

**JIHOČESKÁ UNIVERZITA**  
**V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA**

Studijní program: N4106 Zemědělská specializace

Studijní obor: Biologie a ochrana zájmových organismů

Katedra: Katedra biologických disciplín

Vedoucí katedry: doc. RNDr. Ing. Josef Rajchard, Ph.D.

**Vliv známých regulačních faktorů na populační  
dynamiku vybraných orchidejí vstavačové louky na  
lokality Peklo**

**Diplomová práce**

Vypracoval: **Bc. Luboš Čepa**

Vedoucí práce: **Ing. Zuzana Balounová, Ph.D.**

**2012**

**Prohlášení:**

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury. Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě (v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Zemědělskou fakultou JU) elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

V Českých Budějovicích dne 27. dubna 2012

.....

*Bc. Luboš Čepa*

**ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE**  
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Luboš ČEPA**  
Osobní číslo: **Z09901**  
Studijní program: **N4106 Zemědělská specializace**  
Studijní obor: **Biologie a ochrana zájmových organismů**  
Název tématu: **Vliv známých regulačních faktorů na populační dynamiku vybraných orchidejí vstavačové louky na lokalitě Peklo**  
Zadávací katedra: **Katedra biologických disciplín**

**Zásady pro vypracování:**

Cíl práce: Vyhodnocení biometrických dat, získaných monitoringem druhů *Orchis mascula*, *Orchis ustulata* a *Dactylorhiza majalis* na lokalitě Peklo v kontextu konkrétních podmínek (klimatických, biotických, management?). Vypracování návrhu managementu dlouhodobého extenzivního obhospodařování vstavačové louky.

1. Zpracovat literární přehled (dosud publikované údaje)
2. Terénní práce - vypracovat fytoecologické snímky lokality, inventarizační seznam rostlin, biometrická měření orchidejí
3. Vyhodnotit dostupné biometrické parametry vstavačovitých rostlin (včetně využití dat z předchozího monitoringu sledované lokality) v souvislosti se známými regulačními faktory (klíma, regulace růstu a reprodukce)
4. Vyhodnotit získaná data statistickými metodami
5. Odhadnout budoucí vývoj (scénáře) populací ohrožených rostlin na lokalitě
6. Vypracovat metodiku pro obhospodařování vstavačové louky


Rozsah grafických prací: 10- tabulky, grafy  
Rozsah pracovní zprávy: 40 stran textu  
Forma zpracování diplomové práce: tištěná

Seznam odborné literatury:

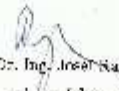
- Dykyjová, D. (2003): Ekologie středoevropských orchidejí, Kopp, České Budějovice  
Faltys, V. (1993): Přehled vyhynulých, nezcvičených a ohrožených taxonů cévnatých rostlin na území Východních Čech, Český ústav ochrany přírody, Pardubice  
Hejný S., Slavík B. (1988): Květena České republiky, Academia, Praha.  
Holub, J., Procházka, F. (2000): Red List of vascular plants of the Czech - 2000, Preslia, Praha.  
Chytrý, M. (2001): Katalog biotopů ČR, AOPK Praha.  
Jatlová, M., Šmiták, J. (1996): Rozšíření a ochrana orchidejí na Moravě a ve Slezsku, AOPK Praha, středisko Brno  
Krčán, K., Kopecký, K. (1959): Květena okolí Nového Města n. Metují, Preslia 31, Praha  
Krčán, K. (1970): Jména, čísla a stručný popis lokalit, jichž soupis podávám, nepublikováno  
Kuhát, K., Hronza, I., Chrtěk, J., jun., Kaplan, Z., Kirschner, J., Štěpánek, J., [eds.]. (2002): Klíč ke květeně České republiky. Academia, Praha  
Procházka, F. (1977): Orchideje Východočeského kraje, část III. - Práce a studie. Příroda, Pardubice  
Smoczyk, M., Jakubská, A. (2004): Rozmieszczenie storczykowatych Orchidaceae w polskiej części Gór Orlickich i Pogórza Orlickiego, Przyroda Sudetów  
Wells, T.C.E. (1981): Population ecology of terrestrial orchids. In: Synge, H. (ed.), The biological aspects of rare plant conservation, J. Wiley & Sons Ltd.

Vedoucí diplomové práce: Ing. Zuzana Balounová, Ph.D.  
Katedra biologických disciplín

Datum zadání diplomové práce: 14. října 2010  
Termín odevzdání diplomové práce: 30. dubna 2011

  
prof. Ing. Miloš Šaňh, CSc.  
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA  
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA  
studijní oddělení  
Studentická 13  
370 05 České Budějovice

  
doc. RNDr. Ing. Jindra Najdová, Ph.D.  
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 26. října 2010

### **Poděkování:**

Především bych chtěl poděkovat své školitelce Ing. Zuzaně Balounové, Ph.D., která mi pomohla zpracovat toto velmi zajímavé téma a obohatila mě o cenné informace a rady. Také bych rád poděkoval Mgr. Františku Špoutilovi, Ph.D za pomoc při zpracování dat. Velký dík také patří členům ČSOP Jaro Jaroměř za pomoc při každoročním kosení lokality. A v neposlední řadě také Marušce Tulachové, která mě podporovala po celou dobu zpracovávání diplomové práce.

Největší dík patří mým rodičům za podporu a trpělivost, kterou mi poskytovali po celou dobu studia.

## Abstrakt

Populace silně ohroženého druhu vstavače mužského (*Orchis mascula*) a ohroženého druhu prstnatec májový *Dactylorhiza majalis* je na lokalitě Peklo sledována od roku 2000. V květnu roku 2002 zde byl nalezen další silně ohrožený druh orchideje vstavač osmahlý *Orchis ustulata*. Během sedmiletého monitoringu byl zaznamenán velký nárůst početnosti vstavače osmahlého oproti relativně početně stabilním populacím vstavače mužského a prstnatce májového.

Cílem práce bylo pomocí naměřených biometrických parametrů orchidejí v letech 2005 – 20011 a získaných klimatických dat ověřit, zda existuje nějaká souvislost počasí a vitality orchidejí.

Pro zachycení stavu lokality bylo provedeno rozsáhlé fytoecologické snímkování louky. Z něj vyplynulo, že se na lokalitě nachází několik různých stanovišť, které můžeme definovat pomocí charakteristických druhů.

U kvetoucích rostlin druhu *Orchis mascula* měla největší vliv březnová teplota. S jejím poklesem měly sledované parametry vzrůstající hodnotu (počet květů a listů, plocha listů, délka stvolu a délka květenství). Kvetení se ukázalo jako významný faktor, pokud rostlina kvetla nebo loni kvetla, počet i plocha listů byla větší. Kvetení ve dvou letech po sobě efekt ještě zesílilo.

Při porovnání kvetoucích rostlin vstavače osmahlého *Orchis ustulata* vyšlo, že vstavače rostoucí v trsu byly převážně nekvetoucí, ale větší. Významnou pozitivní korelaci s parametry vykazovaly srážky v prosinci. Při porovnávání všech rostlin byly naopak rostliny v trsu drobnější. Byl také nalezen vliv nízké říjnové teploty, rostliny byly menší a přibylo sterilních jedinců.

Tato zjištění potvrzují dřívější poznatky vlivu teploty a srážek na populační dynamiku orchidejí.

**Klíčová slova:** *Orchis mascula*, *Orchis ustulata*, *Dactylorhiza majalis*, PR Peklo, populační dynamika, kvetení

## **Abstract:**

Populations of strongly endangered species *Orchis mascula* and endangered *Dactylorhiza majalis* were monitored at Peklo area since 2000. In May 2002, another strongly endangered orchid species *Orchis ustulata* was discovered. The major increase in counts of *O. ustulata* towards stable numbers of *O. mascula* and *D. majalis* populations was detected during the seven year period of plant monitoring. The aim of this study was to reveal a connection between the climate conditions and orchid vitality, using biometrical plant data gained between 2005 to 2011. In order to evaluate a steady state of investigated area, the extensive phytocoenological sampling was conducted. The obtained data revealed several different loci at the screened grassland, which can be defined with presence of distinctive species.

In blooming individuals of *O. mascula*, March temperature was the most defining factor. Parameters studied (number of leaves and blossoms, size of leaves, length of stems and duration of flowering) increased with decreasing March temperature. The blooming proved to be important factor, if a plant was in flower that year or the preceding year, the number and the size of leaves was larger. The blooming in two subsequent years enhanced this described effect even more.

The comparison of blooming individuals of *O. ustulata* revealed that plants growing in clusters were non flowering but bigger in size. Other positive correlation with investigated parameters had precipitation in December. However, the comparison of all plants showed generally smaller size of cluster forming plants. This overall analysis pointed out the influence of low temperature in October, the plants were smaller in size and amount of sterile individuals rised.

All collected data and generated comparisons support earlier findings about influence of temperature and precipitation on the orchid population dynamics.

**Keywords:** *Orchis mascula*, *Orchis ustulata*, *Dactylorhiza majalis*, Natural reserve Peklo, population dynamics, blooming

## **Obsah:**

<b>1. Úvod</b>	<b>10</b>
<b>2. Cíle práce</b>	<b>12</b>
<b>3. Literární přehled</b>	
<b>3.1. Charakteristika čeledi <i>Orchidaceae</i></b>	<b>13</b>
<b>3.1.1. Morfologie</b>	<b>15</b>
<b>3.1.2. Ontogeneze</b>	<b>16</b>
<b>3.1.3. Rozmnožování</b>	<b>17</b>
<b>3.1.4. Fenologie</b>	<b>18</b>
<b>3.1.5. Mykorhiza</b>	<b>19</b>
<b>3.2. Charakteristika sledovaných druhů</b>	
<b>3.2.1. <i>Dactylorhiza majalis</i> – prstnatec májový (Kubát, 2010)</b>	<b>21</b>
<b>3.2.2. <i>Orchis ustulata</i> – vstavač osmahlý (Kubát, 2010)</b>	<b>22</b>
<b>3.2.3. <i>Orchis mascula</i> – vstavač mužský (Kubát, 2010)</b>	<b>23</b>
<b>3.3. Příčiny ohrožení a legislativa</b>	
<b>3.3.1 Příčiny ohrožení</b>	<b>24</b>
<b>3.3.2 Legislativa</b>	<b>26</b>
<b>3.3.3 Moderní ochrana vstavačovitých</b>	<b>27</b>
<b>3.3.4 Management orchidejových lokalit</b>	<b>28</b>
<b>3.4. Studium populační dynamiky vstavačovitých</b>	
<b>3.4.1. Sledování kohorty jedinců</b>	<b>29</b>
<b>3.4.2. Sledování všech jedinců v pokusných čtvercích</b>	<b>29</b>
<b>4. Metodika</b>	
<b>4.1. Základní fyzicko-geografické údaje (Mikeska, 2004)</b>	<b>31</b>
<b>4.2. Historie území</b>	<b>32</b>



<b>4.3. Současný stav vegetačního krytu (Gerža, 2001)</b>	<b>33</b>
<b>4.4. Charakteristika vlastní vstavačové louky</b>	<b>34</b>
<b>4.5. Fytocenologické snímkování</b>	<b>35</b>
<b>4.6. Postup při biometrických měřeních</b>	<b>36</b>
<b>4.7. Meteorologická data</b>	<b>37</b>
<b>4.8. Statistické zpracování dat</b>	<b>37</b>
<b>5. Výsledky</b>	
<b>5.1. Početnosti jednotlivých druhů</b>	<b>39</b>
<b>5.2. Fytocenologické snímky</b>	<b>40</b>
<b>5.3. Vyhodnocení biometrických dat</b>	<b>44</b>
<b>6. Diskuze</b>	<b>52</b>
<b>7. Závěr</b>	<b>55</b>
<b>8. Použitá literatura</b>	<b>56</b>
<b>9. Přílohy</b>	<b>63</b>

## 1. ÚVOD

Čeď vstavačovité (*Orchidaceae*) patří mezi nejpočetnější čeledi rostlin na světě. Velké množství druhů z této čeledi je však do různé míry ohroženo vyhynutím. Většina našich vstavačovitých rostlin, kterých je okolo 60 druhů (Kubát et al., 2002), je chráněna zákonem č.114/1992 Sb. o ochraně přírody a krajiny, Z toho je nejvíce zástupců v kategoriích kriticky a silně ohrožených druhů. Základním předpokladem pro účinnou ochranu vzácných druhů organizmů je mít o nich co nejucelenější znalosti týkající se biologie, fyziologie, ekologie, fenologie, rozmnožování a vůbec celé populační dynamiky. Na základě těchto znalostí lze pro vybrané druhy vytvořit vhodný management zabezpečující jejich budoucí přežití.

Tato práce se pokouší nalézt možný vliv klimatických podmínek na chování populací silně ohrožených druhů *Orchis ustulata* (vstavač osmahlý), *Orchis mascula* (vstavač mužský) a ohroženého druhu *Dactylorhiza majalis* (prstnatec májový) na vstavačové louce v údolí Olešenky u Nového Města nad Metují.

Na lokalitě Peklo provádím pravidelná sledování a management od roku 1999, kdy mi byla lokalita ukázána místními amatérskými botaniky. Stav louky byl značně ovlivněn absencí managementu a populace chráněných druhů zde byly na pokraji zániku. Na lokalitě jsem ihned začal provádět asanační management. Ten se v počátku omezil pouze na obsekávání jednotlivých plošek okolo jedinců *Orchis mascula* a *Dactylorhiza majalis*. Díky spolupráci s ČSOP Jaro Jaroměř se podařilo v roce 2001 pokosit téměř celou lokalitu, kromě vybraných ploch ponechaných pro vývoj populací živočichů.

Pozitivní vliv provedeného managementu se ukázal hned v následujícím roce 2002, kdy byly nalezeny první dvě rostliny vstavače osmahlého (*Orchis ustulata*) (Čepa, 2003) a došlo také k nárůstu početnosti vstavače mužského (*Orchis mascula*). Bohužel tento pozitivní trend nenastal u prstnatce májového (*Dactylorhiza majalis*). Důvodem je značná degradace biotopu tohoto druhu.

Z významných druhů zvířat zde žijících můžeme jmenovat kriticky ohrožený druh vážky páskovce dvojobébo (*Cordulegaster bidentata*). Za vhodných povětrnostních podmínek je možné na lokalitě pozorovat až několik desítek kusů tohoto druhu, který nad travními porosty loví hmyz. Lokalita je dále obývána silnou

populací ještěrky živorodé (*Zootoca vivipara*) a dá se předpokládat i výskyt užovky hladké (*Coronella austriaca*). Dalším významným druhem je modrásek bahenní (*Maculinea nausithous*) chráněný soustavou Natura 2000.

Dalším cílem práce bylo ověřit, zda prováděný management přináší výsledky, projevující se vyšším počtem orchidejí a pokusit se navrhnout postupy managementu do budoucna.

## 2. Cíle práce

Cílem této práce bylo získat údaje o populační dynamice druhů *Orchis mascula*, *Orchis ustulata* a *Dactylorhiza majalis*.

Dalším úkolem bylo vyhodnocení biometrických dat, získaných monitoringem *Orchis ustulata* a *Orchis mascula* na lokalitě Peklo v kontextu konkrétních podmínek (klimatických, biotických a managementu).

Cílem terénních prací bylo vypracovat fytoocenologické snímky lokality, inventarizační seznam rostlin a provést biometrická měření orchidejí.

V práci je též obsažen návrh další péče o tuto cennou lokalitu.

### 3. LITERÁRNÍ PŘEHLED

#### 3.1. Charakteristika čeledi *Orchidaceae*

Orchidaceae s přibližně 20 000 druhy jsou považovány za jednu z největších čeledí rostlinné říše (Dressler, 1993). V porovnání s ostatními kvetoucími rostlinami jsou orchideje poměrně mladou skupinou. První fosilní pozůstatky se objevují až v průběhu třetihor (Beck, 1976; Crane et al., 1995; van der Cingel, 1995). Nejrozmanitější zastoupení mají v tropických pásech všech světadílů a jejich druhová četnost klesá od rovníku k pólům. V České republice lze nalézt něco přes 50 druhů orchidejí (Jatiová, Šmiták, 1996). Novější údaje uvádějí, že na území ČR bylo zaznamenáno 70 druhů a poddruhů terestrických orchidejí (Průša, 2005). Nachází se u nich široká škála životních strategií, jako je například úzké soužití s mykorhizními houbami nebo reprodukční závislost na složitých vztazích s opylovači.

Orchideje jsou buď terestrické, epifytické nebo litofytické. Terestrické druhy kořenují v zemi. Epifytické druhy orchidejí rostou na jiných rostlinách, které jim slouží pouze jako podklad (Procházka, Velíšek, 1983). Litofytické druhy rostou na kamenech, pravděpodobně se jedná o sekundární přizpůsobení původně epifytických druhů (Nash, La Croix, 2007). Přestože orchideje jsou kosmopolitně rozšířené, jsou epifytické druhy omezeny na tropické a subtropické prostředí (Dressler, 1981).

Většina orchidejí má nápadné zásobní orgány. Hlízy a oddenky jsou běžné u terestrických orchidejí, zatímco zásobními orgány epifytických druhů jsou ztlustlé báze stonků zvané pahlízy (Dressler, 1981; Arditti, 1992).

Výzkumem zaměřeným na proces opylování u orchidejí se zabývali již botanici devatenáctého století. Ti popisovali strukturu květů a návštěvy hmyzu, ale skutečný mechanismus opylování poprvé uspokojivě objevil a publikoval až Charles Darwin (1862). Způsob opylování u orchidejí je často chybně interpretován jako výsledek souběžného vývoje orchideje a opylovače (van der Pijl, Dodson, 1966; Dressler, 1968). Tento společný vývoj zvaný koevoluce je patrně vzácný (Szentensi, 2002), neboť většina vývoje je jednostranná ze strany orchidejí bez evolučních změn opylovače (Williams, 1982). Orchideje často zneužívají existujícího vztahu rostlina-opylovač a dosahují opylení prostřednictvím podvodu, to jest absence odměny v květu pro opylovače (Jersáková et al., 2006). Přibližně 1/3 orchidejí se spoléhá na

podvádění opylovačů (van der Pijl, Dodson 1966; Dressler, 1981; Ackerman, 1986). Orchideje lákají opylovače k návštěvě květů pomocí signálů, na které opylovači reagují při hledání potravy, sexuálního partnera, domnělého nepřítele, míst pro kladení vajíček či úkrytu (Jersáková et al., 2006). Na základě chování opylovačů orchideje odměňují nebo klamou své návštěvníky pomocí zrakových, čichových nebo hmatových signálů (Dykyjová, 2003).

Šálivá, neboli deceptivní strategie však vede k nízké reprodukční úspěšnosti (Neiland, Wilcock, 1998; Tremblay et al., 2005). Absence odměny vede k nízké návštěvnosti orchidejových květů, což má za následek nižší tvorbu (nebo tobolek) u šálivých druhů než u druhů s nektarem (Jersáková et al., 2006). Například průměrný počet tobolek, zjištěný u evropských druhů s nektarem, byl 63,1 %, zatímco u druhů bez nektaru dosáhl pouze 27,7 % (Neiland, Wilcock, 1998). Johnson a Bond (1997) našli nápadně podobné hodnoty v Jižní Africe: 64,8 % u druhů s nektarem a 25,2 % u druhů bez nektaru. Za hlavní příčinu nízké produkce plodů je považována limitace opylovači (Calvo, 1993; Tremblay et al., 2005), neboť ruční opylování rostlin obvykle zvýšilo počet vytvořených plodů ve srovnání s kontrolními rostlinami (Ackerman, Montalvo, 1990; Primack, Hall, 1990). Nicméně limitace zdroji může hrát také důležitou roli, protože nepřírozeně velké množství plodů může redukovat budoucí růst a plodnost rostlin (Zimmerman, Aide, 1989; Snow, Whigham, 1989).

Hypotéza o limitaci zdroji předpokládá, že sexuální reprodukce (produkce květů a plodů) je limitována primárně zdroji (Lloyd, 1980; Stephenson, 1981; Calvo, Horvitz, 1990; Calvo, 1993; Mattila, Kuitunen, 2000). Dostupné zdroje pro vývoj semen mohou být omezeny jak během sezóny, tak mezi sezónami (Meléndez-Ackerman et al., 2000). Zvýšený počet plodů může ovlivnit budoucí růst rostliny, či pravděpodobnost jejího kvetení, reprodukce nebo přežívání (Lovett-Doust, Lovett-Doust 1988; Snow, Whigham 1989; Ackerman, Montalvo, 1990; Bartareau, 1995). Není to však striktní pravidlo, protože druhy jako *Cypripedium acaule* vykazují příznaky limitace zdroji pouze po několika letech pravidelné tvorby plodů (Primack, Stacy, 1998). Naopak některé druhy orchidejí, například *Spiranthes spiralis*, nevykazují pouze náklady za plození, ale také za kvetení (Willems, Dorland, 2000).

Rostliny nevydávají energii jen při tvorbě květů a semeníků, ale také při produkci nektaru. Květní nektar se vylučuje v sekrečních žlázkách, umístěných na korunních plátcích, nejčastěji na pysku, nebo u více diferencovaných druhů v trubkovitých ostruhách, do nichž se volně vylučuje například u rodu *Platanthera* a

*Gymnadenia* (Dykyjová, 2003). Vydatná produkce nektaru v průběhu kvetení může spotřebovat významnou část fotosyntetických asimilátů rostliny. Odhad výloh na vytváření nektaru z denního množství produktů fotosyntézy se různí od 3,3 % u krátkověkých květů až po 37 % u dlouhověkých květů (Southwick, 1984; Harder, Barrett, 1992). Pyke (1991) byl první, kdo ukázal, že náklady na tvorbu nektaru se přímo promítají do růstu a budoucí reprodukce rostlin. Vedlejším důkazem pro nákladnost nektaru je jeho častá zpětná absorpce rostlinou po opylení, pravděpodobně z důvodu přerozdělení uhlovodanů ke tvorbě semen (Burquez, Corbet, 1991; Koopowitz, Marchant, 1998; Luyt, Johnson, 2002; Stpiczynska, 2003). Jestliže je produkce nektaru u orchidejí energeticky náročná (Pyke, 1991), pak zdroje na tvorbu semen mohou být více omezeny u druhů s nektarem než u druhů bez nektaru (Meléndez-Ackerman et al., 2000).

### 3.1.1. Morfologie

Orchideje jsou vytrvalé, většinou lysé byliny s rozdílnou morfologickou stavbou, a to jak vegetativních, tak generativních orgánů (Procházka, 1980).

Evropské orchideje mají různě uzpůsobené zásobní orgány k přežívání vegetačně nepříznivého období. Podle tvaru je dělíme do skupin: kořenové hlízy, pahlízy a oddenky. Kořenové hlízy mají u různých druhů různý tvar. Najdeme zde oválný až podlouhlý tvar u rodu *Orchis* i dlanitě dělené hlízy u rodu *Dactylorhiza*. U většiny druhů je hlíza párový orgán, ale existují i druhy s větším počtem hlíz. Pahlízy vznikají ztloustnutím stonkového článku se zakrnělým vrcholem (Průša, 2005). Oddenky mohou být někdy velmi mohutné (*Limodorum*), tenké (*Listera*) nebo velmi vzácně bezkořenné (*Corallorhiza*) (Procházka, 1980).

Epifitické druhy rostoucí v tropických oblastech mohou mít lodyhy popínavé, šplhavé či plazivé, někdy článkované. U geofytů jsou lodyhy vždy vzpřímené, více nebo méně olistěné nebo porostlé šupinami (Procházka, Velíšek, 1983).

Listy evropských druhů orchidejí jsou nedělené, jednoduché, celokrajné. Žilnatina je u většiny druhů souběžná s okrajem listu. Ty mohou být střídavé, rostoucí ve spirále nebo ve dvou řadách. Obligátně heterotrofní druhy mají zakrnělé listy v podobě lodyžních šupin. Zelené druhy mají normální listy, které se směrem nahoru nápadně zmenšují. Někdy jsou listy růžicovitě nahloučené v dolní části lodyhy (Průša, 2005). Mimoevropské druhy mohou mít listy tuhé, kožovité a

víceleté, naše druhy mají listy zpravidla jednoleté. Jen výjimečně u tropických druhů jsou lodyhy bezlisté a jejich asimilační funkci přejímají kořeny s chlorofylem (Procházka, Velíšek, 1983).

Květy jsou sestaveny obvykle v hroznovitá květenství, a to buď klasy nebo u tropických druhů také v laty. Klasy mohou být jednostranné, někdy zkroucené, otáčející se šroubovitě okolo vřetene, ale ponejvíce všestranné. Terminální květ je zakrnělý, a to i tam, kde je zdánlivě jediný. U našich druhů jsou květenství vždy vzpřímená, u tropických druhů bývají také převislá. Rozkvétání se děje akropetálně (od báze květenství k vrcholu) a někdy velmi rychle. Nejčastěji jsou chasmogamické (otevřené), ale najdeme i kleistogamické (uzavřené) květy. V kleistogamickém květu dochází často k samoopylení vajíček, ale lze tento jev pozorovat i u druhů orchidejí s otevřeným květem. Květy jsou u většiny druhů souměrné podle jedné osy – zygomorfni a až na výjimky vždy oboupohlavné – monoklinické. Okvětí je tvořeno šesticí lístků často pestrých barev, které jsou uspořádány ve dvou kruzích a tvoří tzv. vstavačovitě okvětí. Pět lístků bývá k sobě skloněných a tvoří přílbu. Šestý lístek vnitřního kruhu okvětí nazýváme pysk (labellum), nachází se v mediáně a má odlišnou stavbu i barvu a bývá často zvětšený. Pysk bývá často prodloužen dozadu v ostruhu (Procházka, 1980). U většiny orchidejí nastává ještě před otevřením květů k tzv. resupinaci, kdy je okvětní lístek, tvořící pysk, přetočen do spodní části květu. K resupinaci dochází nejčastěji zkroucením květní stopky o 180° nebo zkroucením spodního stopkovitého semeníku kolem podélné osy (Dykyjová, 2003). Z původního počtu šesti tyčinek, uspořádaných ve dvou kruzích po třech, zůstaly zachovány pouze jedna nebo dvě tyčinky, nejčastěji jen jedna a to prostřední z vnějšího kruhu. Tyčinka nebo tyčinky srůstají se čnělkou a bliznou v útvar nazývaný sloupek (gynostemium) (Procházka, Velíšek, 1983). Semeník je vždy spodní, a to třípouzdrý se středoúhlou placentací nebo jednopouzdrý s nástěnnou placentací, a vždy s velkým počtem malých vajíček. Plod je tobolka se 3-6 chlopněmi, s velkým počtem malých semen bez endospermu a s nediferencovaným embryem (Procházka, 1980).

### **3.1.2. Ontogeneze**

Orchideje obecně produkují obrovské množství semen. Individuální či ontogenetický vývoj orchidejí je tak složitý, že v přirozených podmínkách vyklíčí jen



nepatrné procento vytvořených semen a z toho jen část projde celým dalším vývojem až do dospělosti (Procházka, Velíšek, 1983).

Jen doba od vyklíčení do prvního kvetení rostliny se u evropských orchidejí pohybuje od 5 do 15 let (Průša, 2005). V dřívějších dobách se předpokládalo, že k zahájení klíčení dojde jen v přítomnosti odpovídajících druhů mykorrhizních hub. Semena orchidejí však začnou klíčit ve vhodných podmínkách vždy a až po započetí vývojových procesů musí dojít k houbové infekci a vzniku mykorrhizy. V této heterotrofní fázi je mykorrhiza nenahraditelná (Procházka, Velíšek, 1983).

Semena jsou malá a lehká, bez děloh. Jako sekundární adaptace se redukovaly jednotlivé části embrya a zbyl jenom zárodečný shluk buněk, protokorm. Ke klíčení a vzniku kořenové hlízky dochází na povrchu půdy. Další vývoj probíhá u většiny našich druhů tak, že jako první se ze shluku buněk diferencuje děloha, a poté se vytvoří v pupenu na hlízce další listy. V této fázi už je možné pozorovat postranní kořen diferencující se endogenně. Ten zatahuje klíčící rostlinu do půdy a další kořen, vytvořený pod listem, se začne měnit v kulovitou hlízku (Procházka, 1980).

### **3.1.3. Rozmnožování**

Evropské druhy orchidejí jsou dokonale uzpůsobeny k pohlavnímu rozmnožování. Díky složité květní ekologii cizosprašných druhů a komplikovanému ontogenetickému vývoji se u řady druhů orchidejí vyvinula značná schopnost nepohlavního rozmnožování. Z pozorování některých orchidejí na lokalitě vyplynulo, že nepohlavní rozmnožování hraje větší roli než generativní rozmnožování (Procházka, 1980).

Vegetativní rozmnožování lze podpořit i umělým zásahem na rostlině. Jakmile začne vyrůstat mladé květenství z listů, musí být ihned odděleno. Díky tomu mateřská rostlina vytvoří dvě i více nových hlíz namísto jedné. Opakováním tohoto zásahu může časem dojít k vytvoření trsů orchidejí o více jak pěti rostlinách (Procházka, Velíšek, 1983). Generativní rozmnožování se více uplatňuje při osidlování nových lokalit, nejvíce v takových místech, kde došlo k narušení vegetačního krytu (Průša, 2005).

Květy orchidejí jsou dokonale uzpůsobeny k lákání a využívání specifických druhů opylovačů. Okvětí má tvarově i barevně rozlišeno všech 6 lístků, z nichž jeden horní je přeměněn v rozšířený nebo prodloužený pysk - labellum. Ten je často

odlišně zbarvený a otočený resupinací do dolní části květu, kde se nejlépe uplatní jako přistávací plocha pro nalétající hmyz. Opylovač je tak přímo naveden do středu květu, kde jsou umístěny rozmnožovací orgány. Povrch pysku bývá někdy pokryt pokožkovými buňkami, které vylučují nektar nebo vonné látky, nebo tvoří různě zbarvené ochlupení, takže nektar hledající hmyz postupuje přímo vzhůru k prašníku a blizně. Prašníky jsou přeměněny v brylky, které obsahují slepená pylová zrna. Hmyz tak nepřenáší jednotlivá pylová zrna, ale celé pollinium jako jediný útvar na bliznu jiného květu a zajistí tak opylení tisíců vajíček uložených v semeníku (Dykyjová, 2003).

### 3.1.4 Fenologie (Procházka, 1980)

Znalost odlišností fenologických rytmů je důležitá jak pro ekologii různých skupin druhů, tak pro ochranářskou praxi. Vývoj květonosných lodyh v běžném roce je totiž závislý především na minulé vegetační sezóně. U hlíznatých druhů, které vytvářejí zimní růžice listů, dokonce na podmínkách v předminulém roce (konci léta a podzimu). V této době se totiž vytvářejí zásobní orgány a především na jejich stavu závisí, zda jedinec pokvete či nikoliv. Květní pupeny se zakládají u všech našich orchidejí již v předcházejícím roce. Specifický fenologický rytmus je závislý jednak na vnitřním biologickém rytmu rostliny a také je v přímé korelaci s rytmem vnějších ekologických faktorů. Ten je podmíněn historickým vývojem druhu. Příkladem v našich klimatických podmínkách jsou rostliny pocházející z mediteránní oblasti. U těchto zástupců nastává období vegetačního klidu v létě. Naopak na podzim dochází k nástupu vegetativních fází, které trvají až do počátku zimy. Zimní období klidu je vynuceno středoevropskými klimatickými podmínkami. Jakmile nastane klimaticky příznivější část roku, pokračuje plynulý vývoj s nástupem generativní fenofáze.

Podle sezónních rytmů můžeme naše orchideje rozdělit do čtyř skupin:

- **Nezelené mykotrofní druhy**

Nadzemní orgány u těchto druhů vyrůstají na povrch půdy jen tehdy, je-li v oddencích nashromážděno dostatečné množství zásobních látek. Vývoj nadzemních orgánů, v nichž neprobíhá fotosyntetická asimilace, nemá žádný vliv na rozvoj podzemních částí.

- **Zelené oddenkaté orchideje**

Vývoj nadzemních orgánů těchto druhů spadá do normálního vegetačního období roku. Z pupenů na vytrvalém oddenku vyrůstají každoročně v jarním období prýty s listy, u silnějších jedinců i s květy. Na každoroční růst a vývoj nadzemních orgánů mají hlavní vliv klimatické a edafické podmínky během vegetační sezóny.

- **Druhy s přetrvávajícím hlízami**

U těchto zástupců můžeme pozorovat dva odlišné vegetační rytmy. První je více méně shodný s jinými našimi bylinami přezimující podzemními vytrvalými orgány. Do této skupiny patří dva mnou pozorované druhy orchidejí (*Dactylorhiza majalis*, *Orchis mascula*). Druhý vegetační rytmus je zcela odlišný. Taxony, které sem patří, vytvářejí listy již na podzim. Listy přečkají zimu a s nástupem jara začínají pozvolna odumírat, někdy ještě dříve, než ze zásobní hlízy vyroste a úplně vykvete nová rostlina. Zimní listy vytvářejí vesměs druhy původně středozevní, které si zachovávají sled a časové rozvržení jednotlivých fenofází tak, jak to odpovídá podmínkám Středozeví i poté, co se rozšířily k severu do oblasti se zcela jiným průběhem klimatu. Do této druhé skupiny řadíme třetí pozorovaný druh *Orchis ustulata*.

- **Orchideje s pahlízami**

Roční cyklus růstu a vývoje těchto vstavačovitých je v zásadě obdobný jako vegetační rytmus hlíznatých orchidejí, které netvoří přezimující listy.

### 3.1.5. Mykorhiza

Mykorhiza obecně je soužití houbového mycelia s podzemními orgány vyšších rostlin (Procházka, Velíšek, 1983). Jak je velká mnohotvárnost morfologických znaků orchidejí, tak i způsob výživy má velkou škálu variací, nebo spíše kombinací auto- a heterotrofie (Dykyjová, 2003). Odhaduje se, že nějaký způsob mykorhizního soužití má okolo 80 – 95 % všech cévnatých rostlin. Rostliny netvořící mykorhizu jsou především druhy vodní, mokřadní a ruderalní (Pruša, 2005).

K počátečnímu rozrůstání podhoubí v kořenech hostitele dochází na úkor zásobných látek (glycidů, bílkovin, aminokyselin) hostitelské rostliny. Pak začne houbový endofyt hromadit vlastní zásobní látky (glycidy, dusíkaté sloučeniny), přijímané z půdního humusu prostřednictvím vláken - hyf, které z kořenů vybíhají do půdy (Procházka, 1980).

Existují dva základní typy mykorrhizy. Ektotrofní mykorrhiza se vyznačuje tím, že houbová mycelia vytváří plášť na povrchu kořenových vrcholů, přičemž hyfy prorůstají pouze do mezibuněčných prostor. U orchidejí se vyskytuje pouze druhý typ endotrofní mykorrhiza, u které se nacházejí houbová vlákna uvnitř buněk kořenových pletiv hostitelských rostlin. K houbové infekci dochází z půdy, kdy hyfy prorůstají epidermis kořenů orchidejí a usidlují se v hostitelských buňkách korového parenchymu. Po úplném rozvoji infekce lze rozlišit v primární kůře kořenů hostitele tři zóny s rozdílnou strukturou a funkcí. Je to zóna rozvoje mycelia v hostitelských buňkách, kde dochází k růstu a splétání mycelia do klubíček. Další zónu vytvářejí vrstvy stravovacích buněk, kde se vytvářejí husté hyfové shluky, které jsou dále stravovány po způsobu živočišných fagocytů. Třetí zóna je tvořena zásobními buňkami přiléhajícími k endodermis. Tato zóna je již tvořena buňkami bez endofyta (Procházka, 1980).

Podle závislosti na mykorrhize v průběhu ontogenetického vývoje lze orchideje rozdělit do tří skupin: plně mykotrofní nezelené orchideje (*Neottia nidus - avis*), zelené orchideje lesních stanovišť, závislé na mykorrhize po celou dobu ontogeneze (*Epipactis*, *Cephalanthera*) a zelené orchideje otevřených stanovišť, závislé na mykorrhize jen v časných stádiích ontogeneze (*Cypripedium calceolus*). Všechny orchideje jsou závislé na mykotrofii v době klíčení a časných fázích ontogeneze (Průša, 2005).

## 3.2 Charakteristika sledovaných druhů

(Kubát, 2010)

### 3.2.1. *Dactylorhiza majalis* – prstnatec májový

Zařazení (Dressler, 1993):

Čeleď: *Orchidaceae*

Podčeleď: *Orchidoideae*

Tribus: *Orchideae*

Subtribus: *Orchidinae*

Rod: *Dactylorhiza* Neck. ex Nevski

Druh: *Dactylorhiza majalis* (Reichenb.)

**P.F. Hunt et Summerhayes**

Bylina je vysoká 14 – 60 cm, její lodyha je poměrně silná, při bázi může dosahovat 13 mm. Pod květenstvím je rýhovaná a převážně načervenalá. Olistěná je po celé své délce 3 až 8 kopinatými listy. Mohou být bez skvrn, ale častěji jsou na líci (a vzácněji i na rubu) hustě posety tmavě červenými až hnědými skvrnami. Květenstvím je hustý klas, 4 – 10 cm dlouhý a složený ze 7 až 35 květů. Ty jsou růžové až tmavě růžové, ale mohou světlat až téměř do bíla. Vnější okvětní lístky jsou často skvrnitě, dva postranní lístky tvoří se středovým lístkem přílbu. Pysk je okrouhlý, s tmavočervenou kresbou, buď třílaločný nebo jenom zubatý. Ostruha je skloněná, válcovitá, dlouhá 9 – 10 mm. Brylky jsou tmavě zelené, stopečky žluté, semeník válcovitý.

Druh má několik poddruhů. V České republice se vyskytují dva z nich, a to *Dactylorhiza majalis* subsp. *majalis* (prstnatec májový pravý) a *D. m.* subsp. *turfosa* (p. m. rašelinný). Prstnatec májový se se plodně kříží s ostatními druhy a poddruhy za vzniku několika hybridů. *D. x aschersoniana* (*D. incarnata* subsp. *incarnata* x *D. majalis* subsp. *majalis*) se vyznačuje skvrnitostí listů pouze v horní části a pozdější dobou květu. Byl nalezen například u České Skalice a Opočna. Jako další lze jmenovat *D. x ruppertii* (*D. majalis* subsp. *majalis* x *D. sambucina*) nebo *D. x vermeuleniana* (*D. maculata* subsp. *maculata* x *D. majalis* subsp. *majalis*). Byli objeveni také mezirodoví kříženci – x*Dactylogymnadenia comigera* (*Dactylorhiza*

*majalis* subsp. *majalis* x *Gymnadenia conopsea*) a x*Orchidactyla boudieri* (*Dactylorhiza majalis* subsp. *majalis* x *Orchis morio*).

První varieta, *D. m.* subsp. *majalis*, roste na vlhkých loukách a prameništích, kde je půdní reakce převážně neutrální (slabě kyselá až slabě zásaditá). Dříve byl hojný na většině území, ale s úbytkem mokřadů zmizel z krajiny i prstnatec. I přesto je ale u nás stále nejhojnějším druhem.

*D. m.* subsp. *turfosa* je nižší (14 – 20 cm) a má jen 3 – 4 listy. Roste v nadmořských výškách nad 1000 m. n. m. na horských oligotrofních rašeliništích. Ty se nacházejí pouze na Šumavě v okolí Kvildy a Horské Kvildy.

### 3.2.2. *Orchis ustulata* – vstavač osmahlý

Zařazení (Dressler, 1993):

Čeleď: *Orchidaceae*

Podčeleď: *Orchidoideae*

Tribus: *Orchideae*

Subtribus: *Orchidinae*

Rod: *Orchis* L.

Druh: *Orchis ustulata* L. (*Neotinea ustulata* L.)

Tento vstavač je 10 – 60 cm vysoká vytrvalá bylina se slabým kořenovým systémem. Listy jsou bez skvrn, namodrale zelené a shloučené v přízemní růžici kolem hladké zelené lodyhy. Počet listů se pohybuje od čtyř do osmi a lodyhu pochvovitě objímají.

Květenstvím je klas s velkým počtem drobných, tmavě červených květů, které voní. Pysk je bílý s tmavými tečkami, třídlílný s výrazně delším prostředním lalokem, který se ještě dále může štěpit. Ostatní okvětní lístky jsou skloněné dolů a spojené v přílbu. Ostruha je krátká, měří 1,5 – 2 mm.

Počet vstavačů osmahlých v poslední době velmi rychle klesl, odhaduje se, že zbyla pouze 1/3 z původních lokalit. Větší populace se v současnosti nacházejí ve Vědlicích (u Litoměřic) nebo ve Verneřickém středohoří (u Ústí nad Labem).

*Orchis ustulata* je považován za minimálně proměnlivý, ale nově se rozlišuje na dva poddruhy. *Orchis xdietrichiana* vzniká křížením se vstavačem trojzubým (*O. tridentata*). V České republice se nachází jen na jedné lokalitě (Vědlice na Úštěcku),

kde byl ale vykřížen uměle. Na evropských lokalitách, kde rostou oba rodičovské druhy, je tento kříženec ale poměrně častý.

*Orchis ustulata* subsp. *ustulata* (vstavač osmahlý pravý) je celkově menší rostlina, dosahuje výšky 10 – 30 cm, má jen 3 – 4 listy a v klasu 20 - 40 květů. Listy často vyrůstají na podzim a přezimují, v době květu již mohou být zaschlé. Rostlinu můžeme nalézt na suchých slunečných loukách a stráních, s lehce zásaditou půdní reakcí.

Poddruh vstavač osmahlý letní (*O. u.* subsp. *aestivalis*) je statnější, listů je větší počet (5 – 8) a jsou rozmístěny po lodyze, růžicové uspořádání nemají ani spodní listy. Klas má 30 – 60 květů, byly pozorovány i klasy se 120 květy. Kvete později než druhý poddruh. Jeho stanoviště jsou téměř shodná s předchozím poddruhem, ale společně se na nich vyskytují jen velmi výjimečně. Roste převážně na Moravě v okolí Vsetína.

Na rozdíl od ostatních druhů vstavačů, které opylují hlavně včely a čmeláci, je vstavač osmahlý opylován mouchami kuklicemi (*Tachina magnicornis*).

### **3.2.3. *Orchis mascula* – vstavač mužský**

Zařazení (Dressler, 1993):

Čeleď: *Orchidaceae*

Podčeleď: *Orchidoideae*

Tribus: *Orchideae*

Subtribus: *Orchidinae*

Rod: *Orchis* L.

Druh: ***Orchis mascula* L.**

Podobně vysoký druh jako předchozí dva (20 – 60 cm) má oproti nim jen 3 – 5 listů, které jsou zelené a tečkované jen při bázi. Listy se nacházejí v dolní polovině lodyhy, nejvrchnější z nich mohou kresbu úplně postrádat. Květenstvím je také klas, složený z nachových kvítků. Pysk je prohnutý, tmavě červený, na bázi světlejší a tečkovaný. Je výrazně rozčleněn na tři laloky, ale prostřední část není tak dlouhá a oddělená jako tomu je u druhu *Orchis ustulata*. Ostatní lístky tvoří přilbu. Ostruha je rovná, dlouhá 10 – 13 mm.

Tento druh je velmi variabilní, v Evropě má 5 poddruhů. V České republice se vyskytují dva z nich, vstavač mužský pravý (*O. m. subsp. mascula*) a vstavač mužský znamenavý (*O. m. subsp. speciosa*).

Vstavač mužský pravý má listy zelené, skvrnitě jsou jen vzácně a pouze při bázi. Vnější okvětní lístky jsou špičaté a směřují pod úhlem 45° vzhůru. Jsou pootočené ven podle své podélné osy, z přímého pohledu jsou na koncích viditelné jen hrany. Roste na mírně suchých loukách, ale také v řídkých lesích a na lesních mýtinách. Vyhledává nevápnitá stanoviště s půdní reakcí slabě kyselou až slabě zásaditou. Převážně je lze nalézt v Doupovské pahorkatině.

*Orchis mascula* subsp. *speciosa* se odlišuje vzhledem květů, postranní lístky jsou dlouhé a nestáčí se podle osy lístku. Jejich špičky jsou výrazně stočené směrem k podélné ose celého květu. Laloky pysku jsou také členěné na tři části, ale jejich okraje jsou zubaté mnohem výrazněji. Skvrny jsou většinou jen v malém počtu, symetricky umístěné na bázi pysku podél jeho podélné osy. Prostředí růstu je stejné jako u druhého poddruhu, jen půdy nemají zásaditou půdní reakci. Poměrně hojně se nachází v moravských Karpatech (Bílé Karpaty, Beskydy, Javorníky) a na severní Moravě. Jeho kříženec *Orchis loreziana* nothosubsp. *kisslingii* se u nás nachází vzácně vzhledem k minimálnímu výskytu druhého rodičovského druhu, vstavače bledého (*O. pallens*). Ostruha má na bázi a v ústí výraznou světle žlutou skvrnu. Kvete mezi dobami květu rodičů.

### **3.3. Příčiny ohrožení a legislativa**

#### **3.3.1 Příčiny ohrožení**

Orchideje patří mezi světově velmi ohrožené druhy rostlin (Průša, 2005). Původně se vyskytovaly v přirozených lesích, na lesních světlínách spásaných divokou zvěří, v přirozených trávnících nad horní hranicí lesa a na místech, které byly pravidelně narušovány záplavami, lavinami a požáry (Jersáková, Kindlmann 2004).

K poklesu početnosti druhů orchidejí ve všech částech naší planety dochází kvůli lidské aktivitě (Brzosko, 2003). Rozvoj lidstva s sebou nese velké užívání půd a přírodních zdrojů (Průša, 2005), které se projevuje zejména odlesňováním, fragmentací lesa či tvorbou mýtin v pralese pro produkci dřeva, přeměnu na plantáže



a pro hornický průmysl (Koopowitz et al., 2003). I v ČR je jednou z hlavních příčin úbytku orchidejí intenzifikace zemědělství a lesnictví (Jersáková, Kindlmann, 2004). Kombinace těchto negativních faktorů má za následek zánik většiny přirozených i polopřirozených stanovišť orchidejí (Hutchings et al., 1998; Brzosko, 2003; Jersáková, Kindlmann, 2004). Znamená to, že s příchodem člověka a rozvojem krajiny se mnohé druhy orchidejí přesídlily na otevřená stanoviště luk a pastvin (Jersáková, Kindlmann, 2004), a tak se adaptovaly na sekundární bezlesí.

Významně také k ubývání vstavačovitých přispívá často nevhodný nebo žádný management jejich stanovišť (Průša, 2005). Při absenci managementu se trávníky a vřesoviště přeměnily přírodní sukcesí zpět na zalesněná místa a trvalé lesy (Reinhammar et al., 2002). Protože ustala pastva ovcí a koz a přestaly se odstraňovat nálety mladých dřevin, nejvíce utrpěly druhy orchidejí pravidelně sekaných či pasených stanovišť (Jersáková, Kindlmann, 2004) a došlo tak k jejich dramatickému poklesu (Reinhammar et al., 2002).

I v současnosti se můžeme setkat se sběrem orchidejí ve volné přírodě (Procházka, 1980), jde hlavně o nelegální sběr rostlin v tropech a mediteránu a jejich následný vývoz do zahraničí.

Příčinou vymírání orchidejí v ČR jsou také specialisté a nadšenci vyrýpávající si orchideje do zahrádek (Dykyjová, 2003), zde se jedná hlavně o střevíčník pantoflíček (*Cypripedium calceolus*). Už v období starého Řecka byly sbírány kořenové hlízy některých druhů orchidejí (hlavně rodu *Orchis* a *Ophrys*) a používány k výrobě salepu, tato droga byla v minulosti hojně využívána pro své domnělé léčebné účinky (Průša, 2005). Sběr hlíz orchidejí se udržel až dodnes v některých evropských zemích východní Evropy a Asie k lékařským a potravinářským účelům (Dykyjová, 2003) a na území Afriky k šamanským účelům

### 3.3.2 Legislativa

Ani jeden ze tří sledovaných druhů orchidejí není zařazen na Červený seznam ohrožených rostlin IUCN.

Celá čeleď *Orchidaceae* je zařazena do přílohy II seznamu CITES, tedy do kategorie, kam se řadí druhy, které by mohly být ohroženy, pokud by obchod s nimi nebyl regulován.

Vyhláška 395/1992 Sb. k zákonu 114/1992 o ochraně přírody a krajiny zařazuje druh *Dactylorhiza majalis* do kategorie Ohrožené (§3), *Orchis mascula* subsp. *speciosa* a *Orchis ustulata* pak do kategorie Silně ohrožené druhy (§2).

Podle Červeného seznamu cévnatých rostlin České Republiky patří druh *Orchis ustulata* mezi rostliny kriticky ohrožené (C1) a *Dactylorhiza majalis* a *Orchis mascula* subsp. *speciosa* do oddílu C3 – rostliny ohrožené (Holub, Procházka, 2000).

### 3.3.3 Moderní ochrana vstavačovitých

Úspěšná ochrana ohrožených druhů nutně vyžaduje ochranu a vhodný management jejich stanovišť (Waite, 1989). Pro některé druhy orchidejí je vhodný management známý a podložený mnoha studiemi, např. pro druh *Spiranthes spiralis* (Wells, 1967; Jacquemyn et al., 2007) či *Ophrys sphegodes* (Hutchings 1987a, b). Pro mnohé druhy orchidejí ale není jejich správný management známý, mnohdy ho jen tušíme.

Na orchidejových stanovištích rostou nejenom vzácné druhy rostlin, ale vyskytují se zde i významné druhy živočichů. Při tvorbě plánu péče o určité stanoviště se musí zohlednit požadavky všech druhů, které je často velmi obtížné skloubit v jeden univerzální management. Ale pomocí určitých kompromisů (např. ponechání nekosených pásů či rozdílná doba seče v různých letech) lze sestavit plán péče tak, aby vyhovoval převážné většině přítomných organismů (Jersáková, Kindlmann, 2004).

Pravidelný management orchidejových lokalit by měl být doprovázen systematickým sledováním populační dynamiky. Jedině tak je možné zjistit, zda je management dané lokality vhodný pro udržení daného druhu (Jersáková, Kindlmann, 2004).

Kromě stěžejní a nejdůležitější ochrany druhů *in situ*, což znamená ochrana na jejich původních lokalitách, existuje také ochrana *ex situ* (neboli *in vitro*), to jsou kultivace druhů z jejich semen či meristémů (Jeřábková, 2006) a následné reintrodukce druhů do jejich původních stanovišť.

### 3.3.4 Management orchidejových lokalit

Managementy maloplošných chráněných území lze obecně rozdělit na asanační zásahy (které vedou k obnově biotopu a mají charakter zásadní změny, např. velkoplošné odstranění náletových dřevin) a regulační zásahy (udržují stávající stav biotopu, blokují sukcesi, např. kosení) (Petříček (ed), 1999; Jersáková, Kindlmann, 2004).

Vhodný management pro orchidejové lokality je dán především nároky druhů, které se na lokalitě vyskytují. Pravidelné kosení blokuje sukcesi a nechává prostor orchidejům, na stanovišti s plně zapojeným porostem je ale jejich reprodukce ze semen velmi málo úspěšná (Tamm, 1972). Vhodné načasování seče záleží na typu rostlinného společenstva a také na stupni degradace porostu (Jersáková, Kindlmann, 2004).

Mládek et al. (2005) uvádí jako nejvhodnější management orchidejových lokalit pastvu spočívající v jednorázovém vypasení plochy jednou během vegetační sezóny, mimo dobu kvetení vstavačovitých. Nejvhodnějším druhem zvířat jsou ovce a kozy, které svými paznehty rozrušují drn, čímž vytvářejí podmínky pro uchycení semenáčků vstavačovitých (Jersáková, Kindlmann, 2004, Mládek et al., 2005). V případě výskytu pozdě kvetoucích druhů (*Trausteineria globosa*, *Orchis ustulata subsp. aestivalis*) by měla pastva probíhat až koncem srpna (Mládek et al., 2005).

Orchidejové lokality hostí také další významné druhy rostlin a živočichů, které při vytváření plánů péče musí být zohledněny. Jako vhodný způsob managementu, prospívající fauně a především bezobratlým, se ukazuje ponechávání tzv. živných pásů na velkých výměrách luk. Jedná se o pásy o šířce jednoho či dvou pokosů sekačky, které zůstanou nepokoseny a nechávají se bez zásahu buď až do příští sezóny, nebo aspoň po dobu následujících dvou měsíců (Jongepierová et al., 2004).

### 3.4. Studium populační dynamiky vstavačovitých

Výzkum populačních zákonitostí druhů je důležitý z mnoha hledisek. V současné fytoecologii je obecně přijímán fakt, že pochopení funkčnosti rostlinných společenstev není možné bez kvantitativních analýz chování jednotlivých druhů. Úspěšná ochrana druhu vyžaduje modely chování populace, které jsou založeny na detailních znalostech týkajících se struktury a dynamiky populací (Kull, Kull, 1991). Demografické studie nám mohou poskytnout informace o věkové struktuře populace. Nepřítomnost nebo nízký počet jedinců určité věkové skupiny napovídá, že se ve sledované populaci děje něco špatného, naopak velký počet juvenilních a mladých jedinců může poukazovat, že je populace stabilní či roste (Jersáková, Kindlmann, 2004). Dlouholetá pozorování rostlinných populací jsou důležitá pro porozumění sukcesních změn na lokalitě a poskytují potřebné informace pro ochranu ohrožených druhů (Tamm, 1991). Úspěch popisných nebo experimentálních studií v terénu závisí nejen na teoretických znalostech, ale i na lokalitě a tedy na prostředí, kde je studie prováděna (Tamm, 1991). I přes poměrně velký nárůst vědeckých prací zabývajících se orchidejemi se jejich populační dynamikou zabývá jen zlomek z nich. Toto téma je v současné literatuře stále velmi málo prozkoumané.

Sledování množství jedinců v populaci rostlin je důležité ze dvou důvodů. Prvním je, že poskytuje informace o lokálním vymírání populace. Druhým pak je, že umožňuje nahlédnout do toho, jak populace funguje (Gillman, Dodd, 1998). Moderní ekologické metody kladou velký důraz na početnost jedinců v populaci. Její sledování totiž umožní včas zjistit probíhající změny a tak včas zasáhnout např. úpravou managementu. Jak mizející, tak i nově se šířící druhy mají většinou nižší početnost než druhy běžné, a proto je dobré jim věnovat zvýšenou pozornost. Pro sledování skutečné populační dynamiky je nutné podchytit a pozorovat všechny typy jedinců v populaci, to znamená jak jedince kvetoucí, tak i sterilní a dormantní. (Jersáková, Kindlmann, 2004).

### **3.4.1. Sledování kohorty jedinců**

V tomto případě sledujeme skupinu jedinců jednoho druhu stejného stáří či vývojového stádia (tzv. kohortu). Sledování kohorty nám poskytuje údaje o délce života vybraných jedinců a počtu jimi vyprodukovaných semen a také o tom, jakým způsobem a jak intenzivně rostlina reaguje na různé vnější vlivy prostředí v daném roce (např. na herbivorii či počasí) (Jersáková, Kindlmann, 2004). Tento postup má však svá úskalí. Například nemůžeme sledovat natalitu, což je způsobeno tím, že na počátku pozorování vybíráme pouze určité množství jedinců, proto v této skupině pak dochází jen k úhynu. Dalším problémem může být nenáhodný výběr jedinců na počátku pozorování (Jersáková, Kindlmann, 2004). Existuje totiž možnost, že námi vybraní jedinci mohou být už staří a tudíž uhynou dříve než mladší jedinci, které jsme do našeho pozorování nezahrnuli. Tento způsob pozorování orchidejových populací se dá označit za historický, v novějších studiích se již nevyskytuje.

### **3.4.2. Sledování všech jedinců v pokusných čtvercích**

Sledování všech jedinců v pokusném trvalém čtverci je nejlepší metodou pro analýzu chování populace, kterou lze aplikovat v terénu. Poskytuje nám informaci o aktuálním rozložení vývojových stádií druhu na lokalitě (Münzbergová, Ehrlén, 2005). Při této metodě vyznačíme na lokalitě malé oblasti, většinou čtvercové, které si označíme trvalými značkami, v nichž sledujeme všechny jedince určitého druhu (Jersáková, Kindlmann, 2004). Označení rostlin umožňuje vracet se ke stejné rostlině v následujícím roce, což vede k přesným ročním počtům rostlin v populaci (Jacquemyn et al., 2007). Velikost trvalé plochy je závislá na hustotě osídlení druhem a na heterogenitě lokality. Na hustě porostlých lokalitách by měla být velikost čtverce cca 1 x 1 m (Jones, 1998; Tali, 2002), na řídké porostlých lokalitách může velikost čtverce být 10 x 10 m až 20 x 20 m (Hutchings, 1987a).

Většinou se rostliny třídí do různých kategorií a porovnávají se poměry rostlin z každé kategorie (Hutchings, 1987b). Nejčastěji sledovanou charakteristikou je stav rostliny, tedy kvetoucí, sterilní a dormantní (Hutchings, 1987b, Tali, 2002). Problémem u mnoha druhů orchidejí může být nadzemní absence určité rostliny (Willems, Melsers, 1998). Tento stav nazýváme dormancí. Je to schopnost rostliny

zůstat pod zemí bez tvorby jakýchkoliv nadzemních orgánů (Tamm, 1972). Existence dormantních rostlin může vést k podhodnocení velikosti populace (Tali, 2002) a vysoké meziroční variabilitě v počtu nalezených jedinců (Shefferson, 2002). Tento stav rostliny se svou délkou velice liší. Jako příklad krátké dormance uveďme druh *Coeloglossum viride*, kde vegetační pauza netrvá déle než jednu sezónu (Willems, Melsers, 1998), opakem jsou pak dlouhé dormance u českého endemitu *Epipactis albensis* (některé rostliny až 11 let, Rydlo, 1995) a *E. helleborine* dokonce až 18 let (Light, MacConaill, 2006). Zdá se, že největší vliv na dormanci má počet mrazivých dnů na jaře, srážky a průměrná jarní teplota (Shefferson et al., 2001).

## 4. Metodika

### 4.1. Základní fyzicko-geografické údaje (Mikeska, 2004)

Geograficky patří území přírodní rezervace Peklo (dále PR Peklo) do **Středních Sudet**, podcelku Orlické podhůří a je tvořeno nejsevernější částí **Náchodské vrchoviny**.

**Bioregion 1.69 – Orlickohorský**

**Fytogeografický obvod Českomoravské mezofytikum: 59 – Orlické podhůří**

**Roční průměrná teplota je 6,7 - 5,5 °C** s možným výskytem inverzí v údolních polohách. Délka vegetačního období se pohybuje mezi 140 až 150 dny, průměrná teplota v této periodě je 12 – 13 °C. Nejchladnějším měsícem je leden s (– 3) až (– 4) °C, nejteplejším červenec s 13 – 14 °C. Počet letních dnů (s teplotou nad 25 °C) je 20 – 30, počet ledových dnů (s max. teplotou pod 0 °C) 40 – 50. Počet mrazových dnů (s min. teplotou 0 °C) je 120 – 130.

**Roční úhrn srážek je 753 mm**, z toho ve vegetačním období 451 mm. Srážkové minimum (41 mm) bývá v březnu a maximum (96 mm) v červenci. Sněhová pokrývka trvá v průměru 72 dnů. Deště letního období vyvolává především převládající západní proudění vzduchu.

Území se svým charakterem řadí do klimatické oblasti **B – mírně teplé, klimatického okrsku B3 – mírně teplého, mírně vlhkého, s mírnou zimou, pahorkatinného a B8 – mírně teplého, vlhkého, vrchovinného**.

Území lze zařadit do klimatické oblasti **MT7** - normálně dlouhé, mírné, mírně suché léto, přechodné období je krátké, s mírným jarem a mírně teplým podzimem, zima je normálně dlouhá, mírně teplá, suchá až mírně suchá s krátkým trváním sněhové pokrývky a **MT5** - normální až krátké léto, mírné až mírně chladné, suché až mírně suché, přechodné období normální až dlouhé, s mírným jarem a mírným podzimem, zima je normálně dlouhá, mírně chladná, suchá až mírně suchá s normální až krátkou sněhovou pokrývkou.

PR Peklo a její blízké okolí patří mezi nejzachovalejší částí tohoto území. Rozprostírá se na soutoku Metuje a Olešenky, která se rozkládá převážně na svazích hluboce zaříznutého údolí řeky Metuje a jejího levostranného přítoku Olešenky v

nadmořské výšce od 305 do 560 m n. m.. Území je navrženo do soustavy evropsky významných lokalit sítě Natura 2000 a rozprostírá se na ploše 474,23 ha. Navržená lokalita je o 154,34 ha větší než současná PR Peklo.

Údolí byla zahlobena do fylitového pláště krystalického jádra Orlických hor za současného výzdvihu oblasti. Převládajícími horninami jsou novoměstské dvojslídne fylity a kyselé albitické granodiority. Mezi půdami převažuje kambizem (hnědá půda), většinou kamenitá. Z kambizemí v květnatých bučinách převažují mezotrofní kambizemě, v bikových bučinách oligotrofní kambizemě. Druhým nejrozšířenějším půdním typem je zde ranker, který se nachází na suťových stanovištích. Pro smrkové porosty s druhou generací smrku je charakteristická podzolovaná kambizem. Na skalních výchozech se vyskytuje litozem či litozemní ranker.

Jižní část lokality je charakteristická mělkým širším údolím, které je ohraničeno stěnami turonských slínů. Nad těmito stěnami se vyskytují porosty hercynských dubohabřin, úpatí stěn turonských slínů porůstají rozsáhlé porosty suťových lesů. Nejrozsáhlejší porosty v nejvyšší kvalitě se nacházejí pod Koníčkem, dále pak na protějším svahu a v lokalitě s místním názvem Pecinka.

#### **4.2. Historie území**

Celá oblast byla v minulosti hlavně využívána k lesnickému hospodaření, které díky prudkým svahům a přítomnosti suťových polí nebylo nikdy příliš intenzivní a na mnoha místech se zde tak zachovaly druhově bohaté polopřirozené smíšené lesy s velkým podílem *Abies alba*. Většina lesů patří od počátku 19. století šlechtickému rodu Bartoňů z Dobenína, kteří mají sídlo na nedalekém zámku v Novém Městě nad Metují (Mikeska, 2004).

Historický vývoj luční enklávy území se podařilo částečně zjistit od majitele, jehož rodina louku po několik generací obhospodařovala. Z počátku 19. století asi až do padesátých let 20. století sloužila část louky jako ovocný sad s jabloněmi a třešněmi, rovněž zde bylo menší políčko s ovsem. Tento fakt dokládá dodnes výskyt plevelných druhů jako *Cirsium arvense* a *Erophila verna*. Majitelé v této době zvyšovali produkci tím, že rozváděli v malých rýhách vodu z pramenišť a hnojili chlévskou mrvou. Po úpadku tradičního zemědělství byla louka využívána na seno. Přibližně v sedmdesátých letech byla na polovině plochy vytvořena oplocenka



s muflony. V této době byla na lokalitě používána prášková hnojiva ke zvýšení produkce biomasy. Bohužel již se nepodařilo zjistit přesný typ hnojiva. Od počátku devadesátých let 20. stol. byla většina louky bez obhospodařování, docházelo pouze k maloplošné seči pro seno do krmelce (Rydlo, 2000).

#### **4.3. Současný stav vegetačního krytu (Gerža, 2001)**

Vegetační kryt území je díky rozmanitému reliéfu velice zajímavý. Z významných druhů rostlin byly zaznamenány: jedle bělokorá (*Abies alba*), udatna lesní (*Aruncus vulgaris*), jilm drsný (*Ulmus glabra*), jilm menší (*Ulmus minor*), jmelí bílé (*Viscum album*). V nivě Metuje se vyskytují porosty aluviálních psárkových luk třídy Molinion-Arrhenatheretea – sv. Alopecurion se vtroušenou vegetací vysokých ostřic, která by se místy dala zařadit do třídy Phragmiti-Magnocaricetea – sv. Caricion gracilis. Na S od Nového Města je charakter lokality odlišný. Údolí se značně prohlubuje, typický je hojný výskyt skalních útvarů na svazích, na jejichž úpatí se často nacházejí rozsáhlá suťová pole a balvanová moře. Přírozenou stromovou vegetaci tvoří bučiny, které jsou převážně zastoupeny biotopem acidofilních bučin třídy Querco-Fagetea – sv. Fagion (Prach, 2001). Květnaté bučiny podsvazu Eu-Fagion se vyskytují jen omezeně, nejčastěji na úpatí svahů údolí Olešenky a Metuje. Rozsáhlé porosty suťových lesů se nacházejí na suťových a balvanových polích na úpatí svahů a patří do třídy Querco-Fagetea – sv. Tilio-Acerion (Prach, 2001). Květnaté bučiny se vyskytují velmi omezeně a zpravidla jsou lesnickým hospodařením přeměněny na smíšené porosty, popř. jehličnaté monokultury. Zachovalé květnaté bučiny se nacházejí v konkávních tvarech na úpatí svahů údolí Metuje a Olešenky. Z ohrožených druhů byla zaznamenána lilie zlatohlavá (*Lilium martagon*), šikoušek zelený (*Buxbaumia viridis*), z dalších významných druhů např. lýkovec jedovatý (*Daphne mezereum*). Kyselé bučiny pokrývají rozsáhlé plochy. Část stromových porostů zde tvoří lesní kultury s nepůvodními jehličnatými dřevinami (*Larix decidua*, *Pseudotsuga menziesii*, *Abies grandis*). Na skalách je hojně zastoupena štěrbinová vegetace silikátových skal a drolin třídy Asplenietea trichomanis. Pro vodní toky Metuje a Olešenky je významný výskyt makrofytní vegetace vodních toků, na březích pak porosty údolních jasanovo-olšových luhů třídy Alnetea glutinose – sv. Alnion glutinose (Prach, 2001) a místy jsou vyvinuté i štěrkové říční náplavy se zapojenou vegetací.

Geologický podklad a členitý reliéf s inverzními polohami také umožňují výskyt společenstev, bohatých na submontánní a montánní druhy. Z botanického hlediska je toto území velmi pestré a druhově bohaté. Díky rozdílným vlivům: geologický substrát, expozice ke světovým stranám a výrazné výškové rozpětí lokality se vytvořila společenstva se submontánními a montánními druhy (např. *Polystichum braunii*, *Huperzia selago*, *Veratrum lobelianum*), na skalních výchozech se naopak vyskytuje teplomilná vegetace (např. *Cotoneaster integerrimus*) (Samková, 1999). Mikroklimatické podmínky lokality umožňují mimo jiné vznik několika odlišných typů společenstev silikátových skal a drovin: vegetace slunných skal, vegetace stinných a vlhkých skal s mechorosty a kapradinami a vegetace mechorostů stinných a vlhkých balvanových nebo suťových moř. Z dalších biotopů jsou zde zastoupena rozsáhlá a vysoce kvalitní společenstva suťových lesů. Též porosty acidofilních bučin. Některé zajímavé druhy se na lokalitě vyskytují ve vysokém počtu: např. sněženka podsňěžník (*Galanthus nivalis*) - desetitisíce a bledule jarní (*Leucojum vernum*), ptačine bahenní (*Stellaria palustris*), jmelí jedlové (*Viscum laxum* subsp. *Abietis*), medovník meduňkolistý (*Melittis melissophyllum*), lilie zlatohlavá (*Lilium martagon*) (Faltys, 1993).

#### 4.4. Charakteristika vlastní vstavačové louky

Velmi hodnotným místem, které nebylo zařazeno do přírodní rezervace, je luční enkláva na pravém břehu Olešenky. Lokalita o výměře 1,8 ha je tvořena svahovou loukou, na které lze nalézt několik pramenišť i suchá místa s nízkou vegetací. Jsou zde plochy částečně degradované, tvořené třídou Molinio-Arrhenatheretea – podsv. Filipendulenion, tak místa Molinio-Arrhenatheretea – podsv. Calthenion. Na sušších částech se vyskytuje vegetace tř. Molinio-Arrhenatheretea – sv. Arrhenatherion a tř. Nardo-Callunetea – sv. Violion caninae. Přesné hranice jednotlivých stanovišť není možné přesně definovat, protože se biotopy úzce prolínají, ale podle druhového složení jádrových částí se dá lokalita vegetačně roztřídit.

Pro celou luční enklávu by bylo vhodné vyhlásit nové zvláště chráněné území (dále ZCHÚ), jehož předmětem ochrany by byl komplex lučních společenstev s výskytem ohrožených druhů rostlin: vstavač osmahlý (*Orchis ustulata*), vstavač mužský (*Orchis mascula*), prstnatec májový (*Dactylorhiza majalis*), upolín nejvyšší

(*Trollius altissimus*) a hadilka obecná (*Ophiglossum vulgatum*). Výskyt *Orchis ustulata* je pro zdejší oblast unikátní, protože k objevení druhu došlo až v roce 2002 (Čepa, 2003), kdy byly nalezeny 2 rostliny. V současné době se zde nachází největší populace *Orchis ustulata* v oblasti východních Čech.

Každoroční mozaikový management lokality je prováděn na přelomu měsíce července a srpna. Vždy jsou pokoseny zhruba 2/3 plochy a 1/3 je ponechána ladem. V následujícím roce je přednostně posekána ta část louky, která byla předchozí rok nesekaná. Důraz při výběru plochy určené k posekání je kladen i na místa s výskytem třtiny křovištní *Calamagrostis epigejos* a plochy s agresivními druhy rostlin. Biomasa je po usušení na lokalitě stahována na plachtách do spodní části louky a následně je odvážena mimo lokalitu. Jelikož je louka obtížně přístupná a příliš svažité pro sekání pomocí techniky, veškeré zde prováděné práce musejí být vykonávány pouze ručně.

Bohužel i tato louka je vystavena silným negativním tlakům. Počáteční odhodlání majitele louku zalesnit bylo již zažehnáno. Sledované území je v současné době pod velkým tlakem vlastníků pozemků, kteří usilují o získání možnosti těžby dřeva v okolních lesních porostech a hrozí tak bezprostřední poškození biotopu dřevařskou technikou. Oblast je rovněž zatížena turistikou, ale nepřístupnost terénu brání ve větších škodách na vegetaci. Dalším negativním vlivem je výskyt a nebezpečí šíření invazních rostlin. Na místech těžby nebo lesních prací dochází k vytlačení porostu druhu *Impatiens noli-tangere* invazní netýkavou *Impatiens parviflora*. Aluviální louky podél Metuje jsou již plně obsazené druhem *Impatiens glandulifera*, který podél břehů doprovází *Reynoutria japonica* a *Reynoutria bohemica*.

#### **4.5. Fytocenologické snímkování**

Analýza a popis rostlinných společenstev byl první fází studia vegetace. Účelem bylo stanovit znaky, vyplývající ze struktury a druhového složení společenstva. Pro zjištění stavu a rozmístění biotopů na lokalitě byla v květnu 2011 vytvořena síť fytocenologických snímků, které byly rozmístěny tak, aby zachytily diverzitu celé plochy, včetně gradientů případných vlivů (sledováno zastínění a přítomnost prameniště).

Pro vytvoření sítě byly použity čtverce o rozměrech 4x4m. Mezi jednotlivými snímky v řadě za sebou (po vrstevnici) byla vždy desetimetrová mezera. Každá další řada fytoecologických snímků začínala 10 m nad předchozí řadou. Jednotlivé řady byly po vrstevnicích značeny písmeny (směrem do svahu), čísla byla použita pro vyjádření pozice v řadě vždy od pravé strany (obr. 9.1).

V každém fytoecologickém snímku byl pořízen soupis všech přítomných druhů a jejich pokryvnost. Pro určení pokryvnosti každého přítomného druhu ve čtverci byla použita Braun - Blanquetova stupnice (adaptace Prach, 2001). Nomenklatura byla sjednocena dle Kubáta (2002).

#### 4.6. Postup při biometrických měřeních

Sledování biometrických parametrů orchidejí bylo na lokalitě prováděno vždy v průběhu měsíce května v období 2005 – 2011. Na lokalitě bylo vytvořeno 5 trvalých ploch, tak, aby bylo možné sledovat všechny zde zjištěné exempláře druhů *Orchis mascula* a *Orchis ustulata*. Každá plocha je označena dvěma pevnými body v podobě plastových trubek, zatlučených do země. Do trubky bylo umístěno několik hřebíků, aby bylo možné v následujících letech jejich opakované vyhledání pomocí detektoru kovů. Po zafixování dvou pásem do plastových trubek pak lze získat souřadnice XY pro každou rostlinu. Tento postup umožňuje každoroční vyhledání určitého jedince a je natolik přesný, že je možné přesně odlišit i rostliny, které rostou jen několik centimetrů od sebe.

U takto zaměřených rostlin byly následně měřeny biometrické parametry pomocí pravítka a posuvného měřítka s přesností na jedno desetinné místo. Zjišťována byla celková výška rostliny, počet listů, délka květenství, počet květů a stav rostliny (kvetoucí, sterilní, dormantní). Celková listová plocha (LA) byla vypočtena jako součet plochy všech listů ( $\Sigma$  šířka listu\*délka listu; cm<sup>2</sup>). Tento postup musel být pro druh *Orchis ustulata* upraven, protože tvoří často trsy několika exemplářů a nebylo by možné přesně znovu vyhledat a odlišit jednotlivé rostliny v trsu. Proto byl zvolen alternativní postup, kdy byla měřena vždy ta nejsilnější kvetoucí rostlina. V případě trsu sterilních rostlin byla měřena vždy největší sterilní rostlina. U trsů, kde se nacházely jak sterilní, tak kvetoucí rostliny, byla měřena nejvyšší kvetoucí rostlina. Současně byl zaznamenán počet a stav jedinců v každém trsu.

U druhu *Dactylorhiza majalis* se sledování omezilo na každoroční sčítání kvetoucích a sterilních rostlin, které ovšem nebyly zachyceny do trvalých ploch. Tento jednodušší postup byl zvolen, protože populace tohoto druhu je na lokalitě velice slabá a roztráštěná a její přesné sledování by tak bylo velice náročné.

#### **4.7. Meteorologická data**

Zjištěné biometrické parametry byly vztaženy k průměrné měsíční teplotě a průměrným měsíčním srážkám z let 2005 - 2011. Datové podklady byly získány z Českého hydrometeorologického ústavu – pobočka Hradec Králové. Klimatická data byla měřena na hydrometeorologické stanici v Náchodě, která se nachází cca 10 kilometrů vzdušnou čarou od sledované lokality. Průměrné teploty a srážky v jednotlivých letech jsou uvedeny v příloze na obrázcích 9.2 – 9.8.

#### **4.8. Statistické zpracování dat**

Pro analýzu fytoecologických snímků bylo užito analýzy hlavních komponent (PCA) v programu Canoco 4.5 (TerBraak, Šmilauer, 2002) a klasifikačních stromů v programu R 2.13 (CRAN, freeware) s dotaky MASS a tree. Pro PCA jako nezávislé proměnné sloužila pouze zastoupení jednotlivých druhů v daném čtverci, v případě klasifikačního stromu byla jako nezávislá užita i přítomnost prameniště a zastínění plochy.

Pro posouzení vlivu vnějších podmínek na dva druhy orchidejí byla použita redundantní analýza (RDA) v programu Canoco 4.5 (TerBraak, Šmilauer, 2002). U analýzy byla použita metoda postupného výběru vysvětlujících proměnných, která je založena v programu Canoco na Monte-Carlo permutačním testu (nastaven na 999 permutací s testováním na celý model a přes všechny kanonické osy). RDA sloužila k posouzení, jak vnější faktory ovlivňují velikost rostliny (resp. biometrické parametry – celkový počet listů a listová plocha, délka květenství, počet květů, délka stvolu).

Z meteorologických údajů byly pro každý rok užity průměrné měsíční srážky a teploty za období od června předchozího roku do května, kdy probíhal odečet na lokalitě. Z tohoto důvodu muselo být z analýz odstraněno první sledování z roku 2005, neboť pro rok 2004 potřebné meteorologické údaje nebyly získány.

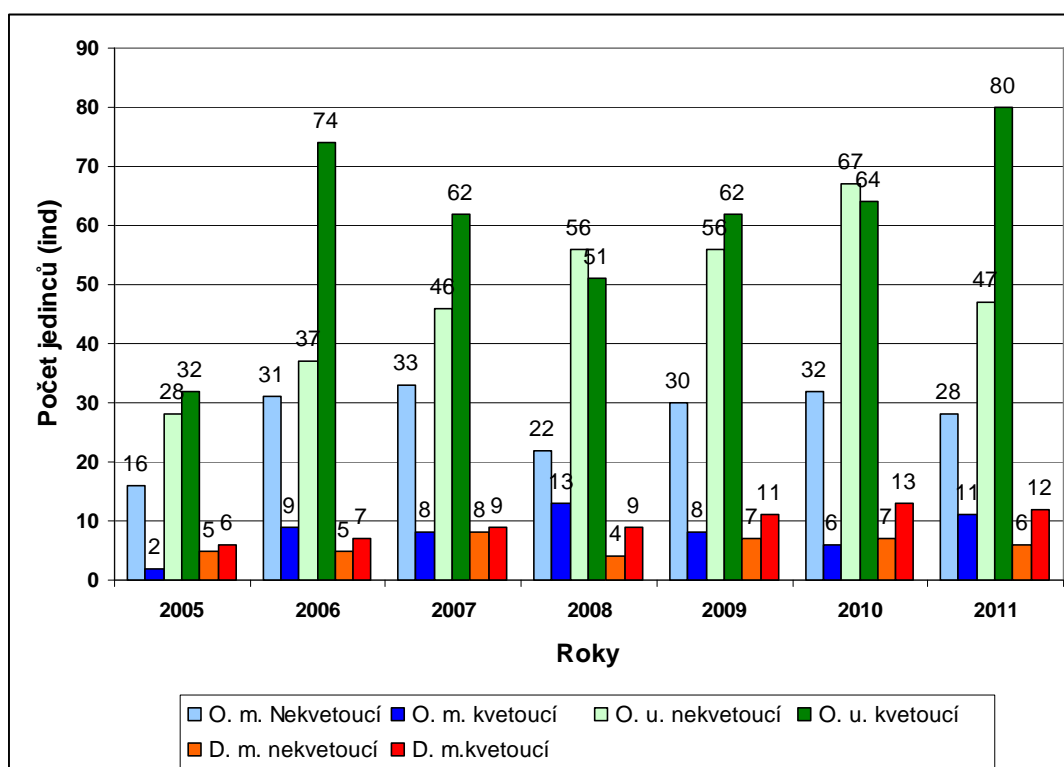
V případě druhu *Orchis mascula* byla sledována závislost všech biometrických dat u kvetoucích rostlin na meteorologických hodnotách teplot a srážek, dále na tom, zda rostlina kvetla i předchozího roku a také na její pozici na sledované ploše (označení 1 – 5). Tatáž analýza byla provedena i pro biometrické údaje, zjištěné na listech (resp. LA), kde mezi nezávislé proměnné byl přidán i údaj o tom, zda je rostlina kvetoucí a nebo sterilní.

U *O. ustulata* byla navíc provedena RDA analýza vlivu výše uvedených faktorů na velikost trsu (resp. počet prýtů). Pro potřeby analýz byl celý trs považován za jednoho jedince a pokud alespoň jedna rostlina v trsu kvetla, byl celý trs označen jako kvetoucí.

## 5. Výsledky

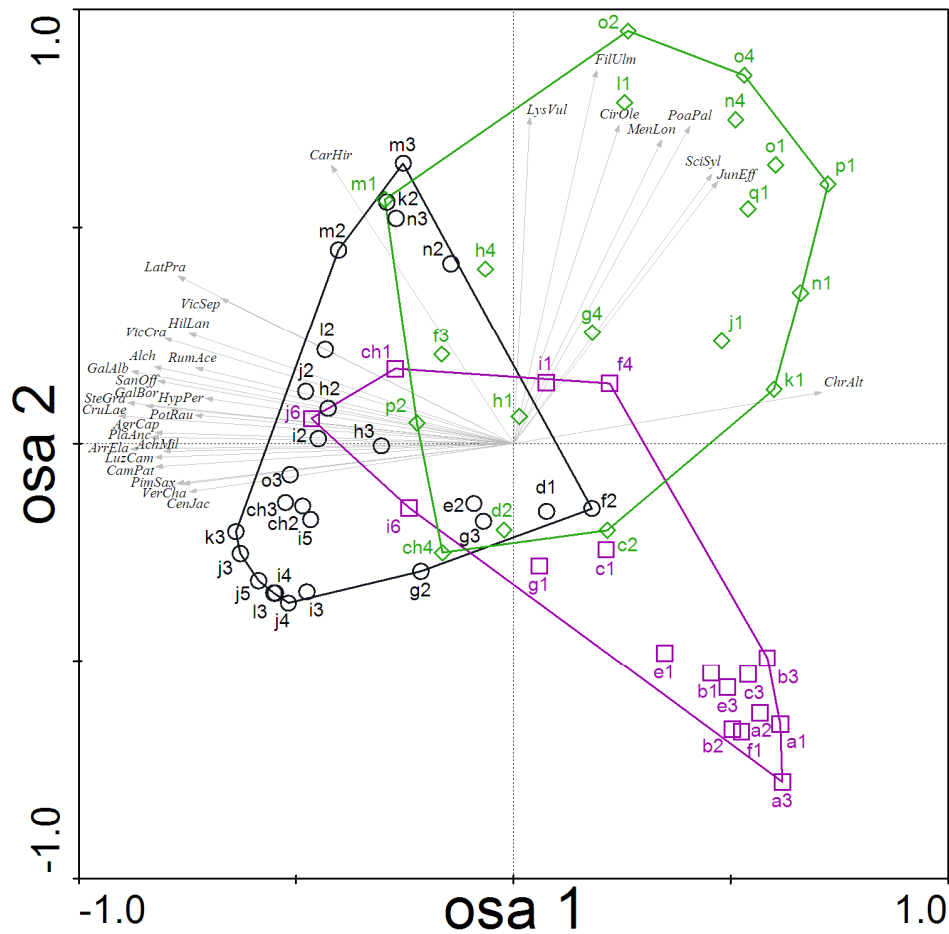
### 5.1. Početnosti jednotlivých druhů

U druhu *Orchis mascula* převažoval po celou dobu sledování (2005 - 2011) počet sterilních jedinců (16 – 33 ks), nad kvetoucími (2 -11ks). U druhu *Orchis ustulata* byl celková počet rostlin výrazně vyšší a kvetoucí rostliny (32 – 80 ks) převažovaly nad sterilními (28 – 67ks). U třetího druhu orchideje *Dactylorhiza majalis*, bylo rostlin velmi málo (4-7 sterilních a 6 – 13 kvetoucích), převažovali ale kvetoucí jedinci. Porovnání počtů a stav rostlin všech tří sledovaných druhů v jednotlivých letech je znázorněn na obr. 5.1.



Obr. 5.1: Počty rostlin v populacích všech tří sledovaných druhů a jejich rozlišení na sterilní a fertlní jedince v období 2005 – 2011 na lokalitě Peklo.

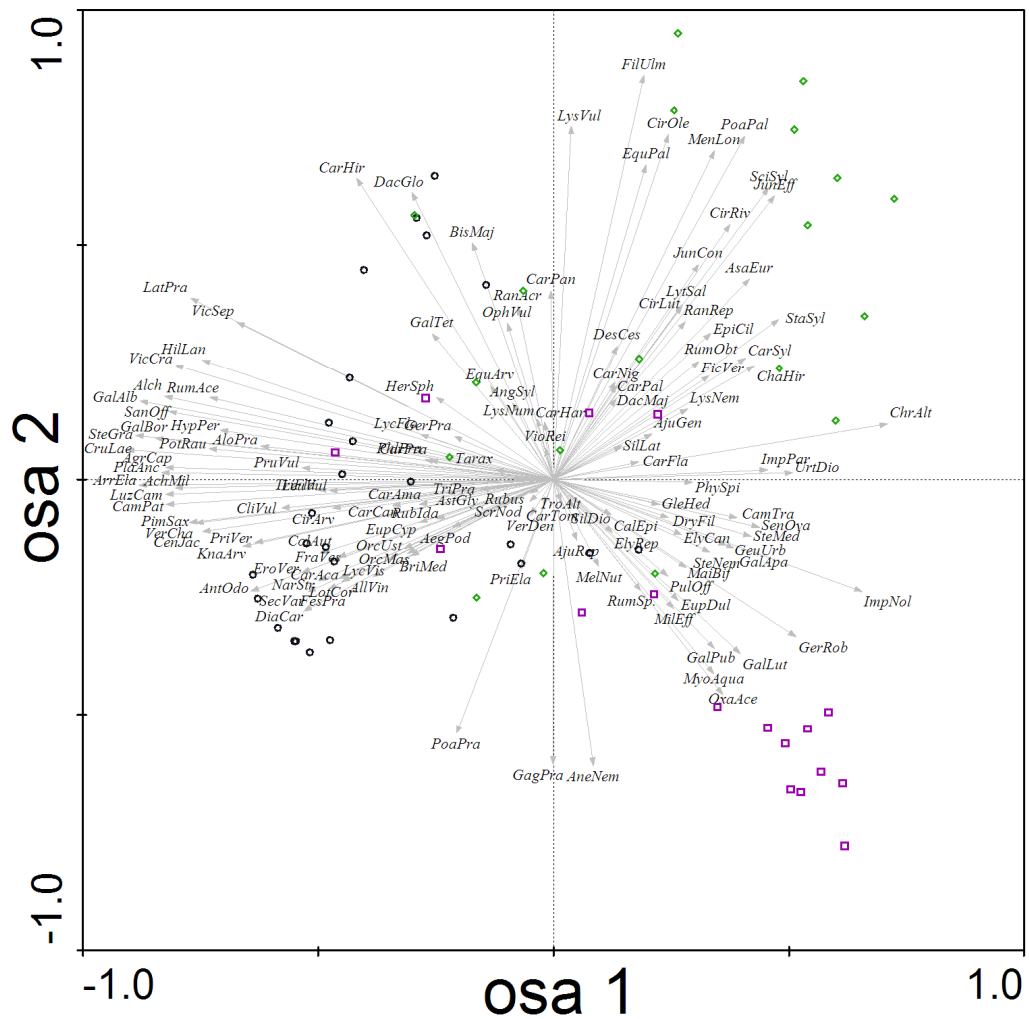
## 5.2. Fytcenologické snímky



Obr. 5.2: PCA analýza všech rostlinných druhů ve snímkových čtvercích na lokalitě Peklo v roce 2011. 1. a 2. ordinační osa (43,8% variability). Fialová oblast symbolizuje zastíněné čtverce, zelená čtverce podmáčené (s prameništěm) a černě označené čtverce jsou bez vlivu těchto dvou faktorů. 1. osa odpovídá rozdílu čtverců bez vlivu a s vlivem, 2. osa pak rozdílu mezi čtverci na prameništi a v zastínění.

Celá sledovaná plocha byla podle přítomných druhů analýzou PCA rozdělena na 3 oblasti, které se prolínají. Z analýzy vyplývá, že vyhotovené fytcenologické snímky se přirozeně seskupují podle tří faktorů. Na základě zastoupení jednotlivých druhů se dělí na podmáčená stanoviště s prameništěm, na zastíněné úseky a na stanoviště bez těchto dvou vlivů (obr. 5.2). Vyneseny jsou pouze druhy, jejichž přítomnost ve čtverci lze alespoň z 50% vysvětlit vlivem příslušného faktoru.

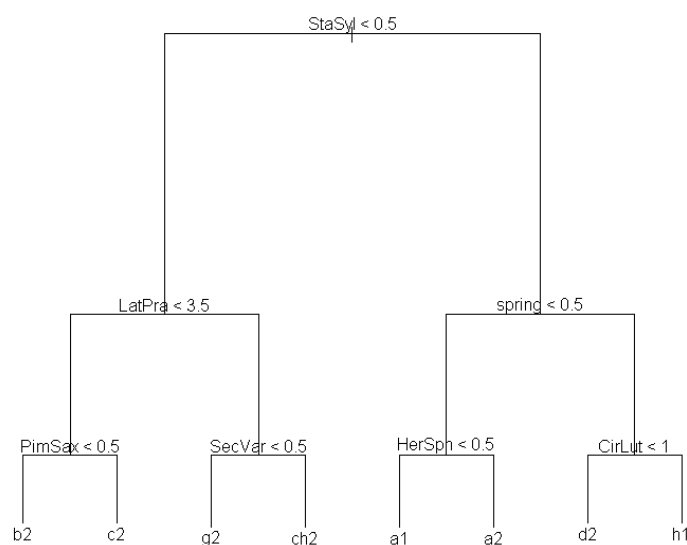




Obr. 5.3: – PCA analýza všech druhů zjištěných ve snímkovacích čtvercích na lokalitě Peklo v roce 2011. 1. a 2. ordinační osa (43,8% variability). Fialová oblast symbolizuje zastíněné čtverce, zelená čtverce podmačené (s prameništěm) a černě označené čtverce jsou bez vlivu těchto dvou faktorů. 1. osa odpovídá rozdílu čtverců bez vlivu a s vlivem, 2. osa pak rozdílu mezi čtverci na prameništi a v zastínění.

Z grafu 5.3 jsou znatelné charakteristické druhy jednotlivých stanovišť.

Zastíněná stanoviště jsou typická nepřítomností *Carex hirta* a přidružených druhů jako *Dactylis glomerata*. Prameništní stanoviště jsou typická přítomností zejména *Chrysosplenium alternifolium*, *Juncus effusus*, *Scirpus sylvaticus*, *Poa palustris*, *Mentha longifolia*, *Cirsium oleraceum*, *Filipendula ulmaria*, *Lysimachia vulgaris* a některých dalších druhů. Těžištěm početnosti druhů se jeví stanoviště bez vlivu prameniště nebo zastínění, kde je zastoupení druhů ve čtvercích značně uniformní. Nejvíce zastoupenými druhy jsou *Knautia arvensis*, *Dianthus carthusianorum*, *Luzula campestris*, *Briza media* nebo *Centaurea jacea*.



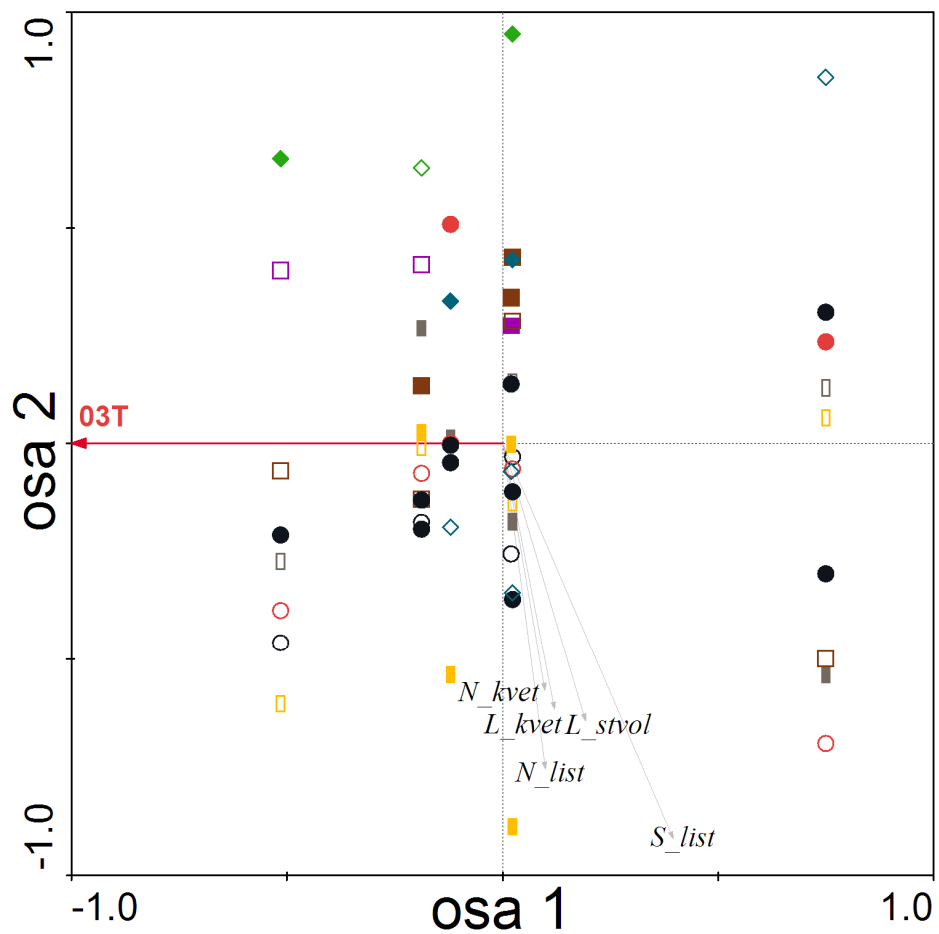
**Obr. 5.4: Klasifikační strom, naznačující klíčové druhy pro zařazení mapovacích čtverců do jednotlivých skupin. Klíčovým prvkem je přítomnost nebo nepřítomnost *Stachys silvestris* (StaSyl). Dále následují *Lathyrus pratensis* (LatPra) a přítomnost prameniště (spring). Konečné dělení je provedeno podle *Pimpinella saxifraga* (PimSax), *Securigera varia* (SecVar), *Heracleum sphondylium* (HerSph) a *Cirsium luteum* (CirLut)-**

Klasifikační strom na obr. 5.6 určil 8 skupin (pravděpodobnost celkového chybného určení 0,871 je dána větším počtem čtverců v jedné skupině), do kterých bylo možné rozřadit všechny sledované plochy. Zásadním dělicím faktorem byla přítomnost nebo nepřítomnost *Stachys silvestris* (StaSyl). Při absenci tohoto druhu byl dalším dělicím druhem *Lathyrus pratensis* (LatPra). Pokud nebyl tento druh na stanovišti, plochy se dělily podle *Pimpinella saxifraga* (PimSax), v opačném případě podle *Securigera varia* (SecVar). Ve druhé skupině ploch, kde byl *Stachys silvestris* nalezen, bylo dalším dělicím faktorem prameniště. Na čtvercích mimo prameniště se stal rozhodujícím *Heracleum sphondylium* (HerSph), na prameništích čtvercích *Cirsium luteum* (CirLut). V tabulce 5.1 jsou jednotlivé čtverce zařazené do skupin a uveden popis osmi nalezených stanovišť.

**Tab. 5.1: Rozdělení čtverců do jednotlivých skupin podle klasifikačního stromu. Růžově je označen prstnatec májový (*Dactylorhiza majalis*), modře vstavač mužský (*Orchis mascula*) a žlutě vstavač osmahlý (*Orchis ustulata*).**

Skupina čtverce	Další čtverce ve skupině	Popis stanoviště
<b>B2</b>	C1, D1, E1, F3, F4, G1, N4	Druhově bohatší degradovaná vegetace suchých stanovišť třídy Molinio-Arrhenatheretea – sv. Arrhenatherion a třídou Nardo-Callunetea – svazu Violion caninae
<b>C2</b>	E2, G3, H2, I3, I4, J4	Vyvinutá vegetace suchých stanovišť tvořena třídou Molinio-Arrhenatheretea – sv. Arrhenatherion
<b>G2</b>	CH3, I2, J2, K2, L2, M2, N3	Mírně degradovaná vegetace suchých stanovišť tvořena třídou Nardo-Callunetea – svazu Violion caninae
<b>CH2</b>	I5, J3, J5, K3, L3, O3, P2	Vyvinutá vegetace suchých stanovišť tvořena třídou Nardo-Callunetea – sv. Violion caninae
<b>A1</b>	A3, B1, C3, E3, F1, H3, M3	Druhově velmi chudá vegetace suchých degradovaných stanovišť třídy Molinio-Arrhenatheretea – sv. Arrhenatherion a třídou Nardo-Callunetea – svazu Violion caninae
<b>A2</b>	B3, F2, CH1, I1, I6, J6, N2	Degradovaná vegetace suchých stanovišť třídy Molinio-Arrhenatheretea – sv. Arrhenatherion a třídou Nardo-Callunetea – svazu Violion caninae
<b>D2</b>	G4, H4, CH4, M1, O2, O4	Vyvinutá mokřadní stanoviště tvořena vegetační třídou Molinio-Arrhenatheretea – podsvazu Calthenion
<b>H1</b>	J1, K1, L1, N1, O1, P1, Q1	Degradovaná mokřadní stanoviště tvořena vegetační třídou Molinio-Arrhenatheretea – podsvaz Filipendulenion

### 5.3. Vyhodnocení biometrických dat



Obr. 5.5: RDA vlivu klimatických charakteristik, plochy výskytu a kvetení na biometrické charakteristiky *Orchis mascula*.

1. a 2. kanonická osa (78,6% variability mezi rostlinami) .

03T – průměrná teplota v měsíci březnu (°C), N\_kvet – počet květů, L\_kvet – délka květenství (cm), L\_stvol – délka stvolu (cm), N\_list – počet listů, S\_list – plocha listů (cm<sup>2</sup>, plocha 1 – 5).

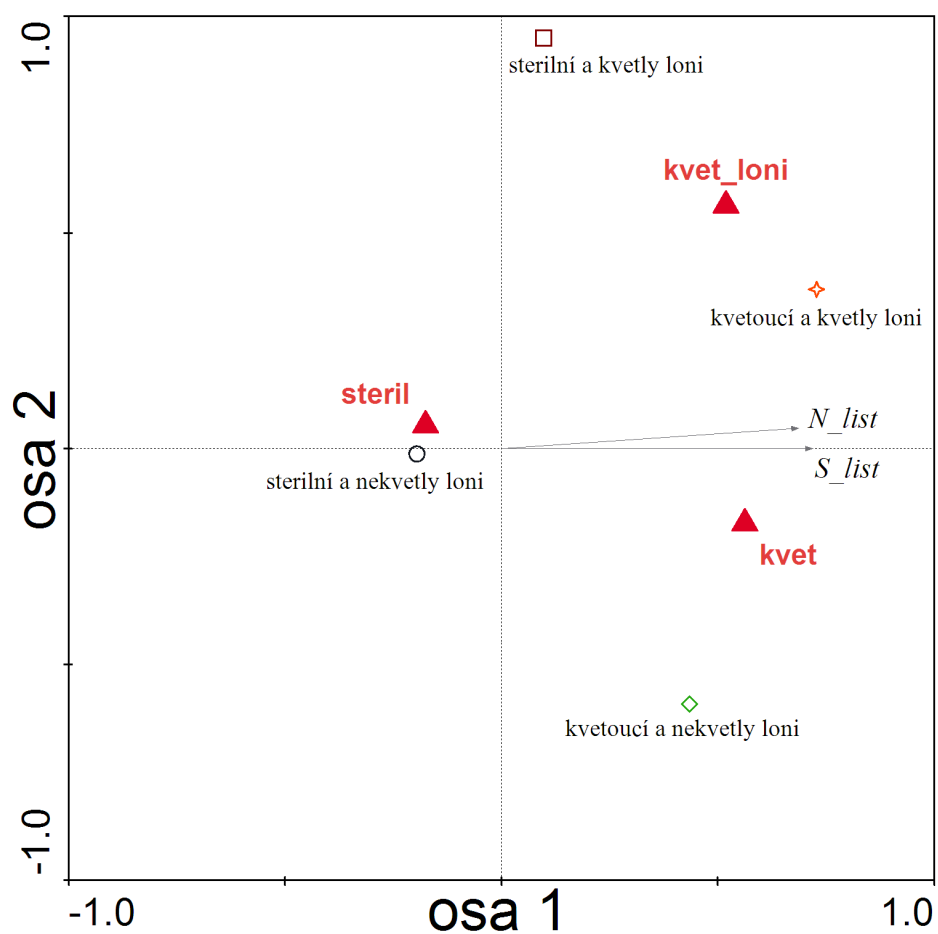
Osa 1 – průměrná teplota v březnu (°C), osa 2 – zbytková variabilita.

03T vysvětluje 14,2% variability v metrických datech. Jednotlivé symboly znázorňují konkrétní rostlinu v různých letech.

**Tab. 5.2: Průměrné naměřené hodnoty biometrických parametrů kvetoucích rostlin druhu *Orchis mascula* a průměrná březnová teplota (03T, °C) v jednotlivých letech**

Rok	03T	počet listů	plocha listů	délka stvolu	délka květenství	počet květů	Počet měřených jedinců
2005	1,3	6	91,3	41	11,5	20	2
2006	0	5,1	117,9	39,4	12,1	19,6	9
2007	6	4,8	88,3	37,3	10,4	17,6	8
2008	3,4	4,8	93,5	35,3	10,3	17,4	13
2009	4,1	4,5	90	33,6	10,1	16,5	8
2010	3,4	4,4	87,1	27,4	7,3	13,2	6
2011	4,4	4,4	84,6	33,2	9,7	17	11

U druhu *Orchis mascula* měla na vzrůstající hodnotu všech sledovaných biometrických charakteristik (počet květů a listů, LA (celková plocha listů), délka stvolu a délka květenství) u kvetoucích rostlin největší vliv průměrná teplota v březnu (trace = 0,142; F = 8,754, p = 0,004). S jejím poklesem sledované hodnoty rostly (obr. 5.5; tab. 5.2).

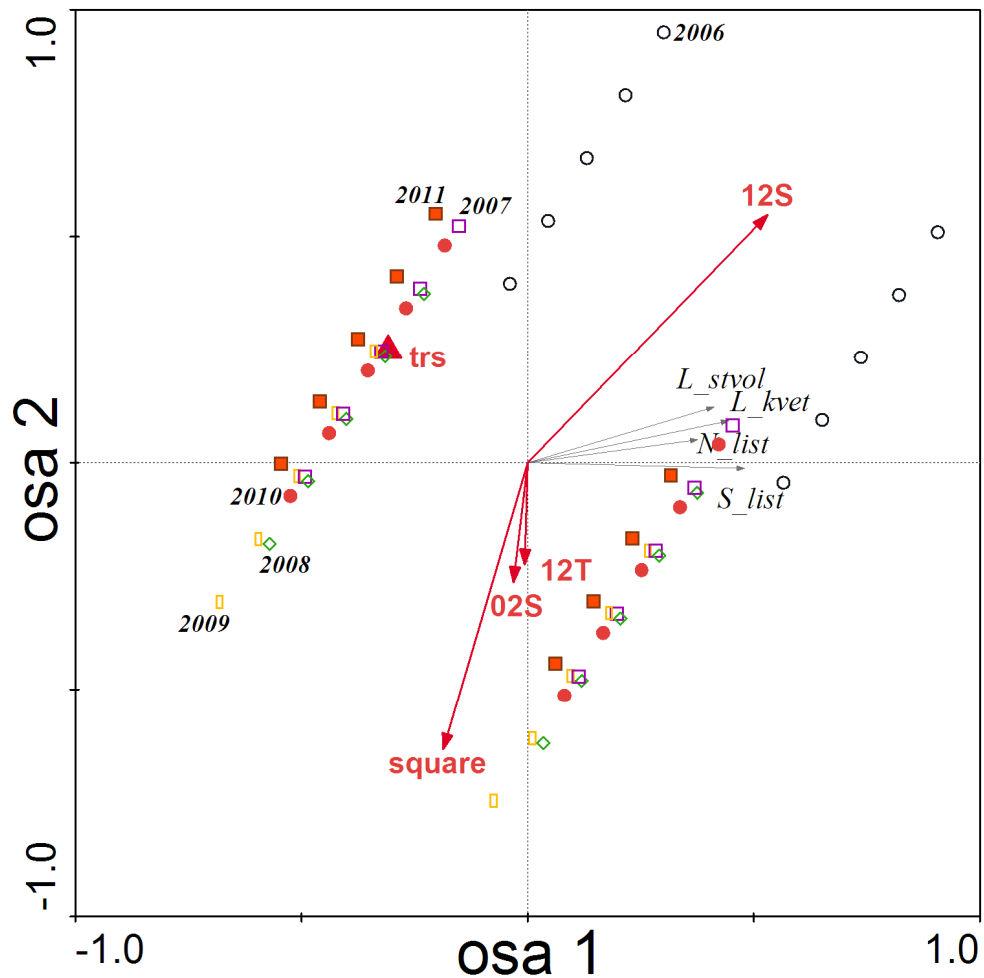


Obr. 5.6: RDA vlivu klimatických charakteristik, plochy výskytu a kvetení v roce sledování nebo v roce předchozím na biometrické charakteristiky *Orchis mascula*.

N\_list – počet listů, S\_list – plocha listů (cm<sup>2</sup>), steril – sterilní, kvet\_loni – rostliny kvetoucí loni, kvet – kvetoucí letos.

osa 1 - rozdíl mezi sterilními a kvetoucími či loni kvetoucími rostlinami a kvalita rostlin,  
osa 2 – zbytková variabilita. Tyto tři skupiny vysvětlují 51,8% variability v metrických datech mezi rostlinami.

Velikost a počet listů vykazoval významnou pozitivní korelaci s kvetením rostliny (trace = 0,518; F = 122,413, p = 0,001 – viz obr. 5.6). Pokud rostlina kvetla v roce předchozím nebo kvetla při odběru dat, listy byly výrazně větší než u rostlin sterilních (rostlina popsána jako „sterilní a nekvety loni“). Navíc kvetení ve dvou letech po sobě mělo ještě zesilující efekt na počet i plochu listů (označeno jako „kvetoucí a kvetly loni“).



Obr. 5.7: RDA vlivu klimatických charakteristik, plochy výskytu, trsovitosti a kvetení na biometrické charakteristiky *Orchis ustulata*.

1. a 2. kanonická osa (22,5% variability mezi rostlinami). 12S – průměrné srážky v prosinci (mm), 12T – průměrná teplota v prosinci (°C), 02S průměrné srážky v únoru (mm), square – umístění, L\_stvol – délka stvolu (cm), L\_kvet – délka květenství (cm), N\_list – počet listů, S\_list – plocha listů (cm<sup>2</sup>).

Osa 1 – kvalita rostlin a průměrné prosincové srážky a zároveň trsovitost, osa 2 – plocha výskytu rostliny a průměrné prosincové srážky. Zobrazené nezávislé proměnné vysvětlují 22,5% variability mezi plochami.

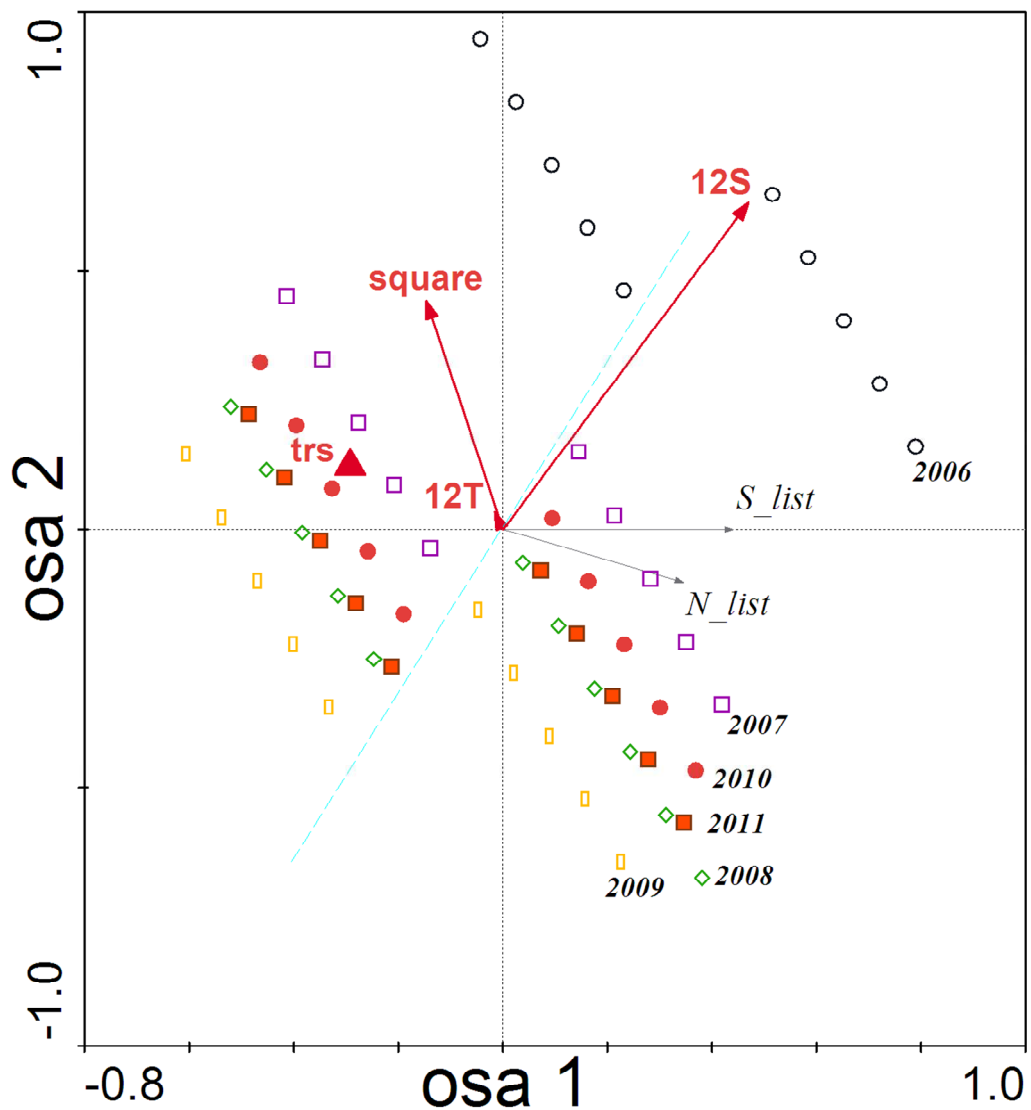
U druhu *Orchis ustulata* měl na kvalitu kvetoucí rostliny značný vliv její charakter (trace = 0,225, F = 15,274, p = 0,001 – viz obr. 5.7). Rostliny rostoucí v trsu byly převážně nekvetoucí, ale větší. Významnou pozitivní korelaci s délkou stvolu, délkou květenství, počtem a plochou listů vykazovaly průměrné srážky v prosinci (tab. 5.3). Mírně negativní korelaci vykazovaly tyto charakteristiky s průměrnými srážkami v únoru a průměrnou teplotou v prosinci. Vliv plochy výskytu

rostliny negativně koreloval s délkou stvolu, délkou květenství, počtem a plochou listů.

**Tab. 5.3: Průměrné naměřené hodnoty biometrických parametrů u druhu *Orchis ustulata*, průměrné srážky v prosinci (mm), průměrná teplota v říjnu (°C), KT – kvetoucí trs, ST – sterilní trs, KJ – kvetoucí jedinec, SJ – sterilní jedinec**

rok	stav	počet S výhonů v trsu	počet listů	plocha listů (cm <sup>2</sup> )	délka stvolu (cm)	délka květenství (cm)	srážky prosinec (12S)	teplota říjen (10T)
2005	KT		5	49,9	20,9	4,6		
2005	ST	2,2	0	0	0	0		
2005	KJ		5,1	56,5	22,2	5,6		
2005	SJ		2	23,5	0	0	3	10,1
2006	KT		4,8	50,7	22,7	5,4		
2006	ST	2	4,7	36	0	0		
2006	KJ		4,8	59,1	23,6	5,8		
2006	SJ		3,5	35,5	0	0	1,6	10,7
2007	KT		4,5	42,9	19,2	4,5		
2007	ST	1,6	4,4	40,9	0	0		
2007	KJ		5	49,9	19,7	4,9		
2007	SJ		4,8	46,8	0	0	1,7	7,8
2008	KT		4,1	36,7	17	4		
2008	ST	1,5	4,3	39	0	0		
2008	KJ		4,7	54	21,2	4,9		
2008	SJ		4,9	43,3	0	0	1,1	8,5
2009	KT		4	32,7	15,8	4		
2009	ST	1,6	4,2	32,1	0	0		
2009	KJ		4,5	46,6	18,9	4,7		
2009	SJ		5,2	49,8	0	0	1,8	7,7
2010	KT		4,3	37,6	17,4	4		
2010	ST	2	4,4	41,9	0	0		
2010	KJ		4,7	51,9	21,6	5,1		
2010	SJ		5,1	48,1	0	0	2,2	7,1
2011	KT		4,4	37,4	17,4	3,9		
2011	ST	1,5	4,5	37,8	0	0		
2011	KJ		4,8	50,6	20,9	4,6		
2011	SJ		5,1	46,9	0	0	2,5	8,5

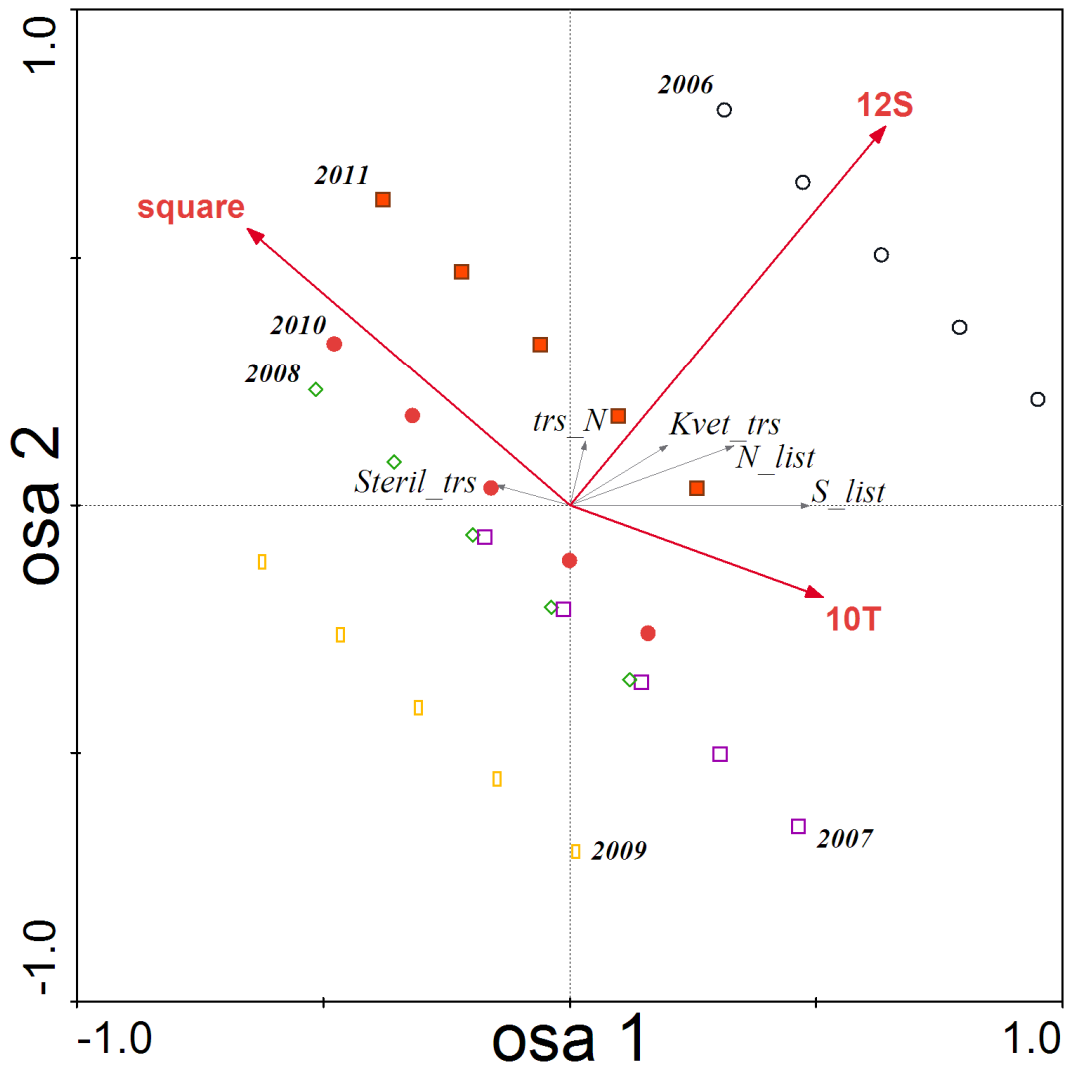




Obr. 5.8: RDA vlivu klimatických charakteristik, plochy výskytu, trsovitosti a kvetení na biometrické charakteristiky *Orchis ustulata*.

1. a 2. kanonická osa (19,5% variability mezi rostlinami). Modrá čára – hranice trsovitosti, vlevo od ní jsou rostliny v trsu.  $N\_list$  – počet listů,  $S\_list$  – plocha listů ( $cm^2$ ), 12S – průměrné srážky v prosinci (mm), 12T – průměrná teplota v prosinci ( $^{\circ}C$ ), square – plocha výskytu. Osa 1 - trsovitost, metrické charakteristiky a prosincové srážky, osa 2 – plocha výskytu rostliny a prosincové srážky. Zobrazené nezávislé proměnné vysvětlují 19,5% variability mezi plochami.

Na velikost a počet listů u kvetoucích i sterilních jedinců měla největší vliv trsovitost a dále průměrné množství srážek v prosinci a plocha výskytu rostliny (trace = 0,195;  $F = 20,857$ ;  $p = 0,001$ ). Čím byly prosincové srážky vyšší, tím větší plochy listů dosahovaly rostliny, plocha výskytu je naopak korelována negativně (tab. 5.3). Rostliny v trsu měly obecně počet i celkovou plochu listů menší. Viz obr. 5.8.



Obr. 5.9: RDA vlivu klimatických charakteristik, plochy výskytu a kvetení na biometrické charakteristiky trsů *Orchis ustulata*.

1. a 2. kanonická osa (23% variability mezi rostlinami). 12S – průměrné srážky v prosinci (mm), 10T – průměrná teplota v říjnu (°C), square – plocha výskytu trsu, steril\_trs – nekvetoucí trs, trs\_N – počet trsů, Kvet\_trs – počet květů v trsu, N\_list – počet listů, S\_list – plocha listů (cm<sup>2</sup>), Osa 1 – rozdíl mezi počtem a plochou listů a počtem sterilních rostlin v trsu a zároveň rozdíl mezi vlivem prosincových srážek a plochy výskytu, osa 2 – počet rostlin v trsu a průměrné teploty v říjnu (°C).

Na kvalitu rostlin rostoucích v trsu měla vliv lokalizace výskytu rostlin (sledované plochy 1 až 5) a průměrné srážky v prosinci (trace = 0,23; F = 15,309, p = 0,001). Vyšší průměrné prosincové srážky podporovaly počet kvetoucích rostlin v trsu. Počet sterilních rostlin v trsu byl více závislý i na ploše výskytu konkrétní rostliny.

Dalším faktorem byla i průměrná teplota v říjnu. Pokud bylo v říjnu chladno, rostliny měly více listů větší plochu listů a v trsu přibývalo sterilních rostlin oproti letům, kdy byl říjen teplý.

## 6. Diskuze

U druhu *Orchis mascula* se během prvního roku sledování (2005) ve velkém množství objevily nové semenáčky. To by mohla být možná reakce na provedené managementové zásahy v minulých letech (od roku 2001 mozaikový management na přelomu měsíce července a srpna, pokoseny vždy zhruba 2/3 plochy a 1/3 je ponechána ladem), jež vedly k rozvolnění lučního porostu.

Druh *Orchis ustulata* reagoval na tytéž provedené zásahy dokonce ještě výrazněji. Počet všech jedinců se za jediný rok (od roku 2005 do roku 2006) skokově zvýšil o 85 % (z 60 na 111 jedinců, viz obr. 5.1). To naznačuje přítomnost velkého množství sterilních, případně dormantních rostlin, které ve vhodných podmínkách přešly do kvetoucího, případně vegetačního stavu. Za celou dobu sledování však nebyl na lokalitě nalezen žádný semenáček tohoto druhu. Tak razantní početní nárůst populace tedy nemohl být způsoben vysemeněním rostlin. Nepřítomnost semenáčků by mohla také svědčit o nepřítomnosti dostatečného množství mykorrhizních hub, které jsou nutné pro úspěšné přežití protokormu.

Skutečností, podporující tuto domněnku, je i to, že na lokalitě druh *Orchis ustulata* neprodukuje téměř žádné tobolky se semeny. Možným vysvětlením je nízká aktivita nebo nepřítomnost opylovačů rostliny (mouchy kuklice, *Tachina magnicornis*). Další sledování by mělo být zaměřeno na zjištění stavů populace opylovače.

Druh *Dactylorhiza majalis* byla na počátku sledování téměř na pokraji vyhubení. Druh osidluje hlavně mokřadní společenstva na okrajích lokality, která byla nedostatečnou péčí degradována a postupně zarůstala náletem dřevin a agresivních druhů trav. Po managementových zásazích směřujících k obnově biotopů se počty rostlin tohoto druhu začínají pomalu zvyšovat.

Provedením fytocenologického snímkování byla potvrzena významnost diagnostických druhů pro určení typu společenstva rostlin. Lokalita byla analýzou snímků rozdělena do 8 různých typů stanovišť, což odpovídá i reálným podmínkám louky (viz obr. 9.1). Plocha vykazuje vysokou diverzitu rostlin, na malé rozloze (1,8 ha) je soustředěno poměrně velké množství různých typů rostlinných společenstev (viz tabulka 5.1).

Svým založením pokusu je předkládaná práce odlišná od většiny podobných studií, kde nebývají opakovaně pozorováni stejní jedinci. Ve většině případů jde o destruktivní metody (Dixon, 1991; Leeson et al, 1991), což zabraňuje opětovnému sledování té samé rostliny v následujících letech. U většiny druhů terestrických orchidejí byla prokázána nutnost dosažení určité velikosti listové plochy před vykvetením (Willems, 1982; Ipsier 2010).

Sledované kvetoucí rostliny druhu *Orchis mascula* měly větší délku květenství a větší listovou plochu i počet listů v roce, kdy byl březen chladnější. Pro oblast přírodní rezervace Peklo je právě v tomto období charakteristické srážkové minimum. Pokud je tedy teplota nižší, výpar vody je nižší a rostliny by mohly mít k dispozici více vody a proto lépe prospívat. Vliv počasí na velikost listové plochy u druhu *Dactylorhiza majalis* byl zkoumán v práci Janečkové et al (2005). Autorka ale uvádí, že velikost listové plochy druhu *D. majalis* počasím ovlivněna není, mnohem větší vliv měla velikost listové plochy předchozího roku. Z předkládané práce ale vyplynulo, že teplota v březnu rostliny ovlivňuje významně (viz tab. 5.2, obr. 5.5).

Velikost listové plochy a počet listů je pozitivně ovlivněna také kvetením, vliv přetrvává i do dalšího roku (obr. 5.6). Z bakalářské práce (Čepa, 2007) vyplynulo, že kvetení není pro rostlinu tak velkou zátěží. Z pokusu s kontrolními skupinami (skupina opylená 90 – 100% a skupina 0 – 10%), sledujícího vliv reprodukční zátěže, vyplynulo následující: vysoká produkce tobolek měla statisticky průkazný negativní vliv na procentuální zastoupení kvetoucích rostlin v následujícím roce a také na jejich biometrické parametry (počet a plocha listů, délka stvolu, délka květenství a počet květů). Na lokalitě Peklo jsem již od začátku pozoroval velice nízkou tvorbu tobolek. Tento fakt je možné vysvětlit zmíněnou nepřítomností opylovačů. Pokud rostlina tedy není opylená, semena se netvoří a kvetení samo o sobě není tak vyčerpávající a všechna energie může být použita pro tvorbu nové hlízy.

Pokud vstavač vykvete a neplodí ve dvou letech po sobě, efekt se ještě násobí, protože se rostlina nevyčerpává. Může tedy v dalším cyklu vytvořit více listů, větší listovou plochu z nahromaděné energie, nevyužité pro tvorbu tobolek.

Rostliny druhu *Orchis ustulata*, rostoucí v trsu, byly většinou menší než rostliny solitérní. Významný vliv na rostliny měla teplota v říjnu. Pokud klesala, následující jaro se v trsu objevilo větší množství nových sterilních jedinců. V září a říjnu tento druh zakládá své nové podzemní hlízy, nižší teplota tedy může iniciovat

buď tvorbu větší nové hlízy nebo více dceřinných hlíz, tedy více výhonů v trsu. Jako zásadní se ale jeví množství srážek v měsíci prosinci. Jestliže byla suma srážek v prosinci vysoká, trsy rostlin byly větší (bylo v nich více výhonů) a délka květenství byla větší.

Průkazný byl také vliv prosincové teploty a únorových srážek na biometrické parametry (počet a plocha listů, délka stvolu, délka květenství, tab. 5.3). Nízká teplota v prosinci a nízký souhrn únorových srážek způsobil, že hodnoty biometrických parametrů rostlin byly nižší.

Procházka (1980) uvádí, že vegetační období tohoto druhu probíhá od konce léta do počátku jara v chladnějším a vlhčím počasí. To souhlasí s předpokladem významnosti nízké říjnové teploty a vysokých prosincových srážek.

Vliv faktoru square (plocha 1 – 5) je možné vysvětlit vlivem managementových zásahů nebo lokálním mikrohabitatem.

Za celou dobu trvání pokusu byla dormance rostlin pozorována pouze v maximální délce jednoho roku u dvou sledovaných druhů (*Orchis mascula*, *O. ustulata*). Jestliže se vstavač po roční vegetační pauze neobjevil, do konce pokusu již nalezen nebyl. Není zcela jasné, jestli rostlina uhynula, nebo je pouze jednou nastartovaná dormance výrazněji delší, než se předpokládalo.

Pro objasnění tohoto problému by bylo vhodné ve sledování populace nadále pokračovat a pokusit se zachytit případné opětovné objevení rostlin.

## 7. Závěr:

Lokalita byla podrobně zmapována pomocí sítě fytoecologických snímků a biotopy byly následnou analýzou rozlišeny do osmi různých skupin – vyjmenujte je.

Byly zjištěny počty kvetoucích jedinců druhů *Orchis mascula*, *Orchis ustulata* a *Dactylorhiza majalis* v letech 2005 – 2011. Z nich vyplynulo, že velikosti populací všech sledovaných druhů orchidejí během tohoto období rostly. Toto zjištění naznačuje, že používaný mozaikový management s důrazem na ohrožené druhy rostlin i živočichů je úspěšný a perspektivní.

Pro druh *Orchis mascula* byla nalezena negativní korelace mezi průměrnou teplotou v březnu a mohutností rostliny (počtem listů, velikostí listové plochy, délkou květenství, počtu květů, délkou stvolu). Čím byl březen chladnější, tím měly rostliny větší květenství a více listů. Pokud nedojde k reprodukční zátěži, kvetení pozitivně ovlivňuje velikost listů, která přetrvává i do dalšího roku a pokud rostlina znovu vykvete, celý efekt se ještě násobí.

Rostliny *Orchis ustulata* (i jejich listy) rostoucí v trsu byly obecně menší než soliterně rostoucí rostliny. Byly ale větší, pokud byly srážky v prosinci hojnější. Velikost rostlin naopak lehce klesala s klesajícími únorovými srážkami a/nebo prosincovými teplotami.

S klesající teplotou v říjnu stoupal počet sterilních jedinců, zatímco počet kvetoucích jedinců přibýval s nárůstem srážek v prosinci. Celkově lze konstatovat, že rostlina bude spíše sterilní, pokud není v trsu a pokud prosinec byl chudší na srážky.

## 8. Literatura

- Ackerman, J. D. (1986): Mechanisms and evolution of food-deceptive pollination systems in orchids. *Lindleyana* 1: 108-113.
- Ackerman, J. D., Montalvo, A. M. (1990): Short- and long-term limitation to fruit production in a tropical orchid. *Ecology* 71: 263-272.
- Arditti, J. (1992): *Fundamentals of orchid biology*. J. Wiley & Sons, New York.
- Bartareau, T. (1995): Pollination limitation, costs of capsule production and the capsule-to flower ratio in *Dendrobium monophyllum* F. Muell (Orchidaceae). *Australian Journal of Ecology* 20: 257-265.
- Beck, C. B. (1976): *Origin and Early Evolution of Angiosperms*. Columbia University Press, New York.
- Brzosko, E. (2003): The dynamics of island populations of *Platanthera bifolia* in the Biebrza National Park (NE Poland). *Annales Botanici Fennici* 40: 243-253.
- Burquez, A., Corbet, S. A. (1991): Do flowers reabsorb nectar? *Functional Ecology* 5: 369-379.
- Calvo, R. N., Horvitz, C. C. (1990): Pollinator limitation, cost of reproduction, and fitness in plants: a transition-matrix demographic approach. *American Naturalist* 136: 499-516.
- Calvo, R. N. (1993): Evolutionary demography of orchids: intensity and frequency of pollination and the cost of fruiting. *Ecology* 74: 1033-1042.
- Crane, P. R., Friis, E. M., Pederson, K. R. (1995): The origin and early diversification of angiosperms. *Nature* 374: 27-33.
- Čepa, L. (2003): Vstavač osmahlý na Novoměstsku. In: Kučerová, E. (ed): *Panorama. – z přírody, historie a současnosti Orlických hor a podhůří* 11: 93 – 94.
- Čepa, L. (2007): *Náklady na reprodukci a tvorbu nektaru u vstavačovitých*. Msc. Akademická knihovna Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích. Vedoucí práce J. Jersáková.
- Darwin, C. (1862): *The various contrivances by which orchids are fertilized by insect*. London Ed. I. (Ed. II., 1890).



- Dixon, K. (1991): Seeder/clonal concepts in Western Australian orchids. In: Wells, T. C. E., Willems, J. H. (eds): Population Ecology of Terrestrial Orchids. SPB Academic Publishing bv, The Hague.
- Dressler, R. L. (1968): Pollination by euglossine bees. *Evolution* 22: 202-210.
- Dressler, R. L. (1981): The Orchids: Natural History and Classification. Harvard University Press, Cambridge.
- Dressler, R. (1993): Phylogeny and classification of the orchid family. Dioscorides Press, Cambridge.
- Dykyjová, D. (2003): Ekologie středoevropských orchidejí. Kopp, České Budějovice.
- Faltys V. (1993): Přehled vyhynulých, nezávěstných a ohrožených taxonů cévnatých rostlin na území východních Čech. – Český ústav ochrany přírody, středisko Pardubice, Pardubice.
- Gerža, M. (2001): Pekelské údolí (H0003), závěrečná textová zpráva k mapování biotopů soustavy Natura 2000 a Smaragd. – Ms., (depon. In: Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky), Praha.
- Gillman, M. P., Dodd, M. E. (1998): The variability of orchid population size. *Botanical Journal of the Linnean Society* 126: 65-74.
- Harder L. D., Barrett S. C. H. (1992): The energy cost of bee pollination for *Pontederia cordata* (Pontederiaceae). *Functional Ecology* 6: 1-7.
- Holub, J. Procházka, F. (2000): Red list of vascular plants of the Czech Republic. *Preslia* 2-4: 187-230.
- Hutchings, M. J. (1987a): The population biology of the early spider orchid, *Ophrys sphegodes* Mill. I. A demographic study from 1975 to 1984. *Journal of Ecology* 75: 711-727.
- Hutchings, M. J. (1987b): The population biology of the early spider orchid, *Ophrys sphegodes* Mill. II. Temporal patterns in behaviour. *Journal of Ecology* 75: 729-742.
- Hutchings, M. J., Mendoza, A., Havers, W. (1998): Demographic properties of an outlier population of *Orchis militaris* L. (Orchidaceae) in England. *Botanical Journal of the Linnean Society* 126: 95-107.
- Ipser, Z. (2010): Využití obrazové analýzy při monitoringu kriticky ohroženého druhu *Spiranthes spiralis*. Msc. Akademická knihovna Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích. Vedoucí práce Z. Balounová

- Jacquemyn, H., Brys, R., Hermy, M., Willems, J. H. (2007): Long-term dynamics and population viability in one of the last populations of the endangered *Spiranthes spiralis* (Orchidaceae) in the Netherlands. *Biological Conservation* 134: 14-21.
- Janečková, P., Wotavová, K., Schödelbauerová, I., Jersáková, J., Kindlmann, P. (2006): Relative effects of management and environmental conditions on performance and survival of populations of a terrestrial orchid, *Dactylorhiza majalis*. *Biological conservation*, 40 –49.
- Jatiová, M., Šmiták, J. (1996): Rozšíření a ochrana orchidejí na Moravě a ve Slezsku, Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky Praha, Brno.
- Jersáková, J., Johnson, S. D., Kindlmann, P. (2006): Mechanisms and evolution of deceptive pollination in orchids. *Biology Reviews* 81: 219-235.
- Jersáková, J., Kindlmann, P. (2004): Zásady péče o orchidejová stanoviště. Kopp, České Budějovice.
- Jeřábková, K. (2006): Výzkum ekologických nároků a optimálního managementu běloprstky bělavé (*Pseudorchis albida*). Praha.
- Johnson, S. D., Bond, W. J. (1997): Evidence for windspread pollen limitation of fruiting success in Cape wildflowers. *Oecologia* 109: 530-534.
- Jones, P. S. (1998): Aspects of the population biology of *Liparis loeselii* (L.) Rich. var. *Ovata* Ridd. ex Godfery (Orchidaceae) in the dune slacks of South Wales, UK. *Botanical Journal of the Linnean Society* 126: 123-139.
- Jongepierová, I., Jongepier, J. W. (2004): Botanický inventarizační průzkum nelesních chráněných území v CHKO Bílé Karpaty. Část 2.: okolí Horního Němčí. *Příroda* 2: 15-37.
- Koopowitz, H., Marchant, T. A. (1998): Postpollination nectar reabsorption in the African epiphyte *Aerangis verdickii* (Orchidaceae). *American Journal of Botany* 85: 508-512.
- Koopowitz, H., Lavarack, P. S., Dixon, K. W. (2003): The nature of threats to orchid conservation. In: Dixon, K. W., Kell, S. P., Barrett, R. L., Cribb P. J.(eds): *Orchid Conservation*. Natural History Publications, Kota Kinabalu, Sabah, 25-42.
- Kubát a kol. (2002): Klíč ke květeně ČR, Academia, Praha.

- Kubát, K. (2010): 15. *Dactylorhiza* NEVSKI – prstnatec. In: Chrtek, J. jun., Kaplan, Z., Štěpánková J. (eds): Květena České republiky 8, , Academia, Praha, 502 – 523.
- Kubát, K. (2010): 17. *Orchis* L. – vstavač. In: Chrtek, J. jun., Kaplan, Z., Štěpánková J. (eds): Květena České republiky 8, , Academia, Praha, 524 – 541.
- Kull, T., Kull, K. (1991): Preliminary results from a study of populations of *Cypripedium calceolus* in Estonia. In: Wells, T. C. E., Willems, J. H. (eds): Population Ecology of Terrestrial Orchids. SPB Academic Publishing by, The Hague, 69-76.
- Leeson, E., Haynes, C., Wells, T.C.E. (1991): Studies of the phenology and dry matter allocation of *Dactylorhiza fuchsii*. In: Wells, T.C., Willems, J.H. (eds.):, Population Ecology of Terrestrial Orchids. SPB Academic Publishing, The Hague, 125–138.
- Light, M. H. S., MacConaill, M. (2006): Appearance and disappearance of a weedy orchid, *Epipactis helleborine*. *Folia Geobotanica* 41 (1): 77-93.
- Lloyd, D. G. (1980): Sexual strategies in plants. I. An hypothesis of serial adjustment of maternal investment during one reproductive session. *New Phytologist* 86: 81-92.
- Lovett-Doust, J., Lovett-Doust, L. (1988): Plant reproductive ecology: patterns and strategies. Oxford University Press, New York.
- Luyt, R., Johnson, S. D. (2002): Nectar reabsorption in an epiphytic orchid and its consequences for reproductive success. *Biotropica* 34: 442-446.
- Mattila, E., Kuitunen, M. T. (2000): Nutrient versus pollination limitation in *Platanthera bifolia* and *Dactylorhiza incarnata* (*Orchidaceae*). *Oikos* 89: 360-366.
- Melendez-Ackerman, E. J., Ackerman, J. D., Rodriguez-Robles, J. A. (2000): Reproduction in an orchid can be resource-limited over its lifetime. *Biotropica* 32: 282-290.
- Mikeska, M. (2004): Plán péče pro přírodní rezervaci Peklo na období 2005–2014. Ms. s. X (depon. in: Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky), Pardubice.
- Mládek, J. (ed.) (2005): Pastva jako prostředek údržby trvalých travních porostů v CHKO, Závěrečná zpráva z projektu VaV/620/11/03 (dep. Správa CHKO Bílé Karpaty), Veselí nad Moravou.

- Münzbergová, Z., Ehrlén, J. (2005): How best to collect demographic data for population viability analysis models. *Journal of Applied Ecology* 42: 1115-1120.
- Nash, N., La Croix, I. (2007): *Orchideje*. Computer Press, Brno.
- Neiland, M. R. M., Wilcock, C. C. (1998): Fruit set, nectar reward, and rarity in the *Orchidaceae*. *American Journal of Botany* 85: 1657-1671.
- Petříček (ed.) (1999): *Péče o chráněná území I. Nelesní společenstva*. AOPK ČR, Praha.
- Prach, K. (2001): *Úvod do vegetační ekologie (Geobotaniky)*. 1. vydání – Jihočeská univerzita, Biologická fakulta, České Budějovice.
- Primack, R. B., Hall, P. (1990): Cost of reproduction in the pink lady's slipper orchid: a four year experimental study. – *American Naturalist* 136: 638-656.
- Primack, R. B., Stacy, E. (1998): Cost of reproduction in the pink lady's slipper orchid (*Cypripedium acaule*, *Orchidaceae*): an eleven-year experimental study of three populations. *American Journal of Botany* 85: 1672-1679.
- Procházka, F., Velíšek, V. (1983): *Orchideje naší přírody*. Academia, Praha.
- Průša, D. (2005): *Orchideje České republiky*. Computer press, Brno.
- Pyke, G. H. (1991): What does it cost a plant to produce floral nectar? *Nature* 350: 58-59.
- Reinhammar, L. -G., Olsson, E. G. A., Sørmealand, E. (2002): Conservation biology of an endangered grassland plant species, *Pseudorchis albida*, with some references to the closely related alpine *P. straminea* (*Orchidaceae*). *Botanical Journal of the Linnean Society* 139: 47-66.
- Rydlo, J. (1995): Long-term observation of the *Epipactis albensis* population of the permanent plot in the Libický luh floodplain forest. *Muzeum a současnost, Serie Natur* 9: 81-98.
- Rydlo, J. (2000): Historie péče o lokalitu (*in verb.*).
- Samková, V. (1999): Příspěvek k rozšíření některých vzácných a ohrožených druhů rostlin ve východních Čechách. – *Acta Musei Reginaehradecensis* 27:19-74
- Shefferson, R. P. (2002): Dormancy and survival in rare terrestrial orchids. In: Kindlmann, P., Willems, J. H., Whigham, D. F. (eds): *Trends and fluctuations and underlying mechanisms in terrestrial orchid populations*. Backhuys Publisher, Leiden. 53-64.

- Shefferson, R. P., Sandercock, B. K., Proper, J., Beissinger, S. R. (2001): Estimating dormancy and survival of a rare herbaceous perennial using mark-recapture models. *Ecology* 82 (1): 145-156.
- Snow, A. A. & Whigham, D. F. (1989): Costs of flower and fruit production in *Tipularia discolor* (*Orchidaceae*). *Ecology* 70: 1286-1293.
- Southwick E. E. (1984): Photosynthate allocation to floral nectar – a neglected energy investment. *Ecology* 65: 1775-1779.
- Stephenson, A. G. (1981): Flower and fruit abortion: proximate causes and ultimate functions. *Annual Review of Ecology and Systematics* 12: 253-279.
- Stpiczynska, M. (2003): Floral longevity and nectar secretion of *Platanthera chlorantha* (Custer) Rehb. (*Orchidaceae*). *Annals of Botany* 92: 191-197.
- Szentensi, Á. (2002): Insect-plant relationships – chance and necessity. *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae* 48: 55-71.
- Tali, K. (2002): Dynamics of *Orchis ustulata* populations in Estonia. In: Kindlmann, P., Willems, J. H., Whigham, D. F. (eds): Trends and fluctuations and underlying mechanisms in terrestrial orchid populations. Backhuys Publisher, Leiden, 33-42.
- Tamm, C. O. (1972): Survival and flowering of some perennial herbs. II. The behaviour of some orchids on permanent plots. *Oikos* 23: 23-28.
- Tamm, C. O. (1991): Behaviour of some orchid populations in a changing environment. Observations on permanent plots, 1943-1990. In: Wells, T. C. E., Willems, J. H. (eds): *Population Ecology of Terrestrial Orchids*. SPB Academic Publishing bv, The Hague, 1-13.
- TerBraak, C. J. F., Šmilauer, P. (2002): *CANOCO Reference Manual and CanoDraw for Windows User's Guide: Software for Canonical Community Ordination (versio 4.5)*. Ithaca, New York.
- Tremblay, R. L., Ackerman, J. D., Zimmerman, J. K., Calvo, R. N. (2005): Variation in sexual reproduction in orchids and its evolutionary consequences: a spasmodic journey to diversification. *Biological Journal of the Linnean Society* 84(1): 1-54.
- van der Cingel, N. A. (1995): *An atlas of orchid pollination. European orchids. A*. A.Belkema, Rotterdam.
- van der Pijl, L., Dodson, C. H. (1966): *Orchid flowers: their pollination and evolution*. Universitae Miami Press, Miami.

- Waite, S. (1989): Predicting population trends in *Ophrys sphegodes* Mill. In: Pritchard, H. W. (ed): Modern methods in orchid conservation: The role of physiology, ecology and management. Cambridge University Press, Cambridge, 117-126.
- Wells, T. C. E. (1967): Changes in a population of *Spiranthes spiralis* (L.) Chevall. At Knocking Hoe National Nature Reserve, Bedfordshire, 1962-65. *Journal of Ecology* 55: 83-99.
- Willems, J. H. (1982): Establishment and development of a population of *Orchis simia* Lamk. in the Netherlands, 1972 to 1981. *New Phytologist* 91: 757-765.
- Willems, J. H., Dorland, E. (2000): Flowering frequency and plant performance and their relation to age in the perennial orchid *Spiranthes spiralis* (L.) Chevall. *Plant Biology* 2: 344-349.
- Willems, J. H., Melser, C. (1998): Population dynamics and life-history of *Coeloglossum viride* (L.) Hartm.: an endangered orchid species in The Netherlands. *Botanical Journal of the Linnean Society* 126: 83-93.
- Zimmerman, J. K., Aide, T. M. (1989): Patterns of fruit production in a Neotropical orchid: pollinator vs. resource limitation. *American Journal of Botany* 76: 67-73.

## 9. Přílohy

**Obr. 9.1:** Rozložení jednotlivých fytoocenologických snímků na lokalitě Peklo.

**Obr. 9.2:** Průběh teplot a srážek v roce 2005

**Obr. 9.3:** Průběh teplot a srážek v roce 2006

**Obr. 9.4:** Průběh teplot a srážek v roce 2007

**Obr. 9.5:** Průběh teplot a srážek v roce 2008

**Obr. 9.6:** Průběh teplot a srážek v roce 2009

**Obr. 9.7:** Průběh teplot a srážek v roce 2010

**Obr. 9.8:** Průběh teplot a srážek v roce 2011

**Obr. 9.9:** Vstavač osmahlý, *Orchis ustulata* (2005, L. Čepa)

**Obr. 9.10:** Vstavač mužský, *Orchis mascula* (2009, L. Čepa)

**Obr. 9.11:** Prstnatec májový, *Dactylorhiza majalis* (2009, L. Čepa)

**Obr. 9.12:** Stav horní části lokality v roce 1999 (L. Čepa)

**Obr. 9.13:** Stav lokality na podzim 2010 (M. Tulachová)

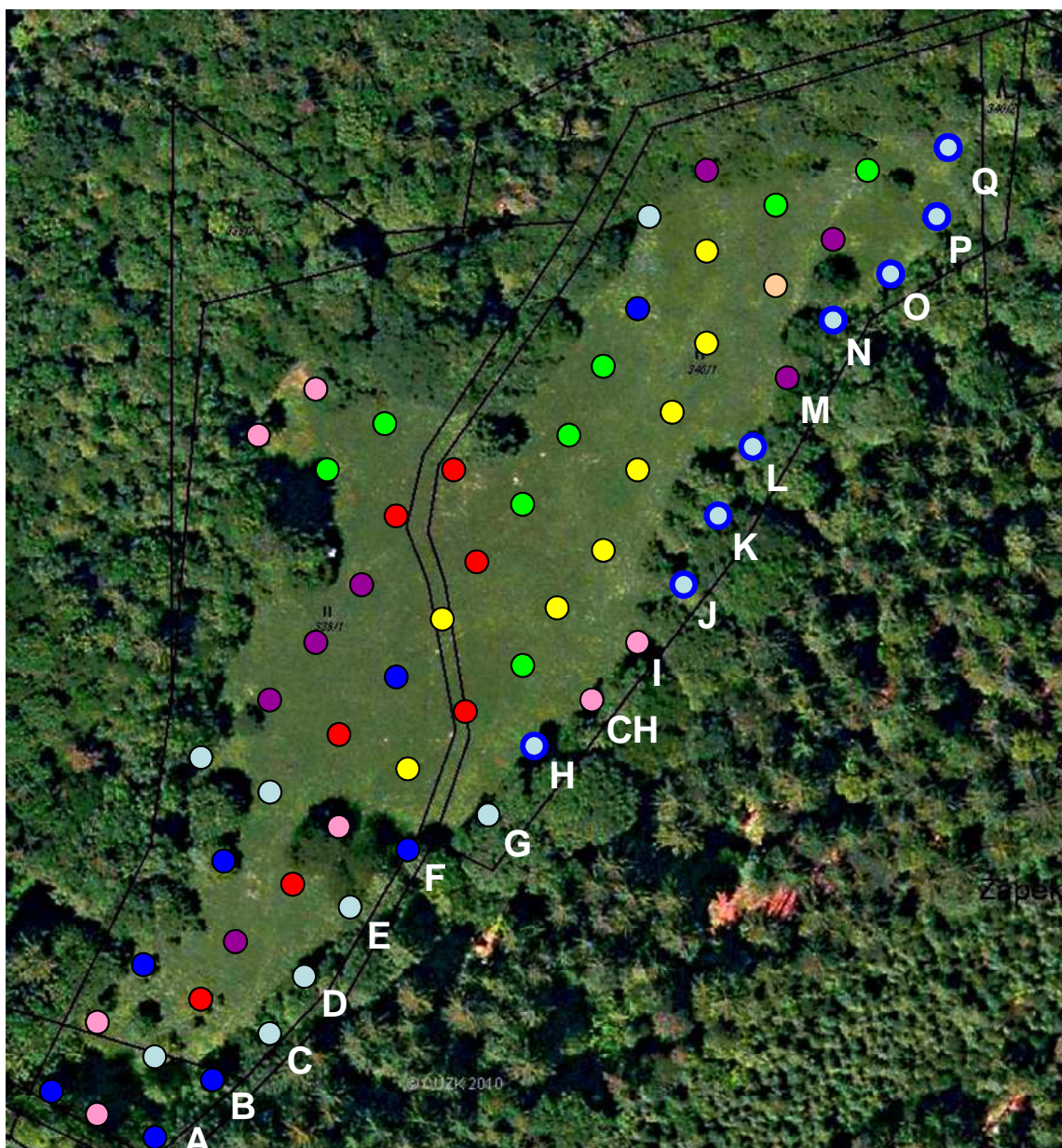
**Obr. 9.14:** Horní část lokality na podzim 2006 (L. Čepa)

**Tab. 9.1:** Průměrné naměřené biometrické parametry u druhu *Orchis mascula*

**Tab. 9.2:** Průměrné naměřené biometrické parametry u druhu *Orchis ustulata*

**Tab. 9.3:** Seznam zaznamenaných druhů na vstavačové louce na lokalitě Peklo

**Tab. 9.4:** Fytoocenologické snímky ze vstavačové louky na lokalitě Peklo z roku 2011 (CD)



Obr. 9.1: Rozložení jednotlivých fytoocenologických snímků na lokalitě Peklo. Číslování čtverců začínalo vždy z pravé strany. Různé barvy znázorňují různé typy biotopů (přesnější popis uveden v kapitole Výsledky, 5.1, Fytoocenologické snímkování, online <http://geoportal.gov.cz/web/guest/map>, 25.3.2011).

**Růžová** – Degradovaná vegetace suchých stanovišť

**Světle modrá** - Druhově bohatší degradovaná vegetace suchých stanovišť

**Červená** - Vyvinutá vegetace suchých stanovišť

**Tmavě modrá** - Druhově velmi chudá vegetace suchých degradovaných stanovišť

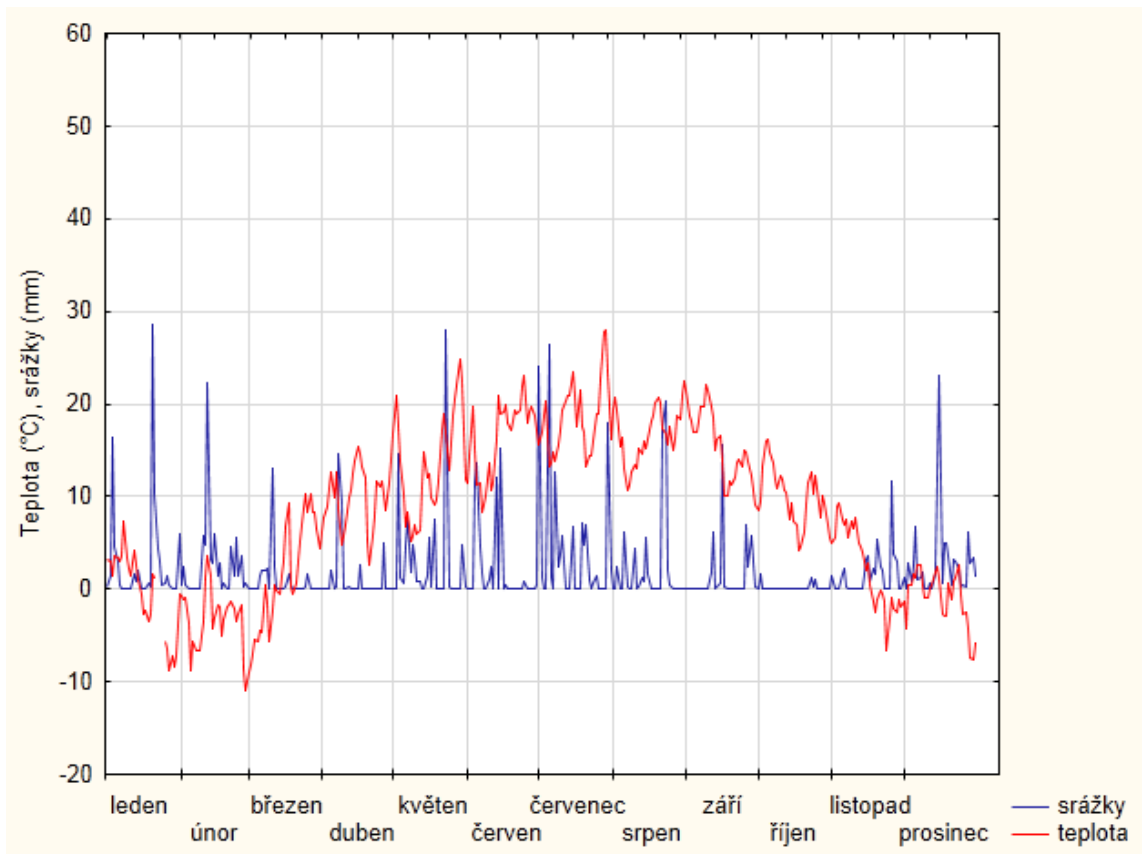
**Žlutá** – Mírně degradovaná vegetace suchých stanovišť

**Zelená** – Vyvinutá vegetace suchých stanovišť

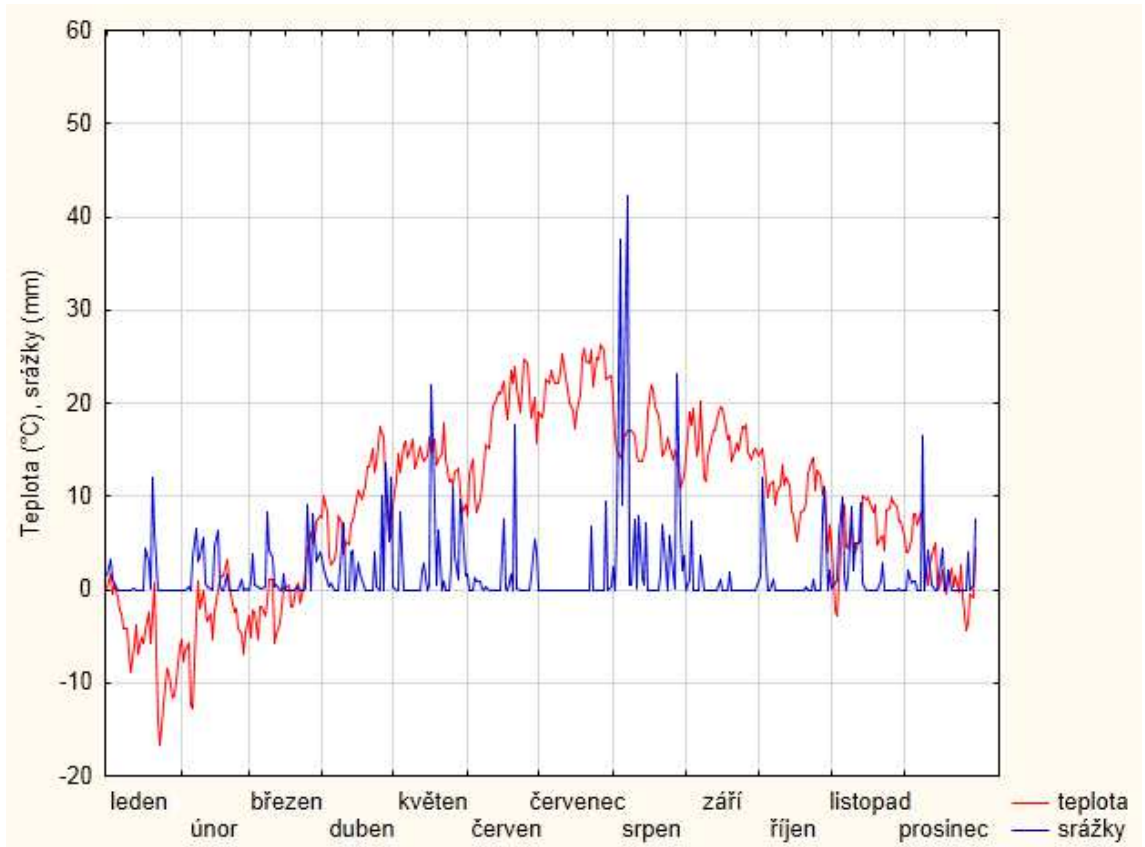
**Fialová** – Vyvinutá mokřadní stanoviště

**Ohraničená modrá** - Degradovaná mokřadní stanoviště

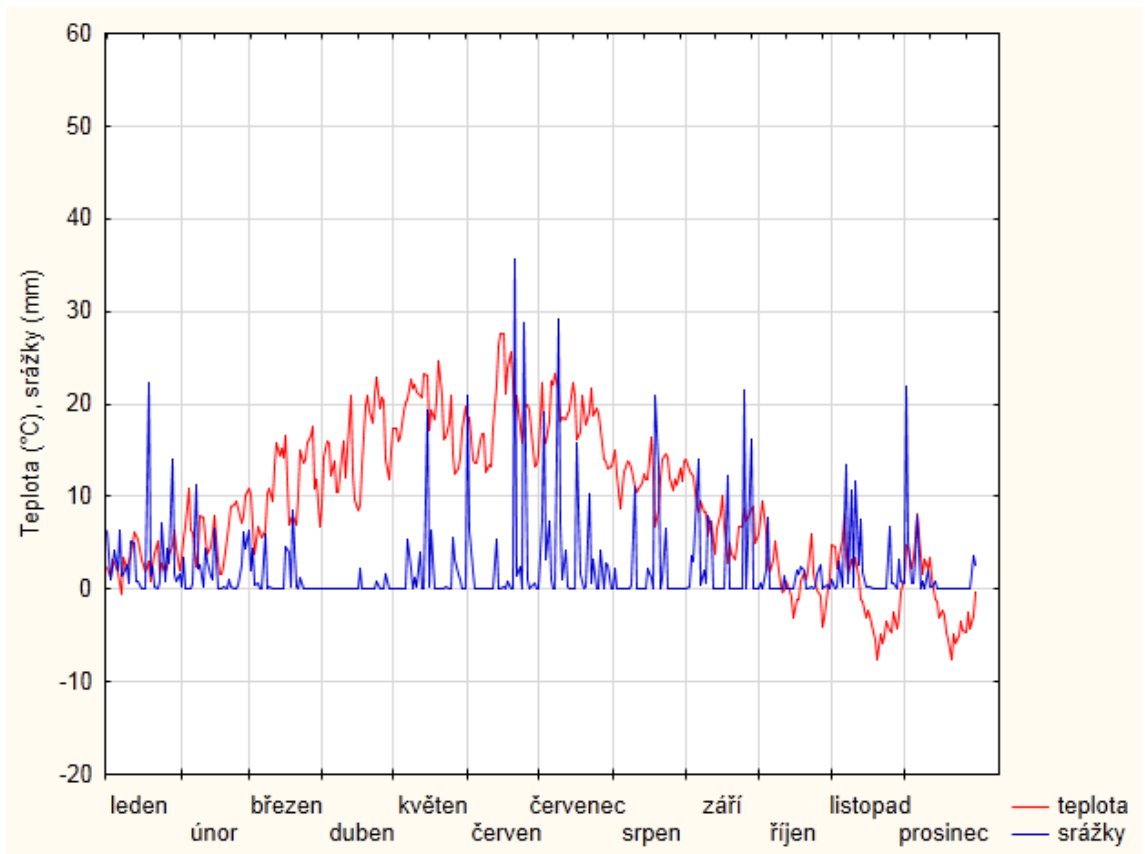




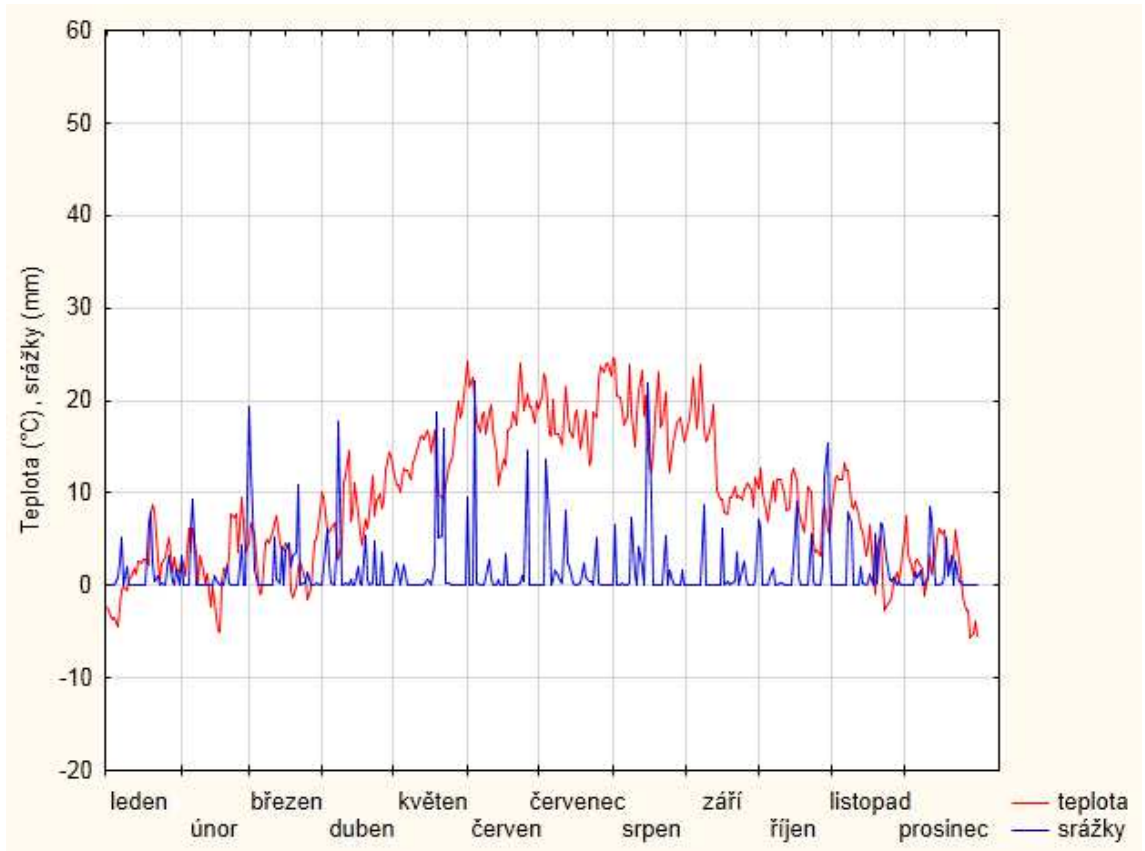
Obr. 9.2: Průběh teplot a srážek v roce 2005



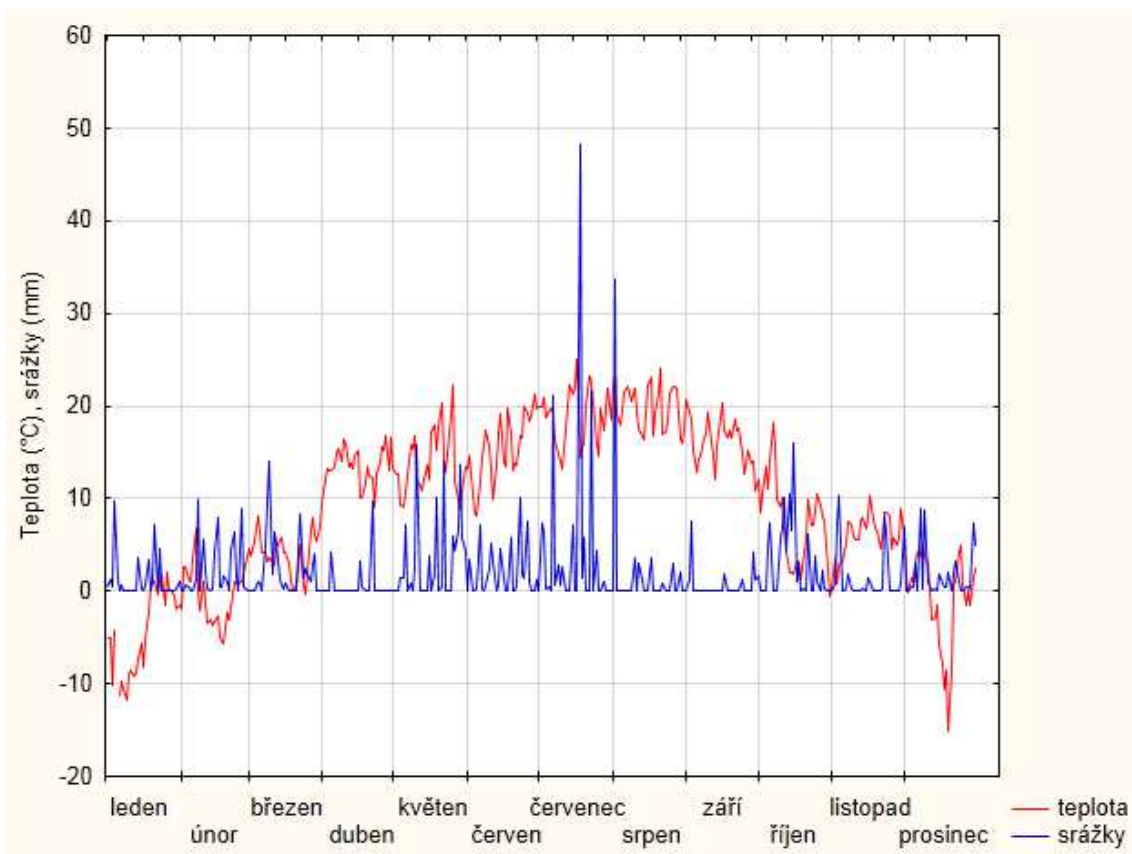
Obr. 9.3: Průběh teplot a srážek v roce 2006



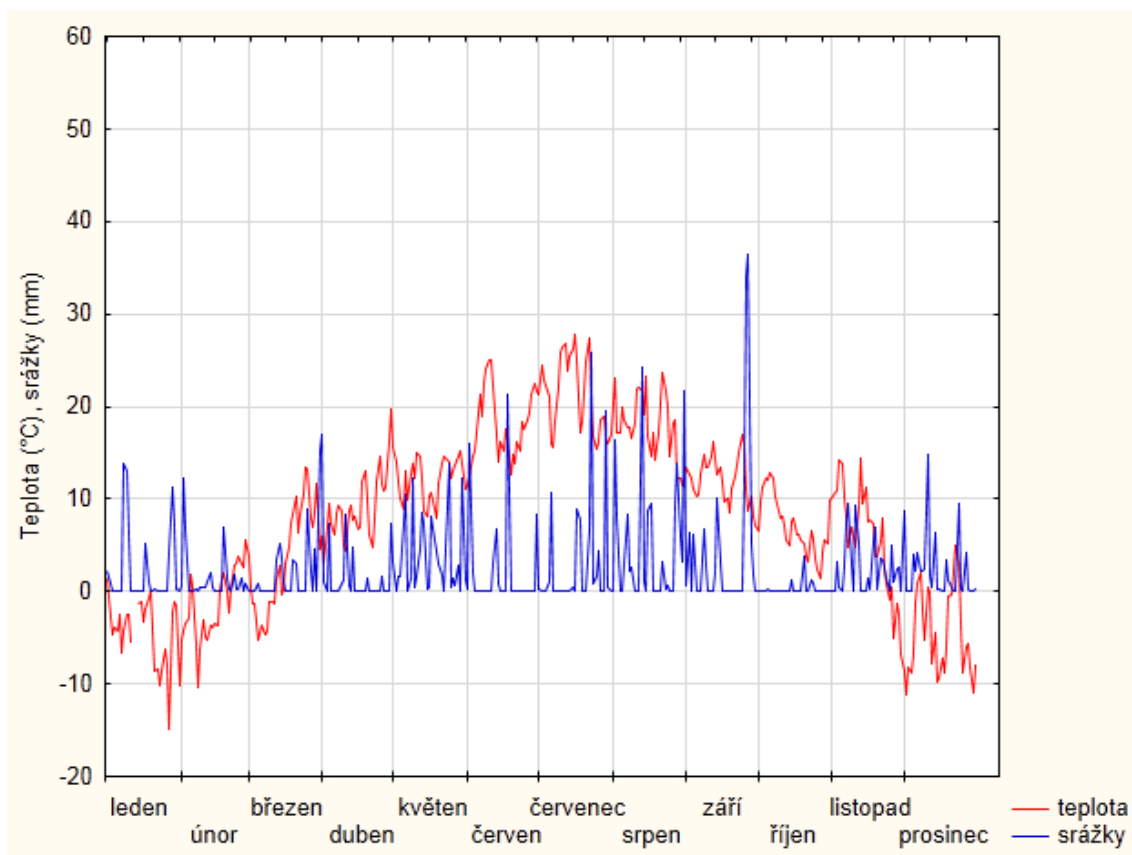
Obr. 9.4: Průběh teplot a srážek v roce 2007



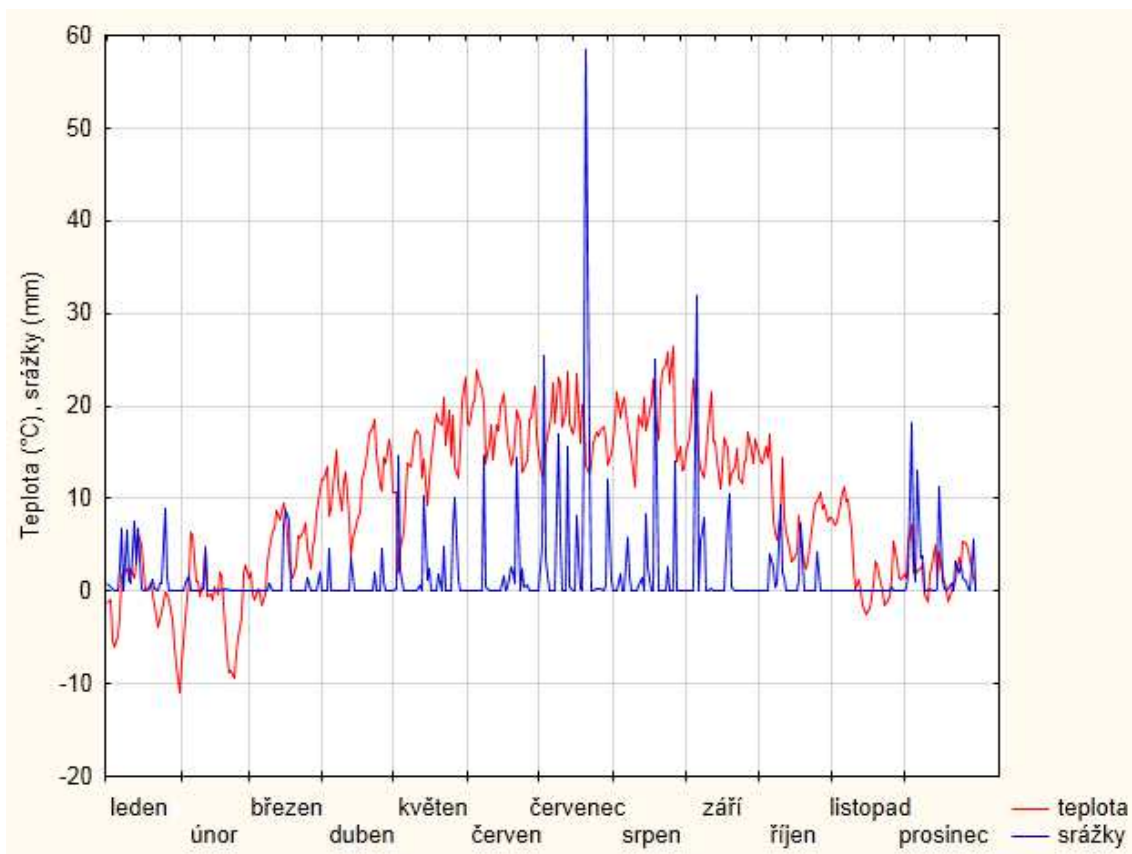
Obr. 9.5: Průběh teplot a srážek v roce 2008



Obr. 9.6: Průběh teplot a srážek v roce 2009



Obr. 9.7: Průběh teplot a srážek v roce 2010



Obr. 9.8: Průběh teplot a srážek v roce 2011



Obr. 9.9: Vstavač osmahlý, *Orchis ustulata* (2005, L. Čepa)



Obr. 9.10: Vstavač mužský, *Orchis mascula* (2009, L. Čepa)



Obr. 9.11: Prstnatec májový, *Dactylorhiza majalis* (2009, L. Čepa)



Obr. 9.12: Stav horní části lokality v roce 1999 (L. Čepa)



**Obr. 9.13: Stav lokality na podzim 2001 (M. Tulachová)**



**Obr. 9.14: Horní část lokality na podzim 2006 (L. Čepa)**



**Tab. 9.2: Průměrné naměřené biometrické parametry u druhu *Orchis ustulata* v letech 2005 – 2011. KT – kvetoucí trs, ST – sterilní trs, KJ – kvetoucí jedinec, SJ – sterilní jedinec**

rok	stav	počet listů	plocha listů (cm <sup>2</sup> )	délka stvolu (cm)	délka květenství (cm)
2005	KT	5	49,9	20,9	4,6
2005	ST	0	0	0	0
2005	KJ	5,1	56,5	22,2	5,6
2005	SJ	2	23,5		
2006	KT	4,8	50,7	22,7	5,4
2006	ST	4,7	36		
2006	KJ	4,8	59,1	23,6	5,8
2006	SJ	3,5	35,5		
2007	KT	4,5	42,9	19,2	4,5
2007	ST	4,4	40,9		
2007	KJ	5	49,9	19,7	4,9
2007	SJ	4,6	46,8		
2008	KT	4,1	36,7	17	4
2008	ST	4,3	39		
2008	KJ	4,7	54	21,2	4,9
2008	SJ	4,9	43,3		
2009	KT	4,1	32,7	15,8	4
2009	ST	4,2	32,1		
2009	KJ	4,5	46,7	19	4,7
2009	SJ	5,2	49,8		
2010	KT	4,3	37,6	17,4	4
2010	ST	4,4	41,9		
2010	KJ	4,7	51,9	21,6	5,1
2010	SJ	5,1	48,1		
2011	KT	4,4	37,4	17,4	3,9
2011	ST	4,5	37,8		
2011	KJ	4,8	50,6	20,9	4,6
2011	SJ	5,1	46,9		

Tab. 9.1: Průměrné naměřené biometrické parametry u druhu *Orchis mascula* v letech 2005 – 2011. K – kvetoucí rostliny, S – sterilní rostliny.

rok	stav	počet listů	plocha listů (cm <sup>2</sup> )	délka stvolu (cm)	počet květů	délka květenství (cm)
2005	K	6	91,3	41	20	11,5
2005	S	2	30,6			
2006	K	5,1	117,9	39,4	19,6	12,1
2006	S	1,4	13,6			
2007	K	4,8	88,3	37,3	17,7	10,4
2007	S	2,2	26,4			
2008	K	4,8	93,5	35,3	17,4	10,3
2008	S	1,8	20,6			
2009	K	4,5	90	33,6	16,5	10,1
2009	S	1,9	19,4			
2010	K	4,4	87,1	27,4	13,2	7,3
2010	S	2,5	35,1			
2011	K	4,4	84,6	33,2	17	9,8
2011	S	2,6	33,5			

Tab. 9.3: Seznam zaznamenaných druhů na vstavačové louce na lokalitě Peklo při sběru dat v roce 2011. Použitá nomenklatura dle Kubát a kol. (2002):

<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	javor klen
<i>Aegopodium podagraria</i> L.	bršlice kozí noha
<i>Achillea millefolium</i> L.	řebříček obecný
<i>Ajuga reptans</i> L.	zběhovec plazivý
<i>Ajuga genevensis</i> L.	zběhovec lesní
<i>Alchemilla</i> L. sp.	kontryhel
<i>Allium vineale</i> L.	česnek viniční
<i>Alnus glutinosa</i> /L./GAERTN	olše lepkavá
<i>Alopecurus pratensis</i> L.	psárka luční
<i>Anemone nemorosa</i> L.	sasanka hajní
<i>Angelica sylvestris</i> L.	děhel lesní
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.	tomka vonná
<i>Arrhenatherum elatius</i> (L.) J. Presl et C. Presl	ovsík vyvýšený
<i>Asarum europaeum</i> L.	kopytník evropský
<i>Briza media</i> L.	třeslice prostřední
<i>Calamagrostis epigejos</i> (L.) Roth	třtina křovištní
<i>Campanula patula</i> L.	zvonek rozkladitý
<i>Campanula rapunculus</i> L.	zvonek řepka
<i>Campanula rotundifolia</i> L.	zvonek okrouhlolistý
<i>Campanula trachelium</i> L.	zvonek kopřivolistý

<i>Cardamina amara</i> L.	řeřišnice hořká
<i>Cardamine pratensis</i> L.	řeřišnice luční
<i>Carex elata</i> All.	ostřice vyvýšená
<i>Carex pallescens</i> L.	ostřice bledavá
<i>Carex panicea</i> L.	ostřice prosová
<i>Carex hirta</i> L.	ostřice srstnatá
<i>Carex sylvatica</i> Huds.	ostřice lesní
<i>Carex tomentosa</i> L.	ostřice plstnatá
<i>Carex flava</i> L.	ostřice žlutá
<i>Carlina acaulis</i> L.	pupava bezlodyžná
<i>Centaurea jacea</i> L.	chrpa luční
<i>Cirsium arvense</i> /L./SCOP.	pcháč oset
<i>Cirsium oleraceum</i> /L./SCOP.	pcháč zelinný
<i>Cirsium heterophyllum</i> (L.) Hill	pcháč různolistý
<i>Colchicum autumnale</i> L.	ocún jesenní
<i>Coronilla varia</i> L.	čičorka pestrá
<i>Crepis paludosa</i> MOENCH	škarda bahenní
<i>Dactylis glomerata</i> L.	srha říznačka
<i>Dactylorhiza majalis</i>	prstnatec májový
<i>Deschampsia cespitosa</i>	metlice trsnatá
<i>Dianthus deltoides</i> L.	hvozdík kropenatý
<i>Elymus caninus</i> (L.) L.	pýrovník psí
<i>Equisetum arvense</i> L.	přeslička rolní
<i>Equisetum palustre</i> L.	přeslička bahenní
<i>Equisetum sylvaticum</i> L.	přeslička lesní
<i>Euphorbia cyparissias</i> L.	pryšec chvojka
<i>Erophila verna</i> (L.) DC.	osívka jarní
<i>Festuca pratensis</i> Huds.	kostřava luční
<i>Festuca rubra</i> L.	kostřava červená
<i>Ficaria verna</i> HUDS.	orsej jarní
<i>Filipendula ulmaria</i> /L./MAXIM	tužebník jilmový
<i>Fragaria vesca</i> L.	jahodník obecný
<i>Gagea lutea</i> KER-GAWL.	křivatec luční
<i>Galeopsis speciosa</i> MILL.	konopice zdobná
<i>Galium aparine</i> L.	svízel přítula
<i>Galium boreale</i> L.	svízel severní
<i>Galium cruciata</i> SCOP.	svízel křížatý
<i>Galium odoratum</i> /L./SCOP.	mařinka vonná
<i>Geranium pratense</i> L.	kakost luční
<i>Geranium robertianum</i> L.	kakost smrdutý
<i>Geum rivale</i> L.	kuklík potoční
<i>Glechoma hederacea</i> L.	popenec břechťanolistý
<i>Heracleum sphondylium</i> L.	bolševník obecný
<i>Holcus lanatus</i> L.	medyněk vlnatý
<i>Hypericum maculatum</i> CRANTZ	třezalka skvrnitá
<i>Hypericum perforatum</i> CRANTZ	třezalka tečkovaná
<i>Chaerophyllum hirsutum</i> L.	krabilice chlupatá
<i>Chrysosplenium alernifolium</i> L.	mokřýš bahenní

<i>Impatiens noli-tangere</i> L.	netýkavka velkokvětá
<i>Impatiens parviflora</i> DC.	netýkavka malokvětá
<i>Juncus effusus</i> L.	sítina rozkladitá
<i>Juncus conglomeratus</i> L.	sítina klubkatá
<i>Knautia arvensis</i> /L./COULT	chrastavec rolní
<i>Lamium album</i> L.	hluchavka bílá
<i>Lamium galeobdolon</i> NATH.	hluchavka žlutá
<i>Lathraea squamaria</i> L..	podbílek šupinatý
<i>Lathyrus pratensis</i> L.	hrachor luční
<i>Leucanthemum vulgare</i> LAM.	kopretina bílá
<i>Lotus corniculatus</i> L.	štírovník růžkatý
<i>Luzula campestris</i> (L.) DC.	bika ladní
<i>Luzula multiflora</i> (Ehrh.) Lej.	bika mnohokvětá
<i>Lychnis flos-cuculi</i> L.	kohoutek luční
<i>Lysimachia nummularia</i> L.	vrbina penízková
<i>Lysimachia vulgaris</i> L.	vrbina obecná
<i>Lythrum salicaria</i> L.	kypej vrvice
<i>Melandrium diurnum</i> FR.	knotovka červená
<i>Mentha longifolia</i> NATH.	máta dlouholistá
<i>Mercurialis perennis</i> L.	bažanka vytrvalá
<i>Myosotis palustris</i> (L.) L.	pomněnka
<i>Myosoton aquaticum</i> (L.) Moench	křehkýš vodní
<i>Ophyoglossum vulgatum</i> L.	hadilka obecná
<i>Orchis mascula</i> L. subsp. <i>signifera</i> (Vest) Soó	vstavač mužský
<i>Orchis ustulata</i> L.	vstavač osmahlý
<i>Oxalis acetosella</i> L.	šřavel kyselý
<i>Paris quadrifolia</i> L.	vraní oko čtyřlisté
<i>Papaver rhoeas</i> L.	mák vlčí
<i>Phleum pratense</i> L.	bojínek luční
<i>Pimpinella major</i> (L.)HUDS.	bedrník větší
<i>Pimpinella saxifraga</i> L.	bedrník obecný
<i>Plantago lanceolata</i> L.	jitrocel kopinatý
<i>Poa palustris</i> L.	lipnice bahenní
<i>Polygonatum multiflorum</i> ALL.	kokořík mnohokvětý
<i>Polygonum bistorta</i> L.	rdesno hadí kořen
<i>Potentilla erecta</i> /L./RAEU.	mochna nátržník
<i>Prenanthes purpurea</i> L.	věsenka nachová
<i>Primula elatior</i> /L./HILL.	prvosenka vyšší
<i>Primula veris</i> L.	prvosenka jarní
<i>Prunella vulgaris</i> L.	černohlávek obecný
<i>Pulmonaria officinalis</i> L.	plicník lékařský
<i>Ranunculus acris</i> L.	pryskyřník prudký
<i>Ranunculus auricomus</i> L.	pryskyřník zlatožlutý
<i>Ranunculus repens</i> L.	pryskyřník plazivý
<i>Rosa canina</i> L.	růže šípková
<i>Rubus idaeus</i> L.	maliník obecný
<i>Rubus</i> L. sp.	ostružiník
<i>Rumex acetosa</i> L.	šřovík kyselý

<i>Rumex obtusifolius</i> L.	š'ovík tupolistý
<i>Salix caprea</i> L.	vrba jíva
<i>Sambucus racemosa</i> L.	bez červený
<i>Sanguisorba officinalis</i> L.	krvavec toten
<i>Satureja vulgaris</i> FRITSCH	marulka klinopád
<i>Scirpus sylvaticus</i> L.	skřípina lesní
<i>Scrophularia nodosa</i> L.	krtičník hlíznatý
<i>Sedum telephium</i> L.	rozchodník velký
<i>Senecio sylvaticus</i> L.	starček lesní
<i>Stellaria graminea</i> L.	ptačinec trávovitý
<i>Stellaria media</i> VILL.	ptačinec žabinec
<i>Stellaria nemorum</i> L.	ptačinec hajní
<i>Taraxacum officinale</i> WEB.	smetánka lékařská
<i>Tithymalus dulcis</i> L.	pryšec sladký
<i>Trifolium pratense</i> L.	jetel luční
<i>Trisetum flavescens</i>	trojštět žlutý
<i>Trollius altissimus</i> L.	upolín evropský
<i>Urtica dioica</i> L.	kopřiva dvoudomá
<i>Veronica beccabunga</i> L.	rozrazil potoční
<i>Veronica chamaedrys</i> L.	rozrazil rezekvítek
<i>Vicia sepium</i> L.	vikev plotní
<i>Vicia craca</i> L.	vikev ptačí
<i>Viola reichenbachiana</i> JORD.	violka lesní
<i>Lychnis viscaria</i> L.	smolnička lepkavá

**Tab. 9.4: Fytocenologické snímky ze vstavačové louky na lokalitě Peklo z května roku 2011 - přiloženy na CD.**