

**Univerzita Karlova v Praze**

**Přírodovědecká fakulta**

Studijní program: Biologie

Studijní obor: Biologie



**Eliška Tichá**

**Faktory podmiňující rostlinné invaze a jejich vliv na vegetaci**

The factors determining plant invasions and their impact on vegetation

Bakalářská práce

Vedoucí závěrečné práce: Doc. RNDr. Zuzana Münzbergová, Ph.D.

Praha, 2013

**Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, 16. 5. 2013

Podpis

## Poděkování

Především bych chtěla poděkovat mé vedoucí práce Zuzce Münzbergové za cenné rady, připomínky a trpělivost při vedení mé bakalářské práce.

Další dík patří přátelům a bratrovi, kteří mi byli neustálou oporou při psaní.

V neposlední řadě musím poděkovat tatškovi a Zdeně Bitterové za podporu při mém studiu.

# **Obsah**

Abstrakt .....	2
Abstract .....	3
1. Úvod .....	4
1.1. Vlastnosti invazních rostlin.....	5
1.2. Vlastnosti invadovaných lokalit .....	6
1.3. Typy invazních druhů.....	7
1.4. Invazní rostliny v České republice .....	9
2. Stanovištní podmínky .....	11
2.1. Vliv stanovištních podmínek.....	11
2.2. Změna rozšíření v závislosti na teplotě .....	12
2.3. Změna rozšíření v závislosti na čase .....	13
3. Invazní rostliny a biodiverzita.....	15
3.1. Vliv invazí na okolní vegetaci.....	15
3.2. Vztah mezi diverzitou původních a invazních druhů.....	16
4. Šťovík alpský ( <i>Rumex alpinus</i> L.).....	18
4.1. Rozšíření .....	18
4.2. Podmínky prostředí .....	19
4.3. Vliv <i>Rumex alpinus</i> na diverzitu.....	20
4.4. Způsoby šíření.....	21
4.5. Semenná banka .....	21
4.6. Dosavadní výsledky .....	22
5. Závěr .....	23
6. Použitá literatura.....	25

## **Abstrakt**

Invazní rostliny představují druhy, které mají specifické vlastnosti. Díky lidské činnosti jsou zavlečeny do nových lokalit, kde se velice rychle šíří a často tak způsobují nemalé problémy. Ovlivňují krajinné uspořádání, negativně působí na některé ohrožené druhy a narušují i celé ekosystémy. V globálním měřítku způsobují značné škody, a proto je invazním druhům věnována celá řada studií.

Tato práce se zaměřuje na stanovištní podmínky. Určuje, které z nich jsou důležité pro zavedení invazního druhu do krajiny a jaké faktory mají především vliv na rozšiřování nepůvodní rostliny. Zabývá se rovněž sledováním průběhu invaze v dlouhodobém časovém horizontu. Díky tomu může být patrné, jaký mají invazní rostliny potenciál se šířit.

Invazní druhy působí na původní rostliny v dané lokalitě a jsou s nimi v určitém vztahu. Míra negativního vlivu invazních rostlin na biodiverzitu je dána vlastnostmi jednotlivého invazního druhu a charakterem stanoviště.

Informace získané psaním bakalářské práce budou využity v navazující diplomové práci, která je zaměřena na problematiku invazního druhu *Rumex alpinus* v Krkonošském národním parku. Tomuto druhu je věnována část bakalářské práce.

## **Klíčová slova:**

Rostlinné invaze, stanovištní podmínky, biodiverzita, krajinné šíření, *Rumex alpinus*

## **Abstract**

Invasive plants are species with specific features. They are introduced in new locations, where they spread very quickly and often cause serious problems. They influence the structure of the landscape, have a negative impact on endangered species and can disrupt the whole ecosystems. There are many studies related to the invasive species because they cause global damage.

This Bachelor's thesis is focused on the habitat conditions. It identifies which of them are important for the introduction of invasive species into the landscape and what factors have the biggest influence on the expansion of non-native species. The influence of the invasion on the landscape structure is monitored in the long term and accordingly, the potential spread of invasive plants may be observed.

Invasive species affect native plants in the landscape. The degree of the negative impact of invasive plants on biodiversity is determined by the properties of the individual invasive species and the form of habitat.

Information obtained by writing this study will be utilized in the Master's thesis in which will be focused on the issue of invasive species of *Rumex alpinus* in the Giant Mountains National Park. Therefore, *Rumex alpinus* is discussed already in this Bachelor's thesis.

### **Key words:**

Plant invasion, habitat conditions, biodiversity, spread in the landscape, *Rumex alpinus*

# 1. Úvod

Invazní rostlina představuje nepůvodní druh, který se rozšířil a stále se šíří do dalších lokalit díky činnosti člověka. Někdy se termín invaze nesprávně používá pro distribuční změny spojené s ústupem ledovce či pro druhy, které kolonizují nové habitaty v nativních geografických oblastech (Pyšek et al. 2004).

Rostlinné invaze mají negativní vliv na biodiverzitu na krajinné úrovni (Drake 2009), ale způsobují také celosvětové změny ovlivňující biodiverzitu v globálním měřítku. Invaze pozitivně působí na další rozšiřování invazí (Vilà et Ibáñez 2011). Tím vážně ovlivňují strukturu a funkčnost ekosystémů. Ve značné míře vytlačují původní druhy, některé se s nimi kříží, čímž rovněž ohrožují biodiverzitu. Jiné neblaze působí na lidské zdraví (např. *Heracleum mantegazzianum*). V neposlední řadě mohou narušovat ekonomické záměry lidí (Drake 2009).

Dříve se mimo vědecké kruhy moc nevědělo o problematice invazních druhů, až ke konci 90. let 20. století začalo povědomí o tomto tématu stoupat. Následně ubývající biodiverzita a značné škody na zdraví, potažmo i ekonomice přiměli více lidí se tímto tématem zabývat, díky čemuž byla v roce 2002 problematika Evropskou komisí uznána jako velice závažná (Davis 2009). Studium invazních druhů patří mezi biologické obory s velikým praktickým využitím, a proto se v poslední době stala ekologie invazních rostlin důležitým a častým bodem zájmu. Pozornost si toto téma ještě více přitahuje díky neutichajícím debatám o nebezpečí geneticky modifikovaných rostlin (GMO) a praktický význam celé problematiky se tím zvyšuje (Pyšek et al. 2002).

Tato práce se věnuje stanovištním podmínkám a jejich vlivu na šíření invazních rostlin. Podává informace o vhodnosti podmínek pro rozšiřování invazních druhů, tedy v jakých podmínkách se nepůvodním rostlinám dobře daří, rozmnožují se, rozšiřují se a jsou schopné vytěsňovat místní společenstva, nebo naopak, jaká stanoviště představují místa, kde se invazní rostlina neuchytí. Dále se zaměřuje na to, jaký vliv mají stanovištní podmínky invazních rostlin

na biodiverzitu, do jaké míry jsou invazní rostliny agresivní a vytlačují původní společenstva a v jakém vztahu je početnost invazního druhu s biodiverzitou daného místa.

Informace získané tvorbou bakalářské práce budou využity pro navazující diplomovou práci, která bude zaměřena na problematiku *Rumex alpinus* v Krkonošském národním parku. Přemapováním jeho rozšíření bude zřejmé, které lokality představují nejvíce nebezpečná místa z hlediska dalšího rozšiřování. Současně souhrnem těchto informací budou určeny populace, na jakých stanovištích představují největší hrozbu pro rozšiřování po krajině.

### **1.1. Vlastnosti invazních rostlin**

Invazním druhem se může stát organismus z jakékoli taxonomické skupiny, ovšem počty semenných druhů převládají (Pyšek, Tichý 2001). Na našem území téměř jednu polovinu všech invazních druhů tvoří jednoleté rostliny (Pyšek et al. 2002).

Úspěch invazních rostlin v cizím prostředí způsobuje kombinace několika jejich vlastností. Rychlý růst a produkce biomasy, tolerance stresu, rezistence vůči býložravcům, velká produkce semen a jejich rozšíření na velké vzdálenosti patří mezi nejdůležitější z nich (Pyšek et Richardson 2007, Pyšek et Tichý 2001). Invazní rostliny mají v porovnání s neinvazními více semen a delší dobu kvetení (Pyšek et Richardson 2007).

Invazní druhy jsou častěji jednoleté či dvouleté druhy, v polopřirozených stanovištích to jsou často stromy s velkým množstvím semen (Pyšek et Richardson 2007).

## **1.2. Vlastnosti invadovaných lokalit**

Ne všechny regiony, biomy či stanoviště jsou napadány stejnou mírou (Chytrý et al. 2008). Téměř vůbec se invazní druhy nenacházejí v oblastech vysokohorských bažin a pastvin, alpínských a subalpínských křovin a v přirozených jehličnatých lesích (Chytrý et al. 2005).

V určitých regionech se liší míra invaze mezi jednotlivými stanovišti, což naznačuje, že některé lokality jsou k invazi náchylnější než jiné (Chytrý et al. 2008). Obecně se invazním rostlinám dobře daří ve stanovištích, která jsou určitým způsobem narušena, dále na okrajích stanovišť, na půdách bohatých na dusík, anebo na stanovištích, na která dopadá hodně slunečního záření. Větší invaze se objevuje na okrajích stanovišť a výrazně klesá směrem do jejich středu (Vilà et Ibáñez 2011).

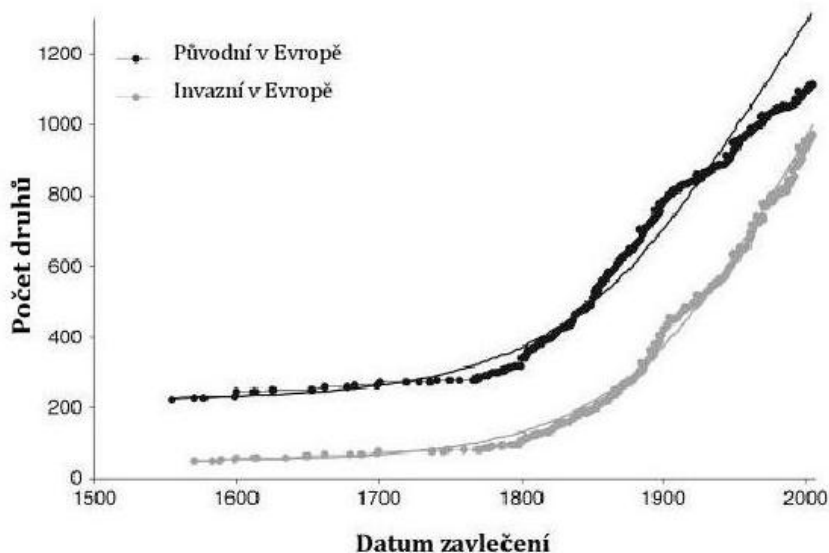
Invazemi jsou více postiženy lokality v mírném pásu než v tropech. V Evropě, Asii a Africe se nalézají větší množství invazních druhů v porovnání s Amerikou (Chytrý et al. 2008). Výraznější invaze se projevuje u izolovaných oblastí, ostrovy jsou více invadovány v porovnání s kontinentálními lokalitami (Vilà et Ibáñez 2011, Chytrý et al. 2008). Míra invazí je vyšší, pokud daná lokalita sousedí s oblastmi ovlivněnými či pozmeněnými lidmi, než u míst, jež nejsou člověkem narušena (Vilà et Ibáñez 2011).

Výskyt invaze je ovlivňován nejen vlastnostmi půdy a jejich využíváním, ale jistou roli hraje také charakter a složení okolní krajiny (Vilà et Ibáñez 2011). Změny ve způsobu využívání krajiny v minulosti a dnes značně ovlivňují její složení a uspořádání (Pyšek et al. 2004, Vilà et Ibáñez 2011). Do těchto nových způsobů hospodaření s krajinou lze zahrnout například použití pasek pro pastvu či zemědělství, zavedení těžby dřeva, opouštění polí nebo jiný vliv urbanizace. Všechny vytváří dobré podmínky pro vznik nových kolonizací. Nově vzniklé podmínky prostředí se od původních liší, což napomáhá invazním rostlinám, které se na rozdíl od původních druhů snáz novým podmínkám přizpůsobí. Vzniklá

konkurenční nerovnováha přispívá k rozšíření některých nepůvodních druhů v ruderálně narušených stanovištích (Vilà et Ibáñez 2011).

### 1.3. Typy invazních druhů

Podle data, kdy došlo k rozšíření nepůvodního druhu do dané země, se invazní rostliny Evropy dělí na archeofyty a neofyty. První zmíněné byly na nové lokality zavlečeny před rokem 1500. Ovšem za původní druh se považuje rostlina, která se díky lidské činnosti rozšířila před počátkem neolitu (Pyšek, Tichý 2001). Neofyty se na nové území dostaly až po roce 1500 (Pyšek et al. 2002). Po tomto datu se díky objevení Ameriky začal zvyšovat počet zámořských plaveb a rostliny se více rozšiřovaly po světě (Pyšek, Tichý 2001). Počet neofytů v Evropě stále roste (obr. 1).



Obr. 1. Stoupající počet neofytů, jež byly zavlečeny do Evropy za posledních 500 let. Data ukazují zvlášť druhy, které mají původní habitat jinde než v Evropě a druhy, které jsou původní v určité evropské zemi a v jiné se staly invazními. Převzato z Drake 2009 a upraveno.

U ostatních států se používá jiné rozlišování. U velkých zemí, jako Austrálie či USA, není možné použít stejný způsob jako u evropských států. V těchto zemích jsou druhy z jednoho pobřeží na druhém pobřeží stejně cizí jako druhy z jiného kontinentu.

V Austrálii se archeofyty a neofyty určují podle toho, zda se rozšířily před nebo po evropské kolonizaci, jež proběhla v roce 1770 (Pyšek et al. 2004).

Jinou historii a s tím spjatá i jiná důležitá data mají ostrovní státy. Obdobný způsob jako u Austrálie se používá pro určování druhů na Havaji. Zde se za mezní rok považuje rok 1778, kdy ostrovy objevil kapitán James Cook (Pyšek et al. 2004).

Většina archeofytů mírného pásu Evropy pochází z jižní Evropy nebo Blízkého Východu, jejich původní stanoviště jsou charakterizovaná bezlesými suchými oblastmi. Neofyty jsou nativní ve vlhčích oblastech s listnatými opadavými lesy Severní Ameriky či východní Asie (Chytrý et al. 2007).

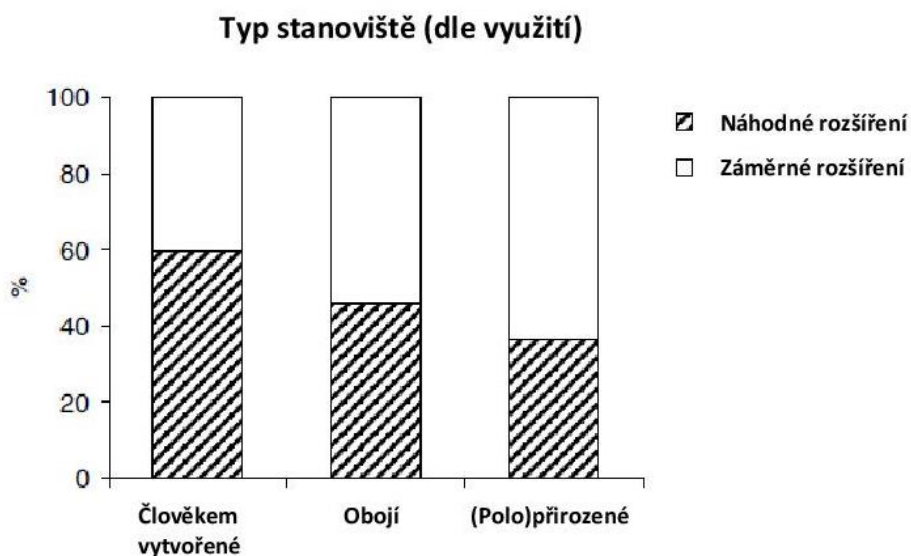
Archeofyty se vyskytují na více typech stanovišť než neofyty. Neofyty se často nacházejí v uměle vytvořených lesích. Velké množství ovšem v menším druhovém zastoupení je možné nalézt ve vlhkých lokalitách pod vysokým travnatým porostem (Chytrý et al. 2005).

Pro rozlišení archeofytů od neofytů se také používají informace o stanovišti. Na základě ekologie těchto stanovišť lze nalézt jejich potenciálně původní stanoviště v krajině, než byla ovlivněna lidmi (Pyšek et al. 2004).

Odlišení archeofytů od nativních druhů je poměrně těžké a používají se k tomu data paleobotanická, archeologická, ekologická a historická (Pyšek et al. 2004). Spolehlivě to lze určit jen pomocí fosilních nálezů (Pyšek, Tichý 2001). Pokud to není možné, je potřeba brát v úvahu, jak byla krajina využívána v minulosti (Pyšek et al. 2004).

## 1.4. Invazní rostliny v České republice

Podle databáze DAISIE se v Evropě vyskytuje téměř 3 tisíce invazních druhů rostlin (Drake 2009). Na území České republiky bylo v roce 2002 známo 1195 nepůvodních druhů, do roku 2012 se počet zvýšil na 1454 druhů. Z toho je 24,1 % archeofytů a zbylých 75,9 % tvoří neofyty. Téměř polovina nepůvodních druhů k nám byla zavlečena úmyslně (Obr. 2). Velká část z nich se vyskytuje na uměle vytvořených biotopech, tvoří je 62,8 %. V přirozených stanovištích se nachází jen 11,0 %. V obou typech je možné nalézt 26,2 % všech druhů (Pyšek et al. 2002, 2012).



Obr. 2. Rozšíření nepůvodního druhu do stanoviště, rozděleno dle využití stanoviště (člověkem / přirozené). Druhy, které byly zavlečeny na oba dva typy stanovišť, jsou znázorněny v prostředním sloupci. Převzato z Pyšek et al. (2002) a upraveno.

Zhruba pětina našich nepůvodních rostlin, což představuje 310 druhů, se běžně nachází v přírodě či jsou alespoň na určitých lokalitách velice hojné. Zbylé druhy jsou vzácné nebo se už u nás nevyskytují vůbec (Pyšek et al. 2002).

Z celkového počtu nepůvodních rostlin jich je 985 klasifikováno jako „příležitostné“ druhy, které netvoří velké populace, jež se samy šíří po krajině.

Jejich každoroční přežití je vázáno na tvorbu semen. Dalších 408 druhů jsou charakterizovány jako druhy zavedené do krajiny. Tvoří vytrvalé porosty. Populace přežijí několik životních cyklů, během kterých se rozšiřují pomocí vegetativního rozmnožování. Posledních 61 druhů je považováno za invazní. Tyto druhy jsou podmnožinou druhů zavedených do krajiny. Tvoří velké populace a snadno se šíří na velké vzdálenosti od mateřské rostliny či místa zavedení (Pyšek et al. 2012).

Počet invazních druhů v České republice stále roste a je velice pravděpodobné, že i v ostatních zemích bude probíhat stejný trend (Pyšek et al. 2004).

## **2. Stanovištní podmínky**

### **2.1. Vliv stanovištních podmínek**

Invazní druh se na určitém místě vyskytuje proto, že zde má podobné stanovištní podmínky jako v lokalitě, kde je původní (Chytrý et al. 2007).

Stanovištní podmínky jsou ovlivňovány lokálními faktory, mezi které lze zařadit například půdní zdroje nebo strukturu vegetace. Tyto činitele mají především dopad na růstovou rychlost populace. Charakter celkové krajiny má vliv především na přítomnost či zavedení nepůvodní rostliny do prostředí. Podoba krajiny může být pozměněna například přítomností silnic, železnic, říčních struktur, lidských sídel apod. (Chytrý et al. 2005, Ibáñez et al. 2009, Vilà et Ibáñez 2011). Propojením lokálních a krajinných faktorů vzniká ucelený názor o ekologických mechanismech na různých prostorových škálách. Celková představa je potřebná pro komplexní ochranu přírody, prevenci a kontrolu invazních druhů (Vilà et Ibáñez 2011).

Stanovištní podmínky určují pravděpodobnost výskytu invazních druhů. Ovšem obecně určit, která stanoviště jsou náchylnější k invazi a která méně, není zcela jednoduché. Závisí to na více faktorech, především na vlastnostech stanoviště v kombinaci s charakterem invazního druhu (Quiros et al. 2011, Thiele 2008).

Dopravní koridory mají velký význam při rozšiřování rostlin po krajině a velmi ho usnadňují (Chytrý et al. 2005, Vilà et Ibáñez 2011). Například Thiele (2008) ve své studii uvádí, že menší silnice a především polní cesty značně zvyšují pravděpodobnost výskytu invazivního druhu *Heracleum mantegazzianum* (bolševník velkolepý), především pokud se rostliny nacházejí do 100 m od cest. Podobně se na rozšiřování nepůvodních druhů podílí výskyt vodních toků. V tomto případě stačí, aby se mateřská populace nacházela ve vzdálenosti do 300 m od řeky či potoka (Thiele et al. 2008).

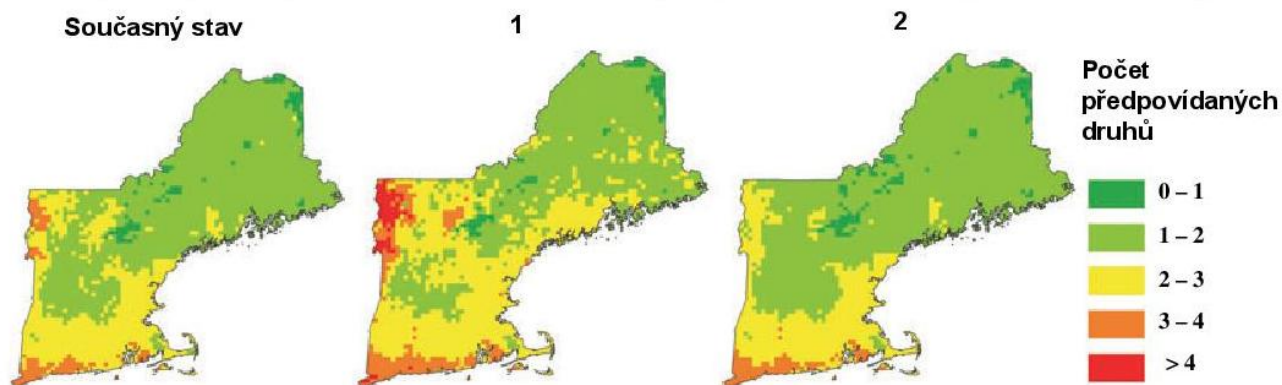
Lokality charakterizované některými stresovými činiteli bývají málo invadované. Mezi tyto faktory patří například nízká teplota, výrazná období sucha

či malá dostupnost živin (Chytrý et al. 2007). Stanoviště ve vysokých horách představují místa s málo častým výskytem invazních druhů. Bývá to odůvodněno právě nepříznivými podmínkami prostředí, jako je silný vítr, krátká vegetační doba, přílišná intenzita slunečního záření, nízká teplota a málo živin. Ale i v těchto místech se nachází invazní druhy. V chilských Andách se vyskytuje druh *Taraxacum officinale* (pampeliška lékařská), který se zde díky velké odolnosti vůči nepříznivým podmínkám dobře šíří (Quiros et al. 2011).

## **2.2. Změna rozšíření v závislosti na teplotě**

Globální změny a s nimi spojený nárůst teploty má vliv na rozšíření invazních druhů. Tímto faktorem se na severovýchodě USA se zabýval Ibáñez et al. 2009 a vytvořil předpověď změny rozšíření za předpokladu zvyšující se teploty (Obr. 3). Na pěti nejběžnějších invazních rostlinách regionu: *Berberis thumbergii* (dřišťál Thunbergův), *Celastrus orbiculatus* (zimokeř okrouhlohlavý), *Euonymus alata* (brslen křídlatý), *Elaeagnus umbellata* (hlošina okoličnatá) a *Rosa multiflora* (růže mnohokvětá) vznikl model o významu teploty na rozšíření těchto druhů. V poměrně teplé oblasti s dostatečným množstvím srážek v létě by se dle simulace mělo nacházet větší množství invazních druhů (Ibáñez et al. 2009).

Vliv teploty na rozšíření jiného invazního druhu *Lonicera japonica* (zimolez japonský) se zdá být rovněž nezanedbatelný. Rostlina invaduje lesy jihovýchodu Spojených států amerických a s vyšší teplotou se předpokládá značné zvětšení oblasti rozšíření. Pokud bude i nadále vzrůstat průměrná teplota, *Lonicera japonica* by měl potenciál se rozšířit z dnešního pokrytí lesa (27 %) až na 50 % (Lemke et al. 2011).



Obr. 3. Očekávaná početnost invazních druhů na severovýchodě Spojených států. V prvním případě současný stav. Předpověď rozšíření v případě klimatických změn v letním období: 1) mírný nárůst teploty a výrazně větší srážky, 2) extrémní nárůst teploty a méně srážek. Počet předvídaných druhů uvádí, v jakém poměru jsou invazní druhy s nativními, počítáno dle plochy, kterou nadzemní část invazních rostlin zabere: 1: méně než 1 %, 2: 1-5 %, 3: 5-25 %, 4: 25-50 %, >4: 50-100 %. Převzato z Ibáñez et al. 2009 a upraveno.

### 2.3. Změna rozšíření v závislosti na čase

Předvídaní zranitelných lokalit pro invazní druhy v krajině přináší důležité informace. Ovšem jejich stanovení není zcela jednoduché a je třeba dobře znát vlastnosti daného druhu a jeho schopnost se rozšiřovat po krajině (Carranza 2011, Müllerová et al. 2005).

Průběh invazí je dán vlastnostmi invazního druhu a propojeností jednotlivých stanovišť mezi sebou. Pokud je druh rozšířen v určité lokalitě a uprostřed se nachází neinvadované místo, je velice pravděpodobné, že se zanedlouho nepůvodní druh objeví i v tomto místě. Takto se chová například *Heracleum mantegazzianum* (Müllerová et al. 2005).

Ve studii Müllerové et al. (2005) zjišťovali rozšiřování druhu *Heracleum mantegazzianum* v průběhu 40 let. Průměrná rychlost rozšiřování byla naměřena 10,8 m za rok. V prostorovém měřítku se rozšířil průměrně o 1261 m<sup>2</sup> za rok na rozloze 60 ha. S těmito výsledky se řadí mezi rostliny s největší rychlostí invaze na světě.

Podobná studie se prováděla na druhu *Elaeagnus angustifolia* L. (hlošina úzkolistá) v Severní Americe. Od roku 2005 do 2010 se rozšířil z původních 110 ha na 125 ha na měřené lokalitě o velikosti 16 900 m<sup>2</sup>. Druh se hojně vyskytoval v otevřených stanovištích, které byly pozměněny člověkem. Nacházel se často na zemědělské půdě nebo v okolí silnic (Madurapperuma et al. 2013).

Lemke et al. (2011) se zabývali rozšířením invazního druhu *Lonicera japonica* (zimolez japonský) v horské oblasti jihovýchodní části USA. *Lonicera japonica* pochází z Koreji a z Číny, jeho výskyt v nepůvodních oblastech je ovlivněn stanovištními podmínkami, mezi které patří především nadmořská výška, sklon povrchu a teplota. Tyto faktory více přispívají k rozšíření druhu než činnost člověka, ovšem ani ta není zanedbatelná.

### **3. Invazní rostliny a biodiverzita**

#### **3.1. Vliv invazí na okolní vegetaci**

Biologické invaze spolu se změnami ve využívání krajiny patří mezi dva nejvýznamnější pilíře negativně působící na biodiverzitu. Nepůvodní invazní druhy mohou významně narušit podobu krajiny a přispět tak k snazšímu rozšiřování těchto druhů (Vilà et Ibáñez 2011). Člověk neustále zasahuje do přírody, čímž poskytuje invazním druhům dobré podmínky (Pyšek et Richardson 2007). Např. na Britských ostrovech se nachází původní a nepůvodní jehličnaté lesy a více invadované jsou nepůvodní lesy (Chytrý et al. 2007).

Větší dopad na okolní vegetaci mají invazní druhy, které dosahují velkých rozměrů a svou velikostí převyšují druhy původního společenstva. V České republice se tímto způsobem projevuje *Reynoutria* (křídlatka) a *Heracleum mantegazzianum* (bolševník velkolepý). Bolševník vytváří velké jednodruhové porosty, což vede k potlačení původní vegetace. Nebezpečí tohoto druhu spočívá především v tom, že napadá louky s konkurenčně slabými ohroženými druhy, které jsou následně z porostu vytěsňovány (Hejda et al. 2009).

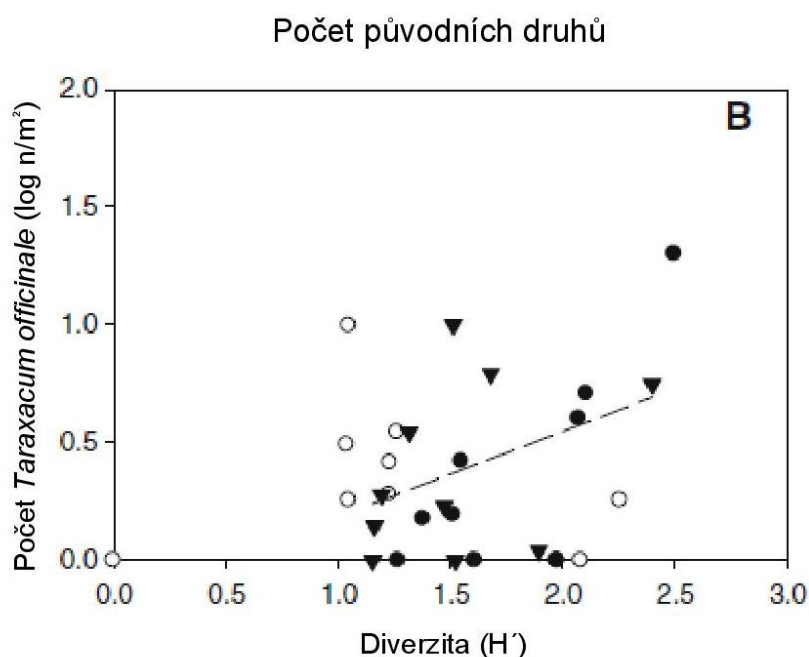
Důležitou roli v zavedení invazní rostliny do lokality rovněž hraje systém oddenků, toho využívá například již zmíněná křídlatka. Pokud je síť oddenků invazních druhů hodně hustá a rozsáhlá, má nepůvodní rostlina větší šanci vyhrát konkurenční boj nad nativními rostlinami a omezuje jejich rozšíření (Hejda et al. 2009).

Jak hodně ovlivní invazní rostlina okolní vegetaci, záleží také na druhu invadovaného společenstva. Druh *Impatiens glandulifera* (netýkavka žláznatá) nemá téměř žádný vliv na původní vegetaci v českých podmínkách i přes svůj poměrně vysoký vzrůst a velkou rychlost invaze (Hejda et al. 2009, Hejda et Pyšek 2006). Podle studie Hejdy a Pyška (2006) by jeden z možných důvodů mohla být nehomogenita porostů invazivního druhu. *Impatiens glandulifera* u nás roste u břehů potoků či řek a jeho vliv na diverzitu se dá srovnat s konkurenčním působením místních nitrofilních rostlin. Díky eutrofizaci vodních toků jsou břehy

bohaté na živiny. Invazní druh působí na okolní vegetaci podobně jako například *Urtica dioica* (kopřiva dvoudomá) či *Chaerophyllum bulbosum* (krabilice hlíznatá) a nemá významný vliv na druhovou bohatost původních druhů.

### 3.2. Vztah mezi diverzitou původních a invazních druhů

Počet invazních druhů v určité lokalitě pozitivně koreluje s diverzitou vegetace, ve které se daný invazní druh nachází. V místech s vyšší druhovou rozmanitostí je invazní rostlina početnější (Herben et al. 2004, Quiros et al. 2011). Tento fakt potvrzuje studie, která se zaměřovala na již zmíněný invazní druh *Taraxacum officinale* (Obr. 4). Tato rostlina se rozšířila do And v centrální části Chile a invaduje místní horské oblasti (Quiros et al. 2011).

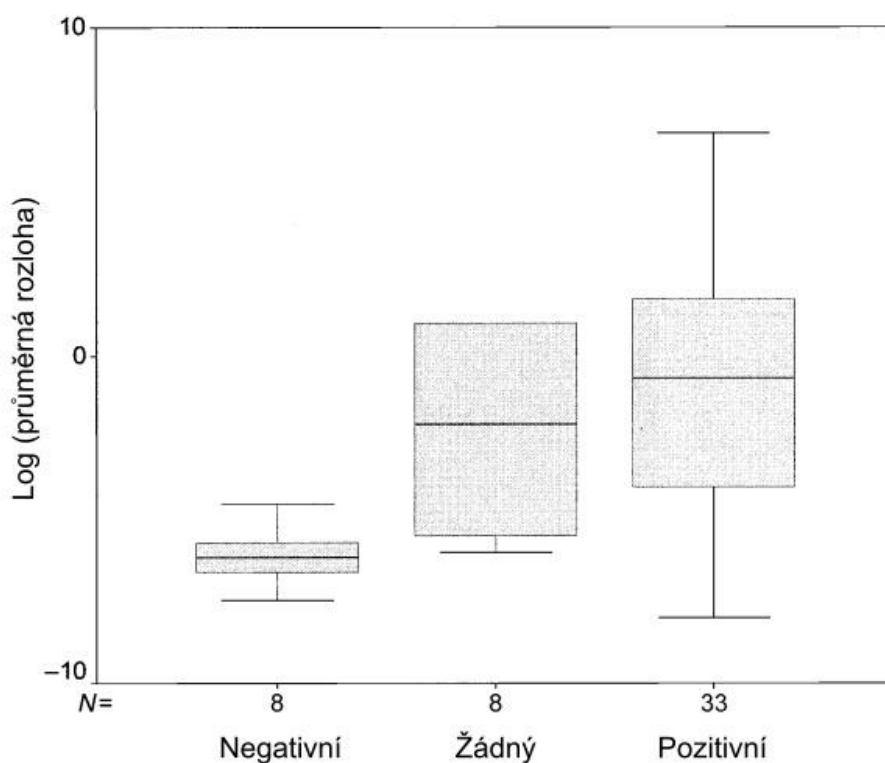


Obr. 4. Pozitivní korelace mezi počtem jedinců *Taraxacum officinale* a diverzitou okolní vegetace. Diverzita určována Shannonovým indexem biodiverzity ( $H'$ ).

Převzato z Quiros et al. (2011) a upraveno.

Tématem se zabýval i Herben et al. (2004) a zjistil, že pozitivní, neutrální či negativní závislost mezi počtem jedinců invazního druhu a bohatostí okolní vegetace, je dána především velikostí studované plochy (Obr. 5). Zkoumaná plocha odráží informace o druhové bohatosti či počtech jedinců.

Negativní vztah mezi počtem jedinců nepůvodního druhu a rozmanitostí vegetace se objevuje, pokud má zkoumaná plocha rozlohu menší než 30 m<sup>2</sup>. Negativní vztah je dán pevnou strukturou plochy a malým počtem jedinců. Pozitivní vztah je nalezen, když se korelace mezi nativními a invazními druhy určuje na značně větší ploše, než jakou je 30 m<sup>2</sup>. Díky větší studované ploše se počet jedinců může více měnit. Větší plocha obsahuje více jedinců a rovněž je charakterizována větší druhovou bohatostí než je tomu u malých rozloh (Herben et al. 2004).



Obr. 5. Vztah mezi nativními a nepůvodními druhy v závislosti na velikosti studované plochy (původně měřeno v km<sup>2</sup>, následně upraveno dekadickým logaritmem). N určuje počet případů v jednotlivých kategoriích. Převzato z Herben et al. (2004) a upraveno.

## 4. Šťovík alpský (Rumex alpinus L.)

### 4.1. Rozšíření

*Rumex alpinus* je vytrvalá rostlina s původním rozšířením ve východní a jižní Evropě, přesněji v Alpách, Karpatech, na Kavkazu a Balkánském poloostrově (Wagenitz 1981). Jeho přirozeným stanovištěm jsou břehy potoků nad hranicí lesa (Šťastná 2012). Dnes se vyskytuje i v západní a centrální Evropě. Rozšířil se také do Velké Británie, USA, Kanady a na Jávě (Šťastná 2009).

Do České republiky byl šťovík alpský zavlečen v 16. století dřevaři z Alp, kteří ho používali jako krmivo pro zvířata. S postupným úbytkem hospodaření docházelo k většímu rozšíření, které stále narůstá. Kromě Krkonoš se vyskytuje také v Orlických horách, Hrubém Jeseníku, Beskydech a na Kralickém Sněžníku (Bucharová 2003, Slavík 1981).

V Krkonoších se v dnešní době nejčastěji nachází v okolí horských chat, ovčích přístřešků, u lesních cest, podél potoků a na opuštěných horských loukách, kde místy jeho jednodruhové porosty tvoří až 90 % nadzemní biomasy (Klimeš 1992). Za jeho rozšíření může člověk, protože ho na horách začal pěstovat jako užitkovou rostlinu. Nechvalně se na rozšíření šťovíku podepisují lidé i dnes. Díky stále se zvyšujícímu počtu turistů a nedostatečnému obhospodařování krkonošské krajiny se invaze stále rozšiřuje a degradace luk sílí (Bucharová 2003).

*Rumex alpinus* více invaduje louky, které nejsou obhospodařované. V oblastech, jež jsou pravidelně sečeny, se nachází v omezeném rozšíření pouze v podobě trsu nebo malého porostu (Bucharová 2003). Kvůli mělké půdě a častým rozlitím potoka z koryta mají porosty šťovíku v říčních oblastech menší hustotu než v lučních porostech. Na druhou stranu v těchto místech díky zvýšené vlhkosti a menší konkurenci ze stran ostatních rostlin lépe klíčí (Červenková 2007). Vyskytuje se především v bezlesých lokalitách. Do lesa se rozšiřuje hydrochorně a nachází se v těchto místech podél potoků. Nebo jeho zavlečení do lesa způsobuje

člověk a v tomto případě se vyskytuje podél cest. V porovnání s lučními populacemi mají lesní populace menší vzrůst a jsou méně plodné (Bucharová 2003).

V Krkonoších se v nízkých nadmořských výškách vyskytuje zřídka kvůli vysokým letním teplotám (Šťastná 2009). Ovšem podle Šťastné (2012) se na mýtinách v nižších nadmořských výškách nachází šťovík alpský s nejvýraznějším růstem, což bylo určováno dle množství listů a květenství. Se vzrůstající nadmořskou výškou se snižuje vzrůst, klesá množství květenství, ovšem klonalita narůstá (Šťastná 2009, 2012). Podle Bucharové (2003) nadmořská výška rozšíření šťovíku alpského ovlivňuje pouze málo, ale v nejvyšších polohách Krkonošského národního parku se nenachází ve velkém množství. V těchto místech se nalézá pouze v okolí chat a cest.

#### **4.2. Podmínky prostředí**

*Rumex alpinus* roste na půdách bohatých na živiny a se stálým vodním zásobením (Šťastná 2009).

Velké množství dusíku v půdě v současné době nebo v posledních desetiletích je pro výskyt šťovíku nezbytný. Tato stanoviště jsou také bohatá na fosfor, důležitá je rovněž přítomnost draslíku a hořčíku (Šťastná 2009, Gebauer et al. 1988).

Důležitým faktorem určujícím vhodné podmínky pro růst šťovíku alpského je sluneční záření. Jedná se o světlomilnou rostlinu (Šťastná 2012). V zastíněných místech se vyskytuje v případě, že je zajištěno dobré zásobování vodou (Šťastná 2009).

### 4.3. Vliv *Rumex alpinus* na diverzitu

Ve společenstvech je *Rumex alpinus* většinou velmi dominantní (Šťastná 2009). Řapíky šťovíku jsou až 90 cm dlouhé, což způsobuje, že listy vrhají stín do vzdálenosti až 70 cm od stonku rostliny. Z tohoto důvodu se v okolí porostů šťovíku nachází 40-60 cm široký pruh, který buď úplně postrádá vegetaci, nebo je značně omezena (Klimeš 1992). V porovnání s druhem *Lupinus polyphyllus* (lupina mnoholistá), což je také invazní rostlina vyskytující se na území Krkonoš, má šťovík větší negativní vliv na okolní vegetaci (Hejda et al. 2009). K neblahému vlivu na růst jiných rostlin v porostu šťovíku alpského přispívá také fakt, že pokud se mezi rostlinami objeví volné, rostlinami neobsazené místo, listy šťovíku ho zacloní a tím zamezí možnosti klíčení jiného druhu (Klimeš 1992). Podle Šťastné (2009) je přesto možné pod jeho porostem nalézt určité rostliny. Ty jsou značně omezeny osvitěm, jelikož přes listovou plochu šťovíku projde jen 5-7 % slunečního záření. Jedná se zpravidla o stínomilné rostliny jako *Stellaria nemorum* (ptačinec hajní) nebo *Urtica dioica* (kopřiva dvoudomá).

*Rumex alpinus* často invaduje pastviny, na kterých převládá *Poa supina* (lipnice nízká) nebo *Deschampsia cespitosa* (metlice trsnatá). Tyto druhy mohou dále růst v zástínu (Šťastná 2009). Druhovú diverzitu společenstev je invazí šťovíku alpského snížena (Hejda et al. 2009). Pokud dojde k poklesu *Rumex alpinus* ve společenstvu, výrazně narůstá biomasa ostatních druhů. Naopak nárůst zbylých druhů nemá vliv na biomasu šťovíku. Zdá se, že mezidruhovú kompetice není pro *Rumex alpinus* v jeho porostech důležitá (Klimeš 1992).

V Krkonoších se vyskytuje blízko chat a jiných zařízení díky vysokému množství dusíkatých látek. V těchto lokalitách se často nachází spolu s dalšími nitrofilními rostlinami jako *Urtica dioica*, *Petasites* sp. (devětsil), *Imperatoria ostruthium* (všedobr horský), *Myrrhis odorata* (čechřice vonná) (Bucharová 2003).

#### **4.4. Způsoby šíření**

Šťovík se rozmnožuje vegetativně i generativně. Nepohlavně se rozmnožuje pomocí oddenků, listů (Bucharová 2003) a klonálního růstu, což zajišťuje neustálé rozšiřování populací. Na delší vzdálenosti se šíří pohlavním způsobem, pomocí semen (Červenková 2007). Bucharová (2003) spatřuje největší využití generativního množení při kolonizaci nových stanovišť.

Při porovnávání způsobu rozšiřování u lučních populací a u porostů v okolí potoka zjistila Červenková (2007), že v lučních lokalitách je generativní množení častější. U potočních se více vyskytuje pohlavní rozmnožování raných vývojových stádií.

Luční a potoční porosty se zpravidla liší i strukturou. V loukách se nachází větší populace, které jsou více propojené, jejich oddenky jsou propletené a tvoří složitou síť. V potočních porostech jsou jiné podmínky, které neumožňují vytvořit složité komplexní populace kvůli omezenému prostoru a mělké půdě (Červenková 2007).

#### **4.5. Semenná banka**

Pod porostem šťovíku se nachází bohatá semenná banka. V 1 m<sup>2</sup> do hloubky 5 cm se vyskytuje průměrně 3 207 semen (Bucharová 2003), dle Handlové (2006) zhruba 6 tisíc semen. Jedna rostlina průměrně vyprodukuje 5030 semen za rok (Červenková 2007).

Ve studii Handlové a Münzbergové (2006) z Krkonoš se uvádí, že semenná banka z míst, kterým dominoval *Rumex alpinus*, byla překvapivě hodně druhově bohatá. Vyskytovalo se zde více druhů v semenné bance než ve vegetaci pravděpodobně proto, že docházelo ke kompetici v klíčící fázi na úkor okolní vegetace ve prospěch šťovíku. Tento proces vede ke snižování biodiverzity.

Klíčivost semen je v průměru 78,5 % (Červenková 2007). Bucharová a Červenková zjišťovaly, jak se snižuje klíčivost semen po určité době. Poté, co semena byla rok v semenné bance, klíčivost klesla na 83 %. Po 3 letech byla 49 % a po 5 letech 39 %.

Semena pod porostem klíčí jen omezeně (Klimeš 1992).

#### **4.6. Dosavadní výsledky**

Z vlastností rostliny a podmínek prostředí je patrné, že invaze *Rumex alpinus* v Krkonoších je poměrně závažnou záležitostí, především z hlediska jeho schopnosti se rozšiřovat po krajině a tvořit téměř monokultury. Nejen proto se touto tematikou zabývalo již několik studií (Klimeš 1992, Handlová, Münzbergová 2006, Šťastná 2009, 2012). Na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy byly napsány 3 diplomové práce, týkající se této problematiky.

(1) Bucharová (2003) zmapovala rozšíření po Krkonoších, zabývala se vlastnostmi semenné banky a zjišťovala, jak je šťovík alpský schopen se zapojit v lučném porostu.

(2) Červenková (2007) vytvořila model šíření šťovíku. Zaměřila se na podrobnou populační dynamiku šťovíku v lučních oblastech a u potoka.

(3) Říčařová (2011) se zabývala dálkovým šířením šťovíku. Vytvořila model jeho šíření. Z jejích výsledků je patrné, že semena se v potočních oblastech mohou šířit na velkou vzdálenost a mohou představovat velkou hrozbu pro další invazi druhu do krajiny.

## 5. Závěr

Invazní rostliny jsou stálým celosvětovým problémem. Člověk jejich rozšíření způsobil a i nadále mu přispívá. Některé druhy byly schválně vysazovány v určitých místech a časem se z nich staly nepříjemní škůdci. Jiné rostliny člověk do nových míst zavlekl neúmyslně. Místa, která byla jakýmkoli způsobem člověkem narušena, skýtají pro invazní druhy dobré podmínky. V těchto místech dobře uplatní své vlastnosti, rychle vytvoří velké porosty a původní rostlinná společenstva jsou jimi omezována.

Invazní druhy se snadno rozšiřují do nových míst pomocí dopravních koridorů nebo jsou na nová stanoviště doplavována vodou. Ke stanovištím, jež jsou v malé míře napadeny invazí, patří místa s určitými stresovými faktory, ať už do nich patří nízká teplota, silný vítr či vysoká nadmořská výška.

Důležitý faktor, který nepochybně působí na invazní druhy, je teplota. Pokud by se zvyšovala průměrná teplota, došlo by nepochybně i k zvětšení plochy obsazené určitými invazními druhy.

Invazní rostliny, které jsou velkého vzrůstu, představují druhy nebezpečné pro biodiverzitu. Podobným způsobem do nepůvodního porostu zasáhne rostlina s výrazným oddénkovým systémem, která se snadno rozšíří a neblaze ovlivní okolní vegetaci.

Studie o šíření šťovíku alpského přináší důležité informace především pro ochranářské biology. Ti se snaží o jeho likvidaci proto, že se jedná o nepůvodní rostlinu, která neesteticky působí v krajině a ani není možné ji využít jako potravu pro dobytek (Bucharová 2003).

I dosud neinvadovaná místa v Krkonoších skýtají dobré podmínky pro šťovík alpský. Červenková (2007) ve své práci zjišťovala vhodnost podmínek pro tuto

rostlinu na zhruba 80 % národního parku, zjistila, že 70 % tohoto území má vhodné podmínky pro růst.

Aby se mohl zavést úspěšný management zajišťující smysluplnou likvidaci invazní rostliny, je potřeba dobře znát její vlastnosti, schopnosti šíření a mít dobré informace o semenné bance. Proto bych chtěla ve své následující diplomové práci navázat na již vzniklá data a zaměřit se na porovnání potočních a lučních populací *Rumex alpinus*.

V lučních oblastech se nachází větší populace šťovíku a předpokládá se, že jeho přítomnost zde má výraznější vliv na diverzitu v porovnání s populacemi potočními. Potoční populace nejsou tak znatelné jako luční (Bucharová 2003) a zřejmě způsobují menší škody, co se týče okolní vegetace. Ovšem pravděpodobně budou mít potoční populace velký vliv na šíření do krajiny. Podle modelu šíření od Říčařové (2011) je šťovík alpský schopen se vzduchem v lučních oblastech dostat i do vzdálenosti 20 m od mateřské rostliny. Podle vytvořeného modelu se hydrochorně u potočních populací může rozšířit i dále než 100 m od původní lokality. Podle modelu Červenkové (2007) mají potoční populace lepší klíčící schopnosti a i vyšší populační růstovou rychlost.

Částečným přemapováním rozšíření a porovnáním s mapováním Bucharové (2006), by bylo možné zjistit, jakou má šťovík alpský schopnost se dále šířit po krajině a zda zmíněné teorie platí. Vzniklá data bych porovnala s vytvořenými modely o šíření, čímž by mohl vzniknout ucelenější názor o invazi. Následně by bylo patrné, které populace šťovíku jsou klíčové pro další rozšiřování a kde je nutné začít s managementem.

## 6. Použitá literatura

- Bucharová, A. 2003. *Rumex alpinus v Krkonoších – rozšíření a management*.  
Diplomová práce. Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy, Katedra botaniky. Vedoucí diplomové práce Zuzana Münzbergová.
- Carranza M. L., Ricotta C., Carboni M., Acosta A.T.R. 2011. *Habitat selection by invasive alien plants: a bootstrap approach*. *Preslia* 83: 529-536.
- Červenková, Z. 2007. *Invaze druhu Rumex alpinus v Krkonoších na krajinné úrovni*.  
Diplomová práce. Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy, Katedra botaniky. Vedoucí diplomové práce Zuzana Münzbergová.
- Davis, Mark, A. *Invasion biology*. New York: Oxford University Press, 2009. ISBN 978-0-19-921875-2.
- Drake, J. A. *Handbook of Alien Species in Europe*. Berlin: Springer, 2009. ISBN 978-1-4020-8280-1.
- Gebauer G., Rehder H. and Wollenweber B. 1988. *Nitrate, nitrate reduction and organic nitrogen in plants from different ecological and taxonomic groups of Central-Europe*. *Oecologia* 75: 371-385.
- Handlová V., Münzbergová Z. 2006. *Seed bank of managed and degraded grasslands in the Krkonoše Mts., Czech Republic*. *Folia Geobotanica* 41: 275–288.
- Hejda M., Pyšek P. 2006. *What is the impact of Impatiens glandulifera on species diversity of invaded riparian vegetation?* *Biological conservation* 132:143-152.
- Hejda M., Pyšek P. and Jarošík V. 2009. *Impact of invasive plants on the species richness, diversity and composition of invaded communities*. *Journal of Ecology* 97: 393-403.
- Herben T., Mandák B., Bimová K., Münzbergová Z. 2004. *Invasibility and species richness of a community: A neutral model and survey of published data*. *Ecology* 85: 3223-3233.
- Chytrý M., Maskell L. C., Pino J., Pyšek P., Vila M., Font X. and Smart S.M. 2008.

- Habitat invasions by alien plants: a quantitative comparison among Mediterranean, subcontinental and oceanic regions of Europe*. Journal of Applied Ecology 45: 448-458.
- Chytrý M., Pyšek P., Tichý L., Knollová I., Danihelka J. 2005. *Invasions by alien plants in the Czech Republic: a quantitative assessment across habitats*. Preslia 77: 339–354.
- Ibáñez I., Silander Jr J. A., Allen J. M., Treanor S. A., Wilson A. 2009. *Identifying of hotspots for plant invasions and forecasting focal points of further spread*. Journal of Applied Ecology 46: 1219-1228.
- Klimeš, L., 1992. *The clone architecture of Rumex-alpinus (Polygonaceae)*. Oikos 63: 402-409.
- Lemke D., Hulme P. E., Brown J. A., Tadesse W. 2011. *Distribution modeling of Japanese moneysuckle (Lonicera japonica) invasion in the Cumberland Plateau and Mountain Region, USA*. Forest Ecology and Management 262: 139-149.
- Madurapperuma B. D., Oduor P.G., Anar M. J., Kothcman L. A. 2013. *Understanding Factors that Correlate or Contribute to Exotic Russian-olive (Elaeagnus angustifolia) Invasion at a Wildland-Urban Interface Ecosystem*. Invasive Plant Science and Management 6: 130-139.
- Müllerová J., Pyšek P., Jarošík V., Pergl J. 2005. *Aerial photographs as a tool for assessing the regional dynamics of the invasive plant species Heracleum mantegazzianu*. Journal of Applied Ecology 42: 1042-1053.
- Pyšek P., Cock M. J. W., Nentwig W., Ravn H. P. 2007. *Master of All Traits: Can We Successfully Fight Giant Hogweed?* Ecology and Management of Giant Hogweed. 297-312.
- Pyšek P., Danihelka J., Sádlo J., Chrtěk J. Jr., Chytrý M., Jarošík V., Kaplan Z., Krahulec F., Moravcová L., Pergl J., Štajerová K., Tichý L. 2002. *Catalogue of alien plants of the Czech Republic*. Preslia 74: 97–186.
- Pyšek P., Danihelka J., Sádlo J., Chrtěk J. Jr., Chytrý M., Jarošík V., Kaplan Z., Krahulec F., Moravcová L., Pergl J., Štajerová K., Tichý L. 2012. *Catalogue of*

- alien plants of the Czech Republic (2nd edition): checklist update, taxonomic diversity and invasion patterns*. Preslia 84: 155-255.
- Pyšek P., Richardson D. M. 2007. *Traits Associated with Invasiveness in Alien Plants: Where Do we Stand?* Biological Invasions. Ecological Studies 193: 97-126.
- Pyšek P., Richardson D. M., Rejmanek M., Webster G.L., Williamson M. and Kirschner J. 2004. *Alien plants in checklists and floras: towards better communication between taxonomists and ecologists*. Taxon 53: 131-143.
- Pyšek P. & Tichý L. *Rostlinné invaze*, Brno: Rezekvítek ve spolupráci s Magistrátem města Brna, Botanickým ústavem AV ČR, Přírodovědeckou fakultou MU v Brně a Biologickou fakultou JU v Českých Budějovicích. 1.vyd.
- Quiroz C.L., Cavieres L.A., Pauchard A. 2011. *Assessing the importance of disturbance, site conditions, and the biotic barrier for dandelion invasion in an Alpine habitat*. Biological invasions 13: 2889-2899.
- Říčařová, V. 2011. *Dálkové šíření Rumex alpinus*. Diplomová práce. Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy, Katedra botaniky. Vedoucí diplomové práce Zuzana Münzbergová.
- \* Slavík, B. (1986) cit. podle Říčařová, V., 2011. *Dálkové šíření Rumex alpinus*. Diplomová práce. Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy, Katedra botaniky. Vedoucí diplomové práce Zuzana Münzbergová.
- Šťastná, P., Klimeš, L., Klimešová J. 2009. *Biological flora of Central Europe: Rumex alpinus. Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*
- Šťastná P., Klimešová J. and Doležal J. 2012. *Altitudinal changes in the growth and allometry of Rumex alpinus*. Alpine Botany 122: 35-44.
- Vilà M. and Ibáñez I. 2011. *Plant invasions in the landscape*. Landscape Ecology 26: 461-472.
- Thiele J., Schuckert U., Otte A. 2008. *Cultural landscapes of Germany are patch corridor-matrix mosaics for an invasive megafon*. Landscape ecology 23: 453-465.
- \* Wagenitz, G. (1981) cit. podle Červenková, Z. 2007. *Invaze druhu Rumex alpinus v Krkonoších na krajinné úrovni*. Diplomová práce. Přírodovědecká fakulta

Univerzity Karlovy, Katedra botaniky. Vedoucí diplomové práce Zuzana Münzbergová.