

Bakalářská práce

**Vliv globálních klimatických změn na ptačí druhy
a společenstva**

(literární rešerše)

Michaela Koschová

Katedra ekologie
Přírodovědecká fakulta University Karlovy v Praze

Školitel: Mgr. Jiří Reif

červenec 2008

Poděkování:

Děkuji svému školiteli Mgr. Jiřímu Reifovi za pomoc při shromažďování materiálů a za rady při sepisování práce.

OBSAH

ABSTRAKT	4
ÚVOD	5
1. GLOBÁLNÍ ZMĚNY KLIMATU	6
1.1 Příčiny	6
1.2 Projevy	7
2. MIGRACE	9
2.1 Migrace na hnízdiště	9
2.2 Migrace na zimoviště	12
3. HNÍZDĚNÍ	13
4. POČETNOST	17
5. ROZŠÍŘENÍ	21
6. MEZIDRUHOVÉ VZTAHY	23
ZÁVĚR	25
SEZNAM LITERATURY	27

ABSTRAKT

Mnoho studií prokazuje vliv různých projevů globálních změn klimatu na živé organismy. V případě ptáků je klima jedním z hlavních faktorů ovlivňujících různé aspekty jejich ekologie. Tato práce se snaží přiblížit, jak se důsledky globálních klimatických změn projevují v migraci ptáků, jejich hnízdění, početnosti a distribuci a jak se tím pádem mění interakce mezi jednotlivými druhy. Bylo zjištěno, že dochází k posunu doby příletu, poklesu hnízdní úspěšnosti způsobené nedostatkem potravy, k úbytku severních druhů v mírných zeměpisných šířkách a k posunu jejich areálů dále na sever. Migrující druhy jsou kvůli narůstajícím populacím rezidentů vystaveny větší konkurenci. Avšak výzkum této problematiky má ještě své nedostatky, jelikož nebyly objasněny všechny mechanismy způsobující popsáné jevy a řada výzkumů byla prováděna jen na několika málo modelových druzích.

Klíčová slova: ptáci, změny klimatu, distribuce, hnízdění, početnost, fenologie, migrace, mezidruhové interakce

Many studies have shown various impacts of global climate change on organisms. Climate is one of the most important factors affecting ecology of birds. This thesis is focused on consequences of global climate change on bird migration, breeding performance, abundance and distribution. Moreover, the consequences for interspecific interactions are discussed. It has been discovered that arrival time advances and breeding success declines because of the lack of food supply. Northern species decline in European temperate zone and their geographic ranges shift further to the north. However, research of this topic is still incomplete. All mechanisms generating described patterns have not been cleared up yet and most of the current knowledge is based on studies performed on a few model species.

Keywords: birds, climate changes, distribution, breeding, abundance, phenology, migration, interspecific interactions

ÚVOD

Klíma je charakterizováno jako dlouhodobý stav atmosféry. Na rozdíl od počasí, které je jeho momentálním, tedy krátkodobým projevem. A právě klíma je jedním z hlavních faktorů ovlivňujících v mnoha směrech jak mořské tak i terestrické ekosystémy.

Klíma určuje rozmístění jednotlivých biotů, ovlivňuje to, že se například v polárních oblastech bude nacházet tundra, určuje zda na některém místě o stejné zeměpisné délce bude vyprahlá poušť či životem překypující deštný les (Brown and Lomolino 1998). Ovlivňuje podmínky a hranice jak již zmíněných biotů, tak i menších vegetačních pásů – ty mají pak dále vliv na rozšíření živočichů, ptáky nevyjímaje (Brown and Lomolino 1998). Proto není divu, že když se mění klíma, mění se i různé aspekty ekologie ptáků.

Díky své popularitě jsou ptáci snad nejlépe a nejdéle zkoumanou třídou (Najmanová and Adamík 2007). Ptáci poměrně rychle reagují na změny prostředí a lze je využít jako bioindikátory (Crick 2004). Ke shromažďování dat o jejich rozšíření, početnosti a hnízdění přispívají velkou měrou i amatérští přírodovědci, díky čemuž máme v současnosti k dispozici poměrně velké množství dat a údajů (Gregory et al. 2005).

V posledních desetiletích ale dochází k mnohem rychlejším klimatickým změnám než kdy dříve. Tato práce přibližuje reakce ptáků na nově nastávající změny klimatu. Snaží se objasnit, jak ptáci reagují na nově nastávající podmínky. Proč dochází ke změnám ve fenologii (Thorup 2007), k posunu hranic areálů a distribuci (Huntley et al. 2006), v migraci (Robinson and Crick 2005, Wilson 2007), v hnízdění (Sanz 2002) a nebo početnosti (Shoo et al. 2005). Které druhy tyto změny nejvíce ovlivňují, a které méně, a jak jednotlivé druhy na tyto změny reagují. A nakonec také diskutují, zda těm ovlivněným druhům změny přináší určité výhody, nebo zda na ně změny klimatu působí pouze negativně.

1. GLOBÁLNÍ ZMĚNY KLIMATU

1.1 Příčiny

Zemské klima je určeno množstvím energie přicházejícím od Slunce. Energie v podobě záření nejprve prochází atmosférou a pak dopadá na zemský povrch. Část tohoto záření je pohlcena povrchem (dojde tedy k jeho ohřátí) a část se odráží. Atmosféra však toto Zemí emitované záření zadrží a pošle zpět k zemskému povrchu. Tento proces, nazývaný skleníkový efekt, je přirozeným jevem, bez kterého by na Zemi nebyl život (IPCC 2007). Skleníkový efekt způsobuje to, že je klima na naší planetě mnohem stabilnější a teplejší, než na ostatních planetách. Je však třeba říci, že klimatické podmínky na Zemi nejsou v průběhu času konstantní. Vlivem změny oběžné dráhy a náklonu zemské osy dochází s periodou desítek až tisíců let ke kolísání klimatu (IPCC 2007). Tyto změny však byly pravděpodobně natolik pozvolné, že se na ně organismy byly schopny aklimatizovat (Begon et al. 1997). Samozřejmě jsou známy i případy organismů, které se těmto změnám nebyly schopny přizpůsobit a vyhynuly. Megapalaelodus je tomu zdárným příkladem (Miller 1950).

Některé plyny, které se podílejí na skleníkovém jevu, se v atmosféře vyskytují přirozeně, avšak v poslední době dochází zejména kvůli lidské aktivitě (zejména spalováním fosilních paliv a činnostem automobilů) k markantnímu nárůstu jejich koncentrace; naopak jiné by se bez lidského přičinění vůbec v ovzduší nevyskytovaly (IPCC 2007). Nejvýznamnějším skleníkovým plynem je vodní pára. Podílí se 36 – 70% na skleníkovém efektu a její koncentrace dosahuje maximální hranice kolem 4%. Dalším významným plynem je oxid uhličitý, který přispívá 9 – 26% k účinkům skleníkového efektu, se v atmosféře vyskytuje v koncentraci 0,000387% (jeho koncentrace však v průběhu roku kolísá). Methan se podílí 4 – 9% a jeho koncentrace dosahuje 1754 ppb (0,000001754 %). Ozon podílející se 3 – 7% se vyskytuje v troposféře ve velmi nízké koncentraci ve výšce asi 30 km. Další významný plyn je například oxid dusný (IPCC 2007).

Kromě plynů přispívají ke skleníkovému efektu i aerosoly, které absorbují, rozptylují a odráží sluneční radiaci a způsobují taktéž oteplování. Vznikají činností

průmyslu a jedná se zejména o směsi sulfátů, sloučeniny uhlíku, nitráty a průmyslový prach a popel (IPCC 2007).

Vlivem nárůstu koncentrace skleníkových plynů a aerosolů dochází k nárůstu absorpce sluneční radiace a tím i k nárůstu teploty. Například koncentrace oxidu uhličitého vzrostla od konce 18. století z 0,000278% na 0,000387% a množství methanu v ovzduší se dokonce zdvojnásobilo (IPCC 2007).

1.2 Projevy globálního oteplování

Během 20. století došlo k celkovému nárůstu teploty na Zemi o 0,4 – 0,8°C. k největšímu nárůstu došlo mezi lety 1910 a 1945 a od roku 1976 (Vose and Gleason 2005). Ve vztahu k živým organismům se globální nárůst teploty projevuje dvěma klíčovými jevy – mírnějšími zimami, které jsou následovány rychlejším nástupem jara v mírných šířkách, a posunem klimatických pásem směrem na sever. Zatímco první lze velmi dobře zdokumentovat díky dlouhodobým meteorologickým měřením v různých částech světa, druhý jev má pomalejší charakter a počítají s ním spíše predikce budoucího vývoje klimatu. Nejnovější studie potvrzují, že nárůst teplot (v průměru o 0,6°C za 100 let) má vliv na změny v krajině (odtávání ledovců, nárůst hladiny světového oceánu) a procesy spojené s urbanizací (obyvatelé žijící na tichomořských ostrovech, kteří v budoucnu budou nuceni k odsunu, jelikož nejspíše dojde k zaplavení jejich ostrovů. Příkladem je ostrov Tuvalu.) (IPCC 2007). Země se otepluje mnohem více než oceán a jelikož na severní polokouli je rozlohou více zastoupená pevnina než na jižní polokouli, můžeme říci, že se severní hemisféra otepluje rychleji. K nejrapidnějšímu nárůstu teploty dochází konkrétně v Arktidě (IPCC 2007).

Dalšími projevy jsou i prodlužování období sucha, nárůst intenzity a frekvence klimatických abnormalit (např. výskytu silných bouřek a cyklonů, zejména v monzunových oblastech) a teplotních anomálií. Příkladem teplotní anomálie je například extrémně teplé počasí, které roku 2003 postihlo Francii (Julliard et al. 2003). V důsledku zvyšování teploty dochází i k nárůstu evaporace, tím pádem roste vzdušná vlhkost a s ní i srážky (IPCC 2007).

Od roku 1976 došlo k nárůstu vzdušné vlhkosti o 1,2%, v současnosti dosahuje množství páry obsažené ve vzduchu až 4% (IPCC 2007). Ovšem nárůst objemu srážek je na zemském povrchu distribuován ještě nerovnoměrněji než nárůst

teploty. Do budoucna by mělo více pršet zejména v rovníkových oblastech, kde může při současném odlesnění způsobit větší erozi, paradoxně tak přispět i k lokální desertifikaci. V suchých oblastech (zejména Sahel v Africe a Středomoří v Evropě) množství srážek klesá, což může způsobit rozšiřování pouští do míst, která byla ještě v nedávné minulosti porostlá vegetací (IPCC 2007). V mírném pásu se celkový objem srážek zvyšuje, což by minimálně na druhové bohatství organismů mělo být obecně pozitivní vliv, nicméně část této vlhkosti může být pro biosféru nevyužitelná, protože spadne v podobě přivalových dešťů a rychle zmizí ve vodotečích (IPCC 2007).

Velmi významnými projevy globálního oteplování jsou i změny v kryosféře, v hladině oceánu a nebo salinitě (IPCC 2007).

Velkoplošným klimatickým jevem, který souvisí s globálními klimatickými změnami je severoatlantická oscilace (NAO). Vzniká kolísáním tlaků mezi islandskou tlakovou níží a Azorskou tlakovou výší. Při pozitivních hodnotách je atmosférický tlak u Azor na maximu a při negativních je naopak utlumen. NAO ovlivňuje rychlost větrů mezi 40°- 60° severní zeměpisné šířky, přenos vzdušné vlhkosti, množství a distribuci srážek a také počet a sílu bouřek. Dále má vliv na ledovce v arktických oblastech, povrchovou teplotu oceánu a oceánské proudy. Na severní polokouli se nejvíce projevuje od prosince do března (Najmanová a Adamík 2007).

2. MIGRACE

Migrace ptáků může být definována jako sezónní pohyb mezi místem, kde dochází k odchovu mláďat – hnízdištěm - a mezi místem, které je od hnízdiště obvykle vzdálené a kde ptáci tráví zimní období – zimovištěm (Rivalan et al. 2007). Důvodem pro odlet do zimoviště bývá nejčastěji nedostatek potravních zdrojů, nebo již nevyhovující klimatické podmínky.

Naopak důvodem pro započetí migrace zpět na hnízdiště je znovu nastávající potravní hojnost, nebo rovněž zhoršující se podmínky v zimovišti (například nástup období sucha a podobně) (Beaumont et al. 2006). Jak je vidět, migrace ptáků souvisí s klimatickými podmínkami velmi úzce. Ve vztahu ke klimatickým změnám se tedy můžeme ptát, jak ovlivňují ty změny, které v současnosti pozorujeme – tedy především nárůst teploty a změny v rozložení srážek na zemském povrchu – průběh ptačí migrace.

Podle toho, zda ptáci migrují, je můžeme rozdělit do tří kategorií. Zaprvé jsou to druhy nemigrující, neboli rezidentní, kteří tráví zimu v oblasti, kde i hnízdí (u českých ptáků je to střední Evropa) a kterými se tedy v této kapitole zabývat nebudeme. Dále jsou tu dálkoví migranti, kteří zimují v tropickém pásmu (např. v Africe jižně od Sahary nebo v Indii), a blízko táhnoucí migranti, což jsou ti z našich ptáků, kteří létají na zimu do Středomoří nebo do západní Evropy (Reif et al. in press). Každá z těchto migračních strategií se vyznačuje specifickou odezvou na klimatické změny (Schaefer et al. 2008).

2.1 Migrace na hnízdiště

Při migraci na hnízdiště jde ptákům především o to, být na místě rozmnožování co nejdříve. Jedinci, kteří se rychleji dostanou na hnízdiště, mohou obsadit optimální biotopy a rozmnožovat se s kvalitnějším partnerem, což zvýší jejich reprodukční úspěšnost. Na druhou stranu je návrat na hnízdiště omezován příznivostí klimatických podmínek – ti, kteří přiletí příliš brzy na to, aby je byli schopni vydržet, se reprodukce ani nedožijí (Saino and Ambrosini 2008).

Nejdůležitější odezvou migrujících ptáků na změnu klimatu je posun doby přiletu na hnízdiště (Gordo 2007). Protože dochází k časnějšímu nástupu jara, ptáci

se vrací ze zimovišť dříve. Nicméně klima v zimovišti a na hnízdišti se mění různou rychlostí, což brání tomu, aby se ptáci mohli na změny efektivně adaptovat (Both and Visser 2001). V tomto ohledu jsou na tom nejlépe druhy migrující z nedalekých zimovišť mírných zeměpisných šířek. Ty lépe reagují na klimatické změny, protože klima v zimovišti je podobné klimatu na hnízdišti. Tím pádem spíše odhadnou dobu, která je nejideálnější pro jejich přilet (Marra et al. 2005). Dálkoví migranti zimující v tropech mají dobu odletu ze zimovišť regulovanou endogenními procesy spolu s fotoperiodou. Dobu svého přiletu na hnízdiště v závislosti na klimatických podmínkách, které tam nastanou, nemohou tedy ovlivňovat tak pružně jako blízko táhnoucí druhy (Marra et al. 2005, Jonzén and Stenseth 2006, Rubolini et al. 2007).

Mnoho prací poukazuje na to, že migranti posouvají přilet do zimoviště v letech, kdy byly zaznamenány pozitivní hodnoty severoatlantické oscilace (Kundsen et al. 2007, Ahola et al. 2004, Gordo 2007). Pozitivní hodnoty NAO jsou spojeny s nárůstem teplot a srážek v severní Evropě a na severovýchodě Severní Ameriky a způsobují sušší podnebí v oblasti Středozeří (Rubolini et al. 2007, Hubálek 2003, Hubálek et al. 2005). Naopak při negativních hodnotách NAO se ptáci opoždějí (Zalakevicius et al. 2005). Nárůst teplot způsobený pozitivními hodnotami NAO se odráží na dřívějším růstu rostlin a větší abundanci bezobratlých, z čehož mohou těžit zejména ptáci migrující na krátké vzdálenosti, spíše než dálkoví migranti (Hubálek 2003, Hubálek 2004). Pozitivní fáze NAO ovlivňuje taktéž vodní ptáky zimující v jižní a západní Evropě. Ti profitují zejména z brzkého tání ledu na vodních plochách a řekách (Hubálek and Čapek in press).

Kromě fotoperiody, kterou se řídí zejména dálkoví migranti, je doba, kdy by se měli ptáci vydat na cestu na sever (Berthold 1996), určena i momentálním stavem tukových zásob (Gordo 2007). Ten musí být natolik velký, aby pokryl energetické nároky na let do hnízdiště. Pokud tyto rezervy nejsou dostatečné, pak se jedinec musí ještě nějakou dobu vykrmovat, čímž ale může oddálit přilet do hnízdiště (Gordo 2007) – množství potravy na zimovišti tak může ovlivňovat dobu návratu jedince na hnízdiště a tím i jeho reprodukční úspěšnost. Ačkoliv se kvůli obtížnosti studia toho o vlivu změn klimatu na potravní nabídku v oblasti zimování ptáků ví dosti málo, má se za to, že zejména aridizace Sahelu výrazně ovlivňuje migraci některých v Evropě hnízdících druhů, například čápa bílého (*Ciconia ciconia*) (Gordo and Sanz 2006). Podobně kácení deštných lesů, kam se na zimu uchylují neotropičtí migranti, může

mít negativní vliv na potravní nabídku a tím i na načasování migrace, jak bylo zjištěno u lesňáčka lejskovitého (*Setophaga ruticilla*) (Gordo 2007).

Další možností, jak uspíšit datum návratu na hnízdiště, je urychlení samotného průběhu migrace (Hedenstroem et al. 2007). Jak pták může zvýšit rychlost své migrace? Mohou zde určitou roli hrát povětrnostní podmínky během migrace jako třeba zadní vítr, fronty, nebo bouřky (Marra et al. 2005). Intenzita a rychlost zadních větrů (tedy jižních větrů) za posledních 40 let ve střední Evropě vzrostla. Především ale délku trvání migrace z velké části určují zastávky. Stručně řečeno, to, jaký bude mít migrace ráz, závisí na tom, proč a jak často musí ptáci přerušit let. Dá se říci, že čím více času ptáci stráví na těchto pauzách, tím více se pak opozdí v příletu do hnízdiště. Důvodem proč ptáci přerušují migraci je, že musí nabrat síly a zahnat hlad a žízeň. To, jaké je momentální počasí, taktéž ovlivňuje frekvenci zastávek, protože pokud jsou povětrnostní podmínky příliš nepříznivé, je pták donucen přistát, aniž by to z hlediska jeho fyzické kondice bylo nutné (Gordo 2007). Kolibříci zlatolesklí (*Selasphorus rufus*) při podzimním tahu prodlužují délku trvání pobytu na zastávkách. V suchých letech byl prokázán snížený počet květin obsahující nektar, jimiž se kolibříci zlatolesklí živí. Tudíž se museli na zastávce zdržet delší dobu, aby se tak dostatečně nakrmili.

Populace lejska černoohlavého (*Ficedula hypoleuca*) v jihozápadním Švédsku prodloužila interval mezi dobou příletu a začátkem hnízdění (Ahola et al. 2004). Tento posun je vysvětlen tím, že jarní teploty rostou (oproti dlouhodobému průměru) pouze v krátkém období jenž se shoduje s dobou tahu nad severní částí centrální Evropy (Ahola et al. 2004). Lejskové nejspíše uspíší dobu letu, a proto se interval protáhne. Pokud dojde naopak k opožděnému příletu, tak se tento interval zkrátí. Zajímavé ale je, že populace v Nizozemí posunula dobu hnízdění, zatímco dobu příletu nikoliv (Both and Visser 2001). A například ve Španělsku nejsou změny klimatu tolik uniformní jako ve střední a severní Evropě, tím pádem zde nelze jednoznačně stanovit nějaké trendy (Sanz et al. 2003, Rubolini 2007).

Z výše uvedeného příkladu je patrné, že doba příletu do hnízdiště se liší v závislosti na zeměpisné šířce (Rubolini 2007). Dále také víme, že větší množství jarních srážek vede k dřívějšímu zahnízdění (je dříve vrchol potravní hojnosti). Intenzita srážek je ale také region od regionu jiná. I třeba ve stejné zeměpisné šířce mohou být hodnoty velmi rozdílné - ku příkladu pokud se jeden areál nachází na pobřeží, a druhý ve srážkovém stínu, jsou srážkové úhrny těchto dvou areálů

diametrálně odlišné. Proto se také doba mezi příletem a začátkem hnízdění u jednoho konkrétního druhu velmi liší. Vždy je třeba zohlednit podmínky panující právě na daném území

2.2 Migrace na zimoviště

V případě podzimní migrace může dojít jak k posunutí doby odletu, tak ke zkrácení doby potřebné k přesunu na zimoviště (Gordo 2007). Je zde názor, že někteří ptáci začínají migrovat dříve v teplejších letech a později v letech chladnějších, dálkoví migranti projevují určitou míru plasticity v načasování migrace (Marra et al. 2005, Beaumont et al. 2006). Na rozdíl od jarní migrace neexistuje o dopadu klimatických změn na načasování odletu do zimoviště příliš mnoho údajů (Gordo 2007). Buď odlet ptáků do zimovišť není tak pečlivě sledován, nebo k jeho změnám nedochází. Výjimkou je několik následujících studií. Australští migranti posunuli za posledních 10 let dobu odletu. V průměru se opožďují o 11 dní (Beaumont et al. 2006).

Na druhou stranu někteří dálkoví migranti zimující v sub-saharské Africe a hnízdící na Britských ostrovech, uspíšili jak přílet do hnízdiště, tak i odlet do zimoviště a tím pádem se doba strávená v hnízdišti nezměnila (Beaumont et al. 2006).

Ptáci mohou odlétat tak brzo, jak je to možné, proto, aby ještě mohli těžit ze zdrojů, které jsou v zimovišti právě po ukončení období dešťů více dostupné (Gordo 2007, Gordo and Sanz 2006). U druhů snášejších jednou za sezónu s dřívějším příletem na hnízdiště a dřívějším hnízděním dochází i k dřívějšimu odletu do zimoviště, a to v důsledku posunutí celého cyklu (Gordo 2007).

Na druhou stranu dřívější přílet a zahnízdění může způsobit pozdější odlet u druhů s více snůškami. Díky tomuto posunu může narůst počet párů které hnízdí dvakrát a dokonce i třikrát do roka (Moller 2002, Gordo 2007).

Ptáci migrující do nedalekých zimovišť (příkladem může být druh zimující ve Středomoří a hnízdící v Evropě) jsou pod jinými evolučními tlaky. Na načasování jejich odletu mají vliv podmínky panující v zimovišti na konci léta. Je možné, že ptáci uspíší odlet aby se tak vyhnuli srážkám během migrace (Gordo 2007).

3. HNÍZDĚNÍ

Hnízdění je klíčovou fází ptačího života, kdy se rozhoduje o tom, jestli daný jedinec předá své geny do další generace (Begon et al. 1997). Proto se ptáci snaží minimalizovat možná rizika, která by zdárný průběh hnízdění mohla ohrožovat – vybírají si taková místa, kde je nejnižší pravděpodobnost predace a obhajují taková teritoria, která se vyznačují co nejlepšími potravními zdroji (Begon et al. 1997).

Vlivem klimatických změn se však oba tyto faktory podmiňující úspěšnou reprodukci mohou měnit. Dochází k posunu doby, kdy se vegetace olistuje, což mění její vlastnosti ve vztahu k možnostem predace na ptačích hnízdech, a k posunu období maximálního výskytu potravy pro hmyzožravé ptáky (Martin 2007). U některých hmyzožravých ptáků bývá podnětem pro začátek hnízdění vylíhnutí housenek žijících na listnatých stromech, housenky se ale musí stihnout dostatečně vykrmit, ještě než v listech stoupne obsah kyseliny tříslivé, nebo než listy příliš ztloustnou. Růst housenek urychluje narůstající teplota, tím pádem se období dostupnosti potravy pro hmyzožravé ptáky posunuje do časnějších fází jarní sezóny. Právě období líhnutí housenek je období největší potravní hojnosti, poslední dobou však dochází v souvislosti s měnící se teplotou k dřívějšímu, nebo naopak pozdějšímu líhnutí a také k urychlení životní fáze housenek, což může vést k tomu, že období, kdy ptáci hnízdí, a tudíž mají nároky na potravu vysoké, se míjí s vrcholem abundance (Sanz et al. 2003, Strode 2003). Jak na tyto změny ptáci reagují?

Nejen bezobratlí, ale i ptáci reagují na zvyšující se jarní teploty posunem svého fenologického cyklu (Crick 2004). Nicméně tyto změny se často neshodují se změnami životních cyklů jejich konkrétní kořisti (Visser and Both 2005, Both et al. 2006). Proto dochází velmi často k tomu, že ptáci hnízdí v jiné době než je vrchol potravní hojnosti což může mít za následek pokles v úspěšnosti hnízdění (Visser and Both 2005, Both et al. 2006). Konkrétním příkladem může být lejssek černohlavý (*Ficedula hypoleuca*) - dálkový migrant hnízdící v mírných lesích Evropy (Hudec 1983). Ten uspíšil kladení vajec o několik dní. Vrchol potravní hojnosti se ovšem taktéž posunul, a to ještě výrazněji než hnízdění lejska. Tím pádem v období, kdy se z vajec líhla mláďata, již nebylo tolik potravních zdrojů (Visser and Both 2005).

Důsledkem špatného načasování doby hnízdění může být i snížená kondice mláďat, jež se pak odráží i na úspěších v hnízdění. Konkrétním příkladem může být uveden opět na lejskovi černoohlavém. Jak již bylo řečeno, lejssek není schopen dostatečně uspíšet dobu hnízdění, aby tak optimalizoval svou reprodukční úspěšnost (Sanz et al. 2003). Bylo zjištěno, že pokud byly jarní teploty vyšší, vzrostla velikost snůšky. To, aby rodiče uživilí větší množství potomků si ale vyžaduje větší množství potravy a větší energetické investice ze strany rodičů (Sanz et al. 2003). Jelikož se ale s rostoucí teplotou snižuje množství dostupné potravy (dojde například k příliš rychlému vykrmení housenek, které jsou již jako potravní zdroj nevhodné), mláďata jsou krmena méně a samotní rodiče jsou v horší kondici. Tyto následky mohou mít negativní vliv na strukturu celého společenstva hnízdícího v jižní Evropě (Sanz et al. 2003).

Jak je vidět, v Evropě se dopady klimatických změn nejčastěji studují na lejskovi černoohlavém (Sanz et al. 2003, Both and Visser 2005). Evropská populace lejska vykazuje jasný trend uspíšení doby hnízdění. Nicméně jednotlivé populace se v míře posunu hnízdění doby dosti liší. Nizozemská populace posunula během posledních třiceti let dobu hnízdění o více než týden dopředu (Both and Visser 2005), kdežto u populace žijící ve Španělsku nebyl zaznamenán žádný posun (Sanz et al. 2003). U obou těchto populací byl ale zaznamenán posun potravní hojnosti. Proč je ale severní populace na změny schopná zareagovat a jižní nikoliv? Odpověď zatím neznáme. Vysvětlením by snad mohlo být to, že severní populace je více plastická, protože na severu dochází obecně k většímu kolísání klimatu, než na jihu. Severní jedinci jsou tedy zvyklí s datem začátku hnízdění hýbat více. Dá se však jen těžko říci, zda toto tvrzení je možné aplikovat na tak malou vzdálenost, jako je mezi Španělskem a Holandskem.

Rozdíly v posunu hnízdění nenacházíme pouze v rámci jednoho druhu. Je známo, že druhy neposouvají dobu hnízdění ve všech regionech o stejně dlouhý časový interval (Crick 2004). Populace ptáků na Britských ostrovech posunuly v průměru dobu hnízdění o 8 dní (Crick and Sparks 1999), což je v porovnání s populacemi druhů hnízdícími ve Španělsku, které dobu hnízdění neposunuly téměř vůbec (Sanz et al. 2003), poměrně velký rozdíl.

V letech, kdy jsou jarní teploty vyšší, dochází k dřívějšímu líhnutí hmyzích larev. Na to samozřejmě ptáci, kteří se jimi živí, reagují tak, že započnou hnízdění dříve (ovšem ne vždycky se to podaří dokonale synchronizovat - viz výše). Problém

však může být v tom, že pokud přetrvávají teplejší podmínky, mohou se housenky vykrmovat natolik, že pro tyto ptáky nejsou jako potravní zdroj vhodné (Both a Visser 2001, Strode 2003). Jiným příkladem může sloužit populace našeho ťuhýka obecného (*Lanius collurio*), který od roku 1964 posunul dobu hnízdění zhruba o 3 – 4 dny. Ťuhýk má ale poměrně rozmanitý jídelníček, tím pádem nebudou neshody s načasováním hnízdění a vrcholem potravní hojnosti tak významné (Hušek and Adamík 2008). Z těchto dvou příkladů je zřejmé, že pokud se ptáci specializují na určitou kořist, která ovšem reaguje na teplotní změny, budou posouvat dobu hnízdění spíše, než druhy s rozličným jídelníčkem.

Podle toho, kdy ptáci snesou svá vejce, se liší i velikost snůšky. S tímto tématem souvisí publikace z Finska (Jarvinen 2004), Německa (Winkel and Hudde 1997) a České republiky (Hušek and Adamík 2008). Ve Finsku a v Německu byl zkoumán lejsek černohlavý a u nás ťuhýk obecný. Všechny spojuje jednotný závěr: Pokud ptáci posunuli svou fenologii směrem k dřívějším datům, dojde ke zvětšení snůšky a tím pádem i k nárůstu úspěchů v hnízdění, tyto úspěchy pak pozitivně ovlivňují velikost populace. Finská populace však nezaznamenala takový nárůst hnízdních úspěchů, jelikož hnízdí spíše v pozdních jarních obdobích. Tentýž trend byl zaznamenán i u ťuhýka obecného. Pokud ťuhýk zahnízdí dříve, pak velikost snůšky vzroste (Hušek and Adamík 2008).

Vliv teploty a kondice rodičů se může nepřímo odrazit i na velikosti vajec. Nárůst teploty snižuje energetický vklad do termoregulace hnízdící samičky a zároveň ovlivňuje dostupnost potravy (u hmyzožravých ptáků). Předpokládá se, pokud nastane potravní hojnost,lepší se kondice samiček, pokud ale bude mít samička potravy nedostatečné množství, pak průměrná velikost vajec klesne (Tryjanowski et al. 2004). Zajímavou hypotézu též uveřejnili vědci ze sousedního Německa. Podle jejich názoru se velikost těla samice vyvíjí opačným směrem než velikost vajec (tzn. že pokud se velikost těla matky snižuje, tak rozměry vejce rostou, a naopak). Tento výrok se ale velmi liší od těch, které byly doté doby uznávané (čím větší samička, tím větší bude i vejce) (Yom-Tov 2001). Vysvětlením těchto neshod může být nedostatečná probádanost této problematiky a také fakt, že na velikost vajec nepůsobí pouze klima, ale i další faktory.

Dalším příkladem, který ale ovlivňuje spíše dobu začátku migrace, než hnízdění, je pelichání. Ptáci většinou mění své peří v období před tahem na hnízdiště nebo na zimoviště. Tato výměna bývá ovlivněna dostupností potravních zdrojů, které

jsou, jak již bylo zmíněno, ovlivněny klimatem. Van den Bring (2000) poukazuje na to, že výměna ocasního peří vlaštovek obecných (*Hirundio rustica*) úzce souvisí s podmínkami, které panují v oblasti, kde vlaštovky tráví zimu – v Africe. Rychlost přepeřování byla vyšší v letech, kdy byly vyšší srážkové úhrny a tím pádem vzrostla i abundance hmyzu, coby potravy vlaštovek.

Jak již bylo na začátku této kapitoly řečeno, hlavním cílem rodičů je vychovat co nejvíce životaschopných potomků. Víme také, že na to, zda bude hnízdící pár v této roli úspěšný, má vliv dostupnost potravy a klima (náhlý příchod bouřek či pokles teploty může například zničit celou snůšku) (Both and Marvelde 2007). Jsou ale i další faktory, jež úzce souvisí s problematikou globálních klimatických změn, které nepřímo ovlivňují hnízdění úspěšnost. Tímto faktorem může být hnízdění predace. Ta velmi úzce souvisí s olistěním listnatých stromů.

Fyziologické studie vodního režimu rostlin prokázaly, že abundance listnatých stromů, na rozdíl od stromů jehličnatých, závisí výhradně na množství zimních srážek (Williams and Ehleringer 2000). Proto v letech kdy byly v zimě zaznamenány nízké srážkové úhrny, pokleslo i množství listů na stromech. Předpokládá se, že pokud dojde ke snížení hustoty vegetace, hnízda nejsou tak dobře chráněná a jsou více vystavená predátorům. Můžeme tedy říci, že v sušších letech dochází k nárůstu hnízdění predace (Martin 2007).

4. POČETNOST

Početnost jakéhokoliv ptačího druhu je výslednicí vlivů mortality, která jedince z jeho populací odebírá, a natality, díky které se počet jedinců zvyšuje (Begon et al. 1997). Proto se faktory, které mortalitu a natalitu ovlivňují, velmi pravděpodobně promítnou i do změn početnosti jednotlivých druhů ptáků. Početnost tedy může integrovat dílčími příspěvky vlivu klimatických změn např. na úspěšnost hnízdění a přežívání jedinců v ročním období s nedostatkem potravy (Newton 1998). Na druhou stranu je právě z těchto důvodů obtížné zjistit, který z oněch původních faktorů měl na výslednou změnu početnosti největší vliv. Každopádně se početnost jednotlivých druhů ptáků na rozdíl třeba od intenzity predace poměrně snadno měří (Bibby et al. 2000), takže pro první vhled do situace je informace o jejích změnách užitečná. Nicméně početnost je zajímavá i sama o sobě – to jak se mění mezi druhy, roky nebo lokalitami nám například říká, které druhy mají největší pravděpodobnost vymření, která místa jsou pro daný druh příznivá a která nikoliv, nebo ve kterých letech druh potkala nějaká událost, jež bude mít vliv na jeho další existenci (Gregory et al. 2005). Jak se tedy klimatické změny projevují ve změnách početnosti ptáků? Můžeme vůbec nějaký vliv zaznamenat?

Ačkoliv je poměrně obtížné zorientovat se v řadě faktorů, které změny početnosti ovlivňují, práce, které popisují významný příspěvek klimatických změn, existují. Tyto práce nacházíme například v Německu (Lemione et al. 2007, Holmes 2007, Bauer et al. 2008), Francii (Jiguet et al. 2007), Holandsku (Both et al. 2006), Španělsku (Seoane and Carrascal 2008), v České republice (Reif et al. in press), v USA (Sekercoiglu 2007), nebo dokonce v Austrálii (Shoo et al. 2005, Williams and Middleton 2008). Zatím se ale přesně neví, jak klimatické změny na tyto faktory působí a jak poté tyto faktory působí na ptáky. Z dostupné literatury jsou známy tři příklady, kdy byl zjištěn mechanismus nepřímého působení změn klimatu na početnost ptačích populací.

Bylo prokázáno, že jistou roli hraje potrava. Je známo mnoho organismů, které ke svému životu potřebují konkrétní druh potravy, jinými slovy se na něj specializují. Jiní naopak využívají velké množství potravních zdrojů. Pokud dojde k úbytku potravy, kdy bylo zjištěno, že klimatické změny skutečně množství potravní nabídky výrazně ovlivňují, tak specializovaný druh strádá a po delší době může i

vyhynout, kdežto generalista si místo toho najde jiný zdroj (Jiguet et al. 2007, Weidinger and Král 2007).

Další negativní vliv na početnost populací ptáků související se změnou klimatu je přímé působení srážek na hnízdní úspěšnost. S růstem jarních teplot rostou i srážkové úhrny, již zvyšují mortalitu mláďat a způsobují pokles početnosti populace (Schaefer et al. 2008).

Posledním nepřímým vlivem je generační doba, resp. délka života jednotlivých druhů. Druhy žijící krátce jsou mnohem více citlivé na globální změny. Předpokládá se, že pokud dochází k určitým změnám životního prostředí, tak právě tyto krátce žijící druhy reagují poklesem populace. Vysvětlením může být příliš krátká doba například pro adaptaci (Jiguet et al. 2007, Seoane and Carrascal 2008).

Zatím jediný přímý důkaz působení teploty na ptáky uveřejnili ve svém díle R. Julliard a kolektiv (Julliard et al. 2004). V roce 2003 byly ve Francii zaznamenány mnohem vyšší teploty oproti dlouholetému průměru. Dřívější studie (z let, kdy jarní teploty byly podobné dlouhodobému průměru) zabývající se dynamikou ptačí populace tvrdí, že druhy vykazující pokles inklinují k nárůstu produktivity, zatímco druhy, jejichž populace roste, vykazují spíše pokles produktivity. Kdežto v roce 2003 vykazovaly ubývající druhy nízkou produktivitu a druhy přibývajících zaznamenali vyšší produktivitu než v předešlých letech (Julliard et al. 2003, 2004).

Předpokládá se, že různé typy klimatických změn budou ovlivňovat populace ptáků různým způsobem a taktéž že různé druhy ptáků budou mít rozdílné klimatické nároky. V následujících odstavcích jsou uvedeny rozdílné přístupy zabývající se touto tematikou.

N. Lemoine a kolektiv (Lemoine et al. 2007) se ve své práci zaměřili na otázku, zda má na početnost a biodiverzitu větší vliv klima, nebo změny v krajinně způsobené intenzifikací zemědělství. Autoři předpokládali, že pokud intenzifikace ovlivňuje ptačí populace negativně, dojde k poklesu těch ptáků, jenž obývají zemědělsky využívanou krajinu. Dále pokud dojde k poklesu severních druhů a k nárůstu jižních druhů, můžeme předpokládat vliv klimatu. Jako další z možných působících faktorů na změny početnosti ptáků posuzovali vliv migrační strategie (rozlišovali rezidentní druhy, dálkové migranty a migranty na krátké vzdálenosti).

Data byla sbírána ve třech obdobích (1980 – 1981, 1990 – 1992, 2000 – 2002). Bylo zjištěno, že klimatické změny (jejichž vliv byl vyjádřen pomocí zeměpisné polohy hnízdního rozšíření jednotlivých druhů v Evropě) působí na změny početnosti

ptáků více než změny v krajině (vyjádřené jako nároky jednotlivých druhů na jejich prostředí). Výrazně vyšší vliv klimatu byl zjištěn především při srovnání abundancí mezi posledními dvěma obdobími sledování, z čehož lze vyvodit, že zejména v posledních letech význam změn v krajině poněkud ustupuje do pozadí a hlavní faktor způsobující změny početnosti ptáků může být oteplování klimatu. Nicméně i změny ve způsobu obhospodařování krajiny mají na ptáky vliv - byl zaznamenán pokles lesních druhů a naopak ptáků obývajících mokřiny přibylo. A nakonec došlo k celkovému poklesu populace dálkových migrantů. Tato práce prokazuje majoritní vliv klimatu na populace ptáků. Jejím nedostatkem však je poměrně malá plocha, na které se výzkum prováděl a taktéž nedostatek dat, jenž by umožnily kontinuální pozorování.

F. Jiguet a spolupracovníci (Jiguet et al. 2006) se zaměřili na Francii, kde se zabývali dopadem teplotní anomálie, k níž došlo v roce 2003. Hodnoty z tohoto roku byly porovnávány s průměrnými hodnotami z let 1971 – 2000. U každého z 71 druhů byla určena oblast rozšíření, habitatová specializace, migrační index, termální maximum, termální rozsah a průměrná tělesná proporce. Předpokládalo se, že fyziologicky flexibilní druhy budou bez větších problémů hnízdit jak v teplých tak ve studených oblastech. Bylo zjištěno, že celkově nejméně teplotními výkyvy trpěli dálkoví migranti. Důvodem pro tento výsledek je nejspíše vysoké termální maximum těchto druhů. Vlna horka ale neovlivnila jen ptactvo. Vzdušná vlhkost, vegetace a potravní dostupnost byly dozajista neobvykle vysokými teplotami taktéž ovlivněny. Jaké tyto změny měly dopad na početnost ptačích populací ale práce neuvádí (Jiguet et al. 2006).

Pokud je velikost populace spojena s klimatickými změnami, můžeme očekávat, že budou druhy posouvat hranice svých areálů více na sever. To bude spojené s přesuny jedinců mezi různými oblastmi v rámci areálu. Můžeme tedy předpokládat, že evropské druhy, které mají klimatické optimum více na severu, kvůli oteplování v jižních částech svých areálů ubývají a v severních naopak přibývají. Reif et al. (in press) předpokládali, že tento mechanismus může vysvětlit změny početnosti ptáků v České republice za posledních 25 let. Skutečně se potvrdilo, že druhy se severním evropským rozšířením v ČR ubývají a druhy s jižním rozšířením přibývají.

Přes všechny výše zmíněné příklady se nedá říci, že by nárůst teplot působil na ptačí společenstva pouze negativně. Z každoročního nárůstu teplot těží zejména

rezidentní druhy žijící v lesích. Teplejší zimy mohou vést ke snížení energetických vkladů například do termoregulace. Nižší úhrny sněhových srážek (a tím pádem i sněhové pokrývky) též vedou k nárůstu potravní dostupnosti. Populační trendy produkované Common Bird Census (CBC) uvádějí, že ve Spojeném království došlo k nárůstu těchto druhů o více než 50% (Leech and Crick 2007). Také populace Švédských sýkor modřinek (*Cyanistes caeruleus*) coby částečných migrantů roste (Nilsson et al. 2006).

5. ROZŠÍŘENÍ

Početnost a rozšíření ptáků jsou pozitivně korelované, takže faktory, které způsobují změny početnosti, mohou mít za následek i změny rozšíření ptáků (Gaston et al. 1997). Klimatické změny způsobují, že se klimatické podmínky různých míst na zemském povrchu mění. Na tyto změny jednotlivé druhy mohou reagovat tím, že se přesunou do míst, jejichž klimatické podmínky budou odpovídat těm, které panovaly v oblastech jejich rozšíření předtím, než se současné klimatické změny začaly projevovat. Empirická pozorování ukazují, že k tomu skutečně během posledních několika desítek let dochází. Některé předpovědi budoucího vývoje tvrdí, že k tomu bude docházet i v budoucnu s tím, jak budou klimatické změny dále postupovat.

Během druhé poloviny 20. století začalo docházet k posunu severní hranice areálů dále na sever. Tento posun se shoduje s obdobím kdy byl zaznamenán výrazný nárůst teplot (Thomas and Lennon 1999). V současnosti nacházíme o této tématice několik studií zejména z Velké Británie a Severní Ameriky (Araújo et al. 2005). Průměrný posun severní hranice ptačích areálů je v USA 2,350 km za rok a v Británii 0,945 km za rok (Thomas and Lennon 1999). Tyto rozdílné hodnoty jsou vysvětlovány vlivem oceánu na klima nad pevninou. Změny klimatu v Anglii jsou oceánem tlumeny daleko více než Severní Americe svou roli zde hraje Golfský proud, který zmírňuje evropské podnebí. Proto jsou Americe změny v rozšíření ptáků markantnější a do budoucna lze tedy počítat i s daleko větším posunem areálů směrem k severu (Hitch and Leberg 2007). Zajímavé ale je, že k posunu jižní hranice více na sever nedochází (Thomas and Lennon 1999), doposud se ale neví proč. Je možné, že jedincům žijícím na jihu, oteplování podnebí prostě nevadí. Další možností je, že se klima na kontinentech nemění rovnoměrně – hlavní zvýšení teplot nastalo v severních zeměpisných šířkách, zatímco jižní oblasti se oteplily méně. Je proto možné, že k posunu jižních hranic areálů dojde někdy v budoucnu, až se klima změní výrazněji.

Během posledních 50. let dochází k pronikání pouštních druhů do Evropy. Druhy původně žijící v severní Africe začaly osidlovat oblasti jihovýchodního Španělska (Cramp and Perrins 1994). Konkrétním příkladem je expanze hýla pouštního (*Bucanetes githagineus*) do oblasti Středozemního moře a na Iberský poloostrov (Carrillo et. all 2007). Důvodem pro osídlení nového regionu mohou být

tamní narůstající teploty a naopak klesající srážkové úhrny v oblasti původního výskytu.

Příklad výškové expanze druhů a změny výškových gradientů byl zdokumentován v horských deštných lesích v Kostarice (Pounds et al. 1999). Vyšší povrchová teplota moře podmiňuje sušší a teplejší podmínky v horských pralesích, mlžná oblaka stoupají vzhůru a tím pádem se posouvají klimatické gradienty. K tomuto jevu dochází opakovaně už několik let a proto druhy, které dříve žili v podhůří, začali hnízdit ve vyšších nadmořských polohách. (Najmanová a Adamík 2007).

Do budoucna se přepokládá, že bude docházet k dalším posunům hranic areálů na sever. Konkrétně v Evropě by se do roku 2099 mohly posunout o 258 – 882 km SSZ a SV směrem (Huntley et al. 2008). V USA se očekává kolem roku 2050 50% úbytek rozlohy areálů u nejméně 400 druhů (Jetz et al. 2007). Snížení rozlohy areálů spolu s posunem jejich hranic bude mít za následek vymírání některých druhů. Bezprostředně ohrožené budou tropičtí endemité a druhy obývající malé areály (Jetz et al. 2007, Huntley et al. 2008).

6. MEZIDRUHOVÉ VSTAHY

Vztahy mezi druhy ve společenstvu mohou být různé, ale z hlediska odezvy ptáků na současné klimatické změny se většina studií zabývá mezidruhovou kompeticí. Zvyšování početnosti nějakého druhu následkem změněných klimatických podmínek bude mít vliv na jiné druhy v případě, že se jimi využívané zdroje (např. potrava nebo hnízdní příležitosti) překrývají se zdroji, které zahrnuje ekologická nika onoho druhu.

A právě k takové situaci dochází mezi rezidentními druhy a dálkovými migranty (Schaefer et al. 2008). Vlivem klimatických změn dochází k nárůstům jak zimních, tak i jarních teplot. Je logické, že z nárůstu zimních teplot těží zejména rezidentní druhy. Teplejší podmínky v zimním období poskytují jak větší možnosti získávání potravy, tak i nižší nároky na udržení tělesné teploty. Proto když na jaře přiletí migrující druhy na hnízdiště, jsou v porovnání s rezidenty v nevýhodě. Jednak tah migrující ptáky vyčerpá, takže mohou být méně konkurenčně zdatní, především však mírná zima příliš nezredukovala početnost rezidentních druhů, kteří se tak mohou rozšířit i do míst, která jsou jinak obsazena migranty. Migrující druhy tak musí s rezidenty intenzivněji kompetovat o dostupné zdroje. Pokud ale dojde k nárůstu jarních teplot a zimní se nezmění, jsou naopak rezidentní druhy v nižší kondici. Navíc nárůst jarních teplot způsobí zvýšení potravní dostupnosti, z čehož těží zejména migranti. Rezidenty totiž limitují ony nezměněné zimní teploty, takže i když vychovají více potomků, jejich populace budou v další hnízdní sezóně stejné. Dalším faktorem působícím na obě tyto skupiny je množství srážek. Nárůst jarních srážek ovlivňuje velmi negativně hnízdící ptáky. Jelikož ale rezidenti hnízdí dříve než migranti a k nárůstu srážek dochází převážně v pozdním jarním období je zřejmé, že v nevýhodě budou druhy migrující (Schaefer et al. 2008).

Uvedme si nyní konkrétní příklad jak může klima ovlivnit vztah mezi sýkorou koňadrou (*Parus major*) a lejskem černohlavým. Klima ovlivňuje jak načasování hnízdění, tak časový interval mezi začátkem hnízdění u obou druhů. Doba začátku hnízdění je u migrantů ovlivněna teplotami před dobou, kdy hnízdí. Lejsk i sýkora obývají tentýž habitat, využívají stejné potravní zdroje a dokonce oba využívají k hnízdění dutiny stromů. Sýkory začínají hnízdit dříve, vybírají si své teritorium a hnízdní dutiny aniž by byly omezovány přítomností lejska. Je známo, že nárůst

zimních teplot se pozitivně odráží na velikosti populace rezidentních druhů. Pokud tedy populace jednoho ze dvou druhů, využívajících stejné zdroje, vzroste, dojde k nárůstu kompetičního chování (Berthold 1998, Lemoine et al. 2003, Sanz et al. 2003, Ahola et al. 2007). Přestože je lejsek podstatně slabší než sýkora, snaží se zabrat dutiny a vypudit z nich sýkorku. Lejsek ve snaze získat hnízdo, vyrušuje jejího dosavadního obyvatele, který může ve finále snůšku opustit. Ačkoliv podnět pro vznik sporu mezi oběma druhy je vydán ze strany lejska, je právě lejsek ten, kdo při takovémto sporu často zahyne. Dá se předpokládat, že pokud se interval mezi kladením vajec obou druhů sníží, zvýší se šance lejska na zabránění hnízdních dutin. Sýkory se totiž ještě nedostaly do inkubační fáze a při napadení spíše hnízdo opustí. Mezdruhové interakce je ale velmi obtížné studovat, protože je zapotřebí velké množství dat, která se bohužel shromažďují jen těžko (Ahola et al. 2007).

ZÁVĚR

Tato práce je jakýmsi shrnutím doposud známých dopadů klimatických změn na ptáky. Nedá se však zcela přesně říci, že všechny důsledky a příčiny ptačích reakcí jsou zcela objasněny. Je zde stále ještě velké množství nezodpovězených otázek a neobjasněných situací. A příčiny tohoto mohou být různé. Ve velké části prací publikovaných evropskými vědci, které pojednávají o migraci, hnízdění, nebo třeba mezidruhových interakcích, bývá modelovým druhem velmi často lejsek černohlavý. Jak ale můžeme vědět, že se všechny migrující druhy chovají stejně jako lejsek? Dá se tedy jen těžko říci, že můžeme považovat závěry vyplývající z těchto studií jako obecné.

Z předešlých kapitol už víme, že ptáci reagují na klimatické změny posunem svého fenologického cyklu. Jak je ale možné, že ptáci, zvyklí na poměrně velké teplotní rozdíly, budou tak citlivě reagovat na změny měřené v desetinách či setinách stupňů. Je však možné, že ptákům ani tak rostoucí teploty nevadí, ale k reakci jsou donuceni prostředím ve kterém žijí. Dále je sporné, jestli malé změny v teplotě mohou způsobit posuny klimatických pásů, na které mají reagovat ptačí druhy posunem svých areálů. Je také možné, že změny v chování jsou podmíněny i jinými faktory, než je klima (například úbytkem habitatů). Tato otázka se však nedá tak snadno zodpovědět, jelikož by k tomu bylo potřeba znát veškeré souvislosti, jenž mohou ptactvo ovlivňovat. Také fakt, že klima se v různých částech projevuje velmi rozličnými způsoby poněkud komplikuje snahu o zobecnění některých jevů.

Ačkoliv bylo řečeno, že ptáci jsou jednou z nejlépe prozkoumaných skupin organismů, a tudíž lze předpokládat, že podklady získané měřením budou tvořit dostatečnou půdu pro rozličné výzkumy, tak si přeci jen někteří autoři na nedostatek dat stěžují (Beaumont et al. 2006). Jiní se naopak potýkají s tím, že konkrétní hodnoty jsou jen těžko měřitelné (Aholá et al. 2007). Konkrétně při sledování mezidruhových interakcí je zapotřebí široká škála informací, které buď nasbírány doposud nebyly, nebo jsou jen velmi těžko dostupné. V takových případech se pak můžeme setkat pouze s domněnkami, než se skutečnými výsledky.

Dopady klimatických změn jsou zaznamenávány ve všech částech naší planety. Většina prací zabývající se touto tematikou se však zaměřuje pouze na oblasti Severní Ameriky (Martin 2007), Evropy (například Aholá et al. 2007, Jiguet et

al. 2006, Reif et al. in press) a Austrálie (Williams et al. 2003). Na Afriku se vědci orientují v souvislosti s evropskými dálkovými migranty, kteří zde tráví zimní období. Je stále velké množství oblastí, jenž bývají přehlíženy (například Asie, Oceánie, nebo Jižní Amerika) a nedá se říci, že by zrovna tyto oblasti byly méně důležité. Vždyť konkrétně oblast tropických deštných lesů je poměrně ostře sledována (Philip 2004).

Je více než jasné, že otázek, na které nedokážeme najít přímou odpověď, je stále ještě velké množství. Vzhledem k tomu, že tato problematika začala být středem zájmu teprve před několika lety, se ani není čemu divit. Je jen otázkou času, než na tyto otázky najdeme to správnou odpověď a budeme tak moci učinit účinná opatření, díky nimž budeme schopni předcházet některým scénářům, jako například vymírání druhů.

SEZNAM LITERATURY

- Ahola M., Laaksonen T., Eeva T. and Lehikoinen E.** (2007) Climate change can alter competitive relationships between resident and migratory birds. *Journal of Animal Ecology* **76**, 1045 – 1052
- Ahola M., Laaksonen T., Sippola K., Eeva T. and Rainio K.** (2004) Variation in climate warming along the migration route uncouples arrival and breeding date. *Global Change Biology* **10**, 1610 – 1617
- Araújo M. B., Pearson R. G., Thuillers W. and Erhard M.** (2005) Validation of species – climate impact models under climate change. *Global Change Biology* **11**, 1504 – 1513
- Bauer H-G., Lemoine N. and Peintinger M.** (2008) Avian species richness and abundance at Lake Constance: diverging long-term trends in Passerines and Nonpasserines. *Journal of Ornithology* **149**, 217 - 222
- Beaumont L., McAllan I. A. and Huges L.** (2006) A matter of timing: changes in first date of arrival and last date of departure of Australian migratory birds. *Global Change Biology* **12**, 1339 – 1354
- Begon M., Harper J. L. and Townsend C. R.** (1997) *Ekologie. Jedinci, populace a společenstva.* Vydavatelství Univerzity Palackého, Olomouc.
- Berthold P.** (1996) *Control of bird migration.* Chapman and Hall, London
- Bibby C. J., Burgess N. D., Hill D. A. and Mustoe S. H.** (2000) *Bird Census Techniques*, 2nd edn. Academic Press, London.
- Both Ch., Bouwhuis S., Lessells C. M., and Visser M. E.** (2006) Climate change and population declines in a long-distance migratory bird. *Nature* **441**, 81 - 83
- Both Ch. and Marvelde L.** (2007) Climate change and timing of avian breeding and migration throughout Europe. *Climate Research* **35**, 93 – 105
- Both Ch. and Visser M. E.** (2001) Adjustment to climate change is constrained by arrival date in o long-distance migrant birds. *Nature* **41**, 296 – 298
- Both Ch. and Visser M. E.** (2005) The effect of climate change on the correlation between avian life-history traits. *Global Change Biology* **11**, 1606 - 1613
- Brown J. H. and Lomolino M. V.** (1998) *Biogeography* 2nd edition ex Shoo L. P., Williams S. E. and Hero J-M. (2005) Potential decoupling of trends in distribution area and population size of species with climate change. *Global Change Biology* **11**, 1469 – 1476

- Carrillo C., Barbarosa A., Valera F., Barrientos R. and Morena E.** (2007) Northward expansion of a desert bird: effect of climate change? *Ibis* **149**, 166 – 169
- Cramp S. and Perrins C. M.** (1994) The birds of the Western Palaearctic, vol.8
Oxford University Press
- Crick H. Q. P.** (2004) The impact of climate change on birds. *Ibis* **146**, 48 – 56
- Crick H. Q. P. and Sparks T. H.** (1999) Climate change related to egg-laying trends. *Nature* **399**, 423 – 424
- Gaston K. J., Blackburn T. M. and Lawton J. H.** (1997) Interspecific abundance-range size relationships: an appraisal of mechanisms. *Journal of Animal Ecology* **66**, 579-601.
- Gordo O.** (2007) Why are bird migration dates shifting? A review of weather and climate effects on avian migratory phenology. *Climate Research* **35**, 37 – 58
- Gordo O. and Sanz J. J.** (2006) Climate change and bird phenology: a long-term study in the Iberian Peninsula. *Global Change Biology* **12**, 1993 – 2004
- Gregory R. D., van Strien A., Vorisek P., Gmelig Meyling A. W., Noble D. G., Foppen R. P. B. and Gibbons D. W.** (2005) Developing indicators for European birds. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B* **360**, 269-288
- Hedenstroem A., Barta Z., Helm B., Houston A. I., McNamara J. M. and Jonzén N.** (2007) Migration speed and scheduling of annual events by migrating birds in relation to climate change. *Climate Research* **35**, 79 – 91
- Hitch A. and Leberg P.** (2007) Breeding distributions of North American bird species moving north as a result of climate change. *Conservation Biology* **21**, 534 – 539
- Holmes R. T.** (2007) Understanding population change in migratory songbird: long-term and experimental studies of Neotropical migrants in breeding and wintering areas. *Ibis* **149**, 2 – 13
- Hubálek Z.** (2003) Spring migration of birds in relation to North Atlantic Oscillation. *Folia Zoologica* **52**, 287 – 298
- Hubálek Z.** (2004) Global weather variability affects avian phenology: a long-term analysis, 1881 – 2001. *Folia Zoologica* **53**, 227 – 236

- Hubálek Z. and Čapek M.** Migration distance and the effect of North Atlantic Oscillation on the spring arrival of birds in Central Europe. *Folia Zoologica*, in press
- Hubálek Z., Hudec K. and Vačkář J.** (2005) Přílet tažných ptáků na jižní Moravu v letech 1997 – 1999. *Sylvia* **41**, 59 - 71
- Hudec K.** 1983 Fauna ČSSR. Ptáci III. Academia, Praha.
- Huntley B., Collingham Y. C., Willis S. G. and Green R. E.** (2008) Potential Impacts of Climatic Change on European Breeding Birds. *PloS ONE* **1**, e1439
- Hušek J. and Adamík P.** (2008) Long-term trends in timing of breeding and brood size in the Red-Backed Shrike *Lanius collurio* in the Czech Republic, 1964 – 2004. *Journal of Ornithology* **149**, 97 – 103
- IPCC** (2007) Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment. Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University
- Jarvinen A.** (1994) Global warming and egg size and clutch size of birds. *Ecology* **75**, 108 – 110
- Crick H. Q. P.** (2004) The impact of climate change on birds. *Ibis* **146**, 48 – 56
- Jetz W., Wilcove D. S. and Dobson A. P.** (2007) Projected Impact of Climate and Land-Use Change on the Global Diversity of Birds. *PloS Biology* Vol. **5**, Issue 6, e157
- Jiguet F., Gadot A-S., Julliard R., Newson S. E. and Couvet D.** (2007) Climate envelope, life history traits and the resilience of birds facing global change. *Global Change Biology* **13**, 1672 – 1684
- Jiguet F., Julliard R., Thomas Ch. D., Dehorter O., Newson S. E. and Couvet D.** (2006) Thermal range predicts bird population resilience to extreme high temperatures. *Ecology Letters* **9**, 1321 - 1330
- Jonzén S, and Stenseth N.** (2006) Rapid advance of spring arrival dates in long-distance migratory birds, *Science* **312**, 1959 - 1961
- Julliard R., Jiguet F. and Couvet D.** (2003) Common birds facing global changes: what makes a species at risk? *Global Change Biology* **10**, 148 - 154
- Julliard R., Jiguet F. and Couvet D.** (2004) Evidence for the impact of global warming on the long-term population dynamics of common birds. *Proceeding of the Royal Society of London Series B* **271**, S490 – S492

- Kundsen E., Lindén A. Ergon T., Jonzén N., Vik J. O., Knape J., Roer J. E. and Stenseth N. Ch.** (2007) Characterizing bird migration phenology using data from standardized monitoring at bird observatories. *Climate Research* **35**, 59 – 77
- Leech D. I. and Crick H. Q. P.** (2007) Influence of climate change on the abundance, distribution and phenology of woodland bird species in temperate regions. *Ibis* **149**, 128 – 145
- Lemoine N. Bauer H-G., Peintinger M. and Boehning-Gaese K.** (2007) Effect of Climate and Land-Use Change on Species Abundance in a Central European Bird Community. *Conservation Biology* **21**, 495 - 503
- Marra P. P., Francis Ch. M., Mulvihill R. S. and Moore F. R.** (2005) The influence of climate on the timing and rate of spring bird migration. *Oecologia* **142**, 307 – 315
- Martin T. E.** (2007) Climate correlates of 20 years of trophic changes in a high-elevation riparian system. *Ecology* **88**, 367 – 380
- Miller, Loye H.** (1950): A Miocene Flamingo from California. *Condor* **52**, 69-73.
- Moller A.** (2002) North Atlantic Oscillation effects of climate on the relative importance of first and second clutches in a migratory passerine bird. *Journal of Animal Ecology* **71**, 201 - 210
- Najmanová L. a Adamík P.** (2007) Ptáci a změny klimatu. *Sylvia* **43**, 2 – 18
- Newton I.** (1998) Population Limitation in Birds. Academic Press, London.
- Nilsson A. L. K., Lindstorm A., Jonzen N., Nilsson S. G. and Karlsson L.** (2006) The effect of climate change on partial migration – the blue tit paradox. *Global Change Biology* **12**, 2014 – 2022
- Philip M. F., and William F. L.** (2004) Tropical Deforestation and Greenhouse-Gas Emissions. *Ecological Applications* **14**, 982–986
- Pounds J. A., Fogden M. P. L. and Campbell J. H.** (1999) Biological response to climate change on a tropical mountain. *Nature* **398**, 611 - 615
- Reif J., Voříšek P., Šťastný K., Koschová M. and Bejček V.** (2008) The impact of climate change on long-term population trends of birds in a central European country. *Animal Conservation*, in press
- Rivalan P., Fredericksen M., Lois G. and Julliard R.** (2007) Contrasting responses of migration strategies in two European Thrushes to climate change. *Global Change Biology* **13**, 275 – 287

- Robinson R. A. and Crick Q. P.** (2005) Climate change and migratory species. British Trust for Ornithology, Norfolk
- Ruboliny D., Ambrosini R., Caffi M. and Saino N.** (2007) Long-term trends in first arrival and first egg laying dates of some migrants and resident bird species in northern Italy. *International Journal of Biometeorology* **51**, 553 - 563
- Rubolini D., Moller A. P., Rainio K., Lehikoinen E.** (2007) Intraspecific consistency and geographic variability in temporal trends of spring migration phenology among European bird species. *Climate Research* **35**, 135 – 146
- Sanz J.** (2002) Climate change and breeding parameters of great and blue tits throughout the western Palaearctic. *Global Change Biology* **8**, 409 - 422
- Sanz J. J., Potti J., Moreno J., Merino S. and Frías O.** (2003) Climate change and fitness components of migratory birds breeding in the Mediterranean region. *Global Change Biology* **9**, 461 – 472
- Saino N. and Ambrosini R.** (2008) Climatic connectivity between Africa and Europe may serve as a basis for phenotypic adjustment of migration schedules of trans-Saharan migratory birds. *Global Change Biology* **14**, 250 - 263
- Sekercioglu C. H., Schneider C. H., Fay J. P. and Loarie S. R.** (2007) Climate change, elevation range shifts and bird extinctions. *Conservation Biology* **22**, 140 - 150
- Seoane J. and Carrascal L. M.** (2008) Interspecific differences in population trends of Spanish birds are related to habitat and climatic preferences. *Global Ecology and Biogeography* **17**, 111 – 121
- Shoo L. P., Williams S. E. and Hero J-M.** (2005) Potential decoupling of trends in distribution area and population size of species with climate change. *Global Change Biology* **11**, 1469 – 1476
- Schaefer H-Ch., Jetz W. and Boehning-Gaese K.** (2008) Impact of climate change on migratory birds: community resemblance versus adaptation. *Global Ecology and Biogeography* **17**, 38 – 49
- Strode P. K.** (2003) Implications of climate change for North American wood warblers (Parulidea). *Global Change Biology* **9**, 1137 – 1144
- Thomas Ch. and Lennon J.** (1999) Birds extend their range northwards. *Nature* **399**, 6733
- Thorup K., Tottrup A. P., Rahbek C.** (2007) Patterns of phenological changes in migratory birds. *Oecologia* **151**, 697 – 703

- Tryjanowski P., Sparks T. H., Kuczynski L. and Kúzinak S.** (2004) Should avian egg size increase as a result of global warming? A case study using the red-backed shrike (*Lanius collurio*). *Journal of Ornithology* **145**, 264 – 268
- Van den Brink B., Bijlsma R. G. and Van den Have T. M.** (2000) European swallows *Hirundo rustica* in Botswana during three non-breeding seasons: the effect of rainfall on moult. *Ostrich* **71**, 198 – 204
- Gordo O.** (2007) Why are bird migration dates shifting? A review of weather and climate effects on avian migratory phenology. *Climate Research* **35**, 37 – 58
- Vose R. S. and Gleason B.** (2005) Maximum and minimum temperature trends for the globe: An update Through 2004. *Geophysical Research Letters* **32**, L23822
- Hitch A. and Leberg P.** (2007) Breeding distributions of North American bird species moving north as a result of climate change. *Conservation Biology* **21**, 534 – 539
- Weidinger K. and Král M.** (2007) Climatic effects on arrival and laying dates in a long-distance migrant, the Collared Flycatcher *Ficedula albicollis*. *Ibis* **149**, 836 – 843
- Williams S. E., Bolitho E. E. and Fox S.** (2003) Climate change in Australian tropical rainforests: an impending environmental catastrophe. *Proceeding of the Royal Society of London Series B* **270**, 1887 - 1892
- Williams D. G. and Ehleringer J. R.** (2000) Intra- and interspecific variation for summer precipitation use in pinyon-juniper woodlands. *Ecological Monographs* **70**, 517 – 537
- Martin T. E.** (2007) Climate correlates of 20 years of trophic changes in a high-elevation riparian system. *Ecology* **88**, 367 – 380
- Williams S. and Middleton J.** (2008) Climatic seasonality, resource bottlenecks, and abundance of rainforest birds: implications for global climate change. *Diversity and Distributions* **14**, 69 – 77
- Wilson W. H.** (2007) Spring arrival dates of migratory breeding birds in Maine: sensitivity to climate change. *The Wilson Journal of Ornithology* **119**, 665 - 677
- Winkel W. and Hude H.** (1997) Long-term trends in reproductive traits of tits (*Parus major*, *P. caeruleus*) and Pied Flycatchers *Ficedula hypoleuca*. *Journal of Avian Biology* **28**, 187 – 190
- Crick H. Q. P.** (2004) The impact of climate change on birds. *Ibis* **146**, 48 – 56
- Yom-Tov Y.** (2001) Global warming and body mass decline in Israeli passerine birds. *Proceeding of the Royal Society Series B: Biological Sciences* **286**, 947 - 952

ex Tryjanowski P., Sparks T. H., Kuczynski L., Kúzinak S. (2004) Should avian egg size increase as a result of global warming? A case study using the red-baked shrike (*Lanius collurio*). *Journal of Ornithology*. 145, 264 – 268

Zalakevicius M., Bartkeviciene G., Ruodonikis L., Janulatis J. (2005) Spring arrival response to climate change in birds: a case study from eastern Europe. *Journal of Ornithology* **147**, 326 – 343