

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

Přírodovědecká fakulta

Katedra botaniky



Vliv pastvy na populační dynamiku vybraných druhů

**The effect of grazing on population dynamic of
selected species**

Diplomová práce

Klára Florová

Vedoucí diplomové práce: doc. RNDr. Zuzana Münzbergová, PhD.

Praha 2009

Diplomová práce **Kláry Florové** byla obhájena na katedře botaniky PŘF UK v Praze dne 25.5.2009 a ohodnocena klasifikačním stupněm **velmi dobře**.



Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracovala samostatně, pod vedením školitelky doc. RNDr. Zuzana Münzbergová, PhD. a že jsem všechny použité prameny řádně citovala.

Jsem si vědoma toho, že případné využití výsledků, získaných v této práci, mimo Univerzitu Karlovu v Praze je možné pouze po písemném souhlasu této univerzity.

Svoluji k zapůjčení této práce pro studijní účely a souhlasím s tím, aby byla řádně vedena v evidenci vypůjčovatelů.

V Praze dne 4. května 2009

Flora

.....
podpis

Poděkování

Na prvním místě děkuji své školitelce Zuzaně Münzbergové, která vymyslela téma této diplomové práce a která mi v průběhu tohoto pokusu pomáhala.

Dále děkuji všem lidem, kteří se pohybovali kolem pastevního pokusu. Děkuji lidem z Botanického ústavu v Průhonicích za udělání a dopravení klecí na lokality. Děkuji Tomášovi Tichému a Vojenu Ložkovi z CHKO Český kras za spolupráci a cenné rady, Aničce Šlechtové, za báječné chvíle v terénu a za organizování všeho kolem pasení. Také děkuji Hance Mayerové, že převzala roli plánování a organizování pastvy po Aničce Šlechtové, dále Aničce Kladivové, Kateřině Čihákové, tedy lidem se společnými zážitky s pastvou, a to především za podporu a vyměňování si poznatků. Děkuji pasáčkům Honzovi a Davidovi, kteří byli výborní společníci a hostitelé a dokázali nás povzbudit dobrým jídlem a pitím v parných dnech. Také děkuji všem lidem, kteří mě na lokalitách navštěvovali a zapisovali nebo si jen tak užívali krás Českého krasu a hýřili dobrou náladou. Díky patří i lidem z geobotaniky, kteří aniž by si to třeba i uvědomovali, mi pomohli k napsání této práce, a to hlavně díky jejich dotazům a rad na posemináři.

Mé veliké díky samozřejmě patří rodičům, kteří mě podporovali celá školní léta a umožnili mi studovat to, co mě baví. Stejný dík patří mému přítelovi, Pavlu Tlachačovi, který mi pomáhal s rozmisťováním a zatloukáním klecí, odečítáním, zapisováním, pasením... a byl mi po celou dobu velkou oporou.

Děkuji.

Abstrakt

Hlavní cíl této práce bylo ukázat, jak se liší reakce na pastvu u různých druhů na jednom stanovišti a reakce jednoho druhu na různých stanovištích. Na základě této znalosti pak predikovat vývoj populací těchto druhů při pokračování pastvy. V rámci jedné lokality jsem zvolila druhy běžně se vyskytující na lokalitě: *Fragaria viridis* a *Salvia pratensis* a druhy vzácné: *Anacamptis pyramidalis* a *Pulsatilla pratensis* subsp. *bohemica*, které jsou cílovými druhy ochrany dané lokality. Vzácné druhy jsem současně sledovala na více lokalitách. Získané výsledky jsem se snažila porovnat s výsledky z vegetačního monitoringu.

Při zkoumání populační dynamiky studovaných rostlin jsem vycházela ze sestrojených přechodových matic pro všechny studované druhy daného ošetření, lokality a přechodového intervalu (2006-08). Výsledky ukazují, že paseným rostlinám se daří lépe než nepaseným u druhu *Salvia pratensis* a *Anacamptis pyramidalis*, naopak u druhu *Fragaria viridis* a *Pulsatilla pratensis* se jim daří hůře.

Elasticita vypočtená stochastickým modelováním ukazuje důležité fáze v životním cyklu rostlin setrvání ve stejné fázi jako minulý rok. Pro pasené a nepasené rostliny druhů *Fragaria viridis* a *Salvia pratensis* je to setrvání v nekvetoucí fázi, setrvání v kvetoucí fázi pak pro *Anacamptis pyramidalis*. Pro pasené rostliny druhu *Pulsatilla pratensis* se ukázala jako nejvýznamnější fáze setrvání v nekvetoucí fázi, pro nepasené rostliny pak fáze kvetení.

LTRE analýzou vyšlo, že se průkazně daří lépe nepaseným rostlinám druhu *Pulsatilla pratensis* na lokalitách Šanův kout a Zlatý kůň. Průkazné příspěvky, které vysvětlují tyto rozdíly byly pro nepasené rostliny na Šanově koutě přechod reprodukce a na Zlatém koni přechody přežívání a růstu. Pro ostatní druhy pomocí LTRE analýzy nevyšel průkazně celkový efekt ošetření na pozorované rozdíly v λ .

Vegetační monitoring se ukazuje jako dobrý pro objasnění mechanismů změn na úrovni vegetace. Pro pochopení změn na úrovni zájmových druhů je ovšem nepoužitelný, což podporuje důležitost studia populační dynamiky jednotlivých cílových druhů.

Klíčová slova: populační dynamika, pasení, populační projekční matice, elasticita, LTRE analýza, *Anacamptis*, *Fragaria*, *Pulsatilla*, *Salvia*

Abstract

The aim of my work was to describe population dynamics of species in grazed sites compared to ungrazed sites. I selected two common species: *Fragaria viridis* and *Salvia pratensis* and two endangered species: *Anacamptis pyramidalis*, *Pulsatilla pratensis* subsp. *bohemica*. I compared difference in response to grazing between different species (all studied species) and between different localities within species (*Anacamptis pyramidalis*, *Pulsatilla pratensis* subsp. *bohemica*).

Population dynamics of all species was studied using population transition matrices from years 2006-2008. Grazed plants for *Salvia pratensis* and *Anacamptis pyramidalis* are doing better than ungrazed plants. For *Fragaria viridis* and *Pulsatilla pratensis* ungrazed plants are doing better than grazed plants.

The analysis of elasticities (computed by stochastic models) showed stasis in the same stage as most important stages in the life cycle of all plants. Stasis in non-flowering stage is most important for grazed and ungrazed plants of *Fragaria viridis* and *Salvia pratensis* and ungrazed plants of *Pulsatilla pratensis*. Stasis in flowering stage is most important for grazed and ungrazed plants of *Anacamptis pyramidalis* and grazed plants of *Pulsatilla pratensis*.

LTRE analysis showed significant effect grazing for *Pulsatilla pratensis* in locality Šanův kout and Zlatý kůň. The ungrazed plants have higher λ . The significant and positive contributes to real changes in population growth rate for locality Šanův kout is transition of reproduction and for locality Zlatý kůň is transition of surviving and growing. LTRE analysis for rest of the studied species were not significant.

Vegetation monitoring seems to be good tool for finding changes in the scale of vegetation. But we need individual monitoring of the target species to be able to say something about their future fate.

Key words: population dynamics, grazing, population projection matrix, elasticity, LTRE analysis, *Anacamptis*, *Fragaria*, *Pulsatilla*, *Salvia*

Obsah

1. Úvod	1
2. Metodika	5
2.1 Studované druhy.....	5
2.1.1 <i>Pulsatilla pratensis</i>	5
2.1.2 <i>Anacamptis pyramidalis</i>	5
2.1.3 <i>Fragaria viridis</i>	6
2.1.4 <i>Salvia pratensis</i>	6
2.2 Lokality.....	7
2.2.1 NPR Karlštejn	7
2.2.2 NPP Zlatý kůň.....	8
2.3 Pastva	8
2.4 Sběr primárních dat.....	9
2.4.1 Výběr jedinců.....	9
2.4.2 Měření růstových parametrů	10
2.4.3 Klíčivost semen a přežívání semenáčků	10
2.4.4 Produkce semen	11
2.4.5 Přežívání semen v semenné bance	11
2.4.6 Selektivita	12
2.4.7 Vegetační monitoring.....	12
2.5 Analýzy primárních dat.....	13
2.5.1 Pravděpodobnost klíčení semen, kvetení a přežívání rostlin	13
2.5.2 Selektivita	13
2.5.3 Vegetační monitoring.....	13
2.6 Sestavení populačních projekčních matic	13
2.6.1 Rozdělení jedinců do jednotlivých kategorií	13
2.6.2 Sestavení populačních projekčních matic	14
2.7 Analýzy populačních projekčních matic.....	15
3. Výsledky.....	18
3.1 Analýzy primárních dat	18
3.1.1 Klíčivost, produkce semen a přežívání semenáčků	18

3.1.2 Přežívání semen v semenné bance	20
3.1.3 Kvetení a přežívání rostlin	20
3.1.4 Selektivita	22
3.1.5 Vegetační monitoring.....	23
3.2 <i>Pulsatilla pratensis</i>.....	24
3.2.1 Populační projekční matice.....	24
3.2.2 Analýzy populačních projekčních matic.....	25
3.3 <i>Anacamptis pyramidalis</i>	33
3.3.1 Populační projekční matice.....	33
3.3.2 Analýzy populačních projekčních matic.....	36
3.4 <i>Fragaria viridis</i>	46
3.4.1 Populační projekční matice.....	46
3.4.2 Analýzy populačních projekčních matic.....	47
3.5 <i>Salvia pratensis</i>	53
3.5.1 Populační projekční matice.....	53
3.5.2 Analýzy populačních projekčních matic.....	53
4. Diskuze.....	60
4.1 Rozdíly v populační dynamice studovaných druhů pod vlivem pastvy.....	60
4.1.1 Klíčivost, produkce semen a přežívání semenáčků,	60
4.1.2 Populační projekční matice.....	62
4.1.3 Populační růstová rychlost.....	65
4.1.4 Elasticita a LTRE analýza.....	67
4.1.5 Selektivita	69
4.1.6 Shrnutí.....	69
4.2 Rozdíly v populační dynamice studovaných druhů pod vlivem pastvy na různých lokalitách	70
4.2.1 <i>Pulsatilla pratensis</i>	70
4.2.2 <i>Anacamptis pyramidalis</i>	73
4.3 Vegetační monitoring	74
5. Závěr	76
6. Citovaná literatura	77

1. Úvod

Ve střední Evropě, která leží v pásmu listnatých a smíšených lesů, představuje přirozené bezlesí víceméně výjimečný prvek podstatně přispívající k celkovému zvýšení druhového bohatství. Totéž do značné míry platí i pro bezlesí druhotná. Samotná otázka přirozenosti bezlesí je diskutabilní. Jsou dva názory na toto téma. Jedna skupina je přesvědčena, že ve střední Evropě došlo v holocénu téměř k úplnému zalesnění ještě před neolitickou kolonizací a druhy bezlesí přežívaly pravděpodobně jen na omezeném počtu extrémních stanovišť, jako jsou alpské hole, skalní stepi nebo některé typy mokřadů, které můžeme považovat za přirozené (primární) bezlesí (např. Chytrý *et al.* 2001). Druhá předpokládá, že neolitičtí rolníci ještě měli možnost osídlit různé velké zbytky původních staroholocénních stepí v nejsušších krajinách a v podstatě zachránit celou řadu starousedlých rostlin a živočichů před postupujícím lesem. Blíže se touto problematikou zabývá Ložek (2004).

Většina dnešního, ať už přirozeného nebo druhotného, bezlesí byla ještě donedávna obhospodařována. Nejčastěji se jednalo o pasení. Koncem 18. století ale pomalu začíná pastva zvířat ustupovat v důsledku intenzifikace zemědělství. Přejít na celoroční stájový chov má za následek postupné omezování pastvy, které vrcholí ve 20. století (Čížek & Konvička 2006). Od 60. let minulého století jsou dokonce vyhlášována velkoplošná chráněná území, ve kterých je pastva přímo zakázána (např. Krkonošský národní park) a považována za něco škodlivého (Hejcman & Pavlů 2006).

Ukončení hospodaření způsobovalo změnu ve druhovém složení vegetace. Hlavním mechanismem změn v kvantitativním zastoupením druhů bylo především zarůstání lokalit a hromadění stařiny. Ta byla ještě podporována u citlivých biotopů, jako jsou suché trávníky, zvýšeným spadem imisí, především dusíkatých látek (Petříček 1999). Tím se dostávaly do výhody rostliny, které jsou kompetičně silnější a jsou schopny rychle reagovat na nabídku dusíku na úkor druhů konkurenčně slabších, což byly např. druhy odolávající stresovým podmínkám jako je sucho. Často se přitom jednalo o vzácné druhy.

Pastva začala být opět vyhledávaným způsobem obhospodařování travních porostů až v 70. a 80. letech (Čížek & Konvička 2006). V současnosti se dokonce doporučuje pást za účelem obnovy některých cenných travinobylinných společenstev jako jsou např. suché stepní trávníky (Petříček 1999). Pastva na těchto biotopech podporuje často konkurenčně slabší druhy díky odstraňování stařiny, prosvětlení

vegetace a selektivnímu spásání druhů s měkkými pletivy (Hadar *et al.* 1999). Neméně důležitý je i sešlap, narušování drnu a s tím spojená tvorba volných plošek půdy, kde mohou snadněji klíčit semena (Bullock *et al.* 1994a). Díky návratu živin do prostředí zde nedochází k ochuzování půdy živinami oproti seči (Krahulec *et al.* 1998), ale naopak někdy může dojít i k jejímu zvýšení.

V pracích zabývajících se vlivem pastvy na vegetaci se ukazuje, že pastva na travinných společenstvech zvyšuje druhové bohatství rostlin (Bullock & Pakeman 1996) nebo alespoň dochází k vyrovnávání druhového složení – zmenšení zrna mozaiky (Krahulec *et al.* 1994), není to ale pravidlem. Na některých stanovištích se zjistilo, že není potřeba žádného managementu, protože zde nedochází k výrazným vegetačním změnám. Příkladem je stepní porost na vrchu Strážiště v Českém krasu, kde se na jejím udržení podílí lesní zvěř (Hroudová & Prach 1994). Rozhodujícími faktory určujícími vliv pastvy na vegetaci je především doba pasení (Bullock *et al.* 2001), intenzita (Bullock *et al.* 2001, Dolek & Geyer 2002), použitý pastevní systém (Pavlů *et al.* 2003), charakter stanoviště (Olf & Ritchie 1998, Osem *et al.* 2002), výběr herbivora a časová a prostorová škála, na které sledují pokus (Olf & Ritchie 1998).

Najít vhodný způsob hospodaření může být poměrně složité. Pro obnovení vhodného managementu by bylo dobré vědět, jak se dříve na daném stanovišti hospodařilo a pokusit se toto hospodaření znovu zavést v původní podobě. Problém ale je, že přesné záznamy o způsobu hospodaření často neexistují. Pokud existují, je obvykle nemožné toto hospodaření obnovit v původní formě, protože se to nevyplatí z ekonomického hlediska. Většinou se ale neví, jakým způsobem pastva probíhala v minulosti na daném stanovišti. Proto je dobré si dopředu rozmyslet, co je cílem pastvy, podle toho navrhnout jak a kdy se bude pást a dále tento vliv pastvy sledovat. Z tohoto důvodu se zakládají pastevní pokusy, které sledují změny ve vegetaci na pasených a nepasených plochách.

Nejčastějším způsobem studování vlivu pastvy na druhové složení je vegetační monitoring (Krahulec *et al.* 1994, 2001, Bullock & Pakeman 1996, Osem *et al.* 2002, Pavlů *et al.* 2003). Ten je ale často záležitostí pár let a nelze na základě něj určit vývoj populací zájmových druhů v budoucnu. Proto by mělo být naším cílem snažit se pochopit mechanismy, kterými nastávají vegetační změny a na základě těchto poznatků predikovat další vývoj vegetace. Jedním způsobem, jak toho lze dosáhnout, je pokusit se modelovat dynamiku jednotlivých druhů, které mohou být indikátorem změn daného biotopu.

Prací zabývající se studiem populační dynamiky jednotlivých druhů pod vlivem obhospodařování a jejich příčinami není mnoho (Bullock *et al.* 1994b, Ehrlén 1994, Lennartsson & Oostermeijer 2001, Brys *et al.* 2004, Ehrlén *et al.* 2005). Jejich cílem je nejčastěji najít optimální management, který zajistí stálost často malých nebo izolovaných populací jednoho druhu. Tyto studie jsou založeny na srovnávání vlivů různých managementů na růst či pokles populace studovaného druhu. Ukazuje se, že sledovaný druh reaguje odlišně na různé způsoby hospodaření. Příkladem je populace druhu *Primula veris* v Belgii (Brys *et al.* 2004). Z této práce vyplývá, že nejlépe se daří populaci, která je kosena na podzim, nejhůře pak časně pasené populaci a populaci, kde není zaveden management. Tato reakce druhu úzce souvisí s jeho životním cyklem. Pokud management umožňuje produkci semen daného druhu (Lennartsson & Oostermeijer 2001) a podporuje klíčivost semenáčků (Ehrlén *et al.* 2005), daří se populaci lépe oproti jiným způsobům hospodaření, které tyto podmínky nevytváří. Ne vždy se ale prokáže, že management má pozitivní vliv na populaci studovaného druhu. Příkladem je práce Tolvanen *et al.* (2001), kde paseným a nepaseným rostlinám se dařilo podobně.

Rozdílnou reakci druhu na management můžeme také očekávat na různých lokalitách. Ukazuje se, že na odlišných biotopech může mít jeden druh různou strategii. Příkladem je studie Oostermeijer *et al.* (1994) na druhu *Gentiana pneumonanthe*, kde se na vřesovištích očekávají invazivní, stabilní a stárnoucí populace v závislosti na sukcesním stádiu lokality, naproti tomu na loukách se většinou vyskytují stabilní populace. Zajímavé by mohlo být srovnání změn v populační dynamice jednoho druhu na více lokalitách jednoho biotopu, kde by se hospodařilo stejným způsobem a pokusit se najít parametry v životním cyklu rostliny, které by toto chování vysvětlovaly. Dá se totiž předpokládat, že na různých lokalitách budou patrné rozdíly v reakcích druhu na pastvu, které mohou být podpořeny rozdílnými přírodními poměry (Vesk & Westoby 2001), způsobem hospodaření v minulosti (Adler *et al.* 2004), apod.

Je důležité si také uvědomit, že i různé druhy by mohly reagovat na pastvu odlišně. Takovéto studie, které by ale přímo porovnávaly dynamiku více druhů pod vlivem pastvy na jednom stanovišti, chybí. Přitom lze očekávat, že různé druhy budou mít odlišnou reakci na pastvu, která závisí jednak na typu a přesném provedení managementu a jednak na vlastnostech druhů.

Tato práce je součástí projektu, který probíhá v Českém krasu. Jeho cílem je zhodnotit vliv pastvy na suchá travní společenstva. Český kras je příkladem CHKO, kde ve druhé polovině 20. století postupně ustalo tradiční obhospodařování nelesních společenstev jako jsou suché stepní trávníky (Ložek jun. *et al.* 2006). Pod vlivem pastvy přestala být tato společenstva stabilizována ve své prostorové a druhové struktuře. To bylo spojené s poklesem druhového bohatství bylin. Ve své práci se chci zaměřit právě na tato suchá společenstva, která jsou známá výskytem vzácných druhů.

Spolu s mou prací zde probíhají ještě diplomové práce Anny Kladivové, Hanky Mayerové, Anny Šlechtové, Elišky Trnkové a disertační práce Kateřiny Čihákové. První se snaží objasnit mechanismy změn na úrovni vegetace, které jsou způsobené pastvou. Druhá práce má za cíl vysvětlit reakce druhů na pastvu pomocí jejich vlastností a další se zabývají dlouhodobou reakcí rostlin na pastvu. Výsledky z těchto prací, které studují změny v druhovém složení vegetace, se budu snažit porovnat s mými závěry týkající se studovaných druhů.

Jako hlavní cíl si kladu jednak ukázat, jak se liší reakce na pastvu u různých druhů na jednom stanovišti a reakce jednoho druhu na různých stanovištích. Na základě této znalosti budu predikovat vývoj populací těchto druhů při pokračování pastvy. V rámci jedné lokality jsem si zvolila druhy běžně se vyskytující na lokalitě a druhy vzácné, které jsou charakteristické pro daný biotop a mohou tak být jeho indikátorem. Vzácné druhy budu současně sledovat na více lokalitách.

Konkrétně se ve své práci snažím zodpovědět na tyto otázky:

1. Jaký bude vývoj populací vybraných druhů při pokračování pastvy?
2. Liší se reakce jednotlivých druhů na pastvu?
3. Liší se reakce vzácných druhů na pastvu mezi lokalitami?
4. Jak se od sebe odlišují mé predikce se závěry založenými na vegetačním monitoringu?

2. Metodika

2.1 Studované druhy

Pro pokus byly vybrány druhy vzácnější, které jsou vázané na společenstva suchých trávníků: *Anacamptis pyramidalis* a *Pulsatilla pratensis* subsp. *bohemica* a dále běžné druhy: *Fragaria viridis* a *Salvia pratensis* za účelem srovnání vzácných druhů s druhy běžnými na těchto biotopech.

2.1.1 *Pulsatilla pratensis* (L.) Mill. subsp. *bohemica* Skalický – koniklec luční český, *Ranunculaceae*

Květy má nicí (převislé), krátce válcovité, okvětní lístky tmavě (černo)fialové, k sobě přiložené. Úkrojky listů jsou 1-3 mm široké, tupé. Patří mezi hemikryptofyty. Kvete od března do května. (Kubát *et al.* 2002) Semena ztrácejí velmi brzy po dozrání klíčivost (Špína 1974).

Koniklec najdeme především na stepních stráních, skalních stepí nížin až pahorkatin. Patří k silně ohroženým taxonům (C2). Vyskytuje se roztroušeně ve středních a severních Čechách, vzácně na jižní Moravě (Kubát *et al.* 2002). V Českém krasu se dříve vyskytoval ve stasisicových množstvích. Dnes zde patří k ohroženým a chráněným druhům. K silnému omezení této rostliny došlo hlavně v důsledku zalesnění pastvin, zastavění pozemků rekreačními chatami a ukládání odpadů (Kuklík 1988). Dalším vlivem na tento konkurenčně slabší druh bude mít i zarůstání lokalit mezofilními travami a křovím podobně jako u druhu *Anacamptis pyramidalis*.

2.1.2 *Anacamptis pyramidalis* (L.) L. C. Richard – rudohlávek jehlancovitý, *Orchidaceae*

Listy jsou čárkovitě kopinaté, jen 0.7-1.4 cm široké. Květenství je husté, zprvu nápadně kuželovité. Květy mají fialově červenou barvu, pysk hluboce trojlaločnatý, při bázi světle růžový až bělavý. Ostruha je tenká, zdělí semeníku dolů skloněná. Rudohlávek patří mezi geofyty. Kvete od června do července (Kubát *et al.* 2002).

Semena druhu *Anacamptis pyramidalis* získávají živiny potřebné k vyklíčení od mykorrhizní houby, což trvá přibližně tři roky (Füller 1970). Teprve pak se tvoří první hlízy a dochází ke klíčení. V nevhodných podmínkách je pravděpodobně možná i sekundární dormance. Obzvláště v klimaticky nepříznivých letech nebo po požeru některé orchideje přežívají pod zemí či ve sterilním, tedy často v přehlédnutelném stavu,

čímž se zdánlivě snižuje velikost sledované populace (Waite & Farrell 1998, Jersáková & Kindlmann 2004).

Rozmnožování je generativní, pravděpodobně s možností i vegetativního za pomoci hlíz podobně jako u jiných druhů orchidejí (Průša 2005).

Anacamptis pyramidalis roste na polostepních loukách, zřídka i vlhčích křovinatých stráních nížin až podhůří. Vyskytuje se v jižní části Bílých Karpat a v Českém krasu v okolí Srbska (Kubát *et al.* 2002). V Českém krasu roste na lokalitách: Pání hora, Soudný dub, Na Holé louce, Mokry vrch, Na Pláních, Doutnač, dříve ještě Velká hora a Haknovec (úst. sděl. Ložek jun.).

Anacamptis pyramidalis patří ke kriticky ohroženým druhům naší květeny - C1 (Kubát *et al.* 2002). Dnes je stále na ústupu, a to hlavně díky zarůstání lokalit, které byly v minulosti obhospodařované (Ložek *et al.* 2006). Na těchto lokalitách se pak šíří mezofilní trávy a rozrůstající se křoví, které pravděpodobně konkuruje tomuto druhu.

2.1.3 *Fragaria viridis* (Duchesne) Weston – jahodník trávnice, *Rosaceae*

Životní formou je hemikryptofyt. Kvete od května do července (Kubát *et al.* 2002). Rozmnožování je možné jak generativně tak vegetativně, a to za pomoci šlahounů. Vyskytuje se na sušších pastvinách. Rozšíření je roztroušené až dosti hojné (Kubát *et al.* 2002).

2.1.4 *Salvia pratensis* L. – šalvěj luční, *Lamiaceae*

Životní formou je hemikryptofyt. Kvete od května do července (Kubát *et al.* 2002). *Salvia pratensis* nemá zřejmě trvalou semennou banku, ačkoli semena produkovaná pozdě v létě mohou klíčit následující jaro (web 2). Šíření se děje díky lepkavým vláskům na kalichu, který podporuje přilnavost ke zvířatům. Vůně a chuť této rostliny odrazuje pasoucí se zvířata (Hegland *et al.* 2001).

Není znám rozsah vegetativního rozmnožování. Pravděpodobně je možný skrz kořenové nody poléhavé lodyhy. Populace rozmnožující se vegetativně mohou být na stanovištích, kde probíhá pastva, která jim brání v kvetení (web 2).

Salvia pratensis roste na výslunných stráních, mezofilních loukách, okrajích cest, železničních náspech nížin a pahorkatin, vzácně v podhůří. Vyskytuje se často v teplých územích Moravy, ve středních, severozápadních a východních Čechách, vzácně v jižních, jihozápadních a západních Čechách (Kubát *et al.* 2002).

2.2 Lokality

V Českém krasu se začalo pást na třech lokalitách v NPR Karlštejn: Pání hora, Soudný dub a Šanův kout a jedné lokalitě: Zlatý kůň, která je součástí NPP Zlatý kůň. V důsledku ukončení obhospodařování zde došlo k zarůstání a změně druhového složení. Zavedením managementu pasení je snaha obnovit původní druhovou bohatost a podpořit druhy, které jsou charakteristické pro tato společenstva - suché trávníky a skalní stepi.

2.2.1 NPR Karlštejn

Leží severně od řeky Berounky asi 1km od Berouna v nadmořské výšce 211-440 m. Rozloha činí 1547 ha.

Jde o rozsáhlé velmi členité území s převahou listnatých lesů zejména dubohabrových a se souborem ekosystémů přirozených skalních, stepních, lesostepních i lesních společenstev s význačnými rostlinnými i živočišnými druhy.

Geologickým podkladem převážné části území jsou vápence silurského a devonského stáří s četnými nalezišti zkamenělin. Kromě vápenců se na geologické stavbě v malé míře podílejí i břidlice, bazalty a štěrkopísky na starých kvartérních terasách. Půdy jsou převážně hnědozemě a rendziny, v menším rozsahu rankery (Němec 1996).

Pání hora

Lokalita o velikosti přibližně 2.5 ha se nachází 2 km od vesnice Bubovice. Na západní, vrcholové a východní části, která hraničí s lomem Čeřinka, se nachází společenstvo suchých trávníků s vtroušeným křovím. Zbylou část lokality tvoří dubohabřina.

V minulosti byla tato lokalita pravděpodobně přepásána.

Soudný dub

Menší lokalita na mírném svahu se severní orientací. Nachází se asi 2 km severně od Srbska. Lokalita je obklopená dubohabřinou a na jejím severním okraji polem. Pravděpodobně se v minulosti jednalo o pastvinu. V poslední době se zde nehospodařilo, takže louka začala zarůstat křovím. Přesto se zde uchovala poměrně velká populace druhu *Anacamptis pyramidalis* a jiných suchomilných druhů. Na této

lokalitě bylo nutné před obnovením pastvy v roce 2006 poměrně zásadního vyřezání křoví.

Šanův kout

Rozsáhlejší lokalita začínající 5 km od Srbska proti proudu Berounky a táhnoucí se směrem k Berounu. Tato lokalita je hodně členitá. Na skalních okrajích najdeme skalní stepi, na loukách a pastvinách rostou společenstva suchých trávníků s vtroušenými křovinami. Zbytek pak tvoří dubohabřiny. V minulosti byly louky obhospodařované kosením a pastvou.

2.2.2 NPP Zlatý kůň

Nachází se nedaleko západní hranice CHKO Český kras jižně od obce Koněprusy v nadmořské výšce 420-475 m. Rozloha činí 37 ha.

Je to jeden z nejvyšších kopců Českého krasu s mohutným masivem devonských vápenců mimořádně hodnotných z přírodovědeckého hlediska. Těžbou vápenců jsou zde odkryty geologické profily a paleontologická naleziště světového významu. Půdy jsou na vrcholu nevyvinuté, jinak se jedná o rendziny, hnědozemě a půdy typu terra fusca (Němec 1996).

Lokalita je poměrně členitá s mozaikou skalních stepí, suchých trávníků a křoví.

2.3 Pastva

Na jaře 2005 se začalo pást na lokalitách Pání hora, Šanův kout, Zlatý kůň v termínech Šanův kout - duben, Pání hora - červen, Zlatý kůň - červenec. V podobný čas se páslo i v následujících letech 2006-2008 pod dozorem pasáčka stádo 60-100 ovcí a kolem 8 koz, které se sdružovalo do ohrádek. Toto stádo se přemísťovalo v rámci jednotlivých lokalit a to přibližně po měsíci a půl od zahájení pastvy (na Zlatém koni někdy trvala pastva až do září). Cílem bylo rovnoměrné spásání vegetace na lokalitách, a při tom se dbalo na to, aby se předešlo erozi především na strmých svazích. Pastva byla ještě doplněna v některých letech prořezáním keřů.

Od roku 2006 se započala pastva také na lokalitě Soudný dub. Tato lokalita se celá oplotila, proto se zde mohlo volně pást stádo 10 ovcí a 5 koz od května do července. Podobně zde pastva probíhala v letech 2007 a 2008.

Sledovaný vliv pastvy ovcí a koz na vybrané druhy začal na počátku vegetační sezóny 2006 na lokalitách Pání hora, Šanův kout a Zlatý kůň a v roce 2007 na lokalitě Soudný dub.

2.4 Sběr primárních dat

2.4.1 Výběr jedinců

Na jaře 2006 bylo vybráno minimálně 60 dvojic jedinců (60 pasených a 60 nepasených) pro každou studovanou populaci na lokalitách Pání hora, Šanův kout a Zlatý kůň. Na jaře 2007 ještě přibyla lokalita Soudný dub (Tabulka 1). Rozdílný počet jedinců v Tabulce 1 pro jednotlivé roky byl dán ztrátou plíšků v důsledku pastvy, spasením nepasených jedinců v důsledku pádu klece a výběrem nových jedinců. Jednotlivé rostliny jsem se snažila vybírat tak, aby byly rovnoměrně rozptýlené po lokalitě a byly zastoupeny jak menší tak větší kvetoucí i nekvetoucí rostliny daného druhu.

Každý jedinec byl označen plíškem s vyraženým číslem. Plíšek byl zatlučen hřebíkem do země. Pro jedince, které byly blízko sebe (jednalo se především o druh *Anacamptis pyramidalis*), byl použit jeden plíšek. Aby bylo možné příští rok vyhledat konkrétního jedince ve shluku rostlin, zakreslila jsem si přesnou polohu těchto jedinců od plíšku.

Pro druh *Fragaria viridis* bylo vždy na podzim označeno plíškem přibližně 25 pasených a 25 nepasených klonů patřících k označeným rostlinám za účelem sledování jejich schopnosti přežít a růst v následujících letech.

Nepasení jedinci byly chráněny před okusem klecí. Pro druh *Pulsatilla pratensis* a *Anacamptis pyramidalis* byly z větší části použity malé klece o velikosti 0.3×0.3×0.6 m a na kamenitějších místech, kde bylo nebezpečí, že klece spadnou (to se často stávalo) byly postaveny velké klece o velikosti 1.5×1.5×1 m. Druhy *Fragaria viridis* a *Salvia pratensis* byly vybírány z 24 trvalých ploch chráněných klecemi o rozměru 1.5×1.5×1 m. Tyto plochy byly určeny především k vegetačnímu monitoringu a výsevnému pokusu.

Tabulka 1: Počet pasených a nepasených jedinců studovaných v roce 2006, 2007 a 2008 druhů: *Anacamptis pyramidalis*, *Fragaria viridis*, *Pulsatilla pratensis* a *Salvia pratensis* na lokalitě Pání hora, Soudný dub, Šanův kout a Zlatý kůň.

lokalita	druh	pas.06	nepas.06	pas.07	nepas.07	pas.08	nepas.08
Pání hora	<i>Anacamptis</i>	65	90	60	98	73	105
	<i>Fragaria</i>	67	66	64	65	62	53
	<i>Pulsatilla</i>	151	118	107	105	100	88
	<i>Salvia</i>	71	68	60	58	52	47
Soudný dub	<i>Anacamptis</i>	-	-	63	95	73	105
Šanův kout	<i>Pulsatilla</i>	113	78	93	90	75	85
Zlatý kůň	<i>Pulsatilla</i>	81	90	72	83	65	72

2.4.2 Měření růstových parametrů

Před pastvou (jaro 2006, 2007 a 2008) byly u všech označených jedinců sledovány jejich velikostní parametry (počet listů, délka nejdelšího listu, počet listů nad 10 cm, délka květenství), mortalita a zda rostlina kvete (Tabulka 2).

Tabulka 2.: Sledované parametry pro jednotlivé studované druhy.

	kvetení	počet listů	délka nejd. listu	počet listů nad 10cm	délka květenství	mortalita
<i>Anacamptis</i>	+	+	+			+
<i>Fragaria</i>	+	+	+			+
<i>Pulsatilla</i>	+					+
<i>Salvia</i>	+		+	+	+	+

Pro druh *Fragaria viridis* jsem ještě navíc sledovala jeho klonální množení pomocí šlahounů. Na podzim (po pastvě) 2007 a 2008 jsem obešla označené jedince a zaznamenala jsem si údaje o klonech. Konkrétně jsem zaznamenávala počet listů a délku nejdelšího listu každého výhonu, mortalitu a kvetení.

2.4.3 Klíčivost semen a přežívání semenáčků

V roce 2006, 2007 byl založen výsevný pokus na lokalitě Pání hora za účelem sledování klíčivosti semen a schopnosti přežívání semenáčků. Pokus byl prováděn na pasených a nepasených plochách o rozměru 0.3×0.3 m. Ploch bylo 12 pasených a 12 nepasených kontrolních, kde se sledoval přirozený spad semen a 12 pasených a 12 nepasených ploch výsevných, kam byla vyseta semena studovaných druhů po jejich

uzrání v množství: 50 semen *Pulsatilla pratensis*, 50 semen *Salvia pratensis*, 120 semen *Fragaria viridis* a 1 tobolka *Anacamptis pyramidalis* (vyseto pouze v roce 2007).

Před zahájením pastvy na jaře 2007, 2008 byly označeny semenáčky na výsevných plochách a k nim kontrolním na lokalitě Pání hora. V roce 2008 byly dohledány označené semenáčky a tak určena schopnost jednotlivých semenáčků daného druhu přežít. Dále bylo sledováno dokličování vysévaných druhů, tedy schopnost semen vysetých v roce 2006 vyklíčit ještě v roce 2008.

Podobně byl založen na jaře 2007 výsevný pokus na lokalitě Šanův kout a Zlatý kůň, kde byl vyséván druh *Pulsatilla pratensis* a na lokalitě Soudný dub s vysévaným *Anacamptis pyramidalis*. Bylo založeno 20 pasených a 20 nepasených ploch (vždy 10 výsevných a 10 kontrolních ploch) o rozměru 0.3×0.3 m. Semena byla vysévána v množství 50 semen *Pulsatilla pratensis* a jedna tobolka *Anacamptis pyramidalis*.

Na jaře 2008 jsem zjistila klíčivost druhu *Pulsatilla pratensis* na lokalitách Šanův kout a Zlatý kůň podobně jako pro ostatní druhy (kromě *Anacamptis pyramidalis*) na Pání hoře. Pro druh *Anacamptis pyramidalis* nebyla zjištěna klíčivost a přežívání semen, protože se mi nepodařilo najít semenáčky tohoto druhu.

2.4.4 Produkce semen

Pro sestavení populační projekční matice je potřebné vědět údaj o produkci semen pasených a nepasených rostlin. V sezóně 2007 jsem proto vybrala vždy pasené a nepasené odkvetlé rostliny a spočítala počet semen na rostlinu pro 10 pasených a 10 nepasených rostlin druhu *Fragaria viridis*, *Pulsatilla pratensis* a *Salvia pratensis*. Pro druh *Anacamptis pyramidalis* nebyla zjištěna produkce semen na rostlinu.

2.4.5 Přežívání semen v semenné bance

Za účelem zjištění poklesu klíčivosti vysévaných semen v semenné bance v čase byly na konci vegetační sezóny 2006 zakopány do půdy semena druhů *Fragaria viridis* a *Salvia pratensis* na lokalitě Pání hora. Semena jsem nejprve dala do monofilových sáčků v počtu 6 plodů *Fragaria viridis* (později přesně spočítané množství semen) a 6×50 semen *Salvia pratensis*, a pak je zakopala přibližně do hloubky 5 cm pod povrch půdy na tři různá místa na Pání hoře. Stejně množství semen od každého druhu bylo umístěno do klimaboxu na Petriho misky za účelem zjištění klíčení (to bylo

podporované 0.05% roztokem kyseliny giberelové). Nevyklíčená semena byla rozříznuta a vnitřek semene obarven v 0.1% roztoku tetrazolia. Pokud semeno zrůžovělo, předpokládala jsem, že bylo embryo živé a považovala jsem ho za vyklíčené. Stejným způsobem jsem nechala vyklíčit na Petriho miskách semena z monofilových sáčků, která byla vykopána na podzim 2007.

Pro druh *Anacamptis pyramidalis* a *Pulsatilla pratensis* nebyl prováděn pokus s klíčením v umělých podmínkách. Semena *Pulsatilla pratensis* totiž ztrácí rychle klíčivost. *Anacamptis pyramidalis* zase potřebuje pro vyklíčení živiny, které získává od symbiotické houby, což v umělých podmínkách, při kterých se nechají rostliny klíčit, není možné.

2.4.6 Selektivita

V roce 2007 jsem pro každý druh (kromě *Anacamptis pyramidalis*) na všech lokalitách po pastvě zaznamenávala míru spásnosti pro pasené rostliny. Zvolila jsem si tři stupně intenzity: normální, okousaná, sežraná rostlina.

2.4.7 Vegetační monitoring

Vegetační monitoring probíhal na všech lokalitách kromě Soudného dubu v letech 2006-08, takže výsledky z těchto monitoringů jsem použila pro porovnání s mými výsledky (kromě *Anacamptis pyramidalis* na Soudném dubu).

Vegetační monitoring byl prováděn v rámci diplomové práce Anny Šlechtové (Šlechtová 2008) na lokalitě Pání hora, Elišky Trnkové na lokalitě Šanův kout a v rámci disertační práce Katky Čihákové na lokalitě Zlatý kůň.

Na jednotlivých lokalitách bylo založeno 12 pasených a 12 nepasených trvalých ploch o velikosti 1×1 m pro vegetační monitoring. Nepasené plochy byly chráněny před spásáním klecí o velikosti 1.5×1.5×1 m.

Na jaře před začátkem pastvy byly všechny plochy snímkovány, takže každá plocha byla rozdělena do 9 menších čtverců o velikosti 33.3 × 33.3 cm. Pro zápis fytoecologických snímků byla použita Braun-Blanquetova stupnice nebo vyjádření pokryvnosti druhů v procentech.

2.5 Analýzy primárních dat

2.5.1 Pravděpodobnost klíčení semen, kvetení a přežívání rostlin

Za účelem zjištění efektu ošetření, roku a lokality jsem provedla několik jednoduchých analýz primárních dat. Zajímal mě vliv těchto faktorů na pravděpodobnost klíčení semen, kvetení a přežívání rostlin. Testy jsem dělala pro každý druh odděleně za pomoci GLM (zobecněných lineárních modelů) s binomickým rozdělením.

2.5.2 Selektivita

Pomocí GLM s binomickým rozdělením jsem také testovala jaký vliv má míra spasenosti na kvetení (nekvetení) rostlin v roce 2008, zvláště pro kvetoucí a nekvetoucí rostliny.

2.5.3 Vegetační monitoring

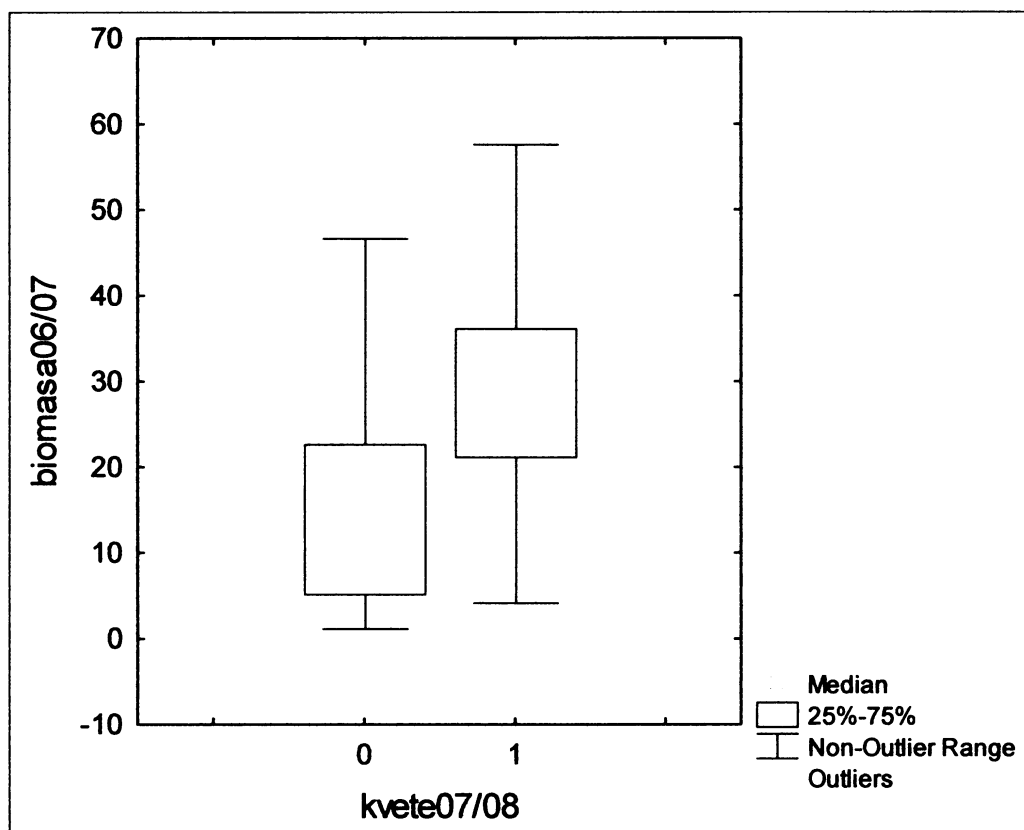
Na základě dat z vegetačního monitoringu jsem zjišťovala závislost pokryvnosti (vyjádřenou v procentech) studovaných druhů pro danou lokalitu na interakci ošetření (paseno/nepaseno) a roku. Přičemž jsem počítala s průměrnou pokryvností, resp. s průměrnými procenty výskytu druhu na jednotlivých plochách (průměrné procento pro každou plochu bylo vypočítáno jako průměr z procentuálního výskytu druhu v rámci 9 plošek, které byly součástí plochy). Tento test jsem prováděla pomocí GLM s Gamma rozdělením. Všechny GLM byly testovány v programu S-PLUS 2000.

2.6 Sestavení populačních projekčních matic

2.6.1 Rozdělení jedinců do jednotlivých kategorií

V první fázi byli studovaní jedinci všech druhů rozděleni do kategorií: semenáček, nekvetoucí rostlina, kvetoucí rostlina.

Pro druh *Anacamptis pyramidalis* byla ještě vymezena kategorie malá nekvetoucí rostlina a velká nekvetoucí rostlina. Vegetativní fáze byla rozdělena na základě testování závislosti kvetení (2007 a 2008) na biomase pro nekvetoucí rostliny (2006 a 2007) s použitím GLM s binomickým rozdělením v programu S-PLUS 2000. (Biomasa byla vypočítána jako počet listů × délka nejdelšího listu). Nekvetoucí rostliny s biomasou menší než 22 byly považované za malé, nad 22 za velké nekvetoucí rostliny (Graf 1).



Graf 1: Závislost kvetení (2007 a 2008) na biomase pro nekvetoucích rostliny (2006 a 2007) pro druh *Anacamptis pyramidalis* spočtené pro roky 2006-08 a lokality dohromady. Jako hraniční hodnotu pro rozdělování vegetativní fáze jsem zvolila průměrnou hodnotu horního kvartilu prvního box-plotu a dolního kvartilu druhého box-plotu.

Z důvodů nenalezení žádného nového semenáčku v roce 2008, který by vyklíčil ze semenné banky, jsem pro žádný druh nevyčlenila semeno jako samostatnou kategorii.

2.6.2 Sestavení populačních projekčních matic

Pro sestavení populačních projekčních matic pro pasené a nepasené rostliny studovaných druhů na dané lokalitě jsem použila demografická data a data z výsevného pokusu z roků 2006-2008. Konkrétně demografická data jsem použila pro sestavení vegetativních přechodů v populační matici. Data z výsevného pokusu a data o produkci semen na rostlinu pak byla použita k sestavení přechodů z fáze semenáček do nekvetoucí rostliny a kvetoucí rostliny do fáze semenáček. Do populačních matic pro druh *Fragaria viridis* byl také zahrnut klonální růst. Z tohoto důvodu jsou některé pravděpodobnosti přechodů větší než 1.

Pro druh *Pulsatilla pratensis* na lokalitách Šanův kout a Zlatý kůň chybí data z výsevného pokusu z roku 2007. Proto jsem pro sestavení matic pro přechodový

interval 2006/07 použila data o klíčení semenáčků na pasených a nepasených plochách z roku 2008 z těchto lokalit. Data o přežívání pasených a nepasených semenáčků v terénu byla zjišťována jen na lokalitě Pání hora v roce 2008, proto tato data používám pro sestrojení všech matic druhu *Pulsatilla pratensis*. Podobně data o přežívání pasených a nepasených semenáčků z roku 2008 pro druhy *Fragaria viridis* a *Salvia pratensis* byla také použita pro sestrojení populačních matic daných druhů pro přechodový interval 2006/07.

Data o produkci semen naměřená v roce 2007 pro daný druh, lokalitu a ošetření byla použita pro sestrojení matic pro oba přechodové intervaly (2006/07 a 2007/08).

Pro druh *Anacamptis pyramidalis* se nepodařilo zjistit data na základě výsevného pokusu. Proto pro sestavení projekčních matic jsem místo neznámých hodnot pravděpodobnosti přechodu semenáčku do fáze malá nekvetoucí rostlina uvažovala hodnotu jedna a s hodnotou přechodu kvetoucí rostliny do fáze semenáček dále ještě pracuji (podrobněji v kapitole 3.3.1).

2.7 Analýzy populačních projekčních matic

Pro všechny druhy dané lokality a přechodového intervalu byly sestrojeny dvě matice a to pro pasené a nepasené rostliny. Tyto matice jsem dále analyzovala za účelem zjištění rozdílů v populační dynamice pasených a nepasených rostlin.

Pro pasené a nepasené rostliny byla zjištěna:

1. populační rychlost růstu a její 95% konfidenční interval pro všechny matice
2. stochastická populační růstová rychlost a elasticity jednotlivých prvků matice a jejich 95% konfidenční intervaly vypočtené z matic 2006-2008 pro každý druh a lokalitu
3. závislost populační růstové rychlosti a elasticit na neznámé hodnotě reprodukce pro druh *Anacamptis pyramidalis* ze dvou lokalit
4. LTRE analýza: testování rozdílnosti matic pasených a nepasených rostlin pro každý druh a lokalitu
5. závislost počtu rostlin (pro daný druh a lokalitu) na čase

Pro vypočítání byl použit program Pop Tools a Matlab a skript boot 4, stoch 2, herbivory, LTRE 1 a demostoch (web 1).

Po sestavení projekčních matic pro pasené a nepasené rostliny pro každý druh, lokalitu a přechodový interval jsem pomocí Pop Tools spočítala populační růstové rychlosti λ pro tyto matice. Populační růstová rychlost nám říká, jak se bude populace daného druhu dále vyvíjet, zda bude růst $\lambda > 1$, bude stabilní $\lambda = 1$ či bude klesat $\lambda < 1$.

Pro každou matici můžeme pomocí analýzy elasticity čili prospektivní analýzy (Caswell 2000) vypočítat hodnoty elasticit jednotlivých prvků matice. Elasticita nám pak udává význam procentické změny prvku matice pro nárůst velikosti populace. Pomocí elasticity zjistíme, co by se stalo s populační růstovou rychlostí, kdyby se změnil konkrétní prvek matice. To umožní nalézt takový prvek matice, jehož malá změna relativně nejvíce ovlivní chování populace (de Kroon *et al.* 2000).

Pomocí Loop analýzy a známých elasticit jednotlivých přechodů také mohu najít nejdůležitější cyklus v rámci celkového životního cyklu rostliny (van Groenendael *et al.* 1994). Jedná se o část životního cyklu rostliny, kde výsledná elasticita je největší ve srovnání s ostatními částmi jednotlivých cyklů.

Pro již vypočítané populační růstové rychlosti jsem za pomoci skriptu boot 4 spočítala jejich 95% konfidenční intervaly, přičemž každou matici jsem bootstrapovala 5000krát. Dostala jsem tak pro každou populaci (matici) 5000 nových matic, které jsem pak použila pro stochastické simulace. Ty spočívají ve zkombinování bootstrapovaných matic za účelem zachycení meziroční variability. Bootstrapované matice jsem zkombinovala pro dva přechodové intervaly dohromady, vždy pro pasené a nepasené rostliny daného druhu a lokality. Z výsledků jsem dostala 95% konfidenční interval. Nakonec jsem ještě vypočítala pomocí stochastického modelování populační růstovou rychlost pro pasené a nepasené rostliny (ze dvou matic, kombinací dvou přechodových intervalů). Podobným způsobem byly také vypočteny elasticity přechodů jednotlivých prvků matice a jejich 95% konfidenční intervaly .

Pro druh *Anacamptis pyramidalis* (pro danou lokalitu a ošetření) jsem sledovala pomocí skriptu herbivory závislost populační růstové rychlosti a elasticit reprodukce, růstu, přežívání na neznámé hodnotě reprodukce, což je přechod z fáze kvetoucí rostlina do fáze semenáček a z fáze semenáček do fáze malá nekvetoucí rostlina. Elasticity reprodukce, růstu a přežívání jsem získala součtem elasticit jednotlivých přechodů matice. Konkrétně elasticita růstu se rovná součtu jednotlivých přechodů, kde rostlina přechází z fáze menší či nekvetoucí do fáze větší či kvetoucí. Elasticita přežívání je součet elasticit matice, kde jedinec setrvává v dané fázi, zmenšuje se či přechází

z kvetoucí do nekvetoucí fáze. Elasticita reprodukce se vypočítá jako součet elasticit, kde jedinec přechází z kvetoucí fáze do semenáčku nebo ze semenáčku do nekvetoucí fáze.

Pro zjištění variability mezi ošetřením (paseno/nepaseno) se používá metoda LTRE (Life table response experiment) s pevnými efekty a faktoriálním designem, nazývána též jako retrospektivní analýza (Caswell 2000). Pomocí LTRE analýzy jsem zjišťovala, zda se matice pasených a nepasených rostlin průkazně liší v příspěvku k celkové variabilitě populační růstové rychlosti. Porovnávala jsem tedy rozdíly v maticích ze dvou přechodových intervalů (kromě *Anacamptis pyramidalis* z lokality Soudný dub) pro každý druh a lokalitu. Dále jsem zjišťovala, které prvky matice nejvíce přispívají k rozdílům v maticích pasených a nepasených rostlin.

Použitím skriptu `stoch 2` jsem si spočítala pravděpodobnosti jednotlivých stádií (stages) v populaci. Pomocí tohoto údaje jsem pak vypočítala, kolik jedinců daného stádia je v populaci o velikosti 100 jedinců. Závislost počtu pasených a nepasených rostlin na čase jsem pak zjišťovala pro pasené a nepasené rostliny daného druhu a lokality skriptem `demostoch` s počtem opakování 1000.

3. Výsledky

3.1 Analýzy primárních dat

3.1.1 Klíčivost, produkce semen a přežívání semenáčků

Vypočítala jsem hodnoty pravděpodobnosti klíčení semen, přežívání semenáčků a počet semen na rostlinu pro všechny druhy (kromě *Anacamptis pyramidalis*), lokality a roky (Tabulka 3 a Tabulka 4). Údaje chybějící v tabulce nebyly daný rok naměřené v terénu. (Místo chybějících údajů pro klíčivost v roce 2007 pro *Pulsatilla pratensis* byly použity při sestrojování matic údaje o klíčivosti z roku 2008 na Šanově koutě a Zlatém koni a za pravděpodobnosti přežívání pro tyto lokality byla dosazená data naměřená pro *Pulsatilla pratensis* na Pání hoře).

Z tabulek vidíme, že druhy klíčí s malou pravděpodobností, přičemž více klíčí pasené rostliny, kromě druhu *Pulsatilla pratensis* na lokalitě Šanův kout a Zlatý kůň. Semenáčky mají vyšší mortalitu na pasených plochách pro druh *Fragaria viridis* a *Pulsatilla pratensis*, naopak je tomu u druhu *Salvia pratensis*. Vyšší počet semen na rostlinu byl zaznamenán pro nepasené rostliny všech druhů.

Tabulka 3: Klíčivost druhů v procentech vypočítaná pro rok 2007 a 2008 v procentech pro druhy: *Fragaria viridis*, *Pulsatilla pratensis* a *Salvia pratensis* z lokalit Pání hora, Šanův kout a Zlatý kůň.

lokality	druh	typ	klíčení07(%)	Std Dev.	klíčení08(%)	Std Dev.
Pání hora	<i>Fragaria</i>	pasené	0.8	0.01	0.3	0.00
		nepasené	0.2	0.00	0.1	0.00
	<i>Pulsatilla</i>	pasené	2.2	0.15	3.2	0.18
		nepasené	2.2	0.15	2.2	0.15
	<i>Salvia</i>	pasené	1.3	0.11	0.3	0.06
		nepasené	0.6	0.01	0.2	0.04
Šanův kout	<i>Pulsatilla</i>	pasené	-	-	2.8	0.15
		nepasené	-	-	4.4	0.15
Zlatý kůň	<i>Pulsatilla</i>	pasené	-	-	2.2	0.17
		nepasené	-	-	2.4	0.21

Tabulka 4: Přežívání semenáčků v procentech a počet semen na rostlinu pro druhy: *Fragaria viridis*, *Pulsatilla pratensis* a *Salvia pratensis* z lokalit Pání hora, Šanův kout a Zlatý kůň.

lokalita	druh	typ	přežívání(%)	Std Dev.	poč.semen	Std Dev.
Pání hora	<i>Fragaria</i>	pasené	33.3	0.50	107	23.55
		nepasené	66.7	0.50	128	33.12
	<i>Pulsatilla</i>	pasené	12.5	0.34	102	22.80
		nepasené	23.5	0.44	122	21.50
	<i>Salvia</i>	pasené	90.4	0.50	155	67.20
		nepasené	50.0	0.37	220	107.36
Šanův kout	<i>Pulsatilla</i>	pasené	-	-	105	20.45
		nepasené	-	-	112	20.77
Zlatý kůň	<i>Pulsatilla</i>	pasené	-	-	106	17.09
		nepasené	-	-	121	21.91

Pro druhy *Pulsatilla pratensis*, *Fragaria viridis* a *Salvia pratensis* jsem testovala závislost pravděpodobnosti klíčení semen na ošetření a dále na interakci ošetření s dalšími faktory. Pro žádný druh nevyšel tento test průkazně (Tabulka 5, Tabulka 6).

Tabulka 5: Vliv plochy, lokality, roku, ošetření a jejich interakce na pravděpodobnost klíčení semen pro druh *Pulsatilla pratensis*. Tučně jsou znázorněny průkazné hodnoty.

<i>Pulsatilla pratensis</i>	pravděpodobnost klíčení			
	d.f	df.error	R ²	P
plocha	1	86	0.06	<0.001
lokalita	1	85	-	0.32
rok	1	84	-	0.12
ošetření	1	83	-	0.71
lokalita:ošetření	1	82	-	0.98
rok:ošetření	1	81	-	0.35

Tabulka 6: Vliv plochy, lokality, roku, ošetření a jejich interakce na pravděpodobnost klíčení semen pro druh *Fragaria viridis* a *Salvia pratensis*.

<i>Fragaria</i> <i>Salvia</i>	pravděpodobnost klíčení			
	d.f	df.error	<i>Fragaria</i>	<i>Salvia</i>
			P	P
plocha	1	46	0.11	0.10
rok	1	45	0.20	0.12
ošetření	1	44	0.20	0.36
rok:ošetření	1	43	0.88	0.90

3.1.2 Přežívání semen v semenné bance

Druhy *Fragaria viridis* a *Salvia pratensis* jsem nechala klíčit na Petriho miskách v klimaboxu po uzrání semen v terénu. Následující rok jsem nechala vyklíčit stejné množství semen, které byly rok zakopané v zemi za účelem zjištění schopnosti semen přežít (Tabulka 7). Ukazuje se, že druhy mohou ob rok v umělých podmínkách vyklíčit. V terénu jsem ale nenašla ani jeden semenáček, který by ukazoval, že druhy skutečně doklíčují v následujícím roce. Z tohoto důvodu jsem přežívání druhů v semenné bance dále neuvažovala.

Tabulka 7: Klíčení semen v procentech druhu *Fragaria viridis* a *Salvia pratensis*: semen, která po jejich uzrání v terénu se nechala vyklíčit na Petriho miskách a semen zakopaných jeden rok v půdě a pak nechaných klíčit na Petriho miskách.

	klíčivost v 1. roce	Std Dev.	klíčivost po roce (půda)	Std Dev.
<i>Fragaria</i>	51	0.24	1	0.02
<i>Salvia</i>	52	0.08	10	0.14

3.1.3 Kvetení a přežívání rostlin

Pro všechny druhy jsem zjišťovala efekt ošetření a jeho interakce s dalšími faktory na kvetení či nekvetení a na pravděpodobnost přežívání rostlin (Tabulka 8-11). Pouze pro druh *Pulsatilla pratensis* vychází průkazný efekt ošetření a dále interakce ošetření s lokalitou a rokem na kvetení rostlin (Tabulka 8). Z toho vyplývá, že pasené rostliny kvetou méně než nepasené, a to především na lokalitě Zlatý kůň. Další průkazné závislosti už nejsou tak podstatné.

Z analýz vychází ještě průkazný vliv předchozí fáze životního cyklu a vliv roku pro druh *Anacamptis pyramidalis* na pravděpodobnost přežívání a kvetení. Pro tento druh jsem netestovala interakce s rokem z důvodu sledování *Anacamptis pyramidalis* na lokalitě Soudný dub pouze dva roky, tedy jeden přechodový interval.

Pro druh *Fragaria viridis* a *Salvia pratensis* vychází signifikantní vliv roku na pravděpodobnost kvetení. Pro druh *Salvia pratensis* jsem netestovala efekt jednotlivých faktorů na pravděpodobnost přežívání kvůli nízké mortalitě.

Tabulka 8: Vliv předchozí fáze životního cyklu, lokality, roku, ošetření a jejich interakce na pravděpodobnost přežívání a kvetení (2007, 2008) nekvetoucích a kvetoucích rostlin (2006, 2007) pro druh *Pulsatilla pratensis*. Tučně jsou znázorněny průkazné hodnoty.

<i>Pulsatilla pratensis</i>	d.f	pravděpodobnost přežívání			pravděp. kvetení		
		df.error	R ²	P	df.error	R ²	P
předchozí fáze žc	1	989	-	0.59	967	-	<0.001
lokality	2	987	-	0.93	965	-	0.39
rok	1	986	-	0.43	964	0.01	<0.001
ošetření	1	985	-	0.56	963	0.00	0.05
lokality:rok	2	983	-	0.25	961	0.02	<0.001
lokality:ošetření	2	981	-	0.64	959	0.03	<0.001
rok:ošetření	1	980	-	0.54	958	0.01	<0.001
předchozí fáze žc:lokality	2	978	0.05	<0.001	956	0.01	<0.001
předchozí fáze žc:rok	1	977	-	0.11	955	0.01	<0.001
předchozí fáze žc:ošetření	1	976	-	0.27	954	-	0.20
lokality:rok:ošetření	2	974	-	0.14	952	0.01	0.01

Tabulka 9: Vliv předchozí fáze životního cyklu, lokality, roku, ošetření a jejich interakce na pravděpodobnost přežívání a kvetení (2007, 2008) nekvetoucích a kvetoucích rostlin (2006, 2007) pro druh *Anacamptis pyramidalis*. Tučně jsou znázorněny průkazné hodnoty.

<i>Anacamptis pyramidalis</i>	d.f	pravděpodobnost přežívání			pravděp. kvetení		
		df.error	R ²	P	df.error	R ²	P
předchozí fáze žc	2	459	0.11	<0.001	430	0.19	<0.001
lokality	1	458	-	0.29	429	-	0.24
rok	1	457	0.02	0.03	428	0.02	<0.001
ošetření	1	456	-	0.15	427	-	0.78
lokality:ošetření	1	455	-	0.45	426	-	0.46
rok:ošetření	1	454	-	0.41	425	-	0.14
předchozí fáze žc:lokality	2	452	-	0.41	423	0.01	0.02
předchozí fáze žc:rok	2	450	-	0.24	421	0.03	<0.001
předchozí fáze žc:ošetření	2	448	-	0.08	419	-	0.32

Tabulka 10: Vliv předchozí fáze životního cyklu, roku, ošetření a jejich interakce na pravděpodobnost přežívání a kvetení (2007, 2008) nekvetoucích a kvetoucích rostlin (2006, 2007) pro druh *Fragaria viridis*. Tučně jsou znázorněny průkazné hodnoty.

<i>Fragaria viridis</i>	d.f	pravděpodobnost přežívání			pravděp. kvetení		
		df.error	R ²	P	df.error	R ²	P
předchozí fáze žc	1	242	0.02	0.02	235	-	0.37
rok	1	241	-	0.19	234	0.13	<0.001
ošetření	1	240	-	0.28	233	-	0.17
rok:ošetření	1	239	-	0.12	232	-	0.17
předchozí fáze žc:rok	1	238	-	1.00	231	-	0.82
předchozí fáze žc:ošetření	1	237	-	0.98	230	-	0.15

Tabulka 11: Vliv předchozí fáze životního cyklu, roku, ošetření a jejich interakce na pravděpodobnost kvetení (2007, 2008) nekvetoucích a kvetoucích rostlin (2006, 2007) pro druh *Salvia pratensis*. Tučně jsou znázorněny průkazné hodnoty.

<i>Salvia pratensis</i>	pravděpodobnost kvetení			
	d.f	df.error	R ²	P
předchozí fáze žc	1	199	-	0.92
rok	1	198	0.08	<0.001
ošetření	1	197	-	0.23
rok:ošetření	1	196	-	0.89
předchozí fáze žc:rok	1	195	-	0.73
předchozí fáze žc:ošetření	1	194	-	0.19

3.1.4 Selektivita

Za účelem zjištění vlivu selektivního spásání jsem testovala vliv míry okousanosti (stupněm 1-3) kvetoucích a nekvetoucích rostlin (sledované v roce 2007) na kvetení či nekvetení následující rok (2008). Tento test jsem prováděla pro druhy *Pulsatilla pratensis* pro každou lokalitu zvlášť a dále pro druhy *Fragaria viridis* a *Salvia pratensis* (Tabulka 12). Test ukázal průkaznou závislost mezi mírou spasenosti a nekvetoucími jedinci na kvetení či nekvetení v následujícím roce pro druh *Salvia pratensis* a pro kvetoucí rostliny pro druh *Pulsatilla pratensis* na lokalitě Zlatý kůň, přičemž rostliny, které byly více okousané měly nižší pravděpodobnost kvetení příští rok.

Pro druh *Anacamptis pyramidalis* jsem nenasbírala tyto data, protože po pastvě byla většina rostlin už zaschlá.

Tabulka 12: Vliv míry okousanosti sledovaný v roce 2007 pro kvetoucí a nekvetoucí rostliny na kvetení či nekvetení následující rok. Tučně jsou znázorněny průkazné hodnoty.

lokality	druh	fáze r. 2007	d.f	df.error	R ²	P
Pání hora	<i>Fragaria</i>	květoucí	1	9	-	0.33
		nekvětoucí	1	44	-	0.19
	<i>Pulsatilla</i>	květoucí	1	52	-	0.58
		nekvětoucí	1	41	-	0.87
	<i>Salvia</i>	květoucí	-	-	-	-
		nekvětoucí	1	39	0.93	0.05
Šanův kout	<i>Pulsatilla</i>	květoucí	1	50	-	0.36
		nekvětoucí	1	20	-	0.80
Zlatý kůň	<i>Pulsatilla</i>	květoucí	1	18	0.59	0.02
		nekvětoucí	1	47	-	0.13

3.1.5 Vegetační monitoring

Testovala jsem závislost pokryvnosti (vyjádřenou v procentech) studovaných druhů pro danou lokalitu na interakci ošetření (paseno/nepaseno) a roku. Výsledky tohoto testu pro jednotlivé druhy ukazuje Tabulka 13. Ve všech případech vyšly analýzy neprůkazně. Pro druh *Anacamptis pyramidalis* nebylo možné vliv pastvy testovat, neboť byl na monitorovacích plochách zachycen pouze jednou.

Tabulka 13: Závislost procentuálního zastoupení studovaných druhů z dané lokality na interakci ošetření a roku vypočteno pro data z vegetačního monitoringu.

lokality	druh	d.f	df.error	P
Pání hora	<i>Fragaria</i>	1	47	0.83
	<i>Pulsatilla</i>	1	7	0.69
	<i>Salvia</i>	1	17	0.98
Šanův kout	<i>Pulsatilla</i>	1	7	0.69
Zlatý kůň	<i>Pulsatilla</i>	1	17	0.57

3.2 *Pulsatilla pratensis*

3.2.1 Populační projekční matice

Sestavila jsem projekční matice pro pasené a nepasené rostliny druhu *Pulsatilla pratensis* pro jednotlivé lokality a dva přechodové intervaly (Tabulka 14). Z matic vidíme, že celkově vyšší procento nepasených rostlin (až na výjimky) setrvává v kvetoucí fázi a přechází z nekvetoucí do kvetoucí fáze, naproti tomu u pasených rostlin je častější setrvání v nekvetoucí fázi a přechod z fáze kvetoucí do nekvetoucí.

Tabulka 14: Populační přechodové matice pro pasené a nepasené rostliny druhu *Pulsatilla pratensis* pro lokalitu Pání hora, Šanův kout a Zlatý kůň ze dvou přechodových intervalů 2006/07 a 2007/08; 1-semenáček, 2-nekvetoucí fáze, 3-krvetooucí fáze.

Pulsatilla pratensis

Pání hora									
pasené	2006/07			nepasené	2006/07				
	1	2	3		1	2	3		
1	0.00	0.00	2.23	1	0.00	0.00	2.64		
2	0.13	0.67	0.30	2	0.24	0.64	0.22		
3	0.00	0.33	0.69	3	0.00	0.32	0.76		
pasené	2007/08			nepasené	2007/08				
	1	2	3		1	2	3		
1	0.00	0.00	3.23	1	0.00	0.00	2.64		
2	0.13	0.69	0.52	2	0.24	0.67	0.28		
3	0.00	0.27	0.48	3	0.00	0.27	0.72		
Šanův kout									
pasené	2006/07			nepasené	2006/07				
	1	2	3		1	2	3		
1	0.00	0.00	2.94	1	0.00	0.00	4.93		
2	0.13	0.50	0.18	2	0.24	0.60	0.13		
3	0.00	0.50	0.79	3	0.00	0.40	0.85		
pasené	2007/08			nepasené	2007/08				
	1	2	3		1	2	3		
1	0.00	0.00	2.94	1	0.00	0.00	4.93		
2	0.13	0.86	0.52	2	0.24	0.74	0.33		
3	0.00	0.14	0.44	3	0.00	0.26	0.63		

Zlatý kůň

pasené 2006/07				nepasené 2006/07			
	1	2	3		1	2	3
1	0.00	0.00	2.54	1	0.00	0.00	2.66
2	0.13	0.79	0.68	2	0.24	0.49	0.33
3	0.00	0.21	0.29	3	0.00	0.43	0.63

pasené 2007/08				nepasené 2007/08			
	1	2	3		1	2	3
1	0.00	0.00	2.54	1	0.00	0.00	2.66
2	0.13	0.83	0.33	2	0.24	0.50	0.15
3	0.00	0.15	0.67	3	0.00	0.50	0.85

3.2.2 Analýzy populačních projekčních matic

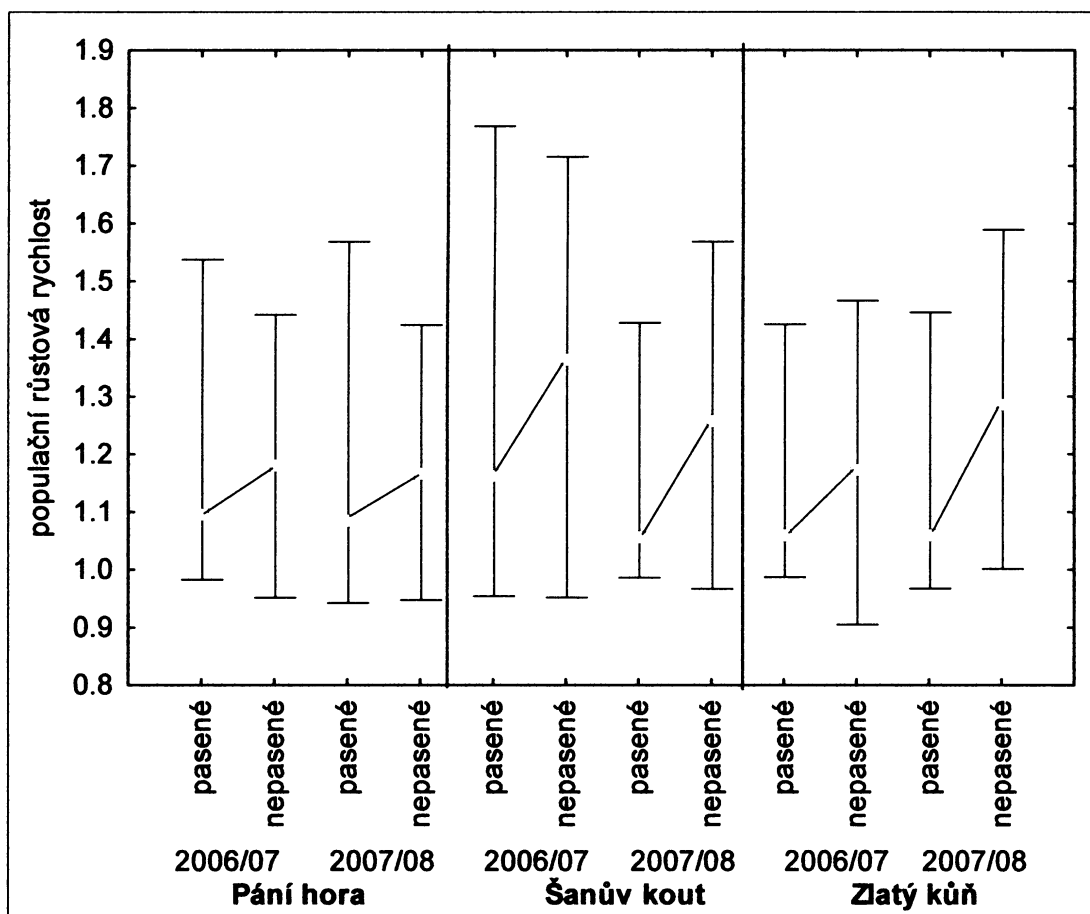
Populační růstová rychlost

Pro všechny matice jsem vypočítala populační růstovou rychlost a jejich 95% konfidenční intervaly. Ukazuje se, že populační růstová rychlost je menší pro pasené rostliny pro danou lokalitu a přechodový interval (Tabulka 15, Graf 2).

Dále jsem spočítala populační růstovou rychlost pomocí stochastického modelování pro pasené a nepasené rostliny vždy pro danou lokalitu a pro dva přechodové intervaly dohromady (Tabulka 16). Graf 3 názorně zobrazuje, že pasené rostliny mají nižší populační růstovou rychlost než nepasené.

Tabulka 15: Populační růstové rychlosti (λ) a jejich 95% konfidenční intervaly pro pasené a nepasené rostliny druhu *Pulsatilla pratensis* vypočtené z přechodových matic 2006/07 a 2007/08 pro lokalitu Pání hora, Šanův kout a Zlatý kůň. CI-L: spodní hodnota konfidenčního intervalu, CI-U: horní hodnota konfidenčního intervalu.

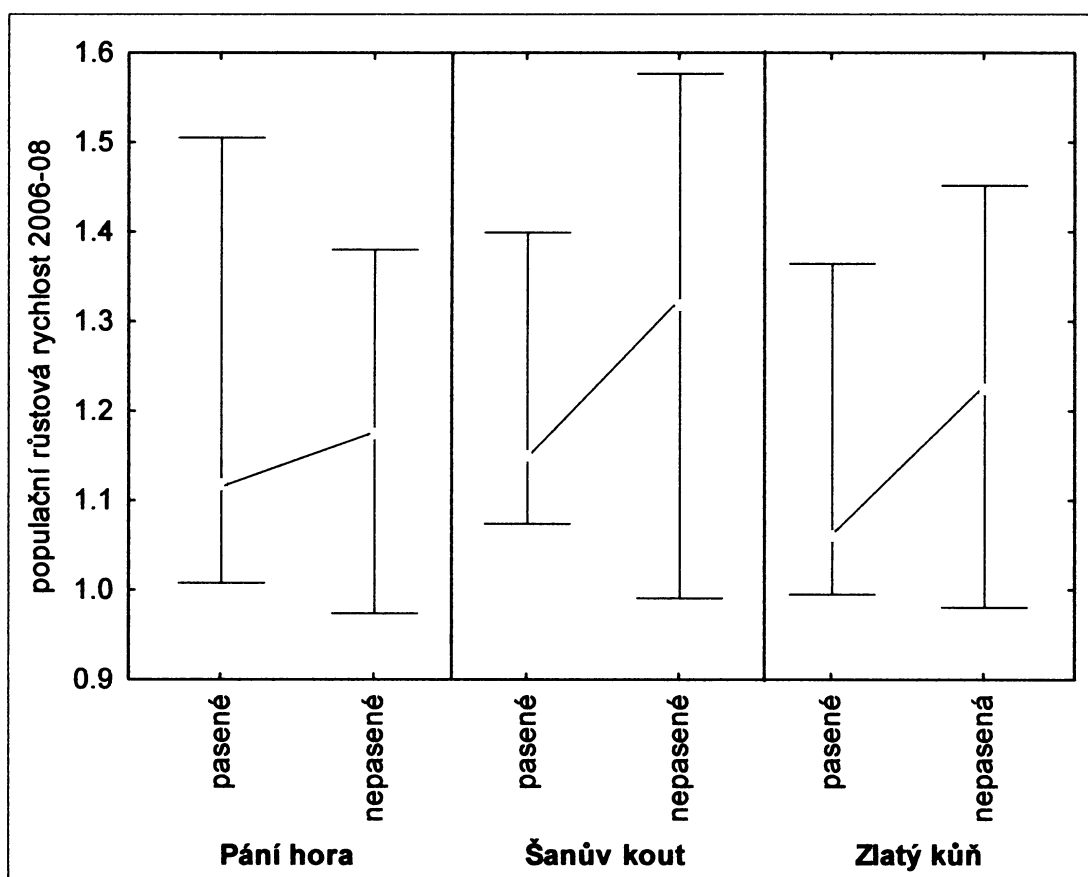
lokality	rok	typ	95%CI-L	λ	95%CI-U
Pání hora	2006/07	pasené	0.98	1.10	1.54
		nepasené	0.95	1.19	1.44
	2007/08	pasené	0.94	1.08	1.57
		nepasené	0.95	1.16	1.42
Šanův kout	2006/07	pasené	0.95	1.16	1.77
		nepasené	0.95	1.36	1.71
	2007/08	pasené	0.98	1.06	1.43
		nepasené	0.97	1.26	1.57
Zlatý kůň	2006/07	pasené	0.99	1.06	1.42
		nepasené	0.90	1.17	1.46
	2007/08	pasené	0.97	1.06	1.44
		nepasené	1.00	1.29	1.59



Graf 2: Populační růstové rychlosti (λ) a jejich 95% konfidenční intervaly pro pasené a nepasené rostliny druhu *Pulsatilla pratensis* vypočtené z přechodových matic 2006/07 a 2007/08 pro lokalitu Pání hora, Šanův kout a Zlatý kůň.

Tabulka 16: Populační růstové rychlosti (λ) a jejich 95% konfidenční intervaly pro pasené a nepasené rostliny druhu *Pulsatilla pratensis* vypočtené pomocí stochastického modelování pro rok 2006-08 a lokalitu Pání hora, Šanův kout a Zlatý kůň. CI-L – spodní hodnota konfidenčního intervalu, CI-U – horní hodnota konfidenčního intervalu.

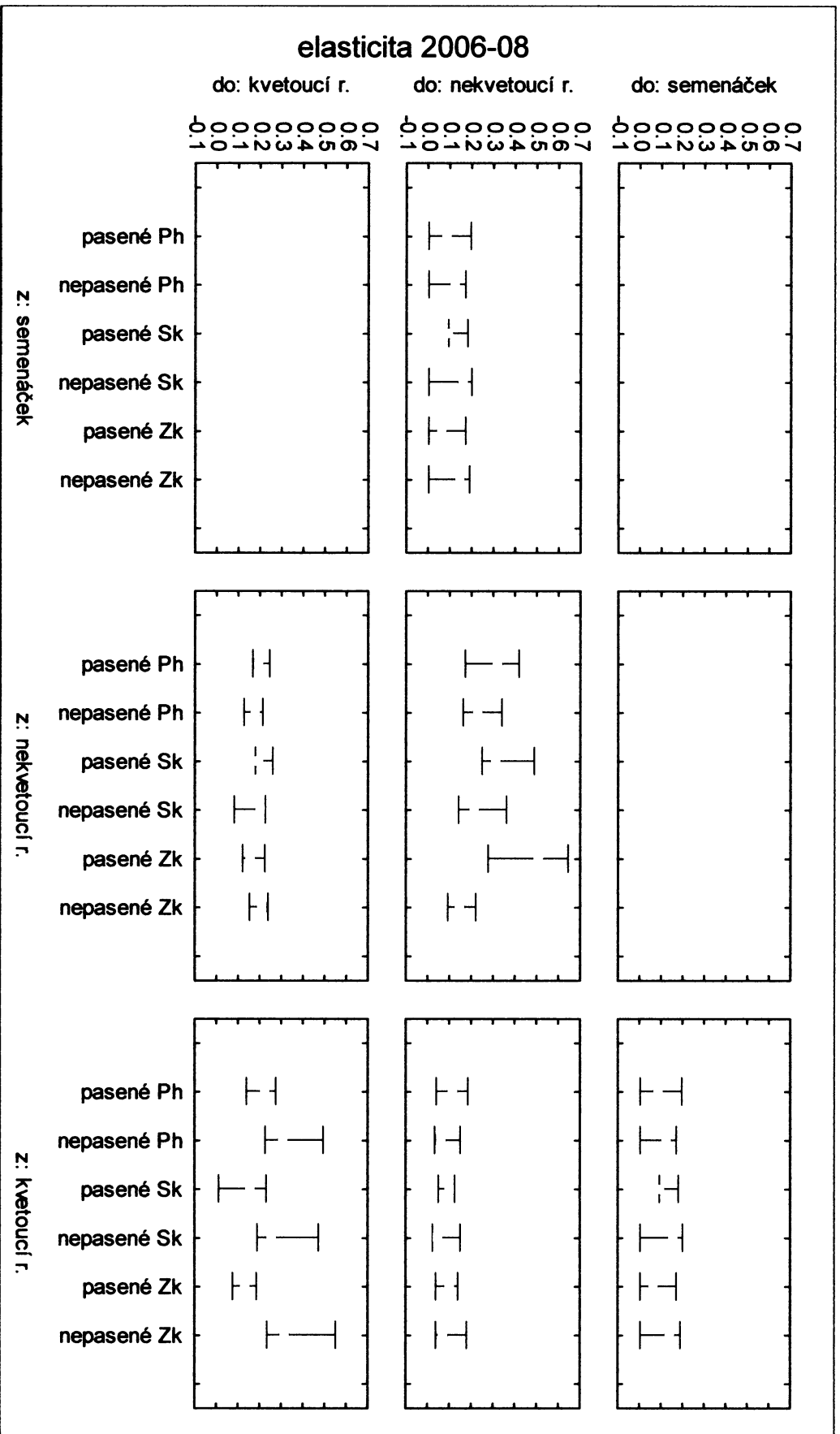
2006-08				
lokalita	typ	95%CI-L	λ	95%CI-U
Pání hora	pasené	1.01	1.12	1.50
	nepasené	0.97	1.17	1.38
Šanův kout	pasené	1.07	1.15	1.40
	nepasené	0.99	1.32	1.58
Zlatý kůň	pasené	0.99	1.06	1.36
	nepasené	0.98	1.22	1.45



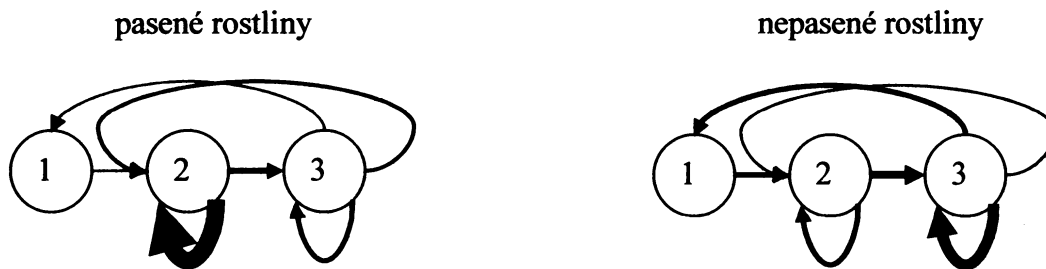
Graf 3: Populační růstové rychlosti (λ) a jejich 95% konfidenční intervaly pro pasené a nepasené rostliny druhu *Pulsatilla pratensis* spočtené pomocí stochastických modelů pro přechodové matice 2006/07 a 2007/08 na lokalitách Pání hora, Šanův kout a Zlatý kůň.

Elasticita

Pomocí stochastického modelování jsem vypočítala elasticity jednotlivých přechodů a jejich 95% konfidenční intervaly pro pasené a nepasené rostliny druhu *Pulsatilla pratensis* na lokalitách Pání hora, Šanův kout a Zlatý kůň (Graf 4). Ukazuje se, že největší elasticita pro pasené rostliny je pro přechod setrvání v nekvetoucí fázi (přechod 2→2) a pro nepasené rostliny pak setrvání v kvetoucí fázi (přechod 3→3). Názorněji to ukazuje Graf 5 pro *Pulsatilla pratensis* na lokalitě Zlatý kůň. Při změně prvku matice s vysokou hodnotou elasticity může dojít k relativně velké změně v populační růstové rychlosti.



Graf 4: Elasticity jednotlivých prvků matice a jejich 95% konfidenční intervaly pro pasené a nepasené rostliny a pro lokality: Ph – Páří hora, Sk – Šanův kout, Zk – Zlatý kůň spočtené pomocí stochastických simulací z přechodových matic 2006/07 a 2007/08.



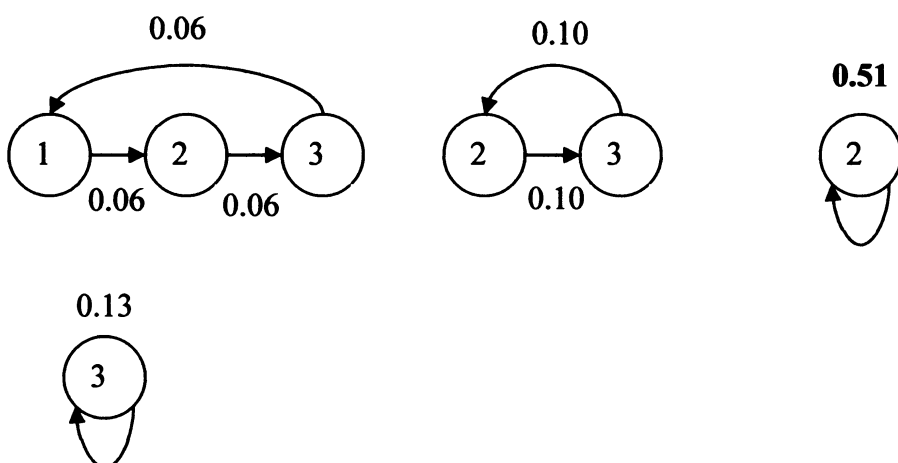
Graf 5: Graf životního cyklu pásených a nepásených rostlin se zvýrazněnými elasticitami spočítanými pomocí stochastického modelování pro druh *Pulsatilla pratensis* a lokalitu Zlatý kůň; 1-semenáček, 2-nekvetoucí fáze, 3-kvetoucí fáze.

Loop analýza

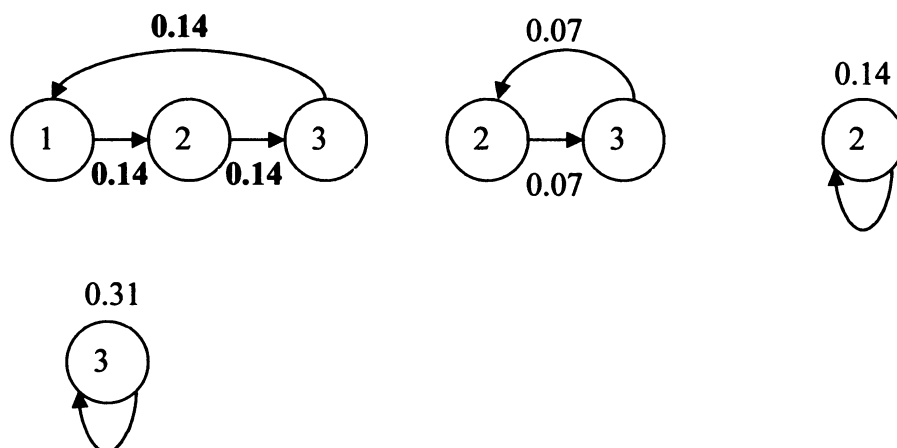
Pomocí Loop analýzy jsem rozdělila grafy životního cyklu pásených a nepásených rostlin dané lokality na jednotlivé menší uzavřené cykly a spočítala jsem hodnotu elasticity pro tyto dílčí cykly. Zajímalo mě, jaká část životního cyklu pásených a nepásených rostlin má největší vliv na populační růstovou rychlost.

Jako nejdůležitější část cyklu (malý cyklus s největší hodnotou elasticity) se ukázal cyklus setrvání v nekvetoucí fázi pro pásené rostliny na všech lokalitách (Graf 6A). Pro nepásené rostliny je důležitý cyklus semenáček, nekvetoucí, kvetoucí rostlina. O něco menší elasticita je pro setrvání v kvetoucí fázi (Graf 6B).

A, pásené rostliny



B, nepasené rostliny



Graf 6: Jednotlivé dílčí cykly v životním cyklu rostliny s vyznačenými elasticitami spočítané pomocí stochastického modelování pro A, pasené a B, nepasené rostliny druhu *Pulsatilla pratensis* a lokalitu Zlatý kůň. Výsledná hodnota elasticity dílčího cyklu je součtem všech hodnot v tomto cyklu (pokud jich je víc). Tučně jsou vyznačeny hodnoty, které jsou součástí cyklu s největší výslednou hodnotou elasticity. Součet hodnot elasticit všech cyklů pro dané rostliny nedává dohromady přesně hodnotu jedna v důsledku zaokrouhlování; 1-semenáček, 2-nekvetoucí fáze, 3-kvetoucí fáze.

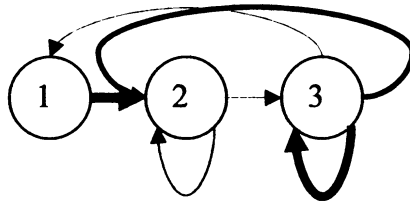
LTRE analýza

Analýza LTRE, která zkoumá skutečné změny parametrů a jejich vliv na skutečnou variabilitu matice, ukázala rozdíly v populační dynamice pasených a nepasených rostlin především na lokalitě Šanův kout a Zlatý kůň.

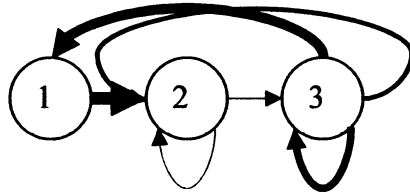
Rozdíly v maticích pro pasené a nepasené rostliny vyšly pro druh *Pulsatilla pratensis* na lokalitě Pání hora neprůkazně. Přesto vyšly průkazně příspěvky prvků matice, které přispívají k rozdílům v maticích pasených a nepasených rostlin, a to přechod 3→2 pro pasené rostliny a přechod 3→3 pro nepasené rostliny (Graf 7A).

Průkazně ($p=0.02$) vycházejí rozdíly v maticích pasených a nepasených rostlin, tedy rozdíly v příspěvku k celkové variabilitě populační růstové rychlosti, pro lokalitu Šanův kout a Zlatý kůň, přičemž paseným rostlinám se daří hůře. Jediným průkazným příspěvkem, který přispívá k rozdílům v maticích pro pasené a nepasené rostliny je přechod nepasených rostlin z kvetoucí rostliny do fáze semenáčku (přechod 3→1) pro Šanův kout (Graf 7B), pro lokalitu Zlatý kůň je to přechod z kvetoucí fáze do fáze nekvetoucí (přechod 3→2) a setrvání v nekvetoucí fázi (přechod 2→2), který je pozitivní pro pasené rostliny (Graf 7C). Pro nepasené rostliny je významný přechod z nekvetoucí do kvetoucí fáze (přechod 2→3), který nejvíce přispívá k rozdílům a dále setrvání v kvetoucí fázi (přechod 3→3).

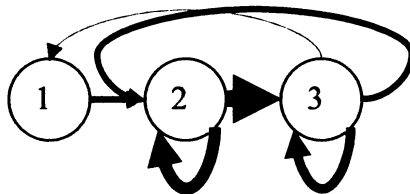
A, Pání hora ($p=0.45$)



B, Šanův kout ($p=0.02$)



C, Zlatý kůň ($p=0.02$)

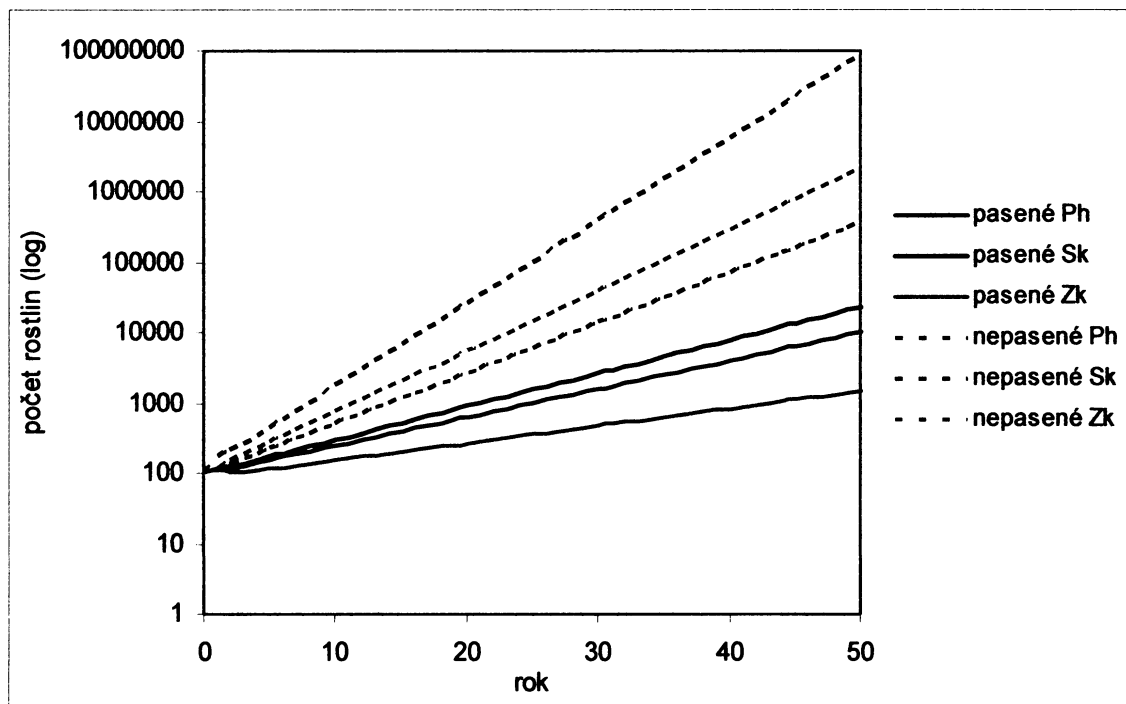


Graf 7: Graf životního cyklu s vyznačenými příspěvky jednotlivých parametrů k efektu ošetření pro druh *Pulsatilla pratensis* z lokality A, Pání hora; B, Šanův kout a C, Zlatý kůň a spočtenými p-hodnotami pro celkový efekt ošetření. Červeně a modře jsou vyznačeny průkazné kladné příspěvky: pozitivní příspěvek pasených rostlin - červeně, nepasených - modře. S tloušťkou šipek roste příspěvek parametru; 1-semenáček, 2-nekvetoucí fáze, 3-kvetoucí fáze.

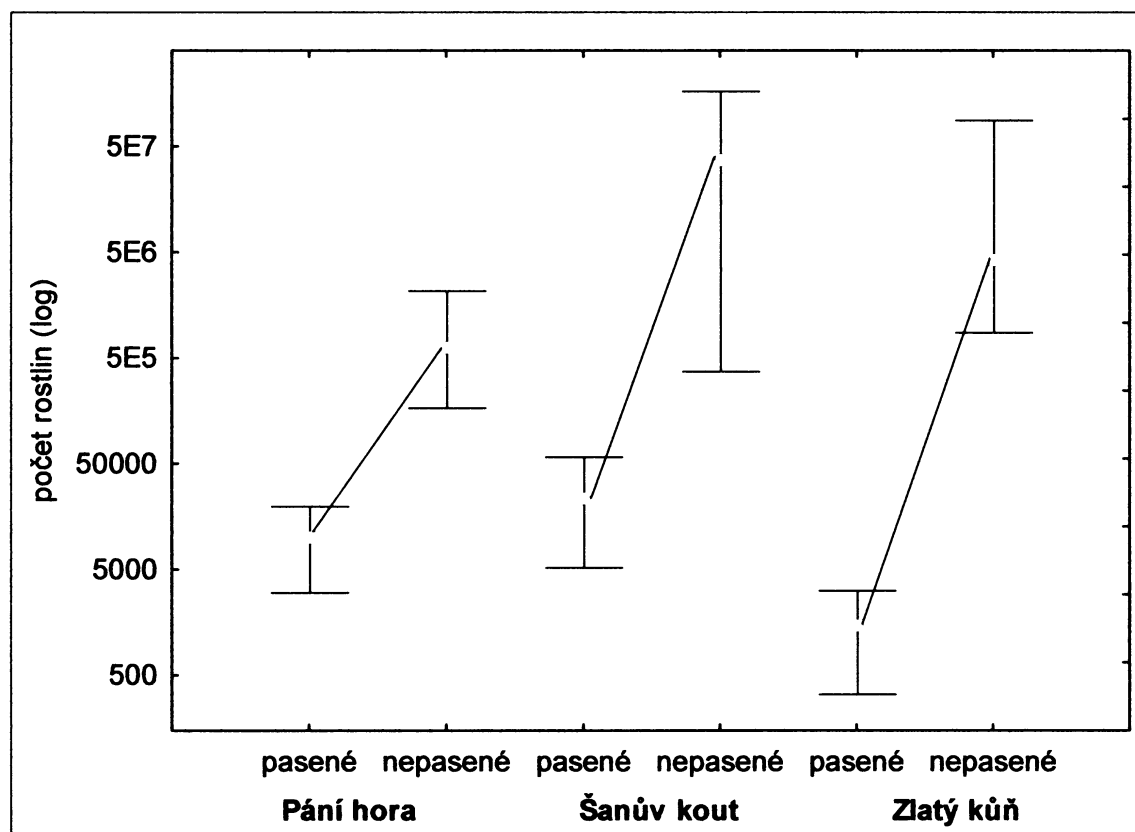
Projekce počtu rostlin v čase

Pro pasené a nepasené rostliny na všech lokalitách jsem zjišťovala, jak se bude měnit počet rostlin v čase (Graf 8). Vycházím z toho, že v roce 0 byly rostliny (dané lokality a ošetření) v počtu 100 kusů. Z grafu vidíme, že v budoucnu by mělo více přibývat nepasených rostlin než pasených. Nejmenší rozdíl ve velikosti populace v čase by měl být mezi pasenými a nepasenými rostlinami na Pání hoře.

Konfidenční intervaly počtů jednotlivých rostlin jsou poměrně široké, ale nepřekrývají se. Pro názornost jsem vynesla graf s počtem rostlin za 50 let a s jejich 95% konfidenčními intervaly pro pasené a nepasené rostliny dané lokality (Graf 9).



Graf 8: Závislost počtu pasených a nepasených rostlin na čase vypočtené pro druh *Pulsatilla pratensis* z lokality Pání hora, Šanův kout a Zlatý kůň. Osa Y je vynesena v logaritmickém měřítku; lokalita: Ph – Pání hora, Sk – Šanův kout, Zk – Zlatý kůň.



Graf 9: Počet pasených a nepasených rostlin druhu *Pulsatilla pratensis* za 50 let s jejich 95% konfidenčními intervaly. Vypočítáno pro lokality Pání hora, Šanův kout a Zlatý kůň. Osa Y je vynesena v logaritmickém měřítku.

3.3 *Anacamptis pyramidalis*

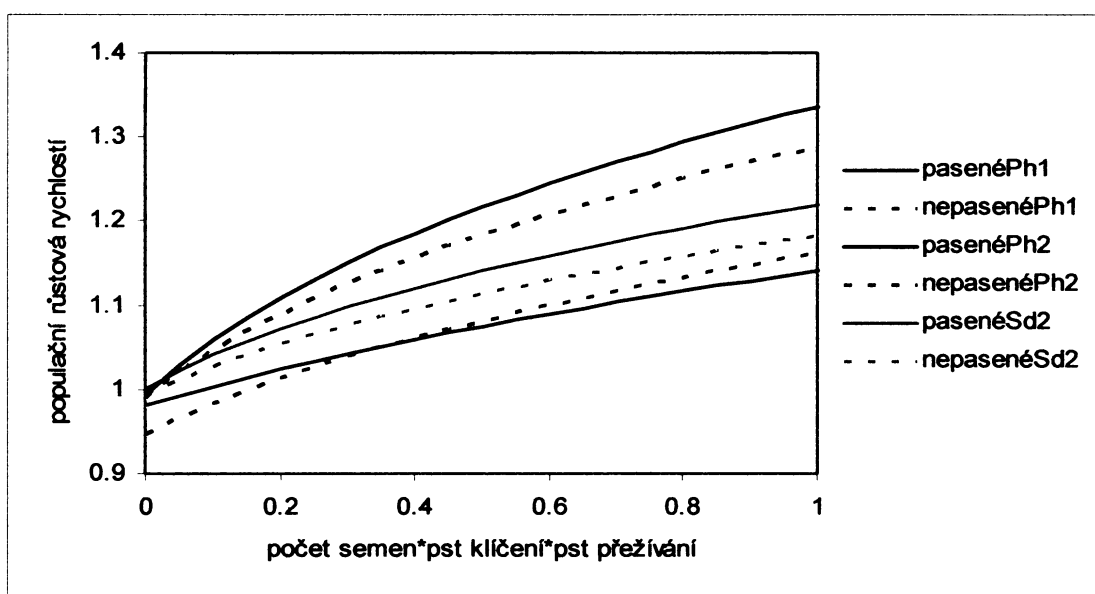
3.3.1 Populační projekční matice

Hodnoty reprodukce

Pro druh *Anacamptis pyramidalis* se mi nepodařilo zjistit v terénu pravděpodobnost klíčení, přežívání semenáčků a produkce semen na rostlinu. Z tohoto důvodu jsem nejprve modelovala závislost populační růstové rychlosti na hodnotách reprodukce.

Protože jsou přechod produkce semen a klíčení (přechod 4→1) a přechod přežívání semenáčků (přechod 1→2) úzce propojené, uvažovala jsem, že 100% semenáčků přežije a v dalším roce přejde do kategorie malý nekvetoucí jedinec (přechod 1→2) a pracovala jsem pouze s hodnotou přechodu kvetoucí rostlina do fáze semenáček (přechod 4→1).

Z Grafu 10 vidíme, že při malé hodnotě reprodukce je populační růstová rychlost pro pasené rostliny větší než pro nepasené, při hodnotě koeficientu reprodukce nad hodnotou 0.4 je pak populační růstová rychlost pro pasené rostliny menší než pro nepasené pro lokalitu Pání hora a přechodový interval 2006/07. Z tohoto důvodu jsem pro sestavení projekčních matic uvažovala hodnotu přechodu kvetoucí rostliny do fáze semenáčku (přechod 4→1): 0, 1 a dále 0.05. Poslední hodnotu jsem vypočítala zprůměrováním hodnot všech reprodukčních koeficientů (pro dané ošetření, lokalitu a přechodový interval), při kterých je populační růstová rychlost rovna jedné.

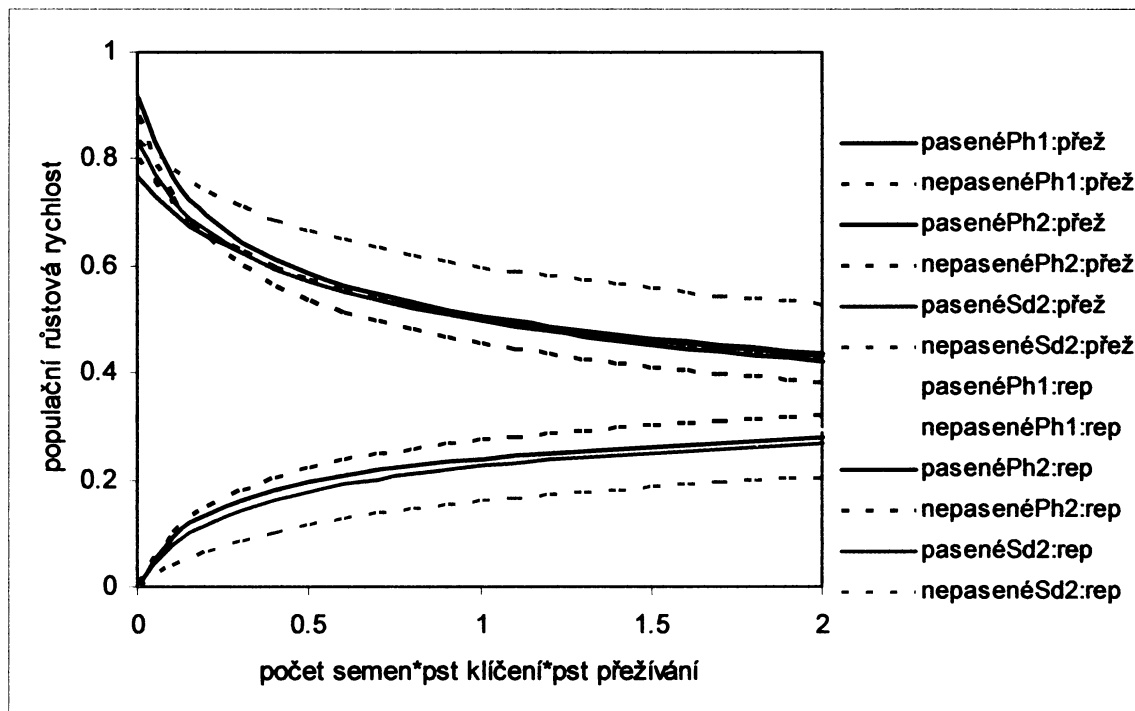


Graf 10: Závislost populační růstové rychlosti na počtu semen, pravděpodobnosti klíčení a přežívání semenáčků pro druh *Anacamptis pyramidalis*, dvě lokality a dva přechodové intervaly; lokalita: Ph - Pání hora, Sd - Soudný dub, přechodový interval: 1-2006/07, 2-2007/08.

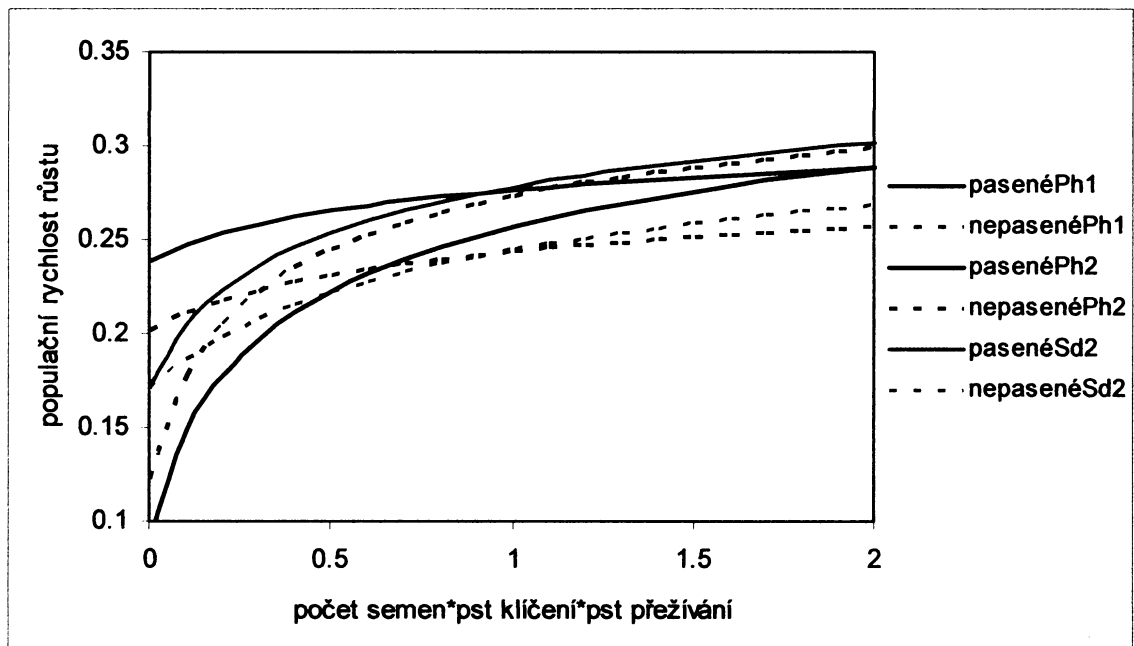
Neznámé hodnoty pravděpodobnosti přechodu semenáčku do nekvetoucí fáze a kvetoucí fáze do fáze semenáčku může mít významný vliv na elasticitu růstu, přežívání a reprodukce populace. Tuto závislost můžeme vyjádřit graficky (Graf 11, 12). Z grafů je vidět, že s rostoucí hodnotou součinu počtu semen, pravděpodobnosti klíčení a přežívání semenáčků roste elasticita reprodukce (reprodukce má větší vliv na změnu populační růstové rychlosti) více pro nepasené rostliny na Pání hoře než pro pasené. Na Soudném dubu je to naopak.

S růstem nezávislé proměnné klesá významnost přežívání celé populace, nejvíce pro nepasené rostliny na Pání hoře, nejméně pro nepasené rostliny na Soudném dubu. Ostatní závislosti mají podobný průběh.

Závislost elasticity růstu populace na počtu semen, pravděpodobnosti klíčení a přežívání semenáčků roste více pro pasené rostliny na lokalitě Pání hora (2006/07) a Soudném dubu. Pro *Anacamptis pyramidalis* na Pání hoře sledovaný v letech 2007/08 je elasticita růstu při stejné hodnotě nezávislé proměnné větší pro nepasené rostliny.



Graf 11: Závislost elasticity přežívání a reprodukce na počtu semen, pravděpodobnosti klíčení a přežívání semenáčků pro pasené a nepasené rostliny druhu *Anacamptis pyramidalis* pro dvě lokality a přechodové intervaly; elasticity: přež – přežívání, rep – reprodukce; lokalita: Ph – Pání hora, Sd – Soudný dub; přechodový interval: 1-2006/07, 2-2007/08.



Graf 12: Závislost elasticity růstu na počtu semen, pravděpodobnosti klíčení a přežívání semenáčků pro pasené a nepasené rostliny druhu *Anacamptis pyramidalis* pro dvě lokality a přechodové intervaly; lokalita: Ph – Pání hora, Sd – Soudný dub; přechodový interval: 1-2006/07, 2-2007/08.

Populační projekční matice

Sestavila jsem projekční matice pro pasené a nepasené rostliny druhu *Anacamptis pyramidalis* pro jednotlivé lokality a dva přechodové intervaly (Tabulka 17). V maticích počítám, že 100% semenáčků přežije a v dalším roce přejde do kategorie malý nekvetoucí jedinec. Hodnotu přechodu kvetoucí rostlina do fáze semenáček uvažuji rovnu 0, 0.05 a 1 (přechod 4→1). Dále používám označení pro tyto matice:

matice A: přechod z kvetoucí fáze do semenáčku je roven 0

matice B: přechod z kvetoucí fáze do semenáčku je roven 0.05

matice C: přechod z kvetoucí fáze do semenáčku je roven 1

Tabulka 17: Populační přechodové matice typu A pro pasené a nepasené rostliny druhu *Anacamptis pyramidalis* z lokality Pání hora z přechodového intervalu 2006/07 a 2007/08 a z lokality Soudný dub z přechodového intervalu 2007/08; 1-semenáček, 2-nekvetoucí malá rostlina, 3-nekvetoucí velká rostliny, 4-kvetoucí rostlina.

Anacamptis pyramidalis

Pání hora

pasené 2006/07				nepasené 2006/07					
	1	2	3	4		1	2	3	4
1	0.00	0.00	0.00	0.00	1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	1.00	0.81	0.40	0.19	2	1.00	0.63	0.20	0.19
3	0.00	0.06	0.24	0.31	3	0.00	0.13	0.28	0.12
4	0.00	0.13	0.32	0.44	4	0.00	0.13	0.48	0.69

pasené 2007/08				nepasené 2007/08					
	1	2	3	4		1	2	3	4
1	0.00	0.00	0.00	0.00	1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	1.00	0.21	0.09	0.06	2	1.00	0.37	0.06	0.03
3	0.00	0.45	0.09	0.00	3	0.00	0.41	0.22	0.13
4	0.00	0.24	0.82	0.94	4	0.00	0.15	0.67	0.84

Soudný dub

pasené 2007/08				nepasené 2007/08					
	1	2	3	4		1	2	3	4
1	0.00	0.00	0.00	0.00	1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	1.00	0.63	0.00	0.00	2	1.00	0.66	0.06	0.00
3	0.00	0.16	0.23	0.26	3	0.00	0.16	0.47	0.29
4	0.00	0.08	0.77	0.74	4	0.00	0.06	0.47	0.71

3.3.2 Analýzy populačních projekčních matic

Populační růstová rychlost

Pro všechny matice (A, B, C) pasených a nepasených rostlin dané lokality a přechodového intervalu jsem vypočítala populační růstovou rychlost a její 95% konfidenční intervaly (Tabulka 18, Graf 13). Populační růstová rychlost pro matice A, B, C vychází větší pro pasené rostliny než pro nepasené, kromě růstové rychlosti vypočtené pro lokalitu Pání hora přechodového intervalu 2006/07 pro matici C.

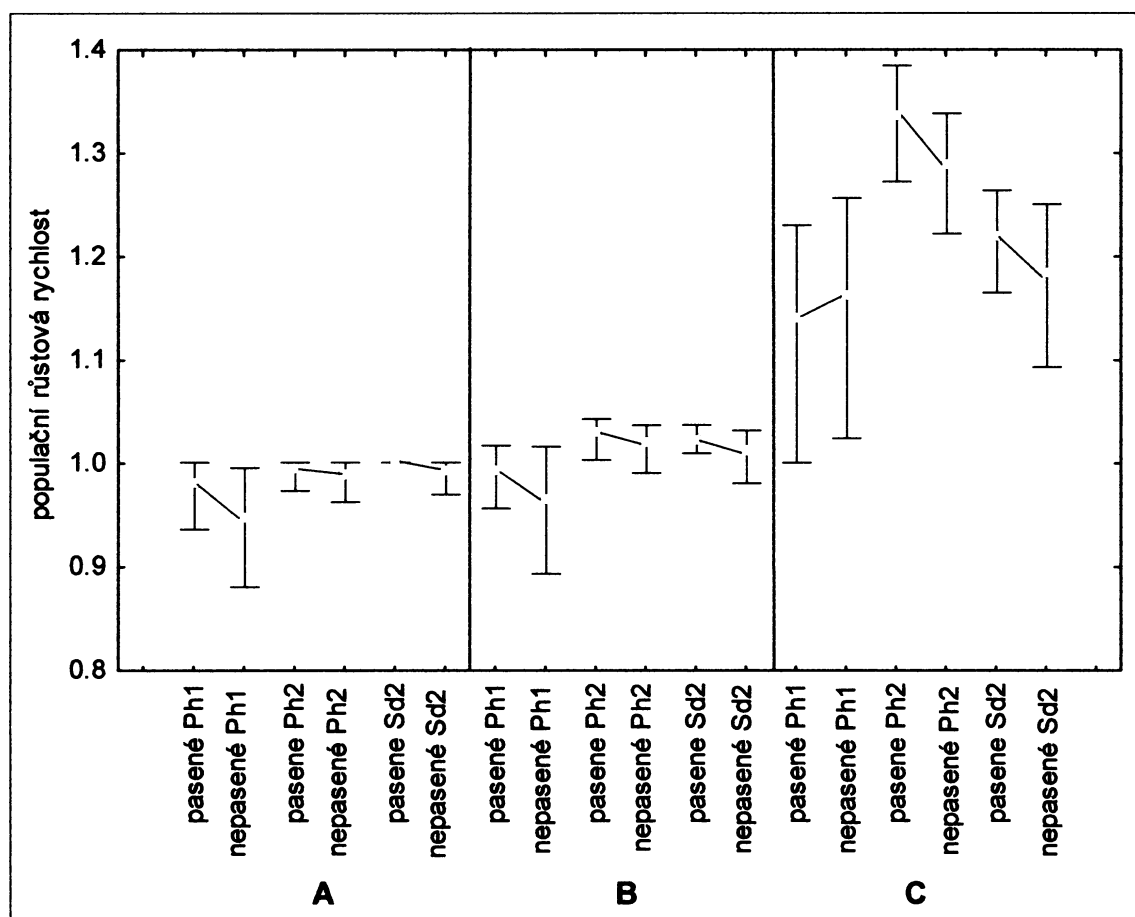
Z Grafu 13 vidíme, že populační růstové rychlosti a jejich 95% konfidenční intervaly matice A a matice B jsou podobné. Z tohoto důvodu dále již pracuji jen s maticemi A a C.

Pro *Anacamptis pyramidalis* z lokality Pání hora jsem dále vypočítala populační růstovou rychlost pro pasené a nepasené rostliny za využití matic A a C a pomocí

stochastického modelování (Tabulka 19, Graf 14). Z Grafu 14 vidíme, že populační růstové rychlosti jsou vyrovnané pro pasené a nepasené rostliny jak pro model A (vypočteno z matic A), tak pro model C (vypočteno z matic C). Pro pasené rostliny vychází populační růstová rychlost o málo větší než pro nepasené.

Tabulka 18: Populační růstové rychlosti (λ) a jejich 95% konfidenční intervaly pro pasené a nepasené rostliny druhu *Anacamptis pyramidalis* vypočtené z přechodových matic A, B a C pro sezónu 2006/07 a 2007/08 a pro lokalitu Pání hora a Soudný dub. CI-L – spodní hodnota konfidenčního intervalu, CI-U – vrchní hodnota konfidenčního intervalu.

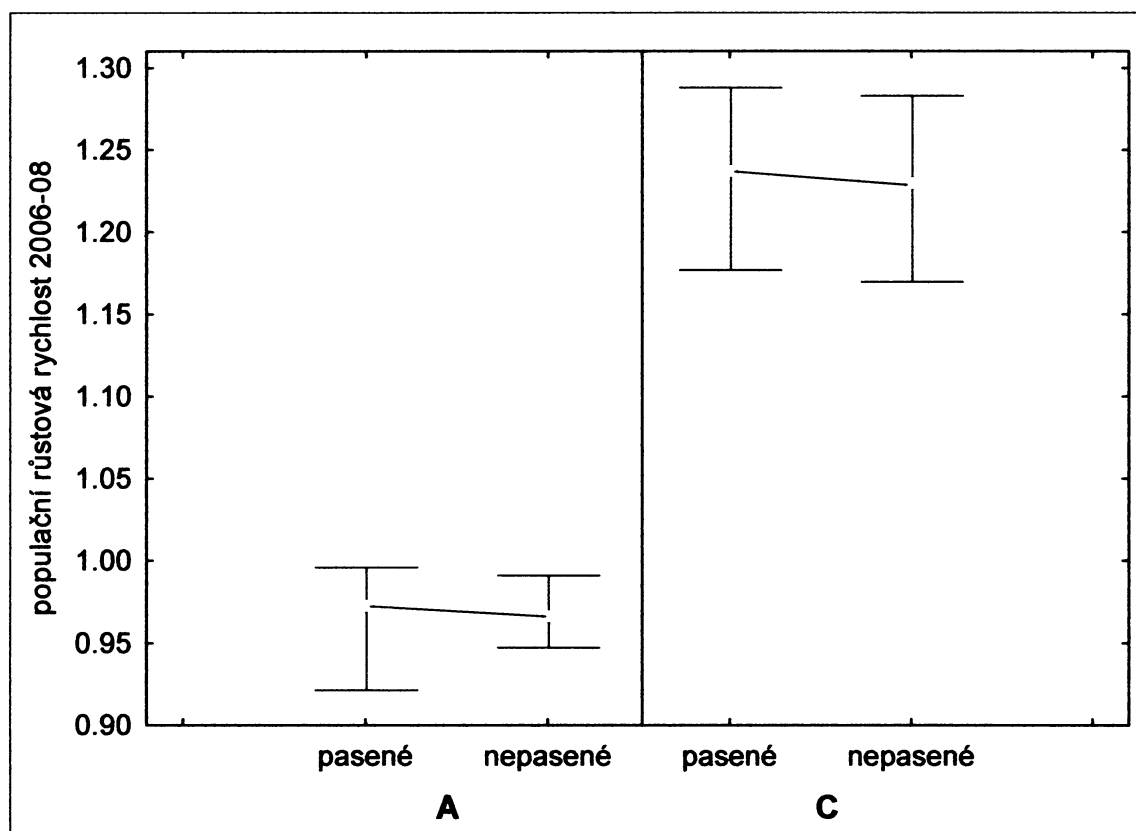
matice	lokalita	rok	typ	95%CI-L	λ	95%CI-U
A	Pání hora	2006/07	pasené	0.94	0.98	1.00
			nepasené	0.88	0.95	0.99
	2007/08	pasené	0.97	0.99	1.00	
		nepasené	0.96	0.99	1.00	
Soudný dub	2007/08	pasené	1.00	1.00	1.00	
		nepasené	0.97	0.99	1.00	
B	Pání hora	2006/07	pasené	0.96	0.99	1.02
			nepasené	0.89	0.96	1.02
	2007/08	pasené	1.00	1.03	1.04	
		nepasené	0.99	1.02	1.04	
Soudný dub	2007/08	pasené	1.01	1.02	1.04	
		nepasené	0.98	1.01	1.03	
C	Pání hora	2006/07	pasené	1.00	1.14	1.23
			nepasené	1.02	1.16	1.26
	2007/08	pasené	1.27	1.34	1.38	
		nepasené	1.22	1.29	1.34	
Soudný dub	2007/08	pasené	1.16	1.22	1.26	
		nepasené	1.09	1.18	1.25	



Graf 13: Populační růstové rychlosti (λ) a jejich 95% konfidenční intervaly pro pasené a nepasené rostliny druhu *Anacamptis pyramidalis* vypočtené z přechodových matic A, B a C pro dva přechodové intervaly a pro lokalitu Pání hora a Soudný dub; lokalita: Ph – Pání hora, Sd – Soudný dub; přechodový interval: 1-2006/07, 2-2007/08

Tabulka 19: Populační růstové rychlosti (λ) a jejich 95% konfidenční intervaly pro rok 2006-08 vypočtené pomocí stochastického modelování pro pasené a nepasené rostliny z matic A a C pro druh *Anacamptis pyramidalis* a lokalitu Pání hora. CI-L – spodní hodnota konfidenčního intervalu, CI-U – vrchní hodnota konfidenčního intervalu.

matice	typ	95%CI-L	λ	95%CI-U
A	pasené	0.92	0.97	1.00
	nepasené	0.95	0.97	0.99
C	pasené	1.18	1.24	1.29
	nepasené	1.17	1.23	1.28



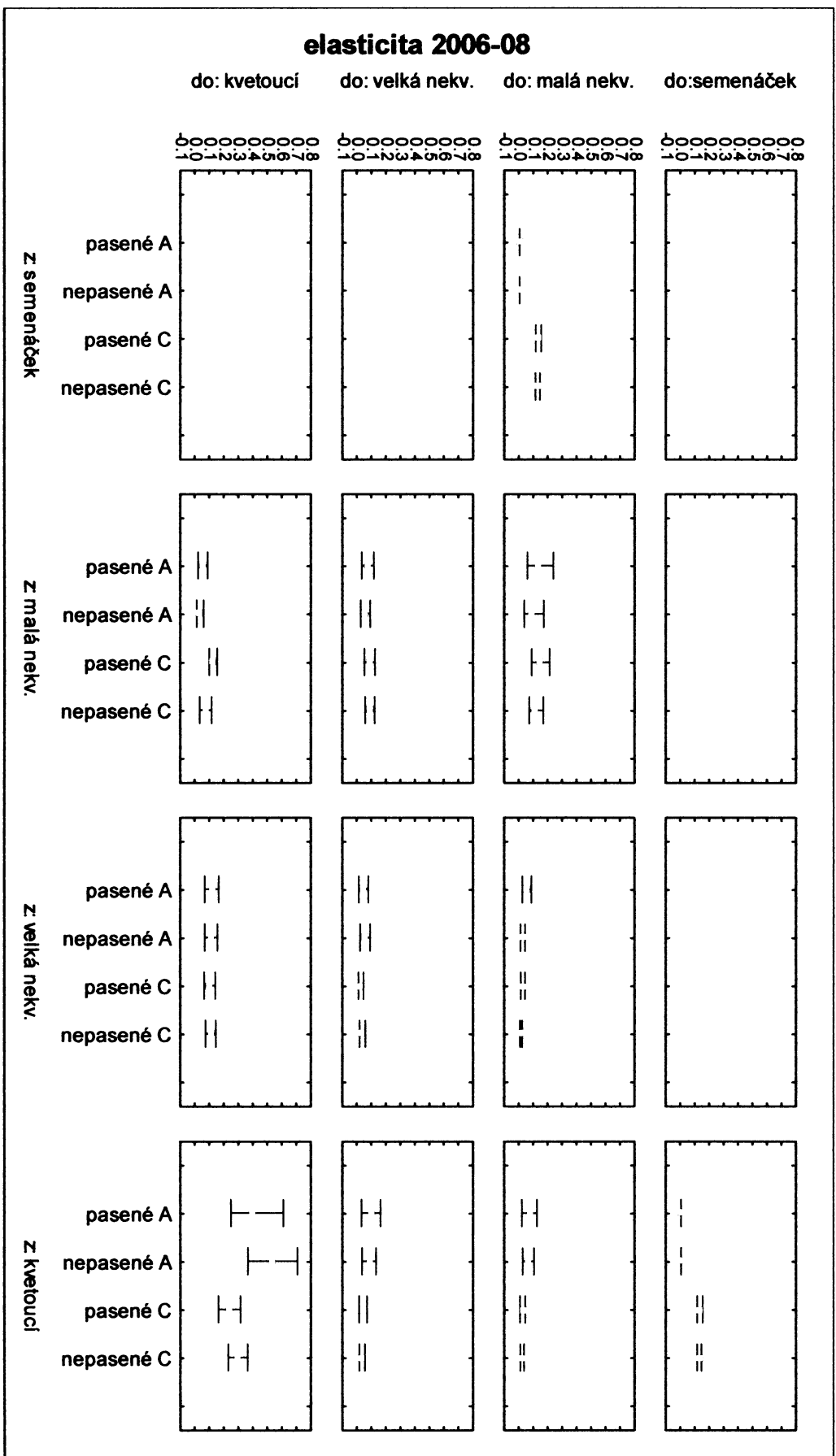
Graf 14: Populační růstové rychlosti (λ) a jejich 95% konfidenční intervaly pro rok 2006-08 vypočtené pomocí stochastického modelování pro pasené a nepasené rostliny z matic A a C pro druh *Anacamptis pyramidalis* a lokalitu Pání hora.

Elasticita

Pomocí stochastického modelování jsem vypočítala elasticitu jednotlivých prvků matice (Graf 15) a jejich 95% konfidenční intervaly. Jak pro matice A, tak pro matice C vychází, že největší hodnotu elasticity má přežívání kvetoucích pasených a nepasených rostlin (přechod 4→4). Názorněji to ukazuje Graf 16 pro matici typu C. Vyšší, ale ne už tak významnou hodnotu elasticity pro matici C pasených a nepasených rostlin, mají také parametry reprodukce (přechod 4→1, přechod 1→2). Pro matici typu A vychází vysoké hodnoty elasticity pouze pro setrvání v kvetoucí fázi (přechod 4→4), přechody 4→1 a 1→2 jsou nulové.

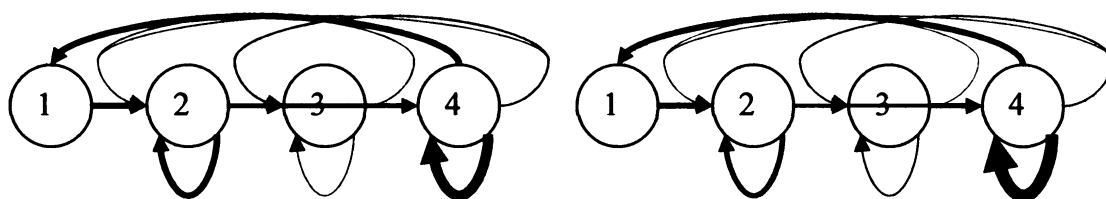
Pro *Anacamptis pyramidalis* na lokalitě Soudný dub jsem též provedla analýzu elasticity pro matice A a C (pasených a nepasených rostlin) za pomoci programu Pop Tools. Pro matice typu A a C a pro pasené a nepasené rostliny vyšla také nejvyšší elasticita pro přechod 4→4, tedy setrvání v nekvetoucí fázi. Ostatní přechody byly nevýznamné.

Graf 15: Elasticity jednotlivých prvků matice a jejich 95% konfidenční intervaly pro pasené a nepasené rostliny druhu *Anacamptis pyramidalis* z lokality Páni hora vypočtené pomocí stochastického modelování z přechodových matic typu A a C pro sezónu 2006/07 a 2007/08.



pasené rostliny

nepasené rostliny

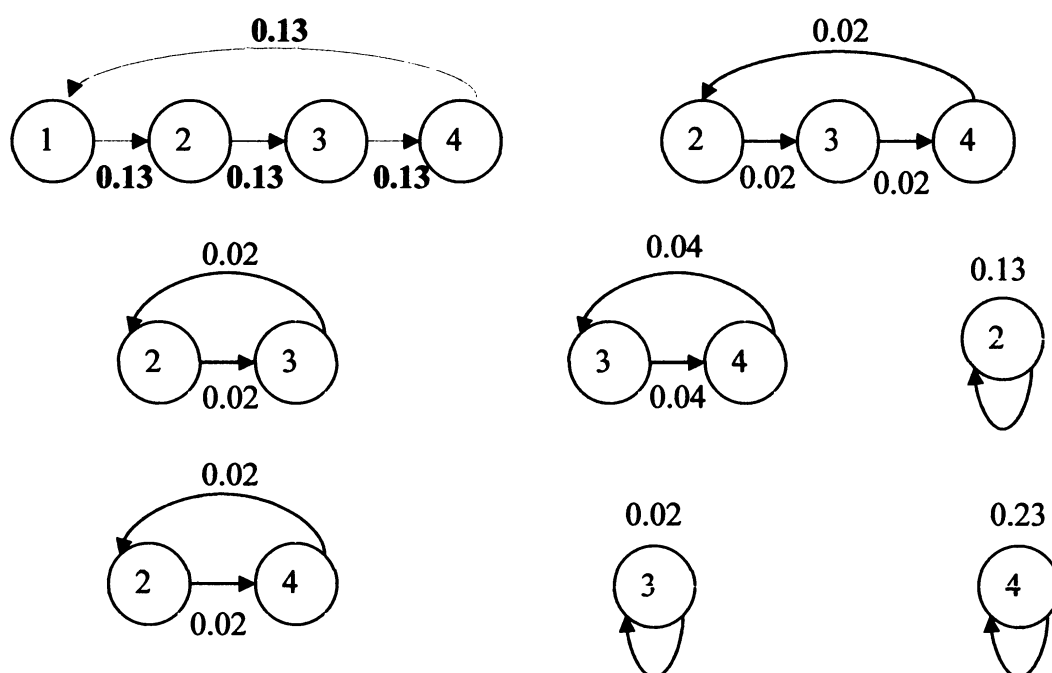


Graf 16: Graf životního cyklu pasených a nepasených rostlin se zvýrazněnými elasticitami spočítanými pomocí stochastického modelování pro matici C druhu *Anacamptis pyramidalis* z lokality Pání hora; 1-semenáček, 2-nekvetoucí malá rostlina, 3-nekvetoucí velká rostliny, 4-kvetoucí rostlina.

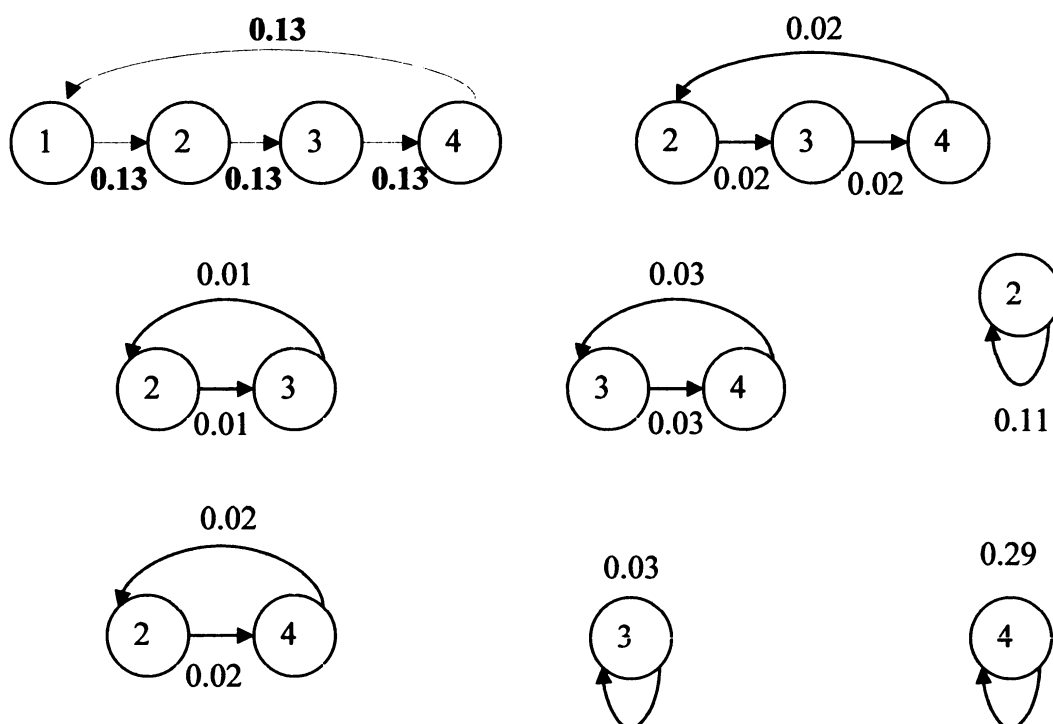
Loop analýza

Loop analýzou jsem rozdělila grafy životního cyklu pasených a nepasených rostlin dané lokality na jednotlivé menší uzavřené cykly a spočítala jsem hodnotu elasticity pro tyto dílčí cykly. Zajímalo mě, jaká část životního cyklu pasených a nepasených rostlin má největší vliv na populační růstovou rychlost. Na obou lokalitách pro matice typu C (tedy při vyšších hodnotách reprodukce) vychází nejvyšší elasticita pro cyklus semenáček, malá, velká nekvetoucí rostlina a kvetoucí rostlina a to jak pro pasené, tak nepasené rostliny (Graf 17A, B). Pro matice typu A (tedy pro nízké hodnoty reprodukce) se stává nejdůležitější pro změnu velikosti populace setrvání v kvetoucí fázi na obou lokalitách, protože výsledná hodnota elasticity malého cyklu 1→2→3→4 je nulová a hodnota elasticity přechodu 4→4 je ještě vyšší než v případě matice C.

A, pasené rostliny



B, nepasené rostliny



Graf 17: Jednotlivé dílčí cykly v životním cyklu rostliny s vyznačenými elasticitami spočítané pomocí stochastického modelování pro A, pasené a B, nepasené rostliny druhu *Anacamptis pyramidalis*, lokalitu Pání hora a matici typu C. Výsledná hodnota elasticity dílčeho cyklu je součtem všech hodnot v tomto cyklu (pokud jich je víc). Tučně jsou vyznačeny hodnoty, které jsou součástí cyklu s největší výslednou hodnotou elasticity. Součet hodnot elasticit všech cyklů pro dané rostliny nedává dohromady přesně hodnotu jedna v důsledku zaokrouhlování; 1-semenáček, 2-nekvetoucí malá rostlina, 3-nekvetoucí velká rostlina, 4-kvetoucí rostlina.

LTRE analýza

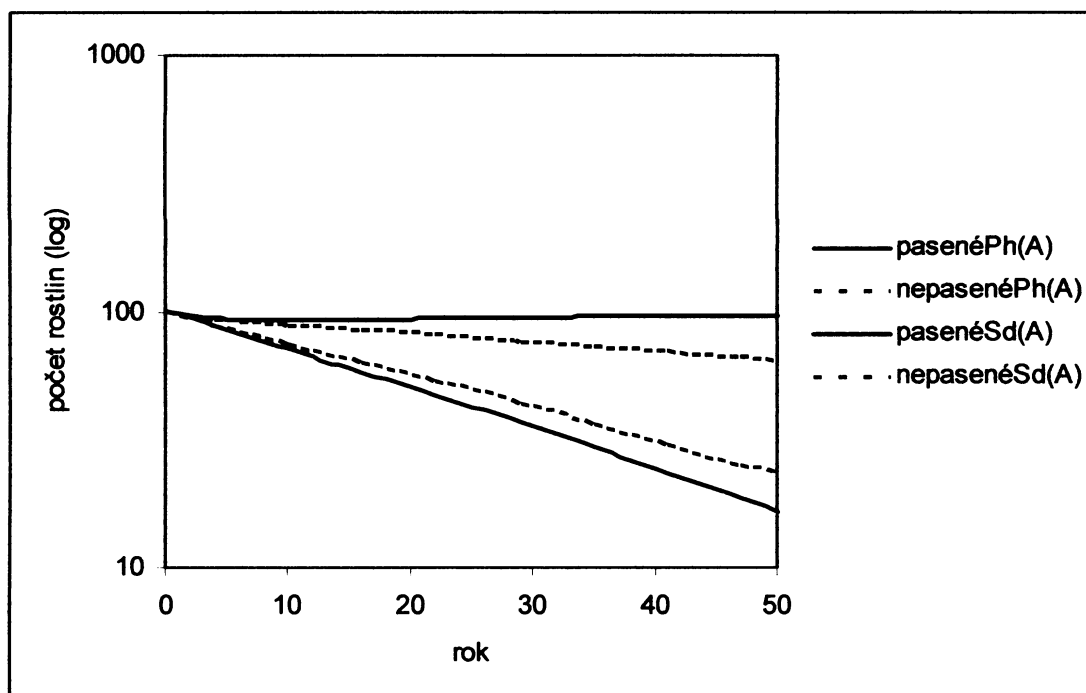
Na základě této analýzy vychází neprůkazný efekt ošetření, tak jednotlivé příspěvky prvků matice, které by přispívaly k rozdílům mezi maticemi pasených a nepasených rostlin druhu *Anacamptis pyramidalis*. To platí pro matice typu A i C vypočteno pro lokalitu Pání hora i Soudný dub.

Projekce počtu rostlin v čase

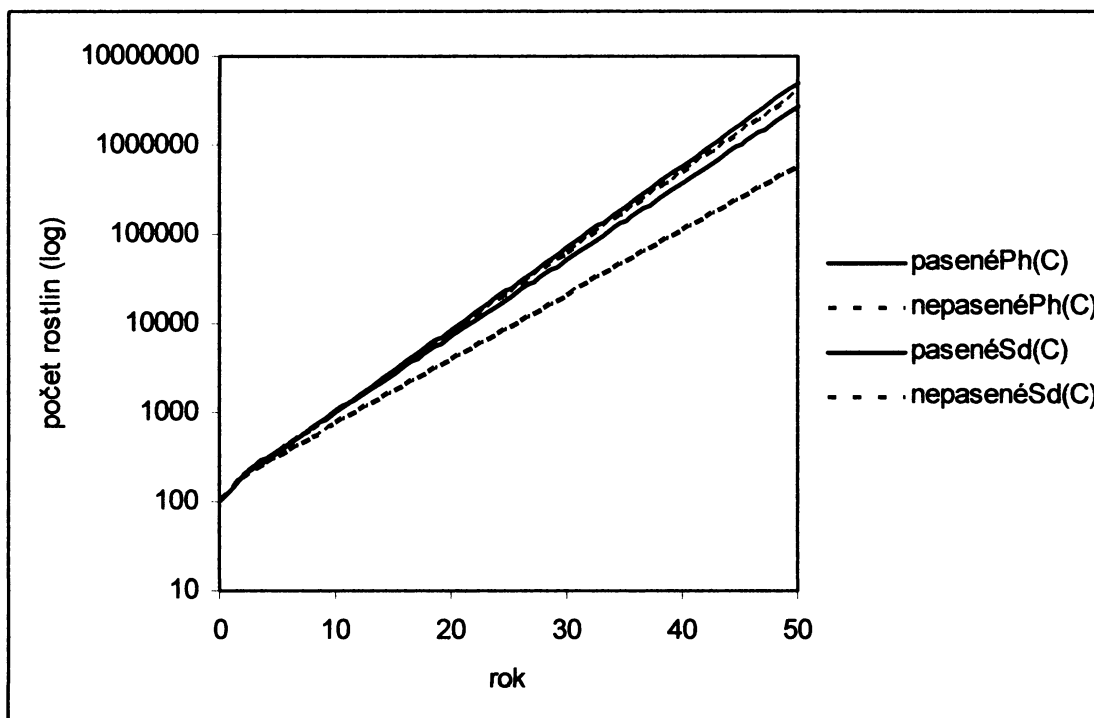
Pro matice typu A a C, tedy pro pasené a nepasené rostliny z lokalit Pání hora a Soudný dub (a pro oba přechodové intervaly dohromady v případě matic A a C pro lokalitu Pání hora) jsem zjišťovala počet rostlin v budoucnosti (Graf 18, 19). V čase nula je počet rostlin roven 100 (pro dané ošetření a lokalitu). Z grafů vidíme, že počet pasených a nepasených rostlin v čase klesá vypočítáno pro matice typu A, naproti tomu pro matice typu C roste počet rostlin. Pro daný typ matice se rozdíly mezi počtem pasených a nepasených rostlin zvyšují s časem (za 50 let jsou větší než za 10 let). Pro

pasené rostliny vychází větší počet jedinců než pro nepasené, kromě matice typu A pro pasené rostliny na lokalitě Pání hora. Největší rozdíly mezi počtem pasených a nepasených rostlin jsou pro matici typu C, pro *Anacamptis pyramidalis* na Soudném dubu.

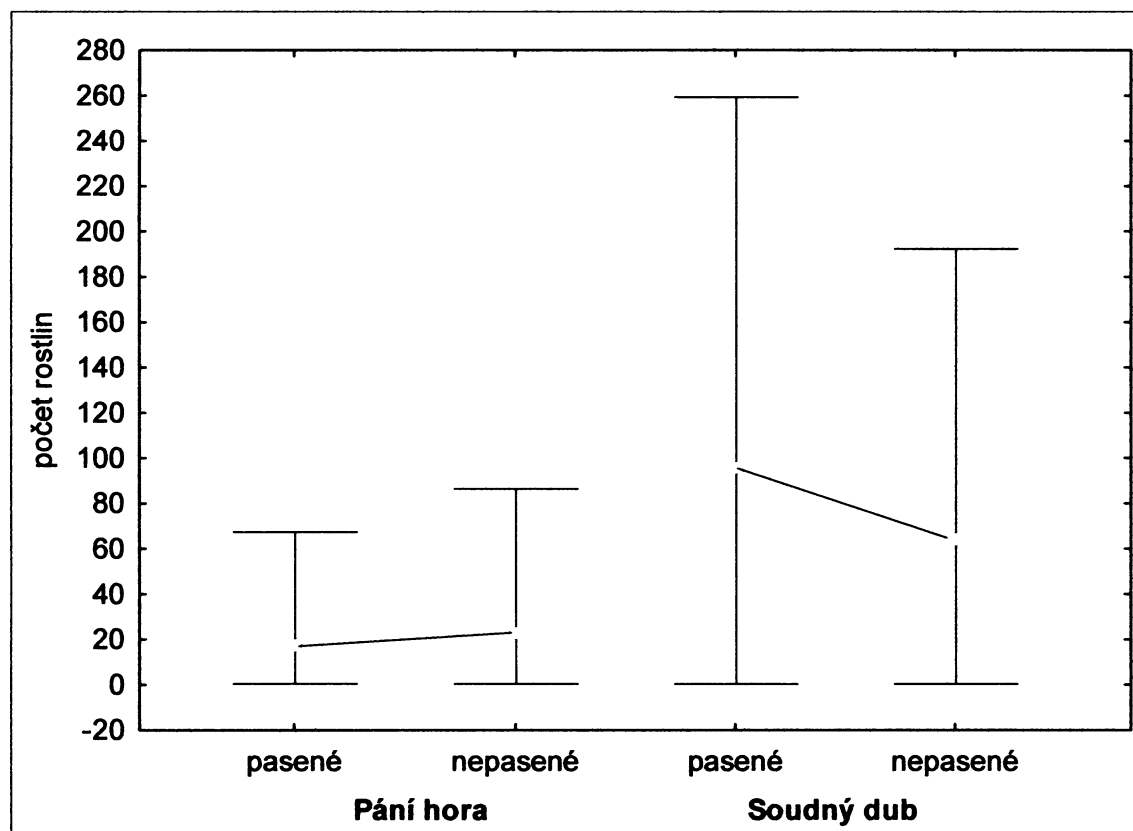
Konfidenční intervaly počtů jednotlivých rostlin jsou poměrně široké a překrývají se pro pasené a nepasené rostliny. Pro názornost jsem vynesla graf počtu jedinců za 50 let a jejich 95% konfidenční intervaly pro pasené a nepasené rostliny dané lokality a typu matice (Graf 20, 21).



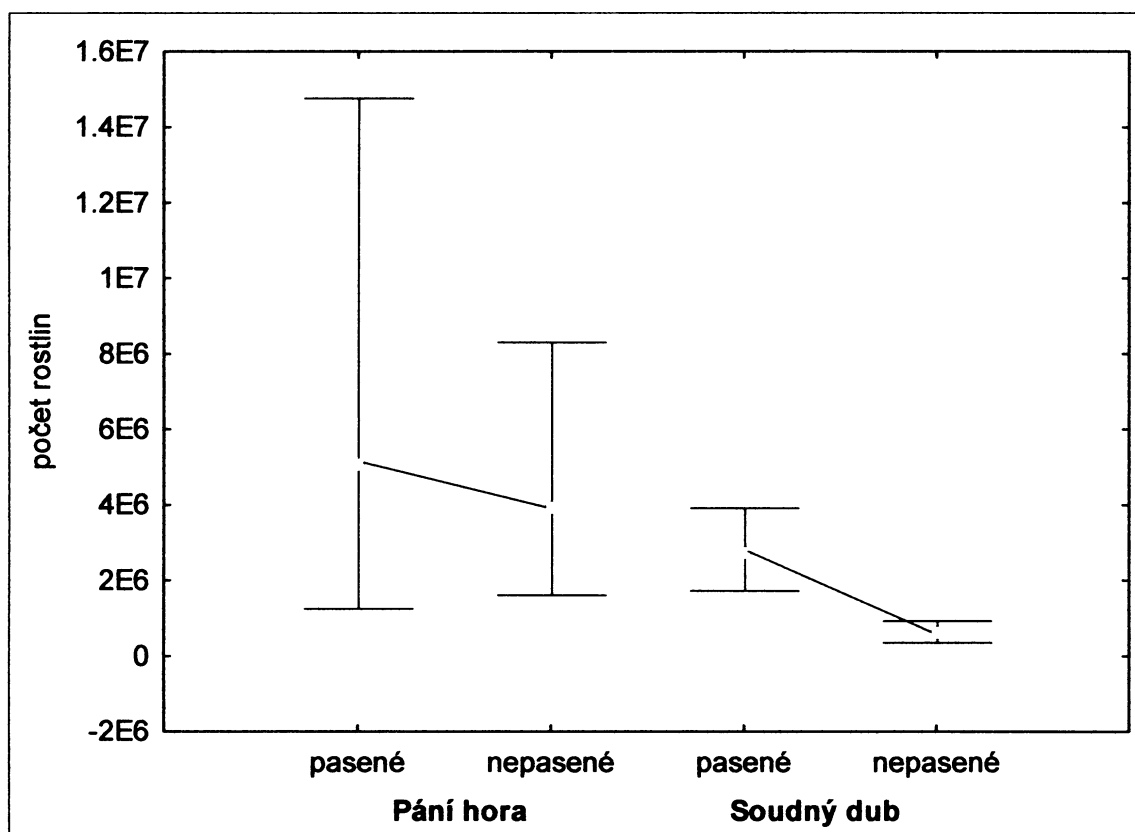
Graf 18: Závislost počtu rostlin na čase pro matice typu A a C a pro pasené a nepasené rostliny druhu *Anacamptis pyramidalis* z lokalit Pání hora a Soudný dub. Osa Y je vynesena v logaritmickém měřítku; matice: typu A – (A), lokalita: Ph – Pání hora, Sd – Soudný dub.



Graf 19: Závislost počtu rostlin na čase pro matice typu A a C a pro pasené a nepasené rostliny druhu *Anacamptis pyramidalis* z lokalit Pání hora a Soudný dub. Osa Y je vynesena v logaritmicckém měřítku; matice: typu C – (C), lokalita: Ph – Pání hora, Sd – Soudný dub.



Graf 20: Počet pasených a nepasených rostlin za 50 let s jejich 95% konfidenčními intervaly pro druh *Anacamptis pyramidalis*. Vypočítáno pro matici typu A a lokality Pání hora a Soudný dub.



Graf 21: Počet pasených a nepasených rostlin za 50 let s jejich 95% konfidenčními intervaly pro druh *Anacamptis pyramidalis*. Vypočítáno pro matici typu C a lokality Pání hora a Soudný dub.

3.4 *Fragaria viridis*

3.4.1 Populační projekční matice

Sestavila jsem populační projekční matice pro pasené a nepasené rostliny druhu *Fragaria viridis* (Tabulka 20). Z výsledné matice vidíme, že ani jedna nekvetoucí pasená rostlina v roce 2006 nepřešla do fáze kvetení následující rok, u pasených rostlin to bylo jen 15% nekvetoucích rostlin.

Rozdíly jsou také v klonálních maticích, kde je vidět, že nepasené klony přežívají více než pasené. Stejně tak je vyšší pravděpodobnost přežívání nepasených semenáčků.

Tabulka 20: Populační přechodové matice pro pasené a nepasené rostliny druhu *Fragaria viridis* a přechodového intervalu 2006/07 a 2007/08. Vlevo je vynesena klonální matice, vpravo výsledná matice; 1-semenáček, 2-nekvetoucí fáze, 3-krvetoucí fáze.

Fragaria viridis

		klonální matice			výsledná matice			
pasené	2006/07							
		1	2	3	1	2	3	
	1	0.00	0.00	0.00	1	0.00	0.00	0.49
	2	0.00	0.42	0.31	2	0.33	1.24	1.11
	3	0.00	0.00	0.00	3	0.00	0.15	0.20
nepasené	2006/07							
		1	2	3	1	2	3	
	1	0.00	0.00	0.00	1	0.00	0.00	0.12
	2	0.00	0.86	0.75	2	0.67	1.83	1.55
	3	0.00	0.00	0.00	3	0.00	0.00	0.20
pasené	2007/08							
		1	2	3	1	2	3	
	1	0.00	0.00	0.00	1	0.00	0.00	0.18
	2	0.00	0.56	0.40	2	0.33	1.04	0.76
	3	0.00	0.00	0.00	3	0.00	0.43	0.64
nepasené	2007/08							
		1	2	3	1	2	3	
	1	0.00	0.00	0.00	1	0.00	0.00	0.11
	2	0.00	0.75	0.83	2	0.67	1.30	1.23
	3	0.00	0.00	0.00	3	0.00	0.43	0.60

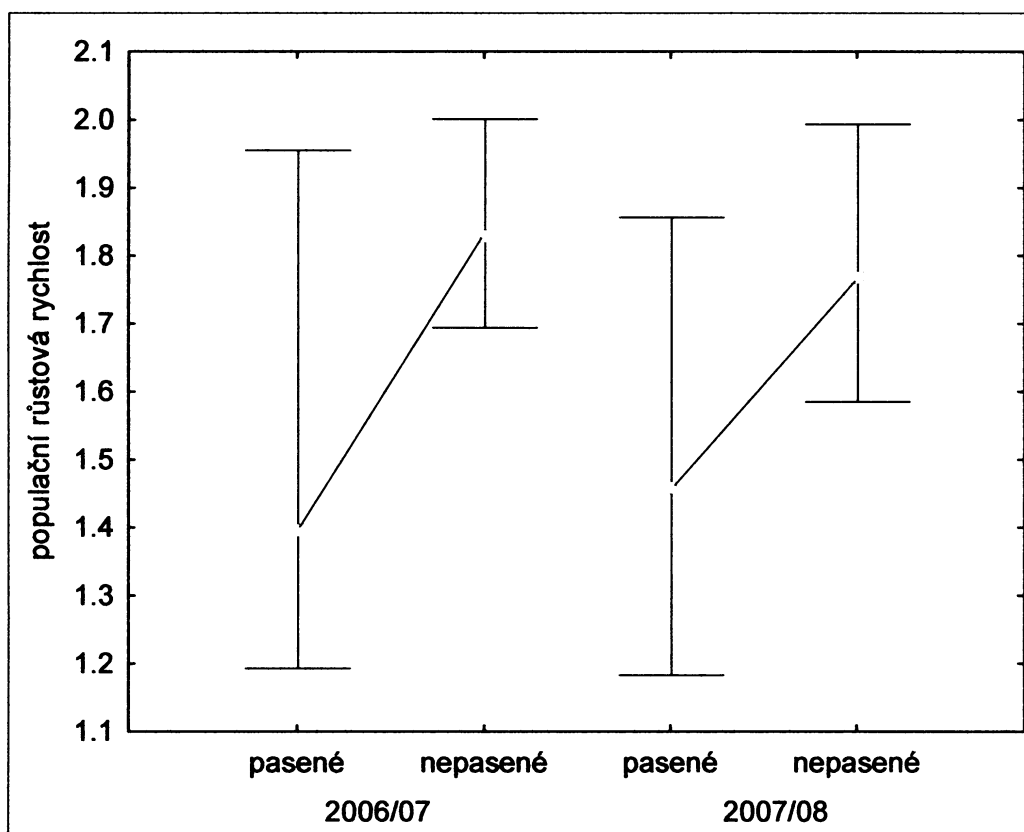
3.4.2 Analýzy populačních projekčních matic

Populační růstová rychlost

Pro všechny výsledné matice jsem vypočítala populační růstovou rychlost a její 95% konfidenční intervaly (Tabulka 21, Graf 22). Stochastickým modelováním byla vypočítána stochastická populační růstová rychlost a k ní 95% konfidenční intervaly pro pasené a nepasené rostliny pro dva přechodové intervaly dohromady (Tabulka 22, Graf 23). Populační růstové rychlosti vychází pro pasené rostliny menší než pro nepasené.

Tabulka 21: Populační růstové rychlosti (λ) a jejich 95% konfidenční intervaly pro pasené a nepasené rostliny druhu *Fragaria viridis* vypočtené z přechodových matic 2006/07 a 2007/08. CI-L – spodní hodnota konfidenčního intervalu, CI-U – vrchní hodnota konfidenčního intervalu.

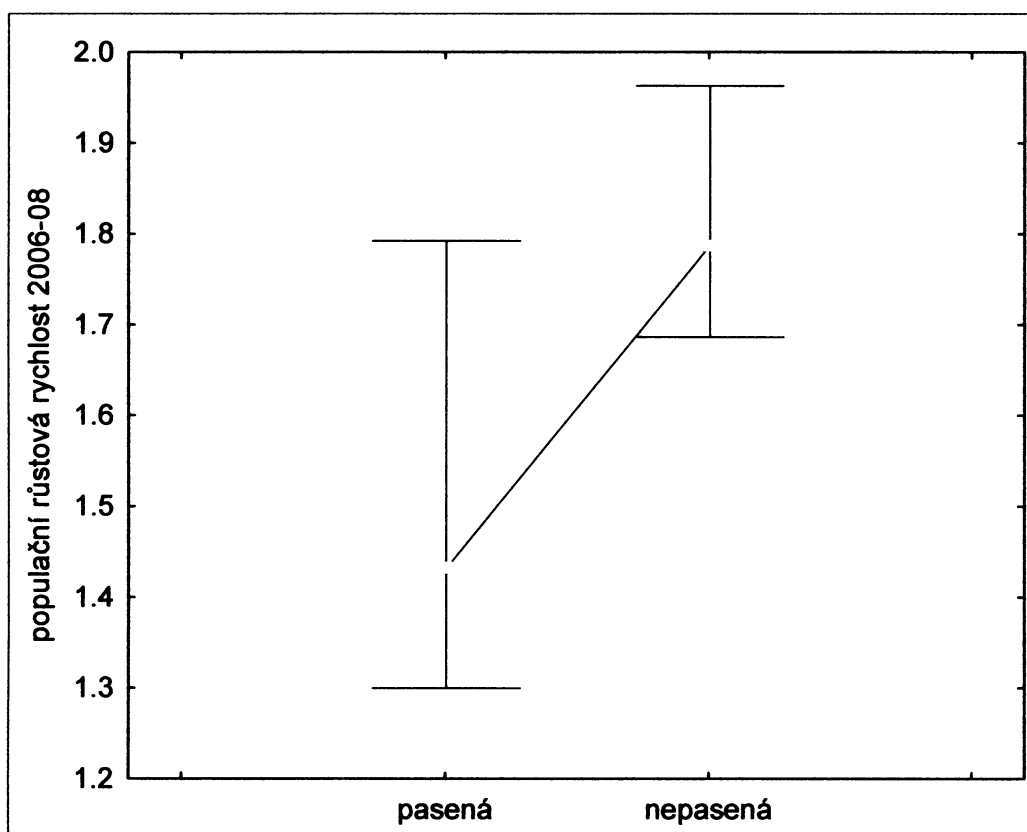
rok	typ	95%CI-L	λ	95%CI-U
2006/07	pasené	1.19	1.40	1.95
	nepasené	1.69	1.83	2.00
2007/08	pasené	1.18	1.46	1.86
	nepasené	1.58	1.77	1.99



Graf 22: Populační růstové rychlosti (λ) a jejich 95% konfidenční intervaly pro pasené a nepasené rostliny druhu *Fragaria viridis* vypočtené z přechodových matic 2006/07 a 2007/08.

Tabulka 22: Populační růstové rychlosti (λ) a jejich 95% konfidenční intervaly vypočtené pomocí stochastického modelování pro pasené a nepasené rostliny druhu *Fragaria viridis* pro rok 2006-08. CI-L – spodní hodnota konfidenčního intervalu, CI-U – vrchní hodnota konfidenčního intervalu.

2006-08			
typ	95%CI-L	λ	95%CI-U
pasené	1.30	1.43	1.79
nepasené	1.69	1.79	1.96

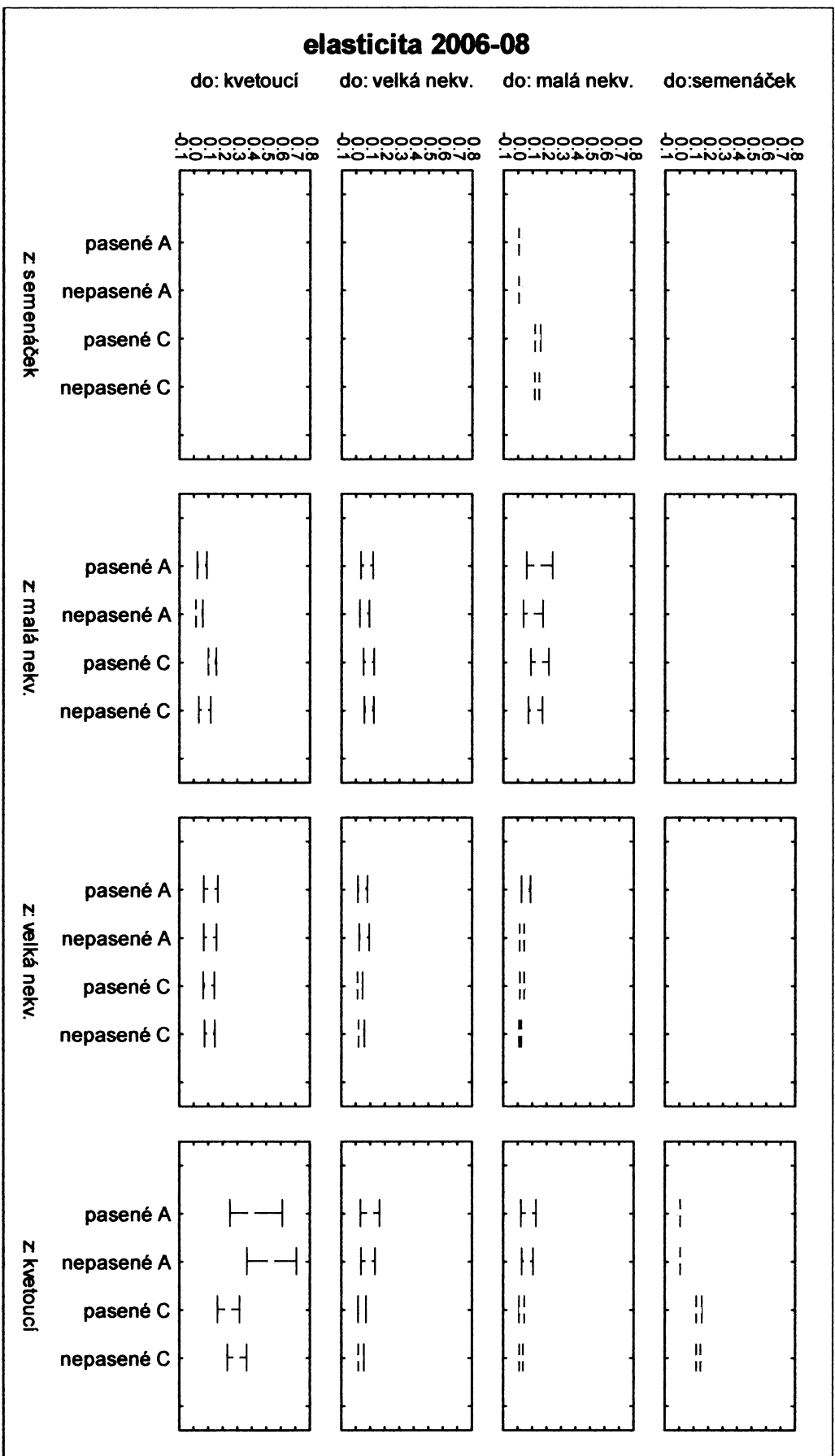


Graf 23: Populační růstové rychlosti (λ) a jejich 95% konfidenční intervaly vypočtené pomocí stochastického modelování pro pasené a nepasené rostliny druhu *Fragaria viridis* z přechodových matic 2006-2008.

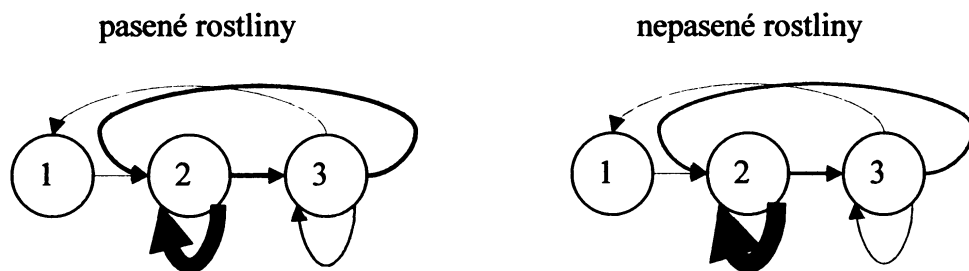
Elasticita

Pomocí stochastických simulací jsem spočítala elasticity a jejich 95% konfidenční intervaly pro jednotlivé prvky matice pasených a nepasených rostlin pro rok 2006-08 (Graf 24). Jako nejdůležitější prvek matice se ukazuje přežívání nekvetoucích rostlin jak pro pasené tak nepasené rostliny (také Graf 25).

elasticita 2006-08



Graf 15: Elasticity jednotlivých prvků matic a jejich 95% konfidenční intervaly pro pasené a nepasené rostliny druhu *Anacampsis pyramidalis* z lokality Páni hora vypočtené pomocí stochastického modelování z přechodových matic typu A a C pro sezónu 2006/07 a 2007/08.

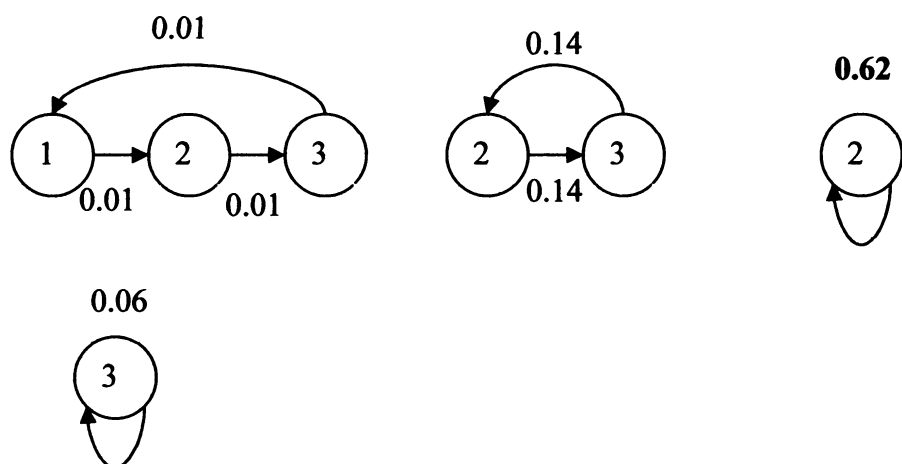


Graf 25: Graf životního cyklu pasených a nepasených rostlin se zvýrazněnými elasticitami spočítanými pomocí stochastického modelování pro druh *Fragaria viridis* z přechodových matic 2006-2008; 1-semenáček, 2-nekvetoucí fáze, 3-kvetoucí fáze.

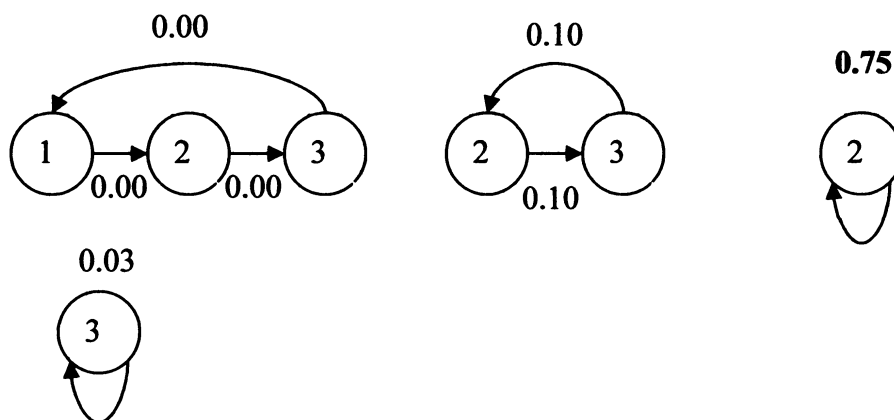
Loop analýza

Loop analýzou, pomocí které jsem rozdělila grafy životních cyklů pasených a nepasených rostlin na menší cykly, se ukázal přechod 2→2 jako nejdůležitější pro pasené i nepasené rostliny (Graf 26).

A, pasené rostliny



B, nepasené rostliny



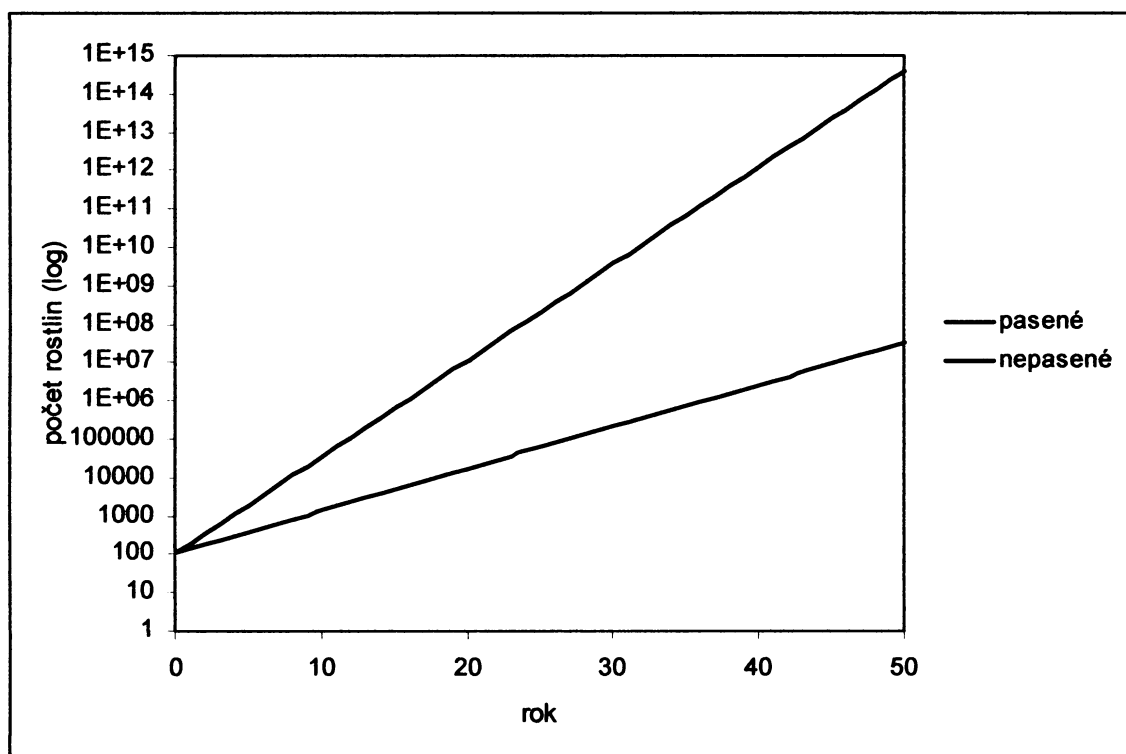
Graf 26: Jednotlivé dílčí cykly v životním cyklu rostliny s vyznačenými elasticitami spočítané pomocí stochastického modelování pro A, pasené a B, nepasené rostliny druhu *Fragaria viridis*. Výsledná hodnota elasticity dílčího cyklu je součtem všech hodnot v tomto cyklu (pokud jich je víc). Tučně jsou vyznačeny hodnoty, které jsou součástí cyklu s největší výslednou hodnotou elasticity. Součet hodnot elasticit všech cyklů pro dané rostliny nedává dohromady přesně hodnotu jedna v důsledku zaokrouhlování; 1-semenáček, 2-nekvetoucí fáze, 3-kvetoucí fáze.

LTRE analýza

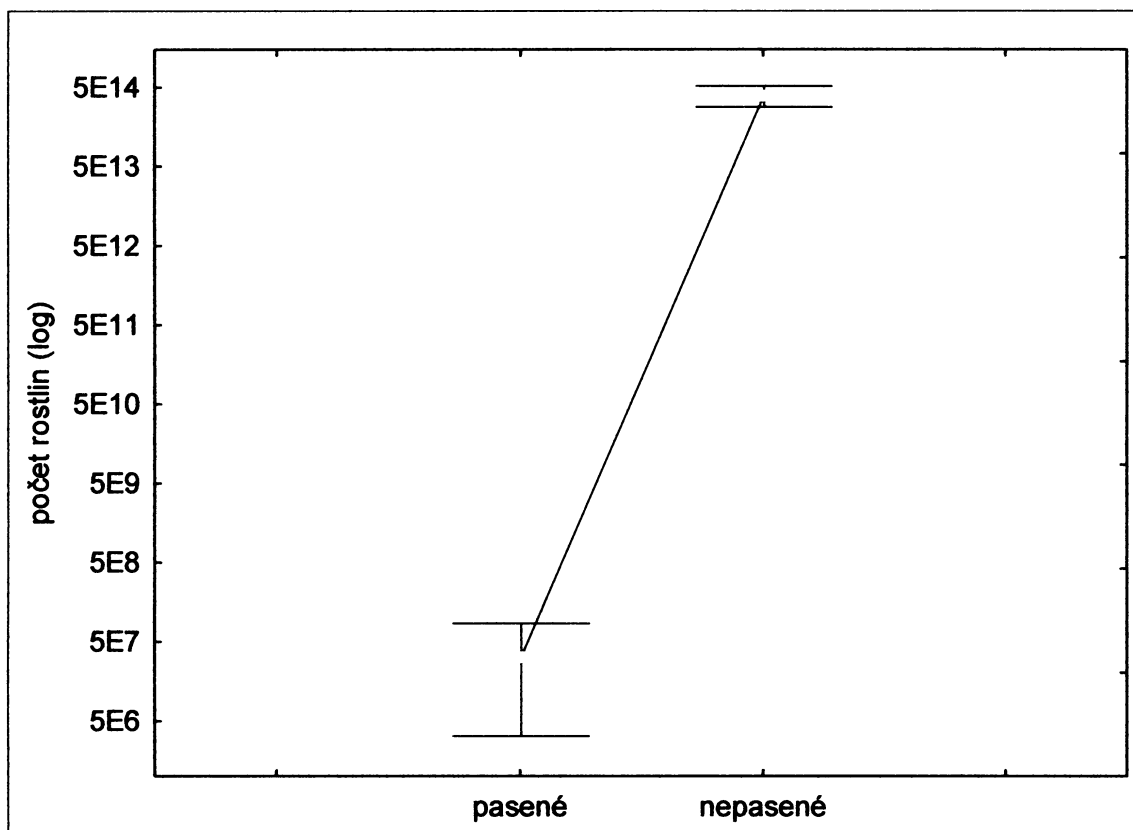
LTRE analýzou vychází celkový příspěvek typu ošetření neprůkazný, stejně tak jako jednotlivé příspěvky prvků matice, které by přispívaly k rozdílnostem v maticích pasených a nepasených rostlin. Téměř průkazně ($p=0.054$) vychází přechod 2→2, tedy setrvání v nekvetoucí fázi, který je významnější pro nepasené rostliny.

Projekce počtu rostlin v čase

Pro druh *Fragaria viridis* vychází vysoký počet rostlin v čase jak pro pasené, tak nepasené rostliny (Graf 27). Přesto pro nepasené rostliny bude za 50 let řádově více nepasených rostlin než pasených. Konfidenční intervaly pro počet pasených a nepasených rostlin za 50 let jsou vyneseny v Grafu 28.



Graf 27: Závislost počtu pasených a nepasených rostlin druhu *Fragaria viridis* na čase. Osa Y je vynesena v logaritmickém měřítku.



Graf 28: Počet pasených a nepasených rostlin druhu *Fragaria viridis* za 50 let s jejich 95% konfidenčními intervaly. Osa Y je vynesena v logaritmickém měřítku.

3.5 *Salvia pratensis*

3.5.1 Populační projekční matice

Sestavila jsem projekční matice pro pasené a nepasené rostliny druhu *Salvia pratensis* pro dva přechodové intervaly (Tabulka 23). Ukazuje se, že velmi malé procento (7%) pasených kvetoucích rostlin v roce 2006 kvetlo i následující rok. Odlišný je i přechod z kvetoucí rostliny do fáze semenáčku mezi pasenými a nepasenými rostlinami daného přechodového intervalu. To je dáno rozdílnou klíčivostí a produkcí semen, které jsou nižší pro pasené rostliny (kromě klíčivosti v roce 2008). Odlišné jsou také pravděpodobnosti přežívání semenáčků, které jsou vysoké pro pasené rostliny.

Tabulka 23: Populační přechodové matice pro pasené a nepasené rostliny druhu *Salvia pratensis* přechodového intervalu 2006/07 a 2007/08; 1-semenáček, 2-nekvetoucí fáze, 3-kvetoucí fáze.

<i>Salvia pratensis</i>							
pasené 2006/07			nepasené 2006/07				
	1	2	3		1	2	3
1	0.00	0.00	1.97	1	0.00	0.00	1.20
2	0.90	0.85	0.82	2	0.50	0.72	0.63
3	0.00	0.12	0.07	3	0.00	0.17	0.38

pasené 2007/08			nepasené 2007/08				
	1	2	3		1	2	3
1	0.00	0.00	0.52	1	0.00	0.00	0.37
2	0.90	0.59	0.33	2	0.50	0.51	0.33
3	0.00	0.41	0.50	3	0.00	0.49	0.58

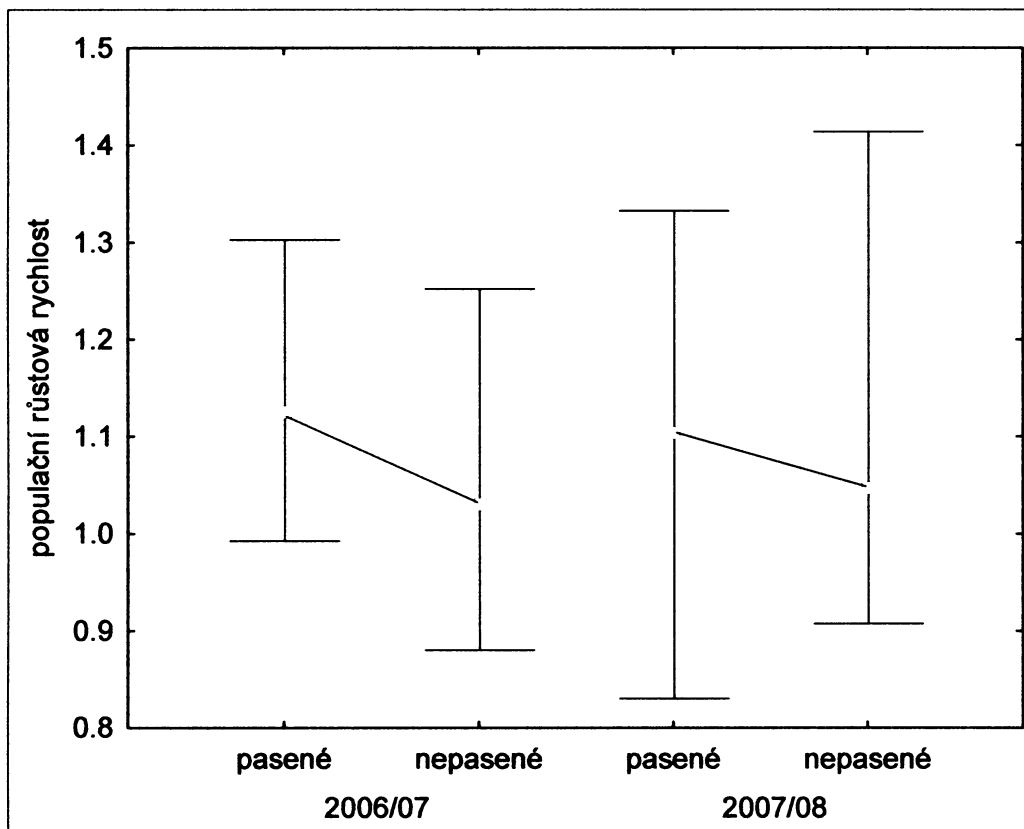
3.5.2 Analýzy populačních projekčních matic

Populační růstová rychlost

Pro všechny matice jsem vypočítala populační růstovou rychlost a její 95% konfidenční intervaly (Tabulka 24, Graf 29). Stochastickým modelováním byla vypočítána stochastická populační růstová rychlost a k ní 95% konfidenční intervaly pro pasené a nepasené rostliny pro dva přechodové intervaly dohromady (Tabulka 25, Graf 30). Hodnoty všech populačních růstových rychlostí vychází pro pasené rostliny větší než pro nepasené.

Tabulka 24: Populační růstové rychlosti (λ) a jejich 95% konfidenční intervaly pro pasené a nepasené rostliny druhu *Salvia pratensis* vypočtené z přechodových matic 2006/07 a 2007/08. CI-L – spodní hodnota konfidenčního intervalu, CI-U – vrchní hodnota konfidenčního intervalu.

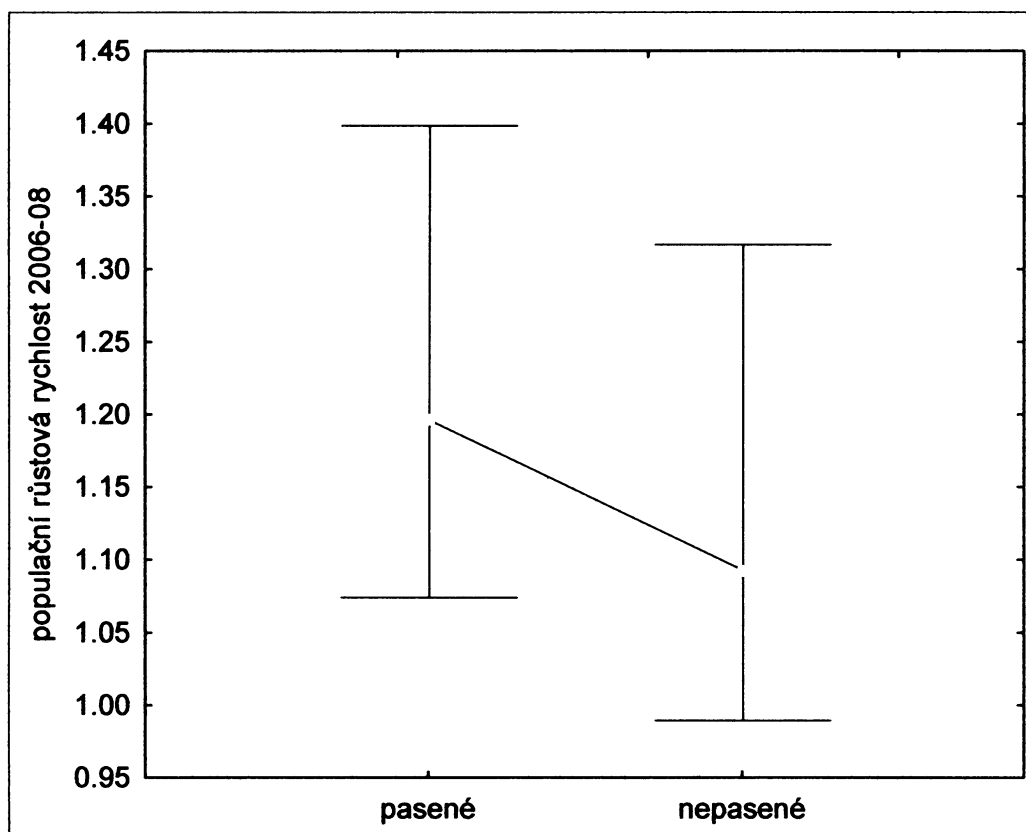
rok	typ	95%CI-L	λ	95%CI-U
2006/07	pasené	0.99	1.12	1.30
	nepasené	0.88	1.03	1.25
2007/08	pasené	0.83	1.10	1.33
	nepasené	0.91	1.05	1.41



Graf 29: Populační růstové rychlosti (λ) a jejich 95% konfidenční intervaly pro pasené a nepasené rostliny druhu *Salvia pratensis* vypočtené z přechodových matic 2006/07 a 2007/08.

Tabulka 25: Populační růstové rychlosti (λ) a jejich 95% konfidenční intervaly vypočtené pomocí stochastického modelování pro pasené a nepasené rostliny druhu *Salvia pratensis* pro rok 2006-08. CI-L – spodní hodnota konfidenčního intervalu, CI-U – vrchní hodnota konfidenčního intervalu.

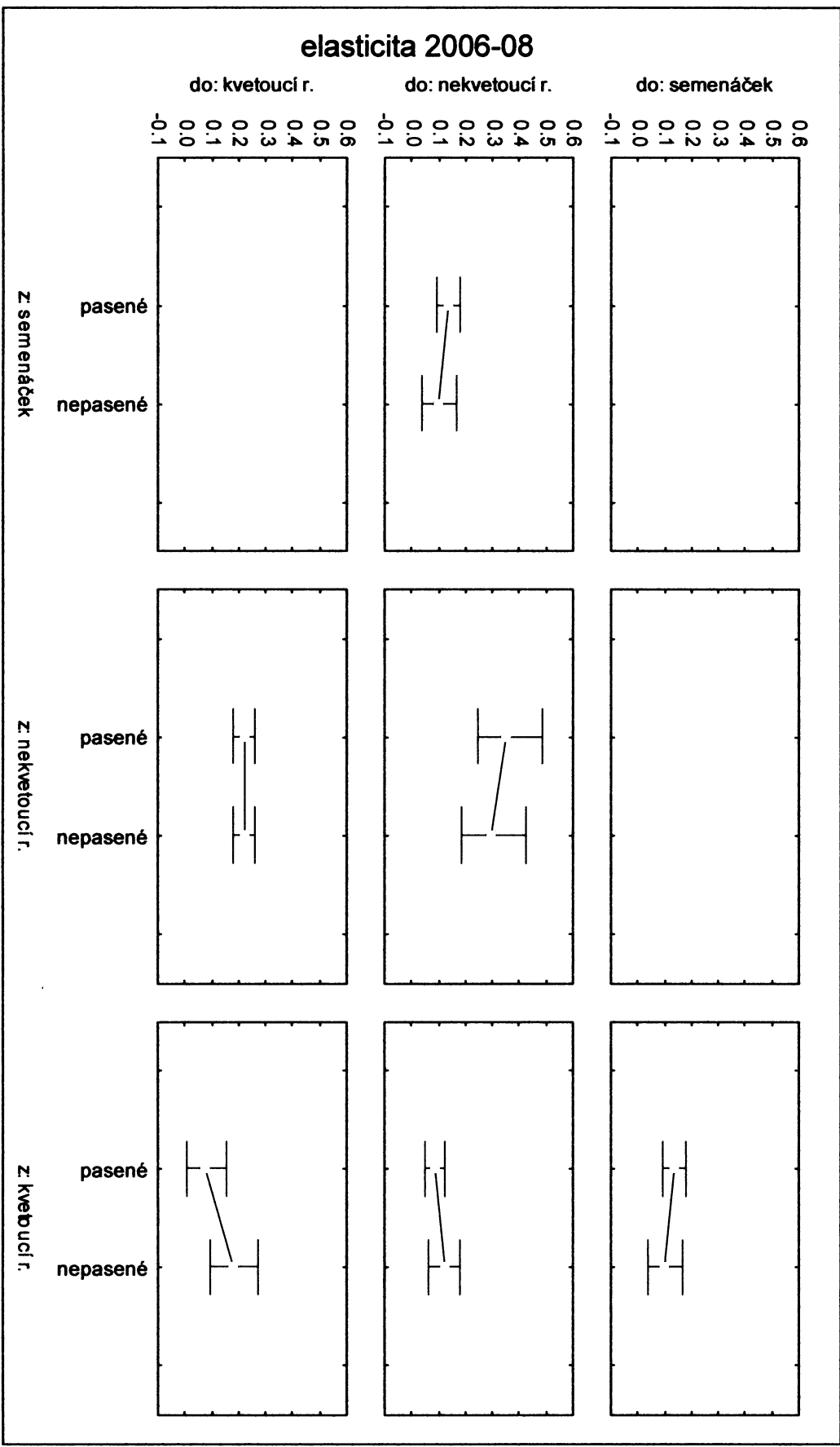
2006-08			
typ	95%CI-L	λ	95%CI-U
pasené	1.07	1.20	1.40
nepasené	0.99	1.09	1.32



Graf 30: Populační růstové rychlosti (λ) a jejich 95% konfidenční intervaly vypočtené pomocí stochastického modelování pro pasené a nepasené rostliny druhu *Salvia pratensis* z přechodových matic 2006-2008.

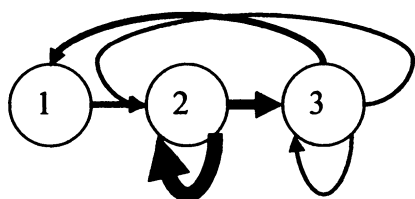
Elasticita

Pomocí stochastického modelování jsem vypočítala elasticity jednotlivých přechodů matice a jejich 95% konfidenční intervaly pro pasené a nepasené rostliny druhu *Salvia pratensis* (Graf 31). Setrvání v nekvetoucí fázi (přechod 2→2) a vykvetení nekvetoucích rostlin (přechod 2→3) mají největší hodnotu elasticity jak pro pasené, tak nepasené rostliny. Názorněji to ukazuje Graf 32, tedy grafy životního cyklu pasených a nepasených rostlin se znázorněnými elasticitami.

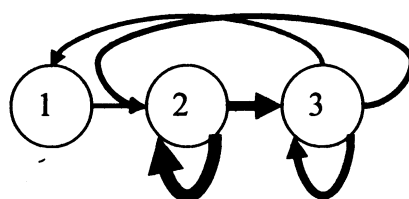


Graf 31: Elasticity jednořádkových prvků matice a jejich 95% konfidenční intervaly pro pasené a nepasené rostliny druhu *Sahvia pratensis* spočtené pomocí stochastických modelů z přechodových matic 2006-2008.

pasené rostliny



nepasené rostliny



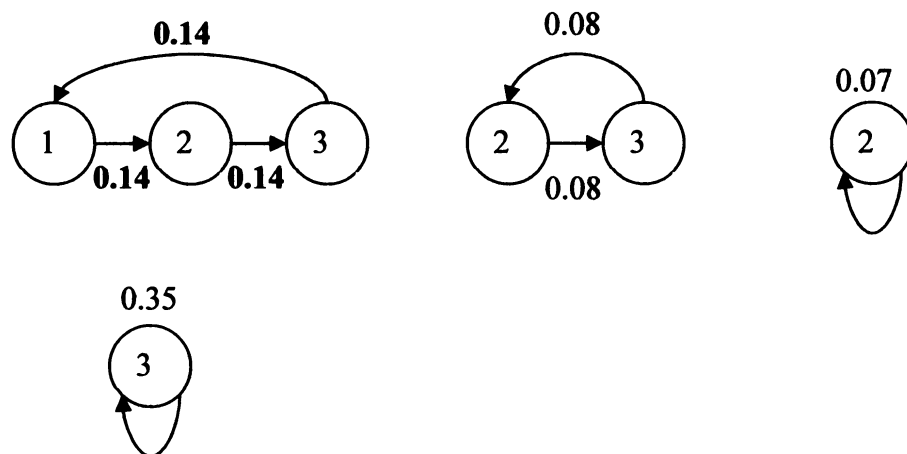
Graf 32: Graf životního cyklu pasených a nepasených rostlin se zvýrazněnými elasticitami spočítanými pomocí stochastického modelování pro druh *Salvia pratensis* z přechodových matic 2006-2008; 1-semenáček, 2-nekvetoucí fáze, 3-kvetoucí fáze.

Loop analýza

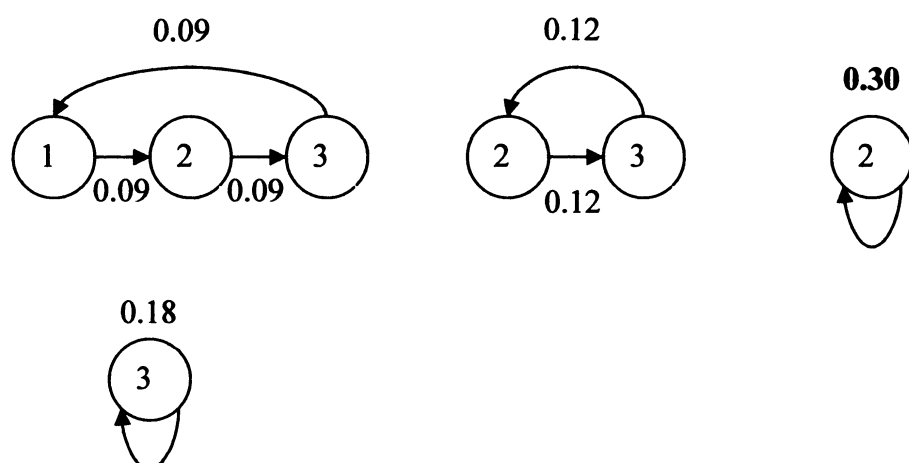
Loop analýza nám ukazuje, který cyklus v rámci celého životního cyklu je významný pro velikost populační růstové rychlosti. Jednotlivé dílčí cykly s hodnotami elasticit přechodů jsou nakreslené zvlášť pro pasené a nepasené rostliny (Graf 33).

Nejvyšší výsledná elasticita dílčího cyklu je pro pasené rostliny pro cyklus semenáček, nekvetoucí, kvetoucí rostlina (Graf 33A), pro nepasené je to setrvání v nekvetoucí fázi (Graf 33B).

A, pasené rostliny



B, nepasené rostliny



Graf 33: Jednotlivé dílčí cykly v životním cyklu rostliny s vyznačenými elasticitami spočítané pomocí stochastického modelování pro A, pasené a B, nepasené rostliny druhu *Salvia pratensis*. Výsledná hodnota elasticity dílčího cyklu je součtem všech hodnot v tomto cyklu (pokud jich je víc). Tučně jsou vyznačeny hodnoty, které jsou součástí cyklu s největší výslednou hodnotou elasticity. Součet hodnot elasticit všech cyklů pro dané rostliny nedává dohromady přesně hodnotu jedna v důsledku zaokrouhlování; 1-semenáček, 2-nekvetoucí fáze, 3-kvetoucí fáze.

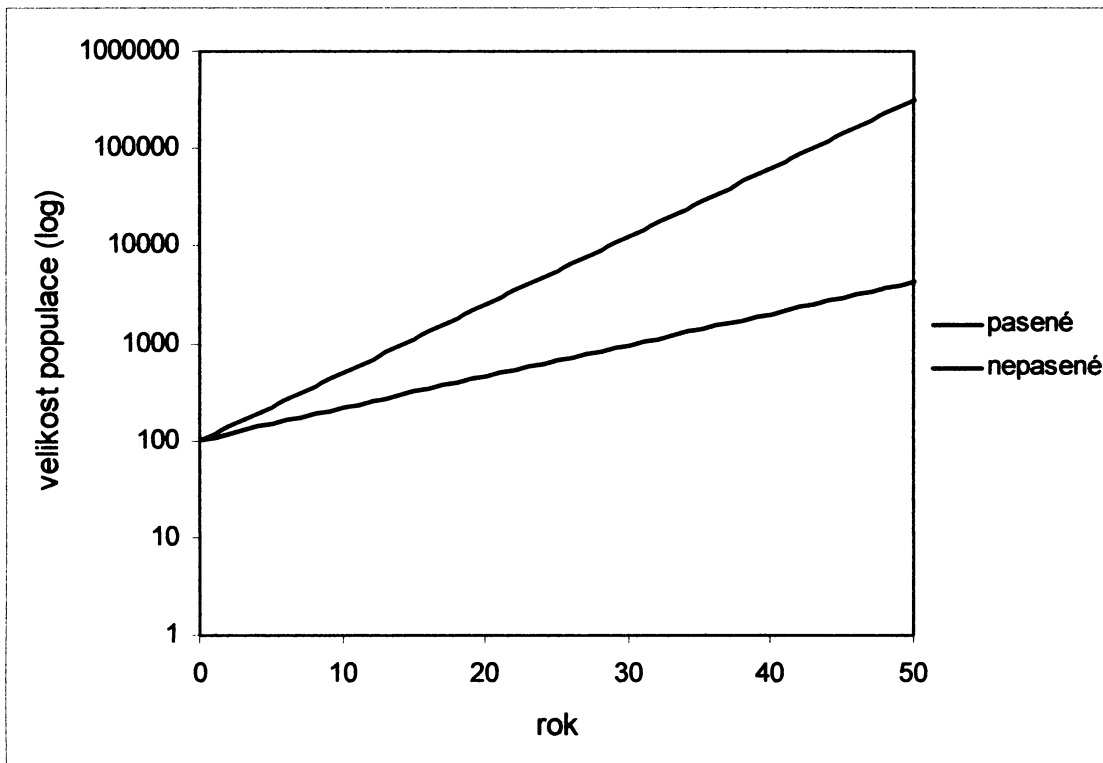
LTRE analýza

LTRE analýza, ve které jsem porovnávala rozdíly v maticích způsobených efektem pastvy vyšla neprůkazně. Neprůkazné byly také jednotlivé prvky matice pro pasené a nepasené rostliny, které skutečně přispívají k rozdílnostem v maticích. Za zmínku stojí snad jen příspěvek přechodu 3→3 nepasených rostlin ($p=0.058$).

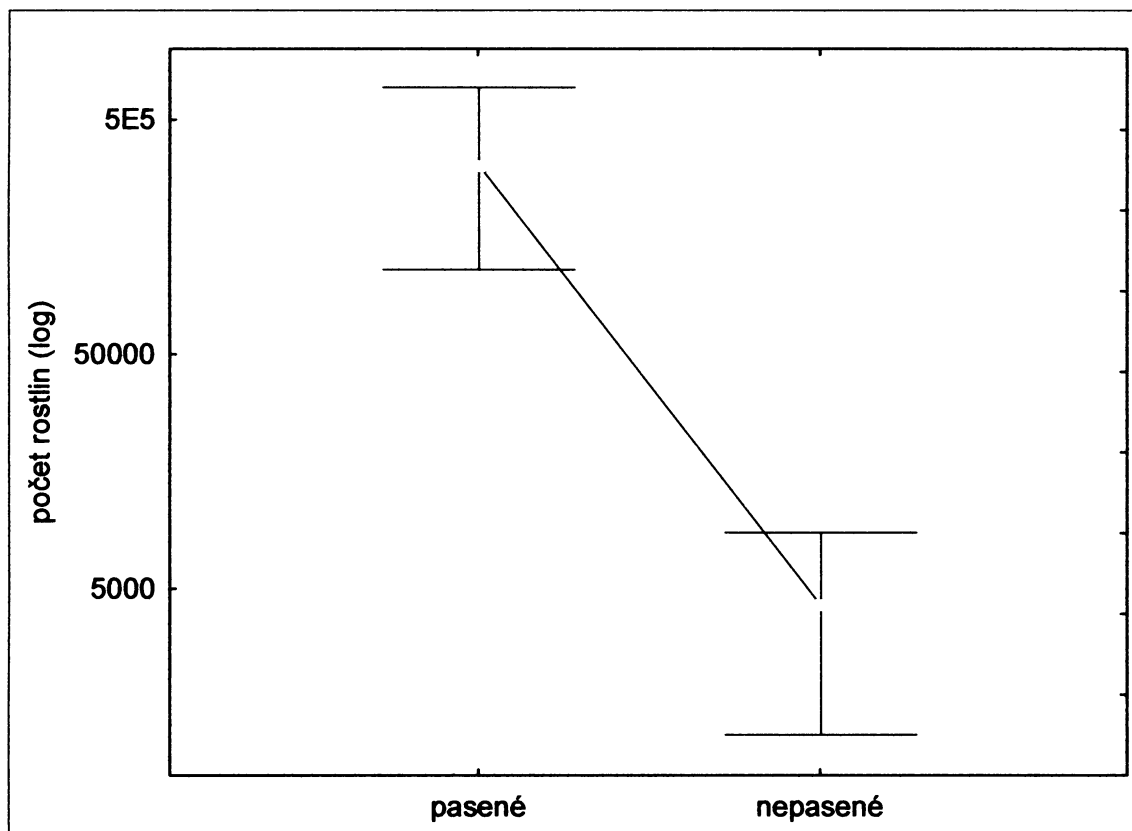
Projekce počtu rostlin v čase

Pro pasené a nepasené rostliny jsem vypočítala, jak se bude měnit počet rostlin v čase (Graf 34). Z grafu je patrné, že v budoucnu bude více přibývat pasených rostlin.

Vypočítané 95% konfidenční intervaly počtu rostlin za 50 let jsou vyneseny v Grafu 35.



Graf 34: Závislost počtu pasených a nepasených rostlin na čase vypočtené pro druh *Salvia pratensis*. Osa Y je vynesena v logaritmském měřítku



Graf 35: Počet pasených a nepasených rostlin druhu *Salvia pratensis* za 50 let s jejich 95% konfidenčními intervaly. Osa Y je vynesena v logaritmském měřítku.

4. Diskuze

Tato práce se zabývá vlivem pastvy na populační dynamiku vybraných vzácných a běžných druhů suchých trávníků. Konkrétně jsem si kladla za cíl zjistit, jak se liší reakce na pastvu u různých druhů na jednom stanovišti a reakce jednoho druhu na různých stanovištích. Na základě této znalosti jsem se snažila predikovat vývoj populací těchto druhů při pokračování pastvy. Nakonec jsem výstupy z této práce porovnávala s výsledky z vegetačního monitoringu.

Studium těchto problémů bylo založené na srovnání populační dynamiky pasených a nepasených rostlin daného druhu.

4.1 Rozdíly v populační dynamice studovaných druhů pod vlivem pastvy

Rozdíly v populační dynamice sledovaných druhů pod vlivem pastvy jsem sledovala na lokalitě Pání hora pro čtyři druhy *Pulsatilla pratensis*, *Anacamptis pyramidalis*, *Fragaria viridis* a *Salvia pratensis*.

4.1.1 Klíčivost, produkce semen a přežívání semenáčků,

Rozdíly mezi pasenými a nepasenými rostlinami se ukazují ve schopnosti klíčení semen a přežívání semenáčků. Z článků zabývajících se klíčením jednotlivých druhů vyplývá, že klíčení závisí především na množství stařiny či opadu (Lennartson & Oostermeijer *et al.* 2001, Ehrlén *et al.* 2005), které při jejich nadbytku způsobují nedostatek světla pro vyklíčení semenáčků. To se pak projeví nízkou klíčivostí sledovaných druhů. Naopak klíčení podporují volné plošky (Bullock *et al.* 1994a, Bissels *et al.* 2004, Oostermeijer *et al.* 1994), které vznikají vlivem disturbance, např. pastvou. Na základě těchto studií by se tedy dalo předpokládat, že na pasených plochách, kde bude méně stařiny a více volných plošek, budou lépe klíčit semenáčky. To se potvrdilo pro všechny sledované druhy na lokalitě Pání hora. Semenáčků bylo sice neprůkazně ale u všech druhů více na pasených plochách než na nepasených. Pastva dokonce podpořila i přežívání semenáčků *Salvia pratensis*. Naopak tomu bylo pro semenáčky druhů *Pulsatilla pratensis* a *Fragaria viridis*, které přežívaly na pasených plochách do dalšího roku s nižší pravděpodobností než semenáčky na plochách nepasených. Vliv na vyšší mortalitu semenáčků na pasených plochách může mít jednak extrémní klima na obnažené půdě, která není chráněná vegetací (Kalliovirta

et al. 2006), ale i mechanické poškození zvěří, která se tu pásala. Opačným efektem, který pravděpodobně podpořil přežívání semenáčků druhu *Salvia pratensis* na pasených plochách mohlo být prosvětlení vegetace a potlačení konkurence (Ehrlén *et al.* 2005).

Na klíčení semen na pasených plochách může mít pozitivní vliv i sežrán herbivorem a průchod semene jeho zažívacím traktem (Baskin & Baskin 2001, Cosyns *et al.* 2004), tzv. endozoochorie. Vliv endozoochorie se dá očekávat především u druhu *Fragaria viridis*, který má pravděpodobně k tomu přizpůsobený chutný plod. Průchod semene zažívacím traktem herbivora pak může podpořit jeho klíčení (Baskin & Baskin 2001), což je pro druh výhodné, jestliže i vnější podmínky jsou pro klíčení dobré. V opačném případě může být endozoochorie nevýhodou. Přesnější mechanismy působení endozoochorie na semena tohoto druhu nejsou známy. Minimálně ale endozoochorie pomáhá druhu při šíření se do jiných míst. Pro druh *Salvia pratensis* se také může pastva podílet na šíření semen, a to v srsti zvířat. *Salvia pratensis* má totiž uzpůsobené lepkavé vlásky na kalichu (Hegland *et al.* 2001), které podporují přilnavost ke zvířatům a umožňují tomuto druhu šíření semen, které zůstávají v kalichu. Podobně se může šířit v srsti zvířat semena *Pulsatilla pratensis*, a to za pomoci vlásku na konci semene. Šíření na delší vzdálenosti je ale nepravděpodobné (Kalliovirta *et al.* 2006).

Produkce semen na rostlinu vychází pro všechny sledované druhy (kromě *Anacamptis pyramidalis*, kde nebyla zaznamenána) vyšší pro nepasené rostliny než pro pasené. To je v souladu s články zabývající se vlivem pastvy na produkci semen u jednotlivých druhů (Bastrenta 1991, Bühler & Schmid 2001, Brys *et al.* 2004), kde se ukazuje, že počet semen na rostlinu je nižší u pasených rostlin. Nižší počet semen na pasenou rostlinu je pravděpodobně způsoben opakovaným poškozením rostlin, které vede k poklesu velikosti kvetoucích rostlin a oslabení rostliny, což má za následek menší produkci semen (Lennartsson & Oostermeijer 2001).

Pro druh *Anacamptis pyramidalis* se mi nepodařilo zjistit data o jeho reprodukci. Za celou dobu pozorování tohoto druhu jsem totiž nenašla ani jeden semenáček, i když jsem se pokoušela o výsevný pokus. Semeno pravděpodobně ale potřebuje nějaký čas být v symbióze s mykorrhizickou houbou než vyklíčí (Füller 1970) a i kdyby vyklíčil, tak se obávám, že bych semenáček špatně rozpoznávala od okolní vegetace, především od trav. Problém s neznámými hodnotami reprodukce jsem vyřešila tak, že jsem pracovala se dvěma typy matic o různých hodnotách reprodukce (matice typu A a C).

4.1.2 Populační projekční matice

Pro pochopení rozdílů v populační dynamice jednotlivých druhů jsem sledovala celý životní cyklus pasených a nepasených rostlin. Na základě této znalosti jsem pak sestrojila projekční matice pro pasené a nepasené rostliny, pro všechny lokality a sledované sezóny. Už z těchto matic jsou patrné některé rozdíly mezi pasenými a nepasenými rostlinami pro jednotlivé druhy.

Z matic můžeme vyčíst, že je poměrně malá pravděpodobnost úmrtí jedinců v jednotlivých kategoriích. Většinou se pohybuje kolem 0-10% (v rámci jedné kategorie). Výjimkou je druh *Salvia pratensis*, kde vyšla pro pasené kvetoucí rostliny 20% úmrtnost v sezóně 2007-08. V tomto případě je to ale způsobeno nízkým počtem jedinců, kteří přešli rok předtím do kvetoucí fáze. Stačilo tedy, aby dva kvetoucí jedinci zemřeli a úmrtnost v této kategorii byla takto vysoká. Pro lepší představu, celková úmrtnost spočtená pro tuto matici (z celkového počtu jedinců) byla jen 2%.

Nejen u druhu *Salvia pratensis* jsem zaznamenala v roce 2007 nízký počet kvetoucích jedinců a to především pasených. Podobně tomu bylo i pro druh *Fragaria viridis*, kde jen 20% jak pasených tak nepasených kvetoucích rostlin vykvetlo v roce 2007. Dokonce žádná nepasená rostlina druhu *Fragaria viridis*, která rok před tím nekvetla, nepřešla do kvetoucí fáze. Protože neschopnost vykvést byla zaznamenána jak pro pasené, tak nepasené rostliny, domnívám se, že hlavní příčinou nekvetení nebyla pastva, i když na pasené rostliny obou druhů mohla mít samozřejmě podíl. Předpokládám, že větší roli zde hrálo počasí. V roce 2007 totiž byla poměrně mírná a na srážky chudá zima s relativně teplým jarem, což se nejspíše promítlo do fitness těchto rostlin. To je v souladu s analýzami primárních dat, kde se prokázala závislost kvetení na roce. Vliv tohoto roku zachytil i vegetační monitoring pro druh *Securigera varia*, kde vycházela průkazně nižší pokryvnost pasených i nepasených rostlin v roce 2007 oproti předešlému roku (Šlechtová 2008).

Rozdíly v maticích pro pasené a nepasené rostliny druhu *Pulsatilla pratensis* na lokalitě Pání hora byly hlavně v přechodu 3→2 a 3→3. Ukazuje se, že pasené kvetoucí rostliny mají větší pravděpodobnost přejít do nekvetoucí fáze a naopak nepasené kvetoucí častěji setrvávají v této fázi oproti paseným kvetoucím rostlinám. Průkazný vliv na tyto rozdíly mezi pasenými a nepasenými rostlinami má pastva. Přesto LTRE analýzou se nepotvrdil vliv pastvy na pozorované rozdíly mezi maticemi pasených a nepasených rostlin.

Matice pro pasené a nepasené rostliny druhu *Anacamptis pyramidalis* se nijak

výrazně neliší. Pro všechny (pasené i nepasené) matice platí, že častěji umírají nekvetoucí malí a velcí jedinci. Naopak kvetoucí rostliny, přestože investují energii do rozmnožovacích orgánů, mají velmi nízkou, většinou nulovou mortalitu. Pro kvetoucí pasené i nepasené rostliny také vychází vysoká pravděpodobnost, že budou kvést i příští rok. Kvetoucí fáze se tedy ukazuje jako velmi stabilní. To je typické pro mnohé orchideje. Jakmile se rostlina stane kvetoucí, s větší pravděpodobností v této fázi bude i příští rok a s menší pravděpodobností zemře či se stane dormantní (Kéry & Gregg 2004, Shefferson *et al.* 2003, Waite & Farrell 1998). Přežívání a kvetení druhu *Anacamptis pyramidalis* tedy závisí na tom, v jaké životní fázi byl jedinec minulý rok, což potvrzují i primární analýzy.

Odlišnosti mezi pasenými a nepasenými rostlinami pro všechny sledované druhy jsou v přechodu kvetoucí fáze do fáze semenáčku. Hodnota tohoto přechodu je dána jednak klíčivostí semen, která je větší pro pasené rostliny a jednak produkcí semen na rostlinu, která vycházela pro pasené rostliny menší. Součinem těchto hodnot se ukazuje, že hodnota přechodu kvetoucí rostliny do fáze semenáčku bude větší pro pasené rostliny všech druhů, kromě *Pulsatilla pratensis* přechodového intervalu 2006/07.

V přechodových maticích pro druh *Fragaria viridis* je zahrnuto klonální rozmnožování, které se děje pomocí šlahounů. V terénu bylo trochu obtížné sledovat, jak se nepasené rostliny množily klony, protože vylézaly z klecí a tudíž se stávaly pasenými, ale nakonec se povedlo označit i nepasené klony. Díky tomu jsem mohla pozorovat úmrtnost těchto klonů. Ta vychází větší pro pasené rostliny. Právě u pasených rostlin se dá očekávat, že vegetativní množení bude mít větší význam (Kleijn & Steigner 2002, Bissels *et al.* 2004). Ukazuje se, že schopnost klonálního množení je velmi důležitá a zanedbávaná reakce rostlin na hospodaření (Klimešová *et al.* 2008). Bohužel jsem k testování závislosti počtu klonů na způsobu ošetření nenaměřila dostatek dat. Na základě pozorování v terénu se ale domnívám, že pasené rostliny se šíří častěji klonálně, ale zase více umírají.

Při sestrojování přechodových matic jsem neuvažovala klonální rozmnožování druhů *Pulsatilla pratensis*, *Salvia pratensis* a *Anacamptis pyramidalis* a schopnost dormance druhu *Anacamptis pyramidalis*. Z následujících úvah ale vyplývá, že by toto pravděpodobně nemělo mít velký vliv na rozdíly v populační dynamice pasených a nepasených rostlin sledovaných druhů.

Klonální rozmnožování druhu *Pulsatilla pratensis* a *Salvia pratensis* není moc probádané. U druhu *Pulsatilla vulgaris* se zjistilo, že může vzniknout v blízkosti

rodičovské rostliny nový jedinec a to za pomoci podzemních oddenků (Wells & Barling 1971). Dá se tedy předpokládat, že druh *Pulsatilla pratensis* by také mohl tvořit klony podobným způsobem. U druhu *Salvia pratensis* může dojít k vegetativnímu rozmnožování skrz kořenové nody poléhavé lodyhy (web 2). V článku zabývající se tímto druhem, ale klonální množení nebylo prokázáno (Hegland *et al.* 2001). V terénu jsem pozorovala u obou druhů na pasených i nepasených plochách, že na místě, kde byl původně jeden jedinec byli dva blízko sebe. Zda byly ale rostliny nějak propojené kořeny jsem nezjišťovala. V takových případech, které byly vzácné, jsem považovala obě rostliny za jednoho jedince.

U druhu *Anacamptis pyramidalis* nepochybuji o jeho možnosti vegetativního růstu. Už při značení rostlin v terénu byly především na lokalitě Soudný dub patrné shluky malých jedinců kolem nejčastěji jedné či dvou velkých kvetoucích rostlin. To je v souladu s tím, co píše Průša (2005) o schopnosti tohoto druhu množit se vegetativně pomocí kořenových hlíz. Přesto jsem při tvorbě matic tento parametr neuvažovala. Důvodem bylo problematické určení mateřské rostliny a nového klonu. Každou rostlinu, která mohla být i klonem, jsem považovala za jednoho jedince. Sestavila jsem tedy přechodové matice na úrovni ramet a nikoliv genet. Z pozorování malých rostlin (pravděpodobně klonů) v blízkosti nejčastěji velké kvetoucí rostliny, jsem nezaznamenala žádné rozdílné tendence v přibývání malých pasených či nepasených rostlin.

K obtížnému sledování populační dynamiky druhu *Anacamptis pyramidalis* přispívá i jeho schopnost sekundární dormance, což představuje problém s určením mortality. Dormance spočívá v tom, že jedinec, který se zdál být mrtvý se opět ukáže za rok, za dva i za více let, což vyplývá z následujících prací Shefferson *et al.* (2001), Kéry & Gregg (2004), Shefferson & Kadritali (2007). Dormance tedy může mít poměrně velký vliv na sledovanou populační dynamiku, což třeba ukazuje Pavla Novotná (2007) ve své práci pro druhy *Gladiolus palustris* a *Gladiolus imbricatus*. Právě zachycení fáze dormance se hodně promítlo do velikosti populační růstové rychlosti. Je třeba si ale uvědomit, že mortalita *Gladiolus palustris* a *Gladiolus imbricatus* byla poměrně vysoká zatímco pro *Anacamptis pyramidalis* se úmrtnost jedinců pohybovala kolem 3-8% z celkové populace. Pro další sledování už nežijících jedinců ale samozřejmě doporučuji uvažovat možnost dormance rostlin. Je totiž známo, že nastanou-li špatné podmínky pro tyto rostliny (ať už kvůli managementu či klimaticky nepříznivému roku), rostlina může přejít do fáze dormance (Jersáková & Kindlmann 2004, Průša 2005). Tříletým

sledováním tohoto druhu na lokalitě Pání hora a Soudný dub jsem ale nepozorovala, že by se mrtvá pasená či nepasená rostlina opět ukázala. To může být ale i tím, že rostliny při odečítání už nebyly patrné a uschly (Waite & Farrell 1998) což, jak vyplývá z životního cyklu druhu *Anacamptis pyramidalis*, může nastat. Na základě pozorování tohoto druhu v terénu jsem totiž zjistila, že rostliny, které nekvetly v průběhu jara, léta nebo byly nějakým způsobem poškozené, většinou zaschly dříve než kvetoucí jedinci a přečkaly zbytek sezóny pravděpodobně pod zemí. Takže při odečítání rostlin před pastvou jsem nemusela zachytit všechny jedince.

Při sestřování přechodových matic jsem uvažovala o možnosti jednotlivých druhů tvořit semennou banku, která se dá předpokládat u druhu *Fragaria viridis* a *Salvia pratensis*. Ani u jednoho druhu se mi v terénu tuto schopnost nepodařilo potvrdit. Mohlo to být třeba i tím, že ve sledovaný rok (dva roky po vysetí semen) vyklíčilo málo rostlin. Schopnost vyklíčit ob rok se mi potvrdila pouze při pokusu na Petriho miskách, kdy jsem nechala po roce zakopaná semena vyklíčit a jak v případě *Fragaria viridis*, tak i *Salvia pratensis* semena vyklíčila či zůstala živá. Semenná banka se v literatuře pro druh *Salvia pratensis* moc nepředpokládá a to z toho důvodu, že zralá semena vyklíčí do 12 dnů poté co nastane vlhké počasí z 95% (web 2).

4.1.3 Populační růstová rychlost

Důležitou hodnotou, která nám říká něco o tom, jak se bude chovat populace pod vlivem hospodaření v budoucnu, je populační růstová rychlost. Pomocí této hodnoty můžeme říct, zda budou přibývat více pasené či nepasené rostliny.

Z této práce vyplývá, že paseným a nepaseným rostlinám sledovaných druhů na stejné lokalitě, kde se pase, se daří různě. Průměrné populační růstové rychlosti (i populační růstové rychlosti spočtené stochastickou simulací) vycházejí o něco větší pro pasené než nepasené rostliny pro druh *Salvia pratensis* a *Anacamptis pyramidalis*, (až na jednu výjimku). Menší růstovou rychlost mají pasené rostliny druhů *Pulsatilla pratensis* a *Fragaria viridis*.

Pro každou populační růstovou rychlost byl vypočten i její 95% konfidenční interval. Tyto 95% konfidenční intervaly vycházejí poměrně široké a často se překrývají u pasených a nepasených rostlin daného druhu a lokality. Vliv na velké rozpětí konfidenčních intervalů může mít malý počet klíčících a přeživších semenáčků a malý počet jedinců v některých fázích životního cyklu. Bohužel údaje o konfidenčních intervalech se pro mě v klíčových studiích neobjevují, takže jejich rozpětí nemohu

srovnávat. Uvědomuji si, že pro zpřesnění údajů by bylo dobré sledovat více jedinců pro daný druh, ošetření a lokalitu. Protože mi ale šlo o srovnání populačních dynamik pasených a nepasených rostlin, nepovažuji šířku 95% konfidenčních intervalů za klíčovou.

Na základě velikosti průměrných růstových rychlostí a jejich 95% konfidenčních intervalů se dá předpokládat, že budou přibývat pasené i nepasené rostliny druhu *Fragaria viridis*. S vysokou pravděpodobností tomu tak bude i pro pasené a nepasené rostliny druhů *Pulsatilla pratensis* a *Salvia pratensis*, kde 95% konfidenční interval výjimečně klesá pod hodnotu jedna. Pro *Anacamptis pyramidalis* při malé hodnotě reprodukce by měly pasené a nepasené rostliny ubývat, při velké hodnotě by se naopak měl zvyšovat jejich počet.

Jelikož 95% konfidenční intervaly růstových rychlostí pasených a nepasených rostlin se překrývají, zajímalo mě dále, zda se budou lišit počty pasených a nepasených rostlin za několik let. Pro každý druh daného ošetření jsem tedy projektovala počet jedinců v čase. Protože jsem v terénu nezjišťovala, jak velké jsou populace, uvažovala jsem pro všechny druhy a ošetření 100 jedinců. Projekce počtu rostlin pro druh *Anacamptis pyramidalis* pro matici typu A ukazuje klesající počty pasených a nepasených rostlin v čase. Přičemž počty pasených rostlin se snižují o něco více. Počty rostlin pro matici typu C v čase rostly a to více pro pasené rostliny. Rozdíly v počtu pasených a nepasených rostlin nebyly veliké oproti ostatním druhům, kde se ani 95% konfidenční intervaly počtu pasených a nepasených rostlin za 50 let nepřekrývaly jako v případě *Anacamptis pyramidalis*. V čase se počet rostlin zvyšoval u druhu *Salvia pratensis*, a to především pro pasené rostliny. Podobně tomu bylo pro druhy *Fragaria viridis* a *Pulsatilla pratensis*, kde začal převládat počet nepasených rostlin. V budoucnu by se tedy rozdíly mezi počtem pasených a nepasených rostlin měly prohlubovat a hodně narůstat. Přestože model počítá s demografickou náhodností a s náhodností plynoucí z přírodních poměrů, počty rostlin v čase, které jsou někdy až astronomické, musíme chápat spíše jako orientační. Cílem bylo ukázat, že ačkoli se zdá, že se růstové rychlosti a jejich 95% konfidenční intervaly překrývají, měla by se velikost populace pasených a nepasených rostlin v budoucnu lišit.

V článcích zabývajících se vlivem pasení a kosení na populační růstovou rychlost sledovaných druhů se ukazuje, že hospodaření může i nemusí mít pozitivní vliv na růst populace. V případě druhu *Gentianella campestris* (Lennartsson & Oostermeijer 2001) a *Festuca gracillima* (Oliva *et al.* 2005) se ukazuje, že jakýkoli management

oslabuje populaci, naproti tomu pro druh *Cirsium vulgare* má pastva vždy pozitivní vliv na růst populace (Bullock *et al.* 1994b). Pro druh *Primula veris* vychází, že všechny způsoby hospodaření jsou lepší než žádný (Brys *et al.* 2004). Management ale nemusí mít žádný vliv na pokles či růst sledované populace v porovnání s populací na neobhospodařovaných plochách (Tolvanen *et al.* 2001). Z těchto článků vyplývá, že druhy tedy reagují na způsob hospodaření různě, což je dáno především rozdílnými vlastnostmi sledovaných druhů a způsobem hospodaření.

4.1.4 Elasticita a LTRE analýza

Důležitý přechod v životním cyklu sledovaných rostlin, který může v budoucnu nejvíce ovlivnit růstovou rychlost se ukazuje být přežívání, konkrétně setrvání ve vegetativní či fertilní fázi, méně pak růst. Tyto fáze životního cyklu rostliny se ukazují být důležité i pro jiné druhy rostlin, např. *Lathyrus vernus* (Ehrlén 1994) a *Primula veris* (Ehrlén *et al.* 2005). To je v souladu se studií, která se zabývala vlivem jednotlivých fází životního cyklu rostliny na populační růstovou rychlost pro 21 dřevin a 45 vytrvalých rostlin (Silvertown *et al.* 1993). Zde se potvrzuje, že přežívání je důležité pro vytrvalé byliny (nejdůležitější pro dřeviny) a růst je pro všechny důležitější než reprodukce.

Konkrétně se ukazují největší hodnoty elasticity pro setrvání v nekvetoucí fázi (přechod 2→2) a to jak pro pasené tak nepasené rostliny druhu *Fragaria viridis* a *Salvia pratensis*. Pro druh *Fragaria viridis* k vysokým hodnotám elasticity tohoto přechodu přispívá ještě klonální množení, kdy z nekvetoucích rostlin vznikají nekvetoucí klony. Pro druh *Salvia pratensis* je významnost tohoto přechodu podpořena vyšší mortalitou kvetoucích rostlin. Vysoká elasticita tohoto přechodu je u obou druhů také ovlivněna rokem 2007, kdy velmi málo jedinců nekvetoucích ale i kvetoucích v předchozím roce vykvetlo a pravděpodobnost setrvání nekvetoucích rostlin v této fázi tak byla poměrně vysoká.

Pro *Pulsatilla pratensis* je přechod 2→2 důležitý pouze pro pasené rostliny, pro nepasené rostliny se ukazuje jako nejdůležitější setrvání v kvetoucí fázi (přechod 3→3). V tomto případě má vliv na tyto rozdíly pastva, která podporuje, že vyšší procento pasených jedinců přežívá v nekvetoucí fázi, kdežto nepasené rostliny mají strategii kvést. To je v souladu s výše zmiňovanými analýzami primárních dat, ze kterých vyplývá, že kvetení závisí na ošetření, roce a jejich interakci.

Setrvání v kvetoucí fázi (přechod 4→4) je také významné pro druh *Anacamptis*

pyramidalis, ale už jak pro pasené, tak nepasené rostliny. K tomu přispívá i vyšší mortalita malých a velkých nekvetoucích rostlin. Kvetoucí rostliny se tak ukazují jako rostliny s vysokou fitness (viz. nahoře).

Kromě klasické analýzy elasticity jsem provedla i Loop analýzu, která identifikuje, nejvýznamnější dílčí cykly v životním cyklu rostliny. Těmito cykly jsou setrvání v nekvetoucí fázi pro pasené a nepasené rostliny druhu *Fragaria viridis*, pro pasené rostliny druhu *Pulsatilla pratensis* a nepasené rostliny druhu *Salvia pratensis*. Pro pasené a nepasené rostliny druhu *Anacamptis pyramidalis* (při nulové hodnotě reprodukce) je to setrvání v kvetoucí fázi. Zmiňované cykly, jsou přechody s nejvyšší hodnotou elasticity pro daný druh a ošetření. Pro pasené a nepasené rostliny druhu *Anacamptis pyramidalis* (při vyšší hodnotě reprodukce), pro nepasené rostliny druhu *Pulsatilla pratensis* a pro pasené rostliny druhu *Salvia pratensis* je nejvýznamnější cyklus semenáček, nekvetoucí (malá, velká), kvetoucí rostlina.

Pro každý druh jsem udělala také LTRE analýzu, která zkoumá skutečné změny parametrů a jejich vliv na skutečnou variabilitu matice. Pomocí této analýzy se ukazují rozdílné reakce v populační dynamice pasených a nepasených rostlin v jednotlivých fázích životního cyklu, ale celkový příspěvek ošetření k pozorovaným rozdílům λ nevychází ani v jednom případě průkazný. To není nic neočekávaného. Např. ve studii Tolvanen (2001) se také ukazuje, že hospodaření nemá vliv na rozdílné reakce v populační dynamice rostlin pod vlivem managementu.

Konkrétně pro druh *Pulsatilla pratensis* vychází, že k pozorovaným rozdílům v populačních růstových rychlostech mezi pasenými a nepasenými rostlinami přispívají pasené rostliny přechodem kvetoucí do nekvetoucí rostliny. Naopak pro nepasené rostliny vychází pozitivní příspěvek setrvání v kvetoucí fázi. Celkový příspěvek typu ošetření ale nevyšel průkazný. Z toho plyne, že i když se pasené a nepasené rostliny v některých fázích životního cyklu chovají jinak, v celkové průměrné dynamice se pak neliší a nedá se tedy říci, zda se daří lépe paseným či nepaseným rostlinám.

Téměř průkazně vychází příspěvek přechodu 3→3 nepasených rostlin, tedy setrvání v kvetoucí fázi pro druh *Salvia pratensis*. Tento přechod by mohl podpořit rozdíly mezi pasenými a nepasenými rostlinami za podmínky, že budou rostliny normálně kvést jako v roce 2006 a 2008. Podobně, téměř průkazně vychází přechod 2→2, tedy setrvání v nekvetoucí fázi pro druh *Fragaria viridis*, který je významnější pro nepasené rostliny. To bude souviset s nízkou pravděpodobností úmrtí vegetativně se množících nepasených rostlin.

Pro druh *Anacamptis pyramidalis* tato analýza neukazuje žádné odlišnosti v populační dynamice pasených a nepasených rostlin.

4.1.5 Selektivita

Na sledované rozdíly v populační dynamice jednotlivých druhů může mít vliv i selektivní spásání rostlin zvířaty. Dá se předpokládat, že zvířata budou upřednostňovat chutné rostliny s měkkými pletivy (Hadar *et al.* 1999) na rozdíl od druhů jako *Salvia pratensis*, které nebudou moc atraktivní pro zvířata. Vůně a chuť této rostliny totiž odrazuje pasoucí se zvířata (Hegland *et al.* 2001). Přesto na lokalitě byl tento druh nejen mechanicky poškozený ale i okousaný. To mohlo být způsobeno i tím, že se na lokalitě pásly mladé kozy a ovce, které zkoušejí žrát všechno, ale i intenzitou pastvy (Olf & Ritchie 1998), kdy zvířata poté co sežerou chutné rostliny přejdou i na méně atraktivní. Dokonce pro druh *Salvia pratensis* vychází průkazně, že nekvetoucí rostlina, když je spasená reaguje na pastvu většinou nekvetením následující rok.

Pro druh *Pulsatilla pratensis* a *Fragaria viridis* se neprokázalo, že by kvetoucí či nekvetoucí rostliny díky pastvě příští rok nekvetly či kvetly. Pro druh *Anacamptis pyramidalis* se mi nepodařilo získat data o selektivním spásáním tohoto druhu, protože pastva skončila v době, kdy většina rostlin byla v zaschlém stavu. V průběhu pastvy jsem ale pozorovala, že ovce i kozy tento druh žerou, ale jen asi tak 7 cm nad zemí.

4.1.6 Shrnutí

Přestože na lokalitě Pání hora nevyšly průkazné rozdíly v populační dynamice pasených a nepasených rostlin pro žádný druh, jsou zde patrné některé odlišnosti. Odlišný je vývoj pasených a nepasených rostlin, na jehož základě lze očekávat prohlubující se rozdíly v počtu pasených a nepasených rostlin v budoucnosti. Stejně tak se liší průměrné populační růstové rychlosti pasených a nepasených rostlin, přestože konfidenční intervaly jsou poměrně široké a překrývají se. Vliv na rozdílnosti mezi pasenými a nepasenými rostlinami vycházejí především z odlišných schopností jednotlivých druhů reagovat na pastvu, jako je vegetativní rozmnožování, schopnost klíčení pod vlivem pastvy, schopnost vykvést další rok apod.

4.2 Rozdíly v populační dynamice studovaných druhů pod vlivem pastvy na různých lokalitách

Vzácné druhy, *Pulsatilla pratensis* a *Anacamptis pyramidalis* jsem sledovala na více lokalitách. Zajímalo mě, zda se bude lišit populační dynamika pasených a nepasených rostlin na různých lokalitách pro sledovaný druh. Tyto rozdíly se ukázaly pouze pro druh *Pulsatilla pratensis*.

4.2.1 *Pulsatilla pratensis*

Druh *Pulsatilla pratensis* jsem sledovala na třech lokalitách Pání hora, Šanův kout a Zlatý kůň.

Klíčivost, produkce semen a přežívání semenáčků

Na lokalitě Pání hora vychází vyšší pravděpodobnost klíčení na pasených plochách než nepasených. Naopak je to na lokalitě Šanův kout a Zlatý kůň. Příčinou těchto odlišností může být nahromaděná stařina na nepasených plochách na Pání hoře. Nepasené plochy na lokalitě Šanův kout a Zlatý kůň byly založené před pastvou na jaře 2007, přičemž v roce 2005 a 2006 se zde páslo, takže tyto plochy nebyly tak zarostlé v porovnání s nepasenými plochami na lokalitě Pání hora, které nebyly ani jeden rok pasené. Dá se tedy předpokládat, že nepasené plochy na lokalitě Šanův kout a Zlatý kůň by se v budoucnu více zapojily a semenáčky by se zde uchycovaly s většími obtížemi.

Jak už jsem zmínila v první části diskuze, klíčivost pozitivně koreluje s tvorbou volných plošek na pasených plochách (Bullock *et al.* 1994a, Bissels *et al.* 2004, Oostermeijer *et al.* 1994). Naopak nevýhodou pro klíčení semenáčků na pasených plochách může být nedostatek mechů a lišejníků, které by absorbovaly vlhkost a vyrovnávaly teplotu na těchto suchých stanovištích (Kallivorita *et al.* 2006), což se mohlo projevit vyšší úmrtností semenáčků či nevyklíčením semen na lokalitě Šanův kout a Zlatý kůň.

Přežívání semenáčků bylo sledováno v roce 2008 jen na lokalitě Pání hora a vychází vyšší pro nepasené plochy než pasené. Semenáčky tedy na zarostlejších plochách hůře klíčí, ale snadněji přežívají.

Produkce semen na rostlinu vychází na všech lokalitách menší pro pasené rostliny než nepasené podobně jako u ostatních druhů.

Populační projekční matice

Rozdíly v populační dynamice pasených a nepasených rostlin na různých lokalitách jsou také patrné z přechodových matic.

Pravděpodobnost přechodu z kvetoucí fáze do fáze semenáčku (přechod 3→1) vychází větší pro pasené rostliny na všech lokalitách, kromě Pání hory pro přechodový interval 2007/08, což je způsobeno vysokou pravděpodobností klíčení semenáčků na nepasených plochách.

Na lokalitě Pání hora se ukazují rozdílné pravděpodobnosti také v přechodu 3→2, které jsou vyšší pro pasené rostliny a v pravděpodobnosti přechodu 3→3, které jsou vyšší pro nepasené rostliny. Tyto rozdílnosti jsou i na zbylých lokalitách. Zde ještě navíc je vyšší pravděpodobnost setrvání v nekvetoucí fázi (přechod 2→2) pro pasené rostliny a vyšší pravděpodobnost přechodu nepasených nekvetoucích rostlin do fáze kvetení (přechod 2→3).

Analýzy primárních dat ukazují, že rozdíly v kvetení průkazně závisí na předchozí fázi životního cyklu, lokalitě, pastvě, roku, a jejich interakcích. Pasené rostliny tedy méně často kvetou a jakmile se dostanou do fáze nekvetení, kvetou příští rok s nižší pravděpodobností.

Selektivita

Sledováním vlivu okousanosti na kvetení či nekvetení se ukazuje, že okousání může mít průkazný vliv na životní fázi rostliny následující rok. Konkrétně pro lokalitu Zlatý kůň vychází průkazně, že kvetoucí rostliny, které byly spasené, příští rok kvetou méně. Příčinou, že test vychází průkazně pouze na této lokalitě, je pravděpodobně načasování pastvy, která trvala na této lokalitě až do září, takže rostliny neměly možnost dostatečně zregenerovat.

Ztráta části rostliny díky hospodaření tedy negativně ovlivňuje budoucí schopnost reprodukce rostlin. To se ukazuje jako problém i pro druh *Primula veris* (Brys *et al.* 2004), protože poškozené rostliny méně často kvetou následující rok. Nedostatek kvetoucích rostlin (způsobených pastvou díky mechanickému poškození či vlivem okusu rostliny zvěří a tedy neschopnosti vykvetení pasené rostliny) pak vede k redukci semenáčků, což se ukazuje i pro druhy *Gentiana pneumonanthe* (Oostermeijer *et al.* 1994), *Succisa pratensis* (Bühler & Schmidt 2001), *Salvia pratensis* (Hegland *et al.* 2001), *Gentianopsis ciliata* a *Gentianella germania* (Oostermeijer *et al.* 2002) při určitém způsobu hospodaření.

Populační růstová rychlost

Průměrné populační růstové rychlosti vyšly ve všech případech vyšší pro nepasené rostliny než pro pasené. Při projekci počtu rostlin v čase vychází, že počet všech rostlin bude přibývat. Větší počet bude nepasených rostlin na všech lokalitách. Největší rozdíly mezi počtem pasených a nepasených rostlin budou na lokalitě Šanův kout a Zlatý kůň. Právě na těchto lokalitách se i nejvíce lišily populační růstové rychlosti pasených a nepasených rostlin, což je v souladu s LTRE analýzou (viz. dále).

Elasticita a LTRE analýza

Důležitým parametrem, který by mohl ovlivnit velikost populace v budoucnu je pro pasené rostliny přežívání nekvetoucích rostlin. Přičemž největší elasticitu má tento parametr pro *Pulsatilla pratensis* z lokality Zlatý kůň. Pro nepasené rostliny na všech lokalitách je důležité, aby kvetoucí rostliny kvetly i následující rok, opět s nejvyšší hodnotou elasticity pro lokalitu Zlatý kůň.

Rozdíly v maticích pro pasené a nepasené rostliny vyšly LTRE analýzou pro druh *Pulsatilla pratensis* na lokalitě Pání hora neprůkazně. Pro lokalitu Šanův kout a Zlatý kůň vychází odlišnosti v celkové populační dynamice průkazně, přičemž paseným rostlinám se daří hůře. Průkazné příspěvky, které přispívají k rozdílům v maticích pro pasené a nepasené rostliny jsou pro lokalitu Pání hora přechod přežívání, pro Zlatý kůň pak ještě přechod růstu, pro Šanův kout je to přechod reprodukce.

Ukazuje se, že i když je nejvyšší hodnota elasticity stejná pro pasené (přechod 2→2) a nepasené rostliny (3→3) na všech lokalitách, příspěvky, které skutečně přispívají k rozdílům v maticích pasených a nepasených rostlin, mohou být jiné a liší se mezi lokalitami. Podobně vychází v článku sledující druh *Primula veris* vysoká hodnota elasticity v setrvání v nekvetoucí fázi, ale skutečný příspěvek této fáze na pozorovanou růstovou rychlost je malý (Brys *et al.* 2004).

Shrnutí

Na základě výsledků z této práce můžeme říct, že populační dynamika pasených a nepasených rostlin druhu *Pulsatilla pratensis* se liší. Vliv na tyto rozdíly má pastva, která probíhala na lokalitách různým způsobem. Vliv zde sehrálo především období, kdy pastva probíhala.

Ačkoli mým cílem nebylo hledat vhodný management pro tento druh, z výsledků populační dynamiky *Pulsatilla pratensis* na třech lokalitách se ukazuje, že na pozdně

jarní pasení tento druh reaguje nejlépe. Tedy v době, kdy tento druh odkvétá a vysemeňuje se (což se dělo na lokalitě Pání hora). Toto doporučení pro další management je v souladu se studii, kde se ukazuje jako nejvhodnější načasovat management po reprodukci sledovaného druhu (Oostermeijer *et al.* 1994, Bühler & Schmidt 2001, Oostermeijer *et al.* 2002). Podpoří se tak vznik semen a uchycení semenáčků, což je klíčové pro nárůst populace.

4.2.2 *Anacamptis pyramidalis*

Druh *Anacamptis pyramidalis* jsem sledovala na dvou lokalitách Pání hora a Soudný dub.

Populační projekční matice

Při sestrojování těchto matic nebyly nápadné žádné rozdílné tendence mezi pasenými a nepasenými rostlinami.

Populační růstová rychlost

Populační růstové rychlosti pasených a nepasených rostlin se mezi sebou také moc neliší. Populační růstové rychlosti vycházejí pro obě lokality větší pro pasené rostliny než pro nepasené (až na jednu výjimku). Při projekci počtu rostlin v čase je počet pasených rostlin většinou o něco vyšší než počet nepasených rostlin. Rozdíl v počtu pasených a nepasených rostlin v čase je malý a nejvíce patrný při vyšších hodnotách reprodukce.

Elasticita a LTRE analýza

Elasticita, která nám udává význam procentické změny maticového prvku na populační růstovou rychlost, vychází vysoká pro přechod 4→4, tedy setrvání v kvetoucí fázi a to pro pasené i nepasené rostliny na obou lokalitách.

Dále pro *Anacamptis pyramidalis* pro lokalitu Pání hora a Soudný dub vychází LTRE analýzou neprůkazné příspěvky jednotlivých prvků matice, které by přispívaly k rozdílům v maticích pasených a nepasených rostlin, stejně tak celkový příspěvek ošetření je neprůkazný. To potvrzuje, že populační dynamika pasených a nepasených rostlin se neliší.

Shrnutí

Anacamptis pyramidalis se neliší v populační dynamice pasených a nepasených rostlin ani na jedné lokalitě, přestože se lokality liší přírodními podmínkami, odlišným land-use v minulosti a způsobem pastvy. Právě tyto vlivy mohou podpořit rozdílné chování ve vegetaci, jak ukazují studie (Olf & Ritchie 1998, Vest & Westoby 2001, Adler *et al.* 2004).

Co se týče přírodních podmínek, lokalita Pání hora je svažitéjší, sušší s jižní a západní orientací svahu, kdežto Soudný dub je téměř nesvažitý, vlhčí se severní orientací. Pravděpodobně obě lokality byly v minulosti pastviny. Po ukončení hospodaření na obou lokalitách došlo k zarůstání křovím, přesto na Pání hoře díky extrémnějším podmínkám toto zarůstání nebylo tak rychlé jako na Soudném dubu. Zde se před pastvou musela udělat intenzivní prořezávka keřů. S tím souvisel i stav populace před pastvou. Populace na Soudném dubu měla strategii spíše nekvést a šířit se klonálně, což mohlo být způsobeno nepříznivými podmínkami pro tento druh (Jersáková & Kindlmann 2004, Průša 2005) jako třeba zastíněním okolní vegetace. Proto tu můžeme najít rostliny, které jsou velmi často ve shluku kolem sebe. Na lokalitě Pání hora byly jedinci ve shluku spíše výjimečně.

Ani pastva na těchto lokalitách neprobíhala stejným způsobem. Na Pání hoře bylo stádo asi stovky ovcí a pár koz zhruba od půlky června do půlky července každý rok. Páslo se v ohrádkách, které se postupně přemísťovaly. Soudný dub se celý oplotil a od května do července se zde páslo stádo koz a ovcí v počtu do 15 kusů.

Na základě výsledků z této práce se zdá, že *Anacamptis pyramidalis* téměř nereaguje na pastvu. Je třeba ale ještě uvažovat vliv pastvy na jeho reprodukci, kterou se mi nepodařilo zjistit. Ta může díky vytvoření volných plošek mít pozitivní vliv na uchycení se semenáčků (Bullock *et al.* 1994a, Oostermeijer *et al.* 1994).

4.3 Vegetační monitoring

Nejčastějším způsobem studování vlivu pastvy na druhové složení je vegetační monitoring (např. Krahulec *et al.* 1994, 2001, Bullock & Pakeman 1996, Osem *et al.* 2002, Pavlů *et al.* 2003). Nevýhodou tohoto monitoringu je, že na jeho základě nelze určit vývoj populací zájmových druhů v budoucnu. To je v souladu s mými výsledky z vegetačního monitoringu.

Při testování závislosti ošetření a roku na procentuálním výskytu druhu se

ukázalo, že především vzácné druhy (*Anacamptis pyramidalis* a *Pulsatilla pratensis*) v plochách moc nerostou. To bylo nejspíš způsobeno tím, že se tyto druhy sdružují na určitých místech na lokalitě. Druh *Anacamptis pyramidalis* byl dokonce zachycen jen na jedné ploše. Výsledný test s poměrně malým počtem dat o procentuálním zastoupení sledovaných druhů nic neprokázal. Pro všechny druhy vyšla nesignifikantní závislost pokryvnosti druhu (vyjádřenou v procentech) na interakci způsobu ošetření a na roce. Z toho vyplývá, že pastva na tyto druhy nemá vliv. Tyto výsledky se ale neslučují s výsledky z populační části této práce především pro druh *Pulsatilla pratensis*. Zde se prokázal vliv pastvy na populaci *Pulsatilla pratensis* na lokalitě Šanův kout a Zlatý kůň.

Důvodem, proč vegetační monitoring nic neukázal pro druh *Pulsatilla pratensis*, může být jak málo ploch s výskytem tohoto druhu, tak i způsob sbírání dat. Při sledování vegetačního monitoringu se do sebraných dat promítne pouze pokryvnost a nikoli to, zda druh je a byl ve vegetativní, fertilmí či v jiné životní fázi. Právě pro *Pulsatilla pratensis* na Šanově koutě by tento fakt mohl být rozhodující, protože tam se pasené a nepasené rostliny velikostně moc nelišily. Důležitou roli zde sehrála schopnost klíčení semen. Jinak tomu bylo pro lokalitu Zlatý kůň, kde pasené rostliny byly menší než nepasené. Lokalita na Zlatém koni je ale rozsáhlá a v blízkosti označených jedinců byla jen část ploch se zaznamenaným druhem *Pulsatilla pratensis*. Na zbylé části lokality, kde byly monitorovací plochy, to mohlo vypadat jinak. Rozdíly ve velikostech pasených rostlin mohly být podpořeny různou frekvencí a intenzitou pastvy na jednotlivých místech.

Vegetační monitoring se sice ukazuje jako dobrý pro objasnění mechanismů změn na úrovni vegetace, ale pro pochopení změn na úrovni zájmových druhů, je potřeba dalšího bližšího zkoumání druhů.

5. Závěr

Tříleté sledování vlivu pastvy na lokalitě Pání hora neprokázalo statisticky průkazné rozdíly v populační dynamice pasených a nepasených rostlin pro žádný druh (*Pulsatilla pratensis*, *Anacamptis pyramidalis*, *Fragaria viridis* a *Salvia pratensis*), přesto jsou zde patrné některé odlišnosti. Odlišné jsou průměrné populační růstové rychlosti, vývoj pasených a nepasených rostlin v čase a některé fáze životního cyklu pasených a nepasených rostlin. Vliv na rozdílnosti mezi pasenými a nepasenými rostlinami vycházejí z odlišných schopností jednotlivých druhů reagovat na pastvu, jako je vegetativní rozmnožování, schopnost klíčení pod vlivem pastvy, schopnost vykvést další rok apod. Nejméně na pastvu reaguje *Anacamptis pyramidalis*, kde jsem nepozorovala ani na jedné lokalitě téměř žádné rozdíly mezi pasenými a nepasenými rostlinami.

Rozdíly v populační dynamice pasených a nepasených rostlin na různých lokalitách jsem pozorovala u druhu *Pulsatilla pratensis*. Největší rozdíly mezi pasenými a nepasenými rostlinami byly na lokalitě Šanův kout a Zlatý kůň, kde vyšlo, že se paseným rostlinám daří průkazně hůře. Tyto odlišnosti v populační dynamice druhu *Pulsatilla pratensis* pod vlivem pastvy na různých lokalitách jsou ovlivněny především rozdílným způsobem hospodaření.

Výsledky ukazují, že paseným rostlinám se daří lépe než nepaseným u druhu *Salvia pratensis* a *Anacamptis pyramidalis*, naopak u druhu *Fragaria viridis* a *Pulsatilla pratensis*, se jim daří hůře.

Vegetační monitoring se ukazuje jako dobrý pro objasnění mechanismů změn na úrovni vegetace. Pro pochopení změn na úrovni zájmových druhů je ovšem nepoužitelný, což podporuje důležitost studia populační dynamiky jednotlivých cílových druhů.

6. Citovaná literatura

- Adler P. B., Milchunas D. G., Lauenroth W. K., Sala O. E. & Burke I. C. (2004): Functional traits of graminoids in semi-arid steppes: a test of grazing histories, *Journal of Applied Ecology* 41: 653-663
- Baskin C. C. & Baskin J. M (2001): *Seeds– Ecology, Biogeography and Evolution of dormancy and Germination*, Academic Press, London
- Bastrenta B. (1991): Effect of Wheel grazing on the demography of *Anthyllis vulneraria* in Southern France, *Journal of Ecology* 79: 275-284
- Bissels S., Hölzel N. & Otte A. (2004): Population structure of the threatened perennial *Serratula tinctoria* in relation to vegetation and management, *Applied Vegetation Science* 7: 267-274
- Brys R., Jacquemyn H., Endels P., De Blust G. & Hermy M. (2004): The effect of grassland management on plant performance and demography in the perennial herb *Primula veris*, *Journal of Applied Ecology* 41: 1080-1091
- Bühler & Schmidt (2001): The influence of management regime and altitude on the population structure of *Succisa pratensis*: implications for vegetation monitoring, *Journal of Applied Ecology* 38: 689-698
- Bullock J. M., Franklin J., Stevenson M. J., Silvertown J., Coulson S. J., Gregory S. J. & Tofts R. (2001): A plant trait analysis of response to grazing in a long-term experiment, *Journal of Applied Ecology* 38: 253-267
- Bullock J. M. & Pakeman R. J. (1996): Grazing of lowland heath in England: Management methods and their effects on heathland vegetation, *Biological Conservation* 79: 1-13
- Bullock J. M., Hill B. C., Dale M. P. & Silvertown J. (1994a): An experimental study of the effects of sheep grazing on vegetation changes in species-poor grassland and the role of seedling recruitment into gaps, *Journal of Applied Ecology* 31: 493-507
- Bullock J. M., Hill B. C. & Silvertown J. (1994b): Demography of *Cirsium vulgare* in a grazing experiment, *Journal of Ecology* 82: 101-111
- Caswell H. (2000): Prospective and retrospective perturbation analysis: their roles in conservation biology. *Ecology* 81: 619-627.

- Cosyns E., Claerbout S., Lamoot I. & Hoffmann M. (2004): Endozoochorous seed dispersal by cattle and horse in a spatially heterogeneous landscape, *Plant Ecology* 178: 149-162
- Čížek L. & Konvička M. (2006): Pastva a biodiverzita. In: Mládek J., Pavlů V., Hejcman M. & Geisler J. [eds.], *Pastva jako prostředek údržby trvalých travních porostů v chráněných územích*. VÚRV Praha
- Dolek M. & Geyer A. (2002): Conserving biodiversity on calcareous grasslands in the Franconian Jura by grazing: a comprehensive approach, *Biological Conservation* 104: 351-360
- Ehrlén J. (1994): Herbivory, pollen limitation and population dynamics in *Lathyrus versus*, Doctoral thesis, Department of Botany, University of Stockholm
- Ehrlén J., Syrjanen K., Leimu R., Garcia M. B. & Lehtila K. (2005): Land use and population growth of *Primula veris*: an experimental approach, *Journal of Applied Ecology* 42: 317-326
- Füller F. (1970): Die Orchideen Deutschlands, 9. Teil, *Aceras und Anacamptis*, A. Ziensen, Wittenberg Lutherstadt
- van Groenendael et al. (1994): Loop analysis: evaluating life history path ways in population projection matrices, *Ecology* 75: 2410-2415
- Hadar L., Noy-Meier I. & Prevolotsky A. (1999): The effect of shrub clearing and grazing on the composition of a Mediterranean plant community: functional groups versus species, *Journal Vegetation Science* 10: 678-682
- Hegland S. T., Van Leeuwen M. & Oostermeijer J. G. B. (2001): Population structure of *Salvia pratensis* in relation to vegetation and management of Dutch dry foodplain grasslands, *Journal of Applied Ecology* 38: 1277-1289
- Hejcman M. & Pavlů V. (2006): Pastva a biodiverzita. In: Mládek J., Pavlů V., Hejcman M. & Geisler J. [eds.], *Pastva jako prostředek údržby trvalých travních porostů v chráněných územích*, VÚRV Praha
- Hroudová Z. & Prach K. (1994): Dlouhodobé změny reliktního stepního porostu v Českém krasu, *Příroda* 1: 63-72, Praha
- Chytrý M., Kučera T., Kočí M. [eds.] (2001): *Katalog biotopů České republiky*, Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha

- Jersáková J. & Kindlmann P. (2004): *Zásady péče o orchidejová stanoviště*, KOPP, Praha
- Kéry M. & Gregg K. B. (2004): Demographic analysis of dormancy and survival in the terrestrial orchid *Cypripedium reginae*, *Journal of Ecology* 92: 686-695
- Kaligaric M., Skornik S., Ivancic A., Rebeusek F., Sternberg M., Kramberger B. & Sencis L. (2006): Germination and survival of endangered *Pulsatilla grandis* after artificial seedling, as affected by various disturbances, *Israel Journal of Plant Sciences* 54:9-17
- Kallivoriata M., Rytteri T. & Heikkinen R. K. (2006): Population structure of a threatened plant, *Pulsatilla patens*, in boreal forests: modelling relationships to overgrowth and site closure, *Biodiversity and Conservation* 15: 3095-3108
- Kleijn D. & Steigner T. 2002: Contrasting effect of grazing and hay cutting on the spatial and genetic population structure of *Veratrum album*, an unpalatable, long-lived, clonal plant species, *Journal of Ecology* 90: 360-370
- Klimešová J., Latzel V., de Bello F., van Groenendael J. M. (2008): Plant functional traits in studies of vegetation changes in response to grazing and mowing: towards a use of more specific traits, *Preslia* 80: 245-253
- de Kroon H., van Groenendael J. & Ehrlén J. (2000): Elasticities: a review of methods and model limitations, *Ecology* 81: 607-618.
- Kubát K., Hrouda L., Chrtek J. jun., Kaplan Z., Kirschner J. & Štěpánek J. (2002): *Klíč ke květeně České republiky*, Academia, Praha
- Kuklík K. (1988): *Chráněná krajinná oblast Český kras*, Československá tisková kancelář, Praha
- Krahulec F. (1998): Louky Krkonoš: Vztah variability a řízeného usměrňování vývoje I., *Ochrana přírody* 53: 103-106
- Krahulec F., Herben T., Hadincová V., Kettnerová S. & Kovářová M. (1994): Sledování trvalých ploch v lučních porostech Krkonoš: dynamika druhů během 10 let, *Příroda* 1: 23-30
- Krahulec F., Skálová H., Herben T., Hadincová V., Wildová R. & Pecháčková S. (2001): Vegetation changes following sheep grazing in abandoned mountain meadows, *Applied Vegetation Science* 4: 97-102

- Lennartsson T. & Oostermeijer J. G. B. (2001): Demographic variation and population viability in *Gentianella campestris*: effect of grassland management and environmental stochasticity, *Journal of Ecology* 89: 451-463
- Ložek V. (2004): Středoevropské bezlesí v čase a prostoru I., Vstupní úvaha, *Ochrana přírody* 59: 4-9
- Ložek V. jun., Švihla V. *et al.* (2006): Plán péče o NPR Karlštejn, AOPK ČR, Karlštejn
- Němec J. [ed.] (1996): Chráněná území ČR I., Střední Čechy, AOPK ČR, Praha
- Novotná P. (2007): Srovnání populační dynamiky *Gladiolus palustris* a *Gladiolus imbricatus* na území ČR. Ms. [Diplomová práce, depon. in: Department of Botany, Charles University, Prague].
- Olf H. & Ritchie M. E. (1998): Effects of herbivores on grassland plant diversity, *Tree* 13: 261-265
- Oliva G., Collantes M. & Humano G. (2005): Demography of grazed tussock grass populations in Patagonia, *Rangeland Ecology & Management* 58: 466-473
- Oostermeijer J. G. B., Van't Veer R. & Den Nijs J. C. M. (1994): Population structure of the rare, long-lived perennial *Gentiana pneumonanthe* in relation to vegetation and management in the Netherlands, *Journal of Applied Ecology* 31: 428-438
- Oostermeijer J. G. B., Luijten S. H., Ellis-Adam A. C. & den Nijs J. C. M. (2002): Future prospects for the rare, late flowering *Gentianella germanica* and *Gentianopsis ciliata* in Dutch nutrient-poor calcareous grassland, *Biological Conservation* 104: 339-350
- Osem Y., Perevolotsky A. & Kigel J. (2002): Grazing effect on diversity of annual plant communities in semi-arid rangeland: interaction with small-scale spatial and temporal variation in primary productivity, *Journal of Ecology* 90: 936-946
- Pavlů V., Hejcman M., Pavlů L. & Gaisler J. (2003): Effect of rotational and continuous grazing on vegetation of an upland grassland in the Jizerské hory mts., Czech Republic, *Folia Geobotanica* 38: 21-34
- Petříček V. [ed.] (1999): Péče o chráněná území I., Nelesní společenstva, AOPK ČR, Praha
- Průša D. (2005): Orchideje ČR, Computer a.s., Brno
- Schemske D. W., Husband B. C., Ruckelshaus M. H., Goodwillie C., Parker I. M. & Bishop J. G. (1994): Evaluating approaches to the conservation of rare and endangered plants, *Ecology* 75: 584-606

- Shefferson R. P., Proper J., Beissinger S. R. & Simms E. L. (2003): Life history trade-offs in a rare orchid: The costs of flowering, dormancy and sprouting, *Ecology* 84: 1199-1206
- Shefferson R. P., Sandercock B. K., Proper J. & Beissinger S. B. (2001): Estimating dormancy and survival of rare herbaceous perennial using mark-recapture models, *Ecology* 82: 145-156
- Shefferson R. P., Kadritali (2007): Dormancy is associated with decreased adult survival in the burnt orchid, *Neitinea ustulata*, *Journal of Ecology* 95:217-225
- Silvertown J., Franco M., Pisanty I. & Mendoza A. (1993): Comparative plant demography – relative importance of life-cycle components to the finite rate of increase in woody and herbaceous perennials, *Journal of Ecology* 81: 465-476
- Šlechtová A. (2008): Vliv pastvy na stepní trávníky v CHKO Český kras na modelové lokalitě Pání hora [Diplomová práce, depon. in: Department of Botany, Charles University, Prague].
- Špína J. (1974): Koniklec, *Živa* 2: 52
- Tolvanen A., Schroderus J. & Gregory H. (2001): Demography of three dominant sedges under contrasting grazing regimes in the High Arctic, *Journal of Vegetation Science* 12: 659-670
- Vesk P. A. & Westoby M. (2001): Predicting plant species responses to grazing. *Journal of Applied Ecology* 38: 897-909
- Waite S. & Farrell L. (1998): Population biology of the rare military orchid (*Orchis militaris* L.) at an established site in Suffolk, England, *Botanical Journal of Linnean Society* 126: 109-121
- Wells T. C. C. & Barling D. M. (1971): Biological flora of the British Isles. *Pulsatilla vulgaris* Mill., *Journal of Ecology* 91: 18-26
- Web 1: <http://www.natur.cuni.cz/~zuzmun/>
- Web 2: http://www.plantlife.org.uk/uk/assets/saving-species/saving-species-dossier/Salvia_pratensis_dossier.pdf