

Jihočeská Univerzita v Českých Budějovicích

Přírodovědecká fakulta



Zmapování toku řeky Želivky v rámci studia ekologických invazí a invazních netýkavek *Impatiens glandulifera* a *I. parviflora*.

Bc. Miroslav Urban

(diplomová práce)

vedoucí práce RNDr. Stanislav Mihulka Ph.D.

2011

Urban, M. (2011): Zmapování toku řeky Želivky v rámci studia ekologických invazí a invazních netýkavek (*Impatiens glandulifera* a *I. parviflora*) [Mapping the banks of the Želivka river within the framework of studying ecological invasions and invasive species *I. glandulifera* and *I. parviflora*: Mgr. Thesis, in Czech.] - p. 38, Faculty of Biological Sciences, University of South Bohemia, Ceske Budejovice, Czech Republic.



Prohlašuji, že svoji diplomovou práci jsem vypracoval samostatně, pouze s použitím pramenů a literatury uvedené v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, elektronickou cestou, ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

v Českých Budějovicích 29. 4. 2011

.....  
Miroslav Urban

## Abstract:

The aim of the study was to study the invasion ecology and the to study the invasion of two species of the genus *Impatiens*, namely *I. glandulifera* and *I. parviflora*. I then chose the right bank of the Želivka river in the Czech-Bohemian highlands to study and survey the plant association and population of two mentioned species. Consequently I focused my study on the river biotope and the role of invasive species in it. Further I have worked up a research summary on the ecology of the invasion and the role of the above mentioned species in the riparian biotopes.

To better understand the invasion ecology of these species I posed the following questions:

- a) Do the three parts (upstream, middle reaches, reservoir = downstream) of the Želivka river differ in plant association, in species diversity, or in Ellenberg's values (for shading, nutrients and for humidity)?
- b) Which species are correlated with *I. glandulifera* and *I. parviflora* and which composition species occur most frequently with the subject species in the three mentioned parts of the Želivka river?
- c) Do prefer *I. glandulifera* and *I. parviflora* one of three mentioned parts of the Želivka river?

The conclusion is that the banks of the three parts (upstream, middle reaches, reservoir) of the Želivka river differ in plant association (details are on Fig. 4.), in species diversity (details are on Fig. 6.) and in Ellenberg's values (except values for humidity, details are on Fig. 5.). Species correlated with *I. glandulifera* and *I. parviflora* are detailed on Fig. 2. The last finding (details on Fig. 7. and 8.) was that *I. glandulifera* prefers to grow up at middle reaches of the Želivka river while *I. parviflora* prefers to grow up at upstream part of Želivka river.

## Obsah:

1. Předmluva .....	1
2. Úvod.....	2
2.1. Pohled do historie invaze.....	2
2.2. Problematika pojmu invaze a invazní druh.....	2
2.3. Invazní proces.....	2
2.4. Invazní lag fáze.....	3
2.5. Invazní potenciál a vlastnosti invazních druhů.....	3
2.6. Typy invazí v invadovaných společenstvech.....	4
2.7. Invaze netykavek v říčních biotopech.....	4
2.8. Studované druhy.....	7
2.8.1. <i>Impatiens glandulifera</i> Royle (morfologie, biotop, biologie a ekologie, šíření, životní cyklus, historie zavlečení, dopad na společenstvo).....	7
2.8.2. <i>Impatiens parviflora</i> DC (morfologie, biotop, biologie a ekologie, šíření, historie zavlečení, dopad na společenstvo).....	10
2.9. Cíle práce.....	11
3. Metodika.....	12
3.1. Popis studovaného území.....	12
3.2. Želivka .....	13
3.3. Půdy.....	14
3.4. Podnebí, teplota, srážky .....	14
3.5. Vlastní práce – sběr dat a statistické zpracování.....	14
4. Výsledky.....	15
5. Diskuse.....	23
5.1. Invaze netykavek v říčním biotopu.....	23
5.2. <i>I. glandulifera</i> .....	24
5.3. <i>I. parviflora</i> .....	25
5.4. Srovnání vegetace tří částí toku řeky Želivky.....	26
5.5. Porovnání s dalšími druhy.....	27
6. Závěr.....	29
7. Poděkování.....	30
8. Literatura .....	31

## 1. Předmluva

**Invaze.** V dnešní době horké želízko ve světě vědy. Dostává se do popředí zájmu veřejnosti. Proč? Možná, nebo asi určitě proto, že představuje (či představují) problém globálního, ekonomického (Gritten 1995) či etického rázu. Bylo by na místě ještě připomenout, že je to také proto, že velká část problému kolem invaze/invazí je spojována s činností člověka, který je v dnešní době hlavním velitelem.

Invaze rostlin (podobně jako vojenská invaze) je děj, při kterém druh cizího původu (alien species) v daném území zvyšuje svou abundanci vlastními silami a proniká na nové lokality a sám se v nich rozšiřuje (Holub & Jirásek 1967; Pyšek et al. 2002; Pyšek et al. 2004).

Je známo, že vše má svou příčinu a samo se jen tak něco neděje. Podobně je tomu i s invazemi a invazními druhy. I jejich rozšíření na nové lokality má svou příčinu. A tou příčinou je často právě člověk.

Zároveň se ale snažíme zamezit jejich šíření na nepůvodní lokality a vytlačit je z míst, kde již značně decimují původní společenstva, i když naše možnosti jsou omezené.

Jednou zajímavou dvojicí takovýchto vetřelců jsou dva druhy z čeledi *Balsaminaceae*, a to *Impatiens glandulifera*, masově se šířící podél řek a *I. parviflora*, která zabírá velké plochy ve smíšených a smrkových lesích v pobřežních zónách, a to v celé střední Evropě (Hejda & Pyšek 2006).

Ve snaze zachovat původní biodiverzitu, původní vzhled a funkci biotopu je potřeba porozumět invazi, ekologii invazních druhů a domácím prostředím jako celkům, které spolu interagují a vytvářejí vztahy, mnohdy nezávisle na člověku a jeho domněnkách.

Proto se můžeme ptát: Má smysl bojovat proti invazím, díváme-li se na ně z perspektivy krátkého člověčího života? Jak souvisí invaze s koloběhem života na Zemi z pohledu milionů let jejího vývoje? Přináší samá negativa? Nebo se díky invazím můžeme něčemu přiučit, poučit se, posunout se v dialogu s přírodou o krok dále?

Abychom na tyto a další otázky mohli odpovědět, nezbyvá, než se invazemi, invazními druhy a invazní ekologií zabývat. A to pěkně od základu...

## 2. Úvod

### 2.1. Pohled do historie invaze

Už od dob prvních zemědělců, v Evropě před zhruba 7000 lety (Pyšek 1994), začal člověk hrát důležitou roli v přetváření přírody k svojí představě. Zemědělství hrálo a stále ještě hraje roli ovlivňujícího činitele na poli invaze. Ale po těchto několik tisíc let, až zhruba do roku 1500, působil člověk v přírodě jako invazní faktor pouze omezeně, i když jeho tlak nelze zanedbávat. Po roce 1500 se situace na poli invaze zásadně změnila. V té době začala globalizace planety a objevily se možnosti potenciálně osídlit jakékoliv místo na světě (Lodge 1993). To se zvláště dělo v dobách kolonizací, (17. a 18. století) a také v 19. století, a ve 20. a 21. století nejvíce. Lidstvo svými aktivitami přispělo novými disturbancemi, jako jsou obchodní cesty, turistika, cestovní ruch, průmysl – a to migracím druhů a následnému osídlování nových území jenom nahrává. V biosféře je dnes už většina ekosystémů zasažena biologickými invazemi a invazní organizmy můžeme pozorovat už téměř ve všech taxonomických skupinách.

### 2.2. Problematika pojmu invaze a invazní druh

Není jednoduché odpovědět na otázku, co je to invaze, neboť definic pojmu „invaze“ je celá řada, jde jen o to, jak to který autor chápe. Práce v této oblasti provedená (Richardson et al. 2000) ukazuje, že slovo invaze je ve světě vědy slovem se spoustou významů a slovem vyskytujícím se skoro v každém článku.

Řekne-li se slovo invaze – mnoho lidí si představuje jakousi ekologickou katastrofu. To není zcela pravda. Z ekologického hlediska ,je to stav v lokalitě či biotopu daný přítomností invazního druhu, který je na daném území nepůvodní, který se zde nekontrolovatelně šíří a vytváří více či méně rozsáhlé porosty, přičemž agresivně vytlačuje druhy, které mají podobnou ekologii v přírodě jako druh invazní‘ (Richardson et al. 2000).

Zaměříme-li se na současné anglicky psané články – o invazních druzích a o invazi se lze dozvědět opravdu mnoho, ale není zde jasně a jednotně daný termín pro invazní druh (Richardson et al. 2000). Pyšek a Prach (1995, Pyšek et al. 2008) uvažují, že by bylo nejlépe používat tyto pojmy: původní druh (native species) a druh cizího původu (alien species) s tím, že archeofyty (Holub & Jirásek 1967; Pyšek et al. 2002; Pyšek et al. 2004) jsou považovány za druhy původní.

### 2.3. Invazní proces

V samotném usídlení nepůvodního druhu hraje roli mnoho faktorů, nicméně postupný proces invaze by se dal popsat asi takto (Kornas 1990; Richardson & Pyšek 2006):

- a) počáteční introdukce nepůvodních diaspor spojená s výskytem prvních jedinců
- b) následné uchycení daného druhu na místech k tomu pro něj nejvhodnějších
- c) postupné osídlování méně narušovaných míst
- d) invaze nenarušených míst a potlačování druhů původních

Každá následující fáze je přitom pro cizí druh obtížněji dosažitelná, než fáze předcházející (Richardson & Pyšek 2006). Toto uvádí už di Castri (1990) a Kowarik

(1995) na příkladu pravidla ‚10:2:1‘. Velká část člověkem introdukovaných druhů se vůbec neuchytí, nebo jen krátce. Část z těch, kterým se podaří uchytit, kolonizuje pouze stanoviště v blízkosti člověka, a to ještě ta, která jsou jím silně ovlivněná. Nakonec je jen velmi málo druhů schopných proniknout do nenarušených stanovišť přírodní vegetace (Sykora et al. 1989; Kornas 1990; Williamson 1996; Richardson & Pyšek 2006), neboť počet invazních druhů stoupá s rostoucí intenzitou antropogenního vlivu na krajinu (Mihulka 1994, 1996).

Pak může následovat proces invaze, což je sled událostí a jevů, během nichž introdukované druhy čelí řadě překážek, bránících jejich rozšiřování a šíření v novém regionu (Williamson & Fitter 1996a, 1996b; Pyšek et al. 1998).

Druhy, které překonaly geografické bariéry, nazýváme druhy s nahodilým výskytem (casual), ty, co překonaly reprodukční bariéry, nazýváme druhy naturalizované (naturalized) – (Pyšek et al. 1998) a třetí skupinu tvoří druhy invazní (invasive species). Invazní druhy jsou takové úspěšné druhy, které dokáží, kromě překonání geografické a reprodukční bariéry, překonat i bariéru šíření. Přejít mezi těmito třemi stádii (roztroušený – casual, naturalizovaný – naturalized a invazní – invasive) tvoří ne vždy jasně rozeznatelné kontinuum výskytu druhů. Tento invazní proces byl nazván naturalizačně-invazní kontinuum (Richardson & Pyšek 2006).

#### 2.4. Invazní lag fáze

Z výše zmíněného je patrné, že druh se stane invazním, až když dospěje do vhodné fáze a překoná spoustu překážek. Na překonání těchto obtížných překážek potřebuje druh nějaký čas k tomu, aby je překonal (Mack et al. 2000; Sakai et al. 2001). Tato doba se nazývá „lag fáze“ druhu a je důležitým obdobím pro rostlinu, protože je určena k tomu, aby rostlina překonala tyto překážky, a aby se přizpůsobila novým podmínkám prostředí (Weber & Schmidt 1993; Mooney & Cleland 2001).

Lag fáze ve smyslu, kterým ho chápe Kowarik (1995), je doba mezi první introdukcí a prvním únikem z tohoto místa, a je známá u 44 druhů rostlin (Křivánek & Pyšek 2008).

Lag fázi má každá rostlina jinak dlouhou. Například *Impatiens glandulifera* se začala masově šířit v ČR po své lag fázi, dlouhé cca 40 let, ve třicátých letech 20. století (Pyšek & Prach 1993; Pyšek & Prach 1995; Hejda & Pyšek 2006). Podobně dlouhou lag fázi má *I. parviflora* (cca 30 let). Jiné invazní druhy jako je *Reynoutria sachalinensis* aj. mají lag fázi kolem 80 let (Pyšek & Prach 1993). Také dřevnaté rostliny mají dlouhou lag fázi – průměrně 112 let (Křivánek & Pyšek 2008).

Z publikovaných článků se zdá, že lag fáze trvá často déle, než je čas určený k tomu, aby druh obsadil volná místa v přirozené vegetaci (Kowarik 1995; Richardson & Pyšek 2006). Patrně zde hrají roli více podmínky prostředí, ne předpoklady.

#### 2.5. Invazní potenciál a vlastnosti invazních druhů

Invazní potenciál je u konkrétních druhů různý. Z ekologických vlastností je to např. sklon k synantropizaci, silná konkurenceschopnost, sklon k r-strategii (Urbisz & Urbisz 2009), autogamické či vegetativní rozmnožování, klíčivost semen v širokém rozmezí abiotických podmínek, vysoká genetická variabilita. Dále to může být rychlý růst, který je úzce spojen s krátkým životním cyklem tzn., že druh je např. jednoletý. S tím souvisí i časné kvetení, fenotypová plasticita, či velká schopnost regenerace.

Patří sem také historické podmínky, kam lze zařadit např. historii působení člověka na krajinu, jeho vztah k danému druhu. Dále jsou důležité podmínky související s pohybem člověka a s transportem propagul, jako je kolonizace, obchodní cesty a s tím související doprava, a v neposlední řadě také rozvoj květinářství po celém světě (podle Grime 1979; Roy 1990; Lodge 1993; Richardson & Pyšek 2006). Důležité je poznamenat, že neexistuje ideální druh, který by měl všechny tyto vlastnosti a vyhověl všem těmto podmínkám.

## 2.6. Invazibilita prostředí

Má-li být druh invazní, je důležité, aby měl ty správné vlastnosti a předpoklady pro šíření. Pod správnými vlastnostmi druhu si lze představit:

- a) dostatečný počet propagul, které vstupují do nového prostředí
- b) vhodné ekologické parametry druhu (délka životního cyklu, životní strategie, reprodukční vlastnosti aj.)

K těmto vlastnostem druhu je třeba připočítat ještě jednu nezbytnou vlastnost prostředí, a to invazibilitu prostředí. Úspěšnost invaze totiž závisí z velké části právě na invazibilitě společenstva – prostředí (Bímová et al. 2004). Tuto důležitou vlastnost lze popsat jako citlivost, vnímavost či přístupnost k invazi konkrétního cizího druhu (Lonsdale 1999; Davis et al. 2000). Někdy je invazibilita prostředí označována jako procento cizích druhů (alien species) nalezených v té konkrétní oblasti (Planty-Tabacchi et al. 1996).

Invazibilita prostředí je ovlivňována např. podobností klimatických poměrů vůči poměrům v oblasti původního výskytu, sukcesním stářím stanoviště, nízkou diverzitou místních druhů (Chmura & Sierka 2006), absencí patogenů, herbivorů a parazitů, dále vysokou konkurencí invazního druhu (Hulme & Bremner 2006) či malou konkurenceschopností druhů zde přítomných. V neposlední řadě je to existence narušených míst (di Castri 1990; Lodge 1993; Hood & Naiman 2000; Bodano & Pugnaire 2004) a celková charakteristika terénu (Campbel et al. 2002).

Proto je důležité, aby druh, který má být invazním, dostal příležitost opustit svou původní oblast, aby byl transportován, dostal příhodné zdroje (di Castri 1990) např. živiny, světlo nebo prostor a dále ekosystém méně odolný k invazi a ekosystém lehce narušitelný, jako jsou příbřežní zóny řek (Planty-Tabacchi et al. 1996; Hood & Naiman 2000; Hejda & Pyšek 2006).

## 2.7. Invaze netykavek v říčních biotopech

Říční biotop je unikátní, dynamický říční biotop (Richardson et al. 2007), který je velice náchylný k invazi. Je tomu tak, protože je vystavovaný častým narušujícím procesům, tj. disturbancí. Především jsou to časté záplavy (Naiman & Décamps 1997; Hulme & Bremner 2006), které působí jako silný narušovací element mající vliv na říční biotop (Naiman & Décamps 1997). U těchto disturbancí však nejde o to, jak jsou intenzivní, ale důležité je hlavně jejich opakování (Modrý et al. 2008). Nepravidelné nebo časté disturbance pak způsobují větší náchylnost k invazi exotickými druhy (alien species). K invazi tak příliš nedochází ve stabilním biotopu (Hood & Naiman 2000).

Navíc, říční neboli příbřežní zóna (ekosystém), je styčným místem, jakýmsi rozhraním, mezi vodním a terestrickým ekosystémem (Richardson et al. 2007). Tento



stav, nazývaný ekoton (Naiman & Décamps 1990; Gregory et al. 1991), se liší svým složením, strukturou a funkcí od přilehlé terestrické či vodní vegetace (Gregory et al. 1991; Naiman et al. 1993, 2005; Tang & Montgomery 1995; Prach et al. 1996; Naiman & Décamps 1997). Jako jiné ekotony, i tento styčný biotop, je náchylný k disturbanci.

Dynamické aspekty říční zóny velmi silně přispívají k druhové bohatosti (Kalliola & Puhakka 1988; Solbrig 1991) v tomto ekotonu, i když druhová bohatost podél řeky varíruje (Nilsson et al. 1989). Díky variabilní druhové bohatosti je přibřežní vegetace tak specifická a ovlivňuje řadu důležitých ekologických funkcí. Uvedme například zásoby živin, zmírnění teploty proudu vody skrz evapotranspiraci, zastínění nebo poskytnutí tlumících (buffer) zón. Tyto zóny filtrují sedimenty a kontrolují tok živin a stabilizují tak břeh (Barling & Moore 1994; Hood & Naiman 2000). Tento ekosystém (ekoton) můžeme považovat za koridor pro pohyb a přesun bioty (Naiman & Décamps 1997), který je udržován jako celek v jakési dynamice paradoxně díky nepravidelným záplavám (Boudell & Stromberg 2008).

Studie Hooda a Naimana (2000) rozděluje říční zónu na povodňovou záplavovou pánev (aluvium), ve které je 20 – 30% cizích druhů, a která je těsně u řeky, a pak na říční svah, kterého se již záplavy netýkají, a má jen 5 – 10% cizích druhů. Z toho vyplývá, že invaze jsou úspěšnější spíše při řece, než na místech vzdálenějších od řeky.

Nicméně, i když je v záplavové pánvi více druhů, teoretická šance invaze exotických druhů je se zvyšující se diverzitou menší (Stohlgren et al. 1998; Hood & Naiman 2000; Chmura & Sierka 2006). Čím má místo větší diverzitu, má i více vhodných podmínek pro růst více druhů, které se zde mohou uchytit. Místa s velkou diverzitou jsou potenciálně méně invadována možná i díky tomu, že druhy v říčním společenstvu jsou víceméně specialisté a získávají zdroje z častého narušování (Richardson et al. 2007; Moloney et al. 2009) – to je ale zatím pouze hypotéza.

Jiná studie (Stohlgren et al. 1998) souhlasí s tvrzením, že druhově bohaté říční biotopy jsou náchylnější k invazi, než ty druhově chudé, díky disturbanci, která přináší pro tyto společenstva více dostupných živin. To potvrzuje DeFerrari & Naiman (1994), Ferreira & Moreira (1995) i studie Robinsona et al. (1995).

V poslední době se objevil se názor, že velký počet nepůvodních druhů je na lidmi silně ovlivněných řekách (Maskell et al. 2006; Clements et al. 2009). Těžko navrhnout jednotný konsensus, dle kterého by se mohlo předpovědět, jak bude to či ono místo schopné být invadováno (Fridley 2007). Jednoduchá teorie určující vztah mezi diverzitou a invazibilitou prostě není, neboť mezi oběma existuje jak pozitivní, tak negativní vztah. Záleží na okolnostech (Fridley 2007).

Když se však přesuneme ke konkrétně studovaným druhům, zde je situace o něco jasnější, i když ne na 100%. Vzhled a složení přibřežního biotopu již dávno není stejné s tím, jak jsme ho byli v naší krajině zvyklí vídat v dobách mlýnů (cca před 100 lety). A tak to je nejen v České republice, ale v celé Evropě, protože úroveň a charakter invaze v jednotlivých biotopech ČR je podobný tomu ve srovnatelných biotopech Evropy (Kowarik 1995; Walter et al. 2005; Vila et al. 2007).

Tyto dva druhy, ať chceme nebo ne, prostě ovlivňují říční biotop jako takový, v posledních cca 70 letech hodně výrazně.

Pyšek & Prach (1993) porovnávali 4 vysoké invazní druhy (*I. glandulifera*, *Reynoutria sachalinensis*, *Reynoutria japonica*, *Heracleum mantegazzianum*) a přišli na to, že *I. glandulifera* se začala v ČR exponenciálně šířit po své lag fázi (40 let), když do té doby obsadila jen malý počet lokalit. Toto exponenciální šíření začalo ve třicátých letech 20. století (1936). A ačkoliv se této rostlině daří i mimo říční biotop např. v blízkosti lidských sídel (Pyšek & Prach 1993; Dawson & Holland 1999; Hejda 2004) – ohrožuje hlavně druhy v říčním biotopu (Hejda & Pyšek 2006).

Její nebezpečí se má projevat například konkurencí s místními druhy o opylovače, protože produkuje velké množství sladkého nektaru (Titze 2000; Chittka & Schürkens 2001; Nienhuis et al. 2009; Bartomeus et al. 2010). V poslední době se nicméně ukazuje, že opylovače sice přitahuje, ale není zničující konkurencí pro domácí rostliny (Nienhuis et al. 2009; Bartomeus et al. 2010). V neposlední řadě je ale třeba zmínit nebezpečí vytváření velkých souvislých homogenních ploch kolem řek (Schwartz et al. 2006). V těchto porostech pak neroste mnoho druhů (až o 25% méně – Hulme & Bremner 2006), neboť *I. glandulifera* svou hustotou a velkým zastíněním potlačuje jejich růst a vývoj. Je známo, že tyto druhy mají pak menší LAI (Leaf Area Index – listová plocha) – (Maskell et al. 2006). *I. glandulifera* svým stínem snižuje i klíčivost ostatních rostlin (Hulme & Bremner 2006) a dokáže potlačit i místní druhy a celkově tak transformovat biotop (Pimm et al. 1995). Podobně se chovající druhy se nazývají transformery (Wells et al. 1986; Richardson et al. 2000). Většinou jsou však tímto invazním druhem vytlačeny obecně rozšířené ruderalní druhy.

Co se týče konkurence, přišlo se na to, že nad zemí je *I. glandulifera* silná, v podzemí je tomu ale jinak. Díky pouze mělkým adventivním kořenům (je to jednoletka) může být vykonkurována v rámci kompetice o zdroje pod zemí (Hejda et al. 2009). A to druhy, jako je např. *Urtica dioica*, *Galium aparine* či *Phalaris arundinacea* aj. (Dawson & Holland 1999; Kolmann & Bañuelos 2004; Hejda et al. 2009). Tickner et al. (2001) a Kolmann & Bañuelos (2004) také přišli na to, že se snižující se biomasou *I. glandulifera* její konkurenční schopnost klesá. Její biomasa se snižuje se zeměpisnou šířkou populací (Kolmann & Bañuelos 2004). Sníženou biomasu vykazují i jedinci, kteří byli zasaženi virovou infekcí nekrotické kadeřavosti tabáku (Kolmann et al. 2007).

Jinde se lze zase dozvědět, že invazní druh ovlivňuje společenstvo kolem řeky pouze, když je dominantní (Pyšek 1996, Pyšek & Prach 1997; Bímová et al. 2004), že do hustoty pokryvnosti 5% nemá prakticky žádný efekt na diverzitu místní vegetace.

V mnoha studiích (Sala et al. 2000; Kasperek 2004; Maskell et al. 2006 aj.), vystupuje *I. glandulifera* jako druh ohrožující původní společenstva a stále více studií (Perrins et al. 1990; Beerling & Perrins 1993; Roblin 1994; Scherer-Lorenzen et al. 2000; Tickner et al. 2001; Helmisaari 2006) potvrzuje její negativní vliv na diverzitu.

Nicméně některé současné studie (Hejda & Pyšek 2006; Hulme & Bremner 2006; Hejda et al. 2009; Bartomeus et al. 2010) ukazují, že, přinejmenším krátkodobě, efekt invaze *I. glandulifera* není tak vážný. A dodávají, že pouze přebírá roli nitrofilních dominant jako je *U. dioica* aj. Hejda & Pyšek (2006) a Hulme & Bremner (2006) následně zdůrazňují, že odstraňování *I. glandulifera* by vlastně mohlo usnadnit uchycení jiných nepůvodních druhů. Což je samozřejmě problém.

V případě druhu *I. parviflora* jedna studie (Chmura & Sierka 2006) ukazuje, že přítomnost *I. parviflora* může i zvyšovat druhovou bohatost vegetace, ale stejní autoři již ve své další studii (Chmura & Sierka 2007) *I. parviflora* prezentují jako rostlinu, která ve smíšeném lese, kam invadovala, snižuje diverzitu a zvyšuje pokryvnost bylinného patra. Zřejmě to ale neznamená nahrazení původních druhů, jen využití volného místa a dostupných živin (Chmura & Sierka 2006). Proto se *I. parviflora* vyhýbá místům s vysokou pokryvností a kolonizuje většinou ta volná místa (Chmura & Sierka 2006).

Často můžeme *I. parviflora* spatřit ve smrkových monokulturách kolem řek, kde vytváří rozsáhlé porosty. Je zajímavé, že ty porosty jsou tak velké, přestože je tam velká zastíněnost. Zastíněnost hraje velice důležitou roli v růstu každé rostliny, *I. parviflora* nevyjímaje. Ale její schopnost růst a rozmnožovat se i při velkém zastínění je hlavní vlastnost, která jí dovoluje šířit se v lesích (Perrins et al. 1993). Machado et al. (2003)

přišel na to, že *I. parviflora* přežije i při světle pouhých 5% plného slunečního svitu. Další výhodnou vlastností je, že má ze všech tří invazních netykavek největší klíčivost (Perglová et al. 2009). Její úspěch je také daný předešlým narušením stanoviště (Eliáš 1999; Obidzinski & Symonides 2000). A často narušovaná stanoviště jsou právě příbřežní smrkové lesy, kde se jí daří. A daří se jí natolik dobře, že je schopna vykonkurovat i náš původní druh *I. noli-tangere* (Falinski 1998; Skálová & Pyšek 2009; Godefroid & Koedam 2010). Možná je to kvůli jeho nízké klíčivosti (Perglová et al. 2009).

Další ze zajímavých pohledů na *I. parviflora* podává studie Chmura & Sierka (2007), kteří uvádějí, že *I. parviflora* inklinuje k ruderálním stanovištím. Tedy lze říci, že *I. parviflora* preferuje výskyt s druhy jako je *U. dioica* aj., kterým takovéto půdy vyhovují (Hejda & Pyšek 2006) a ve kterých jsou tyto nejvíce zaznamenávány (Dawson & Holland 1999).

Z celkového pohledu na invazi v říčních biotopech a z pohledu diverzity v nich pak plyne, že velmi záleží na měřítku pohledu. Protože na regionálním měřítku může být vztah mezi původním a invazním druhem pozitivní (Stohlgren et al. 1998; Levine 2000), kdežto na úrovni ekosystému je tento vztah většinou negativní (Tilman 1997; Kennedy et al. 2002; Meiners et al. 2004; Chmura & Sierka 2007).

## 2.8. Studované druhy

Rod *Impatiens* (*Balsaminaceae*) je celosvětově rozšířený rod a můžeme v něm nalézt okolo 850 – 1000 druhů (Clifton 2001). Většina druhů rodu *Impatiens* jsou tropické a subtropické byliny nebo polokeře (Yuan et al. 2004; Janssens et al. 2006). Je poměrně málo jednoletých temperátních druhů, rostoucích ve vlhkém biotopu (Tabak & Wetterberg 2008). Dva z těchto druhů – *I. parviflora* a *I. glandulifera* – se staly vcelku nebezpečnými invazními druhy rodu *Impatiens* (Hulme & Bremner 2006).

### 2.8.1. *Impatiens glandulifera* Royle

#### Morfologie

Netýkavka žláznatá (*Impatiens glandulifera* Royle, *Impatiens roylei* Walpers), je jednoletá lysá rostlina dosahující výšky od 50 cm až po 3 m. Stonek je dutý kloubovitý a má průměr od 1 do 5 cm, někdy v hořejší části větvený. Celá rostlina obsahuje velké množství vody, a proto se snadno láme (Slavík 1997; Helmisaari 2006).

Kořeny jsou okolo 15 cm dlouhé – adventivní, a často se také vytvářejí na spodních nodech (Slavík 1997). Takovéto kořeny snadno rostou mezi kameny (např. kolem břehů).

Listy jsou vstřícné nebo jsou v přeslenu po třech (hlavně v horní části rostliny). Jsou okolo 25 cm dlouhé a okolo 7 cm široké, lysé zoubkované.

Květenství jsou hroznovitá s 2 – 14 květy, které jsou 2,5 – 4 cm velké, což láká spoustu opylovačů. Květy jsou jasně zygomorfní a jejich zadní sepal tvoří jakýsi sáček, který je zakončen ostruhou, kde se tvoří nektar. A protože je květů hodně, opylovači daleko raději navštěvují květy právě *I. glandulifera*, než okolních druhů (Titze 2000). Barva květů varíruje od bílé přes růžovou až po purpurovou (Slavík 1997; Helmisaari 2006).

Plodem jsou dužnaté tobolky, které za zralosti pukají při sebemenším doteku. Tobolky jsou okolo 4 cm dlouhé a 1,5 cm široké. Obsahují průměrně 10 semen, která jsou za zralosti černá, a ne větší než 5 mm v průměru (Beerling & Perrins 1993; Slavík 1997).

## Biotop a vegetace

Původní areál rozšíření je západní Himaláj, což se vztahuje k územím, jako je sever Pákistánu, sever Indie a Nepálu (Slavík 1997; Helmisaari 2006). Ve svém původním areálu roste ve výšce od 1800 do 4000 m n. m. (Gupta 1989). Lze ji nalézt v lese až po jeho horní hranici, ale vyskytuje se i na otevřených místech a na narušených stanovištích (Gupta 1983; Pyšek & Prach 1995).

V podmínkách střední Evropy roste ve velmi rozdílných biotopech (Helmisaari 2006). Nejvíce se jí však daří na vlhkých, živinami bohatých, ale i chudých (Kowarik 2003) místech (Helmisaari 2006) jako je například vlhký jehličnatý les, lesní mýtiny, strouhy podél silnic (kde je vlhčeji), křoviny a břehy řek (Kurtto 1996; Kowarik 2003). Břehy řek jsou tímto druhem hlavním invadovaným stanovištěm v Evropě (Kowarik 2003), i když Garkaje (2006) shledal, že nejvhodnější biotop pro tento druh je biotop ovlivněný lidmi. V Evropě ji můžeme nalézt hlavně tedy u řek (viz výše) v nadmořské výšce od 200 m až do 1200 m ve východních Alpách (Drescher & Prots 2000).

V biotopu, kde je považována za invazní, podél břehů řek, ji často nacházíme ve svazu *Convolvuletalia*. V jižním Německu ji často doprovází *U. dioica*, *Aegopodium podagraria*, *Lamium maculatum* či *Galium aparine* (Oberdorfer 1983), podobně, jako u nás. Husté porosty, které se tvoří při březích řek, byly popsány jako *Impatiens-Calystegietum* (Dajdok et al. 1998). Berling & Perrins (1993) shledali, že vezikulární – arbuskulární mykorrhiza je vzácná. Nicméně u části populace ji můžeme prakticky vždy nalézt (Štajerová, osobní konzultace).

## Historie zavlečení

*I. glandulifera* byla zavlečena do Evropy v roce 1839 jako zahradní okrasná rostlina, a to do Velké Británie (Valentine 1971). Již v roce 1855 zde byla zaznamenána jako zplnělá. Odtud se postupně dostávala do ostatních zemí. V České republice byla poprvé zaznamenána v roce 1846 (Slavík 1995; 1997; Mandák 2006c) u Červeného Hrádku u Jirkova. Po České republice se začala šířit od roku 1896 (Pyšek & Prach 1995), když byla zaznamenána jako zplnělá u Kunratic v okolí Litoměřic. Od té doby se rozšířila téměř po celém území ČR. V říčním biotopu byla poprvé zaznamenána v roce 1900 (Pyšek & Prach 1995).

Šíření bylo podpořeno včelaři, kteří vysazovali rostlinu do přírody, neboť její květy obsahují hodně nektaru (Titze 2000). Ve střední Evropě se začala rostlina šířit okolo roku 1900, když začala migrovat podél Rýna – 1. naturalizace ve Švýcarsku je v r. 1904 (EPPO 2002). Dále se pak dozvídáme, že se druh začal hodně šířit ve dvacátých letech minulého století. Šíření probíhalo poměrně rychle – 38 km za rok (Perrins et al. 1993).

V České republice se druh začal exponenciálně šířit ve 30. letech 20. století (Pyšek & Prach 1993) po asi čtyřicetileté lag fázi. Historie a dynamika invaze je velmi dobře prostudována (Pyšek & Prach 1995).

## Biologie a ekologie

Květy *I. glandulifera* jsou samoopylující se (Pyšek & Prach 1995), ale přitahují mnohé opylovače, jako je například *Apis mellifera*, *Vespa vulgaris* a *Bombus* spp. (Starý & Tkalců 1998; Titze 2000, Nienhuis et al. 2009; Bartomeus et al. 2010), kteří mohou k opylování napomáhat (Titze 2000). Ukazuje se, že se tato rostlina stává vážným konkurentem ostatních druhů právě o tyto opylovače (Titze 2000), i když v nejnovějších pracích (Nienhuis et al. 2009; Bartomeus et al. 2010) se uvádí, že v konkurenci o opylovače není zas tak nebezpečná, jak se zdá.

Rostliny jsou netolerantní vůči mrazu a hynou při prvním podzimním mrazu (Sebald et al. 1998). Jsou netolerantní i vůči suchu (Beerling & Perrins 1993), ale tolerantní vůči stínu (Beerling & Perrins 1993). Z osobní zkušenosti bych ale řekl, že přeci jen preferuje osvětlená místa.

Rostlina může být zničena, díky své stavbě, i při velkém dešti (Prose 1998). Počet chromozomů je  $2n = 18$  nebo 20 (Beerling & Perrins 1993).

### Šíření semen

Druh se rozšiřuje semeny, kterých může být na jednu rostlinu kolem 800 (Beerling & Perrins 1993), ale také až 4000 (Sebald et al 1998; EPPO 2002; Modrý et al. 2008). Počet semen může kolísat od 5 (Grime et al. 1988) až po 16 semen na tobolku, průměrně jich je však kolem 10 (Beerling & Perrins 1993). V hustých porostech může být i 32 000 semen na  $1\text{m}^2$  (Koenies & Glavac 1979), což šíření jen usnadňuje. Takovýto potenciál je dobrým předpokladem invaze.

Když se dotkneme dospělé tobolky, ta se smrští a vystřelí semena až na vzdálenost 7 m (Koenies & Glavac 1979; Grime et al 1988). Toto je další mechanismus, který zvyšuje už tak velkou schopnost se rozšiřovat.

Expanze druhu podél řek je dána hlavně tím, že semena se mohou šířit vodou, jak po dně, tak i po vodě, neboť jsou plovoucí. Semena také mohou roznášet mravenci (Helmisaari 2006).

Tato jednoletá rostlina nemá semennou banku (Beerling & Perrins 1993; Helmisaari 2006). Podle některých údajů však mohou semena přežít i 18 měsíců (Beerling & Perrins 1993; Sebald et al. 1998; Helmisaari 2006). Klíčivost může být až 80% a klíčení trvá asi 13 týdnů. Dalších 12 týdnů trvá rostlině, než vykvete (Helmisaari 2006; Andrews et al. 2005, 2009). Je ale potřeba, aby semeno prošlo cca 10 týdenní dobou chladu (kolem  $5^{\circ}\text{C}$ ), aby mohlo klíčit. Po vyklíčení roste poměrně rychle a vytváří husté porosty (Slavík 1997; Helmisaari 2006), které produkují obrovské množství semen, takže je velká šance, že se uchytlí jinde, nebo aspoň zajistí přežití na obývaném stanovišti. A má-li dostatek světla a živin její růst je ještě daleko rychlejší (Andrews et al. 2005, 2009).

Mimo semen se rostlina může šířit také pomocí adventivních kořenů, které se vytvářejí, poté co je stonk pokácen na zem nebo přetát (Beerling & Perrins 1993). Takto se mohou celé stonky uchytit samy, jsou-li poškozeny, vyhozeny na hromadu nebo vyjmuty z půdy.

Rostlina má opravdu výbornou regenerační schopnost, nicméně rozšiřování díky adventivním kořenům pravděpodobně za tím hlavním úspěchem tohoto druhu nestojí.

### Dopad na společenstvo

*I. glandulifera* nevykazuje žádnou hybridizaci (Walker et al. 2009). Její negativní působení na sousední druhy je veliké – tím, že formuje velmi husté porosty podél

říčních břehů, a protože je velmi konkurenčně schopná – redukuje sousední vegetaci, potlačuje vegetaci pod sebou a vytlačuje jednoleté rostliny, zabraňuje regeneraci ve vlhkém biotopu (Lhotská & Kopecký 1966; Chittka & Schurkens 2001; Helmisaari 2006).

Protože je to jednoletka, není přítomna v biotopu po celou sezónu. Dominuje pouze v létě. A pak, její pokryvnost varíruje rok od roku, podle vládnoucího počasí ve fázi klíčení.

Silně konkuruje ostatním druhům v schopnosti přitahovat opylovače (Starý & Tkalců 1998; Chittka & Schurkens 2001). Je to dáno tím, že vytváří hodně nektaru, který je bohatý na cukr (Titze 2000). Podle Chittka & Schurkens (2001) může odstranit původní druhy právě díky konkurenci o opylovače.

Reaguje pozitivně na zvýšení CO<sub>2</sub> a na teplotu, a tak se v případě růstu hladiny CO<sub>2</sub> a globálního teplení může stát potenciálně agresivnějším invazním druhem, než je nyní (Neoflora).

*I. glandulifera* se šíří velice rychle v mnoha částech Evropy a S. Ameriky (Clements et al. 2009). Díky její schopnosti tvořit husté porosty a díky jejímu nápadnému vzhledu je obviňována z toho, že negativně ovlivňuje biodiverzitu. Ačkoliv tyto negativní efekty, které způsobuje, jsou méně závažné, než se dříve myslelo, další její šíření je obvykle považováno za nežádoucí. Žádá se kontrola, zvláště v přírodních rezervacích, ale dalekosáhlé vymocování na celém území je jen těžko proveditelné (Mandák 2006c; Modrý et al. 2008; Clements et al. 2009).

### 2.8.2. *Impatiens parviflora* DC.

#### Morfologie

Netýkavka malokvětá (*I. parviflora*) je jednoletá rostlina, lysá, dorůstající kolem 20 – 80 cm. Listy má tmavě zelené, pilovité. Její stonek je dutý a obsahuje, jako celá rostlina, velké množství vody, což s sebou může nést jisté obtíže. Na druhou stranu, jí to nevádí.

Plodem jsou dužnaté tobolky, které za zralosti pukají, podobně jako u *I. glandulifera*. Ve srovnání s ní jsou však menší, kolem 2 cm dlouhé a 0,5 cm široké, což její rozšiřování nijak neznesnadňuje.

Její květy jsou poměrně malé, žluté, na dlouhých květních stopkách. V jednom hroznu jich je 3 – 10 a jsou 1 – 2 cm velké. Tato velikost ale úspěšnost jejího opylování nijak nezmenšuje. Na květech je vidět protáhlá ostruha, která dodává květu jeho typický vzhled (podle Slavíka 1997).

#### Biotop a historie šíření

Původní areál je ve střední a východní Asii a také na Z Sibiři a v Z Himalájích. Do Evropy byla poprvé zavlečena kolem roku 1830, podobně jako *I. glandulifera*, jako okrasná rostlina. Za zdroj šíření jsou považovány botanické zahrady a zámecké parky v poslední třetině 19. století (Mandák 2006c). V posledních 150 letech se masivně rozšířila po celé Evropě. Můžeme ji spatřit v mezických listnatých lesích, ve městech, na písčitéch půdách, při lesních okrajích, na rumišťích a eutrofních místech – hlavně jako ruderalní plevel. (Pyšek et al. 1998; Tokarska – Guzik 2003, 2008).

Do České republiky se dostala už kolem roku 1844, kdy o ní máme první záznam z botanické zahrady v Praze (Mandák 2006c). Pěstovala se jako okrasná rostlina. Počátky zplaňování jsou udávány kolem roku 1870 (Mandák 2006c). Na Moravě jsou však její nálezy mnohem pozdější – 1913 Kroměříž, 1922 Olomouc (Mandák 2006c).

Začala se šířit po své asi čtyřicetileté lag fázi ve 40. letech 20. století a od té doby se rozšířila po celém území ČR.

## Biologie a ekologie

Je to temperátní středoasijský druh, jehož specifické charakteristiky, jako je krátký životní cyklus, velká produkce semen, dlouhotrvající kvetení, rychlý růst rostlin a velká tolerance ke světlu a stínu (Eliáš 1999), ho přímo předurčují být úspěšným vetřelcem v mírném pásu (Jackowiak 1999).

Ačkoliv se vyskytuje na narušených stanovištích, úspěšně proniká i do nenarušených opadavých a smrkových lesů (Kornas 1990).

Jako *I. glandulifera*, je i *I. parviflora* netolerantní vůči mrazu, který ji přeci jenom hodně omezuje (Perrins et al. 1993).

Dalším z velkých omezení pro tento druh je druh rzi *Puccinia komarovi*, která místy ničí populace *I. parviflora* (Bacigalova et al. 1998).

V populacích lze prakticky vždy nalézt vezikulo-arbuskulární mykorhizu (Štajerová, osobní konzultace).

## Šíření

V současnosti se velice rychle šíří ve stinných listnatých, smíšených (Chmura & Sierka 2006, 2007) či smrkových lesích, nejlépe těch přibřežních, neboť jí nevadí ani velká zastíněnost ani vlhko. Zdá se, že se jí nejlépe daří ve vegetaci svazu *Fagetalia* (Obdizinski & Symonides 2000). Jejím rozšiřování napomáhají povodně, rozličná lidská činnost a možná i mravenci (Chmura & Sierka 2006). Podobně, jako druh předešlý, se relativně lehce rozšiřuje adventivními kořeny a úlomky stonků.

## Dopad a problémy

*I. parviflora* negativně ovlivňuje druh *I. noli-tangere*, který dokáže vytlačit (Uharcikova & Eliáš 1987; Falinski 1998), a dále potlačuje okolní vegetaci, včetně trvalek (Obdizinski & Symonides 2000).

### 2.9. Cíle práce:

Kromě studia invazní ekologie v přibřežních zónách a studia dvou invazních druhů rodu *Impatiens* bylo cílem práce zmapování celého toku řeky Želivky a následně si odpovědět na následující otázky:

a) S kterými druhy je na řece Želivce korelován výskyt *Impatiens glandulifera* a *I. parviflora*? Co vypoví srovnání s výstupy pilotní studie (Urban 2009)?

b) Jak výrazně, a do jaké míry, se liší druhové složení na břehu horního toku, středního toku a na břehu nádrže řeky Želivky?

c) Liší se tyto tři části toku v nárocích na prostředí (stín, živiny, vlhkost) pro zde rostoucí druhy?

d) Liší se tyto části toku i v diverzitě vegetace?

e) Existuje preference *I. glandulifera* a *I. parviflora* k určité části toku Želivky?

### 3. Metodika

#### 3.1. Popis studovaného území

Vytyčené území se rozprostírá na geomorfologickém celku Českomoravská vrchovina, jež je součástí České vysočiny (Demek 1958, 1965). Po stránce geologické, je složena z krystalických břidlic a z hlubinných vyvřelin (Demek 1958, 1965).

Téměř celou část studované oblasti zabírá želivská pahorkatina, ale zasahuje sem zčásti i Humpolecká a Hornosázavská vrchovina.

Humpoleckou vrchovinu lze rozdělit na pomyslné dvě části. Severní část vrchoviny tvoří dva rovnoběžné hřbety severojižního směru (Demek 1965). Patří sem skupina Melechova (708 m). Výrazný zlomový svah, který ohraničuje hřbet na západě, pokračuje pak jižním směrem od bývalé Zahradky přes Želiv na Těchoraz (Demek 1965). Východní hřbet začíná nad Lipnicí (622 m) a vede na Krásnou vyhlídku (662 m), jižně od Humpolce, kde se spojuje se západním hřbetem (Demek 1965).

Jižní část vrchoviny je protažená ve směru JZ – SV. Nejvyšší body tvoří skupina Křemešníku (764 m) a Čefínku (760 m).

Západně od Humpolecké vrchoviny se rozkládá Želivská pahorkatina. Pahorkatina má vcelku plošší reliéf a tvoří jej vcelku rozsáhlé plošiny. Nad plošiny vyčnívají kvarcitové suky (např. Horka u Hořic). Osou pahorkatiny je řeka Želivka (podrobnější popis viz kapitola 3.2. na str. 12.). Na rozvodí mezi Želivkou a Sázavou nacházíme v okolí obcí Bojiště a Kožlí neogenní sedimenty (Koutek 1949). Na svazích údolí Želivky a Sázavy jsou v menším rozsahu vyvinuty nízké a střední terasy (Demek 1965) a u obce Kožlí, a na vrchu Šeptouchov, jsou vyvinuty i krasové jevy (Homola 1952).

Severně od Želivské a Humpolecké pahorkatiny se rozkládá Hornosázavská pahorkatina, která zasahuje do studovaného území jen svým nepatrným jihozápadním okrajem.

Vytyčené území lze označit jako cca 30 km transekt o šířce zhruba 10 km, který se táhne od SZ k JV (obr. 1.). Mezi sídla, jež by ohraničovala vytyčené území, a jejichž spojnice by tvořila pomyslnou elipsu, by se dala započítat Zruč nad Sázavou, Trhový Štěpánov západně od Zruče, dále jižně až jihovýchodně jsou to obce Hulice, Keblov, Bernartice, Dolní Kralovice, Hořice, Senožaty, Křelovice, Červená Řečice, Želiv a Sedlice. Směrem S a SZ by pak hranici tvořila tato sídla: Humpolec, Jiřice, Koberovice, Kamenná Lhota, Kožlí, Ledec nad Sázavou a Hněvkovice, které leží cca 10 km na JV od Zruče n. Sáz.





Obr. 1. Přibližná mapa Humpolecka s řekou Želivkou jako objektem studia. Hnědou barvou je ohraničeno studované území a červenou barvou je ohraničeno územím, kterým jsem se zabýval v pilotní studii (Urban 2009).

### 3.2. Želivka

Řeka Želivka je nejvýznamnějším přítokem řeky Sázavy na již zmiňované Českomoravské vrchovině. Jedná se dosud o nejčistší řeku v Čechách (Pleva 2003). Na celém jejím toku nejsou žádné větší průmyslové závody – proto má voda dosud potřebnou čistotu, což může mít jistý vliv na složení okolní vegetace. Délka řeky je 64,5 km. Povodí celé řeky je velice členité a dosahuje nadmořské výšky od 320 m (soutok se Sázavou) do 700 m (prameny). Řeka má dva prameny – Jankovský potok a Hejlovku.

Jedním z obrovských zásahů, který byl proveden na řece Želivce, bylo vybudování přehradní nádrže Švihov/Želivka. Tento zásah se jistě silně podepsal na stavu zdejší květeny a na její diverzitě. Vybudování této velké vodní nádrže nejenže ovlivnilo životy mnoha lidí, ale mělo a má vliv právě i na rostliny rostoucí kolem břehů, na živočichy v řece atd. Během let 1965 – 1972 se totiž řeka Želivka změnila k nepoznání. Celých 39 km řeky Želivky bylo zatopeno (Pleva 2003). Zmizela městečka, vesnice a mlýny ze břehů, bylo vykáceno veliké množství lesů a charakter břehu, který je tak důležitý pro přenos a uchycování semen, se úplně změnil.

Řeka má hluboko zaříznuté údolí s četnými zaklesnutými meandry, její povodí je vlivem mladé tektoniky poměrně nesouměrné, což se odráží částečně i ve složení rostlin. Údolí přítoků jsou rozevřená a zařezávají se na dolních tocích, často před vyústěním do Želivky (Demek 1965).

Ještě další díla, jako je Sedlická přehrada a vyrovnávací nádrž Malá přehrada, byla postavena na řece Želivce, a i ta jí vtiskla její jedinečný charakter.

Pod obcí Tukleky – od tukleckého jezu – začíná ochranné pásmo ŽELIVKA, kde se nesmí chytat ryby a vůbec je tam vstup omezen. Po několika meandrech se řeka dostává pod most spojující Senožaty s Humpolcem. Odtud se pak začíná stále více rozšiřovat a začíná si tak přivlastňovat charakter veliké nádrže Švihov (jinde Želivka). Tady víceméně končí řeka Želivka a začíná velká přehradní nádrž (Pleva 2003).

### 3.3. Půdy

V okrese a v úseku řeky jsou směrodatnou horninou hlubinné vyvřeliny jako rula a žula. Širší okolí povodí Želivky tvoří víceméně rula, která občas vystupuje napovrch ve formě skal při řece Želivce. Západní polovina okresu je tvořena rulou, která však na mnohých místech přechází v břidlici, hlavně směrem od bývalé Zahradky k Senožatům a dále. Méně častá je žula, která však tvoří v ruce mohutné ostrovy.

Obě tyto horniny, rula i žula, dávají půdu bohatou na oxid draselný ( $K_2O$ ), ale chudou na oxid vápenatý ( $CaO$ ). Ostatní horniny nepodmiňují tolik charakter rostlin, jako tyto dvě, kromě břidličnatých rul, které mají více vápence.

Většinu údolí zabírají hlíny aluviální. Jinak jsou na studovaném území i diluviální hlíny, hlavně v údolí Želivky, jinde už v menším množství. Ze žuly, ruly a diluviálních hlin jsou zde nejúrodnější půdy.

Velice významným činitelem, ovlivňujícím složení vegetace, je i struktura půdy, její schopnost zadržet vláhu a její teplota. Studovaná oblast leží na území půd vcelku vlhčích a teplejších (vše podle Letáčka 1942).

### 3.4. Podnebí, teplota, srážky

K působení půd na vzrůst a rozšíření rostlin se přidává podnebí, které je jedním z hlavních činitelů. Podnebí krajiny je v první řadě podmíněno jejím morfologickým rázem. Jak je již uvedeno výše, celá oblast se zdvíhá od Z k JV a je přetnuta od Humpolce na S a na J hřbetem, který funguje jako jakýsi předěl. Jak je známo, spoustu změn počasí přichází od západu a proto i toto je potřeba vzít v úvahu, protože na západní straně svahu mohou růst jiné druhy rostlin než na východní a když toto vztáhneme k řece, může být rozdíl mezi západním a východním břehem docela veliký.

Zde je několik údajů pro posouzení teploty studovaného území – průměrná teplota Humpolce při nadmořské výšce 540 m je  $7^{\circ}C$  (Letáček 1942; ČHMÚ). Oblačnost v Humpolci byla v r. 1924: 136 slunečných dnů a zamračených 229. Průměrná vlhkost vzduchu byla 68% a průměrné množství srážek bylo 678 mm (ČHMÚ). Co se týče vlhkosti a srážek, víme, že obojího přibývá spolu s nadmořskou výškou (Letáček 1942). Je vidět, že i poměrně staré údaje jsou vcelku shodné s těmi novějšími – průměrný roční úhrn srážek je od 600 do 700 mm, a průměrná roční teplota je od  $7$  do  $8^{\circ}C$  (dle Quitt 1971).

### 3.5. Vlastní práce – sběr dat a statistické zpracování

Náplní mé práce bylo pořizování fytoecologických snímků, které jsem dělal na pravém břehu řeky Želivky. Břeh jsem si vybral pouze jeden, jelikož na vybraném úseku řeky, v délce 10 km, se vegetace jednoho břehu průkazně nelišila od druhého břehu (Urban 2009). Snímky o velikosti  $2 \times 2$  m jsem dělal vždy po 0,5 km, vždy 3. Tyto 3 snímky jsem pořizoval 0,5 m od sebe, abych nepošlapal okolní vegetaci. Vzdálenost 500 m jsem si určoval z podrobné mapy (Základní mapa ČR 1: 5000). Snímkoval jsem hned od aktuální hranice vody, i když byl břeh někdy hůře přístupný.

Problémové taxony byly konzultovány s odborníky, názvosloví odpovídá Klíči ke květeně ČR (Kubát et al. 2002).

Protože samotná řeka Želivka je dlouhá 64,5 km, pořídil jsem celkově 390 snímků (tab. 1.). Snímky jsem pořizoval od 1. července do 25. srpna 2010 za slunečných dnů. Při snímkování jsem hodnotil pokryvnost vegetace v procentech.

Celý tok Želivky jsem si pracovně rozdělil na 3 části – horní, střední a dolní (tab. 1.), přičemž dolní část celou svou délkou korespondovala s břehem přehradní nádrže Švihov/Želivka. Toto subjektivní rozdělení jsem provedl na základě osobní zkušenosti a znalosti terénu.

Dolní tok tedy představují břehy přehrady (dále již jen přehrada). Tyto břehy jsou omezeně přístupné kvůli ochrannému pásmu okolo přehradní nádrže. Střední tok je od přehrady oddělen právě touto ochrannou hranicí. Horní tok je pak od toho středního oddělen vcelku viditelným přirozeným přehrazením – jakýmsi jezem z kamenů na 10. km toku řeky. Břeh přehrady tak zaujímal 39,5 km délky řeky, střední část 15 km a horní část 10 km řeky Želivky.

Tab. 1. Rozdělení snímků

	Želivka – horní tok	Želivka – střední tok	Želivka – břeh přehrady
značení snímků	Hor	Dol	Preh
počet snímků	63	93	234
celk. počet	390 z toho 0 snímků je prázdných		

Data jsem dále zpracovával pomocí programů WCanoImp, CANOCO verze 4.5 (ter Braak & Šmilauer 1998, 2002; Lepš & Šmilauer 2000) a CanoDraw. Vztah mezi druhovým složením a třemi stupni toku řeky byly nejprve testovány pomocí DCA (Detrended Component Analysis) v programu CANOCO (ter Braak & Šmilauer 2002) kvůli nutnosti zjistit délku gradientu pro další analýzy. Dále jsem data zpracovával metodou CA a CCA (délka gradientu = 4,487).

V tomto případě jsem data nestandardizoval, pouze jsem je transformoval pomocí logaritmické transformace, abych zesílil vliv méně častých druhů a zmínil tak sílu těch druhů, co se vyskytovaly hodně často.

Po zpracování dat pomocí programu CANOCO jsem se zaměřil na studium druhů a jejich prostředí, ve kterém jsem je nacházel. Určité druhy totiž preferují určité typy prostředí. Řada druhů střeoevropské flóry má proto přiřazeno číslo, které vyjadřuje odhad jeho vztahu k základním charakteristikám prostředí. Použil jsem tři kategorie Ellenbergových čísel. Ellenberg (1974, 1991) udává čísla mezi 1 a 9 pro závislost druhu na světle (1 – stínomilný druh, 9 druh světlomilný), závislost na vlhkosti (1 – suchomilný druh, 9 – vlhkomilný, 10 až 12 jsou pak hodnoty pro vodní rostliny), zásobení dusíkem (1 – chudé stanoviště, 9 – bohaté). Tato data jsem dále zpracovával pomocí programu Statistica 9.1 (StatSoft, Inc. 2010).

Pro každý snímek jsem vypočítal hodnotu Ellenbergova čísla dle rovnice:

$$E = \Sigma(E\check{C} * P) / C$$

(E – hodnota Ellenbergova čísla pro snímek, EČ – Ellenbergovo číslo pro druh, P – pokryvnost druhu ve snímku, C – celková pokryvnost ve snímku).

Pak jsem spočítal Shannon-Wienerův index diverzity ( $H'$ ) pro všechny snímky dle rovnice:

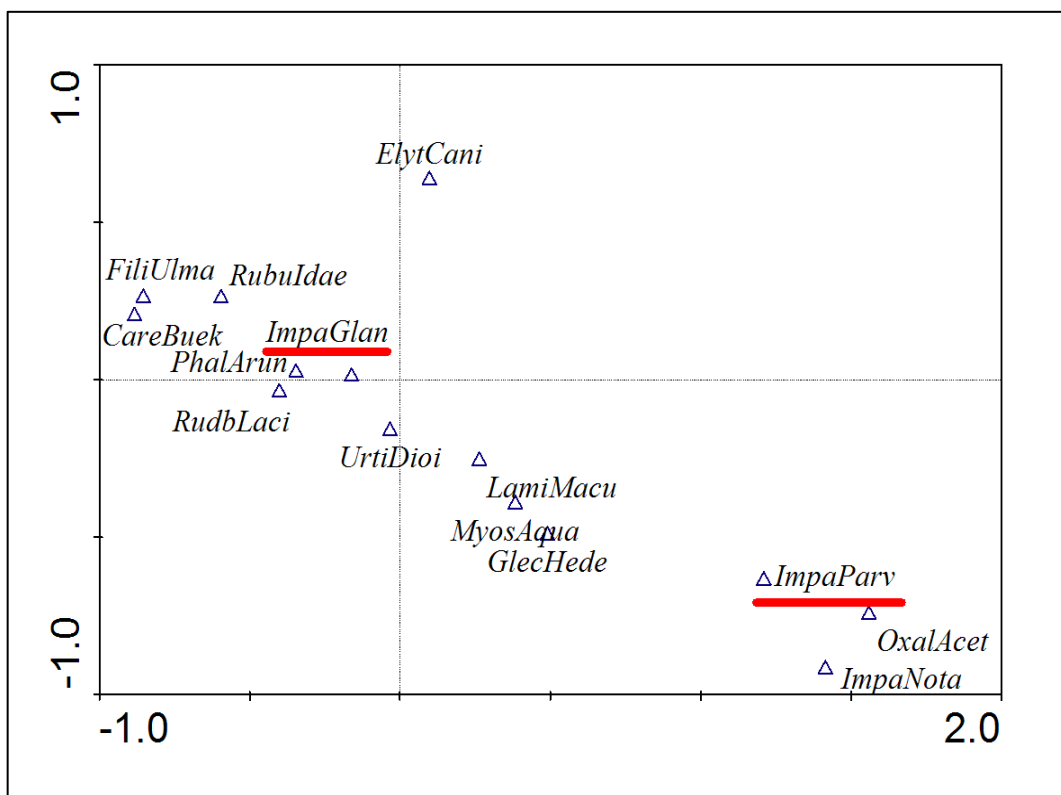
$$H' = - \Sigma_{i=1} (N_i / N * \log N_i / N)$$

( $N_i$  – pokryvnost druhu  $i$ ,  $N$  – celková pokryvnost).

K vyhodnocení jsem použil statistických metod v programu Statistica 9.1 (StatSoft, Inc. 2010) a to Kruskal-Wallisův test, neboť data neměla normální rozdělení.

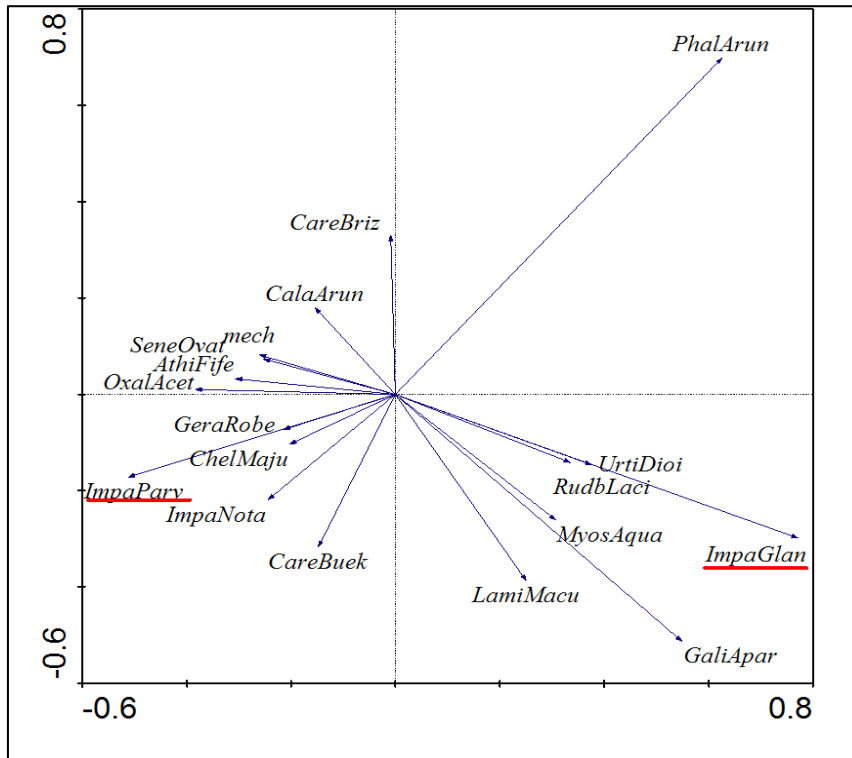
#### 4. Výsledky

Při terénním průzkumu jsem celkově našel 97 druhů ve 390 snímcích. Průměrná pokryvnost ve snímcích byla 96,5% a průměrný počet druhů činil 7,6 druhu na snímek. Díky analýze DCA jsem zjistil, že délka gradientu je 4,487. Proto jsem použil metodu CCA (obr. 4.), kde je vidět potencionální odlišnost břehu horního toku, středního toku a břehu přehrady a s tím spojené druhy, které se k jednotlivým částem řeky váží. K břehům horního toku mají slabší tendenci se vázat druhy jako např. *I. parviflora* (obr. 4. a obr. 8.) aj., ke břehu spíše středního toku jsou vázány druhy jako *I. glandulifera* (obr. 4. a obr. 7.), *U. dioica*, *Aegopodium podagraria* aj., a ke břehu přehrady mají slabší tendenci se vázat druhy jako *Rubus idaeus* či *Rudbeckia laciniata* (obr. 4.). Nepřímá metoda CA mi pak pomohla zjistit, že s výskytem *I. glandulifera* je korelován druh *Phalaris arundinacea*, *R. laciniata* či *R. idaeus* nebo *Carex buekii* a s výskytem *I. parviflora* je korelován druh *Oxalis acetosella* či *I. noli-tangere*. (obr. 2. a obr. 3.).

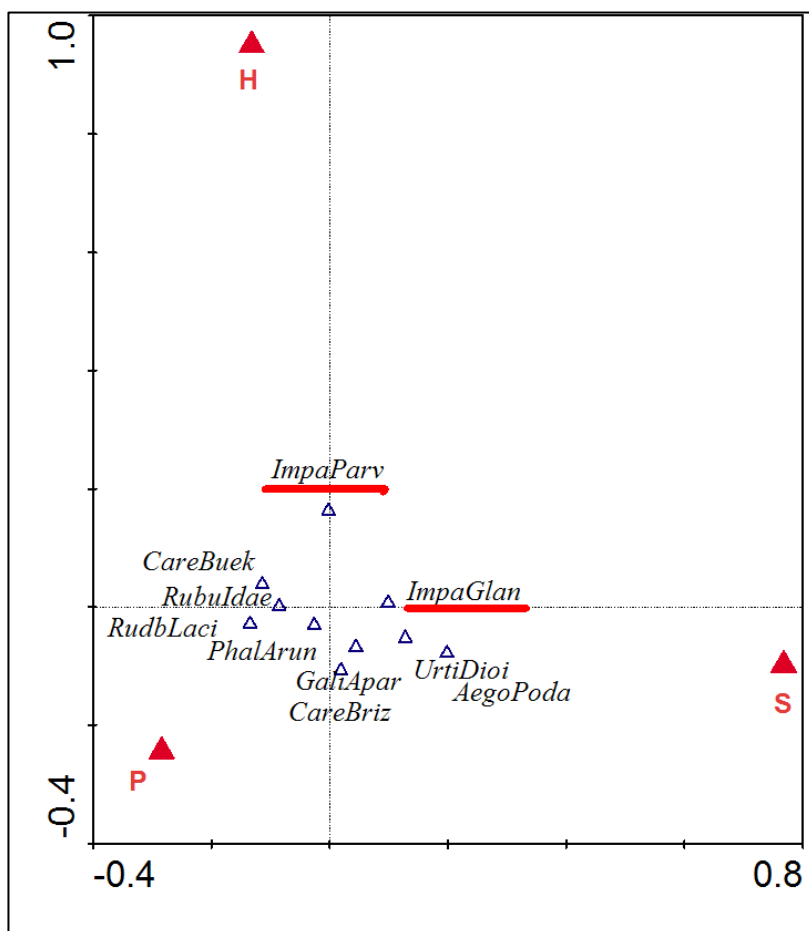


Obr. 2. Gradientová analýza CCA. V grafu je 14 nejvlivnějších druhů, které fitují model z 15 – 100%. První dvě kanonické osy vysvětlují 10,2% variability dat. Z grafu lze vyčíst, že výskyt *I. glandulifera* je korelován s druhy jako *Phalaris arundinacea* či *Rudbeckia laciniata* a výskyt *I. parviflora* je korelován s druhy jako *Oxalis acetosella* či *Impatiens noli-tangere*. (Vysvětlivky: *CareBuek* – *Carex buekii*, *ElytCani* – *Elytrigia canina*, *FiliUlma* – *Filipendula ulmaria*, *GlecHede* – *Glechoma hederacea*, *ImpaGlan* – *Impatiens glandulifera*, *ImpaNota* – *Impatiens noli-tangere*, *ImpaParv* – *Impatiens parviflora*, *LamiMacu* – *Lamium maculatum*, *MyosAqua* – *Myosoton aquaticum*, *OxalAcet* – *Oxalis acetosella*, *PhalArun* – *Phalaris arundinacea*, *RubuIdae* – *Rubus idaeus*, *RudbLaci* – *Rudbeckia laciniata*, *UrtiDioi* – *Urtica dioica*).

Pro srovnání uvedme (obr. 3.), že druhy, které jsou korelovány s výskytem *I. glandulifera* a *I. parviflora* jsou dosti podobné těm druhům, s kterými byl výskyt těchto dvou druhů korelován v předešlé práci (Urban 2009).



Obr. 3. Nepřímá gradientová analýza PCA. Druhy fitují model z 5 až 100%. První dvě kanonické osy vysvětlují 21% variability dat. Graf ukazuje, se kterými druhy je výskyt *I. glandulifera* a *I. parviflora* korelován. Data jsou z roku 2008 (Urban 2009). (Vysvětlivky: *AthiFife* – *Athirium filix-femina*, *CalaArun* – *Calamagrostis arundinacea*, *CareBuek* – *Carex buekii*, *CareBriz* – *Carex brizoides*, *GaliApar* – *Galium aparine*, *GeraRobe* – *Geranium robertianum*, *ChelMaju* – *Chelidonium majus*, *ImpaGlan* – *Impatiens glandulifera*, *ImpaNota* – *Impatiens noli-tangere*, *ImpaParv* – *Impatiens parviflora*, *LamiMacu* – *Lamium maculatum*, *mech* odpovídá mechovému patru (mechy různých rodů), *MyosAqua* – *Myosoton aquaticum*, *OxalAcet* – *Oxalis acetosella*, *PhalArun* – *Phalaris arundinacea*, *SeneOvat* – *Senecio ovatus*, *RudbLaci* – *Rudbeckia laciniata*, *UrtiDioi* – *Urtica dioica*).

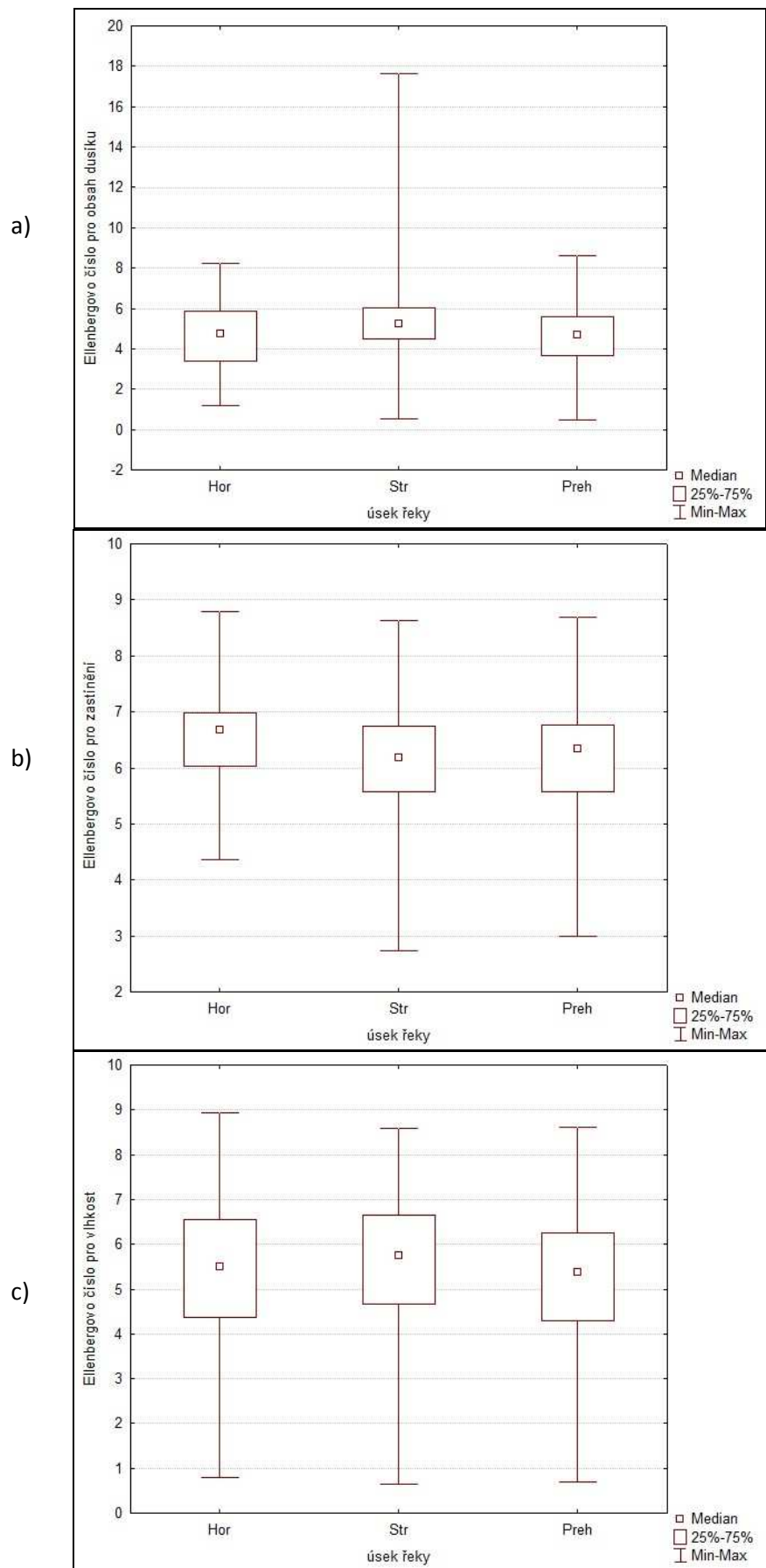


Obr. 4. Graf CCA analýzy ukazuje, které druhy jsou korelovány s danými částmi toku Želivky. (H je horní část řeky, S je střední část a P značí břeh přehradní nádrže na dolním toku řeky Želivky). Druhy fitují model z 15 – 100%, procento vysvětlené variability dat je 12,9%. (Vysvětlivky: *AegoPoda* – *Aegopodium podagraria*, *CareBuek* – *Carex buekii*, *CareBriz* – *Carex brizoides*, *GaliApar* – *Galium aparine*, *ImpaGlan* – *Impatiens glandulifera*, *ImpaParv* – *Impatiens parviflora*, *PhalArun* – *Phalaris arundinacea*, *RubuIdae* – *Rubus idaeus*, *RudbLaci* – *Rudbeckia laciniata*, *UrtiDioi* – *Urtica dioica*).

Různý nárok na prostředí, který mají rostliny na jednotlivých částech řeky, jsem ověřoval testováním rozdílnosti Ellenbergových čísel pro příslušné snímky, a to ve třech kategoriích – příslušnost k zásobením dusíkem, k zastínění a k vlhkosti (obr. 5. a tab. 2.). Díky Kruskal-Wallisově testu jsem zjistil, že rozdíly vyšly průkazně ( $F = 13,22$ ;  $df = 390$ ;  $p = 0,0013$ ;  $F = 15,7$ ;  $df = 390$ ;  $p = 0,0004$ ), ale je vidět, že jsou tyto rozdíly minimální. Navíc nároky druhů na vlhkostní podmínky se na jednotlivých částech řeky neodlišují, tento test vyšel neprůkazně ( $F = 2,67$ ;  $df = 390$ ;  $p = 0,263$ ).

Druhy, které vyžadují více živin, mají, v mém případě, průkaznou, ale slabou tendenci, vyskytovat se spíše na středním toku (obr. 5.).

Druhy, které mají větší toleranci k zastínění, mají lehkou tendenci vyskytovat se spíše na horní části řeky (obr. 5.).

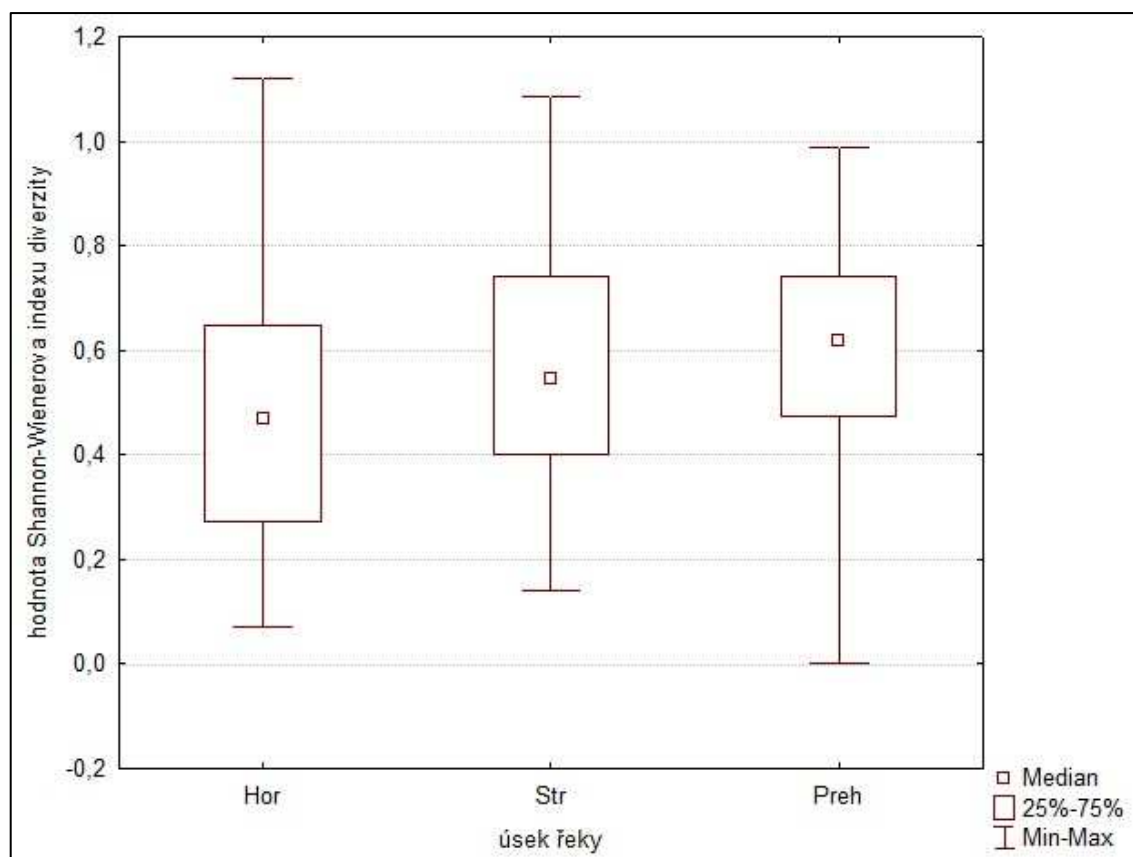


Obr. 5. a), 5. b), 5. c) Rozdíly v Ellenbergových číslech mezi jednotlivými částmi řeky.

Tab. 2. Výsledky Kruskal-Wallisova testu (N = 390) pro jednotlivé proměnné. Jednotlivé proměnné zastupují hodnoty Ellenbergových čísel příslušných k jednotlivým snímkům.

proměnná:	hodnota testového kritéria	hladina významnosti
zásobení dusíkem	F = 13,22	p = 0,00130
Stín	F = 15,7	p = 0,0004
Vlhkost	F = 2,67	p = 0,263

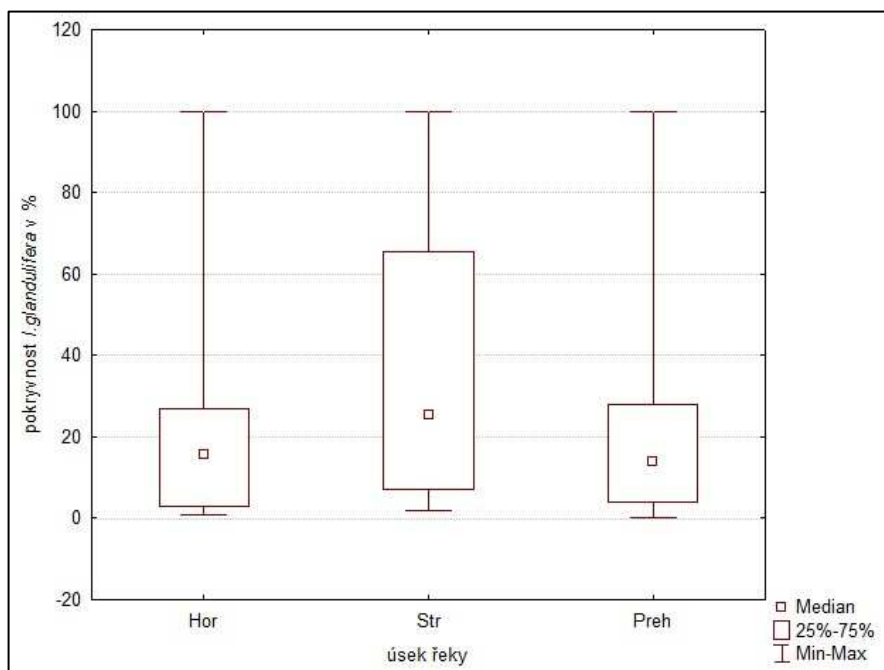
Rostlinná diverzita vyjádřená Shannon-Wienerovým indexem se průkazně liší mezi jednotlivými částmi toku (F = 15,19; df = 390; p = 0,0005), (obr. 6.). Z výsledků plyne, že je tu slabá, ale opět průkazná tendence, k větší diverzitě proti proudu řeky, tzn., že největší diverzita je na březích přehrady a nejmenší na horním toku řeky. Ale je nutno poznamenat, že rozdíly opět nejsou příliš veliké.



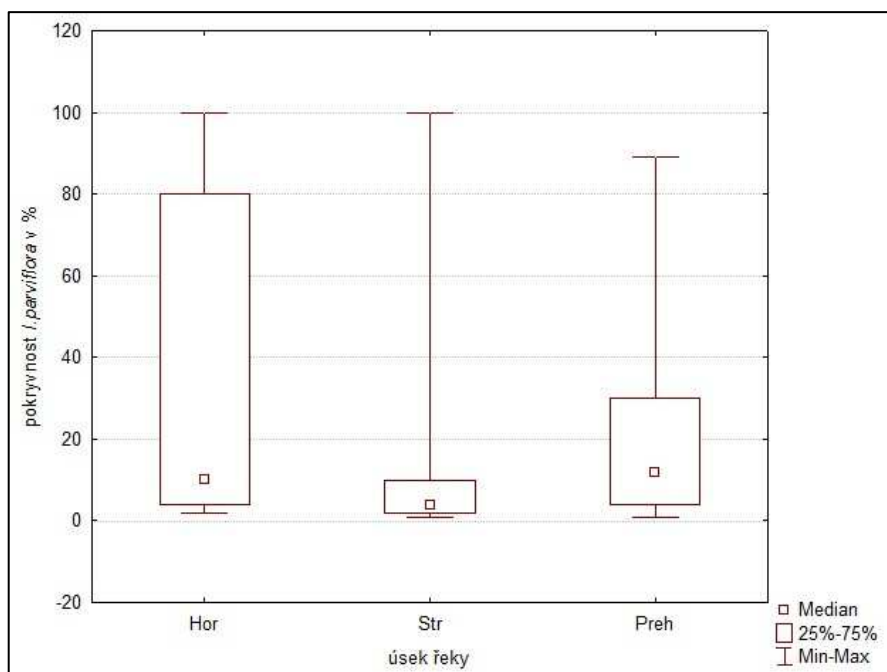
Obr. 6. Rozdíl v diverzitě rostlinného společenstva mezi horním tokem, středním tokem řeky a břehem přehrady na řece Želivce. Na ose x – Hor je proměnná zastupující horní tok řeky, Str je proměnná pro střední tok a Preh je proměnná pro břeh přehradná nádrže na dolním toku.



Pomocí Kruskal-Wallisova testu jsem zjistil, že *I. glandulifera* preferuje spíše střední tok Želivky ( $F = 11,56$ ;  $df = 290$ ;  $p = 0,0031$ ). Tato preference je jen slabá tendence ke střední části řeky, nicméně je statisticky průkazná (obr. 7.). *I. parviflora* preferuje spíše horní tok řeky, i když je tu jen slabá preference, je opět statisticky průkazná ( $F = 9,98$ ;  $df = 114$ ;  $p = 0,0068$ ), (obr. 8.).



Obr. 7. Graf znázorňuje výsledky Kruskal-Wallisova testu. Na grafu je vidět, že *I. glandulifera* má tendenci preferovat spíše střední tok řeky Želivky.



Obr. 8. Graf znázorňuje výsledky Kruskal-Wallisova testu. Z grafu je vidět tendence *I. parviflora* preferovat spíše horní tok Želivky.

Pomocí vzorce pro frekvenci,  $F = (\text{počet snímků, kde byl druh přítomen} / \text{celkový počet snímků}) * 100$ , jsem chtěl zjistit, jaké druhy jsou nejčastěji se vyskytující na březích Želivky. Výsledky jsou v procentech a ukazují, jak často se daný druh vyskytoval ve snímcích při březích řeky. Např. *I. glandulifera* byla zaznamenána v cca 75% snímků (tab. 3.).

Tab. 3. Tabulka deseti druhů s největší frekvencí ve snímcích.

Druh	frekvence ve snímcích
<b><u>I. glandulifera</u></b>	<b>74,4%</b>
<i>Urtica dioica</i>	72,6%
<i>Phalaris arundinacea</i>	53,1%
<i>Galium aparine</i>	46,2%
<i>Rudbeckia laciniata</i>	43,8%
<i>Aegopodium podagraria</i>	40%
<i>Lamium maculatum</i>	35,6%
<i>Carex buekii</i>	39,8%
<b><u>I. parviflora</u></b>	<b>29,2%</b>
<i>Filipendula ulmaria</i>	23,1%

Pro srovnání uvádím ještě tutéž tabulku (tab. 4.), která je z pilotní studie (Urban 2009), a v níž je vidět, že druhy, které jsou nejčastější v této studii, se vyskytovaly s podobnou frekvencí i ve studii předešlé. Nicméně nyní je zde navíc druh s častým výskytem i *Filipendula ulmaria* či *Carex buekii*, což by mohlo být podmíněno dlouhým úsekem břehu přehrady.

Tab. 4. Tabulka deseti druhů s největší frekvencí ve snímcích, pilotní studie (Urban 2009).

Druh	frekvence ve snímcích
<i>Urtica dioica</i>	73,8%
<b><u>I.glandulifera</u></b>	<b>61,4%</b>
<i>Phalaris arundinacea</i>	54,5%
<i>Galium aparine</i>	50,8%
<i>Aegopodium podagraria</i>	39,8%
<i>Lamium maculatum</i>	36%
<b><u>I.parviflora</u></b>	<b>33,1%</b>
<i>Rudbeckia laciniata</i>	30%
<i>Rubus idaeus</i>	26%
<i>Myosoton aquatica</i>	24,3%

Tab. 5. Tabulka ukazující procento výskytů druhů *I. glandulifera* a *I. parviflora* s deseti nejfrekventovanějšími druhy ve snímcích (tabulka se čte po sloupcích – např. kde byla zaznamenána *I. glandulifera*, tam se *I. parviflora* vyskytovala ve 22% snímků, procento je ze snímků, kde byla přítomna *I. glandulifera*).

Druh	z 390 snímků se druh vyskytoval v	společný výskyt <u><i>I.glandulifera</i></u> s druhem	společný výskyt <u><i>I.parviflora</i></u> s druhem
<u><i>I. glandulifera</i></u>	290	-	v 58% snímků
<i>Urtica dioica</i>	283	v 70% snímků	v 80%
<i>Phalaris arundinacea</i>	207	v 58%	v 40%
<i>Galium aparine</i>	180	v 50%	v 45%
<i>Rudbeckia laciniata</i>	171	v 42%	v 38%
<i>Aegopodium podagraria</i>	156	v 41%	v 48%
<i>Lamium maculatum</i>	139	v 33%	v 55%
<i>Carex buekii</i>	155	v 37%	v 21%
<u><i>I. parviflora</i></u>	114	v 22%	-
<i>Filipendula ulmaria</i>	90	v 21%	v 11%

## 5. Diskuse

### 5.1. Invaze netykavek v říčním biotopu

Vezmeme-li v potaz celý rod *Impatiens* – minimálně 4 druhy jsou pro Evropu označeny jako invazní – *I. glandulifera*, *I. parviflora*, *I. capensis* a nově přibyl i druh *I. balfourii* (Schmitz & Dericks 2010), který je invazní v Evropě. Ale jen jeden (*I. glandulifera*) je označován jako ‚transformer‘ – jakýsi ekosystémový inženýr (Richardson et al. 2000), neboť mění charakter prostředí jako ‚spouštěč eroze‘ (Richardson et al. 2000). Opačně – proti erozi fungují některé původní druhy, například rákos – *Phragmites australis* (Uchytíl 1992). *I. glandulifera* získala takovýto post díky souhře charakteristik, které vytvářejí její invazní potenciál. Sklon k synantropizaci, silná konkurenceschopnost, r-strategie (velké množství semen), rychlý růst, krátký životní cyklus (jednoletost) a částečné vegetativní rozmnožování: to všechno jsou vlastnosti, které urychlují ustavení neboli naturalizaci, a následnou invazi tohoto druhu.

Příbuzné druhy jako *I. parviflora* a *I. capensis*, mají podobné vlastnosti (Perglová et al. 2009), ale rostou na poněkud jiných místech. Jejich rozšíření je jiné a dopad na obývané společenstvo je menší, proto nejsou tyto dva druhy označovány jako ekosystémoví inženýři či měnitelé ekosystémů.

Navíc *I. capensis* se málo pěstuje a má nedostatečný přísun diaspor (Perglová et al. 2009), proto je v naší přírodě zatím nepřítomný. Možná i kvůli méně vyhovujícímu klimatu.

Na tomto místě si dovoluji nesouhlasit s Kalliolou & Puhakkou (1988), který je zastáncem teze, že říční příbřežní zóna extrémně přispívá k druhové bohatosti. Neboť jsem shledal, že i když je na první pohled příbřežní zóna rozdílná od vzdálenější terestrické vegetace (její hranice jsou jasně patrné) není v ní tolik druhů, že by to byla zóna extra bohatá. To však může být případ pouze Želivky.

Na druhou stranu, protože je to jiný biotop, přispívá svými druhy do celkové druhové biodiverzity, ale nevím, jestli by se dal tento biotop označit jako za extrémní donor druhů či dokonce za hotspot v krajině. Nabízí se otázka, jak a do jaké míry by se dal tento biotop srovnat např. s biotopem kolem železnic nebo kolem opouštěných lomů, či výsypek, jež by takovýmito donory být mohly. Navíc tato myšlenka vyplývá z pouze z krátkého pozorování, které jsem mohl udělat za sezóny 2007 – 2010. A pak je to jen otázka měřítka, neboť v širokém okolí nemusí být mnohdy lepší zdroj druhů a tak se pohled na věc může zase obrátit.

Nilsson (1989), který říká, že druhová bohatost kolem řeky je velmi dynamická, vyjadřuje jasné stanovisko, se kterým nemůžu než souhlasit. Vyplývá to z podstaty tohoto biotopu.

Když se vrátíme k příbřežním zónám, jako mnohé biotopy, i tento je zranitelný díky narušujícím procesům, z nichž jasně vedou záplavy (Naiman & Décamps 1997; Hulme & Bremner 2006). Na Želivce to však nejsou ani tak velké záplavy, jako nepravidelný odtok z nádrže Malá přehrada. Tato vyrovnávací nádrž má sice sloužit k regulaci nepravidelného toku z hydrocentrály – elektrárny postavené výše na toku, ale ve skutečnosti se jedná o pravidelné vypouštění vody z Malé přehrady, kvůli rezervě v nádrži v případě náhlé povodně. Voda na Želivce fluktuuje asi o 0,5 m 1x denně. Tato fluktuace může být silným narušovacím elementem (Naiman & Décamps 1997), který může hodně přispívat k rozšiřování druhů (Poff et al. 1997). Na březích přehrady však tato fluktuace zaznamenanatelná není.

Na středním a horním toku tedy nejde o kolísání hladiny z hlediska ročních období, ale o kolísání hladiny během dne. Tato zajímavá vlastnost – vodní režim –

může mít dlouhodobý vliv na erozi břehů, tvarování koryta, roznošením semen a s tím spojené jejich šíření aj (Poff et al. 1997). A zde se musím přidržit tvrzení Hooda & Naimana (2000), že k invazi příliš často nedochází ve stabilním biotopu. Do stabilního biotopu se jen tak cizí druh nedostane, kdežto do biotopu, který je stále narušován, se dostane cizí druh daleko snadněji. A zvláště, když je tím narušitelem voda, která může druhy přímo sama rozšiřovat (Dawson & Holland 1999). Po takovém narušení pak dochází k opakovanému odkrytí půdy, v které se pak mohou usadit nové rostliny včetně invazních a tak se lehce rozšíří (Richardson et al. 2007). A tato teze koresponduje i s výrokem Hooda & Naimana (2000), kteří tvrdí, že díky procesům narušování je biotop dobře invazibilní.

Za zmínku stojí i to (i když na břehy působí neustálé narušující tlaky), že se tyto biotopy udržují v jakési dynamice (Boudell & Stromberg 2008), která se nicméně liší od dynamiky lesů, či luk.

Lesů je obecně při březích řek dost, nejinak je tomu i u Želivky. Ty zde jsou většinou smrkové a složení jejich společenstev potvrzuje slova vyřčená ve studii Hooda & Naimana (2000), kteří tvrdí, že aluviální zóna je druhově bohatší. I když jsem mohl pozorovat porosty v aluviální zóně s dominantními druhy, kde byla druhová bohatost potlačena, a jinde zase byla blízko břehu louka či světlý les, kde se zdálo být druhová diverzita daleko větší než při břehu, nelze tu srovnávat diverzitu příbřežní zóny a diverzitu aluviální zóny neboť jde o jiné celky. Je zde nicméně vidět, jak se vše prolíná a nic není striktně a jasně ohraničené.

Stohlgren (1998), Chmura & Sierka (2006) tvrdí, že čím více druhů v biotopu, tím menší šance invaze (kvůli možným zaplněným nikám). Ale podle mě je řeka specifitější biotop, než se zdá, a proto bych řekl, že právě proto je invaze u řeky rozvinuta ve větším měřítku. Může to být tím, že (1) při břehu prostě není tolik druhů jako v lučním společenstvu, nebo (2), a to bych řekl, že je hlavní důvod, je šance invaze u řeky velká proto, že zde působí voda, jako faktor narušující půdu a přinášející nová semena, která se mohou v narušeném či změněném povrchu lehčeji usadit, než jinde.

### 5.2.1. *I. glandulifera*

Na první pohled se zdálo, že je potřeba bedlivé kontroly, co se týče výskytu tohoto druhu na Želivce, ale po zmapování celého toku potřeba kontroly není tak nutná. Jistě, existuje namálo míst, kde vytváří známé homogenní porosty, nicméně distribuce těchto porostů je, zdá se, největší na středním toku (obr. 7.). Možná je to dáno tím, jak byl dolní tok zatopen a změněn v přehradu Švihov (Želivka), jež zásobí okolí a prahu pitnou vodou. Z pozorování lze říci, že toto zdání vypadá dosti reálně, neboť břehy přehrady se dost liší od břehů, kde řeka teče velice živě. A dokonce se zdá, že i přítomnost smrkových monokultur nehraje tak zásadní roli. Důležitou roli a velký vliv na výskyt tohoto druhu má, podle mě, vodní režim řeky, který je na středním toku ovlivňován pravidelným vypouštěním vody z vyrovnávací nádrže. A dále to může být efekt dolního toku (břehů přehrady Švihov), který může tlumit záplavy. Proto je zde tendence k preferenci středního toku řeky lehce průkazná (obr. 7.).

Mohl jsem pozorovat, že *I. glandulifera* může být vytlačena druhy jako je *U. dioica*, *Galium aparine* či *Phalaris arundinacea*. V tomto musím souhlasit s autory Kolmann & Bañuelos (2004) – neboť i já jsem zjistil, že na úseku Želivky je mnoho míst, kde by se mohlo *I. glandulifera* dařit, ale místo toho, tam měla jen poměrně malé pokrytí, zatímco výše zmíněné tři druhy převažovaly (pokaždé jiný druh s jiným pokrytím).

Dobře tuto situaci vystihují autoři Pyšek & Prach 1995 a Bímová et al. 2004, kteří se shodují na tom, že invazní druh ovlivňuje společenstvo kolem řeky pouze, je-li dominantní – do hustoty pokryvnosti 5% nemají žádný efekt. To podporuje i úvahu v předešlém odstavci a můj celkový dojem z pozorování břehů Želivky. Zvláště, co se týče jejího výskytu na březích přehrady na dolním toku, kde nemá asi příliš vhodné podmínky a prostor k invazi, takže nedochází tak často a v takové míře k vytváření velkých homogenních porostů, které mají více prostoru vytvářet se na středním toku. Na druhou stranu nelze říct, že by na březích přehrady nebylo místo, kde by tyto porosty netvořila, ale je jich méně.

V případě nabývalé invaze by se pro tento druh nabízelo řešení postupné eradikace od horního toku po tok spodní (Clemets et al. 2009). Nicméně toto má cenu, a je reálně proveditelné, pouze v chráněných územích a biologicky cenných lokalitách (Mandák 2006c). Její eradikace je celkem složitý proces (Modrý et al. 2008). Popravdě řečeno, jako mohutná jednoletka by se na menším území likvidovala relativně snadno, ale je tu problém toho, že studované území není území chráněné, je to území s omezeným přístupem a se zákazem jakékoliv technické manipulace, kvůli přehradní nádrži. Nabízí se možnost postupného vytrhávání či několikanásobného kosení (Modrý et al. 2008). Ale toto kosení by muselo být doprovázeno odvozem biomasy, neboť *I. glandulifera* dokáže velice dobře regenerovat z jakýchkoliv částí stonku (Beerling & Perrins 1993; Richardson & Pyšek 2006). Chemická kontrola je v tomto případě nemožná kvůli možnosti znečištění vody v přehradě, která zásobuje Prahu pitnou vodou.

### 5.3. *I. parviflora*

Tento druh, dle mého pohledu, však invaduje spíše místa méně vhodná pro ostatní druhy (místa stinná v listnatých, smíšených či jehličnatých lesích) a tím možná zvyšuje lokálně počet druhů (Chmura & Sierka 2006). Zdá se totiž, že druhy jarního aspektu, které nejsou v létě vidět, neovlivňuje. Tito autoři pak ve své práci uvádějí, že *I. parviflora* zvyšuje počet druhů, ale podle mě je to dáno spíše jejím samotným příchodem na onu lokalitu. Možná i proto, že již jejich následná studie (Chmura & Sierka 2007) ukazuje, že diverzitu snižuje a zvyšuje pokrytí půdy, a ukazuje, že její strategií je využití volného prostoru a využití živin. S využitím volného prostoru s nimi nelze než souhlasit, neboť *I. parviflora* jsem pozoroval hojně ve smrkových monokulturách kolem Želivky. I když někdo (Pyšek et al. 1998; Tokarska-Guzik 2003; Piskorz & Klimko 2007) ji považuje za druh mezických listnatých lesů, a i když Chmura & Sierka (2007) tvrdí, že ve smrkových lesích moc neroste, na Želivce ji lze hojně vidět ve smrkových monokulturách, které jsou po březích zastoupeny poměrně velmi hojně! V okolních listnatých lesích ji lze vidět pouze, je-li les blízko potoka, podél nichž se snadno rozšiřuje. A daří se jí tam stejně dobře.

Na řece Želivce má tendenci k výskytu spíše na břehu horního toku řeky (obr. 8.). Rozšiřování *I. parviflora*, zdá se, napomáhá narušování půdy po těžení dřeva v těchto smrkových lesích, neboť ji lze až příliš často spatřit na cestách, na vyjetých kolejkách od traktorů, nebo na hromadách klestí, kde bude nejspíše více živin. Její výskyt na hromadách klestí by mohl naznačovat, že její malá semena roznáší mravenci, což potvrzuje i Helmisaari (2006),

Nicméně je tu i tendence k častějšímu výskytu na březích přehrady, což bude dáno pravděpodobně menší přítomností velkých ploch s *I. glandulifera*. Vypadá to, že její výskyt je vázán na člověka a jeho narušování či na nepřítomnost homogenních porostů, možná jakéhokoliv druhu (Urbisz & Urbisz 2009).

#### 5.4. Srovnání vegetace tří částí toku řeky Želivky

Z celkového hlediska by se mohlo zdát, že pohledy na řeku Želivku, na její ekologii a invazi druhů *I. glandulifera* a *I. parviflora* v ní, na jejich vzájemnou interakci a korelaci s ostatními druhy (obr. 2., 3., 5. a tab. 3., 4., 5.), se o mnoho neliší od závěru předešlé práce (Urban 2009).

To by se dalo zdůvodnit nejspíše vhodným výběrem 10 km úseku řeky, pozorovaného v letech 2007 – 2008 (Urban 2009), který, podle všeho, obstojně reprezentoval nyní pozorovaný a zkoumaný celý úsek řeky Želivky. Tento 10 km úsek řeky byl zvolen na 15. – 25. km řeky, kdy se již mohl dostatečně rozvinout, z malého vytékajícího potůčku ze Sedlické přehrady, celkový charakter menší řeky.

Tento 10 km úsek Želivky vykazoval jasné známky všech společenstev, která můžeme pozorovat na celém úseku, který byl zkoumán v roce 2010 a analyzován v této práci. V předešlé práci (Urban 2009) jsem mohl pozorovat při březích vegetační celky, jako jsou louky, aluviální olšiny a vrbiny, ale také velké procento smrkových monokultur, které jsou tak typické pro zaplavenou část Želivky (Pleva 2003). Byla sice zatopena více než polovina toku řeky (39 km z 64,5 km), ale nezdá se, že by to mělo drastický vliv na druhové složení, nicméně z výsledků vyplývá, že diverzita je na březích přehrady přece jen o něco vyšší než na ostatních částech řeky (obr. 6.).

Je jasné, že zatopený břeh má oproti zbytku řeky odlišný charakter (Hood & Naiman 2000). Na zatopeném úseku se již nedá mluvit o pravidelném vylévání vody ze břehů a s tím spojenou disturbanci, jediné při velkých záplavách. Ale to zřejmě stačí k tomu, aby byl celkový charakter břehů přehrady, z mého pozorování, téměř shodný s charakterem břehů v nezatopené části řeky, kde voda teče pomalu a klidně a vytváří tak podobné podmínky, jako na březích zatopených. Tato shodnost či úzká podobnost je dána z velké části přítomností smrkových monokultur v příbřežní zóně. Právě velké procento smrkových monokultur s sebou nese pro svůj biotop tolik typické druhy, jako je např. *Aegopodium podagraria* (Chmura & Sierka 2006, 2007), *Carex buekii*, *Lamium maculatum* a samozřejmě *I. parviflora*, mezi kterou často proniká, byť jen v malém procentu i *I. glandulifera*. Pronikání tohoto druhu je zatím na tomto zatopeném úseku řeky pomalejší, než by se mohlo zdát. To by mohlo být spojeno právě se smrkovou monokulturou, kde se ve střední Evropě daří především druhu *I. parviflora* (Pyšek et al. 1998, Chmura & Sierka 2006, 2007). A protože do této části řeky je vstup omezen a hospodaření je zakázáno, *I. parviflora* nemá tolik potřebné narušování půdy od traktorů aj., jež potřebuje ke své invazi. Postupné šíření je tedy do jisté míry omezeno. Ale na druhou stranu je zde menší výskyt druhu *I. glandulifera*, která na březích přehrady nevytváří tak často homogenické porosty, a proto má možnost *I. parviflora* většího růstu i zde (obr. 8).

*I. glandulifera*, jež se vyskytuje ve většině snímků, má tendenci k výskytu spíše na břehu středního toku řeky (obr. 7.), kde jsou pro ni nejpříhodnější podmínky. Na zatopeném břehu přehrady, kde je disturbance, ve srovnání s okolím, poměrně malá, má ve smrkových monokulturách, které se táhnou po téměř celé délce břehu, do jisté míry omezenou možnost ustavení a invaze. Možná je to kvůli nedostatku vhodného prostoru, silnému stínu a tlaku smrkových monokultur, které (jako dřeviny) vytváří hustý kořenový systém, který je mělko a téměř bez kamení a volného prostoru, kde mohou bez problému kořenit a rychle růst (Beerling & Perrins 1993). Nebo její omezená možnost velkoplošné invaze může být dána velkou vrstvou jehličí, nebo vysokou kyselostí půdy kolem těchto monokultur, těžko říct.

*I. parviflora* má na horním a středním úseku řeky podobnou možnost invaze, neboť zde dochází k pravidelnému vylévání ze břehů, k pravidelnému výskytu člověka, k pravidelnému hospodaření – těžení aj. A to je zdroj disturbance, která tomuto druhu,

zdá se, nejvíce vyhovuje (Chmura & Sierka 2006). Na středním toku má však převahu *I. glandulifera*, která má možná vliv na menší výskyt *I. parviflora*, ale to je zatím pouze hypotéza. Tam, kde má možnost a prostor k růstu bývá často její pokryvnost zdrcující. Proto se zdá, že výskyt *I. parviflora* má tendenci být větší spíše na horním toku (obr. 8.) a částečně i na břehu přehrady, kde jsou velké plochy, kde může potenciálně růst.

Když se podíváme na podmínky prostředí, ke kterým určité druhy inklinují, zdá se, že druhy na středním toku jsou druhy, které vyžadují více živin (obr. 5. a.). Je zde pouze lehký náznak k tomuto směřování, ale test byl průkazný. Mohlo by tomu tak být možná díky větší disturbanci, která s sebou nutně přináší živiny, nebo díky ještě možnému vstupu člověka do této oblasti.

Průkazný byl i test, jež byl zaměřen na výskyt druhů v zastínění (obr. 5. b.). Nejvíce tolerantní ke stínu (druhy s největším Ellenbergovým číslem pro stín) byly druhy břehu horní části řeky. Opět je zde jen slabá, ale průkazná tendence. Nabízí se odpověď, že by na to mohlo mít vliv ještě úzké koryto řeky, a tedy blízkosti lesů po obou březích, a tím i celkově větší zastínění v okolí.

Vcelku pochopitelně neprůkazný byl test, který zkoumal odlišnost druhů v rámci vlhkosti (obr. 5. c.). Nabízí se vcelku jasné vysvětlení, že břehy řeky jsou všude stejně vlhké, a proto nejsou odlišnosti ani v druzích zde rostoucích.

Co se týče diverzity, ta je největší na břehu přehradní nádrže, a i když tento test byl průkazný, jde tu spíše jen o slabou tendenci, která tu ovšem je (obr. 6.). A tato slabá tendence tu je nejspíše, protože břeh přehrady byl cca 3 – 4 x delší než úsek horního či středního toku. Nejspíše díky své délce 39,5 km zde bylo nalezeno nejvíce druhů.

## 5.5. Porovnání s dalšími druhy

Kdybychom se zaměřili na srovnání výskytu dvou studovaných invazních druhů v mých datech a u jiných autorů, tak se lze dozvědět, že Maskell et al. (2006) uvádí, že *I. glandulifera* se vyskytuje často s druhy jako je *U. dioica*, *Galium aparine*, *Rubus fruticosus* či *Crataegus monogyna*, což mohu potvrdit jen zčásti, protože *U. dioica* a *G. aparine* jsou jistě druhy *I. glandulifera* doprovázející, ale rod *Crataegus* jsem při březích řeky viděl velmi výjimečně. Studie byla vypracována ve Velké Británii kolem břehů řek, na okrajích polí a silnic, takže je to studie celkově biotopově podobná. Mohu s ním souhlasit i v případě rodu *Rubus*, neboť v předešlé pilotní studii byl *R. idaeus* mezi 10 nejčastěji se vyskytujícími druhy.

*U. dioica* doprovází zřejmě hodně invazních druhů, neboť i Dawson & Holland (1999) ji uvádějí v přítomnosti *I. glandulifera*, *Heracleum mantegazzianum* a *Fallopia japonica*. Stejná studie (Dawson & Holland 1999) uvádí ještě hojný výskyt *I. glandulifera* s *R. fruticosus* či *Pteridium aquilinum*.

Podobné závěry má i studie Beerlinga & Perrinse (1993) a Kolmanna et al. (2007), provedená ve Velké Británii na březích jezer a v nivách řek. Tito autoři uvádějí, že se *I. glandulifera* vyskytuje často s druhy jako je *Phalaris arundinacea*, *Epilobium hirsutum* či *U. dioica*, které ji, jako jedni z mála druhů, jsou schopni vykonkurovat (Kolmann & Bañuelos 2004; Kolmann et al. 2007; Hejda et al. 2009). Díky pilotní studii (Urban 2009) a studii této mohu jen potvrdit častý výskyt s *P. arundinacea* a *U. dioica*, a nakonec se mohu přiklonit i k názoru, že může být těmito druhy vykonkurována.

O *I. parviflora* se ví, že se často vyskytuje s naším původním druhem *I. nolitangere*, což jsem mohl pozorovat i já (obr. 2. a obr. 3.). Toto potvrzuje i Coombe (1956) a Perglová et al. (2009), přičemž se také ví, že tento domácí druh je tím invazním potlačován (Uhercikova & Eliáš 1987; Falinski 1998). Studie Chmura &



Sierka (2006, 2007) uvádějí, že *I. parviflora* se vyskytuje nejčastěji s druhy jako *Oxalis acetosella* či *Sorbus aucuparia*, což mohou doložit i mé výsledky (obr. 2. a obr. 3.). V jejich studii je však doprovázejících druhů více, například uvádějí ještě druhy jako *Alnus glutinosa*, *Tilia cordata*, *Geum urbanum*, *Picea abies* aj. Některé tyto druhy patří do svazu *Tilio-Carpinetum* a já jsem je v přítomnosti *I. parviflora* viděl občas také, nicméně nebyly s výskytem *I. parviflora* tak úzce vázány. K tomuto svazu jejich studie ještě přidávají svazy *Ribeso nigri-Alnetum*, *Luzulo pilosae-Fagetum* nebo *Quercus roboris-Pinetum* (Chmura & Sierka 2006).

## 6. Závěr

Snahou bylo porozumět vlastnostem říčního biotopu a invazní ekologii jako takové a porozumět invazi a ekologii dvou zmíněných druhů rodu *Impatiens* a to na celém toku řeky Želivky.

Řeka Želivka disponuje zajímavou variabilitou reliéfu a břehů. Pravidelné vypouštění vody z vodní elektrárny je dalším zajímavým ekologickým činitelem, který do značné míry ovlivňuje ekologii břehů. A v neposlední řadě je to velká vodní nádrž Švihov/Želivka, která zaujímá přes polovinu celého jejího toku. Tyto výjimečné vlastnosti řeku přímo předurčují ke studiu invazí díky variabilitě svých břehů, jež mohou být vhodným a blízkým srovnávacím materiálem. A protože se poslední dobou břehy Želivky začínají pokrývat hustými porosty *I.glandulifera*, rozhodl jsem se pro důkladné zmapování situace, kde mi šlo o porovnání třech částí toku a o predikci co by se mohlo dělat dál...

Nahlédneme-li do výsledků: celkově jsem našel 97 druhů rostlin v 390 fytoecologických snímcích. Průměrná pokryvnost byla 96% a průměrný počet druhů byl 7,6 druhu na snímek. Druhem s největší frekvencí byla *I. glandulifera* následovaná *Urtica dioica* (tab. 5.), přičemž zajímavý je vzájemný výskyt *I. glandulifera* a *I. parviflora* s těmito 10 nejčastějšími druhy (tab. 5.).

a) Chceme-li si konkrétně odpovědět na otázky, například s jakými druhy je ve vybraném úseku řeky Želivky výskyt *I. glandulifera* korelován, zjistíme, že je to *Phalaris arundinacea*, *Urtica dioica* či *Rudbeckia laciniata* (obr. 2.). Vytváří-li však předešlé druhy rozsáhlý porost, není *I. glandulifera* schopná v něm tolik růst.

S výskytem *I. parviflora* jsou korelovány druhy *I. noli-tangere* či *Oxalis acetosella*.

Druhy, které byly korelovány s výskytem *I. glandulifera* a *I. parviflora* jsou víceméně stejné, jako byly druhy studované v pilotní studii (Urban 2009). I 10 nejfrekventovanějších druhů je víceméně stejný (tab. 3.).

b) Zjistil jsem, že je tady průkazný rozdíl ve složení rostlinného společenstva horního toku, středního toku a břehů přehrady na řece Želivce (obr. 4.).

c) Dále je jasně vidět, že nároky na prostředí se u různých částí toku lehce liší, až na vlhkost, jejíž hodnoty byly neprůkazné. Nároky na živiny tj. dusík jsou největší u druhů rostoucích na středním toku řeky, hodnoty zastínění mají největší druhy rostoucí na horním toku (obr 5.).

d) Ukázalo se, že diverzita je největší na břehu přehradní nádrže (obr. 6.), což může být dáno největší délkou břehu přehrady oproti břehům zbylých dvou částí řeky.

e) *I. glandulifera* preferuje spíše střední tok řeky, zatímco *I. parviflora* preferuje spíše horní a také částečně dolní tok řeky Želivky (obr. 4., obr. 7. a obr. 8.).

## 7. Poděkování

Touto cestou bych chtěl poděkovat nejprve rodičům a babičce, za veškerou podporu, za umožnění studia a za sponzoring. Dále bych chtěl poděkovat i Stanislavu Mihulkovi, že mě neustále povzbuzoval a zásoboval užitečnými informacemi a že mi nepřestával být rádcem ve chvílích nejtěžších. Můj dík patří i Milanu Štechovi a Karlu Prachovi za ochotnou pomoc nejen co se týče diplomky. Poděkování se zaslouží i Simona Poláková za pomoc se statistikou a Chris Steer za korekturu abstraktu. A v neposlední řadě bych chtěl poděkovat i dlouhé řadě svých kamarádek, přátel a kamarádů, kteří mě stále podporovali, dodávali mi odvahy a nepřestávali na mě myslet.

Tato práce byla financovaná granty MŽP VaV SPII2d1/37/07 a MSM 6007665801.

## 8. Literatura

- Andrews, M.; Maule, H.G.; Raven, J.A. and Mistry, A. (2005) Extension growth of *Impatiens glandulifera* at low irradiance: importance of nitrate and potassium accumulation, *Annals of Botany* 95, 641 – 648.
- Andrews, M.; Maule, H.G.; Hodge, S.; Cherrill, A. and Raven, J.A. (2009) Seed dormancy, nitrogen nutrition and shade acclimation of *Impatiens glandulifera*: implications for successful invasion of deciduous woodland, *Plant ecology and diversity* 2, 145 – 153.
- Barling, R.D. and Moore, I.D. (1994) Role of buffer strips in management of waterway pollution: a review, *Environmental Management* 18, 543 – 558.
- Bartomeus, I; Vilá, M. and Steffan-Dewenter, I. (2010) Combined effects of *Impatiens glandulifera* invasion and landscape structure on native plant pollination, *Journal of Ecology* 98, 440 – 450.
- Beerling, D.J., and Perrins, J.M. (1993) *Impatiens glandulifera* Royle (*Impatiens roylei* Walp), *Journal of Ecology* 81, 367 – 382.
- Bímová, K.; Mandák, B.; Kašparová, I. (2004) How does *Reynoutria* invasion fit the various theories of invasibility?, *Journal of Vegetation Science* 15, 495 – 504.
- Bodano, E.I. and Pugnaire, F.I. (2004) Invasion of *Agave* species (Agavaceae) in south-east Spain: invader demographic parameters and impact on native species, *Diversity and Distributions* 10, 493 – 500.
- Boudell, J.A. and Stromberg, J.C. (2008) Propagule banks: potential contribution to restoration and dewatered riparian ecosystem, *Wetlands* 28, 656 – 665.
- Campbell, G.S.; Blackwell, P.G. and Woodward, F.I. (2002) Can landscape-scale characteristics be used to predict plant invasion along rivers?, *Journal of Biogeography* 29, 535 – 543.
- Clements, D.R. Feenstra, K.R. Jones, K. and Staniforth R. (2009) The biology of invasive alien plants in Canada, *Canadian journal of plant science* 88, 403 – 417.
- Clifton, R. (2001) Geraniales Species Checklist Series: Volume 6, Geraniaceae Bentham and Hooker, tribe VII Balsaminaceae, The Geraniaceae Group, Dover, UK.
- Coombe, D. E. (1956) Biological flora of British Isles. *Impatiens parviflora* DC, *Journal of Ecology* 44, 701 – 714.
- Crawley, M.J. (1989) Chance and Timing in Biological Invasions, *Biological invasions : A global perspective*, John Wiley and Sons, Chichester, 407 – 423.
- ČHMÚ – Český hydrometeorologický ústav – Odbor klimatologie, průměrná roční teplota vzduchu 1961 – 1990, <http://www.chmi.cz/meteo/ok/tr6190w.jpg>.
- ČHMÚ – Český hydrometeorologický ústav – Odbor klimatologie, normály ročních srážkových úhrnů 1961 – 1990, <http://www.chmi.cz/meteo/ok/nsrz6190.jpg>.
- Dajdok, Z.; Aniol-Kwiatkowska, J.; Kacki, Z. (1998) *Impatiens glandulifera* Royle in the floodplain vegetation of the Odra river (West Poland), *Plant Invasions: Ecological Mechanisms and Human Responses*, Leiden, The Netherlands: Backhuys, 161 – 168.
- Davis, M.A.; Grime, J.P. and Thompson, K. (2000) Fluctuating resources in plant communities: a general theory of invasibility. *Journal of Ecology* 88, 528 – 534.
- Dawson, F.H. and Holland, D. (1999) The distribution in bankside habitat of three alien invasive plants in the U.K. in relation to the development of control strategies, *Hydrobiologia* 415, 193 – 210.
- DeFerrari, C. M. and R. J. Naiman (1994) A multi-scale assessment of exotic plants on the Olympic Peninsula, Washington, *Journal of Vegetation Science* 5, 247 – 258.

- Demek, J. (1958) Předběžná zpráva o geomorfologickém mapování ve východním okolí města Jihlavy, SČSZ, 63, 341 – 344.
- Demek, J. (1965) Geomorfologie českých zemí, Nakladatelství Československé akademie věd, Praha, vydání 1., 336 p.
- di Castri, F. (1990) On invading species and invaded ecosystems: the interplay of historical chance and biological necessity, *Biological invasions in Europe and Mediterranean Basin*, 3 – 16.
- Drescher, A.; Prots, B.; (2000) Warum breitet sich das Drüsen-Springkraut (*Impatiens glandulifera* Royle) in den Alpen aus? *Wulfenia* 7, 5 – 26.
- Faliński, J.B. (1998) Invasive alien plants, vegetation dynamics and neophytism - Phytocoenosis 10 (N.S.) *Supplement of Cartography and Geobotany* 9, 163–188.
- Eliáš, P. (1999) Biological and ecological causes of invasion of *Impatiens parviflora* DC. Into forest communities in Central Europe, *Acta horticulturae et regioteecturae* 1, 1 – 3.
- Elmore, A. J.; Mustard, J.F. and Manning, S.J. (2003) Regional patterns of plant community response to changes in water: Owens Halley - California, *Ecological Applications* 13, 443 – 60.
- EPPO (2002) – European and Mediterranean Plant Protection Organization, [http://www.eppo.org/QUARANTINE/Pest\\_Risk\\_Analysis/PRAdocs\\_plants/draftds/05-11831%20DS%20Impatiens%20glandulifera.doc](http://www.eppo.org/QUARANTINE/Pest_Risk_Analysis/PRAdocs_plants/draftds/05-11831%20DS%20Impatiens%20glandulifera.doc), WEED - DATA.DOC, September 2002.
- Ferreira, M. T. and Moreira, I. S. (1995) The invasive component of a river flora under the influence of Mediterranean agricultural systems, *Plant Invasions: General Aspects and Special Problème*, SPB Academic Publishers, Amsterdam, 117 – 127.
- Garkaje, A. (2006) *Impatiens glandulifera* (Royle) impact of the river – banks in Latvia, bachelor work, 59 p.
- Godefroid, S. and Koedam, N. (2010) Comparative ecology and coexistence of introduced and native congeneric forest herbs: *Impatiens parviflora* and *I. nolitangere*, *Plant ecology and evolution* 143, 119 – 127.
- Gregory, S. V.; Swanson, F.J.; McKee, W. A. and Cummins, K. W. (1991) An ecosystem perspective of riparian zones, *Biological Sciences* 41, 540 – 551.
- Grime, J.P. (1979) *Plant strategies and vegetation processes*, J. Wiley, Chichester.
- Grime, J.P. (1987) Dominant and subordinate components of plant communities: implications for succession, stability and diversity. Colonization, Succession, Stability and Diversity (eds A.J. Gray, M.J. Crawley and P.J. Edwards), Blackwell Scientific Publications, Oxford, *Symposia of the British Ecological Society* 26, 413 – 428.
- Grime, J.P.; Hodgson, J.G.; Hunt, R.; (1988) A Functional Approach to Common British Species, *Comparative Plant Ecology*, London, UK: Unwin Hyman Ltd.
- Gritten, R.H. (1995) *Rhododendron ponticum* and some other invasive plants in the Snowdonia National Park, *Plant invasions: general aspects and special problems*, SPB Academic Publishing, Amsterdam, 213 – 219.
- Gupta, R.K. (1983) Aspects of Environmental and Resources Ecology of Garhwal, Today and Tomorrow's Printers and Publishers, *The Living Himalayas Vol. I*, New Delhi, India.
- Gupta, R.K. (1989) Aspects of Plant Exploration and Phytogeography, Today and Tomorrow Printers and Publishers, *The Living Himalayas Vol. 2*, New Delhi.
- Hejda, M. (2004) Charakteristika populací a výskytu *Impatiens glandulifera* na Křivoklátsku, *Zprávy České botanické společnosti* 39, 431–452.
- Hejda, M. and Pyšek, P. (2006) What is the impact of *Impatiens glandulifera* on species diversity of invaded riparian vegetation?, *Biological Conservation* 132, 143 – 152.

- Hejda, M.; Pyšek, P. and Jarošík, V. (2009) Impact of invasive plants on the species richness, diversity and composition of invaded communities, *Journal of Ecology* 97, 393 – 403.
- Helmisaari, H. (2006) NOBANIS – Invasive alien species fact sheet – *Impatiens glandulifera*, Online database of the North European and Baltic network on invasive alien species – NOBANIS [www.nobanis.org](http://www.nobanis.org).
- Holub, J. and Jirásek, V. (1967) Zur Vereinheitlichung der Terminologie in der Phytogeographie, *Folia Geobotanica Phytotaxonomica* 2, 69 – 113.
- Homola, V. (1952) Krasové jevy v krystalických vápencích v okolí Ledče nad Sázavou ČK 5, 195 – 197.
- Hood, W.G. and Naiman, R.J. (2000) Vulnerability of riparian zones to invasion by exotic vascular plants, *Plant Ecology* 148, 105 – 114.
- Hulme, P.E. and Bremner, E.T. (2006) Assessing the impact of *Impatiens glandulifera* on riparian habitats: partitioning diversity components following species removal, *Journal of Applied Ecology* 43, 43 – 50.
- Chmura, D. and Sierka, E. (2006) Relation between invasive plant and richness of forest floor vegetation: a study of *Impatiens glandulifera* DC., *Polish Journal of Ecology* 54, 417 – 428.
- Chmura, D. and Sierka, E. (2007) The invasibility of deciduous forest communities after disturbance: A case study of *Carex brizoides* and *Impatiens glandulifera* invasion, *Forest Ecology and Management* 242, 487 – 495.
- Chytrý, M.; Jarošík, V.; Pyšek, P.; Hájek, O.; Knollová, I.; Tichý, L. and Danihelka, J. (2008) Separating habitat invasibility by alien plants from the actual level of invasion, *Ecology* 89, 1541 – 1553.
- Jackowiak, B. (1999) Models of expansion of synanthropic and transgenic plants, *Phytocoenosis* 11, 1 – 24.
- Janssens, S.; Geuten, K.; Yuan, Y.M.; Song, Y.; Kupfer, P. and Smets, E. (2006) Phylogenetics of *Impatiens* and *Hydrocera* (Balsaminaceae) using chloroplast atpBrbcL Spacer sequences, *Systematic Botany* 31, 171 – 180.
- Kalliola, R. and Puhakka, M. (1988) River dynamics and vegetation mosaicism: a case study of the river Kamajohka, northernmost Finland, *Journal of Biogeography* 15, 877 – 901.
- Kasperek, G. (2004) Fluctuations in numbers of neophytes, especially *Impatiens glandulifera*, in permanent plots in a west German floodplain during 13 years, *Neobiota* 3, 27 – 37.
- Koenies, H. and Glavac, V. (1979) Über die Konkurrenzfähigkeit des Indischen Springkrauts (*Impatiens glandulifera* Royle) am Fuldaufer bei Kassel, *Philippia* 4, 47 – 59.
- Kolmann, J. and Banuelos, M.J. (2004) Latitudinal trends in growth and phenology of the invasive alien plant *Impatiens glandulifera* (Balsaminaceae), *Diversity and Distributions* 10, 377 – 385.
- Kolmann, J.; Banuelos, M.J. and Nielsen, S.L. (2007) Effects of virus infection on growth of invasive alien *Impatiens glandulifera*, *Preslia* 79, 33 – 44.
- Kornas, J. (1990) Plant invasion in Central Europe: historical and ecological aspects. *Biological logical invasions in Europe and Mediterranean Basin*, 19 – 36.
- Koutek, J. (1949) Zpráva o geologickém mapování na listu Vlašim, VSGÚ, 24, 114 – 116.
- Kowarik, I. (1995) Time lags in biological invasions with regard to the success and failure invasive species, *Plant invasions: general aspects and special problems*, SPB Academic Publishing, Amsterdam, 15 – 38.

- Kowarik, I. (2003) *Biologische Invasionen: Neophyten und Neozoen in Mitteleuropa*. Stuttgart, Germany: Ulmer.
- Křivánek, M and Pyšek, P. (2008) Forestry and horticulture as pathways of plant invasions: a database of alien woody plants in the Czech Republic, 21 – 38.
- Kubát, K; Hrouda, L.; Chrtek, J. jun.; Kaplan, Z.; Kirschner, J. and Štěpánek, J. (2002) *Klíč ke květeně České republiky*, Academia, Praha, 928 p.
- Kurto, A. (1996) *Impatiens glandulifera* (Balsaminaceae) as an ornamental and escape in Finland, with notes on the other Nordic countries, *Acta Universitatis Upsaliensis, Symbolae Botanicae Upsalienses* 31, 221 – 228.
- Lepš, J. and Šmilauer, P. (2000) Mnohorozměrná analýza ekologických dat, Biologická fakulta Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích, České Budějovice, 102 p.
- Letáček, P. (1942) Květena Humpolecka (Rostliny cévnaté), Příspěvek k floristickému výzkumu Čech, 64 p.
- Lhotská, M. and Kopecky, K. (1966) Zur Verbreitungsbiologie und Phytozoologie von *Impatiens glandulifera* Royle an den Flusssystemen der Svitava, Svatka und oberen Odra, *Preslia* 38, 376 – 385.
- Lodge, D.M. (1993) Biological invasions - lessons for ecology, *Trends in Ecology and Evolution* 8, 133–137.
- Lonsdale, W.M. (1999) Global pattern of plant invasion and the concept of invasibility, *Ecology* 80, 1522 – 1536.
- Mack, R. N.; Simberloff, D.; Lonsdale, W.M.; Evans, H.; Clout, M. and Bazzaz, F. (2000) Biotic invasions: causes, epidemiology, global consequences, and control, *Ecological Applications* 10, 689 – 710.
- Mandák, B. (2006c) *Impatiens glandulifera* – netýkavka žláznatá. – In: Mlíkovský, J. and Stýblo, P. (eds.) *Nepůvodní druhy fauny a flóry České republiky*, ČSOP, Praha, 109 – 110.
- Maskell, L.C.; Bullock, J.M.; Smart, S.M.; Thompson, K. and Hulme, P.E. (2006) The distribution and habitat associations of non-live plant species in urban riparian habitats, *Journal of Vegetation Science* 17, 499 – 508.
- Mihulka, S. (1994) *Invazní druhy rostlin ve vybraném úseku jihočeské krajiny*, *Bacheolor thesis*, 1 – 9.
- Mihulka, S. (1996) *Invazní rostliny v dílčím krajinném úseku*, *Masters thesis*.
- Modrý, M.; Francírková, T.; Morávková, K.; Modrá, J.; Tschiedel, K.; Jedzig, A.; Krueger, M. and Sbrzesny, K. (2008) Likvidace invazních rostlin v teorii a praxi, Liberecký kraj, resort rozvoje venkova, zemědělství, životního prostředí a informatiky, IRBIS, 104 p.
- Moloney, K.A.; Knaus, A.; and Hansjorg, D. (2009) Evidence for a shift in life-history strategy during the secondary phase of a plant invasion, *Biological Invasions* 11, 625 – 634.
- Mooney, H.A. and Cleland, E.E. (2001) The evolutionary impact of invasive species Department of Biological Sciences, Stanford University, Stanford, *Proceedings of the National academy of sciences of the United states of America* 98, 5446 – 5451.
- Naiman, R. J. and H. Décamps, editors. (1990) *The ecology and management of aquatic-terrestrial ecotones*, Man and the biosphere series, Vol. 4., Parthenon Press, Carnford, United Kingdom.
- Naiman, R.J. and Decamps, H. (1997) The ecology of interfaces: riparian zones, *Annual Review of Ecological Systematics* 28, 621 – 658.
- Naiman, R.J., Décamps, H. and McClain, M.E. (2005) *Riparian: ecology, conservation, and management of streamside communities*, Elsevier, Amsterdam.
- Naiman, R.J., Décamps, H. and Pollock, M. (1993) The role of riparian corridors in maintaining regional biodiversity, *Ecological Applications* 3, 209 – 212.

- NeoFlora: <http://www.floraweb.de/neoflora/handbuch/impatiensglandulifera.html>
- Nienhuis, C.M.; Dietzsch, A.C. and Stout, J.C. (2009) The impacts of an invasive alien plant and its removal on native bees, *Apidologie* 40, 450 – 463.
- Nilsson, C.; Grelsson, G.; Johanson, M. and Sperens, U. (1989) Patterns of plant species richness along riverbanks, *Ecology* 70, 77 – 84.
- Oberdorfer, E. (1983) *Süddeutsche Pflanzengesellschaften*, Stuttgart, Germany: Gustav Fischer Verlag.
- Obidziński, T.; Symonides, E. (2000) The influence of the groundlayer structure on the invasion of small balsam (*Impatiens parviflora* DC.) to natural and degraded forests, *Acta Societatis Botanicorum Poloniae* 69, 1 – 8.
- Perglová, I.; Pergl, J.; Skálová, H.; Moravcová, L.; Jarošík, V. and Pyšek, P. (2009) Differences in germination and seedling establishment of alien and native *Impatiens* species, *Preslia* 81, 357 – 375.
- Perrins, J.; Fitter, A. and Williamson, M. (1990) What makes *Impatiens glandulifera* invasive? *The biology and control of invasive plants*, ed. J. Palmer. University of Wales, Cardiff, 8 – 33.
- Perrins, J.; Fitter, A.; Williamson, M.; (1993) Population biology and rates of invasion of three introduced *Impatiens* species in the British Isles, *Journal of Biogeography* 20, 33 – 44.
- Pimm, S.L., Russell, G.J., Gittelman, J.L. and Brooks, T.M. (1995) The future of biodiversity, *Science* 269, 347 – 350.
- Piskorz, R. and Klimko, M. (2007) The co-occurrence of *Impatiens parviflora* and selected plant species in the oak-hornbeam forest of the Wielkopolski National Park, *Sylvan* 151, 43 – 58.
- Planty-Tabacchi, A.M.; Tabacchi, E.; Naiman, R.J.; Deferrari, C. and Decamps, H., (1996) Invasibility of species-rich communities in riparian zones, *Conservation Biology* 10, 598 – 607.
- Pleva, F. (2003) *Želivka naše řeka*, Nová tiskárna Pelhřimov, ISBN 80-86 559-22-X, 280 p.
- Poff, N.L.; Allan, J.D.; Bain, M.B.; Karr, J.R.; Prestegard, K.L.; Richter, B.D. and Stromberg, J.C. (1997) The natural flow regime: a paradigm for river conservation and restoration, *Biological Sciences* 47, 769 – 84.
- Prach, K., Jeník, J. & Large, A.R.G. (1996) *Floodplain ecology and management. The Lužnice River in the Třeboň Biosphere Reserve, Central Europe*, SPB Academic Publishing, Amsterdam.
- Prose, A. (1998) Patterns of early growth and mortality in *Impatiens glandulifera*, *Plant Invasions: Ecological Mechanisms and Human Responses*, Leiden, The Netherlands: Backhuys, 245 – 252.
- Pyšek P. (1994) Ecological aspects of invasion by *Heracleum mantegazzianum* in the Czech Republic, *Ecology and management of invasive riverside plants*, J. Wiley & Sons, Chichester, 45 – 54.
- Pyšek, P. (1996) Biologické invaze, I. Historické a geografické souvislosti, *Živa* 54, 4 – 7.
- Pyšek, P. and Prach, K. (1993) Plant invasion and the role of riparian habitats: a comparison of four species alien to central Europe, *Journal of Biogeography* 20, 413 – 420.
- Pyšek, P. and Prach, K. (1995) Invasion dynamics of *Impatiens glandulifera* – a century of spreading reconstructed, *Biological Conservation* 74, 41 – 48.
- Pyšek, P. and Prach, K. (1997) *Invazní rostliny v České flóře*, Zprávy České botanické společnosti 14, Praha.



- Pyšek P., Prach K., Mandák B. (1998) Invasions of alien plants into habitats of Central European landscape: an historical pattern, Backhuys Publishers, Leiden, *The Netherlands*, 23 – 32.
- Pyšek, P.; Sádlo, J. and Mandák, B. (2002) Catalogue of alien species of the Czech Republic, *Preslia* 74, 97 – 186.
- Pyšek P.; Richardson, D.M. and Williamson, M. (2004) Predicting and explaining plant invasions through analysis of source area floras: some critical considerations, *Diversity and Distributions – A Journal of Conservation Biogeography* 10, 179 – 187.
- Quitt, E. (1971) Klimatické oblasti Československa, Geografický ústav ČSAV, Brno, 73 p.
- Richardson D. M.; Pyšek P.; Rejmánek M.; Barbour M. G.; Panetta F. D. and West C. J. (2000) Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions, *Diversity and Distributions* 6, 93–107.
- Richardson, D.M. and Pyšek, P. (2006) Plant invasions: merging the concepts of species invasiveness and community invasibility, *Progress in physical organic chemistry* 30, 409–431.
- Richardson, D.M.; Holmes, P.M.; Esler, K.J.; Galatowitsch, S.M.; Stromberg, J.C.; Kirkman, S.P.; Pyšek, P. and Hobbs, R.J. (2007) Riparian vegetation: degradation, alien plant invasion, and restoration prospects. *Diversity and Distributions* 13, 126 – 139.
- Roblin, L. (1994) Alien invasive weeds: An example of the National Rivers Authority sponsored research, *Ecology and Management of Invasive Riverside Plants*, John Wiley and Sons, Ltd., Chichester, UK, 189–193.
- Roy, J. (1990) In search of the characteristics of plant invaders, *Biological invasions in Europe and Mediterranean Basin*, Kluwer, Dordrecht.
- Sakai, A.K.; Allendorf, F.W.; Holt, J.S.; Lodge, D.M.; Molofsky, J.; With, K.A. (2001) The population biology of invasive species, *Annual Review of Ecology and Systematics* 32, 305 – 332.
- Sala, O.E.; Chapin, F.S.; Armesto, J.J.; Berlow, E.; Bloomfield, J.; Diryo, R.; Huber-Sanwald, E.; Huenneke, L.F.; Jackson, R.B.; Kinzig, A.; Leemans, R.; Lodge, D.M.; Mooney, H.A.; Oesterheld, M.; Poff, N.L.; Sykes, M.T.; Walker, M. and Wall, D.H. (2000) Biodiversity – Global biodiversity scenarios for the year 2100, *Science* 287, 1770 – 1774.
- Scherer-Lorenzen, M.; Elend, A.; Nollert, S. and Schulze, E.D. (2000) Plant Invasions in Germany: General Aspects and Impacts of Nitrogen Deposition, Island Press, Washington, DC.
- Schmitz, U. and Dericks, G. (2010) Spread of alien invasive *Impatiens balfourii* in Europe and its temperature, light and soil moisture demands, *Flora* 205, 772 – 776.
- Schwartz, M.V.; Thorne, J. H. and Viers, J.H. (2006) Biotic homogenization of the California flora in urban and urbanizing regions, *Biological Conservation* 127, 282 – 291.
- Sebald, O.; Seybold, S.; Philippi, G. and Wörz, A. (1998) Die Farn - und Blütenpflanzen Baden-Württembergs, Ulmer, Stuttgart.
- Skálová, H. and Pyšek, P. (2009) Germination and establishment of invasive and native *Impatiens* species in species-specific microsites, *Biological invasions* 8, 101 – 109.
- Slavík, B. (1995) Rod *Impatiens* v České republice, *Preslia* 67, 193 – 211.
- Slavík, B. (1997) *Impatiens glandulifera* Royle – netyýkavka žláznatá, Květena České republiky 5, Academia, Praha, 238 – 239.

- Solbrig, O. T., editor. (1991) From genes to ecosystems: a research agenda for biodiversity, The International Union of Biological Sciences, Paris.
- Starý, P. and Tkalců, B. (1998) Bumble-bees (Hym., Bombidae) associated with the expansive touch-me-not, *Impatiens glandulifera* in wetland biocorridors, *Anz. Schadlingske., Pflanzenschutz, Umweltschutz* 71, 85 – 87.
- Stohlgren, T.J.; Bull, K.A.; Otsuki, Y.; Villa, C.A. and Lee, M. (1998) Riparian zones as havens for exotic plant species in the central grasslands, *Plant Ecology* 138, 113 – 125.
- Stromberg, J. C.; Bagstad, K.J.; Leenhouts, J.; Lite, S.J. and Makings, E. (2005) Effects of stream flow intermittency on riparian vegetation of a semiarid region river (San Pedro River, Arizona), *River Research and Application* 21, 1 – 14.
- Sykora, K.V.; Pelsma, T. and de Nijs, L. (1989) The vegetation of Dutch road side verges, *GFÖ-Verhandlungen* 19, 149 – 150.
- Tabak, N.M. and von Wettberg, E. (2008) Native and Introduced Jewelweeds of the Northeast, *Northeastern naturalist* 15, 159 – 176.
- Tang, S.M. and Montgomery, D.R. (1995) Riparian buffers and potentially unstable ground, *Environmental Management*, 19, 741 – 749.
- ter Braak, C.J.F. and Šmilauer, P. (1998) CANOCO reference manual and user's guide to Canoco for Windows: Software for Canonical Community Ordination (version 4), Microcomputer Power, Ithaca, 352 p.
- ter Braak, C.J.F. and Šmilauer, P. (2002) Canoco reference and CanoDraw for Windows User's guide: Software for Canonical Community Ordination (version 4.5), Microcomputer Power (Ithaca, NY, USA), 500 p.
- Tickner, D.P.; Angold, P.G.; Gurnell, A.M. and Mountford, J.O. (2001) Riparian plant invasions: hydrogeomorphological control and ecological impacts, *Progress in Physical Geography* 25, 22 – 52.
- Titze, A. (2000) The efficiency of insect pollination of the neophyte *Impatiens glandulifera* (Balsaminaceae), *Nordic Journal of Botany* 20, 33 – 42.
- Tokarska-Guzik, B. (2003) The expansion of some alien plant species (neophytes) in Poland, Backhuys Publishers, Leiden, *The Netherlands*, 147 – 167.
- Tokarska-Guzik, B.; Brock, J.H.; Brundu, G.; Child, L.; Daehler, C.C.; and Pyšek, P. (2008) Plant Invasions, Human perception, ecological impacts and management, ISBN: 978-3-8236-1528-6, 428 p.
- Uhercikova, E.; Eliaš, P. (1987) Standing crop, dominance, and species diversity of tallherb communities in the Male Karpaty Mts., Western Slovakia, *Ekologia* 6, 147 – 163.
- Uchytíl, R.J. (1992) *Phragmites australis*. In: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Fire Sciences Laboratory, Fire Effects Information System, <http://www.fs.fed.us/database/feis/plants/graminoid/phraus/all.html>, 19 p.
- Urban, M. (2009): Mapování výskytu netykavek (*Impatiens glandulifera* a *I. parviflora*) na vybraném úseku řeky Želivky, bacheolor thesis, 59 p.
- Urbisz, A. and Urbisz, A. (2009) Invasive vascular plant species in the Krakow-Czestochowa Uplands (southern Poland), *Biological invasions* 8, 153 – 160.
- Valentine, D.H. (1971) Flower-colour polymorphism in *Impatiens glandulifera* Royle, *Boissiera* 19, 339 – 343.
- Vilá, M.; Pino, J. and Font, X. (2007) Regional assessment of plant invasions across different habitat types, *Journal of Vegetation Science* 18, 35 – 42.
- Walker, N.F.; Hulme, P.E. and Hoelzel, A.R. (2009) Population genetics of an invasive riparian species, *Impatiens glandulifera*, *Plant Ecology* 203, 243 – 252.

- Walter, J.; Essl, F.; Englisch, T. and Kiehn, M. (2005) Neophytes in Austria: habitat preferences and ecological effects, *Neobiota* 6, 13 – 25.
- Weber, E. and Schmid, B. (1993) Das Neophytenproblem, *Dissertationes Botanicae* 196, 209 – 227.
- Wells, M.J. Poynton, R. J.; Balsinhas, A. A.; Musil, K. J.; Loffe, H.; van Hoegsen, E. and Abbott, S.K. (1986) The history of introduction of invasive alien plants to southern Africa, *The Ecology and Management of Biological Invasions in Southern Africa*, Oxford University Press, Cape Town, 21 – 35.
- Williamson, M (1996) Invasions, *Ecography* 22, 5 – 12.
- Williamson, M. and Fitter, A. (1996a) The varying success of invaders, *Ecology* 77, 1661 – 1666.
- Williamson, M. H. and Fitter, A. (1996b) The characters of successful invaders. *Biological Conservation* 78, 163 – 170.
- Yuan, Y. M. Song Y.; Geuten K.; Rahelivololona E.; Wohlhauser S.; Fischer E.; Smets E. and Kupfer P. (2004) Phylogeny and biogeography of Balsaminaceae inferred from ITS sequences, *Taxon* 53, 391 – 403.
- Základní mapa ČR 1: 5 000 (1990 – 1999) Český úřad zeměměřický a katastrální v Českých Budějovicích.