

JERZY ZWIERZYŃSKI

**GENERALIZACJA ELEMENTÓW POWIERZCHNIOWYCH  
W PROCESIE SPORZĄDZANIA  
RASTROWYCH MAP KOMPUTEROWYCH**

*ZARYS TREŚCI.* W artykule przedstawiono założenia metodyczne oraz zasady generalizacji występującej w procesie kodowania informacji w zapisie rastrowym i agregacji informacji w pola rastrowe wyższego rzędu. Założenia metodyczne dotyczą zakładania rastrowej bazy danych sposobem bezpośrednim i pośrednim polegającym na przetworzeniu zapisu wektorowego na zapis rastrowy. Ponadto omówiono formę graficzną rastrowych map komputerowych i jednolity układ pól odniesienia przestrzennego dla terenu Polski. Układ ten zastosowano do założenia rastrowej bazy danych i wyrowadzania zgeneralizowanych informacji w formie rastrowych map komputerowych.

**1. Wstęp**

W rastrowych mapach komputerowych elementy treści są reprezentowane przez poszczególne pola odniesienia przestrzennego, zwane również polami rastrowymi lub po prostu rastrami, stąd nazwa "mapy rastrowe". W literaturze mapy te występują również pod nazwą map mozaikowych.

Pola odniesienia przestrzennego (rastry) najczęściej przyjmowane są jako oczka odpowiednio zagęszczonej siatki kilometrowej map lub siatki geograficznej. Sieć pól odniesienia przestrzennego utworzona z zagęszczenia siatki geograficznej jest bardziej uniwersalna, ponieważ umożliwia wszechstronniejsze wykorzystanie źródłowych materiałów kartograficznych sporządzonych często w różnych odwzorowaniach.

Najczęściej występująca forma graficzna rastrowych map komputerowych to:

- rastrowe pola barwne (analogia z barwnymi pikselami obrazów satelitarnych),
- rastrowe pola o różnych deseniach,

- linie konturów pól rastrowych obejmujących grupę pól lub jedno pole z umieszczonym wewnątrz konturu symbolem alfanumerycznym, bądź innym symbolem graficznym (np. typu topograficznego).

Barwa, deseń, symbol - odpowiada przyjętej treści mapy rastrowej. Kontur tematyczny elementów powierzchniowych mapy to linia łamana składająca się z boków rastrów stanowiących granicę pomiędzy różnotematycznymi rastrami.

Rastrowe mapy komputerowe są przeznaczone do zobrazowania elementów powierzchniowych mapy, odwzorowujących położenie obiektów, zjawisk, jak również przetworzonych relacji pomiędzy różnymi elementami powierzchniowymi, zarejestrowanymi w rastrowej bazie danych.

Do ustalenia zasad generalizacji i automatycznej agregacji informacji z pól rastrowych niższego rzędu do pól rastrowych wyższego rzędu przyjęto następujące założenia:

1/ w wyniku procesu generalizacji i automatycznej agregacji powinna być w pierwszej kolejności zachowana wierność położenia elementów powierzchniowych (ich lokalizacja) potem ekwiwalentność powierzchni, a następnie zachowanie kształtów tych elementów,

2/ liczba elementów tematycznych (klas) jest stała, nie wprowadza się klas mieszanych.

Uwzględniając powyższe założenia przyjęto naczelną zasadę:

"do rastra wprowadza się ten element treści mapy, który w nim powierzchniowo przeważa". Zasada ta ma zastosowanie zarówno przy zakładaniu rastrowej bazy danych, jak i przy agregacji rastrów niższego rzędu do rastrów wyższego rzędu.

W przypadkach równowagi powierzchniowej różnej liczby elementów treści w danym rastrze ustalono zasady omówione w dalszej części artykułu.

Na podkreślenie zasługuje fakt, że w rastrowych mapach komputerowych stopień generalizacji jest uzależniony od wielkości przyjętego rozmiaru rastra; czym mniejsze rozmiary rastra, tym mniejsze deformacje wynikające z procesu generalizacji.

Siatka pól rastrowych stanowi pewnego rodzaju "filtr generalizacyjny", który w zależności od gęstości siatki rastrowej zatrzymuje lub przepuszcza odpowiedniej wielkości elementy powierzchniowe mapy.

Należy jednak zaznaczyć, że przy bezpośrednim zakładaniu rastrowej bazy danych następuje automatyczna agregacja elementów rastrowych przy sporządzaniu map komputerowych o zwiększonym polu rastra, natomiast w metodzie pośredniej otrzymuje się z zapisu wektorowego przetworzenie do wielkości zadanego rastra.

## 2. Jednolity układ pól odniesienia przestrzennego.

Opracowany w Zakładzie Kartografii IGiK jednolity układ pól odniesienia przestrzennego, wykorzystywany do sporządzania rastrowych map komputerowych dla obszaru Polski ma punkt początku układu o współrzędnych  $B_0 = 55^\circ\text{N}$  i  $L_0 = 14^\circ\text{E}$ .

Największą powierzchniowo jednostką odniesienia przestrzennego jest BLOK, który stanowi oczko siatki geograficznej o wymiarach  $\Delta B = 10'$  i  $\Delta L = 10'$ . Inaczej mówiąc położenie bloku zostaje określone przez przecięcie odpowiedniego pasa równoleżnikowego o szerokości  $\Delta B = 10'$  z odpowiednim słupem południkowym o szerokości słupa równej  $\Delta L = 10'$

Numerację pasów równoleżnikowych, liczoną od początku układu w kierunku południowym oznaczają kolejne numery parzyste 02, 04, ..., 70, 72.

Numeracja słupów południkowych, liczona od początku układu w kierunku wschodnim jest oznaczona kolejnymi numerami: 01, 02, ..., 60, 61.

Powyższa numeracja pasów i słupów obejmuje obszar zawarty między równoleżnikami  $B = 55^\circ\text{N}$  i  $B = 49^\circ\text{N}$  i pomiędzy południkami  $L = 14^\circ\text{E}$  i  $L = 24^\circ 10'\text{E}$ , obszar ten obejmuje powierzchnię całego terenu Polski (rys. 1).

Numer pasa i słupa stanowi kod BLOKU i określa jego położenie w układzie pól omawianego odniesienia przestrzennego.

Dalszy podział na mniejsze jednostki powierzchniowe w układzie pól odniesienia przestrzennego powstaje przez podział BLOKU na 9 pasów równoleżnikowych i 6 słupów południkowych, w przecięciu których otrzymuje się pole  $P_1$  o wymiarach:

$$\Delta B = \frac{10'}{9} = 1, (1)'...$$

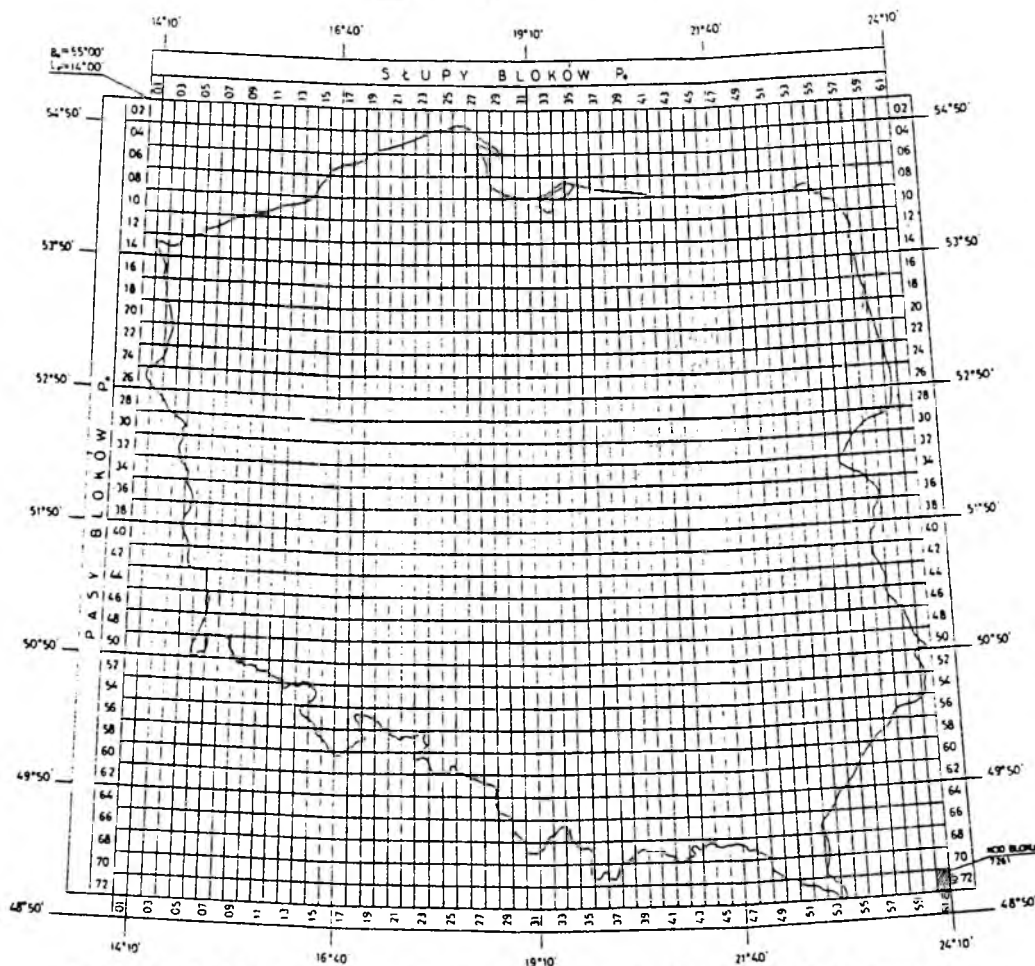
$$\Delta L = \frac{10'}{6} = 1, (6)'...$$

Pasy równoleżnikowe wewnątrz BLOKU numerowane są od pñ.-zach. narożnika bloku w kierunku południowym i otrzymują kolejne numery od 1 do 9.

Słupy południkowe wewnątrz BLOKU numerowane są od pñ.-zach. narożnika w kierunku zachodnim i otrzymują kolejne numery od 1 do 6.

Kod pola  $P_1$  składa się z czterocyfrowego kodu BLOKU (2 cyfry pasa BLOKU, 2 cyfry słupa BLOKU) oraz z piątej cyfry pasa słupa pola  $P_1$  w BLOKU i szóstej cyfry słupa pola  $P_1$  w BLOKU.

Dla uzmysłowienia wielkości pola  $P_1$  w terenie można przyjąć, że rząd długości boku tego pola wynosi około 2 km, natomiast jego powierzchnia zawiera się w przedziale od 367,23 ha do 417,91 ha (na północy i południu Polski).



Rys. 1 Siatka bloków odniesienia przestrzennego dla obszaru Polski ilustrująca związek kodów tych bloków ze współrzędnymi geograficznymi geodezyjnymi

Dalszy podział wielkości pól odniesienia przestrzennego następuje w tzw. systemie czwórkowym, tzn. pole  $P_1$  jest dzielone na cztery ćwiartki przez podział boków pola  $P_1$  na 2 części. Poszczególne ćwiartki pola oznaczone są numerami:

- 1 - północno-zachodnia (NW),
- 2 - północno-wschodnia (NE),
- 3 - południowo-zachodnia (SW),
- 4 - południowo-wschodnia (SE).

Jeden z powyższych numerów dodany do kodu pola  $P_1$  stanowi kod pola  $P_2$ , którego długość boku wynosi około 1 km.

Dalszy podział na pola niższego rzędu następuje poprzez dalsze dzielenie powierzchni pól na cztery części i dopisywanie kolejnej cyfry do kodu. Czym pole niższego rzędu (mniejsze), tym kod tego pola dłuższy, i tak np.

kod pola  $P_1$  jest 6 cyfrowy (bok pola  $P_1$  wynosi ok. 2 km),  
 kod pola  $P_2$  jest 7 cyfrowy (bok pola  $P_2$  wynosi ok. 1 km),  
 kod pola  $P_3$  jest 8 cyfrowy (bok pola  $P_3$  wynosi ok. 0.5 km),  
 kod pola  $P_4$  jest 9 cyfrowy (bok pola  $P_4$  wynosi ok. 0.250 km),  
 kod pola  $P_5$  jest 10 cyfrowy (bok pola  $P_5$  wynosi ok. 0.125 km).

Ogólnie można napisać, że pole  $n$ -tego rzędu  $P_n$  ma kod o ilości cyfr równej  $n + 5$ .

Znając kod bloku, można w prosty sposób zlokalizować jego położenie na siatce bloków sporządzonej na tle mapy Polski (rys. 1). Jeśli nie dysponujemy taką mapą, można z prostych wzorów określić współrzędne geograficzne geodezyjne północno-zachodniego narożnika bloku w stopniach i ułamkach dziesiętnych stopnia.

$$B = (662 - P) : 12 \quad /1/$$

$$L = (83 + S) : 6 \quad /2/$$

We wzorach tych oznaczono:

$B$  i  $L$  - współrzędne geograficzne geodezyjne północno-zachodniego narożnika BLOKU, wyrażone w stopniach i ułamkach dziesiętnych stopnia.

$P$  - numer pasa,

$S$  - numer słupa.

I odwrotnie, znając współrzędne geograficzne geodezyjne północno-zachodniego narożnika bloku, możemy określić jego numer pasa i numer słupa, czyli kod, według następujących wzorów:

$$P = 662 - 12B \quad /3/$$

$$S = 6L - 83 \quad /4/$$

Oznaczenia przyjęte we wzorach /3/ i /4/ są te same, co we wzorach /1/ i /2/.

#### Przykład 1 - na obliczenie współrzędnych geograficznych geodezyjnych BLOKU.

Znany jest kod BLOKU - 5215, tzn., że BLOK znajduje się na przecięciu pasa równoleżnikowego o numerze 52 i słupa południkowego o numerze 15. Współrzędne geograficzne geodezyjne półn.-zach. narożnika BLOKU obliczamy ze wzorów /1/ i /2/. Z zapisu kodu wiemy, że  $P = 52$ , a  $S = 15$ ,

$$B = (662 - 52) : 12 = 50,8(3)^0...$$

$$L = (83 + 15) : 6 = 16,(3)^0...$$

Po zamianie ułamków dziesiętnych stopnia na minuty i sekundy otrzymujemy:

$$B = 50^{\circ}50'00'' \text{ i } L = 16^{\circ}20'00''$$

**Przykład 2 - na określenie kodu BLOKU.**

Znane są współrzędne geograficzne północno-zachodniego narożnika BLOKU  $B = 50,8(3)^0...$  i  $L = 16,(3)^0...$

Określamy kod BLOKU ze wzorów /3/ i /4/:

$$P = 662 - 12 \times 50,8(3)^0... = 52$$

$$S = 6 \times 16,(3)^0... - 83 = 15$$

P i S stanowi kod bloku.

Zatem kod tego bloku jest 5215.

W celu szybkiego zorientowania się w rozmiarach rastrów  $P_1... P_7$  na elipsoidzie Krasowskiego, sporządzono tablicę 1 pt.: "Wymiary pól rastrowych dla terenu Polski."

W tablicy tej została podana powierzchnia pól rastrowych w hektarach dla skrajnych pasów równoleżnikowych terenu Polski. W północnym skrajnym pasie równoleżnikowym powierzchnia ta jest najmniejsza, a w południowym największa. Natomiast wzdłuż jednego pasa równoleżnikowego powierzchnie pól rastrowych są jednakowe.

W dalszej części tablicy podane zostały długości boków pól rastrowych wyrażone w sekundach wzdłuż łuku południka i wzdłuż łuku równoleżnika, a w metrach i milimetrach podano przybliżone długości boków pól rastrowych. W metrach określono długości boków pól rastrowych w terenie, a w milimetrach te same długości boków przeliczone na różne skale map. Długości te podano dla skal map od 1 : 10 000 do 1 : 1 000 000.

### 3. Założenia metodyczne dotyczące zakładania rastrowej bazy danych sposobem bezpośrednim

#### 3.1 Rastrowy zapis informacji

Jako podstawę do rastrowego zapisu informacji przyjmuje się odpowiednio dobraną sieć pól odniesienia przestrzennego. Sieć tę wrysowuje się bezpośrednio na mapę (scenę satelitarną) lub sporządza przezroczystą nakładkę sieci. Na marginesach sieci należy opisać pasy i słupy BLOKÓW oraz pól  $P_1$ .

Zakodowane informacje z mapy według ustalonych zasad generalizacji kodujący może zapisać w formie numerycznej lub barwnej, po uprzednim ustaleniu kodów odpowiadających poszczególnym informacjom.

Zapis może być prowadzony:

1/ bezpośrednio na nakładce sieci pól odniesienia przestrzennego,  
2/ na kopii z nakładki,

3/ na druku formularza dostosowanego do poszczególnych bloków odniesienia przestrzennego.

Tablica 1

WYMIARY PÓL RASTROWYCH DLA TERENU POLSKI (elipsoida Krasowskiego).

RZĄD POLA ODNIESIENIA PRZESTRZENNEGO (rastra)	POWIERZCHNIA RASTRA W SKRAJNYM PASIE RÓWNOLEŻNIKOWYM		DEŁUGOŚĆ BOKU RASTRA PRZYBLIŻONA W SKALI MAPY				W SKALI MAPY													
	PÓŁNOCNYM Nr 02 $\Delta B = 55^\circ - 54' 50''$ , $\Delta B = 49^\circ 10' - 49^\circ$	POŁUDNIOWYM Nr 72 $\Delta B = 55^\circ - 54' 50''$ , $\Delta B = 49^\circ 10' - 49^\circ$	WZDŁUŻ POŁUDNIKA $\Delta B$	WZDŁUŻ RÓWNOLEŻNIKA $\Delta L$	W TERENIE	mm														
						sekundy			m											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15						
P <sub>1</sub>	367.23	417.91	66(6)...	100	2000	200	80	40	20	10	6.7	4	2.7	2						
P <sub>2</sub>	91.81	104.48	33(3)...	50	1000	100	40	20	10	5	3.3	2	1.3	1						
P <sub>3</sub>	22.95	26.12	16(6)...	25	500	50	20	10	5	2.5	1.7	1	0.7	0.5						
P <sub>4</sub>	5.74	6.53	8(3)...	12.5	250	25	10	5	2.5	1.2	0.8	0.5	0.3	0.25						
P <sub>5</sub>	1.43	1.63	4.1(6)...	6.25	125	12.5	5	2.5	1.2	0.6	0.4	0.2	0.17	0.12						
P <sub>6</sub>	0.36	0.41	2.08(3)...	3.125	62.5	6.2	2.5	1.2	0.6	0.3	0.2	0.1	0.08	0.06						
P <sub>7</sub>	0.09	0.10	1.041(6)...	1.5625	31.25	3.1	1.2	0.6	0.3	0.2	0.1	0.06	0.04	0.03						

Po zakodowaniu informacji dane te są wprowadzane do komputera w celu założenia rastrowej bazy danych. Wydruk kontrolny zakodowanych informacji pozwala wykryć błędy powstałe w momencie wprowadzania informacji do komputera.

Najwięcej błędów popełnianych jest przy zastosowaniu zapisu na druku formularza. Przyczyną jest inna skala oczek siatki rastrowej na mapie w stosunku do oczek druku formularza. Sposób ten jest najbardziej pracochłonny, ale uzyskany materiał ma postać najwygodniejszą do wprowadzania do komputera. Zapis na druku formularza ma zastosowanie głównie w przypadku bezpośredniego wrysowania siatki pól rastrowych na źródłowy materiał kartograficzny.

### *3.2 Zasady generalizacji elementów powierzchniowych na etapie kodowania informacji z materiałów kartograficznych*

Należy zdawać sobie sprawę, że elementy powierzchniowe, których powierzchnie na mapie (scenie satelitarnej) są mniejsze od połowy pola rastrowego lub posiadają kształt wydłużony o szerokości mniejszej od połowy boku pola rastrowego, ulegają wyeliminowaniu z treści mapy i nie zostaną wprowadzone do rastrowej bazy danych. Powierzchnie te zostaną wchłonięte przez powierzchnie większe, na tle których się znajdują.

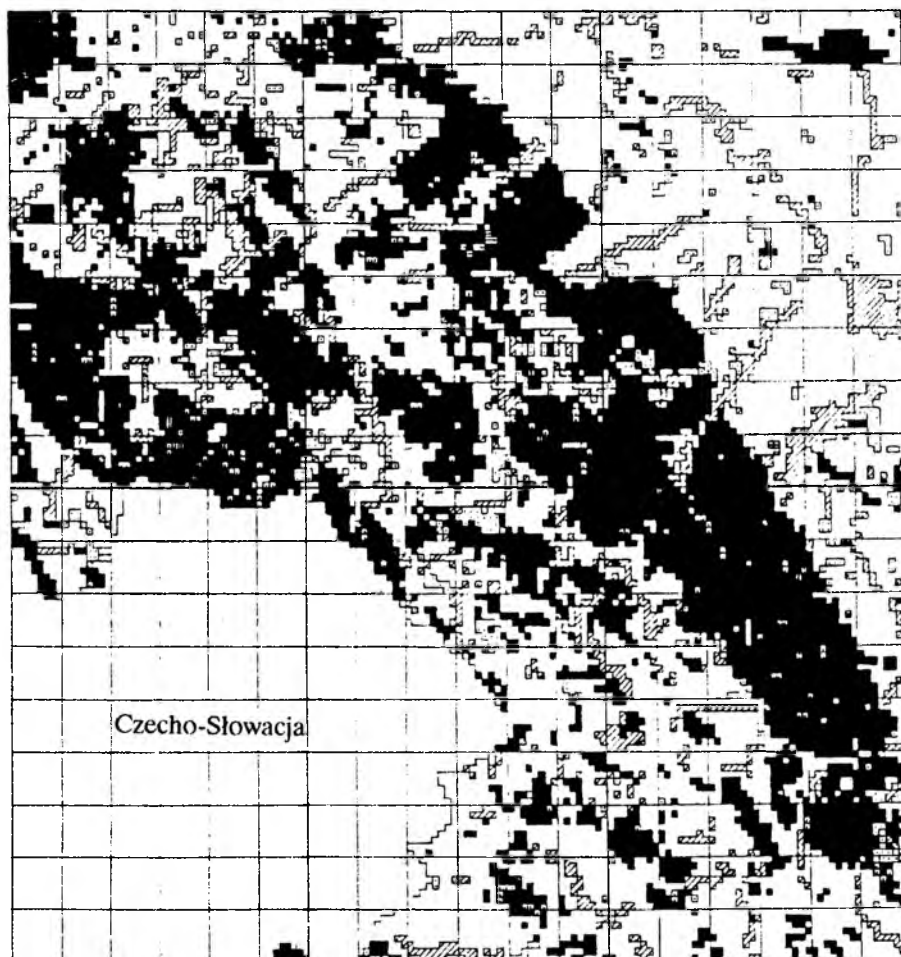
W obiekcie testowym do założenia rastrowej bazy danych zostało przyjęte pole odniesienia przestrzennego  $P_4$  (o boku około 0.25 km). Materiał źródłowy stanowił arkusz 85.03.1 Wałbrzych mapy topograficznej w skali 1 : 100 000, sporządzony w układzie współrzędnych "GUGiK 1980". Na arkusz ten nałożona została sieć pól odniesienia przestrzennego, w formie nakładki, obejmująca bloki pól o kodach: 5414, 5415, 5416, 5214, 5215, 5216.

Do testowania sposobu kodowania informacji przyjęto następujące powierzchniowe elementy treści mapy:

- |                                       |         |
|---------------------------------------|---------|
| - tereny leżące poza granicami Polski | - kod 0 |
| - lasy wysokopiennie                  | - kod 1 |
| - lasy rzadkie                        | - kod 2 |
| - zagajniki, szkółki leśne            | - kod 3 |
| - poręby                              | - kod 4 |
| - użytki zielone                      | - kod 5 |
| - tereny pod wodami                   | - kod 6 |
| - tereny o zwartej zabudowie          | - kod 7 |
| - tereny rolne i pozostałe            | - kod 8 |

Dla obiektu testowego wyprowadzona została rastrowa baza danych w formie mapy komputerowej (rys. 2).





## OBJAŚNIENIA ZNAKÓW

- lasy wysokopiennie
- ▣ lasy rzadkie
- ▤ zagajniki, szkółki leśne
- ▥ poręby
- ▦ użytki zielone
- ▧ tereny pod wodami
- ▨ tereny o zwartej zabudowie
- tereny rolne i pozostałe

Rys. 2 Rastrowa mapa komputerowa sporządzona z rastrowej bazy danych w odwzorowaniu "GUGiK 1980". Skala ok. 1: 300 000 (odrys z barwnej mapy komputerowej)

### 3.2.1. Pierwsza zasada generalizacji

Dominujący powierzchniowo element treści mapy znajdujący się w danym polu odniesienia przestrzennego zostaje zaliczony i zarejestrowany do pełnego pola rastra (rys. 3a).

### 3.2.2. Druga zasada generalizacji

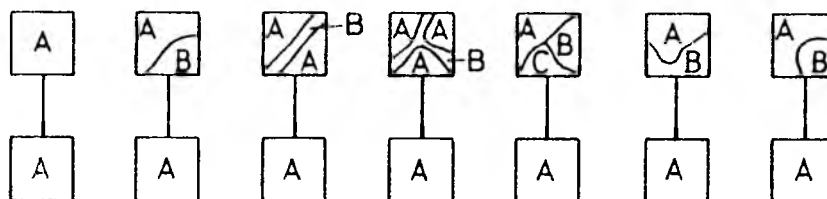
Równoważne powierzchniowo elementy treści mapy znajdujące się w danym polu odniesienia przestrzennego poddawane są analizie, w wyniku której zaliczony i zarejestrowany jest tylko jeden z tych elementów do pełnego pola rastra (rys. 3b).

W analizie uwzględnia się:

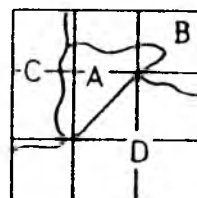
- 1/ proporcjonalność powierzchni konturów na mapie i po ich zrastowaniu,
- 2/ podobieństwo kształtu konturów na mapie z konturami zrastowanymi,
- 3/ ważność elementów treści (o ile została ustalona hierarchia elementów).

#### PRZYKŁAD KODOWANIA INFORMACJI

a) wg pierwszej zasady generalizacji

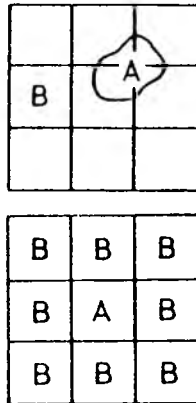


b) wg pierwszej i drugiej zasady generalizacji



C	B	B
C	A	D
D	D	D

c) wg trzeciej zasady generalizacji (element A)



Rys. 3 Przykłady kodowania informacji

### 3.2.3. Trzecia zasada generalizacji

Mały kontur elementu treści mapy, zbliżony swoją powierzchnią i kształtem do pola odniesienia przestrzennego, lecz niekorzystnie usytuowany w sieci pól odniesienia przestrzennego, powinien zostać zaliczony i zarejestrowany w jedno z pól rastrowych, na których jest położony, biorąc pod uwagę:

1/ przewagę powierzchniową tego konturu w jednym z pól, na których jest zlokalizowany,

2/ najmniejsze przesunięcie w położeniu konturu w stosunku do sąsiednich konturów po ich zrasterowaniu.

Zasada ta pozwala na zmniejszenie deformacji spowodowanej procesem generalizacji, dzięki przesunięciu konturu, a nie całkowitej jego eliminacji (rys. 3c).

Zaletą omawianej metody zakładania rastrowej bazy danych sposobem bezpośrednim jest możliwość rejestrowania informacji z materiałów niekartometrycznych, tj.: map celowo deformowanych w latach ubiegłych dla edycji cywilnej bez siatki kilometrowej i kartograficznej, nie zgeometryzowanych scen satelitarnych i zdjęć lotniczych.

Na takich materiałach konstruuje się siatkę pól odniesienia przestrzennego w oparciu o wspólne punkty elementów sytuacyjnych, występujące na mapach tematycznych niekartometrycznych i na mapach topograficznych kartometrycznych z siatką kartograficzną.

W tych przypadkach wrysowana siatka pól odniesienia przestrzennego jest zdeformowana, ale zawiera w poszczególnych oczkach siatki prawidłową lokalizację treści mapy.

#### 4. Zakładanie dodatkowego zbioru informacji dla małych elementów powierzchniowych

W przypadku zaistnienia konieczności wykazania na rastrowej mapie komputerowej małych powierzchniowo, a nawet punktowych elementów treści, lecz ważnych dla danego zagadnienia, problem ten można rozwiązać poprzez założenie dodatkowego zbioru informacji w zapisie rastrowym.

W tym celu wykorzystuje się już uprzednio sporządzoną sieć pól odniesienia przestrzennego do założenia rastrowej bazy danych. Zapisu i rejestracji małych elementów powierzchniowych dokonuje się w rastrach o rozmiarach boków o połowę mniejszych od rastrów przyjętych do założenia rastrowej bazy danych. W ten sposób otrzymujemy dodatkowy zbiór w formie tablicy. Zbiór ten wykorzystuje się, w postaci dodatkowej procedury do wykreślania za pomocą plotera tych elementów na tle uprzednio już wykreślonej rastrowej mapy komputerowej. W niniejszej pracy przetestowano ten zbiór w polach rastrowych  $P_5$  (baza rastrowa została założona w polach  $P_4$ ). Elementem dodatkowym treści rastrowych map komputerowych były ośrodki maszynowo-traktorowe, które przez ploter zostały wykreślone w postaci czarnych kółek.

Elementy te nie podlegają agregacji w procesie sporządzania rastrowych map komputerowych o zwiększonej wielkości rastra. Usytuowanie tych elementów jest lokalizowane rastrem, w którym zostały wprowadzone do dodatkowego zbioru.

#### 5. Założenia metodyczne automatycznej agregacji pól odniesienia przestrzennego

Dla generalizacji informacji zawartych w rastrowej bazie danych przyjmuje się dwie metody automatycznej agregacji.

Pierwsza metoda tzw. agregacji czwórkowej polega na kolejnym agregowaniu informacji z czterech pól mniejszych w jedno pole większe. Wyrazić to można następującą zależnością:

$$P_n = 4P_{(n+1)}$$

Druga metoda, tzw. agregacja szesnastkowa, polega na agregowaniu informacji z szesnastu pól mniejszych w jedno pole większe. Wyrazić to można następującą zależnością:

$$P_n = 16P_{(n+2)}$$

Agregacja szesnastkowa ma charakter skokowy i pozwala na ominięcie agregowania informacji w kolejno po sobie następujących agregacjach czwórkowych w pola wyższego rzędu.

### 5.1. Zasady agregacji czwórkowej

Generalizację rastrowych elementów powierzchniowych dokonywaną metodą automatycznej agregacji czwórkowej przeprowadza się według trzech zasad.

#### 5.1.1. Pierwsza zasada agregacji czwórkowej

Jeden z elementów tematycznych występujący w przewodzie w polach niższego rzędu  $P_{(n+1)}$  zostaje przypisany całemu polu zaagregowanemu  $P_n$  (rys. 4a).

Zasada ta ma zastosowanie w następujących przypadkach:

- przy jednym elemencie tematycznym, element ten zajmuje cztery pola niższego rzędu,
- przy dwu elementach tematycznych, element przeważający powierzchniowo zajmuje trzy pola niższego rzędu,
- przy trzech elementach tematycznych, element przeważający powierzchniowo zajmuje dwa pola niższego rzędu.

#### 5.1.3. Druga zasada agregacji czwórkowej

Spośród dwu elementów tematycznych występujących w równowadze powierzchniowej, tzn. zajmujących po dwa pola niższego rzędu  $P_{(n+1)}$ , całemu polu zaagregowanemu  $P_n$  zostaje przypisany ten element, który występuje w jednej z kombinacji położenia par ćwiartek w polu wyższego rzędu: 1 i 2, 2 i 4, 2 i 3 (rys. 4b).

Poszczególne ćwiartki pola oznaczone są numerami:

- 1 - północno-zachodnia (NW),
- 2 - północno-wschodnia (NE),
- 3 - południowo-zachodnia (SW),
- 4 - południowo-wschodnia (SE).

#### 5.1.3. Trzecia zasada agregacji czwórkowej

Spośród czterech elementów tematycznych występujących w równowadze powierzchniowej, tzn. zajmujących cztery pola niższego rzędu  $P_{(n+1)}$ , całemu polu zaagregowanemu  $P_n$  zostaje przypisany tylko ten element, który położony jest w pierwszej ćwiartce pola wyższego rzędu  $P_n$  (rys. 4c).

### 5.2. Zasady agregacji szesnastkowej

Generalizację rastrowych elementów powierzchniowych, dokonywaną metodą automatycznej agregacji szesnastkowej, przeprowadza się według dwu zasad po uprzednim ustaleniu hierarchii elementów tematycznych.

#### 5.2.1. Pierwsza zasada agregacji szesnastkowej

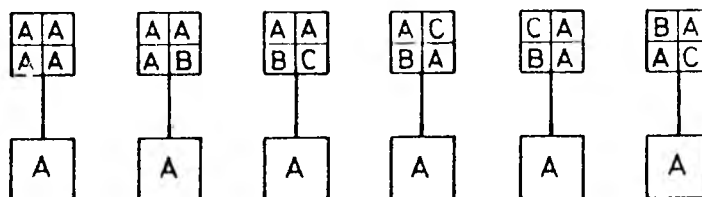
Jeden z elementów tematycznych występujący w przewodzie pól niższego rzędu  $P_{(n+2)}$  zostaje przypisany całemu polu zaagregowanemu  $P_n$  (dwukrotnie wyższego rzędu).

#### 5.2.2. Druga zasada agregacji szesnastkowej

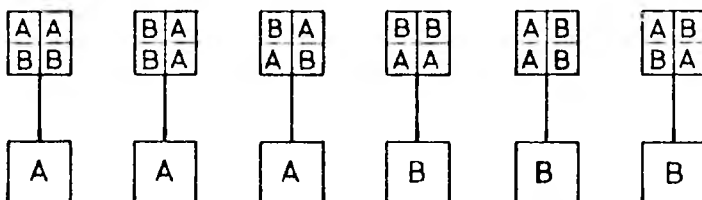
Kilka elementów tematycznych występujących w równowadze ilościowej w polach  $P_{(n+2)}$  i będących jednocześnie w przewodzie nad pozostałymi elementami tematycznymi, zostaje wówczas przypisany całemu polu zaagregowanemu  $P_n$  tylko jeden z tych kilku elementów, który posiada wyższą hierarchię.

#### PRZYKŁAD AGREGACJI CZWÓRKOWEJ

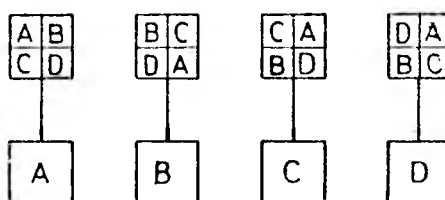
a) wg pierwszej zasady agregacji



b) wg drugiej zasady agregacji



c) wg trzeciej zasady agregacji



Rys. 4 Przykład agregacji czwórkowej

## 6. Założenia metodyczne zakładania rastrowej bazy danych sposobem pośrednim

Rastrową bazę danych otrzymuje się po uprzednim założeniu bazy danych w zapisie wektorowym i poprzez specjalny program przetworzenia jej na zapis rastrowy.

### 6.1 Baza geometryczna zapisu wektorowego

Kontury elementów powierzchniowych mapy, stanowiące w zasadzie linie krzywe, w procesie digitalizacji zostają zamienione na linie łamane. Kontur użytku po zdigitalizowaniu stanowi wielobok.

W bazie geometrycznej wpisane zostają w drodze digitalizacji następujące zbiory:

1/ zbiór powierzchni (powierzchnie wieloboków lub ich części w przypadku podzielenia przez linię ramki mapy lub inne podziały, np. na bloki pól odniesienia przestrzennego).

2/ zbiór linii,

3/ zbiór punktów,

4/ zbiór węzłów.

Każda powierzchnia elementu treści mapy jest określona pewną liczbą linii odpowiadającą liczbie przyległych powierzchni. Każda linia składa się z dwu węzłów i punktów pośrednich. Węzłami nazywa się punkty, w których zbiegają się co najmniej trzy linie konturów. W przypadku powierzchni stanowiących wyspę lub enklawę linia zaczyna się i kończy w tym samym węźle, natomiast punkty pośrednie wyznaczają linie między węzłami.

### 6.2 Baza danych w zapisie wektorowym

Baza danych składa się ze zbiorów geometrycznych oraz wprowadzonych kodów powierzchni (konturów lub części konturów mapy).

### 6.3. Przetworzenie geometrycznej bazy wektorowej na zapis rastrowy

Po uprzednim założeniu wielkości pola odniesienia przestrzennego (rastra) w pierwszej kolejności węzły linii są "ściągane" do najbliższych narożników oczka rastra. W programie założono, że:

1/ z pierwszej ćwiartki pola odniesienia przestrzennego węzeł "ściągany" jest do górnego lewego narożnika rastra,

2/ z drugiej ćwiartki - do górnego prawego narożnika rastra,

3/ z trzeciej ćwiartki - do dolnego lewego narożnika rastra,

4/ z czwartej ćwiartki - do dolnego prawego narożnika rastra.

W ten sam sposób ściągane są do narożników rastra punkty pośrednie. Odcinki linii pomiędzy ściągniętymi węzłami i punktami pośrednimi, są przecinane z liniami siatki rastra, a punkty przecięcia "ściągane" są do punktów węzłowych siatki rastrowej (narożników rastra) w sposób uzależniony od położenia odcinka linii.

### 6.3.1. Odcinek linii leżących na linii siatki rastrowej

Jeżeli odcinek linii leży na linii siatki rastrowej, to do zbioru punktów są wpisywane wszystkie punkty przecięcia tego odcinka z prostymi do niego liniami siatki.

### 6.3.2. Odcinek linii przebiegający po przekątnej rastrów

Jeżeli odcinek linii przebiega po przekątnej rastrów, zostaje zmieniony na linię łamaną (schodkową), a załamania tej linii wpisywane są do zbioru punktów.

W tym przypadku sposób zamiany uzależniony jest od:

- kierunku odcinka leżącego na przekątnej rastrów, tzn. czy azymut odcinka wynosi  $\alpha = 45^\circ$  czy  $\alpha = 315^\circ$ ,

- parzystości lub nieparzystości wielokrotności boku rastra współrzędnej y dolnego punktu odcinka (wielokrotność liczona jest od początku układu matematycznych współrzędnych x i y siatki rastrowej),

Linia schodkowa rozpoczyna i kończy się pojedynczą długością boku rastra, a wewnątrz wyznacza schodki o podwójnej długości boku rastra. Rozpoczęcie wyznaczenia linii schodkowej od dolnego punktu odcinka i dalszy jej przebieg po bokach rastrów jest uzależniony od  $\alpha$  i y i tak dla:

1/  $\alpha = 45^\circ$  i y parzystego - pierwszy przebieg odcinka linii schodkowej rozpoczyna ruch - poziomo w prawo, a następnie przemiennie pionowo w górę i poziomo w prawo,

2/  $\alpha = 315^\circ$  i y parzystego - pierwszy przebieg odcinka linii schodkowej rozpoczyna ruch poziomo w lewo, a następnie przemiennie pionowo w górę i poziomo w lewo,

3/  $\alpha = 45^\circ$  i y nieparzystego - pierwszy przebieg odcinka linii schodkowej rozpoczyna ruch pionowo w górę, a następnie przemiennie poziomo w prawo i pionowo w górę,

4/  $\alpha = 315^\circ$  i y nieparzystego - pierwszy przebieg odcinka linii schodkowej rozpoczyna ruch pionowo w górę, a następnie przemiennie poziomo w lewo i pionowo w górę.

W ten sposób odcinek linii położonej na przekątnej rastrów jest usytuowany osiowo w stosunku do linii schodkowej.



### 6.3.3. Odcinek linii przebiegającej skośnie w stosunku do siatki rastrów

W przypadku skośnego położenia odcinka linii w stosunku do siatki rastrów (wyłączając przypadek uprzednio omawiany po przekątnej rastrów) znajdujemy wszystkie punkty przecięcia odcinka z liniami siatki rastrowej, a następnie korzystając z kryterium mniejszości powierzchni znajdujemy punkty węzłowe siatki rastrowej leżące najbliżej odcinka linii.

Te punkty są zapamiętywane w zbiorze punktów pośrednich. W ten sposób całą linię podzieloną na poszczególne odcinki linii kolejno przybliżamy do punktów węzłowych siatki rastrowej, aż ostatni odcinek (punkt pośredni - węzeł końcowy linii) "ściągniemy" na siatkę rastrową. W wyniku "ściągnięcia" poszczególnych odcinków linii w efekcie otrzymujemy łamane linie konturowe, wyznaczone punktami oddalonymi od siebie o długość boku rastra. Są to "ściągnięte" punkty węzłowe, punkty pośrednie i nowe punkty pośrednie powstałe w wyniku przecięcia odcinków linii z siatką rastrów.

Ostatecznie rastrowa baza danych w stosunku do pierwotnej bazy wektorowej ma:

- nie zmieniony rozmiar zbioru węzłów i powierzchni (część węzłów i powierzchni może mieć zapis zerowy),
- zmienioną w zasadzie liczbę punktów pośrednich linii (linie o długości zero i punkty pośrednie na nich leżące nie są zapamiętywane w bazie rastrowej, dochodzą natomiast nowe punkty pośrednie z punktów przecięcia odcinków linii z liniami siatki rastrowej, "ściągniętymi" do narożników rastrów).

## 7. Ocena deformacji wynikających z generalizacji danych zgromadzonych w sieci pól odniesienia przestrzennego

Oceną objęto dziewięć elementów powierzchniowych treści mapy topograficznej w skali 1 : 100 000 (arkusz 85.03 WAŁBRZYCH):

- tereny Czecho-Słowacji /kod - 0/,
- lasy wysokopiennie /kod - 1/,
- lasy rzadkie /kod - 2/,
- zagajniki, szkółki leśne /kod - 3/,
- poręby /kod - 4/,
- użytki zielone / kod - 5/,
- tereny pod wodami /kod - 6/,
- tereny o zwartej zabudowie /kod - 7/,
- tereny rolne i tereny pozostałe /kod - 8/.

Rastrowa baza danych założona została w polach odniesienia przestrzennego  $P_4$ , stanowiących najmniejszy raster, który był możliwy do zakodowania z mapy w skali 1:100 000. Bok rastra w tej skali miał długość boku rzędu 2.5 mm.

Ocenę deformacji przeprowadzono poprzez analizę porównawczą rastrowej bazy danych z wynikami:

- przetworzeń geometrycznej bazy wektorowej na zapis rastrowy  $P_4, P_3, P_2, P_1$ ,
- agregacji czwórkowej pierwszego, drugiego i trzeciego stopnia (w rastrach  $P_3, P_2, P_1$ ).
- agregacji szesnastkowej drugiego stopnia (w rastrach  $P_2$ ).

Wyniki porównań ilustrują tablice 2 i 3. Tablice te przedstawiają zarówno zestawienia sum powierzchni poszczególnych elementów treści (klas), jak i ich deformacje powierzchniowe w stosunku do rastrowej bazy danych.

W tablicy 2 powierzchnie wyrażono w rastrach  $P_4$  (arkusz mapy składa się z 20 736 rastrów  $P_4$ ). W tablicy 3 powierzchnie określono w procentach (arkusz mapy stanowi 100% powierzchni).

Tablice ułożono według wzrastającego udziału powierzchni, co pozwala łatwo zaobserwować zanikanie małych powierzchni w miarę przechodzenia do coraz większych rastrow.

Z analizy danych tablicy 2 i 3 wynika, że elementy drobne i stanowiące mały procent powierzchni arkusza mapy w rezultacie automatycznej agregacji rastrów do pół wyższego rzędu ulegają zanikowi kosztem powiększania się elementów treści o dużych konturach i zajmujących jednocześnie duży procent powierzchni arkusza mapy. Podobne efekty uzyskuje się przy przechodzeniu z zapisu wektorowego na zapis rastrowy do pół  $P_4, P_3, P_2, P_1$ , z tym, że bezwzględna wartość deformacji powierzchni jest mniejsza. I tak np.:

- dla agregacji I stopnia wynosi od 0.01% do 2.04%, a dla przetworzeń z bazy wektorowej od 0.01% do 1.17%,
- dla agregacji II stopnia wynosi od 0.01% do 5.26%, a dla przetworzeń z bazy wektorowej od 0.01% do 2.41%,
- dla agregacji III stopnia wynosi 0.01% do 11.51%, a dla przetworzeń z bazy wektorowej od 0.01% do 1.99%.

Z analizy porównawczej wynika, że poprzez agregacje rastrów w systemie czwórkowym i szesnastkowym utrzymuje się większe podobieństwo w odwzorowaniu kształtu i położenia elementów powierzchniowych niż to ma miejsce w przypadku przetworzeń z bazy wektorowej do rastrów  $P_2$  i  $P_1$ .

Tablica 2

Zestawienie wyrażone w rastrach "P<sub>4</sub>", sum powierzchni poszczególnych elementów treści / klas / arkusza mapy topograficznej WAŁBRZYCH w skali 1 : 100 000 i ich deformacji "d" / w stosunku do założonej rastrowej bazy danych / wynikających z przetworzenia geometrycznej bazy wektorowej mapy na zapis rastrowy "W-R", automatycznej agregacji czwórkowej "A<sub>4</sub>" I, II i III stopnia i agregacji szesnastkowej "A<sub>16</sub>" - II stopnia.

Symbol klasy	Kod klasy	P <sub>4</sub>		P <sub>3</sub>				P <sub>2</sub>				P <sub>1</sub>						
		Rastrowa baza danych %	W - R %	±d %	W - R %	±d %	A <sub>4</sub> %	±d %	W - R %	±d %	A <sub>4</sub> %	±d %	A <sub>16</sub> %	±d %	W - R %	±d %	A <sub>4</sub> %	±d %
Lp	4	3	2	-1	0	-3	0	-3	0	-3	0	-3	0	-3	0	-3	0	-3
Lr	2	18	18	0	20	-10	8	-18	0	-18	0	-18	0	-18	0	-18	0	-18
W	6	23	20	-3	16	-7	4	-19	16	-7	0	-23	0	-23	0	-23	0	-23
Lz	3	140	114	-26	128	-12	52	-88	96	-44	0	-140	0	-140	0	-140	0	-140
Z	5	484	452	-32	456	-28	360	-124	384	-100	224	-260	192	-292	512	+28	64	-420
B	7	1.343	1.210	-133	1.268	-75	1.076	-267	1.136	-207	624	-719	464	-879	960	-383	192	-1151
CS	0	4.501	4.666	+165	4.552	+51	4.480	-21	4.496	-5	4.464	-37	4.480	-21	4.672	+171	4.288	-213
L	1	5.476	5.319	-157	5.304	-172	5.584	+108	5.360	-116	5.584	+108	5.760	+284	5.888	+412	5.056	-420
R	8	8.748	8.935	+187	8.992	+244	9.172	+424	9.248	+500	9.840	+1092	9.840	+1092	8.448	-300	11.136	+2388
Suma		20.736	20.736	-352	20.736	-297	20.736	-532	20.736	-500	20.736	-1200	20.736	-1376	20.736	-727	20.736	-2398
				+352		+297		+532		+500		+1200		+1376		+727		+2398

Kody i symbole klas ułożono w zestawieniu według wzrastającego udziału powierzchni: 4-Lp = poręby, 2-Lr = lasy rzadkie, 6-W = tereny pod wodami, 3-Lz = zagajniki, szkółki leśne, 5-Z = użytki zielone, 7-B = tereny o zwartej zabudowie, CS-0 = tereny Czecho-Słowacji, 1-L = lasy wysokie, 8-R = tereny rolne i tereny pozostałe.

Tablica 3

Zestawienie wyrażone w procentach, sum powierzchni poszczególnych elementów treści /klas/ arkusza mapy topograficznej WAŁBRZYCH w skali 1 : 100 000 i ich deformacji "d" /w stosunku do założonej rastrowej bazy danych/ wynikających z przetworzenia geometrycznej bazy wektorowej mapy na zapis rastrowy "W-R", automatycznej agregacji czwórkowej "A<sub>4</sub>" I, II i III stopnia i agregacji szesnastkowej "A<sub>16</sub>" - II stopnia.

Symbol klasy	Kod klasy	P <sub>4</sub>		P <sub>3</sub>				P <sub>2</sub>				P <sub>1</sub>						
		Rastrowa baza danych %	W - R %	±d %	W - R %	A <sub>4</sub> %	±d %	W - R %	A <sub>4</sub> %	±d %	A <sub>16</sub> %	±d %	W - R %	A <sub>4</sub> %	±d %	A <sub>16</sub> %	±d %	
Lp	4	0.01	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00	-0.01	0.00	-0.01	0.00	0.00	-0.01	0.00	-0.01	0.00	
Lr	2	0.09	0.00	0.00	0.10	+0.01	0.04	0.00	-0.09	0.00	-0.09	0.00	0.00	-0.09	0.00	-0.09	0.00	
W	6	0.11	0.10	-0.01	0.08	-0.03	0.02	0.00	-0.09	0.00	-0.11	0.00	0.00	-0.11	0.00	-0.11	0.00	
Lz	3	0.68	0.55	-0.13	0.62	-0.06	0.25	0.00	-0.43	0.00	-0.68	0.00	0.00	-0.68	0.00	+0.55	0.00	
Z	5	2.33	2.18	-0.15	2.20	-0.13	1.74	1.08	-0.59	1.08	-1.25	0.93	1.23	-1.40	0.31	+0.14	0.31	
B	7	6.48	5.84	-0.64	6.11	-0.37	5.19	3.01	-1.29	3.01	-3.47	2.24	2.47	-4.24	1.85	-1.85	0.93	
CS	0	21.71	22.50	+0.79	21.95	+0.24	21.60	21.53	-0.11	21.53	-0.18	21.60	22.53	-0.11	20.68	+0.32	20.68	
L	1	26.41	25.65	-0.76	25.58	-0.83	26.93	26.93	+0.52	26.93	+0.52	27.78	28.40	+1.37	24.38	+1.99	24.38	
R	8	42.19	43.09	+0.90	43.36	+1.17	44.23	47.45	+2.04	47.45	+5.26	47.45	40.74	+5.26	53.70	-1.45	53.70	
Suma		100	100	-1.69 +1.69	100	-1.43 +1.42	100	100	-2.57 +2.56	100	-2.42 +2.41	100	100	-6.64 +6.63	100	-3.51 +3.50	100	-11.52 +11.51

Kody i symbole klas ułożono w zestawieniu według wzrastającego udziału powierzchni: 4-Lp = poręby, 2-Lr = lasy rzadkie, 6-W = tereny pod wodami, 3-Lz = zagajniki, szkółki leśne, 5-Z = użytki zielone, 7-B = tereny o zwartej zabudowie, CS-0 = tereny Czecho-Słowacji, 1-L = lasy wysokie, 8-R = tereny rolne i tereny pozostałe.

## 8. Program i sprzęt komputerowy

W procesie sporządzania rastrowych map komputerowych według ustalonych zasad generalizacji elementów powierzchniowych wykorzystano z komputera IBM-XT, plotera ROLAND DXY-880A, programu DOCO PAS. Program DOCO PAS służy do założenia rastrowej bazy danych, agregacji danych i wykreślenia barwnych rastrowych map komputerowych w zadanym odwzorowaniu i skali mapy.

Program został napisany w języku Turbo Pascal i umożliwia:

- odczyt danych,
- wykonywanie zadanej liczby agregacji (czwórkowej, szesnastkowej),
- przyporządkowanie danym współrzędnych prostokątnych płaskich  $x$  i  $y$  w mierze terenowej (dla obiektu testowego w odwzorowaniu "GUGiK 1980",
- przeliczenie współrzędnych płaskich  $x$  i  $y$  na współrzędne plotera,
- sterowanie pracą plotera firmy ROLAND DXY - 880 A.

Końcowym wynikiem było wyprowadzenie ośmiokolorowych rastrowych map komputerowych dla obiektu testowego.

W rastrach  $P_4$  została zobrazowana rastrowa baza danych.

W rastrach  $P_3, P_2$  i  $P_1$  - przedstawiono agregację czwórkową.

Agregacja szesnastkowa została przedstawiona rastrem  $P_2$ .

Z wyprowadzonych barwnych map rastrowych sporządzone zostały plansze z zestawem map dla poszczególnych agregacji.

## 9. Wnioski

1. Elementy powierzchniowe, których powierzchnie na mapie (zdjęciu lotniczym, scenie satelitarnej) są mniejsze od połowy pola rastrowego lub mają kształt wydłużony o szerokości mniejszej od połowy boku pola rastra, ulegają wyeliminowaniu z treści mapy i nie zostają wprowadzone do rastrowej bazy danych. Elementy te zostają wchłonięte w procesie generalizacji przez elementy powierzchniowe większe znajdujące się w bezpośrednim sąsiedztwie.

2. Stopień generalizacji jest uzależniony od wielkości przyjętego pola odniesienia przestrzennego (wielkości rastra) - czym mniejsze rozmiary pola odniesienia przestrzennego, tym mniejsze deformacje wynikające z procesu generalizacji.

3. Przy zastosowaniu metody wektorowo-rastrowej uzyskuje się mniejsze różnice w sumarycznym ujęciu powierzchni w stosunku do tych samych powierzchni zawartych w rastrowej bazie danych, niż przy zastosowaniu metody agregacji rastrowej.

4. Metoda agregacji rastrowej bazy danych przy przechodzeniu do pól  $P_2$  i  $P_1$  (II i III stopień agregacji) zapewnia lepsze zobrazowanie kształtu i położenia powierzchniowych elementów treści od metody wektorowo-rastrowej.

5. Metoda bezpośredniego zakładania rastrowej bazy danych umożliwia wykorzystanie materiałów kartograficznych zdeformowanych (jak miało to miejsce w przypadku wydania map topograficznych w skali 1: 25 000 w edycji cywilnej tzw. "powiatówek" oraz scen i zdjęć lotniczych niezgeometryzowanych).

6. Metoda pośredniego zakładania rastrowej bazy danych poprzez zapis wektorowy jest mniej pracochłonna w stosunku do metody bezpośredniej (rastrowej) i umożliwia szybkie założenie bazy wektorowej. Metoda ta umożliwia stosunkowo wierne zobrazowanie położenia kształtu i powierzchni elementów treści mapy przy zastosowaniu - jako podstawy przetworzenia zapisu wektorowego na zapis rastrowy - rastra o rozmiarach boków dochodzących do ok. 2.5 mm x 2.5 mm w skali mapy, z której została założona baza wektorowa.

7. Agregacje informacji prowadzone przez trzy kolejne stopnie generalizacji powodują duże deformacje kształtu poszczególnych konturów.

Podobieństwo konturów zostaje zdecydowanie zachwiane przez agregacje III stopnia. W związku z tym ilość kolejnych agregacji przy zachowaniu tej samej bazy danych należy ograniczyć do dwu.

#### Literatura

- [1] Małek I.: *Konwersja wektorowego zapisu danych na rastrowy*. Prace IGiK 1991 t. XXXVIII z. 2-3.
- [2] Podlacha K.: *Kompozycja układu odniesienia przestrzennego w systemie informacji geograficznej na przykładzie systemu SINUS*. Prace IGiK 1990 t. XXXVI z. 1-2.
- [3] Zwierzyński J.: *Ustalenie wstępnych zasad generalizacji wybranych elementów w procesie sporządzania rastrowych map komputerowych*. IGiK, Warszawa 1987, maszyn.
- [4] Zwierzyński J.: *Założenie eksperymentalnej rastrowej bazy danych oraz testowanie wstępnych zasad generalizacji na przykładzie wybranych elementów powierzchniowych treści mapy*. IGiK, Warszawa 1988, maszyn.
- [5] Zwierzyński J.: *Ustalenie zasad agregacji danych zapisanych w polach odniesienia przestrzennego przy bezpośrednim przejściu od pól  $P_n$  do pól  $P_{n-2}$  wraz z ich przetestowaniem*. IGiK, Warszawa 1989, maszyn.
- [6] Zwierzyński J., Podlacha K.: *Zasady generalizacji elementów powierzchniowych w procesie sporządzania rastrowych map komputerowych*. IGiK, Warszawa 1990, maszyn.

- [7] Zwierzyński J.: *Metody generalizacji i agregacji danych, przeprowadzanie oceny deformacji wynikających z generalizacji danych zgromadzonych w sieci pól odniesienia przestrzennego*. IGiK, Warszawa 1990, maszyn.

*Recenzował: doc.dr inż. Jan Ciesielski*  
*Przyjęto do opublikowania w dniu 23 września 1991 r.*

JERZY ZWIERZYŃSKI

GENERALIZATION OF AREAL ELEMENTS IN THE PROCESS  
 OF PREPARATION OF RASTER COMPUTER MAPS

S u m m a r y

Elements of contents of raster computer map are represented by particular cells of spatial reference grid; they are called simply rasters, hence term "raster map". Uniform system of spatial reference grid has been prepared for the territory of Poland at the Cartography Department of IGiK. The origin of this system has the following coordinates:

$$B_0 = 55^\circ \text{ N}, L_0 = 14^\circ \text{ E}.$$

BLOK is the largest unit in this system; it is the 10' x 10' cell of geographic grid. Number of row and column in this grid is the BLOK code, which determines cell's position (fig. 1). Blok was divided into raster cells, called  $P_1$ . Sides of this cell have the following dimensions:

$$\Delta B = 10'/9 = 1,(1)' \quad \Delta L = 10'/6 = 1,(6)'$$

It corresponds to 2 x 2 km terrain dimensions.

Further partition is formed through division of cells of higher order into 4 cells of lower order. Raster dimensions  $P_1$  to  $P_7$  are contained in table 1.

Carefully selected spatial reference grid is the basis for raster recording of information. This grid is a kind of "generalization filter", which filters proper areal elements of the source map.

Raster database can be formed by means of direct or indirect method. Applying direct method information is coded to rasters by operator using general rule, that the dominant element of map contents in particular cell is assigned as representative of this cell. If the particular elements fill cell in equal parts additional analysis is done to choose only one element. Rules of this analysis are described in the article. Raster computer map prepared on the basis of raster database is presented in fig. 2.

While indirect method is applied, source maps are digitized. Vector database formed in this process consists of geometrical files and contour codes. Next, special program enables conversion of vector database into raster form with the assumed size of raster.

Two methods of automatic aggregation were accepted for generalization of information contained in raster database. First method - so-called quad

aggregation is based on succeeding aggregating information from four smaller cells into bigger one. Examples of this aggregation are given in fig.4.

In the second method information from sixteen cells is aggregated into one bigger cell.

Deformations of the established database caused by conversion from vector to raster form, as well as by two above mentioned methods of automatic aggregation are presented in tables 2 and 3.

Translation: Zbigniew Bochenek

ЕЖИ ЗВЕЖИНЬСКИ

ГЕНЕРАЛИЗАЦИЯ ПЛОЩАДНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ  
В ПРОЦЕССЕ СОСТАВЛЕНИЯ  
РАСТРОВЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ КАРТ

Резюме

На растровых компьютерных картах элементы содержания представлены с помощью отдельных полей пространственной относимости, называемых растровыми полями или просто растрами, отсюда название "растровые карты".

В Отделе картографии ИГиК была разработана однородная для территории Польши система полей пространственной относимости, которая имеет пункт начала системы с координатами  $B_0 = 55^\circ N$  и  $L_0 = 14^\circ E$ .

Самой большой поверхностью единицей является БЛОК, который представляет ячейку географической сетки размерами  $10' \times 10'$ . Номер пояса и колонны сетки БЛОКОВ является кодом БЛОКА и определяет его положение (Рис.1).

БЛОК делится на растровые поля  $P_1$ . Стороны растра  $P_1$  имеют размеры:

$$\Delta B = \frac{10'}{9} = 1(1)' \dots \quad \text{и} \quad \Delta L = \frac{10'}{6} = 1(6)' \dots$$

что на местности составляет около  $2 \text{ км} \times 2 \text{ км}$ .

Дальнейшее деление происходит путём деления полей высшего ряда на четыре поля низшего ряда. Размеры растров от  $P_1$  до  $P_7$  представлены на таблице 1.

В качестве основы для растровой записи информации принимается соответственно подобранная сеть полей пространственной относимости. Эта сеть является некоторого вида "генерализационным фильтром", который в зависимости от густоты растровой сетки



зависимости от густоты растровой сетки задерживает или пропускает соответствующей величины площадные элементы с карты-источника.

Растровую базу данных можно основывать непосредственным или косвенным методом.

При непосредственном методе информацию с исходных материалов кодирующий вводит в отдельные растры, согласно с генеральным принципом, что доминирующий поверхностно элемент содержания карты, находящийся в поле растра, зачисляется и регистрируется к полному полю растра. Зато при равновесии площадных элементов производится соответствующий анализ и вводится только один из этих элементов. Анализ производится согласно принципам изложенным в работе. На рис. 2 представлена растровая компьютерная карта, составленная на основе растровой базы данных.

При косвенном методе исходные карты подвергаются дигитализации. База данных, полученная в векторной записи, состоит из геометрических множеств, а также из введенных кодов поверхности /контуров или части контуров карты/. Затем с помощью специальной программы обработки переходим к растровой базе данных с заложенной величиной растра.

Для генерализации информации, находящейся в растровой базе данных, были приняты два метода автоматической агрегации. Первый метод, так называемой четвертичной агрегации, заключается в очередной агрегации информации с четырех меньших полей в одно большее поле. Примеры принципов этой агрегации иллюстрирует рис. 4. Второй метод, так называемой шестнадцатичастичной агрегации, заключается в агрегировании информации с шестнадцати меньших полей в одно большее поле.

Деформации относительно заложенной растровой базы данных, вытекающие из преобразования геометрической векторной базы в растровую запись, а также из автоматической четвертичной агрегации I, II, III степени и шестнадцатичастичной агрегации II степени представляют таблицы 2 и 3.

Перевод: Róża Tołstikowa

