

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

KATEDRA PROSTOROVÝCH VĚD



**VLIV POČASÍ NA VÝBĚR ZIMOVÍŠTĚ  
U PLAMENÁKA RŮŽOVÉHO (PHOENICOPTERUS  
ROSEUS) V OBLASTI STŘEDOZEMNÍHO MOŘE**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

VEDOUCÍ PRÁCE: Ing. Vojtěch BARTÁK, Ph.D.

BAKALANT: Anna NOSYREVA

2021

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Anna Nosyreva

Environmentální vědy  
Aplikovaná ekologie

Název práce

**Vliv počasí na výběr zimoviště u plameňáka růžového (*Phoenicopterus roseus*) v oblasti Středozemního moře**

Název anglicky

**Effect of weather conditions on wintering place selection by Greater Flamingo (*Phoenicopterus roseus*) in the Mediterranean**

---

### Cíle práce

Posoudit vztah mezi časoprostorovou dynamikou populace plameňáka růžového v době zimování a vybranými meteorologickými proměnnými.

### Metodika

Jedná se o prostorovou analýzu dat o pohybu cca 4000 jedinců plameňáků růžových pocházejících z kolonie v severní Itálii (Comacchio). Četnost výskytu jedinců v různých mokřadech v oblasti středozemního moře by měla být dána do souvislosti s environmentálními podmínkami těchto mokřadů, především s meteorologickými daty. Předpokládá se zpracování dat v programu R.

**Doporučený rozsah práce**

30-50

**Klíčová slova**

Plameňák růžový, prostorová ekologie, Středozevní moře, populační dynamika, zimování

**Doporučené zdroje informací**

- Amat, J. A., Rendón, M. A., Rendón-Martos, M., Garrido, A., & Ramírez, J. M. (2005). Ranging behaviour of greater flamingos during the breeding and post-breeding periods: Linking connectivity to biological processes. *Biological Conservation*, 125(2), 183–192. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2005.02.018>
- Geraci, J., Béchet, A., Cézilly, F., Ficheux, S., Baccetti, N., Samraoui, B., & Wattier, R. (2012). Greater flamingo colonies around the Mediterranean form a single interbreeding population and share a common history. *Journal of Avian Biology*, 43(4), 341–354. <https://doi.org/10.1111/j.1600-048X.2012.05549.X>
- Nager, R. G., Hafner, H., Johnson, A. R., & Cézilly, F. (n.d.). Environmental impacts on Wetland Birds: Long-Term Monitoring Programmes in the Camargue, France. <https://doi.org/10.5253/078.098.0305>
- Sanz-Aguilar, A., Béchet, A., Germain, C., Johnson, A. R., & Pradel, R. (2012). To leave or not to leave: survival trade-offs between different migratory strategies in the greater flamingo. *Journal of Animal Ecology*, 81(6), 1171–1182. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2656.2012.01997.x>

**Předběžný termín obhajoby**

2020/21 LS – FŽP

**Vedoucí práce**

Ing. Vojtěch Barták, Ph.D.

**Garantující pracoviště**

Katedra aplikované geoinformatiky a územního plánování

**Konzultant**

Dr. Federico Morelli

Elektronicky schváleno dne 31. 3. 2020**doc. Ing. Petra Šimová, Ph.D.**

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 1. 4. 2020**prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.**

Děkan

V Praze dne 17. 03. 2021

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracovala samostatně pod vedením Ing. Vojtěcha Bartáka, Ph.D., a že jsem uvedla všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpala. Také prohlašuji, že se tištěná verze shoduje s verzí odevzdanou přes Univerzitní informační systém.

V Praze 30.03.2021

Podpis:

## PODĚKOVÁNÍ

Rada bych poděkovala vedoucímu své práce Ing. Vojtěchu Bartákovi, Ph.D. za vedení této práce, praktické rady a připomínky, pomoc při vyhodnocování statistiky a vstřícný a pozitivní přístup. V neposlední řadě bych chtěla poděkovat své rodině za podporu, kterou mi při celém studiu poskytla.

## ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá studiem vlivu počasí na výběr zimoviště plameňákem růžovým (*Phoenicopterus roseus*). Rešeršní část je zaměřena na problematiku migračních aspektů sledovaného druhu a faktory, které ten pohyb ovlivňují, a především se věnuje působení podmínek počasí na abundanci jedinců v lokalitách zimování.

Posouzení a vyhodnocení korelace mezi meteorologickými proměnnými a relativním počtem jedinců plameňáka růžového na zimovištích bylo provedeno na základě databáze monitorování plameňáka růžového, obývající mokřadní komplex zálivu Valli di Comacchio. Monitoring kolonie byl prováděn v letech 2000–2009. Účelem je vyhodnotit a popsat, jak průměrné hodnoty teplot a množství srážek na zimovištích v měsících, předcházejících zimnímu období, ovlivňují četnost plameňáků během zimního období v určených oblastech zimování v rámci jednoho kalendářního roku. Ke korelační analýze byly použity datové sady povětrnostních proměnných stažené z webu klimatické databáze CHELSA.

**KLÍČOVÁ SLOVA:** Plameňák růžový, Středozeří, migrace, zimoviště, počasí, četnost

## ABSTRACT

The Bachelor thesis studies the influence of weather on the selection of wintering grounds by the greater flamingo (*Phoenicopterus roseus*). The review is focused on the issue of migration aspects of the observed species and factors that affect its movement, and focuses mainly on the effect of weather conditions on the abundance of individuals in the wintering sites.

The assessment and evaluation of the relationship was analyzed based on a monitoring database of greater flamingo, inhabiting the Valli di Comacchio wetland complex. Monitoring of the colony was carried out in 2000–2009. The aim is to evaluate and describe how the average values of temperatures and rainfall in wintering grounds in the months preceding the winter season affect the frequency of flamingos during the winter in designated wintering areas within one calendar year. For the correlation analysis were used weather variable datasets downloaded from the CHELSA climate database website.

**KEYWORDS:** Greater flamingo, Mediterranean, migration, wintering site, weather, frequency

# OBSAH

1. Úvod.....	1
2. Literární rešerše .....	3
2.1 Popis a rozšíření plameňáka růžového .....	3
2.2 Migrační chování plameňáků růžových .....	4
2.2.1 Chování za letu.....	4
2.2.2 Navigace a trasy letu .....	4
2.2.3 Rozmíst'ování „dispersal“ .....	5
2.2.4 Migrace .....	7
2.2.5 Věrnost zimovištím .....	8
2.3 Vliv vybraných meteorologických proměnných na migraci vodních ptáků	10
2.3.1 Globální oteplování.....	10
2.3.2 Lokální podmínky počasí.....	11
2.4 Oblast Středomoří.....	14
2.4.1 Hlavní zimoviště .....	14
2.4.2 Záliv Valli di Comacchio .....	18
2.5 Klimatické údaje databáze CHELSA .....	19
3. Metodika .....	20
3.1 Původ dat.....	20
3.2 Databáze zimovišť .....	22
3.2.1 Úprava dat .....	23
3.3 Databáze povětrnostních proměnných .....	24
3.4 Zpracování dat .....	25
3.4.1 Sumarizace dat .....	25
3.4.2 Extrakce meteorologických proměnných.....	26
3.4.3 Korelační analýza.....	27
4. Výsledky .....	28
4.1 Korelace teplot a četnosti jedinců na zimovištích .....	29
4.2 Korelace srážek a četnosti jedinců na zimovištích .....	33
4.3 Souhrnný přehled výsledků .....	40
5. Diskuse.....	41
6. Závěr .....	43
7. Přehled literatury a použitých zdrojů.....	44
8. Přílohy.....	48



# 1. Úvod

Plameňák růžový (*Phoenicopterus roseus*) je nejrozšířenějším druhem čeledi *Phoenicopteridae* a je hlavní složkou avifauny slaných a brakických mokřadů Středomořské oblasti. Obecně je popsán jako částečně stěhovavý druh, který má tendenci být při výběru svého stanoviště velmi selektivní. Výběr vhodného místa zimování může hrát velkou roli pro strukturu a dynamiku celé populace. Zimní podmínky počasí ovlivňují nejen využívání stanovišť a následující distribuci ptáků, ale také i pravděpodobnost přežití a fitness jedinců. Však existuje málo informací o vlivu počasí a povětrnostních jevů na četnost plameňáků během zimního období. Prozatím není zcela prokázáno, jakým způsobem sledovaný druh vnímá a detekuje příznivé podmínky prostředí a na jakém základě vybírá svá zimoviště. Existuje několik studií o vlivu směru větrů na výběr trasy letu během podzimní migrace u juvenilních plameňáků a o reakci ptáků na extrémní meteorologické podmínky během zimního období. Tato práce by měla sloužit jako příspěvek k porozumění role počasí při výběru zimoviště plameňákem růžovým. Otázkou je, jestli jsou plameňáci schopni detekovat příznivá počasí v různých měsících jednoho roku během svého pohybu a na základě těchto znalostí vybírat svá zimoviště.

Hlavním cílem je vyhodnotit vztah mezi podmínkami počasí ve měsících předcházejících zimními období a četnosti plameňáků na zimovištích, zejména korelací měsíčních průměrných teplot či úhrnů srážek a relativního počtu jedinců v místech zimování. Jde o posouzení vlivu počasí s různým zpožděním během jednoho kalendářního roku na počet zimujících plameňáků na lokalitách během zimního období ve stejném roce.

V rámci práce byly stanoveny následující dílčí cíle:

- Zpracování literární rešerše o migračním chování plameňáků růžového a faktorech ovlivňujících zimní migrační návyky vodních ptáků
- Zpracování existující databáze monitoringu plameňáka růžového v oblasti Středomořského moře
- Grafické znázornění zimovišť plameňáků pocházejících z kolonie Saline di Comacchio

- Znázornění počtu pozorovaných jedinců a počtu záznamů pozorování na zimovištích
- Vytváření časové řady relativního počtu jedinců na lokalitách
- Zpracování dat počasí a zjištění průměrných hodnot meteorologických proměnných pro oblasti zimování plameňáků
- Vytváření časové řady průběhu počasí pro dané oblasti
- Vyhodnocení vztahu mezi četností jedinců na zimovištích a průměrnými hodnotami úhrnu srážek či teplot v měsících předcházejících zimnímu období

## 2. Literární rešerše

### 2.1 Popis a rozšíření plameňáka růžového

Plameňák růžový (*Phoenicopterus roseus*) je dlouhověký druh koloniálního vodního ptáka, který se vyznačuje omezeným počtem hnízdišť a vysokými schopnostmi šíření (Geraci, et al., 2012). Sledovaný druh je řazen do řádu plameňáci (*Phoenicopteriformes*), čeledi *Phoenicopteridae*.

Plameňák růžový obývá hlavně brakické, slané a zásadité vody za tropických nebo mírných klimatických podmínek ve Středomoří; západní, východní a jižní Africe; a jižní a jihozápadní Asii (Cézilly et Johnson, 2007). Světová populace čítá více než 500000 jedinců a cca 60% světové populace plameňáků růžových se vyskytuje v oblasti středozemního moře (Delany et Scott, 2002). Nejznámější středomořské kolonie plameňáků se nacházejí v Alžírsku, Francii, Itálii, Maroku, Španělsku, Tunisku a Turecku. Plameňáci mají tendenci být při výběru hnízdního stanoviště velmi selektivní a obecně tvoří velké a husté kolonie, často čítající tisíce jedinců (Cézilly et Johnson, 2007). Preferují vysoce slané mokřady ležící v oblastech s vysokým výparem, v aridních nebo semiaridních oblastech, kde jsou podmínky obecně příliš drsné pro jiné druhy, včetně člověka. Plameňáci jsou unipární (vyvádí 1 mládě ročně), ale existuje mnoho záznamů o hnízdech s dvěma vejci, a velmi příležitostně dokonce se třemi (Cézilly et Johnson, 2007). Období hnízdění připadá na dobu od února do srpna. Plameňáci hledají potravu v nejrůznějších mokřadech, od přílivových mělčin a říčních delt po vnitrozemská jezera. Mokřady mohou být dočasné nebo trvalé, přírodní nebo umělé. Rozsah druhů a taxonů, které tvoří základ stravy plameňáka růžového, je velmi široký. Hlavní potravou jsou především vodní bezobratlí a jejich vajíčka a larvy. Většinu potravy plameňáci sbírají filtrací vody, ale některé z větších kořistí mohou detekovat viděním, například ryby a krabi nebo hmatem, například mlži (Macnae, 1960). Pokud na začátku období rozmnožování existuje nedostatek potravy, jako je tomu v případě nízkých hladin vody, se mohou někteří dospělí jedinci hnízdění zdržet, pokud je pravděpodobnost úspěšného chovu mláďat příliš nízká. Plameňáci se však hnízdí oportunisticky a jsou schopní se začínat rozmnožovat kdykoli a kdekoli, pokud jsou k tomu přítomny vhodné podmínky (Nager, et al., 1996).

## 2.2 Migrační chování plameňáků růžových

### 2.2.1 Chování za letu

Plameňáci ke svému vzletu využívají běh po vodní hladině, ale mohou i jediným máchnutím křídly proti silnému větru. Za letu udržují krk a nohy natažené a téměř nepřetržitě mávají křídly v kombinaci s krátkým klouzavým letem. Pro minimalizaci nákladů na energii za letu, plameňáci mají tendenci tvořit formace ve tvaru „V“ (Béchet, 2017).

Nadmořská výška letu je závislá na tom, zda pták letí nad mořem nebo nad zemí, a na směru a síle větru. Ve směru větru plameňáci obvykle létají vysoko, ale při protivětru raději zůstávají nízko nad vodní hladinou, kde je síla větru nižší. Plameňáci, kteří opouštějí Francii směrem na jih od Středozemního moře, zřídka letají výše než 250 metrů, zatímco ti, kteří se vrací z jihu na jaře, jsou obvykle pozorováni ve výšce méně než 50 metrů nad mořem (Cézilly et Johnson, 2007). Při cestování nad souší plameňáci obvykle létají vysoko, několik ptáků bylo pozorováno radarem v extrémních výškách 2000 až 6000 metrů (Béchet, 2017 ex. Shirihai, 1996). Rychlost letu plameňáků je v průměru 50–60 km/h pro krátké lety, ale může dosáhnout i 60–70 km/h pro dálkové lety s větrem v zádech (Béchet, 2017).

### 2.2.2 Navigace a trasy letu

Plameňák je dlouho žijícím ptákem, a proto zkušenost má velký význam pro jeho navigaci během života. Formace plameňáků obecně obsahují směs dospělých a juvenilních jedinců, tudíž mladí plameňáci jsou schopni následovat dospělé a využívat znalostí starších ptáků. Plameňáci, kteří jsou převážně nočními cestujícími, se pravděpodobně dokážou navigovat pomocí hvězd a během dne se mohou orientovat podle krajinných prvků, jako jsou řeky nebo jiné člověkem vytvořené infrastruktury (Béchet, 2017). Letové trasy mohou odpovídat příznivým krajinným prvkům (např. síť propojených mokřadů a pobřežní linie) nebo mentálními mapám zapamatovanými ptáky, které jim umožňují rychlou navigaci při cestování mezi známými místy pro hledání potravy, hnízdění a zimování.

Hlavní středomořské letové trasy plameňáků byly rozsáhle popsány v práci Cézilly et Johnson (2007). Nejdůležitější trasy jako jsou cesty plameňáků z kolonie Camargue jdou podél východního pobřeží Španělska a atlantického pobřeží Maroka, Západní Sahary, Mauretánie, Senegalu a Guineje-Bissau na západ Afriky; a přes Středozevní moře do Tuniska s „mezipřistáním“ na Sardinii. Poté, co v Tunisku, plameňáci mohou létat na východ podél severoafrického pobřeží do Libye a Egypta a na západ do Alžírsko a Maroka s následujícím spojením se španělskou letovou trasou. Cézilly et Johnson (2007) popisují spojení mezi západní a východní středomořskou populací plameňáka růžového prostřednictvím letové cesty napříč severní Afrikou, přičemž mezi těmito dvěma populacemi je na severu Středomoří málo pohybů. Však relativně nedávný nárůst populace v Itálii a Turecku otevřel novou letovou cestu podél severního pobřeží Středozevního moře přes Řecko a Jaderské moře (Balkız, et al., 2007).

### 2.2.3 Rozmíst'ování „dispersal“

Termín rozmíst'ování (tzv. dispersal) nebo rozptylování ekologové nejčastěji používají jako trvalý pohyb, který jedinec provede z místa narození do místa, kde se rozmnožuje nebo by se rozmnožoval, kdyby přežil a našel si partnera. Tato definice odkazuje na pohyb prerreproduktivních jedinců. Ačkoli je rozmíst'ování často silně předpojaté vůči mladým jedincům, dospělí se mohou také pohybovat z jednoho místa rozmnožování do druhého (Greenwood et Harvey, 1982). Jinými slovy, rozmíst'ování je šíření jednotlivců od ostatních, často od rodičů nebo sourozenců, kteří zůstali v původní oblasti. Na rozdíl od migrace se jedná o nesměrované rozmíst'ování jedinců na kratší vzdálenosti, zpravidla bez návratu. Míra rozmíst'ování u ptáků je velmi proměnlivá, pohybuje se od velmi nízké po prvním hnízdění, jako například u mnoha koloniálních mořských ptáků, až po rozsáhlé rozptylování nomádických druhů (Nager, et al., 1996). Protože rozmíst'ování je relativně energeticky náročný proces, který může zahrnovat vysoké riziko úmrtí, získání dostatečně silného fyzického stavu před odletem pravděpodobně hraje rozhodující roli při určování rozsahu, v jakém se organismy rozptylují (Barbraud, et al., 2003 ex. Dufty et Belthoff, 1999). Zdá se vhodné, aby jedinec odložil rozptylování, dokud nedosáhne dostatečné velikosti nebo nebude mít dostatek energie, aby zvýšil pravděpodobnost, že přežije.

Rozmíst'ování je životní strategie plameňáků, která má důležité následky, ať už jako demografický nebo genetický proces (Barbraud, et al., 2003). Bylo zjištěno, že několik faktorů může ovlivňovat proces rozmíst'ování, včetně individuálních (např. pohlaví, věku) a specifických charakteristik populace, jako je hustota kolonie, a environmentálních charakteristik, jako je dostupnost potravy nebo vhodnost stanovišť (Barbraud, et al., 2003; Cézilly et Johnson, 2007; Greenwood et Harvey, 1982).

Obecně se rozlišují tři typy rozmíst'ování u plameňáků (Béchet, 2017):

- Rozmíst'ování po dospívání (tzv. post-fledging dispersal)
- Juvenilní nebo natální rozmíst'ování
- Rozmnožovací rozmíst'ování

### **Rozmíst'ování po dospívání**

Rozmíst'ování po dospívání je pohyb ptáků mezi místem narození a jejich prvním zimovištěm před prvním pokusem o rozmnožování (Béchet, 2017). Vzhledem k tomu, že plameňáci se rozmnožují jen na velmi malém počtu míst, a protože se juvenilní plameňáci snadno odlišují od starších ptáků, lze daný typ rozptylování snadno rozpoznat podle vzhledu mlád'at (Johnson, 1989).

Rozmíst'ování pohlavně nedospělých jedinců může mít také vážné následky pro jejich fitness. Mladí plameňáci, kteří se rozptylují na velké vzdálenosti trpí nižším přežitím než jedinci, kteří se pohybují na střední vzdálenosti nebo zůstávají ve své natální kolonii (Gillingham, et al., 2013).

### **Natální rozmíst'ování**

Plameňáci pohlavně dospívají ve věku 3 let (Cézilly et Johnson, 2007). Od tohoto věku jsou často pozorováni v procesu průzkumu kolem různých kolonií během období rozmnožování. Není neobvyklé pozorovat okroužkované ptáky, kteří během jednoho jara navštívili andaluskou kolonii Fuente de Piedra ve Španělsku a lokalitu Camargue ve Francii, nebo Camargue a kolonie v Sardinii (Béchet, 2017). V obou případech tyto

návštěvy znamenají výlety na více než 500 km uskutečněné ve velmi krátkém časovém období.

Když se pták konečně rozhodne poprvé rozmnožovat na jiném místě, než je jeho místo narození, takové rozmíst'ování se nazývá natální nebo přesun ptáků z místa narození do jejich prvního hnízdiště.

### **Rozmnožovací rozmíst'ování**

Rozmnožovací rozmíst'ování popisuje pohyb ptáků mezi místy rozmnožování z jednoho roku na druhý (Greenwood, 1980). Rozsah rozmnožovacího rozmíst'ování má zásadní význam, protože má důsledky pro genové toky a obecně umožňuje posouzení struktury populace pro návrh ochranných opatření.

### **2.2.4 Migrace**

Termín migrace se používá k popisu sezónně synchronizovaným přemístěním populací mezi „dvěma světy hnízdišť a zimovišť, kde jsou střídavě příznivé nebo nepříznivé podmínky.

Ačkoli někteří jedinci pravděpodobně v určité sezóně migrují až na 4000 km, plameňáci nejsou skuteční migranti v přijatém smyslu (Johnson, 1989). V zimě se rozptylují po celém středomořském regionu a vykazují velmi složitá schémata pohybů, které lze popsat jako disperzní, stěhovavé, částečně stěhovavé a někdy nepravidelné nebo nomádické.

Pouze v severnějších částech jejich areálu plameňáci provádějí pohyby, které lze označit za skutečně stěhovavé, když se ptáci pravidelně dvakrát ročně pohybují mezi geograficky oddělenými hnízdišti a zimovišti (Cézilly et Johnson, 2007). Jako jsou například kolonie plameňáků z Kazachstánu, zimující na pobřeží Kaspického moře, když jsou jejich vnitrozemské oblasti rozmnožování pokryty ledem a sněhem.

Částečná migrace je rozšířeným jevem, když se populace zvířat skládají ze směsi rezidentních a stěhovavých jedinců, přičemž část populace zůstává buď ve svém hnízdišti nebo zimovišti, zatímco zbytek migruje (Dingle et Drake, 2007). Někteří plameňáci po dlouhou dobu nemigrují, zatímco jiní ze stejné kolonie provádějí pohyby

dlouhé až tisíce kilometrů (Johnson, 1997). Zhruba polovina ze všech přítomných plameňáků z populace Camargue ve Francii, na podzim migruje do vzdálených zimovišť v západním Středomoří a severní Africe, zatímco ostatní zimují poblíž hnízdní kolonie (Barbraud, et al., 2003; Cézilly et Johnson, 2007). Míra přežití u obou strategií závisí na zkušenostech a faktorech prostředí. Mláďata plameňáku zimující v blízkosti nebo ve střední vzdálenosti od místa narození přežívají lépe než ti, kteří zimují ve vzdálenějších lokalitách, zatímco dospělí jedinci přežívají lépe ve vzdálených nejjižnějších oblastech zimování (Sanz-Aguilar, et al., 2012). Však daná životní strategie u jedinců nepřetrvává celý život a může se z roku na rok měnit v závislosti na zimních podmínkách počasí a věku nebo pohlaví (Lack, 1968).

### 2.2.5 Věrnost zimovištím

Podzimní migrace a věrnost zimovištím mají významné ekologické a evoluční následky pro ptačí populace (Hestbek, et al., 1991). Výhoda znalosti prostředí může převažovat nad potenciálními výhodami rozmístování a migrace, pokud jsou podmínky rok od roku relativně předvídatelné.

Variabilita ve věrnosti konkrétním zimovištím u plameňáků je individuální. Ve studiu Green, et al. (1989) bylo zjištěno, že se plameňáci, pocházející z kolonie Camargue mají tendenci vracet na stejná zimoviště, na kterých trávili své první dvě zimy, i když se mohou v jiných ročních obdobích vracet do okolí rodné kolonie. Jednotlivé plameňáky pozorované během jejich první zimy ve Španělsku nebo v Tunisku byli pozorovány ve stejné oblasti v následujících zimách, ačkoli tento účinek nebyl významný po čtvrté zimě. Další podobná analýza polohy plameňáků ve druhé zimě jejich života poskytla významné důkazy o věrnosti zimovištím druhé zimy až do sedmé zimy. Případové studie pohybu jednotlivých jedinců také ukazují individuální věrnost konkrétním mokřadům v období zimování (Cézilly et Johnson, 2007).

Někteří jedinci mají vysokou úroveň věrnosti stanovištím, a to jak mimo období rozmnožování, tak i pro dobu hnízdění. Například 1 pták během svého života překročil Středomoří 17krát, vždy trávil zimu v Sfaxu v Tunisku a do Evropy se vracel nejvíc let od věku 5 let (Johnson, 2019). Některé druhy z nestěhovavých plameňáků ze Francie, jsou vždy pozorovány na východ od Camargue, jiné na západ a zjevně nemění svoje místo zimoviště. Mnoho plameňáků ze stejné kolonie Camargue



se každý rok po období rozmnožování stěhuje do Španělska a severní Afriky. Jejich migrační cesta do místa zimování je obvykle určena v prvních rocích života hlavním směrem větrů (Green, et al., 1989).

Pokud se však relativní vhodnost různých zimovišť z hlediska faktorů ovlivňujících fitness rok od roku liší, a pokud je tato variace vnímána ptáky, pak by každý rok mohlo dojít k vymění svého zimoviště a oportunistickému výběru nejvhodnějších míst zimování (Hestbek, et al., 1991). Proto je plameňák růžový často charakterizován jako nomádický druh. Nomádismus neznamena neomezené přemísťování bez směru, spíše se vyznačuje dočasnými zastávkami, jejichž frekvence a stabilita závisí na dostupnosti zdrojů potravy. Takové kočovné pohyby tedy často budou následovat tradiční trasy letu a lze je dokonce popsat jako strukturované letové cesty (Béchet, 2017).

## 2.3 Vliv vybraných meteorologických proměnných na migraci vodních ptáků

Pochopení toho, jak druhy a populace reagují na časoprostorovou variabilitu jejich prostředí, je základním rysem současné ekologie. Prostředí, ve kterém probíhá životní cyklus organismu, je přirozeně dynamický. Jednotlivé druhy se tak musí vyrovnat s proměnlivými podmínkami svého okolí.

Vodní ptáci jsou definovány jako skupina druhů ptáků, závislých na vodním prostředí, která může rychle reagovat na změnu stanoviště, a proto patří k indikátorům kvality a bohatství mokřadních ekosystémů. Mokřady jsou považovány za jeden z nejzranitelnějších ekosystémů ovlivňujících využívání stanovišť a distribuci vodního ptactva, které na nich závisí.

Nepředvídatelná příroda mokřadních ekosystémů upřednostňuje oportunistické strategie rozmnožování a zimování jejich rezidentů (Nager, et al., 2011). Hydrologické podmínky středomořských mokřadů do značné míry závisí jak na množství zimních srážek, tak i na působení větru, který přepravuje důležité množství vody mezi propojenými vodními útvary. Protože hlavní období srážek se vyskytuje v zimních měsících a evapotranspirace často převyšující srážky v letních, ten typ stanoviště charakterizován jako nepředvídatelný a velmi variabilní (Nager, et al., 2011).

### 2.3.1 Globální oteplování

Kromě přirozených výkyvů podmínek prostředí se organismy musí vyrovnat s rychlými změnami klimatických podmínek. Reakce na změnu klimatu mají tendenci být druhově specifické, spojené s geografickým rozšířením druhů, využíváním stanovišť a dalších ekologických a životních cyklů (Araújo, et al., 2011). Vodní ptáci reagují zvláště na změnu klimatu ve srovnání s jinými druhy ptáků (Pavón-Jordán, et al., 2015).

Změny dostupnosti a kvality mokřadů způsobené změnami klimatu mají značný dopad na distribuci a abundanci vodních ptáků. Předpokládá se, že dopady změny klimatu na distribuci v zimě budou výraznější než v období rozmnožování, zejména u stěhovavých druhů (Pavón-Jordán, et al., 2018). Je to proto, že migrující druhy obecně vykazují větší flexibilitu při výběru zimovišť ve srovnání s místy

rozmnožování a kvůli větší rychlosti změn meteorologických podmínek (např. teplota, srážky a rychlost větru) během zimy než v jakékoli jiné sezóně.

Někteří vodní ptáci mohou snížit svou migrační vzdálenost a zimovat na nově dostupných zimovištích blíže k jejich místům rozmnožování. Toto se označuje jako krátkodobé zastavení (tzv. short-stopping) a je přímým důsledkem zvýšení teploty během zimy v severní Evropě, což vytváří nové příznivé mokřady dále na sever (Pavón-Jordán, 2017). Dostupnost nových zimovišť může v konečném důsledku způsobit u některých druhů posun populací na sever od zimoviště.

Již pozorovaný pokles počtu přezimujících vodních ptáků ve střední Evropě spolu s nárůstem na severu naznačují přerozdělení zimujících populací směrem na sever, protože jedinci v reakci na příznivější zimní podmínky přijímají nová vhodná zimoviště blíže k oblastem rozmnožování (Pavón-Jordán, et al., 2015). Daný trend lze najít v regionální četnosti morčáků, která se v posledních dvou desetiletích změnila, částečně jako reakce na změnu klimatu. Počet zimujících jedinců morčáků se zvýšil v severovýchodní části oblasti zimovišť a poklesl v těch oblastech, které se nacházejí v jádru distribuce zimování (Pavón-Jordán, et al., 2015). Pozorované změny jsou v souladu s předpovědí změny klimatu a podporují hypotézu klimaticky vynuceného posunu distribučního těžiště.

Při formování distribuce vodních ptáků, mohou hrát významnou roli i další faktory související s potravní ekologií, mezidruhovou konkurencí a vlivem člověka. Jiné změny prostředí (např. eutrofizace) mohou ovlivnit četnost ptáků spíše pouze lokálně (Lehikoinen, et al., 2013).

### 2.3.2 Lokální podmínky počasí

Pochopení toho, jak počasí ovlivňuje pohyb vodních ptáků během podzimu a zimy, je důležité pro plánování ochrany populací z důvodu potenciálních účinků na využívání stanovišť a přežití ptáků v období mimo doby rozmnožování.

Zimující vodní ptáci využívají zdroje, které se mění v čase a prostoru a jejich dostupnost je převážně závislá na teplotě (Maclean, et al., 2008). Většina zimujících vodních ptáků vyžaduje pro shánění potravy odpovídající plochy nezamrzlé vody. Účinek nízkých teplot na energetický výdej vodního ptáka je zesilován, když jeho

vodní stanoviště zamrzne, čímž se dramaticky sníží množství a kvalita potravy. Kombinovaný účinek nízké teploty, sněhu a ledové pokrývky může hrát nejdůležitější roli v rozhodnutí vodních ptáků přesunout se během zimy do jiných oblastí (Adam, et al., 2015). Vodní ptáci se mohou rozhodnout přestěhovat na relativně velké vzdálenosti na vhodnější stanoviště v teplejší oblasti s bohatými zdroji potravy nebo se jednoduše přesunout lokálně do oblastí s nezamrzlými vodními plochami.

V Evropě drsné zimní meteorologické podmínky nebo neočekávaná období chladného počasí (tzv. cold-spells) obvykle přinutí mnoho vodních ptáků migrovat na větší vzdálenosti na jihozápad podél jejich migrační trasy letu (Pavón-Jordán, 2017). Takové pohyby na velké vzdálenosti způsobené jinými extrémními meteorologickými podmínkami, než suchem se pravděpodobně vyskytují pouze na severním okraji distribuce plameňáků (Cézilly et Johnson, 2007). Dva typy počasí mohou způsobit takové výjimečné pohyby, a to jsou vichřice a dlouhodobé mrazy (Johnson, 1989). Mírnější zimy pravděpodobně zvyšují přežití zimujících vodních ptáků tím, že snižují termoregulační náklady, zpřístupňují nová zimoviště, která umožňují krátkodobé zastávky během migrace a zlepšují množství a kvalitu potravy v oblastech zimování, což vede k získávání lepšího tělesného stavu (Pavón-Jordán, 2017).

Výběr zimoviště plameňákem je také závislý na meteorologických podmínkách přítomných v prvních letech jejich života. Pokud se zimní návyky plameňáků fixují v jejich první zimě, je pravděpodobné, že environmentální podmínky působící na první podzim způsobují rozdíly v distribuci zimujících jedinců ve středomořské metapopulaci (Green, et al., 1989). Jeden z takových ovlivňujících jevů je vítr Mistral, který je jedním z dominantních větrů kolonie Camargue ve Francii. Směřuje plameňáky opouštějící deltu řeky Rhône směrem na Sardinii a Tunisko, které leží přesně v cestě větru (Johnson, 1989).

Studie mnoha druhů ptáků prokázaly, že migrace na velké vzdálenosti mají tendenci se shodovat s příznivými podmínkami počasí, jako jsou silné větry, které prodlužují maximální dosah letu, a jasná obloha, která umožňuje lepší navigaci podle nebeských těles (Green, et al., 1989). Pravděpodobně to bude hrát velkou roli při dlouhém letu nad velkými nehostinnými prostředními, jako je Středozevní moře.

Zimní meteorologické podmínky vedou nejen ke každoročním změnám v distribuci vodních ptáků v zimním období, ale mají také značný dopad na četnost vodních ptáků na hnízdištích. Počty hnízdujících vodních ptáků v západní a severní Evropě jsou vyšší po mírných a vlhkých zimách na zimovištích (Pavón-Jordán, 2017). Zdá se, že změny zimních meteorologických podmínek v zimovištích druhů mohou mít větší dopad na populační dynamiku druhů než letní povětrnostní podmínky na hnízdních lokalitách, což by mělo být vzato v úvahu pro efektivní mezinárodní a koordinované plány ochrany.

## 2.4 Oblast Středomoří

Středomořím rozumíme oblast Středozemního moře, která se nachází mezi Evropou, Asií a Afrikou. Zahrnuje zcela nebo částečně více než 20 zemí (od alpské oblasti na severu po severoafrické země na jihu, od Pyrenejského poloostrova na západě po země Středního východu). Rozloha Středomoří je cca 1,35 mil. km<sup>2</sup> pevniny a 2,5 mil. km<sup>2</sup> moře. Středomořské podnebí je určováno Středozemním mořem a jeho polohou. Klima přechází postupně z oceánského ke kontinentálnímu. Oceánské vlivy jsou patrné v západních částech Středomoří a kontinentální ve východních částech území. Podnebí se zde vyznačuje mírně vlhkou zimou, bohatou na srážky a teplými a suchými léty. Průměrná teplota nejteplejšího měsíce roku přesahuje 22 °C, zatímco průměrná teplota nejchladnějšího měsíce se pohybuje mezi 18 °C a 0 °C.

Středozemní moře je rozhodujícím environmentálním faktorem této oblasti. Přítomnost velkého okrajového a téměř zcela uzavřeného moře na západní straně velké kontinentální oblasti je geograficky jedinečné (Lionello, et al., 2006). V současném podnebí produkuje hustou, teplou a slanou vodu. Průměrná hloubka je 1500 metrů s maximální hodnotou 5150 metrů v Jónském moři. Středozemní moře je téměř úplně uzavřená pánev, která je spojena s Atlantským oceánem úzkou Gibraltarskou úžinou (14,5 km široká a cca 300 m hluboká). Další důležitou charakteristikou středomořské oblasti je velké množství informací o klimatu z minulých století (Lionello, et al., 2006).

### 2.4.1 Hlavní zimoviště

Mokřady jižní Evropy a severní Afriky sahají od Bulharska po Pyrenejský poloostrov a od Tuniska po Maroko. Komplex mokřadních stanovišť Mediteránu podporuje perzistenci a poskytuje středomořské metapopulace plameňáka růžového bezpečná hnízdiště a vhodná stanoviště pro zimování a mezipřistání během migrace. Metapopulace plameňáka růžového je složená z propojených populací jižní Evropy a severní Afriky, se vzájemným oboustranným rozptylováním a migrací (Bouchecker, et al., 2011). V zimě plameňáci mohou obývat říční delty, pobřežní laguny, říční nivy, vnitrozemská slaná jezera, umělé nádrže, slaniska a trvalé a sezónně zaplavené říční kanály. Severní Afrika je obecně považována za nejdůležitější oblast

zimování plameňáků a „školku“ juvenilních plameňáků z Evropského kontinentu (Boucheker, et al., 2011). Alžírské a tuniské mokřady jsou důležitá zimoviště pro migrující evropské plameňáky. V Tunisku zimuje velké množství ptáků, pravděpodobně až 40000 jedinců plameňáka ze všech kolonií středomořské metapopulace (Rendón, et al., 2009). Většina mokřadních stanovišť, kde zimují plameňáci, je chráněna Ramsarskou úmluvou o mokřadech, mající mezinárodní význam především jako biotopy vodního ptactva, která je multilaterální dohodou zaměřenou na celosvětovou ochranu mokřadů. Níže uvedená stanoviště patří do mokřadů mezinárodního významu a jsou nejvýznamnějšími zimovišti plameňáka růžového v oblasti Středozemního moře.

### **ALŽÍRSKO**

Zimoviště plameňáků v Alžírsku nejčastěji nalezneme v okolí vnitrozemských slaných jezer. Jako je například lokalita Garaet El Taref. Je to důležité zimoviště vodních ptáků, kde se vyskytuje velké procento středomořské populace plameňáka růžového. Dalším stanovištěm je mokřadní komplex Chott Merrouane et Oued Khrouf zahrnující vodní plochy různé salinity. Nachází se v aridní stepní oblasti a poskytuje stanoviště pro mimořádnou škálu stěhovavých ptáků. Zde bylo v roce 1999 zaznamenáno více než 28000 ptáků, včetně více než 14000 jedinců plameňáka (Ramsar Sites Information Service, 2021).

### **FRANCIE**

Hlavní zimoviště plameňáků ve Francii se nachází v národní rezervaci Camargue, v oblasti delty řeky Rhône. Lokalita zahrnuje velké množství trvalých a dočasných lagun, jezer a rybníků. Mokřady Camargue jsou částečně zásobovány srážkami, ale hlavním zásobovacím zdrojem je podzemní voda. Camargue má mezinárodní význam pro hnízdění, přezimování a migrační zastávky vodních ptáků. Mezi další početné hnízdící a přezimující druhy, patří volavkovití a kachnovití.

### **KORSIKA**

Největší pobřežní laguna Korsiky Etang de Biguglia má mezinárodní význam pro zachování biologické rozmanitosti ve středomořské biogeografické oblasti. Poskytuje stanoviště velkému počtu hnízdících a zimujících vodních ptáků, včetně potápek, kormoránů, kachen, hus a labutí. Lokalita je navíc důležitým stanovištěm

pro rozmnožování kriticky ohrožených druhů ryb a podporuje populace vzácné středomořské vegetace.

## **ITÁLIE**

Palude della Diaccia Botrona je komplex mokřadů pobřežní oblasti Tyrhénského moře. Tato oblast je důležitá pro hnízdění a rozmnožování až 300 druhů stěhovavých vodních ptáků. Mezi hlavní problémy stanoviště patří zasolení a špatná cirkulace vody. Jižněji od lokality Diaccia Botrona se nachází velká brakická laguna Orbetello. Dané stanoviště je důležité pro řadu významných druhů hnízdících a zimujících vodních ptáků, přičemž početnost zimujících ptáků přesahuje 10000 jedinců (Ramsar Sites Information Service, 2021). Mezi lidské činnosti patří komerční rybolov, ekoturistika a myslivost. Lokalita trpí eutrofizací v důsledku vypouštění odpadních vod z města Orbetello.

## **SICÍLIE**

Na Sicílii zimující plameňáky najdeme v národní rezervaci Vendicari. Lokalita poskytuje organismům mokřadní komplex, který se skládá z pěti brakických jezer. Podporuje během jarní migrace až 20000 vodních ptáků a je také důležitým místem hnízdění (Ramsar Sites Information Service, 2021).

## **SARDINIE**

Sardinské mokřady jsou již dlouho známé jako zastávky a zimoviště plameňáka růžového (Béchet, et al., 2009). Největší kolonie plameňáků na Sardinii se nachází v lagunovém komplexu Stagno di Molentargius. Je to důležitá oblast pro rozmnožování a zimování mnoha druhů vodních ptáků, včetně různých chráněných druhů. Mezi rušivé lidské činnosti patří solný průmysl, komerční rybolov a turistika. Místo podléhá znečišťování průmyslovými a městskými odpadními vodami a rychlé urbanizaci, což způsobuje zničení důležitých biotopu pro hnízdění.

Stagno di Cábras je největším sladkovodním jezerem na Sardinii. Stanoviště je významné pro četné druhy vodního ptactva jako lokalita pro hnízdění a zimování. Zde se ve velkém počtu vyskytuje plameňák růžový i mimo dobu zimování (Ramsar Sites Information Service, 2021).



## **ŠPANĚLSKO**

Salinas de Santa Pola je rozsáhlý komplex mokřadů nacházející se na jihovýchodu Španělska. Pobřežní část, která je oddělená od moře písčnými dunami a plážemi byla v roce 1900 přestavěna na intenzivní produkci soli, zatímco vnitrozemská část obsahující bažiny a dočasná jezírka je méně slaná a transformovaná. Tyto dva různé typy stanovišť přispívají k vysoké hodnotě biologické rozmanitosti mokřadů. Daná lokalita hostí významné populace vodních ptáků.

## **TUNISKO**

Chott El Jerid je velké slané jezero v jižní části Tuniska, představující charakteristickou mokřadní oblast severní Sahary. Dané stanoviště hostí významnou stepní faunu a flóru včetně 3000 až 15000 plameňáků růžových neboli 3,5 % jejich středomořské populace.

Mokřadní komplex Sebket Oum Ez-Zessar et Sebket El Grine je důležitá ptačí oblast. Místo podporuje několik druhů ptáků, včetně kolibříka evropského a plameňáka růžového (2200 jedinců) (Ramsar Sites Information Service, 2021). Stanoviště je mimořádné svým přirozeným a nepozměněným stavem. Mezi hlavní lidské činnosti patří tradiční rybolov a tradiční pastva.

Dalším zimovištěm plameňáků je pobřežní brakická laguna Complexe Lac de Tunis. Jako centrální mokřad v oblasti Tuniského zálivu přijímá lokalita mořskou a vnitrozemskou vodu. Lokalita je velmi důležitá pro migraci rozličných druhů ptáků, jako jsou potápka chocholatá a lžičák pestrý. Zde zimuje více než 6% středomořské populace plameňáků (Ramsar Sites Information Service, 2021). Hlavní lidskou činností je rybolov regulovaný na základě chráněného stavu přílehlé přírodní rezervace Chikly.

## 2.4.2 Záliv Valli di Comacchio

Záliv Valli di Comacchio je pobřežní mokřadní komplex, který se nachází mezi městem Comacchio a řekou Reno, několik kilometrů od pobřeží Jaderského moře, v provincii Ferrara v Itálii. Systém pokrývá cca 120 km<sup>2</sup> s průměrnou hloubkou vody 0,8 metrů. Je zásobován slanou vodou z moře a sladkou vodou z odvodňovacích kanálů a řeky Reno. Slanost se sezónně mění a na konci léta se kvůli evapotranspiraci zvyšuje. Hladina vody klesá od jara do podzimu. V minulých stoletích se dané stanoviště používalo pro chov ryb a v menším rozsahu pro těžbu solí. Lokalita je nyní klasifikována jako chráněný přírodní park a patří do seznamu mokřadů mezinárodního významu Ramsarské úmluvy.

Prostředí Comacchio je výjimečné díky vysoké koncentraci solí, a proto hostí velké množství vzácných a ohrožených druhů flóry a fauny, včetně několika endemických druhů. Je nejdůležitějším mokřadem Itálie, kde hnízdí a zimuje vodní ptactvo. Pravidelně se zde vyskytuje více než 20000 jedinců vodních ptáků, zejména důležité populace brodivých, kachnovitých, kulíkovitých a rybákovitých (Ramsar Sites Information Service, 1998).

Plameňák růžový přirozeně kolonizoval Valli di Comacchio v roce 2000, kde poprvé 80 párů vychovalo 68 mláďat (Baccetti, et al., 2008). V kolonii se téměř každý rok provádí kroužkování mladých jedinců plameňáků (Arveda, et al.).

## 2.5 Klimatické údaje databáze CHELSA

Databáze CHELSA (Climatologies at high resolution for the earth's land surface areas) je globální klimatická databáze vysokého rozlišení. Zahrnuje klimatické datové sady pro různá časová období a proměnné. Všechny datasets jsou poskytovány jako georeferencované soubory TIFF (GeoTIFF) v geografickém koordinačním systému WGS84 (Chelsa Climate, 2021).

Proměnné CHELSA jsou časově zprůměrovány a obsahují buď denní, měsíční nebo roční maxima, minima nebo průměry. Měsíčně časově průměrovaná data jsou obvykle založené na synoptických hodinách (00, 06, 12 a 18 UTC) a představují průměry za kalendářní měsíce (Chelsa Climate, 2021).

Submodel CHELSA Timeseries se skládá z datových souborů teplot a srážek v rocích 1979-2013. Pro metodickou část byly použity soubory CHELSA Timeseries úhrnu srážek a teplota pro každý měsíc v letech 2000–2008:

- průměrná teplota (tmean) – denní průměrná měsíční teplota vzduchu ve 2 metrech od země v jednotkách Kelvin\*10
- úhrn srážek (prec) – jako hmotnost na jednotku plochy [ $\text{kg}/\text{m}^2$ ]

Použití vybraných souborů proměnných počasí je dále popsáno v metodické části práce.

### 3. Metodika

Metodická část práce se zabývá analýzou pohybu plameňáků růžových pocházejících ze severoitalské kolonie zálivu Valli di Comacchio. Účelem je zkontrolovat, zda platí hypotéza, že počasí má vliv na výběr zimoviště plameňákem růžovým, a že povětrnostní podmínky na zimovištích v měsících předcházejících období zimování v rámci jednoho kalendářního roku ovlivňují počet zimujících plameňáků v daných lokalitách.

Jako období zimování byly vybrány měsíce prosinec až leden, aby vyloučit zahrnutí záznamů pozorování plameňáků během migračních zastávek. Tyto měsíce jsou pro posouzení počtů ptáků na zimovištích pospojovány do jedné zimní sezóny. Jednotlivá zimoviště plameňáků, kteří byli nakroužkováni v Comacchio byla spojena a zařazena do 15 oblastí, které jsou buď označovány jako stát, ostrov nebo geografické území. Vyhodnocení relativního počtu plameňáků zimujících ve sledovaných oblastech bylo provedeno pro každý rok a pro každou lokalitu v letech 2000—2008.

Jako povětrnostní proměnné byly vybrány teplota a množství srážek. Meteorologické údaje byly staženy z webu klimatické databáze CHELSA Timeseries. Každá datová sada pro srážky a teploty obsahovala 108 souborů pro období 2000—2008. Počet souboru odpovídá počtu měsíců v daných letech.

Zpracování metodické části bylo provedeno v programu ArcGIS a RStudio metodou korelační analýzy.

#### 3.1 Původ dat

Analýza pohybu jedinců probíhala na základě databáze monitoringu plameňáka růžového v oblasti Středozemního moře v letech 1994–2009. Hlavním předmětem studia a monitoringu byli jedinci pocházející z kolonie Valli di Comacchio. Kroužkování narozených jedinců v kolonii probíhalo každý rok většinou na začátku července v letech 2000–2009 (Tab. 1). Následně se prováděla pozorování na týdenní bázi v celém prostoru Mediteránu, která byla zajišťovaná dobrovolníky. Celkem bylo v kolonii Comacchio za dané období nakroužkováno 2668 jedinců plameňáka růžového.

**Tab. 1: Počet nakroužkovaných plameňáků v kolonii Comacchio v jednotlivých letech**

Rok	Počet nakroužkovaných jedinců v Comacchio v jednotlivých letech	Celkový počet nakroužkovaných jedinců z Comacchio
2000	65	65
2001	103	168
2002	341	509
2003	189	698
2004	394	1092
2005	253	1345
2006	433	1778
2007	439	2217
2008	247	2464
2009	204	<b>2668</b>

Základní databáze obsahovala 38681 záznamů a 21 atributů. K analýze byly vybrány a použity dané atributy:

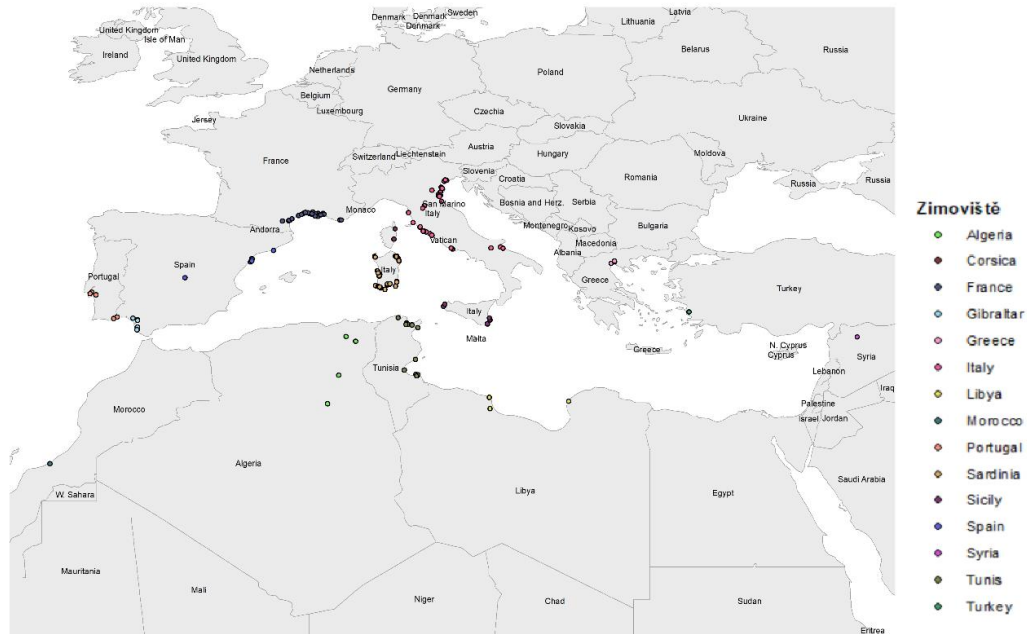
- PVC – unikátní identifikační číslo jedince PVC kroužku
- RingingSit – místo kroužkování
- RingingLat, RingingLng – souřadnice místa kroužkování
- ControlDat – datum opětovného pozorování plameňáků
- ControlSit – místo výskytu plameňáků při provedeném pozorování
- LatControl, LongControl – souřadnice místa výskytu plameňáků při provedeném pozorování
- Year – rok opětovného kontrolního pozorování plameňáků

## 3.2 Databáze zimovišť

Databáze zimovišť byla vytvořena filtrací původní databáze monitorování ve prostředí programu ArcGIS.

Do textové tabulky původní databáze byl přidán atribut Month, kam byla zkopírována čísla měsíce z atributu data opětovného kontrolního pozorování plameňáků (ControlDat). Z tabulky základní databáze byly vybrány všechny záznamy o jedincích pocházejících z kolonie Comacchio, kteří byli pozorováni v prosinci až lednu v letech 2000–2009. Prosinec a leden patřící do různých kalendářních roku pak byly pospojovány do jednoho zimního období, například leden 2009 byl zaražen do zimy roku 2008 spolu s prosincem 2008. Doba monitoringu pohybu plameňáků z kolonie Comacchio probíhala od srpna 2000 po říjen 2009 a proto data neobsahovala údaje pro “okrajové” zbytečné měsíce, kterými jsou leden 2000 a prosinec roku 2009, což velmi zjednodušilo proces filtrace.

Na základě filtrované tabulky byla vytvořena vrstva bodů jednotlivých zimovišť plameňáků podle jejich souřadnic (LatControl, LongControl). Do atributové tabulky dané vrstvy byl přidán sloupec oblastí zimování „WinterReg“. Body jednotlivých zimovišť byly řazeny do oblastí, které většinou byly reprezentované státem, kde se tato zimoviště nacházela (Obr. 1). Jsou to Alžírsko, Korsika, Francie, Gibraltar, Řecko, Itálie, Libye, Maroko, Portugalsko, Sardinie, Sicílie, Španělsko, Sýrie, Tunisko a Turecko. Vrstva zimovišť byla uložena v textovém formátu (.txt) a formátu shapefile (.shp).



**Obr. 1: Rozmístění zimovišť v rámci Středomoří**

Nová filtrovaná databáze zimovišť obsahovala 3452 záznamů a 2 nové atributy:

- Month – měsíce pozorování plameňáků růžových na zimovištích (prosinec až leden)
- WinterReg – oblast zimovišť, kde byl jedinec pozorován v zimním období

### 3.2.1 Úprava dat

Během korelační analýzy vztahu počasí a početnosti jedinců na zimovištích při extrahování hodnot srážek pro jednotlivá místa zimování byly zjištěny chybné hodnoty pro srážky u některých z míst. Příčinou vzniku chyb je blízkost některých lokalit k hladině Středozemního moře. Proto byly záznamy o plameňácích na daných stanovištích, kde se vyskytovaly dané chyby, odstraněny z databáze zimovišť. Další extrakce hodnot meteorologických proměnných a korelační analýza byla provedena na základě upravené databáze zimovišť, která obsahovala již 3414 záznamů. Celkem bylo odstraněno 38 záznamů plameňáků pro 9 jednotlivých míst zimování.

### 3.3 Databáze povětrnostních proměnných

K analýze vztahu mezi meteorologickými proměnnými a četností jedinců na zimovištích byly použity datové sady stažené z portálu CHELSA Timeseries, který byl popsán v rešeršní části (kapitola 2.5). Data byla dostupná v rastrové podobě v celosvětovém prostorovém rozsahu s velmi vysokým rozlišením (30 arc sec, ~1 km). Jako meteorologické proměnné, byly vybrány, průměrná teplota a průměrné množství srážek pro každý měsíc v letech 2000–2008. Počet rastrů pro teplotu byl 108 a 108 pro srážky. Průměrné teploty byly dostupné v jednotkách Kelvin\*10 a úhrn srážek byl v hodnotách kilogram na metr čtverečný.

Datasey byly načteny do RStudio jako seznam rastrových vrstev pomocí funkce “lapply”. Vrstvy rastrů byly použité pro analýzu vlivu počasí na abundanci plameňáků růžových v oblastech zimování.



## 3.4 Zpracování dat

Zpracování dat bylo provedeno na základě vytvořeného kódu v prostředí programu RStudio (Příloha č. 1).

### 3.4.1 Sumarizace dat

Databáze zimovišť v textovém formátu byla vložena do prostředí RStudio jako datový rámec. Pro sumarizaci dat byla použita funkce „ddply“ z balíčku „plyr“. Pro vytvoření výstupního grafu byla použita funkce „ggplot“ z balíčku „ggplot2“.

Jedním z hlavních kroků sumarizace dat bylo spojení prosince a ledna z různých kalendářních roků do jednoho zimního období, což bylo uděleno odčítáním jednoho roku od roku ledna. Na základě upravené tabulky byla provedena další sumarizace:

- Počet pozorování v zimním období pro každou oblast zimování, sumarizace dle celkového počtu záznamů a oblastí zimování
- Počet pozorovaných jedinců v zimním období pro každou oblast zimování, sumarizace dle unikátního identifikačního kódu PVC kroužku a oblastí zimování
- Počet pozorovaných jedinců v zimním období v jednotlivých letech (2000-2008), sumarizace dle unikátního identifikačního kódu PVC kroužku a jednotlivých let
- Počet pozorovaných jedinců pro každou oblast zimování v jednotlivých letech. Sumarizace je dle unikátního identifikačního kódu PVC kroužku, jednotlivých let a oblastí zimování. Pomocí funkce „join“ z balíčku „plyr“ byla připojená tabulka počtu pozorovaných jedinců v jednotlivých letech podle atributu „Year“ pro další výpočet relativního počtu plameňáků pro každou oblast zimování
- Ze vzniklých dat byl vytvořen graf časové řady relativního počtu jedinců pro každou oblast zimování

### 3.4.2 Extrakce meteorologických proměnných

Rastrové vrstvy teplot a srážek byly načteny do programu RStudio pomocí funkce „lapply“. Extrakce hodnot počasí pro jednotlivá zimoviště byla provedena funkcí „sapply“.

- Vrstva zimovišť byla nahrána do programu RStudio funkcí „shapefile“ z balíčku „raster“. Záznamy jednotlivých zimovišť, které se opakovaly vícekrát, byly funkcí „duplicated“ z nahrané vrstvy odebrány
- Hodnoty teplot a srážek v místě jednotlivých zimovišť byly ze stažených rastrů extrahovány pomocí funkce „extract“ z balíčku „raster“
- Průměrná teplota a úhrn srážek každého měsíce v letech 2000–2008 byly spočítány pro 15 oblastí zimování za použití funkce „rbind“ a funkcí „lapply“ a „tapply“ z balíčku „plyr“. Vyhodnocení průměrných měsíčních meteorologických hodnot pro oblasti bylo uděleno zprůměrováním hodnot počasí jednotlivých míst zimování, patřících do dané oblasti. Pro každou oblast bylo spočítáno 108 hodnot teplot a 108 hodnot srážek
- Ze vzniklých dat byl vytvořen graf časové řady průměrných meteorologických proměnných pro každou oblast

### 3.4.3 Korelační analýza

Pro posouzení vztahu mezi výskytem plameňáků na zimovištích v zimním období a počasím v předchozích měsících byla použita metoda korelační analýzy. Protože nelze předpokládat normální rozdělení proměnných byl použit Spearmanův korelační koeficient. Korelace vyjadřuje sílu vztahu dvou veličin, kterými jsou relativní četnost plameňáků na zimovištích a meteorologická proměnná (teplota či srážky). Relativní počet jedinců byl vypočítán jako poměr počtu jedinců v zimním období v oblasti zimování a počtu jedinců pozorovaných za celý rok ve všech oblastech.

- Pro každou z 15ti oblastí zimování bylo spočítáno 12 korelačních koeficientů pro teploty a 12 pro množství srážek pro jednotlivé kalendářní měsíce. Do souvislosti se dávaly hodnoty průměrných teplot či úhrnů srážek v měsících předcházejících zimní období a relativní počet zimujících plameňáků v dané oblasti vypočítány pro stejný kalendářní rok
- Pomocí funkce „month“ z balíčku „lubridate“ a funkce „data.frame“ byla vytvořena tabulka pro oblast, do které byly vloženy hodnoty průměrné teploty či srážkového úhrnu pro každý měsíc každého roku
- Tabulka průměrných srážek a teplot byla pomocí funkce „join“ z balíčku „plyr“ propojena s tabulkou počtu pozorovaných jedinců v jednotlivých letech v zimním období podle atributu „Year“
- Pokud v některých letech v zimním období nebyl zaznamenán žádný jedinec hodnota atributu „počet\_jedinec“ byla vyplněna hodnotou -1 pro další výpočty relativního počtu plameňáků
- Do stejné tabulky byl přidán atribut „perc“, do kterého byly vloženy hodnoty relativního počtu jedinců v zimním období pro danou oblast
- Korelace byla použita pro vektor relativního počtu jedinců a vektor průměrné hodnoty počasí. Korelační koeficienty a hodnoty p-value testů byly uloženy do vektorů pro další vytvoření grafu. Hladina významnosti korelace byla stanovena na 0,05
- Ze vzniklých dat byly vytvořeny grafy korelací pro každou oblast. Osa Y má hodnoty korelačních koeficientů; na ose X jsou hodnoty čísel kalendářních měsíců předcházejících zimnímu období

## 4. Výsledky

Výsledky sumarizace dat, která byla popsána v kapitole 3.4.1, jsou znázorněny ve formě tabulek pro celkové počty jedinců zaznamenaných v jednotlivých rocích a pro počty záznamů a jedinců pro jednotlivé oblasti zimování (Tab. 2).

Výstupem grafického znázornění průběhu studovaných proměnných jsou grafy časové řady relativního počtu jedinců na zimovištích (Příloha č. 2) a časové řady průměrných teplot a srážek pro jednotlivé oblasti zimování (Příloha č. 3, Příloha č. 4).

Korelační analýzu se podařilo provést pro všechny oblasti kromě Libyí, Maroka, Sýrie a Turecka. Příčinou je nedostatek dat pro sledování vztahu. Jedinci se na zimovištích těchto oblastí vyskytovaly pouze během jednoho roku. V Libyi bylo pozorováno 5 jedinců v roce 2008, v Maroku a Sýrii 1 jedinec v letech 2008 a 2007, Turecko mělo záznam pouze o jednom jedinci v roce 2003.

**Tab. 2: Sumarizace dat dle jednotlivých let a oblastí zimování**

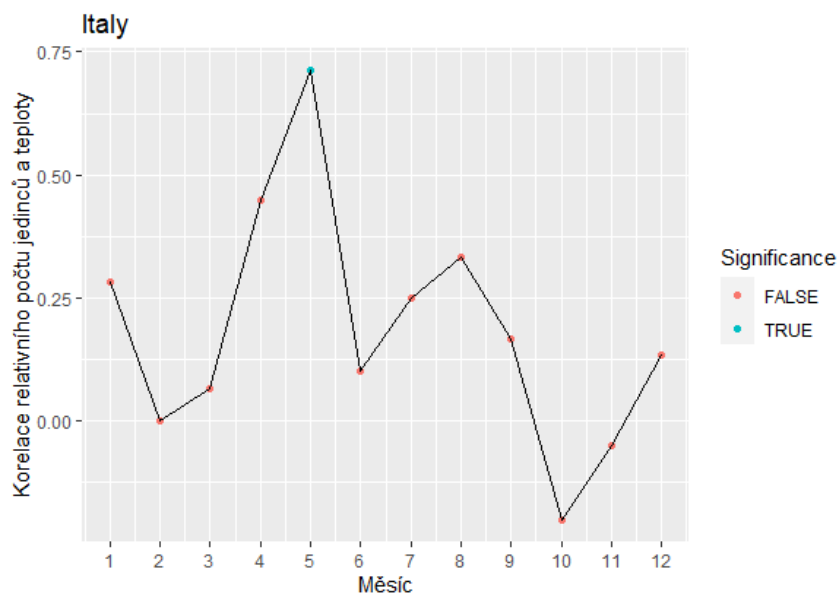
Rok	Celkový počet všech pozorovaných jedinců v roce	Oblast zimovišť	Celkový počet záznamů v oblasti	Celkový počet pozorovaných jedinců v oblasti
2000	44	Algeria	35	15
2001	49	Corsica	458	78
2002	79	France	141	74
2003	174	Gibraltar	8	7
2004	212	Greece	3	3
2005	297	Italy	2395	983
2006	442	Libya	5	5
2007	485	Morocco	2	1
2008	233	Portugal	7	6
		Sardinia	255	131
		Sicily	53	28
		Spain	8	8
		Syria	1	1
		Tunis	42	34
		Turkey	1	1

## 4.1 Korelace teplot a četnosti jedinců na zimovištích

Korelace mezi průměrnými teplotami v měsících před zimní sezónou a relativním počtem zimujících jedinců plameňáka růžového byla zjištěna pro oblasti zimovišť v Itálii, na Sicílii a ve Španělsku. Významné kladné korelační koeficienty vyšly pro teplotu května v oblasti Itálie a pro teploty dubnu a července na území Španělska. Záporné signifikantní hodnoty korelace vyšly pro červen a listopad na Sicílii.

## ITÁLIE

Signifikantní korelace pro Itálii vyšla v květnu, hodnota korelačního koeficientu je 0,71, p-hodnota = 0,032. Průměrná teplota na zimovištích Itálie v daném měsíci je 19,5 °C. Korelace je poměrně silná a kladná. Lze předpokládat, že teplejší počasí v květnu, má za následek zvýšený počet plameňáků, zimujících v dané lokalitě.



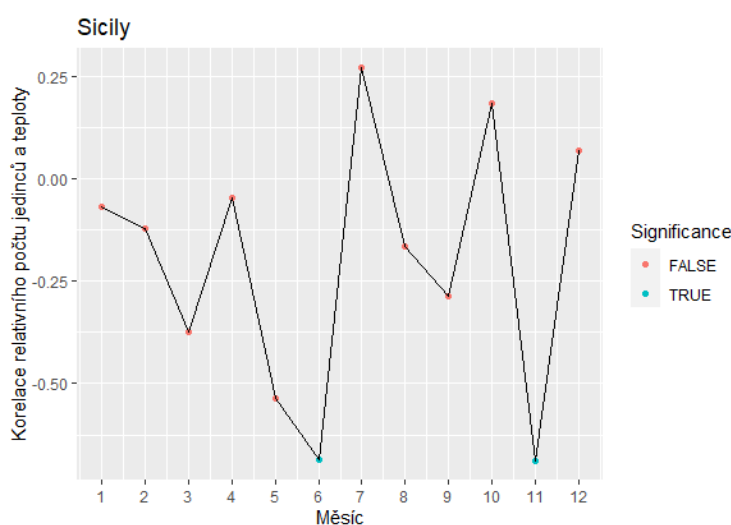
**Obr. 2:** Graf korelace pro zimoviště Itálie (hodnota 5 na ose x – měsíc květen)

**Tab. 3:** Zjištěné hodnoty pro Itálii

Oblast zimovišť	Rok	Celkový počet všech pozorovaných jedinců v roce	Průměrná teplota v květnu v lokalitě °C	Počet jedinců v době zimování (prosinec až leden)
Italy	2000	44	20,5	44
Italy	2001	49	20,1	37
Italy	2002	80	18,9	48
Italy	2003	176	20,7	141
Italy	2004	217	17,1	154
Italy	2005	298	19,7	182
Italy	2006	451	18,9	358
Italy	2007	493	20,1	424
Italy	2008	237	19,2	169

## SICÍLIE

Pro Sicílii signifikantní hodnoty korelace byly zjištěny pro červen a listopad. Hodnota korelace pro červen je  $-0,7$  s  $p$ -hodnotou  $0,04$ . Průměrná teplota v červnu na zimovištích Sicílie je  $23,7$  °C. Korelační koeficient pro listopad má hodnotu  $-0.69$ ,  $p$ -hodnota je  $0,04$ . Průměrná teplota v listopadu v dané oblasti zimování je  $17,4$  °C. Korelační koeficienty mají vysoké záporné hodnoty, a proto lze říci, že nižší teplota v daných měsících (červen a listopad), má za následek zvýšený počet plameňáků, zimujících v dané oblasti zimování. Daný výsledek není vhodné brát jako jednoznačný kvůli nízkému počtu pozorovaných jedinců na lokalitě v období zimování.



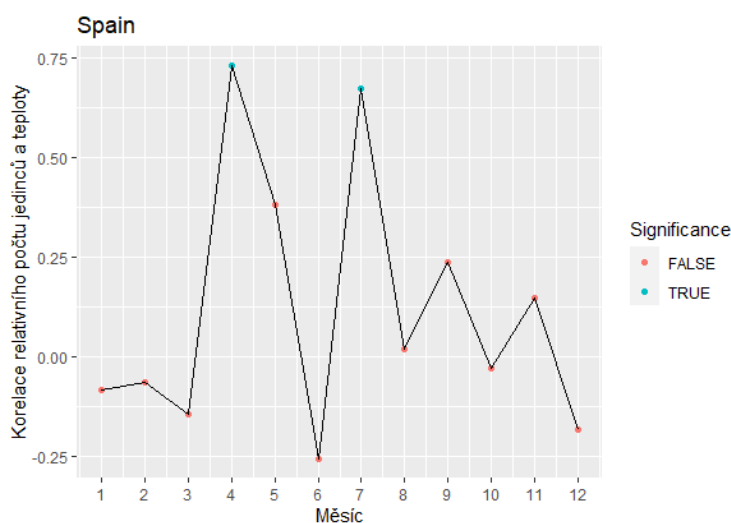
**Obr. 3:** Graf korelace pro zimoviště Sicílie (hodnota 6 na ose  $x$  – měsíc červen, hodnota 11 na ose  $x$  – měsíc listopad)

**Tab. 4:** Zjištěné hodnoty pro Sicílii

Oblast zimovišť	Rok	Celkový počet všech pozorovaných jedinců v roce	Průměrná teplota v červnu v lokalitě °C	Průměrná teplota v listopadu v lokalitě °C	Počet jedinců v době zimování (prosinec až leden)
Sicily	2000	44	23,8	18,2	NA
Sicily	2001	49	23,4	17,5	NA
Sicily	2002	80	23,9	18,0	NA
Sicily	2003	176	25,9	18,0	NA
Sicily	2004	217	23,0	16,8	15
Sicily	2005	298	23,4	17,0	4
Sicily	2006	451	23,3	17,2	3
Sicily	2007	493	23,9	16,3	5
Sicily	2008	237	23,4	17,6	7

## ŠPANĚLSKO

Ve Španělsku teploty ve dvou měsících ovlivňovaly počet zimujících ptáků v dané oblasti. Korelační koeficient pro duben má hodnotu 0,73, p-hodnota = 0,03. Korelační koeficient pro červenec má hodnotu 0,68, p-hodnota = 0,046. Průměrné teploty v těchto měsících jsou 15,1 °C a 25,9 °C. Dle hodnot korelačních koeficientů lze říci, že korelace pro teploty v dubnu a červenci je silná. Je možné, že teplejší počasí v daných měsících, má za následek zvýšený počet zimujících plameňáku na zimovištích Španělska. Výsledek se doporučuje brát jako orientační kvůli malému počtu pozorovaných jedinců na zimovištích.



**Obr. 4:** Graf korelace pro zimoviště Španělska (hodnota 4 na ose x – měsíc duben, hodnota 7 na ose x – měsíc červenec)

**Tab. 5:** Zjištěné hodnoty pro Španělsko

Oblast zimovišť	Rok	Celkový počet všech pozorovaných jedinců v roce	Průměrná teplota v dubnu v lokalitě °C	Průměrná teplota v červenci v lokalitě °C	Počet jedinců v době zimování (prosinec až leden)
Spain	2000	44	14,6	24,9	NA
Spain	2001	49	15,2	25,1	NA
Spain	2002	80	14,9	24,9	NA
Spain	2003	176	14,8	27,2	1
Spain	2004	217	13,9	25,4	NA
Spain	2005	298	15,1	26,7	NA
Spain	2006	451	16,3	28,0	8
Spain	2007	493	15,4	25,5	8
Spain	2008	237	15,5	25,6	3

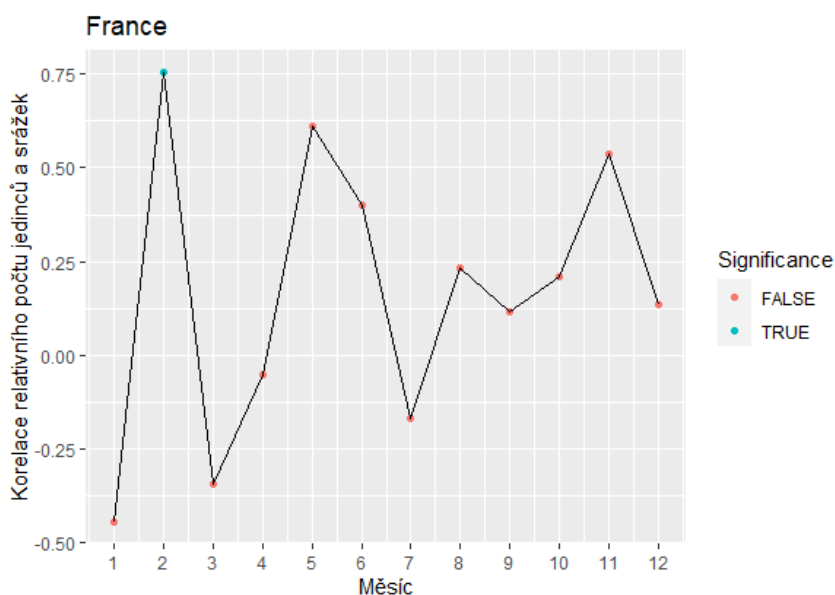


## 4.2 Korelace srážek a četnosti jedinců na zimovištích

Signifikantní hodnoty korelačních koeficientů vyjadřujících souvislost průměrných hodnot srážek a relativního počtu jedinců plameňáka růžového na zimovištích vyšly pro oblasti zimování ve Francii, Itálii, Tunisku a na Sicílii a Sardinii. Kladné korelační koeficienty byly zjištěny pro srážky v únoru ve Francii, pro leden na zimovištích Sardinie a pro měsíce březen a prosinec ve Španělsku. Záporné signifikantní hodnoty korelace vyšly v prosinci pro Itálii, pro měsíc březen ve Španělsku a pro leden v tuniské oblasti zimování.

## FRÁNCIE

Signifikantní korelace pro srážky ve francouzské oblasti zimování vyšla pro měsíc únor. Koeficient má kladnou hodnotu 0,75, p-hodnota je 0,02. Průměrné množství srážek pro únor je 33,1 mm. Korelace pro měsíc únor je poměrně silná a kladná, proto lze říci, že větší úhrn srážek v daném měsíci, má za následek větší počet zimujících plameňáků na stanovištích Francie.



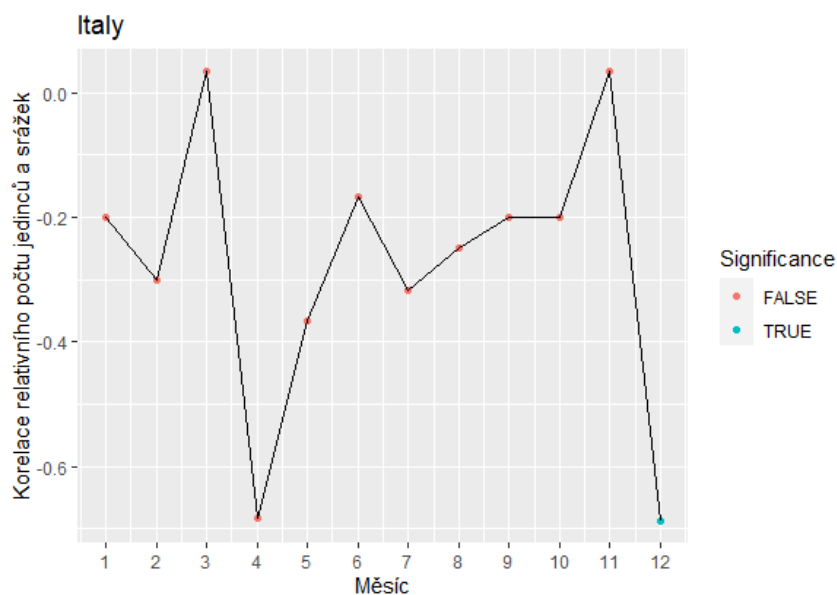
Obr. 5: Graf korelace pro zimoviště Francie (hodnota 2 na ose x – měsíc únor)

Tab. 6: Zjištěné hodnoty pro Francii

Oblast zimovišť	Rok	Celkový počet všech pozorovaných jedinců v roce	Průměrný úhrn srážek v únoru v lokalitě [mm]	Počet jedinců v době zimování (prosinec až leden)
France	2000	44	7,5	NA
France	2001	49	23,7	NA
France	2002	79	50,2	11
France	2003	174	53,8	6
France	2004	212	27,1	7
France	2005	297	38,1	25
France	2006	442	16,3	13
France	2007	485	48,3	17
France	2008	233	33,3	14

## ITÁLIE

Dle výsledků korelační analýzy pro oblast Itálie existuje vztah mezi množstvím srážek v prosinci a relativním počtem plameňáků na zimovištích této oblasti. Korelační koeficient pro tento vztah je  $-0,7$ , p-hodnota  $0,04$ . Průměrné množství srážek pro prosinec je  $77,3$  mm. Korelace je záporná a silná, a proto lze předpokládat, že čím je nižší úhrn srážek na zimovištích v Itálii v prosinci, tím jsou méně jedinců plameňáka přítomni v zimním období v daných lokalitách.



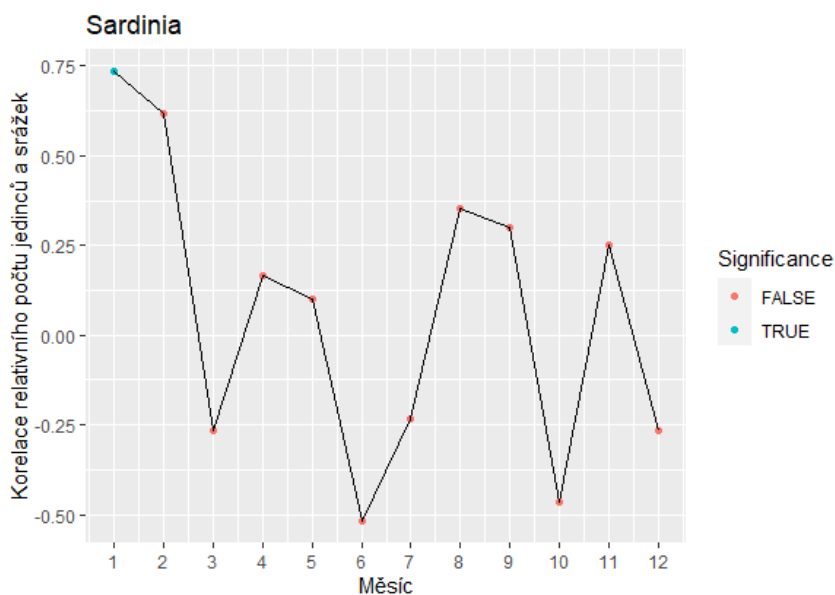
**Obr. 6:** Graf korelace pro zimoviště Itálie (hodnota 12 na ose x – měsíc prosinec)

**Tab. 7:** Zjištěné hodnoty pro Itálii

Oblast zimovišť	Rok	Celkový počet všech pozorovaných jedinců v roce	Průměrný úhrn srážek v prosinci v lokalitě [mm]	Počet jedinců v době zimování (prosinec až leden)
Italy	2000	44	66,4	44
Italy	2001	49	39,5	37
Italy	2002	79	124,0	48
Italy	2003	174	69,1	140
Italy	2004	212	136,2	154
Italy	2005	297	69,1	182
Italy	2006	442	55,7	358
Italy	2007	485	30,5	424
Italy	2008	233	105,5	169

## SARDINIE

Signifikantní vztah mezi množstvím srážek a počtem zimujících ptáků na území Sardinie byl prokázán pro měsíc leden. Korelační koeficient má kladnou hodnotu 0,73, p-hodnota je 0,03. Průměrný úhrn srážek byl 51,4 mm. Dle vysoké a kladné hodnoty korelačního koeficientu pro měsíc leden, lze předpokládat, že větší množství srážek v daném měsíci, má za následek větší počet plameňáků zimujících na zimovištích Sardinie.



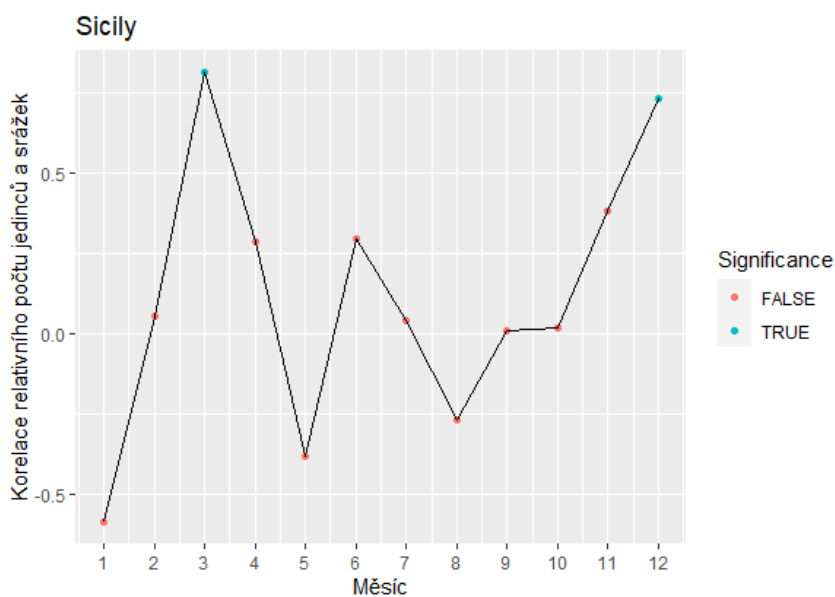
**Obr. 7:** Graf korelace pro zimoviště Sardinie (hodnota 1 na ose x – měsíc leden)

**Tab. 8:** Zjištěné hodnoty pro Sardinii

Oblast zimovišť	Rok	Celkový počet všech pozorovaných jedinců v roce	Průměrný úhrn srážek v lednu v lokalitě [mm]	Počet jedinců v době zimování (prosinec až leden)
Sardinia	2000	44	12,7	NA
Sardinia	2001	49	108,1	9
Sardinia	2002	79	34,8	7
Sardinia	2003	174	104,8	25
Sardinia	2004	212	51,7	18
Sardinia	2005	297	42,8	63
Sardinia	2006	442	53,6	24
Sardinia	2007	485	27,3	18
Sardinia	2008	233	26,4	7

## SICÍLIE

Pro lokalitu Sicílie významný korelační koeficient vyšel pro březen a prosinec. V březnu je hodnota korelace 0,8, p-hodnota = 0,008. V prosinci hodnota korelačního koeficientu vyšla 0,73 s p-hodnotou 0,03. Průměrné srážky v březnu jsou 40,5 mm a 110,73 mm v prosinci. Vysoké a kladné hodnoty korelačních koeficientů naznačují, že počet zimujících plameňáků na zimovištích Sicílii je větší, když jsou množství srážek v březnu a prosinci vyšší. Výsledky se doporučuje vnímat orientačně kvůli malému vzorku pozorovaných jedinců.



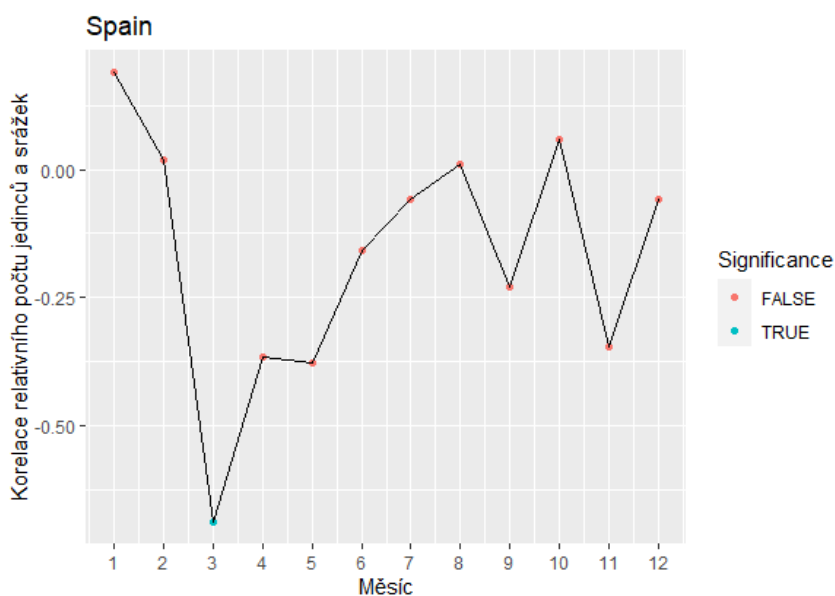
**Obr. 8:** Graf korelace pro zimoviště Sicílie (hodnota 3 na ose x – měsíc březen, hodnota 12 na ose x – měsíc prosinec)

**Tab. 9:** Zjištěné hodnoty pro Sicílii

Oblast zimovišť	Rok	Celkový počet všech pozorovaných jedinců v roce	Průměrný úhrn srážek v březnu v lokalitě [mm]	Průměrný úhrn srážek v prosinci v lokalitě [mm]	Počet jedinců v době zimování (prosinec až leden)
Sicily	2000	44	6,3	106,0	NA
Sicily	2001	49	15,0	69,2	NA
Sicily	2002	79	10,5	72,3	NA
Sicily	2003	174	29,8	114,0	NA
Sicily	2004	212	83,3	161,7	15
Sicily	2005	297	30,5	158,3	4
Sicily	2006	442	24,0	91,8	3
Sicily	2007	485	112,3	101,3	5
Sicily	2008	233	52,5	121,5	7

## ŠPANĚLSKO

Pro Španělsko byl zjištěn vliv srážek na početnost ptáků na zimovištích pro březen dle korelačního koeficientu  $-0,69$  s p-hodnotou  $0,04$ . Průměrný úhrn srážek pro stanoviště je  $37,9$  mm. Interpretace výsledky je omezená malým počtem záznamů pro danou oblast zimování. Korelace je poměrně silná a záporná. Lze předpokládat, že nižší úhrn srážek v březnu, má za následek zvýšený počet plameňáků, zimujících v dané lokalitě.



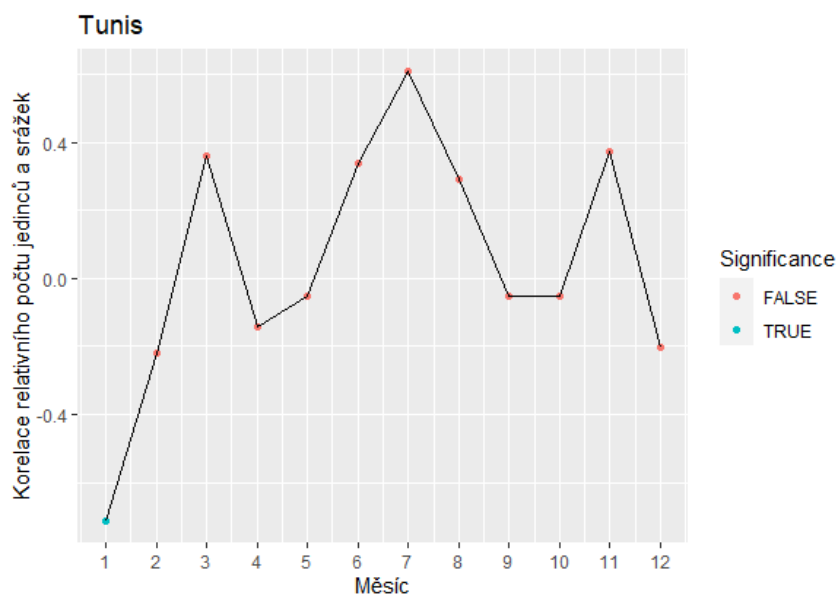
**Obr. 9:** Graf korelace pro zimoviště Španělska (hodnota 3 na ose x – měsíc březen)

**Tab. 10:** Zjištěné hodnoty pro Španělsko

Oblast zimovišť	Rok	Celkový počet všech pozorovaných jedinců v roce	Průměrný úhrn srážek v březnu v lokalitě [mm]	Počet jedinců v době zimování (prosinec až leden)
Spain	2000	44	55,3	NA
Spain	2001	49	22,5	NA
Spain	2002	79	55,3	NA
Spain	2003	174	51,5	NA
Spain	2004	212	83,3	NA
Spain	2005	297	14,5	NA
Spain	2006	442	12,5	5
Spain	2007	485	43,3	1
Spain	2008	233	3,0	2

## TUNISKO

Signifikantní korelační koeficient pro Tunisko vyšel v lednu  $-0,71$ ,  $p$ -hodnota =  $0,03$ . Množství srážek v lednu může ovlivňovat počet zimujících plameňáků na stanovištích Tuniska. Průměrná hodnota úhrnu srážek je  $47,5$  mm. Korelační koeficient má vysokou zápornou hodnotu, a proto je možné předpokládat, že čím je menší množství srážek v daném měsíci, tím se více jedinců plameňáka vyskytuje v dané oblasti zimování.



Obr. 10: Graf korelace pro zimoviště Tuniska (hodnota 1 na ose  $x$  – měsíc leden)

Tab. 11: Zjištěné hodnoty pro Tunisko

Oblast zimovišť	Rok	Celkový počet všech pozorovaných jedinců v roce	Průměrný úhrn srážek v lednu v lokalitě [mm]	Počet jedinců v době zimování (prosinec až leden)
Tunis	2000	44	33,8	NA
Tunis	2001	49	48,4	NA
Tunis	2002	79	14,8	4
Tunis	2003	174	107,7	NA
Tunis	2004	212	46,4	3
Tunis	2005	297	43,8	6
Tunis	2006	442	112,3	1
Tunis	2007	485	8,1	14
Tunis	2008	233	10,6	6

### 4.3 Souhrnný přehled výsledků

Korelační koeficienty byly spočítány pro průměrné meteorologické proměnné pro každou z 15 oblastí zimování. Zjištěné korelační koeficienty mají vysoké hodnoty, a proto lze říci, že vyjadřují vysokou sílu vztahu podmínek počasí a četnosti plameňáků na zimovištích. Signifikantní korelace průměrných teplot a počtu jedinců v lokalitách byly vyhodnoceny pouze u třech oblastí, a to pro Itálii, Sicílii a Španělsko. Srážkově významné korelační koeficienty nalezneme již pro Francii, Itálii, Španělsko, Tunisko, Sicílii a Sardinii. Korelace pro obě meteorologické proměnné vyšly v oblastech zimování v Itálii, Španělsku a na Sicílii.

Z analýzy vlivu hodnot průměrné teploty na četnost plameňáků na zimovištích významné korelační koeficienty byly nalezeny pro měsíce, které patří do období rozmnožování sledovaného druhu. Signifikantní efekt byl také nalezen pro podzimní měsíc listopad.

Korelace mezi průměrnými srážkami a četnosti plameňáků na zimovištích je signifikantní pro první měsíce kalendářního roku a pro měsíc prosinec, který je jedním ze dvou měsíců určeného období zimování plameňáka růžového.

**Tab. 12: Souhrnná tabulka významných hodnot korelačního koeficientu pro teploty**

Oblast zimovišť	Měsíc	p – hodnota	Hodnota korelačního koeficientu	Znak korelačního koeficientů
Italy	<b>5</b>	0,032	0,71	+
Sicily	<b>6   11</b>	0,04   0,04	0,7   0,69	-
Spain	<b>4   7</b>	0,03	0,73   0,68	+

**Tab. 13: Souhrnná tabulka významných hodnot korelačního koeficientu pro srážky**

Oblast zimovišť	Měsíc	p – hodnota	Hodnota korelačního koeficientu	Znak korelačního koeficientů
France	<b>2</b>	0,02	0,75	+
Italy	<b>12</b>	0,04	0,7	-
Sardinia	<b>1</b>	0,03	0,73	+
Sicily	<b>3   12</b>	0,008   0,03	0,8   0,73	+
Spain	<b>3</b>	0,04	0,69	-
Tunis	<b>1</b>	0,03	0,71	-



## 5. Diskuse

Výsledky studie naznačují, že četnost plameňáků na zimovištích může být ovlivněna povětrnostními podmínkami některých měsíců předcházejících zimní sezóně. Jelikož však tyto vztahy jsou korelacemi, je třeba při interpretaci výsledků postupovat opatrně, protože by mohly existovat další faktory vysvětlující vztah.

Byly zjištěny důkazy o významném vlivu teploty na četnost ptáků na zimovištích ve třech oblastech pozorování z 15ti. Signifikantní korelační koeficienty pro teploty byly zjištěny pro duben, květen, červen a červenec. Jedním z předpokladů existence korelace mezi teplotou v hnízdním období a četností jedinců na zimovištích je to, že teplotní podmínky mohou ovlivnit plameňáky přítomné na lokalitě. Hnízdící jedinci pak mohou na základě příznivých podmínek dané lokality a jeho okolí vybírat svá zimoviště poblíž hnízdní kolonie.

Protože většina úmrtnosti nastává během nejchladnějšího zimního období po polovině ledna a brzy na jaře, mírnější zimy a teplejší počasí na jaře by měli zvyšovat šance na přežití ptáků (Maclean, et al., 2008). Proto se očekává, že by tyto teplotní podmínky měly ovlivňovat celkový počet živých jedinců a následně četnost jedinců na zimovištích ve stejném roce. Překvapivě neexistovaly žádné důkazy o výrazném účinku teploty prvních měsíců roku na počet plameňáků na zimovištích.

Při analýze souvislosti množství srážek a relativního počtu plameňáků na zimovištích významné korelační koeficienty vyšly pro měsíce leden, únor a březen. Existence tohoto vztahu je spojená se sezonou dešťů ve Středomořské oblasti, kde hlavní období srážek nastává během zimních měsíců. Jelikož se vodní ptáci při shánění potravy spoléhají výhradně na vodní ekosystémy, hydrologické parametry jako je hladina vody a množství srážek poskytují spolehlivé ukazatele příznivých podmínek při výběru stanoviště u plameňáků růžových (Nager, et al., 2011).

Zjištěné významné hodnoty korelace teplot a srážek pro měsíce listopad a prosinec korespondují s předchozím studiem vlivu počasí na abundanci vodních ptáků v zimním období, které naznačuje, že podmínky počasí v měsících rané zimy, zejména v prosinci, mají významný vliv na počet vodních ptáků v jejich zimovištích (Maclean, et al., 2008).

Střídání signifikantních kladných a záporných hodnot korelačních koeficientů pro různé měsíce a oblasti zimování nelze jednoduše vysvětlit. Na druhou stranu,

korelace jsou dost silné, což může být objasněno přítomností složitějšího zprostředkovaného vlivu, který může být vysvětlen dalšími faktory. Jedním z předpokladů absence nějakého trendu je to, že podmínky počasí mohou hrát větší roli na hodně oblíbených zimovištích, a na zbytku se to může projevovat kvůli kompetici.

Ze zjištěných záporných hodnot korelačních koeficientů paradoxně vypadá, že když se podmínky na zimovištích zhorší, četnost plameňáků se během zimního období zvyšuje. To lze objasnit tím, že sledovaní plameňáci jsou poměrně mladí a nejsou tak silní v kompetici, a proto mohou být vytlačeny z lepších lokalit jedinci ze starších populací nebo kolonií.

Jedním z limitujících faktorů dané práce je nízký počet pozorování v jednotlivých oblastech zimovišť. Kvůli tomu se výsledky doporučuje brát pouze jako orientační. Nízké počty pozorování lze objasnit tím, že se monitorováním plameňáků růžových z kolonie Comacchio začalo hned po osídlení lokality ptákem. Ale postupně se kolonie během let zvětšovala a logicky se počty pozorovaných jedinců z dané kolonii zvyšovaly. Dalším faktorem, který by mohl ovlivnit výsledky práce je relativně hrubé zprůměrování teplot a množství srážek jednotlivých míst zimování pro některé oblasti. Příkladem může být seskupení jednotlivých zimovišť severní a jižní Itálie, kde se meteorologické podmínky relativně liší. Takové zprůměrování bylo provedeno kvůli malému počtu pozorování pro jednotlivé části některých států. Jinak tato data jsou důležitá pro znázornění a studium vývoje a šíření plameňáků z mladé kolonie Valli di Comacchio. Celkový počet záznamů a počet pozorovaných ptáků také závisí na počtu kroužkovaných jedinců a terénních pracovníků, dostupnosti stanovišť a podmínkách počasí při sběru dat.

Celkově tato studie naznačuje, že meteorologické proměnné mají vliv na výběr zimoviště u plameňáku růžového. O vlivu počasí na početnost vodních ptáků mimo dobu rozmnožování existuje málo informací. Prozatím není zcela prokázáno, jakým způsobem sledovaný druh detekuje příznivé podmínky prostředí a na jakém základě si vybírá svá stanoviště. Je třeba mít na paměti, že tato práce byla provedena pouze pro relativně krátkou dobu sledování nově vzniklé kolonie. Proto je zapotřebí dalšího výzkumu k určení dlouhodobého účinku meteorologických proměnných na větší počet pozorovaných zimujících plameňáků, než bude možné vyvodit obecné závěry. Je vhodné použít i jiné podrobnější datové sady teplot a srážek a detailnější oblasti průzkumu.

## 6. Závěr

Existuje mnoho faktorů, které mohou ovlivňovat migrační pohyby vodních ptáků. U plameňáka růžového jej můžeme rozdělovat na individuální, populační a enviromentální.

Moje práce byla zaměřena na enviromentální faktory, neboli na vliv podmínek počasí na četnost ptáků na lokalitách během období zimování. V práci byly zhodnoceny korelace meteorologických proměnných, jako jsou průměrná teplota a průměrný úhrn srážek, a relativního počtu jedinců na zimovištích. Předmětem studia byli jedinci plameňáka růžového pocházejících ze severoitalské kolonie v zálivu Valli di Commachio. Všechna místa pozorování jedinců během zimního období (prosinec až leden) byly zařazeny do 15 oblastí zimování. Sumarizace a analýza korelace dat byla provedena na základě vytvořené databáze zimovišť. Korelační koeficienty byly spočítané pro každou oblast a pro každý kalendářní měsíc zvlášť.

Vliv teplot v měsících předcházejících období zimování na lokalitách na relativní počet byl prokázán ve 3 oblastech v měsících duben, květen, červen, červenec a listopad. Vliv srážek byl prokázán v 6 oblastech v měsících leden, únor, březen a prosinec.

Z výsledků práce lze předpokládat, že četnost plameňáků růžových na zimovištích může být ovlivněna množstvím srážek ve větší míře, protože vztah byl prokázán pro větší počet oblastí. Byly zjištěny signifikantní korelační koeficienty pro teploty, ale výsledky korelace se doporučuje brát pouze jako orientační. Podle analýzy vlivu podmínek počasí na výběr zimoviště u plameňáka růžového lze usuzovat, že četnost zimujících plameňáků souvisí s podmínkami počasí, ale ten vztah je hodně složitější, než by se dalo jednoduše odvodit pouze ze zjištěných hodnot korelací. Testování bylo ale provedeno na poměrně malém vzorku jedinců pro každou oblast zimování a konkrétnější závěry by patrně přinesla studie korelační analýzy pro větší vzorky počtů zimujících plameňáků pocházejících z různých kolonií Středomoří.

## 7. Přehled literatury a použitých zdrojů

### Knižní zdroje:

**Cézilly, F. et Johnson, A. 2007.** *The Greater Flamingo*. London : T & AD Poyser. ISBN: 978-0-7136-6562-8.

**Delany, S. et Scott, D. 2002.** *Waterbird Population Estimates*. Wageningen : Wetlands International. ISBN: 90-5882-012-2.

**Shirihai, H. 1996.** *The Birds of Israel*. London : Academic Press & Unipress. ISBN: 01-2640-255-8.

### Odborné články:

**Adam, M., Musilová, Z., Musil, P., Zouhar, J., Romportl, D. 2015.** Long-Term Changes in Habitat Selection of Wintering Waterbirds: High Importance of Cold Weather Refuge Sites. *Acta Ornithologica*. 50(2), pp. 127-138.

**Araújo, M., Alagador, M., Cabeza, M., Nogués-Bravo, D., Thuiller, W. 2011.** Climate change threatens European conservation areas. *Ecology letters*. 14(5), pp. 484-492.

**Arveda, G., Baccetti, N., Dall'antonia, P., Morelli, F.** The Flamingo Project in mainland Italy: an update of the situation at the end of 2007. *Flamingo*. 1, pp. 52-57.

**Baccetti, N., Panzarin, L., Cianchi, F., Puglisi, L., Arcamone, E., Basso, M. 2008.** Two new Greater Flamingo (*Phoenicopterus roseus*) breeding sites in Italy. *Flamingo*. 16, pp. 25-27.

**Balkız, Ö., Ozesmi, U., Pradel, R., Germain, C., Sıkı, M., Amat, J. A., Béchet, A. 2007.** Range of the Greater Flamingo, *Phoenicopterus roseus*, metapopulation in the Mediterranean: New insights from Turkey. *Journal of Ornithology*. 148(3), pp. 347-355.

**Barbraud, C., Bertault, G., Johnson, A. 2003.** Phenotypic correlates of post-fledging dispersal in a population of greater flamingos: The importance of body condition. *Journal of Animal Ecology*. 72(2), pp. 246-257.

- Béchet, A., Germain, C., Johnson, A. 2009.** Greater flamingos stop breeding in the Camargue (southern France) in 2007, for the first time in 38 years; the beginning of a new era? *Flamingo Special Publ.* 1. pp. 26-29.
- Béchet, A. 2017.** Flight, navigation, dispersal, and migratory behavior. *Flamingos: Behavior, Biology, and Relationship with Humans.* 5, pp. 97-106.
- Bouchecker, A., Samraoui, B., Amat, U., Rendón-Martos, M., Baccetti, N., Esquerre, F., Nissardi, S., Balkız, Ö., Germain, C., Mouloud, B., Béchet, A. 2011.** Connectivity between the Algerian population of Greater Flamingo *Phoenicopterus roseus* and those of the Mediterranean basin. *Ostrich.* 82(3), pp. 167-174.
- Dingle, H. et Drake, V. 2007.** What Is Migration? *BioScience.* 57(2), pp. 113-121.
- Dufty, A. et Belthoff, J. 1999.** Proximate Mechanisms of Dispersal: the Role of Hormones and Body Condition. *Dispersal.* pp. 217–229.
- Geraci, J., Béchet, A., Cézilly, F., Ficheux, S., Baccetti, N., Samraoui, B., Wattier, R. 2012.** Greater flamingo colonies around the Mediterranean form a single interbreeding population and share a common history. *Journal of Avian Biology.* 43, pp. 341–354.
- Gillingham, M., Cézilly, F., Wattier, R., Béchet, A. 2013.** Evidence for an Association between Post-Fledging Dispersal and Microsatellite Multilocus Heterozygosity in a Large Population of Greater Flamingos. *PLoS ONE.* 8(11), pp. 1-10.
- Green, R., Hirons, G., Johnson, A. 1989.** The Origin of Long-Term Cohort Differences in the Distribution of Greater Flamingos *Phoenicopterus ruber roseus* in Winter. *The Journal of Animal Ecology.* 58(2), pp. 543-555.
- Greenwood, P. and Harvey, P. 1982.** The Natal and Breeding Dispersal of Birds. *Annual Review of Ecology and Systematics.* 13(1), pp. 1-21.
- Greenwood, P. 1980.** Mating Systems, Philopatry and Dispersal in Birds and Mammals. *Animal Behaviour.* 28, pp. 1140-1162.
- Hestbek, J., Nichols, J., Malecki, R. 1991.** Estimates of Movement and Site Fidelity Using Mark-Resight Data of Wintering Canada Geese. *Ecology.* 72(2), pp. 523-533.

- Johnson, A. 2019.** An Overview of the Greater Flamingo Ringing Program in the Camargue (Southern France) and Some Aspects of the Species' Breeding Biology Studied Using Marked Individuals. *Waterbirds: The International Journal of Waterbird Biology*. 23(1), pp. 2-8.
- Johnson, A. 1997.** Long-Term Studies and Conservation of Greater Flamingos in the Camargue and Mediterranean. *Colonial Waterbirds*. 20(2), pp. 306-315.
- Johnson, A. 1989.** Movements of Greater flamingos (*Phoenicopterus ruber roseus*) in the western Palearctic. *Revue d'écologie*. 44(1), pp. 75-94.
- Lack, D. 1968.** Bird Migration and Natural Selection. *Oikos*. 19(1), pp. 1-9.
- Lehikoinen, A., Jaatinen, K., Vähätalo, A., Clausen, P., Crowe, O., Deceuninck, B., Hearn, R., Holt, C., Hornman, M., Keller, V., Nilsson, L., Langendoen, T., Tománková, I., Wahl, J., Fox, A. 2013.** Rapid climate driven shifts in wintering distributions of three common waterbird species. *Global change biology*. 19, pp. 2071–2081.
- Lionello, P., Malanotte-Rizzoli, P., Boscolo, R., Alpert, P., Artale, V., Li, L., Luterbacher, J., May, W., Trigo, R., Tsimplis, M., Ulbrich, U., Xoplaki, E. 2006.** The Mediterranean Climate: An Overview of the Main Characteristics and Issues. *Developments in Earth and Environmental Sciences*. 4, pp. 1-26.
- Maclean, I., Austin, G., Rehfisch, M., Blew, J., Crowe, O., Delany, S., Devos, K., Deceuninck, B., Günther, K., Laursen, K., Roomen, M., Wahl, J. 2008.** Climate change causes rapid changes in the distribution and site abundance of birds in winter. *Global Change Biology*. 14(11), pp. 2489-2500.
- Macnae, Wm. 1960.** Greater flamingos eating crabs. *Ibis*. 102, pp. 325-326.
- Nager, R., Hafner, H., Johnson, A. 2011.** Environmental Impacts on Wetland Birds: Long-Term Monitoring Programmes in the Camargue, France. *Ardea*. 98, pp. 309-318.
- Nager, R., Johnson, A., Boy, V., Rendon-Martos, M., Calderon, J., Cézill, y F. 1996.** Temporal and spatial variation in dispersal in the greater flamingo (*Phoenicopterus ruber roseus*). *Oecologia*. 107(2), pp. 204–211.

**Pavón-Jordán, D., Clausen, P., Dagys, M., Devos, K., Encarnaçao, V., Fox, A., Frost, T., Gaudard, C., Hornman, M., Keller, V., Langendoen, T., Ławicki, Ł., Lewis, L., Lorentsen, S., Luigujõe, L., Meissner, W., Molina, B., Musil, P., Musilová, Z., Lehikoinen, A. 2018.** Habitat- and species-mediated short- and long-term distributional changes in waterbird abundance linked to variation in European winter weather. *Diversity and Distributions*. 25(10), pp. 1-15.

**Pavón-Jordán, D., Fox, A., Clausen, P., Dagys, M., Deceuninck, B., Devos, K., Hearn, R., Holt, C., Hornman, M., Keller, V., Langendoen, T., Ławicki, Ł., Lorentsen, S., Luigujõe, L., Meissner, W., Musil, P., Nilsson, L., Paquet, J., Stipnice, A., Lehikoinen, A. 2015.** Climate-driven changes in winter abundance of a migratory waterbird in relation to EU protected areas. *Diversity and Distributions*. 21(5), pp. 1-12.

**Rendón, M., Garrido, A., Amat, J., Rendón-Martos, M. 2009.** Monitoring of Greater Flamingo colonies: some proposals for measuring and interpreting results. *Flamingo*. 1, pp. 62-75.

**Sanz-Aguilar, A., Béchet, A., Germain, C., Johnson, A., Pradel, R. 2012.** To leave or not to leave: Survival trade-offs between different migratory strategies in the greater flamingo. *The Journal of animal ecology*. 81(6), pp. 1171–1182.

Internetové zdroje:

**Chelsa Climate. 2021.** CHELSA – Free climate data at high resolution (online), [cit. 2020.12.12], dostupné z: <<https://chelsa-climate.org/timeseries/>>.

**Ramsar Sites Information Service. 1998.** Valli residue del comprensorio di Comacchio (online), [cit. 2020.11.07], dostupné z: <<https://rsis Ramsar.org/ris/225>>.

**Ramsar Sites Information Service. 1998.** Information Sheet on Ramsar Wetlands (online), [cit. 2020.11.03], dostupné z: <<https://rsis Ramsar.org/>>.

Diplomové práce:

**Pavón-Jordán, D. 2017.** Waterbirds in a changing world: Effects of climate, habitat and conservation policy on European waterbirds. *University of Helsinki, Faculty of Biological and Environmental Sciences, Department of Biosciences, Helsinki*. 42 pp. (academic dissertation)

## 8. Přílohy

*Příloha č. 1: Zdrojový kód vytvořený v RStudio*

### **# Instalace balíčků**

```
install.packages("raster")
install.packages("gridExtra")
install.packages("ggpubr")
install.packages("ggplot2")
install.packages("rgdal")
install.packages("sp")
install.packages("plyr")
install.packages("lubridate")
```

### **# Načtení balíčků funkcí**

```
library(raster)
library(gridExtra)
library(ggpubr)
library(ggplot2)
library(rgdal)
library(sp)
library(plyr)
library(lubridate)
```

**### Načtení databáze zimovišť plameňáků růžových kroužkovaných v kolonii Saline di Comacchio. Databáze obsahuje záznamy o pozorování plameňáků v měsících prosinec až leden v letech 2000-2009**

```
df1 = read.table("WinterSit.txt", sep=";", header = T, dec=",")
```

**# Spojení měsíců prosinec a leden patřících do různých kalendářních roku do jednoho zimního období**

```
df1$Year[df1$Month==1] = df1$Year[df1$Month==1] - 1
```

### **### Sumarizace dat**

**# Počet záznamů pro každou oblast zimování**

```
cntObserv = ddply(df1, .(WinterReg), summarize, celk_zaznam = length(ID))
```

**# Počet pozorovaných jedinců pro každou oblast zimování**

```
cntPlam = ddply(df1, .(WinterReg), summarize, pocet_jedinec = length(unique(PVC)))
```

**# Počet pozorovaných jedinců v jednotlivých letech v zimním období (prosinec až leden)**

```
df.yearcnt = ddply(df1, .(Year), summarize, count = length(unique(PVC)))
```



### **# Počet pozorovaných jedinců v jednotlivých letech pro každou oblast zimování**

```
df.yrRegCnt = ddply(df1, .(WinterReg, Year), summarize, pocet_jedinec =  
length(unique(PVC)))
```

### **# Propojení tabulek podle atributu Year**

```
df.yrRegCnt = join(df.yrRegCnt, df.yearcnt)
```

### **# Přidání sloupce Time**

```
df.yrRegCnt$Time <- as.Date(paste(df.yrRegCnt$Year, df.yrRegCnt$Month, 15, sep="-"),  
format="%Y-%m-%d")
```

### **## Graf 1: Časová řada relativního počtu zimujících jedinců pro každou oblast zimování v letech 2000–2008**

```
ggplot(df.yrRegCnt, aes(x=Year, y=pocet_jedinec/count)) +  
geom_line() +  
geom_point() +  
facet_wrap(~WinterReg, scales = "free_y")
```

### **### Extrakce meteorologických proměnných do bodu místa zimoviště**

### **## Načtení vrstvy zimovišť plameňáků růžových kroužkovaných v kolonii Saline di Comacchio**

```
sites <- shapefile("WinterSit.shp")
```

### **# Odstranění duplikátů zimovišť**

```
sites <- sites[!duplicated(sites$ControlSit),]
```

### **## Načtení rastrů teplot do seznamu rastrových vrstev**

```
rasters_tmean = lapply(list.files(pattern = ".tif"), raster)
```

### **# Načtení rastrů srážek do seznamu rastrových vrstev**

```
rasters_prec = lapply(list.files(pattern = ".tif"), raster)
```

### **## Extrakce teplot do bodu místa zimoviště pro každý měsíc v letech 2000–2008**

```
sites_temps <- do.call(cbind, lapply(rasters_tmean, function(r) extract(r, sites)))
```

```
colnames(sites_temps) <- paste("t", 1:108, sep="")
```

### **# Spojení tabulek**

```
sites@data <- cbind(sites@data, sites_temps)
```

### **## Extrakce úhrnů srážek do bodu místa zimoviště pro každý měsíc v letech 2000–2008**

```
sites_precs <- do.call(cbind, lapply(rasters_prec, function(r) extract(r, sites)))
```

```
colnames(sites_precs) <- paste("p", 1:108, sep="")
```

### **# Spojení tabulek**

```
sites@data <- cbind(sites@data, sites_precs)
```

### ### Vektor měsíců

```
times = seq(as.Date("15.1.2000", format = "%d.%m.%Y"),as.Date("15.12.2008", format = "%d.%m.%Y"),"month")
```

### ### Výpočet průměrných měsíčních hodnot pro teploty a srážky pro oblasti zimování

#### ## Průměrná teplota v každém měsíci pro každou oblast zimování, 108 měsíců

```
temp_series <- do.call(rbind, lapply(1:108, function(i) tapply(sites@data[,paste("t", i, sep="")], sites$WinterReg, mean)))
```

#### # Tabulka temp\_series ve dvou sloupcích pro vytváření grafu

```
temps_long <- do.call(rbind, lapply(colnames(temp_series), function(reg) {  
  data.frame(value = temp_series[,reg], region = reg, time = 1:108)  
}))
```

```
temps_long <- do.call(rbind, lapply(colnames(temp_series), function(reg) {  
  data.frame(value = temp_series[,reg], region = reg, time = times)  
}))
```

#### ## Graf 2: Časová řada teplot pro každou oblast zimování v letech 2000-2008

```
ggplot(temps_long, aes(x=time, y=value)) +  
  geom_line() +  
  facet_wrap(~region)
```

#### ## Průměrné množství srážek v každém měsíci pro každou oblast zimování, 108 měsíců

```
precs_series <- do.call(rbind, lapply(1:108, function(i) tapply(sites@data[,paste("p", i, sep="")], sites$WinterReg, mean)))
```

#### # Tabulka precs\_series ve dvou sloupcích

```
precs_long <- do.call(rbind, lapply(colnames(preps_series), function(reg) {  
  data.frame(value = precs_series[,reg], region = reg, time = 1:108)  
}))
```

```
precs_long <- do.call(rbind, lapply(colnames(preps_series), function(reg) {  
  data.frame(value = precs_series[,reg], region = reg, time = times)  
}))
```

#### ## Graf 2: Časová řada úhrnu srážek pro každou oblast zimování v letech 2000-2008

```
ggplot(preps_long, aes(x=time, y=value)) +  
  geom_line() +  
  facet_wrap(~region)
```

```
### Korelace pro oblast zimování, kde x – NÁZEV_OBLASTI (Algeria, Corsica, France, Gibraltar, Greece, Italy, Libya, Morocco, Portugal, Sardinia, Sicily, Spain, Syria, Tunis, Turkey)
```

```
x="NÁZEV_OBLASTI"
```

```
## Korelace průměrných hodnot teploty v každém měsíci a relativního počtu zimujících plameňáků v rámci jednoho roku
```

```
# Tabulka měsíčních průměrných teplot pro danou oblast x
```

```
df.cor <- data.frame(  
temp = temp_series[,x],  
Month = month(times),  
Year = year(times))
```

```
# Spojení tabulek podle atributu Year
```

```
df.cor <- join(df.cor, subset(df.yrRegCnt, WinterReg==x))
```

```
# Vyplnění hodnot
```

```
df.cor$pocet_jedinec[is.na(df.cor$pocet_jedinec)] <- 0  
df.cor$count[is.na(df.cor$count)] <- -1  
df.cor$WinterReg[is.na(df.cor$WinterReg)] = x
```

```
# Výpočet relativního počtu zimujících plameňáků v dané oblasti x v letech 2000–2008
```

```
df.cor$perc <- df.cor$pocet_jedinec/df.cor$count
```

```
# Výpočet korelačních koeficientů
```

```
cors <- sapply(1:12, function(mon) {  
df.mon <- subset(df.cor, Month==mon & WinterReg==x)  
cor(df.mon$temp, df.mon$perc, method="spearman")  
})
```

```
# Extrakce p-hodnot korelačních testů
```

```
ps = sapply(1:12, function(mon) {  
df.mon = subset(df.cor, Month==mon & WinterReg==x)  
cor.test(df.mon$temp, df.mon$perc, method="spearman")$p.value})  
df.cors = data.frame(cor=cors, mon=1:12, Significance=ps<0.05)
```

```
# Graf korelací teplot pro danou oblast x
```

```
ggplot(df.cors, aes(x=mon, y=cor)) +  
geom_point(aes(color=Significance)) +  
geom_line() +  
scale_x_continuous(breaks=1:12) +  
ggtitle(x) + labs(x = "Měsíc", y = "Korelace relativního počtu jedinců a teploty")
```

```
## Korelace průměrných hodnot úhrnu srážek v každém měsíci a relativního počtu zimujících plameňáků v rámci jednoho roku
```

```
# Tabulka měsíčních úhrnů srážek pro danou oblast x
```

```
df.cor <- data.frame(  
prec = precs_series[,x],  
Month = month(times),  
Year = year(times))
```

```
# Spojení tabulek podle atributu Year
```

```
df.cor <- join(df.cor, subset(df.yrRegCnt, WinterReg==x))
```

```
# Vyplnění hodnot
```

```
df.cor$pocet_jedinec[is.na(df.cor$pocet_jedinec)] <- 0  
df.cor$count[is.na(df.cor$count)] <- -1  
df.cor$WinterReg[is.na(df.cor$WinterReg)] = x
```

```
# Výpočet relativního počtu zimujících plameňáků v dané oblasti x v letech 2000-2008
```

```
df.cor$perc <- df.cor$pocet_jedinec/df.cor$count
```

```
# Výpočet korelačních koeficientů
```

```
cors <- sapply(1:12, function(mon) {  
df.mon <- subset(df.cor, Month==mon & WinterReg==x)  
cor(df.mon$prec, df.mon$perc, method="spearman")  
})
```

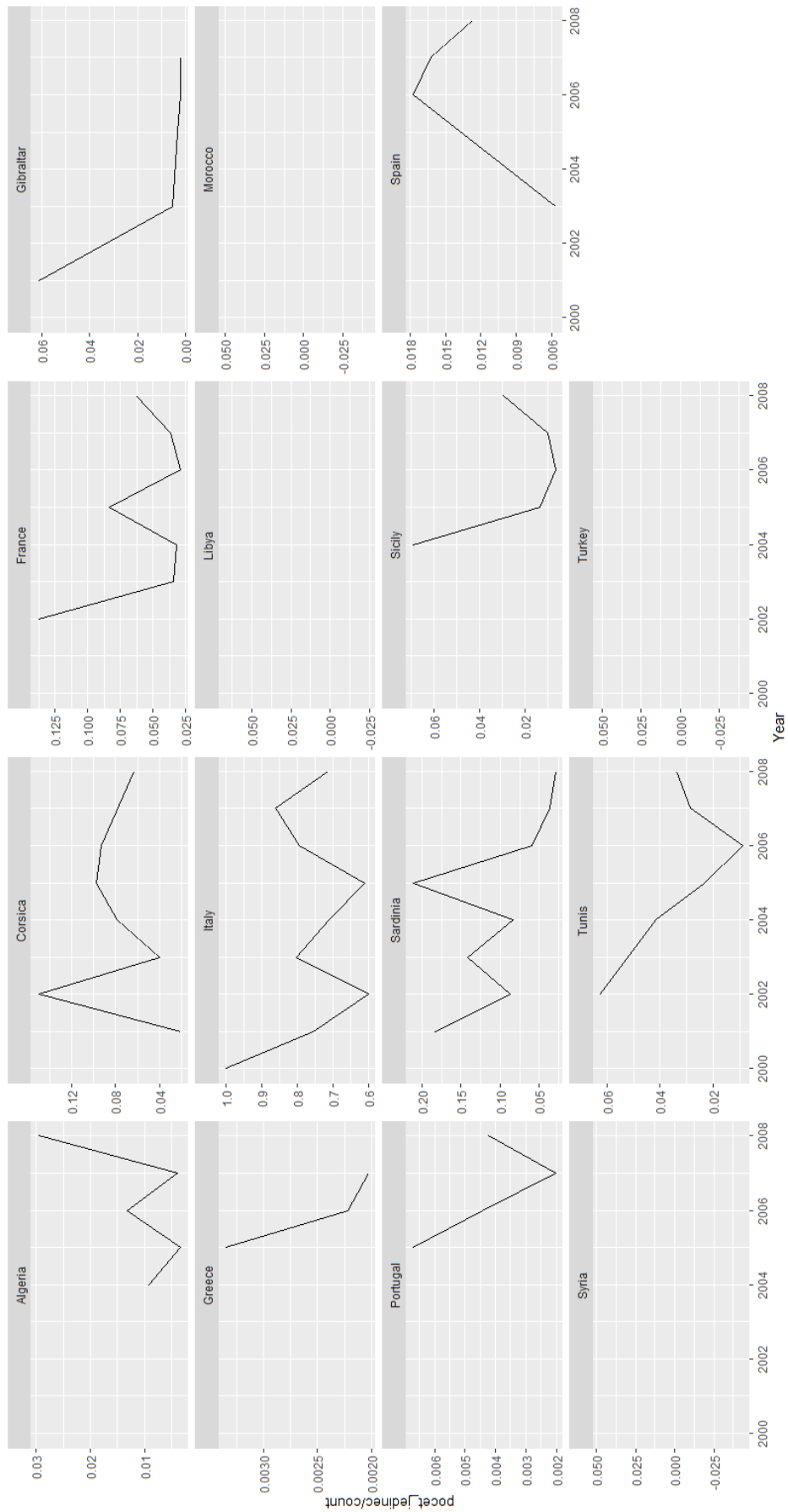
```
# Extrakce p-hodnot korelačních testů
```

```
ps = sapply(1:12, function(mon) {  
df.mon = subset(df.cor, Month==mon & WinterReg==x)  
cor.test(df.mon$prec, df.mon$perc, method="spearman")$p.value})  
df.cors = data.frame(cor=cors, mon=1:12, Significance=ps<0.05)
```

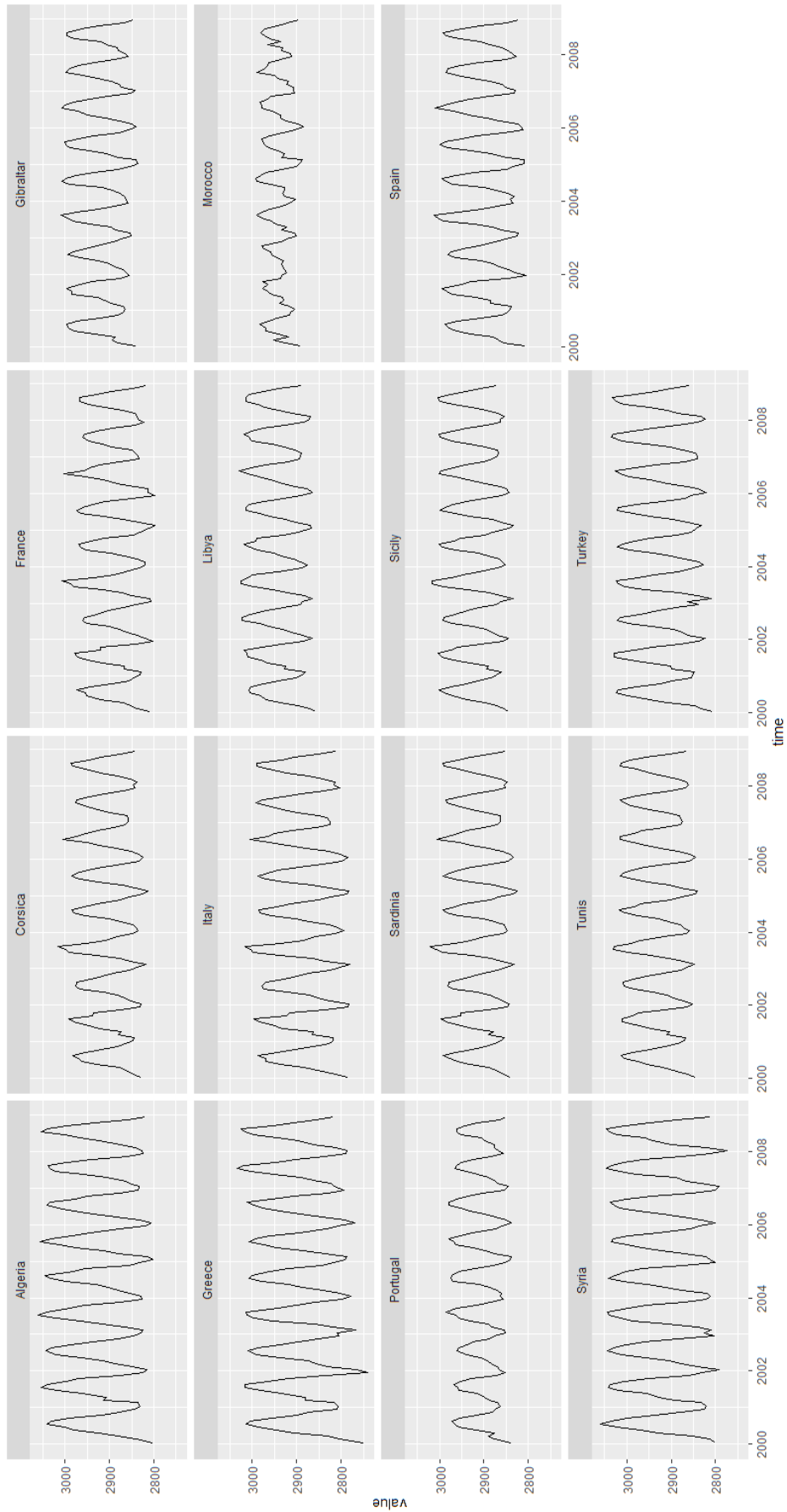
```
# Graf korelací množství srážek pro danou oblast x
```

```
ggplot(df.cors, aes(x=mon, y=cor)) +  
geom_point(aes(color=Significance)) +  
geom_line() +  
scale_x_continuous(breaks=1:12) +  
ggtitle(x) +  
labs(x = "Měsíc", y = "Korelace relativního počtu jedinců a srážek")
```

Příloha č. 2: Časová řada relativního počtu jedinců v oblastech zimování



Příloha č. 3: Časová řada průměrných teplot pro oblasti zimování



Příloha č. 4: Časová řada průměrných úhrnů srážek pro oblasti zimování

