

A vonulási adatok szerepe és alkalmazása a madárvonulás kutatásában.*)

Irta: SCHENK JAKAB.

5 szövegábrával.

Werteinschätzung und Verwendung der Zugdaten in der Vogelzugs-Forschung.*)

VON JAKOB SCHENK.

Mit 5 Textfiguren.

Önáltatás volna észre nem venni azt, hogy nagyon közelit az anakronizmus mesgyéjéhez az, aki a tudomány jelenlegi színvonalán, a gyűrűzési kísérletek valósággal szenzációs eredményei mellett, amikor a madárvonulás kutatásában már a kísérleti fiziológia és állati pszichológia, továbbá a palaeontologia, palaeoklimatologia stb. eredményei is szerepelnek, még mindig a vonulási adatokkal kísérletezik. Ez az érem egyik oldala. Másrészt azonban azt se szabad figyelmen kívül hagyni, hogy kezdettől fogva folytonosan csak halmozódtak a madárvonulási adatok, de azok értékesítésével még máig is adós maradt a kutatás. Régi panasz ez, amelyet különösen HERMAN OTTÓ hangoztatott igen gyakran. Egyes országok, ugyan dicséretes kivételt alkotnak, így elsősorban Magyarország, Svédország és Bajorország, de még mind a mai napig nélkülözünk oly munkát, amely legalább egyetlen egy madárfaj fölvonulását ismertetné annak az egész elterjedési területén.

Az 1750 óta, tehát 175 éven át gyűjtött madárvonulási adatok még mindig nincsenek értékesítve a madárvonulás kérdésének kutatásában.

Ezen a téren határozottan adósság terheli a kutatást, csak az a kérdés, vajjon érdemes-e még ezt az adósságot törleszteni, vajjon ez a tömérdek vonulási adat hátha inkább ballasztja a tudománynak, mint értéke?

Ennek a fontos kérdésnek az eldöntése céljából elsősorban is állapítsuk meg azt a célt, amelyet a vonulási kutatásnak, mint első megoldandó föladatát kell kitűznie. Nézetem szerint nem foroghat fönn semmi kétség az iránt, hogy a vonulási kutatás csakis akkor vethet föl jogosan új kérdéseket, ha egyes fajok fölvonulási módja már ismeretes. Csakis a vonulás lefolyásának az ismeretére lehet alapozni a kutatás épületét.

A vonulás lefolyását legszemléltetőbb módon hullámhoz lehet hasonlítani, amely hullám tavasszal a téli szállásból kiindulva a fészkelési területeket önti el,

*) Szerző előadása a kopenhágai Nemzetközi Madártani Kongresszuson 1926. május 2-án.

*) Vortrag des Verfassers Auf dem Int. Ornith. Kongress in Kopenhagen, erschienen in den Verhandlungen des Kongresses.

ősszel pedig fordítva a fészkelő területekből kiindulva a téli szállásokat árasztja el. Különleges esetekben a vonulás lefolyása szélesebb folyamhoz hasonló, vagy esetleg a hullámalakban tovaterjedő mozgalomban mint külön folyam is jelentkezhetik, pl. az időjárás hirtelen és nagyarányú változásai esetében.

Már most az a kérdés, hogy miként lehet ezeknek a vonulási hullámoknak a menetét legjobban megállapítani és szemléltetni, melyik az a mozzanata a vonulási tüneménynek, amely minden egyes vidékre nézve legkönnyebben megállapítható és egyuttal leginkább jellemző, amely tehát közvetítheti annak az ismeretét, mely vidékre ér legelőbb a hullám, hová érkezik meg legutoljára, mely területek lesznek kihagyva, vagy hová csapódik az akadályon megtorpanó hullámok egy-egy habfoszlánya.

Hiábavaló itt minden okoskodás, a vonulási adatot, mint a madárvonulási kutatás legelemibb egységét nem lehet sem mellőzni, sem a vonulási tünemény más mozzanatával helyettesíteni, nem is szólván arról, hogy minden egyes vonulási adat egyuttal faunisztikai adatot is szolgáltat.

Ezzel a nézetemmel nem állok egyedül, sőt hivatkozhatom több elismert kutatóra. Ezek közé tartozik első sorban DR. WEIGOLD H. az ismert helgolandi madármegfigyelő állomás vezetője, aki idevágó számos művében mindig a leghatározottabban állást foglalt a vonulási adatok földolgozása mellett, másrészt schweppenburgi GEYR JÁNOS báró, aki nagy feltűnést keltett munkájában — *Die Zugwege von Lanius senator, collurio und minor*, Journ. f. Ornith., 1926 Heft 2. p. 388, szintén ornithophoenologiai monografiákat követel, vagyis azt, hogy a meglevő madárvonulási adatokat föl kell dolgozni — értékesíteni. Mindenki tudja, hogy ez a három gébicsfaj vonuló madár, de hogy miként és hová vonulnak, arról senkinek még csak halvány sejtelme sincs.

A madárvonulási kutatás éppen olyan kevésbé nélkülözheti a vonulási adatokat, mint a meteorológia a hőmérsékletre és egyéb időjárási jelenségekre vonatkozó följegyzéseket. Ahogyan a meteorológia ezeknek a följegyzéseknek az alapján állapítja meg valamely megfigyelési állomás klimatologiai jellegét, azonosképpen valamely terület ornithophoenologiai jellegét is elsősorban a vonulási adatok alapján lehet megismerni és aztán a gyűrűzési kísérletek eredményei és egyéb megfigyelések adataival kiegészíteni.

Magától értetődik, hogy ez a fölfogásom nem vonatkozik az összes vonulási adatokra. A madárvonulás nagyon sok, többé-kevésbé ellenőrizhetetlen tényezőnek a függvénye, úgy hogy csak a legmarkánsabb mozzanatokot lehet értékesíteni, mind a milyenek az első megérkezésre, az utolsók távozására, továbbá tömeges vonulásra vonatkozó adatok, akár vonulókra, átvonulókra, téli vendégekre, vagy úgynevezett vándormadarakra is vonatkoznak ezek az adatok. Egyéb megfigyelések, amelyek a vonulók állományának hullámozására vonatkoznak valamely vonulási szezonnal (l. FLOERICKE hullámozási görbéit *Aquila* 1899. p. 280.) ritka kivételektől

eltekinve a menthetetlenül értékesíthetetlen ballasztot gyarapítják. A vonulás és időjárás között fennálló összefüggésre vonatkozó eddigi tapasztalataink azt mutatják, hogy az egyes megfigyelési állomások u. n. hullámzási görbéi között csak a legritkább esetekben lehet összefüggést felfedezni, mert hiszen ezek a hullámzási görbék egyéb tényezőkön kívül attól is függenek, hogy hol, melyik ismeretlen helyen tartózkodik a hazafelé siető vonulók tömege. Ezek a mozzanatok pedig teljességgel ellenőrizhetetlenek.

Kivételt csakis az u. n. madárvárták adatai tehetnek, esetleg igen rendszeresen működő megfigyelők adatai, de ezek is csak abban az esetben, ha lehetőleg azonnal földolgozzatnak, mert hiszen igen kevés a kilátás rá, hogy valaki a távol jövőben ráfanyalodjék arra az igen hálátlan föladatra, hogy ezeket az adatokat értékesítse, amelyek előreláthatólag csak igen sovány eredményeket szolgáltathatnak.

Miután ezzel nagyjában megvilágítottam a vonulási adatok szerepét és fölhasználhatóságát a madárvonulási kutatásban, most rátérhetek a második föladatra, hogyan kell azokat alkalmazni. Ez a kérdés két részre oszlik. Először azt kell vizsgálni, mennyire megbízhatók ezek az adatok, másodsor azt, hogy a megbízhatók miképpen hasznosíthatók. A megbízhatóságra és az alkalmazás módjára vonatkozólag kidolgozott eredeti vizsgálati módszereim előmunkálatai egy nagyobb tanulmányomnak, amely a *kakuk* vonulási viszonyait tárgyalja annak teljes elterjedési területén.

A kiindulási pontot MIDDENDORFF izepiptézisei szolgáltatták. Ezek az izepiptézisek azok a vonalak, amelyek az egyenlő érkezési pontokat összekapcsolják s ilyen módon szemléltetik a vonulási hullám menetét. Az eljárás a lehető legegyszerűbb. A meglevő adatok alapján minden egyes állomásra vonatkozóan kiszámítjuk az úgynevezett középszámot. Ezt úgy nyerjük, ha az adatokat összegezzük s elosztjuk ezt az összeget az adatok számával. Alkalmas térképen aztán berajzoljuk az állomást, melléje írjuk a középszámot s ha ez megvan, az egyforma érkezést mutató állomásokat megfelelő görbe vonalakkal összekapcsoljuk.

Ezt az eljárást elsőizben a meteorológiában alkalmazták és máig is változatlanul érvényben van. Igaz ugyan, hogy tán a legfontosabb szempontból a meteorológia behozhatatlan előnyben van az ornithophaenológiával szemben, t. i. a megfigyelési adatok pontosságát illetőleg. A meteorológiai adatokat mindig készenlétben levő műszerek szolgáltadják s legfeljebb leolvasási hibák fordulhatnak elő, föltéve természetesen, hogy a leolvasások az előirt időpontban történtek s a műszerek is az előírásnak megfelelően lettek alkalmazva. Az utóbbiakban már történhetnek többé-kevésbé jelentékeny hibák s ezért a meteorológiának már kezdettől fogva gondoskodnia kellett oly eljárásokról, amelyek segítségével a megfigyelések pontosságát és megbízhatóságát ellenőrizhette a kutatás.

A meteorológiában erre a célra az úgynevezett FECHNER-féle törvényt

alkalmazzák, egy elméleti matematikai formulát, amelyre itt nem akarok részletesebben kiterjeszkedni, mert azt a vonulási adatok megbíráására nem tartom teljesen alkalmasnak. Ettől eltekintve — a vonulási adatok földolgozására szolgáló módszereket lehetőleg elemi matematikai ismeretekre szeretném alapítani, mert csak így remélhető azok elfogadása az ornithologusok részéről. Különösen ebből a szempontból már most kell kijelentenem, hogy nem tudom elfogadni Dr. BRETSCHER K. módszereit, amelyeket több munkájában alkalmazott elismerésre méltó buzgósággal és találékonysággal. Ezekben a munkáiban nemcsak a középszámra támaszkodik, hanem kiszámítja még az eloszlásra és az asszimetriára vonatkozó értékeket, valamint az adatok úgynevezett hányadosát, *quotiensét*. Ezek jelentőségét és kiszámításuk módjait Dr. WITZIG J. tárgyalja *Mass und Zahl im Bereiche der Lebenserscheinungen* 1924-ben megjelent érdekes munkájában. Az itt ismertetett és ajánlott módszereket már azért se tudom elfogadni, mert a vonulási adatokat minden további vizsgálat nélkül pontosaknak és megbízhatóknak fogadja el. Az eloszlásra és asszimetriára vonatkozó értékek, valamint a hányados csak arra szolgálnak, hogy azok alapján könnyebben fölismerjük és jobban szemléltessük az adatok időbeli elhelyezkedését egy adott területen, de az adatok megbízhatóságának megvizsgálására szolgáló módszert nem tartalmaz a könyv, pedig sok évi tapasztalataim szerint ez a földolgozás kezdete, mert hiszen csakis megbízható adatokból várhatunk megbízható eredményeket, nem is szólva arról, hogy a különböző évekből származó adatok összeelegyítése szintén nem helyeselhető, mert miként alább kiderül, minden évnek megvan a maga sajátos vonulási jellege, amelyet figyelembe kell venni, ha azt akarjuk, hogy eredményeink legalább megközelítőleg helyesek legyenek.

Kérdés már most, hogy (tudatos hamisításoktól eltekintve) melyek azok az elkerülhetetlen megfigyelési hibák, amelyeket alkalmas módszerek által meg kell állapítani és aztán kiegyenlíteni. Minden lelkiismeretes megfigyelő tisztában van azzal, hogy sokszor a véletlen is igen nagy szerepet játszik az első vagy utolsó példány megfigyelésében. Kivételes esetekben egy-két heti különbségek is mutatkozhatnak ugyanazon a területen ugyanarra a fajra vonatkozó megfigyelési adatoknál, ezeket a különbségeket egyáltalában nem lehet hanyagságnak vagy a lelkismeretesség kisebb fokának a rovására írni.

Ezeket a különbségeket igen sok tényező idézheti elő: némely egyednél rendkívüli intenzitással időnek előtte jelentkezik a vonulási ösztön, minélfogva szokatlanul korán érkezik, másik esetben a vonuló madár éppen olyan helyen reked meg valamely közbenső kedvezőtlen időjárás alkalmával, ahol ez a kedvezőtlen időjárás a legtovább érezteti hatását, ez a madár tehát késni fog; megszokott jelenség, hogy az illető fajra nézve kedvezőtlen területen az átvonulás többnyire később történik, mert csak eltévedt példányok kerülnek oda, mint pl. az erdei szalonka az Alföldön stb. Minden

mégfigyelő egész sereg idevágó lehetőséget tudna felsorolni, nem is szólván arról a sok teljesen ellenőrizhetetlen tényezőről, amely valamely terület madárlakosságának megérkezésére sokszor döntő befolyást gyakorol. Ide tartozik pl. az az eset, amikor némely esztendőben valamely faj egy adott területen teljesen kimarad. Minthogy a madarak jórésze „törzsenként“ vonul, vagyis egy falu fülemléi együtt vonulnak el, megtörténhetik az az eset, hogy utközben éppen ezt a „törzset“ fogják el a délvidéki madarászok, úgy hogy a rendes lakók közül egyetlen példány sem jelenik meg, hanem nagy későn mutatkozik más vidékről való példány, amely más törzstől elmaradt (tán ragadozó üldözése miatt) és ezért vonulása szintén rendkívüli.

Ha már most a legjobb megfigyelőknél is előfordulhatnak az ilyen kikerülhetetlen hibák, mennyivel bőségesebb ez a hibaforrás a kevésbé iskolázott megfigyelőknél, akik mégis csak túlsúlyban vannak a sűrűbb megfigyelő hálózatokban a szakmegfigyelőkkel szemben. Szükségtelen tehát továbbra is bizonyítgatni azt, hogy a vonulási adatok tudományos fölhasználása a megbízhatóság előzetes alapos megvizsgálása nélkül nincs megengedve.

Egyelőre csak az a kérdés, hogyan történjék ez a vizsgálat.

A vizsgálat ill. ellenőrzés alapját alkotó eljárást nem szándékozom a valószínűségszámítás valamilyen elméleti formulájában keresni, hanem tisztán magukban a rendelkezésre álló vonulási adatokban, teljesen empirikus alapon, abból a sokszoros tapasztalatból kiindulva, hogy minden egyes esztendőnek megvan a maga sajátos vonulási jellege. Tudjuk, hogy vannak abnormisan korai és abnormisan késői esztendők a madárvonulás szempontjából. Több évre vonatkozó összehasonlításnál ezek az abnormális esztendők rendkívül föltűnőek. Kiválóan tanulságos ebből a szempontból az 1890-iki esztendő, amely Középeurópában csak, meglehetősen korai volt, Északkeurópában azonban rendkívül korai jelleget mutatott.

A mellékelt összeállításban szerepelnek kivétel nélkül mindazok a finn és svédországi megfigyelő állomások, amelyeken az 1888—1892. esztendők alatt figyelték meg a kakuk első megszólasását. A sötét négyzet jelezi a legkorábbi érkezést, a többi négyzetben levő szám azt mutatja, mennyit késett az érkezés a legkorábbi esztendőhöz képest. Finnország 26 állomása között 7 akad olyan, ahol a legkorábbi érkezés nem az 1890-iki esztendőben történt, Svédország 22 állomása között csak egy ilyen akad. De még ezek az állomások is csak 5 napi különbséget mutatnak a legkorábbi esztendővel szemben, holott a többi esztendőben, mint pl. 1889. és 1891-ben elég sűrűn találkozunk 15 és több napi késésekkel.

A két egymástól teljesen függetlenül működő megfigyelő hálózat adatainak ily szembeszökő megegyezéséből bizonyára szabad azt a következtetést levonni, hogy a vizsgálat alapjául szolgáló megfigyelések megbízhatóak. Hogyan lehetne különben megmagyarázni a korai és késői esztendőknek azt a valóban frappáns megegyezését? Azt gondolom, hogy

ebben a jelenségben találtam meg az adatok megbízhatóságának a legbiztosabb kritériumát. Az elméleti matematikai képleteknél a megbízhatóság kritériuma egyrészt a minél kisebb ingadozás, vagyis hogy az érkezési adatok minél kevésbé különbözzenek egymástól, másrészt hogy azok lehetőleg egyenletesen helyezkedjenek el a középszám mindakét oldalán. Szemmel látható, hogy ezt a kritériumot a jelen esetben nem lehet elfogadni. A vonulási jelenség természetében rejlik, hogy igen erős ingadozások

5 éves megszakítatlan adatsorozatok:

Svédország

Állomás neve	Év				
	1888	1889	1890	1891	1892
1. Almesåkra	10	1	5	4	
2. Björkholm	8	3	4	12	
3. Esphult	11	5	10	8	
4. Frisnäs	15	5	14	12	
5. Frösåker	7	9	9	12	
6. Frötuna	4	3	8	7	
7. Gumlösa	7	4	8	9	
8. Heckeberga	7	5	10	11	
9. Hellefors	10	11	10	12	
10. Hjälmståter	10	6	10		
11. Hofby	15	10	21	8	
12. Hvalinge	17	3	12	10	
13. Karlskrona	2	3	3	7	
14. Lungsund	15	5	7	7	
15. Nottebäck	7	8	6	12	
16. Odensvi	3	4	7	11	
17. Säbra	11	6	13	6	
18. Sandhamn	8	8	6		
19. Skinnskatteberg	11	8	10	11	
20. Töcksmark	2	4	5		
21. Torpa	6	1			
22. Vingåker	6	3	6	8	
Összesen :	190	96	3	181	188
Index :	8·7	4·4	0·1	8·1	8·5

Finnország

Állomás neve	Év				
	1888	1889	1890	1891	1892
1. Alajärvi	7	8	6		
2. Alavo	17	10	12	8	
3. Borgå	7	12	12	10	
4. Enare	13	4	1	1	
5. Helsingfors	2	3	3	4	
6. Impilacks	3	2	10	5	
7. Jääskis	3	4	10	5	
8. Janakkala	3	7	1	9	
9. Kangasala	12	2	9	8	
10. Kiithelysvaara	11	1	11	8	
11. Kimito	15	4	11	11	
12. Kittilä	16	9	9	18	
13. Mustasaari	3	5	4	1	
14. Nykarleby	10	1	11	7	
15. Parkano	11	9	8	12	
16. Pelkjärvi	4	2	10	4	
17. Puumala	7	4	10	8	
18. Saarijärvi	18	13	18	18	
19. St. Michel	13	11	9	7	
20. Salo	8	6	13	6	
21. Sulkawa	3	7	12	8	
22. Sysmä	5	4	14	7	
23. Tammela	9	11	5	7	
24. Tohmajärvi	6	5	10	14	
25. Wasa	7	8	16	13	
26. Wichtis	4	7	6	8	
Összesen :	214	138	19	244	200
Index :	8·2	5·3	1·0	9·3	8·1

lehetségesek, másrészt a tapasztalat azt mutatja, hogy néha sok késői érkezést mutató esztendő következik egymásra, esetleg fordítva is, sok korai esztendő következik egymásután, úgy hogy az adatok symmetricus elhelyezkedése a középszám közül ellenkezik magának a természeti jelenségnek a legsajátosabb lényegével, vagyis éppen azok a megfigyelési sorozatok a megbízhatatlanok, amelyeknél az elméletileg megkívánt sajátságok megvannak. Ezek a megfontolások birtak arra, hogy az elméleti formulákat és képleteket elvesssem és empirikus uton magukon az adatsorozatokon keresssem azokat a módszereket, amelyek alkalmazása révén biztos eredményeket várhatunk a vonulási adatoktól.

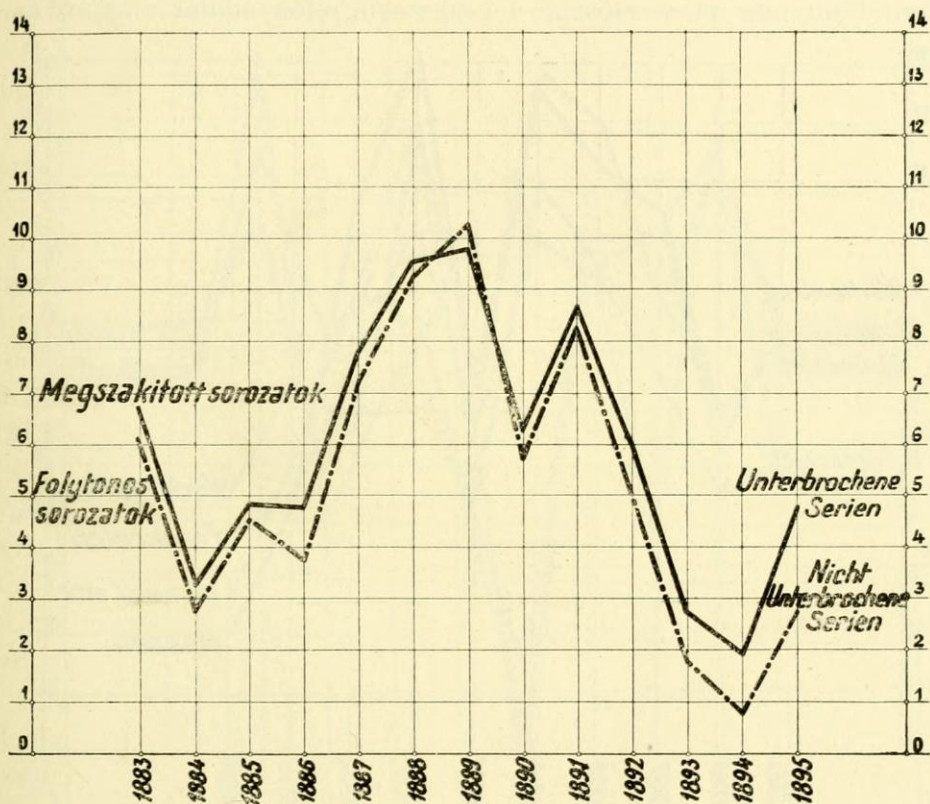
Az alapgondolat az volt, hogy ha csak némileg is pontosak az adatok, akkor minden egyes esztendőre nézve pontosan meghatározott vonulási jelleg — korai, késői, vagy közép — fog kidomborodni. A miképpen minden testnek, akármilyen szabálytalan legyen is az, megvan a maga pontosan meghatározott súlypontja, azonképpen valamely madárfaj vonulására nézve is minden egyes vidéknek, minden egyes esztendőnek megvan a maga határozott jellege, amelyet az összes vonulási adatokból kiszámított számértékkel kifejezhetünk. Ha egy adott esztendő összes adatainak összegét elosztjuk az adatok számával, akkor oly értéket nyerünk, mely minden egyes esztendőre jellemző. Ezt a számértéket a következőkben *évi index*-nek nevezem. Ezeknek az évi indexeknek a kritériumát az szolgáltatná, hogy közeli szomszédos területeken, amelyeken a legnagyobb valószínűség szerint a vonulási viszonyok egyformák, azokon az évi indexek is legalább közelítőleg ugyanazok. Hiszen a legnagyobb mértékben meg kellett volna ütköznünk azon, ha Finnország és Svédország adatainak fenti összehasonlítása azt eredményezte volna, hogy az 1890-es év pl. Svédországban igen késői, ellenben Finnországban igen korai lett volna.

A következő lépés azoknak az adatoknak a kiválasztása, amelyek az évi indexek megállapításához alkalmasak. Finnország és Svédország adatainak fenti összehasonlításához csak azokat az állomásokat vettem figyelembe, amelyeken az 1888. és 1892. között levő évek mindegyikében megfigyelték a kakuk érkezését. Ezek a megfigyelési sorozatok *folytonosak*, ellentétben a *megszakított* sorozatokkal. A meteorologia lehetőleg csakis folytonos sorozatokkal dolgozik s ezek valóban értékesebbek, sajnos azonban egyuttal jóval ritkébbak is, tehát soha sincsenek elegendő számban. Keresni kell tehát oly eljárást, melynek segítségével a folytonos sorozatok mellett a megszakított sorozatokat is fölhasználhatjuk az évi indexek megállapítására, mert hiszen enélkül igen sok értékes megfigyelést az alkalmazásból és értékesítésből ki kellene zárni.

Ebből a célból megvizsgáltam a kakukra vonatkozó óriási adattömeget, amelyet Franciaországból ANGOT ALFRED közölt. Először az 1883—1895. évekre vonatkozó adatokból kiválogattam az összes folytonos sorozatokat

és azok alapján számítottam ki az évi indexeket. Ugyanezt tettem aztán az összes folytonos és megszakított sorozatokkal. A mellékelt ábrán (p. 249) látható a kétféle uton nyert évi indexek alapján készült grafikon. A két grafikon nemcsak hogy párhuzamos, hanem majdnem tökéletesen fedi egymást, tehát a kétféle módszer ugyanazt az eredményt szolgáltatta, szóval a megszakított sorozatok az indexek megállapítására igénybevehetők.

A francia adatanyagban csakis oly állomások szerepeltek, amelyekben legalább négy évben figyelték meg a kakuk érkezését. Ezt a négy évet vesszük

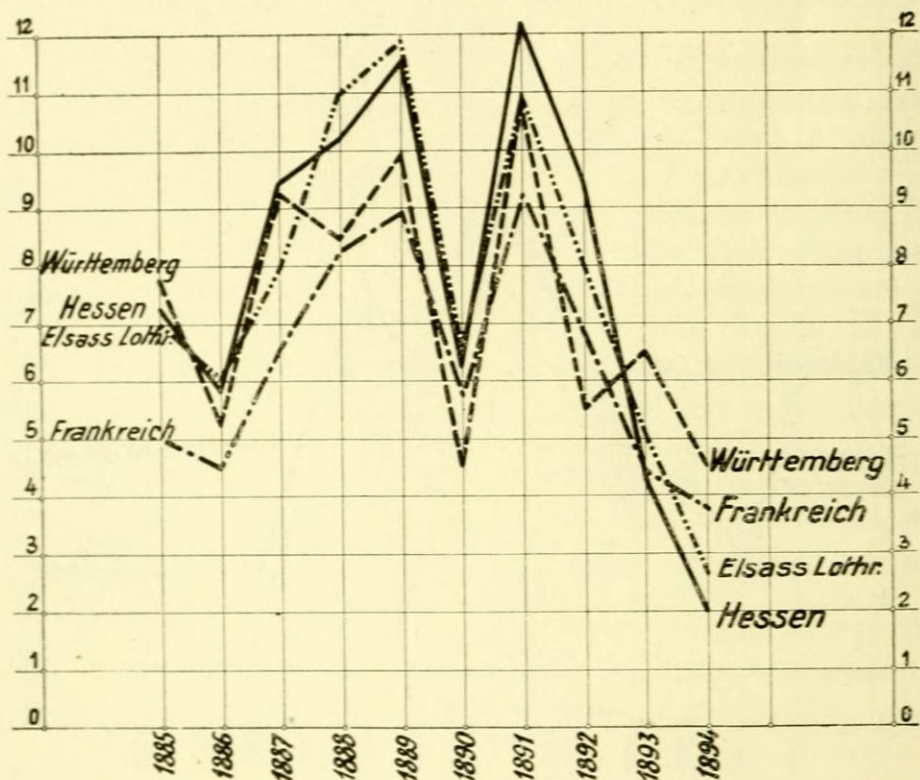


7. ábra.

alapul majd a későbbi hasonló vizsgálatoknál. Igaz, hogy teljesen önkényesen választjuk ezt a számot, de valamilyen alsó határt meg kell állapítani.

Az itt vázolt módszer alapján most már megállapítottam egyrészt Svéd-, Finn- és Oroszország évi indexeit, másrészt pedig Franciaország, Elzász-Lotharingia, Baden, Hessen és Württemberg évi indexeit az 1885—94. évekre vonatkozólag. Az első csoport Európa északi részére mérvadó, a másik pedig Középeurópa déli felére. Az évi indexek alapján szerkesztett grafikonok a 250. és 251. oldalon levő ábrákon láthatók. Szembetűnően látszik a különböző országok index-grafikonjainak párhuzamos volta, ami bármilyen matematikai képletnél is jobban bizonyítja a megfigyelések megbízhatóságát.

Dacára ennek a valóban meggyőző eredménynek, mégis tovább kutattam és megvizsgáltam ebből a szempontból a kakukra vonatkozó magyar madárvonulási anyagot, amelyet hosszú évek során végzett földolgozásaim alapján teljesen ismertem. Magyarországon mint ismeretes, kétféle megfigyelési hálózat működött. Az egyiket szakmegfigyelők alkották, a másikat a m. kir. Erdőhatóságok. Ezekkel párhuzamosan Horvátországban, amely akkoriban még Szent István koronája alá tartozott, szintén működött egy megfigyelési hálózat, amely a magyarországitól teljesen független volt. Kiszámítottam már most először a szakmegfigyelők adatai alapján az évi

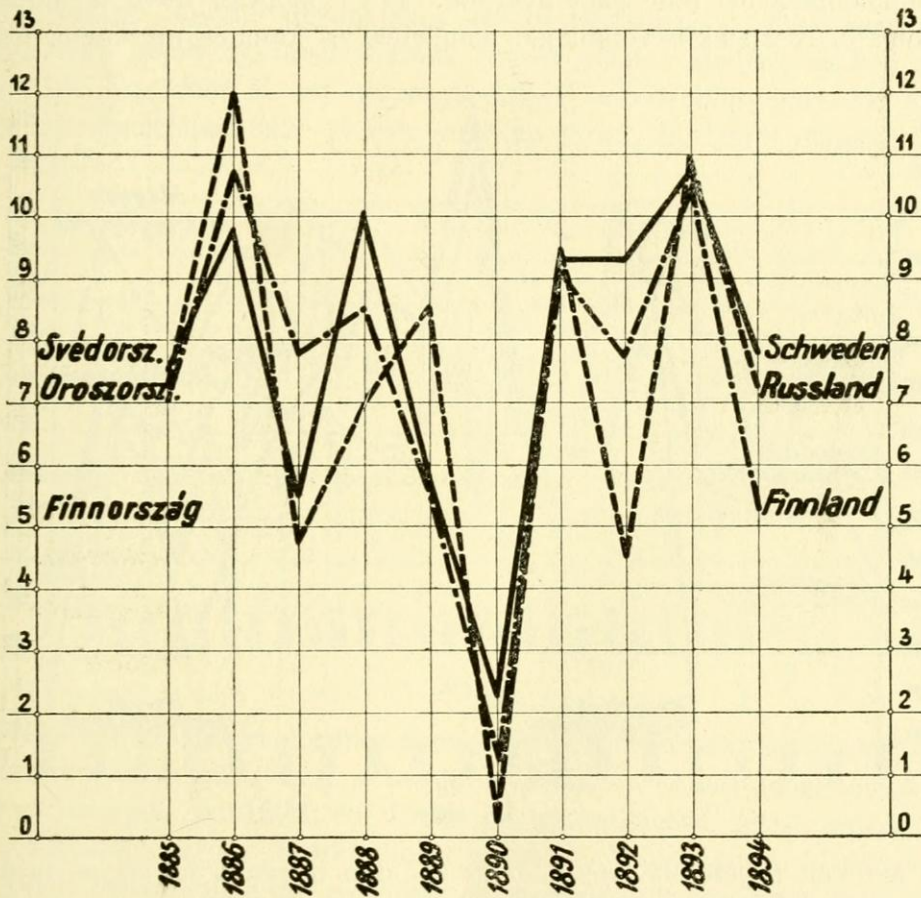


8. ábra.

indexeket, aztán külön az Erdőhatóságok adatai, végül külön a horvát adatok alapján. Az eredményt a 252. oldalon bemutatott grafikonok mutatják. Látható, hogy a háromféle adat alapján számított évi indexekből szerkesztett grafikonok egymás között majdnem teljesen párhuzamosak.

Azt hiszem, hogy ez a leginkább meggyőző bizonyíték arra nézve, hogy a módszer helyes, másrészt arra nézve is, hogy a megfigyelések megbízhatók, tehát tudományos vizsgálatra alkalmasok. Csak mellékesen akarok egyúttal arra is kitérni, hogy ezek a grafikonok szolgáltatják egyúttal a megdönthetetlen bizonyítékot arról, hogy a vonulás függ a mindenkori időjárástól, mert hiszen ha ilyen függés nem volna, akkor minden egyes esztendőnek évi indexe ugyanaz volna.

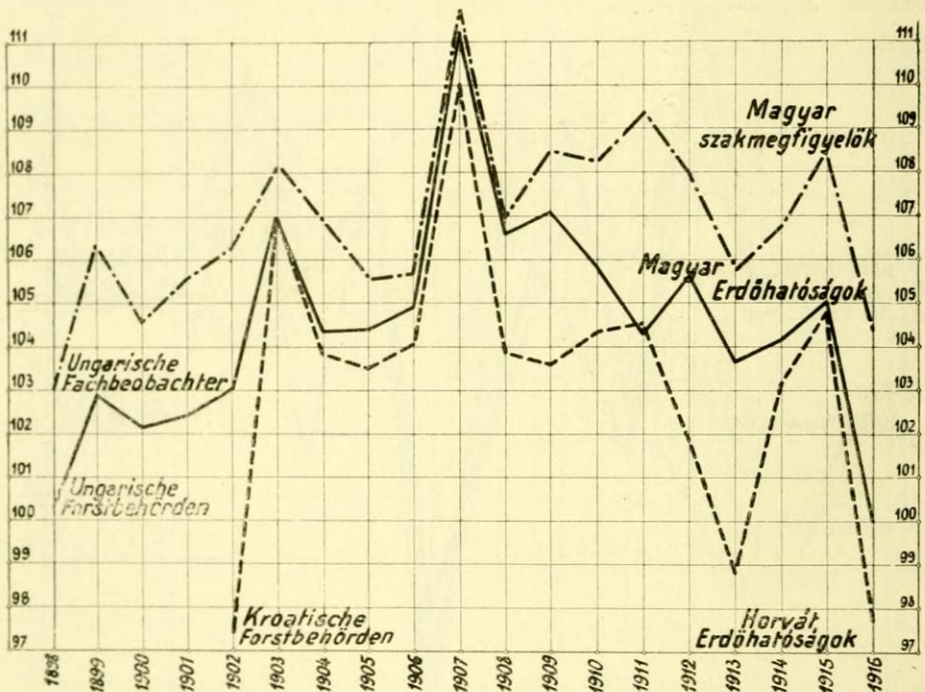
A következő lépés már most arra vonatkozik, hány állomás adatai szükségesek megbízható évi index megállapításához. Nem szabad lebecsülni ennek a kérdésnek a fontosságát, mert hiszen az elégtelen számú adat alapján számított index hibás eredményekre vezethet. Sokféle kísérletet végeztem arra, hogy ezt a nehéz problémát kielégítő módon megoldhassam és a már említett finn- és svédországi, továbbá a francia adatoknál empirikus uton meg is találtam a megbízható évi index megállapításához szükséges állomások számának



9. ábra.

alsó határát. Az északi megfigyelési állomásokon az adatok ingadozása, vagyis a legkorábbi és legkésőbbi adat közötti időköz, ritkán nagyobb 20 napnál. Ezeknél már 20 állomás adatai megbízható évi indexet szolgáltatnak. A délebbre fekvő vidékeken az ingadozás nagyobb, itt már 30 állomás adatai szükségesek a megbízható évi index megállapításához. Ezt a 30 állomást követelő alsó határt a nézetem szerint legkevesebbé megbízható franciaországi adatok alapján értem el. Ennek a nagyszabású anyagnak a folytonos sorozataiból 30 állomásból álló csoportokat alakítottam. Az adatok a departement-ok alfabetikus sorrendjében vannak közölve s ezt a sorrendet

én is megtartottam, úgy hogy minden célzatosság kizárt dolog. A 30 állomás évi indexei alapján szerkesztett grafikonok egymás között párhuzamosak voltak és ugyancsak párhuzamosak voltak az összes adatok alapján megállapított index-grafikkal, tehát minden 30-as csoport már ugyanazt az eredményt adta, mint a teljes anyag. Ha tehát nincs is minden egyes területre vonatkozólag akkora adathalmazunk, mint Franciaországból vagy Magyarországból, már 30 adat alapján is megbízható és összehasonlításra alkalmas évi indexeket nyerünk. Ezzel megvan adva a módszer; a finomabb részletekre vonatkozó elmélyítés és kiépités már nem nehéz.



10. ábra.

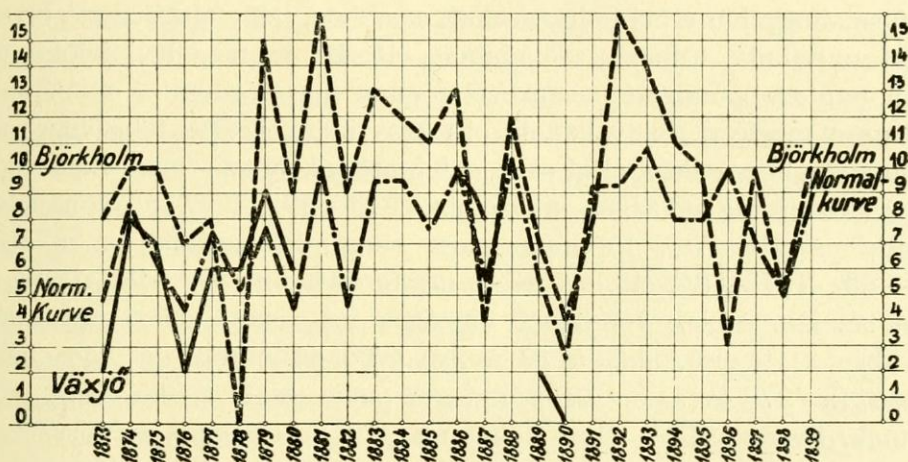
Csak azt kell figyelembe venni, hogy minden nagyobb egységes területre és minden egyes madárfajra nézve ezt a számot külön kell megállapítani; az összes területekre és madárfajokra érvényes ilyen szám nincsen.

A vázolt módszerek alapján megállapított megbízható évi indexek szolgáltatják aztán a *normális görbét*, amelynek alapján aztán az egyes állomások megfigyelési adatai mindenkor pontosan ellenőrizhetők megbízhatóságuk szempontjából. Ez a vizsgálat a gyakorlatban igen könnyen sorozat megfelelő adatának is későinek kell lennie stb. A középszám megállapításához csak azok az adatok használhatók, amelyek a normális görbének megfelelnek. Ha korai érkezést mutat egy esztendő, amelyre nézve a normális görbe késői érkezést állapít meg, akkor azt az adatot ki kell selejtezni, mert vagy valami abnormalis tükrötvet vissza, amely a vonulás

normális menetébe bele nem illeszthető, vagy pedig megfigyelési hiba.

Az eljárást egyszerű példával akarom megvilágítani.

Svédországból van normális görbénk az 1873—1899. évekre vonatkozólag. Minden egyes esztendő indexe legalább 30 adatból van kiszámítva tehát megbízható, mert fenti követelményeinknek megfelel. Már most vizsgáljuk meg Björkholm állomásnak szintén 1873—1899. évekre vonatkozó végezhető. Valamely adatsorozat minden egyes adatát összehasonlítjuk a normális görbe megfelelő évi indexével. Amely évben ez a normális görbe késői érkezést mutat, ugyanabban az esztendőben a megvizsgálandó adatait, hogy mennyire megbízhatóak. Ennek adatai alapján szintén megszerkesztjük a görbét és azt összehasonlítjuk a normális görbével. (253. oldal). Az összehasonlítás szerint csak az 1892. és 1896. években volt



11. ábra.

jelentősebb eltérés. Björkholm állomáson 1892-ben abnormis későn, 1896-ban abnormis korán érkezett meg a kakuk, a többi év adatai megfelelnek az országos átlagnak. Az 1892. és 1896. év adatai tehát selejtezendők és csak a többiből kell a Björkholmra jellemző középszámot kiszámítani.

Végül lássunk még egy rövidebb és megszakított sorozatot, hogy ilyenekre nézve is megállapíthassuk az eljárást. Växjö állomáson az 1873—80. 86. 87. 89. 90. években figyelték meg a kakuk érkezését. A normális görbével való összehasonlítás azt mutatja, hogy Växjö adatai teljesen megfelelnek a normális görbének, tehát minden selejtezés nélkül fölhasználhatók a középszám kiszámításánál. A meglévő adatok szerint ez a középszám május 5-5. Minthogy azonban ez a középszám csak 12 év alapján lett megállapítva nem pedig a normális görbe 27 éve alapján, azért ezt még megfelelően korrigálni kell s csak azután lehet a vonulási térképre rávezetni. Előbb még meg kell vizsgálni azt, hogy Växjö állomás megfigyelési éveinek középindexe milyen viszonyban van az ugynevezett

országos indexszel, amelyet úgy nyerünk, ha az évi indexek összegét elosztjuk az évek számával. Svédországra nézve az 1873—99. években az az országos index 7·4. Ezzel szemben az 1873—80, 86, 87, 89, és 1890. évek indexe (amely esztendőkre vonatkoznak Växjö adatai) csak 6·0. Växjö állomáson tehát tulnyomóan korai esztendőben jegyezték föl a kakuk érkezését. A különbség ezen esztendők középindexe és az országos index között 1·4 nap, tehát ennyit hozzá kell adni a fenti középszámhoz, vagyis Växjö közép érkezési napja nem május 5·5, hanem május 6·9.

Ezzel az eljárással végig kell vizsgálni az összes rendelkezésre álló adatsorozatokat s a megbízható középszámokat azután a vonulási térképre rávezetni hogy ily módon az illető madárfaj fölvonulásáról helyes, tiszta és szemléletes képet nyerjünk.

Az eddigi logikus eljárás utolsó állomása már most annak a megállapítása, hogy hány évi index szükséges ahhoz, hogy megbízható országos indexet nyerjünk. Ennél a föladatnál először is meg kell jelölni előre, hogy a pontosság milyen mértékével fogunk megelégedni. A mi célunknak tökéletesen megfelel, ha valamely országos index értéke tetszőleges újabb éves indexek hozzáadása által csak $\pm 0\cdot5$ nappal változik meg. Lássunk erre példát. Svédország országos indexe az 1873—99. időközre vonatkozólag a fentiek szerint 7·4. Ha már most sorra kiszámítjuk az 1873—82., 1973—83., 1873—84. stb. évekre és megfordítva az 1899—90., 1899—89., 1899—88. stb. évekre vonatkozó országos indexeket, akkor azt találjuk, hogy akár a 19 első, akár a 19 utolsó évből számított országos indexek eltérései a 27 éves országos indextől már csak $+0\cdot5$ napi eltérést mutatnak. Svédországra nézve tehát már 19 év elegendő az összehasonlítás alapjául szolgáló országos index megállapításához. Délebbre eső vidékeken, ahol az érkezésben nagyobb ingadozások mutatkoznak, valószínűleg több év szükséges ilyen alapindex megállapításához. Az erre vonatkozó vizsgálatokat az itt alkalmazott empirikus módszerrel minden egyes területre nézve külön-külön kell végrehajtani.

Még egy utolsó kérdést kell tisztázni. Mit csináljon a vonulási adatok földolgozója abban az esetben, ha valamely országban nincs annyi adatsorozat, amelyek alapján országos indexet lehetne megállapítani a meglévő adatok megbízhatóságának elbírálására? Ily esetekben az a teendő, hogy a földolgozó találja meg azt a legalkalmasabb szomszédos területet, amely kölcsön adhatja a maga országos és éves indexeit, hogy azok alapján megbírálhassa az adatokat.

Az eljárás technikai részére vonatkozólag egész röviden csak annyit akarok megjegyezni, hogy az állomások lehetőleg alfabetikus sorrendben kövessék egymást s az adatokat úgy írjuk le, hogy az egyes esztendő adatai ugyanabba a rovatba kerüljenek. Ilyen módon az éves indexek azonnal megállapíthatók. Ajánlatos az adatokat egyszerűség okából a meteoro-

logiában divó módszerrel jelölni, vagyis április 1 = 91, vagyis január 1-től számítva a 91-ik nap stb.

Az eddigi fejtegetések csak a sok évet felölelő és nagy területről való madárvonulási anyag földolgozására vonatkoznak. Egy évre vonatkozó és kisebb területekről való vonulási adatok földolgozási módszereit a M. Kir. Madártani Intézet sorozatos földolgozásai minden részletre kiterjedő pontossággal már több ízben is megállapították. Ezekre bővebben nem terjeszkedek ki, csak annyit akarok megjegyezni, hogy ezek az egy évre vonatkozó földolgozások is fontos adalékokat szolgáltatnak a vonulási kutatás számára, egyrészt a vonulási anyag rendezése által, másrészt a vonulást befolyásoló helyi hatások megállapítása által s végül a vonulásnak az időjárással való kapcsolatának tisztázása által. Az utóbbi kérdésre vonatkozó vizsgálatokat minden egyes esztendőre külön-külön lehet csak végrehajtani, amint ezt bizonyítják GALLENKAMP Bajországban, DEFANDT Ausztriában és elsősorban HEGYFOKY Magyarországon végzett ismeretes munkálatai.

Ezután a kitérő után, amelyet azonban az ismertetett földolgozási módszerek szerves kiegészítése céljából okvetlenül szükségesnek tartottam, visszatérek eredeti föladatunkhoz, hogy megcsináljam a mérleget arról, mit értünk el eddig. Tegyük föl, hogy összegyűjtöttük valamely fajra és annak egész elterjedési területére vonatkozólag a teljes vonulási anyagot. Ezt az anyagot a fentvázolt módszerekkel rendeztük, megbiráltuk s a megbízhatóknak fölsimert adatok alapján kiszámított és megfelelően helyesbített középszámokat rávittük a vonulási térképre és megszerkesztettük a kívánt izepiptéziseket. Az illető faj fölvonulásának képe tisztán előttünk van, azonkívül az átvonulási területek és téli szállások is kisebb-nagyobb pontossággal térképezve vannak.

Mit értünk el? Megérte-e a fáradságot ez az eredmény, amely első látásra bizony elég soványnak látszik? Mit jelez ez a térkép? A vonulási kutatás alapját, vagy betetőzését? Kiindulási pontját, vagy végcélját?

Nem lehet kétséges, hogy ily térképek a további kutatás alapjait szolgáltatják. Ily térképek megszerkesztése nem jelentheti a vonulási probléma végleges megoldását. A vonulási térkép nem nyújthat többet, mint amennyi benne foglaltatik, t. i. a fölvonulás menetének szemléltetését. Nehány faj fölvonulási módjának alapos ismerete és ezek összehasonlítása azonban multhatatlanul szükséges ahhoz, hogy a vonulási kutatás a kérdéseket helyesen föltehesse és el ne kalandozzék a spekulációk útvesztőiben. A vonulás elméletére és kifejlődésére vonatkozó kérdések helyesen és eredményre való kilátással csak úgy tehetők fel, ha ismerjük a vonulás lefolyását. Ugy szintén a gyűrűzési kísérletek eredményeit is csak ily vonulási térképek alapján tudjuk helyesen megmagyarázni és értékelni.

Az említett mozzanatokon kívül még azt is tekintetbe kell venni, hogy a föltűnő vagy abnormálisnak mutató vonulási jelenségeket csakis a

vonulási térképek alapján tudjuk megmagyarázni, illetve helyesen értelmezni, a miként a meteorológia is kénytelen volt az időjárási jelenségek megítélése céljából, mint alapot az izothermák, izobárok stb. térképet megszerkeszteni.

Azt hiszem, fölösleges dolog továbbra is bizonyítani, mennyire szükségesek ezek a vonulási térképek. Csak az ellen az esetleges vád ellen akarok még tiltakozni, mintha a vázolt eljárást elengedőnek tartanám a madárvonulás kérdésének megoldására. Az ilyen földolgozások mellett párhuzamosan tovább kell folytatni és fejleszteni a többi munkálatokat, a gyűrűzéseket és főleg a fiziológiai kísérleteket. Csak azt akartam fejtegetéseimmel kifejezésre juttatni, hogy a vonulási adatok földolgozását is okvetlenül el kell végezni. Most már elérkezett az ideje annak, hogy gondolkodjunk rajta, milyen uton-módon juthatunk el ezekhez a vonulási térképekhez. Az eddigiekből világosan kitetszik, hogy itt valóban óriási méretű munkálatokról van szó. Ki végezze ezt a rengeteg munkát? Nézetem szerint ily munkálatok csak megfelelő segédszeméllyel bíró intézetekben végezhetőek. A M. Kir. Madártani Intézetben megvettem a magyar vonulási adatok gyűjteményének az alapját, amely 1910-ig tartalmazza az összes fajokra nézve a teljes vonulási és faunisztikai anyagot. Ennek a gyűjteménynek az alapján Magyarország vonulási viszonyainak a tanulmányozását és térképezését minden további előkészület nélkül meg lehetett volna kezdeni, ha a világháború a maga gyászos következményeivel annyira meg nem csökkentette volna az Intézet személyzetét, hogy az idevágó munkálatokat be kellett szüntetni.

Az első lépés az itt követelt vonulási monografiák megvalósításához az volna, hogy mindenütt megkezdénék a vonulási adatok összegyűjtését, azt mondhatnám vonulási-adat-központok létesítését. Minden országban az Országos Múzeumok madártani osztályai vagy más alkalmas szervek megkezdénék a megfelelő segédszemélyzet útján az idevágó irodalom kiírását. Ha a munkának ez az első és leginkább visszariasztó része készen van, akkor lehet megkezdeni a vonulási kutatás eddig még mindig nélkülözött alapzatának a fokozatos kiépítését, nem is szólva arról a végtelen kényelemről, amelyet ily rendezett adatgyűjtemény nyújt és ezzel megkönnyíti az ornithologus munkáját.

Befejezésül még bocsánatot kell kérnem azért, hogy a hallgatóság türelmét ennyire igénybe vettem. Jól tudom, hogy nem nagyon érdekes, de annál fárasztóbb volt a kérdés fejtegetése. A lelkiismeretes kutató azonban, aki csak a szak érdekét tartja szem előtt, nem lehet tekintettel ily szempontokra. A lehetetlent is meg kell kísérelnie. Ostrom és roham nélkül csak védtelen várakat lehet bevenni — pedig nincs az a vár, amely oly hatalmasan meg volna védve és körülbástyázva mint az, amely a természet titkait őrzi.