

DARIUSZ DUKACZEWSKI

**PREZENTACJA DYNAMIKI ZJAWISK ZA POMOCĄ  
ZMIENNYCH STATYCZNYCH I DYNAMICZNYCH  
STOSOWANYCH W ELEKTRONICZNYCH  
ANIMACJACH KARTOGRAFICZNYCH**

*ZARYS TREŚCI: W pracy określono możliwości oraz ograniczenia stosowania zmiennych statycznych i dynamicznych do tworzenia animacji kartograficznych, służących do prezentacji zjawisk dynamicznych oraz przedstawiono metodę doboru zmiennych, umożliwiających prezentację różnych typów zmian w warunkach nienadmiarowego stopnia złożoności przekazu informacji.*

**1. WSTĘP**

Wzrost zainteresowania projektowaniem i tworzeniem animacji kartograficznych, obserwowany od końca lat 90., stanowił przesłankę do podjęcia prac mających na celu rozwój metodologii w tym zakresie. Jak wynika z przeprowadzonych badań, postęp metodologiczny w tej dziedzinie dotyczy obecnie głównie zagadnień związanych z architekturą systemów, modeli baz danych, metod tworzenia baz, projektowania oprogramowania oraz realizacji systemów animacji. W znacznie mniejszym stopniu dotyczy on metod doboru środków prezentacji dynamiki, warunkujących prawidłową percepcję informacji. Wcześniejsze prace autora (Dukaczewski, 2000, 2003) wykazały istnienie licznych ograniczeń w zakresie możliwości równoczesnego wykorzystywania wielu zmiennych, wykazując potrzebę podjęcia badań mających na celu wypracowanie metody ich nienadmiarowego stosowania. Jak wynika z analizy dostępnych publikacji, problematyka prezentacji dynamiki za pomocą zmiennych graficznych możliwych do stosowania w elektronicznych animacjach kartograficznych nie doczekała się do chwili obecnej samoistnej monografii. Problem ten był jedynie wzmiankowany wycinkowo m.in. w pracach: Campbella i Egberta (1990), DiBiase'a z zespołem (1991), Blok (1997), Røda (1997) i Dukaczewskiego (2000).

Celem pracy było określenie możliwości i ograniczeń wykorzystania statycznych i dynamicznych zmiennych do tworzenia elektronicznych animacji kartograficznych, służących do prezentacji różnych typów zjawisk dynamicznych, jak również stworzenie koncepcji metody doboru zmiennych graficznych, umożliwiających prezentację różnych typów zmian w warunkach nienadmiarowego stopnia złożoności przekazu informacji za pomocą animacji kartograficznych<sup>1</sup>. Zdaniem autora, problem projektowania optymalnej prezentacji dynamicznej można rozwiązać, wypracowując metodę doboru statycznych i dynamicznych zmiennych graficznych, bazującą na identyfikacji encji/obiektów podlegających zmianom, określeniu ich własności (i wynikających z nich możliwości i ograniczeń sposobu prezentacji kartograficznej) oraz na doborze środków wyrazu z wykorzystaniem reguł metodyki kartograficznej.

## **2. PROPOZYCJA TYPOLOGII ZJAWISK DYNAMICZNYCH MOŻLIWYCH DO PRZEDSTAWIENIA ZA POMOCĄ PREZENTACJI KARTOGRAFICZNEJ**

W celu wypracowania metody doboru zmiennych graficznych, umożliwiającej optymalizację projektowania i tworzenia animacji, celowe stało się opracowanie typologii zjawisk dynamicznych, opartej równocześnie na ujęciu encyjnym (odwołującym się do analizy procesów dynamicznych, w których biorą udział poszczególne encje) i na ujęciu nawiązującym do zasad metodyki kartograficznej (określającej optymalny sposób prezentacji własności tych obiektów/encji). W tym celu konieczne było wprowadzenie odpowiednich notacji:

- $\alpha$  – encje punktowe oraz możliwe do wyrażenia za pomocą encji punktowych,
- $\beta$  – encje liniowe oraz możliwe do wyrażenia za pomocą encji liniowych,
- $\gamma$  – encje powierzchniowe oraz możliwe do wyrażenia za pomocą encji powierzchniowych,
- a – encje mierzalne w skali nominalnej (jakościowej),
- b – encje mierzalne w skali porządkowej,
- c – encje mierzalne w skali ilościowej<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> Przez określenie to autor rozumie sposób przekazu informacji, w którym (w wyniku przeprowadzonej analizy) zostało wykorzystane jedynie niezbędne minimum statycznych i dynamicznych zmiennych wizualnych oraz powiązanych z nimi metod prezentacji kartograficznej.

<sup>2</sup> Stanowiącej połączenie skali interwałowej i ilorazowej.

Tabela 1. Typologia zjawisk dynamicznych, możliwych do przedstawienia za pomocą prezentacji kartograficznej

Symbol	Proces	Obiekty/Encje								
		$\alpha$			$\beta$			$\gamma$		
		a	b	c	a	b	c	a	b	c
G	pojawianie się/znikanie	G $\alpha$ a	G $\alpha$ b	G $\alpha$ c	G $\beta$ a	G $\beta$ b	G $\beta$ c	G $\gamma$ a	G $\gamma$ b	G $\gamma$ c
L	zmiana lokalizacji	L $\alpha$ a	L $\alpha$ b	L $\alpha$ c	L $\beta$ a	L $\beta$ b	L $\beta$ c	L $\gamma$ a	L $\gamma$ b	L $\gamma$ c
K	zmiana kształtu	K $\alpha$ a			K $\beta$ a	K $\beta$ b	K $\beta$ c	K $\gamma$ a	K $\gamma$ b	K $\gamma$ c
C	zmiana charakterystyki	C $\alpha$ a	C $\alpha$ b	C $\alpha$ c	C $\beta$ a	C $\beta$ b	C $\beta$ c	C $\gamma$ a	C $\gamma$ b	C $\gamma$ c
P	zmiana powierzchni	P $\alpha$ a	P $\alpha$ b	P $\alpha$ c	P $\beta$ a	P $\beta$ b	P $\beta$ c	P $\gamma$ a	P $\gamma$ b	P $\gamma$ c
W	zmiana wartości		W $\alpha$ b	W $\alpha$ c		W $\beta$ b	W $\beta$ c		W $\gamma$ b	W $\gamma$ c
Z	zmiana zwrotu				Z $\beta$ a	Z $\beta$ b	Z $\beta$ c			
D	podział/łączenie	D $\alpha$ a	D $\alpha$ b	D $\alpha$ c	D $\beta$ a	D $\beta$ b	D $\beta$ c	D $\gamma$ a	D $\gamma$ b	D $\gamma$ c
A	ciągłość/nieciągłość				A $\beta$ a	A $\beta$ b	A $\beta$ c	A $\gamma$ a	A $\gamma$ b	A $\gamma$ c
E	zmiana oświetlenia*	E $\alpha$ a			E $\beta$ a			E $\gamma$ a		
V	zmiana położenia kamery/obserwatora*	V $\alpha$ a	V $\alpha$ b	V $\alpha$ c	V $\beta$ a	V $\beta$ b	V $\beta$ c	V $\gamma$ a	V $\gamma$ b	V $\gamma$ c

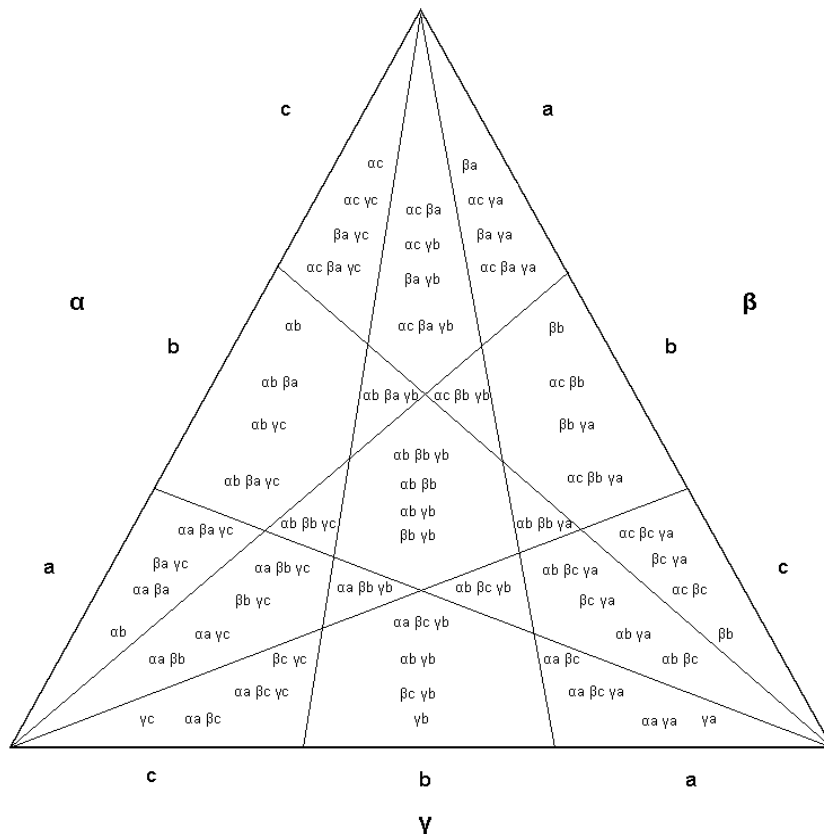
Gwiazdką (\*) zaznaczono procesy występujące w przypadku zmian o charakterze nietemporalnym.

Należy podkreślić, iż aczkolwiek podana typologia wyczerpuje większość przypadków potencjalnych zjawisk dynamicznych możliwych do przedstawienia za pomocą animacji kartograficznej, to jednak stosowanie niektórych z nich może nadmiernie obciążać percepcję czytelnika mapy. Sytuacja taka dotyczy zwłaszcza zmian związanych ze zmianą położenia kamery w przypadku encji poziomego porządkowego i ilościowego. Typologię tę można rozciągnąć również na encje nie posiadające własnego materialnego bytu w środowisku, lecz stanowiące wynik syntezy pochodzącej z niego informacji. Oznacza to, iż kartodiagramy punktowe mogą być traktowane podobnie jak encje punktowe ( $\alpha$ ), kartodiagramy wektorowe i wstęgowe oraz wykresy słupkowe – podobnie jak encje liniowe ( $\beta$ ), natomiast powierzchniowe i bryłowe – jak encje powierzchniowe ( $\gamma$ ).

### 3. PROPOZYCJA TYPOLOGII ANIMACJI KARTOGRAFICZNYCH

Nawiązując do przyjętego wcześniej systemu notacji i przyjmując jako kryterium typy ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ) encji/obiektów dynamizowanych (e) i poziome (p), na których mogą one funkcjonować w skali nominalnej (a), porządkowej (b) i ilościowej (c), można uzyskać typy animacji (T),

odpowiadające kombinacjom  $T = e_n \alpha l, e_n \beta l, e_n \gamma p$ , możliwym do odczytania z diagramu (rys. 1). Biorąc pod uwagę, iż  $n$  może być w przypadkach szczególnych równe zero, możliwe jest uzyskanie 58 typów animacji.



Rys. 1. Typy animacji według kryterium encji/obiektów dynamizowanych ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ) i ich poziomów w skali nominalnej (a), porządkowej (b) i ilościowej (c)

#### 4. STATYCZNE ZMIENNE GRAFICZNE STOSOWANE ORAZ MOŻLIWE DO ZASTOSOWANIA W ANIMACJACH KARTOGRAFICZNYCH

##### 4.1. Definicje

Używany dosyć powszechnie w kartografii polskiej termin „zmienna graficzna” pochodzi od określenia „zmienna wizualna” (*variable visuelle*), wprowadzonego przez J. Bertina w roku 1954 i upowszechnionego w roku 1967, stosowanego powszechnie w kartografii większości krajów. Bertin (1967) wyróżnił nadrzędną zmienną

położenia wyrażoną wymiarami  $x$ ,  $y$  oraz 6 zmiennych wyrażonych wymiarem  $z$ : wielkość, jasność/walor<sup>3</sup>, ziarnistość, ton/kolor<sup>4</sup>, orientację, kształt. Klasyfikacja zmiennych J. Bertina została stosunkowo szybko upowszechniona w kartografii większości krajów europejskich i Japonii. Jej popularyzacja w krajach anglosaskich miała miejsce dopiero po ukazaniu się w 1983 r. tłumaczenia pracy Bertina na język angielski. Sześć zmiennych wyrażonych wymiarem  $z$  jest często określanymi mianem statycznych zmiennych graficznych (MacEachren, Taylor, 1994; Blok, 1997, 1999; Métral, 2001).

Morrison (1974) zaproponował wprowadzenie zmiennej **nasyce-  
nia** oraz **uporządkowania obiektów**. Nasylenie było wówczas łączone przez Bertina w jedną całość z tonem/kolorem, zaś obecnie jest traktowane jako składowa zmiennej jasności/waloru. Zostało ono uznane za zmienną jedynie przez część kartografów. Zmienna uporządkowania obiektów stanowiła próbę rozwinięcia zmiennej ziarnistości, polegającą na wydzieleniu ziarnistości regularnej i nieregularnej. Z uwagi na fakt, iż francuski termin *grain* (ziarno) został przetłumaczony na angielski jako *texture* (tekstura), Caivano (1990), nawiązując do angielskiej definicji tekstury zaproponował wprowadzenie trzech nowych zmiennych, składowych ziarnistości: **ukierunkowania**, **wielkości** i **gęstości**. „Ukierunkowanie” jest *de facto* tożsamy z orientacją znaku i jego kształtem, „wielkość” jest istniejącą zmienną o tej samej nazwie, zaś definicja „gęstości” jest tożsama z bertinowską definicją jasności/waloru. W roku 1990 MacEachren i Ganter zaproponowali wprowadzenie zmiennej wyższego rzędu *pattern* (**wzór**, **deseń**). Zmienna ta byłaby tworzona przez: kształt, orientację, ziarnistość, wielkość, uporządkowanie. W roku 1992 MacEachren zaproponował kolejną zmienną złożoną „focus” („ostrość”), definiowaną jako „ostrość szczegółów”. W 1995 r. dokonał zmiany jej nazwy na *clairty* (**czystość**, **klarowność**). Zmienna ta miałaby być tworzona przez trzy składowe: ostrości (*crispness*) będącej dopełnieniem „rozłania” granicy, rozdzielczości i przezroczystości. Propozycja ta spotkała się z krytyką. Podkreślano, iż do uzyskania efektu określanego mianem „ostrość” lub „klarowność” nie jest konieczne zastosowanie trzech wymienionych składowych. Niewątpliwie

<sup>3</sup> valeur

<sup>4</sup> Couleur – definiowany jako “zakres spektrum światła odbitego lub wysłanego przez powierzchnię obiektów, odebrany przez zmysł wzroku, pozwalający rozróżnić powierzchnie niezależnie od ich kształtu” (Weger, 1999; Robert de la Langue Française, 2002). Francuskiemu terminowi *couleur* odpowiada angielskie *hue*, zaś angielski termin *colour* i amerykański *color* jest desygnatem barwy.

stopień rozmycia granicy (uzyskany drogą zmieniania wartości waloru/jasności) oraz jej przebieg (na który rzutuje rozdzielczość przestrzenna danych i który jest odczytywany jako zmienna kształtu) może wpływać na percepcję stopnia „klarowności” granicy, lecz efekt ten zależy również od innych czynników (m.in. skali wizualizacji lub wydruku, kontrastu tonalnego, warunków czytania mapy). Trudno jest go więc uznać za zmienną graficzną. Można odnieść wrażenie, iż składowa przezroczystości została wykorzystana w celu zasygnalizowania heterogenicznych cech strefy przejściowej – strefy zamglenia. Sposób jej prezentacji, jako wydzielenia chorochromatycznego, sugeruje, iż jest to jedynie nałożenie wydzieleni barwnych o określonym stopniu przezroczystości, zaś autor nie przypisywał stopniowi przezroczystości funkcji związanej z przekazaniem dodatkowej samoistnej informacji. W roku 2000 Źyszkowska zaproponowała zmianę nazwy zmiennej ziarnistości na **gęstość** oraz wprowadzenie nowych zmiennych – **kontrastu** oraz **liczby elementów** (w przypadku sygnatur złożonych). Zwróciła również uwagę na fakt, iż z prostych zmiennych mogą być tworzone zmienne złożone, odbierane jako nierozdzielna całość. Do zmiennych takich należy **barwa** (współtworzona przez ton/kolor i jasność), **deseń** oraz **sygnatury złożone**. Dukaczewski (2000) zaproponował potraktowanie jako samodzielnej (niepowiązanej) zmiennej **przezroczystości** (wskazując na możliwości jej wykorzystania do budowy znaków punktowych, diagramów i kartodiagramów płaskich i bryłowych) oraz zmiennej **połysku**.

#### 4.2. Przegląd dotychczasowych prac dotyczących własności statycznych zmiennych graficznych i możliwości ich wykorzystania w kartografii

Prace dotyczące zmiennych graficznych koncentrowały się w obrębie kilku nurtów, których tematyka dotyczyła głównie badań: własności zmiennych, wykorzystania zmiennych do optymalizacji form prezentacji kartograficznej, percepcji zmiennych graficznych. Bertin (1967) stwierdził, iż zmienne mogą posiadać następujące własności: proporcjonalność, porządek, asocjacyjność, dysocjacyjność, selektywność. Własność proporcjonalności pozwala na dokonanie z pewną precyzją oceny wielkości wizualizowanej encji. Własność porządku polega na możliwości stwierdzenia niedwuznacznej hierarchii. Asocjatywność pozwala na interpretowanie jako zjawisk podobnych elementów graficznych posiadających inną naturę. Dysocjacyjność jest cechą

uniemożliwiająca interpretowanie jako podobnych zjawisk elementów które posiadają inną naturę. Własność selektywności pozwala na identyfikację oryginalnego charakteru jednego elementu (lub grupy elementów) i jego wyodrębnienie z otoczenia.

Tabela 2. Własności zmiennych graficznych (Bertin, 1967)

Zmienne	Własności				
	proporcjonalność	porządek	asocjacyjność	dysocjacyjność	selektywność
położenie	Q	O	≡		≠
wielkość	Q	O		I	≠
jasność/walor		O		I	≠
ziarnistość		o	≡		≠
ton/kolor			≡		≠
orientacja			≡		≠
kształt			≡		≠

Q proporcjonalność

≡ asocjacyjność

≠ selektywność

O porządek

I dysocjacyjność

Weibel i Buttenfield (1992) doszli do wniosków zbliżonych do ustaleń Bertina. Istotna różnica polega jedynie na przypisaniu przez nich własności proporcjonalności zmiennej jasności. System własności zmiennych Bertina wzbudza kontrowersje w krajach anglosaskich. Jest on bowiem oparty na skalach pomiarowych o poziomach: jakościowym (selektywność i dysocjacyjność), porządkowym (porządek) i ilościowym (proporcjonalność), podczas gdy w krajach anglosaskich (a zwłaszcza USA) przyjął się czteropoziomowy system zaproponowany przez psychologa Stevensa (1951) o poziomach: jakościowym, porządkowym, interwałowym i ilorazowym. Kraak i Ormeling (1998) zaproponowali dostosowanie systemu własności zmiennych Bertina do czteropoziomowego systemu skal pomiarowych drogą systematyzacji „4 charakterystyk perceptualnych”, opowiadających poziomom pomiarowym:

- różnica w jakości – skala nominalna,
- różnica w porządku – skala porządkowa,
- różnica w odległości – skala interwałowa,
- różnica w rozmiarze (proporcjach) – skala ilorazowa.




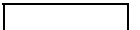
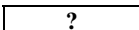
Kontynuację tego ujęcia stanowiły prace Wanga i Ormelinga z 1996 r. (Kraak, MacEachren, 1999). Wprowadzili oni poziomy: różnicujący,

asocjacyjny (upodabniający), porządkowy, zaś własność proporcjonalności zastąpili poziomem interwałowym i ilorazowym (tab. 3). Dokonali również oceny przydatności zmiennych graficznych na poszczególnych poziomach.

Tabela 3. Własności zmiennych graficznych według Wanga i Ormelinga (Kraak, MacEachren, 1999)

Zmienne	Poziomy				
	ilorazowy	interwałowy	porządkowy	asocjacyjny	różnicujący
położenie					
wielkość					
jasność/walor		?			
ziarnistość					
ton/kolor					
orientacja					
kształt					

przydatność zastosowania zmiennej

	bardzo duża		średnia
	duża		niska/brak
	budząca wątpliwości		

Rød (1997) dokonał rozbicia własności „proporcjonalności” na mierzalność ilorazową<sup>5</sup> i mierzalność interwałową. Dodał ponadto własność „wartości absolutne” (tab. 4). Badania Røda potwierdziły m.in. prawidłowość, iż liczba możliwości w zakresie doboru zmiennych rośnie wraz ze spadkiem poziomu precyzji pomiaru.

Tabela 4. Własności zmiennych graficznych (Rød, 1997)

Zmienne	Własności						
	wartości absolutne	gęstość	mierzalność interwałowa	porządek	asocjacyjność	dysocjatywność	selektywność
wielkość							
jasność/walor							
ziarnistość							
ton/kolor							
orientacja							
kształt							

rozwiązanie

	poprawne		niepoprawne
---	----------	---	-------------

<sup>5</sup> W oryginale i w tab. 4 „gęstość”.



Pierwsze prace nad możliwościami wykorzystania zmiennych graficznych (zwanych początkowo „kryteriami wyróżniającymi znaków”) do optymalizacji form prezentacji kartograficznej zostały podjęte przez Bertina (1952). Dotyczyły one kształtu, wielkości oraz migotania znaku i zostały przeprowadzone dla kartodiagramów. W roku 1954 Bertin zaprezentował komunikat o badaniach nad 5 zmiennymi wizualnymi (kształt, ton/jasność, rozmiar, migotanie i orientacja) przeprowadzonych na diagramach obrazkowych, kartodiagramach punktowych i liniowych. W latach 1954–1957 były prowadzone badania nad 6, a w okresie od 1958 do 1963 r. nad 7 zmiennymi i możliwościami ich wykorzystania do optymalizacji form prezentacji kartograficznych (Palsky, Robic, 1997). W rezultacie prowadzonych prac powstało m.in. oprogramowanie TMC wspomagające przetwarzanie danych i tworzenie map (Bonin, 1997). W latach 1967–1974 badania dotyczące zmiennych graficznych zostały podjęte w Kanadzie, Norwegii, Grecji, RFN, Polsce, Japonii, Austrii, na Węgrzech, Holandii i ówczesnej Czechosłowacji. Jedną z pierwszych prób syntezy oceny potencjalnego wykorzystania klasyfikacji zmiennych graficznych do optymalizacji form prezentacji kartograficznej przedstawił Morrison (tab. 5).

Tabela 5. Próba oceny zastosowania zmiennych graficznych (Morrison, 1974)

Zmienna graficzna	Poziom pomiarowy	
	porządkowy	nominalny
wielkość		
barwa: kolor		
barwa: jasność		
barwa: nasycenie		
ziarnistość		
uporządkowanie		
orientacja		
kształt		

zastosowanie zmiennej

wskazane     
  możliwe     
  niemożliwe

Uporządkowanie oraz orientacja ziarnistości zostały uznane za zmienne rekomendowane w przypadku danych poziomu nominalnego, co – biorąc pod uwagę ich utrudnioną czytelność – można uznać za twierdzenie dosyć kontrowersyjne. Robinson, Morrison, Muehrcke, Kimerling i Guptil (1995) dokonali oceny możliwości zastosowania bertinowskich

zmiennych graficznych oraz proponowanej zmiennej nasycenia na poziomie jakościowym (nominalnym) i ilościowym (porządkowym, interwałowym i ilorazowym) dla poszczególnych typów znaków (tab. 6).

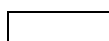
Tabela 6. Ocena możliwości zastosowania zmiennych graficznych na poziomie jakościowym i ilościowym dla poszczególnych typów znaków (Robinson i in., 1995)

Znaki	Poziom pomiarowy	
	jakościowy	ilościowy
punktowe	ton/kolor	wielkość
	kształt	jasność
	orientacja	nasycenie
liniowe	ton/kolor	wielkość
	kształt	jasność
	orientacja	nasycenie
powierzchniowe	ton/kolor	wielkość
	kształt	jasność
	ziarnistość	nasycenie
	orientacja	
objętościowe	ton/kolor	wielkość
	kształt	jasność
	ziarnistość	nasycenie
	orientacja	

rozwiązanie



poprawne



o ograniczonym zastosowaniu

Porównanie danych dotyczących znaków powierzchniowych i objętościowych potwierdza sąd, iż znaki objętościowe używane na mapie dwuwymiarowej zachowują właściwości znaków powierzchniowych.

W roku 1995 MacEachren przedstawił ocenę przydatności 12 zmiennych – 7 zmiennych bertinowskich, składowych zmiennych złożonych: barwy (nasycenie), klarowności (rozdzielczość, ostrość, przezroczystość) oraz zmiennej proponowanej przez Morrisona (uporządkowanie) (tab. 7).

Tabela 7. Ocena zastosowania zmiennych graficznych na poziomie nominalnym, porządkowym i jakościowym – interwałowym i ilorazowym (MacEachren, 1995)

zmienna graficzna	poziom pomiarowy		
	nominalny	porządkowy	interwałowy/ /ilorazowy
położenie			
wielkość			
ziarnistość			
barwa: ton/kolor			
orientacja			
kształt			
barwa: jasność/walor			
barwa: nasycenie			
rozdzielczość			
ostrość			
przezroczystość			
uporządkowanie			

zastosowanie zmiennej

dobre
  marginesowe
  złe

Wątpliwości budzi fakt oceny zmiennej wielkości jako zmiennej dobrej do prezentacji danych pochodzących z pomiarów na wszystkich trzech poziomach, włącznie z poziomem nominalnym. Trudno zgodzić się z opinią autora, iż efektywność zastosowania ziarnistości na poziomie nominalnym jest większa niż na poziomie porządkowym. Dyskusyjne jest zakwalifikowanie do grupy zmiennych dobrze różnicujących dane poziomu porządkowego ostrości i rozdzielczości, zaś wykorzystanie tonu/koloru i orientacji do prezentacji danych ilościowych i porządkowych powinno być traktowane (z uwagi na wyjątkową rzadkość możliwości zastosowania np. w kartodiagramach i diagramach dwubiegowych) jako warunkowe.

W 2002 r. Korycka-Skorupa przedstawiła próbę oceny zastosowania 6 bertinowskich zmiennych graficznych (bez zmiennej położenia) na różnych poziomach pomiarowych dla znaków punktowych, liniowych i powierzchniowych (tab. 8).

System przedstawiony przez autorkę jest bardzo spójny i dosyć dobrze odpowiada zasadom wypracowanym przez polską metodykę kartograficzną. Pewne wątpliwości może wzbudzać ocena zastosowania zmiennej jasności na poziomie jakościowym.

Tabela 8. Ocena zastosowania zmiennych graficznych na różnych poziomach pomiarowych dla znaków punktowych, liniowych i powierzchniowych (Korycka-Skorupa, 2002)

Zmienne	Znaki punktowe			Znaki liniowe			Znaki powierzchniowe		
	poziom			poziom			poziom		
	ilościowy	porządkowy	jakościowy	ilościowy	porządkowy	jakościowy	ilościowy	porządkowy	jakościowy
wielkość			x			x			x
jasność			x			x			x
ton	x	x		x	x		x	x	
kształt	x	x		x	x		x	x	
ziamistość	x	?		x			x	x	
orientacja	x	x		x	x		x	x	

rozwiązanie

poprawne

nie stosowane

niepoprawne

stosowane sporadycznie, ale budzące wątpliwości

Zdaniem autora, zastosowanie jasności w przypadku skali jakościowej może być dopuszczalne w przypadku map czarno-białych lub map barwnych w sytuacji, gdy na mapie jest prezentowanych jednocześnie kilka zjawisk różnicowanych równocześnie zmienną koloru i jasności. W tej sytuacji autor proponuje uznanie jasności na poziomie jakościowym jako zmiennej do stosowania warunkowego. W analogiczny sposób autor proponuje potraktować zmienną tonu/koloru w przypadku znaków punktowych poziomu ilościowego i porządkowego oraz znaków liniowych poziomu ilościowego. Za dopuszczalne warunkowo można byłoby bowiem uznać wykorzystanie tonu/koloru (np. wraz z jasnością) do zróżnicowania dwóch (lub więcej) zjawisk mierzalnych w tych skalach lub do zróżnicowania przedziałów klasowych w przypadku stosowania skali rozbieżnej. Stosowanie ziarnistości do zróżnicowania znaków punktowych na poziomie ilościowym i porządkowym trudno uznać za rozwiązanie poprawne, jednak zmienna ta jest stosowana w przypadku wielu map do wzmocnienia informacji lub jej zróżnicowania. Rozwiązanie takie można byłoby określić mianem „niepoprawnego/budzącego wątpliwości” – wymagającego weryfikacji. Za celowe uznano zaproponowanie oceny zastosowania zmiennych graficznych, uwzględniającej rozwiązania warunkowe i budzące wątpliwości, jak również dokonanie oceny możliwości zastosowania proponowanych zmiennych graficznych połysku i przezroczystości (tab. 9).

Badania relacji między zmiennymi graficznymi a właściwościami percepcyjnymi prowadzone przez zespół Bertina od roku 1952 były jednym z czynników, który pozwolił na zarzucenie idei wydzielenia jako zmiennej graficznej migotania i przyczynił się do opublikowania ogólnie akceptowanej listy zmiennych graficznych, charakteryzujących się stosunkowo dobrymi własnościami wizualnego wyróżniania. Nie ulega jednak wątpliwości, iż stopień wizualnego wyróżniania zmiennych graficznych jest w znacznym stopniu zróżnicowany. W roku 1996 Köbben i Yaman przedstawili ocenę wyróżniania wizualnego 6 zmiennych (tab. 10). Ujęcie to w bardzo dobry sposób podkreśla dysproporcje pomiędzy silną własnością porządkową a słabą własnością selekcyjną ziarnistości oraz dysproporcje pomiędzy silną własnością asocjacyjną a słabą własnością selekcyjną orientacji. Interesującą syntezę badań rozróżnialności wizualnej zmiennych (na poziomie selekcyjnym) przedstawili Kraak i Ormeling (1998) (tab. 11).

Tabela 9. Propozycja oceny zastosowania zmiennych graficznych na różnych poziomach pomiarowych dla znaków punktowych, liniowych i powierzchniowych

Zmiennie	Znaki punktowe			Znaki liniowe			Znaki powierzchniowe		
	ilościowy	porządkowy	jakościowy	ilościowy	porządkowy	jakościowy	ilościowy	porządkowy	jakościowy
wielkość			X			X			X
jasność			W			W			W
ton	W	W		W	X		X?	X?	
kształt	X	X		X	X		X	X	
ziamistość	X?	X?	N RZ	X			X	X	
orientacja	X	X	RZ?	X	X	RZ?	X	X	
połysk	X			X			X	X	W
przezroczystość	X			X			X	X	W

rozwiązanie

<span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 15px;"></span>	poprawne	<span style="background-color: yellow; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 15px;"></span> RZ ?	rzadko stosowane, budzi wątpliwości
<span style="background-color: cyan; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 15px;"></span> N RZ	nie stosowane lub rzadko stosowane	<span style="background-color: yellow; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 15px;"></span> X ?	niepoprawne, budzące wątpliwości
<span style="background-color: magenta; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 15px;"></span> W	warunkowe	<span style="background-color: red; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 15px;"></span> X	niepoprawne

Tabela 10. Własności percepcyjne zmiennych graficznych (Köbben i Yaman, 1996)

Zmienne graficzne	Własności percepcyjne			
	poziom			
	asocjacyjny	porządkowy	jakościowy	selekcyjny
wielkość				
jasność (walor)				
ziarnistość				
ton/kolor				
orientacja				
kształt				

własność percepcyjna



silna



słaba

Tabela 11. Rozróżnialność wizualna zmiennych (Kraak, Ormeling, 1998)

Zmienne	Znaki		
	punktowe	liniowe	powierzchniowe
wielkość	4	4	5
jasność	3	4	5
ziarnistość	2	4	5
ton/kolor	7	7	8
orientacja	4	2	-
kształt	-	-	-

Dane te potwierdzają również wyniki badań przytoczone przez Wegera (1999).

### 4.3. Dotychczas stosowane typologie zmiennych graficznych

Zgodnie z definicjami podanymi przez Bertina (1967) wśród zmiennych graficznych (wizualnych) można wyróżnić: **zmienne obrazu** (położenie, wielkość i jasność/walor), tworzące obiekty/encje na tle, oraz **zmienne separacji** (ziarnistość, ton/kolor, orientacja, kształt), tworzące obrazy. Robinson, Morrison, Muehrcke, Kimerling i Guptil (1995) zaproponowali podział zmiennych na **pierwotne** (wielkość, jasność/walor, ton/kolor, orientacja, kształt i nasycenie) i **wtórne** (ziarnistość, orientację i uporządkowanie). Zgodnie z kryterium stopnia złożoności można wśród nich wyróżnić **zmienne proste** i **zmienne złożone** (Żyszkowska, 2000).

Rozważając, które ze zmiennych graficznych są konieczne (poza nadrzędną zmienną położenia), aby mógł zaistnieć najprostszy znak

kartograficzny – kropka, autor doszedł do wniosku, iż wśród zmiennych graficznych można wydzielić **zmiennie swoiste (własne) znaku**: wielkość, kształt, jasność/walor, ton/kolor oraz **zmiennie uzupełniające**: ziarnistość, orientację, połysk, przezroczystość. Zastosowanie **zmiennych swoistych** (oprócz nadrzędnej zmiennej położenia) jest konieczne, aby utworzyć jakikolwiek znak (nawet, jeżeli żadna z tych zmiennych nie będzie niosła żadnych informacji poza określeniem położenia). Wykorzystanie **zmiennych uzupełniających** nie jest warunkiem koniecznym zaistnienia najprostszego znaku. Zmienne te jednak ułatwiają różnicowanie znaków oraz przekazywanie przez nie informacji tematycznej. Identyfikacja zmiennych swoistych i uzupełniających niesie ze sobą konsekwencje w zakresie doboru zmiennych do projektowania znaków form prezentacji kartograficznej. Użycie zmiennej uzupełniającej jako zmiennej różnicującej znaki lub niosącej informację tematyczną zwiększa bowiem liczbę zmiennych wykorzystywanych przez ten znak.

#### 4.4. Typologia zmiennych graficznych stosowanych i możliwych do zastosowania w kartografii

W celu wypracowania metody doboru zmiennych statycznych do tworzenia animacji kartograficznych, opartej na ujęciu encyjnym/obiektywnym, uznano za celowe stworzenie typologii zmiennych graficznych opartej na kryteriach:

- liczby cech przeznaczonych do prezentacji,
- liczby zmiennych wykorzystywanych w procesie prezentacji,
- typów wizualizowanych encji lub konstrukcji logicznych możliwych do zwizualizowania za pomocą znaków kartograficznych,
- poziomów pomiarowych danych przeznaczonych do wizualizacji,
- stopnia poprawności wynikającego z relacji między zmiennymi wizualnymi a właściwościami percepcyjnymi,
- stopnia poprawności semantycznej.

Klasyfikację tę przeprowadzono dla wszystkich możliwych kombinacji statycznych zmiennych graficznych, dla encji punktowych na poziomie jakościowym (grupa  $\alpha a$ ), porządkowym ( $\alpha b$ ), ilościowym ( $\alpha c$ ), encji liniowych ( $\beta a$ ), ( $\beta b$ ), ( $\beta c$ ) i encji powierzchniowych ( $\gamma a$ ), ( $\gamma b$ ), ( $\gamma c$ ). Badanie przeprowadzono dla 8 zmiennych graficznych: wielkości, kształtu, jasności/waloru, tonu/koloru, ziarnistości, orientacji, połysku i przezroczystości. W obrębie każdej z grup wyodrębniono 24 typy kombinacji możliwości wykorzystania zmiennych graficznych



o zróżnicowanej liczbie cech/zjawisk przeznaczonych do wizualizacji oraz liczbie wykorzystywanych do tego celu zmiennych (zał. 1). Liczebność kombinacji zmiennych graficznych w obrębie poszczególnych typów wahała się od 1 do 37. Uzyskane kombinacje zmiennych zostały poddane indywidualnie ocenie ich prawidłowości, zgodnie z regułami zawartymi przez autora w tabeli 9, przy wykorzystaniu wniosków z tabeli 4 (własności zmiennych graficznych według Røda, 1997), tabeli 10 (własności percepcyjne zmiennych graficznych wg Köbbena i Yamana, 1996), syntezy wyników badań nad rozróżnialnością wizualną zmiennych według Kraaka i Ormelinga (1998) (tab. 11) oraz reguł semantycznych stosowanych w kartografii. Wykorzystano 6-klasową skalę ocen: rozwiązanie poprawne, rozwiązanie nie stosowane lub rzadko stosowane, rozwiązanie warunkowe, rozwiązanie rzadko stosowane/budzące wątpliwości, rozwiązanie niepoprawne/budzące wątpliwości, rozwiązanie niepoprawne.

Ogółem uzyskano 56 poprawnych kombinacji zmiennych graficznych w obrębie 13 typów kombinacji (zał. 1). Na uwagę zasługuje fakt, iż **do rozwiązań poprawnych należały kombinacje od 4 do 7 zmiennych** (z wyraźną przewagą w zakresie od 4 do 6) i **liczbie cech prezentowanych za pomocą zmiennych wahającej się od 1 do 5** (z przewagą od 1 do 3 zmiennych). Wykaz rozwiązań poprawnych może zostać wykorzystany do dokonywania doboru statycznych zmiennych graficznych możliwych do stosowania na mapach numerycznych, w tym elektronicznych animacjach kartograficznych.

## 5. WYKORZYSTANIE ZMIENNYCH GRAFICZNYCH I DYNAMICZNYCH DO PREZENTACJI ZJAWISK DYNAMICZNYCH

### 5.1. Dotychczasowy stan badań nad zmiennymi dynamicznymi

Termin „zmiennie dynamiczne”, „dynamiczne zmiennie wizualne”, pochodzi od określenia *dynamic visual variables* wprowadzonego w roku 1992 przez DiBiase'a z zespołem. Zaproponowali oni trzy zmiennie dynamiczne: trwanie, porządek i skok zmiany, uzupełnione przez MacEachrena (MacEachren, Taylor, 1994) o: częstotliwość, czas ekspozycji i synchronizację.

Jak wynika z dostępnej literatury, główne kierunki prac badawczych dotyczących zmiennych dynamicznych dotyczyły propozycji

wprowadzania nowych zmiennych, badań ich własności oraz ich percepcji.

W roku 1994 Peterson zaproponował następujące zmienne: wielkość, kształt, położenie, prędkość, punkt widzenia, odległość i scena. Dobór obejmujący dwie zmienne graficzne oraz parametry podawane zwykle w oprogramowaniu do symulacji przelotu nasuwa przypuszczenie, iż autor miał na myśli składowe nietemporalnej prezentacji numerycznego modelu terenu, nie zaś zmienne dynamiczne. W 1999 r. Koch, opierając się na wcześniejszych pracach (Dransch, 1995; Buziek, 1998), zaproponował wprowadzenie zmiennych: prędkości, punktu widzenia, odległości. Zmienne te można uznać raczej za parametry scenariusza animacji nietemporalnej przelotu nad numerycznym modelem terenu. W roku 1999 Weger zaproponował wprowadzenie zmiennej złożonej **animacji obrazu graficznego** o statusie zmiennej graficznej, współtworzonej przez składowe: przemieszczenia obiektu, migotania znaku, zmiany obrazu graficznego, prędkości ruchu. Pierwsza i czwarta z nich to parametr scenariusza animacji nietemporalnej. Trzecia odpowiada zakresowi trzech zmiennych dynamicznych: czasu ekspozycji, trwania, stopnia zmiany. Migotanie znaku, jako składowa o bardzo dużym stopniu obciążenia percepcji, mogłoby powodować znaczne osłabienie poprawności przekazu informacji przez mapę dynamiczną.

Obecnie powszechnie uznawanych jest 6 zmiennych dynamicznych zaproponowanych przez DiBiase'a z zespołem (1992) i MacEachrena (1994). Jak podkreślili Köbben i Yaman (1996), wszystkie zmienne dynamiczne (z wyjątkiem synchronizacji) mogą być wykorzystane równocześnie w animacji temporalnej i nietemporalnej. W przypadku kartograficznych animacji nietemporalnych uznawane są również zmienne **oświetlenia, pozycji kamery, prędkości i odległości** (Hardisty i in. 2001).

Dukaczewski (2000) stwierdził, iż możliwe jest wyodrębnienie nowej zmiennej dynamicznej **sposobu przejścia**. Proponowana zmienna wyraża sposób zachodzenia zmian. Przejście ze stanu do stanu może mieć charakter powierzchniowy *à plat*<sup>6</sup>, bądź wyspowy (drobno- lub gruboziarnisty)<sup>7</sup>, punktowy<sup>8</sup>, liniowy<sup>9</sup>. Zmienna sposobu przejścia

<sup>6</sup> Np. zmiany rolniczego użytkowania ziemi, zmiany spowodowane wyrębami lasów.

<sup>7</sup> Np. rozrzedzenie zwarcia koron drzewostanów, wylesienia, sukcesja roślinności.

<sup>8</sup> Np. ilość przypadków zachorowań odniesiona do jednostek odniesienia.

<sup>9</sup> Np. zagęszczenie sieci dróg, linii kolejowych, sieci infrastruktury technicznej.

dzięki przekazywaniu przez nią zależności syntaktycznych określających formalną kompozycję mapy pozwala czytelnikowi na rozróżnianie zjawisk, nawet w sytuacji, gdy znaki użyte do ich prezentacji odbiegają silnie od przyjętych. Ponadto dzięki regułom dedukcyjnym (m.in. regułom odrywania) pozwala na poznanie charakteru zmian oraz (przy założeniu dysponowania szczegółowymi danymi np. wielodatomą serią spektrostrefowych zdjęć o dużej rozdzielczości) może umożliwiać również badanie przyczyn i uwarunkowań zachodzących zmian.

Jedne z pierwszych badań dotyczących własności zmiennych dynamicznych oraz relacji między nimi a właściwościami percepcyjnymi podjął MacEachren (tab. 12).

Tabela 12. Efektywność wyróżniania informacji prezentowanych za pomocą zmiennych dynamicznych na różnych poziomach pomiarowych (MacEachren, 1995)

Zmienne dynamiczne	Poziom pomiarowy		
	nominalny	porządkowy	interwałowy/ ilorazowy
synchronizacja			
czas ekspozycji			
porządek			
częstość			
stopień zmiany			
trwanie			

wyróżnianie

dobre
  marginesowe
  złe

Ocena efektywności wyróżniania informacji została przeprowadzona na podstawie badania percepcji zmian prezentowanych przy wykorzystaniu poszczególnych zmiennych. Wątpliwości może budzić wysoka ocena zmiennej synchronizacji na poziomie nominalnym. Odbiór informacji o synchronizacji implikuje równoczesne porównywanie co najmniej dwóch animacji, co wymaga znacznego doświadczenia w korzystaniu z nowej formy prezentacji kartograficznej. Interesujące jest porównanie uzyskanych wyników z rezultatem testu Köbbena i Yamana (tab. 13), przeprowadzonego na podstawie badania percepcji pełnych animacji kartograficznych.

Tabela 13. Własności percepcyjne zmiennych dynamicznych (Köbben i Yaman, 1996)

Zmienne dynamiczne	Własności percepcyjne			
	poziom			
	asocjacyjny	porządkowy	jakościowy	selekcyjny
synchronizacja	?	?	?	?
czas ekspozycji				
porządek				
częstość				
stopień zmiany				
trwanie				

wyróżnianie



bardzo silne



słabe



dobre



brak danych

Pomimo istnienia poważnych różnic, zauważalna jest pewna analogia polegająca na bardzo dobrym wyróżnianiu informacji związanych ze zmiennymi stopnia zmiany i trwania na poziomie porządkowym.

Badania własne autora wskazują, iż (podobnie jak w przypadku zmiennych graficznych) wśród zmiennych dynamicznych można wyróżnić zmienne **swois**te, występujące w przypadku każdej animacji, oraz zmienne dynamiczne **uzupełniające**. Do pierwszej grupy, zdaniem autora, należy zaliczyć zmienne czasu ekspozycji, trwania, częstości, porządku, stopnia zmiany oraz proponowaną przez autora zmienną sposobu przejścia. Do zmiennych dynamicznych „uzupełniających” należy natomiast zaliczyć zmienną synchronizacji.

Jak wynika z badań autora, wśród zmiennych dynamicznych możliwe jest wyróżnienie 2 zmiennych silnie sugestywnych, warunkujących odbiór. Są to zmienne: trwania i porządku. Przeprowadzone eksperymenty wykazały, iż trzy spośród zmiennych dynamicznych są silniej percypowane niż pozostałe. Są to zmienne: trwania, częstości i stopnia zmiany. Analiza dostępnej literatury potwierdziła sąd o relatywnie skromnym stanie rozwoju badań poświęconych własnościom zmiennych dynamicznych oraz potrzebę uwzględniania w tego typu badaniach powiązań i relacji wiążących zmienne dynamiczne ze zmiennymi graficznymi (wizualnymi).

## **5.2. Możliwości i ograniczenia wykorzystania zmiennych do prezentacji zjawisk dynamicznych**

Wśród głównych czynników określających możliwości i ograniczenia wykorzystania zmiennych graficznych do prezentacji zjawisk dynamicznych i wpływających na efektywność przekazu informacji można wymienić uwarunkowania:

- 1) metodyczne:
  - a) wynikające z własności statycznych zmiennych graficznych i zmiennych dynamicznych,
  - b) wynikające z możliwości prezentacji danych pochodzących z pomiarów na określonych poziomach za pomocą określonych zmiennych,
  - c) określające możliwości doboru metody prezentacji kartograficznej danych pochodzących z różnych pomiarów, przy wykorzystaniu różnych znaków i zmiennych;
- 2) narzędziowe:
  - a) wynikające z uwarunkowań zastosowanego oprogramowania,
  - b) wynikające z możliwości i ograniczeń grafiki komputerowej;
- 3) percepcyjne.

Uwarunkowania metodyczne zostały omówione wyżej, zaś synteza zawierająca wskazania poprawnych rozwiązań została zawarta w załączniku 1. Uwarunkowania narzędziowe wynikają z potrzeb dostosowania narzędzi informatycznych do zadań, do których nie zostały one pierwotnie przeznaczone. Jak wynika z analizy możliwości i ograniczeń dostępnego na rynku oprogramowania, służącego do tworzenia systemów informacji przestrzennych, jego stan zaawansowania (pomimo niedoskonałych możliwości operowania zmiennymi graficznymi) pozwala na stosowanie wszystkich używanych metod jakościowych i ilościowych prezentacji kartograficznej. Niedogodność w tym zakresie stanowi brak dostosowania funkcji tego oprogramowania do wymogów wynikających z reguł semiologii, stosowanych w Europie. Dostępne obecnie oprogramowanie nie posiada rozbudowanych możliwości operowania zmiennymi graficznymi, zaś możliwości redagowania map za pomocą różnych metod kartograficznych są utrudnione. W chwili obecnej grafika komputerowa pozwala na operowanie wszystkimi zmiennymi graficznymi. Istnieją jednak pewne ograniczenia utrudniające ich wykorzystanie. W przypadku zmiennej wielkości i kształtu dotyczą one małych znaków (np. kropek w metodzie kropkowej), które ulegają deformacjom podczas ich wyświetlania na ekranie. Z podob-

nych względów dosyć utrudnione jest korzystanie ze zmiennej ziarnistości. W przypadku zmiennej jasności/waloru możliwe jest obecnie uzyskanie 13 rozróżnialnych odcieni szarości. W sytuacji udostępniania map za pośrednictwem serwera internetowego należy liczyć się z możliwością trudno kontrolowalnych zmian niektórych spośród tych odcieni (Stynes i in., 2001). Niewielkie różnice sposobu zapisu palety kolorów w różnych pakietach oprogramowania mogą przyczynić się do utrudnienia wykorzystywania tej zmiennej. Stosunkowo największe trudności powoduje korzystanie ze zmiennej orientacji, co wynika z ograniczeń wyświetlania linii o położeniu ukośnym („efekt mikro-schodków”). Wśród zmiennych dynamicznych pewne trudności kontrolowania wizualizacji mogą nastąpić w przypadku zmiennej trwania. Czas wizualizacji może bowiem ulegać fluktuacjom, związanym z parametrami technicznymi sprzętu. Stosowanie zmiennej synchronizacji wymaga umieszczenia dwóch animacji w obrębie jednego planu animacyjnego (okna). Jak wynika z eksperymentów przeprowadzonych przez autora, jest to w chwili obecnej jedyne rozwiązanie umożliwiające uzyskanie efektu synchronizacji. Stosowanie innego rozwiązania (polegającego na wyświetlaniu animacji równocześnie w dwóch oknach) nie jest w stanie zapewnić tego typu efektu, co wynika m.in. z organizacji pracy systemu operacyjnego.

Uwarunkowania percepcyjne wpływające na możliwości i ograniczenia wykorzystania zmiennych graficznych do prezentacji zjawisk dynamicznych można podzielić na dwie grupy:

- a) endoallagicznych<sup>10</sup> (uwarunkowań wynikających z własności zmiennych),
- b) egzoallagicznych (uwarunkowań wynikających z czynników zewnętrznych w stosunku do zmiennych).

Do uwarunkowań należących do pierwszej grupy należy zaliczyć kwestię wpływu:

- swoistych zmiennych graficznych i swoistych zmiennych dynamicznych,
- dynamicznych zmiennych silnie sugestywnych i silnie percypowalnych,
- zmiennych graficznych dynamizowanych.

Stwierdzenie istnienia „swoistych” statycznych zmiennych graficznych pociąga za sobą identyfikację problemu znacznej liczby zmiennych wykorzystywanych w wizualizacjach kartograficznych.

---

<sup>10</sup> od *allagi* (gr.) – zmienna

Zaprezentowanie jakiegokolwiek stanu (nawet jeżeli można go wyrazić za pomocą jednej zmiennej) wymaga wykorzystania co najmniej 4 statycznych zmiennych graficznych. Próba przedstawienia zjawiska dynamicznego powoduje, iż liczba zmiennych aktywnych w procesie wizualizacji ulega wzrostowi. Animacja każdej ze zmiennych graficznych wykorzystywanych do prezentacji zmian konkretnej cechy (ilościowej, porządkowej lub jakościowej) pociąga za sobą konieczność zaangażowania minimum 6 zmiennych. Biorąc pod uwagę fakt, iż prosty znak punktowy wykorzystuje równocześnie 4 zmienne graficzne, stan taki powoduje znaczne „obciążenie” animacji i może prowadzić podczas pierwszego przeglądania animacji do częściowej dezorientacji czytelnika.

Stwierdzenie istnienia zmiennych silnie sugestywnych (warunkujących odbiór) i dobrze percypowanych implikuje potrzebę ustalenia właściwych relacji pomiędzy tymi zmiennymi a siłą oddziaływania na percepcję dynamizowanych zmiennych graficznych. W sytuacji, gdy na mapie mają być prezentowane równocześnie dwa procesy, konieczne jest ustalenie ich hierarchii i dokonanie wyboru dynamizowanych zmiennych graficznych w sposób adekwatny do ich wagi. Jak wynika z przeprowadzonych eksperymentów, odbiór statycznych zmiennych graficznych w sytuacji ich dynamizowania (wykorzystywania do prezentacji zjawisk dynamicznych) może odbiegać do pewnego stopnia od sposobu ich percypowania w warunkach wizualizacji statycznej. Dostatecznie dobre efekty daje dynamizowanie kształtu, wielkości, jasności oraz tonu/koloru. Znacznie trudniej percypowane są natomiast zmiany pozostałych zmiennych.

Do egzoallagicznych uwarunkowań percepcyjnych (uwarunkowań wynikających z czynników zewnętrznych w stosunku do zmiennych) należy zaliczyć m.in. czynniki związane z przygotowaniem czytelnika do korzystania z animacji kartograficznych i różnicami odbioru animacji wynikającymi z predyspozycji do odczytu danych przestrzennych.

### **5.5. Typologia metod prezentacji dynamiki za pomocą zmiennych graficznych i dynamicznych możliwych do stosowania w elektronicznych animacjach kartograficznych**

Z uwagi na fakt, iż duża część czynników warunkujących możliwości i ograniczenia wykorzystania zmiennych graficznych do prezentacji zjawisk dynamicznych oraz wpływających na efektywność przekazu informacji jest trudno mierzalna, a próby ich parametryzacji

często noszą cechy wyborów subiektywnych, w celu dokonania oceny metod prezentacji tych zjawisk za pomocą statycznych i dynamicznych zmiennych graficznych postanowiono przeprowadzić ich analizę w aspekcie semiotycznym (syntaktycznym i semantycznym). Dążąc do ułatwienia wypracowania metody optymalnego doboru zmiennych statycznych i dynamicznych do tworzenia animacji kartograficznych, opartej na ujęciu encyjnym/obiektywnym, wykorzystującym właściwości i ograniczenia stosowania zmiennych do prezentacji różnych zjawisk, stworzono typologię opartą na kryteriach:

- liczby cech przeznaczonych do prezentacji,
- liczby zmiennych graficznych i dynamicznych wykorzystywanych w prezentacji,
- poziomów pomiarowych danych przeznaczonych do wizualizacji,
- typów wizualizowanych encji lub konstrukcji logicznych możliwych do zwizualizowania za pomocą znaków kartograficznych,
- możliwych do zastosowania metod prezentacji kartograficznej.

Klasyfikacja ta została przeprowadzona dla wszystkich 101 przypadków kombinacji statycznych zmiennych graficznych na trzech poziomach pomiarowych, należących do 56 typów kombinacji uznanych za poprawne (podanych w zał. 1), ze zmiennymi dynamicznymi, przy założeniu, iż przedmiotem wizualizacji jest jeden proces (tzn. z pominięciem zmiennej synchronizacji). Liczebność kombinacji zmiennych graficznych i powiązanych z nimi zmiennych dynamicznych w obrębie poszczególnych typów wahała się od 10 do 37 (zał. 2). W przypadku operowania jedną zmienną dynamizowaną liczba zmiennych granicznych i dynamicznych wahała się od 10 do 11. Powiększenie liczby zmiennych dynamizowanych do 2 pociągało za sobą zwiększenie liczby zmiennych graficznych i dynamicznych odpowiednio od 16 do 18. Wykorzystywanie 3 zmiennych do prezentacji zjawisk dynamicznych wymagało zaangażowania od 22 do 25 zmiennych. Zwiększenie liczby zmiennych dynamizowanych do 4 było równoznaczne ze wzrostem liczby zmiennych graficznych i dynamicznych do 37. Prezentacja więcej niż 4 zmiennych dynamizowanych jest możliwa w wyniku łącznego wykorzystania więcej niż jednej kombinacji zmiennych. W przypadku każdej z kombinacji zmiennych podano możliwe do zastosowania metody prezentacji kartograficznej, określone na podstawie propozycji klasyfikacji form prezentacji kartograficznej Koryckiej-Skorupy (2002) oraz przeprowadzonej przez autora analizy możliwości i ograniczeń ich zastosowania w animacjach kartograficznych.



## **6. OCENA METOD PREZENTACJI ZJAWISK DYNAMICZNYCH ZA POMOCĄ ZMIENNYCH STATYCZNYCH I ZMIENNYCH DYNAMICZNYCH W ASPEKCIE SEMIOTYCZNYM**

Złożoność odbioru informacji niesionej przez elektroniczne mapy animowane nakłada na twórców tych map wymóg szczególnej dbałości o spełnienie warunków poprawności ich konstrukcji określonych przez zależności semiotyczne. Jak wynika z badań przeprowadzonych przez autora w zakresie formalnej kompozycji temporalnych elektronicznych map animowanych (Dukaczewski, 2000), warunkiem realizacji tego typu map jest spełnienie przez klatki stanów czasowych wymogów jedności: podstaw matematycznych, zasięgu, treści i sposobu jej generalizowania, metody prezentacji oraz logicznego następstwa zdarzeń. Analiza dotychczasowych prac w zakresie tworzenia animacji kartograficznych skłania do uzupełnienia listy tych wymogów syntaktycznych o warunek zachowania orientacji mapy w trakcie wizualizacji<sup>11</sup>.

Z uwagi na fakt, iż dla znacznej części użytkowników elektronicznych map animowanych (dla których stanowią one nowy sposób przekazywania informacji) odbiór danych może być w znacznym stopniu utrudniony, celowe wydaje się stosowanie relatywnie prostych znaków, wykorzystujących niewielką liczbę zmiennych. Stosownie do wymogów semantycznych liczba tych znaków powinna być w miarę możliwości ograniczona. W trakcie ich tworzenia oraz doboru konieczne jest respektowanie zasady izomorfizmu położenia i postaci. Zgodnie z wymogami zależności pragmatycznych, w przypadku tworzenia elektronicznych map animowanych, celowe jest zachowanie w maksymalnym stopniu stosowanej do tej pory w kartografii konwencji znaczeniowej znaków oraz konwencji barw. Optymalnym rozwiązaniem jest operowanie jednoczasowymi warstwami informacyjnymi rozmieszczonymi w miarę równych odstępach czasowych.

Rozwój możliwości tworzenia elektronicznych map animowanych zrodził konieczność przeprowadzenia badań mających na celu dokonanie oceny poprawności i efektywności wykorzystania zmiennych graficznych i dynamicznych w aspekcie syntaktycznym (dotyczącym m.in. prawidłowości doboru określonych zmiennych graficznych

---

<sup>11</sup> Zmiana orientacji mapy była stosowana (ze szkodą dla percepcji informacji) w niektórych animacjach temporalnych (np. zmian zasięgu zabudowy w rejonie aglomeracji Waszyngtonu i Baltimore, zrealizowanej w 1996 przez W. Acevedo (Matsuoka i in., 1996).

do wizualizowania zmian, doboru metod prezentacji kartograficznej dla przedstawienia określonych typów zmian, możliwości i ograniczeń w zakresie łączenia metod kartograficznych), semantycznym (m.in. w zakresie doboru i ustalenia optymalnej liczby zmiennych dynamizowanych) oraz pragmatycznym (dotyczącym m.in. efektywności przekazywania informacji za pomocą zmiennych graficznych i dynamicznych). W celu przeprowadzenia tego typu oceny dokonano analizy możliwych zestawów łącznego wykorzystania zmiennych statycznych i dynamicznych, badając stan nagromadzenia bodźców wizualnych i ich wpływ na odbiór informacji niesionych przez mapy (zał. 2). Poprawne kombinacje zmiennych graficznych i dynamicznych do animacji operujących różnymi znakami na poziomie jakościowym, porządkowym i ilościowym, w liczbie 101 przypadków wraz z podaniem możliwych do zastosowania metod prezentacji kartograficznej, zostały poddane indywidualnie ocenie efektywności (z punktu widzenia zależności semiotycznych). Ocenie poddano:

- 1) stosunek liczby dynamizowanych zmiennych statycznych i dynamicznych do liczby wykorzystanych zmiennych ogółem;
- 2) liczbę typów zjawisk dynamicznych możliwych do przedstawienia za pomocą prezentacji kartograficznej (według tab. 1);
- 3) liczbę metod prezentacji kartograficznej;
- 4) liczbę typów animacji w obrębie grup kombinacji możliwości wykorzystania zmiennych graficznych;
- 5) średnią poziomów wizualnych przypadających na dynamizowaną zmienną graficzną.

Liczbę poziomów wizualnych dynamizowanych zmiennych graficznych określono na podstawie wyników badań nad rozróżnialnością wizualną zmiennych według Kraaka i Ormelinga (1998) (tab. 11) i reguł semantycznych stosowanych w kartografii. Synteza ta w przypadku nowych zmiennych – przezroczystości i połysku – została uzupełniona przez wyniki badań własnych autora. Z uwagi na konieczność standaryzacji oceny zjawisk trudnych do porównywania przyjęto system oceny polegający na zastosowaniu 4 rang (niskiej, średniej, wysokiej i bardzo wysokiej). Rangę średnią przyznawano wartościom zjawisk zbliżonych do średniej ważonej. Rangę niską nadawano wartościom niższym, zaś wysoką – wyższym od bezpośredniego otoczenia średniej ważonej.

Jak wynika z przeprowadzonej oceny, najlepsze wyniki w zakresie efektywności wykorzystania zmiennych graficznych i powiązanych z nimi zmiennych dynamicznych uzyskano w przypadku wykorzystania

3 dynamizowanych zmiennych graficznych (przy operowaniu 5 zmiennymi tego typu). Liczba wykorzystanych zmiennych graficznych i dynamicznych wahała się wówczas od 22 do 23. Zbliżone wyniki można było uzyskać dla kombinacji 4 i 5 dynamizowanych zmiennych graficznych (przy operowaniu odpowiednio 6 i 7 zmiennymi). Liczba wykorzystanych zmiennych graficznych i dynamicznych wahała się jednak wówczas od 30 do 37, co mogło wpłynąć na obniżenie percepcji przekazu. W kategorii kombinacji zmiennych o jednej dynamizowanej zmiennej graficznej stosunkowo najlepsze wyniki osiągnięto w sytuacji wykorzystania 4 zmiennych graficznych „swoistych”. Liczba wykorzystywanych zmiennych graficznych i dynamicznych wzrastała wówczas do 10, co nie powinno wpływać zbyt obciążająco na przekaz informacji.

Liczba typów zjawisk dynamicznych możliwych do przedstawienia za pomocą prezentacji kartograficznej stanowi funkcję właściwości i ograniczeń zmiennych graficznych wykorzystywanych do tworzenia znaków kartograficznych na poszczególnych poziomach pomiarowych. Największe wartości oceny osiąga ona dla znaków liniowych na poziomie porządkowym i ilościowym. Znaczne wartości uzyskały również znaki powierzchniowe na poziomie porządkowym i ilościowym.

W zakresie liczby metod prezentacji kartograficznej najwyższe oceny uzyskały znaki punktowe oraz znaki powierzchniowe poziomu ilościowego.

Liczba typów animacji była optymalna dla grup operujących jedną dynamizowaną zmienną graficzną (o liczbie zmiennych graficznych i dynamicznych dochodzących do 10), co, jak wynika z informacji zawartych w załączniku 2, jest raczej miarą uniwersalności wykorzystania ich zmiennych do tworzenia znaków na różnych poziomach pomiarowych.

Najwyższe oceny w zakresie średniej poziomów wizualnych przypadających na dynamizowaną zmienną graficzną uzyskały kombinacje zmiennych graficznych o jednej zmiennej dynamizowanej (spośród 4 wykorzystanych „swoistych” zmiennych graficznych) dla encji możliwych do przedstawienia za pomocą znaków powierzchniowych, liniowych i punktowych na poziomie jakościowym, w sytuacji, gdy zmienną służącą do wyróżnienia cech był kształt i ton/kolor. Wysoką ocenę uzyskały również kombinacje 2 i 3 zmiennych dynamizowanych (z wykorzystaniem 5 zmiennych graficznych) dla encji punktowych i powierzchniowych poziomu jakościowego o cechach wyróżnionych za pomocą zmiennych kształtu, tonu/koloru i ziarnistości. Stosunkowo

wysoką ocenę uzyskały również kombinacje 2 zmiennych dynamizowanych (z wykorzystaniem 5 zmiennych graficznych dla encji powierzchniowych poziomego porządkowego i ilościowego) w sytuacji, gdy zmiennymi wyróżnienia były wielkość oraz jasność/walor.

Zasady doboru zmiennych graficznych i zestawów zmiennych graficznych umożliwiających prezentację zmian w warunkach optymalnego stopnia złożoności przekazu informacji sformułowane w syntetycznej formie w załączniku 1 oraz przeprowadzona ocena metod prezentacji zjawisk dynamicznych za pomocą statycznych i dynamicznych zmiennych graficznych (stanowiąca efekt syntezy informacji dotyczących własności zmiennych oraz możliwości i ograniczeń ich wykorzystania) mogą stanowić ułatwienie w projektowaniu i realizacji animacji kartograficznych.

Jak wynika z badań przeprowadzonych przez autora nad percepcją rozbudowanych animacji kartograficznych, wykorzystujących równocześnie znaki punktowe, liniowe i powierzchniowe na różnych poziomach pomiarowych, najszybciej percypowane są informacje przekazywane przez dynamizowane znaki powierzchniowe. W następnej kolejności są odbierane informacje niesione przez dynamizowane znaki punktowe. Najwolniej zaś są percypowane informacje przekazywane przez dynamizowane znaki liniowe.

Badania empiryczne wykazały, iż w przypadku tworzenia animacji przekazujących informacje na poziomie porządkowym i ilościowym optymalne warunki percepcji informacji można osiągnąć w sytuacji, gdy liczba dynamizowanych zmiennych graficznych nie przekracza 3. W przypadku prób operowania rozbieżną skalą barwną na poziomie porządkowym lub ilościowym celowe jest ograniczenie liczby prezentowanych zjawisk dynamicznych do jednego. Badania potwierdziły tezę, iż o ile animacja kartograficzna nie ma charakteru symulacji przelotu nad terenem, należy (w miarę możliwości) unikać wykorzystywania trzeciego wymiaru. Jak wynika z przeprowadzonych badań, skala czasowa animacji kartograficznej nie powinna posiadać charakteru nominalnego<sup>12</sup>. Rozwiązanie takie nie jest praktyczne z uwagi na zróżnicowanie czasu wizualizacji animacji kartograficznej w zależności od czynników sprzętowych. Względy związane z możliwościami i ograniczeniami graficznymi dostępnego sprzętu komputerowego wskazują na konieczność ostrożnego korzystania ze zmiennych: orientacji i ziarnistości.

---

<sup>12</sup> Np. 1 sekunda odpowiada 10 dniom.

## **7. METODA ENCYJNO-KARTOTROPICZNA DOBORU ZMIENNYCH GRAFICZNYCH DO PREZENTACJI ZJAWISK DYNAMICZNYCH**

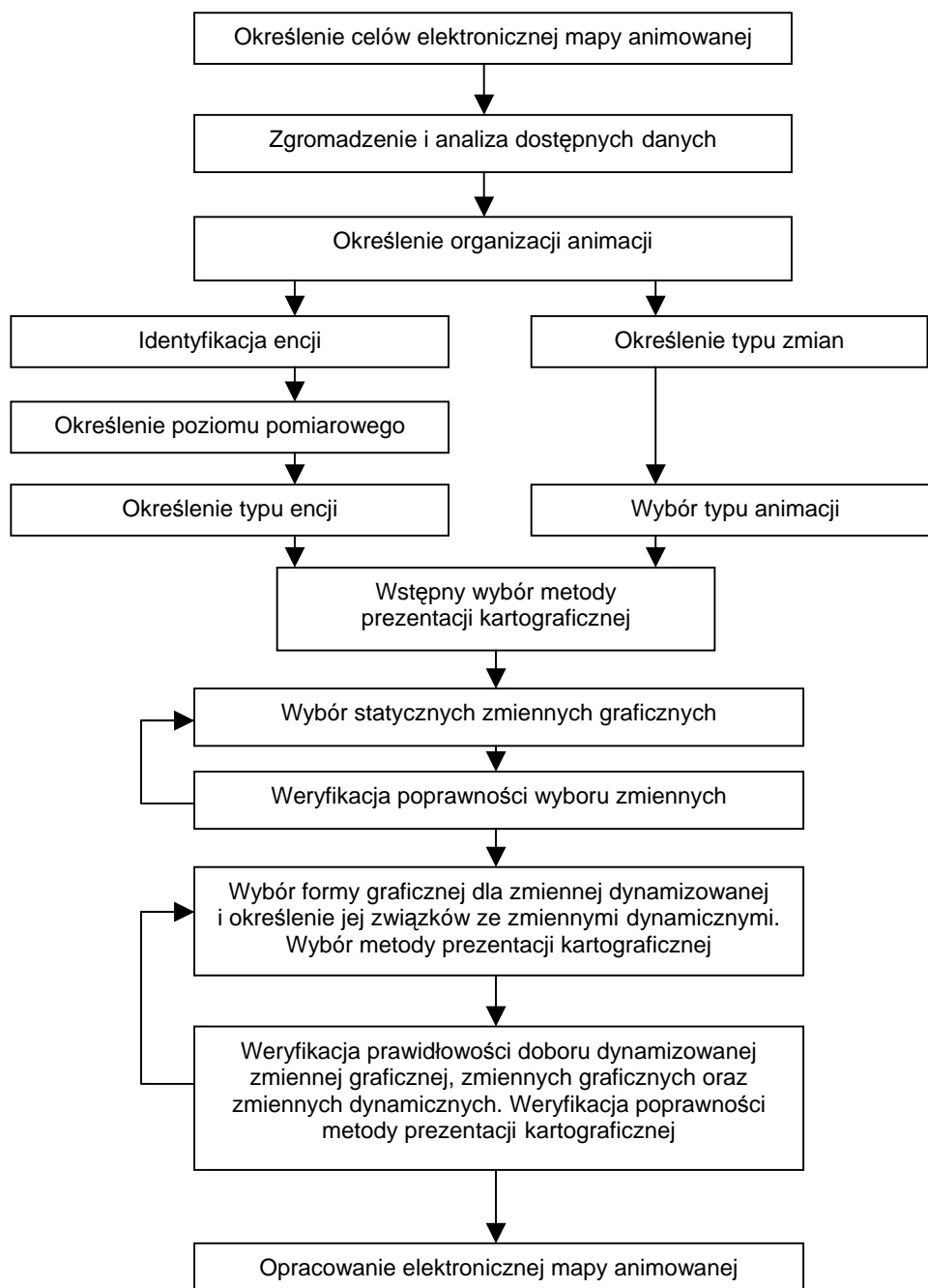
W celu ułatwienia doboru zmiennych graficznych, umożliwiających prezentację zmian w warunkach optymalnego stopnia złożoności przekazu informacji oraz wyboru służących do tego celu metod prezentacji kartograficznej, autor proponuje metodę, określoną roboczo mianem **metody encyjno-kartotropicznej**<sup>13</sup>. Metoda ta jest oparta na identyfikacji encji/obiektów podlegających zmianom lub wykorzystywanych do wizualizacji dynamiki, ustaleniu ich własności oraz doborze środków wyrazu z wykorzystaniem reguł metodyki kartograficznej. Kolejne etapy proponowanej metody zostały zaprezentowane na rysunku 2.

Pierwszy z etapów polega na określeniu celów, jakie ma spełniać elektroniczna mapa animowana. W jego ramach ustalany jest zakres przestrzenny i czasowy mapy, temat, zakres zjawisk dynamicznych, które mają zostać zaprezentowane. Zgromadzenie i analiza dostępnych danych ma pozwolić na określenie organizacji animacji (m.in. w zakresie liczby oraz zakresu tematycznego jednoczasowych warstw informacyjnych, sposobu traktowania wymiaru czasu). Następny etap metody doboru zmiennych graficznych stanowi identyfikacja encji które będą wykorzystywane do prezentacji zmian. W celu określenia własności encji (i związanych z tym możliwości i ograniczeń doboru statycznych zmiennych graficznych oraz zmiennych dynamicznych) konieczne jest określenie jej poziomu pomiarowego<sup>14</sup> oraz jej typu (odpowiadającego podziałowi na elementy punktowe, liniowe i powierzchniowe). Równocześnie przy wykorzystaniu typologii zjawisk dynamicznych zawartej w tabeli 1 określany jest typ zmian. Uzyskana tą drogą informacja jest wykorzystywana do ustalenia typu animacji. Informacja ta służy równocześnie do dokonania wstępnego wyboru metody prezentacji kartograficznej.

---

<sup>13</sup> *tropos* (gr.) jest jednym z synonimów określenia „metoda”, „metodyka”

<sup>14</sup> Jak potwierdziły przeprowadzone badania, w praktyce wystarcza posługiwanie się trzema poziomami: jakościowym, porządkowym i ilościowym.



Rys. 2. Metoda encyjno-kartograficzna nienadmiarowego doboru zmiennych graficznych do prezentacji zjawisk dynamicznych

Wykorzystując dane o własnościach zmiennych graficznych na poszczególnych poziomach pomiarowych zawarte w tabeli. 9 oraz informacje o rozróżnialności wizualnej zmiennych graficznych (tab. 11), dokonywany jest wybór statycznych zmiennych graficznych (w tym zmiennych przeznaczonych do dynamizacji – tzn. wykorzystania do prezentacji zmian zjawiska). Weryfikacja poprawności wyboru zmiennych jest dokonywana na podstawie danych zawartych w załączniku 1. W sytuacji stwierdzenia jej prawidłowości możliwe jest dokonanie wyboru formy graficznej dla dynamizowanej zmiennej (w sposób zgodny z zasadami określonymi przez metodykę kartograficzną), określenie związków tej zmiennej ze zmiennymi dynamicznymi oraz wybór metody prezentacji kartograficznej zgodnie z zapisami zawartymi w załączniku 2. Kolejny etap stanowi weryfikacja prawidłowości doboru zmiennej dynamizowanej, pozostałych zmiennych graficznych i powiązanych z nimi zmiennych dynamicznych oraz weryfikacja poprawności i efektywności animacji kartograficznej (zgodnie z syntezą zawartą w zał. 2). Spełnienie wymogów związanych z realizacją wszystkich wymienionych wyżej etapów metody encyjno-kartotropicznej pozwala na przejście do etapu realizacji elektronicznej mapy animowanej.

## **8. WNIOSKI**

Przeprowadzone prace o charakterze koncepcyjnym i metodycznym oraz testowanie dowiodły, iż w chwili obecnej możliwe jest stworzenie metody doboru zmiennych graficznych, stanowiącej propozycję nowego rozwiązania ułatwiającego projektowanie i realizację prezentacji różnych typów zmian za pomocą animacji kartograficznych w warunkach nienadmiarowego stopnia złożoności przekazu informacji.

Wypracowanie tej metody, bazującej na identyfikacji encji/obiektów podlegających zmianom, określeniu ich właściwości (i wynikających z nich możliwości i ograniczeń sposobu prezentacji kartograficznej) oraz na doborze środków wyrazu z wykorzystaniem reguł metodyki kartograficznej, wymagało uprzedniego stworzenia typologii zjawisk dynamicznych (opartej na ujęciu encyjnym i na ujęciu odwołującym się do zasad metodyki kartograficznej). Typologia ta została rozszerzona na encje nie posiadające własnego materialnego bytu w środowisku, lecz stanowiące wynik syntezy pochodzącej z niego informacji. Dzięki temu obejmuje ona większość typów encji stosowanych w metodach prezentacji kartograficznej.

Konieczne było również stworzenie typologii animacji wykorzystującej jako kryterium typy dynamizowanych encji oraz poziomy pomiarowe, umożliwiającej określenie metod prezentacji kartograficznej, odpowiadających poszczególnym typom animacji.

W celu ułatwienia dokonywania optymalnego doboru zmiennych statycznych i dynamicznych do tworzenia animacji kartograficznych, bazującego na ujęciu encyjnym-objektowym, wykorzystującym właściwości i ograniczenia zmiennych do prezentacji różnych zjawisk została stworzona typologia metod prezentacji dynamiki za pomocą zmiennych graficznych i dynamicznych, zawierająca pełny wykaz poprawnych kombinacji zmiennych. Typologia ta może być wykorzystywana bezpośrednio do dokonywania nienadmiarowego doboru zmiennych graficznych, zmiennych dynamizowanych, określenia powiązanych z nimi zmiennych dynamicznych oraz wyboru metod prezentacji kartograficznej. Typologia ta została również wykorzystana do dokonywania oceny metod prezentacji zjawisk dynamicznych za pomocą statycznych zmiennych graficznych i zmiennych dynamicznych w aspekcie semiotycznym. Ocena taka może ułatwić twórcy animacji kartograficznej dokonanie wstępnej estymacji stopnia efektywności zastosowanych rozwiązań.

Stworzona metoda doboru zmiennych graficznych, określona mianem metody encyjno-kartotropicznej, opiera się na identyfikacji encji podlegającym zmianom (lub wykorzystywanych do wizualizacji dynamiki), ustaleniu ich własności oraz doborze środków wyrazu z wykorzystaniem zasad metodyki kartograficznej. Wykorzystuje ona syntetyczny zapis reguł doboru zmiennych graficznych (w tym zmiennych dynamizowanych) sformułowanych przez autora. Sposób ich zapisu umożliwia ich przekształcenie w bazę reguł, stanowiącą zaczątek systemu typu ekspert. Metoda encyjno-kartotropiczna może być wykorzystywana do tworzenia wszystkich typów animacji kartograficznych o charakterze temporalnym (czasowym).

## LITERATURA

- Bertin J., 1952, Recherche graphique – Chombart de Lauwe, Paris et l'agglomération parisienne, Laboratoire de Cartographie, de l'École Pratique des Hautes Études.
- Bertin J., 1954, Cinq variables, maszynopis, Laboratoire de Cartographie, de l'École Pratique des Hautes Études.



- Bertin J., 1967, *Sémiologie graphique: Les diagrammes – les reseaux – les cartes*, Paris/La Haye: Mouton/Gauthier – Villars, 431 s.
- Blok C., 1997, *Dynamic visualisation variables in a developing framework for the representation of geographic data*, Colloque 30 Ans de la Sémiologie Graphique, Paris, 12–13 Décembre 1997, s. 152–171.
- Blok C., 1999, *Monitoring of spatio-temporal changes: characteristics of dynamics for visual exploration*, Proceedings of ICA 19 th. International Cartographic Conference/Actes de la 19 e Conférence Cartographique Internationale, Ottawa, 1999, vol. 1., s. 699–709.
- Bonin S., 1997, *Le développement de la graphique de 1967 à 1997*, Colloque 30 Ans de la Sémiologie Graphique, Paris, 12–13 Décembre 1997, s. 8–15.
- Buziek G., 1998, Projektowanie animacji kartograficznej – doświadczenia i rezultaty, VIII Konferencja Naukowo-Techniczna "Systemy Informacji Przestrzennej", Warszawa 19–21 maja 1998, s. 313–321;
- Caivano J.L., 1990, *Visual texture as a semiotic system*, Semiotica, vol. 80, nr 3/4, s. 239–252.
- Campbell C. S., Egbert, S. L., 1990, *Animated Cartography. Thirty Years of Scratching the Surface*, Cartographica, vol. 27, nr 2, s. 24–46.
- DiBiase D., Mac Eachren A.M., Krygier J., Reeves C., Brenner A., 1991, *Animated Cartographic Visualization in Earth System Science*, ACI Bournemouth, s. 223–232.
- DiBiase D., MacEachren A. M., Krygier J., Reeves C., Brenner A., 1992, *Animation and the role of map design in scientific visualization*, Cartography and Cartographic Information Systems, vol. 19, nr 4, s. 201–214.
- Dransch D., 1995, *Temporale und nontemporale Computer – Animation in der Kartographie*, Selbstverlag Fachbereich Geowissenschaften, Freie Universität Berlin, 123 s.
- Dukaczewski D., 2000, *Kartograficzna prezentacja dynamiki zmian użytkowania ziemi, za pomocą animowanych map elektronicznych na przykładzie Gór Izerskich*, Polska Akademia Nauk, Instytut

- Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania im. S. Leszczyckiego, rozprawa doktorska, 183 s., załączniki 150 s., 1 CD-RW.
- Dukaczewski D., 2003, *Metody prezentacji dynamiki za pomocą zmiennych możliwych do stosowania w elektronicznych animacjach kartograficznych*, Raport grantu KBN, Warszawa, 24 s., atlas elektroniczny.
- Hardisty F., MacEachren A., Gahegan M., Takatsuka M., Wheeler M., 2001, *Cartographic Animation in Three Dimensions: Experimenting with the Scene Graph*, ACI/ICA 20 th. International Cartographic Conference, Beijing, August 6–10, 2001, 8 s.
- Köbben B., Yaman M., 1996, *Evaluating Dynamic Visual Variables*, [w:] Ormeling, F. J., Köbben B., Peres Gomez, R. (red.) *Proceedings of the seminar on teaching animated cartography*, ACI/ICA, Madrid, s. 45–51.
- Koch W. G., 1999, *The graphic System of Visual Variables, its Development and Significance in a Multimedia Environment*, ICA Working Group on Map Semiotics, Meeting in Geneva, June, 25–26, 1999.
- Korycka-Skorupa J., 2002, *Od danych do mapy*, Polski Przegląd Kartograficzny, vol. 34, nr 2, s. 91–102, nr 3, s. 175–188.
- Kraak M.-J., Ormeling F., 1998, *Kartografia. Wizualizacja danych przestrzennych*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 274 s.
- Kraak M.-J., MacEachren A. M., 1999, *Visualisation for exploration of spatial data*, *The International Journal of Geographic Information Science*, vol. 13, nr 4, s. 285–287.
- MacEachren A., 1995, *How Maps Work – Representation, Visualisation and Design*, The Guilford Press.
- MacEachren A., Ganter J. H., 1990, *A pattern identification approach to cartographic visualisation*, *Cartographica*, vol. 27, nr 2, s. 64–81.
- MacEachren A., Taylor D.R.F., 1994, *Visualisation in Modern Cartography*, New York, Pergamon.
- Matsuoka P., Acevedo W., Fifer S., Foresman T., Tuttle M., 1996, *Techniques for Visualising Urban Growth Using a Temporal GIS*

- Database*, ASPRS/ACSM Annual Convention and Exhibition, Baltimore, April, 22–25 1996, 13 s.
- Métral G., 2001, *Images du temps: représentation et dynamiques territoriales*, Session „L’Invention cartographique aujourd’hui”, Journée CartogrAm, Épistémologie de la carte et l’innovation en cartographie du 10 septembre 2001, Paris, 14 s.
- Morrison J., 1974, *A theoretical framework for cartographic generalisation with the emphasis on the process of symbolisation*, International Yearbook of Cartography, vol. 14, s 115–127.
- Palsky G., Robic M-C., 1997, *Aux sources de la sémiologie graphique*, Colloque 30 Ans de la Sémiologie Graphique, Paris, 12–13 Décembre 1997, s. 32–50.
- Peterson M. P., 1994, *Spatial Visualisation through Cartographic Animation: Theory and Practice*, GIS / LIS, 1994, s. 619–628; *Robert de la Langue Française*, 2002, Dictionnaires Robert, Paris.
- Robinson A. H., Morrison J. L., Muehrcke P. C., Kimerling A. J., Guttill S. C., 1995, *Elements of Cartography*, (wyd. 6), John Wiley & Sons, Inc., New York.
- Rød J. K., 1997, *The third choice*, Colloque 30 Ans de la Sémiologie Graphique, Paris, 12–13 Décembre 1997, s. 172–206.
- Stevens, S. S., 1951, *Handbook of Experimental Psychology*, John Wiley & Sons, New York.
- Stynes K., Wood J., Dykes J., Fisher P., Unwin D., 2001, *Publishing Cartography on the Web*, Department of Geography, Birbeck College, London, 11 s.
- Weger G., 1999, *Cartographie*. Volume 1. Sémiologie, Graphique et Conception Cartographique, IGN, Ecole Nationale des Sciences Géographiques, Champs – sur – Marne (Marne-La-Vallée), 1999, 141 s.
- Weibel R., Buttenfield B., 1992, *Improvement of GIS graphics for analysis and decision-making*, International Geographical Information System, vol. 6, nr. 3, s. 223–245.
- Żyszkowska W., 2000, *Modelowanie kartograficzne w procesie opracowania mapy*, [w:] *Główne problemy współczesnej kartografii*

2000. *Złożoność, modelowanie, technologia*, (red.) W. Pawlak, Uniwersytet Wrocławski, Pracownia Atlasu Dolnego Śląska i Zakład Kartografii, Wrocław, s. 137–150.

*DARIUSZ DUKACZEWKI*

PRESENTATION OF DYNAMICS WITH AID OF STATIC AND  
DYNAMIC VARIABLES POTENTIALLY APPLIED IN  
ELECTRONIC CARTOGRAPHIC ANIMATIONS

S u m m a r y

The aim of this project is to define the possibilities and limitations of static and dynamic visual variables utilization for creation of animations and to create the method of visual variables optimal selection for the presentation of spatio-temporal changes. The classification of dynamic changes and animation typology were created. Static visual variables utilization possibilities analysis in computer cartography was realized. The typology of static visual variables applications at nominal, ordinal and interval / ratio level was proposed. The analysis of dynamic visual variables utilization possibilities was realized. New dynamic visual variable was proposed. The “proper”, “adjacent”, “load“ static and dynamic visual variables were distinguished. The typology of dynamic visual variables applications at nominal, ordinal and interval/ratio level was proposed. Dynamic presentation evaluation with aid of static and dynamic visual variables, respecting the semiotic rules was done. A new “entities – cartotropic” method of visual variables selection for animations was elaborated.

Załącznik nr 1

**MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA STATYCZNYCH ZMIENNYCH WIZUALNYCH  
ROZWIĄZANIA PRAWIDŁOWE**

Liczba		Kombinacje zmiennych																	
cech	zmiennych																		
0	4	1 2 3 4 α β γ																	
1	4	1 2 3 4 ab, ac, βb, βc, γb, γc	1 2 3 4 aa, ya	1 2 3 4 ab, ac βb, βc γb, γc	1 2 3 4 aa βa, ya														
1	5	1 2 3 4 5 βa, βb ya	1 2 3 4 6	1 2 3 4 7 aa, ab βa, βb	1 2 3 4 8 aa, ab βa, βb														
2	4	1 2 3 4	1 2 3 4 ab βb, βc γb, γc	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4 aa, ya	1 2 3 4												
2	5	1 2 3 4 5 βb,	1 2 3 4 6	1 2 3 4 7 ab, βb	1 2 3 4 8 ab, βb	1 2 3 4 5 ya	1 2 3 4 6	1 2 3 4 7 aa	1 2 3 4 8 aa	1 2 3 4 5 βb	1 2 3 4 6	1 2 3 4 7 ab, βb	1 2 3 4 8 aa, ab, βb	1 2 3 4 5 βa, ya	1 2 3 4 6	1 2 3 4 7 aa, βa	1 2 3 4 8 aa, βa		
2	6	1 2 3 4 5 ε	1 2 3 4 5 Z βa, βb,	1 2 3 4 5 ε βa, βb,	1 2 3 4 6 Z	1 2 3 4 6 ε	1 2 3 4 7 ε aa, βa, βb,												
3	4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4 βc	1 2 3 4														
3	5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 6	1 2 3 4 7	1 2 3 4 8	1 2 3 4 5 βb	1 2 3 4 6	1 2 3 4 7 βb	1 2 3 4 8 ab, βb	1 2 3 4 5 βb	1 2 3 4 6	1 2 3 4 7 βb	1 2 3 4 8	1 2 3 4 5	1 2 3 4 6	1 2 3 4 7	1 2 3 4 8	1 2 3 4 5 ya	1 2 3 4 6
3	5	1 2 3 4 7 aa	1 2 3 4 8 aa	1 2 3 4 5	1 2 3 4 6	1 2 3 4 7	1 2 3 4 8												
3	6	1 2 3 4 5 ε	1 2 3 4 5 ε	1 2 3 4 5 ε	1 2 3 4 5 ε	1 2 3 4 5 ε βb	1 2 3 4 5 ε aa βa	1 2 3 4 5 ε βb	1 2 3 4 5 ε βa	1 2 3 4 5 7 βb	1 2 3 4 5 7 βa	1 2 3 4 5 7 βb	1 2 3 4 5 7 βa	1 2 3 4 7 ε ab, βb	1 2 3 4 7 ε aa βa	1 2 3 4 7 ε ab, βb	1 2 3 4 7 ε aa, βa		
3	7	1 2 3 4 5 ε Z	1 2 3 4 6 Z ε	1 2 3 4 5 Z ε βa, βb	1 2 3 4 5 ε ε														
4	4	1 2 3 4																	
4	5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 6	1 2 3 4 7	1 2 3 4 8	1 2 3 4 5	1 2 3 4 6	1 2 3 4 7	1 2 3 4 8	1 2 3 4 5	1 2 3 4 6	1 2 3 4 7	1 2 3 4 8	1 2 3 4 5	1 2 3 4 6	1 2 3 4 7	1 2 3 4 8		
4	6	1 2 3 4 5 ε	1 2 3 4 5 ε	1 2 3 4 5 ε	1 2 3 4 5 Z	1 2 3 4 5 7 βb	1 2 3 4 5 Z	1 2 3 4 5 ε	1 2 3 4 5 ε βb	1 2 3 4 5 ε	1 2 3 4 6 Z	1 2 3 4 6 Z	1 2 3 4 6 Z	1 2 3 4 6 ε	1 2 3 4 6 ε	1 2 3 4 7 ε	1 2 3 4 7 ε ab, βb	1 2 3 4 7 ε	1 2 3 4 5 ε
4	6	1 2 3 4 5 Z	1 2 3 4 5 ε	1 2 3 4 6 Z	1 2 3 4 6 ε	1 2 3 4 7 ε	1 2 3 4 5 ε	1 2 3 4 5 Z	1 2 3 4 5 ε	1 2 3 4 6 Z	1 2 3 4 6 ε	1 2 3 4 7 ε	1 2 3 4 5 ε	1 2 3 4 5 Z	1 2 3 4 5 ε	1 2 3 4 6 Z	1 2 3 4 6 ε	1 2 3 4 6 ε	1 2 3 4 7 ε aa,
4	7	1 2 3 4 5 6 Z	1 2 3 4 5 ε Z	1 2 3 4 5 ε Z	1 2 3 4 5 ε Z	1 2 3 4 6 Z ε	1 2 3 4 6 Z ε	1 2 3 4 6 Z ε	1 2 3 4 6 Z ε βb	1 2 3 4 5 Z ε	1 2 3 4 5 Z ε βb	1 2 3 4 5 Z ε βa	1 2 3 4 5 ε ε	1 2 3 4 5 ε ε	1 2 3 4 5 ε ε	1 2 3 4 5 ε ε	1 2 3 4 5 ε ε		
4	8	1 2 3 4 5 ε 7 ε																	
5	5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 6	1 2 3 4 7	1 2 3 4 8														
5	6	1 2 3 4 5 ε	1 2 3 4 5 ε	1 2 3 4 5 ε	1 2 3 4 5 7	1 2 3 4 5 7	1 2 3 4 5 7	1 2 3 4 5 ε	1 2 3 4 5 ε	1 2 3 4 5 ε	1 2 3 4 6 7	1 2 3 4 6 7	1 2 3 4 6 7	1 2 3 4 6 ε	1 2 3 4 6 ε	1 2 3 4 6 ε	1 2 3 4 7 ε	1 2 3 4 7 ε	1 2 3 4 7 ε

Liczba		Kombinacje zmiennych																	
cech	zmiennych																		
5	6	<u>12345</u> 6	<u>12345</u> 7	<u>12345</u> 8	<u>12346</u> 7	<u>12346</u> 8	<u>12347</u> 8												
5	7	<u>12345</u> 67	<u>12346</u> 78	<u>12345</u> 78	<u>12345</u> 68	<u>12345</u> 67	<u>12346</u> 78	<u>12345</u> 78	<u>12345</u> 68	<u>12345</u> 67	<u>12346</u> 78	<u>12345</u> 68	<u>12345</u> 67	<u>12346</u> 78	<u>12345</u> 68	<u>12345</u> 67	<u>12346</u> 78	<u>12345</u> 68	<u>12345</u> 67
5	7	<u>12345</u> 78	<u>12345</u> 68	<u>12345</u> 67	<u>12346</u> 78	<u>12345</u> 78	<u>12345</u> 68												
5	8	<u>12345</u> 678	<u>12345</u> 678	<u>12345</u> 678	<u>12345</u> 678														
6	6	<u>12345</u> 6	<u>12345</u> 7	<u>12345</u> 8	<u>12346</u> 7	<u>12346</u> 8	<u>12347</u> 8												
6	8	<u>12345</u> 678	<u>12345</u> 678	<u>12345</u> 678	<u>12345</u> 678	<u>12345</u> 678													
7	7	<u>12345</u> 67	<u>12345</u> 68	<u>12346</u> 78	<u>12345</u> 78														
7	8	<u>12345</u> 678	<u>12345</u> 678	<u>12345</u> 678	<u>12345</u> 678														
8	8	<u>12345</u> 678																	

Notacja

1 wielkość                    4 ton / kolor                    7 połysk                    α obiekty / encje punktowe oraz możliwe do wyrażenia za pomocą obiektów/encji punktowych  
2 kształt                    5 ziarnistość                    8 przezroczystość                    β obiekty / encje liniowe oraz możliwe do wyrażenia za pomocą obiektów/encji liniowych  
3 jasność/walor                    6 orientacja                    γ obiekty / encje powierzchniowe oraz możliwe do wyrażenia za pomocą obiektów/encji powierzchniowych

a                    poziom jakościowy  
b                    poziom porządkowy  
c                    poziom ilościowy

Zmienne wykorzystane do prezentacji cech zostały podkreślone

Oznaczenia

Możliwości wykorzystania zmiennych wizualnych

rozwiązania poprawne

## Załącznik nr 2

**OCENA METOD PREZENTACJI DYNAMIKI ZA POMOCĄ ZMIENNYCH GRAFICZNYCH I DYNAMICZNYCH  
MOŻLIWYCH DO STOSOWANIA W ELEKTRONICZNYCH ANIMACJACH KARTOGRAFICZNYCH**

Statyczne zmienne graficzne		Zmienne statyczne i dynamiczne liczba zmiennych	Zmienne dynamizowane	Obiekty/ /encje i poziomy pomiarowe	Kombinacje zmiennych	Metody prezentacji kartograficznej	Ocena				
cech	zmiennych						1	2	3	4	5
0	4		1 2 3 4	$\alpha$	1 2 3 4						
0	4		1 2 3 4	$\beta$	1 2 3 4						
0	4		1 2 3 4	$\gamma$	1 2 3 4						
1	4	10	1 2 3 4	ab	1 (I, II, III, IV, V, VII) 2 3 4	sygnatury punktowe porządkowe, kartogram punktowy porządkowy, kartodiagram punktowy porządkowy	0,1	6	3	6	4
1	4	10	1 2 3 4	ac	1 (I, II, III, IV, V, VII) 2 3 4	kropki, sygnatury punktowe ilościowe, kartogram punktowy (ciągły lub skokowy), kartodiagram punktowy (ciągły lub skokowy)	0,1	6	7	6	4
1	4	10	1 2 3 4	$\beta b$	1 (I, II, III, IV, V, VII) 2 3 4	sygnatury liniowe porządkowe, kartogram liniowy porządkowy, kartodiagram liniowy porządkowy	0,1	9	3	6	4
1	4	10	1 2 3 4	$\beta c$	1 (I, II, III, IV, V, VII) 2 3 4	izolinie, sygnatury liniowe ilościowe, kartogram liniowy (ciągły lub skokowy), kartodiagram liniowy (ciągły, skokowy)	0,1	9	4	6	4
1	4	10	1 2 3 4	yb	1 (I, II, III, IV, V, VII) 2 3 4	kartogram powierzchniowy porządkowy, kartogram porządkowy Bertina, kartogram powierzchniowy porządkowy, kartogram dazymetryczny porządkowy	0,1	8	4	6	5
1	4	10	1 2 3 4	yc	1 (I, II, III, IV, V, VII) 2 3 4	kartogram Bertina, kartogram powierzchniowy (ciągły lub skokowy), kartogram dazymetryczny (ciągły lub skokowy)	0,1	8	6	6	5
1	4	10	1 2 3 4	$\alpha a$	1 2 (I, II, III, IV, V, VII) 3 4	sygnatury punktowe	0,1	6	1	2	7
1	4	10	1 2 3 4	$\gamma a$	1 2 (I, II, III, IV, V, VII) 3 4	metoda chorochromatyczna, metoda zasięgów	0,1	7	2	2	7

Statyczne zmienne graficzne		Zmienne statyczne i dynamiczne liczba zmiennych	Zmienne dynamizowane	Obiekty/ /encje i poziomy pomiarowe	Kombinacje zmiennych	Metody prezentacji kartograficznej	Ocena				
cech	zmiennych						1	2	3	4	5
1	4	10	1 2 <u>3</u> 4	ab	1 2 <u>3</u> (I, II, III, IV, V, VII) 4	sygnatury punktowe porządkowe, kartogram punktowy porządkowy, kartodiagram punktowy porządkowy	0,1	6	3	6	3
1	4	10	1 2 <u>3</u> 4	ac	1 2 <u>3</u> (I, II, III, IV, V, VII) 4	kropki, sygnatury punktowe ilościowe, kartogram punktowy (ciągły lub skokowy), kartodiagram punktowy (ciągły lub skokowy)	0,1	6	7	6	3
1	4	10	1 2 <u>3</u> 4	βb	1 2 <u>3</u> (I, II, III, IV, V, VII) 4	sygnatury liniowe porządkowe, kartogram liniowy porządkowy, kartodiagram liniowy porządkowy	0,1	9	3	6	4
1	4	10	1 2 <u>3</u> 4	βc	1 2 <u>3</u> (I, II, III, IV, V, VII) 4	izolinie, sygnatury liniowe ilościowe, kartogram liniowy (ciągły lub skokowy), kartodiagram liniowy (ciągły, skokowy)	0,1	9	4	6	4
1	4	10	1 2 <u>3</u> 4	γb	1 2 <u>3</u> (I, II, III, IV, V, VII) 4	kartogram powierzchniowy porządkowy, kartogram porządkowy Bertina, kartogram powierzchniowy porządkowy, kartogram dazymetryczny porządkowy	0,1	8	4	6	5
1	4	10	1 2 <u>3</u> 4	γc	1 2 <u>3</u> (I, II, III, IV, V, VII) 4	kartogram Bertina, kartogram powierzchniowy (ciągły lub skokowy), kartogram dazymetryczny (ciągły lub skokowy)	0,1	8	6	6	5
1	4	10	1 2 3 <u>4</u>	αa	1 2 3 <u>4</u> (I, II, III, IV, V, VII)	sygnatury punktowe	0,1	6	1	3	7
1	4	10	1 2 3 <u>4</u>	βa	1 2 3 <u>4</u> (I, II, III, IV, V, VII)	sygnatury liniowe, zasięgi	0,1	8	2	3	7
1	4	10	1 2 3 <u>4</u>	γa	1 2 3 <u>4</u> (I, II, III, IV, V, VII)	metoda chorochromatyczna, metoda zasięgów	0,1	7	2	3	8
1	5	11	1 2 3 4 <u>5</u>	βa	1 2 3 4 <u>5</u> (I, II, III, IV, V, VII)	sygnatury liniowe, zasięgi	0,09	8	2	3	4
1	5	11	1 2 3 4 <u>5</u>	βb	1 2 3 4 <u>5</u> (I, II, III, IV, V, VII)	sygnatury liniowe porządkowe, kartogram liniowy porządkowy, kartodiagram liniowy porządkowy	0,09	9	3	3	4
1	5	11	1 2 3 4 <u>5</u>	γa	1 2 3 4 <u>5</u> (I, II, III, IV, V, VII)	metoda chorochromatyczna, metoda zasięgów	0,09	7	2	3	5



Stacyczne zmienne graficzne		Zmienne statyczne i dynamiczne liczba zmiennych	Zmienne dynamizowane	Obiekty/ /encje i poziomy pomiarowe	Kombinacje zmiennych	Metody prezentacji kartograficznej	Ocena				
cech	zmiennych						1	2	3	4	5
1	5	11	1 2 3 4 <u>z</u>	αa	1 2 3 4 <u>z</u> (I, II, III, IV, V, VII)	sygnatury punktowe	0,09	6	1	4	2
1	5	11	1 2 3 4 <u>z</u>	αb	1 2 3 4 <u>z</u> (I, II, III, IV, V, VII)	sygnatury punktowe porządkowe, kartogram punktowy porządkowy, kartodiagram punktowy porządkowy	0,09	6	3	4	2
1	5	11	1 2 3 4 <u>z</u>	βa	1 2 3 4 <u>z</u> (I, II, III, IV, V, VII)	sygnatury liniowe, zasięgi	0,09	8	2	4	2
1	5	11	1 2 3 4 <u>z</u>	βb	1 2 3 4 <u>z</u> (I, II, III, IV, V, VII)	sygnatury liniowe porządkowe, kartogram liniowy porządkowy, kartodiagram liniowy porządkowy	0,09	9	3	4	2
1	5	11	1 2 3 4 <u>g</u>	αa	1 2 3 4 <u>g</u> (I, II, III, IV, V, VII)	sygnatury punktowe	0,09	6	1	4	3
1	5	11	1 2 3 4 <u>g</u>	αb	1 2 3 4 <u>g</u> (I, II, III, IV, V, VII)	sygnatury punktowe porządkowe, kartogram punktowy porządkowy, kartodiagram punktowy porządkowy	0,09	6	3	4	3
1	5	11	1 2 3 4 <u>g</u>	βa	1 2 3 4 <u>g</u> (I, II, III, IV, V, VII)	sygnatury liniowe, zasięgi	0,09	7	2	4	3
1	5	11	1 2 3 4 <u>g</u>	βb	1 2 3 4 <u>g</u> (I, II, III, IV, V, VII)	sygnatury liniowe porządkowe, kartogram liniowy porządkowy, kartodiagram liniowy porządkowy	0,09	9	3	4	3
2	5	16	<u>1</u> <u>2</u> <u>3</u> 4	αb	<u>1</u> (I, II, III, IV, V, VII) <u>2</u> <u>3</u> (I, II, III, IV, V, VII) 4	sygnatury punktowe porządkowe, kartogram punktowy porządkowy, kartodiagram punktowy porządkowy	0,125	6	3	5	3,5
2	5	16	<u>1</u> <u>2</u> <u>3</u> 4	βb	<u>1</u> (I, II, III, IV, V, VII) <u>2</u> <u>3</u> (I, II, III, IV, V, VII) 4	sygnatury liniowe porządkowe, kartogram liniowy porządkowy, kartodiagram liniowy porządkowy	0,125	9	3	5	4
2	5	16	<u>1</u> <u>2</u> <u>3</u> 4	βc	<u>1</u> (I, II, III, IV, V, VII) <u>2</u> <u>3</u> (I, II, III, IV, V, VII) 4	sygnatury liniowe ilościowe, kartogram liniowy (ciągły lub skokowy), kartodiagram liniowy (ciągły, skokowy)	0,125	9	4	5	4
2	5	16	<u>1</u> <u>2</u> <u>3</u> 4	γb	<u>1</u> (I, II, III, IV, V, VII) <u>2</u> <u>3</u> (I, II, III, IV, V, VII) 4	kartogram powierzchniowy porządkowy, kartogram porządkowy Bertina, kartogram powierzchniowy porządkowy, kartogram dazymetryczny porządkowy	0,125	8	4	5	5

Stacyczne zmienne graficzne		Zmienne statyczne i dynamiczne liczba zmiennych	Zmienne dynamizowane	Obiekty/ /encje i poziomy pomiarowe	Kombinacje zmiennych	Metody prezentacji kartograficznej	Ocena				
cech	zmiennych						1	2	3	4	5
2	5	16	<u>1 2 3 4</u>	yc	<u>1</u> (I, II, III, IV, V, VII) <u>2 3</u> (I, II, III, IV, V, VII) 4	kartogram Bertina, kartogram powierzchniowy (ciągły lub skokowy), kartogram dazymetryczny (ciągły lub skokowy)	0,125	8	6	5	5
2	5	16	1 <u>2 3 4</u>	αa	<u>1</u> (I, II, III, IV, V, VII) <u>2 3</u> (I, II, III, IV, V, VII) 4	sygnatury punktowe	0,125	6	1	2	3,5
2	5	16	1 <u>2 3 4</u>	ya	<u>1</u> (I, II, III, IV, V, VII) <u>2 3</u> (I, II, III, IV, V, VII) 4	metoda chorochromatyczna, metoda zasięgów	0,125	7	2	2	5
2	5	17	<u>1 2 3 4 5</u>	βb	<u>1</u> (I, II, III, IV, V, VII) <u>2 3 4</u> <u>5</u> (I, II, III, IV, V, VII)	sygnatury liniowe porządkowe, kartogram liniowy porządkowy, kartodiagram liniowy porządkowy	0,12	9	3	1	4
2	5	17	<u>1 2 3 4 7</u>	αb	<u>1</u> (I, II, III, IV, V, VII) <u>2 3 4</u> <u>7</u> (I, II, III, IV, V, VII)	sygnatury punktowe porządkowe, kartogram punktowy porządkowy, kartodiagram punktowy porządkowy	0,12	6	3	2	3
2	5	17	<u>1 2 3 4 7</u>	βb	<u>1</u> (I, II, III, IV, V, VII) <u>2 3 4</u> <u>7</u> (I, II, III, IV, V, VII)	sygnatury liniowe porządkowe, kartogram liniowy porządkowy, kartodiagram liniowy porządkowy	0,12	9	3	2	3
2	5	17	<u>1 2 3 4 8</u>	αb	<u>1</u> (I, II, III, IV, V, VII) <u>2 3 4</u> <u>8</u> (I, II, III, IV, V, VII)	sygnatury punktowe porządkowe, kartogram punktowy porządkowy, kartodiagram punktowy porządkowy	0,12	6	3	2	3,5
2	5	17	<u>1 2 3 4 8</u>	βb	<u>1</u> (I, II, III, IV, V, VII) <u>2 3 4</u> <u>8</u> (I, II, III, IV, V, VII)	sygnatury liniowe porządkowe, kartogram liniowy porządkowy, kartodiagram liniowy porządkowy	0,12	9	3	2	3,3
2	5	17	1 <u>2 3 4 5</u>	ya	1 <u>2</u> (I, II, III, IV, V, VII) <u>3 4</u> <u>5</u> (I, II, III, IV, V, VII)	metoda chorochromatyczna, metoda zasięgów	0,12	7	2	1	6
2	5	17	1 <u>2 3 4 7</u>	αa	1 <u>2</u> (I, II, III, IV, V, VII) <u>3 4</u> <u>7</u> (I, II, III, IV, V, VII)	sygnatury punktowe	0,12	6	1	1	4,5
2	5	17	1 <u>2 3 4 8</u>	αa	1 <u>2</u> (I, II, III, IV, V, VII) <u>3 4</u> <u>8</u> (I, II, III, IV, V, VII)	sygnatury punktowe	0,12	6	1	1	5
2	5	17	1 <u>2 3 4 5</u>	βb	1 <u>2 3</u> (I, II, III, IV, V, VII) <u>4</u> <u>5</u> (I, II, III, IV, V, VII)	sygnatury liniowe porządkowe, kartogram liniowy porządkowy, kartodiagram liniowy porządkowy	0,12	9	3	1	4

Statische zmienne graficzne		Zmienne statyczne i dynamiczne	Zmienne dynamizowane	Obiekty/encje i poziomy pomiarowe	Kombinacje zmiennych	Metody prezentacji kartograficznej	Ocena				
cech	zmiennych	liczba zmiennych					1	2	3	4	5
2	5	17	1 2 <u>3</u> 4 <u>7</u>	ab	1 2 <u>3</u> (I, II, III, IV, V, VII) 4 <u>7</u> (I, II, III, IV, V, VII)	sygnatury punktowe porządkowe, kartogram punktowy porządkowy, kartodiagram punktowy porządkowy	0,12	6	3	2	2,5
2	5	17	1 2 <u>3</u> 4 <u>7</u>	βb	1 2 <u>3</u> (I, II, III, IV, V, VII) 4 <u>7</u> (I, II, III, IV, V, VII)	sygnatury liniowe porządkowe, kartogram liniowy porządkowy, kartodiagram liniowy porządkowy	0,12	9	3	2	3
2	5	17	1 2 <u>3</u> 4 <u>8</u>	αa	1 2 <u>3</u> (I, II, III, IV, V, VII) 4 <u>8</u> (I, II, III, IV, V, VII)	sygnatury punktowe	0,12	6	1	3	3
2	5	17	1 2 <u>3</u> 4 <u>8</u>	αb	1 2 <u>3</u> (I, II, III, IV, V, VII) 4 <u>8</u> (I, II, III, IV, V, VII)	sygnatury punktowe porządkowe, kartogram punktowy porządkowy, kartodiagram punktowy porządkowy	0,12	6	3	3	3
2	5	17	1 2 <u>3</u> 4 <u>8</u>	βb	1 2 <u>3</u> (I, II, III, IV, V, VII) 4 <u>8</u> (I, II, III, IV, V, VII)	sygnatury liniowe porządkowe, kartogram liniowy porządkowy, kartodiagram liniowy porządkowy	0,12	9	3	3	3,5
2	5	17	1 2 3 <u>4</u> <u>5</u>	βa	1 2 3 <u>4</u> (I, II, III, IV, V, VII) <u>5</u> (I, II, III, IV, V, VII)	sygnatury liniowe, zasięgi	0,12	8	2	2	5,5
2	5	17	1 2 3 <u>4</u> <u>5</u>	γa	1 2 3 <u>4</u> (I, II, III, IV, V, VII) <u>5</u> (I, II, III, IV, V, VII)	metoda chorochromatyczna,	0,12	7	2	2	6,5
2	5	17	1 2 3 <u>4</u> <u>7</u>	αa	1 2 3 <u>4</u> (I, II, III, IV, V, VII) <u>7</u> (I, II, III, IV, V, VII)	sygnatury punktowe	0,12	6	1	2	4,5
2	5	17	1 2 3 <u>4</u> <u>7</u>	βa	1 2 3 <u>4</u> (I, II, III, IV, V, VII) <u>7</u> (I, II, III, IV, V, VII)	sygnatury liniowe, zasięgi	0,12	8	2	2	4,5
2	5	17	1 2 3 <u>4</u> <u>8</u>	αa	1 2 3 <u>4</u> (I, II, III, IV, V, VII) <u>8</u> (I, II, III, IV, V, VII)	sygnatury punktowe	0,12	6	1	2	5
2	5	17	1 2 3 <u>4</u> <u>8</u>	βa	1 2 3 <u>4</u> (I, II, III, IV, V, VII) <u>8</u> (I, II, III, IV, V, VII)	sygnatury liniowe, zasięgi	0,12	8	2	2	5
2	6	18	1 2 3 4 <u>5</u> <u>7</u>	βa	1 2 3 4 <u>5</u> (I, II, III, IV, V, VII) <u>7</u> (I, II, III, IV, V, VII)	sygnatury liniowe, zasięgi	0,11	8	2	2	3
2	6	18	1 2 3 4 <u>5</u> <u>7</u>	βb	1 2 3 4 <u>5</u> (I, II, III, IV, V, VII) <u>7</u> (I, II, III, IV, V, VII)	sygnatury liniowe porządkowe, kartogram liniowy porządkowy, kartodiagram liniowy porządkowy	0,11	9	3	2	3
2	6	18	1 2 3 4 <u>5</u> <u>8</u>	βa	1 2 3 4 <u>5</u> (I, II, III, IV, V, VII) <u>8</u> (I, II, III, IV, V, VII)	sygnatury liniowe, zasięgi	0,11	8	2	2	3,5

Statyczne zmienne graficzne		Zmienne statyczne i dynamiczne liczba zmiennych	Zmienne dynamizowane	Obiekty/ encje i poziomy pomiarowe	Kombinacje zmiennych	Metody prezentacji kartograficznej	Ocena				
cech	zmiennych						1	2	3	4	5
2	6	18	1 2 3 4 <u>5</u> 8	βb	1 2 3 4 <u>5</u> (I, II, III, IV, V, VII) 8 (I, II, III, IV, V, VII)	sygnatury liniowe porządkowe, kartogram liniowy porządkowy, kartodiagram liniowy porządkowy	0,11	9	3	2	3,5
2	6	18	1 2 3 4 <u>7</u> 8	αa	1 2 3 4 <u>7</u> (I, II, III, IV, V, VII) 8 (I, II, III, IV, V, VII)	sygnatury punktowe	0,11	6	1	3	2,5
2	6	18	1 2 3 4 <u>7</u> 8	βa	1 2 3 4 <u>7</u> (I, II, III, IV, V, VII) 8 (I, II, III, IV, V, VII)	sygnatury liniowe, zasięgi	0,11	8	2	3	2,5
2	6	18	1 2 3 4 <u>7</u> 8	βb	1 2 3 4 <u>7</u> (I, II, III, IV, V, VII) 8 (I, II, III, IV, V, VII)	sygnatury liniowe porządkowe, kartogram liniowy porządkowy, kartodiagram liniowy porządkowy	0,11	9	3	3	2,5
3	4	22	<u>1</u> 2 <u>3</u> 4	βc	<u>1</u> (I, II, III, IV, V, VII) 2 <u>3</u> (I, II, III, IV, V, VII) 4 (I, II, III, IV, V, VII)	izolinie, sygnatury liniowe ilościowe, kartogram liniowy (ciągły lub skokowy), kartodiagram liniowy (ciągły, skokowy)	0,136	9	4	1	5
3	5	23	<u>1</u> 2 <u>3</u> 4 <u>5</u>	βb	<u>1</u> (I, II, III, IV, V, VII) 2 <u>3</u> (I, II, III, IV, V, VII) 4 <u>5</u> (I, II, III, IV, V, VII)	sygnatury liniowe porządkowe, kartogram liniowy porządkowy, kartodiagram liniowy porządkowy	0,136	9	3	1	4
3	5	23	<u>1</u> 2 <u>3</u> 4 <u>7</u>	βb	<u>1</u> (I, II, III, IV, V, VII) 2 <u>3</u> (I, II, III, IV, V, VII) 4 <u>7</u> (I, II, III, IV, V, VII)	sygnatury liniowe porządkowe, kartogram liniowy porządkowy, kartodiagram liniowy porządkowy	0,136	9	3	1	3,3
3	5	23	<u>1</u> 2 <u>3</u> 4 <u>8</u>	αb	<u>1</u> (I, II, III, IV, V, VII) 2 <u>3</u> (I, II, III, IV, V, VII) 4 <u>8</u> (I, II, III, IV, V, VII)	sygnatury punktowe porządkowe, kartogram punktowy porządkowy, kartodiagram punktowy porządkowy	0,130	6	3	2	3,3
3	5	23	<u>1</u> 2 <u>3</u> 4 <u>8</u>	βb	<u>1</u> (I, II, III, IV, V, VII) 2 <u>3</u> (I, II, III, IV, V, VII) 4 <u>8</u> (I, II, III, IV, V, VII)	sygnatury liniowe porządkowe, kartogram liniowy porządkowy, kartodiagram liniowy porządkowy	0,130	9	3	2	3,6
3	5	23	<u>1</u> 2 3 4 <u>5</u>	βb	<u>1</u> (I, II, III, IV, V, VII) 2 3 4 (I, II, III, IV, V, VII) <u>5</u> (I, II, III, IV, V, VII)	sygnatury liniowe porządkowe, kartogram liniowy porządkowy, kartodiagram liniowy porządkowy	0,130	9	3	1	5
3	5	23	<u>1</u> 2 3 4 <u>7</u>	βb	<u>1</u> (I, II, III, IV, V, VII) 2 3 4 (I, II, III, IV, V, VII) <u>7</u> (I, II, III, IV, V, VII)	sygnatury liniowe porządkowe, kartogram liniowy porządkowy, kartodiagram liniowy porządkowy	0,130	9	3	1	4,3
3	5	23	1 <u>2</u> 3 4 <u>5</u>	γa	1 <u>2</u> (I, II, III, IV, V, VII) 3 4 (I, II, III, IV, V, VII)	metoda chorochromatyczna, metoda zasięgów	0,130	7	2	1	6,6

Statyczne zmienne graficzne		Zmienne statyczne i dynamiczne liczba zmiennych	Zmienne dynamizowane	Obiekty/ encje i poziomy pomiarowe	Kombinacje zmiennych	Metody prezentacji kartograficznej	Ocena							
cech	zmiennych						1	2	3	4	5			
					<u>5</u> (I, II, III, IV, V, VII)									
3	5	23	1 <u>2</u> 3 4 <u>7</u>	αa	1 <u>2</u> (I, II, III, IV, V, VII) 3 4 (I, II, III, IV, V, VII) 7 (I, II, III, IV, V, VII)	sygnatury punktowe	0,130	6	1	1	5,3			
3	5	23	1 <u>2</u> 3 4 <u>8</u>	αa	1 <u>2</u> (I, II, III, IV, V, VII) 3 4 (I, II, III, IV, V, VII) 8 (I, II, III, IV, V, VII)	sygnatury punktowe	0,130	6	1	1	5,6			
3	6	24	1 <u>2</u> 3 4 <u>5</u> <u>8</u>	βb	1 (I, II, III, IV, V, VII) 2 3 4 <u>5</u> (I, II, III, IV, V, VII) <u>8</u> (I, II, III, IV, V, VII)	sygnatury liniowe porządkowe, kartogram liniowy porządkowy, kartodiagram liniowy porządkowy	0,125	9	3	2	3,6			
3	6	24	1 <u>2</u> 3 4 <u>5</u> <u>8</u>	αa	1 (I, II, III, IV, V, VII) 2 3 4 <u>5</u> (I, II, III, IV, V, VII) <u>8</u> (I, II, III, IV, V, VII)	sygnatury punktowe	0,125	6	1	2	4			
3	6	24	1 <u>2</u> 3 4 <u>5</u> <u>8</u>	βa	1 (I, II, III, IV, V, VII) 2 3 4 <u>5</u> (I, II, III, IV, V, VII) <u>8</u> (I, II, III, IV, V, VII)	sygnatury liniowe, zasięgi	0,125	8	2	1	4,6			
3	6	24	1 2 <u>3</u> 4 <u>5</u> <u>8</u>	βb	1 2 <u>3</u> (I, II, III, IV, V, VII) 4 <u>5</u> (I, II, III, IV, V, VII) <u>8</u> (I, II, III, IV, V, VII)	sygnatury liniowe porządkowe, kartogram liniowy porządkowy, kartodiagram liniowy porządkowy	0,125	9	3	1	3,6			
3	6	24	1 2 3 4 <u>5</u> <u>8</u>	βa	1 2 3 4 (I, II, III, IV, V, VII) <u>5</u> (I, II, III, IV, V, VII) <u>8</u> (I, II, III, IV, V, VII)	sygnatury liniowe, zasięgi	0,125	8	2	1	4,6			
3	6	24	1 <u>2</u> 3 4 <u>5</u> <u>7</u>	βb	1 (I, II, III, IV, V, VII) 2 3 4 <u>5</u> (I, II, III, IV, V, VII) <u>7</u> (I, II, III, IV, V, VII)	sygnatury liniowe porządkowe, kartogram liniowy porządkowy, kartodiagram liniowy porządkowy	0,125	9	3	1	3,3			
3	6	24	1 <u>2</u> 3 4 <u>5</u> <u>7</u>	βa	1 <u>2</u> (I, II, III, IV, V, VII) 3 4 <u>5</u> (I, II, III, IV, V, VII) <u>7</u> (I, II, III, IV, V, VII)	sygnatury liniowe, zasięgi	0,125	8	2	1	4,3			
3	6	24	1 2 <u>3</u> 4 <u>5</u> <u>7</u>	βb	1 2 <u>3</u> (I, II, III, IV, V, VII) 4 <u>5</u> (I, II, III, IV, V, VII) <u>7</u> (I, II, III, IV, V, VII)	sygnatury liniowe porządkowe, kartogram liniowy porządkowy, kartodiagram liniowy porządkowy	0,125	9	3	1	3,3			
3	6	24	1 2 3 4 <u>5</u> <u>7</u>	βa	1 2 3 4 (I, II, III, IV, V, VII) <u>5</u> (I, II, III, IV, V, VII) <u>7</u> (I, II, III, IV, V, VII)	sygnatury liniowe, zasięgi	0,125	8	2	2	4,3			

Statische zmienne graficzne		Zmienne statyczne i dynamiczne	Zmienne dynamizowane	Obiekty /encje i poziomy pomiarowe	Kombinacje zmiennych	Metody prezentacji kartograficznej	Ocena				
cech	zmiennych	liczba zmiennych					1	2	3	4	5
3	6	24	<u>1</u> 2 3 4 <u>7</u> <u>8</u>	ab	<u>1</u> (I, II, III, IV, V, VII) 2 3 4 <u>7</u> (I, II, III, IV, V, VII) <u>8</u> (I, II, III, IV, V, VII)	sygnatury punktowe porządkowe, kartogram punktowy porządkowy, kartodiagram punktowy porządkowy	0,125	6	3	2	3
3	6	24	<u>1</u> 2 3 4 <u>7</u> <u>8</u>	βb	<u>1</u> (I, II, III, IV, V, VII) 2 3 4 <u>7</u> (I, II, III, IV, V, VII) <u>8</u> (I, II, III, IV, V, VII)	sygnatury liniowe porządkowe, kartogram liniowy porządkowy, kartodiagram liniowy porządkowy	0,125	9	3	2	3
3	6	24	1 <u>2</u> 3 4 <u>7</u> <u>8</u>	αa	1 <u>2</u> (I, II, III, IV, V, VII) 3 4 <u>7</u> (I, II, III, IV, V, VII) <u>8</u> (I, II, III, IV, V, VII)	sygnatury punktowe	0,125	6	1	2	4
3	6	24	1 <u>2</u> 3 4 <u>7</u> <u>8</u>	βa	1 <u>2</u> (I, II, III, IV, V, VII) 3 4 <u>7</u> (I, II, III, IV, V, VII) <u>8</u> (I, II, III, IV, V, VII)	sygnatury liniowe, zasięgi	0,125	8	2	2	4
3	6	24	1 2 <u>3</u> 4 <u>7</u> <u>8</u>	αb	1 2 <u>3</u> (I, II, III, IV, V, VII) 4 <u>7</u> (I, II, III, IV, V, VII) <u>8</u> (I, II, III, IV, V, VII)	sygnatury punktowe porządkowe, kartogram punktowy porządkowy, kartodiagram punktowy porządkowy	0,125	6	3	2	2,6
3	6	24	1 2 <u>3</u> 4 <u>7</u> <u>8</u>	βb	1 2 <u>3</u> (I, II, III, IV, V, VII) 4 <u>7</u> (I, II, III, IV, V, VII) <u>8</u> (I, II, III, IV, V, VII)	sygnatury liniowe porządkowe, kartogram liniowy porządkowy, kartodiagram liniowy porządkowy	0,125	9	3	2	3
3	6	24	1 2 3 4 <u>7</u> <u>8</u>	αa	1 2 3 4 (I, II, III, IV, V, VII) <u>7</u> (I, II, III, IV, V, VII) <u>8</u> (I, II, III, IV, V, VII)	sygnatury punktowe	0,125	6	1	2	4
3	6	24	1 2 3 4 <u>7</u> <u>8</u>	βa	1 2 3 4 (I, II, III, IV, V, VII) <u>7</u> (I, II, III, IV, V, VII) <u>8</u> (I, II, III, IV, V, VII)	sygnatury liniowe, zasięgi	0,125	8	2	2	4
3	7	25	1 2 3 4 <u>5</u> <u>7</u> <u>8</u>	βa	1 2 3 4 <u>5</u> (I, II, III, IV, V, VII) <u>7</u> (I, II, III, IV, V, VII) <u>8</u> (I, II, III, IV, V, VII)	sygnatury liniowe, zasięgi	0,12	8	2	2	3
3	7	25	1 2 3 4 <u>5</u> <u>7</u> <u>8</u>	βb	1 2 3 4 <u>5</u> (I, II, III, IV, V, VII) <u>7</u> (I, II, III, IV, V, VII) <u>8</u> (I, II, III, IV, V, VII)	sygnatury liniowe porządkowe, kartogram liniowy porządkowy, kartodiagram liniowy porządkowy	0,12	9	3	1	3
4	6	30	<u>1</u> 2 <u>3</u> 4 <u>5</u> <u>7</u>	βb	<u>1</u> (I, II, III, IV, V, VII) 2 <u>3</u> (I, II, III, IV, V, VII) 4 <u>5</u> (I, II, III, IV, V, VII) <u>7</u> (I, II, III, IV, V, VII)	sygnatury liniowe porządkowe, kartogram liniowy porządkowy, kartodiagram liniowy porządkowy	0,13	9	3	1	3,5

Stacyczne zmienne graficzne		Zmienne statyczne i dynamiczne liczba zmiennych	Zmienne dynamizowane	Obiekty/ /encje i poziomy pomiarowe	Kombinacje zmiennych	Metody prezentacji kartograficznej	Ocena				
cech	zmiennych						1	2	3	4	5
4	6	30	<u>1</u> <u>2</u> <u>3</u> <u>4</u> <u>5</u> <u>8</u>	βb	<u>1</u> (I, II, III, IV, V, VII) <u>2</u> <u>3</u> (I, II, III, IV, V, VII) <u>4</u> <u>5</u> (I, II, III, IV, V, VII) <u>8</u> (I, II, III, IV, V, VII)	sygnatury liniowe porządkowe, kartogram liniowy porządkowy, kartodiagram liniowy porządkowy	0,13	9	3	2	3,75
4	6	30	<u>1</u> <u>2</u> <u>3</u> <u>4</u> <u>7</u> <u>8</u>	αb	<u>1</u> (I, II, III, IV, V, VII) <u>2</u> <u>3</u> (I, II, III, IV, V, VII) <u>4</u> <u>7</u> (I, II, III, IV, V, VII) <u>8</u> (I, II, III, IV, V, VII)	sygnatury punktowe porządkowe, kartogram punktowy porządkowy, kartodiagram punktowy porządkowy	0,13	6	3	2	3
4	6	30	<u>1</u> <u>2</u> <u>3</u> <u>4</u> <u>7</u> <u>8</u>	βb	<u>1</u> (I, II, III, IV, V, VII) <u>2</u> <u>3</u> (I, II, III, IV, V, VII) <u>4</u> <u>7</u> (I, II, III, IV, V, VII) <u>8</u> (I, II, III, IV, V, VII)	sygnatury liniowe porządkowe, kartogram liniowy porządkowy, kartodiagram liniowy porządkowy	0,13	9	3	1	3,25
4	6	30	<u>1</u> <u>2</u> <u>3</u> <u>4</u> <u>7</u> <u>8</u>	αa	<u>1</u> <u>2</u> (I, II, III, IV, V, VII) <u>3</u> <u>4</u> (I, II, III, IV, V, VII) <u>7</u> (I, II, III, IV, V, VII) <u>8</u> (I, II, III, IV, V, VII)	sygnatury punktowe	0,13	6	1	1	4,75
4	7	31	<u>1</u> <u>2</u> <u>3</u> <u>4</u> <u>5</u> <u>7</u> <u>8</u>	βb	<u>1</u> (I, II, III, IV, V, VII) <u>2</u> <u>3</u> <u>4</u> <u>5</u> (I, II, III, IV, V, VII) <u>7</u> (I, II, III, IV, V, VII) <u>8</u> (I, II, III, IV, V, VII)	sygnatury liniowe porządkowe, kartogram liniowy porządkowy, kartodiagram liniowy porządkowy	0,129	9	3	1	3,25
4	7	31	<u>1</u> <u>2</u> <u>3</u> <u>4</u> <u>5</u> <u>7</u> <u>8</u>	βb	<u>1</u> <u>2</u> <u>3</u> <u>4</u> (I, II, III, IV, V, VII) <u>5</u> (I, II, III, IV, V, VII) <u>7</u> (I, II, III, IV, V, VII) <u>8</u> (I, II, III, IV, V, VII)	sygnatury liniowe porządkowe, kartogram liniowy porządkowy, kartodiagram liniowy porządkowy	0,129	9	3	1	3,25
4	7	31	<u>1</u> <u>2</u> <u>3</u> <u>4</u> <u>5</u> <u>7</u> <u>8</u>	βa	<u>1</u> <u>2</u> <u>3</u> <u>4</u> (I, II, III, IV, V, VII) <u>5</u> (I, II, III, IV, V, VII) <u>7</u> (I, II, III, IV, V, VII) <u>8</u> (I, II, III, IV, V, VII)	sygnatury liniowe, zasięgi	0,129	8	2	1	4
5	7	37	<u>1</u> <u>2</u> <u>3</u> <u>4</u> <u>5</u> <u>7</u> <u>8</u>	βb	<u>1</u> (I, II, III, IV, V, VII) <u>2</u> <u>3</u> (I, II, III, IV, V, VII) <u>4</u> <u>5</u> (I, II, III, IV, V, VII) <u>7</u> (I, II, III, IV, V, VII) <u>8</u> (I, II, III, IV, V, VII)	sygnatury liniowe porządkowe, kartogram liniowy porządkowy, kartodiagram liniowy porządkowy	0,135	9	3	1	3,4

Statyczne zmienne graficzne		Zmienne statyczne i dynamiczne liczba zmiennych	Zmienne dynamizowane	Obiekty/encje i poziomy pomiarowe	Kombinacje zmiennych	Metody prezentacji kartograficznej	Ocena				
cech	zmiennych						1	2	3	4	5
5	7	37	1 2 3 4 5 7 8	βa	1 2 (I, II, III, IV, V, VII) 3 4 (I, II, III, IV, V, VII) 5 (I, II, III, IV, V, VII) 7 (I, II, III, IV, V, VII) 8 (I, II, III, IV, V, VII)	sygnatury liniowe, zasięgi	0,135	8	2	1	4,6

### Notacja

#### Ocena metod prezentacji dynamiki

Oznaczenia kolumn:

1. Stosunek liczby zmiennych dynamizowanych do liczby zmiennych ogółem (statycznych i dynamicznych)
2. Liczba typów zjawisk dynamicznych możliwych do przedstawienia za pomocą prezentacji kartograficznej
3. Liczba typów metod prezentacji kartograficznej
4. Liczba typów animacji w obrębie grup kombinacji możliwości wykorzystania zmiennych graficznych
5. Średnia poziomów wizualnych przypadających na dynamizowaną zmienną graficzną

#### Rangi

niska     średnia     wysoka     bardzo wysoka

#### Statyczne zmienne graficzne

wielkość	kształt	jasność/walor	ton kolor	ziarnistość	orientacja	połysk	przezroczystość
1	2	3	4	5	6	7	8

Podkreślono zmienne wykorzystane do prezentacji cech (zmienne dynamizowane)

#### Zmienne dynamiczne

czas ekspozycji	trwanie	częstość	porządek	stopień zmian	synchronizacja	sposób przejścia
I	II	III	IV	V	VI	VII

Wytłuszczono zmienne dynamiczne silnie percypowane

#### Obiekty/encje i poziomy pomiarowe

- α obiekty/encje punktowe oraz możliwe do wyrażenia za pomocą obiektów/encji punktowych
- β obiekty/encje liniowe oraz możliwe do wyrażenia za pomocą obiektów/encji liniowych
- γ obiekty/encje powierzchniowe oraz możliwe do wyrażenia za pomocą obiektów/encji powierzchniowych
- a poziom jakościowy
- b poziom porządkowy
- c poziom ilościowy