

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA**

**V PRAZE**

**FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ**

**KATEDRA APLIKOVANÉ EKOLOGIE**

**Dynamika šíření *Solidago canadensis* a *Solidago gigantea* v bývalém vojenském výcvikovém prostoru Ralsko**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

Vedoucí práce: Mgr. Barbora Tobolová, Ph.D.

Diplomant: Bc. Lucie Valtrová

2012

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra ekologie krajiny

Fakulta životního prostředí

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Macurová Lucie

Regionální environmentální správa

Název práce

**Dynamika šíření *Solidago canadensis* a *Solidago gigantea* v bývalém vojenském výcvikovém prostoru Ralsko**

Anglický název

**Dynamic propagation of *Solidago Canadensis* and *Solidago gigantea* in the former military area Ralsko (Northern Bohemia)**

### Cíle práce

1. Zmapovat výskyt druhů zlatobýl kanadský (*Solidago canadensis*) a zlatobýl obrovský (*Solidago gigantea*) v Židlovské oboře (býv. vojenské střelnici) v průběhu dvou vegetačních sezon (2010 a 2011)
2. Zaznamenat tendence v postupu šíření obou druhů
3. Vytvořit v prostředí GIS model potenciálního šíření zlatobýlů (*Solidago* sp.) v Židlovské oboře
4. Vyhodnotit současný stav rozptýlu *Solidago* sp. v oblasti bývalého VVP Ralsko a navrhnout případná managementová opatření

### Metodika

Terénním průzkumem bude ověřeno a zdokumentováno rozšíření rodu *Solidago* v prostoru Židlovské obory v bývalém vojenském výcvikovém prostoru Ralsko. Kompaktní porosty budou změřeny pásmem a zaměřeny pomocí GPS. V druhé sezoně budou měření zopakována a bude zaznamenán případný nárůst ve směru rozšiřování plochy. Měřená území budou v prostředí GIS překryta čtvercovou sítí o definovaném rozměru a přírůstky budou definovány pro jednotlivé čtverce. Získaná data budou podrobena statistické analýze v programu STATISTIKA. Celá práce bude podpořena literární rešerší zpracovávající českou i zahraniční odbornou literaturu.

### Harmonogram zpracování

červenec až září 2010 - terénní průzkum

březen až červen 2011 - zpracování literární rešerše a kapitoly metodika

červenec až září 2011 - terénní průzkum II., měření ročních přírůstků polykormonů *Solidago* sp.

říjen až prosinec 2011 - zpracování terénních dat, statistické analýzy, vizualizace v GIS

leden 2012 - dokončení literární rešerše a kapitoly metodika

únor - duben 2012 - dokončení textové části a finalizace DP

### Rozsah textové části

40 stran

### Klíčová slova

invazní druhy, vojenský výcvikový prostor, *Solidago gigantea*, *Solidago canadensis*

### Doporučené zdroje informací

Jana Brožová et al., 2005: Strategie ochrany biologické rozmanitosti České republiky, Praha: Vydalo Ministerstvo životního prostředí, 266 str.

Pyšek P., Chytrý M., Prach K., 2008. Dvanáct let výzkumu rostlinných invazí v České republice a ve světě. Zprávy Čes. Bot. Společ.(23), Praha. s 3-15.

Pyšek P., Chytrý M., Moravcová L., Pergl J., Perglová I., Prach K. et Skálová H, 2008. Návrh české terminologie vztahující se k rostlinným invazím. Zprávy Čes. Bot. Společ.(23), Praha

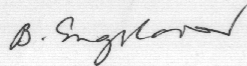
Pyšek P., Chytrý M., Moravcová L., Pergl J., Perglová I., Prach K. et Skálová H. (eds.), 2007, Rostlinné invaze v České republice: situace, výzkum a management. Konference Čes. Bot. Společ., Praha.

Pergl J., 2008. Co víme o vlivu zavlečených rostlinných druhů? Zprávy Čes. Bot. Společ. (23), Praha. s 183-192.

Mlíkovský J., et Stýblo P., (eds.), 2006. Nepůvodní druhy fauny a flóry České republiky. Český svaz ochránců přírody. Praha.

### Vedoucí práce

Engstová Barbora, Mgr., Ph.D.



**doc. RNDr. Miroslav Martiš, CSc.**

Vedoucí katedry



**prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.**

Děkan fakulty

V Praze dne 23.6.2011

**Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracovala samostatně a použila pouze podkladů a literárních pramenů uvedených v seznamu použité literatury.

V Ústí nad Labem 28. 4. 2012

.....

Bc. Lucie Valtrová



### **Poděkování**

Tímto bych ráda poděkovala vedoucí mé diplomové práce Mgr. Barboře Tobolové, Ph.D. za poskytnutí odborných rad, cenných informací a osobních zkušeností. Poděkování patří rovněž Bc. Lubomíru Valtrovi za poskytnutí osobních zkušeností, cenných rad a celkovou podporu během zpracování mé práce.

.....

V Ústí nad Labem 28. 4. 2012

Bc. Lucie Valtrová

## **Abstrakt**

Práce je tvořena dvěma částmi, přičemž první část se zabývá studiem dostupných literárních pramenů, které se dotýkají ekologie zlatobýlu kanadského (*Solidago canadensis*) a zlatobýlu obrovského (*Solidago gigantea*), sledování rozdílů mezi oběma druhy a problematiky jejich šíření.

Druhá část práce se zabývá samotným výzkumem šíření jmenovaných invazních druhů v bývalém vojenském výcvikovém prostoru Ralsko. Výsledky terénních šetření jsou zpracována v programu ArcGis 9.3, což umožňuje jejich grafické zobrazení. V závěru jsou nastíněny možnosti likvidace porostů invazních druhů rostlin.

## **Klíčová slova**

Invazní druhy, vojenský výcvikový prostor, *Solidago gigantea*, *Solidago canadensis*

## **Abstract**

The thesis consists of two parts, the first part relates to the study of available literature that involves ecology of Canadian Goldenrod (*Solidago canadensis*) and Giant Goldenrod (*Solidago gigantea*), observation of the differences between the two species and the issue of their propagation.

The second part relates to the research of propagation of aforementioned invasive species in the former military training area Ralsko. Results of the field research are processed in the program ArcGIS 9.3, which allows their graphic display. In the conclusion the options for disposing of vegetation of invasive plant species are indicated.

## **Keywords**

Invasive species, military training area, *Solidago gigantea*, *Solidago canadensis*

# Obsah

1. Úvod.....	6
2. Cíle práce .....	8
3. Bývalý vojenský výcvikový prostor Ralsko .....	9
3. 1. Historie .....	9
3. 2. Přírodní podmínky.....	10
3. 2. 1. Geologie a pedologie.....	10
3. 2. 2. Hydrologie.....	11
3. 2. 3. Flora .....	11
3. 2. 4. Fauna .....	12
4. Vysvětlení základních pojmů.....	13
5. Dělení rostlinných druhů dle původu.....	15
6. Míra invadovanosti rostlinných společenstev .....	16
7. Ekologie zlatobýlu sp. ( <i>Solidago</i> sp.) .....	18
8. Šíření zlatobýlu kanadského ( <i>Solidago canadensis</i> ) a zlatobýlu obrovského ( <i>Solidago gigantea</i> ) a vzájemná interakce s původními rostlinnými druhy .....	25
8. 1. Šíření zlatobýlu sp. ( <i>Solidago</i> sp.) v České republice.....	28
8. 2. Vliv velikosti genomu na míru invaze .....	29
8. 3. Invazní potenciál rostlinných druhů.....	30
9. Managementové nástroje k boji s invazními druhy .....	31
9. 1. Mechanická likvidace.....	31
9. 2. Chemická likvidace .....	31
9. 3. Fyzikální likvidace .....	32
10. Metodika .....	33
10. 1. Výběr zájmového území.....	33
10. 2. Výběr dílčích lokalit.....	33
10. 4. Zpracování naměřených dat v prostředí GIS.....	38
10. 5. Statistické zpracování dat.....	39
11. Výsledky .....	41
11. 1. Zodpovězení základních otázek .....	41
11. 2. Výsledky statistických výpočtů.....	43
11. 3. Vlastní návrhy managementu zaměřeného na likvidaci zlatobýlu sp. ( <i>Solidago</i> sp.) .....	44
12. Diskuze.....	46
13. Závěr .....	48
14. Seznam použitých literárních zdrojů.....	50
15. Přílohy .....	57
15. 1. Seznam použitých zkratk.....	57
15. 2. Seznam obrázků .....	57
15. 3. Seznam příloh.....	58

# 1. Úvod

V České republice tvoří, z celkového počtu rostlinných druhů, cca jednu třetinu druhy nepůvodní (Chytrý et al. 2005, Chytrý et al. 2009a). Tento jev je částečně způsoben polohou České republiky a dále pak také tím, že ač byla v minulosti půda v Česku lidmi intenzivně obhospodařována, tak v současnosti je ponechána ladem, čehož bohužel využívají nepůvodní mnohdy invazivní druhy (Chytrý et al. 2005). Úroveň invaze a náchylnost k invazím je v případě jednotlivých stanovišť různě vysoká a je do určité míry ovlivňována klimatem a rostoucím vnějším tlakem. Svým způsobem úroveň invaze a náchylnost k invazím ovlivňuje také skutečnost, na jakém typu pozemku se dané společenstvo nachází, protože stanovištní podmínky jsou jiné na pozemku městského, průmyslového či zemědělského typu. Úroveň invaze rovněž kolísá v závislosti na populační hustotě obyvatelstva, historii lidského osídlení v daném regionu, vzdálenosti od vodních toků či urbanistickém a industriálním využití půdy (Chytrý et al. 2008, Chytrý et al. 2009a, Weber et al. 2008). Limitujícím faktorem pro invazní druhy může být také dostupnost zdrojů, konkurenční schopnosti původních druhů, aleopatické interakce a přirození nepřátelé (Richardson et Pyšek 2006). Důležitá je rovněž skutečnost, zdali bylo dané stanoviště narušováno lidskou činností, protože vlivem periodicky se opakující disturbance se stanoviště stávají bohatými na živiny, což podporuje hypotézu, že kolísavé zdroje jsou hlavní příčinou invazibility (Chytrý et Pyšek 2009a).

Zlatobýl kanadský (*Solidago canadensis*) a zlatobýl obrovský (*Solidago gigantea*) se řadí k invazním druhům, mezi jejichž společné rysy patří schopnost rychle osidlovat nová území, vyvinout vysoké tempo růstu a schopnost vytvářet monokulturní porosty (Jakobs et al. 2004). V novém prostředí nepodléhají tyto druhy vlivu býložravců a patogenů, čímž vzniká pro tyto druhy ideální životní prostředí. Následkem šíření zlatobýlu sp. (*Solidago* sp.) dochází k výrazným změnám v původním ekosystému (Lambdon et al. 2008, Křivánek et al. 2004, Vitousek et al 1996, Lodge 1993), protože zlatobýl sp. (*Solidago* sp.) disponuje jinými ekofyziologickými vlastnostmi než původní druhy, v důsledku čehož mohou zapříčínovat úbytek biologické rozmanitosti a znehodnocování přírodních stanovišť (Pyšek et al. 2006, Jakobs et al. 2004).

Z těchto důvodů je v případě zlatobýlu sp. (*Solidago* sp.) důležité dodržovat zásadu prevence. Nejlepší prevencí je v tomto případě pravidelný monitoring lokalit. V případě, že se již v dané lokalitě zlatobýl sp. (*Solidago* sp.) vyskytuje, je žádoucí zvolit vhodná managementová opatření, jež zabrání dalšímu šíření invazního druhu. Standardním postupem v případě malých ohnisek je kosení a aplikace herbicidu, protože pokud nebudou provedeny razantní zásahy již v raných stádiích invaze, budou další opatření již velmi zdlouhavá a finančně nákladná (Tutin et al. 1976, Chapuis-Lardy et al. 2006).

**Diplomová práce by měla zodpovědět tyto otázky:**

1. Představují invazní druhy nebezpečí pro původní společenstva rostlin a je žádoucí potlačovat jejich šíření?
2. Mohlo by se stát, že polykormony zlatobýlu kanadského (*Solidago canadensis*) a zlatobýlu obrovského (*Solidago gigantea*) budou v průběhu jednoho roku na daném stanovišti narušeny jinými invazními druhy, jako jsou např. třtina (*Calamagrostis* sp.), vlčí bob mnoholistý (*Lupinus polyphyllus*), janovec metlatý (*Sarothamnus scoparius*) nebo kopřiva dvoudomá (*Urtica dioica*)?
3. Pokud mají druhy zlatobýl kanadský (*Solidago canadensis*) a zlatobýl obrovský (*Solidago gigantea*) k dispozici dostatek zdrojů a nejsou pod tlakem herbivora, mají tendenci k intenzivnímu šíření?

## 2. Cíle práce

1. Zmapovat výskyt druhů zlatobýl kanadský (*Solidago canadensis*) a zlatobýl obrovský (*Solidago gigantea*) v Židlovské oboře (býv. vojenské střelnici) v průběhu dvou vegetačních sezon (2010 a 2011)
2. Zaznamenat tendence v postupu šíření obou druhů
3. Vytvořit v prostředí GIS model potenciálního šíření zlatobýlu sp. (*Solidago* sp.) v Židlovské oboře
4. Vyhodnotit současný stav rozptylu zlatobýlu sp. (*Solidago* sp.) v oblasti bývalého VVP Ralsko a navrhnout případná managementová opatření



## 3. Bývalý vojenský výcvikový prostor Ralsko

### 3. 1. Historie

Vojenské újezdy známé též jako vojenské výcvikové prostory byla a stále jsou zvláštní území vymezená k obraně státu. Sloužila ke společnému výcviku ozbrojených sil a ke zkušební činnosti nových zbraňových systémů a zkoušení munice (Mičiča 2007). Dnes jsou vojenské výcvikové prostory vesměs velkoplošná zvláště chráněná území vymezená k ochraně přírody a krajiny. Veřejnost je má možnost v současné době navštěvovat, především díky pozitivnímu vojenskému managementu a absenci chemických látek (Petříček et Plesník 2007).

Bývalý vojenský výcvikový prostor (VVP) Ralsko se nachází v Libereckém kraji na území obcí Stráž pod Ralskem a Mnichovo Hradiště a jeho celková rozloha činí 250 km<sup>2</sup>. V roce 1938 získal celý VVP Ralsko německý Wehrmacht, který zde poblíž Hradčan v roce 1945 založil letiště. Ačkoli bylo letiště silně poškozeno americkými nálety, po skončení války bylo dokončeno Československou armádou. Na sklonku války došlo k odsunutí německého obyvatelstva z dané oblasti a celé území bylo znovu osídleno českým obyvatelstvem (Kus 2005, Lahoda 2005). Až do konce roku 1946 žila oblast v okolí Ralska převážně civilním životem. Existovalo zde dvacet převážně zemědělských vesnic a městečko Kuřivody, které byly centrem dané oblasti. Dne 1. 7. 1950 vláda rozhodla o vytvoření VVP Ralsko a v průběhu dvou let pak bylo vysídleno osmnáct obcí (Kus 2005, Dařílková 2001). Československá armáda od roku 1951 vybudovala mnohá vojenská zařízení za účelem obrany Československé republiky. Na území byl zřízen výzkumný polygon pro testování různých druhů munice, muniční sklady, tankové střelnice Židlov a Bělá (Kus 2005). V roce 1991 byl prostor uzavřen a následné asanace VVP Ralsko probíhaly od roku 1993 do 2003, přičemž pyrotechnická asanace vychází ze zákona č. 61/1988 Sb., *O hornické činnosti, výbušninách a státní báňské správě* a odpovědnost za vzniklé škody nese Ministerstvo obrany (MO 2005).

Po asanaci území je nutné najít nové civilní využití, avšak není jednoduché vybrat správný záměr využití. Jedním z problémů je, že prostor je obrovský a má vysoký biologický a přírodní potenciál (Bořecká 2007, Koželuh 2007), tudíž by nebylo

vhodné ho využít jen jako průmyslový areál. Otevírají se zde možnosti výzkumu v oboru krajinné ekologie nebo botaniky (Engstová et Petříček 2008).

## **3. 2. Přírodní podmínky**

### **3. 2. 1. Geologie a pedologie**

Ralsko má velmi vysokou geomorfologickou hodnotu, vyskytuje se v něm řada význačných tvarů a reliéfu. Výjimečnost bývalého VVP Ralsko spočívá v celkovém krajinném rázu, který je podmíněn morfologií rozlehlé ploché pískovcové tabule proniknuté a zvlněné sopečnými tělesy (Lipský 2001, Ložek 2001). VVP Ralsko se nachází na území české křídové pánve, z geologického hlediska se VVP dělí na dvě odlišné oblasti. Na severozápadě ho tvoří kvádrové křemenné pískovce jizerského souvrství, nalezneme zde příkré rokly, izolované skaly, které mohou místy tvořit i skalní města. Nižší členitostí se v oblasti vyznačuje pouze pás podél řeky Ploučnice, který je pokrytý terasovitými písky pleistocénního stáří. Jihovýchodním směrem nalezneme jemnozrnné vápenité pískovce, přičemž celý jihovýchodní reliéf má mnohem menší frekvenci skalních výchozů. VVP zaujímá zvláštní postavení neboť se nachází i v oblasti svrchní křídly s vodorovně uloženými horninami, které větrají buď písčité, nebo jílovitě (Ložek 2001).

Na řadě míst ve VVP Ralsko lze nalézt stopy po těžbě užitkových nerostů a hornin (zejména štěrk na stavbu silnic). Kolem roku 1923 se zde rovněž získávalo železo z žil mladých vulkanitů (Kühn 2007b). V 60. až 80. letech 20. století se v Ralsku těžil také uran (ložisko Hamr, Stráž) (Adamovič et Mikuláš 2001, Kühn 2007a).

Pro celou oblast VVP Ralsko je typická kambizem, která záhy přechází do podzolu. Pro vyšší stupeň svahů jsou typické rankery a litozem. Litozem odlišných vlastností je přítomna i na zvětralině pískovcových skal. V oblasti Vranovských skal je možné vylišit pararendzinu (Lipský 2001 )

### 3. 2. 2. Hydrologie

Řeka Ploučnice je hlavním odvodňovacím tokem západní oblasti VVP Ralsko. Její přítoky jsou tvořeny Ploužnickým, Hradčanským a Hamerským potokem. Východ území odvodňuje Bělá, Mukařovský potok a Zábrdka. Podstatným prvkem zdejší krajiny jsou také rybníky, které byly vybudovány na podmáčených plochách. Největšími rybníky jsou Břežský a Hamerský, které leží na hranici bývalého VVP. Nejvýznamnější rybníční soustavy oblasti jsou: hradčanská, hvězdovsko-novodvorská, dokesko-strážská a strážsko-hamerská (Blažková 1997, Knauerová et Honců 2001).

### 3. 2. 3. Flora

Lesy pokrývají cca 70 % z celkové plochy bývalého VVP Ralsko. V níže položených lokalitách byly uměle vysazeny monokultury borovice lesní (*Pinus sylvestris*) a smrku ztepilého (*Picea abies*), které v současnosti tvoří převážnou většinu z celkové rozlohy lesů. Ve výše položených partiích se zachovaly původní smíšené lesy, kterým dominuje buk lesní (*Fagus sylvatica*). Nejčastěji se nacházejí v nadmořské výšce nad 400 m n.m. V dané lokalitě se dále vyskytují také květnaté bučiny a suťové lesy (Blažková 1997).

Travní porosty jsou zastoupeny především společenstvy třídy *Molinio-Arrhenatheretea* a *Nardo-Callunetea*. Nedílnou součástí vegetace újezdu jsou ruderalní porosty osídlující stanoviště silně ovlivněná lidskou činností. Na výcvikových plochách se nacházela společenstva ovlivněná popojížděním pásových i kolových vozidel. Na periodicky užívaných cestách byla hojněji zastoupena společenstva svazu *Polygonion avicularis*. V současnosti však ruderalní společenstva vytvářejí buď přechodné typy s ostatními travními společenstvy nebo se s nimi mozaikovitě střídají. Častou součástí této mozaiky jsou i porosty křovin, případně skupin stromů.

V bylinném patře se poměrně hojně vyskytují česnek medvědí (*Alium ursinum*), dymnivka plná (*Corydalis solida*), dymnivka bobovitá (*Corydalis intermedia*), lilie zlatohlavá (*Lilium martagon*) či měsíčnice vytrvalá (*Lunaria rediviva*). Rovněž se zde nacházejí vysokostébelnaté trávníky s třtinou chloupkatou (*Calamagrostis vilosa*) a třtinou rákosovitou (*Calamagrostis arundinacea*). Na skalách jsou vyvinuta

společenstva s kostřavou sivou (*Festuca pallens*), přičemž se zde sporadicky vyskytuje také skalník celokrajný (*Cotoneaster integerrimus*).

### **3. 2. 4. Fauna**

Meandry na řece Ploučnice jsou vhodným místem pro výskyt širokého spektra obojživelníků. Nalezeny zde byly druhy: mlok skvrnitý (*Salamandra salamandra*), čolek obecný (*Triturus vulgaris*), čolek horský (*Triturus alpestris*), blatnice skvrnitá (*Pelobates fuscus*), ropucha krátkonohá (*Bufo calamita*), rosnička zelená (*Hyla arborea*), skokan štíhlý (*Rana dalmatina*) a skokan skřehotavý (*Rana ridibunda*) (Zavadil et Vitáček 2001).

V oblasti bývalého VVP Ralsko bylo nalezeno 105 ptačích druhů, z nichž pouze tři (pěnkava obecná - *Fringilla coelebs*, skřivan polní - *Alauda arvensis* a budníček větší - *Phylloscopus trochilus*) vykazují více než pětiprocentní dominanci, přičemž lze říci, že vysoký počet druhů s nízkým zastoupením dominant svědčí o vysoké druhové rozmanitosti ptačích společenstev (Bejček et Šťastný 2001).

V roce 2000 byla v dané lokalitě založena obora, v níž je dominantním druhem jelen evropský (*Cervus elaphus*), jehož chov je založen na autochtonní populaci. Cílený stav jelena je v oboře stanoven na 700 ks při poměru pohlaví 1:1. Chov jelena je podpořen doplňkovým chovem muflona (*Ovis musimon*) s normovaným stavem 300 ks. V oboře bylo v roce 2011 rovněž vypuštěno polodivoké stádo zubra evropského (*Bison bonasus*) (Koníčková, 2011).

### **3. 2. 5. Krajinná charakteristika**

Ralsko (696 m n. m ) je dominantou regionálního významu, k čemuž výrazně přispívá všesměrná izolovanost vrchu a jeho zašpičatělá silueta. Za impozantní lze považovat také četné skalní výchozy, otevřená suťová pole a hradní zříceninu. Turisticky atraktivní jsou zejména pískovcové skály (Vránovské skály s Julininou vyhlídkou) (Husáková et al. 2001).

## 4. Vysvětlení základních pojmů

### **Invazibilita**

Invazibilitou se rozumí skutečná náchylnost nebo citlivost společenstev k invazím. Tímto pojmem lze rovněž vyjádřit, zda je společenstvo nebo území odolnější vůči šíření nepůvodních druhů než jiné, nebo naopak, případně proč je některé společenstvo nebo území náchylnější k invazi (Chytrý et al. 2005). Základním metodickým problémem je, že pozorované počty nepůvodních druhů nebo jejich podíly z hlediska rostlinných druhů zaznamenaných na jednotlivých lokalitách, mohou ovlivňovat různé faktory jako např. konkurenční tlak druhů, které již ve společenstvu rostou (původní druhy), vliv býložravců a patogenů, klimatické extrémy či schopnost nepůvodního druhu přizpůsobit se danému společenstvu. Aby druh úspěšně obsadil společenstvo, musí překonat vlivy všech těchto faktorů (Chapuis-Lardy et al. 2006, Richardson et Pyšek 2006). Společenstvo lze považovat za invazibilní, jestliže v něm dobře přežívají nepůvodní druhy, které do něj pronikly. Míra jejich přežívání (invazibilita) nezávisí na zavlečených druzích (Chytrý et Pyšek 2009a).

Aby bylo možné porovnat společenstva z hlediska invazibility (tj. jejich vlastnosti umožňující invazi nepůvodního druhu), je nutné v analýze zohlednit faktory, které s největší pravděpodobností ovlivňují přísun diaspor nepůvodních druhů. Faktory jsou plošný podíl zemědělské půdy a hustota osídlení v oblasti kde byl pořízen snímek. Statistickými metodami se hodnotí relativní vliv tří skupin faktorů na podíl nepůvodních druhů v jednotlivých snímcích. Mezi tři základní skupiny faktorů se řadí typ a vlastnosti společenstva, faktor související s intenzitou přísunu diaspor nepůvodního druhu a klima (Chytrý et al. 2009, Vetaas et Grytness 2002, Palmer 2006). Modely ukázaly, že typ společenstva je nejvýznamnější faktor ovlivňující invadovanost dané lokality (Chytrý et Pyšek 2009b).

### **Invadovanost a rezistence**

Rezistencí se rozumí odolnost společenstev vůči invazím. Invadovanost (*level of invasion*) je termín vyjadřující pozorované počty nebo podíly nepůvodních druhů na

lokality. Rovněž ji lze charakterizovat jako výslednici počtu nepůvodních druhů, nebo jejich jedinců, které se ve společenstvu objevily a míry jejich přežívání (Chytrý et Pyšek 2009a).



## **5. Dělení rostlinných druhů dle původu**

### **Nepůvodní druh**

Jedná se o druh, který se do daného území dostal ze svého původního areálu vlivem činnosti člověka, anebo se sem rozšířil přirozenou cestou z jiného území, kde je nepůvodní (Chytrý et Pyšek 2009a, Chytrý et al. 2008).

### **Naturalizovaný druh**

Pod tímto pojmem se skrývá nepůvodní druh, který se na území pravidelně rozmnožuje po dlouhou dobu a nezávislé na činnosti člověka (Chytrý et Pyšek 2009a, Chytrý et al. 2008).

### **Invazní druh**

Invazním druhem se rozumí naturalizovaný druh, který se v území rychle šíří na velké vzdálenosti od mateřské populace (Chytrý et Pyšek 2009a, Chytrý et al. 2008).

### **Neofyt**

Tento pojem označuje druh, který byl zavlečen po roce 1500 n. l. a pochází nejčastěji z biomu opadavých listnatých lesů Severní Ameriky a Asie, proto se dobře přizpůsobuje lesnímu prostředí nebo vlhkým, mokřadním a vodním stanovištím (Chytrý et Pyšek 2009a, Chytrý et al. 2008, Pyšek et al. 2005).

### **Archeofyt**

Jedná se o označení druhu, jež byl zavlečen na dané území před rokem 1500 n. l. Archeofyty se do střední a západní Evropy dostaly z Blízkého východu a Středomoří, tedy z oblastí se suchým klimatem a velkým podílem nelesní vegetace (Chytrý et Pyšek 2009a, Chytrý et al. 2009a, Pyšek et al. 2005).

## 6. Míra invadovanosti rostlinných společenstev

Dříve se míra invadovanosti společenstev hodnotila na základě expertního odhadu, kdy se nepůvodní druhy národní nebo regionální flóry přiřadily ke společenstvům, v nichž se často vyskytují a následně se jednotlivé nepůvodní druhy sečetly. Tyto odhady však byly nepřesné. Přesnější odhad invadovanosti jednotlivých porostů získáme z fytocenologických snímků (ekologicky relativně homogenní plochy o velikosti několik m<sup>2</sup>). Fytocenologické snímky poskytují relativně přesné odhady invadovanosti (Chytrý et Pyšek 2009b, Chytrý et al. 2005, Li et Wilson 1998). Obecně lze říci, že ostrovy jsou více invadovány než pevnina. Zejména na ostrovech v geograficky izolovaných oblastech a na souostrovích s taxonomicky izolovanou florou jako jsou např. Havajské ostrovy nebo Nový Zéland, se dnes počet naturalizovaných nepůvodních druhů rostlin blíží počtu původních druhů. Invadovanost ostrovů je vysvětlována existencí volných nik. Vzniká zde absence některých biotopů nebo jsou zde biotopy obsazeny druhy, které nejsou optimálně přizpůsobeny a přednostně se vyskytují na jiných biotopech. Proto se zavlečené druhy na ostrovech mohou bez problému šířit, jelikož je zde jen slabá konkurence. Druhým možným vysvětlením je slabá konkurence ostrovní květeny (Chytrý et Pyšek 2009a).

„Nový svět“ je invadován více než „Starý svět“, přičemž tento nepoměr je dán vlastnostmi druhů „Starého světa“, které se dlouhodobě vyvíjely v kontaktu s člověkem a jsou proto dobře adaptované na disturbance a šíření na stanovištích ovlivňovaných člověkem. Zejména starosvětské kultury během globálních změn klimatu v geologické minulosti více migrovaly mezi různými oblastmi než druhy novosvětské a byly tak během historie svého vývoje vystaveny různým abiotickým podmínkám a konkurenci ostatních druhů, čímž se u nich vyvinula větší přizpůsobivost a konkurenceschopnost (Chytrý et Pyšek 2009a). Bylo dokázáno, že společenstva s vysokým podílem archeofytů disponují zpravidla také vysokým podílem neofytů a naopak. Skutečnost, že tyto dvě odlišné skupiny druhů silně invadují stejná společenstva, poukazuje na velký význam vlastností společenstev pro úspěšnou rostlinnou invazi. Vlastnosti společenstev jsou mnohem významnější než vlastnosti druhu, ale i přesto existují různé odchylky v invadovanosti společenstev mezi těmito dvěma skupinami. Archeofyty v ČR se relativně častěji vyskytují

v nelesní vegetaci na suchých až mezických půdách, kdežto neofyty se častěji nacházejí v disturbované lesní vegetaci, na vlhkých stanovištích nebo i ve vodním prostředí. Rozdíly ve vazbě archeofytů a neofytů na různá společenstva v jejich druhotném areálu lze vysvětlit odlišnostmi podnebí a společenstev v původním areálu (Chytrý et Pyšek 2009b).

Nížiny jsou více invadovány než horské oblasti. V horských oblastech se s rostoucí nadmořskou výškou zmenšují počty druhů na jednotku plochy. Počty druhů mírně stoupají od nížin do středních nadmořských výšek a směrem do velkých nadmořských výšek rychle klesají. Počty nepůvodních druhů se s rostoucí nadmořskou výškou zmenšují mnohem rychleji než počty původních druhů (Chytrý et al. 2009, Vetaas et Grytness 2002, Palmer 2006), kdežto nížiny bývají silně invadovány. V České republice, kde nejsou výrazné přechody mezi nižšími a vyššími nadmořskými výškami, se nápadně projevuje pokles absolutního i relativního zastoupení nepůvodních druhů od nížin do hor. Tento jev je způsoben řidším osídlením a menší intenzitou dopravy v horách. Nepůvodní druhy, které by potenciálně invadovaly do horských oblastí, by měly být přizpůsobeny horskému podnebí, a proto by měly pocházet z horských oblastí. Aby se horský druh dostal z jedné oblasti do druhé, musí se šířit přes nížiny, v nichž ale panuje jiné podnebí, na které druh není přizpůsoben. Nížiny slouží jako bariéra, která omezuje invaze horských druhů. Zatímco pro invaze nížinných druhů žádná bariéra neexistuje (Chytrý et Pyšek 2009a).

Nejvíce invazibilní jsou silně nebo často disturbovaná společenstva (např. orbou, sešlapem, sečí, herbicidy, odstraněním vegetace, účinky vodního proudu nebo vlivem vlnobití).

V mnohých invazibilních společenstvech způsobuje narušení přechodný přebytek volných zdrojů, které nejsou zbývající vegetací plně využity (např. po odstranění stromového patra v lesním porostu zůstává v půdě na pasece velké množství nevyužitých živin, po odstranění keřového patra je pro přizemní vegetaci náhle k dispozici velké množství světla, které bylo předtím limitujícím zdrojem; v půdě ruderálního trávníku, který byl nedávno ošetřený herbicidem, může být hodně živin, ale narušený bylinný porost je přechodně nevyužívá) (Chytrý et Pyšek 2009c, Chytrý et al. 2008, Chytrý et al. 2009a).

## 7. Ekologie zlatobýlu sp. (*Solidago* sp.)

### Zlatobýl kanadský (*Solidago canadensis*)

Třída: Dvouděložné (*Magnoliopsida*)

Řád: Hvězdnicotvaré (*Asterales*)

Čeleď: Hvězdnicovité (*Asteraceae*)

### Popis druhu

Jedná se o vytrvalou 60-150 cm vysokou trsnatou bylinu, jejíž úbory jsou žluté, pyramidálně uspořádané v latách. Má husté, tuhé a chlupaté horní části lodyh, které jsou zbarvené od zelené až do nachové barvy (Mlíkovský et Stýblo 2006, Tutin et al. 1976). Listy jsou na spodní straně chlupaté. Jazykovité květy jsou sotva delší než trubkovité (Slavík et Štěpánková 2004, Kubát 2002). Kvete v srpnu až v říjnu (Aichele et Golteová-Bechtleová 2001). Zlatobýl kanadský (*Solidago canadensis*) je světlomilná rostlina poměrně málo náročná na živiny a dosti suchovzdorná (Tutin et al. 1976). Obsazuje především ruderalní nebo ruderalně ovlivněná, mírně nitrofilní stanoviště, snadno proniká do přirozené vegetace. Není vázána na okolí vodních toků (Slavík et Štěpánková 2004).

### Rozšíření

Primárním areálem je Severní Amerika (od Aljašky a Labradoru až po Mexiko a Floridu, východní a centrální část Kanady) (Tutin et al. 1976, Abhilasha et al. 2008, Zhong et al. 2007).

Sekundárním areálem je Evropa (první údaj o zavlečení pochází z roku 1648 z Francie), východní Asie, Austrálie a Nový Zéland (Abhilasha et al. 2008, Slavík et Štěpánková 2004, Zhong et al. 2007).

V České republice se řadí mezi neofyty a poprvé se jeho výskyt datuje na území ČR k roku 1838. Nejhojněji se vyskytuje v severních a severovýchodních Čechách, v severní části středních Čech, na Plzeňsku, ve střední, východní a severovýchodní

Moravě a Slezsku. Chybí ve vyšších nadmořských výškách (Slavík et Štěpánková 2004).

### **Nároky na prostředí**

Primárním areálem jsou mýtiny, pole, louky a okraje cest. V Severní Americe je původně rozšířen na ruderalních stanovištích a na březích řek (Slavík et Štěpánková 2004, Zhong et al. 2007).

V České republice osidluje polorudeální intravilány a periferie obcí, rumiště, okolí hřbitovů, zahrad, okraje komunikací, železniční náspy, sušší břehy řek, úhory, železniční náspy (Mlíkovský et Stýblo 2006), okraje lesů a lesní světliny (Aichele et Golteová-Bechtleová 2001).

### **Charakter české populace**

Zlatobýl kanadský (*Solidago canadensis*) v ČR představuje hojný, silně invazivní druh. Rozrostl se na ruderalních místech a na březích řek téměř na celém území ČR. Je také dlouhodobě pěstován v parcích a zahradách, kde se šlechtí kultivary, ale při zplanění nebo přenosu pylu dochází k zvěřování genetické rozmanitosti a následně možnému rozšíření ze zahrad a parků do volné přírody (Slavík et Štěpánková 2004).

### **Interakce**

Křížení zlatobýlu kanadského (*Solidago canadensis*) bylo na území ČR pozorováno s původním evropským druhem zlatobýlem obecným (*Solidago virgaurea*), avšak křížit se mohou i některé severoamerické druhy (*Solidago canadensis* x *Solidago gigantea*). Podle některých zdrojů je křížení uvedených druhů běžným jevem, jiné však předpokládají silné genetické bariery mezi těmito druhy (Slavík et Štěpánková 2004).

### **Využití**

Zlatobýl kanadský (*Solidago canadensis*) je oblíbenou rostlinou včelařů, avšak u některých jedinců může vyvolávat pylovou alergii. Je pěstován jako okrasná rostlina

v parcích a zahradách (Aichele et Golteová-Bechtleová 2001, Abhilasha et al. 2008, Dong et al. 2006). Je rovněž využíván v lidovém léčitelství a ve farmacii, protože obsahuje saponiny, třísloviny, silice, glykosilanové flavaloidy, kyselinu nikotinovou, kávovou, chlorogenovou, skořicovou a jejich estery, inulín, karotenoidy, seskviterpenoidy a diterpenoidy (Slavík et Štěpánková 2004, Tutin et al. 1976).

### **Analýza a rizika**

Zlatobýl kanadský (*Solidago canadensis*) je schopen rychle kolonizovat vhodná stanoviště, což je dáno velkými množstvím nažek, které se snadno šíří větrem a velmi dobře klíčí. Tento druh se rovněž dokáže šířit vegetativním odnožováním (Tutin et al. 1976).

Danému druhu by měla být věnována zvýšená pozornost zejména v chráněných oblastech, protože boj s jeho šířením není jednoduchý. Za základ je považován podrobný monitoring území, protože nejsnadněji se zasahuje proti malým čerstvě vzniklým populacím (Slavík et Štěpánková 2004).

### **Doporučená likvidace**

Sečení se doporučuje zejména z dlouhodobého hlediska např., pokud převedeme pozemek na louku, protože rostliny dlouhodobě obracejí z oddenkového systému. Mezi nejvhodnější metody se řadí kombinace kosení a postřiky herbicidy, kterou však lze použít pouze v případě, že nedošlo k velkoplošnému rozšíření, protože v tomto případě by likvidace stála nemalé finanční prostředky, jelikož se jedná o dlouhodobý proces. Proto je zejména v chráněných oblastech doporučován podrobný monitoring a likvidace malých ohnisek, aby nedocházelo k obsazování velkých ploch (Slavík et Štěpánková 2004, Tutin et al. 1976).



## **Zlatobýl obrovský (*Solidago gigantea*)**

Třída: Dvouděložné (*Magnoliopsida*)

Řád: Hvězdnicotvaré (*Asterales*)

Čeleď: Hvězdnicovité (*Asteraceae*)

### **Popis druhu**

Vytrvalá 50- 200 cm vysoká, výběžkatá bylina s přímou a zcela lysou lodyhou. Úbory jsou žluté v pyramidálních latách ( Mlíkovský et Stýblo 2006, Tutin et al. 1976, Kubát 2002).

### **Rozšíření**

Primárním areálem je Jižní Kanada (Newfouland, jih Britské Kolumbie) a USA (na jih po Georgii, Texas, Utah) (Tutin et al. 1976).

Sekundárním areálem je Evropa, přičemž první údaj o výskytu v Londýně pochází z roku 1758. V roce 1953 se poprvé objevil na Novém Zélandu a později také ve východní Asii (Slavík et Štěpánková 2004).

### **Rozšíření v ČR**

Tento neofyt byl poprvé zaznamenán na území ČR roku 1851. Vyskytuje se roztroušeně na celém území. K jeho zplaňování a místy i k etablování dochází již od poloviny 19. století. Do 30.let 20. století tvořil tento druh porosty především na březích některých řek (Labe, Jizera, Orlice, Vltava, Morava), ale poté se začal šířit i na zdevastovaná území (zejména na haldy). Dnes je rozšířen v severovýchodních, severních a středních Čechách a ve východní polovině Moravy. Ve vyšších polohách chybí (Slavík et Štěpánková 2004).

### **Nároky na prostředí**

Primární areál zlatobýlu obrovského (*Solidago gigantea*) se nachází v přirozených prériích a v otevřených lesících až do nadmořské výšky 2100 m, kde se vyskytuje

zejména na tmavých loukách, vlhkých stanovištích a na okrajích lesů (Slavík et Štěpánková 2004, Mlíkovský et Stýblo 2006 ).

V ČR osidluje především břehy vodních toků, lužní lesy a křoviny, akátové porosty, rumiště, okraje cest, železniční násypy a nádraží. Jedná se o druh světlomilný snášejší i mírné zastínění, náročný na živiny. Přednostně obsazuje vlhčí půdy, je vlhko milnější než zlatobýl kanadský (*Solidago canadensis*) (Aichele et Golteová-Bechtleová 2001).

### **Charakter české populace**

Druh je rozšířen v podstatě na celém území ČR, avšak velmi nepravidelně. Zejména podél velkých řek je možné zaznamenat rozsáhlejší populace, které se expanzivně šíří. V původním areálu jsou rozšiřovány dva poddruhy vázané na počet chromozomů. Zatímco diploidní zlatobýl obrovský (*Solidago gigantea*) je omezená jen na malá území, tetraploidní zlatobýl sp. (*Solidago sirotina*) se vyznačuje v Severní Americe expanzivním šířením. Dle současných znalostí, se v Evropě včetně ČR vyskytuje pouze expanzivní tetraploidní poddruh (Slavík et Štěpánková 2004).

### **Interakce**

Zlatobýl obrovský (*Solidago gigantea*) je důležitou včelařskou rostlinou, která vylepšuje pozdně letní a podzimní snůšky pylů včel. Může způsobovat alergie. Jako okrasná rostlina je pěstovaná v parcích a zahradách. Druh obsahuje množství látek využitelných ve farmacii terpenoidy, fenoly, kumarin, polyacetyly, polysacharidy, esenciální oleje, diterpenobutenoly, saponiny a glykosidy (Slavík et Štěpánková 2004, Tutin et al. 1976).

### **Analýza a rizika**

Zlatobýl obrovský (*Solidago gigantea*) se liší od zlatobýlu kanadského (*Solidago canadensis*) tím, že je vzácnější, jeho výskyt je ohniskový, tvoří rozsáhlé klonální populace, je vlhkomilnější a schopný růst i v zástínu, výskyty jsou mimo okolí sídel soustředěny do říčních niv, zatímco šíření po železnicích je jen málo významné.

V ostatních ohledech je riziko šíření a problematika boje s ním stejná jako u zlatobýlu kanadského (*Solidago canadensis*) (Slavík et Štěpánková 2004).

### **Zlatobýl obecný (*Solidago virgaurea*)**

Třída: Dvouděložné (*Magnoliopsida*)

Řád: Hvězdnicotvaré (*Asterales*)

Čeleď: Hvězdnicovité (*Asteraceae*)

### **Popis druhu**

Rostlina se dorůstá výšky 60 – 100 cm. Květ se skládá z četných malých úborů (7 – 8 mm dlouhých) v hroznu nebo latě (Aichele et Golteová-Bechtlová 2001, Tutin et al. 1976). Listy vejčité eliptické až kopinaté, oddáleně hrubě zubaté, na líci i na rubu s krátkými přitisklými a ojediněle delšími chlupy. Květy jsou zlatožluté a stonek přímý. Spodní listy jsou eliptické, pilovité a střední vejčité kopinaté (Slavík et Štěpánková 2004, Tutin et al. 1976, Kubát 2002).

### **Nároky na prostředí**

Osidluje především křovinaté výslunné stráně, skály, droliny, světlé a sušší lesy, lesní světliny, paseky, železniční násypy. Vyhledává polostín, středně vlhké, humozní, neutrální až kyselé silikátové půdy, nepřliš bohaté živinami, vzácně i území s bazickými horninami. Častý je v borových doubravách (Slavík et Štěpánková 2004).

### **Rozšíření**

V Evropě se nevyskytuje na Islandu, Sicilii a Krétě. Nalezneme jej také na severním pobřeží Skandinávie a poloostrově Kola. V Africe se vyskytuje pouze v Maroku a Alžírsku. V Asii jej nalezneme ostrůvkovitě v Malé Asii, na Sibiři, Zakavkazí a na úpatí Himalájí (Slavík et Štěpánková 2004).

### **Rozšíření v ČR**

Roztroušeně roste v suprakolinním a submontáním stupni, hojně pak v suchém bezlesí, zřídka nebo vůbec se nevyskytuje v nejvyšších horských polohách (Slavík et Štěpánková 2004). Jako jediný druh alpínského prostředí schopný snášet přítomnost porostů kleče se jeví zlatobýl obecný (*Solidago virgaurea* subsp. *minuta*) (Ziedler et al. 2010).

## **8. Šíření zlatobýlu kanadského (*Solidago canadensis*) a zlatobýlu obrovského (*Solidago gigantea*) a vzájemná interakce s původními rostlinnými druhy**

Ačkoliv se invazní druhy rostlin od sebe velmi liší ve své morfologii a historii života. Některé vlastnosti mají přece jen společné, a těmi je to, že jsou dobří utočníci (*successful invaders*), disponují vysokou fenotypovou plasticitou a, vysokým tempem růstu. Řada invazních druhů má předpoklady k bezproblémovému šíření a vzniku hustých monokulturních porostů. Tyto rostliny jsou potom silnější než rostliny původní. Rostliny se šíří a rozšiřují z několika důvodů např. získají lepší životní prostředí anebo v nové lokalitě neexistují žádní býložravci a patogeny, kteří by je likvidovali (Jakobs et al. 2004).

Zlatobýl kanadský (*Solidago canadensis*) je typickou travní dominantní rostlinou v územích, kde momentálně neprobíhá žádná lidská činnost. Tento jev je přičítán skutečnosti, že zlatobýl kanadský (*Solidago canadensis*) je v konkurenci o světlo lepší než ostatní druhy rostlin. Vyhovují mu počáteční stadia sukcese (Banta et al. 2008). Nejrychleji se šíří na opuštěných polích a na dříve narušených stanovištích (Zhong et al. 2007).

V minulosti proběhl výzkum zlatobýlu kanadského (*Solidago canadensis*), jež zkoumal vliv aleopatie v kořenech rostlin zlatobýlu sp. (*Solidago* sp.) na další druhy rostlin. Aleopatie způsobuje snížení klíčivosti semen a růst semenáčku. Ale naopak může mít i pozitivní účinek na zpětnou vazbu s půdní biotou a příjem biotických interakcí s mykorhizními houbami. Řebříček obecný (*Achillea millefolium*) je alopatí zlatobýlu kanadského (*Solidago canadensis*) ovlivňován nejméně z vybraných druhů. Většinu druhů rostlin neomezuje růst na okraji ohnisek zlatobýlu kanadského (*Solidago canadensis*), avšak uprostřed ohniska by mohlo přežít pouze několik druhů vybraných rostlin (Abhilasha et al. 2008).

V severozápadní Evropě byl proveden výzkum zaměřený na obsah živin v půdě a zvýšení či snížení objemu biomasy vlivem přítomnosti invazních druhů. Bylo zjištěno, že nadzemní biomasa se vlivem výskytu invazních rostlin zvýšila a množství živin v ní obsažené také. Rozborem půdy dospěl výzkumný tým k závěru, že v ornici s nízkým podílem živin, se vlivem osídlení stanoviště invazními druhy

koncentrace živin zvýšila. Jedná se o první důkaz, že invazní druhy mohou přispět k homogenizaci půdních podmínek (Dassonville et al. 2008). V Belgii proběhl pokus, jehož cílem bylo zjištění, zda výskyt zlatobýlu obrovského (*Solidago gigantea*) ovlivňuje množství fosforu obsaženého v půdě. Studie prokázala, že vlivem výskytu zlatobýlu obrovského (*Solidago gigantea*) se zvyšuje obsah fosforu v půdě napadených ekosystémů a zrychluje se jeho koloběh (Chapuis-Lardy et al. 2006).

V minulosti byly zkoumány rozdíly mezi evropskou a americkou populací zlatobýlu obrovského (*Solidago gigantea*) a bylo zjištěno, že průměrná velikost populace, hustota a celková hmotnost rostlinné biomasy byla větší u evropské populace než u americké, z čehož lze usoudit, že klimatické rozdíly, zeměpisná šířka a výška hrají jen malou roli v celkovém rozdílu mezi kontinenty. Za lepší invazivitou nepůvodních druhů v Evropě stojí skutečnost, že zde nemají přirozeného spásáče.

Schlaepfer (2008) se zabýval rozložením úrovní ploidií u zlatobýlu obrovského (*Solidago gigantea*) v Severní Americe, Evropě, a východní Asii. Závěrem jeho mapování bylo, že na východní straně Apalačských hor, v jižním Ontariu a Quebecu jsou jedinci zlatobýlu obrovského (*Solidago gigantea*) diploidní. Tetraploidy se nacházejí ve východní části Ameriky. Hexaploidy se nacházejí na západ od Manitoby a dále do Rockey Mountains. Bylo zaznamenáno silné geografické rozdělení mezi úrovněmi ploidií, avšak populace se smíšenými ploidiemi byly vzácné. V Evropě a Východní Asii byly zjištěny pouze tetraploidní rostliny. Součástí výzkumu byly stanovištní podmínky a jejich závislost na vápníku. Diploidním rostlinám nevyhovuje v půdě vápník, kdežto tetraploidním druhům vápník ani neškodí ani neprospívá. A toto je jeden z hlavních důvodů, proč se diploidní druhy nevyskytují v první linii při kolonizaci na novém území. Tuto roli převzaly tetraploidy zlatobýlu obrovského (*Solidago gigantea*), které jsou úspěšnými kolonizátory v Severní Americe, protože se rozšiřovaly i na území, kde se vyskytovaly diploidní druhy.

Byl proveden pokus s vysokými a malými dávkami vápníku na diploidních a tetraploidních zlatobýlech obrovských (*Solidago gigantea*). Výsledky ukázaly velké rozdíly v životní historii mezi úrovněmi ploidií, ale menší rozdíly byly mezi původními a invazními tetraploidy. Diploidní rostliny mají větší specifické listové plochy než původní tetraploidní druhy. Tetraploidy měly více semen a oddenků. V přítomnosti



vápníku diploidní rostliny rostly špatně, zatímco tetraploidy nebyly postiženy a mohly růst normálně. U evropských druhů bylo vyzorováno, že mají menší květ než severoamerické tetraploidy, ale produkce biomasy a oddenku se nelišily. A tyto výsledky nám naznačují stejné rysy jako u tetraploidů v Severní Americe, např. vyšší schopnost kolonizace široké lokality a větší tolerance okolních podmínek a to jsou dispozice proto, aby se stali úspěšnými tetraploidy útočníky. Závěrem tohoto projektu bylo zjištění, že polyploidie obecně hraje výraznou roli v biologických invazích.

Během posledních desetiletí stále vzrůstá zájem o zkoumání dopadu působení invazních rostlin na ekosystémy a to zejména proto, že tyto druhy mohou způsobit změny v původním ekosystému (Dassonville et al. 2008, Hulme et al. 2009, Lambdon et al. 2008, Křivánek et al. 2004, Vitousek et al. 1996), jelikož mají jiné ekofyziologické vlastnosti než původní druhy. Invazní rostliny dále mohou zapříčinit úbytek biologické rozmanitosti a znehodnocování přírodních stanovišť (Chapuis-Lardy et al. 2006, Chytrý et al. 2005, Pyšek et al. 2006, Jakobs et al. 2004), s čímž přímo souvisí vysoké náklady na jejich obnovu (Vilà et al. 2010, Mack et al. 2000, Meyer et Hull-Sanders 2008, Weber et al. 2008). V Evropě včetně České republiky došlo k výraznému zvýšení podílu invazních rostlin vůči původním druhům a to zejména v posledních desetiletích (Richardson et al. 2000). Je to způsobeno tím, že Česká Republika leží ve středu kontinentu, s čímž souvisí intenzivní migrace osob a transfer zboží (Chytrý et al. 2005, Mack et al. 2000). Zvýšení podílu invazních druhů je urychleno rovněž díky zlepšení a zrychlení dopravy a zvýšenou migrací obyvatel po celém světě (Phillips et al. 2010, Meyer et Hull-Sanders 2008).

V současnosti je mimo jiné důležité zkoumat, zda různé invazní druhy napadají podobné ekosystémy a zda tyto ekosystémy mají společné atributy citlivé na invazi, které mohou vyústit ve stejné následky. Je důležité zjistit, zda existují obecné vzorce dopadů invazních druhů na půdní živiny. A zdali se dopady liší v závislosti na počáteční chemické vlastnosti půdy (Dassonville et al. 2008, Pyšek 1998).

## 8. 1. Šíření zlatobýlu sp. (*Solidago* sp.) v České republice

Česká Republika je intenzivně využívanou a značně fragmentovanou krajinou, což bylo v minulosti způsobeno intenzivní lidskou činností a v současnosti se tak děje v důsledku ponechávání velkých ploch ladem. Přibližně jedna třetina rostlin v ČR představuje druhy nepůvodní (Chytrý et al. 2005, Chytrý et al. 2008). Invaze cizích rostlin a úroveň invaze je ovlivňována konkurencí rostlin a ekologickými požadavky neofytu na své stanoviště. Některá stanoviště neofytům vyhovují, protože jim poskytují příznivé podmínky k rozmnožování, takovými jsou např. silnice, železnice, vodní toky nebo lidská sídla. Nepůvodní druhy mají na těchto stanovištích větší dispozice k odolání silnějšímu tlaku (Chytrý et al. 2005).

Neofyty se vyskytují nejčastěji na orné půdě, v období vegetačního klidu nebo na stanovištích ovlivněných sešlapem. Objevují se v listnatých lesích s umělou výsadbou a velkou vlhkostí. Zlatobýl sp. (*Solidago* sp.) se naopak nevyskytuje na vrchovištích, alpínských a subalpínských křovinách a přírodních jehličnatých lesích (Chytrý et al. 2005). Většinou také chybí na lesních pasekách a v křovinatých pásmech porostů (Chytrý et al. 2008). Všeobecně se nejvíce neofytů a archeofytů vyskytuje na polopřírodních suchých a mezofilních pastvinách, v lesích s minimálním narušením z vnějšího prostředí a na březích řek či potoků, jež jsou osazeny vrbami (Chytrý et al. 2005).

Největší diverzita nepůvodních druhů je soustředěna v průmyslově vyspělých zemích. V České republice se vyskytuje celkem 1378 nepůvodních druhů. Po celém světě mají největší zastoupení z nepůvodních druhů čeledi hvězdnicovité (*Asteraceae*) a hvozdíkovité (*Caryophyllaceae*) (Pyšek 1998).

Chytrý et al. (2009) ve své studii poukazuje na úroveň invaze a na to co je ovlivňuje. Ve studii bylo dokázáno, že lokalita je nejsilnějším prvkem v místní úrovni invaze. Dalším inhibátorem je nadmořská výška, čím vyšší nadmořská výška, tím nižší úroveň invaze (Chytrý et al. 2009, Vetaas et Grytness 2002, Palmer 2006) a zeměpisná šířka (Hawkins et Agrawal 2005).

Úroveň invaze a náchylnost k invazím u jednotlivých stanovišť je ovlivňována klimatem a vnějším tlakem. Náchylnost k invazi rovněž ovlivňuje populační hustota obyvatel, historie lidského osídlení v daném regionu, vzdálenost lokality od řeky,

urbanistické a průmyslové využití půdy (Chytrý et al. 2008, Chytrý et al. 2009a, Weber et al. 2008), dostupnost zdrojů, konkurenční schopnosti původních druhů, aleopatické interakce či přirození nepřátele (Richardson et Pyšek 2006). Na úroveň invaze má také vliv lidská činnost zapříčiňující periodické disturbance, jež dočasně stanoviště obohacují o živiny, čímž je podpořena hypotéza, že kolísavé zdroje jsou jednou z hlavních příčin invazibility (Chytrý et Pyšek 2009a). Největší podíl nepůvodních druhů na stanovišti je v průmyslovém prostředí - 64,1%, v parcích, zahradách a na orné půdě - 58,5%, na pastvinách obsahují - 37,4% a v lesích -31,5 % (Lambdon et al. 2008). Jako invazí nejméně ovlivněná stanoviště se jeví rašeliniště, horské-subalpínské trávníky, křoviny, suché, mokré a slané louky a listnaté opadavé lesy (Chytrý et al. 2008, Chytrý et al. 2009a).

## **8. 2. Vliv velikosti genomu na míru invaze**

Velikost genomu byla navržena jako jeden ze společných rysů spojující invaze různých rostlinných druhů. Původní druhy v České republice mají menší genomy než nepůvodní druhy. Velikost genomu je jedním ze základních biologických parametrů, které se podílejí na rozdělení druhů na původní a nepůvodních (Kubešová et al. 2010). O DNA je známo, že hraje nejen kvalitativní (genetickou) roli, ale také kvantitativní roli, protože má přímý vliv na buněčné vlastnosti. Existuje korelace mezi velikostí genomu rostliny a mezi jadernými a buněčnými svazky během trvání buněčného cyklu (meiotického i mitotického), mezi velikostí a hmotností osiva a specifickou plochu listu (Loureiro et al. 2010). Genomy ovlivňují mimo buněčných parametrů i vývoj rostlin včetně doby kvetení a určují, zda jsou rostliny jednoleté nebo víceleté. Bylo prokázáno, že efemérní rostliny mají nejmenší genomy a roční a vytrvalé rostliny mají největší genomy. Rostliny s velkými genomy jsou více odkázány na ekologické vlastnosti rostliny a na její se přizpůsobení se měnícím se podmínkám prostředí. Podle Bennett et al. (1998), který se zabýval studiem rostlin klasifikovaných jako „plevel“, mají tyto rostliny menší genomy, s čímž souvisí nižší obsah jaderné DNA, což vede k vyšší produkci semen v kratším časovém období. Plevelé tak mají lepší předpoklad stát se invazním druhem.

### 8. 3. Invazní potenciál rostlinných druhů

Předvídání velikosti invazního potenciálu u invazních rostlin je velmi složité, obzvláště pokud už došlo k většímu rozšíření v dané lokalitě. Pro sledování růstu rostlin mohou být použity zprávy o rané fázi výskytu z dané oblasti, které mohou zamezit velkým ekonomickým nákladům na pozdější likvidaci (Zong et al. 2007, Lodge et al. 2006, Vilá et al. 2010). Odhad potenciačního velikostního rozsahu invazních rostlin lze stanovit za pomoci hodnot z meteorologických stanic po celém světě. Rovněž byly vyvinuty metody pro výpočet růstových indexů s biologickými odezvami na klimatické proměnné. Většina modelů byla vytvořena pro zemědělské plevele a invazní rostliny v původních oblastech, které jsou nedílnou součástí hodnocení rizik nepůvodních rostlin. Tyto modely jsou důležité pro pochopení, jakou roli hraje klima a další abiotické faktory v šíření nepůvodních druhů (Lodge et al. 2006, Pheloung et Williams, 1999).

Meyer et Hull-Sanders (2008) se zabývali výzkumem invaznosti rostlin, jehož cílem mělo být zjištění, zdali lze invaznost rostlin snížit. Z evolučního vývoje rostlin vyvodily, že rostliny mají dánu zvýšenou konkurenční schopnost geneticky. Dalším výzkumem bylo zjištěno, že pokud jsou rostliny zbaveny tlaku ze strany herbivora, tak nemusí investovat velké množství energie do obrany a tím pádem ji mohou použít k reprodukci (Hinz et Schwarzlaender 2004, Mitchell et al. 2006). Podle Müller-Schärer et al. (2004) je možné, že nepůvodní druhy by bylo možné udržet v mezích tolerance za pomoci herbivorů nebo vlivem abiotických stresů jako jsou mráz, oheň nebo sucho.

## **9. Managementové nástroje k boji s invazními druhy**

### **9. 1. Mechanická likvidace**

Mechanická likvidace se samostatně uplatňuje pouze při regulaci porostů jednoletých druhů rostlin. Za mechanickou likvidaci je považováno vysekávání, vytrhávání, sečení, vyrývání, orba, případně válcování porostu. Sečení je nejúčinnější zejména na začátku kvetení nebo těsně před ním, kdy rostlina vytváří největší biomasu a zásahem se nejvíce vyčerpá. Posečené rostliny se musí kompletně odstranit, čímž se zamezí zakořenění oddenků či případnému dozrání semen a jejich následnému vysemenění na lokalitu (Černý et al. 1998, Kučera et Pyšek 1997). Je třeba důrazně dbát, aby se části posekaných rostlin nedostaly mimo ošetřené plochy. Vyrývání nebo orbu lze doporučit pouze v případě druhů nezmlazujících z oddenků. Při rytí kořenů je třeba poškodit kořenový krček tak, aby nemohl regenerovat (Křivánek et al. 2004, Jiříštl L. 2007, Barták et al. 2010, Pyšek et al.2008).

### **9. 2. Chemická likvidace**

Tento způsob boje proti invazním druhům rostlin je nejčastěji používán v kombinaci s mechanickou likvidací (Vitousek et al 1996). Nejužívanější jsou herbicidní přípravky na bázi glyfosfátů (Roundup, Glyfogan, Taifun), které jsou vstřebávány zelenými částmi rostlin a transportovány do kořenů. Účinek uvedených přípravků se projevuje po několika týdnech žloutnutím a vadnutím rostlin (Jakl 2009). Látky jsou pro půdní prostředí neškodné a rychle se rozkládají. Některé přípravky jako je např. Reglone lze využít také v blízkosti vodních toků či přímo v něm. Při užívání chemické likvidace je důležité mít na paměti, že některé přípravky mohou být škodlivé nejen pro volně žijící živočichy, ale také pro člověka. Chemické přípravky nelze využívat v I. pásmu ochrany vodních zdrojů. Aplikace herbicidů je nejvhodnější v době největšího nárůstu vegetace. Pro maximální vstřebávání herbicidu rostlinou je vhodné jej aplikovat za slunného počasí s nízkou větrností (Křivánek et al. 2004, Černý et al 1998, Barták et al. 2010).

### **9. 3. Fyzikální likvidace**

K fyzikální likvidaci rostlin se řadí metody zahrnující zmrazování, využití infračerveného záření či použití ohně. Většina těchto metod není doporučována zejména kvůli malé účinnosti, nebezpečnosti a často také velké finanční nákladnosti (Křivánek et al. 2004, Černý et al 1998).

### **9. 4. Biologická likvidace**

Biologické způsoby likvidace invazních druhů zahrnují nejen pasení dobytka (Kučera et Pyšek 1997), ale také využití herbivorního hmyzu. V souvislosti s pasením invazních druhů byly u některých druhů skotu zjištěny zdravotní potíže, avšak i přesto lze pastvu v kombinaci s kosením nedopasků doporučit jako vhodný způsob likvidace invazních druhů (Křivánek et al. 2004, Černý et al 1998).

## **10. Metodika**

### **10. 1. Výběr zájmového území**

V lokalitě, k níž se vztahuje má diplomová práce, probíhají již několik let výzkumy zaměřené na zdejší vegetaci (Petříček et Plesník 2007). Lokalita se nachází v bývalém vojenském výcvikovém prostoru Ralsko, který je dnes znám jako Židlovská obora. Zájmové území se nachází převážně na pískovcovém podloží a nadmořská výška zde kolísá v rozmezí od 294 – 426 m. Celá oblast je poměrně suchá a je zde tedy vysoké riziko požárů. V minulosti se v daném území nacházelo 20 obcí a 1 město (Lahoda 2005).

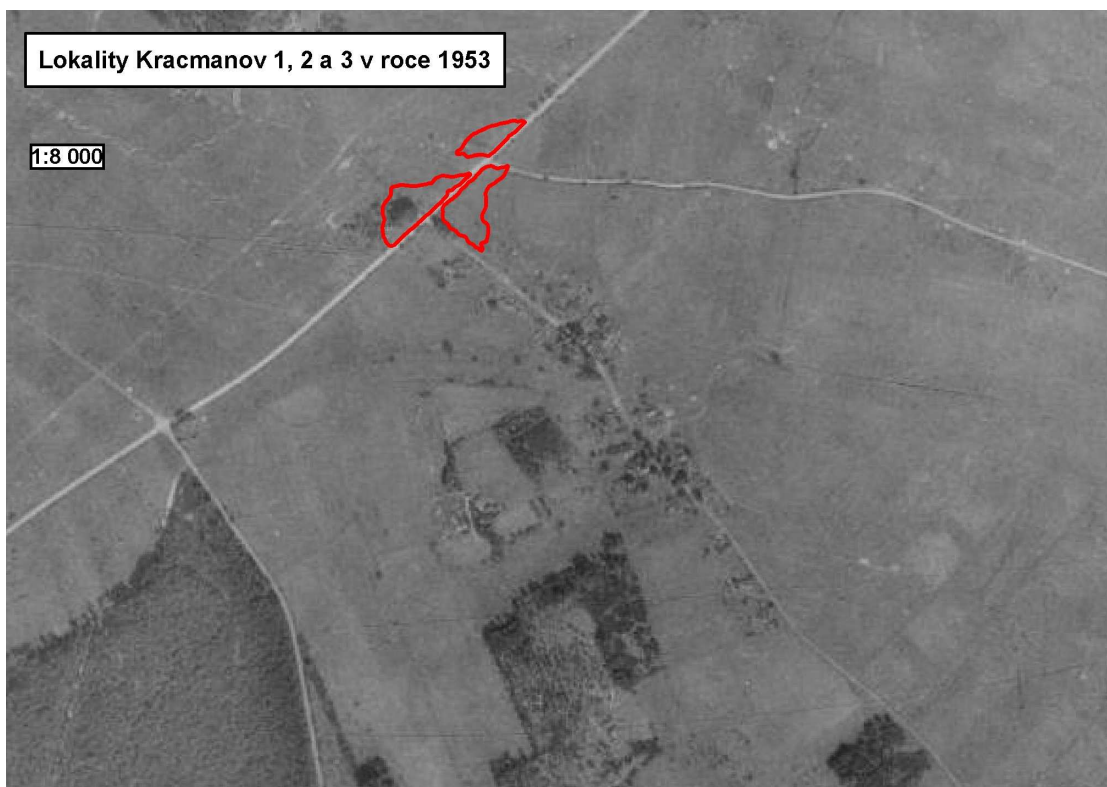
### **10. 2. Výběr dílčích lokalit**

#### **Lokalita 1, 2 a 3**

Na území bývalé obce Kracmanov byly vybrány celkem 3 lokality, které se nachází podél pozemní komunikace spojující Olšinu a Kuřivody (viz. obr. 1, 2 a 3). Všechny 3 lokality jsou situovány na slunných stanovištích, kde roste roztroušeně několik stromů druhového složení bříza bělokorá (*Betula pendula*) a topol osika (*Populus tremula*). Jedná se o relativně suchá stanoviště, což je zřejmě zapříčiněno blízkostí odvodňovacích příkopů, které lemují komunikaci.

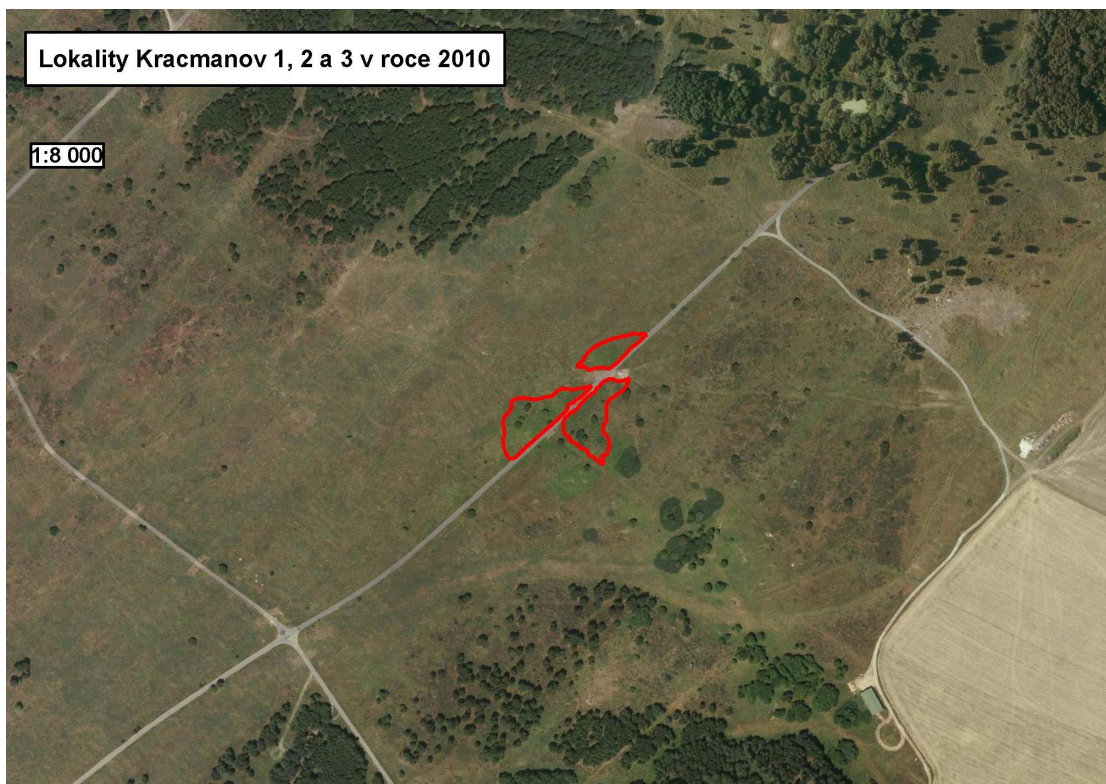


obr. č. 1: Lokality Kracmanov 1, 2 a 3 v období II. Voj. Mapování (1836 – 1852)



obr. č. 2: Lokality Kracmanov 1, 2 a 3 v roce 1953





obr. č. 3: Lokality Kracmanov 1, 2 a 3 v roce 2010

#### **Lokalita číslo 4 – Olšina 2**

Lokalita č. 4 se nachází v místech, kde kdysi ležela obec Olšina (viz. obr. 4, 5 a 6). V bezprostřední blízkosti lokality č. 4 se nachází studna kruhového půdorysu zakrytá panelovým krytem. Při terénním šetření v roce 2011 jsem bohužel zjistila, že lokalita byla zorána a nebylo tak možné provést měření za účelem zjištění rozšíření zlatobýlu.

#### **Lokalita číslo 5 – Olšina 1**

Rovněž lokalita č. 5 leží na území bývalé obce Olšina poblíž komunikace, spojující Olšinu a bývalou obec Křída. Lokalita č. 5 se od zbylých ploch odlišuje zejména relativně vysokým zástínem a vlhkostí půdy. Poblíž výzkumné plochy se nachází pozůstatky lidských obydlí včetně sklepů.



obr. č. 4: Lokality Olšina 1 a 2 v období II. Voj. Mapování (1836 – 1852)



obr. č. 5: Lokality Olšina 1 a 2 v roce 1953





obr. č. 6: Lokality Olšina 1 a 2 v roce 2010

### 10. 3. Sběr dat

Mapování rozšíření zlatobýlu sp. (*Solidago* sp.) v Židlovské oboře proběhlo v měsíci září v letech 2010 a 2011 tak, aby bylo možné porovnat, zdali se v dané lokalitě zlatobýl rozšířil či naopak ustoupil. Výměra ploch s výskytem zlatobýlu sp. (*Solidago* sp.) byla v sezóně 2010 měřena jak za pomoci pásma o délce 100 m tak i pomocí GPS. Pásmem jsem zaměřila nepravidelné polygony, které byly v intervalu 5 m ohraničeny dřevěným kolíkem o průměru 5 cm s viditelným modrým zabarvením. Měření za pomoci pásma se však ukázala jako velmi nepřesná, proto jsem při vyhodnocování dat vycházela z výměr zaměřených GPS přístrojem.

#### Práce s GPS

Pro zaměření porostů zlatobýlu sp. (*Solidago* sp.) bylo použito GPS zařízení značky Garmin Oregon 400, zapůjčené katedrou krajinné ekologie, FŽP, ČZU. Přístroj byl před zahájením řádně nakalibrován a veškerá manipulace byla provedena v souladu s návodem k použití. Samotné zaměření polygonů bylo provedeno tak, že jsem

obešla příslušný porost s GPS v režimu měření a následně data uložila do paměti přístroje. Naměřená data byla stažena z paměti přístroje do počítače, kde byla podrobena korekci, jež slouží k eliminaci nepřesností.

## 10. 4. Zpracování naměřených dat v prostředí GIS

### Vstupní data:

Rok\_2010.shp s atributy: Název, Plocha (v m<sup>2</sup>)

Rok\_2011.shp s atributy: Název, Plocha (v m<sup>2</sup>)

Do modulu ArcMap programu ArcGis 9.3 byly nahrány vstupní vrstvy Rok\_2010.shp a Rok\_2011.shp. Pomocí nástroje *Clip* z modulu ArcToolbox byla vrstva Rok\_2011 oříznuta vrstvou Rok\_2010. Výstupem je vrstva Nezmeneno.shp. Tato nová vrstva obsahuje plochy, na kterých nedošlo ke změně výskytu zlatobýlu sp. (*Solidago* sp.).

Dalším krokem bylo vytvoření dvou vrstev, ve kterých je obsažen úbytek a přírůstek sledované rostliny. Vrstva Ubytek.shp obsahuje plochy, na kterých v roce 2010 byl zaznamenán výskyt, ale v roce 2011 již ne. Tuto vrstvu vytvořila funkce *Erase* modulu ArcToolbox. Jako vstupní vrstva byla nastavena vrstva Rok\_2010 a vyřezávací vrstva Nezmeneno.shp.

Analogicky pak byla vytvořena vrstva Přírustek.shp. Tato vrstva obsahuje plochy, na kterých v roce 2010 nebyl zaznamenán výskyt zlatobýlu sp. (*Solidago* sp.), ale v roce 2011 již ano. Opět byla vytvořena funkcí *Erase*, přičemž vstupní vrstvou byl Rok\_2011 a vyřezávací vrstvou Nezmeneno.shp

V atributových tabulkách byl aktualizován obsah v m<sup>2</sup> pro jednotlivé plochy, což bylo provedeno pomocí funkce *Calculate geometry* v kontextovém menu sloupce Plocha. Aby bylo možné zobrazit plochu v celých metrech čtverečních, bylo potřeba nastavit ve vlastnostech sloupce Plocha číselný formát bez desetinných míst.

## 10. 5. Statistické zpracování dat

Cílem statistického zpracování dat bylo zodpovězení 2 základních otázek:

- Zvětšuje se, nebo zmenšuje plocha výskytu?
- Posouvá se lokalita výskytu, nebo zůstává na místě?

### **Vstupní data:**

V otázce zvětšování či zmenšování bylo nutné zohlednit rozlohu ploch, neboť malá plocha se jistě nerozrostle o stejné území, jako plocha velká. V tabulce č. 1 byl proto spočítán sloupec „Změna plochy (%)“, který vyjadřuje, o kolik procent se změnila velikost plochy z roku 2010 do roku 2011. Tato změna je spočítána podle vzorce:

$$\text{Změna plochy} = 100\% * (\text{plocha 2011} - \text{plocha 2010}) / \text{plocha 2010}.$$

Kladné číslo tedy udává zvětšení plochy a záporné číslo zmenšení. Spočítaná změna plochy může být v okolí nuly považovaná za normální, proto jí lze testovat pomocí t-testu.

Byly stanoveny hypotézy:

H0: střední hodnota změny plochy (%) je nulová, tedy plocha výskytu je stále stejná

H1: střední hodnota změny plochy (%) není nulová, tedy plocha výskytu je buď významně větší, nebo významně menší.

Test byl proveden pomocí programu MATLAB a za použití hladiny významnosti  $\alpha = 0.05$ .

V otázce posunu lokality byla spočítána pozice těžiště (za pomoci GIS) jednotlivých ploch v roce 2010 a v roce 2011. Odečtením souřadnic byl získán vektor posunutí těžiště mezi lety 2010 a 2011. V měřené lokalitě vane po většinu roku západní vítr, což v kombinaci se souřadnicemi, jež udávají polohu těžiště, znamená, že X-ová složka vektoru posunu těžiště je udána tak, že vyšší hodnota znamená pozici více na

východ. Můžeme tedy testovat hypotézu, zda jsou semena rostliny unášena západním větrem na východ. Lze rovněž aplikovat jednostranný t-test na sloupec dat „Rozdíl X“:

Hypotézy:

H<sub>0</sub>: střední hodnota je nulová, tedy těžiště se nehýbe

H<sub>1</sub>: střední hodnota je kladná, tedy těžiště se pohybuje na západ

## 11. Výsledky

### 11. 1. Zodpovězení základních otázek

#### **Představují invazní druhy nebezpečí pro původní společenstva rostlin a je žádoucí potlačovat jejich šíření?**

Během shromažďování informací do rešeršní části mé diplomové práce jsem zjistila, že je v České republice velké množství rostlinných i živočišných druhů nepůvodních. Až s postupem času si člověk uvědomí, že okrasné rostliny, jež k nám doputovaly z různých konců světa a jež zdobí naše zahrady a parky, později decimují původní rostlinná společenstva. Tyto druhy se šíří ze zahrad a parků do volné krajiny a osidlují louky, rumiště a další neobhospodařované plochy. Je proto velmi důležité provádět důkladný a kontinuální monitoring, na který v případě zjištění nepůvodních druhů naváže vhodný management území. V opačném případě mohou biologicky rozmanité porosty nahradit rostlinné monokultury.

#### **Mohlo by se stát, že polykormony zlatobýlu kanadského (*Solidago canadensis*) a zlatobýlu obrovského (*Solidago gigantea*) budou v průběhu jednoho roku na daném stanovišti narušeny jinými invazními druhy, jako jsou např. třtina (*Calamagrostis* sp.), vlčí bob mnoholistý (*Lupinus polyphyllus*), janovec metlatý (*Sarothamnus scoparius*) nebo kopřiva dvoudomá (*Urtica dioica*)?**

V roce 2010 při prvotním mapování zlatobýlu kanadského (*Solidago canadensis*) jsem zjistila, že společně se zlatobýlem sp. (*Solidago* sp.) rostou na zkoumaných plochách další rostlinné druhy jako např. kopřiva dvoudomá (*Urtica dioica*), pýr plazivý (*Elytrigia repens*), svízel přítula (*Galium aparine*), hluchavka bílá (*Lamium album*). Při okrajích polykormonů nalezneme třtinu křovištní (*Calamagrostis epigeios*), vlčí bob mnoholistý (*Lupinus polyphyllus*), vratič obecný (*Tanacetum vulgare*), řebříček obecný (*Achillea millefolium*), dobromysl obecnou (*Origanum vulgare*), chrpu polní (*Centaurea cyanus*), janovec metlatý (*Sarothamnus scoparius*). Jmenované druhy se v polykormonech vyskytovaly jednotlivě či v malých uskupeních. Během mapování v roce 2011 jsem však zjistila, že např. vlčí

bob mnoholistý (*Lupinus polyphyllus*), třtina křovištní (*Calamagrostis epigeios*) a janovec metlatý (*Sarothamnus scoparius*) začaly vytvářet při okrajích polykormonů ostrůvkovitá uskupení (o průměru cca 50 – 40 cm), což poukazuje na skutečnost, že tyto druhy jsou pro zlatobýl kanadský (*Solidago canadensis*) relativně silnou konkurencí, která ho v některých případech může v konkurenčním boji porazit. Avšak výskyt těchto druhů rovněž není žádoucí, protože podobně jako zlatobýl kanadský (*Solidago canadensis*) rychle osidlují nová stanoviště a vytlačují původní druhy, což má nepříznivý vliv na biodiverzitu.

**Pokud mají druhy *Solidago canadensis* a *Solidago gigantea* k dispozici dostatek zdrojů a nejsou pod tlakem herbivora, mají tendenci k intenzivnímu šíření?**

V Židlovské oboře bylo před vznikem VVP Ralsko několik vesnic. V souvislosti se vznikem VVP byla všechna obydlí vysídlena. Ačkoli lidé ze svých sídel odešli, okrasné rostliny, jež zdobily jejich zahrady, zde zůstaly a s postupem času zplaněly. K šíření okrasných druhů ze zahrad do volné krajiny přispělo nasazení vojenské techniky, která svými pojezdy zapříčinila vznik periodicky disturbovaných stanovišť, jež osidlovaly druhy na tento typ stanovišť vázané, nikoli však druhy invazní. Po odchodu armády z VVP však vypukl tvrdý konkurenční boj mezi jednotlivými rostlinnými druhy, který vyhrály invazní druhy jako např. zlatobýl kanadský (*Solidago canadensis*) a vlčí bob mnoholistý (*Lupinus polyphyllus*). V současnosti v bývalém VVP Ralsko nejsou realizována žádná managementová opatření zaměřená na boj s invazními druhy a proto se zlatobýl sp. (*Solidago* sp.) může dál šířit, protože nemusí investovat žádnou energii do obrany. Odpověď na výše položenou otázku tedy zní, že pokud nejsou rostliny pod tlakem, tak se mohou intenzivně šířit.



## 11. 2. Výsledky statistických výpočtů

### **Zvětšuje se, nebo zmenšuje plocha výskytu?**

Stanovené hypotézy:

H0: střední hodnota změny plochy (%) je nulová, tedy plocha výskytu je stále stejná

H1: střední hodnota změny plochy (%) není nulová, tedy plocha výskytu je buď významně větší, nebo významně menší

T-test hypotézu H0 nezamítl, což znamená, že z dat nelze určit dostatečně spolehlivě, zda jednotlivé plochy zůstávají stejně velké. Měření na větším počtu ploch by mohlo přinést zajímavější výsledky.

### **Posouvá se lokalita výskytu, nebo zůstává na místě?**

Stanovené hypotézy:

H0: střední hodnota je nulová, tedy těžiště se nehýbe

H1: střední hodnota je kladná, tedy těžiště se pohybuje na západ

Po zadání hodnot do výpočetního programu opět vyšlo, že nelze vyloučit žádnou hypotézu, což znamená, že nejsme schopni rozhodnout. V případě výsledků týkajících se těžiště je také nutné vzít v úvahu přesnost použitého GPS zařízení, která se pohybuje okolo 3 metrů. Vzhledem k tomu, že přesnost je porovnatelná s velikostí vektoru posunu těžiště, nelze vyloučit ani možnost, že se jedná o chybu měření. V příštím průzkumu je důležité získat více dat, tj. zmapovat více lokalit, aby data byla obsáhlejší pro určení, zda se plochy rozrůstají. Vzhledem k přesnosti GPS by bylo vhodnější provádět zaměrování porostů zlatobýlu sp. (*Solidago* sp.) s větším časovým odstupem (nejméně 2 roky), což přispěje k eliminaci nepřesnosti GPS a umožní tak zjistit, zdali se těžiště porostu posouvá či nikoli.

### 11. 3. Vlastní návrhy managementu zaměřeného na likvidaci zlatobýlu sp. (*Solidago* sp.)

Ošetření ploch nespočívá pouze v likvidaci nežádoucího druhu. Je třeba zajistit porost takovým způsobem, aby nedošlo k opětovnému zarůstání uvolněných ploch invazním druhem nebo jinými nežádoucími druhy. Je nutné si uvědomit, že přednostní likvidace menších ohnisek mimo velké plochy zabraňuje dalšímu šíření se na nová místa.

Proto přicházím s variantou, která není finančně nikterak náročná a nebezpečná jako např. likvidace ohněm. V rámci managementových opatření zaměřených na likvidaci zlatobýlu sp. (*Solidago* sp.) v dané lokalitě navrhuji celou plochu třikrát ročně pokosit. Doba kosení by se odvíjela od stavu vegetace, přičemž první seč by proběhla ještě před kvetením zlatobýlu sp. (*Solidago* sp.), což by mělo zamezit vysemenění jednotlivých rostlin. Nedílnou součástí každé seče je kompletní odstranění pokosené biomasy z dané lokality, což zabrání dozrání semen na lokalitě. Likvidace biomasy může proběhnout tak, že bude odvezena do bioplynové stanice (Chocnějovice) nebo bude spálena na místě. Vzhledem ke skutečnosti, že zlatobýl obrovský (*Solidago gigantea*) kvete od července do září a zlatobýl kanadský (*Solidago canadensis*) kvete od srpna do září, navrhuji první seč provést na přelomu června a července, přičemž dobu seče lze posunout v souladu s klimatickými podmínkami v daném roce. Druhá seč by následovala v druhé půlce srpna a třetí v první půlce října. V případě, že to stanovištní podmínky dovolí a nebudou ohroženy další druhy rostlin, navrhuji kombinovat sečení s aplikací herbicidu, který rostlinu ještě více vysílí.

Poté, co provedeme všechna opatření, je vhodné podpořit regeneraci stanoviště dosadbami dřevin nebo výsevem, což umožní kolonizaci původní vegetace. V opačném případě se stanoviště stává volným prostorem pro invazi jiného druhu. Součástí aktivního managementu je také pravidelná kontrola lokalit, která včas odhalí případnou opětovnou invazi.

Zabezpečení a provedení prací by měly zajistit Vojenské lesy a statky s.p. Mimoň (dále jen VLS). Lze však předpokládat, že v dnešní době, kdy není povinná vojenská služba, nebudou mít VLS dostatek pracovníků z řad armády. Z toho důvodu navrhuji oslovit místní občanská sdružení působící na poli ochrany životního prostředí a zejména ochrany přírody. Rovněž bych oslovila ČSOP, který na mnohých lokalitách

napomáhá boji s invazními druhy rostlin, čímž podporuje výskyt vzácných a chráněných druhů. Výhodou je, že ČSOP a občanská sdružení jsou seznámena s problematikou boje s invazními druhy a mají mnohdy zkušenosti se samotnou likvidací invazních porostů.

Jedním z cílů mé práce byla tvorba modelu potencionálního šíření zlatobýlu sp. (*Solidago* sp.) v Židlovské oboře, avšak vzhledem ke skutečnosti, že data byla zaznamenávána pouze v období dvou vegetačních sezón (2010 a 2011), nebylo možné vytvořit průkazný model, který by odhalil reálná rizika spojená s šířením zlatobýlu sp. (*Solidago* sp.).

## 12. Diskuze

Výzkumem populace zlatobýlu kanadského (*Solidago canadensis*) v Židlovské oboře jsem zjistila, že se daný druh šíří především v travních společenstvech, což je v souladu se závěry studií Berendse et al. (1994), Lonsdale (1999), Hierro et al. (2005).

Mlíkovský et Stýblo (2006) zjistili, že zlatobýl kanadský (*Solidago canadensis*) i zlatobýl obrovský (*Solidago gigantea*) osídlují zaniklé intravilány obcí. Má práce tyto závěry podporuje, protože jak uvádí Kus (2005) a Dařílková (2001) v Židlovské oboře bylo před rokem 1950 osmnáct obcí např. Boreček, Chlum, Černá Novina, Židlov, Kracmanov, Okna a Olšina, na jejichž území se v současnosti nachází společenstva silně ovlivněná výskytem zlatobýlu kanadského (*Solidago canadensis*).

Ačkoli se zlatobýl kanadský (*Solidago canadensis*) i zlatobýl obrovský (*Solidago gigantea*) řadí mezi invazní rostliny (Křivánek et al. 2004, Pimental et al. 2000, Chytrý et al. 2005, Chytrý et al. 2008), v Židlovské oboře je zlatobýl obrovský (*Solidago gigantea*) v konkurenčním boji vytlačován zlatobýlem kanadským (*Solidago canadensis*). Tento jev si vysvětluji tím, že oba druhy preferují odlišná stanoviště. Zatímco zlatobýl kanadský (*Solidago canadensis*) se nejčastěji vyskytuje na světlých a suchých stanovištích s nízkým obsahem živin (Tutin et al. 1976, Slavík et Štěpánková 2006), tak zlatobýl obrovský (*Solidago gigantea*), ač je také světlomilný, snáší i mírné zastínění, je závislý na vyšším obsahu živin v půdě a preferuje spíše vlhčí prostředí (Aichele et Golteová-Bechtleová 2001, Davis et al. 2000).

V rámci terénního výzkumu jsem zaznamenala skutečnost, že na plochách, kde se v roce 2010 zlatobýl kanadský (*Solidago canadensis*) vyskytoval hojně, jeho populace v roce 2011 prořídla na úkor přítomnosti dalších druhů. Podle Mandáka et al. (2004) dochází ke změnám v počtu druhů, jež se podílí na stavbě daného společenstva, vlivem sezónní proměnlivosti klimatických podmínek prostředí či vlivem kolísání v množství půdního humusu. Tato skutečnost může být rovněž způsobena vlivem změny mikroklimatu, změnou spektrálního složení světla, jež pronikne listovím, sníženého množství vody dopadající na půdní povrch, výparu z půdy či vlivem příjmu vody kořenovými systémy.

Ačkoli se v roce 2011 ve zkoumaných plochách rozšířily i další druhy, zůstává zlatobýl kanadský (*Solidago canadensis*) i nadále dominantním druhem v daném společenstvu. Tento jev může být mimo jiné zapříčiněn absencí tlaku ze strany herbivora, protože jak uvádí studie Meyer et Hull-Sanders (2008), je-li zlatobýl kanadský (*Solidago canadensis*) podroben tlaku ze strany herbivora, vynakládá velké množství energie na obranu proti spásání, která mu pak schází v konkurenčním boji a při tvorbě semen. V souvislosti s touto skutečností vyvstává otázka, zdali by bylo účelné použít řízenou pastvu jako jedno z možných managementových opatření k boji se zlatobýlem kanadským. V tomto případě hrají velkou roli finanční prostředky, protože náklady na řízenou pastvu několikanásobně převyšují náklady na kosení v kombinaci s aplikací herbicidu.

### 13. Závěr

Zlatobýl kanadský (*Solidago canadensis*) se v České republice poprvé objevil v roce 1838, což jej řadí mezi neofyty. Byl k nám zavlečen ze Severní Ameriky, kde se jeho primární areál rozprostírá v oblasti od Aljašky až po Mexiko. Zavlečení zlatobýlu kanadského (*Solidago canadensis*) do České republiky mají na svědomí včelaři, kteří si jej oblíbili zejména pro jeho barvu a množství pylu, jež obsahují jeho květy. Další uplatnění našel v domácím léčitelství a ve farmacii. Své využití našel mimo jiné také jako okrasná rostlina, jež zdobí parky a zahrady. Lidé jej v krajině nejčastěji zaregistrují až v průběhu podzimu, kdy okolní travní porosty seschnou a zlatobýl kanadský (*Solidago canadensis*) ční nad okolním porostem a září sytě žlutou barvou, což může v podzimním období působit osvěžujícím dojmem. Zlatobýl kanadský (*Solidago canadensis*) se však řadí mezi silně invazní druhy a velmi rychle se rozrůstá zejména na ruderalních stanovištích, na březích řek, v intravilánech obcí, na pastvinách, neobdělávaných polích a loukách. Velmi sporadicky se naopak vyskytuje na vrchovištích, v alpínských a subalpínských křovinách a přírodních listnatých lesích. Úroveň invaze na jednotlivých stanovištích ovlivňuje mimo jiné nadmořská výška a to tak, že se stoupající nadmořskou výškou míra invaze klesá. Míru invaze dále ovlivňuje klima, vnější tlak, historie lidského osídlení v daném regionu, vzdálenost lokality od řeky, urbanistické a průmyslové využití půdy. Dalšími faktory ovlivňujícími míru invaze jsou konkurenční schopnosti rostlin, aleopatické interakce, přirození nepřátele a v neposlední řadě také periodická disturbance, které dočasně obohacuje stanoviště o živiny.

Svou diplomovou práci jsem zaměřila na výzkum faktorů ovlivňujících šíření invazních druhů. Lokalita bývalého VVP Ralsko se jevila vzhledem ke své izolovanosti jako zajímavé místo pro realizaci výzkumu. Zároveň bylo cílem s ohledem na aktivity, které zde probíhaly, zhodnotit vliv disturbance a lidského osídlení na šíření invazních druhů. Šíření zlatobýlu kanadského (*Solidago canadensis*) jsem v terénu zkoumala ve dvou vegetačních sezónách. Během letních měsíců let 2010 a 2011 jsem si zaměřila porosty zlatobýlu kanadského (*Solidago canadensis*) pomocí GPS, což mi umožnilo v mapách znázornit rozšíření daného druhu v Židlovské oboře. Mapové výstupy zachycují přírůstky a úbytky ve výskytu zlatobýlu kanadského (*Solidago canadensis*) na výzkumných plochách. Za pomoci

statistických metod jsem se rovněž pokusila prokázat, zda se posunulo těžiště jednotlivých porostů v závislosti na směru větru, avšak tato hypotéza nebyla potvrzena, což mohla mimo jiné zapříčinit technika (přesnost GPS se pohybuje v řádech několika metrů). Do budoucna by bylo vhodné prodloužit interval měření (nejlépe 2 roky) a zajistit vlastní měření směru a síly větru, tak aby bylo možné prokázat, zda se směr a síla větru podílí na posunu těžiště daného porostu. Má práce mimo jiné potvrdila studie, jejichž závěry se shodují na skutečnosti, že rod zlatobýl (*Solidago* sp.) osidluje především člověkem silně ovlivněná stanoviště, protože ještě před rokem 1950 se v místech, kde probíhala má měření, nacházela lidská obydlí, jež později zanikla v souvislosti se vznikem VVP Ralsko. Výskyt za hranicemi zaniklých sídel si lze vysvětlit tím, že v minulosti bylo běžnou praxí vyvážet veškerou nepotřebnou biomasu, včetně nechtěných květin v zahrádce, za hranice obce. Z těchto míst se pak mohl zlatobýl sp. (*Solidago* sp.) rozšířit do volné krajiny i přes to, že byl původně pěstován v tamních zahradách.

V závěru své studie jsem navrhla managementová opatření zaměřená na likvidaci vzrostlých rostlin zlatobýlu kanadského (*Solidago canadensis*). Jako nejvhodnější varianta managementu se jeví kosení rostlin třikrát ročně, přičemž první seč je vhodné načasovat před dobu kvetení, tj. červen, tak, aby bylo zamezeno květu, zrání semen a vysemenění rostlin. Kosení je vhodné kombinovat s aplikací herbicidu, který zabraňuje opětovnému obrázení rostlin. V případě, že se podaří porost zlatobýlu kanadského (*Solidago canadensis*) zlikvidovat, je žádoucí danou plochu osít původní travní směsí, což by mělo snížit šanci, že bude lokalita znovu osídlena invazními druhy. Velmi důležitou součástí boje s invazními druhy, včetně zlatobýlu kanadského (*Solidago canadensis*), je dlouhodobý monitoring výskytu, což je námět na tvorbu nových témat bakalářských a diplomových prací.

## 14. Seznam použitých literárních zdrojů

Abhilasha D., Quintana N., Vivanco J., Joshi J., 2008: Do alleopathic compounds in invasive *Solidago canadensis* s.l. restrain the native European flora? *Journal of Ecology* 95: 993-1001.

Adamovič J., Mikuláš R., 2001: Geologické zajímavosti bývalých VVP Ralsko a Mladá. In: Petříček V., Němčec J., Plesník J.: Příroda bývalých vojenských výcvikových prostorů Mladá a Ralsko. 10 let od konverze. *Příroda. Praha* 8: 7-12.

Aichele D., Golteová-Bechtleová M., 2001: Co tu kvete? Kvetoucí rostliny střední Evropy ve volné přírodě. *Euromedia group: 430pp.*

Banta J. A., Stark S. C., Stevens M. H. H., Pendergast IV. T. H., Baumert A., Carson W. P., 2008: Light reduction predicts widespread patterns of dominance between aster and goldenrods. *Plant Ecol* 199: 65-76.

Barták R., Konupková Kalousková Š., Krupková B., 2010: Metodika Likvidace invazních druhů křídlatek (*Reynoutria* spp.). Moravskoslezský kraj ve spolupráci s ČSOP Salamandr za finanční podpory Evropské unie. Český Těšín. 32pp.

Bejček V., Šťastný K., 2001: Porovnání ptačích společenstev v hnízdním období (VVP Mladá a Ralsko). In: Petříček V., Němčec J., Plesník J.: Příroda bývalých vojenských výcvikových prostorů Mladá a Ralsko. 10 let od konverze. *Příroda. Praha* 8: 122-125.

Bennett M. D., Leitch I. J., Hanson L., 1998 : DNA amounts in two samples of angiosperm weeds. *Annals of Botany* 82: 121–134.

Berendse F., Schmitz M., Devisser W., 1994: Experimental manipulation of succession in heathland ecosystems. *Oecologia* 100: 38-44.

Blažková J., 1997: Vznik vojenského újezdu Ralsko. In: Vlastivědný sborník Českolipska. Okresní vlastivědné museum Česká Lípa: 9-46.

Bořecká K., 2007: Územní a krajinné plánování a ochrana životního prostředí v území vojenských újezdů. *Ochrana přírody a krajiny ve vojenských újezdech. Praha.* 53-61.



- Černý Z., Neruda J., Václavík F., 1998: Invazní rostliny a základní způsoby jejich likvidace. *Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství České republiky, Praha: pp 43.*
- Dassonville N., Vanderhoeven S., Vanparys V., Hayez M., Gruber W., Meerts V., 2008: Impacts of alien invasive plants on soil nutrients are correlated with initial site conditions in NW Europe. *Oecologia 157: 131-140.*
- Davis M. A., Grime J. P., Thompson K., 2000: Fluctuating resources in plant communities: a general theory of invasibility. *Journal of Ecology 88: 528-534.*
- Dařílková J., 2001: Příspěvek územního plánování a regionální politiky pro revitalizaci a nové využití Ralska. *Příroda. Praha 8: 146-155.*
- Dong M., Lu J. Z., Zhang W. J., Chen J. K., Li B., 2006: Canada goldenrod (*Solidago canadensis*): an invasive alien weed rapidly spreading in China. *Acta Phytotaxonomica Sinica 44: 72–85.*
- Engstová B., Petříček V., 2008: Landscape and vegetation in a military area – past and present. *Journal of Landscape Studies 1, 91-102.*
- Hawkins B. A., Agrawal A. A., 2005: Latitudinal gradients. *Ecology 86: 2261–226.*
- Hinz H. L., Schwarzlaender M., 2004: Comparing invasive plants from their native and exotic range: what can we learn for biological control? *Weed Technology 18: 1533–1541.*
- Hierro J. L., Maron J. L., Callaway R. M., 2005: A biogeographical approach to plant invasions : the importance of studying exotics in their introduced and native range. *Journal of Ecology 93: 5-15.*
- Hulme P., Pyšek P., Nentwig W., Vilà M., 2009: Will threat of biological invasions unite the European Union? *Science 324: 40–41.*
- Husáková J., Husová M., Kopecký K., Větvička V., 2001: Poznámky ke stavu a prognóza dalšího vývoje (Mladá a Ralsko) po odchodu armád. *Příroda. Praha 8: 19-24.*
- Chapuis-Lardy L., S. Vanderhoeven S., Dassonville N., Koutika L.-S., Meerts P., 2006: Effect of the exotic invasive plant *Solidago gigantea* on soil phosphorus status. *Biol Fertil Soils 42: 481-489.*

- Chytrý M., Pyšek P., Tichý L., Knollová I., Danihelka J., 2005: Invasions by alien plants in the Czech Republic: a quantitative assessment across habitats. *Preslia, Praha* 77: 339-354.
- Chytrý M., Jarošík V., Pyšek P., Hájek O., Knollová I., Tichý L., Danihelka J., 2008: Separating habitat invasibility by alien plants from the actual level of invasion. *Ecology* 89: 1541-1553.
- Chytrý M., Wild J., Pyšek P., Tichý L., Danihelka J., Knollová I., 2009: Maps of the level of invasion of the Czech Republic by alien plants. *Preslia* 81: 197-207.
- Chytrý M., Pyšek P., Wild J., Pino J., Maskell L. C., Vilá M., 2009a: European map of alien plant invasion based on the quantitative assessment across habitats. *Diversity and Distributions*: 98-107.
- Chytrý M., Pyšek P., 2009a: Kam se šíří zavlečené rostliny? 1. Rozdíly v invadovanosti. *Živa* 1: 11-14.
- Chytrý M., Pyšek P., 2009b: Kam se šíří zavlečené rostliny? 2. Invadovanost a invazibilita rostlinných společenstev. *Živa* 2: 60-63.
- Chytrý M., Pyšek P., 2009c: Kam se šíří zavlečené rostliny? 3. Obecné příčiny invazibility společenstev. *Živa* 3: 110-112.
- Jakl J., 2009: Ekologická likvidace trvalek a dvouletků – Beskydský postup. *Ochrana přírody* 8.
- Jakobs G., Weber E., Edwards P. J., 2004: Introduced plants of the invasive *Solidago gigantea* (Asteraceae) are larger and grow denser than conspecifics in the native range. *Diversity and Distributions* 10: 11-19.
- Jiříšťa L., 2007: Program péče o krajinu v KRNP. *Ochrana přírody* 2: 6-7.
- Knauerová M., Honc M., 2001: Změny ve složení v nivě Ploučnice, Svěbořického potoka a v LHC Zbyňsko, mapování v rámci programu NATURA 2000. In: Petříček V., Němec J., Plesník J.: Příroda bývalých vojenských výcvikových prostorů Mladá a Ralsko. 10 let od konverze. *Příroda. Praha* 8: 7-12.
- Koníčková A., 2011: Vítejte v oboře Židlov. *Dnešní Ralsko. Město Ralsko*. 12pp.
- Koželuh M., 2007: Detekce poškození prostředí ve vojenských újezdech z leteckých snímků. *Ochrana přírody a krajiny ve vojenských újezdech*. 63-72.

- Křivánek M., Sádlo J., Bímová K., 2004: Odstraňování invazních druhů rostlin .In: Háková A., Klauisová A., Sádlo J. (eds.) 2004: Zásady péče o nelesní biotopy v rámci soustavy Natura 2000. PLANETA XII, 3/2004 – druhá část. Ministerstvo životního prostředí, Praha. *Zásady péče o nelesní biotopy v rámci soustavy NATURA 2000. MŽP a AOPK ČR. 75pp.*
- Kubát K. [ed.] 2002: Klíč ke květeně České republiky. *Academia, Praha. 927 pp.*
- Kubešová M., Moravcová L., Suda J., Jarošík V., Pyšek P., 2010: Naturalized plants have smaller genomes than their non-invading relatives: a flow cytometric analysis of the Czech alien flora. *Preslia 82: 81-96.*
- Kučera T., Pyšek P., 1997: Invazní druhy ve flóře rezervací – současný stav znalostí u nás a ve světě- In: Pyšek P. et Prach K. [eds.], Invazní rostliny v české flóře, Zprávy České botanické společnosti 32, Mater.14: 81-94.
- Kus V., 2005: Zaniklé obce po roce 1945.[online <http://www.zanikleobce.cz> cit. 3.5.2011].
- Kühn P., 2007 a: Radioaktivní znečištění v severozápadní části bývalého Vojenského výcvikového prostoru Ralsko. *Ochrana přírody a krajiny ve vojenských újezdech. Praha. 333-342.*
- Kühn P., 2007 b: Pozůstatky po těžbě železných rud v okolí Mimoně. *Ochrana přírody a krajiny ve vojenských újezdech. Praha. 343- 358.*
- Lahoda L., 2005: Průvodce bývalým vojenským prostorem Ralsko. *Nakladatel Lubor Kasal. 170pp.*
- Lambdon P. W., Pyšek P., Basnou C., Hejda M., Arianoutsou M., Esek F., Jarošík V., Pergl J., Winter M., Anastasiu P., Andriopoulos P., Bazos I., Brundu G., Celesti-Grappo L., Chassot P., Delipetrou P., Josefsson M., Kark S., Klotz S., Kokkoris Y., Kühn I., Barchante H., Perglová I., Pino J., Vilá M., Zikos A., Roy D., Hulme P. E., 2008: Alien flora of Europe: species diversity, temporal trends, geographical patterns and research needs. *Preslia 80: 101-149.*
- Li X., Wilson S., D., 1998: Facilitation among woody plants establishing in an old field. *Ecology 79: 2694-2705.*

- Lipský Z., 2001: Geomorfologické aspekty ochrany přírody a krajiny v bývalém VVP Ralsko. In: Petříček V., Němec J., Plesník J.: Příroda bývalých vojenských výcvikových prostorů Mladá a Ralsko. 10 let od konverze. *Příroda. Praha 8: 13-14.*
- Lodge D. M., 1993: Biological invasion: lessons from ecology. *Trends in Ecology and Evolution 8: 133 -136.*
- Lodge D. M., Williams S., Macisaac H. J., Hayes K. R., Leung B., Reichard S., Mack R. N., Moyle P. B., Smith M., Andow D. A., Carlton J. T., McMichael A., 2006: Biological invasions: recommendations for U.S. policy and management. *Ecological Applications 16: 2035–2054.*
- Lonsdale W. M., 1999: Global patterns of plant invasions and concept of invasibility. *Ecology 80: 1522-1536.*
- Loureiro J., Travníček P., Rauchová J., Urfus T., Vit P., Štech M., Castro S., Suda J., 2010: The use of flow cytometry in the biosystematics, ecology and population biology of homoploid plants. *Preslia 82: 3–21.*
- Ložek V., 2001: Srovnání VVP Mladá a Ralsko z hlediska přírodních věd. *Příroda. Praha 8: 126-127.*
- Mack R. N., Simberloff D., Lonsdale W. M., Evans H., Clout M., Bazzaz F. A., 2000: Biotic invasions: causes, epidemiology, global consequences, and control. *Ecological Applications 10: 689–710.*
- Mandák B., Pyšek P., Bímová K., 2004: History of the invasion and distribution of *Reynoutria* taxa in the Czech Republic: a hybrid spreading faster than in patente. *Preslia 76: 15-64.*
- Mičiča D., 2007: Základní informace o vojenských újezdech České republiky. *Ochrana přírody a krajiny ve vojenských újezdech. Praha. 11-16.*
- Mitchell C.E., Agrawal A. A., Bever J. D., Gilbert G. S., Hufbauer R. A., Klironomos J. N., Maron J. L., Morris W. F., Parker I. M., Power A. G., Seabloom E. W., Torchin M. E., Vazquez D.P., 2006: Biotic interactions and plant invasions. *Ecology Letters 9:726–740.*

- Meyer G. A., Hull- Sanders H. M., 2008: Altered patterns of growth, physiology and reproduction in invasive genotypes of *Solidago gigantea* (Asteraceae). *Biol Invasions* 10: 303- 317.
- Mlíkovský J., Stýblo P., 2006: Nepůvodní druhy fauny a flóry České republiky. *Český svaz ochránců přírody a Ministerstvo životního prostředí České republiky. Praha: 496pp.*
- MO, 2005: Analýza existence vojenských újezdů z hlediska porovnání potřeb armády a stanovených ekonomických kritérií. *Ministerstvo obrany ČR. [online <http://www.army.cz> cit. 30.4. 2011]*
- Müller-Schärer H., Schaffner U., Steinger T., 2004: Evolution in invasive plants: implications for biological control. *Trends in Ecology & Evolution* 19:417–422.
- Palmer M. W., 2006: Scale dependence of native and alien species richness in North American flora. *Preslia* 78: 427-436.
- Petříček V., Plesník J., 2007: Tanky a mateřídouška – deset let poté. *Ochrana přírody a krajiny ve vojenských újezdech*. 73-84.
- Pheloung P.C., Williams P. A., 1999: A weed risk assessment model for use as a biosecurity tool evaluating plant introductions. *Journal of Environmental Management* 57: 239–251.
- Phillips M., Murray B., Pyšek P., Pergl J., Jarošík V., Chytrý M., Kühn I., 2010: Plant species of the Central European flora as aliens in Australia. *Preslia* 82: 465-482.
- Pimental D., Lach L., Zuniga R., Kortison D., 2000: Environmental and economic costs of nonindigenous species in the United States. *Bioscience* 50: 53-65.
- Pyšek P., 1998: Is there a taxonomic pattern to plant invasions? *OIKOS* 82: 282-294.
- Pyšek P., Jarošík V., Chytrý M., Kropáč Z., Tichý L., Wild J., 2005: Alien plants in temperate weed communities: Prehistoric and recent invaders occupy different habitats. *Ecology* 86: 772 – 785.
- Pyšek P., Richardson D. M., Jarošík V., 2006: Who cites who in invasion zoo: insights from an analysis of the most highly cited papers in invasion ecology. *Preslia* 78: 437-468.

- Pyšek P., Chytrý M., Prach K., 2008: Dvanáct let výzkumu rostliných invazí v České republice a ve světě. *Zprávy české botanické společnosti. Praha* 43: 3-15.
- Richardson D. M., Pyšek P., Rejmanek M., Barbour M. G., Panetta D. F., West C. J., 2000: Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. *Diversity and Distributions* 6: 93-107.
- Richardson, D. M., Pyšek P., 2006.: Plant invasions: merging the concepts of species invasiveness and community invasibility. *Progress in Physical Geography* 30: 409–431.
- Schlaepfer D. R., 2008: Ecological Significance of ploidy level of native and invasive populations of *Solidago gigantea*. A dissertation submitted to ETH Zurich: 5245-5256.
- Slavík B., Štěpánková J., [ed.], 2004: Květena České republiky. Akademie věd České republiky Praha. 7, 767pp.
- Tutin T. G., Heywood V. H., Burges N. A., Moore D. M., Valentine D. H., Walters, Webb D. A., 1976: Flora Europaea. *Cambridge university Press*. 505 pp.
- Vetaas O. R., Grytnes J. A., 2002: Distribution of vascular plant species richness and endemic richness along the Himalayan elevation gradient in Nepal. *Global Ecology Biogeography* 11: 291–301.
- Vilà M., Basnou C., Pyšek P., Josefsson M., Genovesi P., Gollasch S., Nentwig W., Olenin S., Roques A., Roy D., Hulme P. E., DAISIE partners, 2010 : How well do we understand the impacts of alien species on ecological services? A pan-European cross-taxa assessment. *Front. Ecol. Environ.* 8: 135–144.
- Vitousek P. M., D'Antonio C. M., Loope L. L., Westbrooks R., 1996: Biological invasions as global environmental change. *American Scientist* 84: 468-478.
- Weber E., Sun S-G., Li B., 2008: Invasive alien plants in China: diversity and ecological insights. *Biol Invasions* 10: 1411-1429.
- Ziedler M., Banaš M., Duchoslav M., Lešková M., 2010: Vliv vysazených klečových porostů na alpskou vegetaci v Hrubém Jeseníku. *Příroda, Praha* 27: 39-52.

## **15. Přílohy**

### **15. 1. Seznam použitých zkratk**

ČR – Česká republika

ČSOP – Český svaz ochránců přírody

ČZU – Česká zemědělská univerzita v Praze

DNA - deoxyribonukleová kyselina

FŽP – Fakulta životního prostředí

GIS – geografický informační systém

GPS - Global Positioning System

VLS – Vojenské lesy a statky, státní podnik

VVP – vojenský výcvikový prostor

### **15. 2. Seznam obrázků**

obr. č. 1: Lokality Kracmanov 1, 2 a 3 v období II. Voj. Mapování (1836 – 1852)

obr. č. 2: Lokality Kracmanov 1, 2 a 3 v roce 1953

obr. č. 3: Lokality Kracmanov 1, 2 a 3 v roce 2010

obr. č. 4: Lokality Olšina 1 a 2 v období II. Voj. Mapování (1836 – 1852)

obr. č. 5: Lokality Olšina 1 a 2 v roce 1953

obr. č. 6: Lokality Olšina 1 a 2 v roce 2010

### **15. 3. Seznam příloh**

Mapa č. 1: Lokalizace zájmového území

Mapa č. 2: Rozšíření *Solidago canadensis* a *Solidago gigantea* v Židlovské oboře v letech 2010 a 2011

Mapa č. 3: Rozšíření *Solidago canadensis* a *Solidago gigantea* v Židlovské oboře v letech 2010 a 2011

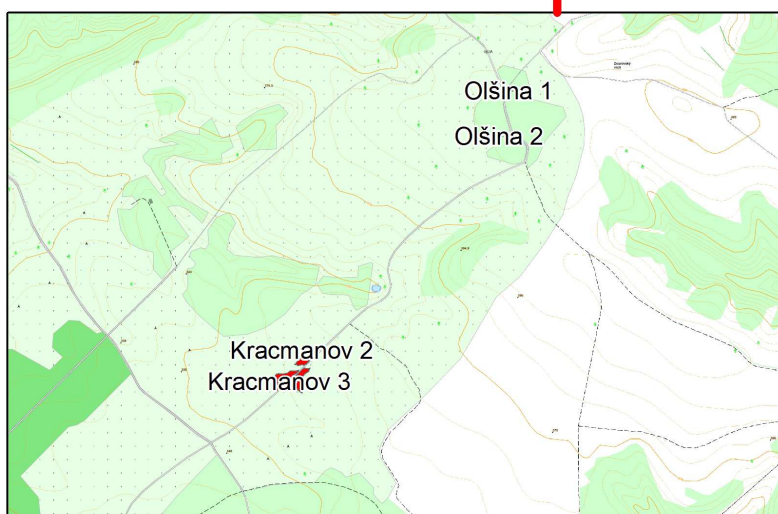
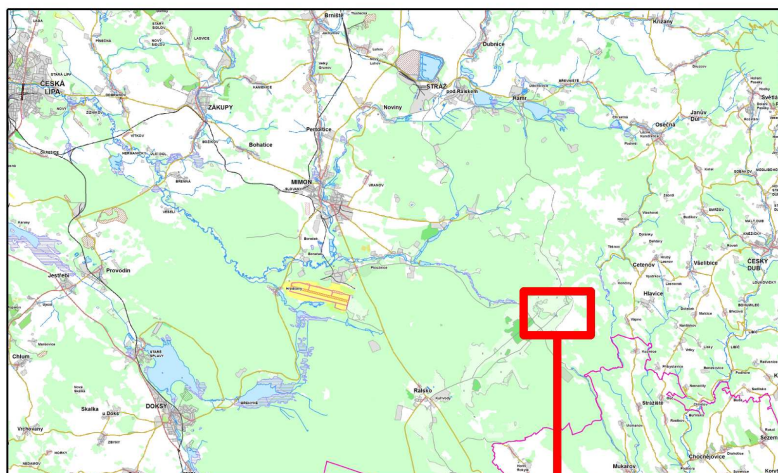
Mapa č. 4: Rozšíření *Solidago canadensis* a *Solidago gigantea* v Židlovské oboře v letech 2010

Mapa č. 5: Číselné vyjádření rozdílů mezi rozlohou zkoumaných ploch v letech 2010 a 2011

Tabulka č. 1: Vstupní data pro statistické výpočty



## Mapa č. 1: Lokalizace zájmového území



zdroj dat: <http://geoportal.gov.cz>

Lucie Valtrová, Ústí nad Labem, 2012

Mapa č. 2: Rozšíření *Solidago canadensis* a *Solidago gigantea* v Židlovské oboře v letech 2010 a 2011



0 15 30 60 m

zdroj dat: <http://geoportal.gov.cz>

Lucie Valtrová, Ústí nad labem, 2012



Mapa č. 3: Rozšíření *Solidago canadensis* a *Solidago gigantea* v Židlovské oboře v letech 2010 a 2011



0 5 10 20 m

zdroj dat: <http://geoportal.gov.cz>

**Legenda**

**Rok 2010**

 Olšina 1

**Rok 2011**

 Olšina 1

Lucie Valtrová, Ústí nad labem, 2012

Mapa č. 4: Rozšíření *Solidago canadensis* a *Solidago gigantea* v Židlovské oboře v letech 2010



0 5 10 20 m

zdroj dat: <http://geoportal.gov.cz>

**Legenda**

**Rok 2010**

 Olšina 2

Lucie Valtrová, Ústí nad labem, 2012



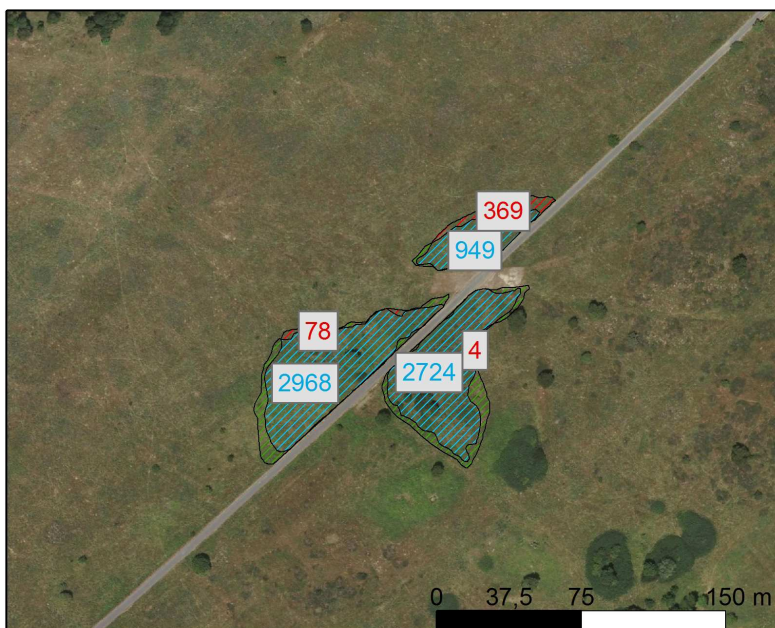
**Mapa č. 5: Číselné vyjádření rozdílů mezi  
rozlohou zkoumaných ploch v letech 2010 a 2011**



Olišina 1



Olišina 2



Kracmanov 1, 2 a 3

zdroj dat: <http://geoportal.gov.cz>

Lucie Valtrová, Ústí nad labem, 2012

**Tabulka č. 1: Vstupní data pro statistické výpočty**

Lokalita	2010			2011			Změna plochy		Posun těžiště	
	Plocha (m2)	Těžiště X (m)	Těžiště Y (m)	Plocha (m2)	Těžiště X (m)	Těžiště Y (m)	Rozdíl plochy	Rozdíl plochy (%)	Rozdíl X (m)	Rozdíl Y (m)
Kracmanov 1	2728	-703250	-988584	3266	-703249	-988586	538	19,73%	1,2	-1,9
Kracmanov 2	1318	-703232	-988512	1006	-703237	-988517	-312	-23,66%	-5,0	-4,9
Kracmanov 3	3046	-703311	-988583	3374	-703313	-988584	328	10,76%	-1,8	-1,9
Olšina 1	310	-702485	-987530	327	-702485	-987531	17	5,51%	-0,2	-0,4
Olšina 2	193	-702518	-987696	0	X	X	-193	-100,00%	X	X