

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE**

**Fakulta životního prostředí**

**Katedra ekologie**



*Expanze Calamagrostis epigejos*

*Expansion of Calamagrostis epigejos*

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**Vedoucí práce: Ing. Pavla Vachová**

**Bakalant: Lenka Lajpertová**

**2016**

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Lenka Lajpertová

Aplikovaná ekologie

Název práce

**Expanze *Calamagrostis epigejos***

Název anglicky

**Expansion of *Calamagrostis epigejos***

---

### Cíle práce

1. Literární rešerše i problematice
2. Založení a vyhodnocení experimentu
3. Odpověď na základní otázky:
  - a) Jakou rychlostí osidluje *C. epigejos* nově uvolněné plochy?
  - b) Jakým způsobem *C. epigejos* expanduje na nová stanoviště?
  - c) Ovlivňuje tento druh složení nově vzniklého společenstva?

### Metodika

Studentka založí experiment s třtinou křovištní (*Calamagrostis epigejos*), kde bude sledovat, s jakou rychlostí tato rostlina osidluje uvolněné plochy a zároveň bude sledovat i její způsob expanze na nová stanoviště. Dále se v experimentu zaměří na otázku, zda tento druh svou expanzí a rychlostí růstu ovlivňuje složení nově vzniklého společenstva. Veškerá data získaná z tohoto experimentu budou statisticky vyhodnocena a okomentována.

**Doporučený rozsah práce**

30 stran

**Klíčová slova**

expanze, společenstva, experiment

---

**Doporučené zdroje informací**

Begon, M., Harper, J.L., Townsend C.R., 1997: Ekologie Jedinci, populace a společenstva, Vydavatelství univerzity Palackého, Olomouc.

Fiala K., 2001: The role of system of Calamagrostis epigejos in its successful expansion in alluvial meadows. Ekologia 20.p. 292 – 300.

Rebele F., Lehmann C., 2001: Biological flora of Central Europe: Calamagrostis epigojos (L.) Roth. Flora, 196, p. 325 – 344.

---

**Předběžný termín obhajoby**

2015/16 LS – FŽP

**Vedoucí práce**

Ing. Pavla Vachová

**Garantující pracoviště**

Katedra ekologie

---

Elektronicky schváleno dne 22. 7. 2015

**prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.**

Vedoucí katedry

---

Elektronicky schváleno dne 4. 9. 2015

**prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.**

Děkan

V Praze dne 30. 03. 2016

### **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracovala samostatně, pod vedením Ing. Pavly Vachové a pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

V Praze dne \_\_\_\_\_ Podpis \_\_\_\_\_

## **Poděkování**

Mé poděkování patří Ing. Pavle Vachové za vedení mé bakalářské práce, za trpělivost, ochotu a odborný dohled. Velké díky bych ráda věnovala své rodině, své matce, u které probíhal experiment a Bc. Lence Dubské, která mi byla po dobu studia velkou oporou a děkuji jí za cenné rady a připomínky, které tuto práci obohatily.

## **Abstrakt**

Ve své bakalářské práci jsem se zaměřila na strategii chování třtiny křovištní (*Calamagrostis epigejos* (L.) Roth) při osidlování nově uvolněných ploch, zejména na její rychlost při osidlování. Dále, jakým způsobem tato travina expanduje na nová stanoviště. Poslední otázkou mé práce bylo, jak tento druh ovlivňuje složení nově vzniklého společenstva. Tato travina z čeledě lipnicovité (*Poaceae*) se vyznačuje především vegetativním šířením, které se vyznačuje tvorbou podzemních oddenků. Právě tvorba těchto oddenků činí tuto travinu úspěšným konkurentem při osidlování uvolněných ploch. Kromě způsobu rozmnožování, je její výhodou i tvorba stařiny (odumřelá nadzemní část rostliny), která je také z mnoha konkurenčních výhod této traviny.

Práce byla založena na experimentu s volně vysazenými rostlinami ohraničenými plastovými skružemi. Zde byla *Calamagrostis epigejos* (L.) Roth rozmístěna na středové a krajové pozice. Sledovala jsem způsob expanze a rychlost osídlení z daného umístění, dále prostorové uspořádání rostlin na jednotlivých plochách a uspořádání z hlediska časových změn.

Teplota je jeden z abiotických faktorů, které se řadí mezi nejdůležitější. Nadprůměrné teploty a nedostatek srážek v letních měsících roku 2015, pravděpodobně ovlivnily rychlost vývoje a expanzi *Calamagrostis epigejos*. Ve své vegetační době nevytvářela *Calamagrostis epigejos* extrémní výškový ani objemový nárůst. energii soustředila spíše do tvorby ražet, které jsou pro tuto travinu typické a činí ji úspěšnou v zaplevelování území. Rychlost růstu byla průměrná, více pozorována ve středových než u krajních pozic. Oproti tomu u krajních pozic byla vůči středovým dosažena vyšší průměrná vzdálenost ražet. Jelikož *Calamagrostis epigejos* nevykazovala své konkurenční schopnosti v plném rozsahu, dala prostor šíření jiným druhům rostlin v její blízkosti. Druhová rozmanitost jednotlivých rostlinných společenstev se na jednotlivých plochách významně nelišila, největší pokryvnost zde zaujímal starček obecný (*Senecio vulgaris*).

**Klíčová slova:** expanze, společenstva, experiment

## **Abstract**

In my Bachelor thesis, I focused to behavior strategy of reed grass (*Calamagrostis epigejos* (L.) Roth ) during settlement of newlyfree areas. I paid a special attention to its speed during the settlement. Further focus of the thesis is to the way of expansion of the grass to new stations. The last orientation of my work was – how the species influences the composition of newly formed community. This grass from the family Poaceae (*Poaceae*) is mainly characterized by vegetative spreading which is typical for creation of underground rhizomes. Particularly this creation of the rhizomes makes this grass successful competitor during settlement of free areas. Beside the method of reproduction, its advantage is a creation of old vegetation (dead overground part of the plant), which is one of the many competitive advantages of the grass.

The Thesis is based on an experiment with freely planted grasses framed by plastic rings. The *Calamagrostis epigejos* (L.) Roth was deployed to the center and border positions. I tracked the way of its expansion and the speed of the settlement from the given location. Further I followed the spatial arrangement of plants at single areas and the arrangement from the time change point of view.

One of the most important abiotic factor is a temperature. In summer 2015, the temperatures higher than average combined withthe lack of the rain, the most probably influenced the speed of development and expansion of *Calamagrostis epigejos*.

*Calamagrostis epigejos* did not produced any height or volume progress during its vegetative period. It concentrated its energy rather to the production of its ramets which are typical for this kind of the grass and which make it successful in occupation of the areas. The speed of the grow was average, more visible at center positions than at border ones. Compared to that, average higher distance of ramets was achieved at the border positions.

In so much as *Calamagrostis epigejos* did not introduce its competitive skills in full, it gave the room to spread to other types of plants in its neighborhood. Species diversity of single plant communities did not differ significantly on individual plots, the biggest coverage occupied common groundsel (*Senecio vulgaris*) there.

**Keywords:** expansion, community, experiment

## OBSAH

1. Úvod.....	9
2. Cíle práce .....	10
3. Literární rešerše.....	11
3.1 Čeleď <i>Poaceae</i> (lipnicovité).....	11
3.2 <i>Calamagrostis epigejos</i> (L.) Roth.....	12
3.2.1 Morfologie .....	12
3.2.2 Společenstva s <i>Calamagrostis epigejos</i> .....	13
3.2.3 Přirozené prostředí .....	14
3.3 Reprodukce – vegetativní a generativní šíření .....	15
3.4 Expanze a prostředky k zabránění šíření <i>Calamagrostis epigejos</i> .....	17
3.4.1 Expanze <i>Calamagrostis epigejos</i> .....	17
3.4.2 Potlačení expanze <i>Calamagrostis epigejos</i> .....	18
3.5 Ekologická sukcese a <i>Calamagrostis epigejos</i> .....	19
3.6 Konkurence .....	20
3.7 Fenologie .....	21
4. Metodika .....	22
4.1 Odběr <i>Calamagrostis epigejos</i> (L) Roth.....	22
4.2 Založení experimentu .....	22
4.2.1 Uspořádání experimentálních ploch – skruží.....	23
4.3 Sběr dat.....	23
4.4 Analýza dat.....	24
4.5 Nomenklatura rostlin .....	24
4.6 Klimatické podmínky .....	24
5. Charakteristika území experimentu.....	26
5.1 Experimentální plocha.....	26
5.2 Geomorfologie, geologie.....	26



5.3	Podnebí.....	27
5.4	Povodí, chráněná území .....	27
5.5	Vegetace .....	27
6.	Výsledky experimentu .....	28
6.1	Rychlost růstu a expanze <i>Calamagrostis epigejos</i> (L.) Roth.....	28
6.2	Šíření <i>Calamagrostis epigejos</i> .....	32
6.3	Společenstvo s <i>Calamagrostis epigejos</i> .....	34
6.3.1	Krátká charakteristika společenstva utvořeného s <i>Calamagrostis epigejos</i> .....	36
7.	Diskuse.....	39
8.	Závěr .....	42
9.	Přehled literatury a použitých zdrojů .....	44

## 1. Úvod

Mezi expanzní druhy trav čeledi lipnicovitých (*Poaceae*), která si zaslouží pozornost, patří třtina křovištní (*Calamagrostis epigejos*). Úvodní část mé bakalářské práce je věnována charakteristice trav lipnicovitých i samotné *Calamagrostis epigejos*, která je typickým příkladem rostliny s klonálním charakterem růstu, rychle reagujícím na zlepšené podmínky prostředí, v takových situacích je konkurenčně schopnější, neboť se může rychle šířit vegetativním způsobem (Callaghan et al. 1992). V další části literární rešerše se věnuji společenstvu, ve kterém se *Calamagrostis epigejos* vyskytuje, přirozenému prostředí a expanzi *Calamagrostis epigejos*.

Součástí bakalářské práce je experimentální část, ve které zjišťuji rychlost, kterou osidluje *Calamagrostis epigejos* nově uvolněné plochy a jakým způsobem expanduje na nová stanoviště. Poslední část práce je zaměřena na otázku, zda *Calamagrostis epigejos* ovlivňuje složení vzniklého společenstva, to znamená, zda její postavení a růstové výhody ovlivňují složení rostlin v jejím okolí. Jaké druhy rostlin ustupují a které naopak ve společenství *Calamagrostis epigejos* prosperují.

## 2. Cíle práce

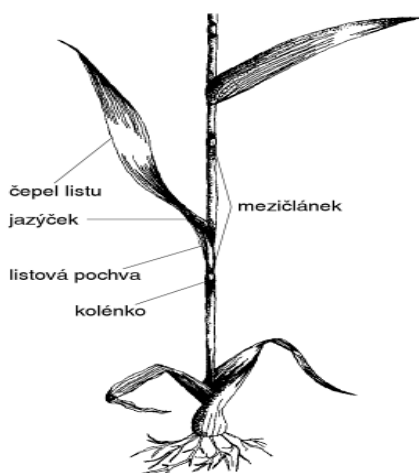
V teoretické části bakalářské práce jsem se snažila s použitím dostupné literatury charakterizovat nejdůležitější vlastnosti *Calamagrostis epigejos* s důrazem na problematiku šíření této expanzní trávy. Zajímalo mě také vliv této trávy na nově vzniklá společenstva. Pomocí založeného experimentu jsem se snažila přispět k zodpovězení těchto otázek:

- Jakou rychlostí osídluje *Calamagrostis epigejos* nově uvolněné plochy?
- Jakým způsobem *Calamagrostis epigejos* expanduje na nová stanoviště?
- Ovlivňuje tento druh složení nově vzniklého společenstva?

### 3. Literární rešerše

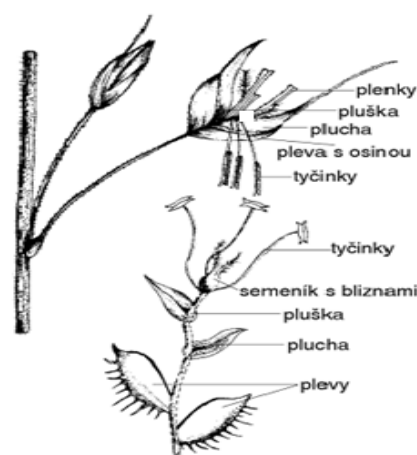
#### 3.1 Čeleď *Poaceae* (lipnicovité)

Přírozené travní porosty existují v nejrůznějších oblastech Země (Reichholf, 1999). Samotné lipnicovité jsou rozšířeny po celém světě a jsou zastoupeny téměř ve všech rostlinných formacích a často určují i jejich vzhled či druhové složení (Grau et al. 1998). Na celém světě bylo dosud určeno kolem 620 rodů a 10 000 druhů trav, z čehož u nás roste 77 rodů s 238 druhy (Regal et Šindelářová, 1970). Současný molekulární strom uznává 12 větví na úrovni podčeledí (Hrouda, 2010). Typickým stonkem trav je stéblo s dutými internodii a plnými nody (kolénky) (obr. č. 1). Internodia jsou (obvykle s výjimkou nejvyšších) obalena listovou pochvou, přecházející v oblasti kolének v čárkovitou čepel. Blanitý jazýček je pokračováním pochvy, a proto je obvykle přitisknut ke stéblu, ouška jsou párovitě bazální výrůstky čepele objímající stéblo (Hrouda, 2013). Přizpůsobení k opylení větrem se odráží v určitých zvláštностech stavby květu trav, který je tvořen jedním semeníkem s dvěma dlouhými, péřitými a většinou sklovitě průhlednými bliznami. Pod semeníkem se nacházejí tři klátící se tyčinky s dlouhými nitkami a žlutými až načervenalými prašnými váčky (anthery). Pod tyčinkami leží dvě plenky, kterým se říká *lodiculae*. Ke květu trav (obr. č. 2) patří šupinovitý květní orgán, tak zvaná pluška (Grau et al. 1998). Drobné květy mají vždy tendenci sdružovat se v jednoduchá či složená květenství – typickými jsou složený klas nebo lata. Klásek může být vícekvětý nebo jednokvětý (Hrouda, 2010).



Obr. č. 1: Stéblo – lipnicovité.

Zdroj: Nováková, 2004



Obr. č. 2: Stavba květu – lipnicovité.

Zdroj: Nováková, 2004

Plodem trav je téměř vždy (s výjimkou některých tropických bambusů) známá obilka – suchý plod typu nažky, u něhož však na rozdíl od pravé nažky osemení pevně srůstá s oplodím (Hrouda, 2010). Kořenový systém je tvořen velmi četnými tenkými kořínky, které obvykle zasahují jen do povrchové vrstvy půdy (do hloubky 20 cm) (Nováková, 2004).

## **3.2 *Calamagrostis epigejos* (L.) Roth**

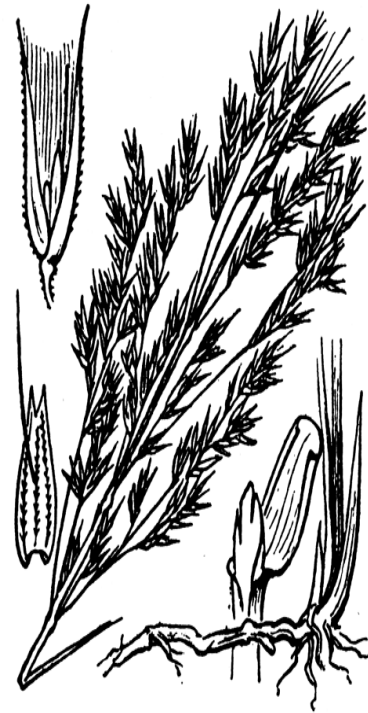
### **3.2.1 Morfologie**

*Calamagrostis epigejos* (L.) Roth (obr. č. 3) se řadí do čeledi lipnicovitých (*Poaceae*). Popisuje se jako vytrvalá, až 150 cm vysoká a hluboce kořenující tráva (Tříška, 1979). Rebele et Lehmann (2001) dokonce uvádějí výšku až 200 cm. Stéblo je obvykle se 2-4 kolénky (Kubát, 2002). Listy jsou šedozelené, drsné, 3-10 mm široké (Mergl et Zezula, 1984) s dlouhým, špičatým, později dřípeným jazýčkem (až 12 mm dlouhým) (Mareček, 1994). Listové čepele jsou ploché nebo svinuté (Randuška et al. 1983). Zelenavé nebo nafialovělé hnědé klásky skládají husté, až 30 cm dlouhé laty, které jsou i za květu laločnaté (Tříška, 1979). Příamá, hustá, klubkatě nakloněná lata má krátce osinaté jednokvěté klásky se 2 drobnými plevami (Mareček, 1994). Plevy jsou kopinaté, 5-8 mm dlouhé, dlouze zašpičatělé, na kýlu ostře drsné (Randuška et al. 1983). Pluchy trojžilné, s šídlovitou, smáčklou špičkou. Osiny dlouhé, přesahující pluchy (Mergl et Zezula, 1984). Osina vyrůstá v horní části hřbetu pluchy, kterou přesahuje nanejvýš o 2 mm (Kubát, 2002). Prašníky má žluté až oranžově hnědé (Dostál, 1989). Kořenová soustava sahá až do hloubky 200 cm, největší kořenový systém se nachází v hloubce 0-40 cm (Rebele et Lehman, 2001). Rozšiřuje se rychle, takže brzy vzniká souvislý, stejnoměrně tlustý, pevný drn. Tloušťka oddenku je 1,5 – 3,5 mm (Regal et Šindelářová, 1970). *Calamagrostis epigejos* kvete od června do srpna (Tříška, 1979) (Kubát, 2002) (obr. č. 4).



Obr. č. 3: *Calamagrostis epigejos*.

Zdroj: <http://www.pbbase.com>



Obr. č. 4: Stavba květu *Calamagrostis epigejos*.

Zdroj: <http://www.tela-botanica.org>

### 3.2.2 Společenstva s *Calamagrostis epigejos*

Souboru populací žijících v jednom okamžiku na jednom místě říkáme společenstvo (Storch et Mihulka, 2000). Neuhäsl (1980) definoval rostlinné společenstvo jako soubor rostlin, vznikající společným soužitím druhových populací v určitém prostředí. Výběr druhů a jejich populací je ve fytoceenóze určován podmínkami prostředí, tj. souborem faktorů na fytoceenózu působících, a vzájemnou konkurencí (Vojta, 2006). Vzájemné vztahy mezi individui a populacemi, třebaže se většinou uskutečňují přes vnější abiotické faktory, vytvářejí složitou síť vzájemných zpětných vazeb, která tvoří z fytoceenózy a stanoviště složitý systém organizovaný v čase a prostoru (Slavíková, 1986).

*Calamagrostis epigejos* se vyskytuje ve společenstvech třídy *Epilobietea*, *Urtico-Sambucetea* (Randuška, 1983), dále ve společenství *Arrhenetalia*, *Prunetalia*, *Artemisietea*, *Epilobietea angustifolia*, *Molietalia*., *Salicetalia purpurem* (Dostál, 1989). Naproti tomu Rebele (2000) uvádí výskyt se zlatobýlem kanadským (*Solidago canadensis*) nebo vratičem obecným (*Tanacetum vulgare*).

Dle Jehlíka (2013) se v přístavních makrolokalitych vyskytují ve společenství *Calamagrostis epigejos* následující druhy: *Poa angustifolia* (lipnice úzkolistá),

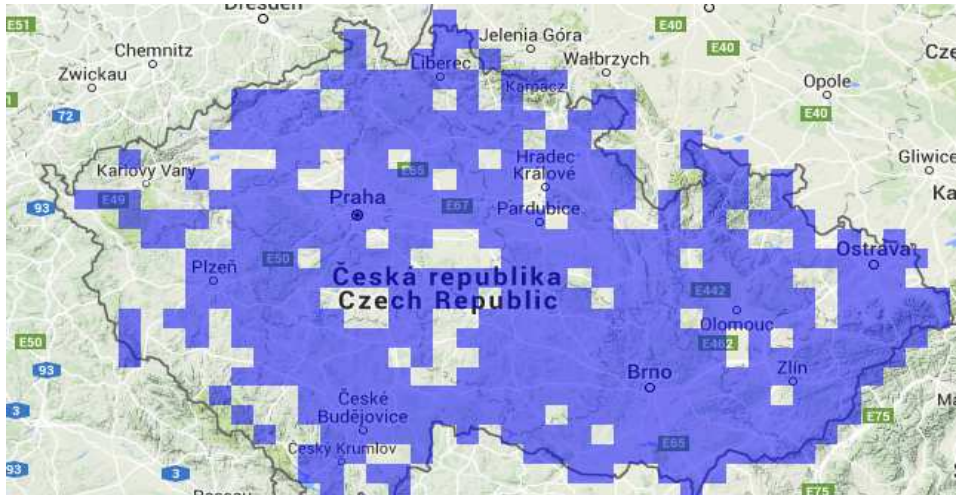
*Artemisia vulgaris* (pelyněk černobýl), *Elytrigia repens* (pýr plazivý), *Equisetum arvense* (přeslička polní), *Poa palustris* (lipnice bahenní), *Achillea millefolium* (řebříček obecný), *Cirsium arvense* (pcháč oset), *Convolvulus arvensis* (svlačec rolní), *Dactylis glomerata* (srha laločnatá), *Rubus ileus* (ostružník obecný), *Rumex thyrsiflorus* (šťovík rozvětvený).

### 3.2.3 Přirozené prostředí

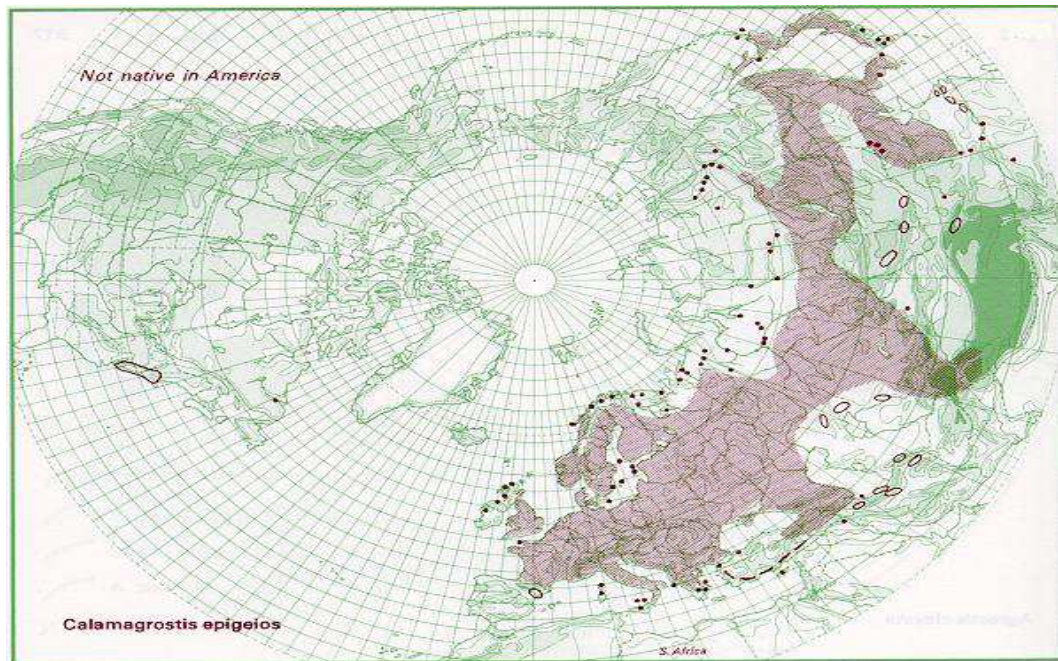
*Calamagrostis epigejos* se řadí mezi druhy s širokou ekologickou amplitudou (Randuška et al. 1983). Její areál rozšíření v oblastech Evropy, Severní Asie – od Anglie až po Japonsko. Sekundárně se vyskytuje též v Severní Americe a Jižní Africe (Mižík, 2007). Roste na suchých světlých lesních mýtinkách, na vlhkých písčitých náplavech potoků a řek (Randuška et al. 1983), Kubát (2002) zmiňuje výskyt na narušených místech a krajích komunikací. *Calamagrostis epigejos* se vyskytuje v mezofilních a suchých křovinách a akátinách (*Rhamo-Prunetea*), teplomilných doubravách (*Quecetea pubescentis*) (Chytrý, 2013).

*Calamagrostis epigejos* patří mezi poloruderální společenství xerofilních trávníků. Prospívá na rozličně zbarvených (od šedo-hnědé, hnědé až po černou, eventuálně žlutou), slabě kyselých až neutrálních, písčitých, písечно-jílovitých hlinitopísčitých nebo strusko-šterkovitých, humusových půdách, s množstvím rostlinného detritu na svrchní ploše (detritová vrstva je až 10 cm vysoká) (Jehlík, 2013).

Třtina křovištní se rozšiřuje zejména na osluněných, uvolněných pasekách, okrajích porostů, stále častěji zasahuje i do porostů a starších kultur. Její přítomnost (obr. č. 5) je možno pozorovat téměř na všech plochách, kde došlo k prosvětlení porostu, bez ohledu na klimatické podmínky. Její výskyt neomezuje ani nadměrné okyselení půdy, ani další působení ostatních nepříznivých činitelů. Vyskytuje se od stanovišť na těžkých půdách horského typu až po lehké písčité půdy v nejnižších polohách (Janauer, 1995). V bohatších typech se vyskytuje jako konečné pasekové stadium po starčku a maliníku (Regal et Šindelářová, 1970). *Calamagrostis epigejos* má obrovskou schopnost plasticity co do tvarových adaptací – od otevřených formací až po patrovitý les (Kovář, 2006) (obr. č. 6).



Obr. č. 5: Výskyt *Calamagrostis epigejos* v ČR. Zdroj: <http://quick.florabase.cz>



Obr. č. 6: Mapa přirozeného areálu rozšíření *Calamagrostis epigeios* ve světě (růžové značení).

Zdroj: <http://linnaeus.nrm.se/flora>

### 3.3 Reprodukce – vegetativní a generativní šíření

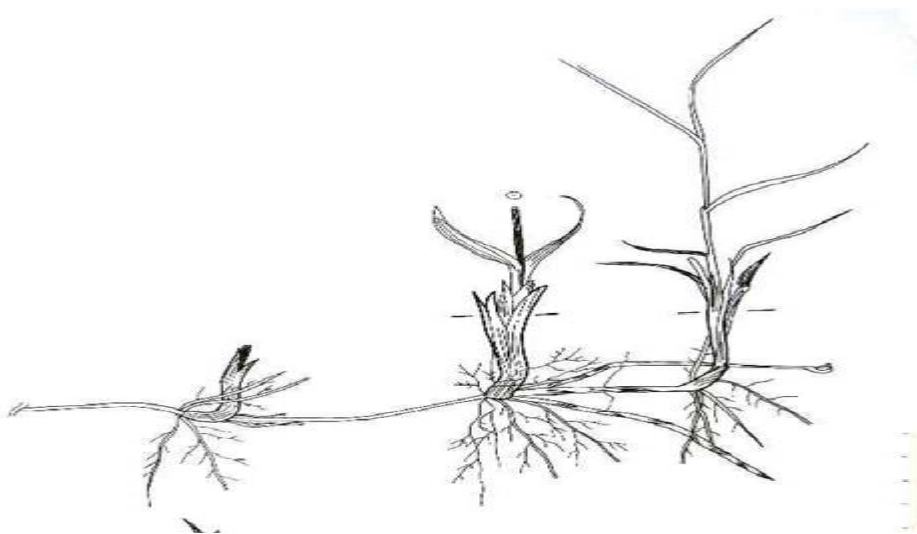
Většina vytrvalých rostlin má schopnost kromě generativní reprodukce rozrůstat se i vegetativním způsobem (vegetativní propagace), tj. vytvářet nové jedince, kteří většinou zůstávají spojeni s mateřskou rostlinou. Toto spojení je buď podzemními rhizomy (oddenky), nebo nadzemními stolony (výběžky), které mohou zakořeňovat (Slavíková, 1986). Vytrvalé druhy trav se rozmnožují prostřednictvím diaspor vegetativního původu (např. hlízkami, cibulemi, pacibulkami, částmi oddenků



a kořenů s adventivními pupeny). Diasporami generativního rozmnožování jsou výtrusy, semena či plody (Mikulka et al. 2005).

Jednotlivé druhy *Poaceae* se rozmnožují generativně obilkami a vegetativně částmi podzemních, převážně vodorovných článkovaných oddenků, jež se rozrůstají všemi směry od mateřské rostliny a tvoří hustá, stále se rozšiřující ohniska zaplevelení (Mareček, 1994).

*Calamagrostis epigejos* se rozmnožuje především vegetativně klonálním růstem oddenků (obr. č. 7), jejichž celková expanze může být až 150 cm za rok v jednom směru. Oddenky rostou do hloubky 3 – 20 cm a většina kořenů roste do hloubky 0 – 40 cm s maximálním zakořeněním do 200 cm (Rebele et Lehmann, 2001). Studium genetické rozrůzněnosti *Calamagrostis epigejos* a rákosu obecného (*Phragmites australis*) na toxickém stanovišti ve Chvaleticích překvapivě odhalilo šíření nejen vegetativní, ale i generativní (ze semen). Zřejmě jde o strategii podporující osidlování nepříznivých stanovišť (Kovář, 2004).



**Obr. č. 7:** Klonální růst *Calamagrostis epigejos*. **Zdroj:** <http://www.butbn.cas.cz>

Slavíková (1986) uvádí 181 800 diaspor jako maximální produkci u *Calamagrostis epigejos* přepočtenou na 1 m<sup>2</sup> za rok.

### 3.4 Expanze a prostředky k zabránění šíření *Calamagrostis epigejos*

#### 3.4.1 Expanze *Calamagrostis epigejos*

Expanze je náhlým velkým vzrůstem úspěšnosti druhu při kolonizaci biotopů, kde dřív zdaleka tak neprosplival. Společné pro většinu dnešních expanzních druhů jsou snadná šířitelnost, R až RC strategie, nitrofilie nebo nitrotolerance a nezávislost na lidských aktivitách mimo jmenované disturbance a šíření (Hájek, 2002). Šíření konkurenčně silných expanzivních a invazních druhů je následkem eutrofizace, nadměrným zvýšením obsahu živin (hlavně dusíku), typický příznak moderního znehodnocování (degradace) biotopů (Sádlo, 2004).

*Calamagrostis epigejos* představuje v současné době nejexpanzivnější druh ve středoevropské krajině (Prach et Pyšek, 2001). Dolečková et Osbornová (1990) popsaly mechanismus úspěšné expanze této trávy, který tkví především v rychlém vytvoření mohutného oddenkového systému, šířícím se typem růstu „guerilla“ a velké produkci nadzemní biomasy, tvořící silnou vrstvu pomalu se rozkládajícího opadu (Fiala et al. 2003). Hodačová et Prach (2003) uvádí expanzi *Calamagrostis epigejos* často intenzivnější na technicky rekultivovaných plochách. Při stanovištních extrémech dosahovaných hlavně na rudních odkalištích ovládá prostor krok za krokem stylem „falanga“, tedy v šiku (hustém, excentricky se rozšiřujícím trsu), zatímco na pískům podobných popílkových odkalištích expanduje dlouhými výběžky taktikou „guerilla“, jakoby partyzánským výsadkem nové sazenice do neobsazeného území (Kovář, 2004).

Sedláková et Fiala (2001) studovali expanzi *Calamagrostis epigejos* na dvou lokalitách dolního Podyjí na jižní Moravě. Negativní korelace byly zjištěny mezi pokryvností *Calamagrostis epigejos* a počtem dalších druhů rostlin v lučních porostech. Expanze třtiny znamenala také výrazné snížení biomasy ostatních druhů původního lučního společenstva (*Cnidion*). Vyrůstající pokryvností *Calamagrostis epigejos* nejvíce ustupují druhy *Cirsium arvense* (pcháč rolní), *Deschampsia cespitosa* (metlice trsnatá), *Leontodon autumnalis* (máchelka podzimní), *Lychnis flos-cuculi* (kohoutek luční), *Poa pretensis* (lipnice luční), *Galium boreale* (svízel severní), *Serratula tinctoria* (srpice barvířská), *Carex hirta* (ostřice srstnatá). Naopak pozitivní vztahy byly nalezeny mezi pokryvností *Calamagrostis epigejos* a *Lysimachia gularis* (vrbina obecná) (Fiala et al. 2003).

### 3.4.2 Potlačení expanze *Calamagrostis epigejos*

Ve studii sledování změn složení a struktury dlouhodobě opuštěných druhově chudých travních porostů při obnově managementu byly vyhodnoceny signifikantní změny fytoecologického složení, biomasy i diverzity společenstva. Kosené společenstvo se obohatilo o nové druhy a biomasa *Calamagrostis epigejos* výrazně poklesla. Z toho vyplývá, že pravidelné kosení 1–2 krát za sezónu dokáže v daném případě dostatečně zabránit dalšímu rozšiřování třtiny a postupně zlepšit skladbu stávajících porostů (Hakrová et Wotavová, 2004). Výsledky devítiletého experimentu Házi et al. (2011) o potlačení šíření *Calamagrostis epigejos* sečením 2x ročně, naznačují výrazné snížení výskytu již po dvou letech. Urychlí se tak proces výskytu cenných cílových druhů.

*Calamagrostis epigejos* je od nížiny do podhůří naším nejškodlivějším druhem lesní buřeně. Nejlepším obranným prostředkem proti ní je správné hospodaření se světlem. Dobře se uplatňují i herbicidy (Šindelářová et Regal, 1970). Jsou to jednak jednotlivé formulace herbicidů na bázi účinné látky hexazinonu, jednak deriváty kyseliny fosforečné s účinnými látkami glyfosat a sulfosat a třetí metoda za použití selektivních graminicidů s možností využití nízkého retardačního dávkování přípravků (Janauer, 1995).

*Calamagrostis epigejos* se není schopna šířit v případě spojení nedostatku živin, sucha a stresových faktorů (Süss et al. 2004). Na vřesovištích s expanzí trav jako je ovsík vyvýšený (*Arrhenatherum elatius*), metlička křivolatá (*Avenella flexuosa*) *Calamagrostis epigejos* je vhodné shrnovat drny i se svrchní vrstvou půdy a obnažovat minerální podloží na menších plochách nebo v pruzích, aby došlo k vytvoření nestejnověkých vřesovišť s mozaikovitou strukturou (Sedláková et Prausová, 2004). Vypalování vřesovišť se třtinou není vhodné, je nutné upřednostnit mechanické odstraňování včetně podzemních vegetativních orgánů. Vypalování *Calamagrostis epigejos* ve vegetačním klidu podpoří vegetativní šíření pomocí podzemních orgánů (Prausová et Sádlo, 2004).

V Plánu péče o přírodní rezervaci Drahy na období 2015 - 2024 je uvedena jako další možnost omezení expanze *Calamagrostis epigejos* po odstranění stařiny vyvláčením dosev místního kokrhele menšího (*Rhinanthus minor*), který růst třtiny omezuje (na

základě pozitivních výsledků pokusu založeného v roce 2013 v NPR Čertoryje) (Jongepierová et al. 2015).

Mládek et al. (2013) založili pokus na potlačení *Calamagrostis epigejos* kokrhelem luštincem (*Rhinanthus alectorolophus*). Nejlepší efekt byl dosažen tam, kde byla před výsevem odstraněna stařina *Calamagrostis epigejos*.

### 3.5 Ekologická sukcese a *Calamagrostis epigejos*

Společenstva se mohou vyvíjet postupným nahrazováním populací určitých druhů populacemi jiných druhů. Tomuto procesu říkáme ekologická sukcese (Storch et Mihulka, 2000). Sukcesi rozdělujeme na primární a sekundární (Prach, 2001). Probíhá tak, že populace konkurenčně slabších druhů jsou postupně nahrazeny populacemi těch silnějších (Sádlo et Storch, 2000). Konkurence je soutěž mezi jedinci nebo populacemi o omezený (limitující) zdroj výživy (výživa v širším slova smyslu – voda, minerální látky, záření) a omezený společný prostor. Sukcese je jediný přirozený způsob regenerace vegetačního krytu na biotopech, kde byla člověkem vegetace odstraněna nebo narušena, a na stanovištích člověkem nově vytvořených, jako jsou např. skládky, haldy, skrývky půdy (Slavíková, 1986).

Regenerační sukcesní série začíná ecesí (uchycením) různých druhů rostlin převážně (stres tolerantní) populační strategie na nově vytvořeném reliéfu. Například na výsypkách Dolů Bílina k nim patří nejčastěji *Calamagrostis epigejos*, podběl lékařský (*Tussilago farfara*), pelyněk černobýl (*Artemisia vulgaris*), mrkev obecná (*Daucus carota*), pcháč oset (*Cirsium arvense*) a truskavec ptačí (*Polygonum aviculare*). V prvním iniciálním stádiu samovolné přirozené sukcese se dominantou biocenóz stává expanzivní C-stratég tráva třtina křovištní. V porostech dominantní *Calamagrostis epigejos* se nejčastěji, vyskytují podběl lékařský (*Tussilago farfara*), pelyněk černobýl (*Artemisia vulgaris*), mrkev obecná (*Daucus carota*), pcháč oset (*Cirsium arvense*) a truskavec ptačí (*Polygonum aviculare*), tedy ruderalní druhy, které se uplatnily již ve stádiu ecese. Travinné společenstvo s dominancí *Calamagrostis epigejos* může přetrvávat i několik desetiletí jako blokované sukcesní stádium (Buček, 2007) (Ufz.de, 2002). Na odkalištích kolonizuje účinněji vysemeněním, protože tvorba dlouhých výběžků je potlačena. Ta se naopak uplatní v písku podobném substrátu na struskopopílkových elektrárenských odkalištích, kde vytváří rozsáhlé polykormony (Kovář, 2006). *Calamagrostis epigejos* bývá v období

sukcese (11 - 25 let) v kamenolomech Českého středohoří výraznou dominantou na substrátech s vyšším zastoupením jílovitých částic (Novák, 2006). Přežívá i za extrémně nepříznivých podmínek panujících na povrchu někdejšího rudného odkaliště – zbytek jejího „šiku“ (krátkých ramet nahlučených do falangy) udržuje kořeny kužel zasoleného substrátu, z jehož okolí materiál odvál vítr a odplavila voda (obr. č. 8) (Kovář, 2009).



**Obr. č. 8:** *Calamagrostis epigejos* na rudném odkališti.

**Zdroj:** <http://ziva.avcr.cz/2009-3>

### 3.6 Konkurence

Konkurenci můžeme vyjádřit také jako aktivní současný požadavek dvou nebo více jedinců stejného druhu nebo jedinců dvou nebo více druhů na společné zdroje, které jsou aktuálně nebo potenciálně limitující (Slavíková, 1986), tj. o sluneční záření (energii), půdní vlhkost, minerální látky v půdě a prostor (Mikulka, 2005).

*Calamagrostis epigejos* může být úspěšnější i v konkurenci o živiny, neboť ve srovnání s lučnými porosty vytváří větší kořenový systém hlouběji v půdě (Fiala, 2001). Ve své studii o úloze kořenového systému *Calamagrostis epigejos* v její úspěšné expanzi do aluviálních vod Fiala (2001) uvádí, že větší část podzemních orgánů *Calamagrostis* byla nalezena ve vrstvě 5 - 10 cm. Do této vrstvy prorůstalo velké množství odděnků i kořenů, což může být důvodem její větší úspěšnosti v konkurenci o živiny. Na základě výsledků výzkumu nadzemní a podzemní biomasy rostlinných společenstev s dominancí *Calamagrostis epigejos* na lesních

pasekách po těžbě smrkovo-bukového porostu, Máliš et al. (2013) uvedli, že množství nadzemní biomasy třtiny pozitivně korelovalo s počtem a délkou jejích stébel. Konkurence mezi *Calamagrostis epigejos* a ostatními druhy probíhá zejména v oblasti povrchových vrstev půd.

*Calamagrostis epigejos* svým zvýšeným zastíněním výrazně snižuje zastoupení ostatního lučního společenstva (Somodi et al. 2008), což potvrdili ve své studii Fiala et al. (2003), kteří uvádí, že stabilní a značná produkce nadzemní biomasy třtiny a silná vrstva pomalu se rozkládajícího opadu, významně snižují pronikání slunečního záření do lučních porostů a zhoršují světelné a teplotní podmínky pro růst ostatních lučních druhů rostlin.

### 3.7 Fenologie

Fenologie studuje cyklus rašení, kvetení, tvoření plodů a stárnutí se zřetelem na jejich časové umístění v průběhu roku (Larcher, 1988). Vytvářejí se vegetativní a generativní orgány, při nichž se na jedné straně uplatňují endogenní faktory, tj. dědičně fixované vlastnosti druhů, na druhé straně faktory exogenní, dané vlastnostmi prostředí (mikroklima, vlastnosti substrátu, biotické faktory). Střídání sezónních aspektů, spojené s fenologickým vývojem jednotlivých druhů nebo skupin druhů, je stálé pro každý luční typ, ovšem za předpokladu, že se vnější stanovištní a klimatické podmínky podstatně nemění (Rychnovská et al. 1985).

Vývoj nadzemních výhonků, listů, květenství, oddenků a kořenů *Calamagrostis epigejos*, vykazuje vysokou plasticitu v závislosti na sezoně a na podmínkách životního prostředí. V nížinách Střední Evropy dosahují listy růstového optima pozdě na jaře (květen-červen), stébla s květenstvím se tvoří koncem května a kvete od června do srpna. Plody dozrávají na podzim a část zůstává v klasech až do zimy. Na vlhkých nebo stinných místech zůstávají listy po celé období růstu zelené, to může trvat od začátku jara až do začátku zimy nebo dokonce až do teplých zimních dnů (Rebele et Lehmann, 2001).

## 4. Metodika

### 4.1 Odběr *Calamagrostis epigejos* (L) Roth

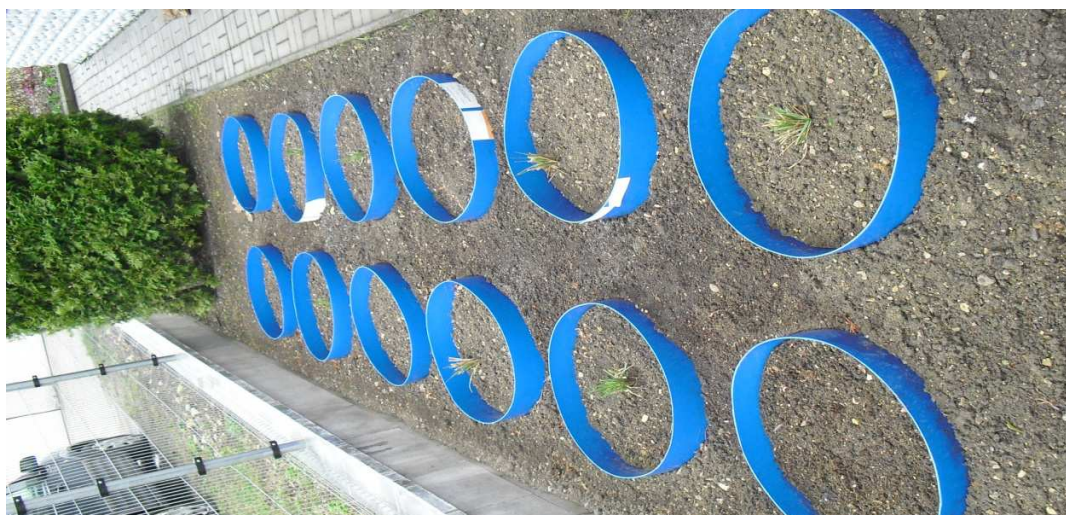
*Calamagrostis epigejos* byla odebrána v lokalitě Rynholec (obr. č. 9), okres Rakovník, dne 12. 12. 2014. Nadmořská výška této lokality činí 467 m n. m., lokalizace místa odběru dle GPS: 50°08'15.83"N, 13°55'40.96"E. Místo odběru se nachází na severozápadně exponovaném svahu u obhospodařovaného pole. Dle Quitta (1971) řadíme oblast do klimatického regionu MT11. Teplota v den odběru činila 4,9 °C. Pro experiment bylo odebráno osm vzorků po pěti stéblech, počet pěti stébel byl zvolen pro zajištění úspěšnosti uchycení *Calamagrostis epigejos*. Vzorky byly zbaveny stařiny ostrůháním na výšku pěti centimetrů z důvodu vyvážených podmínek pro zahájení experimentu.



Obr. č. 9: Lokalizace místa odběru *Calamagrostis epigejos* v obci Rynholec. Zdroj: www.mapy.cz

### 4.2 Založení experimentu

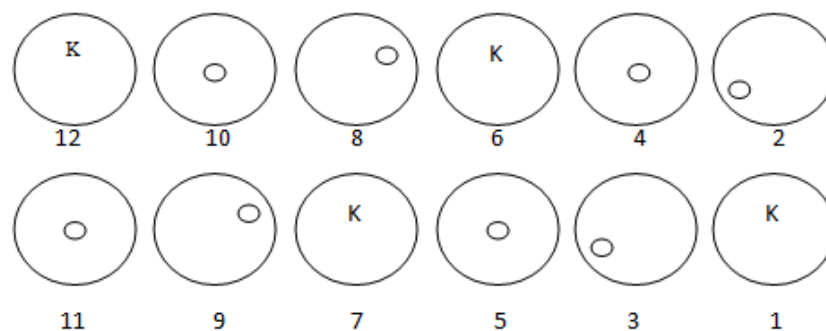
Experiment probíhal v zastaveném území soukromého zahradního pozemku o celkové ploše 190 x 140 cm. Pro experiment byly použity modré plastové sudy o objemu 220 litrů, vyrobeny z HDPE (vysokohustotní polyethylen). Sudy byly rozřezány na dvanáct kruhů o výšce 20 cm a průměru 58 cm. Kruhy byly zapuštěny do země ve dvou řadách po šesti (obr. č. 10). Jednotlivé skruže byly od sebe vzdáleny 25 cm, z důvodu minimalizace ovlivnitelnosti růstu jednotlivých vzorků osazené plochy.



**Obr. č. 10:** Založení experimentu – 12 skruží z HDPE. **Zdroj:** osobní fotodokumentace

#### 4.2.1 Uspořádání experimentálních ploch – skruží

Do čtyř skruží byla *Calamagrostis epigejos* vysazena na středovou pozici, další čtyři skruže byly osazeny na pozice do stran. Zbylé čtyři skruže byly ponechány prázdné a sloužily jako kontrolní plochy (obr. č. 11). Následně se sledoval způsob expanze a zároveň rychlost osídlení z daného umístění v jednotlivých plochách.



**Obr. č. 11:** Očíslování jednotlivých ploch a umístění *Calamagrostis epigejos* na středové a krajní pozice, K = kontrolní plocha. **Zdroj:** vlastní dokumentace

#### 4.3 Sběr dat

V průběhu roku 2015 do března roku 2016 jsem prováděla fytoecologické snímkování jednotlivých ploch. Každý měsíc jsem prováděla sběr dat, kdy jsem měřila výšku nejvyššího listu, obvod trsu, zapisovala jsem počet klasů a počet nových výhonků, jejich vzdálenost od původního trsu, sledovala jsem nově vzniklé rostlinné společenstvo a jeho vzájemné ovlivňování s *Calamagrostis epigejos*.



#### 4.4 Analýza dat

Data byla vyhodnocena analýzou variance, užitím statistického balíčku Statistica 12. Jednocestná ANOVA byla užitá pro testování efektu polohy *Calamagrostis epigejos* na experimentálních plochách jako nezávislé proměnné a počet ramet, vzdálenost ramet od mateřské rostliny a počet květů jako závislé proměnné. Faktoriální ANOVA byla užitá pro zjištění efektu dvou kategoriálních faktorů (varianta, čas) na délku listů a velikost trsu *Calamagrostis epigejos*. DCA v programu CANOCO 5 (Šmilauer et Lepš, 2014) byla použita pro zjištění podobnosti jednotlivých ploch na základě druhového složení.

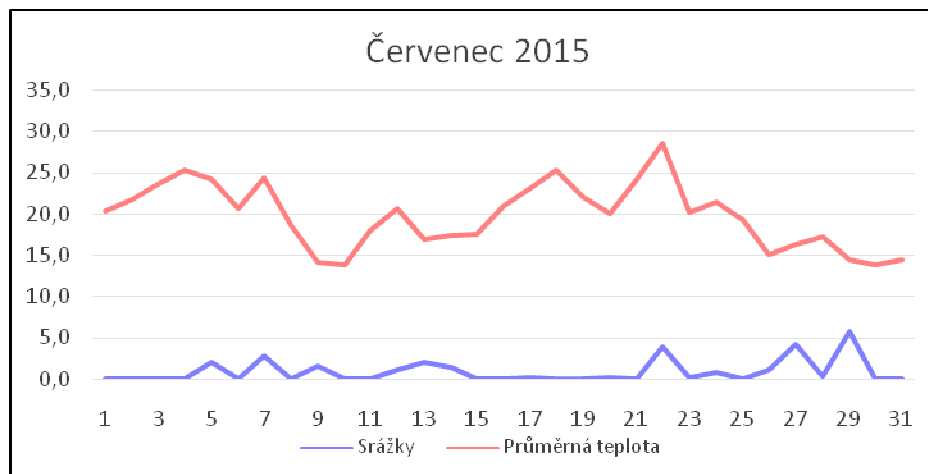
#### 4.5 Nomenklatura rostlin

Nomenklaturu pro cévnaté rostliny, které utvořily společenstvo s *Calamagrostis epigejos*, jsem použila dle Klíče ke květeně České republiky (Kubát, 2002).

#### 4.6 Klimatické podmínky

Atmosférické srážky mají určující vliv pro druhovou skladbu a vývoj travinných porostů (Rychnovská et al. 1985). Většina našich terestrických cévnatých rostlin mezického charakteru (většina lučních a hájových druhů) snáší poměrně široký rozsah teploty. Takovéto rostliny se širokou amplitudou teplot se nazývají rostliny eurytermní. Teplotní amplituda u nich bývá obvykle od -5 °C do +55 °C (Slavíková, 1986). Teplota často rozhoduje o hranicích rozšíření (areálu) druhu a následně i společenstev až celých biotů, má vliv na klíčení, růst, produkci biomasy i reprodukci (Prach, 2001).

Oblast, kde probíhal experiment, řadíme dle Quitta (1971) do klimatického regionu MT11. Měsíce červenec a srpen 2015 byly v Klementinu, Praha vyhodnocené jako nejteplejší v historii, kdy se provádí od roku 1775 měření. Příčinou extrémních teplot v roce 2015 byly neobvykle teplé vody oceánů zásluhou probíhajícího silného jevu El Niño. Nadprůměrně vysoké teploty v měsících červenec a srpen 2015 a s tím spojené sucho, které bylo nejhorší za posledních dvanáct let, významně ovlivnily výsledky experimentu. V grafu (obr. č. 12) jsou uvedené teploty v °C a srážky v mm v měsíci červenec 2015.



Obr. č. 12: Průměrné teploty v °C a průměrné srážky v měsíci červenec 2015. Zdroj: portal.chmi.cz

## 5. Charakteristika území experimentu

### 5.1 Experimentální plocha

Experimentální plocha byla založena na soukromém pozemku v Novém Strašecí (obr. č. 13), okres Rakovník, v prosinci 2014. Nadmořská výška činí 470 m n. m., zeměpisné souřadnice umístění experimentu dle GPS: 50° 08'51.98" N a 13° 54'01.31" N. Dle Quitta (1971) řadíme oblast do klimatického regionu MT11. Město Nové Strašecí se nachází cca 5 km od obce Rynholec, kde došlo k odběru *Calamagrostis epigejos*.



Obr. č. 13: Místo založeného experimentu – Nové Strašecí. Zdroj: [www. mapy.cz](http://www.mapy.cz)

Na ploše, kde experiment probíhal, se nacházel vždy pouze travní porost.

### 5.2 Geomorfologie, geologie

Geomorfologicky je území Novostrašecká dosti členité, pahorkaté až vrchovinné, leží v Brdské horopisné oblasti Poberounské subprovincie. Sever a střed území patří celku Džbán a jih zasahuje do celku Křivoklátské vrchoviny. Výšky se pohybují od 407 do 503 m n. m.. Z geologického hlediska je území tvořeno usazenými horninami permokarbonu, které se dělí na souvrství spodních šedých, spodních červených, svrchních šedých a svrchních červených vrstev. Nejvýznamnější surovinou Novostrašecká jsou žáruvzdorné jílovce – lupky (Škoudlínová, 2000).

### **5.3 Podnebí**

Území spadá do klimatické oblasti mírně teplé, mírně suché s převážně mírnou zimou. Průměrná roční teplota se pohybuje mezi 7 – 8°C. Novostrašecko podle klimatické klasifikace patří do mírně teplé oblasti (MT 11). Srážkový úhrn ve vegetačním období činí 350 – 450 mm, v zimním období 200 - 300 mm. Počet dnů se sněhovou přikrývkou činí 50 až 70. Hlavními převládajícími směry větru jsou západní, jihozápadní a severozápadní (Škoudlínová, 2000).

### **5.4 Povodí, chráněná území**

Území spadá do povodí Berounky, v širším měřítku do povodí Vltavy. Nejvýznamnějšími toky jsou Klíčava (Strouha) a Loděnice, na kterých byla vybudována řada rybníků.

Jižně od města Nové Strašecí se rozkládá unikátní biosférická rezervace Chráněná krajinná oblast Křivoklátsko, která byla vyhlášena v roce 1978, severně od města leží přírodní park Džbán. V těsné blízkosti Nového Strašecí leží tato chráněná území přírodní rezervace Louky v oboře Libeň, přírodní rezervace Podhůrka, přírodní památka Na Novém rybníce, přírodní rezervace Prameny Klíčavy, VKP (významné krajinné prvky) Šibeniční vrch, Niva Rynholeckého potoka. Vyhlášeno bylo 13 památných stromů (Škoudlínová, 2000).

### **5.5 Vegetace**

Díky členitému terénu i zvláštnostem v historickém vývoji obhospodařování krajiny Rakovnicka, Jesenicka, Džbánska i Křivoklátska se uchovaly na velkých plochách přirozené lesní porosty. Přírodovědecky a ochrannářsky jsou rovněž cenné polokulturní a některé kulturní ekosystémy. Na Jesenicku a Rakovnicku jsou to především rozsáhlé borové a smrkové lesy, jejichž původní bylinný kryt je dlouholetým obhospodařováním setřen. Z nelesních společenstev jsou to zbytky extenzívně využívaných xerothermních, mezofilních až mokřadních luk a pastvin. Antropickou vegetaci představuje veškerá orná půda s monocenózami kulturních plodin a s doprovodnými segetálními společenstvy, dále ruderalní společenstva, ale i parky a porosty v intravilánech (Mladý et Kolbek, 1990).

## 6. Výsledky experimentu

### 6.1 Rychlost růstu a expanze *Calamagrostis epigejos* (L.) Roth

*Calamagrostis epigejos* ve své vegetační době narůstala velmi pomalu (obr. č. 14) a nevykazovala ani extrémní tvorbu klasů. Na ploše č. 8, kde byla *Calamagrostis epigejos* umístěna na kraji plochy, jsem zaznamenala od dubna do prosince 2015 největší nárůst počtu stébel, naopak nejmenší nárůst na ploše č. 11, kde je *Calamagrostis epigejos* umístěna na středové pozici.



Experimentální plocha č. 1, 2, 3, 4



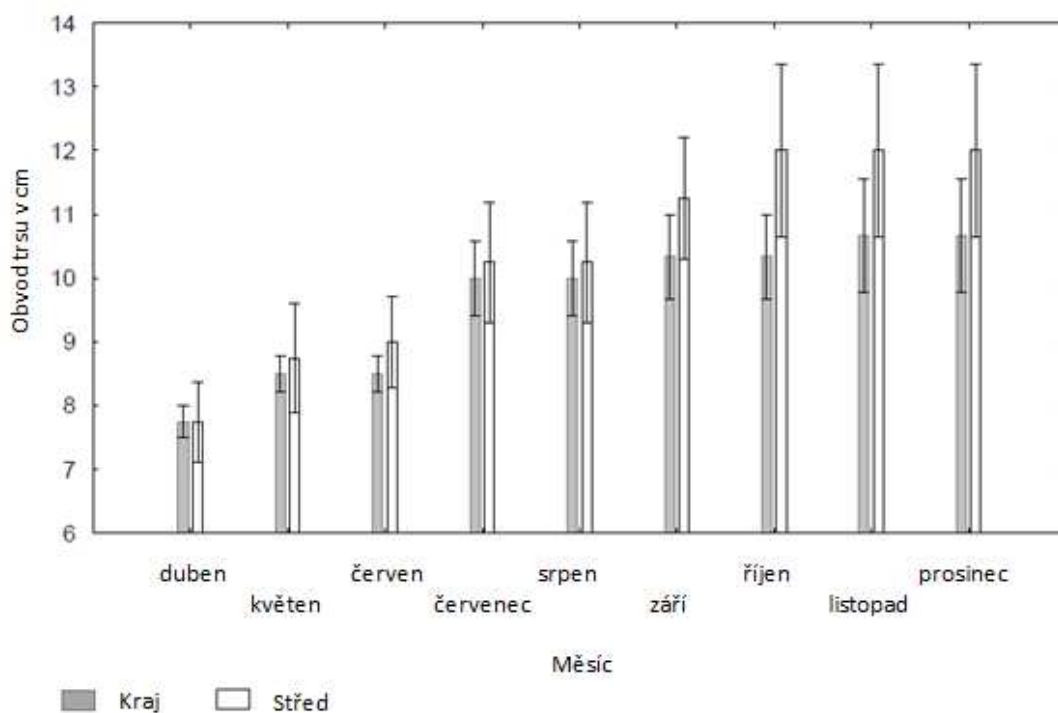
Experimentální plocha č. 5, 6, 7, 8



Experimentální plocha č. 9, 10, 11, 12

**Obr. č. 14:** Růst a tvorba klasů *Calamagrostis epigejos* v měsíci červenec 2015. **Zdroj:** vlastní fotodokumentace

Od dubna do prosince 2015 jsem měřila obvod trsu *Calamagrostis epigejos*. Všechny naměřené hodnoty obvodů trsů byly zaneseny do grafů (obr. č. 15).

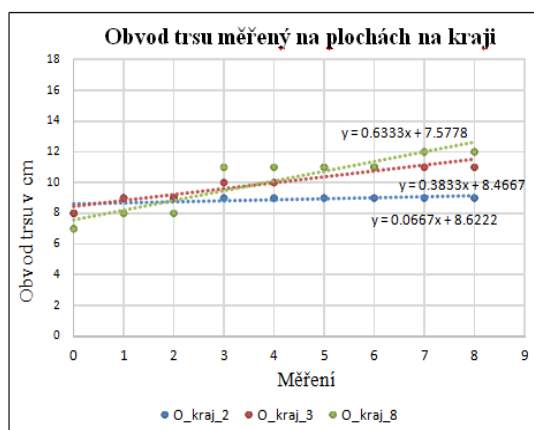


**Obr. č. 15:** Obvod trsů měřený od dubna do prosince 2015 v závislosti na středových a krajních pozicích. Vertikální sloupce označují 0,95 intervaly spolehlivosti. Výsledky ANOVA  $F(8, 48) = 0.225, p = 0.985$ .

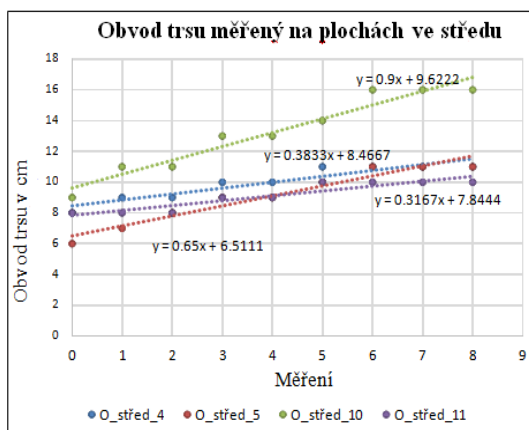
Z výše uvedeného grafu č. 15 vyplývá, že hodnoty obvodu trsu během sledovaného období dosahovaly vyšších hodnot ve středových plochách. Nejrychlejší nárůst

obvodu je zřejmý v měsíci červnu 2015 na středových pozicích, což je způsobeno hlavně třtinou pěstovanou na ploše č. 10.

Hodnoty obvodů trsů byly zaneseny do grafů (obr. č. 16, obr. č. 17) a následně pomocí spojnice trendů proloženy přímkovou závislostí.



Obr. č. 16: Obvody trsů měřené na krajních pozicích.



Obr. č. 17: Obvody trsů měřené na středových pozicích.

Z výše uvedených grafů je patrné, že přímková závislost dobře prokládá hodnoty obvodů trsů. V obecném tvaru přímky  $y = ax + b$  nazýváme člen  $a$  jako směrnici přímky, která vlastně vyjadřuje změnu sledované veličiny  $y$  (v našem případě obvod trsu) při jednotkové změně proměnné  $x$  (v našem případě jednotlivé měření, či měsíce). Jinými slovy, směrnice přímky nám udává rychlost růstu obvodu trsu. Například směrnice závislosti obvodu trsu na době růstu u plochy 4 ve středu (0,383) udává, že rychlost růstu obvodu trsu u této plochy je 0,383 cm za měsíc.

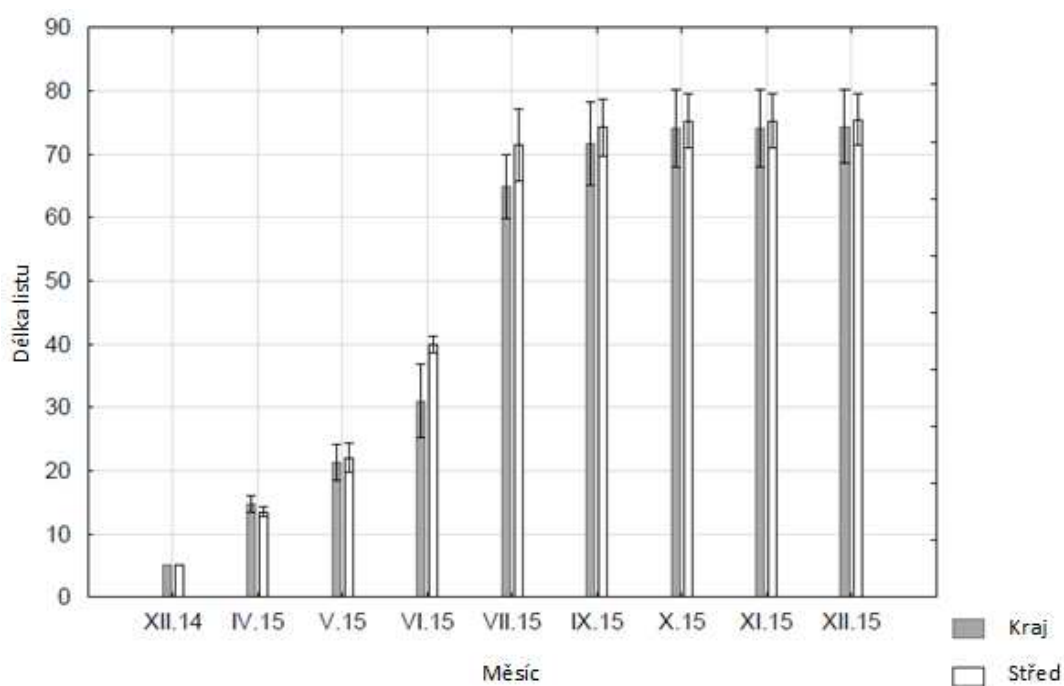
Tab. č. 1: Rychlost růstu obvodu trsu na jednotlivých plochách v cm/měsíc

	O_rychlost		O_rychlost
O_střed_4	0.383	O_kraj_2	0.067
O_střed_5	0.650	O_kraj_3	0.383
O_střed_10	0.900	O_kraj_8	0.633
O_střed_11	0.317		
Průměr	0.563	Průměr	0.361
Medián	0.517	Medián	0.383

Z tabulky č. 1 vyplývá, že průměrná rychlost růstu obvodu trsu u *Calamagrostis epigejos* ve středových pozicích na plochách je mírně vyšší (5,17 mm/měsíc) než u krajních pozic (3,83 mm/měsíc).

Dále jsem se zaměřila na porovnání délky nejdelšího listu v jednotlivých plochách. Nejvyššího nárůstu za dobu experimentu dosáhla *Calamagrostis epigejos* umístěna na středové pozici plochy č. 5, která dosáhla výšky 87 cm a vytvořila 1 klas. Nejvyšší přírůstky v rozmezí od 19 do 34 cm byly naměřeny na ostatních plochách v měsíci červnu 2015. V měsíci červenci, který je z hlediska fenologie *Calamagrostis epigejos* považován za vrchol růstu biomasy, činil přírůstek pouze v rozmezí od 10 do 12 cm, což je zřejmě důsledek nadměrných teplot a sucha. Od měsíce října docházelo k nárůstu v průměru o 1-2 cm, což dokazuje snahu *Calamagrostis epigejos* zajistit biomasu pro další období růstu.

Naměřené hodnoty délek listů měřené ve sledovaném období na jednotlivých plochách byly rovněž zaneseny do grafu (obr. č. 18).



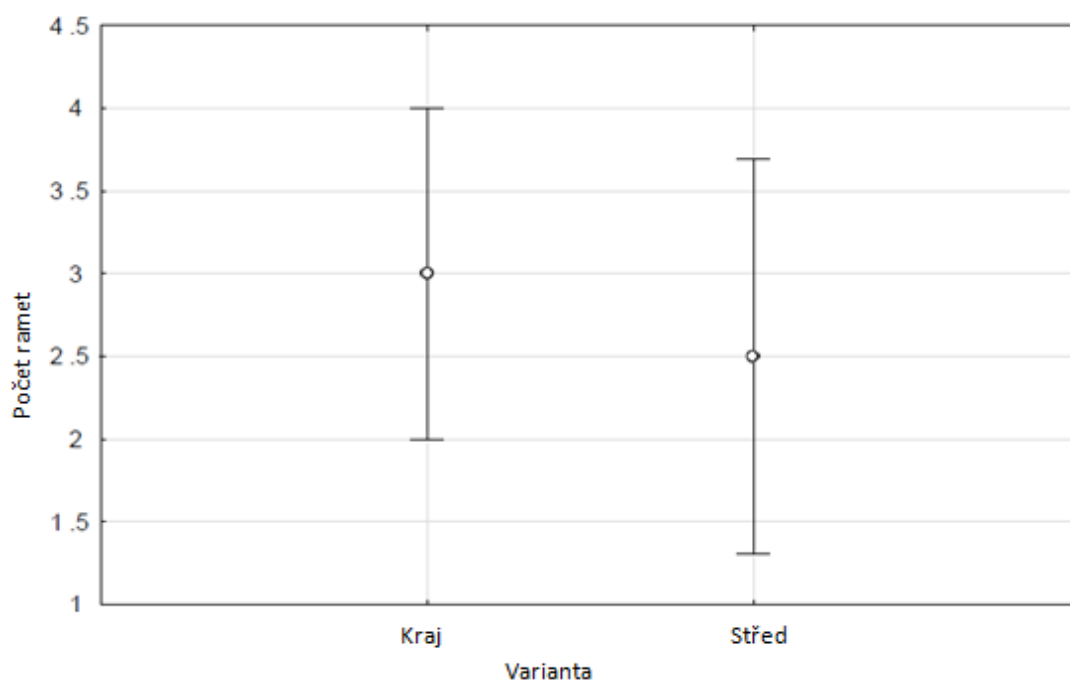
**Obr. č. 18:** Délky listů měřené od dubna do prosince 2015 v závislosti na středových a krajních pozicích. Vertikální sloupce označují 0,95 intervaly spolehlivosti. Výsledky ANOVA  $F(8, 52) = 0.332$ ,  $p = 0.950$ .

Z grafu č. 18 je zřejmá vyšší úměrná strmost nárůstu délky listů v měsíci červnu u *Calamagrostis epigejos* vysazené ve středu. Naopak od měsíce října vykazovala *Calamagrostis epigejos* pouze minimální přírůstky na obou pozicích.



## 6.2 Šíření *Calamagrostis epigejos*

Ve sledovaném období byl zaznamenán celkový počet ramet, které se během vegetačního období na jednotlivých sledovaných plochách objevily. Z grafického zobrazení je zřejmé, že není příliš velký rozdíl mezi středovým a krajním vysazením, v krajních plochách se objevily 4, 1 a 4 ramety (průměrně 3), zatímco při středovém vysazení 0, 4, 1 a 5 ramet (průměrně 2.5). Tyto průměrné hodnoty byly vzájemně porovnány pomocí analýzy rozptylu (ANOVA) (obr. č. 19). Výsledná p-hodnota analýzy rozptylu (0.772) větší než uvažovaná hladina významnosti  $\alpha = 0.05$  potvrdila, že uvedený malý rozdíl v průměrných hodnotách počtu ramet na jednotlivých typech ploch je statisticky nevýznamný.

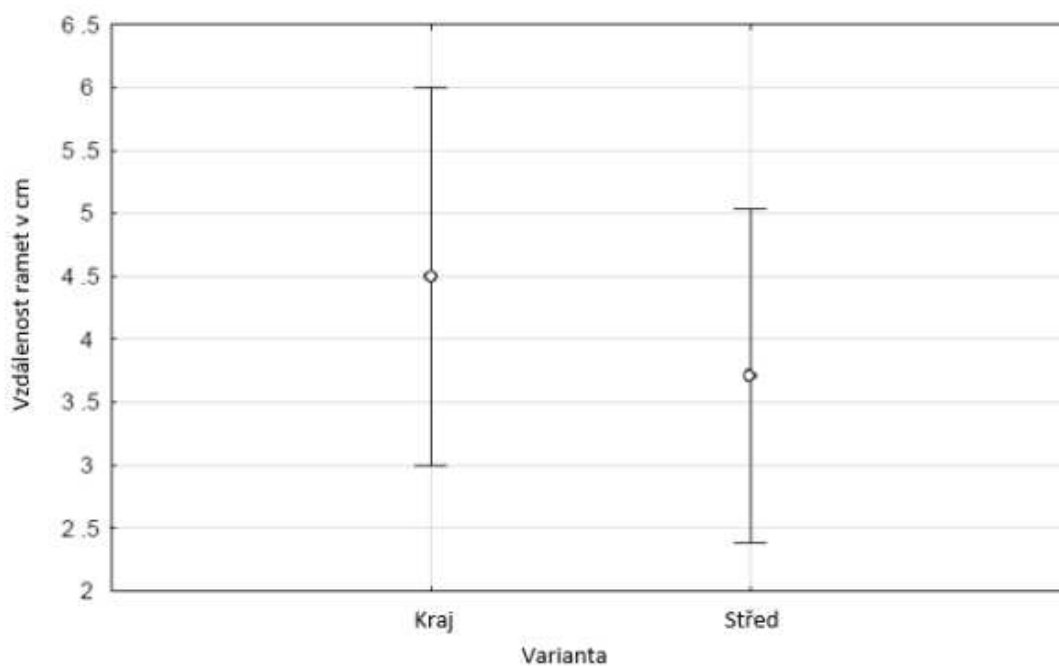


**Obr. č. 19:** Průměrný počet ramet vyskytujících se během vegetačního období na jednotlivých sledovaných plochách porovnaný pomocí analýzy rozptylu. Vertikální sloupce označují 0,95 intervaly spolehlivosti. Výsledky ANOVA ( $F_{1,5} = 0.932$ ,  $p = 0.772$ ).

První rameta se objevila na ploše č. 11 v dubnu 2015 ve vzdálenosti 5 cm od mateřské rostliny umístěné na středové pozici. V měsíci květnu se objevily odnože na ploše č. 2, 5, 8, v měsíci červnu na ploše č. 3, 10. Největší počet odnoží vyrostl během vegetačního období na ploše č. 11 se středovou pozicí a to celkem 5 ramet, z toho jedna odnož tvořila 3 stébla, další 2 stébla a zbylé tři tvořily vždy pouze 1 stéblo. Dosažená délka listu za dobu experimentu jednotlivých ramet na ploše č. 11 činila 16, 18, 32, 32, 35 cm. Na ploše č. 4 se středovou pozicí *Calamagrostis*

*epigejos* nedošlo k žádnému klonálnímu nárůstu. Největší počet stébel u jednoho výhonku se vyskytl na ploše č. 10 na středové pozici a činil 8 stébel. Nejvýše dosáhla rameta na ploše č. 11 ve středové pozici, a to 66 cm.

V krajních plochách se ramety objevily ve vzdálenosti 6, 7, 8 a 9 cm (plocha č. 2), 3 cm (plocha č. 3), 3, 4, 6 a 9 cm (plocha č. 8). Ve středových plochách se ramety objevily ve vzdálenosti 0 cm (plocha č. 4), 3, 5, 8 a 9 cm (plocha č. 5), 4 cm (plocha č. 10), 3, 4, 5, 5, 6 cm (plocha č. 11).

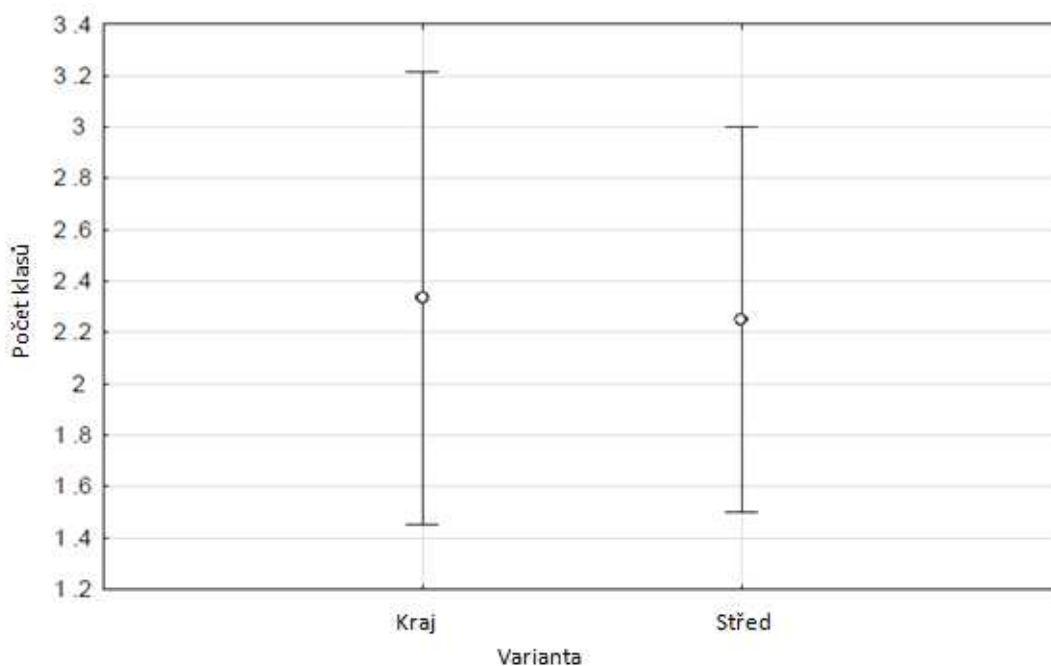


**Obr. č. 20:** Průměrná vzdálenost ramet vyskytujících se během vegetačního období na jednotlivých sledovaných plochách porovnaný pomocí analýzy rozptylu. Vertikální sloupce označují 0,95 intervaly spolehlivosti. Výsledky ANOVA  $F(1, 5) = 0.154$ ,  $p = 0.711$ .

Z výsledků vyplývá, že při krajním vysazení třtiny byla dosažena vyšší průměrná vzdálenost ramet než při středovém vysazení. Tyto průměrné hodnoty byly vzájemně porovnány pomocí analýzy rozptylu (ANOVA) (obr. č. 20).

Ve sledovaném období byl rovněž zaznamenán celkový počet klasů. Zde opět zmiňují vysoké teploty, které pravděpodobně zapříčinily i minimální nárůst klasů. Z grafického zobrazení (obr. č. 21) je zřejmé, že není příliš velký rozdíl mezi středovým a krajním vysazením, v krajních plochách se objevilo 2, 4 a 1 klas (průměrně 2,3), zatímco při středovém vysazení 4, 1, 1 a 3 klasy (průměrně 2,25).

Výsledná p-hodnota analýzy rozptylu (0.945) větší než uvažovaná hladina významnosti  $\alpha = 0.05$  potvrdila, že uvedený malý rozdíl v průměrných hodnotách počtu klasů na jednotlivých typech ploch je statisticky nevýznamný.



**Obr. č. 21:** Průměrný počet klasů vyskytujících se během vegetačního období na jednotlivých sledovaných plochách porovnaný pomocí analýzy rozptylu. Vertikální sloupce označují 0,95 intervaly spolehlivosti. Výsledky ANOVA  $F(1,5) = 0.005$ ,  $p = 0.945$ .

### 6.3 Společenstvo s *Calamagrostis epigejos*

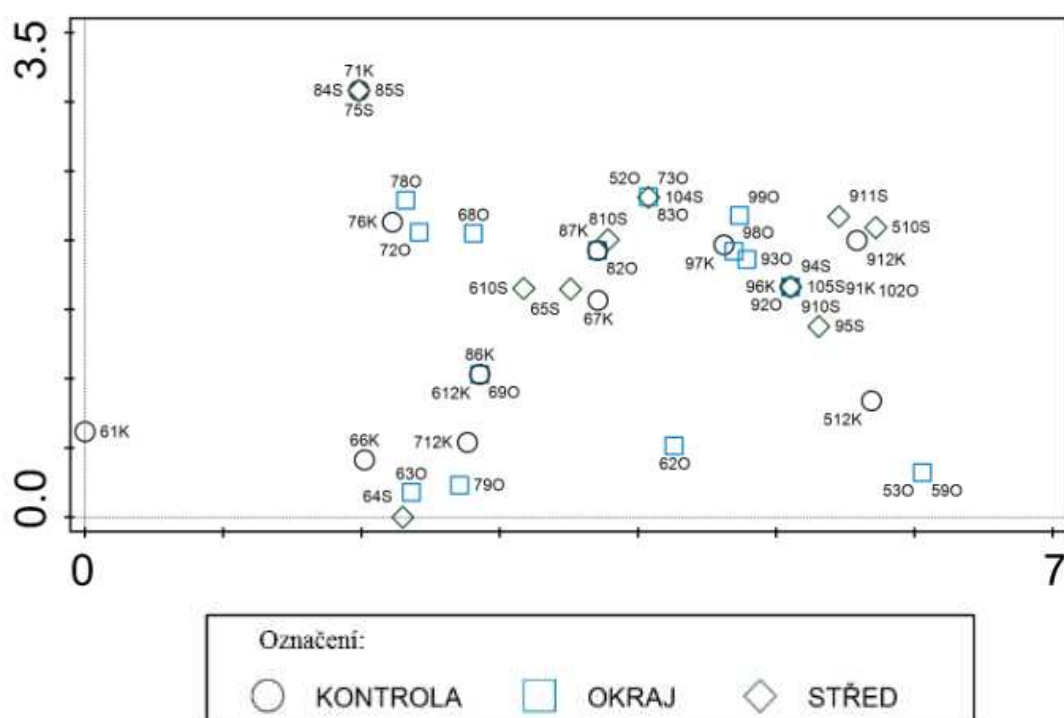
Nejvíce druhů bylo zaznamenáno na plochách 2, 3 a 4, kde se vyskytlo vždy 7 druhů. Pokryvnost na všech třech sousedních plochách tvořily společně tyto druhy: drchnička rolní (*Anagallis arvensis*), pryšec kolovratec (*Euphorbia helioscopia*), ptačinec žabinec (*Stellaria media*), starček obecný (*Senecio vulgaris*). Kapustka obecná (*Lapsana communis*) se vyskytla na ploše č. 2 a 3, krabilice mámivá (*Chaerophyllum temulum*) na ploše č. 3 a 4. Plocha č. 11 se středovou pozicí *Calamagrostis epigejos* byla zastoupena naopak minimálním výskytem rostlin. Zde se vyskytovaly druhy: kokoška pastuší tobolka (*Capsella bursa-pastoris*), starček obecný (*Senecio vulgaris*) a mléč bylinný (*Sonchus oleraceus*).

Ostatní plochy tvořily podobná společenstva s rozdílnou pokryvností jednotlivých ploch. Nejmenší pokryvnost jsem zaznamenala na kontrolní ploše č. 1 a na ploše č. 11 se středovou pozicí *Calamagrostis epigejos*. Obě plochy se vyskytují na krajích

experimentální plochy. Zde se naskýtá otázka, zda tato poloha může ovlivnit složení a pokryvnost experimentální plochy.

Z fytocenologických snímků (příloha č. 1) je zřejmé, že největší pokryvnost tvořil *Senecio vulgaris*, byl zastoupen téměř na všech plochách. Následoval *Stellaria media*, který např. na kontrolní ploše č. 7 zaujímal téměř polovinu plochy. Celkově byly kontrolní plochy č. 6, 7, 12 nejvíce zastoupeny právě *Senecio vulgaris*, *Euphorbia helioscopia*, *Anagallis arvensis*. Menší pokryvnost na kontrolních plochách zaujímal pampeliška lékařská (*Taraxacum officinale*) a *Chaerophyllum temulum*. *Senecio vulgaris* se na všech plochách, kromě plochy č. 11, přiblížil ke *Calamagrostis epigejos* nejbližše. Vzhledem k úrodnému stanovišti a schopnosti zaplevelovat jednoleté i víceleté rostliny, tento druh rychle kolonizoval téměř všechny plochy. Vyprodukuje až 7000 nažek, které se rychle šíří vzduchem, může mít i několik generací do roka.

Z obrázku č. 22 nejsou patrné rozdíly v druhovém složení společenstva utvořeného s *Calamagrostis epigejos* na experimentálních plochách.



**Obr. č. 22:** Ordinační diagram ukazuje výsledky DCA podobnosti jednotlivých ploch na základě druhového složení. Jednotlivé varianty jsou značeny: měsíc (číslo), číslo experimentální plochy (1-12), K = krajní pozice – čtverec, S = středová pozice - kosočtverec, O = kontrolní plochy - kroužek. 1. osa zobrazuje 17,39 % variability.

### **6.3.1 Krátká charakteristika společenstva utvořeného s *Calamagrostis epigejos***

#### **Drchnička rolní (*Anagallis arvensis*)**

Jednoletá časně jarní rostlina, méně konkurenčně schopná. V suchých obdobích trpí nedostatkem vláhy. Rozmnožuje se výhradně generativně. Počet semen na jedné rostlině se pohybuje kolem 150, životnost semen v půdě je více než 10 let. Vyžaduje dostatek světla. Na povrchu půdy tvoří souvislé porosty (Mikulka et al. 2005). Roste jako plevel v polích a zahradách, na vinicích a rumišťích, na půdách kyselých až neutrálních (Houska, 2008).

#### **Kapustka obecná (*Lapsana communis*)**

Jednoletá ozimá rostlina, konkurenčně méně schopná. Kvete od května do září. Rozmnožuje se semeny, na jedné rostlině dozraje 650 nažek. V půdě mají krátkou životnost (Mikulka et al. 2005). Roste na okrajích cest, náspech, polích, zahradách, pasekách (Kubát, 2002).

#### **Kokoška pastuší tobolka (*Capsella bursa-pastoris*)**

Kořen rostliny je tenký, větvenovitý, větvený. Druh se rozmnožuje pouze generativně. Počet semen na rostlině bývá kolem 5 000. Semena jsou dlouze životná, v půdě 6 let. Klíčí časně na jaře nebo i během zimy. Jedná se o jednoletý ozimý druh, který patří mezi méně nebezpečné plevele a méně konkurenčně schopnou rostlinu (Mikulka et al. 2005). Jedná se o léčivou rostlinu, při předávkování způsobuje otravy. Výskyt: pole, náspy cest, pole, zahrady, trávníky (Mižík, 2007).

#### **Krabilice mámivá (*Chaerophyllum temulum*)**

Jednoletá až dvouletá rostlina. Kořen má hlízovitě ztlustlý, lístky listů na vrcholu špičaté. Kvete od května do července (Kubát, 2002). Roste v ruderalizovaných lesích a jejich lemech, zejména v akátinách, příměstských lesích, parcích a křovinách, dále na rumišťích, úhorech a zanedbaných zahradách, na březích toků. Druh preferuje stinná a polostinná stanoviště na čerstvě vlhkých, dusíkem bohatých půdách v teplejších oblastech (Prančl, 2012).

#### **Mléč rolní (*Sonchus arvensis*)**

Vytrvalá rostlina hlouběji kořenící s kořenovými výběžky, konkurenčně schopný, zastíňuje ostatní rostliny. Rozmnožuje se generativně i vegetativně. Jedna rostlina může vytvořit až 20 000 nažek. Velmi dobře regeneruje, pro vznik nové rostliny stačí

i segment kořene dlouhý 2 cm (Mikulka et al. 2005). Roste na pastvinách, mezích, sušších loukách, okrajích cest, náspech, polích, zahradách (Kubát, 2002).

#### **Mlěč bylinný** (*Sonchus oleraceus*)

Jednoletá pozdně jarní nebo ozimá rostlina. Intenzivně roste v letních měsících, konkuruje ostatním rostlinám. Rostlina se rozmnožuje semeny, kterých se může vytvořit na jedné rostlině několik tisíc (Mikulka et al. 2005). Výskyt: pole, úhory, rumišťe, skládky, zahrady (Kubát, 2002).

#### **Pampeliška lékařská** (*Taraxacum officinale*)

Patří mezi významné a velmi rozšířené plevelné druhy. Konkurenční schopnost je vysoká. Rostlina vytváří listové růžice s mohutným křovitým kořenem. Rozmnožuje se generativně i vegetativně. V jednom úboru dozrává přes 150 ochmýřených nažek, které jsou po dozrání roznášeny větrem do velkých vzdáleností. V půdě rychle ztrácí klíčivost. Kvete od jara až do podzimu (Mikulka et al. 2005). Významný a velice rozšířený plevelný druh, vyskytující se především na loukách, pastvinách, trávnicích a zahrádkách. Využívá se rovněž jako rostlina léčivá (Krump, 2011).

#### **Pryšec kolovratec** (*Euphorbia helioscopia*)

Jednoletá pozdně jarní rostlina, vzácně přezimující. Konkurenční schopnost je poměrně nízká, v dobře zapojených porostech se neprosadí. Kvete od května až do podzimu, rozmnožuje se semeny. Klíčí nejlépe z hloubky do 3 cm, klíčivost si semena ponechávají po dobu několika let (Mikulka et al. 2005). Roste jako plevel na polích a v zahradách, na úhorech, skládkách a rumišťích, na železničních náspech a kolem cest (Hoskovec, 2007).

#### **Pýr plazivý** (*Elytrigia repens*)

Vytrvalá rostlina mělce kořenící s oddenky. Konkurenční schopnost je vysoká. Do půdy vylučuje alelopatické látky, které brzdí růst ostatních rostlin. Rozmnožuje se generativním a vegetativním způsobem. Na jednom stéblu se může vytvořit až 100 obilek. Kvete od června do srpna (Mikulka et al. 2005). Převážně roste na polnohospodářských polích, úhorech, rumovišťích, trávnicích, pasekách, okrajích cest (Mižík, 2008).

#### **Ptačinec žabinec** (*Stellaria media*)

Listy široce vejčité až vejčitě kopinaté, čárkovité. Hřbetní papily semen kuželovité nebo válcovité. Výskyt v lužních lesích, stinných pobřežních lemech (Kubát, 2002).

Roste jako plevel na obnažených, narušených místech, na rumištích, polích, v zahradách, parcích a rozvolněných, nakypřených trávnících (Krása, 2007).

**Starček obecný** (*Senecio vulgaris*)

Jednoletá ozimá rostlina. Jedná se o světlomilnou rostlinu, v zapojených porostech se neprosadí. Má léčivé účinky. Kvete od března do listopadu. Rozmnožuje se semeny, ročně může tvořit více generací. Jedna rostlina vytvoří až 7 tisíc semen ročně. (Mikulka et al. 2005). Roste jako plevel v zahradách, ve vinicích, na polích a rumištích či podél komunikací. Nejčastěji jako efeméra v nezapojené vegetaci, na půdách bohatých na dusík (Dvořák, 2013).

## 7. Diskuse

Na počátku experimentu byla do jednotlivých ploch vysazena *Calamagrostis epigejos* vždy po 5 stéblech do středových a krajních pozic. Důvodem byla větší pravděpodobnost lepšího uchycení, jak jsem uvedla v kapitole 4. 1.

Z tohoto umístění jsem následně sledovala rychlost expanze rostliny do prostoru. Nárůst *Calamagrostis epigejos* ve vegetační době byl pozvolný. Důvodem byly pravděpodobně nadprůměrně vysoké letní teploty a sucho, které v roce 2015 zasáhly území České republiky. Dostatečná, ale nikoli nadměrná teplota je základním předpokladem života (Larcher, 1988). Narůstání zelené hmoty začíná přibližně při +5 °C, optimum pro fotosyntetickou produkci je u většiny trav mezi 17 až 21 °C, nad 25 °C se snižuje a při 30 až 35 °C končí (Rychnovská et al. 1985). Na pomalý nárůst a expanzi důsledkem sucha a nedostatku živin, poukazuje ve své studii například Süß et al. (2008). Fiala et al. (2003) uvádí, že produkce a růst biomasy jsou zřejmě méně limitovány horšími vlhkostními poměry. To potvrzuje i ve své studii Holub (2002), který porovnával změny nadzemní produkce biomasy vlivem srážek a půdní vlhkosti ve společenstvu *Cnidion*, *Molinion aliance* a *Calamagrostis epigejos*. Ve srovnání s lučním společenstvem nebyla zjištěna pozitivní korelace mezi množstvím srážek, půdní vlhkostí s tvorbou nadzemní biomasy *Calamagrostis epigejos*. Fiala et al. (2011) v dalším svém experimentu zjišťovali, zda větší dostupnost dusíku v roce, kdy bylo sucho, podpoří růst nadzemní části *Calamagrostis epigejos* a ovsíku vyvýšeného (*Arrhenantherum elatius*). Ve srovnání s *Calamagrostis epigejos* mělo sucho za následek pokles v nadzemní produkci biomasy a větší úmrtnost u *Arrhenantherum elatius*. V mém experimentu *Calamagrostis epigejos* dokázala, že i při nedostatku srážek a při působení extrémně vysokých teplot se tvorba nadzemní biomasy nezastavila, pouze její nárůst nedosahoval takového objemu jako za běžných klimatických podmínek. Experiment probíhal pouze jednu vegetační sezonu a bude zajímavé sledovat expanzi *Calamagrostis epigejos* na jednotlivých experimentálních plochách v dalších letech.

V experimentu jsem dále sledovala, kdy se na jednotlivých plochách začaly vyskytovat další ramety. Šíření *Calamagrostis epigejos* záleží na stanovištních podmínkách. Jak uvádí Kovář (2003) na silně zasoleném povrchu rudního kalojemu i na popílkovém substrátu převažuje vegetativní rozšiřování, v extrémnějším



prostředí rudních odkališť má relativně větší význam generativní rozmnožování. Prach et Pyšek (2001) uvádí schopnost *Calamagrostis epigejos* současně produkovat velké množství snadno šířitelných diaspor a šířit se intenzivně vegetativně. Tato kombinace se proto zdá mimořádně výhodnou pro kolonizaci nových míst a udržení se na nich v konkurenci s ostatními druhy. Například Rychnovská et al. (1985) ve své studii uvádí, že při vegetativním šíření zůstává rameta *Calamagrostis epigejos* spojená s mateřskou rostlinou do doby než dojde k jejímu dostatečnému vývoji v nadzemní i podzemní části. Dále se zmiňuje i o vysokých teplotách, které snižují počet odnoží. Zde mohu potvrdit, že *Calamagrostis epigejos* při zvýšených teplotách v letních měsících, skutečně omezila tvorbu odnoží. Nárůst byl sice minimální, ale přesto rostlina vynaložila energii na jejich tvorbu. Na středových i krajních pozicích byl zaznamenán minimální rozdíl. Zde se naskytá zajímavá otázka, zda otevřený prostor je pro rostlinu optimálnější k jejímu šíření než prostor omezený. Další zajímavou otázkou k zamyšlení je i, zda *Calamagrostis epigejos* vkládá svou energii v nepříznivých podmínkách spíše do tvorby odnoží pro zajištění existence než do tvorby biomasy a výškového nárůstu.

Dalším cílem mého experimentu bylo sledování, jaké rostliny vytvoří s *Calamagrostis epigejos* společenstva na jednotlivých plochách. Dále jejich přiblížení k centrální rostlině, vzájemné zastiňování a přerůstání. Storch et Mihulka (2000) uvádí schopnost *Calamagrostis epigejos* vytvářet sevřené porosty, do nichž není schopen proniknout žádný jiný druh. Toto však můj experiment nepotvrdil. Také se zmiňují o druhovém složení společenstev, které záleží jednak na tom, jaké organismy jsou schopné osídlit dané místo v dané oblasti, jednak na vztazích mezi organismy ve společenstvu, které mohou být ovlivňovány omezeným množstvím zdrojů. Jednou z ekologických záhad, jak zmiňují Begon et al. (1997), je nesmírná rozmanitost druhů, jakou nacházíme ve společenstvu. Druhy, které vytvořily společenstvo s *Calamagrostis epigejos* na experimentálních plochách se řadí mezi cévnaté, krytosemenné, dvouděložné rostliny se stejnými ekologickými nároky a podobným životním cyklem. Cévnaté rostliny snášejí vysušení velmi málo a rozdíly v odolnosti vůči suchu jsou u nich dány hlavně rozdílnou schopností vyhnout se vysušení (Larcher, 1988). Vzájemná konkurence mezi jednotlivými druhy závisela na dostatku slunečního záření, na půdní vlhkosti a na prostoru, kde rostlo více jedinců jednoho nebo více druhů. Jak uvádí Rychnovská et al. (1985)

z klimatických faktorů ovlivňuje druhové složení vegetace hlavně množstvím srážek, jejich rozdělení během vegetačního období, dále teplota vzduchu a půdy a jejich extrémní hodnoty.

Z fytoocenologických snímků (příloha č. 1) je zřejmé, že druhové složení utvořené s *Calamagrostis epigejos* se na jednotlivých experimentálních plochách výrazně nelišilo. *Calamagrostis epigejos* svou výškou ani objemem nadzemní části nebránila v šíření ani světlomilnému *Senecio vulgaris*, který zaujímal největší pokryvnost. K šíření semen *Senecio vulgaris* dochází větrem i na větší vzdálenosti a je pravděpodobné, že jeho výskyt na experimentálních plochách má tento původ. To potvrdil i Ing. Jan Mikulka, CSc. při konzultaci (Jan Mikulka, III. 2016, in verb) a vyjádřil názor, že u všech ostatních plevelů, které se objevily na experimentálních plochách, se jednalo o životaschopná semena, která byla již přítomna v půdě. Juršík et Holec (2008) ve své studii uvádí, že životnost nažky *Senecio vulgaris* v půdě je relativně nízká a pokud je zabráněno šíření, pak je semenná banka v půdě vyčerpána v krátkém časovém období. Zde se naskýtá další zajímavá otázka, zda byla tvorba společenstva opět ovlivněna vysokými teplotami a suchem, které zabránily *Calamagrostis epigejos* rozšiřovat se natolik, aby zabránila jiným rostlinám v růstu a zaplnila danou plochu pouze svou populací.

Vycházela jsem z výsledků získaných pouze za jednu vegetační sezonu. Předpokládám, že v letošním roce, se druhové společenstvo s *Calamagrostis epigejos* výrazně změní a plochy osazené ve středové a krajní pozici budou druhově chudší než plochy kontrolní.

## 8. Závěr

*Calamagrostis epigejos* je řazena mezi výběžkaté traviny, které se rychle šíří do neobhospodařovaných travních porostů. Při experimentu byla *Calamagrostis epigejos* vysazena na středové a krajní pozice jednotlivých pozorovacích ploch. Prokázalo se, že její umístění na středové pozice má pozitivní vliv jak na rychlost růstu, délku listů, tak i na tvorbu odnoží a dále i na vzdálenost ramet od mateřské rostliny. Tuto otázku by bylo zajímavé doložit monitoringem v následujících sezónách, ve kterých by se pravděpodobně prokázal kompetiční tlak *Calamagrostis epigejos*. Obdobně způsob, jakým se tato travina šíří na nová stanoviště, bude možné zaznamenat v následujícím období. Nasbíraná data by poté mohla sloužit jako podklad k dalšímu zpracování.

Ve své vegetační době *Calamagrostis epigejos* expandovala velmi pomalu a nevykazovala tak ani extrémní tvorbu klasů, což bylo pravděpodobně zapříčiněno nadprůměrně vysokými teplotami a suchem, které v letních měsících 2015 nastaly. Ale ani tyto extrémní teploty nezabránily *Calamagrostis epigejos* použít zbytek energie na tvorbu podzemních výhonků, které mají schopnost vyvinout se v generativní orgán a tím zaručit přežití rostliny do další generace. Pomalá expanze měla v tomto experimentu také minimální vliv na potlačení a snížení druhové bohatosti rostlinných druhů. Za to byly opět odpovědné vysoké teploty a sucho, které přispěly ke snížení tvorby nadzemní biomasy. Ve společenstvu s *Calamagrostis epigejos* převládly druhy *Senecio vulgaris*, *Euphorbia helioscopia* a *Anagallis arvensis*. Bohatost druhů, které utvořily společenstvo v jednotlivých variantách pokusu, se od sebe příliš nelišila. Předpokládám, že v dalších letech experimentu se projeví vliv dominantní *Calamagrostis epigejos* a druhové složení se výrazně změní a bude zajímavé sledovat korelaci mezi pokryvností *Calamagrostis epigejos* a ostatních druhů rostlinného společenstva. *Calamagrostis epigejos*, přestože nedošlo k výrazné expanzi na experimentálních plochách, v tomto experimentu prokázala, že je to rostlina schopna odolávat stresovým faktorům, jako jsou vysoké teploty a sucho.

Otázka expanze, šíření a zejména druhové složení společenstva s *Calamagrostis epigejos* mě zaujala do té míry, že v experimentu hodlám pokračovat v příštích sezónách, kdy bude jistě zajímavé sledovat rozdílnost utvořeného společenstva na

experimentálních plochách s *Calamagrostis epigejos* na středových, krajních pozicích a bez její přítomnosti na ploše. Získaná data budou sloužit pro další analýzy a doufám, že svými novými poznatky přispějí k zodpovězení otázky úspěšnosti rychlého šíření *Calamagrostis epigejos* a otázky druhového složení, vzájemného chování a ovlivňování.

## 9. Přehled literatury a použitých zdrojů

### Literární zdroje:

BEGON M., HARPER J. L., TOWNSEND C. R., 1997: Ekologie: jedinci, populace a společenstva. Vydavatelství Univerzity Palackého Olomouc, Olomouc.

BUČEK A., 2007: Primární sukcese a typ geobiocénu. Geobiocenologické spisy 11: 12 - 16.

CALLAGHAN T. V., CARLSSON B. A., JÓNSDÓTIR I. S., SVENSSON B. M. and JONASSON S., 1992: Clonal plants and environmental change: introduction to the proceedings and summary. *Oikos* 63: 341 – 347.

DOLEČKOVÁ H. et OSBORNOVÁ J. [eds.], 1990: Zprávy České botanické společnosti, Materiály 25, Konkurenční schopnost a plasticita druhu *Calamagrostis epigejos*. Česká botanická společnost, Praha.

DOSTÁL J., 1989: Nová květena ČSSR 2. Academia, Praha.

FIALA K., 2001: The role of root systém of *Calamagrostis epigejos* in its successful expansit in alluvial meadows. *Ekologia* 20: 292 - 300.

FIALA K., TŮMA I., HOLUB P., 2011: Effect of nitrogen addition and drought on above-ground biomas sof expanding tall grasses *Calamagrostis epigejos* and *Arrhenantherum elatius*. *Biologia* 66 (2): 275 – 281.

FIALA K., SEDLÁKOVÁ I., HOLUB P., TŮMA I., 2003: Expansion of *Calamagrostis* in meadows of the Dyje river flood plain of South Moravia. *Preslia* 38: 101 – 110.

GRAU J., KREMER B. P., MOSELER B. M., RAMBOLD G. et TRIEBEL D., 1998: Trávy. Ikar, Praha.

HÁJEK P., 2002: Krajina zevnitř. Malá Skála, Praha.

HAKROVÁ P. et WOTAVOVÁ K., 2004: Změny druhového složení a struktury druhově chudých travních porostů v závislosti na managementu. *Aktuality Šumavského výzkumu II*: 256 – 261.

HÁZI J., BARTHA S., SZENTES S., WICHMANN B., PENKSZA K., 2011: Seminal grassland management by mowing of *Calamagrostis epigejos* in Hungary. *Plant Biosystems* 3: 699 - 707.

HODAČOVÁ D. et PRACH K., 2003: Spoil heaps from brown coal mining: technical reclamation versus spontaneous revegetation. *Restoration Ecology* 3: 385 - 391.

HOLUB P., 2002: The expansion of *Calamagrostis epigejos* into alluvial meadows: Comparison of aboveground biomass in relation to water regimes. *Ekologia* 21 (1): 27 - 37.

HROUDA L., 2010: Trávy a jejich příbuzní napříč biotopy I. Systematika, fylogeneze, morfologie (úvod). *Živa* 1: 12.

HROUDA L., 2013: Rostliny luk a pastvin. Academia, Praha.

CHYTRÝ M., 2013: Vegetace České republiky. Academia, Praha.

JANAUER V., 1995: Možnosti využití herbicidu Shorty v lesním hospodářství. *Lesnická práce* 3 - 4: 12.

JEHLÍK V., 2013: Die Vegetation und Flora der Flusshalfen Mitteleuropas. Academia, Praha.

JONGEPIEROVÁ I., FAJMON K., ŽMOLJÍK M., 2015: Plán péče o přírodní rezervaci Drahy na období 2015 - 2024. Správa CHKO Bílé Karpaty.

JURŠÍK M. et HOLEC J., 2008: Biology and kontrol of another important Leeds of the Czech republic: Common groundsel (*Senecio vulgaris*). *Listy cukrovarnické a reparské*, 124 (4): 122 – 126.

KOVÁŘ P. [ed.], 2003: Zprávy botanické společnosti, Materiály 38, Synanthropisation transplanted: plants and new habitats introduced into the landscape. Česká botanická společnost, Praha.

KOVÁŘ P., 2004: Natural Recovery of Human-Made Deposits in Landscape. Academia, Praha.

KOVÁŘ P. [ed.], 2006: Zprávy České botanické společnosti, Materiály 21, Ekologie obnovy poškozené krajiny. Česká botanická společnost, Praha.

KOVÁŘ P., RAUCH O., KUBÁTOVÁ A., NEUSTUPA J., SOLDÁN Z., PALICE Z., DOSTÁL P., ŠTEFÁNEK M., 2009: Ekologie obnovy narušených míst III. Cizorodé substráty v krajině. Živa 3: 116 - 119.

KUBÁT K., 2002: Klíč ke květeně České republiky. Academia, Praha.

LARCHER W., 1988: Fyziologická ekologie rostlin. Academia, Praha.

MAREČEK F., 1994: Zahradnický slovník naučný 1 A - C, Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha.

MÁLIŠ F., KONÔPKA B., MALOVÁ M., 2013: Post-harvest biomass stock and produktivity of *Calamagrostis epigejos* community under beech and spruce forest stand. Lesnický časopis 59: 197 – 202.

MERGL J. et ZEZULA A., 1984: Lesnická botanika. SZN, Praha.

MIKULKA J., KNEIFELOVÁ M., MARTÍNKOVÁ Z., SOUKUP J., UHLÍK J., 2005: Plevelné rostliny, Profi Press, s.r.o., Praha.

MLADÝ F. et KOLBEK J., 1990: Rostlinný genofond Rakovnícka. Český svaz ochránců přírody – základní organizace Silvatika. Brejl.

NEUHÄSL R., 1990: Unified classification of European natural forests: the approach of the vegetation map of Europe. Vegetatio 89 (2): 173 – 181.

NOVÁK J. [ed.], 2006: Zprávy České botanické společnosti., Materiály 21, Variabilita sukcesních změn vegetace v čedičových lomech Českého středohoří. Česká botanická společnost, Praha.

NOVÁKOVÁ A., 2004: Okrasné trávy. Grada Publishing, a.s., Praha.

PRACH K., 2001: Úvod do vegetační ekologie (geobotaniky), Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, České Budějovice.

- PRACH K. et PYŠEK P., 2001: Using spontaneous succession for restoration of human-disturbed habitats: experience from central Europe. *Ecological Engineering* 17 (1): 55 - 62.
- PRAUSOVÁ R. et SÁDLO J., 2004: Zásady péče o nelesní biotopy v rámci soustavy NATURA 2000. *Planeta* 2004 8: 18.
- RANDUŠKA D., ŠOMŠÁK L. et HÁBEROVÁ I., 1983: Barevný atlas rostlin. Obzor, Bratislava.
- REBELE F., 2000: Competition and koexistence of rhizomatous perennial plants along a nutrient gradient. *Plant Ecology* 147: 77 – 94.
- REBELE F. et LEHMANN C., 2001: Biological flora of Central Europe: *Calamagrostis epigejos* (L.) Roth. *Flora*.
- REGAL V. et ŠINDELÁŘOVÁ J., 1970: Atlas nejdůležitějších trav. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.
- REICHHOLF J., 1999: Pole a Louky. Ikar, Praha.
- RYCHNOVSKÁ M., BALÁTOVÁ E., ÚLEHLOVÁ B., PELIKÁN J., 1985: Ekologie lučních porostů. Academia, Praha.
- SÁDLO J., 2004: Zásady péče o nelesní biotopy v rámci soustavy NATURA 2000. *Planeta* 2004 8: 7.
- SÁDLO J. et STORCH D., 2000: Biologie krajiny. Vesmír, Praha.
- SEDLÁKOVÁ I. et FIALA K., 2001: Ecological problems of degradation of alluvial meadows due to expanding *Calamagrostis Epigejos*. *Ekologia* 20 (3): 226 – 233.
- SEDLÁKOVÁ I. et PRAUSOVÁ R., 2004: Zásady péče o nelesní biotopy v rámci soustavy NATURA 2000. *Planeta* 2004 8: 103.
- SLAVÍKOVÁ J., 1986: Ekologie rostlin. Státní pedagogické nakladatelství, Praha.



SOMODI I., VIRÁGH K., PODANI J., 2008: The effect of the expansion of the clonal grass *Calamagrostis epigejos* on the species turnover of a semi-arid grassland. *Applied Vegetation Science* 11 (2): 187 - 192.

STORCH D. et MIHULKA S., 2000: Úvod do současné ekologie. Portál, Praha.

SÜSS K., STORM C., ZEHM A. et SCHWABE A., 2004: Succession in Inland Sand Ecosystems: Which Factors Determine the Occurrence of the Tall Grass Species *Calamagrostis epigejos* (L.) Roth and *Stipa capillata* L.. *Plant Biology* 6 (4): 465 - 476.

ŠINDELÁŘOVÁ J., REGAL V., 1970: Atlas nejdůležitějších trav. SZN, Praha.

ŠKOUDLÍNOVÁ A., 2000: Novostrašecsko. Rabasova galerie, Rakovník.

ŠMILAUER P., LEPŠ J., 2014: Multivariate Analysis of Ecological Data using Canoco 5. Cambridge University Press, Cambridge.

TŘÍSKA J., 1979: Evropská flóra. Artia, Praha.

#### **Internetové zdroje:**

DVOŘÁK V., 2013: Natura Bohemica/příroda České republiky, online: <http://www.naturabohemica.cz/senecio-vulgaris/>, cit. 25. 3. 2016.

HOSKOVEC L., 2007: *Euphorbia helioscopia*. Botany, online: <http://botany.cz/cs/euphorbia-helioscopia/>, cit. 25. 3. 2016.

HOUSKA J., 2008: *Anagallis arvensis*. Botany, online: <http://botany.cz/cs/anagallis-arvensis/>, cit. 25. 3. 2016.

KRÁSA P., 2007: *Stellaria media*. Botany, online: <http://botany.cz/cs/stellaria-media/>, cit. 25. 3. 2016.

KRUMP M., 2011: *Taraxacum officinale*. Garten, online: <http://www.garten.cz/forum/vt/cz/P20037-pampeliska-lekarska-taraxacum-officinale/>, cit. 25. 3. 2016.

MIŽÍK P., 2007: *Calamagrostis epigejos*. Botany, online:  
<http://botany.cz/cs/calamagrostis-epigejos/>, cit. 4. 9. 2015.

MIŽÍK P., 2007: *Capsella bursa pastoris*. Botany, online:  
<http://botany.cz/cs/capsella-bursa-pastoris/>, cit. 25. 3. 2016.

MIŽÍK P., 2008: *Elytrigia repens*. Botany, online:  
<http://botany.cz/cs/elytrigia-repens/>, cit. 25. 3. 2016.

MLÁDEK J., TĚŠITEL J., MLÁDKOVÁ P., HEJDUK S., LOŠÁKOVÁ E. et DANČÁK M., 2013: Využití poloparazitických rostlin rodu kokrhel (*Rhinanthus spp.*) k potlačení kompetičně silných trav (třtiny křovištní a kostřavy červené), Praha, online:  
[http://www.ms-cbs.cz/\\_prezentace/2013\\_mladek\\_vyuziti-poloparazitickyh-druhu-rodu-kokrhel.pdf](http://www.ms-cbs.cz/_prezentace/2013_mladek_vyuziti-poloparazitickyh-druhu-rodu-kokrhel.pdf), cit. 15. 2. 2016.

PRANČL J., 2012: *Chaerophyllum temulum*. Botany, online:  
<http://botany.cz/cs/chaerophyllum-temulum/>, cit. 25. 3. 2016.

UFZ.DE, 2002: Search and information system on vascular plants in Germany. BiolFlor, online:  
[http://www2.ufz.de/biolflor/taxonomie/taxonomie.jsp?ID\\_Taxonomie=482#11](http://www2.ufz.de/biolflor/taxonomie/taxonomie.jsp?ID_Taxonomie=482#11),  
cit. 29. 3. 2016.

VOJTA J., 2006: Společenstva rostlin. Botany, on line:  
<http://botany.natur.cuni.cz/sklenar/EkologieRostlin/Spolecenstva.pdf>, cit. 18. 9. 2015