

**MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ  
AGRONOMICKÁ FAKULTA**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**BRNO 2017**

**Bc. ADÉLA TARROVÁ**

**Mendelova univerzita v Brně**  
**Agronomická fakulta**  
**Ústav agrosystémů a bioklimatologie**

---



**Vliv klimatu na termíny fenologických fází vybraných  
živočišných druhů**

Diplomová práce

*Vedoucí práce:*  
Ing. Lenka Bartošová, Ph. D.

*Vypracoval:*  
Bc. Adéla Tarrová

---

Brno 2017

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Zpracovatelka: **Bc. Adéla Tarrová**  
Studijní program: Zemědělská specializace  
Obor: Agroekologie  
Název tématu: **Vliv klimatu na termíny fenologických fází vybraných živočišných druhů**  
Rozsah práce: 60-70 stran

Zásady pro vypracování:

1. Samostatně se podílet na fenologickém monitoringu vybraných živočišných druhů na lokalitách jižní Moravy v jarní sezóně 2016 a 2017;
2. Samostatně zpracovat fenologická data pozorovaná v jarní sezóně 2016 a připravit na jejich základě analýzu mikro-fenologické diverzity mezi jednotlivými lokalitami;
3. Zpracovat historická fenologická data pozorovaná na daných lokalitách v minulosti a provést analýzu fenologických řad a analýzu fenologických trendů;
4. Zhodnotit vliv klimatu a provést trendovou analýzu mezi klimatickými a fenologickými trendy pro zadané druhy a na daných lokalitách;

Seznam odborné literatury:

1. SCHWARTZ, M D. *Phenology: an integrative environmental science*. 3300 AA Dordrecht, The Netherlands: Kluwe Academic Publishers, 2003. 564 s. ISBN 1-4020-1580-1.
2. HÁJKOVÁ, L. – VOŽENÍLEK, V. – TOLASZ, R. – KOHUT, M. – MOŽNÝ, M. – NEKOVÁŘ, J. – NOVÁK, M. – REITSCHLAGER, J D. – STRÍŽ, M. – VÁVRA, A. – VONDRÁKOVÁ, A. *Atlas fenologických poměrů Česka*. 1. vyd. Praha: Olomouc: ČHMÚ, Univerzita Palackého v Olomouci, 2012. ISBN 978-80-86690-98-8.
3. *Změny klimatu, fenologie a ekosystémové procesy*. Praha: Český hydrometeorologický ústav, 2013. 126 s. ISBN 978-80-86690-64-3.
4. BAUER, Z. – BARTOŠOVÁ, L. *Observed phenological response of ecosystems to the climate: Part I. Flood-plain forest*. Brno: Global Change Research Centre, Academy of Sciences of the Czech Republic, 2014. 128 s. ISBN 978-80-87902-00-4.
5. CEPÁK, J. a kol. *Atlas migrace ptáků České a Slovenské republiky : Czech and Slovak bird migration atlas*. 1. vyd. Praha: Aventinum, 2008. 607 s. ISBN 978-80-86858-87-6.
6. *International Journal of Biometeorology*. New York: ISSN 0020-7128.
7. *Global Change Biology*. ISSN 1354-1013.
8. BARTOŠOVÁ, L. *Detekce odezvy změny klimatu v přírodních ekosystémech v kukuřičné výrobní oblasti*. Disertační práce. Brno: MENDELU Brno, 2010. 124 s.

Datum zadání diplomové práce: listopad 2015

Termín odevzdání diplomové práce: duben 2017



**Bc. Adéla Tarrová**  
Autorka práce



**Ing. Lenka Bartošová, Ph.D.**  
Vedoucí práce



**prof. Ing. Zdeněk Žalud, Ph.D.**  
Vedoucí ústavu



**doc. Ing. Pavel Ryant, Ph.D.**  
Děkan AF MENDELU

## Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci:

**Vliv klimatu na termíny fenologických fází vybraných živočišných druhů** vypracoval/a samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.

Jsem si vědom/a, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne:.....

.....  
podpis

Poděkování:

*Ráda bych poděkovala především vedoucí své diplomové práce, Ing. Lence Bartošové, Ph.D. za odborné vedení, cenné rady, čas a vstřícný přístup při zpracování této práce. Dále bych ráda poděkovala své rodině, blízkým a spolužákům za podporu při vypracování této práce.*

## **ABSTRAKT**

Diplomová práce na téma „Vliv klimatu na termíny fenologických fází vybraných živočišných druhů“ se zabývá změnou klimatu a jejím vlivem na posun fenologických termínů u vybraných ptačích zástupců za dlouhodobé sledované období. Dále zkoumá vzájemnou závislost mezi jednotlivými fenologickými termíny vybraných ptačích druhů. V neposlední řadě se také zaměřuje na vztah mezi řízenými (ovocné dřeviny) a neřízenými ekosystémy (ptačí druhy). Studie vychází z hodnot naměřených a sledovaných na třech lokalitách na jižní Moravě v průběhu let 1961 – 2012. Data byla mezi sebou porovnávána v časových řadách. Z výsledků je patrný výrazný nárůst teploty ve sledovaném období s průkazným vlivem na dřívější nástup vybraných fenologických termínů. Stejně tak je evidentní vzájemná vazba mezi jednotlivými fenologickými termíny řízených i neřízených ekosystémů.

**Klíčová slova:** fenologie, klimatické trendy, fenologické trendy, sýkora koňadra, lejsek bělokrký, ovocné dřeviny, korelace

## **ABSTRACT**

Thesis on “Climate Impact on the Terms of Phenological Phases of Selected Animal Species” examines climate change and its impact on the shift of phenological terms of selected birds population in a long-term period. It also examines the interdependence between phenological terms of selected bird species. Finally, it also focuses on the relationship between managed (fruit trees) and unmanaged ecosystems (bird species). The study is based on the data which were monitored at three sites in southern Moravia during the years 1961 - 2012. The data were compared between each other in time series. The results show a significant increase of temperature in the monitored period with an evident impact on the earlier onset of selected phenological terms. Similarly, the relationship between the individual phenological dates of managed and unmanaged ecosystem is also evident.

**Key words:** phenology, climatic trends, phenological trends, Great tit, Collared flycatcher, fruit trees, correlation

## OBSAH

1 ÚVOD.....	10
2 CÍLE PRÁCE.....	11
3 LITERÁRNÍ PŘEHLED .....	12
3.1 Fenologie.....	12
3.1.1 Definice fenologie .....	12
3.1.2 Historie fenologie .....	12
3.1.3 Význam fenologie .....	15
3.1.4 Faktory ovlivňující fenologii.....	16
3.2 Změna klimatu .....	17
3.2.1 Klima a klimatický systém .....	17
3.2.2 Globální změna klimatu .....	18
3.2.3 Změna klimatu v Evropě .....	20
3.2.4 Vliv změny klimatu na fenologii.....	21
3.3 Fenologie ptačí populace.....	23
3.3.1 Klima a ptačí populace .....	23
3.3.2 Fenologie ptačí populace v Evropě a ČR .....	25
3.3.3 Fenofáze ptačí populace .....	27
3.4 Charakteristika pozorovaných zástupců.....	28
3.4.1 Sýkora koňadra ( <i>Parus major</i> ) .....	28
3.4.2 Lejsek bělokrký ( <i>Ficedula albicollis</i> ) .....	30
3.5 Řízené a neřízené ekosystémy .....	32
4 METODIKA .....	35
4.1 Klimatická a fenologická data.....	35
4.2 Vlastní pozorování .....	37
5 VÝSLEDKY .....	42
5.1 Klimatické trendy.....	42
5.2 Fenologie ptačích druhů.....	44
5.2.1 Fenologické trendy .....	44
5.2.2 Porovnání fenologických trendů.....	46
5.2.3 Porovnání fenologických a klimatických trendů.....	47
5.3 Fenologie ovocných dřevin .....	48
5.3.1 Fenologické trendy .....	48
5.3.2 Porovnání fenologických a klimatických trendů.....	50



5.4 Porovnání fenologických trendů z rostlinné a živočišné říše.....	52
5.5 Vlastní pozorování v terénu .....	57
6 DISKUSE.....	65
7 ZÁVĚR.....	69
8 PŘEHLED POUŽITÉ LITERATURY .....	70
9 SEZNAM OBRÁZKŮ.....	79
10 SEZNAM TABULEK .....	82
11 PŘÍLOHY .....	83
Příloha 1: .....	83
Příloha 2: .....	86

# 1 ÚVOD

Fenologie neboli načasování sezonních životních projevů rostlin a živočichů, je podle IPCC označována za pravděpodobně nejjednodušší proces, při kterém lze sledovat změny v ekologii druhů v souvislosti se změnou klimatu. Fenologické události zahrnují několik fází ve vývoji rostlin i živočichů. Četné studie dokumentují progresivní nástup jara o 2,3 až 5,2 dní za dekádu v posledních 30 letech (IPCC, 2007). V pojetí IPCC znamená změna klimatu jakoukoliv změnu v průběhu času, zapříčiněnou přirozenou variabilitou nebo způsobenou lidskou činností. Adaptací se pak snaží určitý systém dané změně klimatu přizpůsobit a zmírnit potenciální poškození či využít následky (IPCC, 2001).

Nárůst teploty vzduchu neboli globální oteplování v průběhu 20. století lze přisuzovat zesílenému skleníkovému efektu, způsobeném antropogenní produkcí skleníkových plynů. Scénáře změn klimatu pro území ČR počítají s růstem teplot vzduchu i v dalším období. Do roku 2039 dojde podle některých výsledků výzkumu ke zvýšení průměrné roční teploty vzduchu asi o 1 °C, což bude mít závažné dopady jak na umělé tak na přírodní ekosystémy (MOŽNÝ, 2013).

V posledních letech se fenologie dostala opět do popředí zájmu. Online databáze Web of science uvádí přes 8000 citací pod klíčovým slovem fenologie s tím, že asi 500 z těchto dokumentů bylo zveřejněno za posledních deset let. Celá řada nových technologií také pomáhá urychlit studium fenologie a přispívá tak k obnově tohoto oboru (NOORMETS, 2009).

V této diplomové práci se zaměřuji na souvislosti mezi měnícími se klimatickými podmínkami a fenologií neřízených i řízených ekosystémů. V případě klimatických hodnot se jedná především o analýzu trendu teplot v jarních měsících. U fenologie neřízených ekosystémů jsou hodnoceny trendy fenofází vybraných ptačích druhů sledovaných na jižní Moravě. Pro porovnání s řízenými ekosystémy byly vybrány ovocné dřeviny sledované na lokalitě v Lednici. V rámci dvacetiletých řad jsou porovnány fenologické trendy spolu s klimatickými a také fenologické trendy řízených a neřízených ekosystémů mezi sebou. Součástí je také vlastní monitoring ptačích budek rozmístěných v Přírodní rezervaci Plačkův les a říčka Šatava.

## **2 CÍLE PRÁCE**

Diplomová práce se zabývá posunem fenologických termínů u vybraných živočišných druhů v závislosti na klimatických podmínkách. Dále se zabývá porovnáním fenologických termínů mezi sebou a vztahem mezi řízenými a neřízenými ekosystémy. Cílem této práce je analyzovat historická klimatická a fenologická data z jednotlivých lokalit na jižní Moravě za dlouholeté období a vyhodnotit jejich stávající klimatický a fenologický trend. Dalším cílem je na základě fenologických a klimatických řad zhodnotit jejich vzájemnou korelaci, a to jak mezi fenologickými a teplotními termíny, tak i vzájemně mezi fenologickými termíny živočišných i rostlinných druhů. Posledním cílem byl fenologický monitoring vybraných živočišných druhů v lužním lese na jižní Moravě.

## 3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

### 3.1 Fenologie

#### 3.1.1 Definice fenologie

Termín fenologie poprvé použil v roce 1853 belgický botanik Charles Morren ve vztahu studie načasování sezonních biologických aktivit. Tento termín je odvozen z řeckých slov *phaino*, ve smyslu "objevit se" a *logos*, což znamená "studovat". Zatímco termín sezónnost se používá při popisování změn v abiotickém prostředí (např. termín prvního a posledního mrazu v zimě, nebo ke dni, kdy taje led v jezerech či tocích), termín fenologie je vyhrazen pro popis načasování biologických činností (HAGGERTY & MAZER, 2008).

LEITH (1974) definuje fenologii jako "Studie o načasování opakujících se biologických událostí, příčiny jejich načasování s ohledem na biotické a abiotické síly, i na vzájemném vztahu mezi fázemi stejného nebo různého druhu. Tato definice byla obecně přijímána a používána. Podporuje široký pohled na fenologii v tom smyslu, že na rozdíl od jiných definic, není omezena pouze na události životních cyklů (např. kvetení u rostlin či chov mláďat u zvířat), nebo jevů, které jsou přímo pozorovatelné. Explicitní v této definici je důraz na pochopení jak souvislosti fenologických událostí nebo vlivů životního prostředí, tak vztahů mezi dvěma či více fenologickými událostmi (RICHARDSON, 2013).

#### 3.1.2 Historie fenologie

Počátky fenologického pozorování jsou datovány již z roku 705 n. l. z japonského císařského dvoru (HÁJKOVÁ *et al.*, 2012). První organizace pro pozorování rostlin, ptáků a hmyzu byly založeny v rámci evropského kontinentu. Švédské a finské fenologické sítě zprovoznili von Linné a Leche v roce 1750 (KOLÁŘOVÁ & ADAMÍK, 2015). V letech 1752 – 1755 zřídil Carl von Linné ve švédsku 18 sítí stanic a dal tak základ pravidelnému fenologickému pozorování ve staničních sítích. Tím se fenologie, kromě čistě vědeckého využití, stala významná z praktického hlediska především v zemědělství, lesnictví, rybářství a dalších oborech. Později se také stala prospěšná v rámci predikce šíření alergenových prvků (LEITH, 1974). Od roku 1846, finská společnost (Finnish Society of Sciences and Letters) zřídila pravidelnou fenologickou síť, která stále běží (KOLÁŘOVÁ & ADAMÍK, 2015).

Předpoklad k moderní fenologické studii byl iniciován v Evropě v polovině 18. století. Počínaje v roce 1736, kdy Robert Marsham uchovával podrobné záznamy o tzv. "Indications of Spring" (neboli "Známky jara") na jeho rodinném sídle v Norfolku ve Velké Británii, s cílem zlepšit produkci dřeva prostřednictvím studie načasování rostlinných a živočišných životních cyklů. Jeho monitoring zahrnoval první výskyty olistění, kvetení nebo nástup hmyzu. Jeho potomci udržovali tyto záznamy až do roku 1947, čím se řadí mezi jedno z nejdelších evropských fenologických pozorování. I když byl vybaven jen zápisníkem a psacími potřebami, byl "moderním" aspektem jeho přístupu systematický charakter jeho záznamů pro mnoho volně žijících druhů v jednom ekosystému (27 fenofází pro 20 rostlin a živočichů) (HAGGERTY & MAZER, 2008).

Nejstarší systematická evropská síť byla provozována organizací Societas Meteorologica Palatina v Mannheimu v letech 1781 až 1792. Stejně jako meteorologické údaje, shromažďovala i fenologické záznamy o rostlinách a živočiších. Po prvním mezinárodním ornitologickém kongresu v roce 1884, byl vzbuzen zájem o ptačí fenologii v několika zemích, a zejména v průběhu 20. století vzniklo mnoho národních fenologických sítí (KOLÁŘOVÁ & ADAMÍK, 2015).

První sporadické poznámky k fenologii v českých zemích napsali J. Sterling, A. Strnad, T. Haenke a M. David v druhé polovině 18. století (KOLÁŘOVÁ & ADAMÍK, 2015). Roku 1769 byla založena k povznesení zemědělství Společnost vlastenecko – hospodářská, která jako první v Čechách prováděla pravidelná fenologická pozorování (HÁJKOVÁ *et al.*, 2012). Tato společnost byla původně založena jako Společnost rolnictví a svobodných umění v království Českém Marií Terezií v roce 1767. Hlavním cílem této společnosti bylo zvýšit zemědělskou a průmyslovou výrobu v českých zemích. Kromě ostatních témat, se členové zaměřili i na meteorologii, fenologii rostlin a živočichů (KOLÁŘOVÁ & ADAMÍK, 2015). Shromážděné informace později zpracoval Karl Fritsch, který tak fenologii přispěl velkým dílem nejen touto prací. V Brně byla ve 20. století založena Státní fenologická služba na Moravě, kterou organizovala Sekce pro půdoznalství a zemědělskou meteorologii Zemského výzkumného ústavu zemědělského (HÁJKOVÁ *et al.*, 2012). Společnost organizovala meteorologická a fenologická pozorování v oblasti Moravy a Slezska. Fenologické záznamy ptáků byly pravidelně zveřejňovány až do roku 1906 (KOLÁŘOVÁ & ADAMÍK, 2015).

Jednu z prvních národních fenologických sítí na světě založil profesor Václav Novák, který působil na Mendelově univerzitě. Tato pozorovací síť čítala až 650 pozorovatelů, a to i z řad učitelů, revírníků, rolníků, zahradníků a jiných, jejichž snaha vedla ke shromáždění velkého množství cenných materiálů. Ty byly zpracovány do dlouholetých průměrných fenologických fází a publikovány ve fenologických ročenkách. Významnou pomůckou v oblasti zemědělství byly fenologické mapy. V roce 1983 byla pozorovací místa rozdělena do dvou skupin (polní plodiny a ovocné dřeviny), od roku 1987 byla přidána další stanice a to pro pozorování lesních rostlin (HÁJKOVÁ et al., 2012).

V současnosti se tedy v České republice nachází tři typy fenologických stanic. Již řadu let jsou fenologická pozorování také součástí odborné činnosti Českého hydrometeorologického ústavu. Český hydrometeorologický ústav vydal pokyny, kterými se řídí dobrovolní i profesionální pozorovatelé při svém fenologickém monitoringu (HÁJKOVÁ et al., 2012). V rámci speciální fenologie se pozorují pouze malé skupiny druhů (např. včel nebo vinné révy) a sleduje se u nich takový počet fází, který je pro biologii příslušných druhů zajímavý. Oproti tomu u všeobecné fenologie probíhá pozorování v plošně rozsáhlých sítích s jednotnou metodikou. Zde je vyžadováno jak pevné organizační a metodické vedení, tak i široký okruh vyškolených a stabilních pozorovatelů (KRŠKA, 2006). Výsledky pozorování jsou posléze kontrolovány, zpracovávány a následně použity do publikací (např. Atlas podnebí Česka), odborných časopisů (např. Meteorologické zprávy) nebo prezentovány zejména na bioklimatologických konferencích (HÁJKOVÁ et al., 2012). Během posledních 2 desetiletí došlo k renesanci fenologického výzkumu v důsledku probíhajících klimatických změn, které ovlivnily rostliny a živočichy v různých trofických úrovních a v rozmanitých ekosystémech (KOLAŘÍKOVÁ & ADAMÍK, 2015).

V rámci Evropy byla založena roku 1959 síť mezinárodních fenologických zahrádek (The International Phenological Gardens) ([www.chmuul.org](http://www.chmuul.org)). V daném roce vznikla první fenologická zahrádka v Offenbachu v Německu. Cílem projektu fenologických zahrádek je studovat dopady změny klimatu na lesní rostliny při použití jednotné metodiky a rostlin se stejným genetickým základem. V rámci této sítě je používána na všech zahrádkách jednotná metodika pozorování a je sledováno pouze několik vybraných fenologických fází (BAREŠ, MOŽNÝ & NEKOVÁŘ, 2007). Průběžně jsou data o nástupu fenofází hlášena a zasilána na Humboldtovu univerzitu v Berlíně. V roce 2010

existovalo na evropském kontinentu 89 stanic rozmístěných v 19 zemích ([www.chmuul.org](http://www.chmuul.org)). V roce 1999 bylo v rámci středoevropského semináře rozhodnuto o vybudování fenologické zahrádky na pozemku observatoře Doksany. Vlastní pozorování pak začalo v roce 2001 (BAREŠ, MOŽNÝ & NEKOVÁŘ, 2007). Nyní se v České republice nachází celkem tři mezinárodní fenologické zahrádky (další dvě jsou ve Křtinách a v Kostelci nad Černými lesy) ([www.chmuul.org](http://www.chmuul.org)).

### **3.1.3 Význam fenologie**

Fenologie je jedním z prvních vědních oborů, studovaných lidmi po tisíciletí k předvídání dostupnosti potravin v jednotlivých ročních obdobích. Brzy byli lidé z velké části závislí na jejich schopnosti lokalizovat, identifikovat a chránit jedlé rostliny v průběhu celého vegetačního období. To znamená, že museli být obeznámeni jak s vegetativními (stonky, listy a kořeny) tak reprodukčními (květy, plody, semena) částmi rostlin v jejich ekosystému, aby byli schopni je identifikovat ve všech ročních obdobích. Totéž platilo pro agrární společnosti, jejichž členové sbírali semena a učili se maximalizovat produkci plodin pomocí optimálního načasování výsadby a sklizně činností (HAGGERTY & MAZER, 2008).

Z historických záznamů a pozorování víme, že fenologické události se mohou měnit z roku na rok. Ekosystémy se mohou vzpamatovat ze změn mezi jednotlivými roky, ale když tyto změny budou trvalé v průběhu mnoha let, bude mít načasování těchto událostí, jako je kvetení, olistění, nástup hmyzu a alergie dopad na prospěch rostlin, živočichů i lidí v jejich prostředí ([www.budburst.org](http://www.budburst.org)). Úspěch ekosystému nebo potravinového řetězce závisí na načasování fenologických událostí. Mnoho živočichů se spoléhá na listy, pupeny, květy a plody pro svoji potravu. V případě, že se načasování nástupu fenologických událostí výrazně změní, může to mít za následek méně semen a hmyzu, což by mělo dopad na živočichy, které jsou pro svoji potravu závislé na hmyzu. Fenologie se zabývá také vztahy fenofází mezi jednotlivci stejných nebo různých druhů (GARDINER, 2009).

Mimo dopadů na potravinovou bilanci, mohou fenologické události také ovlivnit lidské zdraví. Pylové alergie mohou být zhoršeny některými změnami růstových podmínek rostlin. Lidé jsou alergičtí na pyl z různých druhů rostlin, a pokud se změní načasování kvetení, změní se i následné reakce. Změny v načasování fenologických

událostí mají významné důsledky pro vědecký výzkum. Vědci používají fenologická data v počítačových modelech, prostřednictvím kterých promítají budoucí klimatické scénáře a předpokládaný dopad těchto změn na životní prostředí. Vědci se také zajímají o to, jak nás fenologie může informovat při sledování sucha nebo při posouzení rizika spojeného s požáry. Změny ve fenologických událostech mohou mít významný vliv na to, jak žijeme své životy a na interakci s naším prostředím v každodenní praxi. Z hlediska všech možných dopadů v důsledku změn v načasování jednotlivých fenologických událostí je zřejmé, že fenologie je velmi důležitá environmentální věda (GARDINER, 2009).

### **3.1.4 Faktory ovlivňující fenologii**

V nedávné době, se vědecký výzkum zabývající se fenologií posunul v otázce, jak bude fenologie ovlivněna globálními změnami, a jaké důsledky případné změny mohou mít pro rozdělení druhů a funkci ekosystému. Důležitým impulsem k tomuto posunu byl nedávný objev, že mírné změny v délce vegetačního období, kdy jsou rostliny aktivně fotosyntetizující, může výrazně změnit ukládání uhlíku. Existuje tedy zpětná vazba mezi fenologií a faktory ovlivňující globální uhlíkovou bilanci, která může zrychlovat nebo zpomalovat míru změny klimatu. Studium fenologie tedy nabylo důležitého vědeckého významu ve snaze pochopit podstatu a důsledky změny klimatu (LECHOWICZ, 2002).

Přesné načasování událostí v přirozeném cyklu ročních období často rozhoduje o úspěchu nebo neúspěchu jednotlivých rostlin nebo živočichů. Mnoho stěhovavých ptáků musí klást vejce ve správně načasovaném termínu, tedy ani ne moc brzy s ohledem na potravu, ale také ne pozdě, aby byla mláďata před zimou schopna migrace. Listnaté stromy začínají pučet jen tehdy, když je riziko pozdních mrazů nízké, ale ne později k létu, kdy je v tomto ročním období jejich fotosyntetická aktivita mnohem menší. Ve všech těchto případech musí načasování fenologických událostí reagovat na environmentální podněty, které předznamenávají budoucí podmínky (LECHOWICZ, 2002).

I když je různorodost a komplexnost fenologických odpovědí rozsáhlá, environmentální podněty, na kterých jsou fenologické události závislé, jsou relativně malé. Fenologické podněty lze rozdělit do dvou základních tříd: fotoperiodických a klimatických. Mezi klimatickými podněty převažují teplotní vlivy, ale zanedbatelné nejsou ani srážky a záření. Fotoperiodické a klimatické signály se liší svoji povahou a užitečností při posuzování environmentálních podmínek během ročního cyklu. Problém



s fotoperiodou jako podnětem k fenologickým změnám je to, že klima není nikde zcela předvídatelné během jednoho nebo mezi více roky. Organismy tak používají teplotu, někdy i vodu, aby lépe odhadly průběh sezóny v daném roce na určité lokalitě. Tyto klimatické signály jsou užitečná vodítka pro fenologické události, ale také nejsou zcela spolehlivé. Změny v atmosférické cirkulaci skutečně mohou přinést dřívější nástup jarního oteplování než je obvyklé, ale ne nutně vyloučit možnost pozdního mrazu (LECHOVICZ, 2002).

## **3.2 Změna klimatu**

### **3.2.1 Klima a klimatický systém**

Klima je v užším slova smyslu definováno jako “průměrné počasí“. V širším pojetí jde o stav klimatického systému zahrnující statistický popis (IPCC, 2001). WMO (World Meteorological Organization) definuje klima přesněji jako statistický popis v pojmech střední hodnoty a proměnlivosti relevantních veličin (jako teploty, srážky či větru) přes časové období v rozmezí od měsíců po tisíce nebo milióny let. Vědci stanovili průměrné klima z výpočtu podmínek po dobu 30 let. Tyto průměry vytváří základnu pro porovnávání aktuálního počasí a klimatu ([www.wmo.int](http://www.wmo.int))

Klimatický systém je velmi složitý systém skládající se z pěti hlavních složek:

- atmosféry
- hydrosféry
- kryosféry
- zemského povrchu
- biosféry

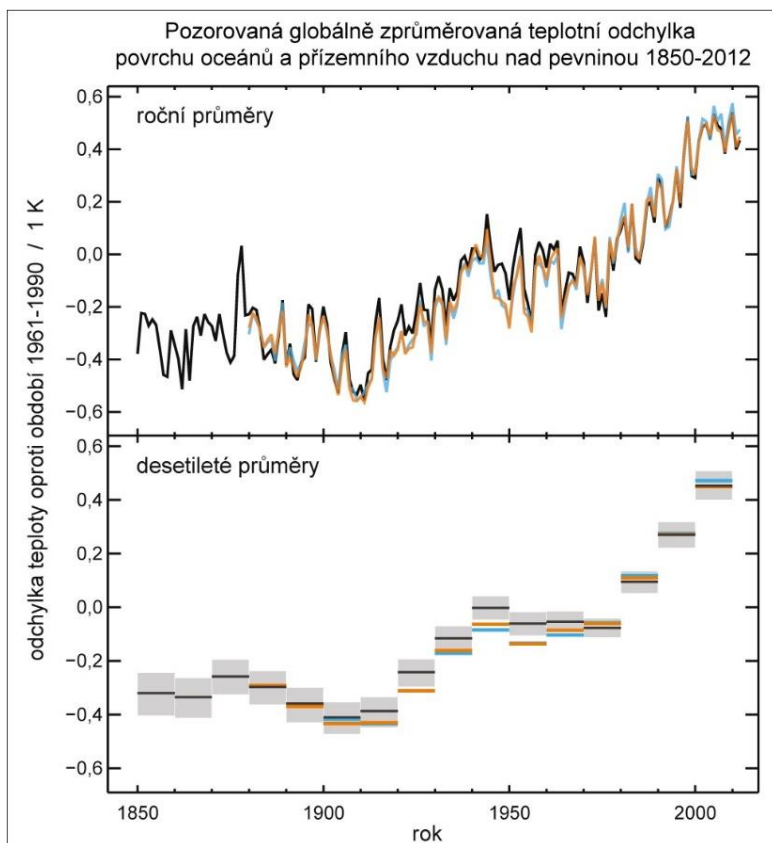
a vzájemné interakce mezi nimi. Klimatický systém se vyvíjí v čase vlivem své vlastní vnitřní dynamiky a v důsledku vnějšího působení, jako jsou vulkanické erupce, sluneční změny a antropogenní působení zahrnující změny složení atmosféry a změnu využití půdy.

### 3.2.2 Globální změna klimatu

Podle IPCC ( Intergovernmental Panel on Climate Change) změna klimatu přetrvává po delší dobu, obvykle po desetiletí nebo déle a je možné změny stavu klimatu identifikovat změnami průměru a/nebo proměnlivosti vlastností klimatu. To se vztahuje k jakékoli změně klimatu v průběhu času, ať už v důsledku přirozené variability, nebo v důsledku lidské činnosti. Toto užití se liší vzhledem k Rámcové úmluvě OSN o změně klimatu (UNFCCC), kde je na změnu klimatu vázána přímo nebo nepřímo lidská činnost měnící globální složení atmosféry. Nárůst teploty je rozšířený po celém světě a je podstatně výraznější ve vyšších severních zeměpisných šířkách (IPCC, 2007).

Fakt, že klimatický systém ovlivňuje lidská činnost, byl popsán v mnoha vědeckých studiích (CROWLEY, 2000; HARDY, 2003; KARL, TRENBERTH, 2003; ORESKES, 2004; SILLMANN, ROECKNER, 2008; ROSENZWEIG, 2009; ŽALUD, Z., 2009). Dokládá to i aktuální stav vypouštěných antropogenních emisí způsobující skleníkový efekt, který je nyní historicky nejvyšší. Každé z posledních tří desetiletí bylo postupně teplejší než kterékoli z předchozích desetiletí od roku 1850. Globální průměrná kombinovaná teplota povrchu kontinentů a povrchu oceánů, vypočtena pomocí lineárního trendu ukazuje oteplení o 0,85 [0,65 – 1,06] °C v období od roku 1880 až 2012 (obr. 1). Tyto změny měly dalekosáhlé dopady na lidské a přírodní systémy. Pozorované změny klimatu jsou nejsilnější a nejrozsáhlejší u přírodních systémů. Mnohé suchozemské, sladkovodní i mořské druhy posunuly svůj geografický rozsah, sezonní aktivity, migrační schéma, hojnost a druhové působení v návaznosti na probíhající změnu klimatu (IPCC, 2014).

Tři nezávislé globální dlouhodobé záznamy o celosvětovém průměru roční povrchové teploty (kontinentů i oceánů) ukazují, že desetiletí mezi lety 2004 a 2013 bylo 0,75 °C až 0,81 °C teplejší než předindustriální období (EEA, 2014). Přičemž tyto stejné záznamy ukazují, že desetiletí mezi lety 2005 a 2014 byl až o 0,80 °C až 0,84 °C teplejší než předindustriální období (EEA, 2015). V průběhu desetiletí 2005 – 2014 se rychlost změn průměrné globální povrchové teploty pohybovala mezi 0,08 a 0,12 °C / dekádu (EEA, 2014). To je pomalejší než v předchozím desetiletí (2004 – 2013), kdy byla rychlost změn blízká orientačnímu limitu 0,2 °C (EEA, 2015).



Obr. 1 – Pozorované anomálie kombinované průměrné globální teploty povrchu souše a oceánu, od roku 1850 do roku 2012 ze tří souborů dat. Horní panel: roční průměrné hodnoty, dolní panel: průměrné dekádní hodnoty včetně odhadu neurčitosti u jednoho souboru dat (černá křivka). Anomálie jsou vztaženy k průměru za období 1961 – 1990 (IPCC, 2013).

Podle posledních výzkumů byl rok 2016 uveden jako nejteplejší v historii a globální teplota se za období 1880 – 2016 zvýšila průměrně o 0,99 °C (tab. I). Deset nejteplejších let v uvedeném období 136 let nastává již od roku 2010. (www. climate.nasa.gov).

Tab. I - Průměrné zvýšení globální teploty od roku 1880 v letech 2000 – 2016

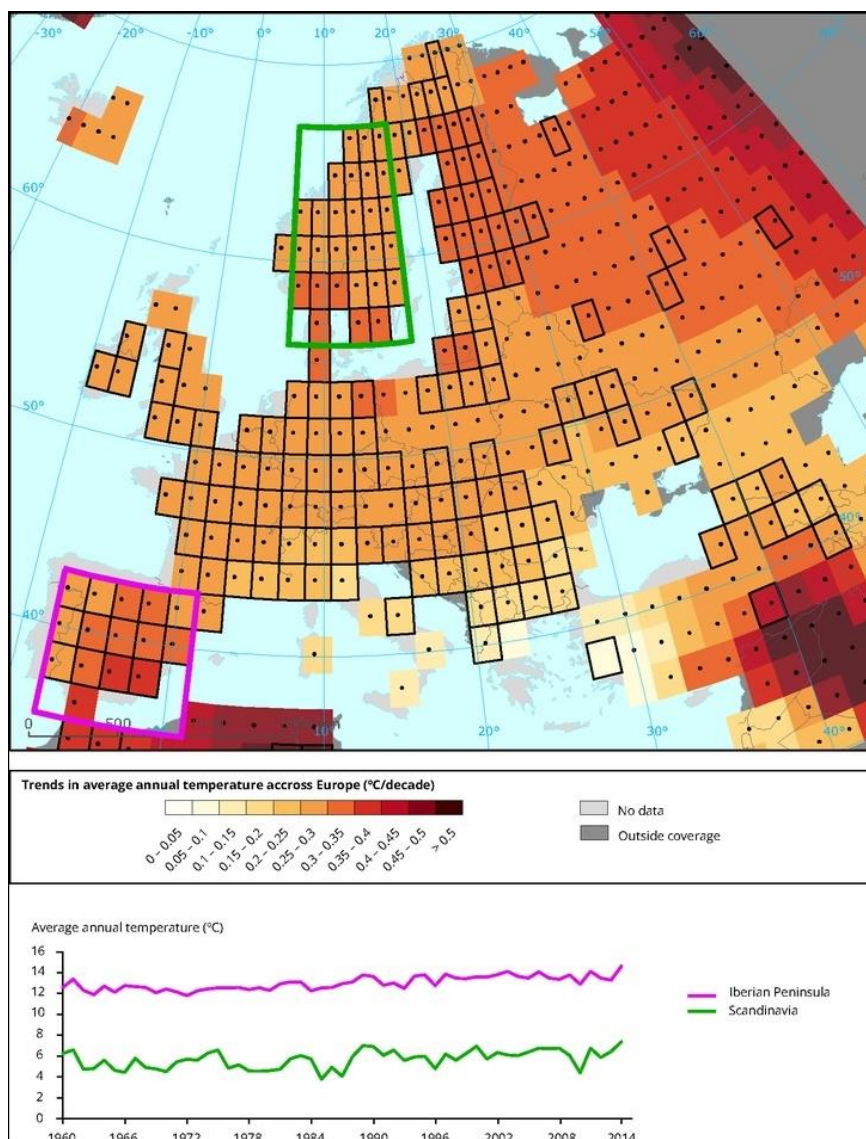
rok	teplota [°C]	rok	teplota [°C]
2000	0,42	2009	0,64
2001	0,55	2010	0,71
2002	0,63	2011	0,6
2003	0,62	2012	0,63
2004	0,55	2013	0,65
2005	0,69	2014	0,74
2006	0,63	2015	0,87
2007	0,66	<b>2016</b>	<b>0,99</b>
2008	0,54		

### 3.2.3 Změna klimatu v Evropě

Lidské systémy a ekosystémy v Evropě jsou náchylné k závažným dopadům změny klimatu, jako jsou říční povodně, sucha nebo záplavy na pobřeží (EEA, 2012). Extrémně chladné počasí je v Evropě stále více vzácné, zatímco teplé extrémy jsou stále častější. Od roku 1880 se průměrná délka vlny letních veder přes západní Evropu zdvojnásobila a četnost horkých dnů téměř ztrojnásobila (EEA, 2014). V odlišných regionech, může kombinace různých typů těchto dopadů prohloubit jejich zranitelnost. Socio-ekonomický vývoj je klíčovým faktorem předpokládaného nárůstu dopadů změny klimatu. V celé Evropě existují významné rozdíly ve schopnosti adaptace. Pokud vážné změny klimatu ovlivní regiony, které mají nízkou schopnost adaptace, budou následky závažné. Integrovaná posouzení zranitelnosti evropských regionů na změnu klimatu naznačují, že změna klimatu by mohla prohloubit stávající sociálně-ekonomické nerovnováhy v Evropě a také negativně ovlivnit soudržnost území (EEA, 2012).

Roční průměrná teplota Evropského kontinentu se zvyšuje více než globální průměrná teplota, a o něco více, než globální povrchová teplota. Průměrná teplota pro Evropský kontinent v rámci desetiletí 2004 – 2013 byla 1,3 °C nad úrovní předindustriálního období (EEA, 2014). V následujícím desetiletí 2005 – 2014 však byla tato hodnota ještě vyšší a to 1,5 °C (EEA, 2015). Meziroční proměnlivost teploty v celé Evropě, je obvykle mnohem vyšší v zimě než v létě. Relativně rychlý trend oteplování od roku 1980 je nejvíce zřetelný v letním období. Zvláště velké oteplování bylo pozorováno v posledních 50 letech nad Pyrenejským poloostrovem, po celé střední a severovýchodní Evropě a v horských oblastech. V průběhu posledních 30 let, bylo oteplení nejzřetelnější nad Skandinávií, a to zejména v zimě, zatím co u Pyrenejského ostrova v létě (obr. 2) (EEA, 2015).

Očekává se, že se průměrná teplota v Evropě, bude v průběhu 21. století nadále zvyšovat (EEA, 2012). Podle výsledků z projektu ENSEMBLES, se má roční průměrná teplota nad Evropským kontinentem zvýšit více než celková globální teplota. Roční teplota nad Evropou se má zvýšit o 1,0 °C až 2,5 °C (mezi obdobími 2021 – 2050 a 1961 – 1990) a 2,5 °C až 4,0 °C (mezi obdobími 2071 – 2100 a 1961 – 1990) (VAN DER LINDER & MITCHELL, 2009).



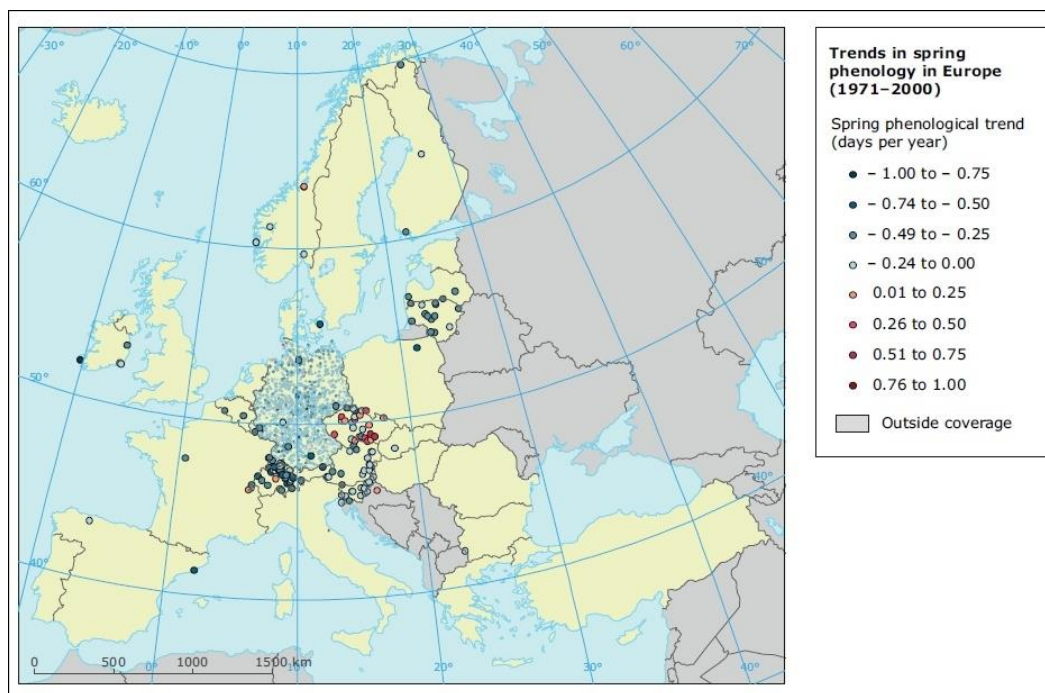
Obr. 2 – Trendy průměrné teploty v Evropě (°C/dekáda) (EEA, 2015)

Předpokládá se, že pro střední a východní Evropu budou mít klíčový vliv teplotní extrémy. Snížení srážek během letního období může zvýšit rizika sucha a zvýšení poptávky po energii. Naopak zvýšení srážek v zimě a na jaře může vést k intenzivnějším a četnějším povodím na řekách. Změna klimatu také povede k vyšší proměnlivosti výnosů u plodin a zvýšenému výskytu lesních požárů (EEA, 2012).

### 3.2.4 Vliv změny klimatu na fenologii

Fenologie je primárně vnímána jako indikátor pozorovaných dopadů změny klimatu na ekosystémy a jejich druhy (OSBORNE, 2000). Klimatické změny ovlivňují jednotlivé organismy (např. rostliny, houby a živočišné druhy), celé ekosystémy a jejich služby v mnoha směrech. Přímé důsledky změny klimatu, jako jsou změny ve fenologii druhů a

jejich rozmístění, jsou moderovány prostřednictvím dopadů na stanoviště a ekologickými interakcemi mezi druhy (EEA, 2012). Některé fenologické odezvy jsou spouštěny průměrnou teplotou (MENZEL *et al.*, 2006), zatímco jiné jsou více citlivé na délce dne nebo na vlivy extrémního počasí (MENZEL, SEIFERT & ESTRELLA, 2011). Změny ve fenologii mají vliv na vegetační období a tím i na fungování a produktivitu ekosystémů. V rámci fenologie rostlin mají také vliv na zemědělství, lesnictví a zahradnictví. Načasování orby, setí, sklizně i dřívější zrání ovoce se mění v důsledku teplejších letních teplot (MENZEL *et al.*, 2006). Pylová sezóna nastupuje dříve v průměru o 10 dní, než tomu bylo před 50 lety v důsledku brzkého kvetení mnoha druhů (EEA, 2012). Důsledkem je i vyšší koncentrace pylu ve vzduchu (BUTERS *et al.*, 2010). Podle dosavadních údajů v Evropě, vykazuje 78 % záznamů z fenofází olistění a kvetení postupující trendy v posledních desetiletích, zatímco pouze 3 % vykazuje významné zpoždění. V letech 1971 až 2000 nastalo jaro a léto dříve v rozmezí 2,5 až dnů během deseti let (obr. 3) (EEA, 2012).



Obr. 3 – Trendy v jarní fenologii v rámci Evropy (Každý bod představuje jednu stanic. Negativní fenologický trend popisuje dřívějšímu nástupu jara) (EEA, 2012)

Klimatické oteplování ovlivňuje životní cykly všech druhů zvířat (např. jarní rozmnožování žab, hnízdění ptáků či migraci motýlů) (EEA, 2012). Druhy, které jsou přizpůsobené k vyšším teplotám nebo k sušším podmínkám mohou mít z takovéto změny

prospěch, zatím co se druhy adaptované na chlad mohou setkat s rostoucím tlakem na jejich životní cyklus. Mírné zimy a dřívější nástup jara umožňují dřívější počátek rozmnožování, a u některých druhů, i vývoj další generace v průběhu roku. V rámci interakcí druhů v ekosystému může dojít ke snížení tlaků parazitů či predátorů, ale určité populace mohou dosáhnout velmi vysoké početnosti, díky níž dosáhnou nebo překročí prahové hodnoty poškození řízených ekosystémů (např. kůrovec v jehličnatých lesech) (BAIER, PENNERSTORFER & SCHOPF, 2007). Desynchronizace fenologických událostí se rovněž může přímo podílet na snížení zdatnosti jednotlivých druhů, například v důsledku zkrácené doby zimního spánku se může zhoršit tělesná kondice jedince (READING, 2007), nebo v případě ztráty interakce mezi býložravci a hostitelskou rostlinou (VISSER & HOLLEMAN, 2001). To může dále negativně ovlivnit např. opylování (HEGLAND *et al.*, 2009). Existuje tak důkaz, že jsou upřednostňovány druhy s velkou schopností adaptace, zatímco specializované druhy budou většinou negativně ovlivněny (SCHWEIGER *et al.*, 2012).

Při dosavadní rychlé změně klimatu se očekává, že některé druhy přesáhnou schopnost se přizpůsobit či migrovat, zejména tam, kde fragmentace krajiny může omezit jejich pohyb. Přímé dopady na jednotlivé druhy jsou pravděpodobně umocněné vzájemnou interakcí druhů, jako je například narušení současných potravních sítí. Téměř pětina stanovišť a 12 % druhů evropského významu jsou potenciálně ohroženi změnou klimatu v průběhu jejich přirozeného evropského rozsahu (EEA, 2012).

### **3.3 Fenologie ptačí populace**

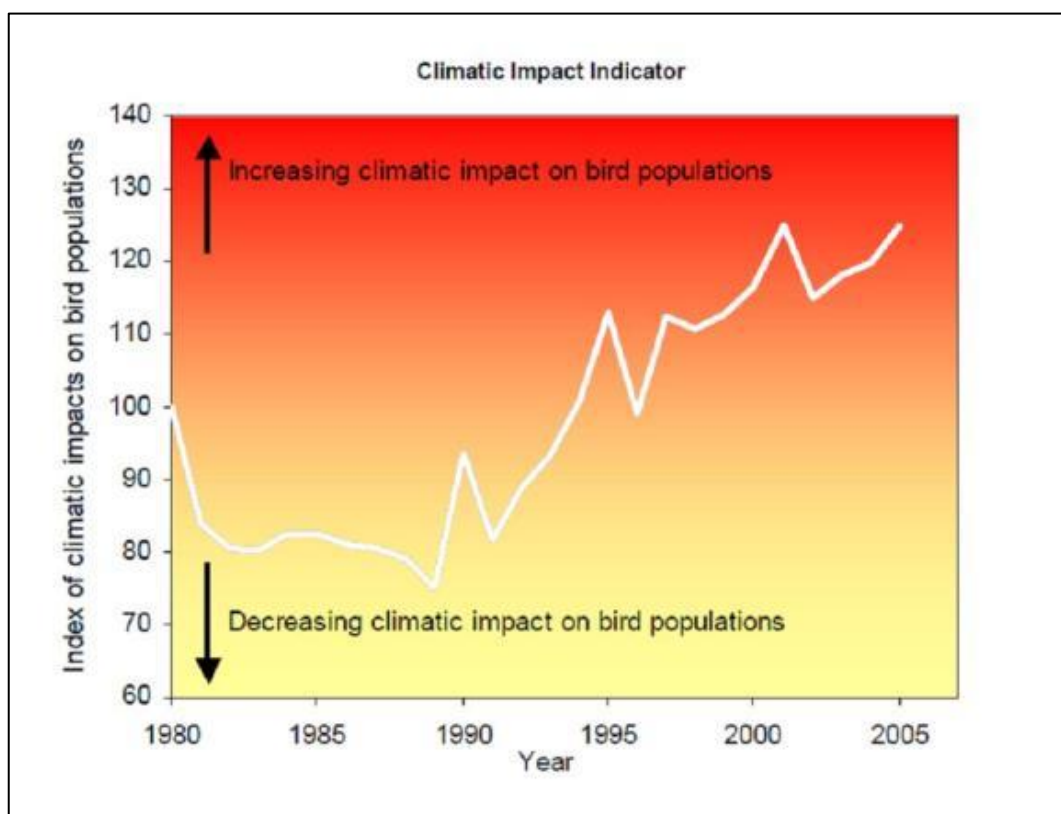
#### **3.3.1 Klima a ptačí populace**

Životní cykly u ptačí populace jsou výrazně spjaty se střídáním ročních období (WORMWORTH & MALLON, 2006). Počasí ovlivňuje nejen rychlost metabolismu ptáků (např. při chladném počasí je potřeba dbát na zvýšení energetického výdaje), ale také ovlivňuje přímo i nepřímo chování ptáků. Může také ovlivnit potravní podmínky a schopnost vykonávat jiné důležité činnosti, jako námluvy. Extrémní meteorologické jevy, jako je dlouhotrvající období mrazu a sucha, mohou mít katastrofální dopad na ptačí populaci (CRICK, 2004).

Téměř u čtvrtiny ptačích druhů studovaných po celém světě již bylo dokumentováno, že byly negativně ovlivněny změnou klimatu. V rámci důkladného přehledu literatury

zahrnující 570 druhů ptáků z celého světa bylo zjištěno, že změny v rozdělení, fenologii a početnosti řízené klimatem, již měly negativní dopady pro 24 % druhů ptáků (málo dostupná jsou však data z Jižní Ameriky, Afriky a Asie). Z detailně prostudovaných druhů, mělo pouze 13% z nich pozitivní reakci na klimatické změny, zatímco u téměř poloviny všech studovaných druhů jsou dopady stále nejisté (www.datazone.birdlife.org). Druhy, u nichž byla reakce na změny klimatu pozitivní, jsou početnější od poloviny roku 1980 (www.datazone.birdlife.org).

Dané výsledky také potvrzuje biologický indikátor, jež nedávno vědci vyvinuli. Indikátor jasně ukazuje, že mnoho druhů ptáků v Evropě bylo ovlivněno oteplováním klimatu a že pro většinu těchto druhů, byly dopady negativní. Tento indikátor tak odhalil odezvu ptačí populace na změnu klimatu v Evropě a silně vzrostl v posledních dvaceti letech, ve shodném období rychlého oteplování klimatu v Evropě (obr. 4) (www.datazone.birdlife.org).



Obr. 4 – Indikátor klimatického dopadu (CII) na ptačí populaci (www.datazone.birdlife.org)



Vědci rozdělili druhy do dvou kategorií, kde jedna kategorie představuje skupinu, u níž se předpokládá zvýšení dosavadního geografického rozsahu a u druhé naopak snížení. Indikátor je tedy založen na rozdílu mezi populační trendy těchto dvou skupin. Během roku 1980, CII klesal v souladu s obdobím, kdy se vyskytly dvě po sobě jdoucí studené zimy. Nicméně, přibližně od roku 1986, se CII se dramaticky zvýšil, v souladu s modelovými předpověďmi a dotýkající se ho období rychlého oteplování klimatu v celé Evropě. Nejpodstatnější však je, že ve studované podskupině evropských ptáků se ukázalo, že 75 % z nich již bylo negativně ovlivněno změnou podnebí. CII tak naznačuje, že klimatické změny mohou dramaticky změnit druhovou skladbu v celé Evropě. Ekologické dopady takových rychlých změn v biologických společenstev mohou mít dalekosáhlé důsledky pro funkci a odolnost ekosystému ([www. datazone.birdlife.org](http://www.datazone.birdlife.org)).

### 3.3.2 Fenologie ptačí populace v Evropě a ČR

Rozsáhlé změny klimatu působí na fenologii a distribuci živočichů i rostlin. Jelikož se jedná o dlouhodobý fenomén velkého měřítka, používají se analýzy dlouhých časových řad a to právě i v případě ptačí populace. Tato skupina živočichů patří v rámci fenologie a klimatu díky své atraktivitě mezi jednu z nejlépe a nejdéle sledovaných, což dokládají mnohé studie především z Evropy a Severní Ameriky (NAJMANOVÁ & ADAMÍK, 2007).

V řadě prací se autoři zabývají změnami v migraci ptáku v návaznosti na změnu klimatu. RUBOLINI *et al.* (2007) vyhodnotili změny v 627 odhadovaných prvních příletových dní stěhovavých ptáků a 289 odhadovaných průměrných příletových dní na základě časové řady v délce nejméně 15, které byly shromážděny v Evropě od roku 1960 až 2006. KULLBERG *et al.* (2015) se zabývali migrací vybraných druhů ptáku v jižním a středním Švédsku za posledních 140 let a pomocí historických i současných dat vyhodnotili vliv zeměpisné šířky a migrační strategie v průběhu času. HALKKA *et al.* (2011) sledovali korelaci mezi teplotními rozdíly a ptačími jedinci migrujícími na delší vzdálenost po celé Evropě. BOTH & MARVELDE (2007) se zabývali nejen migrací, ale i fenologií hnízdění. V jejich práci porovnávali trend prvního nakladeného vejce a jejich geografický a teplotní rozdíl mezi dvěma zástupci ptačí populace migrující na delší (*Ficedula hypoleuca*) a kratší (*Sturnus vulgaris*) vzdálenost. GRIMM *et al.* (2015) studovali vliv lokálního počasí a NAO (Severoatlantická oscilace) na načasování hnízdění a hnízdní úspěšnost u vlaštovky obecné (*Hirundo rustica*). PRZYBYŁO *et al.*

(2000) se zabýval fenotypovou plasticitou, jakožto výsledkem na podnět NAO a její korelace s morfologickými znaky a fenologií hnízdění u lejska bělokrkého (*Ficedula albicollis*) v rámci periody 16 let (1980 – 1995) ve Švédsku.

V České republice se fenologii ptačí populace věnoval BAUER (2013), kde sledoval vztah mezi současným stavem klimatu a rozmnožováním lejska bělokrkého (*Ficedula albicollis*) a sýkory koňadry (*Parus major*) v lužním lese na Jižní Moravě v letech 1951 – 2010. V práci KRÁL *et al.* (2011) bylo zahrnuto a analyzováno celkem 16354 dat z fenologie lejska bělokrkého (*Ficedula albicollis*) na Moravě z období 1953-2009. BARTOŠOVÁ (2010) se ve své práci zabývala mikrofenologií vybraných zástupců ptačí fenologie v lužním lese na Jižní Moravě. ADAMÍK & KRÁL (2008) popisují vliv každoročního zvyšování jarních teplot na hnízdní fenologii populace zpěvných ptáků na východě České republiky. KRÁL & KRAUSE (2010) se věnovali extrémně časným fenologickým datům fenologie lejska bělokrkého (*Ficedula albicollis*), zaznamenaných na dvou vybraných hnízdních biotopech na Jižní Moravě.

Hnízdní fenologii a dlouhodobým fenologickým trendům brhlíka lesního (*Sitta europaea*) se zabýval KRÁL (2010), z dat získaných v období 1973 –2009 z lokality v Nížkém Jeseníku. KOLÁŘOVÁ & ADAMÍK (2015) ve své práci zpracovali archivní data 35 druhů ptáku z let 1828 – 1847 a porovnali s nedávno pozorovanými přiletly jedinců ptačí populace. Dopadem klimatických změn na dlouhodobé trendy ptačí populace v České republice se zabýval REIF *et al.* (2008). Souvislosti mezi oscilací NAO a jarní migrací v České republice se zabýval HUBÁLEK (2003), kde sledoval dlouhodobé jarní fenologické okamžiky u 57 druhů ptáků z Jižní Moravy z období 1952-2001. V další práci HUBÁLEK (2004) analyzoval korelaci mezi NAO a dlouhodobou řadou dat (1881 – 2001) jarní přiletů u 37 druhů ptáků na Jižní Moravě. V publikaci, zabývající se pozorovanými reakcemi ekosystému vůči klimatu v lužním lese na Jižní Moravě, dokládá BAUER & BARTOŠOVÁ (2014) výsledky pozorování fenologického načasování kladení vajec za 52 leté období u lejska bělokrkého (*Ficedula albicollis*) a sýkory koňadry (*Parus major*).

### 3.3.3 Fenofáze ptačí populace

Mezi nejdéle a nejlépe prozkoumanou živočišnou třídou v rámci fenologických projevů patří právě ptáci, u kterých se uplatňuje analýza dlouhých časových řad. I když se většinou uvádí, že ptáci přilétají na hnízdiště dříve, závisí změny na geografickém měřítku a tak se mohou fenologické projevy v některých regionech uspíšit ale i naopak opozdit. U ptáků patří mezi základní fenologické ukazatele načasování migrace a doba hnízdění (NAJMANOVÁ & ADAMÍK, 2007).

U migrační fáze, kde se zaměřuje na odlet ze zimoviště, tah a přilet na hnízdiště, je zkoumán vztah k různým klimatickým charakteristikám. Právě přilet na hnízdiště bývá spojován s přicházejícím jarem. Monitoruje se první přiletový den, tedy první jedinec sledovaného druhu za daný rok, stejně tak i poslední pozorování daného druhu na podzim. Podzimní odlety jsou však mnohem náročnější na monitoring, proto většina ornitologů pozoruje spíše ptáky, kteří přiletěli do jejich země, než ty kteří odlétají či přilétají přezimovat. Tyto extrémní pozorovací data (jarní a podzimní) také mohou být nevhodně ovlivněna např. nehnízdícími jedinci. Na základě odchytlů či pozorování táhnoucích ptáků se zjišťuje průměrné datum jarního průtahu. Zde můžeme stanovit, zda došlo k časovému posunu v průběhu let při přelétání pozorovaného druhu nad danou oblastí (NAJMANOVÁ & ADAMÍK, 2007).

Typickým, cyklicky se opakujícím projevem fenologie je u ptáků jarní migrace 34. Ta je obecně považována za důležitější než podzimní migrace, protože určuje také načasování hnízdění, který je zase rozhodující pro páření a volbu teritoria. Počet úspěšných jarních migrantů také přímo ovlivňuje velikost populace (WORMWORTH & MALLON, 2006). Pozdní přilet tedy může znamenat pro samce horší podmínky pro nalezení vhodného teritoria, avšak předčasný přilet naopak nedostatek potravy. Na změny načasování migrace má vliv vyšší teplota, kdy se přilety uspíší řádově o několik dní, stejný trend vykazuje i délka jarního průtahu. Změny se pak liší jak mezidruhově tak i v rámci oblasti. Odlišné jsou také projevy fenologie migrantů na krátké, střední a dlouhé vzdálenosti (NAJMANOVÁ & ADAMÍK, 2007). Analýza z více než dvou desítek studií v celé Eurasii ukazuje, že ke konci 20. století datum jarních přiletů postupuje v průměru 0,373 dní / rok (3,73 dnů za dekádu) v souvislosti s oteplováním klimatu (WORMWORTH & MALLON, 2006). Klíčovým dějem je i podzimní migrace, kdy

chování jedinců před podzimním odletem je více skryté nežli na jaře (NAJMANOVÁ & ADAMÍK, 2007).

Snáze dokumentovatelné jsou parametry pro hnízdní fenologii. Období hnízdění je nejdůležitějším obdobím v roce a celý průběh načasování má vliv na celkovou hnízdní úspěšnost. Toto období zahrnuje hledání teritoria, páření, kladení vajec, inkubaci, líhnutí mláďat a péči o potomstvo. Parametry, které se sledují, jsou datum prvního vejce ve sledované populaci, průměrné datum prvních vajec, průměrná velikost snůšky, počet mláďat na hnízdě a hnízdní úspěšnost. U zmíněných fenologických projevů se často testuje výskyt trendů, např. zda se přílety či počátek hnízdění posouvají k časnějším datům, nebo jsou vztahovány k různým klimatologickým charakteristikám. Z těchto charakteristik je sledována nejvíce lokální teplota a její vliv, méně pak působení lokálních srážkových úhrnů. Pokud vykazuje teplota rostoucí trend (ať už na zimovišti, tahových zastávkách nebo na hnízdišti), tak dochází k dřívějším příletům nebo hnízdění. Například vztah mezi datem snůšky a teplotou může být vysvětlen tak, že zde buď může být přímý vliv teploty na energetické požadavky samice a tím ovlivněné načasování kladení vajec, nebo že počátek hnízdění urychlí větší dostupnost potravy při vyšších teplotách. Samice tak často přizpůsobuje načasování reprodukce v období potravní hojnosti. U mnoho ptačích druhů je pak hnízdění synchronizováno s maximální abundancí hmyzu a často korelováno s teplotou. Globální klimatické změny se však nemusí projevit u každého druhu jednoznačně a shodně, proto je důležitější si uvědomit biologický význam zjištěné změny (NAJMANOVÁ & ADAMÍK, 2007).

### 3.4 Charakteristika pozorovaných zástupců

#### 3.4.1 Sýkora koňadra (*Parus major*)

<b>třída</b>	<b>ptáci</b>
<b>podtřída</b>	letci
<b>řád</b>	pěvci
<b>čeleď</b>	sýkorovití
<b>rod</b>	sýkora

Sýkora koňadra (*Parus major*) je hojně zastoupena v celé Eurasii a severní Africe ([www.naturabohemica.cz](http://www.naturabohemica.cz)). Ze všech evropských druhů sýkor patří právě koňadra mezi ten nejvíc rozšířený a patří u nás i v Evropě k jednému z nejhojnějších ptačích druhů (CEPÁK, 2008). U nás tato sýkora hnízdí do 1000 m n. m. a na celém území České

republiky se vyskytuje často i v početných abundancích ([www.naturabohemica.cz](http://www.naturabohemica.cz)). Na našem území patří také sýkora koňadra mezi nejpočetněji kroužkovaným druhem (CEPÁK, 2008). V naší přírodě se můžeme setkat s dalšími druhy sýkory, avšak větší podoba je pouze se sýkorou modřinkou, která se však vyznačuje azurově modrou čepičkou, křídly a ocasem ([www.naturabohemica.cz](http://www.naturabohemica.cz)). Jedná se o stálý druh, jehož severní populace mohou být potulné až tažné (ŠŤASTNÝ, HUDEC & ALBRECHT, 2011).

Dospělí samci mají čelo matně, temeno a týl sytě černé s modravým leskem, na šíji mají žlutou a bílou skvrnu. Hřeb mají zbarvený do žlutavě žlutozelené, kostřec a svrchní krovky ocasní modrošedé. Modroleskle černý je zbarven široký pás středem břicha, hrdlo a střed prsou, žlutě zbarveny pak boky, strany prsou a břicha. Vnitřní praporky rýdovacích per mají tmavošedé, vnější modrošedé. Samice mají čelo i hrdlo sazově černé a jen málo lesklé. Na spodině těla mají úzký černý proužek, který na břicho zasahuje jen nevýrazně (ŠŤASTNÝ, HUDEC & ALBRECHT, 2011). Samice se od samce liší nepatrně a to právě zbarvením čela a hrdla, které není výrazně lesklé jak u samce ([www.naturabohemica.cz](http://www.naturabohemica.cz)).

Tento druh sýkory je ve většině areálu stálým ptákem, částečně tažné jsou jen severské populace. V průběhu chladných měsíců je patrný největší pohyb jednotlivců z vlastního teritoria z důvodu nedostatku potravy (ŠŤASTNÝ, HUDEC & ALBRECHT, 2011). Tento druh sýkory se vyskytuje od nížin do hor (ŠŤASTNÝ, HUDEC & ALBRECHT, 2011), nejčastěji ve smíšených až listnatých lesech, zahradách, parcích, sadech, stromořadích, remízků i polních lesíků. Hnízdění probíhá v jednotlivých párech, převážně v budkách, dutinách, pařezech či na jinak vhodných antropogenních místech ([www.naturabohemica.cz](http://www.naturabohemica.cz)). Tok i páření probíhá na stromech, místo pro hnízdění vybírá samice. Hnízdění probíhá 1 – 2 ročně (ŠŤASTNÝ, HUDEC & ALBRECHT, 2011).

Hnízdo staví samice zhruba 2 – 6 dní (ŠŤASTNÝ, HUDEC & ALBRECHT, 2011). Nejčastěji má sýkora koňadra okolo 7 – 10 vajec za snůšku ([www.naturabohemica.cz](http://www.naturabohemica.cz)). Počet vajec ve snůšce se během doby hnízdění snižuje, což je ovlivněno především množstvím potravy, dobou hnízdění, stáří samice a dalšími vlivy. Vejce jsou na bílém podkladu řídké světle až tmavě červenohnědě tečkovaná a skvrnitá. Mláďata se líhnou během 1-3 dní, krmeny jsou oběma rodiči a vyváděna po 14 – 23 dnech (ŠŤASTNÝ, HUDEC & ALBRECHT, 2011). Potravu tvoří jak živočišná tak rostlinná složka. Z živočichů jsou to larvy hmyzu, pavoukovci a měkkýši, z rostlinné pak semena

slunečnice, buku, ořechu a habru, také dužnaté plody dřevin, pupeny a listy (www.naturabohemica.cz). Význam má sýkora koňadra především ve stromových kulturách v lidském prostředí, kde snižují populační hustotu drobných bezobratlých živočichů (ŠŤASTNÝ, HUDEC & ALBRECHT, 2011).

### 3.4.2 Lejsek bělokrký (*Ficedula albicollis*)

třída	ptáci
podtřída	letci
řád	pěvci
čeleď	lejskovití
rod	lejsek

Lejsek bělokrký (*Ficedula albicollis*) patří mezi evropské druhy ptáků (ŠŤASTNÝ, HUDEC & ALBRECHT, 2011). Hnízdí především ve střední a východní Evropě a z 95 % párů se vyskytuje na území Rumunska, Maďarska, ČR a Slovenska. Na území ČR je souvisle rozšířený na jižní a severní Moravě, v oblasti Českomoravské vrchoviny sídly roztroušeně a v dalších oblastech se vyskytuje nepočetně nebo vůbec (HORA *et al.*, 2010). U nás upřednostňuje spíše nížiny, na rozdíl od příbuzného lejska černohlavého, který obývá spíše vyšší polohy. Lejsek bělokrký je v červené knize zařazen do kategorie NT – téměř ohrožený. V naší přírodě se můžeme setkat se třemi druhy rodu *Ficedula*, kde blízké příbuzný lejsek černohlavý je velice podobný a často těžce rozeznatelný (u samic a mladých ptáků) od bělokrkého. Třetím našim zástupcem je lejsek malý. Velikost lejska bělokrkého je menší než u vrabce (ŠŤASTNÝ, HUDEC & ALBRECHT, 2011).

Samec má ve svatebním šatu výrazné černobílé zbarvení, svrchu je sytě černý, má bílé čelo, široký bílý límeček kolem krku, dvojité bílé zrcátko v křídle s bělavým kostřecem a spodina je čistě bílá. V prostém šatu má límeček nezřetelný, temeno hlavy a hřbet šedočerný, kostřec šedý, ocas černý, prsa a boky světle okrové. Samička má vrch hlavy a hřbet šedohnědý, kostřec šedý, spodinu včetně spodních ocasních krovek bělavou a malé bílé zrcátko na okraji složeného křídla. Jeho zpěv je řada vysokých flétnových tónů s kolísající výškou. Ozývá se od rozednění do soumraku s kolísající, nicméně poměrně velkou intenzitou ptáků (ŠŤASTNÝ, HUDEC & ALBRECHT, 2011).

Na jaře přilétá od konce března, hlavně ve druhé půlce dubna. Na jižní Moravě je střední datum příletu 12. IV (3. – 26. IV). K podzimnímu odletu dochází od poloviny

srpna do poloviny listopadu. Poslední pozorování na jižní Moravě je průměrně datováno na 20. VIII ptáků (ŠŤASTNÝ, HUDEC & ALBRECHT, 2011). Lejsek bělokrký táhne jižním a jihovýchodním směrem přes Středomoří do zimovišť ve východní a jižní Africe (Konžská Demokratická republika, Uganda, Zambie), kde se vyskytuje především v řídkých savanových lesích „miombo“ (CEPÁK, 2008). U nás se vyskytuje především ve starších listnatých, smíšených či lužních lesích, dále v dubových, smíšených bukových a borových porostech, parcích, sadech či na hrázi rybníku. Ve vyšší polohách se vyskytuje ojediněle. Při hnízdění intenzivně brání své nejbližší okolí dutiny a hnízdí jednotlivě. Hnízdí teritorium obsazují samci dříve, kde se nápadným zpěvem a poletováním snaží získat samičku. Pokud hnízdění není přerušeno, samička hnízdí jedenkrát v hnízdí sezóně. Posun k časnějšímu hnízdění byl prokázán v souvislosti s oteplováním ptáků (ŠŤASTNÝ, HUDEC & ALBRECHT, 2011).

Na jižní Moravě bylo nejčasněji sneseno vejce 16. IV. Jedna snůška čítá běžně 6 (41 %) nebo 7 (35 %) vajec. Barva vajec je světle modrá. Mláďata jsou krmena po dobu 13 – 18 dní od obou rodičů. Tento druh je polyfágní a jeho potrava je převážně živočišná s minimem rostlinné. Z živočišné potravy převládají motýli, pavouci, dvoukřídlí, brouci, blanokřídlí, ploštice, stejnokřídlí, chrostíci a srpice. Po bouřce bylo výjimečně monitorováno krmění mláďat bobulemi bezu hroznatého. Při poznávání biologie ptáku, specializace a hybridizace je právě lejsek bělokrký vhodným modelem ptáků (ŠŤASTNÝ, HUDEC & ALBRECHT, 2011). I když se hnízdí rozšíření lejska bělokrkého zvětšilo na našem území téměř o polovinu, je stále ohrožen především rozsáhlými těžbami starých porostů, likvidací starých alejí či rekonstrukcí parků. Vyvěšení hnízdních budek může sice do jisté míry úbytek biotopu nahradit, avšak nelze tohle řešení považovat za plnohodnotnou náhradu jejich přirozených dutin. Preferovaná je především ochrana přirozeného hnízdního biotopu (staré listnaté a smíšené porosty) pro udržení lejska bělokrkého v příznivém stavu (HORA *et al.*, 2010).

### 3.5 Řízené a neřízené ekosystémy

Zřetelné změny teploty vzduchu od konce roku 1980 vedly k jasné odpovědi u rostlinné fenologie v mnoha částech světa. Nejsilnější posun ve vývoji rostlin byl ve velmi časných jarních fázích. Pozdní jarní fáze a letní fáze také reagovaly na zvýšené teploty, ale obvykle vykazovaly nižší trendy. Ve většině prací se autoři zaměřují na změny u přirozené vegetace, ale jen u několika málo studií se zabývají trendy zemědělských a zahradnických druhů. Nicméně, změny v načasování fenofází u ovocných stromů nebo polních plodin by mohly mít velký ekonomický význam, protože by mohly mít přímý vliv na procesy tvorby výnosů a tak k dosažení konečné úrody (CHMIELEWSKI, 2004).

CHMIELEWSKI *et al.* (2004) se ve své práci snažili prokázat, že ovocné stromy a polní plodiny v Německu vykazují podobné trendy ve vývoji rostlin jako přirozená vegetace a že tyto trendy mají také souvislost s klimatickými změnami. Pro svoji studii použili data z období 1961 – 2010 z fenologického pozorování ovocných stromů a polních plodin z Německé meteorologické stanice. Pro definování průměrného začátku vegetačního období v Německu, použili údaje z mezinárodních fenologických zahrad (IPG) z celé Evropy. Aby bylo možné popsat vztahy mezi teplotou a vývojem rostlin, byla použita průměrná teplota vzduchu v Německu. Toto šetření ukázalo, že nejen přirozená vegetace, která byla v této studii použita pro definování začátku vegetačního období, reagovala na výraznou změnu klimatu v roce 1990. Změna nastala také i u ovocných stromů a dokonce i ročních plodin jako žito ozimé, kukuřice a cukrová řepa. Tato práce dokazuje, že všechny rostliny budou reagovat na změnu klimatu podobným způsobem. Proto bude potřeba v budoucnu vyvinout větší úsilí na odhadnutí dopadů změny klimatu na ovocné stromy, zahradnické rostliny a zemědělské plodiny.

V roce 2004 byla zahájena COST akce 725 s názvem Zřizování evropské fenologické databáze pro klimatologické aplikace, která probíhala v letech 2004 – 2009 a zúčastnilo se jí 27 zemí (KOCH *et al.*, 2009). ESTRELLA *et al.* (2009), použili data z této databáze ve své práci, kde analyzovali teplotní reakce fenologických fází, jejich regionální rozdíly a vztah mezi místní teplotou a fenologickými trendy v souvislosti s vysokým rozložením klimatické sítě v Evropě. Jako vnější faktor zkoumali vliv hustoty obyvatelstva na fenologii. Databáze obsahovala kultivované i planě rostoucí rostliny. Jednotlivé fáze analyzovali u skupiny zemědělských plodin, listnatých stromů, volně žijící rostlin,



jehličnanů, ovocných stromů a permanentních travní porostů. Výsledky ukázaly odlišné reakce na teplotní změny u jednotlivých skupin. Reakce vytrvalých rostlin na teplotní změny byla výrazně vyšší, než u jednoletých plodin.

Ve své studii použili AHAS *et al.* (2000) data ze tří meteorologických stanic z Estonska z období 1948 – 1996. Hlavním cílem jejich studie byla analýza časové variability fenologických kalendářů v Estonsku, jejich korelaci s průměrnou teplotou vzduchu a jejich citlivosti na případné dopady klimatických změn. Analýza fenologického kalendáře se skládala z prvních termínů 24 rostlinných fenologických fází vyskytujících se v průběhu celého vegetačního období a pozorovaných na třech vybraných stanicích. Měsíční průměrné teploty vzduchu použité pro zjištění případné korelace s fenologií, byly pozorovány na stejných stanicích. V této studii byly použity fenologické fáze u dřevin a polních plodin. Výsledky studie poukázaly na velmi vysokou míru korelace mezi fenologickými fázemi a průměrnou teplotou vzduchu. Vegetační období u polních plodin je však ovlivňováno také zemědělskými technologiemi

Dalšími zemědělskými plodinami se zabýval také KALBARCZYK (2009a), jehož cílem bylo zjistit, zdali a v jaké míře ovlivňují změny teploty vzduchu data fenofází okurky seté pěstované v Polsku. Použitá data byla získána z 28 stanic Výzkumného centra pro testování kultivarů z celého Polska za období 1966 – 2005. V další práci KALBARCZYK (2009b) analyzuje teplotní změny a jejich vliv na fenologické fáze cibule. Za tímto účelem použil měsíční a sezónní naměřené teploty vzduchu v Polsku (průměr, minimum a maximum) v průběhu vegetačního období cibule (březen-září), shromážděné z 50 meteorologických stanic. Použil také fenologické a agrotechnické data ze 17 experimentální stanic, zaznamenané v letech 1966 až 2005. V práci KALBARCZYK *et al.* (2011) vyhodnocovali vliv teploty na průběh růstu rajčat v Polsku.

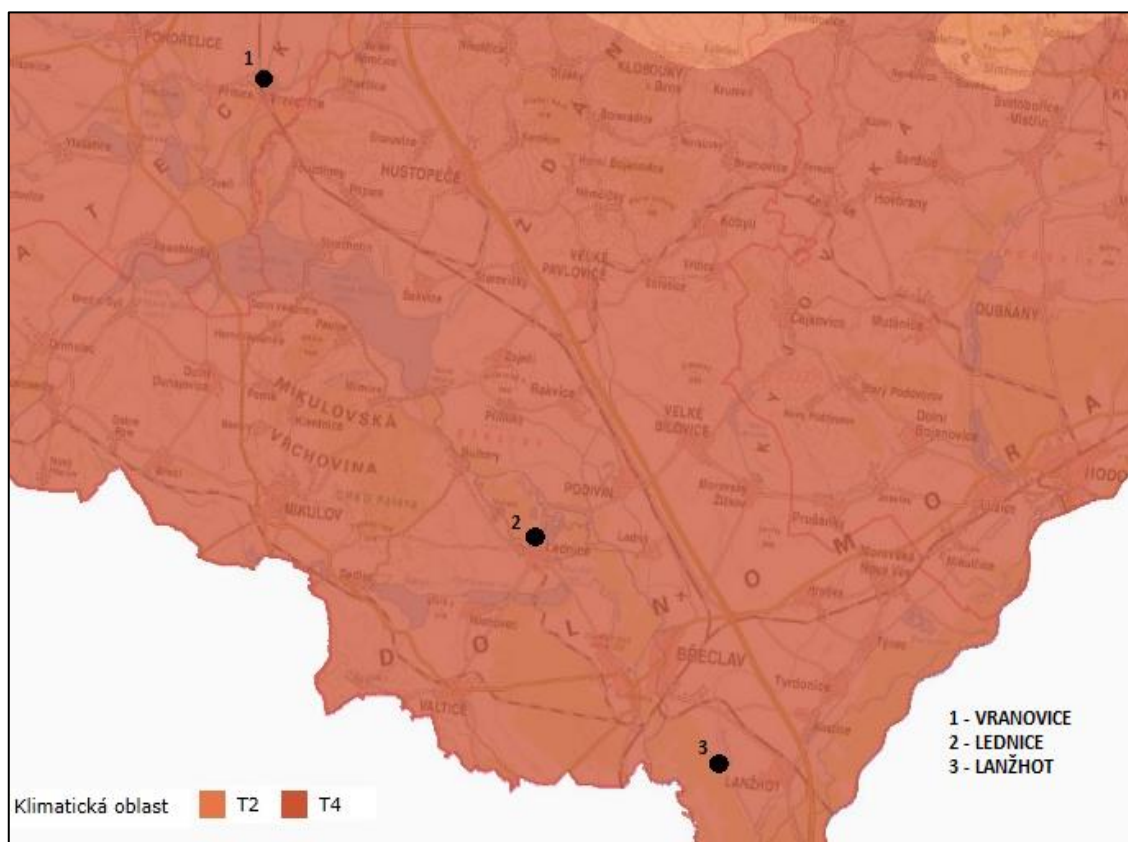
Na území České republiky se skládá fenologická síť ze tří typů stanic. K samostatnému rozdělení došlo v roce 1983 a ovocné dřeviny se staly samostatnou částí sítě. Na ovocných stanicích se sleduje celkem 15 druhů plodin. U ovocných dřevin se pozoruje celkem 19 fenofází od jara začínající počátkem jarní mízy a rašení listových a květních pupenů až přes samotné fáze kvetení, sklizeň a konec opadu listů. V České republice je pěstování ovoce nedílnou součástí rostlinné výroby s dlouholetou tradicí již od konce 16. století. V rámci agroklimatologie jsou data využívána v ovocnictví a to

většinou i s kombinací s meteorologickými údaji např. pro plánování pěstování raných a pozdních odrůd při znalosti délky vegetačního období, pro získání poznatků z fenoklimatologických podkladů pro jejich další využití, pro očekávané doby sklizně a výnosu, atd. Podle metodologického předpisu se u každé ovocné plodiny sledují pouze vybrané fenofáze kdy např. počátek kvetení je pozorován u všech plodin kromě ořešáku královského a lísky obecné, naopak fenofáze zavěšování hroznů a měknutí bobulí jen u révy vinné (HÁJKOVÁ *et al.*, 2012). Od 1. ledna 2005 se závaznou metodickou pomůckou pro síť fenologických stanic ČHMÚ stal Fenologický atlas, který doplňuje metodické předpisy ČHMÚ do obsahově ucelené podoby (COUFAL, 2004)

## 4 METODIKA

### 4.1 Klimatická a fenologická data

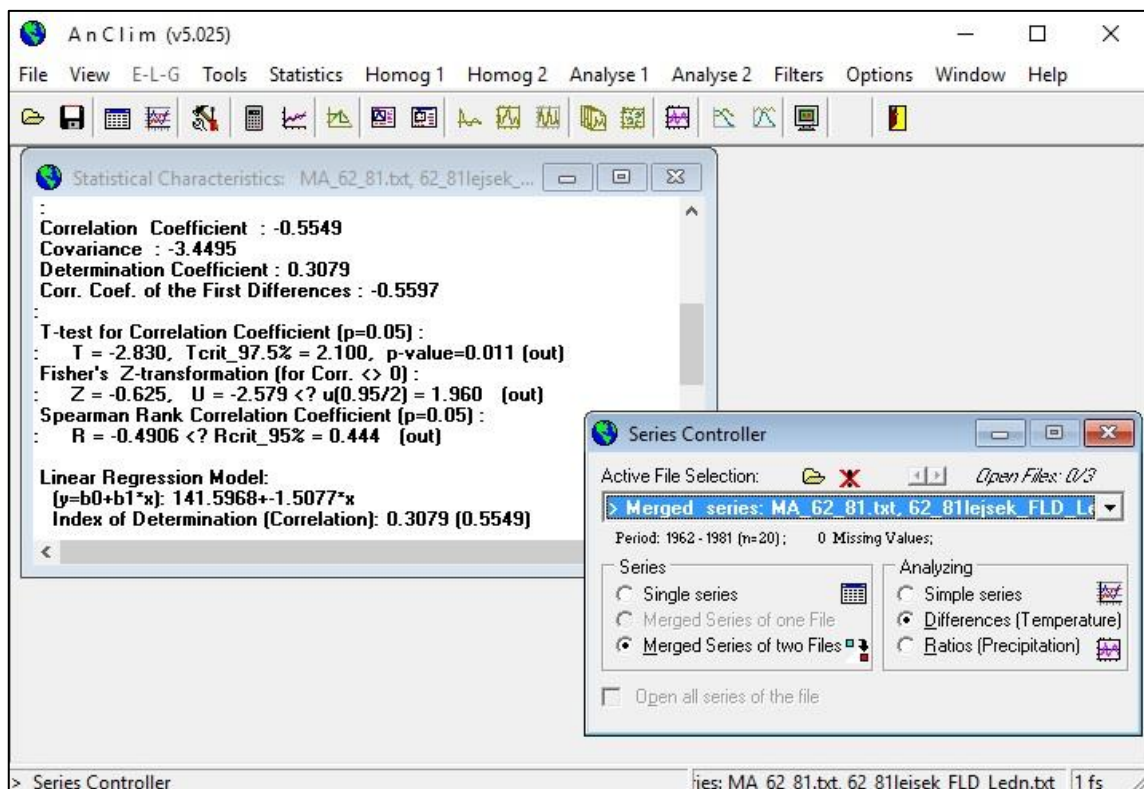
V této části práce jsem se zabývala zpracováním historických klimatických a fenologických dat a jejich vzájemnou korelací. Fenologická data byla pozorována na třech lokalitách a to v Lednici, Lanžhotu a Vranovicích. Všechny lokality se nachází na jihu Moravy, z toho nejnižněji je položena obec Lanžhot (obr. 5). Klimatická oblast T4, do které spadají uvedené lokality, je nejteplejší oblastí v České republice. Je charakterizována značně dlouhým, teplým a suchým létem. Průměrný počet letních dnů za rok (tj. dnů s maximální teplotou 25 °C a vyšší) je 60 – 70 s průměrnou červencovou teplotou 19 – 20 °C. Přejídné období je zde krátké s teplým jarem a podzimem. Zima je mírná, teplá, suchá až velmi suchá s minimálním trváním sněhové pokrývky. Průměrný počet ledových dnů (tj. dnů s maximální teplotou pod 0 °C) je 30 – 40 v roce a průměrná lednová teplota je zde -2 až -3 °C. Srážkový úhrn ve vegetačním období je 300 a 350 mm. (QUITT, 1971).



Obr. 5 – Mapa klimatických oblastí spolu s vyznačenými lokalitami sledování, T2 – klimatická oblast teplá, T4 – klimatická oblast teplá (www.mapy.nature.cz)

Denní meteorologická data byla interpolována pomocí softwaru Anclim (ŠTĚPÁNEK, 2006) a softwaru ProClim DB (ŠTĚPÁNEK, 2007). Pro interpolaci byl použit detailní digitální model terénu v kombinaci s klimatickými daty z cca 130ti meteorologických stanic z celé České republiky a z 25ti meteorologických stanic přilehlého regionu v Rakousku. Denní data byla z každé meteorologické stanice odborně kontrolována, homogenizována a následně interpolována s využitím metody váženého průměru popsané ŠTĚPÁNKEM *et al.* (2008). Použity byly hodnoty naměřené na všech třech lokalitách pro období 1961 – 2008. Pro klimatické trendy byla zpracována data průměrných ročních a jarních hodnot (BARTOŠOVÁ, 2010).

Fenologická data použita v této práci byla od roku 1961 sledována bývalým zaměstnancem Agronomické fakulty Mendelovy univerzity v Brně, panem doc. Ing. Zdeňkem Bauerem, CSc. (\*17. 3. 1931 †30. 8. 2016). Od roku 2007 probíhá monitoring na lokalitě Vranovice pod záštitou zaměstnanců Mendelovy univerzity v Brně, Ústavu agrosystémů a bioklimatologie. Od roku 2017 probíhá sledování fenologie již na všech třech zmíněných lokalitách ve spolupráci zaměstnanců a studentů výše zmíněného Ústavu agrosystémů a bioklimatologie. Z ptáčích druhů byli sledováni sýkora koňadra (*Pajus major*) a lejsek bělokrký (*Ficedula albicollis*). Z fenofází bylo sledováno snesení prvního vejce prvního páru v hnízdní populaci (FLD – first laying date) a termín průměrného prvního nakladeného vejce v rámci celé populace (MLD – mean laying date). Zjištěná data byla použita pro fenologické trendy. Poslední skupinou historických dat byly sledované fenofáze u ovocných dřevin v ovocných sadech Mendelovy univerzity v Lednici. Fenofáze prvního květu (otevření prvního květního poupěte na celé sledované populaci nebo na skupině jedinců) a plného kvetení (dosažení maximálního kvetení na celé sledované populaci nebo na skupině jedinců) byly pozorovány u meruňky (1961 – 2012), třešně (1951 – 2008) a jabloně (1951 – 2000). I u ovocných dřevin byly zpracovány fenologické trendy. Klimatické i fenologické trendy byly zpracovány v programu Microsoft Excel.



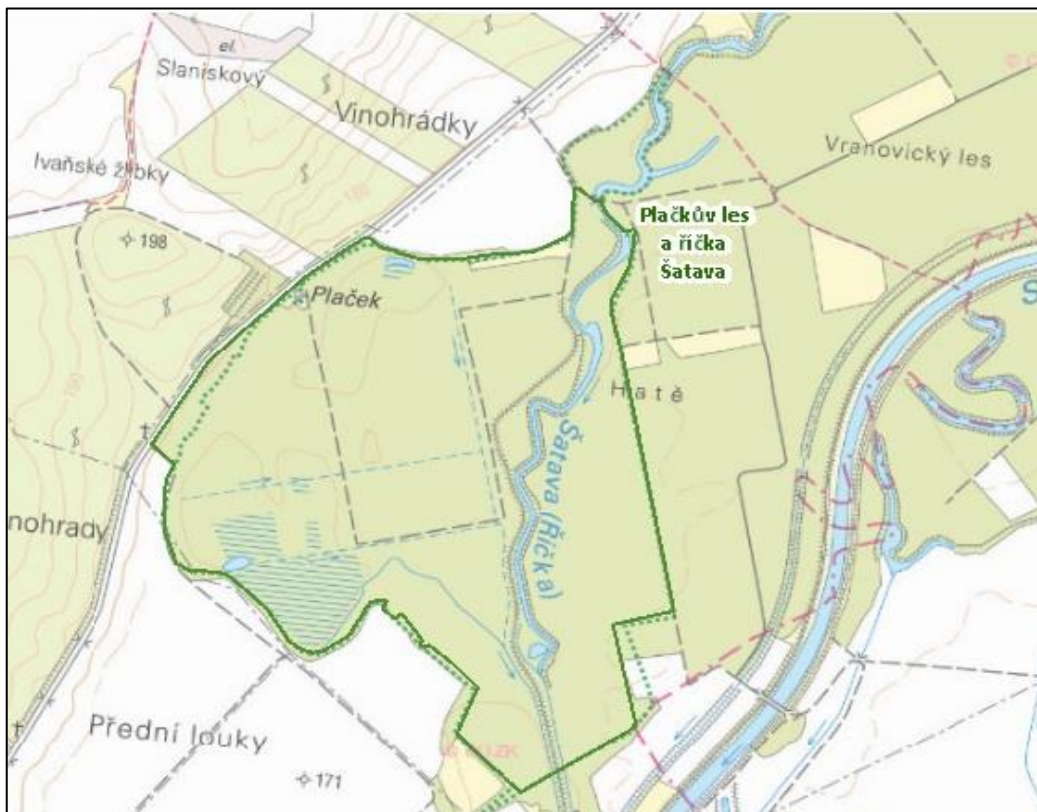
Obr. 6 – Zpracování dat v programu Anclim

Stejná historická data byla použita také pro zjištění jejich vzájemné korelace. Porovnávána byla klimatická data spolu s termíny fenofází ptačí populace, klimatická data spolu s fenofázemi ovocných dřevin, fenologická data mezi dvěma zástupci ptačí populace a fenologická data mezi zástupci ptačí populace a ovocných dřevin. Data byla mezi sebou porovnávána ve dvacetiletých řadách. Pro vyhodnocení dat byl použit program Anclim (ŠTĚPÁNEK, 2006), z kterého po porovnání daných dvacetiletých řad byly stěžejní výsledné korelační koeficienty (obr. 6).

## 4.2 Vlastní pozorování

Jednou z metod výzkumu bylo vlastní pozorování v terénu. Práce v terénu probíhala v jarních měsících v sezóně 2016 v přírodní rezervaci Plačkův les a říčka Šatava (obr. 7), nacházející se nedaleko obce Vranovice. Veškeré činnosti byly prováděny pod odborným dohledem vedoucí diplomové práce Ing. Lenky Bartošové, Ph.D. V rámci pozorování byla prováděna kontrola vybraných ptačích budek, které vybraní zástupci využívají ke svému hnízdění. V rámci fenologie bylo sledováno stavění hnízda a kladení vajec. Zjištěná data byla následně zapsána a zpracována elektronicky, dokumentace byla provedena také za pomoci fotoaparátu SONY DSC-RX100. Pozorovanými zástupci byli

sýkora koňadra (*Parus major*), brhlík lesní (*Sitta europaea*) a lejssek bělokrký (*Ficedula albicollis*). Součástí kontroly budek bylo také vážení vybraných ptačích vajec pomocí vah BS600H s přesností na setiny.



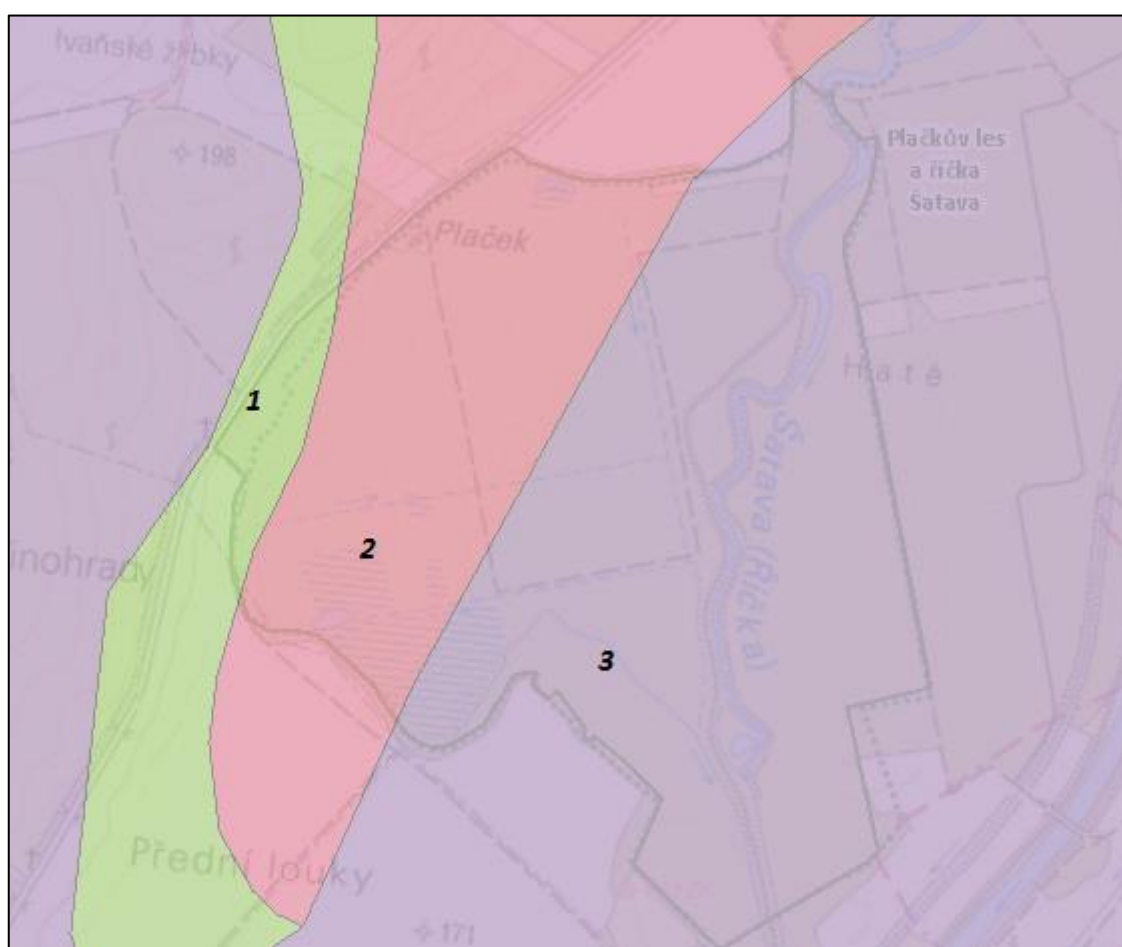
Obr. 7 – Přírodní rezervace Plačkův les a říčka Šatava ([www.mapomat.nature.cz](http://www.mapomat.nature.cz))

Plačkův les spolu s říčkou Šatavou (obr. 9) byl vyhlášen přírodní rezervací, z důvodu zachování posledních zbytků lužního lesa zatopených při stavbě vodního díla Nové Mlýny. Najdeme zde unikátní ekosystém s fragmenty tvrdého i měkkého luhu, přírodě blízké porosty dubových jasenin spolu s jedinečnou mozaikou vrbových olšin a celou řadu vzácných druhů mokřadních rostlin (CHALUPA, 2007).

Z hlediska geomorfologického členění spadá Plačkův les pod provincii Západní Karpaty a soustavu (suprovincii) Vněkarpatské sníženiny. Území přírodní rezervace je tvořeno rovinným terénem, kde výškové převýšení je v rozpětí 168 až 171 m n. m. s nejnižším místem při ústí starého koryta Šatavy. Zbytky starých koryt a ramen Šatavy a Svratky zde tvoří četné terénní deprese a bývají dlouhou dobu zatopené vodou. Na území se nachází jak pro vodu silně propustné štěrkopísky (tvořící tabule), tak pro vodu

nepropustné starší jílovité horniny. Mezi převažující půdní typy patří fluvizemě doplněné gleji a stagnogleji (CHALUPA, 2007).

Podle biogeografického členění spadá Plačkův les do Dyjsko-Moravského bioregionu (Severopanonská podprovincie), který je tvořen širokými říčními nivami a náleží do 1. vegetačního stupně s jasným vztahem k panonské provincii. I přes vodohospodářské úpravy území jsou zde zachovány komplexy lužních lesů a rozsáhlé nivní louky. Tyto reprezentativní ukázky bioty lužního lesa jsou předmětem ochrany přírody, a proto se v celém regionu nachází celkem 28 MZCHÚ (CULEK *et al.*, 2013)



Obr. 8 – Potencionální vegetace v PR Plačkův les a říčka Šatava – geobotanická mapa, 1 – Dubo-habrové háje, 2 – Subxerofilní doubravy, 3 – Luhy a olšiny (www.mapomat.nature.cz)

Biotu tvoří na daném území dvě skupiny typů geobiocenu *Querci roboris-fraxineta inferiora* (QFr inf) - dubové jaseniny nižšího stupně a *Alni glutinosae-saliceta inferiora* (AIS inf.) – olšové vrby nižšího stupně. V daném území zachovalo několik přírodě blízkých segmentů lužních lesů skupiny dubové jaseniny. Nejvýznamnějším prvkem této skupiny jsou staré porosty dubových jaseňin, jejichž stáří se pohybuje okolo 120 – 150 let. Dominantní dřeviny v této skupině jsou jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*) a dub letní (*Quercus robur*). Keřové patro tvoří především bez černý (*Sambucus nigra*) a kalina obecná (*Viburnum opulus*). Z bylin je typickým zástupcem kopřiva dvoudomá (*Urtica dioica*), svízel přítula (*Galium aparine*), popenec břečťanovitý (*Glechoma hederacea*), netykavka malokvětá (*Impatiens parviflora*) a ostružník ježiník (*Rubus caesius*). Skupina olšové vrby zde tvoří specifická společenstva a je zde dochována v poměrně velkých skupinách díky unikátnímu hydrologickému režimu v celkové rozloze 38 ha. V takovém rozsahu již nejsou u nás nikde zachovány a vyžadují tedy pozornost z hlediska ochrany. Z dřevin zde převládá olše lepkavá (*Alnus glutinosa*), vrba bílá (*Salix alba*) a vrba křehká (*Salix fragilis*). V bylinném patře jsou zastoupeny mnohé druhy ostřic, nejvíce ostřice ostrá (*Carex acutiformis*) a déle např. o. pobřežní (*Carex riparia*) či o. štíhlá (*Carex gracilis*). V přechodných pobřežních zónách pak dominují rákosiny (*Phragmitetum australis*) a dále zblochan vodní (*Glyceria maxim*), kosatec žlutý (*Iris pseudacorus*) či ocún jesenní (*Colchicum autumnale*) (CHALUPA, 2007).

Živočišná složka je na daném území druhově velmi bohatá. Lužní les jako takový je v rámci bezobratlých především doménou hmyzu a to jak vlhkomilných, tak i druhů vázaných na určité dřeviny. V lesních tůních jsou to pak vzácné a ohrožené druhy měkkýšů. Důležitou složkou jsou zde však obojživelníci, jež byly jedním z hlavních důvodů vyhlášení přírodní rezervace za účelem jejich ochrany. Dochovány jsou zde populace našich nejvzácnějších druhů skokanů. Přírodní rezervace patří rovněž k jedné z nejcennější a nejbohatší ptačí oblasti ve střední Evropě. Celé území je ptačí populací využíváno jako hnízdiště, tahová zastávka i nocoviště. Třída savců je na daném území nesrovnatelně chudší oproti třídě ptáků, avšak zajímavé jsou ekologické souvislosti jejich výskytu (CHALUPA, 2007).





Obr. 9 – *Lužní les s říčkou Šatavou (originál autor)*

Plačkův les je výjimečný díky svému specifickému vodnímu režimu. V minulých letech, než došlo k regulaci jejího dolního toku, kdy byl lužní les ovlivňován řekou Svatkou. V dnešní době protéká územím říčka Šatava, která zde tvoří široké meandry a přirozeně se rozlévá pouze podél jejího levého břehu v poměrně širokém inundačním území. V bezprostředním okolí říčky je udržována vysoká hladina spodní vody, čímž se zde vytvořily podmínky pro specifická společenstva. V letech 1996 – 1997 byl hydrologický režim na daném území obnoven v rámci revitalizačních úprav. Účelem revitalizace bylo také obnovení biotopů (především lesních tůní, mokřadů a ramen) umělým vybudováním sítí kanálů a dvou nových lesních tůní. V rámci klimatických poměrů spadá území do nejteplejší oblasti (T4), kde léto je velmi dlouhé, suché a teplé, a zima krátká, mírně teplá a suchá (CHALUPA, 2007).

## 5 VÝSLEDKY

### 5.1 Klimatické trendy

Klimatické parametry z jednotlivých lokalit byly použity na vyhodnocení teplotních trendů. Pomocí lineární regrese byla zpracována průměrná roční a průměrná jarní teplota vzduchu. Nejvyšší průměrné teploty ve všech měsících za období 1961 – 2008 (tab. II) vykazuje Lednice, o 0,2 – 0,4 °C méně Lanžhot a o 1,2 – 1,9 °C méně Vranovice.

Tab. II – Průměr ročních teplot naměřených za období 1961 – 2008

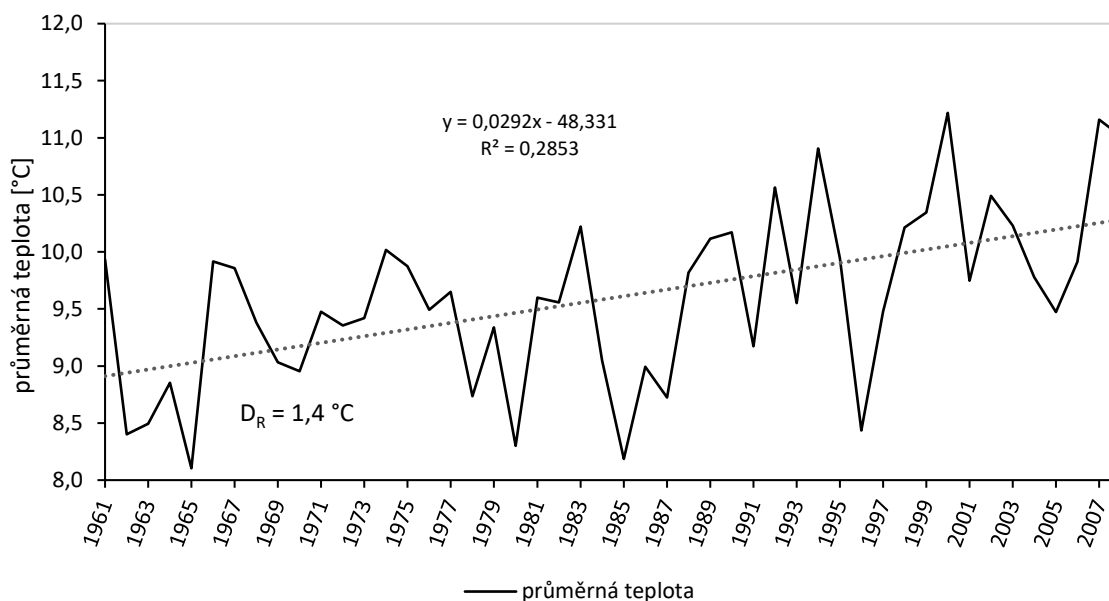
1961 - 2008	minimální	maximální	průměrná
<b>Lednice</b>	4,6 °C	14,7 °C	9,6 °C
<b>Lanžhot</b>	4,2 °C	14,5 °C	9,3 °C
<b>Vranovice</b>	4,0 °C	12,8 °C	8,1 °C

Hodnoty průměrné roční teploty naměřené v Lednici, vynesené do grafu (obr. 10), vykazují narůstající trend stejně jako zbylé dvě lokality. Průměrná roční teplota stoupla na vybraných lokalitách ve sledovaném období (1961 – 2008) o 0,3 °C za dekádu (tab. III). Největší nárůst teploty byl zaznamenán na lokalitě Vranovice, kde se průměrná roční teplota zvýšila o 1,5 °C za 48 let. Naměřené průměrné roční teploty tedy vykazují pozitivní trend na všech lokalitách.

Tab. III – Trend průměrné teploty [°C] naměřené na vybraných lokalitách ve sledovaném období (1961 – 2008).  $D_D$  – nárůst průměrné roční teploty za dekádu,  $D_R$  – nárůst průměrné roční teploty během 48 let (1961 – 2008)

1961 – 2008	$D_D$	$D_R$
<b>Lednice</b>	0,3 °C	1,4 °C
<b>Lanžhot</b>	0,3 °C	1,3 °C
<b>Vranovice</b>	0,3 °C	1,5 °C

Trend průměrné teploty vzduchu [°C] Lednice 1961 - 2008



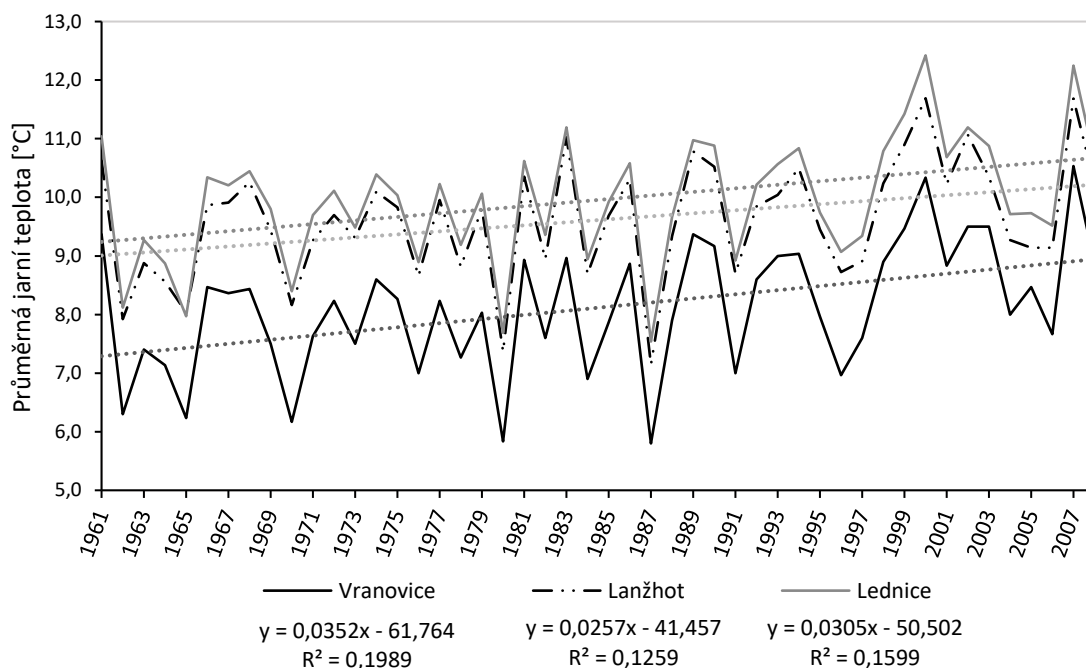
Obr. 10 – Graf představuje trend průměrné teploty naměřené v Lednici v letech 1961 – 2008, kde  $y$  je regresní přímka odvozená z naměřené průměrné teploty na dané lokalitě,  $D_R$  pak představuje nárůst průměrné roční teploty během období 1961 – 2008

Průměrná jarní teplota představuje průměrné teploty v měsících březem, dubem, květen (MAM – march, april, may). Průměrná jarní teplota se zvýšila za dekádu v rozmezí 0,3 – 0,4 °C (tab. IV), tedy více než průměrná roční teplota. Nejvyšší nárůst jarní teploty za období 48 let byl opět zaznamenán na lokalitě Vranovice, přičemž se jedná o lokalitu s nejnižší naměřenou roční i jarní teplotou z uvedených lokalit. Průměrná jarní teplota se zde zvýšila až o 1,7 °C. Pozitivní trend opět vykazují naměřené hodnoty na všech lokalitách.

Tab. IV – Trend průměrné jarní teploty [°C] naměřené na vybraných lokalitách v období 1961 – 2008,  $D_D$  – nárůst průměrné roční teploty za dekádu,  $D_R$  – nárůst průměrné roční teploty během 48 let (1961 – 2008)

1961 – 2008	$D_D$	$D_R$
Lednice	0,3 °C	1,5 °C
Lanžhot	0,3 °C	1,2 °C
Vranovice	0,4 °C	1,7 °C

Trend průměrných naměřených jarních teplot [°C] v období  
1961 - 2008



Obr. 11 – Graf představuje trend průměrné jarní teploty naměřené na vybraných lokalitách v letech 1961 – 2008, kde y je regresní přímka odvozená z naměřené průměrné jarní teploty na daných lokalitách

## 5.2 Fenologie ptačích druhů

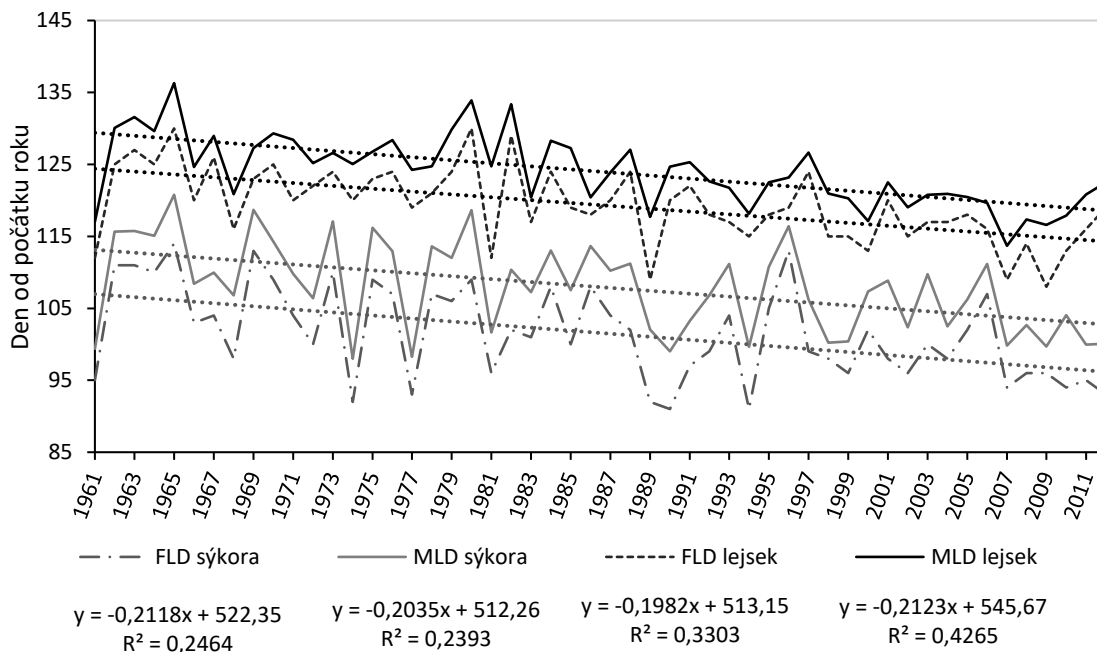
### 5.2.1 Fenologické trendy

Fenologická data u ptačí populace představují sledované fenologické termíny (tab. V) u vybraných zástupců. Jejich trend za období 1961 – 2012 byl sledován u sýkory koňadry a lejska bělokrkého. Pozorováno bylo naklazení prvního vejce prvního páru v hnízdní populaci (dále jen FLD) a průměrný termín průměrného prvního naklazeného vejce v rámci celé populace (dále jen MLD) na dané lokalitě. Hodnoty vynesené do grafu (obr. 12) vykazují u všech termínů stejnou tendenci postupného poklesu, což znamená, že obě sledované fenofáze nastávají dříve. Z grafu je zřejmé, že obecně klade na jaře první vejce dříve sýkora před lejskem, avšak větší posun směrem k dřívějším termínům byl zaznamenán v rámci obou fenofází právě u lejska. Termíny fenofází se během 52 let pozorování posunuli v rozmezí o 9 – 12 dnů dříve (tab. VI). K největšímu posunu došlo na lokalitě v Lednici. I přesto, že se průměrná roční i jarní teplota nejvíce zvýšila ve Vranovicích, byly zde ze všech sledovaných lokalit termíny fenofází nejméně ovlivněny.

Tab. V – Průměrné termíny fenofází za období 1961 - 2012

		<b>FLD</b>	<b>MLD</b>
<b>Lednice</b>	sýkora koňadra	12.4	18.4
	lejsek bělokrký	29.4	4.5
<b>Lanžhot</b>	sýkora koňadra	11.4	17.4
	lejsek bělokrký	28.4	3.5
<b>Vranovice</b>	sýkora koňadra	14.4	20.4
	lejsek bělokrký	2.5	6.5

Posun fenofáze hnízdění v letech 1961 – 2012 na lokalitě v Lednici



Obr. 12 – Graf představuje trend posunu sledovaných fenofází u dvou zástupců ptačí populace na lokalitě v Lednici, kde y je regresní přímka odvozená ze sledovaných hodnot u obou vybraných fenofází

Tab. VI – Posun sledovaných fenofází na vybraných lokalitách za období 52 let (1961 – 2012),  $D_D$  – posun termínu fenofáze za dekádu (dny),  $D_R$  – posun termínu fenofáze za období 52 let (dny)

		FLD sýkora	MLD sýkora	FLD lejsek	MLD lejsek
<b>Lednice</b>	$D_D$	-2	-2	-2	-2
	$D_R$	-11	-11	-10	-11
<b>Lanžhot</b>	$D_D$	-2	-2	-2	-2
	$D_R$	-11	-11	-11	-11
<b>Vranovice</b>	$D_D$	-2	-2	-2	-2
	$D_R$	-9	-9	-10	-10

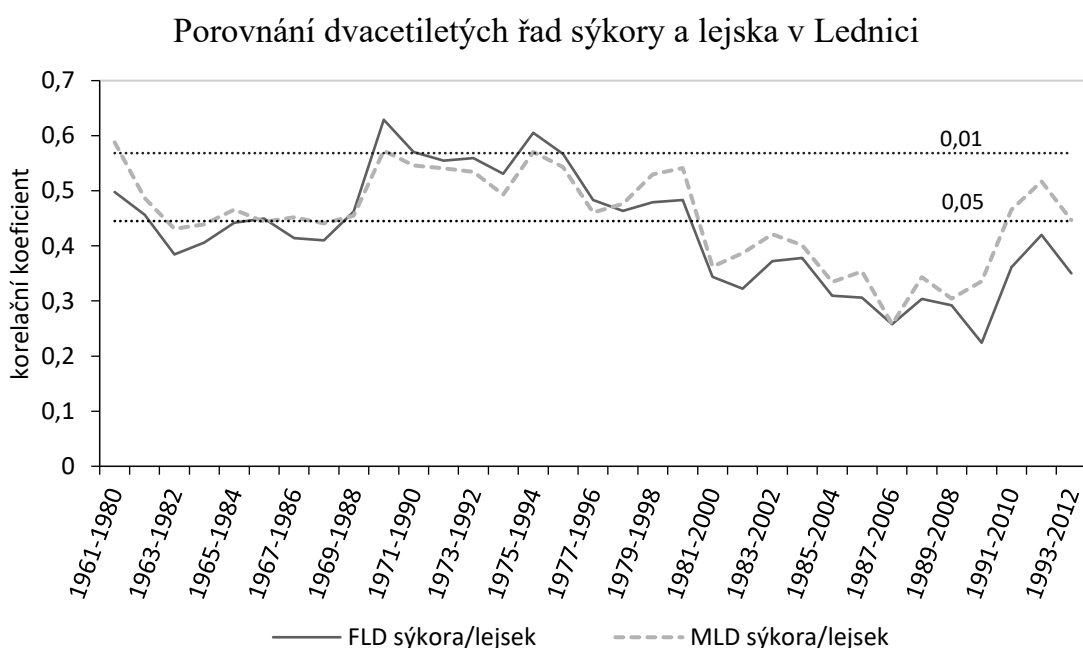
### 5.2.2 Porovnání fenologických trendů

Pomocí softwaru Anclim byly zpracovány a vyhodnoceny fenologické trendy u dvou ptačích druhů. Porovnávány byly dvě fenofáze (FLD a MLD) mezi sýkorou koňadrou a lejsekem bělokrkým. Data byla před zpracováním rozdělena do 20letých intervalů. Použitou hodnotou zpracovanou v programu Anclim byl korelační koeficient (tab. VII), který byl vyhodnocen pro dvacetileté řady v období 1961 – 2012.

Tab. VII – Hodnoty korelačních koeficientů porovnaných fenofází dvou zástupců

	FLD lejsek/sýkora	MLD lejsek/sýkora		FLD lejsek/sýkora	MLD lejsek/sýkora
1961-1980	0,498	0,5881	1978-1997	0,4633	0,4763
1962-1981	0,4567	0,4867	1979-1998	0,4794	0,5299
1963-1982	0,3847	0,431	1980-1999	0,4831	0,5414
1964-1983	0,4058	0,4391	1981-2000	0,3441	0,3626
1965-1984	0,4422	0,466	1982-2001	0,3223	0,3867
1966-1985	0,4494	0,4438	1983-2002	0,3724	0,4213
1967-1986	0,4143	0,4517	1984-2003	0,378	0,4016
1968-1987	0,4099	0,4411	1985-2004	0,3093	0,3345
1969-1988	0,4621	0,4548	1986-2005	0,3061	0,3535
1970-1989	0,629	0,5728	1987-2006	0,2577	0,2579
1971-1990	0,5706	0,5462	1988-2007	0,3038	0,3435
1972-1991	0,5548	0,5408	1989-2008	0,2921	0,3045
1973-1992	0,5595	0,5347	1990-2009	0,2242	0,3358
1974-1993	0,5311	0,4929	1991-2010	0,3613	0,4657
1975-1994	0,6051	0,5702	1992-2011	0,4198	0,5168
1976-1995	0,5669	0,543	1993-2012	0,3504	0,4464
1977-1996	0,4831	0,4604			

Výsledné koeficienty byly vyneseny do grafu. Pro dané korelační koeficienty byla následně vyhodnocena také 95% a 99% hladina významnosti. Z grafu (obr. 13), kde jsou porovnávány termíny fenofází na lokalitě v Lednici, je zpočátku zřejmý pozitivní vztah mezi oběma porovnávanými fenofázemi, který však postupně klesá. Křivka korelace je v průběhu celého období velmi proměnlivá s klesajícím trendem a nachází se z velké části nad 95% i 99% hladinou významnosti. Podobné proměnlivé hodnoty s klesající tendencí vykazují i porovnané fenologické termíny na lokalitě Lanžhot a Vranovice (viz příloha).



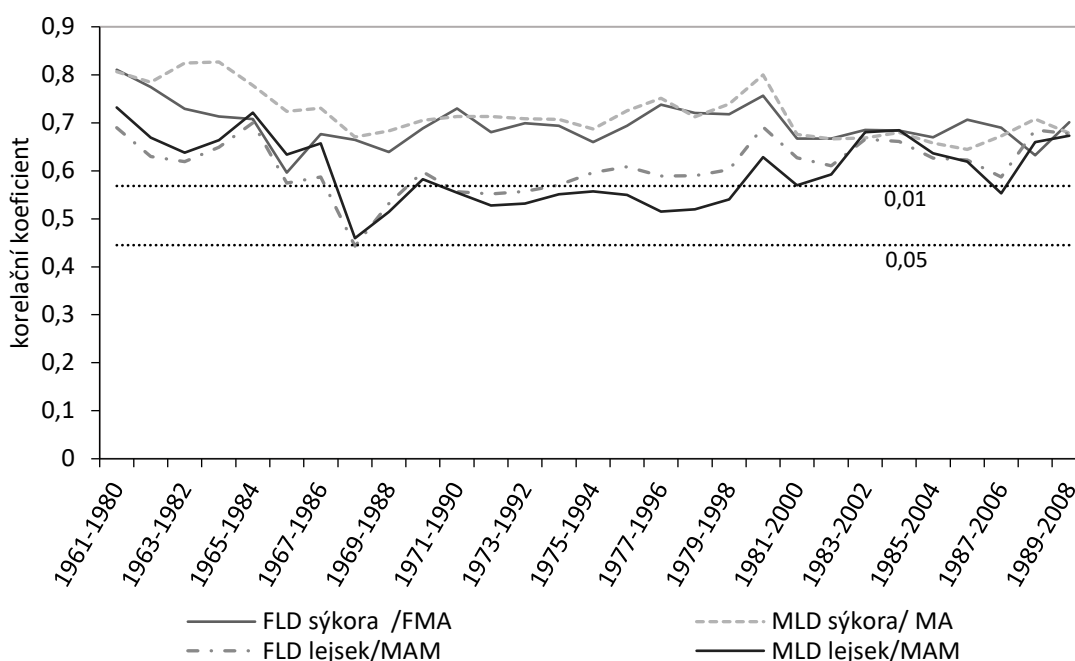
Obr. 13 – Graf představuje výsledné korelační koeficienty dvacetiletých řad u vybraných fenofází lejska a sýkory za období 1961 – 2012 v Lednici. Horizontální linie představují 95% a 99% hladiny spolehlivosti.

### 5.2.3 Porovnání fenologických a klimatických trendů

Klimatické hodnoty spolu s fenologickými termíny byly porovnány pro všechny tři lokality. Z fenologických termínů byly použity fenofáze FLD a MLD u dvou ptačích druhů. Klimatické hodnoty představovaly maximální teploty ve vybraných jarních měsících (základní data pro porovnání byla převzata z monografie BAUER *et al.*, 2014). Z průměrů maximálních hodnot z lokality Lednice (obr. 14) se jedná o únor, březen a duben (FMA), březen, duben a květen (MAM) a březen a duben (MA). Data byla opět upravena do dvacetiletých řad a následně zpracována v programu Anclim. U porovnání teploty s fenofázemi sýkory jsou v obou případech hodnoty korelace vysoké a průběh

křivky pouze mírně klesá. Hodnota korelačního koeficientu přesahuje po celé období 99% hladinu významnosti. U porovnání teploty s fenofázemi lejska dochází v obou případech k větší proměnlivosti dané křivky a četnějším poklesům v průběhu období. Hodnota korelačního koeficientu v tomto případě přesahuje 95% hladinu významnosti po celé období a 99% hladinu významnosti především v počáteční části období.

Porovnání dvacetiletých řad fenologických a klimatických trendů - Lednice



Obr. 14 – Graf představuje výsledné korelační koeficienty dvacetiletých řad u vybraných fenologických a klimatických hodnot za období 1961 – 2008. Horizontální linie představují 95% a 99% hladiny spolehlivosti.

## 5.3 Fenologie ovocných dřevin

### 5.3.1 Fenologické trendy

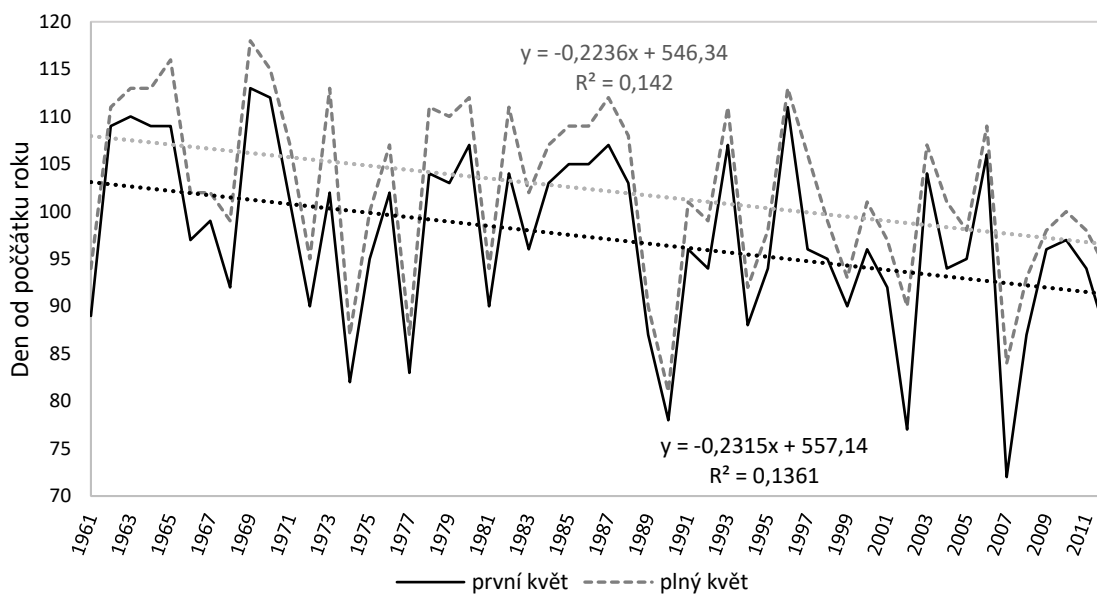
Sledovanými fenologickými termíny u ovocných dřevin byly první a plný květ (tab. VIII). Jejich trend byl pozorován u meruňky, jabloně a třešně v odlišném časovém období na lokalitě v Lednici. Hodnoty vynesené do grafu (obr. 15) ukazují na postupný pokles trendu, což značí dřívější nástup obou sledovaných fenofází. Posun fenofáze prvního květu byl nejvýznačnější u meruňky, kdy se za období 52 let uspíšil o 12 dní. Nejméně pak byly ovlivněny fenofáze kvetení u jabloně (tab. IX).



Tab. VIII – Průměrný termín fenofází pozorovaných na lokalitě v Lednici

ovoc. dřevina	první květ	plný květ
meruňka (1961-2012)	8. 4	12.4
třešeň (1951-2008)	14. 4	18.4
jabloň (1951-2000)	26. 4	1.5

Posun fenofází kvetení meruňky v letech 1961 – 2012 v Lednici



Obr. 15 – Graf představuje trend posunu sledovaných fenofází u meruňky na lokalitě v Lednici, kde  $y$  je regresní přímka odvozená ze sledovaných hodnot u obou sledovaných fenofází

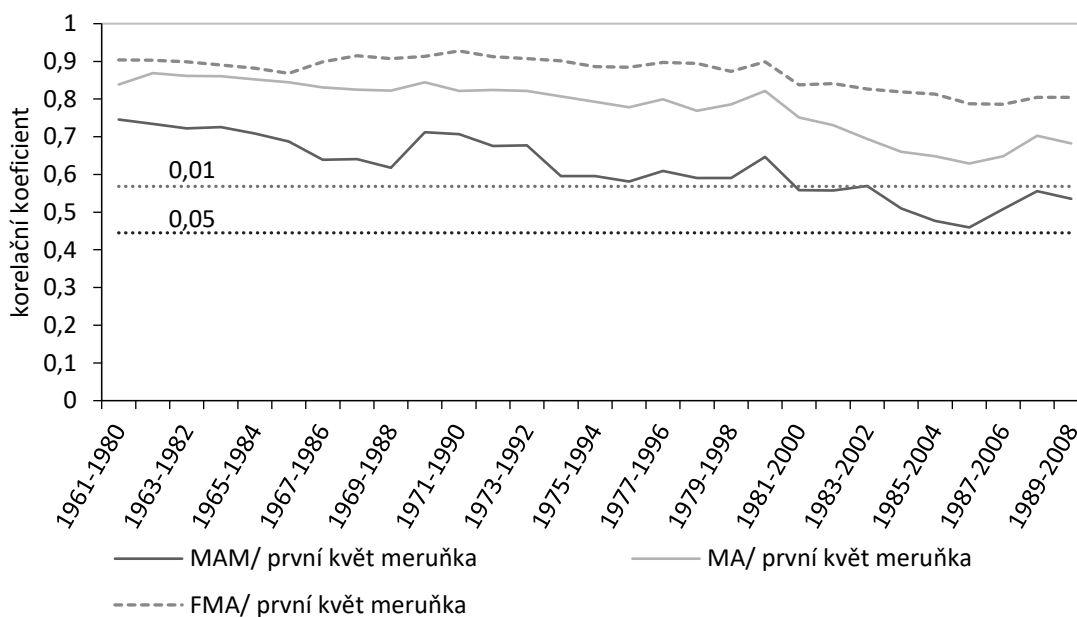
Tab. IX – Posun fenofází za dané období u ovocných dřevin na lokalitě v Lednici

ovoc. dřevina	první květ (dny)	plný květ (dny)
meruňka (1961-2012)	-12	-12
třešeň (1951-2008)	-12	-10
jabloň (1951-2000)	-7	-8

### 5.3.2 Porovnání fenologických a klimatických trendů

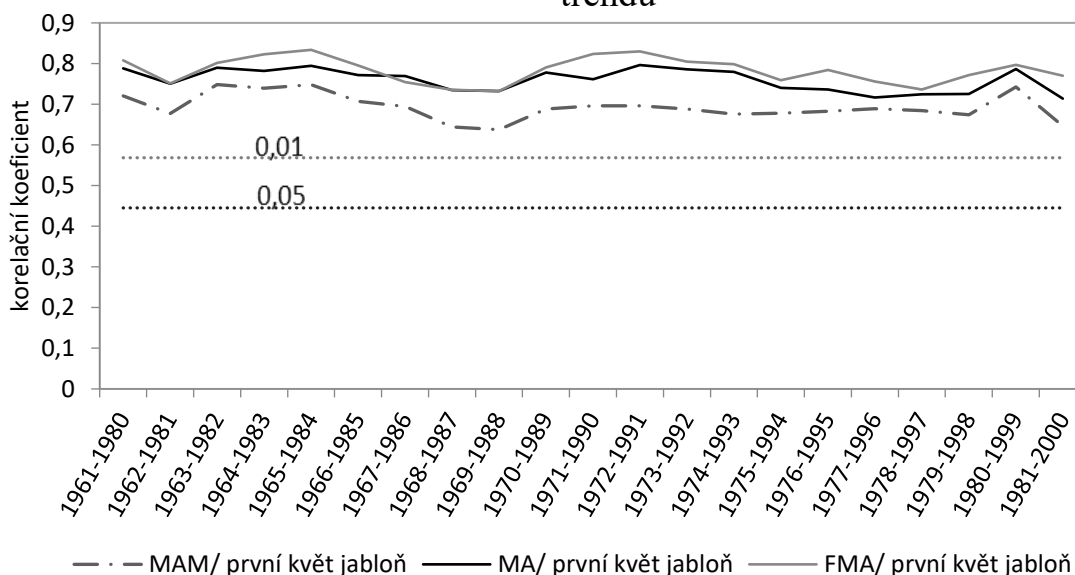
Klimatické hodnoty spolu s fenologickými termíny ovocných dřevin byly porovnány z lokality Lednice. Z fenologických termínů byly použity fenofáze prvního a plného květu tří druhů dřevin. Klimatické hodnoty představovaly maximální teploty ve vybraných jarních měsících. Z průměrů maximálních hodnot z lokality Lednice se jedná o únor, březen a duben (FMA), březen, duben a květen (MAM) a březen a duben (MA). Klimatická i fenologická data byla upravena do dvacetiletých řad a následně zpracována v programu Anclim. U porovnání jarních teplot s fenofází prvního květu meruňky (obr. 16) je nejvyšší hodnota korelace s FMA, se stabilním průběhem křivky. U porovnání s MAM a MA je hodnota koeficientu nižší, proměnlivá a v průběhu klesá. Všechny tři porovnané řady však přesahují po celé období 95% hladinu významnosti, MA a FMA i 99% hladinu významnosti. U porovnání teplot s fenofází prvního květu jabloně (obr. 17) mají všechny tři křivky podobný stabilní průběh a hodnoty korelačních koeficientů přesahují 99% hladinu významnosti. U porovnání teplot s třešní byly hodnoty podobné s meruňkou. Stejně tak měly podobný charakter hodnoty pro plný květ u všech tří ovocných dřevin.

### Porovnání dvacetiletých řad fenologických a klimatických trendů



Obr. 16– Graf představuje výsledné korelační koeficienty dvacetiletých řad u vybraných fenologických a klimatických hodnot za období 1961 – 2008 z lokality Lednice. Horizontální linie představují 95% a 99% hladiny spolehlivosti.

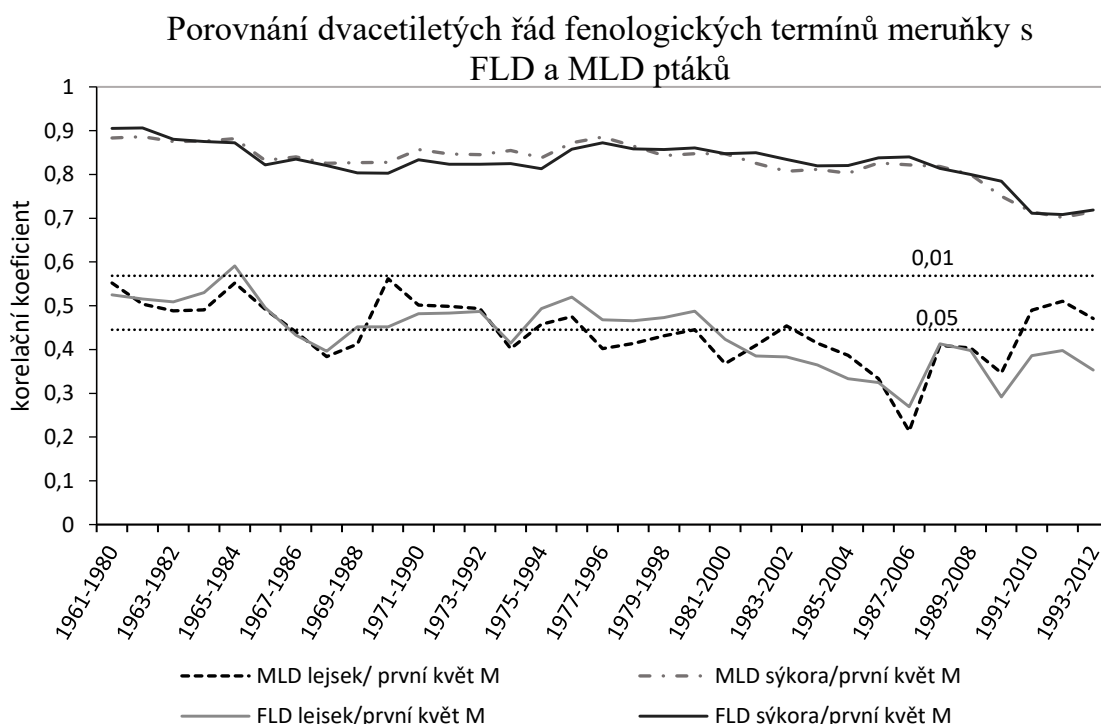
### Porovnání dvacetiletých řad fenologických a klimatických trendů



Obr. 17 – Graf představuje výsledné korelační koeficienty dvacetiletých řad u vybraných fenologických a klimatických hodnot za období 1961 – 2008 z lokality Lednice. Horizontální linie představují 95% a 99% hladiny spolehlivosti

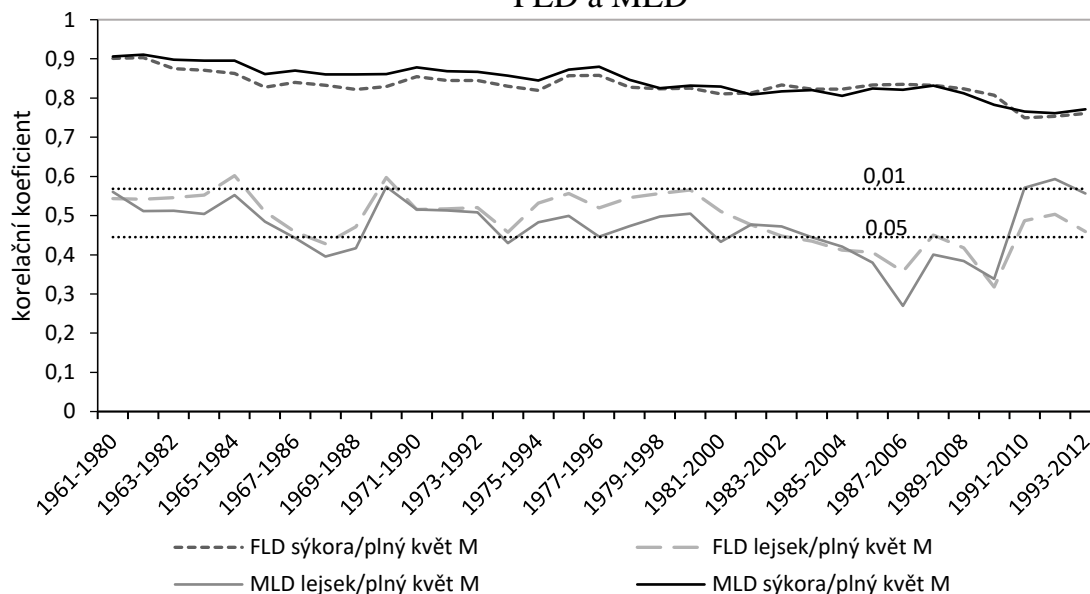
## 5.4 Porovnání fenologických trendů z rostlinné a živočišné říše

Při porovnání fenologických termínů ptačích druhů a ovocných dřevin byla sledována korelace mezi řízenými a neřízenými ekosystémy. U ovocných dřevin byly vybrány fáze kvetení (první a plný květ) a u ptačích zástupců fenofáze FLD a MLD. Po úpravě do dvacetiletých řad byla data opět vyhodnocena programem Anclim. Z grafu (obr. 18), na kterém jsou porovnávány data prvního květu meruňky z Lednice a data ptačích fenofází také z Lednice, je zřejmý silnější vztah mezi meruňkou s fenofázemi sýkory. Křivka má v průběhu celkem stabilní charakter s mírným poklesem na konci období a nachází se nad 99% hladinou významnosti. Korelace mezi fenofázemi lejska a meruňky je slabá a v průběhu také dost proměnlivá. Na začátku období se nachází nad 95% hladinou významnosti. Při porovnání fenofáze plného květu meruňky s fenofázemi ptačích druhů (obr. 19), měla u každého porovnávaného páru korelace shodný charakter jako u fenofáze prvního květu.



Obr. 18 – Graf představuje porovnání fenologické fáze prvního květu meruňky s fenofázemi lejska a sýkory ve dvacetiletých řadách za období 1961 – 2012 na lokalitě v Lednici. Horizontální linie představují 95% a 99% hladiny spolehlivosti.

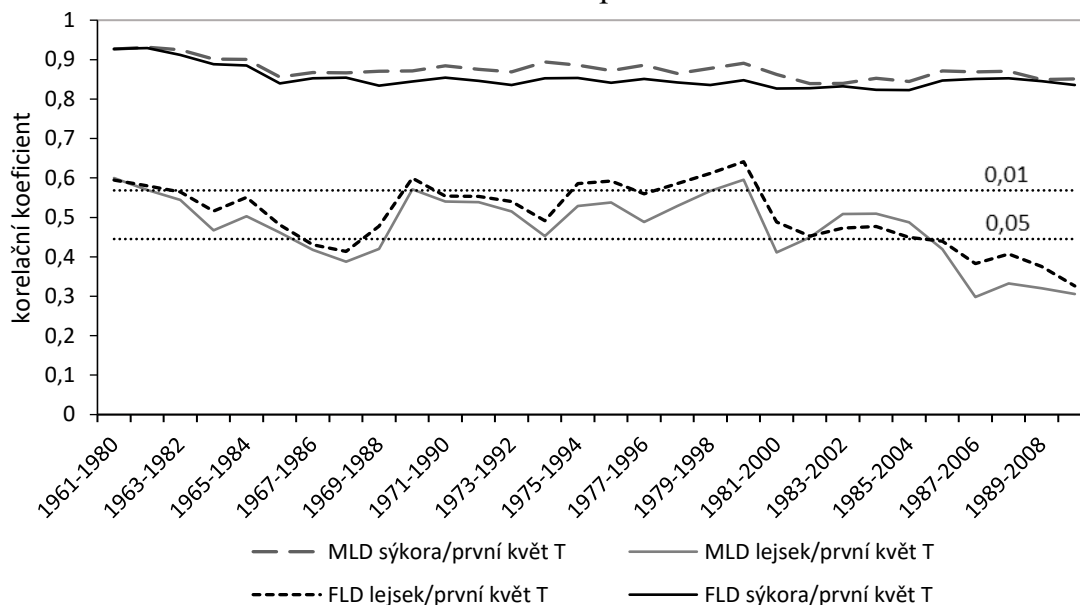
### Porovnání dvacetiletých řád fenologických termínů meruňky s FLD a MLD



Obr. 19 – Graf představuje porovnání fenologické fáze plného květu meruňky s fenofázemi lejska a sýkory ve dvacetiletých řadách za období 1961 – 2012 na lokalitě v Lednici. Horizontální linie představují 95% a 99% hladiny spolehlivosti.

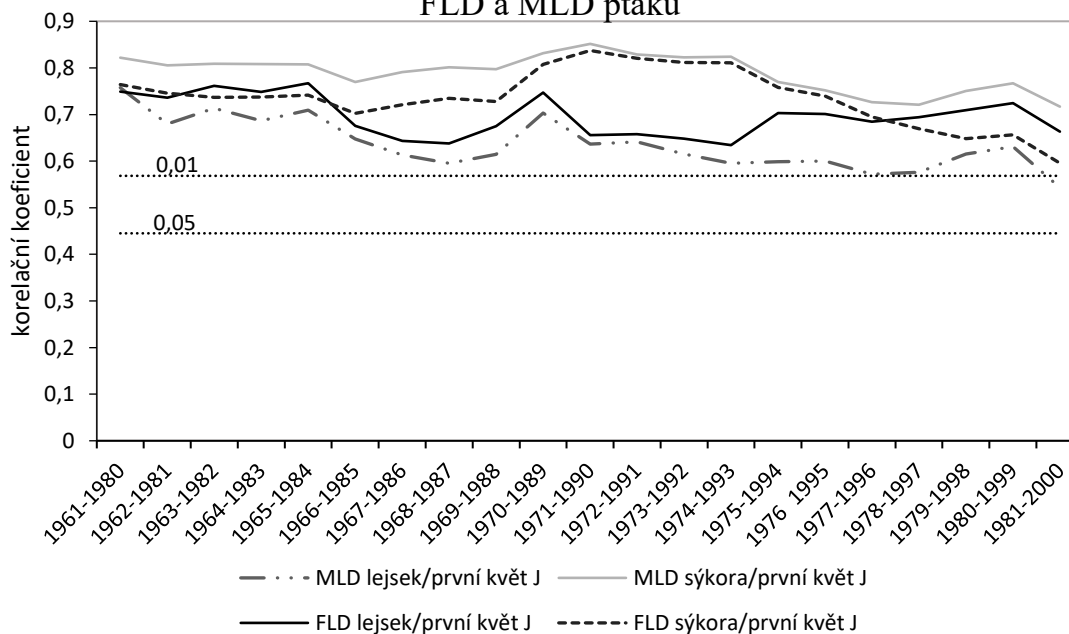
Porovnány byly také další ovocné dřeviny (třešeň a jabloň) s ptačími druhy. Korelace dvacetiletých řad mezi fenofází prvního květu třešně (obr. 20) s fenofázemi dvou ptačích druhů (lokalita Lednice) má u sýkory podobný charakter jako u meruňky, u lejska má silnější vztah než u meruňky. U prvního květu jabloně (obr. 21) mají pozitivní vztah obě fenofáze u sýkory i lejska (lokalita Lednice) a křivka se ve všech případech nachází nad 99% hladinou významnosti. Fenofáze plného květu byla pro třešeň i jabloň také vyhodnocena a opět byly korelační koeficienty podobné jako u prvního květu. Korelační koeficienty, vyhodnoceny pro fenologické termíny ptačích zástupců z lokality Vranovice a Lanžhot s ovocnými dřevinami, měli blízké hodnoty jako při porovnání z lokality Lednice a nevykazovaly žádné extrémní rozdíly.

Porovnání dvacetiletých řad fenologických termínů třešně s  
FLD a MLD ptáků



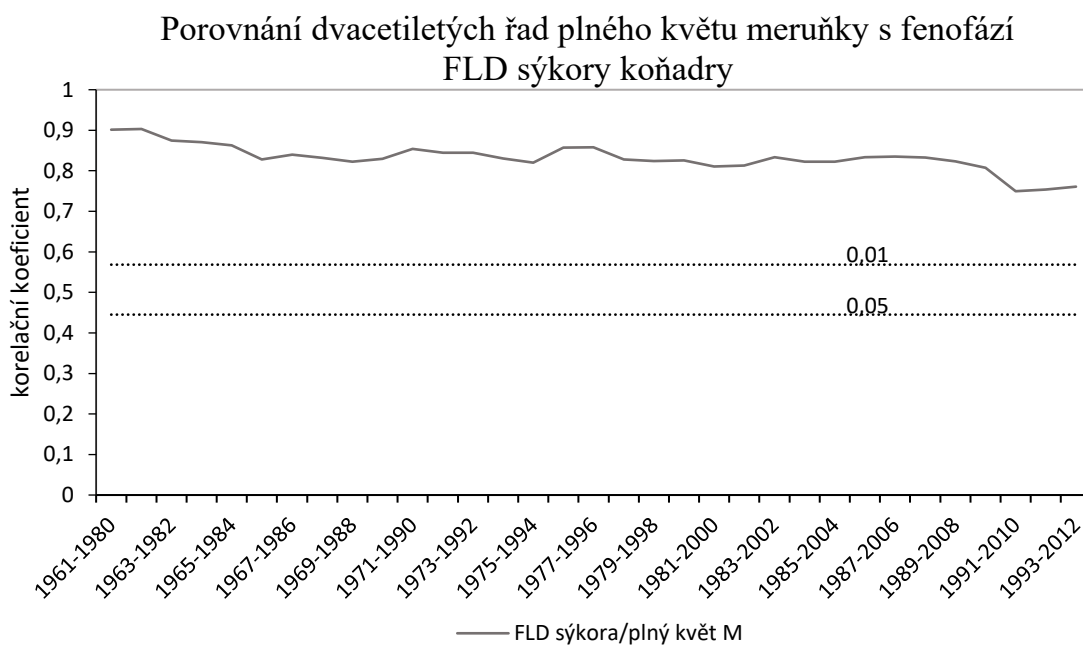
Obr. 20 – Graf představuje porovnání fenologické fáze prvního květu třešně s fenofázemi lejska a sýkory ve dvacetiletých řadách za období 1961 – 2012 na lokalitě v Lednici. Horizontální linie představují 95% a 99% hladiny spolehlivosti.

Porovnání dvacetiletých řad fenologických termínů jabloně s  
FLD a MLD ptáků



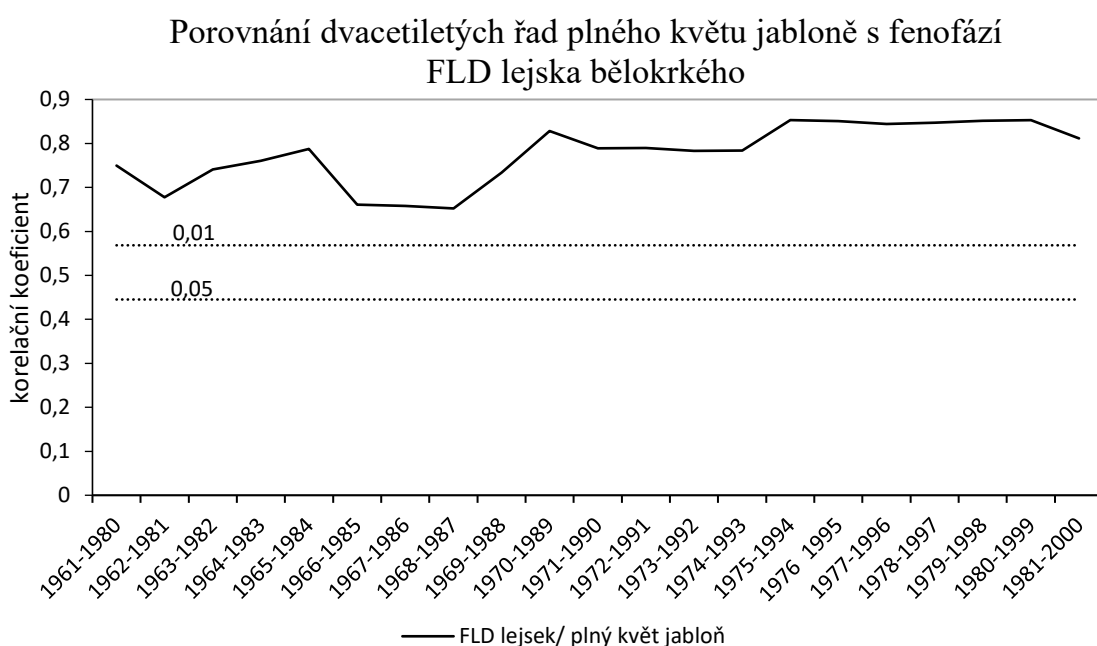
Obr. 21 – Graf představuje porovnání fenologické fáze prvního květu jabloně s fenofázemi lejska a sýkory ve dvacetiletých řadách za období 1961 – 2012 na lokalitě v Lednici. Horizontální linie představují 95% a 99% hladiny spolehlivosti.

Pro detailní porovnání fenologických trendů ovocných dřevin (jako zástupců řízeného ekosystému) s ptačí populací (jako zástupců neřízeného systému), byly vybrány pro oba ptačí zástupce dva časově nejbližší fenologické termíny. U sýkory koňadry se jednalo o fenofázi prvního nakladeného vejce (101,58. den od počátku roku) s fenofází plného květu meruňky (102,25. den od počátku roku), které si jsou navzájem časově nejbliže ze všech hodnocených fenologických fází ve sledovaném období 1961 - 2012. Obě hodnoty jsou brány jako průměr za dané období. Hodnoty korelačních koeficientů (obr. 22) jsou velmi vysoké po celé sledované období a mezi danou dvojicí fenofází je tedy pozitivní vztah. Křivka je stabilní po celé období pouze se zanedbatelným poklesem a nachází se nad 99% hladinou významnosti. Nástup u obou fenofází vychází podle dnů od počátku roku na 12.4.



Obr. 22 – Graf představuje porovnání dvacetiletých řad fenologické fáze plného květu meruňky s fází prvního nakladeného vejce (FLD) sýkory spolu s vyznačenými signifikantními hladinami statistické významnosti. Horizontální linie představují 95% a 99% hladiny spolehlivosti.

Nejbližší hodnoty u lejska byly porovnány s jabloní (bráno pouze za období 1961 – 2000). U jabloně se jednalo o fenofázi plného květu (120,8. den od počátku roku) s fenofází prvního nakladeného vejce u lejska bělokrkého (120,6. den od počátku roku). Obě hodnoty jsou brány jako průměr za celé období. Křivka (obr. 23) je v průběhu nestabilní, avšak v čase se korelace zesiluje. Po celé období se křivka nachází nad 99% hladinou významnosti. Nástup u obou fenofází vychází podle dnů od počátku roku na 30.4.



Obr. 23 – Graf představuje porovnání dvacetiletých řad fenologické fáze plného květu jabloně s fází prvního nakladeného vejce (FLD) lejska spolu s vyznačenými signifikantními hladinami statistické významnosti. Horizontální linie představují 95% a 99% hladiny spolehlivosti.

U porovnání sýkory a meruňky byl zaznamenán stabilnější průběh korelace, avšak korelace v daném případě v průběhu mírně klesala, oproti tomu ze začátku slabší korelace lejska a jabloně má opačný průběh a korelační hodnoty se v čase zvyšují. Z daných výsledků je tedy patrné, že mezi řízenými a neřízenými ekosystémy je jistý pozitivní vztah, a síla korelace závisí na načasování porovnaných fenofází.



## 5.5 Vlastní pozorování v terénu

Pozorování probíhalo kontrolou ptačích budek rozmístěných v Plačkově lese, následného zapsání zjištěných údajů přímo v terénu a přepsání dat do elektronické podoby (tab. X).

První návštěva lokality v roce 2016 proběhla 12.4. Zkontrolováno bylo celkem 14 ptačích budek (obr. 25), které byly rozmístěny na stromech v rezervaci Plačkův les. Většina budek byla obsazena zástupci sýkory koňadry. Hnízdo sýkory koňadry je tvořeno převážně mechem (obr. 24). Míra rozestavení hnízda u jednotlivých budek byla různá, u pěti budek již byly pozorovány i nakladená vejce (obr. 26). Pouze v jedné budce bylo nalezeno rozestavené hnízdo lejska bělokrkého, který pro stavbu hnízda využívá především suchou trávu. Budka X1, která se nachází v těsné blízkosti břehu říčky Šatavy, byla obsazena zástupcem brhlíka lesního, který si hnízdo staví z kůry stromu. V hnízdě brhlíka se nacházelo již 8 nakladených vajec (obr. 27). Dvě zkontrolované budky byly zcela prázdné.



Obr. 24 – Rozestavené hnízdo sýkory koňadry (originál autor)

Tabulka X – Pozorování ptačích budek v sezóně 2016 ve Vranovicích, s. k. – sýkora koňadra, b. l. – brhlík lesní, l. b. – lejsek bělokrký, h. – hnízdo, x - budky v daný termín nebyly kontrolovány

	12. 04. 2016	26. 04. 2016	10. 05. 2016	17. 05. 2016
<b>Budka č. 1</b>	s. k. - h. rozestavěné (10 %)	s. k. - h. dostavěno, 8 vajec (zakryté)	x	vylíhnuto 8 mládřat
<b>Budka č. 2</b>	prázdná	x	x	x
<b>Budka č. 3</b>	s. k. - h. dostavěno, 2 vejce	x	x	x
<b>Budka č. 9</b>	s. k. - h. rozestavěné (20 %)	s. k. - h. dostavěno, 9 vajec (samička sedí na vejcích)	x	x
<b>Budka č. 10</b>	s. k. - h. téměř připraveno (90 %)	s. k. - h. dostavěno, prázdné	x	x
<b>Budka č. 22</b>	l. b. - h. rozestavěné (5 %)	prázdná	x	x
<b>Budka č. 45</b>	s. k. - h. rozestavěné (10 %)	s. k. - h. dostavěno, 8 vajec (zakryté)	x	x
<b>Budka č. 68</b>	prázdná	prázdná	x	x
<b>Budka č. P1</b>	s. k. - h. rozestavěné (40 %)	s. k. - h. dostavěno, 8 vajec (zakryté)	x	x
<b>Budka č. P2</b>	s. k. - h. téměř připraveno (90 %)	s. k. - h. dostavěno, 9 vajec (samička sedí na vejcích)	x	x
<b>Budka č. P3</b>	s. k. - h. dostavěno, 2 vejce	s. k. - h. dostavěno, 14 vajec (odkryté ale studené)	x	x
<b>Budka č. P4</b>	s. k. - h. dostavěno, 3 vejce	s. k. - h. dostavěno, 13 vajec (samička sedí na vejcích)	x	x
<b>Budka č. X1</b>	b.l. - h. dostavěno, 8 vajec	b. l. - h. dostavěno, 8 vajec (samička sedí na vejcích)	vylíhnuto 8 mládřat	x
<b>Budka č. X2</b>	s. k. - h. dostavěno, 4 vejce	s. k. - h. dostavěno, 10 vajec (samička sedí na vejcích)	x	x



Obr. 25 – Ptačí budka umístěna v lužním lese u Vranovic (originál autor)

Z počtu pozorovaných nakladených vajec v hnízdě, lze odvodit fenofázi prvního nakladeného vejce. Samička povětšinou klade od prvního dne následující dny vždy jedno vejce, výjimkou pak může být pauza např. z důvodu nepříznivého počasí. U sýkory v budkách č. 3 a P3 byly 12.4 dvě vejce, první vejce tedy samičky nakladly 10. nebo 11.4, s ohledem na to, že v den návštěvy mohla samička vejce teprve naklást. V budce P4, kde byly vejce tři, bylo nakladeno první 9. nebo 10.4. V budce X2 se čtyřmi vejce pak 8. nebo 9.4. U brhlíka se v budce X1 jednalo již o finální počet, lze tedy pouze odvodit, že první vejce nakladla samička nejpozději 5.4.



Obr. 26 - Nakladená vejce sýkory koňadry (originál autor)



Obr. 27 - Nakladená vejce brhlika lesního (originál autor)

Při druhé návštěvě 26.4 bylo zkontrolováno celkem 12 budek. Ve všech budkách (až na jednu výjimku), které byly obsazeny zástupci sýkory koňadry, se již nacházely nakladená vejce v počtu 8 - 14. V budkách, kde již samička seděla na vejcích (obr. 28), se jednalo o jejich finální počet. Pokud byla vejce zakrytá, tak se jejich počet mohl ještě zvýšit. Pouze jedno hnízdo, které již bylo dostavěno, zůstalo prázdné. Jediná budka, která byla obsazena zástupcem lejska bělokrkého, zůstala také prázdná. V budce, kterou obsadil brhlík lesní, již samička seděla na vejcích, finální počet byl tedy 8 kusů. V tento den probíhalo také vážení vybraných vajec sýkory koňadry. Vejce byly vybrány z budek č. 45, 1 a P1, na kterých samička ještě neseděla (tab. XI Váha vajec z budky č. 45 a P1 byla dost podobná, průměrně 1.8 g, u budky č. 1 byla váha vajec nižší).

Tabulka XI – Vážení vajec sýkory koňadry

<b>26. 04. 2016</b>	
<b>Budka č. 45</b>	1.89 g
	1.90 g
	1.84 g
<b>Budka č. P1</b>	1.87 g
	1.82 g
	1.77 g
<b>Budka č. 1</b>	1.65 g
	1.67 g
	1.29 g



Obr. 28 – Samička sýkory koňadry sedící na vejcích (originál autor)

V květnu již probíhala pouze kontrola vylíhnutých mláďat. Zkontrolována byla budka č. X1 (10.5), kde se nacházelo 8 vylíhnutých mláďat brhlíka lesního (obr. 29) a budka číslo 1 (17.5), kde se nacházelo 8 vylíhnutých mláďat sýkory koňadry (obr. 30). V ostatních budkách, kde došlo k vylíhnutí v dřívějším termínu, již byly mláďata z hnízda pryč.



Obr. 29 – Mláďata brhlíka lesního (originál autor)



Obr. 30 – Mláďata sýkory koňadry (originál autor)

Pro porovnání údajů z Vranovic byla také navštívena dvakrát lokalita na Pálavě, kde jsou ptačí budky umístěny na jižní straně Národní přírodní rezervace Děvín – Kotel – Soutěska (tab. XII).

Tabulka XII – Pozorování ptačích budek na Pálavě v sezóně 2016

	12.4	17.4
<b>Budka č. 1</b>	hnízdo dostavěno	1 vejce
<b>Budka č. 2</b>	hnízdo dostavěno	3 vejce
<b>Budka č. 3</b>	3 vejce	9 vajec
<b>Budka č. 4</b>	prázdná	x
<b>Budka č. 5</b>	3 vejce	x
<b>Budka č. 6</b>	hnízdo dostavěno	x

Pří první návštěvě 12.4 bylo zkontrolováno celkem šest budek. Pouze jedna budka byla zcela prázdná, ostatní budky byly obsazeny pouze jedním zástupcem ptačí populace – sýkorou koňadrou. V budce číslo 2 a 5 již byla nakladená tři vejce. Další kontrola proběhla 17.4 a to u tří vybraných budek. Ve všech se již nacházela nakladená vejce (obr. 31 a 32).



Obr. 31 a 32 – Nakladená vejce sýkory koňadry na lokalitě Pálava, 17.4 (originál autor)

V rámci své bakalářské práce prováděla v roce 2016 pozorování na dané lokalitě také Bc. Petra Dížková (tab. XIII). Z daných údajů lze opět odvodit fenofázi prvního nakladeného vejce. U budky č. 2 a 7 bylo první vejce nakladeno 14. nebo 15.4, u budky č. 1 – 16. nebo 17.4, u budky č. 3 a 5 – 9. nebo 10.4 a u budky č. 8 – 13. nebo 14. 4. Jelikož se na lokalitě na Pálavě nevyskytoval zástupce brhlíka lesního, lze porovnat data pouze u sýkory koňadry. První vejce se u vybraných hnízdících párů objevilo na obou lokalitách shodně již okolo 9-10.4. Další první vejce u ostatních hnízdících párů byla nakladena v dalších dnech v průběhu měsíce dubna, opět ve velmi podobných termínech na obou lokalitách. Žádné extrémní rozdíly tedy mezi oběma sledovanými lokalitami nebyly během jarní sezóny 2016 zaznamenány.

Tabulka XIII – *Pozorování na lokalitě Pálava (DÍŽKOVÁ, P., 2016)*

	<b>16.4</b>
<b>Budka č. 1</b>	0
<b>Budka č. 2</b>	2 vejce
<b>Budka č. 3</b>	8 vajec
<b>Budka č. 4</b>	0
<b>Budka č. 5</b>	7 vejce
<b>Budka č. 6</b>	0
<b>Budka č. 7</b>	2 vejce
<b>Budka č. 8</b>	3 vejce
<b>Budka č. 9</b>	0



## 6 DISKUSE

V této práci jsem vyhodnocovala klimatická a fenologická data nasbíraná za dlouhodobé období na třech lokalitách. U naměřených klimatických hodnot se jednalo o zhodnocení klimatických trendů za časové období 48 let (1961 – 2008). Výsledky prokázaly narůstající trend na všech třech lokalitách, a to jak u průměrné roční tak i u průměrné jarní teploty. Klimatickými trendy se na vybraných lokalitách v ČR ve své práci věnovali také BAUER & LIPINA (2012). Zjistili, že se na daných lokalitách v průběhu 50 let (1951 – 2000) průměrně zvýšila roční teplota o 0,8 °C a jarní o 1,1 °C. Zvyšující se trend u více klimatických veličin také potvrzuje BRÁZDIL *et al.* (2009). V další části byly stejně hodnoceny fenologické trendy sýkory koňadry a lejska bělokrkého ze stejných lokalit. Výsledné fenologické trendy u obou druhů poukazovaly na uspíšení vybraných fenologických fází (FLD a MLD). BAUER & LIPINA (2012) uvádí podobné hodnoty za 50leté období sledování v aluviu řeky Moravy, kde se obě fenofáze u sýkory koňadry uspíšily průměrně o 8,5 dní a u lejska bělokrkého o 11,5 dní. ŠEVČÍK *et al.* (1996) uvádí u lejska bělokrkého posun prvního vejce za 15 let v lužním lese na Ostravsku o 7,4 dní a průměrného prvního vejce o 8,3 dní. KRÁL (2011) ve své práci vyhodnotil značný počet vzorků u fenofázi FLD i MLD lejska bělokrkého ze 12 lokalit za období 1961 – 2009, které opět průkazně vykazují posun k časnějšímu datu. Stejný trend zjistil KRÁL (2010) i u brhlíka lesního, který byl sledován v rámci samostatného monitoringu, kdy se posunulo datum prvního sneseného vejce o 7,8 dne za období 1973 – 2009 na lokalitě v Hrubém Jeseníku. BARTOŠOVÁ *et al.* (2014) stanovili větší posun fenologických termínů u migrujících druhů před rezidenty v průměru o 1,7 dne. V rámci Evropy byl zaznamenán posun fenofázi k dřívějším datům u ptačích druhů v několika pracích. V Holandsku uvádí BOTH A VISSER (2001), posun kladení u lejska bělokrkého v průměru o 10 dní dříve za období 1980 – 2000. Značný posun k dřívějším termínům u sýkory koňadry byl zaznamenán ve Velké Británii v letech 1970 – 1996 (MCCLEERY & PERRINS, 1998). V Německu WINKEL & HUDDE (1997) uvádí posun u sýkory koňadry o 9 dní a u lejska o 3 dny za období 1989 – 1995. Ve Velké Británii se zabývali CRICK *et al.* (1997) posuny fenofázi u dvaceti ptačích druhů a stanovili posun k dřívějším datům v průměru o 8,8 dne. Na rozdíl od výsledků v této práci, neuvádí AHOLA *et al.* (2004) žádný posun ve fenologii lejska černohlavého ve Finsku v letech

1970 – 2002. Stejně tak nepozorovali VISSER *et al.* (1998) žádný posun u sýkory koňadry v Holandsku v letech 1973 – 1995.

V části, kde byly porovnávány mezi sebou klimatické a fenologické trendy, byl zjištěn pozitivní vztah mezi nástupy fenologických fází spolu se zvyšující se teplotou v jarních měsících, tedy v době která předchází sledovaným fenofázím a v době kdy fenofáze probíhají. Souvislost mezi klimatickými trendy a fenofázemi lejska bělokrkého byly zjištěny také v práci WEIDINGER & KRÁL (2007) na lokalitě nedaleko Olomouce. Stejně výsledky pro oba druhy jsou také publikovány v práci BARTOŠOVÁ *et al.* (2014). Zde byla korelace mezi fenofázemi hnízdění a jarními teplotami doložena i u brhlíka lesního. Vliv klimatu na posun fenofází u lejska bělokrkého dokládá ve své práci také BOTH *et al.* (2004) v rámci vybraných evropských stanovišť. Korelaci mezi jarními teplotami a hnízděním lejska bělokrkého potvrzuje ve své práci LAAKSONEN *et al.* (2006). Porovnávány byly také fenologické trendy sýkory koňadry a lejska bělokrkého mezi sebou. Zjištěna korelace jednotlivých fenofází v průběhu období slábla, což popisují i BARTOŠOVÁ *et al.* (2014) u třech porovnávaných ptačích druhů. Ve své práci také dokládají vyšší hodnoty korelačních koeficientů mezi dvěma rezidentními druhy (sýkora koňadra a brhlík lesní) než u porovnání s migrujícím druhem (lejsek bělokrký).

V další části této práce byla vyhodnocena fenologie ovocných dřevin jako zástupců řízeného ekosystému. Zjištěn byl dřívější nástup u fenofází prvního a plného květu pro meruňku, jablono a třešň v rozmezí 7,3 – 12 dní. ROŽNOVSKÝ & BAUER (2004) se zabývali dynamikou fenofází kvetení meruňky v oblasti Velkých Pavlovic v období 1961 – 2003 a uvádí průměrný posun o 7 dní k dřívějšímu datu. Fenologické změny u více druhů ovocných dřevin ve své práci vyhodnocovaly BAUER & BAUEROVÁ (2009). Za padesátileté období sledování (1951 – 2000) došlo k dřívějšímu posunu fenofází kvetení u všech vybraných ovocných dřevin v rozmezí 7,2 – 13,7 dnů. Dřívější nástup fenofází u různých ovocných dřevin potvrzují také ve svých pracích AHAS (1999), CHMIELEWSKI & ROTZER (2002) a RUTISHAUSER *et al.* (2007). Při porovnání fenologických trendů s klimatickými, byla zjištěna významná korelace mezi jednotlivými fenologickými termíny ovocných dřevin s jarními teplotami. Stejně výsledky potvrzuje také CHMIELEWSKI *et al.* (2004), který porovnával jarní teploty (únor – duben) s fenofázemi třešně a jabloně a výsledné korelační koeficienty se pohybovaly v rozmezí -0,85 až -0,89.

Pro porovnání fenologie mezi řízenými a neřízenými ekosystémy byly v této práci vybrány fenofáze ptačích druhů a ovocných dřevin. Silnější korelace s vybranými ovocnými dřevinami, konkrétně s meruňkou byla zjištěna u stálého zástupce ptačí populace - sýkory koňadry (průměrný nástup fenofází 12.4 a 18.4), naopak slabší a více proměnlivá vazba s meruňkou byla zjištěna u migrujícího druhu - lejska bělokrkého. U sýkory koňadry byla kromě meruňky zjištěna silná vazba i u třešně, jež kvete krátce po meruňce (14.4 a 18.4), ale i u jabloně, u které probíhají fenofáze později (26.4 a 1.5). Blízkou vazbu mezi meruňkou a sýkorou ukazuje také posun jejich fenofází za sledované období, kdy termíny sýkory se uspíšili za 11 dní a termíny meruňky o 12 dní. Sýkora koňadra, jako stálý zástupce, má tedy pozitivní vztah se všemi místními ovocnými dřevinami, což je pravděpodobně způsobeno tím, že jsou všechny druhy po celé jaro vystaveny podobným klimatickým podmínkám.

Naopak migrující druh je pravděpodobně ovlivněn řadou dalších meteorologických parametrů a načasování jeho fenologických fází nekoresponduje tak silně s průběhem fenofází stálého ptačího druhu nebo ovocné dřeviny v místě hnízdění. Zároveň fenologické fáze meruňky probíhají dříve (8.4 a 12.4), než fáze migranta lejska bělokrkého (29.4 a 4.5) a jsou tak oba vystaveny odlišným klimatickým podmínkám. Dané zjištění také dokládají rozdílné trendy teplot v jednotlivých měsících, ve kterých fenofáze probíhají. V období 1961 – 2012 zvýšila průměrná teplota v dubnu o 0,2 °C za dekádu, ale v květnu až o 0,5 °C za dekádu (BARTOŠOVÁ *et al.*, 2014). Fenologické termíny u sýkory a meruňky byly tedy vystaveny menším změnám teplot než u lejska.

Pro lejska bělokrkého byla vyhodnocena silná a relativně stabilní korelace pouze u později kvetoucí jabloně, jelikož fenologické termíny u obou druhů nastávají v podobnou dobu, a jsou tak vystaveny podobným klimatickým podmínkám. I když teplotní trend v měsíci květnu byl vyšší než v dubnu, posun fenologických termínů u lejska byl stejný jako u sýkory 11 dní, a u jabloně pouze 7 – 8 dní (avšak v odlišném časovém období).

Vzájemným vztahům těchto dvou ekosystému je nicméně věnováno pouze minimum publikací. CHMIELEWSKI *et al.* (2004) se ve své práci zabývali vztahem mezi ovocnými dřevinami, polními plodinami a délkou vegetační sezóny dřevin pěstovaných na Mezinárodních fenologických zahrádkách. Výsledky poukazují na to, že měnící klima ovlivňuje přirozenou vegetaci stejně jako polní plodiny a ovocné dřeviny. Porovnáním

řízených ekosystémů, přesněji plodinami agrosystémů, se ve své práci zabývala DÍŽKOVÁ (2016). Mezi sebou porovnávala pšenici ozimou a ječmen jarní z různých lokalit, kde v průběhu sledovaného období zpočátku pozitivní vztah prudce klesal.

## 7 ZÁVĚR

Hlavním cílem této diplomové práce bylo zpracování a vyhodnocení historických klimatických a fenologických dat, nasbíraných z jednotlivých lokalitách na jižní Moravě. Z vyhodnocení klimatických trendů je patrný nárůst především průměrné jarní, ale i průměrné roční teploty za sledované období (1961 – 2008) na všech lokalitách. Fenologické trendy poukazují na dřívější nástup fenologických termínů kladení vajec u sledovaných ptačích druhů (sýkora koňadra a lejska bělokrký) za sledované období (1961 – 2012) opět na všech lokalitách. Větší posun fenofází byl zaznamenán u lejska bělokrkého.

Při porovnání klimatických a fenologických dvacetiletých řad v programu Anclim byla zjištěna korelace mezi teplotou v jarních měsících a nástupem fenologických fází. Vliv na fenologické termíny mají teploty v měsících, jež předcházejí fenofázím stejně tak jako v měsících v nichž fenofáze probíhají. Pozitivní vztah byl také prostřednictvím dvacetiletých řad zjištěn při porovnání fenologických termínů u dvou ptačích druhů, avšak v průběhu sledovaného období (1961 – 2012) má klesající tendenci u obou vyhodnocených fenofází. Dřívější nástup fenofází byl zaznamenán také u řízených ekosystémů, kde i v tomto případě ovlivnily teploty v jarních měsících nástup fenofází kvetení ovocných dřevin směrem k dřívějším termínům. Průkazná korelace byla vyhodnocena také u dvacetiletých řad fenologických trendů mezi řízenými a neřízenými ekosystémy, kde korelační koeficienty měli vysoké hodnoty mezi všemi porovnanými druhy v průběhu celého sledovaného období. Z toho vyplývá, že klimatické změny ovlivňují jak neřízené tak i řízené ekosystémy, a že i v rámci těchto dvou ekosystémů je průkazná určitá vazba. Sýkora koňadra, jako stálý zástupce, má nejsilnější vazbu s meruňkou. U sýkory i meruňky nastávají sledované fenofáze (za období 1961 – 2012) v podobném termínu, konkrétně u sýkory FLD 12.4 a MLD 18.4 a u meruňky první květ 8.4 a plný květ 12.4. Migrující druh lejska bělokrký, který kromě klimatu může být ovlivněn řadou dalších faktorů, má naopak nejsilnější vazbu s jabloní. U obou zástupců nastávají fenofáze později než u předchozí dvojice. U lejsky (1961 – 2012) nastává FLD 29.4 a MLD 4.5, u jabloně (1951 – 2000) první květ 26.4 a plný květ 1.5. Na danou problematiku této diplomové práce budou dále navazovat v rámci svých závěrečných prací další studenti a fenologický monitoring bude na vybraných lokalitách probíhat i v dalších letech.

## 8 PŘEHLED POUŽITÉ LITERATURY

- ADAMÍK, P., KRÁL, M., 2008: Climate- and resource-driven long-term changes in dormice populations negatively affect hole-nesting songbirds. *Journal of Zoology*, 275: 209-215.
- AHAS, R., 1999: Long-term phyto-, ornitho-and ichthyophenological time-series analyses in Estonia. *International Journal of Biometeorology*, 42(3): 119-123.
- AHAS, R., JAAGUS, J., AASA, A., 2000: The phenological calendar of Estonia and its correlation with mean air temperature. *International Journal of Biometeorology*, 44(4): 159-166.
- AHOLA, M., LAAKSONEN, T., SIPPOLA, K., EEVA, T., RAINIO, K., LEHIKOINEN, E., 2004: Variation in climate warming along the migration route uncouples arrival and breeding dates. *Global Change Biol.*, 10: 1610–1617.
- BAIER, P., PENNERSTORFER, J., SCHOPF, A., 2007: *PHENIPS-A comprehensive phenology model of Ips typographus (L.) (Col., Scolytinae) as a tool for hazard rating of bark beetle infestation. Forest Ecology and Management*, 249(3), 171–186.
- BAREŠ, D., MOŽNÝ, M., NEKOVÁŘ, J., 2007: Šest let fenologických pozorování na IPG v Doksanech. In *Klima lesa: sborník referátů z mezinárodní vědecké konference (eds. Rožnovský J., Litschmann T., Vyskot I.)*. Brno: Český hydrometeorologický ústav. ISBN 978-80-86690-40-7.
- BARTOŠOVÁ, L., 2010: *Detekce odezvy klimatu v přírodních ekosystémech v kukuřičné výrobní oblasti*. Brno. Disertační práce. (nepubl.) Mendelova univerzita v Brně, Agronomická fakulta, Ústav agrosystémů a bioklimatologie, Vedoucí práce Prof. Ing, Zdeněk Žalud, Ph. D.
- BARTOŠOVÁ, L., TRNKA, M., BAUER, Z., MOŽNÝ, M., ŠTĚPÁNEK, P., ŽALUD, Z. 2014: Phenological differences among selected residents and long-distance migrant bird species in central Europe. *International journal of biometeorology*, 58(5), 809-817.
- BAUER, Z., BAUEROVÁ, J., KRŠKA, B., 2009: *Vliv vývoje klimatu na průběh fenofáze kvetení ovocných dřevin na jižní Moravě v letech 1951 – 2000. Meteorologické zprávy*, 62(1): 107-112.

- BAUER, Z., LIPINA, P., 2012: *Vliv klimatické změny na populace rostlin a živočichů v lužním lese v období let 1951-2000 a poznámky k rokům 2001-2010*. Praha: Český hydrometeorologický ústav. 76 s. ISBN 978-80-87577-06-6.
- BAUER, Z., 2013: Sledování fenologie hnízdění sýkory koňadry a lejska bělokrkého v lužním lese v letech 1951–2010. *Živá*, 2/2013: 84-86.
- BAUER, Z., BARTOŠOVÁ, L., 2014: *Observed phenological response of ecosystems to the climate. Part I, Flood-plain forest*. Brno: Global Change Research Centre, Academy of Sciences of the Czech Republic. 128 s. ISBN 978-80-87902-00-4.
- BOTH, C., VISSER, M. E., 2001: Adjustment to climate change is constrained by arrival date in a long-distance migrant bird. *Nature*, 411(6835): 296-298.
- BOTH, C., TE MARVELDE, L., 2007: Climate change and timing of avian breeding and migration throughout Europe. *Climate Research*, 35(1-2): 93-105.
- BŘÁZDIL R., CHROMÁ, K., DOBROVOLNÝ, P., TOLAZS, R., 2009: Climate fluctuations in the Czech Republic during the period 1961-2005. *Int J Climatol*, 29: 223–242.
- BUTERS, J. T. M., WEICHENMEIER, I., OCHS, S., PUSCH, G., KREYLING, W., BOERE, A. J. F., SCHOBER, W., BEHRENDT, H., 2010: The allergen Bet v 1 in fractions of ambient air deviates from birch pollen counts. *Allergy*, 65(7): 850–858.
- CEPÁK, J., 2008: *Atlas migrace ptáků České a Slovenské republiky: Czech and Slovak bird migration atlas*. Praha: Aventinum. 607 s. ISBN 978-80-86858-87-6.
- COUFAL, L., 2004: *Fenologický atlas*. Praha: Český hydrometeorologický ústav. 263 s. ISBN 80-86690-21-0.
- CRICK, H. Q. P., DUDLEY, C., GLUE, D. E., THOMSON, D. L., 1997: UK birds are laying eggs earlie. *Nature*, 388: 526–526.
- CRICK, H. Q. P., 2004: The impact of climate change on birds. *Ibis*, 146 (s1): 48-56.
- CROWLEY, T. J., 2000. Causes of climate change over the past 1000 years. *Science*, 289(5477): 270-277.
- CULEK, M., GRULICH, V., LAŠTŮVKA, Z., DIVÍŠEK, J., 2013: *Biogeografické regiony České republiky*. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita. 448 s. ISBN 978-80-210-6693-9.

- DÍŽKOVÁ, P., 2016: *Mikroklimatická variabilita a její vliv na fenologii vybraných druhů*. Brno. Bakalářská práce (nepubl.). Mendelova univerzita v Brně, Agronomická fakulta, Ústav agrosystémů a bioklimatologie, Vedoucí práce Ing, Lenka Bartošová, Ph. D.
- ESTRELLA, N., SPARKS, T. H., MENZEL, A., 2009: Effects of temperature, phase type and timing, location, and human density on plant phenological responses in Europe. *Climate Research*, 39(3): 235-248.
- EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY, 2012. *Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2012 - an indicator-based report*. Copenhagen: European Environment Agency. 300 s. ISBN 978-92-9213-346-7.
- GRIMM, A., WEIß, B. M., KULIK, L., MIHOUB, J. B., MUNDRY, R., KÖPPEN, U., WIDDIG, A., 2015: Earlier breeding, lower success: does the spatial scale of climatic conditions matter in a migratory passerine bird?. *Ecology and evolution*, 5(23): 5722-5734.
- HAGGERTY, B. P., MAZER, S. J., 2008: *The phenology handbook*. University of California, Santa Barbara.
- HÁJKOVÁ, L., VOŽENÍLEK, V., TOLASZ, R., KOHUT, M., MOŽNÝ, M., NEKOVÁŘ, J., NOVÁK, M., RICHTEROVÁ, D., STRÍŽ, M., VÁVRA, A., VONDRÁKOVÁ, A., 2012: *Atlas fenologických poměrů Česka*. Praha-Olomouc: Český hydrometeorologický ústav a Univerzita Palackého v Olomouci, 311 s. ISBN 978-80-244-3005-8.
- HALKKA, A., LEHIKONEN, A., VELMALA, W., 2011: *Do long-distance migrants use temperature variations along the migration route in Europe to adjust the timing of their spring arrival?*. *Boreal environment research*, 16: 35-48.
- HARDY, J. T., 2003: *Climate change: causes, effects, and solutions*. Chichester: John Wiley & Son. 247 s. ISBN 047085191.
- HEGLAND, S. J., NIELSEN, A., LÁZARO, A., BJERKNES, A. L., TOTLAND, Ø., 2009: How does climate warming affect plant-pollinator interactions? *Ecology Letters*, 12(2): 184-195.
- HORA, J., BRINKE, T., VOJTĚCHOVSKÁ, E., HANZAL, V., 2010: *Monitoring druhů přílohy I směrnice o ptácích a ptačích oblastí v letech 2005-2007*. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR. 320 s.



- HUBÁLEK, Z., 2003: Spring migration of birds in relation to North Atlantic Oscillation. *Folia Zoologica*, 52(3): 287-298.
- HUBÁLEK, Z., 2004: Global weather variability affects avian phenology: a long-term analysis, 1881-2001. *Folia Zoologica*, 53(3): 227.
- CHALUPA, J., 2007: *Geobiocenologické podklady pro návrh péče o přírodní rezervaci Plačkův les*. Bakalářská práce (nepubl.). Mendelova univerzita v Brně, Agronomická fakulta, Ústav agrosystémů a bioklimatologie, Vedoucí práce doc. Ing. Antonín Buček, CSc.
- CHMIELEWSKI, F. M., MÜLLER, A., BRUNS, E., 2000: Climate changes and trends in phenology of fruit trees and field crops in Germany, 1961–2000. *Agricultural and Forest Meteorology*, 121(1): 69-78.
- CHMIELEWSKI, F. M., RÖTZER, T., 2002: Annual and spatial variability of the beginning of growing season in Europe in relation to air temperature changes. *Climate Research*, 19: 257–264.
- IPCC, 2001: *Climate Change 2001: Synthesis Report*. A Contribution of Working Groups I, II, and III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Watson, R. T. and the Core Writing Team (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, and New York, NY, USA, 398 s.
- IPCC, 2007: *Climate Change 2007: Synthesis Report*. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, Pachauri, R. K and Reisinger, A. (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 104 s.
- IPCC, 2013: *Summary for Policymakers*. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T. F., D. Qin, G. - K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P. M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 27 s.
- IPCC, 2014: *Climate Change 2014: Synthesis Report*. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R. K. Pachauri and L. A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 s.

- KALBARCZYK, R., 2009a: Air temperature changes and phenological phases of field cucumber (*Cucumis sativus* L.) in Poland, 1966–2005. *Hort. Sci.(Prague)*, 36(2): 75-83.
- KALBARCZYK, R., 2009b: The effect of climate change in Poland on the phenological phases of onion (*Allium cepa* L.) between 1966 and 2005. *Agriculturae Conspectus Scientificus (ACS)*, 74(4): 297-304.
- KALBARCZYK, R., RASZKA, B., KALBARCZYK, E., 2011: *Variability of the course of tomato growth and development in Poland as an effect of climate change*. Climate change socioeconomic effects. Rijeka: Intech. ISBN 9789533074115.
- KARL, T. R., TRENBERTH, K. E., 2003: Modern global climate change. *Science*, 302(5651): 1719-1723.
- KOLÁŘOVÁ, E., ADAMÍK, P., 2015: Bird arrival dates in Central Europe based on one of the earliest phenological networks. *Climate Research*, 63: 91-98.
- KOCH, E., DITTMANN, E., LIPA, W., MENZEL, A., NEKOVÁŘ, J., SPARKS, T. H., VAN VLIET, A. J. H., 2009: COST725—establishing a European phenological data platform for climatological applications: major results. *Advances in Science and Research*, 3(1): 119-122.
- KRÁL, M., ADAMÍK, P., KRAUSE, F., KRIST, M., STRÍTESKÝ, J., BUREŠ, S., ŠEVČÍK, J., PAVELKA, J., ČERVENKA, P., NEORAL, E., KOŠTÁL, J. 2011: Fenologie lejska bělokrkého (*Ficedula albicollis*) na Moravě. *Sylvia*. 47: 17–32.
- KRÁL, M., 2010: Hnízdní biologie a dlouhodobé fenologické trendy u brhlíka lesního (*Sitta europaea*) v Nížkém Jeseníku. *Sylvia*, 46: 41–52.
- KRÁL, M., KRAUSE, F., 2010: Extrémní fenologická data lejska bělokrkého (*Ficedula albicollis*) ve dvou biotopech na Moravě. *Sylvia*, 46: 63–69.
- KRŠKA, K., 2006: *Fenologie jako nauka, metoda a prostředek*. In Fenologická odezva proměnlivosti podnebí (eds. Rožnovský J., Litschmann T., Vyskot I.). Praha: Český hydrometeorologický ústav. 37: 4-8. ISBN 80-86690-35-0.
- KULLBER, C., FRANSSON, T., HEDLUND, J., JONZÉN, N., LANGVALL, O., NILSSON, J., BOLMGREN, K., 2015: Change in spring arrival of migratory birds under an era of climate change, Swedish data from the last 140 years. *Ambio*, 44(1): 69-77.

- LAAKSONEN, T., AHOLA, M., EEVA, T., VÄISÄNEN, R. A., LEHIKOINEN, E., 2006: Climate change, migratory connectivity and changes in laying date and clutch size of the pied flycatcher. *Oikos*, 114(2): 277-290.
- LECHOWICZ, M. J., 2002. *Phenology*. In Encyclopedia of Global Environmental Change, The Earth System: biological and ecological dimensions of global environmental change, Volume 2 (eds. Munn R. E., MacCracken M. C., Perry, J. S.). London: Wiley. 688: 461-465. ISBN: 978-0-470-85361-0
- LIETH, H., 1974: *Phenology and seasonality modeling*. New York: Springer-Verlag. 444 s. ISBN 0387065245.
- McCLEERY, R. H., PERRINS, C. M., 1998: Temperature and egg-laying trends. *Nature*, 391: 30–31.
- MENZEL, A., SPARKS, T. H., ESTRELLA, N., KOCH, E., AASA, A., AHAS, R., CHMIELEWSKI, F. M., 2006: European phenological response to climate change matches the warming pattern. *Global Change Biology* 12(10): 1969–1976.
- MENZEL, A., SEIFERT, H., ESTRELLA, N., 2011: Effects of recent warm and cold spells on European plant phenology. *International Journal of Biometeorology*, 55(6): 921–932.
- MOŽNÝ, M., 2013: *Změny klimatu, fenologie a ekosystémové procesy*. Praha: Nakladatelství Českého hydrometeorologického ústavu, 126 s. ISBN 978-80-86690-64-3.
- NAJMANOVÁ, L., ADAMÍK, P., 2007: Ptáci a změny klimatu. *Sylvia*, 43: 2–18
- NOORMETS, A. (ed.), 2009: *Phenology of Ecosystem Processes: Applications in Global Change Research*. Dordrecht: Springer New York. 275 s. ISBN 9781441900265.
- ORESKE, N., 2004: The scientific consensus on climate change. *Science*, 306(5702): 1686-1686.
- OSBORNE, C. P., CHUINE, I., VINER, D., WOODWARD, F. I., 2009: Olive phenology as a sensitive indicator of future climatic warming in the Mediterranean. *Plant, Cell & Environment*, 23(7): 701-710.
- PRZYBYŁO, R., SHELDON, B. C., MERILÄ, J., 2000: Climatic effects on breeding and morphology: evidence for phenotypic plasticity. *Journal of animal ecology*, 69(3): 395-403.

- QUITT, E., 1971: *Klimatické oblasti Československa*. Brno: Geografický ústav ČSAV, 1971. *Studia Geographica*, 16.
- ROŽNOVSKÝ, J., BAUER, Z., 2004: *Dynamika fenofází kvetení meruňky*. In Sborník: Extrémy počasí a podnebí, Brno 11. 3. 2004, Brno. Brno: Česká bioklimatologická společnost a ČHMÚ, 40 s. ISBN 80-86690-12-1.
- READING, C., 2007: Linking global warming to amphibian declines through its effects on female body condition and survivorship. *Oecologia*, 151(1): 125–131.
- REIF, J., VOŘÍŠEK, P., ŠŤASTNÝ, K., KOSCHOVÁ, M., BEJČEK, V., 2008: The impact of climate change on long-term population trends of birds in a central European country. *Animal Conservation*, 11(5): 412-421.
- RICHARDSON, A. D., KEENAN, T. F., MIGLIAVACCA, M., RYU, Y., SONNENTAG, O., TOOMEY, M., 2013: Climate change, phenology, and phenological control of vegetation feedbacks to the climate system. *Agricultural and Forest Meteorology*, 169: 156-173.
- ROSENZWEIG, C., KAROLY, D., VICARELLI, M., NEOFOTIS, P., WU, Q., CASASSA, G., TRYJANOWSKI, P., 2008: Attributing physical and biological impacts to anthropogenic climate change. *Nature*, 453(7193): 353-357.
- RUBOLINI, D., MØLLER, A. P., RAINIO, K., LEHIKONEN, E., 2007: Intraspecific consistency and geographic variability in temporal trends of spring migration phenology among European bird species. *Climate research*, 35(1-2): 135-146.
- RUTISHAUSER, T., LUTERBACHER, J., JEANNERET, F., PFISTER, C., WANNER, H., 2007: A phenology-based reconstruction of interannual changes in past spring seasons. *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences*, 112: 1-15.
- SCHWEIGER, O., HEIKKINEN, R. K., HARPKE, A., HICKLER, T., KLOTZ, S., KUDRNA, O., SETTELE, J., 2012: Increasing range mismatching of interacting species under global change is related to their ecological characteristics. *Global Ecology and Biogeography*, 21(1): 88-99.
- SILLMANN, J., ROECKNER, E., 2008: Indices for extreme events in projections of anthropogenic climate change. *Climatic Change*, 86(1-2): 83-104.
- ŠEVČÍK J., PAVELKA, J., MACEČEK, M., 1996: Hnízdni bionomie lejska bělokrkého (*Ficedula albicollis* Temm.) v lužním lese na Ostravsku. *Sylvia*, 32: 29-39.

- ŠŤASTNÝ, K., HUDEC K., ALBRECHT, T., 2011: *Ptáci. 2.*, přeprac. a dopl. vyd. Praha: Academia. Fauna ČR. 643 s. ISBN 978-80-200-1834-2.
- ŠŤEPÁNEK, P., 2006: AnClim – software for time series analysis. Ústav geografie, Masarykova Univerzita Brno.
- ŠŤEPÁNEK, P., 2007: ProCLIm DB – software for processing climatological datasets, ČHMÚ Brno, <http://www.climahom.eu/ProcData.html>.
- ŠŤEPÁNEK, P., ŘEZNÍČKOVÁ, L., BRÁZDIL, R., 2008: Homogenization of daily air pressure and temperature series for Brno (Czech Republic) in the period 1848– 2005. In: Proceedings of the Fifth Seminar for Homogenization and Quality Control in Climatological Databases (Budapest, 29 May – 2 June 2006), WCDMP. WMO, Geneva (CD-ROM).
- VAN DER LINDEN, P., MITCHELL, J. F. B. (eds.), 2009: *ENSEMBLES: Climate Change and its Impacts: Summary of research and results from the ENSEMBLES project*. Met Office Hadley Centre, FitzRoy Road, Exeter EX1 3PB, UK, 160 s.
- VISSER M. E., VAN NOORDWIJK, A. J., TINBERGEN, J. M., LESSELLS L, C. M., 1998: Warmer springs lead to mistimed reproduction in great tits (*Parus major*). *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 265(1408): 1867-1870.
- VISSER, M. E.; HOLLEMAN, L. J. M., 2001: Warmer springs disrupt the synchrony of oak and winter moth phenology. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 268(1464): 289-294.
- WEIDINGER, K., KRAL, M., 2007: Climatic effects on arrival and laying dates in a long-distance migrant, the Collared Flycatcher *Ficedula albicollis*. *Ibis*, 149(4): 836-847.
- WINKEL, W., HUDDE, H., 1997: Long-term trends in reproductive traits of tits (*Parus major*, *P. caeruleus*) and pied flycatchers *Ficedula hypoleuca*. *Journal of avian biology*, 187-190.
- WORMWORTH, J., MALLON, K., 2006: *Bird species and climate change the global status report*. Fairlight, N. S.W: Climate Risk Pty Limited (Australia). ISBN 0646468278.
- ŽALUD, Z. (ed), 2009: *Změna klimatu a české zemědělství - dopady a adaptace*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně. Folia Universitatis Agriculturae

et Silviculturae Mendeliana Brunensis : edition of original papers and monographs.  
154 s. ISBN 978-80-7375-369-6.

Online zdroje:

BIRDLIFE INTERNATIONAL, 2009a: *Climate change is already documented as having impacted many bird species* [online]. [cit. 2017-04-12]. Dostupné z: <<http://datazone.birdlife.org/sowb/casestudy/climate-change-is-already-documented-as-having-impacted-many-bird-species>>.

BIRDLIFE INTERNATIONAL, 2009b: *Tracking the impacts of climate change on European birds* [online]. [cit. 2017-04-12]. Dostupné z: <<http://datazone.birdlife.org/sowb/casestudy/tracking-the-impacts-of-climate-change-on-european-birds>>.

ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV, *Mezinárodní fenologická zahrádka (IPG)* [online]. [cit. 2017-04-12]. Dostupné z: <<http://www.chmuul.org/aktuality/2013-04-19-fenologicka-zahradka/>>.

EEA, *Global and European temperature 2014* [online]. [cit. 2017-04-12]. Dostupné z: <<http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/global-and-european-temperature/global-and-european-temperature-assessment-8>>.

EEA, *Global and European temperature 2015* [online]. [cit. 2017-04-12]. Dostupné z: <<http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/global-and-european-temperature-1/assessment>>.

GARDINER, L., 2009: *What is Phenology?* [online]. [cit. 2017-04-12]. Dostupné z: <[http://www.windows2universe.org/earth/climate/what\\_is\\_phenology.html](http://www.windows2universe.org/earth/climate/what_is_phenology.html)>.

GLOBAL CLIMATE CHANGE, *Global Temperature* [online]. [cit. 2017-04-12]. Dostupné z: <<https://climate.nasa.gov/vital-signs/global-temperature/>>.

MAPOMAT [online]. [cit. 2014-11-05]. Dostupné z: <<http://mapy.nature.cz>>.

NATURA BOHEMICA, *Parus major - sýkora koňadra* [online]. [cit. 2017-04-12]. Dostupné z: <<http://www.naturabohemica.cz/parus-major/>>.

PROJECT BUDBURST, *Why is Phenology Important?* [online]. [cit. 2017-04-12]. Dostupné z: <[http://budburst.org/phenology\\_whyphenology](http://budburst.org/phenology_whyphenology)>.

WMO, *Commission for Climatology* [online]. [cit. 2017-04-12]. Dostupné z: <<http://www.wmo.int/pages/prog/wcp/ccl/faqs.php>>.

## 9 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 – Pozorované anomálie kombinované průměrné globální teploty povrchu souše a oceánu, od roku 1850 do roku 2012 ze tří souborů dat. Horní panel: roční průměrné hodnoty, dolní panel: průměrné dekádní hodnoty včetně odhadu neurčitosti u jednoho souboru dat (černá křivka). Anomálie jsou vztaženy k průměru za období 1961 – 1990 (IPCC, 2013)

Obr. 2 – Trendy průměrné teploty v Evropě (°C/dekáda) (EEA, 2015)

Obr. 3 – Trendy v jarní fenologii v rámci Evropy (Každý bod představuje jednu stanicí. Negativní fenologický trend popisuje dřívějšímu nástupu jara) (EEA, 2012)

Obr. 4 – Indikátor klimatického dopadu (CII) na ptačí populaci ([www.datazone.birdlife.org](http://www.datazone.birdlife.org))

Obr. 5 – Mapa klimatických oblastí spolu s vyznačenými lokalitami sledování, T2 – klimatická oblast teplá, T4 - klimatická oblast teplá ([www.mapy.nature.cz](http://www.mapy.nature.cz))

Obr. 6 – Zpracování dat v programu Anclim

Obr. 7 – Přírodní rezervace Plačkův les a říčka Šatava ([www.mapy.nature.cz](http://www.mapy.nature.cz))

Obr. 8 – Potencionální vegetace v PR Plačkův les a říčka Šatava – geobotanická mapa, 1 – Dubo-habrové háje, 2 – Subxerofilní doubravy, 3 – Luhy a olšiny ([www.mapomat.nature.cz](http://www.mapomat.nature.cz))

Obr. 9 – Lužní les s říčkou Šatavou (originál autor)

Obr. 10 – Graf představuje trend průměrné teploty naměřené v Lednici v letech 1961 – 2008, kde y je regresní přímka odvozená z naměřené průměrné teploty na dané lokalitě,  $D_R$  pak představuje nárůst průměrné roční teploty během období 1961 – 2008

Obr. 11 – Graf představuje trend průměrné jarní teploty naměřené na vybraných lokalitách v letech 1961 – 2008, kde y je regresní přímka odvozená z naměřené průměrné jarní teploty na daných lokalitách

Obr. 12 – Graf představuje trend posunu sledovaných fenofází u dvou zástupců ptačí populace na lokalitě v Lednici, kde y je regresní přímka odvozená ze sledovaných hodnot u obou vybraných fenofází

Obr. 13 – Graf představuje výsledné korelační koeficienty dvacetiletých řad u vybraných fenofází lejska a sýkory za období 1961 – 2012 v Lednici. Horizontální linie představují 95% a 99% hladiny spolehlivosti

Obr. 14 – Graf představuje výsledné korelační koeficienty dvacetiletých řad u vybraných fenologických a klimatických hodnot za období 1961 – 2008. Horizontální linie představují 95% a 99% hladiny spolehlivosti.

Obr. 15 – Graf představuje trend posunu sledovaných fenofází u meruňky na lokalitě v Lednici, kde y je regresní přímka odvozená ze sledovaných hodnot u obou sledovaných fenofází

Obr. 16 – Graf představuje výsledné korelační koeficienty dvacetiletých řad u vybraných fenologických a klimatických hodnot za období 1961 – 2008 z lokality Lednice. Horizontální linie představují 95% a 99% hladiny spolehlivosti.

Obr. 17 – Graf představuje výsledné korelační koeficienty dvacetiletých řad u vybraných fenologických a klimatických hodnot za období 1961 – 2008 z lokality Lednice. Horizontální linie představují 95% a 99% hladiny spolehlivosti.

Obr. 18 – Graf představuje porovnání fenologické fáze prvního květu meruňky s fenofázemi lejska a sýkory ve dvacetiletých řadách za období 1961 – 2012 na lokalitě v Lednici. Horizontální linie představují 95% a 99% hladiny spolehlivosti.

Obr. 19 – Graf představuje porovnání fenologické fáze plného květu meruňky s fenofázemi lejska a sýkory ve dvacetiletých řadách za období 1961 – 2012 na lokalitě v Lednici. Horizontální linie představují 95% a 99% hladiny spolehlivosti.

Obr. 20 – Graf představuje porovnání fenologické fáze prvního květu třešně s fenofázemi lejska a sýkory ve dvacetiletých řadách za období 1961 – 2012 na lokalitě v Lednici. Horizontální linie představují 95% a 99% hladiny spolehlivosti.

Obr. 21 – Graf představuje porovnání fenologické fáze prvního květu jabloně s fenofázemi lejska a sýkory ve dvacetiletých řadách za období 1961 – 2012 na lokalitě v Lednici. Horizontální linie představují 95% a 99% hladiny spolehlivosti.

Obr. 22 – Graf představuje porovnání dvacetiletých řad fenologické fáze plného květu meruňky s fází prvního nakladeného vejce (FLD) sýkory spolu s vyznačenými signifikantními hladinami statistické významnosti. Horizontální linie představují 95% a 99% hladiny spolehlivosti.

Obr. 23 – Graf představuje porovnání dvacetiletých řad fenologické fáze plného květu jabloně s fází prvního nakladeného vejce (FLD lejska) spolu s vyznačenými signifikantními hladinami statistické významnosti. Horizontální linie představují 95% a 99% hladiny spolehlivosti.



- Obr. 24 – *Rozestavěné hnízdo sýkory koňadry (originál autor)*
- Obr. 25 – *Ptačí budka umístěna v lužním lese u Vranovic (originál autor)*
- Obr. 26 – *Nakladená vejce sýkory koňadry. (originál autor)*
- Obr. 27 – *Nakladená vejce brhlíka lesního (originál autor)*
- Obr. 28 – *Samička sýkory koňadry sedící na vejcích (originál autor)*
- Obr. 29 – *Mláďata brhlíka lesního (originál autor)*
- Obr. 30 – *Mláďata sýkory koňadry (originál autor)*
- Obr. 28 a 29 – *Nakladená vejce sýkory koňadry na lokalitě Pálava, 17.4 (originál autor)*

## 10 SEZNAM TABULEK

Tab. I - Průměrné zvýšení globální teploty od roku 1880 [°C] v letech 2000 – 2016

Tab. II – *Průměr ročních teplot naměřených za období 1961 – 2008*

Tab. III – *Trend průměrné teploty [°C] naměřené na vybraných lokalitách ve sledovaném období (1961 – 2008).  $D_D$  – nárůst průměrné roční teploty za dekádu,  $D_R$  – nárůst průměrné roční teploty během 48 let (1961 – 2008)*

Tab. IV – *Trend průměrné jarní teploty [°C] naměřené na vybraných lokalitách v období 1961 – 2008,  $D_D$  – nárůst průměrné roční teploty za dekádu,  $D_R$  – nárůst průměrné roční teploty během 48 let (1961 – 2008)*

Tab. V – *Průměrné termíny fenofází za období 1961 - 2012*

Tab. VI – *Posun sledovaných fenofází na vybraných lokalitách za období 52 let (1961 – 2012),  $D_D$  – posun termínu fenofáze za dekádu (dny),  $D_R$  – posun termínu fenofáze za období 52 let (dny)*

Tab. VII – *Hodnoty korelačních koeficientů porovnaných fenofází dvou zástupců*

Tab. VIII – *Průměrný termín fenofází pozorovaných na lokalitě v Lednici*

Tab. IX – *Posun fenofází za dané období u ovocných dřevin na lokalitě v Lednici*

Tabulka X – *Pozorování ptačích budek v sezóně 2016 ve Vranovicích, s. k. – sýkora koňadra, b. l. – brhlík lesní, l. b. – lejsek bělokrký, h. – hnízdo, x - budky v daný termín nebyly kontrolovány*

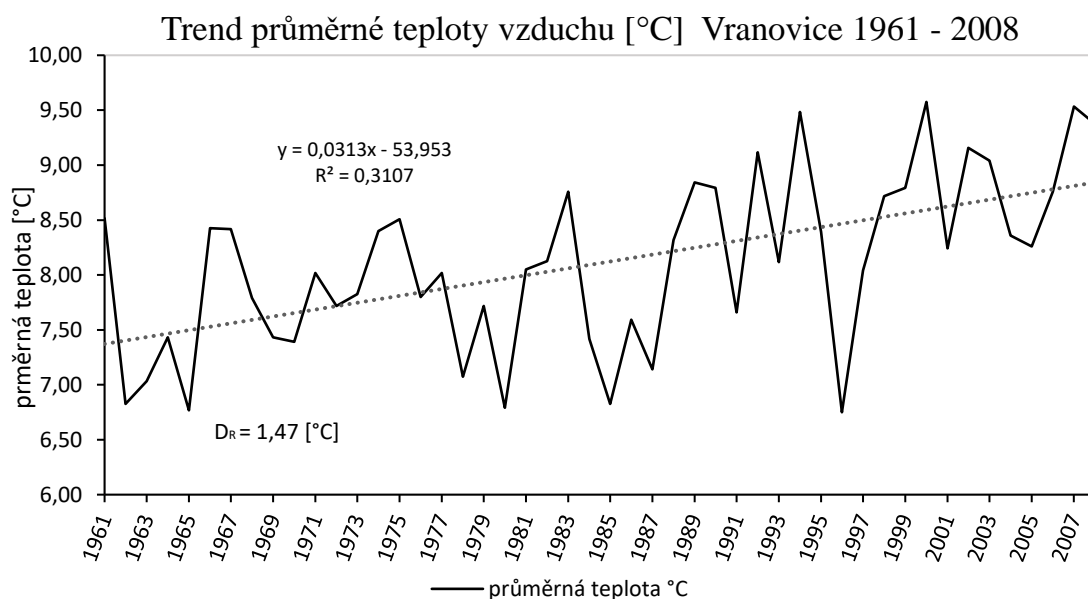
Tabulka XI – *Vážení vajec sýkory koňadry*

Tabulka XII – *Pozorování ptačích budek na Pálavě v sezóně 2016*

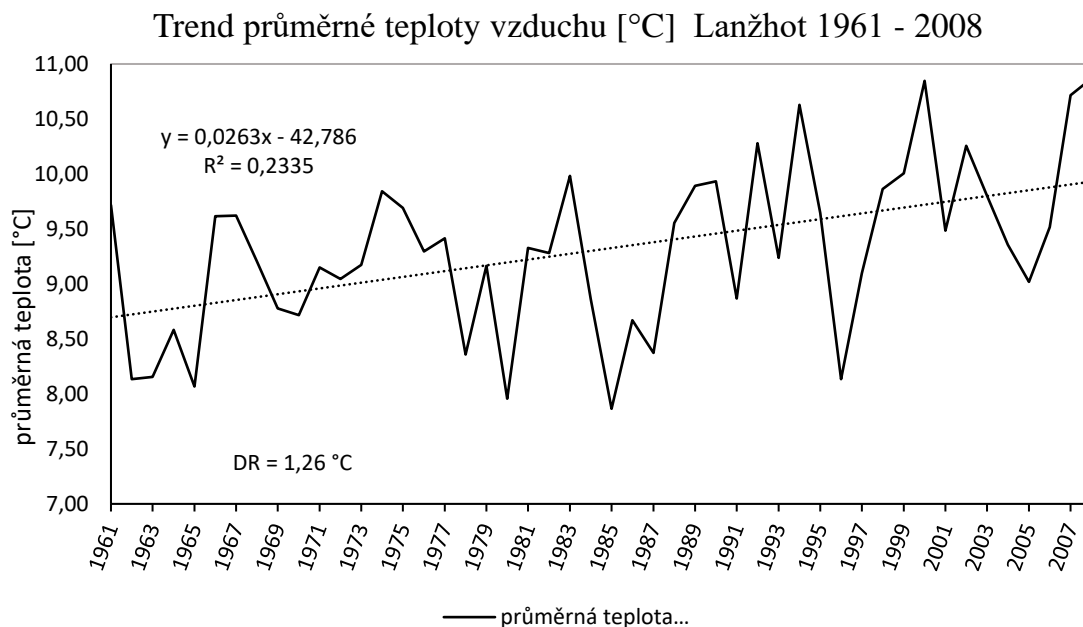
Tabulka XIII – *Pozorování na lokalitě Pálava*

## 11 PŘÍLOHY

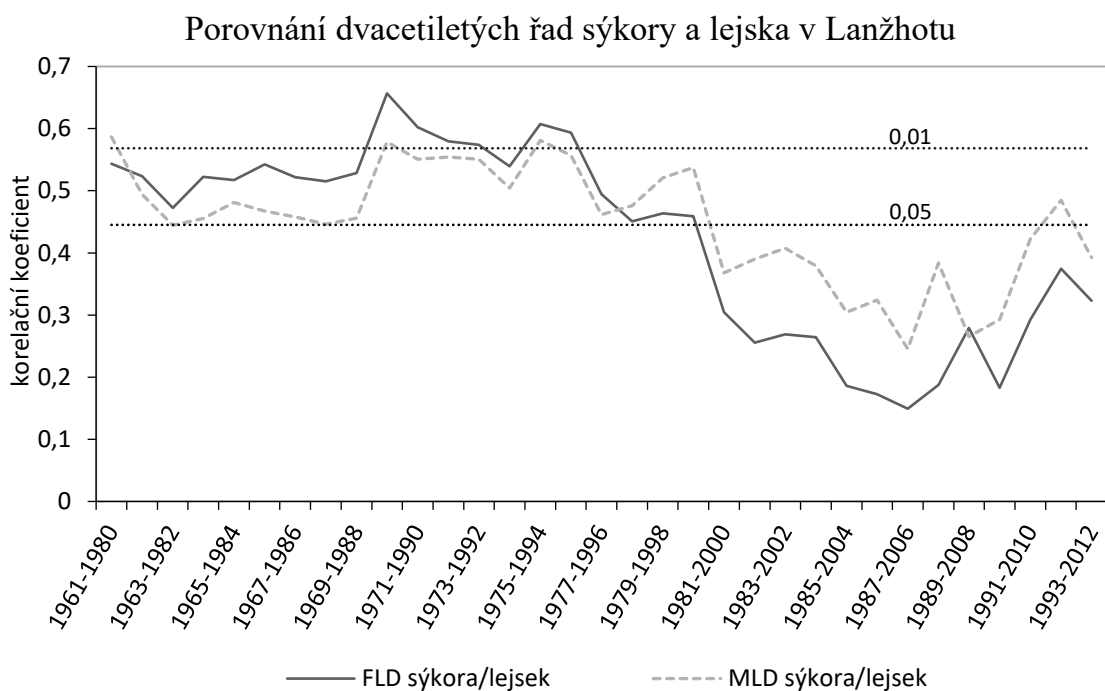
### Příloha 1: Obrázky 1 – 6



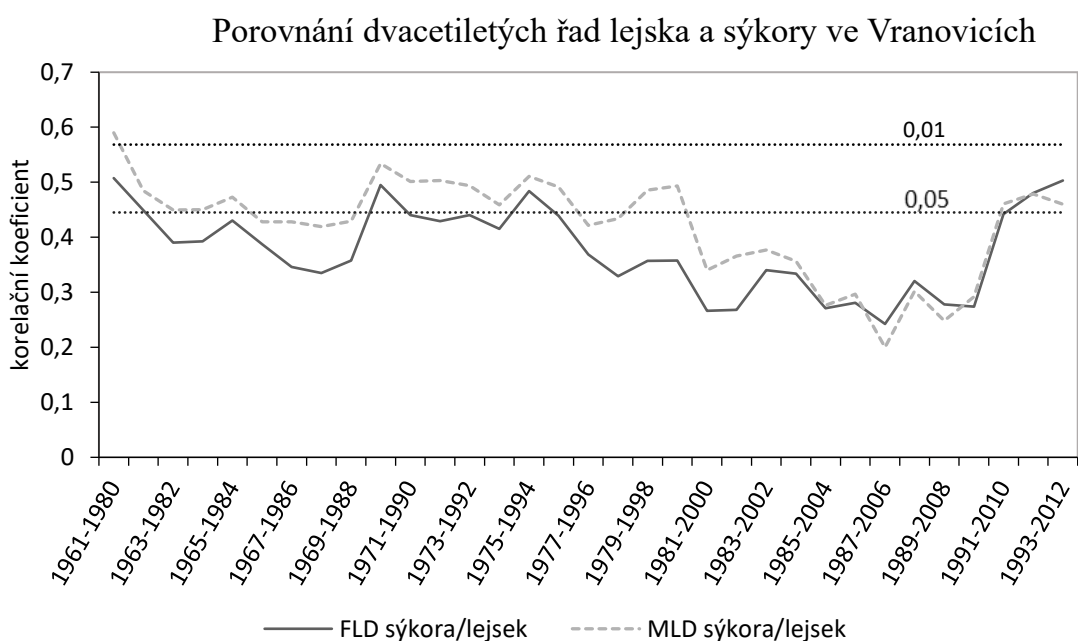
Obr. 1 – Graf představuje trend průměrné teploty naměřené ve Vranovicích v letech 1961 – 2008, kde  $y$  je regresní přímka odvozená z naměřené průměrné teploty na dané lokalitě,  $D_R$  pak představuje nárůst průměrné roční teploty během období 1961 – 2008.



Obr. 2 – Graf představuje trend průměrné teploty naměřené v Lanžhotě v letech 1961 – 2008, kde  $y$  je regresní přímka odvozená z naměřené průměrné teploty na dané lokalitě,  $D_R$  pak představuje nárůst průměrné roční teploty během období 1961 – 2008

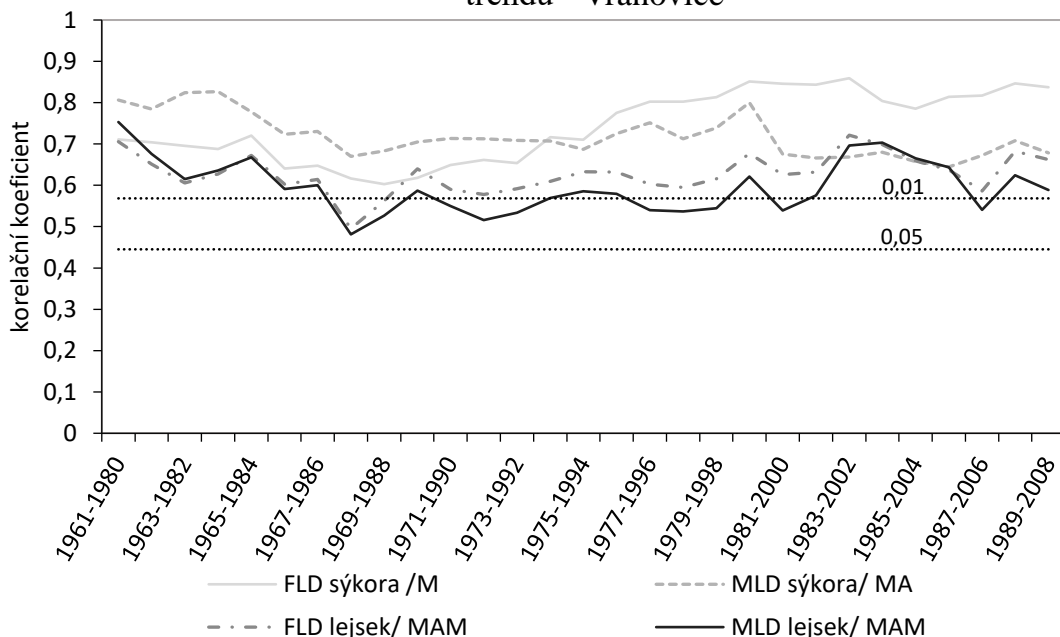


Obr. 3 – představuje výsledné korelační koeficienty dvacetiletých řad u vybraných fenofází lejska a sýkory za období 1961 – 2012 v Lanžhotu. Horizontální linie představují 95% a 99% hladiny spolehlivosti



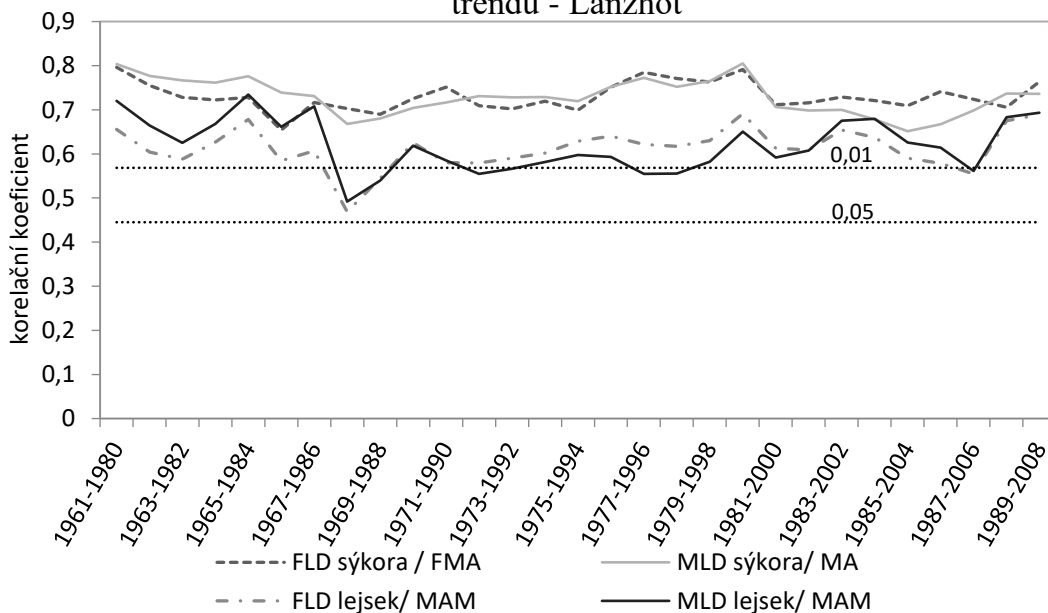
Obr. 4 – představuje výsledné korelační koeficienty dvacetiletých řad u vybraných fenofází lejska a sýkory za období 1961 – 2012 ve Vranovicích. Horizontální linie představují 95% a 99% hladiny spolehlivosti

Porovnání dvacetiletých řad fenologických a klimatických trendů - Vranovice



Obr. 5 – představuje výsledné korelační koeficienty dvacetiletých řad u vybraných fenologických a klimatických hodnot za období 1961 – 2008. Horizontální linie představují 95% a 99% hladiny spolehlivosti.

Porovnání dvacetiletých řad fenologických a klimatických trendů - Lanžhot



Obr. 6 – představuje výsledné korelační koeficienty dvacetiletých řad u vybraných fenologických a klimatických hodnot za období 1961 – 2008. Horizontální linie představují 95% a 99% hladiny spolehlivosti.

## Příloha 2 : Tabulky I

Tab. I – Rozdíl dnů mezi sýkorou koňadrou a lejsekem bělokrkým v datu začátku kladení vajec

lokalita	roky	první snesené vejce (FLD)		rozdíl
		sýkora koňadra	lejsek bělokrký	
<b>Lednice</b>	1961	5.4	22.4	18 dní
	1961 – 2012	12.4	28.4	16 dní
	2012	2.4	29.4	28 dní
<b>Lanžhot</b>	1961	4.4	21.4	18 dní
	1961 – 2012	11.4	26.4	16 dní
	2012	2.4	28.4	27 dní
<b>Vranovice</b>	1961	7.4	25.4	19 dní
	1961 – 2012	12.4	30.4	19 dní
	2012	14.4	2.5	18 dní