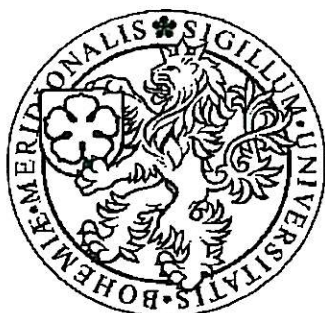
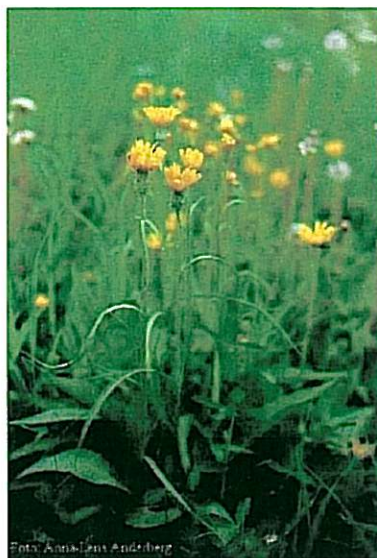


Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Biologická fakulta



Bakalářská práce
Biologie druhu *Scorzonera humilis* L.



Tereza Fialová

školitel: prof. Jan Lepš

České Budějovice
2004

Bakalářská práce

FIALOVÁ, T. 2004. Biologie druhu *Scorzonera humilis* L. [Biology of the species *Scorzonera humilis* L. - Bc. Thesis, in Czech] - 41 p., Faculty of Biological Sciences, The University of South Bohemia, České Budějovice, Czech Republic.

Anotace:

Size and stage composition of populations of *Scorzonera humilis* and their relationship to the surrounding communities was studied in localities in Southern Bohemia, Czech Republic. The relationship between size characteristics and flowering was tested. Spatial pattern of individuals in the populations was described.

Tato práce byla podpořena grantem GAČR 206/02/0953.

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracovala samostatně, pouze s použitím uvedené odborné literatury.

V Českých Budějovicích dne 4. ledna 2004

.....Tereza Fialová.....

Tereza Fialová

Motto: *Problémy jsou proto, aby se překonávaly. Nejvlastnější přirozeností člověka je posunovat hranice svých možností a dokazovat svou svobodu. Kdo jsme a co se z nás stane, neurčují naše problémy, rozhodující je způsob, jakým se k nim postavíme, jestli na vrak hodíme zápalku, nebo se tím vším krok za krokem propracujeme ke svobodě (Richard Bach).*

Poděkování

Ráda bych poděkovala svému školiteli Janu Šuspovi Lepšovi za cenné podněty, rady, nápady a připomínky. Chci mu poděkovat zejména za všechny okamžiky, které strávil čtením mé práce v čase vánočním.

Chtěla bych poděkovat Jirkovi Doležalovi, který mě naučil pracovat s K-funkcí a strávil se mnou nad ní mnoho hodin. Poděkování zaslouží i Vojta Lanta, který se se mnou vydal ochotně na cestu kolem Světa, na které mi pomohl osnímkovat mé pokusné čtverce. Děkuji také Zuzce Tomečkové za obětavost při překladu německého článku, se kterým bych se zcela určitě trápila několik měsíců. Děkuji i Petru Keilovi za básničku, která pro mne měla při mé práci nemalý motivační význam a za upozornění na chyby vzniklé proti pravidlům českého pravopisu. Chci poděkovat mamince za pomoc s jazykovou korekturou a tatínkovi za diktování části dat při přepisování do počítače. Taky díky nim mohla vzniknout moje práce, protože mi umožnili studovat a především mi dali život. Ráda bych poděkovala i strejdovi Mirkovi, který mi vydatně pomohl s německým překladem Wagenitze a bez jehož pomoci by z toho mého překladu byla změt' slov nedávajících hlubší smysl.

V neposlední řadě bych chtěla poděkovat samotnému druhu *Scorzonera humilis*, který mne naučil spoustu důležitých věcí, nejenom to, co se dá změřit či spočítat. Ukázal mi, že jižní Čechy stojí za to mít rád. Třeba tehdy, když jsem potkala zmiji, jindy žasla nad mlžným oparem rybníka Svět, nebo pobývala během krupobití v lese, či se spálila na sluníčku a pak týden ležela v horečkách s puchýři na zádech. Jsem ráda, že jsem si tím vším prošla. Děkuji!!!

Poděkování zaslouží i lidé z mé bezprostřední blízkosti, kteří mi pomohli v momentě, kdy mě odmítal poslouchat počítač a kteří mi podávají pomocnou ruku a dávají mi mnoho svou přítomností.

BALADA O HADÍM HORDU

DÁVNO PŘED PRVNÍ LIDSKOU TĚPOTOU
VEŽ PÍŠMO PRVNĚ ZNALO ŠPIČKU PĚRA
ZDOBILA LOUKY BARVOU ŽLUTOU
SCORZONERA.

ŽILA SI CEKEM VZATO V KLIDU
NEMĚLA PONĚTÍ O PRAČCE, LUXU
VŠAK VINOU VĚCI NEZNALÉHO LIDU
ZAČALA UYMÍRATI V BENELUXU.

TU ZRODILA SE VELKÁ NADĚJE
A ZAPLESALA SCORZONERA
ANO, KONEČNĚ UŽ V ČB JE
BOTANIK HOLMES ČILU TĚRA!

KONEČNĚ, SCORZONERA ŘEKLA SI,
MÁM VE SVĚTĚ TEĎ TROCHU ZASTÁNÍ
A ŠANCI ŽE ZAS NA ČASY
OZDOBÍM VÍCE LUČNÍCH STRÁNÍ.



NEZNÁLEK
PSÁNO NA BUHAVĚ, 14. KVĚTNA 2002

OBSAH

1. ÚVOD	1
1.1 Cíle práce	2
2. MATERIÁL A METODIKA	4
2.1 Nomenklatura	4
2.2 Popis lokality	4
2.3 Popis druhu	4
2.4 Uspořádání pokusů	6
2.4.1 Malé čtverce	6
2.4.2 Trvalé plochy	7
2.4.3 Klimabox a terénní pokus	7
2.5 Vyhodnocení dat	7
3. VÝSLEDKY	11
3.1 Kvetení a počet růžic v průběhu sledovaných sezón	11
3.2 Vztah mezi velikostními charakteristikami v různých letech	13
3.3 Pravděpodobnosti přechodů	17
3.4 Porovnání druhového složení společenstva s typem populace	19
3.5 Prostorové rozmístění jedinců na studovaných plochách	22
3.6 Prostorové korelace jedinců na studovaných plochách	26
4. DISKUSE	35
4.1 Klíčení semen	35
4.2 Výskyt rostlin s více růžicemi	35
4.3 Rozmístění v prostoru	36
4.4 Kvetení	36
5. ZÁVĚR	38
6. LITERATURA	39

1. ÚVOD

V mírném pásu Eurasie doprovázejí louky lidstvo od úsvitu dějin. Již neolitický člověk mýtil lesy, aby získal pastviny pro svůj dobytek. Člověk doby bronzové potřeboval navíc žár dřevěného uhlí pro výrobu nástrojů. Tak se v původním souvislém lese v posledních desetitisících letech objevovaly velké enklávy luk a pastvin, které zarůstaly samovolně travinným porostem, složeným z trav a bylin původně lesních, které dříve osídlovaly světliny dobře zásobené vodou (RYCHNOVSKÁ 1988).

Louky jsou dnes již méně než v minulosti obhospodařovány kosením. Kosení luk je prováděno obvykle 1 – 3 krát ročně. Jde o jednorázový zásah do porostu, který postihuje všechny rostliny najednou. Při následném obrůstání jsou ve výhodě druhy, které jsou schopny rychlé regenerace (např. Poaceae). U pomalu rostoucích druhů se snižuje konkurenční schopnost a vitalita, následkem toho tyto druhy ustupují z porostu (RYCHNOVSKÁ 1985).

V Evropě v posledních desetiletích ubylo mnoho rostlinných druhů a v současné době jsou ohrožené vyhynutím. Hlavní příčinou ohrožení je změna využívání půdy, především zintenzivnění zemědělství a fragmentace stanovišť. Pokud je fragmentace prostředí způsobena člověkem, mnoho druhů na ni není adaptováno, a proto jich hodně mizí (STORCH & MIHULKA 2000). Živinami chudé vlhké louky patří mezi nejvíce ohrožené stanovištní typy ve střední Evropě. V mnoha zemích se začaly dělat experimenty s navrácením rostlinné diverzity do luk. Jednoleté druhy reagují na změnu prostředí rychleji, protože nejcitlivější na změny prostředí bývá klíčení semenáčů, na kterém je populace každoročně závislá. Podobně to platí i pro ostatní monokarpické druhy. Naproti tomu u trvalek se dospělí udrží v nepříznivém prostředí déle, ale i tam může dojít k vyhynutí pokud je obnova populace ze semenáčů trvale potlačena.

Pro ochranné přístupy je nezbytné znát biologii rostlinných druhů. Ke studiu jsem si vybrala jeden z druhů, který v Evropě mizí, ale u nás se vyskytuje místy hojně, *Scorzonera humilis* (v dalším textu pouze *Scorzonera*). Zatím ji studovali COLLING et al. (2002) v Lucembursku a sousední Belgii, kde je ohroženým druhem. Ačkoliv je *Scorzonera* trvalkou, ztráta doplňování populace rovněž způsobuje velmi

nejisté přežití její populace. Pro záchranu jejích populací by nemělo docházet k vysušování a obhospodařování by mělo snížit produktivitu (COLLING et al. 2002).

Klíčení studovaného druhu je relativně obtížné (COLLING et al. 2002), a proto se mi podařilo získat především výsledky o kvetení sledovaného druhu. Z populační dynamiky některých druhů (např. orchidejí) je známo nepravidelné a nepředvídatelné kvetení v průběhu let (KINDLMAN & BALOUNOVÁ 1999, 2001). Zvláště zajímavá je situace, kdy rostliny v různých populacích masově kvetou v jedné sezóně (tuto situaci nazývám synchronizovaným kvetením). Zajímalo mě, zda se u mnou studovaného druhu vyskytuje podobná situace.

Důležitou charakteristikou populace je i její rozmístění v terénu („spatial pattern“). Rostliny se mohou vyskytovat náhodně, shlukovitě a nebo pravidelně. V poslední době umožňují nové metody (K-funkce, HAASE 1995, HAASE et al. 1996) studovat nejen rozmístění celé populace, ale i prostorové vztahy rostlin v závislosti na jejich vlastnostech (jak jsou velké, zda kvetou). Shlukovitý výskyt velkých jedinců by např. ukazoval na heterogenitu prostředí.

Pokusné čtverce jsem měla umístěné v různě obhospodařovaných plochách (koseno, nekoseno), díky čemuž se typ populace mohl měnit s druhovým složením společenstva. Trvalé plochy byly také v různém prostředí, proto mě rovněž zajímalo, zda se uváděné charakteristiky mění s druhovým složením společenstva.

1.1 Cíle práce

Ve své práci jsem se pokusila odpovědět na následující otázky.

1. Je kvetení synchronizované podobně jako u některých terestrických orchidejí?
2. Ovlivní kvetení v jednom roce kvetení v roce následujícím?

Vycházela jsem z předpokladu, že ty rostliny, které kvetou jsou „silné“ a ty, co nekvetou jsou „slabé“. Pokud by stále kvetly jen silné rostliny, mohla bych předpokládat pozitivní korelaci mezi kvetením v následujících letech. Pokud ovšem rostliny kvetou, investují energii do kvetení a ne do fotosyntézy, vysílí se a v příštím roce nekvetou. To by vedlo ke korelaci negativní.

3. Závisí kvetení na počtu růžic, které rostliny tvoří?

Vycházela jsem z práce COLLING et al. (2002), kteří předpokládali, že starší jedinci tvoří více růžic.

Jednou z charakteristik jednotlivých rostlinných individuí je i délka a počet listů. Předpokládala jsem, že jedinci starší mají větší počet a délku listů než jedinci mladší. Zajímalo mě, jak je tato charakteristika stálá mezi lety.

4. Existuje vztah mezi délkou listů ve dvou po sobě následujících letech?
5. Je vztah mezi počtem listů ve dvou po sobě následujících letech?

Další z charakteristik je i prostorová struktura populace.

6. Jaké je rozmístění individuí druhu *Scorzonera humilis* v prostoru?
7. Jak jsou rozmístěni kvetoucí jedinci v prostoru?
8. Lze nalézt vztah mezi velikostí jedinců (charakterizovanou počtem nebo délkou listů) a jejich rozmístěním?

Protože se jedná o pilotní studii, chtěla jsem vyzkoušet více metod a přístupů, a to i za cenu menšího množství opakování, jehož důsledkem je malá síla některých testů.

2. MATERIÁL A METODIKA

2.1 Nomenklatura

Nomenklatura druhů uváděných v této práci je uvedena podle Klíče ke květeně České republiky (KUBÁT et al. 2002).

2.2 Popis lokality

Lokalita Ohrazení s pokusnými čtverci se nachází asi 10 kilometrů jihovýchodně od Českých Budějovic a přibližně 1,5 kilometrů severovýchodně od obce Ohrazení. Jde o mokrou, oligotrofní louku, do roka dvakrát kosenou, v nadmořské výšce 510 m.n.m. s průměrnými ročními teplotami okolo 7 – 8°C a průměrnými ročními srážkami 600 – 650 mm (KOTOROVÁ & LEPŠ 1999).

Luční společenstvo lze zařadit do asociace *Molinietum caeruleae*, svazu *Molinion*. Některé druhy indukují přechod k svazu *Violion caninae* (fytoocenologická nomenklatura je podle práce MORAVEC et al. 1995).

Lokality na břehu rybníka Svět (dále používáno jen jako lokalita Svět) se nacházejí asi 3 – 6 kilometrů jihozápadně od Třeboně. Jde o spíše suchá, nekosená místa, v nadmořské výšce 430 m n.m. s průměrnými ročními teplotami 7,8 °C a průměrnými ročními srážkami 600 mm. Srážky na Třeboňsku mají kontinentální charakter s převahou dešťů v létě (JENÍK 1975).

2.3 Popis druhu

Rodové jméno pochází pravděpodobně ze španělského „*escorzonera*“, odvozené z *escorzon* nebo *escuerzo*, jména jedovatého hada nebo ještěrky, proti jejichž kousnutí obsahuje kořen rostliny účinné látky. S menší pravděpodobností název pochází z italského *scorza* (kůra) a *nera* (černý) (WAGENITZ 1987).

Scorzonera humilis L. (Příloha 2 – 4) (hadí mord nízký; angl. viper's grass), z čeledi *Asteraceae*, je vytrvalá 10 – 40 cm vysoká bylina (PAZDERA 2003), dorůstající maximálně 50 cm (KUBÁT et al. 2002) s válcovitým, černým, u kořenového krčku šupinatým oddenkem (WAGENITZ 1987). COLLING et al. (2002) uvádějí, že rostlina (geneta) se může skládat od jedné do sta růžic (ramet), které jsou spojeny s hlavním

kořenem, v průběhu času se rostlina zvětšuje tvořením nových růžic. Její přízemní listy v růžici jsou kopinaté, celokrajné, na bázi zúžené. Pod úborem, na bázi stonku a listů je pavučinatě plstnatá. Parazitují na ní houby *Cystopus tragopogonis*, *Erysiphe cichoriacearum*, *Puccinia scorzonerae*, *Ustilago scorzonerae* (WAGENITZ 1987). Lodyha s redukovanými šupinovitými listy (MENZLER 1996) je nevětvená, zřídka do 70 cm vysoká, s jedním nebo více úbory (COLLING et al. (2002) uvádějí možnost výskytu tří úborů, já jsem na žádné rostlině více než jeden úbor nepozorovala). Vytváří žluté, vzácně téměř bělavé, někdy vně nahnědlé (DOSTÁL 1989), jednotlivé, koncové úbory (4 cm v průměru), složené jen z jazykovitých květů. Úbory jsou válcovitě zvonovité, 20 – 25 mm dlouhé. Jazykovité květy jsou 1,5 až 2 krát delší než zákrov, šupiny zákrovu jsou víceřadé (PAZDERA 2003). Kvete od května do června. Délka kvetení je zpravidla kratší než jeden týden (COLLING et al. 2002). Květy jsou opylovány druhy různých hmyzích řádů: *Hymenoptera*, *Lepidoptera*, *Diptera* a *Coleoptera* (SCHWABE & KRATOCHWIL 1986). Vyskytuje se u ní geitonogamie, tj. oplození spermatickou buňkou z pylu jiného květu téže rostliny (WAGENITZ 1987). Úbory mohou produkovat 26 – 76 nažek (COLLING et al. 2002). Nažky jsou 7 – 11 mm dlouhé, válcovité, podélně mělce žebnaté, hladké, lysé bez zobánku. Chmýr je špinavě bílý, péřnatý, o něco málo delší než nažka (DOSTÁL 1989). Nažky jsou rozšiřovány anemochorií, avšak díky jejich poměrně velké hmotnosti (2,6 mg) je rozšiřování omezené. Semena klíčí po deštích v pozdním létě nebo následující jaro (COLLING et al. 2002).

Scorzonera humilis vytváří dvě formy – formu *angustifolia*, s úzce přímými až vzpřímeně kopinatými od 2 do 13 mm širokými listy, která plynule přechází do formy *latifrons*, s dlouze kopinatými až eliptickými do 5 cm širokými listy (varieta *latifolia*) (WAGENITZ 1987). Mnou pozorovaní jedinci patřili převážně do formy *latifrons*.

V České republice roste především ve svazech *Molinion caeruleae* a *Violion-caninae* (MORAVEC et al. 1995). Typickým stanovištěm jsou také okraje lesů a cest. COLLING et al. (2002) udávají z Lucemburska a Belgie, že se může vyskytovat i ve svazu *Calthion*, ale těžiště jejího výskytu jsou vlhké živinami chudé louky a vlhká vřesoviště. Údaje z Čech naznačují, že preferuje nevápenné, neutrální až slabě kyselé půdy (DOSTÁL 1989). Na druhou stranu MENZLER (1996) a WAGENITZ (1987) se shodují na základě údajů z Německa na tom, že jde o vápnomilný druh. I když v Čechách preferuje lokality na kyselých půdách, vyskytuje se i na půdách

zásaditějších, např. LEPŠ (1985 a ústní sdělení) ji udává ze slatinných luk asociace *Seslerietum uliginosae* ve východních Čechách. BRIEMLE & ELLENBERG (1994) popisuje druh *Scorzonera* jako druh citlivý na kosení. HOLUB et al. (1999) uvádí, že jde o druh střídavě vlhkých stanovišť, zpravidla se silně kolísající hladinou podzemní vody. Ojediněle roste i na stanovištích suchých, jako jsou světlé doubravy a borové lesy, kde však většinou nekvete.

Osídluje oblasti s mírně kontinentálním až submediteránním klimatem. Roste v kolinním až submontánním stupni. Rozšíření dosahuje na severu Evropy až po jižní Skandinávii, na jihu až po jižní Francii, střední Španělsko, Portugalsko, na východě zasahuje až do Ruska (SEBALD et al. 1996). V České republice se vyskytuje ve středních a vyšších polohách roztroušeně, ve Slezsku a na celém území jižní části Čech hojně. Největší koncentrace existujících lokalit je v Šumavskonovohradském podhůří a na Šumavě, kde je druh místy hojný (CHYTRÝ et al. 2001).

Dříve byla častou rostlinou, ale v posledních desetiletích začala rychle hynout a v současné době je ohroženým druhem v mnoha částech Evropy (např. Benelux, Anglie - v roce 1988 zařazena do British Red Data Books I). Hlavní příčinou poklesu jejího výskytu je používání hnojiv, odvodňování, orba, zánik obhospodařování luk a zalesňování pastvin (COLLING et al. 2002).

2.4 Uspořádání pokusů

Práce se původně měla skládat ze dvou částí, sledování změn populace na trvalých plochách, a manipulativních experimentů s výsevem sledovaného druhu. Protože semena druhu neklíčila, uvádím uspořádání manipulativního pokusu jen pro ilustraci, a výsledky potom ze dvou typů trvalých ploch.

2.4.1 Malé čtverce

V roce 2001 jsem si vytyčila devět čtverců 2 x 2 m (z nichž tři byly na lokalitě Ohrazení). U všech jedinců jsem měřila délku nejdelšího listu, zaznamenávala stav (fertilní, sterilní), počet růžic (COLLING et al. 2002) a pro každou lokalitu způsob obhospodařování (koseno, nekoseno). V roce 2002 se mi nepodařilo dva čtverce dohledat, a proto jsem je nahradila vytyčením nových čtverců. Zaznamenala jsem stejné údaje jako v roce předcházejícím a totéž jsem provedla i v roce 2003. Všechna

pozorování jsem vykonávala v období od 15. května do 7. června. Roku 2003 bylo prováděno fytoocenologické snímkování ve vytyčených čtvercových plochách.

2.4.2 Trvalé plochy

V roce 2002 jsem si na lokalitě Ohrazení vymezila tři trvalé pravoúhlé plochy, ve kterých jsem každého jedince označila pořadovým číslem (**Příloha 1**).

- plocha 1 - kosená louka (2,8 x 16 m)
- plocha 2 - les (10 x 5 m)
- plocha 3 - nekosená louka (10 x 1,8 m)

Zaznamenala jsem umístění všech jedinců pomocí souřadnicového systému. U všech jedinců jsem zaznamenávala počet listů, počet růžic, stav (fertilní, sterilní) a měřila délku jejich nejdelšího listu.

2.4.3 Klimabox a terénní pokus

V sezóně 2001 jsem v terénu sesbírala semena druhu *Scorzonera humilis* a na podzim je vysadila po dvou do rašelinných válečků (jiffy pots) v klimaboxu při světelném režimu 14 h světlo a 10 h tma.

Do čtrnácti čtvercových ploch 50 x 50 cm (uspořádaných jako koseno, nekoseno, odstraněn mech, bez odstranění mechu) jsem vysela po 100 semenech.

V žádném pokusu semena nevyklíčila. Proto nejsou pokusy dále hodnoceny.

2.5 Vyhodnocení dat

Procentuální zastoupení kvetoucích jedinců a počet růžic v průběhu sledovaných sezón jsem vyhodnocovala pomocí programu Microsoft Excel 97.

Pro běžné statistické metody (kontingenční tabulky, mnohonásobná regrese, logistická regrese) jsem použila program Statistica for Windows 5.5. Hodnoty testové statistiky jsem považovala za průkazné, pokud dosažená hladina významnosti byla $p < 0,05$. Pokud by kvetení oslabilo rostlinu, je možné předpokládat, že závislost velikosti (délky nebo počtu listů) v roce 2003 na velikosti v roce 2002 bude jiná u rostlin, které v roce 2002 kvetly. To lze otestovat pomocí analýzy kovariance, kde je odpověď velikost v roce 2003, faktor je kvetení v roce 2002 a kovariát je velikost v roce 2002.

Pro vyhodnocení pravděpodobnosti přechodů z jednoho populačního stádia do druhého jsem používala přechodové matice. Rostliny jsem rozdělila na sterilní, fertlní a nenalezené. Tuto kategorizaci jsem používala jak pro malé čtverce, tak i pro trvalé plochy. Podle počtu růžic jsem rozdělila jedince do dvou tříd na „s jednou růžicí“ a „s více růžicemi“. Protože jsem našla jen málo rostlin se dvěma, třemi a pěti růžicemi, spojila jsem je do jedné kategorie.

Vztah typu populace sledovaného druhu a druhového složení společenstva jsem hodnotila redundanční analýzou (RDA) v programu Canoco for Windows 4.5. Pro použití lineární metody jsem se rozhodla díky poměrně homogenní vegetaci a po „srovnání“ délky gradientu po spočtení detrendované korespondenční analýzy (DCA). Ordinační diagramy byly konstruovány v programu CanoDraw for Windows 4.0. *Včete* Použila jsem tzv. reversní analýzu, kdy je charakteristika populace použita jako vysvětlující proměnná pro druhové složení společenstva (přestože je pravděpodobné, že společenstvo ovlivňuje populaci druhu a ne naopak), protože tento výpočetní postup dává názornější výsledky (LEPŠ, ústní sdělení).

Rozmístění populace a prostorové korelace v trvalých plochách jsem vyhodnocovala pomocí programu na prostorové uspořádání pro K-funkci (HASSE 1995). Jako krok zvětšování poloměru (r) jsem pro les a nekosenou louku použila hodnotu 10 cm a pro louku kosenou 5 cm.

Pokud se rostlinné společenstvo skládá z jedinců rozdílného věku a velikosti, mortalita, jako důsledek kompetice sousedů, by neměla mít předpovídané efekty na prostorové rozmístění (WRIGHT 1982). Existuje celá řada metod pro analyzování prostorového rozmístění (spatial pattern) v rostlinných společenstvech. Některé jsou založeny na vzdálenostech individuí (např. Clark - Evans test), jiné na počtu individuí v plochách uspořádaných v síti nebo na transektu (např. Hill's Two term local quadrat variance method). Jejich alternativou je metoda využívající kombinaci obou metod - Ripleyho K-funkce (HAASE 1995, LEPŠ 1990).

K-funkce charakterizuje rozmístění individuí v prostoru, její varianty potom korelaci vlastností individuí v závislosti na jejich vlastnostech. Základní otázkou je, zda je distribuce náhodná. Zjišťuje počet jedinců uvnitř zvětšujícího se kruhu (s poloměrem r) od náhodně zvolené rostliny (SKARPE 1991, SALONEN et al. 1992). Pokud jsou jedinci rozmístění náhodně, potom je počet jedinců uvnitř kruhu s poloměrem r ,

$$K(r) = \pi r^2 \lambda,$$

kde λ je hustota populace. Pokud je testová statistika výrazně vyšší než očekávaná, jde o shlukovité uspořádání. Pokud je odchylka průkazně záporná, jedná se o pravidelné uspořádání (HAASE et al. 1996). Transformace K-funkce na tzv. L - funkci umožňuje jasnější a snadnější interpretaci, protože kladné hodnoty znamenají shlukovitost, záporné pravidelnost (BEREC et al., manuscript).

$$L(r) = \sqrt{K(r)/\pi} - r$$

Pro testovou statistiku je standardně používán Monte Carlo permutační test, v kterém jsou opakovaně simulována data odpovídající nulové hypotéze a poté je sledováno, jaké procento náhodných simulací dává extrémnější výsledky (více odlišné od průměru nulové hypotézy), než pozorovaná data. Toto procento je pak odhadem dosažené hladiny významnosti. Já jsem pro každý nulový model konstruovala tzv. 95% obálku (envelope) - testovaná statistika je průkazná, pokud křivka leží mimo tuto obálku. Obálky jsem konstruovala pomocí 99 náhodných Monte Carlo simulací.

Prostorové vztahy měřených charakteristik jedinců (počet listů, počet růžic, délka nejdelšího listu, zda kvetl či nekvetl) byly zhodnoceny korelační funkcí K_{mm} (STOYAN 1984, PENTTINEN et al. 1992)

$$K_{mm}(r) = a/n^2 \mu^2 \sum \sum 1/m_i m_j,$$

kde n je počet jedinců v ploše o velikosti a , μ je průměr dané charakteristiky a m_i je hodnota testované charakteristiky i -tého jedince. Pozitivní korelace indikuje, v případě kdy testovanou charakteristikou je výška rostliny, že malí jedinci mají tendenci být obklopeni malými jedinci, a velcí jedinci velkými sousedy. Takovéto prostorové uspořádání může být výsledkem heterogenity prostředí, tj. přítomností mikrostanovišť vhodných a méně vhodných pro růst rostlin. Negativní korelace na malé vzdálenosti indikuje, že malí jedinci jsou obklopeni větším počtem velkých jedinců. V tomto případě lze uvažovat o vlivu konkurence. Výsledný pattern prostorové korelace byl testován proti nulovému modelu nezávislé distribuce hodnot studované charakteristiky v rámci populace. Nezávislá distribuce byla simulována náhodným přiřazením hodnot studované charakteristiky změřeným souřadnicím

jedinců populace. Pro zpřehlednění výsledků byly hodnoty $K_{mm}(r)$ funkce převedeny na hodnoty $L_{mm}(r)$

$$L_{mm}(r) = r - [K_{mm}(r) / \pi]^{1/2},$$

které značí pozitivní nebo negativní prostorovou korelaci pokud jsou nad či pod konfidenčním limitem. Pomocí $K_{mm}(r)$ a $L_{mm}(r)$ funkce byl studován také prostorový vztah mezi kvetoucími a nekvetoucími jedinci. Testována byla nulová hypotéza, že kvetoucí jedinci jsou rozmístěni náhodně v rámci populace.

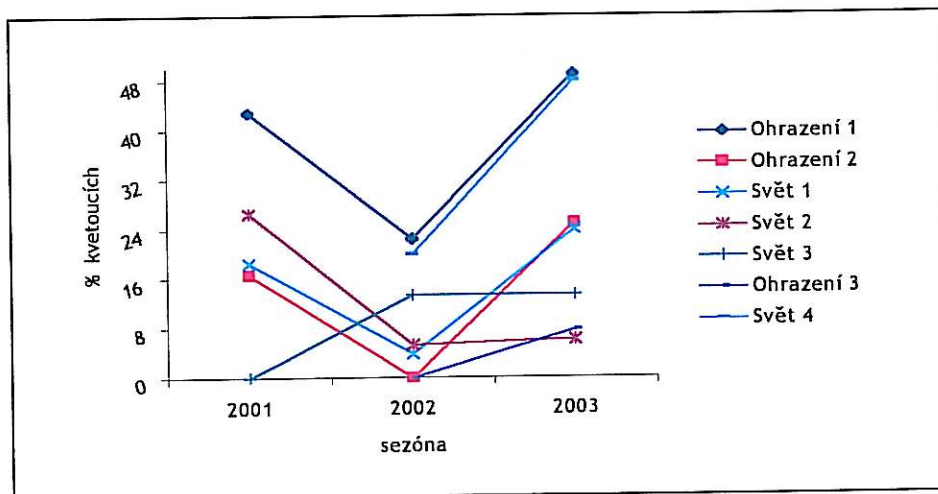
3. VÝSLEDKY

3.1 Kvetení a počet růžic v průběhu sledovaných sezón

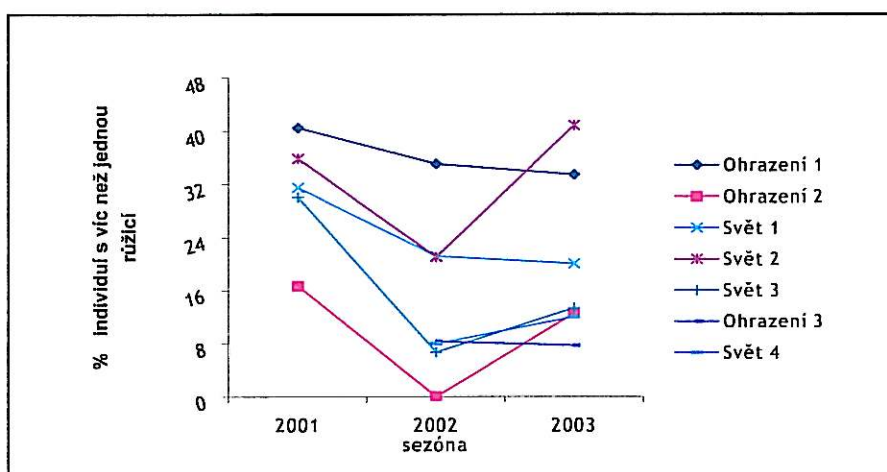
Téměř na všech lokalitách kvetlo v letech 2001 a 2003 vysoké procento populace, zatímco v roce 2002 bylo procento kvetoucích jedinců relativně nízké. Zdá se, že kvetení je synchronizované v Třeboňské a Budějovické pánvi.

Čtyři případy z pěti ukazují, že v sezóně 2002 došlo k výraznému snížení procenta kvetoucích rostlin oproti sezóně předcházející a následně jejich nárůstu v sezóně 2003. U dvou případů (Ohrazení 3, Svět 4) byly údaje měřeny až v sezónách 2002 a 2003, přičemž i v těchto případech došlo k nárůstu procenta kvetoucích. V jednom případě (Svět 3) se procento kvetoucích v sezóně 2003 nijak nezměnilo oproti sezóně 2002 (Obr. 1).

Roky 2001 a 2003 výrazně ovlivnily i jedince s dvěma a více růžicemi. V pěti případech procento jedinců s dvěma a více růžicemi pokleslo v přechodu z roku 2001 do roku 2002. Tři případy ukazují nárůst procenta jedinců s dvěma a více růžicemi z roku 2002 na rok 2003. V případě lokality Ohrazení 3 došlo k snížení a v případě lokality Svět 4 ke zvýšení procenta jedinců s dvěma a více růžicemi ze sezóny 2002 na sezónu 2003 (Obr. 2).

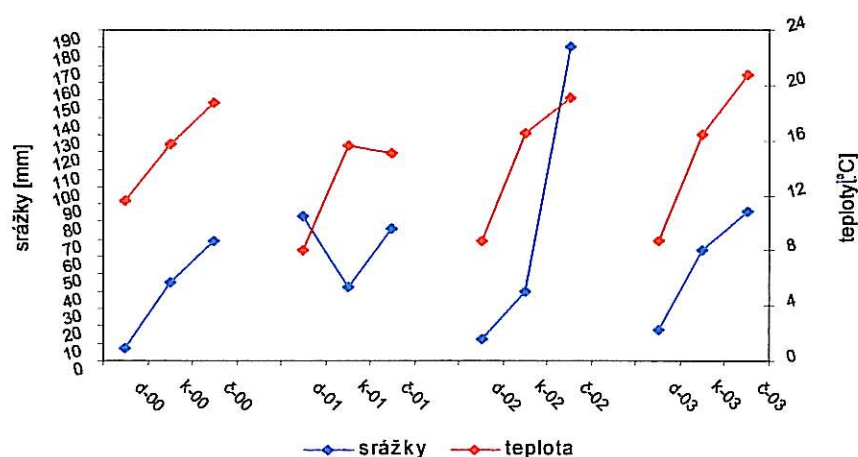


Obr. 1: Procento kvetoucích jedinců na jednotlivých lokalitách v průběhu tří sledovaných sezón.



Obr. 2: Procento jedinců s víc než jednou různicí v průběhu tří sledovaných sezón.

Porovnáme-li rozdíly srážek a teplot v letech 2001 až 2003 (Český hydrometeorologický ústav - České Budějovice) dojdeme k závěru, že v dubnu a květnu 2002 byly srážky nejnižší, zároveň tyto měsíce byly teplejší než v roce 2001. Duben a květen 2002 byly sušší než stejné měsíce v předcházejícím a následujícím roce. Zároveň byly také teplejší než v roce 2001. Květen 2002 byl teplejší než květen 2003. Červen 2002 byl jak sušší a teplejší než červen 2001 tak i chladnější a výrazně vlhčí než červen 2003. Vypadá to, že sledovanému druhu se daří lépe v letech s menším množstvím srážek a většími teplotami (Obr. 3). Nelze to však zevšeobecnit, protože by k tomu byly potřebné údaje z více let.



Obr. 3: Průměrné teploty (naměřené v Českých Budějovicích) a srážky (zaznamenané v Ledenicích) v letech 2000 - 2003 (d - duben; k - květen; č - červen).

3.2 Vztah mezi velikostními charakteristikami v různých letech

Logistická regrese ukázala, že počet listů jedinců neměl vliv na kvetení rostlin kromě roku 2003 na kosené ($p=0,082$) a nekosené louce ($p=0,039$). Délka listů rostlin ovlivnila pozitivně kvetení v roce 2002 v lese ($p=0,008$), na nekosené louce ($p=0,005$) a v roce 2003 na kosené louce ($p=0,045$).

Analýzou kovariance jsem zjistila, že délka listů a jejich počet nemá vliv na kvetení (jen na kosené louce měl počet listů negativní vliv na kvetení v následujícím roce s $p=0,016$). To ukazuje, že rostliny se kvetením nevysílí a mohou následující rok kvést.

Mezi délkou listů v jednom a následujícím roce na všech studovaných plochách byla na 5% hladině významnosti průkazná pozitivní závislost (**Obr. 4 – 6, Tabulka 1**).

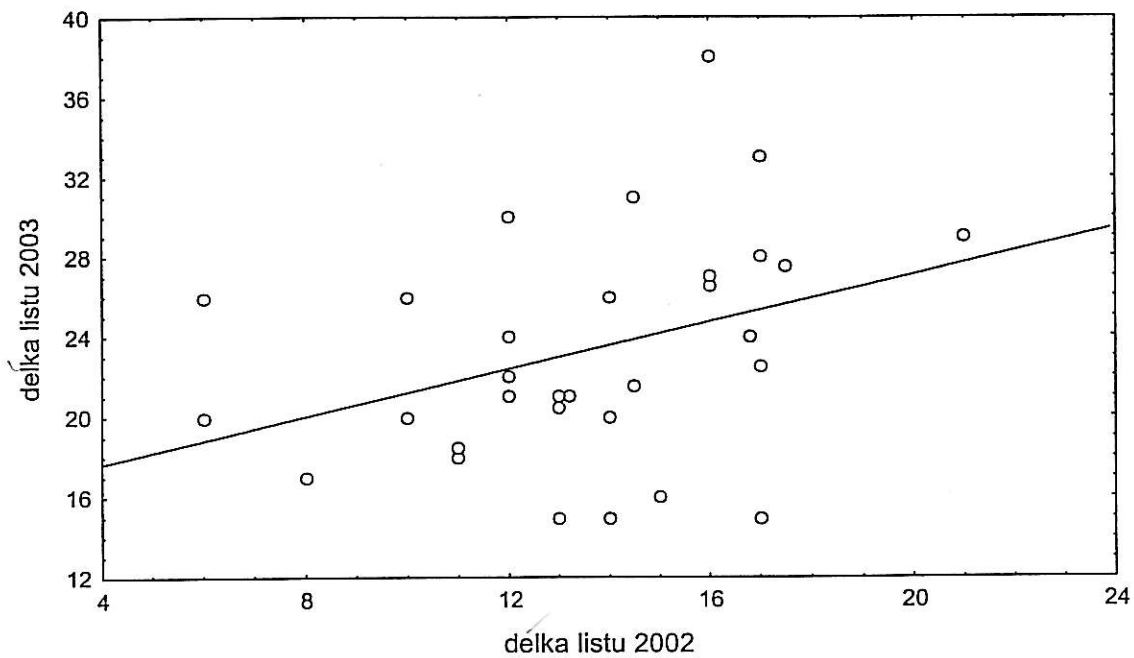
Mezi počtem listů v lese v jednom a následujícím roce byla na 5% hladině významnosti průkazná pozitivní závislost ($p=10^{-20}$) (**Obr. 7, 9**) a neprůkazná pro rostliny rostoucí na kosené a nekosené louce (**Obr. 8, Tabulka 2**).

Tabulka 1: Výsledky regrese - délka listů v roce 2002 a 2003.

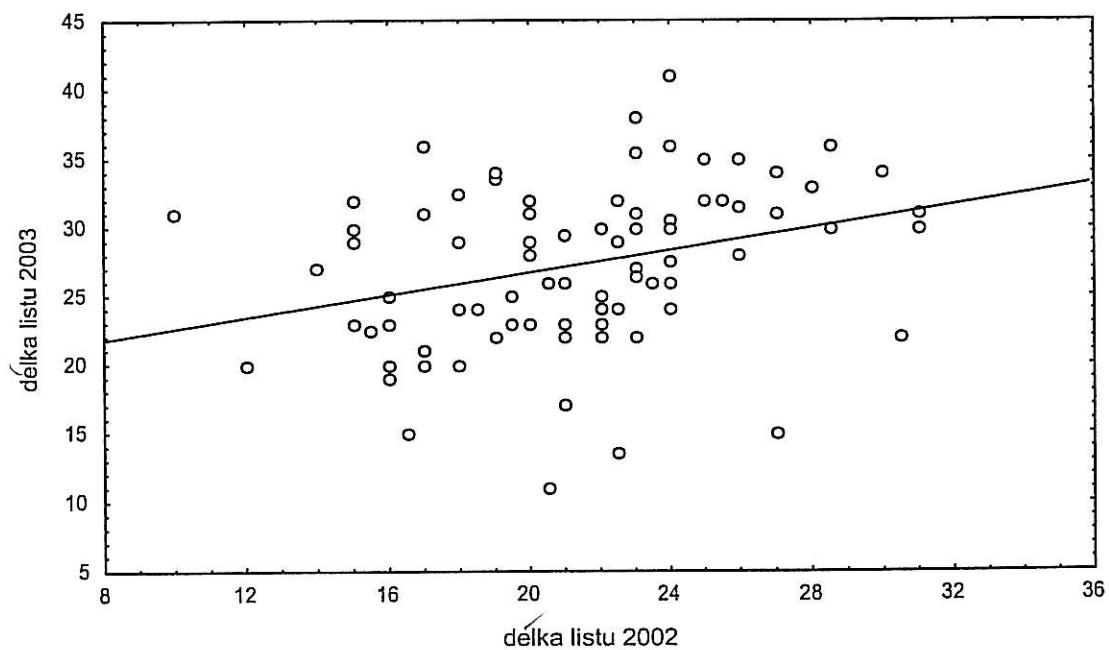
	p	R ²	n
kosená louka	0,029	0,144	32
nekosená louka	0,036	0,132	121
les	0,004	0,092	85

Tabulka 2: Výsledky regrese - počet listů v roce 2002 a 2003.

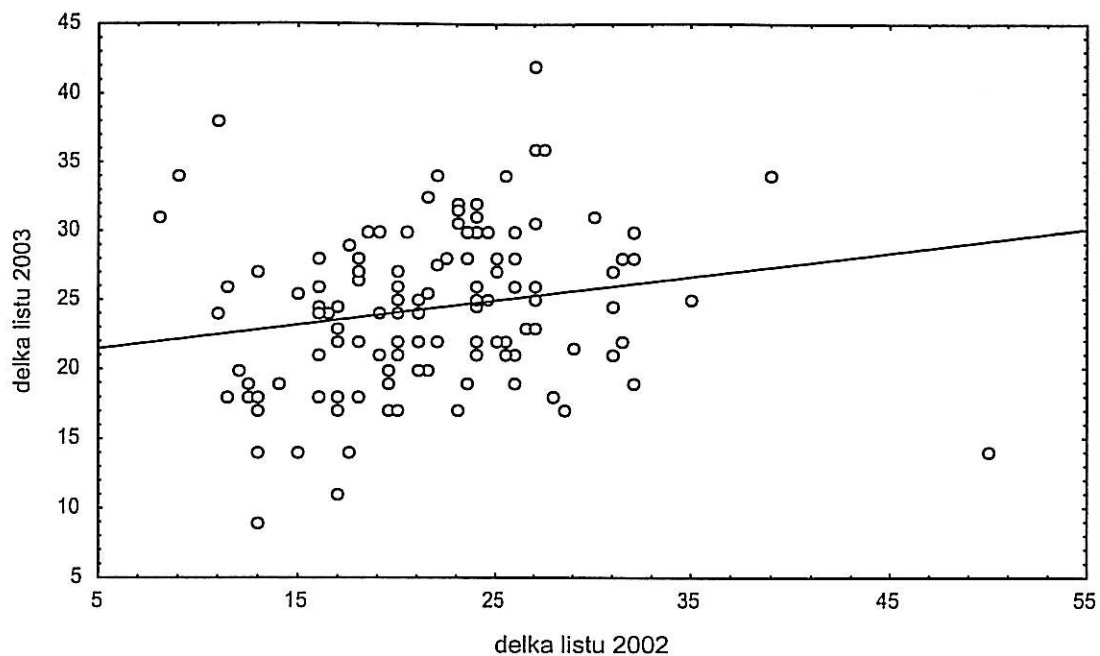
	p	R ²	n
kosená louka	0,306	0,035	32
nekosená louka	0,066	0,028	121
les	0,000	0,301	85



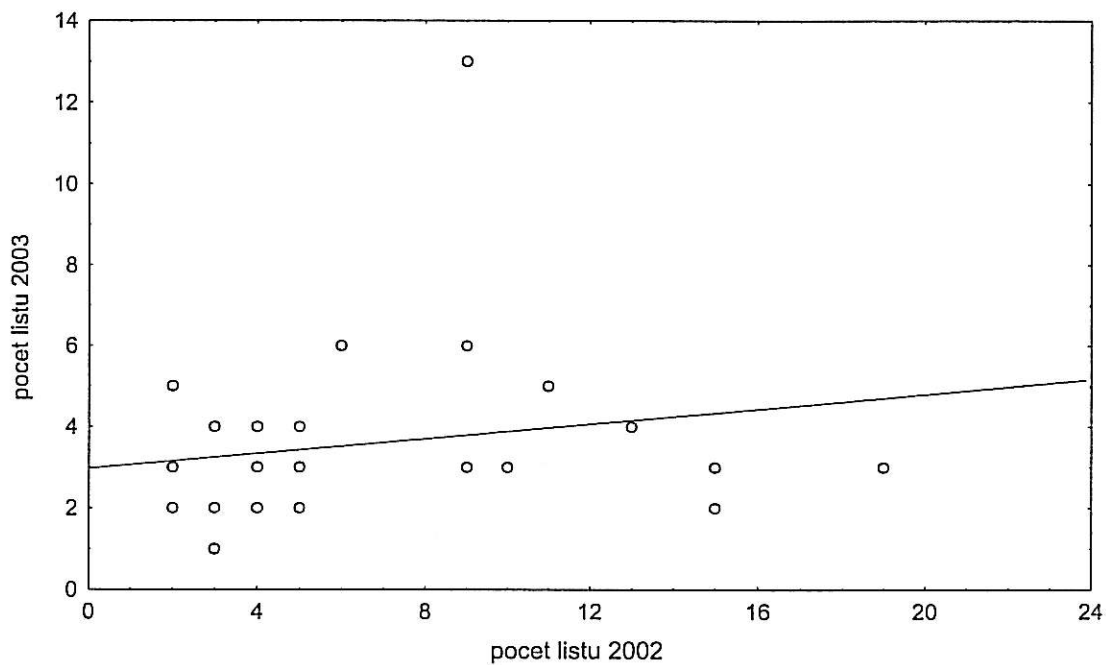
Obr. 4: Vzájemný vztah mezi délkou listů na kosené louce ve dvou po sobě následujících sezónách.



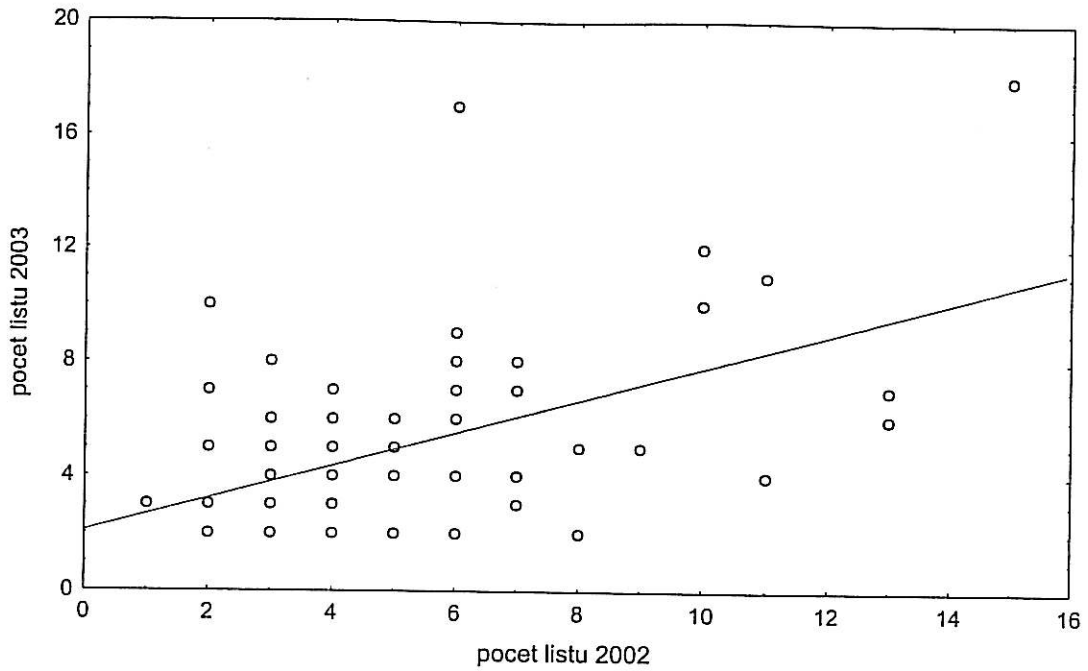
Obr. 5: Vzájemný vztah mezi délkou listů v lese ve dvou po sobě následujících sezónách.



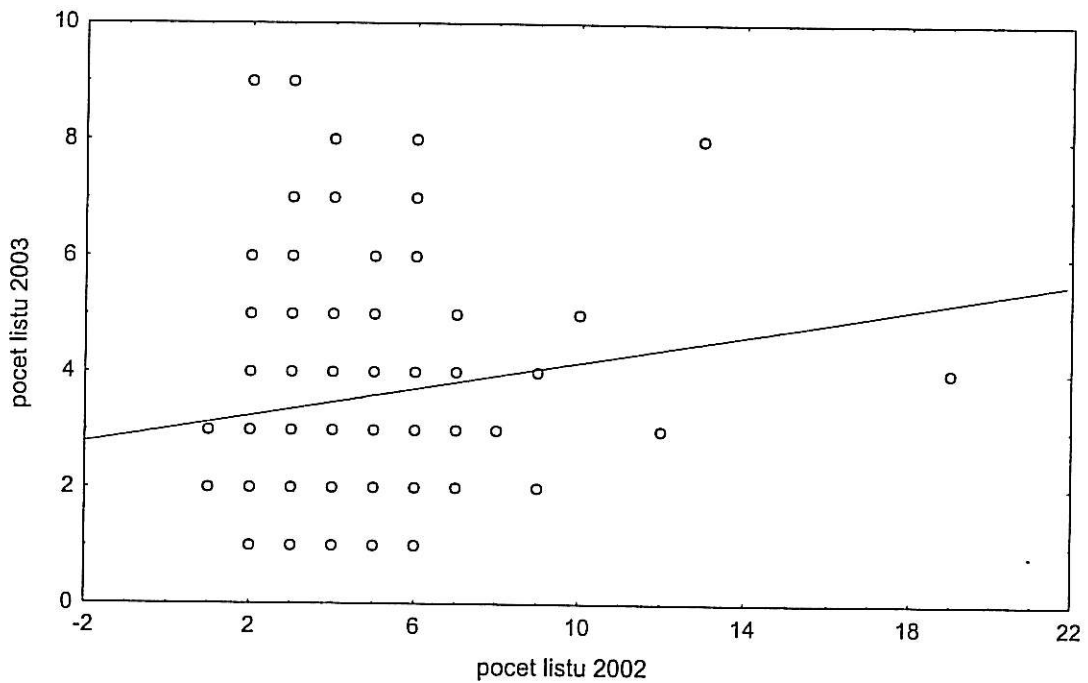
Obr. 6: Vzájemný vztah mezi délkou listů na nekosené louce ve dvou po sobě následujících sezónách.



Obr. 7: Vzájemný vztah mezi počtem listů na kosené louce ve dvou po sobě následujících sezónách.



Obr. 8: Vzájemný vztah mezi počtem listů v lese ve dvou po sobě následujících sezónách.



Obr. 9: Vzájemný vztah mezi počtem listů na nekosené louce ve dvou po sobě následujících sezónách.

Kvetení v pěti případech nezávisí na počtu růžic, které *Scorzonera* tvoří (Tabulka 3). Na nekosené louce kvetlo v roce 2002 větší procento jedinců, kteří měli více než jednu růžici (Tabulka 4).

Tabulka 3: Výsledky čtyřpolní kontingenční tabulky testující kvetoucí a nekvetoucí rostliny, počet jedinců s jednou růžicí a víc než jednou růžicí.

	rok 2002			rok 2003		
	df	χ^2	p	df	χ^2	p
<i>kosená louka</i>	1	0,98	0,321	1	1,33	0,248
<i>nekosená louka</i>	1	5,54	0,002	1	0,08	0,781
<i>les</i>	1	0,22	0,639	1	0,36	0,548

Tabulka 4: Průkazná čtyřpolní kontingenční tabulka pro nekosenou louku testující kvetoucí a nekvetoucí rostliny, počet jedinců s jednou růžicí a víc než jednou růžicí.

	jedna růžice	víc růžic než jedna	celkem
květoucí	9	2	11
procento květoucích	5,77%	28,57%	34,27%
nekvětoucí	147	5	152
Chi-kvadrát (df=1)	5,54	p=0,002	

3.3 Pravděpodobnosti přechodů

Všeobecně bylo procento květoucích individuí nízké. S výjimkou lesa, kde populace prakticky nekvetla, měla individua květoucí v roce 2002 větší pravděpodobnost vykvetení i v roce 2003, a menší pravděpodobnost, že nebudou nalezena, ale rozdíly nebyly statisticky průkazné (Tabulka 3, 5 – 7).

Zjištění, že *Scorzonera*, která vyrostla prvním rokem hned kvetla bych nejpravděpodobněji vysvětlila tím, že v nekosené louce jsem nejspíše přehlédla semenáče, nebo si nevšimla malých nevyvinutých rostlin. Dále připouštím možnost rozdělení rostliny. Můžeme spekulovat zda rostliny, tak jako některé orchideje, zůstaly na rok pod zemí a za rok se zase objevily.

Tabulka 5: Četnost přechodů na kosené louce, v závorce uvedené číslo je pravděpodobnost v procentech (0 - znamená jedince, kteří nebyli v daném roce nalezeni).

		rok 2003		
		0	fertilní	sterilní
rok 2002				
0		0		5 (100)
fertilní	0	3 (30)		7 (70)
sterilní	5 (18,5)	4 (14,8)		18 (66,7)

Tabulka 6: Četnost přechodů v lese, v závorce uvedené číslo je pravděpodobnost v procentech (0 - znamená jedince, kteří nebyli v daném roce nalezeni).

		rok 2003		
		0	fertilní	sterilní
rok 2002				
0		0		12 (100)
fertilní	0	0		1 (100)
sterilní	38 (31,2)	2 (1,6)		82 (67,2)

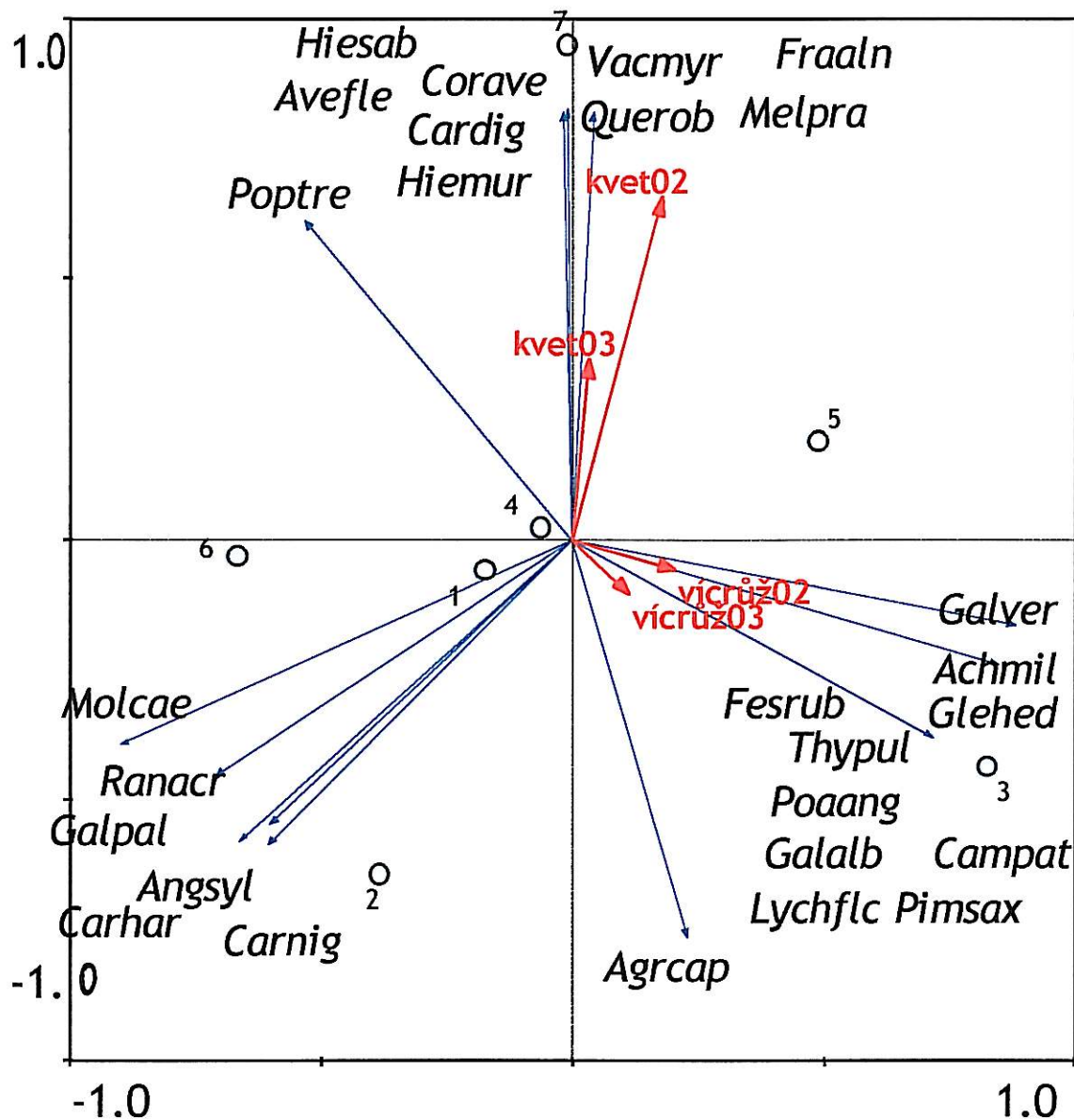
Tabulka 7: Četnost přechodů na nekosené louce, v závorce uvedené číslo je pravděpodobnost v procentech (0 - znamená jedince, kteří nebyli v daném roce nalezeni).

		rok 2003		
		0	fertilní	sterilní
rok 2002				
0		3 (11,1)		24 (88,9)
fertilní	4 (21,1)	4 (21,1)		11 (57,9)
sterilní	38 (26,4)	12 (8,3)		94 (65,3)

3.4 Porovnání druhového složení společenstva s typem populace

Jako vysvětlující proměnnou pro druhové složení společenstva jsem použila charakteristiky populace (procento kvetoucích individuí a procento jedinců s více růžicemi než jednou v jednotlivých letech).

Je zřejmé, že *Scorzonera* osídluje lesní okraje. Proto se v mnou snímkaných plochách častokrát vyskytovala s náletem lesních dřevin (*Quercus robur*, *Corylus avellana*, *Populus tremula*) (**Obr. 10**). Zdá se, že v těchto náletech i častěji kvete.



Obr. 10: Výsledky redundanční analýzy druhového složení populace druhu *Scorzonera humilis* (charakteristiky populace: kvet02, kvet03- kvetoucí jedinci roku 2002 a 2003; vícrůž02, vícrůž03- víc růžic než jedna roku 2002 a 2003). Vodorovná osa odpovídá první, svislá druhé kanonické ose. Vyneseny jsou druhy, které nejvíce korelují s ordinačními osami. Zkratky vyskytující se druhů vysvětluje tabulka 7. Studované plochy 1,2,6 se nachází na lokalitě Ohrazení a plochy 3,4,5,7 na lokalitě Svět.

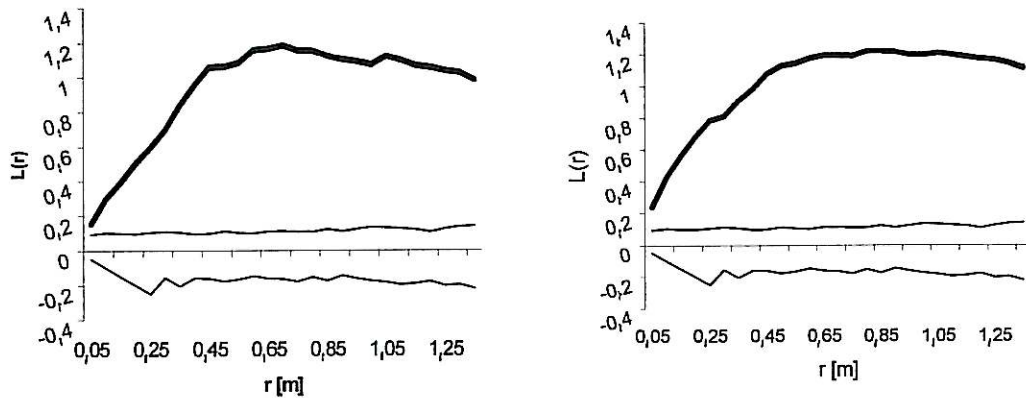
Tabulka 7: Vysvětlivky zkratk názvů rostlinných druhů nalezených na mnou snímkaných lokalitách a užitých v ordinačním diagramu.

Agrcan	<i>Agrostis canina</i>	Glehed	<i>Glechoma hederacea</i>
Agrcap	<i>Agrostis capillaris</i>	Hiemur	<i>Hieracium murorum</i>
Agrrap	<i>Agropyron repens</i>	Hiesab	<i>Hieracium sabaudum</i>
Achmil	<i>Achillea millefolium</i>	Hieumb	<i>Hieracium umbellatum</i>
Achpta	<i>Achillea ptarmica</i>	Hollan	<i>Holcus lanatus</i>
Ajurep	<i>Ajuga reptans</i>	Juneff	<i>Juncus effusus</i>
Angsyl	<i>Angelica sylvestris</i>	Latpra	<i>Lathyrus pratensis</i>
Antodo	<i>Anthoxanthum odoratum</i>	Luzmul	<i>Luzula multiflora</i>
Arrela	<i>Arrhenatherum elatius</i>	Luzpil	<i>Luzula pilosa</i>
Avefle	<i>Avenella flexuosa</i>	Lychflc	<i>Lychnis flos-cuculi</i>
Avepub	<i>Avenula pubescens</i>	Lysvul	<i>Lysimachia vulgaris</i>
Betoff	<i>Betonica officinalis</i>	Melpra	<i>Melampyrum pratense</i>
Brimed	<i>Briza media</i>	Molcae	<i>Molinia caerulea</i>
Campat	<i>Campanula patula</i>	Phlpra	<i>Phleum pratense</i>
Cardig	<i>Carex digitata</i>	Pimsax	<i>Pimpinella saxifraga</i>
Carech	<i>Carex echinata</i>	Poaang	<i>Poa angustifolia</i>
Carhar	<i>Carex hartmanii</i>	Popssp	<i>Populus spp.</i>
Carhir	<i>Carex hirta</i>	Poptre	<i>Populus tremula</i>
Carlep	<i>Carex leporina</i>	Potere	<i>Potentilla erecta</i>
Carnig	<i>Carex nigra</i>	Pruvul	<i>Prunella vulgaris</i>
Carpal	<i>Carex pallescens</i>	Querob	<i>Quercus robur</i>
Carpan	<i>Carex panicea</i>	Ranacr	<i>Ranunculus acris</i>
Carpil	<i>Carex pilulifera</i>	Ranaur	<i>Ranunculus auricomus</i>
Cerhol	<i>Cerastium holosteoides</i>	Rannem	<i>Ranunculus nemorosus</i>
Cirpal	<i>Cirsium palustre</i>	Rubida	<i>Rubus idaeus</i>
Corave	<i>Corylus avellana</i>	Rumace	<i>Rumex acetosa</i>
Crepal	<i>Crepis paludosa</i>	Salaur	<i>Salix aurita</i>
Dandec	<i>Danthonia decumbens</i>	Sanoff	<i>Sanquisorba officinalis</i>
Desces	<i>Deschampsia cespitosa</i>	Scohum	<i>Scorzonera humilis</i>
Epipal	<i>Epilobium palustre</i>	Selcar	<i>Selinum carvifolia</i>
Equsyl	<i>Equisetum sylvaticum</i>	Sorauc	<i>Sorbus aucuparia</i>
Fesovi	<i>Festuca ovina</i>	Stegra	<i>Stellaria graminea</i>
Fesrub	<i>Festuca rubra</i>	Stemed	<i>Stellaria media</i>
Fraaln	<i>Frangula alnus</i>	Sucpra	<i>Succisa pratensis</i>
Galalb	<i>Galium album</i>	Thypul	<i>Thymus pulegioides</i>
Galbor	<i>Galium boreale</i>	Trimed	<i>Trifolium medium</i>
Galpal	<i>Galium palustre</i>	Vacmyr	<i>Vaccinium myrtillus</i>
Galspp	<i>Galeopsis spp.</i>	Vercha	<i>Veronica chamaedrys</i>
Galuli	<i>Galium uliginosum</i>	Viocan	<i>Viola canina</i>
Galver	<i>Galium verum</i>	Viopal	<i>Viola palustris</i>

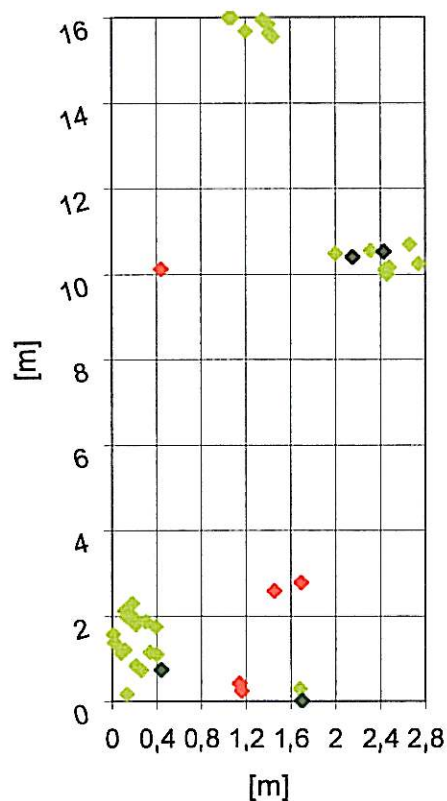
První osa byla pozitivně korelována s proměnnými „kvetoucí“ a „více růžic než jedna“. Monte Carlo permutační test všech kanonických os ukázal statisticky neprůkaznou závislost druhového složení na těchto osách (199 permutací; $F=0,936$, $p=0,44$), první dvě osy vysvětlily přibližně 67,2% z celkové variability (což při sedmi porovnávaných snímcích není mnoho).

3.5 Prostorové rozmístění jedinců na studovaných plochách

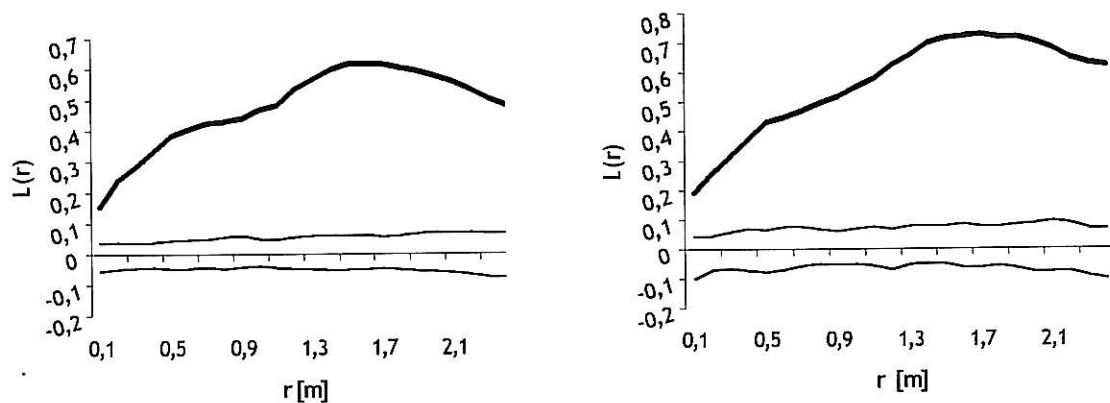
Jedinci studovaného druhu tvořili shlukovité rozmístění (Obr. 11a – 13a). Na kosené louce umíraly a přibývaly rostliny jednotlivě (Obr. 11b). V lese vymíraly především ty, které byly ve shlucích a nově přibýly hlavně samostatně (Obr. 12b). Na nekosené louce vymíraly hlavně ty, které tvořily shluky a přibývaly do shluků i jednotlivě (Obr. 13b). Vyskytuje se na okrajích lesa a luk (Obr. 11b, 12b), přičemž se nešíří do volného prostranství louky.



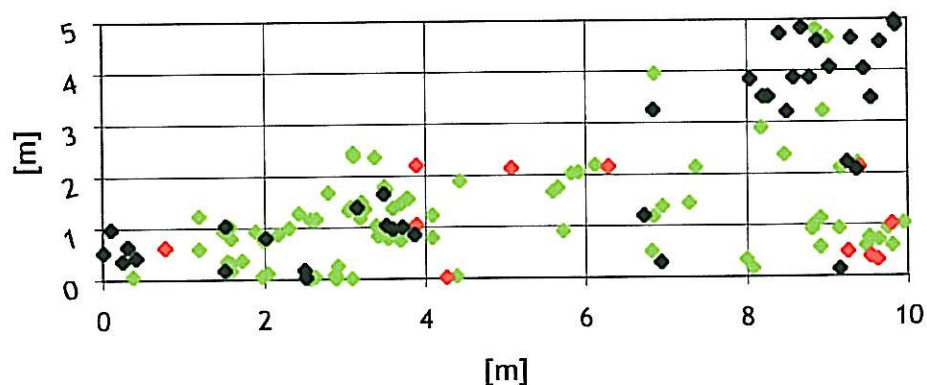
Obr. 11a: Prostorové uspořádání populace na kosené louce charakterizované pomocí L transformace K-funkce s 95% obálkou pro náhodně generovaná data. Vlevo je stav populace v roce 2002, vpravo v roce 2003.



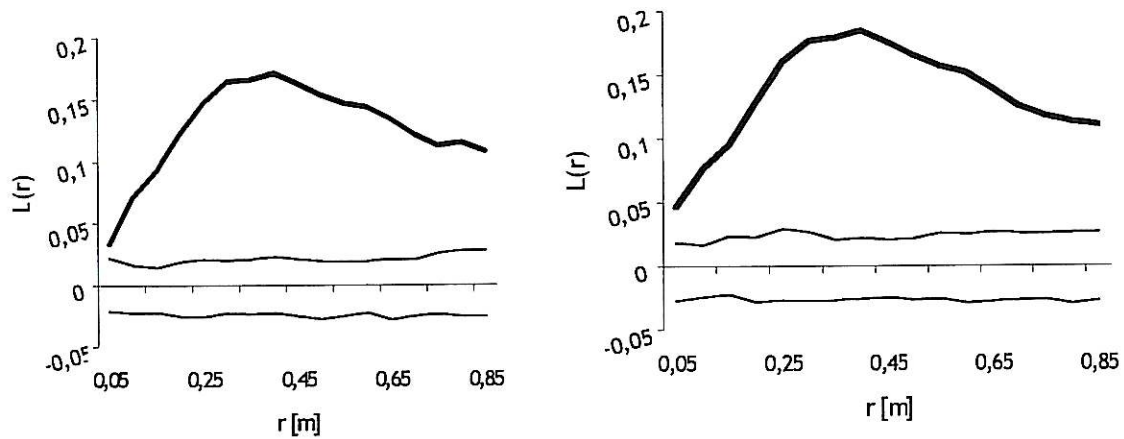
Obr. 11b: Rozmístění populace druhu *Scorzonera humilis* na kosené louce v průběhu dvou let (zeleně značení jedinci, kteří na ploše setrvali po oba roky, červeně ti, co přibyli a černě ti, co vyhnuli). Vlevo od studované plochy je les, vpravo louka.



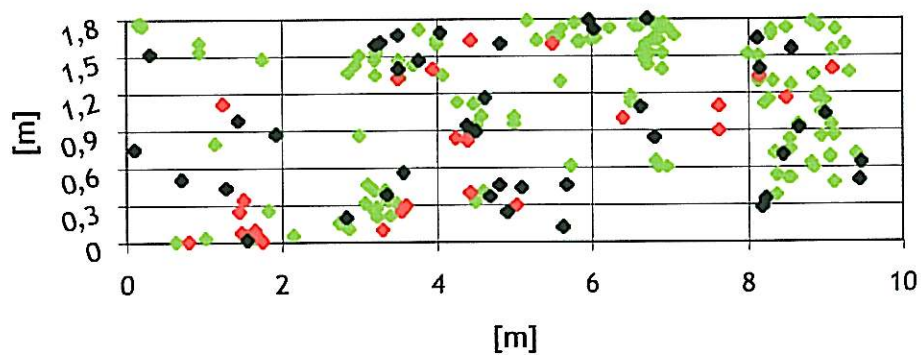
Obr. 12a: Prostorové uspořádání populace v lese charakterizované pomocí L transformace K-funkce s 95% obálkou pro náhodně generovaná data. Vlevo je stav populace v roce 2002, vpravo v roce 2003.



Obr. 12b: Rozmístění populace druhu *Scorzonera humilis* v lese v průběhu dvou let (zeleně značení jedinci, kteří na ploše setrvali po oba roky, červeně ti, co přibyli a černě ti, co vyhnuli). Spodní část studované plochy se nachází u cesty kousek od okraje lesa.



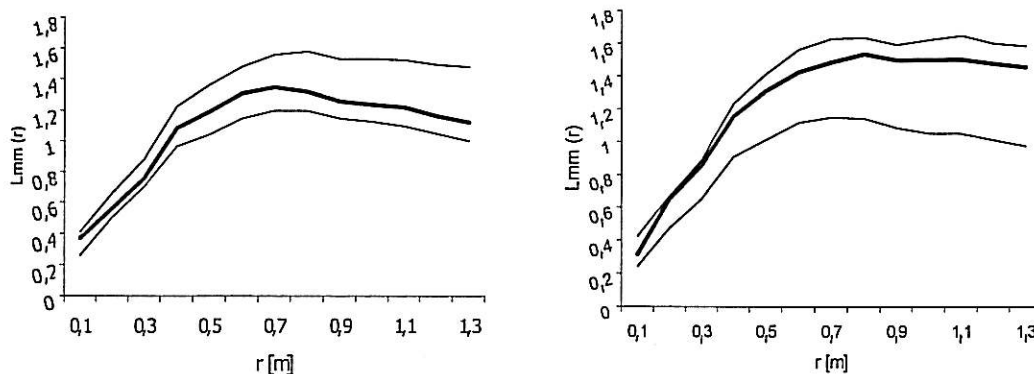
Obr. 13a: Prostorové uspořádání populace na nekosené louce, charakterizované pomocí L transformace K-funkce s 95% obálkou pro náhodně generovaná data. Vlevo je stav populace v roce 2002, vpravo v roce 2003.



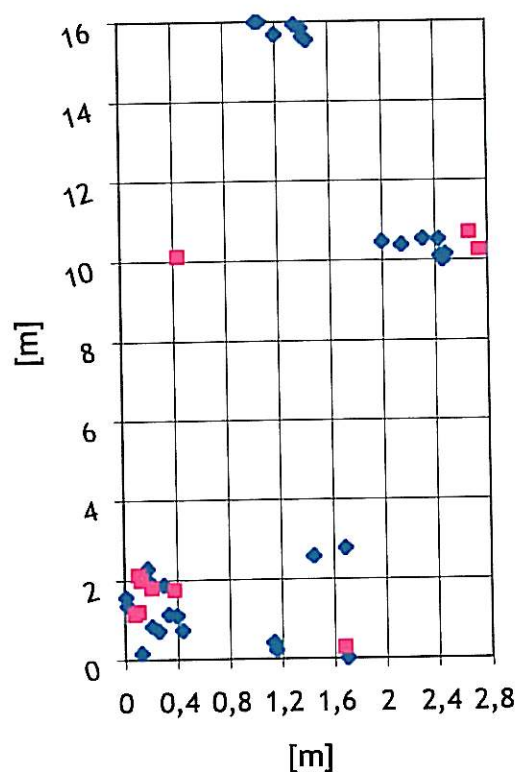
Obr. 13b: Rozmístění populace druhu *Scorzonera humilis* na nekosené louce v průběhu dvou let (zeleně značení jedinci, kteří na ploše setrvali po oba roky, červeně ti, co přibyli a černě ti, co vyhnuli). Vrchní část plochy se nachází na okraji lesa.

3.6. Prostorové korelace jedinců na studovaných plochách

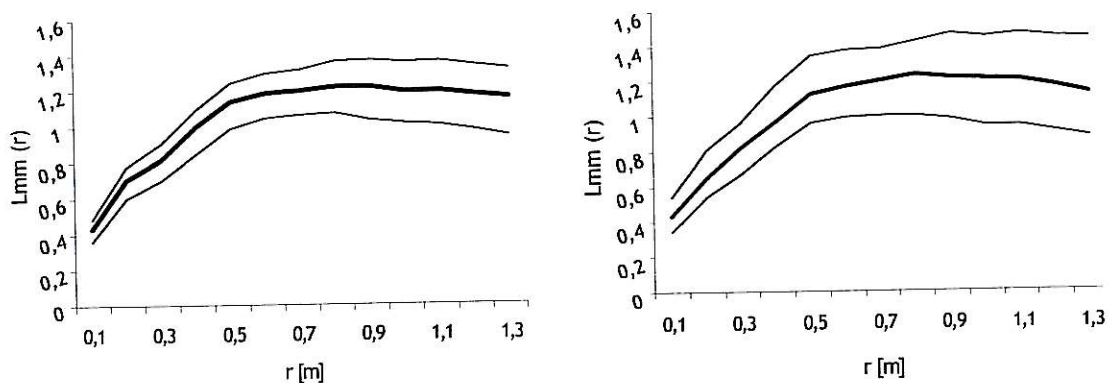
Scorzonera humilis se vyskytuje na okrajích lesa, kde se jí zjevně daří a tudíž tam mnohem častěji kvete než v zastíněných částech lesa (Obr. 12b, 13b). Mnohem častěji kvete v shlucích uvnitř shlukovitěho rozmístění (Obr. 14a vpravo, 14b, 16a vpravo, 16b, 17a vpravo, 17b). Na kosené louce v sezóně 2003 kvetla víceméně náhodně (Obr. 15a vpravo, 15b). Nekvetoucí jedinci byli uspořádáni náhodně (Obr. 14a vlevo, 15 a vlevo, 17a vlevo) , tak i shlukovitě (Obr. 15a vlevo, 16a vlevo).



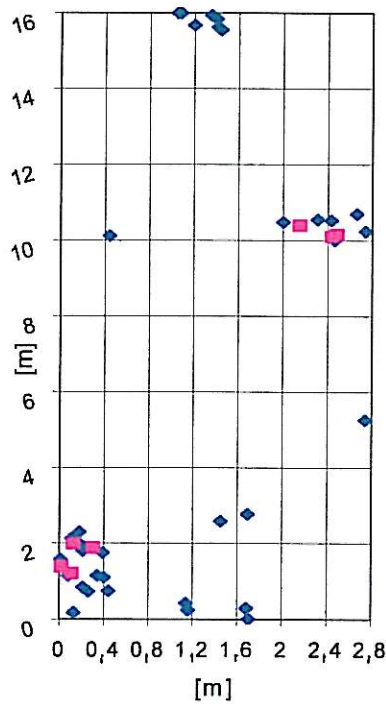
Obr. 14a: Prostorová korelace nekvetoucích a kvetoucích na kosené louce v roce 2002 charakterizovaná pomocí L transformace K-funkce s 95% obálkou pro data, kdy jsou kvetoucí jedinci náhodně vybíráni ze stávající populace (souřadnice jedinců se nemění). Vlevo je stav populace nekvetoucích, vpravo kvetoucích.



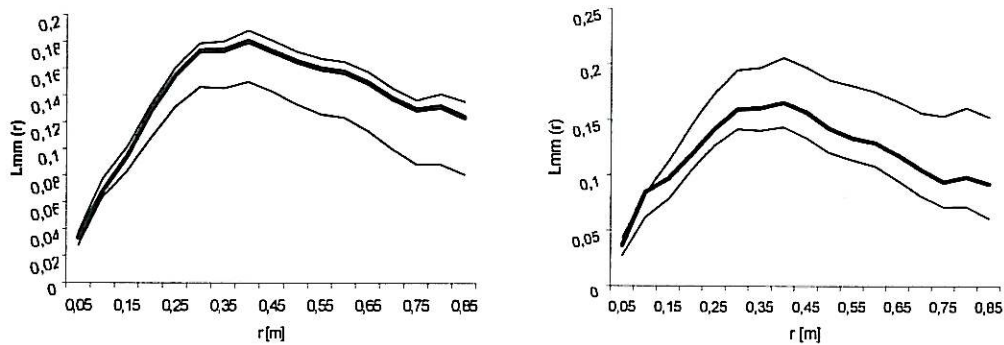
Obr. 14b: Rozmístění kvetoucích jedinců (fialové body) mezi nekvetoucími na kosené louce roku 2002.



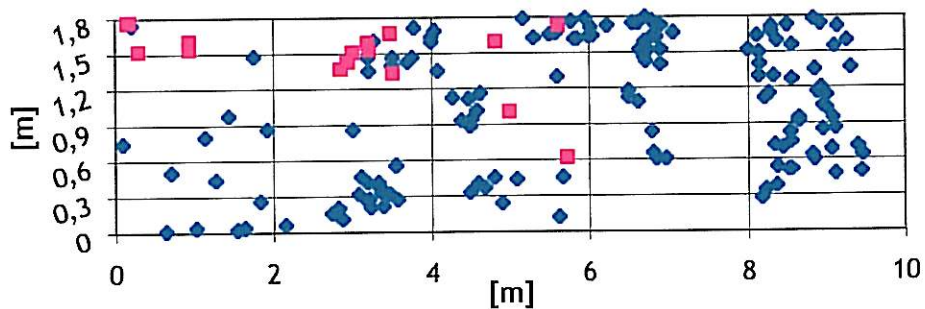
Obr. 15a: Prostorová korelace nekvetoucích a kvetoucích na kosené louce v roce 2003 charakterizované pomocí L transformace K-funkce s 95% obálkou pro data, kdy jsou kvetoucí jedinci náhodně vybíráni ze stávající populace (souřadnice jedinců se nemění). Vlevo je stav populace nekvetoucích, vpravo kvetoucích.



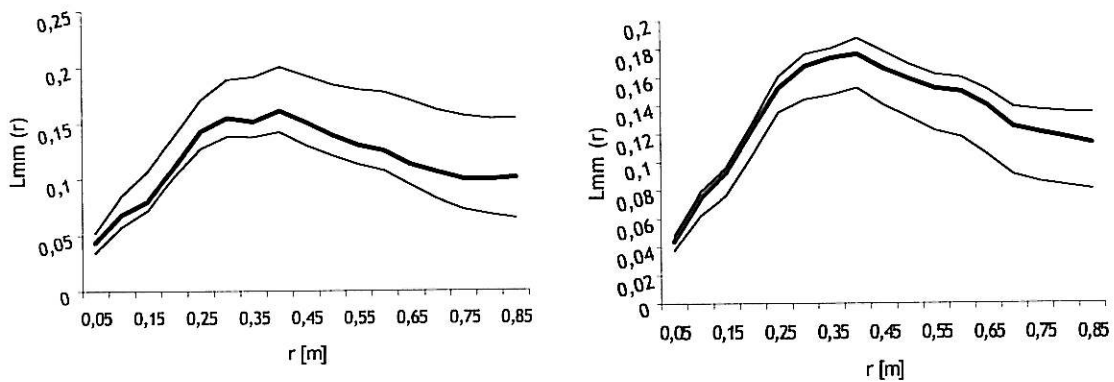
Obr. 15b: Rozmístění kvetoucích jedinců (fialové body) mezi nekvetoucími na kosené louce v roce 2003.



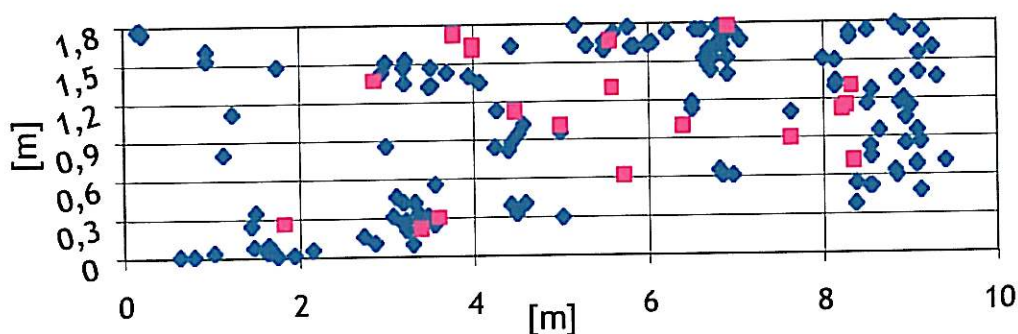
Obr. 16a: Prostorová korelace nekvetoucích a kvetoucích na nekosené louce v roce 2002 charakterizovaná pomocí L transformace K-funkce s 95% obálkou pro data, kdy jsou kvetoucí jedinci náhodně vybíráni ze stávající populace (souřadnice jedinců se nemění). Vlevo je stav populace nekvetoucích, vpravo kvetoucích.



Obr. 16b: Rozmístění kvetoucích jedinců (fialové body) mezi neketoucými na nekosené louce v roce 2002.

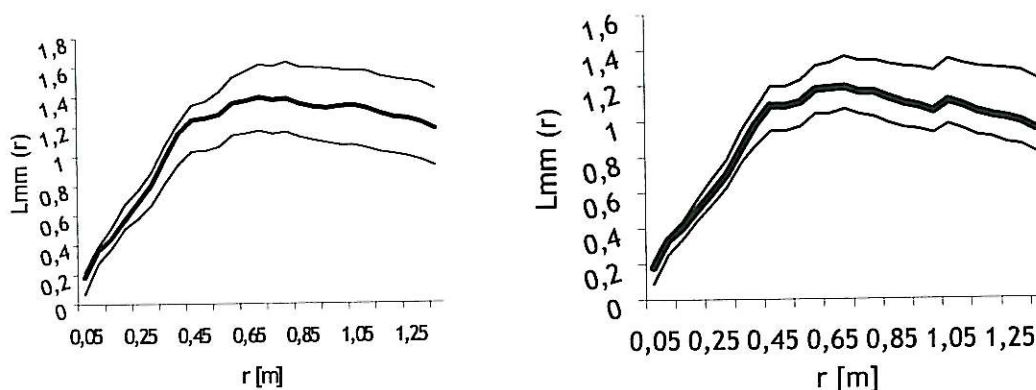


Obr. 17a: Prostorová korelace neketoucích a kvetoucích na nekosené louce v roce 2003 charakterizované pomocí L transformace K-funkce s 95% obálkou pro data, kdy jsou kvetoucí jedinci náhodně vybírání ze stávající populace (souřadnice jedinců se nemění). Vlevo je stav populace neketoucích, vpravo kvetoucích.

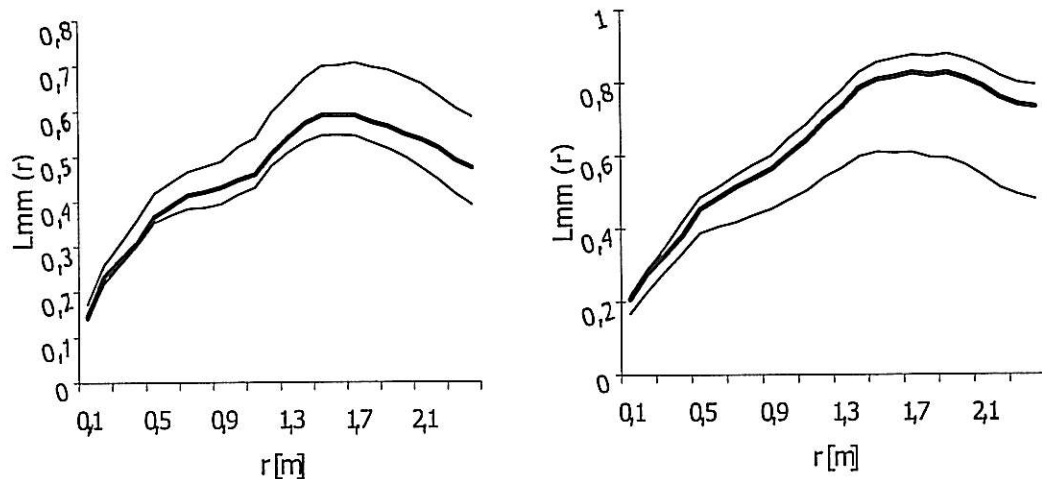


Obr. 17b: Rozmístění kvetoucích jedinců (fialové body) mezi nekvetoucími na nekosené louce v roce 2003.

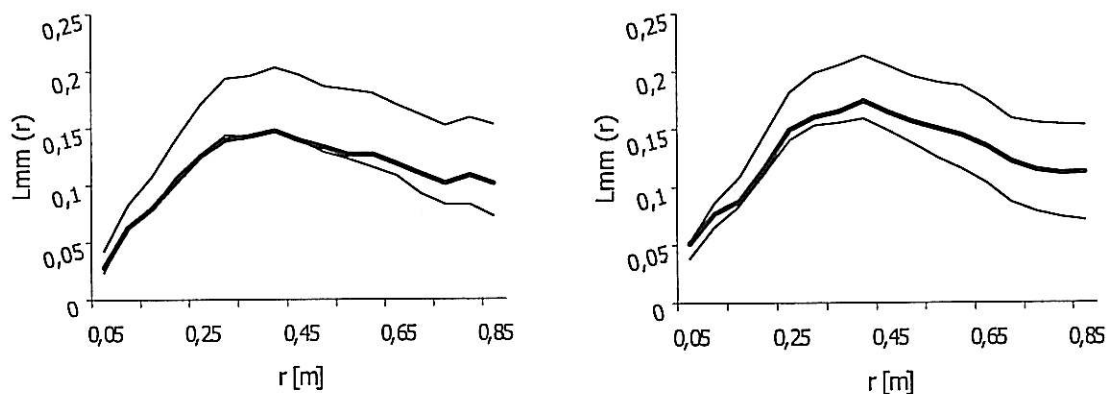
V rámci populace byly listy o stejné délce rozmístěny především náhodně, místy se blížily uspořádání pravidelnému případně shlukovitému (Obr. 18-20).



Obr. 18: Prostorová korelace délek listů na kosené louce charakterizované pomocí L transformace K-funkce s 95% obálkou pro data, kdy jsou délky listů rostlin náhodně vybírány ze stávající populace (souřadnice jedinců se nemění). Vlevo je stav populace v roce 2002, vpravo v roce 2003.

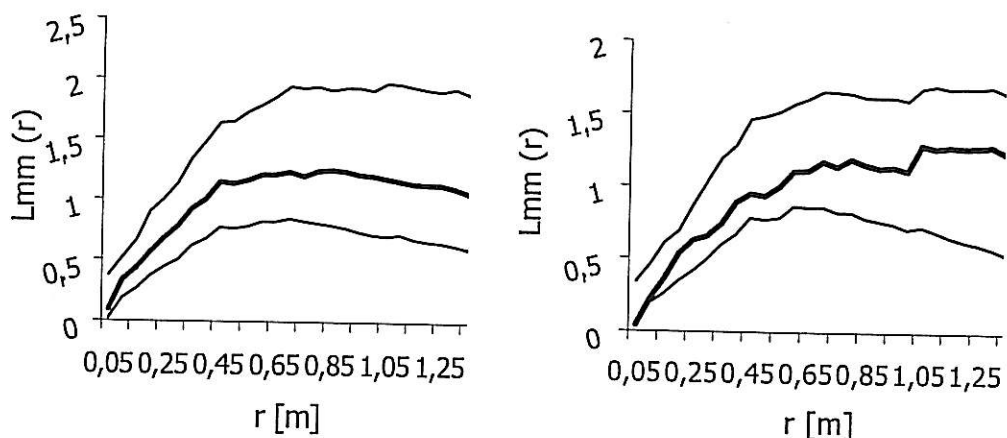


Obr. 19: Prostorová korelace délek listů v lese charakterizovaná pomocí L transformace K-funkce s 95% obálkou pro data, kdy jsou délky listů rostlin náhodně vybírány ze stávající populace (souřadnice jedinců se nemění). Vlevo je stav populace v roce 2002, vpravo v roce 2003.

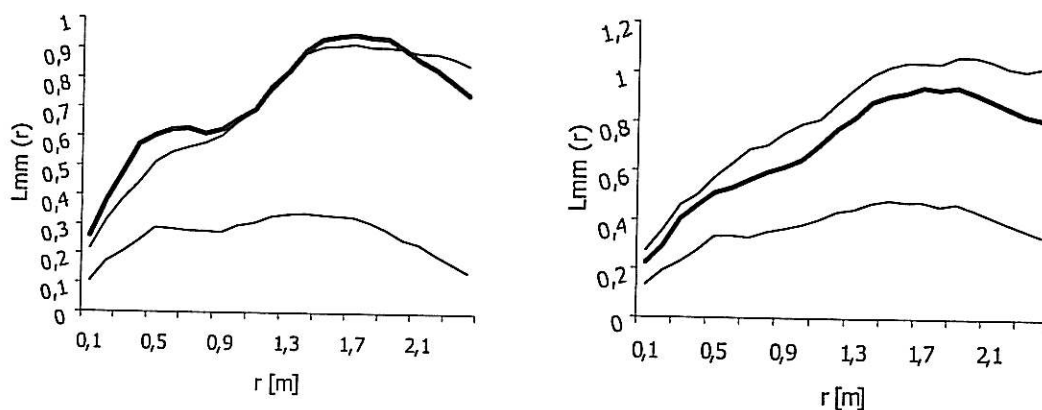


Obr. 20: Prostorová korelace délek listů na nekosené louce charakterizovaná pomocí L transformace K-funkce s 95% obálkou pro data, kdy jsou délky listů rostlin náhodně vybírány ze stávající populace (souřadnice jedinců se nemění). Vlevo je stav populace v roce 2002, vpravo v roce 2003.

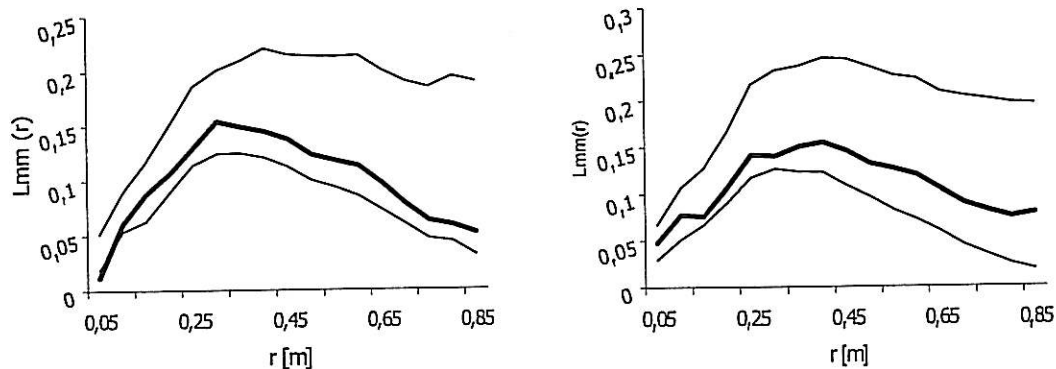
Rostliny se stejným počtem listů se vyskytovaly víceméně náhodně (Obr. 21, 22 vpravo, 23). V lese (Obr. 22 vlevo) se ve vzdálenosti 20 – 60 cm a 140 – 210 cm od rostliny vyskytovaly rostliny s podobným počtem listů. Můžeme spekulovat o tom zda šlo o místa bez zastínění lesním porostem.



Obr. 21: Prostorová korelace počtu listů na kosené louce charakterizovaná pomocí L transformace K-funkce s 95% obálkou pro data, kdy jsou počty listů náhodně přiřazovány jednotlivým individuům populace, souřadnice individuů se ovšem nemění. Vlevo je stav populace v roce 2002, vpravo v roce 2003.

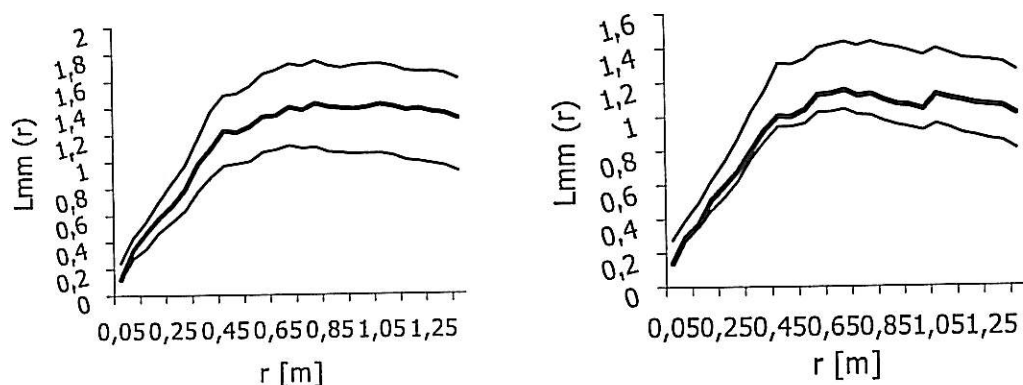


Obr. 22: Prostorová korelace počtu listů v lese charakterizovaná pomocí L transformace K-funkce s 95% obálkou pro data, kdy jsou počty listů náhodně přiřazovány jednotlivým individuům populace, souřadnice individuů se ovšem nemění. Vlevo je stav populace v roce 2002, vpravo v roce 2003.

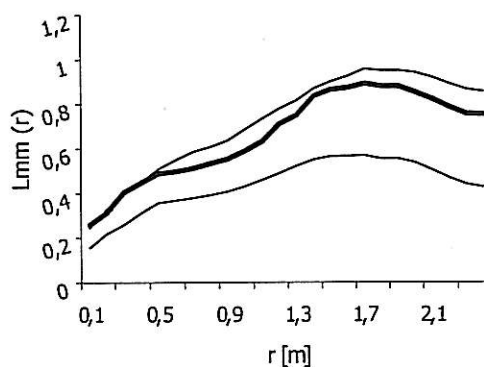
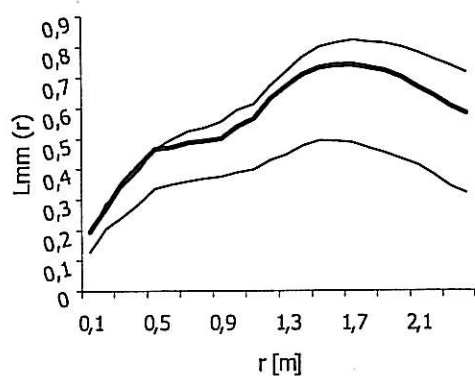


Obr. 23: Prostorová korelace počtu listů na nekosené louce charakterizovaná pomocí L transformace K-funkce s 95% obálkou pro data, kdy jsou počty listů náhodně přiřazovány jednotlivým individuům populace, souřadnice individuů se ovšem nemění. Vlevo je stav populace v roce 2002, vpravo v roce 2003.

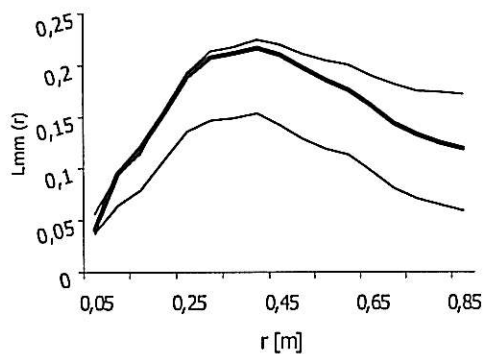
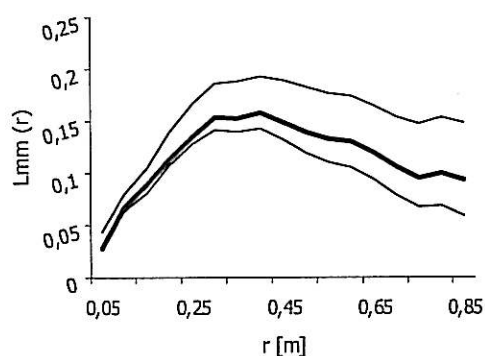
Rostliny se stejným počtem růžic se vyskytují víceméně náhodně v prostoru, i když je zřejmé, že jejich rozmístění se místy blíží pravidelnému či shlukovitému (**Obr. 24 – 26**).



Obr. 24: Prostorová korelace počtu růžic na kosené louce charakterizovaná pomocí L transformace K-funkce s 95% obálkou pro data, kdy je počet růžic náhodně přiřazován jednotlivým individuům populace, souřadnice individuů se ovšem nemění. Vlevo je stav populace v roce 2002, vpravo v roce 2003.



Obr. 25: Prostorová korelace počtu růžic v lese charakterizovaná pomocí L transformace K-funkce s 95% obálkou pro data, kdy je počet růžic náhodně přiřazován jednotlivým individuům populace, souřadnice individuů se ovšem nemění. Vlevo je stav populace v roce 2002, vpravo v roce 2003.



Obr. 26: Prostorová korelace počtu růžic na nekosené louce charakterizovaná pomocí L transformace K-funkce s 95% obálkou pro data, kdy je počet růžic náhodně přiřazován jednotlivým individuům populace, souřadnice individuů se ovšem nemění. Vlevo je stav populace v roce 2002, vpravo v roce 2003.

4. DISKUSE

4.1 Klíčení semen

COLLING et al. (2002) se zabývali klíčením semen, přičemž semena do začátku pokusu uskladňovali při 6° C. Na vlhkém filtračním papíře jim při pokojové teplotě vyklíčilo v průměru 89% semen během 17 dní. KOTOROVÁ (1997) uskladňovala semena při 20° C a poté některé vystavila působení chillingu, který na klíčení neměl vliv. Na vlhkém filtračním papíře jí klíčilo 22% vysetých semen (jak ze skupin vystavených, tak nevystavených chillingu), a to do patnáctého dne od vysetí. Klíčivost některých rostlinných druhů není konstantní v letech (KOTOROVÁ ústní sdělení).

V mém experimentu jsem semena sela do rašelinných válečků (tzv. jiffy pots), žádné však neklíčilo. Vzhledem k tomu, že Collingova práce byla napsána až poté, co jsem se klíčením zabývala, nemohla jsem využít poznatky v ní zjištěné. Naproti tomu není příliš pravděpodobné, že by problémy s klíčením byly způsobeny pouze tím, že semena byla umístěna v rašelinných válečcích, a ne na filtračním papíře. Navíc nevyklíčily ani rostliny vyseté v terénu.

4.2 Výskyt rostlin s více růžicemi

COLLING et al. (2002) studovali 25 populací druhu *Scorzonera humilis* v Lucembursku a sousední Belgii. U každé rostliny zaznamenávali počet růžic, podle něhož rozeznávali čtyři kategorie rostlin - s jednou růžicí, od dvou do pěti růžic, od šesti do dvacetipěti růžic a rostliny s více než dvacetipěti růžicemi. Populaci rozdělili do regenerujícího se (regenerating) a stárnoucího (aged) typu. Regenerující populace obsahovaly velké procento rostlin s jednou nebo několika málo růžicemi a převažovaly nad stárnoucími populacemi. Největší část těchto populací tvořili jedinci s dvěma až pěti růžicemi.

V mé práci jsem si jedince rozdělila na ty, kteří tvořili jednu růžici a ty, kteří tvořili víc než jednu růžici. 1087 rostlin mělo jednu růžici (80,5% ze všech rostlin z malých čtverců i trvalých ploch ve všech pozorovaných sezónách - dále jen ze všech), 197

jedinců mělo dvě růžice (14,6% ze všech rostlin). Žádná rostlina netvořila čtyři růžice. Největší počet pozorovaných růžic byl pět.

Na lokalitách, kde byla vegetace vyšší než 80 cm, byly rostliny s jednou růžicí obtížně naležitelné (COLLING et al. 2002). Vegetace na plochách, na kterých jsem prováděla studie ve vegetační sezóně nepřesáhla 60 cm.

Počet růžic se v průběhu času na rostlinu zvětšuje. COLLING et al. (2002) bez důkazu udávají, že se růžice neoddělují od mateřské rostliny. Já bych tuto možnost naopak připustila, protože se mi na pokusné ploše objevili jedinci, kteří zcela určitě za rok nemohli ze semenáče dosáhnout charakteristik, které jsem na nich naměřila. Zároveň připouštím možnost přehlédnutí semenáče či mladé ušlápnuté rostliny. Je také možné, že *Scorzonera humilis*, tak jako některé orchideje, zůstane jednu sezónu pod zemí a následující se objeví, pro prokázání této možnosti je však třeba dalších pozorování.

4.3 Rozmístění v prostoru

Rozmístění individuí v prostoru charakterizuje K-funkce, její varianty ukazují korelaci vlastností individuí v závislosti na jejich vlastnostech (HAASE 1995, HAASE 1996).

Scorzonera tvořila shlukovité rozmístění, které je zřejmě důsledkem příhodných ostrůvků (patches) ve vegetaci. V těchto „patches“ mohou mít rostliny dostatek živin, nebo zde může být z různých důvodů snížena kompetice.

Naproti tomu, s výjimkou nekosené louky, nebyla zjištěna výraznější závislost mezi vlastnostmi jedinců a jejich umístěním - jak kvetoucí jedinci tak i jedinci s různými délkami listů byli rozmístěni v rámci populace náhodně. Pouze na nekosené louce (jen roku 2002) byli kvetoucí jedinci umístěni převážně ve shlucích. Je pravděpodobné, že to bylo způsobeno variabilitou světelných podmínek.

4.4 Kvetení

BRIEMLE & ELLENBERG (1994) popisuje druh *Scorzonera humilis* jako druh citlivý na kosení. V mé práci kvetlo 16% (216 jedinců) rostlin ze všech sledovaných. Na

kosených plochách kvetlo 23,7% (82 jedinců) rostlin a na nekosených 12,2% (149 jedinců) rostlin. Z tohoto vyplývá, že *Scorzonera* kvetla více na kosených plochách.

Odchytky ve frekvenci a nepravidelnosti kvetení byly pozorovány u mnoha druhů trvalek, především ale u terestrických orchidejí (např. *Dactylorhiza incarnata*, *Orchis mascula*, *Spiranthes spiralis*) (KINDLMAN 1999, KINDLMAN & BALOUNOVÁ 1999, TAMM 1972). WHIGHAM & O' NEILL (1991) tvrdí, že nepravidelné kvetení je výsledkem investice do pohlavního rozmnožování. KINDLMAN & BALOUNOVÁ (1999) soudí, že nepravidelné kvetení by mohlo být typické pro lokality se snižujícími se populacemi vlivem nepříjemného stanoviště, zhoršujícího se obhospodařování nebo nepříznivých klimatických podmínek v konkrétním roce. WELLS et al. (1998) ukázali, že počasí je hlavním faktorem způsobujícím, že celé populace nekvetou. Při zhoršení klimatických podmínek, přechod kvetoucích jedinců do nekvetoucích nebo jejich nepřítomnost může být více frekventovaná a eventuálně směřovat k vyhynutí populace (KINDLMAN & BALOUNOVÁ 1999, 2001). Vzhledem k tomu, že roky s bohatým kvetením byly stejné jak v Budějovické tak v Třeboňské pánvi, je velmi pravděpodobné, že na kvetení mělo vliv počasí v daném roce. Brala jsem v úvahu, že k ovlivnění došlo především v dubnu (ve kterém se *Scorzonera* vyskytuje ještě pod povrchem půdy), v květnu, a v červnu (ve kterém už počasí nemá vliv na zakládání pupat). Nejnižší srážkový úhrn v dubnu a květnu v roce 2002, kdy rostliny kvetly výrazně méně než v sezóně předcházející a následující, což odpovídá teorii KINDLMANA & BALOUNOVÉ (1999, 2001) o rozhodujícím vlivu nepříznivých klimatických podmínek na snížení procenta kvetoucích rostlin.

Pravděpodobnost kvetení rostliny nebyla průkazně ovlivněna tím, zda daný jedinec v minulém roce kvetl. Přesto to ve dvou plochách s výraznějším kvetením vypadá tak, že rostliny, které kvetly v jednom roce, kvetou i v roce následujícím. Ze dvou hypotéz uvedených v úvodu se zdá, že silné rostliny kvetou, zatímco slabé nekvetou, a to po celý sledovaný časový úsek. Korelace velikosti v po sobě následujících letech (ať už charakterizovaná počtem listů, nebo jejich délkou), byla relativně slabá.

5. ZÁVĚR

Kvetení je synchronizované v Třeboňské a Budějovické pánvi.

Nebyla prokázána statisticky průkazná závislost kvetení jedinců v roce 2003, kteří již kvetli v roce 2002.

Byla nalezena slabá, ale průkazná pozitivní korelace mezi velikostí rostlin (charakterizovaná délkou a počtem listů) ve dvou po sobě následujících letech.

Kvetení v lese a na kosené louce nezávisí na počtu růžic, které *Scorzonera* tvoří. Na nekosené louce kvetly častěji rostliny s více růžicemi než jednou.

Jedinci studovaného druhu tvořili shlukovité rozmístění.

Pouze v jednom případě, v lese, tvořili kvetoucí jedinci shluky v rámci populace, ve všech ostatních případech byly vlastnosti rostlin (kvetení, počet a délka listů) nezávislé na jejich rozmístění v populaci.

6. LITERATURA

- BEREC, L., LEPŠ, J. & ŠTASTNÁ, P. 2003. K-function DRAFT. Manuscript. Deponováno u autorů.
- BRIEMLE, G. & ELLENBERG, H. 1994. Zur Mahdverträglichkeit von Grünlandpflanzen
Möglichkeiten der praktischen Anwendung von Zeigerwerten. *Natur und
Landschaft (Bonn)* 69: 139–147.
- COLLING, G., MATTHIES, D. & RECKINGER, C. 2002. Population structure and
establishment of the threatened long-lived perennial *Scorzonera humilis* in
relation to environment. *Journal of Applied Ecology* 39: 310–320.
- DOSTÁL, J. 1989. *Nová květena ČSSR 2*. Academia, Praha.
- GIBSON, J.D. 2002. *Methods in comparative plant population ecology*. Oxford
University Press, New York.
- HAASE, P. 1995. Spatial pattern analysis in ecology based on Ripley's K - function:
Introduction and methods of edge correction. *Journal of Vegetation Science* 6:
575–582.
- HAASE, P., PUGNAIRE, F.I., CLARK, S.C. & INCOLL, L.D. 1996. Spatial patterns in two-
tiered semi-arid shrubland in southeastern Spain. *Journal of Vegetation
Science* 7: 527–534.
- HOLUB, J., CHÁN, V., PROCHÁZKA, F., ŠTECH, M. & ŽÍLA, V. 1999. Komentovaný
červený seznam květeny jižní části Čech. *Příroda* 16: 1–284.
- CHYTRÝ, M., KUČERA, T., KOČÍ, M., ŠUMBEROVÁ, K., SÁDLO, J., NEUHÄUSLOVÁ, Z.,
HÁJEK, M., RYBNÍČEK, K., KRAHULEC, F., KUČEROVÁ, A., KOLBEK, J., HUSÁK, Š.
2001. *Katalog biotopů České republiky*. Agentura ochrany přírody a krajiny
ČR, Praha.
- JENÍK, J. [ed.] 1975. *Přírodní poměry a životní prostředí Třeboňska*. Komise pro
ochranu přírody a životní prostředí při MěNV Třeboň.
- KINDLMANN, P. 1999. Are orchid life histories really irregular? The case of *Epipactis
albensis*. *Oikos* 85: 265–270.

- KINDLMANN, P. & BALOUNOVÁ, Z. 1999. Flowering regimes of terrestrial orchids: unpredictability or regularity? *Journal of Vegetation Science* 10: 269–273.
- KINDLMANN, P. & BALOUNOVÁ, Z. 2001. Irregular flowering patterns in terrestrial orchids: theories vs. empirical data. *Web Ecology* 2: 75–82.
- KOTOROVÁ, I. 1997. Klíčení a přežívání semenáčků v lučním společenstvu. Bakalářská práce, BF JU, České Budějovice.
- KOTOROVÁ, I. & LEPŠ, J. 1999. Comparative ecology of seedling recruitment in an oligotrophic wet meadow. *Journal of Vegetation Science* 10: 175–186.
- KUBÁT, K., HROUDA, L., CHRTEK, J. jun., KAPLAN, Z., KIRCHNER, J. & ŠTĚPÁNEK, J. (eds.). 2002. Klíč ke květeně České republiky. Academia, Praha.
- LEPŠ, J. 1985. Význačná lokalita ohrožené květeny. *Naší Přírodou* 5(10): 8–9.
- LEPŠ, J. 1990. Comparison of transect methods for the analysis of spatial pattern. In Krahulec, F., Agnew, A.D.Q., Agnew, S. & Willems, J.H. (eds.). *Spatial processes in plant communities*. pp. 71–82. Academia, Praha.
- MENZLER, K. 1996. Erstnachweis von *Scorzonera humilis* L., der Niedrigen Schwarzwurzel. *Hessen-Hessische floristische Briefe* 45(4): 53–58. Darmstadt.
- MORAVEC, J., BALÁTOVÁ-TULÁČKOVÁ, E., BLAŽKOVÁ, D., HADAČ, E., HEJNÝ, S., HUSÁK, Š., JENÍK, J., KOLBEK, J., KRAHULEC, F., KROPÁČ, Z., NEUHÄUSL, R., RYBNÍČEK, K., ŘEHOŘEK, V. & VICHEREK, J. 1995. Rostlinná společenstva České republiky a jejich ohrožení. Ed 2. *Severočeskou přírodou*, Příl. 1995: 1–206.
- PAZDERA, Z. 2003. Botanický herbář - <http://botanika.wendys.cz/kytky/K310.php> - ke dni 20.10. 2003.
- PENTTINEN, A., STOYAN, D. & HENTTONEN, H.M. 1992. Marked point processes in forest statistics. *Forest Science* 38: 806–824.
- RYCHNOVSKÁ, M. 1988. Luční porosty - významné složky krajiny budoucnosti. *Veronica* 2: 1–8.
- RYCHNOVSKÁ, M. [ed.] 1985. *Ekologie lučních porostů*. Academia, Praha.
- SALONEN, V., PENTTINEN, A. & SÄRKKÄ, A. 1992. Plant colonization of a bare peat surface: population changes and spatial patterns. *Journal of Vegetation Science* 3: 113–118.

- SEBALD, O., SEYBOLD, S., PHILIPPI, G. & WÖRZ, A. 1996. Die Farn - und Blütenpflanzen Baden - Württembergs (Stuttgart) 6: 327–329.
- SCHWABE, A. & KRATOCHWIL, A. 1986. Schwarzwurzel - (*Scorzonera humilis*) und Bachkratzdistel (*Cirsium rivulare*) reiche Vegetationstypen im Schwarzwald: Ein Beitrag zur Erhaltung selten werdender Feuchtwiesen - Typen. Veröffentlichungen Naturschutz und Landschaftspflege Baden (Württemberg) 61: 277–333.
- SKARPE, CH. 1991. Spatial patterns and dynamics of woody vegetation in an arid savanna. *Journal of Vegetation Science* 2: 565–572.
- STORCH, D. & MIHULKA, S. 2000. Úvod do současné ekologie. Portál, Praha.
- STOYAN, D. 1984. On correlation of marked point processes. *Mathematische Nachrichten* 116: 197–207.
- TAMM, C.O. 1972. Survival and flowering of some perennial herbs. II. The behaviour of some orchids on permanent plots. *Oikos* 23: 23–28.
- WAGENITZ, G. 1987. *Scorzonera*. In Hegi, G., *Illustrierte Flora von Mittel-europa* - band VI, teil 4. Ed 2. Verlag Paul Parey - Berlin - Hamburg, pp. 1057–1060.
- WELLS, T. C. E., ROTHERY, P. & COX, R. 1998. Flowering dynamics of *Orchis morio* (L.) and *Herminium monorchis* (L.) R.Br. at two sites in eastern England. *Botanical Journal of the Linnean Society* 126: 39–48.
- WHIGHAM, D.F. & O' NEILL, J. 1991. The dynamics of flowering and fruit production in two eastern North American terrestrial orchids, *Tipularia discolor* and *Liparis lilifolia*. In Wells, T. C. E. & Willems, J.H. (eds). *Population ecology of terrestrial orchids*. SPB Acad. Publ. bv, The Hague, pp. 89–101.
- WRIGHT, S.J. 1982. Competition, differential mortality and their effect on the spatial pattern of a desert perennial, *Eriogonum inflatum* Torr. and Frem. (*Polygonaceae*). *Oecologia* (Berlin) 54: 266–269.

7. PŘÍLOHY



Příloha 1: Označení jedinců pořadovými čísly na nekosené louce.



Příloha 2: *Scorzonera humilis* na lokalitě Ohrazení.



Příloha 3: *Scorzonera humilis* na lokalitě Ohrazení.



Příloha 4: *Scorzonera humilis* na lokalitě Ohrazení.