

ANNALES
UNIVERSITATIS MARIAE CURIE-SKŁODOWSKA
LUBLIN — POLONIA

VOL. XXIV, 6

SECTIO B

1969

Z Katedry Geografii Ekonomicznej Wydziału Biologii i Nauk o Ziemi UMCS w Lublinie
Kierownik: prof. dr Jan Ernst

Krystyna W A R A K O M S K A

**Analiza wskaźników gęstości dróg na przykładzie
województwa lubelskiego**

Анализ показателей густоты дорог на примере Люблинского воеводства

An Analysis of the Indices of Road Density as Exemplified by the
Lublin Province

WSTĘP

Sieć komunikacyjna jest jednym z podstawowych elementów określających stan i rozwój gospodarczy danego obszaru. Odnosi się to, przynajmniej w naszych warunkach geograficznych, szczególnie do dróg o nawierzchni twardej.¹ Nic więc dziwnego, że przedmiotem wyjściowym badań z zakresu geografii komunikacji były w przeszłości — i często są obecnie — drogi. Analizuje się ich długość, gęstość, układ, zespoły sieci różnych rodzajów dróg i funkcje komunikacyjne pod bardzo różnymi kątami widzenia.

Większość dawniejszych prac geograficznych na temat dróg o nawierzchni twardej nie zawiera jednak porównywalnych danych liczbowych odnośnie gęstości sieci drogowej, uzyskanych w oparciu o jakąś ustaloną metodę pomiaru. Nie znaczy to jednak, że zagadnienie pomiaru gęstości dróg było przez geografów niedostrzegane. Przeciwnie, sprawa ta interesowała ich od dawna, podobnie zresztą jak i sprawa określania gęstości sieci rzecznej.

¹ W rozprawie uwzględniono wyłącznie drogi o nawierzchni twardej, gdyż tylko one mają istotne znaczenie komunikacyjne. Drogi gruntowe w okresie deszczów jesiennych i wiosennych roztopów w woj. lubelskim (zwłaszcza w południowej jego części) nie nadają się często do użytku.

W związku z tym warto przypomnieć, że już w r. 1900 L. Neumann zaproponował wyrażanie gęstości rzek jako stosunku długości wszystkich strug wodnych danego obszaru do jego powierzchni. Autorzy, którzy następnie zajmowali się tym zagadnieniem, wprowadzili szereg modyfikacji owej metody (12). W r. 1937 A. Malicki zaproponował określanie gęstości sieci rzecznej jako „ilorazu z ilości strug wodnych i danej powierzchni”, przy czym jako umowne pole pomiarowe przyjął kwadrat o powierzchni 10 km², a dla większych obszarów — 100 km² (12).

Jednocześnie z pracą L. Neumanna, bo także w r. 1900, ukazała się praca J. E. Böttchera, w której autor wprowadził metodę obliczania gęstości dróg, polegającą na wyznaczeniu wielkości oka sieci, jaką utworzyłyby drogi, przy założeniu, że pokrywają one dany obszar regularną siecią kwadratową (3). Jednakże później zagadnieniu geografii dróg o nawierzchni twardej poświęcano stosunkowo mało uwagi (13). Pozostawało to zapewne w związku z szybkim rozwojem w początkach w. XX żeglugi i kolei, koncentrujących na sobie uwagę badaczy jako podstawowe środki komunikacji dalekobieżnej, podczas gdy drogi pełniły przez długi czas funkcję pomocniczą (dojazd do kolei). Obecnie sytuacja uległa zmianie i drogi o nawierzchni twardej wyraźnie zyskały na znaczeniu. Za wskaźnik określający ich gęstość przyjęto powszechnie długość dróg, przypadającą na 100 km² danej powierzchni.

Pomimo istnienia wspomnianych prób liczbowego ujęcia zagadnienia długości lub gęstości dróg, prace analizujące gęstość dróg o nawierzchni twardej w odniesieniu do określonego obszaru fizjograficznego lub administracyjnego i operujące wymiernymi wskaźnikami liczbowymi są zupełnie nieliczne. Należy tu wymienić pracę J. Ziemińskiej, zawierającą sporo materiałów statystycznych i kartograficznych, dotyczących rozwoju historycznego sieci kolejowej i drogowej w woj. poznańskim (21), prace K. Turczańskiego o gęstości dróg z nawierzchnią twardą w Polsce (15, 16) i pracę F. Uhorczaka, zawierającą mapę gęstości tychże dróg w Polsce w r. 1939 (17). Jako pole podstawowe do obliczania gęstości dróg autor ten przyjął sześciobok, w którym upatruje poważne zalety. W pracy tej F. Uhorczak wydzielił dwa regiony w Polsce: zachodni — o stosunkowo gęstej sieci drogowej i wschodni — o dużo słabszej drożności. Mapę tę przytoczył po wojnie K. Bromek (4).

Po II wojnie światowej interesujące nas zagadnienia w odniesieniu do woj. lubelskiego poruszane były w artykułach: K. Jankowskiego (8), C. Gawdzika (5), L. Sułota (14) i w pracy K. Warakomskiej (18). Wspólną cechą tych publikacji jest to, że operują one wskaźnikami liczbowymi, ale tylko ostatnia z nich ma charakter

geograficzny. Stosowane w wymienionych pracach wskaźniki były wskaźnikami tradycyjnymi, przedstawiającymi gęstość dróg na 100 km² lub na pewną umowną liczbę ludności — zwykle 10 000.

Na specjalną uwagę zasługuje praca L. B o r o w s k i e g o (2), o charakterze ściśle teoretyczno-metodycznym, w której wypowiada się on bardzo rzeczowo i krytycznie o wskaźniku gęstości dróg na jednostkę powierzchni czy też pewną liczbę ludności. Proponuje wskaźnik polegający na obliczeniu gęstości rozpatrywanych dróg z uwzględnieniem powierzchni i liczby osiedli na danym obszarze. Zagadnienie to będzie omówione szerzej w dalszej części pracy.

Jak dotąd brak jednak pełnej analizy stosowanych wskaźników (i możliwych nowych, pochodnych od nich), przeprowadzonej w oparciu o konkretną jednostkę fizjograficzną lub administracyjno-geograficzną. Próba dokonania takiej analizy na przykładzie woj. lubelskiego według stanu z r. 1960 jest celem niniejszej pracy.

ANALIZA WSKAŹNIKÓW LICZBOWYCH

Jedną z cech sieci dróg o nawierzchni twardej w woj. lubelskim jest nierównomierność ich rozmieszczenia. W celu zobrazowania tej cechy operowano w niniejszym opracowaniu danymi dla powiatów.

Powszechnie używanym sposobem obrazowania stopnia nasycenia drogami danego obszaru jest — jak już wspomniano — określanie gęstości dróg przy pomocy wskaźnika podającego długość dróg na 100 km² powierzchni badanego obszaru:

$$a = \frac{D \cdot 100}{P} \quad [1]$$

gdzie: D — długość dróg w km,
P — powierzchnia w km².

Wskaźnik ten nie może być jednak uznany za zadowalający już choćby tylko z uwagi na to, że nie uwzględnia liczby ludności na danym obszarze. Uwzględnienie ludności znajduje wyraz w stosowaniu wskaźnika określającego długość dróg na 10 000 mieszkańców danego obszaru:

$$a' = \frac{D \cdot 10\,000}{L} \quad [2]$$

gdzie: L — liczba ludności.

Jak widać, wskaźnik ten nie uwzględnia z kolei powierzchni rozpatrywanego obszaru.

Istnieje wskaźnik rzadziej stosowany (2, 5), wiążący gęstość dróg na danym obszarze z jego zaludnieniem, wyrażony wzorem:

$$A = \sqrt{a \cdot a'} \quad [3]$$

Wskaźnik ten jest średnią geometryczną gęstości dróg w stosunku do powierzchni — wzór [1] i gęstości dróg w stosunku do ludności — wzór [2]. Bywa on nazywany współczynnikiem gęstości sieci drogowej (1).

Podstawiając do wzoru [3] wartości a i a' ze wzorów [1] i [2] otrzymujemy:

$$A = \sqrt{\frac{D \cdot 100}{P} \cdot \frac{D \cdot 10000}{L}} = \frac{D \cdot 1000}{\sqrt{P \cdot L}} \quad [4]$$

Przytoczone wskaźniki zawierają tylko jeden element sieci komunikacyjnej, a mianowicie drogi — nie uwzględniają zatem całokształtu lądowej sieci komunikacyjnej badanego obszaru. W celu wzbogacenia tych wskaźników F. Uhorczak wprowadza do ich elementów składowych długość linii kolejowych, otrzymując — odpowiednio — wzory:²

$$b = \frac{(D + K) \cdot 100}{P} \quad [5]$$

$$b' = \frac{(D + K) \cdot 10000}{L} \quad [6]$$

$$B = \sqrt{b \cdot b'} \quad [7]$$

gdzie K — długość linii kolejowych w km,

i stąd przez podstawienie wzoru [5] i [6] do wzoru [7]

$$B = \sqrt{\frac{(D + K) \cdot 100}{P} \cdot \frac{(D + K) \cdot 10000}{L}} = \frac{(D + K) \cdot 1000}{\sqrt{P \cdot L}} \quad [8]$$

Oprócz przytoczonych wyżej wskaźników stosuje się też wskaźniki uwzględniające:

liczbę przystanków autobusowych na 100 km²:

$$c = \frac{S \cdot 100}{P} \quad [9]$$

gdzie S — liczba przystanków autobusowych,

² F. Uhorczak: Mapy rękopiśmienne w Katedrze Kartografii UMCS w Lublinie.

liczbę przystanków autobusowych na 10 000 mieszkańców:

$$c' = \frac{S \cdot 10000}{L} \quad [10]$$

Można też wprowadzić do wskaźnika liczbę przystanków autobusowych łącznie z liczbą przystanków kolejowych³ na 100 km²:

$$e = \frac{(S + S_1) \cdot 100}{P} \quad [11]$$

gdzie S_1 — liczba przystanków kolejowych, oraz liczbę przystanków autobusowych łącznie z liczbą przystanków kolejowych, przypadających na 10 000 ludności:

$$e' = \frac{(S + S_1) \cdot 10000}{L} \quad [12]$$

Aby powiązać wielkości P i L , tak samo jak w pierwszej grupie wskaźników, przez podstawienie wzorów [9] i [10] oraz wzorów [11] i [12] do wzoru [3], wprowadziłam wskaźniki, które uwzględniają jednocześnie:

liczbę przystanków autobusowych w stosunku do powierzchni i ludności:

$$C = \sqrt{\frac{S \cdot 100}{P} \cdot \frac{S \cdot 10000}{L}} = \frac{S \cdot 1000}{\sqrt{P \cdot L}} \quad [13]$$

oraz liczbę przystanków autobusowych i kolejowych łącznie w stosunku do powierzchni i ludności

$$E = \sqrt{\frac{(S + S_1) \cdot 100}{P} \cdot \frac{(S + S_1) \cdot 10000}{L}} = \frac{(S + S_1) \cdot 1000}{\sqrt{P \cdot L}} \quad [14]$$

Wskaźniki C i E są zatem średnią geometryczną gęstości przystanków w stosunku do powierzchni i gęstości przystanków w stosunku do ludności.

Przedstawione powyżej dwie grupy wskaźników, z których pierwsza uwzględnia długość dróg lub sumę długości dróg i linii kolejowych (wskaźniki: a , a' , A lub b , b' , B), a druga — liczbę przystanków autobusowych lub sumę przystanków autobusowych i kolejowych (wskaźniki: c , c' , C lub e , e' , E), są jednak nieporównywalne ze względu na to, że zawierają różne elementy. Z tego powodu wykonałam próbę stwo-

³ Terminem „przystanek kolejowy” objęte są w pracy zarówno stacje, jak i przystanki kolejowe z uwagi na większą wygodę operowania tym terminem niż zbyt długim określeniem: stacje i przystanki kolejowe.

zenia wzoru wskaźnika uwzględniającego wszystkie wprowadzone tu wielkości łącznie, wychodząc z następujących założeń:

1. Z dróg korzystają dosłownie wszyscy, posługując się przy tym zarówno państwowymi, jak i indywidualnymi środkami komunikacji. Dlatego szukany wskaźnik winien uwzględniać liczbę ludności i powierzchnię, na jakiej ludność ta zamieszkuje.

2. Spośród wszystkich szlaków komunikacyjnych drogi o nawierzchni twardej służą ludności w sposób najbardziej bezpośredni i wytwarzają najbardziej równomiernie rozłożoną wzdłuż ich przebiegu strefę wpływu (jeśli pominąć niektóre szczególne przypadki, kiedy drogi biegną przez duże lasy, bagna czy obszary pustynne). To samo — choć w mniejszym stopniu — dotyczy linii kolejowych. Dlatego we wskaźniku winna być uwzględniona długość dróg o nawierzchni twardej, powiększona o długość linii kolejowych na danym obszarze.

3. Bardzo rozwinięta w ostatnich latach i łatwo dostępna komunikacja autobusowa oddziałuje we wspomnianej strefie wpływu punktowo (ewentualnie radialnie) w wyniku lokalizacji przystanków w określonych miejscach. To samo w jeszcze większym stopniu dotyczy kolei. Dlatego we wskaźniku powinna być uwzględniona liczba przystanków autobusowych i kolejowych.

Poniżej przedstawiono wskaźniki podstawowe, potrzebne do wyprowadzenia wskaźników końcowych:

$$f = \frac{\sqrt{D \cdot S \cdot 100}}{P} \quad [15]$$

$$f' = \frac{\sqrt{D \cdot S \cdot 10000}}{L} \quad [16]$$

$$g = \frac{\sqrt{(D + K) \cdot (S + S_1) \cdot 100}}{P} \quad [17]$$

$$g' = \frac{\sqrt{(D + K) \cdot (S + S_1) \cdot 10000}}{L} \quad [18]$$

Drogą odpowiedniego podstawiania wzorów [15] i [16], a także wzorów [17] i [18] do wzoru [3] otrzymano wskaźniki „syntetyzujące” odpowiednie wielkości:

$$F = \sqrt{\frac{\sqrt{D \cdot S \cdot 100}}{P} \cdot \frac{\sqrt{D \cdot S \cdot 10000}}{L}} = \sqrt{\frac{D \cdot S \cdot 1000}{P \cdot L}} \quad [19]$$

$$G = \sqrt{\frac{\sqrt{(D+K) \cdot (S+S_1) \cdot 100}}{P} \cdot \frac{\sqrt{(D+K) \cdot (S+S_1) \cdot 10000}}{L}}$$

$$= \sqrt{\frac{(D+K) \cdot (S+S_1) \cdot 1000}{P \cdot L}} \quad [20]$$

z których wskaźnik G [wzór 20] uwzględnia wszystkie wymienione wyżej elementy.

Stosując te wskaźniki, można uzyskać przy pomocy jednej niemianowanej liczby charakterystykę danego obszaru, którą można by interpretować już nie jako wskaźnik gęstości dróg, lecz raczej jako wskaźnik wyposażenia tego obszaru w sieć komunikacyjną lub — z uwagi na uwzględnianie przystanków — jako wskaźnik dogodności komunikacyjnej na tym obszarze.

W celu uzyskania łatwego przeglądu omawianych wskaźników zestawiono je w tab. 1. Wskaźniki f i f' [wzory 15 i 16] oraz g i g' [wzory 17 i 18], a także wynikające z nich wskaźniki F i G [wzory 19 i 20] stanowią konsekwentne rozwinięcie stosowanych dotychczas wskaźników typu statyczno-geograficznego.

Oprócz tej grupy wskaźników bywają stosowane jeszcze inne, które można by określić jako wskaźniki dynamiczne, uwzględniające np. przewóz pasażerów, przewóz masy towarowej i jej rodzaj, natężenie ruchu na drogach itp. W niniejszej pracy nie zostały one rozpatrzone.

Wyniki obliczeń wszystkich omawianych w pracy wskaźników dla poszczególnych powiatów woj. lubelskiego według danych z r. 1960 przedstawiono w tab. 2. Na podstawie tej tabeli można stwierdzić, że chociaż zróżnicowanie liczbowych wartości poszczególnych wskaźników w powiatach jest znaczne, to jednak istnieje pewne podobieństwo w rozkładzie geograficznym wielkości poszczególnych wskaźników, a zwłaszcza ich skrajnych wartości. Informuje o tym poniższe zestawienie. Zachowuje ono układ przyjęty w tab. 1. Poszczególne rubryki zestawienia (szeregi i kolumny) przedstawiają powiaty charakteryzujące się skrajnymi wartościami odpowiednich wskaźników.

Z podanego zestawienia wynika, że największe podobieństwo wartości skrajnych wykazują wskaźniki oparte na wzorach mających jednakowe mianowniki: P , L i $P \cdot L$ (ułożone w tab. 1 w kolumnach pio-

Tab. 1. Wzory wskaźników gęstości dróg i wskaźników wyposażenia komunikacyjnego
Formulae of the indices of road density and those of transport equipment

	P	L	P i L
D	$a = \frac{D \cdot 100}{P}$	$a' = \frac{D \cdot 10000}{L}$	$A = \sqrt{a \cdot a'} = \frac{D \cdot 1000}{\sqrt{P \cdot L}}$
D + K	$b = \frac{(D + K) \cdot 100}{P}$	$b' = \frac{(D + K) \cdot 10000}{L}$	$B = \sqrt{b \cdot b'} = \frac{(D + K) \cdot 1000}{\sqrt{P \cdot L}}$
S	$c = \frac{S \cdot 100}{P}$	$c' = \frac{s \cdot 10000}{L}$	$C = \sqrt{c \cdot c'} = \frac{S \cdot 1000}{\sqrt{P \cdot L}}$
S + S ₁	$e = \frac{(S + S_1) \cdot 100}{P}$	$e' = \frac{(S + S_1) \cdot 10000}{L}$	$E = \sqrt{e \cdot e'} = \frac{(S + S_1) \cdot 1000}{\sqrt{P \cdot L}}$
D i S	$f = \frac{\sqrt{D \cdot S \cdot 100}}{P}$	$f' = \frac{\sqrt{D \cdot S \cdot 10000}}{L}$	$F = \sqrt{f \cdot f'} = \sqrt{\frac{D \cdot S \cdot 1000}{P \cdot L}}$
(D + K) i (S + S ₁)	$g = \frac{\sqrt{(D + K) \cdot (S + S_1) \cdot 100}}{P}$	$g' = \frac{\sqrt{(D + K) \cdot (S + S_1) \cdot 10000}}{L}$	$G = \sqrt{g \cdot g'} = \sqrt{\frac{(D + K) \cdot (S + S_1) \cdot 1000}{P \cdot L}}$

P — powierzchnia w km², L — liczba ludności, D — długość dróg w km, K — długość linii kolejowych w km, S — liczba przystanków autobusowych, S₁ — liczba przystanków kolejowych; * wskaźniki wprowadzone przez autorkę.

P — the area in sq. km, L — the number of population, D — the length of roads in km, K — the length of railway lines in km, S — the number of bus-stops, S₁ — the number of railway stations; * the indices introduced by the author.

Powiaty województwa lubelskiego, wyposażone najlepiej i najgorzej w drogi o nawierzchni twardej, linie kolejowe oraz przystanki autobusowe i kolejowe
 Districts of the Lublin province best and worst equipped with roads of hard surface dressing and railway lines, and with bus-stops and railway stations

		P		L		P i L	
		najlepiej	najgorzej	najlepiej	najgorzej	najlepiej	najgorzej
I	D	Puławy	Janów	Włodawa	Lublin	Puławy	Lublin
	D+K	Puławy	Janów	Włodawa	Lublin	Łuków Puławy Tomaszów	Janów Bychawa
II	S	Puławy	Parczew	Włodawa	Lublin	Puławy	Lublin
	S+S ₁	Puławy	Janów Parczew	Włodawa	Lublin	Puławy	Lublin Janów Bychawa
III	D i S	Puławy	Janów Parczew	Puławy	Lublin	Puławy	Janów Bychawa Parczew
	(D+K) i (S+S ₁)	Puławy	Janów	Włodawa	Lublin	Puławy	Bychawa

nowych). Z analizy tab. 2 widać, że na ogół wyższe (tzn. lepsze) wskaźniki wyposażenia komunikacyjnego wykazują powiaty położone peryferyjnie w województwie, a wskaźniki niższe (tzn. gorsze) — powiaty położone bardziej centralnie. Jeśli rozpatrywać rozmieszczenie wartości poszczególnych wskaźników według powiatów na mapach — jak to zrobiono w pracy (20) — to daje się zauważyć, że powiaty o gorszych wskaźnikach często tworzą pas biegnący z kierunku SSW na NNE. Składają się nań najczęściej 4 powiaty: Janów, Bychawa, Lublin i Parczew lub przynajmniej 3 z nich.

Otrzymanych wyników nie można uznać za w pełni zadowalające. Najwięcej zastrzeżeń budzą wskaźniki, do których wprowadza się w mianowniku samą tylko liczbę ludności — L. Do podobnego wniosku doszedł również L. B o r o w s k i (2). Przytoczone wyżej zestawienie jest też tego wymownym przykładem. Na czołowe miejsce pod względem wyposażenia komunikacyjnego wysuwa się w grupie wskaźników o mianownikach L powiat Włodawa (poza jednym wyjątkiem), a na ostatnim miejscu znajduje się nieodmiennie powiat Lublin. Pozostałe grupy wskaźników nie potwierdzają tego stanu rzeczy. Przyczyna jest oczywista. Na wynikach tych zaciążyła mała liczba ludności stosunkowo dużego powiatu

Włodawa i duża liczba ludności powiatu Lublin, obejmująca 180 698 mieszkańców wojewódzkiego miasta (co stanowiło 63,27% ludności powiatu w r. 1960). Ludności tej świadomie nie wydzielono z ogólnej liczby ludności powiatu w celu zachowania pełnej konsekwencji i porównywalności z innymi powiatami posiadającymi stosunkowo duże miasta, skupiające znaczny odsetek mieszkańców powiatu. I tak: w powiecie Chełm ludność miasta Chełma wynosiła w 1960 r. 24,05% ludności powiatu, w powiecie Zamość ludność miasta Zamościa stanowiła 20,26%, a w powiecie Biała Podlaska ludność miasta Biała Podlaska wynosiła 19,32% ludności tego powiatu.

Wprowadzenie do mianowników wzorów wskaźników iloczynu $P \cdot L$ łagodzi nieco „nienaturalność” otrzymywanych wyników. Z zestawienia wynika, że powiatem wyposażonym najlepiej w drogi, koleje oraz przystanki autobusowe i kolejowe w stosunku do jego powierzchni i ludności jest prawie zawsze powiat Puławy, co o wiele bardziej odpowiada — jak można sądzić — faktycznemu stanowi rzeczy, natomiast powiatem wyposażonym pod tym względem najgorzej już nie zawsze okazuje się powiat Lublin.

W świetle tych wyników można wnosić, że najlepszymi okazały się wskaźniki mające w mianowniku wielkość powierzchni danego obszaru — P . Przypuszczenie takie byłoby jednak jeszcze zbyt pochopne. Należy tu podkreślić, że niektórzy autorzy wypowiadają się w ogóle bardzo krytycznie o tego rodzaju wskaźnikach. Trzy pierwsze wskaźniki z grupy pierwszej (tab. 1), tj.

$$A = \frac{D \cdot 100}{P}, \quad a' = \frac{D \cdot 10000}{L} \quad \text{i rzadziej używany}$$

$$a = \frac{D \cdot 1000}{\sqrt{P \cdot L}} \quad \text{były już zresztą niejednokrotnie krytykowane.}$$

Najpełniejszą i najbardziej rzeczową ich krytykę przeprowadził L. B o r o w s k i (2). Porównywał on przy ich pomocy dwa różne obszary i otrzymał sprzeczne wyniki. Wydaje się jednak, że wyniki, jakie otrzymał L. B o r o w s k i porównując tylko dwa teoretyczne obszary, nie powinny przesądzać o zupełnej nieprzydatności tych wskaźników. Wartość liczbowa wskaźników jest bowiem zależna od wielkości elementów składowych, wchodzących do wzorów, a wielkości te mogą się zmieniać w warunkach rzeczywistych w dość szerokich granicach i nie zawsze muszą dawać bardzo rozbieżne wyniki. Po przeprowadzeniu analizy materiału, na który składało się 19 powiatów woj. lubelskiego, można już z większym stopniem pewności, niż mógł to zrobić L. B o r o w s k i, wyrazić przekonanie, że wskaźniki te nie są w pełni miarodajne.

L. B o r o w s k i, wychodząc z założenia, że drogi łączą osiedla, a nie poszczególnych ludzi, zastępuje liczbę ludności liczbą osiedli na danym obszarze i proponuje nowy wskaźnik gęstości dróg:

$$h = \frac{D}{\sqrt{P \cdot N}} \quad [21]$$

gdzie: h — wskaźnik gęstości dróg oznaczony u L. B o r o w s k i e g o jako c ,

D — długość dróg w km,
 P — powierzchnia w km^2 ,
 N — liczba osiedli.

Wskaźnik ten jest jeszcze o tyle interesujący, że pozwala (po odpowiednim przekształceniu) wyliczyć długość dróg potrzebną dla dowolnego obszaru, jeżeli dysponuje się obszarem wzorcowym, na którym długość dróg przyjęto za wystarczającą. Jednakże ustalenie wielkości N może często nastęrczać trudności. Wobec tego autorka proponuje zastąpić liczbę osiedli przez znacznie łatwiej dostępną liczbę przystanków autobusowych na danym obszarze. Tak zmodyfikowany wskaźnik przyjąłby postać:

$$h' = \frac{D}{\sqrt{P \cdot S}} \quad [22]$$

gdzie: S — liczba przystanków autobusowych.

Wielkość S jest do pewnego stopnia odbiciem liczby osiedli, a przynajmniej osiedli połączonych siecią komunikacji autobusowej.⁴ Ponieważ obecnie prawie wszystkie osiedla w woj. lubelskim, leżące przy drogach o nawierzchni twardej, obsługiwane są przez komunikację autobusową, wydaje się, że wprowadzenie liczby przystanków autobusowych zamiast liczby osiedli nie spowodowałoby dużych zmian wartości wskaźnika zaproponowanego przez L. B o r o w s k i e g o, a znacznie ułatwiłoby ewentualne jego zastosowanie. Prócz tego w zmodyfikowanym wskaźniku można jeszcze uwzględnić także długość linii kolejowych i liczbę przystanków kolejowych. Przyjąłby on wtedy postać:

$$h'' = \frac{D + K}{\sqrt{P \cdot (S + S_1)}} \quad [23]$$

⁴ Wiadomo, że przystanki autobusowe nie są zbyt trwałym elementem wyposażenia komunikacyjnego. Ich liczba i rozmieszczenie mogą dość łatwo ulegać zmianom. Są one bowiem pochodną liczby ludności i jej rozmieszczenia. W związku z tym są niewątpliwie bardziej czułym składnikiem wskaźnika wyposażenia komunikacyjnego niż liczba osiedli.

Tab. 2. Wskaźniki gęstości dróg o nawierzchni twardej
The indices of the density of roads with hard surface dressing

	a	a'	A	b	b'	B	c	c'	C	e	e'	E
Lp. Powiaty	$\frac{D}{P}$	$\frac{D}{L}$	$\frac{D}{\sqrt{P \cdot L}}$	$\frac{D+K}{P}$	$\frac{D+K}{L}$	$\frac{D+K}{\sqrt{P \cdot L}}$	$\frac{s}{P}$	$\frac{s}{L}$	$\frac{s}{\sqrt{P \cdot L}}$	$\frac{s+s_1}{P}$	$\frac{s+s_1}{L}$	$\frac{s+s_1}{\sqrt{P \cdot L}}$
1. Bełżyce . .	20,43	24,65	22,47	24,12	29,03	26,46	4,37	5,27	4,80	4,97	5,98	5,45
2. Biała Podl.	17,06	31,93	23,34	22,68	42,45	31,03	3,67	6,87	5,02	4,76	8,90	6,51
3. Biłgoraj . .	17,19	33,28	23,92	19,49	37,75	27,13	3,58	6,92	4,98	4,05	7,85	5,64
4. Bychawa . .	13,39	17,61	15,35	13,39	17,61	15,35	3,13	4,11	3,58	3,13	4,11	3,58
5. Chełm . . .	15,09	22,23	18,32	19,53	28,76	23,70	3,84	5,65	4,66	4,42	6,50	5,36
6. Hrubieszów	14,85	25,45	19,44	21,51	36,86	28,16	4,24	7,27	5,55	5,52	9,46	7,23
7. Janów . . .	11,52	20,72	15,45	11,91	21,42	15,97	2,64	4,76	3,55	2,77	4,98	3,72
8. Krasnystaw	15,29	18,99	17,04	17,83	22,14	19,87	4,67	5,80	5,20	4,94	6,13	5,50
9. Kraśnik . .	18,18	21,79	19,90	23,60	28,28	25,83	5,14	6,16	5,63	6,03	7,22	6,60
10. Lubartów .	16,69	24,99	20,42	19,41	29,07	23,75	3,71	5,55	4,54	4,18	6,26	5,12
11. Lublin . . .	19,43	8,17	12,60	26,54	11,16	17,22	4,50	1,89	2,92	5,66	2,38	3,67
12. Łuków . . .	19,87	30,20	24,49	27,87	42,37	34,36	4,08	6,21	5,03	5,02	7,63	6,19
13. Opole . . .	20,56	25,41	22,86	26,30	32,50	29,24	4,30	5,32	4,79	5,88	7,27	6,54
14. Parczew . .	12,67	29,86	19,45	15,27	35,99	23,44	2,36	5,55	3,62	2,68	6,31	4,11
15. Puławy . .	24,79	28,34	26,54	30,61	34,99	32,77	6,86	7,84	7,34	7,73	8,84	8,27
16. Radzyń . .	18,08	30,48	23,48	21,98	37,05	28,54	3,45	5,82	4,48	3,91	6,59	5,07
17. Tomaszów .	18,38	31,20	23,94	25,85	43,88	33,67	4,32	7,33	5,63	5,32	9,03	6,95
18. Włodawa . .	13,73	45,28	24,93	15,76	51,99	28,62	3,54	11,67	6,43	3,89	12,84	7,07
19. Zamość . .	16,02	18,19	17,07	22,14	25,13	23,59	5,32	6,04	5,67	5,97	6,77	6,36
Woj. lubelskie	16,90	23,31	19,85	21,51	29,67	25,27	4,11	5,67	4,83	4,82	6,65	5,66

Objaśnienie: długość dróg i linii kolejowych oraz liczba przystanków autobusowych i kolejowych były przeliczane w odniesieniu do powierzchni na 100 km², a w odniesieniu do ludności na 10 000 mieszkańców; P—powierzchnia w km², L—liczba ludności, D—długość dróg w km, K—długość linii kolejowych w km, S—liczba przystanków autobusowych, S₁—liczba przystanków kolejowych.

i wskaźniki wyposażenia komunikacyjnego wg powiatów w r. 1960
and the indices of transport equipment according to districts in 1960

f	f'	F	g	g'	G	h'	h''
$\sqrt{\frac{D \cdot S}{P}}$	$\sqrt{\frac{D \cdot S}{L}}$	$\sqrt{\frac{D \cdot S}{P \cdot L}}$	$\sqrt{\frac{(D+K) \cdot (S+S_1)}{P}}$	$\sqrt{\frac{(D+K) \cdot (S+S_1)}{L}}$	$\sqrt{\frac{(D+K) \cdot (S+S_1)}{P \cdot L}}$	$\frac{D}{\sqrt{P \cdot S}}$	$\frac{D+K}{\sqrt{P \cdot (S+S_1)}}$
9,46	10,38	9,91	10,95	13,18	12,01	0,98	1,08
7,91	10,83	9,26	10,39	19,44	14,21	0,89	1,04
7,84	10,92	9,25	8,88	17,21	12,36	0,91	0,97
6,47	7,42	6,93	6,47	7,42	6,93	0,76	0,76
7,61	9,24	8,39	9,29	13,68	11,27	0,77	0,93
7,93	10,39	9,08	10,90	18,67	14,27	0,72	0,91
5,51	7,40	6,39	5,74	10,33	7,70	0,71	0,71
8,45	9,42	8,92	9,39	11,65	10,46	0,71	0,80
9,67	10,58	10,11	11,93	14,29	13,06	0,80	0,86
7,87	9,63	8,71	9,01	13,49	11,02	0,87	0,95
9,35	6,06	7,53	12,26	5,15	7,95	0,92	1,12
9,00	11,10	9,99	11,83	17,98	14,59	0,93	1,24
9,40	10,45	9,91	12,44	15,37	13,83	0,99	1,08
5,47	8,40	6,78	6,40	15,07	9,82	0,83	0,93
13,04	13,94	13,48	15,38	17,59	16,45	0,95	1,10
7,90	10,25	9,00	9,27	15,63	12,04	0,97	1,11
8,91	11,61	10,17	11,73	19,91	15,28	0,88	1,12
6,97	12,66	9,39	7,83	25,84	14,22	0,73	0,79
9,23	9,84	9,53	11,50	13,04	12,25	0,69	0,91
8,33	9,79	9,03	10,18	14,05	11,96	0,83	0,98

Explanation: The length of roads and railway lines, and the number of bus-stops and railway stations were calculated, with regard to the area, per 100 sq. km and, with regard to the population, per 10,000 of inhabitants; P—the area in sq. km, L—the number of population, D—the length of roads in km, K—the length of railway lines in km, S—the number of bus-stops, S₁—the number of railway stations

Obliczone wartości tego wskaźnika dla 19 powiatów województwa lubelskiego przedstawione są w tab. 2.

Jednakże istnieje powód, który sprawia, że w ogóle można wątpić w pełną skuteczność metody analizowania gęstości sieci drogowej i kolejowej przy pomocy wszystkich podanych wyżej wskaźników. Jest nim nieuwzględnianie przez te wskaźniki nierównomierności rozmieszczenia ludności i charakteru osadnictwa w stosunku do dróg i przystanków, co sprawia, że nie odzwierciedlają one rzeczywistych możliwości komunikacyjnych ludności na danym obszarze. Dlatego wydaje się, że przy wszelkich dokładniejszych studiach nad stopniem wyposażenia komunikacyjnego jakiegoś obszaru, a w szczególności przy studiach nad faktycznymi możliwościami korzystania z dróg i środków komunikacji przez szerokie rzesze ludności, należy stosować inną, równie wymierną, a znacznie dokładniejszą metodę. Za taką uważam proponowaną przeze mnie metodę wyznaczania wskaźnika koncentracji ludności wokół dróg lub wokół przystanków (20, 19). Dopiero przyjęcie tego wskaźnika za miernik prawdziwych możliwości korzystania przez ludność z sieci komunikacyjnej na danym obszarze pozwala całkowicie obiektywnie ocenić wartość analizowanych wyżej wskaźników gęstości dróg i wyposażenia komunikacyjnego. Dysponujemy bowiem wtedy liczbami „wzorcowymi” (wskaźnik koncentracji wokół dróg lub przystanków). Z liczbami tymi można porównać wartości liczbowe poszczególnych wskaźników wyposażenia komunikacyjnego i stwierdzić, które z nich są najbardziej zbliżone do przyjętego wzorca.

Przeprowadzając takie porównanie, wymagające posłużenia się jakąś wymierną skalą, zastosowałam metodę obliczania współczynnika korelacji kolejności Spearmana (6), używaną z powodzeniem, gdy liczba par pomiarów jest mniejsza od 30. Wzór Spearmana na obliczanie współczynnika korelacji ma postać

$$\rho = 1 - \frac{6 \sum D^2}{N(N^2 - 1)} \quad [24]$$

gdzie: ρ — współczynnik korelacji kolejności, który może się wahać w granicach od -1 do $+1$,

D — różnica między przyjętymi umownie rangami,

N — liczba par pomiarów.

Należy tu dodać, że stosowanie rang wymaga uszeregowania wartości od największej do najmniejszej (lub odwrotnie). Szeregując wartości można było postąpić dwojako: 1) uszeregować powiaty np. według malejących wartości danego wskaźnika i przyporządkować każdemu powiatowi odpowiednią rangę, 2) pogrupować powiaty w określone przedziały klasowe (szereg rozdzielczy), a następnie każdemu przedziałowi przy-

porządkować odpowiednią rangę. Ze względu na różną rozpiętość wartości poszczególnych wskaźników i na nierównomierność rozkładu w obrębie poszczególnych szeregów zdecydowano się zastosować drugi sposób. Przyjęto przy tym umowną ale jednakową liczbę przedziałów, równą 10. Tylko takie postępowanie mogło zapewnić otrzymanie prawidłowych wyników w przeprowadzanych porównaniach. Wyjaśnia to niżej podany przykład.

Wskaźnik „a” miał rozpiętość od 11,52 (pow. Janów) do 24,79 (pow. Puławy). Różnica wynosząca 13,27 została podzielona przez 9. Uzyskaną wartość przedziału klasowego = 1,48 podzielono przez 2, otrzymując wartość 0,74. Następnie wartość tę odjęto od minimalnej wartości wskaźnika „a”, w wyniku czego uzyskano wartość początkową najniższego przedziału klasowego (11,52 — 0,74 = 10,78). Przy wyznaczaniu wartości końcowej najwyższego przedziału klasowego wartość 0,74 dodano do maksymalnej wartości wskaźnika „a” (24,79 + 0,74 = 25,53). Takie postępowanie pozwoliło uzyskać 10 równych przedziałów klasowych i umiejscowić skrajne wartości wskaźnika „a” w środku skrajnych przedziałów. Ilustruje to dobrze podany niżej szereg rozdzielczy dla wskaźnika „a”:

$$a = \frac{D \cdot 100}{P}$$

Wartości przedz.	Powiaty	Rangi
25,53		
	Puławy (24,79)	1
24,05		2
		3
22,58		
		4
21,10	Opole, Bełżyce, Łuków	
		5
19,63	Lublin, Tomaszów, Kraśnik	
		6
18,15	Radzyń, Biłgoraj, Biała Podlaska, Lubartów	
		7
16,68	Zamość, Krasnystaw	
		8
15,21	Chełm, Hrubieszów	
		9
13,73	Włodawa, Bychawa, Parczew	
		10
12,26	Janów (11,52)	
10,78		

Na tym przykładzie widać, że przyznanie odpowiedniej rangi każdemu powiatowi zagubiłoby wielkość różnic wartości wskaźnika dwu kolejnych powiatów w szeregu. Natomiast przyznanie odpowiedniej rangi każdemu przedziałowi klasowemu zachowuje wielkość tych różnic (jeśli tylko są one większe od rozpiętości przyjętego przedziału).

A oto wyniki przeprowadzonych porównań między wskaźnikiem koncentracji ludności wokół przystanków autobusowych, przyjętym tu za wskaźnik wzorcowy — [Kp], a poszczególnymi wskaźnikami wyposażenia komunikacyjnego (w woj. lubelskim według powiatów i według stanu za r. 1960), przedstawione w postaci współczynnika korelacji kolejności:

1. Kp/f = 0,911	11. Kp/e' = 0,838
2. Kp/c = 0,909	12. Kp/g' = 0,829
3. Kp/e = 0,901	13. Kp/a' = 0,821
4. Kp/g = 0,895	14. Kp/f' = 0,815
5. Kp/a = 0,883	15. Kp/E = 0,812
6. Kp/F = 0,873	16. Kp/b' = 0,791
7. Kp/b = 0,861	17. Kp/G = 0,787
8. Kp/c' = 0,857	18. Kp/B = 0,758
9. Kp/h' = 0,852	19. Kp/A = 0,750
10. Kp/C = 0,839	20. Kp/h'' = 0,750

Interpretując te wyniki, należy pamiętać, że im bardziej wartość ρ zbliża się do +1, tym zachodzi większy stopień korelacji (podobieństwa) porównywanych wskaźników.

Jak widać, wskaźnik wyposażenia komunikacyjnego, oznaczony symbolem f [wzór 15], najbardziej zbliża się do „idealnego wzorca”, za który przyjęto tu wskaźnik koncentracji ludności wokół przystanków autobusowych — Kp. Co więcej — spostrzegamy, że prawie wszystkie wskaźniki mające w mianowniku powierzchnię — P znalazły się na pierwszych miejscach tego szeregu (z wyjątkiem jednego wskaźnika b, który okazał się nieco gorszy od wskaźnika F z grupy mającej w mianowniku iloczyn P · L). Świadczy to wymownie o słuszności wysuwanego poprzednio przypuszczenia, opartego tylko o analizę skrajnych wartości wskaźników, że wskaźniki mające w mianowniku P należy uznać za lepsze od pozostałych. Wśród nich za najlepszy należy przyjąć wskaźnik:

$$f = \frac{\sqrt{D \cdot S \cdot 100}}{P}$$

i prawie równy mu co do wartości, a prosty i dający się stosunkowo łatwo obliczać, wskaźnik:

$$c = \frac{S \cdot 100}{P}$$

Zatem w przypadku, gdy zachodzi potrzeba szybkiego zorientowania się w stopniu wyposażenia komunikacyjnego danego obszaru, najlepiej posłużyć się jednym z podanych wyżej wzorów.

Wskaźniki f i c ustępują jednak wskaźnikowi koncentracji ludności w stosunku do przystanków, uznanemu tu za wzorcowy. Jego obliczanie jest jednak o wiele bardziej żmudne i wymaga dysponowania dokładnymi mapami kropkowymi rozmieszczenia ludności na danym obszarze (20).

LITERATURA

1. Berezowski S.: Geografia transportu. Warszawa 1962.
2. Borowski L.: O gęstości sieci drogowej. Drogownictwo, rok VII, z. 1, Warszawa 1952, ss. 3—11.
3. Böttcher J. E.: Mass für die Dichte der Eisenbahn-Netze. Geographische Zeitschrift, Jahrgang VI, H. 11, Leipzig 1900, ss. 635—639.
4. Bromek K.: Geografia komunikacji. Warszawa 1951.
5. Gawdzik C.: Projektowany układ komunikacyjny regionu lubelskiego. Planowanie przestrzenne, Region Lubelski I. Warszawa 1947.
6. Guilford J. P.: Podstawowe metody statystyczne w psychologii i pedagogice. Tłum. z ang.: Fundamental Statistics in Psychology and Education. Warszawa 1960.
7. Hornig A.: Studium zagospodarowania drogowego na przykładzie województwa katowickiego i opolskiego (A Study in Road System as exemplified by the Voivodeships of Katowice and Opole). Opole 1968.
8. Jankowski K.: Zagadnienie gospodarki drogowej w województwie lubelskim. Planowanie przestrzenne, Region Lubelski I, Warszawa 1947.
9. Kozanecka M.: Kolejnictwo polskie na tle komunikacji kolejowej w niektórych krajach europejskich. Rocznik Naukowo-dydaktyczny, z. 8, Geografia. Kraków 1958, ss. 207—220.
10. Lijewski T.: Geografia komunikacji województwa białostockiego. Dokumentacja Geograficzna IG PAN, z. 2, Warszawa 1962.
11. Lijewski T.: Rozwój sieci kolejowej Polski. Dokumentacja Geograficzna IG PAN, z. 5, Warszawa 1959.
12. Malicki A.: W sprawie metody konstrukcji map gęstości sieci rzecznej (Über die Konstruktionsmethoden von Flussdichtekarten). Czas. Geogr., t. XV, z. 3, Lwów 1937, ss. 251—254.
13. Mikołajski J.: Niektóre zagadnienia geografii komunikacji drogowej. Zeszyty Naukowe Politechniki Szczecińskiej, Ekonomika 2, nr 7, Szczecin 1958.
14. Sułot L.: Drogi państwowe na terenie województwa lubelskiego. Konferencja Naukowo-Techniczna „Lubelskie Dni Drogowe”. Lublin 1962, ss. 37—70.

15. Turczański K.: Mapa gęstości dróg Polski. Księga Pamiątkowa XII Zjazdu Lekarzy i Przyrodników Polskich w roku 1925, t. I, Warszawa 1926.
16. Turczański K.: Gęstość dróg bitych w Polsce (La densité des routes nationales en Pologne). Czas. Geogr., t. VI, z. 2—3, Warszawa—Lwów 1928, ss. 97—101.
17. Uhorczak F.: Gęstość dróg bitych 1939. Regiony Komunikacyjne. Studium Planu Krajowego, cz. II, Warszawa 1948.
18. Warakomska K.: Zarys historii dróg w województwie lubelskim do roku 1939. Konferencja Naukowo-Techniczna „Lubelskie Dni Drogowe”. Lublin 1962, ss. 1—36.
19. Warakomska K.: O metodzie ekwidystant w zastosowaniu do badań nad siecią dróg i rozmieszczeniem ludności w województwie lubelskim. Biuletyn Lubelskiego Towarzystwa Naukowego, s. D, vol. 7/8, 1967/68, Lublin 1969, ss. 101—107.
20. Warakomska K.: Drogi o nawierzchni twardej a rozmieszczenie ludności w województwie lubelskim. Dokumentacja Geograficzna IG PAN, z. 6, Warszawa 1968, ss. 169—173.
21. Ziemska J.: Rzut oka na drogi żelazne i zwykłe w województwie poznańskim. Badania geograficzne nad Polską północno-zachodnią. Z. 2—3, Poznań 1927, ss. 107—130.

—Wykorzystane materiały kartograficzne:

1. Mapa WIG 1:100 000 dla obszaru województwa lubelskiego.

—Wykorzystane rozkłady jazdy:

1. Urzędowy Rozkład Jazdy PKS ważny od 29 V do 3 X 1960 r.
2. Urzędowy Rczkład Jazdy Pociągów PKP — lato 1960 ważny od 29 V do 1 X 1960 r.

РЕЗЮМЕ

Проведен критический анализ применяемых до сих пор числовых показателей густоты дорог, а также ряда новых показателей, введенных автором (табл. 1).

Проведены пробы измеримой количественной оценки качества отдельных показателей со сравнением каждого из них с показателем концентрации населения вокруг автобусных остановок (19, 20). Кажется, что он лучше представляет степень коммуникационного сообщения данной территории и учитывает реальные возможности использования средств публичной коммуникации населением этой территории.

Это сравнение проводилось за счет вычисления коэффициента корреляции очередности Спирмена. При этом применяли метод группировки числовых данных (здесь по повятам) в распределительные ряды с одинаковым числом классовых интервалов.

К лучшим показателям следует отнести показатели группы, имеющей в знаменателе формулы — P (поверхность, км²), таблица 1, а среди них показатель:

$$f = \frac{\sqrt{D \cdot S \cdot 100}}{P}$$

где

D — длина дорог, км;

S — количество автобусных остановок;

P — поверхность, км²

и простой, относительно легко подсчитываемый, показатель:

$$c = \frac{S \cdot 100}{P}$$

Эти показатели имеют наибольшую корреляцию (подобие) с показателем концентрации населения вокруг автобусных остановок, который здесь принят за образец.

ОБЪЯСНЕНИЯ К ТАБЛИЦАМ И РИСУНКАМ

Табл. 1. Формулы показателей густоты дорог и показателей коммуникационного сообщения. P — поверхность, км²; L — население; D — длина дорог, км; K — длина железнодорожных линий, км; S — количество автобусных остановок; S_1 — количество железнодорожных станций. * показатели, введенные автором.

Табл. 2. Показатели густоты дорог с твердым покрытием и показатели коммуникационного сообщения по повятам в 1960 г.

Примечание: длина дорог и железнодорожных линий, а также количество автобусных и железнодорожных остановок были подсчитаны на поверхности 100 км² и на 10.000 жителей. P — поверхность, км²; L — население; D — длина дорог, км; K — длина железнодорожных линий, км; S — количество автобусных остановок; S_1 — количество железнодорожных станций.

SUMMARY

In the paper there was made a critical analysis of the number indices of road density used up to now as well as of new ones introduced by the author (Table 1).

An attempt was also made at rational and quantitative evaluation of the quality of individual indices, comparing each of them with the index of population concentration around bus-stops (19, 20). It seems that the above index presents the degree of the transport equipment of a given area best and covers the real possibilities of utilization of

the means of public transport by the population living in this area.

The comparison was made by calculating Spearman's correlation coefficient of order. At the same time there was introduced the method of grouping the number data (here according to districts) into the distribution rows of identical number of class intervals.

The indices from the groups having in the denominator of formula — P (the area in sq. km) Table 1, were considered the best and among them the index:

$$f = \frac{\sqrt{D \cdot S \cdot 100}}{P}$$

where: D — the length of roads in km,

S — the number of bus-stops,

P — the area in sq. km

as well as a simple and relatively easy to calculate index

$$c = \frac{S \cdot 100}{P}$$

These indices displayed the greatest correlation (similarity) to the index of population concentration around bus-stops, which was accepted as a standard one in the present paper.