční stružky a nedostatečného sycení vodou z

rybníka v suchých letech (Jersáková et Kučerová 2016). V roce 2015 byly započaty asanační zásahy (kosení a strhávání drnu) a proběhla výsadba autochtonního materiálu napěstovaného *ex-situ*. Vysazené trsy a boční lodyžky se uchytily a bohatě vykvetly v roce 2016 (Jersáková et Kučerová 2016).

5.6 Budoucnost rozchodníku v ČR

Za posledních 100 let poklesl počet populací *S. villosum* z více jak 300 na 4 v roce 2016 (Jersáková et Kučerová 2016). Kromě jedné stabilní populace (NPR Boží Dar) jsou zbylé 3 málo početné a 2 silně závislé na pravidelném managementu (Knížecí Pláně a NPP Stročov). Jejich dlouhodobá existence je tedy silně závislá na možnostech ochrany přírody zajistit pravidelný management. Početnost populací může negativně ovlivňovat i rostoucí teplota a malé množství srážek během vegetační sezóny v posledních letech.

Do budoucna by bylo ideální vypracovat pro rozchodník huňatý (*S. villosum*) záchranný program a pomocí něj zajistit repatriaci na historické lokality.

6. Závěr

Cílem této práce bylo studium ekologických nároků kriticky ohroženého druhu rozchodníku huňatého (*Sedum villosum*) pomocí několika kultivačních experimentů *ex-situ* a monitoring asanačních zásahů *in-situ*.

Ve venkovním experimentu testujícím vliv zástinu a konkurence ostřic na klíčení a kvetení *Sedum villosum* jsem zjistila, že v hustém porostu ostřic *S. villosum* klíčilo minimálně, naopak klíčivost byla vysoká v zemině bez konkurence ostřic, podobně i kvetení bylo negativně ovlivněno silným zástinem ostřic.

Ve venkovním experimentu testujícím schopnost *Sedum villosum* klíčit v porostu rašeliníku a hnědých mechorostů jsem zjistila, že *S. villosum* vůbec neklíčilo v porostu rašeliníků, omezeně v přítomnosti hnědých mechů, a naopak dobře klíčilo v zemině bez přítomnosti mechorostů.

V pokusu v klimaboxu jsem zjistila, že klíčivost semen sklizených v záchranné kultivaci v BÚ v Třeboni v r. 2017 a použitých ve venkovních experimentech po vysetí na zeminu byla 54%.

Ověřila jsem, že semena *S. villosum* jsou schopna klíčit i přímo ve vodě, kde byla klíčivost dokonce vyšší (63 %), než na vlhké zemině.

Výsadba a následný monitoring klíčení, růstu a přežívání *S. villosum* na asanované lokalitě Knížecí Pláně (Šumava) ukázaly, že je možné posilování *S. villosum* z autochtonního materiálu na předem připravené plochy se strženým drnem. Většina vysazených rostlin přežila do následující sezóny a rovněž z vysetých semen přežily semenáčky do následující sezóny. Vhodným zásahem pro posílení populace bylo i použití mulče z pokoseného porostu v místě výskytu původní populace.

7. Literatura

7.1 Knihy a vědecké články

AOPK ČR (2014): *Koncepce záchranných programů a programů péče zvláště chráněných druhů živočichů a rostlin v České republice*. AOPK ČR, Praha.

BALLARÉ, C. L. et SCOPEL, A. L. (1994): *Plant photomorphogenesis and canopy growth*, pp. 89–102. In: TIBBITTS, T. W. (eds): *International lighting in controlled environments workshop*, NASA CP 95–3309.

BARTH U., A. FRISCH, T. GREGOR, E. SCHÄFER (1997): *Zum Vorkommen der Drüsigen Fetthenne (*Sedum villosum* L.) in Hessen und der bayerischen Rhön*. *Berichte der Bayerischen Botanischen Gesellschaft*, 66/67, 55–68.

BARTH U., GREGOR T., HODVINA S. (2014): *Die Sumpf-Fetthenne (*Sedum villosum*) in Hessen. Aktuelle Vorkommen und Nachträge*. *Botanik und Naturschutz in Hessen* 27, Frankfurt am Main, 55–65.

BILLETER R., HOOFTMAN D. & DIEMER M. (2003): *Differential and reversible responses of common fen meadow species to abandonment*. *Appl. Vegetation Science*, 6: 3–12.

BUFKOVÁ I. & STÍBAL F. (2012): *Revitalizace odvodněných rašelinišť na území NP Šumava*. In: Jongepierová I., Pešout P., Jongepier J. W. & Prach K. (eds.), *Ekologická obnova v České republice*. AOPK ČR, Praha, 80–82.

CRIPPS C., EDDINGTON L. (2005): *Distribution of Mycorrhizal Types among Alpine Vascular Plant Families on the Beartooth Plateau*. *Rocky Mountains, Arctic, Antarctic, and Alpine Research*, 37, 177–188, University of Colorado.

ČEPA L. (2009): *Skutečný původ nálezu *Sedum villosum* L. v NPR Bukačka v Orlických horách*. *Východočeský botanický zpravodaj*, 9, 12–13.

ČEŘOVSKÝ J., FERÁKOVÁ V., HOLUB J., MAGLOCKÝ Š. ET PROCHÁZKA F. (1999): *Červená kniha ohrožených a vzácných druhů rostlin a živočichů ČR a SR*. díl 5. Příroda, Bratislava.

DIEMER M., OETIKER K. & BILLETER R. (2001): *Abandonment alters community composition and canopy structure of Swiss calcareous fens*. *Appl. Vegetation Science*, 4: 237–246.

EKRT L. & PŮBAL D., KŘENOVÁ Z. (2008): *Novinky v květeně cévnatých rostlin české Šumavy a přiléhajícího Předšumaví*. I. *Silva Gabreta*, 14: 19-38.

ELKINGTON T., DAYTON N., JACKSON D. L., STRACHAN I. M. (2001): *National Vegetation Classification: Field Guide to Mires and Heaths*. Classic Printers, Joint Nature Conservation Committee, Peterborough.

ELLENBERG (1996): *Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen*. 5. Aufl. Ulmer, Stuttgart.

GRULICH, V. (1984): *Generic division of Sedoideae in Europe and the adjacent regions*. *Preslia* roč. 56, Praha, 29-45.

GRULICH V. (1990): *Oreosedum villosum (L.) Grulich v Československu včera, dnes a zítra?* *Nature*, 5, 23-42.

GRULICH, V. et CHYTRÝ M. (1993): *Botanische Untersuchungen im Nationalpark Podyjí (Thayatal) und im grenznahen Osterreich*. *Verhalten Zoologie, Botanik, Ges Osterreich.*, Sien, 130: 1-31.

GRULICH V. (2003): *Sedum*. In HEJNÝ, S. et SLAVÍK, B. (eds.): *Květena České republiky 3*, Academia, Praha, 388–392 pp.

GRULICH V. (2012): *Red List of Vascular Plants of the Czech Republic: 3rd edition*. *Preslia*, 84: 631–645.

- HARLEY J. L., HARLEY E. L. (1987): *A check-list of mycorrhiza in the British flora*. *New Phytologist*, 105, 1-102.
- HEMPEL W. (1975): *Der Natursch. Landschaftsforsch.* Berlin, 15: 33-45.
- HULTÉN E., FRIES M. (1986): *Atlas of north European vascular plants north of the Tropic of Cancer*. 3 vols. Koeltz Scientific Books, Königstein.
- HUSÁK Š. et ADAMEC L. (1998): *Záchranné kultivace ohrožených druhů vodních a mokřadních rostlin v Botanickém ústavu AV ČR v Třeboni*. *Příroda*, Praha, 12: 7-26.
- HUSÁK Š., ADAMEC L. (1999): *Kultivace vodních a mokřadních rostlin v Botanickém ústavu AV ČR v Třeboni*. *Živa*, 47: 117-118.
- CHÁN V. (eds.), (1999): *Komentovaný Červený seznam květeny jižní části Čech [Annotated Red List of the South Bohemian Flora]*. *Příroda*, 16: 1–284 (in Czech).
- JENSEN K. & MEYER C. (2001): *Effects of light competition and litter on the performance of Viola palustris and on species composition and diversity of an abandoned fen meadow*. *Plant Ecology*, 155: 169–181.
- JERSÁKOVÁ J. a KUČEROVÁ A. (2016): *Analýza aktuálního ohrožení druhu rozchodník huňatý (Sedum villosum L.) v České republice a příprava podkladů pro případný záchranný program*. *Archiv AOPK ČR*, Praha.
- KIRSCHNEROVÁ L. (1995): *Příspěvek k poznání flóry okolí Srní s poznámkami k výskytu Epilobium nutans a Sedum villosum [Contribution to the flora from the region around the village of Srní with comments to distribution of Epilobium nutans and Sedum villosum]*. *Erica*, 4: 61–71 (in Czech).
- KOTOWSKI W. & van DIGGELEN R. (2004): *Light as an environmental filter in fen vegetation*. *J. Vegetation Science*. 15: 583.

LE BAIL J. (2008): *Plan de conservation directeur en faveur de l'orpin velu (Sedum villosum L.) en région des Pays de la Loire*. Conservatoire Botanique National de Brest, Krajský úřad Pays de la Loire, Pays de la Loire.

MEUSEL H., JAGER E. & WEINERT E. (1965): *Vergleichende Chorologie der zentraleuropäischen Flora*. VEB Gustav Fischer Verlag, Jena.

MORINAGA T. (1926): *Germination of Seeds Under Water*. American Journal of Botany, vol. 13, no. 2, pp. 126-140.

MÜNZBERGOVÁ Z., ČERNÁ L., GABRIELOVÁ J. (eds.) (2011): *Priority druhové ochrany cévnatých rostlin*. AOPK ČR, Příroda, 31, Praha.

PAROUBKOVÁ Z. (2015): *Vypracování podkladů pro záchranný program kriticky ohroženého druhu rozchodníku huňatého*. České Budějovice, 2015. Bakalářská práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Přírodovědecká fakulta. Vedoucí práce Doc. RNDr. Jana Jersáková, PhD.

PEINTINGER M. & BERGAMINI A. (2006): *Community structure and diversity of bryophytes and vascular plants in abandoned fen meadows*. Plant Ecology, 185: 1–17.

PRESTON C., PEARMAN D., DINES T. (2002): *New Atlas of the British and Irish Flora*. Oxford University Press, Oxford.

PROCHÁZKA F. (1980): *Současné změny východočeské flóry a poznámky k rozšíření chráněných druhů rostlin*. Krajské muzeum, Hradec Králové. 134 p.

PRŮŠA, D. et al. (2005): *Chráněné rostliny České a Slovenské republiky*. Computer Press, Brno, p. 328.

PRŮŠOVÁ M. (2008): *Ekologické nároky kriticky ohroženého druhu Sedum villosum*. Jihočeská univerzita, České Budějovice, bakalářská práce.

RODWELL J. S. (eds) (1992): *British Plant Communities*. Volume 3. Grasslands and Montane Communities, Cambridge University Press, Cambridge.

ROSKOV Y., ABUCAY L., ORRELL T., NICOLSON D., BAILLY N., KIRK P., BOURGOIN T., De WALT R. E., DECOCK W., De WEVER A., NIEUKERKEN E. van, (eds). (2017): *Species 2000 & ITIS Catalogue of Life, 23rd December 2016*. Digital resource at www.catalogueoflife.org/col. Species 2000: Naturalis, Leiden, the Netherlands.

SKÁLOVÁ, H. (2004): *Jak rostliny reagují na změny světelných podmínek ve svém okolí*. *Živa*, 6, pp. 251–253.

ŠTECHOVÁ T., HOLÁ E., EKRTOVÁ E., MANUKJANOVÁ A., KUČERA T. (2014): *Monitoring ohrožených rašeliništních mechorostů a péče o jejich lokality*. Metodika AOPK ČR, Praha.

TIBCO Software Inc. (2017). Statistica (data analysis software system), version 13. <http://statistica.io>.

7.2 Internetové zdroje

- 1) <http://www.biomonitoring.cz/druhy.php?druhID=64>
- 2) <https://botany.cz/cs/montia-fontana/>
- 3) IUCN, *International Union for Conservation of Nature* [online]. [cit. 2019-01-22]. Dostupné z: <https://www.iucn.org/>
- 4) *Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky* [online]. [cit. 2019-01-22]. Dostupné z: <http://www.ochranaprirody.cz/>
- 5) <http://www.crassulaceae.ch>
- 6) http://drusop.nature.cz/ost/chrobjekty/zchru/index.php?SHOW_ONE=1&ID=128

8. Přílohy



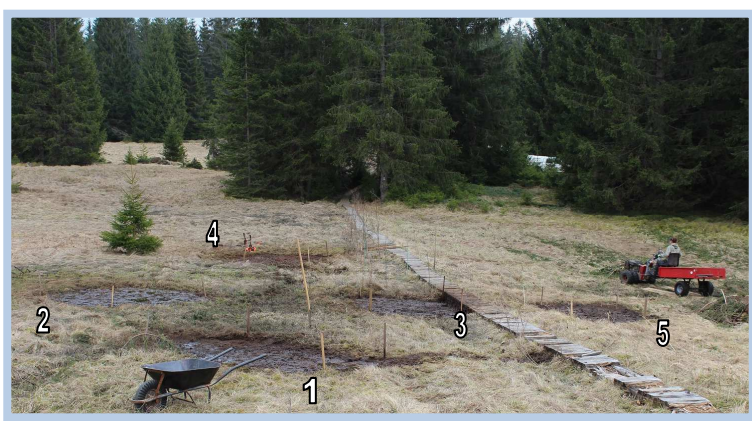
Obr. 12: Knížecí pláně – říjen 2016 (Foto: R. Roučková)



Obr. 13: Vytýčení plošek – Duben 2017 (Foto: R. Roučková)



Obr. 14-17: Odstranění rašelínku a biomasy na 5 ploškách - duben 2017 (Foto: R. Roučková)



Obr. 18: Vytyčení a očíslování plošek – duben 2017 (Foto: R. Roučková)



Obr. 19-23: Vytyčení plošek – duben 2017 (Foto: R. Roučková)



Obr. 24-28: Kontrola vytyčených plošek - červen 2017 (Foto: R. Roučková)



Obr. 29: Ukázka kvetoucích rostlin - červenec 2015 (Foto: R. Roučková)



Obr. 30: Sebrání všech rostlin rozchodníku z plošky výskytu. Na plošce následně stržen rašelinič a část rašelinné vrstvy – materiál použit jako mulč na plochu č. 4 - září 2017 (Foto: R. Roučková)



Obr. 31: ukázka stržené plošky č. 6 - září 2017 (Foto: R. Roučková)



Obr. 32 a 33: Zasazení sebraných rostlinek rozchodníku do zjara obnažených obdélníků – září 2017 (Foto: R. Roučková)



Obr. 34: Zasazení sebraných rostlinek rozchodníku do zjara obnažených obdélníků – září 2017 (Foto: R. Roučková)



Obr. 35 a 36: Klíčící rozhodníky ve stržených ploškách - listopad 2017 (Foto: R. Roučková)



Obr. 37 a 38: Pohled na stržené plošky - duben 2018 (Foto: R. Roučková)



Obr. 39: Pohled na klíčící rozhodníky na stržené plošce – duben 2018 (Foto: R. Roučková)



Obr. 40 a 41: ukázka kvetoucích a sterilních rozhodníků – červen 2018 (Foto: R. Roučková)



Obr. 42 a 43: Seč - červenec 2018 (Foto: R. Roučková)



Obr. 44 a 45: Odstranění rašeliníku a biomasy na dalších 3 ploškách – září 2019
(Foto: R. Roučková)



Obr. 46: Momentální stav na Knížecích Pláních – září 2019 (Foto: R. Roučková)

Náklady – Knížecí Pláně:

- 2017 – Odstranění mechového patra (jaro) + ruční seč (léto) – 10.935 Kč
- 2018 – Seč (350 m²) + odstranění mechového patra – 8.065,5 Kč

Přídavné tabulky ke statistice

1) Vliv substrátu na klíčení semen

Tab. 11: Počet vyklíčených semenáčků v květináčích s různým typem zásahu během 8 odečtů.

Květináč	Zásah	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
1	zemina	0	11	11	13	13	14	15	12
2	zemina	1	5	5	5	6	8	11	8
3	zemina	0	7	6	9	9	10	11	9
4	zemina	0	5	6	6	6	7	8	8
5	zemina	1	11	12	14	14	14	14	11
6	zemina	1	16	18	18	19	19	19	16
7	zemina	2	7	8	6	8	9	10	9
8	zemina	3	13	13	13	14	15	16	16
9	zemina	2	5	7	8	8	14	16	15
10	zemina	0	13	15	15	16	16	16	15
11	mech	0	0	1	0	1	0	0	0
12	mech	0	0	0	3	3	3	4	3
13	mech	0	0	0	1	1	2	2	1
14	mech	0	3	4	4	4	5	4	4
15	mech	0	0	0	1	1	1	1	1
16	mech	0	2	3	3	3	4	4	4
17	mech	0	0	1	1	1	3	3	3
18	mech	0	5	5	6	6	6	6	6
19	mech	0	4	4	3	4	3	3	3
20	mech	0	2	3	3	3	2	2	2

Tab. 12.: Procento vyklíčených semenáčků v květináčích s různým typem zásahu za sledované dny (rok 2017). Max – procento vyklíčených semenáčků vypočtené z celkového počtu semen pěstovaných v daném typu zásahu (průměr ± směrodatná odchylka).

		28.8.	6.9.	14.9.	21.9.	27.9.	5.10.	16.10.	30.10.	Max
Počet dnů od výsevu		35	44	52	59	65	73	84	98	
Typ zásahu	zemina	5	47	51	54	57	63	68	60	68 ± 16,31
	hnědé mechy	0	8	11	13	14	15	15	14	17 ± 7,76
	rašeliníky	0	0	0	0	0	0	0	0	0 ± 0

2) venkovní experiment

Tab. 13: Počet vyklíčených semenáčků v nádobách s různým typem zásahu během 8 odečtů (Z = zemina, NH = nízká hustota ostřic, VH = vysoká hustota ostřic).

	Vana	Nádoba	Zásah	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	Max. počet vyklíčených semenáčků
1	1	1	Z	17	19	20	21	21	22	21	22
2	1	2	Z	15	17	17	20	20	19	18	20
3	1	3	Z	15	17	17	17	17	17	17	17
4	2	4	Z	19	20	20	20	21	21	25	25
5	2	5	Z	11	15	16	17	17	17	20	20
6	2	6	Z	11	15	15	15	16	16	15	16
7	2	7	Z	16	23	23	23	23	23	23	23
8	3	8	Z	9	11	10	11	12	15	14	15
9	3	9	Z	13	22	23	26	26	26	23	26
10	3	10	Z	5	15	18	18	18	20	19	20
11	1	1	NH	20	20	23	23	23	23	22	23
12	1	2	NH	2	2	3	3	3	3	6	6
13	1	3	NH	10	11	11	15	12	12	11	15
14	1	4	NH	11	11	22	22	12	5	1	22
15	2	7	NH	1	1	5	2	6	6	4	6
16	3	8	NH	18	25	21	23	23	22	23	25
17	3	9	NH	22	24	25	25	26	28	30	30
18	3	10	NH	4	4	4	4	4	3	3	4
19	1	1	VH	3	3	3	3	7	5	3	7
20	1	2	VH	3	4	5	5	5	5	3	5
21	1	3	VH	1	1	3	3	3	3	3	3
22	2	4	VH	6	9	9	9	10	10	8	10
23	2	5	VH	7	12	15	15	14	15	16	16
24	2	6	VH	0	0	1	1	1	1	1	1
25	3	7	VH	0	0	0	0	1	1	1	1
26	3	8	VH	1	2	2	2	2	2	1	2
27	3	9	VH	22	20	20	20	20	21	21	22
28	3	10	VH	4	20	6	6	6	8	8	8

Tab. 14.: Procento vyklíčených semenáčků v nádobách s různým typem zásahu za sledované dny (rok 2017). Max – procento vyklíčených semenáčků vypočtené z celkového počtu semen pěstovaných v daném typu zásahu (průměr ± směrodatná odchylka).

		28.8.	6.9.	14.9.	21.9.	27.9.	5.10.	16.10.	30.10.	Max
	Počet dnů od výsevu	35	44	52	59	65	73	84	98	
Typ zásahu	zemina	1	66	87	90	94	96	98	98	68 ± 11,7
	malá hustota ostříc	0	44	49	57	59	55	51	50	55 ± 31,3
	velká hustota ostříc	0	24	36	32	32	35	36	33	25 ± 21,9

3) experiment v klimaboxu

Tab. 15: Počet vyklíčených semenáčků v Petriho miskách s různým typem zásahu během 8 odečtů.

	Zásah	Nádoby	T2	T3	T4	T5
1	zemina	1	3	9	10	9
2	zemina	2	4	11	11	10
3	zemina	3	4	15	16	20
4	zemina	4	6	18	19	14
5	zemina	5	11	23	23	15
6	zemina	6	8	15	15	14
7	voda	1	13	15	15	15
8	voda	2	17	24	24	22
9	voda	3	20	21	21	20
10	voda	4	14	15	16	16
11	voda	5	15	15	17	17
12	voda	6	17	17	19	20

Tab. 16.: Procento vyklíčených semenáčků v miskách s různým typem zásahu za sledované dny (rok 2017). Max – procento vyklíčených semenáčků vypočtené z celkového počtu semen pěstovaných v daném typu zásahu (průměr ± směrodatná odchylka).

		4.10.	12.10.	20.10.	26.10.	2.11.	Max
Počet dnů od výsevu		0	8	16	22	29	
Typ zásahu	zemina	0	20	51	52	46	54 ± 15,8
	voda	0	53	59	62	61	63 ± 10,4