

Leszek Grüm

Zakład Ekologii Ogólnej
Instytutu Ekologii PAN
Dziekanów Leśny
05-092 Łomianki

W sprawie pojęcia „areal osobniczy” i zasad porównywania jego charakterystyki

On “the home range” concept and
principles of comparability
of its aspect estimates

Ostatnio Andrzejewski i Babińska-Werka (1986) opublikowali pracę, w której starają się dowieść, że dotychczasowe oceny wielkości arealu osobniczego nornic (*Clethrionomys glareolus*, Schreber 1780) były błędne, gdyż rzeczywista średnia rozległość arealu osobniczego przedstawicieli tego gatunku, zarówno samców jak i samic, wynosi parę hektarów. Ponieważ wynik ten tak znacznie odbiega od wszystkich poprzednich (tab. I), to niechybnie sprowokuje dyskusję nad metodami oce-

Tab. I. Szacunki wielkości powierzchni arealu osobniczego nornicy rudej (w ha)

Estimates of home range size of the bank vole (in hectares)

Samce Males	Samice Females	Źródło Source
0,77—1,39	0,13—0,20	A
0,12—0,25	0,11—0,12	
0,30—0,50	0,05	
0,08—0,70	0,07—0,63	
0,02—0,48	0,02—0,63	
0,1674	0,1292	B
0,2208	0,1124	
0,2000	0,0600	
0,1497	0,0600	
0,1398	0,0953	
0,0929	0,0271	

A — Szacunki różnych badaczy zestawione przez Mazurkiewicz (1983) (bez osobników juvenilnych, znana metoda oceny).

Estimates by various authors compiled by Mazurkiewicz (1983) (known method of estimation, except from juvenile individuals).

B — Szacunki różnych badaczy zestawione przez Wolton i Flowerdew (1985) (z pominięciem ocen dla okresu zimowego).

Estimates by various authors compiled by Wolton and Flowerdew (1985) (except from winter period).

ny (zarówno w zakresie pozyskiwania danych obserwacyjnych jak i wnioskowania) zastosowanymi przez tych Autorów. Sądzę też, że stwarza on doskonały pretekst do wszczęcia dyskusji nad istotą pojęcia „areal osobniczy”, jego definicją oraz adekwatną do definicji metodą szacowania takich aspektów areалу, jak kształt, wielkość powierzchni, rozkład częstości występowania osobnika w poszczególnych fragmentach areálu czy też przesunięcie areálu zachodzące wraz z upływem czasu.

Aby rozpocząć tę dyskusję, wypada przypomnieć metodę pozyskiwania danych empirycznych przez Andrzejewskiego i Babińską-Werkę (l. c.). Ustawili oni mianowicie 160 pułapek zabijających (co 15 m stały dwie pułpaki jedna obok drugiej) w linię o długości 1200 m, przy czym na trzechsetnym i dziewięćsetnym metrze znajdowały się, dostępne dla gryzoni, pojemniki z ziarnem owsa. Po paru dniach odłowu Autorzy stwierdzili obecność owsa w żołądkach większości nornic, nawet w przypadku złapanych w odległości 300 m od pojemników.

Andrzejewski i Babińska-Werka (l. c.) wnioskuje więc: jeśli przyjąć, że dłuższa oś eliptycznego areálu osobniczego — założenie o eliptycznym kształcie areálu i proporcji półosi krótkiej do półosi długiej zaczerpnęli Autorzy z pracy Mazurkiewicz (1969) — mierzy 300 m, to jego powierzchnia musi wynosić 3,5 ha. Jeśli jednak areal jest okrągły, to jego powierzchnia będzie wynosić 7 ha.

Założmy, że w materiale obserwacyjnym Andrzejewskiego i Babińskiej-Werki (l. c.) były takie nornice, które po zjedzeniu owsa z pojemnika złowiły się następnie w odległości 300 m¹. Wówczas owe 300 m nie wyznacza jeszcze — moim zdaniem — maksymalnego dystansu pomiędzy skrajnymi punktami położonymi na dłuższej osi elipsy. Pamiętać bowiem trzeba, że tempo przechodzenia tego rodzaju pokarmu jak ziarno owsa przez przewód pokarmowy nornicy jest tak szybkie, iż od jego spożycia do całkowitej eliminacji z przewodu pokarmowego upływają najwyżej dwie doby (Kostecka-Myrcha i Myrcha 1964). Czas pozostawania owsa w żołądku nornicy (Andrzejewski i Babińska-Werka l. c. badali treść żołądka!) jest znacznie krótszy: kolejne napełnienia żołądka następują co 2,0—2,5 godz. (Pravdina 1958) czy też co 1,5—2,5 godz. (Bashenina 1969), a okres podwyższonego metabolizmu po spożyciu owsa (SDA) trwa 8—10 godz. (Bashenina 1969). Wszystko to wskazuje, że owe 300 m winno być przebyte w czasie znacznie krótszym od jednej doby, a praktycznie w ciągu 2,5 (Bashenina 1969) lub 3 godz. (Górecki 1968) stanowiących dobową sumę czasu poświęconego na aktywność lokomotoryczną.

¹ W świetle krytycznych uwag Bujalskiej (1988) przyjęcie tezy o „tradycyjnym” zakresie wielkości areálu osobniczego pozwala lepiej wyjaśnić całość materiału obserwacyjnego tych Autorów.

Pojawiają się więc dwie istotne kwestie: (1) czy jeden okres aktywności dobowej wystarcza do ujawnienia maksymalnego wymiaru dłuższej osi elipsy oraz (2) czy jest prawdopodobne, aby po 3 godz. biegu nornica znalazła się w punkcie oddalonym o 300 m od pojemnika z owsem.

Jeśli wziąć pod uwagę hipotezę, że aktywny płciowo samiec nornicy przebywa w areale samicy będącej aktualnie w rui, a następnie przenosi się do areалу innej partnerki (Wolton i Flowerdew 1985), to wydaje się niemożliwe, aby w ciągu jednej doby ujawnił on całą dłuższą oś elipsy. Ruja trwa bowiem ok. 2—3 dób (Bujalska 1983). A przecież to właśnie dojrzałe płciowo samce nornicy mają według wielu badaczy największe arealy osobnicze (tab. I). Pomińmy jednak możliwe źródła niedocenienia² wielkości areалу osobniczego przez Andrzejewskiego i Babińską-Werkę (l. c.). Rozważmy na przykład, jakie problemy natury etologicznej będzie musiała „rozwiązać” karmiąca samica, która ma wyjść z gniazda, obejść swój areał lub co najmniej dotrzeć do jego granicy (jeśli tego nie zrobi, to jej areał będzie się kurczył), a następnie powrócić do gniazda, aby nakarmić i ogrzać potomstwo? I to wszystko wówczas, gdy prawdopodobieństwo jej pojawienia się w dowolnym wycinku areалу jest jednakowe, tj. wynosi — jak piszą Andrzejewski i Babińska-Werka (l. c.) — jedną trzydziestopięciotysięczną dla każdego metra kwadratowego areалу o powierzchni 3,5 ha. Jak wówczas nornica odnajduje drogę? Autorzy ci zakładają, że porusza się ona po sieci ścieżek. Jednakże sieć ta, jeśli ma pozostać w zgodzie ze wspomnianym założeniem o jednakowym prawdopodobieństwie musi być na tyle „gęsta”, że przez każdy metr kwadratowy powierzchni areалу przebiega co najmniej jedna ścieżka. W przeciwnym razie areał będzie „dziurawy” a w konsekwencji jego rzeczywista powierzchnia będzie mniejsza od oszacowanej na podstawie przyjętego założenia.

Jeśli nie ma jednak żadnej sieci ścieżek, co zresztą wydaje się bardziej prawdopodobne w przypadku stosunkowo homogennych biotopów, a w takim właśnie, jak piszą Andrzejewski i Babińska-Werka (l. c.), prowadzili oni badania, to wyłania się problem, czy możliwa jest taka „strategia poruszania się na oślep”, która minimalizuje drogę przebywaną na trasie gniazdo—granica areалу—gniazdo? Po-

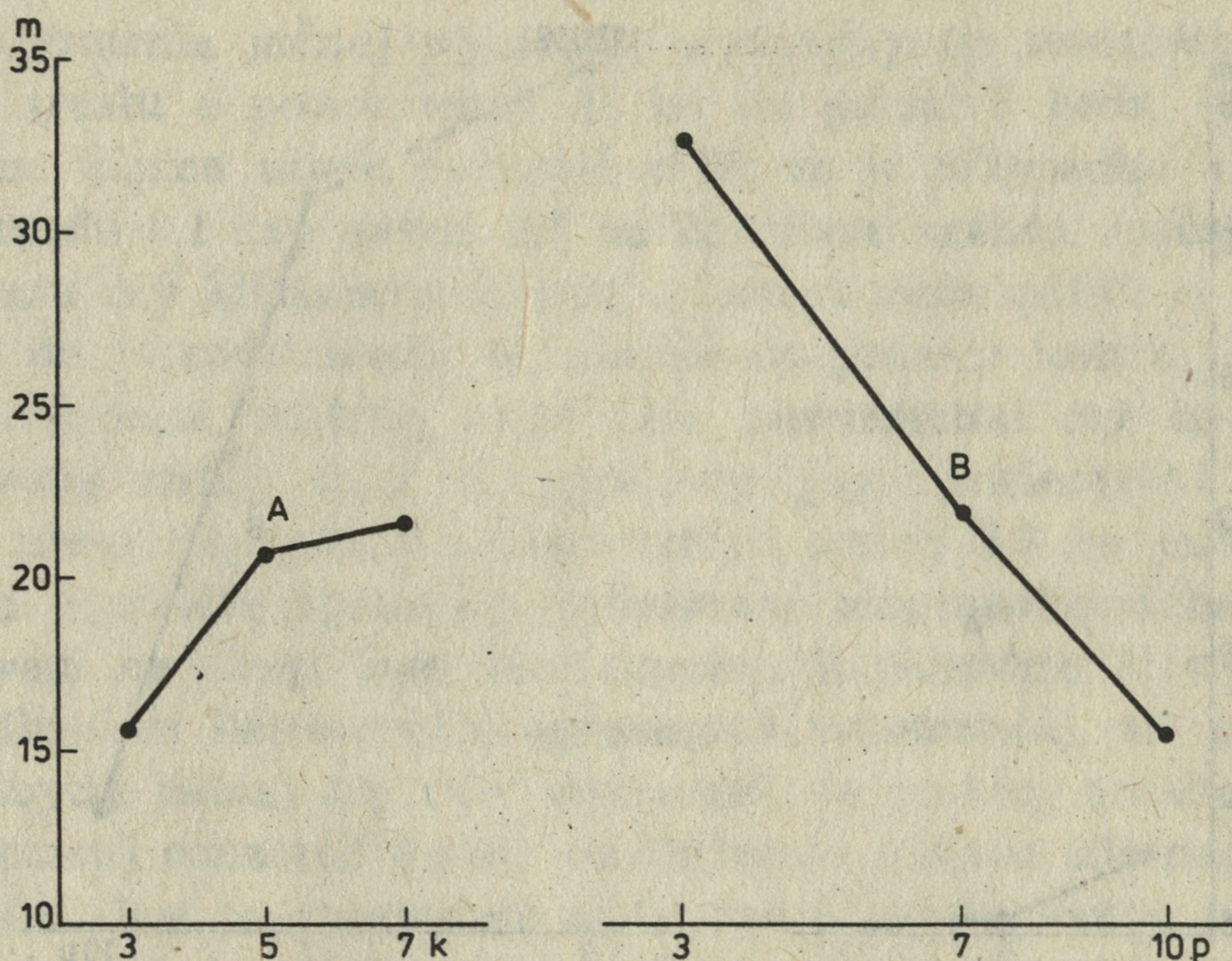
² Andrzejewski i Babińska-Werka (l. c.) poszukują maksymalnej długości eliptycznego areалу, a nie jego długości średniej. W związku z tym należy domniemywać, że w próbie złożonej z 56 osobników nie więcej niż 1—2 osobniki ujawniły wymiar dłuższej osi równy średniej plus dwa odchylenia standardowe (jeśli mamy tu do czynienia z rozkładem normalnym). Natomiast jest bardzo mało prawdopodobne, aby chociaż 1 osobnik ujawnił oś o długości średniej plus trzy odchylenia standardowe.

nadto winna ona pozostawać w zgodzie z założeniem o jednakowym prawdopodobieństwie wystąpienia osobnika na całym obszarze jego areału. Sądzę, że symulacja komputerowa może być pomocna w formułowaniu hipotezy roboczej na temat takiej strategii, co spróbuję obecnie zademonstrować.

Zauważmy, że drogę poruszania się osobnika można rozdzielić na dwie składowe: długość odcinka prostego i kąt, jaki tworzy oś dotychczasowego kierunku z nowym kierunkiem ruchu. Długość odcinka prostego jest zapewne związana z wielkością ciała zwierzęcia, a także — jak to wynika z obserwacji Andrzejewskiego i Olszewskiego (1963) — z obecnością naturalnych prostych elementów, jak np. leżące pnie drzew.

W celu uproszczenia przyjmijmy, że najkrótszy prosty odcinek drogi przebywanej przez biegnącą nornicę ma długość 1 m, a najdłuższy jest równy 10 m. Przyjmijmy też, że po ukończeniu odcinka drogi prostej osobnik może wybrać jeden z 7 kierunków dalszego biegu (względem kierunku dotychczasowego): naprzód bez zmian, na lewo pod kątem 45° , na prawo pod kątem 45° , prostopadle w lewo, prostopadle w prawo, pod kątem 135° na lewo i pod takim samym kątem na prawo. Załóżmy, że osobnik porusza się losowo, a więc zarówno długość aktualnie przebywanego odcinka prostego (maksymalnie 10 wariantów, od 1 do 10 m) jak i nowy kierunek ruchu (maksymalnie 7 kierunków) będą losowane za pomocą generatora liczb pseudolosowych o jednakowym prawdopodobieństwie wystąpienia każdej cyfry. Załóżmy ponadto, że granica areału jest rozpoznawana (osobnik nie może jej przekroczyć, choć może biec wzdłuż granicy), podobnie jak rozpoznawana jest najbliższa okolica gniazda, tj. powiedzmy obszar 100 m^2 otaczający gniazdo. Znalezienie się w tej najbliższej okolicy gniazda sprawia, że osobnik powracający do gniazda zmierza doń najkrótszą drogą. Gniazdo umieścimy w centrum areału.

Intuicja podpowiada, że wydłużenie średniego odcinka drogi prostej (poprzez losowanie z całego możliwego zakresu) i ograniczenie możliwości wyboru nowego kierunku ruchu (losowanie spośród wachlarza 3 kierunków od „pod kątem 45° na lewo” do „pod kątem 45° na prawo”) może być skuteczną strategią minimalizowania drogi niezbędnej do osiągnięcia granicy areału. Wyniki symulacji potwierdzają to odczucie (rys. 1). Symulacja komputerowa wskazuje też, że w celu skrócenia drogi „powrotu do domu” należy przebywać długie odcinki proste i rozszerzyć do maksimum (tj. do 7) wachlarz możliwych zmian kierunku ruchu (rys. 2). Tak więc jeśli posiadacz areału stosuje się do powyższej stosunkowo prostej „strategii”, to ma możliwość minimalizowania długości drogi przebywanej na trasie gniazdo—granica areału—gniazdo. Jednocześnie spełniony jest warunek jednakowego prawdopodobieństwa wystąpienia w dowolnym wycinku areału (rys. 3).



Rys. 1. Średnia długość drogi przebywanej od gniazda do granicy areału (wyniki symulacji przy założeniu, że areał ma powierzchnię 500 m² i rozpoznawana jest jedynie jego granica)

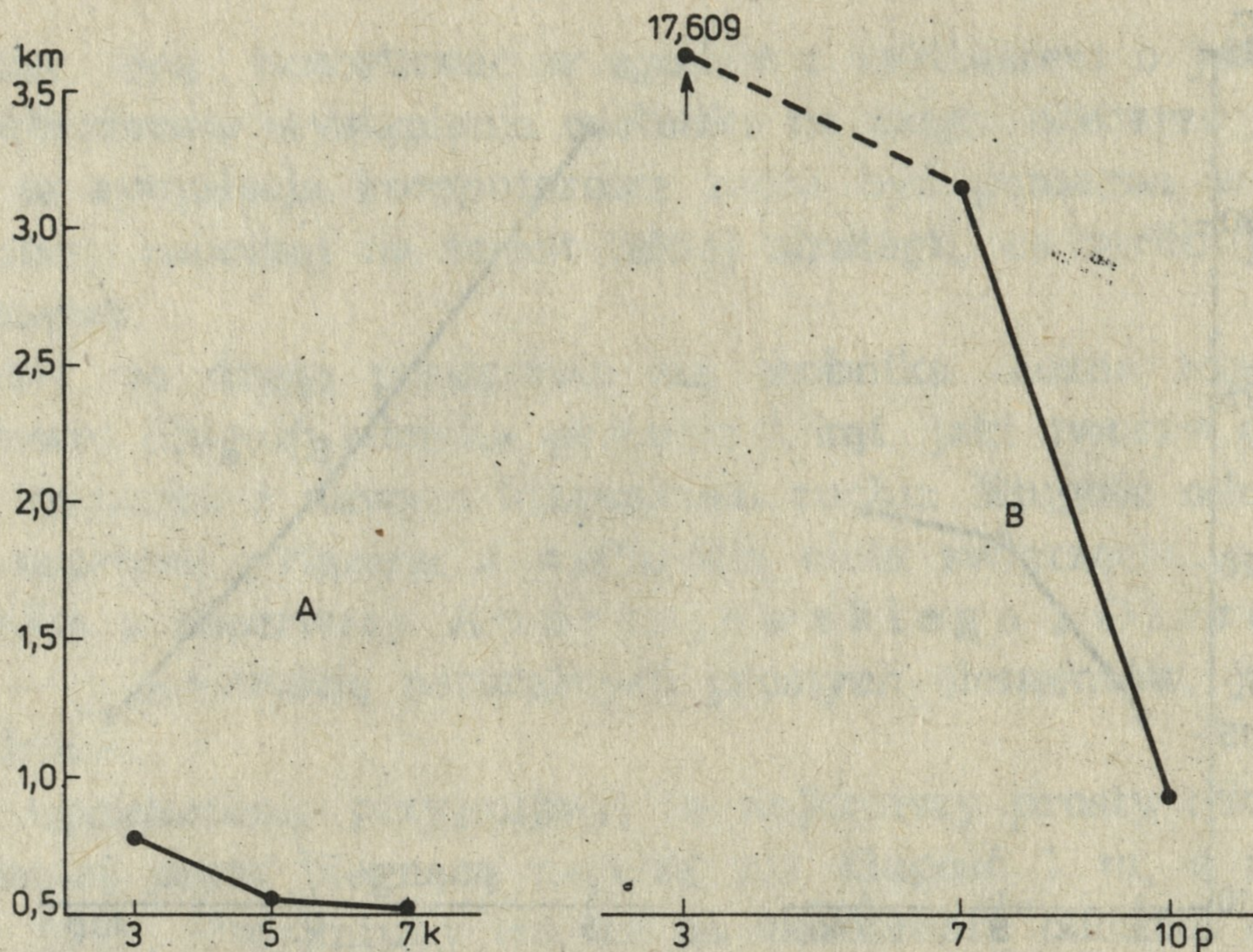
m — długość przebytej drogi, k — liczba losowanych kierunków ruchu, p — górna granica zakresu, z którego losowana jest długość prostego odcinka drogi (granica dolną jest 1), wyrażona w metrach, A — stałe $p = 3$, k zmienne, B — stałe $k = 3$ (od „pod kątem 45° na lewo” do „pod kątem 45° na prawo”), p zmienne

Mean distance passed from the nest to the home range boundary (simulation output on the assumptions: home range size is 500 m², the boundary is recognizable)

m — distance passed, k — number of directions of movement from which a direction is taken at random, p — upper limit of the range from which a straight line distance is taken at random, expressed in meters (the lower limit is 1 m), A — fixed $p = 3$, variable k , B — fixed $k = 3$ (from “at 45° to the left” to “at 45° to the right”), variable p

Kwestią zasadniczą jest oczywiście skuteczność tej strategii. Dla areałów o powierzchni równej 0,1; 0,2; 0,4; 0,8; 1,6 i 3,2 ha uzyskano w symulacji (zachowując poprzednie warunki) średnią długość drogi podczas jednej „wycieczki” na trasie gniazdo—granica areału—gniazdo, wynoszącą odpowiednio 81, 279, 867, 1910, 4410 i 5547 m (w każdym przypadku jest to średnia z 10 wycieczek). Aby uzmysłwić sobie, co mogą oznaczać powyższe długości drogi przyjmijmy, że podczas każdej wycieczki nornica porusza się³ z przeciętną szybkością 0,5 m/s. Wówczas

³ Bashenina (1969) przytacza wyniki oceny długości drogi przebywanej średnio w ciągu doby przez nornicę uzyskane przez Karulina i współpracowników, a przeprowadzone za pomocą metody znakowania pierwiastkami promieniotwórczymi. Badacze ci uzyskali wartości wahające się od 874 do 3450 m na dobę w okresie letnim. Przyjmując, że aktywność lokomotoryczna trwa 3 godz. na dobę, otrzymujemy średnią szybkość biegu nornicy w granicach 8—32 cm/s.

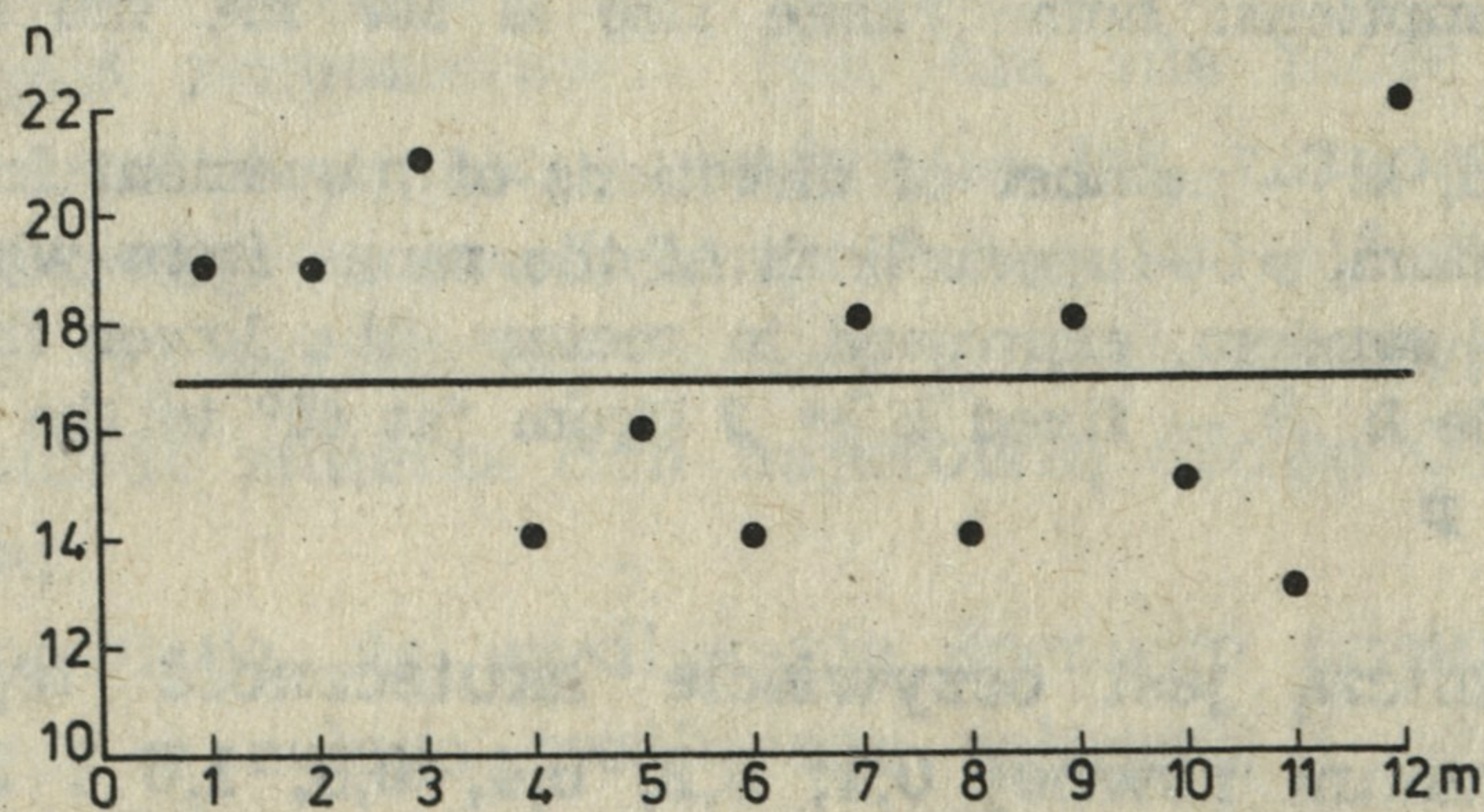


Rys. 2. Średnia długość drogi przebywanej od granicy areału do gniazda (wyniki symulacji przy założeniu, że areał ma powierzchnię 500 m², rozpoznawana jest granica areału, a gniazdo rozpoznawane jest z odległości poniżej 1 m)

km — długość przebytej drogi (w km, pozostałe oznaczenia jak na rys. 1)

Mean distance passed on the return from the home range boundary to the nest (simulation output on the assumptions: home range size is 500 m², the boundary is recognizable, the nest is recognized when the animal is less than 1 meter distant from it)

km — distance passed (kilometers), for the remaining abbreviations see Fig. 1



Rys. 3. Liczba przejść przez punkty znajdujące się w różnej odległości od gniazda na linii losowo wybranego transektu łączącego gniazdo z granicą areału (suma przejść z 10 symulowanych wycieczek na trasie gniazdo—granica areału—gniazdo). Linia ciągłą oznaczono spodziewaną liczbę przejść, spełniającą warunek „jednakowego prawdopodobieństwa”. X^2 (przy 11 stopniach swobody) wynosi 5,85, zatem $p > 0,8$

n — liczba przejść, m — odległość od gniazda (w m)

Number of passages of the home range owner at various distances from the nest to the boundary along a randomly chosen transect. Continuous line denotes the expected number of the passages according to equal probability criterion. $X^2 = 5.85$, $p > 0.8$ at 11 d.f.

n — total number of passages in 10 simulated journeys from the nest to the boundary and back, m — distance from the nest (meters)

średni czas trwania jednej wycieczki wynosiłby od niecałych 3 min. w przypadku areału o powierzchni 0,1 ha do ponad 3 godz., gdyby areał liczył 3,2 ha. Można zatem dopuścić myśl, że w przypadku areału o powierzchni rzędu 0,1 czy nawet 0,4 ha karmiąca samica opuszcza gniazdo na okres paru czy kilkunastu minut, a zatem może odbyć w ciągu doby kilkanaście do kilkudziesięciu wycieczek do granicy areału i w konsekwencji spenetrować większą część jego powierzchni czy nawet odwiedzić dosłownie każdy metr kwadratowy jego powierzchni. Natomiast posiadanie przez nią areału o powierzchni ponad 0,8 ha jest w świetle powyższych wyników symulacji całkowicie nieprawdopodobne i to nie tylko z uwagi na długi czas nieobecności w gnieździe (z wynikającym stąd zaniedbaniem karmienia i ogrzewania potomstwa), ale także i dlatego, że odbycie jednej czy dwu wycieczek do granicy areału (na więcej zabraknie czasu) oznaczać będzie odwiedzenie jedynie nieznacznej części całego areału. Jest to oczywiście sprzeczne z założeniem o jednakowym prawdopodobieństwie wystąpienia osobnika w dowolnym wycinku areału. Tak więc w przypadku właścicielki dużego areału „znakowanej” za pomocą owsa rzeczywisty obszar, po jakim porusza się ona w okresie obecności owsa w żołądku, będzie tylko częścią obszaru — jej areału — jaki mogłaby ujawnić w ciągu paru dni czy tygodni. W związku z tym należy zauważyć, że w przypadku Andrzejewskiego i Babińskiej-Werki (l. c.) samo pojęcie „areał osobniczy” zostało zdefiniowane a posteriori jako obszar przemierzany przez osobnika w pewnym (bardzo krótkim) okresie (osobnik, który jadł owies, lecz został złowiony po jego wydaleniu z żołądka, nie wpływa na ocenę wielkości areału).

Aby dobitniej zilustrować problem ujawnienia w krótkim czasie rozległości bardzo dużego areału, np. o powierzchni 7 ha, utrzymajmy dotychczasowe założenia, o strategii minimalizowania długości drogi na trasie gniazdo—granica areału—gniazdo i o centralnym położeniu gniazda. Założmy ponadto, że owies i pułapka są odwiedzane wówczas, gdy zwierzę znajdzie się w odległości mniejszej niż 1 m od tych obiektów. Wówczas łączna droga od wyjścia z gniazda do pojemnika z owsem, a następnie do odległej o 300 m pułapki znacznie przekracza 60 km. Aby dystans ten skrócić do „rozsądnej” wartości, trzeba całkowicie zmienić założenia. Przyjąć np., że nornica potrafi zlokalizować owies i pułapkę z odległości kilkudziesięciu metrów i może biec prosto do rozpoznanego właśnie obiektu. W taki sposób mogłyby powstawać w obrębie areału często przemierzane ścieżki. Lecz czy w obrębie areału nie powstałyby również obszary „puste”, tj. nigdy lub bardzo rzadko odwiedzane?

Z powyższych rozważań wynika, że sposób użytkowania przestrzeni i czas niezbędny do przeszukania pewnej przestrzeni nie mogą być pomijane przy definiowaniu pojęcia „areał osobniczy” i projektowaniu metody empirycznego badania jego aspektów (tj. kształtu, rozległości itp.). Ponadto „areał osobniczy” kojarzy się z posiadaniem „domu”, co wy-

rażnie sugeruje angielski termin „home range”. Ten związek z domem (norą czy gniazdem) znajduje wyraz w powszechnie przez ekologów akceptowanej definicji areału osobniczego: „... area around the established home which is traversed by the animal in its normal activities of food gathering, mating and caring for the young. It excludes occasional sallies outside the area” (Burt 1943). Wynika stąd, że osobnik migrujący areału nie posiada.

Definicja powyższa przysparza jednak kłopotów w momencie podejmowania próby oszacowania któregoś z aspektów areału. Cóż bowiem znaczą te „normal activities”? Zdobywanie pożywienia jest z pewnością codziennym zajęciem każdego osobnika, ale codzienność ta jest wątpliwa wówczas, gdy mówimy o parzeniu się czy opiece nad potomstwem. Ta ostatnia ponadto jest niekiedy atrybutem tylko jednej płci. A czy okazjonalne wycieczki poza obręb areału na pewno nie są związane ze zdobywaniem pożywienia lub poszukiwaniem partnera? Te kłopoty, dawno już zauważone, znalazły wyraz w próbach tworzenia innych definicji areału. Według Shillito (1963) areał osobniczy to „... area habitually traversed by the individual within a specified period of time...”. Z definicji tej zniknął dom i wycieczki poza obręb areału, pojawił się natomiast parametr czasu. Brown (1966) sugeruje więc konieczność rozróżnienia pomiędzy areałem osobniczym (obszarem odwiedzonym w pewnym okresie życia) a przestrzenią życiową, tj. „vital space”, rozumianą jako obszar niezbędny do zamknięcia cyklu życiowego. Stąd już tylko krok dzieli nas od takich pojęć, jak areał jednego dnia, areał jednego miesiąca czy też areał jednego roku. Taka formalizacja jest bardzo wygodna, ale kryje się w niej ryzyko mieszania ze sobą ekologicznie różnych „arealów”: gdy parametr czasu jest wartością stałą, to w przypadku organizmów mało ruchliwych możemy ujawnić jedynie fragment rzeczywistego areału zwierzęcia, a w przypadku bardzo ruchliwych cały areał lub nawet znaczną część przestrzeni życiowej.

Postawę opartą na akceptacji parametru czasu przyjmują głównie, jak to zauważył Flowerdew (1976), autorzy badający metodami „statystycznymi” takie aspekty areału osobniczego gatunków prowadzących ukryty tryb życia, jak rozległość i kształt areału. Wówczas umyka ich uwadze lub schodzi na dalszy plan kwestia posiadania „domu”, a areał jest definiowany wyłącznie przez serię współrzędnych określających kolejne miejsca wystąpienia osobnika oraz przez założenia co do rozkładu prawdopodobieństwa jego wystąpienia (Calhoun i Casby 1958, Mazurkiewicz 1971, Wierzbowska 1972, 1983, Maza i in. 1973). Takie definiowanie areału a posteriori niesie ze sobą spore niebezpieczeństwo błędnej oceny jego aspektów, co starałem się pokazać na przykładzie pracy Andrzejewskiego i Babińskiej-Werki (l. c.).

Sądzę, że zastąpienie czasu „zegarowego” upływem czasu „biologicznego” może ułatwić porównywanie arealów osobniczych poprzez nie-dopuszczenie do porównań w rodzaju areal osobniczy z jednej strony, a przestrzeń życiowa z drugiej. Czas biologiczny powinien opisywać pewne powtarzalne zjawiska bądź rodzaje aktywności. Tak więc w przypadku samic nornicy można by wyróżnić „areal okresu juwenilnego”, „areal okresu dojrzałości płciowej” czy też „areal okresu zimowego an-estrus”, a u dojrzałych płciowo samic także „areal wychowania jednego miotu” oraz „areal całego sezonu rozrodczego”. W przypadku dojrzałych samców tego gatunku sensowne wydają się „areal przebywania z jedną samicą” i „areal całego sezonu rozrodczego”. Tak więc zapewnienie warunków porównywalności rozmaitych aspektów areału wymagać będzie nie tylko stosowania porównywalnych metod pozyskiwania materiału obserwacyjnego, ale też i przyjęcia jednolitej biologicznej definicji areału.

Piśmiennictwo

- Andrzejewski R., Babińska-Werka J. 1986 — Bank vole populations: are their densities really high and individual home range small? — *Acta theriol.* 31: 409—442.
- Andrzejewski R., Olszewski J. 1963 — Social behaviour and interspecific relations in *Apodemus flavicollis* (Melchior 1834) and *Clethrionomys glareolus* (Schreber 1780) — *Acta theriol.* 7: 155—168.
- Bashenina N. V. 1969 — Basic bioenergetic indices in small non-hibernating mammals in natural populations (W: Energy flow through small mammal populations. Red. K. Petruszewicz, L. Ryszkowski) — PWN, Warszawa, 167—177.
- Brown L. E. 1966 — Home range and movements of small mammals — *Symp. zool. Soc. Lond.* 18: 111—142.
- Bujalska G. 1983 — Reproduction (W: Ecology of the bank vole. Red. K. Petruszewicz) — *Acta theriol.* 28, Suppl. 1: 148—161.
- Bujalska G. 1988 — Populacje nornicy rudej: czy rzeczywiście ich zagęszczenie jest małe a arealy osobnicze duże? — *Wiad. ekol.* 34: 73—78.
- Burt W. H. 1943 — Territoriality and home range concepts as applied to mammals — *J. Mammal.* 24: 346—352.
- Calhoun J. B., Casby J. U. 1958 — The calculation of home range and density of small mammals — US Department of Health, Education and Welfare, Public Health Monograph No. 1958: 1—24.
- Flowerdew J. R. 1976 — Techniques in mammalogy — *Mammal Rev.* 6: 123—159.
- Górecki A. 1968 — Metabolic rate and energy budget in the bank vole — *Acta theriol.* 13: 341—365.
- Kostelecka-Myrcha A., Myrcha A. 1964 — The rate of passage of food stuffs through the alimentary tracts of certain *Microtidae* under laboratory conditions — *Acta theriol.* 9: 37—53.
- Maza B. G., French N. R., Aschwanden A. P. 1973 — Home range dynamics in a population of heteromyid rodents — *J. Mammal.* 54: 405—424.

- Mazurkiewicz M. 1969 — Elliptical modification of home range pattern — Bull. Acad. pol. Sci., Cl. II, 17: 427—431.
- Mazurkiewicz M. 1971 — Scape, size and distribution of home ranges of *Clethrionomys glareolus* (Schreber 1780) — Acta theriol. 16: 23—60.
- Mazurkiewicz M. 1983 — Spatial organization of the population (W: Ecology of the bank vole. Red. K. Petruszewicz) — Acta theoriol. 28, Suppl. 1: 117—127.
- Pravdina L. I. 1958 — On the duration of food's stay in the digestion tract of common and social voles and in white mice — Tr. Vses. Inst. Zašč. Rast. 12: 138—144
- Shillito J. F. 1963 — Observations on the range and movements of a woodland population of the common shrew, *Sorex araneus* L. — Proc. zool. Soc. Lond. 140: 533—546.
- Wierzbowska T. 1972 — Statistical estimation of home range size of small rodents — Ekol. pol. 20: 781—831.
- Wierzbowska T. 1983 — Sample size in the problem of statistical estimation of home range size in small rodents — Pol. ecol. Stud. 9: 507—563.
- Wolton R. J., Flowerdew J. R. 1985 — Spatial distribution and movements of wood mice, yellow-necked mice, and bank voles — Symp. zool. Soc. Lond. 55: 249—275.

Summary

In the case of species studied by trapping and marking individuals, the individual home range aspects (i.e., size, shape or distribution of captures) are usually estimated from a series of co-ordinates associated with consecutive individual captures. This often results in a posteriori definition of the home range: any set of co-ordinates can be accepted as the data to calculate the home range aspects. It is argued that a random choice of study duration, and hence the number of co-ordinates in a series, may lead to miscalculation of the aspects.

In this context the method of estimation of home range size applied by Andrzejewski and Babińska-Werka (1986) is discussed. These Authors fed bank voles with oats and next found the oats in stomachs of the dissected individuals caught as far as 300 m from the feeding sites. On the assumption of even probability of the appearance within the entire home range, and with 300 m accepted as the maximum distance within the home range, they estimated its size to be equal to 3.5 or 7.0 ha, respectively for elliptical and circular home ranges. The important features of this method are: only one "recapture" (snap traps were in use) for each individual "marked" with oats in its stomach, and the time-lapse between the oats consumption and the snap-trap capture not exceeding a few hours, approximately. Thus the problem arises whether or not these properties of the method employed affect the estimate of the home range size.

To evaluate this problem a computer simulation technique was applied in order to find out such a "strategy of random movements" that could minimize the distance (and thus the time) needed to get from the nest to the home range border and back to the nest. Simulated animal movements were characterized by 2 parameters: distance passed without changing direction, and range of directions to be chosen for a new straight line run. Both parameters were taken at random from a certain range. The simulation output indicates that a successful strategy of minimizing the distance from the nest to the home range boundary is to move without changing direction (Fig. 1), and the best strategy to minimize the return distance relies on long straight line distances passed, coupled with choosing new

direction of movement from the broadest range (Fig. 2). Such a strategy of random movements seems to be consistent with the assumption on the even probability of appearance anywhere in the home range (Fig. 3).

Next simulations, based on this strategy and on the assumption that the nearest vicinity of the nest (100 m^2) is so well known to the home range owner that on the return journey it moves — within the nearest vicinity — directly to the nest entrance, produced the following distances (in meters) passed during one trip from the nest to the boundary and back to the nest: 81, 279, 867, 1910, 4410 and 5547 m, respectively for the home ranges of the size 0.1, 0.2, 0.4, 0.8, 1.6 and 3.2 hectares. If one assumes the mean speed of the bank vole is equal to 0.5 m/s then it becomes evident that the owner of a 0.1 ha home range is able to make several of such journeys during approximately 3 hour period of its daily locomotory activity (such journeys lasting a few minutes would leave even lactating females with enough time for frequent feeding and caring for their young). Besides, several such trips result in visiting all sections of the home range in one day. On the contrary, an owner of a large home range (e.g., over 1.6 ha) will hardly be able to make more than 1 journey per day with much of the home range area unexplored. In the latter case the assumption on the equal probability of appearance anywhere in the home range does not seem to be realistic (it may apply only to the visited section of the home range), and the home range size can be underestimated.

The above shows the importance of the observation time: its shortage leads to underestimation of the home range size. On the other hand, it was already pointed out by Brown (1966) that a very long observation period may reveal a „vital space” rather than a home range. It seems important to introduce biological time units to ensure comparability of estimates of the home range aspects. For the bank voles such time units might describe the duration of specific activity, e.g., for females the time needed to nurse a litter or for males the time spent with one female in oestrus, etc. In this case the time parameter is fixed a priori though it can vary dependently on the kind of biological activity.

(wpłynęło: 7 IX 1987 r.)