

IV. NIEKTÓRE ASPEKTY METODOLOGICZNE W BADANIACH ZAGOSPODAROWANIA ROLNICZEGO I GOSPODARKI ŻYWNOŚCIOWEJ

Janina Bernacka-Baranowa*

ZASTOSOWANIE MODELU GRAWITACJI DO WYZNACZENIA POWIĄZAŃ PRZESTRZENNYCH ŁÓDZI Z ZAPLECZEM

W artykule prezentuje się dwa sposoby rozwiązania modelu grawitacji dla dwóch układów terytorialnych: dla byłego województwa łódzkiego i teoretycznej strefy wpływu Łodzi. Przeprowadza się weryfikację statystyczną wyników oraz porównuje rozwiązania modelowe ze stanem rzeczywistym.

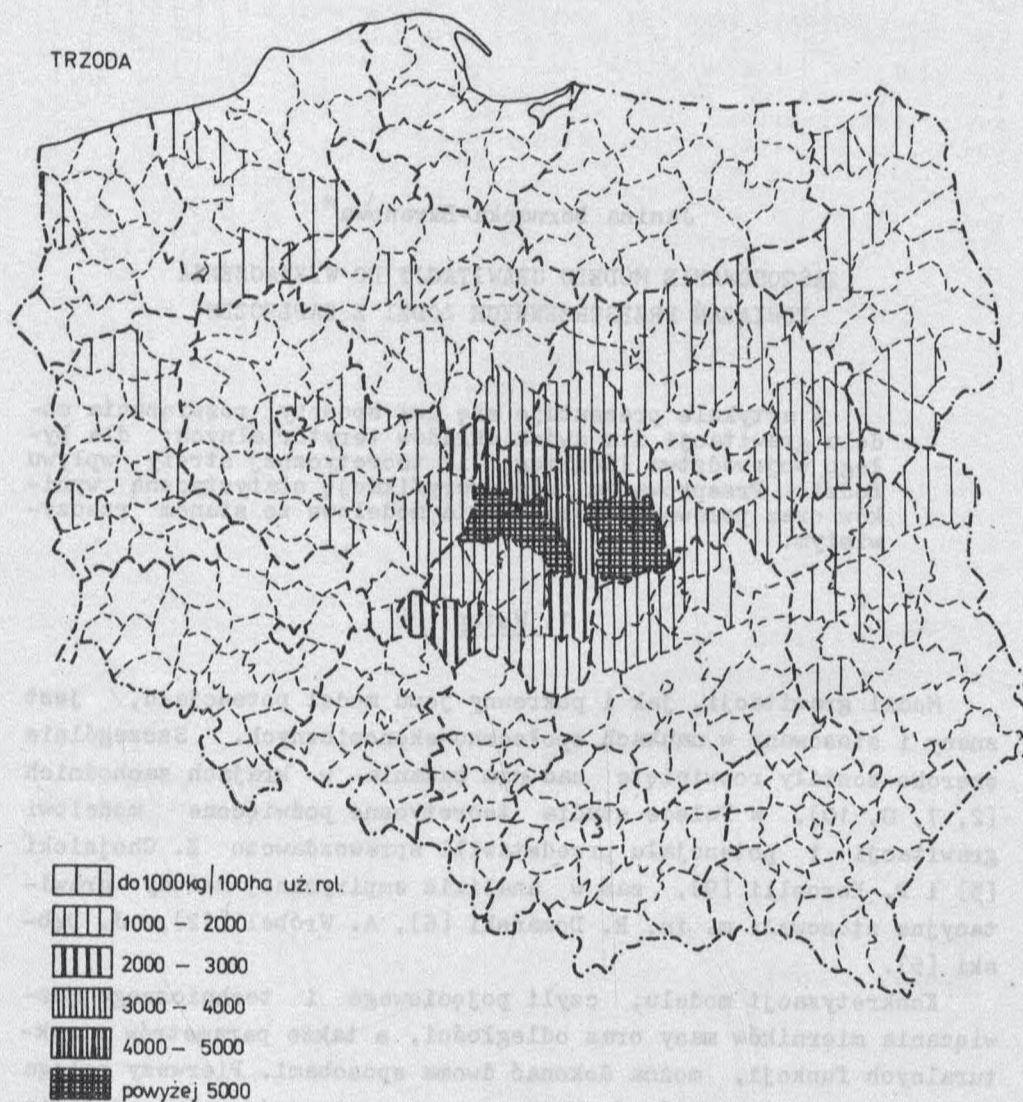
1. Wstęp

Model grawitacji, jak i pokrewny jemu model potencjału, jest znany i stosowany w naukach społeczno-ekonomicznych. Szczególnie szeroko zostały rozwinięte nad nim badania w krajach zachodnich [2, 7, 8, 10]. W Polsce studia teoretyczne poświęcone modelowi grawitacji i potencjału przedstawili sprawozdawczo Z. Chojnicki [3] i P. Korcelli [9], zaś w analizie empirycznej metody grawitacyjne stosowali m. in. R. Domański [6], A. Wróbel [12], J. Dębski [5].

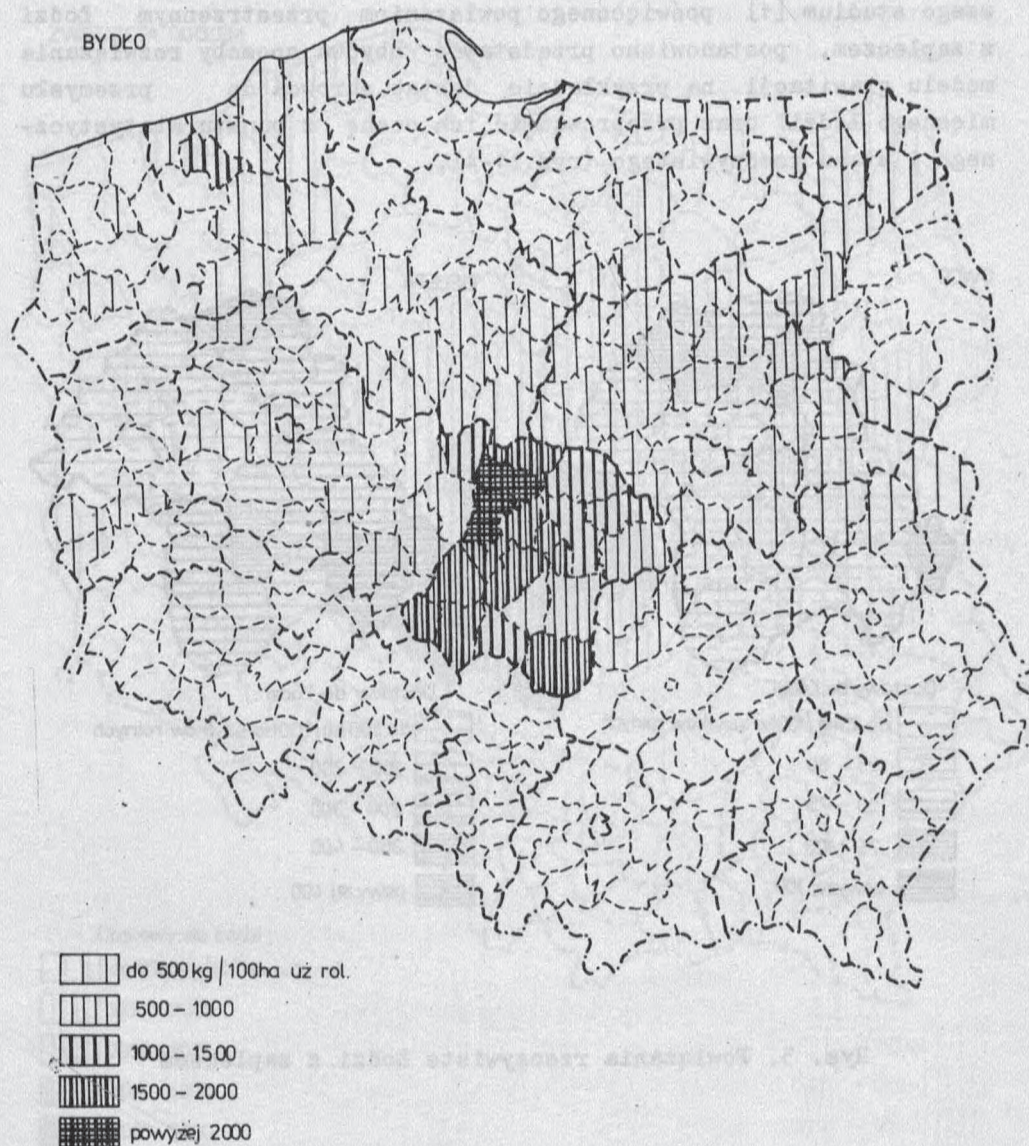
Konkretyzacji modelu, czyli pojęciowego i technicznego rozwiązania mierników masy oraz odległości, a także parametrów strukturalnych funkcji, można dokonać dwoma sposobami. Pierwszy polega na obliczeniu parametrów funkcji poprzez estymację na podstawie

*Dr, adiunkt w Zakładzie Gospodarki Przestrzennej Instytutu Polityki Regionalnej UŁ.

równania regresji i służy do ustalenia pewnych zależności rządzących zachowaniem zjawisk, natomiast drugi na przyjęciu a priori wykładników zmiennych oraz obliczeniu wyrażu G pozwala na optymalizację ciążenia grawitacyjnych.



Rys. 1. Powiązania rzeczywiste Łodzi z zapleczem



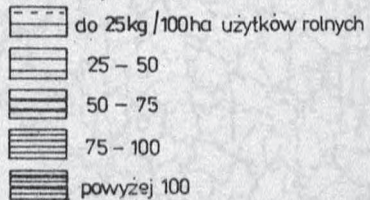
Rys. 2. Powiązania rzeczywiste Łodzi z zapleczem

W niniejszym opracowaniu, które stanowi fragment obszerniejszego studium [1] poświęconego powiązaniom przestrzennym Łodzi z zapleczem, postanowiono przedstawić obydwie sposoby rozwiązania modelu grawitacji na przykładzie dostaw surowca do przemysłu mięsnego Łodzi oraz przeprowadzić ich ocenę z punktu statystycznego i stanu rzeczywistego (rys. 1-4).

OWCE



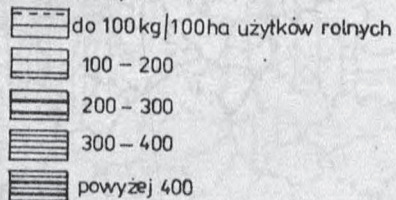
Dostawy do Łodzi



CIELETA

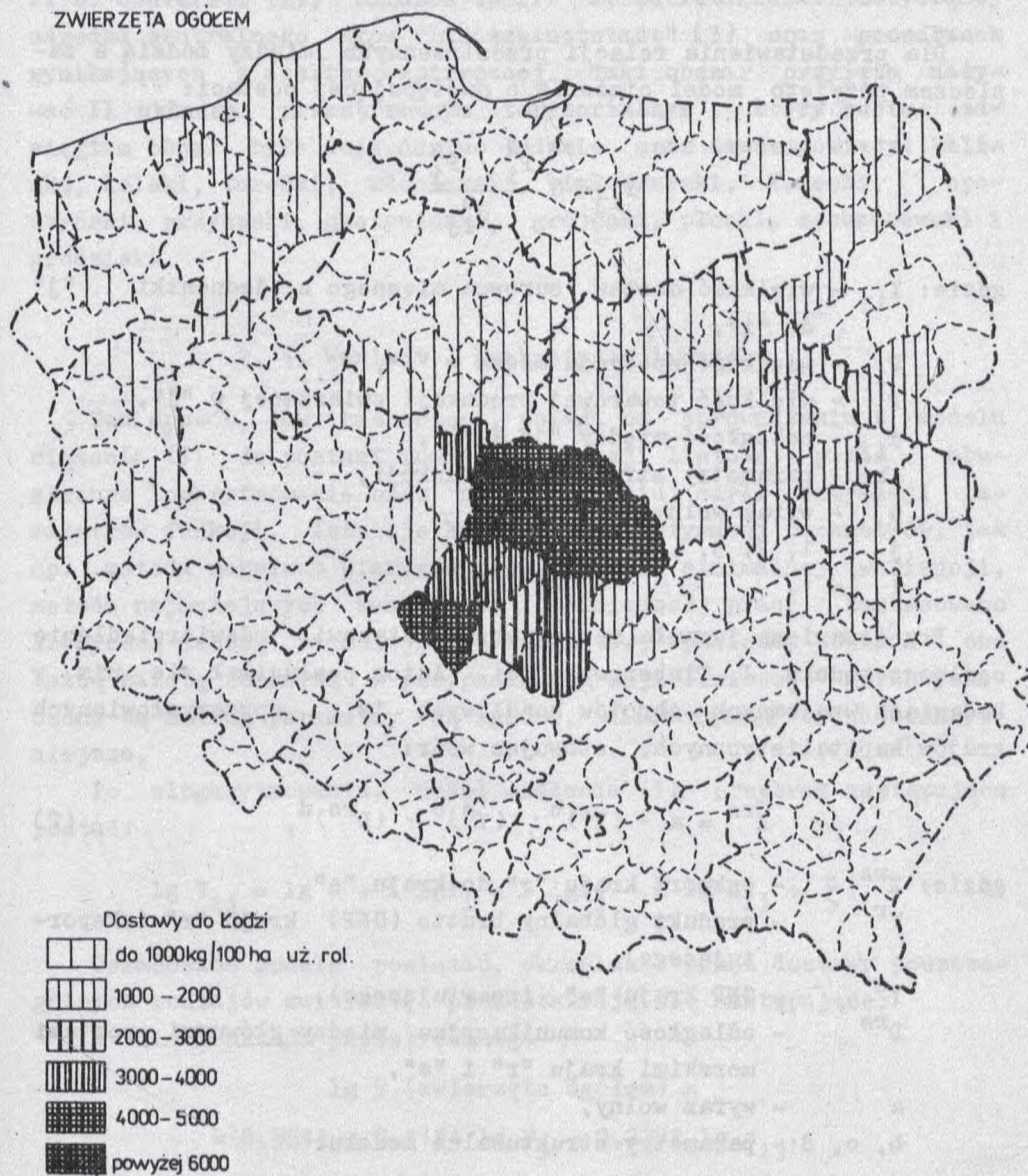


Dostawy do Łodzi



Rys. 3. Powiązania rzeczywiste Łodzi z zapleczem

ZWIERZĘTA OGÓŁEM



Rys. 4. Powiązania rzeczywiste Łodzi z zapleczem

2. Model

Dla przedstawienia relacji przestrzennych między Łodzią a zapleczem przyjęto model ciążenia o następującej postaci:

$$Y_{ij} = G \frac{p_i^a \cdot p_j^b}{d_{ij}^c} \quad (1)$$

gdzie: Y_{ij} - wielkość dostaw surowca mięsnego z jednostki "j" do "i",
 p_i - wielkość spożycia mięsa w "i",
 p_j - wielkość towarowej produkcji zwierzęcej w "j",
 d_{ij} - odległość między "j" a "i",
 a, b, c - parametry strukturalne funkcji,
 G - wyraz wolny,
 j - 1, 2, 3, ..., n,
 i = 1.

Przedstawiona formuła matematyczna stanowi odzwierciedlenie ogólnego modelu J. Tinbergena [11]. Autor posługiwał się nim w badaniach wzajemnych obrotów handlowych 18 uprzemysłowionych krajów kapitalistycznych, stosując wzór:

$$X^{rs} = a \cdot (Y^r)^b \cdot (Y^s)^c \cdot (D^{rs})^d, \quad (2)$$

gdzie: X^{rs} - eksport kraju "r" do kraju "s",
 Y^r - produkt globalny brutto (GNP) kraju "r" (eksportującego),
 Y^s - GNP kraju "s" (importującego),
 D^{rs} - odległość komunikacyjna między głównymi portami morskimi kraju "r" i "s",
 a - wyraz wolny,
 b, c, d - parametry strukturalne modelu.

Konkretyzacji modelu dokonano wg dawnych powiatów dla dwóch układów terytorialnych:

1) dla obszaru byłego województwa łódzkiego, który przyjęto określać I układem przestrzennym,

2) dla obszaru wpływu Łodzi wyznaczonego na podstawie wzoru P. D. Conversea (2), założeń teorii W. Christallera dotyczącej ośrodka centralnego typu "Landeshauptstadt" (3) oraz przesłanek wynikających z analizy empirycznej. Taki obszar przyjęto nazywać II układem przestrzennym (terytorialnym), który swoim zasięgiem objął byłę województwo łódzkie oraz dawne powiaty: kaliski, kolski, turecki, włocławski, białobrzeski, konecki, opoczyński, przysuski, gostyniński, grójecki, plocki, sochaczewski i grodziski.

2. 1. Wariant I konkretyzacji modelu

Ten sposób, jak zaznaczono, polega na sprowadzeniu modelu ciążenia (1) do postaci równania regresji liniowej przez obustronne logarytmowanie oraz na oszacowaniu, czyli estymacji parametrów funkcji. Istnieje kilka metod estymacji parametrów, jak np. metoda maksimum wiarygodności, metoda minimalnej wariancji, metoda najmniejszych kwadratów. W niniejszej pracy zastosowano klasyczną metodę najmniejszych kwadratów, ponieważ posiada ona ważną zaletę formalną w przypadku regresji liniowej, gdyż wyznaczone tą metodą parametry są zgodne, nieobciążone i najefektywniejsze.

Po zlogarytmowaniu, model ciążenia (1) przybrał następującą postać:

$$\lg Y_{ij} = \lg G + a \lg P_i + b \lg P_j - c \lg d_{ij} + \xi. \quad (3)$$

Oszacowane modele powiązań, określone przez dostawy poszczególnych rodzajów zwierząt, przedstawiają się następująco:

1) dla I układu przestrzennego

$$\begin{aligned} \lg \hat{y} \text{ (zwierzęta ogółem)} &= \\ &= 0,9544 + 0,1154 \lg P_j - 0,2282 \lg d_{ij}, \end{aligned}$$

czyli

$$\hat{y} = 1,9004 \frac{P_j^{0,1154}}{d_{ij}^{0,2282}};$$

$$\lg \hat{y} \text{ (trzoda)} =$$

$$= 0,7205 + 0,3374 \lg P_j - 0,3084 \lg d_{ij},$$

czyli

$$\hat{y} = 1,5254 \frac{P_j^{0,3374}}{d_{ij}^{0,3084}};$$

$$\lg \hat{y} \text{ (bydło)} =$$

$$= 0,1046 + 0,9548 \lg P_j - 0,0603 \lg d_{ij},$$

czyli

$$\hat{y} = 1,1277 \frac{P_j^{0,9548}}{d_{ij}^{0,0630}};$$

$$\lg \hat{y} \text{ (cielęta)} = 0 + 1 \lg P_j - 0 \lg d_{ij};$$

$$\lg \hat{y} \text{ (owce)} = 0 + 1 \lg P_j - 0 \lg d_{ij};$$

2) dla II układu przestrzennego

$$\lg \hat{y} \text{ (zwierzęta ogółem)} =$$

$$= -0,0016 + (-0,0045) \lg P_1 + 1,1081 \lg P_j - 0,4577 \lg d_{ij},$$

czyli

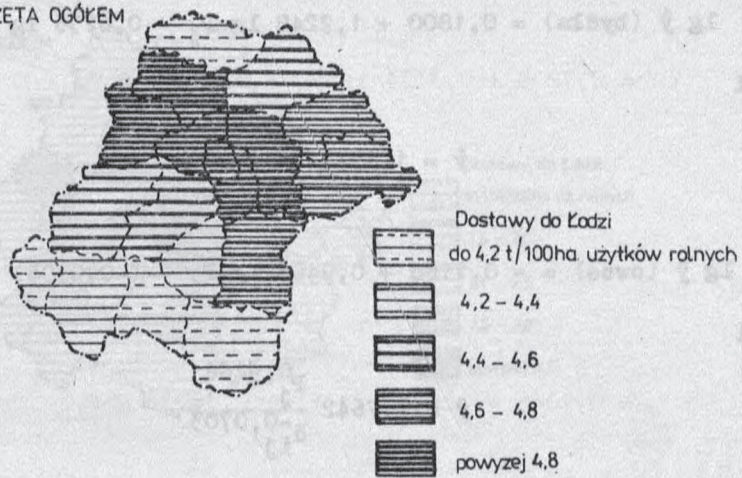
$$\hat{y} = 0,0099 \frac{P_1^{-0,0045} P_j^{1,1081}}{d_{ij}^{0,4577}};$$

$$\lg \hat{y} \text{ (trzoda)} = 1,4713 + 1,0861 \lg P_j - 1,3899 \lg d_{ij},$$

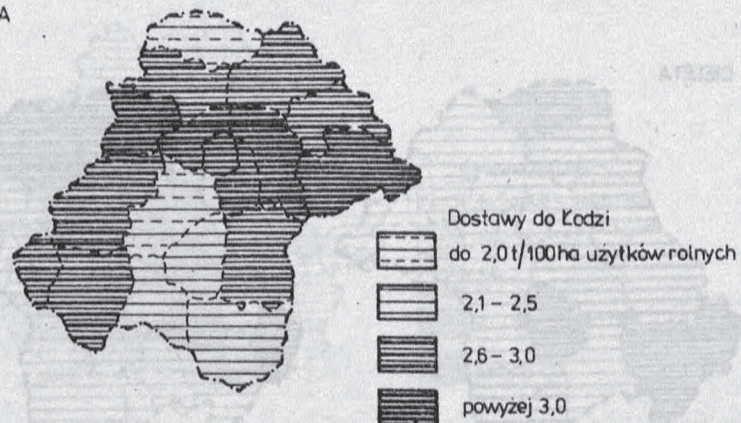
czyli

$$\hat{y} = 29,60 \frac{P_j^{1,0861}}{d_{ij}^{1,3899}};$$

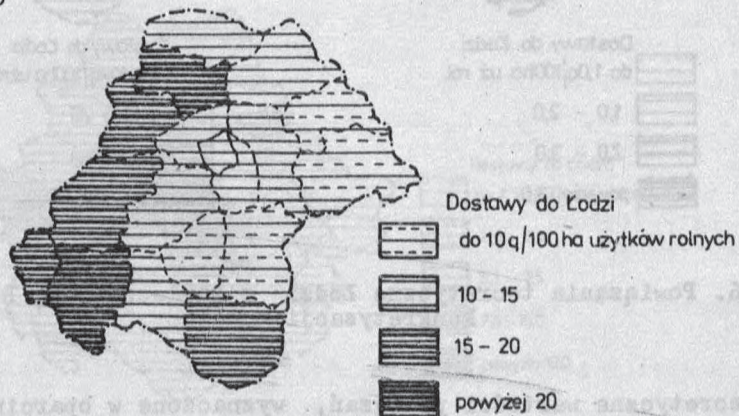
ZWIERZĘTA OGÓŁEM



TRZODA



BYDŁO



Rys. 5. Powiązania teoretyczne Łodzi z zapleczem wg I sposobu konkretyzacji modelu. I układ przestrzenny.

$$\lg \hat{y} \text{ (bydła)} = 0,1800 + 1,2248 \lg P_j - 0,6236 \lg d_{ij},$$

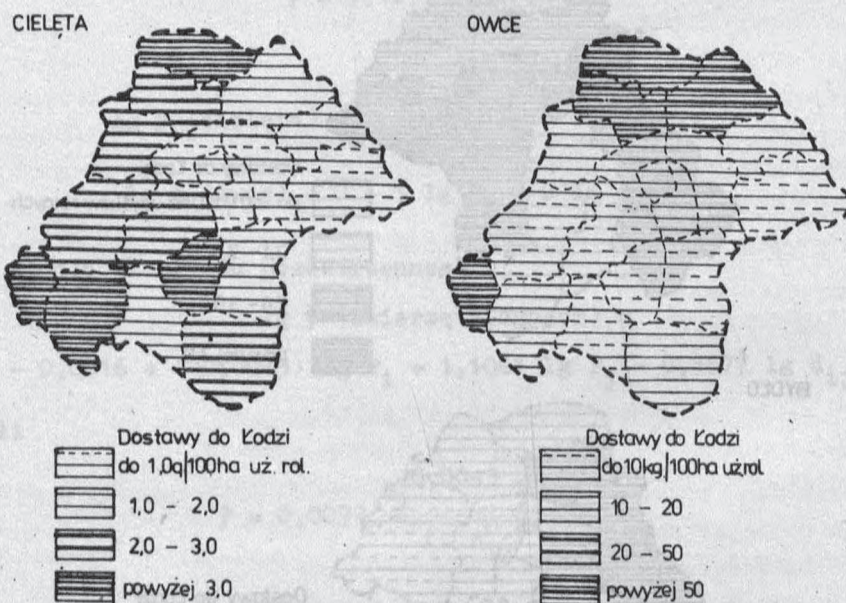
czyli

$$\hat{y} = 1,1514 \frac{P_j^{1,2248}}{d_{ij}^{0,6236}};$$

$$\lg \hat{y} \text{ (owce)} = -0,1168 + 0,9466 \lg P_j - (-0,0703) \lg d_{ij},$$

czyli

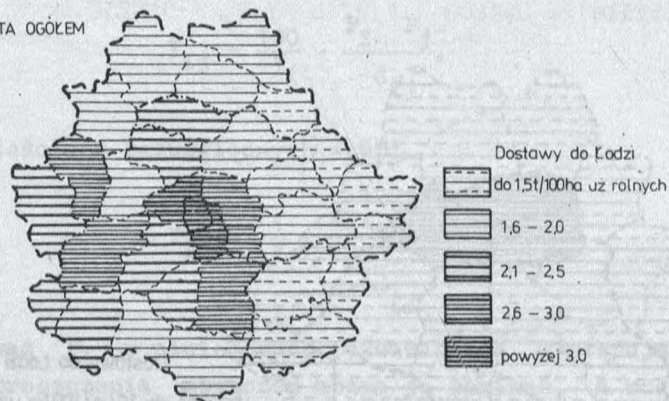
$$\hat{y} = 0,7642 \frac{P_j^{0,9466}}{d_{ij}^{-0,0703}}.$$



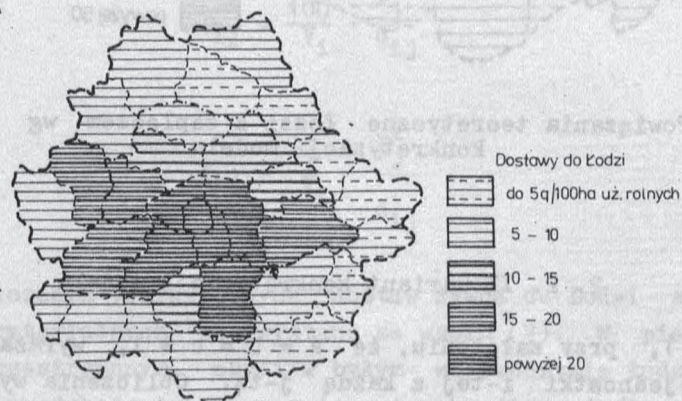
Rys. 6. Powiązania teoretyczne Łodzi z zapleczem wg I sposobu konkretyzacji modelu

Teoretyczne wartości powiązań, wyznaczone w oparciu o powyższe modele przedstawiają rys. 5, 6, 7, 8.

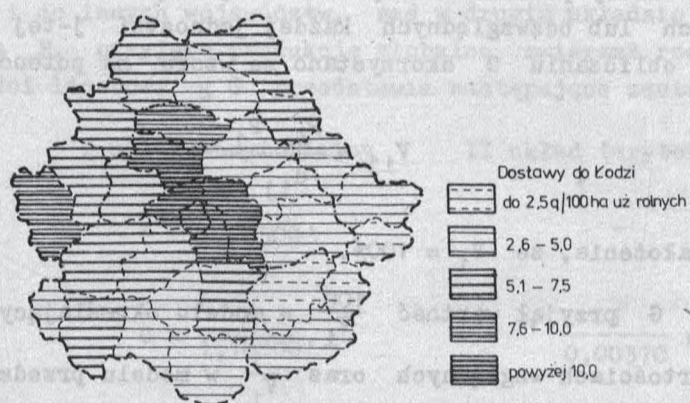
ZWIERZĘTA OGÓŁEM



TRZODA

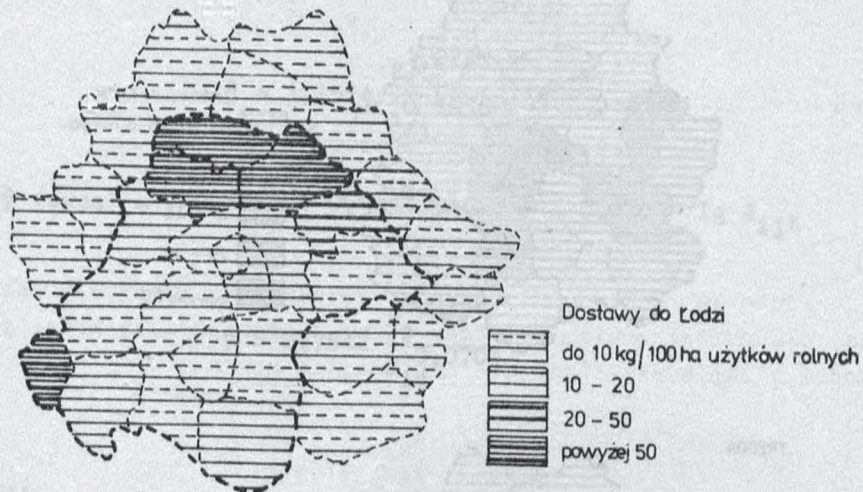


BYDŁO



Rys. 7. Powiązania teoretyczne Łodzi z zapleczem wg I sposobu konkretyzacji modelu. II układ przestrzenny

OWCE



Rys. 8. Powiązania teoretyczne Łodzi z zapleczem wg I sposobu konkretyzacji modelu

2. 2. II wariant konkretyzacji modelu

Wzór 1, przy założeniu, że $a = b = c = 1$, wyraża możliwość powiązań jednostki i -tej z każdą j -tą. Obliczenia wymaga parametr gG , który pozwoli na wyrażenie powiązań w wartościach względnych lub bezwzględnych każdej jednostki j -tej z i -tą.

Przy obliczaniu G skorzystano ze wzoru na potencjał

$$V_{ij} = \frac{P_i \cdot P_j}{d_{ij}}$$

oraz z założenia, że $V_i = 100\%$.

Parametr G przyjął wartość $\frac{100}{V_i}$ w modelu określającym powiązania w wartościach względnych oraz $\frac{1}{V_i}$ w modelu przedstawiającym powiązania w wartościach bezwzględnych.

Powiązania każdej jednostki j -tej z i -tą w wartościach względnych opisuje wzór o następującej postaci:

$$Y_{ij} = \frac{100}{V_i} \cdot \frac{P_i P_j}{d_{ij}}, \quad (4)$$

zaś w wartościach bezwzględnych wzór:

$$Y_{ij} = \frac{1}{V_i} \cdot \frac{P_i P_j^2}{d_{ij}}. \quad (5)$$

Ponieważ P_i w niniejszych rozważaniach występuje jako stała, dla uproszczenia obliczeń można ją pominąć, a model powiązań Łodzi z zapleczem przyjmie następującą postać:

$$Y_{ij} = \frac{100}{V_i} \cdot \frac{P_j}{d_{ij}} \quad (6)$$

lub

$$Y_{ij} = \frac{1}{V_i} \cdot \frac{P_j^2}{d_{ij}} \quad (7)$$

W obliczeniu teoretycznych dostaw żywca do Łodzi z obydwu układów terytorialnych skorzystano ze wzoru (7). W pierwszym układzie przestrzennym, czyli w byłym województwie łódzkim, za P_j przyjęto produkcję towarową zwierząt określoną dostawami surowca do Łodzi i do innych województw, zaś w drugim układzie terytorialnym za P_j przyjęto produkcję globalną zwierząt rzeźnych.

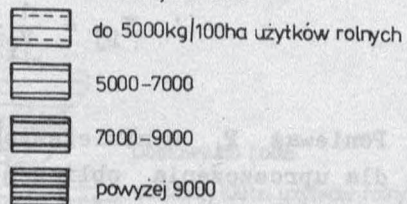
Wartości liczbowe g przedstawia następujące zestawienie:

	I układ terytorialny	II układ terytorialny
zwierzęta ogółem	$G = \frac{1}{1,56500},$	-
trzoda	$G = \frac{1}{1,18800},$	$\frac{1}{0,00370},$
bydło	$G = \frac{1}{0,32500},$	$\frac{1}{0,00098},$

ZWIERZĘTA OGÓŁEM



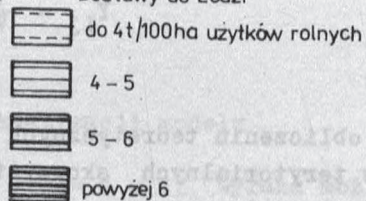
Dostawy do Łodzi



TRZODA



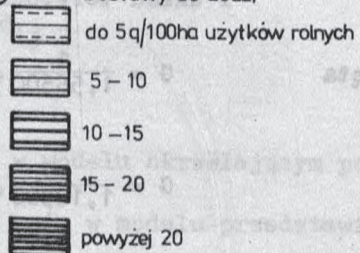
Dostawy do Łodzi



BYDŁO



Dostawy do Łodzi

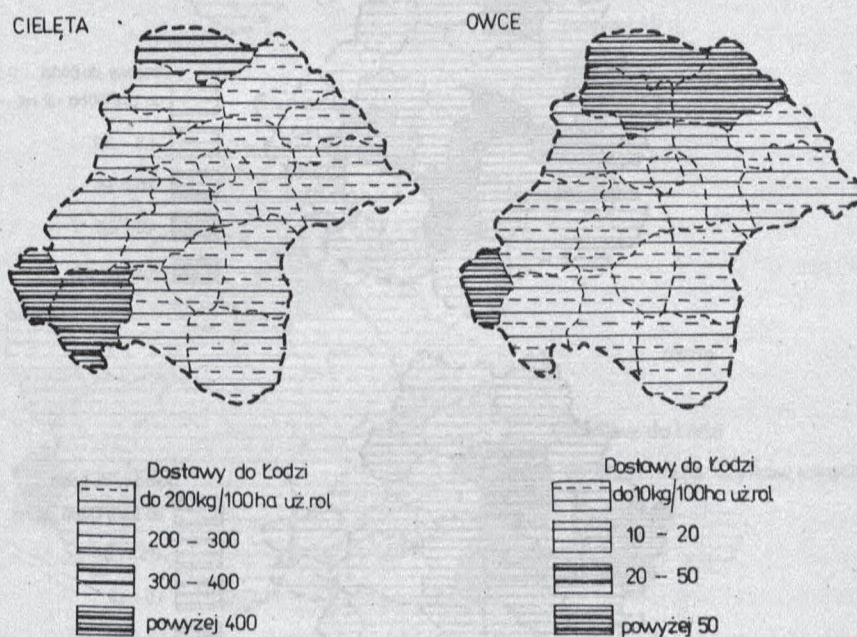


Rys. 9. Powiązania teoretyczne Łodzi z zapleczem wg II sposobu konkretyzacji modelu. I układ przestrzenny

cielęta $G = \frac{1}{0,04580}, \quad \frac{1}{0,17700},$

owce $G = \frac{1}{0,00052}, \quad \frac{1}{0,01220},$

Teoretyczne wartości dostaw surowca rzeźnego w t przedstawiają rys. 9, 10, 11, 12.



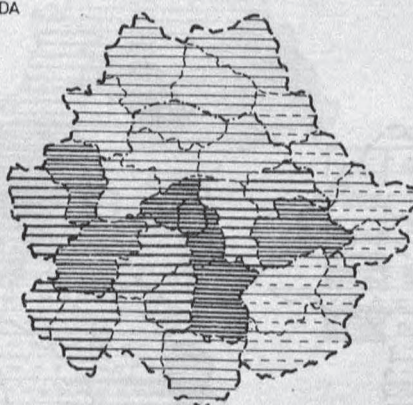
Rys. 10. Powiązania teoretyczne Łodzi z zapleczem wg II sposobu konkretyzacji modelu

ZWIERZĘTA OGÓŁEM



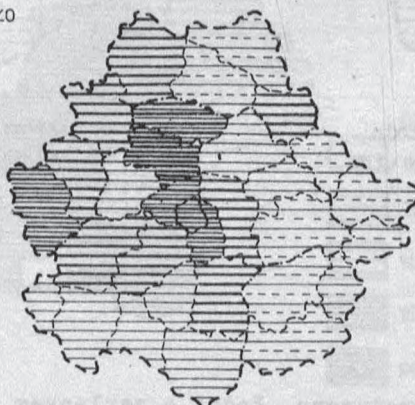
Dostawy do Łodzi
 do 1,5 t/100ha uz. rol.
 1,5 - 3,0
 3,0 - 4,5
 4,5 - 6,0
 powyżej 6,0

TRZODA



Dostawy do Łodzi
 do 1,5 t/100ha uz. rol.
 1,5 - 3,0
 3,0 - 4,5
 4,5 - 6,0
 powyżej 6,0

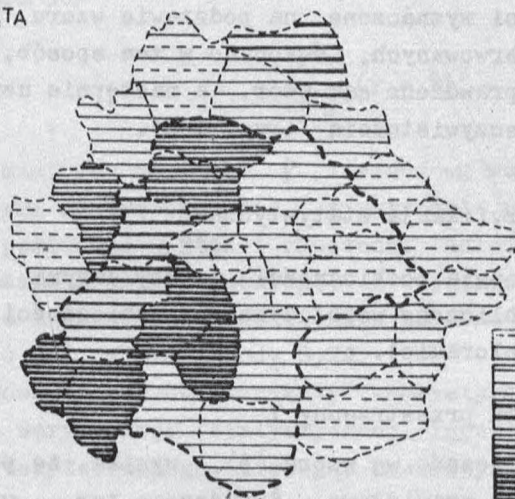
BYDKŁO



Dostawy do Łodzi
 do 0,5 t/100ha uz. rol.
 0,5 - 1,0
 1,0 - 1,5
 1,5 - 2,0
 powyżej 2,0

Rys. 11. Powiązania teoretyczne Łodzi z zapleczem wg II sposobu konkretyzacji modelu. II układ przestrzenny

CIELETA



Dostawy do Łodzi

do 1,0 q/100 ha użytków rolnych

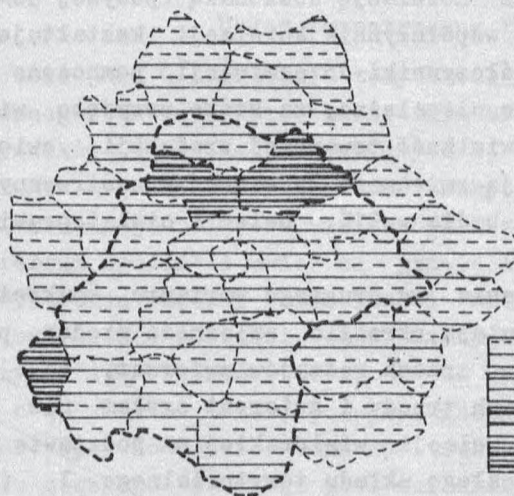
1,0 - 2,0

2,0 - 3,0

3,0 - 4,0

powyżej 4,0

OWCE



Dostawy do Łodzi

do 10 kg/100 ha użytków rolnych

10 - 20

20 - 50

powyżej 50

Rys. 12. Powiązania teoretyczne Łodzi z zapleczem wg II sposobu konkretyzacji modelu

3. Ogólna analiza wyników

Weryfikacji modelu, czyli ustalenia w jakim stosunku przestrzennym pozostają wartości wyznaczone na podstawie wzoru teoretycznego do wartości obserwowanych, dokonano w ten sposób, że najpierw statystycznie sprawdzono sam wzór, a następnie uzyskane wyniki konfrontowano z rzeczywistością (rys. 1-4).

3. 1. Weryfikacja statystyczna

W celu określenia stopnia rozbieżności między danymi faktycznymi a teoretycznymi obliczono współczynniki: zbieżności, determinacji i korelacji wielorakiej.

Układ przestrzenny I

Z przeprowadzonych obliczeń wg wzoru (3), wynika, że przyjęte zmienne zostały dobrane prawidłowo. Świadczą o tym wysokie współczynniki korelacji wielorakiej. W dostawach bydła, cieląt i owiec obserwuje się wręcz korelację doskonałą (powyżej 90%), jedynie w przypadku trzody współczynnik korelacji kształtuje się niżej i wynosi 0,69. Współczynniki determinacji pomnożone przez 100 oznaczają, że zmienne niezależne, za które przyjęto wielkość spożycia mięsa w Łodzi, wielkość towarowej produkcji zwierzęcej oraz odległość, wyjaśniają zmienność powiązań przestrzennych w dostawach trzody w 48%, bydła w 91%, owiec i cieląt prawie w 100%.

Przeprowadzone obliczenia wg drugiego wariantu konkretyzacji funkcji - wzór (7) - pozwalają określić zależność między przyjętymi zmiennymi w przypadku trzech rodzajów zwierząt, tj. bydła, cieląt i owiec. W dostawach trzody i zwierząt ogółem nie można obliczyć współczynnika korelacji wielorakiej na podstawie współczynnika zbieżności dla całego układu terytorialnego I (byłego woj. łódzkiego), gdyż

$$\sum_{i=1}^n (y_i - M_y)^2 > \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2.$$

W czterech byłych powiatach leżących w południowo-zachodniej

części regionu łódzkiego, tj. pajęczańskim, sieradzkim, wieluńskim i wieruszowskim, wielkości różnic między danymi rzeczywistymi (y) a danymi teoretycznymi ($\hat{y}$) są tak wysokie, iż stanowią ponad 90%

$$\sum_{i=1}^n (y - \hat{y})^2,$$

co oznacza, że wartości $\hat{y}$ liczone wg wzoru (7) są wielkościami zawyżonymi na tym obszarze, a wartości $\hat{y}$ w pobliskich powiatach Łodzi posiadają wartości zaniżone. Należy jednak podkreślić, że na obszarze regionu łódzkiego, z wyjątkiem jego zwartej części południowo-zachodniej współczynnik korelacji dla zwierząt ogółem wynosi 0,75, a dla trzody 0,74.

Porównując obydwa warianty konkretyzacji modelu grawitacji, w świetle weryfikacji statystycznej lepsze wyniki otrzymano dla I układu terytorialnego stosując konkretyzację modelu poprzez sprowadzenie go do równania regresji i estymacji parametrów strukturalnych.

Układ przestrzenny II

Podobnie jak w I układzie terytorialnym, również w obszarze teoretycznego wpływu Łodzi, zaznaczają się różnice w wartościach współczynników weryfikacji statystycznej między pierwszym - wzór (3) a drugim - wzór (7) sposobem konkretyzacji funkcji. Współczynniki korelacji dla obu wariantów rozwiązania modelu w dostawach zwierząt ogółem i owiec są prawie identyczne. Dla trzody i bydła występują znaczne rozbieżności między tymi współczynnikami. Po odrzuceniu wartości ekstremalnych, obliczonych wg wzoru (7), przybierają wielkości zbliżone do wynikających z obliczeń w oparciu o wzór (3). I tak, po wyeliminowaniu z obszaru teoretycznej strefy wpływów Łodzi dostaw trzody do łódzkich zakładów przemysłu mięsnego z byłego pow. tureckiego, współczynnik korelacji wzrasta trzykrotnie z wartości 0,17 do 0,49, a po opuszczeniu wielkości dostaw bydła z pow. łęczyckiego współczynnik maleje dwukrotnie i przyjmuje wartość 0,26. Rozważania te wskazują decydujący wpływ wartości ekstremalnych na wielkość badanych współczynników zależności.

3. 2. Weryfikacja modelu poprzez konfrontację ze stanem rzeczywistym

Odchylenia między powiązaniem faktycznymi (rys. 1-4) a oszacowanymi (rys. 5-12) ukazują rys. 13-18. Przedstawiono je w procentach przy założeniu, że dane teoretyczne równają się 100. Powiaty, w których odchylenia mieszczą się w przedziale od -5 do +5 przyjęto nazywać obszarami względnej równowagi, a o odchyleniach powyżej 5% - obszarami nadwyżek dostaw. Rejony charakteryzujące się wartościami poniżej -5% przyjęto nazywać obszarami niedoborów dostaw. Wyższe wartości danych teoretycznych nad rzeczywistymi (odchylenia ujemne) świadczą o istnieniu możliwości wzrostu powiązań przestrzennych Łodzi z określonymi jednostkami zaplecza.

W dostawach trzody i bydła obszar niedoborów dostaw obejmuje południową i południowo-zachodnią część regionu łódzkiego oraz byłe powiaty do niego przylegające. Potwierdzają to obie wersje modelowe w obydwu układach terytorialnych. W dostawach owiec jedynie wg pierwszego sposobu konkretyzacji modelu - w oparciu o wzór (3) dla drugiego układu przestrzennego zachodzi możliwość wzrostu dostaw owiec z byłego powiatu brzezińskiego, łódzkiego, sieradzkiego, wieluńskiego i skierniewickiego. W dostawach cieląt obszary niedoborów dostaw występują w niektórych powiatach byłego woj. łódzkiego i byłych powiatach ościennych (rys. 14, 18)

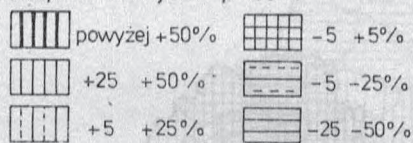
Wykazane nadwyżki i niedobory dostaw wyrażają stan względny, który polega na tym, iż z faktu nadwyżki w danym powiecie lub ze stanu równowagi nie wynika jeszcze, że powiązania przestrzenne osiągnęły już swoje optimum. Mechanizm powodujący powstanie takiego obrazu nadwyżek i niedoborów jest dość złożony, a ponadto już samo przyjęte równanie zakłada odchylenia między rzeczywistymi a teoretycznymi powiązaniami.

Weryfikując model poprzez konfrontację z rzeczywistością z punktu widzenia optymalizacji strefy żywicielskiej Łodzi oraz jej jak najlepszego zaopatrzenia na poziomie rzeczywistym stwierdza się, że zastosowany model ciążenia w postaci liniowego równania regresji - wzór (3) jest modelem opisowym. Nie daje więc odpowiedzi na pytanie, czy powiązania (dostawy) wyznaczone na jego podstawie są optymalne. Wysoka jego użyteczność polega na określeniu zależności między przyjętymi zmiennymi. Dostawy teo-

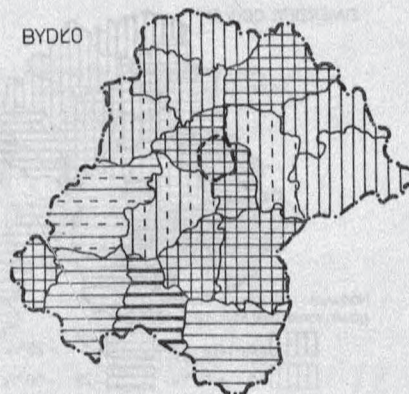
ZWIERZĘTA OGÓŁEM



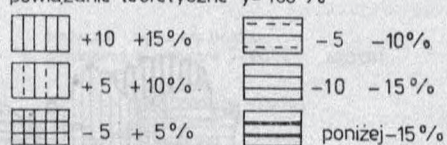
Nadwyżki i niedobory dostaw,
powiązanie teoretyczne $\hat{y}=100\%$



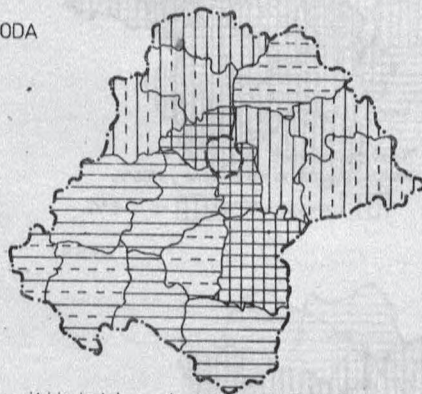
BYDŁO



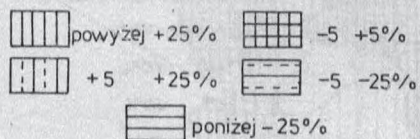
Nadwyżki i niedobory dostaw,
powiązanie teoretyczne $\hat{y}=100\%$



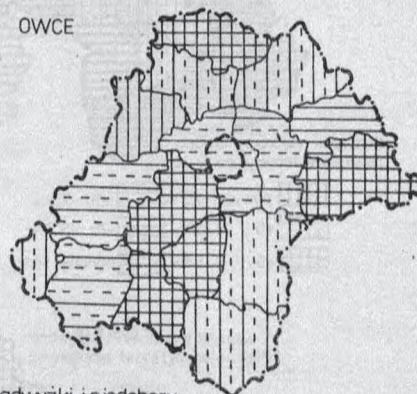
TRZODA



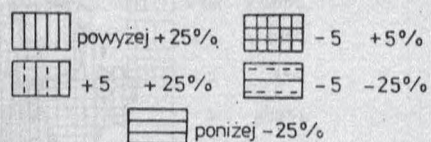
Nadwyżki i niedobory dostaw,
powiązanie teoretyczne $\hat{y}=100\%$



OWCE



Nadwyżki i niedobory
dostaw, powiązanie teoretyczne $\hat{y}=100\%$

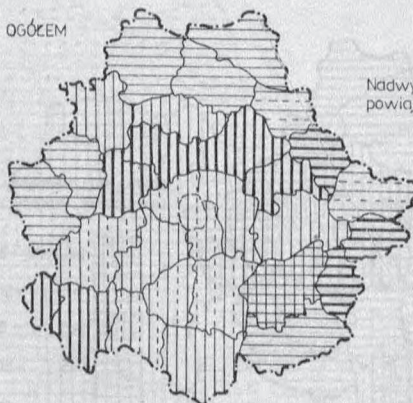


Rys. 13. Odchylenie między powiązaniem rzeczywistymi a teoretycznymi obliczonymi wg I sposobu konkretyzacji modelu

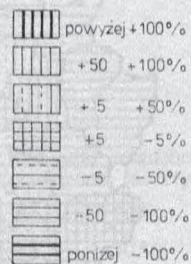


Rys. 14. Odchylenie między powiązaniem rzeczywistymi a teoretycznymi obliczonymi wg II sposobu konkretyzacji modelu

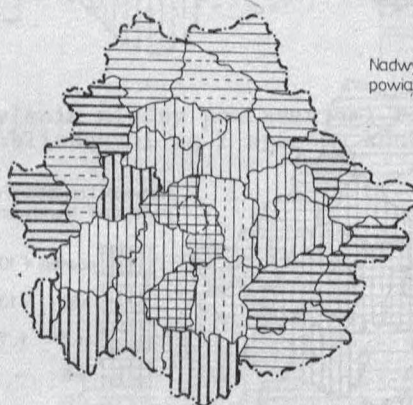
ZWIERZĘTA OGÓŁEM



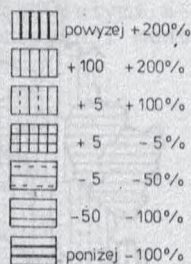
Nadwyżki i niedobory dostaw,
powiązanie teoretyczne $\hat{y}=100\%$



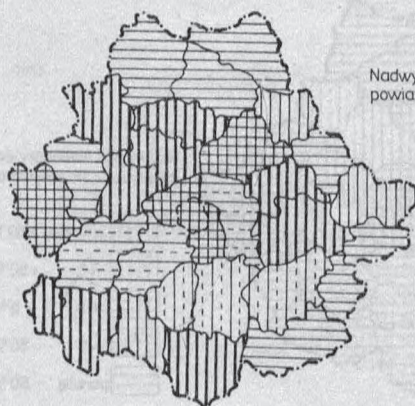
BYDKO



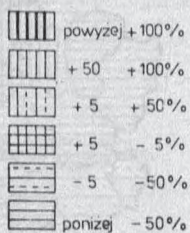
Nadwyżki i niedobory dostaw,
powiązanie teoretyczne $\hat{y}=100\%$



TRZODA

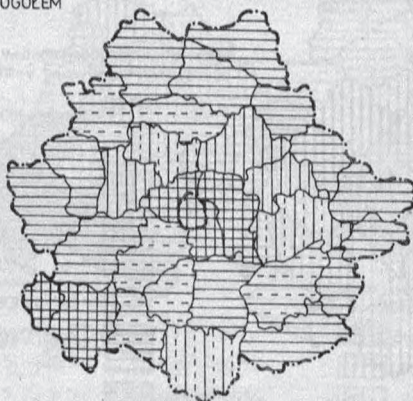


Nadwyżki i niedobory dostaw,
powiązanie teoretyczne $\hat{y}=100\%$

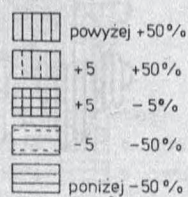


Rys. 15. Odchylenia między powiązaniem rzeczywistymi a teoretycznymi obliczonymi wg I sposobu konkretyzacji modelu

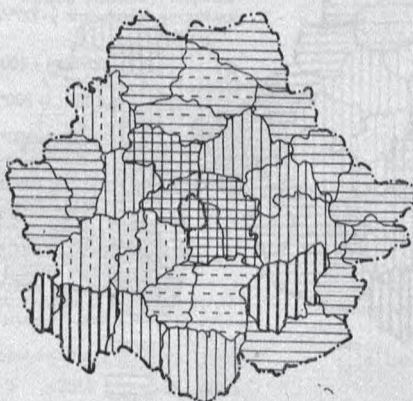
ZWIERZĘTA OGÓŁEM



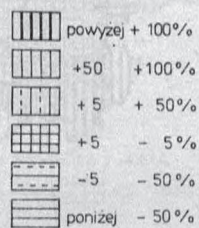
Nadwyżki i niedobory dostaw;
powiązanie teoretyczne $\hat{y}=100\%$



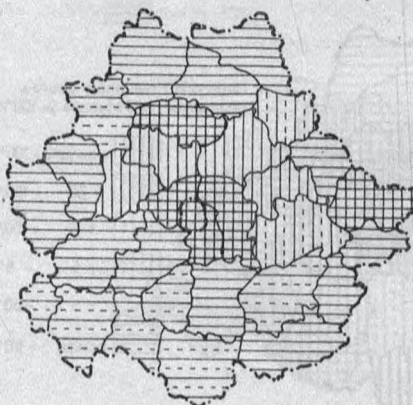
BYDŁO



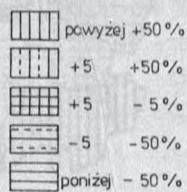
Nadwyżki i niedobory dostaw;
powiązanie teoretyczne $\hat{y}=100\%$



TRZODA

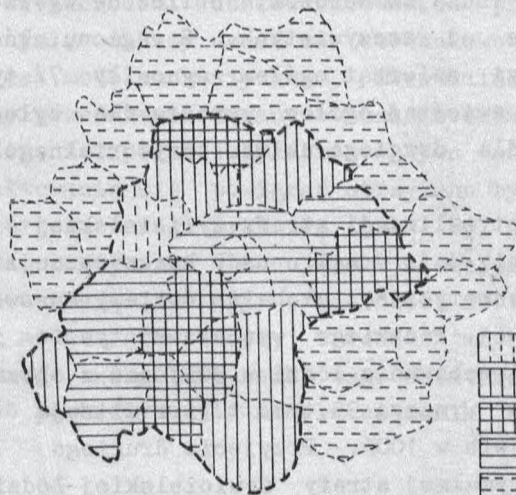


Nadwyżki i niedobory dostaw;
powiązanie teoretyczne $\hat{y}=100\%$



Rys. 16. Odchylenia między powiązaniami rzeczywistymi a teoretycznymi obliczonymi wg II sposobu konkretyzacji modelu

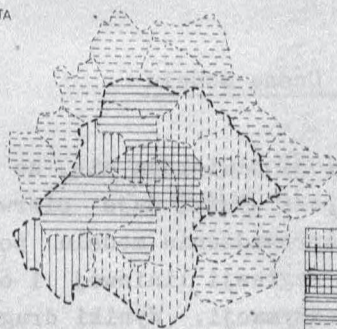
OWCE

Nadwyżki i niedobory dostaw
powiązania teoretyczne $y=100\%$

[diagonal lines]	powyżej +50 %
[horizontal lines]	+5 +50 %
[vertical lines]	+5 -5 %
[cross-hatch]	-5 -50 %
[dashed]	poniżej -50 %

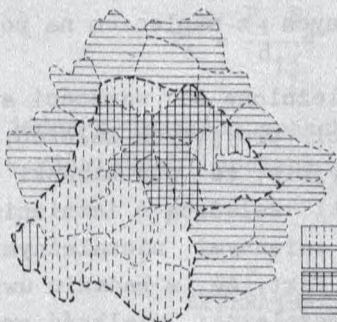
Rys. 17. Odchylenia między powiązaniem rzeczywistymi a teoretycznymi obliczonymi wg I sposobu konkretyzacji modelu

CIEŁĘTA

Nadwyżki i niedobory dostaw
powiązania teoretyczne $y=100\%$

[diagonal lines]	powyżej +50 %
[horizontal lines]	+5 +50 %
[vertical lines]	+5 -5 %
[cross-hatch]	-5 -50 %
[dashed]	poniżej -50 %

OWCE

Nadwyżki i niedobory dostaw
powiązania teoretyczne $y=100\%$

[diagonal lines]	powyżej +100 %
[horizontal lines]	+5 +100 %
[vertical lines]	+5 -5 %
[cross-hatch]	-5 -100 %

Rys. 18. Odchylenia między powiązaniem rzeczywistymi a teoretycznymi obliczonymi wg II sposobu konkretyzacji modelu

retyczne poszczególnych rodzajów surowca, obliczone wg wzoru (3), stanowią wartości niższe od rzeczywistych. Z regionu łódzkiego faktyczne dostawy do Łodzi zwierząt ogółem wynosiły 72 tys. t, zaś dostawy teoretyczne zwierząt ogółem wynoszą dla byłego woj. łódzkiego 57 tys. t, a dla drugiego układu terytorialnego 49 tys. t.

Z punktu widzenia optymalizacji strefy żywicielskiej Łodzi zdecydowanie lepsze wyniki daje drugi sposób konkretyzacji modelu - wzór (7). I tak, teoretyczne, globalne dostawy surowca mięsnego z obszaru byłego woj. łódzkiego wynoszą 85 tys. t i byłyby w stanie pokryć zapotrzebowanie Łodzi w 90%, zaś z obszaru teoretycznej strefy wpływów wynoszą 95 tys. t i realizują zapotrzebowanie na mięso prawie w 100%. Przyjęcie drugiego układu terytorialnego, jako optymalnej strefy żywicielskiej Łodzi oraz powiązań teoretycznych wynikających ze wzoru (7), pozwoliłoby zrezygnować z niekorzystnych tak pod względem ekonomicznym, jak i organizacyjnym dostaw surowca z odległych obszarów.

4. Ocena modelu

Oceniając model grawitacji stwierdza się, że w aspekcie weryfikacji statystycznej lepsze wyniki daje pierwszy wariant konkretyzacji polegający na sprowadzeniu modelu poprzez obustronne logarytmowanie do równania regresji liniowej i oszacowaniu parametrów odpowiednią metodą estymacji. Wyniki drugiej wersji konkretyzacji dają korzystniejsze efekty z punktu widzenia optymalizacji powiązań przestrzennych z zapleczem na poziomie faktycznego zaopatrzenia.

Uzyskane wyniki są uzależnione od wartości statystycznej samego modelu i od poprawności przyjętych założeń, na jakich został oparty. Jeśli się przyjmie, że oba warunki zostały spełnione, wówczas otrzymane wyniki świadczą o istnieniu wyraźnej zależności między przyjętymi zmiennymi niezależnymi a wielkością powiązań. Biorąc pod uwagę fakt, że w badaniu uwzględniono tylko trzy lub dwie zmienne niezależne: wielkość produkcji zwierzęcej, odległość oraz wielkość spożycia mięsa (które wykazują dużą złożoność), uzyskana zależność pomiędzy powiązaniem określono-

nymi wielkościami dostaw surowca do przemysłu mięsnego a tymi zmiennymi, należy uznać za stosunkowo wysokie. Zastosowany model jest modelem statycznym. Ewentualne zdynamizowanie go pozwoliłoby przedstawić zmiany w czasie badanej zależności. Wydaje się ponadto, że pełniejszy obraz wpływu poszczególnych czynników na kształtowanie się powiązań otrzymano by stosując postać modelu rozszerzoną o wagi przy P_i oraz P_j , w których uwzględniono by dodatkowe czynniki nie ujęte w niniejszym badaniu.

Reasumując, należy stwierdzić, że pierwszy wariant konkretyzacji modelu grawitacji, sprowadzający go do modelu regresji, przyjmuje wszystkie cechy tego ostatniego. Wydaje się, że drugi sposób konkretyzacji modelu ciążenia sprowadzający go do postaci:

$$Y_{ij} \text{ (wielkości bezwzględne)} = G \frac{P_i P_j^2}{d_{ij}}$$

gdzie: $G = \frac{1}{V_i}$

lub

$$Y_{ij} \text{ (wielkości względne)} = G \frac{P_i P_j}{d_{ij}}$$

gdzie: $G = \frac{100}{V_i}$

a

$$V_i = \frac{P_i P_j}{d_{ij}}$$

może stanowić jeden z prostych sposobów optymalizacji związków przestrzennych w zjawiskach społeczno-gospodarczych.

LITERATURA

- [1] B e r n a c k a - B a r a n o w a J., Powiązania przestrzenne Łodzi z zapleczem w świetle przepływów towarowych na przy-

- kładzie surowca i produktów gotowych przemysłu mięsnego, Łódź 1977, maszynopis pracy doktorskiej.
- [2] C e s a r i o F. J., Linear and nonlinear regression models of spatioial interaction, "Economic Geography" 1975, nr 1.
 - [3] C h o j n i c k i Z., Zastosowanie modeli grawitacji i potencjału w badaniach przestrzenno-ekonomicznych, "Studia KPZK PAN" 1966, t. XIV.
 - [4] C h r i s t a l l e r W., Ośrodki centralne w południowych Niemczech, "Przegląd Zagranicznej Literatury Geograficznej" 1963, z. 1.
 - [5] D ę b s k i J., Funkcje aglomeracji gdańskiej w świetle przepływów towarowych, "Biuletyn KPZK PAN" 1973, z. 75.
 - [6] D o m a ń s k i R., Syntetyczna charakterystyka obszaru. Na przykładzie Okręgu Przemysłowego Konin-Łęczyca-Inowrocław, Warszawa 1973.
 - [7] H a y n e s K. S., Intermetropolitan migration in high and low opportunity areas: indirect teksts of the distance and intervening opportunities hypotheses, "Economic Geography" 1973, z. 1.
 - [8] I s a r d W., Metody analizy regionalnej, Warszawa 1965.
 - [9] K o r c e l l i P., Teoria rozwoju struktury przestrzennej miast, "Studia KPZK PAN" 1974, t. XLV.
 - [10] L e e E. S., Teoria migracji, "Przegląd Zagranicznej Literatury Geograficznej" 1972, z. 3/4.
 - [11] T i n b e r g e n J., Shaping the World Economy, Amsterdam 1963.
 - [12] W r ó b e l A., A gravity model for a metrix of interregional commodity flows, "Studia KPZK PAN" 1970, z. 33.

Janina Bernacka-Baranowa

APPLICATION OF GRAVITATION MODEL
IN DETERMINING SPATIAL LINKS BETWEEN ŁÓDŹ
AND ITS RAW MATERIAL SOURCES

Spatial links between Łódź and its raw material sources were analyzed on the example of raw material supplies to meat processing plants. For her analysis the author employed the gravitat-

ion model

$$Y_{ij} = G \frac{P_i^a P_j^b}{d_{ij}^c}$$

solving it in two ways. The first one consisted in reducing the gravitation formula to the regression model, and the other one in accepting a priori the index of the power and estimating coefficient G by applying the potential model.

Estimations were thus made for two territorial systems of the former administrative province of Łódź and the theoretical zone of Łódź influence estimated on the basis of Converse's formula and premises provided by an empirical analysis.

Deviations between theoretical and real ties allowed to determine areas of surpluses, equilibrium, and shortages in supplies.

Comparative analysis of both employed ways of solving the accepted function revealed that the second way of model solution yields better results from the point of view of optimization of the food-provision zone of Łódź. The functions of such zone in the light of the performed analysis are carried out best by the second spatial system, according to the second way of the model solution.