

SBORNÍK

ČESKOSLOVENSKÉ GEOGRAFICKÉ SPOLEČNOSTI

ROČNÍK 1987 • ČÍSLO 2 • SVAZEK 92

RUDOLF RICHTER, STANISLAV ŘEHÁK

AUTOMATIZACE

VE TVORBĚ MAPY DOJÍŽDKY DO ZAMĚSTNÁNÍ

R. Richter, S. Řehák: *Automation in Map Compilation on Commuting*. Sborník ČSGS, 92, 2, p. 81—88 (1987). — The paper describes the co-operation of a geographer and a mathematician in the computer assisted making of thematic maps. The map shows the commuting to work in Czechoslovakia in scale of 1 : 750 000. A mathematical description of all individual processes which are part of the compilation of the map is necessary.

1. Úvod

Pohotově a zároveň kvalitně připravené tematické mapy celého státního území představují jedno z důležitých východisek k rozvíjení vlastního geografického výzkumu se socioekonomickou tematikou. Tím spíše se obě tyto přednosti musí akcentovat v souvislosti s nynějšími pokroky v automatizované tvorbě map u nás (1, 2, 4).

O novém pojetí mapy dojížďky, které jednak využívá technických možností automatizované technologie mapové tvorby, jednak odpovídá novým jevům vyvolaným změnami v naší sídelní struktuře, bylo nedávno obecně pojednáno na stránkách Zpráv Geografického ústavu ČSAV (3). Automatizovaná tvorba tak komplikované mapy, jakou bezesporu mapa dojížďky je, se projevuje nejen v bezprostřední automatizaci realizace grafického výstupu, nejen v samotné přípravě a zpracování dat, ale také v automatizaci hlavních rozhodovacích kroků. Jinými slovy, automatizace významně ovlivňuje již autorskou koncepční přípravu mapy. A právě tomuto aspektu automatizace při tvorbě konkrétní tematické mapy, v jehož rozpracování vidíme hlavní přínos našeho nového pojetí, se budeme věnovat v našem článku.

Vytvoření mapy dojíždění za prací automatizovaným postupem v našem pojetí je spojeno s vyřešením těchto tří hlavních úloh:

- aplikace základní typologie obcí z hlediska jejich celkového významu a postavení v pohybu za prací,
- vymezení konkrétního rozsahu regionů dojíždění, především nejvýznamnějších z nich,
- vymezení zón se silnou polarizací dojížďky.*]

*) O silné polarizaci zde hovoříme tehdy, jestliže z některé obce vyjíždí alespoň polovina vyjíždějících právě jen do určitého centra dojížďky.

Mapa dojížděky vyžaduje pochopitelně řešení ještě dalších dílčích úkolů, jimiž se však pro jejich jednoduchost nebudeme v našem článku zabývat.

Základním zdrojem informací je datový popis dojížděkových vektorů ze sčítání z r. 1980, obecně z obce a do obce b (se známým omezením ve vykazování dojížděky, které se týká omezeného počtu tzv. center dojížděky) a některé další informace o obcích (jako počet ekonomicky aktivních).

Řešení uvedených úloh je vhodné provádět v úzké souvislosti už proto, že automatizace vyžaduje jistý stupeň formálního popisu úloh. Vyřešit naše úlohy znamená přiřadit každé obci trojici atributů, tj. popsat každou obec třemi vlastnostmi, znaky. První vlastností je typ obce z hlediska její role v dojíždění a v koncentraci pracovních míst (středisko I. řádu, středisko II. řádu, středisko III. řádu, nestředisko), druhá vlastnost se týká příslušnosti obce do některého regionu dojíždění a třetí vlastnost je určena tím, do jaké míry je vyjížděka z obce polarizována.

Formálně: Necht' \mathbf{A} je množina obcí ČSSR, \mathbf{S} je množina typů středisek, \mathbf{R} je množina typů regionů (pozor, nikoli množina regionů; charakter této množiny bude podrobněji objasněn ve 3. části článku při popisu prvků množiny \mathbf{R}) a \mathbf{P} dvouprvková množina, jejíž prvky označují nadlimitní či podlimitní úroveň polarizace vyjížděky. Vyřešit výše uvedené úlohy pak znamená definovat zobrazení \mathbf{f}

$$\mathbf{f}: \mathbf{A} \rightarrow \mathbf{S} \times \mathbf{R} \times \mathbf{P},$$

které každé obci $a \in \mathbf{A}$ přiřadí uspořádanou trojici $(s, r, p) \in \mathbf{S} \times \mathbf{R} \times \mathbf{P}$.

V následujícím textu vždy nejdříve obecně definujeme jednotlivé složky zobrazení \mathbf{f} , poté uvedeme jejich konkrétní varianty a stručně diskutujeme i dosažené výsledky.

2. Základní typologie obcí

Hlavním kritériem stanovení typu obce je zde počet obsazených pracovních míst PM_a :

$$PM_a = EAB_a - EAV_a + EAD_a,$$

kde EAB_a je počet ekonomicky aktivních bydlících v obci a ,
 EAV_a je počet ekonomicky aktivních vyjíždějících z obce a ,
 EAD_a je počet ekonomicky aktivních dojíždějících do obce a .

Množina typů obcí \mathbf{S} je čtyřprvková: $\mathbf{S} = \{s_I, s_{II}, s_{III}, s_n\}$,

kde typ s_I značí středisko I. řádu,
 s_{II} středisko II. řádu,
 s_{III} středisko III. řádu a
 s_n nestředisko.

Zobrazení f_s : $A \rightarrow S$ jako složka zobrazení f je pak definováno takto:

$$f_s(a) = \begin{cases} s_I & \dots PM_I \leq PM_a \\ s_{II} & \dots PM_{II} \leq PM_a < PM_I \\ s_{III} & \dots PM_{III} \leq PM_a < PM_{II} \\ s_n & \dots PM_a < PM_{III}. \end{cases}$$

Určit konkrétní variantu funkce f_s , tj. vyřešit meziúlohu, znamená stanovit konstanty PM_I , PM_{II} a PM_{III} .

Volba konstant PM_I , PM_{II} a PM_{III} závisí na těchto skutečnostech:

- vzhledem k proceduře přiřazení typu regionu jednotlivým obcím {diskutované v části 3 tohoto článku} musí být hodnota PM_I natolik vysoká, aby byl zásadně splněn předpoklad širší regionální působnosti obcí zařazených mezi střediska I. řádu;
- hodnota PM_I musí být volena tak, aby počet středisek I. řádu byl kartograficky únosný vzhledem k měřítku (1 : 750 000) a k rozsahu znázorňovaného území {celá ČSSR}; vzhledem k tomu, že se budou barevně identifikovat právě regiony dojížděky středisek I. řádu, ukázalo se jako vhodné, aby počet středisek I. řádu byl menší než 100;
- konstanty PM_{II} a PM_{III} je nutné volit s ohledem na to, že u středisek II. řádu a zejména III. řádu je třeba očekávat větší různorodost v míře regionálního či jen lokálního působení (navíc pak i mezi „nestředisky“ lze očekávat obce s jistým lokálním působením),
- volba konstanty $PM_{I,II}$ musí být taková, aby její dostatečně vysoká hodnota předem vylučovala obce, které nejsou sledovány jako centra dojížděky, tj. pro které běžným způsobem zjišťovaná hodnota PM_a v důsledku toho neodpovídá reálné skutečnosti {hodnota EAD_a pro ně není zjišťována, je tedy ve výpočtech rovna nule};
- počty středisek všech tří řádů musí být dostatečně velké, aby se v určitém území pokud možno, kromě nestředisek, současně vyskytovala i střediska různých řádů.

Pokud se týká grafického znázornění jednotlivých typů středisek, jsou střediska I. a II. řádu znázorněna čtvercem. Rozdíl je pouze v tom, že čtverec odpovídající středisku I. řádu je umístěn v barevně vyznačeném regionu dojížděky. Střediska III. řádu jsou znázorněna čtvercem otočeným o 45° , nestřediska pak kruhem. Postupné přerůstání kvality, které se mezi středisky dojíždění skutečně uplatňuje, bylo třeba vyjádřit i kartografickými prostředky.

Rozčlenění středisek do více řádů zároveň odpovídá principu hierarchizace, přestože ten je v dojížděce jistým způsobem poněkud deformován; zvolené grafické vyjádření zároveň umožňuje chápat vybrané řády středisek v jejich logické posloupnosti s postupným přechodem od středisek nejvyššího řádu k nestřediskům. Posouzení kontrolní kresby typů obcí za celé území ČSSR ukázalo, že výše uvedené předpoklady umožňují dospět k přehlednému obrazu dojížděky za prací vcelku i v územním detailu a i po grafické stránce způsob znázornění obcí vyhovuje.

3. Rozsah regionů dojížděky

Druhá úloha, která znamená zařazení obce do některého regionu dojížděky, lépe řečeno přiřazení určitého typu regionu obci, je podstat-

ně složitější než úloha předcházející. Mechanismus přiřazení je totiž rozdílný pro různé typy obcí (definované ve smyslu předcházejícího textu), základním kritériem je vyjížďkový proud z obce.

Definujme pro naše potřeby některé pojmy:

- vyjížďkový proud $VP(a, b)$ je počet ekonomicky aktivních vyjížďkujících z obce a do obce b ,
- největší vyjížďkový proud $VP_o(a) = \max \{VP(a, b); b \in A\}$; označme $B_o(a)$ množinu těch obcí z A , do kterých směřuje z obce a největší vyjížďkový proud, tj.
 $B_o(a) = \{b \in A; VP(a, b) = VP_o(a)\}$,
- druhý největší vyjížďkový proud do střediska I. řádu
 $VP_1(a) = \max \{VP(a, b); f_s(b) = s_I \text{ a } b \in A - B_o(a)\}$.

Množina R typů regionů se skládá z těchto prvků:

- r_I region střediska I. řádu,
- r_{II} region střediska nižšího řádu (II. nebo III.),
- r_p přechodné obce,
- r_o ostatní obce.

Popíšeme proceduru přiřazení typů regionů obcím (tedy funkci $f_R: A \rightarrow R$) pro jednotlivé typy obcí:

Nechť a je obec. Nechť

(A) $f_s(a) = s_n$, tj. obec a je nestředisko. Pak

(A1) Pokud existuje $b \in B_o(a)$ tak, že $f_s(b) = s_I$ a $\frac{VP_1(a)}{VP_o(a)} \geq K$,
pak $f_R(a) = r_I$.

(A2) Pokud existuje $b \in B_o(a)$ tak, že $f_s(b) = s_I$ a $\frac{VP_1(a)}{VP_o(a)} < K$,
pak $f_R(a) = r_I$.

(A3) Pokud neexistuje $b \in B_o(a)$ tak, že $f_s(b) = s_I$, ale existuje $c \in B_o(a)$ tak, že $f_s(c) = s_{II}$, pak $f_R(a) = r_{II}$.

(A4) Pokud pro každé $b \in B_o(a)$ je $f_s(b) = s_n$, je $f_R(a) = r_o$.

Nechť

(B) $f_s(a) = s_{II}$ nebo $f_s(a) = s_{III}$, tj. obec a je středisko II. nebo III. řádu. Pak

(B1) Pokud existuje obec $b \in A: b \in B_o(a)$, je $f_R(a) = r_{II}$.

(B2) V opačném případě je obec a zvažována z hlediska přiřazení typu regionu jako nestředisko a funkce f_R je určena kroky A1 až A4.

A na závěr, necht

(C) $f_s(a) = s_I$, tj. obec a je středisko I. řádu. Pak vždy
(C1) $f_R(a) = r_I$.

Způsob přiřazení typů regionů jednotlivým obcím popsany funkcí f_R úzce souvisí s kartografickým vyjádřením sledovaných jevů.

V mapě budou barevně vyznačeny regiony středisek I. řádu včetně plochy příslušející samotnému středisku (to je jistá změna v porovnání s dosavadními mapami dojížďky; důvodem je oprávněná snaha udržet ohroženou optickou celistvost těchto regionů při kartografickém znázornění v souvislosti s pokročilou interpretací na úrovni obcí). Proto je každé středisko I. řádu v bodě (C1) výše uvedené procedury zařazeno rovněž do „svého“ regionu.

Je-li středisko II. nebo III. řádu kteroukoliv obcí vykazováno jako vedoucí cíl dojížďky — bod (B1), má toto středisko lokální působnost a v kartografickém vyjádření se mu nepřisuzuje žádná barva, ovšem stejně tak i obcím, které toto středisko jako vedoucí cíl uvádějí. Obdobně je tomu, je-li výjimečně vedoucím cílem nestředisko — bod (A4). Všechny zmíněné obce jsou tedy graficky jakoby „vyňaty“ z regionů středisek I. řádu. V grafickém pojetí takto respektujeme princip vedoucího cíle.

V případě přechodných obcí je omezující kritérium — konstanta **K** v bodech (A1) a (A2) — voleno poměrně volně. Jako přechodné obce totiž chápeme nejen ty, které vykazují absolutní rovnost konkurujících si vyjížďkových proudů, ale jdeme až po 80 % velikosti druhého vyjížďkového proudu v pořadí vzhledem k vedoucímu vyjížďkovému proudu (konstanta **K** je volena rovna 0,8). Ani toto poměrně mírné kritérium nezpůsobilo, že by přechodných obcí byl velký počet. Je jich jen 69 v celé ČSSR. Vyrovnaná konkurence blízkých silných středisek je v našich podmínkách zřejmě mnohem méně častá než konkurence středisek střední či menší síly či souběh působení silného a slabšího střediska. Poslední případ se však v námi rozpracované metodice jeví úplně stejně jako příslušnost do regionu střediska I. řádu.

4. Zóny polarizace dojížďky

Řešit třetí a poslední námi uvažovanou úlohu znamená zjistit, zda v dané obci je nadlimitně či podlimitně polarizovaná vyjížďka, tj. formálně přiřadit obci a jeden ze dvou prvků množiny $\mathbf{P} = \{n, p\}$, kde n značí nadlimitní a p podlimitní polarizaci vyjížďky. Toto přiřazení je dáno funkcí $\mathbf{f}_P: \mathbf{A} \rightarrow \mathbf{P}$

$$\mathbf{f}_P(a) = \begin{cases} n \dots \frac{VP_o(a)}{EAV_a} \geq L \\ p \dots \frac{VP_o(a)}{EAV_a} < L. \end{cases}$$

Přitom o silné polarizaci hovoříme tehdy, když z některé obce vyjíždí alespoň polovina vyjížďejících právě jen do určitého sledovaného cíle dojížďky. Konstanta **L** pro silnou polarizaci je rovna 0,5.

Kromě hladiny 50 % pro hodnocení polarizace vyjížďky, kterou respektujeme i my a která odpovídá Mackově I. sféře dojíždění, se v obdobných mapách vyskytuje ještě i hladina 25 % nebo 20 % (5). Tato nižší hladina v naší mapě už registrována nebude. Ovšem padesátiprocentní hladina polarizace vyjížďky je vhodná pro zachování jisté kontinuity výzkumu z hlediska možných časových srovnání, ale samozřejmě i pro

nepopiratelný význam jevu při tak důležité hladině a pro skutečnou těsnot takto definované prostorové vazby obcí.

Kartograficky je vazba mezi obcí se silně polarizovanou vyjíždkou a polarizujícím střediskem vyjádřena vektorem směřujícím od vyjíždkové obce do poloviny vzdálenosti ke středisku. Tento umírněný způsob zakreslení vektorů byl volen proto, aby nejbližší okolí výrazných středisek dojíždky nebylo graficky přetíženo. Kontrolní kresba ostatně potvrdila správnost této grafické redukce.

Silnou polarizací dojíždky ve svém okolí se vyznačují zejména střediska I. a II. řádu, z nich především střediska východoslovenská. Registrovány jsou i místně patrné případy polarizace dojíždky dokonce v okolí nestředisek (nestředisek v pojetí našeho článku).

5. Závěr

Vyřešením uvedených úloh jsme získali funkci f definovanou v úvodu článku. Obci a je přiřazena trojice prvků $\{s, r, p\}$, kde $s = f_s(a)$, $r = f_r(a)$, $p = f_p(a)$. Přitom, jak z výše uvedených informací vyplývá, funkce f_r je závislá na hodnotě funkce f_s , což odpovídá našemu tvrzení o úzké souvislosti řešených úloh.

Z uvedené trojice značí prvek s střediskovost a je kartograficky realizován určením typu značky se středem v dané obci, prvek r pak typ regionu, který je kartograficky realizován případnou barvou plošného vymezení obce na mapě, a konečně prvek p odpovídá nadlimitní či podlimitní polarizaci vyjíždky, což je kartograficky znázorněno vektorem směřujícím k polarizujícímu středisku.

Automatizované řešení zmíněných tří úloh bylo provedeno v následujících krocích:

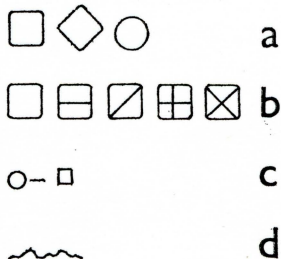
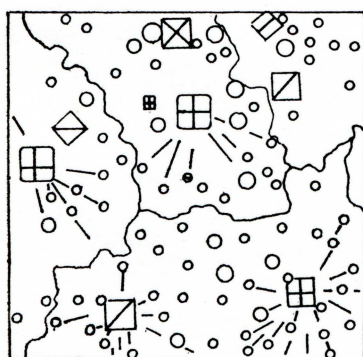
- dojíždkové vektory s datovým popisem byly utříděny podle identifikací obce dojíždky (kód okresu, kód obce) a data byla nasčítána za jednotlivé obce dojíždky (odtud i počet dojíždějících do každého centra dojíždky); obdobně i ve smyslu vyjíždky (odtud počty vyjíždějících);
- soubor s údaji o dojíždce byl sloučen se souborem obsahujícím údaje o počtu ekonomicky aktivních osob bydlících v obci a o počtu vyjíždějících;
- byla zkonstruována funkce f_s , tj. každé obci byl přiřazen typ střediskovosti;
- bylo prověřeno regionální působení středisek II. a III. řádu;
- po analýze vyjíždkových vektorů bylo provedeno přiřazení podle funkce f_r , což znamená, že každé obci byl přiřazen typ regionu;
- byla zjištěna nadlimitní či podlimitní úroveň polarizace vyjíždky v každé obci, tj. bylo provedeno přiřazení podle funkce f_p ;
- trojice získaných údajů $\{s, r, p\}$ byla uchována pro automatizovaný kartografický výstup spolu s dalšími údaji, které jsou pro tento výstup potřebné.

Mapa dojíždky je obsahově dosti bohatá, v souvislosti s tím nebylo možno při daném měřítku (1 : 750 000) zajistit zachycení detailních informací. Při vnímání této mapy bude hrát významnou roli současná konfrontace více ukazatelů u téže obce a nesporně též územní kontext, zejména v případě středisek II. a III. řádu a obcí v jejich blízkosti.

Smyslem článku ostatně je přiblížení požadavků spojených s automatizací tematické kartografické tvorby a podstaty spolupráce geografa a matematika při tvorbě tematické mapy. Rozbor dojíždky do zaměstnání jako jevu však nebyl bezprostředním tématem našeho článku. V tomto směru lze odkázat jednak na práce nedávno zesnulého M. Macky, na velmi zdařilou mapu z Atlasu SSR (5), na předchozí příspěvek jednoho z autorů tohoto článku (3) a konečně snad v dohledné době i přímo na mapu, o jejíž přípravě se zde referuje. Bude součástí Atlasu obyvatelstva ČSSR, který připravuje k vydání Geografický ústav ČSAV.

Shrneme-li dosavadní poznatky z automatizované tvorby map s ekonomickogeografickou a sociálně geografickou tematikou v Geografickém ústavu ČSAV, můžeme konstatovat, že popisovaná mapa (spolu s dalšími rozpracovanými mapami zhruba téže náročnosti tvořícími ucelený soubor) představuje výrazný krok v naší tematické kartografii, neboť:

- mapa má dosti bohatý obsah, vzdaluje se od dosavadního pojetí kartogramů a kartodiagramů automatizovaně vytvářených; znázornění jevu je již značně syntetizující;
- automatizované úkony se rozšířily z oblasti vlastního grafického znázornění jevu do autorských rozhodovacích procedur, což na jedné straně autorovi podstatně usnadňuje rozhodování, na druhé straně se však od autora požaduje přesné definování každého kroku, striktní formalizace řešených úloh;
- automatizovaná tvorba tematické mapy je stále ve větší míře výsledkem náročné týmové práce; autorství jednotlivce se stává anachronismem;
- vzniká oprávněná naděje, že i mapy této složitosti se stanou v nejbližší budoucnosti rutinní záležitostí s mimořádně rychlou realizací kartografického výstupu (alespoň ke stadiu kontrolní kresby přímo u počítače), a tedy i s velkým přínosem pro společenskou praxi i samu geografii.



Znázornění dojíždky do zaměstnání: a) kategorie střediskovosti, b) pět stupňů vyjadřujících počet dojíždějících, c) silně polarizovaná vyjížďka, d) hranice okresů.
Kreslila J. Kubrychtová.

Literatura:

1. HOROVÁ, M.: Teoretické aspekty řešení standardizace v automatizované kartografii. *Studia Geographica* 84, Brno, Geografický ústav ČSAV 1983, 89 s.
2. POKORNÝ, J.: Programové zabezpečení automatizované kartografické tvorby map malých měřítek. *Archiv Geografického ústavu ČSAV*, nedatováno [1983], 5 s.

3. ŘEHÁK, S.: Vliv integrace obcí na kartografické znázornění dojížděky do zaměstnání. Zprávy Geografického ústavu ČSAV, 21, Brno, GGÚ ČSAV 1984, č. 2, s. 41—45.
4. VAHALA, V.: Kartografie a dálkový průzkum Země v ČSR. Sborník ČSGS, 90, Praha, Academia 1985, č. 2, s. 120—130.
5. VEREŠÍK, J.: Zázemia dochádzky do zamestnania vybraných centier v r. 1970. Měřítko 1 : 500 000. In: Atlas Slovenskej socialistickej republiky. Bratislava, Slovenská akadémia vied a Slovenský úrad geodézie a kartografie 1980, map. list 73.

Summary

AUTOMATION IN MAP COMPILATION ON COMMUTING

Thematic maps of the whole state area represent one of the most important stages in the development of the geographical research in the socio-economical sphere.

The map showing the commuting to work presumes new attitudes to the preparation and data compilation. The following problems had to be solved: 1) the application of fundamental typology of communities from the viewpoint of their importance and place they occupy in commuting to work, 2) the determination of the extent of commuting, 3) the determination of individual zones with a marked concentration of commuting to one place.

The map on commuting to work in Czechoslovakia (scale 1 : 750 000) represents, together with other maps prepared by the Institute of Geography of the Czechoslovak Academy of Sciences a further progress in the Czechoslovak cartography. A close co-operation of geographers and mathematicians is necessary.

Fig. Representation of commuting: a) categories of central functions, b) five levels denoting the number of commuters, c) highly polarized out-commuting, d) boundaries between districts.

*(Pracoviště autorů: Geografický ústav ČSAV, Mendlovo nám. 1, 662 82 Brno.)
Došlo do redakce 20. 11. 1985.*