



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**

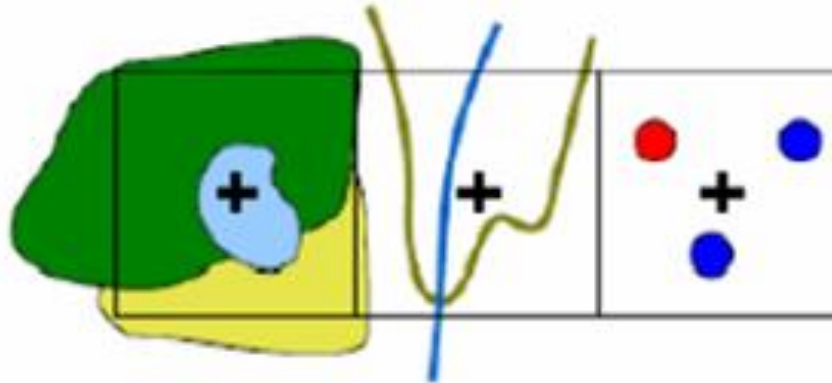
Věková struktura patří mezi typy atributových dat

[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
- datové typy |
| Manipulace | - dotazování
- indexování |
| Dokumentace | - metadata |

Analýza dat

- průzkum
- modelování

Prezentace dat

Vizuální

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

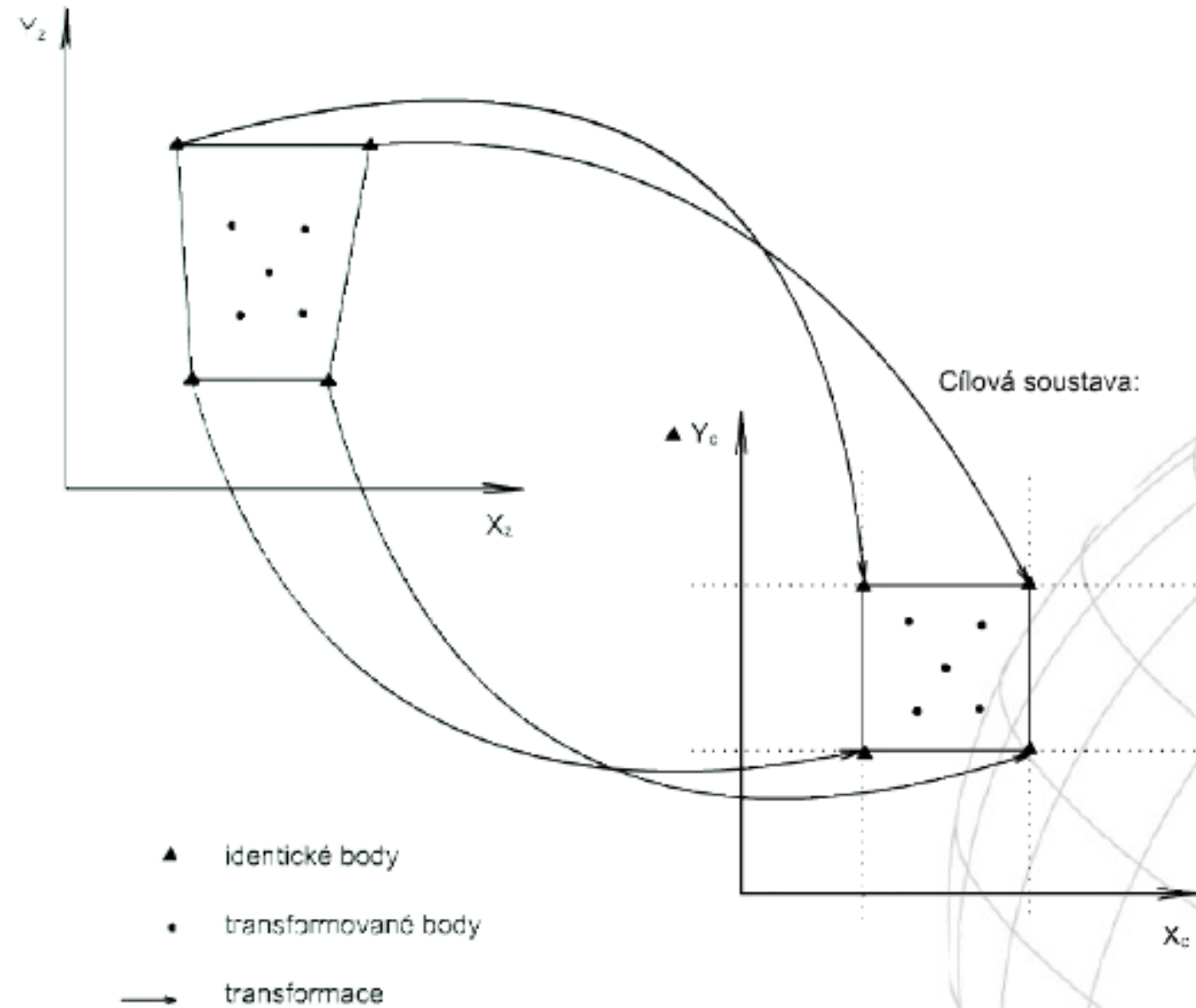
Nevizuální

- export
- řídicí povely

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

Geometrické transformace

Zdrojová soustava:

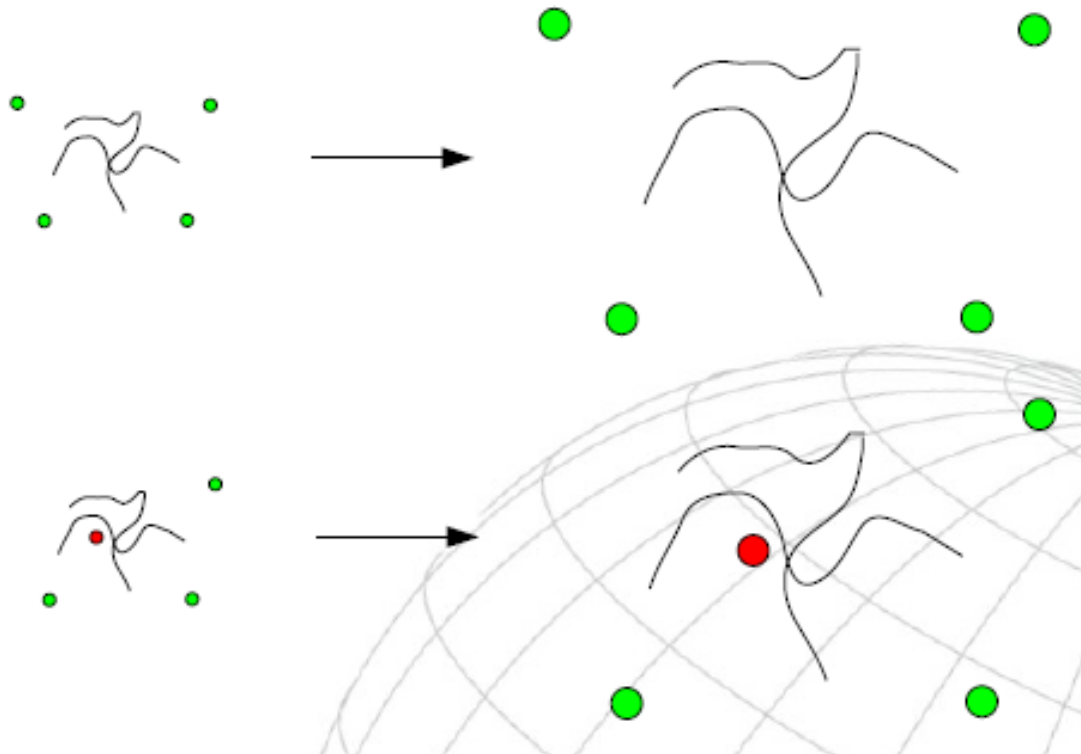


Transformace mezi rovinnými pravoúhlými souřadnicemi jsou založeny na poznání přesné polohy vybraných identických bodů.

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

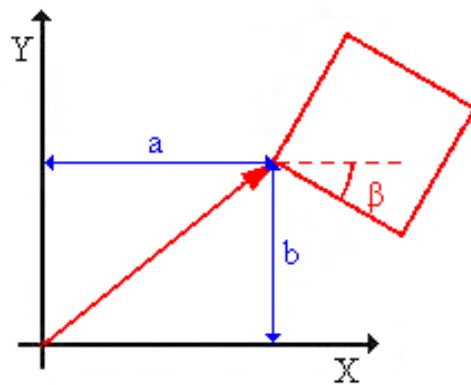
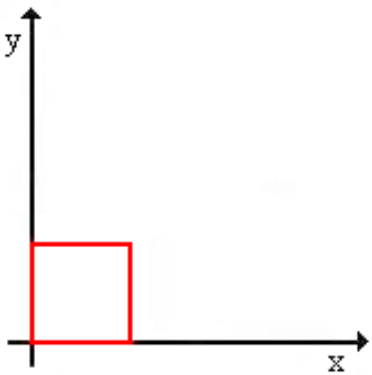
Transformace souřadnicového systému mezi rovinnými pravoúhlými souřadnicemi:

- 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; $m = 1$

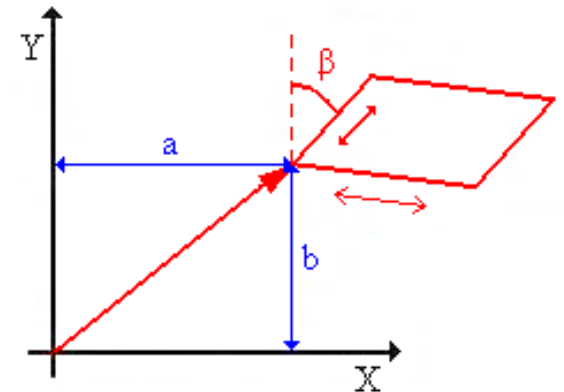
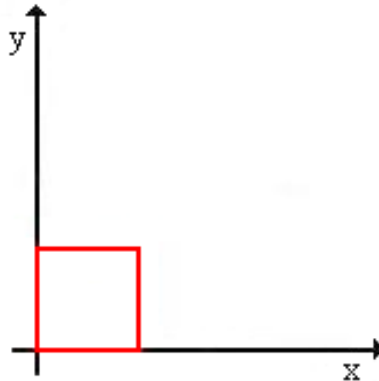


Lineární konformní transformace

- 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

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

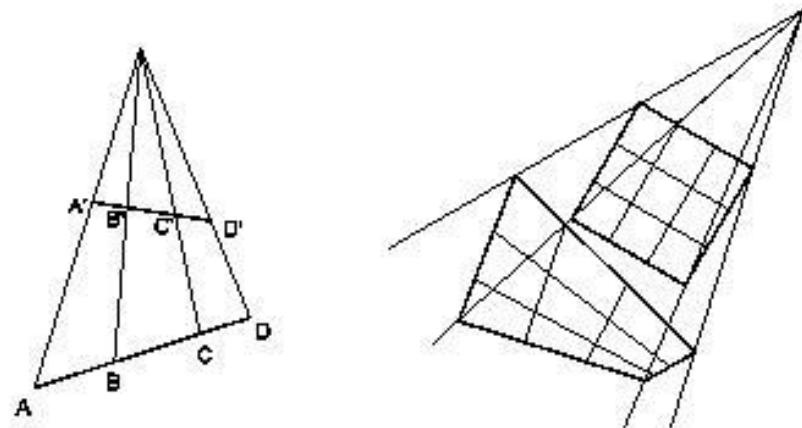
$$Y = d \cdot x + e \cdot y + f$$

Afinní transformace

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

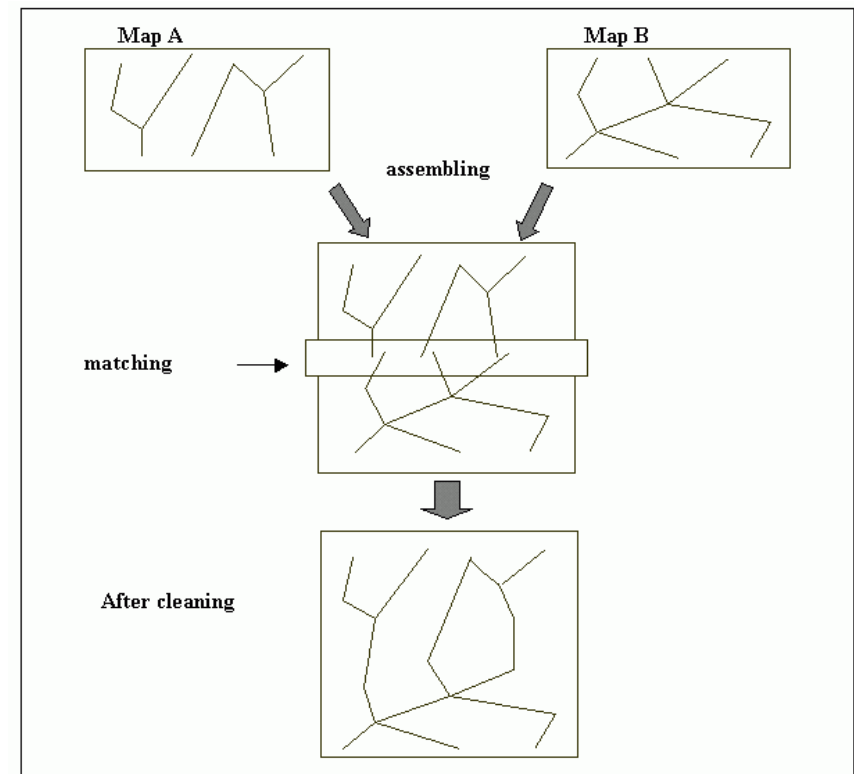
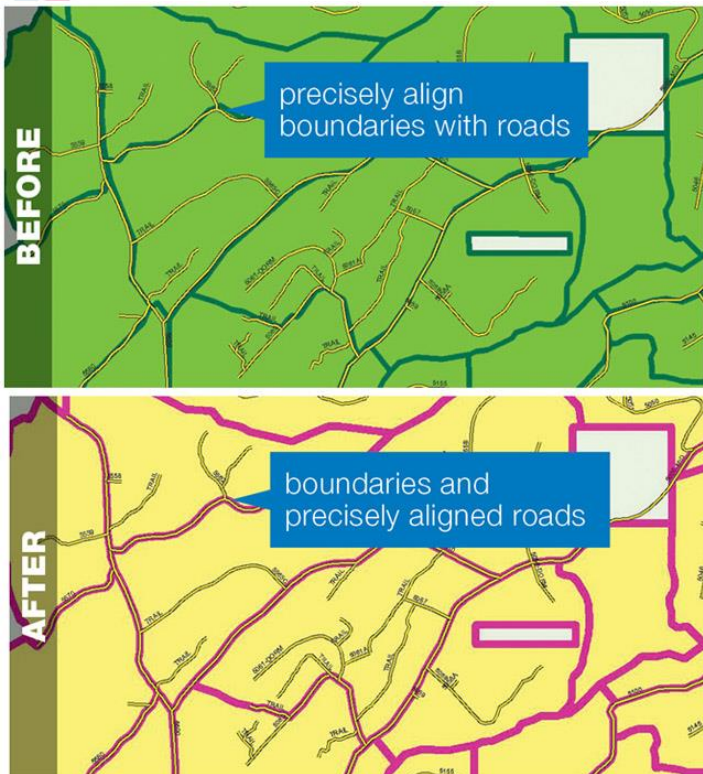
Projektivní transformace

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

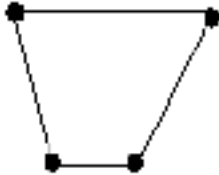
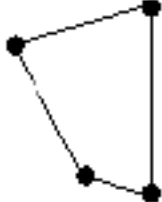





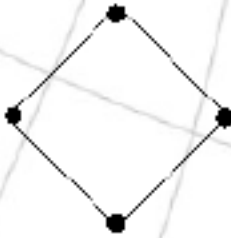


Dalsi typy geometrických transformací - Rubber sheeting, edge matching

- **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

Transformace	Před	Po
Projekce		
Afinita		
Změna měřítka		
Rotace		



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).

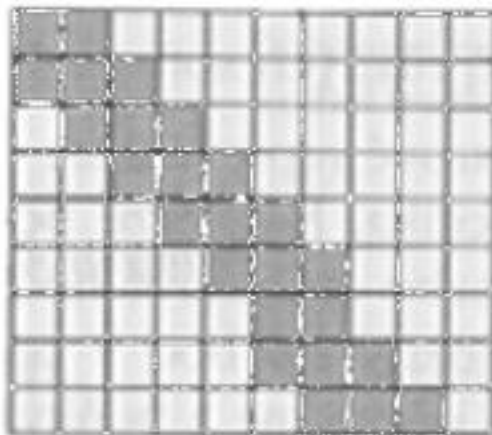
Poloautomatická

- **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)



Automatická vektorizace

- Při automatické vektorizaci probíhá převod rastr->vektor automatizovaně, **bez aktivní účasti operátora**.
- Algoritmy automatické vektorizace vycházejí z algoritmů zpracování digitalizovaného obrazu a umělé inteligence.
- Tuto metodu však většinou **nelze použít pro převod běžných analogových podkladů**, ale pouze pro již tištěné mapy z digitálních podkladů (podobně jako OCR).

Automatická vektorizace

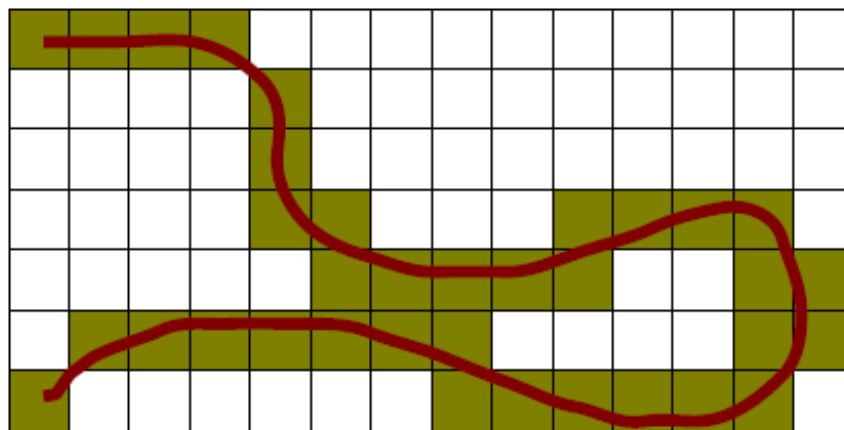
Princip automatické vektorizace pro jednotlivé typy základních objektů:

- **Body** - zpracovávající program vyhledá střed buňky reprezentující bod a zjistí jeho souřadnice a zaznamená je spolu s identifikátorem bodu v rastru (obvykle barva, či nějaká skalární hodnota).
- **Linie** - automatická vektorizace linií funguje na principu hledání kostry (skeletu, odtud skeletizace) objektů, což je metoda velice často používaná pro ztenčování objektů. Po nalezení skeletu jsou pak pouze vyhledány na sebe napojené pixely (v rámci 4 nebo 8 okolí) a ty tvoří požadovanou linii.
- **Polygony** - podobně jako u poloautomatické vektorizace jsou hledány hrany objektů a ty pak převáděny do linií. Poté se ze všech uzavřených liniových objektů vytvoří polygony.

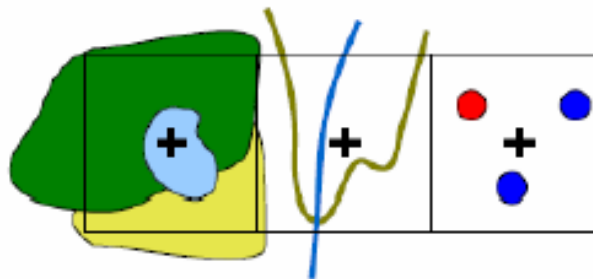
Rasterizace

Princip

- Provádí se jako překryt vektorové vrstvy na rastrovou mřížku (o určené velikosti buňky) a přiřazení hodnoty této buňky z vybraného atributu.
- Při rasterizaci je nejdůležitější určit správnou velikost buňky výsledného rastru (která bude dostatečně velká pro požadované účely, ale přitom nebude příliš velká pro možnosti hardware, které zpracovává rastr).



Opakování – VERA principy



Dominantní typ



Nejdůležitější typ



Centroidy





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 cm²).

Přehled metod

Vybrané generalizační metody užívané v kartografii a GIS

- Selekcce (výběr prvků)
- Eliminace (eliminace prvků)
- Zjednodušení (zjednodušení prvků)
- Agregace (kombinování malých prvků do větších)
- Prostorová redukce (collapse)
- Typifikace (redukce hustoty prvků)
- Exagerace (přehnání, zvýraznění)
- Reklasifikace a spojení (spojení prvků se stejnými vlastnostmi)
- Řešení konfliktů (posunutí méně důležitých prvků)
- Redukce vrcholů (Coordinate Thinning)

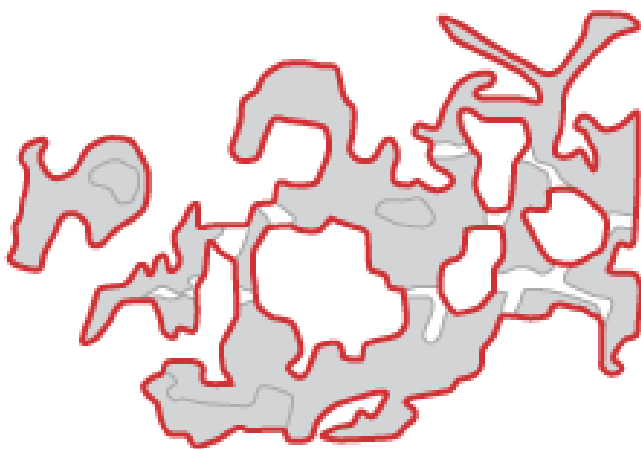


Nástroje generalizace v ArcGIS – příklady a užití

- **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

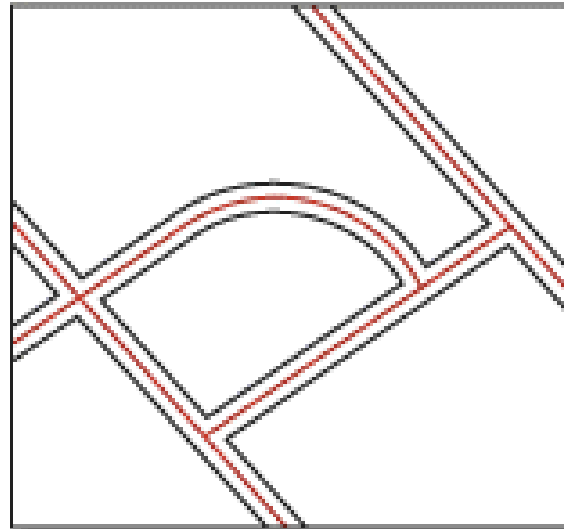
A) Nonorthogonal features

B) Orthogonal features

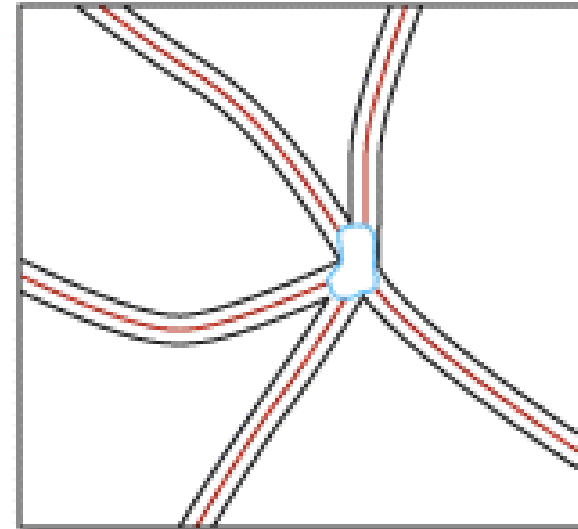


Collapse Dual Lines To Centerline

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



Simple Case



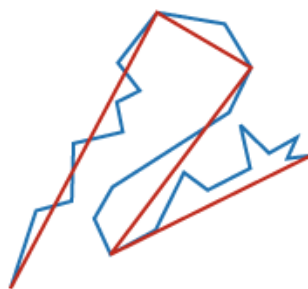
Complicated Intersection

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

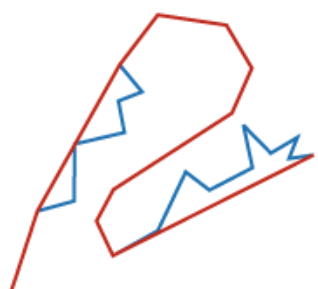


Simplify Building, Line, Polygon

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

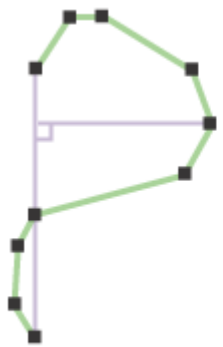


POINT REMOVE

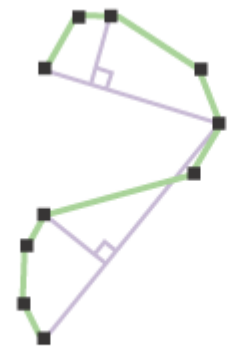


BEND SIMPLIFY

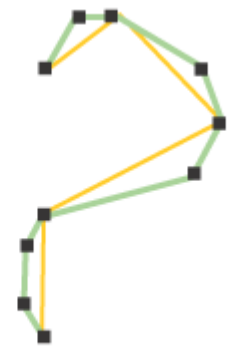
— ORIGINAL
— SIMPLIFIED



1ST TREND LINE



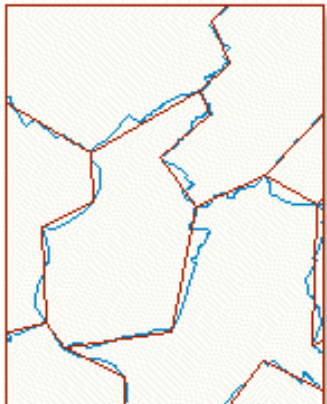
2ND TREND LINE



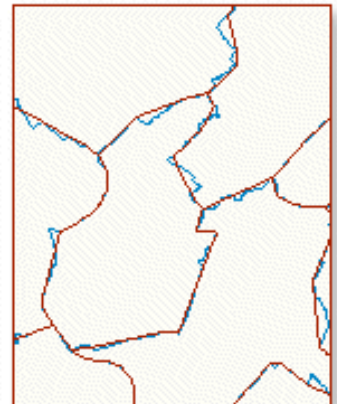
3RD TREND LINE



RESULTING ARC



Point Remove



Bend Simplify

— Original
— Simplified

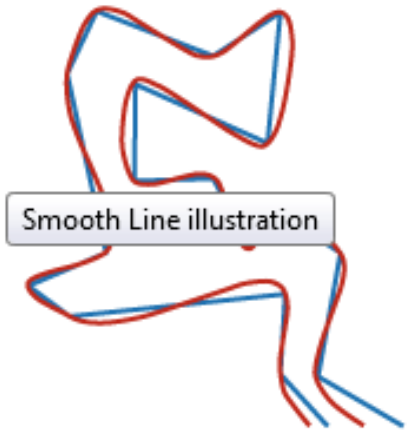


Smooth Line, Polygon

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

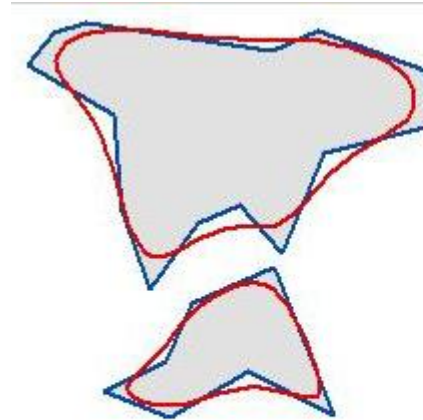
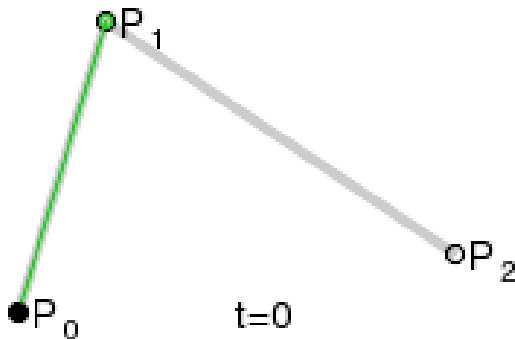


PAEK

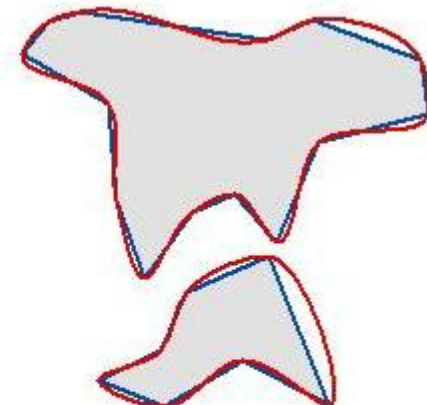


Bezier Interpolation

— 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.

