



UNIwersytet Gdański

Agata Pinszke

*Kierunek studiów: **Biologia***
Numer albumu: 231857

**Wieloletnie zmiany terminów jesiennej wędrówki
gajówki *Sylvia borin* w rejonie
Bałtyku w odpowiedzi na zmiany temperatury.**

Praca licencjacka
wykonana
w Stacji Badania Wędrówek Ptaków
pod kierunkiem
dr. hab. Magdaleny Remisiewicz

Gdańsk 2017

OŚWIADCZENIE

Oświadczam, że praca dyplomowa pt.

.....

.....

..... wykonana pod
kierunkiem przedstawiona w formie
elektronicznej i wydrukowanej jest identyczna.

.....

Podpis Studenta

.....

Miejscowość, data

OŚWIADCZENIE

Ja, niżej podpisana(y) oświadczam, iż przedłożona praca dyplomowa została
wykonana przeze mnie samodzielnie, nie narusza praw autorskich, interesów
prawnych i materialnych innych osób.

.....

data

.....

własnoręczny podpis

Abstract

Long-term changes in autumn migration timing of Garden Warbler *Sylvia borin* in the Baltic region in response to temperature changes.

Many migratory birds have advanced the timing of autumn migration in response to increasing temperatures caused by progressive climate changes. In this study, using 52-year data, we studied long-term changes in timing of autumn migration of the Garden Warbler at the Polish Baltic coast. Data were collected at the Operation Baltic ringing stations: Bukowo-Kopań and Mierzeja Wiślana, during autumn migration in 1965 – 2016. Migrating birds were caught in mist nets from 14 August to 15 October every year. Total number of caught Garden Warblers (adults and immatures combined) was divided in seven groups (5%, 10%, 25%, 50%, 75%, 90% and 95% of total birds caught). The migration dates of each group at each station were correlated with temperatures on route (in Łeba, N Poland) and on breeding grounds (in Juupajoki Hyttiala Finland) to investigate the effect of those temperatures on autumn migration timing. At Bukowo-Kopań migration timing of 75% of caught birds advanced by 9 days, and 11 days for 90% and 95%. at Mierzeja Wiślana those dates advanced respectively by 7, 8 and 14 days between 1965 – 2016. Migration timing of 90% and 95% of birds at Bukowo-Kopań, and 75% and 90% at Mierzeja Wiślana, was negatively correlated with mean April temperatures, and 90%, 95% at Bukowo-Kopań with May and August temperatures on route. Migration timing of 90% and 95% at Bukowo-Kopań were negatively correlated with mean July temperatures and of 50% at both stations and 75% at Bukowo-Kopań with August temperatures at breeding grounds in Finland. The timing of autumn migration in Garden Warbler at the southern Baltic coast depends on temperatures on migration route and at the breeding grounds. Spring temperatures on route entail advancement of spring migration, and thus early start of breeding. This leads to early end of breeding and early departure of birds from breeding grounds. Warm summer may speed growth of juvenile birds, enabling both adults and juveniles to begin and end migration early.

Spis treści

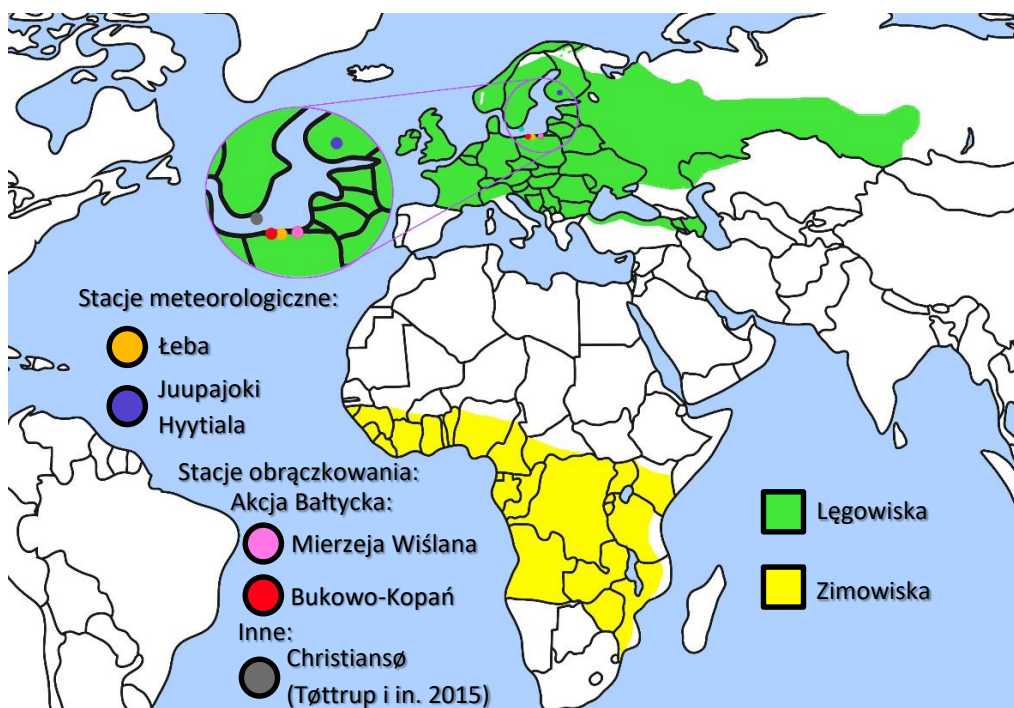
1.	Wstęp.....	1
1.	Cel badań.....	3
2.	Teren badań	3
3.	Materiały i metody.....	4
4.	Wyniki	6
5.	Dyskusja.....	10
6.	Bibliografia	13
7.	Załącznik	15

1. Wstęp

Gajówka *Sylvia borin* (Ryc.1) jest ptakiem należącym do rodziny pokrzewkowatych. Gniazduje na terenie Europy, w tym również Polski. Gatunek ten zasiedla prześwietlone lasy liściaste, głównie łęgowe, gaje, zarośnięte parki oraz ogrody z wysokimi drzewami. Obszar lęgowy gajówki to prawie cała Europa, z wykluczeniem południowej części oraz zachodnia Azja. Jest to gatunek wędrowny, w Polsce obecny od maja do września (Svensson 2013). Obszarem zimowania gajówki jest tropikalna i subtropikalna Afryka (Ryc.2).



Ryc. 1. Gajówka *Sylvia borin* (fot. Andrzej Olczyk, <http://aolczyk.pl/galeria/fotografia/ptaki/gajówka/>).



Ryc. 2. Mapa zasięgu gajówki.

(<http://epeusa.com/wpcontent/uploads/2016/05/ThinkstockPhotos-512102005.jpg>)(zmienione).

Wiele gatunków ptaków, w tym gajówka, dwa razy w roku odbywa wędrówki między lęgowiskami a zimowiskami. Głównym celem ptasich migracji jest znalezienie siedlisk o jak najlepszych warunkach ekologicznych. Jesienni migranci lecą z północnych lęgowisk na południowe zimowiska. Gdy ptak już wyprowadzi lęg, zazwyczaj coraz krótszy dzień, pogarszające się warunki pogodowe i brak pokarmu zmuszają go do odlotu do bardziej sprzyjającego miejsca, czyli na zimowisko. Wiosenni migranci wędrują z południowych zimowisk na północne lęgowiska, ponieważ na północy w lecie dostępne są miejsca bogate w pokarm, o odpowiedniej długości dnia oraz zapewniające odpowiednie warunki do lęgów.

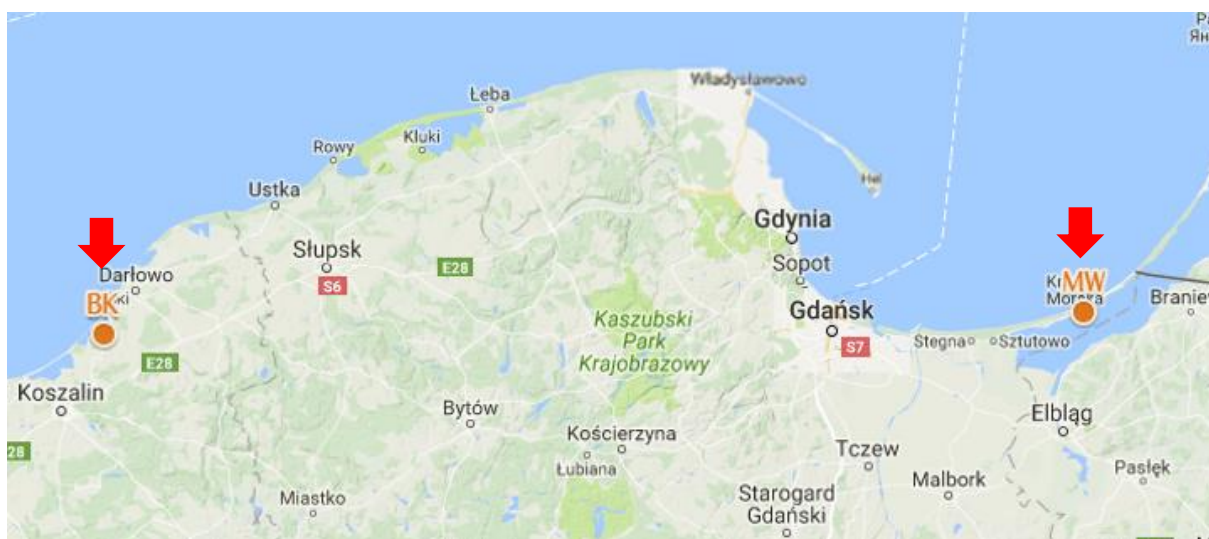
Terminy ptasich migracji są pod kontrolą czynników endogennych, na które wpływ ma długość dnia (Rowan 1926, Gwinner 1996 za Tøttrup i in. 2006). Jednak czynniki zewnętrzne, takie jak temperatury wiosną, wpływają na zmiany terminów wiosennych wędrówek (Forchhammer i in. 2002, Vähätalo i in. 2004 za Tøttrup i in. 2006), a liczba dowodów na coraz wcześniejsze przybycie migrantów wiosną, na przestrzeni wielu lat, szybko rośnie (Lehikoinen i in. 2004). Wiele badań wskazuje dowód na to, że ptaki coraz wcześniej składają jaja (Bairlein & Winkel 2001 za Tøttrup i in. 2006, Both i in. 2004). Wykazano również, że termin jesiennej odlotu z lęgowisk zależy od terminu rozpoczęcia lęgów, który z kolei może zależeć od temperatur wiosną danego roku (Ellegren 1990, Sokolov i in. 1999). Ciepła wiosna pozwala na szybkie przystąpienie do lęgów w północnej Europie i potencjalnie umożliwia migrantom wczesne ukończenie reprodukcji. W związku z tym można oczekiwać przyspieszenia terminu ich jesiennej migracji w efekcie coraz cieplejszych i wcześniejszych wiosen (Tøttrup i in. 2006). Ocieplenie klimatu na lęgowiskach, w tym także zwiększające się temperatury w trakcie sezonu lęgowego oraz na trasie jesiennej przelotu, mogą także mieć wpływ na terminy jesiennej wędrówki (Huin and Sparks 2000, Forchhammer et al. 2002, Ahola et al. 2004, Hüppop and Hüppop 2004). Zjawiska te zostały opisane zarówno dla migrantów krótkodystansowych, jak i dalekodystansowych (Jenni & Kéry 2003, Tøttrup i in. 2006, Redlisiak i in. w przygotowaniu), natomiast w tej pracy zostały zbadane w odniesieniu do gajówki – migranta dalekodystansowego.

1. Cel badań

Celem pracy było stwierdzenie, czy w okresie 52 lat badań nastąpiła zmiana terminów jesiennej wędrówki gajówki *Sylvia borin* przez polskie wybrzeże Bałtyku, a także określenie wpływu wieloletnich zmian temperatury na lęgowiskach i na trasie wędrówek na takie potencjalne zmiany.

2. Teren badań

Teren badań stanowiły dwie stacje obrączkowania ptaków: Mierzeja Wiśłana ($54^{\circ}21'N$; $19^{\circ}17'–19^{\circ}23'E$) oraz Bukowo-Kopań ($54^{\circ}19'–54^{\circ}27'N$; $16^{\circ}13'–16^{\circ}25'E$)(Ryc. 3). Pierwsza z nich zlokalizowana była na Mierzei Wiślanej od strony Zalewu Wiślanego, druga natomiast w województwie zachodnio-pomorskim, na wschód od Kołobrzegu. Obie stacje są miejscami postoju dla wędrujących gajówek, które zatrzymują się w celu uzupełnienia rezerw energii (Ożarowska 2015).



Ryc. 3. Lokalizacja stacji obrączkowania ptaków Akcji Bałtyckiej; tereny badań zaznaczone strzałkami: BK – Bukowo-Kopań; MW – Mierzeja Wiśłana (<http://akbalt.ug.edu.pl/stacje>, zmodyfikowane).

3. Materiały i metody

Wykorzystane w tej pracy dane zbierane były na stacjach Akcji Bałtyckiej: Mierzeja Wiślana oraz Bukowo-Kopań, w standardowym okresie badań wędrówki jesiennej od 14 sierpnia do 25 października, w latach 1965 – 2016. Na każdej ze stacji ustawiane było około pięćdziesięciu sieci ornitologicznych, w które wpadały przelatujące ptaki. Sieci te były kontrolowane co godzinę od wschodu do zachodu słońca. Każdy złapany ptak zostawał przyniesiony do obozu, gdzie następnie był zaobrączkowany, zmierzony i te informacje wpisano do zeszytu. Dane z zeszytów obrączkowania zostały następnie przeniesione do bazy danych Akcji Bałtyckiej. Z tej bazy danych uzyskano liczby młodych i dorosłych gajówek łącznie, schwytanych każdego dnia (z wyłączeniem ptaków schwytanych ponownie w ciągu tego samego sezonu) od 14 sierpnia do 25 października, w każdym roku z okresu 1965 – 2016. Łącznie przeanalizowano dane dotyczące 7787 (Tabela 1) osobników gajówek. Lata, w których schwytano mniej niż 10 osobników, zostały wykluczone z analiz. W bazie danych w arkuszu Microsoft Excel 2013 uzupełniono liczebności ptaków w nielicznych dniach, kiedy z różnych powodów ptaki nie były chwymane. Te niewielkie braki danych uzupełniono wpisując liczbę ptaków w tych dniach jako średnią z liczby ptaków schwytanych w danym dniu w ciągu 6 lat poprzedzających i 6 lat następujących, proporcjonalnie do intensywności przelotu w danym roku (Redlisiak i in., w przygotowaniu). Luki te wystąpiły w 22 latach na stacji Bukowo-Kopań oraz 19 latach na stacji Mierzeja Wiślana, nigdy jednak nie obejmowały one więcej niż 25 dni w sezonie.

Tabela 1. Liczebności gajówek schwytych w danym roku w okresie 14 sierpnia – 25 października na każdej ze stacji (BK – Bukowo-Kopań, MW – Mierzeja Wiślana) oraz łączna liczba gajówek schwytych na obu stacjach wykorzystanych w pracy. Kreskami oznaczono lata, które wykluczono z analiz, ponieważ schwytano w nich mniej niż 10 gajówek.

Rok	Suma BK	Suma MW	Rok	Suma BK	Suma MW	Rok	Suma BK	Suma MW
1965	119	156	1983	46	15	2001	246	10
1966	110	49	1984	50	-	2002	225	28
1967	130	121	1985	44	25	2003	141	13
1968	114	138	1986	21	42	2004	73	-
1969	111	110	1987	17	15	2005	159	25
1970	85	126	1988	57	18	2006	172	19
1971	74	52	1989	26	47	2007	122	31
1972	110	117	1990	57	59	2008	123	27
1973	52	75	1991	20	13	2009	76	15
1974	136	140	1992	24	21	2010	144	47
1975	72	129	1993	77	74	2011	-	24
1976	52	77	1994	91	25	2012	122	16
1977	80	81	1995	122	57	2013	75	25
1978	87	83	1996	226	64	2014	100	-
1979	55	25	1997	274	50	2015	109	-
1980	27	94	1998	159	12	2016	47	-
1981	153	115	1999	186	50	Razem	5186	2601
1982	117	31	2000	72	18	łącznie	7787	

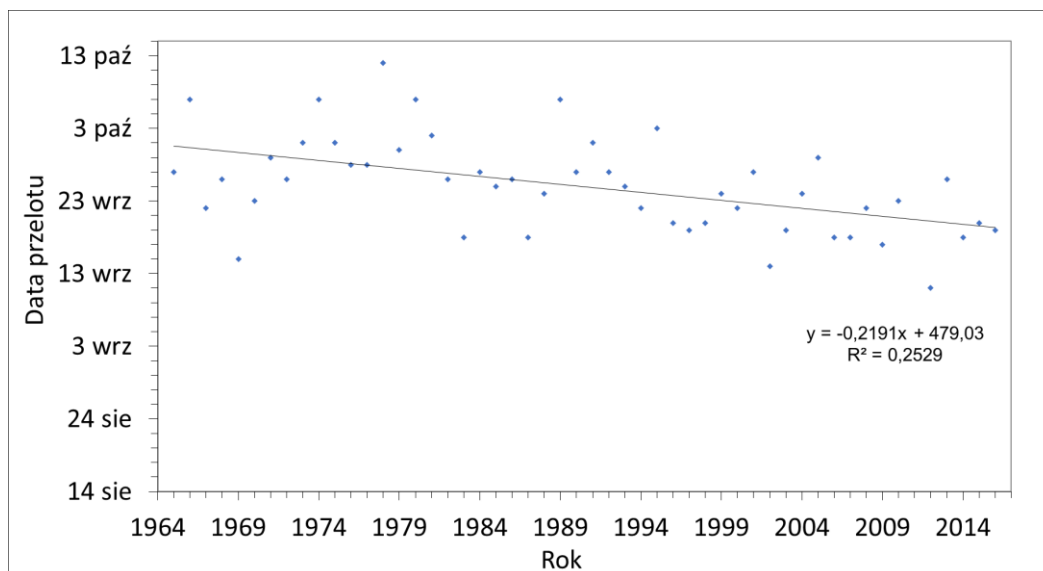
Dla określenia terminów przelotu gajówek wyznaczono daty oraz numer dnia przelotu (licząc od 14 sierpnia), w którym na każdej ze stacji schwytano 5%, 10%, 25%, 50%, 75%, 90% oraz 95% całkowitej sumy gajówek schwytych w danym sezonie jesiennym każdego roku. Następnie dla każdej stacji sporządzono wykresy przedstawiające numery tak wyznaczonych dni przelotu 5%, 10%, 25%, 50%, 75%, 90% oraz 95% gajówek w kolejnych latach oraz wykreślono linie trendów w postaci linii regresji (Ryc. 4). Obliczono także długość okresu przelotu 90% gajówek w kolejnych latach, przez odjęcie numeru dnia, w którym pojawiło się 5% przelatującej populacji od numeru dnia, w którym pojawiło się 95% przelatującej populacji.

Dla określenia wpływu temperatury na terminy wędrówki wykorzystane zostały też średnie temperatury dla każdego miesiąca od kwietnia do października, w latach 1972-2016, ze stacji meteorologicznej w Łebie, pozyskane ze stron Royal Netherlands Meteorological Institute (KNMI, 2016) oraz TuTiempo.net (2017). Użyto również średnich temperatur dla miesięcy od kwietnia do sierpnia, ze stacji meteorologicznej Juupajoki Hyytiälä w Finlandii w latach 1975-2016 (Ecad.eu, 2017), ze względu na wiadomość powrotną z tego rejonu w okresie lęgowym o gajówce zaobraczkowanej na Mierzei Wiślanej (Maciąg T., w przygotowaniu). Te średnie miesięczne temperatury z kolejnych lat zostały skorelowane z numerami dni przylotu kolejnych procentów przelatującej populacji za pomocą współczynnika korelacji

Pearsona (r). Do sprawdzenia istotności równań regresji oraz współczynników korelacji, wykorzystano program R 3.4.0 (R Core Development Team 2017) oraz Rstudio 1.0.143 (RStudio, Inc.).

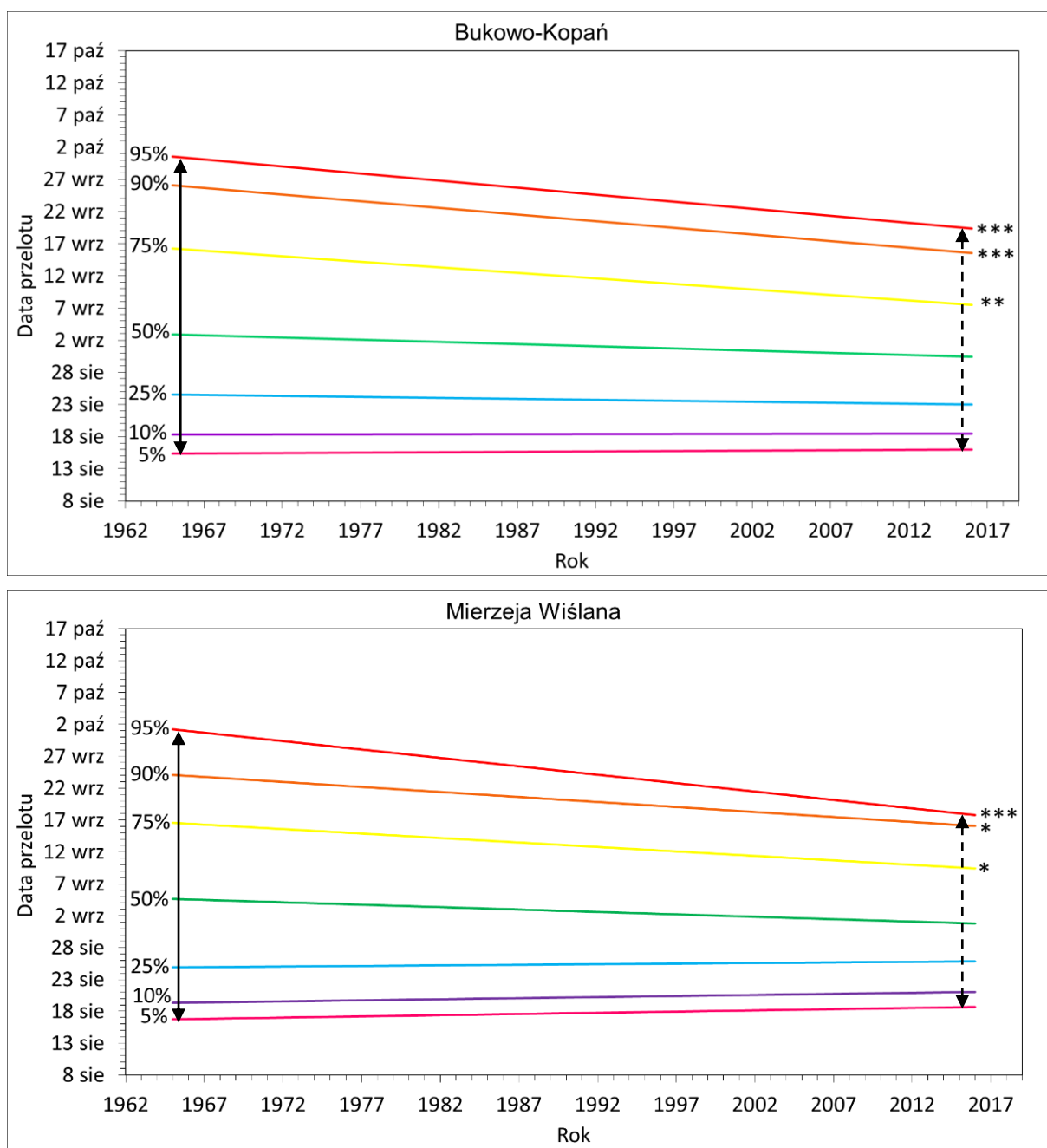
4. Wyniki

W latach 1965-2016 terminy przelotu dla 75%, 90% i 95% schwytych gajówek uległy istotnemu przyspieszeniu dla obu stacji. Dla stacji Bukowo-Kopań termin przelotu 75% schwytych ptaków uległ przyspieszeniu średnio o 9 dni, natomiast dla 90% i 95% populacji o 11 dni w ciągu 52 lat badań (Ryc. 4, Ryc. 5, Tabela Z1). Z kolei na stacji Mierzeja Wiślana nastąpiło przyspieszenie terminu przelotu średnio o 7 dni dla 75%, 8 dni dla 90% oraz 14 dni dla 95% schwytych gajówek (Ryc. 5, Tabela Z1).



Ryc. 4 Terminy przelotu 95% gajówek schwytych na stacji Bukowo-Kopań w kolejnych latach z okresu 1965–2016, y – równanie regresji, R^2 – współczynnik determinacji.

Długość przelotu 90% schwytych gajówek dla stacji Bukowo-Kopań uległa skróceniu o 12 dni, a dla stacji Mierzeja Wiślana o 16 dni (Ryc. 5, Tabela Z1). Wynika to z przyspieszenia terminów przelotu 95% gajówek schwytych na obu stacjach (Ryc. 5, Tabela Z1).



Ryc. 5. Terminy przelotu 5%, 10%, 25%, 50%, 75%, 90% i 95% całkowitej sumy schwytanych gajówek na stacji Bukowo-Kopań i Mierzeja Wiślana w latach 1965-2016; strzałka ciągła – średnia długość przelotu 90% ptaków w roku 1965 wg. prostej regresji, strzałka przerywana – średnia długość przelotu w roku 2016; istotność współczynnika nachylenia prostej regresji: *** - $p < 0,001$, ** - $p < 0,01$, * - $p < 0,05$.

Termin przelotu dla stacji Bukowo-Kopań ze stacją Mierzeja Wiślana były ze sobą istotnie skorelowane dla 5% schwytanych ptaków, a korelacja 95% schwytanych gajówek z obu stacji była bliska istotności statystycznej (Tabela 2).

Tabela 2. Korelacja terminów przelotu 5%, 10%, 25%, 50%, 75%, 90% i 95% gajówek między stacjami Bukowo-Kopań oraz Mierzeja Wiślana w latach 1965 – 2016; r – współczynnik korelacji Pearsona, p – poziom istotności, czerwony druk – wartości istotne przy $p < 0,05$, pochyłony druk – bliskie istotności ($0,05 < p < 0,1$).

r/p	5%	10%	25%	50%	75%	90%	95%
r	0,3088	0,1379	0,2334	0,1078	0,1925	0,2410	0,2892
p	0,0368	0,3607	0,1184	0,4756	0,2000	0,1066	0,0513

Termin przelotu 5% gajówek na stacji Bukowo-Kopań był pozytywnie skorelowany z temperaturami maja w Łebie. Terminy przelotu 90% i 95% ptaków na stacji Bukowo-Kopań oraz 75% i 90% na stacji Mierzeja Wiślana były negatywnie skorelowane ze średnimi miesięcznymi temperaturami w Łebie w kwietniu, a 90% i 95% na stacji Bukowo-Kopań również z temperaturami w maju i sierpniu. Ujemne współczynniki tych korelacji z temperaturami w miesiącach wiosennych i letnich oznaczają, że im wyższe były temperatury w danym miesiącu, tym wcześniej ostatnie partie gajówek przylatujących z północy i wędrujących na zimowiska pojawiały się jesienią na stacjach Akcji Bałtyckiej (Tabela 3).

Tabela 3. Korelacje terminów przelotu 5%, 10%, 25%, 50%, 75%, 90% i 95%, oraz długości przelotu 90% gajówek przez stacje Bukowo-Kopań (BK) oraz Mierzeja Wiślana (MW) ze średnimi miesięcznymi temperaturami kwietnia, maja oraz sierpnia w Łebie; r – współczynnik korelacji Pearsona, p – poziom jego istotności, czerwonym kolorem oznaczono korelacje istotne statystycznie.

Miesiąc	Stacja	r/p	5%	10%	25%	50%	75%	90%	95%	Długość przelotu
IV	BK	r	-0,0846	-0,1085	0,0280	-0,0668	-0,1376	-0,3392	-0,4681	-0,4518
		p	0,5854	0,4834	0,8576	0,6653	0,3732	0,0244	0,0013	0,0021
	MW	r	-0,0312	0,0073	-0,1443	-0,1057	-0,3333	-0,3875	-0,1976	-0,1557
		p	0,8470	0,9651	0,3745	0,5163	0,0357	0,0135	0,2219	0,3374
V	BK	r	0,3769	0,0644	-0,0133	-0,0891	-0,1689	-0,3183	-0,3694	-0,4735
		p	0,0116	0,6776	0,9329	0,5658	0,2741	0,0354	0,0136	0,0012
	MW	r	0,1257	0,1570	0,0799	0,0699	0,0993	0,0195	-0,0902	-0,1297
		p	0,4392	0,3328	0,6230	0,6682	0,6682	0,9048	0,5794	0,4252
VIII	BK	r	-0,1223	-0,0214	-0,0453	-0,1075	-0,2428	-0,3290	-0,3742	-0,3464
		p	0,4302	0,8896	0,7706	0,4888	0,1132	0,0293	0,0124	0,0212
	MW	r	0,0769	0,1112	0,1272	-0,0644	-0,2083	-0,1971	-0,1369	-0,149
		p	0,6359	0,4939	0,4328	0,6943	0,1986	0,2246	0,4006	0,359

Terminy przelotu 90% i 95% gajówek na stacji Bukowo-Kopań były ujemnie skorelowane ze średnimi miesięcznymi temperaturami lipca, a terminy przelotu 50% na obu stacjach oraz 75% na stacji Bukowo-Kopań z temperaturami sierpnia, w stacji meteorologicznej Juupajoki Hyttiala w Finlandii (Tabela 4).

Tabela 4. Korelacja terminów przelotu 5%, 10%, 25%, 50%, 75%, 90% i 95%, oraz długości przelotu 90% gajówek przez stacje Bukowo-Kopań (BK) oraz Mierzeja Wiśłana (MW) ze średnimi miesięcznymi temperaturami lipca oraz sierpnia w stacji Juupajoki Hyttiala, r – współczynnik korelacji Pearsona, p – poziom jego istotności, czerwonym kolorem oznaczono korelacje istotne statystycznie.

Miesiąc	Stacja	r/p	5%	10%	25%	50%	75%	90%	95%	Długość przelotu
VII	BK	r	0,2103	-0,0247	-0,0424	-0,0621	-0,2423	-0,4168	-0,4162	-0,4831
		p	0,1855	0,8797	0,7942	0,7019	0,1276	0,0068	0,0068	0,0014
	MW	r	0,1419	0,2608	0,1221	-0,2391	-0,3191	-0,0938	-0,1718	-0,2104
		p	0,4004	0,1184	0,4696	0,1542	0,0542	0,5795	0,3070	0,2112
VIII	BK	r	-0,0010	-0,0390	-0,1550	-0,3471	-0,3635	-0,2739	-0,2797	-0,285
		p	0,9949	0,8093	0,3324	0,0261	0,0193	0,0831	0,0764	0,0709
	MW	r	-0,0352	-0,0006	-0,0857	-0,3428	-0,3157	-0,1734	-0,1163	-0,0819
		p	0,8354	0,9964	0,6134	0,0376	0,0570	0,3046	0,4939	0,63

Zmiana długości jesiennego przelotu przez Bukowo-Kopań była istotnie skorelowana ze średnimi temperaturami kwietnia, maja, czerwca, lipca i sierpnia w Łebie (Tabela 3). Ujemne wartości współczynników korelacji wskazują, że im wyższe temperatury wiosną i latem w Łebie, tym krótszy jesienny przelot gajówek. Długość przelotu przez stację Bukowo-Kopań była również ujemnie skorelowana ze średnimi temperaturami lipca na stacji Juupajoki Hyttiala (Tabela 4). Natomiast długość przelotu dla stacji Mierzeja Wiśłana nie była istotnie skorelowana z temperaturami w Łebie (Tabela 3), ani w Juupajoki Hyttiala (Tabela 4).

5. Dyskusja

Korelacje zmian terminów wędrówki między stacjami Mierzeja Wiślana i Bukowo-Kopań wskazują, że mamy do czynienia z szerszym zjawiskiem przyspieszenia końcowej fazy przelotu i skrócenia okresu jesiennej wędrówki gajówek na wybrzeżu Bałtyku. Potwierdza to fakt, że na duńskiej wyspie Christiansø na Bałtyku termin jesienno-zimowego przelotu 95% populacji gajówek uległ przyspieszeniu w latach 1976 – 1997 (Tøttrup i in. 2015), podobnie jak na stacjach Akcji Bałtyckiej (Tabela 5), co może świadczyć o podobnym wpływie ocieplenia klimatu. Większe przyspieszenie końca przelotu, na które wskazuje wyższy wskaźnik regresji dla 95% ptaków na Christiansø, może wynikać z innych proporcji populacji z różnych lęgówisk wędrujących przez tę stację, niż na polskim wybrzeżu Bałtyku (Fransson & Hall-Karlsson 2008).

Tabela 5. Zestawienie wartości nachylenia linii regresji dla 50% i 95% gajówek schwytanych w latach 1976 - 1997; BK – Bukowo-Kopań, MW – Mierzeja Wiślana (wyniki pracy), CH – Christiansø (za Tøttrup i in. 2015); czerwony druk – $p < 0,05$; kursywa – $0,05 < p < 0,1$.

Stacja	50%	95%
BK	0.1321	-0.3828
MW	0.0279	-0.5504
CH	-0.09	-0.88

Natomiast różnica w nachyleniu linii regresji dla 95% na obu stacjach w okresach 1965 – 2016 i 1976 – 1997, może świadczyć o tym, że w latach 1976 – 1997 nastąpiła większa zmiana w datach zakończenia przelotu gajówek (Ryc. 4) i ocieplenie klimatu miało większy wpływ na migracje w tym okresie, niż po roku 1997.

Brak zmian w terminach przelotu dla początkowych i przyspieszenie przelotu dla końcowych części populacji na obu stacjach Akcji Bałtyckiej, może wynikać z różnego pochodzenia lęgowego ptaków wędrujących na początku i na końcu sezonu jesiennej migracji. Pierwsze grupy schwytanych na tych stacjach ptaków mogą pochodzić z lęgówisk lokalnych lub z południowego wybrzeża Bałtyku i czynniki klimatyczne mogą inaczej wpływać na te populacje, niż na te wędrujące później z bardziej północnych lęgówisk. Pozytywne korelacje terminów początku przelotu (5%) na stacji Bukowo-Kopań z temperaturami w Łebie mogą potwierdzać inny wpływ zmieniających

się czynników klimatycznych na wczesne partie wędrujących jesienią gajówek, niż na te wędrujące później w sezonie.

Korelacje terminów 5% i 95% przelotu przez stacje Bukowo-Kopań i Mierzeja Wiślana sugerują, że podobne czynniki działały na początkowe i na końcowe grupy gajówek schwytanych na obu stacjach, co może wskazywać na ich podobne pochodzenie lęgowe, być może lokalne. Natomiast brak korelacji między terminami przelotu pozostałych części migrujących ptaków może wynikać z odmiennych proporcji populacji z różnych lęgówisk lub różnej intensywności ich przelotu przez te stacje.

Uzyskane wyniki wskazują, że terminy jesiennej wędrówki populacji gajówek są związane z temperaturami wiosną i latem na ich trasie przelotu przez południowe wybrzeże Bałtyku. Największy wpływ na termin jesiennej wędrówki miały średnie temperatury kwietnia i maja. Im cieplejsza była wiosna w Łebie tym wcześniej kończył się jesienny przelot gajówek przez południowe wybrzeże Bałtyku, co może wynikać z wczesnego przylotu dorosłych osobników na lęgowiska w ciepłe wiosny i w efekcie wczesnego rozpoczęcia i zakończenia lęgów (Ellegren 1990, Sokolov i in. 1999). Termin jesiennej migracji gajówek na polskim wybrzeżu jest również związany z temperaturami lipca i sierpnia na lęgowskich i są to miesiące, w których gajówki przygotowują się do wędrówki jesiennej. Wysokie temperatury latem mogą przyspieszać dorastanie i gotowość do wędrówki młodych osobników (Redlisiak i in., w przygotowaniu), a dzięki wczesnemu wyprowadzeniu lęgów dorosłe ptaki mają szanse na wczesny odlot z lęgówisk. Wpływ na terminy jesiennej migracji mają również temperatury sierpnia na trasie przelotu. Im cieplejsze lato w Łebie tym wcześniej 95% populacji gajówek przelatuje przez stację Bukowo-Kopań, co może odzwierciedlać wcześniejsze dojrzewanie młodych ptaków z lokalnej populacji. Skrócenie okresu przelotu 90% populacji gajówek przez wybrzeże Bałtyku, wynika z wcześniejszego zakończenia przelotu ptaków na zimowiska przy braku zmian terminów początku przelotu. Korelacja długości okresu przelotu gajówek przez stację Bukowo-Kopań z temperaturami w Łebie w tych samych miesiącach, z którymi były skorelowane terminy przelotu 75-95% gajówek, potwierdza wpływ lokalnych warunków na wędrówkę tego gatunku (Saino i Ambrosini 2008).

Więcej istotnych korelacji terminów przelotu gajówek na stacji Bukowo-Kopań z temperaturami w Łebie może wynikać z mniejszej odległości tej stacji meteorologicznej od stacji Bukowo-Kopań niż od Mierzei Wiślanej. Korelacja terminów jesiennego przelotu 5% gajówek schwytanych na stacji Bukowo-Kopań z temperaturami maja w Łebie, a brak podobnej zależności na Mierzei Wiślanej, może wynikać z wpływu wiosennych temperatur na populację gajówki gniazdujące na środkowym wybrzeżu. Ciepła wiosna mogła wpłynąć na lokalne gajówki tak, że odlatywały one przed początkiem badań (14 sierpnia), dzięki czemu pierwsze 5% wędrujących ptaków obserwowano później i były to ptaki z nieco dalszych lęgów. Silniejszy wpływ temperatur maja i sierpnia w Łebie na ptaki schwytane na stacji Bukowo-Kopań, niż na Mierzei Wiślanej, może odzwierciedlać wpływ tych temperatur na przyspieszenie odlotu populacji gniazdującej w okolicach pierwszej stacji.

Wyniki pracy wskazują, że w skali ponad 50 lat zaznacza się wpływ ocieplenia klimatu na jesienne migracje gajówek w rejonie Bałtyku. Szczególny wpływ na przyspieszenie zakończenia i skrócenie okresu jesiennego przelotu miały coraz wyższe temperatury wiosny i lata w tym rejonie. Podobne zmiany jak u gajówki zostały zaobserwowane u innego migranta dalekodystansowego – muchołówki żałobnej (Tøttrup i in. 2015). U śpiewaka, który jest migrantem średniodystansowym, również zaznaczał się wpływ temperatur lata w rejonie Bałtyku na jesienną wędrówkę, jednak odwrotnie, u tego gatunku nastąpiło przyspieszenie początku przelotu (Redlisiak i in., w przygotowaniu). Ocieplenie klimatu wpływa więc zarówno na ptaki migrujące na krótkie, jak i długie dystanse, jednak w różny sposób, prawdopodobnie w zależności od ich biologii lęgowej. Migranty krótko- i średniodystansowe, dzięki ociepleniu klimatu, mogą wcześniej rozpocząć sezon lęgowy i wyprowadzać dodatkowy lęg, zwiększając swój sukces reprodukcyjny. Młode z pierwszego lęgu odlatują wcześniej, a młode z dodatkowego lęgu późno, wydłużając okres jesiennego przelotu (Redlisiak i in. w przygotowaniu). Natomiast migranty dalekodystansowe, dzięki wczesnemu rozpoczęciu lęgów, przy braku czasu na dodatkowe, mogą wcześniej rozpocząć i zakończyć przelot jesienią, zwiększając swoje szanse przeżycia długiej, ryzykownej wędrówki i zajęcia dobrego terytorium na zimowiskach (Berthold 1993, Jenni i Kéry 2003).

6. Bibliografia

1. Ahola M., Laaksonen T., Sippola K., Eeva T., Rainio K., Lehikoinen E. 2004. Variation in climate warming along the migration route uncouples arrival and breeding dates. *Global Change Biology* 10, s. 1610–1617.
2. Berthold P. 1993. Bird Migration: A General Survey, s. 115–119, 197–202.
3. Both C., Artemyev A.V., Blaauw B., Cowie R.J., Dekhuijzen A.J., Eeva T., Enemar A., Gustafsson L., Ivankina E.V., Järvinen A., Metcalfe N.B., Nyholm N.E.I., Potti J., Ravussin P.A., Sanz J.J., Silverin B., Slater F.M., Sokolov L.V., Török J., Winkel W., Wright J., Zang H. & Visser M.E. 2004. Large-scale geographical variation confirms that climate change causes birds to lay earlier. *Proc. R. Soc. Lond. B* 271, s. 1657–1662.
4. Ellegren H. 1990. Timing of autumn migration in Bluethroats *Luscinia s. svecica* depends on timing of breeding. *Ornis Fennica* 67, s. 13–17.
5. Forchhammer M.C., Post E., Stenseth N.C. 2002. North Atlantic Oscillation timing of long- and short-distance migration. *Journal of Animal Ecology*, 71, s. 1002–1014.
6. Fransson T., Hall-Karlsson S. 2008. Svensk ringmärkningsatlas. Vol. 3, s.118–120.
7. Huin N., Sparks TH. 2000. Spring arrival patterns of the Cuckoo *Cuculus canorus*, Nightingale *Luscinia megarhynchos* and Spotted Flycatcher *Muscicapa striata* in Britain. *Bird Study* 47, s. 22–31.
8. Hüppop O., Hüppop K. 2003. North Atlantic oscillation and timing of spring migration in birds. *Proceedings of the Royal Society of London Series B*, 270, s. 233–240.
9. Jenni L., Kéry M. 2003. Timing of autumn bird migration under climate change advances in long-distance migrants, delays in short-distance migrants. *Proc. R. Soc. Lond. B* 270, s. 1467–1471.
10. Lehikoinen E., Sparks TH., Žalakevicius A. 2004. Arrival and Departure Dates. *Advances in Ecological Research* 35, s. 1–31.

11. Ożarowska A. 2015. Contrasting Fattening Strategies in Related Migratory Species: The Blackcap, Garden Warbler, Common Whitethroat and Lesser Whitethroat. *Annales Zoologici Fennici* 52(1-2), s.115–127.
12. Pearce-Higgins J.W., Green R. 2014. Birds and Climate Change: Impacts and Conservation Responses, s. 51–52.
13. Redlisiak M., Remisiewicz M., Nowakowski J.K. Many-year changes in migration timing of Song Thrush *Turdus philomelos* at the southern Baltic coast in response to temperatures on route and at breeding grounds (w przygotowaniu).
14. Saino N., Ambrosini R. 2008. Climatic connectivity between Africa and Europe may serve as a basis for phenotypic adjustment of migration schedules of trans-Saharan migratory birds. *Global Change Biology* 14, s. 250–263.
15. Svensson L., Møller A.P., Zetterström D. 2013. Przewodnik Collinsa: Ptaki Europy i Obszaru Śródziemnomorskiego, s. 304.
16. Sokolov L.V., Markovets M. Y., Shapoval A.P., Morozov Y.G. 1998. Long-term trends in the timing of spring migration of passerines on the Courish Spit of the Baltic Sea. *Avian Ecology and Behavior* 1, s. 1–21.
17. Tøttrup, A.P., Thorup, K., Rahbek, C. 2006. Changes in timing of autumn migration in North European songbird populations. *Ardea*, 94(3), s. 527–536.

7. Załącznik

Tabela Z1. Współczynniki w równaniach regresji (Ryc. 5), ich istotności statystyczne oraz zmiana terminów przelotu w ciągu 52 lat, dla kolejnych procentów schwytanych ptaków, na stacjach Bukowo-Kopań i Mierzeja Wiślana. a – wyraz wolny (współczynnik przecięcia linii regresji z osią y), β – współczynnik nachylenia linii regresji, SE – błąd standardowy β , p – istotność statystyczna β , $52 \cdot \beta$ – zmiana terminów jesiennej wędrówki w ciągu 52 lat (w dniach), czerwony druk – wartości istotne statystycznie przy $p < 0,05$.

% przelatującej populacji	Stacja	a	β	SE	p	$52 \cdot \beta$
5%	Bukowo-Kopań	2,3427	0,0132	0,0152	0,3890	0,6848
10%		5,3587	0,0020	0,0284	0,9430	0,1057
25%		11,5959	-0,03110	0,0405	0,4460	-1,6172
50%		20,9815	-0,06841	0,0540	0,2110	-3,5573
75%		34,4097	-0,1720	0,0527	0,0020	-8,9440
90%		44,2826	-0,2062	0,0530	0,0003	-10,7208
95%		48,7567	-0,2191	0,0538	0,0002	-11,3932
5%	Mierzeja Wiślana	3,7027	0,0386	0,0330	0,2484	2,0077
10%		6,2859	0,0331	0,0417	0,4320	1,7212
25%		11,8825	0,0185	0,0561	0,7440	0,9610
50%		22,7216	-0,0763	0,0658	0,2520	-3,9686
75%		34,6756	-0,1397	0,0655	0,0383	-7,2644
90%		42,2232	-0,1575	0,0731	0,0366	-8,1900
95%		49,4800	-0,2631	0,0682	0,0004	-13,6833