

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE**  
**FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ**  
**KATEDRA APLIKOVANÉ GEOINFORMATIKY A**  
**ÚZEMNÍHO PLÁNOVÁNÍ**

**Prostorové aspekty migrace plameňáků růžových  
(Phoenicopterus roseus) v oblasti středozemního  
moře**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**Vedoucí práce: Ing. Vojtěch Barták, Ph.D.**

**Bakalant: Julie Joudalová**

**© 2020 ČZU v Praze**

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Julie Joudalová

Environmentální vědy  
Aplikovaná ekologie

Název práce

**Prostorové aspekty migrace plameňáků růžových (*Phoenicopterus roseus*) v oblasti středozemního moře**

Název anglicky

**Spatial aspects of migration of Greater flamingo (*Phoenicopterus roseus*) in the Mediterranean region.**

---

### Cíle práce

Posoudit vztah mezi časoprostorovou dynamikou populace plameňáka růžového během hnízdního období 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, zejména s vybranými meteorologickými proměnnými (teplota, srážky). Předpokládá se použití některé globální meteorologické databáze, např. časových řad klimatických reanalýz projektu Chelsa. Zpracování data bude probíhat v geografickém informačním systému a ve statistickém programu R.

**Doporučený rozsah práce**

30-50

**Klíčová slova**

Plameňák růžový, prostorová ekologie, Středozevní moře

**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>
- 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>
- 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>
- Cézilly F., Johnson A., 2007: The Greater Flamingo. T & AD Poyser, London, 337 p.
- Deville A. S., Labaude1 S., Robin J. P., Béchet A., Gauthier-Clerc M., Porter W., Fitzpatrick M., Mathewson P., Grémillet D., 2014: Impacts of extreme climatic events on the energetics of long-lived vertebrates: the case of the greater flamingo facing cold spells in the Camargue. *The Journal of Experimental Biology*: 3700-3700.

**Předběžný termín obhajoby**

2019/20 LS – FŽP

**Vedoucí práce**

Ing. Vojtěch Barták, Ph.D.

**Garantující pracoviště**

Katedra aplikované geoinformatiky a územního plánování

**Konzultant**

Dr. Federico Morelli

Elektronicky schváleno dne 27. 3. 2020

**doc. Ing. Petra Šimová, Ph.D.**

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 27. 3. 2020

**prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.**

Děkan

V Praze dne 29. 06. 2020

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: Prostorové aspekty migrace plameňáků růžových (*Phoenicopterus roseus*) v oblasti středozemního moře vypracovala samostatně a citovala jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použila a které jsem rovněž uvedla na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů.

Jsem si vědoma, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

Jsem si vědoma, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzí tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR.

V Praze dne 29. 06. 2020

.....

## **Poděkování**

Mé poděkování patří Ing. Vojtěchu Bartákovi, Ph.D. za odborné vedení, praktické rady a čas, který mi poskytl při řešení dané problematiky. Dále bych ráda poděkovala své rodině za podporu, kterou mi při celém studiu poskytla.

V Praze dne 29. 06. 2020

## **Abstrakt**

Plameňák růžový (*Phoenicopterus roseus*) obývá lokality od pobřežních lagun po jezera ve vyšších nadmořských polohách či s vysokou vodní hladinou. Výskyt je vázán především na potravní zdroje. Výborné letové schopnosti umožňují hejnu urazit dlouhou vzdálenost a zajistit výběr vhodné hnízdní či zimující lokality. Tato práce je příspěvkem k lepšímu pochopení pohybových aspektů a ovlivňujících faktorů.

Bakalářská práce zpracovává již existující data pozorování druhu, které probíhalo v letech 2000 až 2010. Předmětem monitorování byl vývoj mladé kolonie plameňáků růžových pocházející z mokřadních stanovišť u italského města Comacchio. Jedinci byli rozpoznáváni dle metody kroužkování pomocí třípísmenných kódů, databáze obsahuje téměř 40 000 vzorků. Hlavním cílem práce bylo posoudit, zda existuje souvislost mezi meteorologickými proměnnými a četností výskytu jedinců v hnízdním období v rámci časoprostorové dynamiky v oblasti Středozemního moře. Jako meteorologické proměnné byly zvoleny srážky a teplota. K vyhodnocení analýzy byl použit geografický informační systém ArcGIS a statistický program R. S využitím korelační analýzy byl zjištěn statisticky významný vztah četnosti jedinců a meteorologických proměnných na některých z patnácti testovaných lokalit.

**Klíčová slova:** Plameňák růžový, prostorová ekologie, Středozemní moře

## **Abstract**

Greater Flamingo (*Phoenicopterus roseus*) inhabits sites ranging from coastal lagoons to lakes in higher altitudes or lakes with higher water level. Its occurrence primarily depends on food sources. Excellent flying techniques allow the flock to travel long distances and secure a perfect choice of nesting or wintering place. This thesis is a contribution for a better understanding of its moving aspects and other influencing factors.

Bachelor's thesis processes already existing data of observed species. Observation took place between the years 2000 and 2010. The main purpose of monitoring was an evolution of young colony of Greater Flamingo coming from wetlands nearby an Italian city called Comacchio. They were individually recognized by a ringing method with the help of three-letters codes, the database includes almost 40 000 samples.

The main goal of the thesis was to assess whether there is a context between meteorological variables and the frequency of occurrence of an individual in nesting period in terms of space-time dynamic in the Mediterranean Sea. As meteorological variables were chosen precipitation and temperature. For the analysis records were used the geographic informational system ArcGIS and statistical program R. With the use of correlation analysis was found statistically important relationship between the frequency of an individual and meteorological variables, in some of the fifteen possible locations.

Key words: Greater flamingo, spatial ecology, Mediterranean sea

## Obsah

1	Úvod .....	1
1.1	Cíle práce .....	2
2	Literární rešerše .....	3
2.1	Plameňák růžový ( <i>Phoenicopterus roseus</i> ) v zoologické systematice .....	3
2.1.1	Fyziologická charakteristika.....	3
2.1.2	Hnízdění .....	5
2.1.3	Pohyb jedinců .....	8
2.1.4	Potrava ve volné přírodě.....	9
2.2	Migrace vodních ptáků .....	10
2.2.1	Disperze a migrační chování plameňáků.....	11
2.2.2	Vliv vybraných meteorologických proměnných na migrační chování.....	14
2.3	Oblast Středozemního moře.....	17
2.3.1	Podnebí mediteránu .....	17
2.3.2	Stanoviště mokřady a jejich environmentální podmínky .....	17
2.3.3	Hlavní hnízdiště plameňáka růžového.....	18
2.3.4	Záliv Valli di Comacchio, fauna a flóra .....	21
2.4	Ochrana druhu a jeho ekosystémů .....	23
2.5	Předpověď počasí, možnosti pozorování .....	25
2.5.1	Dostupná data o počasí .....	28
2.5.2	Klimatické údaje databáze Chelsa.....	28
3	Metodika.....	30
3.1	Popis kolonie, sběr dat .....	30



3.2	Popis dat.....	31
3.3	Zpracování dat .....	32
3.3.1	Databáze meteorologických proměnných .....	32
3.3.2	Databáze hnízdišť .....	32
3.3.3	Sumarizace databází .....	34
3.3.4	Extrakce meteorologických proměnných .....	34
3.3.5	Korelační analýza .....	35
4	Výsledky práce .....	37
4.1	Sumarizace dat.....	38
4.2	Vztah srážek a dynamiky četností jedinců na hnízdištích .....	42
4.3	Vztah teplot a dynamiky četností jedinců na hnízdištích .....	50
4.4	Souhrnný přehled výsledků korelační analýzy .....	56
5	Diskuze .....	58
6	Závěr.....	61
7	Přehled literatury a použitých zdrojů .....	63
8	Přílohy .....	67

# 1 Úvod

Hledáním pochopení chování druhu, zejména disperzního či migračního pohybu v souvislosti s výběrem habitatu a environmentálními podmínkami prostředí, lze dospět ke kvalitní ochraně plameňáka růžového. I přes stabilitu druhu v posledních letech je důležité přispět k udržení životaschopné populace. K ochraně jedinců patří ochrana stanovišť, které plameňáci obývají, ochrana přírodních podmínek lokalit a dostupných zdrojů potravy. Tato práce by měla sloužit jako dílčí příspěvek k porozumění vztahu výskytu jedinců na stanovištích s meteorologickými proměnnými.

Plameňák růžový (*Phoenicopterus roseus*) je řazen mezi vodní ptáky, typicky se odlišuje zakřiveným zobákem, dlouhými útlými brodivými nohama, zbarvením a ocasní kresbou. Má velmi specializované potravní nároky, živí se filtrací především fytoplanktonu a zooplanktonu. Pohyb hejna ve formacích je rozlišován na disperzní a migrační. Disperzní pohyb se týká přemístění za účelem rozmnožování, kterým například mladí jedinci cestují na první hnízdiště. Migrační pohyb je charakteristický periodicitou a dálkovými lety mezi hnízdištěm a zimovištěm. Hejna obývají především stanoviště mokřadů, slaniska, jezera ve vyšších nadmořských výškách v jižní a střední Evropě, Africe, jihozápadní Asii. Podnebí v těchto místech se vyznačuje především mořským vzduchem, tropickými teplotami a vysokou vlhkostí. Pro život plameňáků jsou vhodné vodní plochy zásadité, slané nebo až s dvojnásobnou salinitou. Limitujícím faktorem na obývané lokalitě je pro plameňáky dostupnost potravy, ovlivňuje je i hladina vody a další environmentální faktory. Většina stanovišť, kde plameňáci hnízdí, je chráněna Ramsarskou úmluvou o mokřadech majících mezinárodní význam především jako biotopy vodního ptactva. Plameňák růžový je uveden v úmluvě CITES. Populace plameňáka růžového však v posledních letech dle IUCN mírně stoupá.

O vlivu počasí na chování plameňáka růžového, výběru hnízdní lokality nebo migračních tras není mnoho známo. Existuje řada informací o vlivu větru na trasu pohybu hejna, o vlivu úhrnu srážek na množství potravy na hnízdišti či o migraci

při extrémních teplotních podmínkách. Přesto lze říct, že přímý vztah volby lokality a meteorologických proměnných není důkladně prozkoumán a potvrzen.

V práci jsou zpracována data, která byla shromážděna v rámci dlouhodobého monitoringu jedinců z kolonie Saline di Comacchio. Opuštěné středomořské slanisko Saline di Comacchio v severní Itálii bylo přirozeně kolonizováno plameňákem růžovým kolem roku 2000. Dnes je ustálená kolonie jednou z největších ve Středomoří. Studie je založena na analýze dat získaných v průběhu monitorování. Analýza byla provedena pro záznamy pozorování kolonie a meteorologické časové řady srážek a teplot ze serveru Chelsa. Ke zpracování již existujících souborů dat byl použit program R a geografický informační systém ArcGIS.

## 1.1 Cíle práce

Hlavním cílem je posoudit vztah mezi časoprostorovou dynamikou sledované populace plameňáka růžového během hnízdního období a vybranými meteorologickými proměnnými (srážky, teplota). Mezi dílčí cíle, vedoucí k dosažení záměru práce patří:

- Zpracovat dosavadní poznatky o pohybových aspektech, tedy migračních a disperzních, faktorech ovlivňujících výběr hnízdní lokality či samotné hnízdění.
- Zpracovat již existující databáze monitoringu plameňáka růžového z kolonie Saline di Comacchio, znázornit hlavní hnízdní středomořské lokality, graficky znázornit četnost pozorovaných jedinců v hnízdištích a celkový počet záznamů pozorování.
- Zpracovat datové sady počasí, zjistit průměrné hodnoty o počasí pro jednotlivé záznamy hnízdních stanovišť plameňáků, vytvořit časové řady průběhu počasí pro lokality.
- Posoudit a zhodnotit souvislost mezi četností jedinců na hnízdištích a průměrnými srážkami či teplotou v měsících předcházejících hnízdnímu období.

## 2 Literární rešerše

### 2.1 Plameňák růžový (*Phoenicopterus roseus*) v zoologické systematice

Plameňák růžový (*Phoenicopterus roseus*) je živočišný druh z rodu Plameňák (*Phoenicopterus*), čeledi Plameňákovití (*Phoenicopteridae*), patřící do řádu Plameňáci (*Phoenicopteriformes*) zařazené do třídy Ptáci (*Aves*) (IUCN, ©2015). Plameňák je kterýkoliv z šesti druhů vysokých, typicky růžových brodících ptáků s masivním, dolů zatočeným zobákem (Encyklopedie Britannica, 2020). Mezi tyto druhy patří plameňák růžový (*Phoenicopterus roseus*), plameňák americký (*Phoenicopterus ruber*), plameňák chilský (*Phoenicopterus chilensis*), plameňák Jamesův (*Phoenicoparrus jamesi*), plameňák andský (*Phoenicoparrus andinus*), plameňák minor (*Phoeniconaias minor*) (Biological library, 2020).

Plameňáci jsou velcí, brodící se ptáci s charakteristickými hubenými nohama, dlouhými krky, velkým rozpětím křídel a krátkým ocasem. Většinou tvoří rozsáhlá hejna, čítající stovky jedinců, které je možné pozorovat podél pobřeží, opticky připomínají bílý pás na obzoru. Za letu hejno tvoří rozsáhlé formace. Na zemi je možné plameňáky často pozorovat stojící na jedné noze. Důvod tohoto chování není dosud dostatečně prozkoumán (Encyklopedie Britannica, 2020). Početnost druhu se odhaduje přibližně na půl milionu jedinců. Jsou rozšířeni celosvětově, zejména v oblasti jižní Evropy, indických souostroví, jihovýchodní Asie, v Africe, Střední Americe či na Galapágách. V české republice se ve volné přírodě plameňák nevyskytuje, pouze velmi ojediněle (Bezzel et al. 2003).

#### 2.1.1 Fyziologická charakteristika

Odlišnost Plameňáka růžového od ostatních druhů spočívá ve velikosti těla, tvaru špičky zobáku a kresby na ocase (Bezzel et al. 2003). Hlasový projev plameňáků je podobný husímu sonornímu štěbetání, vydávají skřehotavé hlasité zvuky připomínající hlubší bručení či troubení. Plameňáci mají oválné tělo s dlouhým krkem a malou hlavou. Juvenilní jedinec je bělavý až šedohnědý, nezbarvený do červena. Samci jsou zpravidla větší a nápadnější než samice. Jsou přibližně 120-145 centimetrů vysokí s rozpětím křídel 140 až 170 centimetrů (Svensson et Grant, 2004). Na trupu mají dlouhá široká křídla, která jim umožňují dynamický

pohyb ve vzduchu. Za letu je možné plameňáky pozorovat s nataženým krkem, nohami v rozsáhlých, až útočně působících formacích. Na křídlech mají dvanáct ručních per, z čehož deset je značně delších než zbylé dvě. Dále mají přibližně dvacet sedm per předloketních a na krátkém oblém ocasu jich je mezi dvanácti a šestnácti (Cramp, 1986).

Zobák je nápadný, sytě oranžový s černým koncem, silný a velký. Je 12 až 14 centimetrů dlouhý, v polovině délky zahnutý v tupém úhlu směrem dolů. Funkce čelistí je opačná než u většiny ptačích druhů, pohybuje se horní čelist a dolní zůstává statická, okraje jsou lemovány drobnými destičkami, jimiž plameňák potravu filtruje (Bouchner, 1975). Horní část zobáku je o poznání menší než spodní část, slouží zejména jako utěsnění. Spodní čelist je větší a její funkci lze přirovnat k nádobě. Uvnitř obou částí zobáku se nachází již zmíněné filtrovací lamely. Jazyk plameňáků je velký a velmi drsný až ostnatý na povrchu (Cramp, 1986). Uvnitř zobáku a na jazyku se hojně nachází takzvaná Grandyho a Herbstova tělíska, to jsou typy hmatových buněk typické pro vodní ptactvo. Díky těmto tělískům mohou plameňáci nalézt v bahně a vodě drobné živočichy a řasy. Mimo jiné jsou pomocí těchto velmi citlivých tělísek schopni při pohybu ve vodě detekovat různé vlny a proudy, což jim pomáhá v orientaci a lokalizaci případných překážek (Veselovský, 2005).

Peří plameňáků má typicky bílou barvu s nádechem růžové, krovky křídel jsou červené a letky bývají zpravidla černé. Nažiny mají výrazně zbarvené, povětšinou růžové, červené či oranžové barvy. Pelichají zřejmě pouze jednou za sezónu, kdy ruční pera bývají shazována nepravidelně a naráz, což může vyústit v dočasnou neschopnost letu. Pohlavní dimorfismus není příliš patrný. Mláďata plameňáků jsou prekociální, přichází na svět vyvinutá, dokáží se ihned po narození o sebe do jisté míry starat, rodiče jim pomáhají s obživou. Rodí se s rovným zobákem, který se jim postupně zakřivuje. Mláďata a dospívající jedinci jsou zbarveni v odstínech hnědi a šedi, s nabývajícím věkem dosahují během několika let dospělého zbarvení (Cramp, 1986).

Nohy plameňáků jsou dlouhé, štíhlé a téměř holé, zakončené malým chodidlem. Přední prsty jsou spojené plovací blánou umožňující plavání a zadní prst je

zakrnělý, v některých případech neexistující. Dlouhé nohy specializované na pohyb vodou umožňují plameňákům snadný pohyb při brodění i plavání (Cramp, 1986). Jsou celé růžové, nemají červené klouby jako ostatní druhy.

### **2.1.2 Hnízdění**

V říši plameňáků se hnízdění dá přirovnat ke společenské události. Ve skupině tokajících jedinců společně pochodují, vzájemně se podporují a motivují, přičemž křídla rozpaží a přitahují k tělu, tím partnera dráždí (Bezzel et al. 2003). Faktory ovlivňující a spouštějící hnízdění, jako jedinečný složitý přírodní jev v živočišné říši při tvorbě kolonií, který ukazuje rozdíly v prostoru a času, jsou stále hledány a postupně lépe chápány. Každá reprodukční fáze vyžaduje úspěšně čelit podmínkám prostředí, klimatickým změnám či koordinaci rodičovských povinností v dlouhé cestě od naklazení vajec po vzrostlé jedince (Cézilly et Johnson, 2007). Pokud koncentrace solí ve vodě zajišťuje produkci velkého množství potravy, jsou schopni hnízdit. Nehnízdí každoročně (Bezzel et al. 2003).

Na každého živočicha působí periodické cykly, trvající od milisekund v nervových synapsích po denní, roční, mnohaleté cyklické období. Vnitřní rytmy živočicha odpovídají periodám pravidelně se opakujících vnějších faktorů, tedy cirkatidální, neboli přílivové rytmy určují aktivitu dle přílivu a odlivu. Cirkadiánní rytmy jsou u ptáků ovlivňovány především měnící se délkou denního světla, tomu odpovídá dostupnost potravy během reprodukčního období. Procesy se nejlépe projevují na fyziologických funkcích, jako denní změna teploty těla, kolísání pulsu a tlaku, vyměšování nebo i změna hladiny glykogenu v krvi. Vnitřní biologické hodiny synchronizují jednotlivé rytmy (Veselovský, 2005).

Bylo testováno, zda se průměrné datum snůšky dá vysvětlit vztahem mezi nadmořskou výškou a zeměpisnou šířkou. I přes nepřesnosti při aproximaci data snůšky byly nalezeny významné korelace pro zeměpisnou šířku a výšku. V určitých letech při zkoumání bylo pozorováno zpoždění při obývání hnízdních lokalit. Jedním z aspektů by mohla být dostupnost potravy, avšak na lokalitách není známo, co je jejím primárním zdrojem pro přítomné plameňáky. Zpoždění by však mohlo být odpovědí na životní cyklus živočichů, kterými se plameňáci živí. Situace opoždění může být způsobena environmentálními faktory jako vodním

režimem, povodněmi, vysycháním, změnou nadmořské výšky hladin obývaných vod, srážkám. Protože hladinou vody je ovlivněna dostupnost a množství potravy, závisí obsazenost hnízdišť plameňáků, ležících v suchých oblastech, na srážkách a velikosti povodí. Díky tomu, že srážky jsou obvykle nepředvídatelné, kolonie vytváří ptáci v aridních oblastech sporadicky dle výše srážkového úhrnu v předchozích měsících. Také období velmi vysokých srážek může doplnit podzemní hladinu po suchých letech tak, že průměrné srážky v roce následujícím mohou být stále dostatečné pro udržení hladiny vody a umožnění rozmnožování kolonie. Obvykle se snášky v celé oblasti Středozemního moře předpokládají od února do května. K nečekané události došlo v Itálii, kde z důvodů mimořádných silných srážek během srpna a září započalo několik párů plameňáků neočekávaně chov v září, přičemž v prosinci úspěšně zakončili odchov devíti jedinců. Na druhou stranu v biotopech, jako pobřežní či slané stanoviště, kde je množství vody stabilnější a tedy i předvídatelnější, mají jistě srážky a hladina menší vliv na hnízdní stanoviště, ale stále může být vliv množství srážek na počet obývajících jedinců, úspěšnost, čas zahájení rozmnožování. Jarní povodně mají za následek rozšíření vodních ploch v okolních mokřadech, kde by měla obvykle tou dobou voda ustupovat. Změny hladin vod mají za následek změnu hojnosti a dostupnosti bezobratlých v sezónních mokřadech, záplavy zajišťují nárůst populace obojživelníků a hmyzu, především pakomárovitých, patřících mezi velmi důležité zdroje potravy. Plameňáci využívají zaplavené slané pánve, brakické laguny i okolní slaniskové stepi (Cézilly et Johnson, 2007).

V okolí vytipovaných tradičních hnízdních míst se výskyt jedinců začne značně zvyšovat pár týdnů před zahájením snášení vajec. Ti, co dorazí začátkem této sezóny, však nemusí nutně být těmi, co se zde rozmnožují. Od počátku do konce rozmnožovacího období je lokalita kolonií plameňáků trvale obsazena. Hejna ptáku se do hnízd mohou zapojit i později v sezóně. Protože se však do oblastí dostaví více ptáků, kteří chtějí hnízdit, než kolik co je lokalita schopna pojmout, nastává intenzivní soutěž o chovný prostor a vytlačení jedinci jsou donuceni vyhledat jiný, většinou méně příznivý. Na méně optimálních stanovištích většinou nedojde k úspěšnému odchovu. Pokud je pokus neúspěšný, mohou se během hnízdní doby znovu, jednou či dvakrát, o rozmnožení pokusit. V momentě, kdy si

pár vybere místo, zůstává a po kopulaci buduje hnízdo a střeží ho. Bigamie není v přírodě známa. Hnízdo, na jehož stavbě se podílejí oba partneři, vypadá jako písčité nebo bahnitý kužel s prohloubením na vrcholu, které chrání vejce před vyklouznutím z hnízda či vzestupem hladiny vody a zároveň díky nižší teplotě na vrcholu slouží k prevenci embrya před přehřátím. Materiál na hnízdo pár vyhledává ve svém blízkém okolí, obsahuje lastury, kořeny rostlin, peří, oblázky, rozmáčený materiál na slunci rychle tvrdne a vyschne. Vlastní území kopce nepřetržitě jeden rodič hlídá. Během sezony mohou využít hnízdo i dva páry po sobě. Po opuštění se hnízda rozpadnou, jsou rozšlapána nebo jejich zánik způsobí počasí (Cézilly et Johnson, 2007).

Pokud naleznou příznivé podmínky, páry plameňáků kopulují. Samičku samec sevře dlouhými končetinami kolem jejího hřbetu a sedí na ní (Bezzel et al. 2003). Pro vývoj úspěšné generace je velmi nutné prvotní zahřívání vajec. Rodič předává zárodkům teplo nažinou, která se tvoří díky pohlavním hormonům a prolaktinu v době hnízdění. Nažina porůstá pouze vlasovým či prachovým peřím, ale v době hnízdění vytvoří holou, silnou plochu, která umožňuje intenzivní kontakt vejce a kůže rodiče, tedy dochází k zahřívání. Zahřívají oba ptáci s nohama složenýma pod sebe. (Veselovský, 2005). Vejce jsou kladena kdykoliv během dne, liší se velikostí a tvarem, hmotnost je kolem 10 % samičí hmotnosti. Výjimečně nakladou 2 nebo 3 vejce. Inkubace trvá kolem 29 dní. Vápenatá bělavá skořápka uchovává oranžovo-červený žloutek, bahnitě hnízdo vejce rychle obarví, čímž se stane podobné kameni. Po vylíhnutí, které od prvních prasklin skořápky trvá 24-36 hodin, mládě konzumuje kousky vlastní skořápky, to pomáhá doplnění vápníku pro kvalitní a rychlý růst kostí (Cézilly et Johnson, 2007). Mláďata jsou nidifugní, na svět přicházejí plně vyvinuta. Mají krátké, silné až oteklé oranžové nohy, husté bílé prachové peří. První týden života stráví v hnízdě, kde jsou krmena rodiči kašovitou hmotou, produkovanou ve žláznatém žaludku a jícnu. Potrava obsahuje asi 1 % krve (Bezzel et al. 2003). Do dvou týdnů jsou mláďata schopna chodit, provází je změna barvy na nohou, zobáku a peří do šedo-černa. Mláďě má rovný zobák, který se postupně zakřivuje. Obvykle začnou létat po 2-3 měsících, jsou nadnášena větrem, do kterého se rozběhnou (Cézilly et Johnson, 2007).



Produktivita kolonií je ovlivněna environmentálními faktory, mezi něž patří srážky, silný vítr, sucha. Hladina vody ovlivňuje počet hnízdících ptáků a výsledek reprodukce, dostupnost potravy, a tedy tělesnou kondici jedinců. Výrazné změny mohou taktéž být příčinou destrukce hnízda. Problémy dále způsobuje vyschnutí laguny a následné nastěhování suchozemských predátorů (Cézilly et Johnson, 2007).

### **2.1.3 Pohyb jedinců**

Pochopení pohybu druhu, jeho způsobu a důvodu mezi stanovišti, patří k důležitým ekologickým a ochranným aspektům, souvisí s migrací a prostorovým rozšířením druhu, následnou ochranou kritických stanovišť či genovým tokem, tedy výměnou genetického materiálu mezi populacemi (Cézilly et Johnson, 2007) Prozatím není prokázáno, jak plameňáci detekují příznivé hydrologické podmínky, sledují změny atmosférického tlaku a získávají informace o stavu lokalit (Béchet, 2017).

Vzlétnutí je obvykle spojeno s několikametrovým během po hladině, jakmile se však oprou do vzduchu, roztáhnou křídla a rozletí se. Během letu udržují nohy a krk v přímém protažení, křídly hmitají nepřetržitě, s jejich pohybem vzhůru ovlivňují pohyb těla dolů a opačně. V důsledku pohlavního dimorfismu je odlišný výdej energie potřebné k letu, u samců až dvojnásobný. Aby se náklady na výdej energie minimalizovaly, létají ve formacích (Béchet, 2017). Pokud letí proti větru, jsou blízko u povrchu, avšak obvykle se hejno ve formaci tvaru V nese po směru větru vysoko. Velikost hejna je různá, pohybuje se v desítkách jednotlivců. Zda plameňáci hledají potravu, pouze přelétají mezi hnízdišti nebo migrují, je možné vypořadovat ze způsobu jejich letu. Pokud je hejno vyrušeno (například letadlem), neuvěřitelně rychle se formace rozbije a každý jedinec vystrašeně rychlými pohyby křídel neurčitě změni směr (Cézilly et Johnson, 2007). Navigace při letu, který provádějí zejména jako noční cestovatelé, jsou schopni pomocí hvězd a během dne se řídí krajinnými prvky jako jsou řeky či infrastruktury. Cesty, které si k přeletu vyberou, mohou odpovídat krajinným prvkům a větrným podmínkám, také využívají zapamatovaných mentálních map (Béchet, 2017).

Pro let plameňáků je důležitý příznivý vítr, dokáže jejich rychlost zvýšit až o 30%. Obvyklá rychlost plameňáků je 50-70 km/hodinu a pohybují se v různé nadmořské výšce, která závisí na tom, zda letí nad pevninou či vodní plochou a má na ni vliv rychlost a směr větru (Cézilly et Johnson, 2007). Plameňáci dokážou naplánovanou vzdálenost uletět bez přestávky, nebo zastaví u menších mokřadů, které jsou klíčovou spojkou v zajištění propojení hnízdních a zimujících lokalit a jsou ve vztahu s genetickou variabilitou. Rychlostní letové výkony jsou srovnatelné s kormorány, jeřáby či pelikány (Béchet, 2017).

#### **2.1.4 Potrava ve volné přírodě**

Velmi výraznou a zajímavou vlastností plameňáků je filtrování potravy, které je nejčastěji používanou metodou. K ní je důležitý masitý jazyk se zploštělou distální částí, po hranách je řada háčkovitých filtrů směrem k hrdlu, čelisti jsou pokryty lamelami. Sání, které je kvůli úzce otevřenému zobáku možné do hloubky několik milimetrů, je umožněno silnými svaly, které vytvoří pohyb podobný pístu s rychlostí tam a zpět čtyřikrát za sekundu. Po nasání vody plameňák pohybuje zploštělou špičkou jazyka, který funguje jako pumpa, ze strany na stranu a prohání ji přes čelisti, které zadrží potravu. Aby potravu spolkl, zvedne hlavu, přičemž lze pozorovat bouli potravy jdoucí krkem. Pokud se plameňáci krmí v hlubší vodě, za potravou plavou. Někdy k lovu větší kořisti využívají zobák, který použijí jako kleště, či hmat nebo zrak. Pomocí chuťových pohárků dokážou rozlišit druh potravy (Cézilly et Johnson, 2007).

Plameňáci se označují jako potravní specialisté (Bezzel et al. 2003). Živí se především malými vodními bezobratlými a jejich larvami, kteří žijí v braktických, hypersalinních, slaných či sladkých vodách. Mezi ně patří krevety, mlži, měkkýši, krabi, hmyz. Protože konzumují potravu obsahující karotenoidy či kantaxantin, získávají růžovou barvu. Díky tomu, že se v různých mokřadech a sezóně distribuce a hustota kořisti liší, mají pestrou stravu. Neživí se však jen živočišnou potravou, ale i semeny vodních rostlin nebo mořskými řasami (Cézilly et Johnson, 2007).

Plameňáci většinou loví potravu v hejnech, předpokládá se, že spolupracují, k lovu využívají několik metod. V mělčích slaných vodách používají pomalou

chůzi a filtrování potravy pomocí zobáku. Pokud je voda příliš hluboká, využívají plavecké schopnosti a pádlování, aby našli rostlinné či živočišné organismy obývající dno vod, dosáhnou však jen o několik desítek centimetrů hlouběji než při chůzi. Opakem je jejich chování v místech, kde voda ustupuje, potravu tedy hledají v písčítých, blátivých lagunách, zobák ponoří do substrátu a otáčí s ním, tedy vytvoří takzvaný krmný kužel. Tuto metodu, která je stojí hodně úsilí, používají pouze na mělkých substrátech, avšak po celý rok. Jako potravu najdou mrtvé larvy, bezobratlé a jedí také bahno, které profiltrují. Plameňáci se žíví během dne i noci. Během dne přelétají za potravou na lepší místa a večer se shromáždí k odpočinku nebo odlétají k migraci. Na druhou stranu na některých lokalitách během noci hledají, protože se za dne cítí nejistě, například kvůli lidské činnosti. Ráno pak odlétají pryč a odpočívají. Hon za potravou ovlivňuje také příliv a odliv, kráčí k břehu, když příliv zvedne hladinu moře a naopak (Cézilly et Johnson, 2007).

Díky jejich speciálním žlázám mohou plameňáci pít během krmení, létají však na krátkou vzdálenost od krmných oblastí ke slané vodě, kde se napijí a vykoupou. Toto chování je charakteristické ve velmi slaných oblastech, oproti tomu, pokud svou potravu najdou ve slaných místech, létají potom pít do míst s nízkou salinitou (Cézilly et Johnson, 2007).

## **2.2 Migrace vodních ptáků**

Migrace čili tahy, je pravidelný pohyb živočichů směřující tam a zase zpět, v uzavřených cyklech. Existují rozmanité typy, například někteří tažní ptáci hnízdí za severním polárním kruhem a přezimují jižně od rovníku, jiné druhy se stěhují například pouze v řádu několika kilometrů. Někteří jedinci migrují pravidelně, jiní pouze jednou za život. Vznik migrací je do značné míry otázkou spekulace, zřejmě je spjat s evolucí druhu a nevznikal najednou. Živočichové, kteří se nevydali správným směrem zahynuli a ti, kteří našli správnou cestu, přežili a zplodili potomstvo (Cloudsley-Thompson, 1978).

Ptačí druhy migrují, čímž využívají rozdíly sezónních teplot a optimalizují zdroje potravy. Migrace jsou odlišné u různých druhů a závisí na období, vzdálenosti, délce denního světla, povětrnostních podmínkách. Dalšími vlivnými faktory jsou

také tahové cesty či přírodní bariéry. Migrace je charakterizována hnízdním obdobím a zimovišti (Cloudsley-Thompson, 1978). Ptáci, podobně jako lidé, se při tazích řídí podle vodítek na obloze i zemi v závislosti na tom, v jaké situaci se nachází. Z rozličných experimentů, v nichž byli kroužkovaní ptáci převáženi na vzdálenosti až několika tisíců kilometrů od jejich hnízdiště, a z následného pozorování vyplývá, že orientační smysl ptáků je natolik dobrý, že cestu domů dokáží najít téměř bez chyby. Z experimentů je patrné, že ptákům k základní orientaci stačí pouze poloha slunce, hvězd či měsíce, z nichž jsou schopni vyčíst celou řadu až záhadně komplexních informací. Někdy tedy hledají správnou cestu podle údolí řek, horských hřebenů či pobřeží, jindy zase dle denní či noční oblohy (Cloudsley-Thompson, 1978).

### **2.2.1 Disperze a migrační chování plameňáků**

Rozptyl je termín k označení prostorového pohybu, od migrace se odlišuje kratší vzdáleností, je nesměrovaný, zpravidla bez návratu, individuální. Kategorie rozptylu jsou emigrace, imigrace a přesun. Disperze je výsledkem pohybů, rozptylu, tedy rozmístěním jedinců v prostoru vymezeného území. Rozlišujeme disperzi shloučenou, pravidelnou a náhodnou (Cézilly et Johnson, 2007). Díky kroužkování a telemetrii, schopnosti měřit na dálku a dálkově přenášet data, lze snadněji a pokrokověji sledovat a porozumět mimořádným letovým schopnostem druhů ptáků. K tomu slouží GPS, technologie Agros, pozorování genetických změn, kombinace metodických přístupů. Plameňáci vykazují strukturované pohyby, jako disperzní a migrační pohyb, jež jsou dány jednotlivými faktory, mezi které řadíme věk, zkušenosti, faktory životního prostředí, početnost skupin jedinců. Podíl rozptylujících se ptáků se zvyšuje v letech se zvýšenou podnební vlhkostí. Disperze je často nákladná, a to jak z hlediska výdajů na energii, tak z hlediska přežití. Čeled' plameňáků se vykazuje nesouvislým prostorovým rozšířením, obývají často izolované mokřadní lokality nacházející se v suchých, pouštních oblastech. Protože mokřady vyskytující se v suchých místech nejsou stálými stanovišti, není zde v průběhu času stálá ani přítomnost a rozšíření ptačích hejn. V aridním prostředí jsou velmi zásadní navigační a letové schopnosti jedinců pro nalezení vhodného habitatu s dostatkem potřebných životních zdrojů a

podmínek. Mimořádná dovednost letu na dlouhé vzdálenosti jim umožňuje dosáhnout vhodného hnízdního stanoviště, na kterém se postupně shromažďuje až několik tisíc jedinců (Béchet, 2017). Během disperzního či migračního pohybu plameňáků závisí pohyb mezi mokřady na vzdálenosti mezi místy, ale zároveň na možnosti lokalit na mezipřistání. Ochrana takových míst je nezbytná pro usnadnění pohybu na velkou vzdálenost, zachování míst může přispět k udržení populace (Amat et al. 2005).

Zanedlouho poté, co je mládě plameňáka schopné létat, může být viděno stovky kilometrů od rodné kolonie. Mladí jedinci raději podnikají sporadické disperzní pohyby než naplánované migrační trasy, starší jsou méně aktivní, drží se blíže hnízdnímu místu (Cézilly et Johnson, 2007). Poté, co mláďata opustí rodnou kolonii, hledají vhodné místo, kde stráví první zimu. Plameňáci dospívají ve 3 letech, ale většina dosáhne samostatnosti a dospělosti až v 7 let. Když se pták rozhodne poprvé rozmnožit v jiné lokalitě, než je jeho rodná hnízdní, nazývá se to juvenilní disperze (Béchet, 2017).

Kam se rozhodnou letět po narození, tedy v prvním a druhém roce, ovlivňuje jejich chování v následujícím životě. Většinou jsou věrní mokřadům, které v mládí navštívili. Věrnost hnízdišti v době rozmnožování je ovlivněna předchozí zkušeností. Kam další roky odletí hnízdit, ovlivňuje úspěšnost jejich odchovu a rozmnožování, konkurence na lokalitě, počasí (Cézilly et Johnson, 2007). Často zůstávají na hnízdišti po celou zimu, nebo se obvykle po zimování vrací hnízdit v březnu (Bezzel et al. 2003). Pokud se na lokalitu dostaví s předstihem hnízdní sezóny, dle hladiny vody a vyschlých stanovišť, atraktivních podmínek, potravy, se rozhodnou, zda zůstanou či se přesunou dál, například mezi hlavním Francouzským a Španělským hnízdištěm. Evropské ptáky ze severní polokoule se obvykle rozptýlí jižně, z jižních naopak a ze střední Evropy do všech směrů. Je vyzorováno, že přes Středozemní moře procházejí plameňáci oběma směry. Někdy uletí neobvykle daleké vzdálenosti, mimo jejich normální rozsah. Opravdové migrační stěhovavé přelety mezi hnízdištěm a zimovištěm jako geograficky oddělenými místy, jsou známy převážně ze severu, hnízdiště jsou často pod ledem a sněhem (Cézilly et Johnson, 2007).

Plameňáci se chovají jako oportunisté a jejich obvyklé sezónní pohyby mohou být narušeny nepravidelnými změnami počasí. Po čas silného deště obývají dočasně vzniklé mokřady. Dalším rušícím faktorem jsou chladné zimy. Ty bývají pozorovány na lokalitách v Řecku, Francii, Turecku, okolí Kaspického moře. Bez jídla vydrží několik dní, ale pokud voda zůstane zmrzlá dlouho, jejich život je vystaven kritickým podmínkám, někteří zůstanou, jiní se snaží uniknout. Silná vichřice zase zaplaví lagunu mořem a ptáci jsou proti ní neschopní letu. Hromadná reakce hejna na extrémní klima je známa převážně z lokalit situovaných severně (Cézilly et Johnson, 2007).

V zásadě by se dalo předpokládat, že existují oddělené populace plameňáků dle oblastí, zjištěné pomocí pozorování a kroužkování jedinců. Rozdělit by se daly do čtyř soustředěných míst: Evropa a Střední Východ migrující v zimě do Afriky, východní Afrika, jižní Afrika, Senegal a Mauritánie (Brown et al. 1982). Pozdější pozorování do tohoto nálezu však nezapadají, lépe by odpovídalo rozdělení hlavních populací: západní Středomoří a severozápadní Afrika, východní Středomoří a jihozápadní Asie, východní a jižní Afrika. První kategorie, západní Středomoří a severozápadní Afrika, využívá pro pravidelný přelet Marocké pobřeží. Trasa je využívána obousměrně, dvakrát za rok. Brzy z jara plameňáci zimující v západní Africe odlétají z důvodu rozmnožování do středomoří, později se objeví i severněji, na konci léta či na podzim se po hnízdní sezóně vracejí podél přeletové trasy zpět do Afriky. Místo hlavní trasy mezi severozápadní Afrikou a Západním Středomořím méně často letí vnitrozemím přes marocké pohoří do Alžírského vnitrozemí, odkud se souběžně se severním okrajem Sahary dostanou k mokřadům v Alžírsku či až do Tunisu, nebo letí severně ke Středozemnímu moři. K přechodu mezi evropským a africkým kontinentem slouží také Gibraltarská úžina. Protože v blízkosti podél obou pobřeží úžiny se nevyskytují vhodné mokřady, ptáci po přeletu využívají mokřadní stanoviště ve Španělsku nebo Maroku. Další, druhá kategorie, východní Středomoří a jihozápadní Asie, má hlavní průletový bod na ostrově Kypr. Pozorovaná hejna plameňáků létají severovýchodně na jaře a jižně-jihozápadně na podzim. Kypr je lokalitou mezi hnízdními oblastmi Iránu či Kazachstánu, odkud letí přes Turecko, Sýrii nebo Aralské moře, a přezimovacími na pobřeží Kaspického moře, severní Afriky,

v Maroku nebo Egyptě. Pohyby podél severní Afriky z východního k západnímu středomořskému pobřeží jsou potvrzeny viděnými plameňáky v Sardinii a Tunisku. Přestože mohou využít trasu západním Řeckem nebo severní Itálií, prozatím není tato cesta prokázána. Pohyby kolem jezer Kazachstánu závisí na záplavách, z těchto míst se zřejmě rozšiřují i do Uzbekistánu nebo až na Sibiř, na těchto místech jsou záznamy velmi náhodné. Rudé moře a pobřeží Perského zálivu bývají přelétávány plameňáky z Íránu na Arabský poloostrov či na jih Afriky. Do třetí kategorie patří východní a jižní Afrika. Území Keni a Tanzanie je obýváno v závislosti na vyskytující se potravě v přítomných jezerech a hnízdních podmínkách. Létají podél namibijského pobřeží a vnitrozemím Afriky, množství záznamů je z východní Bostwany, dále jihu Zimbabwe a z pobřežních mokřadů Mosambiku, pozorováni byli i v Zambii a Malawi. Tyto pohyby naznačují spoj mezi jižní a východní Afrikou, taktéž přelet i na Madagaskar, k čemuž může posloužit i pobřeží Indického oceánu (Cézilly et Johnson, 2007).

### **2.2.2 Vliv vybraných meteorologických proměnných na migrační chování**

Podzimní migrace je podporována dny s jasnou oblohou, nízkou vlhkostí a nižšími teplotami vzduchu. Ve studii, kterou zpracoval Brust a kolegové (2019) si pozorování ptáci pro migraci vybírali dny s nižšími srážkami, přestože v celém období byly srážky nízké. To naznačuje fakt, že si záměrně vybírají příznivé a dobré počasí. Při migraci většinou odpočívají na pobřeží, proto, pokud je počasí nepříznivé, zde svůj pobyt prodlužují. Směr větru je pro skupinovou migraci také faktorem rozhodování, kam letět. Výskyt letů uvnitř kontinentů se dá odůvodnit změnou počasí či změnou směru větru. Vše také souvisí s kondicí jedinců, načasováním migrace a vzletů (Brust et al. 2019). Oblíbené lokality pro pobyt jsou zejména v tropických a subtropických oblastech. Pro živočichy, kteří jsou jejich důležitou potravou, je ve vodě zásadní sůl. Plameňáci žijí ve svěžích, čerstvých vodách, které jsou v zásadě alkalické, takže pokud se rovnováha vod změní, přestane být pro ně vhodnou. Podléhají znečištění vodních ploch, které ničí přirozené prostředí plameňáků. Zdá se, že čím větší je velikost kolonie, tím více z nich se stane obětí těchto problémů. Avšak v zajetí se ptáci nenachází pouze

v subtropickém či tropickém klimatu, tedy pro ně ideálních podmínkách. To lze objasnit tím, že jsou krmení a nemusí shánět vlastní potravu. Zdá se tedy, že pokud mají plameňáci dostatek potravy, jsou schopni se fyzicky přizpůsobit různým teplotám a klimatickým podmínkám (BioExpedition, 2014). Kvůli klimatickým změnám, ke kterým v posledních letech dochází, bude postupně docházet ke změně teploty vzduchu a hladiny moře, což ovlivní výskyt bezobratlých. Vliv to bude mít na změnu biomasy pro ptáky, hlavně pro brodivé, dojde ke změně konkurence mezi druhy. Je předpovězeno, že oteplování klimatu zabrání tvorbě a distribuci hnědých řas. Protože dojde k poklesu množství řas ve vodách, dojde k negativnímu dopadu na produktivitu sedimentů na dně a mořské pobřeží budou ovládat spíše mušle. Dojde tedy i ke snížení bohaté potravy pro druhy. Zvýšení hladiny má dopad na skalní pobřežní a bezobratlé, protože bude zabráněno jejich migraci směrem vzhůru k hladině. Zvýšením hladiny se zmenší také plocha pro kolonizování území (Kendall et al. 2004). Neočekávaně nízké teploty zapříčiňují hladovění, které se s neustávajícím chladem prodlužuje, plameňáci musí vydat více energie k udržení konstantní tělesné teploty. V důsledku zimy zamrzají hladiny vod, to zabraňuje lovu kořisti, která také zpomalila své chování. Dle nepublikovaných dat A. Bécheta může zpomalené chování zapříčinit o 3 týdny opožděné hnízdění a následně rozmnožování (Deville et al. 2014). O reakci plameňáků růžových na sucho pojednává studie, která se zabývá chováním plameňáka růžového během roku v rámci biologických procesů. Biologické procesy jsou základem v určení pohybů mezi mokřady. Největší španělská kolonie ptáků se nachází u jezera Fuente de Piedra, které je charakteristické změnou hladiny vody během roku, obvykle každoročně vysychá v hnízdním období. Protože mladí jedinci nejsou schopni létat, musí rodiče plameňáků pro potravu najít jiný mokřad. Disperzní let mezi hnízdištěm u jezera a novým mokřadem absolvují rodiče především v noci, proto by vzdálenost neměla přesahovat jednu noc. Vzdálenost mokřadů využívaných rodičem se v době chovu mláďat od chovného jezera vzdalovala obvykle do 200 kilometrů. Propojení mezi místem rozmnožování a místem dostupné potravy plameňáků závisí na využití mokřadů během období chovu. Plameňáci jsou uzpůsobeni k využívání mělkých mokřadů, jejichž hladina vody dynamicky kolísá. Většina plameňáků také využívá



mokřady, které byly rekultivovány lidmi, například rybí farmy, solné pánve. Hladiny vody na takových místech jsou uměle udržovány, což umožňuje jejich využití vodními ptáky po delší dobu (Amat et al. 2005).

Při hnízdění jsou rodiče i mláďata ovlivňováni počasím, zejména teplotou a srážkami. Přesněji déšť a chlad omezuje schopnost lovit a najít potravu, čímž snižuje se procento přežití mláďat. Rodiče za takových podmínek tráví více času zahříváním mláďat a nemají tolik času na shánění potravy. Věrnost rodičů k mláďatům ovlivňuje příjem potravy. Dostupnost potravy a faktor podnebí působí na stresový faktor, s ním jsou spojeny vzrůstající nemoci a infekce bránící vývoji mláďat. Například čápi bílí chovají potomky v otevřených hnízdech, důležitý je pro ně kosterní vývoj a rozmístění tuků v těle, jejich bydliště je závislé na přímých povětrnostních podmínkách a strava, kterou budou moci získat, závisí na počasí, proto je počasí nepřímým faktorem mající vliv na míru růstu a přežití. Čápi odlétají do hnízdních oblastí v hejnech, to znamená, že vývoj musí být synchronizován v rámci populace. Ti, co dorazí později, tedy koncem dubna a v květnu, přicházejí o příznivější hnízda a jsou omezeni ve výběru lokality sběru potravy. Na podzim jsou však tito jedinci podporováni hejnem, aby dokončili vývoj na daném hnízdišti a poté migrovali do zimovišť. Nepřímo je tímto potvrzený vztah, že ptáci rostou rychleji, pokud jsou nižší srážky a vyšší teploty (Tobolka et al. 2018).

Díky pozorování plameňáků z kolonie v Camargue bylo shledáno, že chladné období snižuje pravděpodobnost přežití na zimovištích. Také byl prokázán výrazný vliv věku na rozptyl ptáků ze zimoviště a jejich schopnost uletět vybranou vzdálenost. Migrace na dlouhou vzdálenost je energeticky náročná, proto ji mohou provádět pouze zdatní jedinci. Nebyl však zjištěn vliv výběru prvního zimoviště a dalším výběru budoucích lokalit. Mezi migračním chováním a přežitím ptáků existují složité vztahy, kdy strategie plameňáků v šanci na přežití se liší v závislosti na věku a zimních podmínkách prostředí (Sanz-Aguilar et al. 2012).

## **2.3 Oblast Středozemního moře**

Středozemní moře je mořem vnitřním, je tedy s oceánem spojeno pouze průlivem a obklopeno souší, má samostatný systém proudů. Nazývá se mořem mezikontinentálním, leží mezi Evropou, Asií a Afrikou. Jeho teplota a salinita se odvíjí od přitékajících vodních toků. Má rozlohu 2 505 000 kilometrů čtverečných s největší naměřenou hloubkou 5 210 metrů (Kukal, 1990).

### **2.3.1 Podnebí mediteránu**

Mořský vzduch se vyznačuje malými teplotními výkyvy a vysokou vlhkostí. Průměrně se teploty pohybují v chladných měsících kolem 20 °C až 25 °C, v teplejších mezi 25 °C až 20 °C. Vzduch je teplý, v zimě s mírným deštivým počasím a suchým létem. Častější výskyt srážek v zimních měsících způsobují přítomné polární fronty. Klima je neodmyslitelně ovlivněno taktéž větrnými podmínkami. Kvůli lokálním odlišnostem vznikají specifické atmosférické cirkulace neboli místní větry. V zimních měsících je Evropa ovlivněna studeným nárazovým větrem z chladných oblastí severovýchodní Asie k Jaderskému moři, dalším je severský studený vítr podmíněný tlakovou níží nad Středozemním mořem od Rhôny k jižní Francii, do východního Středomoří kvůli tlakové níží nad Afghánistánem a Indií vane taktéž suchý studený vzduch, horké suché větry se do Středomoří ze Sahary obvykle dostávají od dubna do června (Ruda, 2004).

### **2.3.2 Stanoviště mokřady a jejich environmentální podmínky**

Mokřady jsou biotopy specifických společenstev, vzácných, ohrožených a ojedinělých druhů rostlin, živočichů či mikroorganismů. Populace obývajících mokřady jsou unikátní pro zachování rozmanitosti biogeografického regionu. Jsou to ekosystémy bažin, slatin, rašelinišť, trvalých či dočasných. Obsahují vodu stojatou či tekoucí, sladkou, brakickou, slanou či mořskou vodu, hloubka při odlivu nepřesahuje šest metrů. Jsou velmi významnými, avšak ohroženými ekosystémy. Jejich funkcí je podílení se na udržení a cirkulace vody v krajině, díky velkému výpadu mají příznivý vliv na podnebí, snižují obsah oxidu uhličitého obsaženého ve vzduchu (Vlasáková et al. 2017).

Mokřady dělíme dle zeměpisné šířky s pro ni charakteristickým vegetačním krytem na: mokřady ekvatoriálních šířek, vlhkých tropů a subtropů, suchých tropů a subtropů, mírných šířek. Dále jsou rozděleny podle salinity, zdrojů napájení a porostů. Podle abiotických podmínek lze charakterizovat a určit hlavní skupiny společenstev biotopů (Ruda, 2004).

### **2.3.3 Hlavní hnízdiště plameňáka růžového**

Plameňák pro svůj život vyhledává slané vody, mělké laguny s výskytem drobných organismů specifické biomasy. Ve slané vodě je důležitá přítomnost uhličitanu sodného, hydroxidu sodného, chloridu vápenatého. Mezi evropské nejznámější oblíbené stanoviště patří Camargue v Jižní Francii ležící na deltě řeky Rhône, kolonie v Tunisku, laguny ve španělské Andaluzii, italská jezera, marocké pobřeží, ústí řeky Indus v Pákistánu (Bezzel at al., 2003). Velké kolonie mimo Středozevní moře najdeme v Africe, severní části kontinentu při západním pobřeží na území Mauritánie, Senegalu, Guinei, v jižní části západní Afriky nalezneme pás stanovišť přes pobřeží Namibie, Angoly, Konga až přes jih, Jihoafrickou republiku, se rozmístění přelévá na východní pobřeží Zimbabwe, Mosambiku, Zambie, Malawi, Keni do Etiopie (IUCN ©2015). Většina plameňáků tedy obývá mokřadní stanoviště, která jsou chráněna Ramsarskou úmluvou o mokřadech majících mezinárodní význam především jako biotopy vodního ptactva, níže vypsané lokality jsou jejich zástupci.

### **ITÁLIE**

Pontinské bažiny se začaly tvořit přibližně 200 let před naším letopočtem. Je to bažinatá oblast Itálie při pobřeží střední Itálie jihovýchodně od Říma. Od moře jsou odděleny písčnými přesypy. Protože přes hory a písčné duny na pobřeží nenalezly toky východisko do ústí moře, postupně vznikly tyto aluviální mokřadní oblasti. Nyní jsou vysoušeny kvůli tvorbě zemědělské půdy. Z historického hlediska byly předmětem rekultivačních prací a kvůli osídlování odvodňovány. Poloostrov Mongentario je další hnízdní lokalitou. Je ohraničena lagunou di Poneta a di Levante, které tvoří přírodní rezervaci v Toskánsku. Pobřeží poloostrova je skalnaté. Je zde typická středomořská vegetace, korkové duby, borovice, křoviny, rostliny dun. Voda v laguně je bohatá na ryby. Saline di

Margherita di Savoia je bažinnou lokalitou hraničící s Manfredonským zálivem ve východní Itálii. Oblast je proslulá těžbou soli (Ramsar sites information service, 2020).

## **SARDINIE**

Stagno di Cagliari je hnízdní zastávkou na Sardinii. Místo vzniklo pískovcovou erozí a regresí moří. Díky biologické rozmanitosti je jedním z nejdůležitějších evropských mokřadů. Toto místo je hnízdištěm mnoha ptáků, pro plameňáka zastávkou v době migrace, potravu zde ve velké míře obstarává korýš *Artemia salina* a vodní rostliny. Vedle něj se nachází Stagno di Molentargius. Na západě ostrova lze nalézt další stanoviště chráněných hnízdních mokřadů, například Stagno di Sale Porcus, Pauli Maiori, Mistras, Cábras (Ramsar sites information service, 2020).

## **SICÍLIE**

Na Sicílii najdeme stanoviště Plameňáka růžového na severovýchodě a jihozápadě. Na jihu komplex pěti jezer zvaný Vendicari, v sezoně čítá až 20 000 vodních ptáků. Na severu jsou hlavní lokalitou slané pánve Trapani a Paceco, kde se během migračních letů zastavují afričtí migrující jedinci (Ramsar sites information service, 2020).

## **FRANCIE**

Réserve Naturelle Camargue je přírodní park ve Francii, nacházející se mezi hustě osídlenými regiony, uvnitř delty řeky Rýn, podél pobřeží Středozemního moře. Park se nachází v centru migrace ptáků ze severní Evropy do Afriky a je velice důležitým odpočinkovým místem. Je zde možné pozorovat plameňáka v jeho přirozeném prostředí (parc-camargue, 2020).

## **PORTUGALSKO**

Reserva natural do estuário do tejo je přírodní rezervace v Portugalsku. Jedná se o jedny z největších mokřadů v Evropě. Rozsáhlá území, která jsou plná sedimentů, se nachází v ústí řeky Tejo, kde je možné nalézt vodu s různými typy zasolení.

Lokalita je velmi důležitá pro migraci rozličných druhů ptáků (Ramsar Sites Information service, 2020).

## **ŠPANĚLSKO**

Malé hnízdní kolonie nalezneme na pobřeží jihovýchodního Španělska, například Salinas del Cabo de Gata, Marjal de Almenara či Salinas de Santa Pola. Ve středu státu se nachází laguny s typickou středomořskou vegetací, s čistou, braktickou vodou, v minulosti byly některé z nich poznamenány zemědělskou činností. Některé z nich jsou Las Tablas de Daimiel, Lagunas de Ruidera, El Hito, del Prado a další. Největší hejno čítá jih Pyrenejského poloostrova, hranice Portugalska a Španělska. Hlavními místy jsou zde laguny, které vytváří množství chráněných komplexů mokřadů. Jsou ovlivněné srážkami, povrchovou vodou a okolní krajinou, tedy jejím udržováním, hospodařením a zemědělstvím. Toto místo je v letech s velkými suchy jedním z nejdůležitějších pro stěhovavé ptáky. Z několika stanovišť stojí za zmínku Reserva Natural Complejo Endorreico de Chiclana, Paraje Natural Lagunas de Palos y Las Madres, Reserva Natural Lagunas de Campillos nebo Bahía de Cádiz (Ramsar sites information service, 2020).

## **MAROKO**

Gibraltarský průliv spojuje hnízdiště a zimoviště Španělska a Maroka. Podél jeho okraje nalezneme mokřady jako Littoral de Jbel Moussa, Merja de Fouwarate, Marais et côte du Plateau de Rmel. Hlavní charakteristikou míst je rozmanitě a členitě pobřeží, bohatá fauna a flora s endemickými druhy rostlin. Mezi hlavní problémy zdejších druhů patří zemědělství, pokles hladin podzemních vod, znečištění a chemizace půd. Další místo se nazývá Complexe de Sidi Moussa-Walidia a Zones humides de l'oued El Maleh tvořící pás pobřežních stanovišť (Ramsar sites information service, 2020).

## **TUNISKO**

Velkou rozlohu stanoviště plameňáka zaujímá Tunisko, jehož takřka celé pobřeží je lemováno mokřady chráněnými dle Ramsarské úmluvy. Nalezneme zde

rezervace, komplexy jezer, braktické laguny, zálivy (Ramsar sites information service, 2020).

## **TURECKO**

Lokality hnízdění plameňáků se v Turecku nachází zejména na jiho-východním pobřeží mezi městy Kataras, Anamur a západním pobřeží provincie Izmir (IUCN ©2015). Na těchto rozsáhlých územích se nachází pouze jedna lokalita chráněná Ramsarskou úmluvou, delta Gediz nacházející se v zálivu Izmit. Delta Gediz je jednou z nejdůležitějších mokřadních soustav v Turecku, s rozlohou více než 40 000 hektarů. Součástí soustavy je velké množství různých habitatů, zejména naplaveninových ostrůvků, sezónně zatopených slaných oblastí, solných jezírek i zemědělských oblastí. Hnízdí zde na 250 druhů ptáků, včetně plameňáků. (Ramsar sites information service, 2020).

### **2.3.4 Záliv Valli di Comacchio, fauna a flóra**

Záliv Valli di Comacchio se nachází v Itálii, v provinciích Ferrara a Ravenna, přibližně 50 kilometrů od města Ferrara a 20 kilometrů od města Ravenna. Přesné souřadnice jsou 44° 37' N; 12° 11' E. Tento ekosystém představuje jednu z největších mlák v Itálii, tedy mokřad vzniklý zabahněním terénu, s více než 13 000 hektary mělkých pobřežních vod s různými stupni zasolení, od sladké až hypersalinní. Toto území s velmi vysokou a zachovalou diverzitou představuje nejdůležitější mokřadní komplex v Itálii (Ramsar sites information service, 1998).

Tento mokřadní systém je domovem mnoha unikátních a vzácných druhů rostlin i zvířat, a vytváří podmínky ideální pro jejich obživu, odpočinek v období migrace či rozmnožování. Nachází se zde množství endemických druhů typických pouze pro tento habitat. Běžně zde můžeme nalézt více než 20 000 vodních ptáků, nenahraditelné populace brodivých, kachnovitých, dravců, kulíkovitých a rackovitých. Záliv tvoří velmi důležité podmínky pro růst euryhalinních druhů, z nichž mnoho je vzácných a ohrožených (Ramsar sites information service, 1998).

Záliv je napájen sladkou vodou z řeky Reno, která se nachází na jihu v těsné blízkosti. Slaná voda vtéká kanály Logonovo a Gobbino na severo-východě. Proud sladké vody je člověkem regulován za účelem rybářství a následkem toho

se zvyšuje zasolení od severu k jihu. Je zde velké množství různých typů habitatů, například rozlehlé mělké břehy přecházející v písčité pobřeží s halofytní vegetací, podmáčené slané louky, bahnitá a slaná oblasti, které se vynořují pouze v letní dny, borovicové lesy či kultivované plochy (Ramsar sites information service, 1998).

Z pozoruhodných chráněných rostlin zde můžeme nalézt endemickou mezinárodně chráněnou *Salicornia veneta*, na národní úrovni chráněné druhy jako *Bassia hirsuta*, *Halocnemum strobilaceum*, *Limonium bellidifolium* a *Plantago cornuti*. Ze zvířecí říše jsou významné zejména druhy jako volavka bílá *Egretta Alba*, volavka červená *Ardea purpurea* či bukač velký *Botaurus stellaris*. Nachází se zde jediná stabilní hnízdicí kolonie kolpíka bílého *Platalea leucorodia* v Itálii. Rozsáhlé kolonie ptáků z řádu dlouhokřídlých se vyskytují na dunách a solných pláních, za zmínku stojí druhy: pisila čaponohá *Himantopus himantopus*, tenkozobec opačný *Recurvirostra avosetta*, racek černohlavý *Larus melanocephalus* či různé druhy rybáků. Velmi důležitou roli hraje tato lokalita jako hnízdiště husice liščí *Tadorna tadorna* a kulíka mořského *Charadrius alexandrinus*, také pro kolonie ouhorlíka stepního *Glareola pratincola* (Ramsar sites information service, 1998).

V důsledku úsilí ochranářů se počet plameňáků obývajících středomořský region zvyšuje. V roce 2000 plameňáci přirozeně kolonizovali solné pánve Saline di Comacchio, které jsou součástí Valli di Comacchio. Hladina slanisek, která byla z finančních důvodů opuštěna roku 1985, však zůstává celoročně relativně stále stejná. Mělké vody, s výškou hladiny menší než 1 metr, utvářejí stálá příznivá stanoviště. Od roku 2000 se z desítek jedinců plameňáků stala plnohodnotná kolonie sčítající přibližně 1200 jedinců. Ptáci kroužkovaní v Comacchii byli pozorováni téměř v každé oblasti středomoří (Albanese et al. 2009).

Jedním z hlavních problémů při udržování stability prostředí této lokality je špatná cirkulace vody. Kultivace výše položených území za posledních 30 let zásadně narušila celkovou hydrologickou strukturu území, což vedlo zejména k narušení poměru mísení slané a sladké vody. Nesourodé hospodaření s okolní půdou a intenzivní komerční chov ryb, při kterém je narušován terén, produkují

množství biologického odpadu v rozporu se snahou zachovat přírodní společenství. V souvislosti se snahami o ochranu jsou v mokřadech vyhlášené chráněné oblasti, kde není povolen rybochov ani rybolov, avšak naprosté potlačení pytláctví je značně obtížné. Je nutné dále rozvíjet snahu o ochranu a podporovat výzkum této unikátní oblasti (Ramsar sites information service, 1998).

## **2.4 Ochrana druhu a jeho ekosystémů**

Ochrana přírody je sjednána na základě pravidel a předpisů jednotlivých států do jejichž legislativy jsou na území Evropy zapojovány úmluvy evropské legislativy. Každý stát chrání obecnou a zvláštní ochranou svá území, druhy rostlin a živočichů a také neživou přírodu. Nástrojem ochrany přírody je státní správa, příslušné orgány, instituce, ale i organizace, dobrovolné spolky. K naplnění cílů programů a vizí slouží dotace, fondy, standardy, zákony, nařízení, doporučení. K účelné ochraně přírody je však nutné přistupovat jako ke komplexní provázanosti přírody, druhů, stanovišť a ekosystémů, vnějších vlivů a potřebám člověka.

Dle červeného seznamu IUCN, Mezinárodního svazu ochrany přírody, který byl založen 1948 ve Švýcarsku, lze zjistit, že populace Plameňáka růžového je stabilní až vzrůstající. Dle úmluvy CITES, Směrnice o ptácích a Bernské úmluvy jsou prováděny ochranné akce. Oblasti, které plameňák obývá, jsou chráněné, probíhá na nich monitoring. Zachování stavu stanovišť mokřadů je z hlediska udržení druhu plameňáků důležité pro dostupnost potravy a vhodná místa hnízdění a zimování. K udržení mokřadních stanovišť je nezbytné kontrolovat vodu a její složení, zajištění vhodných metod řízení stanovišť a zvýšení povědomí veřejnosti o problematice. Ochranné akce a výzkum jsou tedy dle seznamu IUCN potřebné a nutné. Žádné plány a akce obnovy nejsou, stejně tak regulace druhu. Z čeledi plameňáků je na celosvětovém poklesu populace Plameňáka chilského a malého, ostatní druhy jsou stabilní (IUCN ©2015).

Za účelem ochrany ptáků jsou vyhlášovány Ptačí oblasti dle směrnice Evropské unie na ochranu biodiverzity O ptácích 2009/147/ES. Každý stát implementuje tuto směrnici do svých zákonů. Státy místa vybírají dle platných ornitologických kritérií na základě provedeného monitoringu. Cílem směrnice je zamezit ničení a znečišťování lokalit, rušení druhů, péče o ně a regulace. Další je směrnice



Evropské unie 92/43/EHS O stanovištích, přesněji o ochraně přírodních stanovišť, volně žijících živočichů a planě rostoucích rostlin. Na jejím základě jsou vyhlášovány Evropsky významné lokality. Cílem je ochrana přírodních ekosystémů, podpora a zachování biodiverzity. Tyto dva důležité předpisy, O ptácích a O stanovištích, vytváří soustavu chráněných území evropského významu, neboli NATURA 2000. Zabezpečuje ochranu druhů živočichů, rostlin a stanovišť, které jsou svým výskytem ohrožené, vzácné, endemické, cenné. Účelem NATURA 2000 je vzájemně propojit člověka a ochranu přírody, zvolit vhodný management a zakázat pouze velmi negativně krajinu ovlivňující činnosti. Veškeré projekty podléhají ochranářskému posuzování. K evropským směrnici neodmyslitelně patří také Rámcová směrnice 2000/60/ES/ O vodách, sjednocuje způsoby ochrany veškerých vod, vnitrozemských povrchových, brakických, pobřežních a podzemních. Záměrem je zlepšit stav ekosystémů, užívání vod, regulovat povodí v období sucha či povodní (AOPK ČR © 2020).

Jednou z nejvýznamnějších a stěžejních úmluv v oblasti životního prostředí je Úmluva o biologické rozmanitosti, jež byla podepsána na konferenci v Rio de Janeiru 5. června 1992. K Úmluvě náleží Cartagenský a Nagojský protokol. Jejimi hlavními složkami je uchování rozmanitosti, různorodosti, a genetického základu, odpovědné a trvale udržitelné využívání zdrojů. O ochranu stěhovavých druhů se stará Bonnská úmluva, neboli úmluva o ochraně stěhovavých druhů volně žijících živočichů. Sjednána byla 23. června 1979 v Bonnu. Obsahuje dvě přílohy. V rámci Bonnské úmluvy vešlo v platnost 19 memorand porozumění a 7 dohod. Základem úmluvy je ochrana stěhovavých druhů živočichů v celém areálu jejich rozšíření. V Bernu byla 19. září 1979 schválena Bernská úmluva o ochraně evropské fauny, flóry a přírodních stanovišť, zejména ohrožených, stěhovavých druhů a dále druhů, jejichž ochrana vyžaduje mezinárodní spolupráci (AOPK ČR © 2020).

O mezinárodním obchodu ohroženými druhy volně žijících živočichů a planě rostoucích rostlin pojednává úmluva zvaná CITES. Byla sjednána 1973 ve Washingtonu, přistoupilo k ní 183 stran. Obsahuje 3 přílohy. Účelem CITES je regulace mezinárodního obchodu s živočichy, zejména před jejich vyhubením v

přírodě, protože jejich odchyt či sběr pro obchod je rozsáhlý a ohrožuje druhy na přežití. Vztahuje se na živé organismy a výrobky z nich. Regulace obchodu je prováděna systémem vývozních a dovozních povolení, ty vystavují příslušné výkonné orgány členských zemí (AOPK ČR © 2020).

Hlavními biotopy, ve kterých plameňáci žijí, jsou mokřady. Jsou však jediným typem biotopu, mající vlastní úmluvu. Jedná se o Ramsarskou úmluvu o mokřadech majících mezinárodní význam především jako biotopy vodního ptactva. Byla podepsána v městě Ramsar 2. února 1971 a dosud k ní přistoupilo 168 států. Celkem 2 185 ramsarských lokalit zaujímá plochu více než 1,9 milionů kilometrů čtverečných. Úmluva dává členským zemím povinnost vyhlásit minimálně jeden mokřad mezinárodního významu na svém území, který svými přírodními hodnotami odpovídá kritériím, a zařadit ho do seznamu mokřadů mezinárodního významu. Vzniká také závazek státu moudře využívat přírodní zdroje, chránit a zvýšeně pečovat o lokalitu. Zohledňováno je hledisko ekologie, botaniky, zoologie, limnologie nebo hydrologie (AOPK ČR © 2020).

## **2.5 Předpověď počasí, možnosti pozorování**

Předpověď počasí je využívání moderních technologií a vědeckých poznatků k určení stavu atmosféry a jejích budoucích jevů v dané lokalitě. Protože zemskou atmosféru charakterizuje nestabilní, chaotický stav, platí, že čím více se počasí předpovídá do budoucnosti, tím méně prediktabilní je (Sciencedaily, 2019). Jevy však mají tendenci se opakovat dle kontinuálního měření, obecných a předpokládaných vzorců, které meteorologové popisují a výsledky aplikují do budoucnosti (Warrilow, 2012). Na základě naměřených dat z minulosti se tedy předpokládá vývoj počasí. Tradiční přístup meteorologické předpovědi pracuje se zjištěným atmosférickým tlakem, teplotou, rychlostí a směrem větru, vlhkostí, srážkami. Do roku 1990 měřili počasí lidé fyzickou činností například pomocí barometru, vlhkoměru, srážkoměru, teploměru a dalších pomůcek (McNulty, 2009). Dnes jsou tato data sbírána automaticky v meteorologických stanicích moderními pozorovacími technologiemi, poté jsou pomocí nejnovějších matematicko-fyzikálních modelů data vyhodnocena, výsledkem je meteorologická analýza, již je simulován model atmosféry (Sciencedaily, 2019).

Pozorování počasí rozdělujeme na čtyři základní typy: z povrchu, kdy jsou data zjišťována ze stanic přímo na zemi, ty jsou hlavním prostředkem světového pozorovacího systému, jejich práce spočívá v současném denním snímání například srážek, tlaku vzduchu, teploty půdy, a to pravidelně ve stejnou dobu, námořní meteorologie využívá meteorologické bóje s čidly k měření počasí na moři. Další typ pozorování probíhá nad povrchem z aerologických stanic, kdy pozorovatel v atmosféře využívá rakety, letadla či balony a přímo se změří tlak, teplota, vlhkost vzduchu. Ze změny poloh radiosond a rozdílu tlaku při průběhu výstupu sondy je odvozena rychlost a směr větru v jednotlivých výškách. Třetím typem je radar, který vysílá elektromagnetické vlny, ty se odrazí od objektu a zpátky a na základě tohoto efektu radar měří, převádí a interpretuje data. Výstupem jsou rozměry oblaku, jeho struktura, množství vodních kapek a rychlost postupu oblačnosti. Posledním typ představují meteorologické operativní družice snímající povrch země z vesmíru, jednotlivé snímky se mezi sebou odečítají či sčítají a tím vznikají produkty na lokalizování a zvýraznění meteorologických jevů, slouží také k varování před nepříznivými jevy (McNulty, 2009).

Nedílnou součástí meteorologie jsou globální a lokální předpovědní modely. Obecně platí, že každý model je sada rovnic a postupů, které uplatňuje superpočítač pro své výpočty. Tyto rovnice a principy se však mohou lišit, a proto i výstupy z nich mohou být odlišné. Počítač pracuje s obrovským objemem dat a jakékoliv odchylky a nepřesnosti se s rostoucím časem násobí, proto je dlouhodobá předpověď mnohem méně přesná než ta krátkodobá (WeatherOK Inc., 2019). Globální modely představují chování atmosféry na celé zemi, avšak aby se výsledky daly použít v praxi, musejí jedny z nejvýkonnějších počítačů vypočítat předpověď pro planetu rychle, za několik hodin. Model atmosféry se pak převede do sítě, kde jedno pole představuje 20x20-50x50 kilometrů. Aby byli meteorologové schopni zaznamenat, k čemu v různých úrovních nad povrchem dochází, rozdělují výšku do několika hladin. Jsou schopni poskytovat předpověď na 10-20 dní dopředu a vypočítat několik různých variant vývoje počasí. Kvůli složitosti modelů se využívá úprav a zjednodušení postupů, proto se ztrácí dostatečné rozlišení. Existuje více různých modelů, které pracují na lehce rozdílném principu. Modely nejsou například schopny zaznamenat menší pohoří,

která však teplotu, proudění vzduchu a tvorbu srážek zcela jistě ovlivňují. S globálními modely pracují velké meteorologické služby. Mezi nejznámější globální modely patří GFS a WRF (Meteopress, 2018). GFS (global forecast system) je model produkovaný Národním centrem pro enviromentální předpověď Spojených států (National Centers for Environmental Prediction). Je zde na výběr z množství atmosférických a pozemních datových sad, které obsahují informace o teplotách, větru, srážkách, vsaku i koncentraci ozonu na celé zeměkouli v základním rozlišení 28 km a je možné předpovídat počasí až 16 dnů do budoucnosti. Nejnižší možné rozlišení je 70 kilometrů (National Oceanic and Atmospheric Administration, 2019). Model predikce počasí WRF (weather research and forecasting model) byl navržený pro atmosférický výzkum a následnou aplikaci. Tento model vznikl ve spolupráci několika významných subjektů z mnoha přidružených odvětví. Je registrováno přes 48 000 subjektů ze 160 zemí světa, od kterých získává model data (National Center for Atmospheric Research, 2019). Nejjemnější rozlišení modelu je 3 km a pokrývá menší oblasti v Evropě a středomoří. Při horším rozlišení 9 či 12 km je pak pokryta značná část Evropy a Středomoří. Předpovědi jsou až 3 dny dopředu a aktualizují se 4 x denně (Windguru, 2019).

Pro měření omezeného území lze využít druhý typ předpovědních modelů, které se nazývají lokální. Ty vycházejí z výsledků modelu globálního a pro své území ho zpřesňují. Jsou schopny práce s velkým rozlišením, tedy zaznamenávají skutečnou podobu, strukturu a stav dané krajiny. Výhodou lokálního modelu je časté generování výsledků, po několika desítkách minut. Také platí, že čím větší rozlišení data modelu mají, tím přesnější je konečný meteorologický výsledek (Meteopress, 2018). Dále jsou uvedeny meteorologické stanice, tedy lokální zdroje pro meteorologické pozorování, nacházející se v blízkosti hlavní hnízdni lokality jezera Comacchio pro sbíraná data k této práci. Stanice Punta Marina je od jezera vzdálená jižně asi 45 kilometrů. Další meteorologická stanice nacházející se 50 kilometrů severozápadně se nazývá Ferrara či 65 kilometrů vzdálená Forli Airport. (Meteonetwork, 2003).

### **2.5.1 Dostupná data o počasí**

Získat historická meteorologická data lze ze zpracovaných databází Chelsa a Worldclim. Chelsa je datová sada informací vysokého rozlišení pro různé lokality zemského povrchu, zaštiťovaná švýcarským institutem pro výzkum lesů, sněhu a krajiny (Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research). Tato datová sada byla vyvinuta společnou prací klimatologů z oddělení geografie Univerzity v Hamburku, Univerzity Curichu a Univerzity Göttingenu. Datová sada obsahuje měsíční průměrné teploty a srážky pro období let 1979 až 2013 (Chelsa Climate, 2019). Worldclim je sada globálních klimatických datových vrstev s rozlišením cca 1 km<sup>2</sup>, které mohou být použité pro mapování a prostorové modelování. Je možné získat data z minulosti, ale i aktuální a budoucí předpovědi (Worldclim, 2019). Při zaměření se na Itálii lze nalézt informace o instituci ISPRA, což je Italský národní institut pro ochranu životního prostředí a výzkum (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale). Jedná se o veřejnou společnost, která zkoumá zejména záležitosti spojené s mořským prostředím, zejména předpovědi spektra vln a výšky hladiny až 84 hodin dopředu, ale zabývá se i výzkumem a monitoringem klimatu, půdy, ekosystémů a biodiverzity (European Global Ocean Observing System © 2019). Ispra realizuje program SCIA, který se zabývá monitoringem klimatologických dat za posledních 50 let. (Ispra, 2019)

### **2.5.2 Klimatické údaje databáze Chelsa**

Datová řada Chelsa (Climatologies at high resolution for the earth's land surface area) je soubor klimatických údajů o vysokém rozlišení pro povrchové plochy Země. Využívá geografický koordinační systém WGS84. Obsahuje datové sady teplot a srážek pro různá časová období na základě měsíčních hodnot, zahrnuje topoklima, které je utvářeno morfologií georeliéfu a působením antropogenních vlivů. Model Chelsa využívá statistické analýzy, je stále vyvíjen a aktualizován. Výstupy modelu jsou volně dostupné, určeny jsou ekologické aplikace v krajině. Klimatické proměnné jsou odvozovány z měsíčních průměrných, minimálních a maximálních měření. Dle měření lze určit roční trendy, maximální a minimální hodnoty teplot či srážek daného období, extrémnost či omezující faktory prostředí.

Od ledna 1979 do 2013 jsou k dispozici data pro každý měsíc. U teplotních hodnot je zahrnuta naměřená teplota vzduchu nad oceány (Chelsa Climate, 2019).

Pro metodickou část jsou použity vybrané datové sady srážek a teplot pro každý měsíc v letech 2000-2009. Data volně dostupná ke stažení jsou rastrové soubory. Hodnoty teplot jsou v jednotkách Kelvin krát 10, srážky v kilogramech na metr čtverečný, tedy v milimetrech (Karger et al. 2017). Použití souborů naměřených meteorologických proměnných dle modelu Chelsa je dále popsáno v metodice práce.

### **3 Metodika**

Metodická část této práce se zabývá prostorovou analýzou dat o pohybu jedinců plameňáků růžových z mladé kolonie v rezervaci Comacchio, oblasti severní Itálie. Účelem je posouzení vztahu mezi meteorologickými proměnnými a časoprostorovou četností výskytu jedinců v oblasti hnízdišť Středozemního moře. Zpracování dat a jejich analýza, popsané níže, bylo provedeno pomocí programů ArcGIS a programu R. Vliv meteorologických proměnných na výskyt plameňáka růžového byl posouzen pomocí korelační analýzy.

Hnízdními měsíci jsou určeny duben až srpen. Jednotlivá hnízdní stanoviště, kde byli pozorováni jedinci kroužkovaní v rezervaci Comacchio, jsou rozřazena do patnácti států. Těmi jsou Portugalsko, Španělsko, Řecko, Turecko, Tunisko, Itálie, Francie, Alžírsko, Lybie, ostrovy Sicílie, Sardinie, Lesbos, Mallorca, Korsika, Ibiza. Hlavní stanoviště a jejich environmentální podmínky jsou popsány v kapitole 2.3.3.

Pro zhodnocení migračních aspektů byly z meteorologických proměnných vybrány srážky a teplota, poskytnuté z datové sady Chelsa (kapitola 2.5.2). Datová sada poskytuje záznamy o počasí pro každý měsíc pro jednotlivé roky. V analýze je posuzována souvislost mezi počasím a výskytem plameňáků v hnízdištích. Předpokládá se, že než začne druh obývat hnízdiště, na jeho chování má vliv počasí v předchozích měsících. Proto v analýze dat nastává posun měsíce počasí od května do prosince o jeden rok vpřed. Výběr hnízdní lokality, usazení se a rozmnožování již proběhlo od března do začátku května. Počasí v následujících měsících toho roku (květen a prosinec) tedy neovlivňuje přítomný výskyt ptáků v hnízdištích, ale budoucí.

#### **3.1 Popis kolonie, sběr dat**

V rámci mezinárodního programu ochrany plameňáka růžového byl Italským institutem pro ochranu a výzkum životního prostředí (Ispra) zorganizován sběr dat. Monitoring byl zaměřen na pozorování plameňáka růžového z mateřské kolonie Saline di Comacchio. Saline di Comacchio jsou součástí mokřadní oblasti Valli di Comacchio (popsané v kapitole 2.3.4), která zaujímá ve

Středozezním moři jednu z největších pobřežních lagun a mokřadů (Albanese et al. 2009) a dle Ramsarské úmluvy nese status zvláštního území ochrany, je klasifikován jako mokřad mezinárodního významu (Ramsar sites information service, 2020). Území bylo plameňákem růžovým přirozeně kolonizováno v roce 2000. Nově narození jedinci byli ve svém původním hnízdišti v Saline di Comacchio kroužkování pomocí plastových kruhů z PVC. Kroužkování probíhalo každoročně v průběhu června či července v letech 2000 až 2009. Současne po stejné časové období byl v rámci středomořského regionu pohyb jedinců monitorován a lokality výskytu plameňáků zaznamenávány. Monitoring probíhal organizovaně pro všechna známá stanoviště plameňáka růžového. Každý stát středomoří byl přiřazen manažerovi, který nasbíraná data shromažďoval.

### 3.2 Popis dat

K analýze pohybu jedinců v prostoru byla k dispozici databáze, která vznikla při monitoringu plameňáka růžového ve Středozezním moři. Pro tuto práci je zásadní kolonie plameňáků, která přirozeně obsadila slaniska Saline di Comacchio. V Saline di Comacchio bylo provedeno kroužkování jedinců a následně sledován jejich pohyb. Databáze obsahuje 25 234 záznamů. Pro analýzu jsou podstatné atributy, náležící každému záznamu:

- **PVC** – jedinečný kód značící kroužek jedince
- **Ringingsit** – oblast kroužkování Saline di Comacchio
- **RingingsLat, RingingsLng** – souřadnice místa kroužkování
- **ControlDat** – datum znovu provedeného kontrolního pozorování kolonie
- **ControlSit** – místo výskytu plameňáka při provedeném kontrolním pozorování
- **LatControl, LongControl** – souřadnice místa lokality znovu zpozorovaného druhu
- **NestingSit** – hnízdiště, stát kde se jedinec v hnízdním období vyskytuje
- **Month** – měsíc hnízdění (duben až srpen)
- **Year** – rok pozorování plameňáků růžových na hnízdištích



### **3.3 Zpracování dat**

Ke zpracování dat byl použit program ArcGIS a program R. Práce s daty byla rozdělena do podkapitol, ve kterých byl v bodech popsán postup práce. Výsledky zpracování dat byly popsány v kapitole 4, pro přehlednost byly použity tabulky a grafy. Pro tabulky byl použit program R či Excel, grafy vznikly za použití funkce ggplot z balíčku ggplot2 programu R.

#### **3.3.1 Databáze meteorologických proměnných**

K hledání souvislostí mezi pohyby jedinců a meteorologickými proměnnými posloužila data stažená ze serveru Chelsa, popsaného v rešeršní části práce (kapitola 2.5.2). Použity byly rastrové vrstvy průměrných teplot a průměrných srážek pro každý měsíc let 2000 až 2009. Rastrových vrstev je 120 pro srážky a 120 pro teploty. Tyto řady jsou k nalezení na stránkách Chelsa v záložce Timeseries, File Servers. Úhrn srážek je v hodnotách milimetrů, teploty mají jednotku Kelvin\*10 (Karger et al. 2017).

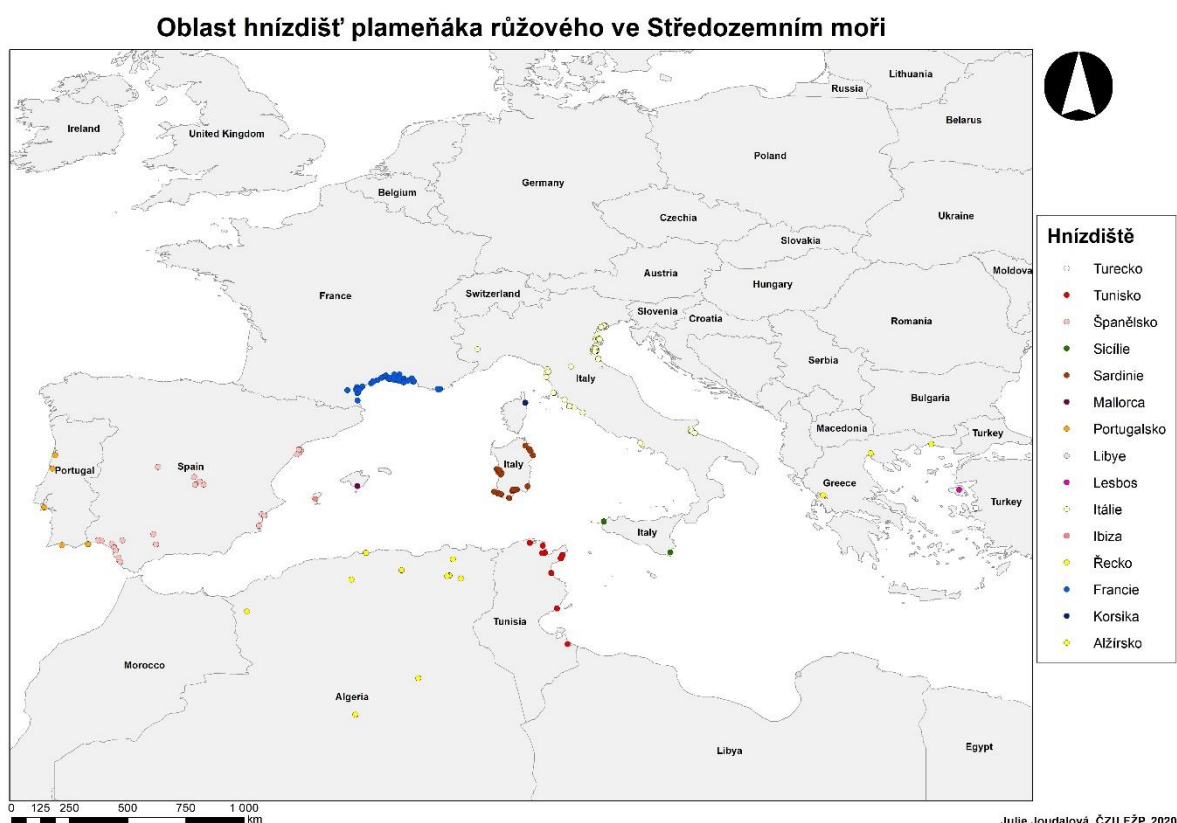
Data průměrných teplot byla načtena do programu R s pracovním rozhraním Studio R jako seznam rastrů teplot do seznamu rastrových vrstev, pomocí balíčku raster a funkce lapply. Dále byla vrstva prostředkem pro posouzení vztahu mezi výskytem jedinců na hnízdištích a teplotami v předchozích měsících.

Data průměrného úhrnu srážek byla načtena jako seznam rastrů srážek do seznamu rastrových vrstev, pomocí balíčku raster a funkce lapply. Tato vrstva posloužila k hledání souvislostí mezi četností jedinců na hnízdištích a srážkovým úhrnem v měsících předcházejících hnízdním.

#### **3.3.2 Databáze hnízdišť**

Do programu ArcGIS byla nahrána základní datová textová tabulka, která obsahuje databázi všech pozorovaných jedinců a nasbíraných dat. Pro práci byl použit geografický systém WGS-84. Oblast kroužkování, které probíhalo v letech 2000 až 2009, je Saline di Comacchio. Záznamům byl přidán atribut měsíc dle data znovu provedeného kontrolního monitoringu kolonie. Z vrstvy byla dle atributu měsíců vygenerovaná vrstva hnízdišť. Jako hnízdní měsíce byly určeny duben až srpen. Pomocí programu ArcGIS byla z tabulky kroužkovaných jedinců

v Saline di Comacchio vytvořena vrstva záznamů pozorování v letech 2000 až 2009 v jarních a letních měsících od dubna do srpna. Každému záznamu této vrstvy, kterých je 13 757, bylo přiřazeno geografické místo státu, kde se na světové mapě nachází – NestingSit. Lokalit je celkem 15, patří mezi ně Alžírsko, Korsika, Francie, Řecko, Ibiza, Itálie, Lesbos, Lybie, Mallorca, Portugalsko, Sardinie, Sicílie, Španělsko, Tunis a Turecko. Pro další analýzu byla vrstva hnízdišť uložena jako textová tabulka.



Obr. 1, Hnízdiště druhu na podkladu mapy světa převzaté z Naturalearthdata.com

### Kontrola dat

Při extrakci rastrů srážek do jednotlivých záznamů pozorování hnízdění (popsáno dále) bylo zjištěno, že body monitoringu, které jsou těsně za hranicí pevniny a náležejí do polygonů moře, nemají ze záznamů Chelsa údaje o měření srážkovém úhrnu. Hodnota srážek pro tento bod byla chybná. Proto byla kvůli analýze v programu ArcGIS vytvořena vrstva hnízdišť 2, bez záznamů pozorování

spojených s chybnou hodnotou srážek. Databáze hnízdění pro analýzu srážek a četností jedinců na hnízděních lokalitách obsahuje 13 623 záznamů.

Pro analýzu k posouzení vztahu teplot a relativní četností jedinců na hnízděních byla použita vrstva hnízděních 1. Pro analýzu vztahu mezi srážkovým úhrnem a relativní četností jedinců byla použita vrstva hnízděních 2. Pro obě vrstvy probíhaly následující kroky metodické části stejně.

### **3.3.3 Sumarizace databází**

Následná sumarizace probíhala v programu R z načtené databáze hnízděních.

Použity byly balíčky funkcí raster, sp, plyr, ggplot2, ggpubr, lubridate, rdgal. Pro vytvoření výstupních grafů byla použita funkce ggplot z balíčku ggplot2.

- Počet všech pozorování v hnízděních oblasti, sumarizace podle 15ti hnízděních oblastí a celkového počtu záznamů. Použita funkce ddply z balíčku plyr.
- Počet pozorovaných jedinců v hnízděních oblasti, sumarizace dle 15ti hnízděních oblastí a jedinečných kódů PVC kroužkovaných jedinců. Použita funkce ddply z balíčku plyr.
- Celkový počet pozorovaných jedinců v jednotlivých letech v hnízděních oblastech (2000 – 2009). Pro sumarizaci dle jednotlivých let a jedinečných PVC kódů jedinců použita funkce ddply z balíčku plyr.
- Počet pozorovaných jedinců v 15ti hnízděních v jednotlivých letech. Pro sumarizaci byla použita funkce ddply z balíčku plyr pro hnízděních oblasti, jednotlivé roky a počty jedinců dle unikátního kódu kroužku. Funkce join z balíčku plyr umožní spojit dle společného sloupce jednotlivých let vzniklé sumarizace: celkového počtu pozorovaných jedinců v jednotlivých letech a počtu pozorovaných jedinců v hnízděních oblasti. Následně vzniká liniový spojnicový graf časové řady relativního počtu jedinců v dané oblasti.

### **3.3.4 Extrakce meteorologických proměnných**

- Z vrstvy shapefile hnízděních již vytvořené v ArcGIS byly vytvořeny body reprezentující lokality hnízděních. Vrstva hnízděních byla nahrána do programu R funkcí shapefile z balíčku raster. Body lokalit, které byly obsaženy ve vrstvě víckrát, byly funkcí duplicated odebrány.

- Hodnoty teplot a srážek v místě jednotlivých hnízdišť byly z jednotlivých rastrů meteorologických proměnných extrahovány pomocí funkce `extract` z balíčku `raster`.
- Byla vyhodnocena průměrná teplota a průměrné srážky v každém měsíci pro všechny stanoviště 15ti států, s použitím funkce `rbind`, `lapply`, `tapply`. Pozorování probíhalo v letech 2000–2009. K dispozici jsou tedy meteorologické záznamy průměrných srážek a průměrných teplot patnácti hnízdních oblastí pro 120 měsíců, vztaženo k 15. dni v měsíci pomocí funkce `month` z balíčku `lubridate`. Byla vytvořena série hodnot pro každou oblast.
- Z vzniklých dat je vytvořen graf zobrazující průběh průměrných meteorologických proměnných z jednotlivých míst v každé oblasti.

### 3.3.5 Korelační analýza

- Další částí analýzy při posouzení závislosti mezi výskytem plameňáků v hnízdním období a počasím v předchozích měsících bylo použití korelace. Protože nelze předpokládat normální rozdělení proměnných, byl použit Spearmanův korelační koeficient. Korelace je míra závislosti dvou proměnných, kterými jsou dva vektory: relativní četnosti plameňáků v oblasti a meteorologická proměnná. Při korelaci není předpokládána nutná funkční závislost proměnných.
- Korelace byla provedena samostatně pro každý z patnácti hnízdních států pro srážky a následně pro teploty.
- Dle atributů měsíce a roku byla ze série průměrných meteorologických hodnot vytvořena tabulka pro vybraný stát pomocí funkce `data.frame` v programu R. Obsahovala průměrnou teplotu či srážkový úhrn pro každý měsíc v každém roce.
- Pro analýzu je předpokládáno, že četnost jedinců na lokalitách v hnízdních měsících (duben až srpen) může souviset s počasím v měsících předcházejících hnízdním, jak již bylo popsáno v úvodu metodické části. Z tohoto důvodu jsou měsíce od května do prosince posunuty o rok dopředu. Výběr hnízdní lokality a hnízdění bylo uskutečněno od března do května, počasí na hnízdní lokalitě v následujících měsících již pravděpodobně

neovlivní chování plameňáků přítomných danou sezónu. Díky posunu měsíců od května a do prosince o rok jsou průměrné hodnoty meteorologických proměnných pro tyto měsíce porovnávány s četností jedinců v následující hnízdní sezónu.

- Tabulka průměrných srážek a teplot dle měsíců a jednotlivých let byla propojena funkcí join z balíčku plyr s tabulkou celkového počtu pozorovaných jedinců v jednotlivých letech a počtu pozorovaných jedinců v dané oblasti. Tabulky byly propojeny atributem roků.
- Relativní počet jedinců pro daný stát byl vypočítán jako poměr počtu jedinců v oblasti (dle jedinečného PVC) a počtu jedinců pozorovaných za celý rok. Pro správnost výpočtu byla pole, kde daný rok nebyl záznam, vyplněna hodnotou -1, hodnotou 0 tam, kde nebyl v oblasti státu pozorován žádný jedinec.
- Korelace byla použita pro dva vektory: relativní počet jedinců a průměrné hodnoty počasí. Korelace s použitím Spearmanova korelačního koeficientu byla provedena pro každý rok a všechny jeho měsíce, následně vznikl vektor korelací pro oblast.
- Pro grafy korelací byla znázorněna signifikantní hodnota, kdy p-hodnota je menší než 0.05. V takto zvýrazněných hodnotách vyšla korelace pro danou oblast jako významná.

## 4 Výsledky práce

Cílem práce bylo posoudit, zda existuje vztah mezi časoprostorovou dynamikou kolonie plameňáků růžových kroužkovaných v Saline di Comacchio, tedy zvolením hnízdní lokality a meteorologickými proměnnými. Za proměnné byly zvoleny časové řady průměrných srážek a průměrných teplot ze serveru Chelsa. Zpracován byl vývoj mladé kolonie, která přirozeně osídlila opuštěná slaniska a postupně se rozrůstala do vyspělé kolonie. Pohyb jedinců kolonie lze sledovat téměř po celé oblasti Středomoří.

Výsledky jsou rozděleny do kapitol sumarizace dat, vztah srážkového úhrnu a dynamiky četností jedinců na hnízdištích, vztah teplot a dynamiky četností jedinců na hnízdištích. Sumarizace dat je výstupem zpracování databáze záznamů pozorování plameňáků růžových kroužkovaných v lokalitě Saline di Comacchio, popisuje celkové počty záznamů v hnízdní oblasti, počty jedinců v jednotlivých letech pozorování, počty pozorovaných jednotlivců v dané oblasti. O dynamice četnosti jedinců na hnízdištích ve vztahu s počasím pojednávají další kapitoly. Pro jednotlivé státy, kde vyšel vztah meteorologické proměnné s výskytem jedinců signifikantní, jsou přiřazeny grafy a tabulky. Grafy a tabulky jsou prostředkem k zobrazení výsledků, pro jejich vytvoření byly použity programy ArcGIS, Excel, program R, popsány v metodice této práce.

## 4.1 Sumarizace dat

Sumarizace byla provedena pro:

**databázi 1** – data hnízdních oblastí, použito pro analýzu teplot a četností jedinců

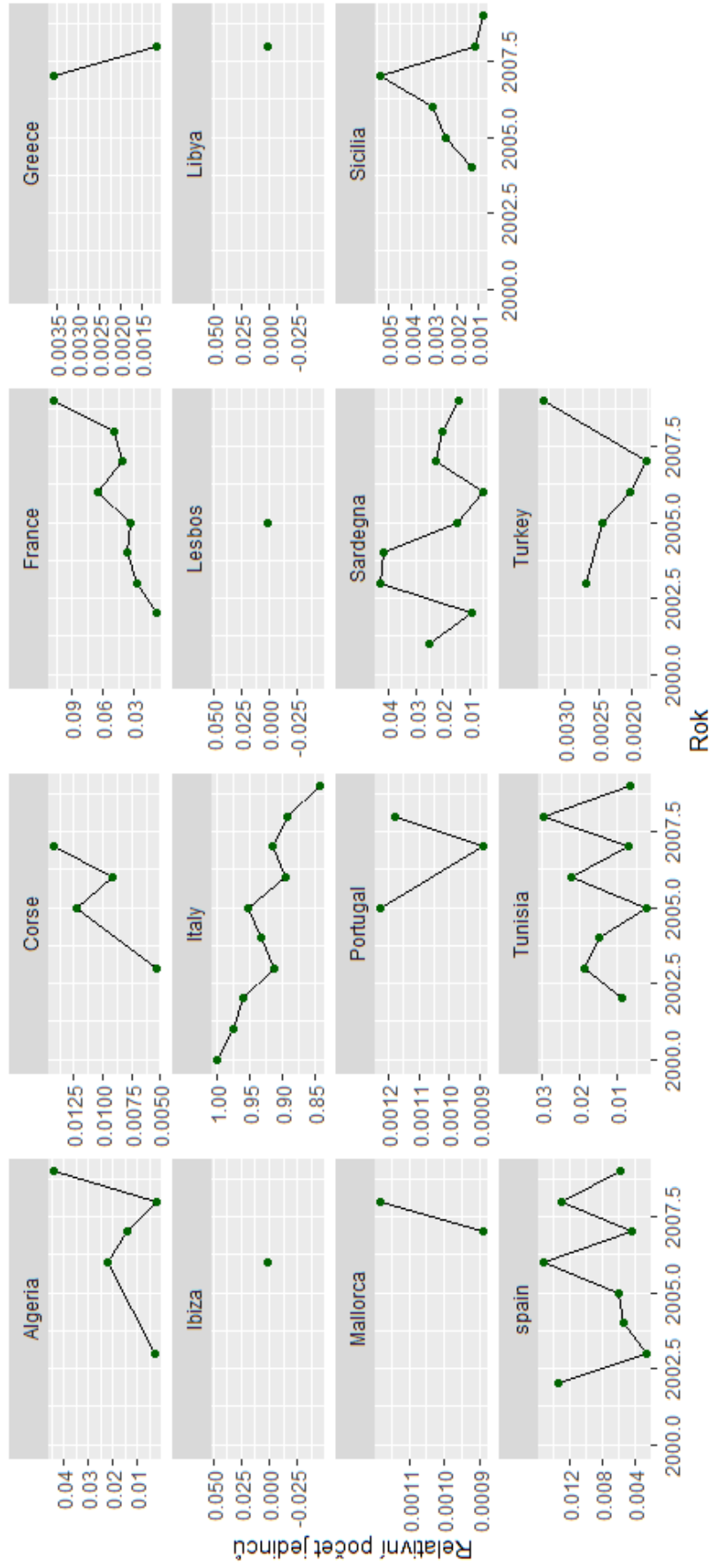
**databázi 2** – data hnízdních oblastí, použito pro analýzu srážek a četností jedinců

Postup při sumarizaci dat a rozdíl mezi databázemi popsán v metodické části (kapitola 3.2)

Hnízdiště	Celkem záznamů v hnízdišti databáze 1	Počet jedinců (dle PVC kódu) databáze 1	Celkem záznamů v hnízdišti databáze 2	Počet jedinců (dle PVC kódu) databáze 2	Rok	Celkový počet pozorovaných v roce databáze 1	Celkový počet pozorovaných v roce databáze 2
Itálie	12 093	2 410	12 093	2 410	2000	18	18
Francie	695	297	693	295	2001	40	40
Alžírsko	298	88	298	88	2002	225	225
Tunisko	235	141	128	80	2003	372	372
Sardinie	173	114	172	114	2004	757	745
Korsika	109	32	109	32	2005	826	815
Španělsko	76	51	64	47	2006	1003	988
Turecko	30	10	30	10	2007	1144	1 122
Sicílie	21	10	21	10	2008	868	847
Řecko	15	12	6	5	2009	1209	1 201
Portugalsko	6	6	3	3			
Libye	2	1	2	1			
Mallorca	2	1	2	1			
Ibiza	1	1	1	1			
Lesbos	1	1	1	1			

Obr. 2, Tabulka sumarizace dat pro jednotlivá hnízdiště a jednotlivé roky pozorování.

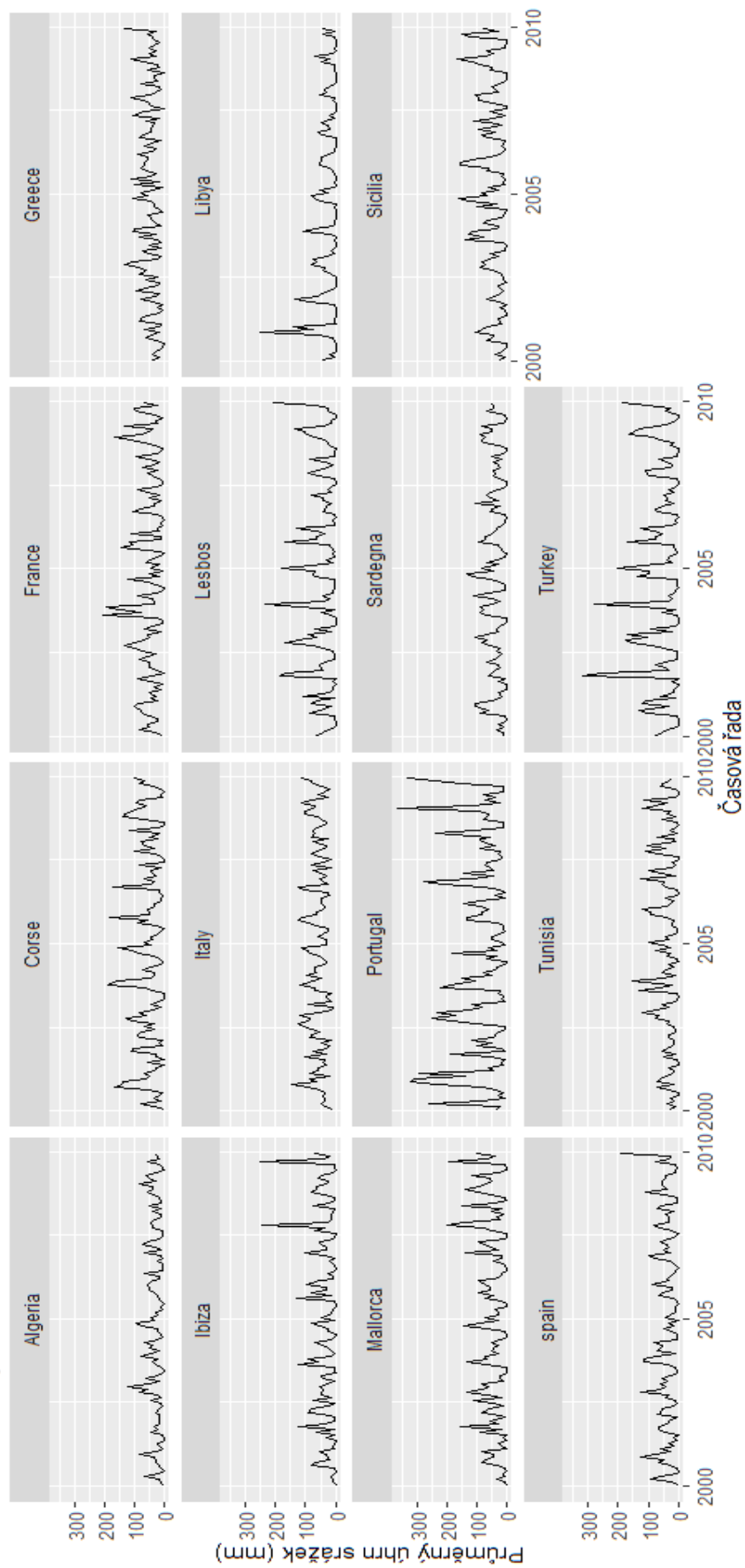
### Relativní počet jedinců v lokalitách hnízdišť



Obr. 3. Grafické zobrazení počtu jedinců v jednotlivých lokalitách hnízdišť.

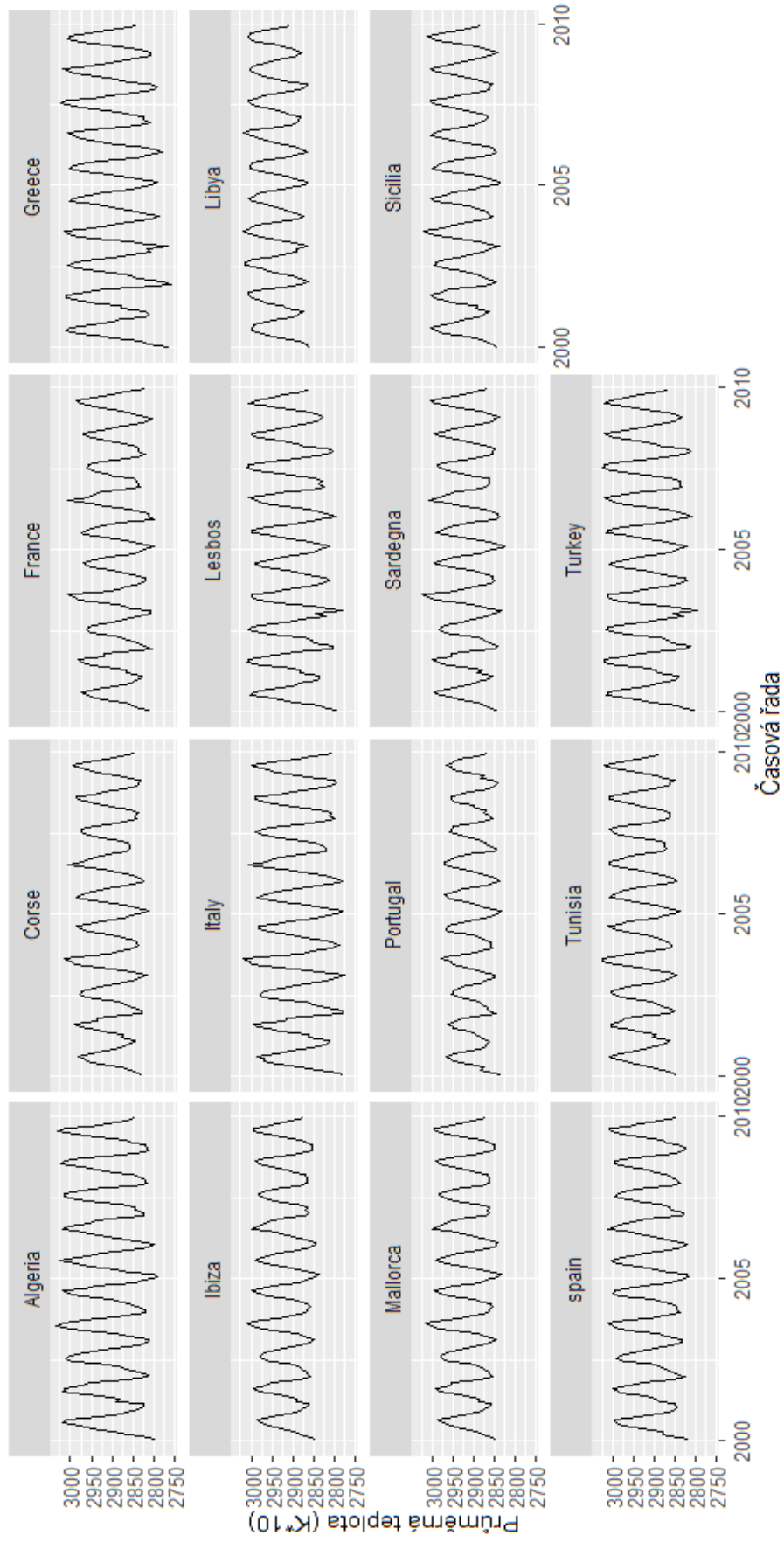


**Časové řady srážek v hnízdních lokalitách**



Obr. 4. Grafické zobrazení časové řady srážek pro jednotlivé hnízdní lokality.

### Časové řady teplot v hnízdních lokalitách



Obr. 5, Grafické zobrazení časové řady hodnot teplot pro jednotlivé hnízdní lokality.

## **4.2 Vztah srážek a dynamiky četností jedinců na hnízdištích**

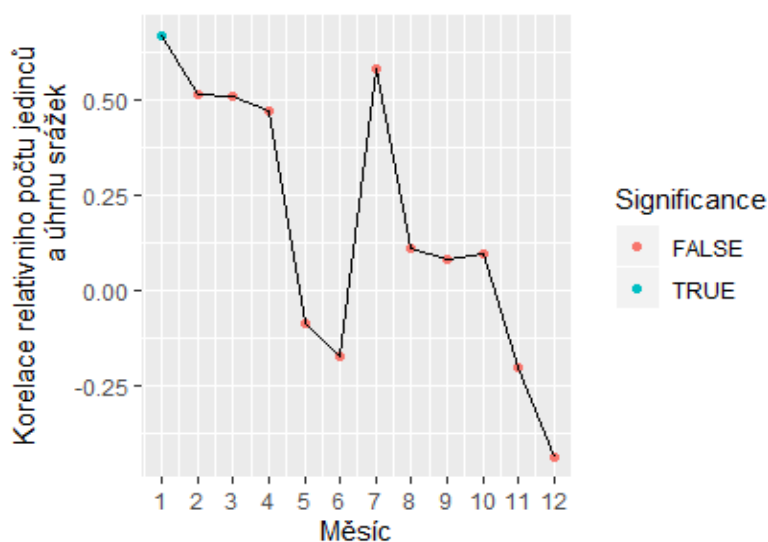
Významná korelace pro vztah mezi úhrnem srážek a četností jedinců na hnízdištích vyšla pro Turecko v lednu, korelační koeficient má hodnotu 0,666. Lednová korelace vyšla také pro Francii s hodnotou korelačního koeficientu 0,687. Pro území Sicílie vyšel signifikantní koeficient korelace v únoru s hodnotou 0,638 a květnu s hodnotou 0,762. Pro Alžírsko a Tunisko vyšla významná korelace v červnu, koeficient je pro oba státy velmi podobný, jeho hodnota je 0,668. Korsika má korelační koeficient signifikantního vztahu v červenci s hodnotou 0,774. Zápornou hodnotu vztahu má pouze koeficient korelace Portugalska pro prosinec, jeho hodnota je -0,634. Souhrnná tabulka přehledu hodnot je k dispozici v kapitole 4.2 (Obr. 30).

## Turecko

Pro Turecko vyšla signifikantní korelace 0,666;  $p=0,0355$  pro leden (Obr. 7). Průměrný úhrn srážek byl 99,8 mm, nejvyšší 203 mm, nejnižší 28 mm (Obr. 6). Množství lednových srážek na lokalitě ovlivňuje četnost jedinců, kteří zde budou v hnízdním období (od března do srpna). Je možné, že lednový úhrn srážek může při výběru hnízdní lokality ovlivňovat ptáky přítomné na lokalitě v lednu. Díky hodnotě korelačního koeficientu se korelace zdá jako silná. Počet záznamů pro tuto lokalitu je nízký, proto tento výsledek nelze brát jako jednoznačný.

Stát	Rok	Celkový počet všech záznamů v roce	Průměrný srážkový úhrn (mm) v lednu na lokalitě	Počet záznamů v hnízdním období (duben až srpen)	Počet pozorování v lednu na lokalitě
Turecko	2000	18	78,0	x	x
Turecko	2001	40	110,0	x	x
Turecko	2002	225	41,0	x	x
Turecko	2003	372	170,0	1	x
Turecko	2004	745	31,0	x	1
Turecko	2005	815	203,0	2	x
Turecko	2006	988	54,0	9	x
Turecko	2007	1122	40,0	7	x
Turecko	2008	847	28,0	x	x
Turecko	2009	1201	163,0	11	x

Obr. 6, Tabulka zjištěných hodnot pro Turecko.



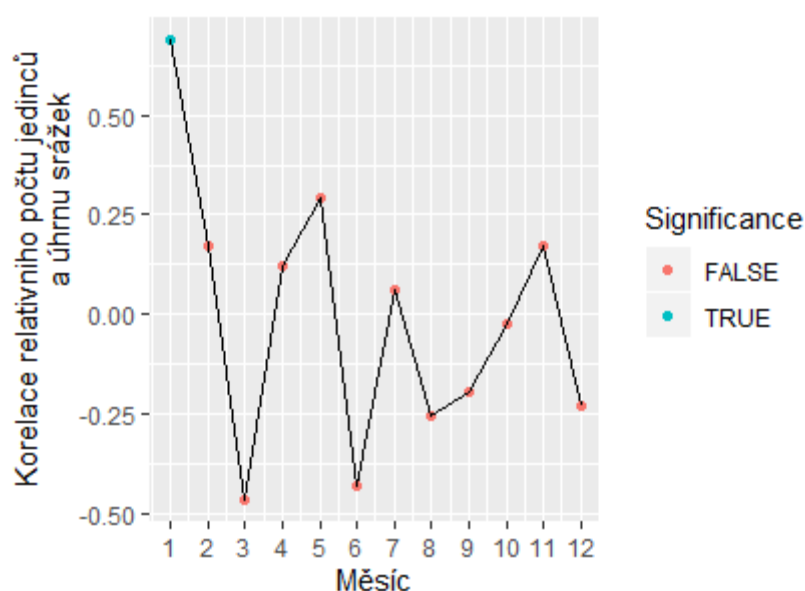
Obr. 7, Graf korelace pro lokalitu Turecko dle Spearmanova korelačního testu. Hodnota 1 na ose x – měsíc leden.

## Francie

Pro Francii vyšla signifikantní korelace s hodnotou korelačního koeficientu 0,687; p-hodnota= 0,0282 pro leden (Obr. 9). Dle hodnoty korelačního koeficientu se korelace zdá být silná. Průměrný úhrn srážek byl 48,6 mm, nejvyšší 108,7 mm, nejnižší 7,9 mm (Obr. 8). Množství lednových srážek na lokalitě ovlivňuje četnost jedinců, kteří zde budou v hnízdním období (od března do srpna). Je možné, že lednový úhrn srážek může při výběru hnízdní lokality ovlivňovat plameňáky přítomné na lokalitě v lednu.

Stát	Rok	Celkový počet všech záznamů v roce	Průměrný srážkový úhrn (mm) v lednu na lokalitě	Počet záznamů v hnízdním období (duben až srpen)	Počet pozorování v lednu na lokalitě
Francie	2000	18	7,9	x	x
Francie	2001	40	23,5	x	10
Francie	2002	225	48,5	5	28
Francie	2003	372	57,0	12	74
Francie	2004	745	30,6	57	137
Francie	2005	815	44,8	54	299
Francie	2006	988	108,7	123	365
Francie	2007	1122	12,4	70	326
Francie	2008	847	72,9	71	276
Francie	2009	1201	79,4	301	109

Obr. 8, Tabulka zjištěných hodnot pro Francii.



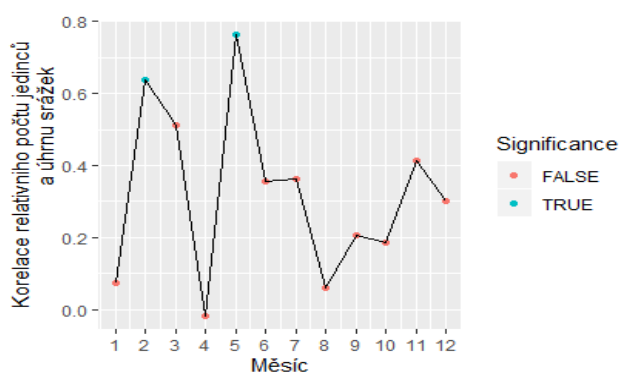
Obr. 9, Graf korelace pro lokalitu Francii dle Spearmanova korelačního testu. Hodnota 1 na ose x – měsíc leden.

## Sicílie

Pro lokalitu Sicílie vyšel korelační koeficient signifikantní pro únor a květen. V únoru je hodnota koeficientu 0,638, p-hodnota = 0,0472. V květnu je hodnota korelačního koeficientu 0,762, p-hodnota = 0,0104 (Obr. 11). Dle korelačních koeficientů se korelace jeví jako silná. Průměrné srážky v únoru jsou 39,2 mm, nejvyšší naměřené 80 mm, nejnižší 6 mm. Množství srážek v únoru má dle výsledků korelační analýzy souvislost s četností jedinců na hnízdištích od března do srpna. Průměrné květnové srážky jsou 7 mm (Obr. 10). Množství srážek v květnu dle této analýzy souvisí s četností jedinců na Sicílii v hnízdním období následujícího roku. Množství srážek v únoru může ovlivnit, zda přítomní jedinci na Sicílii díky příznivým podmínkám zůstanou hnízdit. Počet záznamů pro lokalitu je velmi nízký, tento výsledek nelze brát jako jednoznačný.

Stát	Rok	Celkový počet všech záznamů v roce	Průměrný srážkový úhm (mm) v únoru na lokalitě	Srážkový úhm v květnu (mm) na lokalitě	Počet záznamů v hnízdním období (duben až srpen)	Počet pozorování v únoru na lokalitě	Počet pozorování v květnu na lokalitě
Sicílie	2000	18	6,0	5,5	x	x	x
Sicílie	2001	40	15,0	2,0	x	x	x
Sicílie	2002	225	10,0	3,0	x	1	x
Sicílie	2003	372	30,0	7,0	x	x	x
Sicílie	2004	745	80,0	13,5	1	x	x
Sicílie	2005	815	28,5	12,5	5	x	2
Sicílie	2006	988	54,0	6,5	3	6	x
Sicílie	2007	1122	56,5	6,0	10	5	1
Sicílie	2008	847	38,5	8,0	1	x	x
Sicílie	2009	1201	73,0	6,0	1	9	x

Obr. 10, Tabulka zjištěných hodnot pro Sicílii.



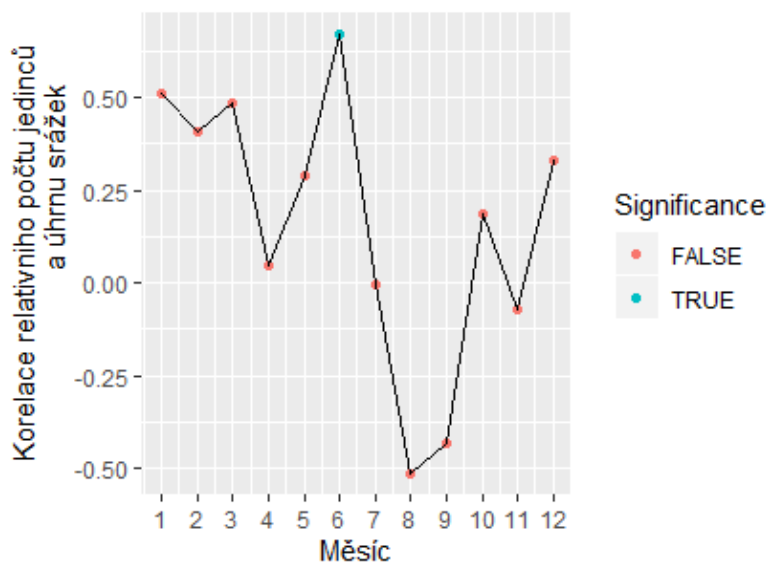
Obr. 11, Graf korelace pro lokalitu Sicílii dle Spearmanova korelačního testu. Hodnota 2 na ose x – měsíc únor, hodnota 5 na ose x – měsíc květen.

## Alžírsko

Pro Alžírsko byl zjištěn vztah počtu jedinců s červnovými srážkami dle korelačního koeficientu s hodnotou 0,668;  $p=0,0347$  (Obr. 13), proto se korelace jeví jako silná. Průměrné srážky jsou 4,9 mm (Obr. 12). Červen je hnízdním měsícem plameňáků růžových, zároveň červnové srážky na lokalitě srážky souvisí s četností jedinců na hnízdišti v následujícím roce. Předpokládá se, že přítomné ptáky na hnízdišti podmínky mohou ovlivnit pro hnízdění v další sezóně.

Stát	Rok	Celkový počet všech záznamů v roce	Průměrný srážkový úhm (mm) v červnu na lokalitě	Počet záznamů v hnízdním období (duben až srpen)	Počet pozorování v červnu na lokalitě
Alžírsko	2000	18	1,0	x	x
Alžírsko	2001	40	1,5	x	x
Alžírsko	2002	225	12,0	x	x
Alžírsko	2003	372	2,9	1	x
Alžírsko	2004	745	4,4	x	x
Alžírsko	2005	815	2,9	x	x
Alžírsko	2006	988	5,5	80	30
Alžírsko	2007	1122	8,2	32	x
Alžírsko	2008	847	9,5	2	x
Alžírsko	2009	1201	1,3	183	58

Obr. 12, Tabulka zjištěných hodnot pro Alžírsko.



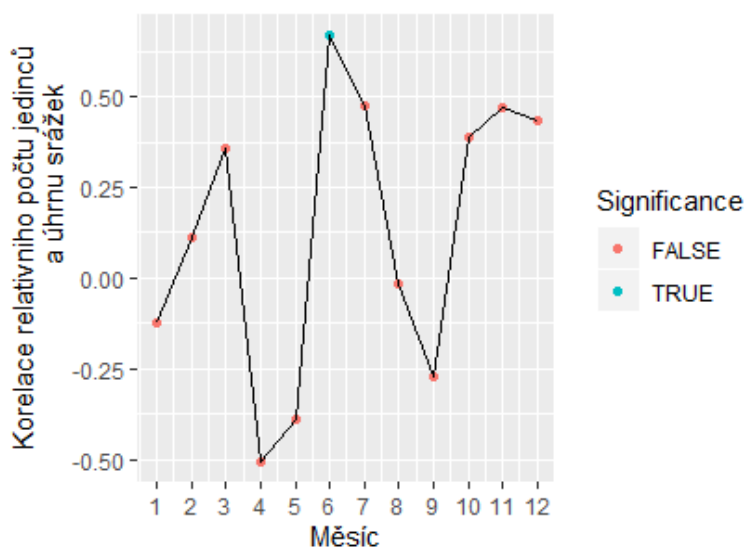
Obr. 13, Graf korelace pro lokalitu Alžírsko dle Spearmanova korelačního testu. Hodnota 6 na ose x – měsíc červen.

## Tunisko

Pro Tunisko byl zjištěn vztah počtu jedinců s červnovými srážkami dle korelačního koeficientu s hodnotou 0,668;  $p=0,0348$  (Obr. 15). Dle koeficientu korelace se korelace jeví jako silná. Průměrné srážky jsou 3,8 mm (Obr. 14). Červen je hnízdním měsícem plameňáků růžových, zároveň srážky souvisí s četností jedinců na hnízdišti v následujícím roce. Předpokládá se, že přítomné ptáky na hnízdišti podmínky mohou ovlivnit pro hnízdění v další sezóně.

Stát	Rok	Celkový počet všech záznamů v roce	Průměrný srážkový úhm (mm) v červnu na lokalitě	Počet záznamů v hnízdním období (duben až srpen)	Počet pozorování v červnu na lokalitě
Tunisko	2000	18	0,0	x	x
Tunisko	2001	40	0,0	x	x
Tunisko	2002	225	7,1	6	x
Tunisko	2003	372	0,0	16	x
Tunisko	2004	745	0,0	18	2
Tunisko	2005	815	4,1	2	x
Tunisko	2006	988	1,5	36	5
Tunisko	2007	1122	18,5	9	2
Tunisko	2008	847	6,5	33	29
Tunisko	2009	1201	0,0	8	2

Obr. 14, Tabulka zjištěných hodnot pro Tunisko.



Obr. 15, Graf korelace pro lokalitu Tunisko dle Spearmanova korelačního testu. Hodnota 6 na ose x – měsíc červen.

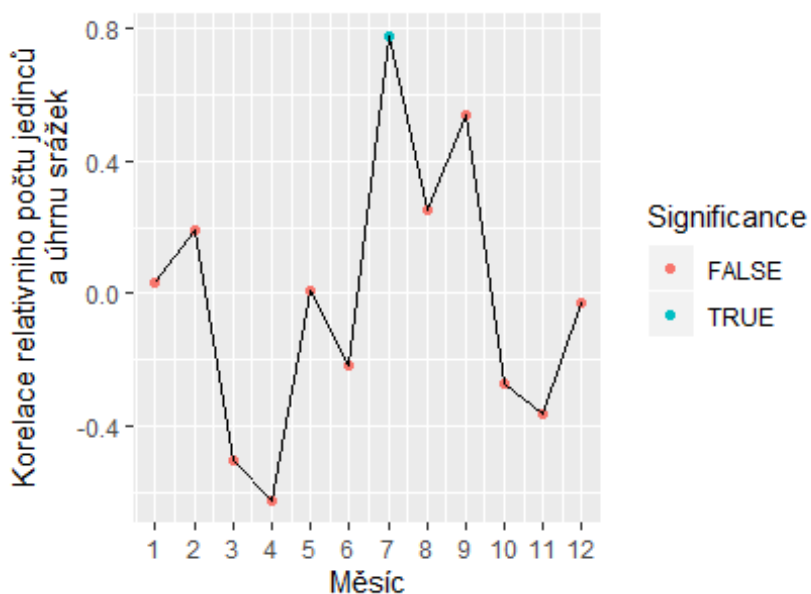


## Korsika

Signifikantní korelace vyšla pro úhrn srážek a četnost jedinců na hnízdišti s hodnotou korelačního koeficientu 0,774, p-hodnota = 0,0086 (Obr. 17). Červencové srážky ovlivňují výskyt plameňáků na hnízdištích v následující hnízdní sezóně, mohou však příznivými podmínkami ovlivnit i přítomné plameňáky a jejich chování v následující sezóně. Průměrné srážky na Korsice jsou 12,5 mm (Obr. 16).

Stát	Rok	Celkový počet všech záznamů v roce	Průměrný srážkový úhm (mm) v červenci na lokalitě	Počet záznamů v hnízdním období (duben až srpen)	Počet pozorování v červenci na lokalitě
Korsika	2000	18	5,0	x	x
Korsika	2001	40	0,0	x	x
Korsika	2002	225	64,0	x	x
Korsika	2003	372	3,0	16	x
Korsika	2004	745	15,0	x	x
Korsika	2005	815	20,0	45	x
Korsika	2006	988	17,0	18	x
Korsika	2007	1122	0,0	30	2
Korsika	2008	847	1,0	x	x
Korsika	2009	1201	0,0	x	x

Obr. 16, Tabulka zjištěných hodnot pro Korsiku.



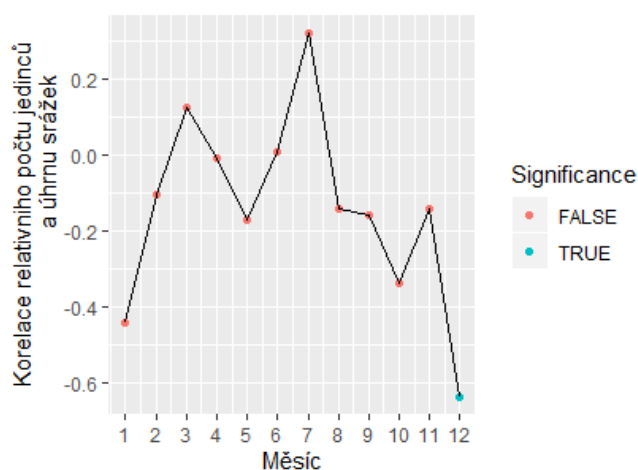
Obr. 17, Graf korelace pro lokalitu Korsika dle Spearmanova korelačního testu. Hodnota 7 na ose x – měsíc červenec.

## Portugalsko

Dle výsledků analýzy má pro Portugalsko souvislost četnost jedinců v hnízdím období s úhrnem srážek v prosinci, který hnízdnímu období (duben až srpen) předchází. Korelační koeficient pro tento vztah je 0,634, p-hodnota 0,0491 (Obr. 19). Průměrné srážky v prosinci na lokalitě jsou 149,2 mm, nejnižší 37,3 mm, nejvyšší 330,7 mm (Obr. 18). Množství srážek v prosinci může ovlivnit přítomné plameňáky na lokalitě, zda díky příznivým podmínkám v Portugalsku zůstanou či se v hnízdním období vrátí. Počet záznamů je velmi nízký, tento výsledek nelze brát jako průkazný.

Stát	Rok	Celkový počet všech záznamů v roce	Průměrný srážkový úhm (mm) v prosinci na lokalitě	Počet záznamů v hnízdním období (duben až srpen)	Počet pozorování v prosinci na lokalitě
Portugalsko	2000	18	311,7	x	x
Portugalsko	2001	40	98,3	x	x
Portugalsko	2002	225	233,3	x	x
Portugalsko	2003	372	148,7	x	x
Portugalsko	2004	745	43,3	x	x
Portugalsko	2005	815	80,7	1	x
Portugalsko	2006	988	114,7	x	x
Portugalsko	2007	1122	37,3	1	x
Portugalsko	2008	847	93,3	1	x
Portugalsko	2009	1201	330,7	x	x

Obr. 18, Tabulka zjištěných hodnot pro Portugalsko.



Obr. 19, Graf korelace pro lokalitu Portugalsko dle Spearmanova korelačního testu.

Hodnota 12 na ose x – měsíc prosinec.

### **4.3 Vztah teplot a dynamiky četností jedinců na hnízdištích**

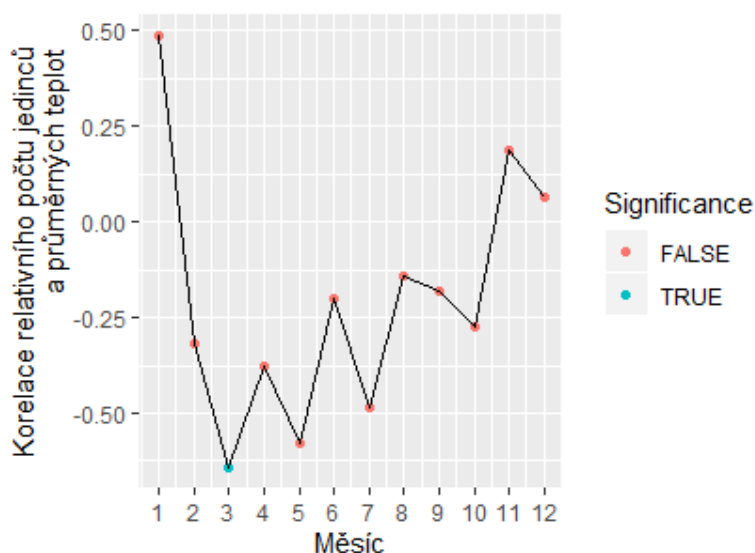
Signifikantní vztah mezi dynamikou populace plameňáka růžového a datových řad teplot vyšel pro lokalitu Turecko s hodnotou  $-0,640$  v březnu. Záporná hodnota koeficientu byla pro signifikantní vztah ve Španělsku v listopadu s hodnotou  $-0,681$  a  $-0,717$  v prosinci. Kladná hodnota vztahu je pro Tunisko v červnu, hodnota korelace je  $0,657$ . Pro Portugalsko je signifikantní vztah mezi četností jedinců a teplotou v měsíci dubnu, kde je hodnota  $0,717$  a v červenci, jenž má korelační koeficient hodnotu  $0,662$ . Pro Sardinii je hodnota korelačního koeficientu  $0,649$  významnou pro teploty měsíce prosinec. Souhrnná tabulka přehledu hodnot je k dispozici v kapitole 4.2 (Obr. 30).

## Turecko

Signifikantní korelace pro oblast vyšla v březnu, korelační koeficient má hodnotu  $-0,64$ ,  $p$ -hodnota =  $0,0462$  (Obr. 21). Dle tabulky (Obr. 20) je zjištěná průměrná teplota  $12,7^{\circ}\text{C}$ , nejnižší  $9,6^{\circ}\text{C}$ , nejvyšší  $16,1^{\circ}\text{C}$ . Lze říci, že teplota v březnu ovlivňuje počet plameňáků v následujících hnízdnicích měsících na lokalitě. Protože na stanovištích je nulový počet záznamů pozorování v březnu, je možné soudit, že teplota jedince neovlivňuje přímo. Počet jedinců v hnízdnicím období je velmi malý, výsledek je vhodné brát jako orientační.

Stát	Rok	Celkový počet všech záznamů v roce	Počet pozorování v březnu na lokalitě	Průměrné teploty ( $^{\circ}\text{C}$ ) v březnu na lokalitě	Počet záznamů v hnízdnicím období (duben až srpen)
Turecko	2000	18	x	11,0	x
Turecko	2001	40	x	16,1	x
Turecko	2002	225	x	13,6	x
Turecko	2003	372	x	9,6	1
Turecko	2004	757	x	12,8	x
Turecko	2005	826	x	12,3	2
Turecko	2006	1003	x	12,4	9
Turecko	2007	1144	x	13,3	7
Turecko	2008	868	x	14,8	x
Turecko	2009	1209	x	12,0	11

Obr. 20, Tabulka zjištěných hodnot pro Turecko.



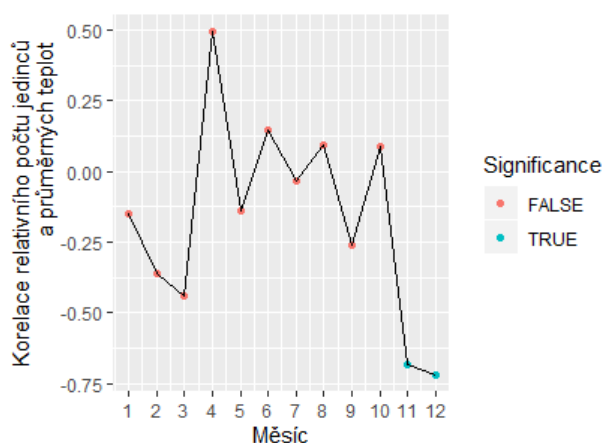
Obr. 21, Graf korelace pro lokalitu Turecko dle Spearmanova korelačního testu. Hodnota 3 na ose x – měsíc březen.

## Španělsko

Pro Španělsko je signifikantní vztah s hodnotou korelačního koeficientu v listopadu  $-0,681$ ,  $p$ -hodnota =  $0,0302$  a v prosinci  $-0,717$ ,  $p$ -hodnota =  $0,0195$  (Obr. 23). Průměrná teplota za časové období 2000 – 2009 je v listopadu  $13,6^{\circ}\text{C}$ , nejnižší  $11,9^{\circ}\text{C}$ , nejvyšší  $15,8^{\circ}\text{C}$ . V prosinci průměrná teplota  $10,7^{\circ}\text{C}$ , nejnižší  $9,3^{\circ}\text{C}$ , nejvyšší  $12,6^{\circ}\text{C}$  (Obr. 22). Listopadová a prosincová teplota souvisí s četností jedinců na hnízdištích. V listopadu i prosinci jsou na lokalitě pozorováni jedinci, dalo by se předpokládat, že teploty v těchto měsících mohou ovlivnit chování přítomných jedinců, zda se v následujícím hnízdním období na lokalitu rozhodnou letět. Pro analýzu a průkazné výsledky by bylo vhodné mít více vzorků.

Stát	Rok	Celkový počet všech záznamů v roce	Počet pozorování v listopadu na lokalitě	Počet pozorování v prosinci na lokalitě	Průměrné teploty ( $^{\circ}\text{C}$ ) v listopadu na lokalitě	Průměrné teploty ( $^{\circ}\text{C}$ ) v prosinci na lokalitě	Počet záznamů v hnízdním období (duben až srpen)
Španělsko	2000	18	x	x	13,3	12,0	x
Španělsko	2001	40	1	x	12,3	9,3	x
Španělsko	2002	225	x	x	14,6	12,6	3
Španělsko	2003	372	x	x	14,2	10,8	1
Španělsko	2004	757	x	x	12,9	10,6	4
Španělsko	2005	826	6	x	12,9	10,1	11
Španělsko	2006	1003	13	7,00	15,8	10,3	24
Španělsko	2007	1144	11	10,00	13,1	10,4	8
Španělsko	2008	868	3	2,00	11,9	9,7	14
Španělsko	2009	1209	x	x	15,4	11,5	11

Obr. 22, Tabulka zjištěných hodnot pro Španělsko.



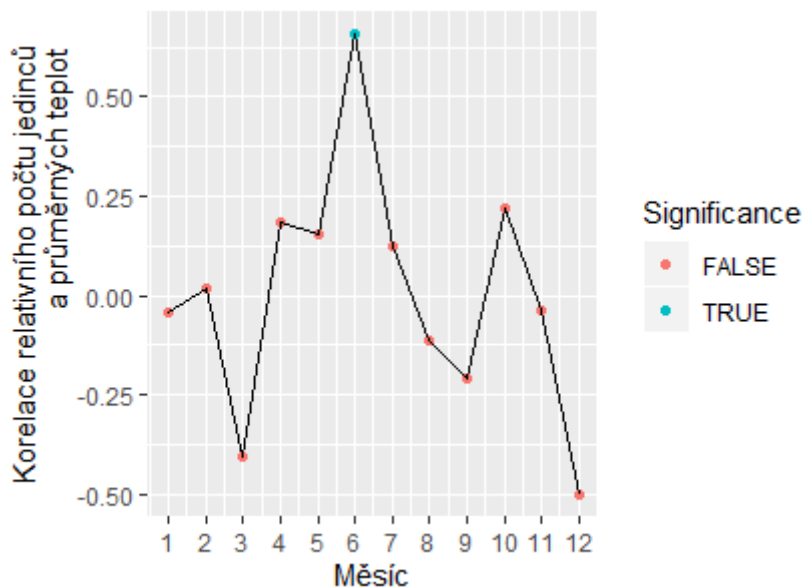
Obr. 23, Graf korelace pro lokalitu Španělsko dle Spearmanova korelačního testu. Hodnota 11 na ose značí měsíc listopad, hodnota 12 prosinec.

## Tunisko

Pro Tunisko byl zjištěn vztah počtu jedinců s červnovou teplotou dle korelačního koeficientu s hodnotou 0,657, p-hodnota = 0,0392 (Obr. 25). Průměrná teplota je 24,5°C (Obr. 24). Červen je hnízdním měsícem plameňáků růžových, zároveň teplota souvisí s četností jedinců na hnízdišti v následujícím roce. Předpokládá se, že přítomné ptáky na hnízdišti mohou příznivé podmínky ovlivnit při výběru hnízdní lokality v další sezóně.

Stát	Rok	Celkový počet všech záznamů v roce	Počet pozorování v červnu na lokalitě	Průměrné teploty (°C) v červnu na lokalitě	Počet záznamů v hnízdním období (duben až srpen)
Tunisko	2000	18	x	23,8	x
Tunisko	2001	40	x	24,4	x
Tunisko	2002	225	x	24,6	6
Tunisko	2003	372	1	26,0	17
Tunisko	2004	757	2	23,7	40
Tunisko	2005	826	1	23,7	22
Tunisko	2006	1003	7	24,8	53
Tunisko	2007	1144	6	24,7	30
Tunisko	2008	868	44	25,0	53
Tunisko	2009	1209	8	23,9	14

Obr. 24, Tabulka zjištěných hodnot pro Tunisko.



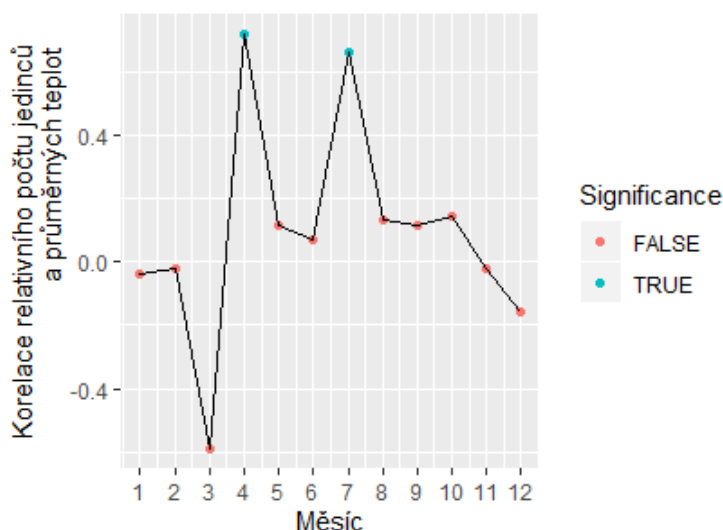
Obr. 25, Graf korelace pro lokalitu Tunisko dle Spearmanova korelačního testu. Hodnota 6 na ose x – měsíc červen.

## Portugalsko

Pro Portugalsko vyšel signifikantní korelační koeficient v dubnu a červenci (Obr. 27). V dubnu má hodnotu 0,717, p-hodnota = 0,0196, v červenci má korelační koeficient hodnotu 0,662 a p – hodnota = 0,0369. V analýze této práce předpokládáme, že květen až prosinec teplotou ovlivňují četnost jedinců v následujícím hnízdním období. Červencová teplota má dle výsledku analýzy vztah s četností jedinců na hnízdišti pro další rok. Ptáky, kteří jsou přítomni na lokalitě v době hnízdění, může dubnová teplota ovlivnit při výběru hnízdiště pro následující rok. V hnízdním období je z lokality málo záznamů (Obr. 26). Počet hnízdících jedinců je velmi nízký, pro analýzu a jednoznačné výsledky by bylo vhodné získat více vzorků.

Stát	Rok	Celkový počet všech záznamů v roce	Počet pozorování v dubnu na lokalitě	Počet pozorování v červenci na lokalitě	Průměrné teploty (°C) v dubnu na lokalitě	Průměrné teploty (°C) v červenci na lokalitě	Počet záznamů v hnízdním období (duben až srpen)
Portugalsko	2000	18	x	x	14,1	22,6	x
Portugalsko	2001	40	x	x	16,2	21,9	x
Portugalsko	2002	225	x	x	15,5	22,1	x
Portugalsko	2003	372	x	x	15,4	22,3	x
Portugalsko	2004	757	x	x	15,2	23,3	x
Portugalsko	2005	826	x	x	15,9	23,0	1
Portugalsko	2006	1003	1	x	16,4	23,9	2
Portugalsko	2007	1144	x	1	15,4	22,4	1
Portugalsko	2008	868	1	1	16,3	22,2	2
Portugalsko	2009	1209	x	x	14,4	22,3	x

Obr. 26, Tabulka zjištěných hodnot pro Portugalsko.



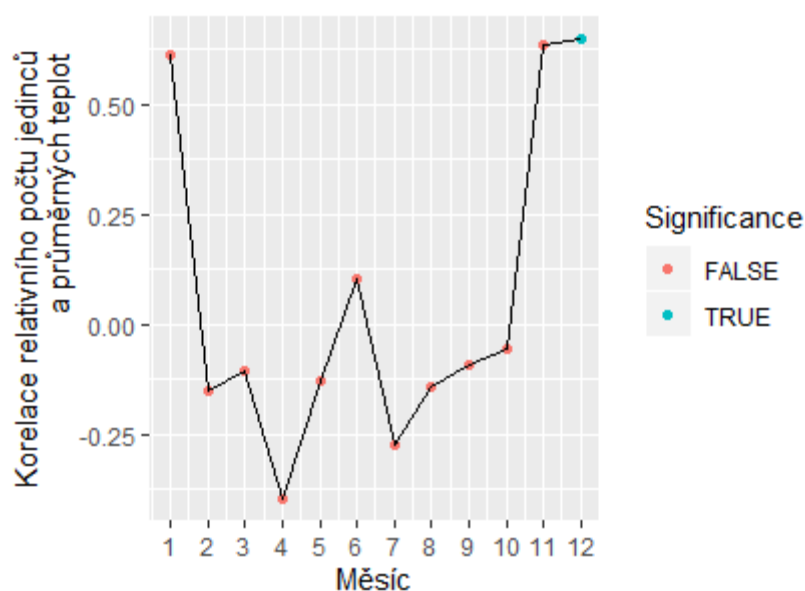
Obr. 27, Graf korelace pro lokalitu Portugalsko dle Spearmanova korelačního testu. Hodnota 4 na ose x – měsíc duben, hodnota 6 na ose x – měsíc červen.

## Sardinie

Korelační koeficient 0,649, p-hodnota = 0,0490 je významný pro vztah teploty na Sardinii v prosinci a četností jedinců v následujícím hnízdním období (Obr. 29). Jedinci se v Sardinii vyskytují v prosinci (Obr. 28), je možné předpokládat, že prosincová teplota ovlivní, zda se zde budou i v následujícím v hnízdním období. Průměrná teplota v prosinci na lokalitě je 12,9°C.

Stát	Rok	Celkový počet všech záznamů v roce	Počet pozorování v prosinci na lokalitě	Průměrné teploty (°C) v prosinci na lokalitě	Počet záznamů v hnízdním období (duben až srpen)
Sardinie	2000	18	x	14,6	x
Sardinie	2001	40	13	11,2	1
Sardinie	2002	225	7	14,0	3
Sardinie	2003	372	47	12,6	25
Sardinie	2004	757	4	13,7	40
Sardinie	2005	826	26	11,6	15
Sardinie	2006	1003	37	13,9	10
Sardinie	2007	1144	8	12,2	35
Sardinie	2008	868	2	12,1	24
Sardinie	2009	1209	x	13,6	20

Obr. 28, Tabulka zjištěných průměrných teplot a četností jedinců pro Sardinii.



Obr. 29, Graf korelace pro lokalitu Sardinie dle Spearmanova korelačního testu. Číslo 12 na ose x – měsíc prosinec.



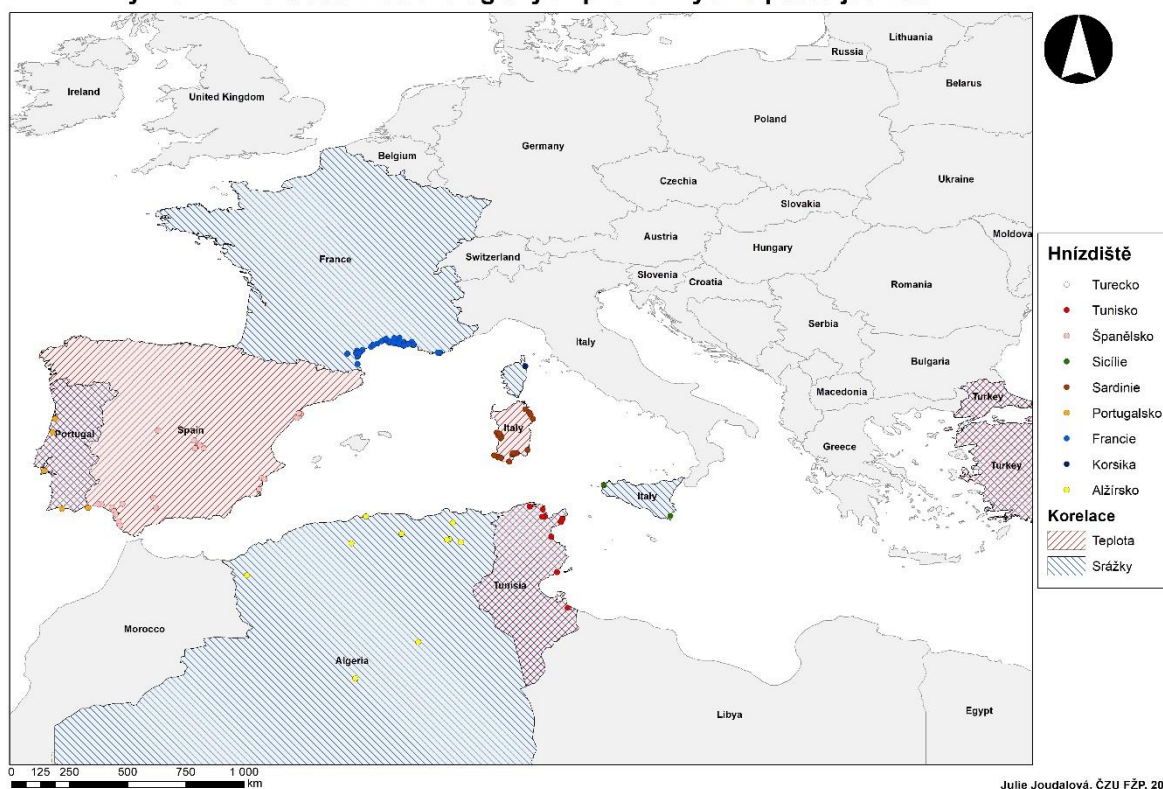
#### 4.4 Souhrnný přehled výsledků korelační analýzy

Korelační testy a Spearmanův korelační koeficient ukázaly vztah mezi relativním počtem jedinců na lokalitě a meteorologickou proměnnou. Analýza byla provedena pro patnáct hnízdních lokalit, řady srážek a teplot. Byl zjišťován signifikantní vztah, kdy p-hodnota byla menší než 0.05, tedy vztah mezi relativním počtem jedinců a meteorologickou proměnnou existuje. Pro datovou řadu srážek bylo zjištěno, že z 15ti lokalit vyšla korelace významná pro 7 míst, u časové řady teplot pro 5 míst. Pro Turecko, Tunisko a Portugalsko vyšla korelace signifikantní u srážek i teplot. Korelační koeficient se nachází v kladných či záporných hodnotách. Záporný koeficient značí negativní asociaci, tedy čím jedna z proměnných stoupá, tím druhá klesá. Kladný koeficient značí asociaci pozitivní, tedy pokud jedna z proměnných roste, druhá stoupá.

Lokalita	Srážky korelace	Měsíc	p-hodnota	Hodnota korelačního koeficientu	Pozitivní/negativní koeficient
<b>Turecko</b>	Ano	1	0,0355	0,666	+
<b>Portugalsko</b>	Ano	12	0,0491	0,634	-
<b>Francie</b>	Ano	1	0,0282	0,687	+
<b>Korsika</b>	Ano	7	0,0086	0,774	+
<b>Alžírsko</b>	Ano	6	0,0348	0,668	+
<b>Sicílie</b>	Ano	2 ; 5	0,0472 ; 0,0104	0,638 ; 0,762	+
<b>Tunisko</b>	Ano	6	0,0348	0,668	+
Lokalita	Teplota korelace	Měsíc	p-hodnota	Hodnota korelačního koeficientu	Pozitivní/negativní koeficient
<b>Turecko</b>	Ano	3	0,0462	0,640	-
<b>Portugalsko</b>	Ano	4 ; 7	0,0196 ; 0,0369	0,717 ; 0,662	+
<b>Tunisko</b>	Ano	6	0,0392	0,657	+
<b>Španělsko</b>	Ano	11 ; 12	0,0302 ; 0,0195	0,681 ; 0,717	-
<b>Sardinie</b>	Ano	12	0,0490	0,649	+

Obr. 30, Souhrnná tabulka významných korelací pro hnízdní lokality, sloupec měsíc označuje číslo měsíce, např. 1 – leden, 6 – červen apod.

### Významné korelace meteorologických proměnných a počtu jedinců



Julie Joudalová, ČZU FŽP, 2020

Obr. 31, Zobrazení hnízdních lokalit, kde analýzou vyšel významný vztah korelace mezi relativním počtem jedinců a meteorologickou proměnnou, na podkladu mapy světa převzaté z [Naturalearthdata.com](http://Naturalearthdata.com)

## 5 Diskuze

Prozatím není zcela prokázáno, jakým způsobem jsou plameňáci schopni detekovat příznivé podmínky a jak získávají zprávy o stavu hnízdní lokality. Jak uvádí Cézilly a Johnson (2007) či Béchet (2017) záleží na vyspělosti jedince a jeho letových schopnostech. Díky celkové sumarizaci dat, které byla zpracována, je velmi dobře vidět vývoj mladé kolonie v kolonii dospělé, která postupně osídlila stanoviště Středomoří. Počet záznamů v dané oblasti a počet pozorovaných plameňáků růžových, tedy určité procento momentálně známé populace závisí na počtu kroužkovaných jedinců, terénních pracovníků a pozorovacím úsilí. Začátek a konec provádění pozorování a sbírání terénních dat byl ovlivněn zprvu mladou kolonií s menším počtem jedinců, ze které se však po desetiletém pozorování stala plnohodnotná kolonie. Ačkoliv databáze pozorovaných hnízdicích jedinců obsahuje stovky vzorků, ne každý jedinec hnízdí každoročně, to potvrzuje ve své studii Bezzel (2003). Na některých studovaných hnízdních lokalitách, kde vyšlo, že meteorologická proměnná ovlivňuje četnost jedinců v hnízdním období, bylo málo záznamů, například v Turecku, Španělsku, Portugalsku či Sicílii. Tyto výsledky lze brát v úvahu, vhodné by bylo mít pro danou lokalitu větší počet vzorků a analýzu znovu prověřit. Metodická část pracuje s již existující databází desetiletého pozorování jedinců a vybranými datové sady meteorologických proměnných. Zvolená analýza je přizpůsobena možnostem zpracování, znalostem a posouzení i pro relativně nezkušeného řešitele, což mohlo způsobit menší nepřesnosti. Také podmínky práce v terénu při pozorování a sbírání dat mohou mít vliv na výsledky. Přesnost a zhodnocení výsledků může být předmětem další diskuze a závisí na zkušenosti řešitele. Metodika poskytuje pohled na nedostatečně objasněnou problematiku chování plameňáka růžového v souvislosti s meteorologickými proměnnými a může posloužit jako předloha pro další zpracování či zkušenější přezkoumání.

Dle výsledků a grafického znázornění korelační analýzy pro jednotlivé lokality je zřejmé, že se často opakuje kladná korelace pro měsíce červen a červenec, nebo záporná korelace pro prosinec či listopad. Záporná korelace znamená, že nízké srážky či teploty v zimních měsících mají vliv na následující hnízdní sezonu, tedy

na vyšší počet výskytu jedinců v oblasti hnízdiště. To může souviset s tvrzením studie, kterou vypracoval Brust a kolegové (2019), kde odůvodňuje, že si pozorovaní ptáci pro migraci vybírali dny s nižšími srážkami, přestože v celém období byly srážky nízké. To naznačuje, že si plameňáci záměrně vybírají příznivé a vhodné počasí. Čím příznivější je počasí v letních měsících, tím více plameňáků zde následující sezónu hnízdí. Hojné srážky způsobují nejen zvýšení hladin vod a dostatek dostupné potravy, ale také doplnění podzemních vod a tedy i dostatečnou vláhu pro další měsíce. Příznivé teploty jsou ideální pro životní nároky plameňáků (Veselovský, 2005).

Rozdíly sezonních teplot jsou využívány při migraci (Cloudsley-Thompson, 1978). Pokud však mají plameňáci dostatek potravy, umí se lépe přizpůsobit nepříznivým teplotám (BioExpedition, 2014). Oproti tomu, kvůli klimatickým změnám posledních let dojde ke zvýšené konkurenci mezi brodivými druhy ptáků, změně přírodních podmínek hnízdišť a tedy i ke změně v jejich osídlování (Kendall et al. 2004), proto je na místě ochrana stanovišť či eliminace globálního oteplování za účelem ochrany druhu. Cézilly a Johnson (2007) tvrdí, že podmínky na lokalitách v Turecku narušují nepravidelné chladné zimy, což může potvrdit zpracování dat, ze kterého vyšlo, že teploty v březnu souvisí s počtem plameňáků na tureckých lokalitách v hnízdním období. Také pro další lokalitu je výsledkem předpoklad, který říká, že nízké teploty v zimních měsících mají za následek více plameňáků v hnízdním období a naopak. Pro lokality s tímto výsledkem by však bylo vhodné použít jiné datové sady teplot a výsledky porovnat, či využít více pozorování, protože na těchto lokalitách bylo viděno málo jedinců, výsledek by tedy bylo vhodné ověřit. Na druhou stranu pro lokalitu Sardinii, kde bylo sčítáno dostatečné množství jedinců, analýzou vyšlo, že teploty v prosinci jsou pozitivně korelovány s výskytem jedinců v době hnízdění. Vysoké teploty oteplují moře, salinita a teplota vody od západu k východu Středozemního moře stoupá (Ruda, 2004). Protože se ostrov Sardinie nachází uprostřed Středozemního moře, hnízdící jedinci jsou ovlivněni těmito podmínkami, neboť salinita je příznivá pro hojnost potravy. Subtropické teploty v letních měsících mají dle výsledků příznivý vliv na tuniskou lokalitu, dochází ke zvýšení teploty vody, salinity a zvýšení výskytu potravy. Příznivé podmínky mohou přivádět hejna hnízdících plameňáků i

v dalším roce. Je možné předpokládat, že hejna ptáků lokality díky příznivým podmínkám využijí jako hnízdiště i v dalším roce.

Díky výsledkům analýzy dat lze posuzovat, že srážky předcházející hnízdnímu období mají na některých lokalitách vliv na výskyt hnízdících plameňáků. S tím souhlasí názor, že plameňáci vytvářejí v aridních oblastech kolonie sporadicky, dle výše srážkového úhrnu v předchozích měsících (Cézilly et Johnson, 2007). Podle zpracování databáze a získaných výsledků se zdá, že vyšší srážkový úhrn v měsících zimních, lednu, únoru či březnu přivádí na jaře do lokalit více hnízdících jedinců. Na základě výsledků je možné predikovat pozitivní vliv nízkých srážek v hnízdních měsících na počet jedinců ve stejném hnízdišti v dalším roce. Nízké srážky mohou být pro rodiče mladých ptáků příznivé, protože nehrozí záplavy, zničení hnízd a pozitivní podmínky mohou kolonii plameňáků přivést na stejné hnízdiště v dalším období. Úhrn srážek, zejména v suchých oblastech, ovlivňuje vodní režim, zásobu podzemních vod a výšku hladiny řek a moří, související s dostupnou potravou a jejím množstvím. Oproti tomu v pobřežních či slaných stanovištích je výška hladin vod stabilnější, proto se dá předpokládat, že na výskyt plameňáků a úspěšnost rozmnožování v těchto oblastech mají vliv především jarní srážky, protože jarní povodně zajišťují zvýšený nárůst potravy (Cézilly et Johnson, 2007). Toto tvrzení není možné touto prací potvrdit, neboť pro žádný z jarních měsíců nevyšel signifikantní vztah pro sledované lokality, hnízdící plameňáky a výšku srážek.

V souvislosti s migračními pohyby ptáků je důležitá ochrana lokalit, které jsou hejny obývány. Zachování vhodných biotopů hnízdišť a zimovišť vede k udržení a ochraně populace plameňáka růžového. Jak již ve svých pracích zmínil Béchet (2017), je hejnem při disperzních či migračních pohybech využívána orientace pomocí noční oblohy, směru a síly větru. Pro další studie posuzující migrační aspekty plameňáka růžového v souvislosti s meteorologickými proměnnými by bylo zajímavým námětem posoudit vztah mezi rychlostí větru a trasou letu ptáků, nebo zda plameňáci migrují především za nocí s jasnou oblohou. Aspektem obývání hnízdních lokalit je také výška hladin vod a dostupnost potravy, což se dle zahraničních studií zdá jako klíčové pro pochopení migrace plameňáků.

## 6 Závěr

Tato práce posuzuje výskyt plameňáků růžových z kolonie v rezervaci Comacchio v hnízdištích Středozemního moře ve vztahu s meteorologickými proměnnými.

Analýza byla provedena pro patnáct hnízdních lokalit, kterými byly: Alžírsko, Francie, Ibiza, Itálie, Korsika, Lesbos, Libye, Mallorca, Portugalsko, Řecko, Sardinie, Sicílie, Španělsko, Tunisko a Turecko. Pro časovou řadu srážek bylo zjištěno, že z patnácti lokalit vyšla korelace významná pro sedm míst. U časových řad teplot byla prokázána význačná korelace pro pět z patnácti lokalit. Pro Turecko, Tunisko a Portugalsko vyšla korelace signifikantní u srážek i teplot.

Pro testované lokality hnízdišť a časové řady srážkového úhrnu tedy vyšla významnost kladného korelačního koeficientu pro Turecko, Tunisko, Francii, Korsiku, Alžírsko a Sicílii, záporná pro Portugalsko. Protože na lokalitách v Turecku, Portugalsku a Sicílii bylo během hnízdního období pozorováno málo vzorků, tyto výsledky nelze předkládat jako jednoznačné či průkazné. Pokud je ve Francii v lednu vyšší srážkový úhrn, je tím dle výsledků analýzy ovlivněno následující hnízdní období četnějším výskytem jedinců plameňáka růžového a naopak. Vysoké množství srážek na Korsice v červenci, tedy měsíci kdy předpokládáme, že jedinci na hnízdišti stále sídlí, má vliv na vysokou četnost jedinců pro další rok. Prokázáno bylo také, že počet plameňáků v období hnízdění je v Alžírsku a Tunisku větší, pokud je na těchto lokalitách v červnu vyšší teplota.

Pro testované lokality hnízdišť a časové řady teplot vyšel signifikantní korelační koeficient pro Portugalsko, Sardinii a Tunisko kladný, zato pro Turecko a Španělsko záporný. V důsledku nedostatečného množství vzorků v hnízdním období na lokalitě Turecko a Portugalsko a Španělsko nelze výsledky existující korelace brát jako průkazně významné. Analýza prokázala, že počet plameňáků v hnízdní době Tunisku je vyšší, je-li tam v červnu vyšší teplota. Pokud je na Sardinii v prosinci vyšší teplota, je zde v nadcházejícím roce hnízdního období více plameňáků.

Díky výsledkům analýzy, která byla prováděna pro zjištění, zda časoprostorová dynamika populace plameňáka růžového souvisí s meteorologickými proměnnými lze říct, že úhrn srážek může mít vliv na výskyt jedinců na lokalitě v hnízdním

období. Pro vliv teploty na výskyt jedinců na lokalitě se výsledky nezdají zcela průkazné, vztah se však dá předpokládat. Tedy četnost plameňáků růžových na hnízdišti může být ovlivněna proměnou počasí v určitém měsíci na daných lokalitách. Tato práce předkládá dílčí pohled na neobjasněnou problematiku o migračních aspektech plameňáků růžových ve Středozezemním moři. Pro zpřesnění výsledků je potřeba další zkoumání. Předpokládá se, že výzkum bude pokračovat, pochopení problematiky je zásadní pro ochranu druhu. Lze využít odlišných databází pro časové řady teplot a srážek a následně výsledky porovnat s touto prací či se zaměřit na další meteorologické proměnné.

## **7 Přehled literatury a použitých zdrojů**

### **Knižní zdroje**

- Bezzel E., Reichholf J., Steinbach G., 2003: Zoologická encyklopedie-Ptáci. Euromedia group, k. s., Praha, 158 s.
- Bouchner M., 1975: Kapesní atlas ptáků. Státní pedagogické nakladatelství, Praha, 251 s.
- Brown L., Urban E., Newman K., 1982: The Birds of Africa. Academic Press, London, 521 p.
- Cézilly F., Johnson A., 2007: The Greater Flamingo. T & AD Poyser, London, 337 p.
- Cloudsley-Thompson J., 1988: Migrace zvířat. Albatros, Praha, 126 s.
- Cramp S., 1986: Handbook of the Birds of Europe, the Middle East and North Africa, The Birds of the Western Palearctic, Vol. 1, Ostrich to Ducks. Oxford University Press, London, 732 p.
- Kukul Z., 1990: Základy oceánografie. Academia, Praha, 590 s.
- Ruda A., 2004: Klimatologie a hydrogeografie pro učitele. Masarykova univerzita, Brno, 257 s.
- Svensson L., Grant P., 2004: Ptáci Evropy, severní Afriky, Blízkého východu. Svojtka&Co., Praha, 400 s.
- Veselovský Z., 2005: Etologie – biologie chování zvířat. Academia, Praha, 407 s.
- Vlasáková L., Beran L., Bufková I., Bureš j., Flousek j., Horal D., Krása A., Mazánková S., Rektoris L., sajrft V., Sovíková L., Stefka L., Tájek P., Trejrovský V., Tračik Š., Žerníčková O., 2017: Mokřady mezinárodního významu České republiky. Ministerstvo životního prostředí, Praha, 32 s.

### **Odborné články**



- Albanese G., Arveda G., Baccetti N., Dall'Antonia P., Morelli F., 2009: The Flamingo Project in mainland Italy: an update of the situation at the end of 2007. *Flamingo*, Special Publication 1. P. 52-57.
- 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). P. 183–192.
- Béchet A., 2017: Flight, navigation, dispersal, and migratory behavior. *Flamingos: Behavior, Biology, and Relationship with Humans*. P. 97-106.
- Brust V., Michalik B., Hüppop O., 2019: To cross or not to cross-thrushes at the German North Sea coast adapt flight and routing to wind conditions in autumn. *Movement ecology* 7. 32. P. 1-10.
- Deville A. S., Labaude S., Robin J. P., Béchet A., Gauthier-Clerc M., Porter W., Fitzpatrick M., Mathewson P., Grémillet D., 2014: Impacts of extreme climatic events on the energetics of long-lived vertebrates: the case of the greater flamingo facing cold spells in the Camargue. *The Journal of Experimental Biology*. P. 3700-3700.
- Karger N., Conrad O., Bohner J., Kawohl T., Kreft H., Soria-Auza R., Zimmermann N., Linder P., Kessler M., 2017: Climatologies at high resolution for the earth's land surface areas. *Scientific data* 4. P. 1-20.
- Kendall M., Burrows M., Southward A., Hawkins S., 2004: Predicting the effects of marine climate changes on the invertebrate prey of the birds of rocky shores. *Ibis*. P. 40-47.
- Tobolka M., Dylewski L., Wozna J., Zolnierowicz K., 2018: How weather conditions in non-breeding and breeding grounds affect the phenology and breeding abilities of white storks. *Science of The Total Environment*. P. 512-518.
- 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.

## Online zdroje

- AOPK ČR, © 2020: Mezinárodní úmluvy (online) [cit. 2020.02.18], dostupné z <<http://www.ochranaprirody.cz/mezinarodni-spoluprace/mezinarodni-umluvy/>>.
- BioExpedition, 2014: Flamigos World (online) [cit. 2019.12.19], dostupné z <<https://www.flamingos-world.com/>>.
- Biological library, 2020: Druhy (online) [cit. 2020.12.01], dostupné z: <<https://www.biolib.cz/cz/taxonsubtaxa/id8419/>>.
- Encyklopedie Britannica, 2020: Flamingo (online) [cit. 2020.12.01], dostupné z: <<https://www.britannica.com/animal/flamingo-bird>>.
- European Global Ocean Observing System, © 2019: Italian National Institute for Environmental Protection and Research (online) [cit. 2019.08.21], dostupné z: <<http://eurogoos.eu/member/ispra-institute-for-environmental-protection-and-research-ispra/>>.
- Chelsa Climate, 2019: CHELSA – Free climate data at high resolution (online) [cit. 2019.08.24], dostupné z: <<http://chelsa-climate.org/>>.
- Ispra, 2019: What is SCIA (online) [cit. 2019.08.20], dostupné z: <[http://www.scia.isprambiente.it/wwwrootscia/scia\\_eng.html#](http://www.scia.isprambiente.it/wwwrootscia/scia_eng.html#)>.
- IUCN, ©2015: Greater Flamingo (online) [cit. 2019.12.29], dostupné z: <<https://www.iucnredlist.org/species/22697360/60161888#conservation-actions>>.
- McNulty P., 2009: Operational Weather Analysis (online) [cit. 2019.11.08], dostupné z: <[https://www.wxonline.info/ebook/Chapter2\\_final.pdf](https://www.wxonline.info/ebook/Chapter2_final.pdf)>.
- Meteonetwork, 2003: Mappa stazioni meteo (online) [cit. 2019.08.18], dostupné z: <<https://www.meteonetwork.it/rete/livemap/#>>.
- Meteopress, 2018: Jak počítáme předpověď počasí (online) [cit. 2019.08.18], dostupné z: <<https://www.meteopress.cz/jak-pocitame-pocasi/>>.
- National Center for Atmospheric Research, 2019: Weather Research and Forecasting Model (online) [cit. 2019.08.18], dostupné z: <<https://www.mmm.ucar.edu/weather-research-and-forecasting-model>>.

- National Oceanic and Atmospheric Administration, 2019: Global Forecast System (online) [cit. 2019.08.18], dostupné z: <<https://www.ncdc.noaa.gov/data-access/model-data/model-datasets/global-forecast-system-gfs>>.
- Parc-camargue, 2020: Parc naturel régional de Camargue (online) [cit.2020.02.23], dostupné z: <<http://www.parc-camargue.fr/>>.
- Ramsar sites information service, 1998: Information Sheet on Ramsar Wetlands (online) [cit. 2020.02.21], dostupné z: <<https://rsis.ramsar.org/ris/225>>.
- Ramsar sites information service, 2020: Information Sheet on Ramsar Wetlands (online) [cit. 2020.02.23], dostupné z: <<https://rsis.ramsar.org/>>.
- Sciencedaily, 2019: Weather forecasting (online) [cit. 2019.08.09], dostupné z: <[https://www.sciencedaily.com/terms/weather\\_forecasting.htm](https://www.sciencedaily.com/terms/weather_forecasting.htm)>.
- Warriow, C., 2012: Students Ask: How Do Meteorologists Predict The Weather? (online) [cit. 2019.08.09], dostupné z: <<http://www.gpb.org/blogs/talking-up-a-storm/2012/02/15/students-ask-how-do-meteorologists-predict-the-weather>>.
- WeatherOK Inc., 2019: Model charts (online) [cit. 2019.08.18], dostupné z <<https://weather.us/model-charts/>>.
- Windguru, 2019: Numerické modely (online) [cit. 2019.08.18], dostupné z: <<https://www.windguru.cz/help.php?sec=models>>.
- Worldclim, 2019: WorldClim contact (online) [cit. 2019.08.22], dostupné z: <<https://www.worldclim.org/>>.

### **Legislativní předpisy**

- Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/60/ES ze dne 23. října 2000, kterou se stanoví rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky.
- Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/147/ES ze dne 30. listopadu 2009 o ochraně volně žijících ptáků.
- Směrnice Rady 92/43/EHS ze dne 21. května 1992 o ochraně přírodních stanovišť, volně žijících živočichů a planě rostoucích rostlin.

## 8 Přílohy

- Přílohou této práce je skript popisující analýzu dat, vytvořený v programu R (R Core Team 2019)

### # Instalace knihovny

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

### # Načtení balíčků funkcí z instalovaných knihoven, funkce použity k analýze

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

### ## Načtení databáze vrstvy hnízdíšť plameňáků růžových kroužkovaných v oblasti Saline di Comacchio. Databáze hnízdíšť vytvořena z databáze všech pozorování v programu ArcGIS dle hnízdních měsíců a souřadnic kroužkovací lokality (x=12.200000, y=44.65000)

```
df = read.table("Hnizdeni2.csv", sep=";", header = T, dec=",")
```

### # Načtení rastrů srážek do seznamu rastrových vrstev

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

### # Načtení rastrů teplot do seznamu rastrových vrstev

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

### # Bod reprezentující Saline di Comacchio dle souřadnic

```
site = SpatialPoints(coords=data.frame(x=12.200000, y=44.650000))
```

### # Extrakce dat z rastrů srážek do místa hnízdíště (Saline di Comacchio)

```
prec = sapply(rasters_prec, function(r) extract(r, site))
```

```

# Extrakce dat z rastrů teplot do místa hnízdiště (Saline di
Comacchio)
temps = sapply(rasters_temp, function(r) extract(r, site))

# Vektor měsíců
mons = rep(1:120)

# Vektor času, vztaženo k patnáctému dni každého měsíce
jednotlivých roků
times = seq(as.Date("15.1.2000", format =
"%d.%m.%Y"), as.Date("15.12.2009", format = "%d.%m.%Y"), "month")

## Sumarizace dat df
# Počet záznamů v hnízdní oblasti
cntObserv = ddply(df, .(NestingSit), summarize, celk_zaznam =
length(ID))

# Počet jedinců v oblasti
cntPlam = ddply(df, .(NestingSit), summarize, pocet_jedinec
=length(unique(PVC)))

# Počet pozorovaných jedinců v jednotlivých letech
df.yearcnt = ddply(df, .(Year), summarize, count =
length(unique(PVC)))

# Počet pozorovaných jedinců v dané oblasti
df.yrRegCnt = ddply(df, .(NestingSit, Year), summarize,
pocet_jedinec = length(unique(PVC)))

# Spojení pomocí sloupce 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")

## Dalším krokem vznikne bod reprezentující místo hnízdění
# Extrakce meteorologické proměnné (srážky či teplota) je
provedena přímo do bodu místa pozorovaného hnízdiště plameňáků
sites = shapefile("Hnizdeni2.shp")
sites = sites[!duplicated(sites$Controlsit),]

# Extrakce srážek ze seznamu rastrů do daných míst hnízdišť
prec_sites = do.call(cbind, lapply(rasters_prec, function(r)
extract(r, sites)))
colnames(prec_sites) = paste("t", 1:120, sep="")

```

```

# Extrakce teplot ze seznamu rastrů do daných míst hnízdišť
temps_sites = do.call(cbind, lapply(rasters_temp, function(r)
extract(r, sites)))
colnames(temps_sites) = paste("t", 1:120, sep="")

# Spojení tabulek lokalit a extrahovaných meteorologických
proměnných proměnných (srážky či teploty)
#pro srážky
sites@data = cbind(sites@data, precs_sites)
#pro teploty
sites@data = cbind(sites@data, temps_sites)

# Průměrné srážky v každém měsíci pro danou oblast, 120 měsíců:
prec_series = do.call(rbind, lapply(1:120, function(i)
tapply(sites@data[,paste("t", i, sep="")], sites$NestingSit,
mean)))
precs_long = do.call(rbind, lapply(colnames(prec_series),
function(reg) {data.frame(value = prec_series[,reg], region =
reg, time = 1:120)}))

# Průměrná teplota v každém měsíci pro danou oblast, 120 měsíců:
temp_series = do.call(rbind, lapply(1:120, function(i)
tapply(sites@data[,paste("t", i, sep="")], sites$NestingSit,
mean)))
temps_long = do.call(rbind, lapply(colnames(temp_series),
function(reg) {data.frame(value = temp_series[,reg], region =
reg, time = 1:120)}))

## prec_series ve dvou sloupcích pro graf
precs_long = do.call(rbind, lapply(colnames(prec_series),
function(reg) {data.frame(value = prec_series[,reg], region =
reg, time = times)}))
# Tabulka srážek pro každé místo
df.precs = as.data.frame(t(precs_sites))
# Přidání názvů sloupců v tabulce df.precs
colnames(df.precs) = sites$ControlSit

## temp_series ve dvou sloupcích pro graf
temps_long = do.call(rbind, lapply(colnames(temp_series),
function(reg) {data.frame(value = temp_series[,reg], region =
reg, time = times)}))
# tabulka teplot pro každé místo
df.temps = as.data.frame(t(temps_sites))

```

```

# názvy sloupců v tabulce df.temps
colnames(df.temps) = sites$ControlSit

## Graf 1: průběh průměrných srážek z míst v každé oblasti
ggplot(precs_long, aes(x=time, y=value)) +geom_line() +
labs(title = "Časové řady srážek v hnízdních
lokalityách")+labs(x="Časová řada", y="Průměrný úhrn srážek (mm)
")+ facet_wrap(~region)

## Graf 2: průběh průměrných teplot z míst v každé oblasti
ggplot(temps_long, aes(x=time, y=value)) + geom_line() +
labs(title = "Časové řady teplot v hnízdních lokalityách")+
labs(x="Časová řada", y="Průměrná teplota (K*10)")+
facet_wrap(~region)

## Graf 3: časová řada relativního počtu jedinců v dané oblasti
ggplot(df.yrRegCnt ,aes(Year, pocet_jedinec/count)) +geom_line()
+geom_point(col="darkgreen") + labs(title = "Relativní počet
jedinců v lokalityách hnízdišť")+ labs(x="Rok", y="Relativní počet
jedinců")+facet_wrap(~NestingSit, scales = "free_y")

## Graf 3: časové řady srážek v Comacchiu (kde byli jedinci
kroužkování)
ggplot(data.frame(x=times,y=prec), aes(x=x, y=y)) +geom_line() +
labs(title = "Časová řada srážek v saline di Comacchio")+
labs(x="Časová řada", y="Průměrný úhrn srážek (mm)")+
scale_x_date(date_breaks = "1 year")

### Korelace pro stát x; x={France, Spain, Sardegna, Sicilia,
Algeria, Italy, Portugal, Mallorca, Tunisia, Turkey, Lesbos,
Greece, Corse, Ibiza, Lybia}
# vytvořena tabulka ze série meteorologické proměnné (teplot či
srážek) pro stát „x“ dle roku a měsíců.
#pro srážky
df.cor = data.frame(prec = prec_series[,"x"], Month =
month(times), Year = year(times))
#pro teploty
df.cor2 = data.frame(temp = temp_series[,"x"], Month =
month(times), Year = year(times))

# Posun měsíců řady meteorologické proměnné o rok (od května po
prosinec), protože ovlivňují následující rok hnízdění. Jedinci už
v tyto měsíce na hnízdišti jsou, tedy neovlivní, zda tam
přítomnou sezonu zahnízdí. Řady proměnné jsou propojeny funkcí

```

```

join s tabulkou počtu jedinců v hnízdišti státu „x“.
#pro srážky
df.cor$Year[df.cor$Month %in% 5:12] = df.cor$Year[df.cor$Month
%in% 5:12] + 1
#pro teploty
df.cor2$Year[df.cor2$Month %in% 5:12] =
df.cor2$Year[df.cor2$Month %in% 5:12] + 1
#Propojení série meteorologické proměnné (srážek či teplot) s
počtem jedinců na lokalitě.
#pro srážky
df.cor = join(df.cor, subset(df.yrRegCnt, NestingSit=="x"))
#pro teploty
df.cor2= join(df.cor2, subset(df.yrRegCnt, NestingSit=="x"))

# Kde vytvořená tabulka obsahuje NA je vyplněno 0; kde ten rok
nebyl záznam je vyplněno -1
df.cor$pocet_jedinec[is.na(df.cor$pocet_jedinec)] = 0
df.cor2$pocet_jedinec[is.na(df.cor2$pocet_jedinec)] = 0
df.cor$count[is.na(df.cor$count)] = -1
df.cor2$count[is.na(df.cor2$count)] = -1
df.cor$NestingSit[is.na(df.cor$NestingSit)] = "x"
df.cor2$NestingSit[is.na(df.cor2$NestingSit)] = "x"

# Výpočet relativního počtu jedinců v oblasti
df.cor$perc = df.cor$pocet_jedinec/df.cor$count
df.cor2$perc = df.cor2$pocet_jedinec/df.cor2$count

## Korelace relativního počtu jedinců a meteorologické proměnné:
nelze předpokládat normální rozdělení proměnných, proto použít
Spearmanův korelační koeficient
#pro srážky
cors = sapply(1:12, function(mon) {df.mon = subset(df.cor,
Month==mon & NestingSit=="x")cor(df.mon$prec, df.mon$perc,
method="spearman")})
#pro teploty
cors2 = sapply(1:12, function(mon) {df.mon = subset(df.cor2,
Month==mon & NestingSit=="x") cor(df.mon$temp, df.mon$perc,
method="spearman")})
# p-hodnoty pro korelace pro srážky
ps = sapply(1:12, function(mon) {df.mon = subset(df.cor,
Month==mon & NestingSit=="x")cor.test(df.mon$prec, df.mon$perc,
method="spearman")$p.value})
# p-hodnoty pro korelace pro teploty
ps2 = sapply(1:12, function(mon) {df.mon = subset(df.cor2,

```



```

Month==mon & NestingSit=="x")cor.test(df.mon$temp,
df.mon$perc,method="spearman")$p.value})

# vytvoření tabulky hodnot korelací pro jednotlivé měsíce,
rozlišení signifikantních hodnot, kde p<0.05
df.cors = data.frame(cor=cors, mon=1:12,Significance=ps<0.05)
df.cors2 = data.frame(cor=cors2, mon=1:12,Significance=ps2<0.05)

## Graf zobrazující korelaci pro databázi srážek
#Měsíce od května do prosince jsou posunuty o rok, jsou
porovnávány s četností jedinců v následujícím hnízdním období.
ggplot(df.cors, aes(x=mon, y=cor))
+geom_point(aes(color=Significance)) +geom_line()
+labs(x="Měsíc", y="Korelace relativního počtu jedinců a úhrnu
srážek")+ scale_x_continuous(breaks=1:12)

# Korelace měsíce "z" pro stát "x" a srážek, z=(1:12)
df.cor.z= subset(df.cor, Month=="z" & NestingSit=="x")
cor.test(df.cor.z$prec, df.cor.z$perc, method="spearman")

#Graf korelace srážek a relativního počtu jedinců v oblasti "x"
měsíce "z"
ggplot(df.cor.z, aes(x=prec, y=perc)) +geom_point()

## Graf zobrazující korelaci pro databázi teplot
ggplot(df.cors2, aes(x=mon, y=cor)) +
geom_point(aes(color=Significance)) + geom_line()
+labs(x="Měsíc", y="Korelace relativního počtu jedinců a
průměrných teplot")+ scale_x_continuous(breaks=1:12)

# Korelace měsíce "z" pro stát "x" a teplot; z=(1:12)
df.cor2.z= subset(df.cor2, Month=="z" & NestingSit=="x")
cor.test(df.cor2.z$temp, df.cor2.z$perc, method="spearman")

# Graf korelace teplot a relativního počtu jedinců v oblasti "x"
měsíce "z"
ggplot(df.cor2.z, aes(x=temp, y=perc)) +geom__point()

```