

Branislav NIŽNANSKÝ

## DEFINÍCIA MAPOVÉHO ZNAKU A JEJ VÝZNAM V TEÓRII MAPOVÉHO JAZYKA

Nižnanský B.: **Map Sign Definition and its Sense in Map Language Theory.** Kartografické listy, 2002, 10, 1 tab., 15 refs.

**Abstract:** This article is about relation between definition of map sign and theory of map language. Three base terms defined map sign: graphic unit, semantic and position. We analysed this three terms and described syntactic rules for grammar of map language. Theory of map language (Pravda 1990, 1997, 1998 etc.) and theory of formal language (Chomsky 1957, 1968, Hopcroft a Ullman 1969) are used.

**Keywords:** map sign, graphic unit, semantic reference, position, graphic variables.

### Úvod

Teória mapového znaku ako súčasť koncepcie mapového jazyka sa objavuje v kartografickej literatúre pomerne nedávno (Pravda 1990, 1997). Ešte v učebniciach a skriptách z 80. rokov minulého storočia sa stretávame s opisom kartografických vyjadrovacích prostriedkov v iných súvislostiach, a to najmä pri charakterizovaní redakčných prác pri tvorbe mapy. Napríklad v učebnici kartografie (Hojovec et al. 1987) sa používa termín kartografická interpretácia na vyjadrenie definície kartografického znaku (značky), metód mapovej interpretácie (iní autori používajú termín metódy mapového vyjadrenia) a opisu projektovania kartografických znakových systémov (v tom aj zásady tvorby značkového kľúča).

Obsah učebnic tohto obdobia vychádza z technológie tvorby máp a jej opisu a z teoretických základov je hlbšie opisovaná iba matematicko-kartografická teória. Teória mapového znaku je prezentovaná parciálnymi poznatkami. L. Seko (1985) delí napr. mapové značky na bodové a čiarovo lokalizované a vyznačenie areálu chápe ako vyjadrovací prostriedok na vyjadrenie pôdorysných (plošných) objektov. V. Voženilek (1999) začína opis kartodiagramov teóriou bodového znaku a grafické premenné známe zo semiotiky chápe ako vlastnosti znaku (parametre). Lokalizáciu znaku chápe topograficky alebo ako priradenie areálu. J. Kaňok (1999) sa zaoberá hlavne metódami vyjadrenia kvalitatívnych a kvantitatívnych dát v mape a zaraďuje medzi ne už známe metódy mapového vyjadrenia (interpretácie). Z teórie mapového znaku J. Kaňok využíva triedenie znakov na figurálne, čiarové a areálové pri klasifikácii metód mapového znázornenia kvalitatívnych údajov.

Teóriu mapového znaku hlbšie rozpracúva J. Pravda a v skriptách *Mapový jazyk* (Pravda 1997) v kapitole *Znaková zásoba mapového jazyka* definuje mapový znak, klasifikuje mapové znaky a opisuje ich tezuráciu. Definícia mapového znaku je podobná definícii z učebnice *Kartografia* (Hojovec et al. 1987): *Značky jsou v podstatě jednoduché grafické struktury, mající vzhledem k uživateli mapy určitý význam, jsou potenciálním nositelem informace, zaznamenané kartografickým způsobem.* K problematike mapového znaku sa vyjadrujú aj I. Mitášová a M. Hájek (1999, s. 63-64). Pri tvorbe učebných textov (Nižnanský 2000) sa autor článku zaoberal hlbšie aj teóriou mapového znaku. Ukázalo sa, že kľúčom k pochopeniu podstaty tejto teórie je aj označovanie (Pravda 1997, Nižnanský 2001).

Cieľom tohto článku je poukázať na autorov prístup k základom teórie mapového znaku, ktoré boli doposiaľ spracované parciálne a ich význam pre teóriu mapového jazyka z pohľadu uplatnenia kartografických poznatkov v geoinformatike. V článku využívame a rozvíjame teóriu mapového jazyka J. Pravdu (1990, 1997, 1998 a i.) z hľadiska jeho využitia pre formálny jazyk generátora máp nad geografickou bázou dát. Takýto generátor by mal umožňovať to, aby odpoveďou na dopyt v geografickej báze dát mohla byť mapa (pozri aj Nižnanský 1996).

### Definícia mapového znaku

Definícia mapového znaku podľa J. Pravdu (1997): „Mapový znak je grafická jednotka, ktorá má priradený význam a je umiestnená v mape.“ vyčerpávajúco opisuje reálny objekt používaný v kartografii ako prvok systému mapových znakov, ktorým vyjadrujeme obsah mapy. Základom definície je pojem grafická jednotka. Priradením dvoch atribútov (význam a umiestnenie v mape) je odlišný pojem mapový znak od pojmu grafická jednotka.

Ak realizujeme dôslednú analýzu definície mapového znaku s využitím Chomského postupu (Chomsky 1957, 1968, Hopcroft a Ullman 1969) pri definovaní univerzálnych gramatík, javí sa, že základom teórie mapového jazyka, ako formálne opísaného systému, je analýza jeho skladby (syntaxe). Na túto analýzu využijeme tri základné pojmy, ktorými je mapový znak definovaný.

Grafické jednotky nachádzame už v grafických editoroch. Umisťovanie znakov v mape je špecifikom kartografie a v teórii mapového jazyka nebolo ešte hlbšie rozpracované. Problém pri formálnom opise jazyka vidíme v atribúte *význam mapového znaku*, ktorý nezapadá do systému syntaktických prostriedkov. Namiesto atribútu *význam* sa preto v gramatike (syntaxi) mapového jazyka budeme zaoberať potenciálom priradenia nejakého významového atribútu alebo identifikátora položky zobrazovaných dát (napr.: kvalitatívneho, kvantitatívneho alebo jednoduchého a zloženého) mapovému znaku pri procese označovania, ktorý v tomto článku označíme termínom **sémantická referencia**. Význam ( $V$ ) budeme chápať trojzložkovo:

$$V = \{f_o, sr, va\}$$

$f_o$  – funkcia označovania,

$sr$  – sémantická referencia,

$va$  – významový atribút alebo identifikátor položky dát.

Funkcia označovania  $f_o$  je množina dvojíc typu  $[sr, va]$ , ktorá sa riadi princípmi a pravidlami označovania (pozri napr. Pravda 1997). Princíp ľubovoľnosti umožňuje oddeliť syntaktické problémy mapového jazyka od jeho ďalších rovín a z hľadiska významu sa zaoberať iba sémantickou referenciou mapových znakov a ich atribútov.

### Grafická jednotka

Grafická jednotka je vizuálnou reprezentáciou znaku (t. j. aj mapového) a môže byť zložená z jedného alebo viacerých grafických elementov. Technológie grafického zobrazovania umožňujú dva základné prístupy k tvorbe grafických jednotiek. V rastrovej forme je grafickým elementom pixel. Vo vektorovej forme sa využívajú ako grafické elementy prvky z množiny geometrických útvarov v rovine. Sú to napr.: úsečky, polygóny (štvorce, trojuholníky ...), kružnice, elipsy, ich časti a časti kužeľosečiek alebo iných kriviek. Skladaním grafických elementov možno generovať aj veľmi zložité grafické jednotky (napr.: piktogramy). Na to je treba opísať operáciu, ktorá takéto generovanie zložených grafických jednotiek umožní. V praxi sa využíva technológia riadiacich bodov, ktoré sú metódami využívajúcimi rôzne matematické modely prepájané do kriviek alebo uzavretých areálov. Každý grafickej jednotke (jednoduché alebo zloženej z viacerých elementov, resp. grafických jednotiek nižšieho rádu) a aj každému grafickému elementu možno priradiť grafematický priestor, ktorý je výborným nástrojom pri používaní znakov a analýze súvislostí plynúcich z ich polohy. Základným typom takéhoto grafematického priestoru je minimálny opísaný štvoruholník (obdĺžnik, polygón).

Dôležitou vlastnosťou grafických jednotiek je priradenie atribútov, ktoré sa v semiotike volajú grafické premenné. Grafické premenné možno chápať staticky a dynamicky. Statické chápanie znamená priradenie hodnoty grafickej premennej grafickému elementu (jednotke). V informatike ho možno chápať ako nastavenie hodnoty premennej. Dynamické chápanie znamená zmenu hodnoty grafickej premennej a chápeme ju ako unárnu operáciu<sup>1</sup>.

Vzťah unárnych morfografických operácií a grafických premenných opisujeme v tab. 1.

**Tab. 1 Vzťah unárnych morfografických operácií a grafických premenných**

Sémantická referencia	Geometrické unárne operácie		Rýdzo grafické unárne operácie	
	Operácia	Zmena grafickej premennej	Operácia	Zmena grafickej premennej
kvalitatívna	Sv	Tvar	Ct	Farebný tón
	R S	Orientácia – otočením – osovou súmernosťou	Pt	Typ vzorky
kvantitatívna			Cint	Intenzita farby (jas, sýtosť)
	H Mv	Veľkosť – rovnofahlosťou – niektorých rozmerov	Ped Pes	Intenzita vzorky – hustotou – rozmerom graf. elementu

Pri unárnych morfografických operáciách vzniká nová grafická jednotka zmenou hodnoty grafickej premennej existujúcej. Tieto operácie sa používajú ako jednoduché alebo zložené. Skladanie unárnych operácií je hlavne aditívne, t. j. menia sa hodnoty dvoch alebo viacerých grafických premenných, napríklad veľkosť rovnofahlosťou a farebný tón (túto zloženú operáciu označíme:  $H \oplus Ct$ ). Poznatky geometrie rovinných útvarov možno aplikovať pri opise pravidiel tvorby grafických jednotiek s využitím grafických premenných: tvar, orientácia a veľkosť. Uvedme významné príklady uvedených pravidiel:

Operáciu Sv (*shape variation*) – zmena tvaru<sup>2</sup> využijeme na zmenu hodnoty premennej tvar, čo umožňuje veľkú variabilitu tvarov grafických jednotiek. Využíva sa vtedy, ak potrebujeme graficky vyjadriť variabilnú množinu bodovo lokalizovaných kvalitatívne odlišných objektov (napr. náleziská rôznych nerastných surovín, rôzne objekty cestovného ruchu na turistických mapách ap.). Operácia Sv nad areálmi sa v kartografii využíva pri anamorfóze. Pri jej použití sa topograficky determinovaný tvar zmení na geometricky jednoduchý útvar napr. obdĺžnik alebo na iný topologicky ekvivalentný útvar.

Operácia R (*rotation*) – zmena orientácie otočením je analógiou zhodného zobrazenia „otočenie“ resp. pri otočení o 180 stredovej súmernosti z rovinnej geometrie. Má zmysel pri tvaroch odlišných od kružnice. Operácia S (*symmetry*) – osovo súmerná zmena orientácie je analógiou zobrazenia osová súmernosť z rovinnej geometrie (v literatúre sa označuje termínom *zrkadlová konvertácia*). V prípade líniových grafických jednotiek môže byť R definovaná, len ak sú súčasťou zloženej figurálnej grafickej jednotky, operácia S – zmena orientácie osovou súmernosťou je definovaná aj v prípade zložených a vzorkovaných čiar.

Operácia H (*homotetia*) – zmena veľkosti je analógiou rovnofahlosti z rovinnej geometrie. Dochádza k zväčšeniu (zmenšeniu) všetkých rozmerov v danom pomere (koeficiente rovnofahlosti  $k$ ). Operácia Mv (*measurement variation*) – zmena veľkosti rozmeru sa používa tak, že sa niektorý rozmer grafickej jednotky zväčší (zmenší). Je osobitným prípadom operácie Sv t. j. mení sa charakter tvaru (pretiahnutejší, širší, hrubší, dlhší, kratší) alebo sa tvar mení na osobitný prípad danej skupiny tvarov, resp. naopak (napr.: rovnostranný – rovnoramenný – všeobecný trojuholník, kružnica – elipsa, štvorec – obdĺžnik). V prípade čiar sa pomocou operácie Mv mení hrúbka čiar.

<sup>1</sup> Aj keď podstata procedúry je programovateľná identicky, jej využitie t. j. volanie bude realizované rôznymi časťami systému v dôsledku integrity grafickej jednotky a významu pri tvorbe a používaní mapových znakov.

<sup>2</sup> Najčastejšie sa realizuje výberom tvarov z katalógu znakov.

Unárne operácie Ct (*color type*) – zmena farebného tónu, Cint (*color intensity*) – zmena intenzity farby<sup>1</sup>, Pt (*pattern type*) – zmena typu vzorky, Ped (*pattern element density*) – zmena intenzity vzorky zahustením a Pes (*pattern element size*) – zmena intenzity vzorky zmenou rozmeru jej grafického elementu menia hodnotu grafických premenných vzorka a farba, pričom môže nastať aj prípad zmeny nulovej hodnoty na nenulovú. Ich skladanie poskytuje nekonečné možnosti vytvárania farebných, čiernobielych (variabilita odtieňov šedi) a vzorkovaných grafických jednotiek. Unárne operácie Ct, Pt, Cint a Pe majú analogické použitie v prípade čiarových aj figurálnych grafických jednotiek. Typ vzorky čiar vzniká ich vytváraním pomocou skladania alebo spájania grafických elementov (napr.: ....., >>>>>>>>>>, ----- --).

Pre areálové znaky používame operácie Ct, Cint, Pt, Ped a Pes podľa pravidiel platných pre figurálne grafické jednotky, ak rozhodujeme o výplni areálu a podľa pravidiel platných pre čiary, ak rozhodujeme o obryse areálu.

Grafická konvertácia (v čiernobielej verzii sa volá aj konvertácia pozitív/negatív) je opisateľná ako zložená operácia (napr.:  $[Ct_1(GE_2) \oplus Ct_2(GE_1)](Z_1) \rightarrow Z_2$ , kde GE znamená grafický a indexy označujú, že došlo k zamene farebných odtieňov prvého a druhého grafického elementu).

Na prácu s farbami sa používa viac farebných modelov, napr. aditívny RGB = red, green, blue alebo subtraktívny CMYK = cyan, magenta, yellow, black sa využívajú v počítačovej grafike a polygrafii. Pre účely tvorby grafických jednotiek je vhodný model HLS (hue, light, saturation, t. j. *tón*, napr.: zelená, modrá, červená, *jas*, t. j. čistota farby, resp. svietivosť a *sýtosť*, t. j. podiel, resp. percento farby na bielom pozadí). Farebný tón je vhodné referencovať ako kvalitatívny (odlišuje jednotlivé farby). Operácie typu Cint je vhodné realizovať pomocou jasú a/alebo sýtosti farby, ktoré vyjadrujú rozličnú intenzitu odtieňa tej istej farby, čím umožňujú vytvárať stupnice farieb, v ktorých má zmysel farby porovnávať (tmavšie, jasnejšie, sýtejšie). V prípade achromatickej farby (čierna, biela a odtiene šedi) sa namiesto sýtosti a jasú rozlišuje podiel čiernej v bielej v percentách (intenzita šedi). Sémantická referencia operácií typu Cint je teda kvantitatívna.

Vzorka sa používa obdobne ako farba. Jej špecifikom je možnosť využiť viac farieb. Farba (farby) elementov vzorky sa musí určiť, farba podkladu môže byť nastavená ako nulová (v takom prípade je zhodná s podkladom média, na ktoré sa grafická jednotka zobrazuje). Vzorka sa skladá z grafických elementov figurálneho alebo čiarového typu, ktoré sa v nej zvyčajne periodicky opakujú tak, aby pokryli areál grafickej jednotky k tomu určený. Daný element (elementy) a spôsob vyplňovania určuje typ vzorky. Kvantitatívne porovnanie vzoriek je možné vďaka rozličnej hustote umiestnenia grafických elementov (využíva sa pri Ped) alebo rozličnému rozmeru grafického elementu vzorky (využíva sa pri Pes).

Uvedené poznatky sú dôležité pre teóriu znakového zásoby grafického jazyka (v tom aj mapového) a náčrtom metód generovania jej prvkov na základe využívania malej skupiny grafických premenných a jednoduchých pravidiel ich využívania. Základnú zásobu grafických jednotiek v takomto chápaní tvoria jednoelementné grafické jednotky a pravidlá pre generovanie grafických jednotiek.

## Význam

Ako už bolo predznačené, význam v definícii mapového znaku nepatrí k problematike formálneho opisu mapového generátora. Využijeme to, že atribúty grafických jednotiek majú vlastnosť, ktorú sme nazvali sémantická referencia. Ak má objekt napr. atribút, ktorý je kvalitatívny polytomický, tak funkcia označovania môže využiť grafické jednotky ktoré majú sémantickú referenciu kvalitatívnu polytomickú.

<sup>1</sup> Operácia Cint môže byť analogicky ako kvantitatívna operácia P definovaná ako dve operácie pre jas (Cl – *color light*) a sýtosť (Cs – *color saturation*). Toto členenie je však závislé od používaného farebného modelu.

<sup>2</sup> V počítačovej terminológii sa *hue* prekladá ako *odtieň*, v kartografii ako *tón*.

V teórii mapového jazyka je výhodné využívať päť tried atribútov objektov. V nich je odlišených päť úrovní poznania časti reality (odlišenie, triedenie, usporiadanie, počítanie, meranie). Kvalitatívne (Q) sú binárne alebo klasifikujúce. Binárne triedenia sú založené na odlišení atribútu (objektu, javu) od ostatných, klasifikujúce na triedení množiny takto odlišených objektov na základe klasifikačného atribútu na dve a viac tried – nominálne triedenie. Kvantitatívne (M) sú intenzitné a extenzitné. Intenzitné (Int) atribúty majú definované usporiadanie nad triedenými objektmi – ordinálne triedenie. Extenzitné (Ext) atribúty môžu vyjadrovať počet (Integer) zistený počítaním alebo pomer (Real) zistený meraním (porovnaj s článkom A. Bezáka (1994, s. 7-8). Štruktúru objektov možno vyjadrovať jednoduchými (J) alebo zloženými (Z) znakmi. V zložených znakoch je význam priradený grafickej jednotke aj aspoň jednému z grafických elementov (resp. grafickej jednotke nižšieho rádu), z ktorých je zložená.

Takýmto spôsobom možno triediť reálne objekty (a ich atribúty) aj grafické jednotky (a ich atribúty). U grafických jednotiek a ich atribútov sme toto triedenie označili termínom sémantická referencia a chápeme ju len ako potenciálnu sémantickú vlastnosť, ktorú generátor máp môže, ale aj nemusí využiť.

### Umiestnenie znaku v mape

Umiestnenie znaku v mape je relácia grafickej jednotky a matematického základu mapy. Z hľadiska teórie mapového jazyka opisujeme reláciu mapového znaku k mierke a jeho postavenie v systéme znakov vyjadrujúcich obsah mapy vzhľadom na body matematického základu mapy.

Relácia mapového znaku k mierke vyjadruje jeho dimenzionalitu a na jednoduchších úrovniach mapového vyjadrenia (mapové náčrty) topológiu. Rozlišujeme figurálne (F), čiarové (L) a areálové (A) znaky. Figurálne znaky nemajú priamy vzťah k mierke mapy a z tohto aspektu sú vlastne mimomierkové (0D). Ich rozmery nie sú vo vzťahu k topografickej situácii, resp. k pôdorysu zobrazovaného objektu a aplikácia mierky mapy na ne sa nevzťahuje. Čiarové znaky analogicky chápeme ako jednorozmerné (1D) z hľadiska relácie k mierke mapy, ktorú má zmysel aplikovať na ich dĺžku. Areálové znaky (2D) umožňujú kartometricky zisťovať plochu objektu, ktorý je nimi zobrazený a v topologickej úrovni rozlíšiť vnútro, vonkajšok a hranicu.

Postavenie v systéme znakov vyjadrujúcom obsah mapy vzhľadom na body matematického základu mapy je možné definovať na dvoch úrovniach<sup>1</sup>, schematickej (Schem) a topografickej (Top). Prechod z jednej úrovne do druhej možno chápať ako spojité (znižovaním počtu lomových bodov čiar) alebo je schematická výsledkom nejakej morfografickej operácie. Schematické umiestnenie znakov v mape zachováva topologické relácie a relácie smeru a orientácie. To napr. znamená, že ak objekty hraničia, tak aj znaky hraničia, ak sú objekty v smere SJ tak aj umiestnenie znakov v mape je v smere SJ. V prípade topografického umiestnenia znakov v mape je napr. stred figurálneho znaku umiestnený v bode, ktorého súradnice sú stredom objektu, ktorý označuje a čiarový znak je umiestnený v mieste umiestnenia bodov, ktoré predstavujú lomové body zobrazovaného čiarového objektu<sup>2</sup>.

### Typizačná syntax ako kombinatorické skladanie mapových znakov

Syntax (gramatiku) možno chápať aj ako súhrn pravidiel pre kombinatorické skladanie znakov. V teórii mapového jazyka J. Pravda (1990, 1997 a i.) klasifikuje typizačnú, stratigrafickú, komponentnú a kompozičnú syntax. Na definovanie a pravidlá typizačnej a stratigrafickej syntaxe využijeme obsah definície mapového znaku opísaný v predchádzajúcej časti. Stratigrafická syntax opisuje pravidlá pre vytváranie máp z mapových vrstiev. Typizačná syntax je súhrnom pravidiel na vytváranie syntaktických typov, ktoré chápeme ako mapové vrstvy.

<sup>1</sup> V literatúre sa nachádza aj zmienka o anamorfnom umiestnení, ale sme toho názoru, že anamorfóza je opisateľná inými mapovojazykovými prostriedkami.

<sup>2</sup> Situácia je zložitejšia, ale pre účely tohto príspevku ju opisujeme jednoduchšie.

Typizačná syntax je súhrnom pravidiel kombinatorického skladania znakov na základe ich významovej referencie a umiestnenia v mape. Syntaktické mapové typy sa v kartografickej literatúre väčšinou označujú termínom metódy mapového vyjadrenia (interpretácie).

Samotné kombinovanie hlavných atribútov mapového znaku je jednoduché. V literatúre sa stretneme s týmito hlavnými atribútmi:

- Podľa relácie mapového znaku k mierke poznáme znaky figurálne (F), čiarové (L) a areálové (A).
- Podľa sémantickej referencie na štruktúru poznáme znaky jednoduché (J) a zložené (Z).
- Podľa sémantickej referencie na charakter zobrazovaných atribútov (objektov, javov) poznáme atribúty kvalitatívne (Q) a kvantitatívne (M). Tieto možno ďalej triediť na QB – kvalitatívne binárne (dichotomické), QK – kvalitatívne klasifikujúce (polytomické), MInt – kvantitatívne intenzitné, MExt – kvantitatívne extenzitné atď.
- Podľa umiestnenia sa znaky v literatúre delia na schematicky umiestnené (Schem) a topograficky umiestnené (Top).

Základné syntaktické typy možno vytvoriť kombinatoricky. Na základe dosiaľ publikovaných prác využijeme prvých sedem atribútov mapového znaku (F, L, A, J, Z, Q, M).

Sú to: FJQ, FJM, FZQ, FZM, LJQ, LJM, LZQ, LZM, AJQ, AJM, AZQ, AZM.

#### **Poznámky:**

1. Tieto typy sa vyskytujú v kartografickej literatúre ako základné metódy mapového vyjadrenia. Napríklad: FJQ – metóda bodovo lokalizovaných kvalitatívnych znakov, FJM – metóda bodiek z váhou, LZM – stuhová metóda, AJQ – metóda kvalitatívnych areálov.
2. Prístup, ktorý využíva obsah definície mapového znaku umožňuje konštrukciu nových metód mapového vyjadrenia, aj variabilitu už používaných, alebo lepšie pochopenie ich podstaty a tým aj využitia. Napríklad: FJQBin – metóda bodiek, FJMExt – metóda bodiek z váhou (ale možno použiť aj iné tvary, trojuholníky ap.), FJMInt – metóda bodovolokalizovaných znakov intenzitne odlišných (napr. intenzitou vzorky).
3. Množinu základných syntaktických typov možno na základe úvodu tejto kapitoly rozšíriť až na 60 typov. Príčom základné prvky obsahu mapového znaku možno klasifikovať aj širšie, a tým teoreticky stúpa aj variabilita mapového vyjadrovania.
4. Ďalšie rozšírenie uvedenej množiny je možné násobným využitím existujúcich atribútov obsahu mapového znaku. Napríklad typ AFMZ – metóda kartodiagramu využíva kvantitatívny zložený figurálny znak (diagram) priradený areálu. Teoreticky sú teda možné tieto atribúty relácie mapového znaku k mierke a ich kombinácie: F, L, A, FL, AL, AF, ALF...

### **Záver a diskusia**

V dôsledku analýzy obsahu definície mapového znaku a na základe literatúry možno vysloviť závery:

1. Mapový generátor môže využívať informačné technológie používané na prácu s vektorovým a rastrovým formátom, pričom je treba hlbšie pochopiť mechanizmy tvorby grafických jednotiek, a tak zistiť a opísať syntaktické pravidlá generovania znakovej zásoby. V článku uvádzame náčrt pravidiel využívajúcich unárne operácie na báze grafických premenných.
2. Sémantická referencia na významový atribút jednoduchosť/zloženosť existuje už na úrovni tvorby grafických jednotiek z grafických elementov alebo grafických jednotiek nižšieho stupňa.
3. Na tejto úrovni existuje aj sémantická referencia binárnych morfografických operácií s mapovými znakmi pre významové atribúty rôznych relácií, ako sú relácie celok – časť, prvok – množina a i.
4. Teória grafických premenných sa vzťahuje k pochopeniu pojmu grafická jednotka a sémantická referencia grafických premenných je využiteľná pri označovaní (definovaní funkcie označenia) na významové atribúty typu kvalita – kvantita (kvalita ako odlišenie entity, kvalita ako klasifikácia entít, intenzitná kvantita, extenzitná kvantita).

- 5 Minimálny opísaný štvoruholník (obdĺžnik) je bázou na definovanie relácií, ktoré riešia pozičné konflikty umiestnenia znakov v rámci typizačnej a stratigrafickej syntaxe.
- 6 V dosiaľ publikovaných prácach je problematika typizačnej syntaxe naznačená a čiastočne rozvinutá, ale mnoho problémov je ešte otvorených.

Obsah definície mapového znaku súvisí so signikou, morfografiou a syntaxou (typizačnou a stratigrafickou). V takto postavenej teórii, ktorej základ nájdeme v citovaných publikáciách sa uplatňuje základná požiadavka na každú teóriu: málo prvkov, všetky existujúce poznatky z mapového vyjadrovania sú ňou opísateľné a teória je formálne opísateľná.

Otvorené ostávajú problémy: sémantická referencia tvorby grafických jednotiek vo vzťahu k morfografii mapových znakov, formálny opis funkcie označovania, exaktné priradenie syntaktických typov existujúcim metódam mapového vyjadrenia bez zásadného rozširovania teórie o no-vé prvky, úloha topologických relácií, relácií smeru, orientácie, metrických relácií a operácií pri umiestňovaní znaku v danom syntaktickom type a stratigrafická syntax.

### Literatúra

- Bezák, A. (1994). Prístup k analýze kvalitatívnych priestorových dát. *Geographia Slovaca*, 7, 7-17.
- Hojovec, V. et al. (1987). *Kartografie*. Praha (Geodetický a kartografický podnik).
- Hopcroft, J. E., Ullman, J. D., (1969). *Formálne jazyky a automaty*. Bratislava (Alfa).
- Chomsky, N. (1957): *Syntactic structures*. The Hague (Mouton).
- Chomsky, N. (1968): *Cartesian Linguistics*. New York (Harper and Row).
- Kaňok, J. (1999). *Tematická kartografie*. Ostrava (Ostravská univerzita).
- Mitášová, I., Hájek, M. (1999). Mapy a vytváranie výstupov z geoinformačných systémov. *Kartografické listy*, 7, 63-70.
- Nižnanský, B. (1996). Modelovanie a dopytovanie v geografickej databáze. *Geographia Slovaca*, 6, 48-56.
- Nižnanský, B. (2000). *Základy geoinformatiky*. Prešov (Prešovská univerzita).
- Nižnanský, B. (2001). Grafické premenné a ich význam v semiotike, kartografii a geoinformatike. *Acta Facultatis Studiorum Humanitatis et Naturae Universitatis Prešovensis, XXXV, Prírodné vedy, Folia geographica* 4, 101-112.
- Pravda, J. (1990). *Základy koncepcie mapového jazyka*. Bratislava (Geografický ústav SAV).
- Pravda, J. (1997). *Mapový jazyk*. Bratislava (Univerzita Komenského).
- Pravda, J. (1998). Metódy mapového vyjadrovania. *Geodetický a kartografický obzor*, 44/86, 79-83.
- Seko, L.: (1985): *Kartografia a topografia*. Bratislava (Prírodovedecká fakulta Univerzity Komenského).
- Voženilek, V. (1999). *Aplikovaná kartografie I. Tematické mapy*. Olomouc (Univerzita Palackého).

### S u m m a r y

#### Map Sign Definition and its Sense in Map Language Theory

Map sign theory as a part of map language conception is described in cartographic publications not so long time (Pravda 1990, 1997). Cartographic expressions are presented as a part of map redaction works in textbooks from 80-ties last century. In most important book *Kartografie* (Hojovec et al. 1987) is used term kartografická interpretácia (cartographic interpretation) and it included cartographic sign definition, map interpretation methods (other authors use term map expression method) and description of cartographic sign systems projection (rules of creation sign key also). Textbooks from this time described technology of map creation and theoretic base is developed in mathematics cartography only. Theory of map sign is represented in the last years of 20 century as partial knowledge's only (Seko 1985, Voženilek 1999, Kaňok 1999). Map sign theory described in detail Pravda (1997) some aspect write Mitášová and Hájek (1999, 63-64) and Nižnanský (2000). This article is about relation between map sign definition and theory of map language. Three base terms defined map sign: graphic unit, denotation and position. We analyzed this three terms and described syntactic rules for map language grammar. Theory of map language (Pravda, 1990, 1997, 1998 etc.) and theory of formal language (Chomsky 1957, 1968, Hopcroft and Ullman 1969) are used.

**Map sign** is graphic unit with denotation and position in map (Pravda 1997). This definition absolutely described real object used in cartography as an element of the map signs system for expression of map con-

tent. Base of the map language theory as formal described system is in its syntax analysis. Attribute “denotation” is problem for good formalization. Hence in analysis of syntax we will not use denotation but possibility of denotation aspect named **semantic reference**.

Denotation (V) is complex of tree components:

$$V = \{f_0, sr, va\}$$

( $f_0$  – designation function, sr – semantic reference, va – denotation attribute or item identifier).

Designation function is couple collection [sr, va] determined by rules and principles of designation.

**Graphic unit** is collection of one or more graphic elements. Assigning of graphic variables is important characteristic of graphic unit. Graphic variables are static and dynamic. Static comprehension connote assigning of graphic variable value to graphic element (unit). Dynamic comprehension connote change of graphic variable value to graphic unit. It is unary operation.

**Tab 1. Relation between graphic variables and unary operation**

Semantic reference	Geometric unary operations		Graphic unary operation	
	Operation	Change of graph. variable value	Operation	Change of graph variable value
class (Q)	Sv	Shape	Ct	Color type
	R	Orientation – by rotation	Pt	Pattern type
	S	– by axial symmetry		
quantity (M)	H	Greatness – by homotetion	Cint	Color intensity (light, saturation)
	Mv	– by some dimension only	Ped	Pattern intensity – by density
			Pes	– by dimension of pattern graph. element

Note: Sv – shape variation, R – rotation, S – symmetry, H – homotetion, Mv – measurement variation, Ct – color type, Cint – color intensity, Pt – pattern type, Ped – pattern element density, Pes – pattern element size.

If attribute of object is class only so designation function possibly use graphic units with class semantic reference. We use 5 types of attributes. It is description of 5 levels of reality recognition (Q – differentiation, Q – classification, M – alignment, M – account, M – measuring). We use simple (J) or composite (Z) signs for object structure expression. This way is possible to use for real objects and for map signs too. This classification of graphic units and their attributes we entitled semantic reference.

Map sign position is relation between graphic unit and mathematics base of map. This relation has two aspects from map sign theory. 1. Relation map sign – measurement of map (express map sign dimensionality and topology). We identify 3 classes: F – figural (0D), L – linear (1D) and A – area (3D) signs). 2. Relation map sign – mathematics base of map (express measurement of position exactness from schematic (Schem) to topography (Top) position).

For type syntax in map language we use combination of attribute map sign class. J. Pravda (1990, 1997) described four levels of map syntax (type, stratigraphic, component and composition syntax). In stratigraphic syntax we described rules for map creation from map layers. Type syntax is collection of rules for syntactic type creation (syntactic type = map layer). Syntactic map types are named by term map expression (interpretation) methods in cartographic textbooks. Combination of base syntactic type is easy: FJQ, FJM, FZQ, FZM, LJQ, LJM, LZQ, LZM, AJQ, AJM, AZQ, AZM. Collection of syntactic type we can enlarge (60 types is possible, see above).

Graphic variable theory is important for graphic unit comprehension. Semantic reference we can use for designation function definition. Semantic reference of graphic unit creation and map sign morphography, formal description of designation function, exact alignment syntax types to method of map expression, topology, metric and orientation in syntax type positioning map signs and stratigraphic syntax are open problem.

**Lektoroval**

**Ing. Ján PRAVDA, DrSc.,**

**Geografický ústav Slovenskej akadémie vied, Bratislava**