

## **Ptačí společenstvo okolí Třebářova a některé ekologické aspekty jeho prostorové struktury**

Bird community in the vicinity of Třebářov village (eastern Bohemia) and some ecological aspects of its spatial structure

**Jiří Reif**

Dolní Újezd 611, 569 61 Dolní Újezd  
e-mail: jirireif@yahoo.com

### **Úvod**

Vzhledem k poměrně nenáročným metodice terénního průzkumu se ptačí společenstva těší značné pozornosti naší ornitologické veřejnosti. Výsledkem jsou práce, které většinou dobře zachytí seskupení druhů na určité lokalitě, zjistí jejich populační početnosti a diskutují případné odlišnosti v abundancích či druhovém složení s pracemi obdobnými. Ačkoliv tento přístup přinesl nemálo plodných výsledků (viz např. STORCH 1998, LEMBERK 2001, MIKLISOVÁ et al. 2001, ZASADIL 2001), část získaných dat zůstala nezhodnocena, neboť výzkumníci považovali studijní plochu za homogenní. Krajina je však spíše heterogenního charakteru, takže je žádoucí zachytit strukturu společenstva podle nároků jednotlivých druhů na prostředí tak, jak se toto prostředí mění uvnitř studijní plochy, a poskytnout tím podklady pro úvahy o mezidruhové variabilitě šířky ekologické niky (WIENS 1989), vnitrodruhové proměnlivosti abundancí (STORCH et al. 2002) či dokonce o evoluci habitatových nároků jednotlivých druhů (STORCH & FRYNTA 2000). Sčítání ptáků bodovou metodou generuje data, která je nyní možno výše nastíněným způsobem zpracovávat pomocí poměrně jednoduchých postupů, a to díky velkému pokroku, který během posledních let doznala dostupnost a především uživatelská příznivost některých statistických programů.

Na druhou stranu je ošidné nějaké dalekosáhlé obecné závěry z výzkumu jediné lokality předkládat – v současné ekologii společenstev je jednoznačný trend k bádání ve velkých měřítkách (GASTON & BLACKBURN 2000) a prestižní časopisy se jen hemží pracemi prováděnými buď přímo ve velkých prostorách, nebo aspoň metaanalýzami mnoha lokálních studií. I proto si tato práce vytyčuje pouze tyto jednoduché cíle:

- 1) Prezentovat některé méně obvyklé metody analýzy ptačích společenstev.
- 2) Pokusit se nastínit některé fenomény v ekologii ptáků jako jsou: struktura společenstva na základě habitatových nároků jednotlivých druhů, prostorová a časová variabilita početnosti jednotlivých druhů a prostorová dynamika výměny druhů.
- 3) Uvést zjištěné jevy do širších ekologických, popřípadě evolučních souvislostí.

## Materiál a metodika

### Sledovaná lokalita

Terénní výzkum jsem prováděl v okolí obce Třebářov ve východních Čechách (okres Svitavy, Pardubický kraj), nedaleko ležící větší sídlo je Moravská Třebová. Sčítací transekt byl situován do pestré krajiny zahrnující okraj vesnice se zahradami, pole a louky, rozptýlenou zeleň, křoviska, mokřady a rybníky, lesy s převahou jehličnanů a s přimísenými listnáči a zarostlé paseky různého stáří. Podrobnější habitatové charakteristiky jednotlivých sčítacích bodů viz tab. 2. Nadmořská výška sledované lokality je asi 370 m.

### Práce v terénu

Výzkum probíhal v letech 1999 – 2002 v rámci Jednotného programu sčítání ptáků (ŠŤASTNÝ et al. 1997), takže se práce v terénu řídila jeho závaznou metodikou (ŠŤASTNÝ in litt.): na liniovém transektu bylo rozmístěno 20 bodů ve zhruba 300 m intervalech. V době od 5:00 do asi 8:00 jsem celý transekt prošel a na každém bodě po dobu pěti minut sčítal všechny viděné i slyšené ptáky. Sčítání ptáků se odbyvalo v hnízdní sezóně v druhé půlce května a každý rok jsem provedl jednu kontrolu. Transekt byl mírně zatočený, takže poslední bod č. 20 byl vzdálen asi 0,5 km od bodu č. 5.

Bodová metoda patří ke standardním způsobům studia ptačích společenstev u nás (JANDA & ŘEPA 1986) i v zahraničí (BIBBY et al. 1992). Jediná kontrola během jedné hnízdní sezóny sice nezachytí všechny druhy a jedince celého společenstva (STORCH 1993), ovšem obrázek, který o avifauně dané lokality poskytne, je pro základní informace o struktuře ptačí synuzie dostatečný (viz např. JOKIMÄKI et al. 2000).

### Zpracování dat

V každém roce výzkumu jsem pro každý bod z terénních záznamů získal údaje o počtech jedinců jednotlivých druhů ptáků. Sumarizací všech bodů v jednom roce jsem dostal úhrnnou početnost každého druhu na celém transektu pro daný rok; sumarizací jednotlivých let pro každý bod jsem získal úhrnnou početnost každého druhu na daném bodě za celé sledované období. Průměrné hodnoty početnosti každého druhu na bodě nebo v roce jsem získal vydělením příslušného údaje počtem let či bodů. S těmito datovými maticemi jsem prováděl statistické analýzy.

Rozdělení druhů podle počtu jedinců bylo počítáno z průměrné roční abundance každého druhu na celém transektu.

Trendy početnosti jednotlivých druhů jsem spočítal korelací abundancí jednotlivých druhů na celém transektu v jednotlivých letech a letopočtů jednotlivých let.

Rozdělení druhů ve společenstvu podle habitatových nároků jsem počítal dvěma metodami. Pro mnohorozměrnou analýzu hlavních komponent (PCA) jsem použil matici průměrných ročních abundancí jednotlivých druhů na každém bodě. Pro klastrovou analýzu jsem ze stejné datové matice spočítal pro každou možnou dvojici bodů Rekonnenův index podobnosti jejich ptačích společenstev a až vzniklou čtvercovou matici Rekonnenových indexů jsem podrobil analýze (použita euklidovská vzdálenost).

Variabilitu početnosti jednotlivých druhů jsem kvantifikoval pomocí variačního koeficientu (CV). Časovou variabilitu jsem vyjádřil jako CV průměrných ročních abundancí každého druhu na celém transektu. Prostorovou variabilitu jsem vyjádřil jako CV průměrných bodových abundancí každého druhu za celé sledované období. Těsnost jejich souvislosti jsem vyjádřil Spearmanovým korelačním koeficientem, porovnání obou CV jsem provedl t-testem. Spearmanovým korelačním koeficientem jsem kvantifikoval i vztah obou CV k abundanci jednotlivých druhů ve společenstvu a k hmotnosti jednotlivých druhů. Pro zjištění závislosti početnosti na hmotnosti jednotlivých druhů v rámci společenstva jsem použil jednoduchou lineární regresi, přičemž obě proměnné jsem předtím transformoval přirozeným logaritmem.

Počet druhů na každém bodě představoval celkový počet druhů ptáků, který se na daném bodě vyskytl za celé sledované období. Jako měřítko směny druhů v rámci transektu, tedy betadiverzity ve smyslu WILSON (1995), jsem použil Jaccardův index, který pro tyto účely doporučují KOLEFF et al. (2003). Jaccardův index byl spočítán vždy pro dvojice sousedních bodů (tj. 1 a 2, 2 a 3 atd.), přičemž pro bod 20 byl sousední bod 5 (viz výše). Vztah celkové abundancie ptáků na bodě, počtu druhů ptáků na bodě a směny druhů mezi sousedními body jsem zkoumal pomocí Pearsonova korelačního koeficientu.

Hmotnosti jednotlivých druhů byly zprůměrovány z údajů v HUDEC a ČERNÝ (1977) a HUDEC (1983, 1994).

Pro práci s databázemi jsem používal program Microsoft Excel, standardní statistické výpočty jsem provedl v programu Statistica 6.0, klastrovou analýzu v programu Statistica 5.0 a PCA v programu Canoco 4.5.

### **Poznámky k některým pojům**

*Diverzita* – znamená v této práci prostý počet druhů, nikoliv Shannonův nebo Simpsonův nebo jiný index.

*Species pool* – „zásobárna druhů“; vlastně společenstvo na nějakém větším území, ze kterého se druhy na sledované lokalitě rekrutují. Pro moji lokalitu byla species pool česká avifauna. Na dané lokalitě se mohou vyskytovat pouze ty druhy, které se nacházejí v jejím species pool, tedy na mnou sledované lokalitě se vyskytovaly pouze druhy české, nikoliv např. jihoamerické.

*Velikost těla* – hmotnost.

*Statistická významnost = signifikance = p* – je to pravděpodobnost, že se daný jev vyskytl díky náhodě, tedy nikoliv z biologických příčin. Statistický test tuto náhodu kvantifikuje. Ve vědecké komunitě se většinou bere jako nejvyšší přijatelná pravděpodobnost náhody hranice 5%, takže pokud je např. trend početnosti druhu klesající se signifikací  $p = 0,1$ , nemůžeme říci, že je ubývání druhu statisticky průkazné – pravděpodobnost, že jde jen o náhodné zakolísání, je zde 10%.

*Frekvenční histogram rozdělení abundancí = distribuce abundancí* – typ grafu, kdy se vytvoří skupiny druhů různých kategorií početnosti (např. 1-10, 11-20...). Každá kategorie je pak představována sloupcem, který je vysoký podle toho, kolik druhů svojí početností do dané kategorie početnosti spadá.

*Regrese* – závislost jedné proměnné na druhé. Např. závislost počtu mládřat sovy pálené (*Tyto alba*) na početnosti hrabošů (*Microtus* sp.) – čím je hrabošů více, tím má sova větší počet mládřat.

*Korelace* = *kovariance* – je to také závislost dvou proměnných, ale není jasné, která na které závisí, takže mluvíme spíše o souvislosti těchto proměnných. Např. souvislost rozpětí křídel a délky těla u dravců (větší pták má větší rozpětí). Regrese i korelace mohou být pozitivní, kdy platí přímá úměra (viz jmenované příklady), nebo negativní – např. korelace počtu vajec ve snůšce a velikosti vajec (čím větší snůška, tím menší jsou v ní vejce).

*Korelační koeficient* =  $r$  – určuje míru těsnosti souvislosti dvou proměnných. Dosahuje hodnot od 0 do 1 (pozitivní korelace), resp. od 0 do -1 (negativní korelace). Při  $r = 0$  spolu proměnné nekorelují (tj. nezávisí na sobě), při  $r = 1$  spolu korelují absolutně.

*Variační koeficient* =  $CV$  – podíl směrodatné odchylky a průměru; vyjadřuje, jak moc je daná proměnná rozkolísaná.

*Jaccardův index* podobnosti dvou společenstev =  $c/(a+b+c)$ , kde  $c$  je počet druhů společný oběma společenstvům,  $a$  a  $b$  jsou počty druhů vyskytující se výlučně v jednom či pouze ve druhém společenstvu. Nabývá hodnot od 0 (žádné společné druhy) do 1 (identická společenstva).

*Renkonnenův index* podobnosti dvou společenstev =  $\sum p_i$ , kde  $p_i$  je podíl druhu  $i$ , který je společný oběma společenstvům, v tom společenstvu, kde má tento druh menší zastoupení. Nabývá hodnot od 0 (žádné společné druhy) do 1 (identická společenstva).

Mnohorozměrná *analýza hlavních komponent* (PCA) – zobrazí, do jaké míry se spolu ty které druhy vyskytují na stejných místech (bodech). Zjistí, které jsou hlavní komponenty variability dat, a kvantifikuje je.

*Klastrová analýza* – zobrazí, které druhy si jsou svým charakterem rozšíření nejpodobnější. V této práci případě však zobrazila jednotlivé body podle toho, jak si byly navzájem podobné složením svých ptačích společenstev.

## Výsledky

### Základní popisné charakteristiky společenstva

Ptačí společenstvo na sledovaném transektu tvořilo celkem 71 druhů a 996 jedinců. V jednom roce výzkumu se na transektu vyskytlo v průměru 54 druhů a 249 jedinců. Abundance a dominance jednotlivých druhů ukazuje tab. 1. Jedinci byli mezi jednotlivé druhy rozdělení velmi nerovnoměrně – frekvenční histogram na obr. 1 ukazuje pozitivně šikmé rozdělení abundancí ve společenstvu, tedy nejvíce je druhů s malým počtem jedinců. I po zlogaritmování zůstává šikmost histogramu pozitivní, ovšem ukazuje se, že těch úplně nejvzácnějších druhů není nejvíce (obr. 2).

Během čtyř let sledování nebyl u žádného druhu ve společenstvu zjištěn statisticky významný početnostní trend, pouze káně lesní (*Buteo buteo*) a rákosník zpěvný (*Acrocephalus palustris*) přibývali s okrajovou signifikancí ( $p = 0,052$ , resp.  $p = 0,051$ ). I z tohoto důvodu bylo možné počty jedinců jednotlivých druhů za jednotlivé roky zprůměrovat a tyto hodnoty používat pro další výpočty.

### Habitatové nároky jednotlivých druhů

Analýzou hlavních komponent (PCA) jsem zjistil, jaké druhy se vyskytují na bodech transektu společně. První hlavní osa vydělila ze společenstva druhy lesní (obr. 3) a vysvětlila 22,5% variability souboru. To znamená, že lesní druhy ptáků tvoří co do prostorové distribuce jejich abundancí nejodlišnější skupinu od zbytku společenstva. Druhá hlavní osa zhruba dělí druhy na skupinu otevřených ploch a na vodní ptáky (obr. 3) a vysvětluje 11,9% variability.

Klastrová analýza zobrazila, jak jsou si jednotlivé body transektu podobné (resp. odlišné) na základě podobnosti ptačího společenstva na každém bodě (obr. 4). Podobnost byla vyjádřena pro každou možnou dvojici bodů pomocí Renkonnenova indexu (viz Materiál a metodika). Výsledky byly poněkud odchylné od předchozí analýzy: od celého transektu se svým ptačím společenstvem nejvíce lišil bod 1, který jediný částečně zahrnoval vesnici s domy a zahradami. Dále byly vyděleny body situované v polích a v rámci nich se pak rozčlenily na skupinu bodů téměř čistě polních (2-5) a skupinu ležící bezprostředně u rybníka (18-20). Bod 5, přestože má také rybník ve své blízkosti, připadl k polní skupině. Zbylé body transektu se vyznačovaly větším či menším podílem lesa. V této skupině se z habitatově nevyhraněných bodů vytvořil jednak shluk bodů obsahujících mokřadní biotopy (16 a 17) a jednak skupina bodů ležících přesně na rozhraní lesa a otevřené krajiny (body 6 a 15). Ve skupině lesních bodů po odštěpení předešlých čtyř zůstaly body zcela obklopené lesem (7-14). Přestože rozdíly ve složení prostředí mezi nimi existovaly (viz tab. 2), analýza jejich ptačích společenstev neukázala smysluplné výsledky – body s pasekou (nebo naopak s vysokým lesem) nevytvořily samostatné klastry.

### Časová a prostorová variabilita početnosti jednotlivých druhů

Přestože početnost žádného druhu ve společenstvu nevykazovala za sledované období signifikantní trend (viz výše), mezisezónní změny početnosti jednotlivých druhů byly zaznamenány. Jejich velikost jsem pro každý druh vyjádřil variačním koeficientem  $CV_{čas}$ , který zachycoval, jak výrazně abundance daného druhu kolísá mezi jednotlivými roky. Z předchozích analýz je jasné, že ani početnost jednotlivých druhů v prostoru nebyla stabilní, takže pro variabilitu početnosti jednotlivých druhů mezi jednotlivými body transektu bylo možno také vypočítat variační koeficient  $CV_{prostor}$ . Hodnoty obou koeficientů pro každý druh jsou v tab. 1.

Velikost CV je přímo úměrná výkyvům v početnosti každého druhu. Porovnáním průměrných hodnot  $CV_{čas}$  a  $CV_{prostor}$  jsem zjistil, že obecně se v daném společenstvu měnila početnost jednotlivých druhů ptáků více v prostoru nežli v čase (t-test:  $t = -9,19$ ,  $df = 140$ ,  $p < 0,001$ ).

Dále jsem zjistil, že  $CV_{čas}$  a  $CV_{prostor}$  spolu v rámci sledovaného společenstva statisticky významně souvisejí, a to tak, že druhy, které se vyznačují většími výkyvy početnosti v prostoru, kolísají svojí abundancí výrazněji i v čase ( $r = 0,73$ ,  $n = 71$ ,  $p < 0,001$ ). Další analýza ukazuje, že více kolísající druhy jsou ve studovaném společenstvu vzácnější (korelace abundance vs.  $CV_{čas}$ :  $r = -0,57$ ,  $n = 71$ ,  $p < 0,001$ ; korelace abundance vs.  $CV_{prostor}$ :  $r = -0,77$ ,  $n = 71$ ,  $p < 0,001$ ) a mají (méně výrazně) i větší tělesnou velikost (korelace

hmotnost vs.  $CV_{\text{čas}}$ :  $r = 0,37$ ,  $n = 71$ ,  $p < 0,01$ ; korelace hmotnost vs.  $CV_{\text{prostor}}$ :  $r = 0,19$ ,  $n = 71$ ,  $p = 0,113$  – n.s.). Samotná abundance jednotlivých druhů ve společenstvu ovšem s hmotností statisticky významně nekoreluje (obr. 5).

### Prostorové změny druhového bohatství a celkové abundance společenstva

Pro každý bod transektu jsem spočítal počet druhů ptáků, kteří se na něm v průběhu sledovaného období vyskytli, a sumární počet jedinců těchto druhů (viz tab. 2). Zjistil jsem, že body s větším počtem jedinců hostí i více druhů ( $r = 0,92$ ,  $n = 20$ ,  $p < 0,001$ ). Těsnou souvislost změn abundance a diversity ptáků v průběhu transektu zachycuje i obr. 6. Dále jsem pro každou dvojici sousedních bodů (tj. 1 a 2, 2 a 3, 3 a 4, ...) vypočetl Jaccardův index (viz Materiál a metodika) podobnosti jejich společenstev (hodnoty viz tab. 2). Pokud jsem provedl korelaci počtu druhů na bodě a Jaccardova indexu tak, že jsem hodnotu indexu přiřadil k nižšímu z obou bodů (tj. index pro body 1 a 2 jsem přiřadil bodu 1, index pro body 2 a 3 k bodu 2 atd.), výsledek nebyl statisticky průkazný. Jestliže však byla hodnota indexu přiřazena vyššímu z obou bodů (takže bod 1 byl z analýzy vyloučen, protože hodnota Jaccardova indexu pro dvojici 1 a 2 byla přiřazena bodu 2), korelace vyšla signifikantně pozitivní ( $r = 0,46$ ,  $n = 19$ ,  $p < 0,05$ ). Změny ve složení ptačího společenstva v průběhu transektu vyjádřené Jaccardovým indexem demonstruje obr. 7.

## Diskuse

### Druhové bohatství sledovaného společenstva

Ptačí společenstvo zachycené pomocí bodového transektu v okolí Třebávova je se svými 54 druhy, které byly v průměru za jednu hnízdní sezónu ve sledovaném období zjištěny, na poměry České republiky druhově dosti bohaté. Je to dáno s největší pravděpodobností pestrou mozaikou prostředí, která se v daném území nachází, přičemž pozitivní vliv heterogenity prostředí na druhovou bohatost společenstev je velmi dobře popsán ekologickým fenoménem (JAMES & WARMER 1982, WIENS 1989, ROSENZWEIG 1995, LAIOLO 2002). Pro srovnání – v monotónním prostředí třeboňských lesů zjistil REIF (2003) na desítky kilometrů dlouhém transektu při daleko intenzivnějším způsobu výzkumu pouze o 7 druhů více; ve fragmentech lužních lesů východní Čech zaznamenal LEMBERK (2001) při mapování hnízdních okrsků v průměru 42 druhy ptáků na jeden studovaný lesní celek.

Méně průhledný je již vztah druhového bohatství a abundance jednotlivých druhů. Charakter jejich vzájemné závislosti pravděpodobně souvisí s úživností prostředí (resp. jejím kolísáním), kdy platí, že v produktivnějším prostředí žije více jedinců (WHITTAKER et al. 2001). Ovšem druhová bohatost s abundancí může korelovat buď pozitivně (VALONE & HOFFMANN 2003), nebo vůbec nekorelovat či dokonce korelovat negativně (TILMAN 1999). Podle první závislosti by v místech, kde je vysoká produktivita prostředí, žilo více jedinců, což by i z čistě statistických důvodů znamenalo, že tam bude pravděpodobně zjištěno i více druhů. Druhá závislost by měla platit spíše pro území, kde množství zdrojů příliš nekolísá, a kde tedy mají druhy zdroje mezi sebe jemně rozdělené, takže i v místech s větším počtem druhů, musí počet jedinců zůstat stejný, protože zdroje jsou omezené



a další jedinci se tam už jednoduše „nevejdu“. Výsledky z Třebářova by nasvědčovaly platnosti první hypotézy – celková abundance byla vyšší v místech s větším druhovým bohatstvím. Svědčila by pro ni i přítomnost úživných prostředí – rybníků a mokřadů na bodech s velkým počtem druhů. Ovšem přesvědčivý test hypotézy o pozitivní kovarianci produktivity prostředí, abundance a diverzity by přinesly až další analýzy: jednak by bylo nutné skutečně změřit úživnost prostředí v různých místech transektu a jednak by bylo třeba provést vzájemné korelace diverzity, produktivity a průměrné abundance ptáků na jeden druh (viz REIF 2003).

Jednou z největších záhad současné ekologie jsou zákonitosti prostorové směny druhů ve společenstvech (GASTON & BLACKBURN 2000), a to především souvislost druhové diverzity v různých měřítkách a rozdílů v druhovém složení sousedních ploch (LENNON et al. 2001). Větší oblasti se značným druhovým bohatstvím se mohou skládat z druhově chudých lokálních společenstev, které se však svým druhovým složením mezi sebou silně liší (např. oblast Středomoří – BLONDEL & ARONSON 1999), nebo spolu mohou lokální a regionální diverzita korelovat pozitivně, kdy druhově bohaté oblasti obsahují lokality s vysokými počty druhů (CALEY & SCHULTER 1997). Pozitivní korelace Jaccardova indexu podobnosti sousedních bodů a počtu druhů na jednotlivých bodech v mnou sledovaném společenstvu indikuje, že místa s vysokou směnou druhů (tj. nízkým indexem) jsou spíše v místech druhově chudých. Pro diskusi o vlivu intenzity druhové směny v prostoru na diverzitu však tento výsledek pravděpodobně nemá význam (i proto, že signifikantní výsledek byl dosažen pouze při jednom z možných uspořádání analýzy). Jako pravděpodobnější vysvětlení mi připadá prostá statistická souvislost – protože se společenstvo skládá pouze z omezeného počtu druhů, který je dán druhovým bohatstvím širšího okolí lokality (BLACKBURN & GASTON 2001), pak pokud dva body hostí více druhů, je pravděpodobnější, že se mezi nimi najde i více druhů těmto bodům společných. Další zajímavý aspekt pozitivní korelace Jaccardova indexu a druhové bohatosti vyvstává v souvislosti s vlivem ekotonů. V ekotonu, tedy místě styku dvou odlišných prostředí, se předpokládá přítomnost druhů z obou prostředí najednou a tím i zvýšená druhová diverzita (FORMAN & GODRON 1993). V tomto případě by ale korelace Jaccardova indexu a diverzity měla být negativní, neboť právě snížená podobnost dvou společenstev indikuje změnu prostředí. Mně však v jednom případě vyšel statisticky neprůkazný výsledek a v druhém pravý opak – pozitivní korelace. Tento fakt by mohl být způsoben tím, že přechody mezi biotopy byly příliš ostré, takže se na nich ekoton vlastně nevytvořil a prostředí na těchto bodech bylo naopak pro druhy obou typů prostředí nehostinné.

### Početnost jednotlivých druhů

Frekvenční histogram rozdělení jedinců mezi jednotlivé druhy (obr. 1) ukazuje silnou převahu vzácných druhů, což je typické právě pro malá lokální ptačí společenstva (REIF 2003). Není tedy pravda, že lokální společenstva mají distribuci abundancí na rozdíl od avifauny velkých prostorových měřítek bimodální, jak tvrdí GASTON & BLACKBURN (2000). Že závislost

frekvenční distribuce abundancí na měřítku je právě opačná ukazují velmi jasně STORCH a ŠIZLING (2002). Je to tomu tak zřejmě proto, že ve větších prostorových škálách ustupuje vliv příznivosti prostředí do pozadí a stále důležitější roli hrají metapopulační efekty (STORCH & ŠIZLING 2002, STORCH et al. 2003), jejichž působením právě bimodální obraz frekvenční distribuce abundancí ve společenstvu vzniká (HANSKI 1982).

Zlogaritmovaný tvar frekvenčního histogramu rozdělení abundancí (obr. 2) odhaluje, že těch úplně nejvzácnějších druhů není nejvíce, jak by se mohlo zdát z netransformovaného tvaru. Ovšem rozdělení zůstává i po logaritmické transformaci výrazně pozitivně šikmé, což indikuje nedostatečnou intenzitu terénní průzkumu (BROWN 1995), neboť pečlivě studovaná lokální společenstva mají frekvenční distribuci abundancí po zlogaritmování normální (REIF 2003). Proč má tvar frekvenční distribuce abundancí ve společenstvu právě popsany tvar, není dosud uspokojivě objasněno (STORCH & REIF 2002), přičemž současné teorie (BELL 2001, HUBBELL 2001) snaží se tento jen objasnit operují s pro živočichy nepřijatelnými omezujícími podmínkami (STORCH & REIF 2002).

V čase se početnost jednotlivých druhů studovaného společenstva žádným prokazatelným směrem nevyvíjela, pouze pozitivní početnostní trendy rákosníka zpěvného a káně lesní byly na hranici statistické significance. U káně, která je ve sledovaném společenstvu zastoupena jen několika málo jedinci, jde zřejmě o zcela náhodnou výchylku. Rákosník zpěvný je již druhem z tohoto pohledu zajímavějším – jeho trend početnosti může souviset např. událostmi v zimovišti (BERTHOLD 2001) nebo s početnostním vývojem druhu v širším okolí (HOLMES et al. 1996), přičemž by bylo zajímavé sledovat vývoj jeho počtů ve studovaném území i v dalších letech.

Přes absenci trendů početnost jednotlivých druhů v čase kolísala. Stejně tak v prostoru, tedy na různých bodech transektu, měl každý druh variabilní abundanci. Variabilita abundancí v prostoru je další záhadou obecné ekologie a jediné současné vysvětlení poskytují BROWN et al. (1995) tvrzením, že i vlastnosti prostředí, které druh využívá, v prostoru fluktuují a právě různé kombinace jejich hodnot vytvářejí různě vysoké početnosti daného druhu, přičemž jen málo z těchto kombinací je pro druh optimálních.

Vzájemnou souvislost kolísání abundancí jednotlivých druhů v prostoru a čase jsem testoval jejich vzájemnou korelací. Výsledek byl signifikantně kladný, což znamená, že druhy, jejichž početnost se více mění z roku na rok, rovněž výrazněji kolísají prostorově. Dále jsem zjistil, že oba ukazatele variability početnosti jsou negativně korelovány s abundancí druhu ve společenstvu, tedy že vzácnější druhy mají početnost v čase i prostoru méně vyrovnanou. Protože vzácnost je výrazně pozitivně korelována s habitatovou vyhraněností (BROWN 1984, REIF 2003), lze říci, že více kolísají druhy, které jsou zároveň ekologicky specializované, což by bylo v soulase i s hypotézou dle BROWN et al. (1995) – druh využívající více typů prostředí by měl méně kolísat, neboť absence jednoho typu prostředí může být kompenzována typem jiným. Přestože tato hypotéza byla formulována pro měřítko daleko větší, než zahrnuje sledované území, heterogenní krajina okolí Třebářova poukazuje na její širší platnost. Podobně STORCH (1995) v lokálním společenstvu lesních ptáků ve středních Čechách



zjistil, že druhy, jejichž početnost výrazněji kolísá mezisezónně, vykazují i větší výkyvy početnosti v rámci jediné hnízdní sezóny. Zjištěný jev taktéž ozřejmuje pomocí rozdílné specializovanosti jednotlivých druhů.

Korelace abundance a hmotnosti jednotlivých druhů měla přispět k vysvětlení otázky, proč je v ptačích společenstvech takové množství druhů s nízkou početností. Negativní korelace by ukázala, že právě malá tělesná velikost umožňuje na omezeném prostoru dosáhnout vyšší populační početnosti (BROWN & MAURER 1987). Pokud by se směrnice regresní přímky nacházela v rozmezí hodnot -0,65 až -0,72 (NAGY et al. 1999), pak by se množství energie, které každým druhem společenstva proteče, mezi druhy nelišilo a energetika společenstva by se řídila tzv. pravidlem energetické ekvivalence – EER (DAMUTH 1981). NEE et al. (1991) pro ptáky celé Velké Británie zjistili, že v tomto měřítku EER skutečně platí. Nicméně moje data platnost této teorie pro sledované společenstvo nepotvrzují – korelace byla nesignifikantní a regresní přímka výrazně plošší, než by predikovalo EER (viz obr. 5), takže velkými druhy v rámci společenstva proteče energie více, než druhy malými. Ani REIF (2003) neprokázal EER u podrobně sledovaných lesních společenstev Křivoklátska a Třeboňska a rovněž RUSSO et al. (2003) pro společenstvo ptáků tropického deštného lesa na jedné lokalitě v Peru odmítají fungování EER. RUSSO et al. (2003) dávají selhání EER pro tropy do souvislosti s tamním daleko větším zastoupením plodožravých druhů, které se obecně vyznačují větší hmotností (TERBORGH et al. 1990), takže sklon regresní přímky stlačují k nule. Ovšem mé výsledky napovídají, že EER nevykazuje ani tak závislost na zeměpisné šířce, jak poukazují RUSSO et al. (2003), jako spíše na měřítku – lokální početnost ptáků s velkou tělesnou velikostí je vzhledem k abundanci předpovídané na základě EER podstatně vyšší. To je by mohlo souviset s tím, že obecně má vzácný druh na malé lokalitě relativně vyšší početnost než v rozsáhlém regionu. Velké území totiž obsahuje vždycky mnoho lokalit, kde druh chybí, a jen několik málo těch, kde je druh přítomen. Naopak jediná lokalita buď daný druh obsahuje, anebo na ní chybí, ovšem v tom případě se již do jejich společenstva nepočítá. Na velkém území jsou proto už z těchto čistě pravděpodobnostních důvodů abundance mezidruhově daleko diferencovanější než na malé lokalitě; na druhou stranu spektrum hmotností ve společenstvu zůstává od lokálních měřítek po regionální vždy zhruba stejné. Ovšem, jak poznamenávají RUSSO et al. (2003), pravděpodobně rovněž platí, že v malém měřítku se ve strukturování společenstev uplatňují jiné faktory nežli alokace energie mezi jednotlivé druhy.

### **Rozdělení druhů podle habitatových nároků**

Mnohorozměrná analýza hlavních komponent (PCA) vydělila jako nejodlišnější od zbytku společenstva lesní druhy a ostatní rozdělila na skupinu ptáků otevřené krajiny a na skupinu ptáků vodních. Tento výsledek se dosti liší od poznatků, které našli STORCH a KOTECKÝ (1999) při metaanalýze všech do té doby publikovaných studií o ptačích společenstvech na území ČR – podle nich se nejvýrazněji vydělují z české avifauny svou strukturou společenstva ptáků rákosin a ostatní prostředí se mezi sebou svými ornitocenózami příliš neliší. Taktéž WELSH a LOUGHEED (1996) zjistili jako

nejvýznamnější gradient určující směnu druhů ve společenstvu vlhkost. Extrémnost podmínek mokřadních biotopů zřejmě vyústila ve zcela specifické selekční tlaky na jejich ptačí obyvatele, které byly zřejmě odlišné od selekčních sil působících v ostatních prostředích. Důsledkem toho druhy, které se adaptovaly na život v rákosinách, nemohly osidlovat jiné biotopy a naopak. Naopak ptačí společenstva v jiném než mokřadním prostředí obsahují mnoho druhů, které mohou žít od hlubokých lesů po roztroušené stromy v otevřené krajině, a které tedy rozdíl ve složení ptačích společenstvech různých habitatů stírají. Celkově jsou např. lesy ve středoevropské krajině díky tisíciletím lidských vlivů natolik fragmentované (SÁDLO & STORCH 2000), že druhy netolerantní vůči fragmentaci prostředí či obecně vůči lidskému faktoru v krajině od nás během historie jednoduše vymizely (ARAÚJO 2003). V mých výsledcích (a možná i obecně v lokálním měřítku) se však tyto vlivy zřejmě neprojevují, neboť se pohybujeme na jemnější škále rozlišení. Zde tvoří rákosiny jen doplňkový habitat, takže body, které je obsahují, zahrnují i druhy, jež se vyskytují i v jiných prostředích, především v otevřené krajině. Naopak les v okolí Třebářova ze zbytku prostředí dosti ostře vystupuje, a proto mohou být i sčítací body v něm umístěné svými ptačími společenstvy nejodlišnější.

Při analýze ptačích společenstev akátových lesíků použili MIKLISOVÁ et al. (2001) dvě různé metody vyhodnocení, které však přes svůj odlišný princip poskytly stejné výsledky. V mém případě však klastrová analýza zřejmě postihla jiné vlivy strukturující sledované ptačí společenstvo než metoda PCA. Nejdále od všech ostatních bodů stál podle míry podobnosti druhového zastoupení tamních ptáků bod situovaný u konce vesnice. Naopak lesní body si sice byly velmi podobné mezi sebou a od zbytku se dosti lišily, ovšem hierarchicky v rámci celého společenstva stály svojí podobností výše body otevřené krajiny. Bylo by však příliš odvážné dále hypotetizovat nad těmito výsledky a vytvářet z nich obecná tvrzení, neboť pravděpodobně pouze odrážení environmentální specifika sledované lokality.

Za poměrně zajímavý výsledek klastrové analýzy je možno označit přiřazení bodů ležících na rozhraní lesa a otevřeného terénu ke skupině lesních bodů. Ilustruje to fakt, že lesní druhy mají na těchto bodech „větší váhu“. Je to zřejmě dáno tím, že obecně je u nás (viz např. HUDEC & ČERNÝ 1977, HUDEC 1983, 1994) i ve střední Evropě (HAGEMEIJER & BLAIR 1997) větší počet lesních druhů ptáků než druhů otevřené krajiny. To by zase mohlo souviset s tím, že se většina Starého kontinentu včetně naší republiky nalézá v biomu listnatých lesů (BEGON et al. 1997) – toto prostředí by za normálních podmínek mělo být na našem území rozšířeno nejvíce a mělo by tedy představovat nejtypičtější species pool pro střední Evropu. Člověk sice během holocénu změnil prostředí ve prospěch bezlesí (LOŽEK 1973), ovšem protože tento typ krajiny není vlastně na našem území původní, hostí pouze ty druhy, které se sem dosud stačily rozšířit ze stepních oblastí. Bylo by zajímavé sledovat obměnu české avifauny ve dlouhých časových škálách (viz např. MLÍKOVSKÝ 2002) a testovat hypotézu, která by říkala, že podíl stepních druhů se u nás v měřítku stovek až tisíců let zvyšuje, což by bylo v protikladu k událostem posledních desetiletí, kdy se naopak šíří druhy lesní vinou zarůstání nevýdělečných zemědělských ploch.

Je pozoruhodné, že PCA ani klastrová analýza neodhalily jemnější rozdělení druhů podle různých typů v rámci lesního prostředí. REIF (2003) zjistil v lesích Křivoklátska a Třeboňska dosti jasné prostorové rozvržení druhů jednak podle sukcesního stádia porostu a jednak podle zastoupení jehličnatých a listnatých stromů. Lesy v okolí Třebářova jsou proto buď vnitřně příliš homogenní, nebo je zase jejich mozaika příliš jemná na to, aby bylo možno provedenou metodou výzkumu postihnout nějaké další habitatové nuance.

### Souhrn

V hnízdních sezónách let 1999 – 2002 jsem bodovou metodou počítal ptáky na liniovém transektu v okolí Třebářova na Svitavsku. Bylo zjištěno 71 druhů a 996 jedinců. U žádného druhu nebyl během sledovaného období zjištěn signifikantní trend početnosti. Frekvenční distribuce abundancí ve studovaném společenstvu byla pozitivně šikmá, což ilustruje převahu málo početných druhů. V rámci transektu korelovala pozitivně abundance ptáků na bodě a počet druhů ptáků na bodě, méně výrazně již počet druhů ptáků na bodě a počet společných druhů dvou sousedních bodů. V rámci studovaného společenstva mezi sebou pozitivně korelovaly variabilita jednotlivých druhů v čase a v prostoru. Negativní korelace těchto proměnných s abundancí ukazuje, že více variabilní jsou početnosti u vzácných druhů. Abundance druhu s jeho hmotností statisticky významně nekorelovala a jejich vztah zobrazuje trojúhelník – velké druhy jsou vzácné, mezi malé druhy patří jak vzácné, tak hojné druhy. Sklon regresní přímky u vztahu abundance a hmotnosti je výrazně plošší, než by odpovídalo pravidlu energetické ekvivalence. Metoda PCA vydělila první hlavní osou druhy lesní, druhá hlavní osa rozdělila zbytek zhruba na druhy otevřené krajiny a druhy mokřadní. Klastrová analýza rozřadila body transektu na základě odlišnosti jejich ptačích společenstev na: okraj vesnice, otevřený terén a okolí rybníka, body s podílem lesa. Body, které ležely na rozhraní otevřené krajiny a lesa byly přiřazeny k lesním.

### Summary

From 1999 to 2002 breeding bird census was carried out in a heterogeneous landscape near Třebářov (eastern Bohemia, Svitavy district) by point count method along linear transect (one visit during each breeding season). 71 species and 996 individuals were recorded during the study period. No species showed a significant short-term trend in abundance. Frequency distribution of abundances of particular species was right skewed. This indicates that there were much more rare species than common ones in the studied bird community. There was a strong positive correlation between the total abundance of birds on a census point and the total number of species on a census point. Correlation between the number of species on a census point and the amount of common species for two neighbouring points was weaker. There was a positive correlation between spatial and temporal variability of abundances of particular species within bird community. Both these variables were negatively correlated with the abundance of particular species. This indicates that common species have more stable abundances than rare species in both space and time. There was a triangular relationship between abundance and body size – all large bodied species were rare, but both common and rare species were among small bodied ones. The slope of regression line from abundance-body size relationship was much shallower than the slope predicted by the energy equivalence rule. First major axis of the principal component analysis separated forest bird species from the studied community. Second major axis divided residual species in two groups – the open landscape species and the wetland species. Cluster analysis was based on the similarity of bird communities on particular census points. There was following hierarchical structure in dissimilarity of the census points within the transect:

edge of village, open landscape and wetlands and census points with various amount of forested area. The census points at the interface between forest and open country were added to the forest cluster.

### Poděkování

Lubor Urbánek mi pomohl s výběrem lokality a uspořádáním terénního výzkumu, David Storch ochotně zodpověděl mé dotazy týkající se některých statistických výpočtů. Za jejich laskavost jim velmi děkuji.

### Literatura

- ARAÚJO M.B., 2003: The coincidence of people and biodiversity in Europe. *Global Ecology and Biogeography* 12: 5-12.
- BEGON M., HARPER J.L., TOWNSEND C.R. (1997): Ekologie: jedinci, populace a společenstva. *Vydavatelství Univerzity Palackého, Olomouc*.
- BELL G., 2001: Neutral macroecology. *Science* 293: 2413-2418.
- BERTHOLD P., 2001: Bird migration (2nd edition). *Oxford University Press, Oxford*.
- BIBBY C.J., BURGESS N.D., HILL D.A., 1992: Bird census techniques. *Academic Press, London*.
- BLACKBURN T.M., GASTON K.J., 2001: Local avian assemblages as random draws from regional pools. *Ecography* 24: 50-58.
- BLONDEL J., ARONSON J., 1999: Biology and wildlife of the Mediterranean Region. *Oxford University Press, Oxford*.
- BROWN J.H., 1984: On the relationship between abundance and distribution of species. *American Naturalist* 124: 255-279.
- BROWN J.H., 1995: Macroecology. *University of Chicago Press, Chicago*.
- BROWN J.H., MAURER, B.A., 1987: Evolution of species assemblages: effects of energetic constraints and species dynamics on the diversification of the American avifauna. *American Naturalist* 130: 1-17.
- BROWN J.H., MEHLMAN D.W., STEVENS G.C., 1995: Spatial variation in abundance. *Ecology* 76: 2028-2043.
- CALEY M.J., SCHULTER D., 1997: The relationship between local and regional diversity. *Ecology* 78: 70-80.
- DAMUTH J., 1981: Population density and body size in mammals. *Nature* 290: 699-700.
- FORMAN R.T.T., GODRON M., 1993: Krajinná ekologie. *Academia, Praha*.
- GASTON K.J., BLACKBURN T.M., 2000: Pattern and process in macroecology. *Blackwell Science, Oxford*.
- HAGEMEIJER W.J.M., BLAIR M. J. (eds.), 1997: The EBCC atlas of European breeding birds. *T & AD Poyser, London*.
- HANSKI I., 1982: Dynamics of regional distribution: the core and satellite species hypothesis. *Oikos* 38: 210-221.
- HOLMES R.T., MARRA P.P., SHERRY T.W., 1996: Habitat specific demography of breeding black-throated warblers (*Dendroica caerulescens*): implications for population dynamics. *Journal of Animal Ecology* 65: 183-195.
- HUDEC K. (ed.), 1983: Fauna ČSSR, Ptáci 3 (I a II). *Academia, Praha*.
- HUDEC K. (ed.), 1994: Fauna ČR a SR, Ptáci 1 (2. vydání). *Academia, Praha*.
- HUDEC K., ČERNÝ W. (eds.), 1977: Fauna ČSSR, Ptáci 2. *Academia, Praha*.

- HUBBELL S.P., 2001: The unified neutral theory of biodiversity and biogeography. *Princeton University Press, Princeton*.
- JAMES F.C., WARMER N.O., 1982: Relationships between temperate forest bird communities and vegetation structure. *Ecology* 63: 159-171.
- JANDA J., ŘEPA P., 1986: Metody kvantitativního výzkumu v ornitologii. *SZN, Praha*.
- JOKIMÄKI J., HUHTA E., MÖNKKÖNEN M., NIKULA A., 2000: Temporal variation of bird assemblages in moderately fragmented and less-fragmented boreal forest landscapes: a multi-scale approach. *Écoscience* 7: 256-266.
- KOLEFF P., GASTON K.J., LENNON J.J., 2003: Measuring beta diversity for presence-absence data. *Journal of Animal Ecology* 72: 367-382.
- LAIOLO P., 2002: Effects of habitat structure, floral composition and diversity on a forest bird community in north-western Italy. *Folia Zoologica* 51: 121-128.
- LEMBERK V., 2001: Srovnání čtyř ornitocenóz lužních lesů ve východních Čechách. *Panurus* 11: 69-80.
- LENNON J.J., KOLEFF P., GREENWOOD J.J.D., GASTON K.J., 2001: The geographical structure of British bird distributions: diversity, spatial turnover and scale. *Journal of Animal Ecology* 70: 966-979.
- LOŽEK V., 1973: Příroda ve čtvrtohorách. *Academia, Praha*.
- MIKLISOVÁ D., MOŠANSKÝ L., OBUCH J., 2001: Dve metody vyhodnotenia ornitocenóz agatových lesíkov Východoslovenskej nížiny. *Panurus* 11: 101-106.
- MLÍKOVSKÝ J., 2002: Raně pleistocenní ptáci Stránské skály, České republiky: 2. Absolonova jeskyně. *Sylvia* 38: 19-28.
- NAGY K.A., GIRARD I.A., BROWN T.K., 1999: Energetics of free-ranging mammals, reptiles, and birds. *Annual Review of Nutrition* 19: 247-277.
- NEE S., READ A.F., GREENWOOD J.J.D., HARVEY P.H., 1991: The relationship between abundance and body size in British birds. *Nature* 351: 312-313.
- REIF J., 2003: Faktory ovlivňující diverzitu, početnost a velikost teritorií ptáků v lesních společenstvech CHKO Třeboňsko a CHKO Křivoklátska (makroekologický přístup v malém měřítku). *Diplomová práce, Ústav pro životní prostředí, PřF UK, Praha*.
- ROSENZWEIG M.L., 1995: Species diversity in space and time. *Cambridge University Press, Cambridge*.
- RUSSO S.E., ROBINSON S.K., TERBORGH J., 2003: Size-abundance relationships in an Amazonian bird community: implications for energy equivalence rule. *American Naturalist* 161: 267-283.
- SÁDLO J., STORCH D., 2000: Biologie krajiny. Biotopy České republiky. *Nakladatelství Vesmír, Praha*.
- STORCH D., 1993: Prostorové aspekty ekologie ptačího společenstva. *Diplomová práce, katedra zoologie, PřF UK, Praha*.
- STORCH D., 1995: Prostorové aspekty ekologie vybraných ptačích druhů v NPR Karlštejn (střední Čechy). *Sylvia* 31: 53-60.
- STORCH D., 1998: Densities and territory sizes of birds in two different lowland communities in Eastern Bohemia. *Folia Zoologica* 47: 181-188.

- STORCH D., FRYNTA D., 2000: Evolution of habitat selection: stochastic acquisition of cognitive clues? *Evolutionary Ecology* 13: 591-600.
- STORCH D., GASTON K.J., CEPÁK J., 2002: Pink landscapes: 1/f spectra spectra of spatial environmental variability and bird community composition. *Proceedings of The Royal Society of London B* 269: 1791-1796.
- STORCH D., KOTECKÝ V., 1999: Structure of bird communities in the Czech Republic: the effect of area, census technique and habitat type. *Folia Zoologica* 48: 265-277.
- STORCH D., REIF J., 2002: Makroekologie ptáků: co všechno se lze dozvědět z velkoplošných mapování. *Sylvia* 38: 1-18.
- STORCH D., ŠÍZLING A.L., 2002: Patterns in commonness and rarity in central European birds: reliability of the core-satellite hypothesis within a large scale. *Ecography* 25: 405-416.
- STORCH D., ŠÍZLING A.L., GASTON K.J., 2003: Geometry of the species-area relationship in central European birds: testing the mechanism. *Journal of Animal Ecology* 72: 509-519.
- ŠŤASTNÝ K., BEJČEK V., FLOUSEK J., 1997: Jednotný program sčítání ptáků v ČR. *Zprávy ČSO* 44: 91.
- TERBORGH J., ROBINSON S.K., PARKER T.A., MUNN C.A., PIERPONT N., 1990: Structure and organization of an Amazonian forest bird community. *Ecological Monographs* 60: 213-238.
- TILMAN D., 1999: The ecological consequences of biodiversity: a search for general principles. *Ecology* 80: 1455-1474.
- VALONE T.J., HOFFMANN C.D., 2003: Population stability is higher in more diverse annual plant communities. *Ecology Letters* 6: 90-95.
- WIENS J.A., 1989: Ecology of bird communities I. Foundations and patterns. *Cambridge University Press, Cambridge*.
- WELSH D.A., LOUGHEED S.C., 1996: Relationships of bird community structure and species distributions to two environmental gradients in the northern boreal forest. *Ecography* 19: 194-208.
- WHITTAKER R.J., WILLIS K.J., FILED R., 2001: Scale of species richness: towards a general, hierarchical theory of species diversity. *Journal of Biogeography* 28: 453-470.
- WILSON E.O., 1995: Rozmanitost života. *Nakladatelství Lidové Noviny, Praha*.
- ZASADIL P., 2001: Ptačí společenstva rybníčních hrází v CHKO Třeboňsko. *Sylvia* 37: 27-42.



**Tab. 1:** Početnost jednotlivých druhů ptáků na bodovém transektu v okolí Třebářova. Abund – průměrná početnost druhu za čtyři roky sledování, % – dominance druhu,  $CV_{\text{roky}}$  – variační koeficient zachycující kolísání abundance druhu mezi jednotlivými roky sledování,  $CV_{\text{prostor}}$  – variační koeficient zachycující kolísání abundance druhu mezi jednotlivými body transektu.

**Tab. 1:** Abundance of particular bird species in the vicinity of Třebářov. Abund – average abundance for study period, % – dominance,  $CV_{\text{roky}}$  – coefficient of variance for years of the study period,  $CV_{\text{prostor}}$  – coefficient of variance for census points of whole transect.

Druh / Species	Abund	%	$CV_{\text{roky}}$	$CV_{\text{prostor}}$
<i>Fringilla coelebs</i>	24	9,22	0,12	0,8
<i>Sylvia atricapilla</i>	18,5	7,11	0,05	0,59
<i>Alauda arvensis</i>	15,75	6,05	0,32	1,42
<i>Phylloscopus collybita</i>	12,5	4,8	0,31	0,87
<i>Acrocephalus palustris</i>	11,75	4,52	0,29	1,34
<i>Turdus merula</i>	11,5	4,42	0,3	0,53
<i>Emberiza citrinella</i>	10,75	4,13	0,35	0,95
<i>Locustella fluviatilis</i>	10,5	4,04	0,18	1,61
<i>Turdus philomelos</i>	8	3,07	0,25	0,85
<i>Parus ater</i>	7,25	2,79	0,13	1,26
<i>Cuculus canorus</i>	7	2,69	1,3	0,84
<i>Sylvia communis</i>	7	2,69	0,37	1,05
<i>Turdus pilaris</i>	6,75	2,59	0,61	1,74
<i>Sireptopelia turtur</i>	6,33	2,43	0,78	1,05
<i>Troglodytes troglodytes</i>	5,75	2,21	0,26	1,58
<i>Purnella modularis</i>	5	1,92	0,54	1,3
<i>Regulus regulus</i>	5	1,92	0,43	1,52
<i>Erithacus rubecula</i>	4,75	1,83	0,26	1,25
<i>Sylvia borin</i>	4,75	1,83	0,47	1,43
<i>Columba palumbus</i>	4,67	1,79	0,68	1,54
<i>Turdus viscivorus</i>	4,5	1,73	0,38	1,29
<i>Aythya fuligula</i>	4,33	1,67	0,77	3,47
<i>Fulica atra</i>	4,33	1,67	1,31	1,95
<i>Loxia curvirostra</i>	4	1,54	1,35	2,8
<i>Phylloscopus trochilus</i>	3,75	1,44	0,55	2,07
<i>Larus ridibundus</i>	2,33	0,9	1,64	4,47
<i>Remiz pendulinus</i>	2,25	0,86	0,43	2,22
<i>Coccothraustes coccothraustes</i>	2,25	0,86	0,92	1,83
<i>Dendrocopos major</i>	2	0,77	0,86	2,44
<i>Parus major</i>	2	0,77	1	1,5
<i>Acrocephalus scirpaceus</i>	2	0,77	0,41	3,92
<i>Phylloscopus sibilatrix</i>	2	0,77	0,41	1,7
<i>Locustella naevia</i>	1,75	0,67	0,72	1,68
<i>Pyrrhula pyrrhula</i>	1,75	0,67	0,86	1,68
<i>Anas platyrhynchos</i>	1,67	0,64	1,51	2,87

**Tab. 1:** Početnost jednotlivých druhů ptáků na bodovém transektu v okolí Třebářova – pokračování.

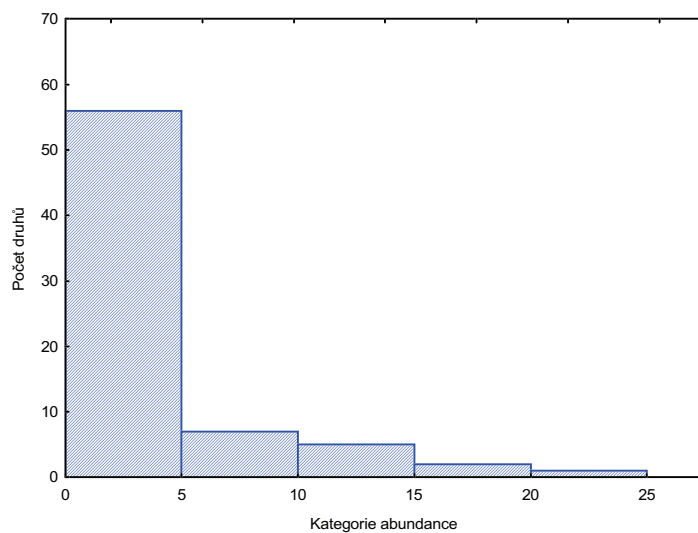
**Tab. 1:** Abundance of particular bird species in the vicinity of Třebářov – continue.

Druh / Species	Abund	%	CV <sub>rok</sub>	CV <sub>prostor</sub>
<i>Aythya ferina</i>	1,67	0,64	2	3,64
<i>Circus aeruginosus</i>	1,67	0,64	1,2	2,2
<i>Streptopelia decaocto</i>	1,67	0,64	0,77	2,55
<i>Vanellus vanellus</i>	1,5	0,58	1,15	2,44
<i>Certhia familiaris</i>	1,5	0,58	0,67	1,9
<i>Regulus ignicapillus</i>	1,5	0,58	0,67	2,19
<i>Sturnus vulgaris</i>	1,5	0,58	0,67	1,9
<i>Carduelis chloris</i>	1,5	0,58	0,86	1,9
<i>Emberiza schoeniclus</i>	1,5	0,58	0,86	1,9
<i>Cygnus olor</i>	1,33	0,51	1,15	2,62
<i>Buteo buteo</i>	1,33	0,51	0,82	2,05
<i>Tachybaptus ruficollis</i>	1	0,38	2	3,26
<i>Ardea cinerea</i>	1	0,38	1,28	2,44
<i>Charadrius dubius</i>	1	0,38	2	3,26
<i>Parus cristatus</i>	1	0,38	0,82	2,05
<i>Saxicola rubetra</i>	1	0,38	0,82	3,48
<i>Hippolais icterina</i>	1	0,38	0,82	2,62
<i>Acrocephalus schoenobaenus</i>	1	0,38	0,82	3,48
<i>Muscicapa striata</i>	1	0,38	1,41	2,05
<i>Garrulus glandarius</i>	0,75	0,29	1,28	2,44
<i>Oriolus oriolus</i>	0,75	0,29	0,67	3,26
<i>Motacilla alba</i>	0,5	0,19	2	3,08
<i>Lanius collurio</i>	0,5	0,19	1,15	3,08
<i>Parus caeruleus</i>	0,5	0,19	1,15	3,08
<i>Sitta europea</i>	0,5	0,19	1,15	3,08
<i>Serinus serinus</i>	0,5	0,19	2	3,08
<i>Passer domesticus</i>	0,5	0,19	1,15	4,47
<i>Ciconia ciconia</i>	0,33	0,13	2	4,47
<i>Phasianus colchicus</i>	0,33	0,13	2	4,47
<i>Columba oenas</i>	0,33	0,13	2	4,47
<i>Dryocopus martius</i>	0,33	0,13	2	4,47
<i>Motacilla cinerea</i>	0,25	0,1	2	4,47
<i>Parus palustris</i>	0,25	0,1	2	4,47
<i>Acrocephalus arundinaceus</i>	0,25	0,1	2	4,47
<i>Sylvia curruca</i>	0,25	0,1	2	4,47
<i>Carduelis spinus</i>	0,25	0,1	2	4,47

**Tab. 2:** Charakteristiky jednotlivých bodů na transektu v okolí Třebářova; Jaccard – Jaccardův index, Diverzita – druhová bohatost, Abund – abundance všech ptáků na bodě.

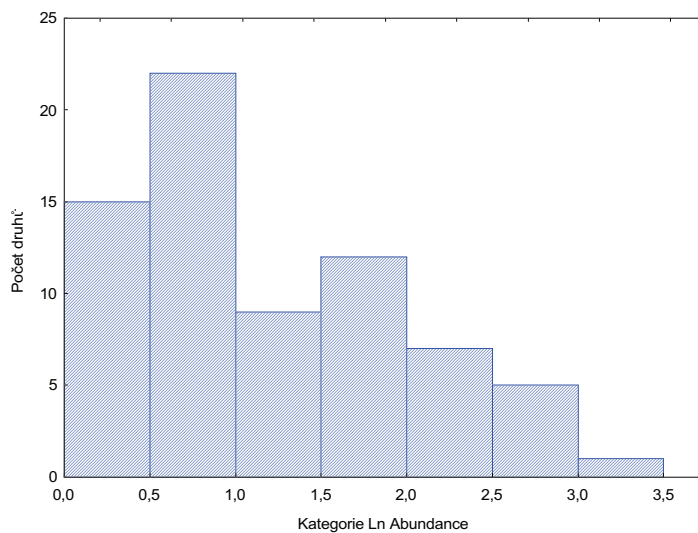
**Tab. 2:** Characteristics of particular census points on transect near Třebářov; Jaccard – Jaccard index, Diversity – species richness, Abundance – total abundance of all birds on a point.

Bod Point	Jaccard Jaccard	Diverzita Diversity	Abund Abund	Popis Description
1	0,25	15	38	rozhraní vsi a pole / <i>interface between village and field</i>
2	0,42	10	33	pole s rákosinou / <i>field with a reedbed</i>
3	0,36	7	29	pole s keřem / <i>field with one shrub</i>
4	0,42	12	34	pole s loukou, v dálce rybník / <i>field with a meadow, one fishpond in background</i>
5	0,50	15	37	pole s loukou, zarostlou strouhou a rybníkem / <i>field with a meadow, a fishpond and with a scrubby creek</i>
6	0,35	27	56	rozhraní pole a lesa, v dálce rybník / <i>interface between field and forest, one fishpond in background</i>
7	0,65	19	48	jehličnatý les / <i>coniferous forest</i>
8	0,59	19	46	jehličnatý les s pasekou / <i>coniferous forest with a scrubby clearcut</i>
9	0,54	16	39	jehličnatý les s pasekou a přimísenými listnáči / <i>coniferous forest with a scrubby clearcut and some deciduous trees</i>
10	0,37	23	60	jehličnatý les s pasekou a přimísenými listnáči / <i>coniferous forest with a scrubby clearcut and some deciduous trees</i>
11	0,46	18	49	jehličnatý les s pasekou, přimísenými listnáči a loukou / <i>coniferous forest with a scrubby clearcut, some deciduous trees and a meadow</i>
12	0,41	17	48	jehličnatý les s pasekou a přimísenými listnáči / <i>coniferous forest with a scrubby clearcut and some deciduous trees</i>
13	0,48	21	58	jehličnatý les s pasekou / <i>coniferous forest with a scrubby clearcut</i>
14	0,45	22	43	rozhraní jehličnatého a listnatého lesa / <i>interface between coniferous and broad-leaved forest</i>
15	0,48	20	49	rozhraní smíšeného lesa a louky s keři / <i>interface between forest and scrubby meadow</i>
16	0,42	30	79	rozhraní smíšeného lesa a pole, opodál mokřiny a keře / <i>interface between forest and field, wetlands and shrubs in background</i>
17	0,40	24	63	pole a bažina, v dálce les / <i>field and wetland, a forest in background</i>
18	0,50	25	56	rozhraní pole a rybníka s litorálem, stromy a keři na hrázi / <i>interface between field and fishpond with reedbeds, trees and shrubs on its dike</i>
19	0,66	30	62	rozhraní pole a rybníka s litorálem, stromy a keři na hrázi / <i>interface between field and fishpond with reedbeds, trees and shrubs on its dike</i>
20	0,43	28	69	rozhraní pole a rybníka s litorálem, stromy a keři na hrázi / <i>interface between field and fishpond with reedbeds, trees and shrubs on its dike</i>



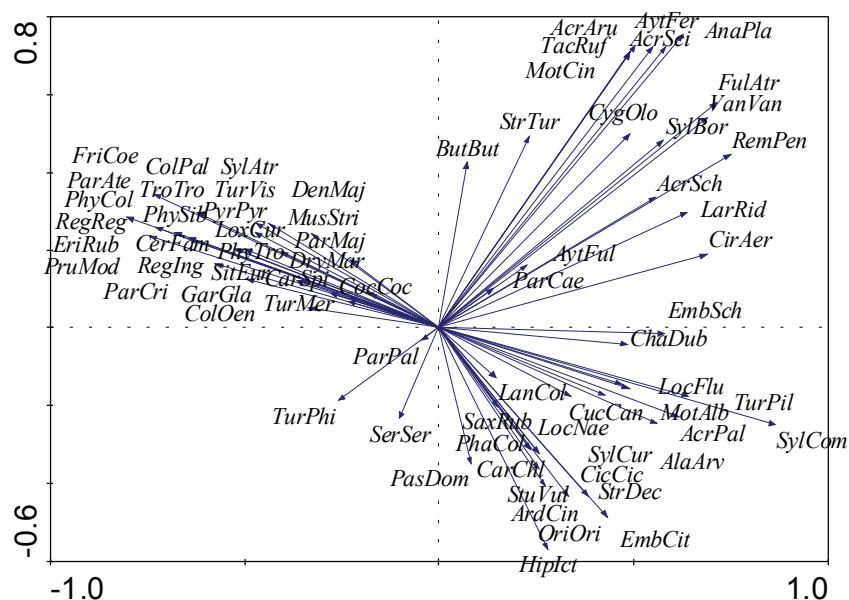
**Obr. 1:** Frekvenční histogram abundancí jednotlivých druhů v ptačím společenstvu v okolí Třebářova. Šikmost = 2,29.

**Fig. 1:** Frequency histogram of abundances in the bird community near Třebářov. Skewness = 2,29.



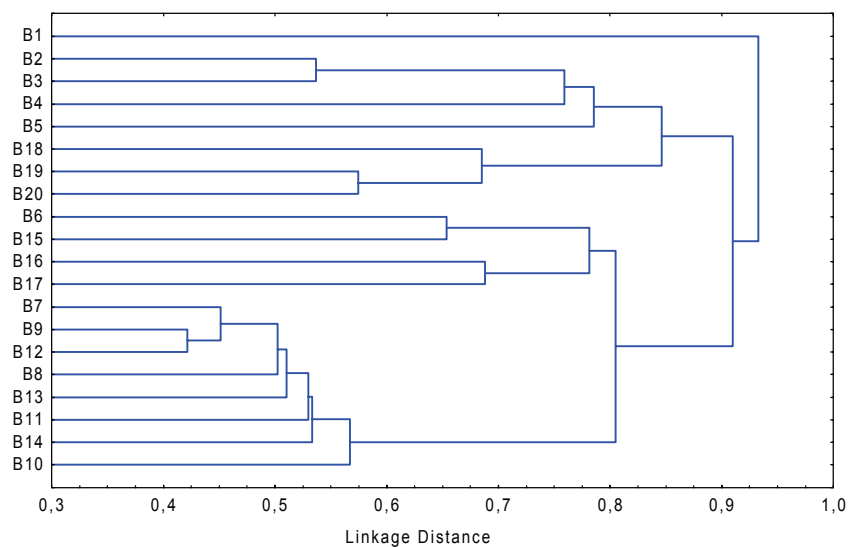
**Obr. 2:** Frekvenční histogram  $\ln$  abundancí jednotlivých druhů v ptačím společenstvu v okolí Třebářova. Šikmost = 0,70.

**Fig. 2:** Frequency histogram of  $\ln$  abundances in the bird community near Třebářov. Skewness = 0,70.



**Obr. 3:** Biplot z analýzy PCA ptačího společenstva v okolí Třebáňova. Přerušované čáry jsou hlavní osy (první – vodorovná, druhá – svislá). Každý druh je na gradientu tvořeném první (resp. druhou) osou znázorněn šipkou a zkratkou prvních tří písmen každého slova latinského názvu. Čím je šipka delší a čím těsněji se přimyká k ose, tím více abundance daného druhu koreluje s gradientem, který osa zachycuje. Habitatově nevyhraněné druhy mají krátké šipky uprostřed grafu. V levé části grafu je vidět výrazný shluk lesních druhů, jejichž abundance silně koreluje s první hlavní osou. V pravé části jsou druhy rozděleny podél druhé hlavní osy na druhy otevřené krajiny a druhy rybníků a jejich okolí. Důležitá pro polohu druhu v grafu je pozice šipky – zkratka názvu byla z důvodů lepší čitelnosti u některých druhů posunuta.

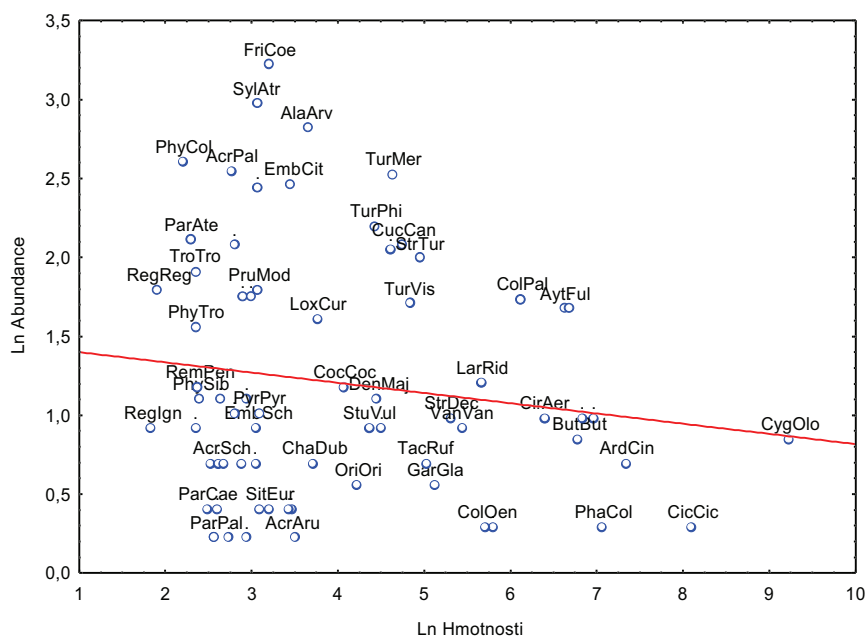
**Fig. 3:** PCA biplot for bird community near Třebáňov. Dashed lines are the main axis (first is horizontal, second is vertical). An arrow with an abbreviation of species name draws position of each species on the gradient along first and second axis. The abbreviations were created from first three letters of each word in species scientific name. Length of the arrow and its distance from the axis demonstrates the strength of correlation of abundance of the species with the gradient depicted by the axis. Species with unclear habitat associations has short arrows in the middle of the graph. There is a distinct aggregation of forest species in the left side of the graph, their abundances are strongly correlated with first main axis. The distribution of particular species along second main axis is shown in the right side of the graph; they are divided into two groups: open country species and species of fishponds with surround. Position of the arrow in the graph is more important characteristic of the species than its abbreviation – the abbreviations were pushed aside for better reading in several cases.



**Obr. 4:** Dendrogram klastrové analýzy ptačího společenstva okolí Třebářova. B1 – B20 jsou jednotlivé body sčítacího transektu. Charakteristiky prostředí na jednotlivých bodech viz tab. 2. Délka čar mezi jednotlivými body znázorňuje podobnost jejich ptačích společenstev: nejpodobnější jsou si body 9 a 12; nejodlišnější od ostatních bodů na transektu je bod 1.

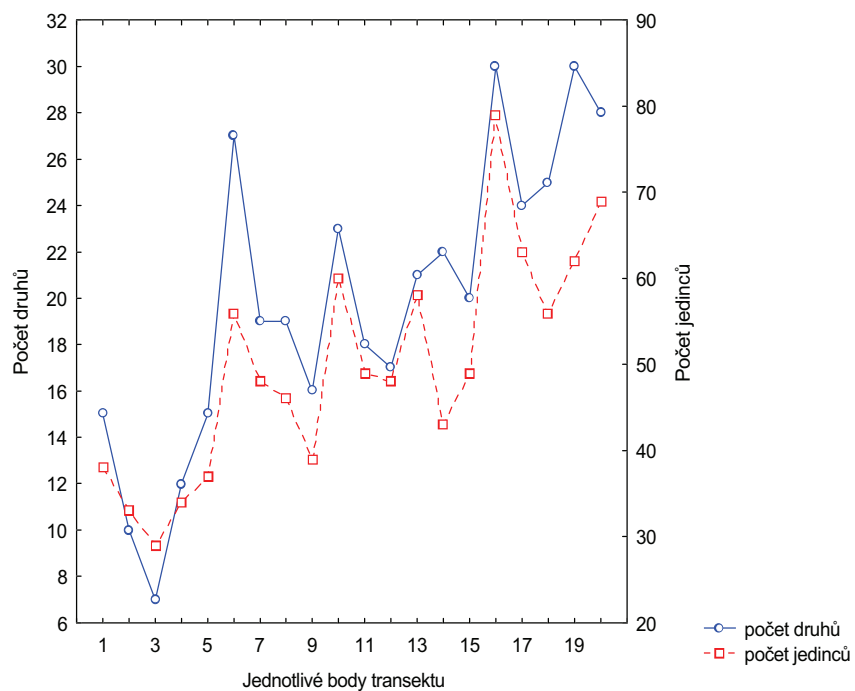
**Fig. 4:** Tree diagram from cluster analysis of the bird community near Třebářov. B1 – B20 are names of particular census points of the transect. For environmental characteristics of particular points see Table 2. Length of lines between particular points demonstrates the rate of similarity of bird communities at these points: e.g. points 9 and 12 are the most similar ones to each other among all points of the transect; point 1 is the most dissimilar point among all points of the transect.





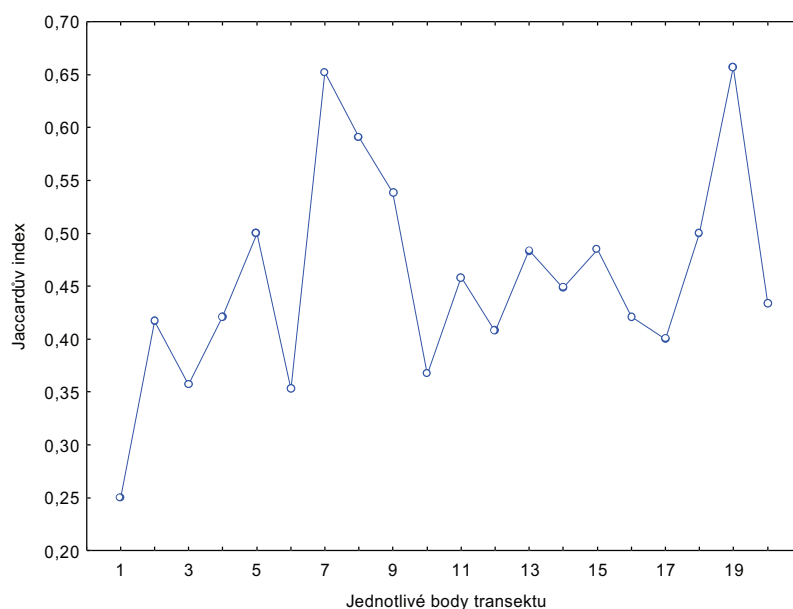
**Obr. 5:** Lineární regrese abundance jednotlivých druhů a jejich hmotnosti v ptačím společenstvu okolí Třebářova. Hmotnost i abundance byly ln transformovány. Každý druh je na grafu znázorněn kolečkem a zkratkou z prvních tří písmen každého slova latinského názvu. Některé názvy musely být pro jejich nečitelnost při těsném nahloučení bodů nahrazeny tečkou. Rovnice regrese:  $y = 1,46 - 0,06 * x$ ;  $r^2 = 0,02$ ;  $r = -0,14$ ,  $p = 0,243$

**Fig 5:** Linear regression of abundance and body size in bird community near Třebářov. Both variables are ln transformed. Each species is depicted by a barrow and a abbreviation from first three letters of each word of scientific name. Black dots in the graph are species, whose names were unreadable for their close aggregation. Regression equation:  $y = 1,46 - 0,06 * x$ ; R squared = 0,02;  $r = -0,14$ ,  $p = 0,243$



**Obr. 6:** Změny v počtu druhů ptáků a počtu jedinců podél transektu v okolí Třebářova. Počty jsou sumarizovány za celé sledované období. Environmentální charakteristiky jednotlivých bodů viz tab. 2.

**Fig. 6:** Changes in number of species and number of individuals of birds along the census transect near Třebářov. The numbers are summarised for the whole census period. For environmental characteristics of particular census points of the transect see Table 2.



**Obr. 7:** Změny v druhovém složení ptačího společenstva podél sčítacího transektu v okolí Třebářova vyjádřené Jaccardovým indexem. Index byl spočítán vždy pro sousední dvojice bodů (tj. 1 a 2, 2 a 3,...) a jeho hodnota byla přiřazena k nižšímu bodu dvojice (tj. pro 1 a 2 k 1, pro 2 a 3 ke 2,...). Čím je index vyšší, tím jsou si sousední body podobnější. Čím je index nižší, tím výrazněji se ptačí společenstvo mezi danými dvěma body mění.

**Fig. 7:** Changes in species composition of the bird community along the census transect near Třebářov. Rate of the change is expressed by Jaccard index. The index was always computed for neighbouring couples of census points (i.e. for 1 and 2, 2 and 3, etc.) and its value bound to lower point in the couple (i.e. for couple of points 1 and 2 to point 1, for 2 and 3 to 3 etc.). High value of the index indicates high similarity of neighbouring points. Low value of the index indicates strong turnover in species composition of the bird community.