

METODYKA

JACEK GOSZCZYŃSKI

Zakład Agroekologii Instytutu Ekologii PAN

Turew

Ocena zagęszczenia populacji drobnych gryzoni
przez szybki wyłów obsady terenuEstimating the density of small rodent populations
by the method of their rapid removal
from a study area

1. Wstęp

Rozwiązywanie problemu oceny zagęszczenia drobnych gryzoni myszowatych metodą szybkiego wyłowu może być przykładem konsekwentnego realizowania założonego uprzednio programu badań. Działająca w ramach Międzynarodowego Programu Biologicznego Grupa Robocza do Badań Drobnych Ssaków jako cel badań postawiła ocenę przepływu energii przez populacje drobnych ssaków w różnych ekosystemach leśnych i polnych, ze szczególnym uwzględnieniem wpływu gryzoni na roślinność (Pucek i Ryszkowski 1970).

Tak sformułowane zadanie stawiało badaczy przed koniecznością uporania się w pierwszym rzędzie z niełatwym problemem oceny zagęszczenia gryzoni. Opracowanie jednolitej metody połowów, co pozwoliłoby na porównywanie wyników, stało się jedną z najbardziej palących spraw. Dążono do opracowania metody, która dawałaby wyłów zwierząt z określonej powierzchni widoczny jako spadek liczby łowionych osobników w kolejnych połowach.

Uzyskaniu wyłowu zostały podporządkowane wszystkie charakterystyki użytej powierzchni, takie jak: wielkość, typ stosowanych pułapek, ich liczba i sposób ustawienia, rodzaj przynęty i czas trwania odłowu.

2. Metoda Standard Minimum (MSM) – opis
i charakterystyki powierzchni łownej

Grodziński, Pucek i Ryszkowski (1966) zaproponowali następującą metodę wyłowu gryzoni nazwaną „Metodą Standard Minimum”. Na powierzchni 5,06 ha (działka odłowu w kształcie kwadratu o boku

225 m) rozmieszczono 256 punktów połowów w wieźbie 15 m. W każdym punkcie przez pięć dni wykłada się przynętę. Po okresie przynęcania w każdym punkcie połowu ustawia się 2 pułapki zabijające. Przez pięć dalszych dni prowadzony jest odłów zwierząt.

Jak już wspomniałem, głównym zadaniem jest osiągnięcie wyłowu, by na podstawie spadku liczby łowionych osobników ocenić liczbę zwierząt związanych z powierzchnią. Zestawiając osobniki złowione danego dnia z liczbą osobników złowionych poprzednio można metodą regresji prostoliniowej ocenić liczbę zwierząt obecnych na powierzchni (De Lury 1947, Hayne 1949). W przypadkach gdy łowność zwierząt w trakcie połowu ulega zmianom, zamiast regresji prostoliniowej można zastosować rozkłady ucięte (Janion, Ryszkowski, Wierzbowska 1968). Metoda ta pozwala na ocenę przeciętnego prawdopodobieństwa złowienia w okresie połowu.

Wprawdzie wyłów notowano również dla linii pułapek (liczne połowy pochodzące z końca lat czterdziestych i początku pięćdziesiątych prowadzone w USA, np. Calhoun 1949), ale linia nie pozwala oszacować zagęszczenia bez dodatkowych ocen zasięgu penetracji terenu przez zwierzęta (Brandt 1962).

Wpływ na wybór działki odłownej, a nie linii, miały liczne badania nad areałami osobniczymi, zmianami liczebności populacji, rotacją osobników itd. (np. Burt 1934, Stickel 1954, Brandt 1962, Ilenko i Zubčaninova 1963, Nikitina 1965 i in.). Właśnie w oparciu o połowy żywołowne i znakowanie zwierząt, skonstruowano kalendarz złowień (Blair 1951, Davis 1955, Petruszewicz i Andrzejewski 1962), pozwalający na ocenę liczby zwierząt, a oparty na określaniu średniego czasu przebywania osobnika na terenie połowu.

Chcąc metodę MSM uczynić maksymalnie szybką i prostą w obsłudze, zastosowano pułapki zabijające. Oczywiście można w MSM używać pułapek żywołownych i oceniać liczbę osobników związanych z powierzchnią metodą rozkładów uciętych lub regresji, ale to znacznie zwiększa pracochłonność.

Dwie metody oceny liczebności (kalendarz złowień i regresja) pozwoliły na porównanie wyników uzyskanych poprzez wyłów zwierząt pułapkami żywołownymi i zabijającymi. Z działek odłownych tej samej wielkości chwymano zwierzęta najpierw w pułapki żywołowne, a następnie w zabijające. Okazało się, że różnice między ocenami uzyskanymi metodą kalendarza złowień i szybkiego wyłowu obsady terenu dla 10 serii połowów nie były istotne statystycznie, mimo że rozbieżności w poszczególnych seriach przekraczały niekiedy 80% (Ryszkowski, Andrzejewski i Petruszewicz 1966).

Eksperyment przeprowadzony przez Gębczyńską (1966) miał również na celu porównanie wyników uzyskiwanych metodą kalendarza złowień i regresji prostoliniowej. Przez trzynaście dni prowadzono połowy gryzoni myszowatych metodą CMR (chwywanie, wypuszczanie znakowanych i ponowne chwywanie zwierząt). Trzynastego dnia część powierzchni ogrodzono płotem z blachy i wewnątrz ogrodzenia zastąpiono pułapki żywołowne zabijającymi. Oceny uzyskane metodą kalendarza złowień były niższe niż z regresji, podczas gdy kompletny wyłów obsady terenu i oceny regresji wykazywały dużą zgodność (tab. I).

Przedłużenie czasu połowów lub częste połowy w niewielkich odstępach, co jest konieczne przy stosowaniu pułapek żywołownych, grożą dodatkowymi komplikacjami. Praca Adamczyk i Ryszkowskiego

Tabela I

Liczba gryzoni na hektar oszacowana trzema różnymi metodami (wg Gębczyńskiej 1966)
 Number of rodents per ha estimated by three different methods (after Gębczyńska 1966)

Sezon Season	Metoda — Method		
	kalendaryz złowien calendar of captures	completny wyłów po 11 dniach/ha complete removal after 11 days/ha	ocena z regresji po 11 dniach/ha estimation from regression after 11 days/ha
Lato — Summer	60,6	105,2	105,4
Jesień — Autumn	61,4	95,0	97,6

(1968) sugeruje, że zwierzęta zmieniają intensywność penetracji różnych części swego arealu w stosunkowo krótkich okresach. Potwierdza to wcześniejsze sugestie możliwości zmian arealów osobniczych w wyniku przyciągania w pułapki żywołowne, sugestie wysuwane przez Y e r g e r (1953), C o n n e l l (1954), L a y n e (1954). Dodatkowo, jak wynika z pracy A n d r z e j e w s k i e g o i G ł o g o w s k i e j (1962), czas ekspozycji pułapek musi być wzięty pod uwagę przy analizie rozkładu złowien drobnych gryzoni.

Użycie pułapek zabijających w MSM pozwala uniknąć tych skomplikowanych obliczeń statystycznych.

Istotnym czynnikiem wpływającym na intensywność i szybkość wyłowu jest liczba pułapek ustawionych w jednym punkcie połowów. Wska-

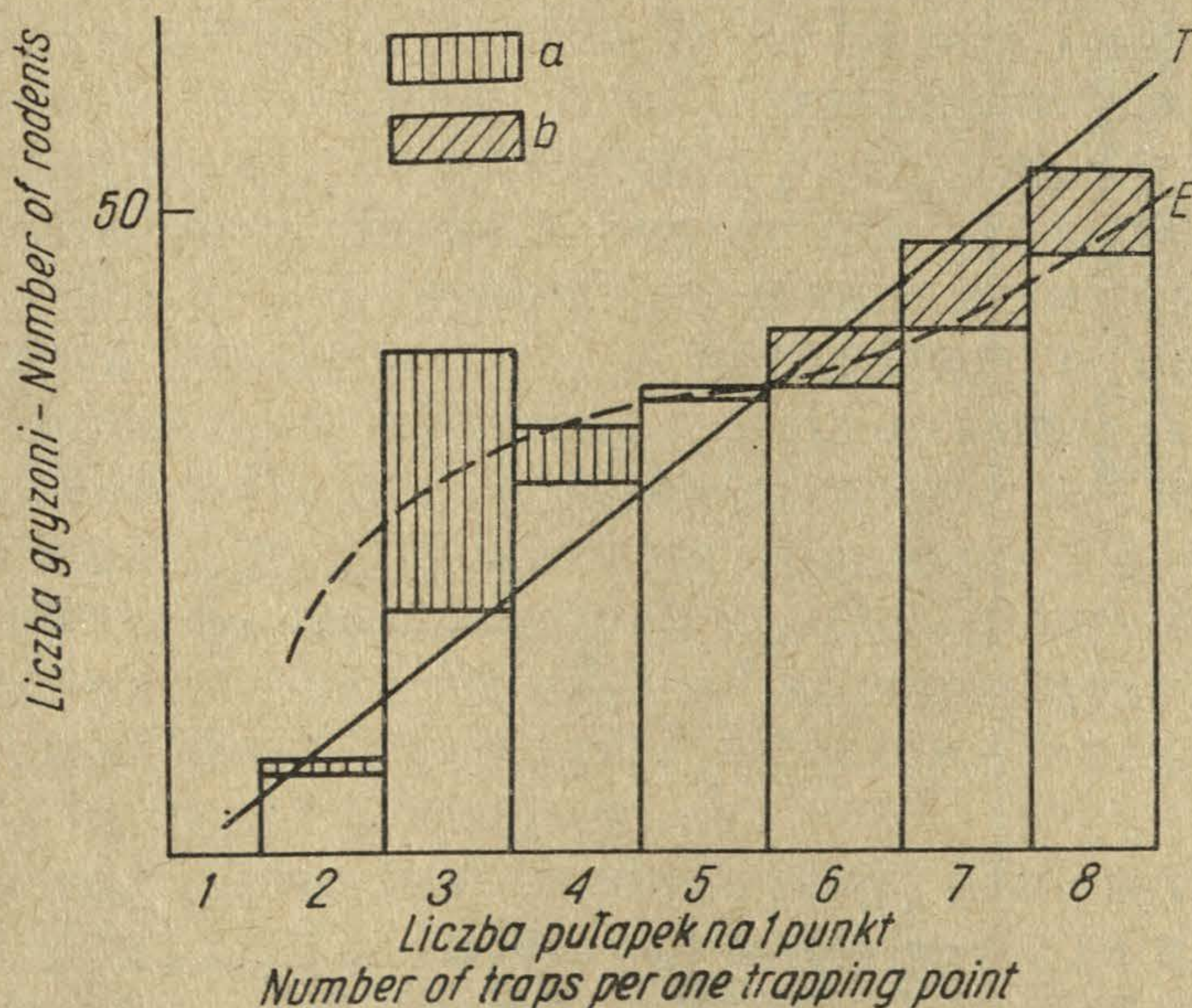


Fig. 1. Teoretyczny i empiryczny rozkład złowien na punkt połowowy o różnej liczbie pułapek (wg A n d r z e j e w s k i e g o et al. 1966)

T — rozkład teoretyczny, E — rozkład empiryczny, a — przewaga wartości empirycznych, b — przewaga wartości teoretycznych

Theoretical and empirical distribution of the number of captures in points with different number of traps (after A n d r z e j e w s k i et al. 1966)

T — theoretical distribution, E — empirical distribution, a — predominance of empirical values, b — predominance of theoretical values

zuje na to praca Andrzejewskiego et al. (1966). Zależność między liczbą pułapek przypadającą na punkt a liczbą złowien jest prawie wprost proporcjonalna, z nieznaczną tendencją do obniżenia łowności przy większej liczbie pułapek (fig. 1). Dwie pułapki na punkt, tak jak to się stosuje w MSM, zapewniają — w razie zablokowania jednej z nich na skutek złowienia zwierzęcia — rezerwę w postaci drugiej czynnej. Większa liczba pułapek wpłynęłaby zapewne na szybszy wyłów, ale byłaby ekonomicznie nieuzasadniona.

Bardzo ważnym momentem było dobranie wielkości terenu połowów. Na doborze zaważyły dwa czynniki: 1) konieczność objęcia terenem połowów odpowiedniej liczby areałów osobniczych, 2) chęć zredukowania tzw. efektu krawędzi. Termin ten określa zwyczaję złowien na krawędziach działki połowowej.

Zależność między wielkością powierzchni a liczbą osobników osiadłych na niej badali Chełkowska i Ryszkowski (1966). Badacze ci, dzieląc działkę połowową na mniejsze części wykazali, że średnia liczba osobników osiadłych zmienia się proporcjonalnie do zmian wielkości terenu połowów (fig. 2). Jednak przy małych działkach (mniejszych niż 1 ha) współczynnik zmienności jest większy, dlatego lepiej jest stosować większe tereny połowów.

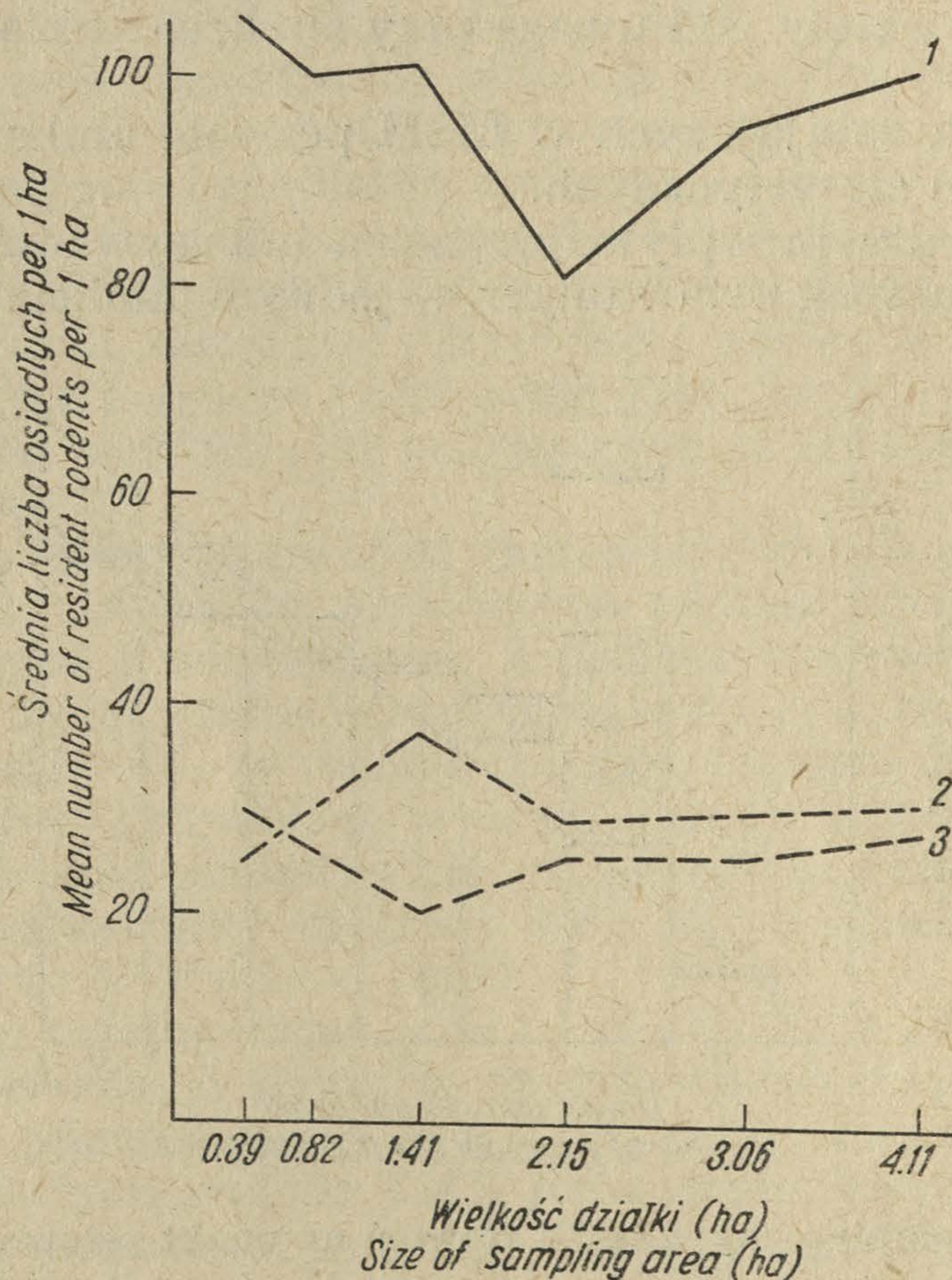


Fig. 2. Zależność między średnią liczbą osobników osiadłych na powierzchni a wielkością działki łownej (wg Chełkowskiej i Ryszkowskiego 1966)

Dependence between mean number of resident rodents on the area and the size of sampling area (after Chełkowska and Ryszkowski 1966)

1 — *C. glareolus*, 2 — *A. agrarius*, 3 — *A. flavicollis*

Ponieważ do oceny liczby osobników związanych z powierzchnią kompletny wyłów jest niepotrzebny (abstrahując od trudności związanych z jego osiągnięciem — Gębczyńska 1966), czas trwania połowów winien być na tyle długi, by móc do ocen liczebności zastosować regresję lub rozkłady ucięte. Przy opracowaniu MSM połowy trwały siedem dni, ale stwierdzono, że większość osobników (78—100%) łowi się już w ciągu pierwszych pięciu dni połowów. Za stosowaniem czasu połowu nie dłuższego niż pięć dni przemawiają dane licznych autorów (Myllymäki 1969, Ryszkowski 1969a i 1969b i in.). Przeciwnie wyniki uzyskał Smith et al. (1971) dla północnoamerykańskiej *Blarina*. Być może w tym przypadku sytuacja jest podobna do tej, jaką dla polskich ryjówek notował Aulak (1967). Autor ten, stosując do odłowu ryjówek pułapki na gryzonię, nie obserwował spadku liczby łowionych zwierząt, mimo przedłużania czasu połowów. Dopiero stosując zamiast pułapek stożki uzyskał regresję.

3. Użycie MSM do ocen zagęszczenia

Poważny problem przy operowaniu działkami odłownymi stanowi efekt krawędzi (efekt brzegu) polegający na tym, że na zewnętrznych rzędach powierzchni odłownej łapie się, w przeliczeniu na jedną pułapkę, znacznie więcej osobników niż w rzędach środkowych.

Jest kilka hipotez tłumaczących to zjawisko. Pierwsza, postawiona przez Calhouna i Casbiego (1958), próbuje to wyjaśnić różnicowaniem arealów osobniczych. Najpierw łowią się osobniki o największych arealach, dominujące, potem inne, których areale są mniejsze. W związku z tym na krawędziach działki łowią się dodatkowo osobniki o dużych arealach pochodzące z okolic działki łownej i one to powodują efekt brzegu (Calhoun 1964). Druga hipoteza (Pelikán, Zejda i Holišová 1964) interpretuje ten wzrost liczby osobników na krawędzi jako wynik imigracji zwierząt nie związanych z powierzchnią, a nachodzących z bardzo dużych odległości. Trzecia, wysunięta przez Chelkowską i Ryszkowskiego (1967), wzrost ten uważa za wynik złowień osobników osiadłych poza powierzchnią, a nachodzących na teren badany. Badacze ci przez znakowanie zwierząt i podział dużej powierzchni łownej na mniejsze stwierdzili, że: 1) osobniki migrujące łowią się równomiernie na całej powierzchni; 2) zwierzęta osiadłe poza powierzchnią wpadają w pułapki głównie na zewnętrznych rzędach powierzchni; 3) po usunięciu gryzoni z terenu zwyczajka złowień na krawędzi jest bardzo wyraźna i wywołują ją osobniki osiadłe poza powierzchnią. Trzecia z tych hipotez wydaje się mieć najsilniejsze podstawy.

Sam efekt krawędzi może być bardzo różny, ponieważ podlega zmianom gatunkowym (Pelikán 1969), sezonowym (Ryszkowski 1971) i wydaje się zależny od ruchliwości zwierząt z jednej strony, a jednocześnie, jak przypuszczają Pucek i Ryszkowski (1970), nachodzenie osiadłych w sąsiedztwie jest proporcjonalne do stosunku obwodu działki do jej powierzchni.

Okazało się więc, że stosując MSM można obliczać liczbę zwierząt związanych z powierzchnią, ale nadal nie wiadomo było, jak daleko poza granice działki sięga jej wpływ, tzn. z jakiego terenu odławiane są zwierzęta. Zgadzano się, że oceny uzyskane tą metodą są sztucznie podwyższone, ale nie znano stopnia tego zjawiska.

Pierwszą próbą eliminacji efektu krawędzi, a jednocześnie próbą oceny zagęszczenia była metoda Pelikána (1969). Metoda ta polega na eliminacji tych rzędów pułapek, na których występuje efekt krawędzi. Aby wyeliminować zjawisko nachodzenia, Pelikán robi następujące kalkulacje: 1) oblicza średnią liczbę złowien przypadającą na jedną pułapkę lub jeden punkt pułapkowy dla całego okresu wyłowu; 2) oblicza teoretyczną liczbę złowien przypadającą na każdy z rzędów pułapek; 3) porównuje teoretyczne obliczenia z danymi uzyskanymi empirycznie.

Przy braku efektu krawędzi rozkład złowien jest homogenny, tzn. średnia liczba złowien na jedną pułapkę jest taka sama na zewnętrznych, jak i na środkowych rzędach powierzchni. Jeżeli różnice między obliczeniami teoretycznymi a empirycznymi są istotne, to Pelikán zaleca odrzucanie kolejnych rzędów pułapek, dopóki nie otrzyma się homogenne rozkładu złowien. Badacz ten uważa, że teren, na którym rozkład złowien jest podobny, można wykorzystać do oceny zagęszczenia.

Tym niemniej fakt, że średnia liczba złowien na pułapkę jest podobna na pewnym obszarze, nie wyklucza możliwości, że osobniki złowione mają areale rozciągające się daleko poza teren działki połowów. Przypuszczenie, że taka sama liczba osobników opuściła działkę, co naszła na nią, jest niesłuszne, bo nachodzenie osobników osiadłych na krawędziach działki i w najbliższym jej sąsiedztwie na kwadrat środkowy jest większe od emigracji zwierząt z tego kwadratu. Ta przewaga liczebna wynika z faktu, że teren otaczający jest większy. W tej sytuacji przyjęcie założenia o równowadze między nachodzeniem a emigracją z jednej strony i nieuwzględnianie możliwości wykraczania arealów poza daną powierzchnię z drugiej prowadzi do przeceny zagęszczenia.

Drugą, poza metodą Pelikána (1969), próbą oceny zagęszczenia była praca Adamczyki i Ryszkowskiego (1968). Stosując owies zabarwiony fuksyną zasadową jako przynętę, autorzy wyznakowali zwierzęta na terenie odłownym. Należy sądzić, że osobniki, u których po zabiciu wykryto w przewodach pokarmowych ślady barwnej przynęty, były związane z powierzchnią. Stanowiły one ok. 80% (*C. glareolus*) i 70% (*A. flavicollis*) wszystkich złowionych zwierząt. Udowodniono brak wybiórczości w stosunku do przynęty. Powierzchnię odłowną podzielono przy obliczeniach na dwie części: środkowy kwadrat i część zewnętrzną, na którą złożyły się trzy zewnętrzne rzędy pułapek. Okazało się, że liczba zwierząt, w przeliczeniu na jeden punkt połowów, jest na obwodzie dwukrotnie większa niż w środkowym kwadracie. Jest to wspomniany już uprzednio efekt krawędzi wywołany głównie przez osobniki osiadłe poza powierzchnią, których areale osobnicze częściowo na tę powierzchnię zachodzą. Stosując rozkłady ucięte autorzy stwierdzili, że prawdopodobieństwo złowienia osobników pochodzących z kwadratu środkowego było stałe w kolejnych dniach. Wyłów tych zwierząt kończy się właściwie trzeciego dnia i autorzy sądzą, że są to osobniki, których areale leżą w obrębie powierzchni odłownej. Ocenę zagęszczenia proponują uzyskać przez podzielenie liczby osobników złowionych w kwadracie środkowym przez jego powierzchnię, a więc podobnie jak Pelikán odrzucają przy przeliczeniach zewnętrzną część powierzchni i złowione na niej zwierzęta.

Zastrzeżenia do tej metody są podobne jak i do metody Pelikána. Fakt, że areale zwierząt złowionych w kwadracie środkowym leżą na tym terenie, nie przesądza możliwości częściowego wykraczania poza powierzchnię. Podobnie jak w metodzie Pelikána oceny zagęszczenia są sztucznie podwyższone.

Próba połączenia ocen uzyskiwanych z powierzchni standardowych z zasięgiem tej powierzchni jest metoda Hanssona (1969). Badacz ten postanowił nie eliminować efektu krawędzi, ale ocenić zasięg całej powierzchni, tzn. określić, z jakiego terenu są odławiane osobniki. Obszar, z którego mogą nachodzić gryzonie, jest oceniany za pomocą równania:

$$N_b : b^2 = N_a : (a^2 + 4 ar + \pi r^2), \quad (1)$$

gdzie: N_b — liczba osobników w wewnętrznym kwadracie,
 N_a — liczba osobników złowionych na całej powierzchni,
 b — bok wewnętrznego kwadratu, włączając połowę odległości między sąsiednimi pułapkami,
 a — bok całej powierzchni,
 r — zasięg ruchu.

Metoda ta opiera się na założeniu, że liczba zwierząt na mniejszej powierzchni (wewnętrzny kwadrat) jest proporcjonalna do liczby zwierząt związanych z całą powierzchnią. Wielkość kwadratu środkowego jest obliczana zgodnie z metodą zaproponowaną przez Pelikána. Obliczając w ten sposób małą powierzchnię, Hansson przyjmuje założenie, że zwierzęta z nią związane nie wykraczają poza jej teren. Ponieważ jednak zwierzęta przypisane za pomocą tej metody kwadratowi środkowemu mogą wykraczać poza niego, wpływ powierzchni nie ogranicza się tylko do terenu sąsiadującego z pułapkami, ale również w obrębie powierzchni istnieje strefa nachodzenia. Tak więc i ta metoda przecenia rzeczywiste zagęszczenie.

Stało się jasne, że nie można badać zagęszczenia nie prowadząc równocześnie obserwacji nad ruchliwością zwierząt. Z założenia tego wyszedł Smith et al. (1971). Dla oceny zasięgu powierzchni odłownej stosuje dodatkowe linie pułapek wykraczające na znaczną odległość poza działkę. Linie te ustawiano już po zakończeniu odłowu na powierzchni. Empirycznie stwierdzono, że jeżeli na osi x odkładać kumulowane od końca takiej linii złowienia na punkt, to okazuje się, że w przebiegu krzywej można wyodrębnić trzy odcinki (fig. 3). Pierwszy odcinek (A), nachylony pod największym kątem do osi x , charakteryzuje się proporcjonalnym (z punktu na punkt) wzrostem liczby łowionych zwierząt: przy odległości x_2 od krawędzi powierzchni odcinek krzywej obrazujący kumulowany wyłów (B) przebiega pod mniejszym kątem do osi x — jest to strefa niepełnego wyłowa; od odległości x_1 od krawędzi, krzywa (C) przebiega równoległe do osi x , co świadczy o tym, że wyłów zwierząt z tego terenu był całkowity.

Obliczając zasięg powierzchni odłownej należy do terenu samej działki dodać strefę całkowitego wyłowa (S_c) i część strefy (S_n), z której wyłów był niepełny. Tę ostatnią wielkość określa równanie:

$$S_x = S_n \cdot \frac{y_1 - y_2}{y_1 - y_3}, \quad (2)$$

gdzie: S_n — wielkość strefy niepełnego wyłowa (ha),
 $y_1 - y_2$ — liczba osobników złowiona na liniach w obrębie strefy S_n ,
 $y_1 - y_3$ — liczba osobników obecnych w strefie S_n w czasie połowów na powierzchni i na liniach.

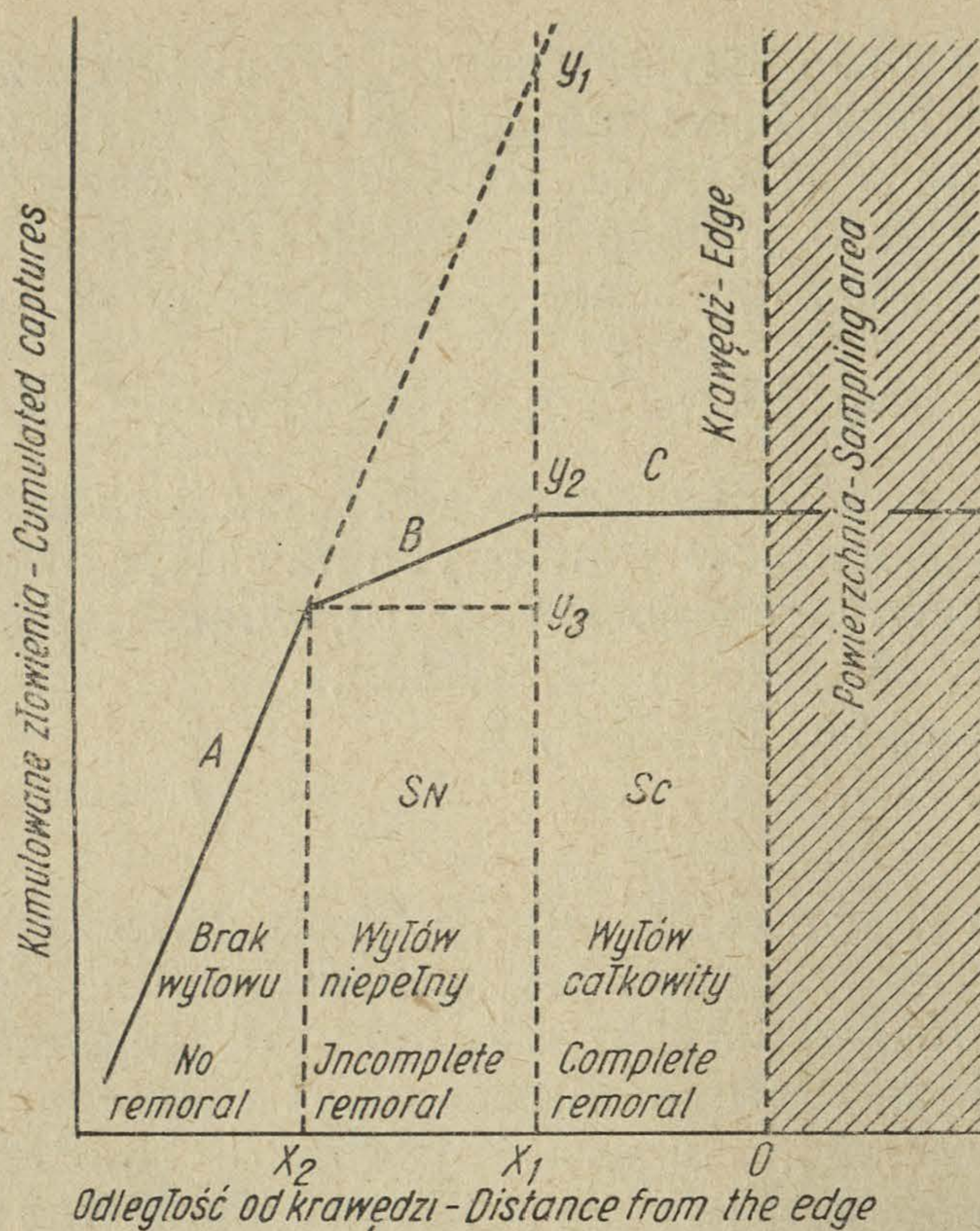


Fig. 3. Zmiany wyłowa osobników na liniach pułapek odchodzących od działki łownej (wg Smitha et al. 1971)

Variation in removal of individuals on lines of traps running from the trapping area (after Smith et al. 1971)

Metoda ta wymaga dużej ilości danych, by przypadkowe odchylenia nie zakłócały przebiegu krzywej. Oprócz tego, jak się wydaje, istnieje niebezpieczeństwo szybkiego nachodzenia zwierząt na teren, gdzie dokonano połowów i imigracja może spowodować błędy w ocenie strefy wpływu.

Inne podejście do problemu ruchliwości mieli polscy badacze. Wykorzystano opracowaną w Czechosłowacji przez Holišová (1968) metodę znakowania zwierząt za pomocą barwnej włóczki. Metoda ta była wynikiem współpracy Instytutu Ekologii PAN z Ústav pro výzkum Obratlovce CSAV w Brnie. Włóczkę zmieszaną z przynętą można wykryć w przewodach pokarmowych zabitych gryzoni do piątego dnia od momentu jej zjedzenia. Opierając się na tej metodzie i korzystając z opracowanej wcześniej metody znakowania gryzoni za pomocą owsa zabarwionego fuksyną zasadową, Ryszkowski (1971) zestawiał następujący schemat przynęcania i odłowu: Po trzech dniach przynęcania zwykłym niebarwionym owsem cały teren Standard Minimum podzielił na dwie części — na środkowy kwadrat wewnętrzny o boku 75 metrów, gdzie za przynętę służyła czerwona włóczka zmieszana z margaryną i mąką i na otaczający ją obwód (pozostała część powierzchni Standard Minimum), na który składało się 220 punktów z owsem barwionym fuksyną jako przynętą. To „barwne” przynęcanie trwało trzy dni, następnie przynętę likwidowano, a na całej powierzchni ustawiono pułapki zabijające. Dodatkowo w odległości 100 metrów od powierzchni poprowadzono otaczającą ją linię, gdzie przynętą była włóczka zielona. Ryszkowski założył, że tak na małą powierzchnię (środkowy kwadrat), jak i na dużą (cały

Standard Minimum), zwierzęta nachodzą z takiej samej odległości. Wielkość tej strefy wpływu, czyli odległość nachodzenia oceniał zgodnie z równaniem:

$$N_c : (4 \cdot 75 \cdot a + \pi a^2 + 75 \cdot 75) = N : (4 \cdot 225 \cdot a + \pi a^2 + 225 \cdot 225), \quad (3)$$

gdzie: N_c — liczba osobników związanych z kwadratem środkowym,
 N — liczba osobników złowionych na całej powierzchni,
 75 — bok środkowego kwadratu,
 225 — bok całej powierzchni,
 a — średnia odległość, z jakiej zwierzęta nachodzą (taka sama dla dużej jak i dla małej powierzchni).

Przez liczbę osobników związanych z kwadratem środkowym Ryszkowski rozumie zwierzęta złowione na tej powierzchni plus zwierzęta, które mimo iż zostały zabite na obwodzie, to jednak miały w swych przewodach pokarmowych ślady czerwonej włóczki, a więc w okresie przyręcania musiały przebywać na małej powierzchni. Podobnie zresztą osobniki złowione na środku mogły mieć barwniki użyte na małej powierzchni (włóczka czerwona) lub inne kolory stosowane na obwodzie i poza działką łowną (fuksyna i włóczka zielona) w różnych kombinacjach.

Przez zanalizowanie tych możliwych układów można było sprawdzić założenia, na których opierały się poprzednie metody oceny zagęszczenia. Okazało się na przykład, że osobniki z włóczką zieloną w przewodzie pokarmowym łowią się na terenie środkowego kwadratu, co podważa założenia Pelikána o możliwości pominięcia efektu krawędzi przez odrzucenie rzędów powierzchni, na których obserwowano zwyczaję złowień.

Metoda zaproponowana przez Ryszkowskiego (1971) ma dwie wspólne cechy z metodą Hanssona. Zarówno Ryszkowski jak i Hansson przyjmują, że liczba zwierząt związanych z określonym terenem jest proporcjonalna do wielkości powierzchni. Jeden i drugi próbują określić zasięg całej powierzchni, by móc do terenu, na którym są ustawione pułapki, dodać teren, z którego powierzchnia ściąga osobniki. Z tym, że Hansson wybierając swój środkowy kwadrat dodatkowo zakładał, że zwierzęta z nim związane nie wykraczają poza jego granice. Zastosowanie barwnych przynęt pozwoliło określić rzeczywisty wpływ nachodzenia i wykazało istnienie dużych przemieszczeń zwierząt w obrębie powierzchni i związku między powierzchnią a strefą otaczającą.

Interesujące jest porównanie tych trzech metod, a mianowicie metody Pelikána, Hanssona i Ryszkowskiego (tab. II). Jak widać wnikliwsze prześledzenie losów osobników prowadzi do niższych ocen zagęszczenia.

4. Podsumowanie

Jak się obecnie wydaje, metody zaproponowane przez Smitha i Ryszkowskiego najlepiej nadają się do oceny zagęszczenia gryzoni leśnych. Porównanie tych dwóch metod jest już w tej chwili możliwe, ponieważ schemat powierzchni opracowanej na ostatniej konferencji Grupy Roboczej do Badań Drobnych Ssaków w Helsinkach uwzględnia założenia tak jednej jak i drugiej strony. Dalsze „ulepszenia” metody powinny zmierzać do zredukowania wielkości działki. Kłopoty związane z wielkością powierzchni występują przy wyborze terenu, na którym trzeba

Tabela II

Porównanie różnych metod oceny zagęszczenia uzyskanych w połowach MSM
(wg Ryszkowskiego 1971)

Examination of different methods of density estimation in SMM trapping
(after Ryszkowski 1971)

Metoda Method	Wiosna — Spring		Jesień — Autumn		
	PQ I	PQ II	PQ I	PQ II	las mieszany mixed forest
Pelikán (1970)	6,9	7,9	22,9	14,2	48,3
Hansson (1969)	6,9	7,9	19,8	12,3	—
Ryszkowski (1971)	3,2	2,2	18,0	10,9	19,7

PQ — *Pino Quercetum*

przeprowadzić odłów gryzoni. W pewnych okolicach Polski (Poznańskie) znalezienie odpowiedniego jednorodnego środowiska nastęrcza poważne trudności. Trudności te potęgują się znacznie w przypadku stosowania metody Smitha, gdyż wymagany teren powinien być jeszcze większy, ze względu na odchodzące od działki linie odłowne. Homogenność środowiska jest sprawą niezmiernie ważną, gdyż usytuowanie linii odłownych w terenie mozaikowym powoduje zaburzenia w intensywności i tempie wyłowu zwierząt. Podobnie i w metodzie Ryszkowskiego różnice środowiskowe mogą wpływać na silniejszą penetrację przez gryzonie pewnych części działki i powodować liczebną przewagę łowionych osobników na jednej z krawędzi powierzchni. Wówczas, przy ocenie strefy oddziaływania powierzchni łownej, ustalenie średniej wielkości (tzn. przyjęcie takiej samej odległości nachodzenia dla całej działki) może być źródłem błędu.

Stosując barwne przynęty należy się liczyć z możliwością błędu związanego z faktem, że liczba osobników łowionych w kwadracie środkowym — a mających w przewodach pokarmowych fuksynę — byłaby większa, gdyby nie zaporą z linii pułapek.

W metodzie Smitha konieczne jest osiągnięcie kompletnego wyłowu na obszarze działki. To zadanie wymaga na ogół dłuższego czasu połowów niż pięć dni. Ustalenie końca wyłowu jest trudne, zważywszy, że np. intensywność penetracji terenu przez gryzonie, a przez to i ich łowność jest związana z czynnikami meteorologicznymi. Nadto do oceny strefy wpływu działki odłowu, liczba danych zebranych na liniach wykraczających poza działkę musi być duża. Nie wykluczone, że sama liczebność gryzoni w pewnych latach (lata depresji) może ograniczać stosowanie tej metody.

Wydaje się, że mimo powyższych zastrzeżeń można te metody uważać za wystarczająco dokładne i posługiwać się nimi przy ocenach zagęszczenia drobnych gryzoni leśnych. Dalsze eksperymenty terenowe pozwolą być może na ocenę błędów metody.

Już teraz można powiedzieć, że zrzeszenie teriologów w jednolitą grupę miało daleko idące konsekwencje. Wzajemne kontakty, konsultacje,

organizowane okresowo zjazdy, wymiana publikacji, korzystanie z metod uprzednio wypracowanych i nade wszystko przyjęcie jednolitej metody połowów, wpłynęły na przebieg i efektywność pracy. Wkład polskich badaczy w rozwiązywanie problemu oceny zagęszczenia drobnych gryzoni był bardzo poważny. Najlepszym dowodem na to, że został on dostrzeżony, jest nazywanie przez zagranicznych badaczy Metody Standard Minimum — polską metodą.

Piśmiennictwo

- Adamczyk K., Ryszkowski L. 1968 — Estimation of the density of a rodent population using stained bait — *Ekol. Pol. A*, 15: 737—746.
- Adamczyk K., Janion M., Ryszkowski L. and Wierzbowska T. 1966 — Number of traps visited in recaptures of rodents — *Bull. Acad. Pol. Sci. Cl. II*, 14: 315—328.
- Andrzejewski R., Głogowska J. 1962 — The influence of the lay-out of traps and length of time for which they remain set on the distribution of capture of small rodents — *Ekol. Pol. A*, 10: 285—293.
- Andrzejewski R., Bujalska G., Ryszkowski L., Ustyński J. 1966 — On a relation between the number of traps in a point of catch and trappability of small rodents — *Acta theriol.* 11: 343—349.
- Aulak W. 1967 — Estimation of small mammal density in three forest biotopes — *Ekol. Pol. A*, 15: 755—778.
- Blair W. F. 1951 — Population structure, social behaviour and environmental population of the beach mouse (*Peromyscus polionotus leucocephalus*) — *Contr. Lab. vertebr. Biol. Univ. Mich.* 48: 1—47.
- Brandt D. H. 1962 — Measures of the movements and population densities of small rodents — Univ. Calif. Press, Berkeley and Los Angeles, 179 pp.
- Burt W. H. 1943 — Territoriality and home range concept as applied to mammals — *J. Mammal.* 24: 346—352.
- Calhoun J. B. 1949 — Annual reports North American Census of Small Mammals — Bethesda, 132 pp.
- Calhoun J. B. 1964 — The social use of space (*Physiology of Mammals*, I) — Acad. Press Inc. New York, 187 pp.
- Calhoun J. B., Casby J. V. 1958 — Calculation of home range and density of small mammals — *Public Health Monographs*, Washington, 55: 1—24.
- Chełkowska H., Ryszkowski L. 1966 — Relationship between the size of the sampling area and average time of residency and the abundance of *Clethrionomys glareolus* Schreb., *Apodemus agrarius* Pall. and *Apodemus flavicollis* (Melch.) — *Bull. Acad. Pol. Sci. Cl. II*, 14: 117—121.
- Chełkowska H., Ryszkowski L. 1967 — Causes of higher abundance estimate of small rodents at the edges of sampling areas in forest ecosystems — *Ekol. Pol. A*, 15: 737—746.
- Connell J. H. 1954 — Home range and mobility of brush rabbits in California chaparral — *J. Mammal.* 35: 392—405.
- Crawcroft P., Jeffers J. N. R. 1961 — Variability in behaviour of wildmouse (*M. musculus* L.) towards live traps — *Proc. zool. Soc. London*, 137: 573—582.
- Davis D. E. 1955 — Social interreaction of rats as indicated by trapping procedures — *Behaviour*, 8: 335—370.
- De Lury D. B. 1947 — On the estimation of biological populations — *Biometrics*, 3: 145—167.

- Gębczyńska Z. 1966 — Estimation of rodent numbers in a plot of *Querceto-Carpinetum* forest — *Acta theriol.* 13: 315—328.
- Grodziński W., Pucek Z., Ryszkowski L. 1966 — Estimation of rodent numbers by means of prebaiting and intensive removal — *Acta theriol.* 11: 297—314.
- Hansson L. 1969 — Home range, population structure and density estimates at removal catches with edge effect — *Acta theriol.* 14: 153—160.
- Hayne D. H. 1949 — Two methods for estimating population from trapping records — *J. Mammal.* 30: 399—411.
- Holišova V. 1968 — Marking small mammals by means of coloured admixtures to bait — *Small Mammal Newslett.* 2: 36—40.
- Ilenko A., Zubčaninova E. V. 1963 — Kruglogodnye nabludenija za mečenymi rižimi polevkami i lesnymi myšami v Podmoskovie — *Zool. Ž.* 42: 609—617.
- Janion M., Ryszkowski L., Wierzbowska T. 1968 — Estimation of number of rodents with variable probability of capture — *Acta theriol.* 13: 285—294.
- Layne J. N. 1954 — The biology of the red squirrel, *Tamiasciurus hudsonicus loquax* (Bangs), in Central New York — *Ecol. Monogr.* 24: 227—267.
- Myllymäki A. 1969 — Trapping experiments on the water vole, *Arvicola terrestris* (L.) with the aid of the isotope technique (Energy flow through small mammal populations, Ed. K. Petruszewicz, L. Ryszkowski) — Warszawa, 39—55.
- Nikitina H. A. 1965 — O metodike izučenia individualnych učastkov u gryzunov z pomoščju živolovok — *Zool. Ž.* 44: 598—605.
- Pelikán J. 1969 — Edge effect of sampling area (Energy flow through small mammal population, Ed. K. Petruszewicz, L. Ryszkowski) — Warszawa, 57—63.
- Pelikán J., Zejda J., Holišova V. 1964 — On the question of investigating small mammal populations by the quadrature method — *Acta theriol.* 11: 1—24.
- Petrusewicz K., Andrzejewski R. 1962 — Natural history of a free living population of house mice (*Mus musculus* L.) with particular reference to grouping within the population — *Ekol. Pol. A*, 10: 85—122.
- Pucek Z., Ryszkowski L. 1970 — Polskie badania nad produktywnością populacji drobnych ssaków — *Kosmos A*, 2: 197—213.
- Ryszkowski L. 1969a — Estimates of consumption of rodent populations in different pine forest ecosystems (Energy flow through small mammal populations, Ed. K. Petruszewicz, L. Ryszkowski) — Warszawa, 281—291.
- Ryszkowski L. 1969b — Operation of the Standard-Minimum Method (Energy flow through small mammal populations, Ed. K. Petruszewicz, L. Ryszkowski) — Warszawa, 13—25.
- Ryszkowski L. 1971 — Estimation of small rodent density with the aid of coloured bait — *Ann. Zool. Fenn.* 8: 8—14.
- Ryszkowski L., Andrzejewski R., Petruszewicz K. 1966 — Comparison of estimates of numbers obtained by the methods of release of marked individuals and complete removal of rodents — *Acta theriol.* 11: 329—341.
- Smith H. M., Blessing R., Chelton J. G., Gentry J. B., Goley F. B. and Mc Ginnis J. T. 1971 — Determining density for small mammal populations using a grid and assessment lines — *Acta theriol.* 16: 105—125.
- Stickel L. F. 1954 — A comparison of certain methods of measuring ranges of small mammals — *J. Mammal.* 35: 1—15.
- Yerger R. W. 1953 — Home range, territoriality, and populations of the chipmunk in Central New York — *J. Mammal.* 34: 448—458.

Summary

A description is given of the Standard Minimum Method used for rapid removal of small rodent populations from a given study area. Emphasis is laid on the importance, in elaborating this method and its later applications for estimation of the density of small forest rodents, of the fact that research workers are associated in the Small Mammals Working Group and that there is also close international cooperation.

It is possible, using the SMM, to calculate the number of individuals connected with that trapping area, either using the straight line regression method or truncated distributions based on estimation of the average probability of captures of individuals. The uneven distribution of captures within a trapping area (edge effect) indicates that it is essential to carry out additional studies on the activity of animals and the scope of the influence exerted by the trapping area. A short discussion is given of ways of using SMM for assessing density.

Methods aimed at eliminating the edge effect made it necessary to omit the external line of traps, where the number of captures on a trapping point (Pelikán 1969), or probability of capture of individuals (Adamczyk and Ryszkowski 1968) differed from the middle of the trapping area. The authors proposed using only the central part of the area together with the animals caught on it. These two methods did not take into consideration the fact that the home ranges of animals caught in an area estimated in this way might extend outside it. The method proposed by Hansson (1969) consists in estimating the size of the area from which individuals might enter into the trapping area (equation 1). Hansson assumed that the number of individuals caught in the middle of the area is in proportion to the number of animals connected with the whole of the area. As, however, Hansson applied the method recommended by Pelikán for estimating the size of the central square, this method also gives over-estimated values for density.

The method proposed by Ryszkowski (1971), like the above-mentioned one, consists in estimating the scope of the influence exerted by the trapping area. Division of the trapping area into central and external parts, and the use of coloured bait, made it possible to estimate the number of animals connected with the central part of the trapping area. Distance from which animals enter the area is calculated from the ratio of number of animals connected with the centre, to the number of animals caught on the whole trapping area (equation 2). This method gives far lower estimates of density than the preceding methods (Tab. II).

The scope of the trapping area was also estimated by Smith et al. (1971), using additional lines of traps extending beyond the trapping area. When laid off from the end of such a line and cumulated from trapping point to point, they describe intensity of removal of animals at different distances from the trapping area (Fig. 3). In calculating the area from which animals were removed it is necessary to add to the extent of the trapping area itself the zone of total removal (S_c) and part of the zone (S_n) where removal was incomplete (equation 2).

At the present time Ryszkowski's and Smith's method is the most suitable one for estimating the density of small forest rodents. Certain objections (difficulty in achieving complete removal in the case of Smith's method, or the possibility of error connected with limitation of the animals' activity in the case of Ryszkowski's method) are not serious enough to limit the application of these methods. Further experiments should be aimed (as far as possible) at reducing the size of the trapping area, on account of the frequently encountered difficulty in finding a suitably large and homogeneous habitat. It is also necessary to attempt to estimate the error involved in the method.