

Interaktivní osnova

Úvod do tajemství map a GIS

4) Statistické mapy – choropletová a chorochromatická mapa

Inovace vzdělávacího modulu předmětu 6. Úvod do tajemství map a GIS (ZX404) proběhla v rámci projektu Zkvalitnění a Inovace Přípravy budoucích učitelů na MUNI (ZIP MUNI), reg. č. p.: CZ.02.3.68/0.0/0.0/19_068/0016170.



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



Autoři interaktivní osnovy:

- Mgr. Radim Štampach, Ph.D.
- RNDr. Vladimír Herber, CSc.

Zdroje použité při tvorbě interaktivní osnovy:

- software ArcGIS 10.4.1 od firmy Esri – konkrétně součástí ArcMap a ArcScene
- datová sada: ArcČR® verze 4.2 od firmy ARCDATA PRAHA, s.r.o. Data byla vytvořena ve spolupráci firmy ARCDATA PRAHA, Českého úřadu zeměměřického a katastrálního a Českého statistického úřadu. Jsou poskytována v licenci Creative Commons CC-BY 4.0 (uveďte původ). Licenční podmínky datové sady ArcČR® verze 4.2 lze najít v následujících dokumentech - [Podmínky poskytování prostorových dat ČÚZK](#) a [Podmínky pro využívání a další zveřejňování statistických údajů ČSÚ](#).
- znalosti autorů: Mgr. Radim Štampach, Ph.D., RNDr. Vladimír Herber, CSc.

Veškeré použité obrázky a vložené prezentace jsou autorským dílem Mgr. Radima Štampacha, Ph.D. a RNDr. Vladimíra Herbera, CSc. Nebyly použity žádné externí materiály jiných autorů.

Tento výukový materiál Statistické mapy – choropletová a chorochromatická mapa, jehož autory jsou Mgr. Radim Štampach, Ph.D. a RNDr. Vladimír Herber, CSc., a který je dostupný z

Databáze výstupů projektů OP VVV (<https://database.opvvv.msmt.cz>), lze použít v souladu s licenčními podmínkami **Creative Commons BY-SA 4.0 International** (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcode>).



Vrstvy SHP potřebné pro tuto lekci: OkresyPolygony

Potřebné programy: ArcMap

Statistické mapy

V minulých lekcích jsme se naučili vytvářet obecnou přehledovou mapu. Ale tvoří se i velké množství jiných druhů map. Jedním z nejčastěji se vyskytujících typů map jsou mapy statistické. Můžeme je vidět v televizi, v denním tisku a jiných médiích, kde slouží pro informování veřejnosti o ekonomice, počasí, volebních průzkumech a mnoha jiných tématech. Vyskytují se ve také vědeckých publikacích, kde slouží pro prezentaci výsledků studií. Všechny tyto případy využívají toho, že obrázek předává informace snáze než tabulka čísel nebo text v odstavcích. V následujících lekcích se proto naučíme vytvářet základní druhy statistických map. Ukážeme si to na vrstvě OkresyPolygony.

Pozor na názvosloví

Je nutné si dát pozor na správnou terminologii statistických map, která může být matoucí.

Kartogram označuje v češtině (nebo v němčině) mapu, která symbolizuje hodnotu určité oblasti v mapě pomocí výplně ploch dané oblasti. V angličtině je tento druh map nazýván choropleth map (**choropleťová mapa**). Pojem cartogram ale v angličtině znamená kartografickou anamorfózu, což je zcela jiný typ mapy! Je tedy nutné použít správný výraz např. při vyhledávání informací na internetu. V české odborné literatuře se proto můžeme setkat s oběma termíny označujícími stejný typ mapy – kartogram i choropleťová mapa.

Pojmu kartogram je podobný a zároveň je s ním příbuzný pojem **kartodiagram**. Jde o typ mapy, v níž je hodnota určité oblasti v mapě vyjádřena symbolem (např. kruhem, čtvercem apod.) či diagramem umístěným v mapě do této oblasti. Kartogram může být použit pouze pro plošné oblasti, zatímco symbol či diagram kartodiagramu mohou být přiřazeny plošným, bodovým, a dokonce i liniovým prvkům.

Naopak pojmu choropleťová mapa je podobný a zároveň je s ním příbuzný pojem **chorochromatická mapa**. Jde o typ mapy, v níž je vlastnost určité oblasti v mapě opět reprezentována určitou barvou výplně dané oblasti.

Choropleťová mapa ale znázorňuje kvantitativní rozdíl různých oblastí – např. hustotu

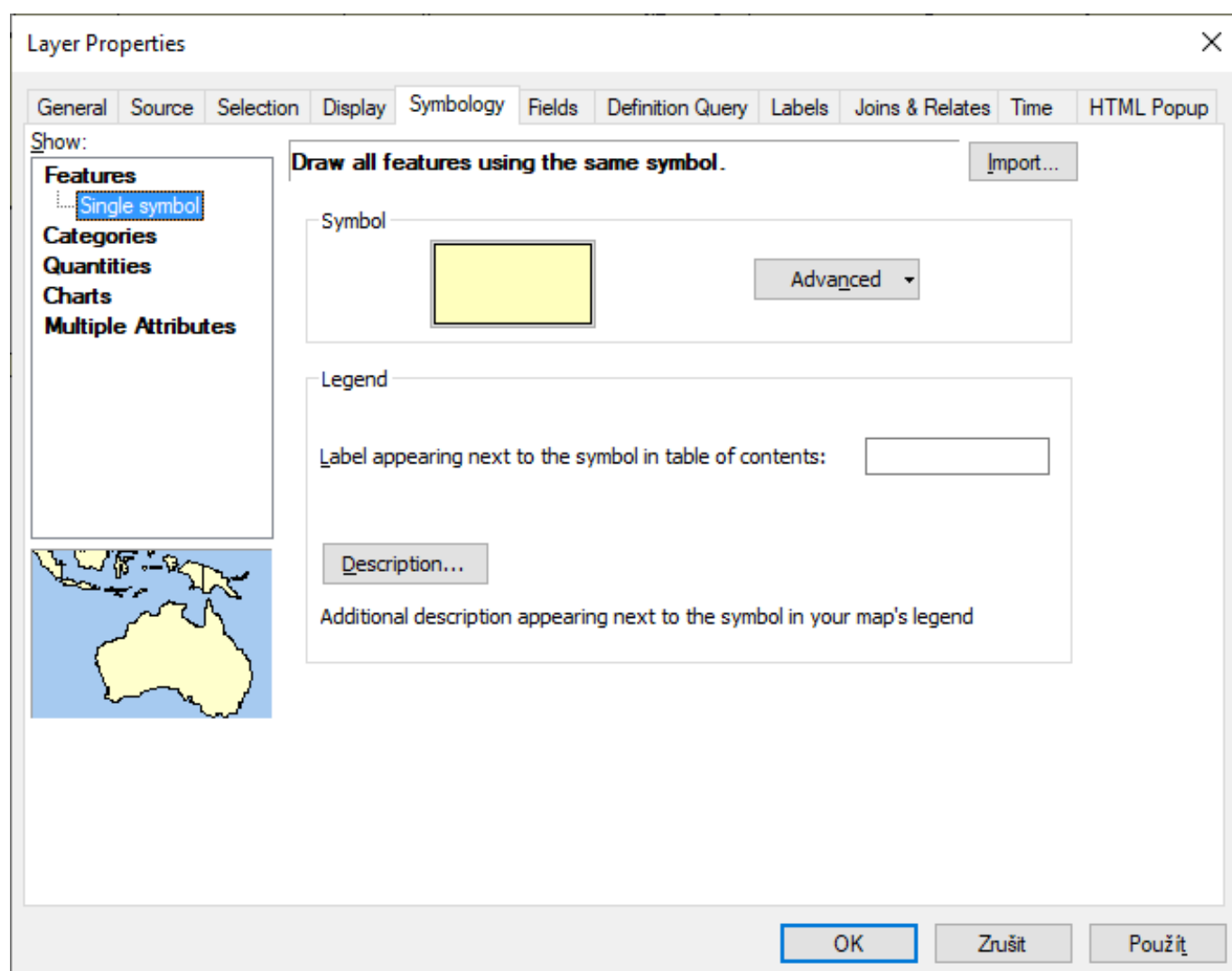
obyvatelstva. Oblasti lze podle této veličiny logicky seřadit. Pro tyto účely se používá barevná škála, která řazení navozuje – např. několik odstínů jedné barvy či postupný barevný přechod od jedné barvy ke druhé.

Chorochromatická mapa naopak znázorňuje kvalitativní rozdíl různých oblastí – např. různé geologické složení. Oblasti nelze podle této veličiny logicky seřadit. Pro tyto účely se používá barevná škála, která nenavozuje možnost barvy řadit – např. různé kombinace základních barev.

Další informace a ukázky jednotlivých typ map jsou obsaženy v prezentacích v této a v následující lekci.

Celá tato lekce se bude týkat prakticky jediné karty jednoho okna. Okno Layer Properties se dá otevřít kliknutím na vrstvu pravým tlačítkem myši a zvolením možnosti Properties. Následně se vybere karta Symbology, která řídí nastavení vzhledu vrstvy. Vlevo je sloupec, ve kterém se blíže specifikuje typ vizualizace.

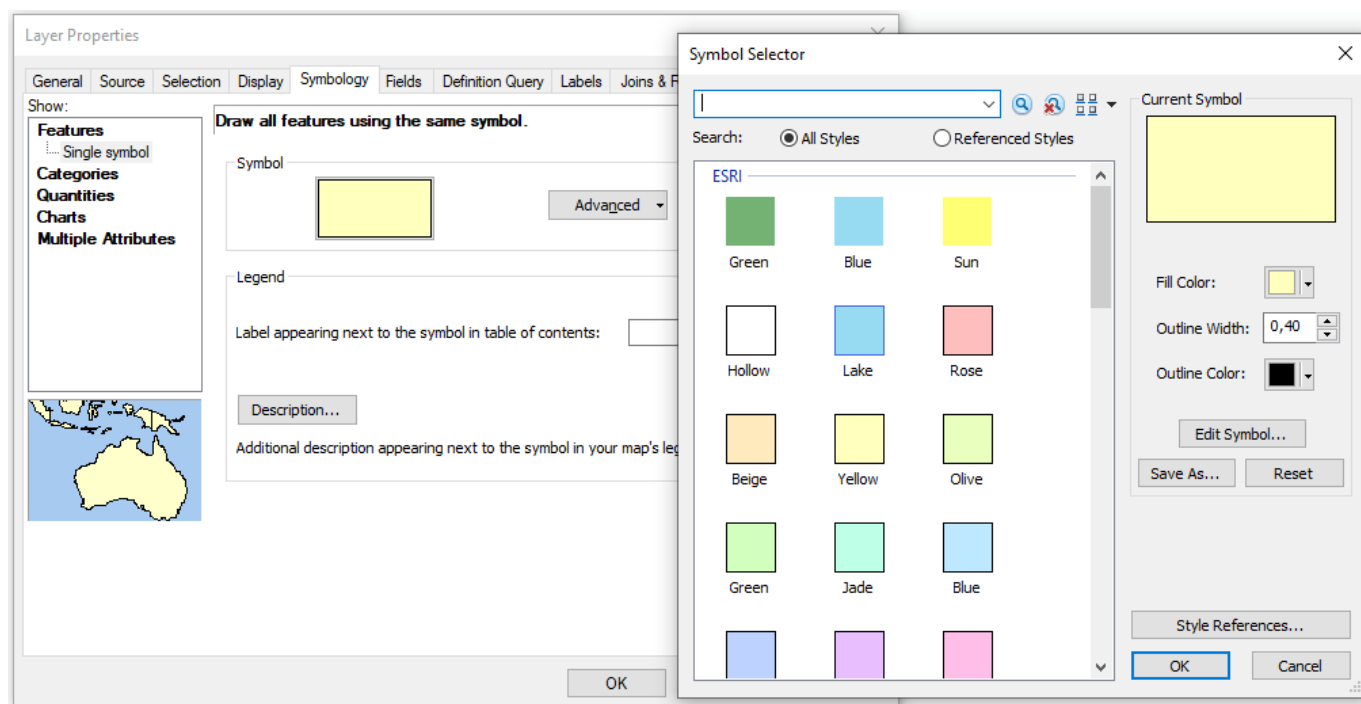
Základním nastavením je **Single symbol**, kdy se všem prvků vrstvy nastaví stejný vzhled.



Okno Layer Properties – karta Symbology

Po kliknutí na barevnou plochu se otevře okno Symbol Selector, které známe již z první lekce.

Lze v něm nastavit barvu výplně, barvu a sílu obrýsu atd.



Základní nastavení – všechny prvky vrstvy mají stejný vzhled

V této lekci se zaměříme na další typy vizualizace nabízené v levém sloupci karty Symbolology. Nebudeme se věnovat úplně všem, jen těm nejpoužívanějším.

Chorochromatická a choropleťová mapa

Prezentace o rozdílech mezi dvěma typy statistických map – chorochromatickou mapou a choropleťovou mapou nazývanou též kartogram.

Chorochromatická mapa

Jiný název též zní metoda kvalitativních areálů. Areály jsou srovnávány na základě kvality, ne kvantity. Např. zemědělský okres versus průmyslový okres, podnebné pásy – savany, stepy, geologie, tropy... Nemusí zde být nějaká číselná hodnota – nebo by dokonce neměla být. Cílem je odlišit regiony navzájem, ne vyjádřit barvou pořadí. Podtypem je „politická mapa“, známá ze školních atlasů, v níž barva odlišuje jednotlivé státy či regiony.

V kartě Symbolology se tato možnost skrývá pod položkou Categories – Unique values. Postup:

-

Zvolíme v poli Value Field takový sloupec atributové tabulky, který je jedinečný pro každý okres – např. kód okresu, název apod.

-

Zvolíme barevnou škálu v nabídce Color Ramp.

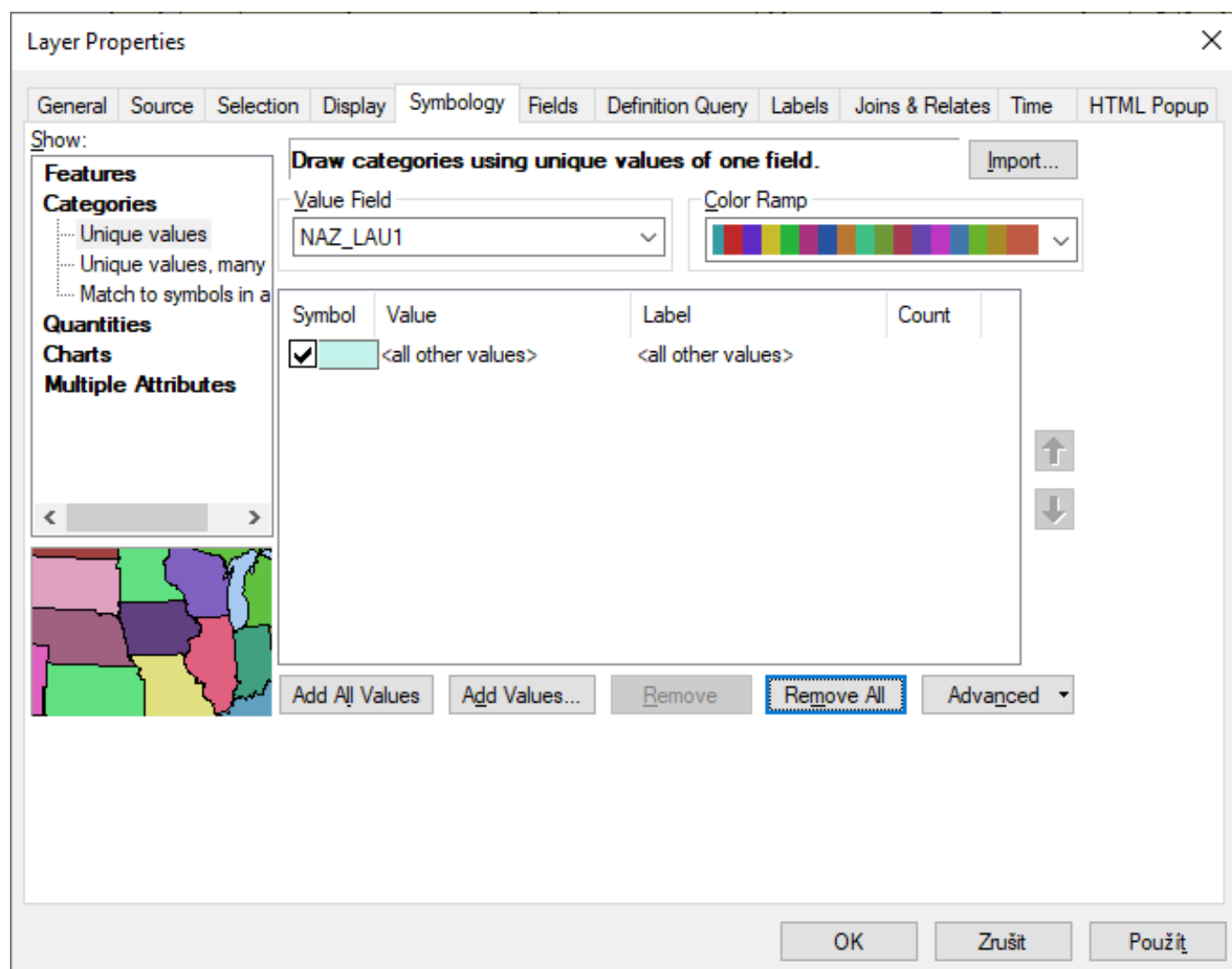
-

Kliknutím na tlačítko Add All Values přiřadíme každému okresu jedinečnou barvu. Pokud nejsme spokojeni s barvou některého okresu, dvojklikem na jeho barevný obdélník lze barvu změnit.

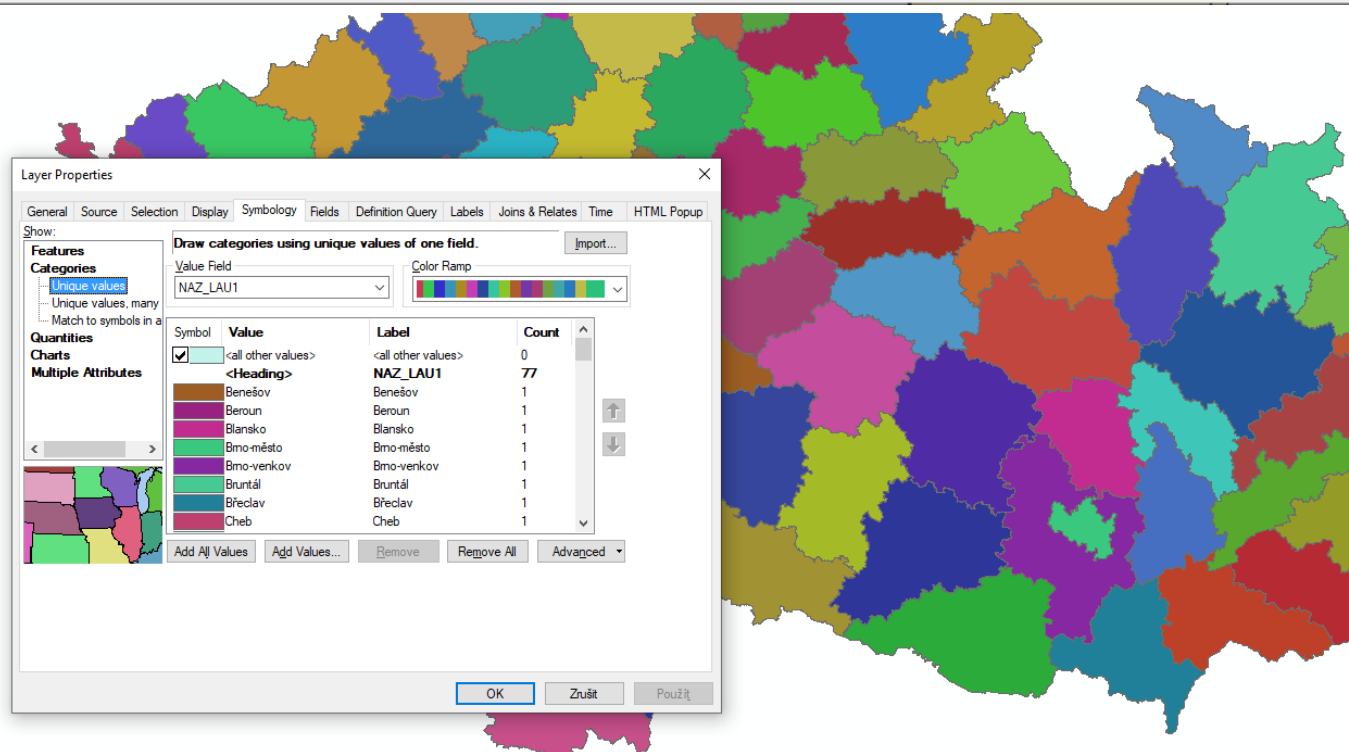
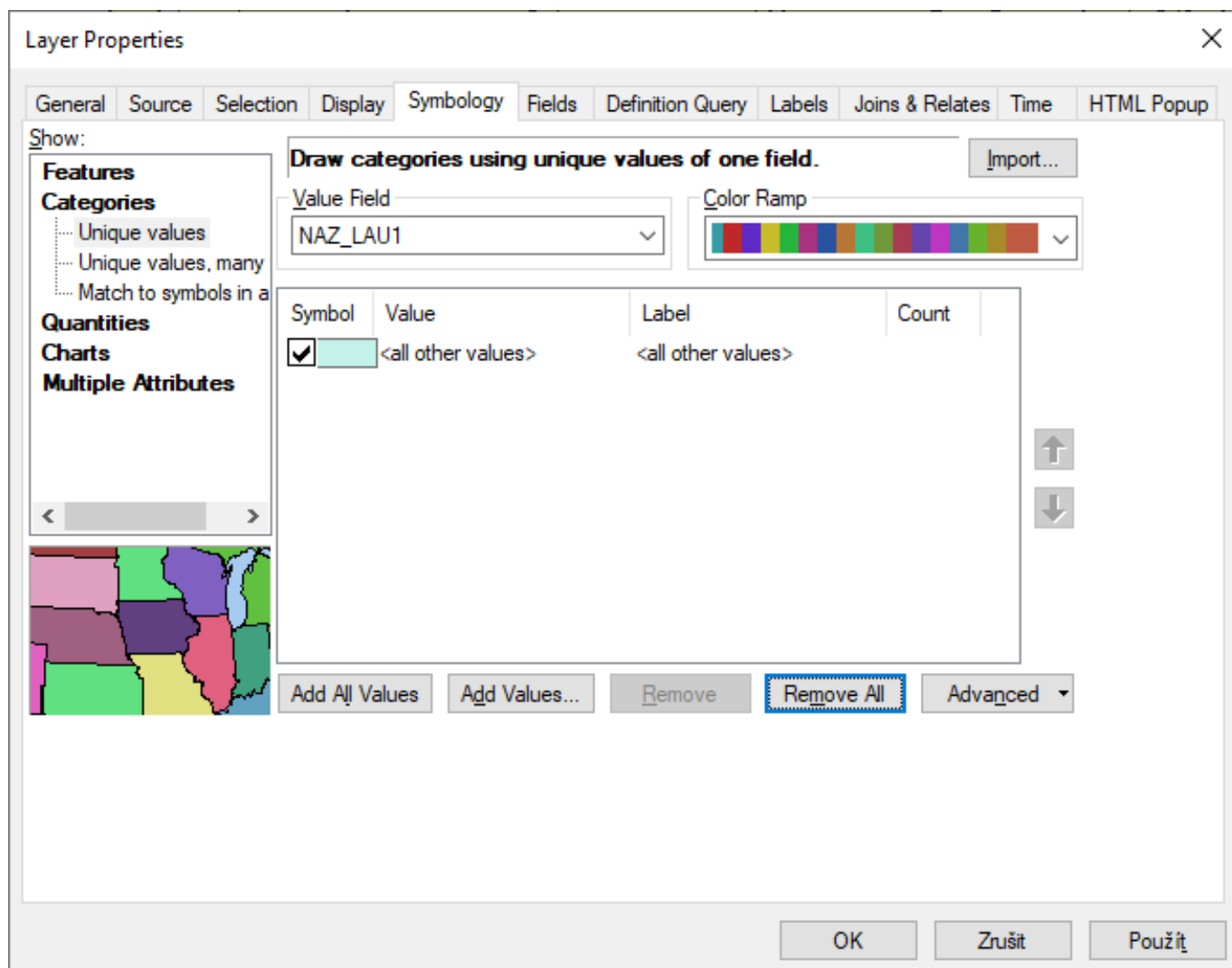
-

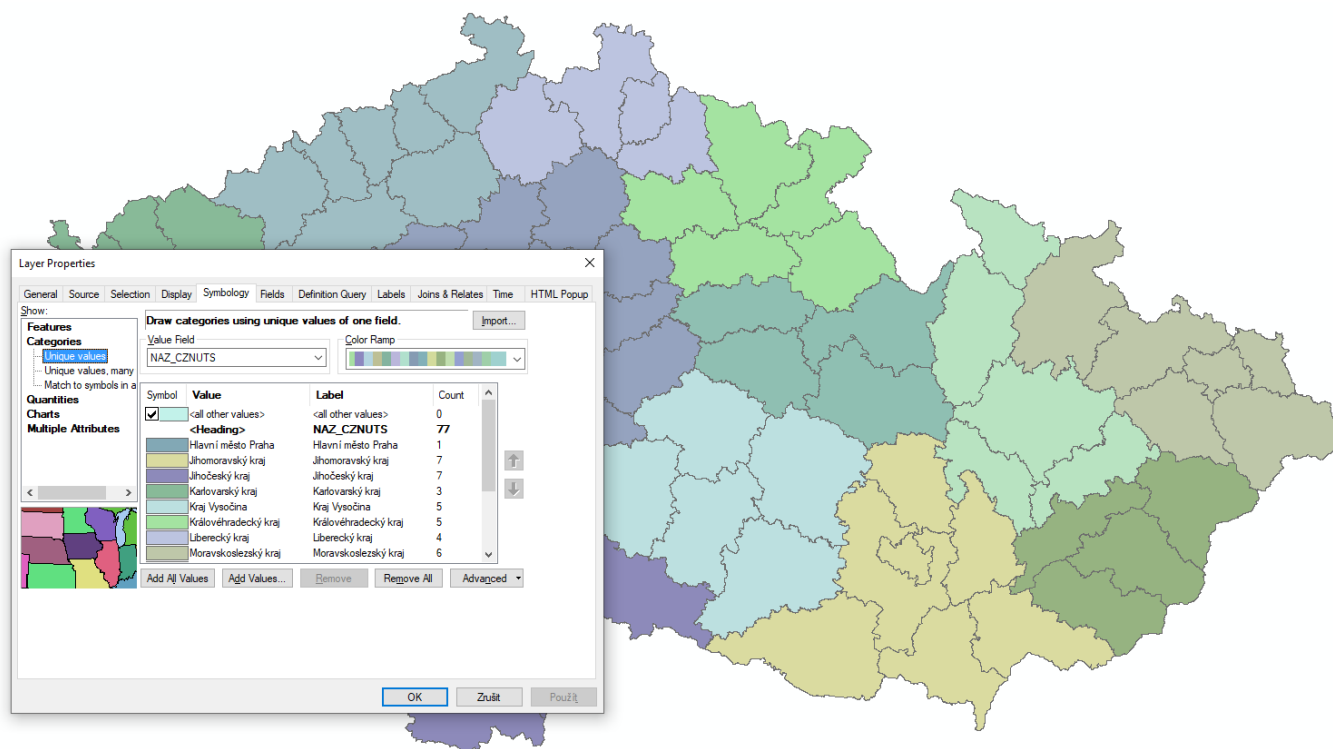
Výsledek si můžeme v mapě prohlédnout zvolením tlačítka Použít.

Mapa s velkým počtem menších oblastí a velkým počtem barev nepůsobí nejlépe. Vypadá přeplněná a není možné do ní ani umístit nějaké popisky. Chorochromatická mapa ale nemusí vždy každému regionu nastavit jedinečnou barvu. Lze např. rozdělit okresy podle příslušnosti do regionů soudržnosti NUTS 2. Okresy jsou tak rozřazeny do menšího množství skupin, i barev je tudíž méně a mapa je přehlednější. Zároveň pomůže zvolit světlejší barevnou škálu.



Nabídka pro nastavení chorochromatické mapy





Teorém čtyř barev a programy GIS

Programy GIS řeší problém barev chorochromatické mapy jinak, než to učí teorie klasické kartografie vytvořená v dobách ručního kreslení map. Při ručním kreslení mapy platí, že sousední plochy nesmí mít stejnou barvu, ale dvě na opačném konci ji mít mohou. Účelem je odlišit sousedící regiony.

Ve skutečnosti stačí na obarvení jakékoliv mapy tak, aby dvě sousedící území neměla stejnou barvu, pouhé čtyři barvy. Hovoří o tom tzv. teorém čtyř barev (např. https://en.wikipedia.org/wiki/Four_color_theorem).

ArcMap i jiné programy GIS řeší tento problém jinak. Použijí tolik barev, jako je ploch v mapě – každé ploše nastaví odlišnou barvu. Může se ale stát, že sousedící plochy budou mít dost podobné barvy.

Důvod, proč programy GIS nedodržují doporučení klasické kartografie, je prostý. Pro programátora je mnohem jednodušší zajistit, aby každá plocha měla jinou barvu, než zjišťovat pomocí teorému čtyř barev, která plocha má mít kterou barvu ze čtyř možných.

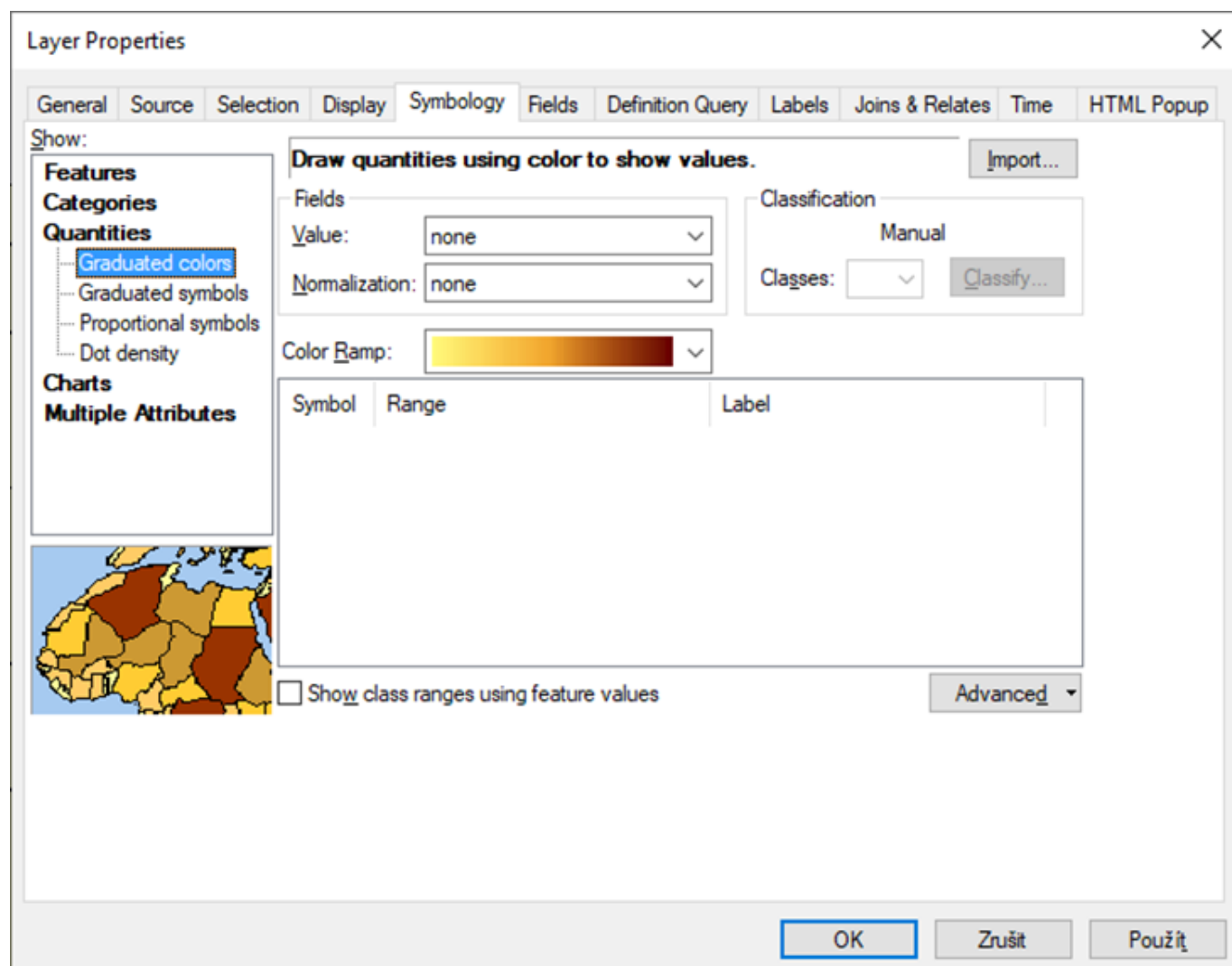
Pro tvůrce kreslící mapy na papír bylo naopak jednodušší střídat čtyři barvy než shánět např. 60 různých pastelek.

Kartogram (též choropletová mapa)

Další název zní metoda kvantitativních areálů. Je to patrně nejčastější typ statistické mapy.

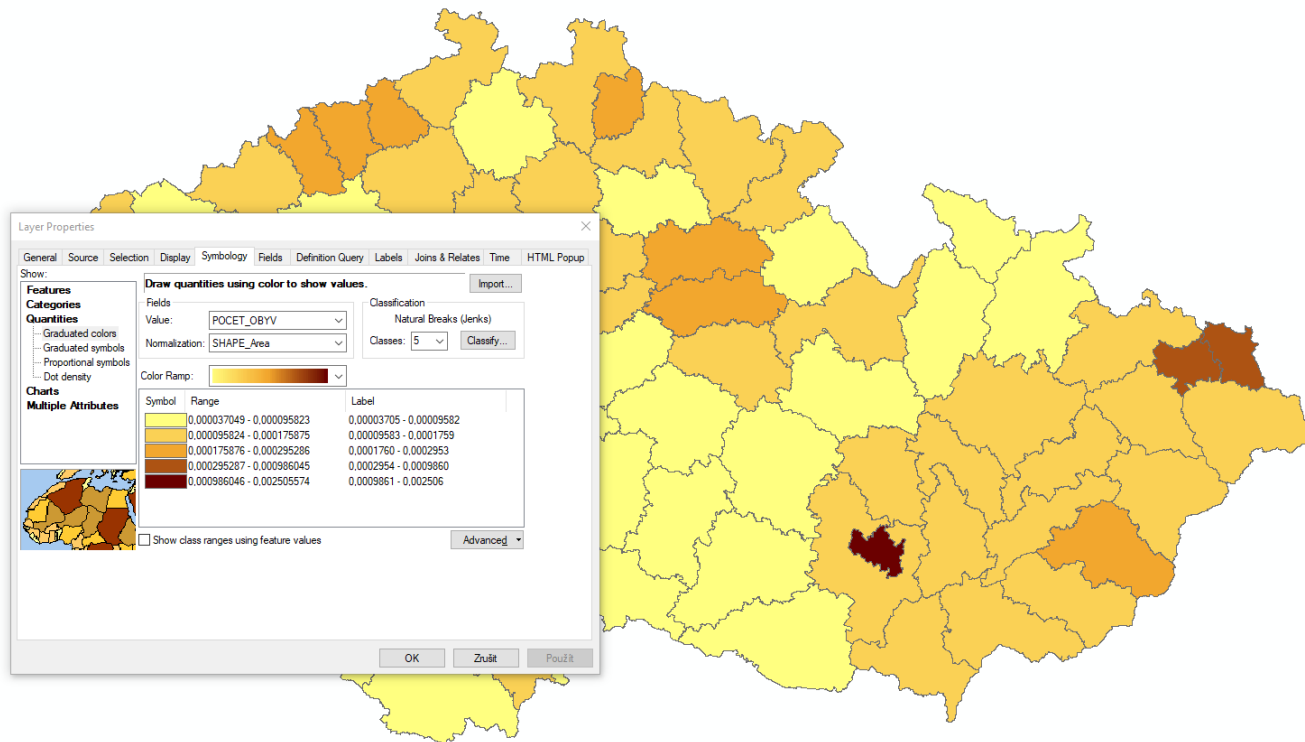
Znázorňují se v něm prakticky všechny myslitelné údaje, často i nesprávně. Neměl by být např. použit na absolutní čísla, jen na relativní hodnoty, přepočet na km², na procenta, podíl z celku apod. Více informací je v prezentaci výše.

V kartě Symbology se kartogram skrývá pod možností Quantities – Graduated colors.



Nabídka pro nastavení kartogramu

Vytvoříme si kartogram znázorňující hustotu obyvatel v okrese na km² – použijeme atribut POCET_OBYV. Do pole Value zadáme POCET_OBYV. Kartogram však má zobrazovat jen relativní hodnoty. Proto do pole Normalization zadáme sloupec Shape_Area. Do pole Classes musíme nastavit počet intervalů – skupin, do kterých se budou okresy rozdělovat. Nastavme např. 5. V poli Color Ramp vybereme vhodnou barevnou škálu. Následně se v tabulce objeví požadovaný počet intervalů, jejich barvy a hraniční hodnoty. Tlačítkem Použít můžeme toto nastavení zobrazit v mapě.



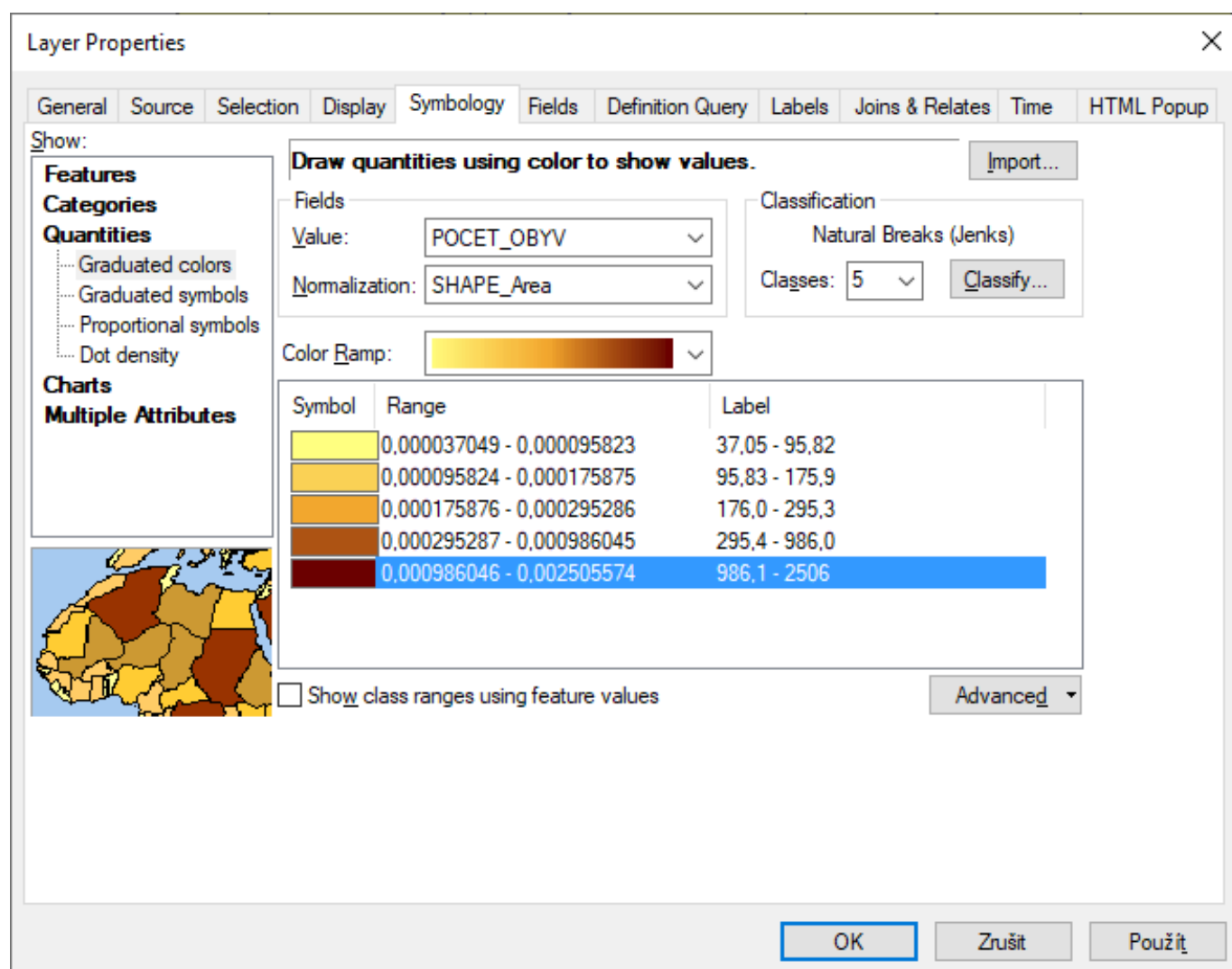
Kartogram před úpravou intervalů

Mapa má nastavené správné barvy, ale hranice intervalů jsou pro čtenáře nečitelné.

Barevné škály

Všimněte si, že barevné škály nabízené pro kartogram jsou odlišné od barevných škál nabízených pro chorochromatickou mapu. Škála pro kartogram slouží k řazení hodnot, takže je tvořena z přechodu mezi dvěma barvami.

Sami vidíte, že okresy se sice rozdělily do několika skupin, ale problémem jsou špatně čitelné hodnoty intervalů. Důvodem je, že plocha byla zadána v m^2 , takže musíme ještě hodnoty přepočítat na km^2 . Na kartě Symbology jsou v oblasti intervalů dva sloupce obsahující zdánlivě stejné hodnoty. Ve sloupci Range se nastavují skutečné číselné hodnoty hranic intervalů. Upravíme-li hodnoty v tomto sloupci, pak se budou okresy přesouvat mezi intervaly. Ve sloupci Label se nastavuje text, který bude umístěn v legendě a který uvidí uživatel. Pro dobrou srozumitelnost legendy tedy musíme hodnoty ve sloupci Legend přepočítat z obyv./ m^2 na obyv./ km^2 .



Ruční úprava hranic intervalů

Raději si relativní hodnoty předem vypočítejte do tabulky

Použili jsme způsob, kdy jsme provedli výpočet relativní hodnoty přímo v okně pro nastavení kartogramu a následně jsme přizpůsobili hodnoty pro legendu. Tento způsob má velkou nevýhodu. Jakmile potřebujeme udělat v připraveném kartogramu úpravu (změnit počet intervalů nebo způsob klasifikace), program vrátí ručně upravené hodnoty ve sloupci pro legendu do automatického stavu (sloupec Label bude stejný jako sloupec Range) a musíme je znovu ručně nastavit.

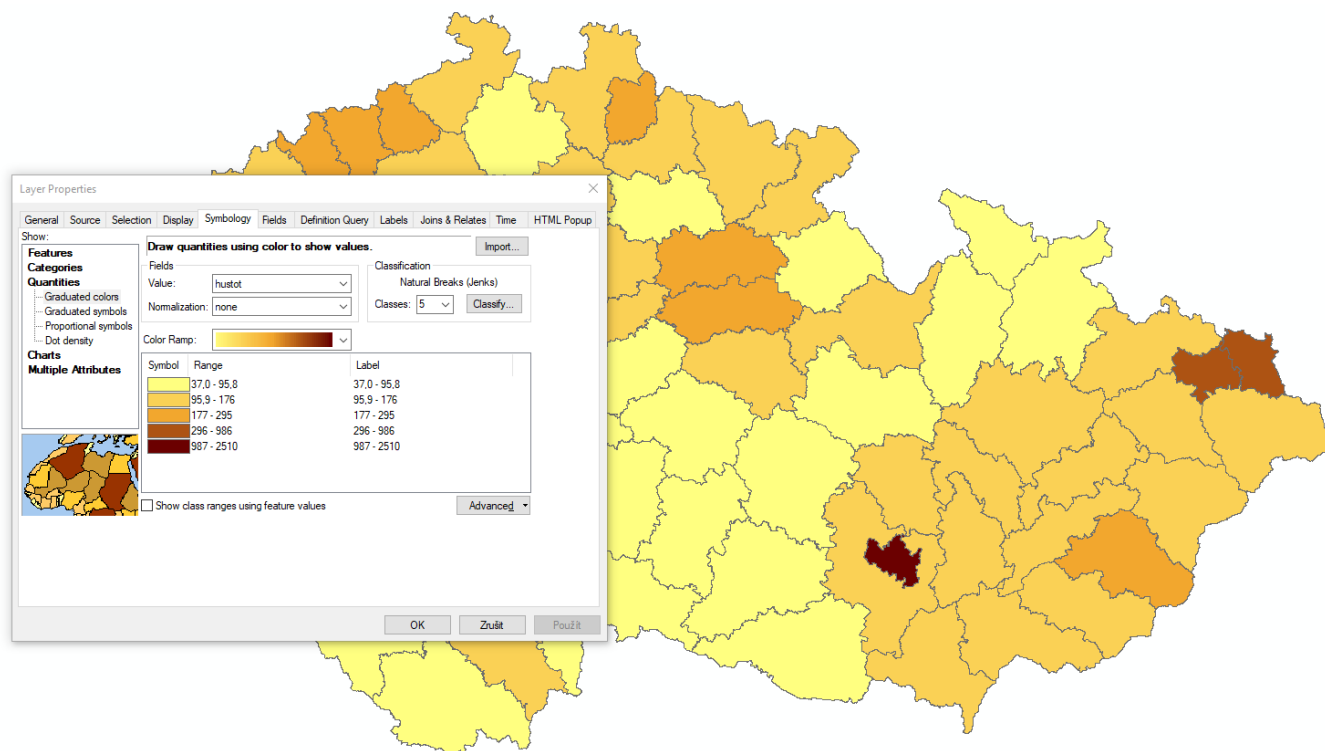
Doporučuji mít vždy relativní hodnoty pro kartogram vypočítané již přímo v atributové tabulce. Pokud budete chtít projekt mapy s kartogramem opakovaně používat či upravovat, pak vám to ušetří mnoho práce.

Vypočítejte si předem hodnoty do atributové tabulky

Procvičením znalostí z dřívější lekce si připravte podklady pro další práci. Do atributové tabulky vrstvy OkresyPolygony si přidejte sloupec pro desetinná čísla a spočítejte si zde hustotu obyvatelstva na km².

Nyní si můžeme vytvořit stejný kartogram znovu, ale do kolonky Value zadáme jen sloupec s

vypočítanou hustotou. Kolonka Normalization zůstane prázdná. Ve sloupci Label nemusíme přepisovat hodnoty.

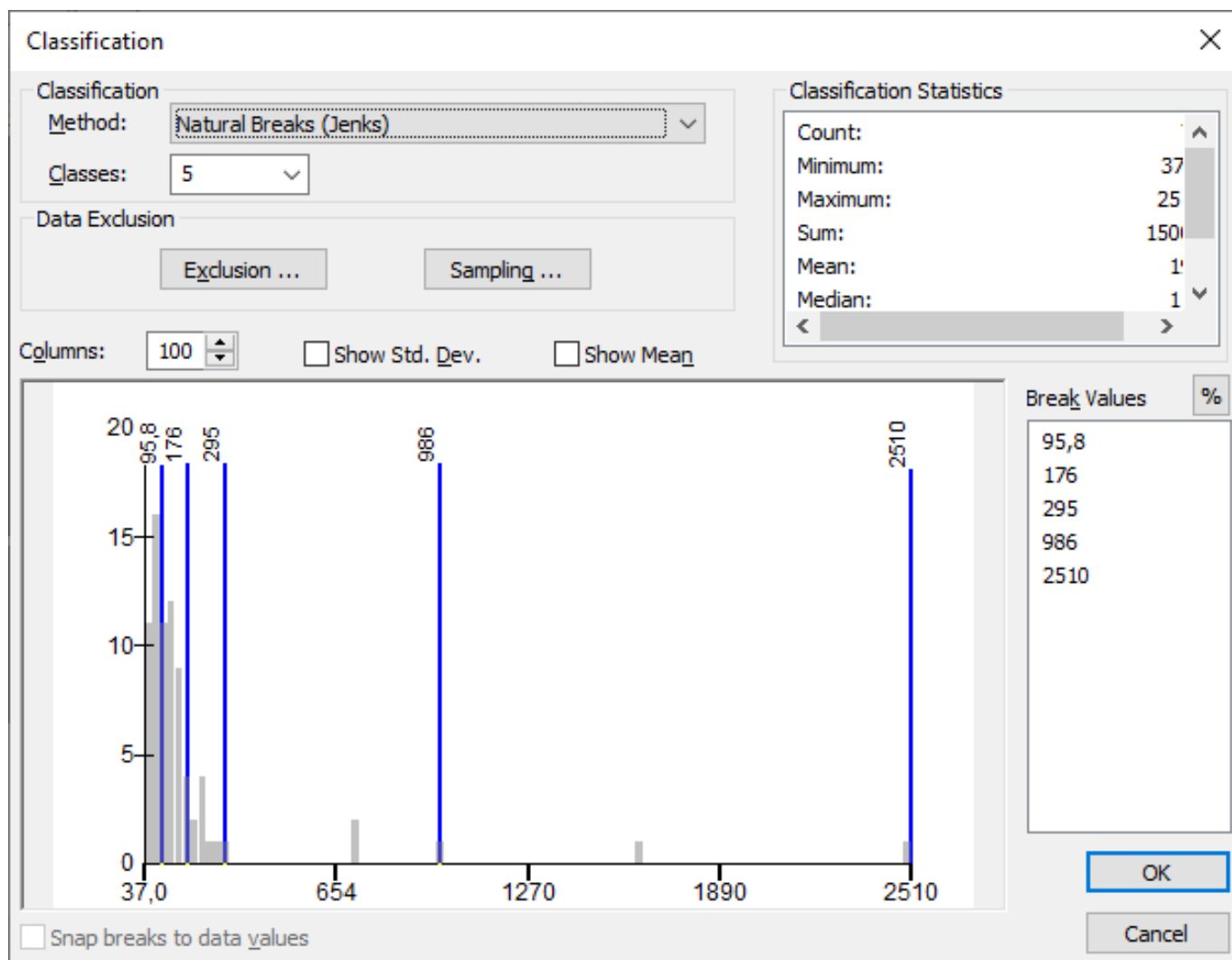


Kartogram vytvořený z hodnot předem vypočítaných v tabulce

V okně pro tvorbu kartogramu se nastavuje mezi jiným:

- počet intervalů (pole Classes)
- metoda klasifikace

Obojí lze nastavit po zvolení tlačítka Classify v okně Classification. Zde je opět možnost stanovení počtu intervalů a také nabídka na výběr metody klasifikace.



Nabídka nastavení klasifikace prvků do intervalů

Počet intervalů a metody klasifikace

Počet intervalů

Vhodný počet intervalů není přesně dán, závisí na situaci. Ale čím vyšší počet intervalů použijete, tím vyšší počet různých barev bude v mapě a tím menší rozdíly mezi barvami budou. Většinou se uvádí, že větší počet intervalů v mapě než 6–7 je již pro uživatele špatně rozeznatelný.

Metody klasifikace

Jádrem tvorby kartogramu, kartodiagramu a statistických map vůbec je pochopení metod klasifikace a volby intervalů. Nastavení intervalů je jednou z nejdůležitějších činností při tvorbě mapy! Dejte si na tom proto záležet. Nenechte to jen na programu GIS. Vycházejte z účelu mapy a z dat. Každá metoda se hodí pro jiný typ účelu.

Equal Interval – prostor od minimální po maximální hodnotu se rovnoměrně rozdělí do intervalů. Je určen počet intervalů, program dopočítá jejich délku.

Defined Interval – totéž, prostor se rozdělí do rovnoměrných intervalů. Je určena délka intervalu, program dopočítá jejich počet.

Natural Breaks – „klasifikace přirozených zlomů“ – klasifikace podle vrcholů frekvenčního grafu. Vyhledávají se takové hranice, aby rozdíly mezi intervaly byly co největší. Tuto metodu automaticky nastavuje ArcMap jako prioritní. Je sofistikovaná, ale často až přeceňovaná. Je vhodná, když chceme zdůraznit extrémní hodnoty. Ty totiž budou mít pravděpodobně vlastní interval a samostatnou barvu.

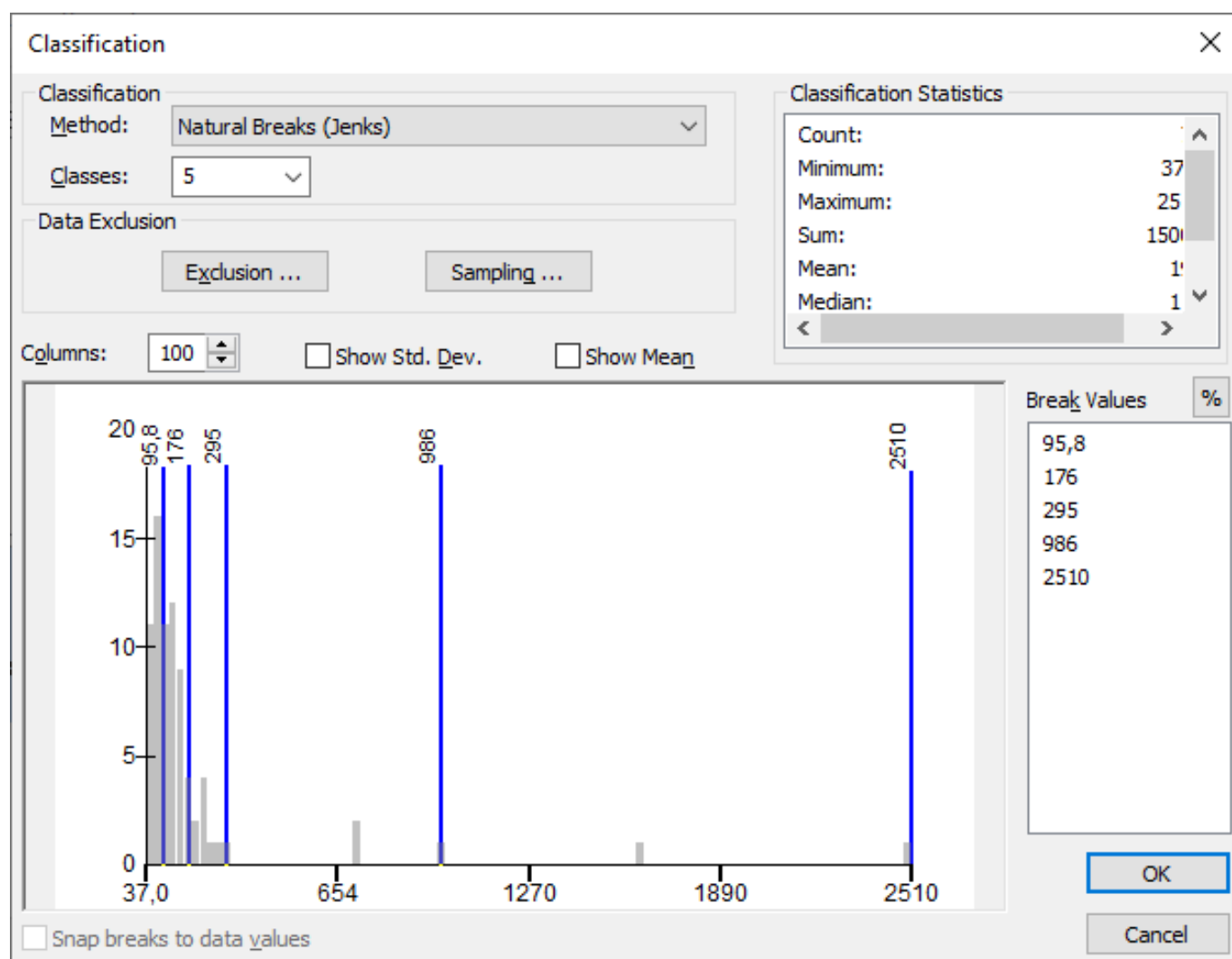
Kvantily – stanoví se takové hranice, aby každý interval obsahoval stejný počet prvků. Metoda zakrývá extrémní hodnoty, ale umožní rozeznat menší odlišnosti ve zdánlivě homogenním balíku neextrémních hodnot.

Geometrický interval – podobné kvantilům – hodí se pro kontinuální data, co nejmenší rozdíly mezi třídami. I samotný návod pro ArcMap prohlašuje, že princip je „těžko vysvětlitelný“. Doporučuji nepoužívat metody, jejichž princip je nejasný.

Směrodatná odchylka – podle odchylky od průměru. Hodí se pro data s normálním rozdělením.

V okně Classification je k dispozici i histogram hodnot zvoleného atributu. Ten můžete využít ke kontrole, zda jsou intervaly navrženy správně, případně je i pomocí myši posunout. Posunutí hranice dovoluje i to, aby hranice byly co nejzaokrouhlenější a tedy snadno zapamatovatelné pro uživatele mapy. Ve sloupci vlevo jde nastavit přesné intervaly i zadáním čísla.

V kartogramu hustoty obyvatelstva v okresech zvolíme metodu klasifikace Natural Breaks. V histogramu je vidět, že některé hranice (295, 986) lze posunout na zaokrouhlenější hodnotu, aniž by některý okres přešel do jiného intervalu. Hranice 176 nebo 95,8 zaokrouhlovat nebudeme, jsou v oblasti, kde má svou hodnotu velké množství okresů. Posun hranice by tedy mohl způsobit přesun některého okresu do jiného intervalu a porušit tak způsob klasifikace. To sice není zakázáno, ale zní lépe, když můžeme u statistické mapy říct, že pro klasifikaci do intervalů byla použita určitá metoda.



Automaticky nastavená klasifikace

V histogramu je vidět, že některé hranice intervalů lze změnit na zaokrouhlené a zapamatovatelné hodnoty, aniž by bylo narušeno rozdělení prvků do intervalů.

Classification



Classification

Method: Natural Breaks (Jenks) v

Classes: 5 v

Data Exclusion

Exclusion ...

Sampling ...

Columns: 100 v

☐ Show Std. Dev.

☐ Show Mean

Classification Statistics

Count: 37 ^

Minimum: 25

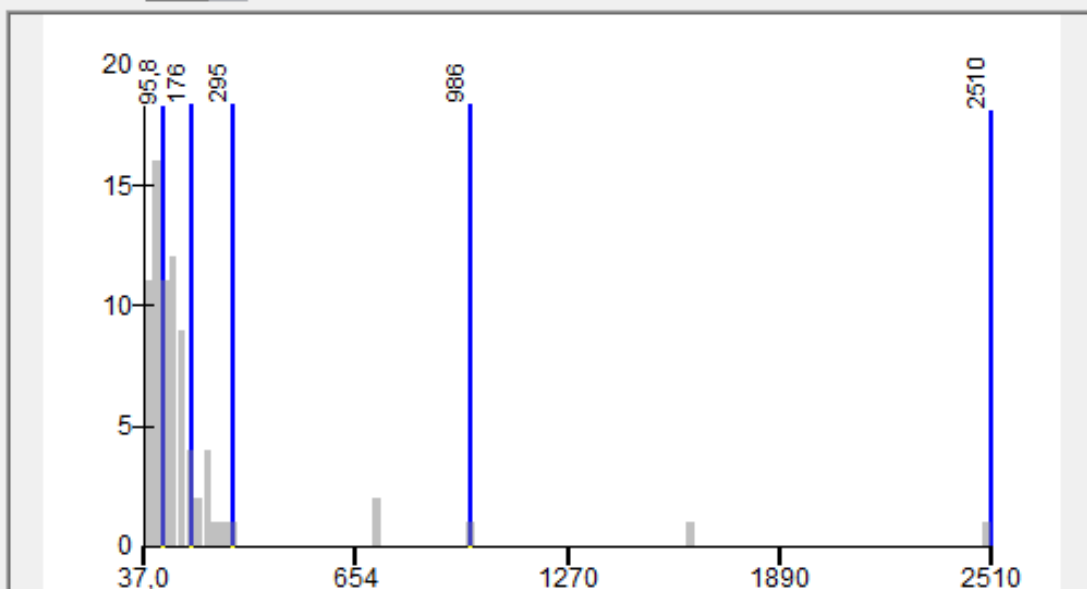
Maximum: 1501

Sum: 1501

Mean: 1' v

Median: 1 v

< >



☐ Snap breaks to data values

Break Values

%

95,8

176

295

986

2510

OK

Cancel

Classification



Classification

Method: Natural Breaks (Jenks) v

Classes: 5 v

Data Exclusion

Exclusion ...

Sampling ...

Columns: 100 v

☐ Show Std. Dev.

☐ Show Mean

Classification Statistics

Count: 37 ^

Minimum: 25

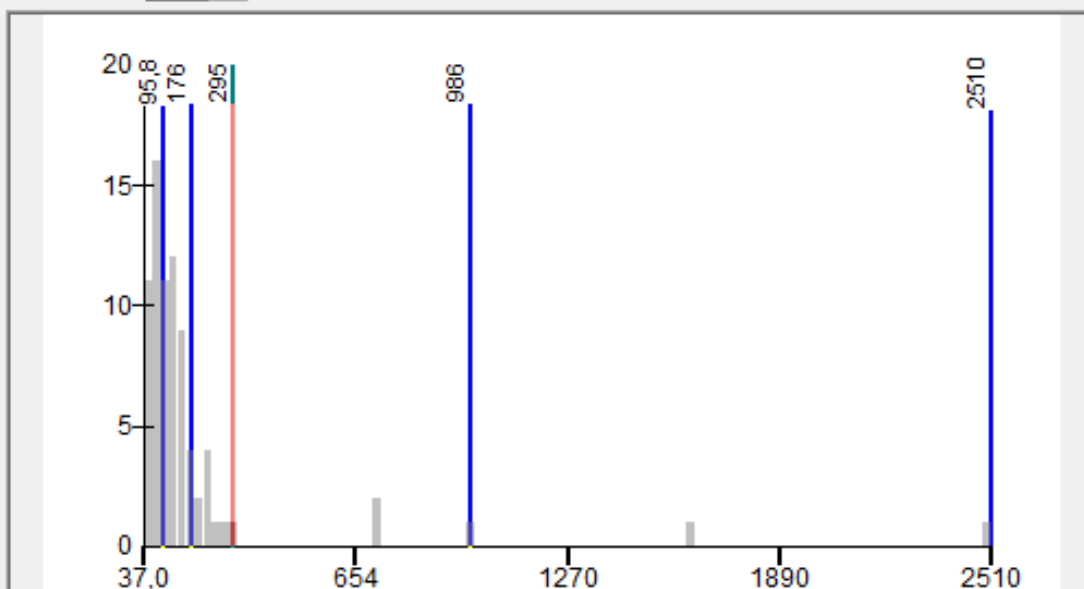
Maximum: 150

Sum: 150

Mean: 1 v

Median: 1 v

< >



☐ Snap breaks to data values

10 Elements in Class

Break Values

%

95,8

176

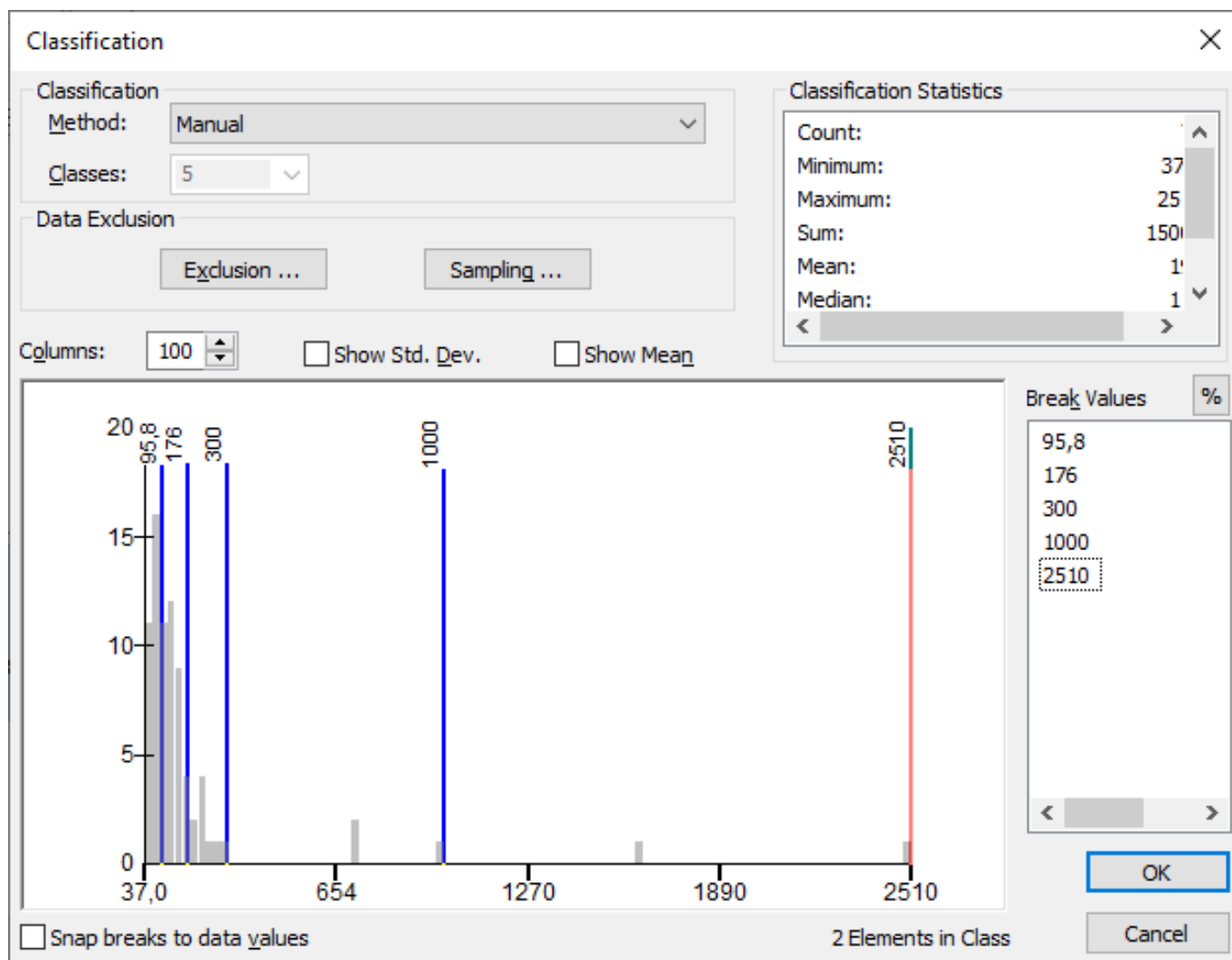
295

986

2510

OK

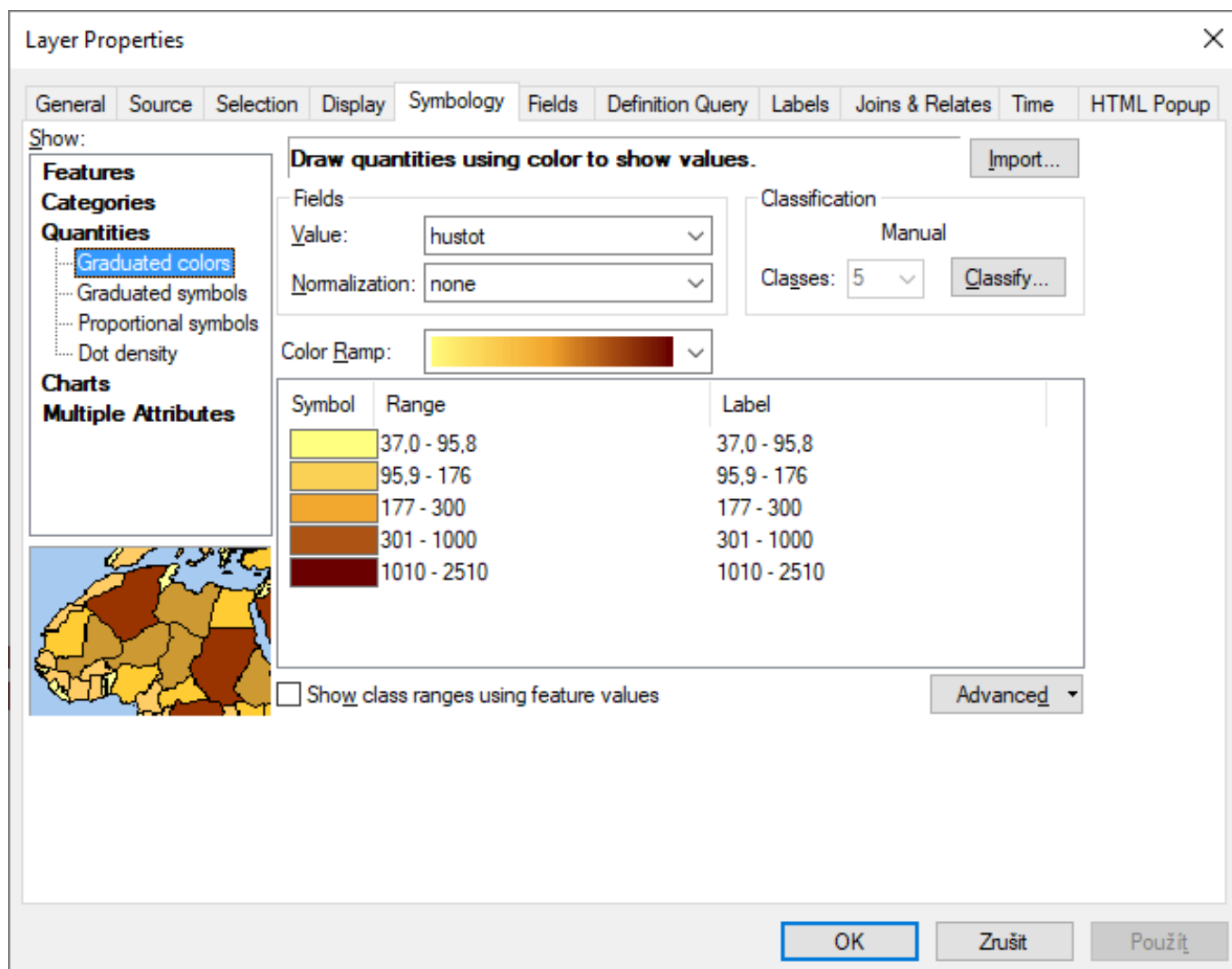
Cancel



Metoda klasifikace Manual

Jakmile ručně jakkoliv zasáhnete do automaticky nastavených hranic intervalů, tak se metoda klasifikace automaticky změní na Manual. Pokud ale měníte hranice tak, aby se jen zaokrouhlily, aniž by nějaký okres přešel do jiného intervalu, je možné stále tvrdit, že jste použili danou metodu klasifikace.

Po ukončení okna Clasify a přechodu zpět na kartu Symbology si všimněte, že po změně hranic intervalů změnil ArcMap automaticky další hranice tak, aby s upravenými hranicemi nekolidovaly.



Nastavení kartogramu po ruční úpravě hranic intervalů

Zapamatovatelné a nekolizní hranice intervalů spoluvytváří srozumitelnou mapu

Pokud je možné hranice intervalů upravit na **zaokrouhlené**, aniž by vám to rozbilo metodu klasifikace, tak je určitě dobré to udělat. Čím více jsou hranice intervalů zaokrouhlené nebo čím mají méně desetinných míst, tím jsou zapamatovatelnější a mapa je pro uživatele čitelnější! Např. 11–20, 21–30...

Zároveň je vhodné, aby intervaly byly **nekolizní** – aby žádná hodnota nepatřila dvěma intervalům. Příkladem kolizních intervalů by byly 10–20, 20–30...

Musí se ale zajistit, aby žádný region mapy "**nevypadl ze stupnice**", tedy aby se neocítl mezi intervaly. Není možné např. použít stupnici 11–20, 21–30, pokud má některý region hodnotu 20,63.

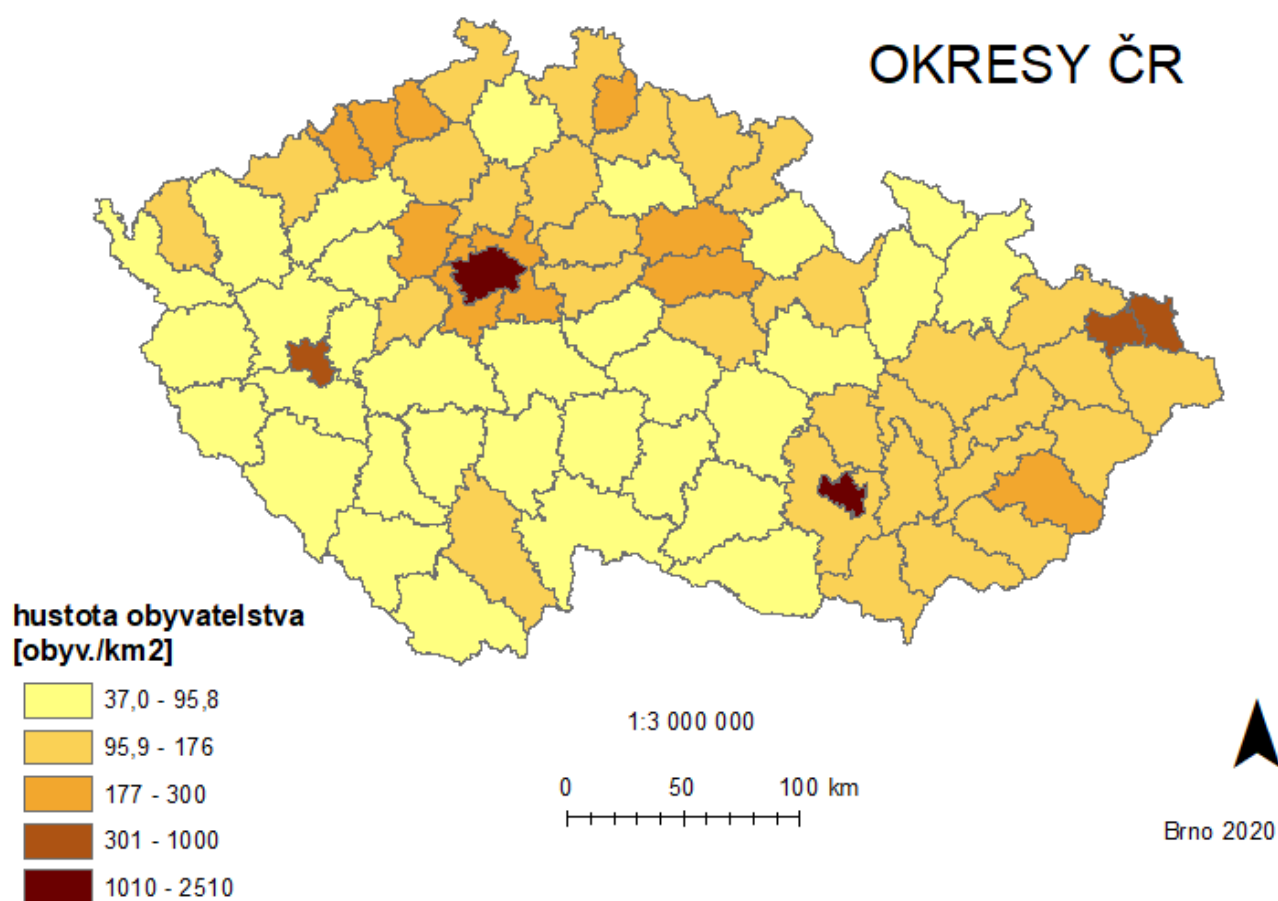
Je tedy potřeba splnit všechny požadavky:

1. žádný region nesmí mít hodnotu mimo hranice intervalů,
2. vzájemně nekolizní hranice intervalů,
3. co nejzaokrouhlenější hranice intervalů, resp. co nejnížší počet desetinných míst.

Tyto požadavky jsou někdy protichůdné. Lze je řešit kompromisem. Je např. možné použít u hranic intervalů i desetinná místa, ale co nejmenší počet, např. 57,1–61,0, 61,1–65,0, 65,1–68,0...

Po nastavení kartogramu můžeme nyní mapu dokončit. Lze přidat další vrstvy, popisky a vytvořit zrcadlo mapy tak, jak je to popisováno v předešlé lekci. Hlavní odlišností při tvorbě zrcadla statistické mapy oproti obecné mapě je legenda. Tu je nejlepší opět vytvořit pomocí průvodce, převést na grafiku a dotvořit ručně. Pomocí textového pole byl také přidán nadpis legendy.

Existuje i možnost, jak v textovém poli vytvořit horní či dolní index a dotvořit zkratku km^2 k dokonalosti. Dvojklikem na text se otevře editace textového pole. Nenápadný text „About formatting text“ obsahuje nápovědu, jak dosáhnout méně obvyklého formátování. Např. horní index se vytvoří tak, že se daný text uzavře do tagu `<SUP>`.

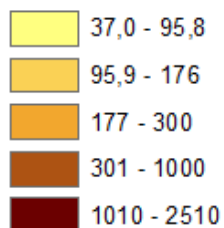


Kartogram s vytvořenou legendou

Pro dosažení tohoto stavu je nutné provést ruční úpravy automaticky vygenerované legendy.

OKRESY ČR

**hustota obyvatelstva
[obyv./km²]**



1:3 000 000

0 50 100 km



Brno 2020

Properties

Text Size and Position

Text:

hustota obyvatelstva
[obyv./km²]

Font: Arial 12,00

Angle: 0,00

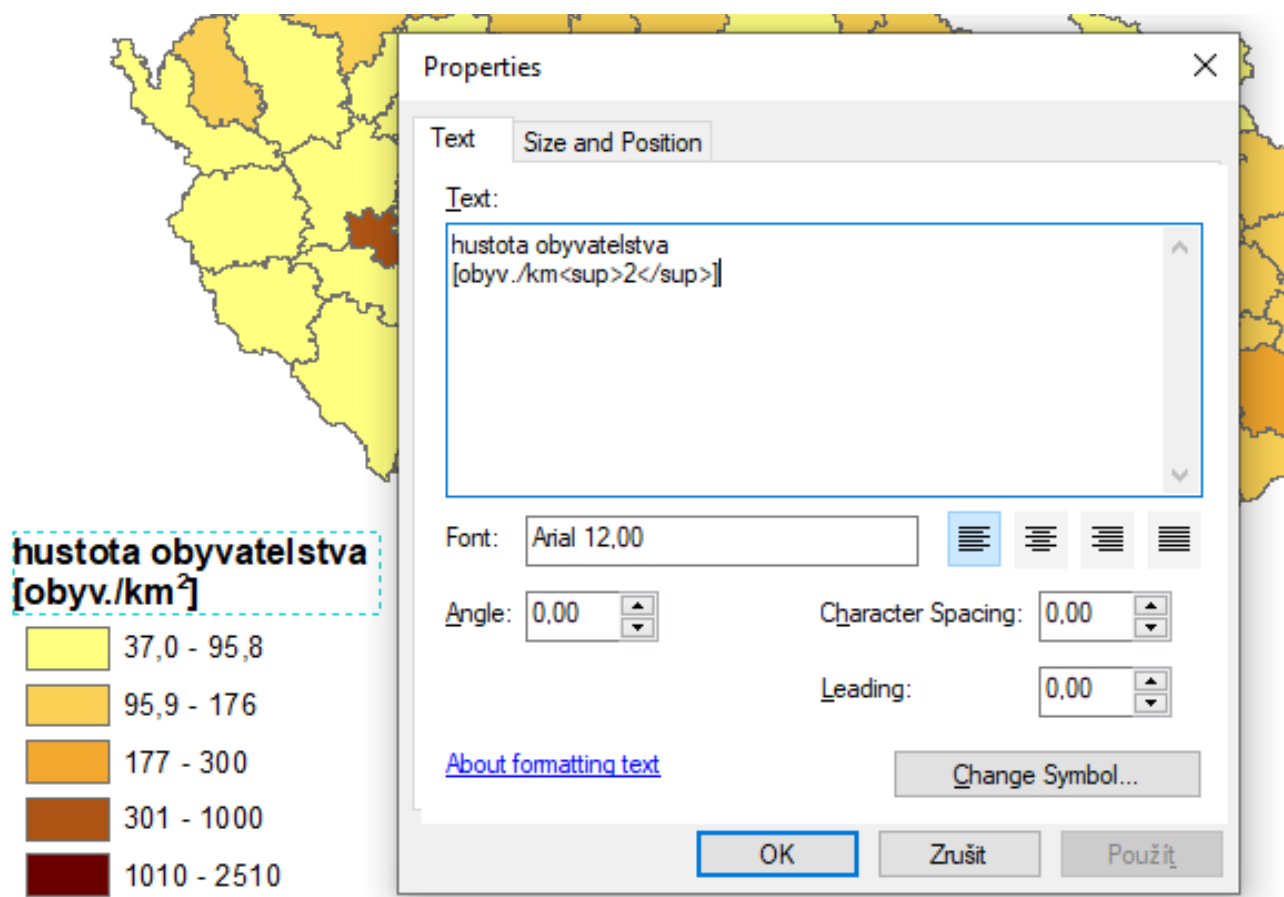
Character Spacing: 0,00

Leading: 0,00

[About formatting text](#)

Change Symbol...

OK Zrušit Použít



Opakování

Procvičení znalostí z lekce

Vytvořte si kartogram okresů podle nějaké jiné relativní hodnoty dostupné v atributové tabulce – např. podle míry nezaměstnanosti.

[Předchozí](#)

[Následující](#)