SBORNÍK ČESKOSLOVENSKÉ SPOLEČNOSTI ZEMĚPISNÉ

Ročník 1965 ● Číslo 1 ● Svazek 70

KAREL KUCHAŘ

KARTOGRAMY V ŠESTIÚHELNÍKOVÉ SÍTI

Abstract: Cartograms in Hexagonal Network. — Some of the geographical characteristics are stated and represented on geometrically limited areas, mostly in those cases when the natural or conventional territorial units are not acceptable because of their different figures and areas. The conventional territorial units often undergo various changes and this is another reason for their incomparability. The author recommends the division of Czechoslovak territory into hexagons and presents the geographical coordinates of the apexes of uniform hexagonal network so that it may be drawn into whatever map. The comparability of cartograms of whatever contents may be ensured by this method.

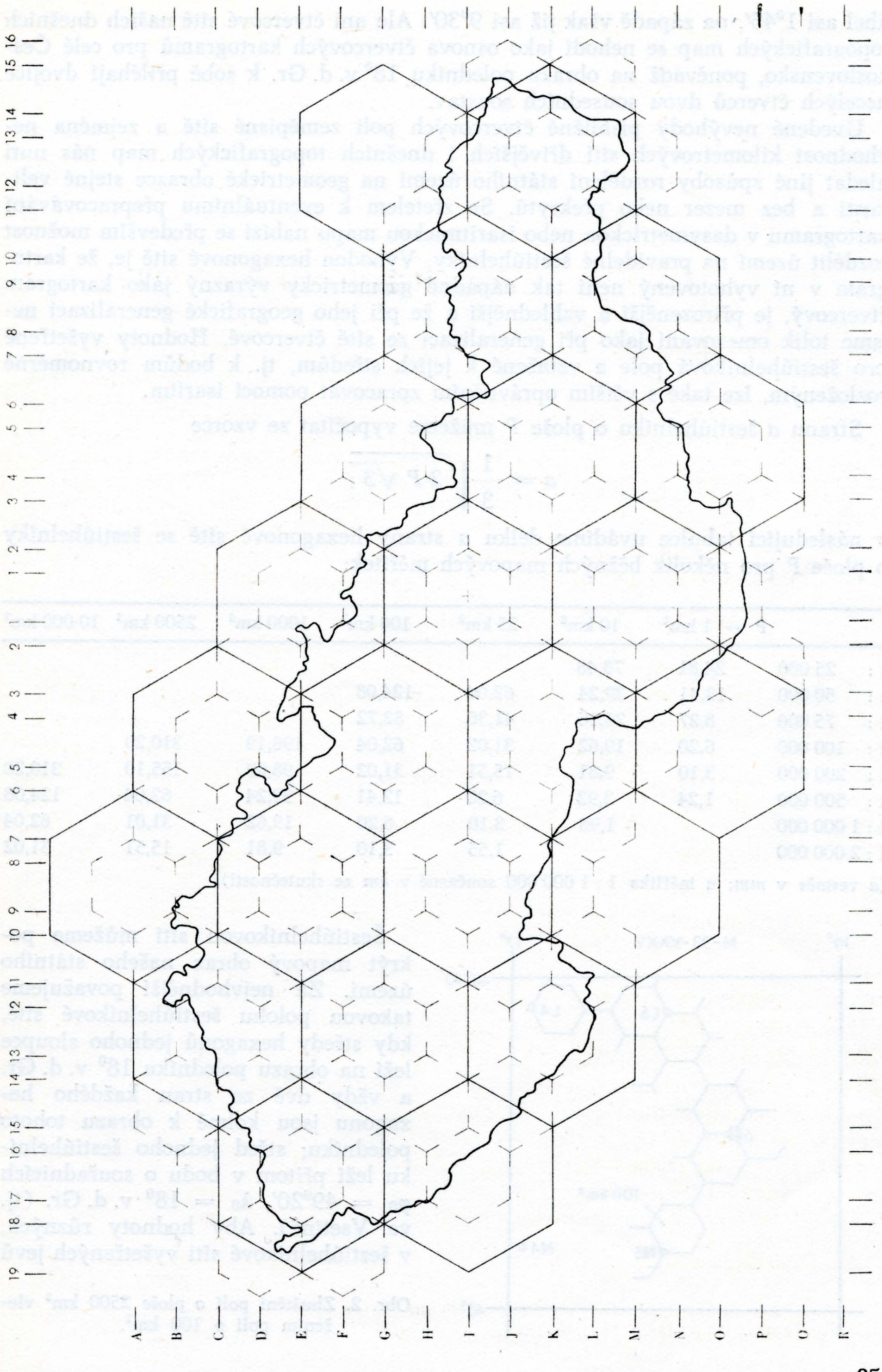
Některé zeměpisné charakteristiky se vyšetřují a znázorňují na plochách geometricky omezených, a to hlavně tenkrát, když přirozené nebo konvenční (např. administrativní) územní jednotky se k tomu nehodí pro svůj rozdílný tvar nebo velikost (povodí, katastrální území apod.).

Nejčastěji se používá čtvercových sítí nebo polí zeměpisné sítě přibližně čtvercového tvaru a geografické rozložení vyšetřovaného ukazatele se potom zobrazuje čtvercovým kartogramem nebo kartogramem polí zeměpisné sítě (např. kartogram výškových rozpětí, hustoty vodní sítě, lidnatosti aj.). Pro toto geometrické rozdělení území rozhodujeme se často proto, že čtvercové sítě bývají vtištěny do topografických map nebo že do těchto map můžeme snadno vkreslit zeměpisnou síť o takové hustotě, aby vznikla pole přibližně čtvercová. V našich zeměpisných šířkách vymezují takovou síť poledníky jdoucí po $\Delta\lambda = 1{,}5\,\Delta\varphi$, tj. např. poledníky po 3′ a rovnoběžky po 2′ (rovnost obou vzdáleností nastává podél rovnoběžky $48^0 11'23''$).

Chceme-li tyto geometrické kartogramy přepracovat na tzv. dasymetrickou mapu, na níž jsou území s přibližně stejnými hodnotami vyšetřovaného jevu ohraničována čarami, podél kterých nastává podstatná kvantitativní změna, jsme geometrickou strukturou kartogramu značně omezováni a kresba hraničních čar je obtížná. Dasymetrická mapa prozrazuje potom někdy původní kartogram, když se její hraniční čáry příliš přidržují geometrické osnovy.

Práce ve čtvercových sítích topografických map pozbyla u nás někdejší výhody: Místo starší jednotné kilometrové sítě vtištěné do map velkých a středních měřítek (např. 4 km sítě speciálních map 1 : 75 000) musili bychom dnes zavést novou, vhodněji pro geeografické účely vůči státnímu území orientovanou síť, poněvadž čáry této starší sítě jsou rovnoběžkami, popř. kolmicemi k obrazu poledníku $42^0 30'$ v. d. F. a svírají s poledníkovými obrazy na východě našeho státního území

Obr. 1. Jednotná síť šestiúhelníků o výměře 10 000 km² (plně vytažené) a 2500 km² (čárkované); zeměpisné souřadnice vrcholů uvedeny v tabulce.


1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19
A B C D E F G H I J K L M N O P Q R

úhel asi $1^0 45'$, na západě však již asi $9^0 30'$. Ale ani čtvercové sítě našich dnešních topografických map se nehodí jako osnova čtvercových kartogramů pro celé Československo, poněvadž na obrazu poledníku 18^0 v. d. Gr. k sobě přiléhají dvojice necelých čtverců dvou sousedních soustav.

Uvedené nevýhody přibližně čtvercových polí zeměpisné sítě a zejména nevhodnost kilometrových sítí dřívějších i dnešních topografických map nás nutí hledat jiné způsoby rozdělení státního území na geometrické obrazce stejné velikosti a bez mezer nebo překrytů. Se zřetelem k eventuálnímu přepracovávání kartogramu v dasymetrickou nebo isaritmickou mapu nabízí se především možnost rozdělit území na pravidelné šestiúhelníky. Výhodou hexagonové sítě je, že kartogram v ní vyhotovený není tak nápadně geometricky výrazný jako kartogram čtvercový, je přirozenější a vzhlednější a že při jeho geografické generalizaci nejsme tolik omezováni jako při generalizaci ze sítě čtvercové. Hodnoty vyšetřené pro šestiúhelníková pole a vztažené k jejich středům, tj. k bodům rovnoměrně rozloženým, lze také s větším oprávněním zpracovat pomocí isaritm.

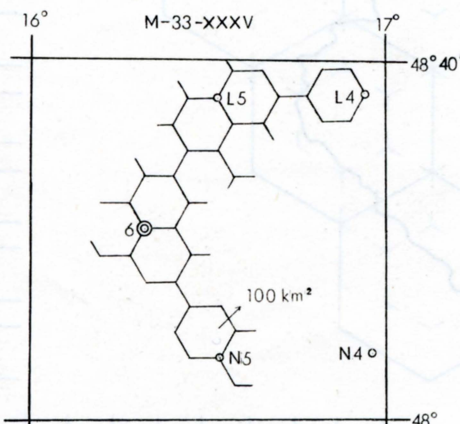
Stranu *a* šestiúhelníku o ploše *P* můžeme vypočítat ze vzorce

$$a = \frac{1}{3}\sqrt{2\,P\,\sqrt{3}}\,;$$

v následující tabulce uvádíme délku *a* strany hexagonové sítě se šestiúhelníky o ploše *P* pro několik běžných mapových měřítek:

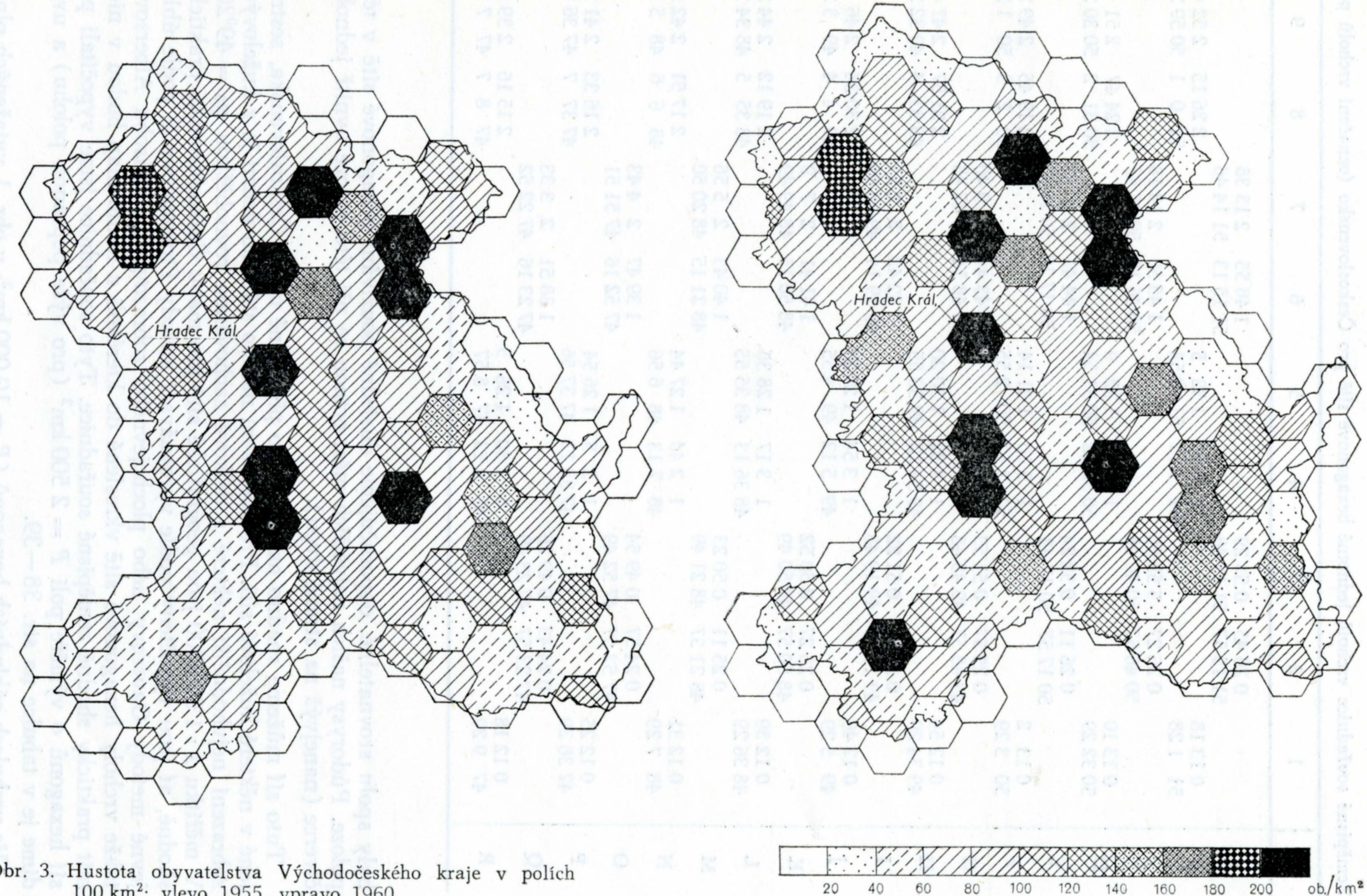
	P = 1 km²	10 km²	25 km²	100 km²	1000 km²	2500 km²	10 000 km²
1 : 25 000	24,81	78,48					
1 : 50 000	12,41	39,24	62,04	124,08			
1 : 75 000	8,27	26,16	41,36	82,72			
1 : 100 000	6,20	19,62	31,02	62,04	196,19	310,20	
1 : 200 000	3,10	9,81	15,51	31,02	98,09	155,10	310,20
1 : 500 000	1,24	3,92	6,20	12,41	39,24	62,04	124,08
1 : 1 000 000		1,96	3,10	6,20	19,62	31,01	62,04
1 : 2 000 000			1,55	3,10	9,81	15,51	31,02

(*a* vesměs v *mm*; u měřítka 1 : 1 000 000 současně v *km* ze skutečnosti).



Obr. 2. Zhuštění polí o ploše 2500 km² vložením polí o 100 km².

Šestiúhelníkovou sítí můžeme pokrýt mapový obraz našeho státního území. Za nejvhodnější považujeme takovou polohu šestiúhelníkové sítě, kdy středy hexagonů jednoho sloupce leží na obrazu poledníku 18^0 v. d. Gr. a vždy dvě ze stran každého hexagonu jsou kolmé k obrazu tohoto poledníku; střed jednoho šestiúhelníku leží přitom v bodu o souřadnicích $\varphi_0 = 49^0 20'$, $\lambda_0 = 18^0$ v. d. Gr. (tj. ve Vsetíně). Aby hodnoty různých, v šestiúhelníkové síti vyšetřených jevů



Obr. 3. Hustota obyvatelstva Východočeského kraje v polích 100 km^2; vlevo 1955, vpravo 1960.

Zeměpisné souřadnice vrcholů jednotné hexagonové sítě pro Československo (označení vrcholů po-

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A		0 26 45 51 15 57	0 53 29 51 15 48			1 46 55 51 15 13	2 13 38 51 14 46		
B	0 13 18 51 1 28			1 6 30 51 1 12	1 33 5 51 0 54			2 26 15 51 0 1	2 52 49 50 59 25
C		0 26 27 50 46 57	5 52 56 50 46 48			1 45 50 50 46 13	2 12 18 50 45 47		
D	0 13 10 50 32 29			1 5 20 50 32 12	1 32 9 50 31 54			2 24 47 50 31 2	2 51 5 50 30 27
E		0 26 11 50 17 57	0 52 24 50 17 48			1 44 47 50 17 13	2 10 57 50 16 47		
F	0 13 2 50 3 29			1 5 10 50 3 12	1 31 14 50 2 55			2 19 45 50 2 3	2 49 22 50 1 28
G		0 25 57 49 48 57	0 51 53 49 48 48			1 43 44 49 48 14	2 9 40 49 47 48		
H	0 12 54 49 34 29			1 4 32 49 34 12	1 30 20 49 33 55			2 21 57 49 33 4	2 47 42 49 32 29
I		0 25 41 49 19 57	0 51 22 49 19 48			1 42 42 49 19 14	2 8 23 49 18 49		
J	0 12 46 49 5 29			1 3 54 49 5 12	1 29 27 49 4 55			2 30 34 49 4 4	2 46 4 49 3 30
K		0 25 27 48 50 57	0 50 52 48 50 49			1 41 41 48 50 15	2 7 9 48 49 49		
L	0 12 39 48 36 29			1 3 17 48 36 13	1 28 36 48 35 55			2 19 12 48 35 5	2 44 28 48 34 32
M		0 25 11 48 21 57	0 50 23 48 21 49			1 40 43 48 21 15	2 5 56 48 20 50		
N	0 12 31 48 7 29			1 2 40 48 7 13	1 27 44 48 6 56			2 17 51 48 6 6	2 42 53 48 5 33
O		0 24 57 47 52 57	0 49 54 47 52 49			1 39 47 47 52 16	2 4 43 47 51 51		
P	0 12 25 47 38 29			1 2 5 47 38 13	1 26 54 47 37 56			2 16 33 47 37 7	2 41 21 47 36 34
Q		0 24 43 47 23 57	0 49 26 47 23 49			1 38 51 47 23 16	2 3 33 47 22 52		
R	0 12 18 47 9 29			1 1 30 47 9 13	1 26 5 47 8 57			2 15 16 47 8 7	2 39 50 47 7 35

byly spolu srovnatelné, doporučujeme důsledné používání hexagonové sítě v této poloze. Půdorysy našich největších měst octnou se při této poloze uvnitř jednoho čtverce (nanejvýš na straně dvou).

Tuto síť můžeme snadno narýsovat do přehledné mapy Československa, sestrojené v některé kuželové síti. Pro zobrazení našeho státního území je z kuželových zobrazení nejvhodnější některé s délkově zachovanou rovnoběžkou $\varphi_0 = 49^0 20'$. V měřítku 1 : 1 000 000 jsou geografické sítě pro mapu Československa prakticky shodné, ať jsou vypočteny podle vyrovnávací metody Ptolemaiovy či podle úhlojevné metody Gaussovy nebo plochojevného zobrazovacího způsobu Albersova, takže vrcholy hexagonové sítě vkreslené do kterékoli z těchto map budou v nich mít prakticky shodné zeměpisné souřadnice. Tyto souřadnice jsme vypočítali pro síť hexagonů o výměře polí $P = 2\,500\ \mathrm{km}^2$ (pro výše popsanou polohu) a uvádíme je v tabulce na str. 38—39.

Ve vrcholech základních hexagonů ($P = 10\,000\ \mathrm{km}^2$; v obr. 1 vytažených plně) dle obr. 1; horní souřadnice = délkový rozdíl od 18° v. d. Gr., dolní souřadnice = zeměpisná šířka).

10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
3 7 3	3 33 44			4 27 4	4 53 40			5 45 40	6 13 25
51 13 35	51 12 50			51 11 4	51 10 2			51 7 40	51 6 20
		3 45 51	4 12 27			5 5 25	5 31 54		
		50 57 57	50 57 4			50 55 1	50 53 50		
3 5 9	3 31 35			4 24 21	4 50 42			5 43 22	6 9 40
50 44 36	50 43 52			50 42 7	50 41 5			50 38 45	50 37 26
		3 43 36	4 9 54			5 2 22	5 28 35		
		50 29 —	50 28 7			50 26 5	50 24 55		
3 3 18	3 29 28			4 21 43	4 47 48			5 39 58	6 6 0
50 15 38	50 14 54			50 13 10	50 12 9			50 9 51	50 8 42
		3 41 23	4 7 25			4 59 21	5 25 18		
		50 0 2	49 59 10			49 57 9	49 55 59		
3 1 30	3 27 23			4 19 8	4 44 58			5 36 36	6 2 23
49 46 39	49 45 56			49 44 13	49 43 13			49 40 55	49 39 38
		3 39 13	4 4 58			4 56 25	5 22 6		
		49 31 3	49 30 12			49 28 12	49 27 4		
2 59 43	3 25 21			4 16 35	4 42 10			5 33 18	5 58 52
49 17 40	49 16 58			49 15 16	49 14 16			49 12 —	49 10 43
		3 37 6	4 2 36			4 53 32	5 18 58		
		49 2 5	49 1 15			48 59 16	48 58 8		
2 57 58	3 23 21			4 14 6	4 39 26			5 30 5	5 55 27
48 48 42	48 48 —			48 46 18	48 45 19			48 43 4	48 41 48
		3 35 —	4 0 15			4 50 42	5 15 53		
		48 33 8	48 32 17			48 30 20	48 29 12		
2 56 15	3 21 24			4 11 39	4 36 45			5 26 55	5 51 52
48 19 43	48 19 1			48 17 21	48 16 22			48 14 9	48 12 54
		3 32 56	3 57 57			4 47 55	5 12 52		
		48 4 9	48 3 19			48 1 23	48 0 17		
2 54 35	3 19 30			4 9 15	4 34 7			5 23 49	5 48 37
47 50 45	47 50 3			47 48 24	47 47 26			47 45 13	47 43 59
		3 30 55	3 55 42			4 46 23	5 9 54		
		47 35 11	47 34 22			47 32 28	47 31 21		
2 52 56	3 17 36			4 6 54	4 31 33			5 20 46	5 45 19
47 21 46	47 21 5			47 19 26	47 18 29			47 16 18	47 15 4
		3 28 56	3 53 29			4 42 32	5 7 —		
		47 6 13	47 5 24			47 3 30	47 2 24		

se stýkají vždy tři vložené hexagony ($P = 2\,500$ km^2, jejichž další vrcholy jsou ve schématu jen naznačeny). Podle zeměpisných souřadnic můžeme vrcholy této hexagonové sítě vnést do kterékoli mapy středního měřítka. Na každý list mapy 1 : 200 000 ($60' \times 40'$) zapadnou vždy tři až šest vrcholů šestiúhelníkové sítě o velikosti hexagonů 2 500 km^2. V každém vrcholu těchto hexagonů leží společný vrchol trojice hexagonů ze sítě o velikosti pole $P = 100$ km^2 (o straně rovné $^1/_5$ strany hexagonu $P = 2\,500$ km^2), takže na mapě 1 : 200 000 můžeme narýsovat detailní síť po 100 km^2 (viz obr. 2). Tímto způsobem dosáhneme bezpečného navázání sítí ze sousedních listů topografické mapy, popř. tyto sítě můžeme dále zahušťovat, např. sítí 25 km^2.

Vyšetříme-li na topografických mapách opatřených hexagonovou sítí nějaký geografický jev, můžeme snadno převést výsledek do přehledného kartogramu s identickou sítí. Pro Československo se ještě zcela dobře osvědčuje měřítko 1 : 2 000 000, neboť šestiúhelníky o straně 3,1 mm jsou zcela zřetelné. Připojené zkoušky aplikace této metody mají ukázat vyjadřovací schopnost těchto kartogramů a možnost jejich přepracovávání v dasymetrickou mapu. Třeba také upozornit na použitelnost těchto kartogramů pro přetvoření map s absolutními hodnotami (bodovou nebo terčovou metodou) v kartogramy relativních hodnot. Položíme-li na bodovou mapu navrženou hexagonovou síť (např. 100 km^2), můžeme snadno sečíst všechny absolutní hodnoty n zapadající do jednotlivých polí a odtud okamžitě získat i hustotná čísla $[n]/km^2$.