

Univerzita Karlova v Praze

Přírodovědecká fakulta

Ústav pro životní prostředí

Studijní program: Ekologie a ochrana prostředí

Studijní obor: Ochrana životního prostředí



Bakalářská práce

Boševník velkolepý – negativní dopady a možnosti likvidace invaze

Giant hogweed - negative impact of invasion and means of eradication

Vypracovala: Martina Uhlíková

Školitel: Mgr. Jana Müllerová, Ph.D.

Konzultant: doc. Mgr. Jiří Reif, Ph.D.

Praha, květen 2016

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem tuto závěrečnou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu a její tištěná forma je totožná s elektronickou verzí v SIS.

V Praze 20. 5. 2016

Podepsána Martina Uhlíková

Poděkování:

Především děkuji své školitelce Mgr. Janě Müllerové, Ph.D. za vedení mé práce a vstřícné poskytování rad. Dále děkuji doc. Mgr. Jiří Reifovi, Ph.D. za to, že se ochotně ujal role mého konzultanta a děkuji také Ing. Luboši Matějčíkovi, Ph.D. za poskytnutí vybavení pro zmapování mnou navštívených lokalit. Velký dík patří mé rodině, která mi poskytla dostatečné zázemí pro vytváření práce, její podporu a aktivní výpomoc při terénních měřeních, které bylo uskutečněno i díky pomoci dalších mých blízkých osob.

Abstrakt:

Invazní procesy jsou v mnoha případech negativním aspektem dnešního globalizovaného světa. K šíření nepůvodních druhů dochází denně vlivem antropogenních nebo přirozených procesů. Nejlépe popsanou skupinou invazních organismů jsou rostlinné druhy. Emblematickým druhem rostlinných invazí v České republice je bolševník velkolepý, latinsky *Heracleum mantegazzinaum*, jenž je jedním z nejlépe zdokumentovaných nepůvodních druhů u nás. Díky svým vlastnostem se bolševník dokáže rychle šířit prostředím a vytvářet hustá stanoviště, čímž může negativně ovlivňovat okolí a způsobovat jak ekologické, tak i ekonomické škody. Na rozdíl od jiných invazních rostlin, které se na našem území vyskytují, má však bolševník velkolepý negativní vliv i na lidské zdraví. Z tohoto důvodu byl subjektem zájmu mnoha vědeckých projektů, např. Giant Alien, které se snažily porozumět jeho invazní úspěšnosti.

V předkládané práci jsem se pokusila shrnout, které vlastnosti bolševníku umožňují úspěšně pronikat novým prostředím, a upozornit na jeho negativní působení, jelikož to se dotýká i lidské činnosti. Z důvodu dlouhé historie výskytu tohoto druhu na našem území jsou v práci uvedeny informace popisující, co za jeho úspěchem stojí a jaké jsou možnosti pro omezení jeho výskytu. Majoritní část práce je tak věnována metodám, které jsou pro likvidaci rostlin bolševníku využitelné a jaká je jejich úspěšnost při aplikaci v praxi. Přestože je bolševník na území České republiky evidován po dobu téměř dvou století, k aktivním a řízeným snahám o jeho velkoplošné omezení bylo přistoupeno až v posledních letech v rámci projektů v Karlovarském kraji. Na základě vyhodnocení dostupných dat a mnou provedeného terénního měření jsem se pokusila vyhodnotit účinnost jednotlivých typů opatření a došla jsem k závěru, že se jako nejvíce účinné metody jeví vyrývání rostlin spolu s kořeny a aplikace chemických postřiků. Cílem mé práce bylo tedy poskytnout nejen ucelené informace o celkové problematice invazního bolševníku velkolepého, ale i o zkušenostech, které byly získány z jeho likvidace v praxi.

Klíčová slova: bolševník velkolepý, invaze, šíření, vliv, management, metody likvidace

Abstract:

Giant hogweed - negative impact of invasion and means of eradication

Invasions represent in most cases negative aspects of current globalized world. Dispersion of non-native species occurs daily and it is caused by anthropogenic or natural processes. Plant species belong to the best described invasive organisms. An emblematic species of plant invasions in the Czech Republic is giant hogweed, *Heracleum mantegazzianum*. It is one of the most detailed documented non-native species occurring in this country. Due to its qualities hogweed spreads quickly and establishes large stands, which can negatively influence surroundings and lead to both ecologic and economic damage. Compared to other invasive plant species of the Czech Republic, giant hogweed has also negative effects on human health. Due to these characteristics giant hogweed has been an object of interest of many scientific projects, e.g. Giant Alien, aiming to understand attributes that enable its successful invasion.

This thesis attempts to give a summary of attributes enabling successful penetration of giant hogweed into environment, and alert to its negative impact that influences also human activities. Presented data include properties causing hogweed's successful spread, and means of its eradication. Major part of thesis is devoted to methods used as a control measures and their effectiveness. In the last few years some institutions have started to take an action and actively invest effort to decrease occurrence of these species. On the basis of accessible data and own field survey I discuss effects of control methods. According to the data evaluation, root cutting and chemical intervention showed to achieve a satisfying degree of control. Thesis objectives were to provide both comprehensive information about problematics of invasion of giant hogweed, and experience obtained in control strategies.

Key words: giant hogweed, invasion, spread, impact, management, eradication methods

Obsah

1. Úvod	6
2. Studovaný druh bolševník velkolepý <i>Heracleum mantegazzianum</i>	7
2.1. Botanická charakteristika	7
2.2. Ekologická charakteristika	7
2.2.1 Rozšíření a habitat	8
2.2.2. Obranné mechanismy	10
3. Invaze bolševníku velkolepého	12
3.1. Šíření semen	13
3.2. Regenerace	15
3.3. Historie invaze bolševníku velkolepého a jeho rozšíření	16
4. Negativní dopady invaze bolševníku velkolepého	19
4.1. Impakt na biotu	19
4.2. Vliv na lidské zdraví	20
4.3 Ekonomické dopady	22
5. Kontrolní opatření proti invazi bolševníku velkolepého	23
5.1. Kroky potřebné při plánování strategie kontroly	24
5.2. Prevence	26
5.3. Management invadovaného areálu	27
6. Likvidace <i>Heracleum mantegazzianum</i> v Karlovarském kraji - Projekt na omezení výskytu invazních druhů rostlin v Karlovarském kraji	34
7. Zhodnocení účinnosti metod pro likvidaci rostlin bolševníku velkolepého	41
8. Závěr	50
9. Citovaná literatura	51

1. Úvod

Invazi lze chápat jako proces, při kterém organismy překonávají geografické či reprodukční bariéry nebo environmentální faktory působící na druh v místě zavlečení (Pyšek et al., 2008b). Nové druhy rostlin byly úmyslně dováženy především pro okrasné účely již po staletí, jelikož velký rozvoj evropského zahradnictví vytvářel poptávku po druzích, které by byly exotičtější a více atraktivní pro lidské oko. Toto je i případ zavlečení bolševníku velkolepého. Dalšímu šíření importovaných rostlin ve své době nic nebránilo a tak se zdatně rozšířily z lidské péče do okolí, díky přirozené disperzi semen (Nentwig, 2014). Dopady, které s sebou nesou invaze nepůvodních druhů, jsou markantně znát především v období posledních 50 let (Pyšek et al., 2007c). Celosvětově je evidováno něco přes tisíc druhů invazních škůdců, kteří ročně způsobí až 20% ztráty světové sklizně. Na území Evropské unie jsou na boj s invazními rostlinami ročně vynaloženy vysoké částky dosahující sumy i více jak deseti miliard eur (Nentwig, 2014). Riziko, které nepůvodní rostliny při proniknutí do nového areálu nesou, představuje i možnost zavlečení škůdců a nových chorob s rostlinou, na což nemusí být původní biota přivyklá a může to na ni mít katastrofický dopad.

V této bakalářské práci se komplexně zabývám problematikou invaze bolševníku velkolepého, jenž je jednou z nejagresivnějších invazivních rostlin na našem území. V textu se snažím postihnout, které vlastnosti této detailně prozkoumané rostliny podporují její invazi a jaká řešení jsou možná pro omezení jejího šíření. Projekty, které se zaměřily na regulaci zamoření, přináší mnohé poznatky, které v práci shrnuji a na jejichž základě se pokouším vyhodnotit účinnost jednotlivých opatření. V budoucnosti se na základě těchto projektů můžeme inspirovat při boji s dalšími invazními druhy, jejichž je ve světě nemalé množství a riziko jejich zavlečení je realitou dnešních dnů. Přestože nejvíce jsou škody působené těmito druhy evidentní u nepůvodních živočišných druhů, např. norka amerického, nebo patogenů, např. račí mor (Nentwig, 2014), mohou rostlinné invaze zcela pozměnit vzhled a funkčnost krajiny. Bolševník velkolepý výrazně pozměnil tvář krajiny západních Čech. Jeho zamoření dosáhlo na mnoha místech kalamitního stavu, což vedlo zúčastněné orgány k zavedení aktivních opatření. V textu se pokouším tuto fázi boje proti invazním rostlinám na našem území zaznamenat a poukázat na její kladné či záporné rysy.

2. Studovaný druh bolševník velkolepý *Heracleum mantegazzianum*

2.1. Botanická charakteristika

Bolševník velkolepý (*Heracleum mantegazzianum* Sommier et Levier) je dvouděložná rostlina z druhově bohaté čeledi *Apiaceae* (miříkovité, nebo také okoličnaté), jejíž zástupci typicky obývají temperátní oblasti obou zemských polokoulí. Tyto byliny s dutým stonkem, který je často i rýhovaný, mohou být holé či charakteristicky ochlupené. Lodyhy nesou střídavé listy bez palistů, které bývají nejčastěji členěné a složené, naopak nejméně najdeme zástupce s listy celistvými. Květenstvím je jednoduchý či složený okolík. Semena jsou uschována v suchém plodu – dvounažce (Tomšovic, 1997).

Na území evropského kontinentu se nachází přes 20 druhů rodu *Heracleum* (Nielsen et al., 2005). Většina zástupců tohoto rodu je typická svým vysokým vzrůstem a statností (Holub, 1997). V literatuře se tak můžeme setkat s anglickým pojmenováním „tall“ (vysoký), či častěji „giant“ (obří), které náleží třem největším a zároveň invazním zástupcům rodu *Heracleum a to*

H. mantegazzianum, *H. persicum* Desf. a *H. sosnowskyi* Manden. (Nielsen et al., 2005). Přirozeným zastoupením se u nás vyznačuje pouze jediný představitel tohoto rodu, druh bolševník obecný (*Heracleum sphondylium*), jenž se na našem území rozčlenil do čtyř poddruhů (Holub, 1997; Nielsen et al. 2005). Vzrůstem bolševník obecný nemůže příliš svému invaznímu příbuznému konkurovat, jelikož dosahuje výšky od 30 do 200 cm (Holub, 1997). Jistá záměnnost s bolševníkem velkolepým je reálná pouze v době růstu mladých lístků (Nielsen et al., 2005).

Bolševník velkolepý (*H. mantegazzianum*) dorůstá výšky 100-500 cm s průměrem lodyhy 5-10 cm, díky čemuž je ve svém prostředí nepřehlédnutelným prvkem. Charakteristickým znakem, který napomáhá při identifikaci rostliny, jsou červené skvrny vyskytující se na lodyze a husté ochlupení lodyhy v její horní části. Mohutné listy a okolíkové květenství jsou dalšími dominantními znaky této rostliny, jelikož listy mohou dosahovat délky i více jak 1,5 metru a průměr květenství může být až 80 cm (Nielsen et al., 2005). Okolíky se skládají z 20-150 bílých okolíčků, pod kterými se nachází obalíčky tvořené z podpůrných tmavších listenů (Holub, 1997).

Tato vytrvalá bylina se řadí mezi rostliny monokarpické, tudíž vykvete a vyplodí jen jednou za život. První rok růstu tráví většinou ve formě přizemních růžic a až později, nejčastěji mezi třetím a pátým rokem od vyklíčení, přechází do kvetoucí fenofáze (Perglová et al., 2007). V našich zeměpisných šířkách je doba květu charakteristická pro letní měsíce a to od června do srpna (Perglová et al., 2006). Od července se pak začínají zakládat semena (Nielsen et al., 2005). K uvolnění plodů dochází na přelomu léta a podzimu a následně dochází k jejich fragmentaci na dva křídlaté plůdky nesoucí semeno. Po vykvetení a vytvoření plodů rostlina odumírá.

Bolševník je rostlinou jednodomou s monoklinickým květenstvím, tj. nesoucím jak samčí, tak samičí rozmnožovací orgány. Setkáváme se zde s jevem dichogamie ve formě proteandrie, jejíž princip spočívá v dřívějším dozrání pylu než vajíček. Tento mechanismus by měl zabraňovat samoopylení rostliny (Lovett-Doust and Lovett-Doust, 1982; Perglová et al., 2007). Semena bývají většinou oplozena pylem jiné rostliny, avšak v některých případech dojde k samoopylení z důvodu překrytí kvetení samčích a samičích květů (Webb, 1981). Klíčivost je pozitivní i u více jak poloviny takto vzniklých semen. Z toho vyplývá, že samotná soliterně rostoucí rostlina, která se vyskytne na lokalitě vlivem individuálního přemístění, může díky samoopylení poskytnout další generaci životaschopných semenáčků. (Nielsen et al., 2005).

2.2. Ekologická charakteristika

2.2.1 Rozšíření a habitat

Původním areálem bolševníku velkolepého jsou vysokohorské oblasti Kavkazu a jeho původní oblast výskytu sahá až do oblasti jihozápadního Zakavkazska a severovýchodního Turecka (Nielsen et al., 2005). Kavkazské pohoří táhnoucí se od Kaspického až po Černé moře, se rozlišuje na severně položenou oblast Velkého Kavkazu a menší jižní část pohoří označovanou jako Malý Kavkaz. V západní oblasti Velkého Kavkazu leží hlavní jádrová oblast speciace druhu *H. mantegazzianum*. S výjimkou Kavkazu je jakékoliv další rozšíření *H. mantegazzianum* spojeno už s lidským působením (Otte et al., 2007).

Bolševník velkolepý se ve svém původním areálu vyskytuje na těchto hlavních typech stanovišť: ve vyšších nadmořských výškách jsou jimi subalpínské louky a subalpínská vysoko-bylinná společenstva, v níže položených oblastech je pak bolševník součástí nitrofilní vysoko-

bylinné vegetace třídy *Galio-Urticetea* a lze ho najít i v nivních lesích a na opuštěných polích. Za přirozené původní stanoviště bolševníku jsou považována vysokohorská vysoko-bylinná společenstva, kde vegetační pokryv bolševníku většinou nepřesahuje 25% pokryvnosti a rovněž v těchto druhově bohatých společenstvech druh nevykazuje dominanci (Otte et al., 2007). Pro vysoko-bylinnou vegetaci jsou neoptimálnější následující podmínky prostředí: vysoký přísun slunečního záření, dostatečná vlhkost vzduchu a nepříliš velké kolísání teplot vzduchu a půdy (Nakhutsrishvili, 1999). Nicméně i přesto, že ve svém přirozeném prostředí je bolševník velkolepý součástí stabilních společenstev, ve vysokohorských i nížinných oblastech Kavkazu může vytvářet stejně tak husté porosty, jaké známe z našich zeměpisných šířek na stanovištích, která byla nějakým způsobem silně ovlivněna lidskou činností (Nentwig, 2014).

Vysoko-stébelná vegetace vytváří zapojené porosty, což má vliv na mikroklima, jelikož hustě zapojené listové plochy podporují vývoj teplého mikro-klimatu. Velká hustota listoví je zároveň optimální pro vysoký výtěžek uhlíku pomocí fotosyntézy. Pro účinnou fotosyntetickou činnost korunného zápoje je však nutný vysoký obsah půdních živin a jejich rychlý obrat (Tappeneir and Cernusca, 1998). Podobně i samotný bolševník velkolepý je náročný na světelné podmínky a stanoviště s dobrou dostupností živin.

I přesto, že díky svému vzrůstu může bolševník zastínit své méně vzrostlé konkurenty, má i schopnost vytvářet vhodné mikroklimatické podmínky pro další druhy, což může zvýšit lokální diverzitu. Největší pokryvnosti (více jak 50%) dosahuje bolševník ve svém přirozeném areálu v rozmezí středních nadmořských výšek 700-1400 m.n.m., kde se dobře šíří na opuštěných ruderalních pastvinách. Směrem k subalpínské zóně jeho zastoupení klesá, nicméně i ve vyšších nadmořských výškách lze najít rozsáhlejší porosty *H. mantegazzianum* a to na plochách po bývalých pastvinách, kde je vysoký obsah fosforu a dusíku. V nížinách (70-660 m.n.m) je pak bolševník svým výskytem vázán rovněž na otevřené bývalé zemědělské půdy a na mokřiny podél řek (Otte et al., 2007).

Z horských do údolních oblastí Kavkazu se bolševník velkolepý rozšířil z původních společenstev lesních a křovinných lemů přes opuštěné pastviny pomocí sil vody a větru a lidské činnosti. S tím je spojen i trend upouštění od extenzivního způsobu zemědělství, který má vliv na redukci hospodaření na horských loukách a pastvinách (Otte et al., 2007), což otevírá nové prostředí pro rostliny bolševníku. Podobný trend byl popsán i v České republice

v souvislosti s vylidněním kulturně obhospodařované krajiny po druhé světové válce (Müllerová et al., 2005).

V invadovaném areálu může bolševník velkolepý pokrýt svým porostem i oblast o rozloze pár hektarů, nicméně ve většině případů vytváří ostrůvkovité porosty (Pyšek, 1994). Mezi typická stanoviště bolševníku v invadovaném prostředí patří okrajové lokality, jakými jsou lemy lesů, okraje křovisek, luk a pastvin. Běžná stanoviště, na která bolševník velkolepý úspěšně proniká, jsou podél liniových dopravních cest, jakými jsou železnice a silnice, a zdatně osidluje také břehy tekoucích vod (Thiele and Otte, 2006). Vhodnými stanovišti jsou i ruderální plochy, tedy místa, která byla v nedávné době těžce narušena lidskou aktivitou. Rovněž se mu daří na delší po dobu opuštěných místech, kde se etablovala společenstva vysokých bylin (Pyšek, 1994). Opuštění od zemědělství je zde hlavním řídicím mechanismem, který v posledních desetiletích vedl ke zvýšení invaze (Thiele et al., 2007).

Nejčastěji bolševník velkolepý nacházíme na otevřených plochách s dostatečným prosvětlením, jako jsou louky, pastviny, opuštěné i městské zahrady. Vyskytuje se tedy i v městském prostředí. Ojedinele ho lze nalézt v lesních společenstvech (Kubát et al., 2002). Zapojené koruny stromů redukuje uchycení *H. mantegazzianum* a jeho růst, nicméně pod prořídilým korunovým zápojem či na světlínách se vyskytnout může (Thiele et al., 2007). Optimální jsou pro uchycení bolševníku vlhčí půdy s dostatkem dusíku a vysokou dostupností živin (Kubát et al., 2002). Stupeň sukcese má rovněž vliv na porost *H. mantegazzianum*, jelikož na stanovištích staršího sukcesního stádia je porost bolševníku omezen díky mezidruhové konkurenci s dalšími vzrostlými bylinami a dřevinami. Půdy, jejichž obsah živin je příliš nízký nebo jsou zamokřené, rovněž znesnadňují invazi (Thiele et al., 2007). Obhospodařované pastviny jsou mezním typem habitatu pro *H. mantegazzianum*. Může se zde usadit v případě vysokého disperzního tlaku semen ze sousedních lokalit. Velkou roli zde poté hraje pravidelnost a opakovatelnost vnějších lidských zásahů. Například kosení či spásání prováděné dvakrát do roka působí negativně na rostliny *H. mantegazzianum*. Dokud je pravidelně prováděn management na pastvinách, tak na nich přítomné porosty *H. mantegazzianum* nejsou invazní (Pyšek, 1994; Pyšek and Pyšek, 1995).

Z výše popsaných charakteristik o výskytu a ekologii bolševníku velkolepého lze soudit, že díky jeho přirozenému zastoupení ve vyšších nadmořských výškách se jedná o poměrně otužilou rostlinu. Díky nižší limitaci bolševníku teplotami na našem území vykvétají jedinci v České republice oproti svému domovskému areálu mnohem dříve. Za okolností, kdy

rostlina koření v půdě málo bohaté na živiny, věnuje delší dobu rozvoji kořenového systému pro naakumulování vyhovujících zásob, a až po vytvoření vhodnějších podmínek přechází do kvetoucí fáze. Stejně je tomu tak i v případě, kdy rostlina zakoření na málo osvětlených či suchých stanovištích, a na pastvinách, jelikož dlouhodobé spásání rovněž omezuje dobu možnou pro vytvoření květenství. Otázka investice energie do fáze květu je pro rostlinu zásadní z toho důvodu, že se bolševník nerozmnožuje jinak než generativně a vykvést může pouze jedinkrát během životního cyklu. Vytvoření květu a opylení je zásadní pro přežití a dání vzniku nové generaci (Metcalf et al., 2003; Perglová et al., 2007). Tento fakt je důležitý pro pochopení možných způsobů limitace výskytu druhu.

2.2.2. Obranné mechanismy

Bolševník velkolepý má vyvinut efektivní systém obranných mechanismů, které ho chrání před útoky herbivorního hmyzu a obratlovců, a také proti patogenním organismům (bakterie, plísňe, viry). Vlastnosti obranných prvků, tj. furanokumarinů a trichomů, v původním areálu se liší od těch v invadovaném areálu (Hattendorf, 2005). Rostlina se proti vlivu škůdce brání buď přímo, nebo prostřednictvím sekundárních rostlinných sloučenin, které působí na škůdce toxicky nebo znesnadňují požitelnost rostliny. Mezi mechanické obranné prvky proti herbivorům patří trny, trichomy a ostny, zvýšená tuhost rostlinných tkání nebo lepkavé látky na povrchu rostliny. Rovněž obrana chemickými látkami se u rostlin vyvinula pro prevenci před působením jejich škůdců. Takto vybaven má bolševník velkolepý velkou výhodu v konkurenceschopnosti proti ostatním rostlinám. Je možné, že v invadovaném prostředí, například vlivem absence přirozených nepřátel, může rostlina investovat méně do obranných mechanismů a více do vlastního růstu, což opět rostlinu konkurenčně zvýhodní oproti ostatním rostlinám (Blossey and Nötzold, 1995).

2.2.2.1 Chemické obranné mechanismy

Čeleď *Apiaceae* obsahuje velké množství sekundárních metabolitů (Bohlmann, 1971), které se většinou uplatňují jako obranný prvek proti predátorům (Dey and Harborne, 1997). Pro *H. mantegazzianum* i další druhy čeledi *Apiaceae* je typickou složkou sekundárních metabolitů skupina organických sloučenin zvaná furanokumariny, jejíž název je odvozen od kumarinu. Kumariny jsou chemické látky přirozeně se vyskytující v přírodě a jedná se o deriváty

2 H-benzopyran-2-onu. Produkce a obsah těchto sloučenin v rostlinném těle bolševníku velkolepého jsou jedny z nejvyšších z celé čeledi *Apiaceae* (Herde, 2005).

Toxicita furanokumarinů je většinou zvýšena při působení UV-A záření, které vyvolá fototoxický efekt. Ten spočívá ve schopnosti furanokumarinů absorbovat světelnou částici (foton), což vede ke zvýšení energie tripletového stavu excitace. Díky tomu mohou furanokumariny interagovat s DNA, či kyslíkem, který poté přechází do radikálových forem. Furanokumariny jsou rovněž schopny inhibovat činnost enzymů, mohou tvořit vazby s bílkovinami a nenasycenými mastnými kyselinami (Murray et al., 1982).

Pravděpodobně nejvyšší obsah furanokumarinů je v plodech a kořenech, méně pak v listech a nejméně ve stonku bolševníku (Murray et al., 1982; Pira et al., 1989). Celkem bylo z různých rostlinných orgánů bolševníku velkolepého izolováno sedmnáct typů furanokumarinů. Ty se rozlišují na dvě skupiny – lineární a angulární. Posledně jmenovaná skupina tvoří více jak polovinu celkového obsahu furanokumarinů v rostlinném těle *H. mantegazzianum* (Herde, 2005). Patří mezi ně angelicin, který je nejvíce zastoupen v plodech, sphondin a isobergaptin, které se nejvíce nachází v kořenech a na konci pimpinelin. Lineární furanokumariny obsažené v bolševníku velkolepém jsou bergaptin, xanthoxin, imperatorin, psoralen a isopimpinelin. Tyto organické sloučeniny chrání rostlinu před mnoha druhy obratlovců i bezobratlých, hub a bakterií, a rovněž proti působení DNA a RNA virů (Murray et al., 1982).

Mezi charakteristické vlastnosti čeledi *Apiaceae* patří jejich aromaticita. Za výrazný zápach rostlin mohou esenciální oleje, které mohou sloužit k odpuzování predátorů nebo atraktanty opylovačů (Hattendorf et al., 2007). Bolševník velkolepý obsahuje různé typy esenciálních olejů, které se nachází v kanálcích stonku, kořenů, květenství, listů i semen (Hegnauer, 1971). Nejvíce jsou zastoupeny tyto esenciální oleje: oktyl butyrát, oktyl acetát, hexyl butyrát nebo octanol, limonen či borneol. Mnoho olejů působí proti požíráání částí rostlin škůdci. Mezi další sekundární metabolity produkované v těle bolševníku velkolepého patří deriváty acetyleny, flavonoidy, a některé alkaloidy (Hattendorf et al., 2007).

2.2.2.2. Mechanické prvky obrany

V této formě obrany se uplatňují především trichomy na nadzemních částech rostliny. Ty mohou být různé délky a tvaru – například se zakulaceným vrcholkem, trojhranné, drsné nebo zašpičatělé trny (Ochsmann, 1996). Trichomy, které často pokrývají listové řapíky nebo

stonek nesoucí květ, díky svému lepkavému povrchu mohou překážet v pohybu herbivorům a dokonce v nich může dojít k uvíznutí drobného hmyzu. Trny jsou vyhrazeny pouze pro okraje plodů, kde se patrně podílí na zprostředkování disperze semen (Hattendorf et al., 2007). Trichomy se rovněž mohou účastnit chemické obrany rostliny vylučováním či ukládáním odpuzujících nebo toxických složek. Kromě toho, že trichomy napomáhají ochraně rostliny před škůdci, mají i další efekt jakým je například ochrana před UV zářením nebo snižování výparu vody (Press, 1999).

3. Invaze bolševníku velkolepého

Nepůvodní zavlečené druhy se rozlišují na druhy přechodně zavlečené, naturalizované a na druhy invazní (Richardson et al., 2000; Pyšek et al., 2004). Procentuální zastoupení importovaných druhů, které přejdou do stádia přechodného zavlečení, zdomácnění nebo invaze se pohybuje mezi 5-20% (Williamson and Fitter, 1996). Z celkového počtu zavlečených druhů se tak invazní stane jen hrstka těchto druhů. K tomu, aby druh invadoval společenstvo musí být zajištěn dostatečný přísun diaspor invazního druhu na stanoviště. Každé společenstvo má samo o sobě určitou míru rezistence vůči invazím. Aby byla tato odolnost zdolána, musí být do společenstva zaneseny diaspory invazního druhu, kterých je potřeba tím větší množství, čím je invadované společenstvo více odolné. Šance na přežití druhu v invadovaném společenstvu se dále odvíjí od konkurenceschopnosti původních druhů, které ve společenstvu rostou a dalších faktorů (Chytrý a Pyšek, 2008). Jak je uvedeno dále v textu, bolševník oplývá mnoha vlastnostmi, které z něho činí zdárného konkurenta a umožňují jeho efektivní šíření prostředím.

3.1. Šíření semen

Schopnost, s jakou bolševník velkolepý dokáže úspěšně pronikat na nové lokality a rozvíjet se zde v početné populace, spočívá hlavně v jeho vyspělé formě reprodukce, kdy jedna rostlina dokáže vytvořit nejčastěji okolo 20 i více tisíc semen, která se dále snadno šíří prostředím (Moravcová et al., 2007b; Perglová et al., 2007). Ne všechna semena jsou životaschopná a některá dokonce nikdy nevyklíčí, i přesto je potenciál reprodukce u tohoto druhu vysoký, jak tomu u invazních rostlin bývá (Nielsen et al., 2005). Po vypadnutí z mateřské rostliny jsou semena uložena do tzv. půdní semenné banky, kterou se souhrnně označují semena různých

rostlin, která mohou být v půdě uchována bez výrazného poškození jejich stavu. Množství uložených semen má určující efekt na další populační vývoj. Více jak 90 % semen bývá uloženo ve svrchní vrstvě půdy o přibližné tloušťce 5 cm (Moravcová et al., 2007b). Hustěji pokryté lokality rostlinami bolševníku mohou poskytovat na 1 m² až 12 000 semen bolševníku v semenné bance. Většina semen není klíčení schopna a během zimního období dojde k jejich zetlení. I přesto se v půdě na jaře může na 1 m² nacházet až 2000 životaschopných semen, která mohou vyklíčit, jelikož po zimním období došlo k ukončení jejich dormantního stádia. K uvolnění semen z rostliny sice dochází během podzimu, ale ihned nevyklíčí, jelikož přechází do fáze dormance, během které jsou semena v klidu a neklíčí. Semena vyčkávají delší dobu, dokud nedojde k vytvoření optimálnějších podmínek a až poté dojde k vyklíčení a růstu nových rostlinek. Tento mechanismus umožňuje rostlinám přežít doby sucha či kolísání teplot a snížit tak mortalitu mladých rostlinek (Nielsen et al., 2005). K přerušení stavu dormance semen bolševníku (tzv. stratifikaci) je potřeba chladného a vlhkého prostředí, které je poskytnuto během zimního období. Výzkumem bylo prokázáno, že k přechodu ze stavu dormance postačilo vystavení semen vlhkosti a nízkým teplotám mezi 2-4 °C po dobu dvou měsíců (Moravcová et al., 2007b).

Po jarním vyklíčení se během léta nachází v semenné bance už pouze něco okolo 200 kusů semen na m² a po uplynutí dvou vegetačních sezón můžeme naleznout v půdě jen něco okolo 5 % semen z tohoto množství (Nielsen et al., 2005). I přes tuto nízkou hodnotu je jisté, že díky velkému množství semen, které rostlina během svého životního cyklu vyplodí, může i jeden kus rostliny vyklíčený z půdní semenné banky započnout novou invazi.

Ke klíčení dochází počátkem jara a jedinci *H. mantegazzianum* se tak v prostředí objeví ještě před původní vegetací. 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 zředování se podaří přežít a pokračovat v růstu pouze pár procentům těchto semenáčků (Pergl et al., 2007). Jejich další růst je rychlý a tak se brzy lokalita zaplní jedinci s mohutnými listovými růžicemi, čímž dojde k zastínění vegetace pod nimi a tím k omezenému přísunu světelného záření do nižších partií. 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 vykvete okolo 10 % rostlin, které svůj životní cyklus úspěšně ukončí, zbylé rostliny setrvávají ve formě listových růžic (Pergl et al., 2007).

Při šíření semen jsou hlavní mechanismy, které šíření podporují jak přirozeného charakteru, tak antropogenního. Přirozeným způsobem se semena mohou šířit podél vodních toků. Semena uvolněná z mateřské rostliny se po uvolnění snadno dostanou do vody a proud semena efektivně šíří dál. Tímto způsobem dochází ke značnému přesunu semen i na větší vzdálenost (Moravcová et al., 2007a). To, že se semena dobře šíří i pomocí lidské činnosti dokládají rozsáhlé porosty bolševníků usídlených podél různých cest, silnic a v silničních příkopech, na což má vliv zejména šíření semen pomocí motorových vozidel, na jejichž pneumatikách mohou semena bolševníku snadno ulpět. Během pohybu vozidla se uchycená semena mohou uvolnit, k čemuž často dochází i daleko od místa jejich uvolnění z mateřské rostliny. Lidé se na šíření semen v minulosti často účastnili i tím, že si suché okolíky rostlin *H. mantegazzianum* sbírali a přenášeli do oblasti svého bydliště, kde tyto okolíky využívali jako dekorační prvek. Suché okolíky však většinou obsahují značné množství vyzrálých semen, která se přenosem mohou snadno uvolnit (Tiley et al., 1996). Zároveň se mohou semena snadno zachytit o lidský oděv, což opět napomáhá jejich šíření. Další antropogenní mechanismus, který významně přispívá k šíření semen a pozitivně tak působí na invazi bolševníku velkolepého, je transport půdy spolu se semeny (Nentwig., 2014). Semena mohou být transportována díky své morfologii i pomocí zvířat, na jejichž srsti se mohou díky jejich drsnému povrchu snadno zachytit (Nielsen et al., 2005).

3.2. Regenerace

Výše popsané vlastnosti, které činí z bolševníku velkolepého tak úspěšného vetřelce, vedou k závěru, že pro úspěšnou eliminaci jeho výskytu by bylo nejefektivnější odstranit jeho reprodukční části. Jelikož se bolševník velkolepý rozmnožuje výhradně generativně, vedlo by to k redukci potomstva a produkce semen a pokud by se tato metoda aplikovala systematicky po dobu několika let, mohlo by to vést k úplnému vyčerpání semen v půdní bance (Nielsen et al., 2005; Perglová et al., 2007). V momentě, kdy se přikročí k mechanickým opatřením, je však potřeba brát v potaz regenerační možnosti bolševníku, jelikož rostlina je ve většině případů schopna po poškození obnovit růst. (Pyšek et al., 2007a).

Jediný mechanický zákrok, kterým je rostlina ihned zlikvidována, je přetnutí kořenů v hloubce cca 15 cm pod povrchem. Jiné zákroky rostlinu sice oslabí, ale nemusí vždy vést k úspěšné mortalitě (Nielsen et al., 2005). Bylo prokázáno, že přeseknutí rostliny v úrovni 5 cm pod povrchem nebo na úrovni zemského povrchu umožnilo rostlině znovu obrazit a

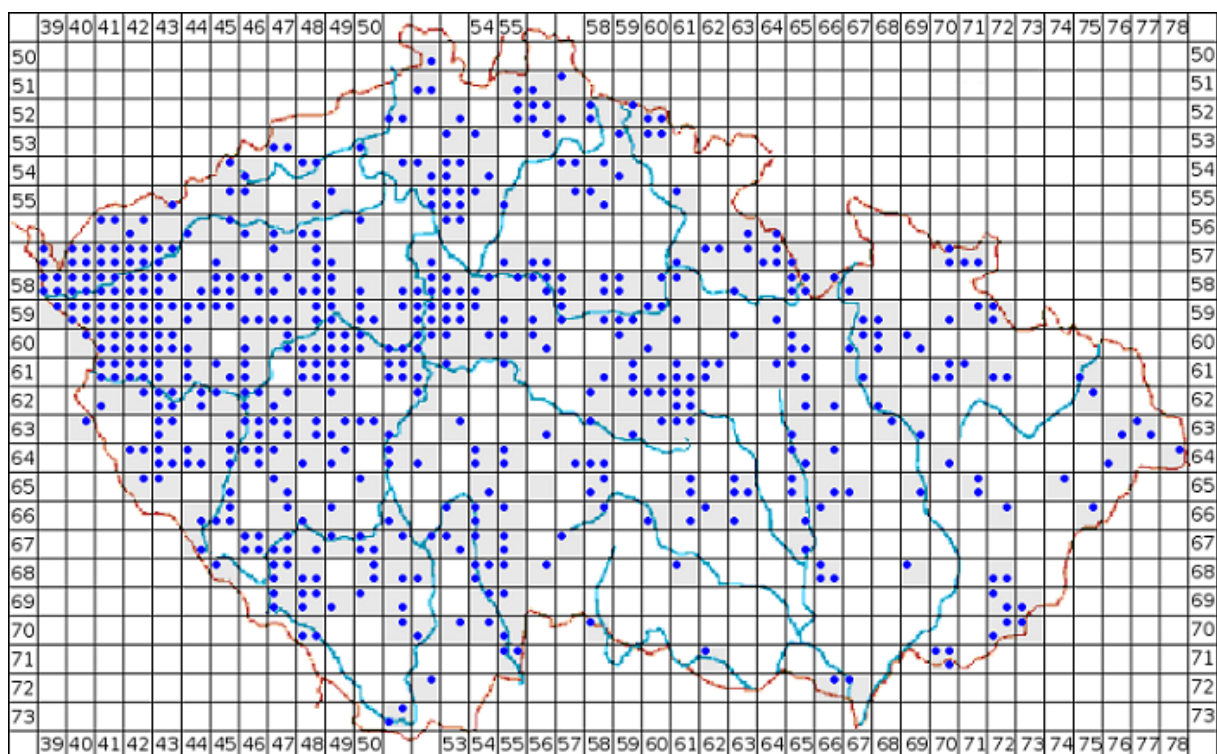
obnovit její růst (Tiley and Philp, 1997). Z hlediska načasování zásahu, bylo pozorováno, do jako míry se s nimi rostlina byla schopna vyrovnat. Při provedení zákroku v raném stádiu vývoje rostliny, je pravděpodobnost mortality nižší, než když je proveden později (Pyšek et al., 2007b). Pokud je rostlina poškozena ještě před vrcholem kvetení, má většinou dostatek zásob pro svojí rychlou obnovu (Tiley et al., 1996; Nielsen et al., 2005).

Způsob, jakým je rostlina poškozena a jaký typ zásahu na ni je aplikován, ovlivňuje stupeň její regenerace. Rostliny, jimž byla lodyha zastřižnuta v úrovni zemského povrchu mohou obnovit růst od báze stonku. Když rostlinám není odstraněn celý stonek, tak se většinou rozvětví a vytvoří nové výhonky květů z listových nodů mezi řapíkem a stonkem (Tiley and Philp, 1997). U rostlin, kterým byly odstraněny listové části během června, se pozorovalo, že v období srpnového dozrávání semen byl celkový souhrn listových ploch třikrát větší, než u okolních nepoškozených rostlin, u nichž byla redukce listové plochy způsobena přirozeným stárnutím (Pyšek et al., 1995). Roli zde hraje i vitalita rostliny, jelikož oslabená rostlina je schopna vložit méně energie do vytvoření výhonků než rostlina odolná. Odstranění okolíku v době květu většinou vede ke snížené produkci semen. Odseparování přímo kvetoucích částí, tak může být mnohem efektivnější pro snížení produkce semen, než odstranění celého stonku v úrovni zemského povrchu. Tento účinek může být zefektivněn, pokud jsou spolu s květenstvím kompletně odstraněny i listy (Pyšek et al., 2007b). Pokud během růstové sezóny rostlina po zásahu obnoví okolík a ten je následně umně odstraněn, nedojde většinou do konce růstové sezóny k žádné produkci semen. Druhé zastřižení je pak neefektivnější, pokud se provede na okolících, u kterých byla produkce semen už zahájena (Pyšek et al., 2007a). Regenerace je faktor, který pozitivně působí na schopnost bolševníku přežít poškození a snižuje úspěšnost kontrolních opatření.

3.3. Historie invaze bolševníku velkolepého a jeho rozšíření

Historie šíření nepůvodních druhů rostlin sahá do doby neolitu, kdy člověk přešel z lovecko-sběračského způsobu obživy k pěstování nových plodin a vzniku zemědělství (Web 1). Velká část druhů, která se nyní nachází na našem území, nebyla původní, ale během let se zde adaptovala a zdomácněla a často se stala nedílnou součástí hospodářství. Některé nepůvodní rostliny zdomácněly bez výrazných vlivů na okolní prostředí. Ty rostliny, které se šíří agresivně, rychle a mají negativní vliv na okolní prostředí, nazýváme rostlinami invazními.

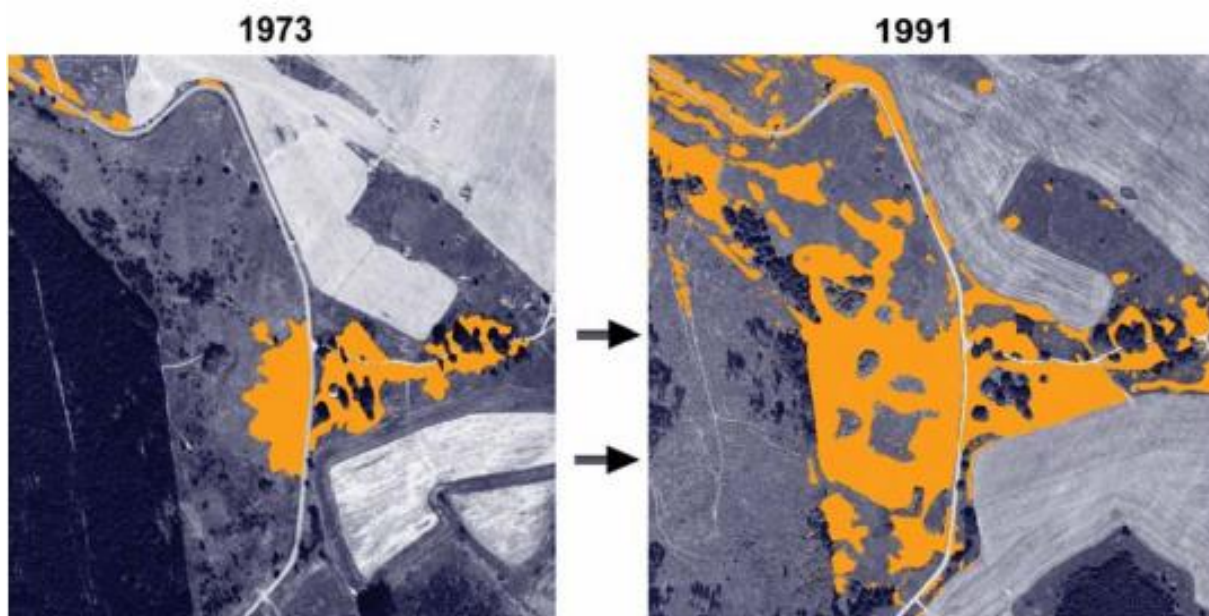
Jako mnoho jiných zavlečených druhů i bolševník velkolepý byl původně dovezen do Evropy z důvodu jeho estetické hodnoty. Z roku 1817 je datován první údaj o introdukci tohoto druhu v londýnské botanické zahradě Kew Gardens. Velká Británie je tudíž první známou zemí, kam byl tento druh dovezen a kde se později naturalizoval, jak dosvědčuje záznam z roku 1828 o první popsané zplanělé populaci bolševníku velkolepého v hrabství Cambridgeshire. Poté jsou v historických záznamech evidovány výskyty v Nizozemsku, Švýcarsku, Německu a dalších zemích. Rychlé šíření bolševníku evropským kontinentem bylo především iniciováno jeho rozsáhlým vysazováním v zahradách a parcích (Nielsen et al., 2005; Nentwig, 2014). Spolu s bolševníkem velkolepým jsou v Evropě invazní i další jeho příbuzní *H. sosnowskyi* a *H. persicum* (Jahodová et al., 2007). *H. sosnowskyi* zdomácněl především v Pobaltských zemích (Nentwig., 2014). Na našem území nebyl jeho výskyt potvrzen žádnými pozitivními nálezy (Jahodová et al., 2007). *H. persicum* se naturalizoval pouze v severních skandinávských zemích. V některé literatuře se uvádí, že ojediněle byl jako okrasná rostlina pěstován v České republice a místy dokonce zplaněl na Opavsku, tudíž jeho další šíření není zcela vyloučeno (Kubát, 2002).



Obr. 1. Lokality výskytu bolševní velkolepého v ČR (Zdroj: www.florabase.cz)

V České republice byla hlavním centrem introdukce bolševníku velkolepého oblast západních Čech. První rostliny bolševníku byly vysazeny v zámeckém parku Lázní Kynžvart v roce 1862 zahradníky knížete Metternicha jako okrasný prvek. Z tohoto epicentra se bolševník vyvážel do dalších oblastí, kde byl pěstován. První zachovalá herbářová zplanělá položka pochází z roku 1877 z okolí Mariánských lázní, kdy druh nebyl ještě znám pod názvem *H. mantegazzianum* (Holub, 1997). V Evropě i v České republice je bolševník velkolepý poměrně dobře zmapován. Díky jeho rozšíření a delší invazní historii je dostupné velké množství dat (Nentwig, 2014). Nerovnoměrnému výskytu v České republice (viz Obr. 1) dominují hlavně lokality na západě Čech, kde se nachází často rozsáhle zamořené oblasti. Nejčastěji byl nalezen v oblasti Tepelských vrchů, horního Poohří, v oblasti Brd a Plzeňské pahorkatiny, a v severních částech Českého lesa a Tachovské brázdy. Nejvýchodněji byla zmapována izolovaná populace v moravských Javorníkách, přičemž v ostatních teplejších oblastech Čech a Moravy se mu nepodařilo významněji zdomácnět. Daří se mu podél toků ve středním Povltaví, dolním Posázaví a nalézá se i v Třeboňské pánvi. Jeho populace lze nalézt i na území malých či velkých zvláště chráněných území, především pak v CHKO Slavkovský les (Kubát et al., 2002)

V případě, kdy se rostliny vyskytují na jim vyhovujícím stanovišti, je předpoklad jejich šíření vysoký a dochází k němu rychle jak na měřítku lokálním, tak i regionálním. V invazi vysoce postiženém území Slavkovského lesa byl zaznamenán postup invaze s průměrnou rychlostí deseti metrů za rok, vlivem čehož se invadovaná plocha dokázala rozšířit o 1200 m² za pouhý rok (Müllerová et al, 2005, 2008). V České republice došlo za posledních 14 let ke zdvojnásobení invazí zasažených ploch (viz Obr. 2). Nárůst invadovaných ploch v rámci regionu (České republiky) je charakterizován exponencionálním růstem. V celosvětovém srovnání je tak rychlost invazního postupu bolševníku ztotožnitelná s rychlostí s jakou invadují nové lokality po celém světě ty nejnebezpečnější invazní rostliny (Pyšek and Hulme, 2005; Pyšek et al., 2008a).



Obr. 2. Letecké snímky dokládající postup invaze bolševníku ve Slavkovském lese (Zdroj: Nielsen et al., 2005)

4. Negativní dopady invaze bolševníku velkolepého

Z důvodu výborné konkurenceschopnosti dokáže bolševník velkolepý vytvářet husté a rozsáhlé porosty. Pokud jsou zároveň příznivé stanovištní podmínky, nebrání mu příliš sil v tom, aby se zde stal dominantní složkou. Tudíž nemůže být sporu, že i působení na okolní biotu bude výrazné. Spolu s další invazní rostlinou, která v současnosti dělá ochranářům vrásky, netýkavkou žláznatou, se právě bolševník nejvíce negativně podílí na změnách ovlivňujících skladbu rostlinných společenstev (Hejda and Pyšek, 2006; Nentwig, 2014). Jeho přítomnost krajinně má i mnoho dalších důsledků, které přímo působí na lidskou činnost.

4.1. Impakt na biotu

Díky morfologickým vlastnostem, jakými je vysoký vzrůst a značně rozsáhlé plochy listů, dokáží jedinci *H. mantegazzianum* snadno přerůst okolní vegetaci a svými mohutnými listy ji zastínit. Densita populací *H. mantegazzianum* se může v invadovaném areálu značně lišit (Thiele et al., 2007). Nicméně pokud se na stanovišti vyskytují husté porosty, je působení na okolní vegetaci mnohem markantnější než u řídké porostlých stanovišť. Zapojené porosty mohou vést k absorpci až 80 % dopadající sluneční energie rostlinami bolševníku velkolepého. Okolní druhy, které jsou citlivé na přísun slunečního záření, jsou tak potlačeny (Nielsen et al, 2005; Pergl et al., 2007).

Charakter stanoviště hraje významnou roli v tom, zda zde bude bolševník úspěšně pronikat a jak bude na okolní druhy působit. Samotný bolševník, který je vysoce náročný na přísun slunečního záření, může být zastíněn v některých prostředích stromy. Proto se méně vyskytuje ve stromových společenstvech, kde jsou na něho zároveň kladeny i vyšší kompetiční nároky. Naopak čistě bylinná společenstva jsou k jeho invazi mnohem náchylnější a tak i působení na tyto druhy bude významné (Thiele and Otte, 2007). Pokud se bolševník usadí na stanovištích se zastoupením nízké rostoucí původní bylinné vegetace, jakými jsou travinné biotopy a ruderalní biotopy s raně sukcesní vegetací, zavádí tím nad její úroveň novou vegetační vrstvu, čímž vegetaci pod sebou zastíní.

Vlivem invaze dochází ke změně složení a zastoupení domácích druhů. Na neinvadovaných plochách se vyskytuje větší počet druhů, než na invadovaných stanovištích, kde je tento trend ještě umocněn tím víc, čím hustší porost zde bolševník velkolepý vytváří (Nielsen et al., 2005). Zvýšené zastoupení bolševníku v pokryvnosti může vést k zastínění jak krátkostébelných bylin (např. pryskyřník plazivý), tak i vysokostébelných bylin (např. kopřiva dvoudomá), čímž výrazně snižuje počet druhů cévnatých rostlin na jednotku plochy (Thiele and Otte, 2007). Ve Slavkovském lese bylo v hustě zapojených porostech bolševníku velkolepého pozorováno snížení počtu okolních druhů zhruba na polovinu a zároveň se i výrazně pozměnilo druhové složení (Nielsen et al., 2005).

Vysokých hustot bolševník dosahuje především na opuštěných travnatých stanovištích a rumišťích a zde rovněž nejvýrazněji snižuje druhovou rozmanitost (Thiele and Otte, 2007). Obhospodařovaná travnatá společenstva, společenstva vysokostébelných bylin a lesní porosty nejsou vlivem přítomnosti bolševníku velkolepého nijak výrazně ochuzena o svoji druhovou bohatost. Neobhospodařovaným stanovištím, na kterých dochází k rozvoji druhově ochuzené vegetace, však mohou vévodit i jiné druhy, jako například kopřiva dvoudomá. Dominance na těchto stanovištích a jejich ochuzování tak nemusí být výsadou pouze bolševníku, jelikož na těchto ruderalních stanovištích je kompetice přirozeným procesem, kdy převaha jednoho či více druhů může skutečně vést ke snížení lokální druhové bohatosti (Nielsen et al., 2005).

I přesto, že se bolševník velkolepý může vyskytovat i na chráněných lokalitách, nemusíme ho považovat za příliš velké riziko pro vzácné druhy a společenstva. Vzácně se vyskytující druhy jsou většinou adaptovány na nějakým způsobem extrémní podmínky prostředí, jakými může být suchá nebo naopak zamokřená půda. *H. mantegazzianum* nemá

příliš potenciálu pro obsazení takovýchto stanovišť. Pokud zde dojde k jeho uchycení, tak spíše ve formě řídce rozmístěných jedinců (Thiele and Otte, 2006).

Spolu s ohrožením společenstev lokálních druhů jsou hustá stanoviště *H. mantegazzianum* rizikem i z důvodu eventuální eroze říčních břehů. Eroze může být vyvolána potlačením nebo dokonce vytlačením některých původních druhů z okolí řek, kde se tyto druhy podílely na stabilizaci břehů (Caffrey, 1999). Bolševník následně tyto druhy dočasně nahradí. Jakmile rostliny vyplodí a odumřou, zůstane po zimě na břehu obnažená půda, která může snadněji podlehnout erozi působením dešťových srážek nebo povodní (Tiley and Philp, 1994). Tímto se do toku dostanou částice, které mají vliv na vlastnosti vody a nepříznivě tak mohou působit na organismy vázané na určité charakteristiky toku (Caffrey, 1999).

4.2. Vliv na lidské zdraví

Invazní rostliny mohou u člověka vyvolat zdravotní problémy, ať již jde o zranění, špatně se hojící popáleniny nebo alergické reakce. V rostlinném těle bolševníku se nachází agresivní fototoxické šťávy, které představují výrazné zdravotní riziko nejen pro člověka, ale i pro zvířata. Rostliny vylučují čirou tekutinu, která může člověku při kontaktu s rostlinou přivodit vážná kožní poranění – fotodermatitidy (viz Obr. 3; Nentwig, 2014). Všechny části rostlinného těla bolševníku obsahují větší či menší koncentrace těchto šťáv s furanokumariny (viz kapitola 2.2.2.). Šťávy při kontaktu s pokožkou a následném vystavení zasaženého místa UV záření způsobí popáleniny, jejichž hojení je obtížné a vzhled pokožky nepříjemně poznamenají jizvami, které se rovněž těžko hojí (Nentwig, 2014). Fototoxická reakce může být spuštěna již po uplynutí 15 minut od potřísnění pokožky a expozici místa UV záření. Nejvyšší citlivost nastává v rozmezí 30-120 minut od kontaktu pokožky s tekutinou. Do jednoho až dvou dnů se na místě objeví příznaky zánětlivé



Obr. 3. Kožní reakce vyvolaná fototoxickými šťávami bolševníku (Zdroj: Nielsen et al., 2005)

reakce, jako je skvrnitost a zčervenání pokožky. Po odeznění zánětlivé fáze se na postižených

místech objevuje hyperpigmentace (ztmavnutí), která může setrvat i několik měsíců. Po této události může být postižené místo přecitlivělé vůči UV záření i po dobu několik dalších let (Nielsen et al., 2005). Míra, kterou látky zasažené místo poraní je ovlivněna i citlivostí, která se u jednotlivců může lišit. Může tedy nastat i případ, kdy se člověku při kontaktu jeho pokožky s rostlinou nic nestane díky odolnosti organismu vůči vlivu šťáv (Nentwig, 2014). To že rostliny způsobují takto vážná poranění je tak další překážkou znesnadňující likvidaci porostů bolševníku. Zároveň tento fakt působí negativně na využití postižených ploch pro rekreaci nebo jiné užití (Nentwig, 2014). Porosty bolševníku mohou veřejnosti bránit v přístupu k říčním břehům a atraktivním lokalitám, nebo zhoršují prostupnost cest a stezek (Tiley and Philp, 1994), což může limitovat zájmy některých skupin (vyznačáči vodních sportů apod.).

Pro předcházení vzniku poranění je nejefektivnější zamezit kontaktu pokožky s rostlinami. Lidé by měli být při pohybu mezi rostlinami bolševníku vhodně oděni, aby byly všechny části těla kryty oděvem. Při provádění zásahových opatření je nasnadě použít vhodné ochranné pomůcky (ochranné obličejové štíty, rukavice). Pokud dojde k potřísnění pokožky je pro minimalizaci zdravotních dopadů nutné pokožku omýt vodou a mýdlem a postižené místo nevystavovat působení UV záření minimálně po dobu 48 hodin (Nielsen et al., 2005). Aplikace vhodných farmak s obsahem steroidů může také zmírnit projevy fotodermatitidy v časně fázi reakce. Jelikož zasažené místo vykazuje zvýšenou citlivost na UV záření, je potřeba jej po dobu několika dalších měsíců ošetřovat opalovacím krémem s ochranným faktorem. Při zasažení očí je potřeba oči dostatečně vypláchnout vodou a ochránit je pomocí slunečních brýlí. Nicméně podle intenzity poranění se vyplatí vyhledat odbornou pomoc (Nielsen et al., 2005).

4.3 Ekonomické dopady

Odstraňování mnohých druhů z okrajů silnic, tratí a naspů železnic a břehů vodních toků vyžaduje vysoké náklady. Kromě toho problematické invazní plevele zvyšují výdaje na práci v zemědělství a lesnictví (Nentwig, 2014). Ekonomické výdaje, které se investují do opatření proti dopadům invaze bolševníku velkolepého, nebyly dosud přepočteny na nějakou konkrétní částku. Ze studií provedených v Německu se odhaduje částka spojená s výskytem této rostliny na německém území mezi 6 až 21 miliony eur. Tato suma odpovídá ročním nákladům spojeným s léčbou poranění, která byla bolševníkem způsobena, nákladům na

likvidaci jeho porostů podél železničních tratí a podél silnic a na jeho odstraňování v chráněných oblastech. Největší finanční vklad pro prevenci škod způsobených invazí a pro jejich nápravu byl zaznamenán u managementových opatření prováděných na úrovni krajů (Reinhardt et al., 2003). Je tedy zřejmé, že úsilí, které je potřeba na eliminaci výskytu tohoto druhu a omezení tak jeho negativních efektů, není nijak mále a přepočten na peněžitou hodnotu nám může udělat lepší představu o tom, o jak závažný problém se skutečně jedná.

Přestože je obtížné odhadnout finanční náklady spojené s invazí *H. mantegazzianum* nejen na úrovni kontinentální, ale i regionální, bylo toto téma například zkoumáno ve Skotsku a Dánsku. Sumarizace se většinou odvíjí od početnosti a rozšíření *H. mantegazzianum*. Výdaje spojené s kontrolou invaze bolševníku velkolepého na menších plochách ve Skotsku odpovídaly 1-30 pracovním hodinám. U lokalit o rozloze 9-19 ha pak vložené úsilí pro kontrolu odpovídalo 1600-10 800 pracovních hodin (Sampson, 1994). Výzkum v Dánském království prokázal podobné odchylky v nákladech jednotlivých obcí. Průměrné roční výdaje byly stanoveny na 10 000 €, ale roční náklady se mezi obcemi lišily v rozmezí od částky 50 € do částky více jak 60 000 € (Sørensen and Buttenschøn, 2005). Tyto hodnoty dokumentují, že se v celonárodním rámci nejedná o zanedbatelné částky, přestože úsilí, které je na potlačení invaze vynaloženo, je v rámci státu rozprostřeno nerovnoměrně. Proto je důležité, aby jednotlivé kroky byly prováděny s dostatečnou pečlivostí a s ucelenou strategií, které povedou k efektivně zužitkovaným ekonomickým a pracovním prostředkům.

Znalosti, které jsou k dispozici z historických dat, nám poskytují věrohodné informace o historii invaze (Pergl et al., 2008). Spolu s vědomostmi nabitými v oblasti biologie a ekologie bolševníku jsou potřebnými k tomu, abychom s jejich využitím účinněji postupovali v boji proti jeho invazi a celkové redukci jeho negativních vlivů.

5. Kontrolní opatření proti invazi bolševníku velkolepého

Na základě mnoha negativních vlastností, kterými invazní bolševník velkolepý oplývá, bylo jeho eliminaci a kontrole věnováno mnoho pozornosti a lidského snažení. Úspěšnost vynaloženého úsilí se nicméně značně liší a závisí na mnoha faktorech. Těmi jsou především výborná schopnost sebe-obnovy rostlin a vysoká produkce semen (Perglová et al., 2007; Pyšek et al., 2007a). Z dosud objasněných charakteristik je zřejmé, že pro úspěšnou kontrolu tohoto druhu je potřeba kroky provádět za předpokladu vytyčení dlouhodobé strategie.

V praxi by tato strategie měla být uskutečněna z toho důvodu, že značná část semen uložených v půdní semenné bance je schopna vyklíčit i více jak po třech letech od jejich vyplenění (Moravcová et al., 2007b). Pro zamezení šíření bolševníku je potřeba včasně detekovat místa jeho výskytu a zaměřit se na místa s optimálními podmínkami pro jeho možné uchycení. Prevence by měla hrát hlavní roli v účinném boji proti invazím. Pokud se kontrola zaměří pouze na vybranou postiženou lokalitu a nebude brát v potaz možnost šíření semen nebo dokonce přítomnost jiných invadovaných stanovišť v okolí, je jisté, že výsledek opatření nemusí být úspěšný. Pokud preventivní kroky nepomohou a rostliny se rozšíří i na nové lokality, hraje zde významnou roli čas, jelikož méně zamořené lokality se likvidují snáze a potřebují vynaložit méně úsilí na ošetření, než lokality více postižené. (Nielsen et al., 2005)

5.1. Kroky potřebné při plánování strategie kontroly

Při založení projektu pro trvale udržitelnou kontrolu invadovaných stanovišť je nutné si na začátku vytyčit cíle, kterých se chce dosáhnout, a pokusit se zajistit, aby byly dostupné zdroje investovány co nejlépe. Na základě celkové rozlohy zamořené plochy a prostředků, které jsou k dispozici, může být cílem absolutní eradikace invazních rostlin, separace zdrojových populací nebo pouhé zamezení dalšímu šíření rostlin. V případě, kdy hrozí reinvaze bolševníku velkolepého z jiných lokalit na už likvidované, je nutné kontrolu provádět ve spolupráci s dalšími majiteli nebo správci okolních pozemků a zaměřit se na prevenci proti opakované kolonizaci. Pokud jsou prostředky pro boj s invazí omezené, přichází na řadu rozhodnutí, zda je investovat do regulace větších porostů, do likvidace méně zasažených lokalit, kde rostou jedinci izolovaně, nebo do míst, kde hrozí rychlé zvýšení zamoření rostlinami bolševníku. Za optimálních podmínek se mohou menší populace šířit mnohem rychleji než ty velké, proto se vyplatí z dlouhodobého hlediska nejprve zakročit proti menším porostům (Nielsen et al., 2005).

Umístění a charakter lokalit, jakými jsou přístupnost, vzdálenost od vodních toků či rekreační význam, hrají také svoji roli. V některých případech je účinnější využití integrace více metod než-li použití pouze některé kontrolní metody opakovaně (Nielsen et al., 2007). Pokud selžou preventivní opatření proti invazi, je potřeba nejen porosty bolševníku zlikvidovat, ale dále ošetřené plochy monitorovat a zajistit jejich opětovné vhodné zapojení do krajiny, jelikož využívání krajiny vhodným a rozvážným způsobem snižuje jejich náchylnost k invazím (Nielsen et al., 2005).

V rámci plánování kontrolních opatření je potřeba především navrhnout vhodnou strategii a postupy pro efektivní kontrolu bolševníku, vyhledat všechny zdroje semen a jejich možné vektory a provést řadu dalších postupů. První fáze by měla spočívat ve zmapování existujících populací. Do národních i lokálních strategických plánů je potřeba začlenit



Obr. 4. Ukázka mapování porostů bolševníku velkolepého pomocí leteckých snímků. Ve vyznačeném výřezu jsou patrné kvetoucí okolíky rostlin jako bílé tečky. Měřítko 1:26 500 (Zdroj: Nielsen et al., 2005)

opatření pro včasnou detekci napadených oblastí. Jedním ze způsobů, jakým lze efektivně detekovat stanoviště *H. mantegazzianum*, může být dálkové snímkování, tedy mapování pomocí leteckých či družicových snímků (Obr. 4). V době květu a na začátku zraní semen, tj. v období od června do druhé půlky srpna, jsou rostliny bolševníku snadno rozpoznatelné na leteckých snímcích a lze tak poměrně snadno identifikovat zasažená nebo nově kolonizovaná stanoviště (Müllerová et al., 2005 a 2013).

Rovněž veřejnost se na mapování může podílet díky tomu, že dospělí jedinci bolševníku jsou snadno rozpoznatelní v krajině v podstatě po celou vegetační sezónu z důvodu svého vzrůstu. Informovanost veřejnosti hraje důležitou roli při boji proti invazním rostlinám. Lidé by měli být srozuměni s riziky, které rostlina a její invaze přináší (Nielsen et al., 2007).

Veřejnost může být informována přes kampaně vedené v médiích nebo může být informována skrze informační brožury, letáky, webové stránky atp. Klíčové je zapojení jak místních obyvatel, tak i skupin působících ve vodohospodářství, správě komunikací, a firem, které nějakým způsobem nakládají s transportem zeminy. Pro dostatečné zmapování je poté potřeba konkrétní oblast výskytu bolševníku navštívit a zprostředkovat informace o charakteru invaze (popis populace, vliv invaze na stanoviště), využívání pozemku a jeho vlastníkov, a následně nastínit možný typ kontroly a přístupnost lokality. Nasbíraná data je poté žádoucí vhodně uchovávat, například v počítačových databázích nebo za pomoci využití geografického informačního systému (GIS). (Nielsen et al., 2005)

Charakter stanoviště má podstatný vliv na to, zda se na něm rostlina bolševníku uchytlí a zda se odtud může rozšířit i dál (Nielsen et al., 2005). Riziková stanoviště pro počáteční stádium invaze jsou zejména okolí liniových struktur (řeky, silnice), díky kterým se

bolševník snadno šíří na další stanoviště (Müllerová et al., 2005). Slunná a nějakým způsobem disturbovaná stanoviště se značnou dostupností živin a vody jsou hlavní rizikové lokality nesoucí optimální podmínky a je proto potřeba i na ně zaostřit pozornost (Pyšek and Pyšek, 1995).

Stanovení lokalit, které jsou nejnáchylnější k invazi, nám může usnadnit práce s výpočetní technikou (GIS), pomocí které se dají propojit data o výskytu bolševníku s dalšími dostupnými informacemi, jakými jsou vlastnosti a způsob využití krajiny a předpokládaný vývoj krajiny do budoucna. Na základě map vymezujících rozšíření se mohou vyčlenit lokality, kde se bolševník vyskytuje nejčastěji. Jestliže jsou možné kroky a zdroje pro omezení výskytu bolševníku nějak limitované, je vhodné zacílit tyto prostředky na klíčové lokality (nejvíce zasažené, koridory atd.) a snížit tak možnost dalšího šíření. Pro případ selhání preventivních opatření je potřeba mít v plánu stanovené další kontrolní postupy. Za kontrolu invaze by měli odpovídat pověřené organizace, kterým je potřeba zajistit dostatečné množství potřebných informací a umožnit jim přístup k dostatku finančních a lidských zdrojů. Z tohoto důvodu by měly být do plnění plánů zapojeny i místní a regionální úřady, aby byla zajištěna dostatečná spolupráce, informovanost a bezproblémový postup při kontrole invaze. (Nielsen et al., 2005)

5.2. *Prevence*

Jelikož se bolševník velkolepý šíří především semeny, je potřeba předejít právě tomuto způsobu distribuce rostlin krajinou (Moravcová et al., 2007a; Nentwig, 2014). Je nutné blokovat zásobování semen do oblastí, které mají větší sklony být invadovány a zavést na nich vhodnou formu hospodaření. Pro snížení přísunu semen je nutné zakázat pěstování invazních rostlin v krajině a pokusit se eliminovat i neúmyslný transport a distribuci semen (např. přesun zeminy). Rostliny bolševníku velkolepého rostoucí v okolí cest, silnic a vodních toků, by měly být ošetřeny primárně. U lokalit, u nichž je zvýšené riziko invaze, ale v aktuální době se na nich nějakým způsobem hospodaří, se dá hrozící invazi předejít pravidelným a dostatečně intenzivním využíváním krajiny (Pyšek and Pyšek, 1995; Nielsen et al., 2005). Jako příhodné způsoby hospodaření s travnatými plochami se mohou jevit pastva či kosení. Pokosený materiál, by měl být z místa zásahu odstraněn, jelikož hromadění materiálu a jeho skladování v kupkách může podpořit uchycení bolševníku. Nejdůležitější je vždy vhodné načasování, aby se z poškození rostlina nestihla během sezóny vzpamatovat, vykvést a

vytvořit semena (Nentwig, 2014). Pokud lokality nejsou hospodářsky využívány, je možné na místě vysázet dostatečně vzrostlé dřeviny, které zastíněním znesnadní invazi rostlin *H. mantegazzianum* (Thiele et al., 2007). Pokud jsou výše zmíněné parametry prevence proti invazi v krajině přítomny, je důležité snažit se o jejich zachování (nekácet dřeviny, nenechávat pole ladem; Nielsen et al., 2005)

5.3. Management invadovaného areálu

Pokud postupy pro zamezení šíření rostlin nepřinesly požadované výsledky a rostliny bolševníku velkolepého se rozšířily i na nové lokality, je potřeba nové oblasti včas zaznamenat. V rámci strategického programu by měl být stanoven i souhrnný plán opatření aplikovatelných pro likvidaci rostlin. Po provedení zásahů by měla být oblast i s jejím okolím dále sledována a v případě výskytu nově vyrostlých rostlin je potřeba zajistit i jejich odstranění (Nielsen et al., 2005). Minimální doporučená doba, po kterou by měla být ošetřená oblast monitorována je pět let od zavedení zásahů, jelikož po tuto dobu nejvíce hrozí, že budou v půdě přítomna vyklíčení schopná semena (Nielsen et al., 2007). Cílem kontrolní metody totiž je nejen zajištění mortality rostlin, ale i vyčerpání zásob semen v půdě. Jelikož mohou být mladé rostlinky bolševníku hůře rozpoznatelné, měla by monitoring provádět řádně informovaná a zaučená osoba, která by neměla opomenout zdravotní rizika rostliny a náležitě se dle toho chovat. (Nielsen et al., 2005)

Volba kontrolního opatření se především odvíjí od charakteru zasažené lokality. Některé metody mohou být vyloučeny z důvodu neslučitelnosti s využíváním ploch (ekozemědělství, vodní toky). Při volbě kontrolního programu by se mělo hledět nejen na míru účinnosti dané metody a její náročnosti (časová, finanční), ale i na její možný vliv na životní prostředí. Primárně by se mělo vycházet z rozlohy zasažené lokality, její přístupnosti a denzity likvidované populace. Některé metody mohou být účinné při aplikaci sami o sobě, nicméně často je vhodnější, i z dlouhodobého hlediska, sjednocení více metod v rámci programu pro omezení výskytu rostlin (Nielsen et al., 2005). Následující informace popisují základní typy managementových opatření při boji s bolševníkem velkolepým a jejich aplikace v praxi.

5.3.1. Mechanické metody kontroly:

Mezi mechanická kontrolní opatření, kterými lze invazi rostlin *H. mantegazzianum* eliminovat, patří zastřihávání a vysekávání stonků, odstraňování okolíků, kosení a přesekávání kořenů. Úspěšnost těchto metod je významně ovlivněna načasováním provedení daného mechanismu, četností těchto zásahů a rovněž i vzrůstem odstraňované části rostliny. Vyrývání a přesekávání kořenů je velice efektivním zásahem, který vede k okamžité devastaci rostliny bez rozdílu fenofáze (Tiley and Philp, 1992; Nentwig, 2014; Podkapitola 3.2.). Přesekávání kořenů se nejčastěji realizuje pomocí klasického rýče se zaostřeným koncem. Zásah by měl být proveden alespoň ve hloubce 15 cm, na což rostliny reagují okamžitým úhynem. Jelikož tím dojde k odstranění dělivých pletiv, nedokáže rostlina obnovit svůj růst (Nielsen et al., 2007).

Pravidelně realizovaná pastva v lokalitě rovněž může vést k tomu, že budou kořeny uloženy ve větší hloubce. V těchto případech je nutné zarýt rýčem mnohem hlouběji pro přetnutí kořene v požadované délce (Nielsen et al., 2005). Optimální doba pro přeseknutí kořenů je časně z jara (duben-květen), kdy má půda ještě dostatek vláhy, a pokud je potřeba, může se zopakovat během vrcholu léta (Nielsen et al., 2005; Nielsen et al., 2007). Odseparované části kořene se poté z půdy vyjmou, a buď se přímo zlikvidují, nebo se vysuší (Nielsen et al., 2005). U starších jedinců *H. mantegazzianum* může dojít mimo hlavní kořen k vytvoření ještě pevného zásobního oddenku, který je poté rovněž nutné odstranit spolu s hlavním kořenem (Tiley et al., 1996; Nielsen et al., 2007). Jelikož mohou být při vyšších denzitách některé rostliny při zákrocích opomenuty, je příléhavé provést kontrolu stanoviště a to nejlépe v rozmezí jednoho až dvou týdnů od zásahu (Nielsen et al., 2007). V případě, kdy bolševník velkolepý invaduje zemědělskou půdu, může zde pomoci hloubkově provedená orba (do 25 cm), která negativně ovlivní vyklíčení semen (Nielsen et al., 2005).

Zbylé mechanické formy zásahů rostlinu pouze oslabí. Její úmrtí je způsobeno až vyčerpáním zásob živin v kořenovém systému. Proto je vhodné zásahy opakovat po dobu několika vegetačních sezón (Nielsen et al., 2005). Postupy, které jsou efektivní pro likvidaci rostlin ve fázi vegetativní nebo rozmnožovací, se liší. Vhodné je zaměřit se na rostliny, u kterých je již vytvořen květ, jelikož rostliny bolševníku po vykvetení odumírají (Nielsen et al., 2005; Perglová et al., 2007). Likvidace kvetoucích jedinců zároveň může být zprostředkována efektivnějšími způsoby, než kterými jsou pastva nebo kosení (Nentwig, 2014). Odstraňování

okolíků je efektivnější především z hlediska vynaloženého úsilí, které je oproti ostatním metodám menší, a tudíž je i tento způsob méně časově náročný. Celkový úspěch však závisí na tom, zda rostlina má dostatek zásob a času pro regeneraci a možné vyprodukování semen. Nejúčinnější je odstranění okolíku ve vrcholné fázi kvetení, ještě před tím, než začnou dozrávat semena. Toto načasování je však obtížné, jelikož na vrcholu kvetení, kdy se rozevírají terminální okolíky větví, jsou již na vrcholovém okolíku založena semena (Perglová et al., 2006), která jsou schopna dozrát i poté, co jsou okolíky sejmuty. Okolíky je poté nutné na místě neponechat a naopak je zlikvidovat, např. spálením. (Nielsen et al., 2005)

Méně radikální způsoby, jako jsou pastva a kosení, pouze prodlužují věk, ve kterém se rostliny budou rozmnožovat (Nielsen et al., 2005). Pokud je zvolen tento způsob managementu, je zde nejdůležitějším faktorem pravidelnost (Nentwig, 2014). Z hlediska manipulace s rostlinami je mnohem výhodnější aplikovat metody odstraňující části rostlin na stanovištích, kde jsou rostliny rozmístěny řídce, jelikož je k nim snazší přístup. Stanoviště s rozsáhlým porostem bolševníku je vhodné kosit pomocí mechanizace a zásahy zopakovat 2-3x v období od dubna až do začátku doby květu (Nielsen et al., 2005; Nielsen et al., 2007). Díky tomu je rostlinám znesnadněno obnovení dostatečného množství zásob pro tvorbu květu a semen. Pokud je použití mechanizace v postižené lokalitě nemožné, lze porosty odstranit ručně kosou nebo křovinořezem (Nielsen et al., 2005).

5.3.2. Chemické metody kontroly:

Aplikace chemických prostředků je nejčastěji používanou metodou pro omezení výskytu rostlin bolševníku velkolepého. Bylo prokázáno, že bolševník reaguje velice citlivě vůči některým herbicidům. Konkrétně ho dobře likvidují systémové herbicidy s účinnými látkami glyfosátem nebo triclopyrem. Glyfosát je obsažen například v hojně používaném přípravku Roundup Bioaktiv a triclopyr je součástí přípravku Garlon (Nielsen et al., 2005). Použití pesticidů je považováno za celkově účinný a nízkonákladový způsob kontroly (Nielsen et al., 2005; Nielsen et al., 2007), jenž je vhodný při ošetřování více zasažených oblastí a který se efektivně uplatňuje při dlouhodobých kontrolních programech (Sampson, 1994; Caffrey, 2001).

Glyfosáty a triclopyr se řadí mezi systematické pesticidy, u nichž je nulová či téměř žádná následná reziduální aktivita v půdě. Glyfosáty byly většinou hodnoceny jako bezpečné pesticidy a proto jsou rovněž nejvíce používané v tomto způsobu kontroly a jejich používání

se osvědčilo i v okolí vodních toků (Tiley and Philp, 1994). Naneštěstí se v posledních letech hojně diskutuje jejich možné negativní působení vedoucí ke vzniku rakoviny. Některé výzkumy glyfosát dokonce klasifikovali jako pravděpodobně karcinogenní pro člověka (Guyton et al., 2015). U pesticidů s aktivní složkou triclopyrem nebyl pozorován negativní vliv na růst okolních travin. Tyto pesticidy jsou proto vhodné na hubení širokolisté vegetace, mezi kterou se řadí i bolševník (Nielsen et al., 2007).

Zvolený herbicid by měl vyhovovat klasickým parametrům, jakými jsou ekonomická stránka, slučitelnost aplikace postřiku s charakterem oblasti a zákonnými předpisy, vztahující se například k vodním plochám a tokům. Posouzen by měl být rovněž jeho vliv na životní prostředí a biotu (Nielsen et al., 2005). Přípravky, které je možno legálně používat pro hubení rostlin musí být vždy náležitě registrované a jejich možné použití řádně definované (Nielsen et al., 2005). V Evropské unii jsou vedeny dlouhodobé snahy o zlepšování kvality vod a zamezování jejich znečištění před potenciálními zdroji znečištění, mezi které patří i herbicidní přípravky. Tento fakt může rovněž limitovat použití pesticidů v některých oblastech (European Commission 2000; Nielsen et al., 2005).

Postřiky herbicidů je vhodné aplikovat brzy na jaře v rozmezí měsíců dubna až května. V kontrolních experimentech vedla i jediná aplikace během jara k téměř 100 % mortalitě rostlin (Niesar and Geisthoff, 1999). Ošetřované rostliny by měly být ideálně 20-50 cm vysoké, aby bylo možné dosáhnout i na rostliny ve středu porostu (Nielsen et al., 2005). Pokud je zásah proveden příliš časně je vhodné zopakovat aplikaci postřiku před koncem května na semenáčky, které vyklíčily později (Nielsen et al., 2005).

Aplikace výrobcem doporučené dávky postřiku působí účinně nejen na rostliny bolševníku, ale i na okolní rostliny, což nemusí být vždy žádoucí i přesto, že vegetace rostoucí pod hustou vegetací bolševníku bývá často ochuzená (Nielsen et al., 2005). Zvyšování dávkovaného množství (resp. koncentrace glyfosátů v dávce) prodlužuje dobu obnovy ostatních bylinných a travinných společenstev. Rekolonizace, která následuje po pesticidním ošetření, bývá pomalá, což umožňuje další vyklíčení semenáčků *H. mantegazzianum* a je tak zvýšeno riziko znovu-zamoření a půdní eroze (Nielsen et al., 2007). Podle potřeby a okolností může být postřik aplikován plošně na vegetaci nebo jednotlivě pomocí speciálních nástavců, které zprostředkují zasažení konkrétní likvidované rostliny (bodový postřik). Spolu s nátěrovou aplikací chemických prostředků je druhý zmíněný způsob vhodný i pro použití v cenných a chráněných oblastech (Nielsen et al., 2005). Bodový postřik je mnohem snáze

aplikovatelný, nepůsobí příliš na okolní vegetaci a pro likvidaci ošetřované rostliny je postačující menší množství chemikálií (Dodd et al., 1994).

Jelikož jsou glyfosáty riskantní pro okolní vegetaci, měli by být aplikovány jen v případech, kdy jiné možnosti nejsou reálné. V ideálním případě je vhodné po první aplikaci chemického postřiku na plochu, zvolit jinou šetrnější metodu namísto opakovaného postřiku pesticidy (Nielsen et al., 2007). Z dlouhodobého hlediska je nutné obnovit vhodný vegetační pokryv na pesticidy ošetřených plochách. Po aplikaci postřiku by proto mělo následovat zasetí vhodné travní směsi a případně využít další metody pro zajištění dostatečné obnovy vegetace (Nielsen et al., 2007; Ravn et al., 2007). Budoucí využívání glyfosátu je z důvodu jejich klasifikace karcinogenity nejisté. K negativnímu postoji vůči pesticidům se často přidává i veřejnost. V roce 2003 se v Dánsku zakázalo používání pesticidů na všech veřejně vlastněných pozemcích (Nielsen et al., 2007). Tyto skutečnosti tak do budoucna mohou ovlivnit způsoby chemické kontroly porostů bolševníku velkolepého.

5.3.3. Pastva

Pastva se v mnoha zemích osvědčila jako forma regulace vysoko-bylinných porostů, včetně těch tvořených bolševníkem velkolepým (Buttenschøn and Nielsen, 2007). Je pozorováno, že na pastvinách se bolševník velkolepý šíří zřídka, zatímco na nijak nevyužívané půdě se šíří velice dobře (Buttenschøn and Nielsen, 2007). Působení pastvy je podobné účinkům sekání, tj. valná část nadzemních částí rostlin je odstraněna pasoucími se zvířaty. Rostliny tak přijdou o možnost asimilace živin a ve výsledku dojde k vypoštění v kořenech uskladněných živin (Nielsen et al., 2005). Konzumace *H. mantegazzianum* i jiných druhů tohoto rodu byla pozorována u různých druhů býložravců a všežravců, nicméně jejich stravitelnost a přijatelnost se u jednotlivých druhů liší.

Nadměrná konzumace rostlin bolševníku však u zvířat může vyvolat i problémy, ke kterým může dojít zejména tehdy, když je pastva prováděna na lokalitách s hustými porosty bolševníku. Nadmutost břicha způsobená vyšší mikrobiální činností v trávicí soustavě býložravců nebo podráždění digestivního systému jsou nepříjemné okolnosti, které mohou konzumaci bolševníku doprovázet. Předcházet jim je možné doplněním složek potravy o vysoce vláknitou složku (Buttenschøn and Nielsen, 2007). Je proto vhodné, aby byla strava pasoucích se zvířat dostatečně pestrá (Nielsen et al., 2005).

Negativnímu působení toxických šťáv rostlin, nejsou ušetřena ani zvířata. Nejvíce senzitivní jsou slabě pigmentovaná a neosrstěná místa. Naopak pigmentovaná a více ochlupená místa jsou účinky šťáv méně ovlivněna, některá plemena tak mohou díky svým vlastnostem lépe snášet kontakt s rostlinami bolševníku (např. druhy ovcí nebo koz s černými hlavami). Pokud se u zvířat objeví některé symptomy intoxikace, jako jsou zanícení kůže a tvorba puchýřů na citlivých částech těla, v závažné míře, je potřeba zamezit další konzumaci rostlin bolševníku velkolepého zvířaty. Většinou však k negativním projevům u zvířat nedochází (Nielsen et al., 2005).

V praxi se výběr druhu pro pastvu odvíjí především od toho, zda je dané stanoviště obsazené bolševníkem vhodné pro jeho pastvu vyhovující a zda jedinci dokáží zkonsumovat dostatečné množství rostlin pro zajištění efektivní kontroly porostů spásáním. U ovcí a skotu je evidována obliba v konzumaci rostlin bolševníku a tato zvířata jsou tudíž v praxi nejčastěji volena pro spásání porostů bolševníku v rámci managementu. Méně často byla konzumace rostlin bolševníku pozorována u koz a koní (Terney, 1993; Nielsen et al., 2005). Ovce a skot nejvíce upřednostňují mladé a svěží listy rostlin oproti starším porostům (Nielsen et al., 2005). S pastvou je nejvhodnější začít na začátku vegetační sezóny, tj. během dubna a nejpozději na začátku května, kdy jsou rostlinky ještě mladé (Nielsen et al., 2005; Buttenschøn and Nielsen, 2007).

Při volbě intenzity pastvy můžeme vybírat ze dvou základních přístupů s ohledem na rozlohu zasaženého stanoviště, hustotu porostů bolševníku a roční období. První možností je intenzivní pastva s vysokou mírou spásání prováděná nárazově v krátkých časových úsecích rozmístěných během vegetační sezóny, která na vegetaci způsobí poměrně silnou disturbanci (Buttenschøn and Nielsen, 2007). Pastvu s vysokou intenzitou se doporučuje provádět na začátku vegetační sezóny a na více zamořených stanovištích ji aplikovat s četností zásahů 3-4x během roku (Buttenschøn et al., 2001).

Dalším typem je tzv. letní pastva, která je charakterizována kontinuálním spásáním vedeným od konce jara do poloviny podzimu. Intenzita pastvy je v tomto případě vyvážená s množstvím obnovované biomasy rostlin v dané lokalitě a porost tudíž není vystaven tak extrémním přechodům (Buttenschøn and Nielsen, 2007). Mírnější intenzita pastvy může rovněž podpořit růst druhově obohacené vegetace (Nielsen et al., 2005). Zavedení letního kontinuálního typu pastvy se doporučuje na otevřených a méně zamořených stanovištích.

Díky tomuto managementu je už od počátku podporován vznik hustého zapojeného travinného porostu, který lépe odolává invazi.

Pastva je poměrně účinným a levným opatřením, kterým lze kontrolovat a regulovat stanoviště bolševníku velkolepého. Přesto je zde často potřeba mnohých investic především pro zajištění patřičné péče o stádo (Nielsen et al., 2005)

5.3.4. Integrované možnosti kontroly

Úspěšnou kontrolu lze zajistit jednou z výše popsaných metod nebo jejich kombinací. Sjednocení odlišných zásahů může vést k efektivní kontrole a dosažení požadovaného účinku rychleji a za přiměřených ekonomických vkladů. Například likvidace rostlin, které vyrostly do takové výšky, že aplikace postřiku není možná, může být provedena kombinací více metod, kdy se nejprve mechanicky rostlině odstraní vzrostlé části a na zkrácenou část se následně aplikuje pesticid. I kombinace půdní kultivace a herbicidů se osvědčila jako účinná. Většinou jsou nejvhodnější kombinace mechanických a chemických kontrolních metod. (Nielsen et al., 2007)

5.3.5. Obnova vegetačního pokryvu zasažených stanovišť:

Pokud odstraníme zdárně rostliny bolševníku ze stanoviště, není vynaložená práce u konce. V integrované managementové strategii proti invazním rostlinám se doporučuje zaměřit se spíše na celý invadovaný ekosystém, než jen na invazní druh sám (Hobbs and Humphries, 1995). Většinou platí, že po likvidaci invazního druhu v prostředí dochází k podpoře diverzity a zastoupení domácích druhů. V některých případech však toto není pravidlem, jelikož přítomnost invazního druhu může mít vliv na koloběh živin a může ovlivnit strukturu a funkci invadovaného prostředí do takové míry, že odstranění druhu ze stanoviště by výsledně mohlo vést naopak ke zhoršení dosažené situace (Nielsen et al., 2005). Lidské zásahy představují pro ekosystém určitou formu disturbance, která má větší či menší vliv na prostředí a vegetaci. Ve výsledku může být pozměněna i náchylnost prostředí k invazi (Hobbs 1991). Samotné odstranění druhu tudíž nevede ve všech případech k úplné obnově a uzdravení ekosystému (Hobbs and Humphries, 1995). Je proto nutné se v rámci zvolené souhrnné strategie pokusit co nejvíce zamezit negativním vedlejším efektům na prostředí a

na ošetřeném stanovišti nastolit takové podmínky, že jeho následná obnova a zapojení do krajiny proběhnou rychle a povedou k dosažení pozitivního cíle (Nielsen et al., 2005).

Jak již bylo výše zmíněno, porosty bolševníku velkolepého podél vodních toků mohou zvyšovat náchylnost břehů k erozím. Proto pokud dojde k odstranění rostlin na takovýchto stanovištích, je půda náchylná nejen k reinvazi rostlin bolševníku nebo jiných rostlin, ale i erozím. Je proto vhodné zajistit obnovu stabilního travního porostu jeho výsadbou a pravidelným obhospodařováním. Nejvhodnější je na postiženém místě po chemickém nebo mechanickém zásahu nebo po pastvě zasít vhodnou travní směs, která může být tvořena směsí semen původních druhů a kultivarů (Nielsen et al., 2005; Ravn et al., 2007). Obnova vegetačního pokryvu stanovišť se odvíjí od aplikované kontrolní metody a velikosti postiženého areálu. Ve větším areálu může být obnova a údržba vegetačního porostu pracovně náročná. To zda bude obnovený travní porost úspěšně konkurovat semenáčkům bolševníku, také záleží na době, kdy je travní porost založen. Pokud je travní porost etablován během podzimu, budou klíčící semenáčky bolševníku během následujícího jara vystaveny nejsilnější konkurenci, což jejich uchycení na stanovišti znesnadní (Ravn et al., 2007).

Managementové experimenty ukázaly, že eradikace *H. mantegazzianum* je možná za využití efektivních a jasně vymezených snah (Wade et al., 1997). Rovněž se po delší době zkušeností ukázalo, že výdaje na eradikaci jsou významně nižší než výdaje za prosté předcházení dalšímu rozšíření stávajících stanovišť či vzniku nových stanovišť. Méně postižená místa mohou být eradikována za pomoci několika hodin práce, zatímco každoroční snahy o zamezení rozšiřování areálu už založených stanovišť by stálo mnohem více úsilí. Z nezdarů je potřeba se poučit a především se zaměřit na koordinaci postupů a jejich správné a pravidelné provedení (Nielsen et al., 2007).

6. Likvidace *Heracleum mantegazzianum* v Karlovarském kraji - Projekt na omezení výskytu invazních druhů rostlin v Karlovarském kraji

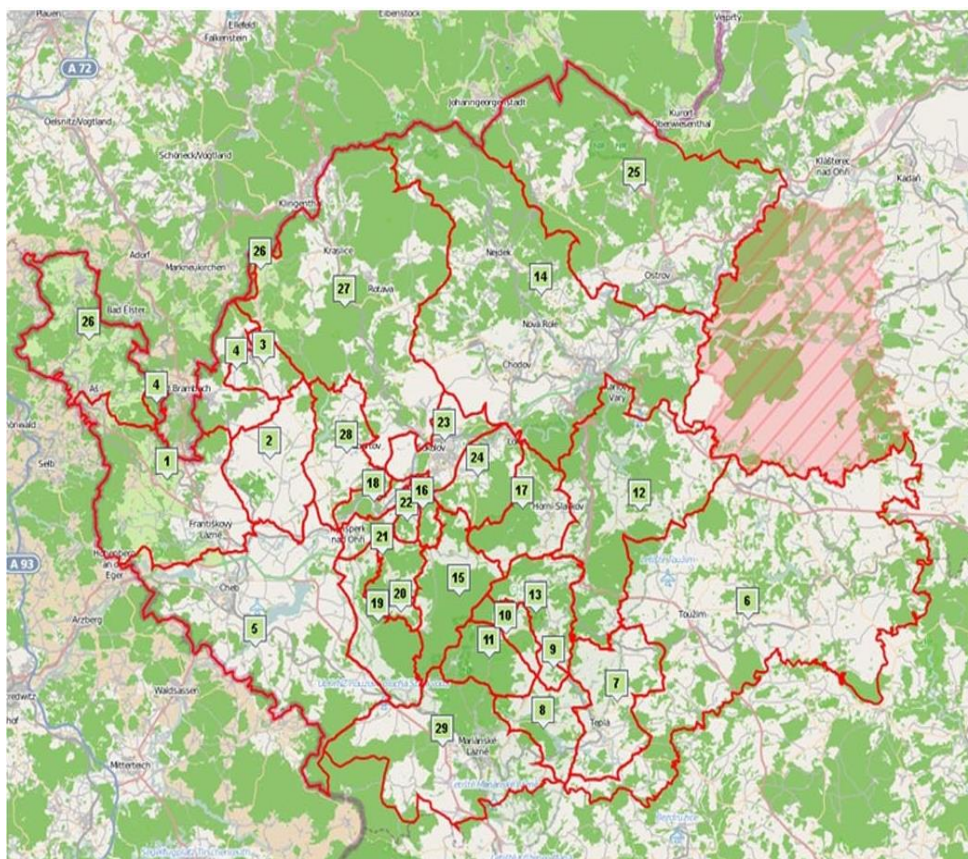
Karlovarský kraj je jedním z nejvíce zasažených regionů invazními rostlinami v České republice. Jedná se o epicentrum výskytu bolševníku velkolepého. Jelikož výskyt několika druhů invazních rostlin přesáhl únosnou mez, přistoupilo se k jejich plošnému omezení pomocí metod chemických, mechanických nebo jejich kombinací. Projekt se zaměřil na

likvidaci rostlin bolševníku velkolepého, všech u nás se vyskytujících druhů křídlatek a dále na porosty netýkavky žláznaté. Přípravy byly ukončeny Karlovarským krajem v roce 2012 a následně byly zajištěny potřebné finanční prostředky díky dotacím z Operačního programu životního prostředí (OPŽP), osa 6.2. ochrana biodiverzity (Web 2; DVD). Samotné zahájení prací bylo uskutečněno 9. srpna 2013 a oficiálně byl projekt ukončen 15. prosince 2015. Celková vymezená doba tedy odpovídala třem vegetačním sezónám, během nichž se za využití metod chemických a mechanických redukovalo zamoření kraje invazními rostlinami. Zakončení prvotních prací v prosinci 2015 však nepředstavuje finální odložení projektu, jelikož je jeho součástí udržitelnost dosažených výsledků po dobu dalších 10 let (Web 3).

Strategie a realizace projektu vycházela ze zkušeností získaných z pilotního projektu pro likvidaci bolševníku velkolepého na Mariánskolázeňsku, kde byly v letech 2010-2013 realizovány na celkové ploše 700 ha projekty pro omezení výskytu bolševníku velkolepého v povodí Huťského potoka a říčky Tiché a pro omezení výskytu bolševníku velkolepého v povodí Kosího potoka. Během čtyř let projektu zajistilo město Mariánské Lázně náležité prostředky pro likvidaci a omezení výskytu bolševníku velkolepého místo vlastníků, nájemců, správců a provozovatelů daných postižených pozemků. Od konce roku 2013 by měly být činěny další kroky pro to, aby se zajistila udržitelnost projektu a nedocházelo k dalšímu šíření a znehodnocení vynaložené aktivity, o jejichž zajištění se musí přičinit už samotné subjekty, které na dané lokalitě operují. Tato povinnost daných subjektů vyplývá ze zákona č.326/2004 Sb. o rostlinolékařské péči. Ke kompetenci a povinnostem města Mariánské Lázně poté náleží pravidelný monitoring dotčených lokalit a v případě neplnění povinností zodpovědnými subjekty může město vymáhat nápravu situace a eventuálně využít sankčních opatření (Web 4) .

Cílem pilotního projektu na Mariánskolázeňsku bylo na chemicky ošetřených lokalitách dosáhnout snížení výskytu bolševníku velkolepého na 10% jeho původního výskytu na této lokalitě a na plochách ošetřených mechanickými postupy docílit snížení porostu bolševníku na 30% původního výskytu (Web 4). Analogické postupy byly aplikovány i v případě projektu Karlovarského kraje.

Celokrajský projekt byl realizován na téměř 14 000 lokalitách, které byly v rukou 4,5 tisíců různých vlastníků. Operovalo se na území Karlovarského kraje o rozloze 2800 km², na kterém byl zmapován výskyt invazních druhů o rozloze 63 km².



Číslo části	Název části zakázky
1.	Chebsko-sever 1
2.	Chebsko-sever 2
3.	Chebsko-sever 3
4.	Chebsko-sever 4
5.	Chebsko-jih
6.	Žluticko
7.	Tepelsko 1
8.	Tepelsko 2
9.	Tepelsko 3
10.	Tepelsko 4
11.	Tepelsko 5
12.	Tepelsko 6
13.	Tepelsko 7
14.	Karlovarsko/Nejdek
15.	Sokolovsko jih 1
16.	Sokolovsko jih 2
17.	Sokolovsko jih 3
18.	Sokolovsko jih 4
19.	Sokolovsko jih 5
20.	Sokolovsko jih 6
21.	Sokolovsko jih 7
22.	Sokolovsko jih 8
23.	Sokolovsko jih 9
24.	Sokolovsko jih 10
25.	Ostrovsko
26.	Sála
27.	Kraslicko 1
28.	Kraslicko 2
29.	Mariánskolázeňsko

Obr. 5. Jednotlivé realizační části projektu Omezení výskytu invazních rostlin v Karlovarském kraji (Zdroj: www.apdm.cz)

Více jak 80% této rozlohy pokrývaly porosty bolševníku velkolepého. Řešené oblasti byly rozděleny do 10 úseků pojmenovaných dle názvů měst a 29 realizačních částí (viz Obr. 5).

Mariánskolázeňský úsek byl zahrnut pouze do likvidace porostů netýkavky žláznaté a křídlatek, jelikož likvidace bolševníku zde byla už realizována. Cílem bylo dosáhnout do konce roku 2015 na chemicky ošetřovaných lokalitách snížení plochy výskytu rostlin bolševníku na 15% původního zamoření a na lokalitách ošetřovaných mechanickými postupy zajistit snížení jeho výskytu o 60%. Dále zajistit desetiletou udržitelnost dosažených výsledků, dostatečnou osvětu a důslednou kontrolu. Celkové výdaje vynaložené na realizaci projektu činily téměř 82 mil Kč. Evropským rozvojovým fondem bylo dotacemi poskytnuto 85% nákladů, 5% dotací bylo poskytnuto ze Státního fondu životního prostředí. Zbýlých 10% financí poskytl Karlovarský kraj (Web 3; DVD).

Přípravná fáze projektu byla vedena od října roku 2011 do září následujícího roku. Během této fáze se podrobně zmapovala přítomnost všech tří dotčených invazních druhů rostlin v Karlovarském kraji. U zamořených lokalit se vyhledali vždy odpovídající vlastníci a uživatelé, od kterých bylo potřeba získat souhlas s uskutečněním projektu, stejně jako od

všech dotčených orgánů. Na základě vlastností stanovišť a jejich omezení byly vybrány vhodné likvidační metody pro snížení počtu invazních rostlin.

Jakmile byla přípravná fáze projektu završena spolu s podrobně vypracovanou projektovou dokumentací, bylo požádáno o dotaci pro zajištění finančních prostředků pro realizaci projektu. Po přisouzení dotací pokračovala realizace výběrem dodavatelů prací a následovalo vykonání samotné likvidační fáze, která probíhalo od jara 2013 do listopadu 2015. Likvidaci provedlo šest firem a na technickém dozoru se podílely čtyři různé subjekty (Web 2; DVD). Zadavatelem byly vždy závazně stanoveny aplikace metod chemických nebo mechanických pro dané lokality a samotný dodavatel si mohl poté zvolit, zda zamořenou lokalitu ošetří odsekáváním kořenů, sečí nebo aplikací chemických prostředků plošným či bodovým postřikem, nebo nátěrem. Apelováno bylo na výhradní použití chemických metod tam, kde to bylo možné, za preference využití selektivních namísto totálních herbicidních prostředků a provedení zásahu šetrným způsobem, aby byl minimalizován efekt na okolní vegetaci (Web 5). Během prací probíhal monitoring i kontrola v terénu, jejichž výsledky byly zaznamenávány online pomocí mobilního pracoviště s GPS systémem do informačního systému, který byl pro tyto účely zřízen (DVD). Během likvidační fáze byla soustředěna pozornost i na veřejnost a osvětu pomocí vydávání publikací a pořádání workshopů (Web 2).

Spolupráce s veřejností, vlastníky pozemků i úřady byla také jedním z požadavků pro úspěšnou realizaci projektu. Pro usnadnění komunikace s veřejností, administraci průběhu projektu a jeho spravování byl vytvořen Informační systém Heracleum (Obr. 6). V něm jsou shromážděny všechny informace o lokalitách výskytu invazních rostlin. Na portálu by měly být evidovány zamořené lokality spolu s jejich fotodokumentací a s daty o počáteční i koncové situaci na stanovišti, včetně mapových podkladů a použitých metod pro likvidaci. Ke každé lokalitě jsou dostupné informace z katastru nemovitostí, veřejného registru půdy a o specifických omezeních souvisejících s ochranou vod a přírody a ekologickým zemědělstvím. Tento systém tak umožňuje přístup k informacím jak pro majitele postižených lokalit, tak i další osoby, které mají na projektu zájem. Do databáze je jedincům umožněn přístup až na základě registrace, o kterou je potřeba požádat u některé z kontaktních osob projektu. Jednotlivá data by měla být v systému na základě prováděných kontrol a získaných zjištění doplňována a aktualizována. Na závěr projektu ke každé postižené lokalitě přibudou informace o dosaženém výsledku (DVD).

The screenshot shows the Heracleum web application interface. At the top, there is a navigation bar with the Heracleum logo and the text "IS pro omezení výskytu invazních rostlin". Below the navigation bar, there are several tabs: "Lokality", "Detail", "Výkazy výměr - vlastní ceny", "Mapa", "Export ShapeFile", and "Export KML". The main content area displays a table of localities for the year 2012. The table has columns for "Úsek", "Část", "Rostlina", "Typ", "Plocha", "Pokryv..", "Poslední kontrola", "Kontr...", "Datum...", "Měněp...", "Vícepr...", and "Vícepr...". The table contains 14 rows of data, with the last row showing a total of 1492 records. The interface also includes a sidebar with navigation options like "Parcely", "Dokumentace", and "Mapa", and logos for "KARLOVARSKÝ KRAJ" and "OPŽP".

	Úsek	Část	Rostlina	Typ	Plocha	Pokryv..	Poslední kontrola	Kontr...	Datum...	Měněp...	Vícepr...	Vícepr...	Vícepr...
35	V	14	Křídlatka	Bod	32	3	9.9.2014...	Kontrolov...	09.09.201...	27.5.2012...	Ne	Ne	Ne
48	V	14	Křídlatka	Bod	5	3			28.5.2012...	Ne	Ne	Ne	Ne
54	V	14	Křídlatka	Linie	22	2			28.5.2012...	Ne	Ne	Ne	Ne
55	V	14	Křídlatka	Polygon	18	4			28.5.2012...	Ne	Ne	Ne	Ne
56	V	14	Křídlatka	Linie	15	3			28.5.2012...	Ne	Ne	Ne	Ne
58	V	14	Křídlatka	Polygon	94	3			28.5.2012...	Ne	Ne	Ne	Ne
59	V	14	Křídlatka	Bod	5	2			28.5.2012...	Ne	Ne	Ne	Ne
60	V	14	Křídlatka	Bod	5	2	10.9.2015...	Kontrolov...	10.09.201...	28.5.2012...	Ne	Ne	Ne
61	V	14	Křídlatka	Polygon	56	4	10.9.2015...	Kontrolov...	10.09.201...	28.5.2012...	Ne	Ne	Ne
62	V	14	Křídlatka	Linie	74	2	10.9.2015...	Kontrolov...	10.09.201...	28.5.2012...	Ne	Ne	Ne
Celkem záznamů: 14928					1 2 3 4 5 ... 1493			Stránka: 1 Zobrazit po: 10					

Obr. 6. Databázová část informačního systému Heracleum

Po celou dobu udržitelnosti projektu je systém přístupný pro žadatele o dotace, osoby, které mají zájem na získání informací o projektu, a zúčastněné orgány ochrany přírody (Web 3). Vytvoření souhrnného databázové portálu Heracleum usnadnilo realizátorům komunikaci s vlastníky či uživateli pozemků, dotčenými orgány a rozesílání žádostí a výzev souvisejících s realizací projektu probíhalo díky systému také mnohem efektivněji.

Mapová část projektu, kde je možné zobrazit zmapované lokality výskytu všech invazních rostlin, kterých se projekt týkal, a jejich základní informace, je veřejně přístupná. Avšak pro její využívání je nutné mít nainstalovaný program Microsoft Silverlight, který je funkční jen pro některé webové prohlížeče, což může zájemcům o informace přístup zkomplikovat a ani po nainstalování programu není zaručeno, že bude mapový portál zobrazen. Při vyhledávání údajů v systému Heracleum lze pomocí různých hledisek, například typu aplikované metody nebo době zásahu, informace třídit a vyselektovaná data exportovat. Podrobné zacházení se systémem Heracleum i jeho mapovou částí je popsáno na webových stránkách projektu. I přesto je databázová část IS Heracleum pro nezaučeného vyhledavatele informací poměrně nepřehledná, což může např. majitele zamořeného

pozemku, který nemá s takovýmto portálem zkušenosti, odradit od dalšího vyhledávání informací (Web 3).

Jednotlivé lokality jsou v systému zaznamenány ve formě bodů, linií nebo polygonů, ve vztahu k jejich rozloze. U každé lokality byl zhodnocen stupeň nebezpečí invaze na základě pokryvnosti a charakteru společenstva invazních rostlin dle čtyř vymezených kategorií: akutní, hrozící, stabilní a na ústupu. Okolo 50% zmapovaných lokalit bolševníku odpovídalo nejméně rizikové kategorii, tj. na ústupu, charakterizované ustupujícím a méně životaschopným společenstvem o pokryvnosti 1-10%. Redukce zamoření bolševníkem byla na jednotlivých plochách vedena primárně chemickými metodami a tam, kde jejich aplikace nebyla možná metodami mechanickými. Konkrétní metodické pokyny pro likvidaci porostů jsou dostupné na stránkách projektu a byly rovněž doporučeny k aplikaci u jednotlivých lokalit. Ve většině případů byl navržen i časový postup pro aplikaci metod. Mechanické metody byly vyhrazeny pro místa, která spadají do pásem ochrany vod, přírodních léčivých zdrojů, zón ochrany přírody (CHKO Slavkovský les, Evropsky významné lokality atp.) a oblasti zahrnuté do režimu ekologického zemědělství, kde není možné aplikovat herbicidy (Web 6).

Mezi mechanické metody, které mohly být aplikovány, spadalo sečení a vyrývání či vysekávání kořenů rostlin. Zásahy a jejich provedení se rovněž odvíjely od aktuálního vývoje lokality, dle kterého se korigovaly. Většina použitých postupů a prostředků k jejich vykonání odpovídá aplikacím managementových metod popsaných v kapitole 5. Kontrolní opatření. Vykonání mechanických prací v prvním roce projektu bylo stanoveno tak, že první seč bylo nutno provést do 15 dnů od podepsání smlouvy s dodavatelem (Web 7).

Zvláštní specifika použití likvidačních metod byla spojena s plochami, které spadaly pod režim agroenvi a ekozemědělství, jejichž četnost nebyla zanedbatelná. Ty podléhají zvláštním principům agro-environmentálních opatření (GAEC 7). Zde bylo nutné jednotlivé zásahy provést v souladu s postupem domluveným s majitelem. Na ekoplochách je často realizována pravidelná pastva, která podporuje vznik zapojeného travního porostu, který je vůči invazím odolnější. Nicméně zamořené plochy by jejich správce povinen ošetřit sečí. Jelikož se požadavky GAEC 7 s cílem projektu pro omezení výskytu invazních rostlin rozcházejí, bylo nutné zajistit, aby na zamořené ploše nedocházelo k produkci semen a dalšímu šíření rostlin. Z tohoto důvodu bylo stanoveno, že na ekoplochách budou dosekávány nebo vyrývány všechny rostliny vyšší jak 50 cm a všechny rostliny, které byly ve fázi květu a tvorby semen, tzv. nedopasky. Až po seči zrealizované zemědělcem provedli

jednotliví dodavatelé dosečení okrajových ploch, míst, která těsně sousedila s ekoplochami, a nedopasků. Případně byly posekány celé pozemky v režimu eko, pokud po druhé seči došlo k obražení rostlin, které vykazovaly tendenci k vykvetení (Web 7).

Chemická opatření pro snížení zamoření ploch zahrnovala plošný a bodový postřik nebo nátěr a seseknutí, popřípadě nátěr herbicidem aplikovaný v senzitivních oblastech. Preferovaná byla aplikace selektivních herbicidů, které neovlivňují klíčící trávy, tudíž je zarůstání těchto ploch a následná obnova jejich stability mnohem snazší než je tomu u ploch regulovaných totálními herbicidy. Na využití totálních herbicidů bylo nutné navázat vyšetím optimální travní směsi. Metodika zásahů většinou odpovídala chemickým zásahům popsaným v kapitole 5. Kontrolní opatření. Zahájení prací pro aplikaci pesticidu navazovalo bezodkladně na podpis smlouvy mezi dodavatelem prací a krajem v roce 2013.

Specifika související s aplikací pesticidů se vyskytla ve vztahu k zamořeným plochám vyskytujících se v druhých zónách CHKO a v ochranném pásmu přírodních léčivých zdrojů (OPPLZ) druhého stupně. Na základě předchozí informovanosti a domluvy s příslušným orgánem spravujícím dané oblasti a následném udělení výjimky bylo možné použití chemického nátěru pomocí knotového aplikátoru na řeznou plochu nebo listy, nebo za přijatelných okolností využít bodového postřiku (Web 7). V rámci projektu byl specializovanými firmami prováděn i chemický a biologický monitoring (Web 8).

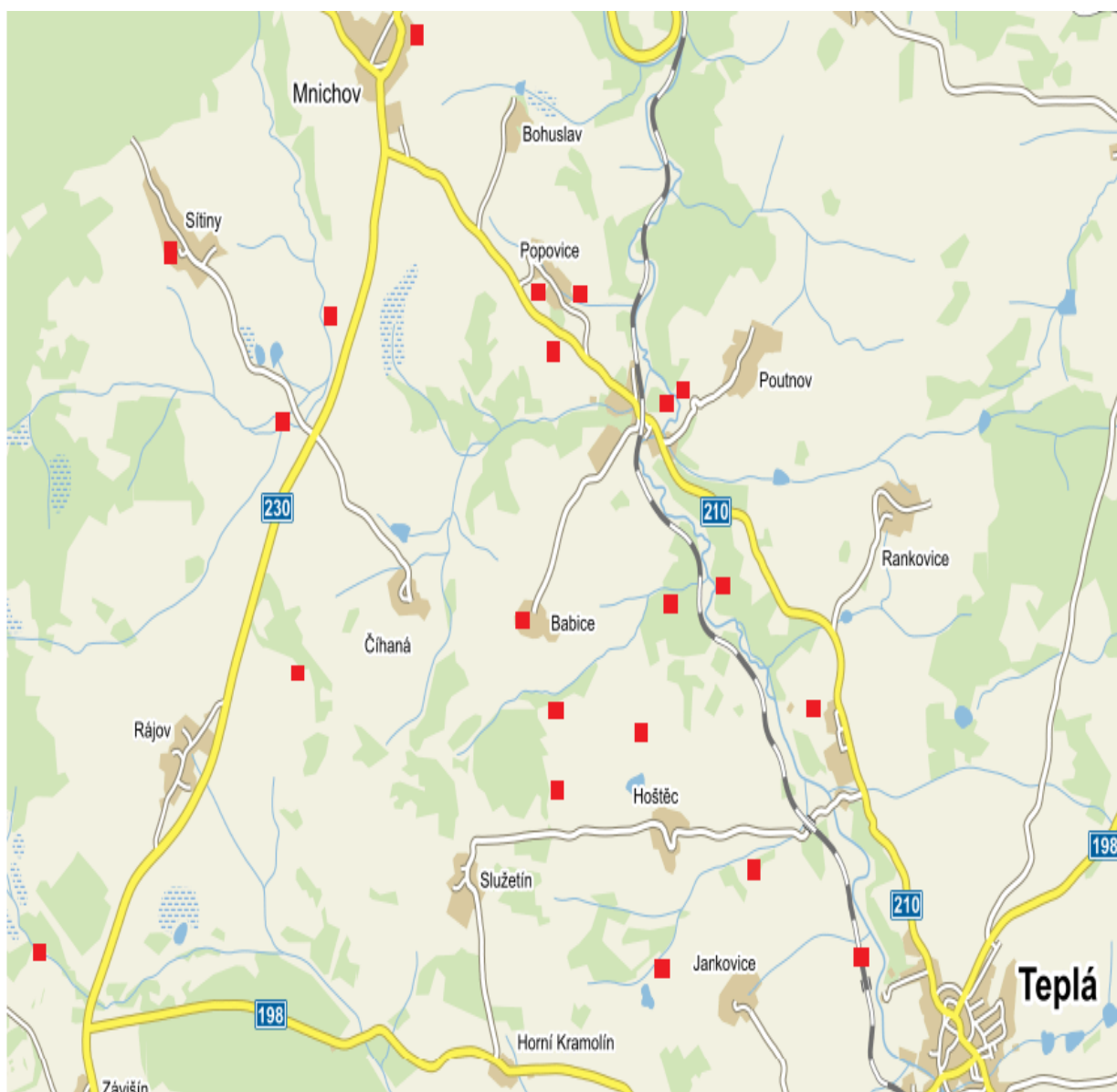
Podmínky, které dodavatelé museli dodržet pro finální předání ploch, zahrnovali provedení minimálně jednoho chemického postřiku nebo seče na zamořených lokalitách mimo plochy s ekologickým hospodařením do 30. 6. 2015. Do 31. 8. 2015 musela být vykonána minimálně druhá aplikace postřiku a seče mimo ekozemědělství a případné dosečení nedopasků na ekologicky obhospodařovaných plochách. Finální předání proběhlo ke konci září roku 2015 a náprava případných nedostatků musela být zajištěna k 15. 10. 2015. Pro úspěšné předání musely rostliny na plochách dosahovat vzrůstu maximálně 50 cm a nesměly být ve fázi kvetení ani zelené zralosti. Rovněž se na plochách nesměly vyskytovat plodící rostliny nebo posekaná květenství se semeny (Web 7).

Po ukončení projektu zodpovídají za stav lokalit majitelé pozemků řešených v rámci projektu, kterým zákon udává povinnost zamezit šíření invazních rostlin. Podobně jako v případě pilotního projektu omezení výskytu bolševníku na katastrálním území Mariánských Lázní, provádí kontrolu tohoto plnění zástupci odpovídajících orgánů a prostřednictvím internetového portálu i veřejnost (Web 2). V aktuálním roce 2016 měli možnost dotčení

majitelé pozemků zažádat na začátku dubna o finanční podporu v rámci dotačního programu Likvidace invazních druhů rostlin v Karlovarském kraji (Web 9), která jim bude poskytnuta na zajištění likvidačních metod proti omezovaným invazním rostlinám. Na základě smlouvy mezi žadatelem a krajem a zajištění doporučených zásahů proti rostlinám v řádném termínu mohou být žadateli dotace přiznány (Web 9).

7. Zhodnocení účinnosti metod pro likvidaci rostlin bolševníku velkolepého

Pro úspěšnou likvidaci porostů bolševníku velkolepého je potřeba přijmout mnoho opatření, jejichž důležitost vyplývá z výše popsaných faktorů, které ovlivňují invazní úspěšnost rostlin. Projekt na likvidaci bolševníku a dalších invazních rostlin v Karlovarském kraji (viz. (<http://gis.kr-karlovarsky.cz/heracleum-public/>)) je v rámci České republiky zcela unikátní. Z hlediska cíleného a velkoplošného omezování výskytu invazních rostlin může být vzorem pro aplikaci v dalších oblastech České republiky, které jsou postiženy rostlinnými invazemi. Analýza výsledků, kterých se v průběhu projektu dosáhlo, je dlouhodobým procesem. Údaje samotné by měly být sbírány ze všech lokalit a je potřeba je aktualizovat po všech zásazích a kontrolách, které je nezbytné provést vícekrát. Čím více údajů bude k dispozici, tím lépe bude možné posoudit úspěšnost jednotlivých zásahů. Během závěrečné konference projektu Omezení výskytu invazních rostlin v Karlovarském kraji konané 2. listopadu 2015 v Karlových Varech byl zmíněn předběžný odhad snížení porostů bolševníku velkolepého na 23% původního zamoření, což je z hlediska stanovených cílů projektu poměrně pozitivní údaj. V nadcházející vegetační sezóně je nutné provést další kontroly ošetřených stanovišť a použít je k finálnímu zhodnocení.



Obr. 7. Mapa s vyznačenými lokalitami navštívených v rámci terénního mapování stanovišť bolševníku (Zdroj: www.mapy.cz)

Pro posouzení vlivu jednotlivých zásahů jsem si vybrala několik kontrolních ploch, které byly v rámci projektu na omezení výskytu invazních rostlin v Karlovarském kraji ošetřovány. Konkrétně se jednalo o úsek Tepelsko v blízkosti Mariánských Lázní (viz Obr. 7), který byl rozdělen na dalších sedm částí. Velké procento ošetřovaných ploch se nachází na území CHKO Slavkovský les, která má dlouhou invazní historii bolševníku velkolepého (Müllerová et al., 2008). Oblast Tepelska byla zvolena především z hlediska dostupnosti a aplikaci různých opatření pro omezení výskytu bolševníku na stanovištích. Aplikovány byly jak chemické metody, tj. plošný nebo bodový postřik či nátěr, i mechanické metody, tj. vyrývání, sečení nebo pastva. Od každé z popsaných metod jsem navštívila minimálně pět ploch. Jednalo se o

rozličné typy stanovišť s různým stupněm využívání. Terénní mapování proběhlo během měsíců září a října roku 2015, kdy měla být většina ploch již v daném roce ošetřena, jelikož ukončení prací a napravení nedodělků bylo naplánováno k 15. 10. 2015 (Web 7).

U jednotlivých lokalit jsem zmapovala výskyt rostlin bolševníku velkolepého přibližně ve středu ošetřené plochy formou fytoecologického snímku. Pomocí provázku jsem si vyznačila plochu jednoho metru čtverečního, zmapovala přítomnost rostlin bolševníku velkolepého, které kořenily ve vyznačeném výřezu, a odhadla pokryvnost všech částí rostlin bolševníku velkolepého, které se vyskytovaly v mezích vyznačené plochy. Přítomné rostliny bolševníku velkolepého byly většinou ve stádiu semenáčků nebo přizemních růžic (viz Obr. 8), což koresponduje s jeho schopností obnovit růst i ke konci vegetační sezóny. Všechny lokality jsem zaměřila pomocí GPS a na většině stanovišť jsem plochu fytoecologického snímku označila zavedením hřebíku do půdy. Získané údaje jsem se pokusila porovnat s údaji z původního mapování v rámci projektu Karlovarského kraje, které bylo provedeno před zásahy v roce 2012, a kontrolního mapování provedeného odborníky během roku 2015.



Obr. 8. Louka zamořená porostem bolševníku velkolepého (Foto: Martina Uhlíková, podzim 2015)

Počáteční údaje o pokryvnosti jsou dostupné v informačním systému Heracleum, nicméně údaje z roku 2015 jsou k některým z mnou navštívených lokalit obtížně dohledatelné a tudíž u některých lokalit data z kontrolního mapování chybí. Pro jednotlivé typy metod je část údajů shrnuta v tabulkách (viz Tabulka 1. a Tabulka 2.).

Habitat	IS Heracleum		Terénní měření		Metoda
	Pokryvnost 2012	Pokryvnost 2015	Pokryvnost podzim 2015	Počet rostlin na 1x1 metru podzim 2015	
Louka	11-50 %	11-50 %	67 %	12	Vyrývání
Železnice	51-75 %	0-10 %	10 %	1	Vyrývání
Železnice	51-75 %	0-10 %	0%	0	Vyrývání
Louka	11-50%	0-10 %	0%	0	Vyrývání
Louka	11-50 %	neevidováno	0%	0	Vyrývání
Břeh toku	11-50 %	neevidováno	20 %	3	Vyrývání
Ruderál	51-75 %	51-75 %	0%	0	Sečení/pastva
Břeh toku	11-50 %	0-10 %	0%	0	Sečení/pastva
Břeh toku	11-50 %	0-75 %	25%	11	Sečení/pastva
Les	76-100 %	neevidováno	15%	4	Sečení/pastva
Břeh toku	51-75 %	0-75 %	25%	6	Sečení/pastva
Pastvina	51-75 %	neevidováno	55%	5	Sečení/pastva

Tabulka 1. s údaji o lokalitách ošetřovaných mechanickými metodami pro potlačení výskytu bolševníku velkolepého na Tepelsku v Karlovarském kraji. Údaje pro rok 2012 a část údajů z kontrolního mapování pro rok 2015 byla získána v informačním systému Heracleum (gis.kr-karlovarsky.cz/heracleum). Údaje z podzimu 2015 byly získány terénním měřením.

Výsledky pro mechanické kontroly výskytu rostlin bolševníku velkolepého se z údajů na zmapovaných lokalitách jeví jako poměrně úspěšné a vedou k předpokladu, že skutečně došlo ke snížení pokryvnosti rostlin bolševníku velkolepého ve většině případů o více jak polovinu. Nejvíce uspokojivé jsou výsledky pro metodu vyrývání, o které bylo již v předchozích kapitolách uvedeno, že se jedná o jedinou metodu, která zapříčiní okamžitou smrt rostliny. Nicméně tato metoda je pracná a její aplikace se nedoporučuje pro více zamořené lokality, jejichž výměra přesahuje 500 m² (Web 10). Přesto nelze výsledky pro mechanické postupy zcela zobecnit. Pro adekvátní porovnání a vyhodnocení by bylo vhodné mít od každé použité metody zmapovaných více lokalit a dané výsledky podrobit vhodnému statistickému testu. Mnou provedené mapování nepřináší dostačující vzorek dat. Nicméně i z těchto dat lze vydedukovat určité závěry pro úspěšnost použitých metod.

V mém případě jsem pokryvnost odhadovala na základě fytoecologického snímku a ne na základě zmapování celého areálu dané lokality, což je zavádějící, pokud by se na úspěšnost pohlíželo v měřítku celého areálu. Nicméně lokality byly různého rozsahu a úspěšná likvidace rostlin v určitých jejich částech bude mít pozitivní efekt na další vývoj lokalit, jelikož bude snížen přísun diaspor v oblasti. Údaje evidované v systému Heracleum za

rok 2015 nemusí být rovněž absolutně směrodatné, jelikož byly některé lokality kontrolovány v období vegetačního klidu. Tudíž nemusely být rostliny bolševníku velkolepého vždy patrné.

Pastva jako způsob regulace porostů *H. mantegazzianum* se rovněž často používá ve světě, především v zemědělsky aktivních oblastech. Přestože výsledky z terénního průzkumu dokládají spíše její nižší účinnost, nemusí tomu tak být vždy a pokud by se zkoumané plochy kontrolovaly a ošetřovaly v dlouhodobém časovém měřítku, dal by se očekávat pozitivní výsledek. V roce 2004 využívalo pastvu pro kontrolu ploch zasažených bolševníkem velkolepým 20 % dánských samospráv (Buttenschøn and Nielsen, 2007). Ze studie provedené na mezotrofní louce byla početnost porostu bolševníku velkolepého snížena spásáním znatelně již v rozmezí dvou až tří let a téměř kompletně byl druh zlikvidován do sedmi let od zavedení pastvy, kdy byla evidována pokryvnost rostlin bolševníku menší jak 1% (Andersen, 1994; Andersen and Calov, 1996). V současné době, kdy je významný trend ekologického hospodaření, může být pastva na některých lokalitách jedinou vhodnou metodou kontroly porostu bolševníku spolu s možným využitím dalších nechemických metod. Její účinek je však prokazatelný až v delším časovém horizontu a proto je vhodné ji zavádět na stanovištích, která nejsou akutně zamořena.

Použití chemických prostředků pro likvidaci rostlin bolševníku bylo prioritní oproti mechanickým metodám (viz kapitola 6.). Chemické metody se vyplatí aplikovat na více zasažených plochách, nicméně některé situace jejich využití vylučují. Jedná se zejména o plochy v blízkosti vodních toků, unikátní stanoviště, kde je nutné zamezit zasažení dalších rostlin pesticidy, nebo plochy obhospodařované v rámci ekologického zemědělství. Většina veřejnosti, a pravděpodobně tedy i samotní majitelé pozemků, na nichž bylo nutné provést zásah, se staví proti používání pesticidních prostředků. Přesto je tato metoda stále nejvíce efektivní v situacích, kdy je stav zamoření stanoviště bolševníkem kritický a jiné metody kromě aplikace herbicidů nejsou realizovatelné (Nielsen et al., 2005; DVD).

	IS Heracleum		Terénní měření		
Habitat	Pokryvnost 2012	Pokryvnost 2015	Pokryvnost podzim 2015	Počet rostlin na 1x1 metru podzim 2015	Metoda
Les	76-100 %	0-10 %	45 %	2	Plošný postřik
Louka	76-100 %	11-50 %	5%	3	Plošný postřik
Ruderál	76-100 %	0-10 %	15%	5	Plošný postřik
Louka	76-100 %	0-10 %	10%	7	Plošný postřik
Louka	76-100 %	0-100 %	10 %	4	Plošný postřik
Pastvina	51-75 %	0-10 %	10%	10	Bodový postřik
Louka	76-100 %	nevidováno	25%	9	Bodový postřik
Mokřad	51-75 %	nevidováno	25%	3	Bodový postřik
Okraj komunikace	11-50 %	nevidováno	2%	0-3	Bodový postřik
Mokřad	11-50 %	11-50 %	35%	6	Bodový postřik
Louka	11-50 %	nevidováno	20%	4	Nátěr
Louka	11-50 %	nevidováno	75%	19	Nátěr
Okraj komunikace	11-50 %	nevidováno	15%	5	Nátěr
Mokřad	51-75 %	nevidováno	10%	6	Nátěr
Břeh toku	11-50 %	nevidováno	25%	14	Nátěr

Tabulka 2. s údaji o lokalitách likvidovaných pomocí chemických metod. Údaje pro rok 2012 a část údajů z kontrolního mapování pro rok 2015 byla získána v informačním systému Heracleum (gis.kr-karlovarsky.cz/heracleum). Údaje z podzimu 2015 byly získány terénním měřením.

Jak je patrné z počátečních údajů o ošetřovaných plochách z roku 2012 ukázaných v tabulce, byla většina chemicky likvidovaných ploch zamořena rostlinami bolševníku vysokou mírou pokryvnosti. Údaje z terénního měření poukazují na, ve většině případů, úspěšné snížení stupně zamoření invadovaných ploch. Na základě aplikované metody a typu prostředí si lze povšimnout i aplikace šetrnější formy chemické likvidace pomocí nátěru částí jednotlivých rostlin v blízkosti vodních toků. Velká rozpětí hodnot v pokryvnosti z databáze IS Heracleum jsou dána tím, že lokalita označená pod jedním identifikačním číslem z roku 2012 byla při kontrolním mapování rozdělena na dvě či více částí, pod kterými je evidována za rok 2015. Tato změna může být z hlediska budoucího ošetřování a kontrolování ploch a jejich hodnocení přehlednější, nicméně při posuzování původního zamoření s kontrolními údaji to může být matoucí, jelikož jedna plocha je evidována pod více novými identifikačními čísly.

Vliv na výsledky dosažené na jednotlivých lokalitách mají jak místní podmínky, kterými může být využívání lokality, její dostupnost a klimatické podmínky, ale i stupeň důslednosti s jakým vyhotovovatelé dané lokality ošetřovali. Jelikož doba od započetí a ukončení prací během projektu pro omezení výskytu rostlin bolševníku velkolepého v Karlovarském kraji byla poměrně omezená, mohlo to vést k opomenutí kontroly některých lokalit nebo jejich

méně důslednému ošetření. Při terénním zkoumání navštívených lokalit byl rovněž patrný jev, kdy se v přímé blízkosti nebo ve větší vzdálenosti od ošetřené lokality nacházely rozsáhlejší porosty, přestože samotná ošetřená plocha nevykazovala výraznou zamořenost. Na tento jev bylo upozorněno již v předchozích oddílech textu, kde byl zmíněn apel na kontrolu i okolních neošetřovaných ploch, jelikož na nich může dojít k vyklíčení nových rostlin, a okolní populace tak mohou být zdrojem semen pro již ošetřenou plochu. Kontroly okolních ploch jsou žádoucí nejen při zahajování a plánování prací, ale i během jejich procesu a ukončení. Vlivem rozličných faktorů jsou výstupní údaje z mapování oblastí různé pro jednotlivá typy stanovišť, což vede k problematickému zobecnění stupně účinnosti jednotlivých metod. To je způsobeno tím, že podél liniových prvků, jako jsou řeky nebo silnice, se dokáží přenášet semena rostlin bolševníku. Je tudíž pravděpodobné, že při kontrole těchto ploch bude zmapován vyšší výskyt semenáčků, než na jiných stanovištích, i přesto, že byl aplikován stejný kontrolní postup.

Na základě porovnání mnou nasbíraných dat a údajů z informačního systému Heracleum se jeví ze všech způsobů likvidace rostlin nejúčinnější metoda vyrývání rostlin, jelikož vyklíčení semenáčku nebo znovuoobnovení růstu bylo po třech letech aplikace minimální. Tento způsob ošetřování lokalit byl však aplikován na málo až středně zasažených plochách, kde bylo možné tuto metodu uskutečnit. Na více zamořených plochách se stále jeví jako nejúčinnější způsob ošetření použití chemických prostředků, nicméně jejich účinnost nebyla na základě terénního porovnání vždy stoprocentní. V Dánsku provedená desetiletá studia pozorovala účinnost aplikace chemických i mechanických metod a pastvy. Pokud byly zásahy prováděny opakovaně během růstové sezóny, bylo kompletní eradikace dosaženo nejrychleji pomocí vyrývání či odsekávání kořenů a chemických metod a to do čtyř až pěti let od započetí kontroly. Pokud byly odstraňovány pouze nadzemní části rostlin sečením, posunula se doba docílení eradikace o dvojnásobek (Nielsen et al., 2007). Rovněž byl zkoumán efekt, jaký mají dané kontroly na snížení pokryvnosti rostlin bolševníku už během prvního roku od zavedení kontroly. Vyrývání rostlin snížilo pokryvnost během prvního roku na čtvrtinu původního zamoření, což poměrně dobře koresponduje s vyhodnocením dat z navštívených ploch. Na ovčích pastvinách bylo podobného efektu dosaženo do dvou let od zavedení pastvy a kompletní vymizení rostlin bylo pozorováno už do šesti let od zavedení pastvy (Buttenschøn and Nielsen, 2007).

Projekt na omezení výskytu invazních rostlin v Karlovarském kraji disponoval vysokými finančními zdroji a poměrně dobře se držel schématu vhodného pro plánování kontroly invazí (viz. Kapitola 5). Osvěta veřejnosti byla propagována jak pomocí internetové kampaně, tak i workshopů a osobních setkání s občany (DVD). I přesto, že komunikace a dohoda s majiteli zamořených pozemků byla většinou úspěšná už po prvním kontaktování (viz IS Heracleum), ne ve všech případech lze předpokládat dostatečnou spolupráci s veřejností, která je v boji s invazními rostlinami klíčová. V současné době, kdy povinnost likvidovat invazní rostliny přešla na majitele zamořených pozemků, není vyloučeno, že tento závazek majitelé nedodrží a raději zaplatí pokutu, kterou jim mohou udělit orgány pověřené kontrolou ploch. Vzhledem k tomu, že projekt vycházel ze zkušeností získaných během předchozího pilotního projektu na Mariánskolázeňsku (viz. Kapitola 5), mohl se vyvarovat mnoha nedostatků. Po ukončení pilotního projektu v roce 2013 bylo možné pozorovat znovuobnovení porostů na některých lokalitách, k jejichž opětovné likvidaci často nedocházelo. Jelikož zde rovněž byla požadována udržitelnost dosažených výsledků, nemělo by k takovýmto případům vůbec docházet.

Největším problémem při likvidaci rostlin v Karlovarském kraji je především krátké časové rozmezí věnované na likvidaci a kontrolu rostlin. Pro efektivní snížení stupně zamoření lokalit invazními rostlinami je skutečně nutné provádět zásahy důsledně a pravidelně lokality kontrolovat minimálně po dobu dalších pěti let od jejich zavedení (Nielsen et al., 2007). Především pokud jsou vloženy velké finanční zdroje do likvidace rostlin, je potřebné zachovat dosaženou úroveň, aby byla vložená částka využita efektivně. Velké nedostatky jsou rovněž přítomné z hlediska studií účinnosti a aktualizace dat z pilotního projektu. Jelikož jedním z cílů obou projektů je desetiletá udržitelnost, je nutné na systému stále pracovat a zajistit správné fungování, udržovat kontakt s veřejností, upozorňovat na problematiku invazí a důsledně kontrolovat výskyt bolševníku velkolepého na celém řešeném území.

Ze studií účinnosti jednotlivých metod kontroly, vypracovaných na základě zahraničních zkušeností dosažených v praxi, vyplývá jako nejméně účinný způsob mechanické odstraňování vegetativních a generativních částí rostliny bolševníku, jelikož ten dokáže snadno obnovit růst (Lundström, 1989; Lundström and Darby, 1994; Sampson, 1994). Údaje dostupné z aplikace kontrolních opatření v Irsku uvádí, že odstraňování nadzemních částí rostlin v úrovni zemského povrchu vedlo k úmrtnosti méně jak desetin ošetřených

rostlin a pokud byl zákrok provedený v červnu, bylo jím podpořeno rychlejší vykvetení poškozených rostlin a následnou produkci semen (Caffrey, 1994). Z praxe dostupné informace o likvidaci invazního *Heracleum sosnowskyi* v Lotyšsku přináší rovněž mnohé poznatky o likvidaci této invazní rostliny, která s bolševníkem velkolepým sdílí mnohé rysy. Znalosti získané z této likvidace mohou být aplikovány i na likvidaci bolševníku velkolepého u nás. V Lotyšsku se dobrých výsledků na některých lokalitách dosáhlo pravidelným kosením porostů *H. sosnowskyi*, které vedlo k vysoké mortalitě rostlin bolševníku, a omezení možnosti reinvaze pokud na provedené zákroky navazovala obnova vegetačního pokryvu (Ravn et al., 2007).

V informacích o účinnosti aplikace chemických postřiků dostupné z praxe se opět uvádí význam načasování zásahu, kdy zákrok provedený před obdobím květu nebo ještě později snižuje stupeň úspěšnosti kontroly (Caffrey, 1994; Nielsen et al., 2007). Vzhledem k tomu, že práce v rámci projektu v Karlovarském kraji byly započaty až na konci jara, mohl být snížen efekt provedených zásahů na ošetřovanou vegetaci. Ve většině případů provedení chemických opatření je žádoucí provést zákrok s opakováním dalších nejlépe tří následujících zásahů (Lundström, 1989). Na aplikaci pesticidu je výhodné v některých případech navázat i aplikací jiných nechemických postupů, například sečení, a pokud je dostatečně podpořena obnova konkurenceschopného travního porostu, jsou tyto metody společně vysoce účinné při kontrole zamořených stanovišť (Nielsen et al., 2007; Ravn et al., 2007). Kombinované metody se účinně využily i v Lotyšsku na regulaci porostů *H. sosnowskyi* (Vanaga and Gurkina, 2006). Nejprve byly postižené plochy během jara zorány a po obdělání půdy byla zasetá travní směs. Vyvinutá širokolistá vegetace byla následně ošetřena nátěrem herbicidu nebo byl porost vystaven opakovaně provedenému sečení. V následujícím roce byla zvolena pouze mechanická forma regulace sečením a případně byla opět zopakována orba. Kombinace chemických a mechanickým postupů byla nejvíce efektivní využitou metodou a vedla k obnově optimálního konkurenceschopného travního porostu. Pokud byla v následujícím roce od zásahů provedena orba a seč, tak tato opatření vedla ke 100% mortalitě rostlin, které v druhém roce od zásahů obrazily (Nielsen et al., 2007).

8. Závěr

V této bakalářské práci jsem shrnula problematiku týkající se invaze bolševníku velkolepého a možné způsoby jeho likvidace, jejichž účinnost jsem se pokusila vyhodnotit porovnáním údajů dostupných o likvidaci této rostliny v České republice i v jiných zemích. Terénní průzkum ošetřovaných ploch mi pomohl porozumět procesu likvidace rostlin při aplikaci v praxi a lépe tak zjistit, které metody se nejvíce osvědčují. Jako nejvíce efektivní kontrolní opatření se jeví vyrývání kořenů rostlin a aplikace herbicidů. Tyto poznatky korespondují i s teoretickými znalostmi uvedenými v textu práce. Přestože jsou tyto metody nejefektivnější, volba jednotlivých opatření je ovlivněno mnoha faktory, mezi které patří množství dostupných zdrojů (finanční zdroje, pracovní síla), zákonná či jiná omezení vztahující se k zamořené oblasti, a konečně charakter samotné lokality, kde je nutno zakročit. Při výběru dané metody by se především mělo přihlížet i na její efekt do budoucna.

Pro absolutní eradikaci bolševníku velkolepého je zapotřebí vynaložit značné úsilí a zajistit důsledné provedení zákroků. Pro zachování dosažené situace, je pak nutné ošetřovaná území sledovat po dobu minimálně pěti let (Nielsen et al., 2007). Projekt na omezení výskytu invazních rostlin v Karlovarském kraji disponoval pouhými třemi roky pro zajištění všech žádoucích opatření. Na základě výsledků mnoha studií je však toto časové rozmezí pro likvidaci porostů bolševníku nedostatečné. Cílem projektu nicméně nebyla totální eradikace invazních rostlin, nýbrž snížení zamoření na určitou úroveň. Není však jisté, zda v souvislosti s budoucím vývojem stanovišť bude dosažený stav udržitelný. V následujících sezónách bych chtěla navštívit mnou zmapované a další lokality a zaznamenat jejich vývoj. Další výzkum by tak mohl ozřejmit, zda bylo vynaložené úsilí užitečné.

Problematika invazí nepůvodních druhů je velmi aktuální. Současná propojenost světa zvyšuje riziko zavlečení cizích organismů. Tento jev, spolu s negativními trendy ve vývoji současné krajiny, tak vytváří vhodné podmínky pro vznik nových invazních procesů. Cílem boje s invazními druhy by nemělo být pouhé vymýcení daného druhu, ale i zajištění obnovy krajiny a její správné funkčnosti, jelikož stabilní stanoviště s vysokou druhovou rozmanitostí, budou schopna lépe odolávat tlaku invazního procesu. Proto je nutné si uvědomit, jak jednotlivé způsoby využívání krajiny působí na její stabilitu a že narušování její struktury může v budoucnu vyústit v nepříznivou situaci.

9. Citovaná literatura

- Andersen, U.V. (1994) Sheep grazing as a method of controlling *Heracleum mantegazzianum*. In: de Waal, L. C., Wade, P. M., Child, L.E. and Brock, J.H.[eds] *Ecology and Management of Invasive Riverside Plants*. Wiley, Chichester, UK, p. 77-91.
- Andersen, U.V. and Calov, B. (1996) Long-term effects of sheep grazing on Giant Hogweed (*Heracleum mantegazzianum*). *Hydrobiologia* **340**: 277-284.
- Blossey, B. and Nötzold, R. (1995) Evolution of increased competitive ability in invasive nonindigenous plants: a hypothesis. *Journal of Ecology* **83**: 887–889.
- Bohlmann, F. (1971) Acetylenic compounds in the Umbelliferae. In: Heywood, V.H.[ed] *The Biology and Chemistry of the Umbelliferae*. Academic Press, London, p. 279–292.
- Buttenschøn, R.M., Buttenschøn, J., Petersen, H. and Ejlersen, F. (2001) Husbandry and grazing. In: Pedersen, L.B., Buttenschøn, R.M. and Nielsen, T.S. (eds) *Grazing and Management of Nature Areas – Effects on Nutrients Cycling and Biodiversity*. Park og Landskabsserien 30, Forest & Landscape Denmark, Hørsholm, Denmark, p. 25–45.
- Buttenschøn, R.M. and Nielsen, Ch. (2007) Control of *Heracleum mantegazzianum* by Grazing. In: Pyšek, P., Cock, M. and Nentwig, W. [eds] *Ecology and Management of Giant Hogweed (Heracleum mantegazzianum)*, Cambridge, GB: CAB International, p. 240-254.
- Caffrey, J.M. (1994) Spread and management of *Heracleum mantegazzianum* (Giant Hogweed) along Irish River corridors. In: de Waal, L. C., Wade, P. M., Child, L.E. and Brock, J.H.(eds) *Ecology and Management of Invasive Riverside Plants*. Wiley, Chichester, UK, p. 67-76.
- Caffrey, J.M. (1999) Phenology and long-term control of *Heracleum mantegazzianum*. *Hydrobiologia* **415**: 223-228.
- Caffrey, J.M. (2001) The management of Giant Hogweed in an Irish river catchment. *Journal of Aquatic Plant Management* **39**: 28-33.
- Dey, P.M. and Harborne, J.B. (1997) *Plant Biochemistry*. Academic Press, San Diego, California.

Dodd, F.S., de Waal, L.C., Wade, P.M. and Tiley, G.E.D. (1994) Control and management of *Heracleum mantegazzianum* (Giant Hogweed). In: de Waal, L. C., Wade, P. M., Child, L.E. and Brock, J.H. (eds) *Ecology and Management of Invasive Riverside Plants*. Wiley, Chichester, UK, p. 111-126.

European Commission (2000) Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy. *Official Journal* (OJ L 327), 22 December

Guyton, K.Z., Loomis, D., Grosse, Y., Ghissassi F.E., Benbrahim-Tallaa, L., Guha, N. Scocciati, Ch. and Mattock, H. (2015) Carcinogenicity of tetrachlorvinphos, parathion, malathion, diazinon, and glyphosate. *The Lancet Oncology* vol.16, issue 5: 490-491.

Hattendorf, J. (2005) Impact of endophagous herbivores on the invasive weed *Heracleum mantegazzianum* and associated interactions. PhD thesis. University of Bern, Switzerland.

Hattendorf, J., Hansen, S.O. and Nentwig, W. (2007) Defence Systems of *Heracleum mantegazzianum*. In: Pyšek, P., Cock, M. and Nentwig, W. [eds] *Ecology and Management of Giant Hogweed (Heracleum mantegazzianum)*, Cambridge, GB: CAB International, p. 209-225.

Hegnauer, R. (1971) Chemical patterns and relationships of *Umbelliferae*. In: Heywood, V.H. [ed] *The Biology and Chemistry of the Umbelliferae*. Academic Press, London, p. 267–277.

Hejda M. and Pyšek P. (2006): What is the impact of *Impatiens glandulifera* on species diversity of invaded riparian vegetation? – *Biological Conservation* **132**: 143–152.

Herde, A. (2005) Untersuchung der Cumarinmuster in Früchten ausgewählter *Apiaceae*. PhD thesis, University of Hamburg, Germany.

Hobbs, R.J. (1991) Disturbance as a precursor to weed invasion in native vegetation. *Plant Protective Quarterly* **6**: 99–104.

Hobbs, R.J. and Humphries, S.E. (1995) An integrated approach to the ecology and management of plant invasions. *Conservation Biology* **9**: 761–770.

Holub, J. (1997) *Heracleum* – bolševník. V: Slavík, B., Chrtek, J. & Tomšovic, P. [eds]. *Květena České republiky* **5**, Academia, Praha, Czech Republic, str. 386–395.

Chytrý, M. a Pyšek, P. (2008) Invaze nepůvodních druhů v rostlinných společenstvech. Zprávy České botanické společnosti 43, Praha, Mater. **23**: 17-40.

Jahodová, Š., Fröberg, L., Pyšek, P., Geltman, D., Trybush, S. and Karp, A. (2007) Taxonomy, Identification, Genetic Relationships and Distribution of Large *Heracleum* Species in Europe. In: Pyšek, P., Cock, M. and Nentwig, W. [eds] *Ecology and Management of Giant Hogweed (Heracleum mantegazzianum)*, Cambridge, GB: CAB International, p. 1-19.

Kubát, K., Hrouda, L., Chrtek, J. ml., Kaplan, Z., Kirschner, J. a Štěpánek, J. [eds] (2002) Klíč ke květeně České republiky, Academia, Praha, str. 475-476.

Lovett-Doust, J. and Lovett-Doust, L. (1982) Life-history patterns in British *Umbelliferae*: a review. *Botanical Journal of the Linnean Society* **85**: 179-184.

Lundström, H. (1989) New experiences of the fight against the Giant Hogweed, *Heracleum mantegazzianum*. *Swedish Crop Protection Conference* 1, p. 51-58.

Lundström, H. and Darby, E.J. (1994) The *Heracleum mantegazzianum* (giant hogweed) problem in Sweden: suggestion for its management and control. In: de Waal, L. C., Wade, P. M., Child, L.E. and Brock, J.H. [eds] *Ecology and Management of Invasive Riverside Plants*. Wiley, Chichester, UK, p. 93-100.

Metcalf, J.C., Rose, K.E. and Rees, M. (2003) Evolutionary demography of monocarpic perennials. *Trends in Ecology and Evolution* **18**: 471–480.

Moravcová, L., Gudžinkas, Z., Pyšek, P., Pergl, J. and Perglová, I. (2007a) Seed ecology of *Heracleum mantegazzianum* and *H. sosnowskyi*, Two Invasive Species with Different Distributions in Europe. In: Pyšek, P., Cock, M. and Nentwig, W. [eds] *Ecology and Management of Giant Hogweed (Heracleum mantegazzianum)*, Cambridge, GB: CAB International, p. 157-169.

Moravcová, L., Pyšek, P., Krinke, L., Pergl, J., Perglová I. and Thompson, K. (2007b) Seed Germination, Dispersal and Seed Bank in *Heracleum mantegazzianum*. In: Pyšek, P., Cock, M. and Nentwig, W. [eds] *Ecology and Management of Giant Hogweed (Heracleum mantegazzianum)*, Cambridge, GB: CAB International, p. 74-91.

Müllerová, J., Pyšek, P., Jarošík, V. and Pergl, J. (2005) Aerial photographs as a tool for assessing the regional dynamics of the invasive species *Heracleum mantegazzianum*. *Journal of Applied Ecology* **42**: 1042-1053.

Müllerová J., Pyšek, P., Pergl, J. and Jarošík, V. (2008) Dlouhodobá dynamika šíření bolševníku velkolepého (*Heracleum mantegazzianum*) v krajině: využití leteckých snímků. *Zprávy Čes. Bot. Společ.*, 43, Praha, Mater. **23**: 91-102.

Müllerová J., Pergl J. & Pyšek P. (2013): Remote sensing as a tool for monitoring plant invasions: testing the effects of data resolution and image classification approach on the detection of a model plant species *Heracleum mantegazzianum* (giant hogweed). *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* **25**: 55–65.

Murray, R.D.H., Méndez, J. and Brown, S.A. (1982) *The Natural Coumarins: Occurrence, Chemistry and Biochemistry*. Wiley, Chichester, UK.

Nakhutsrishvili, G. (1999) The vegetation of Georgia (Caucasus). *Braun-Blanquetia* **15**: 5-74.

Nentwig, W.[ed] (2014) Nevítání vetřelci: invazní rostliny a živočichové v Evropě, Academia, Praha, str. 7-46.

Nielsen, C., H.P. Rawn, W. Nentwig, M. Wade [eds] (2005) Bolševník velkolepý: Praktická příručka o biologii a kontrole invazního druhu, Forest & Landscape Denmark, Hørsholm, Denmark.

Nielsen, Ch., Vanaga, I., Treikale, O., and Priekule, I. (2007) Mechanical and Chemical Control of *Heracleum mantegazzianum* and *Heracleum sosnowskyi*. In: Pyšek, P., Cock, M. and Nentwig, W. [eds] *Ecology and Management of Giant Hogweed (Heracleum mantegazzianum)*, Cambridge, GB: CAB International, p. 226-239.

Niesar, C.M. and Geisthoff, N. (1999) Bekämpfung des Reisenbärenklaus mittels Glyphosaten. *AFZ/Der Wald* **22**: 1173-1175.

Ochsmann, J. (1996) *Heracleum mantegazzianum* Sommer & Levier (Apiaceae) in Deutschland. Untersuchungen zur Biologie, Verbreitung, Morphologie und Taxonomie. *Feddes Repertorium* **107**: 557–595.

Otte, A., Eckstein, R.L. and Thiele, J. (2007) *Heracleum mantegazzianum* in its Primary Distribution Range of the Western Greater Caucasus. In: Pyšek, P., Cock, M. and Nentwig, W. [eds] *Ecology and Management of Giant Hogweed (Heracleum mantegazzianum)*, Cambridge, GB: CAB International, p. 20-41.

Pergl, J., Hüls, J., Perglová, I., Eckstein, R.L., Pyšek, P. and Otte, A. (2007) Population Dynamics of *Heracleum mantegazzianum*. In: Pyšek, P., Cock, M. and Nentwig, W. [eds] *Ecology and Management of Giant Hogweed (Heracleum mantegazzianum)*, Cambridge, GB: CAB International, p. 92-111.

Pergl, J., Pyšek, P., Perglová, I. and Moravcová, L. (2008) Bolševník velkolepý (*Heracleum mantegazzianum*): velkolepý modelový druh v invazní ekologii. *Zprávy Čes. Bot. Společ.* 43, Praha, Mater. **23**: 81-90.

Perglová, I., Pergl, J., Pyšek, P. (2006) Flowering phenology and reproductive effort of the invasive plant *Heracleum mantegazzianum*. *Preslia* **78**: 265-258.

Perglová, I., Pergl, J. and Pyšek, P. (2007) Reproduction Ecology of *Heracleum mantegazzianum*. In: Pyšek, P., Cock, M. and Nentwig, W. [eds] *Ecology and Management of Giant Hogweed (Heracleum mantegazzianum)*, Cambridge, GB: CAB International, p. 55-73.

Pira, E., Romano, C., Sulotto, F., Pavan, I. and Monaco, E. (1989) *Heracleum mantegazzianum* growth phases and furocoumarin content. *Contact Dermatitis* **21**: 300–303.

Press, M.C. (1999) The functional significance of leaf structure: a search for generalizations. *New Phytologist* **143**: 213–219.

Pyšek, P. (1994) Ecological aspects of invasion by *Heracleum mantegazzianum* in the Czech Republic. In: de Waal, L.C., Child, L.E., Wade, P.M. and Brock, J.H. [eds] *Ecology and Management of Invasive Riverside Plants*. Wiley, Chichester, UK, p. 45-54.

Pyšek, P. and Pyšek, A. (1995a) Invasion by *Heracleum mantegazzianum* in different habitats in the Czech Republic. *Journal of Vegetation Science* **6**: 711-718.

Pyšek, P., Kučera, T., Puntieri, J. and Mandák, B. (1995b) Regeneration in *Heracleum mantegazzianum* – response to removal of vegetative and generative parts. *Preslia* **67**: 161–171.

Pyšek, P., Richardson, D.M., Rejmánek, M., Webster, G., Williamson, M. and Kirschner, J. (2004) Alien plants in checklists and floras: towards better communication between taxonomists and ecologists. *Taxon* **53**: 131-143.

Pyšek, P. and Hulme, P.E. (2005) Spatio-temporal dynamics of plant invasions: linking patterns to processes. *Écoscience* **12**: 289-302.

Pyšek, P., Perglová, I., Krinke, L., Jarošík, V., Pergl, J. and Moravcová, L. (2007a) Regeneration Ability of *Heracleum mantegazzianum* and Implications of Control. In: Pyšek, P., Cock, M. and Nentwig, W. [eds] *Ecology and Management of Giant Hogweed (Heracleum mantegazzianum)*, Cambridge, GB: CAB International, p. 112-125.

Pyšek, P., Krinke, L., Jarošík, V., Perglová, I., Pergl, J. and Moravcová, L. (2007b) Timing and extent of tissue removal affect reproduction characteristics of an invasive species *Heracleum mantegazzianum*. *Biological Invasions* (in press doi 10.107/s 10530-0069038-0).

Pyšek, P., Cock, M. and Nentwig, W. (2007c) *Ecology and Management of Giant Hogweed (Heracleum mantegazzianum)*, Cambridge, GB: CAB International, p. xv-xvi.

Pyšek, P., Jarošík, V., Müllerová, J., Pergl, J. et Wild, J. (2008a): Comparing the rate of invasion by *Heracleum mantegazzianum* at continental, regional, and local scales. *Diversity and Distributions* **14**: 355–363.

Pyšek, P., Chytrý, M. a Prach, K. (2008b) Dvanáct let výzkumu rostlinných invazí v České republice a ve světě. *Zprávy České botanické společnosti, Praha, 43, Materiál* **23**: 3-15.

Ravn, H.P., Treikale, O., Vanaga, I. and Priekule, I. (2007) Revegetation as a Part of and Integrated Management Strategy for Large *Heracleum* species. In: Pyšek, P., Cock, M. and Nentwig, W. [eds] *Ecology and Management of Giant Hogweed (Heracleum mantegazzianum)*, Cambridge, GB: CAB International, p.272-283.

Richardson, D.M., Pyšek, P., Rejmánek, M., Barbour, M.G., Panetta, F.D. and West, C.J. (2000) Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. *Diversity Distributions* **6**: 93-107.

Sampson, C. (1994) Cost and impact of current control methods used against *Heracleum mantegazzianum* (giant hogweed) and the case for investigating a biological control programme.

- Simmons, M.T. (2005) Bullying the bullies: the selective control of an exotic, invasive annual (*Rapistrum rugosum*) by oversowing with a competitive native species (*Gaillardia pulchella*). *Restoration Ecology* **13**: 609–615.
- Sørensen, M.A. and Butteschøn, R.M. (2005) *The Extent of Prevention of Giant Hogweed by the Danish Municipalities*. Videnblad, 6.0-20. Forest and Landscape, Hørsholm.
- Tappeneir, U. and Cernusca, A. (1998) Model simulation of spatial distribution of photosynthesis in structurally differing plant communities in the Central Caucasus. *Ecological Modelling* **113**: 201-223.
- Terney, O. (1993) Giant hogweed – a threat to Danish nature. *Bio-Nyt* **83**: 1–18.
- Thiele, J. and Otte, A. (2006) Analysis of habitats and communities invaded by *Heracleum mantegazzianum* Somm. Et Lev. (Giant Hogweed) in Germany. *Phytocoenologia* **36**: 280-312.
- Thiele, J., and Otte, A. (2007) Impact of *Heracleum mantegazzianum* on Invaded Vegetation and Human Activities. In: Pyšek, P., Cock, M. and Nentwig, W. [eds] *Ecology and Management of Giant Hogweed (Heracleum mantegazzianum)*, Cambridge, GB: CAB International, p. 144-156.
- Thiele, J., Otte, A. and Eckstein, R.L. (2007) Ecological Needs, Habitat Preferences and Plant Communities Invaded by *Heracleum mantegazzianum*. In: Pyšek, P., Cock, M. and Nentwig, W. [eds] *Ecology and Management of Giant Hogweed (Heracleum mantegazzianum)*, Cambridge, GB: CAB International, p. 126-143.
- Tiley, G.E.D. and Philp, B. (1992) Strategy for the control of giant hogweed (*Heracleum mantegazzianum*) on the River Ayr in Scotland. *Aspects of Applied Biology* **29**: 463-466.
- Tiley, G.E.D. and Philp, B. (1994) *Heracleum mantegazzianum* (Giant Hogweed) and its control in Scotland. In: de Waal, L.C., Child, L., Wade, P.M. and Brock, J.H. (eds) *Ecology and Management of Invasive Riverside Plants*. Wiley, Chichester, UK, p. 19–26.
- Tiley, G.E.D., Dodd, F.S. and Wade, P.M. (1996) Biological flora of the British Isles: *Heracleum mantegazzianum* Sommer & Levier. *Journal of Ecology* **84**: 297–319.
- Tiley, G.E.D. and Philp, B. (1997) Observations on flowering and seed production in *Heracleum mantegazzianum* in relation to control. In: Brock, J.H., Wade, M., Pyšek, P. and

Green, D. (eds) *Plant Invasions: Studies from North America and Europe*. Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands, p. 123–137.

Tomšovic, P. (1997) *Apiaceae* LINDL. – miříkovité (okoličnaté). V: Slavík, B., Chrtek, J. & Tomšovic, P. [eds] *Květena České republiky 5*, Academia, Praha, Česká republika, str. 269-270.

Turnbull, L.A., Crawley, M.J. and Rees, M. (2000) Are plant populations seed-limited? A review of seed sowing experiments. *Oikos* **88**: 225–238.

Vanaga, I. and Gurkina, J. (2006) Methods of control for *Heracleum sosnowskyi* in Latvia. *Proceedings of the International Scientific Conference 'Strategy and Tactics of Plant Protection'*. The Institute of Plant Protection NAS of Belarus, Minsk, Belarus, p.81-84.

Wade, P.M., Darby, E.J., Courtney, A.D. and Caffrey, J.M. (1997) *Heracleum mantegazzianum*: a problem for river managers in the Republic of Ireland and the United Kingdom. In: Brock, J.H., Wade, P.M., Pyšek, P. and Green, D. [eds] *Plant Invasions: Studies from North America and Europe*. Backhuys, Leiden, The Netherlands, p. 139-151.

Webb, C. J. (1981) Andromonoecism, protandry, and sexual selection in *Umbelliferae*. *New Zealand Journal of Botany* **19**: 335-338.

Williamson, M. and Fitter, A. (1996) The varying success of invaders. *Ecology* **77**: 1661-1666.

Další zdroje:

Metodiky likvidace invazních rostlin [DVD] Karlovarský kraj, 2015

Web 1: Stejskal, J. (2004) Petr Pyšek: Invaze nás mohou nemile překvapit. *Ekolist*, Praha, duben: <http://ekolist.cz/cz/publicistika/rozhovory/petr-pysek-invaze-nas-mohou-nemile-prekvapit>

Web 2: <http://apdm.cz/2014/05/o-projektu-5/>

Web 3: <http://gis.kr-karlovarsky.cz/heracleum-public/>

Web 4: <http://bolsevník.eu/index.php?id=aktuality>

Web 5: Pokyny pro realizaci projektu: <http://apdm.cz/www/wp-content/uploads/Z%C3%A1vazn%C3%A9-pokyny-pro-realizaci-projektu-2015-fin1.pdf>

Web 6: <http://gis.kr-karlovarsky.cz/heracleum-public/Web/IsHeracleum.aspx>

Web 7: <http://gis.kr-karlovarsky.cz/heracleum-public/Web/Bolsevník.aspx>

Web 8: <http://apdm.cz/2014/05/archiv-3/>

Web 9: <http://gis.kr-karlovarsky.cz/heracleum-public/Web/Aktuality.aspx>

Web 10: Metodiky likvidace invazních druhů rostlin, Karlovarský kraj, 2015:

http://apdm.cz/www/wp-content/uploads/IR_metodika_prirucka_blok-k3.pdf