



# **Geoinformatika**

## **V – Transformace dat**

**jaro 2024**

**Petr Kubíček**

**kubicek@geogr.muni.cz**

**Laboratory on Geoinformatics and Cartography (LGC)  
Institute of Geography  
Masaryk University  
Czech Republic**

IGC

# SVĚTOVÝ DEN METEOROLOGIE 23. BŘEZNA

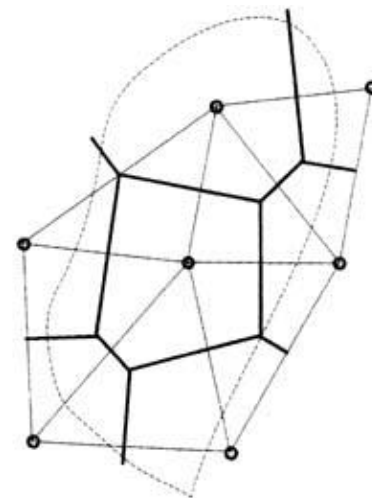
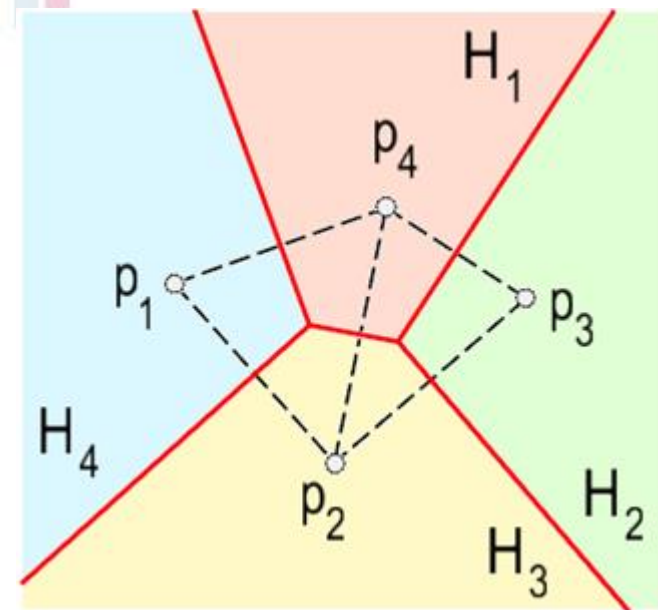
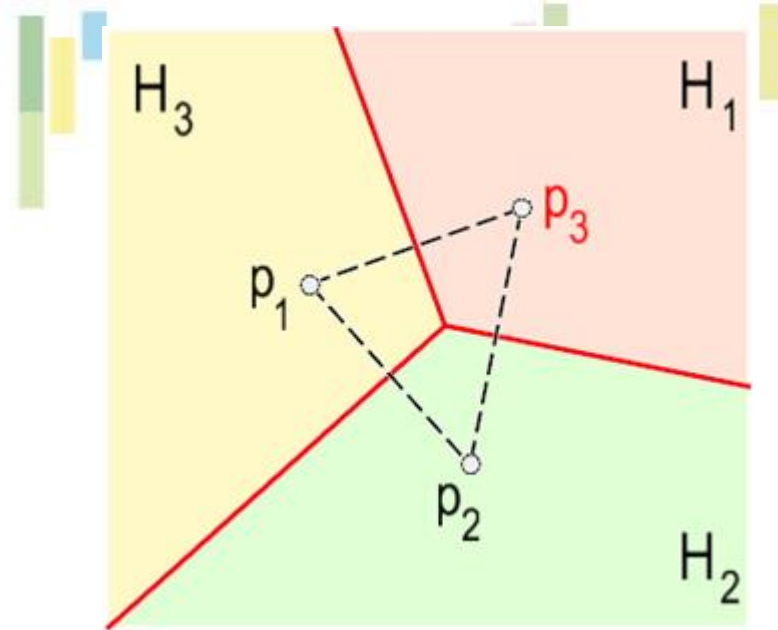
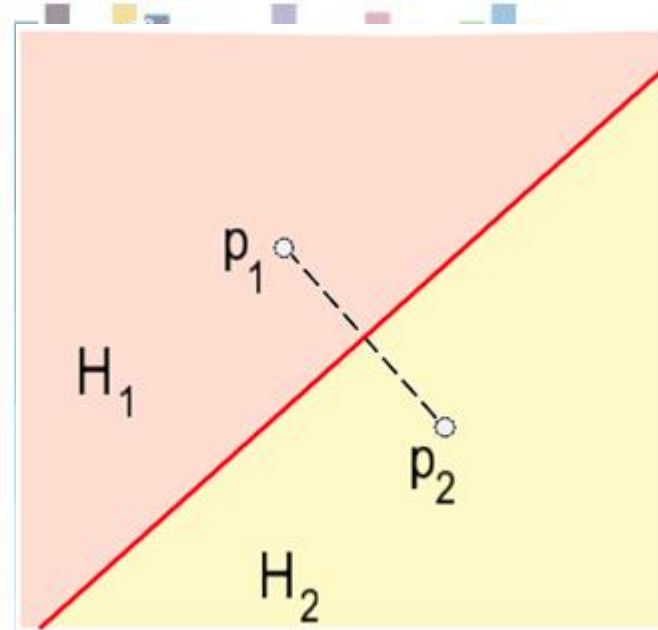


WORLD  
METEOROLOGICAL  
ORGANIZATION



# Dělení prostoru a Thiesenovy polygony





- rain gauges
- catchment boundary
- lines joining nearby stations
- Thiessen Polygon network

Thiessen, A.H., 1911.  
 Precipitation for large areas, Monthly Weather Review, 39, 1082–1084.

# Chyby v datech

- Při vkládání dat do systému **není možné zabezpečit správnost 100% zadání dat.**
- **Identifikace chyb** je velice obtížná. Obvykle se data kontrolují **vizuálně**. Dalším způsobem kontroly chyb prostorových dat je proces vytváření topologie neboli **topologické čištění dat.**
- GIS mají většinou schopnosti **procházet místa s potenciální chybou** a umožní uživateli interaktivně odstranit případné chyby.



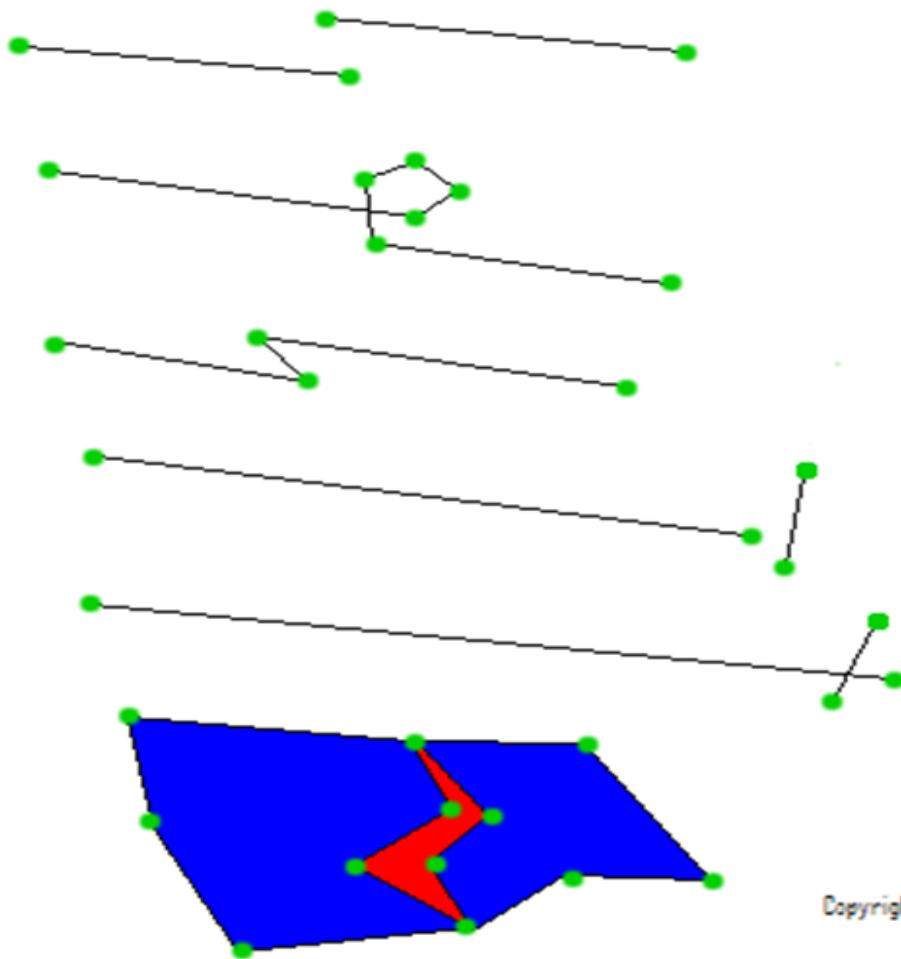
# Možné chyby při zadávání

- **Nekompletnost dat** - scházejí body, linie, polygony.
- **Chybné umístění** prostorových dat - chyby vycházející ze špatné kvality vstupních dat nebo z nedostatečné přesnosti při digitalizování.
- **Zkreslení prostorových dat** - chyby z nepřesností vstupních dat (deformace podkladových dat, zkreslení již existující analogové kresby).
- **Špatná vazba** mezi prostorovými a atributovými daty.
- **Atributy jsou chybné** nebo nejsou kompletní – velice častá chyba zvláště pokud jsou atributy pořizovány z různých zdrojů v různých časech.

# Chyby při vytváření topologie

- **Třísky a mezery (Sliver and gaps)** - jev nastává, když jsou dvě hranice digitalizovány z různých zdrojů, ačkoli v terénu představují jednu a tu samou. V takovém případě jsou linie představující tutéž hranici neidentické (nepřerývají se)
- **Volné konce (dead ends)** - nedotahy a přetahy.
- **Duplikátní linie** (hlavně v CAD, ale i u některých GIS, které z toho vytváří regulární polygon) reprezentující stejný objekt.
- Pokud se používá pro reprezentaci polygonů metoda hranic a centroidů, tak i **přiřazení více centroidů jednomu polygonu**.

# Obvyklé chyby v GIS geometrii



A

B

C

D

E

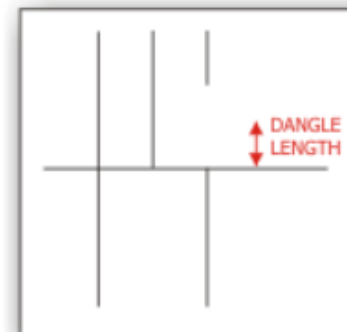
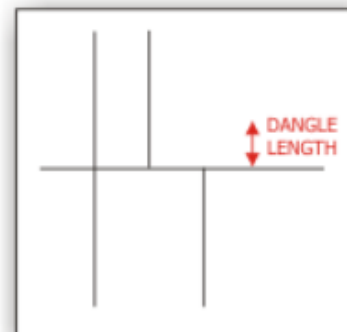
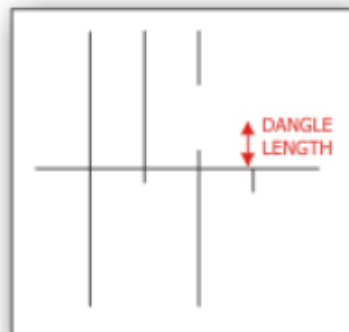
F

Copyright 2012 DMS-Mapping

OUTPUT  
TRIM FEATURES

OUTPUT  
KEEP SHORT FEATURES

## Trim line (ArcGIS Pro)



## Geoinformatika



# Chyby právního charakteru

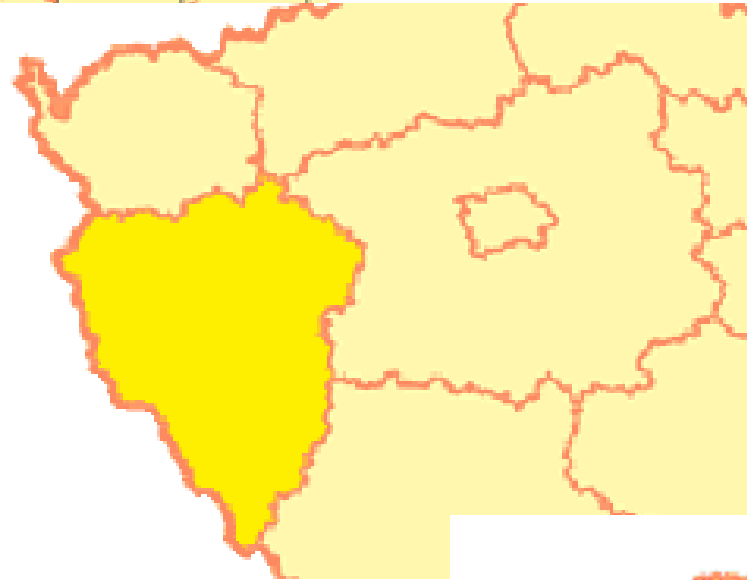
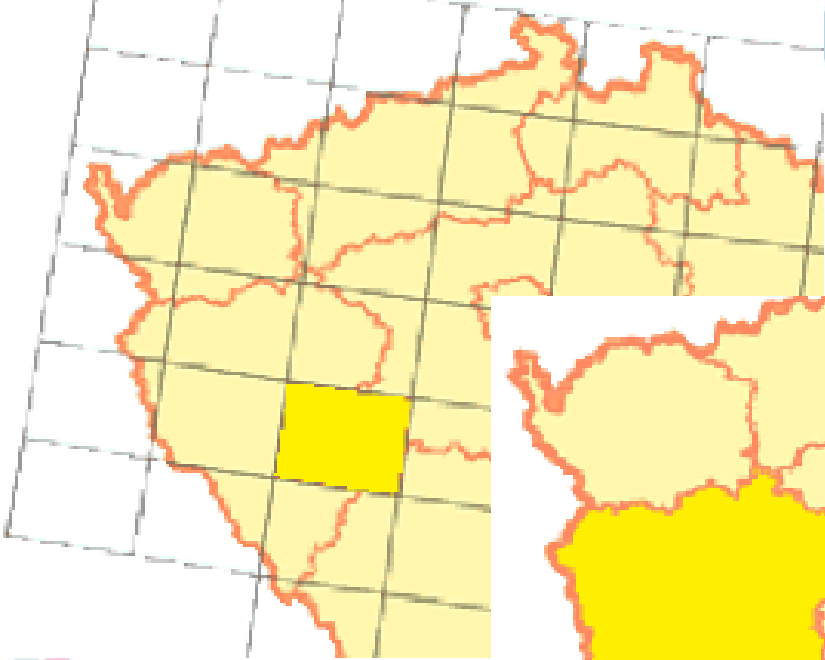
- Při pořizování dat je nutné brát v potaz i právní souvislosti problematiky, kdo má na data obchodní práva, zda je možné data využívat pro akademické, soukromé, či obchodní účely.
- Zdroje obvykle přesně popisují možnosti využití a omezují zejména komerční či veřejné použití dat (i jako podkladu).
- **Ochrana dat (vodotisk, záměrné chyby).**





# Uchovávání a zpracování dat

- **Pravidelné (např. mapové listy).**
  - Na disku je každý mapový list v jednom souboru (resp. ve více souborech se stejným jménem, lišících se pouze příponou) či adresáři.
- **Nepravidelné (mapové listy, zájmové území - katastrální území, území národního parku, okresu, kraje ...).**
  - Na disku je každé zájmové území v jednom souboru (resp. ve více souborech se stejným jménem, lišících se pouze příponou) či adresáři.
- **Bezešvé (Seamless)**
  - Celé zájmové území je uloženo v jednom souboru, adresáři či databázi).



**Geoinformatika**



# Komplexní GIS schéma

## Transformace dat

- modelu
- polohy
- formátu

## Sběr dat

- editace
- import

## Uložení dat

- |             |                              |
|-------------|------------------------------|
| Návrh       | - struktura<br>- datové typy |
| Manipulace  | - dotazování<br>- indexování |
| Dokumentace | - metadata                   |

## Analýza dat

- průzkum
- modelování

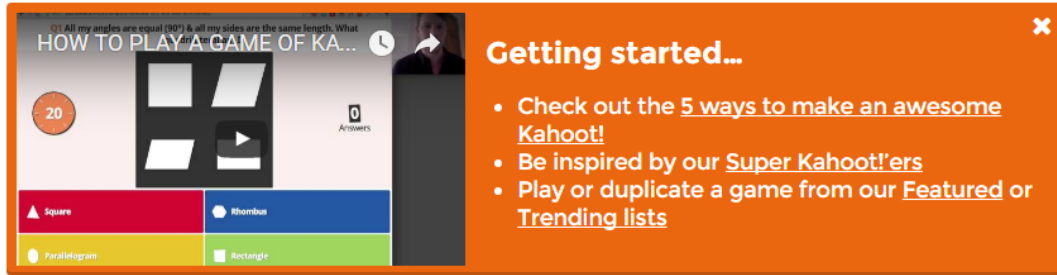
## Prezentace dat

### Vizuální

- kartografická
  - statické mapy
  - dynamické mapy
  - uživatelské rozhraní
- nekartografická
  - grafická
  - textová

### Nevizuální

- export
- řídicí povely



**Getting started...**

- Check out the [5 ways to make an awesome Kahoot!](#)
- Be inspired by our [Super Kahoot!ers](#)
- Play or duplicate a game from our [Featured](#) or [Trending lists](#)

## Create a new kahoot



### Quiz

Introduce, review and reward



### Jumble

Brand NEW game



### Discussion

Initiate and facilitate debate



### Survey

Gather opinion and insight

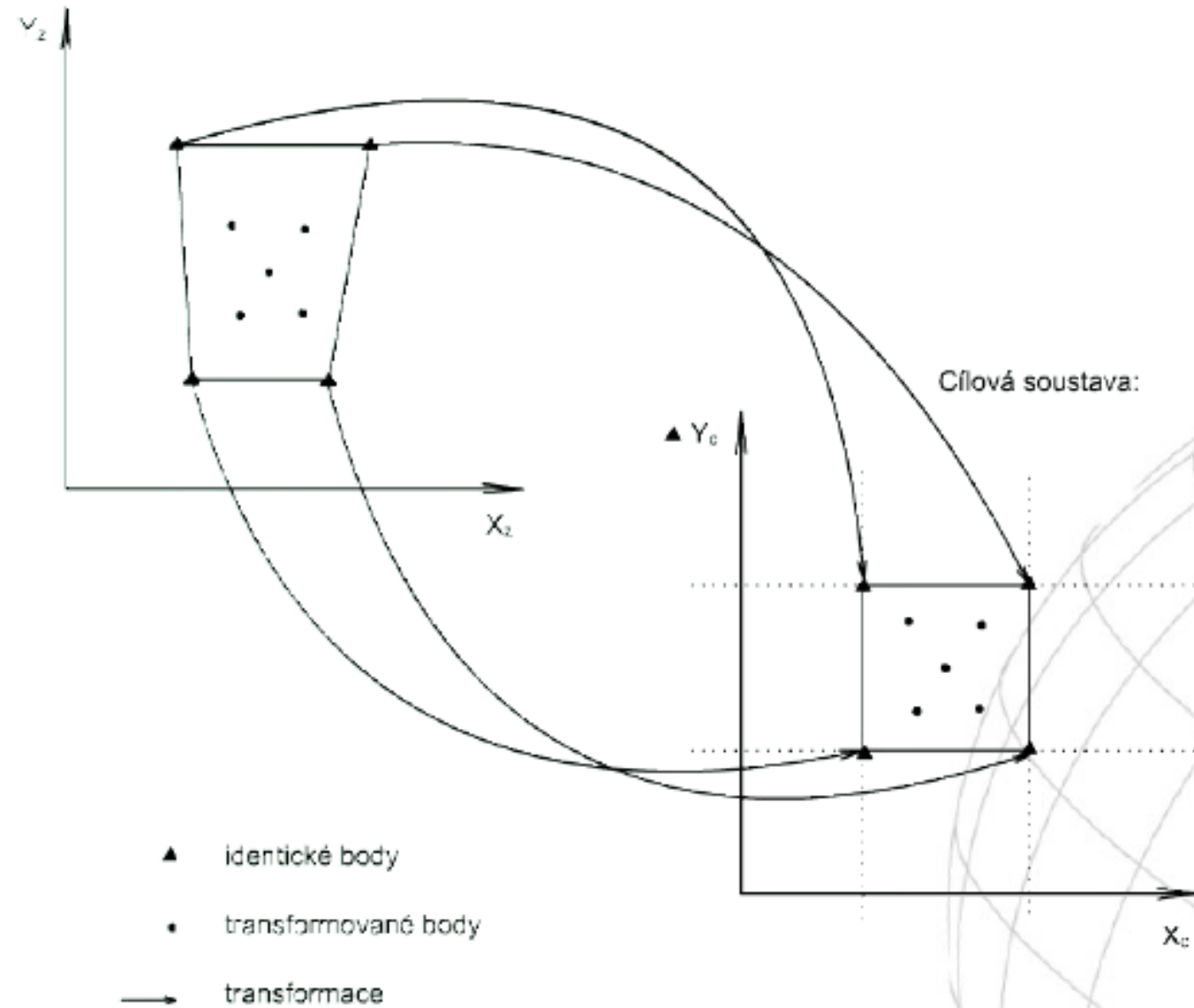


# Transformace

- **Polohová – geometrická transformace**
  - Lineární
  - Afinní
  - Projektivní
- **Datového modelu**
  - RAVE – rastr to vector
  - VERA – vector to rastr
- **Formátu**

# Geometrické transformace

Zdrojová soustava:

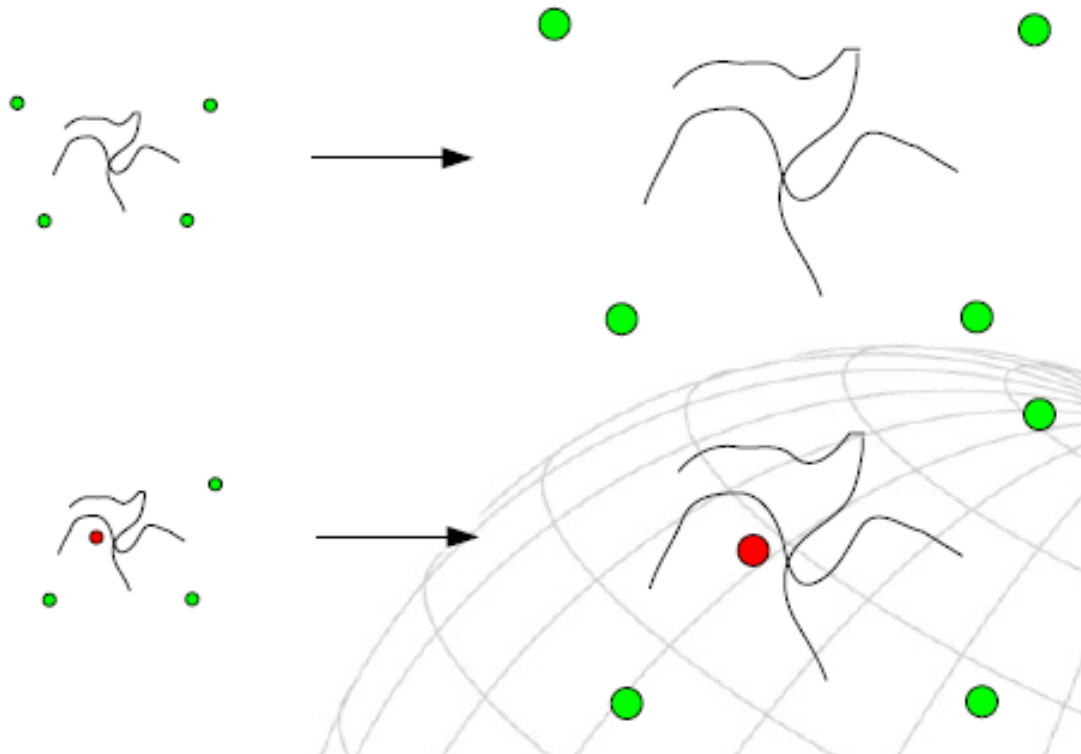


Transformace mezi rovinnými pravoúhlymi souřadnicemi jsou založeny na poznání přesné polohy vybraných identických bodů.

# Geometrické transformace - volba identických bodů

- U výběru dvojic identických bodů je také vhodné mít na paměti, že je nutné je vybírat co nejbližže okrajům transformovaného území, aby nebyly způsobeny nežádoucí deformace na okrajích.

» dobře







# Geometrické transformace - identické body a transformační koeficienty

- **Transformační koeficienty** jsou hodnoty, vypočtené z dvojic identických bodů, kterými se vyjadřuje **přechod od zdrojové souřadnicové soustavy do cílové.**
- U transformace se ale obvykle **používá více identických bodů, než je nutné** pro výpočet transformačních koeficientů.
- Hodnoty transformačních koeficientů se pak vypočtou **metodou nejmenších čtverců**, kde se minimalizuje suma rozdílů v poloze mezi souřadnicemi transformovaných bodů (více – Matematická kartografie).
- **Transformace** je například **posun a změna měřítka.**



# Geometrické transformace – typy transformací

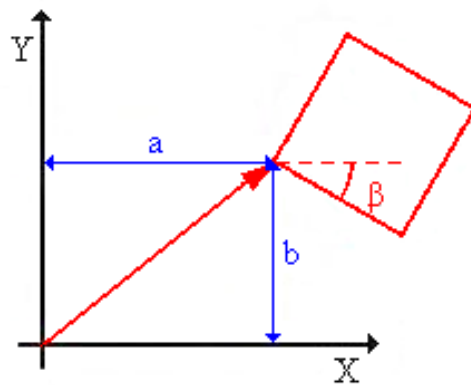
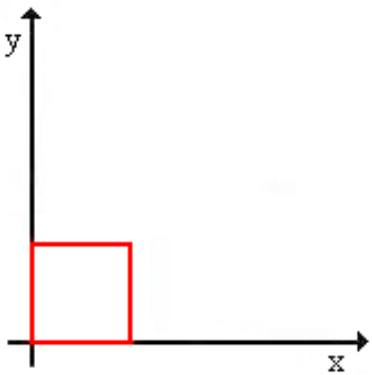
Transformace souřadnicového systému mezi rovinnými pravoúhlými souřadnicemi:

- Lineární konformní transformace (LKT)
- Afinní transformace (polynomická prvního řádu a polynomické transformace vyšších řádů)
- Projektivní transformace



# Lineární konformní transformace

- $X(X,Y)$  - nové souřadnice
- $x(x,y)$  - staré souřadnice
- $B$  - úhel otočení
- $m$  - změna měřítka
- $p(a,b)$  - posun
- **Transformační koeficienty** ( $m, B, a, b$ ) lze vypočítat již ze dvou dvojic identických bodů  $(X1,Y1), (X2,Y2)$  a původní  $(x1,y1), (x2, y2)$ .



## Zápis rovnicí

$$X = m \cdot \cos(B) \cdot x - m \cdot \sin(B) \cdot y + a$$

$$Y = m \cdot \sin(B) \cdot x + m \cdot \cos(B) \cdot y + b$$

**Helmertova transformace** – speciální případ LKT;  $m = 1$

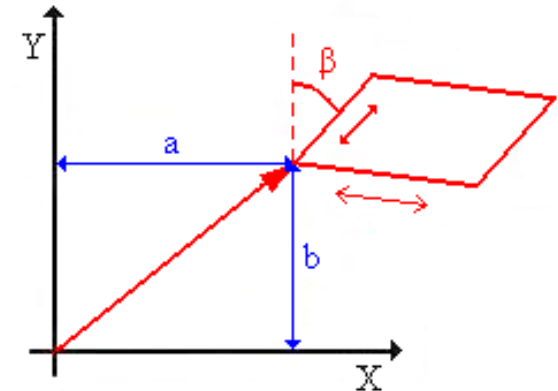
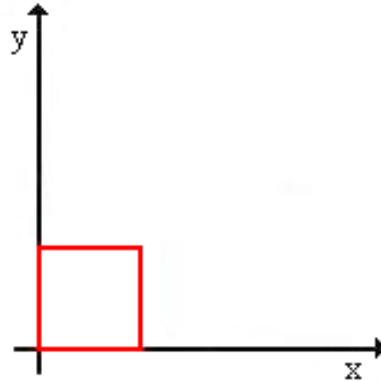


# Lineární konformní transformace

- Posun
- Rotace
- Uniformní změna měřítka (v obou osách stejná)
- **Zachovává tvar objektu! (konformní)**
- Je potřeba dvou dvojic identických bodů

# Afinní transformace

- **Jednotlivé souřadnice nejsou na sobě závislé – změna měřítka v různých směrech.**
- **$X(X,Y)$**  - nové souřadnice
- **$x(x,y)$**  - staré souřadnice
- **$A$**  - regulární matice
- $p(c,f)$  - posun
- Transformační koeficienty ( $a, b, c, d, e, f$ ) lze spočítat ze tří dvojic identických bodů.



## Zápis rovnicí

$$X = a \cdot x + b \cdot y + c$$

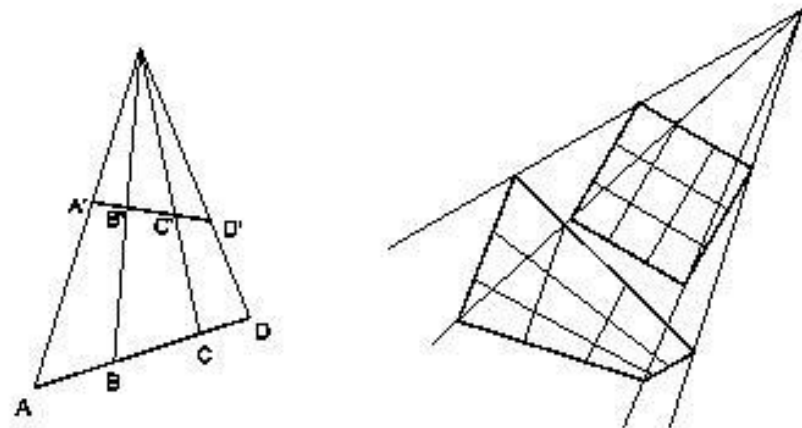
$$Y = d \cdot x + e \cdot y + f$$

# Afinní transformace

- Posun
- Rotace
- Neuniformní změna měřítka (v každé ose jinak – zkosení)
- „Z obdélníka kosodélník“
- Je potřeba **tří dvojic identických bodů**

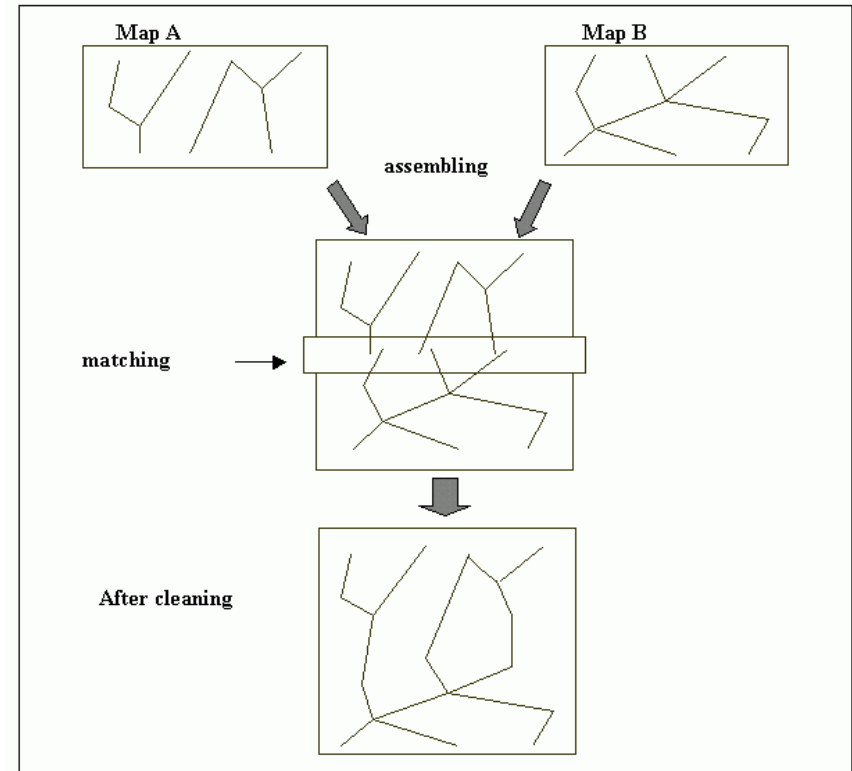
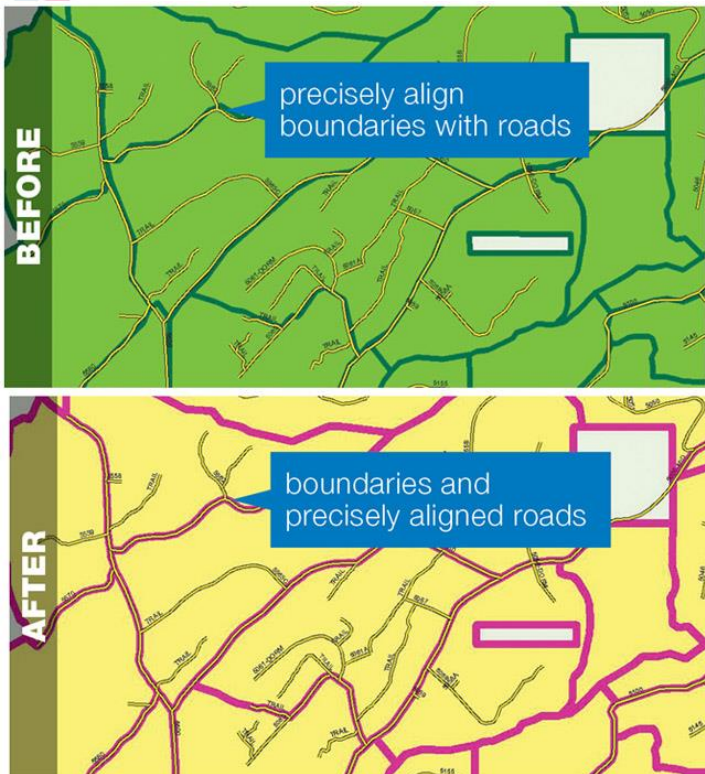
# Projektivní transformace

- Transformace jednoho rovinného prostoru do druhého – vhodné pro data s menšími deformacemi.
- Posun
- Rotace
- „Z obdélníka lichoběžník“
- Je potřeba **čtyř dvojic identických bodů**



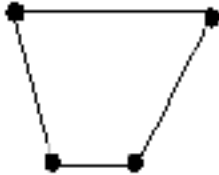
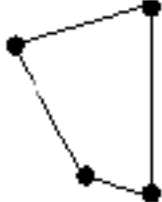



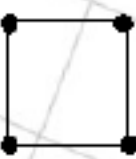

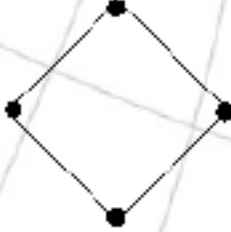
# Dalsi typy geometrických transformací - Rubber sheeting, edge matching

- **Rubber sheeting** - pro zdeformované mapy - lineární transformace po částech.
- **Edge Matching** - sjednocení okrajů mapy. V důsledku dělení plochy na mapové listy, odpovídá rubber sheetingu, ale platí pouze pro okraje mapových listů.

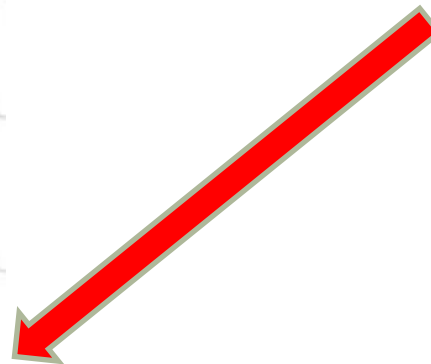




# Projevy geometrických transformací

Transformace	Před	Po
Projekce		
Afinita		
Změna měřítka		
Rotace		

- **Helmertova?**
- **LKT,  $m=1$**





# Transformace datového modelu

- Jelikož pro některé analýzy jsou vhodnější vektorové reprezentace dat a pro jiné zase rastrové, GIS systémy pracující s oběma typy nabízejí nejrůznější nástroje umožňující a usnadňující převod mezi oběma reprezentacemi.
- Převod z rastrové do vektorové podoby se nazývá **vektORIZACE (RAVE)**, opačný proces z vektorové do rastrové podoby je **rasterizace (VERA)**.



# Generalizace

Proč vůbec je generalizace v GIS potřebná:

- **Ekonomické požadavky** - svět nelze nikdy modelovat úplně přesně, vždy je to kompromis přesnost/cena.
- **Požadavky redukce objemu dat**
  - čím více je dat, tím je větší možnost udělat chybu a čím je přesnější (intenzivnější) měření, tím je větší šance ovlivnění dílčích měření individuální chybou.
  - generalizace slouží k odfiltrování těchto chyb a konsolidaci.
- **Víceúčelovost požadavků pro údaje** - z jedné digitální reprezentace dat je nutné vytvářet mapy s různými informacemi i v různých měřítkách, často velice rozdílných.
- **Požadavky zobrazování a komunikace (percepce-vnímání) dat**
  - vychází z kartografických doporučení některých limitů, při jejichž překročení se mapy stávají nečitelnými (př. max 10 gr. znaků na cm<sup>2</sup>).

# Přehled metod

Vybrané generalizační metody užívané v kartografii a GIS

- **Selekce** (výběr prvků)
- **Eliminace** (odstranění prvků)
- **Zjednodušení** (zjednodušení prvků)
- **Agregace** (kombinování malých prvků do větších)
- **Prostorová redukce** (collapse)
- **Typifikace** (redukce hustoty prvků)
- **Zvýraznění** (přehnání, exaggeration )
- **Reklasifikace** a spojení (spojení prvků se stejnými vlastnostmi)
- **Řešení konfliktů** (posunutí méně důležitých prvků)
- **Redukce vrcholů** (Coordinate Thinning)

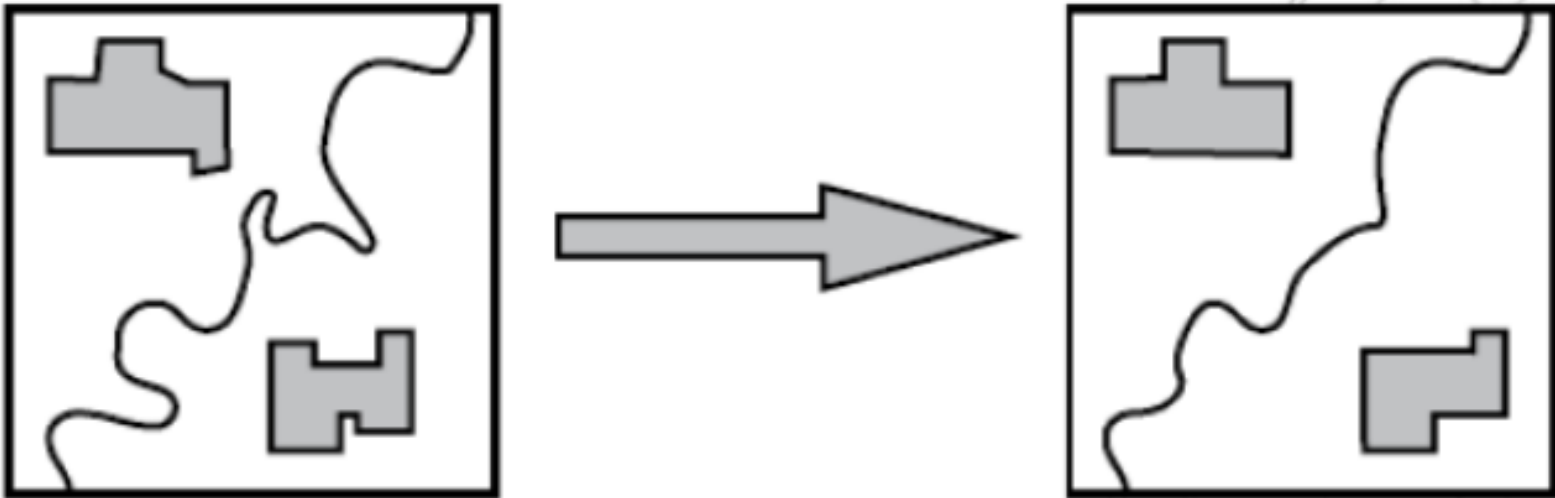
# Eliminace

- Eliminace – odstranění prostorově nedůležitých prvků



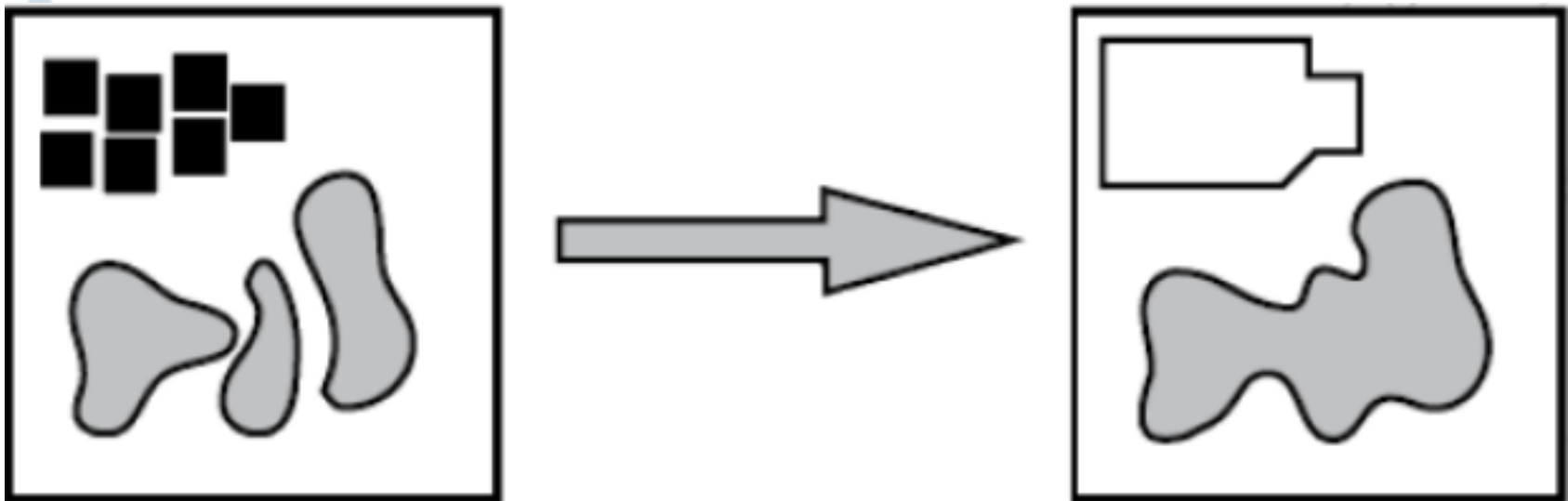
# Zjednodušení

- Zjednodušení **tvaru** prvků, např. redukce počtu vrcholů



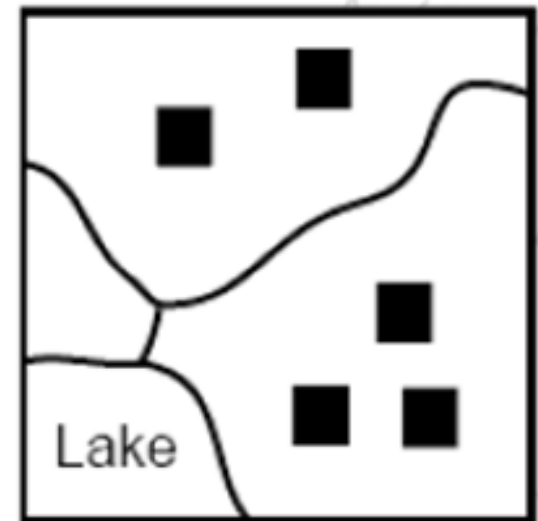
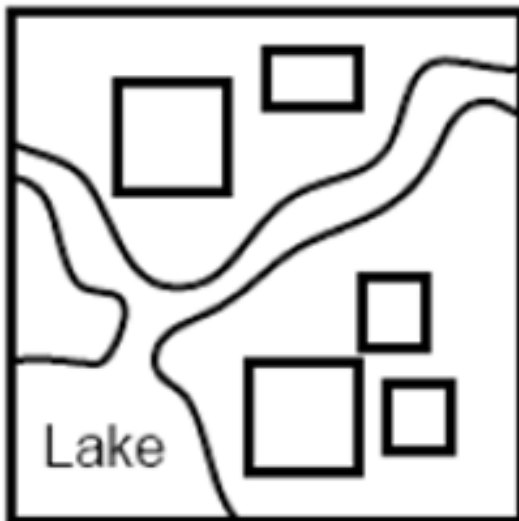
# Agregace

- Agregace – kombinování malých prvků do větších



# Prostorová redukce (collapse)

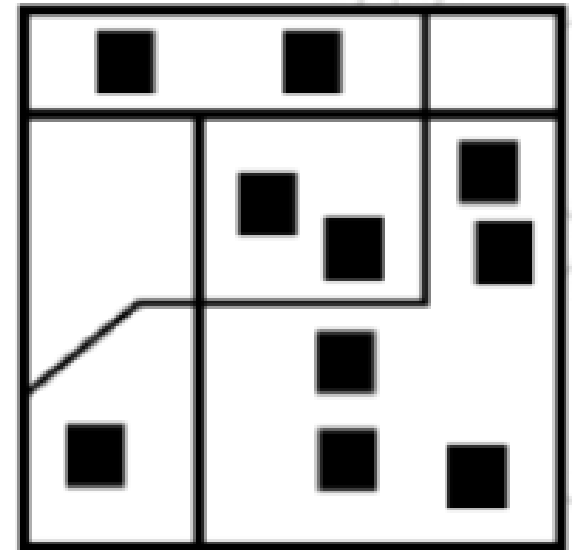
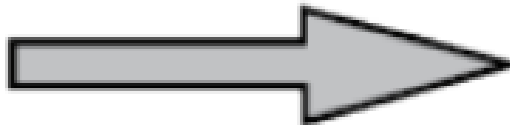
- Prostorová redukce – redukce dimenze prvku nebo jeho prostorového rozměru (například polygon na linii)





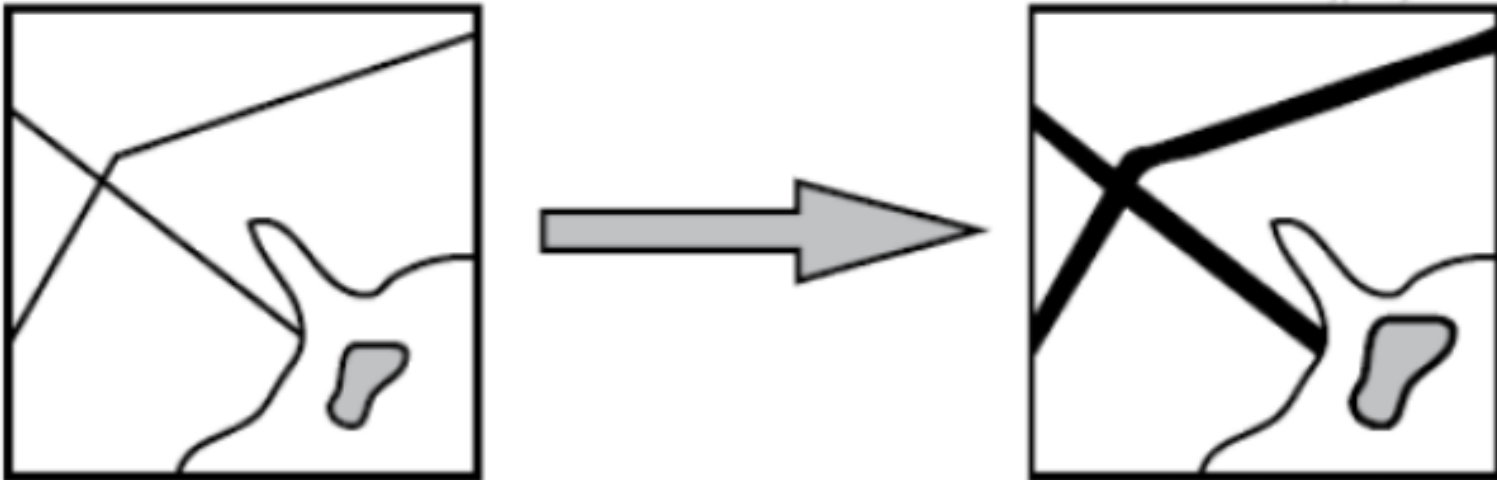
# Typifikace

- Typifikace – redukce hustoty prvků a LoD, zachování prostorového vzoru.



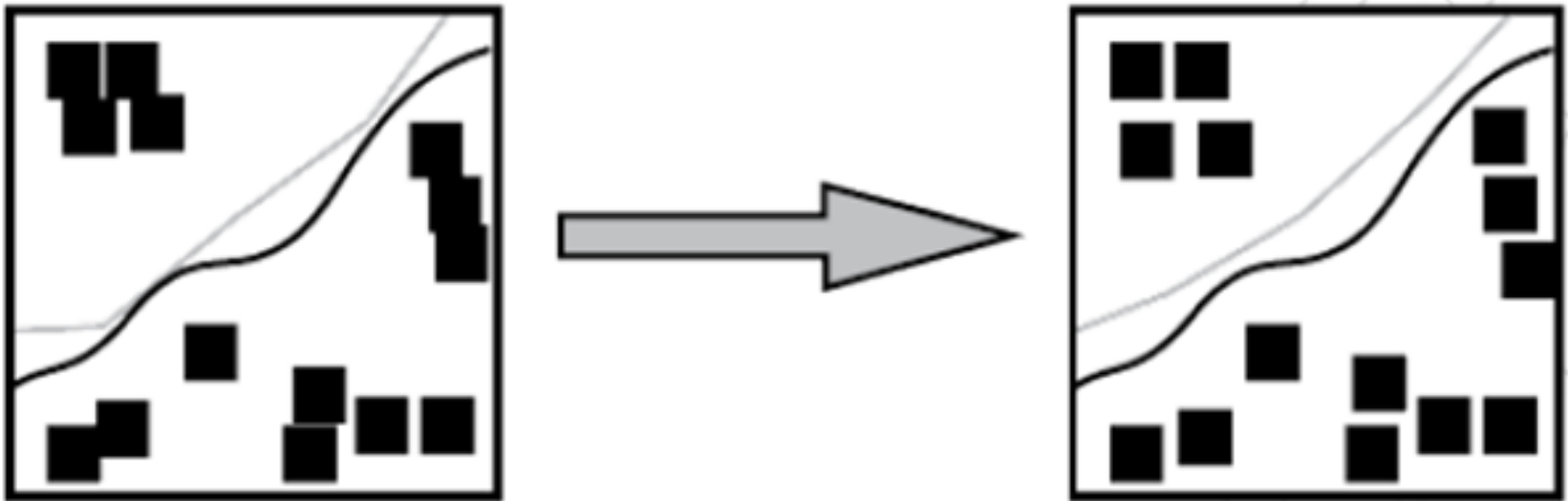
# Zvýraznění (Exaggeration)

- Zvýraznění – opak prostorové redukce, prostorové zvýraznění (zvětšení) prvku s kontextovou důležitostí.



# Řešení konfliktů

- Řešení konfliktů – posunutí některých prvků nacházejících se na jednom místě, **přehlednost mapy je zde kladena nad její absolutní prostorovou správnost.**
- Na původním místě zůstává nejdůležitější prvek (např. silnice na mapě silnic) a posouvají se ostatní (v našem příkladě to může být např. železnice, vodstvo, elektrické vedení,...)



# Zjemnění (refinement)

- Zjemnění – úprava vzhledu objektu ke zvýšení **estetičnosti**, například vyhlazení linie řeky.



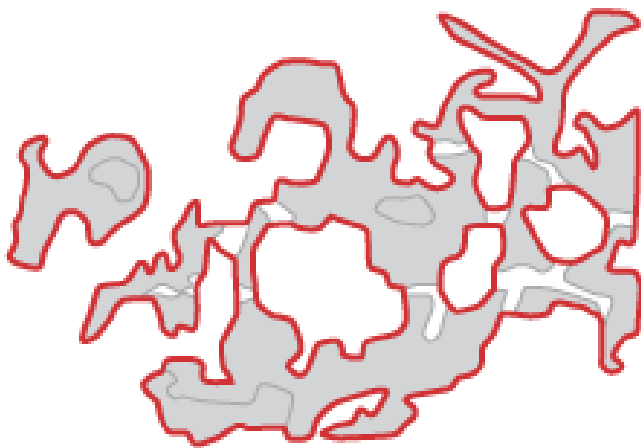


# Nástroje generalizace v ArcGIS – příklady a užití

- **Aggregate** Points, Polygons
- **Collapse** Dual Lines To Centerline
- **Merge** Divided Roads
- **Simplify** Building, Line, Polygon
- **Smooth** Line, Polygon

# Aggregate Points, Polygons

- **Kombinování menších prvků do větších – nahrazení shluku bodů či objektů (polygonů) jedním velkým objektem.**



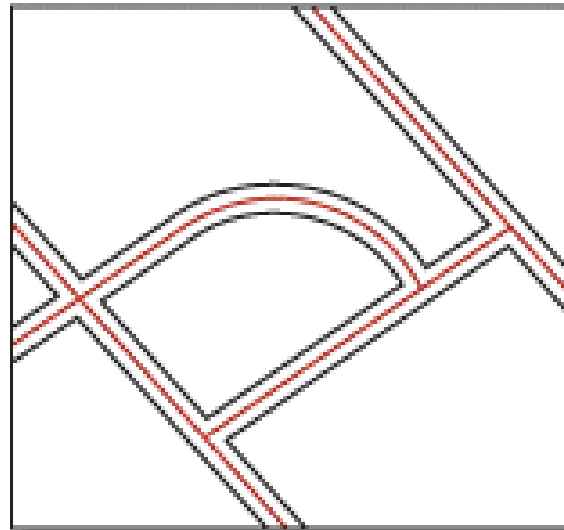
■ Input Feature  
■ Aggregated Feature

A) Nonorthogonal features

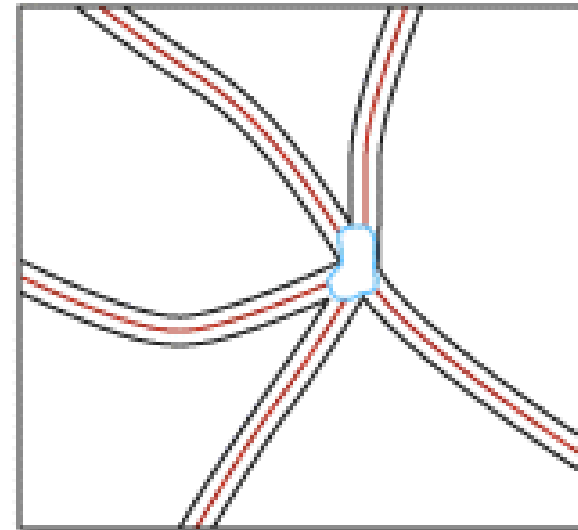
B) Orthogonal features

# Collapse Dual Lines To Centerline

- **Prostorová redukce – obrysové linie nahrazeny centrální linií.**



**Simple Case**



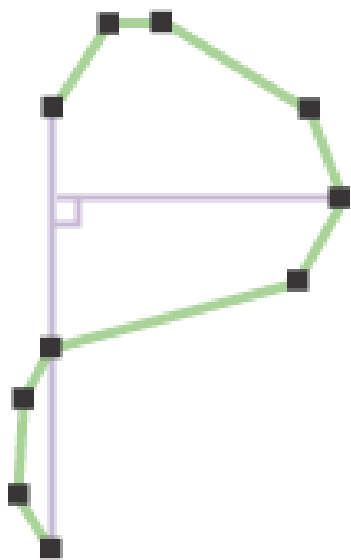
**Complicated Intersection**

- Casings
- Centerlines (LTYPE 1)
- Unresolved (LTYPE 2)

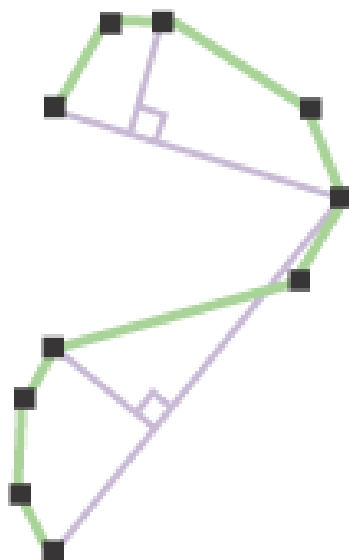


# Simplify Building, Line, Polygon

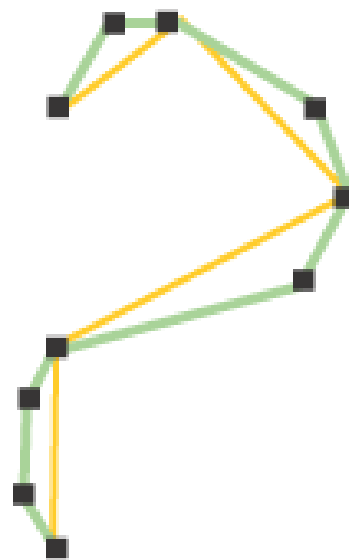
- **Douglas –Peucker algoritmus – zachovává základní tvar křivky. Čím větší tolerance, tím jednodušší křivka.**



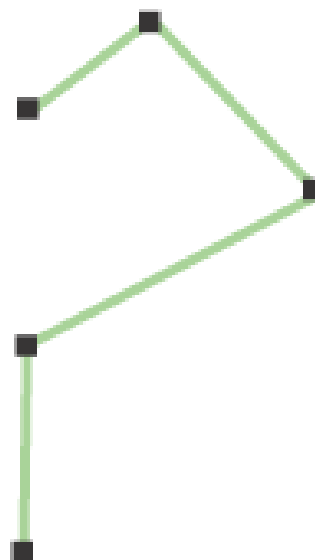
1ST TREND LINE



2ND TREND LINE



3RD TREND LINE



RESULTING ARC

 SIMPLIFICATION TOLERANCE





# Vliv generalizace na kvalitu údajů

- Snižuje se **polohová** (prostorová) přesnost.
- Při snížení polohové přesnosti se může snížit i **atributová** přesnost!
- např. reklasifikace a spojení - spojení prvků se stejnými vlastnostmi do jednoho, například vrstvy listnatých a jehličnatých lesů spojit do vrstvy lesů – při změně měřítka.

