

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra agroekologie a biometeorologie

## **Generativní rozmnožování křídlatek**

**(*Reynoutria* sp. div.)**

### **Bakalářská práce**

Heverochová Jana

Ing. Josef Holec, Ph.D

2012

## Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Generativní rozmnožování křídlatek (*Reynoutria* sp. div.) vypracovala samostatně a použila jen pramenů, které cituji a uvádím v příložené bibliografii.

V Praze dne:

podpis autora práce: Heverochová Jana

## Poděkování

Za vedení, konzultace a poskytnutí studijních materiálů při zpracování bakalářské práce děkuji Ing. Josefu Holcovi Ph.D.

Za poskytnutí vědeckých článků patří velké poděkování doc. Mgr. Bohumilu Mandákovi Ph.D. a profesoru RNDr. Petrovi Pyškovi CSc. z Botanického ústavu Akademie věd České republiky a jiným, kteří mi poskytli důležité informace.

Děkuji své rodině za trpělivost, kterou mi prokazovali během studií, a především děkuji dětem za samostatnost ve školních povinnostech.

## Souhrn

V současnosti se na území ČR vyskytují následující druhy: *R. japonica* var. *japonica* (křídlatka japonská pravá), *R. sachalinensis* (křídlatka sachalinská) a jejich kříženec *R. × bohemica* (křídlatka česká).

V této bakalářské práci se v literární rešerši zabývám celkovou problematikou invazí nepůvodních rostlin, současnou právní situací v ČR, finančními projekty, legislativou a všemi metodami regulace křídlatky, které byly na území České republiky popsány za neúčinnější. V druhé části popisují celkovou botanickou charakteristiku všech druhů rodu *Reynoutria*, jejich zeměpisné rozšíření a dva hlavní způsoby rozšiřování jak mezi lokalitami, tak i na stanovištích.

Vlastní studie je zaměřena na práce v terénu podél dolního a horního toku Vltavy na území hl. m. Prahy, kde pomocí rozeznávacích znaků, které jsou uvedeny v příloze I., jsem určila nejvíce zastoupený druh – *R. japonica*. Po tomto určení jsem celou práci věnovala jedinému zástupci, zástupci *R. japonica*. Hlavními úkoly bylo stanovit průměrný počet lodyh na m<sup>2</sup> a průměrný počet nažek na lodyhu. Počet lodyh byl vyhodnocen v rozmezí od 17 – 35 na m<sup>2</sup> a průměrný počet nažek se pohyboval v rozmezí od 1 996 – 3 439 na lodyhu. Z těchto výsledků se stanovil celkový počet nažek pro každou lokalitu. V lokalitě Troja se celkový průměr stanovil na 3 065 a v lokalitě Modřany byl stanoven celkový průměr 2 797 nažek. Nakonec jsem stanovila celkovou produkci nažek na m<sup>2</sup>, která se pohybovala od 30 702 - 80 075 nažek na m<sup>2</sup>. Z těchto výsledků byla stanovena pro každou lokalitu celková produkce nažek na m<sup>2</sup>. Pro území Troja byla vyčíslena celková produkce 54 514 a pro lokalitu Modřany byla hodnota 58 838 nažek na m<sup>2</sup>.

Na terénní práce navazuje práce v laboratorních podmínkách, kde se po dobu 14 dnů ze 4 vzorků v několika opakování, stanovil průměrný počet vyklíčených nažek v (%), kde se průměr pohyboval od 55 % (varianta světlo, tma, při 10°C v lokalitě Troja) do 89 % (varianta světlo, při 20°C v lokalitě Modřany).

Klíčová slova:

křídlatka japonská, křídlatka sachalinská, křídlatka česká, reprodukce, generativní, invazivní rostliny

## Summary

Currently, there are the following varieties of knotweed in the territory of the Czech Republic: *Reynoutria japonica* var. *japonica*, *Reynoutria sachalinensis* and their hybrid *Reynoutria*. × *bohemica*.

In the literature research of this bachelor thesis I focus on the overall subject of the invasion of non-native plants, the current legal situation in the Czech Republic, financial projects, legislative and all methods of regulation of knotweed that were described as most effective in the Czech Republic. In the second part, I describe the botanical characteristics of all varieties of the *Reynoutria* genus, their geographic expansion and the two main methods by which they spread, both among localities and stations.

The study itself focuses on field work along the upper and lower watercourse of the Vltava river in the area of the capital, Prague. There, using identifying characteristics stipulated in an Annex I below, I identified the present variety – *R. japonica*. After this identification, I devoted the entire work to this one representative - *R. japonica*. The main tasks were to identify the average number of stalks per m<sup>2</sup> and the average number of achenes per stalk. The number of stalks were found to be in the range of 17 – 35 per m<sup>2</sup> and the average number of achenes ranged between 1,996 to 3,439 per stalk. These results then stipulated the overall number of achenes per station. In the Troja area, the overall number average was established at 3,065, while the Modřany area revealed 2,797 achenes. Finally, I stipulated the overall production of the achenes per m<sup>2</sup>, which ranged between 30,702 – 80,075 of achenes per m<sup>2</sup>. The overall production of achenes per m<sup>2</sup> was then established from these results. For the area Troja I calculated an overall production of 54,514 and for Modřany the volume of achenes was 58,838 per m<sup>2</sup>.

The field work was followed by study under laboratory conditions, where the average number of germinated achenes was established over the course of 14 days from 4 samples in several repetitions, ranging from 55 % (variant of light, darkness, at 10 ° C in the Troja area) - 89 % (variant of light at 20°C in the Modřany area).

Key words:

*Reynoutria japonica*, *Reynoutria sachalinensis*, *Reynoutria* × *bohemika*,  
reproduction, generative, invasive plants

## Obsah

1) Úvod.....	10
2) Cíl práce.....	11
3) Literální Rešerže .....	12
3.1. Biologické invaze .....	12
3.2. Úvod do invazí .....	12
3.3. Geografický původ nepůvodních druhů .....	13
3.3.1. Příčiny a způsoby zavlečení.....	13
3.3.2. Hlavní cesty introdukce .....	14
3.4. Vznik invazí.....	14
3.5. Průběh invazí.....	16
3.6. Klasifikace zavlečených rostlin .....	16
3.6.1. Původní rostlinný druh (autochtonní) .....	17
3.6.2. Nepůvodní rostlinný druh (zavlečené, introdukované, adventivní, exotické) ..	18
3.7. Vlastnosti invazivních druhů.....	18
3.8. Kritéria pro šíření druhu.....	19
3.9. Negativní vlivy invazí .....	19
3.10. Řešení problematiky invazí .....	20
3.10.1. Prevence proti invazím .....	20
3.10.2. Včasné zjištění a rychlá eradikace invazivních druhů .....	21
3.10.3. Kontrola nebo dlouhodobé omezování .....	21
3.11. Projekty 6. rámcového programu EU zaměřené na biologické invaze.....	21
3.12. Mezinárodní smlouvy a úmluvy.....	23
3.13. Současná právní situace v ČR.....	24
3.14. Legislativa v České republice .....	24
3.15. Financování projektů – celosvětově .....	25
3.15.1. Financování projektů v České republice.....	25
3.15.2. Aktivity státních organizací a státní správy .....	26
3.15.3. Aktivity nevládních organizací .....	26
3.16. Způsoby regulace invazivních druhů.....	26
3.16.1. Metody regulace a potlačování výskytu křídlatek .....	27
3.16.2. Metody konvenční .....	27
3.16.3. Aplikace herbicidu postřikem na list v pozdním létě .....	27
3.16.4. Kombinovaná metoda .....	29

3.16.5.	Metody alternativní .....	29
3.17.	Botanická charakteristika rodu <i>Reynoutria</i> .....	31
3.18.	Procentuální zastoupení stanovišť na území ČR .....	32
3.19.	Zeměpisné rozšíření křídlatek .....	33
3.20.	Způsoby rozmnožování křídlatek .....	33
3.20.1.	Vegetativní rozmnožování křídlatky .....	33
3.20.2.	Generativní rozmnožování křídlatky .....	34
3.21.	Křídlatka japonská ( <i>Reynoutria japonica</i> Houtt.) .....	35
3.21.1.	Výskyt křídlatky japonské v ČR .....	35
3.21.2.	Morfologie křídlatky japonské .....	36
3.22.	Křídlatka sachalinská ( <i>Reynoutria sachalinensis</i> [F. Schmidt] Nakai,) .....	37
3.22.1.	Původ a rozšíření .....	37
3.22.2.	Morfologie křídlatky sachalinské .....	38
3.23.	Křídlatka česká ( <i>Reynoutria × bohemika</i> Chrtek et Chrtková) .....	39
3.23.1.	Výskyt křídlatky české v ČR .....	39
3.23.2.	Morfologie křídlatky české .....	39
4)	Materiál a metody .....	40
4.1.	Geologická a geomorfologická charakteristika vybraných území .....	40
4.1.1.	Stručný popis území Troja .....	41
4.1.2.	Stručný popis území Modřany .....	42
4.1.3.	Klimatické podmínky .....	43
4.1.4.	Meteorologická data ze stanice Praha - Karlov .....	43
4.2.	Určení druhů zástupců rodu <i>Reynoutria</i> .....	44
4.3.	Stanovení počtu lodyh na m <sup>2</sup> a počtu nažek na lodyhách .....	44
4.4.	Test klíčivosti křídlatky japonské .....	45
5)	Výsledky .....	46
5.1.	Určení zástupců druhu rodu <i>Reynoutria</i> .....	46
5.2.	Počet lodyh na m <sup>2</sup> .....	46
5.3.	Stanovení produkce nažek na m <sup>2</sup> .....	47
5.4.	Vyhodnocení klíčivosti nažek .....	50
6)	Diskuze .....	52
7)	Závěr .....	55
	Příloha I. ....	57
	Příloha II. ....	61



Příloha III. ....	63
8) Seznam literatury .....	66

Obsah příloh

## PŘÍLOHA I.

Obr. 1. Kořenový systém

Obr. 2. Spodní listy

Obr. 3. Rub spodního listu s chloupky

Obr. 4. Zvětšené chlupy na spodní straně listů druhů

Obr. 5. Horní list a květenství druhů

Obr. 6. Plody druhů

Obr. 7. Samičí květy druhů

## PŘÍLOHA II.

Obr. 1. Výskyt *R. japonica* var. *japonica* a *R. japonica* var. *Compacta*

Obr. 2. Výskyt *R. sachalinensis*

Obr. 3. Výskyt *R. x bohemica*

## PŘÍLOHA III.

Tab. 1 počet nažek na lodyhách

Tab. 2. Klíčivost nažek *R. japonica* tma

Tab. 3. Klíčivost nažek *R. japonica* světlo

Graf 1. Počet nažek na lodyhách lokalita Troja

Graf 2. Počet nažek na lodyhách lokalita Modřany

Graf 3. Klíčivost semen *R. japonica* v obou oblastech při T 10°C a T 20°C tma

Graf 4. Klíčivost semen *R. japonica* v obou lokalitách při T 10°C a T 20°C světlo

## 1) ÚVOD

Problematika šíření nepůvodních invazivních druhů je závažným problémem současnosti a to nejen z hlediska dopadů na biodiverzitu, ale v mnoha případech ze socioekonomického důvodu. Celosvětově je tato problematika řešena nejednotně, často pouze v závislosti na tom, zda šíření nepůvodních druhů přináší ekonomicky nepříznivé důsledky.

Česká republika sice nepatří mezi nejohroženější části Evropy, ale i zde vliv invazivních druhů na původní flóru rychle roste. Invazivní druhy jsou konkurenčně velmi silné a množí se velmi rychle a úspěšně.

Nejvíce rozšířený druh křídlatky = *R. japonica* se v našich podmínkách šíří hlavně vegetativně oddenky, ale i generativně semeny. Nicméně pokud se v nějaké oblasti křídlatky generativně rozmnožují, jejich šíření pomocí plodů je velmi efektivní.

Boj proti nim je velice nákladný a zdlouhavý. Pokročilé invazi je už velmi obtížné zabránit, a to i přesto, že máme různé herbicidy a další prostředky na likvidaci rostlin. V případě, že se jedná o nadměrný výskyt, který sebou přináší negativní následky, je nutné přistoupit k jejich regulaci. Jako nejúčinnější se osvědčilo opakované použití chemické cesty s kombinací s mechanickou regulací nadzemní masy. Regulace rozsáhlých porostů by měla být spojena s kontrolou a rekultivací ošetřením ploch, vysazením keřů a stromů a obnovou travního porostu, aby se zabránilo šíření ruderalních druhů.

V práci jsem se zaměřila na studium klíčení nažek vyvinutých na lodyhách křídlatky japonské (*Reynoutria japonica* Houtt.) z dvou vybraných lokalit na území hlavního města Prahy podél břehů Vltavy. V první lokalitě „Modřany“, se výskyt druhů rodu *Reynoutria* daří minimalizovat díky intenzivnímu obhospodařování rekreačních ploch. Jsou zde ale i místa, kolem železniční tratě, která jsou bohužel neudržovaná a zde se křídlatkám velice daří a pomalu a jistě se nekontrolovatelně rozrůstají. V druhé oblasti „Troja“ je výskyt druhu *Reynoutria* zaznamenán při březích toku Vltavy a její likvidace není nějak řešena.

## 2) CÍL PRÁCE

Hlavním cílem této práce bylo vyhodnotit intenzitu klíčení nažek u *R. japonica*, která má největší zastoupení jak v celé České republice, tak i na vybraných lokalitách na území hlavního města Prahy podél horního a dolního toku Vltavy. Ostatní druhy křídlatky, které se na lokalitách vyskytují, se vyskytují pouze v menším měřítku.

Dalšími cíli této bakalářské práce bylo:

- Stručně popsat geologický, geomorfologický a klimatický charakter vybraných lokalit.
- Na vybraných lokalitách určit všechny zástupce druhu rodu *Reynoutria*, které se zde nachází = křídlatka česká, křídlatka sachalinská i křídlatka japonská.
- Při terénním mapování stanovit počet lodyh na m<sup>2</sup> a průměr nažek na lodyhách.
- V laboratorních podmínkách stanovit počet vyklíčených nažek a vyhodnotit produkci nažek na m<sup>2</sup>.

### 3) LITERÁLNÍ REŠERŽE

#### 3.1. Biologické invaze

Téměř veškeré současné biologické invaze jsou způsobeny činností člověka (Myers et al., 2003). Jako takové jsou hrozbou původním ekosystémům (Williamson, 1996) a jsou proto sledovány po staletí. Od 60. let se jimi zabývá věda známá jako invazní ekologie (Rejmánek et al., 1995). Snaha odpovědět na základní otázky a příčiny ohledně invazí rostlin inspirovala mnoho praktických i teoretických prací spojených s touto tematikou, ať už z hlediska biogeografického (Hierro et al., 2005), evolučního (Maron et al., 2004), kompetičního (Bossdorf et al., 2004), nebo například z hlediska genetické variability. Při studiu biologických invazí, naráží na fakt, že každá invaze je unikátní, a tudíž její zobecnění není možné. (Dlugosch et al., 2008).

Elton (1958) byl mezi prvními, kteří na nebezpečí biologických invazí upozornili. Přiřadil biologickým invazím druhý stupeň nebezpečnosti pro přirozenou rozmanitost ekosystémů, hned za přímou destrukcí stanoviště.

#### 3.2. Úvod do invazí

Se zavlečenými (introdukovanými) druhy rostlin je v odborné literatuře spojena poměrně složitá terminologie. Přesná charakteristika toho, co znamená pojem invazní druh a v jakém vztahu se nachází ke svému okolí, je jedním z nejtěžších úkolů vědců, kteří se danou problematikou zabývají.

Velmi propracovaná, avšak poněkud složitá klasifikace Holuba a Jirásky (1967) zůstala omezena pouze na středoevropskou sféru. Tato klasifikace dělí rostliny na proantropofyty (původní druhy rostlin, jejichž areál se v důsledku lidské činnosti nezměnil) a synantropofyty (zavlečený druh rostlin, který se dostává z oblasti, kde je původní, vlivem člověka do oblasti, kde se před tím nevyskytoval) (Chytrý et al., 2005).

V posledních letech je nejčastěji citována definice dle Richardsona et al. (2000), kde je rostlinný druh popisován jako naturalizovaný, schopný vytvářet reproduktivní orgány, často ve velkých počtech, které jsou snadno rozšiřitelné do značných

vzdáleností od rodičovských rostlin. Tato definice je v současnosti užívaná ve vědecké literatuře. Tuto definici přijala za své mezivládní organizace EPPO a v rámci Úmluvy o biologické rozmanitosti (CBD) byla vytvořena terminologie týkající se biologických invazí.

### **3.3. Geografický původ nepůvodních druhů**

Většina nepůvodních druhů rostlin, které se vyskytují na území ČR, pochází z jiných oblastí Eurasie. Převážná většina archeofytů (druhů introdukovaných před rokem 1 500) je mediterálního původu, zatímco na původu neofytů (druhů introdukovaných před rokem 1 500) se téměř podílejí všechny světadíly (Pyšek et al., 2006). Téměř 18 % druhů bylo zavlečeno z Nového světa. Minimum druhů má svůj primární areál v jiných částech světa, např. v Austrálii. Odtud se do ČR dostávaly přes přestupní stanice většinou ze západní Evropy (Pyšek et al., 2006).

#### **3.3.1. Příčiny a způsoby zavlečení**

Nepůvodní druhy se mohou na nové území dostat dvěma způsoby. Prvním je úmyslné dovezení, druhým způsobem je neúmyslné zavlečení. Počátky úmyslné a neúmyslné introdukce sahají až do období neolitické revoluce (přibližně 5 300 př. n. l.). V průměru se u nás vyskytuje 9,0 % archeofytů a 2,3 % neofytů. Podíl archeofytů je podobný jejich podílu na celkovém počtu druhů květeny ČR, ale podíl neofytů je výrazně menší a to díky vzácnosti většiny druhů této skupiny. Podle období, kdy došlo k introdukci, rozdělujeme nepůvodní druhy na archeofyty a neofyty (Chytrý et al., 2005).

##### **3.3.1.1. Archeofyty**

Archeofyty jsou zavlečené rostliny, které se na naše území dostaly od počátku neolitu do konce středověku (cca roku 1 500). Většina archeofytů pochází ze Středozeří. Jsou hojně zastoupeny v polopřirozených suchých trávnících a loukách, kde jsou neofyty vzácnější (Chytrý et al., 2005).

### 3.3.1.1. Neofyty

Neofyty jsou zavlečené rostliny, které se na naše území dostaly od konce středověku do současnosti. Jejich původ je v ostatních částech Evropy (39,8 %) a Asie (27,6 %) a v Severní Americe (15,1 %) (Pyšek et al., 2002). Nejčastěji se vyskytují v narušených biotopech s dřevinnou vegetací, na produktivních půdách, jako jsou lesní kultury s nepůvodními listnatými stromy, lesní paseky nebo vrbové křoviny podél vodních toků (Chytrý et al., 2005).

Tab. 1. Počty nepůvodních druhů v ČR

	<b>Přechodně zavlečené</b>	<b>Etablované</b>	<b>Invazní</b>	<b>Nebezpečné invazní</b>	<b>Celkem</b>
<b>Archeofyty</b>	74	237	21	0	332
<b>Neofyty</b>	817	160	39	30	1046
<b>Nepůvodních celkem</b>	891	397	60	30	1378

(převzato Mlíkovský et al., 2006)

### 3.3.2. Hlavní cesty introdukce

Mlíkovský et al. (2006) uvádějí nejběžnější zdroje šíření: železniční nádraží, překladiště, říční přístavy a následně i vlastní silniční síť a dvory zpracovatelských závodů. Mezi 3 hlavní dopravní cesty patří:

Labská: lodní doprava po Labi z Hamburku do říčních přístavů, hlavně Děčína, Ústí nad Labem a Mělníka.

Panonská: převážně na Slovensko a jižní Moravu, dovoz hlavně z Balkánského poloostrova po Dunaji a Pomoravím.

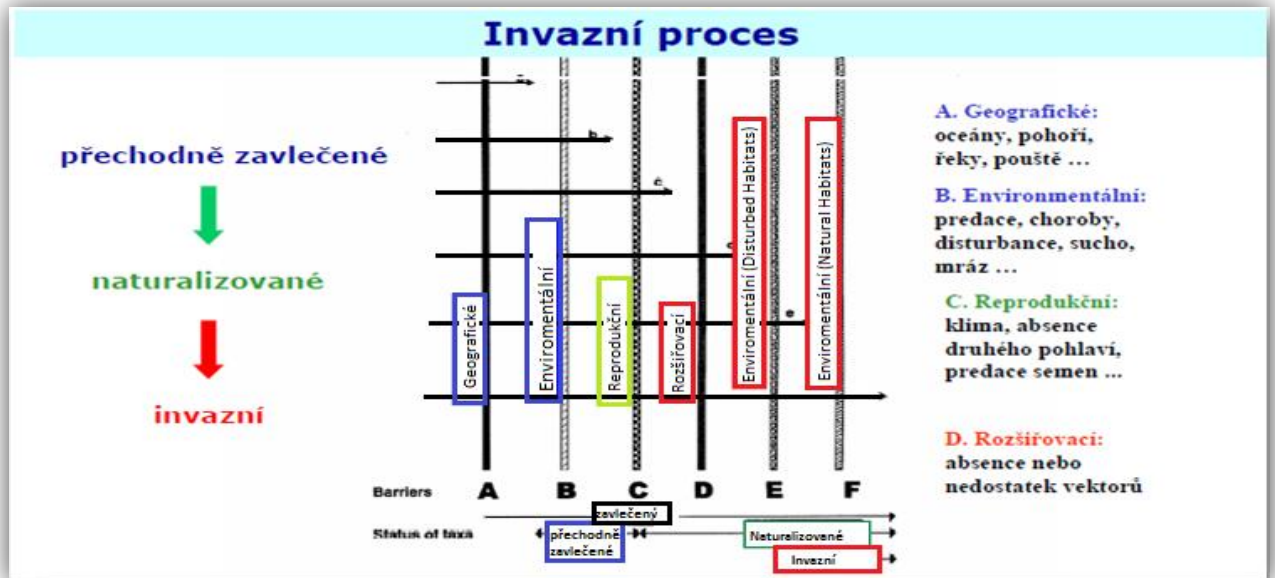
Východní cesta: v minulosti dovoz obilí z bývalého SSSR v současnosti jen dovoz s Ukrajinou

## 3.4. Vznik invazí

Cesta vzniku nového invazního druhu není jednoduchá. Invaze je definována jako proces, během něhož zavlečený druh musí překonat bariéry, které jsou dány vlastní přirozeností a podmínkami prostředí. Překonání bariér s grafickým vysvětlením

jednotlivých fází invazního procesu shrnul do názorného schématu (Richardson et al., 2000).

Obr. 1. Průnik invazních rostlin přes geografické a ekologické bariéry



(převzato Richardson et al., 2000)

Richardson et al. (2006) popisují tyto fáze:

- Vše začíná introdukcí neboli zavlečením nepůvodního druhu do nového prostředí. Tato fáze je obvykle zprostředkována lidmi.
- Další fází je uchycení, kde se nachází tzv. naturalizované rostliny, tedy rostliny schopné úspěšně produkovat životaschopné potomstvo bez lidské pomoci.
- V poslední fázi se druh stává invazním, to znamená, že vytváří velké populace a v krajině se šíří i na velké vzdálenosti.

S každou překonanou bariérou roste obtížnost pro překonání bariéry následující.

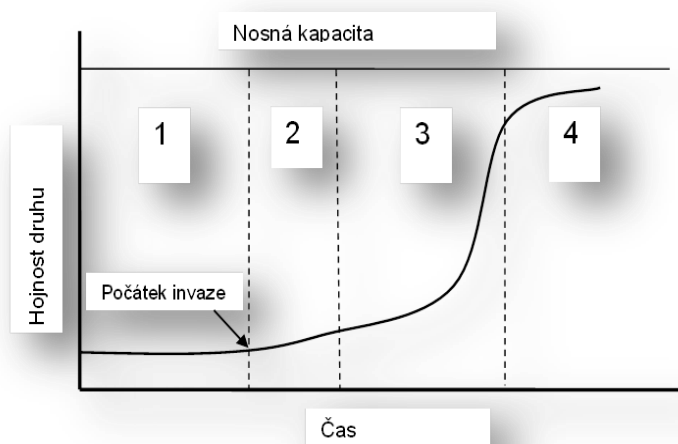
Aby byl rostlinný druh schopný přežít počáteční stádia po zavlečení i pozdější zdomácnování a pronikání do nenarušených společenstev, je nutné, aby měl ideální kombinaci invazních vlastností. Takových rostlin je poměrně málo, a proto většina zavlečených druhů vyšších stádií zdomácnování nedosáhne (Richardson et al., 2000).

### 3.5. Průběh invazí

Invazním procesem se rozumí vše, od překonání introdukční bariéry až po intenzivní šíření druhu. Jako první překonává invazivní druh biotickou bariéru místního prostředí a bariéru reprodukce (Mlíkovský et al., 2006).

Období mezi prvním známým zplaněním a nástupem fáze intenzivního šíření se nazývá lag fáze (Křivánek, 2006). V tomto období klidu se druh v krajině udržuje, adoptuje se na místní podmínky a může prodělavat i genetické změny (Pyšek, 1996a).

Obr. 2. Křivka průběhu invaze cizího druhu



(převzato Prach, 2001)

- 1) tzv. lag, druh se zatím nešíří, nebo jen nepatrně
- 2) počátek nárůstu lokalit
- 3) exponenciální nárůst lokalit
- 4) postupné obsazování všech vhodných lokalit na daném území

### 3.6. Klasifikace zavlečených rostlin

Aby bylo možné blíže specifikovat význam jednotlivých termínů, je třeba si důkladně stanovit, které rostlinné druhy můžeme považovat za původní a které ne.



Křivánek (2006) rozděluje zavlečené rostliny na:

1. Přechodně zavlečené - rostliny, které mohou v území dočasně přežít, případně se i rozmnožovat, nevytvářejí však populace dlouhodobě přetrvávající bez opakovaného přísunu diaspor. V České republice je těchto přechodně zavlečených druhů 891, většinou zplaňují v synantropních společenstvech.
2. Naturalizované - zavlečené rostliny, jejichž populace se v území opakovaně a dlouhodobě rozmnožují bez přispění člověka. Za naturalizované je považováno 397 druhů české flóry.
3. Invazní - naturalizované rostliny, jejichž potomstvo se dostává do značné vzdálenosti od mateřských jedinců, a mají tak potenciál rychle se šířit na rozsáhlém území. Jednatřicet invazivních druhů se nejen intenzivně šíří, ale také efektivně potlačuje populace ostatních druhů a tím mění podmínky prostředí, do nichž se šíří. Přibližně 10 % invazivních druhů, kteří mění charakter prostředí, jsou takzvaní transformens druhy.

### 3.6.1. Původní rostlinný druh (autochtonní)

Za původní druh lze považovat pouze takový druh, který se na území vyskytuje nezávisle na činnosti člověka.

Pyšek (1996c) podrobněji specifikoval druh ve třech stupních:

1. Pokud byl daný druh rozšířen člověkem před začátkem neolitu (cca 5-6 tis. let před n. l.), považuje se za původní, protože do té doby byl součástí přírody a jeho vliv na šíření rostlin se nelišil od vlivu ostatních velkých savců.
2. Za původní druh můžeme dále označit druh, který se na dané území dostal prostředky nezávislými na člověku (např. prostřednictvím ptáků)
  - 1) Daný druh se nepovažuje za původní, vyskytoval-li se na určitém území před nebo během cca 10 000 lety a později byl introdukovan, neboť zde rostl za jiných klimatických podmínek.

Další pohled nabízí Webb (1985), který navrhl pro posuzování původnosti rostlinných druhů dvě hlavní kritéria (fosilní doklady a historický doklad o zavlečení). Vedle těchto dvou základních kritérií, popisuje dalších pět pomocných

kritérií (charakter stanoviště, zeměpisné rozšíření, snadnost naturalizace, způsob rozmnožování a předpokládaný způsob introdukce).

### 3.6.2. Nepůvodní rostlinný druh (zavlečené, introdukované, adventivní, exotické)

Jsou to rostliny, které byly lidskou činností záměrně zavedeny do nových oblastí. Oblast, ve které se nepůvodní druh vyskytuje, označujeme jako sekundární neboli adventivní areál. Mnohé druhy mohou nadále přežívat jako přechodně zavlečené. Mohou se po určitou dobu i rozmnožovat, ale jejich přítomnost na území nikdy nepřestane být závislá na opakovaném zavlékání (Pyšek a Tichý., 2001).

## 3.7. Vlastnosti invazivních druhů

Mnoho autorů se pokusilo sestavit seznam biologických vlastností a znaků hypotetické rostliny, která je schopná úspěšně pronikat do zemědělských porostů nebo se stát invazní (Rejmánek a Pyšek 1995).

Baker (1965) předložil koncept ideálního invazního druhu. Jedná se o souhrn adaptačních vlastností plevelných rostlin, přičemž, čím více vlastností ze seznamu daný druh má, tím obtížnějším plevelem může být.

Souhrn adaptačních vlastností plevelných rostlin:

- 1) Produkce a klíčivost semen je realizována v přírodních podmínkách v širokém rozsahu
- 2) Aktivace ke klíčení dlouhověkých semen je řízena vnitřně
- 3) Rychlý růst a vývoj rostliny od vegetativního stádia až po generativní stádium
- 4) Možnost opylení větrem nebo hmyzem
- 5) Vytrvalé druhy mají vysoký potenciál vegetativního rozmnožování a snadněji dochází ke vzniku kořenového systému, který se obtížně z půdy odstraňuje
- 6) Rostlinné druhy mají vysokou konkurenční schopnost

Tento seznam pomáhá poodhalit jejich slabá místa. Pomáhá účinněji uplatňovat integrovaný management, popřípadě dovoluje rozpoznat invazní potenciál dosud nezavlečených rostlin.

Baker (1965) podotýká, že žádný druh nemá a ani mít nemůže všechny tyto vlastnosti.

### **3.8. Kritéria pro šíření druhu**

Jako kritérium pro šíření druhu se považuje arbitrální hranice rozšíření, což je dále než 100 m za méně než 50 let v případě šíření semeny nebo vegetativním rozrůstání. Při vegetativním rozrůstání (klonální šíření) se za arbitrální hranici považuje více než 6 m za méně než 3 roky (Křivánek, 2004a).

### **3.9. Negativní vlivy invazí**

K negativním vlivům invazí se řadí hlavně vytlačování původních druhů z jejich areálu výskytu, díky zdárné konkurenci o světlo, vodu, živiny a prostor, který je potřebný pro zdárný růst původních rostlin. Invazivní druhy mohou měnit vodní režim stanoviště, půdní vlastnosti a také mohou zvyšovat náchylnost k půdní erozi (Holec a Soukup, 2005).

Křivánek (2006) je přesvědčen, že nepůvodní druhy mohou hybridovat s původními druhy za vzniku často agresivních kříženců a zároveň snižovat rozmnožovací schopnosti a počet potomstva původního druhu. Výsledkem rostlinných invazí jsou lokální změny v biodiverzitě, ohrožení existence vzácné fauny a flóry a narušení přirozeného průběhu ekologických procesů (Holec a Soukup, 2005). Dnes je obecně uznáváno, že největší škody způsobuje *R. japonica* var. *japonica*. V budoucnosti mnoho odborníků předpokládá, že ji zřejmě předstihne agresivnější *R. x bohemica*.

Výskyt křídlatek způsobují:

- a) Značné starosti vlastníkům pozemků, kteří by na pozemku rádi pěstovali cokoli jiného.
- b) Úbytek původních rostlinných druhů, které nejsou schopny přežít v zapojených porostech. Přicházíme tak o mnohé vzácné a cenné druhy, vytlačovány mohou být i okrasné rostliny ve městech a obcích

- c) Úbytek domácích druhů živočichů, kteří jsou na domácí druhy rostlin vázáni. Porosty křídlatky neposkytují potravní zdroje hmyzožravým ani semenožravým druhům ptáků.
- d) Ekonomické dopady: V některých místech musí být opakovaně vynakládány prostředky na její likvidaci.
- okraje komunikací (bezpečnost dopravy)
  - plochy ve městech (estetické důvody)
  - zvláště chráněná území (ochrana přírody)
- e) Ztěžují využití zemědělské a lesní půdy.
- f) Komplikují protipovodňová opatření, zvyšují riziko eroze (v zimním a jarním období jsou plochy kolonizované křídlatkou bez jakéhokoliv vegetačního krytu) a narušují stabilitu břehů.

### **3.10. Řešení problematiky invazí**

Aby se předešlo katastrofickým invazím, snaží se řada států řešit problematiku invazních druhů v širokém měřítku od výzkumu přes regulaci až po informování široké veřejnosti. V řadě zemí je tento problém řešen komplexně. Dobrým příkladem v tomto ohledu mohou být Spojené státy americké, kde bylo v roce 1999 vydáno výkonné nařízení prezidenta W. Clintona týkající se invazí. Celonárodní program regulace invazivních druhů je spojený s vydáváním příruček a informačních materiálů (Křivánek, 2004b).

#### **3.10.1. Prevence proti invazím**

Existuje šest hlavních způsobů šíření invazivních druhů: vypuštění, únik, kontaminující látka, černý pasažér, koridor a spontánní šíření. Invazivní druhy se většinou šíří přímo nebo nepřímo obchodem.

Aby bylo možné omezit další šíření touto cestou nebo mu v tom přímo zabránit, bylo by třeba posílit kontroly a inspekce na hranicích společně s postupy posouzení s cílem rozhodnout o vhodnosti dovozu nových komodit. O takových postupech je

třeba informovat formou výměny informací mezi vnitrostátními, regionálními a mezinárodními subjekty zabývajícími se kontrolou biologických invazí.

### 3.10.2. Včasné zjištění a rychlá eradikace invazivních druhů

Závisí na účinných monitorovacích programech za pomoci postupů včasného varování, dalších oblastí, které mohou být zasažené. Pokud již invazivní druh zdomácněl a šíří se po rozsáhlé zeměpisné oblasti, byly by vhodné koordinační eradikační programy pod dohledem a možná i za finanční podpory ústředního subjektu.

### 3.10.3. Kontrola nebo dlouhodobé omezování

Jestliže již došlo ke zdomácnění a rozšíření invazivního druhu, je třeba klást důraz na kontrolu a omezení. To opět vyžaduje účinnou výměnu informací a provádění koordinovaných kampaní, které se zaměřují na kontrolu nebo zastavení šíření dotyčných druhů (Haag, 2002).

## **3.11. Projekty 6. rámcového programu EU zaměřené na biologické invaze**

Výzkum biologických invazí dospěl v posledním desetiletí do fáze, kdy začalo být jasné, že k dalšímu rozvoji teoretických znalostí i praktických aplikací je nutné shromáždit rozsáhlejší datové soubory, které by se staly podkladem důkladnějších analýz (Pyšek et al., 2006, Richardson and Pyšek, 2006). Zároveň začal být problém invazních druhů vnímán i na politické úrovni, povětšinou v souvislosti s ekonomickými důsledky a ohrožením biodiverzity (Parker et al., 1999, Pimentel, 2002), co se projevilo zvýšeným přísunem finančních prostředků na výzkum.

V USA vydal prezident Clinton v roce 1999 tzv. executive order“ č. 13112, týkající se invazních druhů. Tím legislativně posvětil, že je třeba problému věnovat pozornost. Biologické invaze se tak staly v USA jednou z výzkumných priorit, čím se ještě prohloubilo dominantní postavení této země v celosvětovém výzkumu invazí (Pyšek et al., 2006).

V Evropě se vzrůstající povědomí o významu biologických invazí projevilo ve vyhlášení výzkumných témat posledních dvou rámcových programů (RP) Evropské unie. V 5. RP (1999–2002) byl financován projekt zaměřený na modelový invazní druh *Heracleum mantegazzianum*. Jednou z priorit výzkumu biodiverzity se pak staly biologické invaze v 6. RP (2002–2006), kdy byly financovány projekty DAISIE, zaměřený výlučně na invaze, a ALARM, komplexní projekt, v něm invaze hrají významnou roli jako jeden z faktorů ohrožujících biodiverzitu.

V biologických invazích se značná část teorie opírá o analýzy druhotných dat, kterých je k dispozici velké množství, ale jsou povětšinou roztroušena v národní literatuře a nesčetných databázích (Meyerson and Mooney, 2007).

Snahou obou projektů proto nebylo, alespoň pokud jde o invaze, sbírat primární data, nýbrž využití dat stávajících.

Obr. 3. Přístup projektu ALARM ke studiu činitelů ohrožujících biodiverzitu.



Upraveno podle (Settele et al., 2005).

Na vodorovné ose je vzrůstající pravděpodobnost, že k události (např. invazi rostlinného druhu) dojde, na svislé její důsledky (pravděpodobnost, že invaze bude mít impakt, tedy ekologické a ekonomické důsledky). Míra rizika stoupá se zvyšující se pravděpodobností na obou osách; nejvyšší riziko představují vysoce pravděpodobné invaze s velkým impaktem.

### 3.12. Mezinárodní smlouvy a úmluvy

S negativními dopady šíření invazních druhů bylo přijato několik mezinárodních úmluv a směrnic.

**Úmluva o ochraně rostlin** = (*International Plant Protection Convention – IPPC*) byla uzavřena v Římě v roce 1951 v rámci Organizace spojených národů pro výživu a zemědělství (OSN - FAO).

**Úmluva o ochraně evropské fauny a flóry a přírodních stanovišť (Bernská úmluva)** = (*Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats*) byla sjednána ve švýcarském Bernu 19. září 1979. Je zaměřena na ochranu evropské fauny, flóry a přírodních stanovišť. Úmluva vstoupila v platnost 1. června 1982. Úmluva má 45 smluvních stran (k 30. 9. 2006) z evropského i afrického kontinentu. ČR je smluvní stranou Bernské úmluvy od 1. 6. 1998 (Stejskal, 2006).

Mezi cíle Bernské úmluvy patří:

- chránit planě rostoucí rostliny a volně žijící živočichy a jejich přírodní stanoviště
- prosazovat spolupráci mezi státy při ochraně přírody
- klást zvláštní důraz na ochranu ohrožených a zranitelných druhů, a to včetně stěhovavých druhů

Tyto směrnice se vztahují i pro Českou republiku a podle obou těchto směrnic záměrné vysazování jakéhokoli nepůvodního druhu do volné přírody musí být provedeno tak, aby nedošlo k poškození přírodních stanovišť nebo původních volně žijících živočichů a planě rostoucích rostlin (Křivánek, 2006).

**Úmluva o biologické rozmanitosti (Úmluva o biodiverzitě)** = (*Convention on Biological Diversity*) CBD, byla sjednána: 1992 Rio de Janeiro, v ČR platná od: března 1994. Úmluva je celosvětově hodnocena jako klíčový dokument v ochraně biologické rozmanitosti na všech třech úrovních (genová, druhová a ekosystémová).

Klade tři základní cíle:

- ochranu biologické rozmanitosti, která je chápána jako rozmanitost všech živých organismů a systémů, jichž jsou tyto organismy součástí,
- udržitelné využívání jejích složek,

- o spravedlivé a rovnocenné rozdělování přínosů plynoucích z genetických zdrojů. (Křivánek, 2004b).

### **3.13. Současná právní situace v ČR**

V České republice, na rozdíl od celosvětových snah, není uspokojivým způsobem problematika biologických invazí zakotvena ani v právních předpisech. Prvním krokem k zahájení společného boje proti nebezpečným invazím je vytvoření přehledu institucí, zabývajících se touto problematikou, ať již na úrovni státní správy, nestátních organizací, tak i dobrovolných sdružení (Křivánek, 2004b).

### **3.14. Legislativa v České republice**

Stýblo (2009) je přesvědčen, že se v Česku daří invazivním druhům kvůli chybějící legislativě. Podle deníku Le Soir se Česko počtem nepůvodních druhů řadí mezi 27 států EU na čtvrtou pozici. Více těchto druhů, jejichž celkové ekonomické škody v Evropě experti odhadují na zhruba 12 miliard eur (308 miliard korun) ročně, mají prý jen ve Francii, v Belgii a v Británii.

**§ 326/2004 Sb. Zákon o rostlinolékařské péči a o změně některých souvisejících zákonů v odst. 1 písm. b)** upravuje v souladu s předpisy Evropských společenství práva a povinnosti fyzických a právnických osob, týkající se ochrany proti zavlékání organismů škodlivých rostlinám nebo rostlinným produktům do České republiky z ostatních členských států Evropské unie a ze třetích zemí, proti jejich rozšiřování na území České republiky a proti zavlékání těchto škodlivých organismů na území ostatních členských států Evropské unie a třetích zem (Kökörčený, 2006).

**Vyhláška č. 330/2004 Sb. k zákonu 326/2004 Sb.** Tato vyhláška upravuje opatření proti zavlékání a rozšiřování škodlivých organismů rostlin a rostlinných produktů.

**§ Zákon 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny ve znění pozdějších předpisů** Stanoví, možnost šíření geograficky nepůvodních druhů rostlin a živočichů pouze s povolením orgánu ochrany přírody“. Toto ustanovení v § 5 odst. 4 neplatí pro nepůvodní druhy rostlin, pokud se hospodaří podle schváleného lesního hospodářského plánu nebo vlastníkem lesa převzaté lesní hospodářské osnovy.



Ačkoliv se zákon 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny invazními druhy přímo nezabývá, hraje v opatření proti jejich šíření významnou roli.

- Vlastníkům a nájemcům pozemků ukládá povinnost zlepšovat podle jejich možností stav dochovaného přírodního a krajinného prostředí za účelem zachování druhového bohatství přírody a zachování systému ekologické stability (§ 68, odst. 1).
- V případě, že vlastník či nájemce pozemků sám opatření ke zlepšení stavu prostředí na výzvu orgánu ochrany přírody neprovede, jsou podle § 68, odst. 3 „orgány ochrany přírody oprávněny provádět zásahy ke zlepšení přírodního a krajinného prostředí samy či prostřednictvím jiného“.
- Podle odst. 4 § 68 je vlastník pozemku povinen provedení zásahu strpět a umožnit vykonávajícím osobám vstup na pozemek. (Kökörčený, 2006)

### **3.15. Financování projektů – celosvětově**

Celosvětově se odhaduje, že invazní druhy způsobují globální ekonomice roční ztráty ve výši 1,4 bilionu USD (což představuje 5% HDP planety).

Dle odhadů stály např. do roku 1993 nepůvodní druhy americkou ekonomiku 96,94 miliard USD. Kontrola 12 nejnebezpečnějších druhů stála ve Velké Británii v letech 1983–1992 ročně 334 milionů USD.”V letech 1992 až 2002 bylo financováno více než 100 projektů (v celkové výši 27 milionů EUR). V letech 2003 až 2006 bylo financováno 80 projektů (v celkové výši 17 milionů EUR) (Brožová et al., 2005).

#### **3.15.1. Financování projektů v České republice**

Řada organizací působící v České republice řeší problém invazí často nekoordinovaně, což vede ke zbytečným výdajům financí, času a energie. Dotace mohou poskytnout krajské úřady, finance na invazní druhy někdy mají vyčleněny i jednotlivé obce. Zásahy proti invazním druhům lze financovat i z prostředků na management chráněných území. Na osvětové akce pro školy lze patrně získat finance z prostředků od daňových poplatníků na kapitolu školství (Brožová et al., 2005).

### 3.15.2. Aktivity státních organizací a státní správy

Státní program ochrany přírody a krajiny ČR (SPOPK ČR, 1998) se nezabývá problematikou invazních druhů. Cíle, týkající se nepůvodních invazních druhů, jsou zakotveny pouze v Státní politice ŽP 2004 - 2010 (usnesení vlády č. 235/2004). Ukládají vypracovat soubor opatření na omezení introdukce geograficky nepůvodních druhů do volné krajiny. Podle průzkumů probíhá systematické omezování invazních druhů zejména ve velkoplošných zvláště chráněných územích a to vždy v rámci celých povodí. (Brožová et al., 2005).

### 3.15.3. Aktivity nevládních organizací

Na úrovni nestátních neziskových organizací řeší problematiku biologických invazí některé základní organizace Českého svazu ochránců přírody. V období 1997 - 2002 bylo z Programů péče o krajinu, podskupiny dotací - činnosti ve volné krajině, investováno do omezování invazních druhů přes 6,6 milionu korun. V oblasti nestátních organizací se ale lze setkat i s opačnou tendencí - např. prosazování i invazních druhů (křídlatky) pro rekultivační a fytoenergetické účely (Brožová et al., 2005).

## 3.16. Způsoby regulace invazivních druhů

Způsoby regulace invazivních druhů jsou tři. Při čemž platí, že s rostoucími okamžitými náklady stoupá i účinnost postupu.

Křivánek et al. (2004) popisují tyto způsoby regulace:

- a) Eradikace – totální zničení všech populací invazivního druhu včetně semen, oddenků a jiných částí rostlin umožňujících opětovné nové zavlečení na stanoviště. Jedná se o nejnákladnější postup regulace.
- b) Kontrola – omezení výskytu druhu. Spočívá zejména v likvidaci okrajových populací, které slouží pro další šíření. Tento způsob regulace je méně nákladný, ale investice v dlouhodobém horizontu převyšují první popsanou regulaci. Plochy je třeba pravidelně kontrolovat a zamezovat opětovnému zarůstání.

c) Potlačení – zabránění dalšímu šíření do dalších biotopů a stanovišť.

### 3.16.1. Metody regulace a potlačování výskytu křídlatek

Regulace křídlatek je velmi obtížná, neboť je nutné redukovat celý oddenkový systém. Zvlášť důležité je zachytit počáteční stav výskytu, protože pokud dojde k zaplevelení velkých ploch křídlatkou, je její regulace značně finančně náročná, popř. zcela nemožná.

Nejúčinnějším způsobem regulace křídlatek je několikaleté uplatňování kombinace mechanických a chemických metod. Jiný způsob je metoda regulace v kombinaci mechanického narušování biomasy nasegmentováním oddenků a lodyh v jarních měsících, které se na lokalitě ponechají přirozeně regenerovat a ke konci vegetační sezóny (srpen) se na zregenerované výhony aplikuje totální systémový herbicid. Touto metodou lze snížit regenerační potenciál zejména oddenkového systému a dosáhnout úplné likvidace porostu po dvou letech zásahů (Kroutil, 2007).

Dalším publikovaným návodem jak regulovat křídlatky je metodika regulace křídlatky vydaná Moravskoslezským krajem v roce 2008. Zmiňovány jsou v ní následující postupy.

### 3.16.2. Metody konvenční

Postřik porostů (na list) se provádí roztokem herbicidního přípravku Roundup Biaktiv v koncentraci 7% nebo 10% (dle vyhodnocení účinnosti v předešlém roce).

### 3.16.3. Aplikace herbicidu postřikem na list v pozdním létě

Postřik porostů provádíme v pozdním létě nejlépe v době poupat a květu (srpen, září), nejpozději 10 dní před prvními mrazy. Ve zvláštních případech je možné začít již koncem května (za cenu nižší účinnosti) roztokem herbicidu Roundup Biaktiv. Postřik provádíme opatrně a šetrně k okolní flóře postřikovačem (jednotlivé rostliny) nebo rosením (souvislé plochy) na vzrostlé rostliny pouze za vhodného počasí (bezvětrí - větřík, beze srážek při ošetřování a alespoň 6 hodin po ošetření), nelze bezprostředně po intenzivních srážkách. Před aplikací roztoku musíme zajistit

rovnoměrné zvlhčení celé rostliny. Za 14 – 28 dní po prvním postřiku je nutná kontrola ošetřených rostlin. Na rostliny, které přežily, opakujeme aplikaci postřiku až do úplného zničení porostu (cca 2 - 3x).

**Vysoké porosty** před aplikací herbicidu v květnu - červnu porost pokosíme a po 4 – 6 týdnech (nejdříve v červenci) provedeme postřik.

**Plošně rozsáhlé porosty** ošetřujeme postřikem od krajů a po 2 - 3 týdnech dokončíme postřik neošetřených rostlin nebo vysekáme nebo vyšlapeme (ohnutím stvolu) do porostu cesty tak, aby bylo možno dostat se s postřikovačem všude. V tomto případě je nutné v příštím roce ohlídat ošetření vysekaných částí.

#### 3.16.3.1. Aplikace herbicidu postřikem na list celoročně

První aplikaci herbicidu provádíme v jarním období (květen, červen), kdy křídlatka vyrůstá, dosahuje výšky málo nad 1 metr a je olistěná. Postřik opakujeme znovu po 2 - 3 měsících dle potřeby na redukované ploše.

Předpokládaná průměrná spotřeba herbicidu je 26 l/ha na 4 roky, kdy by pokryvnost křídlatky měla klesnout pod 10% původního stavu, spotřeba se liší dle pokryvnosti křídlatky (od 13 do 39 l/ha na 4 roky).

Jedná se o nejučinnější známou metodu, kde se účinnost zvyšuje aplikací v pozdním létě. Nevýhodou je vnášení cizorodých látek do životního prostředí a možnost vzniku odolnosti rostlin na herbicid. Pokud budou v průběhu ošetřování porostů nalezeny semenáčky křídlatky, je vhodné je vykopnout a nechat uschnout, popřípadě spálit. Pro zpřístupnění terénu na extrémně zarostlých plochách je vhodné před první aplikací odstranit suchou biomasu.

#### 3.16.3.2. Aplikace herbicidu vpichy do stvolů

Při injekční aplikaci použijeme 20 - 30% herbicidu Roundup Biaktiv, vždy cca 5 ml do stvolu. Používáme u stonků od průměru minimálně 1,5 cm (nejčastěji 1,5 - 5 cm v průměru). Aplikujeme nízko nad zemí (pod 2. nebo 3. nodem) nebo ve výšce 1,3 m nad zemí na malých lokalitách s nízkou pokryvností a na citlivém území.

Předpokládaná průměrná spotřeba herbicidu je 56 l/ha na 4 roky, kdy by pokryvnost křídlatky měla klesnout pod 10% původního stavu, spotřeba se liší dle pokryvnosti křídlatky (od 28 do 84 l/ha na 4roky).

Velmi vhodné je pořídit si pro tuto práci speciální injektážní pistole (aplikátory). Přestože se jedná o chemickou aplikaci, je velmi citlivá k okolí a minimalizuje zasažení okolí. Ve výjimečných případech může dojít v následujících letech k výluhům herbicidu z rhizomů. Toto nebezpečí je možno předpokládat v případech, kdy byly ošetřeny velké plochy, jsou mimořádně velké srážky a na půdách s malým množstvím organických látek.

#### 3.16.4. Kombinovaná metoda

První ošetření provedeme postřikem herbicidu Roundup Biaktiv na list. V následujících letech ošetřujeme pravidelným kosením 4 - 8 x za sezónu.

#### 3.16.5. Metody alternativní

##### 3.16.5.1. Kosení

První zásah je vhodné provést v první polovině května, předtím, než rostlina začne ukládat asimiláty do rhizomů, navíc výhony nejsou zcela vyvinuty a kosení je snazší. Frekvenci kosení je nutno přizpůsobit růstu, vždy kosit kolem 40 cm výšky co nejnižší od země. Počet sečí se v prvním roce pohybuje kolem 8 sečí za rok, v následujících letech kolem 6 sečí za rok. Více sečí zvyšuje náklady a neodrazí se v účinnosti. Po letní přestávce, která slouží ostatním bylinám k vykvetení a dozrání semen, provedeme od druhé poloviny srpna další seč (vždy po dosažení výšky 40 cm).

Tato metoda je velmi citlivá k životnímu prostředí. Nejsou zde použity cizorodé látky. Nevýhodou je velká časová náročnost, kdy se ústup křídlatky projeví až po třech letech. Nikdy nevede k úplné eradikaci, vždy je potřeba následná péče alespoň 4 - 7 let.

#### 3.16.5.2. Spásání

Optimálním zvířetem pro spásání křídlatky jsou ovce. Preferují vyzrálé listy, proto je nutno pást dlouhodobě nebo opakovaně 3 - 4x za rok. Porost nesmí přerůst výšku 150 cm, pokud k tomu dojde, je nutno jej posekat. Při celoroční pastvě je potřeba 10 - 20 zvířat/ha, při intenzivní pastvě více.

Tuto metodu lze bez problémů použít u vody. Nejsou zanášeny cizorodé látky do životního prostředí. Některá plemena ovcí listy křídlatky preferují před trávou a jinými bylinami. Nevýhodou je přesun zvířat, kdy může docházet k rozrušování břehů. K vymizení křídlatky dochází po 4 - 7 letech.

#### 3.16.5.3. Vykopávání rostlin

Vykopávají se celé rostliny včetně rhizomů několikrát za vegetační sezónu, vždy po obnově porostu po předchozím zásahu. Je nutné dbát zvýšené opatrnosti a zabránit přesunu vykopaných rhizomů. Po podzimním ošetření lokalitu podsejeme travní směsí.

Při použití této metody nedochází ke vnášení cizorodých látek do prostředí. Lze ji použít na citlivých lokalitách, kde je vyloučeno použití herbicidu. Tato metoda vyžaduje pečlivý a zodpovědný přístup. Hrozí nebezpečí šíření křídlatky přenosem rhizomů, proto se musí minimalizovat přesun rostlinných zbytků vodou a větrem. Na lokalitách v bezprostřední blízkosti vodních toků hrozí zvýšená eroze půdy po narušení vykopáním.

#### 3.16.5.4. Ošetření území po regulaci křídlatky

Suchou biomasu po seči či po aplikaci herbicidu Roundup Biaktiv spálíme na bezpečném místě. Pálení není nutné v případě, že příslušný dotační titul, ze kterého je činnost financována, pálení nedovoluje. Takto ošetřené plochy je vhodné podset trávou, která je odolná seči a brání erozi nebo osázet původními druhy rostlin a stromů, aby nedocházelo k další invazi křídlatky.

Všechny tři druhy mají velmi podobné ekologické vlastnosti, ale při aplikaci metod regulace se ukázalo, že reakce jednotlivých druhů jsou různé.

V případě křídlatky japonské bylo pozorováno značné působení herbicidu nejen po postřiku, ale i v následující sezóně.

Křídlatka sachalinská vzhledem ke své nižší regenerační schopnosti reaguje lépe na mechanické narušování, zejména na narušování oddenkového systému.

V případě křídlatky české je regenerace po mechanickém narušení poměrně masivní a výrazně rozložena do delšího časového úseku a proto je jednorázový postřik méně účinný. K její úplné likvidaci by bylo nutné provádět mechanické narušování stanovišť v kombinaci s postřikem herbicidu po několik vegetačních sezón. (Kroutil, 2007)

Tab. 2. Srovnání metod regulace křídlatky

Metoda	Citlivost k ŽP	Účinnost likvidace	Časová náročnost
<b>Postřik herbicidem na list</b>	nízká	vysoká	nízká
<b>Injekční aplikace herbicidu</b>	střední	vysoká	vysoká
<b>Kombinace herbicidu a kosení</b>	střední	střední	střední
<b>Kosení</b>	vysoká	nízká	vysoká
<b>Spásání</b>	vysoká	nízká	vysoká
<b>Vykopávání</b>	střední	nízká	vysoká

(převzato Kroutil, 2007)

### 3.17. Botanická charakteristika rodu *Reynoutria*

Řád: Caryophyllales (hvodíkotvaré)

Čeleď: Polygonaceae Juss. (rdesnovité)

Rod: *Reynoutria* Houtt.

V současné době má tento rod na území ČR tyto zástupce:

- *R. sachalinensis* (Friedr.Schmidt) Nakai – křídlatka sachalinská
- *R. japonica* Houtt. – křídlatka japonská
- *R. japonica* var.*japonica* – křídlatka japonská pravá
- *R. japonica* var.*compacta* (Hooker fil.) Moldenke – křídlatka japonská tuhá
- *R. x bohemica* Chrtek et Chrtková – křídlatka česká

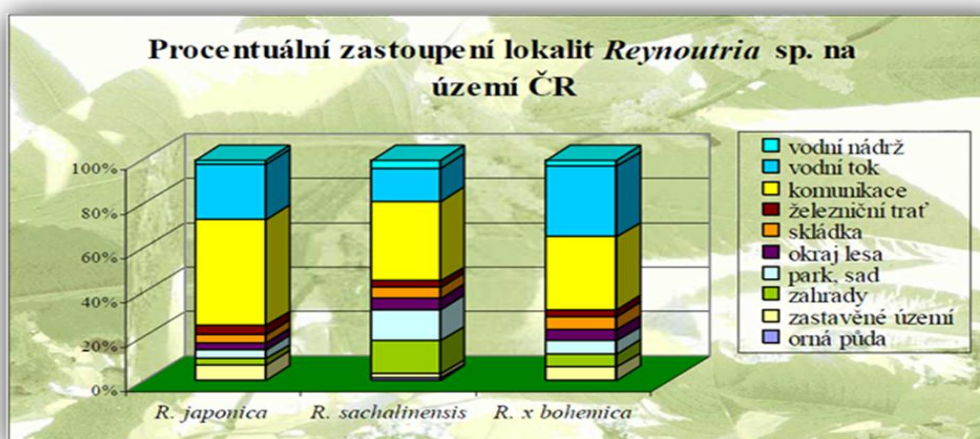
Tento rod byl pojmenován na počest vlámského mecenáše botaniky Karla van Sint Omaars (van Reynoutre). Křídlatky jsou vytrvalé dvoudomé byliny s bohatě rozvětvenými, silnými oddenky, které se v sekundárním areálu rozmnožují převážně vegetativním způsobem (Chrtek 1990). Šíří se převážně prostřednictvím vodních toků (záplavy), větrem, železniční dopravou a také při úpravě terénu (navážka půdy). Křídlatky jsou odolné proti vymrzání v zimě, ale jsou citlivé na pozdní jarní nebo časně podzimní mrazy, případně letní sucho (Mandák et al., 2004).

### 3.18. Procentuální zastoupení stanovišť na území ČR

Optimálním prostředím pro křídlatky jsou stanoviště s dostatkem vody a živin především na březích řek a potoků. Osidlují zejména místa narušená lidskou činností (po stavebních úpravách, stavebních a výkopových materiálů, okraje cest, skládky, neobdělávané a neudržované pozemky, okolí silnic a železnic) (Mandák et al., 2007).

Křídlatky rostou nejčastěji podél vodních toků, lemují silnice a cesty, v menší míře rostou na skládkách, rumišťích, opuštěných plochách a v lidských sídlištích. Mohou se vyskytovat na živinách chudých, vysýchavých substrátech, ale i na úrodných půdách aluvií řek a potoků. Nevyhýbají se ani znečištěným synantropním substrátům (Pyšek a Tichý 2001).

Graf 1. Graf procentuálního zastoupení lokalit *Reynoutria* sp. na území ČR



(převzato Mandák et al., 2004)



Křídlatce vyhovují hlubší půdy s dostatečnou zásobou živin, zejména dusíku a draslíku. Tu si v přirozených podmínkách obnovuje bohatým opadem listů a odumřelých stonků (Sladký, 2003). Obecně dávají přednost kyselým podkladům před vápenatými (Chrtek 1990). Roste velmi rychle první dva měsíce, nejlépe v mírně zásadité půdě (pH 7), ale celkem dobře snáší i rozsah pH 4 - 8. Neroste na půdách mělkých, kamenitých a výsušných nebo jen s velmi nízkým výnosem (Sladký, 2003).

### **3.19. Zeměpisné rozšíření křídlatek**

V literatuře, kde je uváděné „rozšíření“ nevystihuje úplně reálnou situaci, protože v jižní části areálu výskytu patrně velmi často docházelo k záměně křídlatky japonské s křížencem křídlatkou českou. Zdá se, že v teplejších a východněji položených oblastech (Maďarsko, Rumunsko, Bulharsko) převládá kříženec a rodičovské druhy jsou zde vzácné. Tento kříženec roste v Anglii na zahradách od roku 1872 a nyní také planě na většině území Evropy a v Severní Americe.

### **3.20. Způsoby rozmnožování křídlatek**

V našich podmínkách se křídlatka šíří především vegetativně, díky mohutnému oddenkovému systému, schopný dosáhnout až dvoumetrových hloubek. Rostliny každoročně vytvářejí značné množství semen (Bímová, 2004).

#### **3.20.1. Vegetativní rozmnožování křídlatky**

Šíření na zcela nová stanoviště se nejčastěji děje kousky křehkých oddenků, odlomených za různých okolností. Studie Hruškové a Hofbauera (1999) prokázaly schopnost křídlatek regenerovat se ze stonkových řízků ve vodním prostředí i ve vlhké zemině, kdy k vytvoření nové rostliny stačí pouze několikacentimetrové fragmenty lodyh s jedním nodem z kterékoliv části rostliny. Studie regenerace u všech druhů křídlatek, které se na našem území vyskytují, byla uskutečněna v roce 1998 v srpnu a září z jednotlivých částí mateřských lodyh. Již po 15 dnech se z úžlabních pupenů vytvořily adventivní kořeny.

Nejnižší regenerační schopnost měla křídlatka česká a nejvyšší křídlatka sachalinská. Křídlatka japonská se svými regeneračními schopnostmi blížila více křídlatce sachalinské než české.

### 3.20.2. Generativní rozmnožování křídlatky

Rozmnožování pomocí semen v našich podmínkách je značně omezené, jelikož semena nestačí dozrát. V poslední době, díky teplejším rokům, bylo generativní rozmnožování zaznamenáno ve větší míře než dříve. Semenáčky *R. japonica* jsou ve volné přírodě velmi vzácné a mohou přežívat středoevropské klima jen za určitých dosud nespécifikovaných podmínek.

Vzhledem k tomu, že do Evropy byl zavlečen pouze jediný samičí klon křídlatky japonské, nemůže se *R. japonica* rozmnožovat generativní cestou (v sekundárním areálu chybí pylová zrna), i když jsou rostliny na podzim obsypány klíčovými plody. Ty náleží křížencům s *R. sachalinensis* nebo *Fallopia aubertii* (L. Henry) Holub (Mandák et al., 2007).

#### 3.20.2.1. Cytologická variabilita

V průběhu čtyř let bylo nashromážděno 250 klonů křídlatek rovnoměrně sebraných na území ČR. Tento vzorek umožnil ukázat cytologickou variabilitu jednotlivých taxonů. Zatímco jak *Reynoutria japonica* var. *japonica* ( $2n = 88$ ), tak *Reynoutria japonica* var. *compacta* ( $2n = 44$ ) jsou cytologicky uniformní na území ČR, vykazuje *Reynoutria sachalinensis* určitou variabilitu - nejběžnější jsou tetraploidní klony ( $2n = 44$ ) s tím, že se v menší míře vyskytují i klony hexaploidní ( $2n = 66$ ) a oktoploidní ( $2n = 88$ ). U křížence *Reynoutria* × *bohemica* byla zaznamenána nejvyšší variabilita pravděpodobně jako důsledek recentní hybridizace, zpětné hybridizace či splývání neredukovaných gamet v průběhu oplození (Mandák, 2004).

#### 3.20.2.2. Genotypová variabilita

Všech 250 nashromážděných klonů křídlatek bylo využito ke stanovení genotypové variability pomocí isoenzymové analýzy jednotlivých druhů na území

ČR. Výsledky ukázaly, že druh *R. japonica* var. *Japonica* postrádá jakoukoliv variabilitu a na celém území ČR se vyskytuje pouze jeden jediný samičí klon. U *R. japonica* var. *compacta* byly nalezeny dva genotypy. Druh *R. sachalinensis* vykazuje minimální variabilitu s tím, že na území ČR se vyskytuje jeden běžně rozšířený tetraploidní genotyp a tři velmi vzácné. Jednoznačně nejvariabilnějším taxonem je kříženec *R. × bohemica*, který pravděpodobně příležitostně vzniká v přírodě jako důsledek křížení *R. japonica* a *R. sachalinensis* nebo dochází ke generativnímu rozmnožování samotného křížence, pokud se k sobě dostanou samčí a samičí klony. Stejně jako v případě *R. sachalinensis* se i u křížence vyskytuje jeden genotyp běžně rozšířený na celém území ČR a dalších deset genotypů v místech, kde pravděpodobně dochází ke generativnímu rozmnožování. Oblasti s vyšší genotypovou diverzitou jsou invazí křídlatek zasaženy nejvíce, což pravděpodobně koresponduje s nárůstem genetické variability a možným vznikem nových, invazně úspěšných genotypů (Mandák, 2004).

### **3.21. Křídlatka japonská (*Reynoutria japonica* Houtt.,)**

(syn. *Fallopia japonica* [Houtt.]RonseDecr.)

V Evropě se vyskytuje ve dvou varietách:

- křídlatka japonská pravá (*R. japonica* var. *japonica* Houtt.)
- křídlatka japonská tuhá (*R. japonica* var. *compacta* [Hook.f.] Moldenke)

Velmi hojný druh šířící se na synantropních tak i na přirozených stanovištích. Tento druh se vyskytuje ve dvou varietách. První *R. japonica* var. *Compacta* (Hocker fil.) Moldenke se vyskytuje na našem území vzácně nicméně z invazního hlediska je velice perspektivní. Druhá je *R. japonica* var. *Japonica*, která se vyskytuje na našem území nesrovnatelně hojněji (Mandák et al., 2002).

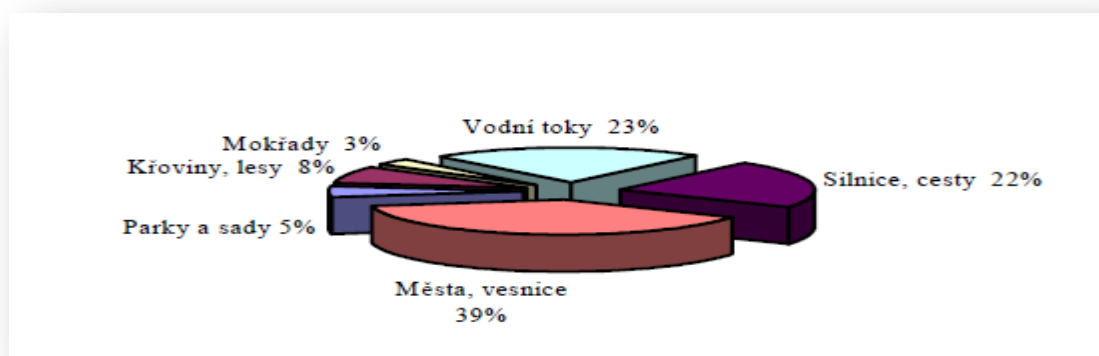
#### **3.21.1. Výskyt křídlatky japonské v ČR**

Na území Čech byla křídlatka japonská introdukována na sklonku 19. století (v roce 1883 v jižních Čechách) a spontánní šíření je datováno do třicátých let

20. století (vůbec první záznam je z roku 1902 ze severních Čech). Mapa rozšíření *R. japonica* v příloze II obr.1.

V ČR se vyskytuje na celém území od nížin až po podhorské oblasti, masivně především v okolí vodních toků, komunikací, lidských sídlišť, na ruderálních stanovištích a také v parcích a zahradách, kde je záměrně pěstována. Mezi nejvíce zasažené lokality patří Poohří, Děčínsko, okolí Mladé Boleslavi, Broumovsko a Frýdecko - Místecko. Méně častý výskyt tohoto druhu je udáván pouze z jižních a jihozápadních Čech.

Graf 2. Výskyt křídlatky japonské na různých druzích stanovišť



(převzato, Pyšek, Mandák 1997)

### 3.21.2. Morfologie křídlatky japonské

U starších dobře vyvinutých rostlin se vytvářejí dřevnaté báze, které mohou vyčnívat nad povrch půdy. Ty přecházejí ve střední válcovité kořeny. Vytrvalé pupeny se tvoří na dřevnatých bázích a dřevnatých oddencích v období mezi podzimem a zimou. Na jaře z nich vyrůstají nové výhony. Prodlužování výhonů, které je přímo závislé na počasí, je zpravidla velmi rychlé. Nejčastěji se uskutečňuje v našich podmínkách od druhé poloviny dubna do poloviny června, kdy výhony dosahují maximální výšky. Na zastíněných místech je prodlužování výhonů omezeno do poloviny května, což ovlivňuje cílovou výšku rostlin (Černý et al., 1998).

Lodyhy dorůstají 1 – 2,5 m. Vyrůstají ze silných a pevných oddenků, které se shlukují. Lodyhy jsou přímé, oblé a duté, v horní části větvené, křehké, lysé nebo jemně papilkaté a červeně skvrnitě (Chrtek 1990).

Lodyhy u *R. japonica* var. *compacta* dorůstají maximálně 1,3 m. Čepel listu je dlouhá 5 – 7 cm a široká 5 – 8 cm, v obrysu téměř okrouhlá (Mandák et al., 2002).

Čepel listu je široce vejčitá, 5 – 15 cm dlouhá a 4 – 10 cm široká, dlouze zašpičatělá, na bázi nejčastěji kolmo utřatá, tuhá.

Chlupy na rubu redukované v papily. Květenství v latách, které jsou tvořeny mnohokvětými lichoklasy vyrůstající z úžlabí listů a 3 – 12 cm dlouhých.

Květy se tvoří od konce srpna a během září, při příznivém počasí i v říjnu (Černý et al., 1998). Má malé, bílé někdy narůžovělé květy, jednopohlavné, pravidelné, pětičetné o průměru 7 - 10 mm. Okvětí není rozlišeno na kalich a korunu.

Plody jsou trojhranné, lesklé, černé až černohnědé nažky, dlouhé 2,5 – 4 cm ve zcela uzavřeném zvětčeném okvětí (Chrtek 1990).

### **3.22. Křídlatka sachalinská (*Reynoutria sachalinensis* [F. Schmidt] Nakai,)**

(syn. *Fallopia sachalinensis* [F. Schmidt] Ronse Decr.)

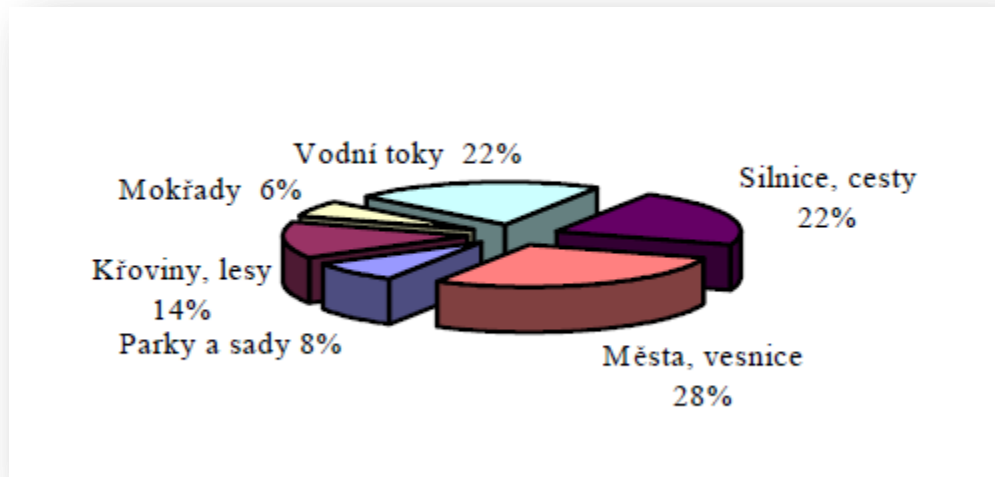
Tento druh byl poprvé popsán na území ČR v roce 2021 ve středních Čechách a do roku 2000 byl zaznamenán na 261 lokalitách. Vyskytuje se ve vyšších nadmořských výškách než křídlatka japonská, avšak není na našem území tak rozšířená. Vyskytuje se na obdobných typech stanovišť jako křídlatka japonská (Mandák et al., 2004).

#### **3.22.1. Původ a rozšíření**

Původním areálem rozšíření je poloostrov Sachalin a severní Japonsko. V současnosti se vyskytuje v mnoha zemích Evropy (od Skandinávie po Středomoří), v Severní Americe a byla zaznamenána i v jihovýchodní Austrálii a na Novém Zélandu. Ve své domovině osidluje většinou erozí narušené břehy potoků a řek

v nižších polohách. S dalšími druhy vytváří husté břehové porosty. V ČR osídlil lokality Poohří, v severovýchodní i východní Čechy, okolí Děčína a Mladé Boleslavi (Černý et al., 1998). Mapa rozšíření *R. sachalinensis* v příloze II obr. 3.

Graf 3. Výskyt křídlatky sachalinské na různých druzích stanovišť



(převzato, Pyšek, Mandák 1997)

### 3.22.2. Morfologie křídlatky sachalinské

Lodyhy dorůstají 1,5 – 4 m. Jsou přímé, v horní části větvené, slabě rýhované, duté, lysé a křehké.

Listy jsou s nepříliš vyniklou žilnatinou, na líci nejčastěji zelené až tmavozelené a na rubu zpravidla sivozelené s dlouhými chlupy. Čepel listu je podlouhle vejčitá až vejčitá, 10 – 35 cm dlouhá a 10 – 20 cm široká, na vrcholu špičatá a na bázi srdčitá, měkká.

Květenství, obvykle nepřesahující řapíky, jsou tvořena drobnými bělavými až zelenavými květy. Plodem je trojhranná nažka, tmavohnědá, lesklá a dlouhá 3 mm.

Od *R. japonica* se liší většími, na konci obvykle tupými a na bázi srdčitými listy a krátkým květenstvím. Rostliny jsou celkově mohutnější. (Chrtěk 1990).

### 3.23. Křídlatka česká (*Reynoutria × bohemika* Chrtek et Chrtková)

(syn. *Fallopia × bohemika* [Chrtek et Chrtková] J. P. Bailey)

Velmi hojný druh se silnou tendencí pronikání do přirozené vegetace zejména podél vodních toků (Mlíkovský et al., 2006). Poprvé byla popsána Chrtkem a Chrtkovou v roce 1983 na lokalitě nedaleko lázní Běloves.

#### 3.23.1. Výskyt křídlatky české v ČR

Historie introdukce křídlatky české není známá, jelikož vedle poměrně pozdního popisu taxonu byly rostliny velmi často zaměňovány s rodičovskými druhy. Nejčasnější záznam výskytu tohoto křížence na území ČR pochází z roku 1950 a roku 1983, kdy byl tento druh na našem území (Náchodsko) popsán. Nejstarším exemplář je uložený v herbáři Botanické zahrady Karlovy university (Chrtek et al., 1985). Mapa rozšíření *R × bohemica* příloze II obr. 2.

#### 3.23.2. Morfologie křídlatky české

Habitusem je podobná *R. sachalinensis*, se kterou je často zaměňována.

Lodyhy dorůstají 1,5, až 3 m a jsou červeně skvrnitě.

Listy mají slabě tuhou čepel listů, která je dlouhá 15 – 23 cm a široká 12 – 20 cm, na bázi mělce srdčitá až klínovitá. Na vrcholu zašpičatělá někdy s dlouhou ostrou špičkou vybíhající v dlouhou ostrou špičku. Na vrubu čepele má krátké chlupy se silně nafouklou bází. Spodní strana čepele listu je obvykle slabě sivozelené barvy.

Květenství v době květu je delší než řapík. Květy jsou bílé nebo nažloutlé barvy. Vytvářejí pouze nedokonalé plody (Chrtek et al., 1985).

## 4) MATERIÁL A METODY

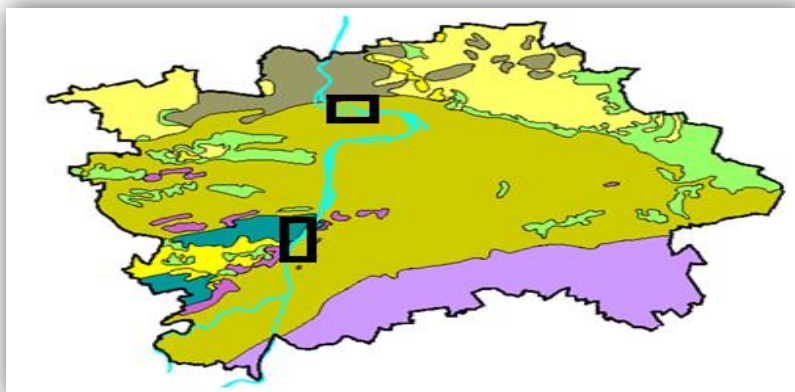
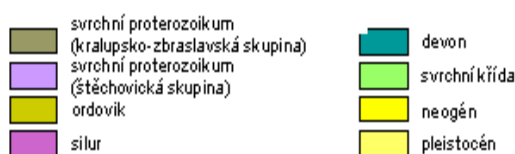
Oblasti ke zpracování bakalářské práce, byly vybrány na území hlavního města Prahy podél toku Vltavy. Tyto oblasti jsou invazní křídlatkou zasaženy ve velkém měřítku.

### 4.1. Geologická a geomorfologická charakteristika vybraných území

Tyto území spadají do tepelsko-barrandienské oblasti. Starší kralupsko-zbraslavská jednotka vystupující na severozápadě města v údolí Vltavy a vyznačuje se čočkovitými vložkami odolných silicitů – buližníků. (Evis, 2012).

Strmé skalnaté svahy algonkických břidlic tvoří hranici náhorní plošiny a dosahují přibližně 90 – 100 m nad hladinu Vltavy v katastru obcí Troja a Bohnice. Nejnižším místem (177 m n. m.) je hladina Vltavy v místě, kde na severním okraji Prahy v Suchdolu opouští území hlavního města. Pod okrajem náhorní plošiny na mírných svazích je plně vyvinutá luční step. (Troja 2011)

Obr 4. Geologická mapa Prahy (podle podkladů ČGÚ Praha)





#### 4.1.1. Stručný popis území Troja

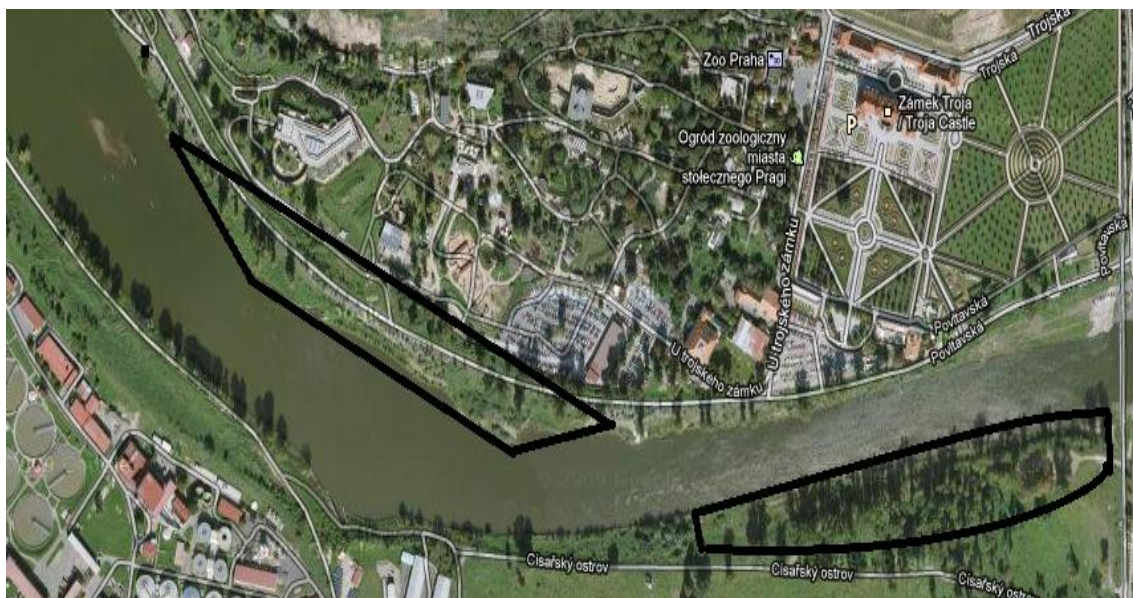
Na území katastru Troja leží přírodní park Drahaň - Troja se ZCHÚ PR Podhoří, PP Havránka a PP Salabka. Mimo tato území pokrývají podstatné plochy botanická zahrada, zoologická zahrada a Trojský zámek s parkem. Vegetace zoologické zahrady nebyla zpracována, rovněž tak partie v záplavovém území podél toku Vltavy s ruderalní vegetací.

Trojská kotlina představuje klidné území s vysokou estetickou hodnotou, které vyvažuje negativní vlivy sousední souvislé zástavby. Na tomto území se nenacházejí větší průmyslové podniky ani rušné komunikace. Zástavba je nízká a zčásti rozptýlená, takže území má význam z hlediska příměstské rekreace (Evis, 2012).

Nejhodnotnějším chráněným územím v Troji a zároveň jednou z nejcennějších geobotanických lokalit celé Prahy je přírodní rezervace Podhoří. Je tvořeno jižně a jihozápadně orientovanými skalními srázy, tvořenými proterozoickými břidlicemi, které místy protínají vyvěřelé horniny (žulové porfyryty).

Významným krajinným prvkem je zde tok Vltavy lemovaný druhotnými luhy a rozvolněnými topolovými porosty. (Troja, 2011)

Foto. 1. Oblast Troja (převzato mapy Google, 2012)

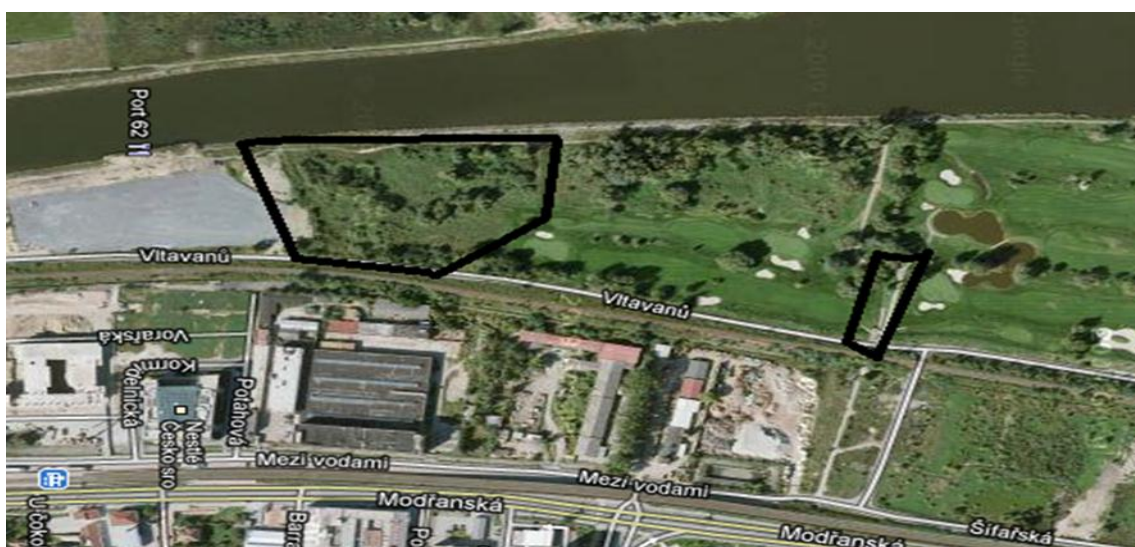


#### 4.1.2. Stručný popis území Modřany

Tato lokalita začíná na Závisti zhruba 200 metrů od mostu Závodu míru na Zbraslav a končí na úrovni pod modřanským cukrovarem. Jedná se o pás vltavské nivy na pravém břehu Vltavy. Podélnou hranici na západě tvoří břehová čára řeky Vltavy, východní okraj je tvořen linií železničního náspu, od které se v úrovni pod komořanským zámečkem odklání na sever (Kerouš 2002).

Celý nivní prostor je protkán skupinami dřevin (keřů a stromů) a v severní polovině se v něm nalézají trvale zavodněné inundační tůně. Vodní plochy, které tůně kromě vlastního řečiště řeky představují, jsou významnými stabilizačními prvky zdejšího ekosystému a soustřeďují množství organismů. Prostředí, které zde jejich vybudováním vzniklo, má charakter sekundárních lužních a mokřadních společenstev s poměrně vysokou biodiverzitou. V posledních cca 5 – 7 mi letech byly zaznamenány silnější vlivy antropogenních impaktů, které lokalitu degenerují a biologicky znehodnocují (Kerouš 2002). Vede zde cyklostezka, která spojuje sever Prahy s jihem a využívána i in-line bruslaři. Kromě sportoviště pro BMX kola, in-line brusle a skateboardy se zde nachází hřiště pro petanque, plážový volejbal nebo malou kopanou. Je zde vybudováno celoročně provozované devíti jamkové golfové hřiště (Evis, 2012). V důsledku toho došlo k vymizení několika druhů živočichů, především ze skupiny akvatických (Kerouš 2002).

Foto 2. Oblast Modřany (převzato mapy Google, 2012)



### 4.1.3. Klimatické podmínky

Z klimatologického hlediska lze pražské území považovat za typ mírně humidní zóny s výraznou, nepříliš chladnou zimou. Územím Prahy prochází klimatické rozhraní mezi teplou a mírně teplou oblastí. Přebírají zde západní a jihozápadní větry. Členitý reliéf Prahy způsobuje místní odchylky klimatu, které nejsou, s ohledem na malý počet meteorologických stanic, významněji podchyceny (Moravec et al., 1991).

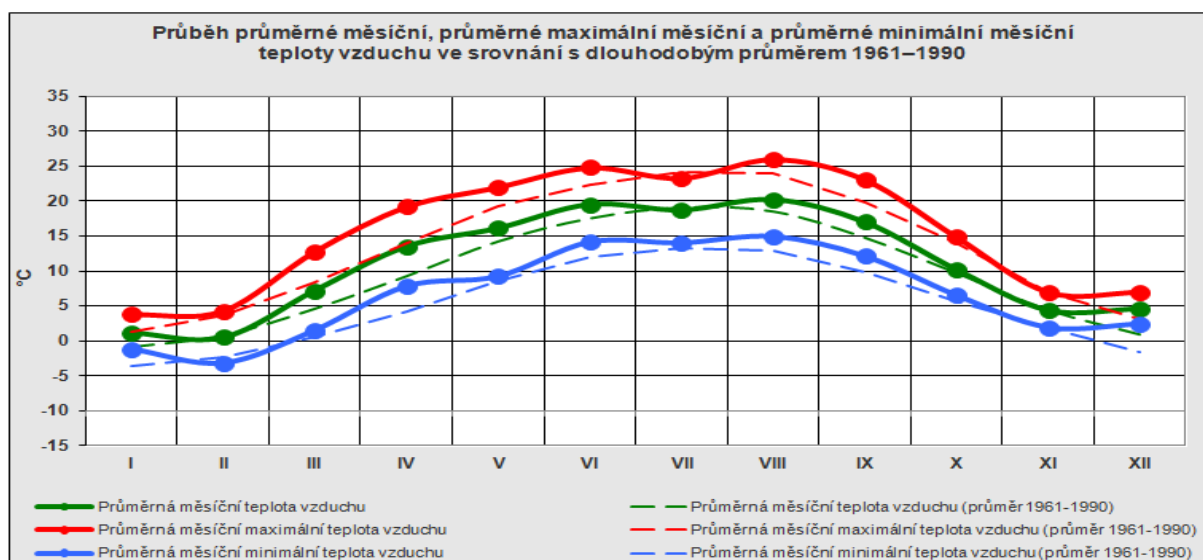
Klimatická oblast, do které patří Troja, má dlouhé léto, teplé a suché, velmi krátké přechodné období s teplým až mírně teplým jarem i podzimem, krátkou, mírně teplou, suchou až velmi suchou zimou, s velmi krátkým trváním sněhové pokrývky.(Troja, 2012).

Klimatické oblast Modřany má mírně suchý ráz podnebí s úhrnným množstvím ročních srážek 500 a méně milimetrů. Průměrné roční teploty jsou měřeny okolo 7,5°C, což řadí tuto lokalitu do kategorie teplé až mírně teplé. Nadmořská výška je zde cca 195 m n. m. (Kerouš 2002).

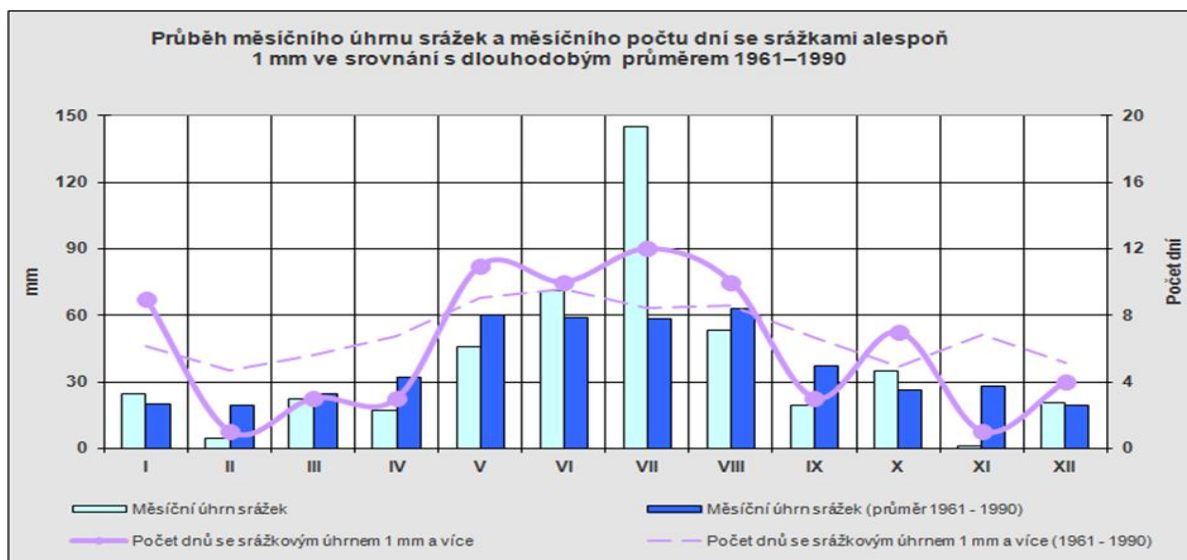
### 4.1.4. Meteorologická data ze stanice Praha - Karlov

Zeměpisná šířka 50° 04' 10" N, Zeměpisná délka 14° 25' 40" E, Nadmořská výška 232 m (ČMHU, 2011)

Graf 4. Měsíční teploty vzduchu za rok 2011 (převzato ČMHU, 2011)



Graf 5. Měsíční úhrny srážek pro rok 2001 (převzato ČHMU, 2011)



#### 4.2. Určení druhů zástupců rodu *Reynoutria*

Určování druhů bylo prováděno v první polovině srpna roku 2011. Pro spolehlivé určení druhů zástupců rodu *Reynoutria* jsem použila znaky chlupů na rubu listů, které jsou zobrazeny v příloze I.

#### 4.3. Stanovení počtu lodyh na m<sup>2</sup> a počtu nažek na lodyhách

U každého porostu z vybraného území byl pomocí svinovacího metru a provázku s kolíky vyměřen a vytyčen m<sup>2</sup>. V každém m<sup>2</sup> byly spočítány všechny životaschopné lodyhy a vybrány tři dobře vyvinuté lodyhy. Celkem bylo vybráno 9 lodyh z každé lokality tj. Modřany a Troja.

Sběr nažek probíhal na přelomu října a listopadu. Do jednotlivých 9 mikrotenových sáčků se sesbíraly všechny nažky z jednotlivých lodyh a pro stanovení počtu semen na lodyhách byly nažky spočítány. Každý sáček byl označen údaji, o jakou lokalitu se jedná, počet lodyh na m<sup>2</sup> a celkový počet nažek z každé lodyhy. Všechny tyto údaje se zanesly do tabulky a poté vyhodnoceny.

#### 4.4. Test klíčivosti křídlatky japonské

Před testem klíčivosti, byly nažky uchovány v mikrotenových sáčcích při pokojové teplotě 20 °C po dobu pěti měsíců. Po pěti měsících se nažky zbavily okvěti a byly spočítány po 200 kusech z každé vybrané lokality.

V laboratoři jsem použila 16 Petriho misek o průměru 12 a 9 cm. Do každé Petriho misky o průměru 12 cm byla vložena dnem vzhůru Petriho miska o průměru 9 cm, která byla přikryta navlhčeným filtračním papírem a zalita destilovanou vodou. Pomocí pinzety se vložilo 25 nažek na filtrační papír. Každá varianta se 4 x opakovala. Petriho misky se přiklopily víčkem a jednotlivě se popsaly popisky, které udávali lokalitu, teplotu 10°C a 20°C a zdali nažky klíčí ve tmě nebo na světle. 4 misky z každé varianty opakování jsme zabalili do hliníkové folie (simulace klíčení ve tmě). Zbytek misek simuloval klíčení na světle při daných teplotách. Misky s nažky se uložily do dvou klimaboxů, kde byly nastavené teploty 10°C a 20°C.

Po 7 dnech klíčení se zkontroloval stav nažek. Vyklíčené nažky se z misek odebraly, spočítaly a každá Petriho miska se označila čísly 1 - 4 pro lepší orientaci při další kontrole, která byla stanovena za dalších 7 dní. Po uplynutí 7 dnů se zbytek vyklíčených nažek spočítal a všechny výsledky se zapsaly do tabulky pro celkové vyhodnocení.

## 5) VÝSLEDKY

Získané údaje byly zpracovány v programu Microsoft Excel 2010, ve kterém byly současně vytvořeny grafy pro lepší znázornění výsledků mé práce.

### 5.1. Určení zástupců druhu rodu *Reynoutria*

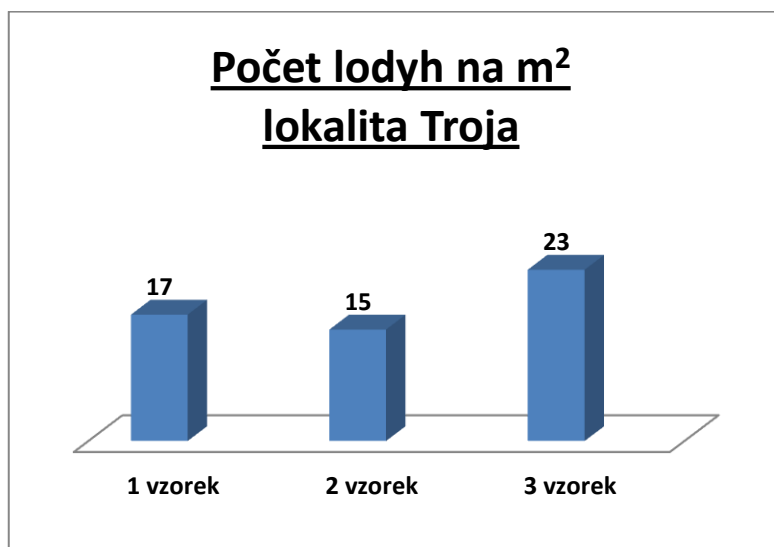
Největší zastoupení na vybraných lokalitách měla *R. japonica*, která se zde vyskytovala nejvíce. Ostatní druhy se zde vyskytovaly v malém počtu.

Určováním podle znaků bylo vyhodnoceno, že křídlatka japonská má chlupy redukované na krátké papily, zatímco křídlatka sachalinská má chlupy dlouhé, na bázi neztloustlé. Křídlatka česká má chlupy roztroušené na listech, jsou kratší než má křídlatka japonská a mají ztloustlou bázi.

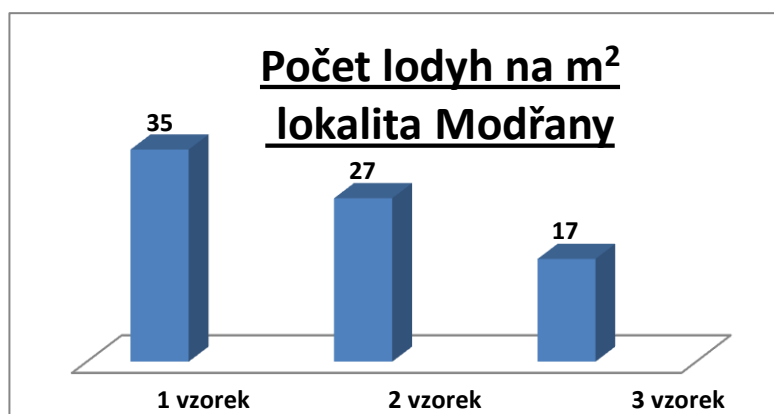
### 5.2. Počet lodyh na m<sup>2</sup>

Počet lodyh z obou vybraných lokalit se pohyboval od 15 – 35 lodyh na m<sup>2</sup>. Méně lodyh měly porosty rozrostlé na větší ploše a více lodyh měly porosty na ploše menší.

Graf 5. Počet lodyh na m<sup>2</sup> lokalita Troja



Graf 6. Počet lodyh na m<sup>2</sup> lokalita Modřany



### 5.3. Stanovení produkce nažek na m<sup>2</sup>

Všechny nažky z jednotlivých lodyh byly spočítány a po zápisu do tabulky se stanovil průměrný počet nažek na lodyze a produkce nažek na m<sup>2</sup>.

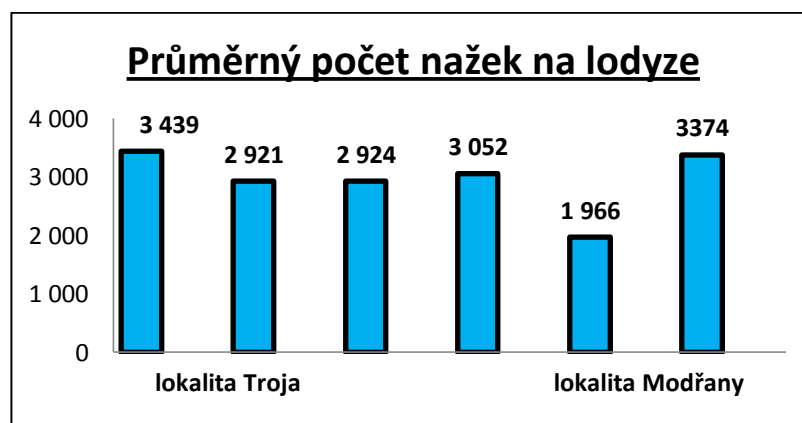
Průměrný počet nažek na lodyze jsem získala sečtením počtu nažek z každé lodyhy a vydělila počtem lodyh, ze kterých se počet nažek stanovil. Celkový průměr nažek pro každou lokalitu se vypočetl z průměrného počtu nažek z každého vzorku a vydělil se 3 vzorky. Celková produkce nažek pro lokalitu Troja je 3 095 a pro lokalitu Modřany nám vyšla 2 797 nažek na lokalitu.

Produkci nažek na m<sup>2</sup> jsem získala sečtením počtu nažek z každé lodyhy a vynásobila počtem lodyh získaných na m<sup>2</sup>. Z výsledků vyplývá, že se průměrný počet nažek na lodyhách se pohybuje od 1 966 – 3 439 a celková produkce nažek v několika opakování dosahuje hodnot od 30 702 – 80 075 na m<sup>2</sup>. Průměrnou produkci nažek pro každou lokalitu jsme získali, jako při stanovení celkové produkce nažek na lokalitu. Všechny data jsme převedli do grafů.

Tab. 3. Průměrný počet nažek na m<sup>2</sup>

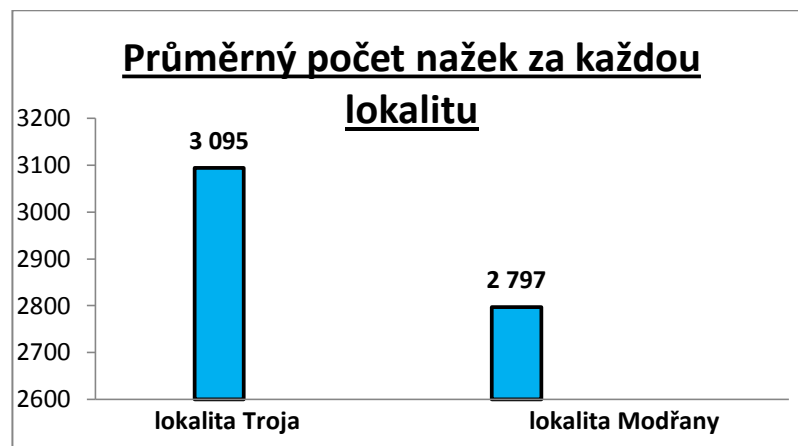
<b>Počet nažek na lodyze</b>						
	<b>území Troja</b>			<b>území Modřany</b>		
	vzorek 1	vzorek 2	vzorek 3	vzorek 1	vzorek 2	vzorek 3
počet lodyh na m <sup>2</sup>	17	15	23	23	27	17
průměrný počet nažek na lodyze	3 439	2 921	2 924	3 052	1 966	3 374
průměrný počet nažek za každou lokalitu	<b>3 095</b>			<b>2 797</b>		
produkce nažek na m <sup>2</sup>	52 764	30 702	80 075	69 547	66 972	39 994
průměrná produkce nažek za každou lokalitu	<b>54 514</b>			<b>58 838</b>		

Graf 7. Průměrný počet nažek na lodyhách

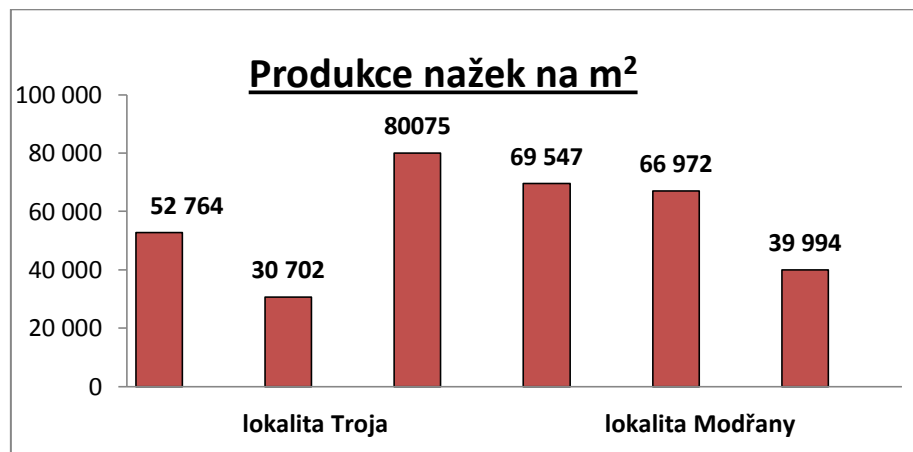




Graf 8. Průměrný počet nažek za každou lokalitu



Graf 9. Produkce nažek na m<sup>2</sup>



Graf 10. Průměrná produkce nažek za každou lokalitu



## 5.4. Vyhodnocení klíčivosti nažek

Zkouškou klíčivosti jsme získali za velmi krátkou dobu počet životaschopných nažek v daném opakování. Průměrnou klíčivost jsme vypočítali zprůměrováním všech vyklíčených nažek a poté se průměr převedl na procenta.

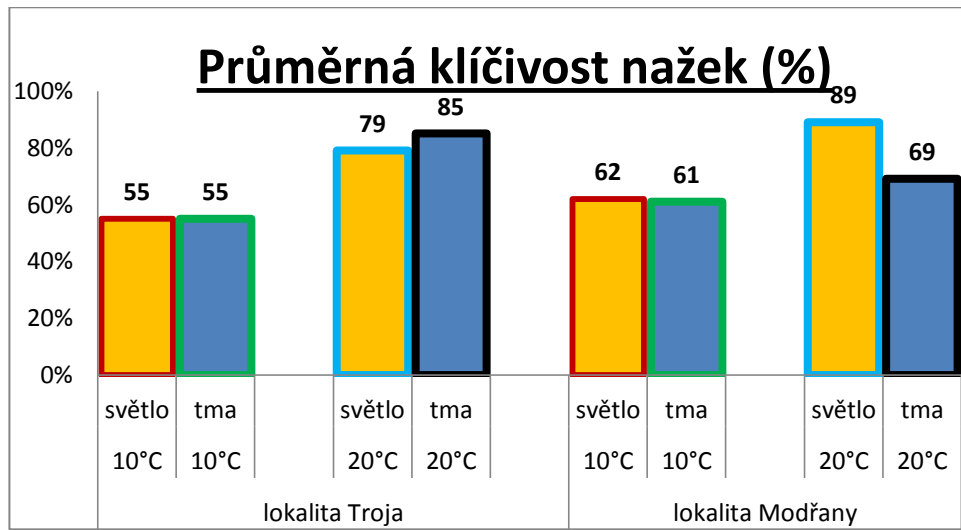
Směrodatná odchylka se vypočítala v programu excel funkcí SMODCH, VÝBĚR. Výsledek se zaokrouhloval na dvě desetinná místa a celková hodnota se převedla také na (%).

Nažky vystaveny světlu po celou dobu a teplotě 20°C z obou území, klíčila rychleji než nažky vystaveny teplotě 10°C. Nažky, vystaveny po celou dobu klíčení tmě, klíčila hůře než nažky vystaveny po celou dobu klíčení světlu. Jednotlivé grafy pro klíčivost jsou k nahlédnutí v příloze III.

Tab. 4. Průměrná klíčivost nažek, směrodatná odchylka

	Lokalita Troja				Lokalita Modřany			
	10°C	10°C	20°C	20°C	10°C	10°C	20°C	20°C
	světlo	tma	světlo	tma	světlo	tma	světlo	tma
<b>průměrná klíčivost nažek (%)</b>	55	55	79	85	62	61	89	69
<b>směrodatná odchylka</b>	15,08	17,72	10,52	2	12,44	8,24	10	5,04

Graf 11. Průměrná klíčivost nažek v (%)



## 6) DISKUZE

Výskyt zástupců druhu rodu *Reynoutria* na území České republiky zaznamenal za posledních 40 let podobný trend, který můžeme pozorovat také na celkovém znečištění životního prostředí. V důsledku zvýšených vstupů dusíku a síry do přirozených ekosystémů dochází postupně k eutrofizaci a acidifikaci přírodního prostředí, což zřejmě také přispívá k úspěšnosti expanze křídlatek na území naší republiky (Pyšek a Prach, 1994).

Křídlatka je přítomná ve všech typech ekosystémů s největším výskytem na loukách, pastvinách, zahradách, okrajích lesů, podél vodních toků a nádrží, silnic, na skládkách, staveništích rumištích a kolem sídelních celků (Hrušková a Hofbauer, 1997). Rozsah hodnot pH půd s výskytem křídlatky je značně široký od 4 - 8 (Palmer, 1994). Ke stanovištím s největším výskytem křídlatky patří z 50% hlinité půdy středně vlhké až vlhké a z půdních typů hnědé půdy (52,2%) a hnědozemě (26,1 %) (Hrušková a Hofbauer, 1997).

Pod křídlatkami se podstatě nevyskytuje žádný rostlinný druh, který by se v podrostu křídlatek dokázal přirozeně reprodukovat a úspěšně přežívat (Pyšek a Mandák, 1997).

Výsledky této práce byly porovnány s výsledky studie zaměřená na intenzitu zaplevelení, morfologickou strukturou květu a klíčivost nažek křídlatky japonské, v letech 1997 až 2000 RNDr. Hanou Hruškovou, CSc. a RNDr. Janem Hofbauerem, CSc. v okresech Blansko, Brno – město, Brno – venkov, Třebíča Žďáru nad Sázavou

Jak z jejich práce vyplývá, intenzitou výskytu křídlatky v letech 1997 až 2000 v uvedených okresech se zabývali pouze ve dvou okresech tj. 3,1 % okresů a zbytek 63 okresů tj. 96,9 % se intenzitou výskytu křídlatky referáty životního prostředí Okresních úřadů vůbec nezabývali.

Na území hl. m. Prahy je situace s intenzitou zaplevelení druhů rodu *Reynoutria* celkem uspokojivá, díky vysokému počtu zvláště chráněných oblastí, i když se najdou místa, kde intenzita výskytu je alarmující.

Celkovému zmapování výskytu křídlatky podél toku Vltavy na území hl. m. Prahy se dosud nikdo nezabýval.

Studia v této práci byla zahájena určením zástupců druhů rodu *Reynoutria* v první polovině srpna na vybraných lokalitách. Po vyhodnocení bylo zjištěno, že největší zastoupení zde měla *R. japonica*, ostatní zástupci se na lokalitách také vyskytovali, ale v menším počtu. Dále se stanovil počet životaschopných lodyh na  $m^2$ , který se pohyboval od 15 – 35 lodyh na  $m^2$ . Méně lodyh měly porosty rozrostlé na větší ploše a více lodyh měly porosty na ploše menší. Lze tedy říci, že tam, kde byl počet lodyh menší, tím by celková produkce nažek na  $m^2$ , kterou jsme také vyhodnocovali, byla nižší.

V uvedené práci byly nažky sbírány na přelomu září do konce října v roce 1999, a test klíčivosti byl proveden v dalším roce na začátku února. Výsledná klíčivost, která se pohybovala v rozmezí od 19,00% - 54,00 % byla menší s porovnáním s výsledky z vlastní studie klíčivosti, která se pohybovala v rozmezí od 55,00 % - 89,00 % se směrodatnou odchylkou od 2 – 17,72. Samotný test klíčivosti probíhal ve čtyřech opakování po dobu 14 dnů, abychom získali hodnoty průměrné klíčivosti nažek a mohly je navzájem porovnat.

Průměrná klíčivost nažek při 10°C a světla z území Troja, která byla 55 % se směrodatnou odchylkou 15,08 byla nižší než průměrná klíčivost nažek na území Modřany, která byla 62 % se směrodatnou odchylkou 12,44.

Průměrná klíčivost nažek při 10°C a tmě z území Troja, která byla 55 % se směrodatnou odchylkou 17,72 byla nižší než průměrná klíčivost nažek na území Modřany, která byla 61 % se směrodatnou odchylkou 8,24.

Průměrná klíčivost nažek při 20°C a světla z území Troja, která byla 79 % se směrodatnou odchylkou 10,52 byla nižší než průměrná klíčivost nažek na území Modřany, která byla 89 % se směrodatnou odchylkou 10.

Průměrná klíčivost nažek při 20°C a tmě z území Troja, která byla 85 % se směrodatnou odchylkou 2 byla vyšší než průměrná klíčivost nažek na území Modřany, která byla 69 % se směrodatnou odchylkou 5,04.

Z vlastních laboratorních výsledků vyplývá, že klíčivost nažek má vliv na posklizňové dozrávání = dormanci, teplotu a režim světla, jelikož se nažky sbíraly plně dozralé, a celkové počasí v roce 2011 bylo nadprůměrně teplé.

Rozmnožování generativní cestou na území České republiky je relativně vysoká. Na základě získaných poznatků je nutné provést monitoring na území hl. m. Prahy v celém povodí Vltavy a regulovat výskyt křídlatky nejenom na již zasažených lokalitách, ale i na lokalitách, kde se křídlatky vyskytují v malém měřítku. Regulace křídlatky je z hlediska jak ekonomického, tak i z hlediska ekologického velice důležitá, aby se šíření křídlatky generativní cestou nestalo skutečnou hrozbou.

## 7) ZÁVĚR

Všechny druhy rodu *Reynoutria* patří mezi nepůvodní invazivní druhy. Úspěšně se přizpůsobily novému stanovišti a nekontrolovatelně se šíří nejenom v celé Evropě, ale i na území České republiky.

Rozmnožování pomocí nažek v našich podmínkách je značně omezené, jelikož nažky nestačí v našich podmínkách dozrát. Semenáčky *R. japonica* jsou ve volné přírodě velmi vzácné a mohou přežívat středoevropské klima jen za určitých dosud nespécifikovaných podmínek. Vzhledem k tomu, že *R. japonica* se u nás vyskytuje jen jako samičí, veškeré potomstvo je výsledkem hybridizace, kdy pyl pochází buď od samčích jedinců *R. sachalinensis*, nebo se jedná o zpětné křížení s *R. x bohemika*.

Bakalářská práce je rozdělena do dvou studií. První studie se týkala terénnímu mapování podél dolního a horního toku Vltavy na území hl. m. Prahy, kde se pomocí rozeznávacích znaků, které jsou uvedeny v příloze I., určila nejvíce zastoupený druh – *R. japonica*, které jsem se věnovala, jako jedinnému zástupci. Hlavními úkoly v této studii bylo stanovit průměrný počet lodyh na m<sup>2</sup> a průměrný počet nažek na lodyhu. Počet lodyh byl vyhodnocen v rozmezí od 17 – 35 na m<sup>2</sup> a průměrný počet nažek se pohyboval v rozmezí od 1 996 – 3 439 na lodyhu. Z těchto výsledků se stanovil celkový počet nažek pro každou lokalitu. V lokalitě Troja se celkový průměr stanovil na 3 065 a v lokalitě Modřany byl stanoven celkový průměr 2 797 nažek. Nakonec jsem stanovila celkovou produkci nažek na m<sup>2</sup>, která se pohybovala od 30 702 - 80 075 nažek na m<sup>2</sup>. Z těchto výsledků byla stanovena pro každou lokalitu celková produkce nažek na m<sup>2</sup>. Pro území Troja byla vyčíslena celková produkce 54 514 a pro lokalitu Modřany byla hodnota 58 838 nažek na m<sup>2</sup>.

Na terénní práce navazuje práce v laboratorních podmínkách, kde se po dobu 14 dnů ze 4 vzorků v několika opakování, stanovil průměrný počet vyklíčených nažek v (%), kde se průměr pohyboval od 55 % (varianta světlo, tma, při 10°C v lokalitě Troja) do 89 % (varianta světlo, při 20°C v lokalitě Modřany).

Závěrem bych chtěla upozornit na regulaci křídlatek na území České republiky, jelikož boj proti nim je velice nákladný a zdlouhavý. Pokročilé invazi je už velmi obtížné zabránit, a to i přesto, že máme různé herbicidy a další prostředky na likvidaci rostlin. V případě, že se jedná o nadměrný výskyt, je nutné přistoupit

k jejich regulaci. Jako nejúčinnější regulace se osvědčilo opakované použití chemické cesty s kombinací s mechanickou regulací nadzemní biomasy. Regulace rozsáhlých porostů by měla být spojena s kontrolou a rekultivací ploch, vysazením keřů a stromů a obnovou travního porostu, aby se zabránilo šíření ruderálních druhů.



# PŘÍLOHA I.

Obr. 1. Kořenový systém (převzato Mandák a Pyšek, 2007, Bímová, 2004)

AS – lodyha

DS – odumřelý stonk

SB – lodyha s pupenem

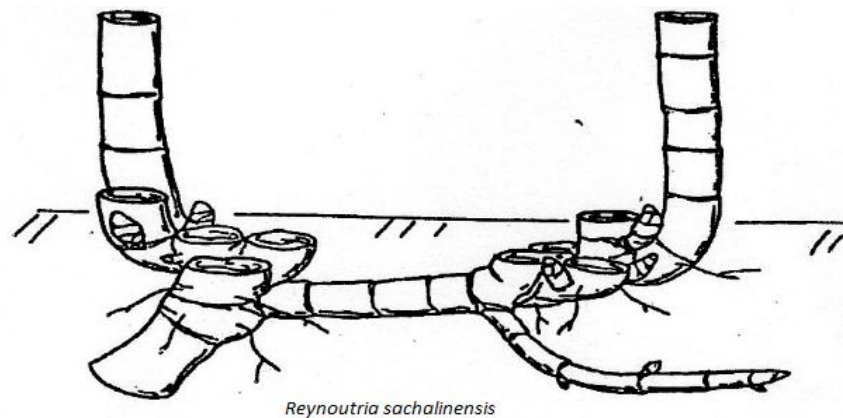
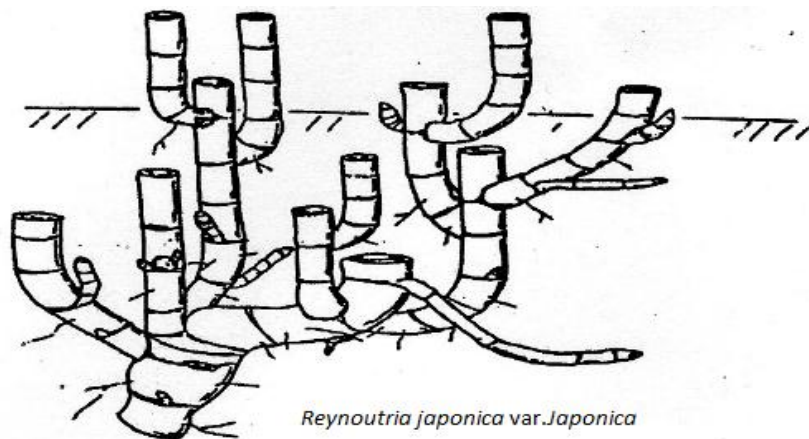
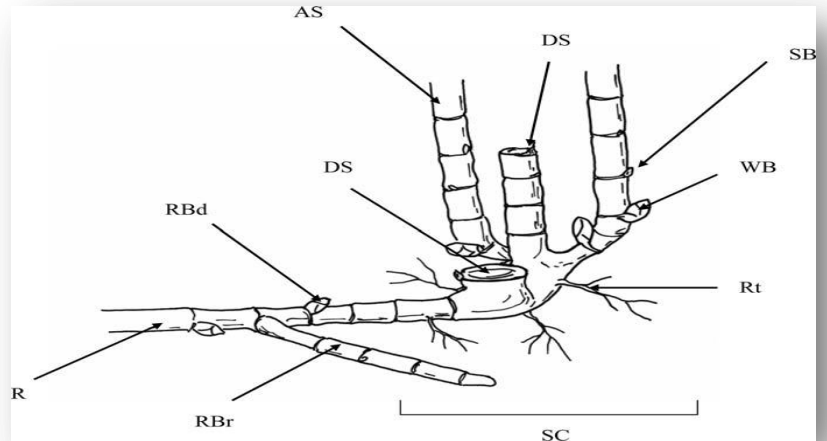
WB – zimní pupen

Rt – kořeny

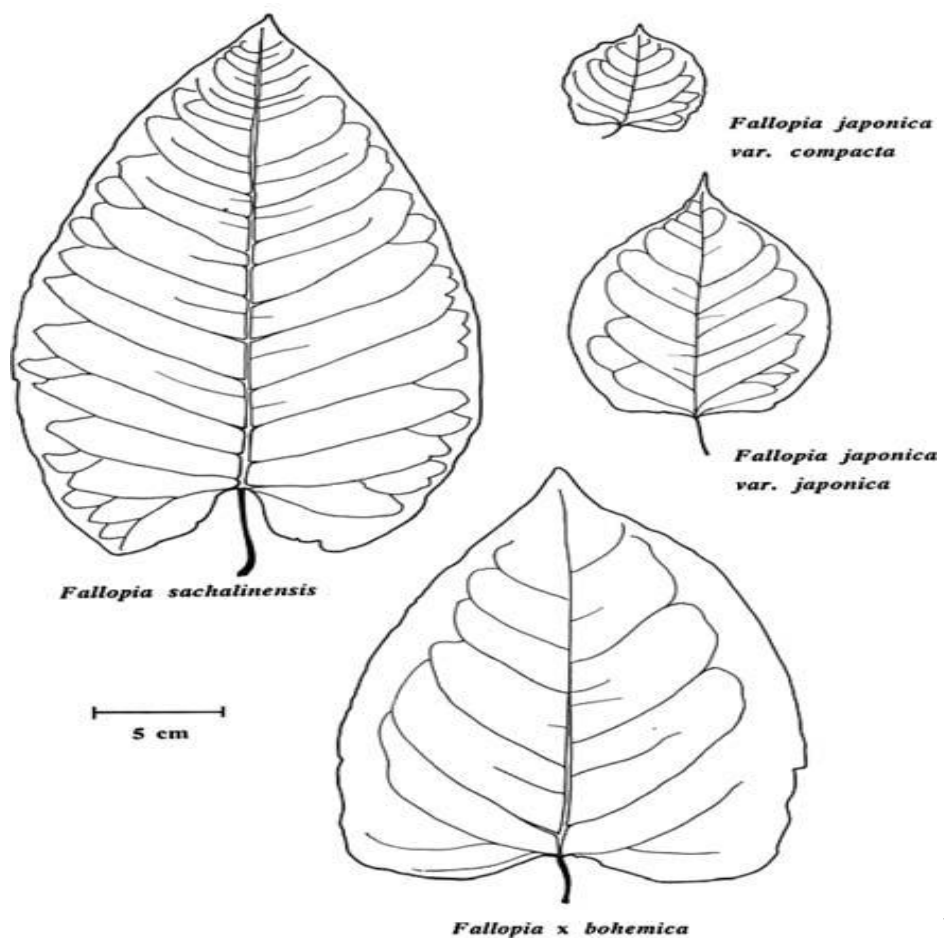
RBr - větvení oddénku

R – oddenek

RBd - oddénkový pupen



Obr. 2. Spodní listy



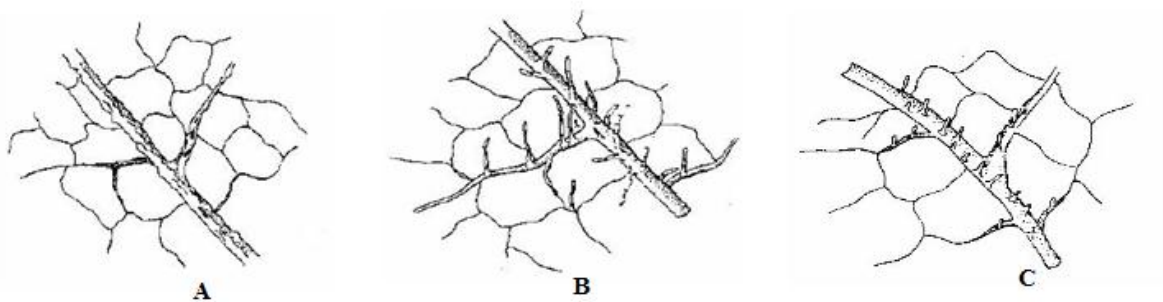
(převzato Mandák a Pyšek, 2007)

Obr. 3. Rub spodního listu s chloupky

(A) *R. japonica* var. *japonica*

(B) *R. sachalinensis*

(C) *R. x bohemica*

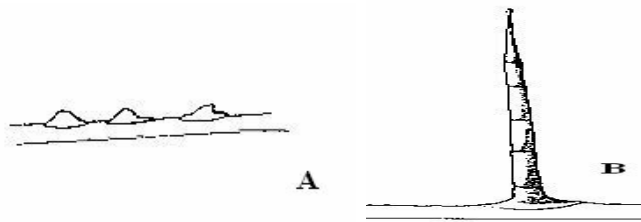


(převzato Mandák a Pyšek, 2007)

Obr. 4. Zvětšené chlupy na spodní straně listů druhů

(A) *R.japonica* var. *japonica*

(B) *R.sachalinensis*



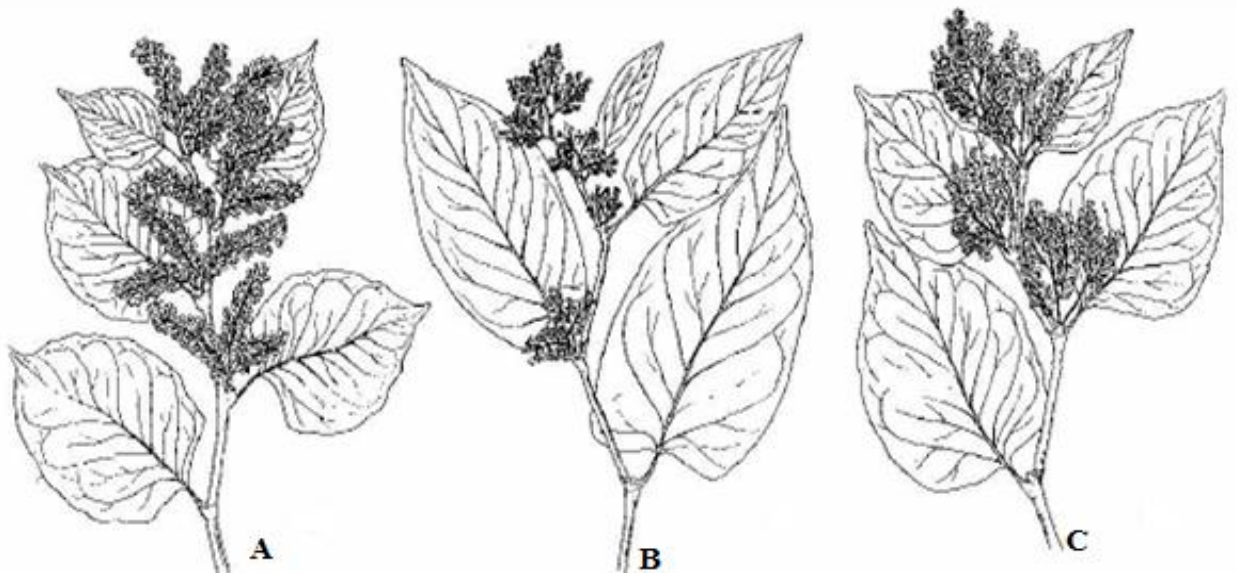
(převzato Mandák a Pyšek, 2007)

Obr. 5. Horní list a květenství druhů

(A) *R.japonica* var. *japonica*

(B) *R.sachalinensis*

(C) *R.x bohemica*



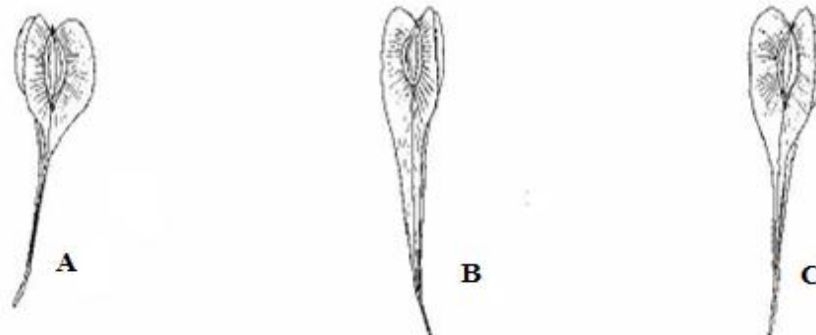
(převzato Mandák a Pyšek, 2007)

Obr. 6. Plody druhů

(A) *R.japonica* var. *japonica*

(B) *R.sachalinensis*

(C) *R.x bohemica*



(převzato Mandák a Pyšek, 2007)

Obr. 7. Samičí květy druhů

(A) *R.japonica* var. *japonica*

(B) *R.sachalinensis*

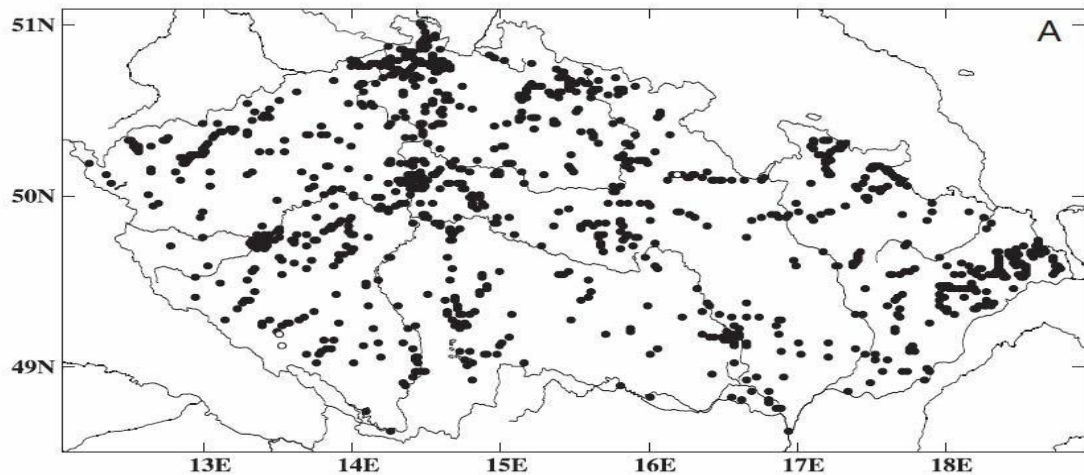
(C) *R.sachalinensis* = samčí květ



(převzato Mandák a Pyšek, 2007)

## PŘÍLOHA II.

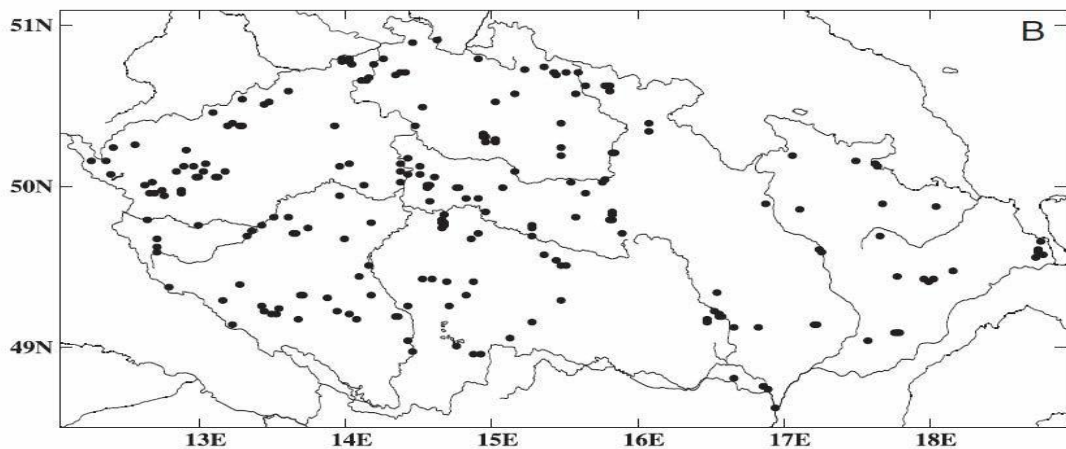
Obr. 1. Výskyt *R. japonica* var. *japonica* a *R. japonica* var. *Compacta*



(převzato Mandák a Pyšek, 2004)

*R. japonica* var. *japonica* je hojně rozšířena, celkově na 1335 lokalitách. Je značena plnými kruhy. *R. japonica* var. *compacta* je velmi vzácná. V ČR se vyskytuje pouze na 5 lokalitách, z toho 3 jsou zplanělé. Je vyznačena prázdnými kruhy.

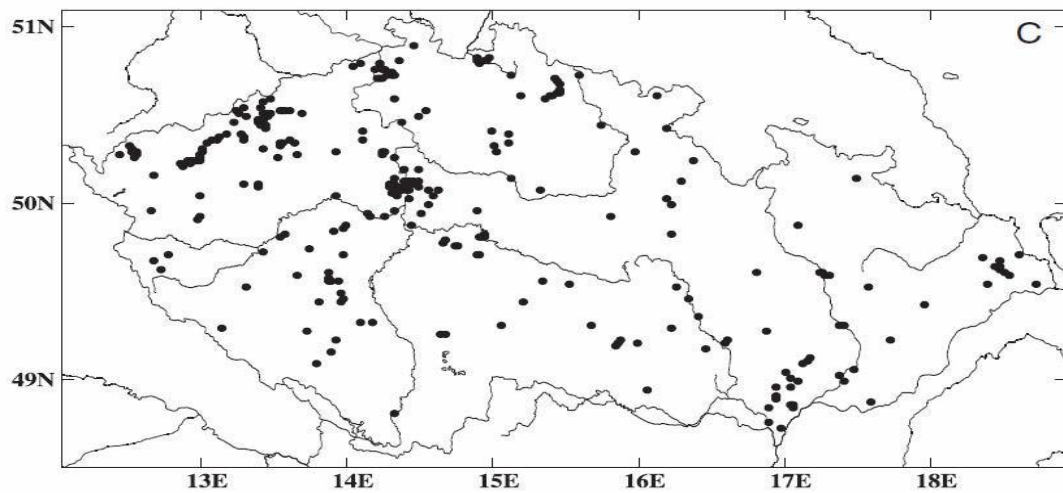
Obr. 2. Výskyt *R. sachalinensis*



(převzato Mandák a Pyšek, 2004)

*R. sachalinensis* je méně hojná než *R. japonica*. V ČR byla nalezena na 261 lokalitách.

Obr. 3. Výskyt *R. x bohemica*



(převzato Mandák a Pyšek, 2004)

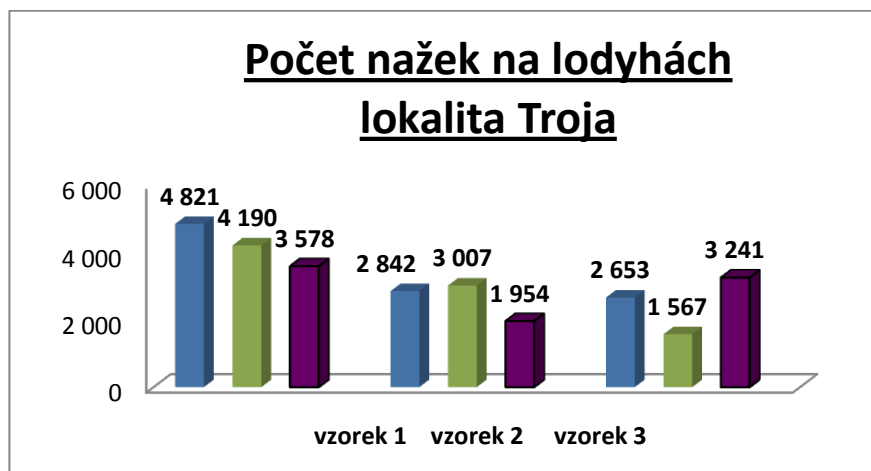
*R. bohemica* je v poslední době hojně rozšířena, bylo zjištěno, že se šíří 2x rychleji než *R. japonica* a *R. sachalinensis*. V ČR se vyskytuje na 381 lokalitách

## PŘÍLOHA III.

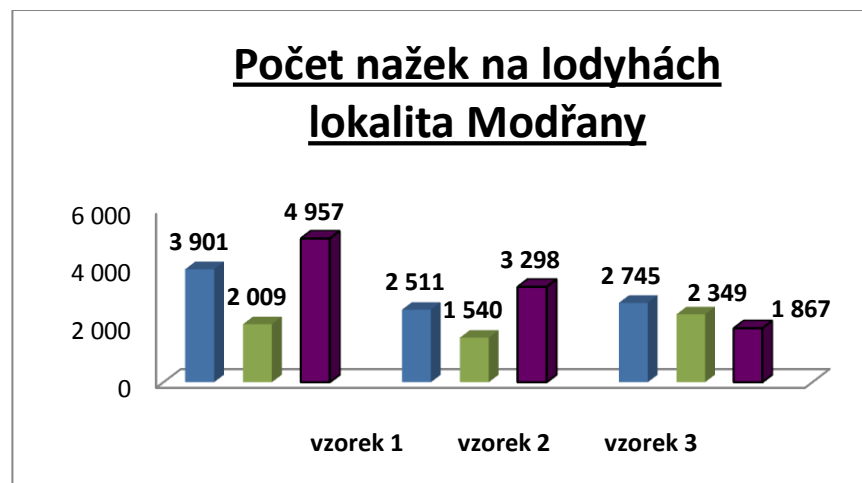
Tab. 1 počet nážek na lodyhách

	Počet nážek na lodyhách lokalita Troja			Počet nážek na lodyhách lokalita Modřany		
	vzorek 1	vzorek 2	vzorek 3	vzorek 1	vzorek 2	vzorek 3
lodyha 1	4 821	4 190	3 578	3 901	2 009	4 957
lodyha 2	2 842	3 007	1 954	2 511	1 540	3 298
lodyha 3	2 653	1 567	3 241	2 745	2 349	1 867
<b>počet lodyh na m<sup>2</sup></b>	<b>17</b>	<b>15</b>	<b>23</b>	<b>23</b>	<b>27</b>	<b>17</b>

Graf 1. Počet nážek na lodyhách lokalita Troja



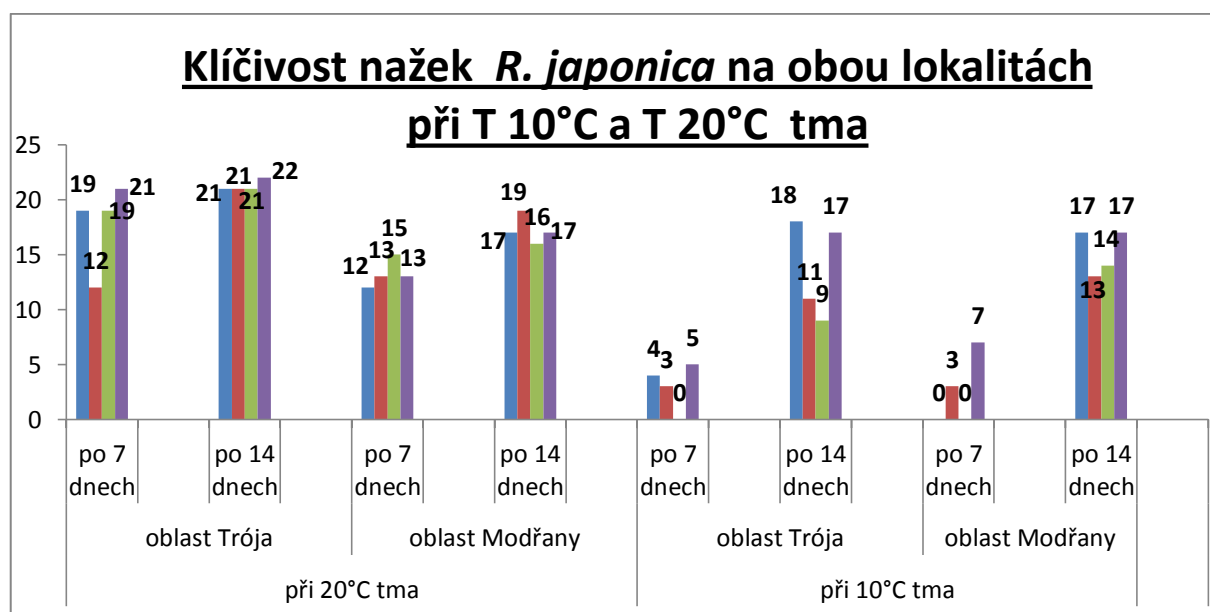
Graf 2. Počet nážek na lodyhách lokalita Modřany



Tab. 2. Klíčivost nažek *R. japonica* tma

<b>Klíčivost semen <i>R. japonica</i></b>								
	při 20°C tma				při 10°C tma			
	lokality Troja		lokality Modřany		lokality Troja		lokality Modřany	
	po 7 dnech	po 14 dnech	po 7 dnech	po 14 dnech	po 7 dnech	po 14 dnech	po 7 dnech	po 14 dnech
1	19	21	12	17	4	18	0	17
2	12	21	13	19	3	11	3	13
3	19	21	15	16	0	9	0	14
4	21	22	13	17	5	17	7	17

Graf 3. Klíčivost semen *R. japonica* v obou oblastech při T10°C a T 20°C tma

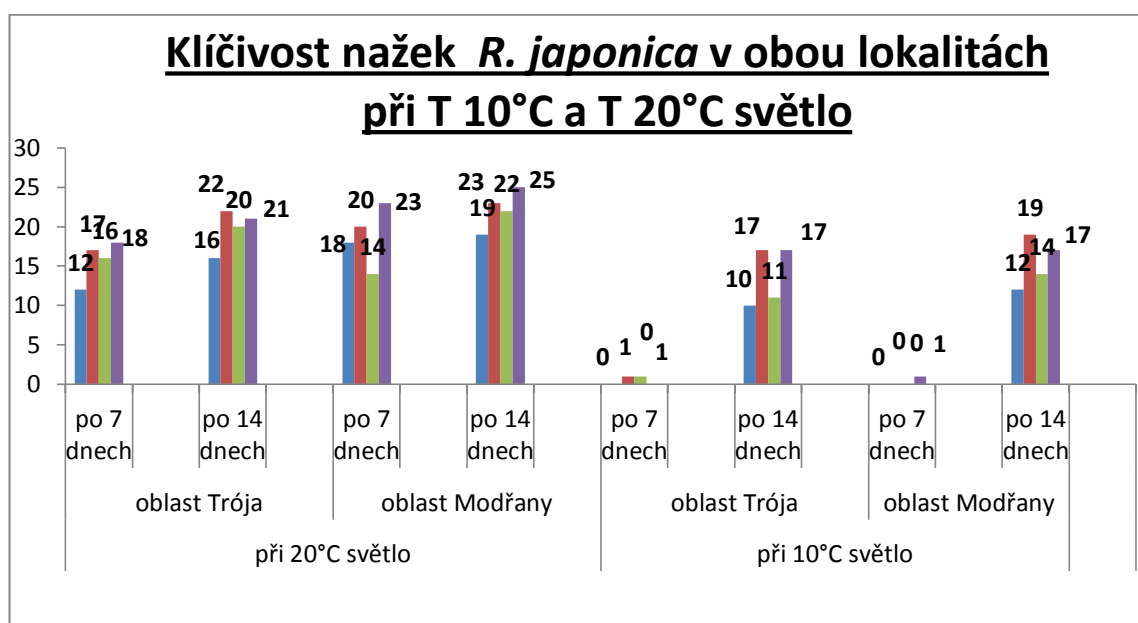




Tab. 3. Klíčivost nažek *R. japonica* světlo

Klíčivost nažek <i>R. japonica</i>								
	při 20°C světlo				při 10°C světlo			
	lokality Troja		lokality Modřany		lokality Troja		lokality Modřany	
	po 7 dnech	po 14 dnech	po 7 dnech	po 14 dnech	po 7 dnech	po 14 dnech	po 7 dnech	po 14 dnech
1	12	16	18	19	0	10	0	12
2	17	22	20	23	1	17	0	19
3	16	20	14	22	1	11	0	14
4	18	21	23	25	0	17	1	17

Graf 4. Klíčivost semen *R. japonica* v obou lokalitách při T 10°C a T 20°C světlo



## 8) SEZNAM LITERATURY

Baker, H. G. (1965): Characteristic and modes of origin of weeds. The Genetics of Colonizing Species. New York: Academic Press, USA, p. 147 – 172

Bímová, K. (2004): The ekology of invasive Reynoutria taxa – The role of hybridisation during the invasion proces. Doktorská práce, Praha ČZU LF- m. s dep.in kat.ekologie a živ. prostředí p. 93 - 110

Brožová, J., Staňková, J., Vačkář, D. (2005). Invazní druhy, in Brejšková, L., Černý, T., Fišer, B., Hlaváč, V., Hřebík, Š., Jech, K., Kovář, P., Křivánek, M., Mackovčín, P., Mátlová, V., Novák, J., Pásková, M., Plesník, P., Pretel, J., Scharffová, K., Soldán, Z., Staňková, J., Stráský, D., Treml, V., Unar, P., Vačkář, D., Strategie ochrany biologické rozmanitosti České republiky, Ministerstvo životního prostředí, Praha, s. 17 – 22.

ČHMU (2011): Historická data, počasí, měsíční data [on/line] [cit. 2012-03-03]. Dostupné z <http://www.portal.chmi.cz//>.

ČGU Praha (2012): Služby, datové zdroje, geologické – lokality [on/line] [cit. 2012-02-01]. Dostupné z <http://www.geology.cz//>.

Černý, Z., Neruda, J., Václavík, F. (1998): Invazní rostliny a základní způsoby jejich likvidace. Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství České republiky v Praze, Nové Město nad Cidlinou, s. 43

Envis (2012): Ročenky/chráněné území [on-line] [cit. 2012-03-31]. Dostupné z <http://www.envis.praha-mesto.cz //>

Dlugosch, K. M. (2008): Fouding events in species invasions: genetic variation, adaptive evolution, and the role of multiple introductions. Moleculars Ecology 17, p.431 – 449

Elton, Ch. (1958): The ecology of invasions by animals and plants. Methuen, UK. p. 196

Haag (duben 2002): Úmluva o biologické rozmanitosti: Hlavní zásady pro prevenci, šíření a zmírňování vlivu cizích invazivních druhů, které ohrožují ekosystémy, přírodní stanoviště nebo druhy, přiložené k rozhodnutí VI/23.

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:p. 5 – 15

Holec, J., Soukup, J. (2005): Rostlinné invaze ve volné krajině (1). Představují rostlinné invaze skutečnou hrozbu? *Agro, ČZU v Praze*, s. 10, 1, 12 – 13

Holub, J., Jirásek, V. (1967): Zur Vereinheitlichung der Terminologie in der Phytogeographie. *Folia Geobotanica et Phytotaxonomica*. Praha: Botanický ústav Akademie věd, roč. 2: s. 69 - 113.

Hrušková, H., Hofbauer, J. (1998): Expandující křídlatka na území ČR. *Úroda*, 1998, č. 7, s. 48-49.

Hrušková, H., Hofbauer, J. (1999): Generativní šíření křídlatky na území ČR. *Úroda*, č. 2, s. 24 – 25

Chrtek, J., Chrtková, A. (1985): Kříženec *Reynoutria x bohemika* v Průhonickém parku. *Živa* roč. 135, č. 4, s. 136 - 137

Chrtek, J. (1990): *Reynoutria*, křídlatka. In: Hejný S. a Slavík B. (ed.), *Květena České republiky – 2*. Praha: Academia, s. 362 – 366.

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* 77, Praha, p. 339 - 354

Kerouš, K. (2002): Biologické zpracování lokality - pravý břeh Vltavy u soutoku s Berouňkou., s. 1 – 3.

Kroutil, P. (2007): Ministerstvo zemědělství ČR ve spolupráci se Státní rostlinolékařskou správou Praha, Česko: Konference České botanické společnosti = rostlinné invaze v České republice: situace, výzkum a management)

Kököřčený, M. (2006): Právní informační systém s tradicí od roku 1994, [online]. 2. 3. 2012. [cit. 2012-05-03]. Dostupné z [http>//www.pravnipredpisy.cz//](http://www.pravnipredpisy.cz/).

Křivánek, M. (2004a): Rostlinné invaze pět otázek a odpovědí. Ochrana přírody, s. 59, 1, 10 – 12.

Křivánek, M. (2004b): Zhodnocení činnosti státní správy a jiných organizací v České republice proti rostlinným invazím. Ochrana přírody, s. 59, 5, 146 - 149.

Křivánek, M., Sádlo, J., Bímová, K. (2004): Odstraňování invazních druhů rostlin. Zásady péče o nelesní biotopy v rámci soustavy Natura 2000, 2004, roč. 12, č. 8, s. 23 – 27

Křivánek, M. (2006): Acta Pruhonicensia 84, Biologické invaze a možnosti jejich předpovědi, 1. Vydání, Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, Průhonice, s. 82.

LIFE (2003): Metodika likvidace křídlatky (*Reynoutria* ssp.) (březen 2003): Projekt z programu LIFE – Nature, Záchrana lužních stanovišť v povodí Morávky

Mandák, B., Pyšek, P. (2002): *Reynoutria*, křídlatka. In: Kubát K (ed.), Klíč ke květeně České republiky. Praha: Academia, s. 199 – 202

Mandák, B. (2004): Biologická, ekologická a genetická studie invazních druhů rodu *Reynoutria* (Polygonaceae) v České republice, Praha s. 14.

- Mandák, B., Bímová, K., John, P. Bailey (2007): Asexual spread versus sexual reproduction and evolution in Japanese Knotweed s.l. sets the stage for the “Battle of the Clones”
- Maron, J. L., Vilà, M., Bommarco, R., Elmendorf, S., Beardsley, P. (2004): Rapid evolution of an invasive plant. *Ecological Monographs* 74(2), p. 261 – 280
- Meyerson L. A. Mooney H. A. (2007): Invasive alien species in an era of globalization. – *Front. Ecol. Env.* 5: 199–208.
- Mlíkovský, J., Stýblo, P. (2006): *Nepůvodní druhy fauny a flóry České republiky*. 1. vydání, ČSOP, Praha, s 10 - 11. ISBN 80-86770-17-6
- Moravec, J., Neuhäusl, R., Andresová, J. (1991): *Přirozená vegetace území hlavního města Prahy a její rekonstrukční mapa*. Praha, Academia: Botanický ústav ČSAV: Ministerstvo životního prostředí České republiky 1. vydání, s. 200, ISBN: 000025426
- Palmer, P. J. (1994): *Fallopia japonica* (Japanese Knotweed) in Wales. *Ecology and Management of Invasive Riverside Plants*. p. 159 - 171,
- Parker I. M., Simberloff D., Lonsdale W. M., Goodell K., Wonham M., Kareiva P. M., Williamson M. H., Von Holle B., Moyle P. B., Byers J. E. & Goldwasser L. (1999): Impact: toward a framework for understanding the ecological effect of invaders. – *Biol. Invas.* 1: p. 3–19.
- Pimentel D. [ed.] (2002): *Biological invasions: economic and environmental costs of alien plant, animal, and microbe species*. – CRC Press, Boca Raton.
- Plesník, J. (2004): *Biologická rozmanitost na Zemi: Stav a perspektivy*. Scientia, Praha. s. 261 ISBN: 80-7183-331-2
- Prach, K. (2001): *Úvod do vegetační ekologie (Geobotaniky)*. České Budějovice: Jihočeská universita v Českých Budějovicích. s. 77. ISBN: 80-900 295 444

Pyšek, P. (1996a): Biologické invaze I. Historické a geografické souvislosti. *Živa.*, roč. 146, č. 1, s. 4-7.

Pyšek, P. (1996b): Biologické invaze II. Druhy společenstva. *Živa.*, roč. 3, s. 102-105. ISBN: 0044-4812

Pyšek, P. (1996c): Synantropní vegetace. Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická universita Ostrava ve spolupráci s Ministerstvem životního prostředí ČR a Centrem pro otázky životního prostředí UK v Praze. s. 90.

Pyšek, P., Mandák, B. (1997): Mají křídlatky křídla?, *Živa*, XLVč.4, s. 151 – 152  
ISBN: 0044-4812

Pyšek, P., Tichý, L. (2001): Rostlinné invaze. Brno: Rezekvítek, 5. vydání. s. 40., ISBN: 80-900 295 444

Pyšek, P., Sádlo, J., Mandák, B. (2002): Catalogue of alien plants of the Czech Republic. *Preslia* 74: p. 97 – 186

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

Pyšek, P., Křivánek, M., Sádlo, J., Mandák, B. (2006): Invaze: Vyšší rostliny, in Mlíkovský J., Stýblo P. (eds), *Nepůvodní druhy fauny a flóry České republiky*. Český svaz ochránců přírody, Praha, s. 28 - 30

Rejmánek, M., Pyšek, P. (1995): What Makes a Species Invasive? In: *Plant Invasions: General Aspects and Special Problems*. Amsterdam: SPB Academic, The Netherlands, p. 3 – 13.

Rejmánek, M., Richardson, D. M., Higgins, S. I., Pitcairn, M. J., Grotkopp, E. (2005): Ecology of Invasive plants: state of the art. In: Mooney, H. A., Mack, R. M., McNeely, J. A., Neville, L., Schei, P., Waage, J., (eds.): *Invasive alien species: searching for solutions*, Island Press, Washington, DC. p. 104 – 61

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

Richardson, D. M., Pyšek, P. (2006): Plant invasions – merging the concepts of species invasiveness and community invasibility. *Progress in Physical Geography* 30: p. 409 – 431.

Settele J., Hammen V., Hulme P., Karlson U., Klotz S., Kotarac M., Kunin W., Marion G., O'Connor M., Petanidou T., Peterson K., Potts S., Pritchard H., Pyšek P., Rounsevell M., Spangenberg J., Steffan-Dewenter I., Sykes M., Vighi M., Zobel M. & Kühn I. (2005): ALARM: Assessing Large-scale environmental Risks for biodiversity with tested Methods. – *GAIA – Ecol. Persp. Sci. Soc.* 14: p.69–72.

Stejskal, V. (2006): Úvod do právní úpravy ochrany přírody a péče o biologickou rozmanitost: právní stav k 1. 1. 2006. Linde, Praha. s. 591

Troja (2011):Přírodní rezervace Podhoří, přírodní fakta a zajímavosti [on-line] [cit. 2012-05-03.] Dostupné z <http://troja.cz/>

Williamson M. (1996): *Biological Invasions*. New York: Chapman and Hall, USA. p. 256