



MUNI

Geoinformatika

II – GIS jako zpracování dat

jaro 2020

Petr Kubíček

kubicek@geogr.muni.cz

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

Co je geoinformatika?

- **Věda o zpracování geografické (prostorové) informace**
 - **Geografická informace** je soubor poznatků o nějakém jevu (události, předmětu, procesu...) jehož součástí je **vymezení** tohoto jevu **vůči** (zemskému) **povrchu**.
- **Technologický základ geoinformačních věd**
 - Kartografie, dálkový průzkum Země (DPZ, RS), geodézie (sruveying).

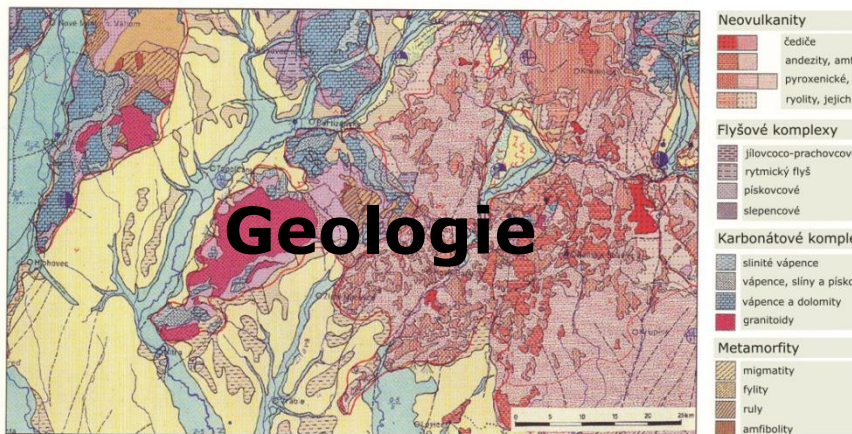
Proč GIS?



Rozdílné:

- Zdroje
- Umístění
- Měřítko
- Zobrazení
- Legenda

Obr. 4.2 Příklad přehledné inženýrskogeologické mapy Slovenska (Matula, 1969)



Území znehodnocené geodynamickými jevy

Hydrogeologické poměry

Co je to GIS?

- Co je to **informační systém**?
- Informační systém je soubor hardware a software na získávání, uchovávání, spojování a vyhodnocování informací.
- Informační systém se skládá ze zařízení na **zpracování dat**, systému **ukládání dat** (báze) a **vyhodnocovacích** programů.
- Co je **geografický**?? 😊

- Varování před aktuální vlnou podvodných e-mailů
- Celodenní děkanské volno pro studenty PFF 14. května 2020

MOJE APLIKACE

- Pošta 0365
- Kalendář
- Garant
- Učitel
- Školitel

vyhledat v ISU

Život na MU

Výzkum: Děti v Česku i zahrani...

Psychologové z Masarykovy univerzity upozorňují, že jde o běžnou součást dospívání.

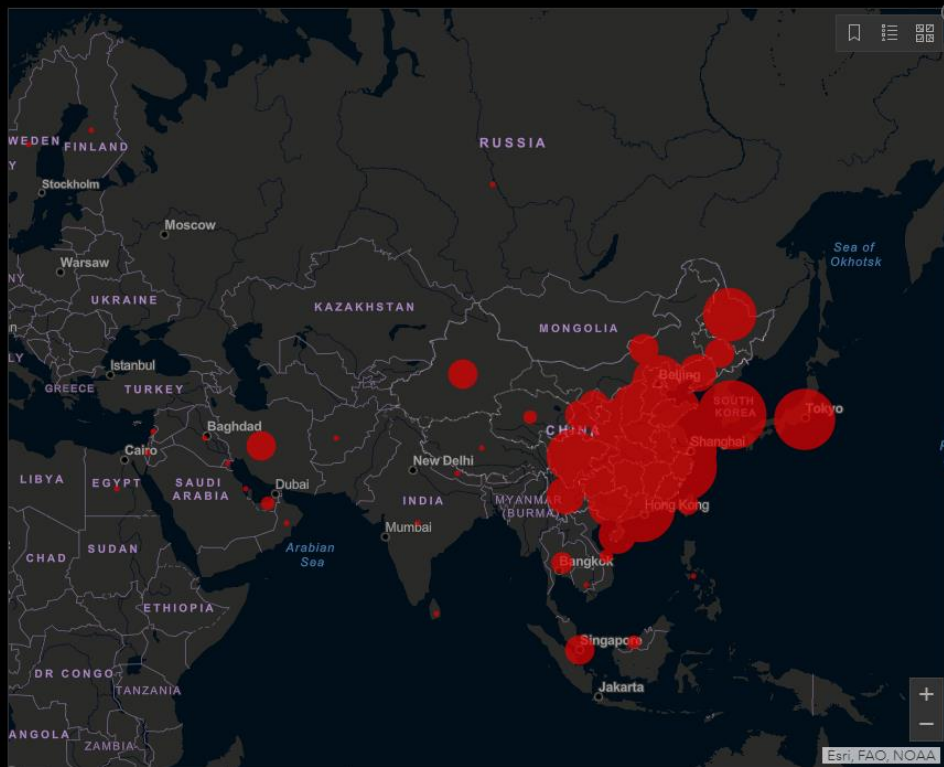


Coronavirus COVID-19 Global Cases by Johns Hopkins CSSE

Total Confirmed
80 150

Confirmed Cases by Country/Region

- 77 660 Mainland China
- 893 South Korea
- 691 Others
- 229 Italy
- 160 Japan
- 90 Singapore
- 81 Hong Kong
- 61 Iran
- 53 US
- 35 Thailand
- 31 Taiwan
- 22 Australia
- 22 Malaysia
- 16 Germany
- 16 Vietnam
- 13 United Arab Emirates
- 13 UK
- 12 France



Cumulative Confirmed Cases Existing Cases

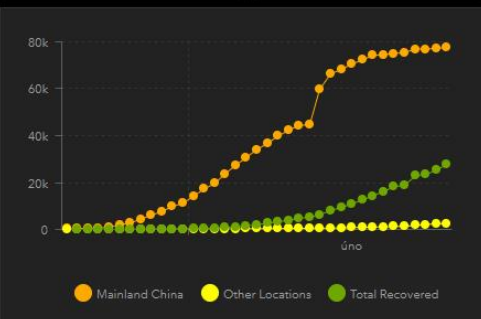
Lancet Article: [Here](#), Mobile Version: [Here](#), Visualization: [JHU CSSE](#), Automation Support: [Esri Living Atlas team](#), Data sources: [WHO](#), [CDC](#), [ECDC](#), [NHC](#) and [DXY](#). Read more in this [blog](#). [Contact US](#). Downloadable database: GitHub: [Here](#). Feature layer: [Here](#). Point level: City level - US, Canada and Australia; Province level - China; Country level - other countries. Existing cases = total confirmed - total recovered - total deaths.

Total Deaths
2 699

- 2 563 deaths Hubei Mainland China
- 19 deaths Henan Mainland China
- 12 deaths Iran
- 12 deaths Heilongjiang Mainland China
- 8 deaths South Korea
- 7 deaths Italy
- 7 deaths Guangdong Mainland China
- 6 deaths Anhui Mainland China
- 6 deaths Chongqing Mainland China

Total Recovered
27 695

- 18 889 recovered Hubei Mainland China
- 989 recovered Henan Mainland China
- 807 recovered Guangdong Mainland China
- 794 recovered Zhejiang Mainland China
- 757 recovered Hunan Mainland China
- 712 recovered Anhui Mainland China
- 682 recovered Jiangxi Mainland China
- 458 recovered Jiangsu Mainland China
- 349 recovered Chongqing Mainland China



Actual Logarithmic Daily Increase

Co je to GIS?

- **Geografický** informační systém
- Je informační systém pracující oproti klasickým informačním systémům navíc i s **prostorovou složkou dat.**
- Také lze říci, že je výkonným nástrojem geověd, tedy že metody těchto věd umožňuje efektivně implementovat v počítačovém prostředí.
- Předmět výzkumu geoinformatiky.

Co je to GIS

- Několik definic, ale GIS můžeme popsat i **výčtem základních otázek**, které je možné řešit s pomocí GIS.
- GIS nám umožní hledat odpovědi na následující otázky:
 - Co se nachází na ...?
 - Kde se nachází ...?
 - Jaký je počet ...?
 - Co se změnilo od ...?
 - Co je příčinou ...?
 - Co když ...?
 - **DESKRIPCE x PREDIKCE**

Podle různých kritérií:

- **Strukturální komponenty GIS**
- **Funkční komponenty GIS**
- **Koncepční přístupy k GIS**

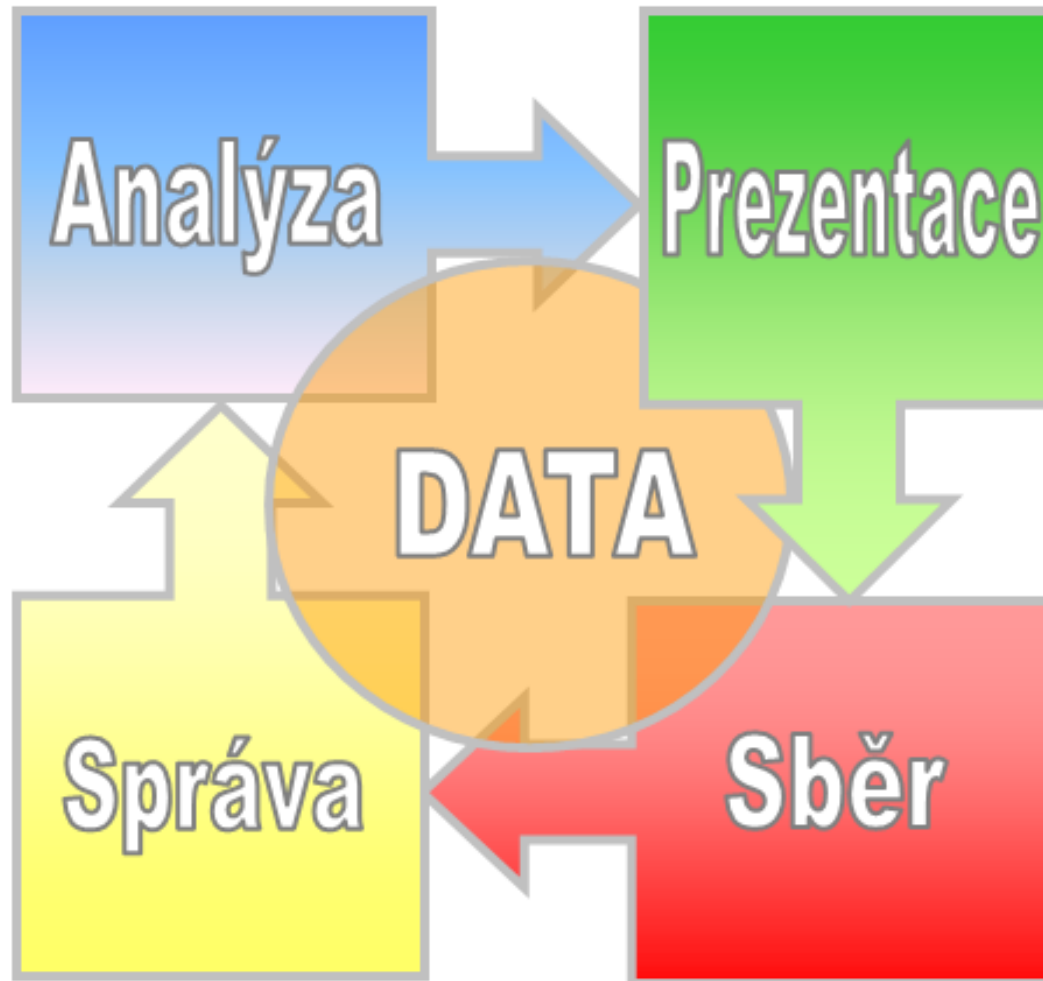
Strukturální komponenty GIS

- Hardware
- Software
- Data
- Lidé
- Metody

Funkční komponenty GIS

- **Vstup** dat.
- **Zpracování** a uchování dat.
- Vykonávání **analýz a syntéz** z využitím prostorových vztahů - jádro GIS, tedy to co nejvíce odlišuje GIS a jiné IS.
- **Prezentace** výsledků (výstupy grafické - mapy, negrafické - zprávy, souhrnné tabulky, statistická vyhodnocení, ...).
- **Interakce** s uživatelem (desktop GIS, Web GIS).

GIS životní cyklus dat



Definice GIS(?)

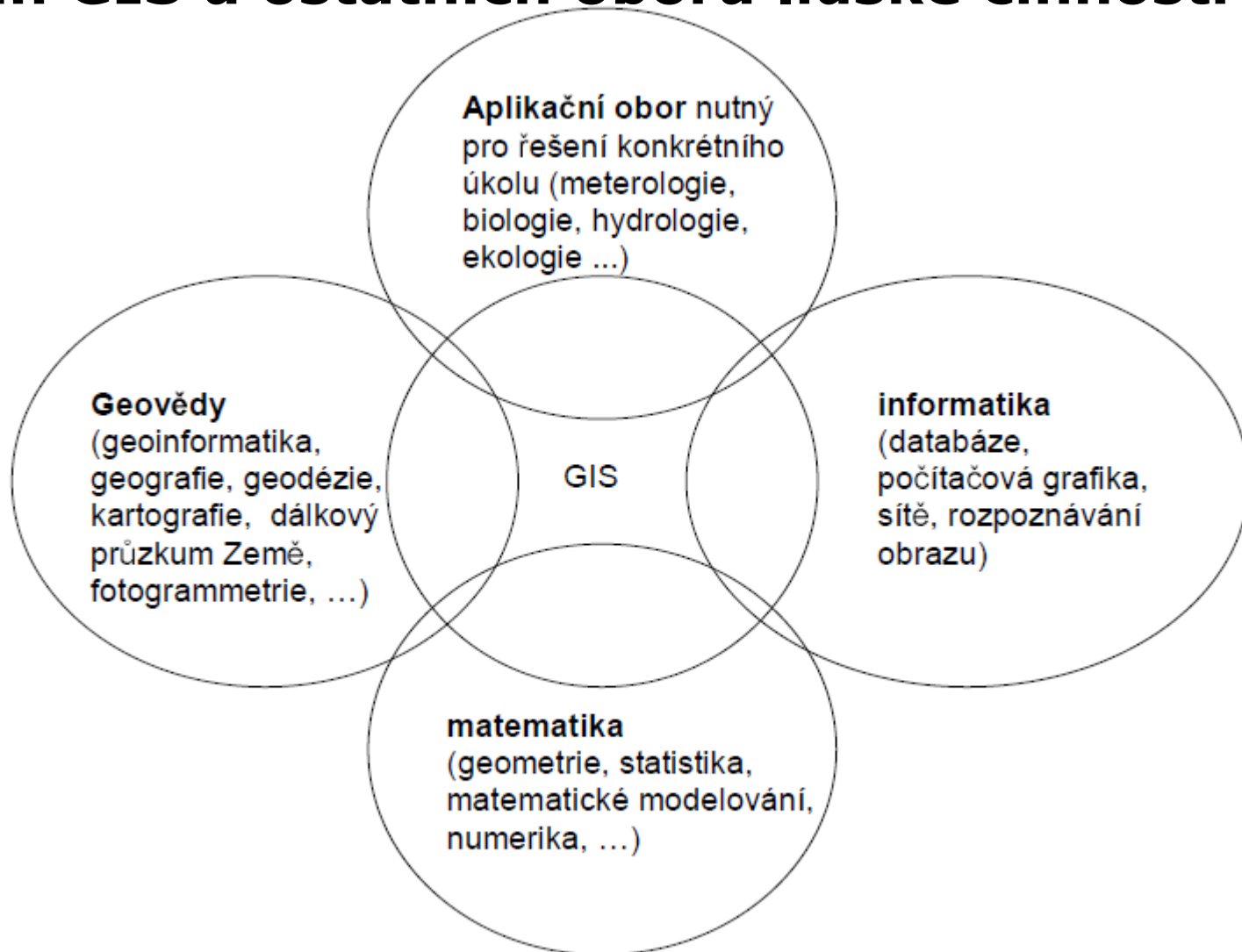
- **Pro GIS neexistuje jednotná definice, proto si jich uvedeme několik (mezinárodní):**
- *GIS je soubor prostředků pro sběr, ukládání, vyhledávání, transformaci, analyzování a zobrazování prostorových údajů z reálného světa z hlediska: 1. jejich polohy vzhledem k souřadnicovému systému; 2. jejich popisných – atributových vlastností; 3. jejich topologie. (**Burrough**, 1986)*
- *GIS je organizovaný soubor počítačového hardwaru, softwaru a geografických údajů navržený na efektivní získávání, ukládání, upravování, správu, analyzování a zobrazování všech forem geografických informací. (**ESRI**)*

Definice GIS

Národní:

- **GIS** je kolekce počítačového technického vybavení, programového vybavení geografických údajů a personálu, určená k účinnému sběru, ukládání, údržbě, manipulaci, analýze a zobrazování všech forem geograficky vztažené informace (Neumann, 1996).
- **Geoinformatika** je vědecká a technická disciplína, jejímž předmětem jsou prostorové údaje a která se soustřeďuje na jejich sběr, ukládání, manipulaci s nimi a jejich zprostředkování (Neumann, 1996).
- **Závěry vycházející z definic: GIS tvoří pouze software, ale i ostatní komponenty jako data, hardware, personál a způsob použití.**

Vztah GIS a ostatních oborů lidské činnosti



Je GIS přínosný?

- **Proč vůbec používat GIS?**
 - 80 % dat lze prostorově lokalizovat.
- **Příklady využití GIS:**
 - mapové portály, služby,
 - obchod,
 - ochrana proti pohromám – krizové řízení,
 - správa inženýrských sítí (distribuční společnosti),
 - životní prostředí,
 - veřejná správa (ministerstva, kraje, města),
 - školství.

Historie GIS

- V 50. letech 20. století začaly pokusy s automatizovaným mapováním za využití výpočetní techniky.
- V roce 1963 zavedl pojem GIS Kanadán **R. F. Tomlinson** a označil tak nové technologie pracující s daty a podávajícími informací o terénu pomocí výpočetní techniky.

??Jak dostat mapu do počítače??

Historie GIS

- **Pionýrské období (konec 60. let až 1975) - hlavně průkopnické práce, univerzity - důraz na digitální kartografii.**
- **1975- začátek 80. let - ujednocení pokusů s institucemi na lokální úrovni - první LIS.**
- **1982 - konec 80. let - komercializace problematiky - běžně dostupné softwarové systémy pro GIS (ESRI, Intergraph, ...), první systémy založené na CAD (systémy před tím měly minimální grafické možnosti). Autocarto, EuroCarto (1987 Brno).**
- **1986 - P. Burrough - učebnice GIS; Konečný a Rais - GIS v ČR (1985).**

Historie GIS

- **NCGIA** – National Centre for Geographic Information and Analysis; GI science (USA). Změna pojetí GIS jako nástroje (research with GIS) na přijetí **GIS jako výzkumného směru** (research about GIS – spatial information theory).
- **90. léta** - počátky standardizace, uživatelské GIS, Desktop GIS, otevřené systémy (Open GIS), Internet.
- Výuka **GIS v Č(SS)R** – Brno, Ostrava, Olomouc...
- **AGILE**; Conference on Spatial Information Theory (**COSIT**).
- **Současnost** - vzdálený přístup přes Internet/Intranet/Cloud, webové služby, sociální sítě, geoparticipace (VGI), 3D GIS, strojové učení.
- **Mobilní GIS ...**

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

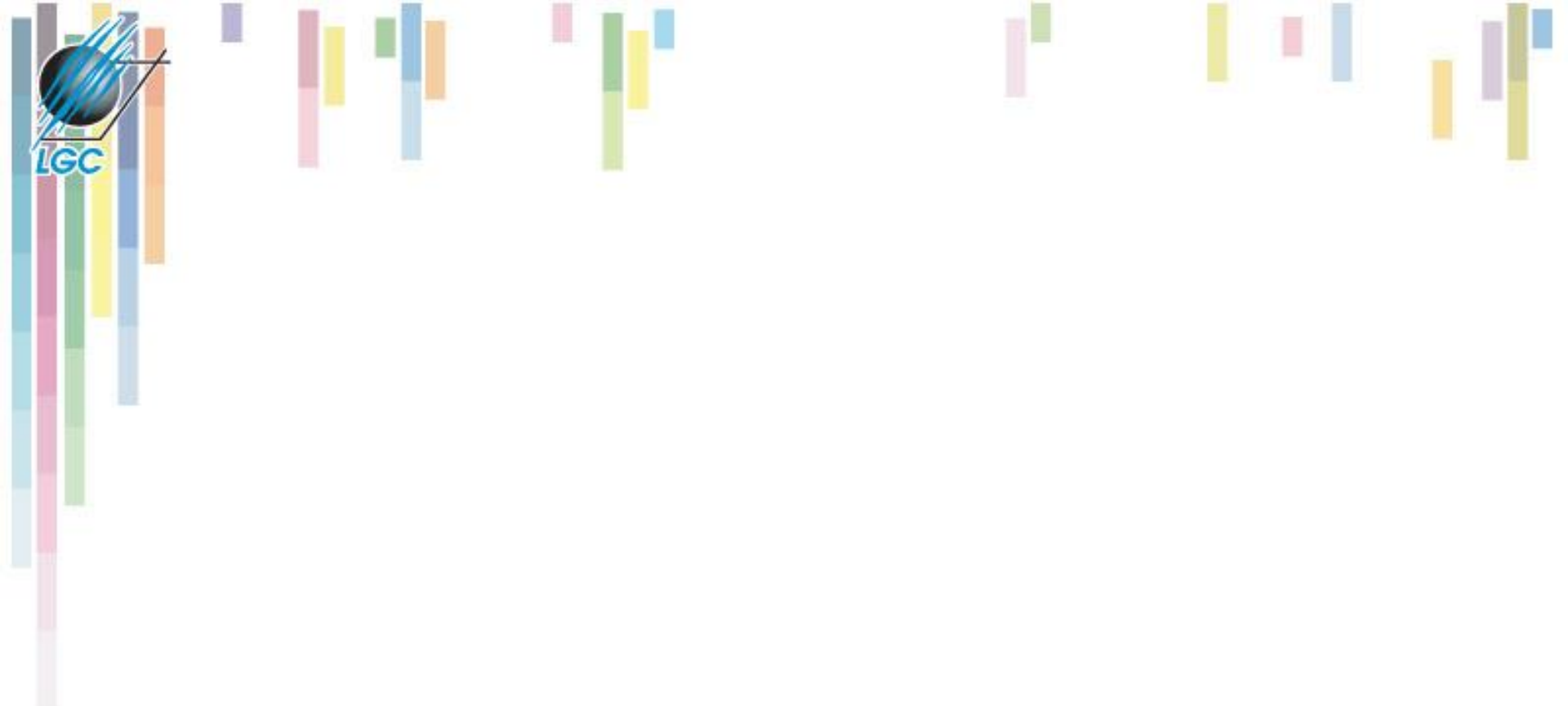
Prezentace dat

Vizuální

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

Nevizuální

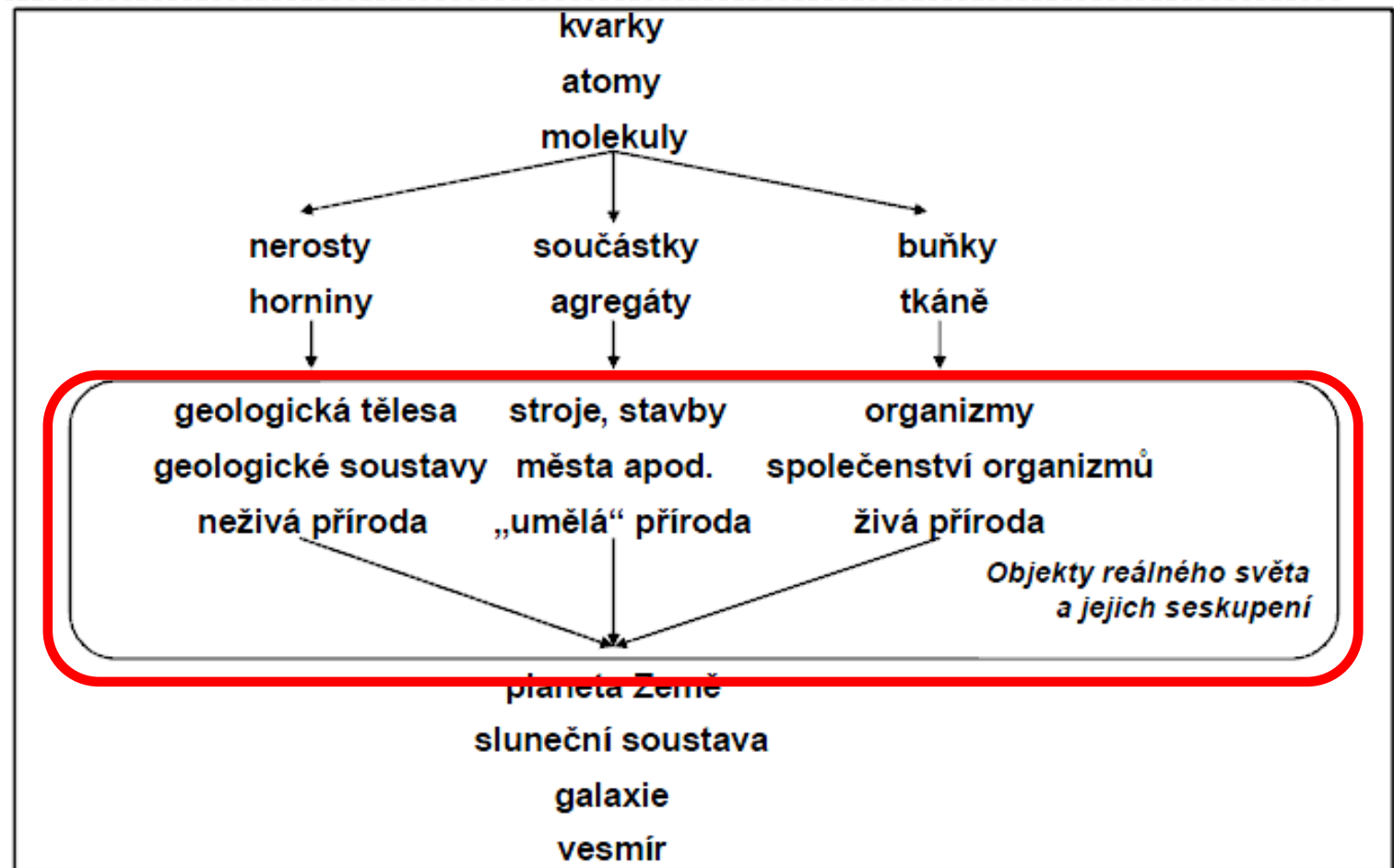
- export
- řídicí povely



TEORETICKÉ POJETÍ GIS

Pohledy na reálný svět

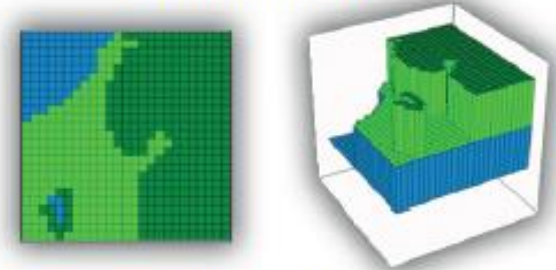
Tři základní pohledy - Objektový , Jevový, Procesní



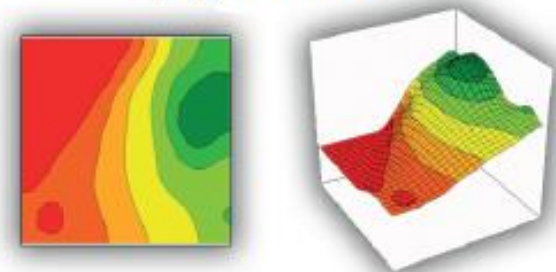
Jevový a procesní pohled

- **Dělení jevů** – kvalitativní x kvantitativní; statické x dynamické; kontinuální x diskrétní.
- **Procesní pohled** – vnáší do reálného světa **dynamiku** a ovlivňuje jak jevy, tak objekty.
- Pro modelování jevů a objektů využívá geoinformatika **odlišné datové modely**.

Diskrétní data



Spojité data



The slide features a decorative background with vertical bars in various colors (blue, green, yellow, orange, pink, purple) and a logo in the top left corner. The logo consists of a stylized globe with blue lines and the letters 'IGC' below it.

Modelování geografických objektů

- V geoinformatice se nezaobíráme reálnými objekty, ale z důvodu zjednodušené reprezentace - **modelem reality**.
- **Modelování** - abstrahování týkající se všech součástí geografické informace:
 - **geometrické,**
 - **topologické,**
 - **tematické**
 - **dynamické.**

Proces modelování

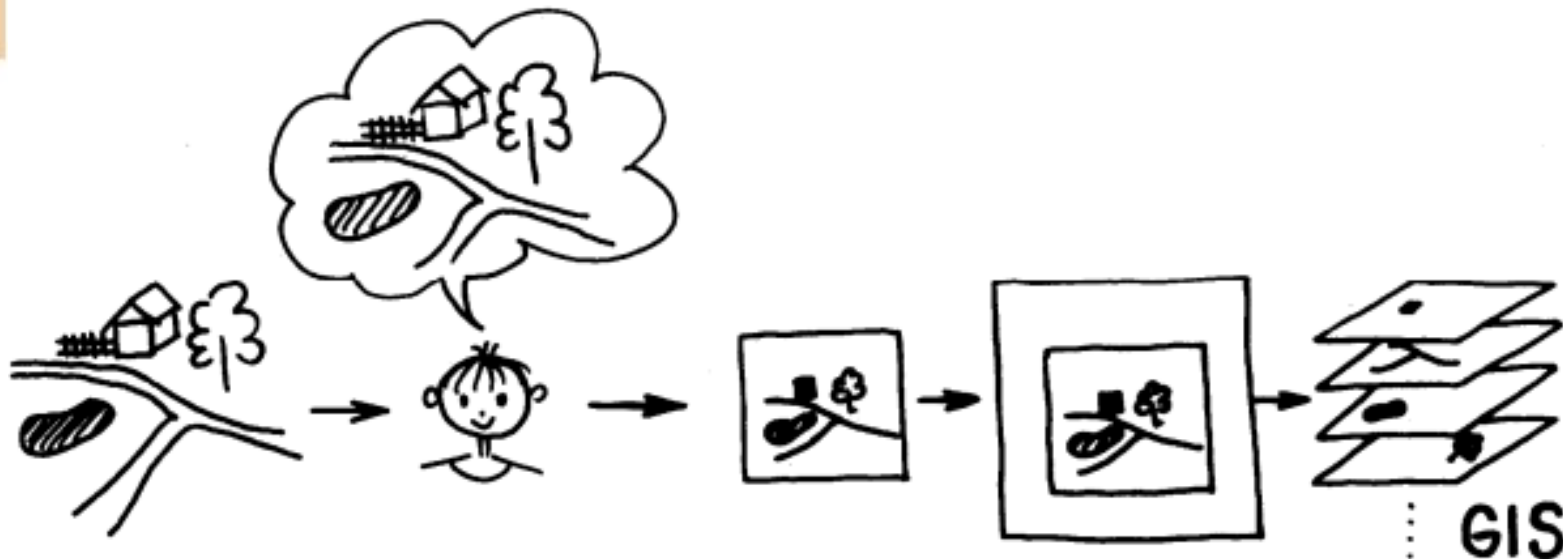
- **modelování** – je proces **abstrakce**, při kterém jsou **podstatné** elementy reálného světa **zdůrazněny** a **nepodstatné eliminovány** (s ohledem na cíl, který má toto modelování splnit):
 - **úmyslně** – zobrazují se jen ty elementy, které jsou předmětem zkoumání, ostatní se potlačují;
 - **neúmyslně** – v dané fázi poznání jsou nedostupné či nepoznatelné.
- Principem modelování je snaha o poznání vlastností studované části reality.



GIS jako obraz reálného světa (Rapant)

- **Reálný svět** je pozorován pozorovatelem. Ten vytváří na základě svých vjemů vnitřní (**mentální model**) tohoto světa.
- **Mentální model** je velmi blízký reálnému světu, ale vždy je tu jisté zjednodušení.
- Pro převedení mentálního modelu do **GISu** je potřeba ji **zdigitalizovat**. Jednotlivé prostorové prvky (geoprvky) jsou nahrazeny základními geometrickými prvky a ty jsou dále tříděny podle tématu do jednotlivých vrstev.

GIS jako obraz reálného světa



Výsledný obraz reálného světa v GISu je:

- složen z bodů, linií a polygonů (geometrie)
- roztríděných do jednotlivých vrstev (tematika)
- dvourozměrný
- statický
- zjednodušený (chybí mnoho informací)
- obsahuje mnoho chyb a nepřesností vzniklých z převodem reality do podoby GIS.



Složky geografických dat

- **Neprostorová složka (tzv. Atributy)**
 - Čísla – kvantitativní hodnoty
 - Řetězce znaků – kvalitativní hodnoty
 - Datum – časové určení
 - Komplementární atributy – linky, videa, dokumenty ...
- **Časový aspekt** odráží změnu jevu v čase (od jednoho záznamu ke druhému)
- **Prostorová složka (tzv. Geometrie)**
 - tvar
 - poloha
 - topologie

Všechny měřitelné nebo popsitelné vlastnosti reálných entit spadají do jednoho z aspektů: **prostoru (KDE)**, **tématu (CO)** nebo **času (KDY)**.



Neprostorová složka - atributy

Popisující geografické objekty a jejich vlastnosti

Typy atributových dat

- *poměr* - např. procenta
- *interval* - např. celá čísla z intervalu (0,10), desetinná čísla z intervalu (0.5-14.0)
- *pořadí* (ordinální) - řadová číslovka
- *výčet* (nominální) - např. pro typ silnice to může být (dálnice, rychlostní silnice, silnice 1.třídy, silnice 2.třídy, ostatní silnice)

Příklad:

- **Objekt** = lesní porost
- **Atribut** = dřevinná skladba, průměrná výška porostu, věková struktura, apod.
- Atributy jsou **neprostorové** (nereprezentují informaci o lokalizaci či o prostorových vztazích), mají vytvořenou **vazbu** na prostorové prvky atributové hodnoty, reprezentující **kvalitu** geografického objektu, nelze vždy měřit nebo udávat v jednotném měřítku.
- Př. Borovicový porost není nikdy 100% složen pouze z borovice. Při analýzách to nevadí, ale je nutno s touto skutečností počítat (míry kvality).

Časová složka

- **Čas – dynamický popis**
 - dynamika charakterizuje časovou variabilitu geografických objektů.
 - tyto změny se mohou týkat **geometrie, topologie i tematického popisu**.
 - **Modelování** dynamických prostorových procesů v rozměrném prostoru vyžaduje složité modely a metody.
- V praxi se ale používá zjednodušení:
- 1. Analýza časové série na jednom měřícím bodě - **časová změna**.
 - 2. Prostorová změna atributové hodnoty mezi dvěma body v tom samém čase - **prostorová změna**.



Prostorová složka - tvar

- **Dvě chápání prostoru – vektorový a rastrový**
 - **Jev** -> jeho vymezení -> hranice -> **objekty**
 - Kartografický model reality
 - Bod, Linie, Plocha
 - Uspořádaný soubor souřadnic - **VEKTOR**.
 - **Prostor** -> jeho rozdělení -> jaký **jev** je přítomen v dílu
 - Vzorkování
 - Různé druhy členění podle charakteru buněk
 - Pravidelnost, komplexita
 - Matice hodnot – u pravidelného a jednoduchého členění - **RASTR**.

Datové modelování – vektorová reprezentace

Bod

- nemá délku, hloubku ani šířku - bezrozměrný (0D) prvek
- je jednotlivý pár souřadnic X, Y , reprezentující geografický prvek
- je příliš malý na to, aby byl zobrazen jako linie či plocha.

Základní geometrické objekty

Bod:

x
[x,y]

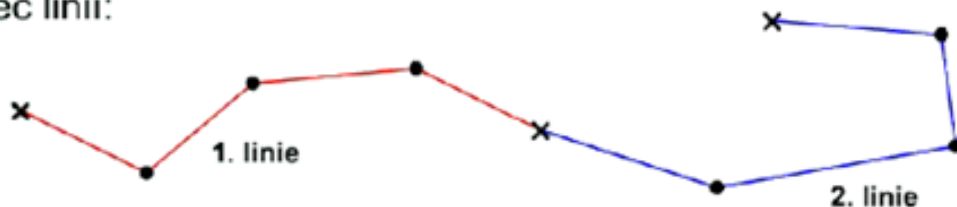
Typy geometrických objektů - linie



Linie:



Řetazec linií:

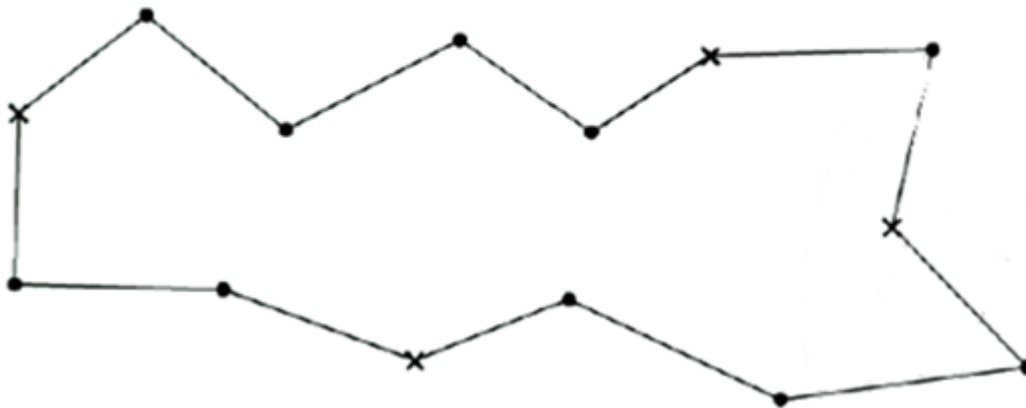


Linie

- má délku, ale nemá šířku ani hloubku - jednorozměrný (**1D**) geografický prvek;
- je sled orientovaných **úseček (hran)** definovaných souřadnicemi **vrcholů (vertex)** mezi dvěma **uzly (nodes)**;
- tvar reprezentovaného geografického prvku je příliš úzký na to, aby mohl být zobrazen jako plocha.

Typy geometrických objektů - plocha

Plocha - uzavřený řetězec linií:

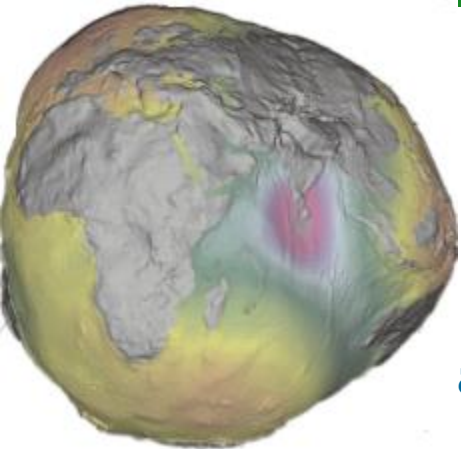
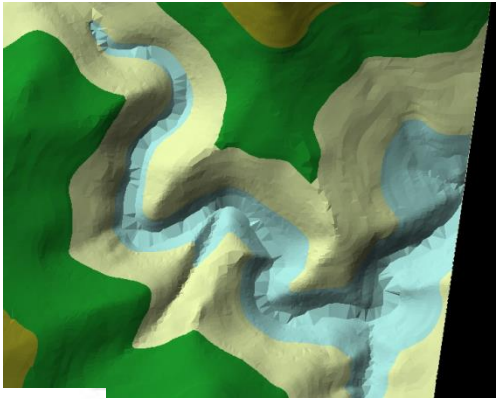


- **Polygon (plocha)**
 - mají délku a šířku, ale nemají hloubku - dvojrozměrný (**2D**) geografický prvek;
 - je uzavřený obrazec, jehož hranicí je uzavřená linie.
 - První a poslední vrchol jsou stejné.

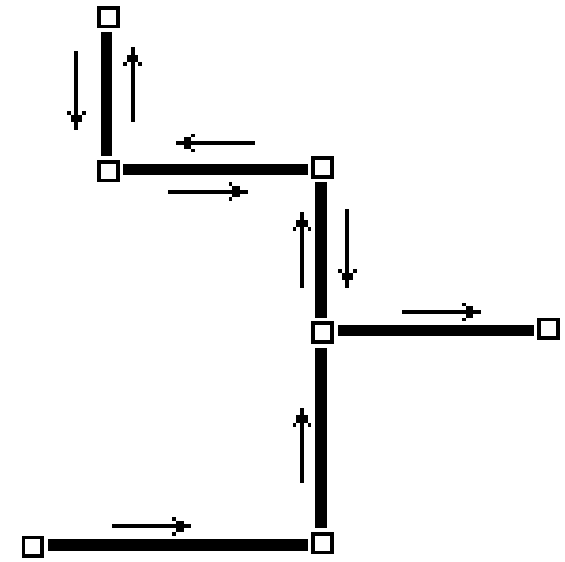


Sítě

- systém linií s topologickou strukturou;
- je řada vzájemně propojených linií, podél níž probíhá tok informací.



a



Povrchy

- je to souvislá entita, pro kterou v každém bodě existuje nějaká hodnota (2,5 D) x, y, z .

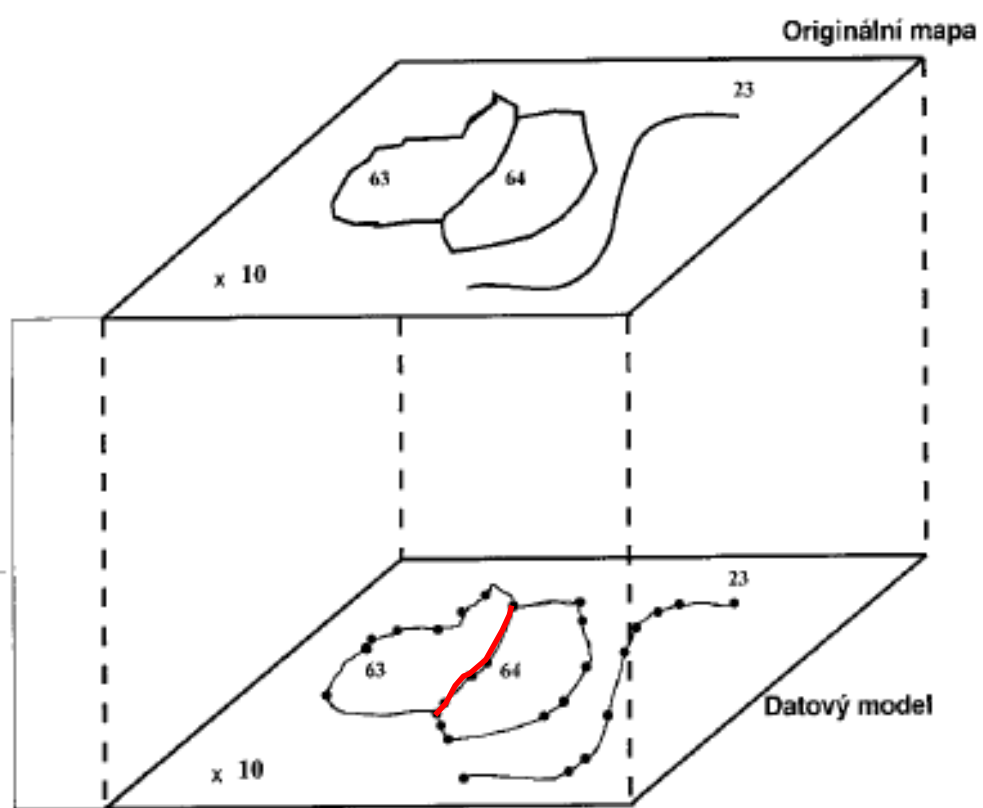
Objemy

- mají všechny rozměry (délku, šířku, hloubku) - trojrozměrné (3D) geografické prvky.



Špagetový datový model

- Nejjednodušší – CAD, CAM.
- Objekt na mapě se reprezentuje **jedním logickým záznamem** v souboru a je definovaný jako **řetězec x,y souřadnic**.
- Nevýhody - ačkoli jsou všechny objekty v prostoru definovány, struktura **neposkytuje informace o vztazích mezi objekty**.
- **Společná linie je pro každý polygon ukládána dvakrát**.
- Pro většinu **prostorových analýz je tento model nevhodný**, protože veškeré potřebné prostorové vztahy musí být spočítány před každou analýzou.



Datová struktura

Objekt	Číslo	Poloha
Bod	10	X, Y Jednotlivý bod
Čára	23	$X_1 Y_1, X_2 Y_2, \dots, X_n Y_n$ Řetězec
Polygon	63	$X_1 Y_1, X_2 Y_2, \dots, X_1 Y_1$ Uzavřená smyčka
	64	$X_1 Y_1, X_2 Y_2, \dots, X_1 Y_1$



Topologický datový model

- V tomto modelu každá linie začíná a končí v bodě nazývaném **uzel - node**.
- **Dvě linie se mohou** protínat opět jenom v uzlu. Každá část linie je uložena s odkazem na uzly a ty jsou uloženy jako soubor souřadnic x,y. Ve struktuře jsou ještě **uloženy identifikátory označující pravý a levý polygon vzhledem k linii**. Tímto způsobem jsou zachovány základní prostorové vztahy
- **Použitelné pro analýzy**. Navíc tato topologická informace umožňuje body, linie a polygony uložit v neredundantní podobě (bez opakovaného zápisu).

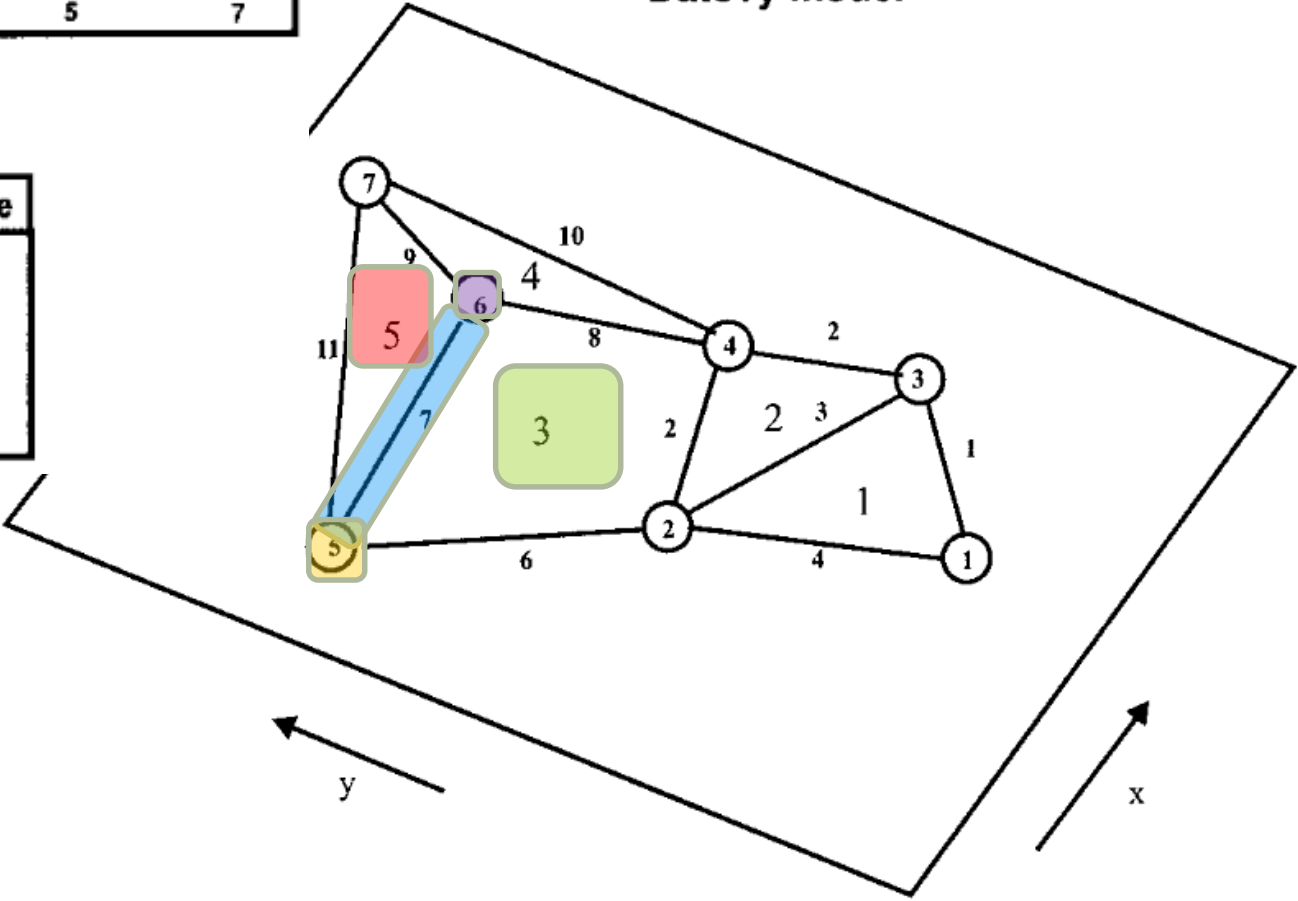
Soubor topologických vztahů

Hrana	Pravý Polygon	Levý Polygon	Počátek v bodě	Konec v bodě
1	1	0	3	1
2	2	0	4	3
3	2	1	3	2
4	1	0	1	2
5	3	2	4	2
7	3	5	5	6
9	4	5	7	6
10	0	4	7	4
11	5	0	5	7

Soubor souřadnic bodů

Uzel	X souřadnice	Y souřadnice
1	23	8
2	17	17
3	29	15
4	26	21
5	8	26
6	22	30
7	24	36

Datový model





Vektorová reprezentace - topologie

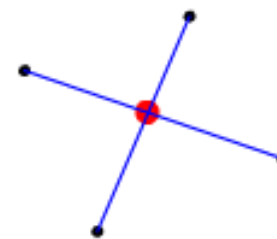
- **Topologie je matematický způsob, jak explicitně vyjádřit prostorové vztahy mezi jednotlivými geometrickými objekty.**
- **Proč vůbec topologie? Má jisté výhody, například:**
 - Umožní ukládat data efektivněji.
 - Mnoho analýz v GIS využívá pouze topologické a nikoli geometrické vztahy.
- **Důvod pro využívání topologie (ESRI 1995):**
- "Topology is useful in GIS because many **spatial modeling operations don't require coordinates, only topological information**. For example, to find an **optimal path between two points** requires a **list of the arcs** that connect to each other and the **cost to traverse each arc in each direction**. Coordinates are only needed for drawing the path after it is calculated."



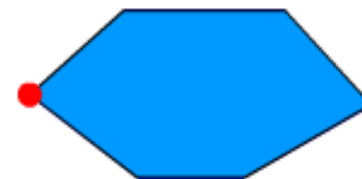
Tři základní topologické koncepty

- **Konektivita** – dvě linie se na sebe napojují v uzlech.
- **Definice plochy** – linie, které uzavírají nějakou plochu, definují polygon.
- **Sousednost** - linie mají směr a nesou informaci o objektech nalevo a napravo od nich.

Konektivita



Definice plochy



Princip okřídlené hrany:

