

# Wykorzystanie telemetrii GPS w badaniach ekologii przestrzennej orlika krzykliwego w Dolinie Biebrzy

Paweł Mirski, Grzegorz Maciorowski

**Abstrakt.** Ekologia przestrzenna orlika krzykliwego w Dolinie Biebrzy była przedmiotem badań telemetrycznych w latach 2011-2013. Odłowiono 3 dorosłe samce. Dwa z nich wyposażono w logery GPS GSM, a jednego w nadajnik satelitarny GPS. Tylko pierwsze z urządzeń – loger GPS GSM działało przez pełny cykl roczny. Nadajnik drugiego samca przestał transmitować w trakcie wędrówki powrotnej. Trzeci samiec został złowiony dopiero latem 2013.

Średnia data przylotu przypadła na 15 kwietnia, a odlotu na 19 września. Średni dystans wędrówki orlików wyniósł 11037 km. Zimowiska obejmowały średnio 450 tys. km<sup>2</sup>, zlokalizowanych głównie w Zambii, Zimbabwie, Botswanie i Republice Południowej Afryki. Areal osobniczy ptaków lęgowych w Dolinie Biebrzy liczył średnio 1485 ha. Jeden z samców okazał się być ptakiem nie-lęgowym i poruszał się po areale ponad 16 tys. ha. Wielkość arealów jest najprawdopodobniej skorelowana z jakością zerowisk.

**Słowa kluczowe:** telemetria, ekologia przestrzenna, *Aquila pomarina*, areal osobniczy, migracja

**Abstract. GPS telemetry in studying spatial ecology of Lesser Spotted Eagle in Biebrza Valley.** Spatial ecology of Lesser Spotted Eagle was studied in Biebrza Valley in 2011-2013. Three adult males were captured. Two of them was tagged with GPS GSM logger and one with satellite transmitter. Only first tagged male transmitted for the whole annual cycle. The second male stopped transmitting during the return migration. The third male was captured just in spring 2013.

Mean date of arrival fall on 15<sup>th</sup> April, and departure on 19<sup>th</sup> September. The average migration distance reached 11037 km. Wintering area calculated 450 000 km<sup>2</sup>, mostly in Zambia, Zimbabwe, Botswana and Republic of South Africa. Home range averaged 1485 ha. Third male turned out to be a non-breeder and used considerably bigger territory (16 000 ha). Lesser Spotted Eagle home range was most probably correlated mainly with quality of foraging areas.

**Key words:** telemetry, spatial ecology, *Aquila pomarina*, home range, migration

## Wstęp

Szybki rozwój telemetrii w ostatnich latach pozwolił na jej szersze wykorzystanie w badaniach biologii ptaków, w tym przede wszystkim dużych gatunków, takich jak orły. Gatunkiem, który w ostatnich latach cieszy się zainteresowaniem krajowych i zagranicznych badaczy jest orlik krzykliwy *Aquila pomarina*, którego telemetria prowadzona jest aktualnie w kilku krajach

Europy. Gatunek ten jest umiarkowanie rzadkim orłem, którego krajowa populacja szacowana jest przez Komitet Ochrony Orłów na 2300-2700 par, co stanowić może kilkanaście procent populacji światowej (Mirski et al. 2013). Głównym zagrożeniem jest utrata siedlisk żerowiskowych i pogorszenie ich jakości w wyniku intensyfikacji rolnictwa oraz zabudowy terenów otwartych (Rodziewicz 2004, Mirski i Ceniań 2013). Zmieniające się polityki rolne szczególnie silnie oddziałują na jakość żerowisk orlików (Ceniań 2009), co przekłada się następnie na produktywność, a w dalszej perspektywie na liczebność gatunku.

W celu lepszego poznania istniejących zagrożeń i oceny wpływu zmian w środowisku na ten gatunek niezbędne jest szczegółowe poznanie biologii gatunku, w tym szczególnie ekologii przestrzennej. Metody telemetryczne pozwalają obecnie badać szerokie spektrum zagadnień ekologicznych jak: szlaki wędrówek i fenologia migracji, miejsca zimowania, wielkość arealów osobniczych, śmiertelność ptaków i wiele innych (Meyburg i Fuller 2007). Informacje zebrane za pomocą telemetrii GPS są bardzo precyzyjne i wiarygodne, co sprawia że ich aplikacyjna wartość w ochronie gatunku jest bardzo wysoka.

Pierwsze działania z zakresu telemetrii orlika krzykliwego podjęte zostały w północno-wschodnich Niemczech i na Łotwie w latach 1994-1997 na drodze radiotelemetrii (Scheller et al. 2001). Następnie badania prowadzono za pomocą konwencjonalnej telemetrii satelitarnej głównie w Niemczech, ale też na pojedynczych ptakach z Łotwy i Słowacji (Meyburg et al. 2000). Dopiero od 2004 roku stosowana jest na orliku krzykliwym telemetria GPS (Meyburg et al. 2006). Pierwszy loger GPS GSM został założony na ten gatunek w 2011 roku w ramach opisywanych tu badań, których celem było zbadanie wybranych elementów ekologii przestrzennej gatunku, w tym: wielkości arealów osobniczych, tras migracji i miejsc zimowania, a także porównanie urządzeń typu loger GPS GSM ze stosowanymi do tej pory najczęściej nadajnikami satelitarnymi.

## Metodyka

Badania prowadzone były w Dolinie Biebrzy (woj. podlaskie) w latach 2011-2013. Odłów dorosłych ptaków poprzedzony był inwentaryzacją stanowisk. Ptaki odławiane były za pomocą sieci ornitologicznych oraz pułapek typu „bownet”. Do śledzenia telemetrycznego zastosowano dwa typy urządzeń GPS zasilanych solarnie – nadajnik satelitarny o masie 30 gram, wyprodukowany przez firmę Northstar oraz logery GPS GSM o masie 42 gram wyprodukowane przez firmę Ecotone. Urządzenia założono na ptaki za pomocą szelek wykonanych z teflonu. Nadajnik satelitarny zaprogramowany został na zbiór 8 punktów dziennie. Logery GPS GSM zbierały maksymalną ilość punktów na jaką pozwalał stopień naładowania baterii, przeważnie 12-48 punktów dziennie w sezonie lęgowym. Zebrane dane deponowały były w plikach shapefile w programie ArcView 10.0. Odległości pokonywane w czasie migracji zmierzone zostały w tym samym programie jako suma odcinków pomiędzy kolejnymi zarejestrowanymi punktami. Do obliczenia wielkości arealów osobniczych zastosowano metodę minimalnych poligonów wypukłych dla 95% zarejestrowanych lokalizacji, przeprowadzoną w programie BIOTAS. W przypadku danych z nadajnika satelitarnego przed prowadzeniem analiz ze zbioru zebranych danych odrzucono lokalizacje o dokładności większej niż 100 metrów.



**Fot. 1.** Samiec orlika krzykliwego z logerem GPS GSM (fot. K. Bartoszuk)  
*Photo 1. Lesser Spotted Eagle male tagged with GPS GSM logger*



**Fot. 2.** Samiec orlika krzykliwego z nadajnikiem satelitarnym GPS (fot. K. Bartoszuk)  
*Photo 2. Lesser Spotted Eagle male tagged with GPS satellite transmitter*

## Wyniki

Odłowiono 3 samce orlika krzykliwego. Pierwszy został odłowiony 11 czerwca 2011 r. i zaopatrzony w logger GPS GSM. Drugi ptak odłowiony został 10 lipca r. i zaopatrzony w nadajnik satelitarny. Trzeci ptak odłowiony został 25 kwietnia 2013 r. i zaopatrzony w logger GPS GSM. Obydwa ptaki wyposażone w logery transmitowały dane do końca sezonu lęgowego 2013. Nadajnik samca nr 2 przestał transmitować 1 kwietnia 2013 roku.

Zebrano informacje tylko o dwóch datach przylotu (wyłącznie z jednego osobnika) i pięciu datach odlotu (z trzech ptaków). Średni przylot na lęgowisko przypadł na 15 kwietnia, a termin odlotu na 19 września. Średni dystans wędrówki ( $n=4$ ) wyniósł 11037 km. Podczas wiosennej wędrówki średni dystans był mniejszy (8977 km) niż podczas jesiennej migracji (11485 km). Trasy migracji były zbliżone podczas wiosennej i jesiennej wędrówki, a także nie różniły się znacząco pomiędzy osobnikami (ryc. 1). Ptaki przeważnie omijały łuk Karpat od wschodu (lub przecinały go) i kierowały się na południe, by ominąć Morze Śródziemne przez Bosfor, Turcję, Syrię, Liban, Izrael, Jordanię, Egipt. Zimowiska biebrzańskich orlików obejmowały 706 tys. km<sup>2</sup> i 427 tys. km<sup>2</sup> w przypadku dwóch kolejnych sezonów zimowych samca nr 1 oraz 224 tys. km<sup>2</sup> w przypadku samca nr 2, średnio mierzyły aż 450 tys. km<sup>2</sup> ( $n=3$ ), a ptaki prawie ciągle zmieniały miejsce zimowania. Najważniejszymi obszarami zimowania okazały się Zambia, Zimbabwe, Botswana, Republika Południowej Afryki, ale także Mozambik, Namibia oraz Suazi.



**Ryc. 1.** Trasy wędrówki jesiennej (2012) i wiosennej (2013) dwóch samców orlika krzykliwego z Doliny Biebrzy  
*Fig. 1. Autumn (2012) and spring (2013) migration paths of two Lesser Spotted Eagle males from Biebrza Valley. Male nr 1 autumn migration – brown line, spring migration – green line, male nr 2 autumn migration – red line, spring migration – blue line*

Na lęgowskich areal osobniczy dwóch samców był dosyć zbliżony. Trzeci samiec okazał się być ptakiem niełęgowym i poruszał się po znacznie większym areale (tab. 1). W jednym sezonie pojedyncze urządzenie zbierało od 894 do 5296 punktów lokalizacyjnych. Średnia wielkość areалу osobniczego lęgowych samców wyniosła 1485 ha, choć nie wszystkie rewiry badane były przez cały sezon. Przeważnie wielkość arealów osobniczych była zbliżona do 1000 ha, choć samiec nr 1 wykorzystywał dużo większy areal (3390 ha) w 2012 roku, wyznaczony metodą minimalnych poligonów wypukłych dla 95% punktów. Zastosowanie tej samej metody, ale tylko dla 90% punktów dało wynik bardzo zbliżony dla pozostałych otrzymanych wielkości – 884 ha. W przypadku obu samców orlików 90% polowań zawierało się w promieniu 2200 metrów od gniazda.

**Tab. 1.** Wielkość arealów samców orlika krzykliwego śledzonych telemetrycznie, mierzona za pomocą metody minimalnych poligonów wypukłych dla 95% punktów. \* - obliczenia dokonane na danych nie obejmujących pełnego sezonu lęgowego

Table 1. Home range sizes (1) of Lesser Spotted Eagle males followed by GPS telemetry, calculated with 95% minimum convex polygon method. (2) – number of points gathered and used for calculation, \* – calculations based on incomplete data from breeding season

	2011		2012		2013	
	wielkość areалу (1)	liczba punktów (2)	wielkość areалу (1)	liczba punktów (2)	wielkość areалу (1)	liczba punktów (2)
Samiec nr 1	873* ha	1822	3390 ha	5296	1080	2647
Samiec nr 2	x	x	962* ha	894	x	x
Samiec nr 3	x	x	x	x	16210	2579

## Dyskusja

Złowione samce nr 1 i 2 z powodzeniem wyprowadziły lęgi w roku złowienia, a także w przypadku samca nr 1 w kolejnych dwóch latach. Samiec nr 3 był ptakiem niełęgowym (bez rewiru i samicy). Dowodzi to braku bezpośredniej szkodliwości stosowania telemetrii na dużych ptakach szponiastych jak orlik.

Ilość zebranych danych z loggerów GPS GSM kilkakrotnie przewyższyła ilość danych zbieranych z nadajników satelitarnych (tab. 1, Langgemach i Meyburg 2011), choć w trzecim roku działania logera na samcu nr 1 ilość danych znacząco spadła (tab. 1). Może to być wynikiem np. spadku pojemności baterii lub przesłonięcia przez pióra kolektora słonecznego, doładowującego logger.

Doświadczenie zebrane z obydwoma typami urządzeń telemetrycznych wykazało, że przynajmniej w przypadku orlika krzykliwego, zdecydowanie korzystniejsze pod względem ilości zebranych informacji, kosztów oraz jakości obsługi są logery GPS GSM (tab. 2). Łączność za pomocą systemu GSM była dobra prawie przez cały okres działania urządzeń. Jedynie na zimowiskach w Afryce występowały kilku-kilkunastu dniowe przerwy w spływaniu danych. Dzięki temu, że orlik krzykliwy często przemieszcza się na zimowiskach, logger GPS GSM może wraz z przemieszczaniem ptaka odzyskiwać zasięg telefonii komórkowej, potrzebny do przekazania danych odbiorcy.

Dane na temat fenologii migracji są skromne z uwagi na niewielką ilość śledzonych ptaków oraz dotychczasowy czas działania urządzeń. Wpisują się one w terminy poznane do tej pory przez konwencjonalne obserwacje migrujących ptaków (Tomiałojć i Stawarczyk 2003). Dystans wędrówki był porównywalny z odległością pokonywaną przez ptaki z Niemiec i Słowacji – ok 9-11 tys. km (Meyburg et al. 2000; Meyburg B.U, Meyburg C. 2009).

Podobnie miejsca zimowania orlików krzykliwych z Polski należały do znanych już zimowisk orlików w południowej Afryce (Christensen i Sorensen 1989; Meyburg et al. 2000). Wielkość arealów zimowych była jednak znacznie wyższa niż podawana w innych źródłach: 11-25 tys. km<sup>2</sup> (Meyburg et al. 2000) oraz 1900-2300 km<sup>2</sup> (Meyburg et al. 2004). Przyczyn można upatrywać w różnej ilości zebranych danych oraz prawdopodobnie odmiennej metodyce obliczeń, która niestety nie została objaśniona przez autorów cytowanych tu prac.

**Tab. 2.** Porównanie wybranych cech nadajnika satelitarnego GPS z loggerem GPS GSM na podstawie doświadczeń z telemetrią orlika krzykliwego w Dolinie Biebrzy w latach 2011-2013

*Table 2. Comparison of selected characteristics of GPS satellite transmitter and GPS GSM logger, based on experience with Lesser Spotted Eagle telemetry in Biebrza Valley in 2011-2013*

	<b>Nadajnik satelitarny (Northstar)</b>	<b>Logger GPS GSM (Ecotone)</b>
Ilość danych	ok 8 punktów dziennie	od 2 do 48 (przeważnie 12-48)
Jakość danych	różna (kilkanaście metrów do kilkunastu kilometrów)	bardzo dobra (kilkanaście metrów)
Programowanie interwału zbierania danych	podczas produkcji	na bieżąco (komenda sms)
Czas splotywania danych	w zależności od potrzeb i kosztów, programowany na etapie produkcji	na bieżąco (w zależności od interwału zbierania danych co kilka godzin, maksymalnie co 2 dni)
Możliwość odbioru danych	globalna	zależna od zasięgu telefonii komórkowej
Funkcjonalność aplikacji	mała (aplikacja systemu Argos)	umiarkowana (aplikacja systemu Ecotone)
Koszt urządzenia	wysoki	ok 3 x niższy
Koszt odbioru danych	zmienny (około 30 euro miesięcznie)	na ogół 2 x niższy (niecałe 15 euro miesięcznie)

Wielkość arealów osobniczych została obliczona z dużą precyzją, zwłaszcza w przypadku samca nr 1, z uwagi na bardzo dużą ilość zebranych danych. Średnia wielkość areалу osobniczego (1485 ha) w Dolinie Biebrzy była zbliżona do analogicznej wartości osiągniętej przez orliki na Warmii (ok 1000 ha, Cenian 2006) i Łotwie (1142 ha) i znacznie mniejsza niż w Niemczech (2711 ha) (Scheller et al. 2001). Wielkości tych rewirów mogą być jednak zaniżone, gdyż badane były za pomocą radiotelemetrii i klasycznych obserwacji. Nowsze dane pochodzące z telemetrii GPS w Niemczech podają jeszcze większy zasięg arealów orlików – wynoszący średnio 7230 ha (Langgemach i Meyburg 2011). Maksymalna ilość danych użyta do obliczeń



rewiru w cytowanej powyżej pracy wynosiła 1124 punkty, a całość danych z lat 2005-2010 stanowiło 3535 punktów. Dla porównania dane zebrane za pomocą logera GPS GSM w przypadku samca nr 1 liczyły łącznie 9765 punktów, a w szczytowym 2012 roku zebrano w sezonie lęgowym 5296 punktów. Pomimo dużo większej liczby zebranych danych rewir tego samca był kilkakrotnie mniejszy niż ptaka z Meklemburgii. Przyczyn takiej sytuacji należy upatrywać w jakości żerowisk, a przede wszystkim w przestrzenno-czasowej mozaikowości krajobrazu. Większa różnorodność krajobrazu, w tym zwłaszcza udział siedlisk naturalnych w krajobrazie rolniczym, przekładają się na liczebność i różnorodność drobnej fauny (np. Haslem i Bennett 2008) stanowiącej pokarm orlika. Jednocześnie zróżnicowanie terminów zabiegów rolniczych w poszczególnych gospodarstwach zwiększa możliwość efektywnego polowania (Cenian 2009). Ponadto udział użytków zielonych w arealach orlików w Niemczech (Scheller et al. 2001) jest znacząco niższy niż w Polsce (Mirski 2009; Zub 2010), podczas gdy są one silnie preferowane przez orliki w trakcie polowania (Mirski 2009).

Niewielkie w stosunku do niemieckich rewiry podlaskich orlików są w zupełności wystarczające do wyprowadzenia lęgu. Samce nr 1 i 2 skutecznie wyprowadzały lęgi w okresie śledzenia. Średni wieloletni sukces lęgowy orlików w Polsce wynosi 68% (KOO – dane niepubl.), podczas gdy analogiczny parametr dla populacji niemieckiej wynosił średnio 51% (Langgemach et al. 2005), co pośrednio potwierdza, że wielkość rewiru u orlików jest odwrotnie proporcjonalna do atrakcyjności łowiska, przy założeniu, że pokarm stanowią przede wszystkim małe ssaki, ptaki i płazy (Zawadzka 1999; Zub 2010).

## Podziękowania

Badania były prowadzone w ramach projektu „Zabezpieczenie populacji orlika grubodziobego *Aquila clanga* w Polsce: opracowanie Krajowego Planu Ochrony oraz podstawowe działania ochronne” jest finansowany ze środków Komisji Europejskiej – LIFE+, umowa LIFE08 NAT/PL/000511, ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej, umowa 511/2009/Wn10/OP-RE-LF/D oraz ze Środków Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Białymstoku.

## Literatura

- Cenian Z. 2006. Badanie strategii i preferencji żerowiskowych orlika krzykliwego. Biuletyn KOO 15: 16-18.
- Cenian Z. 2009. Wpływ mechanizmów ekonomicznych Wspólnej Polityki Rolnej UE na zachowanie właściwego stanu ochrony orlika krzykliwego. *Studia i Materiały Centrum Edukacji Przyrodniczo-Leśnej* 22: 32-44.
- Christansen S., Sorensen U.G. 1989. A review of the Migration and the Wintering of *Aquila pomarina* and *Aquila nipalensis orientalis*. W: Meyburg B.U. i Chancellor R. (red.). *Raptors in the modern world*. WWGBP, Berlin, London, Paris: 139-150.
- Haslem A., Bennett A.F. 2008. Birds in agricultural mosaics: the influence of landscape pattern and countryside heterogeneity. *Ecological Applications* 18: 185-196.
- Langgemach T., Scheller W., Weber M. 2005. Orlik krzykliwy *Aquila pomarina* w Niemczech – rozmieszczenie, liczebność, efekty lęgów i zagrożenia. W: Mizera T. i Meyburg B.U. (red.). *Badania i problemy ochrony orlika grubodziobego *Aquila clanga* orlika krzykliwego *Aquila pomarina**. Materiały międzynarodowej konferencji, Osowiec, 16–18 września 2005. Biebrzański Park Narodowy, Osowiec–Poznań–Berlin: 153-159.

- Langgemach T., Meyburg B.U. 2011. Analysis of space use patterns – a magic term of landscape planning with effects on the conservation of the Lesser Spotted Eagle (*Aquila pomarina*) and other large bird species. *Berichtezum Vogelschutz* 47/48: 167-181.
- Meyburg B.U., Scheller W., Meyburg C. 2000. Migration and Wintering of the Lesser Spotted Eagle *Aquila pomarina*: A Study by Means of Satellite Telemetry. *Global Environmental Research* 4: 183-193.
- Meyburg B.U., Meyburg C., Bělka T., Šreibr O., Vrana J. 2004. Migration, wintering and breeding of a lesser spotted eagle (*Aquila pomarina*) from Slovakia tracked by satellite. *Jornal of Ornitology* 145: 1-7.
- Meyburg B.U., Fuller M.R. 2007. Satellite Tracking. In: Bird D. M. & Bildstein K. L. (red.). *Raptor Research and Management Techniques*. Hancock House Publishers, Surrey: 242-248.
- Meyburg B.U., Meyburg C., Matthes J., Matthes H. 2006. GPS satellite tracking of Lesser Spotted Eagles *Aquila pomarina*: home range and territorial behaviour in the breeding area. *Vogelwelt* 127: 127-144.
- Meyburg B.U., Meyburg C. 2009. Annual cycle, timing and speed of migration of a pair of Lesser Spotted Eagles (*Aquila pomarina*) – a study by means of satellite telemetry. *Populationsökologie Greifvogel- und Eulenarten* 6: 63-85.
- Mirski P. 2009. Selection of nesting and foraging habitat by the Lesser Spotted Eagle *Aquila pomarina* (Brehm) in the Knyszyńska Forest (NE Poland). *Polish Journal of Ecology* 57: 577-583.
- Mirski P., Cenian Z. 2013. Orlik krzykliwy *Aquila pomarina*. W: Zawadzka D., Ciach M., Figarski T., Kajtoch Ł., Rejt Ł. (red.). *Materiały do wyznaczenia i określania stanu zachowania siedlisk ptasich w obszarach specjalnej ochrony ptaków Natura 2000*. GDOŚ, Warszawa: 181-187.
- Mirski P., Cenian Z., Lontkowski J., Stój M., Wójciak J., Zawadzka D. 2013. Krajowy program ochrony orlika krzykliwego. Projekt. Komitet Ochrony Orłów, Olsztyn, manuskrypt.
- Rodziewicz M. 2004. *Aquila pomarina* (C.L. Brehm, 1831) – orlik krzykliwy. W: Gromadzki M. (red.). *Ptaki (część I). Poradniki ochrony siedlisk i gatunków Natura 2000 – podręcznik metodyczny*. Tom 7. Ministerstwo Środowiska, Warszawa: 240-244.
- Scheller W., Bergmanis U., Meyburg B.-U., Furkert B., Knack A., Röper S. 2001. Raum-Zeit-Verhalten des Schreiadlers (*Aquila pomarina*). *Acta Ornithoecologica* 4: 75-236.
- Tomiałojć L., Stawarczyk T. 2003. *Awifauna Polski*. PTPP „pro Natura”, Wrocław.
- Zawadzka D. 1999. Feeding habits of the Black Kite *Milvus migrans*, Red Kite *Milvus milvus*, White-tailed Eagle *Haliaeetus albicilla* and Lesser Spotted Eagle *Aquila pomarina* in Wigry National Park (NE Poland). *Acta Ornithologica* 34: 65-75.
- Zub K., Pugacewicz E., Jędrzejewska B., Jędrzejewski W. 2010. Factors affecting habitat selection by breeding Lesser Spotted Eagle *Aquila pomarina* in northeastern Poland. *Acta Ornithologica* 45: 105-114.

**Paweł Mirski<sup>1,2</sup>, Grzegorz Maciorowski<sup>2,3</sup>**

<sup>1</sup>Instytut Biologii, Uniwersytet w Białymstoku,

<sup>2</sup>Komitet Ochrony Orłów, <sup>3</sup>Instytut Zoologii,

Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

p.mirski@uwb.edu.pl