

ZUZANA ŽÁKOVÁ

SCHEMATICKÉ MAPY MHD, JEJICH TVORBA A UŽITÍ V GEOGRAFII DOPRAVY

Z. Ž á k o v á : *Schematic maps of public transport system, their creation and utilising in geography of transport.* – Geografie–Sborník ČGS, 114, 3, pp. 192–205 (2009). – The article presents basic rules for creating schematic maps of public transport systems. It is focused on the creation of map keys and their symbols and on utilising different styles of depicting public transport networks. It describes schematic map creation process and emphasizes factors, which influence selection of means of expression. The subsequent section of the article deals with the method for evaluating the quality of schematic maps. The method examines user-friendliness of a psychological method using a structured interview. The article also presents schematic maps as a useful method for cartographic presentation of research results in geography of transport.

KEY WORDS: schematic maps – schematization – map composition – means of expression.

Článek byl zpracován v rámci řešení výzkumného záměru MSM 0021620831 „Geografické systémy a rizikové procesy v kontextu globálních změn a evropské integrace“ a grantu GA ČR 205/09/1159 „Inteligentní systém pro interaktivní podporu tvorby tematických map“.

1. Úvod

Schémat jsou typická úsporným specifickým grafickým vyjádřením vazeb mezi prvky. Využívají se ke znázornění různých struktur a vztahů znázorňovaného jevu, jeho umístění v určité věcné, prostorové nebo časové soustavě (Voženílek 2001). V praxi jsou vedle schémat hojně používány i schematické mapy, které však stojí mimo hlavní zájem výzkumu v kartografii. Jsou tvořeny častěji v dílnách grafiků ve spolupráci s dopravními odborníky nežli kartografů. I proto je obtížné najít v zahraniční i české kartografické literatuře odborné práce, ve kterých by se autoři tvorbou schematických map MHD zabývali podrobněji. Přitom z podstaty schematických map je nezbytné kartograficky řešit způsob vyjádření všech relevantních informací. Předmětem kartografického výzkumu schematických map musí být nejenom proces jejich tvorby, ale především analýza faktorů ovlivňujících výběr vyjadřovacích prostředků včetně postupů jejich hodnocení. Klíčovým aspektem užití schematických map je uživatelská vstřícnost jako soubor vlastností mapy, zejména znakového klíče, jež mají vliv na čitelnost, přehlednost a názornost mapy, a tím ovlivňují snadnost práce s mapou. Lze předpokládat, že při dobrém teoretickém rozpracování problému schematických map a při aplikaci výsledků teorie v jejich tvorbě budou výsledné mapy taky více uživatelsky vstřícné. Pilotní výzkum v problematice schematických map (zaměřený na výše uvedené problémy) byl proveden v rámci řešení bakalářské práce autorky (2008). V tomto článku jsou prezentovány hlavní výsledky výzkumu, tj. vhodný postup tvorby schematických map a návrh jak hodnotit jejich kvalitu z hlediska uživatelské vstřícnosti.

2. Schematické mapy, jejich vlastnosti a tvorba

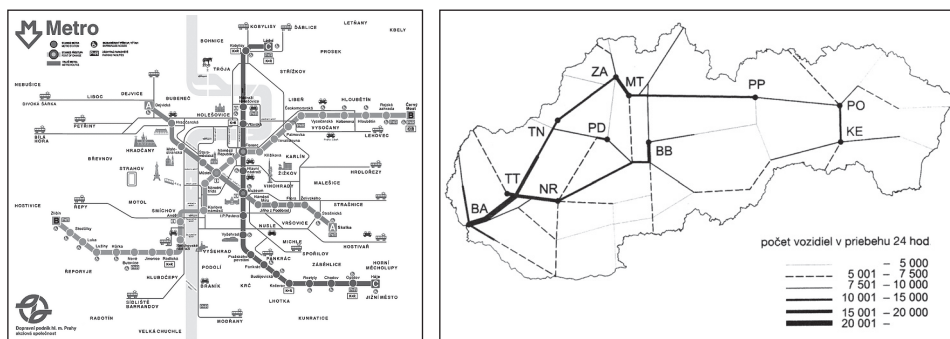
2.1. Schéma, schematická mapa, mapa

Při kartografickém pojetí schematizace často dochází k terminologické záměně pojmů mapa, schéma a schematická mapa. Mapu a schéma lze z kartografického hlediska chápat jako dva póly. Hojovec (1987) pod pojmem mapa rozumí zobrazení povrchu Země, ostatních nebeských těles nebo nebeské sféry, sestavené podle matematického zákona na rovině. Oproti tomu schéma je formou grafu zjednodušující realitu do takové míry, že „pouze“ poukazuje na vztahy jednotlivých prvků systému (Voženílek 2001). Jednoznačná definice schematické mapy je v literatuře těžko dohledatelná, protože jednotliví autoři ji vnímají různě. Pravda (2006) ve své práci nabízí dva úhly pohledu. Jednak vnímá schematické vyjádření jako opozici k topografickému subtypu kartografických vyjadřovacích metod (zkratky Top, Schem), jednak zařazuje schematické mapy do osové anamorfózy. Podobně Murdych (1987) zmiňuje schematické mapy pouze v souvislosti se speciálními formami kartografického vyjádření (podobně anamorfóze). Zahraníční autoři (Avelar 2002, Morrison 1996) se omezují na vizuální popis schematických map dopravy, jako specifického grafického vyjádření sítě, pro které jsou charakteristické jednoduché linie, konstantní lomení úhlů a zachování topologie prvků, tj. zachovává se příslušnost bodu k dané křivce a také uspořádání bodů na křivce (Pultr 1982).

Autorka článku se domnívá, že schematickou mapu lze chápat jako průnik přístupu mapy a schématu k realitě. Díky vysoké míře generalizace průběhu linií a neexistenci měřítka je podobná schématu, avšak umístěním vztahů do prostorového rámce a dodržením přibližné polohy bodů je blízká mapě. V práci byly analyzovány schematické mapy, ve kterých je podstatou schematické vyjádření síťového jevu, s čímž je spojeno i vyjádření hierarchie uzlových bodů sítě a vztahů v síti (obr. 1).

2.2. Tematika schematických map v odborné literatuře

V zahraníční literatuře existují odborné práce, jejichž autoři zkoumali schematické mapy z více hledisek. Jednou z prvních prací na toto téma byla studie



Obr. 1 – Ukázky využití schematického vyjádření pro znázornění sítě MHD a pro prezentaci výsledků geografie dopravy. Vlevo ukážka schematické mapy, vpravo ukážka schematizace liniových prvků. Zdroj: <http://www.dpp.cz>, Halás (2005).

Tab. 1 – Přehled stylů schematických map dle Morrisona (1996)

Styl	Klasický	Francouzský	Skandinávský	Nizozemský
Charakteristika	jeden typ linie pro všechny druhy dopravy; odlišení linek pouze popisem podél linií	každá linka znázorněna barevně odlišnou linií; čísla označeny pouze konečné zastávky	barevně odděluje skupiny linek mající stejný směr nebo důležitost	každý druh dopravy reprezentován jiným stylem linie; všechny linky v rámci jednoho druhu dopravy jsou vyjádřeny stejnou linií
Pozitiva	graficky nejméně zatěžuje prostor	nejnáznornější a nepřehlednější styl	přehlednější než styl klasický a graficky méně náročný než styl francouzský	díky využití rozdílné struktury linií lze znázornit více druhů MHD
Negativa	při zobrazení více druhů dopravy nepřehledný	příliš zatěžuje grafický prostor mapy	problém s logickým rozdělením spojů do skupin	při velkém množství druhů ztrácí přehlednost
Využití	sítě, kde více spojů prochází jedním úsekem (autobusy, tramvaje)	metro, nadzemní dráha, příměstské vlaky	autobusy	kombinace sítě autobusů a tramvají
Příklady	schematická mapa MHD Děčín	schematická mapa metra Londýna	schematická mapa metra a nadzemních vlaků v Amsterodamu z roku 2002	schematická mapa MHD Ústí nad Labem

A. Morrisona (1996) o národních stylech schematických map při zobrazování MHD. Na základě pozorování, osobní zkušenosti a diskusí s autory schematických map definoval čtyři základní styly (viz tab. 1), poukázal na hlavní problémy tvorby a užití stylů a navrhl způsoby řešení.

V současnosti zaměřují kartografové v souvislosti s rozvojem počítačových programů svoji pozornost na automatizaci procesu schematizace jako specifického aspektu kartografické generalizace. Příkladem může být práce Cabella (2005), ve které je zkoumána problematika definování algoritmů schematizace sítí pomocí náčrtů tras vytvářených uživateli, kteří zachycují uzlové body sítě a vynechávají nadbytečné informace. Nejkomplexněji se problematikou tvorby schematických map a procesu schematizace zabývá Avelar (2002) ve své disertační práci, ve které rozpracovává aspekty tvorby elektronických schematických map. Dále navazuje na Morrisna (1996) a více rozšiřuje otázky volby designu a vhodnosti použití schematických map pro jednotlivé typy veřejné dopravy.

2.3. Výhody schematických map

Za hlavní výhody schematických map oproti „tradičním“ mapám lze považovat přehlednost a snadnou čitelnost, které v konečném důsledku vedou k rych-

lé orientaci (viz obr. 5). Vedle toho jednoduchost linií a celého grafického vyjádření záměrně zjednodušuje situaci jen na klíčové prvky a informace přímo spojené s tématem. Pokud se zaměříme na znázornění síťových jevů (resp. sítě MHD), tak lze nalézt další výhody. Schematizace umožňuje porušit polohovou přesnost, „narovnat a rozmotat“ mnohdy velmi složitou dopravní síť, takže uživatel má dojem jednoduchosti a upravenosti. Snížením grafické zátěženosti mapy je možné poskytovat více dalších informací na malém grafickém prostoru. Jednoduchým grafickým vyjádřením a částečnou deformací prostoru lze získat více grafického prostoru v místech, která jsou přeplněná informacemi (velké množství linek, zastávky, informační centra). Díky přiblížení mentální mapě cestujícího uživatel v podstatě pracuje s prostorovým modelem, který má již uchovaný v paměti. Takový model je lépe zapamatovatelný a také si ho uživatel rychleji znovu vybaví z paměti pro další užívání.

2.4. Fáze tvorby schematické mapy

Třebaže se Avelar (2002) a Morrison (1996) ve svých pracích zaměřují na klasifikaci stylů schematických map a vhodnost využití stylů pro jednotlivé sítě MHD, již neuvádí, jak probíhá tvorba schematických map, jaké jsou dílčí fáze tvorby, ani jaké požadavky jsou kladeny na znakový klíč. Konstrukce uživatelsky vstřícné schematické mapy systému MHD vhodně kombinující čitelnost, názornost a přehlednost znaků pro rychlé získání znalostí je původní prací autorky. Její koncept vychází z analýzy schematických map 65 českých a 14 zahraničních měst (Žáková 2008), z odborné literatury o tvorbě znakového klíče a z empirických poznatků pracovníků dopravních podniků, kteří schematické mapy vytvářejí.

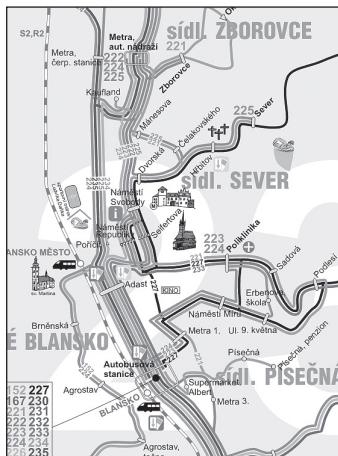
Tvorbu schematické mapy můžeme rozdělit do třech fází. V první fázi autor schematizuje realitu, ve druhé volí vyjadřovací prostředky a nakonec rozhoduje o celkovém množství informací, které bude schematická mapa poskytovat.

Při procesu schematizace se vychází z celkové míry zjednodušení prostorové struktury sítě MHD. Po zakreslení linek do topografické mapy je třeba vyhladit liniové úseky se zachováním topologie mezi prvky sítě. Cílem procesu schematizace je vytvoření kostry sítě s co nejjednodušším průběhem linií odpovídající předpokládané mentální mapě většiny uživatelů. Dále je vhodné základní kostru systému graficky upravit sjednocením rovnoběžnosti linií a konstantním lomením linek v úhlech 45° a 90°, případně 30° a 60° (Morrison 1996, Mášik 1997), důvodem úpravy je zlepšení přehlednosti linií a v neposlední řadě i lepší estetické vyznění celé schematické mapy. Úhly jsou voleny dle národních zvyklostí (ve Francii je užíváno 30° lomení, naopak u nás spíše 45°; Mášik 1997) a podle formátu schematické mapy (obr. 2).

Další, mnohem zásadnější fází je vhodný výběr vyjadřovacích prostředků (tedy stylu schematické mapy a znakového klíče). Vhodné vytvořená schematická mapa musí poskytnout všechny relevantní informace v co nejkratším čase a co nejnázornějším způsobem. V takovém případě uživatel mapy používá legendu jen minimálně (Voženílek 2001). Styl a vyjadřovací prostředky schematické mapy jsou ovlivněny následujícími faktory:

- účelem schematické mapy
- rozměry mapy
- složitostí znázorňovaného dopravního systému.

V účelu mapy je zohledněna gramotnost uživatele (Voženílek 2002), čas a způsob užívání mapy a především objem a kvalita informací poskytovaných



Obr. 2 – Úrovně schematizace: mapa, schematická mapa na zastávce, schéma, schematická mapa v dopravním prostředí (viz obr 1a). Zdroj: <http://www.mvv.muenchen.de>, <http://www.idsjmj.cz>, <http://www.dpp.cz>, <http://www.bez-barrier.cz>.

schematickou mapou. Podle účelu můžeme rozlišit dva základní druhy schematických map městské dopravy – mapa na zastávce a mapa v dopravním prostředí. Mapu umístěnou na zastávce uživatel studuje ještě před využitím vlastní sítě MHD. Hledá v ní název cílové zastávky a volí cestu za přepravy. Schematická mapa musí více respektovat skutečné prostorové rozmístění pro snazší orientaci. Cestující má dostatek času k prostudování mapy i její legendy, proto si může autor mapy dovolit vytvořit mírně náročnější znakový klíč i za cenu nižší schematizace sítě, avšak při znázornění většího počtu informací (památky, úřady aj.). Mapa v dopravním prostředí je určena pro cestujícího, který je již v procesu přepravy a nachází se uvnitř sítě. Uživatel vyžaduje rychlou orientaci v síti linek a snadné určení přestupních bodů. Na složitější činnost (práce s legendou) nemá dostatek času ani prostoru, proto musí být pochopení znaků snadné, nejlépe spontánní. Těmito důvody je kartograf nucen k větší míře schematizace a k názornějšímu znakovému klíči.

Formát ovlivňuje výběr vyjadřovacích prostředků a volbu stylu schematické mapy. Se zmenšujícím se rozměrem mapy narůstá míra schematizace. Pokud je kartograf nucen vytvořit schematickou mapu v malém formátu, musí zvolit úspornější vyjadřovací prostředky a na ně navazující prvky mapy, např. popisy ve velikosti písma 5 typografických bodů jsou již nečitelné.

Složitost znázorňovaného dopravního systému (především počtem linek, které vedou jedním úsekem) ovlivňuje výběr stylu schematické mapy. Pokud jedním úsekem vede maximálně devět linek, doporučuje Morrison (1996) francouzský styl. Avšak při vyšším počtu je již třeba zvážit efektivnější způsob. Empiricky bylo zjištěno (Žáková 2008), že třináct linek vedoucích jedním úsekem je maximální počet pro využití francouzského stylu.

Konečná volba stylu a vyjadřovacích prostředků schematické mapy je kompromisem mezi třemi složkami – názorností mapy, její přehledností a objemem sdělovaných informací.

Tvorba znakového klíče schematických map se neodlišuje od pravidel jazyka mapy (Pravda 1997, 1998 a 2006). Základním požadavkem je rychlost a přesnost sdělení požadovaných prostorových informací (Voženílek 2005). Proto bý-

3. Mapa MHD Kladno

3.1. Konstrukce mapy MHD Kladno

Konkrétní uplatnění výše uvedených tvrzení lze demonstrovat na příkladu tvorby ukázkové schematické mapy MHD Kladna (obr. 4). Nejprve byly trasy linek zakresleny do topografické mapy, pak byly vybrány charakteristické rysy sítě (výrazná zalomení, specifické vedení linek), jejichž tvar zůstal zachován. Například obdélníkový tvar vedení linek v centru města, lichoběžník v jižní části sítě v okolí zastávek Okrsek 4 a Okrsek 0, zalomení linky 2 jižním směrem do zastávky Cvrčovice, OBÚ. Zbylé linie byly vyhlazeny a graficky upraveny, tak jak bylo popsáno v části 2.4. Ze všech stylů byl vybrán styl francouzský, který je dle Morrisona (1997) považován za uživatelsky nejvstřícnější. Ve francouzském stylu je každá linka znázorněna odlišnou barvou, proto byla zvláštní pozornost věnována pořadí linek v jednotlivých úsecích tak, aby v případě odbočení linky byla linka vedena na kraji celého svazku nebo aby linka křížila všechny zbývající trasy a odbočení tak bylo zřetelné. Dopravní síť MHD Kladna obsahuje sedmnáct linek, z toho pouze dvě se neprotínají a lze je znázornit jednou barvou. Proto bylo zvoleno šestnáct snadno rozlišitelných barev: světle zelená, zelená, tmavě zelená, růžová, červená, oranžová, světle modrá, modrá, tmavě modrá, purpurová, fialová, hnědá, tmavě hnědá, světle šedá, tmavě šedá a žlutá. Základem výběru barev byl Morrisonův seznam barev, který byl rozšířen a upraven, při čemž bylo dodržováno pravidlo od jedné barvy maximálně 3 odstíny (viz část 2.4.). Přiřazení barvy ke konkrétní lince se řídilo následujícími zásadami:

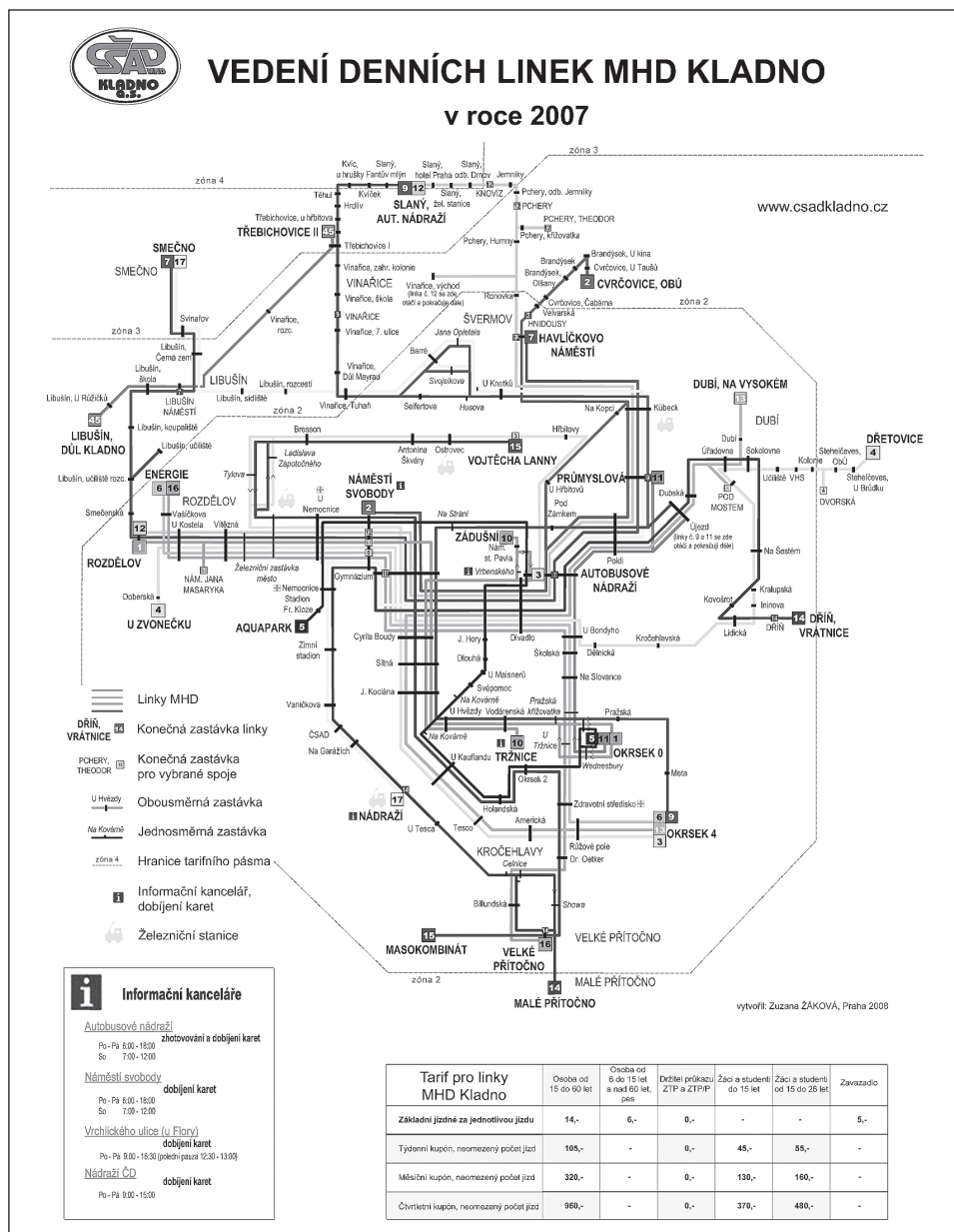
- linky, které se svojí trasou vymykají vůči ostatním linkám (linky č. 2, 5, 10), jsou znázorněny výraznými barvami
- nejkratší linka (linka č. 10) je znázorněna červenou barvou, která je ze všech barev nejvýraznější
- linky, které se neprotínají (linky č. 11 a 45), jsou znázorněny stejnou, méně výraznou barvou
- souběžně vedoucí linky jsou znázorněny komplementárními barvami pro maximální kontrast
- křížící se linky nejsou znázorněny podobnými barvami.

Hierarchie zastávek byla zdůrazněna použitím rozdílného tvaru znaku a použitím jiné velikosti a řezu písma u popisu. Pro jednoduché zastávky byl zvolen znak obdélníku, konečné stanice jsou vyjádřeny čtvercem a popis je tučnými verzálkami. Dále byly do mapy dodány symbolické znaky pro nádraží, nemocnice a informační kanceláře, popisy městských částí, s cílem usnadnit uživateli zasazení mapy do prostoru města.

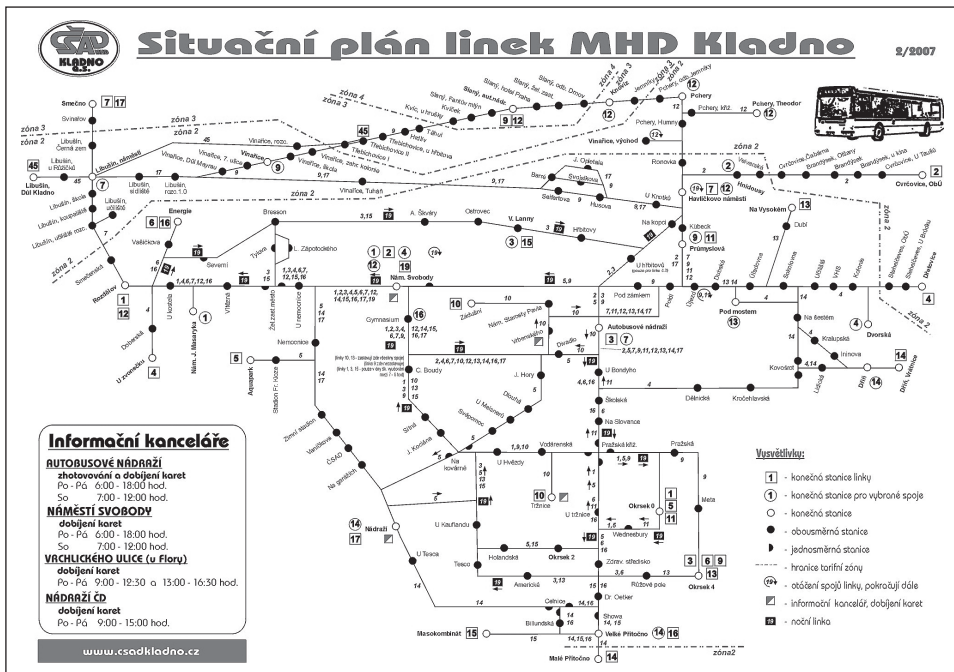
Od originální schematické mapy Kladna, která již byla publikována a nedodržovala výše uvedené zásady tvorby (obr. 5), se „ukázková“ mapa (vytvořena autorkou na základě zjištěných poznatků) liší v několika věcech. Nejzásadnější rozdíl je ve způsobu schematizace, kdy ve vlastním zpracování byla důsledně dodržována rovnoběžnost linií a lomení čar pod úhly 45° a 90°, dále použitím francouzského stylu a odlišným znakem pro zastávky. Hierarchie zastávek byla kromě rozdílného znaku navíc zdůrazněna rozdílným popisem. Původní písmo bylo nahrazeno fontem Arial Narrow, který je při stejné střední výšce písmen mnohem užší, a proto lépe umístitelný. Čitelnost mapy je i díky lépe zvolenému fontu lepší, navíc bylo možné umístit popisy zastávek jedním směrem (což v originální mapě dodrženo nebylo). „Ukázková“ mapa oproti „originální“ mapě budí dojem větší přehlednosti a uživatelské vstřícnosti (i díky využití francouzského stylu).

3.2. Hodnocení schematické mapy

Pro kontrolu platnosti získaných poznatků o tvorbě schematických map a výběru vyjadřovacích prostředků bylo metodou psychologického kvalitativního výzkumu (Čermák 2000, Hendl 2005) provedeno srovnání obou schematických map (originální a ukázkové) z hlediska uživatelské vstřícnosti. Tím byla



Obr. 4 – Schematická mapa MHD Kladno sestavená podle kartografických zásad (Žáková 2008)



Obr. 5 – Schematická mapa MHD Kladno sestavená bez respektování kartografických zásad. Zdroj: <http://www.csadkladno.cz>.

nejen testována platnost poznatků, ale sekundárně i porovnána uživatelská vstřícnost dvou nejčastěji používaných stylů schematických map. Hlavním předpokladem pro hodnocení uživatelské vstřícnosti bylo tvrzení, že u kvalitní schematické mapy je čas potřebný pro získání informace kratší než u mapy s méně kvalitním zpracováním. Strukturovaným rozhovorem byly zjišťovány odpovědi na šest otázek, které vyžadovaly práci se schematickými mapami. Kratší čas odpovědi určoval kvalitněji zpracovanou mapu. Uživateli byly položeny následující otázky:

- Jmenujte konečné stanice *linky č. 5*.
- Kolik linek projíždí zastávkou *Gymnázium*?
- Popište cestu ze zastávky *Smečno* do zastávky *Malé Přítočno*.
- Popište cestu ze zastávky *Zdravotní středisko* do zastávky *Vinařice, důl Mayrau*.
- Popište cestu ze zastávky u *Kostela* do zastávky *Sokolovna*, když musíte jet přes zastávku *Ostrovec*.
- Jakou jízdenku (jednopásmovou, vícepásmovou) si musíte koupit, pokud jedete ze zastávky *Slaný, autobusové nádraží* do zastávky *Libušín, škola*?

Během testu byl eliminován proces učení, který by ovlivnil (zkrátil) výsledný čas odpovědi tím, že se testovaná osoba již dozvěděla správné odpovědi z předchozí schematické mapy. Proto bylo měření provedeno ve dvou kolech, mezi nimiž byl dostatečný časový odstup (minimálně týden). Vedle časového přerušování byla mezi hodnocená kola vložena i práce se schematickou mapou londýnského metra, jejímž úkolem bylo odvedení pozornosti a narušení efektu zrychlení odpovědi učení. V prvním kole bylo pracováno s originální schematickou mapou, ve druhém pak s ukázkovou schematickou mapou.

Tab. 2 – Rozdíl v čase nutného pro odpověď mezi původní a novou mapou (čas v minutách a sekundách)

Osoba	Ž, 2	M,4	M, 2	Ž, 3	M, 1	Ž, 4
Otázka č. 1	01:02,5	01:11,4	00:06,6	02:00,8	00:40,9	00:43,5
Otázka č. 2	-01:09,7	00:45,8	01:13,0	-00:02,9	-01:05,0	-03:31,5
Otázka č. 3	04:05,8	03:41,5	02:55,1	-00:34,9	00:18,8	02:12,6
Otázka č. 4	03:36,1	00:37,5	01:09,7	01:09,2	04:25,1	01:48,9
Otázka č. 5	07:23,3	04:12,9	01:39,8	04:48,8	04:05,2	01:57,7
Otázka č. 6	00:57,8	01:07,6	00:01,9	-00:06,8	00:16,2	00:09,5

Osoba	Ž, 3	Ž, 1	Ž, 2	M, 1	Ž, 4	M, 3
Otázka č. 1	02:32,0	-00:11,1	00:58,3	-00:08,7	00:45,7	00:12,4
Otázka č. 2	-00:20,4	00:01,4	00:12,1	-00:09,7	-01:03,9	-00:36,0
Otázka č. 3	01:52,0	-00:06,7	01:17,7	06:21,5	05:38,0	00:15,3
Otázka č. 4	04:25,7	03:36,4	-00:31,0	04:13,1	-01:07,2	01:40,2
Otázka č. 5	02:40,9	02:36,4	-00:12,2	-00:18,6	-10:31,0	00:19,3
Otázka č. 6	01:48,1	-00:01,7	00:11,5	-00:01,5	01:04,3	00:14,9

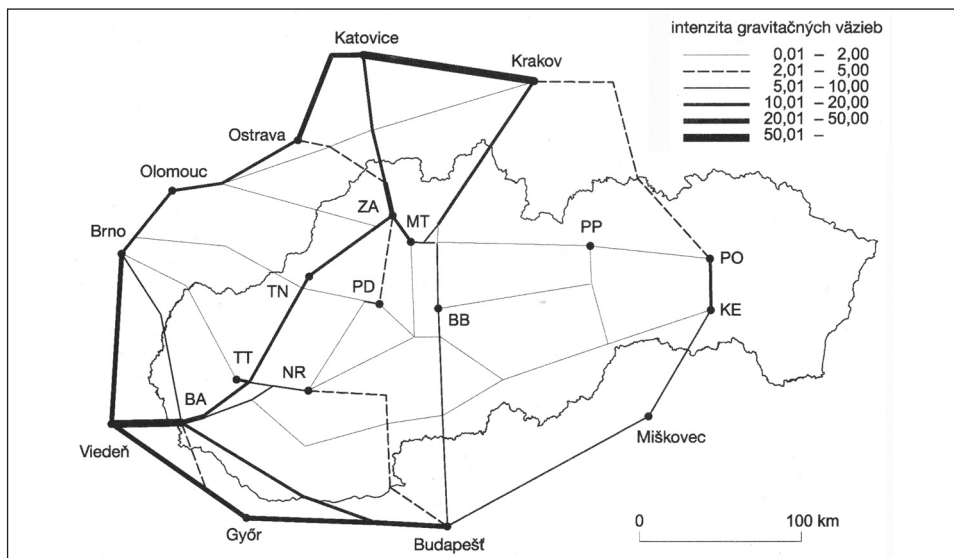
Pozn.: Kladné hodnoty znamenají zkrácení času, záporné navýšení času potřebného pro odpověď. Ž – žena, M – muž, 1 – do 18 let, 2 – 18 až 26 let, 3 – 27 až 65 let, 4 – více než 65 let.

Vzhledem k omezeným časovým možnostem byl proveden pouze pilotní průzkum na vzorku 12 respondentů, který prokázal, že takto komponované hodnocení uživatelské vstřícnosti map výše popsaným postupem je možné. I když získané výsledky dokládají větší uživatelskou vstřícnost ukázkové mapy, nelze kvůli malému vzorku testovaných osob považovat prozatím tyto výsledky za signifikantní (tab. 2).

4. Využití schematické mapy v geografické praxi

Potenciál schematických map v geografickém výzkumu i v běžné praxi je nutné hledat v podstatě schematické mapy a schematického vyjádření obecně (hlavní výhody jsou uvedeny v části 2.3.), díky které jsou hojně využívány pro znázorňování dopravní sítě MHD. V geografických disciplínách je schematické vyjádření síťových jevů nejčastější v geografii dopravy. Zejména Hůrský (1969, 1970, 1973, 1977) poukazuje na nutnost vhodně kartograficky znázornit výsledky geografického výzkumu. Ve svých pracích z 60. a 70. let 20. století se zabývá jednotlivými způsoby vyjádření prostorového rozložení dopravních center, sítí, pohybu obyvatelstva a prostorového rozložení cestovních příležitostí. Hůrský pro znázornění jevů zkoumá dynamickou lineární znázorňovací metodu podle Preobraženského (1974; in Hůrský 1977), sám uvádí dynamické plošné znázornění na základě čtvercové sítě (Hůrský 1977) a metodu komunikačních ekvidistant (Hůrský 1970). Z tradičních kartografických znázornění dopravní sítě lze jmenovat liniové kartodiagramy ve všech modifikacích (nejvyužívanější jednoduchý, stuhový, směrový; Voženílek 2001).

Všechny doposud jmenované metody ovšem zachovávají topograficky přesné umístění bodů v síti, i když průběh liniových prvků je již značně schematizova-



Obr. 6 – Schematizace liniových prvků v mapách geografie dopravy. Zdroj: Halás (2005).

ný. Jako příklad lze uvést kartografické vyjádření gravitačního modelu měst Slovenska v práci Haláse (2005; obr. 6). Pokud dopravní geografové přistoupí na jednoduché vyjádření liniových prvků, kartografické vyjadřování pomocí schematických map je jen o krůček dál. V mnohých případech není nutné trvat na přesném prostorovém vyjádření a lze dopravní síť schematizovat, takže výsledky výzkumu budou přehlednější. Další možností je využití schematických map při složitějších analýzách, kdy je výsledný model složen z vícera složek dopravní sítě. Příkladem je práce Grégra (1994), který zkoumá dopravní polohou středisek centrální části Česka. Zkoumána byla spojová frekvence výpočtem z množství rychlíkových spojů, z množství spojů ČSD a z množství spojů ČSAD. Každá ze sítí má jiný prostorový průběh, což je pro potřeby výzkumu (zabývající se strukturou dopravní sítě) nepodstatné. Pokud bude zobrazena každá síť odděleně pomocí schematické mapy se stejně schematizovanou sítí, pak je snazší provést výslednou syntézu.

Využití schematických map má své opodstatnění, pokud je předmětem zkoumání vnitřní struktura jakékoliv prostorové sítě (dopravní, hydrologická, ekologická). Vzhledem ke svým vlastnostem umožňuje schematická mapa zjednodušení sítě, což může usnadnit proces analýzy a syntézy částí sítě a zefektivnit následnou prezentaci výsledků.

5. Diskuze a závěr

Článek představuje vstup do problematiky tvorby schematických map MHD se zaměřením na schematizaci a vyjadřovací prostředky z pohledu uživatelské vstřícnosti map. Dále jsou v článku představeny vlastnosti schematických map, které mohou být využity pro znázornění geografických poznatků (zejména pak geografie dopravy).

Nové sestavená schematická mapa byla vytvořena bez automatizovaného procesu se snahou detailně poznat a navrhnout jednoduchý postup její tvorby,

včetně řešení sporných momentů během ní. Nutno však přiznat, že manuální tvorba není efektivní (z hlediska výsledku a času nutného ke zpracování) a nelze zaručit zvolení toho nejlepšího ze všech možných řešení, a tedy není v praxi široce využitelná. I když není možné zcela nahradit lidský faktor, maximální využití počítačové techniky výrazně urychlí celkový proces tvorby schematických map, umožní vytvořit různé varianty řešení, ze kterých se po té vybere ta nejvhodnější (příkladem je rozhodování o volbě stylu, jaké barvy přiřadit jednotlivým linkám, jaký zvolit způsob schematizace). Rozložení automatizace do několika kroků kontrolovaných kartografem by mohlo být vhodným kompromisem mezi ručním a plně automatizovaným zpracováním.

Schematické mapy byly hodnoceny z pohledu uživatelské vstřícnosti, protože více než u jiných kartografických děl se u schematických map MHD projevuje nutnost přijetí produktu širokým spektrem uživatelů. Přístup uživatele k mapě je však ovlivňován řadou faktorů, jako jsou životní zkušenosti, znalosti z kartografie, prostorová představitivost uživatele aj. Všechny faktory se určitým způsobem projevují v práci se schematickou mapou a ovlivňují výsledky jejího čtení, zejména rozhodování čtenáře. Při ověřování uživatelské vstřícnosti schematických map MHD bylo problematické vytvoření dostatečně širokého reprezentativního vzorku uživatelů po pilotním výzkumu na 12 osobách. I když vzhledem k výsledkům testování je prokázána kvalitnější práce s nově vytvořenou schematickou mapou, rozsáhlejší testování by navržené postupy otestovalo z pohledu více faktorů, které práci s mapou ovlivňují.

Na základě nových poznatků byla vytvořena schematická mapa MHD Kladna, která je schopna plně nahradit mapu originální. Zároveň byl navržen postup hodnocení jejich uživatelské vstřícnosti, který byl využit při pilotním průzkumu a díky němuž bylo poukázáno na ty části schematických map, které mají vliv na uživatelskou vstřícnost (kvalita schematizace, styl schematické mapy, volba vyjadřovacích prostředků). V průběhu zpracování studie byla odhalena řada problematických míst, které souvisí s tvorbou schematických map, a nabízí se tak další možnost jejich rozpracování. Jedná se o možnosti automatizace procesu tvorby a o větší začlenění subjektu uživatele při tvorbě schematických map buď formou dotazníků, nebo využitím mentálních map uživatelů dopravních sítí. Výzvou do budoucna je pak provedení studie na pomezí psychologie a kartografie s cílem vylepšit schematické mapy a přiblížit je uživateli.

Získané poznatky jsou platné nejenom pro tvorbu schematické mapy sítě MHD, ale lze je aplikovat i na jinou prostorovou síť, a to jak proces schematizace, tak proces výběru vyjadřovacích prostředků. Je tedy možné využívat schematické vyjádření (a potažmo schematické mapy) v analýzách geografických jevů, které mají síťovou strukturu (zejména dopravní sítě, hydrologické, ekologické), a k prezentaci výsledků analýz uživatelsky vstřícnou formou. V současné geografické praxi však není tento styl vyjádření příliš používán (kromě geografie dopravy), což lze považovat za škodu. Tento článek by proto měl přispět k rozšíření tematiky schematických map i do geografických kruhů nejen kartografických.

Literatura:

- AVELAR, S. (2002): Schematic Maps on Demand: Design, Modeling and Visualization, <http://e-collection.ethbib.ethz.ch>, 142 s. (cit. 19. 1. 2008).
- BREWER, C. A. (1994): Colour use Guidelines for Mapping and Visualization. In: Maceachren, A. M.; Taylor, D. R. F. (eds.): Visualization in modern cartography. Pergamon, Oxford, s. 123–147.

- CABELLO, S.; DE BERG, M.; VAN KREVELD, M. (2005): Schematization of Network, <http://www.cs.uu.nl/research/techreps/repo/CS-2002/2002-040.pdf>, 25 s. (cit. 19. 1. 2008).
- ČERMÁK, I. (2000): Kvalitativní výzkum v psychologii: problémy a výhledy. In: Čermák, I.; Milovský, M. (eds.): Sborník z konference Kvalitativní výzkum ve vědách o člověku na prahu třetího tisíciletí. ALBERT, Boskovice, s. 10–22.
- ČSAD Kladno, schéma sítě MHD Kladno, http://www.csadkladno.cz/img/pom/schemaMHD_Kladno.jpg (cit. 12. 11. 2008).
- Dopravní podnik hlavního města Prahy, metro a tramvaje PID, http://www.dpp.cz/files/imgs/pid/Sch_ma_M_T___od_ervna_2007.pdf (cit. 9. 11. 2007).
- GRÉGR, P. (1994): Dopravní poloha a role středisek centrální části České republiky. Sborník ČGS, 99, č. 3, s. 178–188.
- HALÁS, M. (2005): Dopravný potenciál regiónov Slovenska. Geografie–Sborník ČGS, 110, č. 4, s. 257–270.
- HENDL, J. (2005): Kvalitativní výzkum: základní metody a aplikace. Portál, Praha, 320 s.
- HOJOVEC, V. et al. (1987): Kartografie. Geodetický a kartografický podnik, Praha, 660 s.
- HŮRSKÝ, J. (1969): Metody grafického znázornění dojížděky do práce. Academia, Praha, 90 s.
- HŮRSKÝ, J. (1970): Komunikační ekvidistanty (izochory). Sborník ČGS, 75, č. 1, s. 10–21.
- HŮRSKÝ, J. (1973): K metodice atlasových map hustoty stanic veřejné dopravy. Sborník ČGS, 78, č. 4, s. 260–270.
- HŮRSKÝ, J. (1977): Dynamika prostorového rozložení cestovních příležitostí. Sborník ČGS, 82, č. 3, s. 199–210.
- Integrovaný dopravní systém Jihomoravského kraje, plán vedení linek na území města Blanska, <http://www.idsjmk.cz/mapa/Plan-site-Blansko.gif> (cit. 12. 11. 2007).
- MARADA, M. (2008): Doprava a geografická organizace společnosti: případová studie Česka. Geografie–Sborník ČGS, 113, č. 3, s. 285–301.
- MÁŠIK, M. (1997): Estetika kartografie. [diplomová práce] Ústav literárnej a umeleckej komunikácie, Univerzita Konštantína filozofa v Nitre, 77 s.
- MORRISON, A. (1996): Public Transport Maps in Western European Cities. Cartographic Journal, 33, č. 2, s. 93–110.
- MURDYCH, Z. (1987): Tematická kartografie. Ministerstvo školství ČSR, Praha, 248 s.
- München Verkehrs, Urban rail network, <http://www.mvv.muenchen.de/en/home/fahrgastinformation/mvv-netz/netzplaene/schnellbahnnetz/index.html> (cit. 14. 11. 2007).
- Plán metra, <http://www.bezbarier.cz/praha/metro1.gif> (cit. 7. 5. 2008).
- PRAVDA, J. (1997): Mapový jazyk. Univerzita Komenského v Bratislavě, Bratislava, 88 s.
- PRAVDA, J. (1998): Mapová sygnácia a její zásady. Geodetický a kartografický obzor, 44, č. 3, s. 49–53.
- PRAVDA, J. (2006): Metody mapového vyjadrovania. Klasifikácia a ukážky. Geographia Slovaca, č. 21, 127 s.
- PULTR, A. (1982): Úvod do topologie a geometrie. Státní pedagogické nakladatelství, Praha, 231 s.
- VOŽENÍLEK, V. (2001): Aplikovaná kartografie I – tematické mapy. 2. přepracované vydání, Vydavatelství UP, Olomouc, 187 s.
- VOŽENÍLEK, V. (2002): Geoinformatická gramotnost: nezbytnost nebo nesmysl? Geografie–Sborník ČGS, 107, č. 4, s. 371–382.
- VOŽENÍLEK, V. (2005): Cartography for GIS – geovisualization and map communication. Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc, 140 s.
- ŽÁKOVÁ, Z. (2008): Kartografické zhodnocení schematického vyjádření městské dopravy vybraných sídel v ČR a ve světě. Bakalářská práce. Katedra aplikované geoinformatiky a kartografie, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova v Praze, 67 s.

S u m m a r y

SCHEMATIC MAPS OF PUBLIC TRANSPORT SYSTEM, THEIR CREATION AND UTILISING IN GEOGRAPHY OF TRANSPORT

Schematic maps of public transport system are used every day, but hardly someone knows how these maps are created. Neither the process of creation user-friendly maps has yet been described in scientific articles. Schematic maps are mostly used for depicting public trans-

port systems, but they could be also used for analysis and presentation of research results in geography of transport because of their specific features. Unification of the proper creation process is therefore necessary. To obtain cartographic rules for creating schematic maps samples from the current production of schematic maps have been analysed and the general knowledge on creating cartographic signs has been applied to the schematic maps issue.

The creation process consists of three parts. The first one is the transport net schematization in a way preserving topological relations and main net's characteristics. On the other side, the final form of the net has to be simple and well arranged. Observance of the following graphic rules supports lucidity of schematic maps. The lines with similar direction should be drawn as parallel lines. All angles in the net should be multiples of 45° (or 30°) degrees.

The next part of the creation process is selection of a suitable schematic map's style and of the proper means of expression. The selection is influenced by the map's purpose, format and the transport net composition (number of connections in one section). It is possible to differentiate two types of schematic maps, the first type is a map located at the stops, and the second type is a map located in the vehicles. Passengers use each type in a different way; this causes a different level of schematization and different means of expression.

The model schematic map was created according to cartographic rules. It was then compared with the published original not observing these rules. The main differences between those maps are the level of schematization, the style of the maps and the means of expression, which were chosen with regard to their user-friendliness. The comparison process uses the method of structured dialogue with possible map users with measuring the necessary time for finding information in the map. The pilot research has shown that the exemplary map is more user-friendly than the original one, but the results are not significant because of a small amount of tested people.

Schematic maps are used by a broad spectrum of the users. For that reason, the user should be taken into consideration during the creation process. There are several ways how to do it – to evaluate the final product as to its user-friendliness or to use passengers' mental maps as a model for a further net schematization. However this problem cannot be solved only from the cartographical point of view. Participation of psychological and sociological experts is important to find proper methods and this is a challenge for the next research.

Schematic maps can be suitably used not only for depicting transport networks, but also for displaying any phenomenon within the network structures. Examples include maps of river basins, ecological corridor, and air streams. Due to their characteristics it is possible to simplify the network, which can facilitate the process of analysis, synthesis and presentation of results as well.

Fig. 1 – The samples of utilising schematic expression for public transport net and for presenting research results in geography of transport. Source: <http://www.dpp.cz>, Halás (2005).

Fig. 2 – The level of schematization: map, schematic map located on a bus stop, schematic map located in vehicles, schema. Source: <http://www.idsjmk.cz>, <http://www.mvv.muenchen.de>, <http://www.dpp.cz>, <http://www.bezbarier.cz>.

Fig. 3 – Legend of schematic maps. Source: <http://www.dpp.cz>, <http://www.idsjmk.cz>, <http://www.csadkladno.cz>.

Fig. 4 – The schematic map of the public transport net in Kladno created according to cartographic rules. Source: Žáková (2008).

Fig. 5 – The schematic map of the public transport net in Kladno not created according to cartographic rules. Source: <http://www.csadkladno.cz>.

Fig. 6 – The schematization of line symbols in maps of geography of transport. Source: Halás (2005).

Autorka je pregraduální studentkou katedry aplikované geoinformatiky a kartografie Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy v Praze, Albertov 6, 128 43 Praha 2; e-mail: zuzka-zuzu@seznam.cz.

Do redakce došlo 19. 4. 2009