

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra agroekologie a rostlinné produkce**



**Výskyt a biologická charakteristika invazního druhu  
*Atriplex micrantha* (lebeda různosemenná)**

**Diplomová práce**

**Autor práce: Bc. Vojtěch Míka**

**Obor studia: Rozvoj venkovského prostoru**

**Vedoucí práce: Ing. Josef Holec, Ph.D.**

© 2019 ČZU v Praze

## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Výskyt a biologická charakteristika invazního druhu *Atriplex micrantha* (lebeda různosemenná)" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 12.4.2019

---

## **Poděkování**

Rád bych poděkoval vedoucímu této diplomové práce Ing. Josefu Holcovi Ph.D. za věcné rady při psaní mé diplomové práce a také za pomoc při monitorování.

# Výskyt a biologická charakteristika invazního druhu *Atriplex micrantha* (lebeda různosemenná)

## Souhrn

Invazní rostliny, na daném území nepůvodní druhy, jsou často do nových oblastí zavlekány lidskou činností a na těchto místech se dokáží intenzivně šířit a vytlačovat tak druhy původní. Nejčastější prostředí, které invazní druhy osídlují, jsou narušené stanoviště. Jedním takovým příkladem je okolí dálnic, kde se v poslední době rozšířila lebeda různosemenná (*Atriplex micrantha*, syn. *A. heterosperma*) – neofyt původem z oblasti Střední Asie. Dálnice jsou specifickým biotopem, ve kterém se často dokáží udržet nepůvodní druhy rostlin pocházející z aridních a semiaridních oblastí, a to díky jejich adaptabilitě k vysokému zasolení, nižším nárokům na množství vody a dalším.

Monitoringem dálnic a dalších silnic na území Středočeského kraje, který probíhal v září 2018, se dokázalo, že tento druh se vyskytuje na všech dálničních trasách ve velkých počtech, ale rozšíření na ostatní silnice není tak velké. Sledovaný druh byl také častěji pozorován ve středových vegetačních pásech než na krajnicích dálnic, což je ovlivněno nižším počtem sezónních sečí, horší dostupností při těchto úkonech a také vyššímu stupni zasolení, než je tomu na krajnicích. Vzhledem ke dvojtvárnosti nážek se práce také zabývala stanovením základních vlastností plodů, vlivu prostředí na klíčivost a zjištěním biologických rozdílů mezi plody. Ukázal se rozdílný stupeň dormance u testovaných semen a porovnával se vliv odlišných prostředí na klíčivost, kde se dokázalo, že testovaná semena jsou schopna klíčit v podmínkách světla i tmy.

**Klíčová slova:** biologické invaze, rostlinné invaze, synantropní rostliny

# Occurrence and biological characteristics of invasive plant species *Atriplex micrantha*

## Summary

Invasive plants, non-native species in the area, are often introduced into new areas by human activity and are able to spread intensively in these areas to displace native species. The most common habitat that invasive species populate are disturbed habitats. One example of this is the vicinity of motorways, where the Russian *Atriplex* (*Atriplex micrantha*, syn. *A. heterosperma*) - a neophyte from Central Asia - has recently spread. Motorways are a specific habitat, where the non-native plant species from arid and semi-arid regions can often preserve due to their adaptability to high salinity, lower water requirements and more.

Monitoring of motorways and other roads in the Central Bohemian region, which took place in September 2018, showed that this species occurs on all highway routes, but the extension to other roads is not so wide. The studied species were also observed more frequently in central vegetation strips than on roadside of highways, which is influenced by lower seasonal mowing, inferior availability in these operations and also by a higher degree of salinity than in roadside. Considering the two-faceted achenes, the work also dealt with the determination of the basic properties of the fruits, the influence of the environment on germination and the detection of biological differences between the fruits. There was shown a different degree of dormancy in the seeds tested and the effect of different environments on germination was compared, where there was proved, that the seeds tested were able to germinate under both light and dark conditions.

**Keywords:** biological invasions, plant invasions, synanthropic plants

## Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>Vědecká hypotéza a cíle práce</b>	<b>8</b>
<b>3</b>	<b>Přehled literatury</b>	<b>9</b>
<b>3.1</b>	<b>Rostlinné invaze</b>	<b>9</b>
3.1.1	Archeofyty a neofyty	9
3.1.2	Introdukce – naturalizace – invaze	11
3.1.2.1	Introdukce	11
3.1.2.2	Naturalizace	12
3.1.2.3	Invaze	13
3.1.3	Invazivní druhy v ČR	16
3.1.3.1	Migrační cesty	17
3.1.3.2	Viatická migrace	18
3.1.3.3	Specifika druhů rostoucích podél silničních cest	20
3.1.4	Rod <i>Atriplex</i>	21
3.1.4.1	Lebeda tatarská ( <i>Atriplex tatarica</i> )	22
3.1.4.2	Lebeda lesklá ( <i>Atriplex sagittata</i> )	23
3.1.4.3	Lebeda podlouhloolistá ( <i>Atriplex oblongifolia</i> )	23
3.1.4.4	Lebeda rozkladitá ( <i>Atriplex patula</i> )	24
3.1.4.5	Lebeda hrálovitá ( <i>Atriplex prostrata</i> )	24
3.1.4.6	Lebeda růžová ( <i>Atriplex rosea</i> )	24
3.1.4.7	Lebeda různosemenná ( <i>Atriplex micrantha</i> )	25
3.1.4.8	Další druhy v okolí dálnic	27
<b>4</b>	<b>Materiál a metody</b>	<b>29</b>
<b>4.1</b>	<b>Charakteristika území</b>	<b>29</b>
4.1.1	Klimatické podmínky	29
4.1.2	Přírodní podmínky	30
<b>4.2</b>	<b>Metodika botanického průzkumu</b>	<b>30</b>
<b>4.3</b>	<b>Metodika biologické charakteristiky</b>	<b>33</b>
<b>5</b>	<b>Výsledky</b>	<b>34</b>
<b>5.1</b>	<b>Výskyt druhu</b>	<b>34</b>
<b>5.2</b>	<b>Biologické vlastnosti plodů</b>	<b>41</b>
<b>6</b>	<b>Diskuze</b>	<b>43</b>
<b>7</b>	<b>Závěr</b>	<b>45</b>
<b>8</b>	<b>Seznam literatury</b>	<b>46</b>
<b>9</b>	<b>Seznam obrázků</b>	<b>55</b>

# 1 Úvod

Rostlinné invaze představují jednu z hlavních hrozeb evropské biologické rozmanitosti. Četné invazní nepůvodní druhy, mnohdy zavlečené do Evropy před více než 200 lety, se úspěšně etablovaly na územích velké části Evropy a počty těchto druhů se stále zvyšují (Pyšek & Hulme 2005). Území České republiky je, vzhledem ke svému geografickému umístění ve středu Evropy, k rostlinným invazím poměrně náchylné.

Jedním z možných druhů rozšiřování je i viatická migrace, pro kterou je ideální hustá silniční síť (Brandes 2009), především pak dálnice a rychlostní silnice, které se na našem území hojně nachází a většinou spojují hlavní město Praha s ostatními oblastmi České republiky. Toto prostředí je pro růst rostlin velice specifické, vzhledem k vlivům dopravy a údržby silnic, proto se zde daří rostlinám se specifickými vlastnostmi jako je vysoká plodnost, odolnost proti stresu a tolerance k zasolení.

V poslední době se na našem území intenzivně šíří podél dálničních cest původem středoasijská lebeda různosemenná (*Atriplex micrantha*). U zástupců tohoto rodu je znám heteromorfismus semen, kde jednotlivé typy semen vykazují výrazně odlišné ekologické chování, umožňující kolonizaci odlišných prostředí (Mandák & Pyšek 2001).

Tato práce se zabývá monitoringem výskytu lebedy různosemenné ve středních Čechách v okolí dálnic a dalších silnic nižších tříd a stanovením základních diasporobiologických vlastností plodů.

## 2 Vědecká hypotéza a cíle práce

Cílem práce je charakterizovat výskyt lebedy různosemenné (*Atriplex micrantha*, syn. *A. heterosperma*) podél vybraných dálnic a dalších rychlostních silnic ve středních Čechách, v širším okolí hlavního města Prahy a stanovit základní diasporobiologické vlastnosti, především produkci plodů a vliv faktorů prostředí na klíčivost a vzcházivost.

Cílem práce je ověření následujících hypotéz:

- Invazní druh *Atriplex micrantha* se na území středních Čech vyskytuje především v okolí dálnic.
- Plody druhu *Atriplex micrantha*, které se liší velikostí, se liší i svými biologickými vlastnostmi.



## 3 Přehled literatury

### 3.1 Rostlinné invaze

Invaze je proces, během něhož překoná zavlečený druh různé překážky a jehož jednotlivé fáze lze definovat právě pomocí bariér, které se danému druhu podařilo překonat. V posledním tisíciletí dochází díky rozvoji obchodu a dopravy k propojování kontinentů což vede k tomu, že se obrazně obnovuje starý superkontinent Pangea (Condie 1989; Mack 2001). Ve skutečnosti se rostlinné druhy pohybují po celém světě v podobě potravin, paliva, krmiv a léků, což můžeme považovat jako jednu z charakteristik lidského druhu (Mack 2001). Úmyslné doručování rostlinných druhů společně s rostoucím průzkumem, obchodem a dopravou, překonává geografické bariéry vysokou rychlostí a umožňuje tak masivní šíření semen, propagulí a patogenů (Richardson et al. 2000; Hulme et al. 2008), způsobem odlišným, než bylo do té doby, bez lidského přičinění, možné (Wilson et al. 2009). Klima, míra disturbance, doba od zavlečení a již zmiňovaný obchod jsou často uváděny jako hlavní důvody invazí. Obchodní nerovnováha a rozdíly v produktech mohou mít důležité důsledky. Například v zahradnickém odvětví se z Asie více produktů exportuje, než importuje (Reichard & White 2001). Zvýšený objem mezinárodního obchodu a dopravy v Číně, která je velmi bohatá na rostlinné druhy, může vyvolat další problémy v jiných zemích a regionech po celém světě (Ricklefs 2005). Dalším příkladem může být oblast Velkých jezer, která je považována za invazní předmostí pro zbylou část Severní Ameriky. Zde bylo introdukováno mnoho vodních druhů z baltského regionu, které se dále rozšířily do jiných severoamerických vod (Lodge 2006). Evropa, zejména ve Středomoří, je tradičně považována za hlavní zdroj invazních druhů do dalších částí světa. Je to způsobeno především historickým vývojem, kdy v minulosti v těchto oblastech lidská kultura vzkvétala a tím započal přesun zde domácích druhů do dalších oblastí (di Castri 1989). To se projevuje tak, že většina invazních druhů na ostatních kontinentech je eurasijského původu (Pyšek 1998; Weber 2003). Je důležité si nepůvodní rostliny klasifikovat podle známých přístupů, které jsou přijímány ve světě.

#### 3.1.1 Archeofyty a neofyty

Nepůvodní druhy se dají rozdělit do dvou skupin podle doby zavlečení. Kromě doby jejich zavlečení se archeotypy liší způsobem distribuce, úspěšností invaze a stavem ochrany. Období zavlékání archeotypů probíhalo společně s obrovskou změnou v evropské kulturní krajině. Toto období (přibližně 5500 let před Kristem, uprostřed období holocenního

klimatického optima; Kalis et al. 2003) je spojeno se začátkem zemědělské činnosti, které zahrnovalo introdukci cizích plodin a plevelů, počátek sedavého života a postupné utváření kulturní krajiny (Birks 1988; Pokorný et al. 2015). Toto období končí kolem roku 1500, tedy přibližně v době objevení Ameriky, což je však pouze orientační výklad. Nástup moderní doby je shodný se začátkem chladné oscilace v tzv. malé době ledové a je definována zásadními kulturními a ekonomickými změnami. To znamenalo další rozšíření několika velkých politických jednotek jako byla Španělská, Římská a Osmanská říše a Moskevské velkoknížectví a jejich následné expedice po celém světě (Pokorná et al. 2017). I díky tomu se například rostliny zavlečené do Austrálie mohou dělit na ty před a po evropské kolonizaci (Kloot 1987).

Z dosud zaznamenaných 1454 nepůvodních taxonů řadíme 350 mezi archeofyty, z toho většina z nich je v České republice naturalizovaných (201), přechodně zavlečených druhů je 138 a invazních 11. Mezi invazní archeofyty patří andělíka lékařská (*Angelica archangelica* subsp. *archangelica*), ovsík vyvýšený (*Arrhenatherum elatius*), lebeda lesklá (*Atriplex sagittata*), pcháč rolní (*Cirsium arvense*), bolehlav plamatý (*Conium maculatum*), rosička lysá (*Digitaria ischaemum*), ježatka kuří noha (*Echinochloa crus-galli*), milička menší (*Eragrostis minor*), šrucha zelná (*Portulaca oleracea* subsp. *oleracea*), slivoň myrobalán (*Prunus cerasifera*) a ptačinec bledý (*Stellaria pallida*). Jednoleté druhy tvoří 57,8 % všech archeofytů. (Pyšek et al. 2012). Výskyt téměř všech archeofytů ve střední Evropě je striktně omezen na ornou půdu, případně ruderální oblasti. Naopak nikdy se nevyskytují v nenarušených přírodních vegetacích (Kornaš 1990). V minulosti došlo k výraznému poklesu ve výskytu u mnoha archeotypů, což bylo způsobeno především zlepšením zemědělských metod a urbanizací venkovských oblastí, jak uvádí Svensson & Wigren (1986).

Naproti tomu neofyty jsou druhy, které byly na místo určení zavlečeny po roce 1500 až do současnosti. Invazní neofyty si v naší krajině našly vhodné podmínky pro šíření a proniknutím do více či méně narušených biotopů začaly zvyšovat své zastoupení na úkor domácích druhů (Buček 2006). Z celkových 1046 neofytů na území ČR došlo u 229 druhů k naturalizaci, 69 druhů je pak invazních (6,6 % z celkového počtu introdukcí). Z těch nejvýznamnějších můžeme zmínit křídlatku japonskou (*Reynoutria japonica*), křídlatku sachalinskou (*Reynoutria sachalensis*), křídlatku českou (*Reynoutria bohemika*), netýkavku žláznatou (*Impatiens glandulifera*), bolševník velkolepý (*Heracleum mantegazzianum*), pajasan žláznatý (*Ailanthus altissima*), borovici vejmutovku (*Pinus strobus*), dub červený (*Quercus rubra*), pámelník bílý (*Symphoricarpos albus*), trnovník akát (*Robinia pseudoacacia*) a další (Pyšek et al. 2012).

### **3.1.2 Introdukce – naturalizace – invaze**

Podle Richardsona et al. (2011), jsou nepůvodní druhy definovány jako ty druhy jejichž přítomnost v cizím prostředí je zaviněna úmyslným nebo náhodným zavlečením v důsledku lidské činnosti, která jim umožnila překonat hlavní bariéry (geografické, environmentální, reprodukční) a také další bariéry bránící šíření až k té, která invadujícímu druhu vkládá do cesty vegetaci v místě invaze. Malý podíl cizích druhů tvoří samozásobující populaci, ze které je část schopna rozšíření na velké vzdálenosti od původních míst. Zavlečené druhy se dají rozdělit na tři základní skupiny: přechodně zavlečené, naturalizované a invazní.

#### **3.1.2.1 Introdukce**

Introdukce se dá definovat jako zavlečení nepůvodního druhu mimo jeho původní areál výskytu přímou nebo nepřímou činností člověka. Každý druh introdukovaný do nového prostředí má sníženou míru tolerance organismu vůči vnějším podmínkám (ekologickou amplitudu). Ta se pak může v průběhu let postupně rozšiřovat. Rozšiřování ekologické amplitudy introdukovaných druhů může mít mnoho podob. Můžeme zde zmínit příhodné edafické a mikroklimatické podmínky stanoviště. Ty nejčastěji nalezneme na antropogenních stanovištích, kde bývá vysoká výhřevnost tmavých substrátů, specifické fyzikální vlastnosti půdy z hlediska nakypřenosti, stlačování půd sešlapáváním a utužováním těžkými stroji. To vše napomáhá k tomu, že půdy nejsou pokryty souvislou vegetací. Naopak pro nově přítomné druhy, které dokáží přečkat několik vegetačních období v těchto nepříznivých mikroklimatických podmínkách, je odměnou ekologická adaptabilita. Mnohé druhy přežívají jako přechodně zavlečené – to znamená, že se mohou po určitý časový horizont rozmnožovat, ale jejich budoucí výskyt je trvale závislý na opakovaném zavlékání (přisunu rozmnožovacích částic) člověkem. Introdukce je počáteční fáze, kdy ne všechny rostliny jsou schopny tuto hranici překročit a naturalizovat se. Ještě menší šance má rostlina na to, aby se stala invazní. Odhady předpokládají, že z každých sto zavlečených druhů se maximálně 2–3 druhy stanou invazní (Pyšek & Tichý 2001). To potvrzuje i Williamsovo pravidlo desetin, které uvádí, že při introdukci deseti druhů pouze jeden druh dokáže zplanit, z deseti takto zplaněných druhů se pouze jeden naturalizuje a z deseti naturalizovaných se jen jeden druh stává invazním (Křivánek 2004).

### 3.1.2.2 Naturalizace

Nepůvodní druhy, které po introdukci zvládnou vytvářet samoudržitelnou populaci v oblastech s lidským vlivem, se dokázaly naturalizovat (Richardson et al. 2000). Některé naturalizované druhy jsou považovány za hlavní hrozbu biodiverzity, a i amatérští pozorovatelé si mohou všimnout, že výskyt naturalizovaných druhů je mezi různými regiony vysoce nerovnoměrný. Mezi nejbohatší kontinenty s nejvyšším počtem naturalizovaných druhů patří Severní Amerika (5958 taxonů), Evropa (4139 taxonů) a Austrálie (3886 taxonů). Ostatní kontinenty s výjimkou Antarktidy se pohybují v rozpětí mezi 2000–3500 naturalizovaných druhů (Stohlgren et al. 2011). Podle Rejmánka (2015) toto zjištění nepochybně koresponduje s intenzivnějšími procesy introdukce, a to jak záměrné v podobě například okrasného zahradnictví a kontrole eroze, tak náhodné v důsledku častého obchodování mezi těmito regiony a zbytkem světa. Množství naturalizovaných druhů ale nehodnotí skutečnou úroveň invaze. Předchozí studie také poukazuje na to, že v Severní Americe se vyskytuje 51,3 % ze 120 nejrozšířenějších rostlinných druhů, ale v Evropě se jedná pouze o 2,1 %. Jedno z možných vysvětlení pro tak výrazný rozdíl mezi Evropou a Severní Amerikou je ten, že evropská flóra, která je součástí flory Eurasijské, byla vystavena nesčíslným rostlinným migracím v minulosti a díky tomu jsou výsledné rostlinné komunity více odolné vůči novým invazím jiných druhů. Je také pravděpodobné, že některé evropské druhy byly vybrány pro svou schopnost rychle kolonizovat stanoviště narušené lidskou činností a tyto druhy se rychle naturalizovaly nejčastěji v oblastech Severní Ameriky. Příkladem je třezalka kanárská (*Hypericum Canariense* L.), která je původní na Kanárských ostrovech, ale lidským zapříčiněním byla zavlečena a následně zdomácněla v Kalifornii, kde svým vzrůstem nedovoluje téměř žádným jiným rostlinám růst. Samotná Kalifornie je podle výzkumů Van Kleunena et al. (2015), jedním z regionů s nejvyšším počtem naturalizovaných druhů. Většina z nich je začleněna do přirozených člověkem převážně velmi narušených stanovišť bez jakýchkoliv zjevných dopadů na místní ekosystém. Nicméně některé druhy, jako právě třezalka kanárská, mají na daných územích velký ekologický dopad. Z údajů této studie vyplývá i to, že oblast tichomořských ostrovů vykazuje největší nárůst kumulativního počtu naturalizovaných druhů s ohledem na celkovou plochu. Tento výsledek poskytuje první globální ověření hypotézy, že oceánské ostrovy mají více naturalizovaných druhů rostlin než území podobné velikosti na pevnině. Důvodem může být fakt, že původní druhy na ostrovech představují pouze omezený vzorek druhů, které by potenciálně mohly v daném prostředí úspěšně přežít, a tak jsou tato místa přístupnější k naturalizaci zavlečených druhů. Proces naturalizace může být rychlý v podmínkách polních

kultur, kdy se za zhoršených podmínek agrotechniky polní kultury stávají širokou základnou k průniku adventivů nejrůznějšího původu, zejména pak v blízkosti komunikačních sítí, ať už se jedná o železniční, říční nebo silniční dopravu.

### 3.1.2.3 Invaze

Potenciální invaze je podmíněna třemi základními podmínkami, které definoval Di Castri et al. (1990):

1. Způsobem preadaptace získaným ve vlasti. Jedná se o geologickou a evoluční historii stávající přírodní poruchovosti, čímž rozumíme klimatické poruchy jako jsou sucha, mrazy, zalednění a poruchy způsobené člověkem (vypalování neboli swailing, pastevní tlak herbivorů a další).
2. Možnostmi transportu nebo migrace, kdy má velkou zásluhu cestovní ruch spojený s velkou výměnou lidí a jejich produktů v krátkém čase na velké vzdálenosti. Tím podporuje zavlékání nepůvodních druhů do dalších lokalit.
3. Příznivými místními podmínkami, které dokáží usnadnit kolonizaci nových zavlečených druhů. Existence řídkých porostů, případně holých území usnadňuje nepůvodním druhům kolonizaci nových prostředí, kde není tak vysoká konkurence v podobě místních zdomácnělých druhů. Mezi další podmínky patří člověkem narušené ekosystémy, nejvíce patrné v zóně osídlení nebo existence ekosystémů podléhajících častým přírodním poruchám.

Četné efekty invazních rostlin na daná území zahrnují i přímé ohrožení lidského zdraví, ztráty nebo změny obchodovatelných surovin a služeb týkající se rybolovu, zemědělství, lesnictví, pitné vody, vodního hospodářství, stabilizace klimatu, kulturních a rekreačních využití (Le Maitre 2004; McNeely 2005; Lovell et al. 2006; EEA 2012). Další dopady jsou mírnější a jsou výsledkem transformace ovlivňující životní prostředí a fungování ekosystémů (Hulme 2007). Mezi tyto změny patří cyklus živin (Chamier et al. 2012), vlastnosti půd (Ehrenfeld 2003), zvýšené frekvence požárů (Brooks et al. 2004), trofismus (Levin et al. 2006) a ztráta biologické rozmanitosti (Powell et al. 2011). Tyto rostliny mohou ohrozit biologickou rozmanitost různými způsoby, které mohou vést až k vyhynutí endemických druhů, zvláště na ostrovech a ve sladkovodních ekosystémech (Sax & Gaines 2008). I přes náklady s bojem

proti těmto invazním druhům, kdy se jedná o roční částky dosahující celosvětově ke stovkám miliard dolarů (Pimentel et al. 2005) - jen v rámci Evropské unie se za zdravotní dopady a výdaje na nápravu škod vyhradí nejméně 12 miliard eur ročně (LIFE Guidelines 2014) – se nedá říct, že jsou tyto druhy hlavním důvodem k vymírání domácích druhů. Jen velmi malá část nepůvodních druhů se stává na daném stanovišti invazní (van Kleunen a Johnson 2007).

Invazní, či lépe řečeno expanzivní se mohou stát i druhy domácí, u kterých je ekologický a ekonomický dopad ještě mnohem horší, než u druhu invazního (Valéry et al. 2009; Simberloff 2011). V neposlední řadě některé nepůvodní, případně invazní druhy, mohou mít i pozitivní hospodářské dopady. Například včela medonosná (*Apis mellifera*) je významným opylovačem v oblastech severní Ameriky, kde jsou tyto opylovací služby vyčísleny na 14,8 miliardy dolarů ročně (Morse & Calderone 2000). Tyto druhy mohou být přínosné pro ochranu některých stanovišť jako alternativní zdroj potravy pro vzácné druhy nebo jako funkční náhrady dříve zaniklých taxonů tím, že poskytují nebo zlepšují ekosystémové služby (Rodriguez 2006; Chiba 2010; Schlaepfer et al. 2011).

Možné rozšiřování těchto rostlinných druhů představuje riziko v rámci biologické rozmanitosti, ať už na úrovni druhů (konkurence, křížení, genetická variabilita), tak i v případě celých společenstev, kdy se nepůvodní druh, oproti druhům původním, začne intenzivně rozšiřovat, což může vést k potlačení, případně přímo k likvidaci druhů původních. V globálním měřítku můžeme říct, že díky změně klimatických podmínek se zvýší naturalizace některých druhů, především pěstovaných pro zahradnické účely. Tyto rostliny se totiž často pěstují mimo své klimatické podmínky a není výjimkou jejich další šíření do volné přírody, kde se dokáží adaptovat a tvořit samostatné přírodní populace (Dullinger et al. 2016).

Výzkum Bonnana (2016) poukazuje na to, že invazní druhy jsou již z historie posuzovány pouze negativně a sice jako elementy, které ohrožují domácí druhy a následně narušují celé ekosystémy. Nesprávné předpoklady a pochopení těchto druhů může vést k neodstranitelnosti hospodářských ztrát a nezvratnosti ekologických změn. Tato studie také nesouhlasí s tím, že eradikace je vždy tou nejvhodnější volbou a obnovení původní biodiverzity by nemělo být hlavním cílem, ale místo toho by se mělo přihlížet k tomu, že přírodní prostředí se mění díky faktorům jako je změna klimatu, eutrofizace dusíku, zvýšená urbanizace a změny ve využití půdy. Tyto invaze jsou ve skutečnosti příznaky přírodních pochodů, které by se dle něj měly více prozkoumat a posuzovat ze širší perspektivy.

Westbrook (1998) uvádí 12 charakteristik úspěšných invazních druhů rostlin umožňující jejich setrvání v nepůvodních oblastech,

1. Raná zralost
2. Bohatá produkce semen a/nebo vegetativních částí
3. Dlouhá životnost semen a vegetativních částí v půdě
4. Dostatečně dlouhá dormance semen k zajištění rozptýlení v čase
5. Přizpůsobení se pro další šíření větrem, vodou, lidmi a zvěří nebo jako kontaminanty v osivu
6. Allelopatie
7. Obranné mechanismy, které brání před okusem zvěří
8. Schopnost parazitovat jiné druhy
9. Velikost a tvar semen, které nedokáží standardní čistící techniky odstraňovat
10. Přežití a produkce osiva za nepříznivých podmínek k růstu
11. Vysoká fotosyntetická kapacita
12. Vegetativní části s velkou zásobou živin.

Jak autor sám uvádí, tento seznam není vyčerpávající a žádná z rostlin neobsahuje všechny zmiňované vlastnosti ze seznamu, ale může je více či méně kombinovat. Další studie (např. Richardson & Rejmánek 2004; Grotkopp et al. 2002) ukazují příklady toho, jak úzce souvisí příbuznost druhů s jejich invazivitou.

Několik studií ukázalo, že druhová invazivita koreluje s velikostí primárního zeměpisného rozsahu (Starfinger 1998; Rejmánek 1999), hojnosti v přirozených stanovištích (Williamson 1996) a včasného zavlečení do sekundární oblasti (Rejmánek 2000). Lodge (2001) uvádí, že doba introdukce je zásadní prvek, který neovlivňuje pouze další vývoj určitého druhu, ale také složení a interakci nepůvodních druhů s domácími.

Synantropní rostliny se skládají jak z původních druhů spontánně se vyskytujících na březích řek, sesuvech půdy, písčinych dunách apod., které se sekundárně rozšířily do umělých stanovišť (apofyty), tak z druhů nepůvodních, které se objevily v dané oblasti pouze díky člověku (antropofyty). V současné době je více než polovina z celkového počtu rostlinných druhů vyskytujících se v uměle vytvořených stanovištích (orné půdy, ruderální místa, městské lokality v prostředí střední Evropy) nepůvodních. Narušení jak globálního (změna klimatu) nebo místního (silniční sítě) měřítka je důležitým faktorem v usnadnění rostlinné invaze

(Mooney & Hobbs 2000). Dokonce i disturbance, ke kterým došlo před více než sto lety mohou podle Von Holla & Motzkina (2007) ovlivnit současné invaze.

### 3.1.3 Invazivní druhy v ČR

Česká republika je ekotonem mezi velkými kontinentálními úseky krajiny – Alpami na jihu, Karpaty na východě, Panonskou kotlinou ležící jihovýchodně, oblastí oceánských klimatických podmínek na západě a ohraničenou lokalitou s nízkou biologickou rozmanitostí od dob čtvrtohorního zalednění na severu (Slavík 1988). Díky tomu je k rostlinným invazím poměrně náchylná, a to i vzhledem k její geografické poloze ve střední Evropě, husté síti řek, silnic, železnic i vysokou hustotou osídlení. K tomu všemu přispívá i různorodost krajiny s rozdílnými půdními, klimatickými a geologickými podmínkami.

Většina nepůvodních druhů, které se vyskytují v krajině České republiky má původní areál rozšíření v oblastech Eurasie. Většina archeofytů na našem území je původu mediteránního, co se týče neofytů a jejich původu, všechny světadíly se podílejí téměř rovnoměrně. Přibližně 18 % druhů pochází z Nového světa.

Je zajímavé sledovat skladbu zavlekaných druhů z hlediska historického, přesněji od politického převratu v roce 1989. Předtím převažovaly druhy kontinentálního původu z východu, případně z balkánu – tedy jihovýchodu. Po tomto roce se na naše území začalo dostávat více druhů z oblasti západo-mediteránní, oceánické a také častěji z různých vzdálených končin světa (Kolář, 2005). Nepůvodní druhy se do nového území dostávají dvěma nejčastějšími způsoby. Jedná se o úmyslné dovezení – tyto druhy jsou k nám distribuovány jako okrasné, případně jako potraviny nebo pro technické účely, například pro produkci dřeva, píce, oleje a podobně. Neméně zastoupeny jsou také druhy medonosné, využívané pro krajinářské účely nebo druhy pěstované jako obnovitelný zdroj energie. Pro příklad můžeme uvést trnovník akát, pajasan žláznatý a v neposlední řadě známé druhy křídlatek (Weger 2003; Kettunen et al. 2008). Druhým způsobem je neúmyslné zavlečení. Nejčastěji se tyto druhy na naše území dostávají jako příměsi rostlinných, případně živočišných produktů (s osivem, ovocem nebo například s vlnou), případně s převáženými živými zvířaty (semena v krmivu, v srsti, v zaživacím traktu) (Jehlík 1998). Před invazemi nejsou ušetřena ani naše chráněná území. Vzhledem k jejich nevelké rozloze většina z nich sousedí přímo s narušovanou krajinou a díky tomu jsou dobře dosažitelné diasporami nepůvodních druhů z nejbližšího okolí. Jak uvádí



Pyšek & Tichý (2001), ve vzorku tří set rezervací tvořily zavlečené druhy více než 15 % ze všech taxonů nacházejících se v nich.

### 3.1.3.1 Migrační cesty

Již v roce 1974 definovali Jehlík a Hejný tři hlavní migrační cesty rostlin na území Československa. Později se prokázalo, že tyto migrační cesty, tedy cesty východní, labské a panonské jsou platné pro celé území střední Evropy. Labská cesta byla po roce 1989 jedním z největších zdrojů šíření nepůvodních rostlin na území České republiky. Tou se adventivy šířily lodní dopravou ve směru toku řeky Labe z Hamburku do českých přístavů, a to převážně Děčína, Ústí nad Labem a Mělníka. Odtud pak pokračovaly železniční a silniční dopravou do středních Čech, nejčastěji do Polabí. Touto cestou se sem dostávaly především olejninové adventivy z olejnatých rostlin pěstovaných v Severní Americe. Nejpočetnějším zdrojem diaspor pro další šíření byly adventivy sójových bobů (popřípadě odpad ze sójových bobů) šířící se převážně do dolní a střední části Labské nížiny v Čechách. Jedním z nejvýznamnějších příkladů je *Ambrosia artemisiifolia* a *Setaria faberi* (Jehlík et al. 1973).

Na území České republiky a z větší části i na území Slovenské republiky je výrazným zdrojem zavlečení panonská cesta. Touto cestou se sem dostávaly adventivy se zemědělskými produkty jako je zelenina, ovoce, obilí na setí i na krmení. Panonská cesta sem přivedla původní druhy z Maďarska, Rumunska a států z balkánského poloostrova, zejména tedy z Podunají a Pomoraví. Na území bývalého Československa se vstupuje přes hlavní železniční trať Štúrovo a také vnitrozemskou lodní dopravou přes přístavy v Bratislavě a Komárnu. Jak uvádí Jehlík (1998), významný vliv na šíření diaspor měl i přesun romského obyvatelstva z Rumunska a Maďarska na Slovensko a jižní Moravu, kdy s sebou převáželi stelivo a krmivo pro koně a dobytek. Nejčastější biotopy takto zavlečených druhů se nacházejí podél železničních stanic, v přístavech na Dunaji, ale také se často objevují na ruderalních lokalitách, při venkovských a městských obydlích a neméně i podél komunikačních cest spojujících vesnice s pastvinami. Nejvýznamnější druhy, které se na území České a Slovenské republiky dostaly panonskou cestou jsou například pelyněk roční (*Artemisia annua* L.), lebeda tatarská (*Atriplex tatarica*) nebo pouva řepňolistá (*Iva xanthiifolia*) (Jehlík & Hejný 1974).

Velmi pravděpodobné je šíření nepůvodních druhů východní cestou již někdy v druhé polovině 19. století, po výstavbě většiny významných železničních tratí v tomto směru. Význam východní cesty se zvýšil až po roce 1946, kdy vzrostl dovoz obilí z bývalého

sovětského svazu (Ukrajina, Rusko, méně často Střední Asie). Ten byl nejčastěji realizován železniční dopravou, přes velká železniční přecladiště (hlavně Čierna nad Tisou, později i Velké Kapušany, Dobrá aj.) a částečně i vnitrozemskou plavbou přes přístavy na Dunaji, příležitostně také na Labi či Vltavě. Obvyklé stanoviště, na kterých se nacházejí adventivy z této migrační cesty jsou na železničních stanicích a poblíž skladů, které jsou propojeny železniční tratí (Jehlík & Hejný 1974). Jak uvádí Jehlík (1998), počet adventivů, které se na území ČR dostali východní cestou výrazně klesá, především z důvodu minimální distribuce obilí a dalších surovin tímto způsobem. Touto cestou k nám bylo zavlečeno několik druhů jako například laskavec bílý (*Amaranthus albus*), lebeda tatarská (*Atriplex tatarica*) a další.

Některé druhy cizích rostlin se do ČR šíří dvěma nebo dokonce, i když zřídka, třemi migračními trasami. Tyto druhy, které využily více cest se mohou výrazně lišit ve své biologii, vzhledem k rozdílným průběhům jejich naturalizace. Mezi druhy, které se na dané území dostaly více cestami jsou například pouva řepňolistá (*Iva xanthiifolia*), ambrosie peřenolistá (*Ambrosia artemisiifolia*) a mračnák Theophrastův (*Abutilon theophrasti*).

### 3.1.3.2 Viatická migrace

Zatímco v minulosti bylo nejčastějším způsobem zavlečení nepůvodních rostlinných druhů na území České republiky záležitostí železniční nebo vodní cesty (Jehlík 1998), v dnešní době je stále častější silniční cesta. Jak uvádí Kocián (2014) šíření rostlin na dálnicích se v České republice nevěnuje dostatečná pozornost. Přitom silniční okraje jsou významnými místy, kde se rostliny mohou úspěšně uchytit a následně reprodukovat. Specifické mikroklimatické a půdní podmínky omezují schopnost vyšších rostlin vytvořit úspěšnou populaci. Rychlé a rozsáhlé rozšíření některých rostlin podél dálnic není novým fenoménem. Silnice poskytují vhodné podmínky pro založení a růst nepůvodních druhů rostlin. Druhová bohatost kolem silnic výrazně vzrostla s rostoucím využíváním tohoto typu přepravy (Sharma & Raghubanshi 2008). Vysoká hustota silniční sítě a rozvoj automobilové dopravy zvyšuje vliv viatické migrace rostlin.

K migraci podél silnic dochází díky specifickému rozšiřování diaspor rostlin:

1. Anemoagestochorní šíření diaspor, které je umožňováno nárazy vzduchu a vzdušnými víry za projíždějícími vozidly. Tento vliv působí i na rozšiřování jiných druhů, které nejsou anemochorní. Semena a plody, které se nacházejí

na krajnicích a na vozovce jsou těmito proudy vzduchu unášeny na poměrně velké vzdálenosti (2-15 metrů) od okraje silnice (Kopecký 1978).

2. Agestochorní šíření diaspor. Je to roztrušování diaspor rostlin, které ulpívají na vozidlech během dopravy. To umožňuje přemísťování diaspor na velké vzdálenosti. Semena cestují na vozidlech včetně pneumatik (Clifford 1959), výzkum Wacea (1977) poukazuje na to, že nejen velká nákladní auta mohou přenášet semena nepůvodních druhů, ale dalším neméně významným zdrojem jsou malé soukromé vozy, případně i obytné vozy. Podobně i studie z australského Queenslandu ukázala, že v každé tuně kalu shromážděného ze silničních vozidel do záchytných zařízení, bylo na každé auto v průměru na 500 rostlinných semen (Nguyen 2011). Stejná studie zdůrazňuje, že záleží na velikosti osiva, kdy menší semena jsou výhodnější k šíření než semena větších velikostí. K zajímavým výsledkům dospěla studie Khana et al. (2017), kteří se zaměřili na jednotlivé části automobilů a jejich vztah k přenosu propagulí. Nejčastěji se semena drží ve spodní části vozidel v blátě nebo prachu, ale často se vyskytují i přímo v kabině, kdy se sem dostávají vzduchem, případně lidským přičiněním například na podrážce boty. Studie se zabývá i vlivem ročního období na přenos semen a ukazuje, že nejčastěji se semena přenášejí na podzim, naopak na jaře a v létě je tento přenos zastoupen v menší míře.
3. Rypochorie, což je šíření diaspor s přepravovaným nákladem z místa nákladu do místa vyložení. Takto se často šíří druhy rodů *Chenopodium*, *Amaranthus*, *Atriplex* a další při rozvozu chlévské mrvy. Rypochorie hraje roli i při stavebních úpravách silnic, kdy s dovezeným materiálem často bývají zavlékány i diasporu některých druhů (Jehlík 1998).

Dálniční cesty se od těch ostatních liší v několika ohledech. Neprobíhají městskými centry, počet vozidel a jejich rychlost je zásadně vyšší než na jiných silnicích, existují nejméně dva směrové pruhy, které jsou odděleny více či méně širokým středovým pásem. To má jasný vliv na šíření diaspor jednotlivých druhů. Středové pásy a boční okraje silnic se liší podle intenzity ošetřování. Zatímco krajnice silnic jsou koseny několikrát ročně, kosení středového pásu se z bezpečnostních důvodů nedá aplikovat stejně často. Dlouhé intervaly mezi sečením zvyšují šanci na kvetení, zrání semen a následné další šíření. Většinou jsou mezi svodidly

prostory kam se s mechanikou nelze dostat, a právě tato místa využívají rostliny k uchycení a dalšímu růstu (Griese 1998).

### 3.1.3.3 Specifika druhů rostoucích podél silničních cest

Většina těchto druhů je halotolerantní, tedy schopna snášet prostředí s vysokou koncentrací solí (Pearman et al. 2002). To ukazuje na to, že solení silnic v zimě zvýhodňuje halotolerantní druhy před ostatními. V tomto směru hrají dálnice tu nejdůležitější roli. Mezi rozhodujícími faktory může být uvedena:

1. vynikající propojenost silniční sítě v celém kontinentálním měřítku a tím pádem dostupné plochy pro kolonizaci nových druhů,
2. intenzita a pravidelnost disturbancí působením chemických látek (sůl, těžké kovy apod.) a mechanickými vlivy (sečení, údržba, průjezdy vozidel, stříkající voda způsobena rychle jedoucimi vozidly),
3. pravidelné pohyby vzduchu a vody schopné přepravovat semena na dlouhé vzdálenosti
4. vysoká tepelná hladina na okraji silnice, upřednostňující termofilní druhy,
5. silné zimní solení vozovky,
6. střídání suchých a vlhkých období.

Tyto faktory jsou do velmi vysoké míry přítomny na dálnicích, ale také se s nimi často setkáme na ostatních rychlostních silnicích a silnicích první třídy, proto se dá očekávat, že výskyt podél dálnic je pouze dočasný a mnohé z těchto druhů se mohou šířit i do oblastí ostatních silničních koridorů (Bornard & Ciardo 2011).

Schopnost halofytů dokončit svůj životní cyklus v půdách s vysokou salinitou souvisí s mechanismy, které jsou tyto rostliny schopny realizovat. Jeden z nich slouží k udržení koncentrací  $\text{Na}^+$  a  $\text{Cl}^-$  iontů v cytoplazmě na mnohem nižší úrovni než je v půdním roztoku, díky čemuž dokáže rostlina chránit cytoplazmatické biopolymery před toxickým účinkem těchto iontů (Balnokin et al. 2005). Vysoká koncentrace osmoticky aktivních sloučenin zajišťuje halofytním rostlinám schopnost regulovat příjem vody do buněk i ve stresových podmínkách (Motřková et al. 2014).

Další zvláštností u halofytních druhů rostlin je heteromorfismus semen, což je produkce dvou nebo více druhů semen na jediné rostlině, které se liší hmotností, morfologií a ekologií (Imbert 2002; Mandák 1997). Pro rostliny, které rostou v extrémních, kolísavých podmínkách

prostředí má heteromorfismus výhodu například proto, že různě velká semena mohou klíčit v různou dobu kvůli rozdílu v dormanci a vlastnosti osemení (Baskin & Baskin 2014). Prodloužení období klíčivosti do delšího časového horizontu může poskytnout větší výhodu k růstu než u monomorfních semen (Venable et al. 1987). Heterokarpie je jedním z typických biologických rysů druhů rostlin v aridních a semiaridních oblastech (Mandák 1997).

### 3.1.4 Rod *Atriplex*

Rod *Atriplex* patří do čeledi laskavcovitých (*Amaranthaceae*) a čítá kolem 250 druhů distribuovaných mimo tropy po celém světě (zvláště v subtropích). Většina druhů roste na písčitých půdách, některé druhy jsou slanomilné (halofilní) a obsazují slané stepi, pouště, případně pobřežní oblasti (Daníhelka 2012; Welsh 2004; Kirschner & Tomšovic 1990). Velký počet druhů lebed není ve Střední Evropě původních, do této oblasti byly zavlečeny během starověké kolonizace Evropy. Mezi archeofyty patří například *Atriplex patula*, *Atriplex rosea*, *Atriplex sagittata* a *Atriplex tatarica* (Pyšek et al 2002). Jiné druhy jsou z geografického hlediska původní, kdy se z jejich přirozených stanovišť jako jsou solné bažiny, rozšířily do stanovišť jiných. Příkladem je *Atriplex prostrata* subsp. *latifolia*. Tyto druhy se pravděpodobně původně vyskytovaly v teplejších oblastech Střední Evropy, nyní se však rozšířily, díky lidské činnosti vytvářející vhodné stanoviště, mimo hranice jejich původního výskytu (Mandák & Pyšek 1998). I proto je někdy obtížné určit počáteční místo šíření. Několik druhů lebed žije synantropně, kolonizují kulturní, ruderalní prostředí nebo okraje cest.

Zástupci sekce *Dichosperma*, které představují vývojově původní skupinu, jsou charakteristické jednoletým životním cyklem, C3 typem fotosyntézy, krovkami listovitého charakteru, které nesrůstají po okrajích, nemají žádné výrůstky či přívěsky na ploše krovky, spodním kořínkem plodů a přítomností samičích květů, které jsou v uzavřených okvětí. Další skupiny euroasijských lebed jsou také z větší části jednoleté druhy, ale samičí květy jsou uzavřené v krovkách. Podle dalších charakteristických znaků se dělí do několika skupin. Druhy sekce *Heterosperma* Aellen (*Atriplex oblongifolia* W. & K. a *Atriplex micrantha* Ledeb.) jsou tetraploidní ( $2n = 36$ ), s C3 typem fotosyntézy, krovkami listovitého charakteru, velmi mírně dužnatými.

Druhy sekce *Teutliopsis* Dumort., mají krovky často silně zdužnatělé, ale ne dřevnaté, s četnými výrůstky na ploše a na bázi lehce srůstajícími a disponují C3 typem fotosyntézy. Tato sekce zahrnuje druhy původní na pobřeží Baltského a Severního moře (*Atriplex glabriuscula*

Edmonston, *Atriplex calotheca* (Rafn.) Fries, *Atriplex longipes* Drejer & Fries a *Atriplex prostrata* DC.) a druhy s euroasijským rozšířením (*Atriplex patula* L. a *Atriplex littoralis* L.)

Poslední skupinou, výrazně se lišící od ostatních skupin, které se v Eurasii vyskytují je sekce *Sclerocalymma*, s C4 typem fotosyntézy, dřevnatějícími krovkami srůstajícími na bázi a bočním kořínkem plodů. Patří sem *Atriplex tatarica* a *Atriplex rosea* (Mandák 2003a).

Většina druhů *Atriplex* ve střední Evropě jsou rané rostliny s postupným nástupem. Klíčovým faktorem je reprodukce prostřednictvím osiva pro jejich úspěšné založení v krajině. U většiny je typická tvorba dvou nebo tří různých druhů semen, tzv. heterokarpie (Mandák, 1997). Heterokarpie spolu s tolerancí na zasolené půdy jsou ekologické vlastnosti, které spolu s ostatními vlastnostmi (roční životní cyklus, dynamika růstu, vysoká produkce biomasy, vysoká plodnost) určují včasnou pozici v sukcesi (Harper 1977).

#### **3.1.4.1 Lebeda tatarská (*Atriplex tatarica*)**

Lebeda tatarská je terofyt, který má dva typy heterokarpických plodů s různou úrovní dormance (Mandák 2003b). Plody typu B (malé černé nažky s lesklou hladkou testou uzavřené uvnitř malé brakteoly) jsou dormantní a pro úspěšné klíčení vyžadují stratifikaci. Vytváří perzistentní semenou banku, která má velký potenciál pro regenerační obnovu po disturbanci (Baskin & Baskin 1998). Plody typu C (větší hnědé nažky pokryté prodlouženými brakteoly) jsou nedormantní, klíčí snadno bez stratifikace v optimálních podmínkách a tvoří přechodnou semennou banku (Kochánková & Mandák 2008).

Původní oblast lebedy tatarské se nachází v oblastech Střední Asie (západní Mongolsko a severozápadní Čína, až po pohoří Altaj, v Tibetu se nevyskytuje) a Malé Asie (Allen 1960). Odsud se dále rozšířila do severní Afriky (Täckholm 1974) a jihovýchodní Evropy (Jalas & Suominen 1980). Výskyt byl prokázán i na východě Severní Ameriky (Welsh 2004) a v Jižní Americe (Múlgura de Romero 1982). V Evropě se vyskytuje pouze příležitostně v oblastech, které jsou charakteristické oceánským klimatem (západní Evropa). Distribuční oblast vede z jihovýchodní Evropy přes panonskou nížinu do střední Evropy. Severozápadní hranice pravděpodobného výskytu leží částečně v České republice, především na jižní Moravě a zčásti v oblastech jižního Slovenska (Jalas & Suominen 1980). Severně a západně od těchto oblastí se nachází pouze na několika málo geograficky izolovaných lokalitách (Mandák et al. 2005).

Ve své původní oblasti lebeda tatarská obývá zasolené písčité a jílovité břehy řek a jezer. Často bývá také v silničních příkopech a na vesnicích. Vyskytuje se také na zavlažovaných polích, na ladem ležících půdách a v blízkosti studní a zamokřených oblastí (Grubov 1966). Ve střední Evropě se obecně nachází na suchých, jílovitých i písčitých půdách (Kirschner & Tomšovič 1990) a je vysoce tolerantní s ohledem na gradienty živin a slanosti (Mandák 2003b). Vyskytuje se převážně na ruderalních stanovištích a převážně v městských oblastech, silničních okrajích, u železnic, na skládkách a na hnojištích (Kochánková & Mandák 2008).

#### **3.1.4.2 Lebeda lesklá (*Atriplex sagittata*)**

Mohutná bylina, vysoká 1-2 metry, lodyha šedožlutě a zeleně proužkovaná, pomoučená. Světlomilný druh, nesnášející časně mrazy. Kvete od července do září. Původem eurasijský druh, s areálem rozšíření ve střední a jihovýchodní Evropě, Malé a Střední Asii a jihozápadní Sibíři. Známý je také výskyt v jižní Africe.

Nejčastěji se lebeda lesklá vyskytuje na nakypřených antropogenních půdách, bohatých na vápník, zasolených nebo bohatých na dusík. Na skládkách, kompostech, stavenišťích a silážních jamách, na obnažených půdách podél komunikací, méně často se vyskytuje na rumišťích, někdy i jako plevel v kulturách chmele. V České republice se vyskytuje hojně v teplejších oblastech s rozsáhlou stavební a průmyslovou činností, v chladnějších oblastech pouze roztroušeně (Kirschner & Tomšovič 1990).

Rostlina produkuje tři druhy semen, které se liší tvarem i klíčivostí. Semena typu A jsou malá, černá, bez brakteol a jsou dormantní. Semena typu B jsou středně velká, černá, pokrytá malými brakteolami a dormantní. Typem C jsou semena velká hnědá, pokrytá brakteolami a nejsou dormantní (Mandák & Pyšek 2001).

#### **3.1.4.3 Lebeda podlouhlolistá (*Atriplex oblongifolia*)**

Archeofyt, hojný zvláště v Panonském termofytiku, případně na některých územích teplejšího mezofytika. Vyskytuje se často podél komunikací, v ruderalizovaných okolí sídlišť, suchých stráních či úhorech, často může lemovat okraje vinic. Nejčastěji kolonizuje půdy bohaté na vápník, občas roste i na půdách zasolených (zvláště sprašové půdy). Lodyha 30-110 cm vysoká, přímá, bohatě větvená se zeleným a žlutozeleným podélným proužkovaním. Kvete od srpna do září.

#### **3.1.4.4 Lebeda rozkladitá (*Atriplex patula*)**

Lodyha 20-80 cm vysoká, vzpřímená až k zemi přitisklá, zeleně a žlutozeleně podélně proužkovaná, rostlina slabě pomoučená. Kvete od července do října. Produkuje dva typy semen – větší hnědá tvoří podíl nejvýše 5 %, menší jsou černohnědá.

Lebeda rozkladitá obývá nejčastěji rumišťe, komposty, obvody silážních jam, běžně se vyskytuje u úpatí zdí, na krajnicích a v příkopech komunikací, na kyprých či slabě sešlapávaných půdách obohacených dusíkem, mírně zasolených, někdy vápnatých.

Jedná se o druh na území České republiky pravděpodobně původní. Rostlina hojná zvláště v obcích a podél komunikací v termofytiku. V oblastech mezofytika častá kromě řídky osídlených nebo chladnějších území. Pravděpodobné je další synantropní šíření (Kirschner & Tomšovic 1990).

#### **3.1.4.5 Lebeda hrálovitá (*Atriplex prostrata*)**

Tento druh se vyskytuje po celé Evropě vyjma nejsevernějších částí, dále je rozšířen do Malé, Přední a Střední Asie. Zavlečena byla i do Severní a Jižní Ameriky, na sever Afriky a do Austrálie. Druh se rozpadá na celou řadu poddruhů, které se šíří po celé Evropě. Má tendenci k synantropnímu šíření. Obývá vlhčí či vysychavé příkopy silnic (většinou mírně zasolené) a další vysychavá stanoviště. Nejčastější výskyt je na silněji zasolených, často amoniakálních, zamokřených a vysychavých půdách. Původní stanovištěm byla slaniska v Panonském termofytiku, na synantropních stanovištích se vyskytuje hojně jako archeofyt. Vzácněji roste i v lesních územích.

Byliny jsou zprvu pomoučené (v některých případech i v dospělosti), později až téměř olysálé. Lodyha 20-60 cm vysoká, bohatě větvená, žlutě a zeleně podélně proužkovaná. Doba kvetení červen až září. (Kirschner & Tomšovic 1990).

#### **3.1.4.6 Lebeda růžová (*Atriplex rosea*)**

Rostliny zpravidla šedavě pomoučené, hlavní lodyha přímá, zřídka poléhavá, 20-60 cm vysoká, bohatě vystoupavě větvená, žlutavá. Doba kvetení od července do září. Je druhem heterokarpním a tvoří dva typy plodů morfologicky velmi blízkých plodům lebedy tatarské.

Primární areál lebedy růžové se nachází v mediteránní části Evropy s přilehlou oblastí severní Afriky, na jihu Ruska a v jihozápadní a střední Asii. Zde se vyskytuje převážně



na ruderalních stanovištích a ve stepích. V současnosti je známý výskyt v Severní Americe (Hickmann 1993, Jižní Americe (Múlgura de Romero 1982) i na Novém Zélandu (Ullman & Bannister 1991). Dříve častěji venkovská sídliště, okraje chodníků a cest, rumiště a pustá místa, nyní spíše v okolí nádraží či roztroušeně podél komunikací u stavenišť. Často na zasolených a dusíkem obohaceným půdách, běžně i jednotlivě v raných sukcesních stadiích spíše teplomilných společenstev terofytů (Kirschner & Tomšovic 1990).

Na území České republiky se jednalo na konci devatenáctého a v první polovině dvacátého století o hojný druh. V současnosti se vyskytuje velmi vzácně, z důvodu vytlačení a nahrazení porosty lebedy lesklé, případně lebedy podlouhlolisté. K úbytku lokalit došlo po druhé světové válce. (Mandák 2003a).

#### **3.1.4.7 Lebeda různosemenná (*Atriplex micrantha*)**

Je to mohutná rostlina, v mládí slabě pomoučená. Lodyha více než 1 metr vysoká (až 2,5 m), bohatě šikmo odstále větvená, se zřetelným zeleným a žlutým podélným proužkováním. Listy střídavé, řapíkaté, čepel dolních listů široce trojúhelníkovitá, 7-10 (12) cm široké. Na bázi uťatá a často v nejširším místě se zuby nebo laloky kolmo odstálými, celokrajná až nepravidelně mělce zubatá. Čepel horních listů užší, nejčastěji trojúhelníkovitá až kosníkovitá, v mládí oboustranně pomoučená, v pozdější fázi silně olýsalá. Řapík 2-3 cm dlouhý. Květenství krátce větvené, koncové a úžlabní, hustě nahloučené. Všechny samičí květy jsou s krovkami. Ty jsou dvojí velikosti – menší volné, za plodem okrouhlé až široce vejčité (1,5-2 mm dlouhé a široké); větší přibližně 5-6 mm dlouhé a 4,5-5 mm široké, na bázi zaokrouhlené, na vrcholu zaokrouhlené až tupě špičaté, celokrajné, na ploše bez výrůstků a slabě až silně pomoučené. Nažky jsou dvojtvarné, mezi většími krovkami 2-2,5 mm široké hnědé a mezi menšími krovkami 1-1,5 mm široké černohnědé. Plody se značně liší. Basett et al (1983) poukázali na to, že zrání se mění podle velikosti semen – malá černá semena dozrávají mnohem dříve než velká hnědá semena. Doba kvetení od srpna do září. Z roku 1967 pochází první nález z České republiky, vzácně zavlékán s vlněným odpadem, přechodně na skládkách ve větších městech (Brno, Třebíč, Liberec) (Kirschner & Tomšovic 1990).

Lebeda různosemenná je kontinentální druh, jehož přirozený výskyt se rozkládá od jihovýchodu Ruska a Ukrajiny přes oblast Turkestánu (historická oblast v Asii, rozprostírající se od východního pobřeží Kaspického moře až k pohoří Hindúkuš,

Pamíru a Ťan-Šan), až do Číny (Welsh 2004). V oblastech střední Evropy roste na suchých stepních nebo ruderalních prostředích, na písčítých půdách a zejména na okrajích silnic. Její ekologické požadavky svědčí o tom, že je to pionýrská rostlina ruderalního charakteru – je to rychle rostoucí jednoletý terofyt, upřednostňuje lehké půdy, poměrně bohaté na živiny, toleruje různou vlhkost a je toleratní k zasoleným půdám (Brandes 1999). Jedná se o termofilní druh, náročný na letní teplo. Co se týče půdy, nemá zvláštní požadavky týkající se kyselosti, obsahu humusu nebo aerace. Semena bývají rozptýlena větrem nebo zvířaty (Landolt et al. 2010).

Z původní oblasti se šíří do střední a západní Evropy i Severní Ameriky (Sukhorukov & Uotila 2007; Aellen 1993; Welsh 2004). V Evropě proběhla expanze dvěma odlišnými fázemi. Ve střední Evropě byla domněnka, že se objevila na různých místech nezávisle, ale současně během třicátých let minulého století (Aellen 1960). První výskyt byl v blízkosti několika vlnářských závodů s úložištěm vlny. Dalším výskyt v Alsasku a Durynsku, které nebylo nijak spojené s dovozem vlny, byl přisuzován přítomnosti mnoha stěhovavých ptáků, kteří sem migrují z východní evropy (Aellen 1960). Tato hypotéza je ovšem zpochybňována nedostatkem rozšíření dalších halofytních druhů na těchto místech a také malým výskytem takto migrujících ptáků (Brandes 1999). Značnému zrychlení v šíření tohoto druhu docházelo kolem dálnic. Tento jev je dobře zdokumentován v sousedním Německu, kde se rychlé šíření kolem dálnic uvádí již v roce 1982 ve spolkové zemi Bádensko – Württembersko (Seybold 1993), v roce 1987 v Hesensku (Schnedler & Bönsel, 1989) a v roce 1988 v Durynsku (Zündorf et al. 2006). V Německu se rovněž může vyskytovat podél řeky Labe (Belde et al. 1995).

Výskyt lebedy různosemenné, ať už jako náhodného, či jako naturalizovaného druhu, byl hlášen ve většině střeoevropských zemí i zemí západní Evropy (Finsko a severozápadní Rusko – Sukhorukov a Uotila 2007; Polsko – Aellen 1993; Německo a Rakousko – Fischer et al. 2008; Belgie – Verloove 2006). Invaze tohoto druhu se týká i oblastí v Severní Americe, kde se šíří z Britské Kolumbie až po stát Quebec v Kanadě a v USA ve státech Nevada, Utah, Colorado až do jižní Kalifornie (Welsh 2004). V České republice byla dosud považována pouze za přechodně zavlečený druh (Pyšek et al. 2012).

Jak uvádí Bornand a Ciardo (2011), lebeda různosemenná je jednou z mnoha neofytů, které se objevily podél dálnic ve Švýcarsku a jejichž dramatický nárůst v podstatě zarůstá dálnice. Jako příklady dalších druhů uvádí *Cochleria danica* L. (lžičník dánský), *Dittrichia*

*graveolens* (oman smradlavý), *Plantago coronopus* (Jitrocel vraní nožka) a další. Na našich dálnicích jsou spolu s lebedou různosemennou velmi často rozšířeny i další druhy.

#### 3.1.4.8 Další druhy v okolí dálnic

- **Starček úzkolistý (*Senecio inaequidens* DC)**

Polokeře 20-50 (100) centimetrů vysoké z čeledi hvězdnicovitých (*Asteraceae*). Stonky má bohatě větvené, hustě olistěné, v paždí listů zpravidla se svazečky drobných listů zkrácených postranních větví. Listy 2-5 cm dlouhé, přisedlé, čárkovité, celokrajné, vzadu s drobnými oddálenými zuby, na vrcholu s tuhou ostrou špičkou, šedavé, dužnaté. Úbory 10-15 mm v průměru, skládající bohatý chocholík. Zákrov 6-8 mm dlouhý, zákrovní listeny na vrcholu se dvěma žebry. 10-20 listenů zákorvečku, zelených se zřetelným bílým suchomázdřítým, na okraji třásnitým lemlem. Nažky asi 3 mm dlouhé, válcovité, krátce a hustě chlupaté. Kvete od června do října. Původní v Jihoafrické republice, od konce 19. století se šíří v jižní a západní Evropě (Grulich 2004). V současnosti je jeho výskyt známý v celé západní a jižní Evropě, Chorvatsku, Maďarsku, Polsku, Švédsku a Bělorusku (DAISIE 2008).

- **Bytel metlatý (*Kochia scoparia*)**

Jednoletá bylina s větveným, nehlubokým kořenem. Lodyha 20-100 (150) cm vysoká, silná, naspodu dřevnatějící, bohatě větvená. I s větvemi v mládí hustě kadeřavě chlupatá, později řídce chlupatá až lysá. Oblá nebo mělce rýhovaná, občas načervenalá. Listy čárkovité až úzce podlouhlé, až 6,5 cm dlouhé a 2-5 mm široké, ploché se zřetelnou středovou žilkou, dlouze špičaté, zúženou bází přisedlé nebo až krátce řapíkaté. Květy na bázi s řídkým nebo hustým věnečkem chlupů, výjimečně bez něj. Většinou tvoří zřetelně oddělená květenství. Okvětí často lysé, na okraji brvité. Výrůstky na okvětních cípech hrbolkovité, trojúhelníkovité, někdy křídlovité. Kvete od července do září.

Původní od jihovýchodní Evropy přes Střední Asii, Sibiř po Dálný Východ, dále v Malé Asii, Íránu, Pákistánu, Indii, Mongolsku, Číně, na Tchaj-wanu a Japonsku (Tomšovic 1990). V dnešní době je jeho výskyt monitorován téměř v celé Evropě (kromě Skandinávie, Pyrenejského a Balkánského poloostrova – výjimkou je Řecko a Bulharsko) (DAISIE 2008).

- **Oman smradlavý (*Dittrichia graveolens*)**

Jednoletá, hustě žláznatá a chlupatá, nepříjemně páchnoucí bylina se vzpřímenou, 20-50 cm vysokou, bohatě odspodu větvenou lodyhou. Nejdelší větve vyrůstají ze střední části lodyhy. Listy jsou 1,5 – 5 cm dlouhé a 2-8 mm široké, čárkovitě kopinaté, oddáleně jemně zubaté, měkké, matné a na vrcholu tupé až mírně zašpičatělé. Úbory četné, vzrůstající jednotlivě z paždí listů. Zákrov válcovitý, vnitřní zákrovní listeny čárkovitě kopinaté, rovné se světlým lemem. Samičí květy jsou jazykovité s trubkou 2,5 mm dlouhou a žlutou ligulou, nevýrazně vyčnívající ze zákrovu. Oboupohlavné květy jsou trubkovité, semeník eliptický až obvejčité válcovitý (Brullo & De Marco 2000; Kocián 2014). Kveté od července do září.

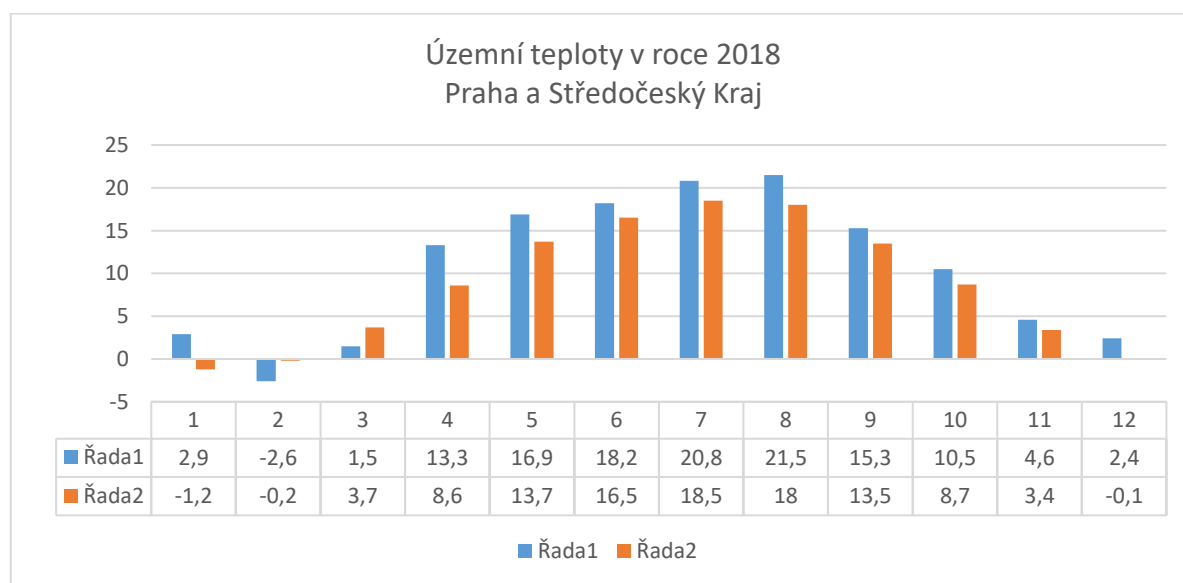
## 4 Materiál a metody

### 4.1 Charakteristika území

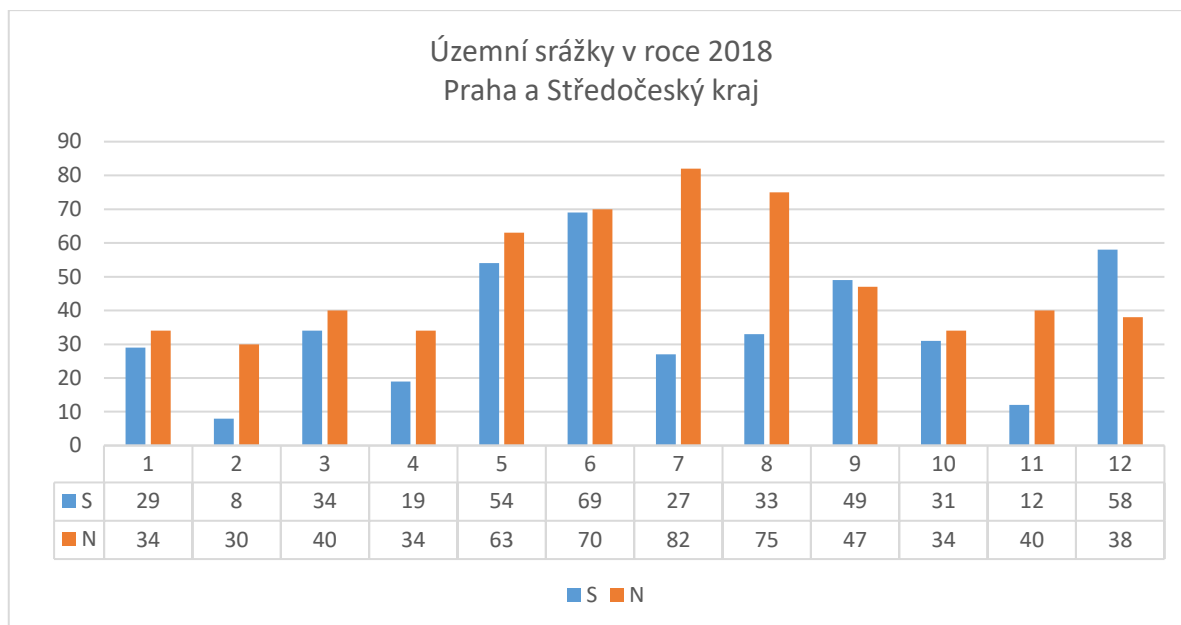
Oblast středních Čech se dá vymezit do dvou správních celků, které jsou na tomto území, a to je Středočeský kraj, který obklopuje území hlavního města Prahy. Celková rozloha oblasti je podle údajů českého statistického úřadu 11424 km<sup>2</sup> (Středočeský kraj 10928 km<sup>2</sup>, hlavní město Praha 496 km<sup>2</sup>). Tento region má nejhustší a nejpřetíženější dopravní síť v celé České republice, jelikož tudy vedou do hlavního města historicky uspořádané hlavní železniční a silniční tržní síť. Přes toto území vedou hlavní silniční tahy spojující hlavní město se sousedními státy (Německo dálnice D5, D6, D8; Rakousko D3 a D1, na kterou se napojuje D2 u Brna; Slovensko a Polsko D1). Délka silnic a dálnic na tomto území je 9717 km (9633 km Středočeský kraj a 84 km hlavní město Praha), z toho je 395 kilometrů dálnic (351 km Středočeský kraj; 44 km hlavní město Praha) a zbylých 9322 kilometrů jsou ostatní silnice (I., II. a III. třídy).

#### 4.1.1 Klimatické podmínky

Sledované území spadá do mírně teplé, teplé a z menší částí i do teplé klimatické oblasti. Průměrná roční teplota za období 1981–2010 je 8-9 °C (Obrázek 1). Průměrný roční úhrn srážek činí 500-600 mm (Obrázek 2) (ČHMÚ 2019).



Obrázek 1: Teploty v roce 2018. T- teplota vzduchu (°C); N - dlouhodobý normál (1981-2010).



Obrázek 2: Srážky v roce 2018. S – úhrn srážek (mm); N - dlouhodobý srážkový normál (1981-2010).

#### 4.1.2 Přírodní podmínky

Jižní část území zaujímá Vlašimská a Benešovská pahorkatina (oblast Středočeská pahorkatina), směrem k západu na ní navazuje Brdská vrchovina, Hořovická pahorkatina, Křivoklátská vrchovina, Džbán a v centrální části pak Pražská plošina. V západní části území zasahuje Rakovnická a Plaská plaská pahorkatina. Území severní a východní části vyplňuje Dolnooharská tabule, Jizerská tabule a Středolabská tabule. Do východní části kraje zasahuje Východolabská tabule, Železné hory, Hornosázavská pahorkatina Křemešnická vrchovina. Nejvyšším bodem území je vrchol Tok (865 m.n.m), nejnižším pak řečiště Labe u Dolních Beřkovic (158 m.n.m.). Nejvyšší oblasti území spadají do velmi chladné a chladné klimatické oblasti (Brdy), nejnižší polohy do velmi teplé klimatické oblasti. Největší část oblasti se řadí do mírně teplé a teplé klimatické oblasti.

#### 4.2 Metodika botanického průzkumu

Terénní průzkum v oblastech podél dálnic ve Středočeském kraji a na území hlavního města Prahy byl prováděn ve vegetačním období v září 2018. Vzhledem k výskytu rostliny v přímé blízkosti silnic bylo zvoleno mapování za pomoci osobního automobilu, který jel rychlosti 80-90 km/h. Tato rychlost je vhodná pro dobré pozorování, aniž by se zdržovala plynulost provozu. Všechny úseky byly projety v obou směrech, kdy řidič monitoroval výskyt u vnitřních svodidel a spolujezdec prováděl monitoring vnějších částí silnic a všechny výsledky

zaznamenával. Základní mapovací jednotku tvořily úseky o délce 0,5 km, jako nejjednodušší způsob orientace pomocí kilometrovníků na okrajích silnic. Tato jednotka byla zvolena vzhledem k rozšíření druhu, kdy je již zbytečné zaznamenávat veškerou přesnou lokaci jednotlivých rostlin. Výskyt v mapovací jednotce (0,5 km) byl hodnocen pouze kladně (1), v případě žádného výskytu záporně (0). Nebyla tedy řešena početnost druhu, ale hlavně jeho výskyt. Před samotným monitoringem bylo zapotřebí se s tímto druhem seznámit, aby nedošlo k přehlédnutí nebo záměně za jiné druhy.

Při sledování druhu *Atriplex micrantha* na silniční síti ve středních Čechách jsme se zaměřili na nejhlavnější silniční proudy, které přes toto území prochází (Obrázek 3). Mezi ty jsme zařadili dálnici D1, která je hlavní silniční tepnou celé České republiky a vede z Prahy přes Brno (kde se na ní napojuje D2, vedoucí na Slovensko), Ostravu až do Polska. Dálnice D5 spojuje Prahu s Plzní a sousedním Německem; dálnici D6 vedoucí z hlavního města do Karlových Varů a následně do Německa; dálnici D7, která po dokončení propojí Prahu s městem Chomutov v severozápadních Čechách, dále pak dálnici D8 vedoucí z Prahy severozápadně přes CHKO České středohoří a města Lovosice a Ústí nad Labem až ke státní hranici s Německem, kde volně navazuje na německou dálnici A17; dálnice D10 vedoucí severovýchodně z Prahy přes Mladou Boleslav až do Turnova, kde se volně napojuje do silniční sítě a poslední dálnice D11 (tzv. Hradecká dálnice), která by po svém dokončení měla vést až na hranice s Polskem, v současné době končí v Hradci Králové.

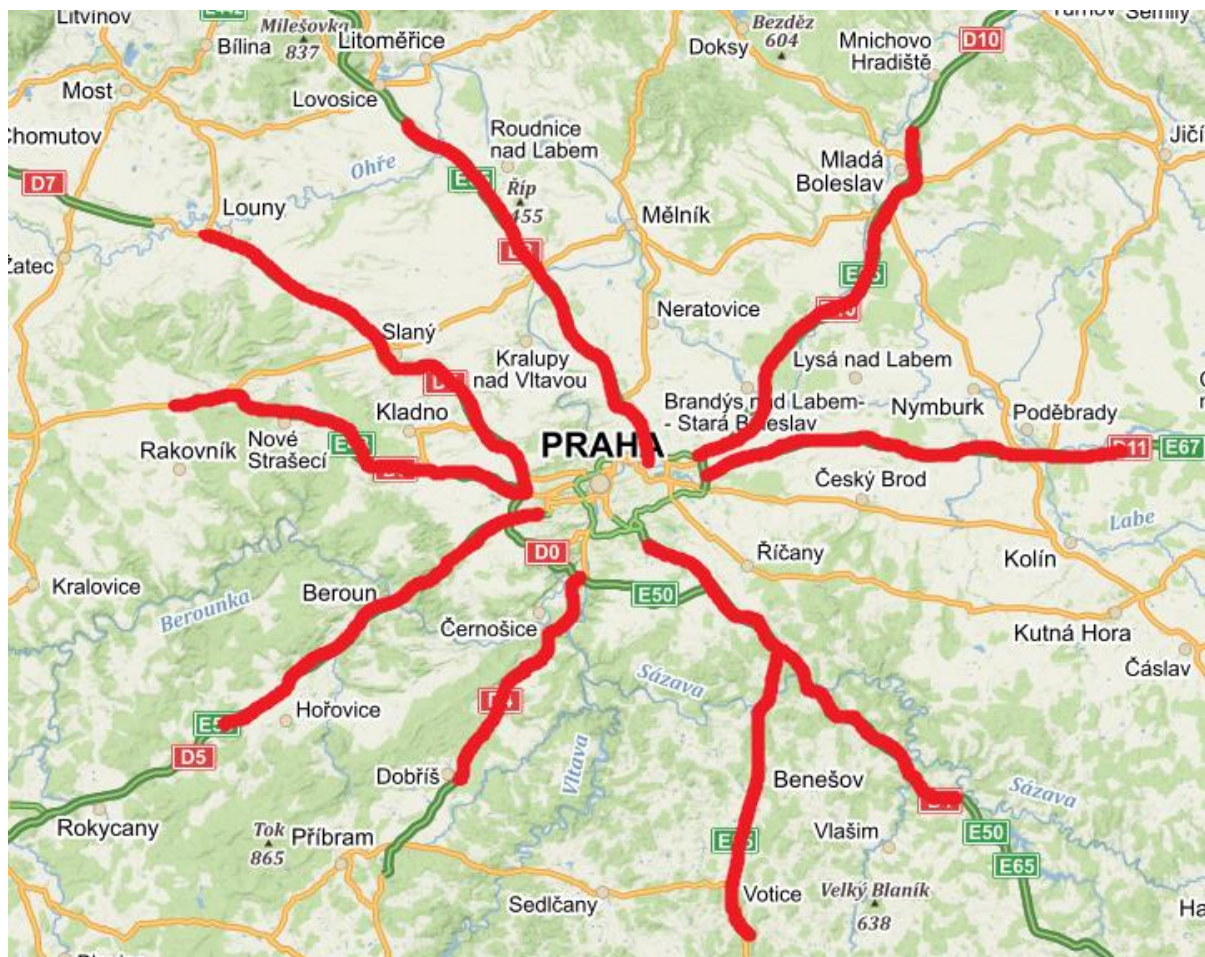
Na všech dálnicích probíhal monitoring po obou stranách vozovky v obou směrech na vzdálenost 50 km od nájezdu v Praze, po ujetí této vzdálenosti se pokračovalo v opačném směru do Prahy. Na některých úsecích se vyskytovaly uzavírky jednotlivých jízdních pruhů nebo jejich omezení (konkrétně dálnice D1, D5, D6), které mohli mít na výsledný monitoring vliv, popřípadě nebylo monitorování vůbec možné. U dálnice D7, která v naší stanovené vzdálenosti 50 km není ještě plně dostavená a po 15,5 kilometrech volně přechází do dvoupruhé silnice, se pro úplnost výsledků pokračovalo až do požadované vzdálenosti.

Silnice, které nespádají do dálniční sítě České republiky byly v této práci zastoupeny třemi vybranými silnicemi I. třídy nacházející se minimálně určitou částí na území středních Čech a které patří mezi důležitou dopravní infrastrukturu spojující hlavní město s dalšími velkými městy České republiky. Silnice I/2 vedoucí z Prahy východním směrem přes města Kutnou Horu, Přelouč a Pardubice; silnice I/3, která se u obce Mirošovice napojuje na dálnici D1 a spojuje tak Prahu s městy Benešov, Tábor, Českými Budějovicemi až do sousedního

Rakouska a patří tak mezi jedny z nejvýznamnějších tahů na území České republiky. Do budoucna by tato silnice měla být nahrazena dálnicí D3; poslední silnice na které byl prováděn monitoring je I/4. Ta vede z Prahy do jihozápadních Čech, vede přes Strakonice a v blízké vzdálenosti mijí další větší města jako je Příbram nebo Písek a pokračuje až do Německa. V některých úsecích je silnice označována už jako dálnice D4.

U silnic prvních tříd probíhal monitoring obdobně jako u dálnic jen s rozdílem, že byla zvolena nižší vzdálenost 35 km, a to především z důvodu nižší koncentrace pozorovaných druhů. Nutno také dodat, že silnice I/2 a I/3 jsou pouze dvoupruhové, tím byla monitorování na těchto úsecích zjednodušena, nikoliv podceňena.

Všechny údaje z monitorování byly vloženy do programu MS Excel a s jeho pomocí byly vytvořeny grafy a tabulky.



Obrázek 3: Mapa monitorované oblasti (Upraveno dle mapy.cz)



### 4.3 Metodika biologické charakteristiky

Sběr semen byl prováděn v říjnu 2018 v blízkém okolí Prahy a po následném usušení byla semena skladována v nevytápěné místnosti za normálních podmínek. Pokus byl založen 27. února, kdy se nejprve mechanicky odstranily vnější obaly semen, aby se následně mohli dále třídit. Plody druhu *Atriplex micrantha* byly roztříděny na sítích podle velikosti do tří typů podle velikosti (A – pod 1 mm; B – semena o velikosti 1-1,25 mm; typ C větší než 1,25 mm), následně byla určena hmotnost jednotlivých typů, hmotnost tisíce semen (kontrolně tři vážení, výsledné hmotnosti byly zprůměrovány).

Od každého typu plodů bylo založeno 8 vzorků po 25 semenech. Do Petriho misek průměru 10 cm byla vložena menší Petriho miska dnem vzhůru. Na Petriho misce, vložené vevnitř byl ustrižek filtračního papíru, který svým přehnutím přes okraje mohl sát destilovanou vodu ze dna a tím udržovat potřebnou vlhkost ke klíčení semen. Semena byla skládána na filtrační papír tak, aby se navzájem nedotýkala a předešlo se tak možnému plesnivění semen. Pro snazší manipulaci a následné vyhodnocení byla semena pokládána do pěti řad po pěti semenech, což vytvořilo přehledný čtverec. Čtyři vzorky od každého typu semen pak byly zabaleny do alobalu, aby se zamezilo přístupu světla a mohly se tak vyhodnocovat výsledky klíčení ve tmě.

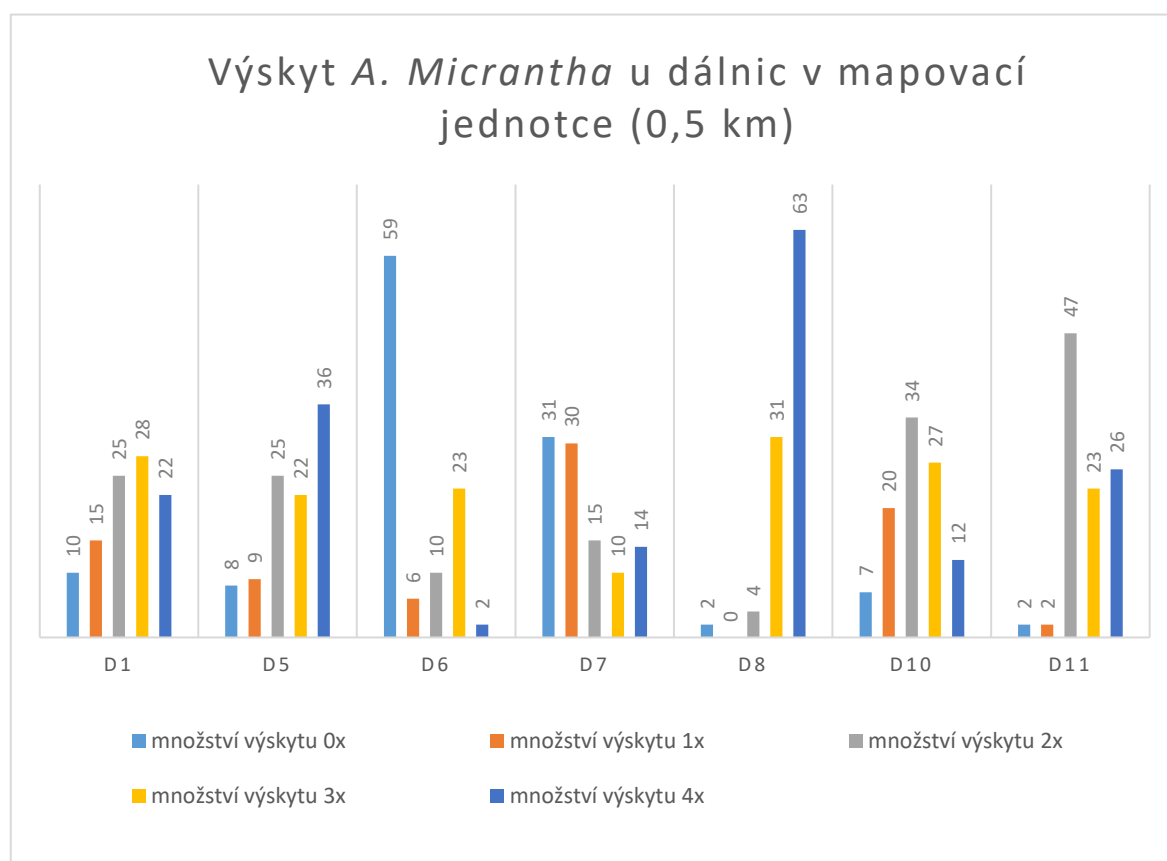
Nachystané vzorky byly vloženy do Klimaboxu s nastavenou teplotou 20 °C. Kontrola probíhala jednou za týden ve dvou opakováních, tedy 6. a 13. března. Vyklíčená semena byla vždy ze vzorků odstraněna a jejich počty byly zapisovány. Na konci pokusu pak byly zaznamenány výsledky a byla rozlišována semena vyklíčená, dormantní a neživotná (plesnivá). Všechny výsledky byly zaznamenány do tabulek v programu Excel. Data byla vyhodnocena v programu STATISTICA 12.0 metodou analýzy rozptylu (jednofaktorová ANOVA).

## 5 Výsledky

### 5.1 Výskyt druhu

Z monitorovacích prací bylo patrné, že sledovaný druh na vybraném území okolí dálnic patří mezi velmi rozšířené druhy a ve sledovaném období se na některých lokalitách dalo mluvit téměř o monokulturách. Dalším častým sledovaným druhem byl starček úzkolistý (*Senecio inaequidens*), bytel metlatý (*Kochia scoparia*) a oman smradlavý (*Dittrichia graveolens*), které uvádíme pouze pro úplnost, poněvadž nebyly cílem monitoringu.

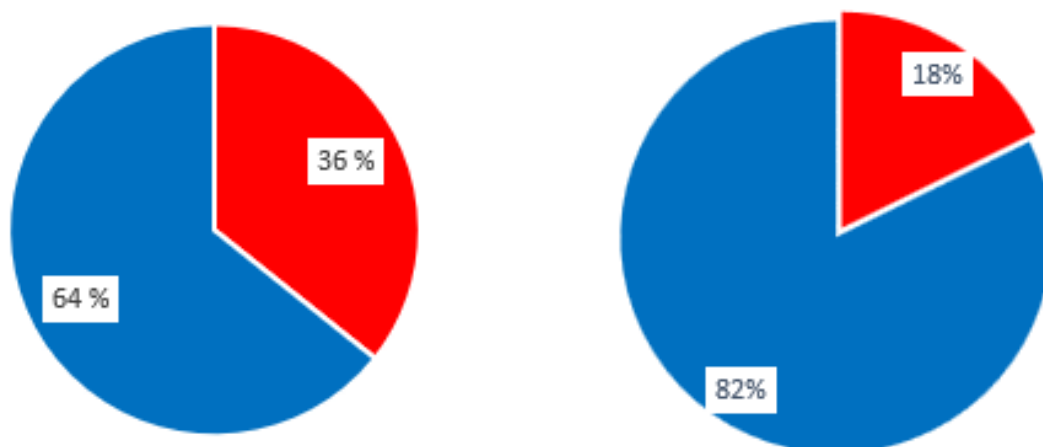
Při srovnání mezi samotnými pozorovanými dálnicemi byl největší výskyt na dálnici D8 směrem na Ústí nad Labem, kde byla v 63 % sledována na všech čtyřech okrajích silnic (2 krajnice, 2 středové pásy) v měřených úsecích (Obrázek 4).



Obrázek 4: Sloupcový graf výskytu *A. micrantha* všech sledovaných dálnic, podle množství výskytu v mapovací jednotce.

Dalším vyzorovaným trendem je vyšší zastoupení v prostorech středového vegetačního pásu než na krajnicích. Porovnání intenzity výskytu ve středových vegetačních pásích s intenzitou výskytu na krajnicích u všech sledovaných dálnic kdy se počítalo pouze s těmi úseky dálnic, kde se sledovaný druh vyskytoval. Porovnávaly se procentuálně mapovací

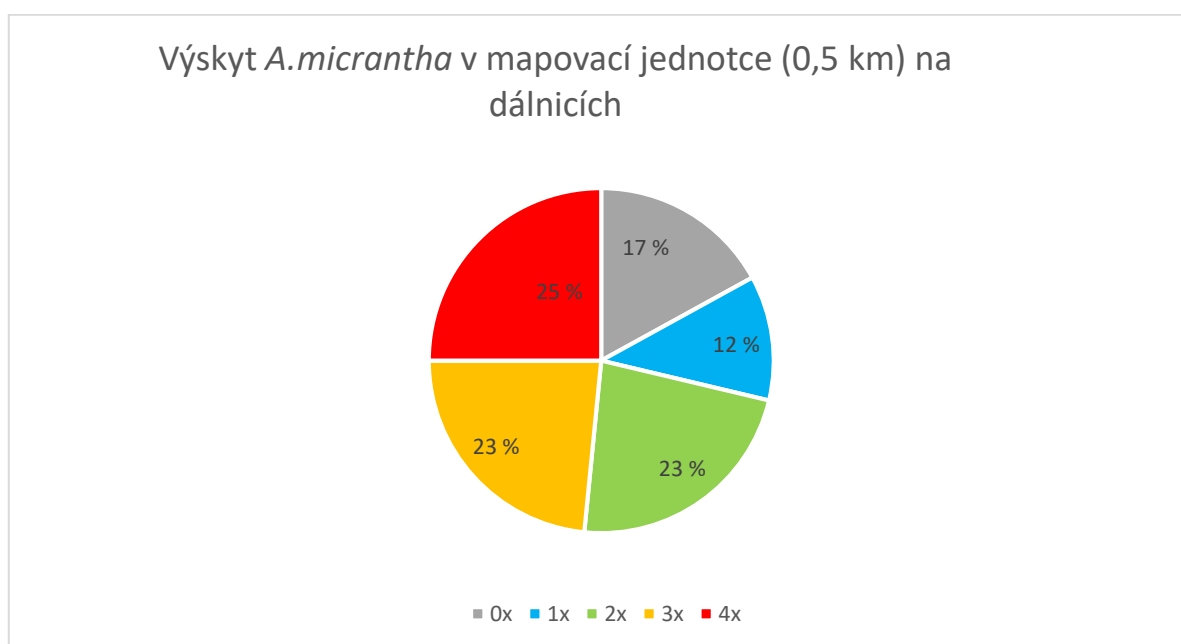
jednotky (0,5 km), kdy se prokazatelně vyskytoval u okraje a kdy ve středu (Obrázek 5). Výsledek byl statisticky prokázán ( $P=0,02$ ) statistickou analýzou středových pásů a krajů.



Obrázek 5: Graf výskytu druhu na krajnicích (vlevo) a výskytu ve středních pásích (vpravo)

Červené pole ukazuje procentuální podíl bez výskytu sledovaného druhu, modré pole ukazuje podíl s výskytem sledovaného druhu.

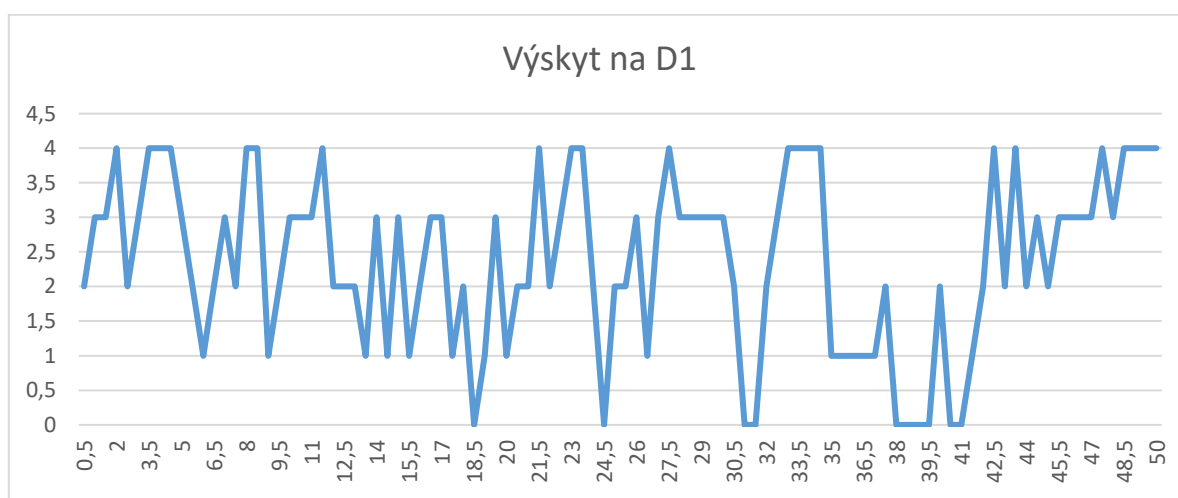
V 17 % případů nebyl pozorován žádný výskyt sledovaného druhu na středových pásích, na druhou stranu hned v jedné čtvrtině mapovacích jednotek byl výskyt na všech okrajích dálnic (Obrázek 6).



Obrázek 6: Procentuální vyjádření výskytu v mapovací jednotce všech sledovaných dálnic.

## Dálnice D1

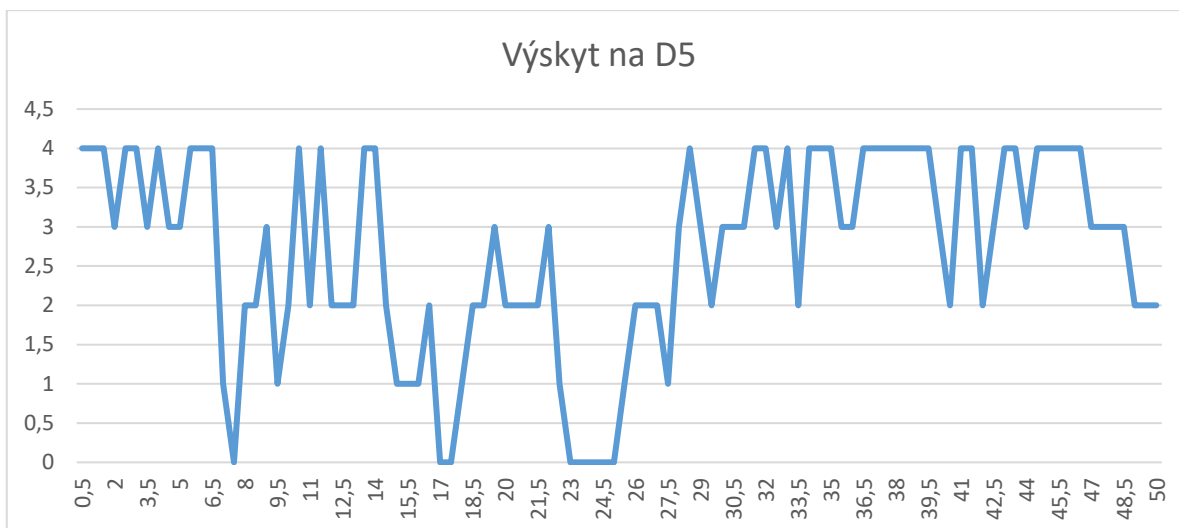
Na nejstarší a nejdější dálnici na území České republiky byl výskyt *Atriplex micrantha* sledován na 237 úsecích. Ve středových vegetačních pásích byl výskyt v 77 % případů, kdy toto procento snížilo svedení do krajních pruhů na obou stranách mezi 35. a 41. kilometrem, což nedovolilo pozorování. Výskyt na krajnicích byl jen o něco menší, a to v 71 % případů. V 10 % případů se nevyskytoval ani na jednom stanovišti v mapovací jednotce, v ostatních případech byl jeho výskyt minimálně na jednom ze čtyř okrajových částí dálnice (Obrázek 7).



Obrázek 7: Výskyt na D1.

## Dálnice D5

Na dálnici spojující západ Čech s hlavním městem se náš druh vyskytoval na 269 stanovištích. Pouze v osmi případech se zde nevyskytoval ani při jednom kraji silnice, kromě úseku na 17. a 17,5. kilometru, kde se projíždělo stavbou, a tudíž monitorování nebylo uskutečnitelné se dále jednalo ještě mezi 23. a 25. bez zapříčinění rekonstrukce vozovky. V 36 % se lebeda vyskytovala na všech čtyřech monitorovaných úsecích. Ve středových pásích byl výskyt 69 %. V úseku 0,5 – 6,5 byl výskyt ve středovém pásu na každém půl kilometru, následoval roztroušený výskyt mezi jednotlivými mapovacími jednotkami, aby následně od 28. kilometru až do 50. byl výskyt na každém úseku. Na krajnicích byl výskyt pozorován v 85 % případů. Nevyskytoval se pouze ve zmiňovaných úsecích, kde byl výskyt nulový a také mezi 49. a 50. kilometrem, kde byla silnice svedena do dvou prostředních pruhů a nebyl zde prostor ke sledování (Obrázek 8).



Obrázek 8: Graf počtu výskytů na D5.

## Dálnice D6

Dálnice, která na svou dostavbu teprve čeká, což se promítlo i do monitoringu a také do výskytu. Až do 18. kilometru zde byl výskyt významný, nejčastěji se pohybující na třech stanovištích, a to i přes to, že od 17,5. km po 11,5. (směr do Prahy) probíhala kompletní uzavírka pravého jízdního pruhu z důvodu výměny vozovky. V takových podmínkách nebyl přítomný žádný rostlinný pokryv. Od 18. kilometru už byl výskyt pouze vyjimečný, a když se na 32. kilometru dálnice změnila na dvouproudou silnici, nebyl už nález žádný. I z toho důvodu je výskyt na této dálnici pouze na 103 stanovištích, kdy hned v 59 % nebyl monitorován ani jediný exemplář (Obrázek 9).



Obrázek 9: Graf výskytu na D6.

## Dálnice D7

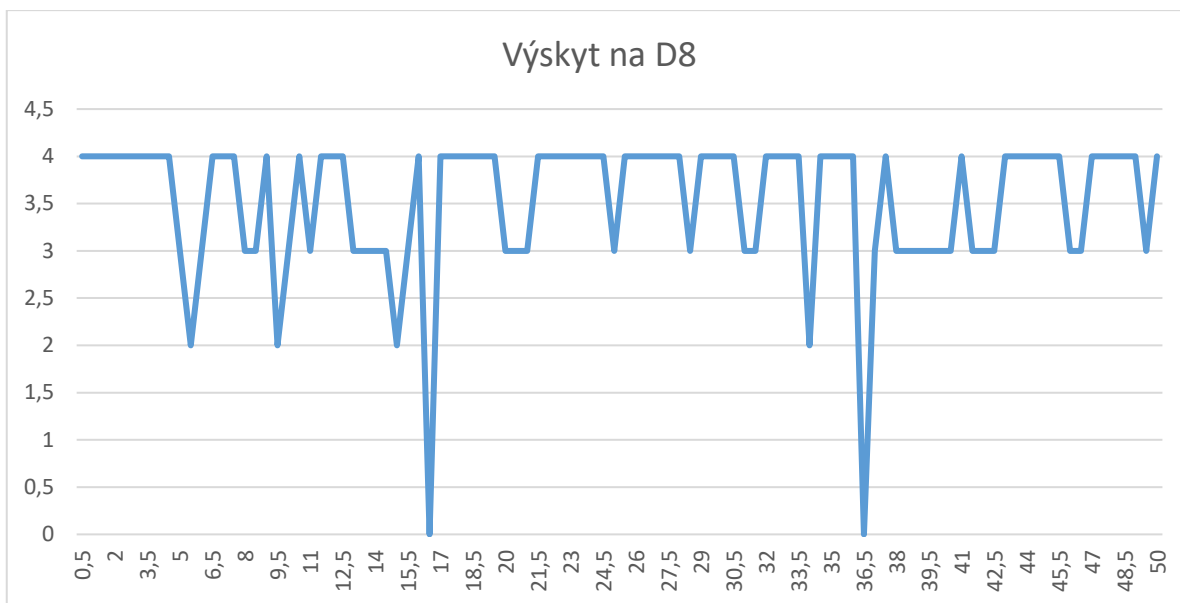
Obdobná situace jako u dálnice D6 byla i u této dálnice vedoucí přes Slaný do Chomutova, kdy z důvodu neúplnosti dálniční sítě došlo k redukci čtyřproudé silnice na dvouproudou a tím zrušení středových vegetačních pásů, a tedy nemožnost monitoringu. Celkem se lebeda vyskytovala na 145 stanovištích, což je z části důvod právě zúžení silnice od 16. km ve dvouproudou. Od té doby je výskyt výlučně na krajnici směrem od Prahy, od 35. kilometru potom nemonitorujeme výskyt žádný. Do zúžení je výskyt na obou stranách hojný až na výjimku na 7. a 13,5. kilometru (Obrázek 10).



Obrázek 10: Graf počtu výskytů na D7.

## Dálnice D8

Nejhojnější výskyt byl monitorován na dálnici D8 vedoucí přes Ústí nad Labem do Německa, kde volně pokračuje v dálnici A17. Zde se lebeda vyskytovala na 353 stanovištích. Hned na 63 % byl výskyt na všech čtyřech okrajích, naopak ani na jednom nebyl druh pozorován pouze ve dvou případech. V jednom z nich se jednalo o úsek, kde dálnice byla vedena mostem přes řeku, a zde není mnoho prosotoru k růstu jakékoliv rostliny. Na krajnicích byl výskyt v 94 % a ve středových vegetačních pásích dokonce v 98 % (Obrázek 11).



Obrázek 11: Graf výskytu na D8.

## Dálnice D10

U této dálnice vedoucí severovýchodně od Prahy se lebeda různosemenná vyskytovala na 217 úsecích. Tato dálnice je jediná čtyřproudá, která má nižší procento výskytu na krajnicích než nepozorovaných území. V 55 % se na krajnicích náš druh vůbec nevyskytoval. Ve středovém vegetačním pásu se však nic nezměnilo, když v 92 % případů zde výsyt byl. Pouze ve dvanácti případech se lebeda vyskytovala na všech sledovaných místech, naopak jen na sedmi nebyl výskyt pozorován vůbec (Obrázek 12).



Obrázek 12: Graf výskytu na D10.

## Dálnice D11

Poslední monitorovaná dálnice vedoucí z Prahy na východ do Hradce Králové patří výskytem k početnějším dálnicím, kdy se jednalo o 269 výskytů. Nejpočetněji zde byl výskyt na dvou sledovaných krajích (47krát), naopak pouze ve dvou případech nebyl druh monitorován vůbec. Co se týče středových vegetačních pásů zde se druh vyskytoval v 98 % případů (stejně jako na dálnici D8), na krajnicích se jednalo přesně o 50 % výskytů (Obrázek 13).



Obrázek 13: Graf výskytu na D11.

Silnice I. třídy lze z pohledu monitorování obecně shrnout tak, že výskyt pozorované lebedy různosemenné je orientován pouze do vzdálenosti několika kilometrů od hlavního města, po několika kilometrech se pak sledovaný druh nevyskytuje ani náhodně.

## Silnice I/2

Silnice I/2 vedoucí z Prahy přes Kutnou Horu do Pardubic je dvouproudá silnice směřující na východ. Na tomto silničním koridoru byl pozorovaný druh lokalizován pouze na sedmý kilometr trasy, a to ve většině případů jako jednotlivá rostlina nikoliv jako shluk. Tomu odpovídá i počet patnácti výskytů. Od 7,5. kilometru do konce monitorování, tedy 35. kilometru již není pozorován ani jeden výskyt.

## Silnice I/3

Tato silnice funguje jako hlavní silniční tah na jih Čech, tedy spojuje hlavní město S městy Benešov, Tábor, České Budějovice až do Rakouska. Silnice se od ostatních dvou



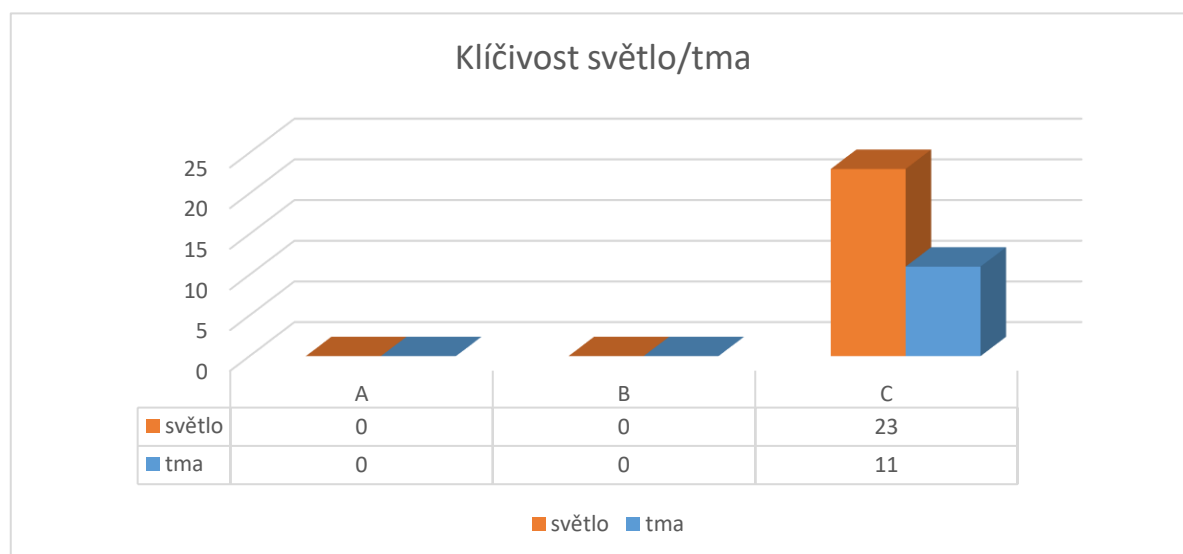
monitorovaných liší tím, že nezačíná přímo u hlavního města Praha, ale napojuje se na dálnici D1 na 21. km u obce Mirošovice. Naše sledování tedy začínalo až zde a výskyt lebedy byl k vidění pouze 2,5 kilometru od sjezdu z dálnice, další výskyt již nebyl, až do 35. km silnice, pozorován.

## Silnice I/4

Silnice vedoucí z Prahy do jihozápadních Čech a do Německa je jediná silnice I. třídy v našem pozorování, která je čtyřproudá a lze říct, že díky tomu zde bylo možné pozorovat náš druh lebedy, neboť se vyskytovala pouze ve středových vegetačních pásích. Výskyt byl pozorován od prvního kilometru až do 8,5. kilometru. Po tomto kilometru byl druh ještě pozorován roztroušeně v některých mapovacích jednotkách, ale jenom jako samostatné rostliny. Poslední výskyt byl pozorován na 21,5. kilometru.

## 5.2 Biologické vlastnosti plodů

Byl zjištěn rozdíl mezi frakcemi největších semen typu C, tak že se liší semena s kratší dormancí, ale statisticky významný rozdíl v hladině  $\alpha=0,05$  nebyl prokázán ( $P=0,07$ ).

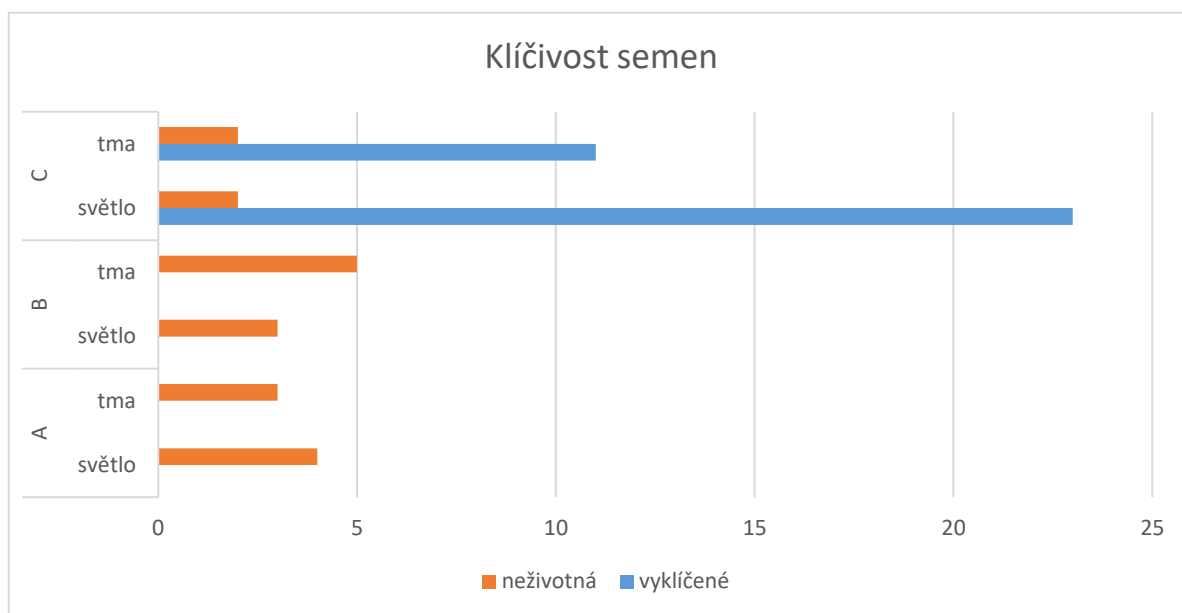


Obrázek 14: Graf s výsledky pokusu s klíčivostí v rozdílných podmínkách (světlo/tma)

Pokusem s klíčením jsme dospěli k výsledkům, že typy A a B jsou dormantní, neboť během pokusu nedošlo k vyklíčení ani jednoho semena jak v podmínkách světla, tak i tmy (Obrázek 14)

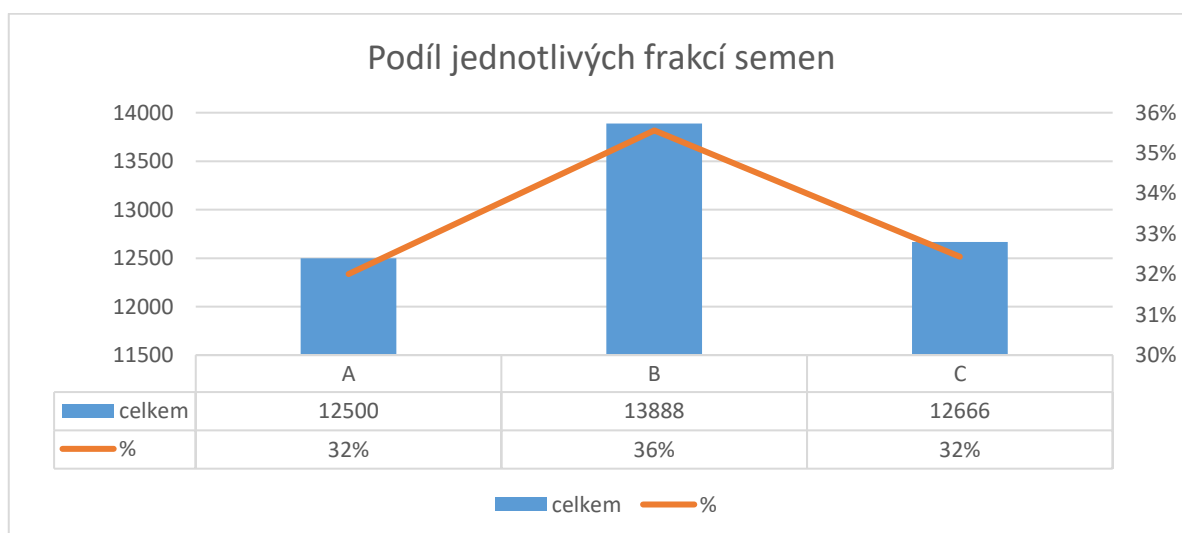
. Jasně patrný je rozdíl v klíčivosti největší frakce semen typu C. Ostatní dva typy neklíčí, jedná se o stejný typ semen. Je dělen na dvě složky, pouze z důvodu velikostního rozdělení při

prosévání přes síta různých velikostí. U typu C došlo k vyklíčení ve 23 případech za světelných podmínek a ve tmě se jednalo o 11 vyklíčených semen. Neživotná semena, která během pokusu zplesnivěla, se pohybovala od 2 do 5 %, nejvíce u typu B ve tmě (Obrázek 15).



Obrázek 15: Graf pokusu s klíčivostí semen. Semena typu A a B nevyklíčila.

Vážením a výpočtem HTS jsme zjistili hmotnosti všech tři typů plodů vybraného druhu. HTS nejmenších plodů typu A (pod 1 mm) byla nejnižších hodnot, a naopak typ C měl HTS nejvyšší. Přepočtem jsme zjistili, že sledovaný druh tvoří nejvíce plodů typu B, naopak nejméně typu C (A – 12500, B – 13888, C – 12666). Následně přepočítané na procenta (Obrázek 16).



Obrázek 16: Graf počtu jednotlivých frakcí semen. Součástí i procentuální podíl jednotlivých frakcí.

## 6 Diskuze

Druh *Atriplex micrantha* se v České republice v posledních letech značně rozšířil v oblastech kolem rychlostních silnic, a to především dálnic. Jak dokládají nálezy v sousedních státech, hlavně Německu, kde na přelomu tisíciletí byl monitorován její významný nárůst výskytu (např. Griese 1998) a odtud se dále začala šířit i do ostatních států Evropy jako je Belgie (Verllove 2006) nebo Švýcarsko (Bornard & Ciardo 2011). V České republice byl tento druh považován pouze za vzácný, přechodně zavlečený neofyt (Kirschner & Tomšovic 1990), což uvádí i Pyšek et al. (2012) v seznamech nepůvodních druhů rostlin na území České republiky. Naše výsledky však poukazují na to, že jejich výskyt by se v budoucnu mohl stát velice problematickým. Ačkoliv by se mohlo zdát, že tento problém se týká pouze oblastí v nejbližším okolí dálnic, byl zde patrný i trend přesouvání se druhu na méně frekventované silniční tahy, i když zatím ne zdaleka v takovém měřítku. Na monitorovaných silnicích první třídy byl výskyt vybraného druhu podstatně nižší, kdy nálezy byly pouze několik kilometrů od hlavního města Prahy a postupně vymizely zcela. U silnice I/3, kde byl výskyt pouze u přípojky na dálnici D1, a to do vzdálenosti 2,5 km.

Nikterak překvapující bylo zjištění, že *Atriplex micrantha* byla nejčastěji zastoupena na dálnici D8, která vede přes Ústí nad Labem do Německa což odpovídá již výše zmiňovanému faktu jejího výskytu v sousedním státu a vlivem vysoké hustoty nejen kamionové dopravy, je zavlečení na naše území vysoce pravděpodobné i z hlediska toho, že ani na konci našeho monitorovacího území, tedy 50 kilometrů od Prahy se intenzita výskytu nesnižovala a stále byla v rozmezí třech a čtyřech výskytů na jednu mapovací jednotku. Tuto domněnku potvrdil i fakt, že druhý nejpočetnější výskyt byl na dálnici D5, která vede do sousedního Německa přes Plzeň. Ostatní dálniční sítě vedoucí do sousedního Německa (D6; D7) toto nepotvrdili především z důvodu, že není hotova celková dostavba těchto cest. Nicméně by po dokončení těchto dálničních sítí mohlo být zajímavé sledovat případné šíření.

Ačkoliv nejsou dálnice a ostatní silnice příliš vhodné biotopy k růstu rostlin z důvodů, které zmiňuje například Pearman (2002), jako jsou intenzita a pravidelnost disturbancí jak pomocí chemických látek nebo mechanické, pravidelné pohyby vzduchu, vysoká tepelná hladina na okraji silnice, silné zimní solení vozovky, střídání suchých a vlhkých období, pravidelné seče a další, jsou některé synantropní druhy schopny v těchto podmínkách dobře prospívat. Naše sledování ukázalo, že častěji se *Atriplex micrantha* vyskytuje v prostoru středního dělicího pásu (na 84 % míst), než na krajnicích (64 %), což lze vysvětlit nižší

intenzitou seče ve středních pásech, než je tomu na krajích silnic (Kocián 2014), nižším konkurenčním bojem, vzhledem k míře zasolení, které ve středních dělicích pásech ostatní synantropní druhy netolerují v takové míře jako druhy halofytní, jakým obecně rostliny rodu *Atriplex* jsou. Na druhou stranu z našeho pozorování nelze souhlasit s tvrzením Kociána (2014), že druh *Atriplex micrantha* se na krajnicích a v přilehlých příkopech vyskytuje zřídka. Nutno dodat, že pozorování byla prováděna v jiném roce na odlišných lokalitách.

Pokus se semeny druhu *Atriplex micrantha* nám dokázal, že každý z typu semen má odlišné diasporobiologické vlastnosti. Druhy, které produkují dva nebo více typů semen představují skupiny, u nichž se obvykle vyskytují odlišné strategie produkce a podmínky ke klíčení. U takových skupin existuje snaha k tomu, aby se funkce semen lišily a tím se každý typ specializoval na jiné životní podmínky (Mandák 2003). Jak uvádí Mandák (1997), tvorba několika různých typů semen je ideální strategií, jak zvládnout velice proměnlivé podmínky prostředí v původních oblastech těchto druhů. Tím, že je každý typ přizpůsoben na jiné podmínky prostředí jeho schopnost pro úspěšné vyklíčení a dokončení životního cyklu se navyšuje. To lze srovnat i s podmínkami v okolí silnic, kde bývá vyšší salinita, větší míra disturbancí apod. V našem konkrétním případě se ukázalo, že semena typu A a B jsou dormantní a až na malý počet neživotných semen, která během pokusu zplsnivěla ani jedno semeno těchto typů nevyklíčilo ani v jednom z pozorovaných prostředí. To podporuje výsledky výzkumu u ostatních druhů lebed (*A. sagittata* – Mandák, Pyšek 2001), ti ještě sledují vliv ročního období na dormanci. Největší semena typu C jsou méně dormantní na rozdíl od typů A a B, které vykazují stejné vlastnosti a dormanci. Heterokarpie plodů u rodu *Atriplex* se odráží i v rozdílech v dispergovatelnosti, schopnosti klíčit, hloubce dormance a životaschopnosti semen, z nichž všechny mohou mít adaptivní význam. Tím, že semena typu C jsou schopny vyklíčit za krátký čas, mají podíl na maximalizaci růstu populace v krátký časový horizont. Na druhé straně ostatní typy semen, které podléhají dormanci naopak zvyšují šanci na přežití v delším časovém horizontu, neboť zajišťují zásobu semen v půdě.

Klíčivost semen může být analyzována pouze u typu C, kde se jednalo o 23 % v podmínkách za přístupu tepla a 11 % bez přístupu světla. Rostlina je tedy schopna klíčit jak na světle, tak ve tmě. I když zde prezentované výsledky ukazují na relativně nízkou klíčivost, je nutno dodat, že všechny plody, které nepodlehly plesnivění by při delším časovém intervalu klíčení nakonec vyklíčily. Výzkumy s tímto druhem lebedy nejsou tak časté jako s ostatními výraznějšími druhy jako je lebeda tatarská nebo lebeda lesklá.

## 7 Závěr

V okolí dálnic se druh *Atriplex micrantha* vyskytoval na všech námi monitorovaných dálnicích, na některých místech se lišili intenzitou výskytu, kde buď tvořili téměř monokulturní porosty, naopak na některých územích se vyskytoval osamoceně.

Na ostatních pozorovaných silnicích se nevyskytoval téměř vůbec, až na výjimky u nájezdu na tyto silnice v okolí Prahy, dále pak velmi sporadicky pouze jako jednotlivé rostliny.

Výskyt byl pozorován častěji ve středových vegetačních páslech než na krajnicích, ale ani zde nebyl výskyt nijak malý. Průkaznost rozdílu mezi výskytem ve středových páslech a krajnicích byl statisticky průkazný.

Velkou roli v šíření tohoto druhu hraje silniční doprava, i díky které se semena mohou šířit na dlouhé trasy.

Další výhodou v dobré adaptaci na toto prostředí jsou různé typy semen, které se mezi sebou liší jak velikostí, tvarem, hmotností, tak především svými vlastnostmi diasporobiologickými – klíčivost, dormance, podobně jako u dalších druhů rodu *Atriplex*, které obsazují ruderalní území.

Pro další výzkum by bylo zajímavé sledovat další šíření na silnicích nižších tříd a po dostavbě plánovaných úseků D6 a D7 šíření na těchto silnicích.

*Atriplex micrantha*, může v průběhu několika let kolonizovat mnohem větší území než doposud.

## 8 Seznam literatury

- Aellen P. 1960. *Atriplex*. Pages 664-693 in Hegi G, editor. *Illustrierte Flora von Mitteleuropa*, München.
- Balnokin YV, Myasoedov NA, Shamsutdinov ZS, Shamsutdinov NZ. 2005. Significance of Na<sup>+</sup> and K<sup>+</sup> for Sustained Hydration of Organ Tissues in Ecologically Distinct Hylophytes of the Family Chenopodiaceae. *Russian Journal of Plant Physiology* **52**: 779-787.
- Baskin CC, Baskin JM. 2014. *Seeds: Ecology, Biogeography and Evolution of Dormancy and Germination*, 2nd edition, Elsevier, San Diego.
- Belde M, Müller M, Griese D. 1995. Vorkommen und Vergesellschaftung der Verschiedensamigen Melde (*Atriplex micrantha* C.A. Meyer in Ledeb.) an der Mittelelbe. *Braunschweiger naturkundliche Schriften* **4**: 891-898.
- Birks HH, Birks HJB, Kaland PE, Moe D. 1988. *The cultural landscape: past, present and future*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Bonanno G. 2016. Alien species: to remove or not to remove? That is the question. *Environmental Science & Policy* **59**: 67-73.
- Bornand CH, Ciardo F. 2011. *Atriplex micrantha*: un neophyte arrive incognito en Suisse et déjà largement distribue sur les autoroutes du Plateau. *Bulletin du Cercle vaudois de botanique* **40**: 107-114.
- Brandes D. 1999. Flora und Vegetation salzbeeinflusster Habitats im Binnenland – eine Einführung. Pages 7-12 in Brandes D, editor. *Vegetation salzbeeinflusster Habitats im Binnenland*. Tagungsbericht des Braunschweiger Kolloquiums vom 27. – 29. November 1998. Braunschweiger Geobotanische Arbeiten.
- Brandes D. 2009. Autobahnen als Wuchsorte und Ausbreitungswege von Ruderal und Adventivpflanzen. *Braunschweiger Naturkundliche Schriften* **8**: 373-394.
- Brooks ML, D'Antonio CM, Richardson DM, Grace JB, Keeley JE, Di Tomaso JM, Hobbs RJ, Pellant M, Pyke D. 2004. Effects of invasive alien plants on fire regimes. *Bioscience* **54**: 677-688.

- Brullo B, DeMarco G. 2000. Taxonomical revision of the genus *Dittrichia* (Asteraceae). *Portugaliae Acta Biologica* **19**: 341-354.
- Chamier J, Schachtschneider K, Le Maitre DC, Ashton PJ, van Wilgen BW. 2012. Impacts of invasive alien plants on water quality, with particular emphasis on South Africa. *Water SA* **38**: 345-356.
- Chiba S. 2010. Invasive non native species' provision of refugia for endangered native species. *Conservation Biology* **24**: 1141-1147.
- Clifford HT. 1959. Seed dispersal by motor vehicles. *Journal of Ecology* **47**: 311-315.
- Condie KC. 1989. *Plate Tectonics and Crustal Evolution* 3rd Edition. Pergamon Press, New York.
- ČHMÚ. 2017. Český hydrometeorologický ústav. Dostupné z <<http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi> > (accessed April 2019).
- DAISIE. 2008. European Invasive Alien Species Gateway. Dostupné z <<http://www.europe-alien.org> > (accessed January 2019).
- Danihelka J, Chrtěk J, Kaplan Z. 2012. Checklist of vascular plants of the Czech Republic. *Preslia* **84**: 647-811.
- Di Castri F, Hansen AJ, Debussche M. 1990. *Biological invasion in Europe, 900 – 1900*. Cambridge University Press, Cambridge.
- EEA – European Environment Agency. 2012. *The Impacts of Invasive Alien Species in Europe*, Technical Report **16**, Copenhagen.
- Ehrenfeld JG. 2003. Effects of exotic plant invasions on soil nutrient cycling processes. *Ecosystemes* **6**: 503-523.
- Fischer MA, Oswald K, Adler W. 2008. *Exkursionsflora für Österreich, Liechtenstein und Südtirol*. Biologiezentrum der Oberösterreichischen Landesmuseen, Linz.
- Griese D. 1998. Die viatische Migration einiger neophytischer Pflanzensippen am Beispiel norddeutscher Autobahnen. *Braunschweiger Geobotanische Arbeiten* **5**: 263-270

- Grotkopp E, Rejmánek M, Rost TL. 2002. Toward a causal explanation of plant invasiveness: seedling growth and life-history strategies of 29 pine (*Pinus*) species. *The American Naturalist* **159**: 396-419.
- Grubov VI. 1966. Plants of Central Asia. Chenopodiaceae. Vol.2. Moscow, Leningrad.
- Grulich V. 2004. *Senecio* L. – starček. Pages 250-280 in Slavík B, Štěpánková J, Štěpánek J, editors. *Květena České republiky 7*. Academia, Praha.
- Harper JL. 1977. Population biology of plants. Academic Press, London, New York and San Francisco.
- Hejda M, Pyšek P, Pergl J, Sádlo J, Chytrý M, Jarošík V. 2009. Invasion success of alien plants: do habitats affinities in the native distribution range matter? *Global Ecology and Biogeography* **18**: 372-382.
- Hulme PE. 2007. Biological Invasions in Europe: drivers, pressures, states, impacts and responses. Pages 56-80 in Hester R, Harrison RM, editors. *Biodiversity under Threat*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Hulme PE et al. 2008. Grasping at the routes of biological invasions: a framework for integrating pathways into policy. *Journal of Applied Ecology* **45**: 403-414.
- Imbert E. 2002. Ecological consequences and ontogeny of seed heteromorphism. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* **5**: 13-36.
- Jalas J, Suominen J. 1980. Atlas Florae Europaeae. Distribution of Vascular Plants in Europe II. Chenopodiaceae to Basellaceae, vol. 5. Cambridge University Press, Cambridge.
- Jehlík V. 1998. Cizí expanzivní plevele České republiky a Slovenské republiky. Academia, Praha.
- Jehlík V, Hejný S. 1974. Main migration routes of adventitious plants in Czechoslovakia. *Folia Geobotanica & Phytotaxonomica* **9**: 241-248.
- Kalis AJ, Merkt J, Wunderlich J. 2003. Environmental changes during the Holocene climatic optimum in central Europe-human impact and natural causes. *Quaternary Science Reviews* **22**: 33-79.



- Kettunen M, Genovesi P, Gollasch S, Pagad S, Starfinger U, ten Brink P, Shine C. 2008. Technical support to EU Strategy on Invasive Species (IAS) – assessment of the impacts of IAS in Europe and the EU. Final Module Report for the European Commission, Institute for European Environmental Policy (IEEP), Brussels, Belgium.
- Khan I, Navie S, George D, O'Donnell, Adkins SW. 2017. Alien and native plant seed dispersal by vehicles. *Austral Ecology* **43**: 76-88.
- Kirschner J, Tomovič P. 1990. *Atriplex* L. – lebeda. Pages 266-280 in Hejný S, Slavík B, Hrouda L, Skalický V, editors. Květena České republiky 2. Academia, Praha.
- Kochánková J, Mandák B. 2008. Biological flora of Central Europe: *Atriplex tatarica* L. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* **10**: 217-229.
- Kolář P. 2005. K čemu jsou rostlinám dobré koleje a nádraží. *Živa* **1**: 13-15.
- Kopecný K. 1971. Der Begriff der Linienmigration der Pflanzen und seine Analyse am Beispiel des Baches Studený und der Strasse in seinem Tal. *Folia Geobotanica & Phytotaxonomica* **6**: 303-320.
- Kornaš J. 1990. Plant invasions in Central Europe: historical and ecological aspect. Pages 19-36 in Di Castri F, Hansen AJ, Debussche M, editors. *Biological Invasions in Europe and the Mediterranean Basin*. Springer, Dordrecht.
- Křivánek M. 2004. Rostlinné invaze – pět otázek a pět odpovědí. *Ochrana přírody* **59**: 10-12.
- Landolt E et al. 2010. *Flora indicativa. Oekologische Zeigerwerte und biologische Kennzeichen zur Flora der Schweiz und der Alpen*, Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Geneve. Bern.
- LeMaitre DC. 2004. Predicting invasive species impacts on hydrological processes: the consequences of plant physiology for landscape processes. *Weed Technology* **18**: 1408-1410.
- Levin LA, Neira C, Grosholz ED. 2006. Invasive cordgrass modifies wetland trophic function. *Ecology* **87**: 419-432.

- LIFE Guidelines. 2014. Nature and Biodiversity. Available from [http://ec.europa.eu/environment/life/toolkit/pmtools/life2014\\_2020/documents/2014nat\\_application\\_guide.pdf](http://ec.europa.eu/environment/life/toolkit/pmtools/life2014_2020/documents/2014nat_application_guide.pdf) (accessed February 2019).
- Lovell SJ, Stone SF, Fernandez L. 2006. The economic impacts of aquatic invasive species: a review of the literature. *Agriculture and Resource Economics Review* **35**: 195-205.
- Mack RN. 2001. Motivations and consequences of the human dispersal of plants. Pages 23-34 in McNeely JA, editor. *The Great Reshuffling: Human Dimensions of Invasive Alien Species*. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.
- Mandák B, Bímová K, Plačková I, Mahelka V, Chrtěk J. 2005. Loss of genetic variation in geographically marginal populations of *Atriplex tatarica* (Chenopodiaceae). *Annals of Botany* **96**: 901-912.
- Mandák B. 2003a. Rozšíření vybraných druhů rodu *Atriplex* v České republice. II. Druhy sekce *Sclerocalymma*. *Zprávy České Botanické Společnosti* **38**: 145-168.
- Mandák B. 2003b. Germination requirements of invasive and non-invasive *Atriplex* species: a comparative study. *Flora* **198**: 45-54.
- Mandák B, Pyšek P. 1998. History of spread and habitat preferences of *Atriplex sagittata* (Chenopodiaceae) in the Czech Republic. Pages 209-224 in Starfinger U, Edwards K, Kowarik I, Williamson M, editors. *Plant Invasions: Ecological Mechanisms and Human Responses*. Backhuys Publisher, Leiden.
- Mandák B. 1997. Seed heteromorphism and the life cycle of plants: a literature review. *Preslia* **69**: 129-159.
- Mandák B, Pyšek P. 2001. Fruit dispersal and seed banks in *Atriplex sagittata*: The role of heterocarpy. *Journal of Ecology* **89**: 159-165.
- McNeely JA. 2005. Human dimensions of alien invasive species. Pages 285-309 in Mooney HA, Mack RN, McNeely JA, Neville LE, Schei PJ, Waage JK, editors. *Invasive Alien Species: a New Synthesis*. Island Press, Washington, DC.

- Mooney HA, Hobbs RJ. 2000. Invasive species in a changing world. Island Press, Washington, DC.
- Morse RA, Calderone NW. 2000. The value of honey bees as pollinators of U.S. crops in 2000. *Bee Culture* **128**: 1-14.
- Motřková K, Podlipná R, Vaněk T, Kafka Z. 2014. Halofytní rostliny a jejich možné využití ve fytoremediacích. *Chemické Listy* **108**: 586-591.
- Múlgura de Romero ME. 1982. Contribuciones al estudio del género *Atriplex* (Chenopodiaceae) en la Argentina. II. Las especies adventicias. *Darwiniana* **24**: 49-68.
- Nguyen T. 2011. The invasive potential of parthenium weed (*Parthenium hysterophorus* L.) in Australia, [PhD Dissertation]. The School of Agriculture and Food Science, The University of Queensland, Brisbane, Australia.
- Pearman DA, Preston CD, Dines TD. 2002. *New Atlas of the British & Irish Flora*. Oxford University Press, Oxford.
- Piementel D, Zunga R, Morrison D. 2005. Update on the environmental and economic costs associated with alien-invasive species in the United States. *Ecological Economics* **52**: 273-288.
- Pokorný P, Chytrý M, Juříčková L, Sádlo J, Novák J, Ložek V. 2015. Mid-Holocene bottleneck for central European dry grasslands: did steppe survive the forest optimum in northern Bohemia, Czech Republic? *Holocene* **25**: 716–726.
- Powell KI, Chase JM, Knight TM. 2011. A synthesis of plant invasion effects on biodiversity across spatial scales. *American Journal of Botany* **98**: 539-548.
- Pyšek P, Hulme PE. 2005. Spatio-temporal dynamics of plant invasions: linking pattern to process. *Ecoscience* **12**: 302-315.
- Pyšek P, Chytrý M, Pergl J, Sádlo J, Wild J. 2012. Plant invasions in the Czech Republic: current state, introduction dynamics, invasive species and invaded habitats. *Preslia* **84**: 575-630.

- Pyšek P, Sádlo J, Mandák B. Catalogue of alien plants of the Czech Republic. *Preslia* **74**: 97-186.
- Pyšek P, Tichý L. 2001. Rostlinné invaze. Rezekvítek, Brno.
- Rejmánek M. 2015. Global trends in plant naturalization. *Nature* **525**: 39-40.
- Richardson DM, Pyšek P, Rejmánek M, Barbour MG, Dane Panetta F, West CJ. 2000. Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. *Diversity and Distributions* **6**: 93-107.
- Richardson DM, Rejmánek M. 2004. Conifers as invasive aliens: a global survey and predictive framework. *Diversity and Distributions* **10**: 321-331.
- Rodriguez LF. 2006. Can invasive species facilitate native species? Evidence of how, when, and why these impacts occur. *Biological Invasions* **8**: 927-939.
- Sax DF, Gaines SD. 2008. Species invasions and extinction: the future of native biodiversity on islands, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* **105**: 11490-11497.
- Seybold S. 1993. Chenopodiaceae. Pages 476-510 in Sebald O, Seybold S, Philippi G, editors. *Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs. Band 1: Allgemeiner Teil, Spezieller Teil (Pteridophyta, Spermatophyta), Lycopodiaceae bis Plumbaginaceae.* Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- Schlaepfer MA, Sax DF, Olden JD. 2011. The potential conservation value of non-native species. *Conservation Biology* **25**: 428-437.
- Schnedler W, Bönsel D. 1989. Die grosswuchsigsten Melde-Arten *Atriplex micrantha* C. A. Meyer in Ledeb. (= *A. heterosperma* Bunge), *Atriplex sagittata* Bork. (= *A. nitens* Schkuhr = *A. acuminata* W. & K.) und *Atriplex oblongifolia* W. & K. an den hessischen Autobahnen im Sommer 1987. *Hessische Floristische Briefe* **38**: 49-64.
- Simberloff D. 2011. Native invaders. Pages 379-385 in Simberloff D, Rejmánek M, editors. *Encyclopedia of Biological Invasions.* University of California Press, Berkeley and Los Angeles, CA.

- Slavík B. 1988. Fytogeografická charakteristika. Pages 65-102 in Hejný S, Slavík B, editors. Květena České socialistické republiky. Academia, Praha.
- Stohlgren TJ et al. 2011. Widespread plant species: natives versus aliens in our changing world. *Biological Invasions* **13**: 1931-1944.
- Sukhorukov AP, Uotila P. 2007. Additions and corrections to the alien Chenopodiaceae flora of Finland and NW Russia. *Memoranda Soc. Fauna Flora Fennica* **83**: 53-58.
- Svensson R, Wigren M. 1986. A survey of the history, biology and preservation of some retreating synanthropic plants. *Symb. Bot. Upsal* **25**: 1-74.
- Täckholm V. 1974. Students Flora of Egypt. Cairo University, Beirut.
- Tomšovic P. 1990. *Kochia* Roth – bytel. Pages 281-285 in Hejný S, Slavík B, Hrouda L, Skalicý V, editors. Květena České republiky 2. Academia, Praha.
- Valéry L, Fritz H, Lefeuvre J, Simberloff D. 2009. Invasive species can also be native. *Trends in Ecology and Evolution* **24**: 585.
- Van Kleunen M, Johnson SD. 2007. Effects of self-compatibility on the distribution range of invasive European plants in North America. *Conservation Biology* **21**: 1537-1544.
- Van Kleunen M et al. 2015. Global Exchange and accumulation of non-native plants. *Natural* **525**: 100-103.
- Venable DI, Burquez A, Corral G, Morales E, Espinosa F. 1987. The ecology of seed heteromorphism in *Heterosperma pinnatum* in central Mexico. *Ecology* **68**: 65-76.
- Verloove F. 2006. *Atriplex micrantha*, een nieuwe neofyt langs belangrijke verkeerswegen in België. *Dumortiera* **88**: 15–20.
- Von Holle B, Motzkin G. 2007. Historical land use and environmental determinants of nonnative plant distribution in coastal southern New England. *Biological Conservation* **136**: 33-43.
- Wace N. 1977. Assessment of dispersal of plant species – the car borne flora in Canberra. Pages 167-186 in Fullagar PJ, editor. *The Proceedings of the Ecological Society of Australia*. Vol. 5. The Society, Canberra.

- Weger J. 2003. Seznam všech energetických plodin připadajících v úvahu pro záměrnou produkci biomasy u nás a v EU. Pracovní materiály VUKOZ a MŽP, nepublikováno.
- Welsh SL. 2004. Atriplex. Pages 322-381 in Flora of North America and North of Mexico 4. Oxford University Press, New York and Oxford.
- Westbrooks RG. 1998. Invasive Plants, Changing the Landscape of America: Fact Book. Federal Interagency Committee for the Management of Noxious and Exotic Weeds, Washington, DC.
- Wilson JRU, Dormontt EE, Prentis PJ, Lowe AJ, Richardson DM. 2009. Something in the way you move: dispersal pathways affect invasion succes. Trends in Ecology & Evolution **24**: 136-144.
- Zündorf HJ, Günther KF, Korsch H, Westhus W. 2006. Flora von Thüringen. Die wildwachsenden Farn und Blütenpflanzen Thüringens. Weissdorn-Verlag, Jena.

## 9 Seznam obrázků

Obrázek 1: Teploty v roce 2018. T- teplota vzduchu (°C); N - dlouhodobý normál (1981-2010). .....	29
Obrázek 2: Srážky v roce 2018. S – úhrn srážek (mm); N - dlouhodobý srážkový normál (1981-2010). .....	30
Obrázek 3: Mapa monitorované oblasti (Upraveno dle mapy.cz).....	32
Obrázek 4: Sloupcový graf výskytu <i>A. micrantha</i> všech sledovaných dálnic, podle množství výskytu v mapovací jednotce.....	34
Obrázek 5: Graf výskytu druhu na krajnicích (vlevo) a výskytu ve středních pásech (vpravo) .....	35
Obrázek 6: Procentuální vyjádření výskytu v mapovací jednotce všech sledovaných dálnic. ....	35
Obrázek 7: Výskyt na D1.....	36
Obrázek 8: Graf počtu výskytů na D5. ....	37
Obrázek 9: Graf výskytu na D6. ....	37
Obrázek 10: Graf počtu výskytů na D7. ....	38
Obrázek 11: Graf výskytu na D8. ....	39
Obrázek 12: Graf výskytu na D10. ....	39
Obrázek 13: Graf výskytu na D11. ....	40
Obrázek 14: Graf s výsledky pokusu s klíčivostí v rozdílných podmínkách (světlo/tma) .....	41
Obrázek 15: Graf pokusu s klíčivostí semen. Semena typu A a B nevyklíčila. ....	42
Obrázek 16: Graf počtu jednotlivých frakcí semen. Součástí i procentuální podíl jednotlivých frakcí. ....	42

