

**Univerzita Palackého v Olomouci**  
**Přírodovědecká fakulta**  
**Katedra zoologie a ornitologická laboratoř**



**Dlouhodobé změny jarní a podzimní  
fenologie ptáků na území ČR**

**Diplomová práce**

**Jakub Mach**

**Studijní obor: Zoologie**

**Vedoucí práce: Mgr. Peter Adamík, Ph.D.**

**Olomouc 2011**



## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně pod vedením Mgr. Petera Adamíka, Ph.D. a že uvádím veškerou použitou literaturu.

V Olomouci, dne 10. srpna 2011

.....

podpis

## **Poděkování**

Upřímně děkuji vedoucímu své diplomové práce, Peteru Adamíkovi, za vstřícný přístup, trpělivost, ochotu a cenné rady, kterých nebylo málo a bez jeho vstřícně míněným radám a pomoci bych práci nedokončil. Dále také Ing. Jiřímu Nekovářovi, CSc. za poskytnutí fenologických dat z archivu Českého hydrometeorologického ústavu a Ing. Petrovi Lumpemu za data z České společnosti ornitologické. Za tisíce údajů stojí stovky anonymních pozorovatelů, za což jim patří také velké poděkování. Děkuji všem blízkým lidem za podporu při práci.

## Bibliografická identifikace

Jméno a příjmení autora: Jakub Mach

Název práce: Dlouhodobé změny jarní a podzimní fenologie ptáků na území ČR

Typ práce: Diplomová práce

Vedoucí práce: Mgr. Peter Adamík, Ph.D.

Pracoviště: Katedra zoologie a ornitologická laboratoř, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého v Olomouci

Rok obhajoby práce: 2011

Rozsah a jazyk práce: 33 s., 10 příloha, česky

### Abstrakt:

Studie zhodnocuje příletová a odletová data osmi druhů ptáků a vliv NAO indexu na jejich fenologii v období 1923-2009. Délka časové řady je 87 let. Zjistil jsem, že první jarní ptačí druhy (skřivan, špaček, drozd) jsou více vnímavé vůči počasí než druhy později přilétající. Časování návratu těchto druhů na hnízdiště je průkazně ( $p < 0,05$ ) spojeno s NAO indexem měsíců předcházejících začátkem migrace. Ovlivnění křepelky jako dálkového migranta NAO indexem je překvapující a důvod není jasný. Druhy zalétající dále do Afriky neprokázaly na území ČR vztah s NAO indexem. Především v západní a severní Evropě je tah dálkových migrantů na hnízdiště ovlivněn NAO, ale mechanismus není totožný s druhy tažnými na krátkou vzdálenost. U sedmi druhů jsem zjistil jednotný trend příletu v posledních 40 letech. Téměř jednotný trend časnějšího příletu byl v posledních čtyřiceti letech zjištěn u sedmi druhů a shoduje se s počátkem nástupu teplé periody. Příletová data skřivana polního se ve sledovaném období významně nemění.

Odletová data se v průběhu času znatelně mění, ale změny není možné obecně přiřadit ke klimatickým proměnným používaným ke studiu jarní fenologie, např. NAO indexu. Časnější přílet a hnízdění umožní buďto rychlejší odlet z hnízdiště, vytvoření více snůšek anebo díky příznivějším podmínkám delší pobyt na hnízdišti. Největší změnu v odletové fenologii jsem zjistil u drozda (opoždění odletu o 25-30 dní), rorýse (odlétá dříve o 20-25 dní) a křepelku (odlétá dříve přibližně o 15 dní). Dostupná literatura není tak bohatá jako v případě příletových dat.

Klíčová slova: fenologie, podnebí, NAO, tažní ptáci, migrace

Bibliographical identification

Author's first name and surname: Jakub Mach

Title: Long-term changes in spring and autumn phenology of birds in the  
Czech Republic

Type of thesis: Master's thesis

Supervisor: Mgr. Peter Adamík, Ph.D.

Place of work: Department of Zoology and Laboratory of Ornithology, Faculty  
of Science, Palacký University in Olomouc

The year of presentation: 2011

Extent and language: 33, 10 appendix, in Czech

Abstract:

This study analyzes arrival and departure dates in eight species of birds and its association with NAO index during 1923-2009. Time span of 87 years is covered. Birds arriving first in springtime (skylark, starling and song thrush, short-distance migrants) are more responsive to weather than their later arriving counterparts (long-distance migrants). Timing of arrival to breeding grounds is significantly associated ( $<0,05$ ) with winter NAO index preceding the onset of migration. Correlation between quail and winter NAO index is surprising and not yet explained. Long-distance migrants arriving to the Czech Republic are generally not under direct effect of the winter NAO index. In contrary, there are several studies claiming that long-distance migrants arriving to breeding grounds in western and northern Europe are correlated with NAO index. Triggers are still unknown and different from those found in short distance migrants because NAO do not have strong effect in African grounds. Trend towards earlier arrival was found in seven species out of eight and is in line with start of warmer period. Arrival dates of skylark have not changed significantly.

There is not a coherent pattern in responses determining departure dates of various species. Advancement in arrival and breeding may result in earlier departure in autumn or shifts in brood size or may lead to later departure due to longer summer and later autumn. The most significant change was found in song thrush with delay in departures by ca. 25-30 days. Opposite trend showed swift and quail which tend to depart earlier. Arrival dates are studied more than departure dates.

Keywords: phenology, climate, NAO, migrant birds, migration

## Obsah

1. Úvod.....	8
2. Cíle práce.....	12
3. Materiál a metody.....	13
4. Výsledky.....	14
5. Diskuze.....	17
6. Literatura.....	19
7. Přílohy.....	25

## 1. Úvod

Přírodní děje a jevy v přírodě probíhající jsou jedním z nejčastějších motivů, jimiž se vědecký výzkum zabývá. V této práci se píše o dějích fenologických. Fenologie je vědecká disciplína, která se zabývá průběhem periodicky se opakujících životních projevů živočichů a rostlin se vztahem k počasí a podnebí. Pozorovatelné období v životním cyklu organismu, které lze vymezit začátkem a koncem, a často se cyklicky opakuje, je tzv. fenologická fáze (fenofáze). Tematicky se v biologii ptáků jedná např. o jarní přilet a podzimní odlet ptačích druhů nebo načasování hnízdění.

Během dvacátého století se celosvětově zvýšila teplota zemského povrchu o  $0,6 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ . Nárůst teplot není postupný a lze zaznamenat dvě období silnějšího růstu - přibližně mezi lety 1910-1945 a od sedmdesátých let 20. století dodnes. Teplota souše roste výrazně rychleji než teplota povrchu oceánu. Vzrůst teploty se předpokládá i nadále (Trenberth et al. 2007, IPCC 2007).

Takové změny klimatu mají celou řadu ekologických dopadů, především posuny fenologie rostlin a živočichů vyskytujících se v mírném pásmu na severní polokouli (Root et al. 2003). Během poslední dekády se stala fenologická pozorování rostlin a živočichů důležitým a nezastupitelným nástrojem při studiu změn podnebí, což dokazují mnohé vědecké statě. Zvláště rostliny reagují na změny podnebí velice citlivě a téměř všechny jarní fenofáze rostlin vykazují na různých místech Evropy negativní korelaci (dřívější nástup) s vyššími teplotami v předchozích 1-3 měsících (Sparks et al. 2009). U migrujících druhů ptáků se závislost na změně podnebí a počasí projevuje variabilitou v načasování jednotlivých fenologických fází, zejména např. přilet na hnízdiště a odlet na zimoviště (Crick & Sparks 1999, Forchhammer et al. 2002, Tryjanowski et al. 2002, Hüppop & Hüppop 2003, Hubálek 2004, Lehikoinen et al. 2004, Vähätalo et al. 2004, Adamík & Pietruzsková 2008, Biaduň et al. 2009), začátek a velikost snůšky (Przybylo et al. 2000, Both and Visser 2001, Hušek & Adamík 2008, Najmanová & Adamík 2009), a další. Výše uvedené práce potvrzují trend k časnějšímu přiletu většiny ptačích druhů na hnízdiště při jarní migraci, zejména od sedmdesátých let 20. století. Načasování fenofází však není stejnoměrné a mezi regiony vykazuje rozkolísanost, od časnějšího přiletu po pozdější přilet (Visser et al. 1998).

Nejčastěji zkoumaným faktorem v souvislosti s dlouhodobými změnami fenologických fází jsou klimatologické charakteristiky, především teplota



(Gordo 2007). Jsou li jarní teploty v mírném pásu nadprůměrné, ptáci reagují dřívějším přiletem na hnízdiště. Vyšší jarní teploty uspiší fenologii rostlin a bezobratlých, což vytváří příhodné ekologické podmínky na migrační cestě a na hnízdišti (Hüppop & Hüppop 2003, Vähätalo et al. 2004, Menzel et al. 2006). Pozitivní vliv na rychlost migrace má i počasí, především síla a směr větru (Sinelschikova et al. 2007) a srážky (Boyd 2003, Gordo et al. 2005, Zalakevicius et al. 2006, Kalvāne 2009). Naopak nepříznivé podmínky – nízká teplota, srážky a protivítr - přilet ovlivňují nepříznivě z důvodu snížené schopnosti letu a fyzické kondice (Richardson 1990). Uvedené mechanismy nemohou mít vliv na dálkové migranty ze subsaharské Afriky hnízdící v jižní Evropě, kteří také přilétají dříve (Gordo & Sanz 2005, Gordo et al. 2005, Jonzén et al. 2006, Saino et al. 2007, Gordo 2007), protože nejsou během migrace na sever ovlivněny podmínkami v mírném pásu.

Průmětem komplexu aktuálních klimatologických charakteristik (teplota, tlak, vítr, sluneční svit, vlhkost, srážky) je počasí. Tyto zmiňované proměnné vykazují na poměrně velkém území vysoký stupeň shody. Dlouhodobě tyto klimatické charakteristiky vytváří index severoatlantické oscilace (NAO, North Atlantic Oscillation). NAO je jedním z nejlépe prostudovaných velkoprostorových klimatických fenoménů, který udává klimatickou variabilitu od východního pobřeží USA po Sibiř a od Arktidy po subtropický Atlantik (Hurrell et al. 2001). Ovlivňuje tedy klima Evropy a části Afriky. NAO index je odvozován na základě rozdílů tlaků na mořské hladině mezi tlakovou níží nad Stykkisholmurem, Reykjavik (Island) a tlakovou výší nad Ponta Delgada na Azorských ostrovech (Portugalsko). Pro účely zjišťování vlivu NAO indexu na migraci ptáků se používá index buď jednotlivých měsíců předcházejících jarní migraci, nebo zimní NAO index (průměr za měsíce prosinec až březen). (Forchhammer et al. 2002, Hüppop & Hüppop 2003, Stenseth et al. 2003, Hubálek 2003, 2004, Vähätalo et al. 2004, Jonzén et al. 2006).

Při negativní severoatlantické oscilaci proudí chladný a sušší vzduch ze severovýchodu do Evropy a tím je průběh zimy studenější. Při pozitivní severoatlantické oscilaci silné jihozápadní proudění přináší vlhčí vzduch nad západní a severní Evropu, což během zimy a jara způsobuje vyšší teploty a více srážek (Hurrell et al. 2001); kolem střeozemního moře a na území severozápadní a jihovýchodní Afriky je zima a jaro naopak sušší, což má za následek menší produktivitu rostlinné biomasy a to může zpomalit přelet

subsaharských migrantů přes tyto oblasti na evropská hnízdiště (Jonzen et al. 2006). Zimní NAO index od roku 1864 je volně přístupný na stránkách <http://www.cgd.ucar.edu/cas/jhurrell/nao.stat.winter.html>, které publikuje Jim Hurrell. V České republice teplota vzduchu výrazně koreluje se zimním NAO indexem ( $r = +0.78$ ) (Tkadlec et al. 2006).

Časný přilet na hnízdiště má zásadní význam pro stěhovavé ptáky a obecně pro živočichy se sezónní reprodukcí. Z důvodu soupeření samců o přístup k samicím často samci přilétají dříve než samice, a to i za cenu negativního vlivu na jedince samotného. Soupeření o opačné pohlaví a doba přiletu jedince vykazují nepřímou úměru, a proto čím lepší má jedinec kondici, tím má lepší předpoklady v kompetici obstát (Møller 1994, Kokko 1999). Hnízdění ptáků je načasováno tak, aby mohli co největší měrou využít vrchol potravní nabídky. Pokud se druh nepřizpůsobí časnějšímu nástupu jara, může to mít na průběh hnízdění negativní efekt (Visser et al. 2004). Většina pěvců hnízdících v mírném pásmu patří mezi tažné druhy, načasování migrace má tak zásadní vliv na počátek hnízdění (Both & Visser 2001). Tažné druhy migrující na krátkou vzdálenost (Evropa, severní Afrika) mohou, díky spojitosti klimatu zimoviště a hnízdiště, přímo přizpůsobit načasování migrace klimatickým změnám probíhajícím na hnízdišti a reagovat tak okamžitě (Jonzén et al. 2006).

U dálkových migrantů na sebe klimatická korelace hnízdiště a zimoviště nenavazuje a přesto v letech s pozitivním NAO indexem přilétají dříve, i když ne tak znatelně jako druhy migrující na krátkou vzdálenost (Forchhammer et al. 2002, Tryjanowski et al. 2002, Stervander et al. 2005). Slabší korelace s NAO může být dána v průměru pozdějším přiletem dálkových migrantů na hnízdiště, protože přímý účinek NAO indexu v dubnu a květnu je výrazně slabší než v únoru a březnu (Hubálek 2004). Nepřímo může pozitivní NAO index způsobit časnější přilet zlepšením ekologických podmínek na tahu, např. větší abundancí potravy (Hüppop & Hüppop 2003). Další vysvětlení je, že odlet ze zimoviště je kontrolován endogenně (fyziologicky) a synchronizace tahu s vnějšími podmínkami se uplatňuje až ve druhé části tahové cesty při průletu Evropou (Huin & Sparks, 2000, Zalakevicius et al. 2005). Jak uvádí Jonzén et al. (2006), časnější přilet do severní Evropy (Skandinávie) nemůže být vysvětlen pouze rychlejším průtahem kontinentální Evropou za příhodných klimatických podmínek, jelikož dřívější přilet zaznamenal už na ostrově Capri (Itálie), tedy ještě na začátku oblasti ovlivňované pozitivním NAO indexem. To

podle něj nasvědčuje buď dřívějšímu odletu ze zimoviště, nebo zrychlením průtahu přes africký kontinent. Obě alternativy jsou projevem odpovědi fenotypu na podmínky na zimovišti v Africe, kdy rok s příznivějšími podmínkami působí pozitivně na stav jedince před migrací, na migraci samotnou a naopak. U dálkových migrantů je tedy produktivita na evropských hnízdištích do značné míry ovlivněna podmínkami na afrických zimovištích. Zhoršující se podmínky v afrických stanovištích tedy mohou částečně vysvětlit negativní populační trendy některých ptačích druhů v Evropě (Saino et al. 2004). Jonzén et al. (2006) uvádí, že zvýšení teploty v Africe snižuje produktivitu na stanovištích (Gordo et al. 2005). Časnější přilet na hnízdiště není tedy způsoben pouze fenotypovou odpovědí na zlepšené životní podmínky. Za reakci na změnu klimatu a zvýšený tlak k dřívějšímu hnízdění (a tím lepšího využití potravní nabídky na hnízdišti) u pěvců mohou díky rychlému obratu generací patrně rychle evoluční změny (Both & Visser 2001, Both et al. 2006, Jonzén et al. 2006). Špatné načasování hnízdění s vrcholem potravní nabídky má negativní vliv na reprodukční úspěch a může způsobit populační pokles (Both et al. 2006).

Fenologická data mají na českém území dlouhou tradici. Jednu z nejdelších časových řad v ptačí fenologii publikoval Hubálek & Čapek (2008) – 109 let z území Moravy. Díky prof. Novákovi byla v Československu v roce 1923 vytvořena jedna z prvních fenologických služeb na světě, zaměřena hlavně na zemědělské plodiny. Vykonávali ji dobrovolní pozorovatelé a měla mimořádně velký rozsah, ročně se účastnilo i přes 400 pozorovatelů. Data vycházela v podobě každoroční fenologické ročenky. Od roku 1939 fenologickou službu vykonával Ústřední meteorologický ústav, dnes Český hydrometeorologický ústav (Krška 2006). Z těchto fenologických záznamů pocházejí i data pro tuto práci.

## **2. Cíle práce**

Cílem diplomové práce je zjistit spojitost mezi příletovými a odletovými daty 8 druhů běžných ptáků z různých skupin s indexy NAO na území České republiky mezi lety 1923 – 2009. Současně bude proveden přepis příletových a odletových dat z fenologických ročenek a extrakce fenologických pozorování osmi druhů ptáků z meteorologických stanic do roku 2002, se zahrnutím části fenologických dat od členů ČSO v době 2004-2009, celková kolektivizace dat a vytvoření časových řad, které se dají do spojitosti se zimním NAO indexem pro stejné roky. Data budou porovnána s domácí i zahraniční literaturou.

### 3. Materiál a metody

Pro tuto práci bylo nutné nashromáždit co možná největší počet fenologických dat (přílet a odlet) v co možná nejdelší časové řadě. Celkově je v této práci pokryto období od roku 1923 do roku 2009 (87 let) z celého území České republiky. Data pro roky 1923 až 2002 pocházejí z meteorologických ročenek vydaných Hydrometeorologickým ústavem Praha a z archivu ČHMÚ. Ročenky a data poskytl Peter Adamík a Jiří Nekovář. Údaje od roku 1994 do 2009 poskytl Petr Lumpe (ČSO). Nejspojitéjší řada záznamů je pro následujících osm v ČR běžně hnízdících druhů, kterými jsem se v práci nadále zabýval: skřivan polní (*Alauda arvensis*), špaček obecný (*Sturnus vulgaris*), drozd zpěvný (*Turdus philomelos*), vlaštovka obecná (*Hirundo rustica*), jirčička obecná (*Delichon urbicum*), křepelka polní (*Coturnix coturnix*), kukačka obecná (*Cuculus canorus*) a rorýs obecný (*Apus apus*). Dostupná a v práci použitá příletová a odletová data jsou pozorování prvních respektive posledních jedinců daného druhu, které amatérský pozorovatel v oblasti zaznamenal. V této práci údaje o místech pozorování zahrnuty nejsou. Data typu gregoriánského kalendáře jsem převedl na dny v roce (tj. 1. leden je den 1, 10. únor den 41). Přestupné roky jsou zohledněny, od 1. března je hodnota dne o jednotku větší oproti nepřestupnému roku.

Zimní NAO index (=průměr indexu měsíců od prosince do března) byl získán ze zdroje <http://www.cgd.ucar.edu/cas/jhurrell/nao.stat.winter.html> pro období 1923 – 2009.

K vyjádření vztahu hodnot NAO indexu a fenologických dat jsem použil regrese a základní statistické výpočty. Statistika byla provedena v programu JMP a Excel 2007. Roky s počtem fenologických údajů příletu/odletu menším pěti nejsou do statistiky zahrnuty. Pro každý rok a druh jsem vypočítal šest hodnot: počet záznamů příletu, počet záznamů odletu, průměr příletu, medián příletu, průměr odletu a medián odletu; celkově jsem pak pro každý druh vypočítal průměr a medián příletu/odletu za celé sledované období. Pro každý druh jsem vytvořil dva bodové grafy, příletový a odletový, ve kterém jsem vynesl závislost průměru a mediánu příletu/odletu na čase. V grafu jsem empiricky podle distribuce bodů vynesl vždy co nejjednodušší regresi, tj. lineární nebo polynomickou regresi druhého nebo třetího řádu. Rovnici křivky a statistické hodnoty jsem vynesl do tabulky. Dále jsem spočítal vztah hodnoty NAO indexů a průměrů/mediánů příletových/odletových časových řad.

## 4. Výsledky

Základní statistické údaje druhů jsou uvedeny v tabulce (Tab. 1).

Tab. 1. Fenologické údaje osmi druhů ptáků z území R, 1923-2009.

druh	přílet			odlet		
	pr	m	r	pr	m	r
Drozd zpěvný	83,5	83,3	5570	277,2	278,0	500
Jiřička obecná	113,8	114,1	5195	260,0	260,0	3159
Křepelka polní	135,0	133,5	2287	255,4	256,0	158
Kukačka obecná	118,5	118,4	13112	230,4	232,0	226
Rorýs obecný	125,0	123,9	3609	234,9	231,0	2011
Skřivan polní	59,0	60,6	12650	282,8	279,0	1894
Špaček obecný	63,0	65,3	13819	282,0	281,0	5018
Vlaštovka obecná	105,0	105,8	13796	261,5	261,0	10448
Σ			70038			23414

N = celkový počet záznamů pro druh za sledované období. n = počet všech záznamů.

Obecný trend v příletových datech za sledované období 1923 – 2009 je následující. Z grafů (Příloha 2, Obr. 1 – 16) můžeme vyčíst tři typy příletových křivek: konvexní (4 druhy), sinusoidní (3 druhy) a mírně lineárně rostoucí (1 druh). V sedmdesátých až osmdesátých letech lze pozorovat výrazný trend k dřívějšímu příletu u sedmi z osmi sledovaných druhů. Výjimku tvoří skřivan polní, jehož přílet se velice mírně opožďuje.

Vliv NAO indexu na jarní fenologii je průkazný ( $p < 0,05$ ) u čtyř druhů: drozd, skřivan, špaček a částečně křepelka. Korelace je negativní (Příloha 1, Tab. 2).

Dlouhodobý trend odletu dokládá všechny tři možnosti změn odletové fenologie: silně rostoucí trend (drozd zpěvný, od devadesátých let skřivan a špaček), slabě rostoucí až neutrální trend (jiřička, kukačka, vlaštovka) a klesající trend (křepelka a rorýs).

### Příletová a odletová data podrobněji

Drozd zpěvný, Příloha 2, Obr. 1 a 2:

Příletová křivka má elipsoidní tvar, zhruba do roku 1960 se přílet opožďuje a od devadesátých let rapidně křivka klesá o 15-20 dní. Za celé období je průkazný rozdíl přibližně 8 dní. Trend odletu lze i přes krátkou časovou řadu (25 let) odečíst, neboť data jsou distribuována na začátku, uprostřed i na konci sledovaného období. Odlet se značně posunul k pozdějším termínům, průkazně o 25-30 dní. Vliv indexu NAO na přílet je průkazně pozitivní (negativní vztah).

Jiříčka obecná, Příloha 2, Obr. 3 a 4:

Rozkolísanost v příletových datech nejlépe vyjádřil polynom třetího řádu. Od padesátých let se přílet opožďuje a od devadesátých let rapidně křivka klesá na počáteční hodnoty, přibližně o deset dní. Druh vykazuje tendenci k pozdějšímu příletu přibližně o 4 dny, průkazný je medián. NAO index vykazuje slabě pozitivní, neprůkaznou korelaci.

Křepelka polní, Příloha 2, Obr. 5 a 6:

Hodnoty jsou nejednotné. Přílet na obou pólech sledovaného období je obdobný. Budeme li tyto hodnoty brát jako průměrné, pak od čtyřicátých do šedesátých let se přílet prudce opožďuje (od - 10-15 dní do + 8) a poté pozvolna klesá. Trend odletu lze i přes krátkou časovou řadu (21 let) odečíst, neboť data jsou v čase vhodně distribuována. Druh odlétá průkazně dříve, o 15-20 dní. NAO index slabě koreluje s průměrnými příletovými daty.

Kukačka obecná, Příloha 2, Obr. 7 a 8:

Křivka má podobný průběh jako u jiríčky obecné. Rozkolísanost v příletových datech nejlépe vyjádřil polynom třetího řádu. Od padesátých let se přílet opožďuje a od devadesátých let rapidně křivka klesá přibližně na úroveň počátku. Odletová data se v čase průkazně nemění, stejně tak vliv NAO indexu nebyl prokázán.

Rorýs obecný, Příloha 2, Obr. 9 a 10:

Příletová křivka má konvexní tvar, do počátku devadesátých let se přílet opožďuje a poté křivka rapidně klesá zpět na počáteční hodnoty. Od počátku odletových dat (čtyřicátá léta) vykazuje křivka zřetelně klesající tendenci, datum odletu druhu se průkazně uespíšilo o 20-25 dní. Vliv NAO indexu nebyl statisticky prokázán.

Skřivan polní, Příloha 2, Obr. 11 a 12:

Druh se v příletu velice mírně opožďuje (ca 2 dny za 87 let). Změna není statisticky významná a přílet lze tedy brát jako neměnný. Rozkolísanost v odletových datech nejlépe vyjádřil polynom třetího řádu. Trend je do devadesátých let sestupný od 10-15 dní, poté je skok v datech o 20-30 dní k pozdějším odletům.

Špaček obecný, Příloha 2, Obr. 13 a 14:

Příletová křivka má slabě konvexní tvar se slabou tendencí k dřívějšímu příletu. Trend je do devadesátých let setrvalý, poté je skok v datech o 15-20 dní k pozdějším odletům. Více v diskuzi. V uskočené datové řadě (16 let) je znatelný trend k opožďování odletu.

Vlaštovka obecná, Příloha 2, Obr. 15 a 16:

Příletové datum vlaštovky obecné vykazuje během studovaného období značnou nestálost. Od 40. do 80. let se přílet opožďoval a od 80. let je znatelný prudký pokles k dřívějšímu příletu. Odlet vlaštovky je v průběhu času stálý a nevykazuje statisticky signifikantní trend. NAO index nemá na přílet průkazný vliv.



## 5. Diskuze

Změny jarní a podzimní fenologie migrujících ptačích druhů se v posledním desetiletí staly předmětem mnoha studií probíhajících především v evropských zemích. Převládajícím trendem je tendence k časnějším přiletům u příletových dat, zejména od sedmdesátých let. U odletových dat jsou posuny ve fenologii různé, bez převládajícího trendu a spíše druhově specifické. S těmito zjištěními, že všechny druhy v posledních letech svůj přilet uspíšili, se shodují i výsledky mé práce probíhající na území České republiky v letech 1923-2009. Výjimkou je pouze skřivan polní, jehož příletová data jsou víceméně konstantní. Jak také dokazují, podzimní odlety nevykazují žádný společný trend.

Tyto časové posuny ve fenologii jsou reakcí především na probíhající změnu klimatu. Velkoprostorovým fenoménem ovlivňujícím v zimě a na jaře klima nad Evropou je severoatlantická Oscilace (NAO); pozitivní či negativní vliv je vyjadřován kladným respektive záporným indexem. Během posledních čtyřiceti let je trend NAO indexu pozitivní (Hurrell et al. 2001). Hodnoty NAO indexu a příletových dat negativně korelují především u druhů migrujících na krátkou vzdálenost, tj. se zimovištěm ve středomoří a v severní Africe (Jonzén et al. 2002, Stervander et al. 2005, Rainio et al. 2006, Zalakevicius et al. 2006, Hubálek & Čapek 2008, Palm et al. 2009). Tento typ migrantů je v mé práci zastoupen drozdem zpěvným, skřivanem polním a špačkem obecným, kteří rovněž průkazně negativně reagují na NAO index (Tab. 2). To znamená, že v roce s pozitivní hodnotou NAO indexu přilétají nadprůměrně dříve a naopak. U druhů táhnoucích na velkou vzdálenost do afrických zimovišť vliv NAO indexu nebyl průkazný (až na křepelku, viz následující odstavec), což dokládá u 26 druhů i Hubálek a Čapek (2008) z našeho území (výjimkou je pozitivní vztah NAO a cvrčilky říční; u bahňáků zjistil Adamík & Pietruszková (2008) negativní souvislost s NAO). Výsledky ze severní Evropy dokládají působení NAO v podobné míře i na tyto druhy (Forchhammer et al. 2002, Hüppop & Hüppop 2003, Vähätalo et al. 2004, Jonzén et al. 2006). Jak podotýká Hubálek a Čapek (2008), sledovaná období začínají po roce 1960, v době počátku nadprůměrně teplé periody. Stervander et al. (2005) udává, že i ve východní Evropě je migrace ovlivněna variabilitou v NAO, ale mechanismy jsou neznámé. Pozitivní NAO index je charakterizován mírným průběhem zimy a jara, a proto ptáci zimující ve středomoří, v oblasti ovlivněné NAO, mohou reagovat na časnější příchod jara přímým tahem směrem na hnízdiště. Při

záporné NAO je toto období studenější a ptáci tah na sever odkládají oproti rokům s průměrnou NAO.

Zajímavým a zatím nevysvětleným zjištěním je korelace průměrného příletu křepelky obecné a NAO indexu. Křepelka jako druh má velice komplikovaný roční cyklus. Východoevropské (tedy i naše) populace patří mezi dálkové migranty. Rodríguez-Teijeiro et al. (2005) předpokládá, že zimovištěm je Súdán a Etiopie. Z těchto států migrují na sever a v druhé polovině února se první ptáci objevují v zemích severní Afriky a někteří pokračují i dále, jak uvádí Munteanu & Maties (1974) (European Communities 2009). Je možné, že v případě pozitivní fáze NAO mohou křepelky využít zlepšených ekologických podmínek v severnějších šířkách a pokračovat v migraci.

Změna příletových a odletových dat je proces, který se neustále více či méně mění, často má klesající charakter a poté zase roste. Fázi nebo trend příletu a odletu, které právě pozorujeme, závisí na délce časové řady. Např. Møller (2008) ve své studii publikuje graf průměrného příletu vlaštovky obecné mezi lety 1971-2003. Regresní křivka má stejný tvar jako příletová křivka vlaštovky v mém grafu.

Z dat jsem zjistil tři typy odletové fenologie. Později odlétá drozd zpěvný, špaček, jiříčka, vlaštovka a od devadesátých let také skřivan a špaček. Neutrální trend jsem zjistil u kukačky. Odlet uspíšila křepelka a velmi znatelně rorýs. Nápadný posun v datech po devadesátém roce u skřivana a špačka mohou souviset se změnou skupiny pozorovatelů – data jsou od členů České společnosti ornitologické. Nápadné však je, že i v rámci patnáctileté periody je znatelný růst dat vzhůru, tedy že druhy déle zůstávají na našem území. Odletová data již nejsou přímo ovlivňována NAO indexem a trend je individuální bez společného patternu.

Čím je způsoben dřívější nebo pozdější odlet? Setrvání na hnízdišti je určeno časem potřebným k vyhnízdění a u některých druhů k přepeření do nového šatu před migrací. Jestliže druh přiletí na hnízdiště dříve, začne dříve hnízdit a poté a) hnízdění skončí dříve a druh odletí, b) druh využije delšího období k více snůškám, c) druh se déle zdržuje na hnízdišti.

## Literatura

Adamík P., Pietruzsková J. 2008: Advances in spring but variable autumnal trends in timing of inland wader migration. *Acta Ornithol.* 43: 119-128.

Biaduń W., Kitowski I., Filipiuk E. 2009: Trends in the arrival dates of spring migrants in Lublin (E Poland). *Acta Ornithol.* 44: 89-94.

Both C., Visser M.E. 2001: Adjustment to climate change is constrained by arrival date in a long-distance migrant bird. *Nature* 411: 296-298.

Both Ch., Bouwhuis S., Lessells C. M., Visser M. E. 2006: Climate change and population declines in a long-distance migratory bird. *Nature* 441: 81-83.

Boyd H. 2003: Spring arrival of passerine migrants in Iceland. *Ringing Migr.* 21: 193-201.

Crick H. Q. P., Sparks T. H. 1999: Climate change related to egg-laying trends. *Nature* 399: 423-424.

European Communities 2009: European union management plan 2009-2011: Common quail *Coturnix coturnix*. Technical report – 2009 – 032, pp 12.

Forchhammer M.C., Post E., Stenseth N.C. 2002: North Atlantic Oscillation timing of long- and short-distance migration. *J. Anim. Ecol.* 71: 1002-1014.

Gordo O. 2007: Why are bird migration dates shifting? A review of weather and climate effects on avian migratory phenology. *Clim. Res.* 35: 37-58.

Gordo O., Sanz J.J. 2005: Phenology and climate change: a long-term study in a Mediterranean locality. *Oecologia* 146: 484-495.

Gordo O., Brotons L., Ferrer X., Comas P. 2005: Do changes in climate patterns in wintering areas affect the timing of the spring arrival of trans-Saharan migrant birds? *Glob. Change Biol.* 11: 12-21.

- Hubálek Z. 2004: Global weather variability affects avian phenology: a long-term analysis, 1881–2001. *Folia Zool* 53: 227–236.
- Hubálek Z., Čapek M. 2008: Migration distance and the effect of North Atlantic Oscillation on the spring arrival of birds in Central Europe. *Folia Zool* 57: 212–220.
- Huin N., Sparks T.H. 2000: Spring arrival patterns of the cuckoo *Cuculus canorus*, nightingale *Luscinia megarhynchos* and spotted flycatcher *Muscicapa striata* in Britain. *Bird Study* 47: 22–31.
- Hüppop O., Hüppop K. 2003: North Atlantic Oscillation and timing of spring migration in birds. *Proceedings Proc. R. Soc. B* 270: 233–240.
- Hurrell J. W., Kushnir Y., Visbeck M. 2001: The North Atlantic Oscillation. *Science* 291: 603–605.
- Hušek J., Adamík P. 2008: Long-term trends in the timing of breeding and brood size in the Red-Backed Shrike *Lanius collurio* in the Czech Republic, 1964–2004. *J. Ornithol.* 149: 97–103.
- IPCC 2007: *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. M.L. Parry, et al., Eds., *Cambridg Univ. Press, Cambridge, UK*, 976pp.
- Jonzén N., Hedenström A., Hjort C., Lindström A., Lundberg P., Anderson A. 2002: Climate patterns and the stochastic dynamics of migratory birds. *Oikos* 97: 329–336.
- Jonzen N., Linden A., Eron T., Knudsen E., Vik J. O., Rubolini D., Piacentini D., Brinch C., Spina F., Karlsson L., Stervander M., Andersson A., Walderstrom J., Lehikoinen A., Edvarsen E., Solvang R. , Stenseth N.C. 2006: Rapid advance of spring arrival dates in long-distance migratory birds. *Science* 312: 1959–1961.
- Kalvāne G., Romanovskaja D., Briede A., Bakšienė E. 2009: Influence of climate change on phenological phases in Latvia and Lithuania. *Clim. Res. Vol.* 39: 209–219.

Kokko H. 1999: Competition for early arrival in migratory birds. *J. Anim. Ecol.* 68: 940-950.

Krška K. 2006: Fenologie jako nauka, metoda a prostředek. In *Fenologická odezva proměnlivosti podnebí* (eds. Rožnovský J., Litschmann T., Vyskot I.), pp 4-8. Brno.

Lehikoinen E., Sparks T., Zalakevicius M. 2004: Arrival and departure dates. *Adv. Ecol. Res.* 35: 1-31.

Menzel A., Sparks T.H., Estrella N., Koch E. and others 2006: European phenological response to climate change matches the warming pattern. *Glob. Change Biol.* 12: 1969-1976.

Møller A. P. 1994: Phenotype-dependent arrival time and its consequences in a migratory bird. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 35: 115-122.

Møller A. P. 2008: Distribution of arrival dates in a migratory bird in relation to environmental conditions, natural selection and sexual selection. *Ethology, Ecology and Evolution* 20: 193-210.

Munteanu D., Maties M. 1974: The seasonal movements of the quail (*Coturnix coturnix*) in Romania. *Travaux du Mus. Hist. Nat. "G. Antipa"*, 15: 365-380.

Najmanová L., Adamík P. 2009: Effect of climatic change on the duration of the breeding season in three European thrushes. *Bird Study* 56: 349-356.

Palm V., Leito A., Truu J., Tommings O. 2009: The spring timing of arrival of migratory birds: dependence on climate variables and migration route. *Ornis Fennica* 86: 97-108.

Pape M. A., Rubolini D., Lehikoinen E. 2008: Populations of migratory bird species that did not show a phenological response to climate change are declining. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 105, 42: 16195-16200.

Przybylo R., Sheldon B. C., Merila J. 2000: Climatic effects on breeding and morphology: evidence for phenotypic plasticity. *J. Anim. Ecol.* 69: 395–403.

Rainio K., Laaksonen T., Ahola M., Vähätalo A. V., Lehikoinen E. 2006: Climatic responses in spring migrations of boreal and arctic birds in relation to wintering area and taxonomy. *J. Avian Biol.* 37: 507-515.

Richardson W.J. 1990: Timing of bird migration in relation to weather: updated review. In *Bird migration: physiology and ecophysiology* (ed. Gwinner E.), pp. 78–101. Springer Verlag, Berlin.

Rodríguez-Teijeiro J. D., Gordo O., Puigcerver M., Gallego S., Vinyoles D., Ferrer X. 2005: African climate warming advances spring arrival of the common quail *Coturnix coturnix*. *Ardeola* 52(1): 159-162.

Root T.L., Price J.T., Hall K.R., Schneider S.H., Rosenzweig C., Pounds J.A. 2003: Fingerprints of global warming on wild animals and plants. *Nature* 421:57–60.

Saino N., Szép T., Romano M., Rubolini D., Spina F., Møller A.P. 2004: Ecological conditions during winter predict arrival date at the breeding quarters in a trans-Saharan migratory bird. *Ecol. Lett.* 7: 21–25.

Saino N., Rubolini D., Jonzén N., Ergon T., Montemaggiori A., Stenseth N.C., Spina F. 2007: Temperature and rainfall anomalies in Africa predict timing of spring migration in trans-Saharan migratory birds. *Clim. Res.* 35: 123–134.

Sinelschikova A., Kosarev V., Panov I., Baushev A.N. 2007: The influence of wind conditions in Europe on the advance intiming of the spring migration of the song thrush (*Turdus philomelos*) in the south-east Baltic region. *Int. J. Biometeorol.* 51: 431–440.

Sparks T. H., Jaroszewicz B., Krawczyk M., Tryjanowski P. 2009: Advancing phenology in Europe's last lowland primeval forest: non-linear temperature response. *Clim. Res. Vol.* 39: 221–226.

Stenseth N.C., Ottersen G., Hurrell J.W., Mysterud A. and others 2003: Studying climate effects on ecology through the use of climate indices: the North Atlantic Oscillation, El Niño Southern Oscillation and beyond. *Proc. R. Soc. Lond. B.* 270: 2087–2096.

Stenvander M., Lindström Å., Jonzén N., Andersson A. 2005: Timing of spring migration in birds: long-term trends, North Atlantic Oscillation and the significance of different migration routes. *J. Avian Biol.* 36: 210-221.

Tkadlec E., Zbořil J., Losik J., Gregor P., Lisická L. 2006: Winter climate and plant productivity predict abundances of small herbivores in central Europe. *Clim. res.* 32: 99-108

Trenberth, K.E., B. Soden, M. Rusticucci, J.A. Renwick, F. Rahimzadeh, D. Parker, A. Klein Tank, D. Easterling, P. Zhai, P.D. Jones, P. Ambenje, and D. Bojariu. 2007. Observations: surface and atmospheric climate change. In: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.). *Cambridge Univ. Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.*

Tryjanowski P., Kuzniak S., Sparks T. 2002: Earlier arrival of some farmland migrants in western Poland. *Ibis* 144: 62–68.

Vähätalo A.V., Rainio K., Lehikoinen A., Lehikoinen E. 2004: Spring arrival of birds depends on the North Atlantic Oscillation. *J. Avian Biol.* 35: 210–216.

Visser M. E., van Noordwijk A. J., Tinbergen J. M., Lessells C. M. 1998: Warmer springs lead to mistimed reproduction in Great Tits *Parus major*. *Proc. R. Soc. B* 265: 1867–1870.

Visser M. E., Both C., Lambrechts M. M. 2004: Global climate change leads to mistimed avian reproduction. *Adv. Ecol. Res.* 35:90–110.

Zalakevicius M., Bartkeviciene G., Raudonikis L., Janulaitis J. 2006: Spring arrival response to climate change in birds: a case study from eastern Europe. *J. Ornithol.* 147: 326–343.



## Seznam příloh

Příloha 1: Tabulka 2

Příloha 2: Obr. 1 až 16

### Příloha 1:

Tab. 2. Trendy p íletu a odletu a vztah p íletu s NAO indexem u osmi druh pták na území eské republiky, 1923-2009.

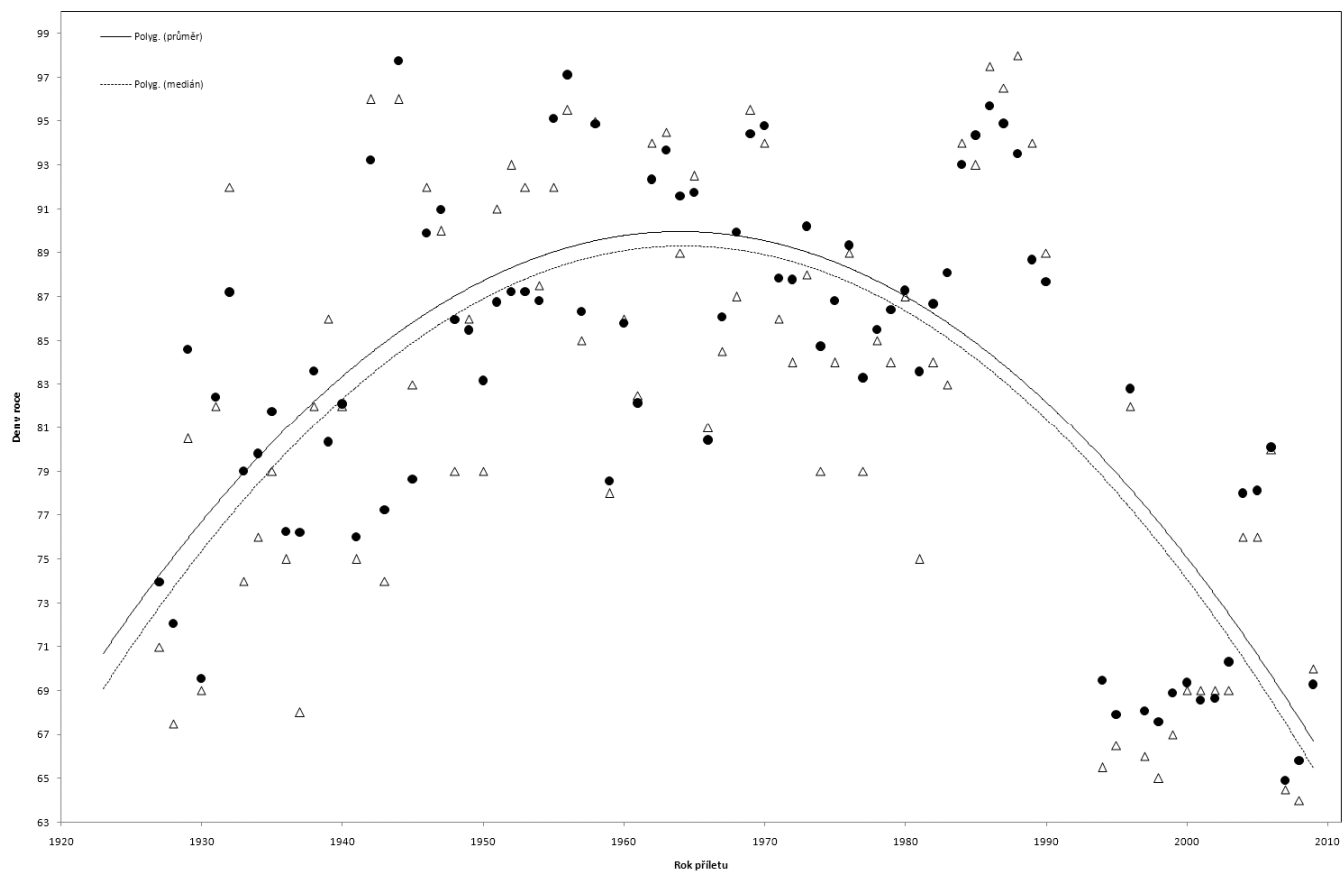
	Prom nná	Rovnice	rok		rok <sup>2</sup>		rok <sup>3</sup>		R <sup>2</sup>	N
			t	P	t	P	t	P		
<b>Drozd zp vný</b>										
p ílet	Pr m r	$y = 230,67982 - 0,0715862 \times \text{rok} - 0,0114707 \times \text{rok}^2$	-2,57	<b>0,012</b>	-9,04	<b>&lt;0,0001</b>	-	-	0,55	80
	Medián	$y = 223,73166 - 0,0683884 \times \text{rok} - 0,0118957 \times \text{rok}^2$	-2,02	<b>0,047</b>	-7,68	<b>&lt;0,0001</b>	-	-	0,46	80
	NAO pr m r	$y = 83,438582 - 1,3506576 \times \text{NAO w}$	-2,81	<b>0,006</b>	-	-	-	-	0,09	80
	NAO medián	$y = 82,552296 - 1,486326 \times \text{NAO w}$	-2,76	<b>0,007</b>	-	-	-	-	0,09	80
odlet	Pr m r	$y = -447,8285 + 0,3657996 \times \text{rok}$	9,18	<b>&lt;0,0001</b>	-	-	-	-	0,79	25
	Medián	$y = -459,8863 + 0,37133 \times \text{rok}$	6,71	<b>&lt;0,0001</b>	-	-	-	-	0,66	25
<b>Ji í ka obecná</b>										
p ílet	Pr m r	$y = -363,36 + 0,2438111 \times \text{rok} - 0,0034203 \times \text{rok}^2 - 0,0001745 \times \text{rok}^3$	7,89	<b>&lt;0,0001</b>	-6,08	<b>&lt;0,0001</b>	-6,65	<b>&lt;0,0001</b>	0,57	82
	Medián	$y = -432,4185 + 0,2791773 \times \text{rok} - 0,0043138 \times \text{rok}^2 - 0,0001911 \times \text{rok}^3$	6,94	<b>&lt;0,0001</b>	-5,89	<b>&lt;0,0001</b>	-5,60	<b>&lt;0,0001</b>	0,53	82
	NAO pr m r	$y = 114,06175 + 0,0254771 \times \text{NAO w}$	0,11	0,914	-	-	-	-	0,00	82
	NAO medián	$y = 114,02487 + 0,0525589 \times \text{NAO w}$	0,18	0,858	-	-	-	-	0,00	82
odlet	Pr m r	$y = 221,26751 + 0,0196772 \times \text{rok}$	1,38	0,172	-	-	-	-	0,02	78
	Medián	$y = 181,62215 + 0,0398793 \times \text{rok}$	2,61	<b>0,011</b>	-	-	-	-	0,08	78
<b>K epelka obecná</b>										
p ílet	Pr m r	$y = 39,50123 + 0,0491035 \times \text{rok} - 0,004602 \times \text{rok}^2$	1,27	0,209	-2,85	<b>0,006</b>	-	-	0,13	64
	Medián	$y = 30,547815 + 0,0537725 \times \text{rok} - 0,0047493 \times \text{rok}^2$	1,34	0,185	-2,83	<b>0,006</b>	-	-	0,14	64
	NAO pr m r	$y = 133,48399 - 1,0797842 \times \text{NAO w}$	-2,17	<b>0,034</b>	-	-	-	-	0,07	64
	NAO medián	$y = 133,64317 - 0,9349515 \times \text{NAO w}$	-1,79	0,078	-	-	-	-	0,05	64
odlet	Pr m r	$y = 611,43139 - 0,1813476 \times \text{rok}$	-2,40	<b>0,027</b>	-	-	-	-	0,23	21
	Medián	$y = 716,41368 - 0,2358866 \times \text{rok}$	-2,62	<b>0,017</b>	-	-	-	-	0,26	21
<b>Kuka ka obecná</b>										
p ílet	Pr m r	$y = -282,8162 + 0,2044578 \times \text{rok} - 0,0009436 \times \text{rok}^2 - 0,0001213 \times \text{rok}^3$	6,96	<b>&lt;0,0001</b>	-1,82	0,072	-5,13	<b>&lt;0,0001</b>	0,44	83
	Medián	$y = -232,4567 + 0,1788476 \times \text{rok} - 0,0010127 \times \text{rok}^2 - 0,0001095 \times \text{rok}^3$	5,45	<b>&lt;0,0001</b>	-1,75	<b>0,008</b>	-4,14	<b>&lt;0,0001</b>	0,32	83
	NAO pr m r	$y = 118,3731 - 0,1423073 \times \text{NAO w}$	-0,72	0,475	-	-	-	-	0,00	83
	NAO medián	$y = 118,35478 - 0,0798361 \times \text{NAO w}$	-0,40	0,693	-	-	-	-	0,00	83
odlet	Pr m r	$y = 140,97353 + 0,0455606 \times \text{rok}$	0,44	0,662	-	-	-	-	0,00	27
	Medián	$y = 80,346255 + 0,0772654 \times \text{rok}$	0,75	0,463	-	-	-	-	0,02	27

<b>Rorýs obecný</b>										
p ílet	Pr m r	$y = 53,645989 + 0,0369376 \times \text{rok} - 0,0041857 \times \text{rok}^2$	2,31	<b>0,024</b>	-5,86	<b>&lt;0,0001</b>	-	-	0,33	80
	Medián	$y = 111,53314 + 0,0081426 \times \text{rok} - 0,0048919 \times \text{rok}^2$	0,53	0,601	-7,08	<b>&lt;0,0001</b>	-	-	0,39	80
	NAO pr m r	$y = 123,86061 - 0,104874 \times \text{NAO w}$	-0,43	0,665	-	-	-	-	0,00	80
	NAO medián	$y = 124,70485 - 0,1977285 \times \text{NAO w}$	-0,81	0,422	-	-	-	-	0,00	80
odlet	Pr m r	$y = 818,02232 - 0,296058 \times \text{rok} + 0,0055725 \times \text{rok}^2$	-12,31	<b>&lt;0,0001</b>	3,99	<b>&lt;0,001</b>	-	-	0,73	62
	Medián	$y = 916,27987 - 0,3477875 \times \text{rok} + 0,0089034 \times \text{rok}^2$	-10,28	<b>&lt;0,0001</b>	4,53	<b>&lt;0,0001</b>	-	-	0,67	62
<b>Sk ívan polní</b>										
p ílet	Pr m r	$y = -2,77664 + 0,032241 \times \text{rok}$	1,02	0,311	-	-	-	-	0,01	87
	Medián	$y = 1,7841 + 0,0299446 \times \text{rok}$	0,80	0,427	-	-	-	-	0,00	87
	NAO pr m r	$y = 60,858783 - 1,1458655 \times \text{NAO w}$	-2,92	<b>0,004</b>	-	-	-	-	0,09	87
	NAO medián	$y = 60,955942 - 1,380844 \times \text{NAO w}$	-2,98	<b>0,004</b>	-	-	-	-	0,09	87
odlet	Pr m r	$y = 450,53278 - 0,0879293 \times \text{rok} + 0,0107846 \times \text{rok}^2 + 0,0002107 \times \text{rok}^3$	-1,38	0,171	8,54	<b>&lt;0,0001</b>	3,75	<b>&lt;0,001</b>	0,58	73
	Medián	$y = 548,5921 - 0,1389129 \times \text{rok} + 0,0135565 \times \text{rok}^2 + 0,0002613 \times \text{rok}^3$	-1,74	0,086	8,55	<b>&lt;0,0001</b>	3,71	<b>&lt;0,001</b>	0,56	73
<b>Špa ek obecný</b>										
p ílet	Pr m r	$y = 77,029055 - 0,0048271 \times \text{rok} - 0,003509 \times \text{rok}^2$	-0,16	0,871	-2,67	<b>0,009</b>	-	-	0,08	86
	Medián	$y = 98,176283 - 0,0164003 \times \text{rok} - 0,003224 \times \text{rok}^2$	-0,49	0,623	-2,19	<b>0,031</b>	-	-	0,06	86
	NAO pr m r	$y = 65,47738 - 0,8111846 \times \text{NAO w}$	-2,07	<b>0,042</b>	-	-	-	-	0,05	86
	NAO medián	$y = 64,123341 - 1,1874506 \times \text{NAO w}$	-2,79	<b>0,006</b>	-	-	-	-	0,09	86
odlet	Pr m r	$y = -125,2584 + 0,2044562 \times \text{rok} + 0,0088277 \times \text{rok}^2$	9,15	<b>&lt;0,0001</b>	8,87	<b>&lt;0,0001</b>	-	-	0,69	80
	Medián	$y = -199,1362 + 0,2427523 \times \text{rok} + 0,0084439 \times \text{rok}^2$	9,34	<b>&lt;0,0001</b>	7,30	<b>&lt;0,0001</b>	-	-	0,66	80
<b>Vlaštovka obecná</b>										
p ílet	Pr m r	$y = -337,7789 + 0,2269425 \times \text{rok} - 0,003911 \times \text{rok}^2 - 0,0001816 \times \text{rok}^3$	6,80	<b>&lt;0,0001</b>	-6,64	<b>&lt;0,0001</b>	-6,77	<b>&lt;0,0001</b>	0,54	86
	Medián	$y = -337,5555 + 0,2270652 \times \text{rok} - 0,0043734 \times \text{rok}^2 - 0,0001785 \times \text{rok}^3$	5,34	<b>&lt;0,0001</b>	-5,82	<b>&lt;0,0001</b>	-5,21	<b>&lt;0,0001</b>	0,44	86
	NAO pr m r	$y = 105,74057 + 0,2745825 \times \text{NAO w}$	1,10	0,276	-	-	-	-	0,01	86
	NAO medián	$y = 105,913 + 0,2860279 \times \text{NAO w}$	0,98	0,329	-	-	-	-	0,01	86
odlet	Pr m r	$y = 227,02348 + 0,0172511 \times \text{rok} + 0,0011512 \times \text{rok}^2$	1,40	0,166	2,11	<b>0,038</b>	-	-	0,08	84
	Medián	$y = 202,00831 + 0,0300142 \times \text{rok}$	2,20	<b>0,031</b>	-	-	-	-	0,06	84

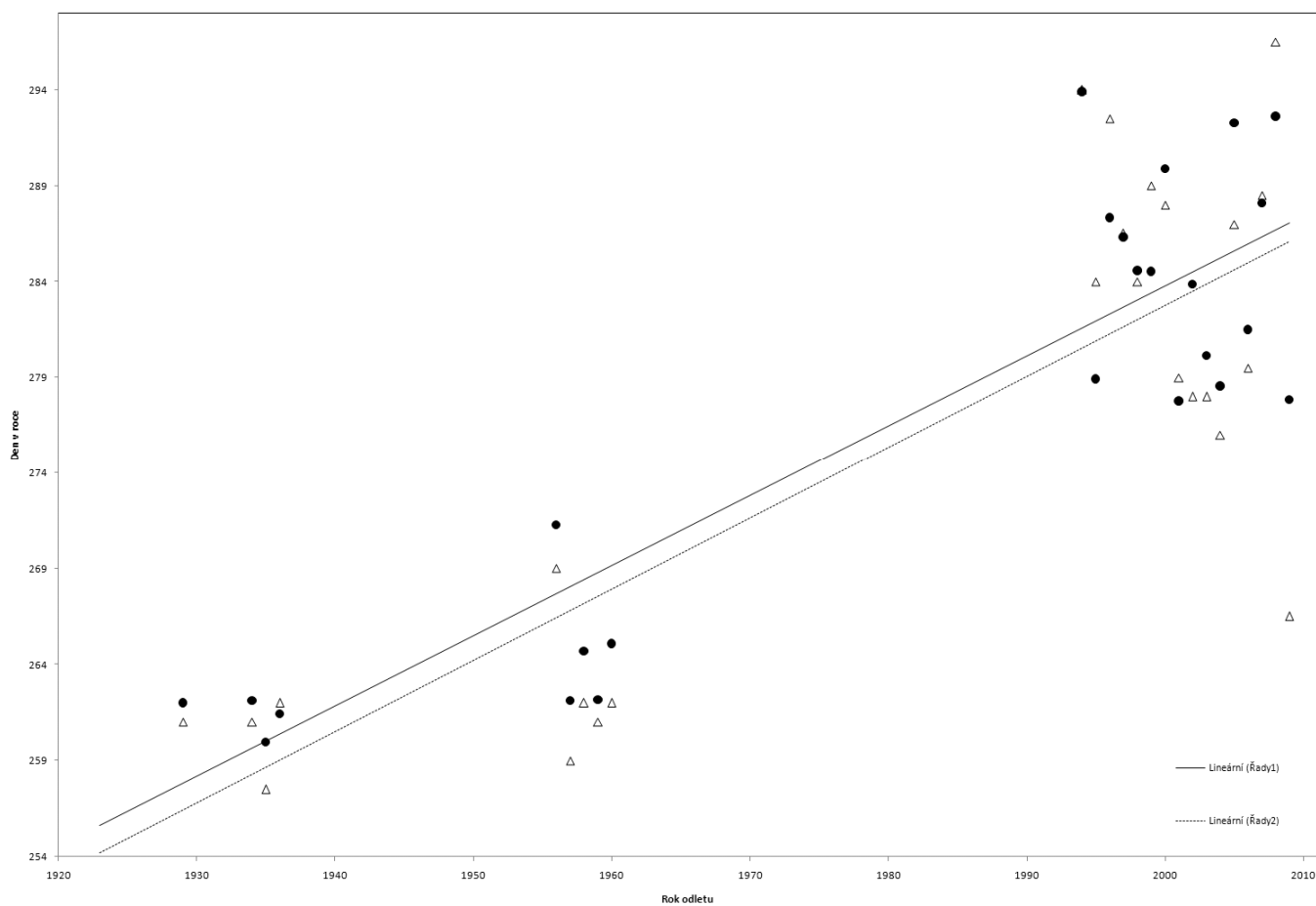
Pr kazné hodnoty ( $P < 0,05$ ) jsou vyzna eny tu n . N = po et rok pro daný parametr (délka asové ady). NAO w = zimní NAO index.

## Příloha 2:

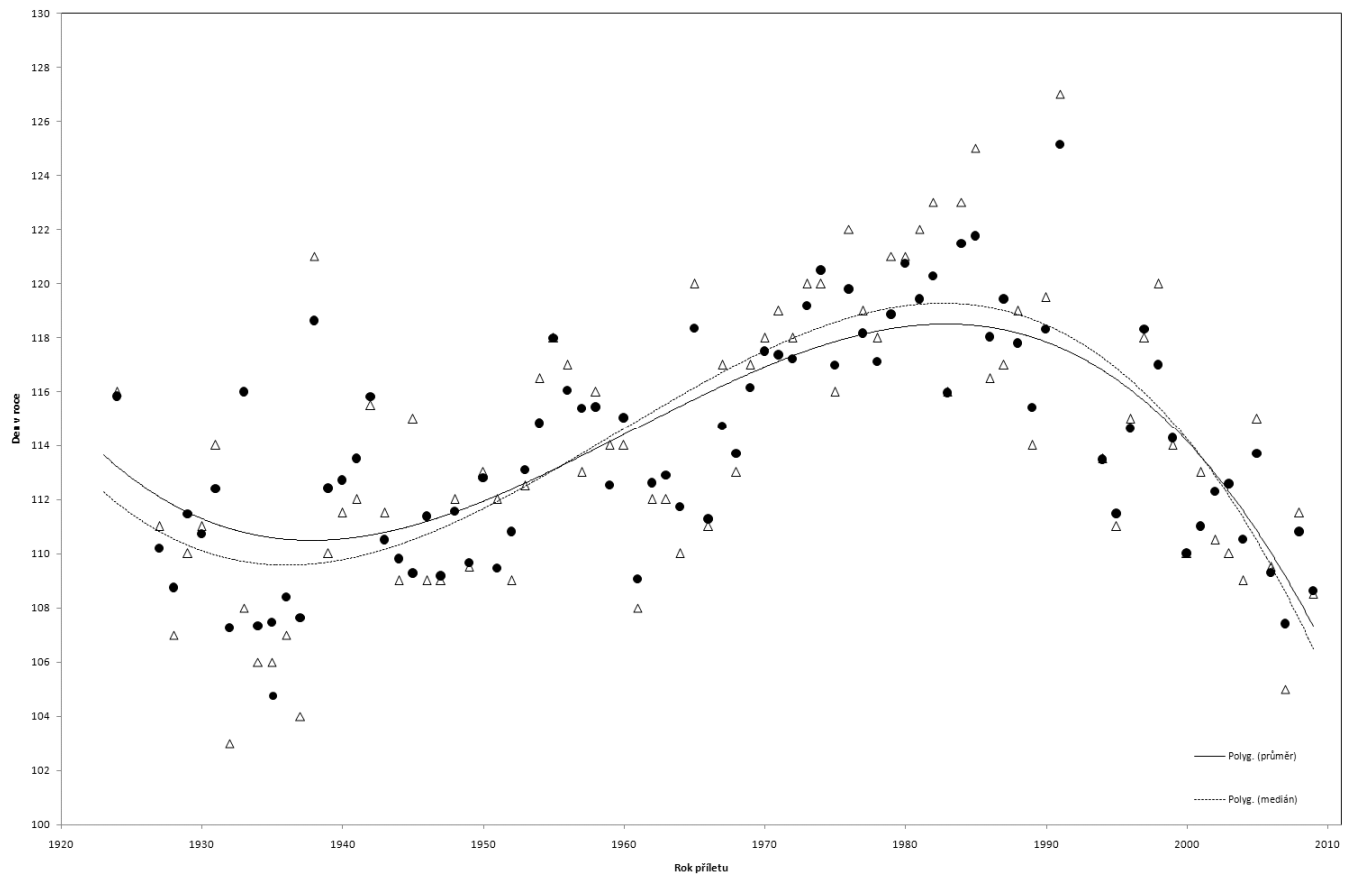
Obr. 1. Časová proměnlivost přiletu drozda zpěvného na území České republiky, 1927-2009.  
Den v roce: den 1 = 1. leden. (●) aritmetický průměr přiletu, (Δ) medián přiletu.



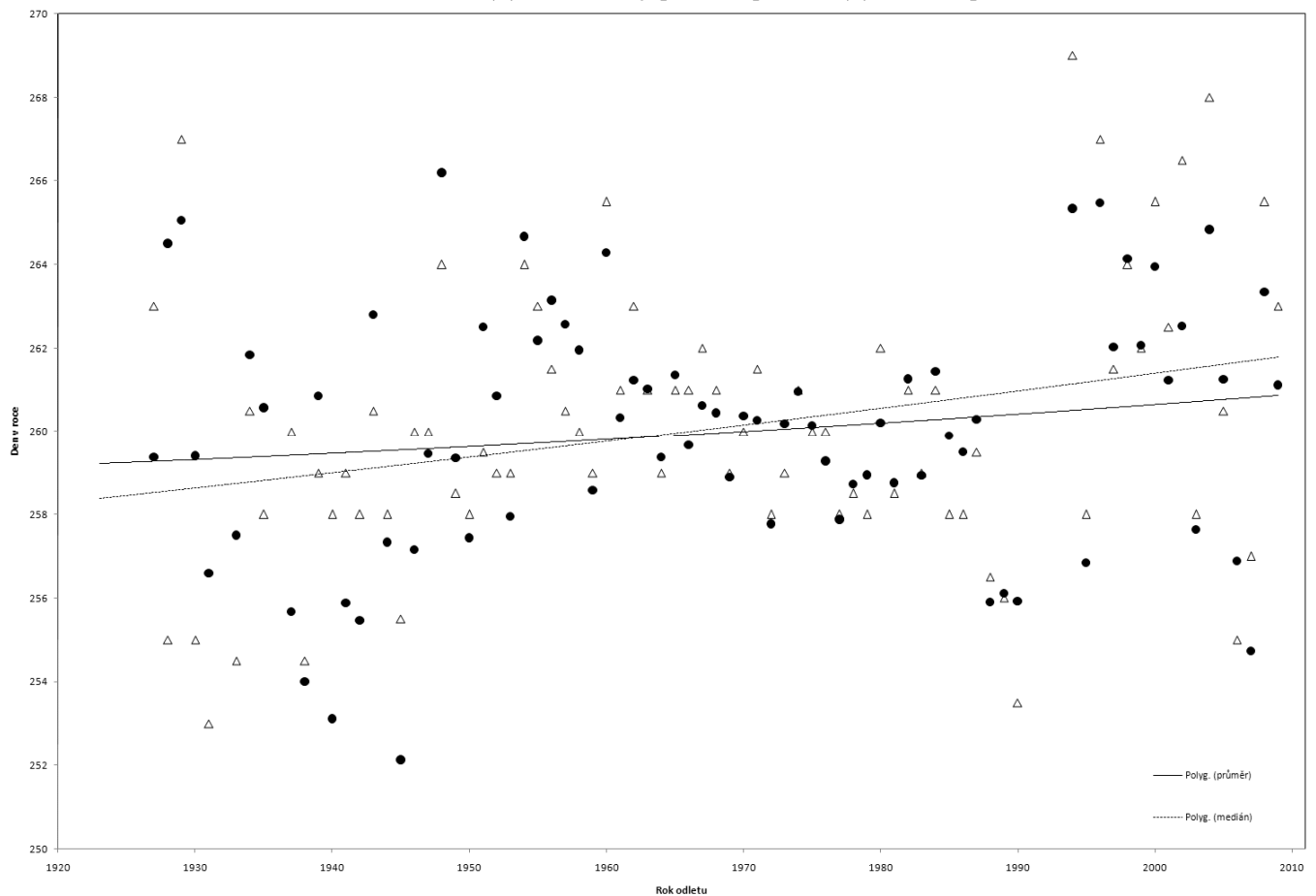
Obr. 2. Časová proměnlivost odletu drozda zpěvného na území České republiky, 1929-2009.  
Den v roce: den 1 = 1. leden. (●) aritmetický průměr přiletu, (Δ) medián přiletu.



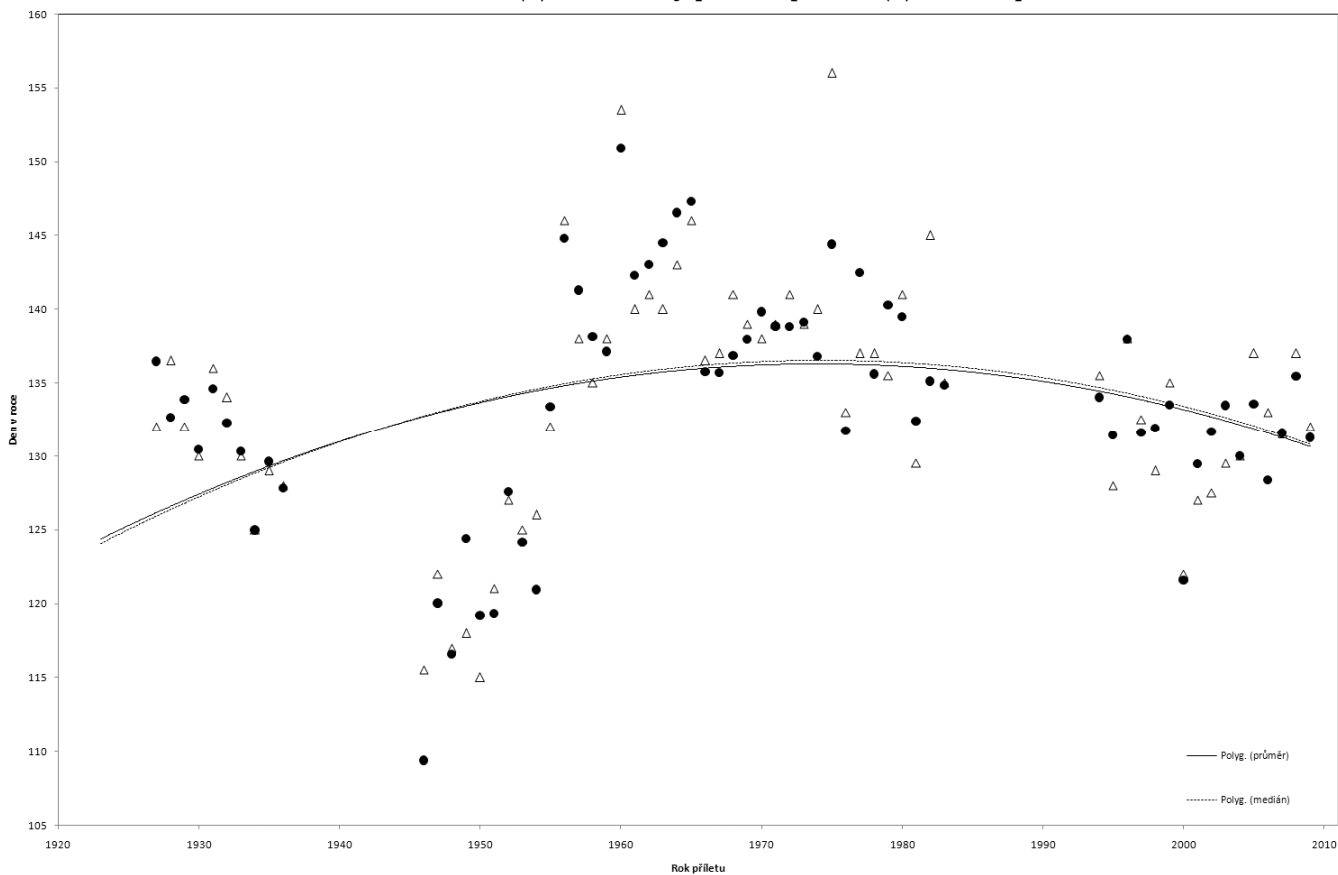
Obr. 3. Časová proměnlivost přiletu jiríčky obecné na území České republiky, 1924-2009.  
 Spojnici trendu je polynomičká regrese 3. řádu. Den v roce: den 1 = 1. leden.  
 (●) aritmetický průměr přiletu, (Δ) medián přiletu.



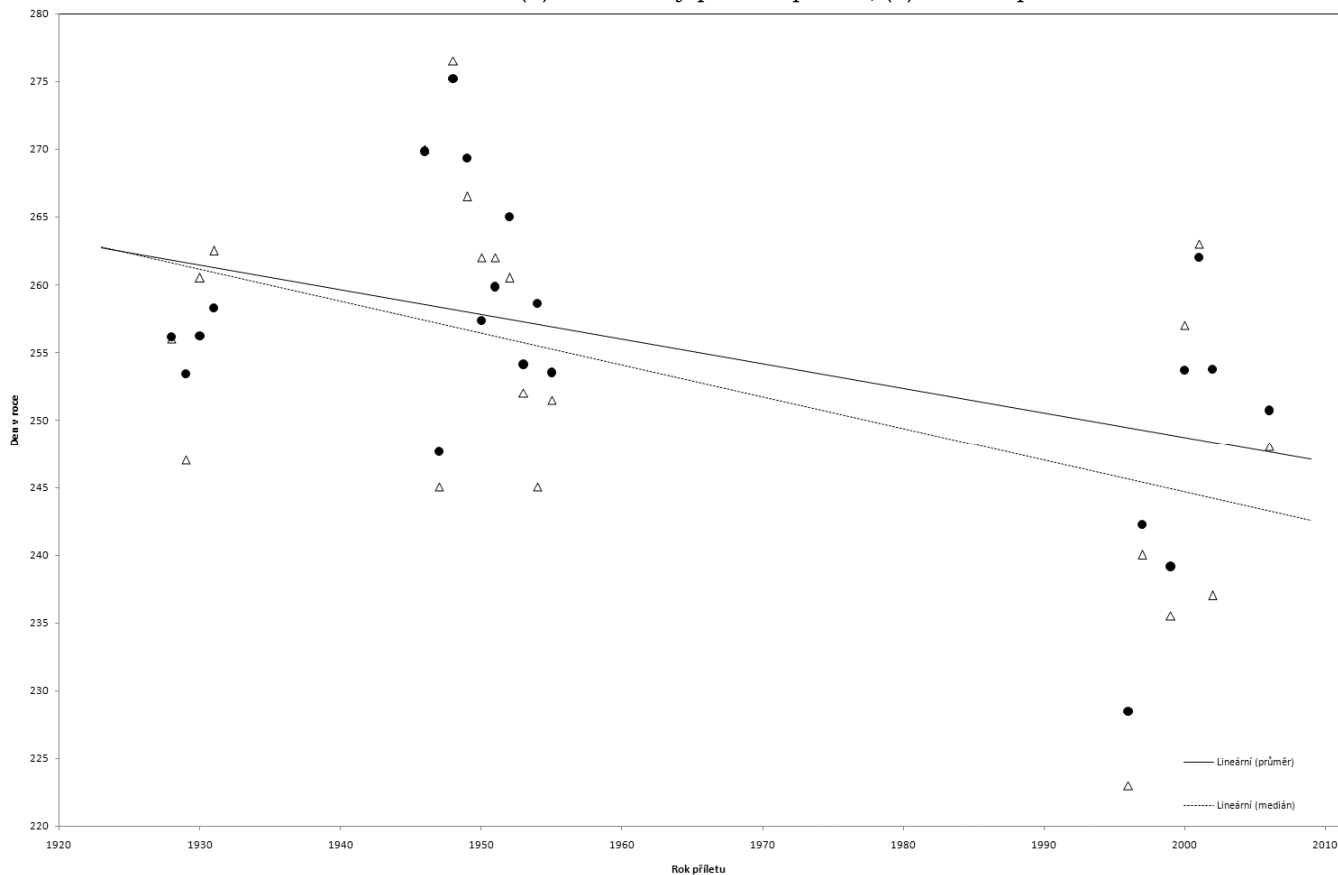
Obr. 4. Časová proměnlivost odletu jiríčky obecné na území České republiky, 1927-2009.  
 Den v roce: den 1 = 1. leden. (●) aritmetický průměr přiletu, (Δ) medián přiletu.



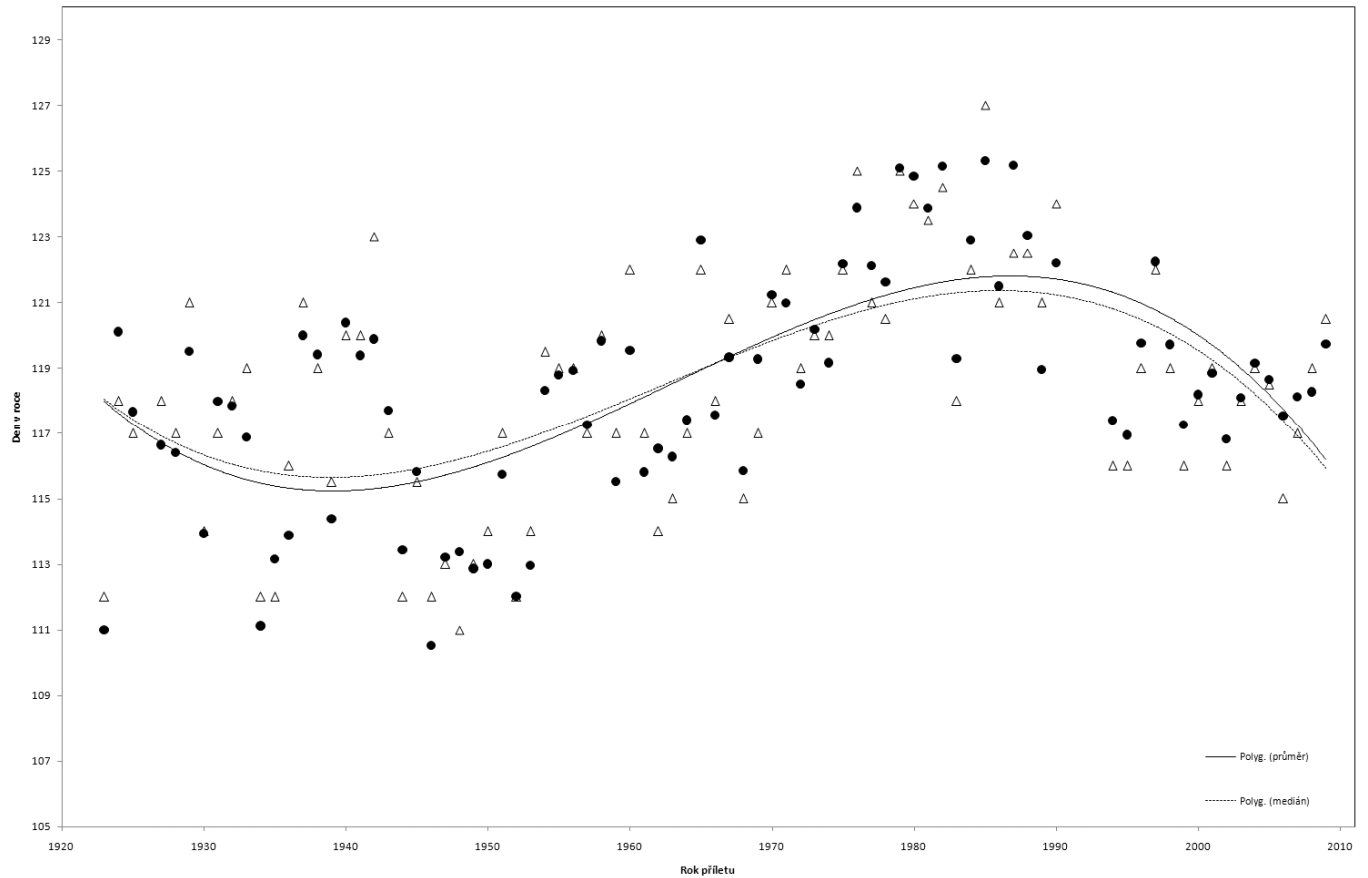
Obr. 5. Časová proměnlivost přeletu křepelky polní na území České republiky, 1927-2009.  
Den v roce: den 1 = 1. leden. (●) aritmetický průměr přeletu, (Δ) medián přeletu.



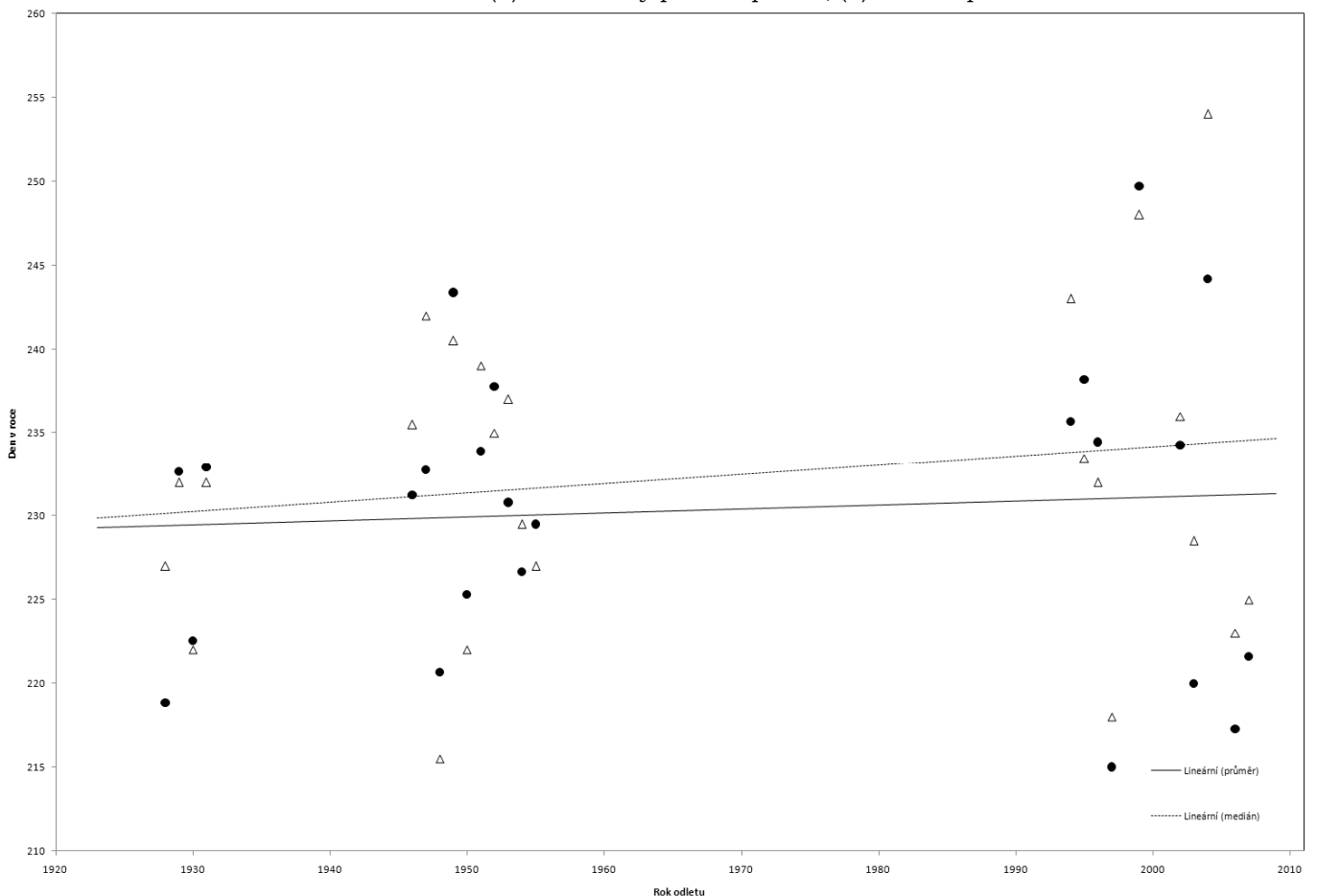
Obr. 6. Časová proměnlivost odletu křepelky polní na území České republiky, 1928-2006.  
Den v roce: den 1 = 1. leden. (●) aritmetický průměr přeletu, (Δ) medián přeletu.



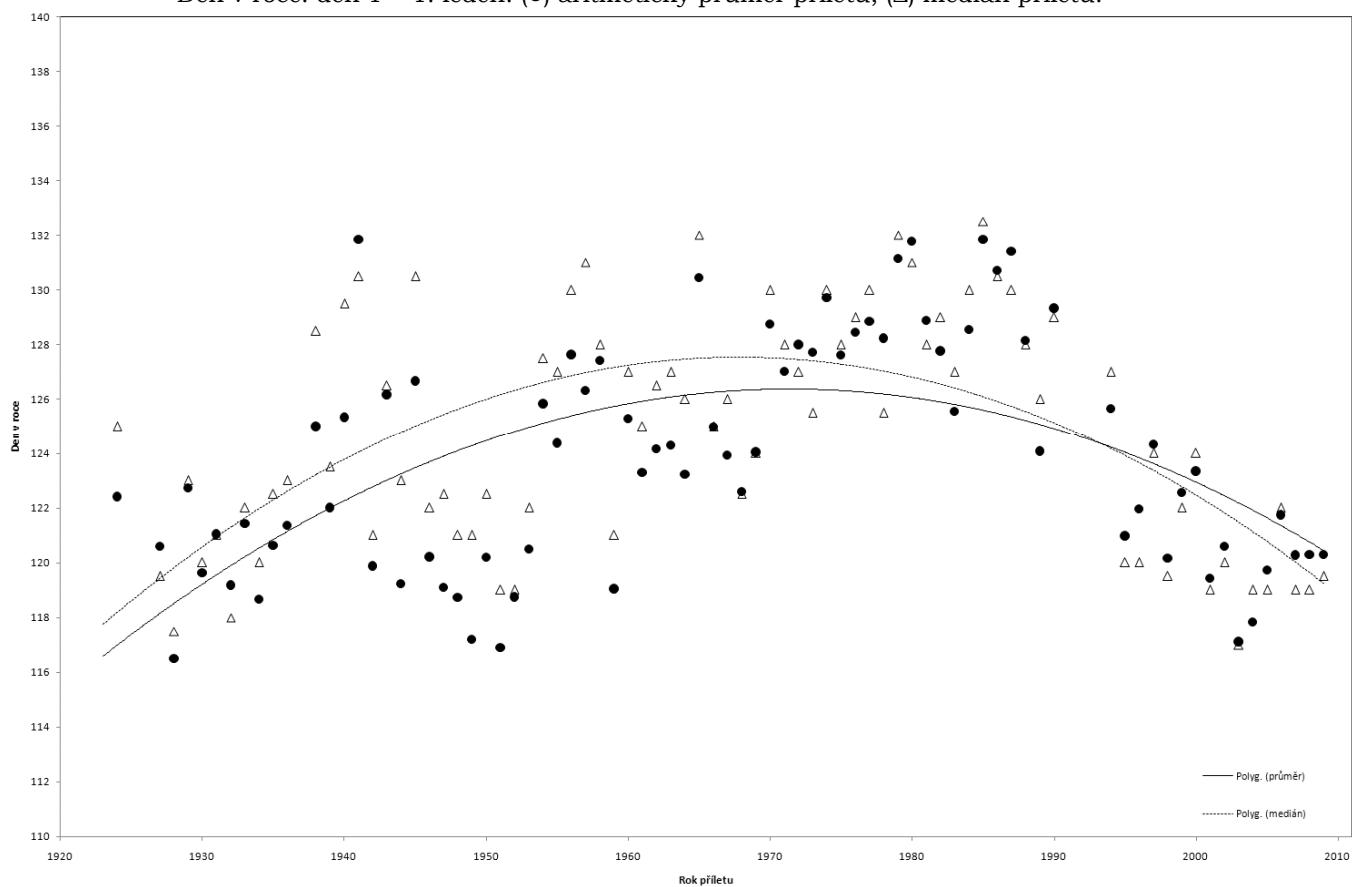
Obr. 7. Časová proměnlivost přiletu kukačky obecné na území České republiky, 1923-2009.  
 Den v roce: den 1 = 1. leden. (●) aritmetický průměr přiletu, (Δ) medián přiletu.  
 Spojnici trendu je polynomická regrese 3. řádu.



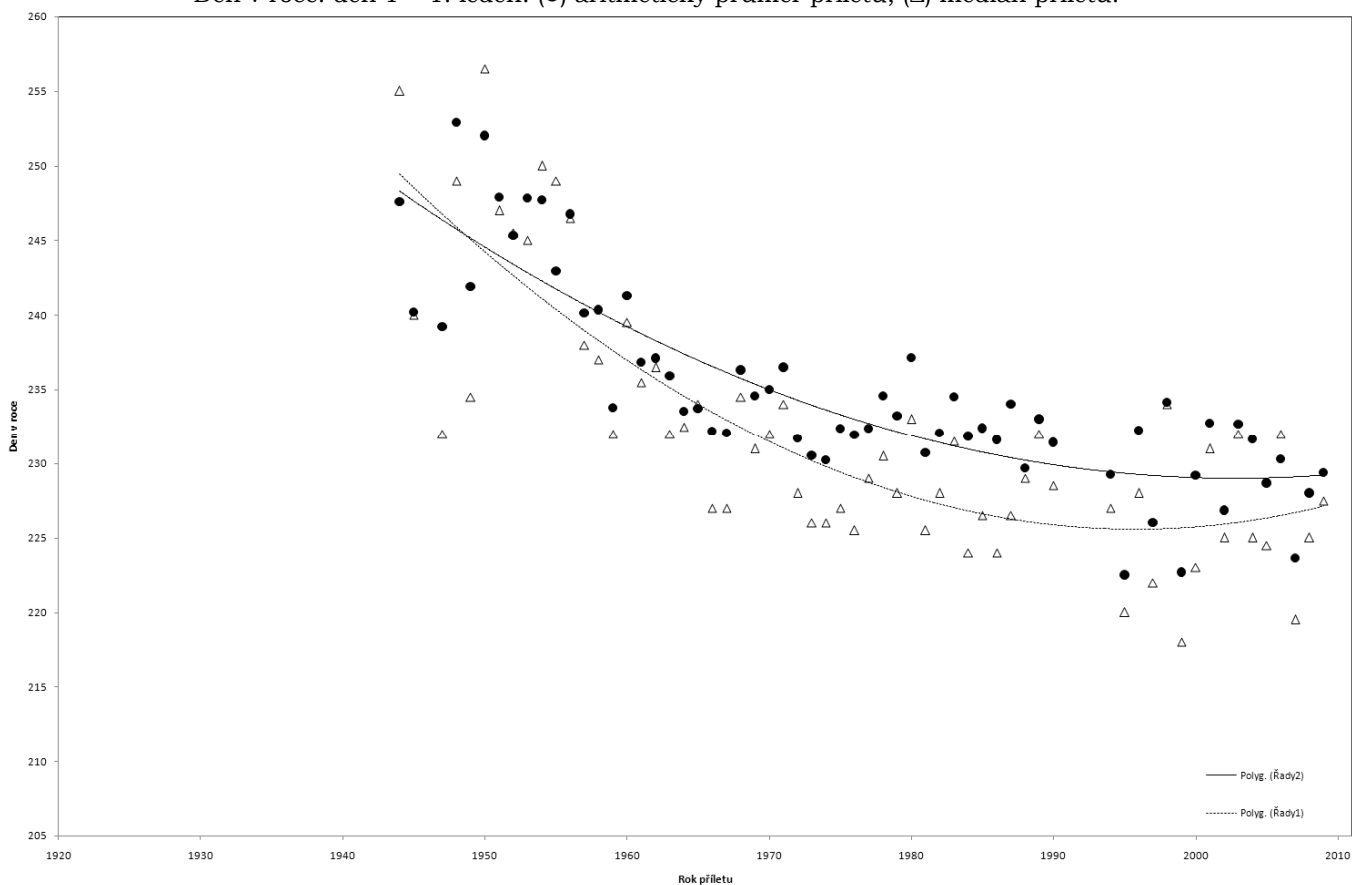
Obr. 8. Časová proměnlivost odletu kukačky obecné na území České republiky, 1928-2007.  
 Den v roce: den 1 = 1. leden. (●) aritmetický průměr přiletu, (Δ) medián přiletu.



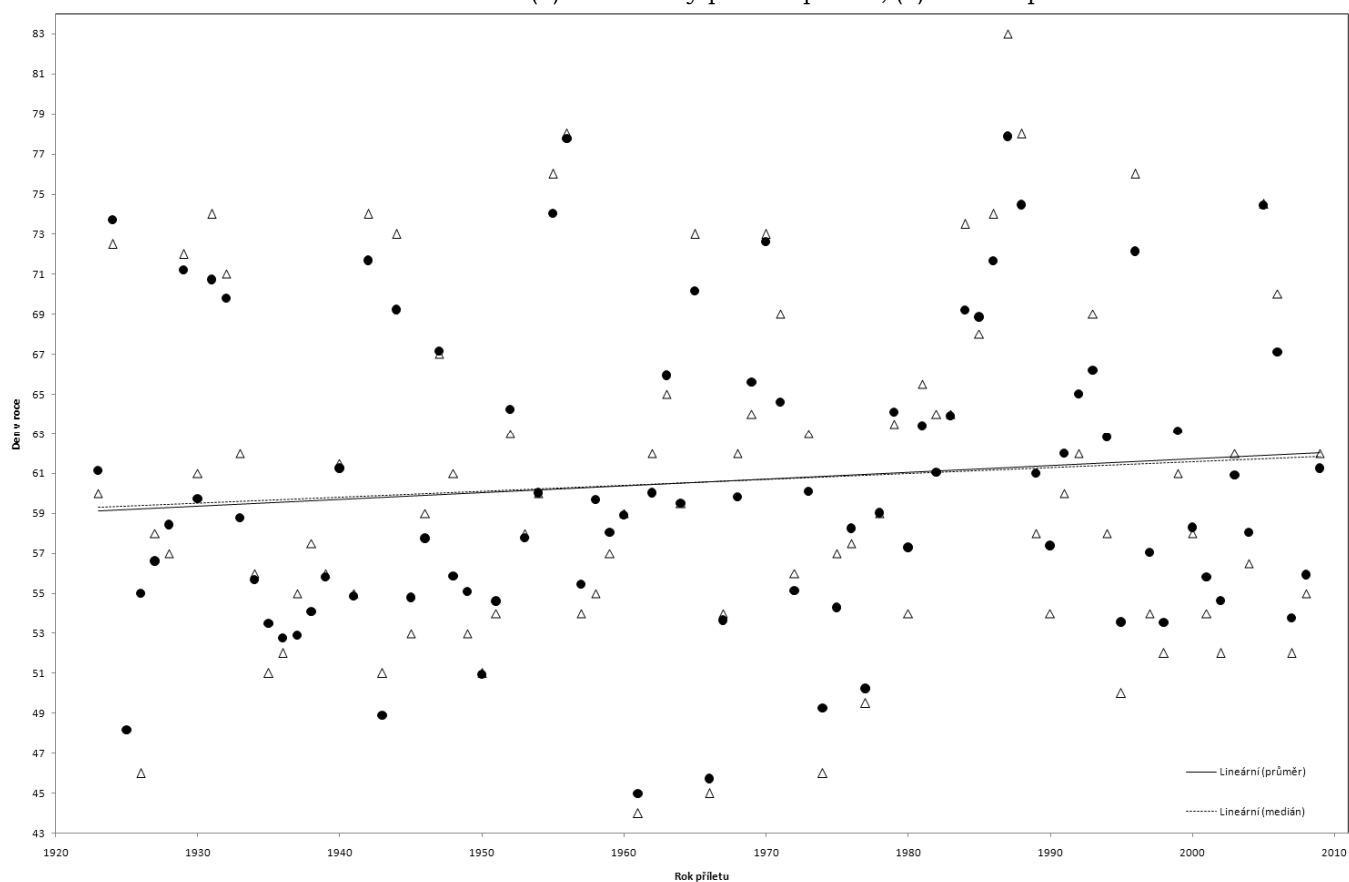
Obr. 9. Časová proměnlivost přiletu rorýše obecného na území České republiky, 1924-2009.  
 Den v roce: den 1 = 1. leden. (●) aritmetický průměr přiletu, (Δ) medián přiletu.



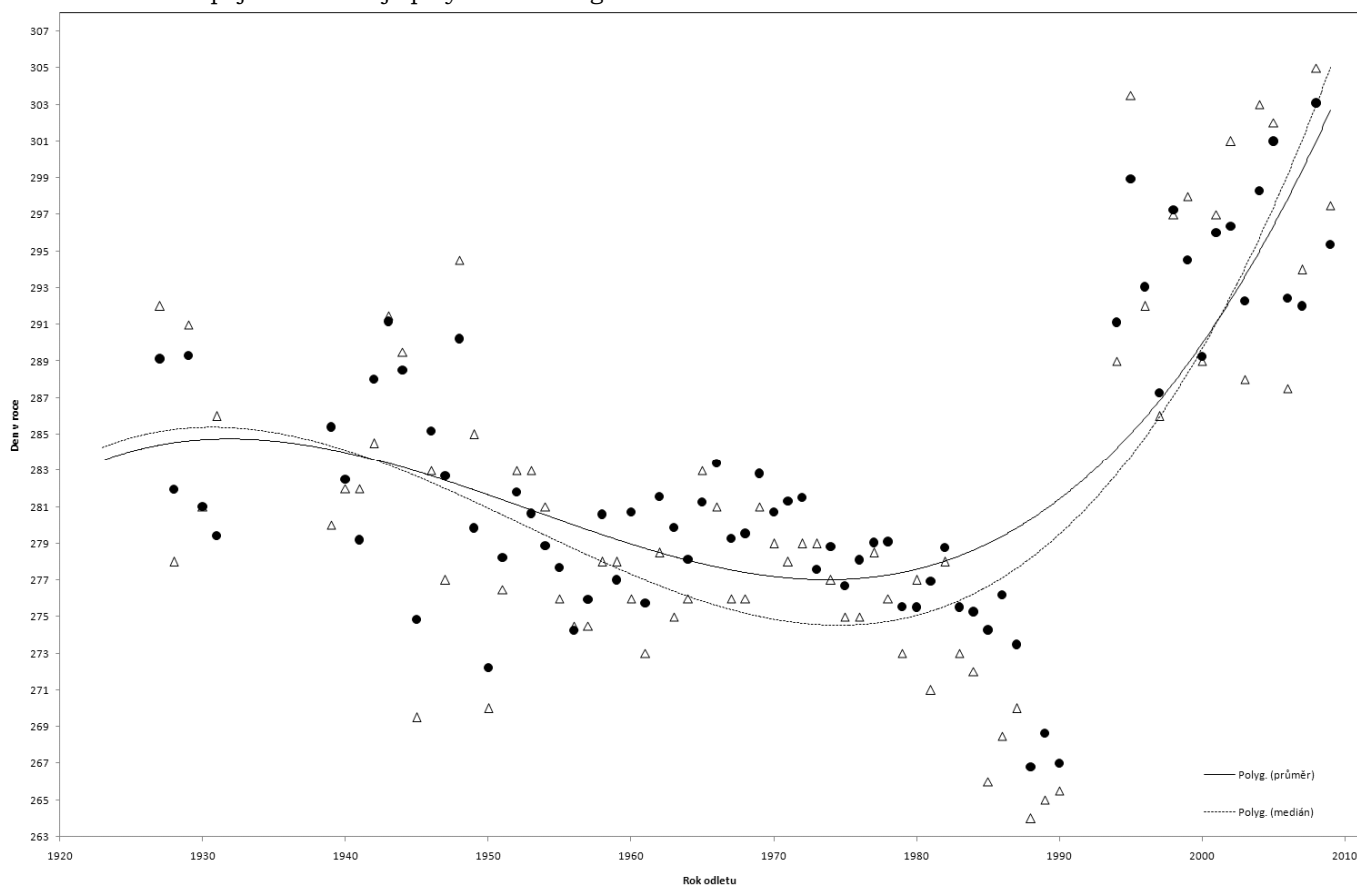
Obr. 10. Časová proměnlivost odletu rorýše obecného na území České republiky, 1930-2009.  
 Den v roce: den 1 = 1. leden. (●) aritmetický průměr přiletu, (Δ) medián přiletu.



Obr. 11. Časová proměnlivost přiletu skřivana polního na území České republiky, 1923-2009.  
Den v roce: den 1 = 1. leden. (●) aritmetický průměr přiletu, (Δ) medián přiletu.

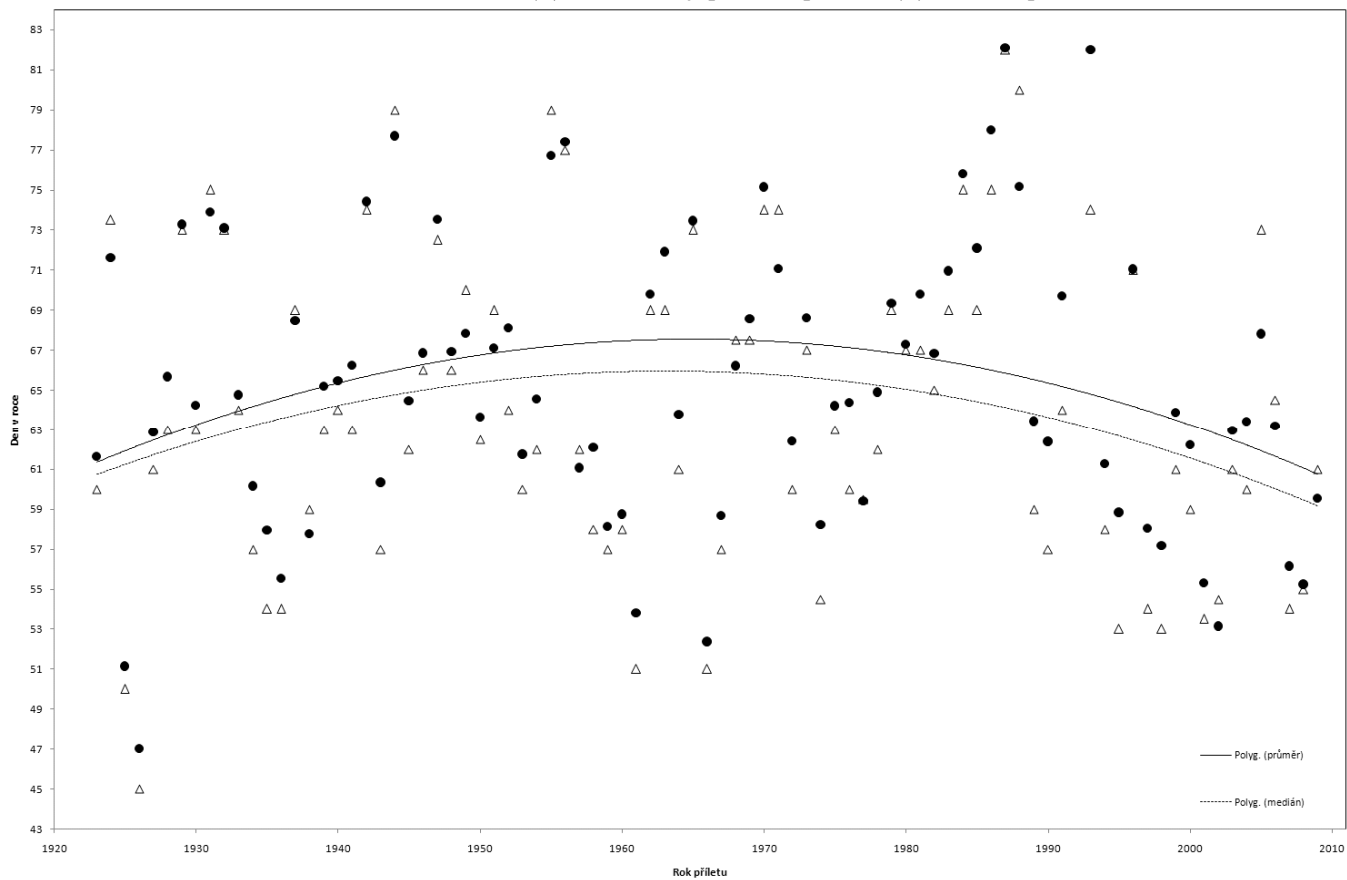


Obr. 12. Časová proměnlivost odletu skřivana polního na území České republiky, 1927-2009.  
Den v roce: den 1 = 1. leden. (●) aritmetický průměr přiletu, (Δ) medián přiletu.  
Spojnicí trendu je polynommická regrese 3. řádu.

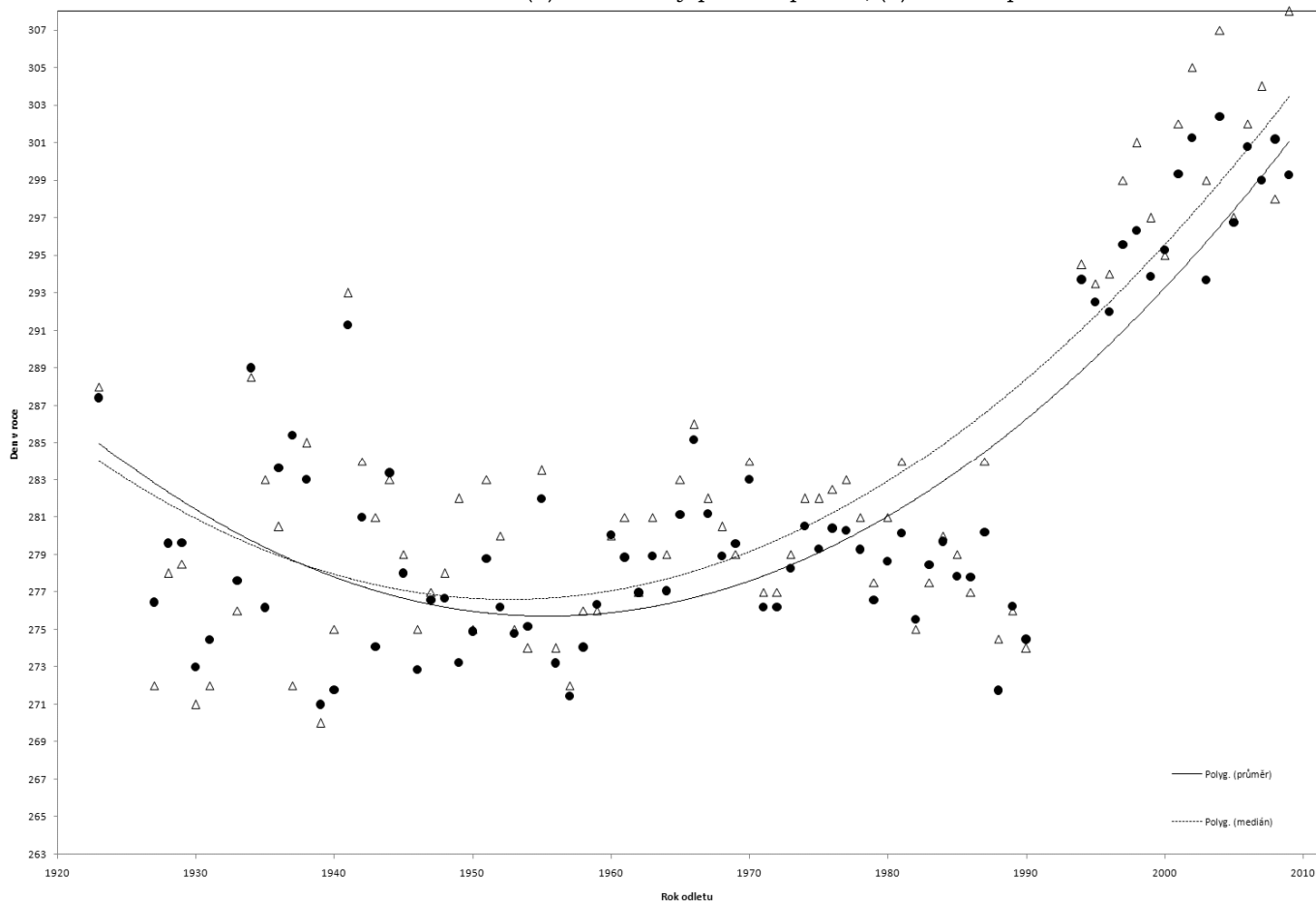




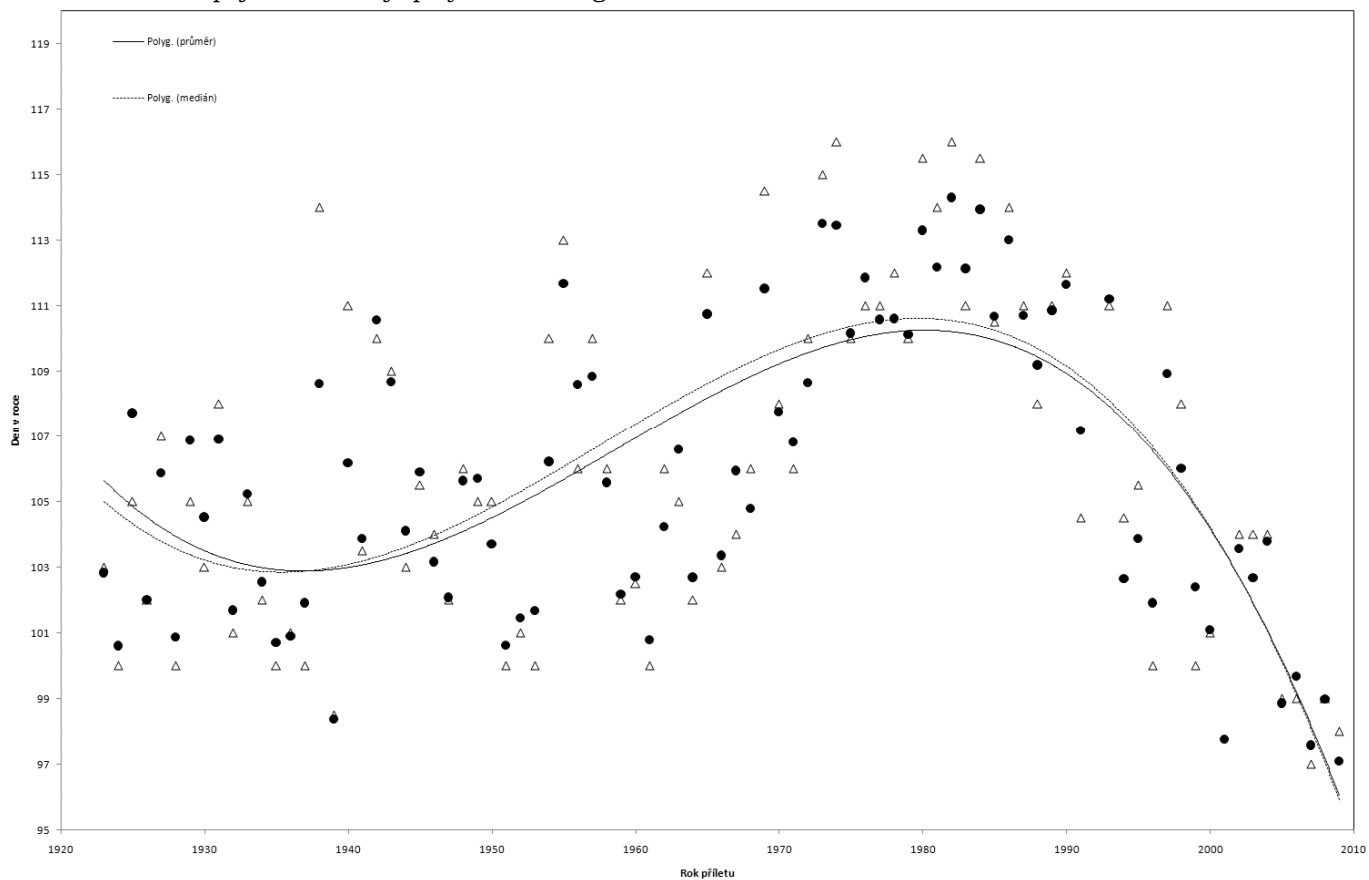
Obr. 13. Časová proměnlivost přiletu špačka obecného na území České republiky, 1923-2009.  
Den v roce: den 1 = 1. leden. (●) aritmetický průměr přiletu, (Δ) medián přiletu.



Obr. 14. Časová proměnlivost odletu špačka obecného na území České republiky, 1923-2009.  
Den v roce: den 1 = 1. leden. (●) aritmetický průměr přiletu, (Δ) medián přiletu.



Obr. 15. Časová proměnlivost přiletu vlaštovky obecné na území České republiky, 1923-2009.  
 Den v roce: den 1 = 1. leden. (●) aritmetický průměr přiletu, (Δ) medián přiletu.  
 Spojnici trendu je polynommická regrese 3. řádu



Obr. 16. Časová proměnlivost odletu špačka obecného na území České republiky, 1923-2009.  
 Den v roce: den 1 = 1. leden. (●) aritmetický průměr přiletu, (Δ) medián přiletu.

