

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra agrobiologie a rostlinné produkce



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

**Struktura populací a půdní zásoba semen bolševníku
velkolepého (*Heracleum mantegazzianum*) na vybraných
lokalitych Karlovarska**

Bakalářská práce

Ema Martečíková

Ekologické zemědělství (AGRIBE)

Ing. Josef Holec, Ph.D.

© 2022 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Struktura populací a půdní zásoba semen Bolševníku velkolepého (*Heracleum mantegazzianum*) na vybraných lokalitách Karlovarska" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 31.3.2023

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucímu bakalářské práce Ing. Josefu Holcovi za užitečné rady, inspiraci a skvělý přístup.

Dále Bc. Martinovi Klepalovi za pomoc při sledování jednotlivých stanovišť, v odběru vzorků a za cenné zkušenosti v oblasti regulace plevelů.

Struktura populací a půdní zásoba semen bolševníku velkolepého (*Heracleum mantegazzianum*) na vybraných lokalitách Karlovarska

Souhrn

Invazní rostliny se v posledních letech stávají velkou hrozbou pro naši krajinu, během krátké doby dokáží úplně změnit biodiverzitu zdejších ekosystémů. Jednou z nejagresivnějších invazních rostlin na našem území je bolševník velkolepý (*Heracleum mantegazzianum*), kterému se tato práce věnuje. Bolševník je vysoká monokarpická rostlina z čeledě miříkovitých (*Apiaceae*) pocházející z Asie z oblasti Kavkazu. Poprvé byl introdukován do České republiky v 19. století a poté se začal agresivně šířit po celém území ČR. Jeho nejhojnější výskyt je zaznamenán v západních Čechách, konkrétně na území Karlovarska, kde také probíhalo sledování struktur populací a půdní zásoby semen k této bakalářské práci. Z výsledku bylo patrné, že způsob regulace má velký vliv na půdní zásobu semena i na strukturu populace. Výsledky u nejvíce invadovaného stanoviště B byly následovné, struktura populace zde byla v průměru 189 nově vyklíčených rostlin, 14 rostlin ve vegetativní fázi a 10 rostlin v generativní fázi na m². U stanoviště A byly tyto výsledky v průměru 76 nově vyklíčených rostlin, 8 nekvetoucích a 4 kvetoucí na m². A u nejméně invadovaného stanoviště C byly tyto výsledky 5 nově vyklíčených rostlin, 2 nekvetoucí a 1 kvetoucí na m². Co se týkalo pokusu s půdní zásobou semen, tak i u tohoto parametru dosahovala nejvyšších hodnot stanoviště B a to s průměrným počtem 243 životaschopných semen v půdní zásobě na m², tato hodnota však v rámci populace korelovala na různých místech od hodnoty 103 semen/m² až do hodnot 382 semen/m². U stanoviště A se průměrná hodnota životaschopných semen pohybovala v rozmezí 0 - 80 semen/m². U stanoviště C byla půdní zásoba semen skoro vyčerpána, tudíž tyto hodnoty korelovaly v rozmezí 0 - 45 životaschopných semen/m².

Největší vliv na tyto dva sledované parametry měly podmínky stanoviště a způsob regulace, nejvíce devastující dopad měla regulace chemická, a proto stále zůstává tou nejefektivnější možností regulace.

Klíčová slova: *Heracleum mantegazzianum*, invazní rostliny, regulace, zásoba semen v půdě, struktura populací, Karlovarský kraj

Population structure and soil supply of giant hogweed seeds (*Heracleum mantegazzianum*) in selected locations in Karlovy Vary region

Summary

Invasive plants have become a major threat to our landscape in recent years, able to completely destroy the biodiversity of our ecosystems in a short period of time. One of the most aggressive invasive plants in our territory is the giant hogweed (*Heracleum mantegazzianum*), to which this work is devoted. *Heracleum mantegazzianum* is a tall monocarpic plant from the family *Apiaceae* native to Asia from the Caucasus region. It was first introduced into the Czech Republic in the 19th century and then began to spread aggressively throughout the Czech Republic. Its most abundant occurrence is recorded in western Bohemia, namely in the Karlovy Vary region, where there was also monitoring of population structures and soil reserves of seeds for this bachelor's thesis. The result showed that how the seeds are regulated has a big impact on the seed bank as well as on the structure of the population. The results for the most invaded habitat B were follow-up, with the population structure here averaging 189 newly germinated plants, 14 plants in the vegetative phase and 10 plants in the generative phase per m². For habitat A, these results averaged 76 newly sprouted plants, 8 non-flowering and 4 flowering per sqm. And for the least invaded C habitat, these results were 5 newly germinated plants, 2 non-flowering and 1 flowering per square metre. As far as the experiment with soil seed supply was concerned, it also had the highest values of habitat B for this parameter, with an average of 243 viable seeds in soil supply per m², but this value correlated at various points within the population from 103 seeds/m² to 382 seeds/m². For habitat A, the average value of viable seeds ranged from 0 to 80 seeds/m². At C, the soil supply of seeds was nearly depleted, so these correlated in the range of 0 -45 viable seeds/m². Chemical regulation has had the most devastating impact on these two parameters of concern, with habitat conditions and mode of regulation, and therefore still remains the most effective regulatory option.

Keywords: *Heracleum mantegazzianum*, invasive plants, regulation, seed bank, structure of the population, Karlovy Vary region

Obsah

1	Úvod	10
2	Cíl práce	11
3	Literární rešerše	12
3.1	Invazní rostliny.....	12
3.2	Rod <i>Heracleum</i>	13
3.2.1	Další příbuzné druhy z rodu <i>Heracleum</i>	13
3.3	Bolševník velkolepý (<i>Heracleum mantegazzianum</i>)	16
3.3.1	Historie a rozšíření bolševníku velkolepého	16
3.3.2	Faktory limitující výskyt bolševníku velkolepého.....	17
3.3.3	Biologický popis.....	18
3.3.4	Produkce semen a rozmnožování	18
3.3.5	Vliv bolševníku na ekosystém a biodiverzitu	20
3.3.6	Zdravotní rizika a účinky bolševníků na lidské tělo	20
3.4	Regulace bolševníku velkolepého	22
3.4.1	Biologická regulace.....	22
3.4.2	Genetická regulace.....	22
3.4.3	Mechanická regulace.....	23
3.4.4	Chemická regulace	23
4	Metodika.....	24
4.1	Charakteristika sledovaných území na Karlovarsku	24
4.1.1	Území A.....	25
4.1.2	Území B.....	26
4.1.3	Území C.....	28
4.1.4	Odběr vzorků a průběh jednotlivých pokusů.....	29
5	Výsledky.....	32
5.1	Struktura populací	32
5.2	Stanovení zásoby semen v půdě	33
6	Diskuze.....	35
7	Závěr	37
8	Literatura	38

1 Úvod

V období posledních let se problematika invazních rostlin stává velmi diskutovaným tématem. Invazní rostliny bývají na invadovaných stanovištích velmi agresivní, potlačují růst původních druhů, mají velký dopad na ekosystémy a biodiverzitu. Rozšiřování invazních či nepůvodních druhů je z velké části zapříčiněno lidskou činností, dále také tím, že v posledních desetiletích se výrazně zintenzivnily mezinárodní obchody a doprava, svůj podíl na šíření těchto druhů má také globální oteplování a nebo intenzifikace zemědělství, která způsobila úbytek lidí pracujících v krajině – méně se pase, kosí, vysekávají a vypalují náletové dřeviny atd. Náhlé snížení přesunu biomasy ze společenstev způsobilo rychlé a hlavně plošné navýšení obsahu dostupných živin, především dusíku, což umožnilo nepůvodním druhům náročným na živiny invadovat stále další a další stanoviště na našem území (Sádlo et al. 2008).

Z výše zmíněných důvodů je tedy čím dál tím více žádoucí zabývat se touto problematikou. V důsledku environmentální krize, kterou v dnešní době planeta prochází, je potřeba změnit doposud zaběhlé metody chemické a mechanické regulace. K tomu je ale potřeba naučit se porozumět problému invazních rostlin, jejich způsobů rozmnožování a šíření. Dále pak najít řešení, která jsou co nejvíce efektivní a mají co nejmenší dopad na biodiverzitu a přirozené ekosystémy.

2 Cíl práce

Bolševník velkolepý (*Heracleum mantegazzianum*) patří k nejškodlivějším druhům invazních rostlin v podmínkách ČR. Jeho výskyt je nejhojnější v západní části republiky, právě zde jsou také již delší dobu uplatňovány různé metody jeho regulace. Značnou komplikací pro jeho úspěšné potlačení je půdní zásoba semen, vzhledem k níž musejí být veškeré formy regulace uplatňovány opakovaně a lokality následně dlouhodobě monitorovány. Cílem práce je zjednodušeně popsat věkovou strukturu populací bolševníku (rostliny ve vegetativní fázi vs. v generativní fázi) a na základě nádobových pokusů stanovit půdní zásobu semen daného druhu na vybraných lokalitách Karlovarska.

3 Literární rešerše

3.1 Invazní rostliny

Nové druhy rostlin byly po staletí cíleně dováženy jako rostliny okrasné, neboť neustále se rozvíjející evropská zahradnictví neutišeně hladověla po stále krásnějších a extravagantnějších druzích. Z parků a zahrad unikaly v důsledku přirozeného šíření semen, pomocí větru či vodních toků k němuž často nechtěně přispívali lidé a jejich dopravní prostředky, dále také zvířata či opylovači (Jursík et al.2011). Kromě okrasných rostlin byly podobně dováženy i rostliny užitkové, léčivé a také rostliny, které se využívaly jako krmivo pro zvířata. Šíření těchto nepůvodních druhů však za nedlouho způsobilo obrovské ekonomické a environmentální problémy. Ekonomické odhady nákladů spojených s invazními druhy dosahují až 5 % světového HDP (Pimentel et al.2002).

V Evropě bylo doposud prokázáno 5 500 druhů nepůvodních druhů rostlin. Mezi 100 nejhorších invazních druhů bylo zařazeno celkem 100 druhů kvetoucích rostlin, včetně bolševníku velkolepého (Nentwig 2014). To, že je však druh nepůvodní neznamená, že se za určitou dobu stane druhem invazním. Dle Williamsona (1996) podle teorie Tens rule, neboli Pravidlo desetiny, asi 10 % introdukovaných druhů dosáhne stádia přechodného zavlečení, z nich dalších 10 % zdomácní (naturalizuje) a pouze jeden z 10 naturalizovaných druhů se stává později škůdcem, resp. problematickým invazním druhem.

Aby byl tedy druh považován za invazivní, musí obecně splňovat tyto podmínky a sice musí být nepůvodní v dané oblasti, musí být do oblasti introdukovan člověkem (ne/nepřímo, ne/úmyslně), musí překonat několik geografických a ekologických bariér a v dané oblasti se musí šířit bez pomoci člověka. Pokud daný druh splňuje tyto podmínky, je z biogeografického pohledu považován za druh invazní. Zaměříme-li se však na oblast ochrany životního prostředí, aby byl druh brán jako invazní, musí navíc splňovat také tu podmínku, že daný druh svou přítomností působí negativně na biologickou rozmanitost společenstev, do nichž se šíří a rovněž jsou pro něj typické také ekonomické ztráty (Křivánek 2006).





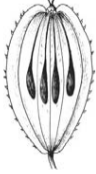



U nepůvodních druhů se analyzují jejich vlastnosti a hodnotí se dopad na ekosystém i společnost a možnost managementu. Na základě této analýzy je pak utvářena klasifikace, která umožňuje druhy rozdělit do tzv. Černých (black lists), šedých (greylists) a varovných (watch lists) seznamů (Pergl a kol. 2013). Černý seznam aktuálně čítá na 78 rostlin, v šedém seznamu je jich pak uvedeno 47 a ve varovném 25. Černý seznam je dále dělen do tří podskupin. V první podskupině, pro kterou je doporučen intenzivní management, se z rostlin nachází ambrosie peřenolistá (*Ambrosia artemisiifolia*) a bolševník velkolepý (*Heracleum mantegazzianum*). Do šedého seznamu jsou zahrnuty druhy se současným malým dopadem, např. netýkavka malokvětá (*Impatiens parviflora*). Na varovný seznam jsou řazeny druhy, např. pavlovnice plstnatá (*Paulownia tomentosa*), u kterých se očekává výrazný dopad, ale prozatím se ve volné krajině nevyskytují nebo jsou pěstovány pouze v kultuře a je proto doporučeno jejich sledování a předběžná opatrnost.

3.2 Rod *Heracleum*

Rodové jméno pochází z řeckého jména hrdiny Hérakla a to z toho důvodu, že Hérakles údajně objevil léčebný potenciál u některých z těchto druhů rostlin (Nentwig 2014). Rod *Heracleum* se přirozeně vyskytuje v celém mírném pásu Evropy a západní Sibíře, včetně severních částí Pyrenejského, Apeninského a Balkánského poloostrova, severních částí Turecka a částí Kavkazu (Jahodová et al. 2007). Tento rod zahrnuje 60–70 druhů vytrvalých nebo dvouletých bylin, které se rozprostírají na mírné severní polokouli a ve vysokých horách až na jih od Etiopie. Centry s nejvyšší druhovou rozmanitostí jsou Kavkazské hory (26 druhů) a Čína (29 druhů), zejména Pohoří Hengduan (Pyšek et al. 2007).




3.2.1 Další příbuzné druhy z rodu *Heracleum*

K druhům patřícím do čeledě *Apiaceae* se řadí invazní druhy jako například bolševník perský (*Heracleum persicum*), bolševník sosnowského (*Heracleum Sosnowskyi*).

Druh	Výška [cm]	Lodyha	Listy	Květy	Plody	
Invasní bolševníky	bolševník velkolepý <i>Heracleum mantegazzianum</i>	200–400 (–500)	v horní části hustě chlupatá, v dolní části brázdité žebnatá a roztroušeně štětinatě chlupatá, s červenofialovými skvrnami, na bázi až 10 cm v průměru			
	<i>Heracleum sosnowskyi</i>	100–300	brázdité žebnatá a roztroušeně štětinatě chlupatá, s červenofialovými skvrnami		bílé, občas narůžovělé, vnější korunní lístky paprscité, 9–10 mm dlouhé; mírně konvexní složené okoliky 30–50 cm v průměru, s 30–75 krátce chlupatými paprsky	
	<i>Heracleum persicum</i>	(100–) 150–300	červenofialová, na bázi slabší než u obou předcházejících druhů, celá rostlina voní po anýzu			

Obr.č.1: Znaky invazivních bolševníků (Pergl et al. 2005).

V této čeledi jsou však i druhy neinvazní, kterým je například náš původní druh bolševník obecný (*Heracleum sphondylium*).

Druh	Výška [cm]	Lodyha	Listy	Květy	Plody	
Neinvazní bolševníky	bolševník obecný <i>Heracleum sphondylium</i>	80–200 (–300)	hranatě rýhovaná, chlupatá, chlupy štětinovité, většinou nazpět směřující			
	<i>Heracleum sibiricum</i>	60–100	lodyha rýhovaná, v horní části řídká a v dolní hustě chlupatá	jednoduše zpeřené, s 5–7 laločnatými listy, okraje s nízkými, kulatými nebo zvlněnými výčnělky nebo pilovité, na spodní straně spíše hustě chlupaté	žlutozelené, vnější korunní lístky pouze málo paprscité nebo bez paprsků; paprsky okoliků s roztroušenými malými chlupy; v okoliku 12–25 paprsků	plody vejčité, 7–8 mm dlouhé, 5–6 mm široké, hladké

Obr.č.2: Znaky neinvazivního bolševníku (Pergl et al. 2005).

Heracleum sosnowskyi

Druh *Heracleum sosnowskyi* byl objeven a popsán v roce 1944. Do Evropy byl introdukovan jako zemědělská plodina poskytující velké množství biomasy, která se silážovala a využívala jako krmivo pro dobytek. Vzhledem ke značné odolnosti a schopnosti přežít v chladném klimatu byl využíván jako zemědělská plodina v severozápadním Rusku, kam byl dovezen roku 1947. Od 40. let 20. století bylo jeho pěstování postupně zaváděno v Litvě, Estonsku, Lotyšsku, Bělorusku, na Ukrajině a na území bývalé NDR. V pobaltských státech se časem od pěstování upustilo, částečně proto, že anýzem vonící rostliny ovlivňovaly chuť masa a mléka zvířat krmených touto rostlinou a také kvůli zdravotním rizikům pro lidi i dobytek (Jahodová et al. 2007). Přesto se v některých oblastech severního Ruska pěstuje dodnes (Pergl et al. 2005).

Bolševník sosnowského (*Heracleum sosnowskyi*) je habituálně velice podobný bolševníku velkolepému, shodné jsou i jeho negativní vlivy na ekosystémy i zdraví člověka. Listy bolševníku sosnowského jsou méně členěné. Plody jsou oválné až eliptické a široce okřídlené. Zralé plody jsou šedé s vystouplými pryskyřičnými kanálky, které zasahují do 3/4 plodu, na hřbetní straně s bodlinovitými štětinkami. Rozdíl je uspořádání chlupů u obou druhů. Chlupy u bolševníku velkolepého vyrůstají pod úhlem 45°, u bolševníku sosnowského vyrůstají kolmo.

Heracleum persicum

Bolševník Perský (*Heracleum Persicum*) pochází z oblasti Turecka, Íránu a Íráku (Pyšek et al. 2010). Historie zavlečení druhu *Heracleum persicum* do Evropy je méně známá, částečně proto, že byl popsán již v roce 1829, tedy nejdříve ze všech tří druhů. Proto je možné, že některé rostliny označované v následujících desetiletích jako *H. persicum* patřily spíše k druhům *H. mantegazzianum* a *H. sosnowskyi*, které v té době nebyly ještě popsány. Jediné volně rostoucí evropské populace *H. persicum* jsou známy ze Skandinávie, kde je tento druh někdy označován jménem *H. 'laciniatum'* a lidově se mu říká palma z Tromso.

Nejstarší zmínka o introdukci pochází opět ze seznamů semen botanické zahrady Kew Gardens v Londýně, kde se *H. persicum* poprvé objevuje v roce 1819. Již v roce 1836 byla semena získána z londýnských populací podobných rostlin pěstována anglickými zahradníky v severním Norsku (Pergl et al. 2005). Pravděpodobně byl introdukovan do mnoha botanických zahrad po celé Evropě, proto není příliš jasné, proč jeho rozšíření ve volné přírodě zůstává relativně omezené. V některé literatuře se uvádí, že ojedinele byl jako okrasná rostlina pěstován v České republice a místy dokonce zplaněl na Opavsku, tudíž jeho další šíření není zcela vyloučeno (Kubát 2002).

Jediným větším rozdílem mezi bolševníkem velkolepým a bolševníkem perským je to, že bolševník perský je rostlinou polykarpickou, což znamená, že kvete vícekrát za život a je také schopen vegetativního rozmnožování (Alm 2013).

Heracleum sphondylium

Jediným původním druhem bolševníku v České republice je bolševník obecný (*Heracleum sphondylium*). Je přirozeně rozšířen v celém mírném pásmu Evropy a západní Sibíře. Na území ČR je hojně rozšířen v řadě přírodních i antropogenních biotopů s nevysychavými a výživnými půdami jako jsou louky, lužní lesy, lesní světliny, břehy vodních toků, příkopy, pastviny a rumiště. Bolševník obecný je dvouletá nebo víceletá bylina, která dorůstá 50 až 150 cm. Celá rostlina je štětinatě chlupatá. Řapík listu je na líci žlábkovitý, listové čepele jsou 3 až 5 ti četné nebo peřenosečné. Má méně listových úkrojků než následující druhy. Plody mají obvejčitý až eliptický tvar. Celá je nápadně subtilnější neboli křehčí než ostatní výše uvedené druhy (Lvončík et al. 2010).



Obr. 3 a 4 : Stavba rostliny *H. Sosnowskyi* (vlevo fotografie z území Ukrajiny) a *H.Persicum* (vpravo, fotografie z Norska), (Dilli Prasad Rijal 2015, Biel et Wagner 2020).

3.3 Bolševník velkolepý (*Heracleum mantegazzianum*)

3.3.1 Historie a rozšíření bolševníku velkolepého

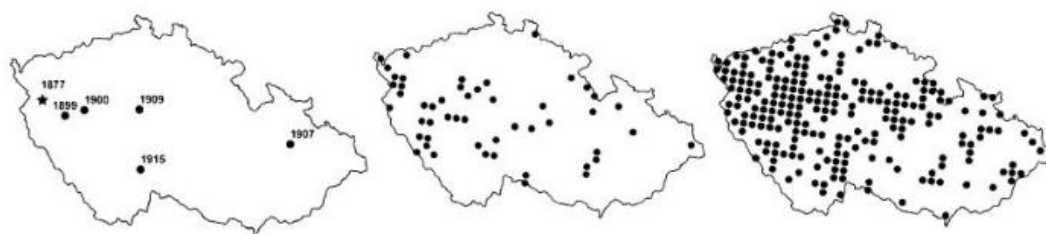
Bolševník velkolepý pochází z horských oblastí Kavkazu, kde roste v druhově bohatých vysokostébelných společenstvech (Nentwig 2011).

Z roku 1817 je datován první údaj o introdukci tohoto druhu v londýnské botanické zahradě Kew Gardens. Velká Británie je tudíž první známou zemí, kam byl tento druh dovezen a kde se později naturalizoval, jak dosvědčuje záznam z roku 1828 o první popsané zplanělé populaci bolševníku velkolepého v hrabství Cambridgeshire. Poté se rozšířil do západní a střední Evropy a do severní Ameriky (Nentwig 2014). Dnes je možné nalézt ohniska invaze i v Kanadě (Morton 1978).

Na území ČR se jeho výskyt zaznamenával od druhé poloviny 19. století (Orel 2017). Vůbec první údaje pocházejí z okolí Slavkovského lesa na území zámku Kynžvart, kde byl v roce 1862 vysázen zahradníky knížete Metternicha jako okrasný prvek (Pyšek 1991). Do České republiky byla tedy semena bolševníku zanesena kvůli zkrášlení parků a zahrad jeho nádherným velkým bílým květem (Rybář et al. 1989).

V České republice je tento druh velmi nerovnoměrně rozšířený. Jeho současný výskyt vznikl z několika center pěstování a zavlečení. První větší populace bolševníků vznikaly podél koryt řek, je tedy jasné, že docházelo k přenosu semen vodou. Od 70. let 20. století se populace bolševníku začala masivně šířit krajinou a velké populace se začaly objevovat i mimo koryta řek (Pyšek 1991). Od té doby začal počet invadovaných lokalit rychle narůstat – 89 postižených lokalit v roce 1975, 267 v roce 1985, 472 v roce 1990 (Pyšek 1991). Od 90. let se bolševník velkolepý vyskytoval často v blízkosti městských částí, silnic, cest a vlakových koridorů (Pyšek et al. 2007). V dnešní době nalezneme populace bolševníku velkolepého ve všech krajích ČR, nicméně mimo západní Čechy tvoří spíše menší populace a například v suchých a teplých nížinách ho nalezneme jen vzácně, protože rostlina pro svůj výskyt preferuje nižší teploty v zimních měsících (Pyšek et al. 1998).

Nejhojněji je tedy bolševník zastoupen v západních Čechách a intenzita výskytu klesá směrem na východ (Nielsen et al. 2005).



Obr. 5 : Mapa výskytu bolševníku velkolepého pro roky 1920, 1970 a 2000. Hvězdičkou je označena lokalita počáteční introdukce, letopočty pak ukazují prvně zaznamenaná napadená místa (Pyšek et al. 2008).

3.3.2 Faktory limitující výskyt bolševníku velkolepého

Bolševník je schopen invadovat poměrně široké spektrum stanovišť. Typ biotopu je pro něj méně důležitý než pro většinu invazních rostlin. Jakmile na nějaké stanoviště pronikne, většinou se rychle šíří bez ohledu na charakter původní vegetace a stanovištní podmínky (Pyšek 1993). Toleruje půdy nejrůznější zrnitosti (od jílovitých po šterkové), půdní reakce (pH 4 až 8,5) i vlhkosti. Na sušších půdách dorůstá nižší velikosti, na druhou stranu snese i krátkodobé zaplavení. Může růst v blízkosti moře, kde mu do určité míry nevadí zasolené prostředí. Nejrychleji osídluje otevřené disturbované plochy s dostatečnou zásobou dusíku a absencí pravidelného managementu, kde jsou vytvořeny ideální podmínky pro uchycení a vývoj semenáčků. Rozšíření bolševníku velkolepého je tedy v ČR limitováno hlavně faktory spojenými s jeho růstem a rozmnožováním, tedy faktory klimatickými a člověkem.

Klima

Prvním a nejdůležitějším faktorem který ovlivňuje výskyt bolševníku je klima. Dle Pyšek et al. (1998) v místech s vyššími teplotami v zimním období četnost rostlin bolševníku klesá, z toho tedy vyplývá, že se bolševník mnohem častěji vyskytuje v lokalitách, kde jsou nižší teploty v zimním období (Pyšek et al. 1998). Je tomu tak pravděpodobně proto, že mnoho rostlin z čeledi *Apiaceae* má podobné chladové nároky, což souvisí s jejich požadavky na zimní dormanci a chladovou stratifikaci semen (Grime et al. 1981).

Nadmořská výška

Nadmořská výška má na výskyt bolševníku také velký vliv. Bolševník přirozeně osídluje území v nadmořské výšce od 150 m.n.m. až do 1000 m.n.m. Z výzkumů je známo, že na začátcích invazí se bolševník velkolepý spíše objevuje ve vyšších nadmořských výškách (Pyšek 1995).

Člověk

Dalším limitujícím faktorem je člověk. Člověk často mění přirozené podmínky stanovišť, čímž ulehčuje mnohým nepůvodním rostlinám proniknout do nových míst a stát se případně v daném území invazními. Předpokládá se, že podobně to tak bylo i u bolševníku velkolepého, který se po úmyslném zavlečení do České republiky začal agresivně šířit krajinou. Lidskou pomocí je myšlen přenos půdy kontaminované semeny nebo manipulace s usušeným květenstvím, které se hojně využívalo na okrasu (Pyšek et al. 2002).

Oblasti, ve kterých se bolševníku velkolepému daří, mají společnou následující věc: kdysi v nich došlo k určitému typu rozrušení ekosystému, například odlesnění, odstranění přirozeného rostlinného pokryvu (Thiele et Otte 2006). Typickým příkladem masivního rozšíření bolševníku je poválečná doba. Tehdy došlo k opuštění velkého množství zemědělských objektů, díky čemuž začal v krajině chybět pravidelný management pastvy a seče, což pozitivně ovlivnilo výskyt kolonií bolševníku velkolepého (Baldock et al. 1996). Není však pravdou, že na pravidelně obhospodařovaných plochách se bolševník velkolepý nevyskytuje. Vyskytuje, ale díky pravidelnému managementu pouze v nízkých hustotách, popřípadě jako jednotlivé rostliny umístěné daleko od sebe (Thiele et Otte 2006).

3.3.3 Biologický popis

Heracleum mantegazzianum je dvouděložná rostlina z čeledi miříkovité (*Apiaceae*). Rozmnožuje se pouze generativně a kvete od června do září. V našich podmínkách dorůstá do výšky 1-5 m. Lodyha je silná, dutá, brázditě žebnatá, štětinatě chlupatá, narůžověle až fialově skvrnitá, u největších exemplářů se její průměr přibližuje až k 10 cm. Listy mohou být až 2 m dlouhé, jsou střídavé bez palistů, bývají nejčastěji členěné a složené, naopak nejméně najdeme zástupce s listy celistvými. Květy jsou uspořádány do složeného okolíku. Na jedné rostlině je mnoho složených okolíků, z nichž největší je vrcholový okolík. Mívá nejčastěji v průměru kolem 30-60 cm a skládá se z 30-100 okolíčků. Květní stopky i stopky okolíčků jsou nejčastěji chlupaté až olysalé. Na bázi složeného okolíku se nachází obal, což je přeslen 1-12 kopinatých nebo čárkovitě šídlovitých listenů. Na bázi okolíčku je obalíček; přeslen 8-15 listenů. Květy jsou oboupohlavné. Okrajové květy květenství jsou paprskující, to znamená, že jsou zygomorfní a koruna se nápadně zvětšuje vně květenství. V drobný kališní lem srůstá pět kališních lístků, na okraji se zřetelnými volnými cípy. Korunní lístky jsou sněhobílé až slabě žluté a je jich také 5, jsou volné a dělené. Vnější korunní lístky zvětšelé. Poupata mohou být někdy bledě růžová. Koruna obsahuje 3-6 tyčinek, které jsou volné a prašníky jsou zelenavě žluté. V oboupohlavních květech dozrává nejdříve pyl v prašnicích, později blizna. Plodem je dvounažka, která se rozpadá na dvě merikarpia (plůdky) spojené karpoforem. Každé merikarpium obsahuje jedno semeno. Dvounažka je silně zploštělá, na povrchu 3 střední žebra jsou nitkovitá a navzájem sblížená a 2 postranní (okrajová, marginální) jsou široce křídlatá (Herbář Wendys 2015, Berchová-Bímová 2019).

3.3.4 Produkce semen a rozmnožování

Bolševník velkolepý se rozmnožuje převážně generativně (Jursík et al. 2011). Rostlina kvete pouze jednou za život, v našich podmínkách od června do srpna (Perglová et al. 2006). Plody jsou asi 1 cm velké, ploché, oválné a kožovité nažky. Na jedné rostlině dozrává několik tisíc až desítek tisíc nažek (Moravcová et al. 2006). Po uvolnění z mateřské rostliny jsou semena uložena v tzv. půdní semenné bance, která představuje důležitý mechanismus vývoje populací. Nové rostliny z ní mohou vzcházet, jakmile nastanou vhodné podmínky k jejich vyklíčení, ale určitá část semen se v půdě postupně hromadí. Půdní banka je tak tvořena různě starými frakcemi semen. Rostliny na tuto půdní zásobu spoléhají v časech nepříznivých pro tvorbu semen nebo při zničení nadzemní vegetace (Moravcová 2018). Bylo prokázáno, že malé procento semen bolševníku si může uchovávat životnost až 7 let – je tedy nezbytné po celou tuto dobu ošetřená stanoviště sledovat, aby nedošlo k novému nárůstu populace.

Dle Pergl et al. (2005) se většina semen (95 %) nachází ve svrchní, asi 5 cm hluboké vrstvě půdy. Na podzim tato semenná banka obsahuje v hustých porostech až 12 000 semen bolševníku na 1 m², přičemž průměrná hodnota dosahuje 6 700. Část semen je prázdná či mrtvá a část během zimy ještě zetlí, přesto je na jaře v půdách průměru přes 2 000 živých semen na 1 m². Z dat, které máme k dispozici ze studie v Slavkovském lese odhaduje, že populace vyskytující se na ploše 9,9 ha dokáže za jednu sezónu vyprodukovat až 1,4 miliardy semen (Krinke et al. 2005). V minulosti byl sledován exemplář bolševníku se zaznamenaným počtem semen 107 984 (Caffrey 1999).

Semena bolševníku potřebují pro narušení dormantního stavu a následné vyklíčení projít studenou a vlhkou stratifikací během podzimu a zimy (Vojtová 2021). Výzkumem bylo prokázáno, že k přechodu ze stavu dormance stačilo vystavení semen vlhkosti a nízkým teplotám mezi 2-4 °C po dobu dvou měsíců (Moravcová et al. 2006). Semena začínají klíčit brzy na jaře a to mnohem dříve než veškerá původní vegetace a první lístky se objevují hned po tání sněhu (Nentwig 2014). K vyklíčení dochází u vysokého procenta semen, a proto se na ploše nachází i velké množství semenáčků, které jsou na sebe hustě nahloučené. Z důvodu konkurenčního boje v rámci vnitrodruhového zřed'ování se podaří přežít a pokračovat v růstu pouze pár procentům těchto semenáčků (Pergl et al. 2007). Po krátké době semenáčky nahradí mohutné listové růžice, které svou velikostí zastíní ostatní rostliny a brání jim v růstu. Okolní vegetace tak přijde o možnost asimilace a nárůstu své rostlinné hmoty (Nielsen et al. 2005). Úmrtnost vzrostlých rostlin je mnohem nižší, než jak je tomu u mladých semenáčků. V prvním roce růstu vykvetě okolo 10 % rostlin, které svůj životní cyklus úspěšně ukončí, zbylé rostliny setrvávají ve formě listových růžic (Pergl et al. 2007). Ostatní rostliny vykvétají ve třetím až čtvrtém roce stáří (Jursík et al. 2011).



Obr.č.6: Semena bolševníku na podzim (www.kr-karlovarsky.cz, Projekt omezení výskytu invazivních rostlin na Karlovarsku, 2015).

3.3.5 Vliv bolševníku na ekosystém a biodiverzitu

Bolševník velkolepý je druh s mimořádným invazním potenciálem (viz. Tabulka č. 1) a je proto vnímán jako jedna z nejproblematictějších invazních rostlin v Evropě. Stále hrozí jeho šíření, a to jak v Evropě, tak i v Severní Americe. Bolševník je schopný měnit struktury rostlinných společenstev, abiotické i biotické podmínky na stanovištích a mění i jednotlivé biotopy z dlouhodobého hlediska (Jandová et al. 2013).

Rozmnožování pohlavní	Rozmnožování nepohlavní	Ekologická nika	Hustota populací	Dopad na ŽP
■ ■ ■	■ ■ ■	■ ■ ■	■ ■ ■	■ ■ ■

Tab.č.1: Invazní potenciál bolševníku velkolepého. Počet červených polí ukazuje míru invazních schopností druhu (Berchová Bímová et al. 2019).

Po invazi bolševníku se mění druhové složení zasažených společenstev a klesá jejich druhová diverzita. V zapojených porostech bolševníku jim mimořádná listová plocha a výška umožňuje pohltit až 80 % dopadajícího slunečního záření, čímž vytlačí všechny světlomilné druhy. U porostů s pokryvností bolševníku 70–100 % se druhová diverzita snížila o 50–60 % (Hejda et al. 2009). Dalším abiotickým faktorem, který je schopen bolševník ovlivnit je pH půdy. Se vzrůstajícím pokrytím bolševníku na sledované ploše se současně zvyšuje také pH okolní půdy, na druhou stranu klesá druhová rozmanitost daného stanoviště (Jandová et al. 2013). Změna pH půdy může způsobit další problémy týkající se celkové biodiverzity. Jedním z hlavních ukazatelů ovlivnění diverzity jsou společenstva půdních nematod, které jsou na změnu prostředí velmi citlivé a díky tomu plní funkci bioindikátorů. Při každé pozitivní či negativní změně dané lokality se mění zastoupení druhů půdních nematod (Ondeková et Renčo 2017). Dalším problémem, který může nastat masivním rozšířením bolševníku, je eroze půdy. K tomu dochází, když bolševníkům na podzim opadá listí a veškerá okolní půda zůstane najednou odkrytá okolním vlivům (Dodd et al. 1994). Dalším problémem spojeným s erozí je usazování erodovaného bahna. Toto může změnit charakteristiky substrátu v řekách a například učinit štěrkové substráty nevhodnými pro tření lososovitých ryb (Caffrey, 1999).

3.3.6 Zdravotní rizika a účinky bolševníků na lidské tělo

Všechny části rostliny jsou jedovaté a toxické pro hospodářská zvířata i pro člověka (Cupalová 2006). Všechny druhy invazních bolševníků totiž obsahují nebezpečné fototoxické šťávy (Pergl et al. 2005). Při poškození tkáně této rostliny se začne z pletiv vylučovat bezbarevná tekutina, která obsahuje fenolické glykosidy, chemické sloučeniny ze skupiny furanokumarinů (Vojtová 2021). Jsou to fototoxické látky, které na kůži reagují po kontaktu se slunečním zářením a mohou způsobit pigmentové skvrny, otoky, puchýře, záněty a kožní dermatitidy které se velmi obtížně hojí (Berchová Bímová et al. 2019). Fototoxická reakce může být aktivována už 15 minut po kontaktu s nejvyšší citlivostí mezi 30 minutami a dvěma hodinami. Po období asi 24 hodin následuje zrudnutí nebo zarudnutí kůže a nadměrné hromadění tekutiny v kůži (edém) následované zánětlivou reakcí (Cupalová 2006). Přibližně o

týden později dochází na postižených místech k hyperpigmentaci (neobvyklému ztmavnutí kůže), která může přetrvávat měsíce. Postižená pokožka může zůstat dlouhá léta citlivá na ultrafialové či sluneční světlo. Reakce pokožky zesiluje vlhkost, např. pocení nebo rosa a teplo (Nielsen et al. 2005). Intenzita této reakce závisí na citlivosti jednotlivce a někteří lidé mohou být dokonce vůči působení šťávy bolševníku odolní (Nentwig 2014).

Zjistilo se také, že několik furanokumarinů je karcinogenních (tj. způsobují rakovinu) a teratogenních (tj. způsobují malformace rostoucího embrya). Nejvyšší koncentrace furanokumarinů v rostlině byly zjištěny v plodech a kořenech, méně potom v listech a nejméně ve stonku (Murray et al. 1982).



Obr. č. 7 : Popálení od šťávy bolševníku (www.kr-karlovarsky.cz, Projekt omezení výskytu invazivních rostlin na Karlovarsku, 2015).

3.4 Regulace bolševníku velkolepého

V dnešní době je mnoho dalších zemí, které se také potýkají s invází tohoto nebezpečného druhu, avšak ne každá země si klade jako prioritu zneškodnění a vymýcení tohoto druhu. V některých částech Ruska či Ukrajiny se dodnes pěstuje jako píce a využívá se ke krmení hospodářských zvířat, či jako biomasa do spaloven.

Na území ČR se touto problematikou zabýváme více, a proto byl v roce 2013 zahájen projekt, kterého účelem je likvidace invazních rostlin. Celkově bylo na tento projekt použito 82 mil. korun českých a skoro 90 % z této sumy bylo dotováno z Operačního programu životní prostředí. Cílem projektu u bolševníku velkolepého bylo snížení plochy jeho výskytu do konce roku 2015 o 85 % v případě chemicky ošetřovaných lokalit a o 60 % v případě mechanické likvidace (sečení, vykopávání). V rámci tohoto projektu byl vytvořen informační systém IS Heracleum, který slouží k evidenci všech invadovaných lokalit. Na základě podmínek každé lokality jsou stanoveny vhodné metodiky likvidace, jsou zde zaznamenány všechny kontroly, zásahy a také příslušná fotodokumentace.

Tento management musí být nastaven s ohledem na vlastnosti stanoviště a cílového druhu, aby nedošlo k ohrožení okolí. Mechanické metody je nutné použít tam, kde z důvodu ochrany vod, přírodních léčivých zdrojů, ochranných podmínek chráněných území nebo ekologického zemědělství není možné použití chemických prostředků (Pergl et al. 2016).

3.4.1 Biologická regulace

Biologická regulace plevelů či invazních rostlin se v posledních letech začala dostávat do povědomí veřejnosti a zemědělců. V dnešní době je velmi žádoucí nacházet nové a k životnímu prostředí šetrné možnosti likvidace nežádoucích druhů. Bohužel ne na všechny druhy tento druh regulace funguje a to je také případ bolševníku velkolepého. Zaznamenaná poškození bolševníku způsobená chorobami či škůdci nejsou dostatečná k odumření rostliny, zabránění vykvetení a následnému vysemenění a zastavení dalšího šíření.

Možnými regulátory, kteří jsou již po určitou dobu sledováni, jsou houby *Sclerotinia sclerotiorum* a *Erysiphe heraclei* objevující se na konci sezony při vlhčím počasí. Další možností je virové onemocnění přenosné mšicemi, které se jeví jako nejškodlivější (Svobodová 2001). Další možností je pastva ovci či jiných přežvýkavců. Tento druh regulace je však v praxi používán zřídka a jeho účinnost nebyla dostatečně prostudována a prozkoumána (Mládek et al. 2006).

3.4.2 Genetická regulace

Tento způsob regulace spočívá ve šlechtění hybridů mezi bolševníkem velkolepým a bolševníkem obecným. Takové pokusy byly příležitostně zaznamenány v Irsku, Skotsku a Anglii. Pravděpodobná eliminace bolševníku velkolepého pomocí hybridizace je dost nepravděpodobná a nereálná, nejen pro velkou spotřebu pylu, ale také z důvodu, že hybridy přebírají vlastnosti bolševníku velkolepého (Svobodová 2001).

3.4.3 Mechanická regulace

Jednou z možností mechanické regulace je ruční vytrhávání či vyrývání. Jedná se o velmi pracnou metodu, kterou lze použít pouze na malých plochách u mladých rostlin. Tato metoda je však ze všech mechanických metod neúčinnější. Další možností je sečení, často se používá na březích vod, kde nelze využít chemické metody regulace. Po mechanickém poškození rostliny bolševníku velmi rychle regenerují, proto je během jedné sezony potřeba tento zásah opakovat několikrát, aby rostliny nestihli vykvést a vytvořit semena. Opakované sečení rostliny přímo nezahubí, ale pouze oslabí, je tedy nutné provádět jej více let za sebou a to až do té doby, než v semenné bance nezůstanou žádná semena, která by mohla ohniště invaze obnovit.

Velice účinnou metodou likvidace je přesekávání kořenu. Nejlepší je provádět tento zásah na jaře před zapojením porostu a v případě potřeby ještě během léta. Většinou je postačující přeseknout kořen v hloubce 10 cm, na místech s dlouhodobou pastvou nebo na náplavových půdách je potřeba kořeny přesekávat ještě hlouběji. Další metodou mechanické likvidace je odstraňování květenství. Tato metoda využívá monokarpický životní cyklus bolševníku velkolepého. Odstraňování květenství je opět nutné provádět opakovaně, neboť rostliny velice rychle regenerují (Uhlíková 2016). Při používání pouze této metody likvidace je výhodné nepoškozovat nekvetoucí rostliny, neboť se tím jen zbytečně prodlouží doba, než vykvětou.

3.4.4 Chemická regulace

Chemickou regulaci lze provést pomocí různých herbicidů. Tyto herbicidy můžeme rozdělit na totální a selektivní. Totální účinkují proti všem rostlinám, selektivní jen na určitou skupinu rostlin. Dále se také liší v účinné látce, dávkování i ochranných limitech. Díky tomu je některé možné použít i v ochranných pásmech vodních toků. Výhodou selektivních herbicidů je zachování travního porostu a díky tomu zmírnění rizika půdní eroze a pravděpodobnost návratu invazního druhu. Při použití totálních herbicidů bývá nutná rekultivace území.

Aplikace většiny těchto herbicidů je nejvhodnější v květnu, kdy jsou porosty dobře průchodné, listové růžice jsou již plně vyvinuté, ale rostliny jsou vysoké jen asi 0,5 m.

To, jestli bylo území regulováno chemicky, lze zjistit při pohledu na rostlinné zbytky na daném stanovišti. Použití herbicidu totiž na lodyhách bolševníku způsobuje pokroucení neboli deformace pletiv.



Obr.č.8: Typická deformace rostlin po použití herbicidu (Martečíková 2022).

4 Metodika

Na vybraných lokalitách s výskytem bolševníku velkolepého v okolí Karlových Varů bylo provedeno vyhodnocení podílu rostlin v generativní a vegetativní fázi životního cyklu. Na daných lokalitách byly odebrány vzorky půdy 0-10 cm. V podmínkách vegetační haly jsme založili nádobový pokus s cílem zjistit počty vzházejících rostlin bolševníku a dalších druhů, které mohou po jeho úspěšné regulaci obsadit danou lokalitu.

Druhým pokusem bylo hodnocení již existující populace a její struktury. Pomocí počítačového čtverce byly na těchto lokalitách určeny počty semenáčků, kvetoucích a nekvetoucích rostlin na 1 m². Toto počítání se u každého stanoviště provedlo 4x pro každý typ rostliny. Poté se z těchto dat udělaly průměrné počty a následně směrodatná odchylka.

4.1 Charakteristika sledovaných území na Karlovarsku

Pro toto sledování jsem vybrala 3 lokality s odlišnou formou regulace daného ohniska invaze. V těchto lokalitách byly odebrány vzorky půdy a také tady byly hodnoceny počty vzešlých semenáčků na m². Tyto sledovaná území se nachází na nejzápadnějším území České republiky. Všechny se nachází v okolí Mariánských lázní a jsou ve výšce cca 700 m.n.m. V roce 2016 byl krajem sponzorován projekt na regulaci nebezpečných plevelů na Karlovarsku. Na výše zmiňovaných parcelách proběhla regulace chemická i mechanická. Tuto regulaci prováděl Bc.Martin Klepal, který je absolventem České zemědělské univerzity v Praze. Od roku 2017 však na těchto územích neprobíhala pravidelná a vhodná regulace kromě území C, které není v soukromém vlastnictví, ale vlastní ho město Mariánské Lázně. Stanoviště C každý rok pravidelně reguluje pan Klepal a je tedy nejméně invadované bolševníkem velkolepým.

4.1.1 Území A

Jedná se o stanoviště v okolí vesnice Rájov, která se nachází nedaleko Mariánských lázní. Toto území je v nadmořské výšce cca 700 m.n.m a je součástí CHKO Slavkovský les. V Zemědělském půdním fondu je vedena jako Trvalý travní porost BPEJ 85011.



Obr.č. 9: Poloha sledovaného ohniska bolševníku na území A (www.gepro.cz 2022).

Krajským projektem byla na tomto území v letech 2014-2015 provedena chemická regulace selektivním herbicidem Garlon New a poté už probíhala pouze nedůsledná mechanická regulace, která měla za následek opětovný nárůst populace invazivního bolševníku.



Obr.č.10: Území A na jaře dne 17.4.2022 (Martečíková 2022),



Obr.č.11: Území A na jaře dne 8.5.2022 cca měsíc po odběru vzorků půdy (Martečíková 2022).

4.1.2 Území B

Toto území leží u vesnice Popovice u Poutnova je v BPEJ zapsáno jako neplodná půda. Nachází se taktéž v CHKO Slavkovský les.



Obr.č. 12: Poloha sledovaného ohniska bolševníku na území B (www.gepro.cz 2022).

Jedná se o plochu, která je regulována majitelem a nejsou zde o regulaci bolševníku vedené skoro žádné záznamy kromě roku 2016, kde byla provedena mechanická regulace v rámci Krajského projektu.

Z toho vyplývá, že toto ohnisko invaze je pouze nedůsledně regulované kosením a je ze všech 3 stanovišť nejrozsáhlejší.



Obr.č.13: Území B na jaře 17.4.2022 (Martečíková 2022).



Obr.č.14 : Území B na jaře dne 17.4.2022 (Martečíková 2022).



Obr.č.15: Území B na jaře dne 8.5.2022 cca měsíc po odběru vzorků půdy (Martečíková 2022).

4.1.3 Území C

Toto stanoviště se nachází opět v okolí obce Popovice u Poutnova a jedná se o trvale zamokřenou plochu. Taktéž je v CHKO Slavkovský les majitelem této plochy město Mariánské lázně.



Obr.č. 16: Poloha sledovaného ohniska bolševníku na území C (www.gepro.cz 2022).

V rámci krajského projektu je od roku 2017 toto stanoviště pravidelně regulováno absolventem České zemědělské univerzity v Praze Bc. Martinem Klepalem pomocí selektivního herbicidu Garlon New.



Obr.č.17: Území C na jaře dne 17.4.2022 (Martečíková 2022).

4.1.4 Odběr vzorků a průběh jednotlivých pokusů

Odběr vzorků proběhl dne 17.4.2022, z každého území jsme odebrali celkem 5 kg půdy ze sedmi různých umístění v ohnisku invaze. Půdu jsme odebírali do hloubky 10 cm. Vzorky jsme poté vložili do 7 květníků o velikosti 10x10cm a v prostředí vegetační haly jsme založili nádobový pokus zaměřený na vzcházení rostlin bolševníku z půdní zásoby.



Obr.č.18: Vzorky z území A, B, C v květnících (Martečíková 2022).

Dne 24.6.2022 byly už semenáčky vyklíčené, a tak jsme mohli určit jejich množství a procentuální zastoupení semenáčků bolševníku, dvouděložných rostlin, jednoděložných rostlin a trav, přičemž jsme v počítání nezohledňovali pampelišku (*Taraxacum*), u níž se předpokládalo šíření větrem z okolí.



Obr.č.19: Vyklíčené vzorky půdy ze 3 stanovišť (Martečíková 2022).

Poté jsme dne 8.5.2022 opět navštívili tyto 3 stanoviště, abychom vyhodnotili množství semenáčků na m². Výsledky počítání byly zaznamenány do tabulek.

Další měření množství nekvetoucích a kvetoucích jedinců proběhlo 15.července 2022. Jelikož jsou rostliny velkého vzrůstu, počítali jsme množství rostlin na 2m^2 , toto množství jsme poté přepočítali na 1m^2 . Toto měření jsme v každém ohnisku invaze opakovali 4x.

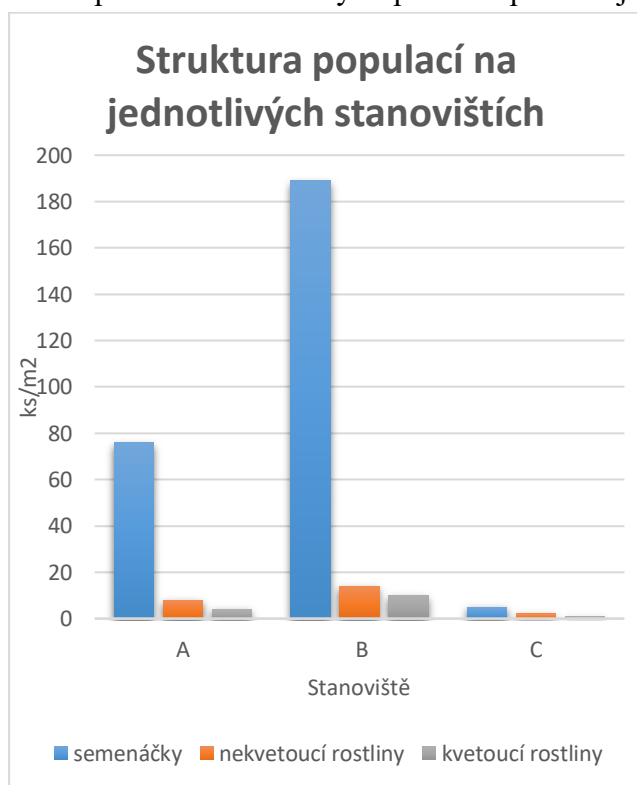


Obr.20: Počítání semenáčků na stanovišti B, dne 8.5.2022 (Martečíková 2022).

5 Výsledky

5.1 Struktura populací

Výsledky tohoto sledování byly u stanoviště A celkem nízké, hodnoty nově vyklíčených rostlin byly v průměru 76 jedinců/m², rostlin ve vegetativní fázi zde bylo v průměru 8 jedinců/m² a rostlin v generativní fázi 4 jedinci/m². Stanoviště B dosahovalo hodnot nejvyšších. Počet vyklíčených semenáčků byl v průměru 189 jedinců/m², počet nekvetoucích jedinců byl 14 /m² a počet kvetoucích byl 10 jedinců/m². U posledního stanoviště C byly hodnoty nejnižší. Počet nově vyklíčených rostlin byl průměrně 5 jedinců/m², počet nekvetoucích rostlin byli 2 jedinci/m² a počet kvetoucích byl v průměru pouze 1 jedinec/m².



Graf č.1: Struktura populací na sledovaných územích.

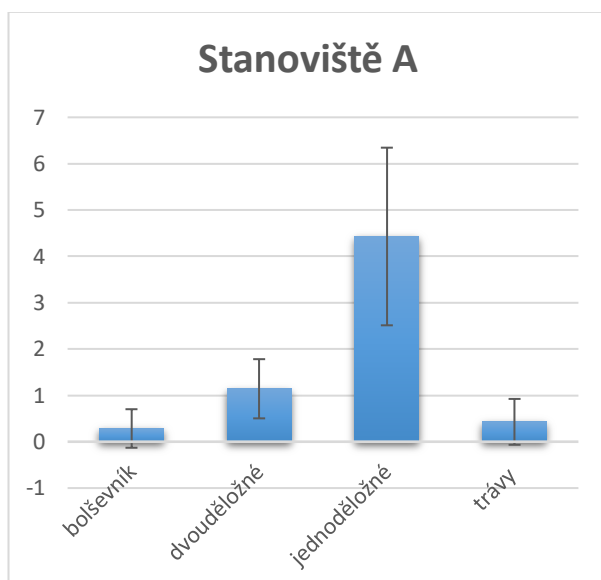
Tyto hodnoty jsou v tabulce č. 2 zobrazeny v procentech. Je patrné, že stanoviště A a B mají procentuálně velmi podobnou strukturu populace, což se nedá říct o stanovišti C, kde se procentuální zastoupení jednotlivých vývojových kategorií rostlin liší.

	A	B	C
semenáčky	86%	88%	67%
nekvetoucí rostliny	9%	7%	22%
kvetoucí rostliny	5%	5%	11%

Tab.č.2: Procentuální zastoupení jednotlivých vývojových stádií bolševníku na 3 odlišných stanovištích.

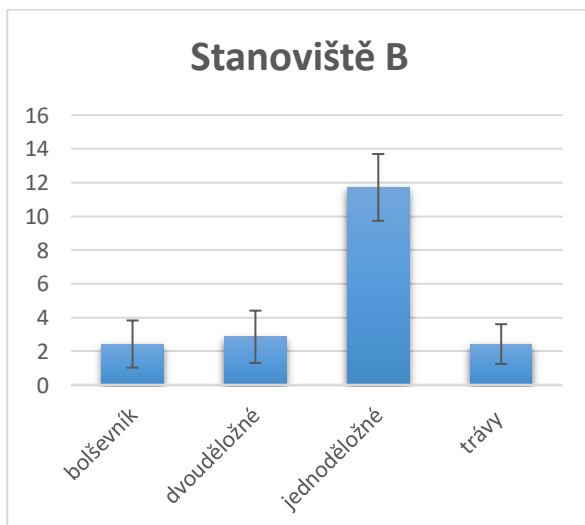
5.2 Stanovení zásoby semen v půdě

Půdní zásoba semen u stanoviště A byla v průměru 30 semen bolševníku, 114 semen ostatních dvouděložných rostlin a 440 semen jednoděložných rostlin včetně trav. Všechny hodnoty jsou uváděny v množství semen na m^2 . Tyto hodnoty však byly na různých místech odlišné, a tak počet semen bolševníku koreloval v rozmezí 0- 80 jedinců/ m^2 . Stejně tak i počet dvouděložných rostlin, který se pohyboval v rozmezí 50-180 semen/ m^2 a počet jednoděložných rostlin včetně trav v rozmezí 250- 630 semen/ m^2 .



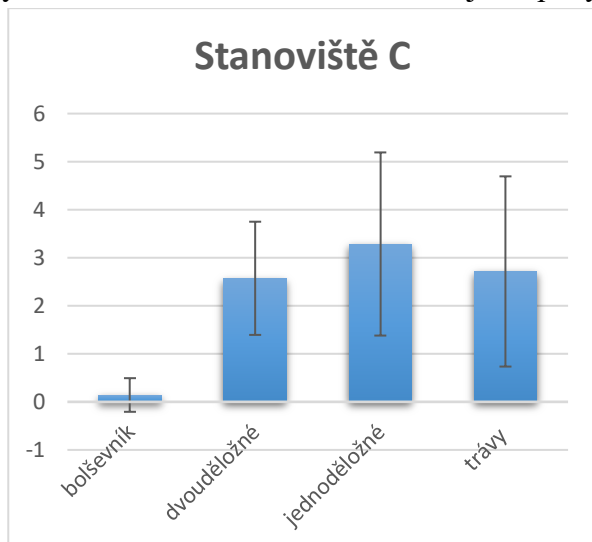
Graf č.2: Půdní zásoba semen u stanoviště A.

Stanoviště B disponovalo velmi velkou zásobou životaschopných semen bolševníku. Na jednom metru čtverečním bylo průměrně 243 těchto semen, hodnoty se však pohybovaly v rozmezí 103 - 383 semen/ m^2 . U rostlin dvouděložných byl průměrný počet semen v půdě 285 kusů/ m^2 . Tyto hodnoty se však také pohybovaly v rozmezí od 135 – 440 semen/ m^2 . U rostlin jednoděložných byl průměrný počet 1 171 semen/ m^2 a hodnoty se pohybovaly v rozmezí 973 – 1368 semen/ m^2 .



Graf č.3: Půdní zásoba semen u stanoviště B.

Hodnoty půdní zásoby semen bolševníku u stanoviště C byly nejnižší. Průměrný počet životaschopných semen bolševníku na 1 m² se rovnal 14. Hodnoty se v tomto případě pohybovaly v rozmezí 0- 45 semen/m². U rostlin dvouděložných už byly hodnoty mnohem vyšší, a to v průměru 257 semen/m² a pohybovaly se v rozmezí 140-374 semen/m². U rostlin jednoděložných bylo v průměru v půdě 328 životaschopných semen na m². Ale i tyto hodnoty nebyly v každém místě na stanovišti C stejné a pohybovaly se v rozmezí 138 -518 semen/m².



Graf č.4: Půdní zásoba semen u stanoviště C.

U všech stanovišť se spolu s bolševníkem vyskytovalo několik dalších druhů rostlin jako například bojínek luční, jílek vytrvalý, lipnice luční, pýr plazivý. Dále byly u stanoviště B a C hojně zastoupeny mechy jako například ploník nebo také drabík. Dalšími rostlinami, které jsme zde našli, byla například pampeliška, kopřivy, svízel přítula, bodlák obecný, ale také vrbovka žláznatá, pcháč bahenní a vrtič obecný.

6 Diskuze

Struktura populací

V našich výsledcích u sledování struktury populací bylo nejhustším územím invaze území B, toto území mělo v některých místech invaze množství až 295 vyklíčených semenáčků na m². Naopak nejméně invadovaným stanovištěm bylo stanoviště C. Procentuální zastoupení jednotlivých vývojových stádií rostlin se nijak zásadně nelišilo u stanoviště A a B. Tudíž lze říct, že pokud se bolševníku na daném území daří, uchovává svoji strukturu populací víceméně neměnnou. Dle Pergl et al. (2007) dochází totiž k vyklíčení u vysokého procenta semen, a proto se na ploše nachází velké množství semenáčků, které jsou na sebe hustě nahloučené. Z důvodu konkurenčního boje v rámci vnitrodruhového zředování se podaří přežít a pokračovat v růstu pouze pár procentům těchto semenáčků (Pergl et al. 2007). Dle našich výsledků lze usoudit, že množství semenáčků, které zvládnou v tomto vnitrodruhovém zředování přežít, se pohybuje kolem 5 - 10 %. To se ale netýkalo stanoviště C, kde bylo procentuální zastoupení úplně jiné. Semenáčky zde sice byly ve větším množství než ostatní vývojová stadia, ale už zde neplatila výše popsaná skladba jednotlivých vývojových stádií. Dle Pergl et al. (2007) je ale tato různici se struktura populací normální. Invazní bolševníky vytvářejí porosty různé hustoty a rozlohy. Jejich plocha se pohybuje od metrů čtverečních až po hektary. Hustota populací bolševníku velkolepého se může značně lišit. V invadovaných územích může kolísat od řídkých porostů s 1–3 kvetoucími jedinci na 10 m² až po hustě zapojené, souvislé porosty s více než 20 kvetoucími rostlinami na stejné ploše (Pergl et al. 2007).

Struktura populací sledovaných stanovišť tedy odpovídala jednotlivým metodám regulace použitých na těchto ohniskách invaze. Stanoviště A, které bylo regulováno chemicky v roce 2015 a poté pouze mechanicky, vykazuje výrazně menší množství semenáčků, než stanoviště, na kterém nikdy neproběhla žádná chemická regulace. Zajímavé je, že množství semenáčků bylo nižší o více jak 60 %, ale průměrný počet rostlin kvetoucích a nekvetoucích byl téměř stejný než na území, které nebylo chemicky regulováno. Důvodem je nejspíš to, že při mechanické regulaci nedošlo k řádnému vymýcení starších jedinců, ale pouze k zabránění kvetení a k odstranění květů či kvetoucích rostlin. Tudíž se snížilo pouze množství semen v půdní zásobě a stará populace zůstala minimálně dotčena. Stanoviště B bylo ukázkovým příkladem ohniska invaze bolševníku, i když zdaleka nepatřilo k těm největším, množství semenáčků se v některých místech blížilo až k hodnotě 300 ks semenáčků/m². Důvodem bylo to, že na tomto stanovišti měl bolševník velmi dobré podmínky, bylo zde dostatek vláhy, jelikož se nacházel hned vedle místního potoka a také měl dostatek živin, které se sem dostaly z nedaleké zemědělské parcely. Navíc se jedná o stanoviště, které nebylo nikdy regulováno chemickou cestou, pouze kosením vyrostlých jedinců, kteří byly poté ponecháni na stanovišti. Stanoviště C je jediné pravidelně chemicky regulované. To mělo velký vliv na strukturu zdejší populace. Průměrný počet semenáčků se zde rovnal 5 klíčním rostlinkám na 1 m². Průměrný počet kvetoucích rostlin byl 1 rostlina/m². Z toho lze vyvodit, že toto stanoviště už několik let čerpá pouze z půdní zásoby semen a je pouze otázkou času a pravidelné regulace, než bude úplně eradikováno.

Zásoba semen v půdě

Z tohoto pokusu jsme kromě zásoby semen bolševníku také zjistili, jaké ostatní rostliny se nachází na invadovaných stanovištích, resp. jaké druhy semen se nacházely v semenné bance. U všech stanovišť byly hojně zastoupeny trávy jako například bojínek luční, jílek vytrvalý, lípnice luční, pýr plazivý. Dále byly u stanoviště B a C hojně zastoupeny mechy jako například ploník nebo také drabík, a to z toho důvodu, že tyto stanoviště se nachází na zamokřené půdě. Dalšími rostlinami, které jsme zde našli, byla například pampeliška, kopřiva, svízel přítula, bodlák obecný, ale také vrbovka žláznatá, pcháč bahenní a vratič obecný.

Na stanovišti A byla půdní zásoba semen bolševníku a rostlin dvouděložných nižší, než výskyt jednoděložných rostlin. Bylo tomu tak proto, že na tomto stanovišti byla použita i chemická i mechanická regulace. Selektivní herbicid tudíž spolu s bolševníkem omezil výskyt i ostatních dvouděložných rostlin. Na druhou stranu se zde nacházela velká zásoba semen rostlin jednoděložných, což může naznačovat, že po vymýcení bolševníku a spolu s ním omezení výskytu dvouděložných rostlin, by volnou niku obsadily rostliny jednoděložné a trávy. Na stanovišti B, které nikdy nebylo regulováno chemicky, byla zásoba semen bolševníku v půdě o poznání vyšší než tomu bylo u stanoviště A. Výskyt semen jednoděložných rostlin byl však v tomto případě několikanásobně vyšší než u prvního stanoviště. Tento fakt přisuzuji tomu, že se stanoviště B nacházelo na velmi výživné a vláhou zásobené půdě, tudíž rostliny, které zde rostly, měly k dispozici dostatek živin na svůj růst a produkci semen. U stanoviště C se v půdní zásobě nacházelo velmi malé množství životaschopných semen. Z toho vyplývá, že už byla pravděpodobně po několika letech chemické regulace skoro úplně vyčerpána. Na místo semen bolševníku se zde nacházelo mnohem více životaschopných semen jiných dvouděložných a jednoděložných rostlin. Je tedy možné, že během několika sezón bude půdní zásoba semen úplně vyčerpána a tuto niku budou moct obsadit ostatní přítomné druhy rostlin.

Jelikož se u našich sledování jednalo spíše o menší ohniska, invaze nedosahuje množství semen v půdě tak vysokých čísel, jako výsledky z výzkumů P. Pyška (2007) a Nielsena (2005). Dle Nielsen et al. (2005) se po jarním vyklíčení během léta nachází v semenné bance něco okolo 200 kusů semen na m^2 . Takových hodnot jsme dosáhli pouze v případě stanoviště B, kde se v průměru zásoba semen na m^2 pohybovala kolem $243 \text{ ks}/m^2$. Po uplynutí dvou vegetačních sezón můžeme nalézt v půdě jen něco okolo 5 % semen z tohoto množství (Nielsen et al. 2005). Z Pyškových dat znovu vyplývá, že průměrná hustota semen odpovídá $500 - 700 \text{ ks}/m^2$ s maximem $3\,700 \text{ ks}/m^2$. Jelikož další dvě stanoviště ani zdaleka nedosahovala takovýchto hodnot, dovoluji si tvrdit, že díky vhodně zvolené a pravidelné regulaci jsou stanoviště A a C spíše na ústupu invaze. Jestli budou tyto dvě lokality i nadále regulovány, je možné, že do několika let budou prosté bolševníků. Dle Nielsen et al. (2005) se dosud publikované informace o délce přežívání semen v půdní semenné bance různí a jsou do značné míry nespolehlivé, protože nebyly zjištěny pomocí experimentů. Skutečnost, že alespoň malá část semen je schopna vytrvat v půdě nejméně dva roky však klíčovým způsobem ovlivňuje průběh invaze a navržení vhodného způsobu kontroly.

7 Závěr

- V této bakalářské práci jsem se zabývala problematikou invazního bolševníku velkolepého. Zajímala jsem se o jeho biologii, výskyt, strukturu populací, zásobu semen v půdě a možnosti jeho regulace.
- Při terénním průzkumu jsem na vybraných lokalitách zjišťovala skladbu jednotlivých populací. Z výsledků bylo patrné, že každé ohnisko invaze disponuje jinou strukturou, která je ovlivněna hlavně způsobem regulace, stanovištními podmínkami a disturbancí na daném území. Nejvíce zastoupeny jsou ve struktuře populací rostliny nově vyklíčené, tedy semenáčky. Nejméně rostliny kvetoucí a to z toho důvodu, že bolševník je rostlinou monokarpickou a tedy hned po vykvetení odumírá.
- Půdní zásobu semen jsme hodnotili pomocí nádobového pokusu, kde jsme po vyklíčení semen z odebrané půdy hodnotili množství vyklíčených rostlin bolševníků a také rostlin jednoděložných a ostatních dvouděložných. V tomto pokusu jsme zjistili, že některá stanoviště měla zásobu semen velmi vysokou a u jiných byla už skoro vyčerpaná. Největší vliv na půdní zásobu semen měl opět typ regulace. Chemická regulace pomocí selektivního herbicidu spolu s bolševníkem vymýtila i většinu dvouděložných rostlin, a tak na stanovišti převládaly rostliny jednoděložné. Mechanická regulace sečením pouze udržovala starou zásobu semen v půdě a zabraňovala dalšímu vysemenění z nově vykvetlých jedinců.
- Výsledky u nejvíce invadovaného stanoviště B byly následovné, struktura populace zde byla v průměru 189 nově vyklíčených rostlin, 14 rostlin ve vegetativní fázi a 10 rostlin v generativní fázi na m^2 . U stanoviště A byly tyto výsledky v průměru 76 nově vyklíčených rostlin, 8 nekvetoucích a 4 kvetoucí na m^2 . U nejméně invadovaného stanoviště C byly tyto výsledky 5 nově vyklíčených rostlin, 2 nekvetoucí a 1 kvetoucí na m^2 . Co se týkalo pokusu s půdní zásobou semen, tak i u tohoto parametru dosahovala nejvyšších hodnot stanoviště B a to s průměrným počtem 243 životaschopných semen v půdní zásobě na m^2 . U stanoviště A se průměrná hodnota životaschopných semen pohybovala v rozmezí 0 - 80 semen/ m^2 . U stanoviště C byla půdní zásoba semen skoro vyčerpaná, tudíž tyto hodnoty kolísaly v rozmezí 0 - 45 životaschopných semen/ m^2 .
- Z výsledků vyplývá, že pokud je populace regulována pravidelně mechanickým způsobem, dojde pouze k zabránění neboli zpomalení dalšího šíření, pokud se tedy nejedná o malou populaci, kterou lze mechanicky pomocí vysekávání kořenů úplně vymýtit. Pokud je populace regulována chemickou cestou, velmi to ovlivní strukturu populace, zásobu semen v půdě a také strukturu populací ostatních rostlin.
- Na invadovaných stanovištích převládaly hlavně mechy, trávy, ostatní jednoděložné, dále pak z dvouděložných, například smetánka lékařská, kopřivy, svízel přítula, bodlák obecný, ale také vrbovka žláznatá, pcháč bahenní a vrtič obecný. Je tedy pravděpodobné, že po vymýcení invazního bolševníku právě tyto rostliny obsadí tuto volnou niku.

8 Literatura

- Baldock D, Beaufoy G, Brouwer FM. 1996. Farming at the Margins: Abandonment or Redeployment of Agricultural Land in Europe. Agricultural economics research institute, Hague.
- Berchová-Bímová K, et al. 2019. Monitoring ohrožení zájmových lokalit invazními nepůvodními druhy. Česká zemědělská univerzita, Praha.
- Biel S, Wagner M. 2020. Naturgarten e.V. Handbuch invasiver Neophyten. Bonn. Available from : https://naturgarten.org/wp-content/uploads/2021/02/Handbuch_final_Nov2020_weissklein.pdf (accessed March 2023).
- Caffrey JM. 1999. Phenology and long-term control of *Heracleum mantegazzianum*. *Hydrobiologia* **415** : 223-228.
- Cupalová K. 2006. Bolševník velkolepý a fotodermatitida. Prevence úrazů otrav a nasílí. **1**:1804-7858.
- Grime JP, Mason G, Curtis AV, Rodman J, Band SR. 1981. A comparative study of germination characteristics in a local flora. *Journal of Ecology* **69**: 1017-1059.
- Prasad Rijal D. 2022. *Heracleum persicum* (Persian hogweed). CABI Compendium. CABI International. doi: 10.1079/cabicompendium.120209.
- Dodd FS, De Waal LC, Wade PM, Tiley GE. 1994. Control and management of *Heracleum mantegazzianum* (Giant Hogweed): 111-126.
- Hejda M, Pyšek P & Jarošík V. 2009. Impact of invasive plants on the species richness, diversity and composition of invaded communities. *Journal of Ecology* **97**:393–403.
- Jahodová Š, Trybush S, Pyšek P, Wade M, Karp A. 2007. Invasive species of *Heracleum* in Europe: an insight into genetic relationships and invasion history. *Diversity and Distributions*. **13**: 99-114.
- Jahodová Š, Froberg L, Pyšek P, Geltman D, Trybush S, Karp A. 2007. Taxonomy, identification, genetic relationships and distribution of large *Heracleum* species in Europe. 1-19.
- Jandová K, Klinerová T, Mullerová J, Pyšek P, Pergl J, Cajthaml T, Dostál P. 2014. Long-term impact of *Heracleum mantegazzianum* invasion on soil chemical and biological characteristics. *Soil Biology and Biochemistry* **68**: 270-278.

- Jursík M, Holec J, Hamouz P, Soukup J. 2011. Plevel: Biologie a regulace. Kurent s.r.o. České Budějovice.
- Kubát K, Hrouda L, Chrtek J, Kaplan Z, Kirschner J, Štěpánek J. 2002. Klíč ke květeně České republiky. Praha. 475-476.
- Krinke L, Moravcová L, Pyšek P, Jarošík V, Pergl J, Perglová I. 2005. Seed bank of an invasive alien, *Heracleum mantegazzianum*, and its seasonal dynamics. *Seed science research* **15**: 239-248.
- Křivánek M, Sádlo J, Bímová K. 2004 Odstraňování invazních druhů rostlin. In: Háková A. Zásady péče o nelesní biotopy v rámci soustavy NATURA 2000. Planeta. Praha: MŽP 2004, XII (8), s. 23-27. ISSN 1213-3393.
- Mládek J, Pavlů V, Hejcman M, Gaisler J. 2006. Pastva jako prostředek údržby trvalých travních porostů v chráněných územích. Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha.
- Morton JK. 1975. Distribution of giant cow parsnip (*Heracleum mantegazzianum*) in Canada. *Canadian Field-Naturalist* **92**: 182-185.
- Moravcová L, Pyšek P, Krinke L, Mullerova J, Perglova I, Pergl J. 2018. Long-term survival in soil of seed of the invasive herbaceous plant *Heracleum mantegazzianum*. *Preslia* **3** :225-234.
- Moravcová L, Pyšek P, Pergl J, Perglová I, Jarošík V. 2006. Seasonal pattern of germination and seed longevity in the invasive species *Heracleum mantegazzianum*. *Preslia* **78**: 287-301.
- Moravcová L. Long term survival in the soil of buried seed of an invasive herb *Heracleum mantegazzianum*. *Preslia*, 2018, **90**: 265-278.
- Murray RDH, Méndez J, Brown SA. 1982. The natural Coumarins: Occurrence, Chemistry and Biochemistry. Wiley, Chichester.
- Nentwig W. 2014. Nevítání vetřelci, invazní rostliny a živočichové v Evropě. Nakladatelství Academia, Praha.
- Nielsen C, Hartvig P, Kollman J. 2008. Predicting the distribution of the invasive alien *Heracleum mantegazzianum* at two different spatial scales. *Diversity and Distributions* **14**: 307-317.

Nielsen C, Ravn HP, Nentwig W, Wade M. 2005. The Giant Hogweed. Best Practice Manual. Guidelines for the management and control of an invasive weed in Europe. Forest and Landscape Denmark, Hoersholm.

Orel J. 2017. Prostorová analýza rozšíření bolševníku velkolepého (*Heracleum mantegazzianum*) ve vybrané oblasti Karlovarska. Bakalářská práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích.

Karlovarský kraj. 2013. Omezení výskytu invazních druhů rostlin v Karlovarském kraji. Operační program životní prostředí. Available from: <https://www.kr-karlovarsky.cz/apdm/invaznirostliny/index.html> (Accessed February 2022).

Ondeková J, Renčo M. 2017. The impact of Invasive Plants on Biodiversity. *Životné prostredie*. Košice. **51**: 52-55.

Pergl J, Sádlo J, Petrušek A, Laštůvka Z, Musil J, Perglová I, Šanda R, Šefrová H, Šíma J, Vohralík V, Pyšek P. 2016. Black, Grey and Watch Lists of alien species in the Czech Republic based on environmental impacts and management strategy. *NeoBiota* **28**: 1-37.

Perglová I, Pergl J, Pyšek P, Moravcová L. 2007. Bolševník velkolepý-mýty a fakta o ekologii invazního druhu. *Živa* **4**: 153-157.

Pergl J, Perglová I, Pyšek P, Dietz H. 2006. Population age structure and reproductive behavior of the monocarpic perennial *Heracleum mantegazzianum* (Apiaceae) in its native and invaded distribution ranges. *American Journal of Botany* **93**: 1018-1028.

Pergl J, Perglová I, Vítková M, Pocová L, Janata T, Šíma J. 2016. Likvidace vybraných invazních druhů rostlin. Standardy péče o přírodu a krajinu. AOPK ČR & Botanický ústav AV ČR, Praha.

Pergl J, Sádlo J, Petrušek A, Pyšek P. 2013. Nepůvodní druhy živočichů a rostlin v ČR: návrh seznamů druhů vyžadujících zvláštní přístup (černý a šedý seznam), Botanický ústav AV ČR., Praha.

Pimentel D. 2002. Biological invasions: economic and environmental costs of alien plant, animal, and microbe species, CRC Press, Florida.

Pyšek P, Prach K. 1993. Plant invasions and the role of riparian habitats: a comparison of four species alien to central Europe: 254-263.

- Pyšek P, Pyšek A. 1995. Invasion by *Heracleum mantegazzianum* in different habitats in the Czech Republic. *Journal of vegetation science* **6**: 711-718.
- Pyšek P. 1991: *Heracleum mantegazzianum* in the Czech Republic: dynamics of spreading from the historical perspective. *Folia geobotanica et phytotaxonomica* **26**: 439-454.
- Pyšek P. 1994. Ecological aspects of invasion by *Heracleum mantegazzianum* in the Czech Republic. John Wiley & Sons Ltd, Kostelec nad Černými Lesy.
- Pyšek P, Jarošík V, Mullerová J, Pergl J, Wild J. 2008. Comparing the rate of invasion by *Heracleum mantegazzianum* at continental, regional, and local scales. *Diversity and Distributions* **14**: 355-363.
- Pyšek P, Kopecký M, Jarošík V, Kotková P. 1998. The role of human density and climate in the spread of *Heracleum mantegazzianum* in the Central European landscape. *Diversity and Distributions* **4**: 9-16.
- Pyšek P, Danihelka J, Sádlo J, Chrtek J Jr, Chytrý M, Janošík V, Kaplan Z, Krahulec F, Moravcová L, Pergl J, Štajerová K, Tichý L. 2012. Catalogue of alien plants of the Czech Republic (2nd edition): checklist update, taxonomic diversity and invasion patterns. *Preslia* **84**: 155 - 255.
- Renčo M, Jurova J, Gomoryova E, Cerevkova A. 2021. Long-Term Giant Hogweed Invasion Contributes to the Structural Changes of Soil Nematofauna. *Plants-basel* **10**.
- Svobodová I. 2001. Invazní plevele a možnosti řešení. Závěrečná práce. Česká zemědělská univerzita, Praha.
- Thiele J, Otte A. 2006. Analysis of habitats and communities invaded by *Heracleum mantegazzianum* Somm. et Lev. (Giant Hogweed) in Germany. *Phytocoenologia* **36**: 281-320.
- Uhlíková M. 2016. Bolševník velkolepý-negativní dopady a možnosti likvidace invaze. Bakalářská práce. Univerzita Karlova. Praha.
- Vojtová T. 2021. Hmyz na květenství bolševníku velkolepého (*Heracleum mantegazzianum*) - vliv hustoty porostu, lokality a dalších druhů miříkovitých. Diplomová práce. Univerzita Hradec Králové.
- Williamson M. 1996. Biological invasions. Chapman and Hall, London.
- Zdeněk Pazdera. 2015. Herbář Wendys. Available from : <https://botanika.wendys.cz/index.php/component/contact/category/4-uncategorised> (accessed March 2023).

