

UNIVERZITA KARLOVA
Přírodovědecká fakulta

Ekologická a evoluční biologie



**UNIVERZITA
KARLOVA**

Jáchym Jiří Váhala

**Co víme o migraci supů mezi Evropou, Asií a Afrikou?
Current state of knowledge about migration of vultures
between Europe, Asia and Africa**

Bakalářská práce

Vedoucí práce: RNDr. Radek Lučan, Ph.D.

Praha 2023

Chtěl bych poděkovat svému vedoucímu práce RNDr. Radku Lučanovi, Ph.D. za ochotu a cenné rady při psaní této práce.

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

Obsah

1. Úvod.....	1
2. Migrace dravců – Accipitriformes.....	2
3. Studie prostorové aktivity supů.....	4
3.1. Studie prostorové aktivity supů – obecný přehled.....	4
3.2. Telemetrické studie zaměřené na lokomoci a energetiku letu.....	7
3.3. Telemetrické studie zaměřené na disperzi mladých jedinců.....	7
3.4. Telemetrická studie zaměřená na prostorovou aktivitu na hnízdištích (commuting).....	8
3.5. Telemetrické studie zaměřené na prostorovou aktivitu spojenou s hledáním potravy (foraging).....	9
3.6. Telemetrické studie zaměřené na velikost domovského okrsku.....	10
3.7. Telemetrické studie se zaměřením na ochranu druhů.....	11
4. Migrace supů.....	11
4.1. Migrace supů obecný přehled.....	11
4.2. Migrace supa hnědého (<i>Aegypius monachus</i>).....	12
4.3. Sup bělohlavý (<i>Gyps fulvus</i>).....	15
4.4. Sup himalájský (<i>Gyps himalayensis</i>).....	19
4.5. Sup mrchožravý (<i>Neophron percnopterus</i>).....	20
5. Závěr.....	23
6. Použitá literatura.....	25

1. Úvod

Supi jsou polyfyletická skupina dravých ptáků z řádu *Accipitriformes* skládající se ze zástupců podčeledí *Aegypiinae* a *Gypaetinae*. Podčeleď *Aegypiinae* se dále dělí do šesti rodů, z nichž největší je rod *Gyps* obsahující osm druhů. Zbylé rody *Aegyptius*, *Torgos*, *Necrosyrtes*, *Sarcogyps* a *Trigonoceps* jsou zastoupeny pouze jedním druhem. Podčeleď *Gypaetinae* obsahuje rody *Neophron*, *Gypaetus* a *Gypohierax*, které jsou monotypické. Fylogenetická studie vypracovaná dvojicí Lerner & Mindell (2005) do podčeledi *Gypaetinae* přiřazuje další monotypický rod, a to rod hadího orla *Eutriorchis*. Jeho jediný zástupce orlík madagaskarský (*Eutriorchis astur*) však není mrchožrout nýbrž aktivní lovec, jehož jídelníček se sestává převážně z gekonů (Thorstrom et al., 2003).

Z pohledu ekologie představují supi unikátní skupinu, protože jsou, společně s kondory, jediní obligátní mrchožrouti v rámci suchozemských obratlovců (DeVault et al., 2003). Zároveň je významná část druhů ohrožena nebo téměř ohrožena (IUCN, 2022). Důvody pro jejich ohrožení jsou mimo jiné ztráta přirozeného prostředí, úmyslné trávení a pozření toxických veterinárních přípravků (Ogada et al., 2012). Kvůli jejich často rozsáhlým domovským okrskům, které se často rozkládají přes více států najednou, je jejich ochrana logisticky složitá (Buechley et al., 2018; Phipps et al., 2013). Proto je znalost jejich prostorové aktivity jedním z klíčových aspektů pro pochopení jejich ekologie a ochrany. Jelikož bylo u některých druhů pozorováno migrační chování, je také důležité zjistit, kde dané populace zimují, v jaké míře a kde se v rámci zimoviště pohybují. Zároveň je důležitá bližší studie supí migrace, jelikož migrace samotná je významný zdroj mortality tažných ptáků (Klaassen et al., 2014; Oppel et al., 2015).

Ptačí migrací se označuje pravidelný tah v sezónních cyklech mezi hnízdními stanovišti a zimovišti (Dingle, 2014). Tyto tahy jsou nejčastěji uskutečňovány směrem sever-jih nebo jih-sever. Jsou známé i druhy migrující intratropicky – v rámci tropického podnebného pásu (Alerstam, 1993).

Vedle samotných migračních tras je možné sledovat jejich sezónní a meziroční fenologii, nebo změny intenzity migrace. Tato práce se zaměří právě na první z uvedených aspektů

tedy migrační trasy samotné. Cílem je konkrétně shrnout dosavadní vědomosti o migraci supů ve Starém světě.

2. Migrace dravců – Accipitriformes

Vznik migračního chování mělo u dravců stejnou příčinu jako u všech ostatních druhů ptáků a vyvinulo se tedy zřejmě jako odpověď na sezonalitu prostředí (Nagy et al., 2017).

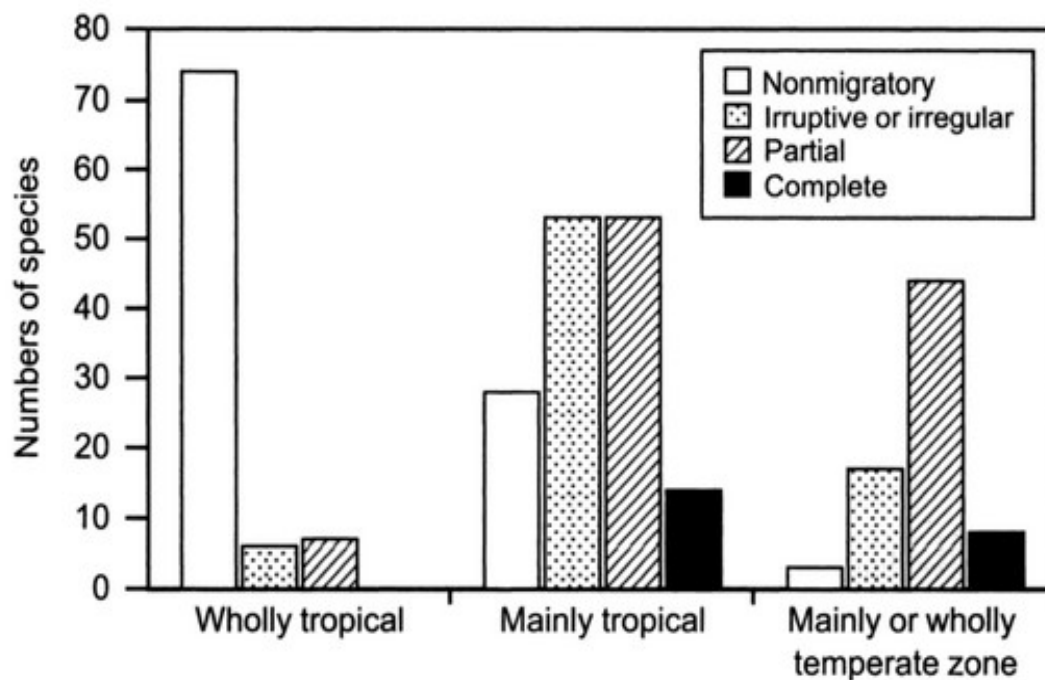
Migrační chování se u předků nynějších dravců nejspíše vyvinulo během pozdního Eocénu, který se vyznačoval celkovým ochlazením planety a zvýšením sezonality (Bildstein, 2006). To mohlo vést k selekčnímu tlaku pro vznik migrace. U recentních druhů dravců tak vzniklo před 5 milióny let, a to několikrát nezávisle na sobě (Nagy et al., 2017).

Většina linií dravců, ať už migrujících nebo sedentárních, pochází původně z tropických oblastí (Nagy & Tökölyi, 2014). Poté se následně dravci rozšířili přirozenou disperzí nebo migrací i do oblastí s výraznější sezonalitou. Nagy & Tökölyi (2014) také dokázali, že migrační chování má větší šanci vzniknout u potravních specialistů než u jiných potravních strategií. Pokud je totiž dravec závislý na potravě, jejíž abundanci ovlivňuje sezonalita prostředí, musí se buď přeorientovat na jinou potravu v době nedostatků, nebo táhnout do oblastí, kde se jeho potrava vyskytuje. Vznik generalistické potravní strategie je daleko pravděpodobnější u migrujících druhů než u těch nemigrujících. To naznačuje, že pestrost v jídelníčku není predispozice pro migrační chování, ale je to evoluční uzpůsobení na sezónní změny podmínek v oblastech, ve kterých se jedinci vyskytují (Nagy & Tökölyi, 2014).

Většina migrujících druhů dravců se řadí mezi částečné migranty, tj. druhy u kterých migruje méně než 90 % jedinců a tedy aspoň 10 % jedinců je nemigrujících (Bildstein, 2006) (obrázek 1 a 2). To populacím umožňuje měnit intenzitu migrace v závislosti na okolních faktorech jako jsou teplota, dostupnost potravy a sezonalita. Tak se mohou částečně migrující populace změnit na zcela migrující nebo naopak na sedentární (Berthold, 2001). Důkazem tohoto jevu může být změna chování populací mladých jedinců krahujce amerického (*Accipiter striatus*) v 80. letech. Tito mladí jedinci v lokalitách s bohatou potravní nabídkou způsobenou velkou koncentrací ptačích krmítek v úsecích původní migrační trasy zpomalili nebo úplně zastavili svou migraci na původní zimoviště (Viverette et al., 1996). Zpomalení nebo úplné zastavení migrace kvůli velké lokální abundanci kořisti bylo pozorováno i u

evropských druhů jako je orlík krátkoprstý (*Circaetus gallicus*) nebo orel nejmenší (*Hieraetus pennatus*) (Bildstein, 2017).

Aby dravci dokázali překonat často dlouhé vzdálenosti mezi hnízdišti a zimovišti, využívají kombinace tří základních strategií, díky kterým maximalizují svoji šanci dosáhnout cílových oblastí svého zimování. Jedná se o vybudování si dostatečně velkých tukových zásob před začátkem tahu, šetření energie plachtěním a pravidelné obstarávání si potravy během migračního přesunu (Bildstein, 2017 a 2018). Bildstein (2017 a 2018) navíc popisuje, že některé druhy dravců časují vlastní migraci tak, aby byla časově synchronizována s migrací jejich kořisti. Příkladem mohou být druhy specializované na lov jiných ptačích druhů jako krahujec americký (*Accipiter striatus*) či krahujec obecný (*Accipiter nisus*). Tento jev je podle autora běžný i u hmyzožravých druhů. Druhy, u kterých se jejich migrační trasa překrývá s nehostinnými oblastmi, jako jsou pouště, dělají před i po jejich přeletu zastávky, pro načerpání sil a pro lov kořisti.



Obrázek 1: Poměr a počet druhů dravců, kteří jsou nemigrující, nepravidelně migrující, částečně migrující a zcela migrující, vyskytující se v zcela tropických oblastech, převážně tropických oblastech a v temperátních oblastech. Bildstein (2006)

<i>Migration type</i>	<i>Number of species</i>	<i>% of all raptors</i>	<i>% of all migrants</i>
Nonmigratory	105	34%	—
Migratory	202	66%	—
Irruptive and local	76	25%	38%
Partial	104	34%	52%
Complete	22	7%	11%

Obrázek 2: Procentuální znázornění poměru nemigrujících a migrujících dravců světa podle Bildstein (2006)

3. Studie prostorové aktivity supů

3.1. Studie prostorové aktivity supů – obecný přehled

Všechny druhy supů jsou obligátně mrchožravé. Jsou tedy společně s kondory jedinými terestrickými obratlovci, kteří potravně zcela závisí na dostupnosti mršin (DeVault et al., 2016). Jedinou výjimkou je orlosup palmový (*Gypohierax angolensis*), který je převážně plodožravý, a mršinami nebo jinou živočišnou potravou se živí jen příležitostně (Carneiro et al., 2017). Supi vyhledají mršiny v letu, plachtěním ve velkých výškách a výhradně za pomoci zraku (Cortés-Avizanda et al., 2014). Během pátrání se mohou zaměřovat buď přímo na vyhledávání mršiny, nebo pátrají po ostatních supech (Jackson et al., 2008; Cortés-Avizanda et al., 2014). Díky schopnosti plachtit mohou při vyhledávání potravy urazit velké vzdálenosti v kratším časovém úseku a tím pokrýt daleko větší území, než by pokryli terestričtí mrchožrouti. Jelikož je abundance mršiny nepředvídatelná, supi konzumují co největší objem tkáně za co nejkratší dobu. K tomu mají i uzpůsobené vole, ve kterém si uchovávají potravu, kterou nejsou schopni v daný okamžik strávit (Mundy et al., 1992). Mundy et al. (1992) pozoroval, že supi rodu *Gyps* jsou schopni najednou spořádat potravu v hmotnosti až 20 % své tělesné váhy, a i tak být schopni letu. Houston & Cooper (1975) zase popsal, že jsou supi schopni očistit mršinu 100 kilového pakoně za 30 minut. Další uzpůsobení k požívání mršin je velmi nízké pH žaludku, v některých případech až pH 1 (Van Den Heever et al., 2021). To jim umožňuje trávit tuhé tkáně, kosti a také ničení potencionálně nebezpečných patogenů vyskytujících se v mršině (Houston & Cooper, 1975).

Mezidruhová konkurence jednotlivých druhů supů je omezena specializací každého druhu na různé typy tkání. Podle specializace vědci rozlišují supy na tři skupiny: „rippers“ (trhači), kteří se živí tuhou tkání, „gelpers“ (hltači) živící se měkkou tkání a „scrappers“ (seškrabovači), kteří se živí roztroušenými zbytky (Houston, 1972; Linde-Medina et al., 2021).

V ekosystémech, kde se supi vyskytují, zauímají roli primárního mrchožrouta a klíčového druhu v této části potravního řetězce. Snižují nebezpečí šíření patogenů jako je například antrax a tuberkulóza (Van Den Heever et al., 2021) a zároveň nepřímo kontrolují počty fakultativních mrchožroutů tím, že omezují čas, kdy mohou mršinu využít jako zdroj potravy (Morales-Reyes et al., 2017). Pokles populace supů tak může vést k zvětšení populací fakultativních mrchožroutů, což dále způsobuje zvýšení predace jejich přirozené kořisti a celkové změny potravního řetězce (DeVault et al., 2011). Delší čas vystavení mršiny patogenům může zároveň vést k rozšíření těchto patogenů například právě skrze fakultativní predátory, kteří nejsou tak dobře adaptováni k tomu, aby jim čelili (Markandya et al., 2008).

V posledních desítkách let byl zaznamenán globální pokles všech supích populací. V nechráněných oblastech západní Afriky klesly za posledních 30 let populace všech supích druhů, s výjimkou supa kapucína, o 95 % (Thiollay, 2006). Pokles se však týká i rezervací, např. v chráněných oblastech regionu Súdán (*bilād as-sūdāna*) ve východní Africe byl za stejný časový úsek zjištěn pokles populaci o 42 % (Thiollay, 2006). V centrální Keni zaznamenal Ogada & Keesing (2010) v průběhu 3 let propad supích populací o 70 %. V oblasti Masai Mara se supí populace za posledních 30 let zmenšily o 62 % (Virani et al., 2011). Nejznatelnější pokles populací byl však zaznamenán v jižní Asii, kdy mezi lety 1992 a 2007 populace supa indického, supa bengálského a supa tenkozobého klesly v některých případech až o 99 % (Prakash et al., 2003; Prakash et al., 2007). Podobné propady byly také zaznamenány v Pákistánu a Nepálu (Acharya et al., 2009; Gilbert et al., 2002). V osmdesátých letech minulého století, byla celková početnost supa bengálského odhadována na miliony jedinců a byl považován za jednoho z nejpočetnějších druhů dravců na světě (BirdLife International, 2023 b). Dnes je sup bengálský kriticky ohrožený a jeho populace čítá mezi 4000 až 6000 jedinci (BirdLife International, 2023 b). Tento populační kolaps se považuje za nejrozsáhlejší a nejdrastičtější, který byl kdy zaznamenán (Gilbert et al., 2004; Cuthbert et al., 2006). Bylo zjištěno, že za příčinou vysoké mortality supů může diclofenac,

veterinární léčivo používané jako analgetikum pro dobytek (Oaks et al., 2004; Swan et al., 2006). Pitvy mrtvých jedinců ukázaly, že diclofenac v tělech supů způsobuje akutní selhání ledvin do dvou dnů po spořádání letální dávky obsažené v tkáni mršiny (Swan et al., 2006). Dalším důvodem poklesu populací supů je jejich trávení pomocí otrávených návnad nebo mršin. Kvůli jejich životním strategiím, tj. obligátní mrchožravost, sdružování se ve velkých počtech u mršin, dlouhověkost, opožděné dospívání, jsou jejich populace daleko náchylnější ke ztrátám způsobeným otravami než jiné druhy (Ogada et al., 2012). Nejběžnější příčina otravy supů je nejspíš pozření mršiny predátora, který se sám otrávil farmáři nastraženou návnadou, která byla cílená právě na predátora, nikoliv přímo na supa. Kladení otrávených nástrah proti predátorům je běžná taktika farmářů, jak zabránit další predaci jeho dobytka masožravci (Ogada et al., 2012). Supi jsou však také v některých případech tráveni cíleně, například farmáři, kteří se domnívají, že supi jsou predátory novorozenců dobytka, pro využití jejich částí těl pro účely tradiční medicíny, či pytláky, kteří tráví mršiny proto, aby velké kongregace supů neprozradily jejich aktivitu ochráncům parků (Botha, 2013; Monadjem et al., 2004). Další důvody mortality supů jsou střety jedinců s větrnými elektrárnami a s elektrickým vedením (Angelov et al., 2013 a; De Lucas, 2008).

Kvůli populačním kolapsům supů napříč celým Starým světem začala být daleko intenzivněji studována supí ekologie, etologie a prostorová aktivita, právě za účelem objasnění jejich úbytků a následného navrhnutí účinných metod ochrany a re-introdukce supích druhů do přírody.

Sledování prostorové aktivity s využitím telemetrie bylo dosud, alespoň v nějaké míře, využito u všech druhů supů. Nicméně u některých druhů se telemetrické studie začaly provádět až v posledních letech, a proto jsou naše znalosti o jejich ekologii a prostorové aktivitě stále značně limitované.

Příklady telemetrických studií prováděných v posledních 30 letech, které se zaměřovaly na

- Lokomoci a energetiku
- Disperzi
- Prostorovou aktivitu v rámci hnízdišť
- Hledání potravy
- Migraci

- Domácí okrsek
- Ochranu

3.2. Telemetrické studie zaměřené na lokomoci a energetiku letu

Studie zaměřená na lokomoci a energetiku letu zpracovaná týmem Duriez et al. (2014), byla prováděna na jedincích supa bělohlavého a supa himálajského a snažila se změřit srdeční aktivitu supů během letu a vyvodit tak jeho energetickou náročnost. Testovaní jedinci (po jednom od obou druhů), byli vychováni v zajetí a byli vycvičeni pro volný let. Během testování byli oba jedinci vybaveni GPS, tříosým akcelerometrem a EKG. Pokusy ukázaly, že nejvyšší tepovou frekvenci mají oba jedinci během vzletu, kdy musí intenzivně mávat křídly. Tepová frekvence během vzletu byla u supa bělohlavého a supa himálajského 222 +/- 43 bpm a 281 +/- 34 bpm. V okamžiku, kdy začali oba jedinci plachtit, začala tepová frekvence klesat a po 10 minutách plachtění dosáhla téměř klidových hodnot, které byly naměřeny před jejich pokusem o vzlet, tj. 81,1 +/- 19,1 bpm u supa bělohlavého a 103,5 +/- 13,3 bpm u supa himálajského, což bylo méně, než byl prvotní předpoklad. Krátce před přistáním jejich tepová frekvence opět stoupala až dosáhla hodnot 284,7 +/- 49,9 bpm u supa bělohlavého a 316,8 +/- 28,9 bpm u supa himálajského. Pokusy byly prováděny jak během slunných dnů, tak během dnů s velkou oblačností. Během dnů s velkou oblačností byla tepová frekvence u obou jedinců větší, protože objem ohřátého stoupajícího vzduchu (termika) využívaného k plachtění byl slabší a museli tedy více mávat křídly.

3.3. Telemetrické studie zaměřené na disperzi mladých jedinců

Studie zabývající se disperzí mladých jedinců zjistily značné rozdíly, a to jak na mezidruhové úrovni, tak i mezi populacemi. Například u populací supa hnědého z Pyrenejského poloostrova studované Castaño et al. (2015), vykazovali mladí jedinci disperzi pouze na relativně krátkou vzdálenost, a to v rámci jihovýchodní části poloostrova. Kdežto jedinci populací z oblasti Turecka, Arménie a Gruzie podnikali dlouhé migrační cesty do zimovišť, která se často také lišila jedinec od jedince. Ve studii Gavashelishvili et al. (2012) byly lokace zimovišť tří jedinců, kteří se narodili ve stejné lokalitě, od sebe vzdáleny 100-1415 km. Yamac & Bilgin (2012), kteří sledovali populace supa hnědého v horách Türkmenbaba v Turecku za pomoci GPS-GSM telemetrie, došli podobným výsledkům, kdy se 3 sledovaní

ptáci, označení na stejné lokalitě, 2–3 měsíce po přepeření vydali na rozdílné lokace vzdálené v jednom případě až 2000 km v rámci Blízkého východu.

3.4. Telemetrická studie zaměřená na prostorovou aktivitu na hnízdištích (commuting)

Kvůli heterogenitě prostředí jsou často stanoviště s vhodnými zdroji, jako potrava, voda, hnízdiště, hřady, geograficky odděleny a ptáci musejí mezi těmito zdroji či mezi zdroji a hnízdem často přeletovat. Ačkoliv je toto chování u supů zcela běžné, je velmi málo studované. Jedna z mála studií zabývající se prostorovou aktivitou v rámci hnízdiště pochází od týmu Harel et al. (2016), který studoval mimo jiné poměr plachtění a aktivního mávání křídly v rámci příletů na hnízdo nebo hřadu a odletů z hnízda nebo hřadu. Studie byla prováděna na jedincích supů bělohavého s použitím GPS vysílačů. Jejich data ukázala, že supi během letů mířících zpět k svému hnízdu/hřadu daleko méně mávali křídly a spoléhali se více na plachtění, v porovnání s odlety z hnízda/hřadu, a to i za cenu riskantnějšího způsobu letu, který je charakterizován plachtěním ve vysoké rychlosti a rychlým klesáním mezi termálními proudy. Harel et al. (2016) také zjistili, že mladí jedinci mají tendenci létat riskantnějším způsobem než starší jedinci. Další příklad studie zabývající se touto tematikou je Nathan et al. (2012), kdy během studie supů bělohavých v Negevské a Judské poušti zaznamenali u několika jedinců neobvyklý jev zvaný long range forays (zálet). Tento jev je charakterizován jako přelet na velkou vzdálenost, kdy jedinci opustí svůj domovský okrsek a vydají se do nové geograficky odlehle oblasti. V této oblasti poté následovala fáze hledání potravy (foraging). Po ukončení této fáze se jedinci opět vrátili do svého původního areálu výskytu. Celkem se toto chování pozorovalo u 5 jedinců. Jeden z těchto jedinců letěl z Negevu na Sinaj, kde strávil 1 týden před navrácením se do původního areálu. Zbylí 4 jedinci zalétali do Saudské Arábie. Jeden z těchto jedinců urazil za 10 dnů 600 km jihovýchodně od svého areálu, kde strávil 68 dní, než se vydal na cestu zpět. Další jedinec se vydal 400 km na východ, kde strávil 30 dní před návratem. Nejdlejší vzdálenost urazili jedinci, kteří putovali k hranicím Saudské Arábie s Jemenem vzdálené 1600 km od jejich obvyklého areálu. Jedinci zde strávili 11 a 64 dní, před odletem zpět, který trval mezi 12 a 13 dny. Zjistilo se, že jedinci, kteří podnikli zálety (long range foray), které jsou energeticky velmi náročné, měli denní příjem potravy dvakrát až třikrát menší než jedinci, kteří tyto poutě nepodnikli. To znamená, že důvod záletů musí, z důvodu vysoké energetické náročnosti, být jiný než pouhé hledání

potravy (foraging). Nathan et al. (2012) navrhuje, že důvod podnikání těchto cest by mohlo souviset s hledáním sexuálního partnera nebo výhodami plynoucími s obeznámením se s distribucí zdrojů na stanovištích daleko za hranicemi domovské oblasti.

Zálety supů byly zaznamenány i na území Česka. Za posledních 10 let zde bylo hlášeno 9 pozorování supa hnědého, 28 pozorování supa bělohlavého a 4 pozorování orlosupa bradatého (AVIF, n.d.) Databáze Ebird obsahuje řadu záznamů i v okolních státech jako je Slovensko (3 supi bělohlaví, 1 sup hnědý, 2 orlosupi bradatí) nebo Polsko (12 supů bělohlavých, 5 supů hnědých, 1 orlosup bradatý).

3.5. Telemetrické studie zaměřené na prostorovou aktivitu spojenou s hledáním potravy (foraging)

Hledání potravních zdrojů (foraging) je jedním z nejstudovanějších aspektů supí ekologie. Vzhledem k tomu, že jsou supi obligátní mrchožrouci a skutečností, že jsou mršiny vysoce proměnlivý a částečně nepředvídatelný zdroj potravy (Ruxton & Hudson, 2004), bylo důležité zjistit jakým způsobem supi hledají potravu a co ovlivňuje jejich efektivitu lokalizovat mršiny. Příklad těchto studií je Spiegel et al. (2013 b), kteří studovali, jak hlad ovlivňuje pohyb supů bělohlavých v jižním Izraeli za použití GPS vysílače vybaveného akcelometrem. Zjistili, že supi jsou schopni měnit strategii hledání potravy v závislosti na času od posledního příjmu potravy. Také zjistili, že parametry jako výška letu, prozkoumaná plocha a vzdálenost doletu se zvyšují během prvních 5 dnů, kdy jedinec nepřijímal potravu. Pokud jedinec nenašel během těchto prvních 5 dní potravu, začaly se hodnoty těchto parametrů během následujících dnů zmenšovat. To nasvědčuje změnu ve strategii vyhledávání potravy, kdy během prvních pěti dní jedinec maximalizuje svou šanci nalezení potravy intenzivním pátráním, tj. pátrá z větší výšky, ve větší oblasti, urazí větší vzdálenosti, posléze se jedinec snaží ušetřit co nejvíce energie tím, že pátrá v nižších výškách a na menším území. Během této strategie se jedinec pohybuje v blízkosti svého hnízda nebo hřadu a spoléhá rovněž na informace od jiných jedinců, jejichž sledováním může dotyčný jedinec informaci o lokalizaci potravního zdroje rovněž získat. Tým Spiegel et al. (2013 a) zkoumali efektivitu objevení mršin u supa ušatého a supa afrického. Ačkoliv je sup ušatý, na rozdíl od supa afrického, teritoriální, je tedy víc svázaný s určitou oblastí a má daleko menší populační hustoty, (obvykle méně než 4 jedinci na 100 km^2) než sup africký (obvykle 20-50 jedinců na 100 km^2 , Mundy et al., 1992), je sup ušatý 1,5krát více efektivní při hledání

mršin. Spiegel et al. (2013 a) se domnívají, že důvodů, proč jsou supi ušatí efektivnější v lokalizaci mršin i přes jejich menší populační hustotu a vyšší teritorialitu, může být několik. Jedním z nich je menší plošné zatížení křídla, dovolující supům ušatým využívat slabší termální vzdušné proudy pro plachtění, což jim zároveň umožňuje začít pátrat již v ranních hodinách, kdy nejsou termální proudy dostatečně silné pro ostatní druhy supů. Dalším důvodem je jejich schopnost detekovat objekty na větší vzdálenost než supi afričtí, díky jejich lépe vyvinutému zrakovému aparátu.

Prostorová aktivita spojená s potravním chováním byla studována celkem u 9 druhů supů, to jsou sup bělohavý, sup kapský, sup hnědý, orlosup bradatý, sup mrchožravý, sup ušatý, sup krahujový, sup bengálský a sup africký (Alarcón & Lambertucci, 2018).

3.6. Telemetrické studie zaměřené na velikost domovského okrsku

Domovský okrsek vyjadřuje prostorové znázornění regulérně se opakujících pohybů jedince v rámci oblasti, kde se vyskytuje (Börger et al., 2008). Velikost domovského okrsku je závislá na druhu, věku, pohlaví, individualitě jedince, ale také sezonalitě stanoviště (Pfeiffer et al., 2015; Bamford et al., 2007; Margalida et al., 2016). Zatím byla velikost domovského okrsku studována u 12 z 16 druhů supů. Jednou z těchto studií je studie týmu Kane et al. (2016), který v Jihoafrické republice odchytili a následně vybavili 28 jedinců supa kapského GPS vysílači. Z 28 odchycených jedinců bylo 15 identifikováno jako dospělci a 13 jako nedospělí jedinci. Data ukázala, že velikost domovského okrsku nedospělých jedinců je v průměru 295 379 km² a velikost okrsku dospělých jedinců 110 181 km². Tyto okrsky se měnily v závislosti na období sucha a období dešťů, a to jak u dospělých, tak u nedospělých jedinců. Tým Margalida et al. (2016), studoval v Pyrenejském pohoří 19 orlosupů bradatých vybavených GPS vysílačem. Tato studie je první, která popsala a porovnala prostorovou aktivitu mezi teritoriálními a neteritoriálními jedinci orlosupa bradatého. Ukázala, že domovský okrsek teritoriálních jedinců orlosupa bradatého se pohybuje okolo 50 km², kdežto u neteritoriálních jedinců se pohybuje okolo 10 000 km². Velikost domovského okrsku teritoriálních jedinců také ovlivňuje pohlaví, kdy samci využívají menší území než samice.

3.7. Telemetrické studie se zaměřením na ochranu druhů

Následkem celosvětových kolapsů supích populací začali vědci studovat jejich prostorovou aktivitu, aby mohli vytvořit efektivní ochranné plány pro dané populace (Allen & Singh, 2016). Druhy, které byly studovány především za účelem zvýšení efektivity ochranných opatření jsou sup hnědý, sup bělohavý, orlosup bradatý, sup kapský, sup mrchožravý, sup africký, sup bengálský, sup himálajský. Tyto studie prokázaly problémy ochrany supů kvůli skutečnosti, že jejich prostorová aktivita daleko přesahuje hranice chráněných území, jak ukázala studie Phipps et al. (2013), která studovala populace supa kapského v Jihoafrické republice. Použitím GPS-GSM technologie zjistili, že populace hnízdící v přísně chráněných územích si často hledají potravu i mimo tyto oblasti a hledají ji na soukromých pastvinách v okolí rezervací. To dokazuje nutnost rozšířit ochranné snahy i na rozsáhlé ranče a farmy v rámci domovského okrsku supů, a to i na mezistátní úrovni.

4. Migrace supů

4.1. Migrace supů obecný přehled

Supi mají široká křídla uzpůsobená k plachtění, se kterými díky využívání termálních proudů mohou urazit velké vzdálenosti bez velké ztráty energie. Díky tomuto přizpůsobení ale zároveň nejsou schopni aktivního letu po delší dobu, a proto se vyhýbají přeletům nad velkými vodními tělesy. Většina migrujících skupin však i přesto musí v určité části svojí migrační trasy překonat i otevřenou vodní plochu, například úžiny Gibraltar, Suez, Bospor, Dardanely. Tyto plochy mohou zpravidla překonat pouze při příznivém počasí a povětrnostních podmínkách (Bildstein et al., 2009).

U některých druhů supů se objevuje poměrně neobvyklý fenomén, kdy aktivně migrují pouze nedospělí jedinci. To je zapříčiněno prodlouženým rozmnožovacím cyklem dospělých jedinců, kdy námluvy a stavění hnízda začíná v zimním období a rodičovská péče trvá do pozdního léta až podzimu (Ramírez et al., 2022). Toto chování bylo pozorováno u supa hnědého a supa bělohavého (Ramírez et al., 2022; Efrat & Hatzofe, 2021). Zároveň není neobvyklé, že migraci podstupuje pouze část jedinců z populace, ať už dospělých nebo nedospělých podle různých kritérií (Camiña, 2004; Ramírez et al., 2022). Ne všechny druhy supů migrují. Druhy, u kterých není nebo zatím nebyla potvrzena migrace jsou supi z indického subkontinentu (sup indický, sup bengálský, sup tenkozobý a sup holohlavý) a

subsaharské Afriky (sup královský, sup africký, sup kapský, sup kapucín, orlosup palmový, sup chocholatý). U orlosupa bradatého, jehož populace se vyskytují ostrůvkovitě zejména ve vysokých pohořích Starého světa, zatím také nebyly pozorovány dostatečné důkazy o klasickém migračním chování (Subedi et al., 2020).

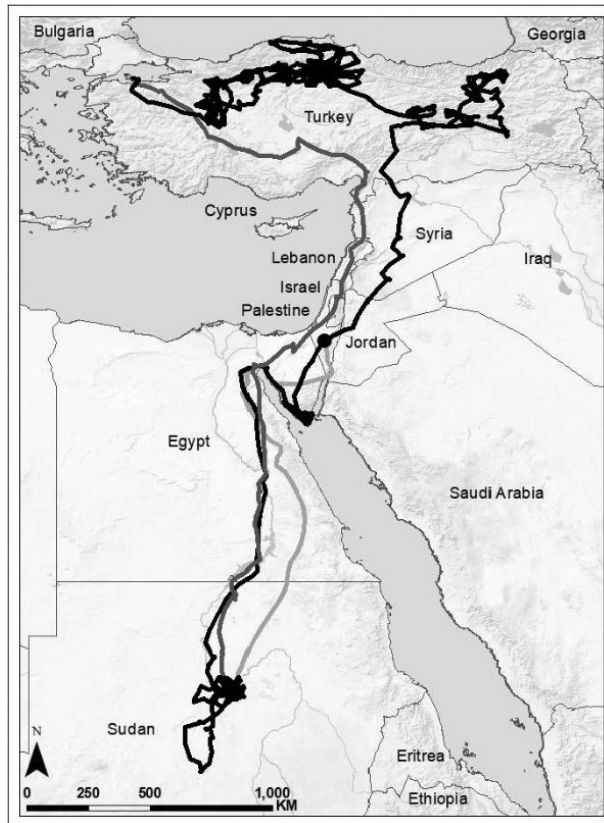
4.2. Migrace supa hnědého (*Aegypius monachus*)

Sup hnědý (*Aegypius monachus*) je jeden z největších druhů supů a zároveň jeden z největších dravců. Areál výskytu je nepravidelný a sahá od Pyrenejského poloostrova až po Mongolsko a Korejský poloostrov (BirdLife International, 2023 a). I přes to je jen málo detailnějších informací o migračním chování, a vědomosti o jejich migraci jsou relativně nové. V rámci areálu, kde se sup hnědý vyskytuje, bylo migrační chování pozorováno pouze u některých populací. Jmenovitě to jsou populace z Pyrenejského poloostrova, Turecka a Dálného východu.

Navzdory dřívějšímu přesvědčení, že juvenilní jedinci Pyrenejského poloostrova nemigrují a pohybují se pouze v rámci Pyrenejského poloostrova (Castaño et al., 2015), Ramírez et al. (2022) zjistili, že malá část nedospělých jedinců se na podzim (listopad) vydává přes Gibraltarskou úžinu na africké pobřeží a poté pokračuje dále do západního Sahelu (Senegal, Gambie, Mali, Burkina Faso), kde zimují. Následně na jaře, nejčastěji od března do května, se vydávají přes gibraltarskou úžinu zpět do původní domoviny. Všichni pozorovaní jedinci byli juvenilní nebo imaturní. Důvodem je zřejmě fakt, že námluvy a následné stavění hnízda začínají u dospělých jedinců už v zimním období a následná péče o potomstvo trvá až do pozdního léta/podzimu (Ramírez et al., 2022). Migrace pro pohlavně dospělé jedince tedy zřejmě není výhodná, neboť by nestihli zároveň migrovat a najít si partnera pro zahrnutí. Ramírez et al. (2022) si také všimli korelace zvyšování počtu migrujících jedinců s růstem španělské populace a také skutečnosti, že načasování jarního i podzimního tahu mladých jedinců supa hnědého se shoduje s tahem supa bělohlavého. Ramírez et al. (2022) se domnívají, že velké počty supů bělohlavých, kteří podstupují migraci povzbuzují i supy hnědé, kteří migrují v daleko menších počtech, k migraci přes gibraltarskou úžinu. Podobný jev pozoroval Gutiérrez (2003) který navrhl, že supi krahujoví, kteří se začali objevovat na

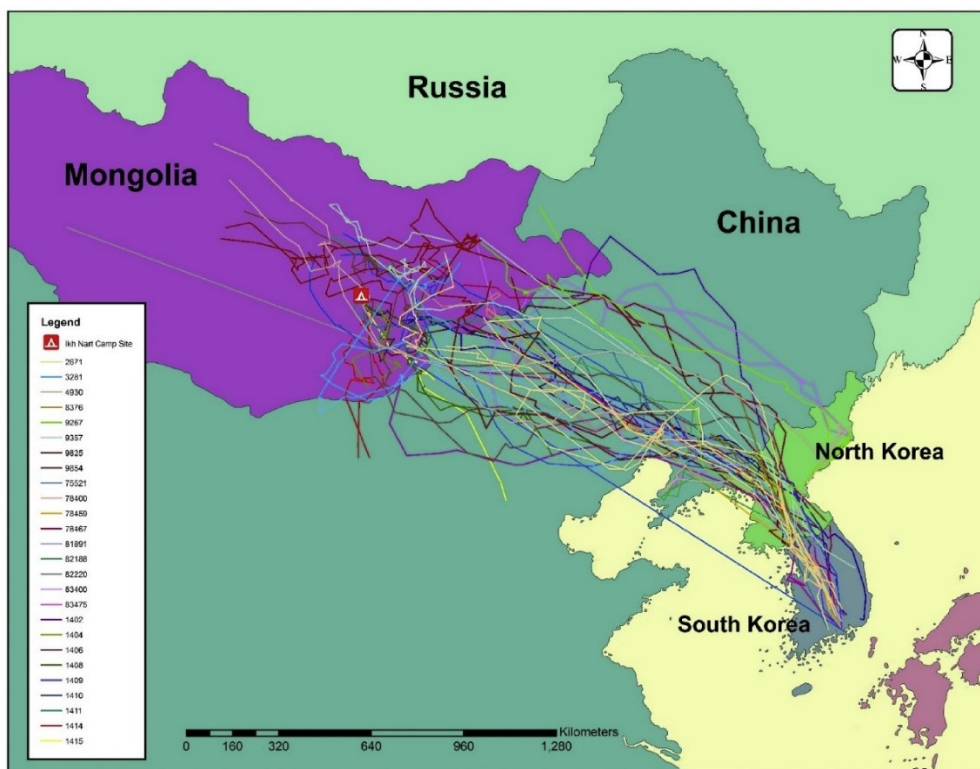
Pyrenejském poloostrově stále ve větším počtu, se připojili k vracejícím se supům bělohavým a společně překonali Gibraltarskou úžinu, aby zde následně založili kolonii.

Zdá se, že populace z Turecka a Kavkazu, které od sebe nejsou oddělené a nacházejí se ve vzájemné blízkosti, mají různé migrační trasy. Trasu turecké populace doložili na příkladu juvenilního supa hnědého Efrat & Hatzofe (2021) (obrázek 3). Sup původem z Turecka, který byl během své podzimní migrace (listopad) odchycen a vybaven GPS vysílačem v pohoří Har Negev v jižním Izraeli následně pokračoval k zálivu Akaba, poté na západ, kde překonal Suez a dále táhl na jih, dokud nedorazil do svého zimoviště na jihu Súdánu, kde se zdržoval v blízkosti Nilu. V této oblasti se zdržoval do března, kdy začala jarní migrace směřující až k Marmarskému moři v Turecku. Tah trval 14 dní, kdy jedinec urazil v průměru 243 ± 65 km za den. Během následujících měsíců se jedinec pohyboval v rámci centrálního a později východního Turecka, odkud následně na konci října začal táhnout na jih zpět na zimoviště v Súdánu. Migrace do svého zimoviště ve východní Africe trvala celkem 24 dní, ze kterých 12 dní strávil na Sinaji a zbylých 12 dní samotnou migrací, za kterou urazil v průměru 224 ± 87 km za den (Efrat & Hatzofe, 2021). Supi hnědí z kavkazských populací, které studovali Gavashelishvili et al. (2012), migrovali na podzim do oblastí v Saudské Arábii a Íránu, kde následně zimovali. Autoři také zjistili, že poté co se tyto jedinci na jaře vrátí zpět, je jejich následující sezónní pohyb různorodý. Příkladem je jedinec původem z Ázerbájdžánu, který svoji první zimu přečkal na severu Saudské Arábie, na jaře migroval do východního Turecka, následně na podzim migroval do západní části centrálního Íránu, kde zimoval. Následující roky se vždy po jarní migraci usadil v jiné oblasti (Gavashelishvili et al, 2012).



Obrázek 3: Migrace jedince supů hnědého (*Aegyptius monachus*), světle šedá čára znázorňuje podzimní migraci 2018, začínající v bodě odchyty, tmavě šedá čára znázorňuje jarní migraci 2019, černá čára znázorňuje letní prostorovou aktivitu, podzimní migraci 2019 a následnou aktivitu v rámci zimoviště. Černý bod je místo odchyty (Efrat & Hatzofe, 2021).

Migrace supů hnědých byla dále studována na mongolských populacích. Juvenilní a mladí jedinci na podzim migrují na Korejský poloostrov, kde se po dobu zimování zdržují v blízkosti „supích restaurací“, tj. místa, kam lidé přináší uhynulý dobytek za účelem přikrmování supů, nacházejících se v Jižní Koreji (Batbayar et al., 2008; Reading et al., 2020). Na začátku jara následně migrují zpět na svá hnízdiště v Mongolsku (Kim et al., 2007; Batbayar et al., 2008; Reading et al., 2020) (obrázek 4). Toto chování je exkluzivní pro nedospělé jedince, jelikož dospělí jedinci zůstávají celoročně ve svém domovského okrsku, neboť námluvy začínají již v zimním období (Reading et al., 2020). Během podzimní migrace juvenilní supi urazili v průměru 88,92 +/- 7,59 km za den, kdežto během jarní migrace urazili 120,40 +/- 8,02 km za den. Migrace z mongolských hnízdišť na korejská zimoviště trvala přibližně 29 dní a odehrávala se od pozdního října do listopadu. Následná jarní migrace zpět do Mongolska trvala přibližně 19 dní a odehrávala se v dubnu (Reading et al., 2020).



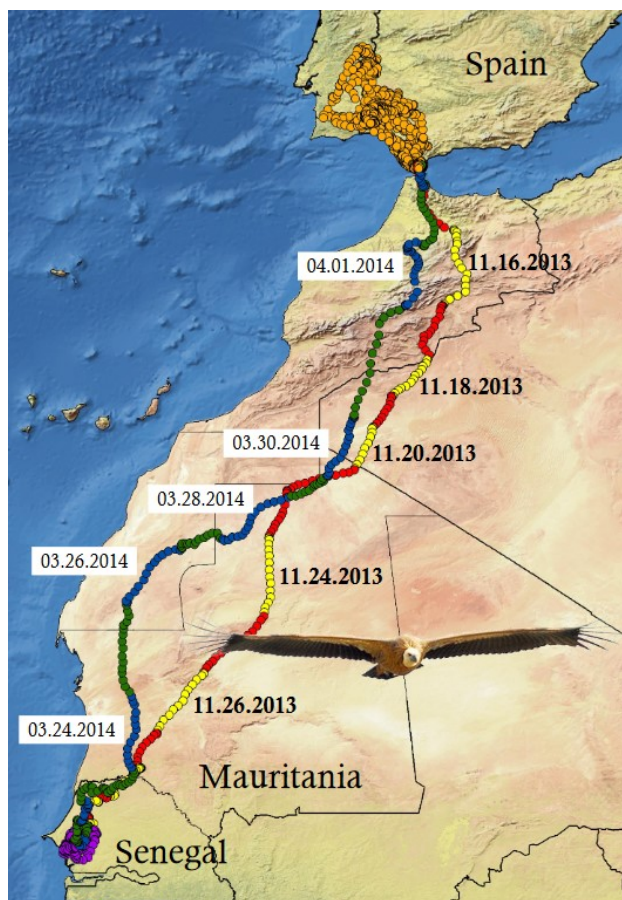
Obrázek 4: Migrační trasy juvenilních supů hnědých (*Aegypius monachus*) označených v Jižní Koreji a přírodní rezervaci IkhNart v Mongolsku (Reading et al., 2020)

4.3. Sup bělohlavý (*Gyps fulvus*)

Sup bělohlavý má areál výskytu rozprostírající se od Pyrenejského poloostrova přes Blízký východ do jižní Indie a na Střední východ. Zároveň je to nejpočetnější druh, jehož celková populace se odhaduje na 900 000 jedinců (BirdLife International, 2023 c). Migrační chování je známo pouze u některých populací.

Zimoviště západoevropských supů se s největší pravděpodobností nacházejí v západní Africe ve státech jako je Senegal, Gambie, Mali (BirdLife International, 2023 c). To dokládají například data kolektivu Muñoz et al. (2016) o přeletu jedince přes Gibraltarskou úžinu do Senegalu a následný jarní návrat na Pyrenejský poloostrov (obrázek 5). Vzdálenosti, které jedinec urazil v rámci podzimní a jarní migrace se lišily- 2682 km a 3021 km, zatímco doba migrace byla srovnatelná- 13 a 14 dní. Ne všichni juvenilní jedinci ze španělských kolonií podstupují migraci. Camiña (2004) odhaduje, že počet migrujících juvenilů je někde mezi 11 % a 33 % všech nedospělých jedinců. Část migrujících španělských supů vůbec nepřekoná Gibraltar a zazimuje na jihu Španělska (Garrido et al., 2001). I přes tuto skutečnost bylo na začátku tisíciletí hlášeno, že ročně překoná Gibraltar zhruba 4000 jedinců (Camiña, 2004).

V dnešní době je to pravděpodobně mnohem víc, neboť populace na Pyrenejském poloostrově roste.



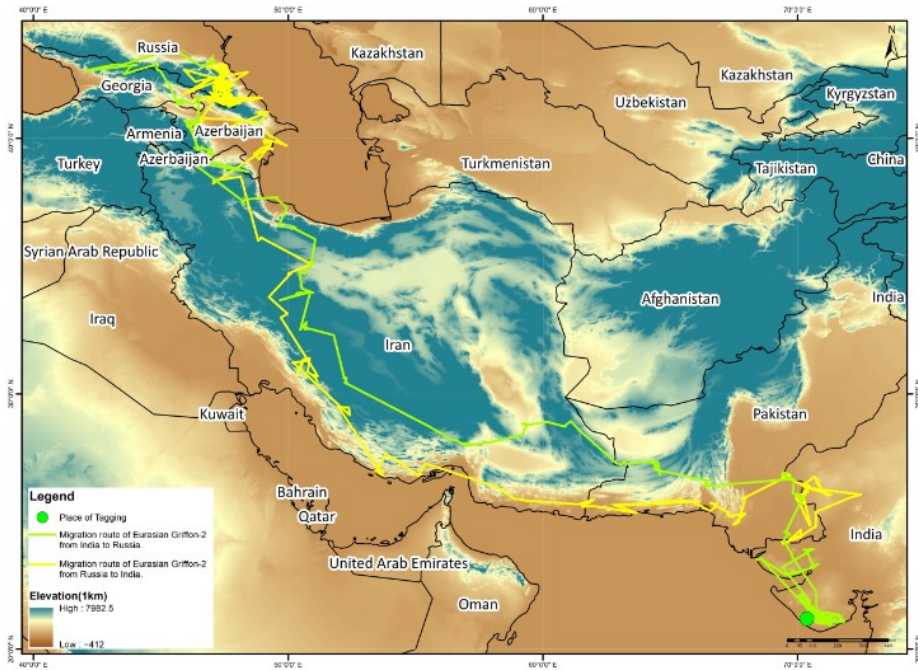
Obrázek 5: Migrační cyklus supů bělohavého (*Gyps fulvus*) (Muñoz et al., 2016)

Migrace balkánských supů bělohavých byla studována týmem Arkumarev et al. (2019) (obrázek 6). Juvenilní jedinec byl označen v jihovýchodním Bulharsku, odkud začal podzimní migraci v září. Přeletěl Bospor, pokračoval centrálním Tureckem na jih přes Sýrii, Izrael a Egypt, kde překonal Suez a pokračoval jižně, než dorazil na své zimoviště na hranici Súdánu a Jižního Súdánu, kam dorazil na konci října. Celkem uletěl 5742 km a průměrně urazil 136 km za den. Je to jeden z prvních zdokumentovaných záznamů o migraci supů bělohavých do Afriky a jedna z prvních telemetrických studií o jeho zimovištích na africkém kontinentu.

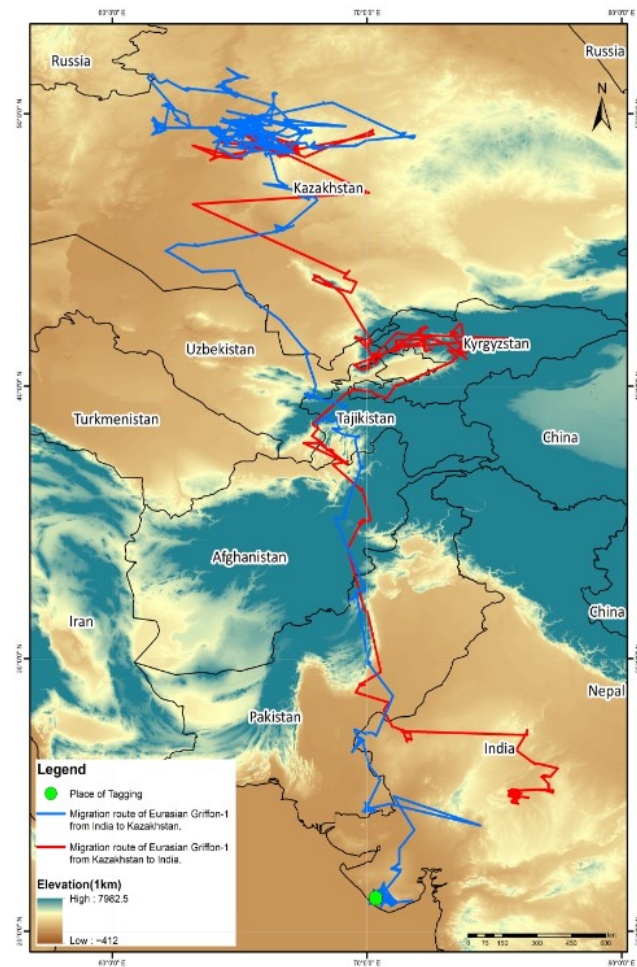


Obrázek 6: Mapa migrační trasy juvenilního supu bělohlavého (*Gyps fulvus*) (Arkumarev et al., 2019)

Ram et al. (2022), studovali migrační chování dvou supů bělohlavých odchycených v průběhu zimování v indickém Gudžarátu (obrázek 7 a 8). První jedinec začal svoji jarní migraci na konci dubna a přeletěl přes Gudžarát, Pákistán, Afghánistán, Tádžikistán a Uzbekistán, než dolétl v půlce května do Kazachstánu, kde měl hnízdiště. Migrace trvala 20 dní, během níž udělal čtyři zastávky. Při své podzimní migraci, která začala na konci srpna, jedinec přeletěl skrze Kazachstán, Kyrgyzstán, Tádžikistán a Pákistán, než přeletěl do Indie do Rádžasthánu. Tato trasa trvala 37 dní. Druhý pozorovaný jedinec migroval na naprosto odlišné hnízdiště, přes Pákistán, Írán, Ázerbájdžán a Gruzii na ruskou stranu Kavkazu. Cesta mu trvala 32 dní. Jeho následná podzimní migrace, která začala na konci září, trvala 57 dní a vedla stejnou trasou.



Obrázek 7: Podzemní a jarní migrace supy bělohavého (*Gyps fulvus*) mezi Kavkazem a Indií (Ram et al., 2022)

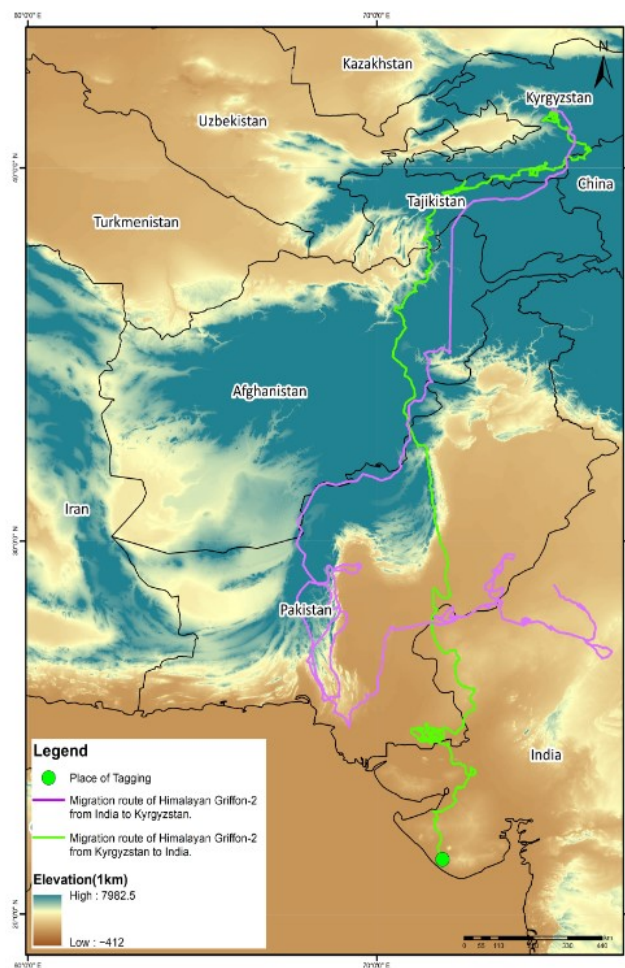


Obrázek 8: Podzemní a jarní migrace supy bělohavého (*Gyps fulvus*) mezi Kazachstánem a Indií (Ram et al., 2022)

Zdá se, že populace supů bělohlavého z Kavkazu jsou velmi různorodé, co se zimoviště týče. Ram et al. (2022) pozorovali jedince, který své zimoviště měl v severovýchodní Indii, zatímco McGrady & Gavashelishvili (2006) spekulují, že jimi sledovaní jedinci zimují mezi rezidentními populacemi na území Íránu nebo Saudské Arábie.

4.4. Sup himalájský (*Gyps himalayensis*)

Sup himalájský je velký druh obývajících vysoká pohoří v centrální Asii a severní Indii (BirdLife International, 2023 d).



Obrázek 9: Tah supů himalájského (*Gyps himalayensis*) ze zimoviště v Gudžarátu na hnízdiště v Kyrgyzstánu (Ram et al., 2022)

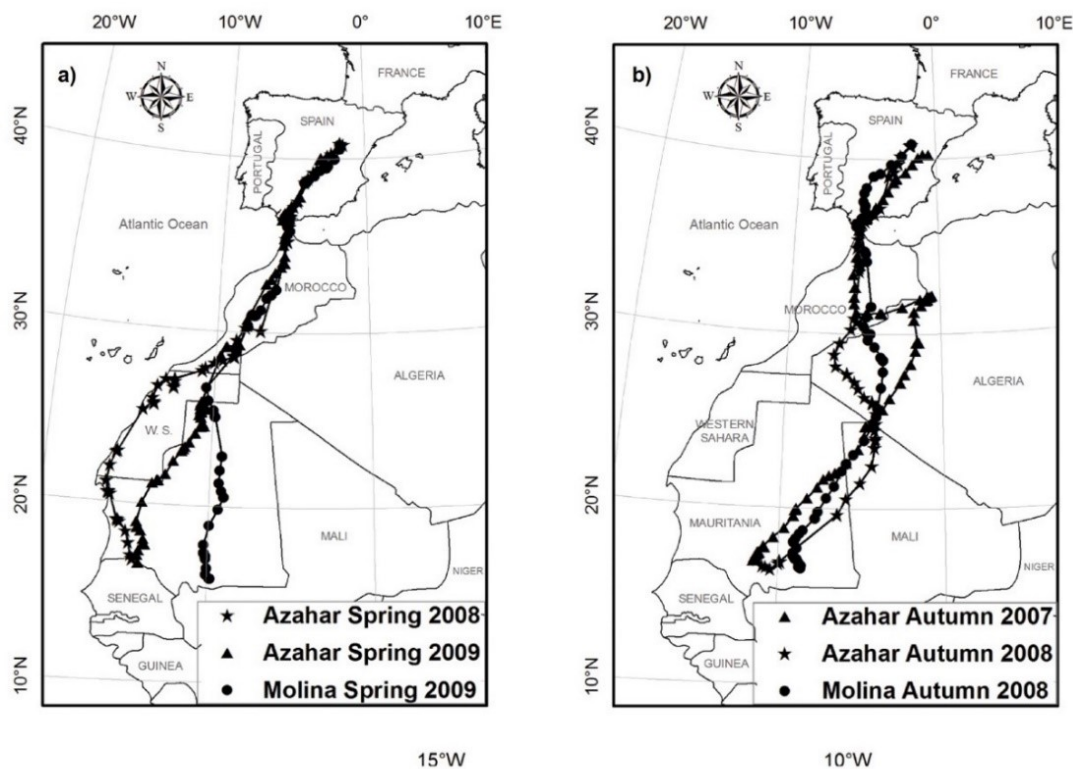
Migrační trasy supů himalájských jsou velice málo studovány, jedna z mála studií popisujících jeho migraci je Ram et al. (2022) (obrázek 9). Jedinec byl odchycen a označen na svém zimovišti na Káthijávárském poloostrově v Gudžarátu v Indii. Odsud začal čtvrtého dubna migrovat přes Pákistán, Afghánistán a Tádžikistán, dokud nedorazil na své hnízdiště

v Kyrgyzstánu. Samotná jarní migrace trvala 28 dní, ale jedinec během tahu podnikl několik zastávek v Pákistánu, kde byl 20 dní a v Afghánistánu a Tádžikistánu, kde se zdržel po třech dnech. Tento jedinec zůstal v Kyrgyzstánu do pozdního srpna a při cestě zpět do Gudžarátu použil stejnou trasu jako při jarní migraci. Podzimní migrace trvala 43 dní a během ní udělal jedinec zastávky v Tádžikistánu na jeden den, Afghánistánu na 30 dní a Pákistánu na 12 dní.

4.5. Sup mrchožravý (*Neophron percnopterus*)

Sup mrchožravý se v Evropě vyskytuje v rámci několika oddělených populací. Tyto populace jsou západoevropská, ze Španělska, Portugalska a jižní Francie, italská a balkánská. Sup mrchožravý také tvoří rezidentní ostrovní populace na Sokotře, Baleárských ostrovech a Kanárských ostrovech (BirdLife International, 2023 e), kde žije endemický poddruh *Neophron percnopterus majorensis* (Donazar et al., 2002). Na migraci se vydávají jak nedospělí, tak dospělí jedinci. Při své první migraci zůstávají nedospělí jedinci většinou tři až čtyři roky na svém zimovišti, dokud nedosáhnou pohlavní dospělosti (Agostini et al., 2023).

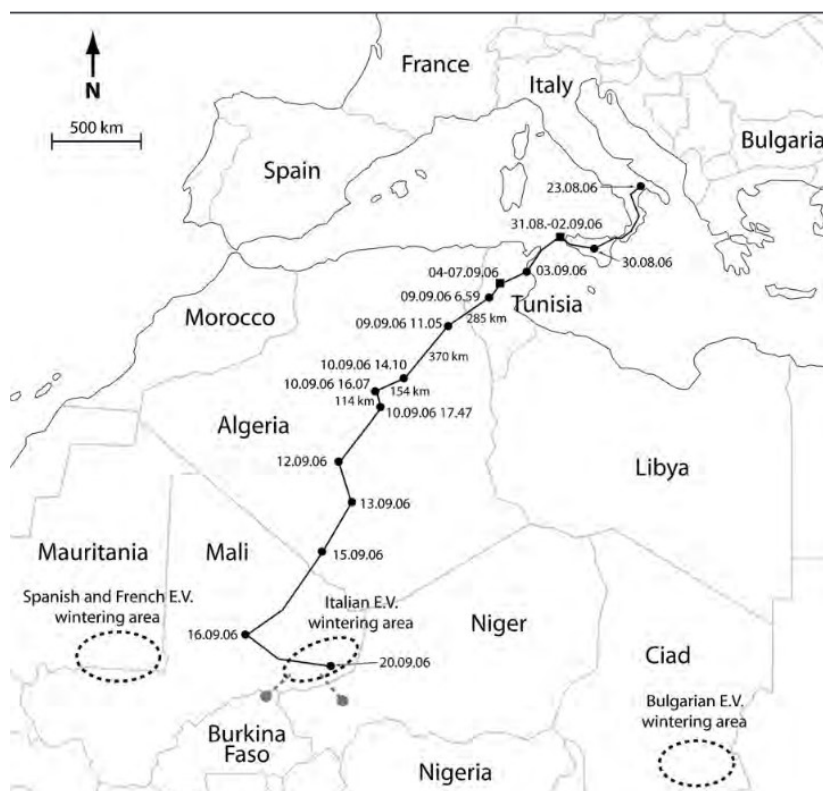
Supi mrchožraví ze západní Evropy (Španělsko, Portugalsko, jižní Francie) migrují přes Gibraltarskou úžinu a migrují do západní Afriky do oblastí Sahelu v jižní Mauritánii, severním Senegalů a Mali (Meyburg et al., 2004; García-Ripollés et al., 2010) (obrázek 10). García-Ripollés et al. (2010) zjistili, že trasa je odlišná podle toho, pokud jde o podzimní nebo jarní migraci. Trasa podzimní migrace vede spíše východním směrem skrze vnitrozemí, kdežto trasa jarní migrace vede více při pobřeží západní Afriky. To podle nich je způsobeno silnými povětrnostními podmínkami při překonávání Sahary. Podzimní migrace trvala 13 +/- 3 dny, za tuto dobu jedinci urazili vzdálenost zhruba 3188 +/- 334 km. Jarní migrace trvala o poznání déle a to 18 +/- 5 dní, ale byla kratší, kdy jedinci urazili zhruba 3046 +/- 153 km.



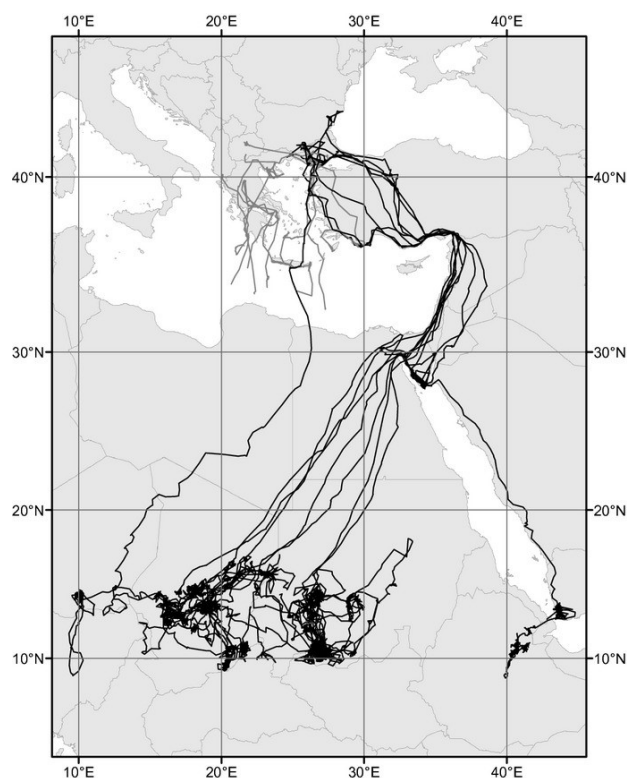
Obrázek 10: Migrační trasy dvou sledovaných jedinců supa mrchožravého (*Neophron percnopterus*) během jarní a podzimní migrace (García-Ripollés et al., 2010)

Italské populace supů mrchožravých migrují na konci srpna až září (Ceccolini et al., 2009), překonají při tom úžinu Mesina na Sicílii, odkud často přelétají na ostrov Marettimo, než překonají zhruba 130 km otevřeného moře na pobřeží Tuniska (Ceccolini et al., 2009; Agostini et al., 2023). Jedinci poté pokračují jihozápadně přes centrální Alžírsko do východního Mali, kde se nachází jejich zimoviště (Ceccolini et al., 2009) (obrázek 11).

Jedinci balkánské populace v rámci podzimní migrace přelétávají Bospor nebo Dardanely, aby se dostali do Turecka. Poté se vydávají skrz Turecko a Blízký východ na Sinaj, kde překonají Suezský průplav a pokračují jižně do Súdánu a Čadu, kde zimují (Meyburg et al., 2004; Oppel et al., 2015) (obrázek 12). Někteří jedinci místo cesty přes Suez pokračují jižně podél pobřeží Saudské Arábie a Jemenu, kde překonají průliv Bab al-Mandab a přelétnou do Džibuti a následně do Etiopie, kde zimují (Oppel et al., 2015). Migrace těmito jedinci trvá průměrně 35 dnů, během kterých urazí zhruba 5300 km (Meyburg et al., 2004; Oppel et al., 2015). Opell et al. (2015) zjistili, že juvenilní supi mrchožraví, kteří podstoupili podzimní migraci do východní Afriky, nepodstoupili následující rok jarní migraci a zůstali zde minimálně jeden a půl roku. Během tohoto období se jejich domovský okrsek a jádrové oblasti měnily podle toho, jak jedinci objevovali nová území (Opell et al., 2015).



Obrázek 11: Migrace nedospělého jedince supa mrchožravého (*Neophron percnopterus*). Čtverce znázorňují odpočívadla během migrace, šedě jsou vyznačeny zálety během zimování, přerušované kružnice znázorňují jednotlivá zimoviště oddělených evropských populací supa mrchožravého (Ceccolini et al., 2009).



Obrázek 12: Trasa podzimní migrace supů mrchožravých (*Neophron percnopterus*) původem z Balkánu, černé čáry značí úspěšnou migraci na zimoviště, šedé čáry značí neúspěšné pokusy, při kterých daní jedinci zahynuli (Oppel et al., 2015)

Oppel et al. (2015) a Agostini et al. (2023) pozorovali zvýšenou mortalitu juvenilních jedinců supa mrchožravého během jejich první migrace. Má se za to, že zvýšená mortalita je způsobená celkovým úbytkem populace supa mrchožravého, kdy obzvláště zkušenější dospělí jedinci chybí při přenášení znalosti migračních tras a juvenilové pak zkoušejí migrovat nejkratší možnou cestou přes Peloponéský poloostrov nebo Egejské ostrovy (balkánská populace), nebo překonat moře mezi Sicílií a Libyí (italská populace). U všech těchto tras musí jedinci překonat nejméně 250 km otevřeného moře, což je možné pouze při ideálních povětrnostních podmínkách. Jinak jedinci riskují smrt vyčerpáním (Oppel et al., 2015).

O migračním chování poddruhu supa mrchožravého *Neophron percnopterus ginginianus*, který se vyskytuje na území indického subkontinentu, zatím neexistují žádné studie. V posledním desetiletí však byly hlášeny tři pozorování dospělého jedince supa mrchožravého se světlým zobákem, charakteristickým pro tento poddruh, na území východní Etiopie a Džibuti (Angelov et al., 2013 b; Londei, 2018; Rayaleh & McGrady, 2019). Není jasné, jestli se opravdu jedná o indický poddruh, hybrida mezi indickým poddruhem a poddruhem *N. p. percnopterus* nebo barevnou variaci (Angelov et al., 2013 b; Londei, 2018; Rayaleh & McGrady 2019). Pokud se opravdu jednalo o indický poddruh supa mrchožravého, mohlo by se jednat o důležitý nález a možný prostor pro další studie tohoto poddruhu mimo indický subkontinent.

Ostatní druhy supů nevykazují migrační chování nebo zatím nebylo pozorováno/studováno, tyto druhy se vyskytují v subsaharské Africe a indickém subkontinentu.

5. Závěr

Studium migračního chování dravců odhaluje jeho evoluční vývoj v reakci na sezónní změny. Migrační chování se pravděpodobně vyvinulo u recentních druhů dravců před 5 milióny let a je často spojeno s potravní specializací. Dravci využívají adaptace jako akumulaci tukových zásob či synchronizaci migrace s pohybem kořisti k úspěšnému překonání dlouhých vzdáleností.

Díky pokrokům ve vývoji telemetrických zařízení, která jsou nyní daleko dostupnější a uzpůsobená tak, aby vyhovovala jednotlivým skupinám druhů a schopná snímat nejrůznější typy dat, mohli vědci studovat prostorovou aktivitu supů daleko efektivněji a do detailu. To

umožnilo studovat a prohloubit naše znalosti o jejich lokomoci, energetice, natální disperzi, domovském okrsku a etologii. Tyto znalosti mohou poté být mimo jiné aplikovány pro jejich účinnou ochranu.

Supi jsou skupina velkých plachtících dravců, kde pouze některé druhy migrují. Nedokážou však překonávat velké otevřené vodní plochy, a proto táhnou výhradně nad zemí. V některých případech jsou však nuceni překonat i otevřené moře k tomu, aby se dostali na svá zimoviště, k tomu využívají úžiny, jako je Gibraltar, Suez, Bospor, aby minimalizovali vzdálenost, kterou musí nad mořem urazit. Během migrace se, jako jiní migrující dravci, sdružují do skupin/hejn. V rámci těchto skupin/hejn může společně migrovat i několik druhů, jak bylo pozorováno u supa hnědého a krahujového, kteří migrují společně s daleko početnějšími supy bělohlavými. Tvoření skupin také zabraňuje zvýšené mortalitě mladých jedinců, kteří takto mohou následovat dospělé jedince se znalostí migračních tras, namísto migrování naslepo využíváním suboptimálních a často nebezpečných tras. Tvorba početnějších seskupení migrujících dravců je zřejmě také důsledkem nepravidelného výskytu povětrnostních situací k migraci ideálních a pokud se podmínky vytvoří, využívá této situace mnoho jedinců najednou.

I když se v minulosti předpokládalo, že supi migrují, bylo to založené pouze na základě jednotlivých pozorování. Díky telemetrické technologii se mohla jejich migrace studovat daleko intenzivněji a uceleněji. Stále však existuje relativně málo dat, a to jak v rámci druhů, tak v rámci populací jednotlivých druhů. Je běžné, že celý migrační cyklus byl u některých populací popsán pouze na základě dat získaných jen od malého počtu jedinců. Důvodem nedostatku ucelených dat může být i fakt, že populace supů jsou tažné pouze částečně. To znamená, že migruje jenom část populace, popřípadě určitá věková kohorta, typicky nedospělí jedinci. Další možný důvod je to, že se jejich zimoviště nachází v odlehlých oblastech, jako je Sahelský pás, kde je nízký počet zkušených ptačích pozorovatelů. Zároveň se ukazuje, že propad početnosti populací supů měl za následek snížení počtu jedinců se znalostí migračních tras. Tento nedostatek zkušených jedinců znamená, že nedospělí nezkušení jedinci nemohou následovat zkušené dospělé, a to zapříčiňuje, že si nedospělí jedinci často vybírají suboptimální migrační trasy. Což v konečném důsledku znamená zvýšení mortality nedospělých jedinců během migrace a další snížení populace.

Tato práce shrnuje dosavadní poznatky o migraci supů napříč Starým světem. A ukazuje nedostatky ve sledování těchto druhů, které často ve svých ekosystémech představují klíčový druh. Zároveň ukazuje možné směry, kterou by se mohla vydat budoucí magisterská práce.

6. Použitá literatura

- Agostini, N., Panuccio, M., von Hardenberg, J., & Monti, F. (2023). Potential importance of wind patterns and guidance opportunities for the conservation of the Egyptian Vulture *Neophron percnopterus* in Italy. *Bird Conservation International*, 33, e13.
- Acharya, R., Cuthbert, R., Baral, H. S., & Shah, K. B. (2009). Rapid population declines of Himalayan griffon *Gyps himalayensis* in upper mustang, Nepal. *Bird Conservation International*, 19(1), 99-107.
- Alerstam, T. (1993). *Bird migration*. Cambridge University Press.
- Allen, A. M., & Singh, N. J. (2016). Linking movement ecology with wildlife management and conservation. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 3, 155.
- Angelov, I., Abdu, B., Terziev, N., & Zelleke, S. (2013 a). Possible sighting of the Indian subspecies of the Egyptian Vulture *Neophron percnopterus ginginianus* in Africa. *Vulture News*, 64, 44-49.
- Angelov, I., Hashim, I., & Opper, S. (2013 b). Persistent electrocution mortality of Egyptian Vultures *Neophron percnopterus* over 28 years in East Africa. *Bird Conservation International*, 23(1), 1-6.
- Arkumarev, V., Dobrev, D., & Stamenov, A. (2019). First record of Eurasian Griffon Vulture *Gyps fulvus* from the Balkans migrating to South Sudan revealed by GPS tracking. *Scopus: Journal of East African Ornithology*, 39(2), 27-35.
- AVIF. Webové sídlo. Dostupné z: <https://avif.birds.cz/>. [citováno 2023-01-11].
- Bamford, A. J., Diekmann, M., Monadjem, A., & Mendelsohn, J. (2007). Ranging behaviour of Cape Vultures *Gyps coprotheres* from an endangered population in Namibia. *Bird Conservation International*, 17(4), 331-339.
- Batbayar, N., Reading, R., Kenny, D., Natsagdorj, T., & Kee, P. W. (2008). Migration and movement patterns of cinereous vultures in Mongolia. *Falco*, 32(1), 5-7.
- Berthold, P. (2001). *Bird migration: a general survey*. Oxford University Press on Demand.

- Bildstein, K. L. (2006). Migrating raptors of the world: their ecology & conservation. Cornell University Press.
- Bildstein, K. L. (2017). Raptors: the curious nature of diurnal birds of prey. Cornell University Press.
- Bildstein, K. L. (2018). Raptor migration. *Birds of Prey: Biology and conservation in the XXI century*, 123-138.
- Bildstein, K. L., Bechard, M. J., Farmer, C., & Newcomb, L. (2009). Narrow sea crossings present major obstacles to migrating Griffon Vultures *Gyps fulvus*. *Ibis*, 151(2), 382-391.
- BirdLife International (2023 a) Species factsheet: *Aegypius monachus*. Downloaded from <http://datazone.birdlife.org/species/factsheet/cinereous-vulture-aegypius-monachus> on 12/11/2023
- BirdLife International (2023 b) Species factsheet: *Gyps bengalensis*. Downloaded from <http://datazone.birdlife.org/species/factsheet/white-rumped-vulture-gyps-bengalensis> on 22/11/2023.
- BirdLife International (2023 c) Species factsheet: *Gyps fulvus*. Downloaded from <http://datazone.birdlife.org/species/factsheet/griffon-vulture-gyps-fulvus> on 15/11/2023.
- BirdLife International (2023 d) Species factsheet: *Gyps himalayensis*. Downloaded from <http://datazone.birdlife.org/species/factsheet/himalayan-griffon-gyps-himalayensis> on 19/11/2023
- BirdLife International (2023 e) Species factsheet: *Neophron percnopterus*. Downloaded from <http://datazone.birdlife.org/species/factsheet/egyptian-vulture-neophron-percnopterus> on 18/11/2023.
- Börger, L., Dalziel, B. D., & Fryxell, J. M. (2008). Are there general mechanisms of animal home range behaviour? A review and prospects for future research. *Ecology letters*, 11(6), 637-650.
- Botha, A. (2013). Vultures—the silent victims of Africa’s wildlife poaching. IUCN online publication.
- Buechley, E. R., McGrady, M. J., Çoban, E., & Şekercioğlu, Ç. H. (2018). Satellite tracking a wide-ranging endangered vulture species to target conservation actions in the Middle East and East Africa. *Biodiversity and Conservation*, 27, 2293-2310.

- Camiña, A. (2004). Griffon Vulture *Gyps fulvus* monitoring in Spain: current research and conservation projects. In Raptor worldwide. Proceedings of the 6th world conference on birds of prey and owls. WGBP/MME, Budapest (pp. 45-66).
- Carneiro, C., Henriques, M., Barbosa, C., Tchantchalam, Q., Regalla, A., Patrício, A. R., & Catry, P. (2017). Ecology and behaviour of palm-nut vultures *Gypohierax angolensis* in the Bijagós archipelago, Guinea-Bissau. *Ostrich*, 88(2), 113-121.
- Castaño, J. P., Sánchez, J. F., Díaz-Portero, M. A., & Robles, M. (2015). Dispersal and survival of juvenile black vultures *Aegypius monachus* in central Spain. *Ardeola*, 62(2), 351-361.
- Cortés-Avizanda, A., Jovani, R., Donázar, J. A., & Grimm, V. (2014). Bird sky networks: how do avian scavengers use social information to find carrion?. *Ecology*, 95(7), 1799-1808.
- Cuthbert, R., Green, R. E., Ranade, S., Saravanan, S., Pain, D. J., Prakash, V., & Cunningham, A. A. (2006). Rapid population declines of Egyptian vulture (*Neophron percnopterus*) and red-headed vulture (*Sarcogyps calvus*) in India. *Animal Conservation*, 9(3), 349-354.
- De Lucas, M., Janss, G. F., Whitfield, D. P., & Ferrer, M. (2008). Collision fatality of raptors in wind farms does not depend on raptor abundance. *Journal of applied ecology*, 45(6), 1695-1703.
- DeVault, T. L., Rhodes, Jr, O. E., & Shivik, J. A. (2003). Scavenging by vertebrates: behavioral, ecological, and evolutionary perspectives on an important energy transfer pathway in terrestrial ecosystems. *Oikos*, 102(2), 225-234.
- DeVault, T. L., Beasley, J., Olson, Z. H., Moleón, M., Carrete, M., Margalida, A., & Sánchez-Zapata, J. A. (2016). Ecosystem services provided by avian scavengers.
- DeVault, T. L., Olson, Z. H., Beasley, J. C., & Rhodes Jr, O. E. (2011). Mesopredators dominate competition for carrion in an agricultural landscape. *Basic and Applied Ecology*, 12(3), 268-274.
- Dingle, H. (2014). *Migration: the biology of life on the move*. Oxford University Press, USA.
- Donázar, J. A., Palacios, C. J., Gangoso, L., Ceballos, O., González, M. J., & Hiraldo, F. (2002). Conservation status and limiting factors in the endangered population of Egyptian vulture (*Neophron percnopterus*) in the Canary Islands. *Biological Conservation*, 107(1), 89-97.

- Duriez, O., Kato, A., Tromp, C., Dell'Omo, G., Vyssotski, A. L., Sarrazin, F., & Ropert-Coudert, Y. (2014). How cheap is soaring flight in raptors? A preliminary investigation in freely flying vultures. *PloS one*, 9(1), e84887.
- Efrat, R., & Hatzofe, O. (2021). First evidence of a migration route from Eurasia to East Africa of the Cinereous Vulture (*Aegypius monachus*). *Journal of Raptor Research*, 55(3), 451-454.
- García-Ripollés, C., López-López, P., & Urios, V. (2010). First description of migration and wintering of adult Egyptian vultures *Neophron percnopterus* tracked by GPS satellite telemetry. *Bird Study*, 57(2), 261-265.
- Garrido, J. R., Camiña, A., Surroca, M., & Motto, J. (2001, September). Migration of the Eurasian Griffon Vulture (*Gyps fulvus*) throughout the Iberian Peninsula. In Abstracts 4th Eurasian Congress CECCOLINI, G., CENERINI, A., & AEBISCHER, A. (2009). Migration and wintering of released Italian Egyptian.
- Gavashelishvili, A., McGrady, M., Ghasabian, M., & Bildstein, K. L. (2012). Movements and habitat use by immature Cinereous Vultures (*Aegypius monachus*) from the Caucasus. *Bird Study*, 59(4), 449-462.
- Gilbert, M., M.Z. Virani, R.T. Watson, et al. 2002. Breeding and mortality of Oriental White-backed Vulture *Gyps bengalensis* in Punjab Province, Pakistan. *Bird Conserv. Int.* 12: 311–326
- Gilbert, M., Oaks, J. L., Virani, M. Z., Watson, R. T., Ahmed, S., Chaudhry, M. J. I., ... & Khan, A. A. (2004). The status and decline of vultures in the provinces of Punjab and Sind, Pakistan: a 2003 update. *Raptors worldwide* (Eds: Chancellor, RC & BU Meyburg). World Working Group on Birds of Prey/MME-BirdLife Hungary, 221-234.
- Gutiérrez, R. (2003). Occurrence of Rüppell's griffon vulture in Europe. *Dutch Birding*, 25, 289-303.
- Harel, R., Duriez, O., Spiegel, O., Fluhr, J., Horvitz, N., Getz, W. M., ... & Nathan, R. (2016). Decision-making by a soaring bird: time, energy and risk considerations at different spatio-temporal scales. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 371(1704), 20150397.
- Houston, D. (1972). The ecology of Serengeti vultures (Doctoral dissertation, University of Oxford).

- Houston, D. C., & Cooper, J. E. (1975). The digestive tract of the whiteback griffon vulture and its role in disease transmission among wild ungulates. *Journal of wildlife diseases*, 11(3), 306-313.
- IUCN. 2022. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2022-2. <https://www.iucnredlist.org>. Accessed on [1.11. 2023].
- Jackson, A. L., Ruxton, G. D., & Houston, D. C. (2008). The effect of social facilitation on foraging success in vultures: a modelling study. *Biology Letters*, 4(3), 311-313.
- Kane, A., Wolter, K., Neser, W., Kotze, A., Naidoo, V., & Monadjem, A. (2016). Home range and habitat selection of Cape Vultures *Gyps coprotheres* in relation to supplementary feeding. *Bird Study*, 63(3), 387-394.
- Kim, J. H., Chung, O. S., Lee, W. S., & Kanai, Y. (2007). Migration routes of Cinereous Vultures (*Aegypius monachus*) in northeast Asia. *Journal of Raptor Research*, 41(2), 161-165.
- Klaassen, R. H., Hake, M., Strandberg, R., Koks, B. J., Trierweiler, C., Exo, K. M., ... & Alerstam, T. (2014). When and where does mortality occur in migratory birds? Direct evidence from long-term satellite tracking of raptors. *Journal of Animal Ecology*, 83(1), 176-184.
- Lerner, H. R., & Mindell, D. P. (2005). Phylogeny of eagles, Old World vultures, and other Accipitridae based on nuclear and mitochondrial DNA. *Molecular phylogenetics and evolution*, 37(2), 327-346.
- Linde-Medina, M., Guerra, C., & Alcover, J. A. (2021). A revision of vulture feeding classification. *Zoology*, 148, 125946.
- Londei, T. (2018). An Egyptian Vulture *Neophron percnopterus* with largely pale bill in Djibouti. *Vulture News*, 75, 33-35.
- Margalida, A., Pérez-García, J. M., Afonso, I., & Moreno-Opo, R. (2016). Spatial and temporal movements in Pyrenean bearded vultures (*Gypaetus barbatus*): integrating movement ecology into conservation practice. *Scientific Reports*, 6(1), 35746.
- Markandya, A., Taylor, T., Longo, A., Murty, M. N., Murty, S., & Dhavala, K. (2008). Counting the cost of vulture decline—an appraisal of the human health and other benefits of vultures in India. *Ecological economics*, 67(2), 194-204.
- McGrady, M., & Gavashelishvili, A. (2006). Tracking vultures from the Caucasus into Iran. *Podoces*, 1(1/2), 21-26.

- Meyburg, B. U., Gallardo, M., Meyburg, C., & Dimitrova, E. (2004). Migrations and sojourn in Africa of Egyptian vultures (*Neophron percnopterus*) tracked by satellite. *Journal of Ornithology*, 145(4), 273-280.
- Monadjem, A., Anderson, M. D., Piper, S. E., & Boshoff, A. F. (2004, December). The vultures of southern Africa—quo vadis. In *Proceedings of a workshop on vulture research and conservation in southern Africa*. Bird of Prey Working Group, Endangered Wildlife Trust, Johannesburg, South Africa.
- Morales-Reyes, Z., Sánchez-Zapata, J. A., Sebastián-González, E., Botella, F., Carrete, M., & Moleón, M. (2017). Scavenging efficiency and red fox abundance in Mediterranean mountains with and without vultures. *Acta Oecologica*, 79, 81-88.
- Mundy, P., Butchart, D., Ledger, J. and Piper, S. *The vultures of Africa*. Academic Press, London: 1992 (originally published by Acorn Books, Johannesburg: 1992). Pp 460; illustrated. Price: £ 55.00 ISBN: 0-12-510585-1.
- Muñoz, A. R., Chamorro, D., Toxopeus, A. G., Venus, V., Bouten, W., & Skidmore, A. K. (2016, September). One complete migration cycle of an adult Griffon Vulture: from southern Spain to Senegambia as revealed by high-resolution GPS tracking technology. In *Proceedings African Congress for Conservation Biology*. El Jadida, Morocco.
- Nagy, J., & Tökölyi, J. (2014). Phylogeny, historical biogeography and the evolution of migration in accipitrid birds of prey (Aves: Accipitriformes). *Ornis Hungarica*, 22(1), 15-35.
- Nagy, J., Végvári, Z., & Varga, Z. (2017). Life history traits, bioclimate, and migratory systems of accipitrid birds of prey (Aves: Accipitriformes). *Biological Journal of the Linnean Society*, 121(1), 63-71.
- Nathan, R., Spiegel, O., Fortmann-Roe, S., Harel, R., Wikelski, M., & Getz, W. M. (2012). Using tri-axial acceleration data to identify behavioral modes of free-ranging animals: general concepts and tools illustrated for griffon vultures. *Journal of Experimental Biology*, 215(6), 986-996.
- Oaks, J. L., Gilbert, M., Virani, M. Z., Watson, R. T., Meteyer, C. U., Rideout, B. A., ... & Ahmed Khan, A. (2004). Diclofenac residues as the cause of vulture population decline in Pakistan. *Nature*, 427(6975), 630-633.
- Ogada, D. L., & Keesing, F. (2010). Decline of raptors over a three-year period in Laikipia, central Kenya. *Journal of Raptor Research*, 44(2), 129-135.

- Ogada, D. L., Keesing, F., & Virani, M. Z. (2012). Dropping dead: causes and consequences of vulture population declines worldwide. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1249(1), 57-71
- Oppel, S., Dobrev, V., Arkumarev, V., Saravia, V., Bounas, A., Kret, E., ... & Nikolov, S. C. (2015). High juvenile mortality during migration in a declining population of a long-distance migratory raptor. *Ibis*, 157(3), 545-557.
- Pfeiffer, M. B., Downs, C. T., & Venter, J. A. (2015). Foraging range and habitat use by Cape Vulture *Gyps coprotheres* from the Msikaba colony, Eastern Cape province, South Africa. *Koedoe: African Protected Area Conservation and Science*, 57(1), 1-11.
- Phipps, W. L., Wolter, K., Michael, M. D., MacTavish, L. M., & Yarnell, R. W. (2013). Do power lines and protected areas present a catch-22 situation for cape vultures (*Gyps coprotheres*)?. *PLoS One*, 8(10), e76794.
- Prakash, V., Green, R. E., Pain, D. J., Ranade, S. P., Saravanan, S., & Prakash, N. (2007). Cunningham AA. Recent changes in populations of resident *Gyps* vultures in India. *Journal of the Bombay Natural History Society*, 104, 127-133.
- Prakash, V., Pain, D. J., Cunningham, A. A., Donald, P. F., Prakash, N., Verma, A., ... & Rahmani, A. R. (2003). Catastrophic collapse of Indian white-backed *Gyps bengalensis* and long-billed *Gyps indicus* vulture populations. *Biological conservation*, 109(3), 381-390.
- Ram, M., Sahu, A., Tikadar, S., Gadhavi, D., Rather, T. A., Jhala, L., & Zala, Y. (2022). Home Range, Movement and Activity Patterns of Six vulture Species Using Satellite Telemetry in Saurashtra landscape, Gujarat, India. *Ecologies*, 3(4), 492-507.
- Ramírez, J., Elorriaga, J., & de la Cruz, A. (2022). Cinereous Vulture *Aegypius monachus* movements between Europe and Africa show a pattern across the Strait of Gibraltar. *Ostrich*, 93(3), 151-156.
- Rayaleh, H., & McGrady, M. (2019). An observation the Indian subspecies of Egyptian Vulture *Neophron percnopterus ginginianus* in Djibouti. *Vulture News*, 77, 62-68.
- Reading, R. P., Azua, J., Garrett, T., Kenny, D., Lee, H., Paek, W. K., ... & Wingard, G. (2020). Differential movement of adult and juvenile Cinereous Vultures (*Aegypius monachus*) (Accipitriformes: Accipitridae) in Northeast Asia. *Journal of Asia-Pacific Biodiversity*, 13(2), 156-161.

- Ruxton, G. D., & Houston, D. C. (2004). Obligate vertebrate scavengers must be large soaring fliers. *Journal of theoretical biology*, 228(3), 431-436.
- Spiegel, O., Getz, W. M., & Nathan, R. (2013 a). Factors influencing foraging search efficiency: why do scarce lappet-faced vultures outperform ubiquitous white-backed vultures?. *The American Naturalist*, 181(5), E102-E115.
- Spiegel, O., Harel, R., Getz, W. M., & Nathan, R. (2013 b). Mixed strategies of griffon vultures' (*Gyps fulvus*) response to food deprivation lead to a hump-shaped movement pattern. *Movement ecology*, 1(1), 1-12.
- Subedi, T. R., Pérez-García, J. M., Sah, S. A., Gurung, S., Baral, H. S., Poudyal, L. P., ... & Anadón, J. D. (2020). Spatial and temporal movement of the Bearded Vulture using GPS telemetry in the Himalayas of Nepal. *Ibis*, 162(2), 563-571.
- Swan, G. E., Cuthbert, R., Quevedo, M., Green, R. E., Pain, D. J., Bartels, P., ... & Wolter, K. (2006). Toxicity of diclofenac to *Gyps* vultures. *Biology letters*, 2(2), 279-282.
- Thiollay, J. M. (2006). The decline of raptors in West Africa: long-term assessment and the role of protected areas. *Ibis*, 148(2), 240-254.
- Thorstrom, R., Rene de Roland, L. A., & Watson, R. T. (2003). Falconiformes and Strigiformes: ecology and status of raptors. *The natural history of Madagascar*, 1080-1085.
- Van Den Heever, L., Thompson, L. J., Bowerman, W. W., Smit-Robinson, H., Shaffer, L. J., Harrell, R. M., & Ottinger, M. A. (2021). Reviewing the role of vultures at the human-wildlife-livestock disease interface: An African perspective. *Journal of Raptor Research*, 55(3), 311-327.
- Virani, M. Z., Kendall, C., Njoroge, P., & Thomsett, S. (2011). Major declines in the abundance of vultures and other scavenging raptors in and around the Masai Mara ecosystem, Kenya. *Biological Conservation*, 144(2), 746-752.
- Viverette, C. B., Struve, S., Goodrich, L. J., & Bildstein, K. L. (1996). Decreases in migrating Sharp-shinned Hawks (*Accipiter striatus*) at traditional raptor-migration watch sites in eastern North America. *The Auk*, 113(1), 32-40.
- Yamaç, E., & Bilgin, C. C. (2012). Post-fledging movements of Cinereous Vultures *Aegyptus monachus* in Turkey revealed by GPS telemetry. *Ardea*, 100(2), 149-156.