

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Přírodovědecká fakulta



Mapování výskytu netykavek (*Impatiens glandulifera* a *I. parviflora*) na vybraném úseku řeky Želivky

Miroslav Urban

(bakalářská práce)

vedoucí práce: RNDr. Stanislav Mihulka Ph.D.

2009

Urban, M. (2009): Mapování výskytu netykavek (*Impatiens glandulifera* a *I. parviflora*) na vybraném úseku řeky Želivky [Surveying of the *I. glandulifera* and *I. parviflora* occurrence on the chosen section of Želivka river: Bc. Thesis, in Czech.] - p. 59, Faculty of Biological Sciences, University of South Bohemia, Ceske Budejovice, Czech Republic.

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

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

23. 4. 2009 v Českých Budějovicích

.....  
Miroslav Urban

## Abstract:

The aim of the study was to write a review of research literature on the invasion and in parallel to carry out research work on the subject myself.

In the study I chose to focus two species of the genus *Impatiens*, namely *I. glandulifera* and *I. parviflora*. Then I chose a 7 km long stretch of the river Želivka in the Czech-Bohemian highlands to study and survey the population of these two species and plant association. Consequently I focused my study on the river biotope and the role of invasive species in it.

It is known, that *I. glandulifera* and *I. parviflora* are invasive species which tends to cause disruption to native biotopes. The former forms homogenous arrays near river banks, the latter forms this arrays in forests.

In my study I examined the following questions:

- a) Do river and brook plant association differ in species?
- b) Which species are correlated with *I. glandulifera* and *I. parviflora* and which composition species occur most frequently with the subject species?
- c) Have different level of shading any impact on species composition?

I tested these hypotheses using Statistica 8 (Statsoft Inc. 2007) and CANOCO (ter Braak and Šmilauer 2002) programs. The conclusion is that river and brook plant association differ in species composition. River plant association is lower in plant diversity (Shannon-Wiener index is 0,7;  $Z = -2,82208$ ,  $p = 0,004772$ ). Species correlated with *I. glandulifera* and *I. parviflora* are detailed on Fig. 7., 8., 9., and 12. The last finding was that different level of shading have impact on species composition in river and brook plant association ( $Z$  - Tab. 6,  $p = 0,0002$ ).

Obsah:

1. Úvod .....	5
1.1. Cíle práce.....	6
1.2. Historické pohledy na invazi.....	6
1.3. Pojem invaze, invazní druh .....	7
1.4. Původní a nepůvodní druh, archeofyty, neofyty.....	8
1.5. Průběh invaze.....	8
1.6. Lag fáze.....	9
1.7. Invazní potenciál a vlastnosti invazních druhů.....	10
1.8. Typy invazí v invadovaných společenstvech.....	10
1.9. Invazibilita.....	10
1.10. Invaze v říčních biotopech.....	11
1.11. Studované druhy.....	13
1.11.1. Úvod do rodu <i>Impatiens</i> .....	13
1.11.2. <i>Impatiens glandulifera</i> (morfologie, biotop, biologie a ekologie, šíření, životní cyklus, historie zavlečení, dopad na společenstvo).....	13
1.11.3. <i>Impatiens parviflora</i> (morfologie, biotop, biologie a ekologie, šíření, historie zavlečení, dopad na společenstvo.....	18
1.12. Invaze netykavek.....	20
2. Metodika.....	22
2.1. Popis studovaného území.....	22
2.1.1. Širší vymezení území a geomorfologie oblasti – Česká vysočina .....	22
2.1.2. Užší geomorfologie oblasti, Humpolecká a Želivská pahorkatina.....	23
2.1.3. Přesné vymezení studovaného území, které jsem si vybral .....	24
2.1.4. Želivka.....	25
2.1.4.1. Sedlická přehrada.....	25
2.1.4.2. Tok Želivky.....	25
2.1.4.3. Přítoky, potoky.....	26
2.2. Půdy.....	26
2.3. Podnebí, teplota, srážky .....	27
2.4. Vlastní práce – sběr dat.....	28
3. Výsledky.....	31
3.1. První část – složení společenstva.....	31
3.2. Druhá část – vztah rostlinného společenstva a charakteristik prostředí.....	37
4. Diskuse.....	41
4.1. Invaze .....	41
4.2. Říční biotop .....	41
4.3. Invazní druhy .....	43
4.3.1. <i>I. glandulifera</i> .....	43
4.3.2. <i>I. parviflora</i> .....	44
4.4. Pohled do budoucna.....	45
4.5. Snímkování vegetace.....	45
4.5.1. Gradientová analýza – PCA.....	45
4.5.2. Srovnání vegetace řeky a potoka.....	46
4.5.3. Gradientová analýza – RDA .....	47
5. Závěr.....	49
6. Poděkování.....	51
7. Literatura.....	52

## 1. Úvod

Co říci úvodem? Jen pár slov...

### **Invaze.**

To je v dnešní době fenomén ve světě vědy. Dostává se i do popředí zájmu veřejnosti, neboť představují problém ať už globálního, ekonomického (Gritten 1995) či etického rázu. Je to možná proto, že většina invazí je způsobena činností člověka (Myers & Bazely 2003). Některé invaze pak představují hrozbu původním ekosystémům. A proto pravděpodobně vznikla věda známá jako invazní ekologie (Rejmánek et al. 2005), která se invazemi zabývá již od 60. let minulého století.

Významnou roli v dnešním světě hrají invazní rostliny. Jedním takovým rodem může být rod *Impatiens*, který je proslulý po celém světě – tedy aspoň mezi botaniky. Je to rod velice známý, hojně rozšířený a je i pěstovaný a rozhodně nenechá nejednoho vědce spát. Já jsem si vybral dva invazní zástupce z jeho středu. A to netykavku malokvětou (*Impatiens parviflora*) a netykavku žláznatou (*Impatiens glandulifera*) – na kterou jsem se více zaměřil. Jsou to dva silně invazní druhy, které, řekl bych, hodně vyvyšují rod *Impatiens*...

Ano, máme invazní rostliny velmi krásné (ostatně, která rostlina není krásná...), invazní rostliny, které zvyšují diverzitu (*I. parviflora* v listnatých polských lesích), ale i snižují diverzitu v daných místech. A k nim se řadí invazní rostliny bijící do očí svou agresivitou v člověkem nedotčených nebo téměř neporušených koutech nám svěřené planety. Jak se zachová člověk – *Homo sapiens sapiens* – k jednomu z mnoha velkých darů, které dostal do rukou na krátký jen čas?

Těžko říct...

## 1.1 Cíle práce

Cíle práce byly následující:

1. Vypracování rešerše o invazních netykavkách *Impatiens glandulifera* a *I. parviflora* v kontextu invazí v říčních ekosystémech.
2. V terénní praktické části – vytipování zájmové oblasti v rámci toku řeky Želivky a jejích přítoků a následné mapování výskytu obou druhů.
3. V praktické části (druhá část) – zpracování a analýza dat pomocí programu CANOCO a CanoDraw a určení s kterými druhy se *Impatiens glandulifera* a *I. parviflora* vyskytují. Tato část je spojena s otázkami:
  - a) S kterými druhy jsou *Impatiens glandulifera* a *I. parviflora* korelovány a s kterými se nejčastěji vyskytují?
  - b) Liší se rostlinné společenstvo řeky a potoka?
  - c) Má různá hladina stínu vliv na složení rostlin?

## 1.2. Historické pohledy na invazi

Historické pohledy na zavlékání druhů jsou velice zajímavé. Jsou totiž spojené s migrací ať už ptáků, savců, plazů nebo člověka. Rovina migrace byla vždy spojena s vyspělostí lidstva. Vezměme si například Antiku a pak středověk, novověk po roce 1500 a následně 20. století. S postupem času se migrace, osídlování nových území a doprava jako taková zlepšovala, až dosáhla současné podoby.

S migracemi je právě úzce spjato pronikání organismů na nově objevená a jimi neosídlená území. Mezi známé příklady můžeme zařadit pronikání nových organismů na americký kontinent přes Beringovu úžinu, osídlování Austrálie nebo recentněji úzké propojování Evropy s Amerikou či východní Asii.

Jak doba pokročila, člověk začal novým způsobem zasahovat do přírody a tak ji přizpůsobovat svým potřebám. S příchodem neolitu je svázán i rozvoj v zemědělství. Zemědělství dorazilo do střední Evropy před zhruba 7000 lety po posledním glaciálu (Pyšek 1994). Člověk však po těchto několik tisíc let, až zhruba do roku 1500, působil v přírodě jako invazní faktor pouze omezeně, i když přece – například v jednotlivých biogeografických oblastech (když vytvářel nová stanoviště pro svou zemědělskou činnost) nebo při šlechtění trav, ze kterých postupem času vzešly obiloviny. Ale je jasné, že už od dob prvních zemědělců začal člověk hrát důležitou roli v přetváření přírody k svojí představě. Zemědělství hrálo, stále ještě hraje a bude tuto roli ovlivňujícího činitele hrát, neboť lidstvo se žít prostě musí...

Po roce 1500 – tedy s počátkem novověku – se situace na poli invazí zásadně změnila. Rozběhla se totiž globalizace planety a tak se objevily možnosti potenciálně osídlit jakékoliv místo na světě (Lodge 1993). Toto se zvláště dělo v dobách kolonizací, (17. a 18. století) a také v 19. století, které označujeme za století páry a techniky; o století dvacátém ani nemluvě. Velkou roli hraje také rozvoj obchodu a cestovního ruchu, který je patrný zvláště právě v 20. a teď již v 21. století. Člověk je nyní opravdu schopen potenciálně se dostat na jakékoliv místo na světě, a to migracím druhů a

následnému osídlování nových území jenom nahrává. Lidstvo svými aktivitami přispělo novými disturbancemi, jako jsou právě obchodní cesty, turistika, průmysl či ovlivňování klimatu.

V biosféře je dnes už většina ekosystémů zasažena biologickými invazemi. Invazní organizmy můžeme pozorovat téměř ve všech taxonomických skupinách. Tato práce se věnuje rostlinným invazím, které jsou stále více v popředí zájmu veřejnosti.

### 1.3. Pojem invaze, invazní druh

V akademickém slovníku cizích slov (Petráčková & Kraus 1995) lze najít vysvětlení pro pojem invaze, který je komentován takto: „ *invaze –e ž I. překvapivý, násilný, hromadný vpád (zprav. vojenský na cizí území), vniknutí; přen. rychlé rozšíření něčeho; biol. vniknutí velkého počtu bakterií do organismu; proniknutí parazita do těla hostitele 2. ekol. (u ptáku a hlodavců, ap.) náhlé (trvalé nebo dočasné) osídlení nového území větším počtem jedinců urč. druhu.* “.

Nicméně definic pojmu „invaze“ je celá řada, jde jen o to, jak to kdo chápe. Fakt, že slovo invaze je ve světě vědy slovem se spoustou významů, dosvědčují mnohé práce v této oblasti provedené (Richardson et al. 2000). Stačí jen nahlédnout do některého ze světových vědeckých časopisů (Journal of Applied Ecology, Plant Ecology, Journal of Biogeography nebo třeba přímo Biological Invasions) a poznáme, že invazemi tyto časopisy jen hýří.

Vyslovíme-li však slovo invaze - mnoho lidí, studentů a ochránců životního prostředí si představuje jakousi ekologickou katastrofu ať už v podobě rostlinné či živočišné.

Co to vůbec je ta invaze? 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, vytvářejíc více či méně rozsáhlé porosty, přičemž agresivně vytlačuje druhy, které mají podobnou ekologii v přírodě jako druh invazní“ (Richardson et al. 2000). Ale Tilman (1997, 2004) oponuje, že ustavení a přetrvání invazního druhu neznamená, v mnoha případech, nahrazení usídlených druhů, ale, jen využití volného místa, dostupných živin a prostoru.

Invazní druh, uvádí Pyšek (1995, 1996), může být chápán druh cizího původu pronikající do člověkem více nebo méně ovlivněných stanovišť. V současných anglicky psaných článcích se lze dozvědět o invazních druzích a o invazi mnoho, ale není zde jasně a jednotně daný termín pro invazní druh (Richardson et al. 2000). Pyšek (1995, Pyšek et al. 2008) a Richardson et al. (2000) uvažují, že by bylo nejlépe používat pojmy jako 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 a následně pak používat pojem **invazní druh (invasive species)** jako druh cizího původu, který v daném území zvyšuje svou abundanci vlastními silami – produkuje potomstvo a proniká na nové lokality. Smysl této definice se bude prolínat celou touto prací.

#### 1.4. Původní a nepůvodní druh, archeofyty, neofyty

Podíváme-li se na pojem druh původní a nepůvodní, velice záleží na úhlu pohledu. Co je vlastně původní? A co není? To může být někdy problém. Jednu z klasifikací druhů původních a nepůvodních má na svědomí Preston et al. (2002), který definuje druh původní (native - domácí, domovský) jako druh, který kolonizoval území bez pomoci člověka.

Nepůvodní druh (alien, exotic, nonnative species) je poté definován jako druh, který byl do dané oblasti introdukován člověkem (Pyšek 1995; Pyšek et al. 2002, 2008).

Potom rozeznáváme skupinu rostlin, kterým říkáme archeofyty. To jsou druhy introdukované člověkem na určité jiné území před rokem 1500 našeho letopočtu (Preston et al. 2002; Maskell et al. 2006).

A následně máme druhy, kterým říkáme neofyty. To jsou takové druhy, které se na určitém území objevily po roce 1500 (Maskell et al. 2006; Preston et al. 2002). Obě dvě skupiny druhů jsou považovány za nepůvodní – introdukované člověkem. Nicméně, Pyšek (1995; Pyšek et al. 2002) uvažuje o archeofytech jako o rostlinách původních. Zřejmě je tomu tak, že archeofyty jsou již velice dobře integrované ve flóře a problémové invazní druhy jsou většinou neofyty (Manchester & Bullock 2000). Ale i přesto se objevují názory, že to co je původní by mělo být to, co pochází z doby před posledním glaciálem (tj. asi před 10 000 lety), neboť přírodní a klimatické podmínky doby postglaciální se hodně změnily (Kowarik 1995). Nicméně, jak jsme si uvedli, člověk ovlivňoval přírodu ještě málo (Webb 1985), a proto mnoho autorů považuje archeofyty za druhy původní.

#### 1.5. Průběh invaze

Proces postupného usídlení nepůvodního druhu by se dal popsat asi takto (Kornas 1990; Richardson & Pyšek 2006):

- a) introdukce diaspor spojená s výskytem prvních jedinců
- b) uchycení druhu na místech k tomu nejprůhodnějších
- c) postupné osidlování méně narušených míst
- d) invaze nenarušených míst a potlačování druhů původních

Je jasné, že každá následující fáze je pro invazní druh obtížněji dosažitelná, než fáze předcházející (Richardson & Pyšek 2006). Velká většina člověkem introdukovaných druhů se vůbec neuchytí, nebo jen krátce. Část z těch, kterým se podaří uchytit, kolonizuje pouze stanoviště v blízkosti člověka – jím silně ovlivněná. Je jen velmi málo druhů proniknuvších do nenarušených stanovišť přírodní vegetace (Sykora et al. 1989; Kornas 1990; Williamson 1996; Richardson & Pyšek 2006). Lze se na to podívat tak, že počet invazních druhů stoupá s rostoucí intenzitou antropogenního vlivu na krajinu a klesá s rostoucí nadmořskou výškou (Mihulka 1994, 1996), což je vcelku logické (viz disturbance níže).

Vidíme tedy, že introdukce nemusí vždy znamenat šíření, natožpak invazi (di Castri 1990). Kowarik (1995) na dynamice introdukovaných druhů ukazuje, že je tady jakési „pravidlo 10:2:1“, které nám říká, že 10% z introdukovaných druhů je schopno se uchytit, 2% druhů jsou schopna se šířit a 1% druhů se naturalizuje – stává se součástí přírodních společenstev (Richardson & Pyšek 2006). Tyto druhy pak můžeme nazývat



naturalizované neofyty (Pyšek et al. 2002, 2008). Ale ani naturalizovaný neofyt ještě neznamená, že druh se stane invazním. K tomu aby se druh stal invazním je třeba, aby se sešlo mnoho faktorů, které, když se spojí vjedno utvoří vhodné podmínky pro šíření toho či onoho druhu.

Proces invaze (invasion process) je sled událostí a jevů, během nichž introdukované druhy čelí řadě překážek, bránících jejich rozšiřování, ustavení, a šíření v novém regionu a potenciálně tyto překážky překonávají. Po překonání geografických bariér mezi původním a cílovým regionem se objevuje druh jako druh s roztroušeným – nahodilým – výskytem (casual) (Williamson & Fitter 1996; Pyšek et al. 2008).

Druhy občasné se vyskytující (casual) jsou cizí druhy (alien species) ve volné přírodě pravidelně se nereprodukcující. A pokud se v krajině vyskytují v delším časovém horizontu, jsou závislé na opakovaném, člověkem zprostředkovaném přísunu diaspor (Pyšek et al. 2008), například jsou-li pěstovány jako okrasné rostliny v zahradách, odkad' mohou unikat (Richardson et al. 2000; Pyšek et al. 2008).

Druhy, které překonají reprodukční bariéry, nazýváme pak druhy naturalizované (naturalized) (Pyšek et al. 2008). Toto jsou druhy ve volné přírodě trvale se vyskytující, rozmnožující se generativně či vegetativně, a jejich výskyt není závislý na dalších introdukcích či na jakémkoliv působení člověka. Ovšem, to neznamená, že se naturalizované druhy, které překonají reprodukční bariéry, stanou druhy invazními. Bariérami se zde myslí např. nedostatek opylovačů, malá hustota populace, klimatické či fyziologické omezení. Tyto dvě skupiny z hlediska invaze však nejsou tak důležité (Richardson et al. 2000).

Třetí skupinu tvoří již zmiňované druhy invazní (invasive species). Invazní druhy jsou takové druhy, které dokáží kromě překonání reprodukční bariéry překonat i bariéru šíření. Jak říká definice, kterou jsme si uvedli výše – **invazní druh (invasive species)** je druh cizího původu (alien species), který v daném území zvyšuje svou abundanci vlastními silami a proniká na nové lokality. Je to druh, který již dosáhl finální fáze procesu invaze, schopný se sám od sebe šířit. Invazní druh je tedy jakousi podmnožinou druhů naturalizovaných (Richardson et al. 2000; Pyšek et al. 2008).

Přechod mezi těmito třemi stádii (roztroušený - casual, naturalizovaný – naturalized a invazní - invasive) tvoří kontinuum. Proces byl nazván naturalizačně-invazní kontinuum (Richardson & Pyšek 2006).

## 1.6. Lag fáze

Zdá se, že druh se stane invazivním až, když dospěje do vhodné fáze, až když překoná spoustu překážek. Ano, je tomu tak, druh potřebuje jakousi dobu – nějaký čas k tomu, aby všechny tyto obtíže překonal (Mack et al. 2000; Sakai et al. 2001). Tato doba by se dala nazvat jako „lag fáze“ druhu. Lag fáze je velice důležitým obdobím pro rostlinu, protože je to fáze určená právě k tomu, aby rostlina překonala překážky jí bránící v šíření, 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 kultivace, 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* - její lag fáze trvala kolem 30 let. Jiné invazní druhy jako je

*Heracleum mantegazzianum* a *Reynoutria sachalinensis* mají lag fázi kolem 80 let (Pyšek & Prach 1993), což je poměrně dlouhá fáze. Také dřevnaté rostliny (stromy a keře) mají dlouhou lag fázi – průměrně 112 let (Křivánek & Pyšek 2008).

A zdá se, že v mnoha případech lag fáze trvá déle, než je čas určený k tomu, aby druh obsadil volná místa v přirozené vegetaci, (Kowarik 1994; Richardson & Pyšek 2006). V závislosti na tom existují důkazy o tom, že se invazní okna (volná místa vhodná k uchycení druhu v čase a prostoru neotvírají nezbytně náhodou, ale i řízenými změnami prostředí (Johnston 1986). Je, ovšem, důležité zdůraznit veliký vliv souhry vhodné příležitosti a načasování na celkový průběh biologické invaze (Crawley 1989; Richardson & Pyšek 2006).

### 1.7. Invazní potenciál a vlastnosti invazních druhů

Z vlastností ekologických je to např. sklon k synantropizaci, silná konkurenceschopnost, sklon k r-strategii, 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, klonalita, velká schopnost regenerace vypouštění různých látek do okolí a jiné vlastnosti.

Mezi historické podmínky ovlivňující možnost stát se invazním druhem patří např. historie působení člověka na krajinu, jeho vztah k danému druhu, podmínky související s pohybem člověka a s transportem propagul, jako je kolonizace, obchodní cesty mající velice dlouhou historii, a s tím související doprava a v neposlední řadě také 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.

### 1.8. Typy invazí v invadovaných společenstvech

Existuje tedy řada faktorů, které ovlivňují invazní potenciál určitého druhu invadovat nová území. Dostane-li se již invazní druh na nové území, neexistuje jen jedna pozice, kterou může zaujmout.

Richardson & Pyšek (2006) uvádějí čtyři typy invazí na základě konečného stavu invadujícího druhu. Je to:

- a) Uchycení a setrvání druhu na stanovišti, které souvisí s lidským osídlením
- b) Zaujmutí volné, neobsazené niky v krajině
- c) Proniknutí druhu do relativně člověkem neovlivněného společenstva, ale druh přežívá jenom za určitých podmínek a mizí při extrémních stavech prostředí
- d) Proniknutí a začlenění druhu do relativně člověkem neovlivněného společenstva, přičemž invazní druh nemusí potlačovat druhy původní

### 1.9. Invazibilita

Má-li být druh invazní, je důležité, aby měl ty správné vlastnosti a předpoklady pro šíření. Pod správnými vlastnostmi druhu si lze představit (1) počet propagul, které vstupují do nového prostředí a (2) konkrétní vlastnost druhu (délka životního cyklu,

životní strategie, reprodukční vlastnosti aj.). Dále je velice důležitá (3) invazibilita prostředí. Úspěšnost invaze totiž závisí z velké části právě na invazibilitě společenstva – prostředí (Bímová et al. 2004).

Co to je? Invazibilitu prostředí lze popsat jako citlivost, vnímavost či přístupnost nového prostředí k invazi konkrétního cizího druhu (Lonsdale 1999; Davis et al. 2000). V některé práci je invazibilita označována jako procento cizích druhů (alien species) nalezených v té konkrétní oblasti (Planty-Tabacchi et al. 1996).

Invazibilita stanoviště může být ovlivněna těmito podmínkami: podobností klimatických poměrů vůči poměrům v oblasti původního výskytu, sukcesím stářím stanoviště, nízkou diverzitou místních druhů (Chmura & Sierka 2006), absencí patogenů, herbivorů a parazitů, dále vysokou konkurencí invazního druhu – ať už o světlo, prostor nebo o opylovače (Hulme & Bremner 2006) – a malou konkurenceschopností druhů přítomných na stanovišti, a v neposlední řadě je to existence narušených míst (di Castri 1990; Lodge 1993; Hood & Naiman 2000; Bodano & Pugnaire 2004) a celková charakteristika terénu (Campbel 2002). Protože druhy se mohou stát invazními pokud jsou pro ně potenciálně příhodná místa pro jejich růst (Bodano & Pugnaire 2004).

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

#### 1.10. Invaze v říčních biotopech

Říční – neboli příbřežní zóna (ekosystém) je styčným místem, jakýmsi rozhraním, mezi vodním a terestrickým ekosystémem (Richardson et al. 2007). Tento stav zveme ekoton (Naiman & Décamps 1990; Gregory et al. 1991).

Tento ekoton je ovlivněný častými říčními procesy jako jsou záplavy a odnos aluviální – naplavené půdy a můžeme v něm pozorovat zvláštní složení flóry, které se liší svým složením, strukturou a funkcí od přilehlé terestrické vegetace (Gregory et al. 1991; Naiman et al. 1993, 2005; Tang & Montgomery 1995; Prach et al. 1996; Naiman & Décamps 1997).

Dynamické aspekty říční zóny, totiž, velmi silně přispívají k druhové bohatosti (Kalliola & Puhakka 1988; Solbrig 1991) v tomto ekotonu, i když, samozřejmě druhová bohatost podél řeky valíruje (Nilsson et al. 1989). Díky druhové bohatosti je říční vegetace dosti specifická. A tato typická říční vegetace ovlivňuje řadu důležitých ekologických funkcí jako například zásoby živin, zmírnění teploty proudu vody skrz evapotranspiraci, zastínění nebo poskytnutí tlumících (buffer) zón, které filtrují sedimenty a kontrolují tok živin a stabilizují tak břeh (Barling & Moore 1994; Hood & Naiman 2000). Tento specifický ekosystém můžeme považovat za koridor pro pohyb a přesun bioty (Naiman & Décamps 1997).

Říční biotop je důležitý nejen, ale právě z hlediska ekologie. Je to unikátní, dynamický a nerovnovážený říční biotop (Richardson et al. 2007), který je však velice náchylný k invazi. A proč je náchylný? Je tomu tak, protože je lehce zranitelný a hodně vystavovaný častým narušujícím procesům nebo-li 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). Nepravidelné nebo časté záplavy tak způsobují větší zraněnost biotopu a tedy i

náchylnost k invazi exotickými druhy (alien species). K invazi tak příliš nedochází ve stabilním biotopu (Hood & Naiman 2000).

Dalšími narušujícími činiteli, kromě záplav, jsou procesy spojené s vymíláním břehů silným proudem, který tvaruje okraj řeky, nebo proudem, který odnáší vše možné a který způsobuje erozi. Dále je říční biotop narušován vodním režimem řeky (Poff et al. 1997) – z hlediska kolísání hladiny.

Celkově se tak udržuje břeh jako společenský celek v jakési dynamice paradoxně díky nepravidelným záplavám (Boudell & Stromberg 2008). Ale, samozřejmě, nejen díky jim.

Narušování poříčního biotopu lze chápat jako změnu jeho povrchu jakoukoliv jeho úpravou, změnu ve složení flóry, či změnu ve struktuře biotopu. A právě tato změna povrchu má za následek změnu biotopu nebo vytvoření biotopu nového. Odkryje se půda, která je vhodná ke kolonizaci novými druhy (Richardson et al. 2007), které jsou toho již schopny (viz výše). Díky těmto procesům je právě říční biotop velice invazibilní. Příčinou invazibility těchto ekosystémů je také lehce dostupná voda, vlhkost a značné šíření semen vodou (Hood & Naiman 2000), což je pochopitelné, když vezmeme v potaz to, že rostliny „vystoupily“ z vody na souš z jejich primárního biotopu – z vody.

Studie Hooda a Naimana (2000) rozděluje říční zónu na povodňovou záplavovou pánev nebo-li aluvium, která je těsně u řeky a na říční svah, kterého se již záplavy netýkají a proto má jen 5 – 10% cizích druhů, zatímco záplavová oblast je 3,1x druhově bohatší – je zde tedy 20 – 30% cizích druhů. Z toho vyplývá, že invaze jsou úspěšnější spíše při řece než v suchých oblastech.

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). 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). Takové druhy se lehce přizpůsobují záplavám a jinému intenzivnímu narušování. Jejich adaptace zahrnují právě odolnost vůči záplavám, vůči odnosu sedimentů, abrazi a polámání stonku. Takováto omezení pak působí jako ekologický filtr, který vybírá druhy schopné ustavit se a vytrvat v těchto podmínkách (Richardson et al. 2007). Jako příklad si můžeme uvést posun od hydrofytního charakteru směrem k suchu tolerantním druhům. To se děje, když je hladina vody nižší nebo když je celkově suchý rok – když je z dlouhodobého hlediska méně vody (Elmore et al. 2003; Stromberg 2005). Takovýto proces je pak silným filtrem pro případné invazní druhy.

Jinde se lze dozvědět, že čím více druhů, tím může být invaze snazší. Může to být kvůli tomu, že společenstva s velkou diverzitou jsou nestabilní – z tohoto důvodu: některé druhy sem přicházejí a jiné odcházejí (May 1973). Některé původní druhy mohou být pak nahrazeny cizími druhy (Stohlgren et al. 1998). Jen je ještě třeba, aby se zde udržely...

A další studie (Stohlgren et al. 1998) podobně souhlasí s tím, že, totiž, druhově bohaté říční biotopy jsou náchylnější k invazi, než ty druhově chudé, díky disturbanci, která přináší pro tyto společenstva více dostupných zdrojů (Stohlgren et al. 1998). To potvrzuje i studie provedená na severozápadě Spojených států (DeFerrari & Naiman 1994) nebo studie centrálního Španělska (Ferreira & Moreira 1995) i studie Robinsona et al. (1995).

Zajímavý je i pohled Kennedyho et al. (2002), který říká, že druhová bohatost činí říční a vůbec jakýkoliv ekosystém více odolný k invazi.

Jinde (Chytrý et al. 2008) se lze zase dozvědět, že nejvíce invazibilní – náchylná k invazi – je orná půda (nebo-li kulturní půda – louky a pole). Těžko navrhnout jednotný konsensus, dle kterého by se mohlo predikovat, jak bude to či ono místo invazibilní (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). Nehledě na to, existuje jeden zajímavý pohled na tuto nejasnou situaci, a to, že k predikci invaze kolem řek může být použita celková charakteristika terénu (Campbell et al. 2002). Nicméně musíme vzít v potaz správnou aplikaci tohoto přístupu a posléze i jeho správnou interpretaci.

Holt, řeka je řeka, my jsme jen lidé – a příroda vůbec nejede podle námi předem určených pravidel...

## 1.11. Studované druhy

### 1.11.1. Úvod do rodu *Impatiens*

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 (Janssens et al. 2006, Yuan et al. 2004). Je poměrně málo jednoletých temperátních druhů, rostoucích ve vlhkém biotopu, kterým říkáme netykavky - *Impatiens* (Tabak & Wetterberg 2008).

Členové tohoto rodu jsou neustále pod tlakem díky tomu, že stojí za zvýšením celosvětové introdukce druhů a za následnou naturalizací a invazí. Vskutku, přitažlivé květy některých druhů tohoto rodu jsou příčinou toho, že je o tyto druhy zájem v květinářství. A proto to vede k jejich intenzivnímu dovozu – intenzivní introdukci – do mnoha zemí (Tabak & Wetterberg 2008).

Druhy *I. parviflora* a *I. glandulifera* se sice v květinářství neprodávají, ale přesto se staly vcelku nebezpečnými invazními druhy rodu *Impatiens* (Hulme & Bremner 2006).

### 1.11.2. *Impatiens glandulifera* Royle

Netykavka žláznatá (*Impatiens glandulifera* Royle, *Impatiens roylei* Walpers), patřící do rodu netykavkovitých (*Balsaminaceae*), je druh nesmírně zajímavý, možná díky tomu, že je to invazní druh.

## Morfologie

*I. glandulifera* 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 a někdy je v hořejší části větvený. Protože celá rostlina obsahuje velké množství vody, snadno se stonek zlomí (Slavík 1997; Helmsaari 2006). Právě toto jí napomáhá k většímu šíření.

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. Jsou jasně zygomorfní a jejich zadní sepal tvoří takový 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 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). Ale nejvíce se jí 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 je pro tento druh je biotop ovlivněný lidmi.

*I. glandulifera* je tedy temperátní rostlina a v Evropě ji můžeme nalézt hlavně 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 *Urtica dioica*, *Aegopodium podagraria*, *Lamium maculatum* či *Galium aparine* (Oberdorfer 1983). Husté porosty, které tvoří při březích řek byly popsány jako *Impatienti-Calystegietum* (Dajdok et al. 1998). Berling & Perrins (1993) shledali, že vesikulárně-arbuskulární mykorhiza je vzácná. Nicméně u části populace ji můžeme vždy nalézt (Štajerová, osobní konzultace).

## 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), kteří mohou k opylování napomáhat (Titze 2000). Ukazuje se, že se tato rostlina stává vážným konkurentem ostatních druhů právě o tyto opylovače (Titze 2000).

Rostliny jsou netolerantní vůči mrazu a hynou při prvním podzimním mrazu (Sebald et al. 1998). Nicméně jsou netolerantní i vůči suchu (Beerling & Perrins 1993). Bylo však shledáno, že je tolerantní vůči stínu (Beerling & Perrins 1993). Z osobní zkušenosti bych řekl, že má ráda spíše světlo.

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

## Šíření

Rostlina se rozšiřuje semeny, kterých může být kolem 800 (Beerling & Perrins 1993), ale také až 4000 (Sebald et al 1998; EPPO 2002). 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 výdej semen i 32 000 na  $1\text{m}^2$ . (Koenies & Glavac 1979), což šíření jen usnadňuje. Takovýto potenciál je silným nástrojem každého druhu.

Když se dotkneme dospělé tobolky, ta se najednou smrští a vystřelí semena obsažená v tobolce 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).

Rychlost šíření je ve Velké Británii kolem 5 km za rok (Neoflora), nicméně jiné studie (Beerling & Perrins 1993) říkají, že rychlost šíření je 38 km za rok. Tyto ekologické údaje musí být však už ze své podstaty velmi variabilní.

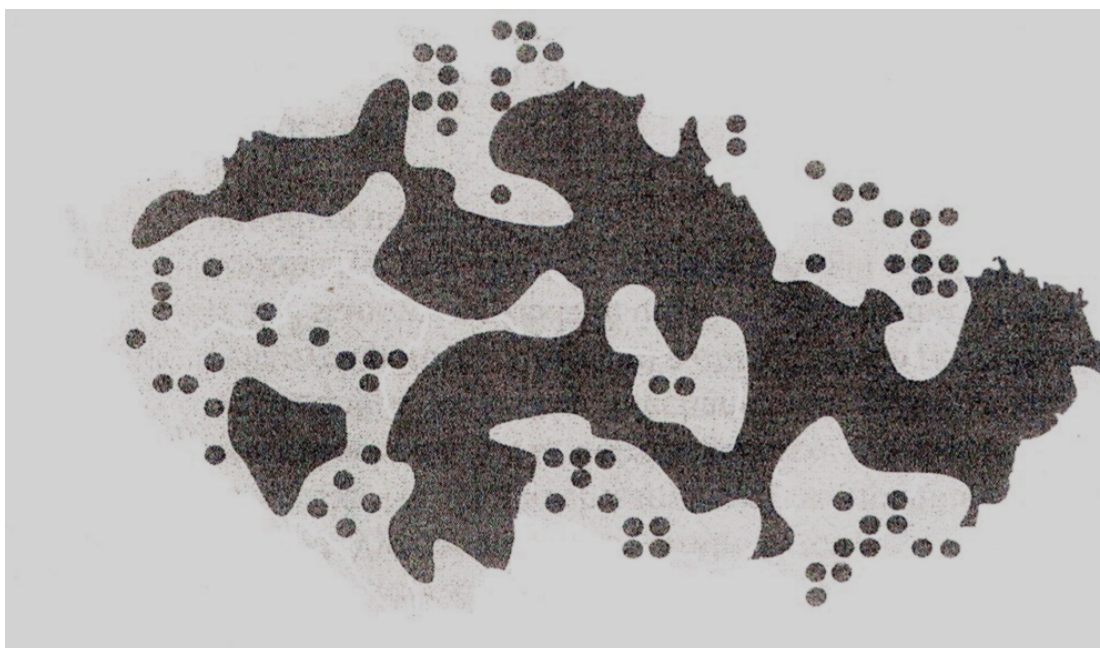
Úspěšné šíření podporuje také její konkurenceschopnost. Při současném vyklíčení velkého množství semen dosáhne pak velké biomasy a potlačuje sousední druhy. Roste rychle a vytváří husté porosty (Slavík 1997; Helmisaari 2006), které produkují obrovské množství semen, takže je velká šance, že se uchytí jinde, nebo aspoň zajistí přežití na obývaném stanovišti.

Rostlina se může také šířit pomocí adventivních kořenů, které se vytvářejí, poté co je stonek 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 za tím hlavním úspěchem tohoto druhu nestojí.

## 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 2006) 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 (viz obr. 1.). V říčním biotopu byla poprvé zaznamenána v roce 1900 (Pyšek & Prach 1995).

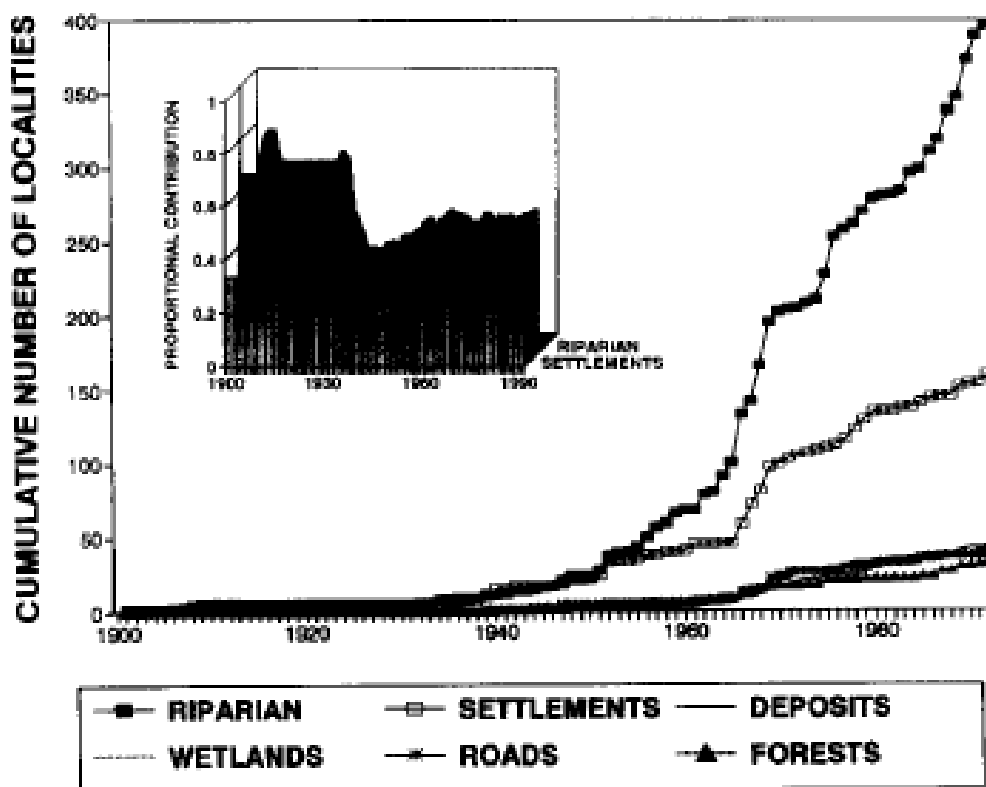


Obr. 1. Výskyt netykavky žláznaté (*I. glandulifera*) na území ČR. Přibližná mapa. Nepůvodní druhy fauny a flóry ČR (Mandák 2006).

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 začíná exponenciálně šířit ve 30. letech 20. století (Pyšek & Prach 1993) po asi čtyřicetileté lag fázi (viz obr. 2.). Historie a dynamika invaze je velmi dobře prostudována (Pyšek & Prach 1995)





Obr. 2. Graf ukazuje počátek invaze *I. glandulifera* a tedy počátek exponenciální fáze šíření (okolo 1940). Je vidět, že nejvíce se šíří v říčním biotopu následovaném v menší míře lidskými sídly (Pyšek & Prach 1995).

### Životní cyklus

*I. glandulifera* je jednoletá rostlina (viz výše), která nemá semennou banku. Ale známe údaje, které říkají, že semena mohou přežít i 18 měsíců. Klíčivost je asi 13 týdnů a dalších 12 týdnů trvá rostlině než vykvete (Sebald et al. 1998). Je ale potřeba, aby semeno prošlo dobou chladu, aby mohlo klíčit. Úspěšnost v klíčení pak může dosáhnout i 80% (Sebald et al 1998).

### Dopad na společenstvo

*I. glandulifera* nevykazuje žádnou hybridizaci. Ale to hlavní je, že negativně působí na biodiverzitu a původní flóru. Ale je známo i to, že má pozitivní vliv na původní faunu (Hejda & Pyšek 2006; Helmisaari 2006).

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; Larsson & Martinsson 1998; Chittka & Schurkens 2001; Helmisaari 2006).

Nicméně, protože je to jednoletka, není přítomna v biotopu po celou sezónu. Dominuje pouze v létě. A dále, její pokryvnost valíruje 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 může stát potenciálně agresivnějším invazním druhem, než je nyní (Neoflora).

*I. glandulifera* se šíří velice rychle v mnoha částech Evropy a S. Ameriky. 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 nevhodné! Žádá se kontrola, zvláště v přírodních rezervacích, ale dalekosáhlé vymycování je jen těžko proveditelné.

### 1.11.3. *Impatiens parviflora* DC.

Netykavka malokvětá (*Impatiens parviflora* DC.) patří spolu s *I. glandulifera* k jednomu ze silně invazních rostlin, nejen v České republice, ale i v jiných částech střední Evropy, jmenovitě v Polsku (Chmura & Sierka 2006, 2007) a také v severní Evropě.

Od *I. glandulifera* se dá lehce rozpoznat, ale její celkové charakteristiky jsou podobné. Vždyť je to stejný rod, jehož členové jsou si hodně podobní.

#### Morfologie

*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 nevadí.

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 nezesnadňuje.

Její květy jsou poměrně malé, žluté, od 1 do 2 cm velké. To ale úspěšnost jejího opylování nijak nezmenšuje. Na květech je vidět protáhlá ostruha, která dodává květu jeho typický vzhled (podle Slavíka 1997).

#### Biotop, 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 2006). V posledních 150 letech se masivně rozšířila po celé Evropě. Můžeme ji spatřit v mezických listnatých lesích, ve městech, na písčitých 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 záznamy z botanické zahrady v Praze (Mandák 2006). Pěstovala se jako okrasná rostlina. Počátky zplaňování jsou udávány kolem roku 1870 (Mandák 2006). Na Moravě jsou však její nálezy mnohem pozdější – 1913 Kroměříž, 1922 Olomouc (Mandák 2006). Začala se šířit po své asi čtyřicetileté lag fázi ve 40. letech 20. století a od té doby se rozšířila po celém území ČR (viz obr. 3.).



Obr. 3. Výskyt netykavky malokvěté (*I. parviflora*) na území ČR. Přibližná mapa. Nepůvodní druhy fauny a flóry ČR, (Mandák 2006).

### 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 jedním z nejideálnějších invazních druhů (Jackowiak 1999).

Ačkoliv se vyskytuje na narušených stanovištích, invaduje 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 je pro tento druh je druh rzi *Puccinia komarovi*, která způsobuje vysokou mortalitu populace *I. parviflora* (Bacigalova et al. 1998).

U části populace lze 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 příbřežních, neboť jí nevadí ani velká zastíněnost ani vlhko. Zdá se, že se jí nejlépe daří ve svazu *Fagetalia* (Obidzinski & Symonides 2000). Jejím rozšiřování napomáhají povodně, lidská činnost a možná i mravenci (Chmura & Sierka 2006).

## Dopad a problémy

*I. parviflora* negativně ovlivňuje druh *I. noli-tangere*, který dokáže vytlačit (Falinski 1998) a dále potlačuje spodní patro pod sebou, dokonce i trvalky (Obdizinski & Symonides 2000).

### 1.12. Invaze netykavek

Když se podíváme na říční společenstvo jako celek – je to už z dálky zajímavý biotop už pro svou charakteristickou biotu a pro svou povětšinou krásnou architekturu, pro řeku tak typickou. Ovšem, vzhled a složení říčního biotopu není v současné době stejné s tím, jak jsme ho byli zvyklí vídat v dobách mlýnů (cca před 100 lety). Tento úchvatný biotop v současnosti obývají invazní druhy jako je *Impatiens glandulifera* a *I. parviflora* (samozřejmě nejenom ty, ale na tyto dvě jsem se blíže zaměřil). Aspoň, co se týče České republiky. I když 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 60 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) poté, co dosáhla jen malého počtu lokalit. Toto exponenciální šíření začalo ve třicátých letech 20. století (1936). Ve studii pak udávají, že její šíření bylo rychlejší v říčních biotopech. Ve Velké Británii bylo potvrzeno ještě těsnější sepětí s říčním biotopem, než v ČR (Wade 1992).

A ačkoliv se této rostlině daří i mimo říční biotop – např. v blízkosti lidských sídel (Pyšek & Prach 1993; Hejda 2004) – ohrožuje hlavně druhy v říčním biotopu (Hejda & Pyšek 2006).

Její nebezpečí se projevuje ve výborné konkurenci s místními druhy o opylovače, protože produkuje velké množství sladkého nektaru (Titze 2000; Chittka & Schürkens 2001). V neposlední řadě je třeba zmínit nebezpečí vytváření velkých souvislých homogenických ploch kolem řek (Schwartz et al. 2006). V hustých homogenických porostech, které *I. glandulifera* vytváří, pak neroste mnoho druhů, neboť ta svou hustotou a velkým zastíněním potlačuje jejich růst, vývoj a pak i výskyt. Svým velkým stínem následně snižuje i klíčivost ostatních rostlin (Hulme & Bremner 2006). Její nebezpečnost tkví tedy v tom, že obecně dokáže snížit místní přibřežní rostlinnou populaci až o 25% (Hulme & Bremner 2006). V této studii Hulme & Bremner (2006) naznačují, že v přítomnosti *I. glandulifera* je sice méně druhů, většinou jsou však tímto invazním druhem vytlačeny obecně rozšířené ruderální druhy. V pokusu, který vedli, odstraňovali *I. glandulifera*, a přišli na to, že v její nepřítomnosti je o 4 druhy na m<sup>2</sup> více a jsou to většinou druhy světlomilné.

Vskutku, *I. glandulifera* dokáže vykonkurovat místní druhy a celkově tak transformovat biotop (Pimm et al. 1995). Druhy, které dokáží transformovat biotop (jeho charakter, formu a podstatu) ve větším měřítku, nazýváme pak transformery (Wells et al. 1986; Richardson et al. 2000).

Ale je tu možnost, že i *I. glandulifera* může být vykonkurována druhy jako je *Urtica dioica*, *Galium aparine* či *Phalaris arundinacea* aj. (Kolmann & Bañuelos

2004). Tickner et al. (2001) a Kolmann & Bañuelos (2004) také přišli na to, že se snižující se biomasou *I. glandulifera* konkurenční schopnost klesá. Její biomasa se snižuje se zeměpisnou šířkou (Kolmann & Bañuelos 2004) – směrem na sever její biomasa klesá, tzn., že ve střední Evropě jsou jedinci větší (Kolmann & Bañuelos 2004), a v kontextu tvorby homogenických porostů mohou být i nebezpečnější.

Jinde se lze zase dozvědět, že invazní druh ovlivňuje společenstvo kolem řeky pouze je-li dominantní (Pyšek 1995; Bímová et al. 2004), že do hustoty pokryvnosti 5% nemá prakticky žádný efekt na diverzitu.

Je mnoho studií (Sala et al. 2000; Kasperek 2004; Maskell et al. 2006 aj.), pro které je *I. glandulifera* 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 nebezpečnost právě snižováním diverzity druhů, rostoucích kolem ní.

Nicméně některé současné studie (Hejda & Pyšek 2006; Hulme & Bremner 2006) ukazují, že, přinejmenším krátkodobě, efekt invaze *I. glandulifera* není tak vážný. A dodávají, že pouze přebírá roli nitrofilních dominant jako je *Urtica dioica* aj. Hejda & Pyšek (2006) a Hulme & Bremner (2006) následně zdůrazňují, že odstraňování *I. glandulifera* by mohlo pomoci osídlit území kolem řeky novými nepůvodními druhy. Což je, samozřejmě, nežádoucí.

Jedna věc je však velice důležitá - je potřeba vědět, jak je která studie pojmuta, neboť na regionálním měřítku může být vztah mezi původním a invazním druhem pozitivní, kdežto na úrovni ekosystému je tento vztah povětšinou negativní (Chmura & Sierka 2007).

Když se zaměříme na druh *I. parviflora* – jedna studie (Chmura & Sierka 2006) ukazuje, že v přítomnosti *I. parviflora* může být potenciálně více druhů, ale již ve své další studii Chmura & Sierka (2007) *I. parvifloru* prezentují jako rostlinu, která ve smíšeném lese, kam invadovala, snižuje diverzitu a zvyšuje pokrytí půdy – pokryvnost. Podle nich to ale neznamená nahrazení původních druhů, ale využití volného místa (volné niky), využití dostupnosti živin a celkového prostoru (Chmura & Sierka 2006). Proto se *I. parviflora* vyhýbá dobře zachovaným fytocenózám a místům s vysokou pokryvností a kolonizuje většinou ta volná místa (Chmura & Sierka 2006). A proto může někdy invaze zvýšit místní diverzitu, když invadující druhy využívají volná místa.

Často potom 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 vůbec 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.

Její úspěch je také daný předešlým narušením stanoviště (Eliáš 1999; Obidzinski & Symonides 2000). A často narušovaná stanoviště jsou právě přibřežní 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).

Další ze zajímavých pohledů na *I. parviflora* podává studie Chmura & Sierka (2007), kteří uvádějí, že přítomnost rumišť má pozitivní vliv na růst *I. parviflora* v nich. Tedy lze říci, že *I. parviflora* inklinuje ke kyselým půdám, které jsou spojeny s druhy jako je *Urtica dioica* aj., kterým takovéto půdy vyhovují (Hejda & Pyšek 2006).

Shrneme-li vliv *I. parviflora*, jedna studie (Chmura & Sierka 2006) říká, že využívá volného místa a tím diverzitu zvyšuje, druhá jejich studie (Chmura & Sierka 2007) říká opak.

Výsledky ale vždy záleží na úrovni, na které se provádějí. Jak jsem již zmínil výše – na regionální úrovni je vztah mezi domácí a cizí diverzitou či vztah mezi domácím a invazním druhem pozitivní (Stohlgren et al. 1998; Levine 2000), zatímco na úrovni ekosystému může být tento vztah negativní (Tilman 1997; Kennedy et al. 2002; Meiners et al. 2004).

## 2. Metodika

Pro svou práci jsem si vybral úsek řeky Želivky v okrese Pelhřimov na Vysočině. Nejen proto, že Želivka vtiskuje neopakovatelný ráz této krajině, ale také i proto, že je to území variabilní a jedinečné svou architekturou. A za další, je to místo odkud pocházím, kde je krajina nepříliš poznamenaná průmyslem, turismem apod., ačkoliv je dosti využívána zemědělsky. I z tohoto důvodu je možná území poměrně málo probádané, i když nelze zcela říci, že by bylo opomíjeno. Např. v roce 1942 byla provedena floristická studie mikroregionu Humpolecko (které je součástí okresu Pelhřimov) (Letáček 1942), ale tím to končí – alespoň prozatím. O invazích v tomto kraji se nedovíte vůbec nic...

### 2.1. Popis studovaného území

Pozorované území, kterému jsem se věnoval, se nazývá Humpolecko (Letáček 1942) neboli Humpolecká vrchovina a Želivská pahorkatina (Demek 1965). Oba tyto celky jsou součástí velikého území Českomoravské vrchoviny, která je jednou z částí České vysočiny (Demek 1965). Zaměřil jsem se přitom na řeku Želivku a její okolí.

#### 2.1.1. Širší vymezení území a geomorfologie oblasti – Česká vysočina

Česká vysočina je staré komplexní pohoří, jehož základní rysy jsou výsledkem dlouhého vývoje a netektonických pohybů. Proto jsou jednotlivé geomorfologické celky České vysočiny značně nejednotné. Závažným rysem je rozdíl mezi zarovnanými povrchy a různou mírou zaříznutými údolními vodními toků (Demek 1965). A protože řek je zde opravdu hodně je dobré si toto připomenout. Reliéf je tedy značně nesouměrný, nejednotný, což je vcelku logické.

Česká vysočina se dělí na sedm soustav geomorfologických celků, a jedním z nich je Jihočeská vysočina, která tvoří jádro České vysočiny (Demek 1965).

Jihočeská vysočina se dělí dále na čtyři podsoustavy z nichž nás zajímá Českomoravská vrchovina (Demek 1965). Tato vrchovina by se dala charakterizovat nejlépe – přirovnáme-li jí k dnešnímu pojetí kraje Vysočina. Ovšem, jenom velmi zhruba, neboť území kraje Vysočina je menší a není děleno dle geomorfologických celků. Ale lze si tak lépe představit toto území jako celek, který každý zná. Každý si pod pojmem Vysočina představí území kopcovité s řekami a potoky, které ho protínají.

Českomoravská vrchovina, po stránce geologické, je složena z krystalických břidlic a z hlubinných vyvřelin (Demek 1965).

Základním rysem reliéfu Českomoravské vrchoviny je rozdíl mezi ústředními a okrajovými částmi vrchoviny. Od ústředních částí klesá reliéf směrem k západu i východu. Snížení reliéfu je stupňovité a jednotlivé stupně jsou odděleny více nebo méně výraznými svahy. Na rozdíl od ústředních částí mají ty okrajové většinou ráz pahorkatin s plošinatými rozvodními částmi, které jsou prořezané úzkými a někdy hlubokými údolními. Nad plošinatý reliéf vyčnívají jednotlivé, vcelku málo rozlehlé kopce a vrchy, které jsou tak typické pro tento kraj (Demek 1965).

Na základě těchto svérázných rysů reliéfu jednotlivých částí můžeme tuto Českomoravskou vrchovinu rozdělit na 14 menších jednotek (Demek 1965).

### 2.1.2. Užší geomorfologie oblasti, Humpolecká a Želivská pahorkatina

Jak jsem již výše uvedl, zabýval jsem se územím Humpolecka, do kterého svými částmi spadá Humpolecká vrchovina a Želivská pahorkatina, což jsou dvě ze 14 menších jednotek zmiňované Českomoravské vrchoviny. Tyto dvě části leží vedle sebe a obě spadají do oblasti mé práce. Želivská pahorkatina zabírá skoro celou část oblasti, kterou jsem zkoumal, ale zasahuje sem zčásti i Humpolecká vrchovina.

Humpoleckou vrchovinu lze rozdělit na pomyslné dvě části. Severní část vrchoviny tvoří dva rovnoběžné hřbety severojižního směru (S-J) (Demek 1965).

Západní hřbet začíná skupinou Melechova (708 m), která je na Z, SZ a SV omezena výraznými zlomovými svahy, přičemž se projevují vlastnosti hrubozrnné dvojslídne žuly. Výrazný zlomový svah, který ohraničuje hřbet na západě, pokračuje pak jižním směrem od bývalé Zahrádky přes Želiv na Těchoraz (Demek 1965).

Východní hřbet začíná nad Lipnicí (622 m) a vede přes Čejkovský kopec (677 m) 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 Křemešník (764 m) a Čeřínek (760 m). Oblast Křemešník je obzvláště důležitá, neboť z okolních luk vytéká jeden z pramenů řeky Želivky.

Západně od Humpolecké vrchoviny se rozkládá Želivská pahorkatina. Pahorkatina má vcelku plošší reliéf, který se sklání od Z k V a od J k S. Tvoří jej rozsáhlé plošiny, oddělené sedly a údolními. Nad plošiny vyčnívají kvarcitové suky (např. Horka u Hořic). Osou pahorkatiny je řeka Želivka (podrobnější popis viz kapitola 2.1.4. str. 25). 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 dále – na Želivce u obce Kožlí a na vrchu Šeptouchov jsou vyvinuty i krasové jevy (Homola 1952).

Všechny tyto oblasti byly podrobeny, asi v době třetihorní, horotvornému tlaku. V době, kdy se tvořily dnešní Alpy a Karpaty se vytvořila typická tvář tohoto kraje – pahorkatina (Letáček 1942).

### 2.1.3. Přesné vymezení studovaného území, které jsem si vybral

Území, jemuž jsem se věnoval přesahuje hranice okresu Pelhřimov, takže nelze studované území vymezit jen na základě hranic okresu, ale protože se více shoduje s povodím řeky Želivky snažil jsem se o popsání území širšího. K podrobnějšímu studiu



rostlinných společenstev jsem si však vybral užší oblast – jen kratší úsek řeky Želivky – viz níže. Nicméně, řekl bych, že je potřeba zahrnout do vymezení území oblast širší, protože to, kde řeka pramení, jaký má charakter, jaký je charakter prostředí jímž protéká, charakter podloží, vodní díla atd. – to vše má na složení rostlinných společenstev v okolí veliký vliv.

Avšak, abych byl přesný – vybral jsem si 7 km úsek řeky Želivky - od jejího soutoku s Trnavou na konci obce Želiv – po tzv. senožatský most (viz obr. 4.). Silnice, která po něm běží spojuje obec Senožaty s Humpolcem. Výběr řeky a jejího úseku byl proveden víceméně z praktických důvodů.

Do své práce jsem zahrnul i dva pravostranné přítoky – takové menší potoky. Potoky nemají název, a proto jsem první potok nazval Strašák, neboť vytéká z rybníka Strašák a druhý jsem nazval Lhotický potok, protože protéká vesničkou Lhotice. Data z míst kolem potoků jsem pak mohl porovnávat s daty, která jsem získal při pozorování řeky. Tyto dva potoky, z pěti možných, jsem si vybral z důvodu jejich blízkosti, lepšího přístupu k nim a také proto, že zmapovat všech pět potoků by bylo časově náročné, neboť jsou dlouhé.

Nadmořská výška řeky je u soutoku Želivky s Trnavou 405 m a u senožatského mostu 381 m. Převýšení je tedy 24 m na 7 km.

Potoky pramení víceméně v ne tolik odlišné nadmořské výšce kolem 480 m, ale mají velký spád, protože jsou poměrně krátké.



Obr. 4. Přibližná mapa Humpolecka s řekou Želivkou jako objektem studia a s vyznačeným studovaným územím – černou elipsou (<http://www.mapy.cz>).



#### 2.1.4. Želivka

Řeka Želivka je nejdůležitějším 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 84 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 Želivka (Švihov). 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 38 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.

##### 2.1.4.1. Sedlická přehrada

Tato přehrada byla postavena v letech 1921 – 1928 a zaujímá plochu 35 ha. Jednalo se o komplex čtyř děl a jedním z nich byla vyrovnávací nádrž nazývaná Malá přehrada. Tato vyrovnávací nádrž slouží k vyrovnávání – upravování nepravidelného odtoku z hydrocentrály – vodní elektrárny postavené výše na Želivce (Pleva 2003).

Kvůli nepravidelnému toku – pravidelnému vypouštění a zastavování vody je tok řeky Želivky velmi specifický. Tuto nepravidelnost lze popsat jako malou a velkou vodu na řece. Když je vody málo, jsou břehy obnažené a naopak. Tato specifita může mít velký vliv na šíření semen a na celkovou charakteristiku rostlinných a živočišných společenstev. Svoji roli hrají i samotné dvě velké vodní plochy (Sedlická přehrada, Trnávka a Malá přehrada), které mohou mít vliv na místní mikroklima. Do jaké míry? Těžko říct, avšak měly bychom k tomu přihlídnout.

##### 2.1.4.2. Tok Želivky

Ze Sedlické přehrady vytéká opravdu jen malinká říčka Želivka, která nabírá východního směru. Brzy se však po několika zákrutech prudce stáčí na západ. Protéká čistou a vcelku nedotčenou krajinou lemovanou smrkovými lesy místy s vrbami a olšemi u břehu. Následně řeka vtéká do Malé přehrady (viz výše).

Tok řeky nás pak brzy přivede do Želiva. Těsně na konci Želiva se do řeky vlévá vcelku velká řeka Trnava. Na ní byla, jižně od Želiva, vybudovaná nádrž Trnava, která, jak jsem se z vlastní zkušenosti přesvědčil, má svůj vliv na zdejší mikroklimatické podmínky. Přehrada má zachycovat splachy z povodí Trnavy, aby byla Želivka čistá.

Želivka pak nabírá, po ostrém zákrutu, směr severovýchodní, nicméně tvoří velké meandry, takže se směr jejího toku hodně mění. 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 Želivka (jinde Švihov). Tady víceméně končí řeka Želivka a začíná velká přehradní nádrž (Pleva 2003).

#### 2.1.4.3. Přítoky a potoky

Řeka přijímá přítoky hlavně z levé strany. Jedním z nejdůležitějších levostranných přítoků Želivky je řeka Tnava. Druhým velice důležitým přítokem Želivky je levostranný Martinický potok, který se vlévá těsně za vytyčeným územím již do přehradní nádrže Želivka (Švihov).

Ve zkoumané oblasti má Želivka ještě 5 potoků, coby přítoků 1. řádu. Vybrané potoky (Strašák i Lhotický potok – viz výše) protékají zpočátku loukami, ale posléze se vnořují do lesů, z velké části smrkových, kde je však velký podíl listnatých stromů v keřovém patře.

#### 2.2. Půdy

V našem okrese a v mém úseku řeky je směrodatnou horninou rula a žula. Ve studovaném území je zajímavá hlavně rula kordieritová, která tvoří naše nejvyšší kopce – Strážník, Orlík nad Humpolcem a šíří se dále směrem na Rápotice a Mladé Bříště. Žula však tvoří v rula mohutné ostrovy. Dokladem toho je těžení žuly nedaleko Sedlice na výstavbu sedlické přehrady. Západní polovina okresu je tvořena rulou, která však na mnohých místech přechází v břidlici, hlavně směrem od bývalé Zahrádky přes Vojslavice k Senožatům a dále. Širší okolí povodí Želivky tvoří víceméně rula. Občas vystupuje napovrch ve formě skal při řece Želivce.

Zajímavé je, jakým způsobem tyto horniny přispívají k výživnosti půdy po svém rozkladu.

Žula vytváří svým větráním půdu skládající se z kaolinu se šupinkami slídy, se solemi železa a draslíku, se zrnky křemene a obsahuje něco málo vápna.

Rula větrá podobně, ale obvykle snáze – díky svému charakteru – a do větších hloubek. Obě tyto horniny dávají půdu bohatou na oxid draselný ( $K_2O$ ), ale chudou na oxid vápenatý ( $CaO$ ).

Ostatní horniny nepodmiňují tolik charakter rostlin, kromě břidličnatých rul, které mají více vápence a jsou nazývány půdami teplejšími.

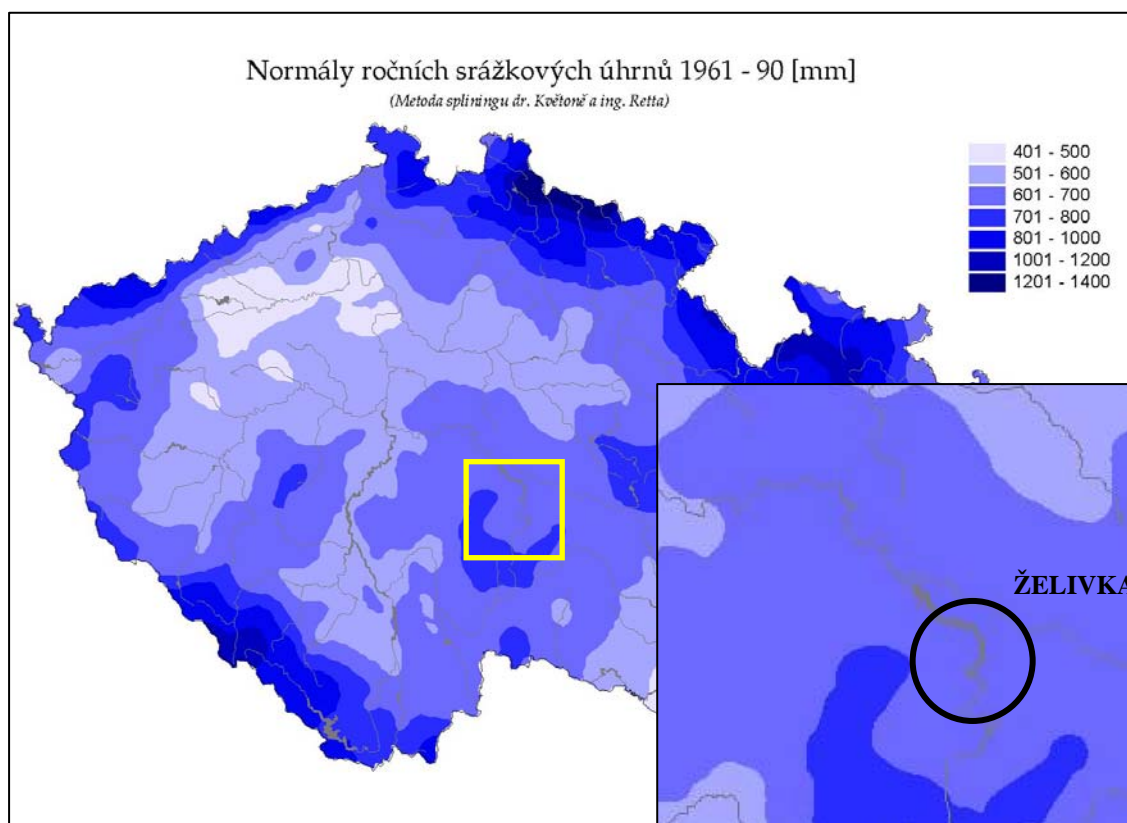
Většinu údolí zabírají hlíny aluviální. Jinak jsou na studovaném území i diluviální hlíny, hlavně v údolí Želivky, jinde už v menším množství. Ze žuly, ruly a diluviálních hlin jsou právě naše nejúrodnější půdy.

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

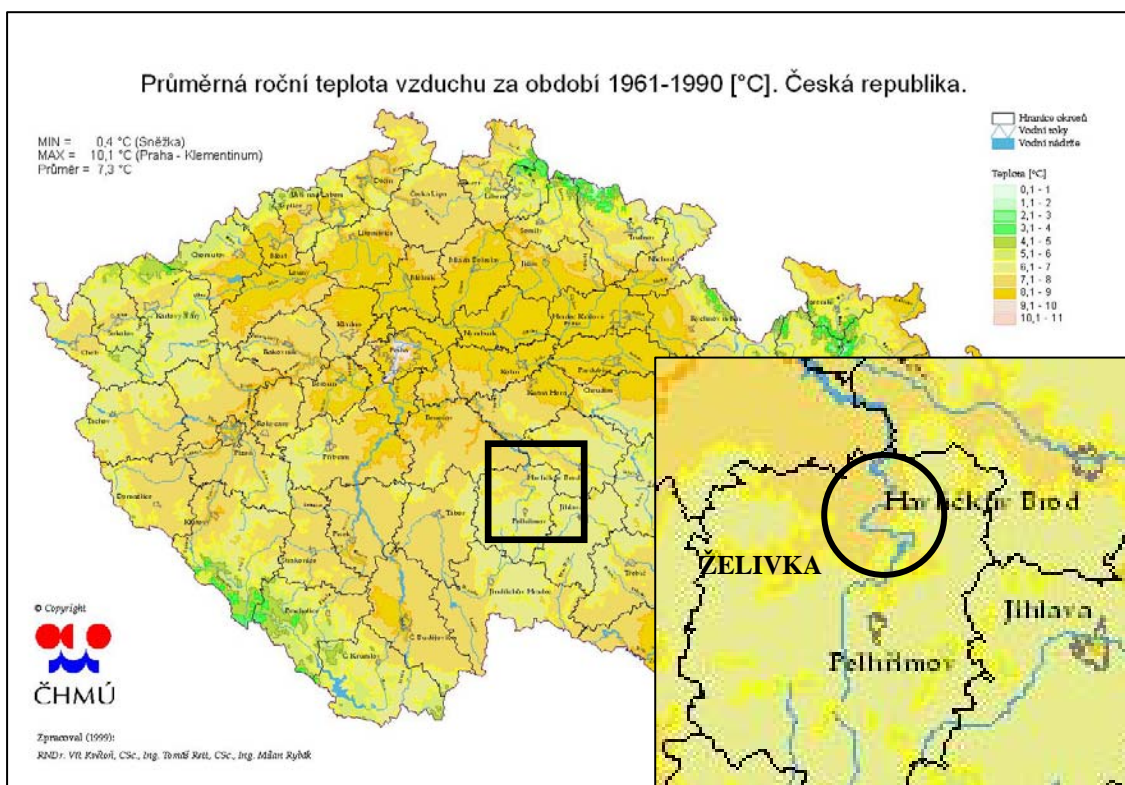
### 2.3. Podnebí, teplota, srážky

K působení půdy na vzrůst a rozšíření rostlin se pak 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.

Pro posouzení teploty našeho území – průměrná teplota Humpolce při nadmořské výšce 540 m je 7° C (Letáček 1942). 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. Co se týče vlhkosti a srážek, víme, že obojího přibývá spolu s nadmořskou výškou (Letáček 1942). Novější údaje jsou uvedeny níže (viz obr. 5. a 6.). Je vidět, že i poměrně staré údaje jsou vcelku shodné s těmi novými – průměrný roční úhrn srážek je od 600 do 700 mm, a průměrná roční teplota je od 7 do 8° C.



Obr. 5. Žlutě orámovaná oblast je přibližně oblast zkoumaného území. Ve výřezu je tato oblast zobrazená detailně. Průměrné srážky jsou zde od 600 do 700 mm (ČHMÚ 2002).



Obr. 6. Území černě orámované je přibližně oblast zkoumaného území. Ve výřezu je tato oblast zobrazená detailně. Průměrná roční teplota je 7 – 8 ° C (ČHMÚ 2002).

#### 2.4. Vlastní práce - sběr dat

Fytocenologické snímky jsem dělal na břehu každého toku, a to ve vzdálenosti 20 m od sebe. Vzdálenost 20 m jsem si určoval sám stejnými kroky o délce 1 m. Snímkoval jsem hned od vody, i když byl břeh někdy těžko přístupný. Někdy se však stalo, že byl břeh nepřístupný, nebo byl na soukromém pozemku. Pokud tomu tak bylo, snímek nebyl pořízen a označen jako prázdný.

Snímky jsem označoval podle místa snímkování, a to následovně: snímky jsem rozdělil na 3 skupiny - snímky řeky a snímky jednoho a druhého potoka. Každou skupinu snímků jsem potom rozdělil ještě na dvě části – na skupinu pravého a levého břehu kvůli lepší orientaci ve snímcích (detaily viz tab. 1.).

Tab. 1. Tabulka nám ukazuje rozdělení snímků do skupin a jejich počet v jednotlivých skupinách.

	řeka Želivka		Lhotický potok		potok Strašák	
	levý = L	pravý = P	L	P	L	P
značení snímků	ZL	ZP	LL	LP	SL	SP
počet snímků	340	330	47	47	13	13
snímky toků	670		94		26	
celk. počet	792 z toho 52 snímků je prázdných = 6,5%					

Celkem jsem tedy pořídil 792 fytoocenologických snímků, z nichž bylo 52 prázdných, což je 6,5%. 23 snímků bylo neplatných, neboť se nacházely na soukromém pozemku a tudíž jsem je do analýzy nezahrnul. A 28 snímků bylo prázdných díky zakrytí popadanými kmeny, velkými kameny nebo byly přímo na skále, ty jsem však do analýzy zahrnul.

Snímky jsem pořizoval 10. července – 27. srpna 2008 za slunečných dnů. Plochy, které jsem snímkoval byly veliké 2 x 2 m. Jejich velikost jsem určoval opět dle kroků dlouhých 1 m, přičemž jsem se snažil, podobně jako u krokování vzdálenosti snímků od sebe, dělat všechny kroky stejně dlouhé.

Při snímkování jsem zvolil procentuální měřítko, dle kterého jsem určoval pokryvnost jednotlivých druhů. Měřítka je vcelku jasné – od 1 do 100% pokryvnosti. Pokryvnost jsem určoval dle svého osobního odhadu. Plocha, která zabírá 1% pokryvnost odpovídá ploše 20 x 20 cm, což mi pomohlo dělat stále stejný odhad pokryvnost.

Současně s odhadem pokryvnosti jednotlivých druhů jsem zaznamenával tzv. charakteristiky prostředí jako kamenitost půdy a zastínění (detailní popis viz tab. 2.).

K datům, která jsem zapisoval jsem si ještě vedle přepisoval charakteristiky terénu jako byl sklon břehu, orientace svahu na světovou stranu, u řeky to byla charakteristika náplava, smrková monokultura, louka, keře – les, olše a vrby.

Tab. 2. Charakteristiky prostředí

charakteristika prostředí	popis charakteristiky
louka	louka těsně sousedí s břehem, břeh přechází rovnou v louku, otevřené stanoviště, spíše luční druhy, proměnná nabývá hodnot <i>ano/ne</i>
smrk	smrková mohokultura, která navazuje přímo od břehu, hodně stinné stanoviště, proměnná nabývá hodnot <i>ano/ne</i>
potok	potoky 1. řádu, většinou v lese, strmé svahy, silný stín a vlhko, také tato proměnná nabývá hodnot <i>ano/ne</i>
keře – les	smíšený les s keři, sušší stanoviště, proměnná nabývá hodnot <i>ano/ne</i>
olše a vrby	břeh je tvořen biotopem s velkým výskytem olší a vrb, proměnná nabývá hodnot <i>ano/ne</i>
náplava	světlé místo, které netvoří břeh, ale je spíše v řece, kamenité místo s nízkým půdním horizontem a je vlhké, písčité, také tato proměnná nabývá hodnot <i>ano/ne</i>
stín 0 – 4	zastínění odhadované na škále od 0 do 4 (0 – bez zástínu, 4 – velký stín)
kamenitost 0 – 3	kamenitost odhadovaná na škále od 0 do 3 (0 – bez kamení, 3 – vysoce kamenitá půda)

Celkově jsem našel 190 druhů v 792 snímcích. Problémové taxony byly určeny po konzultaci s příslušnými odborníky. Jinak jsem používal Klíč ke květeně ČR (Kubát et al. 2002).

Data, zapsaná v excelu, jsem pak zpracoval pomocí programů WCanoImp, CANOCO verze 4.5 (ter Braak & Šmilauer 1998, 2002; Lepš & Šmilauer 2000) a CanoDraw. Vztah mezi druhovým složením a charakteristikami prostředí byly testovány pomocí PCA a RDA v programu CANOCO (ter Braak & Šmilauer 2002). V tomto programu jsem, vzhledem k povaze dat, zvolil metodu PCA (Principal Component Analysis). Výsledky viz tab. 3.

U metody PCA a RDA jsem data nestandardizoval, pouze jsem je centroval přes druhy, dále jsem je transformoval pomocí logaritmické transformace, abych zesílil vliv méně častých druhů a zmírnil tak sílu těch druhů, co se vyskytovaly hodně často.

Dále jsem pak data zpracovával pomocí programu Statistica 8 (Statsoft Inc. 2007).

Po zpracování dat pomocí programu CANOCO jsem se zaměřil na studium druhů a jejich prostředí, ve kterém jsem je nacházel. Je jasné, že druhy preferují určité typy prostředí. Většina běžných druhů středoevropské flóry má přiřazeno číslo, které něco říká o vztahu k základním charakteristikám prostředí. Ellenberg (1974, 1991) udává čísla mezi 1 a 9 pro závislosti na světle (1 – stínomilný druh, 9 druh světlo milný), závislost na vlhkosti (1 – suchomilný druh, 9 – vlhkomilný, 10 až 12 jsou pak hodnoty pro vodní rostliny), zásobení dusíkem (1 – chudé stanoviště, 9 – bohaté).

Použil jsem tedy tři kategorie Ellenbergových čísel. Pro závislost na světle, pro zásobení dusíkem a pro vlhkost. Pro každý snímek jsem pak v excelu 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).

Dále jsem si spočítal Shannon-Wienerův index diverzity pro všechny snímky dle rovnice:

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

(N<sub>i</sub> – pokryvnost druhu i, N – celková pokryvnost).

K vyhodnocení jsem použil statistických metod v programu Statistica 8 (Statsoft Inc. 2007) a to Mann-Whitneyův test (Lepš 1996).

Jako poslední věc jsem udělal analýzu korelace mezi pokryvností a diverzitou. Posloužil mi Spearmanův R korelační test (Statsoft Inc. 2007).

### 3. Výsledky

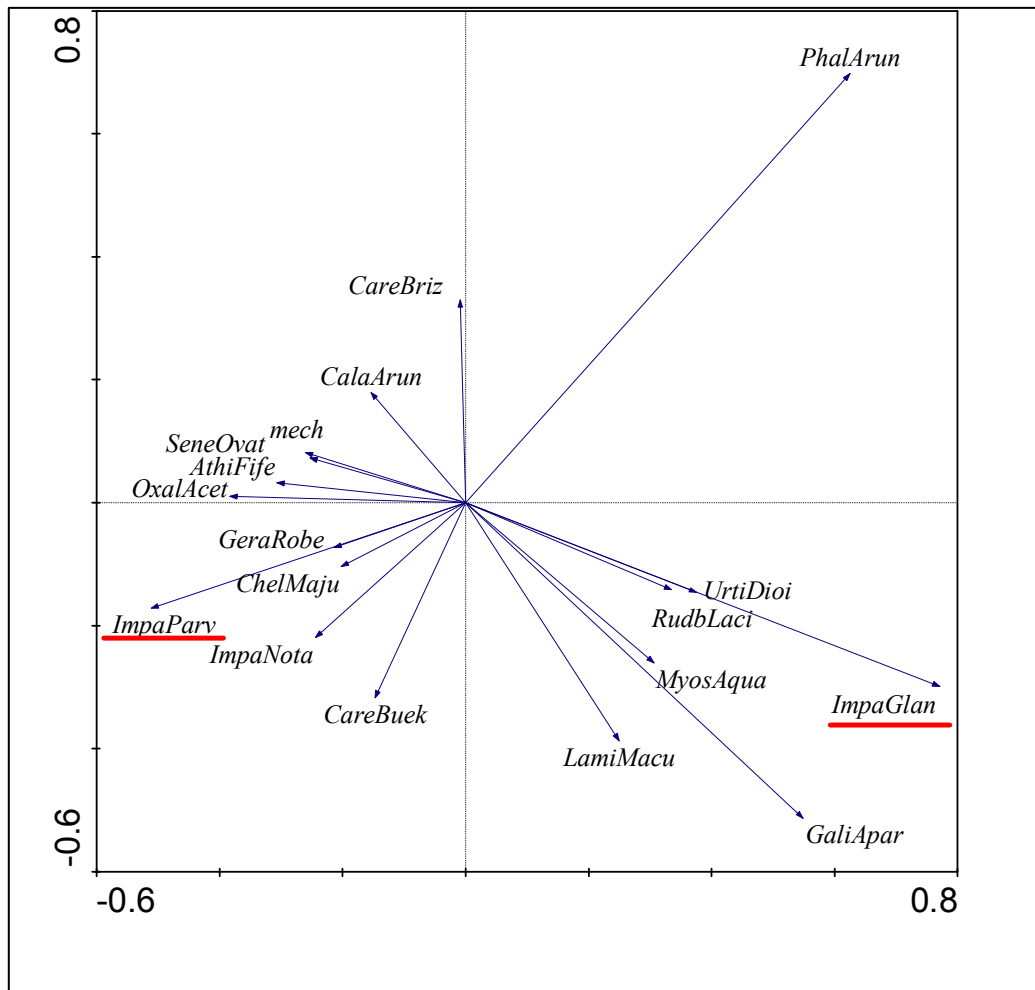
Výsledky jsem rozdělil na dvě části. První se týká pouze jednotlivých snímků a vzorků. Z toho vyplývá, že jsem zde použil metody nepřímé gradientové analýzy. Ve druhé části půjde o vzorky nebo-li druhy a jejich charakteristiky prostředí jakožto, tedy o metody přímé gradientové analýzy.

#### 3.1. První část – složení společenstva

Druhy jsou vyneseny dle toho, jak fitují model (species fit range 5 – 100%).

Tab. 3. Metodou PCA jsem zjistil, že 1. osa vysvětluje 14,7% z celkově vysvětlené variability, 2. osa vysvětluje 9,7% atd. Poslední řádek ukazuje, že první dvě osy vysvětlují dohromady 24,4% variability dat.

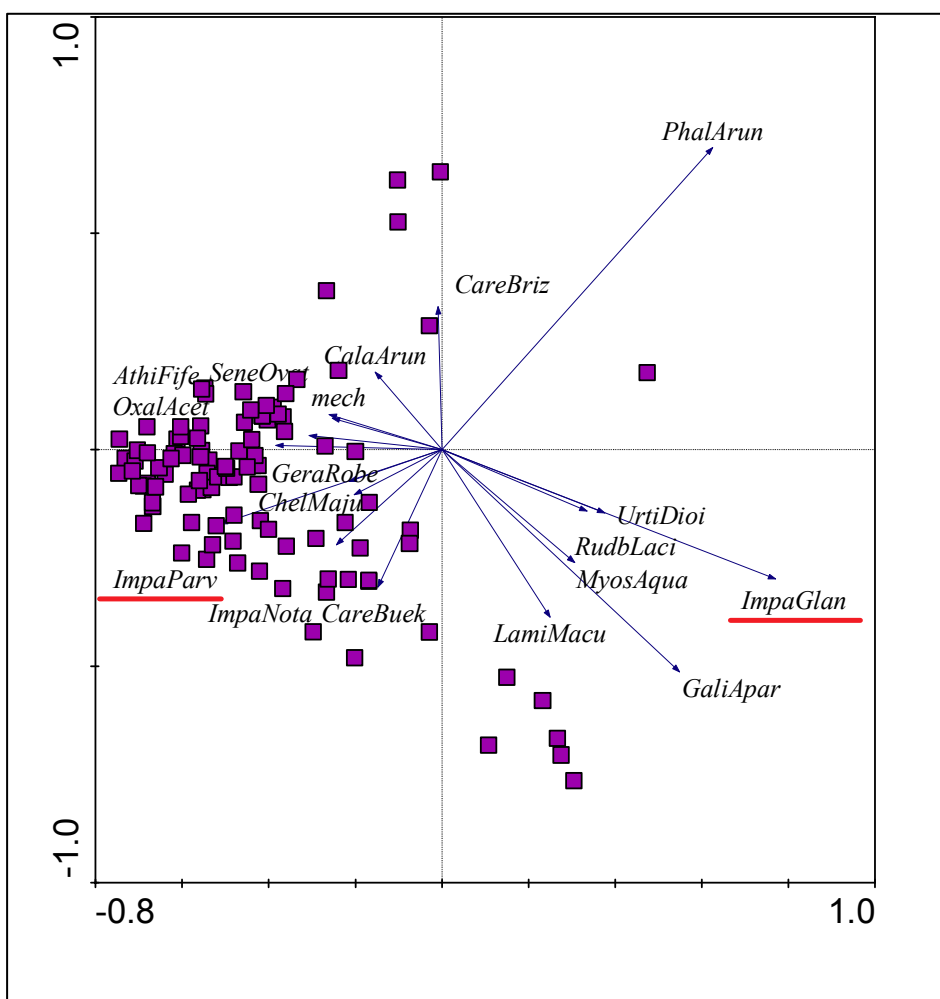
Osy	1	2	3	4
% vysvětlené variability dat	0,147	0,97	0,89	0,65
součet vysvětlené variability	14,7%	24,4%	33,2%	39,7%



Obr. 7. Nepřímá gradientová analýza PCA. V grafu je málo druhů (ze 190 jich je jen 18) kvůli jeho přehlednosti. Druhy jsem vybíral podle toho, jak odpovídají modelu – zde fitují model z 5 až 100% (species fit range). První dvě kanonické osy vysvětlují 24,4% variability dat. Z grafu lze vyčíst to, s kterými druhy jsou *I. glandulifera* a *I. parviflora* korelovány.

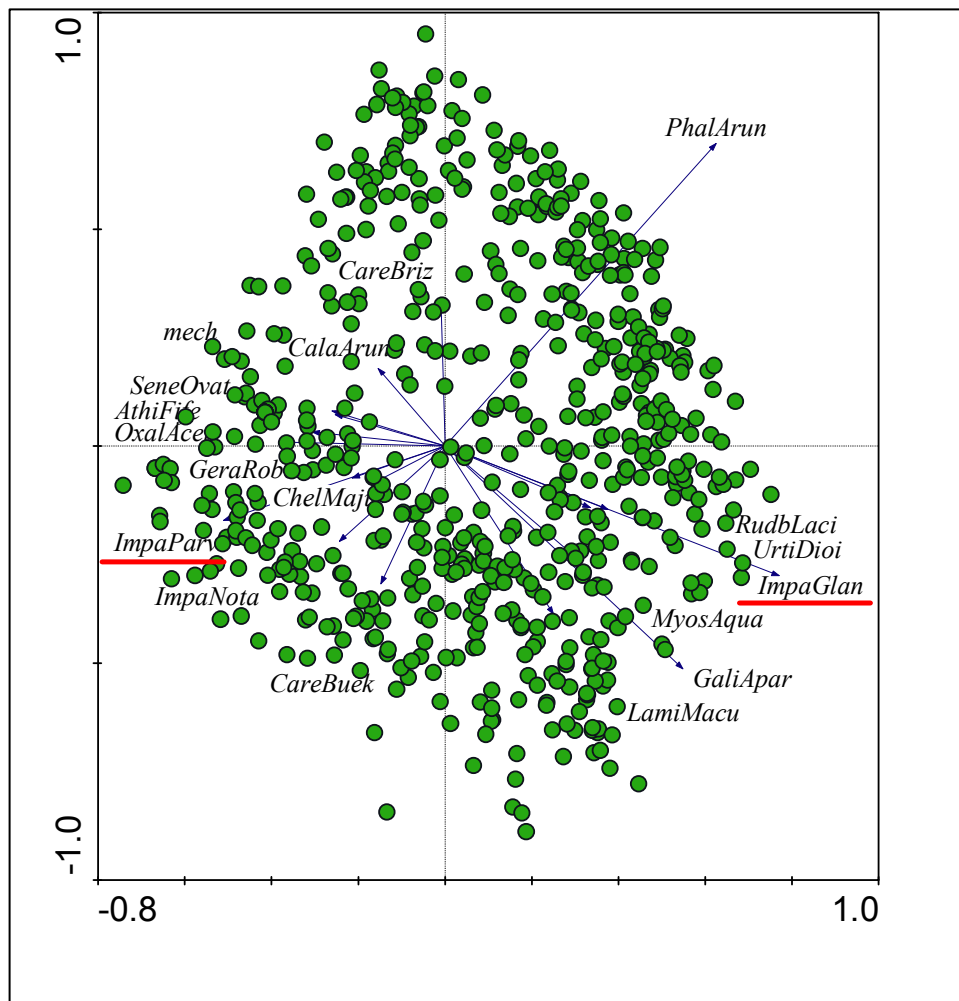
Vysvětlivky: *AthiFife* – *Athirium filix-femina*, *CalaArun* – *Calamagrostis arundinacea*, *CareBuek* – *Carex buekii*, *CareBriz* – *Carex brizoides*, *GaliApar* – *Galium aparine*, *GeraRobe* – *Geranium robertianum*, *ChelMaju* – *Chelidonium majus*, *ImpaGlan* – *Impatiens glandulifera*, *ImpaNota* – *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*.





Obr. 8. Nepřímá gradientová analýza PCA. Vybraných 18 druhů odpovídalo modelu z 5 – 100% (species fit range). První dvě kanonické osy vysvětlují 24,4% variability dat. Je zde všech 120 snímků z potoků (jeden snímek představuje jeden čtvereček). Z grafu lze odhadnout to, jaké druhy jsou korelovány se snímky z potoka.

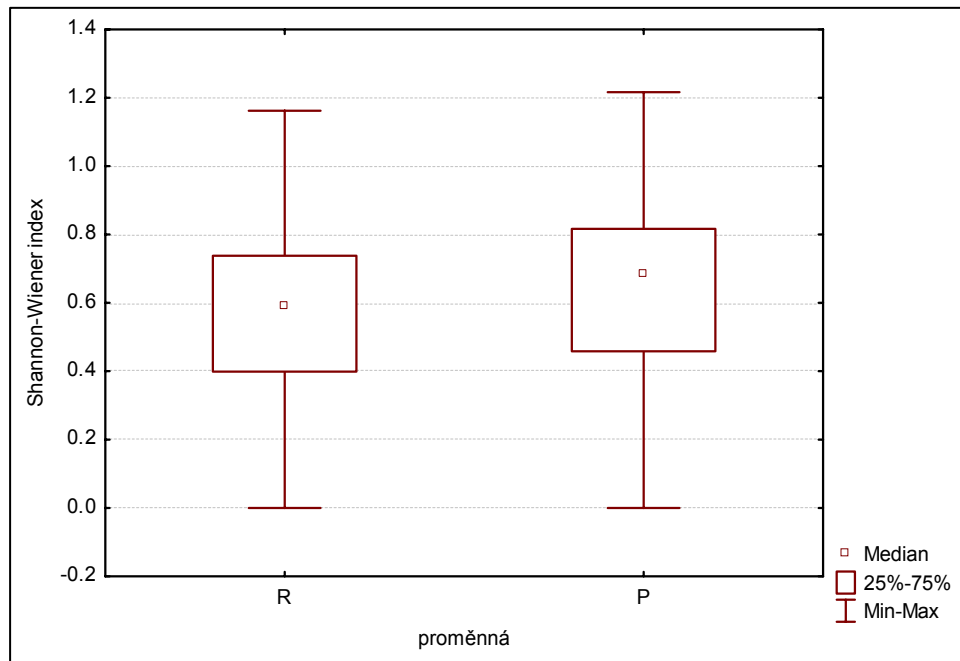
Vysvětlivky: *AthiFife* – *Athirium filix-femina*, *CalaArun* – *Calamagrostis arundinacea*, *CareBuek* – *Carex buekii*, *CareBriz* – *Carex brizoides*, *GaliApar* – *Galium aparine*, *GeraRobe* – *Geranium robertianum*, *ChelMaju* – *Chelidonium majus*, *ImpaGlan* – *Impatiens glandulifera*, *ImpaNota* – *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*, *RudbLaci* – *Rudbeckia laciniata*, *SeneOvat* – *Senecio ovatus*, *UrtiDioi* – *Urtica dioica*.



Obr. 9. (PCA). Zde je všech 670 snímků z břehů řeky Želivky (zelená kolečka) a vybraných 18 druhů, které odpovídaly modelu z 5 – 100% (species fit range). První dvě kanonické osy vysvětlují 24,4% variability dat.

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*, *RudbLaci* – *Rudbeckia laciniata*, *SeneOvat* – *Senecio ovatus*, *UrtiDioi* – *Urtica dioica*.

Rostlinná diverzita u potoka se průkazně odlišuje od diverzity říčního společenstva. Hodnota testovaného kritéria  $Z = -2,82208$  a hladina významnosti  $p = 0,004772$ . Pro řeku je mediánová hodnota Shannon-Wienerova indexu 0,6; hodnota pro potok je 0,7 (obr. 10.).



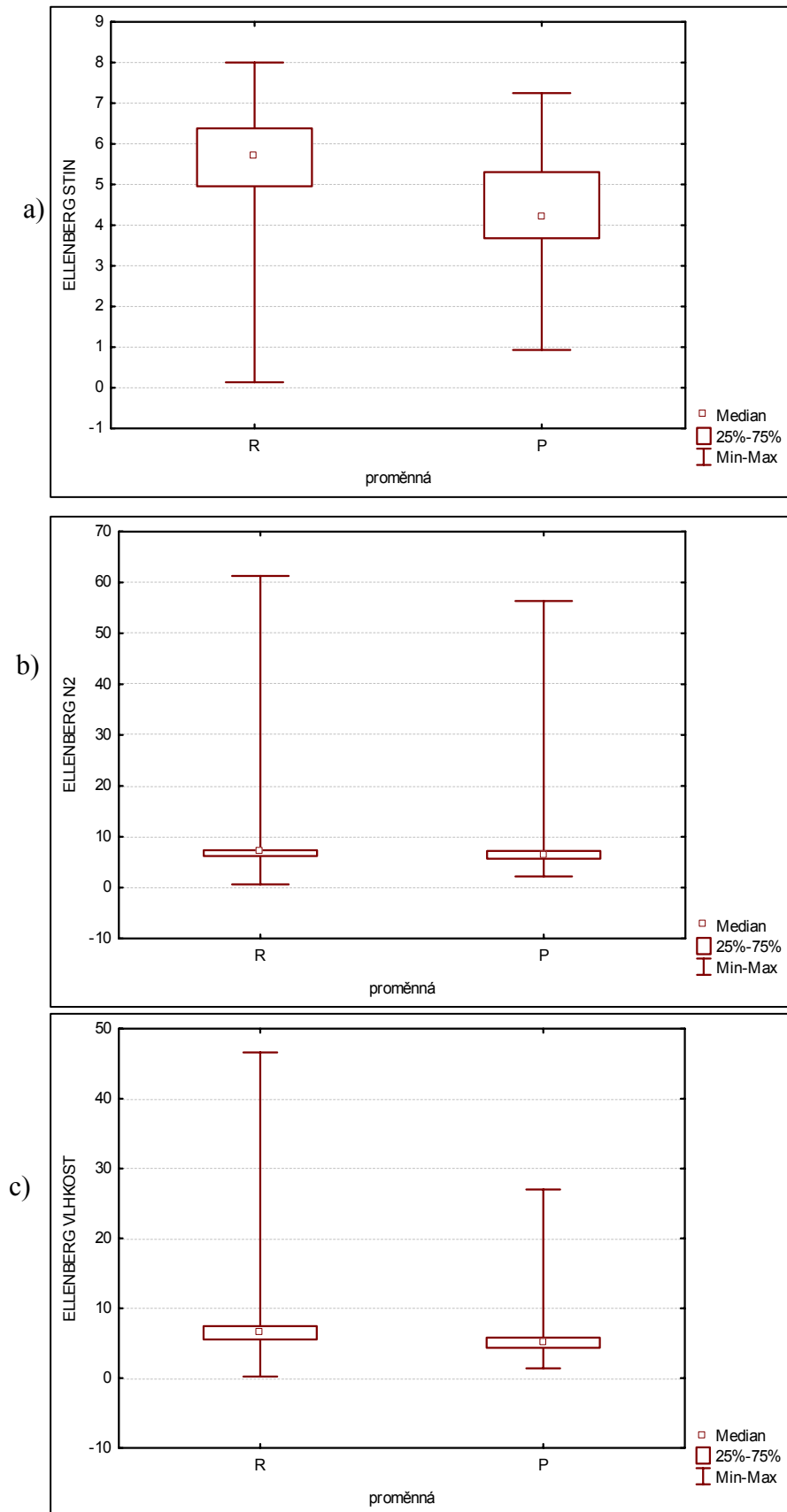
Obr. 10. Rozdíl v diverzitě rostlinného společenstva mezi potokem a řekou. Na ose x – R je proměnná řeka a P proměnná potok. Na ose y jsou hodnoty Shannon-Wienerova indexu diverzity (Prach 2001).

Různý nárok na prostředí, který mají rostliny u potoka a řeky jsem ověřoval testováním rozdílnosti Ellenbergových čísel příslušných snímků a to ve třech kategoriích – příslušnost ke stínu, vlhkost a zásobení dusíkem (výsledky viz tab. 4. a obr. 11.).

U potoka je Ellenbergovo číslo pro stín menší než u řeky. U potoka je Ellenbergovo číslo pro stín kolem 4,2; u říčního společenstva je okolo 5,8. U potoka je Ellenbergovo číslo pro vlhkost menší (asi 6,5) a u řeky je větší (5). U řeky pak je Ellenbergovo číslo pro zásobení dusíkem větší (kolem 7), kdežto u potoka je o něco menší (okolo 6).

Tab. 4. Výsledky Mann-Whitneyova testu pro jednotlivé proměnné. Jednotlivé proměnné zastupují hodnoty Ellenbergových čísel příslušných k jednotlivým snímkům. Více viz obr. 11.

proměnná:	hodnota testového kritéria	hladina významnosti
stín	$Z = 8,72$	$p \leq 0,00001$
vlhkost	$Z = 3,01$	$p = 0,0025$
zásobení dusíkem	$Z = 8,31$	$p \leq 0,00001$



Obr. 11. Rozdíly v ellenbergových číslech mezi řekou a potokem. Na ose x – R je proměnná řeka a P proměnná potok. Na ose y jsou hodnoty Ellenbergova čísla pro proměnnou stín – obr. a), zásobením dusíkem – obr. b), vlhkost – obr. c).

### 3.2. Druhá část – vztah rostlinného společenstva a charakteristik prostředí

V druhé části vyhodnocování jsem použil metodu přímé gradientové analýzy – RDA (Redundancy Analysis), protože jsem do tohoto zpracování zahrnul i předešlé charakteristiky prostředí (výsledná tabulka viz tab. 5.).

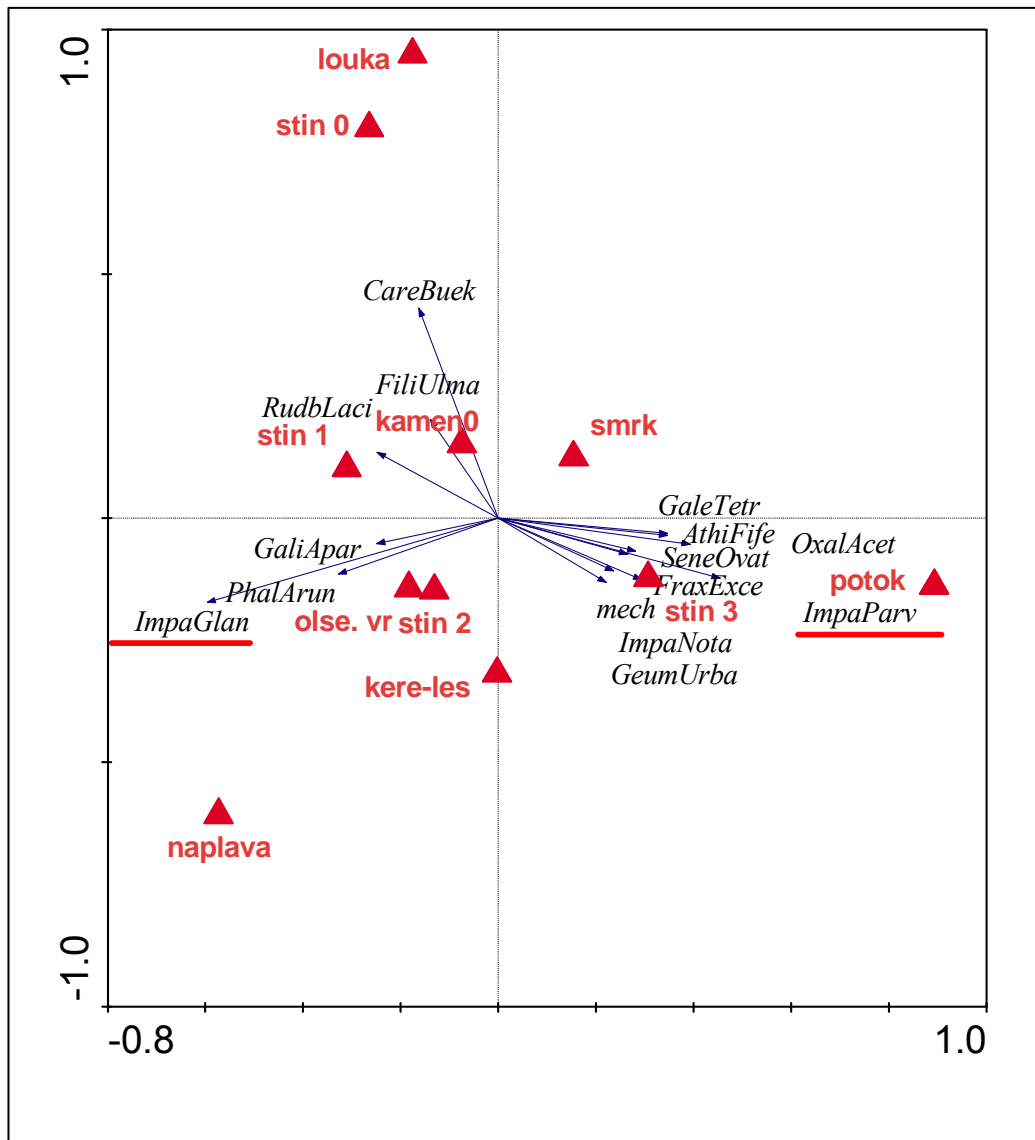
Všechny vysvětlující proměnné, které byly následně zahrnuty do analýzy, prošly při testování na hladině signifikace  $p \leq 0,002$  (forward selection, 499 permutací).

Tab. 5. Metodou RDA jsem zjistil, že 1. osa vysvětluje 7,2% variance druhů z celkové variability, která je 14%. 2. osa vysvětluje 2,5% variability druhů atd. Celkově je tedy vysvětleno 14% variability dat. Tato tabulka se vztahuje k obr. 12.

Kanonické osy	1	2	3	4
% vysvětlené variability dat	0,072	0,025	0,016	0,011
součet vysvětlené variability	7,2%	9,7%	11,3%	12,4%
celkově vysvětlená variabilita	14%			

Tab. 6. Zde je celková tabulka Monte-Carlo permutačního testu (ter Braak & Šmilauer 2002). Z tabulky lze vyčíst, že bylo testováno všech 15 proměnných, ale pouze 11 prošlo na hladině signifikance  $p \leq 0,002$ . Proto v grafu (obr. 12.) nejsou zahrnuty proměnné stín 4, kamen 1, 2, 3.

proměnná	$p \leq$	F =	proměnná	$p \leq$	F =	proměnná	$p \leq$	F =
potok	0,002	36,312	keře-les	0,002	8,09	stín 0	0,002	4,159
stín 3	0,002	19,846	smrk	0,002	5,973	kamen 1	0,12	1,411
náplava	0,002	14,339	kamen 0	0,002	3,937	kamen 3	0,122	1,313
louka	0,002	10,694	stín 2	0,002	3,167	stín 4	0,28	1,183
olše	0,002	7,101	stín 1	0,002	3,000	kamen 2	0,244	1,182



Obr. 12. Přímá gradientová analýza – RDA. Zde jsou všechny charakteristiky prostředí, kromě již zmíněných proměnných, které neprošly na hladině významnosti  $p \leq 0,002$ . Je zde 15 druhů, které jsem vybral podle toho, z kolika procent odpovídaly modelu (species fit range 5 – 100%). První dvě kanonická osy vysvětlují 9,7% variability dat. Z grafu lze vyčíst korelaci druhů s jednotlivými charakteristikami prostředí.

Vysvětlivky: *AthiFife* – *Athirium filix-femina*, *CareBuek* – *Carex buekii*, *FiliUma* – *Filipendula ulmaria*, *FraxExce* – *Fraxinus excelsior*, *GaleTetr* – *Galeopsis tetrahit*, *GaliApar* – *Galium aparine*, *GeumUrba* – *Geum urbanum*, *ImpaGlan* – *Impatiens glandulifera*, *ImpaNota* – *Impatiens noli-tangere*, *ImpaParv* – *Impatiens parviflora*, *mech* odpovídá mechovému patru (mechy různých rodů), *OxalAcet* – *Oxalis acetosella*, *PhalArun* – *Phalaris arundinacea*, *RudbLaci* – *Rudbeckia laciniata*, *SeneOvat* – *Senecio ovatus*.

„louka“ – louka těsně sousedí s břehem, břeh přechází rovnou v louku, otevřené stanoviště, spíše luční druhy, proměnná nabývá hodnot *ano/ne*;

„náplava“ – světlé místo, které netvoří břeh, ale je spíše v řece, nebo je to naplavenina půdy na břeh, kamenité místo s nízkým půdním horizontem, je vlhké, písčité, tato proměnná nabývá hodnot *ano/ne*;

„potok“ – potoky 1. řádu, většinou v lese, strmé svahy, silný stín a vlhko, proměnná nabývá hodnot *ano/ne*;

„stín“ – zastínění odhadované na škále od 0 – 4, je to kategoriální proměnná, takže každý její stupeň je jednotlivá charakteristika prostředí, v grafu jsou zaznamenány pouze ty, které měly průkazný vliv na složení společenstva na hladině významnosti  $p \leq 0,002$ ;

„smrk“ – smrková monokultura, která navazuje přímo od břehu, hodně stinné stanoviště, též nabývá hodnot *ano/ne*;

„kamen“ – kamenitost odhadovaná na škále 0 – 3, podobně jako charakteristika stín, je kamen kategoriální proměnná, v grafu je vynesena pouze jedna proměnná a to kamen 0, která měla ještě vliv na hladině významnosti  $p \leq 0,002$ ;

„keře – les“ – smíšený les s keři, sušší stanoviště, proměnná nabývá hodnot *ano/ne*;

„olše“ – břeh je tvořen biotopem s velkým výskytem olší a vrb, je zde hodně světle, také tato proměnná nabývá hodnot *ano/ne*.

Vztah mezi společenstvem a charakteristikami prostředí je signifikantní (Monte-Carlo permutační test  $F = 11,194$ ,  $p \leq 0,002$ , tab. 5). Procento celkově vysvětlené variability kanonickými osami je 14%. Průkaznost jednotlivých proměnných je v tab. 6.

Tab. 7. Tabulka deseti druhů s největší frekvencí ve snímcích

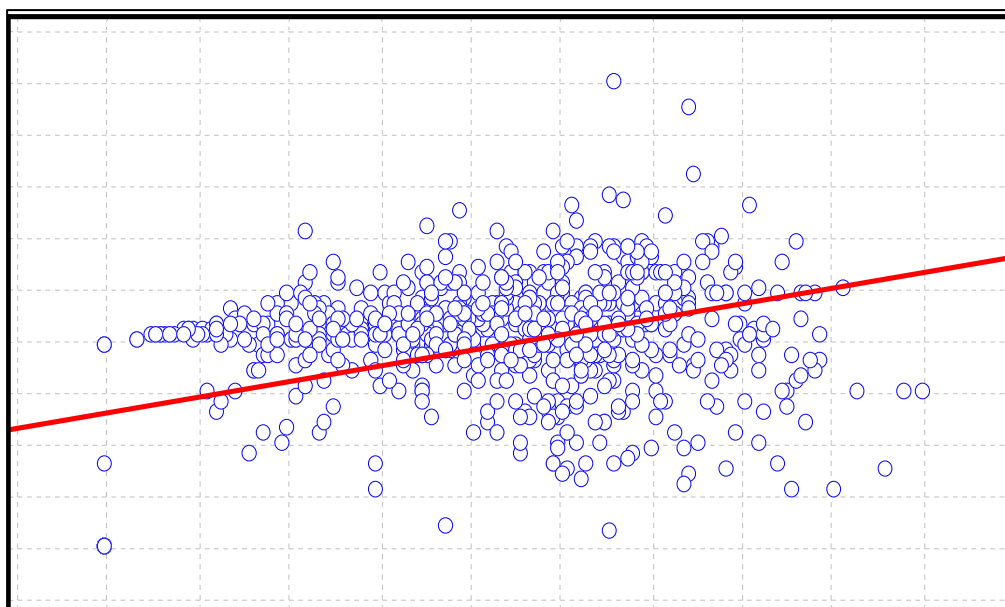
druh	frekvence ve snímcích
<i>Urtica dioica</i>	73,8%
<b><u><i>I.glandulifera</i></u></b>	<b>61,4%</b>
<i>Phalaris arundinacea</i>	54,5%
<i>Galium aparine</i>	50,8%
<i>Aegopodium podagraria</i>	39,8%
<i>Lamium maculatum</i>	36%
<b><u><i>I.parviflora</i></u></b>	<b>33,1%</b>
<i>Rudbeckia laciniata</i>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

Tab. 8. Tabulka ukazující procento výskytů druhů *I.glandulifera* a *I. parviflora* s deseti nejfrekventovanějšími druhy ve snímcích (např. *I. glandulifera* se vyskytovala v 80% snímků, kde byla zaznamenána *Urtica dioica*).

druh	z 769 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
<i>Urtica dioica</i>	568	v 80% snímků	v 72,9% snímků
<u><i>I.glandulifera</i></u>	471	-	45,9%
<i>Phalaris arundinacea</i>	419	65,4%	38,4%
<i>Galium aparine</i>	391	61,4%	48,2%
<i>Aegopodium podagraria</i>	306	38,2%	46,3%
<i>Lamium maculatum</i>	277	45%	38%
<u><i>I.parviflora</i></u>	255	24,8%	-
<i>Rudbeckia laciniata</i>	232	40,5%	19,2%
<i>Rubus idaeus</i>	200	24,4%	29%
<i>Myosoton aquaticum</i>	187	31,21%	26,7%

Jako poslední věc jsem udělal analýzu korelace mezi pokryvností a diverzitou. Spearmanův R korelační test (Statsoft Inc. 2007) nevyvrátil hypotézu o pozitivní korelaci mezi výše zmíněnými subjekty na hladině významnosti  $p \leq 0,0001$ .

Proměnné ‚pokryvnost‘ a ‚diverzita‘ jsou mezi sebou korelovány, ne však moc silně (viz obr. 13.). Hodnota Spearman R korelace = 0,237577 a hodnota testového kritéria  $t(N-2) = 6,8744$ ,  $p \leq 0,0001$ .



Obr. 13. Graf Spearmanova R korelačního testu mezi pokryvností a diverzitou, který vyšel průkazně, tzn., že pokryvnost a diverzita jsou mezi sebou pozitivně korelovány ( $t(N-2) = 6,8744$ ,  $p \leq 0,0001$ ). Na ose x je pokryvnost, ose y je diverzita zastoupená Shannon-Wiener indexem diverzity.



## 4. Diskuse

### 4.1. Invaze

Je zajímavé, že mnoho lidí si pod invazním druhem představuje druh, který mění charakter prostředí. Ale to není vždy pravda. Invazní druh se sice v dané lokalitě nekontrolovatelně šíří, může vytvářet velké souvislé plochy, ale nemusí kvůli tomu měnit charakter prostředí. Druhy, které právě mění onen charakter, podmínky nebo formu ekosystému se nazývají tzv. „transformers“ (Wells et al. 1986) a představují „jen“ okolo 10% invazních druhů (Richardson et al. 2000).

Když se zamyslíme nad rodem *Impatiens* – minimálně 2 druhy jsou označeny jako invazní (*I. glandulifera* a *I. parviflora*), ale jen jeden – *I. glandulifera* je označován termínem „transformer“ (Richardson et al. 2000), neboť mění charakter prostředí jako „spouštěč eroze“ (Richardson et al. 2000). Vydobytí tohoto postu se tomuto druhu povedlo za poměrně krátkou dobu – čtyřicetiletou lag fází. Pravděpodobně se mu to povedlo díky souhře vhodných podmínek, které označujeme jako 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 mohly urychlit počátek jejího exponenciálního šíření na přelomu 30. a 40. let minulého století.

Samozřejmě, *I. parviflora*, má podobné vlastnosti, ale ta roste na poněkud jiných místech. Její rozšíření je jiné, a její dopad na obývané společenstvo je menší, proto není označena jako „transformer“.

Podle di Castriho (1990) *I. glandulifera* a *I. parviflora* dostaly příležitost opustit svou původní oblast, byly transportovány a dostaly se do příhodného ekosystému. A jedním z těch příhodných ekosystémů je lehce narušitelný biotop břehů řek (Planty-Tabacchi et al. 1996; Hood & Naiman 2000; Hejda & Pyšek 2006).

Je lehce narušitelný, jednoduše řečeno, díky vodě, která působí jako ten narušovací faktor. Voda s sebou přináší živiny, vymílá břehy, odnáší půdu, přináší semena atd. Voda je specifická v tom, že se hýbe a s ní vše, co je v ní. A pohyb je klíčová vlastnost na poli invazí. Zde lze lépe pochopit, proč Naiman & Décamps (1997) označují říční biotop jako koridor pro vše živé.

Z vlastní zkušenosti jsem mohl pozorovat takováto narušování na Želivce.

### 4.2. Říční biotop

Příbřežní zóna je zajímavé prostředí, jak z hlediska živočišného, tak z rostlinného. Lze krásně pozorovat rozhraní tohoto ekotonu a následné volné krajiny. Je jasné, že ekoton by měl být vždycky jiný než okolní biotop, stýkají se zde totiž dva celky, které se prolínají. Tady nelze než souhlasit s autory (Gregory et al. 1991; Naiman et al. 1993, 2005; Tang & Montgomery 1995; Prach et al. 1996; Naiman & Décamps 1997), kteří říkají, že se příbřežní biotop (jako ekoton) liší ve složení své vegetace od okolního terestrického ekosystému.

Jako pozorovatel mohu jen poznamenat, že tam, kde se velkoplošně vysazuje smrk kvůli vodnímu dílu Želivka (Švihov), zcela mizí ekoton jako takový. I když těsně při břehu jsou nějaké druhy, které dále v lese nejsou, nelze tu mluvit o ekotonu v pravém slova smyslu.

Zde nemohu souhlasit s Kalliolou & Puhakkou (1988), že totiž říční 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. Samozřejmě, protože je to jiný biotop, přispívá svými druhy do celkové druhové diverzity, ale nedá se tento biotop označit za hotspot v krajině. Tedy aspoň, co jsem mohl vyzorovat na krátkém jen úseku řeky Želivky.

Mohu se ale přiklonit k Nilssonovi (1989), který říká, že druhová bohatost kolem řeky valíruje. Je tomu nespíš kvůli přisedlým terestrickým biotopům, jako je listnatý či jehličnatý les, olšiny nebo louka. V každém tomto společenstvu jsou jiné druhy a je jich různý počet.

Říční biotop je zranitelný díky narušujícím procesům, z nichž nejdůležitější jsou 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 2x denně. Tato fluktuace může být silným narušovacím elementem (Naiman & Décamps 1997), který může hodně přispívat k rozšiřování druhů.

Nejde tu tedy o kolísání hladiny z hlediska ročních období, kdy v létě je na většině řek nízká hladina vody, zatímco na jaře je vody hodně. Želivka je specifická právě ještě kolísáním hladiny během dne. Tato její vlastnost – vodní režim (Poff et al. 1997) – může mít dlouhodobý vliv na erozi břehů, tvarování koryta, roznos semen a s tím spojené jejich šíření aj. 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 narušován, se dostane daleko snadněji. A zvláště, když je tím narušitelem voda, která může druhy přímo sama rozšiřovat. Lehce pak dochází k opakovanému odkrytí půdy, v kteréžto se pak mohou usadit nové druhy a tak se lehce rozšířit (Richardson et al. 2007). Toto koresponduje s výroky Hooda & Naimana (2000), kteří tvrdí, že díky procesům narušování je biotop lehce invazibilní.

Je zajímavé, že se takovýto biotop udržuje v jakési dynamice (Boudell & Stromberg 2008), která se ale liší od dynamiky lesů, či luk.

Asi mnoho řek se shoduje s plánem Hooda & Naimana (2000), kteří rozdělují říční zónu na záplavovou pánev – aluvium těsně u řeky a na svah, kterého se již povodně netýkají. I na Želivce toto lze pozorovat, s tím rozdílem, že Želivka, jak je vcelku hluboce zaříznutá do reliéfu okolní krajiny, vytváří někde strmé svahy a jinde širší aluvia. Nelze tu tedy mluvit o nějaké pravidelnosti, ale spíše tu jde o střídající se reliéf říční zóny, kde jednou je břeh tvořen příkrým svahem a jindy vcelku širokou rovinou. Toto se střídá v souvislosti na vystupujícím podloží a meandrech řeky.

Řekl bych, že se lze shodnout se studií Hooda & Naimana (2000), že aluviální zóna je druhově bohatší. Zvláště, když ji porovnáme s přilehlými, většinou smrkovými, lesy při řece Želivce. I když jsem mohl často při břehu pozorovat porosty s dominantními druhy, kde byla druhová bohatost potlačena. Jinde zase byla blízko břehu louka či světlý les, kde se zdála být druhová diverzita daleko větší než při břehu. Ovšem, srovnávat diverzitu příbřežní zóny a diverzitu luk nebo světlých lesů moc nejde, neboť jde o jiné celky. Je zde akorát vidět, jak se vše prolíná a nic není striktně jasné.

Stohlgren (1998), Chmura & Sierka (2006) tvrdí, že čím více druhů, tím menší šance invaze. Řeka je však jiná a proto bych řekl, že, i když se zde může vyskytovat druhů poměrně dost, je invaze u řeky větší. 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, protože zde působí voda, jako faktor narušující půdu a přinášející nová semena, která se mohou v narušeném či změněném povrchu lehčeji usadit, než jinde.

#### 4.3. Invazní druhy

Populace invazních rostlin často podléhají fluktuacím v krátkých časových úsecích (Drake et al. 1989, EPPO 2002) a při jednorázovém průzkumu nelze tak jednoduše zachytit jejich stupeň invaze. Nicméně ve své práci jsem se snažil pozorovat rozšíření výše zmíněných druhů.

##### 4.3.1. *I. glandulifera*

Vezmeme-li v úvahu *I. glandulifera* – Pyšek & Prach (1993) udávají ve své studii, že šíření *I. glandulifera* bylo rychlejší podél řeky, než v jiném biotopu. Tento jev potvrzuje i Wadeho (1992) průzkum provedený ve velké Británii. Ale toto jsem mohl pozorovat i já ve svém transektu, neboť při břehu řeky se tomuto druhu dařilo místy velice dobře, dále od řeky jeho vliv slábl – tzn., že se sice vyskytoval i v blízkosti lidských obydlí (Pyšek & Prach 1993; Hejda 2004), ale roztroušeně a velice málo.

Při břehu Želivky se *I. glandulifera* vyskytovala vcelku hojně, ale nemohu potvrdit to, že by její přítomnost znamenala nějaké vážné ohrožení pro tamní druhy, i když toto je právě to, kvůli čemu je označována za nebezpečnou pro říční vegetaci (Scherer-Lorenzen et al. 2000; Tickner et al. 2001; Helmisaari 2006).

Zde mohu souhlasit s autory (Hejda & Pyšek 2006), kteří říkají, že není tolik nebezpečná ve snižování biodiverzity, jak se myslí, i když vytváří husté porosty (Schwartz 2006). Její kontrola je ale žádoucí.

Schopnost *I. glandulifera* vytvářet husté homogenické porosty je opravdu obdivuhodná, nicméně potřebuje k tomu příhodné podmínky. Nezdá se mi, že by sama od sebe invadovala břeh, vytlačila místní druhy a vytvořila hustý porost...

Ale v místech, kde k tomu podmínky jsou (např. náplavy, rozvolněnější břeh, kamenitý a světlý břeh, půda s nízkým profilem), dokáže tyto husté porosty tvořit.

Pod jejím hustým porostem pak opravdu roste jen velmi málo druhů, kterým, logicky, nemůže vadit velké zastínění, což jsem mohl pozorovat i kolem Želivky, kde, když byly výše zmíněné příhodné podmínky, *I. glandulifera* vytvářela opravdu rozsáhlé a husté porosty, kde se jiným druhům moc nedařilo, respektive, kde rostlo opravdu málo druhů s nízkým procentem pokrytí. Toto by odpovídalo úvaze Hulmeho & Bremner (2006), kteří říkají, že porosty *I. glandulifera* mají za následek snížení diverzity ostatní rostlinné populace až o 25%.

Ano, takovéto porosty sice mohou být příčinou snížení počtu druhů, ale pouze v daném místě – lokálně, jinak tady nelze mluvit o celkovém snížení diverzity druhů. Odvažuji se toto tvrdit, alespoň, co se týče Želivky, neboť její břehy jsou natolik variabilní, že je málo pravděpodobné, že by byly oba břehy lemovány jen *I. glandulifera*.

Nemohu tedy souhlasit ani s výroky některých autorů (Wells et al. 1986, Pimm et al. 1995, Richardson et al. 2000), kteří vnímají *I. glandulifera* jako tzv. transformer (definice viz kapitola 3.2). Samozřejmě, moje pozorování se s jejich výzkumem nedá moc srovnat, ale na studovaném úseku Želivky jejich úvaha moc neplatí.

I když musím říci, že *I. glandulifera* se vyskytovala buď v malém počtu spolu s jinými druhy (*Galium aparine*, *Phalaris arundinacea* a *Rudbeckia laciniata*), nebo vytvářela ona hustá společenstva, ve kterých potlačila růst ostatních druhů. Lze tedy říci, že lokálně, na malém místě a za příhodných podmínek (výše) dokáže transformovat společenstvo, ale, z toho, co jsem mohl pozorovat, určitě to neplatí ve velkém měřítku ať už na Želivce či v okolí.

Jako doplnění předešlého – pozoroval jsem, jak se na třech vymýcených místech, dlouhých 30 m, díky světlu, požáru a nízkému půdnímu profilu, vytvořil poměrně kompaktní porost *I. glandulifera* (spolu s menším zastoupením jiných druhů), ale vedle, na nevykáčeném místě, neměla *I. glandulifera* velkou šanci růst. Možná to bylo kvůli smrkovému lesu, nepřítomnosti narušených míst, nebo kvůli stínu – těžko říct, ale bylo by zajímavé se na to blíže zaměřit v další práci.

Dále se nabízí úvaha některých autorů (Kolmann & Bañuelos 2004), kteří jsou za jedno v tom, že *I. glandulifera* může být vytlačena druhy jako je *Urtica dioica*, *Galium aparine* či *Phalaris arundinacea*. V tomto s nimi musím souhlasit, neboť 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), na náplavě však neměly šanci.

Dobře tuto situaci vystihují autoři (Pyšek & Prach 1995, 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.

#### 4.3.2. *I. parviflora*

Zaměříme-li se nyní na *I. parviflora*, zjistíme, že situace zde je poněkud jiná.

Chmura & Sierka (2006) ve své práci uvádějí, že *I. parviflora* zvyšuje počet druhů, ale podle mě je to dáno spíše jejím samotným příchodem na onu lokalitu. Je možné, že s jejím příchodem posléze přijdou i jiné druhy. Z mého pohledu však *I. parviflora* invaduje spíše místa méně vhodná pro ostatní druhy (místa stinná v listnatých či jehličnatých lesích) a tím zvyšuje lokálně počet druhů, než, že by byla přímo tím, co zvyšuje diverzitu, tím, co přináší nové druhy.

Následná jejich studie (Chmura & Sierka 2007) ukazuje, že diverzitu snižuje a zvyšuje pokrytí půdy a dodávají, že její strategií je využití volného místa, živin a celkového prostoru. A v úvaze o její strategii s nimi musím souhlasit. Neboť *I. parviflora* jsem pozoroval hojně ve smrkových monokulturách kolem Želivky, při březích potoků listnatých i jehličnatých lesů. I když někdo (Pyšek et al. 1998, Tokarska-Guzik 2003) ji považuje za druh mezických listnatých lesů, a i když Chmura & Sierka (2007) tvrdí, že ve smrkový lesích moc neroste, hojně jsem ji viděl v smrkových monokulturách, z nichž některé byly kolem Želivky vysazovány letech 1965 – 1975 kvůli čistotě vody pro přehradní nádrž Želivka (Švihov).

Rozšiřování *I. parviflora*, zdá se, napomáhá 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 asi více živin. Její výskyt na hromadách klestí by

mohl naznačovat, že její malá semena roznášejí mravenci, ale tím jsem se blíže nezabýval.

Musím se přiklonit k názoru Perrinse et al. (2003), který říká, že při velkém zastínění se jí daří šířit se v lesích. Mnohdy je ve smrčinách kolem Želivky vcelku velký stín i ve dne, ale *I. parviflora* to, zdá se, nevádí.

S tím souvisí i pohled Richardsona et al. (2007), který tvrdí, že druhy kolem řeky jsou většinou specialisté, kteří umí zabrat tu správnou niku.

A do toho vstupují druhy *I. glandulifera* a *I. parviflora*. Možná, že jsou právě takovými specialisty, ale invazními. Jsou to invazní druhy, a rostou k tomu rostou na místech, kde mají být podle Richardsona et al. (2007) právě specialisté. Z mého pozorování posléze vyplývá, že *I. glandulifera* je s tímto typem stanoviště svázána pevněji – více jí vyhovuje tento biotop, než *I. parviflora*, která roste spíše dál od břehu ve stínu v lese. *I. glandulifera* snáší odnos půdy, světlo, kamenitou půdu a polámání stonku – neboť se rozmnožuje i vegetativně (z polámaného stonku vyrůstají adventivní kořeny a tak se zvyšuje její šance na přežití).

Když to mám shrnout, existují mnohé filtry pro invazní druhy (Elmore et al. 2003; Stromberg 2005), ale *I. glandulifera* a *I. parviflora* je překonaly, zdá se, bez větších obtíží.

#### 4.4. Pohled do budoucna

V nejbližší době by okolí řeky Želivky mohlo být, díky expanzi *I. glandulifera* a *I. parviflora*, ještě více ohroženo. V okolí řeky se totiž střídají záplavové rozvolněné břehy s břehy skalnatými. V hustých lesích a na křovinatých stráních, větší invazi těchto dvou druhů nelze čekat. Ale na rozvolněných březích, kde je možné pozorovat buď louky nebo smrkové lesy, tam by se mohly tyto dva druhy více prosadit a invadovat dále do širokého okolí. Do stinných smrkových lesů u řeky by mohla snadno, ještě více, než nyní, invadovat *I. parviflora*. Otevřená a světlem prostoupená stanoviště, a stanoviště kolem přítoků, by mohla ještě více invadovat *I. glandulifera*, která je již tak dost rozšířená.

Kolem břehů je dosti smrkových lesů, které se místy kácí. Toto kácení, jako jedna z disturbancí, by mohlo napomoci potenciální invazi *I. glandulifera* a *I. parviflora*. Skutečný průběh budoucí invaze netykavek v této oblasti ale záleží na mnoha dílčích faktorech a není snadné ho odhadnout.

#### 4.5. Snímkování vegetace

##### 4.5.1. Gradientová analýza – PCA

Obr. 7. (str. 32.) ukazuje korelaci 18 druhů. Z grafu můžeme vyčíst, že *Carex buekii* je negativně korelovaná s *Phalaris arundinacea* a *I. glandulifera* je pozitivně korelovaná s druhy jako *Galium aparine*, *Lamium maculatum*, *Rudbeckia laciniata* aj. Potom je na grafu vidět i pozitivní korelace mezi *I. parviflora* a *Oxalis acetosella* či *I. noli-tangere*.

Můžeme zde také vidět, že *I. glandulifera*, *Carex buekii* a *Phalaris arundinacea* jsou na sobě víceméně nezávislé, a můžeme také vyčíst které druhy se k nim váží. Tento

graf potvrzuje i nezávislost *I. parviflora* na *Carex brizoides* a korelaci *I. glandulifera* s *Galium aparine*, což jsem pozoroval i na Želivce. *Carex buekii* vykazuje nezávislost na ostatních druzích, protože, jak jsem mohl pozorovat, se vyskytuje v zcela odlišných podmínkách. Její výskyt jsem zaznamenával nejčastěji na břehu, kde na ni navazovalo luční společenstvo, nebo ve smrkové monokultuře. V obou těchto případech se s ní nevyskytovaly téměř žádné druhy – tvořila rozsáhlé dominanty. A ani *I. glandulifera* neměla v tomto typu porostu velké pokryvnosti. Tam, kde se vyskytovala *Phalaris arundinacea*, to měla *I. glandulifera* a *I. parviflora* těžké, nicméně, v místech dominance *I. glandulifera*, se zase nedařilo jiným druhům. Zdá se, že tyto 3 druhy (*I. glandulifera*, *Carex buekii*, *Phalaris arundinacea*) a *Galium aparine* jsou v příhodných podmínkách a na příhodném místě schopny tvořit dominanty. Tyto vytvořené dominanty mohou mít pak pod sebou méně druhů, ale nemusí to tak platit vždy. Důležité a zajímavé je pozorovat, které druhy jsou s kterou dominantní rostlinou spjaty.

S *I. glandulifera* je korelovaná i *Rudbeckia laciniata*, a musím říci, že i tento druh je schopen dělat velmi husté a rozsáhlé porosty, pod kterými však neroste už vůbec nic, neboť vytváří souvislé poléhavé porosty. V nich neroste ani *I. glandulifera*, ani žádná jiná rostlina – maximálně lze těsně u břehu najít druh *Phalaris arundinacea*.

#### 4.5.2. Srovnání vegetace řeky a potoka

Co se týče rostlinných společenstev řeky a potoka, bylo shledáno, že ve vybraném dílčím úseku krajiny, se tyto dva subjekty liší (viz obr. 8., 9., 10. a 11.). Samozřejmě, je jasné, že rostlinné společenstvo potoka se přeci jenom částečně odlišuje od toho při březích řeky. Je to dáno nejspíše různými podmínkami, které panují u potoků či u řeky. I když si mohou být docela podobné nemusí tomu tak být vždy, neboť potok je úzký (asi 1 m), kolem je víceméně les a stín. Naproti tomu řeka, jak je velká a široká (kolem 10m) a poskytuje při březích dost světla, není-li břeh tvořen smrkovou monokulturou.

U potoka se většinou vykytují druhy, kterým stín tolik nevadí. Můžeme zde nalézt druhy jako je *I. parviflora*, *I. noli-tangere*, *Oxalis acetosella*, *Athirium filix-femina* aj. Neznamena to však, že druhy, které rostou u potoka nelze najít při břehu řeky. Spíše je to tak, že druhy při břehu řeky se tolik nevyskytují u potoka, možná právě kvůli stínu. U potoka např. nenajdeme druhy jako je *I. glandulifera*, *Phalaris arundinacea*, *Fallopia convolvulus*, *Galium aparine*, *Rudbeckia laciniata* aj. Potom by podle grafu (obr. 8.) mohla první kanonická osa znamenat zastíněnost.

Z výsledků statistických metod jasně vyplývá, že rostliny rostoucí u potoka a u řeky mají rozdílné nároky na prostředí (viz tab. 4. a obr. 11.). U potoka je Ellenbergovo číslo pro stín menší než u řeky, což jasně poukazuje na to, že celkově je u potoka prostředí daleko stinnější, než u řeky. U potoka je Ellenbergovo číslo pro stín kolem 4,2; u říčního společenstva je okolo 5,8.

Statisticky vyšly průkazně i testy pro Ellenbergova čísla pro vlhkost a zásobení dusíkem (tab. 4. a obr. 11.). U potoka je Ellenbergovo číslo pro vlhkost menší (asi 6,5) a u řeky je větší (5). To by se dalo vysvětlit tím, že u řeky je větší šance záplav, a celkově je v pozorovaném říčním území vlhčejší, než u potoka. U řeky pak je Ellenbergovo číslo pro zásobení dusíkem větší (kolem 7), kdežto u potoka je o něco menší (okolo 6). To znamená, že řeka je více živinami bohatším prostředím.

Při zpracování dat jsem ještě užil Spearman R korelační test (Statsoft Inc. 2007, Lepš 1996). Na jeho základě mohu říci, že proměnná pokryvnost a proměnná diverzita

jsou mezi sebou korelovány, ne však moc silně (viz obr. 13.). Hodnota Spearman R korelace = 0,237577 a hodnota testového kritéria  $t(N-2) = 6,8744$  ( $p \leq 0,0001$ ).

Když se podíváme na dva grafy (obr. 8. a obr. 9.) uvidíme, že se mezi sebou liší. Společenstvo potoků je jiné, než to u řeky. Na základě Monte-Carlo permutačního testu (ter Braak & Šmilauer 2002) z přímé gradientové analýzy – RDA (viz tab. 5.) tedy musíme zamítnout nulovou hypotézu, a přijmout hypotézu alternativní, totiž, že složení druhů na řece se prokazatelně liší od společenstva rostlin u potoka ( $F = 36,312$ ;  $p \leq 0,002$ ). Neboť charakteristika potok se liší od ostatních proměnných ( $p \leq 0,002$ ).

Tuto hypotézu jsem ověřil srovnáním Shannon-Wienerova indexu diverzity (Prach 2001) pro potok a řeku. K vyhodnocení jsem použil Mann-Whitneyův test (Statsoft Inc. 2007).

#### 4.5.3. Gradientová analýza – RDA

Z tab. 5. (str. 37) lze vyčíst, že první dvě kanonické osy mi vysvětlují jen 9,7% druhové variability. To není mnoho, ale přesto lze v grafu (obr. 12. na str. 38) vidět spjatost – korelaci některých druhů s konkrétními charakteristikami prostředí.

Je vidět i to, jak jsou mezi sebou korelovány jednotlivé vysvětlované proměnné. Například vidíme, že s náplavou a s nevelkým stínem je pozitivně korelována *Impatiens glandulifera*, kdežto s proměnnou stín 3, a pochopitelně i s proměnnou potok, se více pojí *I. parviflora* a také *I. noli-tangere*. Je tedy vidět, že charakteristika stín 3 a potok, jsou spolu úzce spojeny – korelovány, neboť potok tekl v lese, kde je stín opravdu větší, než u břehu řeky, který je celkově světlý. Z grafu lze také vyčíst, že druhy lesní a stinné nenajdeme v charakteristice louka, kde lze nalézt např. druh *Filipendula ulmaria* aj. – i když to nejsou druhy striktně luční. Proměnná louka je negativně korelovaná se stínem, pochopitelně, nepoť louka je světlem prostoupený biotop. Pochopitelně je, že *Carex buekii* je korelována se světlem, protože na krajích smrkových monokultur či na břehu s navazující loukou je zastíněnost jen minimální.

Z tohoto grafu (obr. 12.) by se mohlo zdát, že 2. kanonická osa by mohla být osou stínu, mě se to však nezdá tak jednoznačné.

Jak je vidět, vytvořily se nám zde, velmi zhruba, asi 3 skupiny druhů pojící se k jednotlivým charakteristikám prostředí (platí pouze pro druhy, které odpovídaly modelu (species fit range) z 5 – 100%).

První skupinu by mohly tvořit druhy převážně tolerantní k velkému zastínění, které se vyskytovaly hodně u potoka, ale i při břehu řeky, kde byl relativní stín. Sem patří např. *I. noli-tangere*, *I. parviflora*, *Galeopsis tetrahit*, *Oxalis acetosella* aj.

Druhá skupina je, zdá se, striktně světlomilná s druhy rostoucími na nekamenité půdě. Sem by se daly zařadit druhy rozvolněných břehů bez stromů, jako je *Filipendula ulmaria*, *Rudbeckia laciniata* nebo druh lemující smrkové monokultury či louky – *Carex buekii*.

Třetí skupinu by mohly tvořit druhy, které jsem běžně nacházel při břehu Želivky. Jsou to takové druhy, abych tak řekl, pravé příbřežní, které se nevyskytovaly u potoka ve stínu, ani ne v rozvolněné krajině či na louce, ale jsou to druhy světlých olšin, zarostlých břehů atd. Patří sem, podle mých dat, např. *I. glandulifera*, *Phalaris arundinacea*, *Galium aparine* aj.

Různé hladiny stínu mají vliv na složení společenstva. Jak můžeme vidět v tomto grafu na obr. 12. – *I. parviflora* spolu s *I. noli-tangere* jsou stín tolerantní druhy, které jsem málokdy zaznamenal na světlých stanovištích. Zdá se tedy, že vůbec nemají rády světlo. *I. parviflora* jsem pak často nacházel i daleko v lese, kde byl velký stín.

Velmi dobře se u potoka dařilo i druhu *Aegopodium podagraria*. Na rozdíl od předchozích druhů *I. glandulifera* vyloženě ke světlu inklinuje.

Růst na přímém slunečním světle však není prosívající ani pro jednu. Ne, že by nepřežily, ale velký žár, kterému mohou být na přímým sluncem ozářeném stanovišti vystaveny, způsobuje jejich vadnutí a tím je oslabuje. Navečer a přes noc, jak jsem mohl pozorovat, se zase obnovuje jejich svěžest a jejich typický habitus. Je mu tak hlavně z důvodu vysokého obsahu vody v jejich těle. Voda se na slunci rychle vypařuje a proto působí tyto druhy, ve dne na přímém slunci, hodně zvadlým dojmem.

Je vidět, že *I. glandulifera*, co se týče světla, je hodně korelována s *Galium aparine* a jinými druhy. Jejich výskyt jsem nepozoroval u potoka, kde je většinou velký stín.

Když to shrneme – vidíme, že jsou zde vyloženě světlomilné druhy (*Carex buekii*, *I. glandulifera*, *Galium aparine*), které rostly na světlých březích. A pak tu máme druhy, které rostly ve stínu (*I. parviflora*, *Aegopodium podagraria* aj.). Je tedy jasné, že *I. parviflora* a *I. glandulifera* se liší v tom, kde rostou – liší se svým biotopem – alespoň co se týče mých dat.



## 5. Závěr

1. V rámci studia byla vypracována rešerše o invazích a invazních netykavkách (*I. glandulifera* a *I. parviflora*) v kontextu říčního biotopu. Tato studie je doplněná daty z vlastního pozorování. Data nám více přibližují ekologii a vlastnosti těchto druhů. Snažil jsem se tedy alespoň zčásti porozumět vlastnostem říčního biotopu a jeho úloze v okolní krajině resp. u řeky Želivky.

2. Další část mé práce byla zaměřena na praktické využití znalostí botaniky jako takové. Vytipoval jsem si část řeky Želivky zajímavou z hlediska variability reliéfu a břehů. Posléze jsem provedl mapování břehů Želivky spolu s dvěma vybranými přítoky 1. řádu. Tím, že jsem se v mapování zaměřil na dva druhy rodu *Impatiens*, jsem se více seznámil i s okolní krajinou, přičemž jsem následně nahlédl do „černé skříňky“ statistických metod při zpracování dat, která jsem nasbíral.

3. Nahlédneme-li do výsledků: celkově jsem našel 190 druhů rostlin v 792 fytocenologických snímcích, z nichž bylo 769 neprázdných – zahrnutých v analýze. Zdaleka zde nejsou všechny druhy, které se zde daly najít. Druhem s největší frekvencí byla *Urtica dioica* následovaná *I. glandulifera* (viz tab. 7., která ukazuje 10 nejfrekventovanějších druhů). U ordinačních diagramů se můžeme přesvědčit s kterými druhy a charakteristikami prostředí jsou *I. glandulifera* a *I. parviflora* korelovány (obr. 12.).

Nicméně, z toho, co jsem vyzoroval, a se dozvěděl, lze usoudit, že *I. glandulifera* může vytlačit ostatní druhy, ovšem, jen za příhodných podmínek a víceméně jen lokálně. Z obr. 12. (str. 38) se lze dovědět, že *I. glandulifera* má ráda světlo a náplavový charakter půdy. Naproti tomu *I. parviflora* má jiný habitus a víceméně i jiný biotop, nekonkuruje druhu předešlému, ale využívá volného prostoru, vytvářejíc podobně husté homogenní porosty jako *I. glandulifera*. Zdá se však, že je více synantropní a hlavně jí nevádí velké zastínění, což je jedna z velkých výhod při invazi.

a) Chceme-li si konkrétně odpovědět na otázky, například s jakými druhy je ve vybraném úseku řeky Želivky *I. glandulifera* korelována, musíme se podívat na obr. 7. (str. 32) a zjistíme, že je to *Galium aparine*, *Urtica dioica* a *Rudbeckia laciniata*. Na obr. 12. (str. 38) se s *I. glandulifera* pojí ještě *Phalaris arundinacea*. Vytváří-li však předešlé druhy rozsáhlý porost, není *I. glandulifera* schopná v něm tolik růst.

S *I. parviflora* jsou korelovány druhy *Oxalis acetosella* či *Aegopodium podagraria*. Výskyt *I. glandulifera* a *I. parviflora* s 10 nejčastějšími druhy je na tab. 8.

b) Když se podíváme na obr. 8. a 9. (str. 33 a 34), zjistíme, že je tady průkazný rozdíl ve složení rostlinného společenstva potoka a řeky ( $F = 21,706$ ,  $p \leq 0,002$ ). To znamená, že společenstvo potoka má větší diverzitu, zatímco u řeky je diverzita menší. Říční společenstvo je víceméně monotónnější s často homogenickými porosty, zatímco společenstvo potoka, který protékal loukou a lesem, bylo daleko diverzifikovanější.

c) Různá hladina stínu má prokazatelný vliv na složení pozorovaného společenstva ( $F$  je pro každý stupeň stínu v tab. 6. na straně 37;  $p \leq 0,002$ ). To by se dalo vysvětlit tím, že u řeky v lese rostly jiné druhy (často s *I. parviflora*), než na mýtině, kde se hodně prosazovala *I. glandulifera*. To samé platí i pro potok – ve stínu rostly jiné druhy, než na světlině.

Jak je vidět, invaze těchto dvou druhů rodu *Impatiens* nelze brát na lehkou váhu. Jejich nebezpečí je sice menší (Hejda & Pyšek 2006), než se tvrdí, ale jejich další šíření je nežádoucí – je třeba kontroly. Abychom mohli predikovat průběh jejich invaze a důsledky s tím spojené, je nutné dlouhodobého pozorování.



## 7. Poděkování

Chtěl bych poděkovat nejprve rodičům a babičce, za veškerou podporu. Dále bych chtěl bych poděkovat i Stanislavu Mihulkovi, že mě neustále povzbuzoval a zásoboval užitečnými informacemi. Můj dík patří i Milanu Štechovi a Karlu Prachovi za ochotnou pomoc. Velký dík patří i Simoně Polákové za pomoc a rady ohledně statistiky. A v neposlední řadě bych chtěl poděkovat i dlouhé řadě svých přátel, kteří mě stále psychicky i fyzicky podporovali, dodávali mi odvahy a nepřestávali na mě myslet.

## 8. Literatura

- Bacigalova, K.; Eliáš, P.; Srobarova, A. (1998): *Puccinia komarovii* – a rust fungus on *Impatiens parviflora* in Slovakia, *Biologia Bratislavia*, 53 (10): 7 – 13.
- Barling, R. D. & Moore, I. D. (1994): Role of buffer strips in management of waterway pollution: a review, *Environmental Management*, 18: 543 – 558.
- Beerling, D. J., & 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., & 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. & Stromberg, J. C. (2008): Propagule banks: potential contribution to restoration and dewatered riparian ecosystem, *Wetlands*, 28 (3): 656 – 665.
- Campbell, G. S.; Blackwell, P. G. & Woodward, F. I. (2002): Can landscape-scale characteristics be used to predict plant invasion slony rivers?, *Journal of Biogeography*, 29: 535 – 543.
- Clifton, R. (2001): Geraniales Species Checklist Series: Volume 6, Geraniaceae Bentham and Hooker, tribe VII *Balsaminaceae*, The *Geraniaceae* Group, Dover, UK.
- Crawley, M. J. (1989): Chance and Timing in Biological Invasions, *Biological invasions : A global perspective*, John Wiley and Sons, Chichester, pp. 407 – 423.
- ČHMÚ – Český hydrometeorologický ústav – Odbor klimatologie, normály ročních srážkových úhrnů 1961 – 1990, <http://www.chmi.cz/meteo/ok/nsrz6190.jpg>.
- ČHMÚ – Český hydrometeorologický ústav – Odbor klimatologie, průměrná roční teplota vzduchu 1961 -1990, <http://www.chmi.cz/meteo/ok/tr6190w.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, pp. 161 – 168.
- Davis, M. A.; Grime, J.P. & Thompson, K. (2000): Fluctuating resources in plant communities: a general theory of invasibility. *Journal of Ecology*, 88: 528 – 534.
- DeFerrari, C. M. & 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. (1965): Geomorfologie českých zemí, Nakladatelství Československé akademie věd, Praha, vydání 1., p. 336, pp. 22 – 33.
- 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*, pp. 3-16.
- Drake, J. A.; Mooney, H. A.; di Castri, F.; Groves, R. H.; Kruger, F. J.; Rejmánek, M. & Williamson, M. (1989): *Biological invasions: A global perspective*, John Wiley and Sons, Chichester, p. 525.
- Drescher, A.; Prots, B. (2000): Warum breitet sich das Drüsen-Springkraut (*Impatiens glandulifera* Royle) in den Alpen aus?, *Wulfenia*, 7: 5 – 26.
- 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.

- Ellenberg, H. (1974): Zeigenverte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas, Scripta Geobotanica 9: 1 – 97.
- Ellenberg, H. (1991): Zeigenverte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas, Scripta Geobotanica, 18: 1 – 248.
- Elmore, A. J.; Mustard, J.F. & 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/drafts/05-11831%20DS%20Impatiens%20glandulifera.doc](http://www.eppo.org/QUARANTINE/Pest_Risk_Analysis/PRAdocs_plants/drafts/05-11831%20DS%20Impatiens%20glandulifera.doc), WEED - DATA.DOC, September 2002.
- Falinski, J. B. (1998): Invasive alien plants, vegetation dynamics and neophytism, Phytocoenosis 10 (N.S.) Supplement Cartografic Geobotanica, 9: 163 – 188.
- Ferreira, M. T. & Moreira, I. S. (1995): The invasive component of a river flora under the influence of Mediterranean agricultural systems, Plant Invasions: General Aspects and Special Problems, SPB Academic Publishers, Amsterdam, p. 117 – 127.
- Fridley, J. D. (2007): The invasion paradox: Reconciling pattern and process in species invasions, Ecology, 88 (1): 3 – 17.
- Garkāje, A. (2006): *Impatiens glandulifera* (Royle) impact of the river – banks in Latvia, Bachelor work, Rīga, p. 59.
- Gregory, S. V.; Swanson, F. J.; McKee, W. A. & Cummins, K. W. (1991): An ecosystem perspective of riparian zones, Biological Science, 41: 540 – 551.
- Grime, J. P. (1979): Plant strategies and vegetation processes, J. Wiley, Chichester.
- 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, pp. 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. 1, 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. & Pyšek, P. (2006): What is the impact of *Impatiens glandulifera* on species diversity of invaded riparian vegetation?, Biological Conservation, 132: 143 – 152.
- 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. & Jirásek, V. (1967): Zur Vereinheitlichung der Terminologie in der Phytogeographie, Folia Geobotanica and Phytotaxonomica, 2: 69 – 113.
- Homola, V. (1952): Krasové jevy v krystalických vápencích v okolí Ledče nad Sázavou, ČK, 5: 195 – 197.
- Hood, W. G. & Naiman, R. J. (2000): Vulnerability of riparian zones to invasion by exotic vascular plants, Plant Ecology, 148: 105 – 114.

- Hulme, P. E. & 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.
- Chittka, L. & Schürkens, S. (2001): Successful invasion of a floral market, *Nature*, 411: 653 – 655.
- Chmura, D. & Sierka, E. (2006): Relation between invasive plant and richness of forest floor vegetation: a study of *Impatiens parviflora* DC., *Polish Journal of Ecology*, 54: 417 – 428.
- Chmura, D. & Sierka, E. (2007): The invasibility of deciduous forest communities after disturbance: A case study of *Carex brizoides* and *Impatiens parviflora* invasion, *Forest Ecology and Management*, 242: 487 – 495.
- Chytrý, M.; Janošík, V.; Pyšek, P.; Hájek, O.; Knollová, I.; Tichý, L. & Danihelka, J. (2008): Separating habitat invasibility by alien plants from the actual level of invasion, *Ecology*, 89 (6): 1541 – 1553.
- Jackowiak, B. (1999): Models of expansion of synanthropic and trangenic plants, *Phytocoenosis* 11 (N.S.), *Sem. Geobot.*, 6: 1 – 24.
- Janssens, S.; Geuten, K.; Yuan, Y. M.; Song, Y.; Kupfer, P. & Smets, E. (2006): Phylogenetics of *Impatiens* and *Hydrocera* (*Balsaminaceae*) using chloroplast *atpBrbcL* Spacer sequences, *Systematic Botany*, 31:171 – 180.
- Johnston, I. M. (1986): Plant invasion windows – a time based classification of invasion potential, *Biological Review*, 61: 369 – 394.
- Kalliola, R. & 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.
- Kennedy, T. A.; Naeem, S.; Howe, K. M.; Knops, J. M. H.; Tilman, D. & Reich, P. (2002): Biodiversity as a barrier to ecological invasion, *Nature*, 417: 636 – 638.
- Koenies, H. & Glavac, V. (1979): Über die Konkurrenzfähigkeit des Indischen Springkrauts (*Impatiens glandulifera* Royle) am Fuldaufer bei Kassel, *Philippia*, 4: 47 – 59.
- Kolmann, J. & Bañuelos, M. J. (2004): Latitudinal trends in growth and phenology of the invasive alien plant *Impatiens glandulifera* (*Balsaminaceae*), *Diversity and Distributions*, 10: 377 – 385.
- Kornas, J. (1990): Plant invasion in Central Europe: historical and ecological aspects. *Biological invasions in Europe and Mediterranean Basin*, pp. 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, pp. 15 – 38.
- Kowarik, I. (2003): *Biologische Invasionen: Neophyten und Neozoen in Mitteleuropa*. Stuttgart, Germany: Ulmer.
- Křivánek, M. & Pyšek, P. (2008): Forestry and horticulture as pathways of plant invasions: a database of alien woody plants in the Czech Republic, pp. 21 – 38.
- Kubát, K.; Hrouda, L.; Chrtek, J. jun.; Kaplan, Z.; Kirschner, J. & Štěpánek, J. (2002): *Klíč ke květeně České Republiky*, Academia, Praha, p. 928.

- Kurtto, 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 (3): 221-228.
- Larsson, C. & Martinsson, K. (1998): Jätdebalsamin *Impatiens glandulifera* i Sverige - invasionsart eller harmlös trädgårdsflykting? Svensk Botanisk Tidskrift, 92: 329 – 345.
- Lepš, J. (1996): Biostatistika, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, České Budějovice, p. 166.
- Lepš, J. & Šmilauer, P. (2000): Mnohorozměrná analýza ekologických dat, Biologická fakulta Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích, České Budějovice, p. 102.
- Letáček, P. (1942): Květena Humpolecka (Rostliny cévnaté), Příspěvek k floristickému výzkumu Čech, p. 64.
- Levine, J. (2000): Plant diversity and biological invasions: relating local process to community pattern, Science, 288: 852 – 854.
- Lhotská, M. & Kopecký, K. (1966): Zur Verbreitungsbiologie und Phytozoölogie von *Impatiens glandulifera* Royle an den Flusssystemen der Svitava, Svratka 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 & Bazzaz, F. A. (2000): Biotic invasions: causes, epidemiology, global consequences, and control, Ecological Applications, 10: 689 – 710.
- Machado, J. L.; Walter, M. B.; Reich, P. B. (2003): Below-ground resources limit seedling growth in forest understories but do not alter biomass distribution, Ann. For. Sci., 60: 319 – 330.
- Mandák, B. (2006): *Impatiens glandulifera* Royle, 1835 - netykavka žláznatá, In: Mlíkovský J. & Stýblo P. (eds.), Nepůvodní druhy fauny a flóry České republiky, ČSOP, Praha, 109 - 110.
- Mandák, B. (2006): *Impatiens parviflora* DC., 1824 - netykavka malokvětá, In: Mlíkovský J. & Stýblo P. (eds.), Nepůvodní druhy fauny a flóry České republiky, ČSOP, Praha, 110 - 111.
- Manchester, S. J. & Bullock, J. M. (2000): The impacts of nonnative species on UK biodiversity and the effectiveness of kontrol, Journal of Applied Ecology, 37: 845 – 864.
- Maskell, L. C. et al. (2006): The distribution and habitat associations of non-native plant species in urban riparian habitats, Journal of Vegetation Science, 17: 499 – 508.
- May, R. M. (1973): Stability and complexity in model ecosystems, Princeton University Press, Princeton, New Jersey, USA.
- Meiners, S. J.; Cadenasso, M. L.; Pickett, S. T. A. (2004): Beyond biodiversity: individualistic controls of invasion in a self-assembled community, Ecology Letters, 7: 121 – 126.
- Mihulka, S. (1994): Invazní druhy rostlin ve vybraném úseku jihočeské krajiny, Bacheolor thesis, pp. 1-9.
- Mihulka, S. (1996): Invazní rostliny v dílčím krajinném úseku, Masters thesis, pp. 1 – 27.
- Mooney, H. A. & Cleland, E. E. (2001): The evolutionary impact of invasive species, Department of Biological Sciences, Stanford University, Stanford, Proceedins of



- the National Academy of Sciences, USA, CA 94305 – 5020, 98 (10): 5446 – 5451.
- Myers, J. & Bazely, D. (2003): Ecology and Control of Introduced Plants, Cambridge University Press, Cambridge.
- Naiman, R. J. & Décamps, H. (1990): The ecology and management of aquatic-terrestrial ecotones, Man and the biosphere series, Vol. 4., Parthenon Press, Carnford, United Kingdom.
- Naiman, R. J. & Décamps, H. (1997): The ecology of interfaces: riparian zones, Annual Review of Ecological Systems, 28: 621 – 658.
- Naiman, R. J., Décamps, H. & McClain, M. E. (2005): Riparian: ecology, conservation, and management of streamside communities, Elsevier, Amsterdam.
- Naiman, R. J., Décamps, H. & 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>
- Newsome, A. E. & Noble, I. R. (1986): Ecological and physiological characters of invading species, Ecology of Biological Invasions: An Australian Perspective, Australian Academy of Science, Canberra, p. 1-20.
- Nilsson, C.; Grelsson, G.; Johanson, M. & 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.
- Petráčková, V. & Kraus, J. (1995): Akademický slovník cizích slov, Academia, Praha, p. 445, ISBN – 80-200-0497-1.
- Perrins, J.; Fitter, A. & Williamson, M. (1990): What makes *Impatiens glandulifera* invasive? The biology and control of invasive plants, ed. J. Palmer. University of Wales, Cardiff, pp. 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 (1): 33 – 44.
- Pimm, S. L.; Russell, G. J.; Gittleman, J. L.; & Brooks, T. M. (1995): The future of biodiversity, Science, 269: 347 – 350.
- Planty-Tabacchi, A. M.; Tabacchi, E.; Naiman, R. J.; Deferarri, C. & 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, p. 280, ISBN 80-86 559-22-X.
- Poff, N. L.; Allan, J. D.; Bain, M. B.; Karr, J. R.; Prestegard, K. L.; Richter, B. D. & Stromberg, J. C. (1997): The natural flow regime: a paradigm for river conservation and restoration, Biological Science, 47: 769 – 84.
- Prach, K. (2001): Úvod do vegetační ekologie (Geobotaniky), Skriptum, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, České Budějovice, p. 77.
- 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.
- Preston, C. D., Pearman, D. A. & Dines, T. D. (2002): New Atlas of the British and Irish Flora, Oxford University Press, Oxford, UK.



- Prose, A. (1998): Patterns of early growth and mortality in *Impatiens glandulifera*, Plant Invasions: Ecological Mechanisms and Human Responses, Leiden, The Netherlands: Backhuys, p. 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 and Sons, Chichester, p. 45 – 54.
- Pyšek, P. (1995): On the terminology used in plant invasion studies, Plant invasions: General aspects and special problems, SPB Academic Publishing, Amsterdam, p. 71 – 81.
- Pyšek, P. (1996): Biologické invaze, I. Historické a geografické souvislosti, Živa, 54: 4 – 7.
- Pyšek, P. & 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. & Prach, K. (1995): Invasion dynamics of *Impatiens glandulifera* – a century of spreading reconstructed, Biological Conservation, 74: 41 – 48.
- Pyšek, P.; Richardson D. M. & 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.
- Pyšek, P.; Richardson D. M.; Pergl J.; Jarošík V.; Sixtová Z. & Weber E. (2008): Geographical and taxonomic biases in invasion ecology, Trends in ecology and evolution, Cell press, 23 (5): 237 – 244.
- 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, pp. 23 – 32.
- Pyšek, P.; Sádlo, J. & Mandák, B. (2002): Catalogue of alien species of the Czech Republic, Preslia, 74: 97 – 186.
- Rejmánek, M.; Richardson, D. M.; Higgins, S. I.; Pitcairn, M. J.; Grotkopp, E. (2005): Ecology of invasive plants: state of the art, Invasive alien species: searching for solutions, Island Press, Washington, DC, pp. 61–104.
- Richardson, D. M. & Pyšek, P. (2006): Plant invasions: merging the concepts of species invasiveness and community invasibility, Progress in Physical Geography, 30: 409 – 431.
- Richardson, D. M.; Pyšek P.; Rejmánek M.; Barbour M. G.; Panetta F. D. & West C. J. (2000): Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions, Diversity and Distributions, 6: 93 – 107.
- Richardson, D. M.; Holmes, P. M.; Esler, K. ; Galatowitsch, S. M.; Stromberg, J. C.; Kirkman, S. P.; Pyšek, P. & Hobbs, R. J. (2007): Riparian vegetation: degradation, alien plant invasion, and restoration prospects. Diversity and Distributions, 13: 126 – 139.
- Robinson, G. R., Quinn, J. F. & Stanton, M. L. (1995): Invasibility of experimental habitat in California winter annual grassland, Ecology, 76: 786 – 794.
- 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, pp. 189 – 193.
- Roy, J. (1990): In search of the characteristics of plant invaders, Biological invasions in Europe and Mediterranean Basin, Kluwer, Dodrecht.
- Sakai, A. K.; Allendorf, F. W.; Holt, J. S.; Lodge, D. M.; Molofsky, J.; With, K. A.; Baughman, S.; Cabin, R. J.; Cohen, E.; Ellstrand, N. C.; McCauley, D.E.;

- O'Neil, P.; Parker, I. M.; Thompson, J. N. & Keller, S. G. (2001): The population biology of invasive species, *Annual Review of Ecological Systems*, 32: 305 – 332.
- Sala, O. E.; Chapin, F. S.; Armesto, J. J.; Berlow, E.; Bloomfield, J.; Dirzo, 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, B. H.; Walker, M. & Wall, D. H. (2000): Biodiversity – Global biodiversity scenarios for the year 2100, *Science*, 287: 1770 – 1774.
- Scherer-Lorenzen, M.; Elend, A.; Nollert, S. & Schulze, E. D. (2000): *Plant Invasions in Germany: General Aspects and Impacts of Nitrogen Deposition*, Island Press, Washington, DC.
- Schwartz, M. V.; Thorne, J. H. & 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. & Wörz, A. (1998): *Die Farn - und Blütenpflanzen Baden-Württembergs*, Ulmer, Stuttgart.
- Slavík, B. (1995): Rod *Impatiens* v České republice, *Preslia*, 67: 193 – 211.
- Slavík, B. (1997): *Impatiens glandulifera* Royle – netykavka žláznatá, *Květena České republiky* 5, Academia, Praha, pp. 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. & 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.
- StatSoft, Inc. (2007): *STATISTICA (data analysis software system)*, version 8.0. [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com).
- Stohlgren, T. J.; Bull, K. A.; Otsuki, Y.; Villa, C. A. & 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. & 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. & de Nijs, L. (1989): The vegetation of Dutch road side verges, *GFÖ-Verhandlungen*, 19 (1): 149 – 150.
- Tabak, N. M. & von Wettberg, E. (2008): Native and Introduced Jewelweeds of the Northeast, *Northeastern naturalist*, 15 (2):159 – 176.
- Tang, S. M. & Montgomery, D. R. (1995): Riparian buffers and potentially unstable ground, *Environmental Management*, 19: 741 – 749.
- ter Braak, C. J. F. & Šmilauer, P. (1998): *CANOCO reference manual and user's guide to Canoco for Windows: Software for Canonical Community Ordination (version 4)*, Microcomputer Power, Ithaca, p. 352.
- ter Braak, C. J. F. & 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), p. 500.
- Tickner, D.P.; Angold, P.G.; Gurnell, A.M. & Mountford, J.O. (2001): Riparian plant invasions: hydrogeomorphological control and ecological impacts, *Progress in Physical Geography*, 25: 22 – 52.
- Tilman, D. (1997): Community invasibility, recruitment limitation, and grassland biodiversity, *Ecology*, 78 (1): 81 – 92.

- Tilman, D. (2004): Niche tradeoffs, neutrality, and community structure: a stochastic theory of resource competition, invasion, and community assembly, *P. Natl Acad Sci.*, 101 (30): 10854 – 10861.
- 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, pp. 147 – 167.
- Tokarska-Guzik, B.; Brock, H. J.; Brundu, G.; Child, L.; Daehler, C. C. & Pyšek, P. (2008): *Plant Invasions, Human perception, ecological impacts and management*, p. 428, ISBN: 978-3-8236-1528-6.
- Valentine, D. H. (1971): Flower-colour polymorphism in *Impatiens glandulifera* Royle, *Boissiera*, 19: 339 – 343.
- Vilá, M.; Pino, J. & Font, X. (2007): Regional assessment of plant invasions across different habitat types, *Journal of Vegetation Science*, 18: 35 – 42.
- Wade, P. M. (ed.) (1992): *The biology, ecology and management of the invasive riparian and aquatic plant Giant Hogweed, Himalayan Balsam, Japanese Knotweed and Swamp Stonecrop – a literature review*, NRA Report, International Centre for Landscape Ecology, Loughborough.
- Walter, J.; Essl, F.; Englisch, T. & Kiehn, M. (2005): Neophytes in Austria: habitat preferences and ecological effects, *Neobiota*, 6: 13 – 25.
- Webb, D. A. (1985): What are the criteria for presuming native status? *Watsonia*, 15: 231 – 236.
- Weber, E. & 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. & 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, pp. 21–35.
- Williamson, M (1996): *Invasions, Ecography*, 22: 5 – 12.
- Williamson, M. (1996): *Biological Invasions*, Chapman and Hall, London, UK.
- Williamson, M. & Fitter, A. (1996): The varying success of invaders, *Ecology*, 77: 1661 – 1666.
- Williamson, M. & Fitter, A. (1996): 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.; & Kupfer P. (2004): Phylogeny and biogeography of *Balsaminaceae* inferred from ITS sequences, *Taxon*, 53: 391 – 403.