

NOTATKI ORNITOLOGICZNE

TOM 26

WROCLAW 1985

ZESZYT 1-2

PL ISSN 0550-0842

Przemysław Busse

ZMIANY STRUMIENIA PRZELOTU SOSNÓWEK (*PARUS ATER*) WĘDRUJĄCYCH WZDŁUŻ WSCHODNIEGO I POŁUDNIOWEGO WYBRZEŻA BAŁTYKU PODCZAS JESIENNEJ INWAZJI W 1974 R.

PRACE AKCJI BAŁTYCKIEJ. NR 60

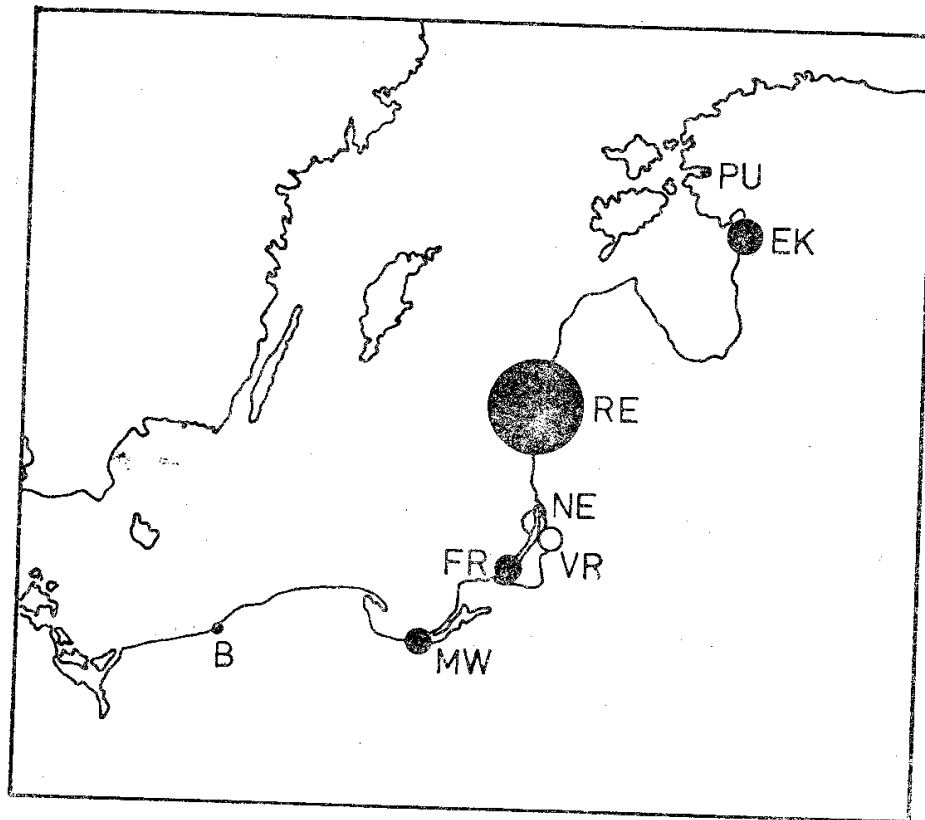
Jesienią 1974 roku na wschodnich i południowych częściach wybrzeża Bałtyku zaobserwowano jedną z największych w ciągu ostatnich 25 lat (1960-1984) inwazję sosnówek. Tej jesieni we współpracujących ze sobą stacjach ornitologicznych (rys. 1) schwytano i zaobrączkowano łącznie 35 991 sosnówek. W takiej sytuacji, gdy przez szereg stacji obrączkujących ptaki wędrują te same grupy migrantów, istnieje duża szansa na powtórne schwytanie osobników zaobrączkowanych kilka dni, a czasem nawet jedynie kilka godzin wcześniej w innej stacji badawczej. W czasie omawianej inwazji takich bezpośrednich wiadomości powrotnych o sosnówkach uzyskano łącznie 1168. Dane te były już opracowywane pod kątem oceny szybkości wędrówki (Rute 1976) oraz struktury populacyjnej i falowej (Busse 1978). Publikacje te nie wyczerpały jednak możliwości interpretacji materiału i niniejsza praca poświęcona jest próbie ilościowej oceny liczebności migrantów i zmian strumienia przelotu ptaków w trakcie wędrówki przez wymienione na rysunku 1 stacje ornitologiczne*.

Niestety, nie udało się uzyskać danych dotyczących liczebności schwytanych ptaków w stacjach Neringa i Ventes Ragas, co wyeliminowało z opracowania 523 wiadomości powrotne.

Metody

Rozpatrując zagadnienie teoretycznie, można stwierdzić, że jeśli dwie stacje chwytają i obrączkują ptaki z tego samego strumienia migrantów, to istnieje możliwość ustalenia liczby ptaków, które uczestniczyły w przelocie. Niezbędne są tu dwa założenia:

* Dane z poszczególnych stacji zagranicznych dostarczyli: T. Kästepold (Puisse), H. Vilbaste (Kabli), J. Rute i J. Lipsbergs („Regulus”) oraz W. Pajewski („Fringilla”), za co składam im serdeczne podziękowania.



Rys. 1. Rozmieszczenie stacji, z których dane stanowiły podstawę pracy (●) i położonych na badanej trasie przelotu innych stacji (○). Średnica kół odpowiada liczbie schwytanych ptaków. B — Bukowo ($54^{\circ}21'N$, $16^{\circ}17'E$); EK — Kabli ($58^{\circ}01'N$, $24^{\circ}27'E$); FR — Fringilla, Ribaczij ($55^{\circ}08'N$; $20^{\circ}42'E$); MW — Mierzeja Wiślana ($54^{\circ}21'N$, $19^{\circ}19'E$); NE — Neringa ($55^{\circ}26'N$, $21^{\circ}05'E$); RE — Regulus, Pape ($56^{\circ}09'N$, $21^{\circ}20'E$); VR — Ventes Ragas ($55^{\circ}20'N$, $21^{\circ}12'E$) (wg Busse 1978)

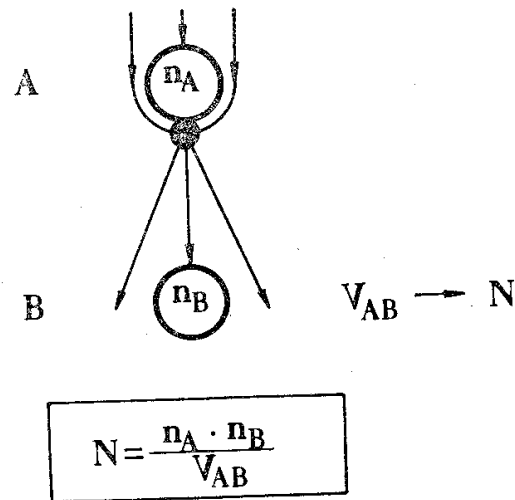
Fig. 1. The net of stations. ● — these the data were used from, ○ — other stations. Diameter of the circles represents number of Coal Tits caught there. Co-ordinates of stations are given in Polish explanation (after Busse 1978)

1) osobniki chwytane w obu stacjach są przypadkowymi próbkami z badanego strumienia migrantów,

2) osobniki zaobrączkowane w poprzedniej stacji (położonej na wcześniejszym etapie wędrówki) mieszają się z resztą wędrujących ptaków, tak że strumień migrantów mijających drugą z kolei stację jest jednorodny pod względem rozproszenia ptaków z obrączkami.

W przypadku sikor można założyć, że warunki te są spełnione. Dysponując więc odpowiednimi danymi ilościowymi można z prostej proporcji oszacować liczebność przelatujących ptaków (rys. 2). Trzeba tu podkreślić, że uzyskana wartość N jest szacunkiem liczby ptaków, które opuściły stację A. Ptaki te mogły potem wszystkie przelecieć przez ograniczony teren badawczy stacji B (np. gdy stacje leżą na tej samej wąskiej mierzei), mogły rozproszyć się w szerszy strumień, częściowo omijając stację B lub też nawet część osobników mogła przerwać wędrówkę przed osiągnięciem tej drugiej stacji.

Jeśli liczba stacji badających dany strumień przelotu jest większa od dwóch, występują różne możliwości chwytania ptaków obrączkowa-

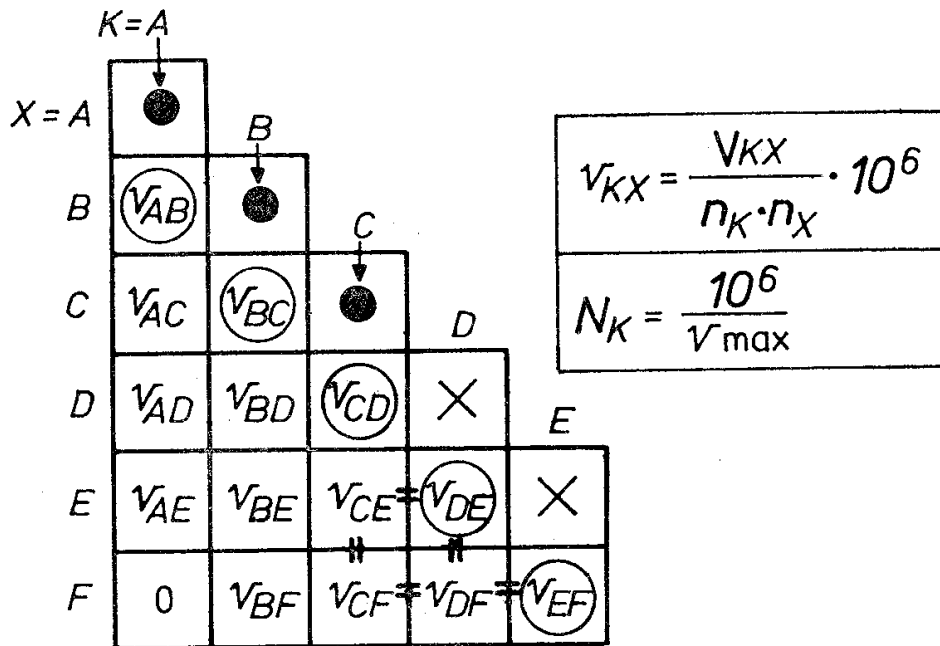


Rys. 2. Obliczanie liczebności ptaków (N) opuszczających stację A na podstawie liczby osobników z obrączkami (V_{AB}) schwytanych w stacji B . Dane: n_A , n_B — liczebności ptaków schwytanych odpowiednio w stacjach A i B ; V_{AB} — liczba ptaków zaobrączkowanych w stacji A , a schwytanych w stacji B . Czarne kółko poniżej stacji A symbolizuje wymieszanie się zaobrączkowanych w tej stacji osobników z całym strumieniem migrantów

Fig. 2. Calculation of number of birds passed by station A (N) from number of direct-recoveries found in station B (V_{AB}). Data: n_A , n_B — numbers of birds caught and ringed at both stations, V_{AB} — numbers of birds ringed at station A and caught at station B . Black dot below circle symbolising station A point out necessity of full mixing of the stream of migrants

nych w tych stacjach. W każdej stacji można, teoretycznie, spotkać osobniki zaobrączkowane we wszystkich poprzednich. Liczby wiadomości powrotnych zależą tu od: (1) liczby ptaków schwytanych w każdej ze stacji, (2) dopływu nowych ptaków do badanego strumienia („rozcieńczenie” strumienia) i (3) opuszczania przez część ptaków strumienia przelotu.

Ze względu na zależność liczebności wiadomości powrotnych od liczby ptaków chwytyanych, niezbędne jest przeliczenie bezwzględnych liczb uzyskanych schwytanń obrączkowanych ptaków na wskaźnik, który by odpowiadał „stężeniu” obrączkowanych osobników w całej masie wędrujących ptaków. Jako wskaźnika użyłem liczby wiadomości powrotnych przypadających na 1000 ptaków zaobrączkowanych w stacji K i 1000 osobników schwytanych w stacji kolejnej X . Wzór do obliczania wskaźnika podany jest na rysunku 3, przedstawiającym również tabelę wskaźników w przypadku badania przelotu przez szereg kolejnych stacji (A do F). Tabela ta ilustruje również pewne zależności między wskaźnikami obliczonymi dla różnych stacji. Jeśli, jak to założono w tabeli, do strumienia migrantów na poszczególnych etapach (B , C) przyłączają się ptaki nowe, które nie przeleciały przez stację poprzednią (A), to kolejne (w kolumnie) wartości wskaźników będą coraz mniejsze (a więc np. $v_{AB} > v_{AC} > v_{AD}$), wskazując na coraz większe rozproszenie osobników



Rys. 3. Tabela wskaźników bezpośrednich wiadomości powrotnych. Strzałki i czarne kółka wskazują dołączanie do strumienia migrantów nowych grup ptaków. Podane są wzory na obliczanie wskaźnika v i liczebności N , gdzie: V_{KX} — liczba osobników zaobrazkowanych w stacji K i schwytych w stacji X ; n_K, n_X — liczby ptaków schwytych i zaobrazkowanych w obu stacjach; N_K — liczba migrantów opuszczających stację K ; v_{\max} — maksymalna wartość v (zwykle występuje w następnej stacji — zaznaczone kołem; = równość wartości v (objaśnienie w tekście)

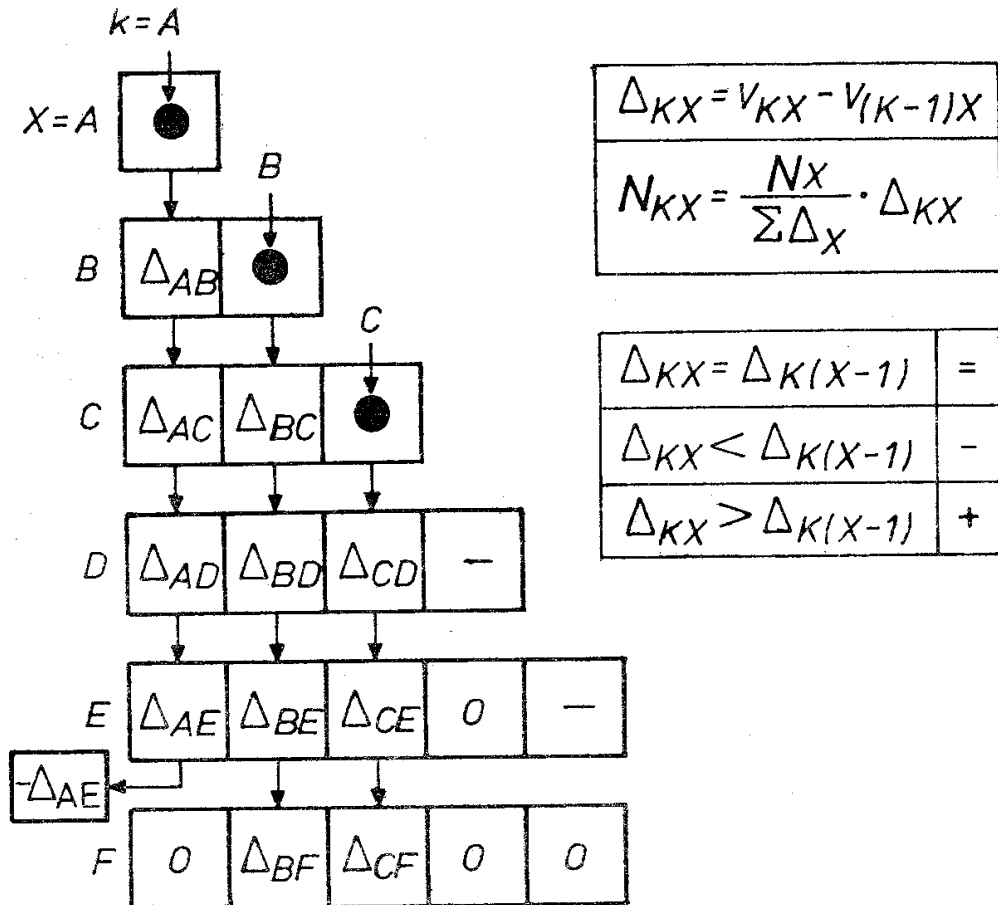
Fig. 3. The table of direct-recovery indices. Arrows and black dots symbolise income of new groups of migrants. Formulas for v and N are given, where: V_{KX} — number of individuals ringed at station K and recovered at station X ; n_K, n_X — numbers of birds caught and ringed at both stations; v_{KX} — direct-recovery index for migration from station K to X ; N_K — number of migrants at station K ; v_{\max} — maximum value of v (pointed out by circles); = equality of v values (explanation in the text)

zaobrazkowanych w stacji A w masie wędrujących ptaków. Równe sobie wartości ($v_{AD} = v_{AE}$) wskazują, że na trasie CD nic się z interesującymi nas ptakami nie działo. Wskazuje na to też równość wskaźników sąsiadujących ze sobą w jednym wierszu (np. tu $v_{CE} = v_{DE}$, $v_{CF} = v_{DF} = v_{EF}$). Jeśli zaś na jakimś etapie wędrówki (tutaj EF) strumień migrantów opuszczą ptaki, które do niego weszły na którymś z etapów poprzednich (tu: ptaki A), to po wystąpieniu takiego przypadku stwierdzimy również spadek wartości v (tu: $0 < v_{AE}$). Tak więc w relacjach między wartościami v dla wszystkich kombinacji stacji ukryte są dane o dopływie i odpływie ptaków z badanego strumienia wędrówki. Operując wartościami wskaźników można łatwiej niż z danych pierwotnych uzyskać ocenę liczebności migrantów na poszczególnych etapach wędrówki (N_K na rys. 3). Ocena tej liczebności jest jednym z celów, do których dąży się stosując omawianą metodę opracowania bezpośrednich wiadomości powrotnych.

W celu głębszego wniknięcia w losy poszczególnych ptaków konieczne jest w rozważaniach rozróżnienie kolejnych grup migrantów dołączających do badanego strumienia. Przyjmujemy tu zasadę, że ptaki dołączające do strumienia przed stacją K nazywamy *grupą* K . Tak więc przez stację A wędruje tylko *grupa* A , przez stację B — *grupa* A i *grupa* B (tu dołączyły do strumienia) itd. Konwencja ta podkreśla fakt o podstawowym znaczeniu dla dalszych etapów rozumowania: strumień migrantów może składać się z różnych grup ptaków (dołączających na kolejnych etapach wędrówki). Zróżnicowanie tych grup może się wyrażać m. in. długością lub kierunkiem przelotu, a więc mogą one opuszczać badany strumień na różnych etapach migracji. Drugim ważnym elementem rozumowania jest przyjęcie zasady, że każdego zaobrączkowanego ptaka traktujemy jako reprezentanta pewnej liczby osobników z jego grupy. Oczywiście także wartości wskaźnika v mogą być traktowane identycznie, gdyż wyrażają one w rzeczywistości liczbę ptaków schwytych z obrączkami. Założenie to wydaje się bardzo naturalne, gdyż zaobrączkowane osobniki stanowią logicznie odpowiednik cząstek barwnika dodanego do wody przy badaniu cieków wodnych.

Rozważając zagadnienie składu strumienia migrantów trzeba zwrócić uwagę na trzeci ważny element, wynikający zresztą z dwóch poprzednich stwierdzeń: wskaźniki v reprezentują „czystą” grupę ptaków tylko w stosunku do pierwszej grupy włączającej się do badanego strumienia, a więc tylko v_{AX} (v_{AB} , v_{AC} ...) reprezentuje czystą *grupę* A . Wskaźniki v_{BC} , v_{BD} ... odnoszą się do dwóch grup (A i B) łącznie. Tak więc, by uzyskać informację o występowaniu ptaków grupy B na dalszych etapach wędrówki (w stacji X) niezbędne jest odjęcie od łącznej wartości v_{BX} wartości v_{AX} . Otrzymana wartość oznaczona symbolem Δ (dla grupy B : $\Delta_{BX} = v_{BX} - v_{AX}$) jest równoważna logicznie wartości v dla pierwszej z badanych grup. Rysunek 4 przedstawia kolejny etap opracowania danych. Dla ujednoczenia przy grupie A zastosowano zapis z użyciem symbolu Δ , gdyż $v_{AX} = \Delta_{AX}$ ($\Delta_{AX} = v_{AX} - 0$). Układ graficzny tabeli Δ podkreśla formalną niezależność ciągów wartości Δ dla różnych grup, uwypuklając równocześnie zainteresowanie losem poszczególnych grup ptaków. Porównując wartości Δ na kolejnych etapach wędrówki można określić losy każdej grupy ptaków:

- niezmiennosc wartości Δ oznacza przelot całej interesującej nas grupy przez kolejne stacje;
- spadek wartości informuje, że część osobników opuściła badany strumień (poleciała w innym kierunku lub przerwała wędrówkę);
- wzrost wartości Δ oznacza, że część ptaków, które opuściły strumień wcześniej, powtórnie do niego dołączyły; może to nastąpić, gdy np. część ptaków A ominęła stację B i C (poleciały inną drogą), a następnie dołączyła do ptaków wędrujących przez stację D (wartość Δ_{AD} będzie większa niż wartości Δ_{AB} i Δ_{AC}).



Rys. 4. Tabela wartości Δ dla strumienia migrantów. Czarne kółka symbolizują dołączenie nowej grupy ptaków. Strzałki łączą wartości Δ dotyczące poszczególnych migrantów dołączających do badanego strumienia. Podane wzory na obliczenie wartości Δ_{KX} i liczebności poszczególnych grup migrantów (N_{KX}) wśród ptaków mijających daną stację X, gdzie: Δ_{KX} — wartość Δ dla grupy K w stacji X, v_{KX} — wartość wskaźnika bezpośrednich wiadomości powrotnych grupy K, a $v_{(K-1)X}$ — wskaźnika grupy (K-1), tj. grupy ze stacji poprzedzającej stację K na trasie wędrówki, w stacji mijanej X; N_{KX} — liczebność grupy K w stacji X, N_X — ogólna liczebność migrantów mijających stację X, $\sum \Delta_X$ — suma wartości Δ dla wszystkich grup mijających stację X. Poniżej tabelka interpretacji różnych relacji wartości dla grupy K stwierdzonych w kolejnych stacjach, stacji X i poprzedzającej ją stacji (X-1): = brak zmian liczebności grupy K, — opuszczenie strumienia przez część tej grupy, + ponowne dołączenie do strumienia części osobników tej grupy (patrz też tekst)

Fig. 4. Δ -table. Black circles symbolise income of group of migrants. Arrows connect Δ -values of the same group of migrants. Formulas for calculating values of Δ_{KX} and numbers of individuals in groups (N_{KX}) passing station X are given. There: Δ_{KX} — Δ -value for group K at station X, v_{KX} — direct-recovery index for group K and $v_{(K-1)X}$ — for group (K-1) (the group, which has joined the stream at a station just before station K) both at station X, N_{KX} — number of migrants of the group K at station X, N_X — total number of migrants passing station, X, $\sum \Delta_X$ — sum of Δ -values for all groups passing station X. Below the table of interpretation of different relations of Δ -values of group K for subsequent stations on the route (station X and preceding it station X-1): = no changes in number of studied group, — outcome of part of migrants belonging to this group, + income of some K-birds, which have been outcome from the stream earlier (further explanations see text)

Jeśli uprzednio na podstawie tabeli v ustaliliśmy łączną liczebność migrantów N_x , to teraz możliwa jest ocena liczebności poszczególnych grup ptaków na każdym etapie wędrówki N_{KX} za pomocą wzoru podanego na rysunku 4. Wynika to z proporcji, ułożonej na podstawie definicji wartości Δ . Wartości te obrazują bowiem względne liczebności poszczególnych grup ptaków na określonym etapie wędrówki, np. liczebności $A : B : C$ w stacji D odpowiadają proporcji $\Delta_{AD} : \Delta_{BD} : \Delta_{CD}$.

Zestawiając otrzymane w ten sposób oceny liczebności grup na wszystkich etapach wędrówki można ułożyć szacunkowy bilans strumieni migrantów.

Przedstawiając i interpretując taki bilans trzeba sobie zdawać sprawę z tego, że uzyskane wartości są jedynie pewnym przybliżeniem rzeczywistego przebiegu wędrówki. Przyczyn odchyień można wyliczyć wiele, przy czym za najważniejsze uważam:

— przypadkowe odchylenia liczby ptaków schwytych z obrączkami, wynikające z zakłóceń przelotu i chwytania przez zmienne warunki atmosferyczne (por. Cofta 1984) lub po prostu ze zbyt małej liczby schwytych w danej stacji ptaków;

— niemożność oceny, przy użyciu omawianej metody, liczby ptaków, które włączywszy się do strumienia przelotu przed jedną stacją, opuściły ten strumień przed osiągnięciem następnej;

— niemożność oceny liczby ptaków, które dołączyły się do migrantów tuż przed ostatnią z sieci stacji badawczych;

— niepełne wymieszanie się ptaków obrączkowanych z całą masą migrantów w przypadku występowania lokalnie silnego efektu koncentracji ptaków wędrujących wzdłuż linii brzegowej.

Ogólnie jednak uważam, że uzyskane tą metodą wyniki mogą być pomocne przy interpretacji obrazu zjawiska uzyskiwanego innymi metodami badawczymi.

Materiał i wyniki

Dane będące podstawą analizy zawiera rysunek 5. Oprócz wyszczególnionych tam wiadomości powrotnych, w stacjach Neringa i Ventes Ragas schwymano 306 sosnówek zaobrączkowanych w innych stacjach, a na Mierzei Wiślanej — 208 ptaków zaobrączkowanych w dwóch wspomnianych stacjach. Wobec braku danych co do liczby schwytych tam osobników dane te nie zostały uwzględnione w pracy, gdyż nie było możliwości obliczenia wartości v .

Obliczone dla innych stacji wartości v zostały przedstawione na rysunku 6 wraz z szacunkową liczbą sosnówek, które przeleciały w tym roku przez poszczególne stacje. W tabeli tej warto zwrócić uwagę na kilka interesujących faktów:

1) między stacjami Puise i Kabli część ptaków wędruje na południe, część na północ;

| | <i>Pu</i> | <i>EK</i> | <i>Re</i> | <i>Fr</i> | <i>MW</i> | <i>B</i> | Σ |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|
| <i>n</i> | 1485 | 6101 | 18329 | 4517 | 5259 | 300 | 35991 |
| <i>Pu</i> | × | 3 | | | | | 3 |
| <i>EK</i> | 6 | × | | | | | 6 |
| <i>Re</i> | 25 | 179 | × | | | | 204 |
| <i>Fr</i> | 2 | 26 | 178 | × | | | 206 |
| <i>MW</i> | — | 14 | 138 | 61 | × | | 213 |
| <i>B</i> | — | — | 7 | — | 6 | × | 13 |

Rys. 5. Liczba bezpośrednich wiadomości powrotnych i liczba osobników *P. ater* schwytanych jesienią 1974 w różnych stacjach. Symbole stacji jak na rysunku 1
 Fig. 5. Numbers of direct-recoveries and numbers of Coal Tits caught at different stations in the autumn 1974. Symbols of stations see figure 1

| | <i>Pu</i> | <i>EK</i> | <i>Re</i> | <i>Fr</i> | <i>MW</i> | <i>B</i> | <i>N</i> |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|
| <i>Pu</i> | × | 0,33 | | | | | |
| <i>EK</i> | 0,66 | × | | | | | |
| <i>Re</i> | 0,92 | 1,60 | × | | | | 537000 |
| <i>Fr</i> | 0,30 | 0,94 | 2,14 | × | | | 467000 |
| <i>MW</i> | — | 0,43 | 1,43 | 2,56 | × | | 391000 |
| <i>B</i> | — | — | 1,27 | — | 3,80 | × | 197000 |

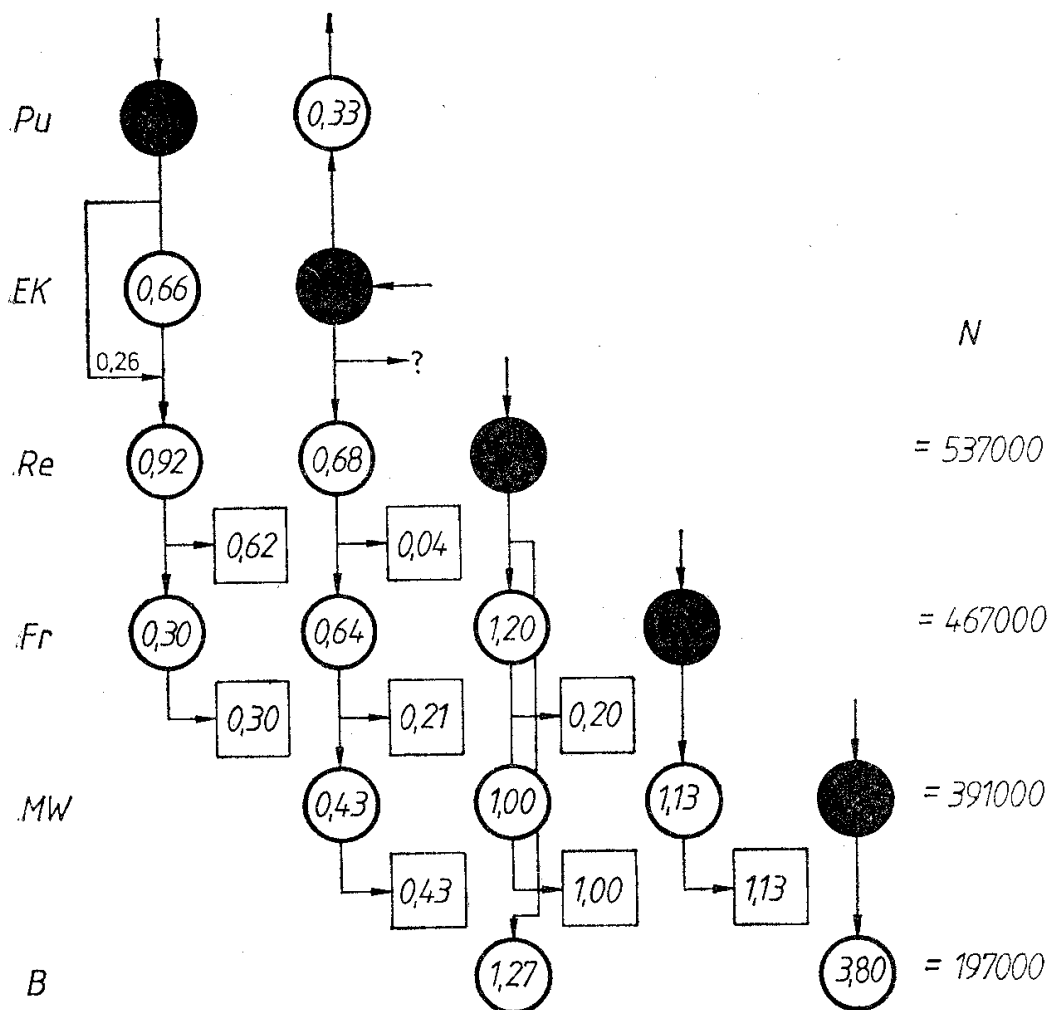
Rys. 6. Wartości wskaźników bezpośrednich wiadomości powrotnych dla jesiennej wędrówki *P. ater* w 1974 r. Podane liczebności migrantów szacowane na podstawie maksymalnych wartości v (w kwadratach). Kółkami zaznaczone wartości specjalnie interesujące (patrz tekst). Symbole stacji jak na rysunku 1

Fig. 6. Direct-recovery indices table for Coal Tit migration in autumn 1974. As *N* there are given numbers of migrants estimated on the basis of maximum values of v (in squares). By the circles there are pointed out values of special interest (see text). Symbols of stations see figure 1

2) w stacji Regulus wartość v dla grupy *Puise* jest wyższa niż w stacji Kabli, co sugeruje, że część migrantów ominęła tę stację, wracając do strumienia przed stacją Regulus;

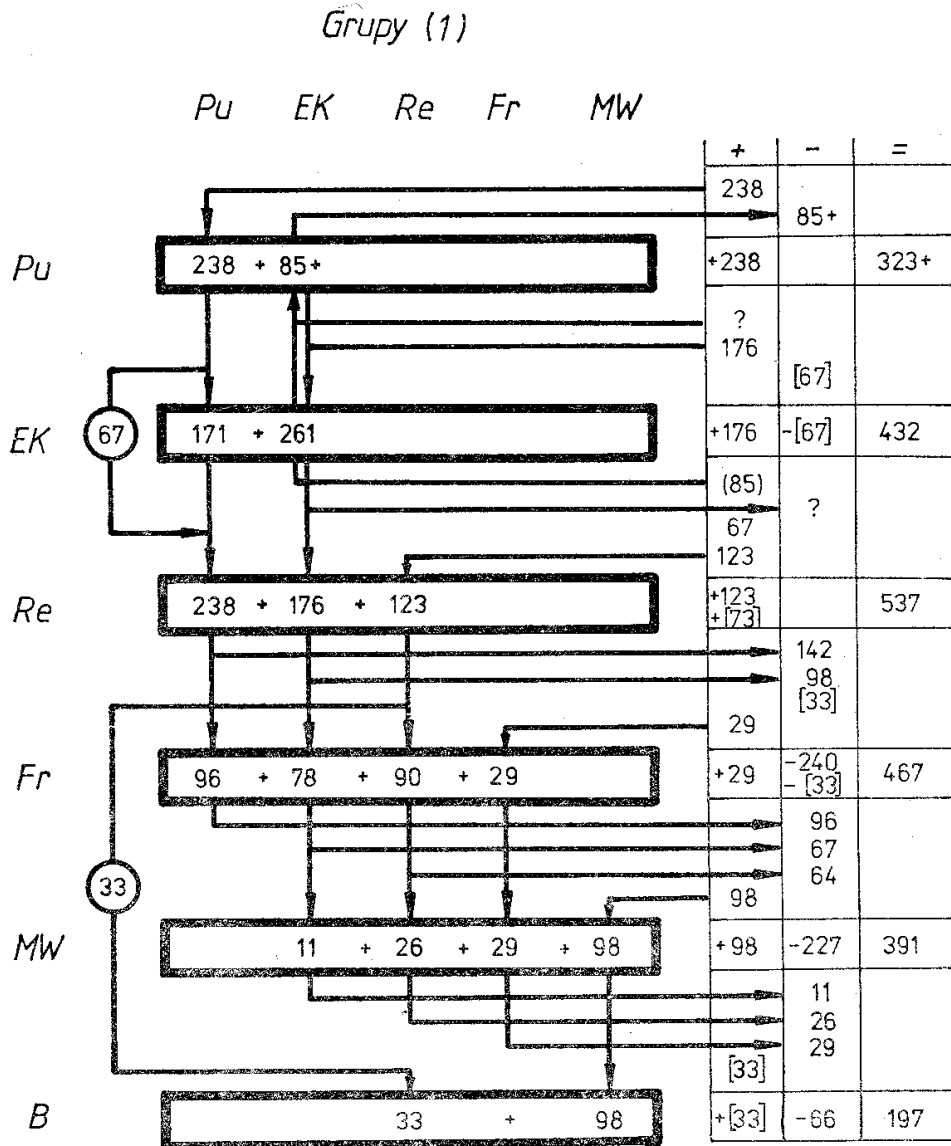
3) w stacji Bukowo nie stwierdzono osobników obrączkowanych w stacji Fringilla, natomiast ptaki obrączkowane w stacji Regulus występowały stosunkowo licznie. Sugeruje to, że ptaki te ominęły stacje Fringilla i Mierzeja Wiślana, przelatując prawdopodobnie nad morzem i lądując na wybrzeżu środkowym na zachód od Helu (na stacji Hel w 1974 r. schwytano tylko 15 sosnówek).

Stwierdzenia te pomagają w konstrukcji tabeli Δ (rys. 7), przedstawionej w formie pokazującej losy przelotu poszczególnych grup migrantów. Następny rysunek (rys. 8) jest już próbą zbilansowania badanego



Rys. 7. Wartości Δ dla jesiennej wędrówki *P. ater* w 1974 r. W kołach wartości Δ dla tych części grup, które przeleciały przez daną stację. Strzałki oznaczają dołączenie i odłączenie się części migrantów. W kwadratach podane wartości Δ dla tych części wędrujących ptaków, które opuściły strumień przelotu. Symbole stacji jak na rysunku 1

Fig. 7. Δ -values table for Coal Tit migration in autumn 1974. In circles — values for these parts of groups, which passed through stations. Arrows pointed out income and outcome migrants. In squares — values for these parts of groups, which have outcome from the stream. Symbols of stations see figure 1

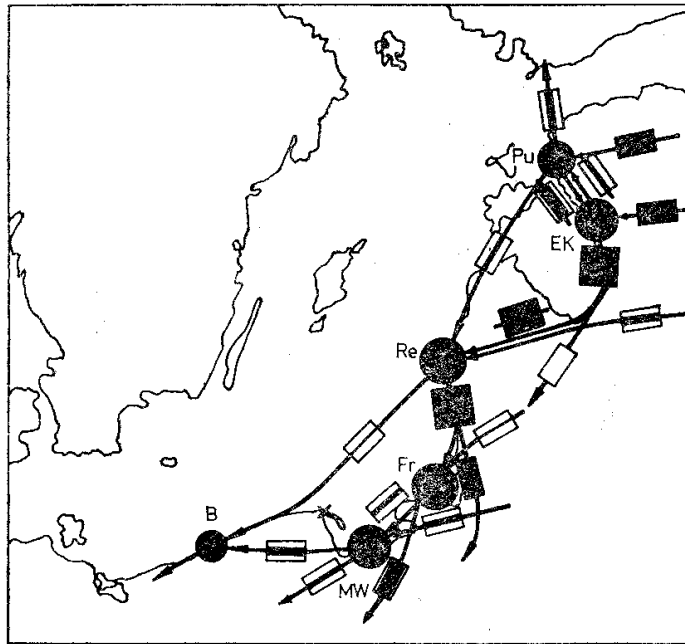


Rys. 8. Bilans strumienia przelotu *P. ater* 1974 r. Szacowane wartości podane są w tysiącach. Symbole stacji jak na rysunku 1

Fig. 8. Budget of the stream of Coal Tits migration in autumn 1974. Estimated values are given in thousands. (1) — groups. Symbols of stations see figure 1

strumienia migrantów. Przedstawione tam liczby zostały uzyskane za pomocą wzoru na N_{KX} (patrz rys. 4). Graficzny obraz tego bilansu stanowi rysunek 9. Zaproponowany tu syntetyczny obraz inwazji sosnówek w 1974 r. pomija zupełnie problem różnicowania populacyjnego. Rysunek 9 sugeruje, że wszystkie drogi i rozgałęzienia strumienia migrantów funkcjonują równocześnie, a tak w rzeczywistości nie jest i bardziej adekwatne do przebiegu zjawiska są rysunki przedstawiające historie przelotu poszczególnych grup ptaków, osiagających badany strumień wędrówki w okolicach kolejnych stacji (rys. 10).

Mimo opublikowania już pracy na temat struktury populacyjnej omawianej inwazji (Busse 1978), nie sposób ostatecznie ustalić, które grupy ptaków, kiedy i gdzie włączają się i opuszczają badany strumień. Na razie wydaje się prawdziwe stwierdzenie, że jedyna fala migrantów w Puise



Rys. 9. Graficzny obraz przelotu *P. ater* jesienią 1974 r. Wielkość kół symbolizuje liczbę migrantów, które przeleciały przez stacje. Grubość czarnych linii w prostokątach odpowiada liczebności strumienia między stacjami. x — brak przelotu. Symbole stacji jak na rysunku 1

Fig. 9. Coal Tit migration in autumn 1974. Size of circles is adequate to number of migrants, which have been passed through stations. Thickness of lines in rectangles is adequate to number of migrants migrating by different routes. x — lack of migration. Symbols of stations as in figure 1

stanowi trzecią falę w Kabli i Regulus. Z interpretacją przelotu innych grup trzeba się jeszcze wstrzymać, gdyż wstępne wyniki analizy biometrycznej migrantów schwytanych na Mierzei Wiślanej i Bukowie (A. Petryna, inf. ustna) sugerują konieczność wprowadzenia pewnych korekt do obrazu zróżnicowań populacyjnych przedstawionego w wyżej cytowanej publikacji.

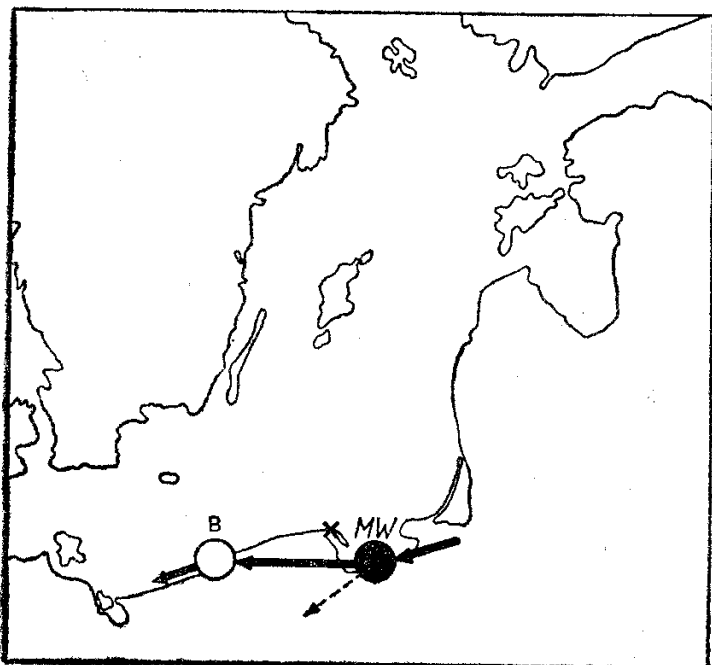
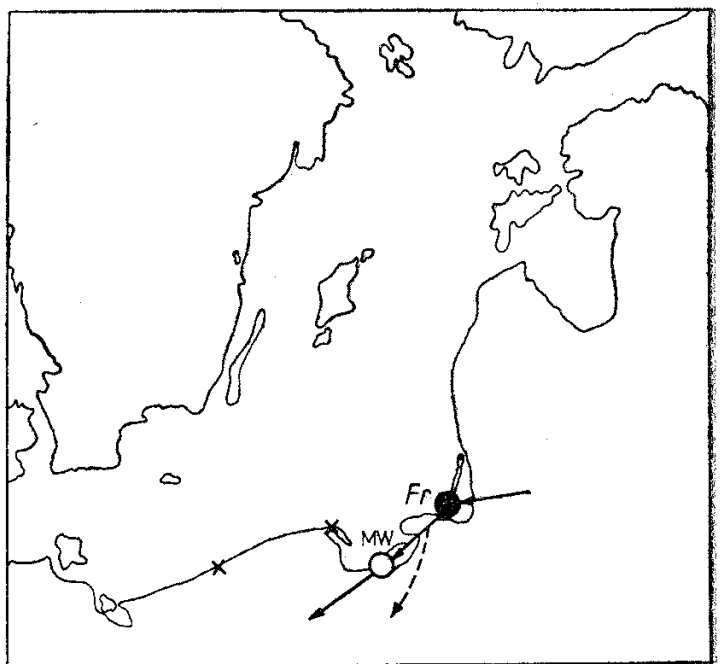
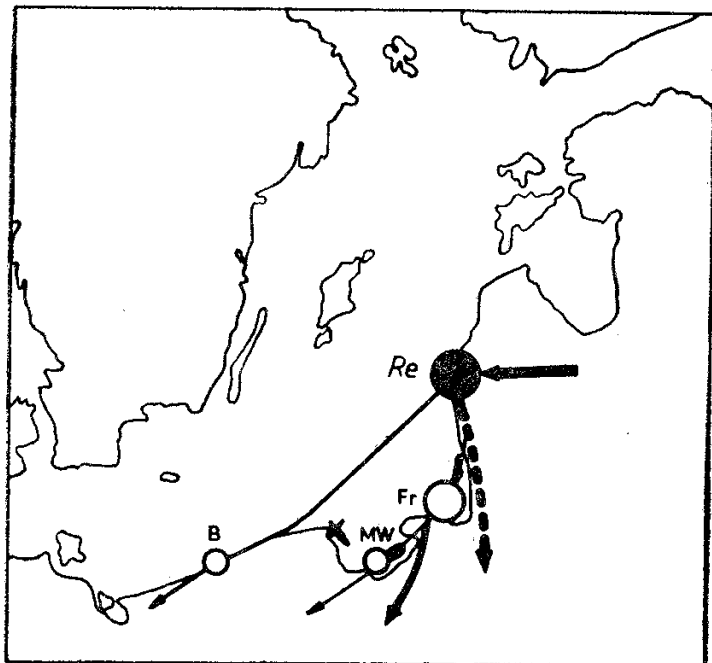
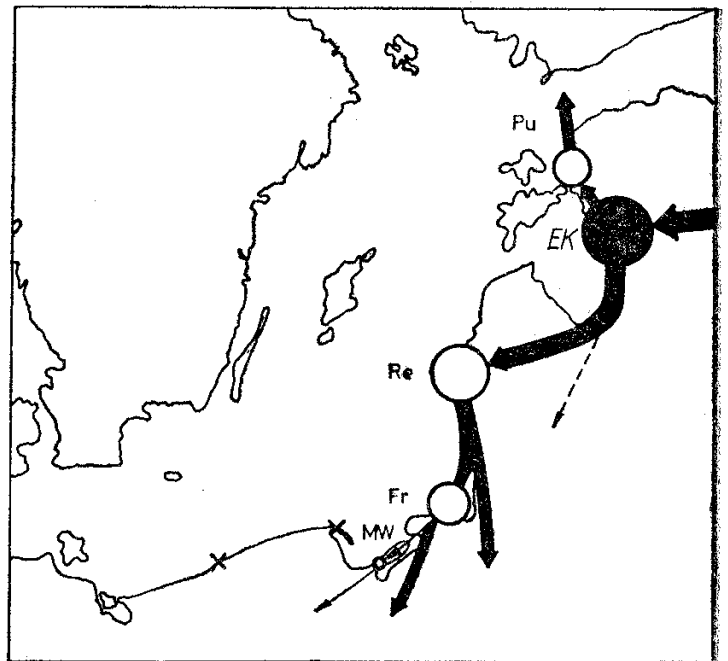
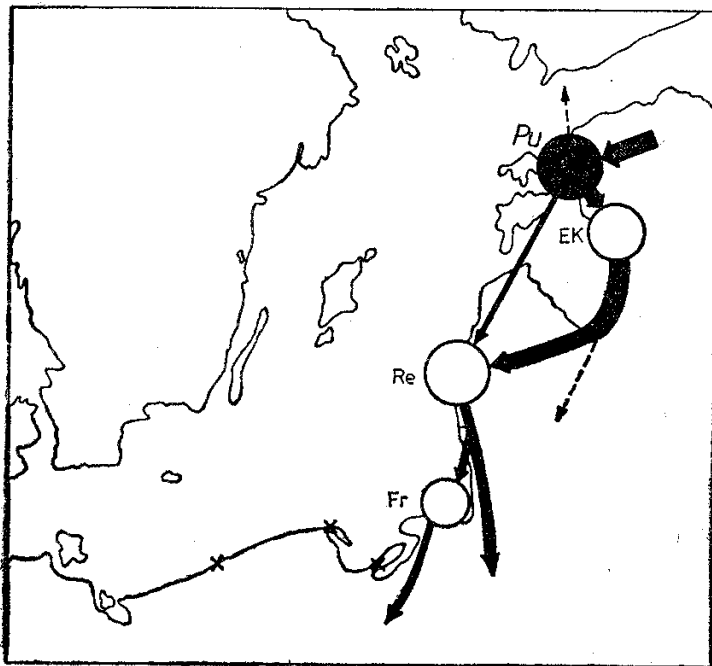
Podsumowanie

Mimo że uzyskany obraz inwazji nie jest pełny i może zawierać pewne zniekształcenia, a mianowicie:

— brak danych o ptakach wędrujących bezpośrednio z Kabli do Ventes Ragas,

— prawdopodobne zawyżenie liczby migrantów przelatujących ze stacji Regulus nad morzem w kierunku Bukowa (możliwa koncentracja wzdłuż linii brzegowej),

— prawdopodobne zawyżenie również i liczby migrantów kierujących się z Mierzei Wiślanej do Bukowa (skutkiem braku możliwości oceny liczby ptaków dołączających tu do strumienia), można uznać, że zastosowana metoda dała rezultaty uzupełniające dotychczasową wiedzę o prze-



Rys. 10. Przelot poszczególnych grup *P. ater* jesienią 1974 r. Wielkość kół odpowiada liczebności danej grupy w czasie przelotu przez daną stację; kolorem czarnym zaznaczono stację, przy której dana grupa dołączyła do strumienia przelotu. x — brak przelotu danej grupy. Grubość linii odpowiada liczebności migrantów lecących daną trasą. Symbole stacji jak na rysunku 1

Fig. 10. Migration of different groups of Coal in autumn 1974. Size of circles is adequate to number of migrants of this group which have been passed the station; black colour point-out place where the group incame to the stream. x — lack of this group at the station. Thickness of lines is adequate to number of migrants there. Symbols of stations see figure 1

biegu inwazji. Za szczególnie ważne uznają wskazanie na wysokie prawdopodobieństwo przelotu sikor przez morze na trasie z Łotwy bezpośrednio na nasze wybrzeże środkowe, co może ułatwić interpretację wyników badań biometrycznych.

Literatura

- Busse P. 1978. *Struktura populacyjna i falowa jesiennej wędrówki sosnowki (Parus ater) w 1974 roku*. Not. Orn. 19, 1-4: 15-26.
- Cofta T. 1984. *Metody badania przelotu ptaków a czynniki zmieniające ich efektywność*. Not. Orn. 25, 1-4: 31-40.
- Rute J. 1976. *On the speed of migration as observed with the Tit (genus Parus)*. Zool. Muz. Raksti 15: 34-49.

CHANGES IN THE STREAM OF COAL TITS (*PARUS ATER*) MIGRATING ALONG EAST AND SOUTH COAST OF THE BALTIC IN AUTUMN 1974

OPERATION BALTIC PAPERS. NO. 60

Summary

If a bird stations work at the same migration route of birds there are comparatively wide possibilities to catch individuals ringed some days, or even hours, before the recapture. When the number of such catches at one station is sufficient and number of ringed birds is known one can calculate the approximate number of migrants passing over a station earlier on the route. Comparison of direct-recovery numbers from one station to some other ones allows to calculate a balance of stream of migrants. At the beginning this problem is discussed more theoretically and then, as an example, there are presented ringing results of Coal Tit during the mass irruption 1974, going through some east and south-Baltic stations (Fig. 1).

When two ringing stations catch and ring the birds from the same migration stream (Fig. 2), there is the possibility to estimate number of birds participating in migration. The necessary data are: n_A , n_B — numbers of birds caught and ringed at both stations, and V_{AB} — the number of direct-recoveries. N means the number of individuals in the stream of migrants. The formula for calculation of N derives from simple proportion, based on assumptions that:

- 1) the birds caught at both stations are random samples from the stream of migrants, and
- 2) they are uniformly mixed with other individuals before the stream reach second station.

The calculated N -value represents all individuals, which have left station A. They can all migrate through limited B station area, disperse to a wider stream, or even partially stop on the route.

When the number of stations is more than two, there are different possibilities of direct-recoveries. They can be found between all stations along the route. The number of such recoveries depends on number of caught and ringed birds at every station and income and/or outcome of birds from the stream. For the

study, because of the first cause, it is necessary to recalculate absolute numbers of recoveries to a recovery index, which must be comparable between all the stations. As such direct-recovery index I use the number of direct-recoveries per one thousand of birds ringed at one station and one thousand of birds caught at the second one (Fig. 3). The table of direct-recovery indices has the form as in Figure 3. At this example table there is presented some dependencies of direct-recovery index from the changes of the stream of migrants. There is assumed that at stations *A*, *B*, *C* there are income birds to the stream and for this reason values of the index at subsequent stations are differentiated. No income birds at stations *D* and *E* caused equality of some indices. At the table there is presented too a result of outcome of group of birds from the stream: the birds ringed at *A* station were not caught at *F* station at all, although they were noted at *E* one. This means that they stopped on the route before *F* station or they have left the studied stream of migrants. In the normal, one-stream migration, as assumed in the *v*-table, there is possible to calculate the number of migrants at subsequent stages of the route. The formula is simpler one than presented at the beginning because of use of index-value (see Fig. 3).

In this moment we must make arrangement that we will call all birds which income to the stream at station *K* as *K*-birds. So, through *A* station pass only *A*-birds, through *B* station — *A*-birds and *B*-birds (if there are newcomers) and so on. This convention has one important effect — it stresses the fact that the stream of migrants is composed of different groups of birds (incomers at subsequent stages of the route), which can be differentiated as to the length and/or direction of migration. These groups can leave the stream in different places. The second arrangement, necessary for further discussion, is that every recovered bird can be treated as a representative of the number of birds, which passed by the station where it was ringed. *v*-values play this role too and they can be compared as the representatives of all birds in the group. This is rather natural assumption, because the ringed birds are as molecules of fluorescent dye in the stream of water, but it must be stressed here that direct-recoveries indices of the first station birds only represent pure *A*-incomers. Even *B* station indices at subsequent stations represent *A*-birds and *B*-birds, so pure *B*-birds index at station *X* can be obtained by subtraction: $v_{BX} - v_{AX}$. This difference will be written as Δ_{BX} , or more generally as Δ_{KX} (Fig. 4).

This delta-values are important in final analysis of the streams structure. The Δ -table is presented in Figure 4. This table is constructed in the form illustrating migration of different groups of incomers. Comparing Δ -values in the vertical direction (as shown by arrows) one can find what is the fate of the group at subsequent stages of the route.

The Δ -table gives possibility to estimate number proportions between different groups participating in migration, if we have calculated total number of migrating birds on the basis of *v*-table. It is assumed that the members of different groups are relatively such common in the stream of migrants as direct-recoveries expressed as Δ -values. The formula is presented at the figure 4. It is the result of solving the proportion.

The results of such study can be exemplified by the analysis of 1974th's Coal Tit irruption.

In this year at five stations of International Operation Baltic (Puisse, Kabli — Estonia, Regulus — Latvia, Mierzeja Wiślana, Bukowo — Poland) and at station Fringilla in Russian Federal Republic (Fig. 1), there were ringed 35 991 Coal Tits and 1168 direct-recoveries were obtained.

Of these recoveries only 645 ones are used in the study because, of, sorrowfully, no ringing data were received from stations Neringa and Ventės Ragas in Litua-

nia. For this reason other 306 direct-recoveries obtained at these stations and 208 their rings controlled at Mierzeja Wiślana were unuseful, as the essential for method used is including data about number of the birds caught.

The next table (Fig. 6) contains v -values and estimated total numbers of birds migrating through four stations later on the route. This table presents some interesting facts:

1) there are birds migrating from more northern station Puise to Kabli and in opposite direction;

2) at *Regulus* station there is higher v -value of *Puise-birds* than at Kabli station — this suggests that part of *Puise-birds* omitted Kabli in the flight to *Regulus* station;

3) at Bukowo there is no birds migrating earlier through *Fringilla* station, while there is relatively high number of *Regulus station-birds* — this suggests that some of these birds have omitted *Fringilla* and Mierzeja Wiślana stations and probably they have flown over the sea, landing West of Hel Peninsula (at Hel station there were caught 15 Coal Tits only).

This findings help in the construction of Δ -table for the studied migration route (Fig. 7). The table is presented in less formal, but some more analytical from pointing out mentioned splitting of the stream and input-output arrows. The graphs for every income group of birds are situated side by side. This Δ -table allows to estimate number balance of the migration stream from Puise to Bukowo stations. This balance is expressed in thousands of birds (Fig. 8). The result of the analysis can be shown in the graphic form as the total picture of migration route (Fig. 9). It can be presented too as a history of travel of every group of incomers, what is presented at the Figure 10.

Studying this general picture one must remember that it is the result of estimations, which cannot be very exact. There are number of sources of errors:

1) accidental deviations in number of direct-recoveries caused by weather conditions and/or sample size;

2) the lost from calculations of birds, which have left the stream before they reach the second station on their route in the stream; this is very probable in the case of *Kabli-birds*, which can fly directly to Ventės Ragas station at East side of Courland Bay. This hypothesis could be verified if the full data from this station would be accessible;

3) the number of *Regulus station-birds* at Bukowo can be overestimated, because of coastal effect concentrating these birds at the coast after landing in Poland — as the result of this effect they can be not fully mixed with the stream of migrants;

4) income birds at the last station cannot be estimated and omitting of them can be the cause of overestimating of *Regulus-birds* and *Mierzeja Wiślana-birds*.

As to my opinion, apart from these possible errors this kind of analysis could be helpful in complex studies of mass species.

Adres autora:
Przebórowo
84-210 Choczewo