



# Geoinformatika

## VI – Transformace dat

jaro 2015

**Petr Kubíček**

**kubicek@geogr.muni.cz**

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

## TEST (?)

**Životní cyklus GIS dat zahrnuje?**

**[2 body]**

- a) sběr, správa, analýza a prezentace**
- b) software, hardware, personál**
- c) sběr, údržbu, poskytování a sdílení**

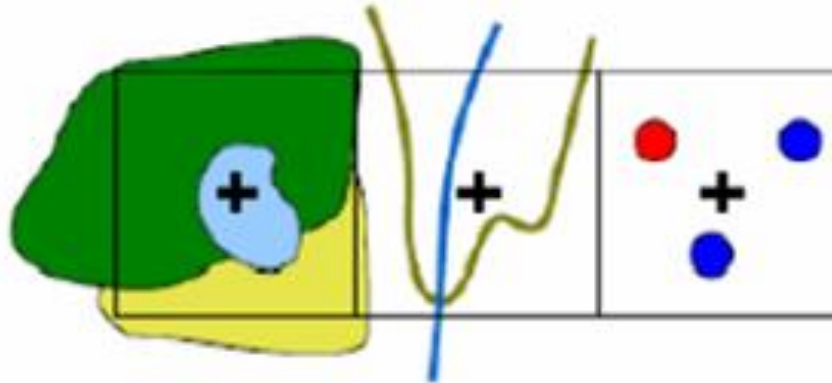
**Věková struktura patří mezi typy atributových dat**

**[3 body]**

- a) Nominální**
- b) Ordinální**
- c) Intervalová**
- d) Poměrová**

# TEST (?)

Pro výběr modré plochy při převodu do rastrového datového modelu je nutné použít metodu:



- a) Metoda dominantního typu
- b) Metoda nejdůležitějšího typu
- c) Metoda centroidu
- d) Metoda Kruskal-Wallis



# 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

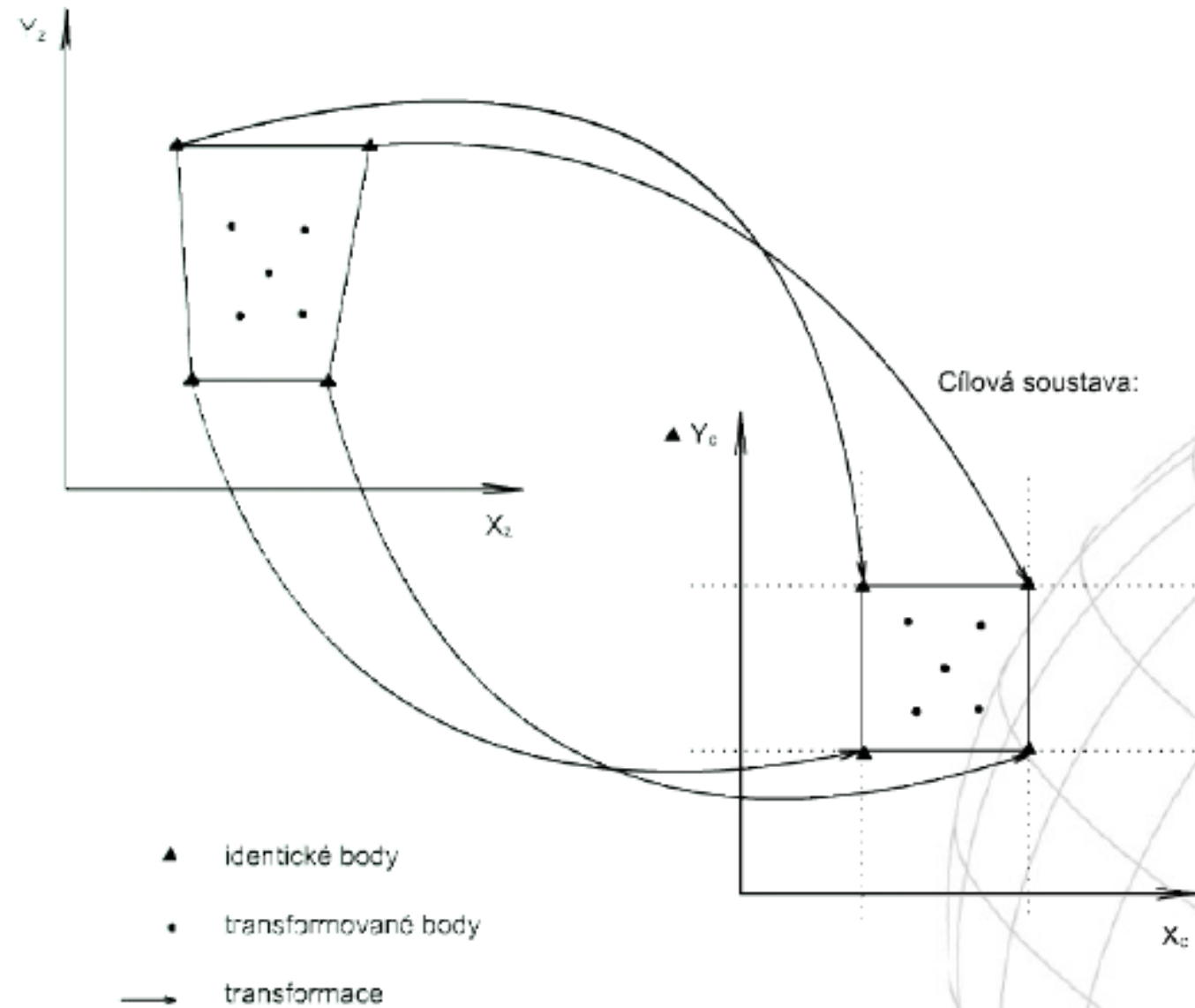
### Nevizuální

- export
- řídicí povely

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

# Geometrické transformace

Zdrojová soustava:

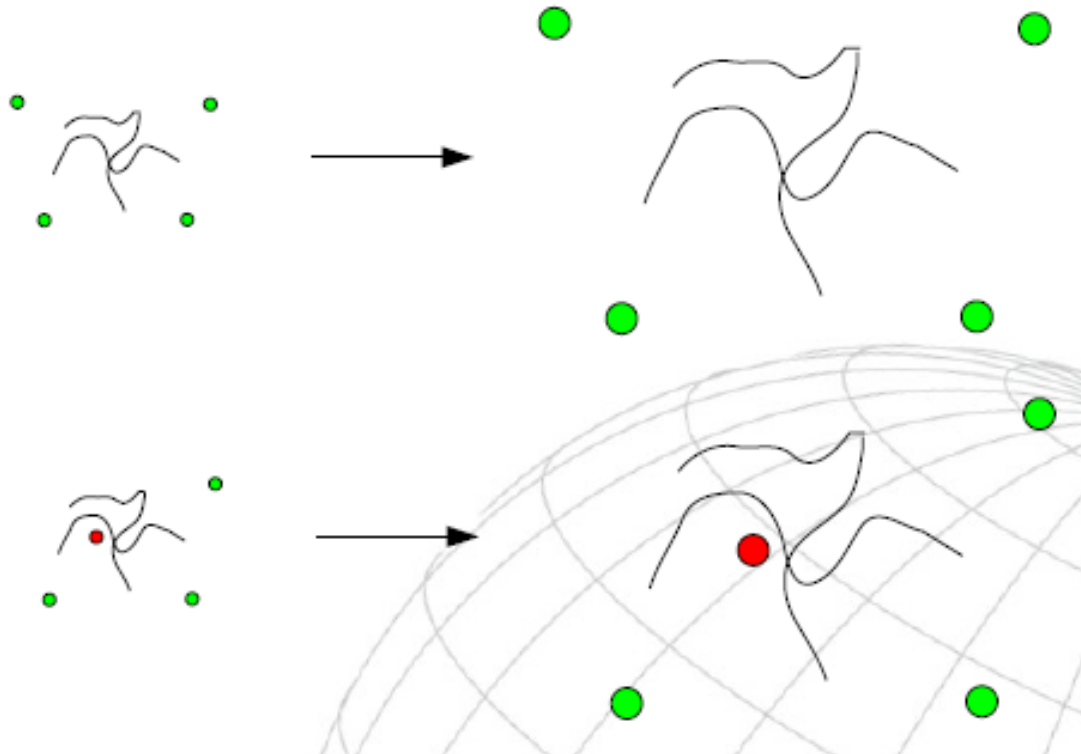


Transformace mezi rovinnými pravoúhlymi souřadnicemi jsou založeny na poznání přesné polohy vybraných identických bodů.

# 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

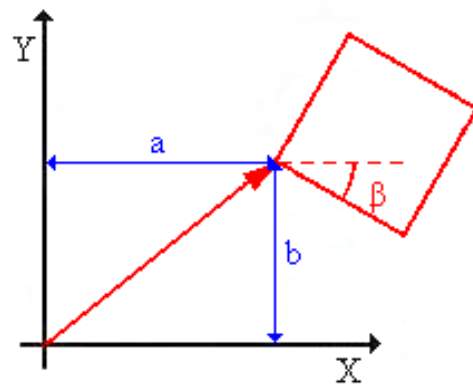
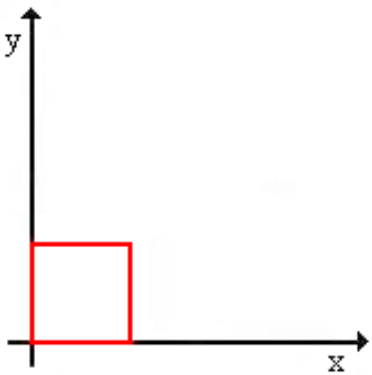
Transformace souřadnicového systému mezi rovinnými pravoúhlými souřadnicemi:

- 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  $(X_1, Y_1)$ ,  $(X_2, Y_2)$  a původní  $(x_1, y_1)$ ,  $(x_2, y_2)$ .



## 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;  $m = 1$

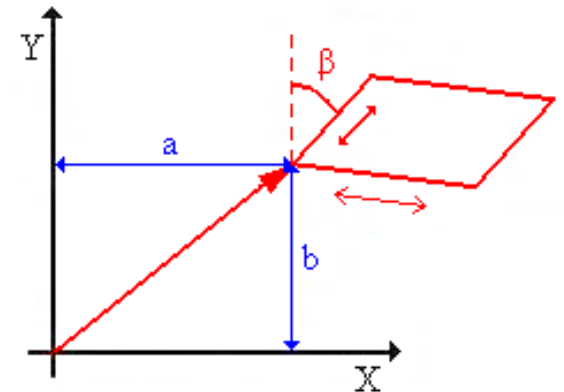
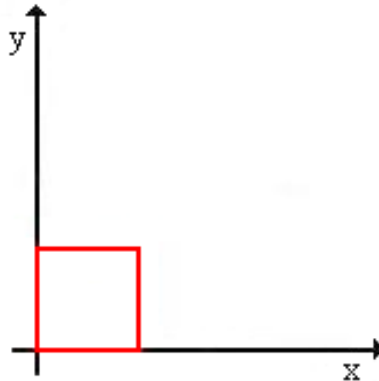


# Lineární konformní transformace

- 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

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

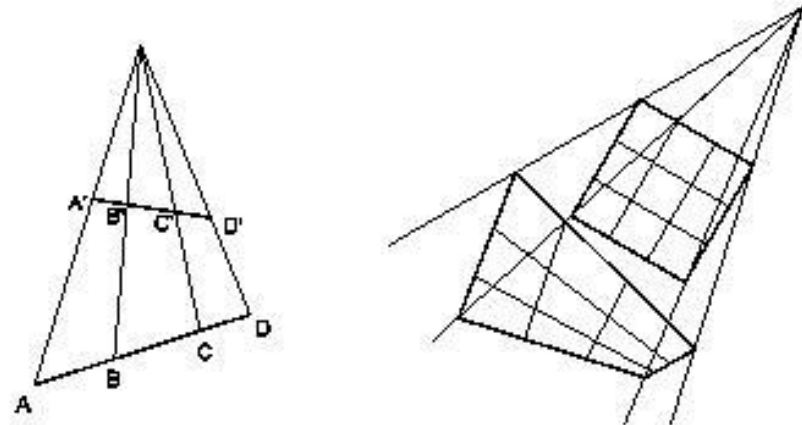
$$Y = d \cdot x + e \cdot y + f$$

# Afinní transformace

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

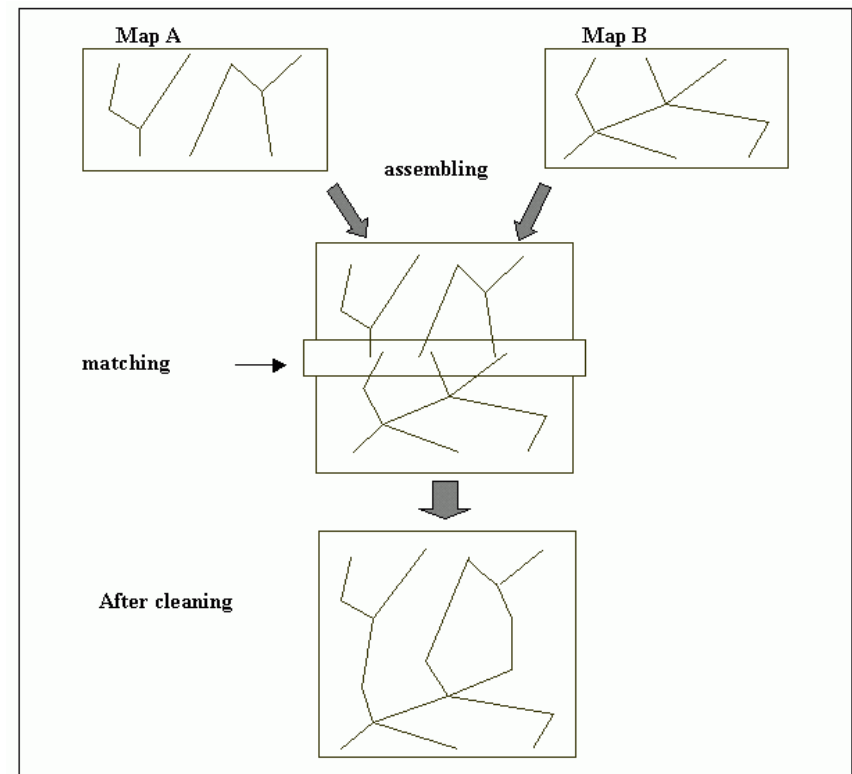
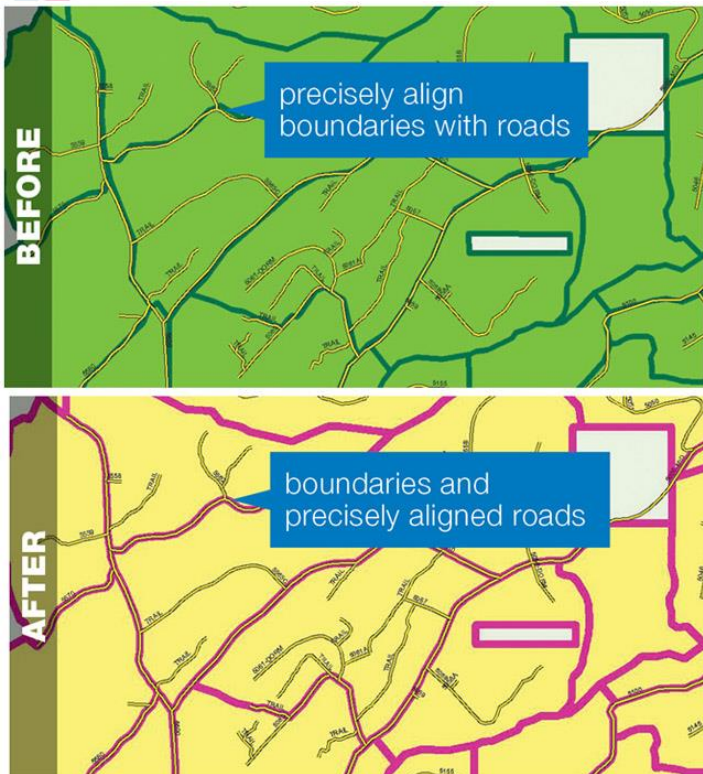
# Projektivní transformace

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

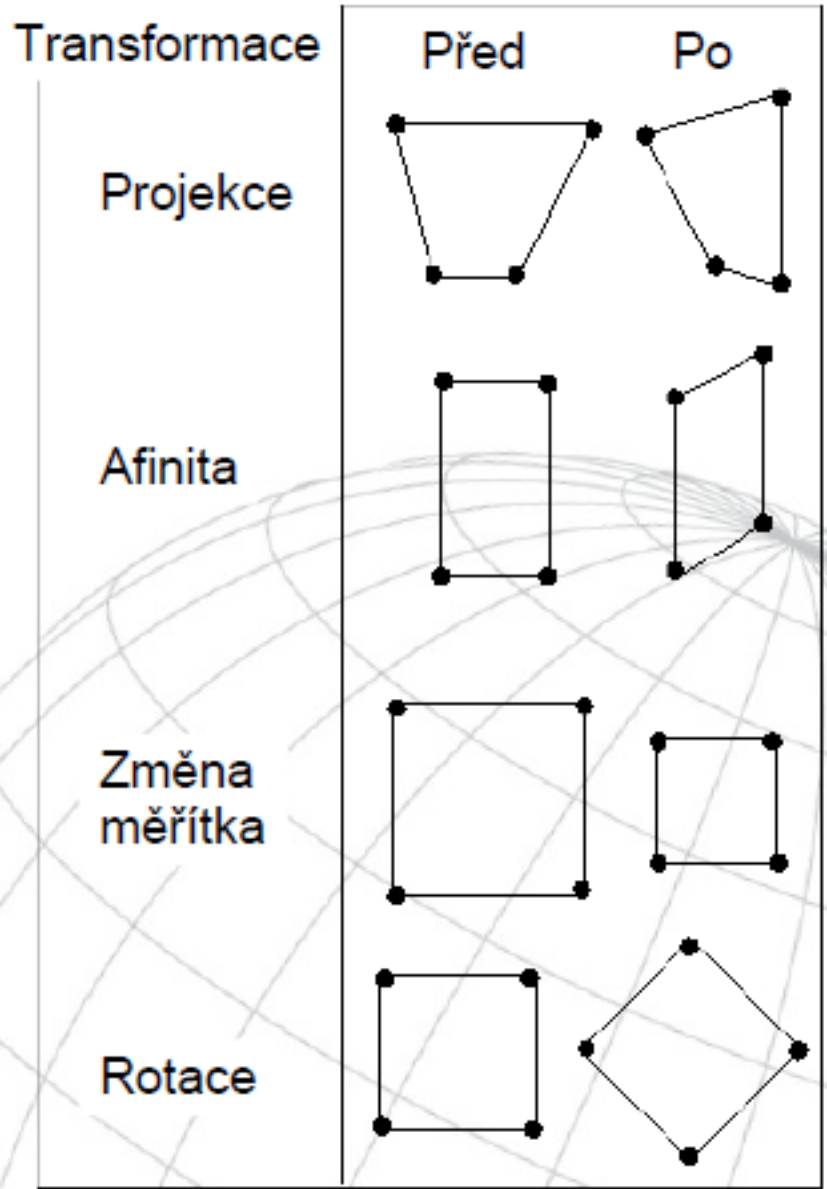


# Dalsi typy geometrických transformací - Rubber sheeting, edge matching

- **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







# Geometrické operace (nad vektory)

- **Interaktivní editace prvků** - obvykle standardní nástroje CAD jako kopírování, posuny, rotace, mazání, spojování a rozpojování segmentů.
- **Snižování počtu vrcholů/ředění** (Weeding/coordinate thinning,) - nástroj vycházející z generalizace a používaný hlavně po digitalizaci a vektorizaci. Spočívá v odstranění nadbytečného počtu vrcholů z linie.
- **Zvyšování počtu vrcholů/zhušťování** (Densification) - opak ředění - umělé vkládání dalších bodů na linii. Pouze pro vektorová data.
- **Proložení bodů křivkou** - použití po digitalizaci a vektorizaci vrstevnic. Proložení křivkou dodá vrstevnicím přirozený vzhled. Na rozdíl od zhušťování nezachovává 100% tvar křivky.

# 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)**.

# Vektorizace

## Ruční

- Vše dělá operátor (případně za asistence počítače při přichytávání vektorových prvků na existující rastrovou kresbu - tzv. „čtvrtaautomatická“).

## Poloautomatická

- Operátor zvolí počátek rastrové linie, systém se pokusí identifikovat rastrový objekt, ukáže operátorovi směr, kterým se vektorizace bude ubírat, a při potvrzení ze strany operátora, se vydá vektorizovat, dokud nenarazí na nějakou překážku (mezera, křižovatka) či sporný bod, kde se zastaví a čeká na operátorovu odezvu (jestli má pokračovat, v jakém směru má pokračovat, ...).
- Existují dva módy poloautomatické vektorizace, podle způsobu přichytávání:
  - na **střed rastru** (používaný pro vektorizaci linií),
  - na **okraj rastru** (používaný pro vektorizaci polygonů).

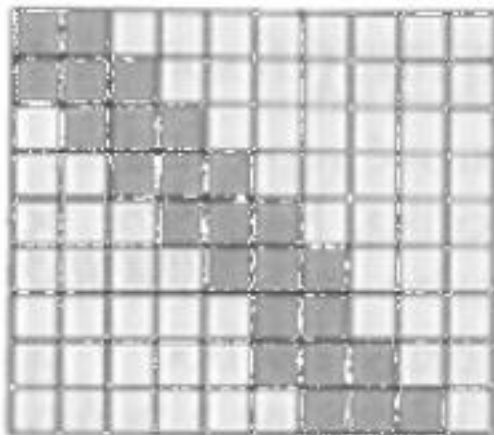
# Poloautomatická

- **Přichytávání na okraj** je pro počítač výrazně jednodušší, jelikož vektorizační software pouze hledá hranu v rastrovém obrazu, které se drží.
- **Přichytávání na střed** je složitější a pro identifikaci středu vektorizovaného objektu se využívá principu nazývaného „**skeletizace**“, který vychází z principů používaných v automatické vektorizaci.

1)



2)



3)





# 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>).

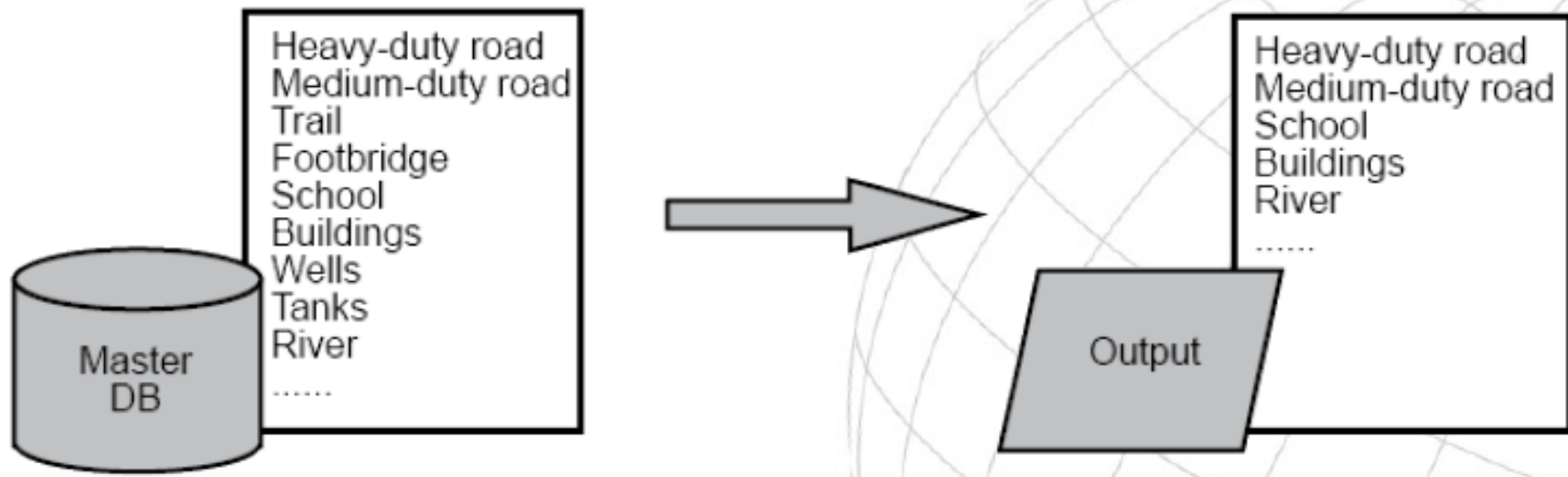
# Přehled metod

Vybrané generalizační metody užívané v kartografii a GIS

- **Selekce** (výběr prvků)
- **Eliminace** (eliminace 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)

- Selekce – výběr tématických vrstev

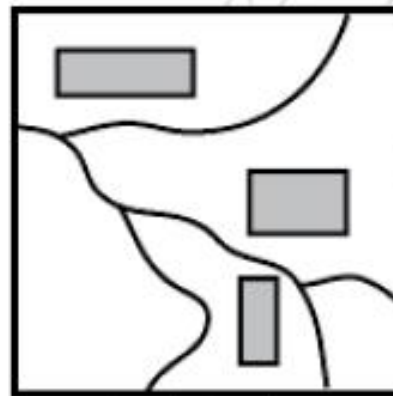
**Preselection**—Selecting certain feature classes from a master database for the inclusion in the final map. What to be selected depends on the target map scale and purpose. The preselected features will participate further generalization operations.



# Eliminace

- Eliminace – odstranění prostorově nedůležitých prvků

**Elimination**—Selectively eliminating features that are too small, too short, and too insignificant to be presented in the final map; for example, small islands, short roads, little villages, and so on.

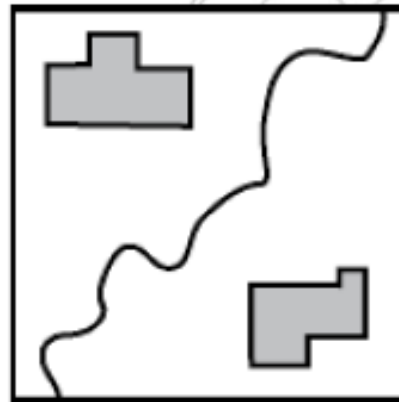




# Zjednodušení

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

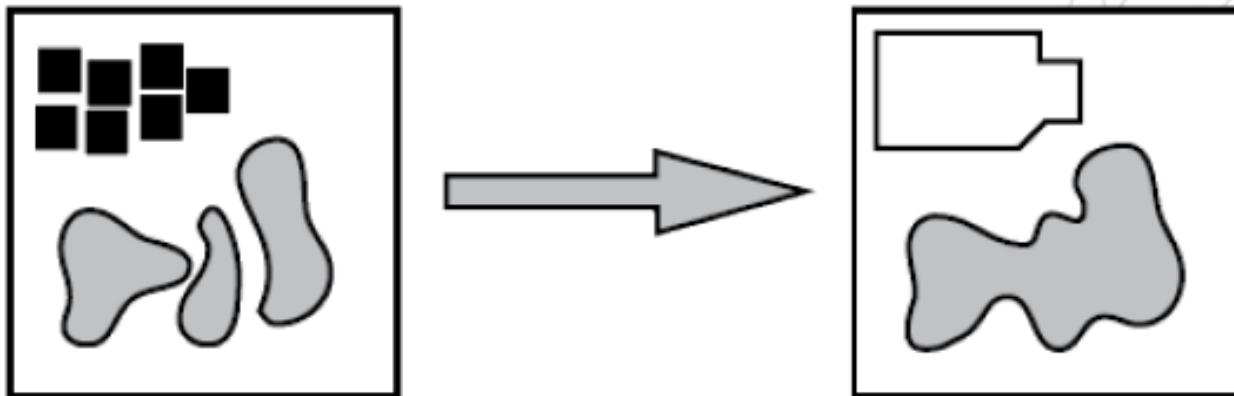
**Simplification**—Removing unnecessary detail, such as extraneous bends and fluctuations, from a line or an area boundary without destroying its essential shape.



# Agregace

- Agregace – kombinování malých prvků do větších

**Aggregation**—Combining features in close proximity or adjacent features into a new area feature; for example, forming a built-up area from a cluster of buildings or joining patches of crop fields into a large agricultural area.

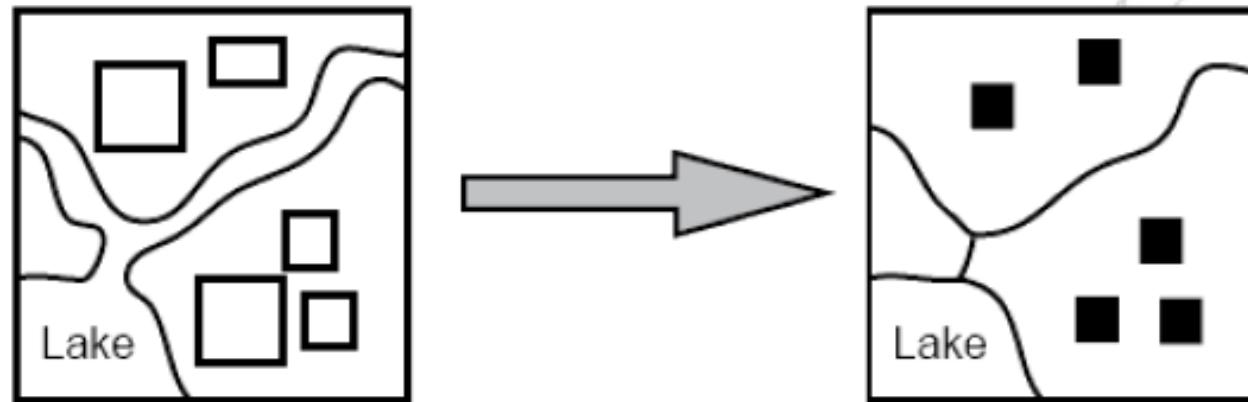




# Prostorová redukce (collapse)

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

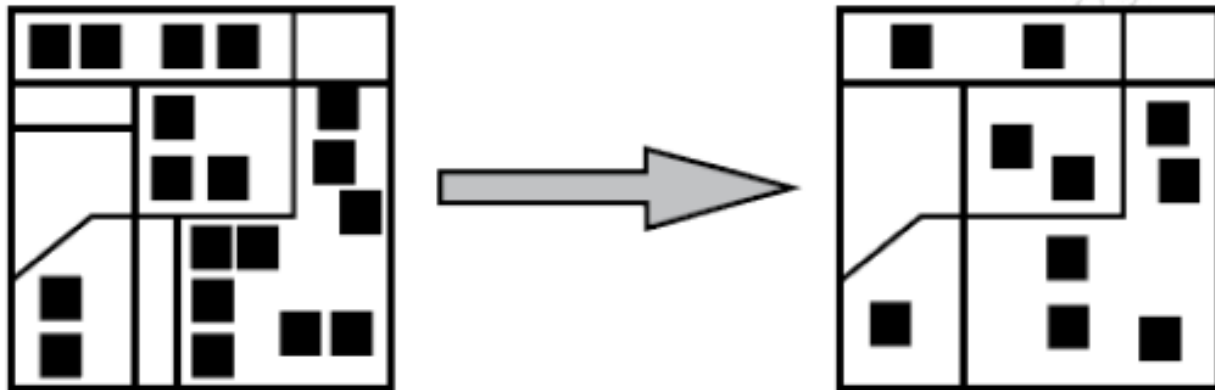
**Collapse**—Reducing a feature dimension or the representation of its spatial extent; for instance, changing an area feature to a linear or point feature, changing a multiple-line feature to a single-line feature, and so on.



# Typifikace

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

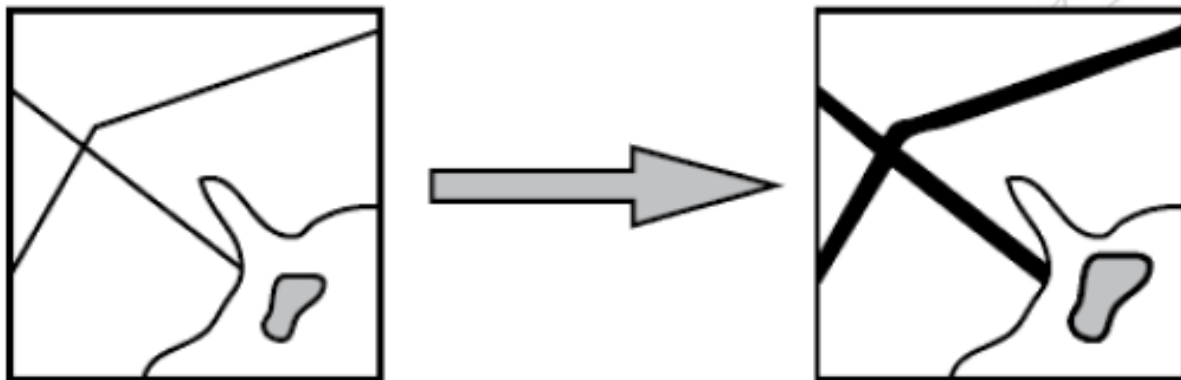
**Typification**—Reducing feature density and the level of detail while maintaining the representative distribution pattern and visual impression of the original feature group; for example, reducing the amount of detail in a drainage network without losing the impression of its structure.



# Zvýraznění

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

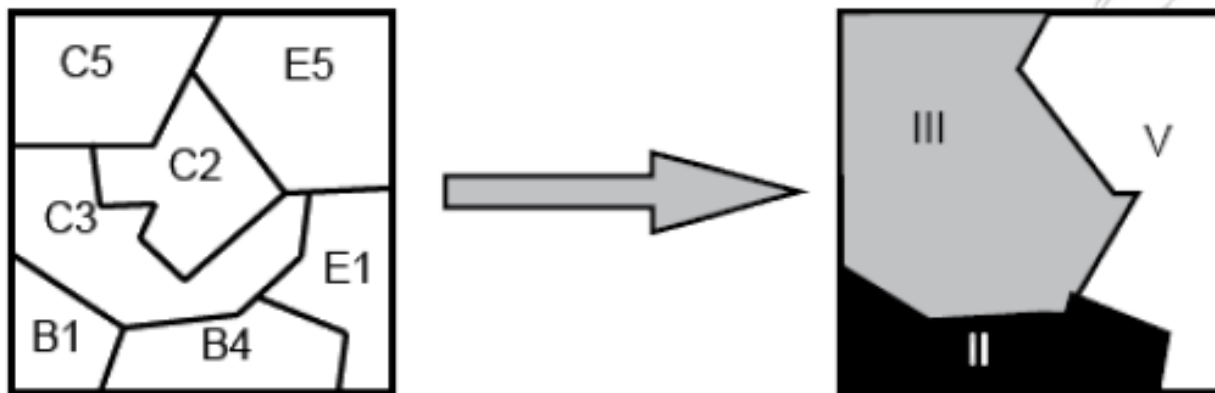
**Exaggeration**—Increasing the spatial extent of a feature representation for the purpose of emphasis and legibility; for example, enlarging the size of an island, which is otherwise small enough to be removed, to include it for its significance as a navigational point of reference.



# Reklasifikace a spojení

- Reklasifikace a spojení – spojení prvků se stejnými vlastnostmi do jednoho, například vrstvy listnatých a jehličnatých lesů spojit do vrstvy lesů – při změně měřítka.

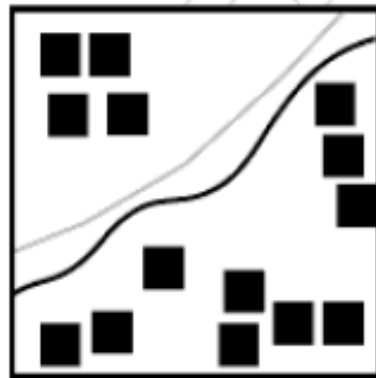
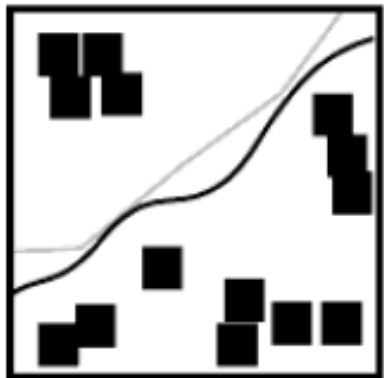
**Classification and Symbolization**—Grouping features sharing similar geographic attributes into a new, higher-level feature class and representing it with a new symbol.



# 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,...)

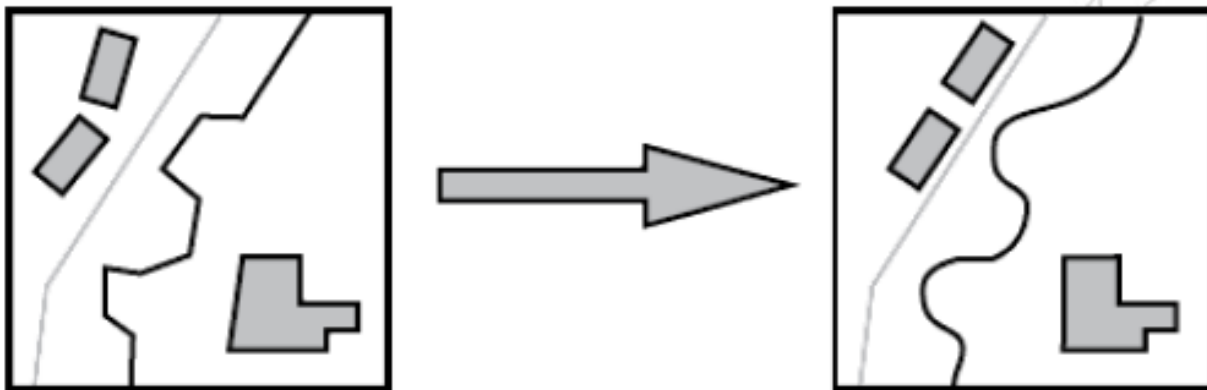
**Conflict Resolution (Displacement)**—Detecting feature conflicts and then repositioning the less important conflicting features or adjusting feature extents to satisfy the threshold of separation and other cartographic specifications.



# Zjemnění

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

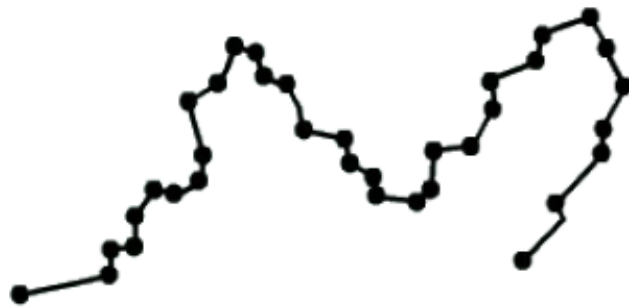
**Refinement**—Altering and adjusting a feature's geometry or appearance to improve its aesthetic (visual) impression and to ensure its agreement with reality. Some examples are smoothing a line, squaring a corner, changing the orientation and alignment of a point symbol, correcting the intersecting angles of a contour and a river, and so on.





# Redukce vrcholů

- Redukce vrcholů – coordinate thinnig



redukce počtu vrcholů v liniovém prvku - obvykle pomocí definování nejkratší vzdálenosti mezi body (funkce by měla vždy vybrat ty nejvýznamnější) - zjednodušování



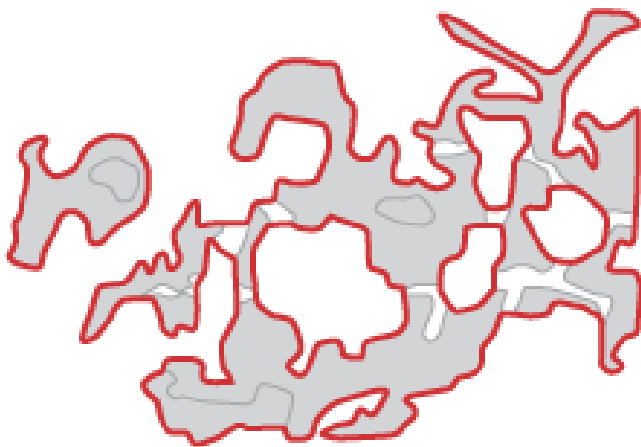


# Nástroje generalizace v ArcGIS – příklady a užití

- **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

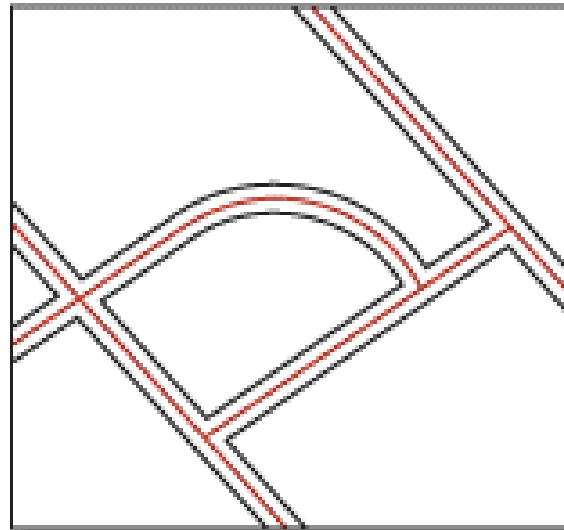
A) Nonorthogonal features

B) Orthogonal features

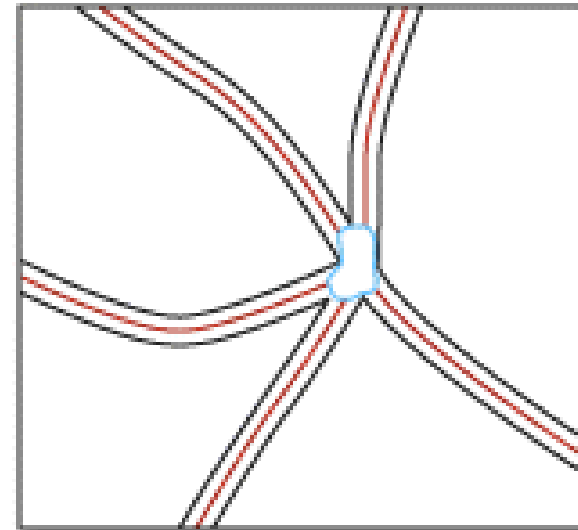


# Collapse Dual Lines To Centerline

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



**Simple Case**



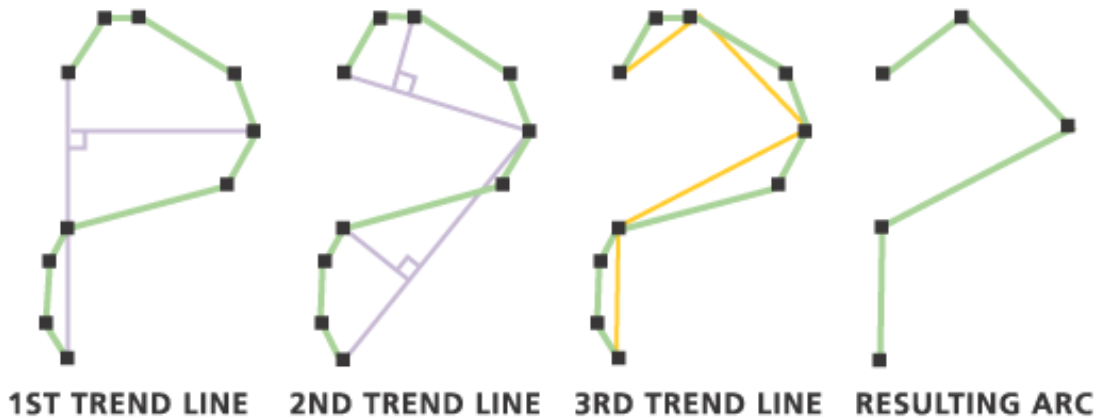
**Complicated Intersection**

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

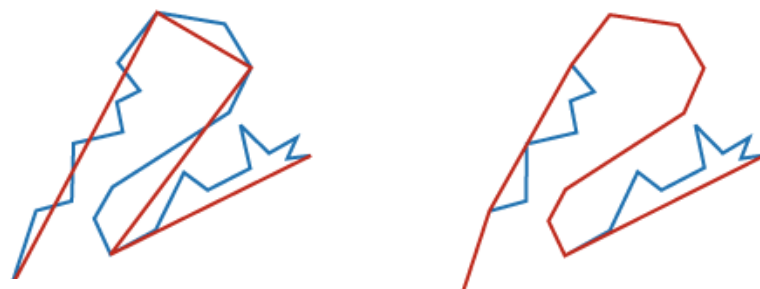


# Simplify Building, Line, Polygon

- Point x pásmo (tvar!)
- Douglas –Peucker algoritmus



└─ SIMPLIFICATION TOLERANCE



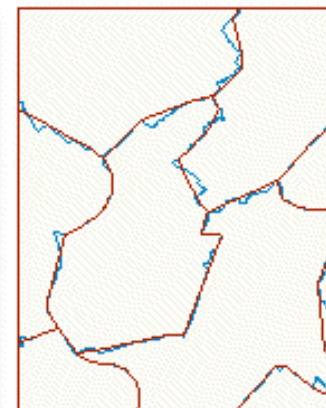
POINT REMOVE

BEND SIMPLIFY

— ORIGINAL  
— SIMPLIFIED



Point Remove



Bend Simplify

□ Original  
□ Simplified

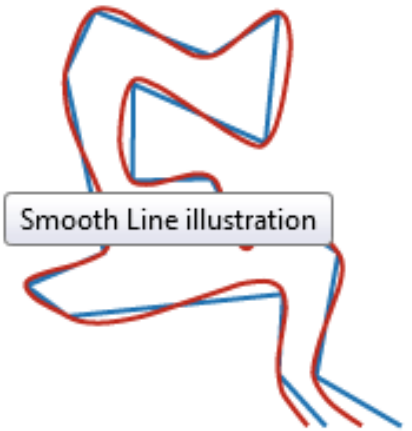


# Smooth Line, Polygon

- **Shlazení (polynomální aproximace)**
- **Bézierovy křivky**

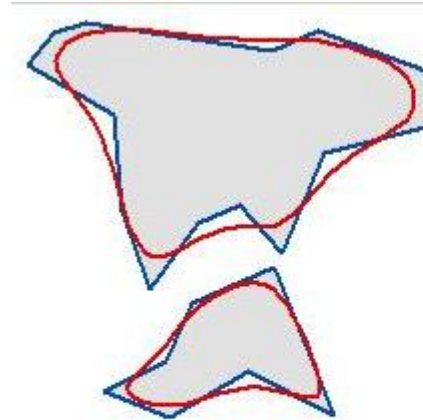
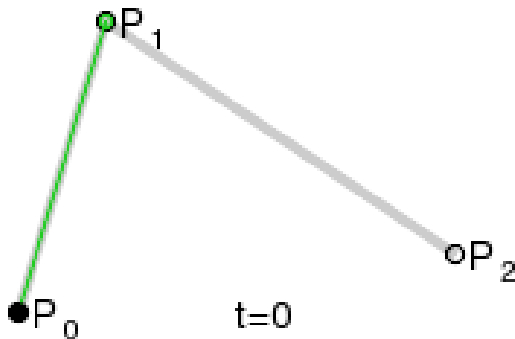


PAEK

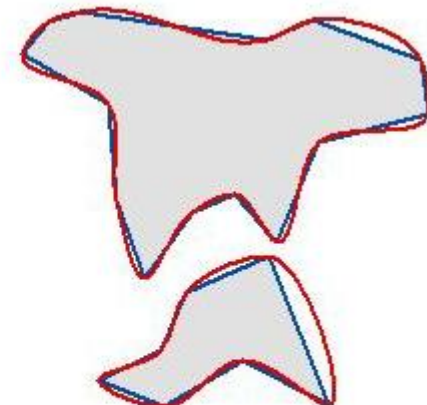


Bezier Interpolation

— ORIGINAL  
— SMOOTHED



PAEK



Bezier Interpolation

— ORIGINAL  
— SMOOTHED



# Automatizace generalizace

- GIS obsahují jen omezené nástroje pro automatizovanou generalizaci, jelikož se jedná o poměrně složitou problematiku, než aby mohla být plně automatizována.
  - Automatizovaně lze provádět pouze **dílčí, specializované kroky** z celého procesu (viz některé výše),
  - Celý proces které musí s ohledem na aplikaci řídit uživatel – **kartograf!**
  - Měřítkové řady a přechody.

# Vliv generalizace na kvalitu údajů

- Snižuje se **polohová** (prostorová) přesnost.
- Při snížení polohové přesnosti se může snížit i **atributová** přesnost!
- např. reklasifikace a spojení.

