

AUTOMATICKÁ TVORBA KARTODIAGRAMU VĚKOVÉ PYRAMIDY

Zdena DOBEŠOVÁ, Jan PIŇOS

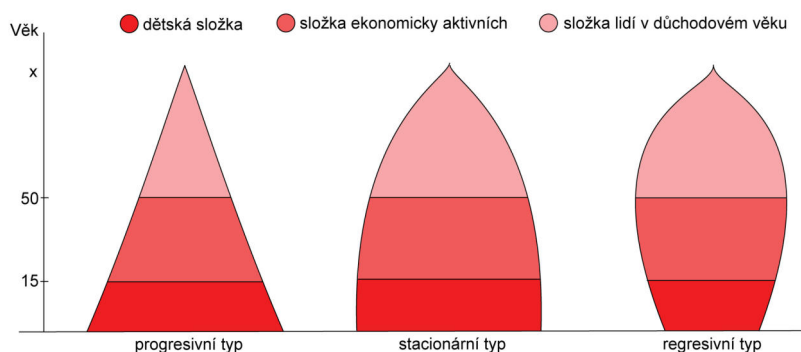
Automatic creation of chart map with population pyramids

Abstract: Population pyramids are used in demographics and they are part of almost every atlas dealing with socio-economic phenomena. The population pyramid (sometimes also an age pyramid) is a type of columnar rectangular chart, namely a paired histogram (Voženílek, Kaňok et al., 2011) showing the distribution of the population into age groups and the age structure of the population. Using the population pyramid, it is possible to express and compare the age structure of two groups, for example, men and women, or age structure of two states, etc. Other, more complex, population pyramids such as structural age pyramid can be used to present more detailed phenomena in each age group. Automatic creation of the population pyramid can be done using MS Excel, R Studio or directly in ArcGIS. In these cases, a single chart is created, which can be used as a supplemental part outside the map. In order to automate the creation of a chart map with several population pyramids located in the regions of the map, the team at the department of Geoinformatics at Palacký University in Olomouc developed a program named Population Pyramid. This program is freely available as a toolbox for ArcGIS v. 10. 3. The program solves both automated pyramid creation and automated creation of the corresponding legend. The possibilities and uses of this tool are presented in this article.

Keywords: population pyramid, chart map, Python, script, ArcGIS

Úvod

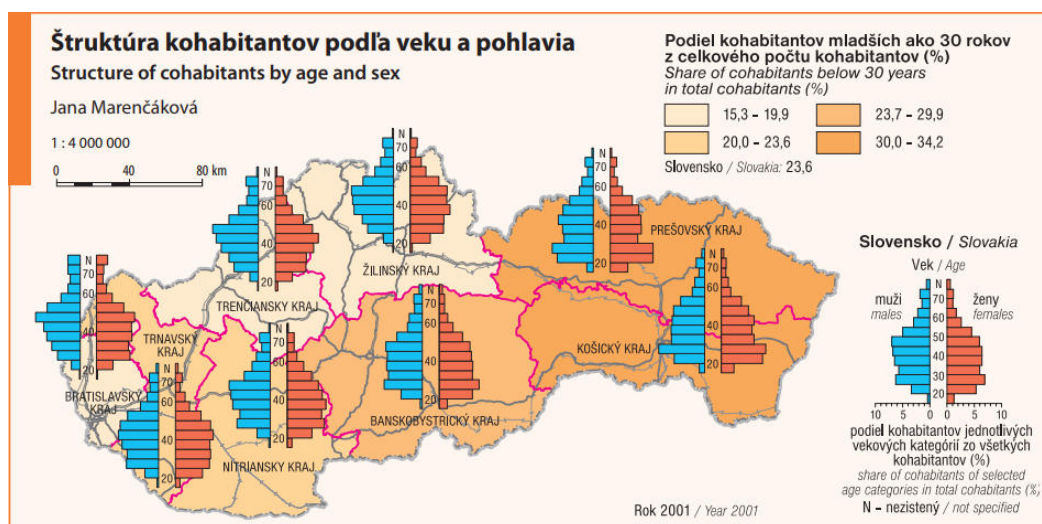
Věkové pyramidy se používají k vyjádření demografického vývoje, či k vyjádření dalších socioekonomických jevů v souvislosti s věkovými skupinami. Ve tvaru pyramidy se odráží porodnost a úmrtnost populace, stejně tak jako významné historické, politické a ekonomické události (války, konflikty, krize, živelné pohromy). Základní tvary věkových pyramid lze rozdělit na tři typy podle tvaru: progresivní typ, stacionární typ a regresivní typ (obr. 1).



Obr. 1 Typy tvarů věkových pyramid (Wikipedie, 2016)

doc. Ing. Zdena DOBEŠOVÁ, Ph.D., Ing. Jan PIŇOS, Katedra geoinformatiky, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého, 17. listopadu 50, 771 46 Olomouc, e-mail: zdena.dobesova@upol.cz, jan.pinos01@upol.cz

V mapové a atlasové tvorbě se používají věkové pyramidy jednak ve formě jednoho samostatného grafu, který slouží jako nadstavbový prvek mapy. Navíc se věkové pyramidy používají ve formě kartodiagramu, kdy se věkové pyramidy umísťují do mapového pole. Zde charakterizují určitá dílčí území (polygony). Věkovou pyramidu lze vztáhnout i k bodu a vytvořit bodový kartodiagram, což se používá méně často (obr. 2).



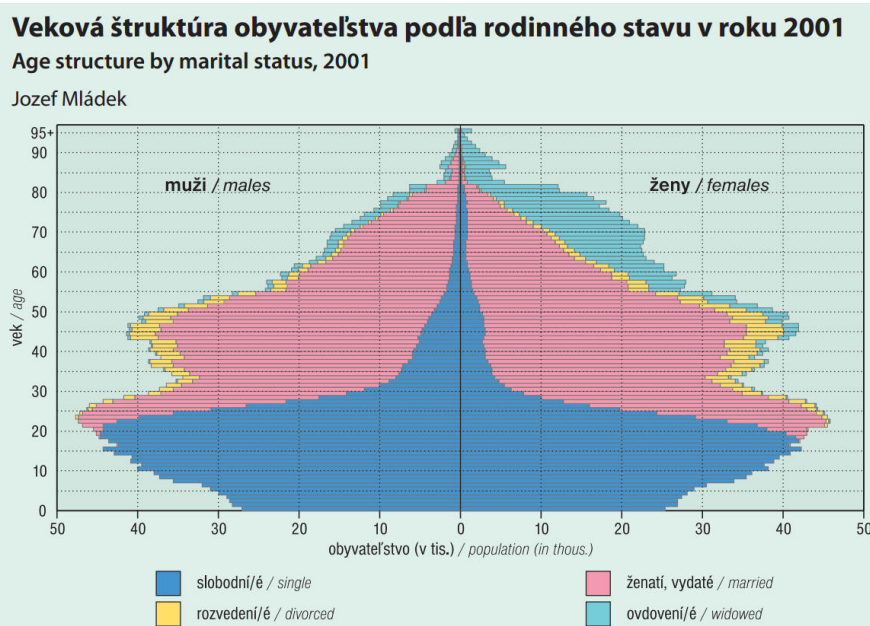
Obr. 2 Kartodiagram věkových pyramid pro vyjádření věkového složení v krajích (Atlas obyvatelstva Slovenska, 2006)

1. Kategorizace věkových pyramid

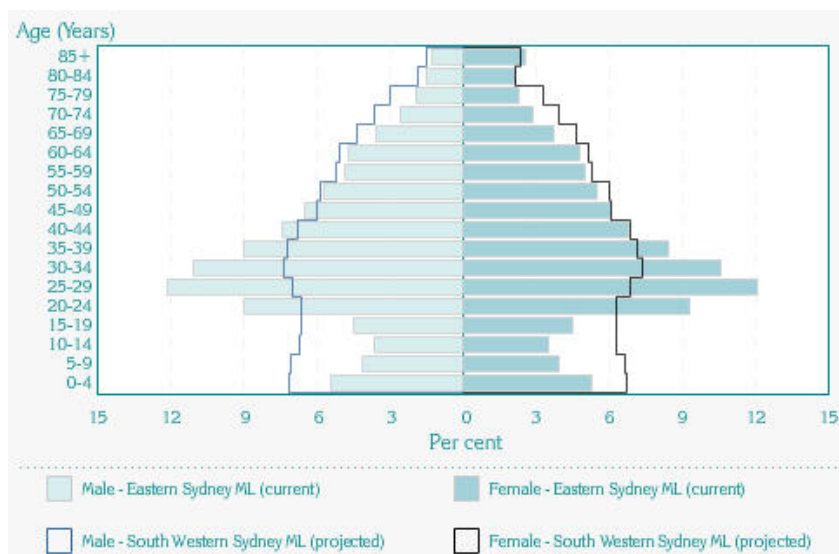
Voženílek, Kaňok et al. (2011) definují věkovou pyramidu jako druh sloupcového pravoúhlého grafu, konkrétně párový histogram zobrazující rozdělení populace do věkových skupin a tím zobrazující věkovou strukturu obyvatelstva na vymezeném území. Poprvé jej použil F. A. Walker ve Statistickém atlasu USA v roce 1874 (Friendly, Denis 2001). V základním nejběžnějším použití je pyramida rozdělena na dvě poloviny podle svislé středové osy, kde v jedné polovině jsou pouze muži a v druhé pouze ženy. Věková pyramida se používá i pro jiné případy, než je porovnání četností mužů a žen. Může se jednat i porovnání četností obyvatel dvou území (států, regionů apod.). V těchto všech případech lze hovořit o **jednoduché věkové pyramidě**, která srovnává dvě skupiny lidí podle věku.

Jako **strukturální věková pyramida** se označuje pyramida, která vyjadřuje v rámci jedné věkové skupiny i její vnitřní strukturu (obr. 3). Jeden sloupec vyjadřuje kromě celkové četnosti populace v určité věkové kategorii i vnitřní rozdělení této věkové kategorie, například podle rodinného stavu (vdané/ženatí, rozvedení, svobodní), nebo počtu nemocných (počet nemocných AIDS vs. zdraví lidí). Lze vyjádřit i strukturu věkové skupiny podle ekonomické aktivity (studenti, pracující, osoby v domácnosti, neaktivní důchodci).

Dalším typem je **srovnávací věková pyramida**, kde se srovnávají na rozdíl od jednoduché pyramidy údaje za více časových období (nebo i porovnání více regionů na stejné straně pyramidy). Na obr. 4 jsou porovnány dva různé regiony v Austrálii z dvou různých roků. Z důvodu lepší čitelnosti grafu se používá kombinace sloupců a obrysových linií (obr. 4). Při použití pouze sloupců pro více roků může dojít ke vzájemnému překrytí sloupců z různých let, a tudíž nemožnosti odečtení hodnot z překrytých sloupců. Použití obrysových linií umožňuje zobrazit a porovnat i více roků zároveň. Často se to používá i pro vyjádření predikce vývoje počtu obyvatelstva v budoucích letech. Lze hovořit o **srovnávací sloupcovo-obrysově věkové pyramidě**.



Obr. 3 Strukturální věková pyramida s vyjádřením rodinného stavu mužů a žen (Atlas obyvateľstva Slovenska, 2006, str. 94)



Obr. 4 Srovnávací pyramida dvou časových období (2011 a 2025) a dvou různých území (Torrens University, 2018)

Důležité je u věkových pyramid i měřítko vodorovné a svislé osy. Na vodorovnou osu se můžou vynášet buď absolutní hodnoty, např. počet v tisících obyvatel (obr. 3) nebo v procentech z celkového počtu obyvatel (obr. 4).

Na svislou osu se vynáší konkrétní věk nebo rozpětí věkových skupin. Stupnice měřítka svislé osy může být v nejdetailejším případě po jednotlivých rocích (obr. 3), nebo naopak může být věk agregován do skupin např. po pěti rocích (obr. 4). Někdy může věková stupnice být ovlivněna znázorněným tématem, kdy je navíc třeba i barvou zdůrazněna důležitá určitá věková hranice, např. věk odchodu do důchodu, který je rozdílný u žen a mužů. Stejně tak může vlivem tématu dojít k potlačení počátku svislé osy a nezačínat číslem 0 (neuvažují se děti do určitého věku), nebo naopak se již nevykresluje detailně hodnoty pro vyšší věk (obr. 4, věk 85+).

2. Uživatelský nástroj Population Pyramid

Za účelem automatické tvorby tematické mapy s kartodiagramem věkových pyramid byl na katedře Geoinformatiky University Palackého vytvořen uživatelský toolbox s názvem Population Pyramid (obr. 5). Program ArcMap for Desktop disponuje nástrojem ArcGIS Graph Wizard (Esri, 2016), který vytváří věkovou pyramidu jako samostatný jeden graf, který lze použít jako nadstavbový prvek mapy. Na rozdíl od tohoto nástroje nový toolbox umožňuje vytvořit věkové pyramidy jako kartodiagram. Uživatelský toolbox Population Pyramid je určen pro program ArcGIS v. 10. 3 a vyšší. Toolbox obsahuje dva nástroje, které volají dva skripty napsané v jazyce Python. První nástroj „**1. Population Pyramid**“ je určen pro tvorbu vlastních kartodiagramů věkových pyramid v mapovém poli. Druhý nástroj „**2. Create Legend**“ je určen pro tvorbu odpovídající legendy věkové pyramidy a navazuje na výstupy prvního nástroje. Rozhraní nástrojů a nápověda jsou v anglickém jazyce (obr. 6).

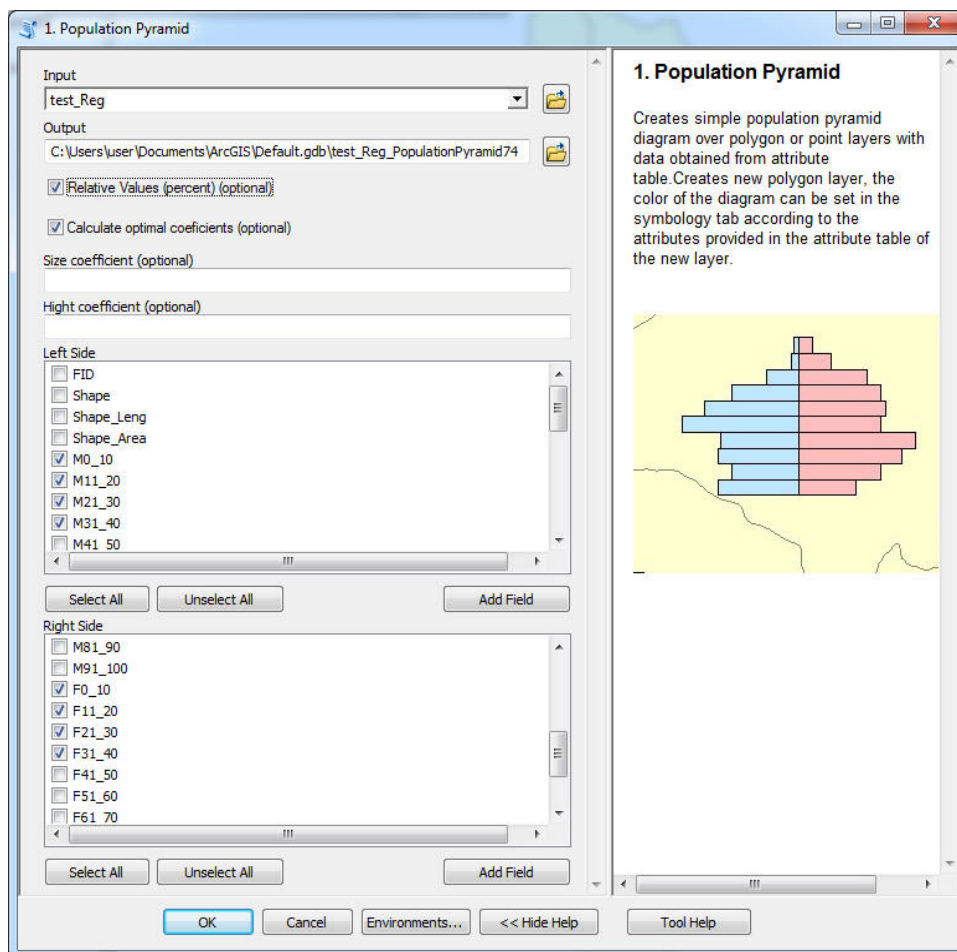


Obr. 5 Uživatelský toolbox Population Pyramid v rozhraní programu ArcGIS (Bekárek, 2017b)

Vstupními daty do nástroje je vrstva (polygonová nebo bodová), která v atributové tabulce obsahuje číselná data o věkovém složení obyvatelstva (obr. 6). Uživatel dále zadá název nové výstupní třídy prvků, kam se uloží nová polygonová geometrie pyramid. Dále se volí názvy atributů, kde jsou uložena číselná data samostatně pro levou a pravou stranu pyramidy. Volitelným parametrem je možnost přepočítání dat z absolutních veličin na relativní hodnoty (procenta).

Při tvorbě pyramid je nutné vyřešit rozměry vlastních grafů pyramid vzhledem k ploše jednotlivých pokladových území, aby se pyramidy v mapovém poli nepřekrývaly, nebo nebyly příliš malé. I umístění pyramid je optimální ve středu území. Velikostní problém řeší programový kód nástroje automaticky, pokud je zaškrtnuta volba „*Calculate optimal coefficients*“. V tom případě je spočítána výška a šířka grafu tak, aby vyhovovala pro všechna území a grafy v mapě. Uživatel má však možnost zadat i vlastní velikostní koeficienty sám, pokud mu automaticky navržené koeficienty nevyhovují. Zde je nejlepší postupovat tak, že se poprvé nechá spočítat a vykreslit automaticky velikost věkových pyramid a následně se upraví hodnota koeficientů na základě první varianty grafů. Hodnota automaticky spočítaných koeficientů se zobrazuje uživateli ve výsledkovém okně. Uživatel tak může postupně vytvořit několik variant velikostí grafů věkových pyramid a z nich si vybrat nevhodnější. Vytváří se vždy nová uživatelsky pojmenovaná polygonová vrstva.

Uživatel pro přidání nové vrstvy volitelně nastaví barevnou výplň levé a pravé strany pyramidy, tak jako u běžné polygonové vrstvy. Za tímto účelem jsou programem do atributové tabulky pyramidy přidány automaticky informace, zda obdélník náleží levé nebo pravé straně pyramidy. Pomocí nastavení pouze barvy pro obrys obdélníků a nastavení bez barevné výplně, lze zobrazit pouze obrysovou pyramidu. V případě nevhodného umístění apod. lze výsledné pyramidy převést na grafiku a finálně uživatelsky upravit podle potřeby.



Obr. 6 Rozhraní uživatelského nástroje Population Pyramid

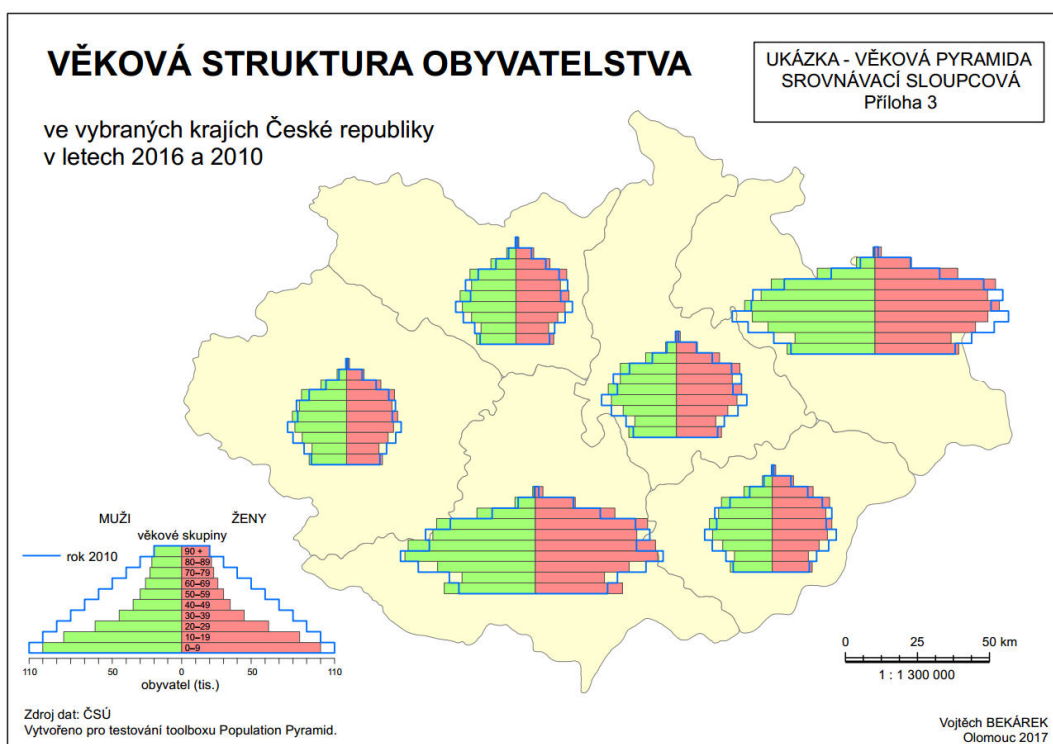
Promyšleným použitím nástroje lze vytvořit i složitější typy pyramid, které jsou uvedeny výše v kapitole 1, a to strukturní a srovnávací sloupcovo-obrysovou pyramidu. Vytvoření věkové pyramidy lze totiž volat opakovaně pro stejné území se stejnými velikostními koeficienty ale s různými zdrojovými číselnými hodnotami. Tyto další číselné hodnoty mohou představovat buď údaje o dílčích složkách (struktuře) věkové kategorie (počet svobodných) nebo srovnávací historický údaj. Touto opakovanou tvorbou pyramid nad stejnou zdrojovou geometrií z různých číselných údajů lze vytvořit kromě jednoduché věkové pyramidy i další dva typy věkových pyramid. Postup je takový, že geometrické vrstvy pyramid se skládají díky automatickému umístění přesně nad sebe. Vhodným nastavením pořadí vrstev a nastavením obrysů či průhlednosti lze vytvořit jak strukturní věkovou pyramidu, tak srovnávací obrysovou pyramidu (bez limitu počtu zobrazených roků). Kombinací sloupců s barevnou výplní a sloupců pouze s obrysovou barvou lze vytvořit i další typ věkové pyramidy a to sloupcovo-obrysovou věkovou pyramidu.

Důležitou částí nástroje je i možnost automaticky generovat odpovídající legendu věkové pyramidy pomocí druhého nástroje „**2. Create Legend**“, kdy volá druhý skript v jazyce Python. Vzniká opět nová samostatná uživatelsky pojmenovaná polygonová vrstva. Uživatel pouze musí ručně sladit použité barvy u vrstvy kartodiagramů a u vrstvy legendy, tak aby si navzájem odpovídaly. Legenda automaticky generuje i vodorovnou číselnou osu, která lze automatizovaně pomocí standardního nástroje Label popsat na základě obsahu generované atributové tabulky legendy.

Prezentovaný uživatelský nástroj Population Pyramid lze volně stáhnout ze stránek ArcGIS Online z adresy (Bekárek, 2017a):

<http://www.arcgis.com/home/item.html?id=081a80d5e885473baca6f0c2b4bea392>

Součástí balíčku je jednak uživatelský nástroj Population Pyramid, dále zdrojové soubory v jazyce Python, a také soubor cvičných dat, na kterých lze vyzkoušet funkčnost obou nástrojů a seznámit se tak s jejich použitím. Navíc jsou zde k nahlédnutí tři tematické mapy, které demonstrují výsledky použití nástrojů. Ukázka výstupu tematické mapy, která vznikla pomocí nástrojů z toolboxu Population Pyramid je na obr. 7.



Obr. 7 Ukázka tematické mapy s kartodiagramem srovnávacích sloupcovo-obrysových věkových pyramid (Bekárek, 2017b)

Závěr

Prezentovaný uživatelský toolbox Population Pyramid pro program ArcMap for Desktop v. 10. 3 a vyšší slouží k automatizaci tvorby věkových pyramid ve formě kartodiagramu. Na základě atributových dat polygonové (ev. i bodové) vrstvy program automaticky vytvoří a umístí v potřebné velikosti věkové pyramidy do mapového pole. Uživatel tak výrazně urychlí tvorbu mapy. Díky tomu, že věkové pyramidy vznikají jako nové geometrické vrstvy (ve formátu shp nebo třídy prvků v geodatabázi), tak uživatel může podle svých potřeb nastavit barevnou výplň i barvu ohraničení sloupců v pyramidě. Lze tak jednoduše vytvořit i pouze obrysovou pyramidu pro srovnávací typ pyramidy. Opakovaným voláním nástroje lze vytvořit i několik vrstev věkové pyramid nad sebou a vhodným nastavením barev vytvořit i strukturní pyramidy. Navíc lze pomocí nástroje generovat i odpovídající legendu. Tento uživatelský nástroj výrazně pomůže a urychlí mapovou tvorbu i tohoto typu kartodiagramu. Uživatelský nástroj je volně stažitelný ze stránek ArcGIS online a je tak k dispozici pro samostatnou tvorbu uživatelům.

Literatura

- BEKÁREK, V. (2017a). *ArcGIS Population Pyramid, Geoprocessing Sample*. [online] [cit. 2018-06-03]. Dostupné na: <<http://www.arcgis.com/home/item.html?id=081a80d5e885473baca6f0c2b4bea392>>
- BEKÁREK, V. (2017b). *Program pro automatizovanou tvorbu věkové pyramidy*. Bakalářská práce, Olomouc (Univerzita Palackého).
- Esri. (2016). *ArcGIS Desktop Help. The steps to create a graph*. [online] [cit. 2018-06-05]. Dostupné na: <<http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.4/map/graphs/the-steps-to-create-a-graph.htm>>
- FRIENDLY, M., DENIS D. J. (2001). *Milestones in the history of thematic cartography, statistical graphics, and data visualization*. [online] [cit. 2018-05-03]. Dostupné na: <<http://www.datavis.ca/milestones/index.php?group=1850%2B&mid=ms144>>
- Torrens University. (2018). *Population pyramid generator*. [online] [cit. 2018-06-05]. Dostupné na: <<http://phidu.torrens.edu.au/tools/population-pyramid-generator>>
- Atlas obyvateľstva Slovenska* (2006). Bratislava (Univerzita Komenského, Prírodovedecká fakulta).
- VOŽENÍLEK, V., KAŇOK, J. et al. (2011). *Metody tematické kartografie: vizualizace prostorových jevů*. Olomouc (Univerzita Palackého).
- Wikipedie. (2016). *Věková pyramida* [online] [cit. 2018-05-03]. Dostupné na: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Věková_pyramida>

S u m m a r y

Automatic creation of chart map with population pyramids

The custom toolbox Population Pyramid for ArcMap for Desktop v.10.3 is used to automate the creation of population pyramids in the form of chart maps. The toolbox contains two tools that call two Python scripts. The first tool “**1. Population Pyramid**” automatically creates and places the population pyramids in the map field in the required size and at optimal positions. The attribute data of an input polygon (or point) layer are source data for geometry of pyramids. The second tool „**2. Create Legend**“ in toolbox is aimed to automatically create the corresponded legend of pyramids.

Using this toolbox, the user will speed up the map creation. Because population pyramids are created as new geometric layers (stored as a shapefile or a feature class in the geodatabase), the user can set the color fill and color outline of the pyramid columns to suit their needs. Using this toolbox, contour can be simply added for creating the comparative population pyramid. Calling this toolbox repeatedly, several layers based on various data can be generated for the creation of structural pyramids. In addition, the user can set their own size of pyramids and change the final location manually after conversion to graphics.

These two custom tools will greatly accelerate the creation of chart maps. The custom toolbox Population Pyramid is freely downloadable from ArcGIS on-line where users can create their own thematic maps (<http://www.arcgis.com/home/item.html?id=081a80d5e885473baca6f0c2b4bea392>).

Fig. 1 Types of shapes of Population Pyramids (Wikipedie, 2016)

Fig. 2 Chart maps with population pyramids to show age structure in districts (Atlas obyvateľstva Slovenska, 2006)

Fig. 3 Structural population pyramid showing marital status of men and women (Atlas obyvateľstva Slovenska, 2006, p. 94)

Fig. 4 Comparative pyramid for two periods (2011 and 2025) and two territories (Torrens University, 2018)

Fig. 5 Custom toolbox Population Pyramid in ArcGIS (Bekárek, 2017b)

Fig. 6 Interface of custom toolbox Population Pyramid

Fig. 7 Thematic map example with column-contours population pyramids (Bekárek, 2017b)

Prijaté do redakcie: 3. júla 2018

Zaradené do tlače: júl 2018