JERZY WOLSZCZAN
Politechnika Szczecińska

METODY OBLICZANIA WSPÓŁCZYNNIKA UKSZTAŁTOWANIA ROZŁOGU

Zapotrzebowanie na siłę pociągową do prac transportowych zależy m. in. od odległości pól od ośrodka gospodarczego. Drugim podstawowym czynnikiem, określającym wielkość zapotrzebowania na siłę pociągową do prac transportowych, jest wielkość masy przewożonej, zależna z kolei od struktury zasiewów i wysokości plonów. Im bowiem większy jest udział w zasiewach roślin transportochłonnych (okopowe, zielonki i — zależnie od technologii zbioru — ewentualnie również siano, jeżeli jest ono zwożone w stanie półwilgotnym i dosuszane przedmuchem w stodole), tym większa jest masa przewożona przypadająca średnio na 1 ha. Wzrost nawożenia i wzrost plonów również zwiększają masę transportową i wpływają na zwiększenie częstotliwości jazd środków transportowych[1]. Trzecim czynnikiem wpływającym na zapotrzebowanie siły roboczej i pociągowej do prac transportowych jest stopień wykorzystania środków transportowych, uwarunkowany obiektywnymi przyczynami wynikającymi ze specyficznych cech produkcji rolnej. Wymienić tu należy przede wszystkim specyficzną strukturę wykorzystania czasu pracy, środków transportowych oraz wykorzystanie ich przebiegu.

Niewielkie odległości, a duża i rozproszona masa przewożona powodują, że w pełnym cyklu transportowym czas postoju pod naładunkiem i wyładunkiem jest zazwyczaj dłuższy niż czas jazdy i wynosi 60—70% cyklu transportowego. Wskaźnik ten maleje co prawda ze wzrostem odległości na rzecz rosnącego udziału czasu jazdy, lecz jednocześnie maleje wydajność środków transportowych mierzona ilością przewiezionych ton ładunku w ciągu dnia i rośnie koszt przewozu jednej tony. Wóz, samochód czy ciągnik może wykonać w gospodarstwie rolnym kilka do kilkunastu cykli transportowych w ciągu dnia; jego wydajność, mierzona ilością przewiezionych ton, będzie duża, ale tylko dzięki małym odległościom i można ją wielokrotnie zwiększyć poprawiając wykorzystanie dnia

[1] Zalcman [19] podaje, że na 1 ha, zależnie od kierunku produkcji, przypada 3,5 do 15 ton masy transportowej. Według Mührela [11] wskaźnik ten, zbadany w 32 spółdzielniach produkcyjnych w NRD, wynosi od 23,5 do 36,3 t/ha. Badania Bartosiewicza [1] przeprowadzone w PGR w woj. szczecińskim dały netto od 8,5 do 14,5 t/ha, a brutto (po uwzględnieniu współczynnika wielokrotności przewozów) od 12,0 do 16,7 t/ha, zaś w gospodarstwie ogrodniczym 35,5 t/ha.

pracy przez redukcję postojów. Toteż ze wszech miar słuszne są wysiłki konstruktorów zmierzające do mechanizacji naładunku i wyładunku, konteneryzacji przewozów (np. buraków cukrowych ziemniaków) itp. Urządzenia do tego celu, nieraz bardzo proste, np. tak zwane „ruchome podłogi", siatki do ściągania ładunku z przyczep itp. oraz ładowarki traktorowe, niskopodwoziowe przyczepy-wywrotki, są jeszcze zbyt mało rozpowszechnione i nadal powszechnie stosowana jest siła żywa uzbrojona w widły i szuflę. Przyszłość należy jednak niewątpliwie do maszyn, które zastąpią ciężką pracę ładowacza.

Specyficzne warunki w rolnictwie powodują, że przewóz ładunków, zwłaszcza w transporcie wewnętrznym, jest zazwyczaj jednokierunkowy. W transporcie zewnętrznym może się czasem udać wykorzystanie powrotnego przebiegu pojazdu, w transporcie wewnętrzym przewozy w relacji podwórze — pole występują w innym sezonie niż w relacji pole — podwórze i dlatego nie można wykorzystać powrotnych przebiegów, co oczywiście posiada pewien niekorzystny wpływ na koszty transportu. Badania przeprowadzone przez Katedrę Ekonomiki i Organizacji Przedsiębiorstw Transportowych Politechniki Szczecińskiej [1] wykazały, że w PGR współczynnik wykorzystania przebiegu wynosi niewiele ponad 0,50 i niewielkie są możliwości jego poprawienia. Co najwyżej pierwszy i ostatni przebieg w transporcie wewnętrznym można wykorzystać dla zawiezienia na pole lub przywiezienia z pola robotników.

Pomijamy tutaj takie czynniki, jak jakość dróg wewnętrznych, rzeźbę terenu, warunki klimatyczne itp. chociaż wywierają one również pewien określony wpływ na transport wewnętrzny, zwłaszcza zmechanizowany. Dobra droga choć dłuższa może być „krótsza" od złej, a rzeczywiście krótszej, jeżeli mierzyć ją nie odległością, lecz czasem i wysiłkiem potrzebnym do jej pokonania. To samo dotyczy terenów pofałdowanych lub górzystych, gdzie mierzenie odległości liniowych w skrajnych wypadkach nawet może być pozbawione sensu. Większość terenów rolniczych Polski leży na obszarach równinnych, a wobec tego przyjmujemy w dalszych rozważaniach model płaski.

Wymienione wyżej czynniki powodują, że transport w wielkoobszarowym gospodarstwie rolnym ma duży wpływ na organizację gospodarstwa, pracy i na koszty produkcji. Nakłady pracy na transport i koszty — to jeden z głównych czynników powodujących stosowanie ekstensywnych płodozmianów na zbyt odległych kompleksach uprawowych bez względu na ich jakość. Potwierdzają to wypowiedzi kierowników PGR w ankiecie, której wyniki opublikował J. Kosicki [6]. Spośród 171 uczestników ankiety, 53% potwierdziło stosowanie gorszej agrotechniki na bardziej oddalonych polach, a 54% — uprawianie na nich bardziej ekstensywnych roślin. Jako maksymalną odległość pól uczestnicy ankiety określili średnio 2 km, a jako optymalną wielkość gospodarstwa — średnio 500 ha, przy tym charakterystyczne jest, że 70% kierowników występowało przeciwko gospodarstwom jednoobiektowym, a jeżeli już takie gospodarstwa muszą istnieć, to za najlepsze z nich uważa się gospodarstwo dwuobiektowe o maksymalnej powierzchni 800—1000 ha.

Na te opinie praktyków niewątpliwie poważny wpływ ma aktualny poziom mechanizacji produkcji, stosunki międzyludzkie w gospodarst-

wach, jak również poziom fachowości kierowników. Świadczy o tym też fakt, że większość kierowników PGR z województw lepiej zagospodarowanych (warszawskie, poznańskie, opolskie) odpowiedziała przecząco na pytania dotyczące ekstensyfikacji produkcji na bardziej oddalonych polach. Być może wynika to z faktu, że przeciętna wielkość gospodarstwa wynosiła w woj. warszawskim 270 ha; opolskim 380 ha; poznańskim 475 ha, a w szczecińskim 715 ha. Jednakże im lepiej zorganizowano gospodarstwo, tym „znośniejsza" jest większa odległość pól, a to zależy od poziomu fachowości kierowników. Toteż nic dziwnego, że kierownicy poznańskich PGR przykładają mniejszą wagę do wpływu odległości na ekstensyfikację produkcji. Pomimo to, wpływ ten i w województwie poznańskim jest wyraźny.

Od czasów Thaera wielokrotnie stwierdzano prawidłowość polegającą na zmniejszaniu się produkcji globalnej z hektara w miarę wzrostu powierzchni gospodarstwa. E. Laur [8] wysunął nawet z tej prawidłowości radykalny wniosek, że „im mniejsze gospodarstwa, tym więcej ludności kraj wyżywić może".

Produkcja globalna zmniejsza się relatywnie w miarę wzrostu powierzchni gospodarstwa, głównie na skutek zmniejszenia się obsady inwentarza i zmniejszania się udziału roślin pracochłonnych w strukturze zasiewów. Do roślin tych należą głównie okopowe, które równocześnie są roślinami najbardziej transportochłonnymi. Obsada inwentarza posiada pośredni wpływ na transport w relacji pole — podwórze, ponieważ ze zmniejszaniem się jej maleje równocześnie zapotrzebowanie na pasze, w tym również na transportochłonne zielonki. Stąd wniosek, że im większe gospodarstwo, tym mniejszy będzie w strukturze zasiewów udział okopowych i zielonek. Dla upewnienia się w tym wniosku wykonano następujące badanie.

Z ankiet wypełnionych dla roku 1960/61 przez PGR położone w woj. poznańskim 252 gospodarstwa pogrupowano w przedziałach co 100 ha gruntów ornych. Na podstawie ankiet nie jesteśmy w stanie stwierdzić, jaka część mieszanek, poplonów i motylkowych przeznaczona jest na zielonki, wobec tego przyjmujemy kukurydzę jako reprezentanta zielonek i ograniczamy się do zbadania udziału okopowych i kukurydzy łącznie w strukturze zasiewów. Zakładamy, że pomimo tego uproszczenia otrzymamy trend zbliżony do rzeczywistości, a tylko niższy o parę punktów.

Jak widać z tab. 1 prawidłowość zmniejszania się udziału okopowych i zielonek w strukturze zasiewów w miarę wzrostu powierzchni gospodarstwa istnieje w badanych PGR. Współczynnik korelacji obliczony dla tej zależności wynosi: $r = -0{,}84$, można więc twierdzić, że zależność ta jest bardzo ścisła [1].

[1] Tym bardziej subiektywne wydaje się twierdzenie kierowników PGR z woj. poznańskiego, którzy przeczą stosowaniu ekstensywnych metod na polach oddalonych. W woj. szczecińskim obserwowano przy regulacji gruntów w latach 1956—1958 tendencję kierowników PGR do oddawania spółdzielniom, chłopom czy nawet pod zalesienie, pól zbyt oddalonych nawet o niezłej jakości gruntów, nie uzbrojonych w budynki, co motywowano wysokimi kosztami transportu i utrudnieniem dozoru. W obliczu wprowadzania w owym czasie rozrachunku gospodarczego w PGR, kierownicy gospodarstw starali się pozbyć tych pól jako nierentownych.

Tabela 1

Zależność między wielkością PGR w woj. poznańskim a strukturą zasiewów w roku 1960/61

Klasy gospodarstw wg wielkości gruntów ornych w ha	Liczba gospodarstw	Średnia wielkość gospod. w ha gruntów ornych	Procent okopowych i kukurydzy w strukturze zasiewów
100— 200	7	168	31,2
200— 300	22	253	27,6
300— 400	40	311	28,4
400— 500	30	455	28,5
500— 600	35	550	26,5
600— 700	26	640	27,4
700— 800	33	740	26,5
800— 900	20	864	26,7
900—1000	13	958	24,8
1000—1100	9	1050	27,4
1100—1200	7	1153	26,2
ponad 1200	10	1509	26,0
Średnio	X	549	27,5

Nie można twierdzić, że jedyną przyczyną opisanego wyżej zjawiska jest wyłącznie transport, ale jest on jednym z głównych czynników. Nie bez przyczyny wielu ekonomistów — rolników nazywa gospodarstwa rolne „przedsiębiorstwami transportowymi mimo woli" [1].

Metody obliczania średniej odległości pól od ośrodka opracowane przez Thünena i Kožiška przedstawiono na łamach „Zagadnień Ekonomiki Rolnej" w numerze 6/1959 [17]. Przypominamy tutaj tylko podstawowe założenia tych metod.

[1] Na problem ten pierwszy zwrócił uwagę Thaer, a rozwinął go jego uczeń Thünen w znanej pracy „Państwo izolowane" [15]. Od tego czasu, głównie w Niemczech, niemal każdy ekonomista-rolnik nawiązywał do teorii Thünena i posługiwał się opracowanymi przez niego metodami, wzbogacając i aktualizując dorobek Thünena. Wymienić tu należy takich autorów jak: Brinkman, Aereboe, Niehaus, Pohl, a w najnowszych czasach Lösch, Fischer, Blohm, a zwłaszcza najwybitniejszy znawca teorii Thünena, zmarły w 1962 r. prof. Asmus Petersen. W Polsce zagadnienia odległości wewnętrznych w gospodarstwie rolnym podejmowane były przez Moszczeńskiego [10] oraz przez Bogusławskiego i Żurowskiego [3]. W ZSRR praca Thünena była częściowo przetłumaczona w r. 1920, a jego metodę rozwinął Sazonow [13] dostarczając Czajanowowi [4] materiału do sformułowania transportowych kryteriów optymalnej wielkości gospodarstwa. Wymienić należy obszerną, jak na tak wąski problem, pracę Schollera [14], matematyka niemieckiego, który zastosował thunenowską metodę obliczania średniej odległości do innych figur niż trójkąt. Scholler znał niemiecki przekład pracy Czajanowa (z r. 1930), ale prace Sazonowa znał tylko z cytatów u Czajanowa, w rezultacie czego zadał sobie niepotrzebny trud wykonania obliczeń, które Sazonow wykonał 25 lat wcześniej (w r. 1923).

Metoda Thünena

Pole ma kształt trójkąta prostokątnego [1]. Wjazd na pole (względnie ośrodek gospodarczy, sterta, kopiec, pryzma itp. punkt docelowy) znajduje się w jednym z ostrych kątów trójkąta. Przewozy odbywają się na przełaj, po liniach prostych rozchodzących się promieniście od punktu docelowego. Średnia odległość wszystkich punktów powierzchni trójkąta od tego punktu wynosi:

$$\bar{L} = \frac{1}{3b}\left(b\sqrt{a^2 + b^2} + a^2 \cdot \ln \frac{b + \sqrt{a^2 + b^2}}{a} \right)$$

gdzie: a — długość boku przyprostokątnego przyległego,
b — długość boku przyprostokątnego przeciwległego.

Metoda Kožiška

Pole ma kształt prostokąta. Wjazd na pole znajduje się w jednym z wierzchołków. Wzdłuż boków prostokąta przebiegają drogi dojazdowe. Przejazdy odbywają się po drodze, a następnie po polu pod kątem prostym do drogi. Średnia odległość wszystkich punktów powierzchni prostokąta od jednego z wierzchołków wynosi przy tych założeniach:

$$\bar{L} = \frac{s}{2} + \frac{d}{2}$$

gdzie: s — szerokość, d — długość prostokąta.

Obie metody opierają się na odmiennych założeniach. Rezultatem tego jest skomplikowany wzór Thünena i prosty wzór Kožiška. Jeżeli jednak potrzebne jest obliczenie odległości prostoliniowej, to trzeba by używać wzoru Thünena. Niedogodności używania tego wzoru można uniknąć przez opracowanie współczynników przeliczeniowych, przy pomocy których można przeliczyć odległość po linii łamanej na odległość prostoliniową. Kožišek podaje takie współczynniki, ale wychodzi przy tym z założenia, że obojętne jest, czy np. wywóz obornika odbywa się równomiernie na całe pole, czy też zwiezie się go na pryzmę położoną w geometrycznym środku pola. Tu właśnie popełnia błąd, ponieważ przy przewozach prostoliniowych środkiem pola jest nie środek geometryczny, lecz matematyczny „środek ciążenia" Thünena.

Dla prostokąta Kožišek podaje następujący wzór na odległości prostoliniowe:

$$\bar{L} = \frac{\sqrt{s^2 + d^2}}{2}$$

a dla kwadratu

$$\bar{L} = d\frac{\sqrt{2}}{2}$$

[1] Dla trójkąta równobocznego, kwadratu, sześcioboku foremnego podobne wzory opracowali Sazonow w ZSRR [13], Scholler w NRD [14]. Wzory Schollera posiadają dwa warianty: gdy punkt docelowy znajduje się na obwodzie figury i w środki geometrycznym figury. Scholler opracował również wzór dla wariantu, gdy punkt docelowy znajduje się na zewnątrz figury, ale wzór jest tak skomplikowany, że nie nadaje się do praktycznego użytku bez zastosowania maszyny cyfrowej.

Przyjmijmy pole kwadratowe o powierzchni 25 ha i boku 500 m. Średnia odległość prostoliniowa od jednego z wierzchołków wyniesie:

według Kožiška: $d\frac{\sqrt{2}}{2} = 0{,}3535\ d = 176{,}75\ m$

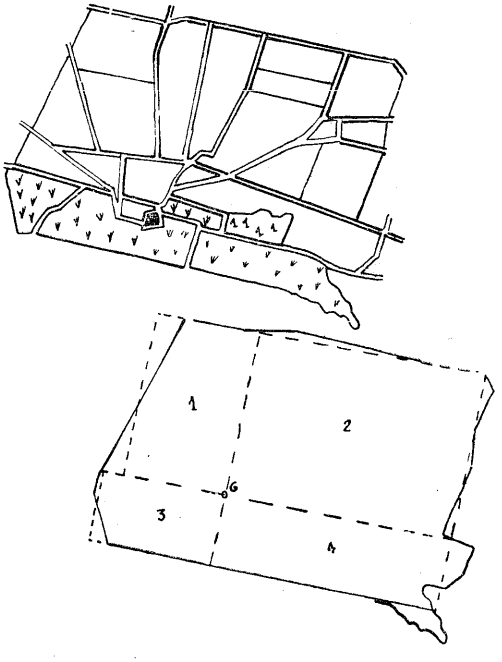
według Thünena: $0{,}3826\ d = 191{,}60\ m$

Różnica między obu wynikami wynosi 8,2%. Dla prostokątów błąd ten będzie tym mniejszy, im większy jest stosunek pomiędzy długością i szerokością figury. Przy wydłużonym prostokącie o stosunku boków 1 : 5 błąd ten spada do 2,2% itd.

Dzieląc wzór Thünena przez wzór Koziška otrzymujemy wzór na współczynnik przeliczeniowy:

$$K = \frac{1}{3(x+1)}\left[2\sqrt{x^2+1} + x^2\, ln\, \frac{1+\sqrt{x^2+1}}{x} + \frac{1}{x}\, ln\, (x+\sqrt{x^2+1})\right]$$

gdzie x — tangens kąta, w wierzchołku którego leży punkt docelowy transportu w trójkącie, lub tangens mniejszego z dwóch kątów ostrych utworzonych przez przekątną prostokąta. Przy pomocy tego wzoru obliczono następujące współczynniki:



Rys. 1. Podział rozłogu do obliczenia odległości rzeczywistej metodą Koźiśka

Stosunek boków	Współczynnik
1 : 1	0,7652
1 : 2	0,7906
1 : 3	0,8160
1 : 4	0,8538
1 : 5	0,8683
1 : 10	0,9233
1 : 20	0,9451

Zamiast obliczać odległość prostoliniową przy pomocy skomplikowanych wzorów Thünena, stosujemy wzory Koziška i mnożymy otrzymaną wartość przez odpowiedni współczynnik. Pośrednie wartości współczynników pominięte w tablicy można obliczyć w przybliżeniu stosując interpolację liniową.

Metoda Sazonowa — Wajnsztajna

Poprzednio opisywane metody pozwalają na obliczenie odległości prostoliniowej pól od ośrodka tylko wówczas, gdy ośrodek leży we wspólnym wierzchołku figur, na jakie podzielono gospodarstwo (rys. 1). Jeżeli kształt rozłogu nie pozwala na dokonanie takiego podziału lub mamy do czynienia z gospodarstwem wieloobiektowym, przedzielonym gruntami obcymi, to należy stosować do obliczenia odległości prostoliniowej metodę Sazonowa-Wajnsztajna.

Metoda ta opiera się na nieco odmiennych założeniach. Przyjmuje się w niej mianowicie podział rozłogu na części koła (wycinki koła, pierścienie, części pierścieni). Ponieważ średnia odległość wszystkich punktów powierzchni koła od jego środka wynosi $\frac{2}{3}$ r, obliczenie upraszcza się znacznie.

Jeżeli mamy do czynienia z wycinkiem koła o kącie α, to powierzchnia jego będzie mniejsza od powierzchni koła w stosunku $\frac{\alpha}{360^\circ}$, co potrzebne jest do obliczenia średniej ważonej odległości, ale średnia odległość wyniesie również $\frac{2}{3}$ r. Dowód na to jest zbyt prosty, żeby go tu przytaczać.

Bardziej skomplikowane jest obliczanie średniej odległości dla pierścieni, ich części i dla trójkątów krzywoliniowych.

Powierzchnia pierścienia $P = \Pi(R^2 - r^2)$. Suma odległości wszystkich punktów tej powierzchni od środka koła wynosi

$$\Sigma L = \frac{2}{3}\,\Pi(R^3 - r^3)$$

a średnia odległość

$$\overline{L} = \frac{2(R^3 - r^3)}{3(R^2 - r^2)}$$

Dla wycinka pierścienia o kącie przyśrodkowym α suma odległości wynosi

$$\Sigma L = \frac{\alpha}{172}\,(R^3 - r^3)$$

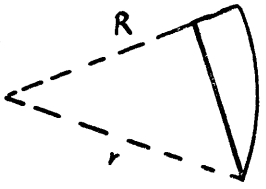
a średnia odległość jest ta sama co dla całego pierścienia.

Dla trójkątów krzywoliniowych, których jeden bok jest łukiem, Czajanow podaje przybliżone wzory:

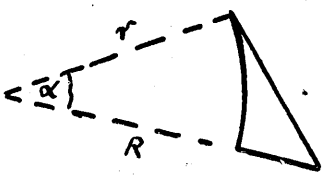
dla trójkąta wypukłego

$$\Sigma L = \frac{\alpha}{360} \cdot \frac{\Pi R(R - r) \cdot (2R + r)}{3}$$

$$\overline{L} = \frac{2R + r}{3}$$



Rys. 2



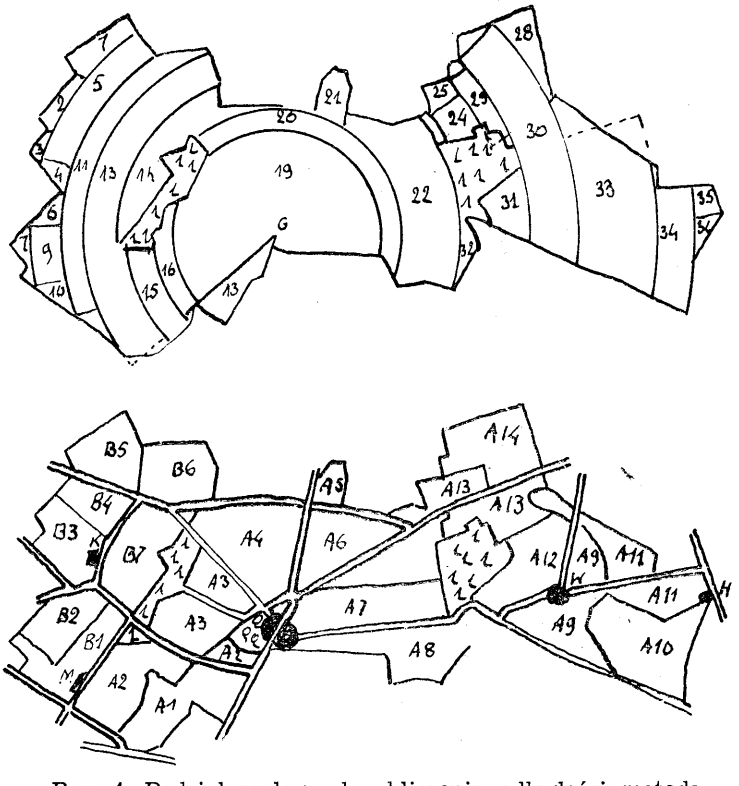
Rys. 3.

dla trókąta wklęsłego:

$$\Sigma L = \frac{\alpha}{360} \cdot \frac{\Pi r(R - r) \cdot (R + 2r)}{3}$$

$$\bar{L} = \frac{R + 2r}{3}$$

Najpoważniejszą zaletą metody Czajanowa w porównaniu z metodą Thünena jest jej prostota. Wzory Czajanowa nie zawierają logarytmów i dotyczą bezpośrednio odległości pól od ośrodka bez względu na to, czy ośrodek leży wewnątrz powierzchni pola, na jego obwodzie, czy też na zewnątrz powierzchni. Przykład podziału rozłogu do obliczeń tą metodą podano na rys. 4.



Rys. 4. Podział rozłogu do obliczenia odległości metodą Czajanowa

Metodę tę zastosowali Bogusławski i Żurowski [3] dla obliczenia średniej odległości w przykładowym gospodarstwie, przy czym ujmują oni nieco inaczej problem średniej odległości. Autorzy ci, wychodząc z założenia minimalizacji pracy przewozowej uważają, że jako średnia odległość pól od ośrodka gospodarczego należy traktować średnią odległość przewozu 1 tony ładunku. Obliczają oni średnią odległość jako średnią ważoną o podwójnej wadze: powierzchni i masie przewozowej przypadającej na 1 ha. Metoda ta jest rozwinięciem koncepcji Pohla. Autorzy biorą pod uwagę, że masa przewozowa z 1 ha okopowych jest wielokrotnie większa od masy przewozowej z 1 ha zbóż, dla przewiezienia okopowych trzeba wykonać kilkakrotnie więcej kursów niż dla przewiezienia zbóż i dlatego średnią odległość trzeba ważyć przez masę przewozową. Czynią to dla każdego pola oddzielnie, „ponieważ rozmieszczenie upraw — ze względu na rotację — jest w każdym roku inne, przeto i średnia wagowa, nawet przy zachowaniu jednakowego stosunku procentowego upraw, będzie corocznie się zmieniała". Stąd wniosek autorów, że należałoby obliczać średnie odległości przewozu 1 tony dla każdego roku rotacji i obliczyć z nich przeciętną wielkość. Jak zobaczymy dalej, otrzyma się wówczas średnią odległość prostoliniową, ponieważ obliczenie średniej dla całego okresu rotacji niweluje ważenie przez masę przewozową.

* *
*

Z podanego wyżej przeglądu metod obliczania średniej odległości pól od ośrodka wynika, że są to w rzeczywistości metody dające trzy różne rodzaje odległości:

a) odległość prostoliniową (Thünen, Sazonow-Wajnsztajn, Czajanow),
b) odległość rzeczywistą (Kožišek),
c) odległość przewozu jednej tony (Bogusławski i Żurawski).

Czwartym rodzajem średniej odległości jest odległość idealna dla rozłogu sprowadzonego do kształtu koła lub kwadratu. Odległości te w różnych kombinacjach służą do obliczania współczynnika ukształtowania rozłogu, ale ponieważ dają one różne wyniki, otrzymuje się dzięki nim różne wartości współczynnika, a więc de facto różne, wyrażające inną treść współczynniki.

Współczynniki ukształtowania rozłogu

Thünen zdawał sobie dokładnie sprawę z korzyści, jakie może dać optymalny kształt rozłogu i poświęcił temu problemowi osobny rozdział swej książki, w którym wylicza oszczędności, jakie można by poczynić dzięki wymianie gruntów między sąsiadującymi ze sobą majątkami. Na przeszkodzie tej wymianie stał system podatkowy traktujący tego rodzaju wymianę jak sprzedaż i obciążający obu kontrahentów. Nie ma natomiast jeszcze u Thünena ani definicji, ani tym bardziej matematycznego sformułowania tego problemu. Dopiero w kilkadziesiąt lat później J. Pohl [12] problem ten rozwija. Wymienia on dwa czynniki konfiguracji roz-

łogu: długość granic wynikającą z kształtu obwodnicy oraz średnią odległość pól. Wielkość tych czynników mierzy on dzieląc je przez powierzchnię gospodarstwa i otrzymuje dwa odrębne współczynniki:

$$\frac{O}{\sqrt{P}} \text{ i } \frac{S}{\sqrt{P}}$$

O — długość obwodnicy
S — średnia odległość pól
P — powierzchnia

Moszczeński [10] krytykuje ten sposób ujęcia ukształtowania rozłogu, ponieważ jest to dzielenie wielkości w pierwszej potędze przez wielkość w drugiej potędze, między którymi nie ma liniowego związku funkcjonalnego, co wypacza wskaźniki przy różnych powierzchniach. Proponuje on połączenie obu wskaźników w jeden wzór

$$U = \frac{O : S}{P}$$

Wzór ten jest niewątpliwie prawidłowszy matematycznie od wzorów Pohla, ale tkwi w nim również błąd, ponieważ nie istnieje funkcjonalna zależność obwodu wieloboku nieforemnego od jego powierzchni. Zależność taka istnieje tylko dla wieloboków foremnych oraz trójkątów i prostokątów.

Nieforemny kształt obwodnicy oraz przeszkody przebiegające przez rozłóg (tor kolejowy, rzeka), których długość Moszczeński dodaje do długości obwodnicy, wpływają również na odległości rzeczywiste poszczególnych pól od ośrodka i włączanie ich do wzoru na współczynnik ukształtowania rozłogu dubluje ten wpływ. Żeby uniknąć tego dublowania najzupełniej wystarczającym jest przyjęcie do obliczeń wyłącznie odległości pól.

Rozbieżności między średnią odległością pól a współczynnikiem Moszczeńskiego ujawniają się również w figurach regularnych. Jeżeli przyjmiemy pole o powierzchni 100 ha, o kształcie prostokąta i stosunku długości boków zmieniającym się od 1 : 1 do 1 : 25, to otrzymamy następujące dane.

Tabela 2

Średnia odległość przy różnej długości boków

Stosunek długości boków	Długość boków		Obwód $2a+2b$	Średnia odległość		Współczynnik Moszczeńskiego	
	a	b		metry	%	absol.	%
1 : 1	1000	1000	4000	710	100	2,84	100
1 : 2	707	1414	4242	795	112	3.37	132
1 : 3	577	1733	4620	912	128	4,22	148
1 : 4	500	2000	5000	1025	144	5,12	180
1 : 5	477	2237	5368	1141	160	6,12	216
1 : 10	316	3164	6960	1583	223	11,02	388
1 : 15	258	3873	8262	1942	273	16,04	565
1 : 20	224	4472	9392	2231	293	20,95	738
1 : 25	200	5000	10440	2496	351	25,96	914

Z porównania procentowych indeksów wzrostu wynika, że wartość współczynnika Moszczeńskiego wzrasta dużo szybciej niż średnia odległość w miarę pogarszania się ukształtowania rozłogu, a wobec tego — stosując metodę Moszczeńskiego — przecenia się niekorzystną konfigurację rozłogu. Współczynnik ten ponadto nie posiada praktycznego znaczenia, podczas gdy porównywanie ze sobą średniej odległości pól rzeczywistej z idealną mówi badającemu, ile razy zwiększyła się odległość pól w porównaniu ze stanem idealnym, ile razy wzrośnie praca przewozowa i zapotrzebowanie na siłę pociągową.

Zalecana w podręcznikach metoda obliczania współczynnika ukształtowania rozłogu polega na podzieleniu średniej rzeczywistej odległości pól przez średnią odległość idealną, za jaką przyjmuje się średnią odległość prostoliniową w gospodarstwie idealnym o kształcie kwadratu lub koła, z ośrodkiem położonym w środku geometrycznym figury.

Przy odległościach mierzonych prostoliniowo średnie odległości w takich figurach wynoszą:

dla koła: $\bar{L} = \frac{2}{3} r = \frac{2}{3} \sqrt{\frac{P}{\pi}} = 0{,}3761 \sqrt{P}$

dla kwadratu: $L = 0{,}3826\ a = 0{,}3826 \sqrt{P}$

(P — powierzchnia wyrażona w m², jeżeli powierzchnia wyrażona jest w hektarach, należy przecinek we współczynniku przesunąć o dwa miejsca w prawo, czyli pomnożyć współczynnik przez 100).

Jak widać z porównania współczynników przy $\sqrt{P}$ w obu wzorach, średnia odległość w kwadracie jest nieco (o 1,7%) większa niż w kole o tej samej powierzchni. Przyjmowanie — jako podstawy obliczenia współczynnika ukształtowania rozłogu — średniej odległości w kole da nieco większy współczynnik niż gdyby za podstawę przyjęto kwadrat.

Czajanow proponuje tak obliczoną odległość idealną pomnożyć przez współczynnik 1,16 i wynik mnożenia nazywa odległością „praktycznie idealną". Propozycja ta jest wprawdzie zachęcająca z praktycznego punktu widzenia, ale kryje ona w sobie dużą dozę subiektywizmu. Np. rys. 2 nasuwa wniosek, że nie da się tu już nic ulepszyć, w danych warunkach układu sieci dróg, wykrój pól i średnie odległości są chyba idealne. Może się zdarzyć, że odległość rzeczywista jest mniejsza od „praktycznie idealnej odległości" Czajanowa (np. w PGR Przywodzie, pow. Pyrzyce, woj. szczecińskie współczynnik ukształtowania rozłogu wynosi 1,14). Obiektywną ocenę zapewnia jedynie porównanie z odległością bezwzględnie optymalną. To, że jest ona praktycznie nieosiągalna, nie stanowi przeszkody do stosowania jej jako bazy porównawczej. Jest przy tym obojętne, czy jako idealny kształt rozłogu przyjąć koło czy kwadrat. Obie figury są nieosiągalnymi ideałami. Należy dbać jedynie o to, żeby przy porównywaniu różnych wariantów urządzenia tego samego gospodarstwa lub porównywaniu różnych gospodarstw, stosować tę samą bazę porównawczą.

Istnienie czterech różnych rodzajów średniej odległości nasuwa wniosek, że istnieją również rozmaite rodzaje współczynników, zależnie od tego, która odległość zostanie przez którą podzielona. Kombinacji takich

może być 6, a wraz z ich odwrotnościami 12, ale logiczne znaczenie mają tylko 3. Przyjmijmy następującą symbolikę dla odległości:

L_i — idealna dla rozłogu kolistego lub kwadratowego
L_p — prostoliniowa dla danego rozłogu
L_r — rzeczywista w danym rozłogu
L_Q — średnia odległość przewozu jednej tony,

otrzymujemy wówczas następujące wzory współczynników:

1. Współczynnik ukształtowania rozłogu gospodarstwa będący ilorazem średniej odległości prostoliniowej przez średnią odległość idealną

$$U_i = \frac{L_p}{L_i}$$

Wskazuje on na stopień rozczłonkowania figury gospodarstwa; charakteryzuje „surowy warsztat rolniczy" bez względu na jego wewnętrzną organizację.

2. Współczynnik ukształtowania sieci dróg wewnętrznych będący ilorazem średniej odległości rzeczywistej przez średnią odległość prostoliniową

$$U_d = \frac{L_r}{L_p}$$

Wskazuje on na to, ile razy większa jest rzeczywista średnia odległość, powstała na tle konkretnego układu sieci dróg dojazdowych w stosunku do prostoliniowej odległości pól od ośrodka w danym rozłogu nie sprowadzonym do idealnego kształtu koła lub kwadratu.

3. Współczynnik przestrzennego rozmieszczenia produkcji będący ilorazem średniej odległości przewozu 1 tony przez średnią odległość rzeczywistą

$$U_Q = \frac{L_Q}{L_r}$$

Wskazuje on na to, ile razy większa jest średnia odległość przewozu 1 tony w stosunku do średniej odległości, która istniałaby przy równomiernym rozłożeniu masy przewozowej na wszystkie pola.

Jeżeli obliczyć L_Q jako średnią dla całego okresu rotacji, to $L_Q = L_r$, a współczynnik $U_Q = 1{,}0$ i obliczanie go nie byłoby potrzebne. Natomiast dla poszczególnych lat rotacji mogą występować znaczne odchylenia od jedności.

Wyobraźmy sobie gospodarstwo o kształcie prostokąta, powierzchni wynoszącej 1 × 6 km = 600 ha, ośrodku gospodarczym umieszczonym na środku dłuższego boku, równoległym układzie sieci dróg

1	2	3	4 .G	5	6

oraz płodozmianie w kompleksie uprawowym A (tabela 3)

W takim gospodarstwie średnia odległość rzeczywista wynosi 2000 m, a średnia odległość przewozu 1 tony oraz współczynnik przestrzennego rozmieszczenia produkcji zmieniają się w każdym roku rotacji następująco:

Rok rotacji	L_Q	U_Q
1	2450	1,225
2	2015	1,008
3	1560	0,780
4	1550	0,775
5	1985	0,992
6	2440	1,220
średnio	2000	1,000

Odchylenia wartości współczynnika U_Q od średniej wahają się od + 0,225 w pierwszym roku, gdy okopowe są w polu nr 1, do — 0,225, gdy okopowe są w polu najbliżej położonym od ośrodka. Różnica pomiędzy najwyższą i najniższą wartością współczynnika wynosi 0,450 czyli 45%. Tak duże wahania, wynoszące w rozmiarach absolutnych blisko kilometr, powodują niepełne wykorzystanie siły pociągowej w latach minimum, a spiętrzenie prac transportowych w latach maksimum. Wahania te są nieuniknione, ale należy dołożyć starań, żeby je łagodzić. Jeżeli np. gospodarstwo posiada dwa płodozmiany w dwóch przylegających do ośrodka kompleksach, to należy tak ustalić numerację pól, żeby pole okopowych w tym samym roku przypadało w jednym kompleksie najbliżej, a w drugim najdalej od ośrodka. W takim układzie wędrówka pól w obu płodozmianach będzie nawzajem wyrównywać średnie odległości przewozu 1 tony w całym gospodarstwie, co da w efekcie bardziej równomierne zapotrzebowanie na siłę pociągową w kolejnych latach rotacji. Pierwszoplanowymi będą oczywiście względy racjonalnego zmianowania, bilans paszowy i bilans nawozowy gospodarstwa, ale i problemowi transportu trzeba poświęcić należną mu uwagę, zgodnie z zasadą minimalizacji nakładów.

W tabeli 3 występuje pozornie absurdalny fenomem, w niektórych latach rotacji średnia odległość przewozu 1 tony jest mniejsza od średniej odległości rzeczywistej wynoszącej 2000 m. Wynika to z obliczenia średniej odległości przewozu 1 tony jako średniej ważonej przez powierzchnię poszczególnych pól i masę przewozową przypadającą na 1 ha, większą dla okopowych i zielonek, a mniejszą dla pozostałych roślin. Duży ciężar gatunkowy pól pod okopowymi i zielonkami powoduje, że gdy pola te są bliżej ośrodka niż wynosi średnia odległość rzeczywista wszystkich pól, obniżają one wartość średniej ważonej odległości przewozu 1 tony nawet poniżej odległości rzeczywistej.

W gospodarstwach wieloobiektowych, o obiektach pomocniczych nie posiadających „własnego" kompleksu uprawowego, obliczamy średnią odległość rzeczywistą względem obiektu głównego, a średnią odległość przewozu 1 tony możemy obliczyć dla każdego obiektu z osobna

Tabela 3

Obliczenie średniej odległości przewozu 1 tony

Pole	Powierzchnia (P)		Wywóz z 1 ha (q)			Przywóz z 1 ha (q)			Razem Q_j	$Q = Q_j \cdot P$	Średnia odległość L_r	$Q \cdot L_r$
	plon główny	zasiewy wtórne	obornik	nawozy miner.	ziarno sadz.	ziarno korz.	słoma siano	liście zielon.				
A—1 buraki	75	—	250	5	0,3	300	—	300	855,3	74647,5	2250	167 956 875,—
A—2 pszenica j.	75	37,5	—	4	1,5	28	46	—	79,5	5962,5	1750	10 434 375,—
A—3 koniczyna	37,5	—	—	—	0,1	—	60	—	60,1	1253,7	1250	1 567 187,5
A—3 jęczmień oz.	37,5	—	—	5	1,5	35	56	—	97,5	3656,2	1250	4 570 312,5
A—4 rzepak	75	—	200	6	0,1	22	44	—	272,1	20407,5	1250	25 509 375,—
A—5 pszenica oz.	75	—	—	5	1,5	35	65	—	106,5	7987,5	1750	13 978 125,—
A—6 żyto	75	—	—	6	1,5	26	52	—	84,5	6337,5	2250	14 259 375,—
Razem A	450	37,5	×	×	×	×	×	×	×	120252,5	×	236 275 625,—
B—1 ziemniaki	37,5	—	350	5	20,0	220	—	—	595,—	22312,5	1750	39 046 875,—
B—2 mieszanka	37,5	—	—	6	1,2	—	—	600	607,2	22670,—	1000	22 670 000,—
B—3 owies	37,5	—	—	4	1,5	30	48	—	83,5	3121,2	1000	3 121 260,—
B—4 żyto	37,5	—	—	5	1,5	25	50	—	81,5	3056,2	1750	53 484 375,—
B—4 seradela	—	18,75	—	—	0,4	—	30	—	30,4	570,0	1750	997 500,—
B—4 poplon	—	18,75	—	2	1,2	—	—	180	183,2	3435,—	1750	6 012 250,—
Razem B	150	37,5	×	×	×	×	×	×	×	551155,—	×	125 332 250,—
Ogółem A+B	600	65	×	×	×	×	×	×	×	175407,5	×	361 607 875,—

$$\overline{L} = \frac{\Sigma Q \cdot L}{\Sigma Q} = 361\,607\,875 : 175\,407{,}50 = 2\,061{,}5 \text{ m}$$

posługując się bilansami pasz i ściołów, bilansami nawozowymi i innymi materiałami ustalając, z których pól do których obiektów będą zwożone ziemiopłody. W takiej sytuacji współczynnik U_Q będzie większy od jedności. Natomiast, jeżeli wokół każdego obiektu pomocniczego (fermy, fol-

Zestawienie średnich odległości prostoliniowych niektórych figur geometrycznych od punktu *G* w zależności od kształtu figury i położenia punktu *G*
(według Sazonowa i Schollera)
(*P* — powierzchnia figury w hektarach, *α* — kąt w wierzchołku, w którym leży punkt *G*)

Lp.	Nazwa figury	*tgα*	Położenie punktu *G*	Średnia odległość w metrach
1.	Koło	—	Środek	$37{,}6\sqrt{P}$
2.	„	—	Połowa promienia	44,5 „
3.	„	—	Na obwodzie	66,7 „
4.	Sześciokąt regul.	—	Środek	37,7 „
5.	„ „	—	Połowa promienia	46,1 „
6.	„ „	—	Wierzchołek	68,7 „
7.	Kwadrat	—	Środek	38,3 „
8.	„	—	Ćwierć przekątnej	48,9 „
9.	„	—	Wierzchołek	76,5 „
10.	Prostokąt	2	Środek	41,9 „
11.	„	2	Wierzchołek	83,9 „
12.	„	3	Środek	47,5 „
13.	„	3	Wierzchołek	95,0 „
14.	„	4	Środek	53,0 „
15.	„	4	Wierzchołek	106,1 „
16.	„	5	Środek	58,5 „
17.	„	5	Wierzchołek	116,9 „
18.	„	10	Środek	80,1 „
19.	„	10	Wierzchołek	160,1 „
20.	Trójkąt równoram.	—	Środek	40,4 „
21.	„ „	—	Wierzchołek	92,4 „
22.	Trójkąt prostokątny	1	Środek	42,6 „
23.	„ „	1	Wierzchołek kąta ostr.	108,2 „
24.	„ „	2	Środek	46,7 „
25.	„ „	2	Wierzchołek kąta ostr.	93,6 „
26.	„ „	½	„ „ „	138,7 „
27.	„ „	3	Środek	53,0 „
28.	„ „	3	Wierzchołek kąta ostr.	102,6 „
29.	„ „	⅓	„ „ „	166,2 „
30.	„ „	4	Środek	59,1 „
31.	„ „	4	Wierzchołek kąta ostr.	109,5 „
32.	„ „	¼	„ „ „	190,5 „
33.	„ „	5	Środek	64,9 „
34.	„ „	5	Wierzchołek kąta ostr.	117,2 „
35.	„ „	1/5	„ „ „	212,2 „

warku) będzie położony kompleks uprawowy związany bilansowo z produkcją zwierzęcą zlokalizowaną w danym obiekcie, to współczynnik U_Q będzie mniejszy od jedności wskazując na efektywność dokonanej zmiany organizacyjnej. Z tej przyczyny współczynnik ten nazwano „współczynnikiem przestrzennego rozmieszczenia produkcji".

O ile współczynnik ukształtowania rozłogu U_i posiada charakter obiektywny — charakteryzuje istniejący stan figury gospodarstwa — to pozostałe dwa współczynniki U_d i U_Q zależą w dużym stopniu od woli kierownika gospodarstwa lub projektanta. Nie jest to ich wadą lecz zaletą, gdyż dzięki nim kierownik gospodarstwa lub projektant może sprawdzić, czy jego zamierzenia organizacyjne dadzą pozytywny efekt w postaci zmniejszenia nakładów na pokonywanie przestrzeni. Są to nakłady niezbędne, ale w pewnym sensie nieproduktywne, zmniejszające efektywny fundusz czasu na pracę czysto agrotechniczne. Pokonywanie przestrzeni wtedy tylko można zaliczyć do czynności produkcyjnych, o ile jest ono sprowadzone do niezbędnego optimum. Wszelka dodatkowa praca wydatkowana ponadto optimum na transport, dojazdy i dojścia jest nieużyteczna, zmarnowana, zmniejsza ogólną wydajność pracy i obciąża koszty własne produkcji.

LITERATURA

1. Bartosiewicz W.: Wpływ potrzeb przewozowych dużych gospodarstw rolnych na wewnętrzną strukturę mechanicznych środków transportu drogowego. Praca doktorska. Politechnika Szczecińska, 1964.
2. Blohm, Riebe, Vogel.: Arbeitsleistung und Arbeitskalkulation in der Landwirtschaft. Stuttgart, 1956.
3. Bogusławski F., Żurowski J.: Wpływ konfiguracji rozłogu na transport wewnętrzny i nakład pracy w przedsiębiorstwie rolnym. PWT Warszawa 1952.
4. Czajanow A. B.: Optymalnyje razmiery sielskochoziajstwiennych predprijatij. Moskwa 1928.
5. Fischer K. H.: Die Verkehrswirtschaft im Landbau. Wolfratshausen b. München 1952.
6. Kosicki J.: Wielkość gospodarstwa uspołecznionego a jego efektywność. PWRiL, Warszawa 1961.
7. Kozišek J.: K otazce zemedelske dopravy. Zemedelska ekonomika nr 2—3/1958, s. 143—177.
8. Laur E.: Intensiv oder Ekstensiv? — Berichte über Landwirtschaft. Tom VI, zeszyt 4. Berlin 1928.
9. Manteuffel R., Kosicki J.: Wielkość socjalistycznego gospodarstwa rolnego. Gospodarka Planowa nr 7/1955.
10. Moszczeński S.: Nowy sposób ujmowania kształtu rozłogu ziemi. PINGW. Warszawa 1927.
11. Mührel K.: Zu Transportfragen in LPG-n. Deutsche Agrartechnik nr 2/1960, s. 73—75.
12. Pohl J.: Landwirtschaftliche Betriebslehre. Tom. I, Berlin 1885.
13. Sazonow K. J. Mietody koliczestwiennowo uczota effekta ziemlieustrojostwa. Moskwa 1924.
14. Scholler W.: Die mittlere Entfernung eines Punktes von einer Fläche. Berlin 1949.
15. Thünen J. H.: Der isolierte Staat in Bezug auf Landwirtschaft und Nationalökonomie, wyd. III, Rostock 1863.
16. Wajnsztajn A. L.: Problemy ziemlieustrojostwa. Moskwa 1922.
17. Wolszczan J.: Transport wewnętrzny w gospodarstwie wielkorolnym. Zagadnienia Ekonomiki Rolnej nr 6/1959.

18. Wolszczan J.: Elementy teorii transportu w zastosowaniu do gospodarstwa rolnego. Zeszyty Naukowe Politechniki Szczecińskiej nr 41. Prace Monograficzne nr 12, Szczecin 1963.
19. Zalcman i in.: Organizacja socjalistycznych przedsiębiorstw rolnych. PWRiL. Warszawa 1951.
Prace magisterskie:
20. Bryk R.: Transport w PGR. Politechnika Szczecińska 1959.
21. Kowalczyk A.: Potrzeby transportowe spółdzielni produkcyjnych. Politechnika Szczecińska 1959.

ЕЖИ ВОЛЬЩАН
Политехника в Щтетине

МЕТОДЫ ВЫЧИСЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА КОНФИГУРАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Содержание

Автор рассматривает методы вычисления среднего расстояния полей от центра хозяйства, применяемые Тюненом, Чаяновым, Сазоновым и Вайнштейном, Кожишкой, Богуславским и Журавским с точки зрения их практического применения.

В хозяйствах, в которых конфигурация приближается к форме правильных геометрических фигур, для вычисления действительного и прямолинейного расстояний можно принять метод согласно Кожину (при применении исправляющих коэффициентов). Если конфигурация хозяйства имеет нерегулярную форму, то для вычисления прямолинейного расстояния следует применять метод Чаянова, для вычисления же действительного расстояния — метод Кожишки.

Среднее прямолинейное и действительное расстояние не дают образа величины труда связанного с транспортом. Для этой цели следует вычислить среднее расстояние транспорта 1 тоны груза. Его вычисляют как среднее действительное расстояние взвешенное на транспортируемую массу приходящуюся на 1 га и поверхность отдельных полей. Расстояние это различно в отдельные годы в зависимости от того, уменьшается-ли или увеличивается расстояние между центром хозяйства и полями занятыми под транспортопоглотительные растания (пропашные, зелёные угодья).

По мнению автора, разные методы вычисления среднего расстояния полей от центра и вычисления коэффициента землеустройства дают, в сущности, три коэффициента:

1. Коэффициент конфигурации (U_1) — результат подразделения расстояния прямолинейной — действительной (L_p) на среднее идеальное расстояние (L_i) вычисленное для конфигурации сведенной к форме круга или квадрата с центром помещенным в середние фигуры.

2. Коэффициент образования сети дорог (U_d) — частное среднего действительного расстояния (L_r) на среднее прямолинейное расстояние (L_p).

3. Коэффициент пространственного размещения продукции (U_Q) = частное среднего расстояния транспорта 1 тонны (L_Q) на среднее действительное расстояние (L_r).

Последний из вышеприведенных коэффициентов подлежит изменениям в зависимости от года севооборота, для которого его высчитывали и в среднем для всего периода севооборота составляет 1,00. В самые благоприятные годы севооборота, коэффициент этот меньше 1,00, в другие-же, менее благополученые (пропашные, зелёные угодья находятся на отдалённых полях) — коэффициент этот будет выше 1,00. Отклонения эти являются причиной неравномерного затребования рабочей тяги в отдельные годы.

JERZY WOLSZCZAN
Polytechnical University
Szczecin

METHODS TO COMPUTE THE COEFFICIENT OF FARM AREA CONFIGURATION

Summary

Author discusses from the point of view of practical usefullnes the methods of computing mean distance of fields from the farm core applied by Thünen, Czajanow, Sazonow and Wajnstajn, Kožiška, Bogusławski and Żurawski. On farms shape of which fields surface form figures resambling to those of regular geometrical ones, the Kožiška's method to compute real distance and rectilinear distance (with simultanous application of correction coefficients) may be applied. If the area configuration is irregular in shape the Czajanow's method to compute the rectilinear distance and the Kožiška's method to compute the real distance are to be applied.

The mean rectilinear and real distances do not represent the volume of transport works. For this purpose the mean distance for transport of 1 ton load has to be computed. It is computed as the real mean distance weighed by the mass transported, falling per 1 hectare and per area of particular fields. This distance changes during particular years depending on the fact wether the fields on which the highly transport consuming cultures are grown (root and green crops) approach or recede from the core of farm.

In the author's opinion the different methods of computing mean distance from the core and of computing the coefficient of area configuration give as results as good as three different coefficients:

1) The coefficient of area configuration (U_1) — quotient of the real mean rectilinear (L_r) by the ideal mean distance (L_i) computed for the shape of area reduced to a circle or square having its centre in middle of the figure.

2) The road network coefficient (U_d) — quotient of the real mean distance (L_r) by the mean rectilinear distance (L_p).

3) The coefficient of production dislocation (U_Q) — quotient of the mean transport distance for 1 ton (L_Q) by the real mean distance (L_r).

The last of the above mentioned coefficients changes according to the rotation year for which it was computed and it averages 1,00 for the whole rotation period. During the most favourable years it is smaller than 1,00, and during the less favourable ones (root crops and green crops situated on the outlying fields) it is greater than 1,0. These deviations cause unequal demand for traction in particular years.