

**“Koordynacja działań rodzicielskich samca i samicy alczyka, *Alle alle*”**  
**mgr Antoine Grissot**

Udział samca i samicy w opiece rodzicielskiej jest od dawna gorącym tematem w ekologii behawioralnej i ewolucyjnej. Opieka dwurodzicielska, w której oboje rodzice opiekują się potomstwem, jest najbardziej rozpowszechnioną strategią wśród ptaków (Cockburn, 2006) i jako taka była szeroko badana. Większość badań, zarówno teoretycznych, jak i eksperymentalnych, rozpatrywała to zagadnienie z perspektywy konfliktu płciowego (np. Houston i in., 2005; McNamara i Wilk, 2015). Badania koncentrowały się również na gatunkach o krótkiej historii życia, u których różnice płciowe w potencjale reprodukcyjnym mogą w oczywisty sposób prowadzić do silnego konfliktu płciowego o opiekę rodzicielską. Jednak w przypadku gatunków charakteryzujących się długim życiem i/lub długotrwałą monogamią, z silną więzią w parze można oczekiwać, że opieka rodzicielska będzie reprezentować raczej współpracę między partnerami niż konflikt (Griffith, 2019). Ostatnio zaproponowano taką alternatywną perspektywę dla badania opieki rodzicielskiej, w której oboje rodzice są traktowani jako właściciele "firmy rodzinnej" i jako tacy współpracują w celu maksymalizacji swojego dostosowania (Roughgarden, 2012; Griffith, 2019). Gdy znalezienie odpowiedniego partnera wymaga dużo czasu i energii, a do pomyślnego wychowania potomstwa potrzebna jest opieka obojga rodziców, współpraca między partnerami skutkująca wyższą przeżywalnością potomstwa i przeżywaniem (w tym płodnością w przyszłości) osobników dorosłych powinna być faworyzowana przez selekcję.

Współpraca pary, będąca dość nowym pojęciem w ekologii behawioralnej i ewolucyjnej, nie została jeszcze jasno zdefiniowana, ale obiecującym i najwyraźniej owocnym podejściem do jej badania jest analiza koordynacji działań rodzicielskich między partnerami (Griffith, 2019). Rosnąca liczba badań pokazuje, że ptasi rodzice koordynują swoją aktywność względem siebie, wykonując różne czynności naprzemiennie lub też synchronizując swoje działania, przy czym rośnie liczba prac w których rozważa się inne gatunki ptaków niż te o krótkiej historii życia. Wzorce i mechanizmy tej rodzicielskiej koordynacji (i prawdopodobnie mechanizmy za nią stojące) różnią się u poszczególnych gatunków, ale jej powszechne występowanie sugeruje jej wartość adaptacyjną.

Pelagiczne ptaki polarne są szczególnie interesującą grupą ekologiczną do badania opieki i koordynacji rodzicielskiej: na obszarach lęgowych doświadczają surowych warunków środowiskowych, które wymuszają opiekę obojga rodziców, oraz dużej zmienności w obrębie i pomiędzy sezonami lęgowymi, co sprzyja elastyczności w zaangażowaniu rodziców w celu zapewnienia sukcesu lęgowego. Coraz więcej

przeprowadzanych jest badań, gdzie opieka rodzicielska jest analizowana w kontekście współpracy, w tym często raportowana jest koordynacja działań rodzicielskich (np. Tyson i in., 2017, Gillies i in., 2021). Między innymi u alczyka *Alle alle*, długowiecznego, monogamicznego ptaka arktycznego, odnotowano koordynowanie lotów żerowiskowych w okresie wychowu piskląt (Wojczulanis-Jakubas i in., 2018). Alczyki przyjmując bimodalną strategię żerowania (naprzemienne długie loty żerowiskowe z kilkoma krótkimi, zob. Welcker i in., 2009), funkcjonując w parze unikają jednoczesnego odbywania długich lotów żerowiskowych, co skutkuje bardziej równomiernym rozłożeniem dostawy pokarmu dla pisklęcia. Jednak to, jak ta koordynacja zmienia się w zależności od warunków środowiskowych i w trakcie sezonu lęgowego, nadal pozostaje otwartą kwestią.

### **Cele i hipotezy**

Celem niniejszej pracy było szczegółowe zbadanie koordynacji rodzicielskiej u alczyka, w oparciu o doniesienia o jej występowaniu, pochodzące z pracy Wojczulanis-Jakubas i in. (2018). Wyznaczono trzy cele szczegółowe.

W pierwszej kolejności zbadano potencjalny wpływ środowiska na koordynację rodzicielską, *sensu* Wojczulanis-Jakubas i in. (2018) (*Cel 1*), aby ustalić, czy jest ona stałą strategią, czy też stanowi elastyczną odpowiedź na aktualne warunki żerowania u tego gatunku. Postawiliśmy hipotezę, że jest to stała strategia, to koordynacja powinna być na podobnym poziomie niezależnie od okoliczności. Jeśli natomiast koordynacja jest cechą elastyczną, powinna się zmieniać w zależności od warunków środowiskowych panujących na żerowisku.

W drugim etapie (*Cel 2*) praca Wojczulanis-Jakubas i in. (2018) została rozszerzona o badanie koordynacji działań rodzicielskich w całym okresie wychowu piskląt (wcześniej ograniczonym do środkowej fazy), a także w okresie inkubacji. Oczekiwaliśmy, że koordynacja działań rodzicielskich w okresie inkubacji będzie jeszcze wyższa niż w okresie wychowu piskląt, ponieważ stała ochrona jaj i termoregulacja mogą być jeszcze bardziej kluczowe dla sukcesu reprodukcyjnego niż koordynacja działań rodzicielskich w okresie wychowu piskląt. Ponadto spodziewaliśmy się, że poziom koordynacji będzie wzrastał w trakcie sezonu lęgowego, a pary lepiej skoordynowane podczas inkubacji będą wykazywały wysoki poziom koordynacji także w okresie wychowu piskląt.

Wreszcie (*Cel 3*) opracowano nową metodologię badania koordynacji rodzicielskiej u ptaków morskich gniazdujących na skałach (takich jak alczyk). Wszystkie dotychczasowe badania nad koordynacją rodzicielską alczyka (i wielu innych gatunków) opierały się na bezpośrednich lub nagrywanych na wideo obserwacjach ptaków w terenie. Są to metody

adekwatne i dość dokładne, ale jednocześnie bardzo czasochłonne, skutkujące brakiem ciągłego monitoringu zachowania ptaków w czasie (tj. ptaki są obserwowane przez stosunkowo krótką jednostkę czasu w danej fazie lęgu), co z kolei może ograniczać kompleksową analizę koordynacji rodzicielskiej. Dlatego bardzo pożądana jest metodologia, która pozwoliłaby na ciągłe monitorowanie zachowania ptaków, a tym samym na analizę koordynacji rodzicielskiej w dłuższej perspektywie czasowej. Dlatego też zaproponowaliśmy tutaj metodę ciągłego monitoringu zachowania ptaków opartą na danych uzyskanych z niewielkich urządzeń pasywnych, bazującego na pomiarach intensywności światła i zasolenia, geolokatorach (GLS). Chociaż urządzenia te nigdy nie było wykorzystywane do tego typu badań, to biorąc pod uwagę szerokie zastosowanie telemetrii, spodziewaliśmy się, że mogą one stanowić potężne i wiarygodne źródło danych do ustalania wzorców zachowań lęgowych i ostatecznie do badania koordynacji działań rodzicielskich.

## **Metody**

Część danych wykorzystanych w projekcie została zebrana podczas długoterminowego monitoringu dwóch kolonii alczyka, zlokalizowanych w archipelagu Svalbard: Magdalenefjorden (NW Spitsbergen, 79°35' N, 11°05' E, w latach 2009 i 2010) oraz Hornsund (SW Spitsbergen, 77°00' N, 15°33' E w latach 2016-2018 ). Ponadto, dane zebrano w terenie w kolonii Hornsund w latach 2019 i 2020 (w trakcie doktoratu). W każdym sezonie oceniano fenologię lęgów (głównie datę wylęgu i lotu, choć w niektórych sezonach ustalono również składanie jaj) znanych par lęgowych, regularnie kontrolując ich gniazda w okolicy spodziewanego klucia/wylotu. Dorosłe osobniki chwymano co najmniej raz w sezonie i oznaczano kolorowymi znakami barwionymi na piórach piersi (wodoodporne markery, Sharpie USA), aby ułatwić identyfikację poszczególnych osobników. Wzorce aktywności behawioralnej w sezonie lęgowym obu partnerów w każdej monitorowanej parze ustalono za pomocą bezpośrednich obserwacji lub nagrań wideo i wykorzystano do oceny koordynacji działań rodzicielskich w sposób podobny do pracy Wojczulanis-Jakubas i in. (2018). Zebrane w ten sposób dane o koordynacji zostały dalej użyte do realizacji celów 1 i 2. Dodatkowo, w 2020 r. grupa 12 par alczyków została wyposażona w geolokatory na początku sezonu lęgowego, które to geolokatory zbierały dane od momentu założenia do odzyskania urządzeń w następnym sezonie lęgowym. W ten sposób zebrano dane prawie całej inkubacji i okresie pisklęcym (także dane o migracji, i zimowaniu, ale te nie były tutaj rozważane). Pary wyposażone w GLS były również nagrywane na wideo (z zastosowaniem tej samej metodyki, co w przypadku celu 2). Dane wideo i dane pobrane z odzyskanych loggerów wykorzystano do zbadania możliwości używania geolokatorów do dostarczania badania zachowań

lęgowych. Zmierzono także wpływ instalowania loggerów na sukces lęgowy i zachowanie ptaków (Cel 3).

Wszystkie analizy statystyczne przeprowadzono w programie R (R Core Team 2021). Konkretnie metody statystyczne i odpowiednie hipotezy zostały szczegółowo opisane w odpowiednich rozdziałach.

## **Wyniki**

Rozdział 1: Wpływ środowiska na koordynację działań rodzicielskich. Badając poziom koordynacji rodziców w okresie pisklęcym w kontekście różnych warunków środowiskowych, pomimo dużej zmienności poziomu koordynacji wśród par i dużego zróżnicowania warunków środowiskowych w badanych sezonach i lokalizacjach badań, nie stwierdzono istotnego efektu środowiska. Stwierdzono jednak, że wartość energetyczna pokarmu dostarczanego pisklątom była związana z poziomem koordynacji rodzicielskiej: gdy warunki charakteryzowały się dostarczaniem wysokoenergetycznego pokarmu, poziom koordynacji wykazywany przez badaną populację był wyższy. Wyniki te sugerują, że warunki środowiskowe w sposób wpływają na koordynację rodzicielską, ale zakres zmienności środowiskowej w badaniu był prawdopodobnie na tyle wąski, że nie przekroczył pewnego progu krytycznego. Można oczekiwać, że bardziej ekstremalne warunki spowodują wyraźniejsze modyfikacje w funkcjonowaniu i koordynacji rodzicielskiej.

Rozdział 2: Zmiany w poziomie koordynacji rodzicielskiej w trakcie sezonu lęgowego. Badając zachowania rodzicielskie na przestrzeni całego sezonu, stwierdziliśmy, że poziom koordynacji działań rodzicielskich jest ogólnie wysoki i wzrasta w okresie inkubacji, ale spada w fazie odchowu piskląt. To sugeruje, że koordynacja nie jest zachowaniem stałym, ale zmiennym w czasie. Co więcej, stwierdziliśmy związek między koordynacją w okresie wychowu piskląt a koordynacją w okresie inkubacji, co sugeruje pewien zakres zależności czasowej koordynacji w sezonie lęgowym.

Rozdział 3: Badanie zachowań rodzicielskich alczyka za pomocą nowej metodyki. Zaproponowaliśmy i przetestowaliśmy nową metodę opartą na danych GLS do badania zachowań alczyków podczas okreu lęgowego. Zbadaliśmy również wpływ instalacji loggerów na zachowania lęgowe obciążonych urządzeniami par. Nie stwierdziliśmy tutaj żadnego wyraźnego efektu, choć zaobserwowano pewne zmiany w zachowaniu osobników (dłuższy czas trwania okresów inkubacji i krótsze żerowanie), które powinny być uwzględniane w przyszłych badaniach. Wyniki sugerują, że zaproponowana metodologia może być zastosowane do badania zachowań rodzicielskich, w tym koordynacji rodzicielskiej

właściwie wszystkich ptaków morskich gniazdujących w szczelinach/zagłębieniach (tak jak alczyk).

## **Wnioski**

Prace prowadzone w ramach doktoratu pozwoliły rzucić światło na kooperacyjne aspekty funkcjonowania rodzicielskiego u gatunku o specyficznych (w sensie stosunkowo rzadko badanych w tym kontekście) cechach życiowych: długowiecznego, z długotrwałymi więzami w parach oraz długą i rozbudowaną opieką obojga rodziców. Wyniki przedstawione w tej pracy pokazują, że: (1) warunki środowiskowe na żerowiskach wydają się mieć pewien wpływ na koordynację działań rodzicielskich, mimo że badane sezony nie charakteryzowały się różnicami w indeksie koordynacji w połowie okresu wychowu piskląt; (2) badany gatunek wykazuje skoordynowane działania rodzicielskie nie tylko w okresie wychowu piskląt, ale także w okresie inkubacji, a także, że można zauważyć różne subtelne zmiany w obrębie sezonu lęgowego; (3) mimo że tradycyjna metoda oparta na nagraniach wideo lub bezpośrednich obserwacjach jest wiarygodna, nowa technologia w postaci zminiaturyzowanych loggerów może być wykorzystana do pozyskania większej ilości danych i wiarygodnego ustalenia wzorców zachowań lęgowych.

## **I. References**

- Cockburn, A. (2006). Prevalence of different modes of parental care in birds. *Proceedings of the Royal Society B. Biological Sciences*, 273, 1375–1383.  
<http://doi.org/10.1098/rspb.2005.3458>
- Gillies, N., Syposz, M., Wynn, J., Vansteenbergh, C., and Guilford, T. (2021). Responses of Manx Shearwaters to Handicapping and Its Implications for the Coordination of Care. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 9, 1–2.  
<http://doi.org/10.3389/fevo.2021.655923>
- Griffith, S. C. (2019). Cooperation and Coordination in Socially Monogamous Birds: Moving Away From a Focus on Sexual Conflict. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 7, 455.  
<http://doi.org/10.3389/fevo.2019.00455>
- Houston, A., Szekely, T., and McNamara, J. (2005). Conflict between parents over care. *Trends in Ecology & Evolution*, 20, 33–38.  
<http://doi.org/10.1016/j.tree.2004.10.008>

- McNamara, J. M., and Wolf, M. (2015). Sexual conflict over parental care promotes the evolution of sex differences in care and the ability to care. *Proceedings of the Royal Society B. Biological Sciences*, 282, 20142752.  
<http://doi.org/10.1098/rspb.2014.2752>
- Patrick, S. C., Corbeau, A., Réale, D., and Weimerskirch, H. (2020). Coordination in parental effort decreases with age in a long-lived seabird. *Oikos*, 129: 1763-1772.  
<http://doi.org/10.1111/oik.07404>
- R Core Team (2021). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.  
Available online at: <http://www.R-project.org/>
- Roughgarden, J. (2012). The social selection alternative to sexual selection. *Philosophical Transactions of the Royal Society B. Biological Sciences*, 367, 2294–2303.  
<http://doi.org/10.1098/rstb.2011.0282>
- Tyson, C., Kiri, H., Fayet, A., Van Loon, E. E., Shoji, A., Dean, B., Perrins, C., Freeman, R., and Guilford, T. (2017). Coordinated provisioning in a dual-foraging pelagic seabird. *Animal Behaviour*, 132, 73–79.  
<http://doi.org/10.1016/j.anbehav.2017.07.022>
- Welcker, J., Harding, A. M. A., Karnovsky, N. J., Steen, H., Strøm, H., and Gabrielsen, G. W. (2009). Flexibility in the bimodal foraging strategy of a high Arctic alcid, the little auk *Alle alle*. *Journal of Avian Biology*, 40, 388–399.  
<http://doi.org/10.1111/j.1600-048X.2008.04620.x>
- Wojczulanis-Jakubas, K., Araya-Salas, M., and Jakubas, D. (2018). Seabird parents provision their chick in a coordinated manner. *PLoS ONE*, 13:e0189969.  
<http://doi.org/10.1371/journal.pone.0189969>