



UNIWERSYTET GDAŃSKI

Michał Rybant

*Kierunek studiów: **Biologia**
Numer albumu: 256501.*

**Wieloletnie zmiany terminów wiosennej wędrówki pleszki
(*Phoenicurus phoenicurus*) przez polskie wybrzeże Bałtyku
i ich związek z temperaturami na zimowiskach i trasach
wiosennej migracji.**

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

Gdańsk 2020

Abstract

Long-term changes in spring migration timing of (*Phoenicurus phoenicurus*) at the Polish coast of Baltic and their relation to temperatures at wintering grounds and spring migration routes.

Many birds have advanced timing of spring migration of Europe in response to increased temperatures caused by climate change. I aimed to determine if temperatures on wintering grounds and migration routes influence the timing of spring migration of the Common Redstart on the Polish coast of Baltic. I used the data collected by mistnetting at Operation Baltic ringing stations: Hel and Bukowo-Kopań, during spring migration (23 March–15 May) during 1968-2018. Common Redstarts were split into 10%, 25%, 50%, 75% and 90% of the total numbers caught each spring. I analysed changes in dates of these percentiles over the years. Long-term trends have shown that spring arrival of 10%-50% advanced by 7 to 14 days at Hel over 1968-2018. Migration dates of 10%, 25% and 50% at Hel were negatively correlated with average temperatures at wintering grounds in North Africa and selected places in the regions of southern Spain, central Europe and the Balkan on the spring routes in February–May. Due to the warming climate, the Common Redstart may arrive earlier and begin the breeding season, this affects the possibility of carrying out an additional brood. However, at Bukowo-Kopań spring arrival of 50% was delayed by 9 days over 1982-2018. The data for 50% were positively correlated with average temperatures at wintering grounds in North Africa and selected places in the regions of southern Spain, central Europe and the Balkan on spring migration routes at Bukowo-Kopań. Perhaps this results in longer stops at these supply regions by Common Redstart from their exhausting journey from Central Africa.

Spis treści

1. Wstęp	1
2. Cel badań.....	3
3. Teren badań	3
4. Materiały i metody	4
5. Wyniki	8
5.1 Trendy wieloletnie na stacjach Hel oraz Bukowo-Kopań.	8
5.2 Korelacje dat percentyli przelotu pleszki przez stację Hel i Bukowo-Kopań ze średnimi temperaturami na zimowiskach.	9
5.3 Korelacje dat percentyli przelotu pleszki przez stację Hel i Bukowo-Kopań ze średnimi temperaturami na trasach wiosennej migracji.	11
6. Dyskusja	16
6.1 Trendy wieloletnie wiosennej migracji pleszki na tle trendów w innych częściach Europy.....	16
6.2 Związek między terminem wiosennej migracji pleszki przez polskie wybrzeże a temperaturami na zimowiskach i na trasach wiosennej migracji.....	17
6.3 Możliwe przyczyny różnic między stacjami Hel i Bukowo-Kopań.	18
6.4 Podsumowanie	18
7. Bibliografia:.....	19

1. Wstęp

W obecnych czasach bardzo szybko się zmienia klimat. Zmiany klimatu charakteryzują się między innymi wzrostem temperatur, zmianą struktury opadów oraz występowaniem ekstremalnych warunków pogodowych. Takie zmiany klimatu oddziałują na ekosystemy oraz na organizmy, które w nich żyją (Bairlein i Hüppop 2004). Warunki pogodowe występujące lokalnie w tych miejscach i regionalnie na trasach przelotu ptaków silnie oddziałują na przeżywalność oraz zachowanie ptaków podczas migracji (Bolger i in. 2005). Na przykład, susze spowodowane wysokimi temperaturami i małymi opadami w miejscach odpoczynku powodują zmniejszenie się zasobów pokarmu w danym siedlisku. Przez to może wydłużyć się czas potrzebny ptakom do zgromadzenia zapasów na dalszą wędrówkę i może wzrosnąć śmiertelność (Tøttrup i in. 2012). Migranci długodystansowi są mniej elastyczni od migrantów krótkodystansowych przy wyborze miejsc odpoczynku, co może mieć negatywne konsekwencje jeśli w danym miejscu występuje deficyt zasobów pokarmowych (Butler 2003).



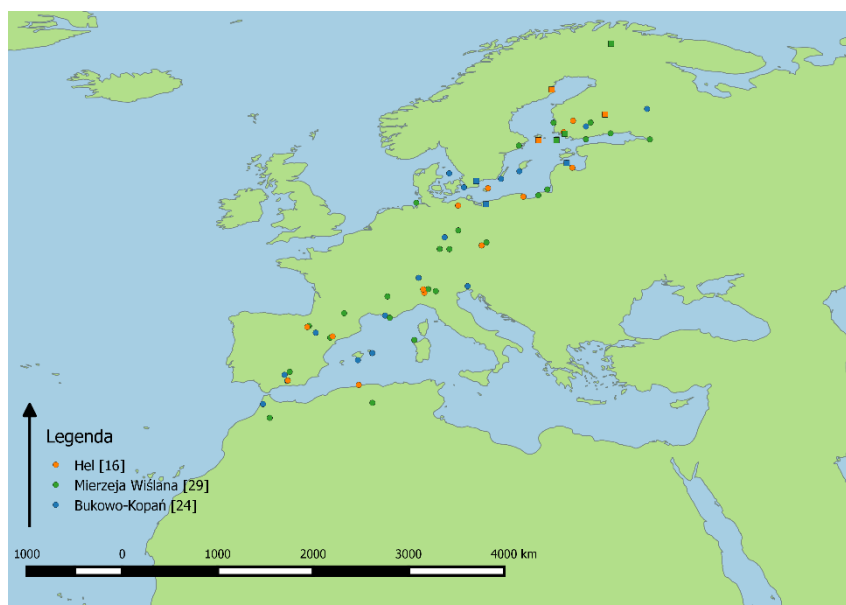
Ryc. 1 Pleszka zwyczajna *Phoenicurus phoenicurus*,
(<http://www.ptakipolski.pl/pleszka/>)

Pleszka zwyczajna (*Phoenicurus phoenicurus*) (Ryc. 1) należy do rodziny mucholówkowatych (Muscicapidae). Gniazduje prawie w całej Europie oraz w środkowej Azji (Ryc. 2). Pleszka występuje w lasach mieszanych, liściastych, a także w ogrodach i parkach, a w Polsce również występuje w prześwietlonych borach sosnowych (Gryz 2018). Pleszka wyprowadza od jednego do dwóch lęgów w ciągu roku (Svensson i in. 2009). Jest migrantem długodystansowym, a jej zimowiska znajdują się w północnej i środkowej Afryce, a także na południu Półwyspu Arabskiego (Ryc. 2).



Ryc. 2. Lęgowiska (na fioletowo) i zimowiska (na pomarańczowo) pleszki.
(<https://www.medianauka.pl/pleszka>)

Początkiem tras migracyjnych pleszek zaobraczkowanych przez Akcję Bałtycką są lęgowiska w Szwecji, Finlandii, Estonii i północno-zachodniej Rosji. Z wybrzeża Bałtyku pleszki wędrują w kierunku południowo-zachodnim, przez Półwysep Iberyjski lub Półwysep Apeniński na zimowiska w Afryce północnej (Ryc. 3, Maciąg i in. 2017) i prawdopodobnie także przez południe od Sahary (Ryc. 2).



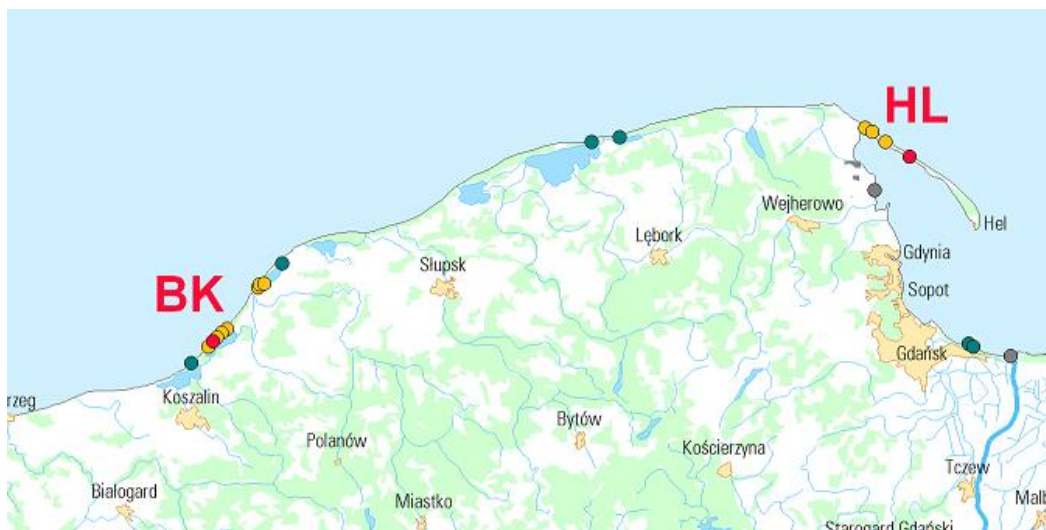
Ryc. 3. Mapka ponownych stwierdzeń ptaków zaobraczkowanych na Akcji Bałtyckiej, oraz w innych miejscach i schwytanych na Akcji Bałtyckiej, w promieniu większym niż 20 km od miejsca obrączkowania, w latach 1960–2015. W nawiasach kwadratowych jest liczba wiadomości o ptakach zaobraczkowanych lub stwierdzonych na danej stacji AB. Ptaki zaobraczkowane na stacjach dodatkowych połączone z tym z najbliższych głównych stacji AB. Kwadratami oznaczono stwierdzenia w sezonie lęgowym (20.05–15.07) (Maciąg i in., 2017). (<http://sbwp.ug.edu.pl/badania/monitoringwyniki/mapy/>).

2. Cel badań

Celem badań jest sprawdzenie czy zmiany temperatur na zimowiskach oraz na trasach migracji wpływają na wieloletnie zmiany terminów wiosennego przelotu pleszki *Phoenicurus phoenicurus* przez Polskie wybrzeże Bałtyku, na podstawie danych ze stacji obrączkowania Helu w latach 1968-2018 oraz Bukowo-Kopań w latach 1982-2018.

3. Teren badań

Teren badań to rejon w dwóch stacji ornitologicznych: Bukowo-Kopań ($54^{\circ}21'56.50''N$; $19^{\circ}23'24.60''E$) i Hel ($54^{\circ}44'25.00''N$; $18^{\circ}33'49.00''E$) (Ryc. 4). Stacja Bukowo-Kopań znajduje się w województwie zachodniopomorskim, w pobliżu Koszalina. W latach 1982-2010 stacja mieściła się na mierzei jeziora Kopań, od 2011 roku stacja działała na mierzei jeziora Bukowo. W rejonie stacji mierzeja ma od 150 do 250 m szerokości i występuje na niej łąg olszowo-jesionowy, pomorski las brzoźowo-dębowy, młodniki sosnowe i inne typy boru trzcinowiska oraz zakrzewienia wierzbowe i roślin owocujących. (Stępniewski i in. 2014). Stacja Hel znajduje się na półwyspie Helskim, pobliżu Kuźnicy. W rejonie stacji występują roślinność ułożona w charakterystyczne pasy takie jak pas z roślinnością wydmową, pas boru sosnowego i pas od strony zalewu z zakrzewieniem wierzb i róży pomarszczonej. Szerokość pas z roślinnością, w których odbywało się schwytywanie ptaków liczy około 600 metrów (Tomasz Maciąg i in. 2017).



Ryc. 4. Lokalizacja stacji ornitologicznych wykorzystanych w pracy; BK- Bukowo-Kopań , HL- Hel –czerwonymi kropkami współczesna lokalizacja obecnie działającej stacji, pomarańczowymi kropkami- historyczne miejsca powyższych stacji. (<https://akbalt.ug.edu.pl/stacje/stacje-historia>, zmodyfikowane).

4. Materiały i metody

Wykorzystane dane zostały zebrane w dwóch stacjach obrączkowania ptaków działających w ramach projektu badawczego Akcja Bałtycka: Bukowo-Kopań oraz Hel. Zbieranie danych odbywało się na Helu w latach 1968-2018, a na stacji Bukowo-Kopań w latach 1982-2018 od 23 marca do 15 maja. Ten termin obejmuje cały okres wiosennego przelotu pleszki. Na obu stacjach były rozkładane około pięćdziesięciu (35-59) sieci ornitologicznych, w które chwymano ptaki odpoczywające w trakcie wędrówki, w tym pleszki. Ze względu na bezpieczeństwo i zdrowie ptaków, sieci były kontrolowane co godzinę, od świtu do zmroku. Schwyte ptaki były transportowane w odpowiednich workach do obozu. Następnie każdy schwytany ptak był oznaczony, obrączkowany, mierzony i ważony przez osoby z uprawnieniami do obrączkowania ptaków (Busse i Meissner 2015). U pleszek oznaczano płeć oraz wiek (ptak młody lub dorosły) każdego osobnika według cech upierzenia (Svensson 1992, Demongin 2006). Wszystkie dane obrączkowania oraz pomiary każdego osobnika zostały zapisane w specjalnym zeszycie terenowym. Zapisane dane zostały później wprowadzone do bazy danych Akcji Bałtyckiej. Z tej bazy uzyskałem dane dotyczące liczby schwytanych osobników pleszki w poszczególnych dniach sezonu wiosennego ze wszystkich lat badań. W pracy wszystkie klasy wiekowe i płciowe pleszki były traktowane łącznie. Razem dane dotyczyły 1495 osobników schwytanych w stacji Bukowo-Kopań oraz 1535 osobników ze stacji Hel (Tab. 1). Lata, w których schwytano poniżej 10 osobników wyłączone z analiz (Tab. 1). W dniach, w których nie było możliwości chwytania ptaków, uzupełniono liczebność pleszek po przez obliczenie średniej liczby zaobráczkowanych ptaków w konkretnym dniu, które zostały schwytane w ciągu poprzednich 6 lat oraz 6 lat następnych. Luki te wystąpiły 10 razy na stacji Hel, nie więcej niż 4 razy na sezon (Remisiewicz i in. 2020).

Tabela 1. Liczebności pleszek w danym roku w okresie 23 marca - 15 maja w obu stacjach (BK- Bukowo-Kopań, HEL- stacja Hel). „-”, - lata, które nie zostały uwzględnione, ponieważ schwytano mniej niż 10 osobników.

Rok	N BK	N Hel	Rok	N BK	N Hel	Rok	N BK	N Hel	Rok	N BK	N Hel
1968	-	-	1981	-	51	1994	39	-	2007	62	25
1969	-	-	1982	29	37	1995	34	53	2008	71	49
1970	-	140	1983	52	39	1996	17	51	2009	97	28
1971	-	66	1984	12	-	1997	70	93	2010	45	41
1972	-	-	1985	46	30	1998	43	50	2011	-	55
1973	-	-	1986	13	18	1999	142	89	2012	66	30
1974	-	-	1987	10	11	2000	86	92	2013	30	26
1975	-	-	1988	18	-	2001	40	67	2014	17	31
1976	-	-	1989	32	-	2002	45	62	2015	10	35
1977	-	-	1990	-	13	2003	25	47	2016	22	15
1978	-	13	1991	-	-	2004	130	34,11	2017	21	24
1979	-	16	1992	13	-	2005	73	17	2018	23	23
1980	-	11	1993	-	15	2006	62	38	Razem	1495	1535

Na podstawie otrzymanych danych określiłem daty oraz numer dnia, w którym schwytano 10%, 25%, 50%, 75% oraz 90% (percentyle) całkowitej liczby schwytanych osobników pleszki w danym sezonie wiosennym każdego roku. Następnie dla każdej stacji na wykresach przedstawiałem dni dla poszczególnych percentyli przelotu pleszki (10%, 25%, 50%, 75% oraz 90%) w kolejnych latach. Dla każdego z tych percentyli wyznaczyłem linie trendów za pomocą regresji liniowej w programie Microsoft Office 365 ProPlus, podobnie jak w pracach Redlisiak i in. (2018) i Remisiewicz i in. (2020).

Wykorzystane dane z średnią dzienną temperatur lutego, marca, kwietnia i maja ze stacjami meteorologicznymi znajdujących się na zimowiskach oraz trasach wiosennej migracji pleszki (Tab. 2) zostały zaczerpnięte z strony European Climate Assessment and Dataset (<http://www.ecad.eu> , 2019). Część tych danych otrzymałem w formie zestawień przygotowanych przez poprzednich dyplomatów SBWP (Gruchocka 2015, Pniszke 2018), które uaktualniłem do 2018 i uzupełniłem o dane z dodatkowych stacji. Do tych uzupełnień obliczyłem średnie miesięczne temperatury z średnich dziennych temperatur dla poszczególnych miesięcy ze strony www.ecad.eu. W pracy wykorzystałem średnie temperatury lutego i marca ze stacji meteorologicznych na zimowiskach pleszki, a z lutego, marca, kwietnia oraz maja dla stacji znajdujących się

na trasach wiosennej migracji pleszki (Tab. 2. Ryc. 5). Wykorzystałem też wskaźnik North Atlantic Oscillation Index (NAO) dla miesięcy luty-maj w latach 1981–2019, uzyskane z bazy danych US National Oceanic and Atmospheric Administration, National Weather Service, Climate Prediction Center (<http://www.cpc.ncep.noaa.gov/>, 2019).

Numery dni przelotu 10%, 25%, 50%, 75% oraz 90% populacji pleszki w kolejnych latach skorelowałem ze średnimi miesięcznymi temperatur w kolejnych latach z wybranych stacji oraz wskaźnik NAOI za pomocą współczynnika Pearsona w programie Statistica 13.1 (Dell Inc. 2016).



Ryc. 5. Stacje meteorologiczne na zimowiskach (niebieskie kółka) oraz na trasach wiosennej migracji (bordowe kółka) oraz stacje obrączkowania ptaków (czerwone kółka). BK - Bukowo-Kopań, HL - Hel; symbole stacji meteorologicznych jak w Tabeli 2.

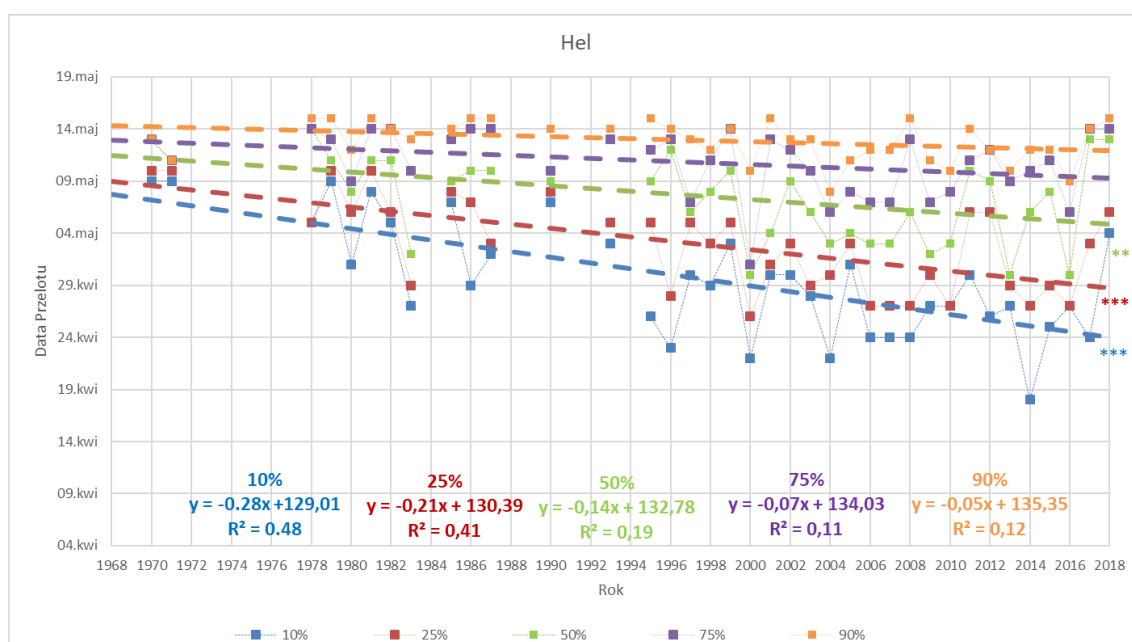
Tabela 2. Stacje meteorologiczne na zimowiskach oraz na wiosennej trasie migracji pleszki (Ryc. 5). Podano lata, z których były dostępne temperatury wykorzystane w pracy.

Etapy cyklu życiowego (miesiące)	Lata	Stacje meteorologiczne (kraj)	Skróty stacji meteoro- logicznych
Trasy wiosennej migracji (luty-maj)	1968-2018	Larisa (Grecja)	Lar
	1968-2018	Hamburg (Niemcy)	Ham
	1968-2018	Nisz (Serbia)	Nis
	1968-2018	Szeged (Węgry)	Sze
	1968-2018	Brindisi (Włochy)	Bri
	1968-2018	Eindhoven (Holandia)	Ein
	1968-2018	Wiedeń (Austria)	Wie
	1968-2018	Edirne (Turcja)	Edi
	1968-2018	Malaga (Hiszpania)	Mal
	1968-2018	Granada (Hiszpania)	Gra
	1973-2016	Almeria (Hiszpania)	Alm
Zimowiska (luty-marzec)	1973-2016	Tunis (Tunezja)	Tun
	1973-2016	Casablanca (Maroko)	Cas
	1973-2014	Benina (Libia)	Ben
	1973-2016	Annaba (Algieria)	Ana
	1973-2016	Bechar (Algieria)	Bec
	1981-2016	Bordj-Bou-Arredidj (Algieria)	BOR
	1973-2016	Nouakchott (Mauretania)	Nou
	1973-2016	Abidjan, (Wybrzeże Kości Słoniowej)	Abi
Zimowiska i trasy wiosennej migracji (luty-maj)	1968-2018	North Atlantic Oscillation Index	NAO

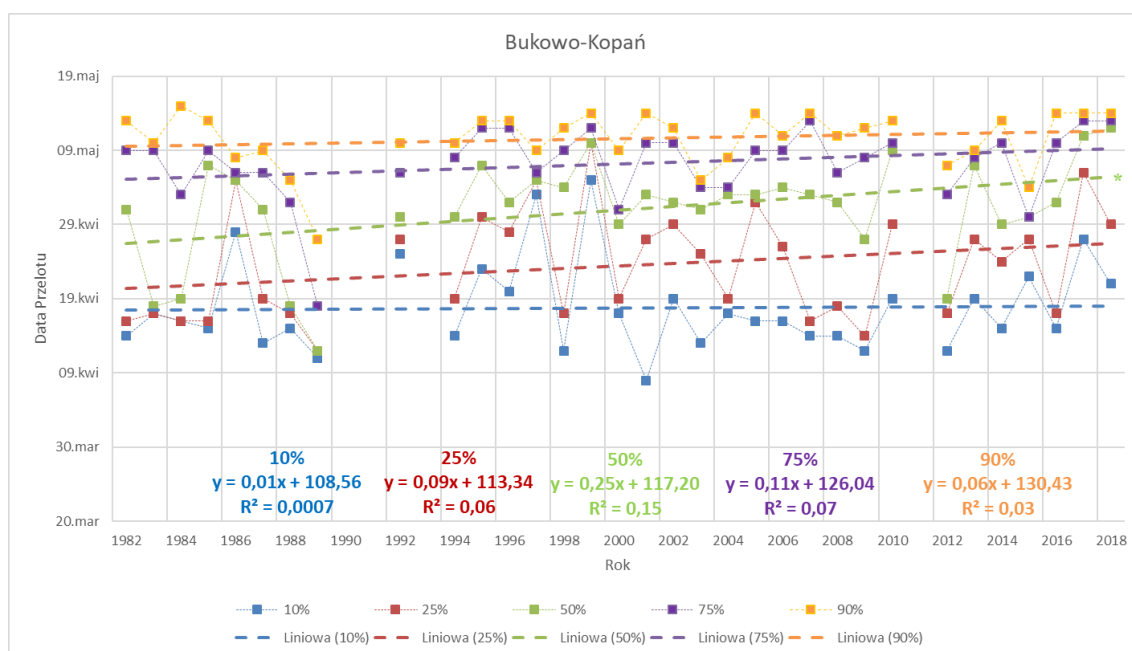
5. Wyniki

5.1 Trendy wieloletnie na stacjach Hel oraz Bukowo-Kopań.

W latach 1968-2018 terminy przelotów pleszki dla 10%, 25% i 50% schwytanych osobników znacząco uległy przyspieszeniu dla stacji Hel, średnio od 7 do 14 dni w ciągu 51 lat badań (Ryc. 6). Natomiast dla stacji Bukowo-Kopań w latach 1982-2018 nastąpiła odwrotna tendencja opóźniania się o 9 dni przylotu pleszki dla 50% schwytanych osobników w ciągu 37 lat badań (Ryc. 7).



Ryc. 6. Terminy przelotu 10%, 25%, 50%, 75% i 90% całkowitej liczby schwytanych pleszek oraz trendy liniowe dla tych percentyli w latach 1968-2018 na stacji Hel, * - $p < 0,05$, ** - $p < 0,01$, *** - $p < 0,001$, p – istotność.



Ryc. 7. Terminy przelotu 10%, 25%, 50%, 75% i 90% całkowitej liczby schwytych pleszek oraz trendy liniowe dla tych percentyli w latach 1982-2018 na stacji Bukowo-Kopań, * - $p < 0,05$, ** - $p < 0,05$, *** - $p < 0,001$, p – istotność.

Korelacja terminów kolejnych percentyli przelotu między stacjami Hel a Bukowo-Kopań nie były istotne (Tab. 3).

Tabela 3. Korelacje terminów przelotu 10%, 25%, 50%, 75% i 90% pleszki między stacjami Hel a Bukowo-Kopań w latach 1982-2018; r- współczynnik korelacji Pearsona.

Percentyle	10%	25%	50%	75%	90%
R	-0,067	-0,062	-0,198	-0,011	-0,057

5.2 Korelacje dat percentyli przelotu pleszki przez stację Hel i Bukowo-Kopań ze średnimi temperaturami na zimowiskach.

Daty 50% przelotu pleszki przez stację Hel były ujemnie skorelowane ze średnimi temperaturami marca w stacjach Tunis, Bechar i Abidjan. Terminy przelotu 75% i 90% pleszki były również ujemnie skorelowane ze średnimi temperaturami marca w Abidjan, a dla 90% ze średnimi temperaturami lutego w tej stacji (Ryc. 8, Tab. 4). Terminy przelotu 50% pleszki przez stację Bukowo-Kopań były dodatnio skorelowane ze średnimi temperaturami lutego w Bechar, Casablanca, Tunis i Annaba (Ryc. 8, Tab. 4).



Ryc. 8. Stacje meteorologiczne na zimowiskach (niebieskie kółka) oraz na trasach wiosennej migracji (bordowe kółka) i stacje, w których schwytano ptaki (czerwone kółka). BK - Bukowo-Kopań, HL - Hel. Symbole stacji meteorologicznych jak w Tabeli 2. Dodatkowe znaki przy stacjach meteorologicznych oznaczają korelacje pomiędzy średnimi miesięcznymi temperaturami na zimowiskach a percentylami przylotu pleszki: zielone dla stacji Hel, fioletowe dla stacji Bukowo-Kopań.

Tabela 4. Korelacje Pearsona (r) pomiędzy średnimi miesięcznymi temperaturami w stacjach meteorologicznych na zimowiskach, a datami kolejnych percentyli oraz długości przelotu (daty 10%-90%) pleszki przez stację Hel (HL) w latach 1968-2018 i Bukowo Kopań (BK) w latach 1982-2018; lata korelowane dla danej stacji meteorologicznej są podane w Tabeli 2. Wyniki zaznaczone na czerwono są istotne statystycznie ($p < 0,05$).

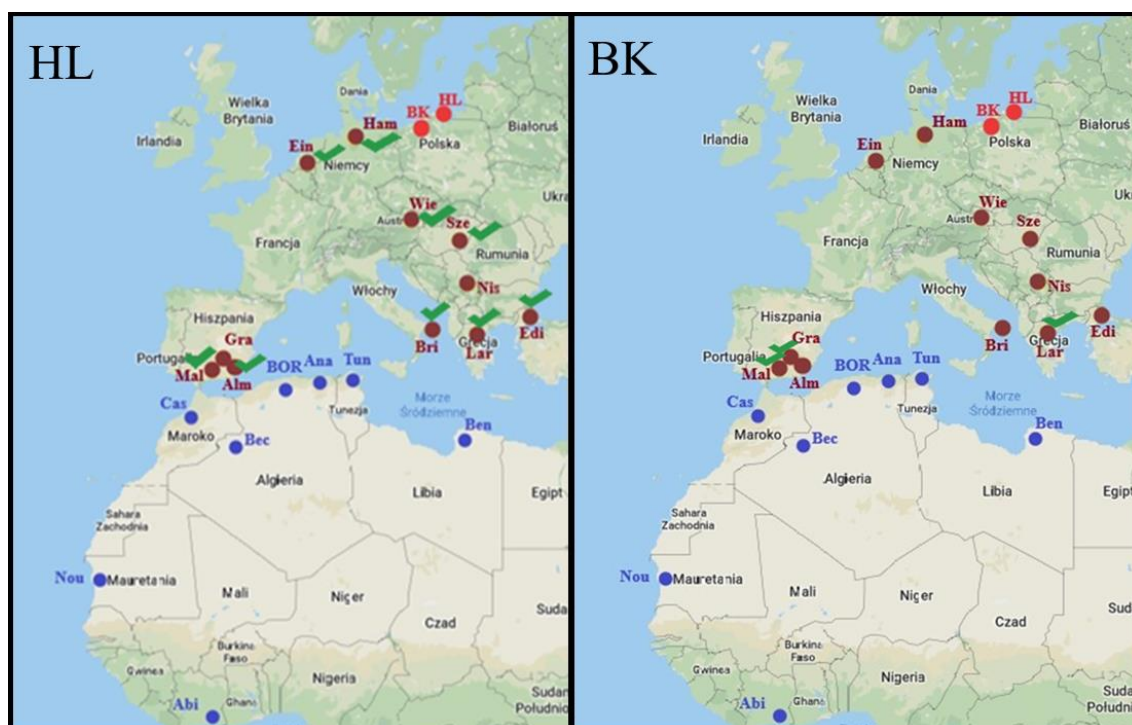
Miesiąc	Stacja	10%	25%	50%	75%	90%	Długość przelotu
Tunis							
Luty	BK	-0,01	0,01	0,40	0,33	0,31	0,18
	HL	-0,14	-0,13	-0,13	-0,25	-0,10	0,12
Marzec	BK	-0,09	0,09	0,14	-0,02	-0,07	0,04
	HL	-0,25	-0,31	-0,47	-0,26	-0,23	0,19
Casablanca							
Luty	BK	-0,06	-0,03	0,43	0,22	0,25	0,19
	HL	-0,02	-0,16	-0,13	-0,20	-0,11	-0,03
Marzec	BK	-0,12	0,08	0,34	0,12	0,09	0,15
	HL	-0,16	-0,22	-0,32	-0,34	-0,22	0,07

Miesiąc	Stacja	10%	25%	50%	75%	90%	Długość przelotu
Benina							
Luty	BK	0,03	0,11	0,30	0,18	0,09	0,02
	HL	-0,17	-0,11	-0,09	-0,10	-0,27	0,09
Marzec	BK	-0,06	0,15	0,17	0,06	0,08	0,10
	HL	-0,03	-0,04	-0,31	-0,08	-0,22	-0,06
Annaba							
Luty	BK	0,02	0,03	0,36	0,25	0,26	0,12
	HL	0,11	0,10	0,13	-0,05	0,12	-0,08
Marzec	BK	-0,09	0,06	0,00	-0,10	-0,20	-0,03
	HL	0,09	-0,04	-0,11	0,10	0,10	-0,06
Bechar							
Luty	BK	0,11	0,09	0,38	0,33	0,31	0,08
	HL	0,02	-0,05	-0,09	-0,17	-0,01	-0,03
Marzec	BK	-0,31	-0,01	0,15	0,10	0,05	0,30
	HL	0,03	-0,26	-0,40	-0,16	-0,11	-0,08
BORDJ-BOU-ARRERIDJ							
Luty	BK	0,00	0,01	0,27	0,20	0,23	0,13
	HL	0,07	0,08	-0,07	-0,19	-0,02	-0,09
Marzec	BK	-0,29	-0,07	-0,01	-0,12	-0,11	0,19
	HL	0,11	-0,08	-0,32	-0,14	-0,12	-0,18
Nouakchott							
Luty	BK	0,05	-0,04	0,09	0,10	0,14	0,03
	HL	0,01	-0,05	-0,12	-0,16	0,04	0,01
Marzec	BK	-0,29	-0,22	-0,09	-0,10	-0,17	0,16
	HL	0,10	-0,10	-0,17	-0,16	-0,07	-0,15
Abidjan							
Luty	BK	-0,01	0,08	0,15	0,24	0,24	0,14
	HL	0,08	-0,08	-0,26	-0,20	-0,41	-0,27
Marzec	BK	-0,15	-0,06	0,02	0,16	0,22	0,25
	HL	-0,05	-0,12	-0,37	-0,36	-0,45	-0,15

5.3 Korelacje dat percentyli przelotu pleszki przez stację Hel i Bukowo-Kopań ze średnimi temperaturami na trasach wiosennej migracji.

Terminy przelotu 10% i 25% pleszki na stacji Hel były ujemnie skorelowane ze średnimi miesięcznymi temperaturami marca, kwietnia i maja w stacji Malaga, co oznacza, że im wyższe temperatury w danym miejscu tym przelot był wcześniejszy (Ryc. 9, Tab. 5) Terminy przelotu 10%, 25% i 50% były również ujemnie skorelowane

ze średnimi temperaturami maja, a tylko 25% w Edirne. Daty 10% i 25% percentyli były też ujemnie skorelowane ze średnimi temperaturami kwietnia w stacjach Szeged, Wiedeń, Eindhoven i Hamburg. Natomiast daty 90% przelotu jest dodatnio skorelowane ze średnimi temperaturami marca w Almerii. Terminy przelotu 90% pleszki były ujemnie skorelowane ze średnimi temperaturami kwietnia w stacji Brindisi. Terminy przelotu 75% pleszki były ujemnie skorelowane ze średnimi temperaturami lutego w Eindhoven i Wiedniu. Długość przelotu pleszki była pozytywnie skorelowana ze średnimi temperaturami marca, kwietnia i maja w Maladze, kwietnia w Wiedniu i Hamburgu i maja w Granadzie, co oznacza, że im wyższe były temperatury w danym miesiącu tym przelot był dłuższy (Ryc. 9, Tab. 5).



Ryc. 9. Stacje meteorologiczne na zimowiskach (niebieskie kółka) oraz na trasach wiosennej migracji (bordowe kółka) i stacje, w których schwytano ptaki (czerwone kółka). BK - Bukowo-Kopań, HL- Hel. Symbole stacji meteorologicznych jak w Tabeli 2. Zielone znaki oznaczają korelacje pomiędzy średnimi miesięcznymi temperaturami w zaznaczonych stacjach meteorologicznych na trasach wiosennej migracji a terminami przelotu pleszki przez stacje Hel i Bukowo-Kopań.

Terminy przelotu 25% i 50% pleszki na stacji Bukowo-Kopań były dodatnio skorelowane ze średnimi temperaturami w kwietniu, a terminy 25% dodatkowo w maju, w Granadzie (Ryc. 9). Terminy przelotu 50% były dodatnio skorelowane ze średnimi temperaturami lutego w Maladze. Daty 75% i 90% percentyli były ujemnie skorelowane z średnimi temperaturami lutego, a 25% percentyli jest dodatnio

skorelowana ze średnimi temperaturami maja w Larisa. Długość przelotu była ujemnie skorelowana ze średnimi temperaturami lutego w Larisa, maja w Granadzie. Długości przelotu są dodatnio skorelowane z średnimi temperaturami kwietnia w Eindhoven i Hamburgu. Termin przelotu 90% oraz długości przelotu były ujemnie skorelowane ze średnimi temperaturami marca z NAO (Ryc. 9, Tab. 5).

Tabela 5. Korelacje Pearsona (r) pomiędzy średnimi miesięcznymi temperaturami w stacjach meteorologicznych na trasach wiosennej migracji, a datami kolejnych percentyli oraz długości przelotu (daty 10%-90%) pleszki przez stację Hel (HL) w latach z okresu 1968-2018 i Bukowo Kopań (BK) w latach 1982-2018; lata korelowane dla danej stacji meteorologicznej są podane w Tabeli 2. Wyniki zaznaczone na czerwono są istotne statystycznie.

Miesiąc	Stacja	10%	25%	50%	75%	90%	Długość przelotu
Larisa							
Luty	BK	0,27	-0,08	-0,12	-0,44	-0,44	-0,5
	HL	-0,15	-0,12	-0,05	-0,32	-0,32	0,05
Marzec	BK	-0,09	0,11	0,13	0,12	0,15	0,16
	HL	-0,04	-0,03	-0,13	0,04	0,08	0,07
Kwiecień	BK	-0,13	-0,02	0,16	0,05	0,01	0,13
	HL	-0,17	-0,22	-0,28	-0,14	-0,26	0,08
Maj	BK	0,14	0,36	0,31	0,28	0,16	-0,03
	HL	-0,36	-0,45	-0,35	-0,28	-0,20	0,32
Hamburg							
Luty	BK	-0,02	-0,26	-0,12	-0,18	-0,07	-0,02
	HL	-0,31	-0,27	-0,29	-0,39	-0,26	0,24
Marzec	BK	0,06	-0,15	-0,21	-0,19	-0,18	-0,15
	HL	-0,23	-0,09	-0,04	-0,12	-0,05	0,23
Kwiecień	BK	-0,22	-0,24	0,11	0,25	0,28	0,35
	HL	-0,40	-0,40	-0,29	-0,32	-0,20	0,37
Maj	BK	-0,02	-0,03	0,02	-0,02	-0,02	0,01
	HL	0,08	0,11	0,05	0,03	0,15	-0,03
Nisz							
Luty	BK	0,02	-0,19	0,10	0,11	0,10	0,04
	HL	-0,23	-0,31	-0,27	-0,22	-0,16	0,19
Marzec	BK	-0,07	-0,02	-0,04	0,02	0,00	0,06
	HL	-0,10	-0,07	-0,16	-0,01	0,08	0,15
Kwiecień	BK	-0,22	-0,20	0,03	0,00	-0,04	0,17
	HL	-0,23	-0,28	-0,28	-0,19	-0,28	0,15
Maj	BK	0,06	0,22	0,22	0,21	0,08	-0,01
	HL	-0,09	-0,19	-0,16	-0,03	0,07	0,12

Miesiąc	Stacja	10%	25%	50%	75%	90%	Długość przelotu
Szeged							
Luty	BK	-0,02	-0,27	-0,01	-0,02	0,03	0,03
	HL	-0,23	-0,30	-0,33	-0,28	-0,20	0,18
Marzec	BK	-0,07	-0,14	-0,21	-0,08	-0,04	0,04
	HL	-0,17	-0,13	-0,18	-0,07	-0,01	0,19
Kwiecień	BK	-0,14	-0,17	-0,01	0,01	-0,01	0,12
	HL	-0,38	-0,38	-0,34	-0,26	-0,26	0,31
Maj	BK	-0,01	0,16	0,13	0,17	0,04	0,03
	HL	-0,04	-0,11	-0,07	0,02	0,12	0,09
Brindisi							
Luty	BK	-0,08	-0,10	0,07	0,00	-0,02	0,1
	HL	-0,01	0,08	0,04	0,03	0,10	0,05
Marzec	BK	-0,04	0,04	-0,05	-0,05	-0,07	0,0
	HL	-0,07	-0,12	-0,23	0,01	0,18	0,14
Kwiecień	BK	-0,15	-0,13	0,05	0,03	0,05	0,16
	HL	-0,23	-0,35	-0,33	-0,22	-0,43	0,08
Maj	BK	0,12	0,21	0,15	0,08	-0,05	-0,13
	HL	-0,28	-0,28	-0,28	-0,19	-0,06	0,28
Eindhoven							
Luty	BK	-0,02	-0,19	-0,02	-0,04	0,05	0,04
	HL	-0,32	-0,27	-0,24	-0,37	-0,20	0,27
Marzec	BK	0,09	0,01	-0,11	-0,15	-0,18	-0,18
	HL	-0,23	-0,09	-0,06	-0,13	0,03	0,27
Kwiecień	BK	-0,20	-0,13	0,22	0,33	0,30	0,34
	HL	-0,35	-0,36	-0,21	-0,26	-0,16	0,32
Maj	BK	-0,02	0,01	0,12	-0,02	-0,04	-0,01
	HL	-0,02	0,06	0,07	0,01	0,11	0,06
Wiedeń							
Luty	BK	-0,06	-0,26	-0,03	-0,10	-0,02	0,04
	HL	-0,23	-0,25	-0,33	-0,39	-0,27	0,15
Marzec	BK	-0,04	-0,13	-0,20	-0,12	-0,10	-0,02
	HL	-0,18	-0,10	-0,09	-0,05	0,05	0,21
Kwiecień	BK	-0,11	-0,12	0,14	0,14	0,10	0,16
	HL	-0,40	-0,39	-0,33	-0,28	-0,24	0,35
Maj	BK	0,05	0,23	0,19	0,19	0,04	-0,02
	HL	-0,14	-0,13	-0,08	-0,04	0,10	0,19

Miesiąc	Stacja	10%	25%	50%	75%	90%	Długość przelotu
Edirne							
Marzec	BK	-0,08	-0,03	0,01	0,03	0,05	0,10
	HL	-0,08	-0,09	-0,22	-0,03	-0,03	0,08
Kwiecień	BK	-0,13	-0,07	0,03	-0,04	-0,04	0,09
	HL	-0,16	-0,15	-0,24	-0,12	-0,24	0,08
Maj	BK	0,07	0,28	0,32	0,33	0,18	0,04
	HL	-0,29	-0,37	-0,27	-0,16	-0,20	0,24
Malaga							
Luty	BK	0,13	0,10	0,44	0,29	0,26	0,02
	HL	-0,09	-0,05	0,01	-0,14	-0,01	0,09
Marzec	BK	-0,15	-0,07	0,16	0,10	-0,15	0,06
	HL	-0,34	-0,37	-0,22	-0,03	0,14	0,42
Kwiecień	BK	-0,08	0,14	0,14	0,21	0,24	0,20
	HL	-0,47	-0,48	-0,31	-0,16	-0,17	0,45
Maj	BK	0,25	0,33	0,28	0,22	0,02	-0,22
	HL	-0,52	-0,44	-0,39	-0,24	-0,05	0,55
Granada							
Luty	BK	0,14	0,06	0,26	0,05	0,06	-0,09
	HL	0,03	0,09	0,07	-0,16	0,08	0,00
Marzec	BK	0,10	-0,01	-0,08	-0,14	-0,27	-0,24
	HL	0,06	0,11	0,05	-0,01	0,18	0,01
Kwiecień	BK	0,29	0,43	0,37	0,29	0,30	-0,09
	HL	-0,29	-0,25	-0,02	0,01	-0,03	0,33
Maj	BK	0,33	0,39	0,28	0,10	-0,11	-0,36
	HL	-0,32	-0,09	0,01	-0,03	0,04	0,39
Almeria							
Luty	BK	0,02	0,01	0,32	0,10	0,12	0,04
	HL	-0,06	-0,08	0,07	-0,05	0,16	0,14
Marzec	BK	-0,08	-0,04	0,07	0,11	-0,06	0,04
	HL	0,00	-0,04	0,06	0,13	0,38	0,17
North Atlantic Oscillation Index (NAO)							
Luty	BK	0,08	-0,13	-0,22	-0,33	-0,21	-0,19
	HL	-0,10	0,02	0,01	-0,12	0,01	0,11
Marzec	BK	0,16	-0,24	-0,29	-0,31	-0,38	-0,36
	HL	-0,23	-0,01	0,09	-0,04	0,09	0,28
Kwiecień	BK	-0,09	0,00	0,15	0,02	-0,03	0,07
	HL	-0,12	-0,03	0,05	-0,05	-0,08	0,10
Maj	BK	0,08	-0,15	-0,22	-0,34	-0,30	-0,24
	HL	0,19	0,07	-0,01	-0,05	-0,02	-0,21

6. Dyskusja

6.1 Trendy wieloletnie wiosennej migracji pleszki na tle trendów w innych częściach Europy.

Przyspieszenie przylotu pleszki na wybrzeże Bałtyku jest najbardziej zauważalne dla dat 10%, 25% i 50% percentyli na stacji Hel (Ryc. 6). Jest to zgodę z obserwacją, że największe wieloletnie przyspieszenie dat przylotu w odpowiedzi na zmiany klimatu zaznacza się zazwyczaj dla obserwacji pierwszych ptaków danego gatunku (Chylarecki 2009). Może to wynikać z dość wysokich temperatur w końcu zimy i na wiosnę, które przyspieszają wzrost ilości pożywienia na zimowiskach i na miejscach odpoczynku na trasach wiosennej migracji. Dzięki dostatecznej ilości pokarmu w tych miejscach w ciepłe wiosny ptaki mogą wcześniej i szybciej niż w chłodnych latach odnowić zapasy energii na dalszą drogę i ponowić migrację (Kristensen i in. 2013).

W wielu pracach wykazano, że wzrost temperatur wiosną wpływa na przyspieszenie terminów wędrówki migrantów krótko-i dalekodystansowych w Europie, takich jak Hüppop i in. (2002), Tøttrup i in. (2006) oraz Sokolov i in. (1998), w tym pleszki. Moje wyniki badań ze stacji Hel (Tab. 4, Tab. 5) są zgodne z wcześniejszymi badaniami dotyczącymi wieloletniego przyspieszenia terminów wiosennej migracji pleszki. W latach 1960-2000 w niemieckiej stacji badawczej na wyspie Helgoland wykazano tendencję do przyspieszenia przylotu pleszki średnio o 7 dnia rocznie (Hüppop i in. 2002). Na przyspieszenie przylotu pleszki, jak i innych migrantów długodystansowych, na lęgowiska wpływa wysoka temperatura w maju oraz pozytywna Oscylacja Północnego Atlantyku (NAO) (Hüppop i in. 2002). Przyspieszenie terminów wiosennej migracji pleszki od 6 do 8 dni wykazano także w latach 1976-1997 na duńskiej wyspie Christianso (Tøttrup i in. 2006). Podobnie przyspieszanie przelotu na Helu zaobserwowano u śpiewaka, który jest migrantem średniodystansowym (Redlisiak i in. 2018).

Odwrotną tendencję możemy zauważyć na stacji Bukowo-Kopań ze względu na wieloletnie opóźnienie przylotu 50% pleszek. Przyczyną odmiennych trendów pomiędzy stacją Hel a Bukowo-Kopań mogą być różne zakresy lat dla tych stacji analizowane w pracy (Tab. 4, Tab. 5). W stacji Hel badania trwały w latach 1968-2018 a w stacji Bukowo-Kopań w latach 1982-2018. Dodatkową przyczyną mogą być nieco inne trasy migracji. Odmienne trendy mogą też mieć związek z nieco innymi trasami migracji pleszek wędrujących przez obie stacje, co wiąże się z wyborem różnych miejsc

odpoczynku, w których mogą się różnić warunki środowiska, w tym temperatury, co powoduje, że obfitość pokarmu wypada na inny okres czasu. Wiosenne migrację ptaków mają związek z lokalnymi zmianami klimatu, które postępują w innym terminie między regionami, co odmiennie wpływa to na różne populacje migrantów (Swanson i in. 2009). Zostanie to szerzej przedyskutowane w kolejnych podrozdziałach.

6.2 Związek między terminem wiosennej migracji pleszki przez polskie wybrzeże a temperaturami na zimowiskach i na trasach wiosennej migracji.

Daty przylotu 10%, 25% i 50% pleszki na stacji Hel były ujemnie skorelowane ze średnimi temperaturami na zimowiskach w Abidjan, Bechar oraz Tunis oraz na trasach wiosennej migracji z większością stacji meteorologicznych (Ryc. 9). Najczęstsze były ujemnie korelacje dat tych percentyli ze średnimi temperaturami kwietnia, co wskazuje, że im cieplejszy był ten miesiąc, tym wcześniej pierwsza część pleszek przylatywała na Hel (Tab. 4, Tab. 5). Może to wynikać z pojawienia się większej obfitości pokarmu w północnej Afryce i w Europie wcześniej jeśli kwiecień jest ciepły. Średnie daty przylotu pleszki w stacji Rybaczki w rejonie Kaliningradu (Rosja) były ujemnie skorelowane ze średnimi lokalnymi temperaturami wiosną w latach 1959-1996, co oznacza, że im wyższe były temperatury tym pleszki średnia data przelotu przypadała wcześniej (Sokolov i in. 1998), podobnie jak na Helu.

Terminy przylotu 50% pleszek na stacji Bukowo-Kopań były dodatnio skorelowane ze średnimi temperaturami na trasie wiosennej migracji i na zimowiskach w północnej Afryce (Tab. 4, Tab. 5). Część populacji pleszek wędrujących przez stacji Bukowo-Kopań może mieć swoje zimowiska w Afryce na południe od Sahary, przez co po przelocie przez Saharę w miejscach odpoczynku muszą dłużej odnawiać zapasy energii na dalszą wędrówkę niż populacje zimujące w północnej Afryce i południowej Europie. Wynikać to może z lokalizacji miejsc odpoczynku na trasach wiosennej migracji, które mogą znajdować się w rejonach północnej Afryki, południowej Hiszpanii oraz w środkowej Europie (Kristensen i in. 2013).

Zmiany klimatu mogą mieć wpływ na zmianę okresu występowania obfitości pokarmu dla ptaków. Jeśli ptaki mają problem aby odpowiednio zareagować na nie, co może przyczynić się do rozminięcia się okresu występowania szczytu dostępności pokarmu z ich przylotem oraz z terminem karmienia piskląt (Jonzén i in. 2016, Chylarecki 2009).

6.3 Możliwe przyczyny różnic między stacjami Hel i Bukowo-Kopań.

Pomiędzy stacjami Hel a Bukowo-Kopań nie wystąpiła żadna istotna korelacja między datami kolejnych percentyli (Tab. 3). Wyniki te wskazują, że przez obie stacje w prawdopodobnie wędrują w różnych proporcjach pleszki z różnych zimowisk. Dla stacji Hel istotne korelacje na trasach wiosennej migracji wystąpiły głównie z temperaturami w rejonie Bałkanów, w południowej Hiszpanii oraz środkowej Europy (Ryc. 9). Sugeruje to, że pleszki mogą wędrować przez te regiony na Hel. Dzięki wyższym temperaturom na wiosnę pleszki, które prawdopodobnie zimowały w północnej Afryce, mogły szybciej zebrać zapasy do migracji i wcześniej ją rozpocząć, a w efekcie wcześniej pojawić się na stacji Hel. Podobnie, te pleszki które wędrowały przez Bałkany, prawdopodobnie z Afryki wschodniej lub Półwyspu Arabskiego, jeśli trafiły na ciepłą wiosnę, mogły po drodze skorzystać z obfitości pokarmu, i wcześniej pojawić się na Helu.

Natomiast dla stacji Bukowo-Kopań wystąpiły tylko dodatnie korelacje ze średnimi temperaturami na zimowiskach w północnej Afryce i w rejonach południowej Hiszpanii (Ryc. 8), co oznacza, że czym cieplej było w tych stacjach, tym bardziej ich przelot przez stację Bukowo-Kopań się opóźniał. Być może przyczyną dłuższych postojów w tych rejonach było odnawianie przez pleszki zapasów po wyczerpującej wędrówce z Afryki środkowej (Kristensen i in. 2013). Gdy kończy się pokarm w miejscu odpoczynku w trakcie migracji, ptaki przemieszczają się w inne miejsca dopóki nie uzupełnią zapasów energetycznych (Zaifman i in. 2017).

6.4 Podsumowanie

Wyniki pracy wskazują, że ocieplenie klimatu wpłynęło na wiosenną migrację pleszek w rejonie Bałtyku w okresie badanych 52 lat. Szczególny wpływ na przyśpieszenie wiosennego przelotu przez stacji Hel miały coraz wyższe temperatury w miesiącach luty-maj na trasach wiosennej wędrówki. Dzięki ociepleniu klimatu, jeśli wiosna jest wczesna i ciepła, migranci średnio- i dalekodystansowi mogą wcześniej zająć lepsze terytoria lęgowe i rozpocząć sezon lęgowy, co daje im możliwość wyprowadzenia dodatkowego lęgu (Redlisiak i in. 2018). Podobnie może być u pleszki, która ma tendencje do ponownych lęgów (Svensson i in. 2009).

7. Bibliografia:

1. Bairlein F., Hüppop O. 2004. Migratory fuelling and global climate change. *Advances in Ecological Research* 35, 33-47.
2. Bolger, D. T., Patten, M. A., & Bostock, D. C. (2005). Avian reproductive failure in response to an extreme climatic event. *Oecologia*, 142(3), 398-406.
3. Busse P, Meissner W. 2015. Bird Ringing Station Manual. Warsaw/Berlin: De Gruyter Open.
4. Butler C. J. 2003. The disproportionate effect of global warming on the arrival dates of short-distance migratory birds in North America. *Ibis* 145, 484-495.
5. Chylarecki P. 2009. Wpływ globalnych zmian klimatu na populacje ptaków w Polsce. Raport WWF.
6. Dell Inc. 2016. Dell Statistica (data analysis software system), version 13. software.dell.com.
7. Demongin L. 2016. Identification guide to birds in the hand. Beauregard-Vendon: Laurent Demongin.
8. Gryz P. 2018. Pleszka. Ptaki Kwartalnik Ogólnopolskiego Towarzystwa Ochrony Ptaków, 14-15.
9. Hüppop O., Hüppop K. 2002. North Atlantic Oscillation and timing of spring migration in birds. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 270 (1512): 233-240.
10. Jonzén N., Hedenström A., Lundberg P. 2006. Climate change and the optimal arrival of migratory birds. *Science*, 269-274.
11. Kristensen M. W., Tøttrup A. P., Thorup K. 2013. Migration of the Common Redstart (*Phoenicurus phoenicurus*): A Eurasian Songbird Wintering in Highly Seasonal Conditions in the West African Sahel *The Auk* , 130 (2), 258-264.
12. Maciąg T. 2017. Wieloletnie trendy liczebności wybranych gatunków wróblowych w trakcie wiosennej i jesiennej migracji przez polskie wybrzeże Bałtyku. Praca magisterska, Stacja Badania Wędrówek Ptaków, Wydział Biologii Uniwersytetu Gdańskiego.
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. *International Journal of Biometeorology*, 1595-1605.
14. Remisiewicz M., Underhill L. G. (2020) Climatic variation in Africa and Europe has combined effects on timing of spring migration in a long-distance migrant Willow Warbler *Phylloscopus trochilus*. *PeerJ* 8, e8770.
15. Sokolov L.V., Payevsky V.A. 1998. Spring temperatures effects on year-to-year variations in breeding phenology of passerines on the Courish Spit. *Avian Ecol. Behav.* 1, 22-36.
16. Stępniewski K., Stępniewska K. 2014. Rzadkie gatunki ptaków stwierdzone na Akcji Bałtyckiej w latach 1960-2012, *Ptaki Pomorza*, 80-81.
17. Svensson L. 1982. Identification guide to European passerines. Stockholm: L. Svensson.

18. Svensson L., Mullarney K., Zetterstrom D., Grant P. J. 2009. Przewodnik Collinsa: Ptaki Europy i Obszaru Śródziemnomorskiego, 262-266.
19. Swanson D. L., Palmer J. S. 2009. Spring migration phenology of birds in the Northern Prairie region is correlated with local climate change. *Journal of Field Ornithology*, 351-363.
20. Tøttrup A.P., Thorup K., Rahbek C. 2006. Patterns of change in timing of spring migration in North European songbird populations. *J. Avian Biol.* 37: 84–92.
21. Tøttrup, A. P., Klaassen R. H. G., Kristensen M. W., Strandberg R., Vardanis Y., Lindström A., Rahbek C., Alerstam T., Thorup K. 2012. Drought in Africa Caused Delayed Arrival of European Songbirds. *Science* 338, 1307 (2012).
22. Williams, S17. E., Bolitho, E. E., & Fox, S. (2003). Climate change in Australian tropical rainforests: an impending environmental catastrophe. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 270(1527), 1887-1892.
23. Zaifman J., Shan D., Ay A., Jimenez A.G. 2017. Shifts in Bird Migration Timing in North American Long-Distance and Short-Distance Migrants Are Associated with Climate Change. *International Journal of Zoology*, 2017, 1-9.