

JADWIGA ROTNICKA

## PRZESTRZENNA KONCENTRACJA JEZIOR W WOJEWÓDZTWIE GORZOWSKIM

### ZARYS TREŚCI

Województwo gorzowskie jest obszarem dużej liczby jezior o zróżnicowanej genezie, głębokości, kształcie i powierzchni. Występują one najczęściej zbiorowo tworząc skupiska. Stopień skupienia (koncentracji) jezior określono miarami koncentracji. Opisano także większe skupiska jezior.

### WPROWADZENIE

Województwo gorzowskie, o powierzchni 8,5 tys. km<sup>2</sup>, obejmuje swym zasięgiem, według podziału J. Kondrackiego (1977), części pięciu jednostek fizyczno-geograficznych (makroregionów), biegnących mniej więcej równoleżnikowo przez jego obszar. Część centralną zajmuje Pradolina Toruńsko-Eberswaldzka, od której na północ i południe rozciągają się obszary pojezierne. Na północy są to: Pojezierze Zachodniopomorskie i Południowopomorskie; na południu zaś: Pojezierze Lubuskie i Wielkopolskie.

Ukształtowanie powierzchni omawianego obszaru jest wynikiem bezpośredniej działalności najmłodszego lądolodu i jego wód roztopowych — stąd zasadniczymi zespołami form terenu są formy polodowcowe, przekształcone już częściowo przez holocenijskie czynniki rzeźbotwórcze (Przeglądowa mapa geomorfologiczna Polski 1 : 500 000). W przestrzennym układzie zespołów form dominuje układ pasowy, nawiązujący do wydzielonych jednostek fizyczno-geograficznych. Obszar Pradoliny Toruńsko-Eberswaldzkiej zajmują równiny terasowe; leżąca w dnie terasa holocenijska i oddzielona od niej wyraźną krawędzią erozyjną terasa wyższa z okresu zlodowacenia bałtyckiego. Powierzchnia terasy wyższej, w obszarze międzyrzecza Warty i Noteci, nosi ślady późnoglacialnej i holocenijskiej działalności eolicznej z wyraźnymi obszarami deflacyjnymi i wałami wydmowymi.

Obszary pojezierne, w północnej części województwa, budują rozległe równiny sandrowe leżące na przedpolu akumulacyjnych wałów morenowych fazy pomorskiej. Zaplecze wałów morenowych zajmuje wysoczyzna morenowa płaska i falista. Obszar Pojezierza Lubuskiego i Wielkopolskiego, w granicach województwa, zajmuje ciąg

moren spiętrzonych fazy poznańskiej, płaty wysoczyzny morenowej płaskiej i falistej porozdzielanej równinami sandrowymi.

Charakterystyczną cechą obszarów pojeziernych jest występowanie licznych rynien subglacialnych rozcinających zarówno wysoczyzny morenowe jak i równiny sandrowe. W przegłębieniach dna owych rynien lokuje się wiele zbiorników wodnych, tzw. jezior rynnowych, o wydłużonym kształcie, stromych brzegach misy jeziornej, układających się w ciągi. Genetycznie związana z działalnością lądolodu jest także pozostała, większa część jezior województwa. Są to, gromadnie występujące na obszarach wysoczyzny morenowej, małe, okrągłe, przeważnie płytkie i bezodpływowe jeziora, tzw. oczka, jak i pojedyncze, o dużej powierzchni i urozmaiconej linii brzegowej, jeziora moreny dennej. Z innych typów genetycznych jezior wymienić należy niewielkie jeziora wydymowe i zakolowe. Obok wymienionych jezior naturalnych spotykamy także różnorodne zbiorniki antropogenne. Zaliczamy do nich stawy, zbiorniki retencyjne i wszelkiego rodzaju wypełnione wodą doły kopalniane, powstałe w wyniku eksploatacji surowców mineralnych.

Setki jezior województwa gorzowskiego rozmieszczone są nierównomiernie. Wyróżnić można pewne obszary o dużej koncentracji, dużym skupieniu jezior, jak i obszary niemal bezjeziorne. Bogactwo jezior województwa, ich charakterystyczny rozkład przestrzenny skłonił autorkę artykułu do określenia stopnia koncentracji jezior i wykorzystania miar liczbowych w opisie ich rozmieszczenia.

#### MIARY KONCENTRACJI PRZESTRZENNEJ I METODA OPRACOWANIA

Zmierzając do określenia stopnia koncentracji jezior województwa gorzowskiego, potraktowano je jako elementy przestrzeni geograficznej o charakterze punktowym. Punkty te (jeziora) tworzą pewien układ przestrzenny, który można analizować i opisywać wykorzystując metody matematyczno-statystyczne. Jednymi z częściej stosowanych metod badania układów punktowych są metody badania koncentracji przestrzennej, które znalazły szerokie zastosowanie w geografii społeczno-ekonomicznej, głównie do analizy sieci osadniczej, ale mogą być także z powodzeniem wykorzystane w analizie rozmieszczenia zjawisk i obiektów fizyczno-geograficznych, w tym także jezior (J. Rotnicka 1983).

Ogólnie przez pojęcie koncentracji rozumie się tu miarę statystyczną, z pomocą której bada się stopień skupienia bądź rozproszenia elementów pewnego zbioru.

Badanie koncentracji jezior przeprowadzono dwoma sposobami, omówionymi szczegółowo przez B. Kostrubca (1977). Pierwszy sposób, wykorzystujący tzw. krzywą Lorenza, dotyczy pomiaru proporcjonalnego występowania par zmiennych, z których jedną jest powierzchnia jednostek terytorialnych, a drugą liczba jezior w tych jednostkach. Drugi sposób określa wzajemne ułożenie grupy jezior (lokalizację jezior). W obu tych sposobach inaczej rozumie się pojęcie koncentracji. W pierwszym — maksymalna koncentracja oznacza — jak podaje B. Kostrubiec (1977, str. 64) —

„wyłączną lokalizację obiektów w jednej i to najmniejszej jednostce”, w drugim – skupienie wszystkich obiektów w jednym punkcie. Natomiast minimalna koncentracja w podejściu pierwszym oznacza proporcjonalny udział jezior w powierzchni jednostek przestrzennych, w drugim – maksymalny rozstęp między wszystkimi obiektami (jeziorami), zagwarantowany rozmiarami badanego obszaru.

Liczbowymi miarami koncentracji są:

1. W sposobie pierwszym – (patrz objaśnienia na rys. 1B):

– stosunek koncentracji  $\eta$  obliczony na podstawie graficznego obrazu koncentracji, jakim jest krzywa Lorenza, według formuły:

$$\eta = \frac{a}{a+b}, \quad 0 \leq \eta < 1$$

gdzie  $\eta$  – stosunek koncentracji,  $a$  – pole koncentracji, tj. powierzchnia zawarta między krzywą koncentracji a linią równomiernego rozkładu,  $b$  – dopełnienie pola koncentracji do połowy kwadratu.

– wskaźnik asymetrii krzywej koncentracji  $\tau$ , zaproponowany przez R. Jeduta (1961) i obliczony z ilorazu o postaci:

$$\tau = \frac{a_1}{a_2}$$

gdzie  $\tau$  – wskaźnik asymetrii krzywej koncentracji,  $a_1$  – górna część pola koncentracji,  $a_2$  – dolna część pola koncentracji.

2. W sposobie drugim – (patrz objaśnienia na rys. 1A):

– miara koncentracji  $C$ , zaproponowana przez B. Kostrubca (1977), obliczona jako odwrotność sumy wariancji rozkładów brzegowych masy punktów, według zmodyfikowanej formuły o postaci:

$$C = \left[ 1 - \frac{2k(S_x^2 + S_y^2)}{n(k-1)^2} \right] \cdot 100$$

gdzie  $C$  – miara koncentracji,  $S_x^2$  – wariancja rozkładu brzegowego masy na współrzędnej  $X$ ,  $S_y^2$  – wariancja rozkładu brzegowego masy na współrzędnej  $Y$ ,  $k$  – liczba klas w rozkładzie brzegowym,  $n$  – liczba badanych obiektów (jezior).

Punktem wyjścia do pomiaru stopnia koncentracji jezior w województwie gorzowskim była mapa wód powierzchniowych w skali 1 : 100 000 wykonana przez P. Wieliczko (1980). Z niej dokonano odrysu jezior (znacząc je punktem) w rozbiciu na: 1) zbiorniki naturalne o powierzchni powyżej 5 ha, 2) zbiorniki naturalne i antropogenne o powierzchni mniejszej niż 5 ha. Powstała w ten sposób mapa punktowa, na którą nałożono siatkę kwadratową o boku 5 km, z punktem początkowym o współrzędnych:  $52^{\circ}48' \varphi N$  i  $15^{\circ}20' \lambda E$ , uzyskując podział obszaru na 405 jednostek terytorialnych (rys. 1A). Następnie obliczono gęstość jezior dla każdej jednostki terytorialnej i utworzono procentowe szeregi kumulacyjne liczby jezior i powierzchni

jednostek, na której te jeziora występują, co dało podstawę do wykreślenia krzywej koncentracji Lorenza, obliczenia wskaźnika jej asymetrii  $\tau$  i stosunku koncentracji  $\eta$ . W kolejności skonstruowano rozkład przestrzenny jezior województwa i tzw. rozkłady brzegowe, zawierające syntetyczny obraz przestrzennego rozkładu zjawiska w układzie północ-południe (rozkład na osi  $Y$ ) i w układzie wschód-zachód (rozkład na osi  $X$ ) – rys. 1A. Obliczone dla tych rozkładów wariancje posłużyły do obliczenia miary koncentracji  $C$  Kostrubca.

### KONCENTRACJA PRZESTRZENNA JEZIOR

W województwie gorzowskim zarejestrowano łącznie 866 zbiorników wodnych, w tym: 563 naturalne o powierzchni ponad 5 ha i 303 zbiorniki naturalne i antropogenne o powierzchni mniejszej niż 5 ha.

Rozkład przestrzenny jezior wykazuje skrajną asymetrię. Jednostki terytorialne, w liczbie 153, pozbawione jezior, zajmują aż 38% powierzchni województwa (rys. 1B). Przeciętna liczba jezior w polu podstawowym wynosi 2,14, najczęstsza – zero, medialna – 1, maksymalna – 17.

Stosunek koncentracji obliczony z krzywej Lorenza wynosi  $\eta = 0,646$ , natomiast wskaźnik asymetrii krzywej  $a_1/a_2$  jest mniejszy od jedności i osiąga wartość 0,811. Miary te pokazują, że koncentracja jezior na omawianym obszarze jest stosunkowo wysoka i że jest ona wynikiem istnienia wielu pustych (tzn. pozbawionych jezior) pól podstawowych, czyli jest wynikiem rozproszenia (bo  $a_2 > a_1$ ).

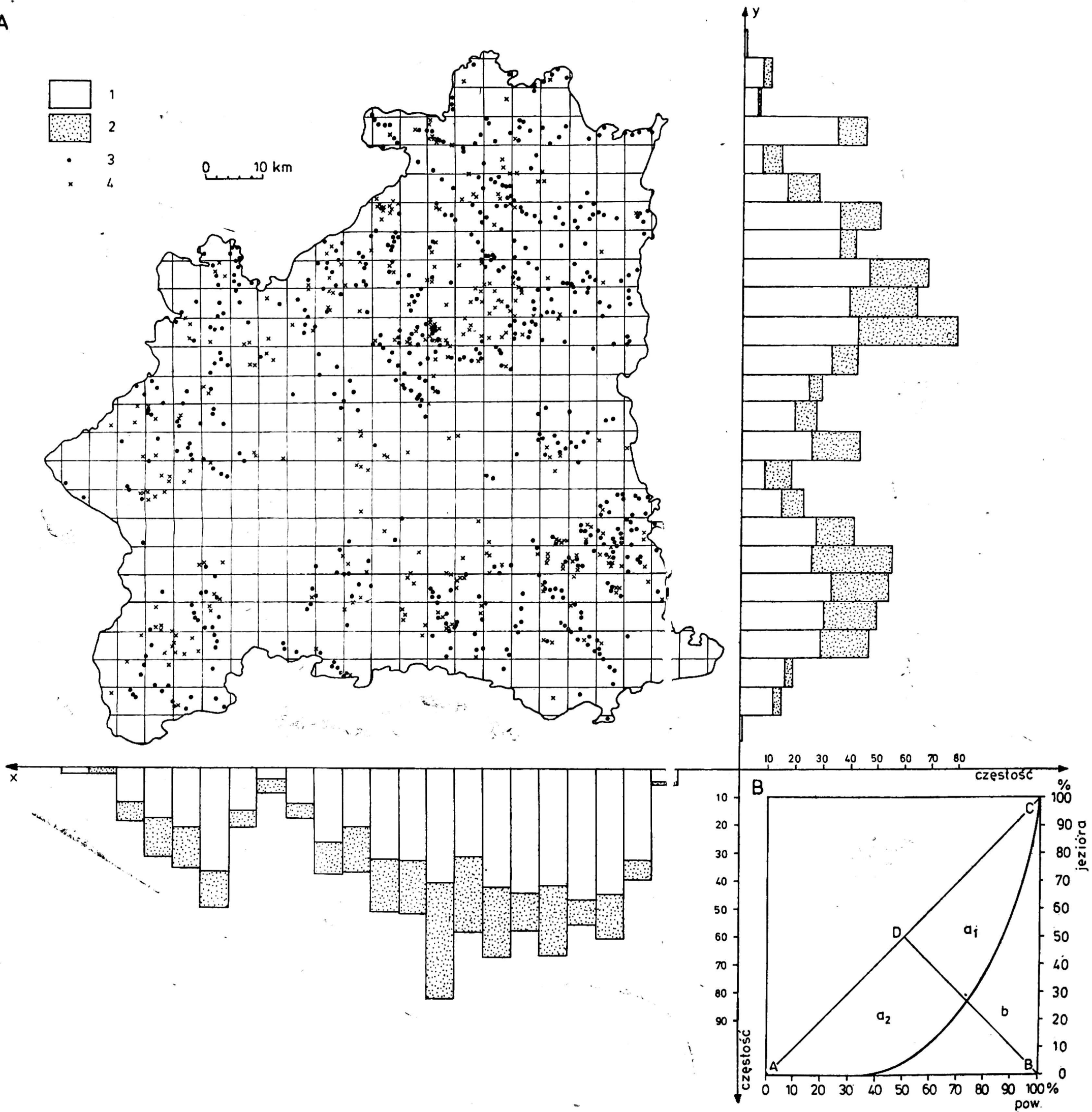
Wartość wskaźnika koncentracji  $C$  jest także wysoka, wyższa od wskaźnika  $\eta$  i wynosi 89,4%. Interpretacja wartości tego wskaźnika wymaga jednakże pewnej ostrożności, bowiem uwarunkowana jest ona po części kształtem obszaru, do którego odnoszą się histogramy rozkładów brzegowych.

Miary koncentracji podane wyżej mówią o stopniu koncentracji jezior w ogóle, natomiast rozkłady brzegowe łącznie z mapą punktową dobrze obrazują ich rozkład przestrzenny. W rozkładach brzegowych, zarówno południkowym, jak i równoleżnikowym można wyróżnić kilka „szczytów”, które powstają w wyniku prostopadłego rzutu większej liczby jezior. Zatem rozkłady brzegowe pokazują nam obszary największej koncentracji, największego skupienia wszystkich jezior łącznie oraz w rozbiciu na dwie klasy według wielkości powierzchni (rys. 1 A). Na podkreślenie zasługuje uwaga, że operujemy tylko pojęciem liczby jezior nie zaś ich powierzchnią. Skupienie dużej liczby jezior w polu podstawowym nie oznacza wcale znacznego procentowego udziału powierzchni wodnych. Mogą to bowiem być jeziorka bardzo małe, o łącznej powierzchni częstokroć mniejszej od powierzchni jednego dużego zbiornika.

W województwie gorzowskim wyróżniają się cztery obszary o znacznym skupieniu zbiorników wodnych, a w ich obrębie jeszcze pewne drobniejsze skupiska, nazwane tu zespołami jeziornymi.

Pierwszy z nich zajmuje północno-wschodnią część województwa, tj. obszar

A



Rys. 1. Koncentracja przestrzenna jezior województwa gorzowskiego

A – Mapa punktowa i rozkłady brzegowe, B – Krzywa koncentracji Lorenza, 1 i 3 – jeziora naturalne o powierzchni powyżej 5 ha, 2 i 4 – jeziora naturalne i antropogenne o powierzchni poniżej 5 ha

Pojezierza Choszczeńskiego i Pojezierza Dobiegniewskiego. Najbardziej charakterystyczne dla tego obszaru są jeziora rynnowe, układające się w ciągi o orientacji NW - SE. Spośród nich wymienić można, np.: zespół jezior rynny choszczeńsko-bierzwnickiej (j. Tłukom, j. Raduń, j. Bierzwnik), zespół jezior pelczyckich (j. Duży Pelcz, j. Trzebień), a także cały zespół jezior dobiegniewskich (j. Chomętowo, j. Lipie, j. Wielgie). Obok nich bardzo licznie występują jeziora małe typu wytopisk, których największe nagromadzenie obserwujemy na obszarze wysoczyzny morenowej okolic Strzelec Krajeńskich. Dokumentuje to, między innymi, dominanta rozkładu brzegowego na osi Y (rys. 1 A).

Drugim obszarem znacznej koncentracji jezior jest Pojezierze Myśliborskie z jeziorami o dużej powierzchni i znacznej głębokości, włączonymi w system odpływu rzeki Myśli (np.: j. Chłop, j. Łubie, j. Sitno).

Trzeci obszar licznego występowania jezior obejmuje południowo-wschodnią część województwa, tj. część Pojezierza Poznańskiego z zespołem jezior międzychodzko-sierakowskich, leżących po obydwu stronach Warty (np.: j. Gorzyńskie, j. Ławickie, j. Barlin) oraz Pojezierza Lubuskiego z zespołami jezior: obrzańskim (j. Lutol, j. Wielkie), pszczewskim (j. Chłop, j. Szarcz, j. Lubikowskie) i lubniewickim (j. Lubniewsko, j. Lubiąż). Odrębny zespół stanowią jeziora międzyrzecza Warty i Noteci, ulokowane w rynnach rozcinających wyższą, pradoliną równinę terasową (np.: j. Lubowo, j. Solecko).

Czwarty obszar skupienia jezior obejmuje południowo-zachodni skraj województwa z zespołem jezior rynnowych okolic Ośna Lubuskiego (np. j. Grzybno) i licznymi małymi zbiornikami wytopiskowymi w obszarach powierzchni sandrowych i wysoczyzny morenowej.

Kontrastowymi obszarami, w stosunku do omówionych wyżej, są centralne partie województwa zajęte przez szeroką Pradolinę Toruńsko-Eberswaldzką. Są to w zasadzie obszary bezjeziorne, głównie na odcinku między Gorzowem a Kostrzynem. Na rozkładach brzegowych (rys. 1 A) zaznaczają się one wyraźnymi „wkłęsłościami”. Zdarzają się tu tylko sporadycznie jeziora bardzo małe, zakolowe lub antropogenne.

## ZEBRANIE WYNIKÓW

Przeprowadzona analiza rozmieszczenia jezior w województwie, przy użyciu metod badania koncentracji przestrzennej, pozwala przedstawić następujące ważniejsze wyniki:

- Spośród 866 jezior zarejestrowanych w obrębie województwa, 35% stanowią zbiorniki małe o powierzchni mniejszej niż 5 ha. Są to zarówno zbiorniki naturalne, jak i antropogenne, lecz wśród nich najliczniejsze są zbiorniki wytopiskowe. Jeziora o powierzchni ponad 5 ha należą w przewadze do jezior rynnowych i moreny dennej.
- Stopień koncentracji jezior jest stosunkowo wysoki, zawsze wyższy od 50%

( $\eta=0,646$ ,  $C=89,4\%$ ) i jest wynikiem istnienia znacznych obszarów bezjeziornych (38% powierzchni województwa).

– W przestrzennym rozmieszczeniu jezior wyróżniono cztery główne skupiska występujące na obszarach pojeziornych i bezjeziorny obszar pradolinny (rys. 1 A).

*Instytut Geografii Fizycznej  
Uniwersytetu im. A. Mickiewicza w Poznaniu  
Zakład Hydrologii i Gospodarki Wodnej*

## LITERATURA

- Jedut R., 1961: Metoda koncentracji w zastosowaniu do badania rozmieszczenia ludności na przykładzie Polski. Ann. UMCS, Sectio B, T. 16, 5, Lublin.
- Kondracki J., 1977: Regiony fizyczno-geograficzne Polski. Wyd. UW, Warszawa.
- Kostrubiec B., 1977: Metody badania koncentracji przestrzennej. Artykuł w: Metody ilościowe i modele w geografii. Praca zbior. pod red. Z. Chojnickiego, PWN, Warszawa.
- Przeglądowa mapa geomorfologiczna Polski 1 : 500 000 (Arkusze Poznań) pod red. L. Starkła, 1981, IG i PZ PAN.
- Rotnicka J., 1983: Wykorzystanie metod badania układów punktowych do opisu rozmieszczenia jezior w województwie gorzowskim. Sprawozdania PTPN za II półrocze, Poznań.
- Wieliczko P., 1980: Koncepcja mapy tematycznej wód powierzchniowych województwa gorzowskiego w skali topograficznej. Maszynopis pracy magisterskiej (pod kier. S. Żyndy), Poznań.

## SPATIAL CONCENTRATION OF LAKES IN GORZÓW PROVINCE

### Summary

A large number of lakes that Gorzów province is generously endowed with (the total number of 866) and their specific spatial distribution encouraged the present author to determine the degree of lake concentration. A map showing surface water of the province at a scale of 1 : 100 000, compiled by Wieliczko (1980), represented the basis of establishment of an inventory of lakes. The study of lake concentration was carried out by the use of two methods discussed by Kostrubiec (1977). Measures of concentration were calculated using Lorenz's curve (Fig. 1B) and Kostrubiec's formula based on shore distributions (Fig. 1A).

The results are as follows:

- (1) there is a high degree of lake concentration in Gorzów province ( $\eta=0.646$ ,  $C=89.4$  per cent) due to the presence of vast areas devoid of lakes ( $a_2 > a_1$  — Fig. 1B),
- (2) in a spatial distribution of lakes (Fig. 1A), four main regions of lake concentration have been recognized; each of them contains smaller sets of lakes. The regions include:
  - (a) the Choszczno and Dobięgniewo lakelands in the north-eastern portion of the province, consisting of sets of Choszczno-Bierzwnik, Pełczyce and Dobięgniewo lakes, and a group of small melt-out basins in the vicinity of Strzelce Krajeńskie,
  - (b) the Myślibórz Lakeland containing large lakes joining the drainage system of the Myśła river,
  - (c) the south-eastern portion of the province, comprising part of the Poznań and Lubuskie lakelands with sets of Międzychód-Sieraków, Pszczew and Lubniewice lakes and a set of lakes lying in the region between the Warta and Noteć rivers,

- (d) the south-western fringe of the province containing a set of lakes in vicinity to Ośno Lubuskie and numerous melt-out basins in till regions and outwash plains.
- (3) the middle portion of the province, occupied by the Toruń-Eberswald Pradolina, contains no lakes (see Fig. 1A for map and shore distributions).

*Institute of Physical Geography  
A. Mickiewicz University in Poznań  
Department of Hydrology and Water Economy*

#### LIST OF FIGURES

Fig. 1. Spatial concentration of lakes in Gorzów province.

A: map showing points and shore distributions, B: Lorenz's concentration curve, 1 and 3: natural lakes over 5 ha in surface area, 2 and 4: natural and anthropogenic lakes below 5 ha in surface area.