

Interaktivní osnova

Úvod do tajemství map a GIS

2) Souřadnicové systémy a analýzy vektorových vrstev

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 součásti 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 Souřadnicové systémy a analýzy vektorových vrstev, 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, VodniToky, KrajePolygony, KrajePolygony_jtsk (ve složce s-jtsk)

Potřebné programy: ArcMap

Souřadnicové systémy

Všechna prostorová data, která využíváme v programech GIS jako vrstvy, jsou vytvořena v určitém souřadnicovém systému (anglická zkratka je SRS). Ten určuje, jak se budou data zobrazovat v programech GIS. Souřadnicových systémů je mnoho a vrstva může mít kterýkoliv z nich. Pokud potřebujeme změnit souřadnicový systém vrstvy, tak musíme provést **transformaci souřadnicového systému**.

Souřadnicové systémy

Prezentace o základech souřadnicových systémů a vzájemném rozlišení systémů, které se nejvíce používají u prostorových dat v ČR.

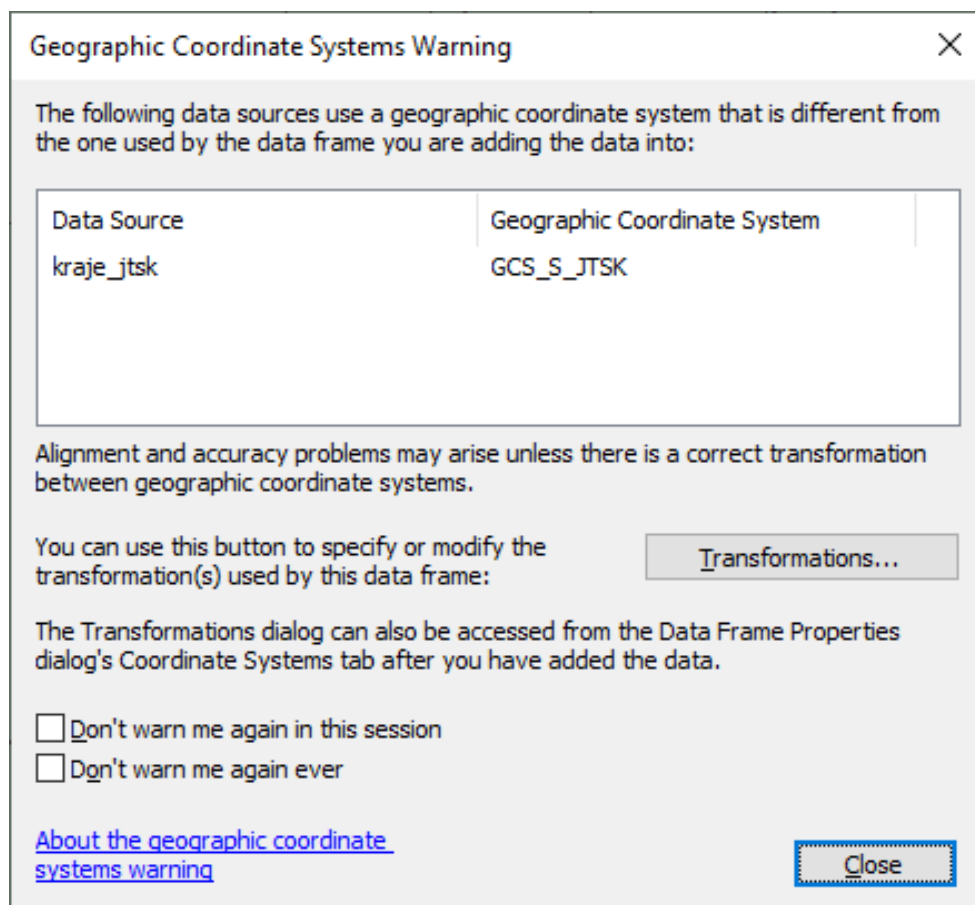
Souřadnicové systémy jsou věda...

Tematika souřadnicových systémů je velmi komplexní součástí kartografie, která se řeší v samostatných předmětech, většinou nazvaných Matematická kartografie. Tato lekce nastíní jen úzké základy, které potřebují znát začátečníci v programech GIS.

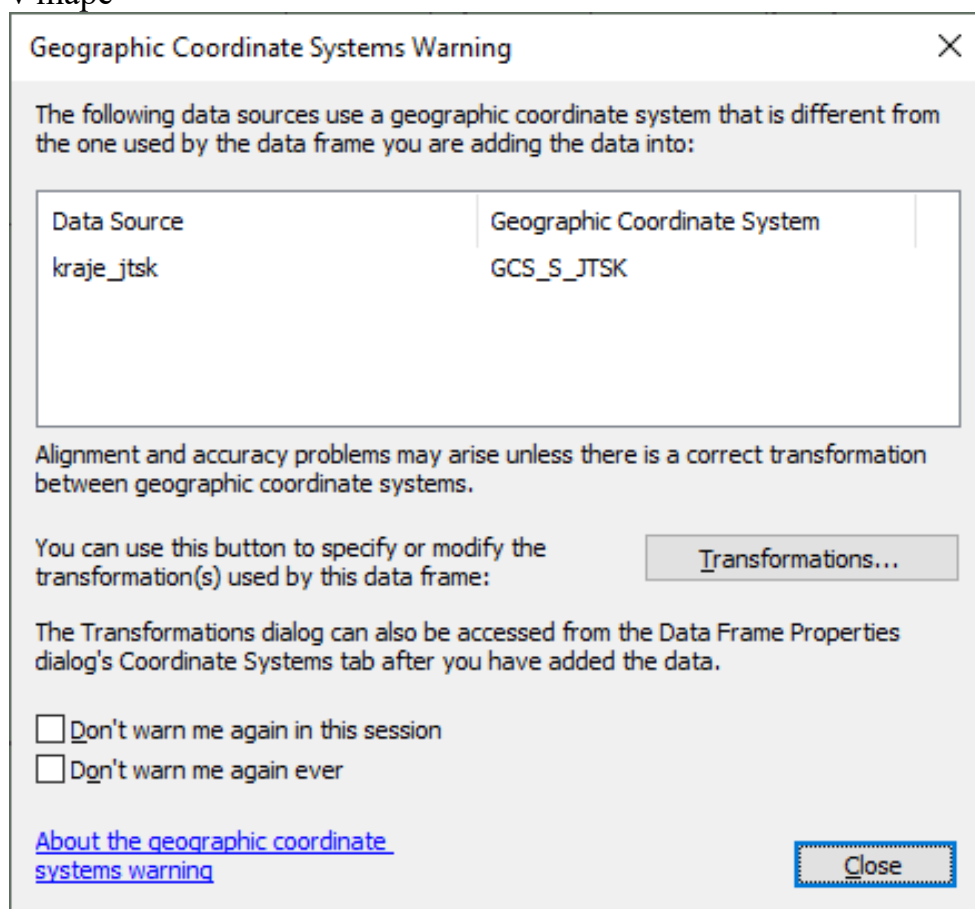
V programech GIS (v ArcGIS i jiných) se rozlišují souřadnicový systém vrstev a souřadnicový systém mapy.

Souřadnicový systém vrstvy

Nahrajte si do programu ArcMap vrstvy KrajePolygony a KrajePolygony_jtsk. Když budete nahrávat druhou z nich, pravděpodobně uvidíte okno, kterým vás program varuje, že chcete nahrát dvě vrstvy s odlišným souřadnicovým systémem. To je v pořádku, varování jen zavřete. Obě vrstvy se nahrají. Každá vrstva, kterou nahráváte do programu GIS, by měla mít nastavený souřadnicový systém. Lze ho zjistit v okně Properties vrstvy na kartě Source. Obě nahrané vrstvy mají odlišný souřadnicový systém.



Okno varující, že nahráváte vrstvy s jiným souřadnicovým systémem, než je systém nastavený v mapě



General Source Selection Display Symbology Fields Definition Query Labels Joins & Relates Time HTML Popup

Extent

Top: 5656235,872388 m
Left: 292639,360575 m Right: 779166,533919 m
Bottom: 5377818,574292 m

Data Source

Data Type: Shapefile Feature Class
Shapefile: C:\Dokumenty\postdoc2020\tajemstvi\kraje\kraje_utm.
Geometry Type: Polygon
Coordinates have Z values: No
Coordinates have measures: No

Projected Coordinate System: WGS_1984_UTM_Zone_33N
Projection: Transverse_Mercator
False_Easting: 500000,00000000
False_Northing: 0,00000000

<

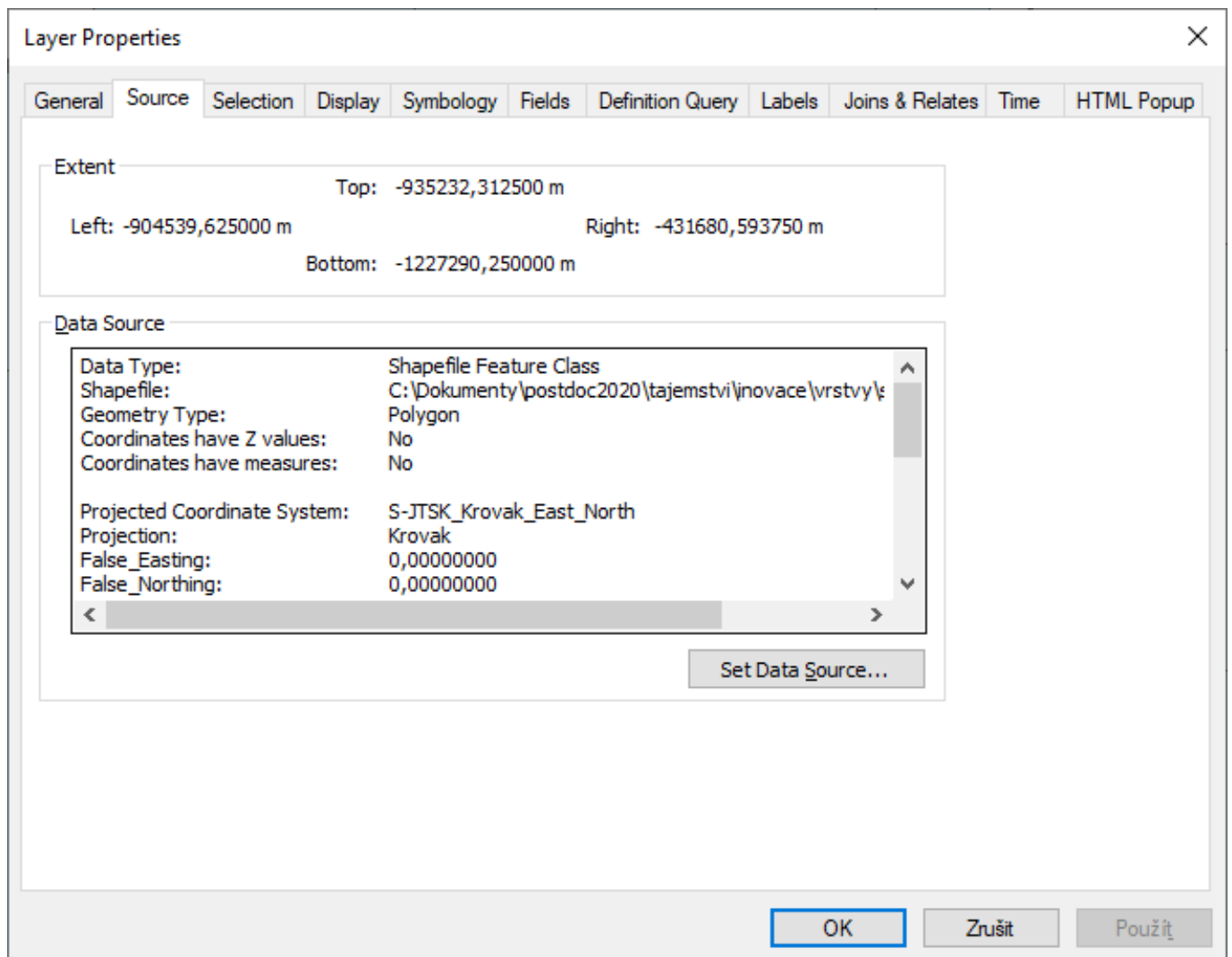
>

Set Data Source...

OK

Zrušit

Použít



Souřadnicový systém mapy

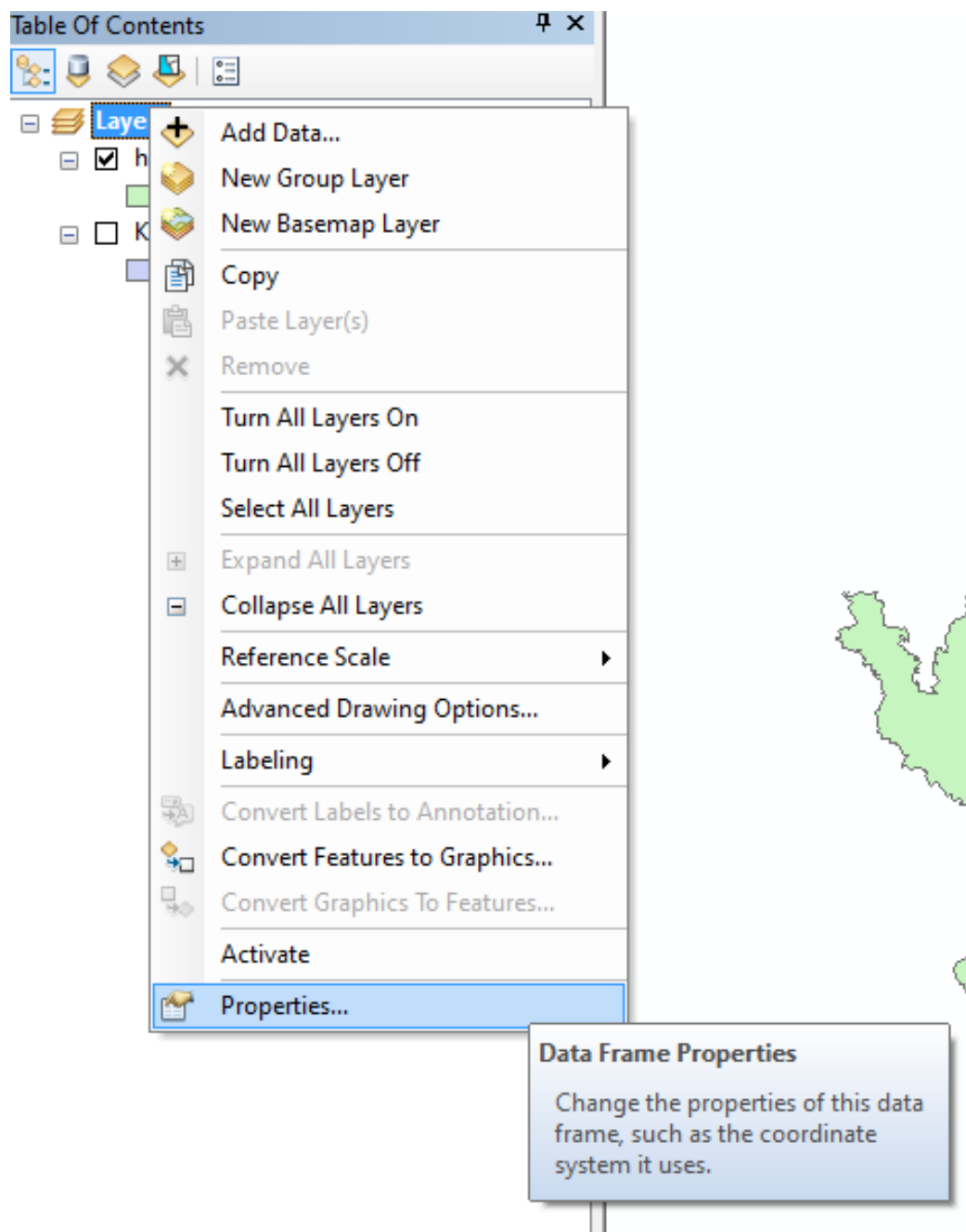
Mapa, kterou tvoříme, může mít jiný souřadnicový systém než jednotlivé vrstvy. Je možné kombinovat do mapy vrstvy s různými souřadnicovými systémy, tak jak jsme to dělali výše. To může nastat např. když vrstvy pocházejí z různých databází, a mají proto nastavené různé souřadnicové systémy. O systému, který bude hotová mapa mít, bychom měli rozhodnout již na začátku tvorby mapy. Ovlivní totiž měřítko, vzhled i postup tvorby mapy.

Aktuální souřadnicový systém mapy lze zjistit nebo případně změnit v nabídce Data Frame Properties, která se otevírá možností Properties... v nabídce pravého tlačítka nad ikonou Layers na začátku seznamu vrstev. Otevře se okno Data Frame Properties, které obsahuje řadu karet. Nás zajímá karta Coordinate System. Tam je seznam všech souřadnicových systémů, které balík ArcGIS umí nastavit, dokonce je možné tvořit i své vlastní. Hledat požadovaný systém v soustavě složek a podsložek je komplikované. Jednodušší je si systém vyhledat pomocí vyhledávacího pole, např. s použitím jednoznačného kódu EPSG. Uvedeme si kódy pro tři často používané souřadnicové systémy zmíněné i v prezentaci:

- WGS 1984 UTM Zone 33N – kód EPSG 32633
- S-JTSK Krovak East North – kód EPSG 5514

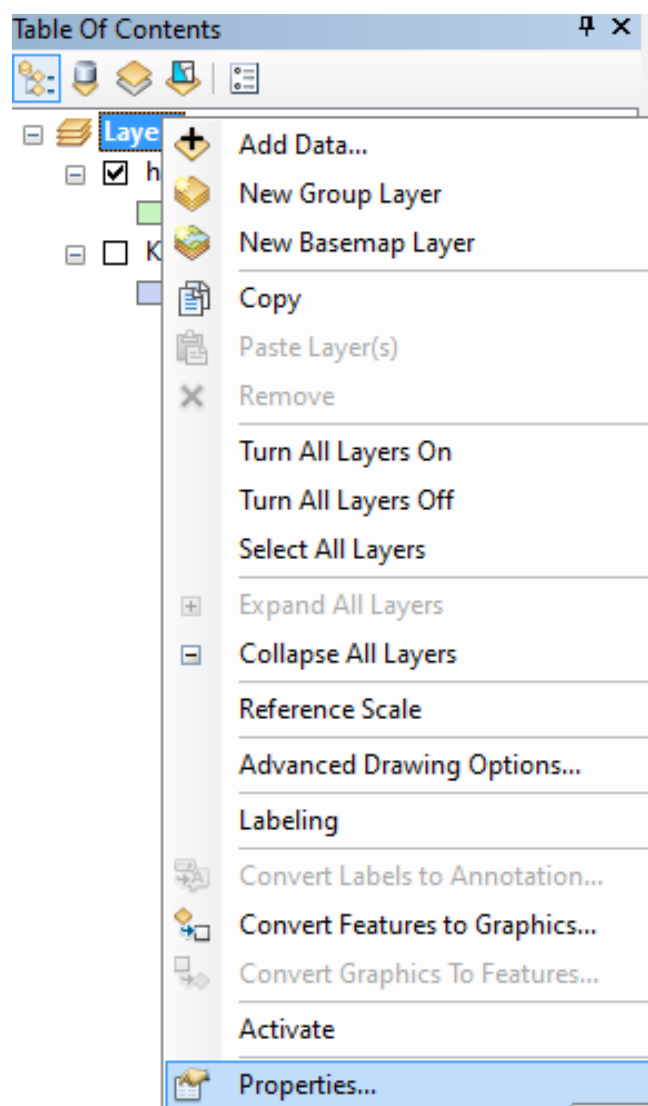
- WGS 1984 – kód EPSG 4326

My budeme v těchto učebních materiálech – pokud nebude řečeno jinak – využívat vždy systém WGS 1984 UTM Zone 33, který mají nastavený i téměř všechny vrstvy poskytnuté v rámci těchto učebních materiálů. Nastavte si ho i nyní.



Umístění Data Frame Properties

Nabídka se spouští položkou Properties... v nabídce pravého tlačítka nad položkou Layers na vrcholu seznamu vrstev.



Data Frame Properties

Change the properties of this data frame, such as the coordinate system it uses.

Data Frame Properties



Feature Cache Annotation Groups Extent Indicators Frame Size and Position
General **Data Frame** Coordinate System Illumination Grids



- + Favorites
- + Geographic Coordinate Systems
- + Projected Coordinate Systems
- + Layers

Current coordinate system:

WGS_1984_UTM_Zone_33N
WKID: 32633 Authority: EPSG

Projection: Transverse_Mercator
False_Easting: 500000,0
False_Northing: 0,0
Central_Meridian: 15,0
Scale_Factor: 0,9996
Latitude_Of_Origin: 0,0
Linear Unit: Meter (1,0)

Transformations...

OK

Zrušit

Použít

Data Frame Properties



Feature Cache Annotation Groups Extent Indicators Frame Size and Position
General **Data Frame** Coordinate System Illumination Grids



3 of 5975 items shown

- + Favorites
- Projected Coordinate Systems
 - UTM
 - WGS 1984
 - Northern Hemisphere
 - WGS 1984 UTM Zone 33N
- + Layers

Current coordinate system:

WGS_1984_UTM_Zone_33N
WKID: 32633 Authority: EPSG

Projection: Transverse_Mercator
False_Easting: 500000,0
False_Northing: 0,0
Central_Meridian: 15,0
Scale_Factor: 0,9996
Latitude_Of_Origin: 0,0
Linear Unit: Meter (1,0)

[Transformations...](#)

OK

Zrušit

Použít

Data Frame Properties



Feature Cache	Annotation Groups	Extent Indicators	Frame	Size and Position
General	Data Frame	Coordinate System	Illumination	Grids



2 of 5975 items shown

- + Favorites
- Projected Coordinate Systems
 - National Grids
 - Europe
 - S-JTSK Krovak EastNorth

Current coordinate system:

S-JTSK_Krovak_East_North
WKID: 5514 Authority: EPSG

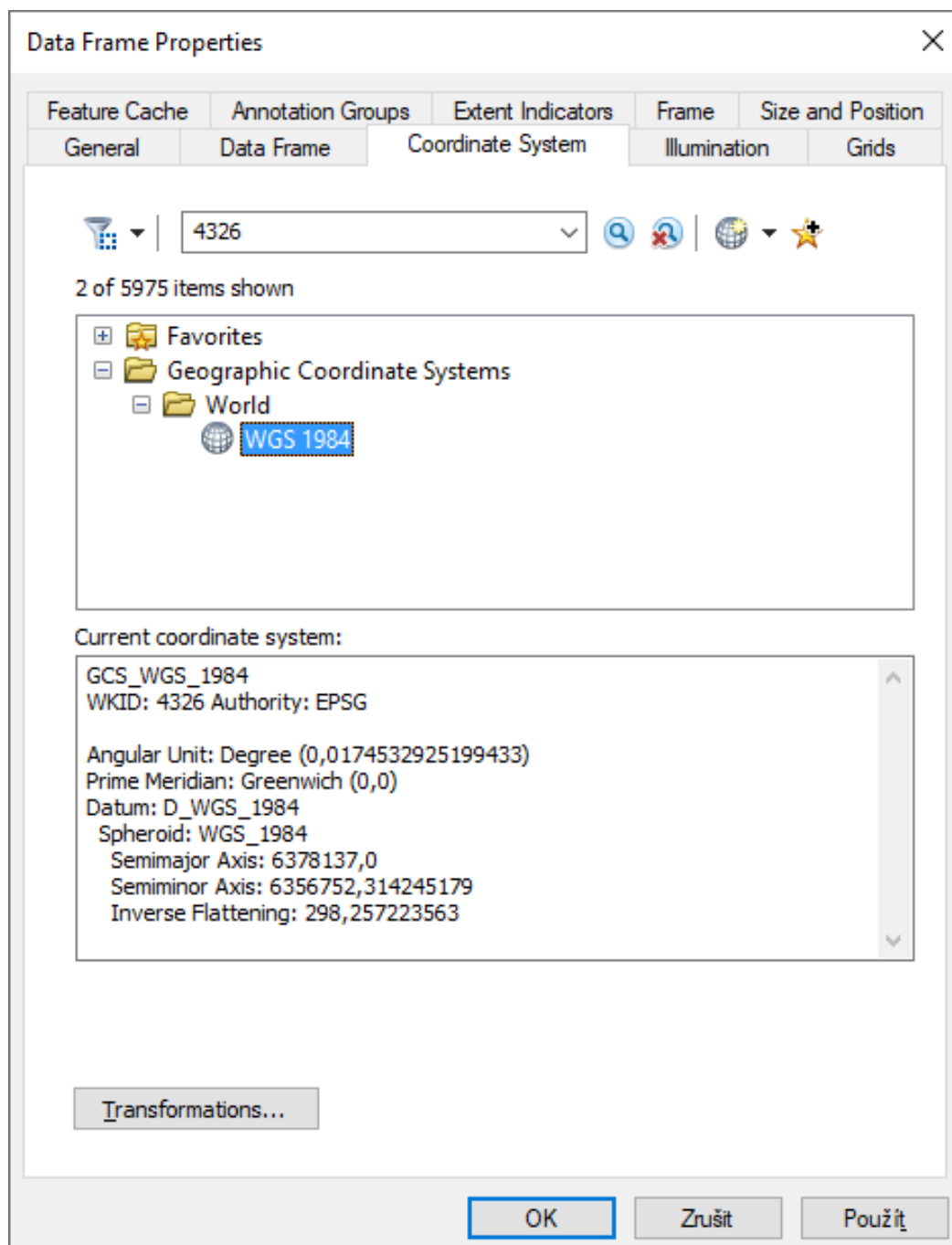
Projection: Krovak
False_Easting: 0,0
False_Northing: 0,0
Pseudo_Standard_Parallel_1: 78,5
Scale_Factor: 0,9999
Azimuth: 30,28813975277778
Longitude_Of_Center: 24,833333333333333
Latitude_Of_Center: 49,5

Transformations...

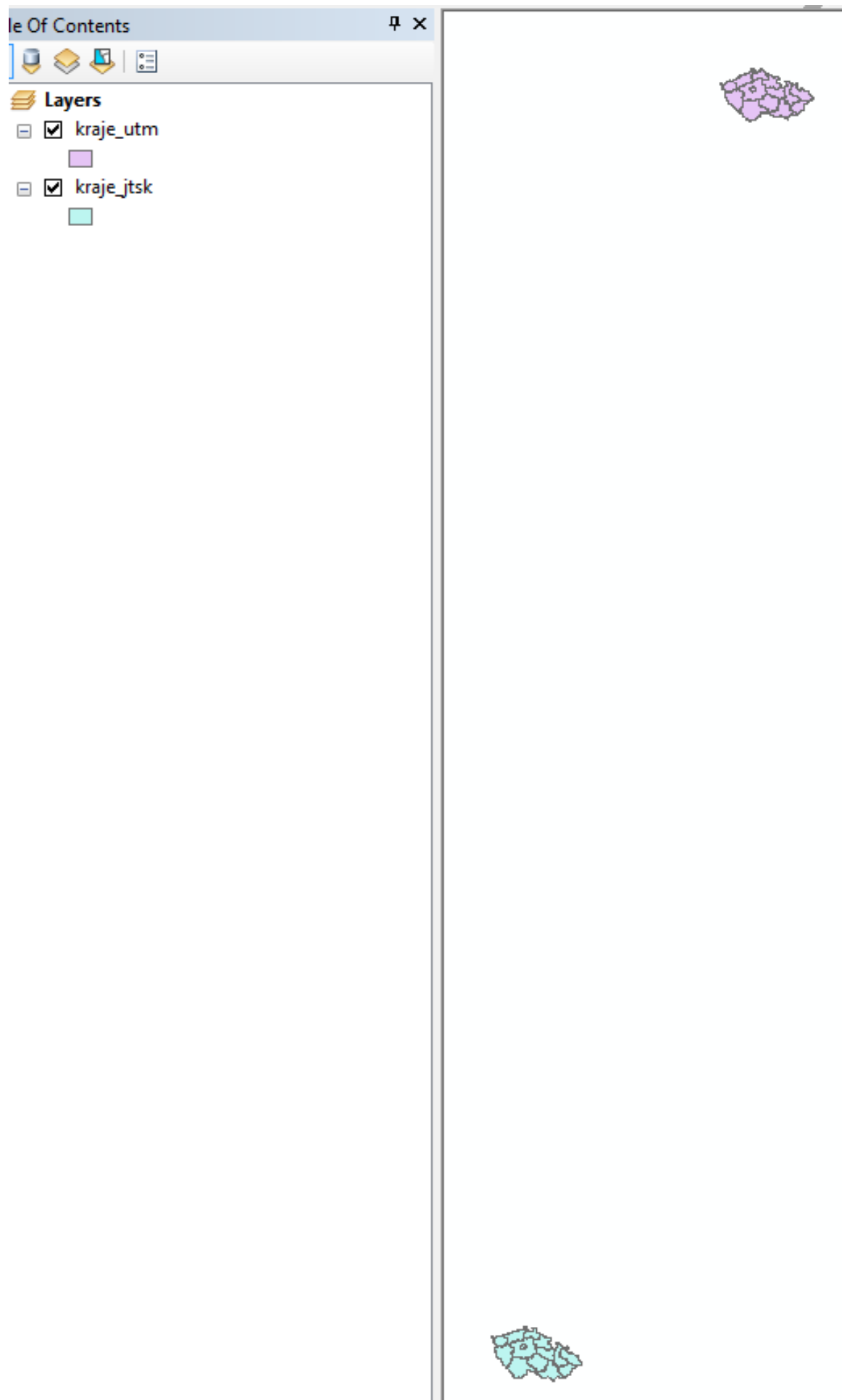
OK

Zrušit

Použít

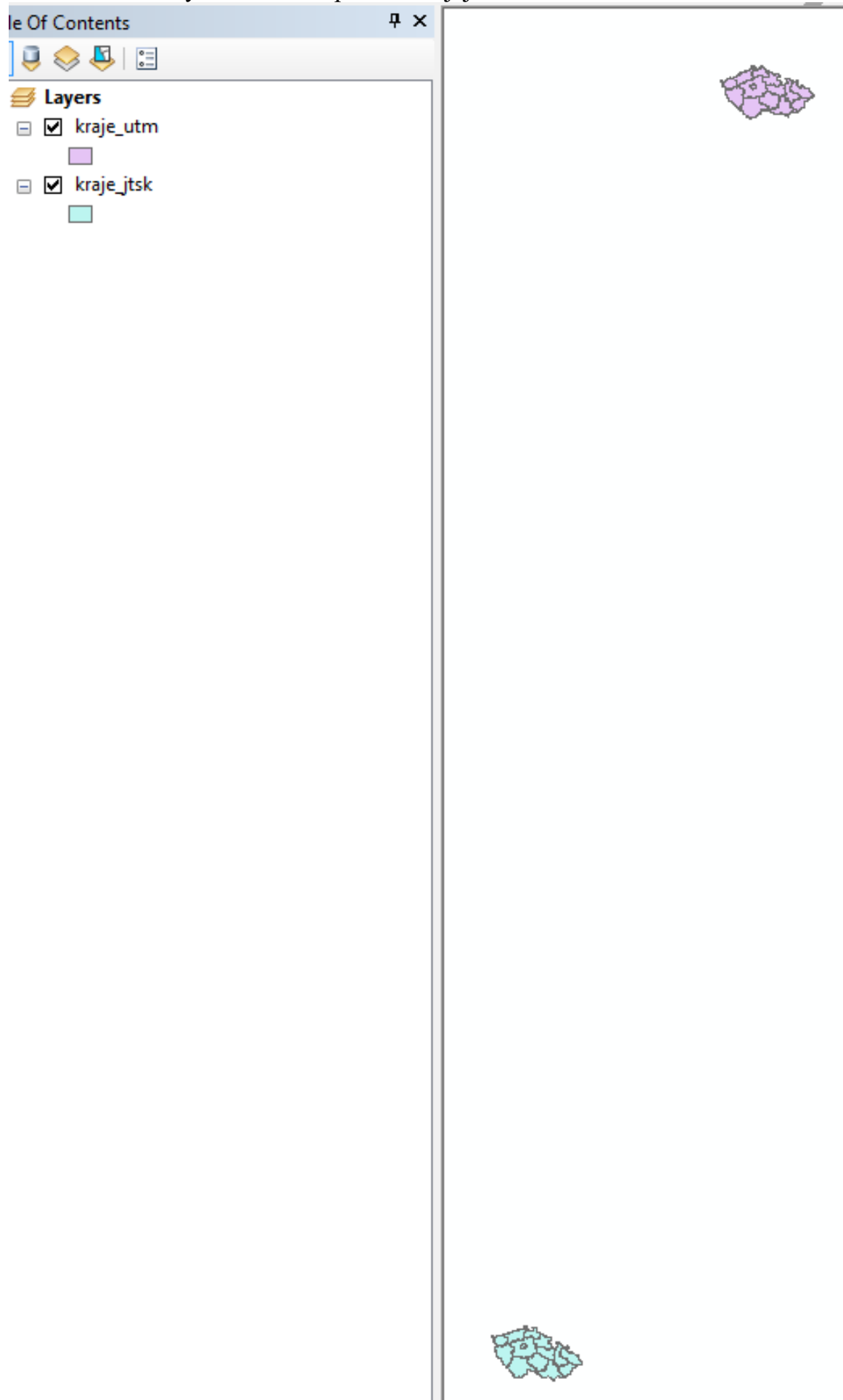


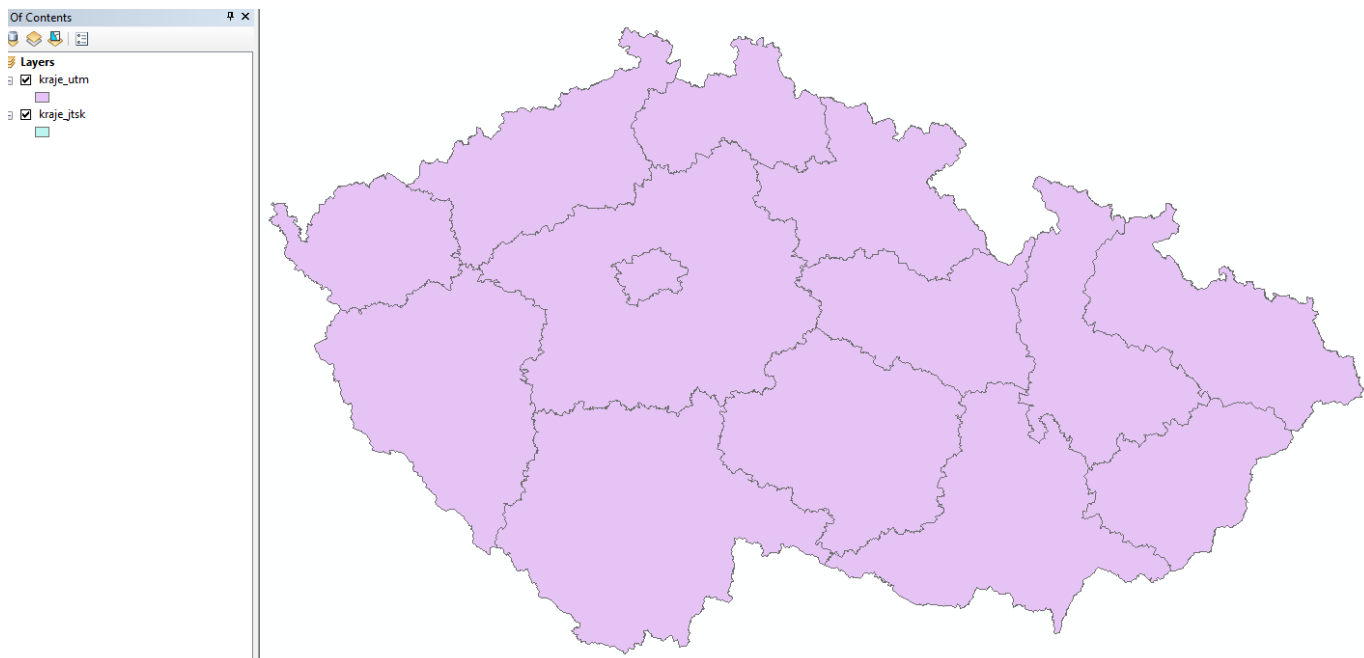
Program GIS dokáže do jedné mapy nahrát i vrstvy s různými souřadnicovými systémy. Podmínkou je, že každá vrstva má nastavený nějaký souřadnicový systém. Pokud by mapa neměla nastavený žádný souřadnicový systém, tak se vrstvy s různými systémy zobrazí na odlišných místech – protože se jejich souřadnice budou lišit. Pokud mapě nějaký souřadnicový systém nastavíme (což bychom vždy měli udělat), tak program GIS dokáže automaticky všechny vrstvy v různých systémech transformovat do systému mapy.



Mapa nemá nastavený souřadnicový systém, vrstvy mají různé systémy.
Pokud mapa nemá nastaven žádný souřadnicový systém, tak se vrstvy s různými systémy

zobrazí na odlišných místech – protože se jejich souřadnice liší.





Programy GIS jsou občas až moc aktivní

Programy GIS (včetně ArcGIS a jeho složky ArcMap) se snaží uživateli usnadnit práci s komplikovanou problematikou souřadnicových systémů a to často i bez oznámení či varování:

- Pokud jsou v programu nahrány vrstvy s různými SRS, tak je automaticky transformuje do systému mapy.
- Pokud do prázdného projektu nahrajete vrstvu, tak program automaticky nastaví mapě stejný SRS, jako má vrstva.

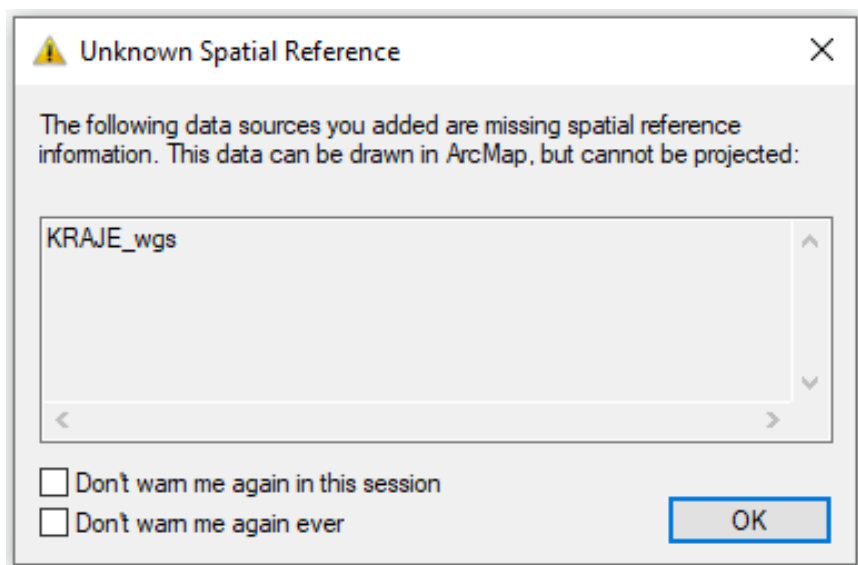
Paradoxně, právě proto je potřeba občas kontrolovat nastavení souřadnicového systému mapy, hlavně po importu nějaké vrstvy.

Nespoléhejte na automatickou transformaci

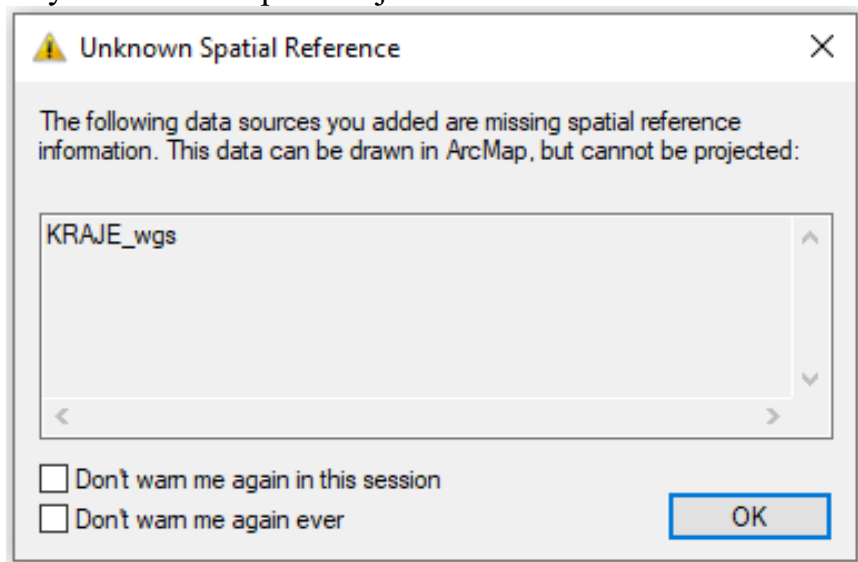
ArcMap tedy umí automaticky transformovat vrstvu do souřadnicového systému mapy. Přesto doporučuji, abyste při analýzách a při vytváření mapy vždy používali všechny nahrané vrstvy ve stejném souřadnicovém systému – stejném jako bude mít finální mapa. Důvodů je několik:

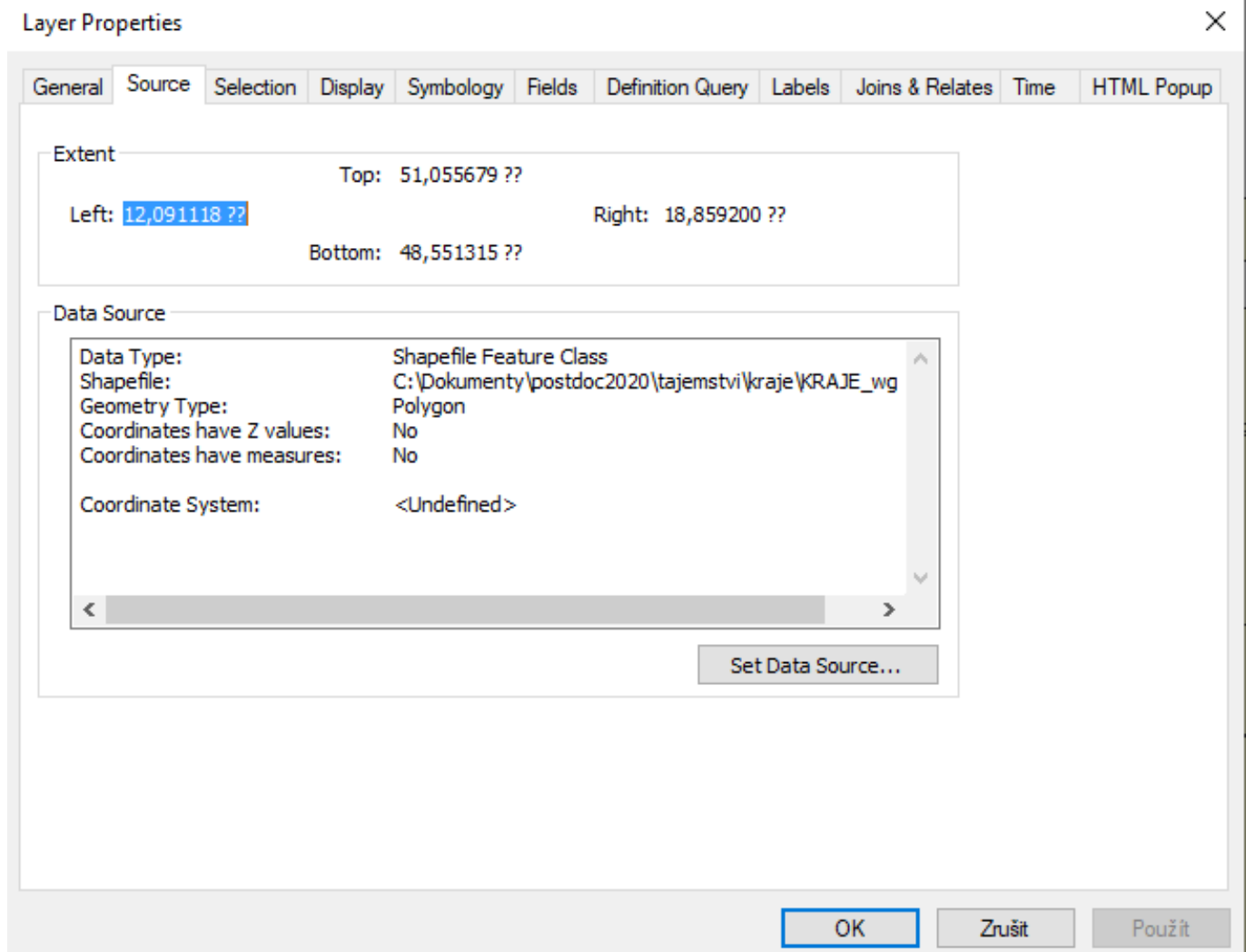
- Některé prostorové analýzy mohou selhat nebo mít menší přesnost, když vstupní vrstvy budou mít různé souřadnicové systémy.
- Pokud program musí neustále v reálném čase přepočítávat reálné souřadnice vrstvy do systému mapy, může to ovlivnit jeho chod a zpomalit vykreslování vrstev při pohybu mapy či změně měřítka a také zpomalit výpočet prostorových analýz. Zejména to platí na starších počítačích.
- Aby automatická transformace vrstev do systému mapy byla dostatečně rychlá a zcela nezablokovala chod programu, má omezenou přesnost. Při použití velkého měřítka se může stát, že automaticky transformované vrstvy na sebe nepřiléhají tak dokonale, jako vrstvy, které mají skutečně nastavený stejný souřadnicový systém.
- Zabráníte některým začátečnickým chybám, které plynou právě ze zmatků při nastavení souřadnicových systémů.

Pokud do programu nahrajete vrstvu, která nemá nastavený žádný souřadnicový systém (přesněji, neví se, jaký systém má nastavený), objeví se následující upozornění. Informace o systému vrstvy ve vlastnostech vrstvy na kartě Source jsou nevyplněny.



Chybová hláška upozorňující na vrstvu bez známého souřadnicového systému





Co když vrstva nemá souřadnicový systém?

Taková situace by správně vůbec neměla nastat. Vrstvy bez známého souřadnicového systému by vůbec neměly být využívány. Ale například může dojít k tomu, že je omylem smazán soubor PRJ, který obsahuje informaci o souřadnicovém systému vrstvy. V takovém případě je nutné souřadnicový systém vrstvy identifikovat (pokud je to možné) a znovu nastavit. Tipy, jak rozpoznat některé v ČR nejpoužívanější souřadnicové systémy, jsou uvedeny v prezentaci výše. Pokud není možné zjistit, v jakém systému je vrstva uložena, pak ji není možné v programu GIS použít!

Ukázali jsme si různé důvody, proč je někdy potřeba změnit souřadnicový systém mapy:

- když vrstva nemá žádný systém nastavený, ale my víme, v jakém systému je uložena,
- když vrstvu chceme uložit do stejného systému, jako mají ostatní vrstvy a celá mapa.

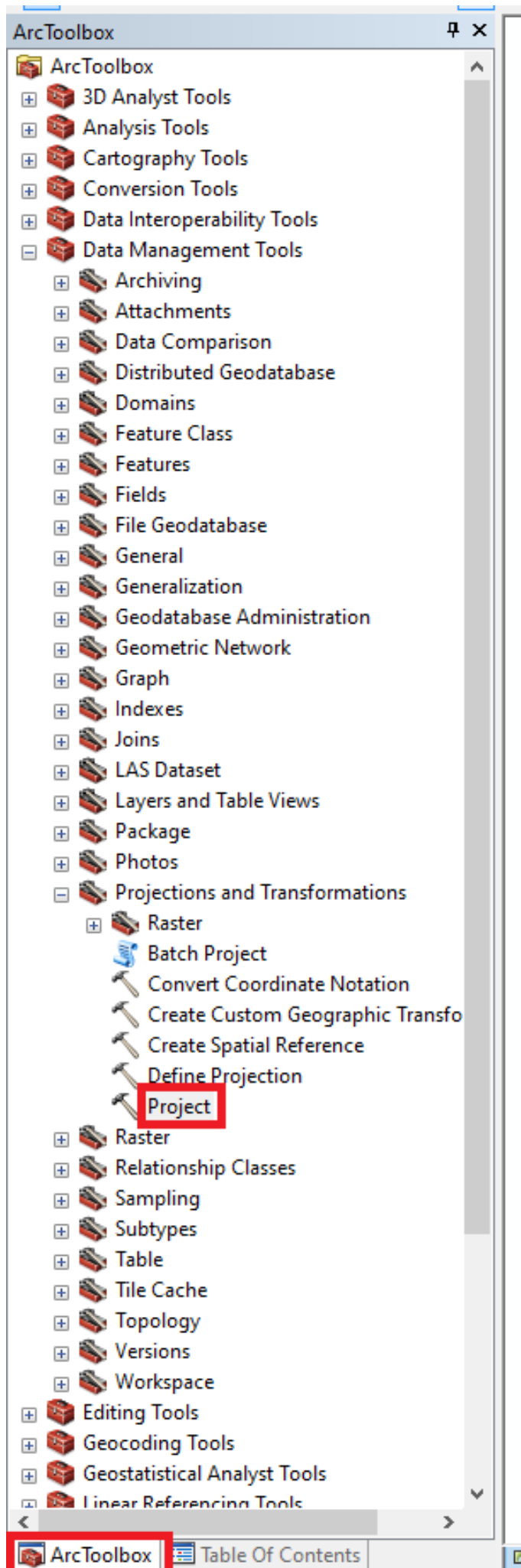
Nástroj Project

K transformaci souřadnicového systému se používá nástroj **Project**. Ten se spouští v sadě

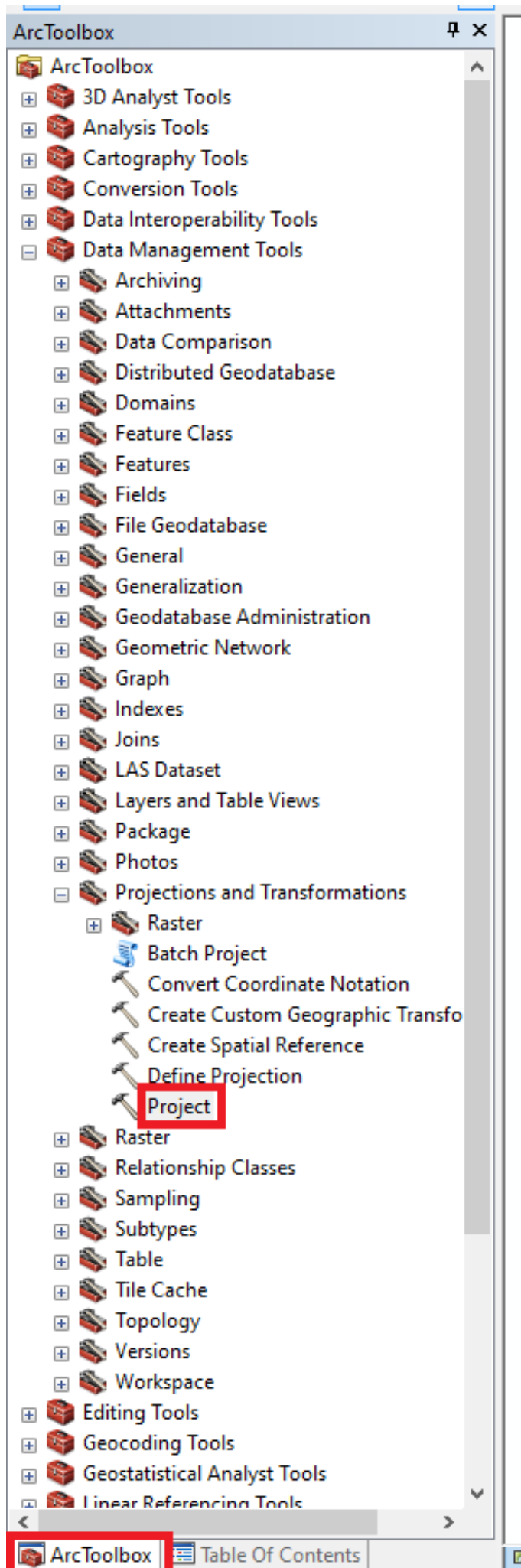
nástrojů ArcToolbox. ArcToolbox je rozsáhlý balík nejrůznějších nástrojů dostupných v programu ArcMap. Lze ho zobrazit kliknutím na nabídku ArcToolbox pod seznamem vrstev. Samotná funkce Project se nachází v části Data Management Tools/Projections and Transformations.

Výše jsme si nahrávali do programu ArcMap vrstvu krajů v souřadnicovém systému S-JTSK. Přetransformujeme si ji do systému WGS 1984 UTM 33N, který má naše mapa. Do pole Input Dataset or Feature Class se musí nahrát původní vrstva, kterou chceme transformovat. Pokud má vrstva nastavený nějaký souřadnicový systém, tak se pole Input Coordinate System vyplní automaticky. Pokud ne, musíme systém vrstvy zvolit sami. Do pole Output Dataset or Feature Class se zadá cesta a název nové vrstvy a do pole Output Coordinate System se musí zadat požadovaný souřadnicový systém nové vrstvy. Ten se vybírá v okně Spatial Reference Properties, které se otevře tlačítkem vedle kolonky. V okně se vybere systém WGS 1984 UTM 33N, lze ho najít např. pomocí kódu EPSG 32633.

Po spuštění transformace vznikne nová vrstva. V nabídce Layer Properties si můžeme ověřit, že nová vrstva má již souřadnicový systém WGS 1984 UTM 33.



Nabídka ArcToolbox s cestou k funkci Project



Project

Input Dataset or Feature Class
kraje_jtsk

Input Coordinate System (optional)
S-JTSK_Krovak_East_North

Output Dataset or Feature Class
C:\Dokumenty\postdoc2020\tajemstvi\inovace\kraje_utm.shp

Output Coordinate System
WGS_1984_UTM_Zone_33N

☐ Vertical (optional)

Geographic Transformation (optional)
S_JTSK_To_WGS_1984_NGA

☐ Preserve Shape (optional)

Maximum Offset Deviation (optional)
Unknown

OK Cancel Environments... Show Help >>

Spatial Reference Properties

XY Coordinate System Z Coordinate System

32633

3 of 5975 items shown

- Favorites
- Projected Coordinate Systems
 - UTM
 - WGS 1984
 - Northern Hemisphere
 - WGS 1984 UTM Zone 33N
- Layers

Current coordinate system:

WGS_1984_UTM_Zone_33N
WKID: 32633 Authority: EPSG

Projection: Transverse_Mercator
False_Easting: 500000,0
False_Northing: 0,0
Central_Meridian: 15,0
Scale_Factor: 0,9996
Latitude_Of_Origin: 0,0
Linear Unit: Meter (1,0)

OK Zrušit

Layer Properties

General Source Selection Display Symbology Fields Definition Query Labels Joins & Relates Time HTML Popup

Extent

Top: 5656244,137288 m
Left: 292645,915114 m Right: 779168,654316 m
Bottom: 5377827,892187 m

Data Source

Data Type: Shapefile Feature Class
Shapefile: C:\Dokumenty\postdoc2020\tajemstvi\inovace\kraje_u
Geometry Type: Polygon
Coordinates have Z values: No
Coordinates have measures: No

Projected Coordinate System: WGS_1984_UTM_Zone_33N
Projection: Transverse_Mercator
False_Easting: 500000,00000000
False_Northing: 0,00000000

Set Data Source...

OK Zrušit Použít

Opakování

Jde to i naopak

Zkuste si libovolnou vrstvu se souřadnicovým systémem WGS 1984 UTM 33N přetransformovat pomocí funkce Project do souřadnicového systému S-JTSK Krovak East North.

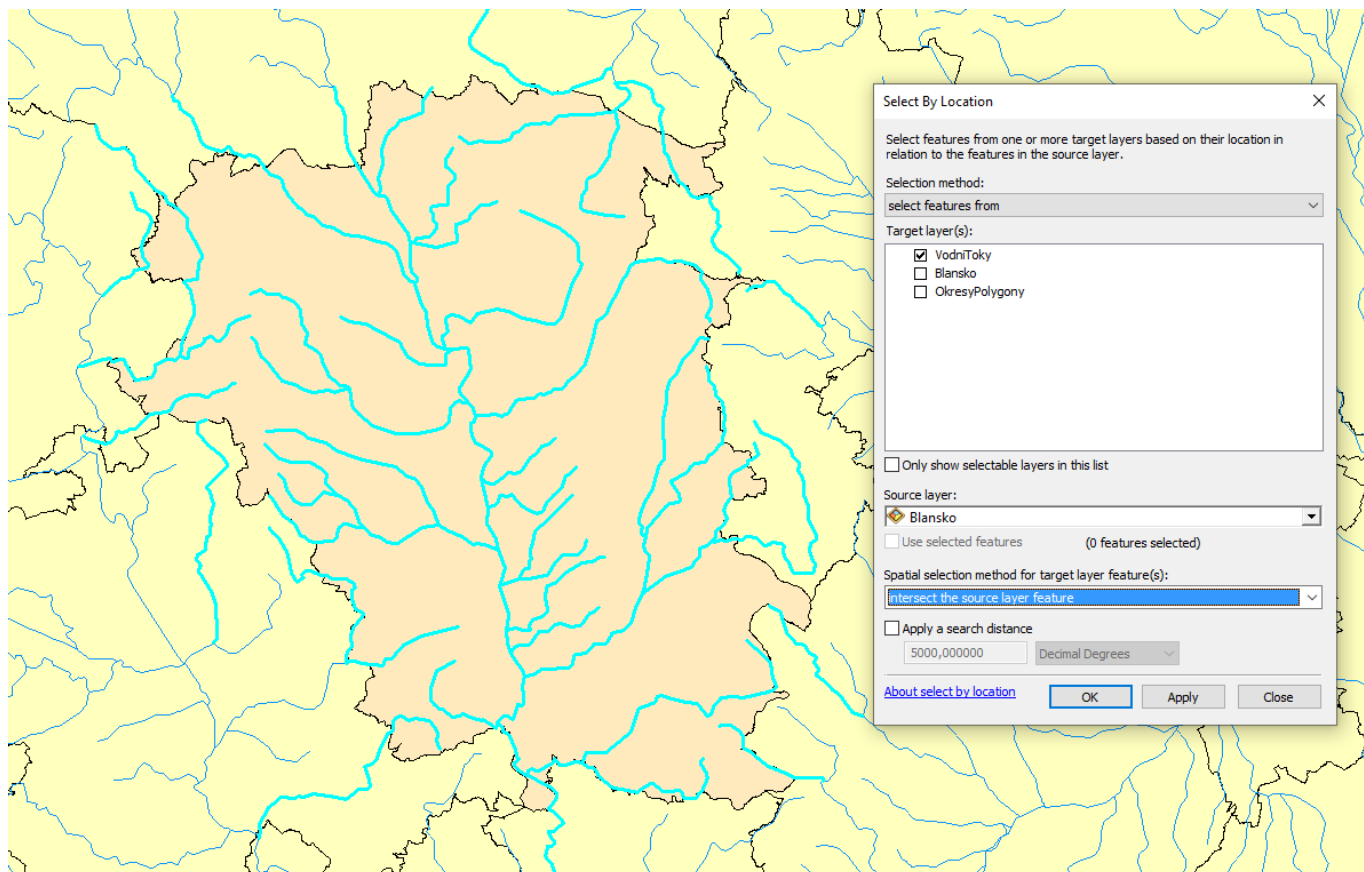
Analýzy vektorových dat – Clip a Buffer

Nyní si nahrajte vrstvy: vodní toky (VodniToky) a okresy (OkresyPolygony).

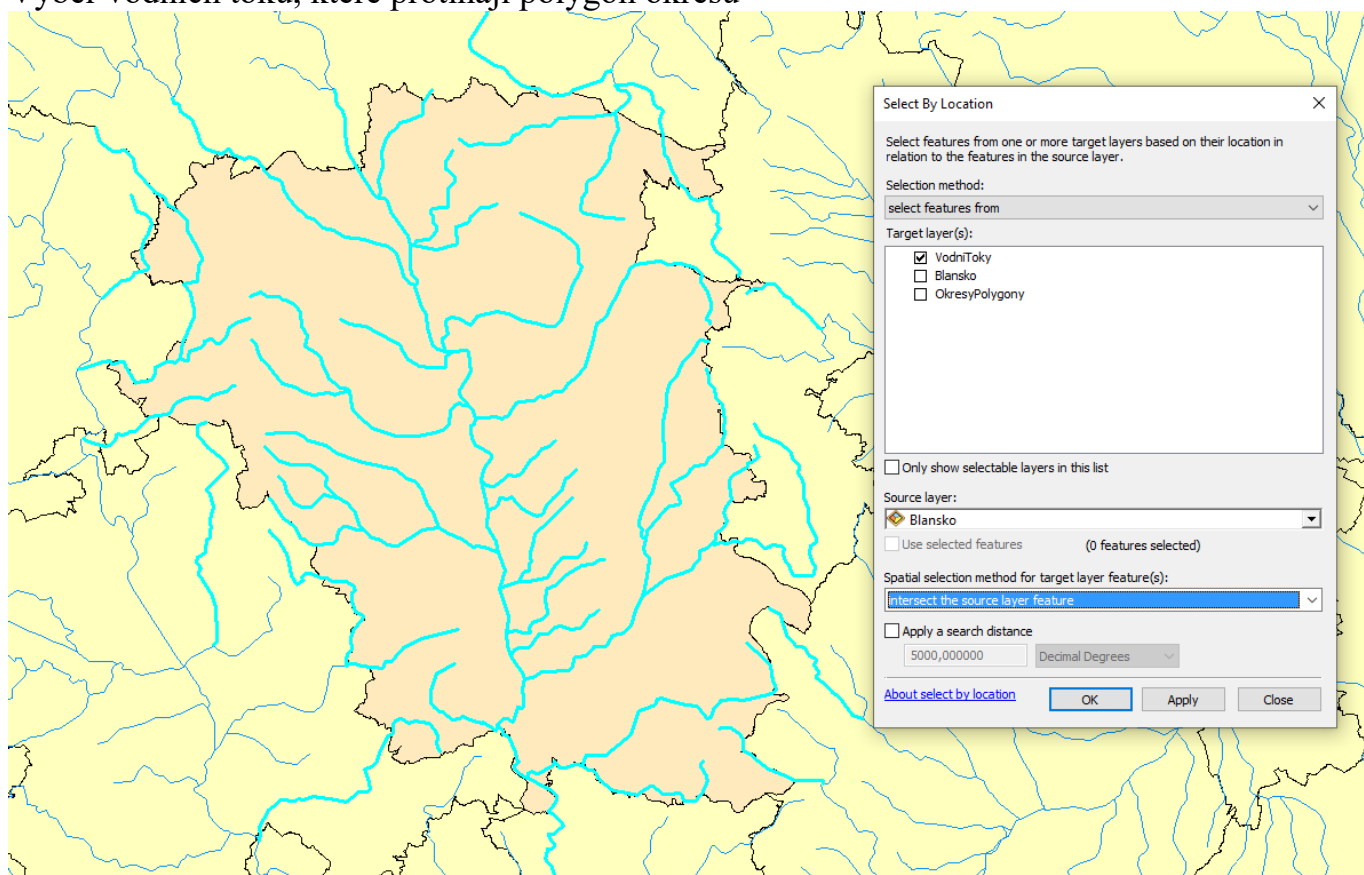
Programy GIS nebyly a nejsou primárně určeny k tvorbě map, ač už to dnes mnohé umožňují v solidní kvalitě. Původním účelem programů GIS však byly a jsou prostorové analýzy – analýzy za použití souřadnicových systémů. Analýz je velké množství – viz rozsah nabídky ArcToolbox. Ukážeme si jen některé nejjednodušší.

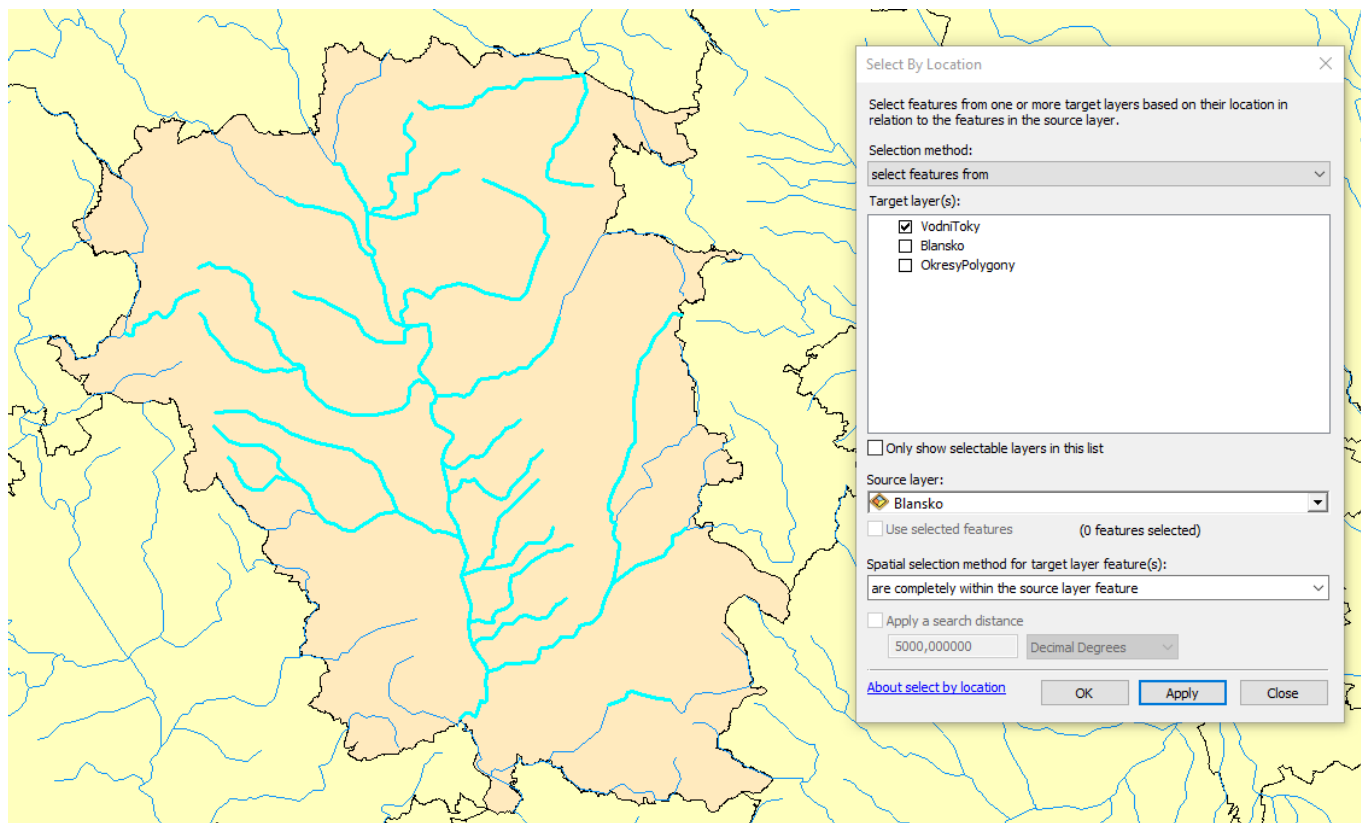
Vytvořte si vrstvu vodních toků na území okresu Blansko. Budete potřebovat plochu okresu Blansko uloženou do zvláštní vrstvy. Tu už jsme si vytvořili i v minulé lekci.

K podobné úloze (výběr obcí okresu Blansko) jsme v minulé lekci použili nástroj Select by Location. Pokud ho zkusíme použít nyní, zjistíme jeho limity. Nástroj umí vybrat toky, které alespoň částečně protínají okres Blansko, ale zasahují i mimo něj. Nebo lze získat jen ty toky, které leží celé na území okresu, pak ale zase budou scházet úseky, které částečně leží mimo okres.

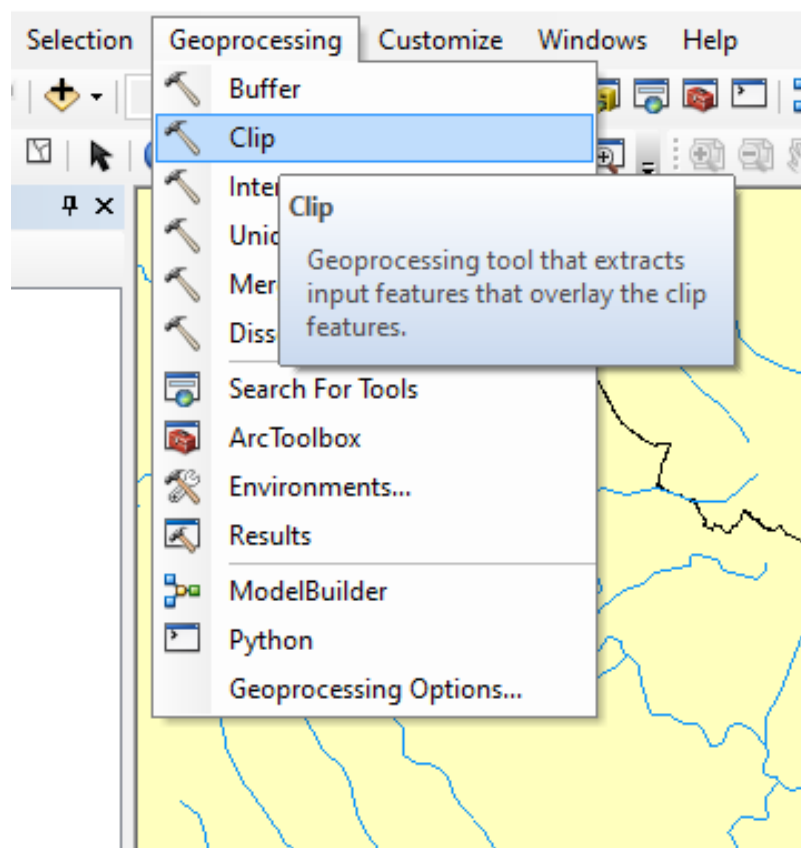


Výběr vodních toků, které protínají polygon okresu

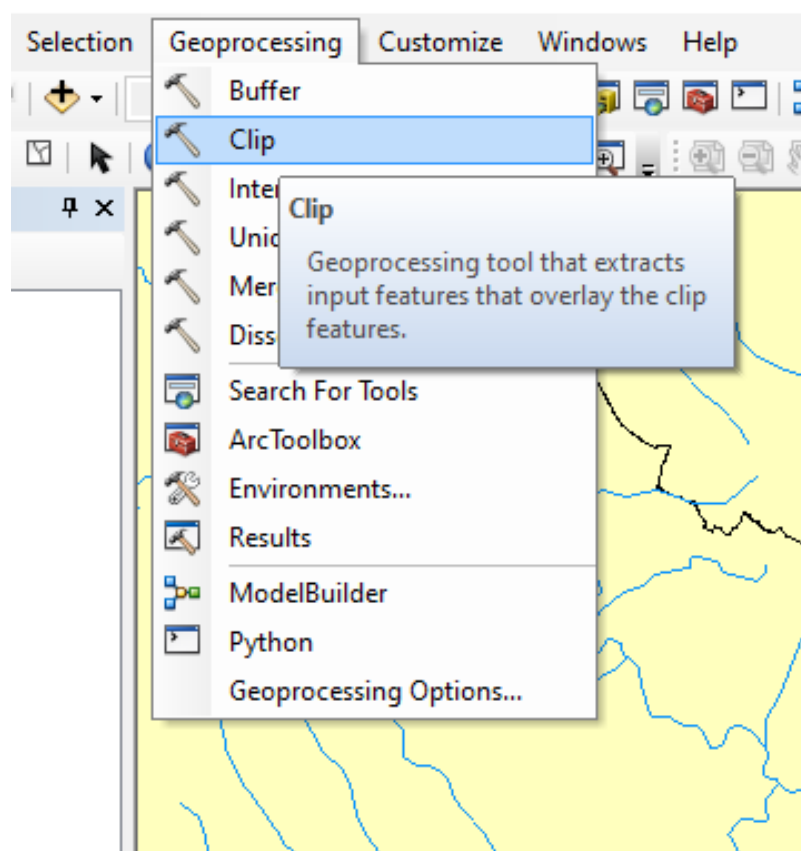


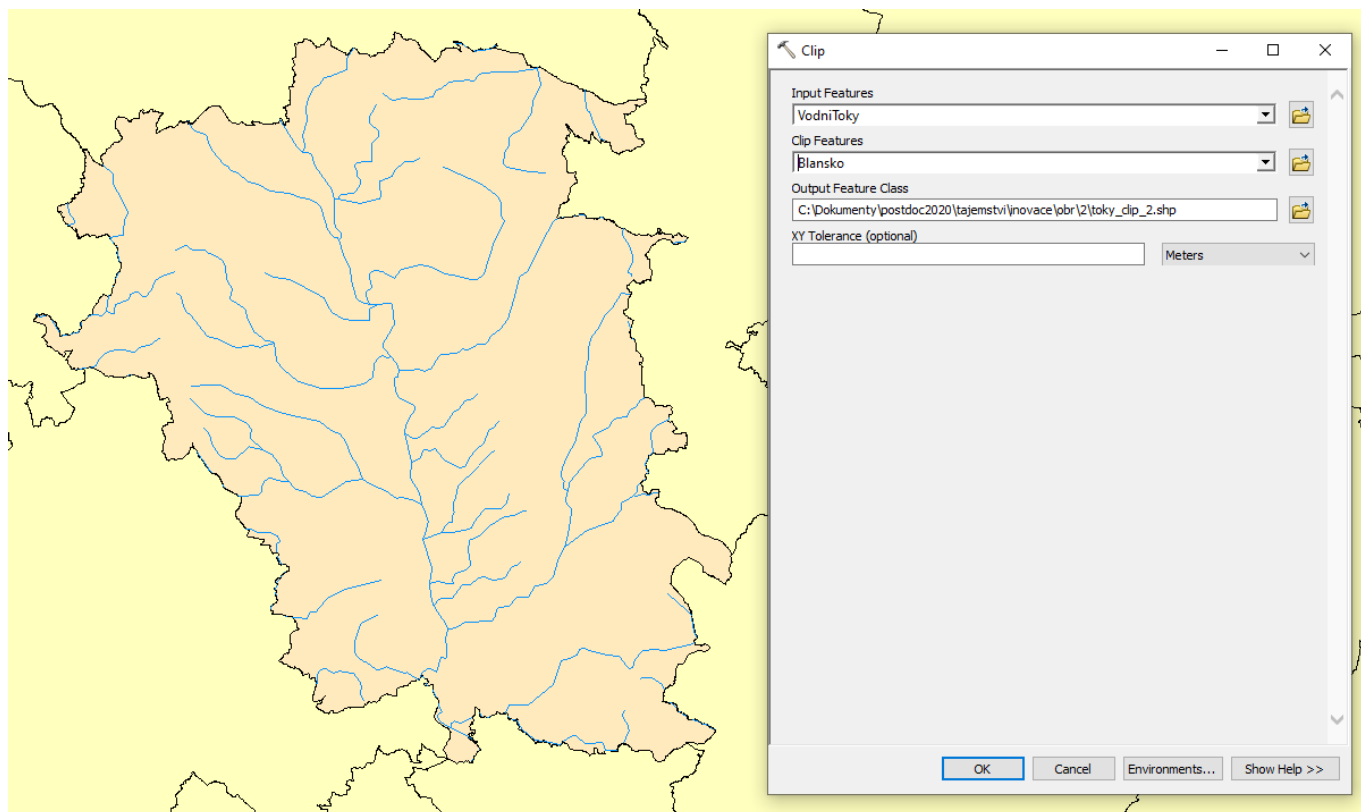


Pro tuto úlohu tedy potřebujeme jiný nástroj. Nástroj **Clip** („oříznout“) je velmi využívaný, proto je umístěn v nabídce Geoprocessing. Do prvního pole musíme zadat, jaká vrstva se bude ořezávat, do druhého, která vrstva bude fungovat jako forma pro oříznutí, a do třetího se zadává cesta k výslednému souboru. Vznikne vrstva, kde ořezávané vodní toky končí na hranicích okresu. Tento nástroj jde použít i pro oříznutí polygonových nebo bodových vrstev.



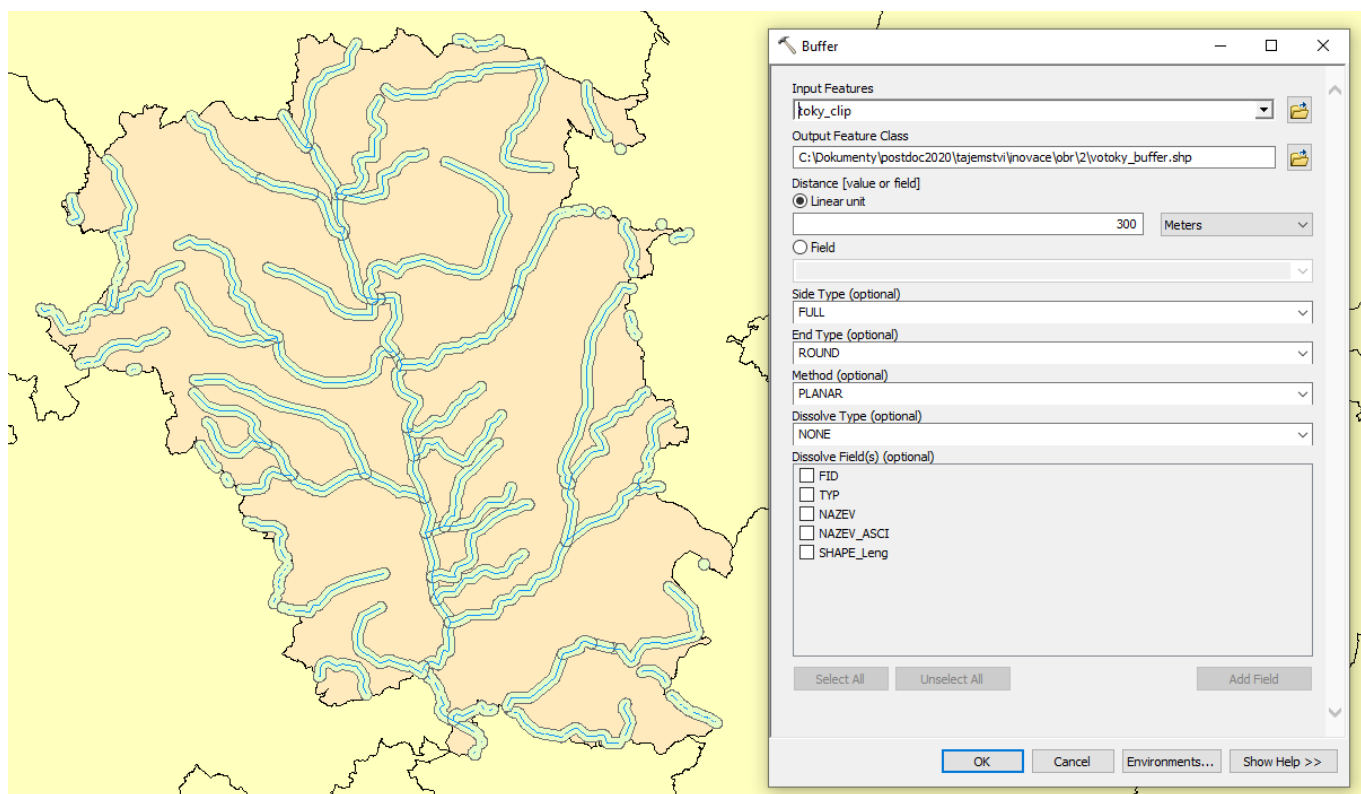
Umístění nástroje Clip





Nástroj **Buffer** identifikuje území do určité vzdálenosti od nějakého prvku. Tento nástroj se také nachází v nabídce Geoprocessing, podobně jako nástroj Clip.

Zjistěte území do 300 metrů od vodních toků okresu Blansko. Využijeme vrstvu vytvořenou v předchozím úkolu. Do první kolonky se zadává vrstva, od které chceme měřit, do druhé výsledná vrstva a do třetí požadovaná vzdálenost. Vzniknou plochy zahrnující oblasti do požadované vzdálenosti od vodních toků.



Nástroj Buffer

Do první kolonky se zadává vrstva, od které chceme měřit, do druhé výsledná vrstva a do třetí požadovaná vzdálenost.

Opakování

Procvičení znalostí z lekce

Zjistěte oblast vhodnou pro průmyslovou zónu v Jihomoravském kraji. Podmínky, které musí daná oblast splňovat:

- musí ležet v Jihomoravském kraji
- musí ležet do 1 km od dálnice
- musí ležet do 10 km od obce nad 10 000 obyvatel

V tomto cvičení musíte využít výběr na základě polohy, atributu a také nástroje Clip a Buffer. Budete muset použít vrstvy KrajePolygony, Silnice, ObceBody.

[Předchozí](#)

[Následující](#)