
Z Zakładu Geografii Wydz. Matem.-Przyrodniczego U. M. C. S.
Kierownik: prof. dr Adam Malicki

Tadeusz WILGAT

W sprawie metody pomiarów gęstości sieci wodnej
Sur la méthode du mesurage de la densité
du réseau hydrographique

Gęstość sieci wodnej jest dla geografa zagadnieniem bardzo interesującym. Ważność tego zagadnienia podkreślano niejednokrotnie (Neumann, Romer). Mimo to nie opracowano dotąd metody, któraby nie budziła poważnych zastrzeżeń, ani istniejących metod nie poddano wyczerpującej ocenie. Zestawienie dotychczas stosowanych metod podaje A. Malicki (4).

Ze wszystkich stosowanych — przyjęły się tylko metody, wywodzące się z metody Neumanna. Opierają się one na definicji gęstości sieci wodnej jako „ilorazu z długości wszystkich naturalnych strug wodnych danego obszaru i jego powierzchni“. Różnice u poszczególnych autorów polegają na przyjęciu różnych pól, jako powierzchni pomiarów. Neumann obliczał długość rzek w obrębie drugorzędnych dorzeczy, Sürken i Romer przyjmują za podstawę pola trapezowe, będące wycinkiem siatki kartograficznej, a Schäfer pola kwadratowe.

Malicki poddaje krytyce definicję Neumanna i metody na niej oparte. Wysuwa następujące zarzuty:

- 1) długość rzeki zmienia się po regulacji,
- 2) przy rzekach meandrujących wartości wypadają zbyt duże,
- 3) niejednolitość generalizacji map uniemożliwia porównanie zjawiska.

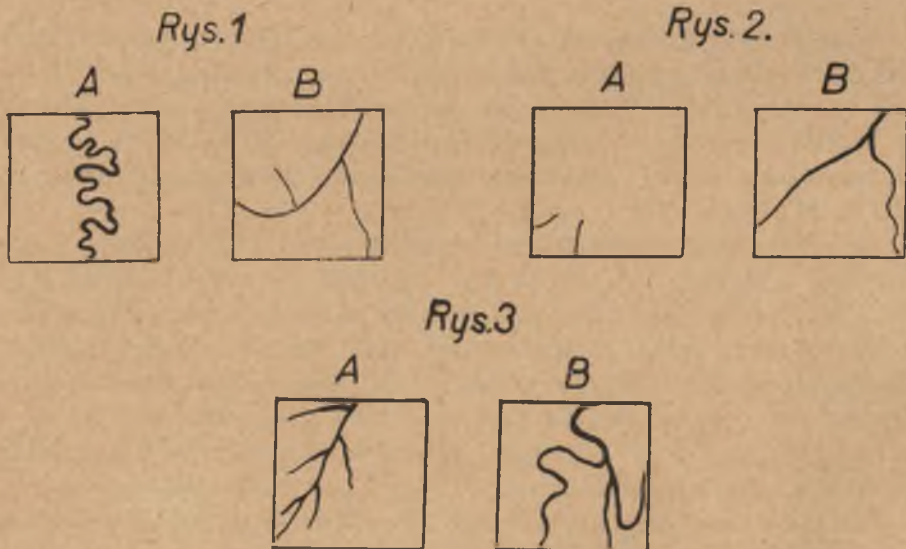
Zarzut pierwszy i trzeci nie wymagają objaśnienia. Słuszność zarzutu drugiego ilustruje fikcyjny przykład na ryc. 1¹⁾.

¹⁾ Malicki podaje przykład rzeczywisty — dwa wycinki mapy W. I. G. 1 : 100000 z terenu Wołynia i Karpat.

Na wycinku A długość rzeki jest większa niż na wycinku B, choć nie ulega wątpliwości, że gęstość sieci rzecznej jest większa na wycinku B.

Malicki proponuje inną definicję mianowicie: „gęstość sieci rzecznej jest ilorazem z ogólnej ilości strug wodnych i danej powierzchni“. Zaznacza, iż metoda, na takiej definicji oparta, poza tym, że nie nasuwa zastrzeżeń wyżej omówionych, jest o wiele prostsza technicznie.

Metoda Malickiego, którą można nazwać „ilościową“, budzi wszakże zastrzeżenia innego rodzaju. Większa ilość rzek, czy strumieni, nie musi być jednoznaczna z większą gęstością sieci rzecznej. Ta sama ilość rzek może odpowiadać w jednym obszarze (kwadracie czy trapezie) niewielkim odcinkom, a w drugim obszarze długim odcinkom rzek. Kilka drobnych strumieni może stanowić rzadszą sieć wodną, niż dwie duże strugi. Ryc. 2 i 3 obrazują takie możliwości. Na ryc. 2 oba wycinki mają po 2 rzeki, a nie trzeba chyba udowadniać, że gęstość sieci rzecznej jest większa na wycinku B. Na ryc. 3 wycinek A ma mniejszą gęstość pomimo większej liczby strug.



Z powyższych uwag wynika, że ani metoda, przyjmująca za wykładnik gęstości sieci rzecznej długość rzek, ani metoda opierająca się na ilości rzek, nie pozwalają w zasadzie na uniknięcie błędów²⁾.

²⁾ Dla zilustrowania trudności, jakie zjawiają się przy użyciu omawianych metod, niech posłuży przykład, wzięty z terenu opracowanego przez B. Szalkiewicza (7). Na sekcji Łosice mapy W. I. G-u 1 : 100.000 na S od Mord istnieje pradolina, poprzecinana wielką ilością rowów. Jeden z tych rowów jest górnym biegiem Liwca, ale

Nasuwa się inna jeszcze możliwość liczbowego ujęcia zagadnienia. Za wykładnik gęstości sieci wodnej można przyjąć odległość od wody. Z punktu widzenia logicznego ani ilość rzek, ani ich długość nie rozwiązują problemu, natomiast kryterium „odległości“ zdaje się nie budzić zastrzeżeń. Gęstość sieci wodnej jest tym większa, im mniejsze są odległości od wody. Metoda ta daje też możliwość uwzględnienia w razie potrzeby wód jeziernych.

Takie sformułowanie jest szczególnie wygodne dla antropogeografii, lecz może być użyte i dla wyjaśnienia związków, zachodzących między gęstością sieci wodnej a innymi zjawiskami fizycznymi (ilość opadów, rodzaj podłoża).

Najprostszym sposobem „odległościowym“ są ekwidystanty. Czynią one zbytecznym przyjmowanie sztucznych pól, niezbędnych w metodach „długościowej“ i „ilościowej“ oraz dają możliwość łatwego porównania terenów o różnej gęstości, — a to przez zestawienie odległości maksymalnych w obrębie arkusza, lub wielkości pól najbardziej odległych od wody.

Metoda ta zbyt mało jednak różnicuje obszary, leżące w pobliżu rzek, a wyodrębnia przede wszystkim obszary znacznie od wody oddalone.

Zróznicowanie takie można osiągnąć przy zastosowaniu innej metody „odległościowej“. W obrębie pól kwadratowych, na jakie dzieli się mapę, wyszukujemy punkty najbardziej od wody oddalone i odmierzamy ich odległość od wody. Teoretycznie powinno się najpierw wykreślić ekwidystanty, po czym odmierzyć odległość najbardziej oddalonego punktu. W praktyce stawia się nóżkę cyrkla w miejscu, które wydaje się

niemożliwe jest wyróżnienie na mapie rzeki, zmienionej widocznie działalnością człowieka w rów.

Przy ustalaniu naturalnych strug możemy postąpić w trojaki sposób:

1. możemy wszystkie rowy uznać za strugi naturalne,
2. możemy przyjąć, że wszystkie są sztuczne,
3. możemy dowolnie wybrać jeden lub kilka rowów.

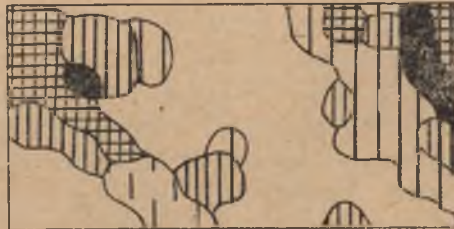
Rozwiązanie pierwsze da wynik niezgodny z prawdą, wykazując zbyt gęstą sieć rzeczną (jest zupełnie nieprawdopodobne, żeby wszystkie rowy były strugami naturalnymi). Rozwiązanie drugie da obraz paradoksalny — obszar bezwodny w terenie podmokłym, nasiąkniętym prosto wodą. W wypadku trzecim dostaniemy wyniki bardzo różne, zależnie od wycucia tego, kto dokonuje obliczeń. W konkretnych przypadkach w jednym polu o powierzchni 2 km² istnieje 10 rowów. Używając metody „ilościowej“ możemy mieć wynik od 1 do 10 rzek, czyli minimalną lub bardzo znaczną gęstość sieci rzecznej. Przy użyciu metody „długości“ wahanie będzie również bardzo duże, bo możemy pomierzyć długość jednego rowu lub wszystkich dziesięciu.

Omówione komplikacje wynikają oczywiście nie z metody, a z trudności w interpretowaniu mapy. Niemniej jednak należy się liczyć z takimi trudnościami i stosować metodę, przy której błędna interpretacja będzie miała najmniejszy wpływ na wynik.

najbardziej od wody odległe, druga nóżkę na najbliższej strudze wodnej i zatacza się okrąg, patrząc czy druga nóżka nie przecina rzek i czy do nich sięga. Jeśli punkt jest źle wybrany, to miejsce ustawienia pierwszej nóżki należy przesunąć. W praktyce wyszukanie punktu trwa chwilę i daje minimalny błąd. Wartości te wpisujemy w środek kwadratu. Liczby wpisane umożliwiają wykreślenie izarytm — linii, łączących punkty o jednakowej, największej odległości od wody ³⁾.

Celem porównania skonstruowano szereg map wymienionymi metodami: „długościowa“, „ilościowa“ i „odległościowa“. Pomiary wykonano na dwóch sekcjach map W. I. G-u 1 : 25 000 — sekcja Krynica i sekcja Skała. Sekcje z tak odrębnych terenów jak Karpaty i Wyż. Małopolska zostały wybrane ze względu na znaczne różnice w gęstości i typie sieci wodnej. Za podstawę pomiarów przyjęto kwadraty o boku 1 km, na jakie podzielona jest mapa. Kwadratów przeciętych ramką nie uwzględniono.

Rys.4



Mapka 5 i 6 przedstawiają ekwidystanty sekcji Krynica i Skała. Wykonano je dla oceny tej metody i przede wszystkim dla porównania tego najbezsronniejszego obrazu, jaki daje mapa ekwidystant, z obrazem uzyskanym metodami, które opierają się na geometrycznych polach pomiarowych.

Przy zestawieniu tych map widzimy ogromną różnicę w gęstości sieci wodnej. W sekcji Krynica maksymalne odległości od wody nie przekraczają 750 m, podczas gdy w sekcji Skała dochodzą do 2,5 km.

Mapki od 7 do 12 przedstawiają wymienione sekcje, opracowane trzema metodami. Przy poszczególnych metodach skala klas w obu sekcjach jest różna, a to ze względu na wielką kontrastowość terenów. Przy jednakowej skali obraz na sekcji Krynica uległby zbyt niemu skomplikowaniu, lub obraz sekcji Skała — zbyt niemu uproszczeniu. Porównanie obu

³⁾ Można wartości wpisać w miejsca rzeczywiście najbardziej odległe od wody, czyli umieszczać je topograficznie (1). Obraz uzyskany ulegnie stosunkowo niewielkiej zmianie.

sekcji w każdej metodzie jest i tak możliwe, chodziło zaś głównie o porównanie metod, a nie terenów.

Mapki 7 i 8 są wykonane metodą „długościową“. Z zestawienia ich wynika, że obszary o najgęstszej sieci wodnej w sekcji Krynica mają ponad 4 km rzek na 1 km², a w sekcji Skała poniżej 3 km/km² — obszary mające poniżej 1 km rzeki na km² zajmują w sekcji Skała o wiele większy obszar.

Mapki 9 i 10 są wykonane metodą „ilościową“. Przy małych liczbach nie można połączyć izarytmami wartości wpisanych w kwadraty — stąd wprowadzona sztuczność w postaci izarytm łączących wartości ułamkowe: 1,5—2,5 itd. Sztuczność polega na tym, że w rzeczywistości nie może być $\frac{1}{2}$ czy też $1\frac{1}{2}$ rzeki ⁴⁾.

Porównanie mapek 9 i 10 jest łatwe. W sekcji Krynica obszary o największej gęstości mają ponad 9 rzek, a w sekcji Skała ponad 2. Obszary bezrzeczne sekcji Skała zajmują o wiele większą powierzchnię.

Mapki 11 i 12 są wykonane proponowaną tutaj metodą „odległości“. Porównanie wykazuje, że tereny oddalone od wody mniej niż 500 m zajmują w sekcji Skała dwa małe skrawki, podczas gdy w sekcji Krynica większą część mapy. W sekcji Krynica tylko jeden niewielki obszar ma odległości od wody przekraczające 625 m, a w sekcji Skała znaczne obszary mają do wody dalej niż 1 km, a nawet więcej niż 2 km.

Przy porównaniu mapek 7, 9 i 11 oraz 8, 10 i 12 widzimy, że obrazy, uzyskane wszystkimi trzema metodami, są w ogólnym zarysie podobne. Szczególnie w sekcji Skała zgodność jest duża. Obszary o najgęstszej i najrzadszej tkance wodnej wypadają w tych samych miejscach.

Na sekcji Krynica wszystkie metody bardzo różnicują teren, natomiast w sekcji Skała metoda „długości“ i metoda „odległości“ dają obraz zróżnicowany, podczas gdy metoda „ilościowa“ daje obraz bardzo uproszczony, co wynika z małej ilości rzek (mapka 10). Zróżnicowanie zależne jest oczywiście także od zagęszczenia skali izarytm. Możliwość zagęszczenia jest nieograniczona w metodzie „długości“ i „odległości“, natomiast w metodzie „ilości“ stopień skali nie powinien ze względów logicznych być mniejszy od 1 (1, 2, 3 rzeki itd.).

Metoda „odległości“ (mapka 12) daje obraz (pominąwszy dobór skali) najbardziej urozmaicony, gdyż oprócz obszarów o najgęstszej sieci wodnej różnicuje też obszary odległe od wody, czyli mające rzadką sieć

⁴⁾ W pracy B. Szalkiewicz (7) — w mapie wykonanej metodą „ilościową“, izarytmy zastąpiono barwieniem pól podstawowych, których kształt został zmodyfikowany wskutek łączenia pól o jednakowych wartościach w plamy o zaokrąglonych narożach, jak to wskazuje ryc. 4.

wodną. W metodach „długościowej“ i „ilościowej“ obszary odległe od wody stanowią białą, nieodróżnicowaną plamę (mapki 8 i 10).

Zestawienie omówionych map z mapami ekwidystant pozwala stwierdzić większą zgodność z rzeczywistością obrazu uzyskanego metodą „odległości“.

Wszystkie trzy metody mają jedną wspólną wadę, której nie da się uniknąć, a mianowicie oparte są na sztucznym polu podstawowym. Neumann dokonywał pomiaru długości rzek w polu naturalnym, jakim są dorzecza rzek, lecz różna wielkość dorzeczy sprawia, że uzyskany obraz zaciera właściwości większych dorzeczy, na co zwrócił uwagę Czyżewski (3). Konieczność stosowania pól o jednakowej powierzchni podkreślają i inni autorzy (1, 6)). Należałoby stwierdzić w jakim stopniu zmiana wielkości i układu pól wpływa na zniekształcenie zjawiska i przy której metodzie zniekształcenie wypada stosunkowo najmniejsze.

Dla rozstrzygnięcia tego zagadnienia wykonano wszystkie mapki poraz wtóry przy polu podstawowym przesuniętym o pół km w kierunku równoleżnikowym i po raz trzeci przy czterokrotnie powiększonym polu podstawowym⁵⁾.

Mapki 9--14 wykonane są na przesuniętej siatce kwadratów. W celu łatwiejszego porównania zachowano jednak na mapkach siatkę kwadratów nieprzesuniętych. Umożliwia to śledzenie przemieszczania plam.

Porównanie z pierwszą serią map (7--12) wykazuje, że:

- 1) rysy przewodnie w mapkach skonstruowanych wszystkimi metodami pozostają niezmiennione,
- 2) szczegóły ulegają daleko idącym zmianom,
- 3) w mapkach sekcji Skała zmiany są mniejsze, niż w sekcji Krynica,
- 4) przy przesunięciu pól podstawowych najmniejszym zmianom uległ obraz, uzyskany metodą „odległości“.

Mapki 19--24 wykonane są na powiększonych polach podstawowych. We wszystkich mapkach zachowano tę samą skalę dla przedstawienia natężenia zjawiska co poprzednio, tylko dla sekcji Krynica w metodzie „ilościowej“ trzeba było odstępy skali zmniejszyć, gdyż poprzednio użyta nie różnicowała obrazu przy powiększonym polu podstawowym.

⁵⁾ Naturalne przesunięcia można robić różne. Aby sprawdzić czy wnioski wyciągnięte z mapek przy takim przesunięciu nie są przypadkowe, wykonano jeszcze metodą „ilości“ i „odległości“ 4 mapki przy polach przesuniętych w kierunku równoleżnikowym i południkowym równocześnie, oraz 4 mapki, na które naniesiono wartości obliczone przed przesunięciem pól i po przesunięciu pól na E i N, uzyskując w ten sposób podwójną ilość punktów do interpolacji. Mapki te nie dostarczyły nowego materiału, a potwierdziły wyciągnięte wnioski.

Przy zestawieniu mapek sekcji Krynica — 19, 21 i 23 z 7, 9 i 11 — widzimy, że zmiany obrazu uzyskanego przy różnych metodach są różne. Przy metodzie „długościowej“ zmiany są tak znaczne, że z trudem można stwierdzić jakieś rysy wspólne. W mapie, wykonanej metodą „ilościową“, zatarte są szczegóły, ale została smuga większego nasilenia, przebiegająca środkiem arkusza i obszary o nasileniu mniejszym na SW i NE. Trzeba jednak podkreślić, że zgodność obrazów została osiągnięta tylko dzięki zastosowaniu innej skali dla oznaczenia natężenia zjawiska. W metodzie „odległościowej“ wartości bezwzględne odległości od wody uległy



Rys. 5. Krynica — ekwidystanty co 250 m

powiększeniu, co wynika z powiększenia pól podstawowych, obraz jednak w ogólnych zarysach pozostał niezmieniony (mapki o zagęszczonej skali klas wykazały nawet dość znaczną zgodność w szczegółach).

Sekcja Skąła wykazuje mniejsze zmiany, a zatem większe podobieństwo map, opracowanych przy polu podstawowym małym i dużym. Największe zmiany zachodzą w mapie, wykonanej metodą „ilościową“. Ponieważ zmiany obrazu przy powiększaniu pola podstawowego zachodzą przy wszystkich trzech metodach (choć w niejednakowym stopniu), przeto ustalenie wielkości pola podstawowego — co już niejednokrotnie było

podkreślane — jest zagadnieniem niezmiernie ważnym. Wielkość pól należy uzależnić od rodzaju sieci wodnej (w obszarach o zróżnicowanej tkance wodnej nie można brać pól zbyt dużych, które zacierałyby różnice) i od celów studiów (czy to mają być badania szczegółowe, czy chodzi o zgeneralizowany obraz porównawczy na większej przestrzeni).

Najsumienniejsze jednak przemyślenie nie wyklucza przypadkowości, wobec czego należałoby dać pierwszeństwo metodzie, umożliwiającej jak największe ograniczenie tej przypadkowości. Porównanie mapek przemawia za metodą tutaj proponowaną. Mniejsza przypadkowość jest wy-



Rys. 6. Skala — ekwidystanty co 500 m

nikiem kryterium, na którym opiera się metoda. Odległości maksymalne od wody ulegają w mniejszym stopniu zmianom przy zmianie powierzchni pól podstawowych, niż długość i ilość rzek, gdyż pomiar jest bodaj częściowo uniezależniony od pól podstawowych. (Punktu najbardziej oddalonego szuka się wprawdzie w obrębie kwadratu, ale odległość jest mierzona od najbliższej wody, czy strugi wodnej już z pominięciem kwadratów).

Trzeba dodać, że trudności techniczne przy obliczeniach zmniejszają się przy powiększaniu pól podstawowych w metodzie „ilościowej“ i „od-

ległościowej“, a pozostają bez zmiany, a nawet wzrastają przy metodzie „długościowej“.

Mapki i dotychczasowe wywody upoważniają do próby zestawienia omawianych metod:

- 1) Względy techniczne przemawiają na korzyść metody „ilościowej“ i „odległościowej“, które są bardzo proste, a przeciw metodzie „długościowej“ bardzo uciążliwej, a przez to zwiększającej możliwość pomyłek.
- 2) Metody „odległościowa“ i „długościowa“ dają obraz bardziej zróżnicowany od metody „ilościowej“, gdyż pozwalają na dowolne zagęszczenie skali, dzięki czemu lepiej nadają się do badań szczegółowych. Należy podkreślić, że zróżnicowanie w metodzie „odległościowej“ jest wszechstronniejsze niż w metodzie „długościowej“, gdyż oprócz obszarów blisko wody leżących różnicuje też ona obszary od wody oddalone.
- 3) Przy powiększaniu i przesuwaniu pól podstawowych najmniejsze zmiany wykazuje obraz uzyskany metodą „odległościową“.
- 4) Metoda „odległości“ nie nasuwa omówionych we wstępie zastrzeżeń logicznych (rzeki meandrujące, długość odcinków rzek i t. d.).
- 5) Metoda „odległości“ pozwala na odmierzanie odległości nie tylko od strug rzecznych, lecz także i od wód jeziernych.

KRYNICA

Rys. 7. Metoda „długości”
La méthode
„de longueur”

Objaśnienie:
Légende:

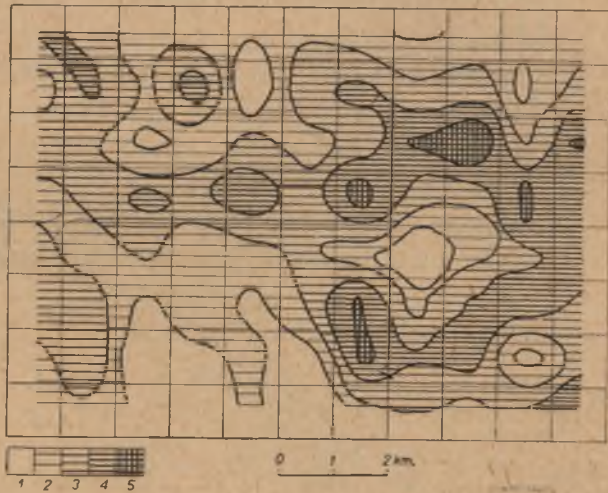
1. Od 0 do 1 km/km²
De à
2. „ 1 „ 2 „
3. „ 2 „ 3 „
4. „ 3 „ 4 „
5. więcej niż 4 „
plus que



Rys. 9. Metoda „ilości”
La méthode
„de quantité”

Objaśnienie:
Légende:

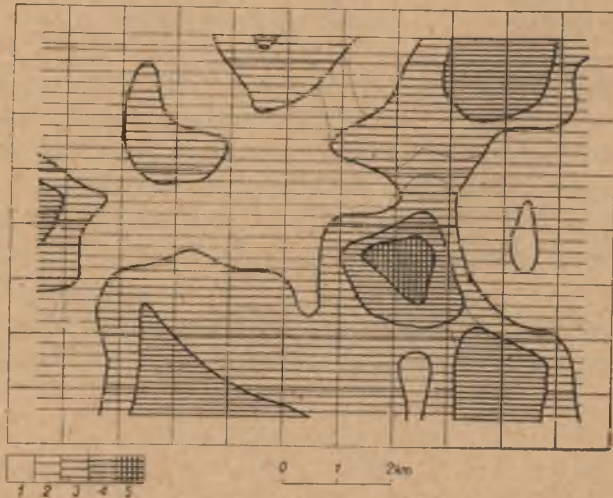
1. Od 0 do 3,5 rzek
De à riv. /km²
2. „ 3,5 „ 5,5 „
3. „ 5,5 „ 7,5 „
4. „ 7,5 „ 9,5 „
5. więcej niż 9,5 „
plus que

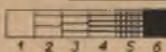


Rys. 11. Metoda „odległości”
La méthode
„de distance”

Objaśnienie:
Légende:

1. Mniej niż 250 m
Moins que
2. od 250 do 375 m
de à
3. „ 375 „ 500 m
4. „ 500 „ 625 m
5. więcej niż 625 m
plus que





0 1 2km

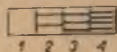
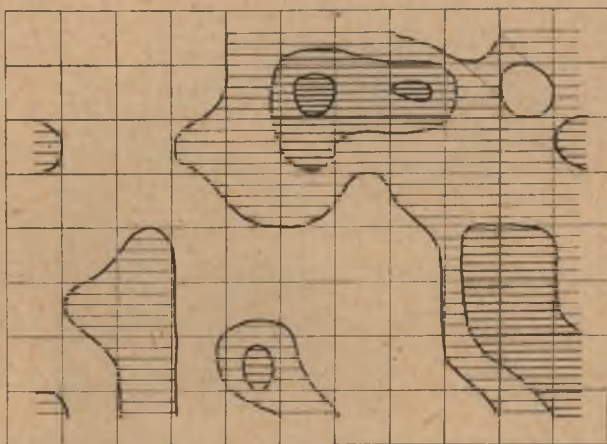
S K A L A

Rys. 8. Metoda „długości”
Le méthode
„de longueur”

Objaśnienie:

Légende:

1. Od 0 do 0,5 km/km²
De à
2. „ 0,5 „ 1 „
3. „ 1 „ 1,5 „
4. „ 1,5 „ 2 „
5. „ 2 „ 2,5 „
6. „ 2,5 „ 3 „



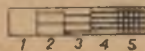
0 1 2km

Rys. 10. Metoda „ilości”
La méthode
„de quantité”

Objaśnienie:

Légende:

1. Od 0 do 0,5 rzek
De à riv. / km²
2. „ 0,5 „ 1,5 „
3. „ 1,5 „ 2,5 „
4. więcej niż 2,5 „
plus que



0 1 2km

Rys. 12. Metoda „odległości”
La méthode
„de distance”

Objaśnienie:

Légende:

1. Od 0 do 500 m
De à
2. „ 500 „ 1000 m
3. „ 1000 „ 1500 m
4. „ 1500 „ 2000 m
5. więcej niż 2000 m
plus que

KRYNICA

Pola przesunięte równoleżnikowo o 0,5 km
 Les carrés déplacés en direction
 des parallèles 0,5 km

Rys. 13. Metoda „długości”
 La méthode
 „de longueur”

Objaśnienie:

Légende:

1. Od 0 do 1 km/km²
De à
2. „ 1 „ 2 „
3. „ 2 „ 3 „
4. „ 3 „ 4 „
5. więcej niż 4 „
plus que

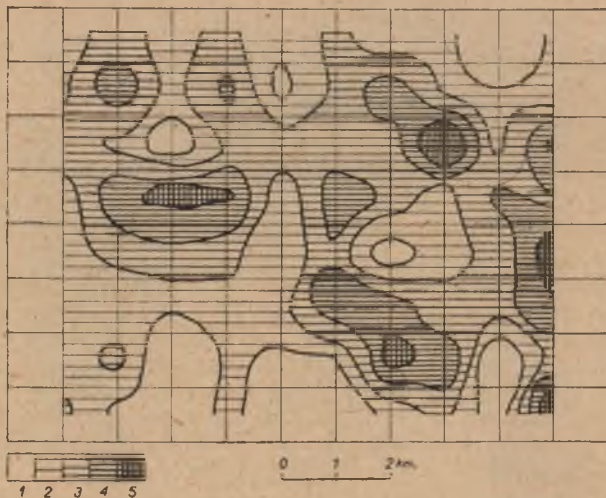


Rys. 15. Metoda „ilości”
 La méthode
 „de quantité”

Objaśnienie:

Légende:

1. Od 0 do 3,5 rzek
De à riv. / km²
2. „ 3,5 „ 5,5 „
3. „ 5,5 „ 7,5 „
4. „ 7,5 „ 9,5 „
5. więcej niż 9,5 „
plus que

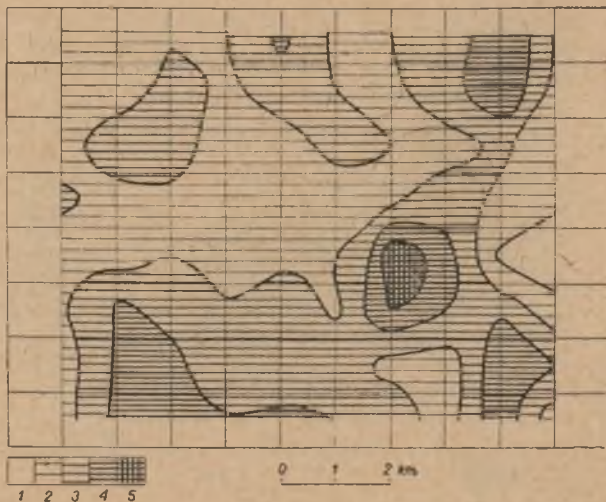


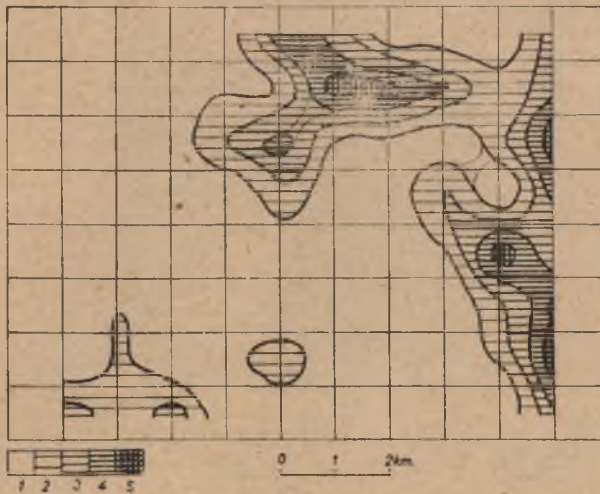
Rys. 17. Metoda „odległości”
 La méthode
 „de distance”

Objaśnienie:

Légende:

1. Od 0 do 250 m
De à
2. „ 250 „ 375 m
3. „ 375 „ 500 m
4. „ 500 „ 625 m
5. więcej niż 625 m
plus que





SKAŁA

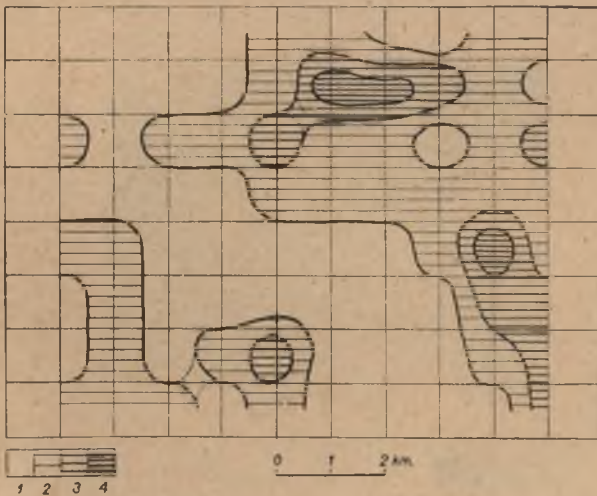
Pola przesunięte równoleżnikowo o 0,5 km
Les carrés déplacés en direction de parallèles 0,5 km

Rys. 14. Metoda „długości”
La méthode „de longueur”

Objaśnienie :

Légende :

1. Od 0 do 0,5 km/km²
De à
2. „ 0,5 „ 1 „
3. „ 1 „ 1,5 „
4. „ 1,5 „ 2 „
5. „ 2 „ 2,5 „

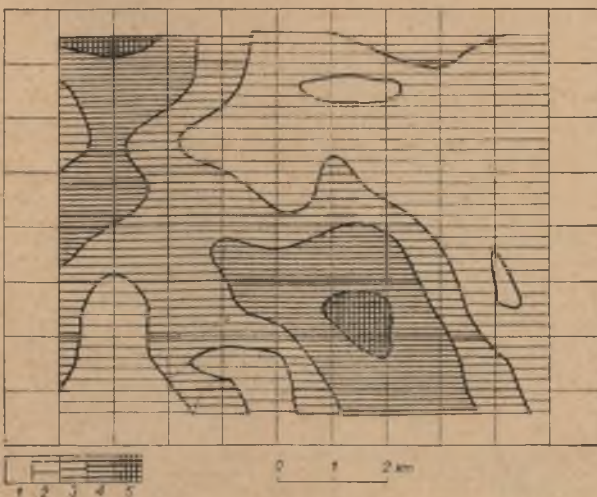


Rys. 16. Metoda „ilości”
La méthode „de quantité”

Objaśnienie :

Légende :

1. Od 0 do 0,5 rzeki
De à riv. /km²
2. „ 0,5 „ 1,5 „
3. „ 1,5 „ 2,5 „
4. więcej niż 2,5 „
plus que



Rys. 18. Metoda „odległości”
La méthode „de distance”

Objaśnienie :

Légende :

1. Od 0 do 500 m
De à
2. „ 500 „ 1000 m
3. „ 1000 „ 1500 m
4. „ 1500 „ 2000 m
5. więcej niż 2000 m
plus que

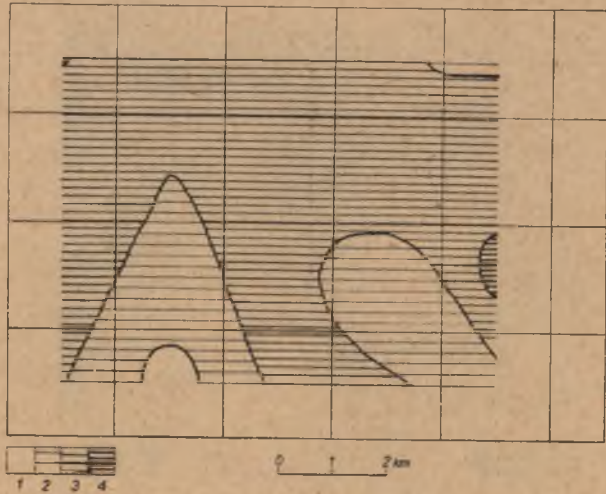
KRYNICA

Pola powiększone czterokrotnie
Les carrés quatre fois plus
grands

Rys. 19. Metoda „długości”
La méthode
„de longueur”

Objaśnienie:
Légende:

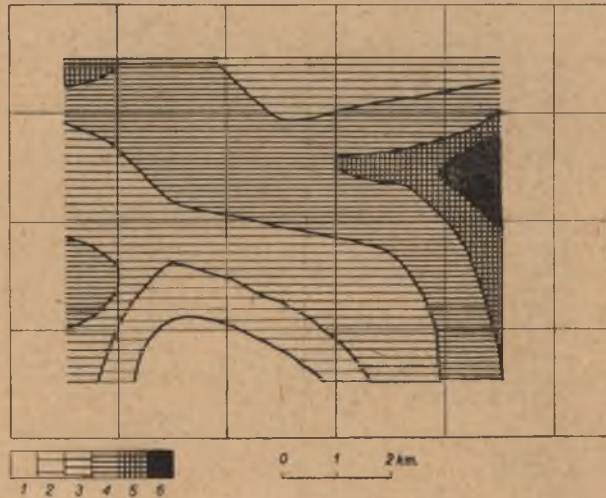
1. Od 0 do 1 km/km²
De à
2. „ 1 „ 2 „
3. „ 2 „ 3 „
4. „ 3 „ 4 „



Rys. 21. Metoda „ilości”
La méthode
„de quantité”

Objaśnienie:
Légende:

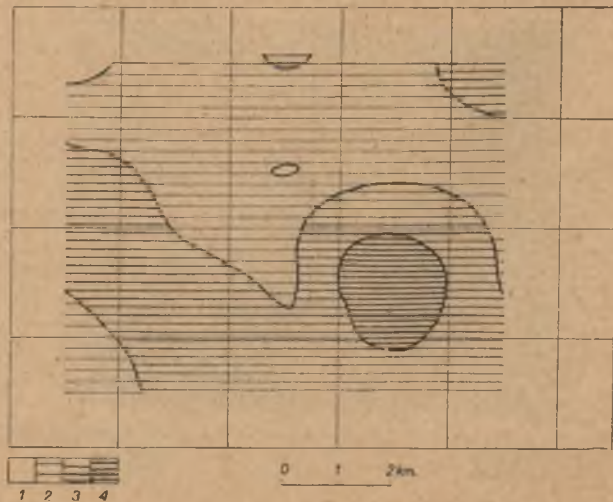
1. Od 0 do 2,5 rzeki
De à riv. /km²
2. „ 2,5 „ 3,5 „
3. „ 3,5 „ 4,5 „
4. „ 4,5 „ 5,5 „
5. „ 5,5 „ 6,5 „
6. więcej niż 6,5 „
plus que

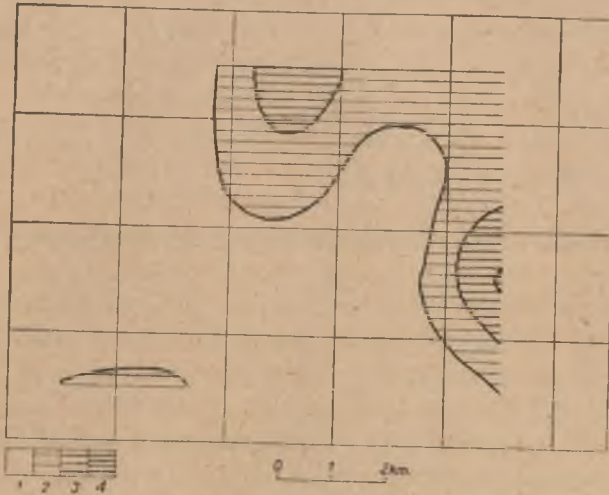


Rys. 23. Metoda „odległości”
La méthode
„de distance”

Objaśnienie:
Légende:

1. Od 0 do 375 m
De à
2. „ 375 „ 500 m
3. „ 500 „ 625 m
4. więcej niż 625 m
plus que



**SKAŁA**

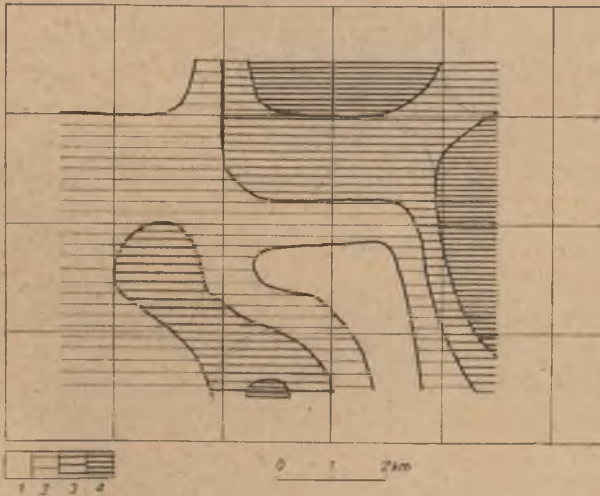
Pola powiększone czterokrotnie
Les carrés quatre fois plus
grands

Rys. 20. Metoda „długości”
La méthode
„de longueur”

Objaśnienie:

Légende:

1. Od 0 do 0,5 km/km²
De à
2. „ 0,5 „ 1 „
3. „ 1 „ 1,5 „
4. „ 1,5 „ 2 „

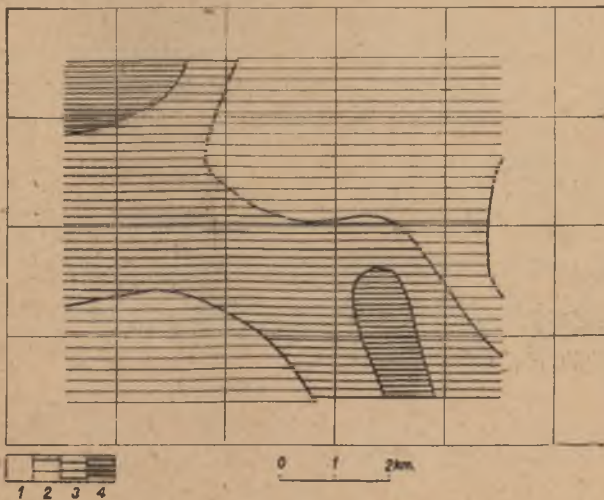


Rys. 22. Metoda „ilości”
La méthode
„de quantité”

Objaśnienie:

Légende:

1. Od 0 do 0,5 rzeki
De „ riv. /km²
2. „ 0,5 „ 1,5 „
3. „ 1,5 „ 2,5 „
4. więcej niż 2,5 „
plus que



Rys. 24. Metoda „odległości”
La méthode
„de distance”

Objaśnienie:

Légende:

1. Od 0 do 1000 m
De à
2. „ 1000 „ 1500 m
3. „ 1500 „ 2000 m
4. więcej niż 2000 m
plus que

R E S U M É

Sur la méthode du mesurage de la densité du réseau hydrographique.

Pour un géographe le problème de la densité du réseau hydrographique est d'un grand intérêt. L'importance de ce problème a été soulevée plus d'une fois (Neumann, Romer). Cependant jusqu'ici on n'a pas élaboré de méthode qui ne provoque d'objections considérables, ni non plus on n'a soumis celles qui existent à une stricte évaluation. Une revue de méthodes pratiquées jusqu'ici fut publiée par A. Malicki (4).

Entre toutes les méthodes proposées il n'y a que celles qui tirent leur origine de la méthode de Neumann, qui soient en usage. Elles sont basées sur la définition de la densité du réseau hydrographique comme, „le quotient de la longueur de tous les cours d'eau naturels d'un terrain par la superficie de ce dernier“. Les différences entre les auteurs particuliers consistent dans les différences des aires acceptées comme superficie de mesurage. Neumann calculait la longueur des rivières dans les bornes des bassins de fleuves secondaires; Sürken et Romer prennent pour base une aire de trapèze qui est un segment du réseau cartographique et Schäfer des aires carrées.

Malicki soumet à la critique la définition de Neumann et les méthodes fondées dessus. Il présente les objections suivantes:

- 1) La longueur du fleuve change après sa régulation.
- 2) A l'égard des rivières qui décrivent des méandres on obtient de trop grandes valeurs.
- 3) La variété de généralisation des cartes rend impossible la comparaison du phénomène.

La première et la troisième de ces objections n'exigent pas d'explication. La justesse de la deuxième est illustrée par un exemple fictif sur la fig. 1¹⁾. Sur le segment A la longueur du fleuve est plus grande que sur le segment B, malgré que la densité du réseau fluvial est incontestablement plus grande sur le segment B.

Malicki propose une autre définition: „La densité du réseau fluvial est le quotient de la quantité totale des cours d'eau par la superficie donnée“. Il fait remarquer, que la méthode fondée sur une telle définition,

1) Malicki donne un exemple réel -- deux segments de la carte de W. I. G. 1 : 100.000 des régions de la Volhynie et des Carpathes.

tout en ne donnant pas lieu aux objections mentionnées, est beaucoup plus simple dans son procédé technique.

Pourtant la méthode de *Malicki*, qui pourrait être nommée „quantitative“ („de quantité“) provoque des objections d'un autre genre. Une quantité plus grande (ou plus petite) de rivières ou de ruisseaux n'équivaut pas à une plus grande (ou plus petite) densité du réseau fluvial. La même quantité de rivières peut correspondre dans un certain espace (carré ou trapèze) à de petits secteurs de rivières, et dans un autre à des secteurs d'une longueur considérable. Plusieurs petits ruisseaux peuvent faire un réseau fluvial moins dense que deux grands cours d'eau. Les fig. 2 et 3 représentent de pareilles possibilités. Sur la fig. 2 chacun des deux segments possède deux rivières, et cependant il serait inutile de démontrer que la densité du réseau fluvial est plus élevée dans le segment B. Sur la fig. 3 le segment A possède une moindre densité malgré une plus grande quantité de cours d'eau.

Il résulte des considérations ci-dessus que ni la méthode qui admet comme exposant de la densité du réseau fluvial la longueur des rivières, ni celle qui est basée sur la quantité de ces dernières ne permettent en principe d'éviter les erreurs.

Nous apercevons encore un autre moyen de traiter le problème de façon numérique. On peut admettre comme exposant de la densité du réseau hydrographique, l'éloignement de l'eau. Au point de vue logique ni la quantité de rivières ni leur longueur ne résolvent le problème, tandis que le criterium de la distance ne paraît pas provoquer d'objections. La densité du réseau hydrographique est d'autant plus grande, que les distances de l'eau sont moindres. Cette méthode donne en plus la possibilité de prendre en considération les lacs là où ce serait opportun.

Une pareille formulation convient surtout dans l'antropogéographie, mais elle peut aussi servir à éclaircir les relations qui existent entre la densité du réseau hydrographique, et d'autres phénomènes physiques (précipitations atmosphériques, substratum).

Le plus simple procédé dans la méthode „de distance“ c'est de se servir des lignes d'équidistantes. Cela rend superflues les aires artificielles, qui sont indispensables dans les méthodes „de longueur“ (longitudinale) et „de quantité“ (quantitative) et permet de comparer facilement des terrains à une densité différente. On le fait en rapprochant les maximums des distances dans l'enceinte d'une planche ou bien l'étendue des aires les plus éloignées de l'eau.

Cependant celle méthode différencie trop faiblement les terrains situés près des rivières et détache avant tout ceux qui sont considérablement éloignés de l'eau.

On peut obtenir la différenciation désirée à l'aide d'une autre méthode, celle „de distance“. On divise la carte en aires carrées, et on cherche dans les limites de celles-ci les points les plus éloignés de l'eau, après quoi on mesure la distance qui les sépare de la rivière. En théorie il faudrait tracer d'abord les lignes d'équidistantes et ensuite mesurer la distance du point le plus éloigné. Pratiquement on pose une pointe du compas dans l'endroit qui paraît le plus éloigné de l'eau et la seconde sur le cours d'eau le plus proche et on fait le cercle en observant si la seconde pointe ne coupe pas les rivières et si elle les atteint. Si le point est mal choisi il faut déplacer le point d'appui de la première pointe. En pratique la recherche du point ne dure qu'un moment et les erreurs sont minimales. Nous inscrivons les valeurs au centre du carré. Les chiffres inscrits permettent de tracer les isarithmes ou lignes qui joignent les points situés dans la même plus grande distance de l'eau²⁾.

Afin de faire la comparaison on a dressée une série de cartes au moyen des méthodes citées: „de longueur“, „de quantité“ et „de distance“. On a exécuté les mesurages sur deux sections des cartes de W. I. G. 1 : 25 000 — la section de Krynica et celle de Skała. Les sections des terrains tellement différents que les Carpathes et le plateau de la Petite Pologne furent choisis en égard des grandes différences dans la densité et type du réseau fluvial. On a pris pour base de mesurage des carrés au côté d'un km en lesquels la carte est divisée; on n'a pas pris en considération les carrés coupés par la bordure.

Les cartes 5 et 6 représentent les lignes d'équidistantes des sections Krynica et Skała. Elles furent exécutées pour l'appréciation de la méthode, et surtout pour la comparaison de l'image la plus impartiale que présente la carte des lignes d'équidistantes avec l'image obtenue à l'aide des méthodes basées sur des aires de mesurage géométriques.

En rapprochant ces cartes nous voyons des différences énormes dans la densité du réseau fluvial. Dans la section Krynica le maximum de l'éloignement de l'eau ne dépasse pas 750 m., tandis que dans la section Skała il atteint jusqu'à 2,5 km.

Les cartes de 7 à 12 représentent les dites sections élaborées au moyen des trois méthodes. L'échelle des classes dans les deux sections est différente pour les méthodes particulières en égard des grands contrastes du terrain. Si les échelles étaient égales l'aspect de la section Krynica deviendrait trop compliqué ou bien l'aspect de la section Skała serait trop sim-

²⁾ On peut inscrire les valeurs dans les endroits qui sont en réalité les plus éloignés de l'eau c'est à dire d'une façon topographique. L'image ainsi obtenue sera relativement peu modifiée.

plifié. La comparaison des deux sections d'après chacune des méthodes ne laisse pas d'être possible et il s'agissait avant tout de comparer les méthodes et non les terrains.

Les cartes 7 et 8 sont exécutées par la méthode „de longueur“. Il résulte de leur rapprochement, que les terrains de la plus grande densité du réseau de la section Krynica ont plus de 4 km. de rivières, et dans la section Skała moins de 3 km/km². Les étendues possédantes moins de 1 km de rivières par km² occupent dans la section Skała un espace beaucoup plus grand.

Les cartes 9 et 10 sont exécutés à l'aide de la méthode „de quantité“. Ayant des nombres petits on ne peut pas joindre les valeurs inscrites dans les carées par les isarythmes, en conséquent on a introduit un moyen artificiel: on a joint par les isarythmes des valeurs fractionnaires: 1,5—2,5 ets. Ce moyen est imaginaire, parce que en réalité il ne peut pas y avoir 1¹/₂ ou bien 2¹/₂ de rivières³⁾.

La comparaison des cartes 9 et 10 est facile. Dans la section Krynica les terrains à la plus grande densité ont plus de 9 rivières, et dans la section Skała plus de 2. Les étendues sans rivières occupent dans la section Skała une superficie beaucoup plus grande.

Les cartes 11 et 12 sont exécutées à l'aide de la méthode proposée ici, celle „de la distance“.

La comparaison démontre que les terrains éloignés de l'eau moins que de 500 m occupent dans la section Skała deux petits bouts, tandis que dans la section Krynica elles font la majeure partie de la carte. Dans la section Krynica il n'y a qu'un seul terrain peu considérable qui a des distances de l'eau dépassantes 625 m, et dans la section Skała de vastes étendues sont éloignées de l'eau plus d'un, et même plus de deux km.

En rapprochant les cartes 7, 9 et 11 ainsi que 8, 10 et 12, nous voyons que les images obtenues à l'aide de toutes les trois méthodes se ressemblent dans leurs traits généraux. Particulièrement dans la section Skała on aperçoit une conformité considérable. Les régions au réseau fluvial le plus et le moins dense tombent dans les mêmes lieux.

Dans la section Krynica toutes les méthodes différencient beaucoup le terrain, par contre dans la section Skała les méthodes „de longueur“ et „de distance“ donnent une image différenciée, tandis que la méthode „de quantité“ offre une image fort simplifiée, ce qui résulte de la petite

³⁾ Dans le travail de B. Szalkiewicz (7) sur la carte dressée au moyen de la méthode „de quantité“ on a remplacé les isarythmes par la coloration des aires fondamentales, dont la forme fut modifiée en conséquence de l'union des aires aux mêmes valeurs en taches aux bords arrondis comme le montre la gravure 4.

quantité de rivières (carte 10). La différenciation dépend évidemment de serrage de l'échelle des isarithmes. Dans les méthodes „de longueur“ et „de distance“ la possibilité du serrage est illimitée tandis que dans la méthode „de quantité“ le degré de l'échelle au point de vue de la logique ne doit pas être moindre que 1 (1, 2, 3 rivières etc.).

La méthode de distance (carte 12) donne (à part le choix de l'échelle) l'image la plus variée, car elle différencie non seulement les terrains à la plus grande densité du réseau fluvial, mais aussi ceux qui sont éloignés de l'eau, c'est à dire qui possèdent une petite densité. Dans les méthodes „de longueur“ et „de quantité“ les terrains éloignés de l'eau font une tache blanche non différenciée (cartes 8 et 10). Le rapprochement des cartes en question avec les cartes des lignes d'équidistantes fait constater dans les cartes traités au moyen „de distance“ une plus grande conformité de l'image obtenue avec l'aspect réel.

Toutes les trois méthodes possèdent un défaut commun qu'on ne saurait éviter, c'est qu'elles sont basées sur une aire fondamentale artificielle (Neumann exécutait le mesurage de la longueur des rivières dans les aires naturelles lesquelles sont les bassins de ces rivières, mais les différentes grandeurs des bassins faisaient, que l'image obtenue effaçait les propriétés des bassins plus étendus, ce qu'a fait remarquer Cz y ż e w s k i (3). D'autres auteurs (1, 6) insistent aussi sur la nécessité d'employer des aires à une même superficie). Il serait nécessaire d'établir à quel degré le changement de la grandeur et de la disposition des aires provoque la déformation du phénomène, et dans quelle méthode cette déformation est relativement la moindre.

Pour résoudre cette question on a exécuté toutes les cartes une seconde fois avec l'aire fondamentale transposée d'un $\frac{1}{2}$ km en direction de parallèle, et encore une troisième fois avec l'aire fondamentale quatre fois plus grande ⁴⁾.

Les cartes 13—18 sont exécutées sur un réseau de carrés déplacé. Cependant afin de faciliter la comparaison on a conservé le réseau de carrés non déplacé. Cela permet d'examiner le déplacement des taches.

⁴⁾ Evidemment on peut faire toutes sortes de déplacements. Pour vérifier si les conclusions tirées de ces cartes avec la transposition ci-dessus ne sont pas accidentales, on a exécuté encore 4 cartes à l'aide des méthodes „de quantité“ et „de longueur“ en déplaçant les aires en direction des parallèles et des méridiens simultanément et 4 cartes on a inscrit les valeurs obtenues avant et après le déplacement des aires au E et N en gagnant ainsi une double quantité de points pour l'interpolation. Ces cartes ont confirmé nos conclusions sans fournir du matériel nouveau.

Le rapprochement avec la première série de cartes (7—12) démontre :

- 1) Que les traits principaux restent sans changements sur les cartes exécutés au moyen des trois méthodes.
- 2) Que les détails subissent des changements fort considérables.
- 3) Que dans les cartes de la section Skała les changements sont moindres que dans celle de Krynica.
- 4) Que le déplacement des aires fondamentales a produit les moindres changements dans la méthode „de distance“.

Les cartes 19—24 sont exécutées sur des aires fondamentales agrandies. Pour représenter la tension du phénomène on a conservé dans toutes les cartes la même échelle qu'auparavant, seulement pour la section Krynica dans la méthode „de quantité“ il a fallu diminuer les intervalles de l'échelle, car avec l'aire fondamentale agrandie, celle qui était employée précédemment ne donnait point d'image.

En rapprochant les cartes de la section Krynica 19, 21 et 23 avec les premières (7, 9 et 11) nous voyons que les changements diffèrent en présence de différentes méthodes. Dans la méthode „de longueur“ les changements sont si considérables, que c'est à peine si on peut constater certains traits communs. Dans la carte dressée à l'aide de la méthode „de quantité“ les détails sont effacés, mais on aperçoit pourtant la bande d'une plus grande tension qui passe au milieu de la planche ainsi que des terrains à une tension plus faible au SW et NE. Il faut cependant prendre en considération, que la conformité de l'image ne fût atteinte que grâce à l'application d'une autre échelle servant à déterminer la tension du phénomène. Dans la méthode „de distance“ les valeurs absolues de l'éloignement de l'eau furent agrandies, ce qui résulte de l'agrandissement des aires fondamentales, cependant l'image dans les traits généraux est restée la même (Les cartes à l'échelle de classes plus serrée démontrent même une conformité remarquable dans les détails).

La section Skała présente moins de changements, donc une plus grande ressemblance entre les cartes élaborées avec une plus grande ou plus petite aire fondamentale. Les plus grands changements s'opèrent dans la carte exécutée d'après la méthode de quantité. Puisque le changement de l'image par l'agrandissement de l'aire fondamentale a lieu dans les trois méthodes, donc l'établissement de la grandeur de cette aire est un problème très important, ce qui fût déjà relevé plus d'une fois.

Il faut régler les dimensions des aires selon le caractère du réseau fluvial, (on ne peut pas prendre des aires trop grandes dans des terrains qui ont le réseau fluvial différencié, car les différences seraient altérées) et selon le but des études (si ce sont des recherches détaillées ou bien s'il s'agit de donner un aspect général comparatif sur une étendue vaste).

Cependant la considérable la plus scrupuleuse n'exclue pas l'accidentalité, par conséquent il serait juste de donner la préférence à la méthode qui permet de borner autant que possible cette accidentalité. La comparaison des cartes témoigne en faveur de la méthode proposée ici. Une moindre accidentalité résulte du critérium sur lequel la méthode est fondée. Les distances de l'eau maximales changent moins que la longueur et la quantité des rivières, car le mesurage reste au moins partiellement indépendant des aires fondamentales. (Il est vrai qu'on cherche le point le plus éloigné dans l'enceinte du carré, mais on mesure la distance entre ce point et le cours d'eau le plus proche déjà sans prendre en considération les carrés).

Ajoutons, que les difficultés techniques du calcul diminuent avec l'agrandissement des aires fondamentales dans les méthodes „de quantité“ et „de distance“ et restent les mêmes ou bien grandissent dans la méthode „de longueur“.

Les considérations et les cartes ci-dessus nous permettent d'essayer une comparaison de méthodes examinées:

- 1) Au point de vue de la technique les méthodes „de quantité“ et „de distance“ présentent l'avantage d'être très simples contrairement à la méthode „de longueur“, qui est fort laborieuse, et par conséquent augmente la possibilité d'erreurs.
- 2) Les méthodes „de distance“ et „de longueur“ donnent une image plus différenciée que celle „de quantité“, car elles permettent de serrer l'échelle à notre gré, et par là elles se prêtent mieux aux recherches détaillées. Il faut remarquer, que dans la méthode „de distance“ la différenciation est plus générale que dans cette „de longueur“, car outre les terrains situés près de l'eau elle différencie aussi ceux qui en sont éloignés.
- 3) Si on agrandit ou déplace les aires fondamentales, l'image obtenue à l'aide de la méthode „de distance“ change le moins.
- 4) La méthode „de distance“ ne provoque pas les objections logiques citées au commencement (rivières en méandres, la longueur des secteurs de rivières etc.).
- 5) La méthode „de distance“ permet de mesurer les éloignements non seulement des cours d'eau mais aussi des eaux des lacs.

*Institut de Géographie,
Université M. Curie-Skłodowska, Lublin*

SPIS LITERATURY

1. Czekalski J.: Mapa izarytmiczna a obraz rzeczywisty. Wiad. Służby Geogr. 1933, str. 202—234.
2. Czekalski J.: Mapa izarytmiczna jako metoda badawcza w geografii. Cza-sopismo Geogr. 1934, str. 209—222.
3. Czyżewski J.: Gęstość sieci dolinnej na Podolu. Prace Geogr. 1927, zesz. 9, str. 27—37.
4. Malicki A.: W sprawie metody konstrukcji map gęstości sieci rzecznej. Cza-sopismo Geogr. 1937, str. 251—256.
5. Medwecka M. — Heynar W.: Gęstość sieci wodnej na wyżynie Małopol-skiej. Prace Instytutu Geogr. U. J. 1926.
6. Strada L.: O najważniejszych zagadnieniach i potrzebach morfometrii. Pol. Przegląd Kartogr. 1932, str. 213—234.
7. Szalkiewicz B.: Gęstość sieci rzecznej międzyrzecza Wisły i Bugu. Annales U. M. C. S. Vol. 2 1947.
8. Uhorczaek F.: Metoda izarytmiczna w mapach statystycznych. Pol. Przegląd Kartogr. 1930, str. 95—129.*
9. Zdobnicka M.: Mapa izarytmiczna w grafice statystycznej. Pokłosie Geogr. Lwów 1925.

Nakł 1400 61 × 86 V kl. 80 g

LABORATÓRIUM
J. PIETRZYKOWSKI

A-15533

