

GIS 2

definice

- *Geografický informační systém je organizovaný souhrn:*
 - *počítačové techniky,*
 - *programového vybavení,*
 - *geografických dat a*
 - *zaměstnanců*

navržený tak, aby mohl efektivně získávat, ukládat, aktualizovat, analyzovat, přenášet a zobrazovat všechny druhy geograficky vztažených informací.

Opakování – co je GIS

- sběr
- manipulace
- ukládání
- analýza
- zobrazení

geograficky lokalizovaných dat, geograficky znamená: data jsou uložena v souřadnicovém systému,

- není důležité jejich měřítko,
- důležité je, z **jakého měřítko** byla data převzata

Opakování - aplikační oblasti

Obecně – celá společnost – přímo nebo nepřímo

- veřejné organizace
- komerční a nekomerční sektor
- mezinárodní společnosti, ale i jednotlivec

Kategorie aplikací:

- demografické analýzy;
- životní prostředí
- inženýrské sítě
- síťové analýzy
- územní plánování a správa

Opakování - demografie

- sledování lidské populace.
- analýza území
- plánování

Používaná data

- Statistická data
- Přehled území podle PSČ
- Finanční/sociální data – příslušnost k organizacím, bankovní účty/karty
- Infrastruktura – silniční síť.

Z části komerční a z části nekomerční využití

Demografie – např. státní hranice



území státu

města

hranice

hustota obyv.

vzdělanost

....

Opakování - životní prostředí

- Monitorování znečištění
- Přesné zemědělství
- Sledování zvěře
- Zdravotní stav vegetace
-

Používaná data

- DPZ,
- Využití území/pokrytí území (land use/land cover)
- Většina projektů neziskových

Opakování - údržba a plánování efektivní infrastruktury

- plyn,
- voda,
- kanalizace,
- elektřina,
- telefonní síť

Používaná data:

- **přehledný stav**
- **záznam dynamiky vývoje – poruchy, opravy, katastrofy**

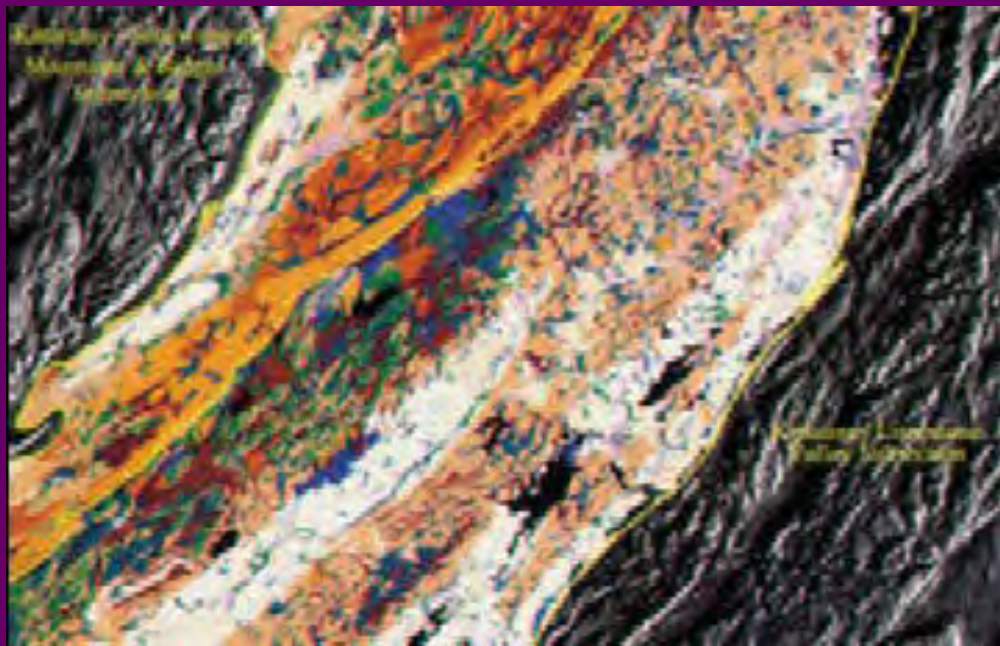
Opakování - údržba a plánování efektivní infrastruktury

Nutná znalost o jednotlivých detailech sítí v území



Opakování životní prostředí

Data DPZ



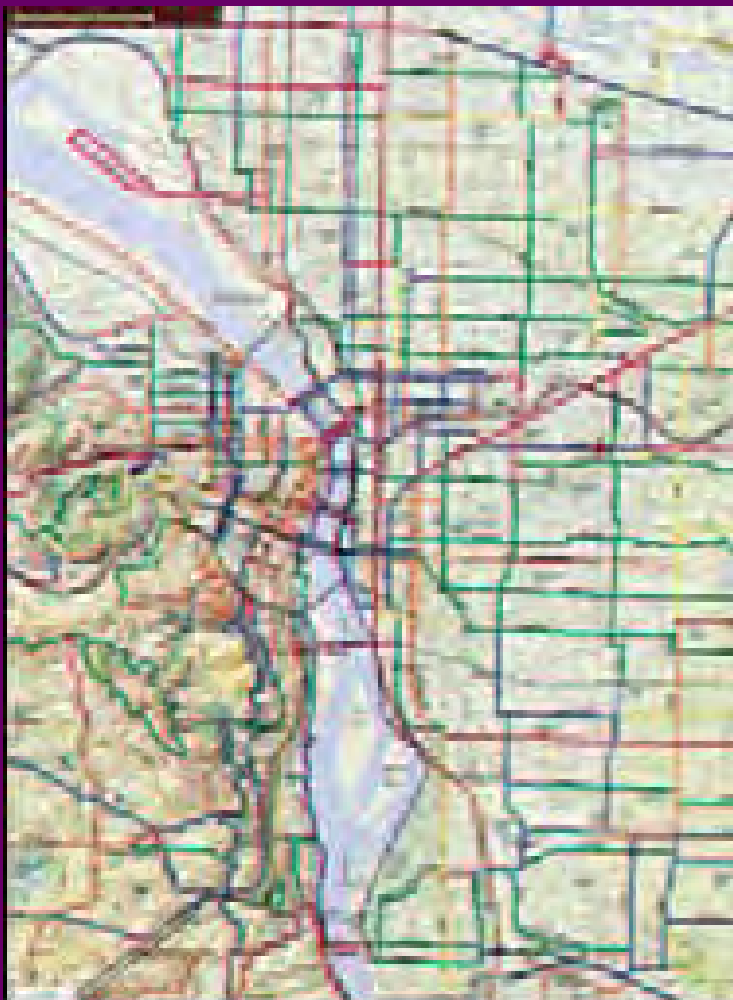
Opakování - síťová analýza

- efektivní návrh dopravních systémů
- komplexní analýza – často tvořená samostatným zvláštním softwarem
- často používaná dopravními společnostmi pro návrh spojení

Používaná data:

- infrastruktura
- statistická data
- dříve byla data GIS používána pouze jako archiv.
- i geofyzikální data – vztažená k počasí – možnost námrazy, bočního větru,

Opakování - síťová analýza



Přehled sítí včetně objektů:

voda – vedení
potrubí, přípojky,
šachty, profily,
šoupata, hloubka
uložení, uložení v
kolektorech, ...

Opakování - správa území

- Vývoj a plánování.
- Oddělení plánování - jiné požadavky - např. ukládání časových změn
- Velké objemy dat právnických a předpisů, která jsou postupně digitalizována

Používaná data:

- interní
- geografická, o přírodním prostředí
- infrastruktura území;
- statistická data.

Opakování - správa území



zástavba

komunikace

lesní plochy

Opakování - model a realita

- Realita je pouze jedna
- Modelů může být velké množství
- Vhodnost modelu – dána problémy a otázkami, které je nutno řešit
- Realita se nerovná modelu a model se nerovná realitě

Opakování - shrnutí

Klíčové informace jsou:

- GIS poskytuje schopnost
 - sběr,
 - manipulaci,
 - ukládání
 - opravu
 - analýzu
 - zobrazení

prostorových dat

GIS lze použít ve velkém počtu aplikací.

GIS umožňuje tvořit **modely skutečnosti**, které jsou všechny chybné, ale my se snažíme o to vybrat ten s nejmenší chybou

Terminologie

Převzato z přednášky doc. J. Šímy z GIS Ostrava 2007

- nejvyspělejší země - USA, Velké Británii, Kanadě - **technické normy**
- integrální součástí infrastruktury geografických dat (geoprostorových dat, geodat)

technické normy

1. normalizují geografická data, jež jsou nositeli geografické informace (geoprostorové informace, geoinformace),
2. normalizují služby, které ošetřují:
 - manipulaci s těmito daty a
 - zpracování do podoby užitečné pro konkrétní poznávací a rozhodovací účely.

Terminologie

V dekretu prezidenta Clintona z 11.4.1994 se např. uvádí, že

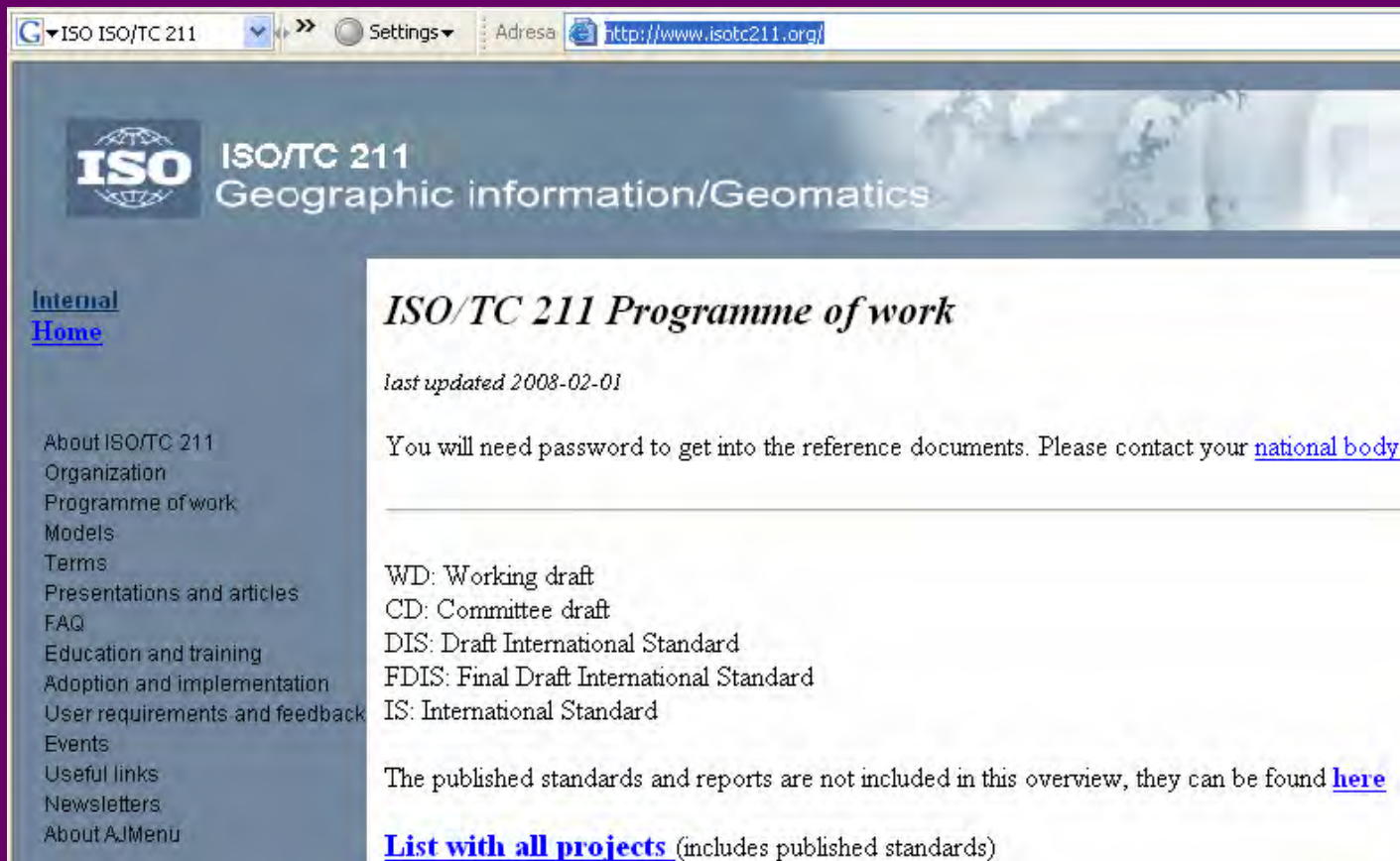
- “národní infrastrukturou prostorových dat (NSDI = National Spatial Data Infrastructure) se rozumí
 - technologie,
 - strategie,
 - **normy** a
 - lidské zdroje

nezbytné pro sběr, zpracování, uchovávání, distribuci a zlepšení užití geografických dat”.

Terminologie

- Mezinárodní organizace pro normalizaci (ISO), kde byla v roce 1994 vytvořena technická komise **ISO/TC 211 Geografická informace/Geomatika**.
- Evropská unie, kde Evropský výbor pro normalizaci (**CEN**) 90. léta uplynulého století – vlastní aktivity
- od roku 2004 **přejímá ISO normy pro geografickou informaci** do soustavy evropských norem **EN ISO**.

Terminologie ISO/TC 211



The screenshot shows a web browser window with the address bar displaying "http://www.isotc211.org/". The page header features the ISO logo and the text "ISO/TC 211 Geographic information/Geomatics". A left-hand navigation menu lists various site sections. The main content area is titled "ISO/TC 211 Programme of work" and includes a date "last updated 2008-02-01". It contains a paragraph about password requirements for reference documents, a list of document types (WD, CD, DIS, FDIS, IS), and a link to a list of projects.

Internal Home

- About ISO/TC 211
- Organization
- Programme of work
- Models
- Terms
- Presentations and articles
- FAQ
- Education and training
- Adoption and implementation
- User requirements and feedback
- Events
- Useful links
- Newsletters
- About AJMenu

ISO/TC 211 Programme of work

last updated 2008-02-01

You will need password to get into the reference documents. Please contact your [national body](#).

WD: Working draft
CD: Committee draft
DIS: Draft International Standard
FDIS: Final Draft International Standard
IS: International Standard

The published standards and reports are not included in this overview, they can be found [here](#)

[List with all projects](#) (includes published standards)

Terminologie, normy

Evropská komise ukládá národním orgánům zemí EU, aby se při zavádění evropských směrnic, týkajících se též sběru, zpracování a využívání geoprostorových dat:

řídily zmíněnými **mezinárodními** a **evropskými normami** geografické informace v zájmu kompatibility sdílených informací.

- Výjimkou je pouze dosud vágní přístup Směrnice Evropského parlamentu a Rady o vybudování prostorové informační infrastruktury ve Společenství (**INSPIRE**),

který aplikaci technických norem geografické informace explicitně

- **nepodporuje, ale jen připouští.**

Terminologie, normy - INSPIRE



The image shows a screenshot of a web browser displaying the INSPIRE website. The browser's address bar shows the URL <http://www.ec-gis.org/inspire/>. The website's header features the INSPIRE logo, which is a green circle containing a yellow globe with blue stars and a green leaf. The text "INSPIRE - Infrastructure for Spatial Information in Europe" is written around the globe. Below the logo, there are links for "HOME" and "WHY INSPIRE?". The main content area is titled "INSPIRE DIRECTIVE" and contains the following text: "Directive 2007/2/EC of the European Parliament and of the Council of 14 March 2007 establishing an Infrastructure for Spatial Information in the European Community (INSPIRE) was published in the official Journal on the 25th April 2007. The INSPIRE Directive entered into force on the 15th May 2007". Below this text, there is a blue link for "Full text of the directive (EN)". At the bottom of the main content area, there is another paragraph: "The directive is available in the official languages." followed by a blue link for "Official Journal of the European Union".

INSPIRE

Settings Adresa <http://www.ec-gis.org/inspire/>



INSPIRE DIRECTIVE

Directive 2007/2/EC of the European Parliament and of the Council of 14 March 2007 establishing an Infrastructure for Spatial Information in the European Community (INSPIRE) was published in the official Journal on the 25th April 2007. The INSPIRE Directive entered into force on the 15th May 2007

[Full text of the directive \(EN\)](#)

The directive is available in the official languages.
[Official Journal of the European Union](#)

Terminologie, normy

22 vydání **ISO** ISO/TC 211 obsahuje:

(<http://www.isotc211.org/>)

- 38 norem, do konce roku 2006 **norem řady 19100** (+ 2 technické specifikace a 3 technické zprávy),
- **15 dokumentů** se nachází v různém stupni rozpracování a projednávání.
- **6 dokumentů** představuje nové projekty o jejich realizaci se dosud jedná.

Terminologie, normy

Český normalizační institut (ČNI)

- zpracovává **připomínky** k těmto dokumentům a
 - zajišťuje jejich úplný odborně kvalifikovaný **překlad do češtiny** a poté
-
- i vydání jako české technické normy řady **ČSN ISO 19100** resp. **ČSN EN ISO 19100**

Terminologie, normy

Zahraničí většinou:

- vydání anglické verze s tzv. národní obálkou, eventuálně se seznamem základních použitých odborných termínů a jejich synonym v národním jazyce.
- předpoklad = důkladná znalost pojednávané problematiky v anglickém jazykovém prostředí

U nás spíše výjimka

- u nás dochází k přejímání, nepřesný popis obsahu, “synonyma” k anglickému termínu

Terminologie – základní termíny geoinformatiky

geografická informace (geographic information)

- informace týkající se jevů implicitně nebo explicitně přidružených k místu vztaženému k Zemi (ČSN EN ISO 19101)

v češtině též: *geoprostorová informace, geoinformace*

- podle ISO/IEC 2382-1 je *informace* poznatek týkající se jakýchkoli objektů (jako jsou například fakty, události, věci, procesy nebo myšlenky, včetně pojmů), který má v určitém kontextu konkrétní význam

Terminologie – základní termíny geoinformatiky

geografický informační systém (geographic information system)

- informační systém zabývající se informací, jež se týká jevů přidružených k místu vztaženému k Zemi (ČSN EN ISO 19101)
- český termín **geoinformační systém** se dosud považuje za **pracovní slang**

Terminologie – základní termíny geoinformatiky

metadata (metadata)

- data o datech (ČSN EN ISO 19115)

množina (set)

- neuspořádaná sbírka souvisejících položek (objektů nebo hodnot) bez opakování (ČSN EN ISO 19107)
- ve zprvu přeložených normách ISO řady 19100 se vyskytuje český termín *sada* **terminologie není neměnná**

Terminologie – základní termíny geoinformatiky

doména (domain)

jednoznačně definovaná množina (ČSN P ISO/TS 19103)

datový typ (data type)

- specifikace domény hodnot s operacemi přípustnými na hodnotách v této doméně (ČSN EN ISO 19118) např. Integer, Real, Boolean, String, Date

Terminologie – základní termíny geoinformatiky

hranice (boundary)

- množina, která reprezentuje mez entity (ČSN EN ISO 19107)
- *entita* = abstraktní nebo konkrétní objekt, o kterém je uložena informace v bázi dat

Terminologie – základní termíny geoinformatiky

objekt (object)

- entita s jednoznačně definovanou hranicí a identitou, která zapouzdřuje stav a chování

(ČSN P ISO/TS 19103)

operace (operation)

- služba, která může požadovat od objektu, aby ovlivnil chování,

(ČSN P ISO/TS 19103)

Terminologie – základní termíny geoinformatiky

třída (class)

- popis množiny objektů, které sdílejí stejné atributy, operace, metody, vztahy a sémantiku

(ČSN P ISO/TS 19103)

zobrazení (portrayal)

- prezentace informací lidem (ČSN EN ISO 19109)
- obecný výraz; nejde o kartografické zobrazení (**map projection** – viz dále)

Terminologie - Geometrická a topologická primitiva

Geometrický objekt je prostorový objekt reprezentující geometrickou množinu.

- Sestává z :
 - *geometrického primitiva* nebo
 - *sbírky geometrických primitiv*, eventuálně z
 - *geometrického komplexu* pokládaného za jedinou entitu.

Terminologie - Geometrická a topologická primitiva

geometrické primitivum (geometric primitive)

- objekt reprezentující jednotlivý, souvislý, stejnorodý prvek prostoru (ČSN EN ISO 19107)
- geometrická primitiva jsou *nerozložitelné* objekty, které prezentují informaci o geometrické konfiguraci:

Terminologie - Geometrická a topologická primitiva

geometrická primitiva

- *bod* (**point**) – **bezrozměrné** geometrické primitivum reprezentující polohu
- *křivka* (**curve**) – **1rozměrné** geometrické primitivum reprezentující spojitý obraz čáry
- *plocha* (**area**) – **2rozměrné** geometrické primitivum lokálně reprezentující spojitý obraz oblasti roviny
- *těleso* (**solid**) – **3rozměrné** geometrické primitivum reprezentující spojitý obraz oblasti 3rozměrného euklidovského prostoru

Terminologie - Geometrická a topologická primitiva

topologický objekt je prostorový objekt reprezentující prostorové charakteristiky, které jsou při spojitých transformacích *invariantní*.

topologické primitivum (topological primitive)

- topologický objekt, který reprezentuje jednotlivý nerozložitelný prvek (ČSN EN ISO 19107)

Terminologie - Geometrická a topologická primitiva

topologické primitivum odpovídá jádru geometrického primitiva stejného rozměru v geometrické realizaci:

- **uzel** (**node**) – bezrozměrné topologické primitivum
- **hrana** (**edge**) – 1 rozměrné topologické primitivum
- **stěna** (**face**) – 2 rozměrné topologické primitivum

Terminologie - Geometrická a topologická primitiva

Okamžik (**instant**) bezrozměrné primitivum reprezentující **polohu v čase**

Perioda (**period**) bezrozměrné primitivum reprezentující **rozsah v čase**

Terminologie - Prostorová reference geografických dat

Přímá poloha (**direct position**) je popsána v *souřadnicovém referenčním systému* (coordinate reference system) jedinou množinou *souřadnic*.

Nepřímá poloha (**indirect position**) je obvykle založena na geografických identifikátorech (např. poštovních adresách).

Terminologie - Prostorová reference geografických dat

složený souřadnicový referenční systém (**compound coordinate reference system**) souřadnicový referenční systém používající k popisu polohy dva jiné nezávislé souřadnicové referenční systémy

(ČSN EN ISO 19111)

např. **S-JTSK** pro polohu (x,y), **výškový systém Balt** - po vyrovnání pro výšku (z)

časový referenční systém (**temporal reference system**) referenční systém v němž se měří čas

(ČSN EN ISO 19108)

Terminologie - Prostorová reference geografických dat

atituda (attitude)

- orientace tělesa popsána úhly mezi osami souřadnicového systému tohoto tělesa a osami externího souřadnicového systému

(ČSN EN ISO 19116)

např. úhlové prvky vnější orientace leteckého měřického snímku

Terminologie - Prostorová reference geografických dat

geodetické datum (geodetic datum)

- datum popisující vztah souřadnicového systému k Zemi

(ČSN EN ISO 19111)

- např. zemský elipsoid je popsán délkou velké poloosy a zploštěním

Terminologie - Prostorová reference geografických dat

geodetický souřadnicový systém (geodetic coordinate system)

- souřadnicový systém, v němž je poloha specifikována geodetickou šířkou, geodetickou délkou a elipsoidickou výškou

(ČSN EN ISO 19111)

- např. světový systém WGS84 nebo evropský ETRS

Terminologie - Prostorová reference geografických dat

kartézský souřadnicový systém (Cartesian coordinate system)

- souřadnicový systém, který udává polohu bodu v poměru k n vzájemně kolmým osám (1,2 i 3)

(ČSN EN ISO 19111)

- např. geocentrický systém (x,y,z) , systém Jednotné trigonometrické sítě katastrální S-JTSK (x,y)

Terminologie - Prostorová reference geografických dat

konverze souřadnic (coordinate conversion)

- změna souřadnic z **jednoho souřadnicového referenčního systému do jiného**, založeného na stejném datumu, která se opírá o jednoznačný vztah

(ČSN EN ISO 19111)

- např. z místního systému do celostátního, radiány na stupně, stopy na metry

Terminologie - Prostorová reference geografických dat

kartografické zobrazení (map projection)

- je *konverze* souřadnic z **geodetického souřadnicového systému** do **roviny**

(ČSN EN ISO 19111)

Terminologie - Prostorová reference geografických dat

transformace souřadnic (coordinate transformation)

- změna souřadnic z jednoho souřadnicového referenčního systému do jiného, založeného na odlišném datumu, a to prostřednictvím jednoznačného vztahu

(ČSN EN ISO 19111)

např. S-42 do WGS84, S-42 do UTM, WGS84 do S-JTSK

Terminologie – přesnost x preciznost

přesnost (**accuracy**) je rozdíl mezi výsledkem zkoušky/měření a přijatou referenční hodnotou

ISO 3534-1

preciznost (**precision**)

- je míra opakovatelnosti množiny výsledků měření. Zpravidla se vyjadřuje jako statistická hodnota založená na množině opakovaných měření jako např. směrodatná odchylka od výběrového průměru

(ČSN EN ISO 19116)

Terminologie – přejatá anglická slova

Mezi slova anglického původu, avšak již **všeobecně přijatá včetně možného českého skloňování**, patří:

bez počestění

- outsourcing, export, import, software, hardware, on line (online), off line (offline), fire wall (firewall), e-mail, streamer, notebook.

s počestěním

- klient (**client**), extenze (**extension**), utilita (**utility**), škálování (**scaling**), licencování (**licencing**), georeferencování (**georeferencing**), skener (**scanner**), skenování (**scanning**), plotr (**plotter**), skript (**script**),

Terminologie – ohavnosti

- vyzůmovat, zazůmovat = (plynule) zvětšit, zmenšit,
 - Zoom in, zoom out
- naloudovat = načíst
 - load
- přisnepovat = přichytit se
 - snap
- apgrejdovat = povýšit úroveň (stávajícího softwaru nebo hardwaru)
 - upgrade
- zazipovat = zkomprimovat (datový soubor)
 - zip

Terminologie – ohavnosti

- **vyrendrovat** = vytvořit reálný obraz v počítači,
- render

- vygenerovat **report** = vytvořit, napsat zprávu
- report

- **apdejtovat** = aktualizovat, roz-, vy-, o-editovat (upravit),
- update

Terminologie – ohavnosti

- **vydylítovat** (vymazat),
 - delete
- **zalogovat** se = přihlásit se,
 - log in
- **uklíknout** se = chybně klepnout – poklepat myší,
 - click
- **na-vizualizovat** = vykreslit, zobrazit
 - visualize

GeoWeb

Pohled na GIS od Jacka Dangermonda

Posledních 30 let – GIS se mění od nástroje pro jednotlivé projekty ke složitým sítím

Svět je více urbanizován, techničtěji zaměřený, specializovaný a propojený

Svět se zdá, že se zmenšuje – cesty mezi kontinenty, telefonní spojení, fax, internet přenos zpráv médií,...

GeoWeb Jacka Dangermonda

GIS vyrostl z potřeby kombinovat data a analyzovat problémy v geografickém kontextu (**grew out of the need to combine data and analyze problems in a geographic context**)

GIS je více než digitální způsob, jak tvořit mapy a pracovat s databázemi

GIS vytváří nové informace integrací řady dat

Je unikátním rámcem vhodným propojení informačních procesů dohromady

GeoWeb Jacka Dangermonda

Výsledkem toho je

- lepší komunikace
- zlepšená spolupráce
- koordinace úsilí

GeoWeb Jacka Dangermonda

GIS využívá nejnovější technologie:

- rychlejší zpracování
- větší kapacity ukládání dat (20 MB u PC 1990 - 100 GB)
- mobilní technologie
- real-time sítě (technologie pracující v aktuálním režimu)

GeoWeb Jacka Dangermonda

GIS

- začínal na sálových počítačích
- přes minipočítače,
- PC,
- workstationy,
- k Webu

GeoWeb Jacka Dangermonda

Web

se vyvinul ze **statického média**

do **dynamického prostředí**, které umožňuje spolupráci a je řízeno databázemi

Toto prostředí se nazývá **Web 2.0**

GeoWeb Jacka Dangermonda

Aplikace pro Web 2.0

- jsou založeny na tom, že uživatelé dodávají datům cenu/hodnotu,
- profitují z toho, že umožňují spolupráci a jsou decentralizované

Voskovec a Werich: Císařův pekař a Pekařův císař:

Ten dělá to a ten zas ono a všichni dohromady udělají moc

GeoWeb Jacka Dangermonda

web se jako celek stává servisním prostředím

GIS je živou součástí vývoje webu 2.0 pro vývoj k tvorbě informací,
k přístupu k nim

Proto vznikl GIS pro web

GeoWeb Jacka Dangermonda

GIS na webu je:

- „large, widespread, distributed collaboration of knowledge and discovery that promotes and sustains worldwide sharing and operability“
- „velká, široce rozšířená, distribuovaná spolupráce znalostí a objevů, která podporuje a udržuje sdílení ve světě a operabilitu“

GeoWeb Jacka Dangermonda

Jsou to aplikace, které pracují **synergicky** spolu pro mnoho účelů

Naše současné systémy budou spojeny do **systemu systémů**

příklady systémů:

pro meteorologii

pro vodní hospodářství

.

.

pro justici apod.

GeoWeb Jacka Dangermonda

Sběr dat v dřívějším období patřil k nejnákladnější a nejobtížnější části zavedení GIS

V současnosti už je **velké množství dat**, která jsou dostupná

- zvětšil se počet **komerčních družic**
- zaveden **system GPS**
- **real-time monitoring** –
 - přírodních procesů i
 - lidských činností

GeoWeb Jacka Dangermonda

Data jsou dostupnější

Geoprostorové nástroje jsou dostupnější -
řada firem poskytuje:

- viewer - lokální prohlížeče s omezenými funkcemi
- prohlížeče webovské

GeoWeb Jacka Dangermonda

Byly přijaty

- normy pro datové modely,
- dohody o spolupráci

Tím se zlepšila efektivita sběru dat

Byly vytvořeny **portály** a **sítě poskytovatelů dat**

GeoWeb Jacka Dangermonda

V současnosti jsou do prostředí implementovány další sta aplikací a služeb od organizací typu: Trimble (GPS) aj.

GeoWeb je vize, realizovatelná GIS komunitou a odborníky GIS pro vytváření specifických knihoven služeb a dat.

Namísto přístupu k jednomu zdroji bude **přístupováno k širokému rozsahu jak služeb, které vytvoří nové služby, tak dat.**

Geoinformační komunita v současné době pracující izolovaně bude **pracovat společně**

GeoWeb Jacka Dangermonda

GIS poskytne služby a prostředí, které umožní:

racionálnější řízení světa, který je stále více a více propojen

GeoWeb Jacka Dangermonda

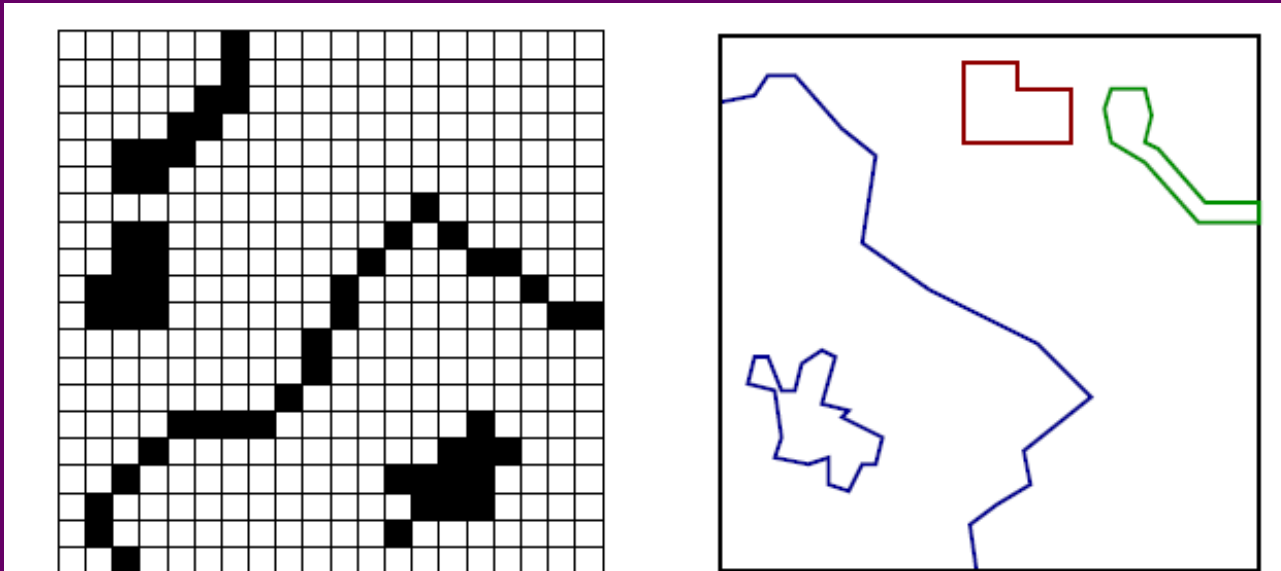
- **Příklad:**
- meteorologické modely – výstup:
 - info o suchu – nutnost závlahy
 - info o větru – nutnost aktivovat varovný systém, informace pro leteckou dopravu,...
 - info o srážkách – dostatek – není třeba zavlažovat
 - varovat řidiče při nižších teplotách,
 - přizpůsobit program akcí pořádaných venku,....
 - vstup do hydrologických modelů – výpočty vodních stavů – varování před povodněmi,...
 - Atd. atd

Teoretické základy metod pro vektorový GIS

Základní dělení GIS:

Rastrový model (polí)

vektorový model (objektů)



Zvláštnosti prostorových dat

Běžná data – ukládána v 1D databázích

Data GIS – 2D, 3D, event. 4D databáze

GIS data – větší objemy – větší spotřeba času – nutnost
vybírat nejvhodnější algoritmy

Zvláštnosti prostorových dat

algoritmy prostorových dat

- zavedl – již 300 let před Kristem Eukleides

Lidské vnímání má efektivní vnímání geometrických algoritmů

Leží bod v ploše?

Snadno vidím, nesnadno určím

Zvláštnosti prostorových dat

- **Leží bod v ploše?**

Nalézt – řešení pomocí algoritmu

Vybrat nejvhodnější algoritmus

Vybrat nejvhodnější strukturu, aby byl algoritmus nejvhodnější

Zvláštnosti prostorových dat

- Složitost algoritmu udává jeho efektivnost:
 - Složitost je dána – velikostí dat a dobou výpočtu – tedy např. počtem vrcholů n vektorové linie
 - Nalézt plochu polygonu bude $O(n)$, kde O udává řád, přičemž je potřeba n operací.
 - Řád algoritmu $O(n)$, nám říká, jak se bude systém chovat, když
 $n \rightarrow \infty$

Zvláštnosti prostorových dat

- U vektorových dat

Složitost $O(n)$ **se zachovává** při nárůstu objemu dat

- U rastrových dat

se zvětšováním rozměru plochy d **se zvětšuje** n v každém směru a objem dat je $O(n^d)$

Prostorové objekty

Realita – spojitá

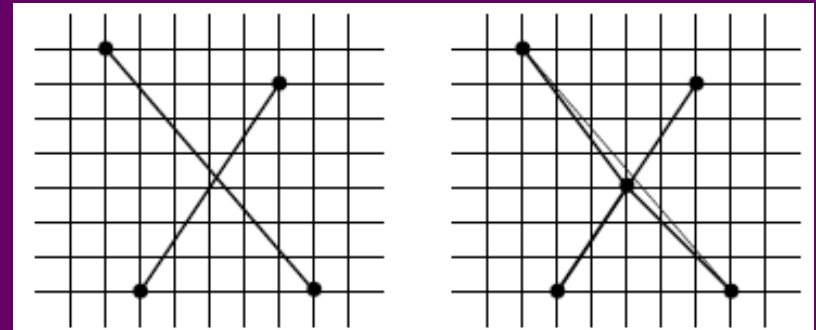
Výpočet z vektorových linií

Záznam dán počtem bitů – většinou
32 (4 294 967 296) nebo 64

Pak může nastat problém chyb
vyplývající z omezené přesnosti

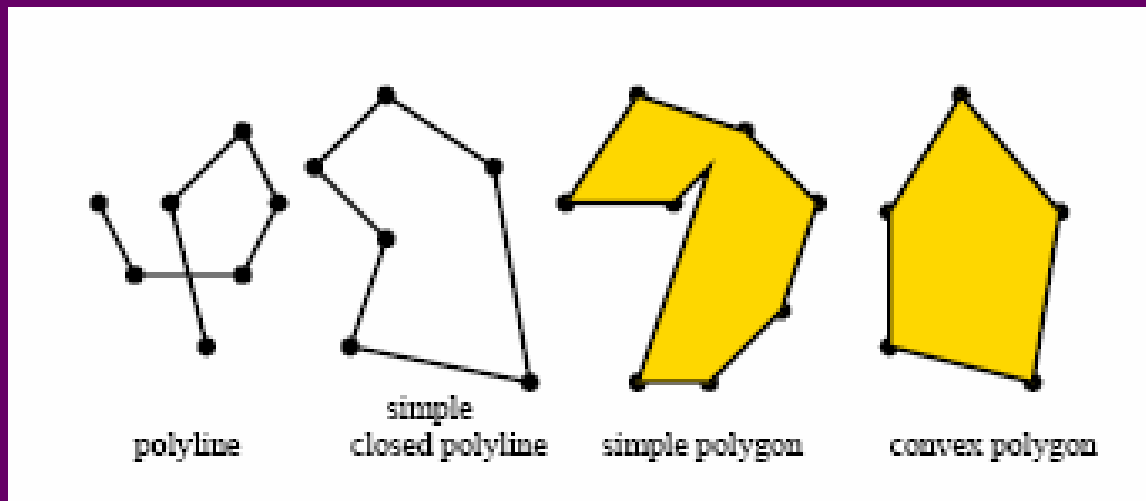
Levý obrázek – **realita**

Pravý – **záznam v datech** – úprava
polohy průsečíku



Prostorové objekty

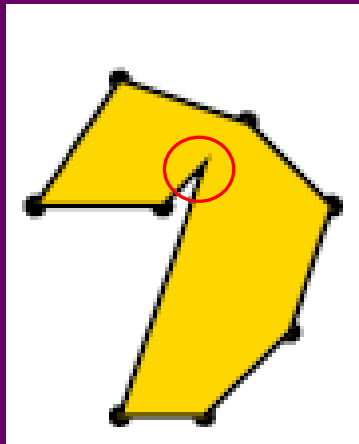
- bod,
- linie (koncový bod se liší od počátečního)
- polygon (koncový bod je zároveň počáteční) = uzavřená linie
- plocha = oblast uvnitř polygonu



Prostorové objekty

Plošné objekty – významná část GIS mají různé vlastnosti – z těch geometrických je významný pojem:

konvexní polygon – polygon, jehož vnitřní úhly jsou menší než 180° = podmínka nutná

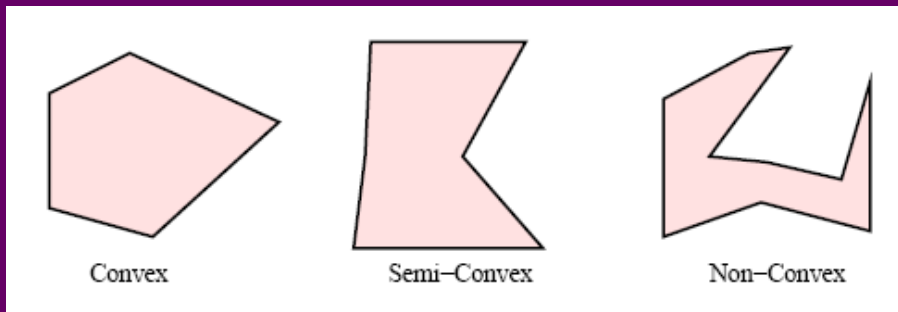


Toto není konvexní polygon, spojnice vrcholů může ležet celá, nebo zčásti mimo polygon

Prostorové objekty -Konvexnost

Konvexnost –

objekt je konvexní, pokud **každý prvek v něm je viditelný z každého bodu objektu**



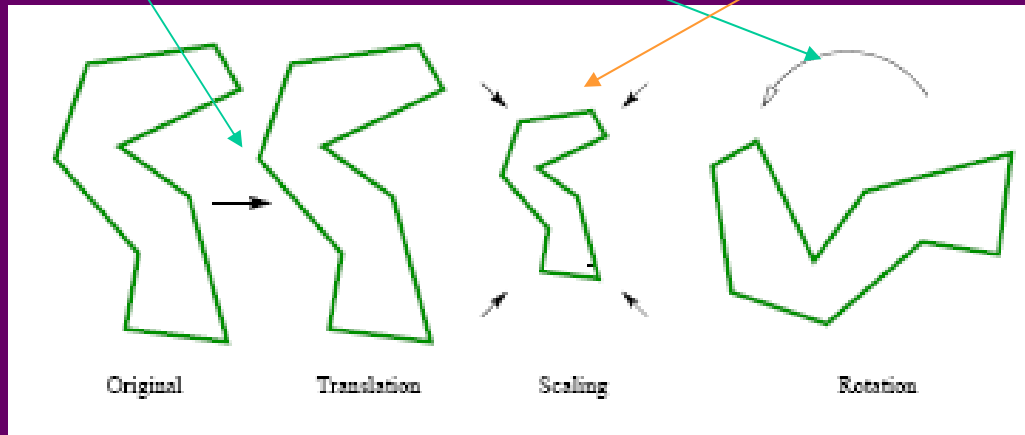
Prostorové objekty - Transformace

Transformace vektoru:

shodnost (=kongruence) – zachová tvar, velikost (**posunutí**)

podobnost (= similarita) – zachovává tvar (**změna měřítka**)

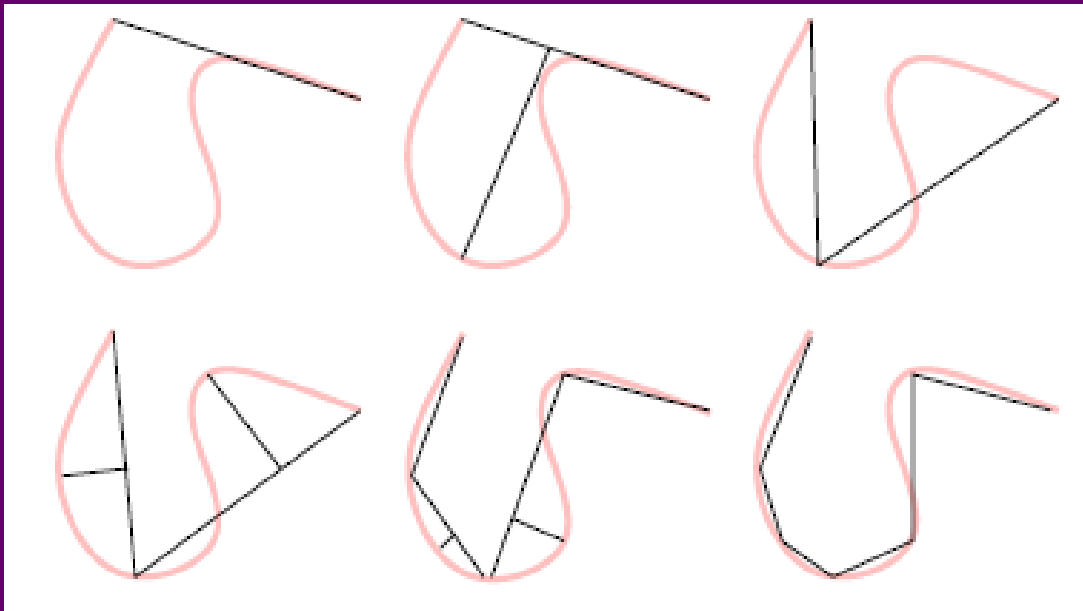
afinita – zachovává rovnoběžnost (**otočení**)



Nejedná se
o výlučné
označení

Prostorové objekty

**Náhrada skutečných tvarů linií a polygonů:
Douglas-Peuckerův algoritmus**



Prostorové objekty

Douglas-Peuckerův algoritmus

- 1. spojení koncových bodů
- 2. Nalezení nejvzdálenějšího bodu a spojení s krajními body
- 3. Nalezení nejvzdálenějších bodů od spojnic a spojení s jejich konci dokud maximální vzdálenost bodu je větší než požadovaná přesnost

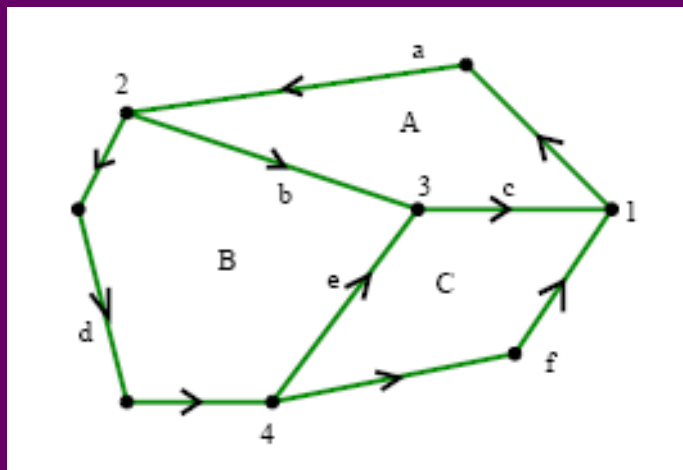
Reprezentace prostorových objektů

Metoda NAA – node (uzel)-arc(oblouk) - area(plocha)

Předpoklady:

- **Oblouk** má právě jeden začátek a konec
- Každý **vrchol** patří minimálně k jednomu oblouku
- Každá **plocha** – kromě vnější oblasti - má svou hranici
- **Oblouky** se protínají v uzlech
- Každý **oblouk** má právě jednu levou a pravou plochu
- Každá **plocha** je tvořena minimálně jedním **obloukem**

Reprezentace prostorových objektů



arc_ID	begin_node	end_node	left_area	right_area
a	1	2	A	X
b	2	3	A	B
c	3	1	A	C
d	2	4	B	X
e	4	3	B	C
f	4	1	C	X

- ▽ `point(point_ID, x_coord, y_coord)`
- ▽ `node(node_ID, point_ID)`
- ▽ `polyline(arc_ID, sequence of point_ID's)`
- ▽ `arc(arc_ID, begin_node, end_node, left_area, right_area)`
- ▽ `area(area_ID, sequence of arc_ID's)`

Reprezentace prostorových objektů

Jiné reprezentace lze nalézt u

- CAD/CAM – computer aided design/computer aided mapping – pomocí hranic – jsou výhodné pro rychlé zobrazení

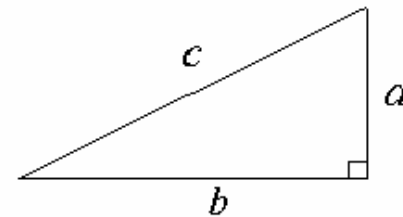
Základní vzorce analytické geometrie – vzdálenost

Distance Formula

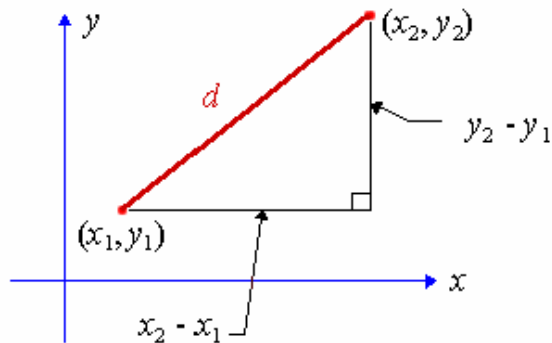
Recall Pythagoras' Theorem:

For a right-angled triangle with c at the hypotenuse,

$$c = \sqrt{a^2 + b^2}$$



We use this to find the distance between any two points (x_1, y_1) and (x_2, y_2) on the cartesian plane:



Základní vzorce analytické geometrie – vzdálenost

The cartesian plane was named after Rene Descartes. It is also called the x - y plane.

We see that the distance between (x_1, y_1) and (x_2, y_2) is given by:

$$d = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$$

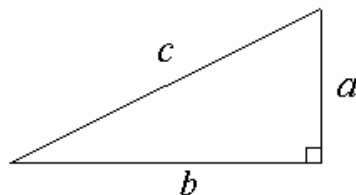
Základní vzorce analytické geometrie – sklon/gradient

Gradient (or slope)

The **gradient** of a line is defined as

$$\frac{\text{vertical rise}}{\text{horizontal run}}$$

svislá vzdálenost (přírůstek)
vodorovná vzdálenost



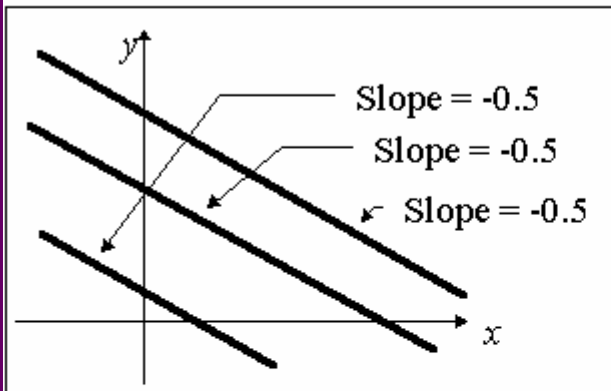
In this diagram, the gradient of the line is given by: $\frac{a}{b}$

In general, for the line joining the points (x_1, y_1) and (x_2, y_2) , we see from the diagram above, that the **gradient** (usually written m) is given by:

$$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

Základní vzorce analytické geometrie – sklon rovnoběžek

Parallel Lines



Lines which have the same slope are *parallel*.

If a line has slope m_1 and another line has slope m_2 then the lines are **parallel** if

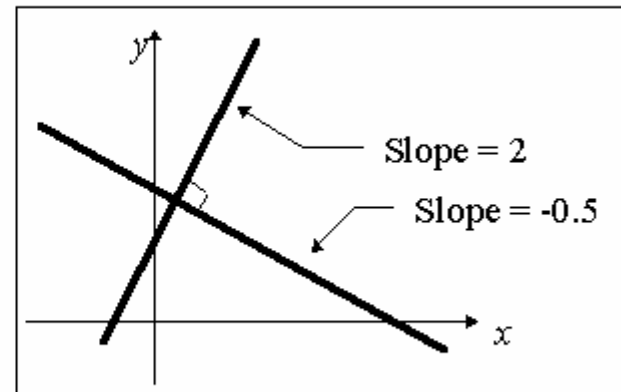
$$m_1 = m_2$$

Základní vzorce analytické geometrie – sklon u kolmic

Perpendicular Lines

If a line has slope m_1 and another line has slope m_2 then the lines are **perpendicular** if

$$m_1 m_2 = -1$$



Geometrické algoritmy objektových dat – vzdálenost bodu od přímky

Perpendicular Distance from a Point to a Line

(BTW - we don't really need to say 'perpendicular' because the distance from a point to a line always means the shortest distance.)

This is a great problem because it uses all the things we have learned so far:

- **distance formula**
- **slope of parallel and perpendicular lines**
- **rectangular coordinates**
- different **forms of the straight line**
- **solving simultaneous equations**

Later, on this page...

Example using
perpendicular distance
formula

The distance from a point (m, n) to the line $Ax + By + C = 0$ is given by:

$$d = \frac{Am + Bn + C}{\sqrt{A^2 + B^2}}$$

Geometrické algoritmy objektových dat – vzdálenost bodu od přímky

Nutné použít

- **distance formula**
- **slope of parallel and perpendicular lines**
- **rectangular coordinates**
- **different forms of the straight line**
- **solving simultaneous equations**

Vzorec pro vzdálenost

- Sklon rovnoběžných a kolmých linií
- Pravoúhlé souřadnice
- Různé druhy přímek
- Vyřešení několika rovnic

Geometrické algoritmy objektových dat – vzdálenost od přímky

- Vzdálenost mezi 2 body $|p_1 p_2|$

kde

$$p_1 = (x_1, y_1) \text{ and } p_2 = (x_2, y_2),$$

je

$$|p_1 p_2| = \|p_1 - p_2\| = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}.$$

podle eukleidovské geometrie

Geometrické algoritmy objektových dat – vzdálenost od přímky

jestliže linie L je zapsána,

$$\{(x, y) \mid ax + by + \gamma = 0\}$$

lze ji zapsat i pomocí sklonu,

$$y = mx + c = \frac{\Delta y}{\Delta x}x + c,$$

kde sklon je

a c je ,

lze ji zapsat.

A pak tedy platí

$$\Delta y = y_2 - y_1, \Delta x = x_2 - x_1$$

$$c = y_1 - mx_1,$$

$$f(x, y) = \Delta y \cdot x - \Delta x \cdot y + \Delta x \cdot c,$$

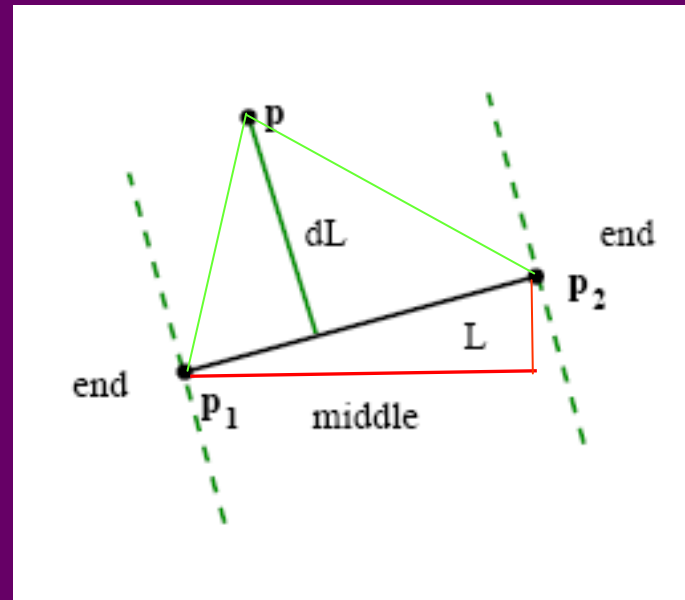
$$a = \Delta y, b = -\Delta x \text{ and } \gamma = \Delta x \cdot c.$$

Geometrické algoritmy objektových dat – vzdálenost od přímky

- vzdálenost p k linii L
lze odvodit jako

$$dL = \frac{|ax_p + by_p + \gamma|}{\sqrt{a^2 + b^2}}.$$

$$a = \Delta y, b = -\Delta x \text{ and } \gamma = \Delta x \cdot c.$$



```

FUNCTION point_dist_to_line(xp,yp,x1,y1,x2,y2)
-- Compute the distance from a point (xp,yp) to a line defined by
-- its start (x1,y1) and end (x2,y2) points.
BEGIN
  dx1p = x1 - xp;
  dx21 = x2 - x1;
  dy1p = y1 - yp;
  dy21 = y2 - y1;
  frac = dx21*dx21 + dy21*dy21;
  -- Compute the distance along the line that the normal intersects.
  lambda = -(dx1p*dx21 + dy1p*dy21) / frac;
  -- Make sure we only take this if it is along the line segment,
  -- otherwise choose the appropriate end point.
  lambda = MIN(MAX(lambda,0.0),1.0);
  -- Compute the x and y separations between the point on the line
  -- that is closest to (xp,yp) and (xp,yp).
  xsep = dx1p + lambda*dx21;
  ysep = dy1p + lambda*dy21;
  point_dist_to_line = SQRT(xsep*xsep + ysep*ysep);
  RETURN point_dist_to_line
END

```

Geometrické algoritmy objektových dat – vzdálenost od přímky

Vzdálenost

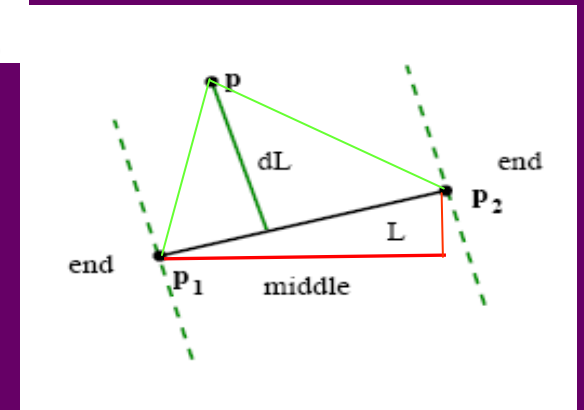
- $x1 - xp, x2 - xp$
- $y1 - yp, y2 - yp$

```
dx1p = x1 - xp;  
dx21 = x2 - x1;  
dy1p = y1 - yp;  
dy21 = y2 - y1;  
frac = dx21*dx21 + dy21*dy21;
```

2. mocnina délky $L = \text{frac}$

Vzdálenost podél linie, kterou
normála protíná

```
lambda = -(dx1p*dx21 + dy1p*dy21) / frac
```



Geometrické algoritmy objektových dat – vzdálenost od přímky

- Je třeba spočítat polohu průsečíku normály na linii

```
xsep = dx1p + lambda*dx21;  
ysep = dy1p + lambda*dy21;
```

- vzdálenost pak je

```
point_dist_to_line = SQRT(xsep*xsep + ysep*ysep);
```

Geometrické algoritmy objektových dat – vzdálenost od přímky

Předchozí výraz platí pro **bod k nejbližší hraně**

Pokud **nevíme, která to je**, je nutno tyto vzdálenosti vypočítat
vícekrát a vybrat nejmenší hodnotu

Tento algoritmus je nutný pro **Douglas- Peuckerův algoritmus**

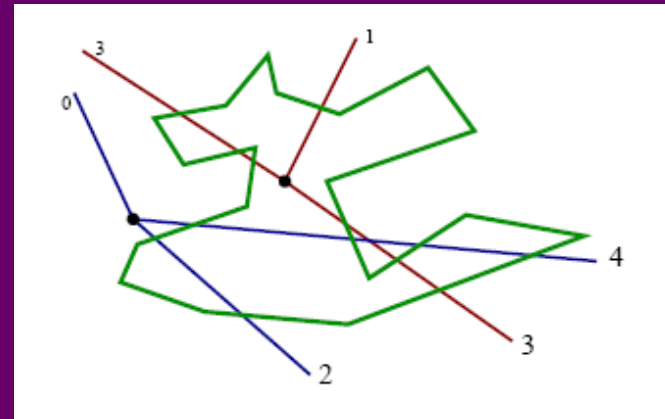
Geometrické algoritmy objektových dat – Výpočet centroidu polygonu

Výpočet centroidu vychází
z vrcholů,

kde

$$\{P_1, P_2, \dots, P_n\}$$

jsou vrcholy



$$c_P = \frac{P_1 + P_2 + \dots + P_n}{n}$$

Geometrické algoritmy objektových dat – Výpočet plochy polygonu

- Plocha jednoduchého polygonu,

$$A_P = \frac{p_1 \times p_2 + p_2 \times p_3 + \dots + p_{n-1} \times p_n + p_n \times p_1}{2}$$

kde pro 2D

$$p_1 \times p_2 = x_1y_2 - x_2y_1$$

Geometrické algoritmy objektových dat – Důsledky pro trojúhelníkový polygon

Máme-li, trojúhelník se
stranami,

$$\{p_1, p_2, p_3\}$$

$$p_1 \times p_2 = x_1y_2 - x_2y_1$$

pak výpočet má znaménko

$$A_{p_1, p_2, p_3} = \frac{p_1 \times p_2 + p_2 \times p_3 + p_3 \times p_1}{2}$$

a platí

$$A_{p_1, p_2, p_3} = -A_{p_3, p_2, p_1}$$

Geometrické algoritmy objektových dat – Důsledky pro trojúhelníkový polygon

$A_{p_1, p_2, p_3} > 0$ then p_1
 $A_{p_1, p_2, p_3} < 0$ then p_1
 $A_{p_1, p_2, p_3} = 0$ then p_1

vlevo od
vpravo od
je na

$p_2 \rightarrow p_3$

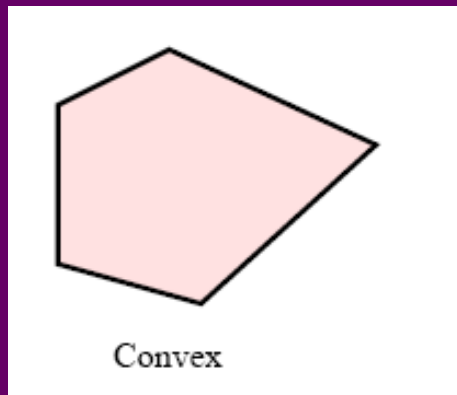
$p_2 \rightarrow p_3$

$p_2 \rightarrow p_3$



Geometrické algoritmy objektových dat – Bod v polygonu

- Pojem konvexního polygonu



Geometrické algoritmy objektových dat – Bod v polygonu

Máme-li **konvexní polygon** s
vrcholy

$$\{P_1, P_2, \dots, P_n\}$$

a jsou-li vrcholy seřazeny proti
směru hodinových ručiček,

spočítáme plochy, a jsou-li **$A > 0$** ,
je bod v polygonu

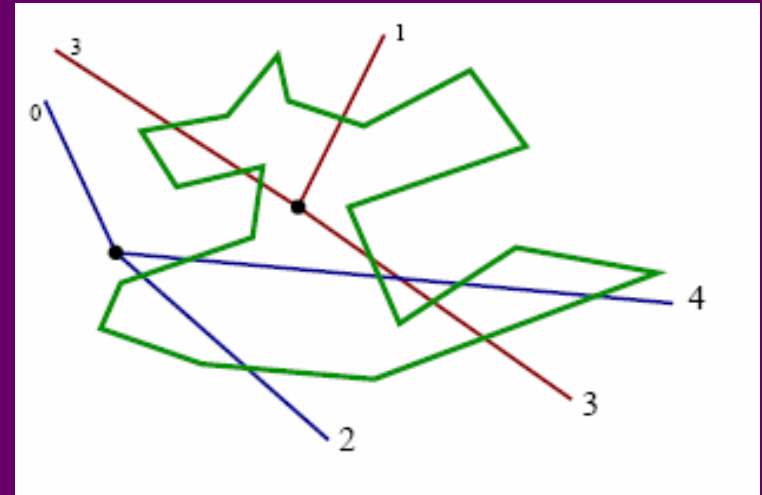
$$A_{p, p_1, p_2}, A_{p, p_2, p_3} \text{ up to } A_{p, p_n, p_1}$$

Geometrické algoritmy objektových dat – Bod v polygonu

- Polygon **není konvexní**

Jediným předpokladem je, že bod neleží na hraně

Máme polygon P a bod p



Algoritmus polopřímky –
sestrojíme polopřímku do
jakéhokoliv směru – pokud protne
polygon **lichým počtem** je **bod uvnitř**

Geometrické algoritmy objektových dat – Bod v polygonu

Provedení:

polopřímka se volí **rovnoběžná s osou x** a bod p v počátku

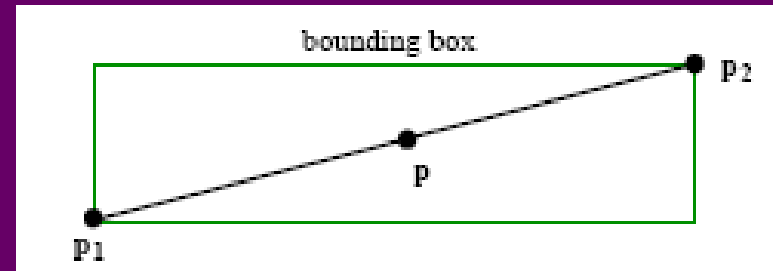
Geometrické algoritmy objektových dat – Bod na hraně

- Spočítáme plochu kolem hrany pro body:

$p, p_1,$

- p, p_2

- pokud je jedna z nich 0, bod je totožný s vrcholem

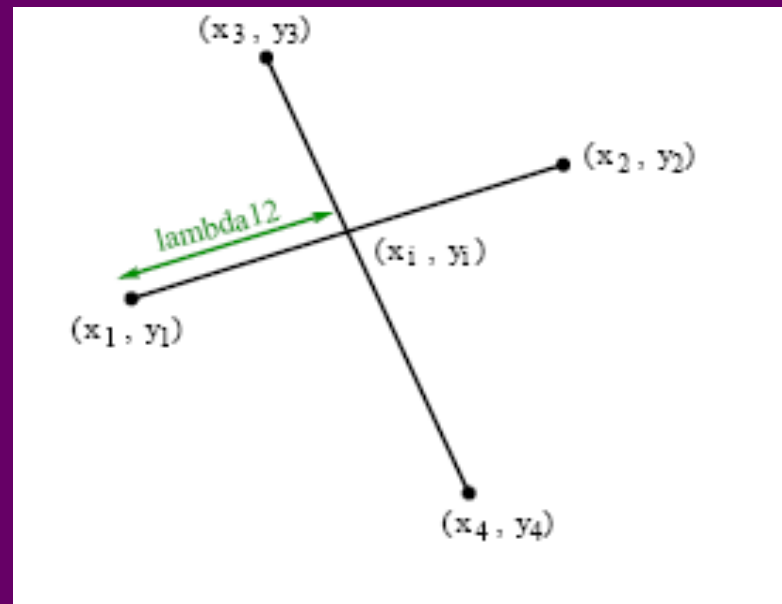


pak otestovat, zda bod leží uvnitř plochy kolem hrany

Geometrické algoritmy objektových dat – Křížení hran

Křížení hran –

- koncové body linie leží na opačné straně druhé linie – **průsečík musí existovat**
- nutné ověřit, že žádný bod jedné linie neleží na druhé
- Určit průsečík polopřímek zda leží na hranách (segmentu) použije se opět plocha kolem hrany



Teorie grafů

Graf – je tvořen hranami a vrcholy

Hrana spojuje 2 vrcholy – orientovaná, nebo neorientovaná



Smyčka je hrana, jejíž počáteční vrchol je totožný s koncovým

GIS pracuje s orientovanými hranami

Teorie grafů

Orientovaný graf –

je trojice množin

$G = (V, E, \varepsilon)$, kterou tvoří neprázdná konečná množina obsahující

1. V prvků nazývaných *vrcholy*,
2. ε je zobrazení

dále neprázdná konečná množina

3. E prvků nazývaných *orientované hrany* a zobrazení $\varepsilon: E \rightarrow V^2$, které je nazýváno *vztahem incidence*



Teorie grafů

Každé hraně e je přiřazena uspořádaná dvojice vrcholů (v_1, v_2)

v_1 je počáteční vrchol hrany $Pv(e)$

v_2 je koncový vrchol hrany $Kv(e)$

(v_1, v_2) jsou incidentní (incidují) s hranou e a jsou jejími krajními vrcholy

hrana e incidentní s krajními vrcholy, spojuje krajní vrcholy

Teorie grafů

Je-li $Pv(e) = Kv(e)$ je hrana **orientovanou smyčkou**

V GIS existuje pouze tehdy, má-li alespoň 2 vrcholy, který neincidují s počátečním ani koncovým vrcholem

Platí-li pro různé hrany

$Pv(e_1) = Pv(e_2)$ a $Kv(e_1) = Kv(e_2)$ jedná se o hrany **rovnoběžné** neboli **násobné**

Násobnost je počet hran spojující 2 vrcholy (počáteční a koncový u orientovaného grafu)

Teorie grafů

Vrchol, který není incidentní s žádnou hranou, se nazývá **izolovaný bod**
V GIS tvoří bodový objekt

Množina hran grafu může být prázdná

Teorie grafů

Neorientovaný graf – je případ grafu, kde **orientace hran není důležitá**, ostatními vlastnostmi se od orientovaného grafu neliší

V GIS se pro definování geometrie objektů nepoužije

Teorie grafů

Ohodnocený graf, síť – je graf, jehož vrcholům jsou přidány další hodnoty (např. číselné)

Zobrazení, které přiřazuje vrcholům nebo hranám jejich hodnoty se nazývá **ohodnocení** vrcholů nebo hran

V GIS:

vrcholy = body mezi počátečním a koncovým vrcholem (definují geometrický tvar linie, polygonu)

uzly = počáteční a koncový vrchol linie

Teorie grafů

Symetrizace orientovaného grafu je neorientovaný graf, který je získán z orientovaného grafu, kdy **se neuvažuje orientace hran**

opakem je

Orientace grafu je získání orientovaného grafu z neorientovaného libovolnou orientací hran

Teorie grafů

Symetrická orientace grafu je získání orientovaného grafu z neorientovaného, kdy **každá hrana kromě smyček je nahrazena dvojicí opačně orientovaných hran**

Orientovaný graf se nazývá **symetrickým**, jestliže pro každou dvojici v_1, v_2 platí, že počet hran z v_1 do v_2 je roven počtu hran z v_2 do v_1

Teorie grafů

Prostý graf je graf, v němž **násobnost** každé hrany je nejvýše **rovna jedné**

Multigraf je graf, kde **násobnost** hran může být i **větší než jedna**

Symetrizací prostého orientovaného grafu může vzniknout **multigraf**



Teorie grafů

Vztah prostého grafu a relace (viz řádek v relační databázi minulý semestr)

Množina hran prostého orientovaného grafu je binární relace na množině vrcholů

V prostém orientovaném grafu lze každou hranu e ztotožnit s uspořádanou dvojicí vrcholů $P_V(e)$, $K_V(e)$, neboť **touto dvojicí je hrana jednoznačně určena** (v prostém grafu nemohou být 2 takovéto hrany)

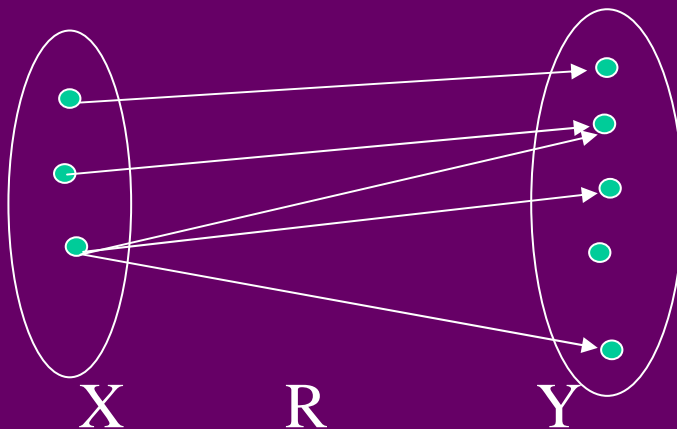
Teorie grafů

Relace je matematickým vyjádřením vztahu, který

- nezachycuje podstatu vztahu, ale
- určuje, které objekty jsou v daném vztahu

Je-li relace $R \subseteq A_1 \times A_2 \dots \times A_n$ podmnožinou kartézského součinu n množin A , pak hodnota n je **aritou** relace R

Je-li $n = 2$, jedná se o **binární relaci**



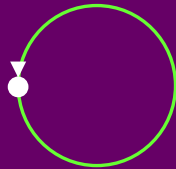
Teorie grafů

Množinu hran prostého orientovaného grafu lze pokládat za binární relaci na množině vrcholů

$x \rightarrow y$ dvojice prvků (x,y) náleží relaci R

Rovnost grafů platí tehdy a jen tehdy, jestliže $V = V'$ (vrcholy), $E = E'$ (hrany), $\varepsilon = \varepsilon'$ (zobrazení)

Př. relace $x=y$



Teorie grafů

Izomorfismus. Grafy G a G' jsou vzájemně **izomorfní**, když existují 2 vzájemně jednoznačná zobrazení f a g

$$f : V \rightarrow V' \quad \text{a}$$

$$g : E \rightarrow E' \quad \text{taková,}$$

že **zachovávají vztahy incidence** ε a ε'

Teorie grafů

Předchozí definici lze přesněji zapsat

$$\varepsilon(e) = (v_1, v_2) \Leftrightarrow \varepsilon'(g(e)) = (f(v_1), f(v_2))$$

Jedná-li se o graf **neorientovaný**, pak je tato definice ve tvaru

$$\varepsilon(e) = \{v_1, v_2\} \Leftrightarrow \varepsilon'(g(e)) = \{f(v_1), f(v_2)\}$$

Teorie grafů

Izomorfismem se přenáší mnoho vlastností

Teorie grafů se zabývá těmito vlastnostmi

Co je ale nutné – rozpoznat izomorfismus

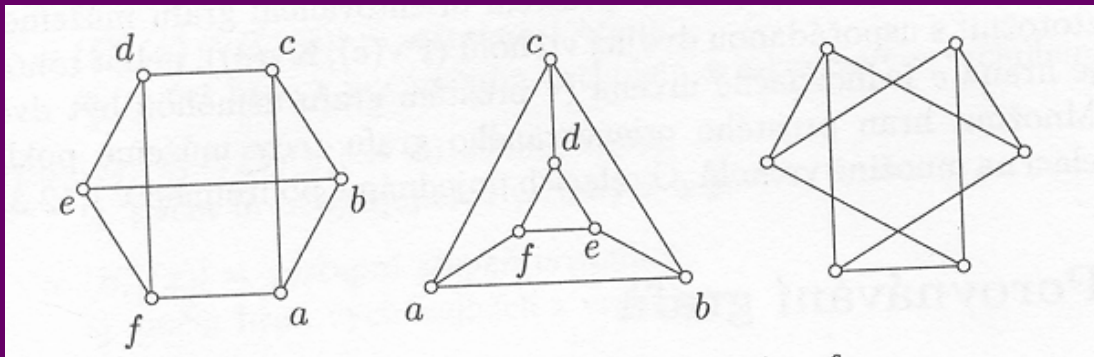
- tedy zobrazení hran a vrcholů - u prostého grafu pouze vrcholů
(hrany jsou přiřazeny jednoznačně)

Teorie grafů

Při **zjišťování izomorfismu** lze použít tato jednoduchá pozorování:

1. Izomorfní grafy – **stejně počty vrcholů a hran**
2. Vrcholu se **stupněm s** lze **přiřadit** pouze vrchol **se stupněm s**
3. Dvojici sousedních vrcholů lze přiřadit izomorfismem **pouze dvojice sousedních vrcholů**

Teorie grafů



Vzájemně Izomorfní grafy – jak označit vrcholy u 3. grafu?

Teorie grafů

Podgraf. Graf G' je **podgrafem** grafu G , vznikne-li z grafu G vynecháním nějakých vrcholů a hran, přičemž musí zůstat grafem.

Každý graf je podgrafem sebe sama.

Faktor grafu G (jeden typ podgrafu) vznikne vynecháním některých (žádných) hran, tedy

$$V(G) = V(G')$$

Teorie grafů

Graf G' nazýváme **podgrafem indukovaným** množinou vrcholů $A \subseteq V(G)$ (úplným podgrafem na množině A), jestliže:

podgraf G' má množinu vrcholů A a obsahuje všechny hrany grafu G , jejichž oba vrcholy leží v A .

Indukovaný podgraf se získá **vynecháním vrcholů neležících v A** a všech s nimi incidentních hran.

Př. v GIS: soukromý dopravce sníží počet míst, kde nakládá/vykládá zboží

Teorie grafů

Obecný **podgraf** můžeme dostat jako

- 1) **faktor nějakého indukovaného podgrafu** (vynecháním hran a incidentních vrcholů) a také jako
- 1) **indukovaný podgraf nějakého faktoru** původního grafu (tedy vynecháním vrcholů, a pak incidentních hran)

Teorie grafů

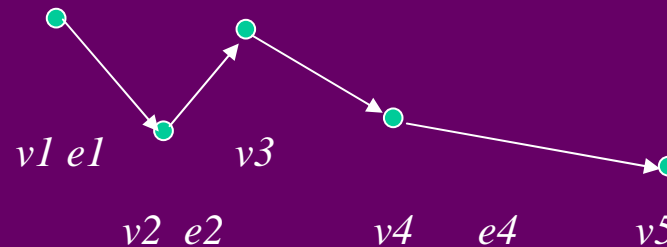
Příklad:

Silniční síť (silnice = hrany) s křižovatkami (vrcholy) včetně slepých konců silnic.

1. Výběrem křižovatek v okrese a všech silnic mezi nimi – máme **indukovaný podgraf**
2. Zachováním všech křižovatek a výběrem pouze silnic 1.třídy – máme **faktor s mnoha izolovanými vrcholy**

Teorie grafů

Orientovaný sled je posloupnost vrcholů a hran $v_0, e_1, v_1, e_2, v_2, \dots, e_k, v_k$,
jestliže pro každou hranu e_i platí (v GIS line string = linie)



$Pv(e_i) = v_{i-1}$, a $Kv(e_i) = v_i$

v_0 je počáteční vrchol

v_k je koncový vrchol

Sled vede z vrcholu v_0 do v_k (spojuje vrcholy)

Teorie grafů

U **orientovaného i neorientovaného** sledu na sebe vrcholy a hrany navazují.

U **neorientovaného sledu** nezáleží na orientaci

U **orientovaného** hrany orientovány vpřed ve směru sledu

Teorie grafů

Příklad:

Graf silniční sítě s jednosměrnými silnicemi je **orientovaným** sledem **pro automobily**, ale **neorientovaným** sledem **pro chodce**.

Teorie grafů

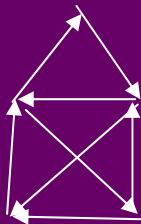
Triviální sled – obsahuje **jediný vrchol**, ale **žádnou hranu**
(je možné ho považovat za orientovaný i neorientovaný).

Teorie grafů

Orientovaný (neorientovaný) tah je orientovaný (neorientovaný) sled, kde se žádná hrana neopakuje (př. kreslení domečku jedním tahem)

Orientovaná (neorientovaná) cesta je orientovaný (neorientovaný) sled, kde se žádný vrchol neopakuje

Každá cesta je zároveň tahem, ale ne každý tah je cestou (př. kreslení domečku jedním tahem – není to cesta)



Teorie grafů

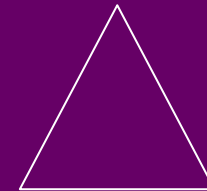
Uzavřený sled je sled (orientovaný/neorientovaný), který má alespoň jednu hranu a jehož počáteční a koncový vrchol splývají.

Uzavřený tah je sled (orientovaný/neorientovaný), který má alespoň jednu hranu a jehož počáteční a koncový vrchol splývají.

Teorie grafů

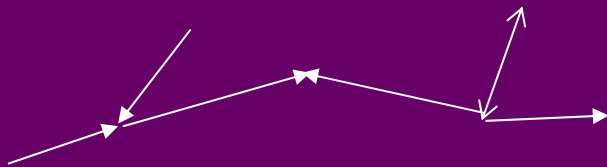
Uzavřená cesta je uzavřený sled, v němž se neopakují vrcholy (pouze $v_0 = v_k$) ani hrany.

- **Kružnice** je *neorientovaná* uzavřená cesta.
 - Kružnice se 3 hranami = trojúhelník



- **Cyklus** je *orientovaná* uzavřená cesta (v GIS hranice polygonu)
Cyklus je zároveň kružnicí, ale kružnice není cyklem

Teorie grafů



Dostupnost. Vrchol v_n je orientovaně (neorientovaně) **dostupný** z vrcholu v_m , existuje-li orientovaný (neorientovaný) sled vedoucí z vrcholu v_m do v_n .

Teorie grafů

Máme ohodnocený graf. Pak je výhodné použít **součty ohodnocení hran** (= **délka sledu**) ve sledu, cestě cyklu apod. pro určování :

- nejdelší, nejdražší,
- nejkratší, nejlevnější ,

Důležité v optimalizačních úlohách GIS

Teorie grafů

Speciální grafy

Diskrétní graf – graf nemající žádnou hranu

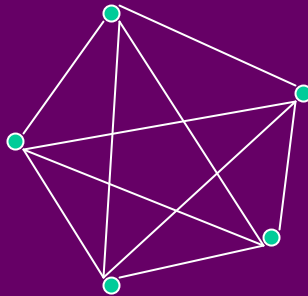
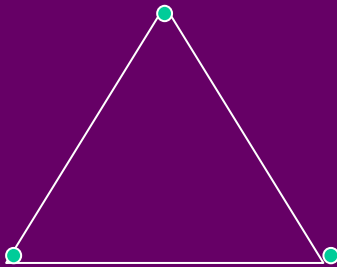
Úplný orientovaný graf – je prostý graf

$G = (V, R)$,

kde R je množina všech uspořádaných dvojic různých vrcholů z množiny V

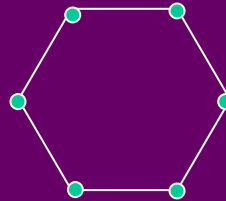
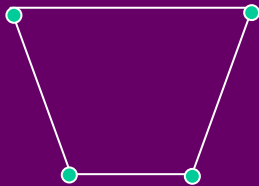
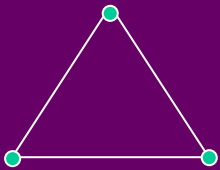
Teorie grafů

Úplný (neorientovaný) graf je prostý neorientovaný graf bez smyček, jehož každé dva různé vrcholy jsou spojeny hranou. Pro n vrcholů ho označíme K_n .

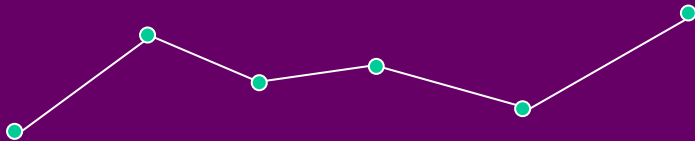


Teorie grafů

Kružnice



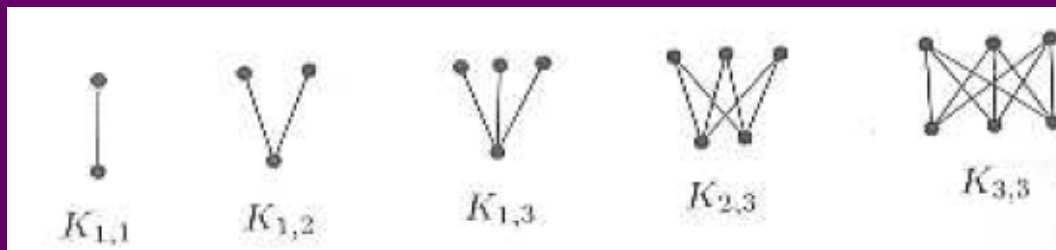
Cesta



Teorie grafů

Bipartitní graf je takový graf, jehož množina vrcholů $V(G)$ je **disjunktním sjednocením 2 množin S, T** , kde každá hrana má jeden vrchol v množině S a druhý v množině T .

Množiny S, T se nazývají **stranami** bipartitního grafu

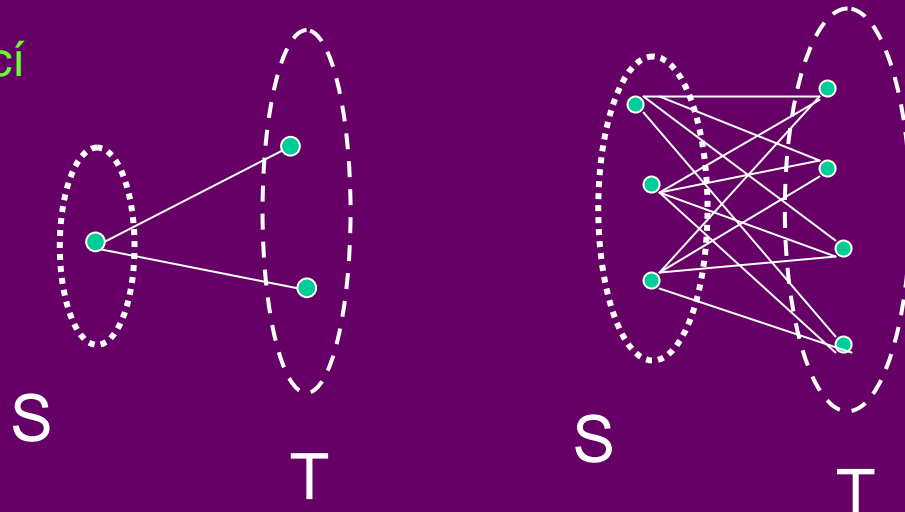


Teorie grafů

Úplný bipartitní graf je takový graf, kde každá dvojice vrcholů $s \in S$ a $t \in T$ je spojena právě jednou hranou.

Úplný bipartitní graf, jehož strany S mají $m = |S|$ a T mají $n = |T|$ prvků, se označuje $K_{m,n}$

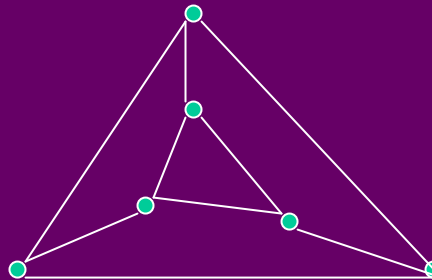
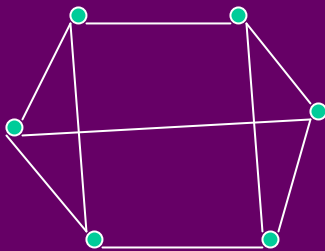
(Použití u klasifikací pomocí neuronových sítí)



Teorie grafů

Graf se nazývá **regulárním** (=pravidelným) mají-li všechny jeho **vrcholy stejný stupeň**.

Je-li to stupeň k , je označován jako k -regulární
(na obr. př. 3regulárních grafů, kružnice je regulární graf)



Teorie grafů — kořenový strom

Kořenový strom je orientovaný graf, v němž existuje **významný vrchol** r , zvaný **kořen** takový, že

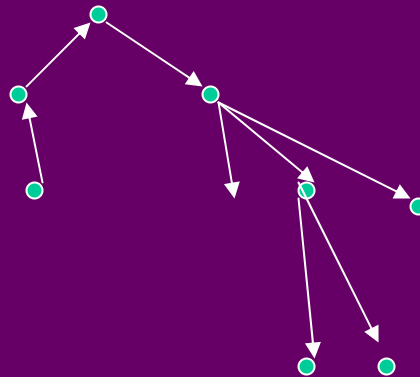
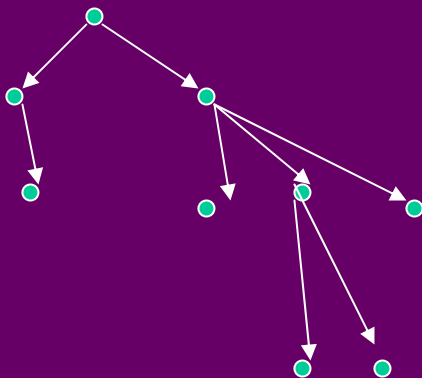
- do kořene nevede žádná hrana,
- do každého jiného vrcholu vede přesně jedna hrana a
- všechny vrcholy jsou z kořene r dostupné.

Jiný název má **větvení**

Tento princip nacházíme u hierarchické databáze

Teorie grafů — kořenový strom

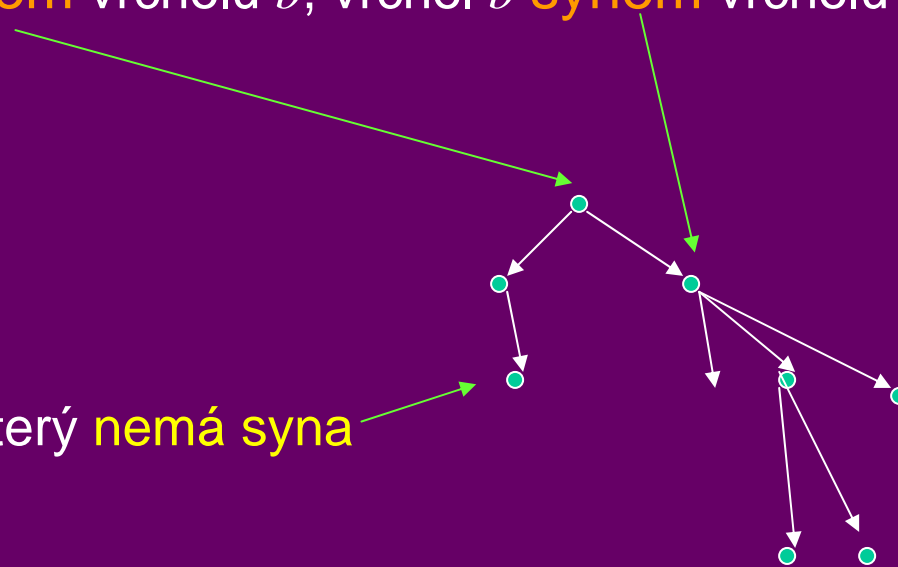
Příklady kořenových stromů



Teorie grafů — kořenový strom

Vede-li v kořenovém stromě hrana z vrcholu a do b , je vrchol a nazýván **otcem** vrcholu b , vrchol b **synem** vrcholu a .

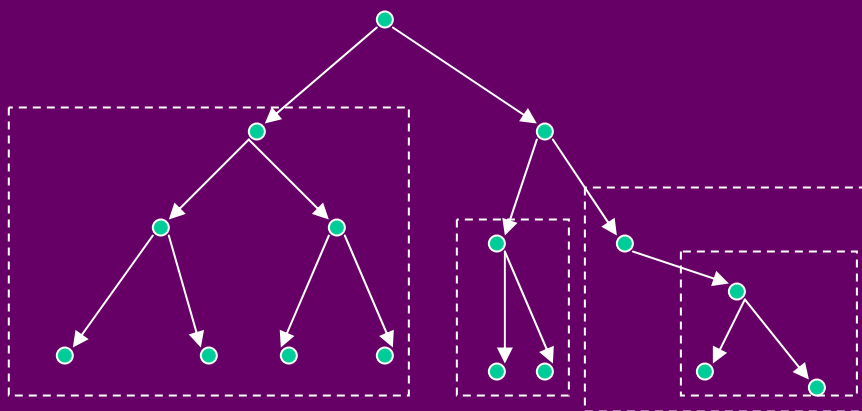
List je vrchol, který **nemá syna**



Teorie grafů – kořenový strom

Binární kořenový strom – každý vrchol má **nejvýše** syny

Podstrom je tvořen množinou vrcholů dostupných z **vybraného vrcholu**



Teorie grafů matice susednosti

Matice susednosti. Necht' G je **orientovaný graf**. Zvolíme-li libovolně, ale pevně pořadí jeho vrcholů v_1, \dots, v_n , můžeme grafu G přiřadit matici susednosti M_G^+ řádu n předpisem

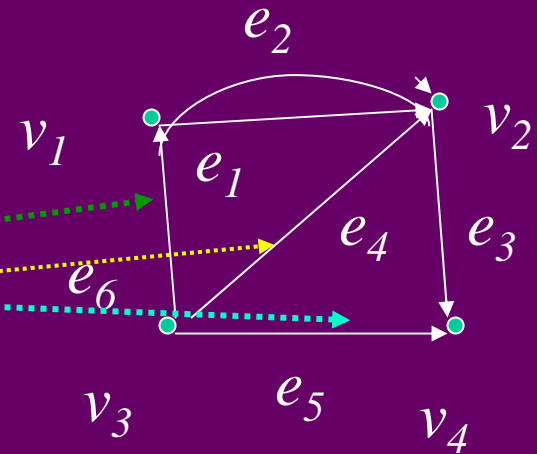
$$m_{i,j}^+ = m^+(v_i, v_j)$$

Pro **neorientované grafy** $m_{i,j} = m(v_i, v_j)$

Teorie grafů - matice susednosti orientovaného grafu

Matice susednosti orientovaného grafu $m_{i,j}^+ = m^+(v_i, v_j)$

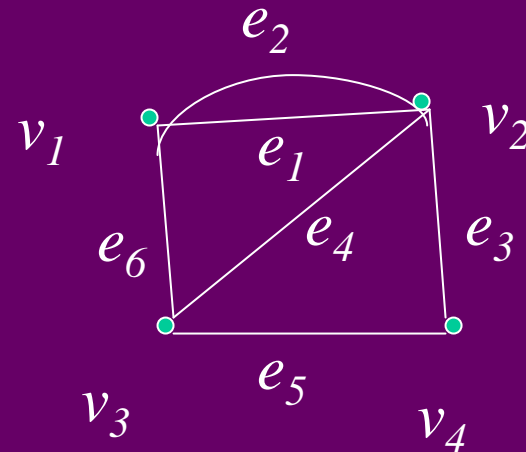
$$M^+ = \begin{pmatrix} 0 & 2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$



Teorie grafů — matice susednosti neorientovaného grafu

Matice susednosti $m_{i,j}^+ = m^+(v_i, v_j)$
neorientovaného grafu H pro 4 vrcholy

$$M_H = \begin{pmatrix} 0 & 2 & 1 & 0 \\ 2 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$



Teorie grafů - matice susednosti

Mají-li 2 grafy (oba orientované, nebo oba neorientované) **stejnou matici susednosti** jsou **izomorfní**.

Vzájemně izomorfní grafy nemusí mít stejnou matici susednosti
(stačí totiž změnit pořadí bodů)

Teorie grafů - matice incidence

Matice incidence.

Nechť G je **orientovaný graf** bez smyček. Zvolíme-li libovolně, ale pevně pořadí vrcholů v_1, \dots, v_n i pořadí hran e_1, \dots, e_m , můžeme grafu G přiřadit **matici incidence** (incidenční matici) B_G typu (m, n) předpisem:

$b_{i,j} = 1$, je-li v_i **počátečním vrcholem** hrany e_j

$b_{i,j} = -1$, je-li v_i **koncovým vrcholem** hrany e_j

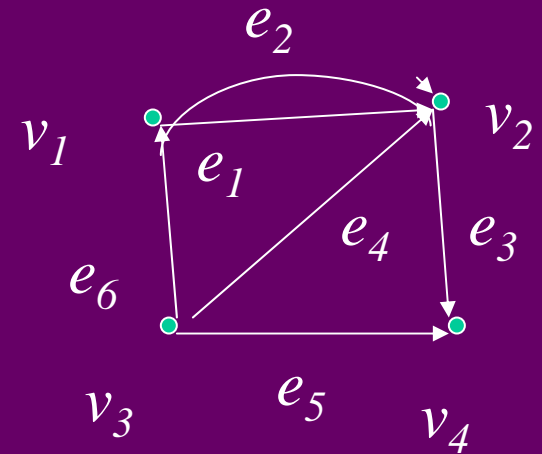
$b_{i,j} = 0$ v **ostatních** případech

Teorie grafů - matice incidence

Matice incidence pro 4 vrcholy 6 hran orientovaného grafu

$$B_G = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & -1 \\ -1 & -1 & 1 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & -1 & 0 & -1 & 0 \end{pmatrix} \begin{matrix} v_1 \\ v_2 \\ v_3 \\ v_4 \end{matrix}$$

$e_1 \quad e_2 \quad e_3 \quad e_4 \quad e_5 \quad e_6$



Teorie grafů - matice incidence pro orientovaný graf

$$B_G = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & -1 \\ -1 & -1 & 1 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & -1 & 0 & -1 & 0 \end{pmatrix}$$

V **každém sloupci** právě 1 krát +1 a -1, neboť jsou to počáteční a koncový vrchol

Součet hodnot v i -tém řádku = součtu hran **vycházejících** z vrcholu **minus** **vcházejících** do vrcholu i

Teorie grafů - matice incidence pro neorientovaný graf

Matice incidence.

Nechť G je **neorientovaný graf** bez smyček. Zvolíme-li libovolně, ale pevně pořadí vrcholů v_1, \dots, v_n i pořadí hran e_1, \dots, e_m , můžeme grafu G přiřadit **matici incidence** (incidenční matici) B_G typu (n, m) předpisem:

$b_{i,j} = 1$, je-li v_i **počátečním vrcholem** hrany e_j

$b_{i,j} = 0$ v **ostatních** případech

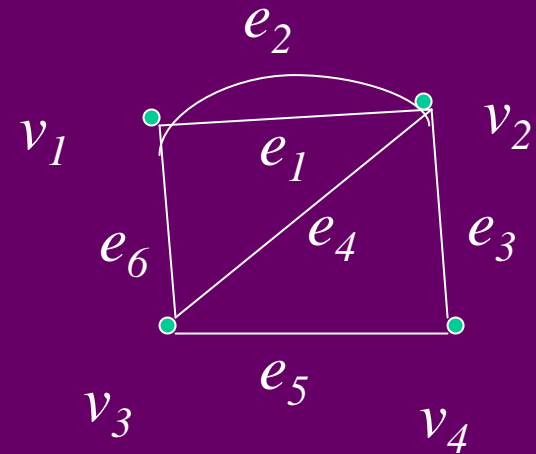
Teorie grafů - matice incidence pro neorientovaný graf

Incidenční matice grafu neorientovaného pro 4 vrcholy a 6 hran

hrany \longrightarrow

$$B_G = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

\downarrow vrcholy



Teorie grafů - incidenční matice pro neorientovaný graf

graf

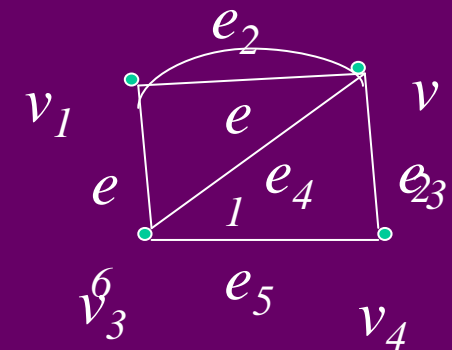
Každý **sloupec** má 2 jedničky – pro 2 vrcholy

Součet v řádku je roven **počtu hran** ve vrcholu

hrany

$$B_G = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

vrcholy



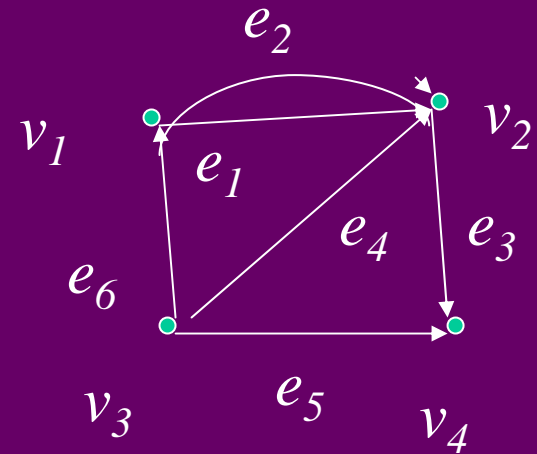
Teorie grafů – zadávání grafu

1. Seznamy vrcholů a hran pro orientovaný graf:

1a. Celé označení vrcholů

Vrcholy v_1, v_2, v_3, v_4 .

Hrany $(e_1, v_1, v_2), (e_4, v_3, v_2),$
 $(e_2, v_1, v_2), (e_5, v_3, v_4),$
 $(e_3, v_2, v_4), (e_6, v_3, v_1),$



Teorie grafů - zadávání grafu

1b. Seznam pro neorientovaný graf pouze s **číselným** označením:

Vrcholy: 1, 2, 3, 4

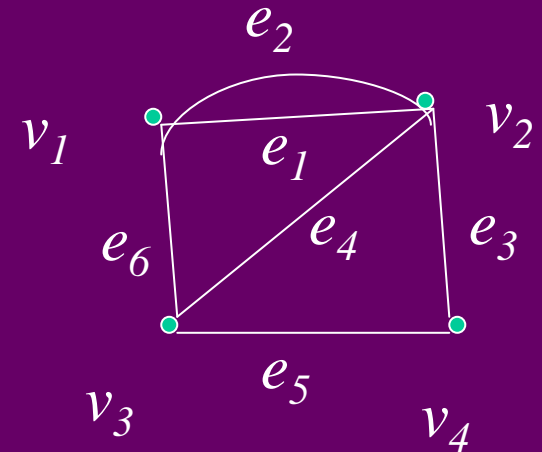
Hrany (čísla vrcholů hran):

(1,2), (2,3)

(1,2), (3,4)

(2,4), (1,3)

Dvojice (1,2) je v seznamu 2 x, není to tedy množina, ale seznam.



Lze použít i pro **ohodnocení hran a vrcholů**, ohodnocení se k nim připíše

Teorie grafů - zadávání grafu

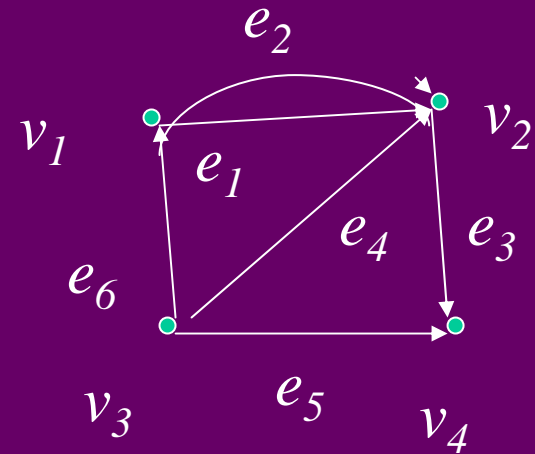
2. Seznam vrcholů a seznamy okolí vrcholů – je úspornější způsob, než předchozí způsob:

$v_1: (e_1, v_2), (e_2, v_2),$

$v_2: (e_3, v_4),$

$v_3: (e_4, v_2), (e_5, v_4), (e_6, v_1),$

$v_4: 0$



Je použita **kladná orientace**

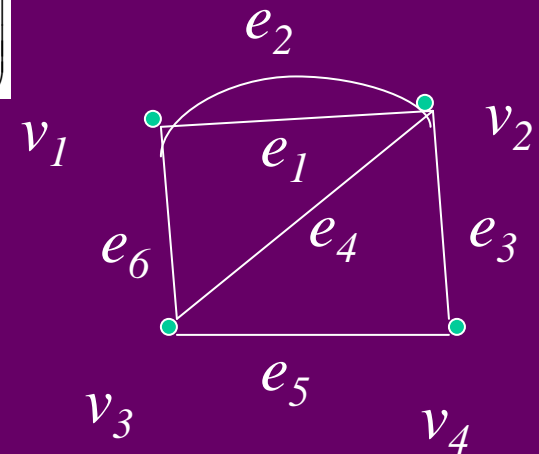
Pokud by byl graf **neorientovaný** bude **každá hrana 2x = tedy ve 2 seznamech** (kromě smyček)

Teorie grafů - zadávání grafu

3. Matice sousednosti určuje graf kromě izomorfismu
nevýhoda – graf s malým počtem hran má tuto matici s velkým počtem nul

Matice sousednosti $m_{i,j} = m^+(v_i, v_j)$

$$M_{H^-} = \begin{pmatrix} 0 & 2 & 1 & 0 \\ 2 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$



4. Matice incidence – stejné vlastnosti jako v předchozím bodě 3.

Matice incidence B_G typu (n, m)

$$B_G = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

Teorie grafů - zadávání grafu

5. Matice incidence bipartitního grafu – vrcholy lze uspořádat tak, aby matice měla následující tvar, podmatice A je maticí sousednosti bipartitního grafu

$$M_G^+ = \begin{pmatrix} 0 & A \\ 0 & 0 \end{pmatrix}$$

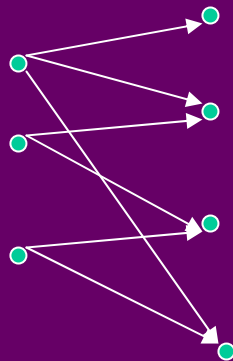
orientovaný

$$M_G = \begin{pmatrix} 0 & A \\ A^T & 0 \end{pmatrix}$$

neorientovaný graf

Teorie grafů - zadávání grafu

Orientovaný bipartitní graf a jeho matice sousednosti



Ř

S

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

Teorie grafů - zadávání grafu

6. Nepřímé zadávání grafu

pomocí **algoritmů**, když

- nepotřebujeme předem znát všechny hrany,
- ale postupně ty, které z vrcholu vycházejí,
- nebo při zpracování hrany, která v něm končí/začíná

Použití u rozsáhlých grafů

Teorie grafů — zpracování grafů na počítači

Neexistuje univerzální výhodná datová
struktura !!!!!

Teorie grafů — zpracování grafů na počítači

1. Datové struktury využívající matice —

matice sousednosti a incidence obecně

nevhodné pro grafy s **málo hranami**

– velké paměťové nároky

- pomalé vyhledávání dalších hran téhož vrcholu

vhodné pro ohodnocené grafy s velkým počtem hran, nebo má-li výsledkem výpočtu být matice — mezi vrcholy, kde není hrana se zadává extrémně vysoká/nízká hodnota

Hledání nejkratší cesty — zadána extr. vysoká hodnota, tím je tato možnost vlastně vyřazena z řešení

Teorie grafů — zpracování grafů na počítači

2. Seznam hran v jednorozměrných polích

vrcholy i hrany jsou očíslovány, seznam orientovaného grafu je tvořen poli:

P_v — počáteční vrcholy

K_v — koncové vrcholy

U ohodnoceného grafu další pole s ohodnocením hran

Teorie grafů — zpracování grafů na počítači

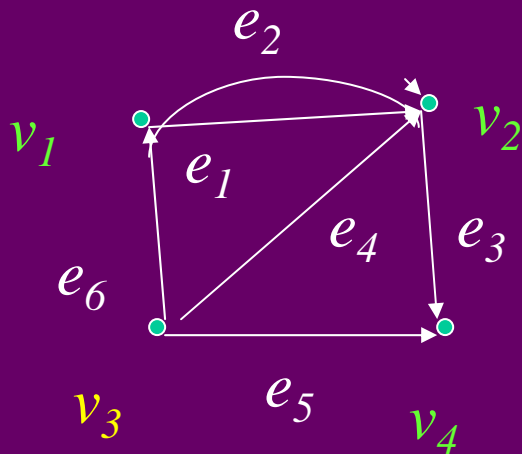
3. Seznam následníků v jednorozměrném poli

– použijí se 2 pole:

IDX (i) - je pořadovým číslem prvku, kterým v poli
NASLED začíná seznam následníků vrcholu i

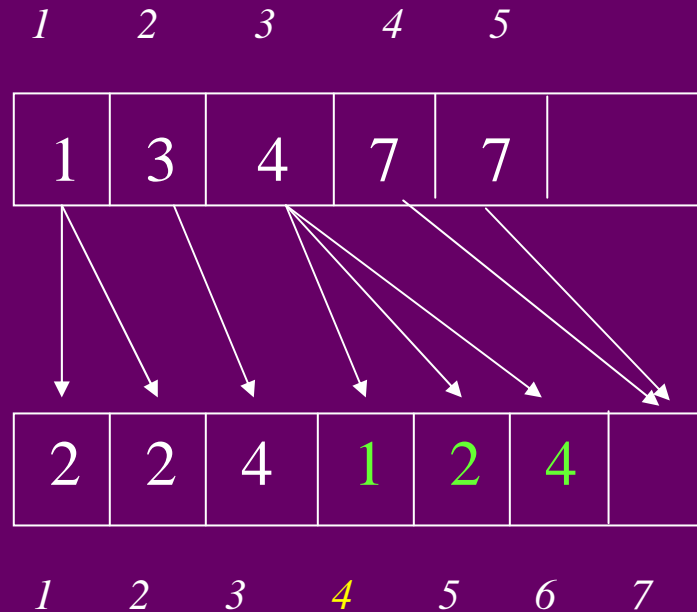
Konec seznamu následníků vrcholu i je začátek seznamu pro
vrchol $i+1$

Teorie grafů – zpracování grafů na počítači



IDX =
pořadí z
NASLED

NASLED



Hodnota **IDX** je pořadovým číslem prvku, kterým v poli **NASLED** začíná seznam následníků vrcholu (za vrcholem 1 je dvakrát 2 po hraně e_1 a e_2)

Každý prvek v poli NASLED určuje jednu hranu

Teorie grafů — zpracování grafů na počítači

4. Datové struktury založené na ukazatelích —

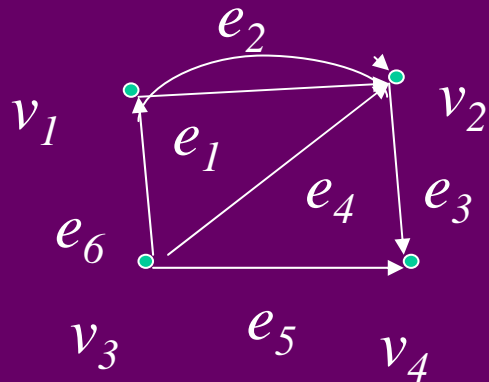
data popisující vrchol/hranu sdružený do záznamu (**record**), kde každý záznam obsahuje ukazatel na další záznam v seznamu (viz další strana)

Ve srovnání s poli:

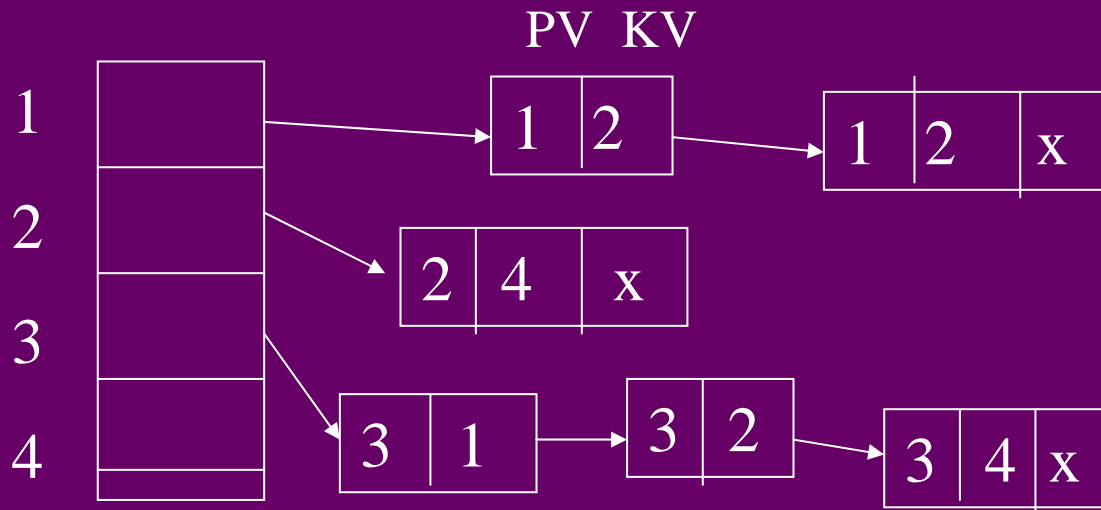
nevýhoda — zabírá více paměti

výhoda — není třeba znát velikost pole předem

Teorie grafů — zpracování grafů na počítači



PV počáteční vrchol



Datový popis pomocí ukazatelů

Teorie grafů – optimalizační úlohy

- Tj. úlohy, kde hledáme **nejlepší řešení**
- Tedy nejlepší řešení mezi **přípustnými**, které jsou všemi řešeními, která splňují **omezující podmínky** –

např. **jednosměrné silnice pro hledání nejkratší cesty**

Teorie grafů – optimalizační úlohy

Je nutné definovat

- **účelovou funkci** – posuzuje horší/lepší řešení (např. sčítáním vzdáleností pro nejkratší spojení, sčítáním času pro nejrychlejší apod.)
- **typ úlohy** – princip zadání účelové funkce (počítání vzdálenosti)
- **instanci úlohy** – úloha pro dané vstupní podmínky – dopravní síť ČR, ...

Teorie grafů — kartézský součin

Kartézský součin množin $A \times B$ je soubor všech uspořádaných dvojic prvků z množin A a B (má-li A m prvků a B n prvků, má jejich kartézský součin $m \cdot n$ prvků)

- Kartézský součin lze vytvořit i z většího počtu množin

Teorie grafů – relace

Relace je podmnožina kartézského součinu (viz **nesprávný pojem tabulka** u relační databáze)

Je-li relace $R \subseteq A_1 \times A_2 \times \dots \times A_n$, je n **aritou relace**
Binární relace mají aritu 2

Aplikace grafů – tvorba grafů

Pojem grafu je blízký představě cesty a velký počet úloh lze převést na graf

Jak vytvořit graf z úlohy:

1. **Hledání posloupnosti operací**, kde jsou dva způsoby modelování:
 - **Vrcholy = stavy** a **hrany = změny** (hrany jsou ohodnoceny penězi, časem, vzdáleností)
 - **Vrcholy = operace** a **hrany = možnost bezprostřední návaznosti akcí**

Aplikace grafů – tvorba grafů

Jak vytvořit graf z úlohy – pokračování:

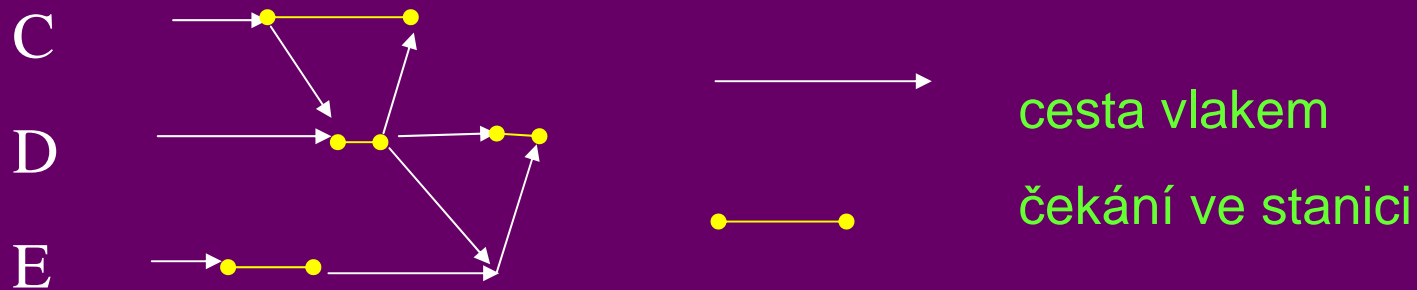
2. Časové výpočty týkající se paralelně probíhajících operací = síťové grafy
3. Hledání statických operací pomocí cest v grafu

Aplikace grafů - Hledání posloupnosti operací

Kombinace různých spojení a přestupů pro dojezd z místa A do místa B:

Vrcholy – místo dojezdu a odjezdu na nádraží

Hrany



Aplikace grafů - Hledání posloupnosti operací

l vůz a n skladů,

pro každou dvojici skladů i, j máme náklady $c(i, j)$

mezi i, j lze dopravit náklad za cenu $d(i, j)$

Úkol dopravit náklad z x do y co nejvýhodněji finančně

Vrcholy $v(i, j)$

Hrany $a(i, j) = c(i, j) - d(i, j)$

Aplikace grafů - Hledání posloupnosti operací

Úloha:

- Vytvořit graf silniční sítě s jednosměrnými ulicemi, přikázaným směry a zákazy odbočení pro předchozí případ

Aplikace grafů – paralelně probíhající činnosti

Šíření poruch – existuje zařízení složené z n dílů, činnost každého závisí na funkčnosti některých

Funkce i závisí na funkci j a k poruše dojde za čas t

Úkol: zjistit, kdy se porouchá 1.,

kdy se porouchají všechny díly,

kolik se jich porouchá do 1 hodiny

Aplikace grafů – paralelně probíhající činnosti

Řešení: graf – n vrcholů = dílů

vztahy mezi díly = hrany jsou ohodnoceny časem $t(i,j)$, za který může díl j po poruše ještě pracovat

Kombinace návazností – fungování dílu y za dílem x pouze za nejkratší čas od tohoto dílu k němu

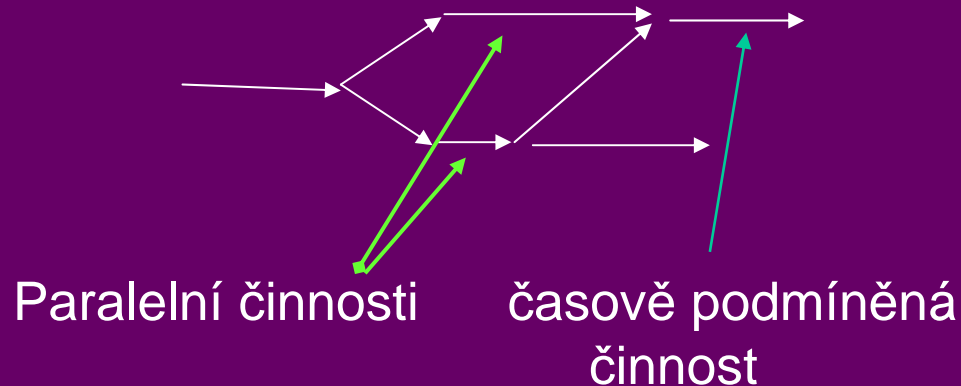
Aplikace grafů – paralelně probíhající činnosti

Sít'ové grafy – např. popis činnosti při stavbě domu:

Definovat činnosti, definovat časovou návaznost a podmíněnost (nejkratší a nejdelší) dokončení jedné činnosti před započítím 2.

vrcholy = činnosti

hrany = doba trvání



Aplikace grafů – hledání statických konfigurací

- a. nejspolehlivější spojení spolehlivost spojení mezi místy i, j je dána pravděpodobností $p(i,j)$

$$a(i,j) = -\log p(i,j) \geq 0 \quad \dots \text{ohodnocení hran}$$

nejspolehlivější dáno **nejkratší** cestou (poruchy musí být vzájemně nezávislé)

Aplikace grafů – hledání statických konfigurací

b. Problém batohu –

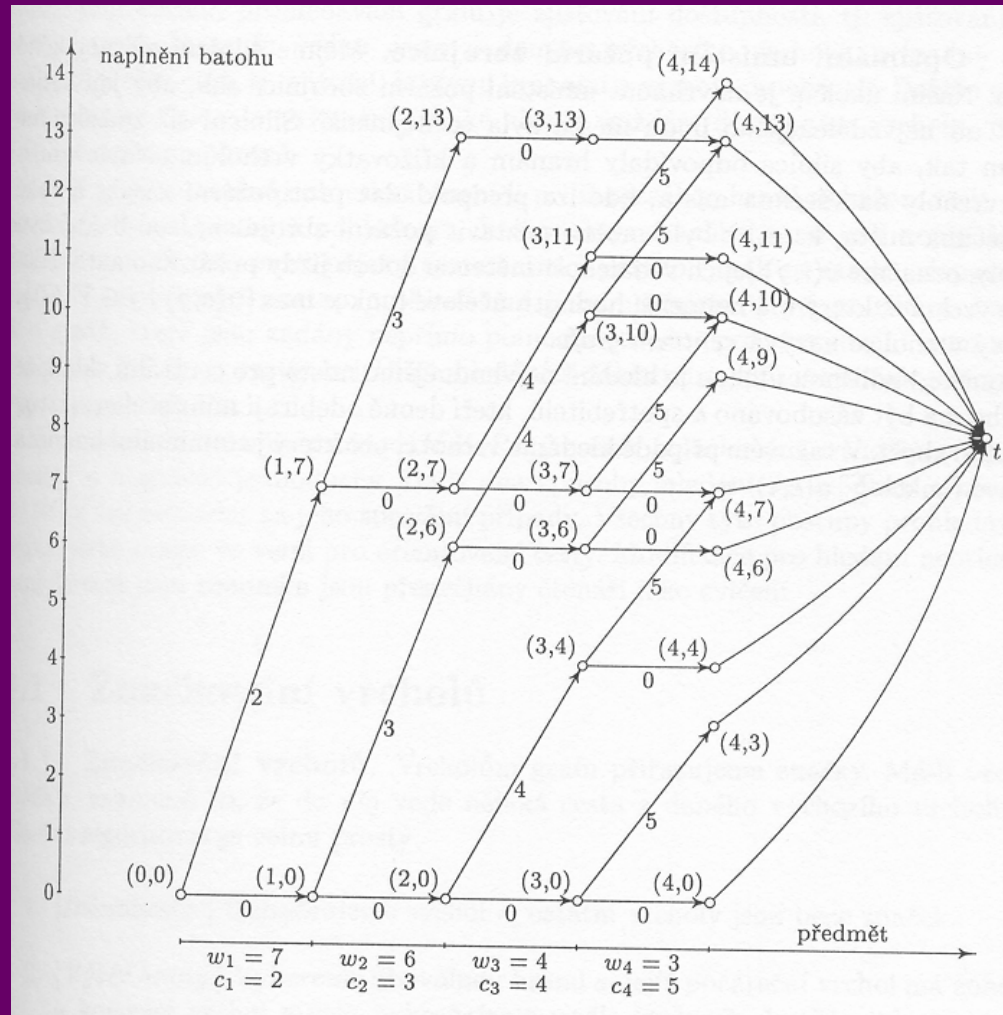
lupič má batoh, který má danou nosnost K , chce odnést n věcí nejcennějších s různou váhou (v_1, \dots, v_n) a cenou (c_1, \dots, c_n)

$$(v_1, \dots, v_n) = (7, 6, 4, 3)$$

$$(c_1, \dots, c_n) = (2, 3, 4, 5)$$

$$K = 16$$

Problém batohu



Aplikace grafů – hledání statických konfigurací

C. Optimální umístění požární zbrojnice musíme mít silniční síť, zbrojnice tam, kde i nejvzdálenější místo má co nejkratší vzdálenost od ní:

Řešení: **vrcholy** = křižovatky

hrany = silnice – ohodnoceny dobou jízdy

doba dojezdu ze Z (zbrojnice) do i (jakýkoliv vrchol) nejmenší – za Z postupně volím všechny vrcholy – z řešení vyberu **max (nejvzdálenější)** a Z je tam, kde **max je** minimální (ale jeho doba dojezdu by měla být nejkratší)

Lokalita se nazývá **centrum grafu**

Aplikace grafů — Prohledávání grafů

Účel – určit dostupnost z daného vrcholu do ostatních vrcholů = nalezení **cest**

Př. Nalézt možné cesty Praha – Benešov
optimální = nekratší
reálná = nejkratší a zároveň průjezdná

3 způsoby prohledávání

Konec 20.3.

Aplikace grafů — prohledávání grafů – značkování vrcholů

1. způsob prohledávání – **značkování vrcholů**

Úkol: najít cestu z s do všech r (koncové vrcholy)

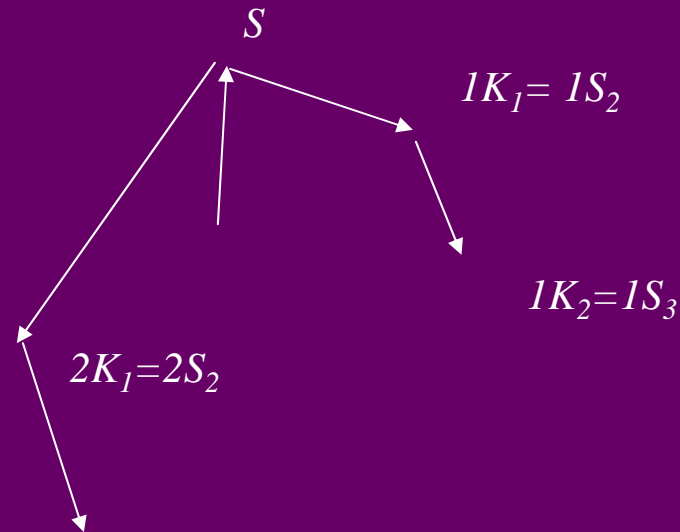
- (1) První vrchol označíme S , ostatní beze značek,
- (2) Vybereme hranu s počátečním vrcholem S , koncový vrchol je bez značky. Neexistuje-li takováto hrana, konec výpočtu
- (3) Označíme koncový vrchol K_v a pokračujeme podle (2)

Na konci označeny pouze vrcholy, do nichž vede orientovaná cesta z vrcholu S

Aplikace grafů — prohledávání grafů — značkování vrcholů

Úkol: najít cestu z s do všech r
(koncové vrcholy)

- (1) První vrchol označíme S , ostatní beze značek,
- (2) Vybereme hranu s počátečním vrcholem S , koncový vrchol je bez značky. Neexistuje-li taková hrana, konec výpočtu
- (3) Označíme koncový vrchol Kv a pokračujeme podle (2)



Na konci označeny pouze vrcholy, do nichž vede orientovaná cesta z vrcholu S

Aplikace grafů — prohledávání grafů do šířky

2. způsob prohledávání — prohledávání do šířky

Je to způsob, kdy se na cestu vydá velký počet lidí, kteří postupují po jedné hraně postupně po svých cestách

Aplikace grafů — prohledávání grafů do šířky

2. způsob prohledávání — prohledávání do šířky

Je dán orientovaný graf G s vrcholem s

Nutno nalézt — cestu s **co nejmenším počtem hran** k vrcholu r a určit **vzdálenost** této cesty mezi s a r

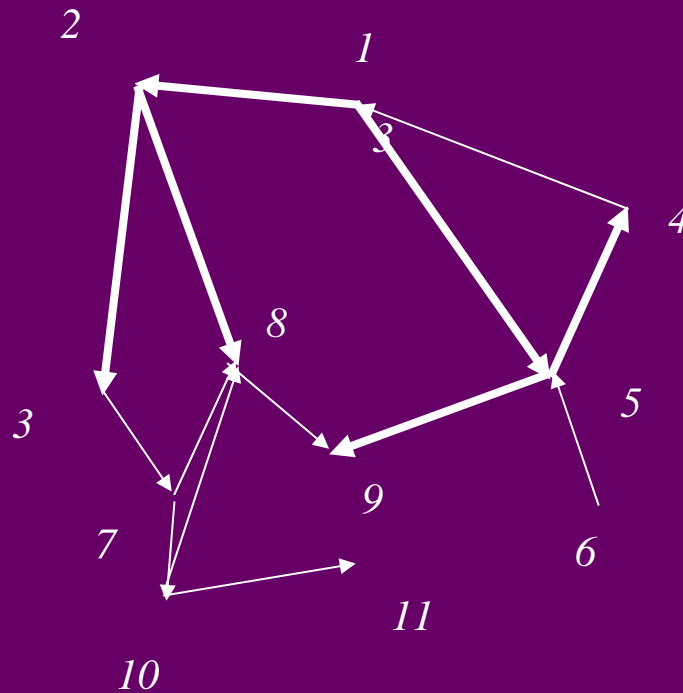
Budou :

1. **označkovány** všechny nalezené vrcholy a uloženy do **seznamu** a
2. **bude jim přiřazena hodnota vzdálenost** a vybráno spojení přes **předcházející hrany**, které splňují podmínku a
3. **prověřeny ostatní označované vrcholy** a **spočten počet hran do nich**
4. **Pokud neexistuje vrchol r cesta končí**

Aplikace grafů — prohledávání grafů do šířky

Seznam vrcholů: 1,...,11

seznam hran: (1,2), (1,5), (2,3),
(2,8),(3,7),(4,1), (5,4), (5,9), (6,5),
(7,8), (7,10), (8,9), (10,8), (10,11)



Značkovány vrcholy z bodu 1:

2, 5;

3. 8, 9, 4;

7;

10;

11;

Aplikace grafů — prohledávání grafů do šířky

Množina vrcholů $V : v_1, \dots, v_{11} - 1$

Množina hran $(1,2), (1,3), (1,5), (2,3), (2,8), (3,2), (3,7), (4,1), (5,4), (5,9), \dots$

Vrchol s je 1

Stejná vzdálenost z v_1 : pořadí vrcholů r

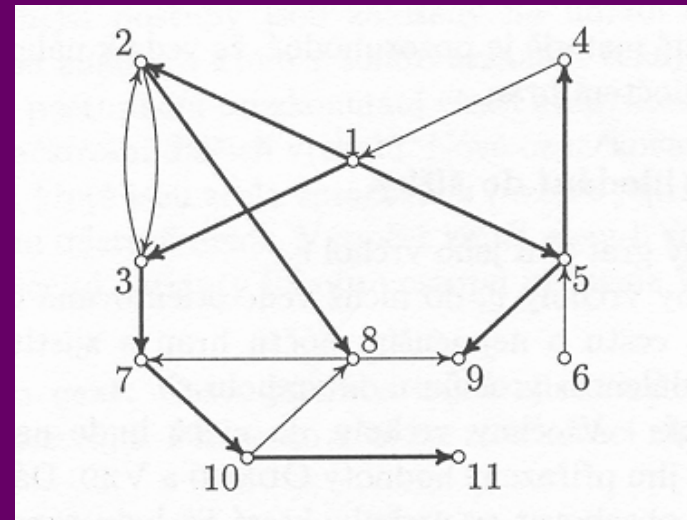
2,3,5

8,7,4,9,

10

11

Není vrchol 6 — nevede cesta



Aplikace grafů — prohledávání grafů do šířky

Máme seznam

1. CESTA , kde je vrchol s a jeho *vzdalenost* je nula
2. Kde je CESTA prázdný seznam výpočet končí (*test ukončení*)
3. Ze začátku seznamu CESTA vybereme vrchol v a označíme v a (*výběr vrcholu*)
4. ke každé hraně nalezneme její koncový bod v_k , nemá-li značku, označujeme, *vzdalenost* v něm je *vzdalenost* v počátečním bodě hrany + 1 (*postup do šířky z v*)
 v_k přidáme na konec seznamu CESTA
5. zpracujeme všechny hrany

Aplikace grafů — prohledávání grafů do hloubky

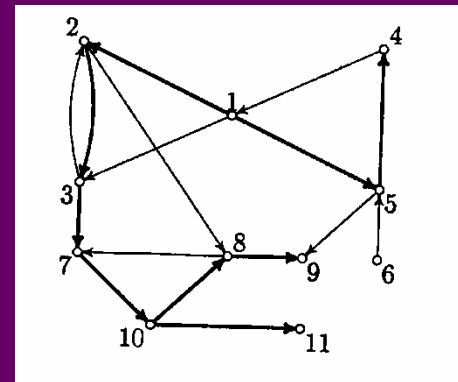
3. Prohledávání do hloubky

Je postup jednoho člověka
postupně tam a zpět

Je postup **po cestě jako po hranách grafu** a návrat je po cestě, po které se přišlo

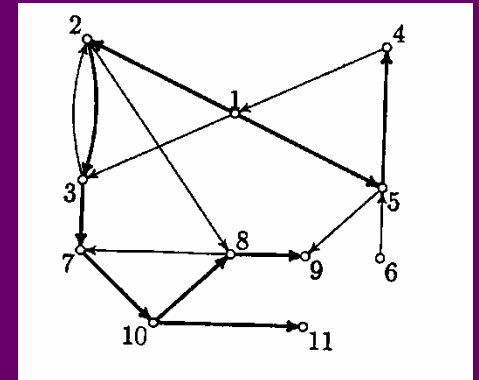
Máme graf G a vrchol s

Úkol najít všechny vrcholy, do nichž vede orientovaná cesta z s (vrchol 1)



Aplikace grafů — prohledávání grafů do hloubky

1. Označujeme vrchol s jako v , ostatní vrcholy beze značek
2. Vybereme **nepoužitou** hranu e a pokračujeme dalším bodem, pokud neexistuje, na bod 5 (**volby hrany**)
3. Označíme koncový bod hrany v_k , je-li označován, zpět na bod 2, jinak na bod 4 (**test vhodnosti hrany**)
4. Hranu připsáme na konec seznamu CESTA a vrchol v je označen jako v_k a označujeme další vrchol v ; pokračujeme bodem 2 (**postup do hloubky**)
5. Je-li seznam CESTA (posloupnost hran z výchozího vrcholu) neprázdný, odebereme **z jeho konce hranu e** , její **počáteční bod označíme v**
 - Dál podle kroku 2 (návrat z vrcholu v)



Aplikace grafů — prohledávání grafů do hloubky

- Vždy se vybírá hrana, která je v seznamu **nejkratší dobu**
- Při směru postupu – splňujeme směr orientace
- Při návratu nikoliv

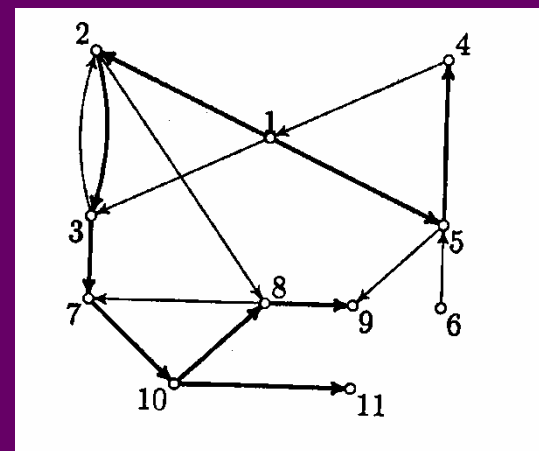
Aplikace grafů — prohledávání grafů do hloubky

- Postup vpřed do vrcholů 1,2,3,7,10,8,9
- Návrat do vrcholu 8 a test hrany (8,7) – vrchol 7 již značkovan
- Návrat do vrcholu 10, postup vpřed do vrcholu 11
- Návrat do vrcholů 10, 7, 3 a test hrany (3,2) - 2 je již značkován
- Návrat do vrcholu 2 a test hrany (2,8) - 8 je již značkován
- Návrat do vrcholu 1 a test hrany (1,3) – 3 již značkován
- Postup do vrcholů 5 a 4 a test hrany (4,1)
- Návrat do bodu 5 a test hrany (5,9)
- Návrat do vrcholu 1

Cesta vede z vrcholu 1 do 4, 9 a 11

Nejde nám o nejkratší cestu

ani s nejmenším počtem hran, pouze o dostupnost



Aplikace grafů

Určení minimálního počtu hran $e_{,min}$ kde v je počet vrcholů

- $e_{,min} = v-1$

Určení maximálního počtu hran $e_{,max}$ kde v je počet vrcholů

- $e_{,max} = 3(v-2)$

charakteristika konektivity sítě – **Gamma index**

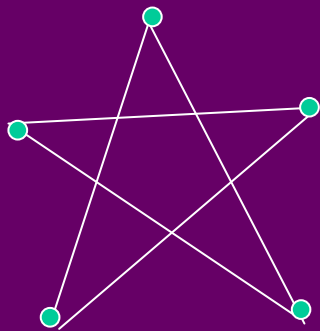
$$\gamma = e/e_{min}$$

Aplikace grafů – neorientované cesty

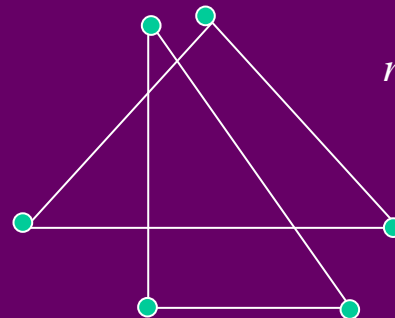
Souvislost – graf je souvislý, jsou-li **každé jeho dva vrcholy jsou spojeny** neorientovanou cestou

komponenta souvislosti – je každý podgraf, který je souvislý a který je maximální s touto vlastností, tj. není součástí většího podgrafu

Viz obr. na další straně



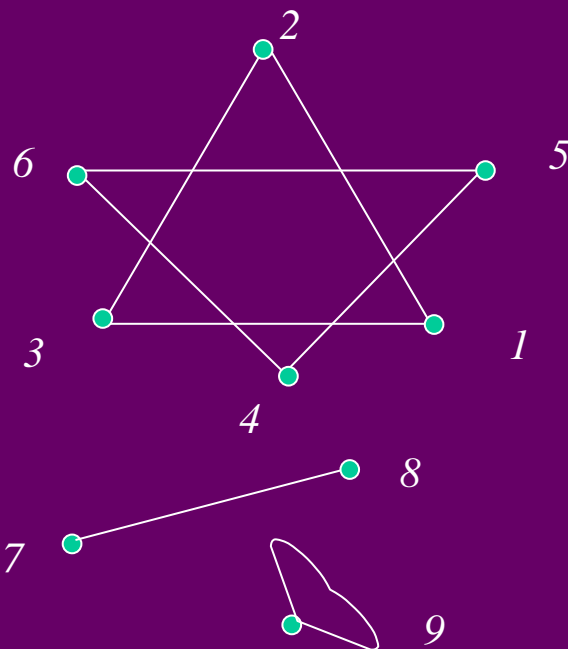
souvislý



nesouvislý

Aplikace grafů - neorientované cesty

Graf G nesouvislý



komponenty souvislosti:

$\{1,2,3\}$

$\{4,5,6\}$

$\{7,8\}$

$\{9\}$

Aplikace grafů – stromy a kostry

Stromy a kostry

Les = graf, který neobsahuje kružnici

Strom = graf, který neobsahuje kružnici a je souvislý (**souvislost** – graf je souvislý, jsou-li každé jeho dva vrcholy jsou spojeny neorientovanou cestou)

Kostra grafu – je **faktor** grafu, který je **stromem** (**faktor** grafu G vzniká z grafu G vynecháním hran – žádné, jedné, nebo více)

Aplikace grafů – Minimální kostra

K čemu je dobrá **minimální kostra**?

Mám na starosti udržení sjízdnosti silnic mezi obcí a izolovanými objekty.

Potřebuji navrhnout nejkratší elektrické vedení mezi 20 městy, vodovodní řady mezi několika obcemi apod.

Snažím se pracovat ekonomicky, tj. :

1. celková trasa je nejkratší
2. musím projet, vést vedení tak, že se dostanu do ke každému objektu
3. nevedu po kružnici

Pokud je na jedné komunikaci překážka znemožňující průjezd – je celá síť neprůjezdná z jednoho místa – rozpadne se na dvě části

Aplikace grafů – Minimální kostra

Je dán souvislý graf a jeho hrany jsou ohodnoceny reálnými čísly.
Kostra grafu je **minimální kostra**, pokud **součet hodnot je minimální**

Postup hledání: DG je diskrétní graf s množinou vrcholů V

je-li DG strom – konec výpočtu

1. zvolíme **libovolně** hranu h – spojuje 2 komponenty
lesa L

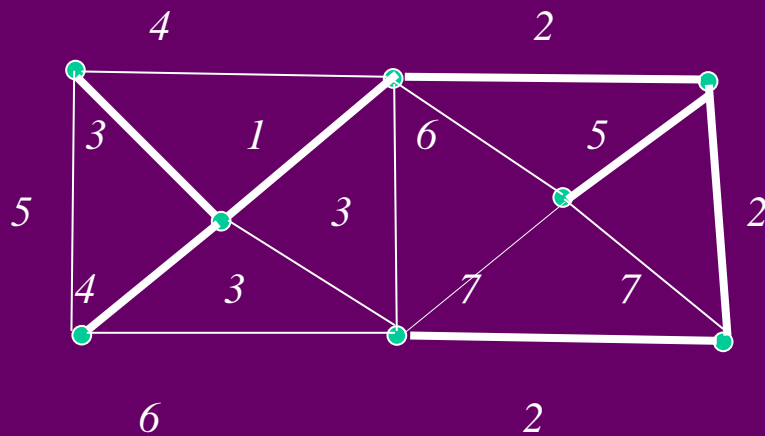
2. alespoň pro jednu komponentu má hrana
nejmenší hodnotu ze všech jejích hran

3. hranu **přidáme do lesa L** – snížíme počet
komponent (**bodů v následujícím obrázku**)

4. opakujeme od volby hrany h

Aplikace grafů - Minimální kostra

Minimální kostra



Aplikace grafů - Minimální kostra

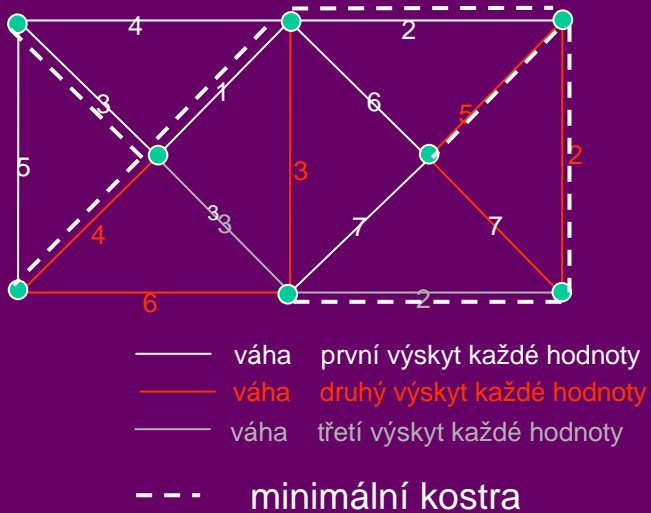
Hladový algoritmus = Kruskalův algoritmus

1. Seřadíme hrany podle neklesající hodnoty
2. Do grafu přidáme jen ty, které nevytvoří kružnici

Nezaručuje vždy optimální řešení

Hladový algoritmus

Podmínka: hrana h spojuje 2 různé komponenty lesa L a alespoň pro jednu z těchto komponent (A) platí, že cena hrany h je nejmenší ze všech cen hran z množiny vah komponenty A



Uspořádáme hrany podle velikosti ceny a vyjmeme ty, které utvoří kružnici

Seřazení hran:

1 2 2 3 3 3 4 4 5 5 6 6 7 7

Výběr hran (přeškrtnuté tvoří kružnici)

1 2 2 3 4 5

Aplikace grafů – Minimální kostra

Jarníkuv-Primův algoritmus

1. zvolíme vrchol v a hranu h , pro kterou platí:

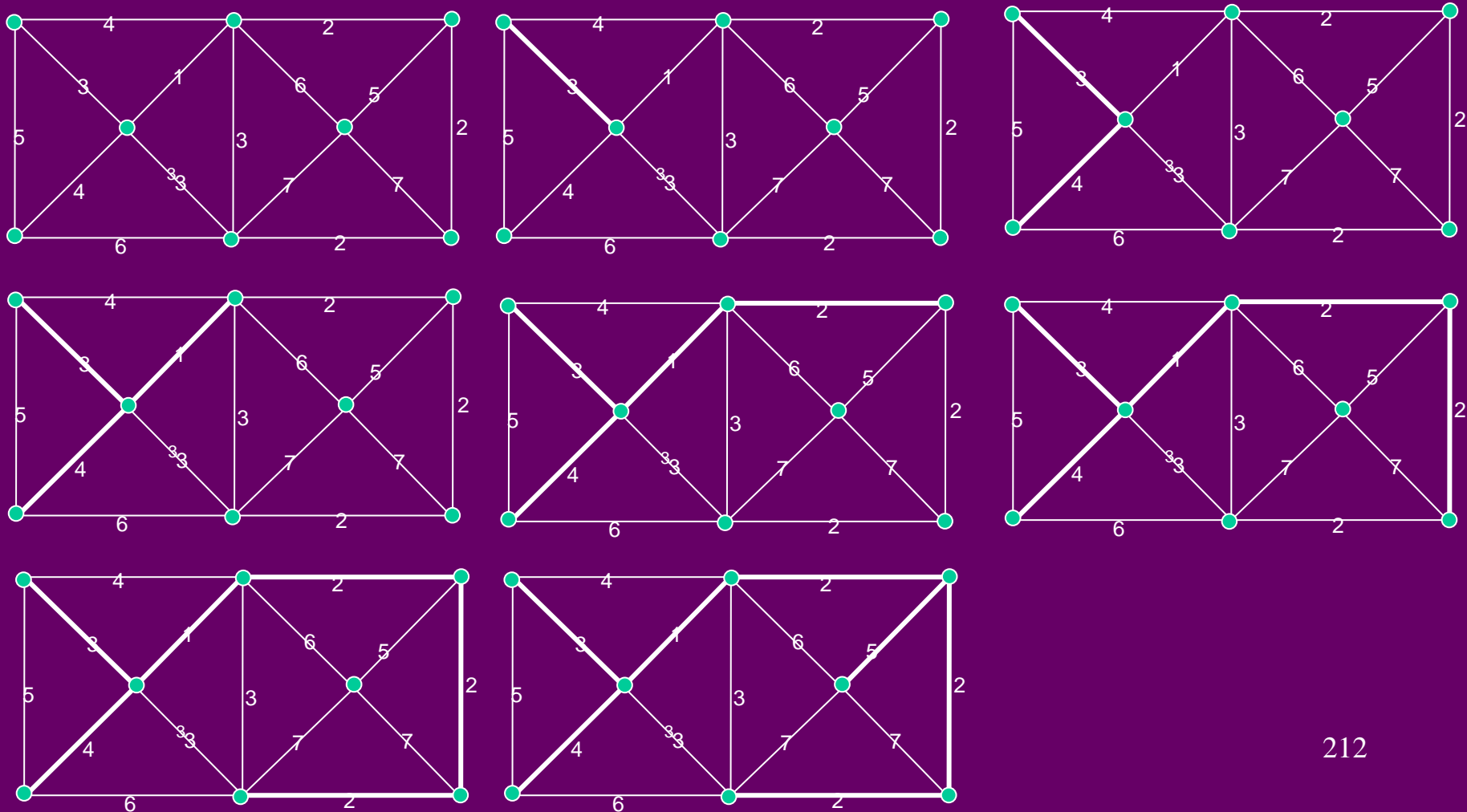
*Hrana h spojuje 2 různé komponenty lesa L a alespoň pro jednu komponentu má hrana **nejmenší hodnotu ze všech svých hran***

2. Jako komponentu volíme tu, která má vrchol v

Les má během výpočtu vždy **jeden strom (=graf, který neobsahuje kružnici a je souvislý)** a **izolované komponenty**, které jsou přidávány hranou s nejmenší hodnotou

Jarník-Primův algoritmus

Postupně je vytvářen **les** (=graf, který neobsahuje kružnici) z **izolovaných bodů** a **1 stromu** (=graf, který neobsahuje kružnici a je souvislý)



Aplikace grafů – Minimální kostra

Borůvkův algoritmus (rok 1926)

Vezmeme všechny hrany, pro které platí

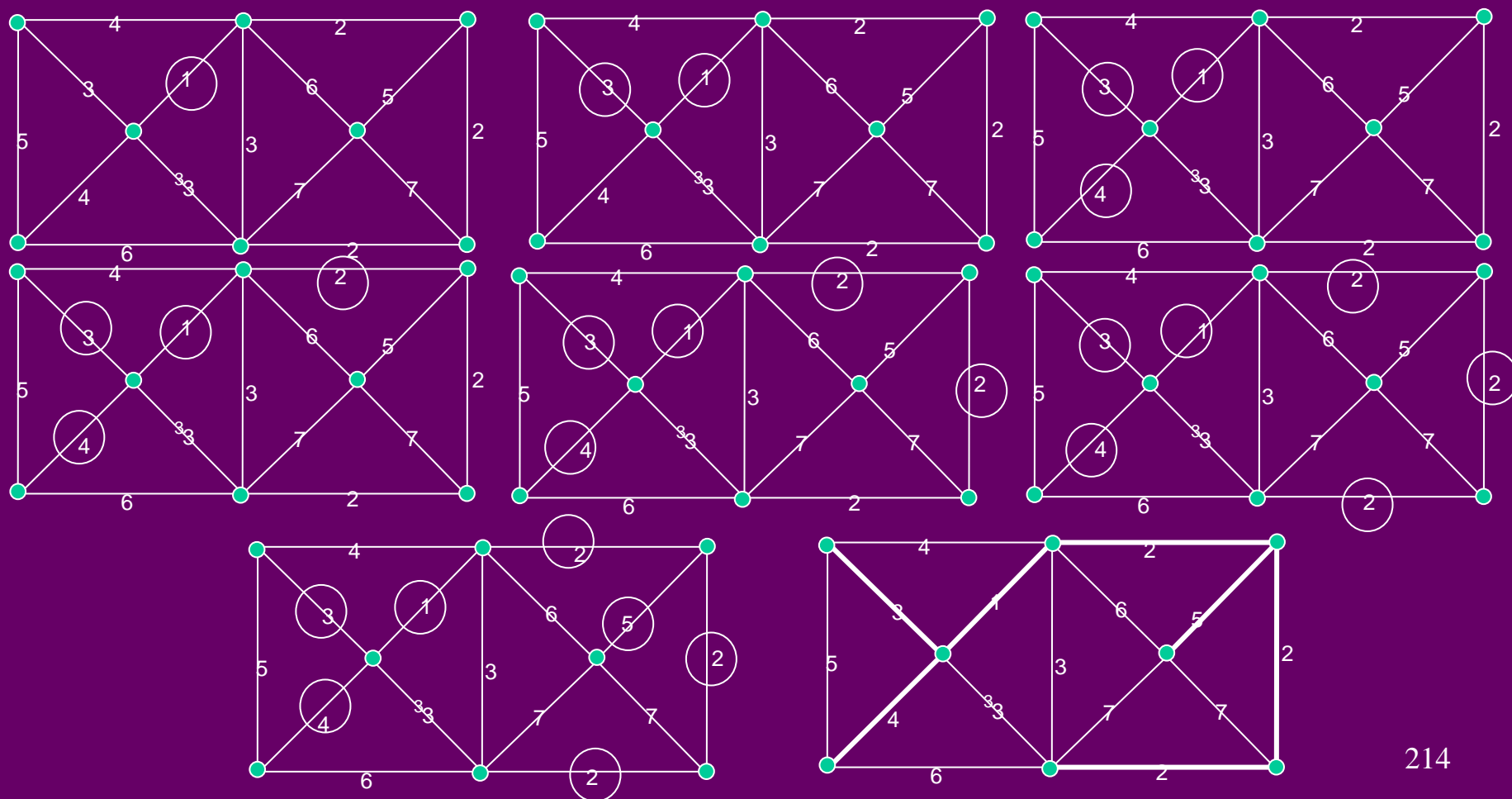
*hrana h spojuje 2 různé komponenty lesa L a alespoň pro jednu komponentu má hrana **nejmenší hodnotu ze všech jejích hran***

A přidáme je grafu L všechny najednou, počet komponent se v každém kroku zmenší nejméně o polovinu

Algoritmus funguje, jsou-li hodnoty hran různé

Borůvkův algoritmus

Postupně vezmeme všechny hrany, které splňují **podmínku**: hrana h spojuje 2 různé komponenty lesa L a alespoň pro jednu z těchto komponent (A) platí, že cena hrany h je nejmenší ze všech cen hran z množiny vah komponenty A



Hledání nejkratší cesty

Typy úloh

- Z daného výchozího vrcholu do daného koncového vrcholu
- Z daného výchozího vrcholu do všech koncových vrcholů
- Z každého vrcholu do daného cílového vrcholu
- Mezi všemi vrcholy

- Mohou se vyskytovat i délky záporné – je za ně placeno

Hledání nejkratší cesty

Základní schéma výpočtu vzdáleností:

- $Vzdál(y) \leq vzdál(x) + \text{délka nejkratší hrany}(x,y)$

- **Z vrcholu 1:**

- Do vrch 2 – délka 3
- Do vrch 3 – délka 4
- **Do vrch 5 – délka 5**

Z vrcholu 3

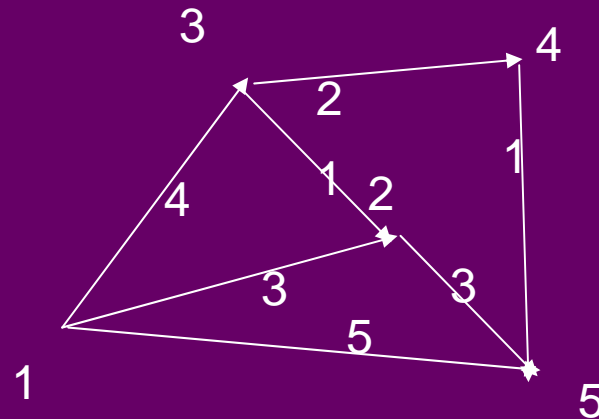
- do vrcholu 4 –délka 6
- do vrcholu 2 –délka 5

Z vrcholu 2

- do vrcholu 5 –délka 6

Z vrcholu 4

- do vrcholu 5 –délka 7



Aplikace grafů – hledání nejkratší cesty

Dijkstrův algoritmus

Graf G s

ohodnocenými hranami h (vzdálenosti) a

vrcholy v ,

množina všech vrcholů je A

délka cesty v grafu je součtem délek z počátečního do daného vrcholu počáteční (startovní) vrchol s

Z množiny okolních vrcholů *vrcholu* s se vyberou vrcholy v s nejkratší vzdáleností (tvoří množinu N) a jejich vzdálenost se stává **dílčí hodnotou vzdálenosti** $d(x)$

Aplikace grafů - hledání nejkratší cesty

Dijkstrův algoritmus

Počáteční velikost se volí:

$s=v$ vzdálenost $d(v)=0$

$s \neq v$ $d(v)=\infty$

Vyberou se **vrcholy v s nejkratší vzdáleností $d(v)$** a prohledávají se vzdálenosti z nich **do jejich sousedních vrcholů**

Spočítají se **výsledné vzdálenosti z bodu s** do každého ze sousedního vrcholu porovnají se

Aplikace grafů - hledání nejkratší cesty

Pro každou hranu (v,y) ze všech hran, kde $v \in N$ a $y \in A$ se porovnají vzdálenosti

Je-li $d(v) + w(\{v,y\}) < d(y)$, znamená to, že do vrcholu y vede cesta přes vrchol v nejkratší

Zamění se hodnota $d(y)$ na $d(v) + w(\{v,y\})$

Algoritmus končí, když $d(x) = \infty$ pro všechna $x \in A$,

- Neboť buď je A prázdná množina, nebo obsahuje pouze vrcholy nedosažitelné z vrcholu s

Statistika

Statistika

- vědní obor pro zkoumáním jevů, které mají **hromadný charakter**.
- Zkoumaný jev **E** tedy musí příslušet určité části velkého množství prvků
- Zabývá se zjišťováním, zpracováním, rozbořem, hodnocením a výkladem údajů o jevu **E** shromažďovaných buď za účelem **popisu rozsáhlých souborů**, nebo k **redukci rušivých odchylek** způsobovaných jevy jinými než je jev **E** - ne zkoumanými nebo nezkoumatelnými - a mají tedy charakter náhodného činitele.

Statistika

- **Popisná statistika**
- zabývá se popisem **stavu** nebo **vývoje hromadných jevů**.
- Nejprve se **vymezí soubor prvků**, na nichž se bude uvažovaný jev zkoumat.
- Následně se **všechny prvky vyšetří** z hlediska studovaného jevu.
- **Výsledky šetření** - kvalitativní i kvantitativní, vyjádřeny především číselným popisem - **tvoří obraz studovaného hromadného jevu** vzhledem k vyšetřovanému souboru.

Statistika

Statistický soubor

- množina všech prvků, které jsou předmětem daného statistického zkoumání.
- Každý z prvků je statistickou jednotkou.

- **identifikační znaky** = společné vlastnosti prvků tvořících statistický soubor
 - Lze určit, zda prvek do daného statistického souboru patří nebo nepatří.

sledované znaky = sledované vlastnosti při statistickém zkoumání
(kvantitativní znak/kvalitativní znak)

Př. Studenti FSv – průměr známek ze zkoušek, Klodyda Zapomětlivková (G4),

....

Statistika

Matematická statistika

se vyvinula z **popisné statistiky** a

jejím základem je **teorie pravděpodobnosti**.

Popisná statistika zkoumá soubory prvků **přímo**,

matematická statistika zkoumá tyto soubory **nepřímo prostřednictvím výběrů**.

Na získané údaje se pohlíží jako na výsledek **určitého náhodného pokusu**, který mohl dát i jiné výsledky. Tím se do zkoumání dostává určitý **prvek náhodnosti**, což má za následek, že **všechny závěry matematické statistiky mají náhodný charakter**. Matematická statistika je založena na **počtu pravděpodobnosti** a používá jeho pojmy.

Statistika - Základní pojmy matematické statistiky

Statistickým (rovněž **výběrovým**) **souborem** nazýváme libovolnou neprázdnou podmnožinu X základního souboru Z .

Statistická jednotka je každý prvek $x \in X$.

Nechť V je nějaký znak, vlastnost, měřitelná nebo popsitelná charakteristika každé statistické jednotky daného statistického souboru. Toto V nazveme **argumentem** nebo také **sledovaným znakem** statistického souboru.

Statistika - Základní pojmy matematické statistiky

- Nechť je dán:
 - základní soubor Z ,
 - neprázdná množina $\{V_1, V_2, \dots, V_n\}$ jeho argumentů a
 - podmnožina $X \subset Z$.

Pro každý prvek $x \in X$ tedy existuje uspořádaná n -tice $[v_{1x}, v_{2x}, \dots, v_{nx}]$ hodnot argumentů prvku x .

Statistickým (rovněž **výběrovým**) **souborem** nazýváme množinu **S** všech těchto uspořádaných n -tic:

$$S = \{ [v_{1x}, v_{2x}, \dots, v_{nx}] \mid x \in X \}.$$

Statistika - Základní pojmy matematické statistiky

- **Rozměrem** statistického souboru rozumíme **počet n argumentů** z předchozí definice.

Rozměr = 2

- **Rozsahem** statistického souboru rozumíme počet prvků x podmnožiny X , který je totožný s **počtem prvků množiny S** .

Rozsah = 3

2 argumenty

studentky	průměr ZS	průměr LS
Mary	2,24	2,00
Mira	1,5	1,4
Moni	1,2	1,8

3 prvky

Statistický soubor

Interpolace a extrapolace

Mějme **statistický soubor** S s rozsahem N ,
přičemž **každému prvku** $s \in S$ je přiřazena **uspořádaná dvojice** $[x,y]$ dvou
argumentů X, Y .

To je *statistický soubor se dvěma argumenty* $X, Y =$
dvourozměrný statistický soubor s argumenty X a Y .

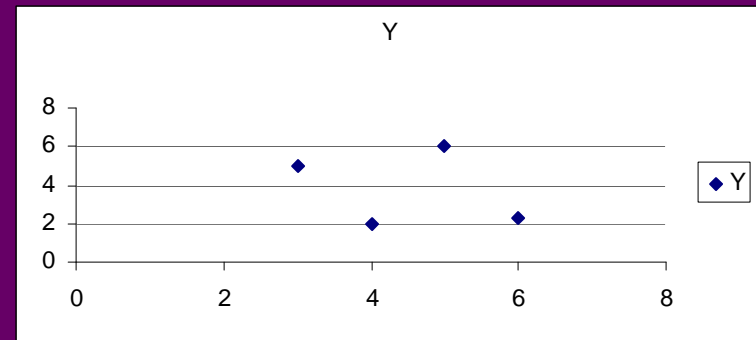
Tento soubor bývá nejčastěji **dán tabulkou** mající
dva sloupce X, Y a
 N řádků (=jednotlivých dvojic).

Interpolace a extrapolace

- Tento soubor lze zkoumat metodami jednorozměrných statistik, tj. samostatně “sloupec” X a samostatně “sloupec” Y .
- Účel dvourozměrných statistických souborů = zkoumat X a Y “dohromady”:
- Je známa souvislost mezi X a Y a je nutno ji nejpravděpodobněji popsat.
- Pojmy *nezávislá* a *závislá* statistická proměnná.
- např. Y závisí na X a X nezávisí na Y . Jest tedy Y závisle proměnná, X nezávisle proměnná.

Interpolace a extrapolace

X	Y
3	5
4	2
5	6
6	2,3



Tabulka hodnot – a její graf

Interpolace a extrapolace

Z předchozích dat plynou **2 úlohy**:

1. Zjištění **závislosti Y na X**
 - Zjištění (nejlépe funkční) závislosti Y na X současně umožní i zjišťování neznámých hodnot – např. pouhým dosazením x_k do rovnice funkční závislosti.
 - Řeší to **úlohy interpolace a extrapolace**
2. Zjištění **hodnoty $y_k \in Y$ pro takové $x_k \in X$, které není v tabulce dat.**
 - Naopak zjištění hodnoty y_k pro “nezadané” x_k nemusí být vázáno na zjištění závislosti.
 - Řeší úlohy **lokálních a globálních odhadů**.

Interpolace a extrapolace

Obecná úloha interpolace:

- Najít **k** funkci $y = f(x)$ takovou **funkci** $y = g(x)$, která nabývá pro n různých argumentů x_1, x_2, \dots, x_n stejných hodnot jako funkce f (tj. pro kterou platí $f(x) = g(x)$ pro $i = 1, \dots, n$).
- Odhadnout **nepřesnost náhrady** hodnot funkce $f(x)$ hodnotami funkce $g(x)$ pro $x \neq x_i$.
- Počítat z tabulky funkce $y_i = f(x_i)$ **přibližné hodnoty** $f(x)$ pomocí $g(x)$ pro $x \neq x_i$.
- Funkce $g(x)$ z obecné úlohy interpolace bývá nazývána funkcí, která **aproximuje** funkci $f(x)$ na zadaném intervalu.

Interpolace a extrapolace

Definice interpolace **pro statistické účely** pro $x_i \in X, y_i \in Y$:

- Určit vhodnou funkci $y = f(x)$ takovou, která v daných bodech (někdy nazývaných uzlové body) x_i **nabývá předem daných hodnot y_i** – tedy pro níž je $y_i = f(x_i)$.
- **Počítat** z tabulky funkce $y_i = f(x_i)$ **hodnoty $f(x)$ pro $x \neq x_i, x \in X$** , a prohlásit je za pravděpodobné hodnoty $y \in Y$.
- **Odhadnout nepřesnost** takto zjištěného \underline{y} pro $x \neq x_i$.

Interpolace a extrapolace

interpolace

Pokud $x \in \langle \min \{x_i\}, \max \{x_i\} \rangle$.

extrapolace

je-li $x < \min \{x_i\}$ nebo $x > \max \{x_i\}$

Interpolace a extrapolace - Polynomická funkce

Polynomická interpolace

- Polynom - mnohočlen - stupně N je obecně vyjádřen součtem
-
- Polynomická funkce je pak analogicky
-

$$\sum_{I=0}^N a_I \cdot x^I$$

$$y = \sum_{I=0}^N a_I \cdot x^I$$

Interpolace a extrapolace - Polynomická funkce

Polynomická funkce stupně N má:

- $(N+1)$ koeficientů.
- Je-li známo $(N+1)$ dvojic $[x_i, y_i = f(x_i)]$, kde $f(x)$ je polynom stupně N , lze sestavit $(N+1)$ lineárních rovnic o $(N+1)$ neznámých koeficientech a_i .
- Jejich řešením se získají koeficienty toho (jediného) polynomu stupně N , který danými $N+1$ "body přesně prochází".

Interpolace a extrapolace - Polynomická funkce

Pro statistický problém interpolace nastíněný shora:

má-li tabulka dat $[x,y]$ celkem n řádků (=je-li známo n “bodů”), pak existuje **jediný polynom stupně $n-1$** , který danými “body” přesně prochází. Řešme tedy soustavu:

$$\begin{array}{cccccc} a_{n-1}x_1^{n-1} & + a_{n-2}x_1^{n-2} & \dots & + a_0 & = & y_1 \\ a_{n-1}x_2^{n-1} & + a_{n-2}x_2^{n-2} & \dots & + a_0 & = & y_2 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n-1}x_n^{n-1} & + a_{n-2}x_n^{n-2} & \dots & + a_0 & = & y_n \end{array}$$

Interpolace a extrapolace – Polynomická funkce

- Kromě singulární matice (matice, jejíž determinant = 0) soustavy existuje jediné řešení $[a_{n-1}, a_{n-2}, \dots, a_0]$ koeficientů polynomu, který “přesně” prochází danými “body” $[x_i, y_i]$.
- Zdálo by se, že problém výpočtu hodnot v “neznámých místech” x na základě “známých míst” x_i je vyřešen:
 - známými n body proložíme polynomickou funkci stupně $(n-1)$ a pak stačí jen dosazovat.

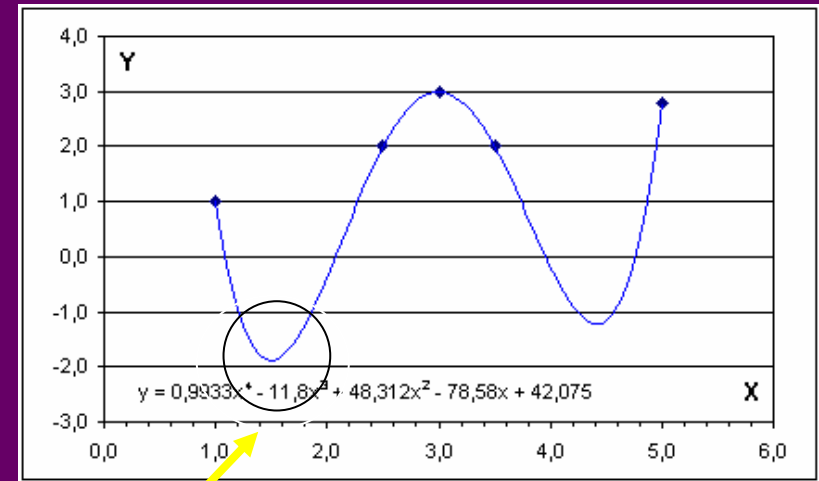
Interpolace a extrapolace - Polynomická

Pokusná data

funkce

1,000	1,000	1,000	1,000	1,00	1,000
39,063	15,625	6,250	2,500	1,00	2,000
81,000	27,000	9,000	3,000	1,00	3,000
150,063	42,875	12,250	3,500	1,00	2,000
625,000	125,000	25,000	5,000	1,00	2,800

Rozšířená matice soustavy



Jejím řešením = hodnoty koeficientů $[a_4, \dots, a_0]$ polynomické funkce stupně 4, v grafu.

Tamtéž je však patrný zásadní důvod **praktické nepoužitelnosti** tohoto postupu pro zjišťování pravděpodobných hodnot v "neznámých" místech: pokud data vyjadřují např. experimentálně zjištěné hodnoty délkové roztažnosti (Y) v závislosti na teplotě (X), pak **záporná** hodnota pro $x=1.5$ nebo $x=4.5$ je **vysoce nepravděpodobná!**

Interpolace a extrapolace – Lineární interpolace

Odhad hodnot lineární interpolací

- interpolační funkce = lineární funkce:

$y = f(x) = a \cdot x + b$ (grafem této funkce je přímka).

Obecně však pro daný statistický soubor **taková přímka neexistuje** (data by musela být kolineární, a to obecně nejsou).

Interpolace a extrapolace – Lineární interpolace

Lineární funkce má totiž **dva parametry** (a a b) a ty jsou jednoznačně dány dvěma dvojicemi $[x_i, y_i]$ a $[x_k, y_k]$ dat.

Řešíme pak soustavu

$$\begin{aligned}y_i &= a \cdot x_i + b \\y_k &= a \cdot x_k + b\end{aligned}$$

- Tomu odpovídá tvrzení **Eukleidovské geometrie**, že **dvěma různými body prochází jediná přímka**.
- Pro různé dvojice dat statistického souboru pak existují **různé lineární funkce**.

Interpolace a extrapolace – Lineární interpolace

Pro **odhad hodnot metodou lineární interpolace**

- předpoklad, že statistická data jsou "seřazena podle X " (pokud ne, lze je evidentně takto uspořádat), tj.

$$x_{min} = x_1 \neq x_2 \neq \dots \neq x_n = x_{max}.$$

- Nutno odhadnout $y_0 = f(x_0)$ pro nějaké $x_0 \in \langle x_{min}, x_{max} \rangle$:
 - Existuje-li \underline{i} tak, že $x_0 = x_i$, pak je odhadem $y_0 = y_i$.
 - Pokud ne, jistě existuje \underline{k} tak, že $x_0 \in (x_k, x_{k+1})$. Je logické předpokládat, že bude i $y_0 \in (y_k, y_{k+1})$.

Interpolace a extrapolace – Lineární interpolace

Dvojcí $[x_k, y_k], [x_{k+1}, y_{k+1}]$ je určena :

jediná "přímka" = jediná lineární funkce $y = a \cdot x + b$,

koefficienty \underline{a} a \underline{b} nutno vypočítat

odhad y_0 : $y_0 = a \cdot x_0 + b$

- Geometricky: **bod** $[x_0, y_0]$ **leží uvnitř úsečky** $\langle [x_k, y_k], [x_{k+1}, y_{k+1}] \rangle$.
- **Metoda lineární interpolace** tedy místo přímky **používá soustavu úseček** tvořících lomenou čáru.

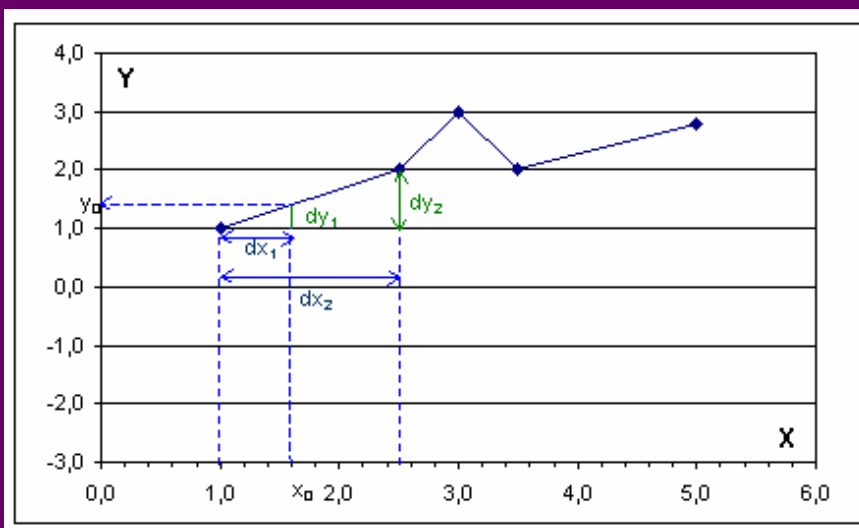
Interpolace a extrapolace – Lineární interpolace

Z podobnosti trojúhelníků vyplývá

$$dy_1 : dx_1 = dy_2 : dx_2$$

$$dy_1 = dy_2 : dx_2 \cdot dx_1$$

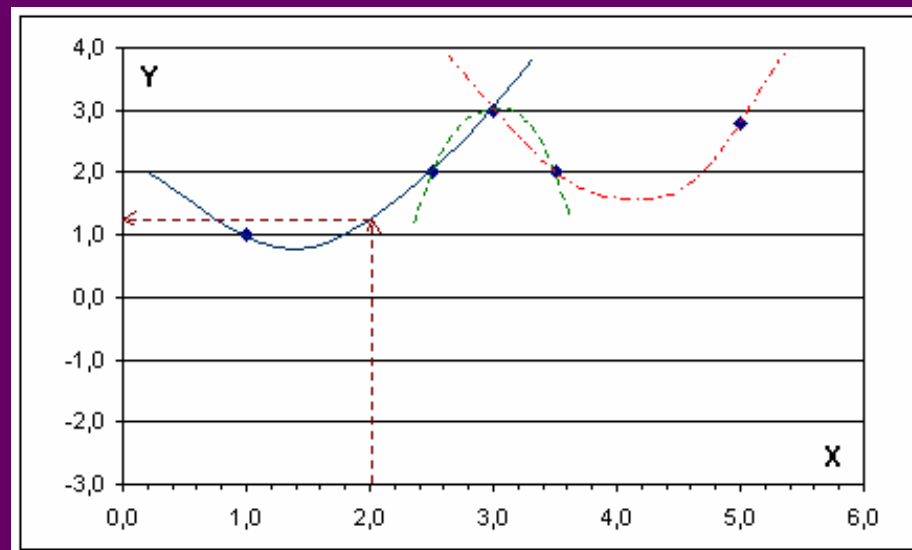
$$Y_0 = Y_1 + dy_1 = Y_1 + dy_2 : dx_2 \cdot dx_1$$



Interpolace a extrapolace – Interpolace vyšších řádů

Interpolace vyšších řádů - zobecněním postupu uvedeného pro lineární interpolace

- Je to postup mechanický pouze pro odůvodněné případy. Princip na obrázku (interpolace 2. řádu, tj. kvadratická)



Interpolace a extrapolace – Interpolace vyšších řádů

při **kvadratické interpolaci** je interpolační funkcí **funkce kvadratická**:

$$y = f(x) = a.x^2 + b.x + c$$

(graf = parabola) - analogicky k lineární interpolaci.

- Obecně však pro daný statistický soubor **jediná taková parabola neexistuje**. Kvadratická funkce má:
- **tři parametry** (a, b a c) a - jednoznačně dány **třemi dvojicemi**

$[x_i, y_i]$, $[x_m, y_m]$ a $[x_k, y_k]$ dat.

Interpolace a extrapolace – Interpolace vyšších řádů

- Řešíme soustavu

$$Y_i = a \cdot x_i^2 + b \cdot x_i + c$$

$$Y_m = a \cdot x_m^2 + b \cdot x_m + c$$

$$Y_k = a \cdot x_k^2 + b \cdot x_k + c$$

- Tomu odpovídá tvrzení:
 - že třemi různými (nekolineárními) body prochází **jediná parabola**. Pro **různé trojice dat** statistického souboru pak existují **různé kvadratické funkce**

Interpolace a extrapolace — Interpolace vyšších řádů

Odhad metodou kvadratické interpolace především **předpokládá**, že statistická data "seřazena podle X " (pokud ne, lze je evidentně takto uspořádat), tj

- $x_{min} = x_1 \neq x_2 \neq \dots \neq x_n = x_{max}$.

Nutno odhadnout $y_0 = f(x_0)$ pro nějaké $x_0 \in \langle x_{min}, x_{max} \rangle$.

- Existuje-li i tak, že $x_0 = x_i$, pak je odhadem $y_0 = y_i$.

Interpolace a extrapolace — Interpolace vyšších řádů

– Pokud ne, jistě existuje k tak,

že $x_0 \in (x_k, x_{k+1})$.

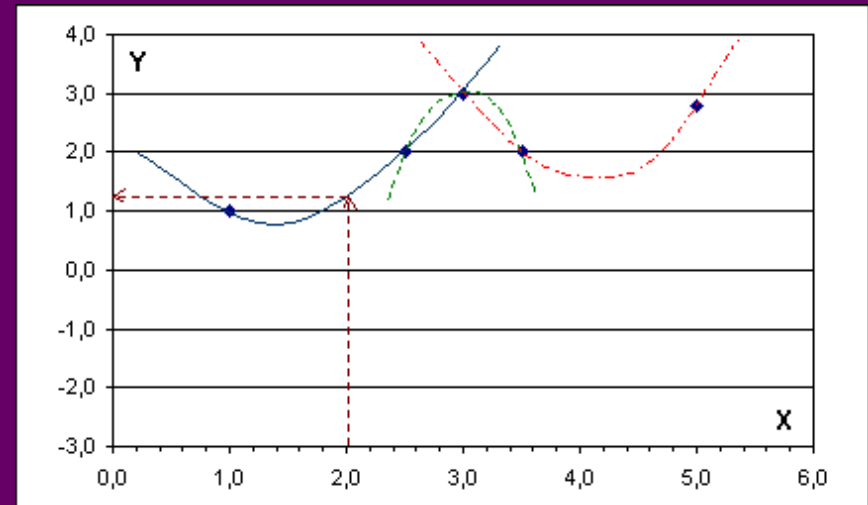
Trojicí $[x_k, y_k], [x_{k+1}, y_{k+1}], [x_{k+2}, y_{k+2}]$ (resp. $[x_{k-1}, y_{k-1}], [x_k, y_k], [x_{k+1}, y_{k+1}]$ pro poslední interval) je určena jediná "parabola" =
= jediná kvadratická funkce

$$y = a.x^2 + b.x + c,$$

jejíž koeficienty \underline{a} , \underline{b} a \underline{c} se spočtou pomocí soustavy uvedené shora.
Je pak odhad $y_0 = a . x_0^2 + b . x_0 + c$

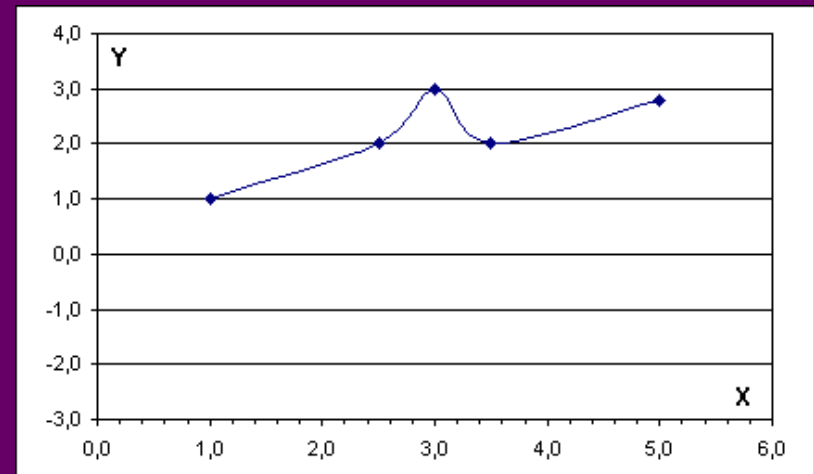
Interpolace a extrapolace – Interpolace vyšších řádů

- Geometricky:
 - bod $[x_0, y_0]$ leží uvnitř segmentu paraboly $\langle [x_k, y_k], [x_{k+1}, y_{k+1}] \rangle$.
 - Metoda kvadratické interpolace tedy místo celé paraboly používá soustavu parabolických segmentů.



Interpolace a extrapolace — Spline křivky

- Odhady pomocí **spline křivek** = velmi populární metoda zvláště při **grafickém zobrazení**, kdy jsou body "spojeny hladkou čarou".
- Metoda je **značně náročná** jak teoreticky, tak početně; proto je využívána nejvíce v počítačovém prostředí.



Interpolace a extrapolace — Spline křivky

- Princip:
 - vychází z interpolace pomocí - **nejčastěji kubických** - funkcí
 - "Spojuje" tedy dvojice daných bodů **segmenty kubické křivky** (ten je dán čtyřmi body).

Postup: Z prvních 4 bodů se spočte **kubická křivka** a první 2 body se **spojí jejím segmentem**.

Pak se z 2. až 5. bodu spočte **kubická křivka** a **druhé dva body se spojí jejím segmentem**, atd.

Interpolace a extrapolace — spline křivky

Nevýhoda takového postupu je to,

- že v daných bodech na sebe jednotlivé segmenty "nenavazují hladce"; je tam prostě „zub“.
- Při konstrukci spline křivek - nutná podmínka pro výpočet jedné kubické křivky, že v **koncovém bodě jejího segmentu** (např. $[x_p, y_p]$) **má společnou tečnu se segmentem druhé**, "následující" kubické křivky, jejímž je $[x_p, y_p]$ bodem počátečním.

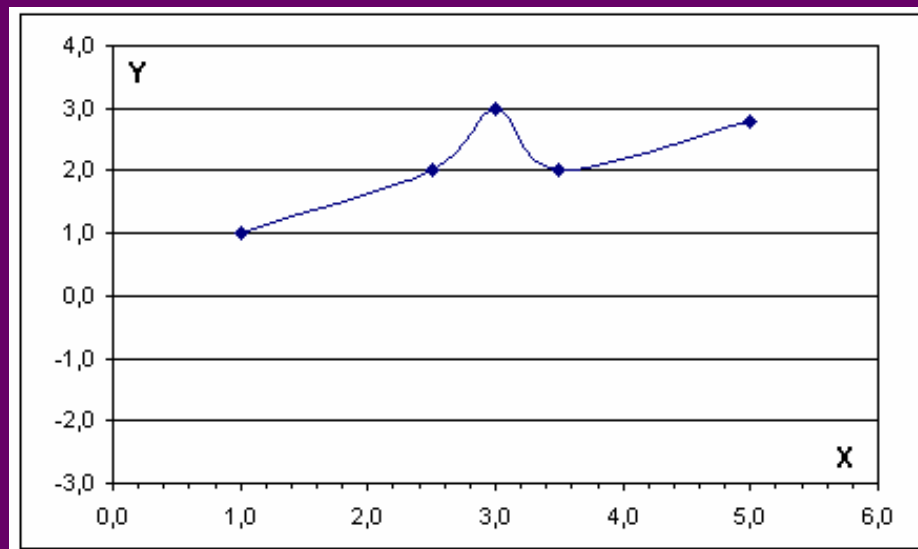
Interpolace a extrapolace — Spline křivky

Matematicky podmínka vyjádřena tím, že

- **derivace zleva** v x_p jedné kubické funkce = **derivaci zprava** v x_p druhé kubické funkce.
- Problémem je však to, že **pro určení té druhé** musíme **znát tu první**, a to v okamžiku, **kdy právě tu první počítáme**. Právě proto jsou tyto algoritmy realizovány především programově.

Interpolace a extrapolace — spline křivky

Výsledný efekt ukazuje následující obrázek. Body tabulky jsou spojeny křivkou, přičemž body křivky byly spočteny spline interpolací.



Interpolace a extrapolace – Extrapolace

Extrapolací se provádí odhad hodnot pro $x_0 < x_{min}$ nebo pro $x_0 > x_{max}$. Je nutno zdůraznit, že v praxi mají význam odhady jen "blízko" koncovým bodům intervalu $\langle x_{min}, x_{max} \rangle$. Používá se dvou metod, přičemž jejich volba je dána povahou řešeného problému.

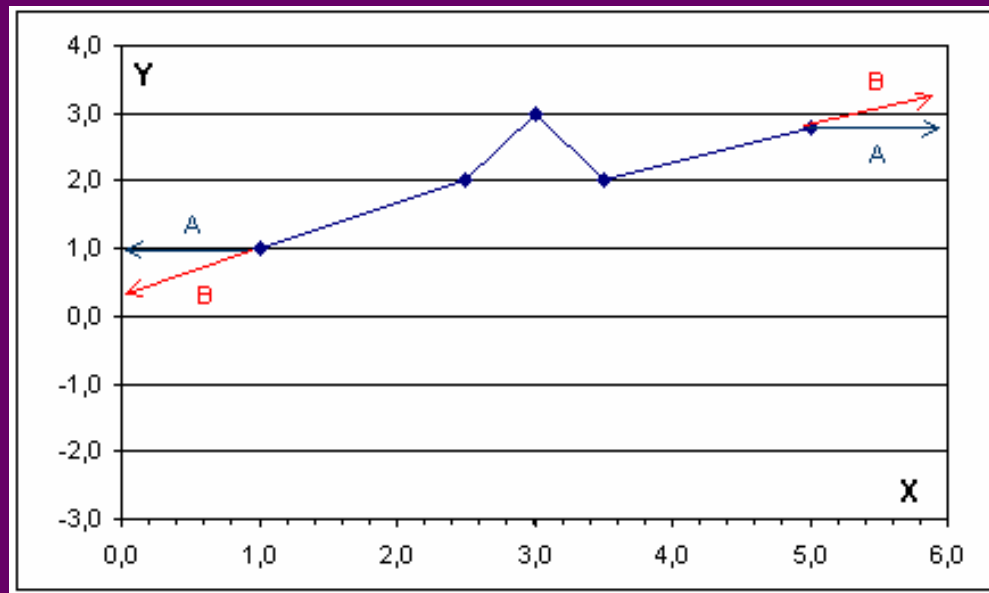
- **A.** "Až do x_1 jsou všechny y rovny y_1 (od x_n jsou všechny y rovny y_n):"

$$\begin{aligned} y = f(x) &= y_1 \text{ pro } x \leq x_1 = x_{min}, \\ y = f(x) &= y_n \text{ pro } x \geq x_n = x_{max}. \end{aligned}$$

- **B.** "Až do x_2 se vše spočte jako pro $\langle x_1, x_2 \rangle$
a od x_{n-1} se vše spočte jako pro $\langle x_{n-1}, x_n \rangle$.
Způsob výpočtu zde závisí na použité interpolační metodě (viz dříve).

Interpolace a extrapolace — Extrapolace

Rozdíl mezi oběma metodami na obr.



3D interpolace a extrapolace

Statistický soubor se třemi argumenty X, Y, Z , nebo také trojrozměrný statistickém souboru s argumenty X, Y, Z

Je statistický soubor S s rozsahem N , kde

každému prvku $s \in S$ je přiřazena uspořádaná trojice $[x, y, z]$ tří argumentů X, Y, Z .

Předpoklad:

X, Y jsou nezávislé

Z je závislý argument

3D interpolace a extrapolace

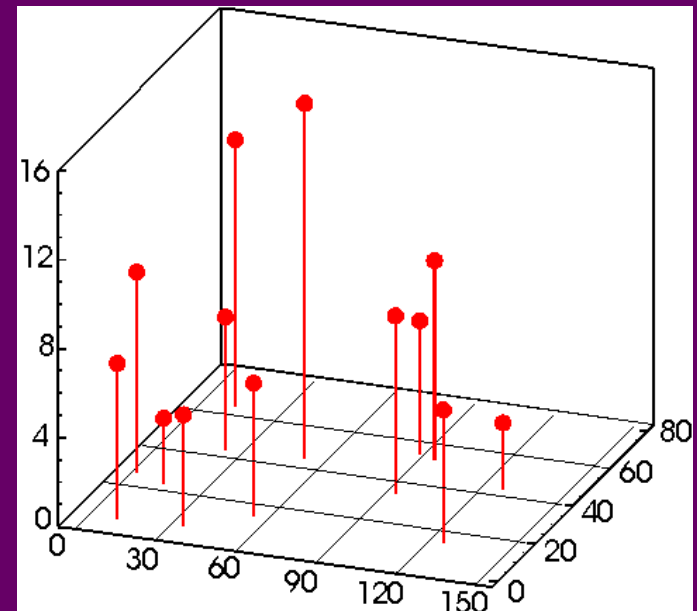
závislé a nezávislé statistické proměnné - v tabulce

Tabulku lze zobrazit grafem

X a Y jsou souřadnice,

Z je hodnota funkce - výška, teplota, ...

Východně	Severně	Hodnota Z
10,7	4,4	7
34,5	5,4	5
55,1	14,2	6
125,8	13,9	6
2,0	26,7	9
15,1	22,8	3
93,6	33,5	8
127,8	43,1	3
23,8	43,1	6
52,8	44,3	16
88,5	53,5	6
95,6	51,9	9
12,6	63,9	12



3D interpolace a extrapolace

V praxi se v souvislosti s trojrozměrnými statistickými soubory vyskytují **dva typy** úloh:

- A. Zjištění závislosti Z na X a Y
= úlohy ***interpolace a extrapolace***

- B. Zjištění hodnoty $z_k \in Z$ pro takové $x_k \in X$ a $y_k \in Y$, která nejsou v tabulce dat = úlohy ***lokálních a globálních odhadů***

3D interpolace a extrapolace

Pro statistické účely se úloha interpolace definuje ve zjednodušeném tvaru; přičemž je $x_i \in X$, $y_i \in Y$, $z_i \in Z$:

1. **Určit vhodnou funkci** $z = f(x,y)$ takovou, která v daných bodech (někdy nazývaných uzlové body) $[x_i, y_i]$ nabývá předem daných hodnot z_i - tedy pro níž je $z_i = f(x_i, y_i)$.
2. **Počítat z tabulky funkce** $z_i = f(x_i, y_i)$ hodnoty $f(x,y)$ pro $[x,y]$ a $[x_i, y_i]$, $x \in X$, $y \in Y$, a prohlásit je za pravděpodobné hodnoty $z \in Z$.
3. **Odhadnout nepřesnost** takto zjištěného z pro $[x,y]$ a $[x_i, y_i]$.

3D interpolace a extrapolace

Pokud je při zjišťování z podle předchozího odstavce

$$[x,y] \in \langle \min\{x_i\}, \min\{y_i\} \rangle \times \langle \max\{x_i\}, \max\{y_i\} \rangle,$$

jedná se o ***interpolaci***.

Není-li,

jedná se o ***extrapolaci***.

Funkce $g(x,y)$ z obecné úlohy interpolace bývá nazývána funkcí, která ***aproximuje funkci*** $f(x,y)$ na zadaném intervalu.

3D interpolace a extrapolace – polynomická interpolace

Prostorová polynomická funkce má $(n+1)^2$ koeficientů $a_{i,j}$

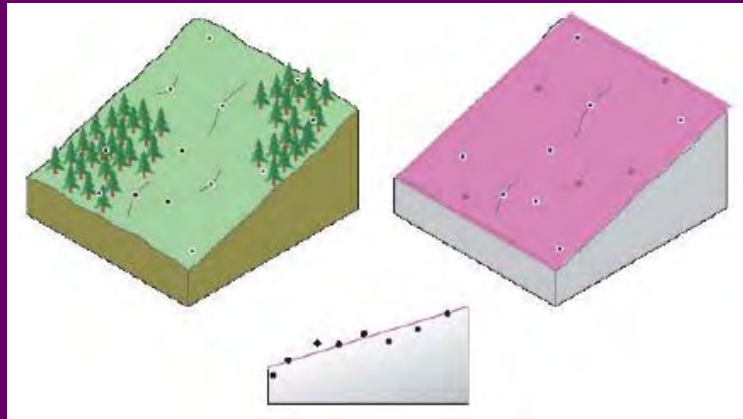
$$z(x, y) = \sum_{i,j}^n a_{i,j} x^i y^j$$

Je-li tedy dáno $(n+1)^2$ trojic $[x_i, y_i, z_i]$,

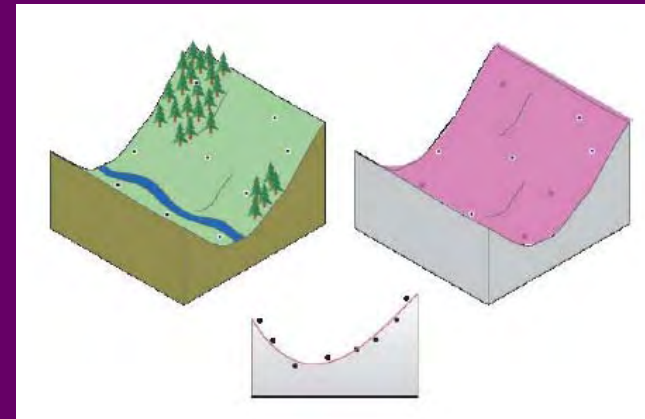
pak - až na případy singulární matice soustavy –

existuje jediná $(n+1)^2$ -tice $[a_{n,n}, \dots, a_{0,0}]$ koeficientů toho (jediného) prostorového polynomu, který danými “**body přesně prochází**”.

3D interpolace a extrapolace – polynomická interpolace



lineární (polynom 1. řádu)

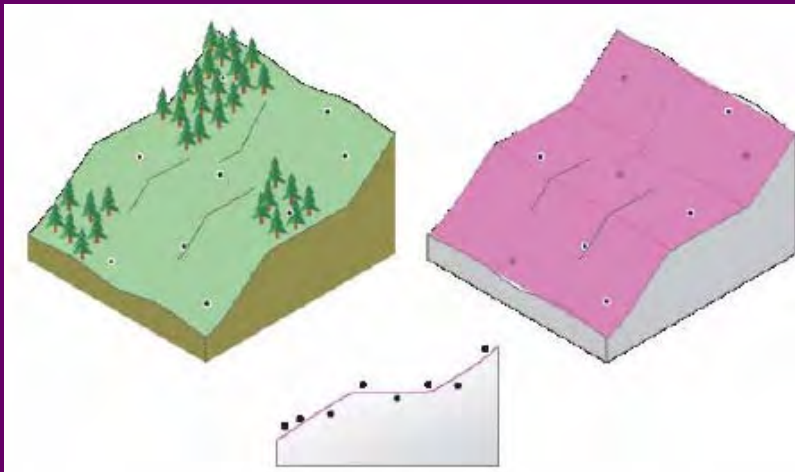


polynomická 2. řádu – jedno údolí

nejjednodušší polynomická interpolace

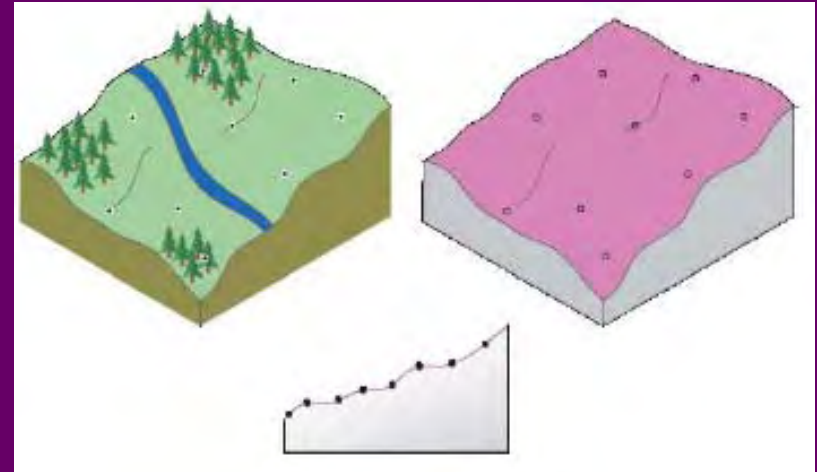
Konec 27. 3. minimální kostru

3D interpolace a extrapolace – polynomická interpolace



lokální polynomická interpolace

území je rozděleno do dílčích ploch a jejich středy slouží pro výpočet
V dílčích plochách

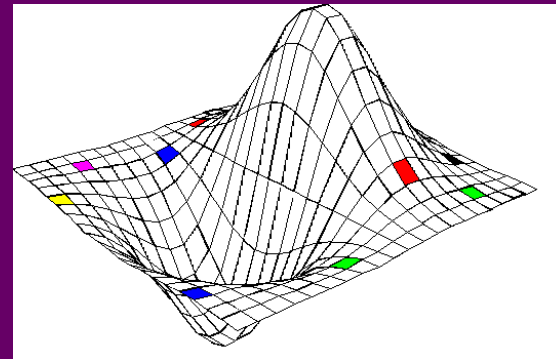


radiální interpolace – metoda, při níž nová plocha prochází všemi body (např. lze volit „hezké“ křivky - tenké spliny, nebo co nejvhodnější hrany – protažené spliny)

3D interpolace a extrapolace – polynomická interpolace

Polynomická prostorová interpolace je použitelná jen pro malou třídu úloh:

Uvažujme 25 bodů s kladnými hodnotami blízkými nule, “mírně rostoucí” s kladnými hodnotami \underline{x} i \underline{y} . Těmito body je jednoznačně dána polynomická funkce stupně 4 v \underline{x} i \underline{y} . Ta však může mít diametrálně odlišné chování od zadaných bodů reprezentujících např. určitý fyzikální nebo chemický děj neslučitelný s polynomickým modelem.



3D interpolace a extrapolace – regrese v prostoru

Touto metodou lze úlohy interpolace splnit jen částečně.

Předpokladem je, že je znám funkční předpis

$$z = f(a_0, a_1, \dots, a_n, x, y)$$

určující vztah mezi x , y a z .

- Funkční předpis má **(n+1) neznámých koeficientů** a_j . Jest pak zjistit takové hodnoty koeficientů, aby funkce f právě s takovými koeficienty byla ze všech funkcí se stejným funkčním předpisem “co nejlepší” – vyhovovala zvolenému optimalizačnímu kritériu.

3D interpolace a extrapolace – regrese v prostoru

Takovým kriteriem je např.

součet kvadrátů (=čtverců) odchylek zadaných bodů od plochy $f(x,y)$. Minimalizací tohoto součtu (odtud metoda nejmenších čtverců) se získá soustava tzv. **normálních rovnic**, jejichž řešením jsou hledané koeficienty a_i .

Pokud je tato soustava *lineární*, jde o **lineární regresi**, jinak o **nelineární regresi**.

3D interpolace a extrapolace – regrese v prostoru

Úlohy interpolace z pohledu **prostorové regrese**:

- **Úloha nalézt vhodnou funkci**, která nabývá v zadaných bodech zadané hodnoty, splnit nelze. **Regresní funkce prochází danými body leda náhodou. Obecně však nelze nalézt žádnou funkci** - naopak: funkce resp. její funkční předpis musí být předem znám.

Nanejvýš lze posoudit, **která z několika daných funkcí je vhodnější a která méně.**

- Druhé dvě úlohy, tj.
 - počítat pravděpodobné hodnoty a
 - odhady nepřesností,

lze splnit velmi dobře; **opět ovšem za předpokladu známého funkčního předpisu**. Právě nutnost znalosti funkčních předpisů značně limituje obecné použití této metody.

3D interpolace a extrapolace – spline plochy

Spline plochy v prostoru –
analogií spline křivek v rovině.

- Jsou sjednocením mnoha funkčních předpisů na mnoha rovinných oblastech a
- dávají “rozumné výsledky na rozumných datech” (přitom pojmem “rozumná data” se rozumí data pokud možno rovnoměrně rozmístěná, s pokud možno malými hodnotovými odchylkami sousedních bodů).
- Náročná matematická podstata - praktické využití **jen v počítačovém prostředí**

3D interpolace a extrapolace – gridování

Gridování

češtinářský novotvar - je to skupina metod se společným základem:

základní problém interpolace s **danými** hodnotami v **daných bodech**

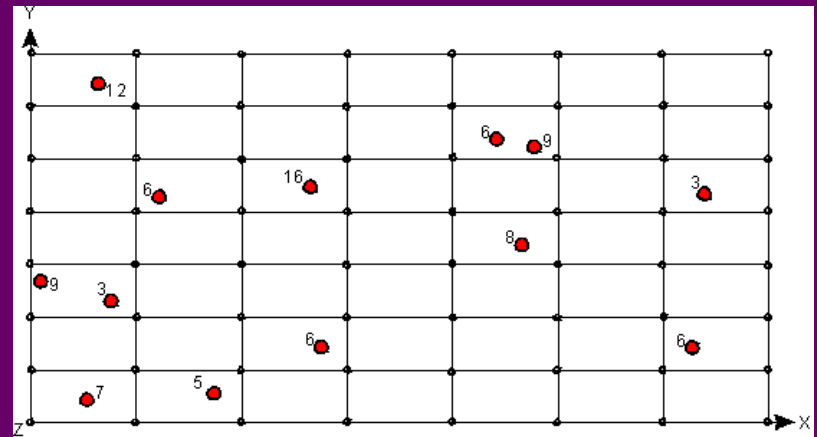
je převeden na

na zástupný problém interpolace v **náhradních bodech** s náhradními hodnotami.

3D interpolace a extrapolace – gridování

náhradní body tvoří v rovině XY
(většinou rovnoměrnou) **sít'**
(angl. **grid** - odtud ono
gridování).

pohled na data “shora” – ve směru
osy Z (tj. vidíme “půdorys”):



3D interpolace a extrapolace – gridování

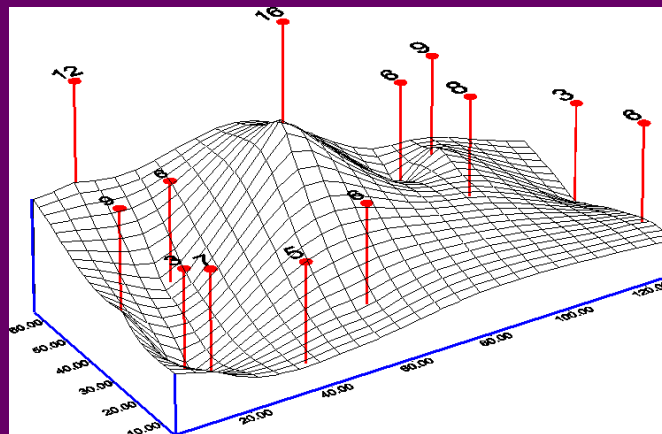
dáno (např. tabulka) **několik bodů** $[x_i, y_i, z_i]$ –

- (červené body s půdorysy $[x_i, y_i]$,
 - hodnoty z_i u každého bodu.
-
- Oblast zájmu pokryjeme obdélníkovou sítí (8 linek rovnoběžných s osou x , 8 linek rovnoběžných s osou y).
 - **Průsečík** jedné vodorovné a jedné svislé linky = *uzel*.
 - *Sít'* = soustava uzlů (v našem případě $8 \times 8 = 64$ uzlů, na obrázku jsou zvýrazněny malými kroužky).

3D interpolace a extrapolace – gridování

Další krok:

- pokus dopočítat hodnoty z_U do uzlů sítě, a to na základě hodnot z_i daných.
- ze známých hodnot v uzlech sítě, lze zobrazit prostorový model poměrně názorně jako “drátěný model”:



3D interpolace a extrapolace – gridování

odhad hodnoty v neznámém bodě X :

zájmová plocha pokryta pravidelnou sítí,

každý (půdorysný) bod X leží

1. buď na hraně,
2. nebo v jediném obdélníku.

1. na hraně → A. buď uzel - v něm známa dopočtená hodnota sítě,
→ B. nebo na úsečce mezi dvěma uzly - pak lze odhad hodnoty - např. lineární interpolací.

3D interpolace a extrapolace – gridování

2. v jediném obdélníku:

známé čtyři hodnoty ve vrcholech tohoto obdélníka.

hodnotu v bodě X nelze sice odhadnout “čistou” lineární interpolací (rovina je určena jen třemi body),

lze však použít některou jednoduchou funkci se čtyřmi koeficienty a ty určit řešením čtyř rovnic o čtyřech neznámých.

Př. takové funkce:

- $z = a \cdot x + b \cdot x \cdot y + c \cdot y + d$

3D interpolace a extrapolace – gridování

“Obdélníkovou” část funkční plochy lze zobrazit následovně:

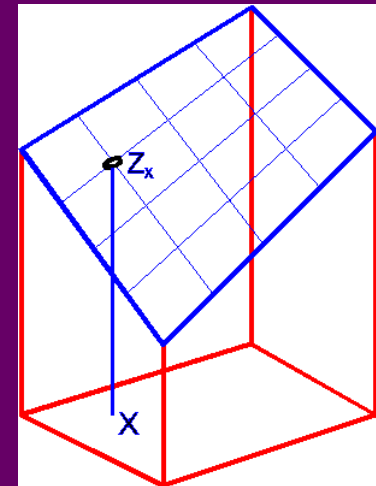
Pro **svislý řez** funkční plochou // s osou **X** –
(tj. $y = konst$) - platí:

$$z = a \cdot x + b \cdot x \cdot konst + c \cdot konst + d$$

tj.

$$z = (a + b \cdot konst) \cdot x + (c \cdot konst + d)$$

Řezem je tedy **přímka** s danou rovnicí.



3D interpolace a extrapolace – gridování

pro svislý řez funkční plochou // s osou Y (tj. $x = konst$) - platí

$$z = a \cdot konst + b \cdot konst \cdot y + c \cdot y + d$$

tj.

$$z = (a \cdot konst + d) + (b \cdot konst + c) \cdot y$$

Řezem je opět **přímka** s danou rovnicí.

3D interpolace a extrapolace – gridování

Pro **svislý řez** funkční plochou (tj. řez **rovinou kolmou na rovinu XY**, kterou **protíná v přímce $y=k.x+q$**) - platí:

$$z = a \cdot x + b \cdot x \cdot (k.x+q) + c \cdot (k.x+q) + d$$

tj.

$$z = b.k.x^2 + (a+b.q+c.k).x + (c.q+d)$$

Řezem je tedy **parabola** s danou rovnicí.

3D interpolace a extrapolace – gridování

Pro **vodorovný řez** funkční plochou (tj. rovinou // s rovinou **XY**) platí

$$z = konst,$$

a tedy

$$konst = a \cdot x + b \cdot x \cdot y + c \cdot y + d$$

tj. po úpravě

$$y = (konst - a \cdot x - d) / (b \cdot x + c)$$

Řezem je tedy **hyperbola** s danou rovnicí.

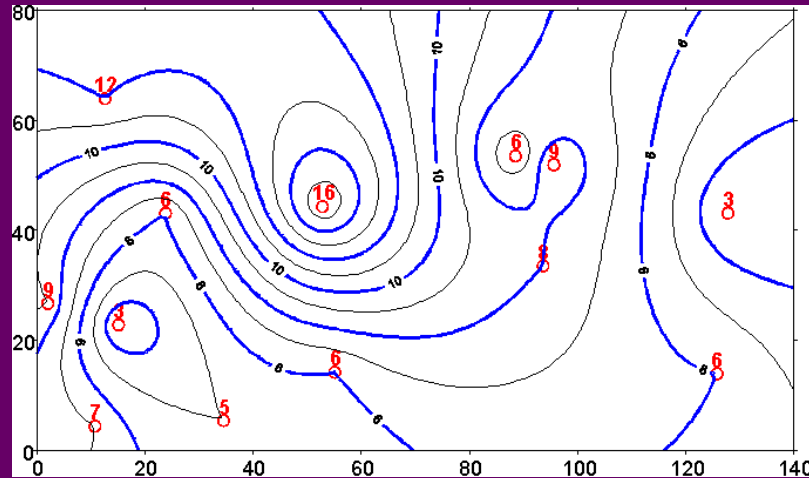
3D interpolace a extrapolace – gridování

jednoduchá práce

pro zjištění souřadnice y bodu ležícího na izolínii $z=z_0$ stačí

1. tři **multiplikatvní** (násobení, dělení, násobení) a
2. tři **aditivní** (-,-,+) operace;

(důležité pro vykreslování zkonstruovaných ploch ve formátu topografické mapy):



Metody lokálních odhadů v prostoru

Je nutno mít na zřeteli **obecné statistické pojmy**, které byly probírány v kapitole 3D,

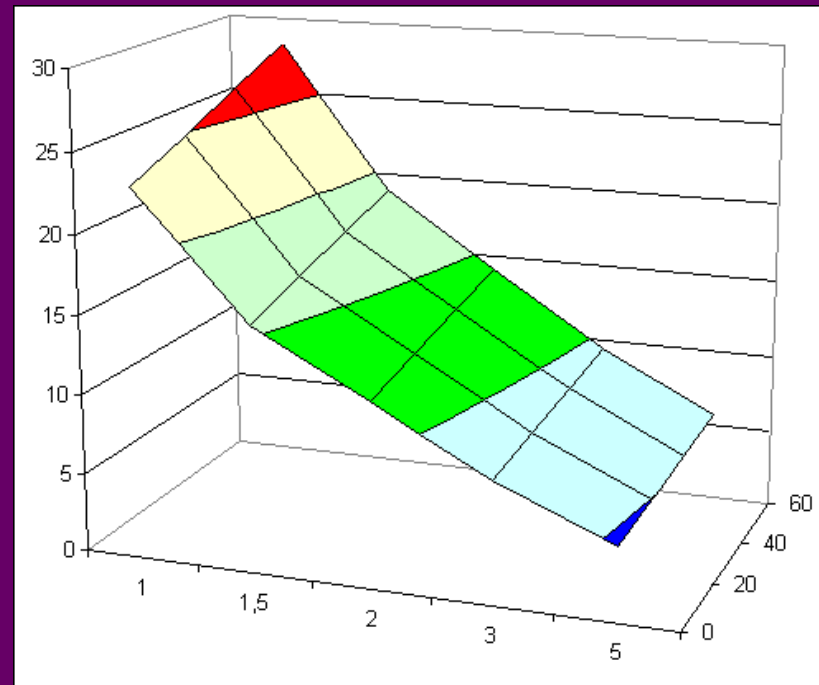
Jedná se o **hodnocení uspořádaných trojic** vzniklých z **jakýchkoliv** výběrových množin (v geovědách):

2 hodnoty = souřadnice

3. hodnota = výška, fyzikální hodnota

Metody lokálních odhadů v prostoru

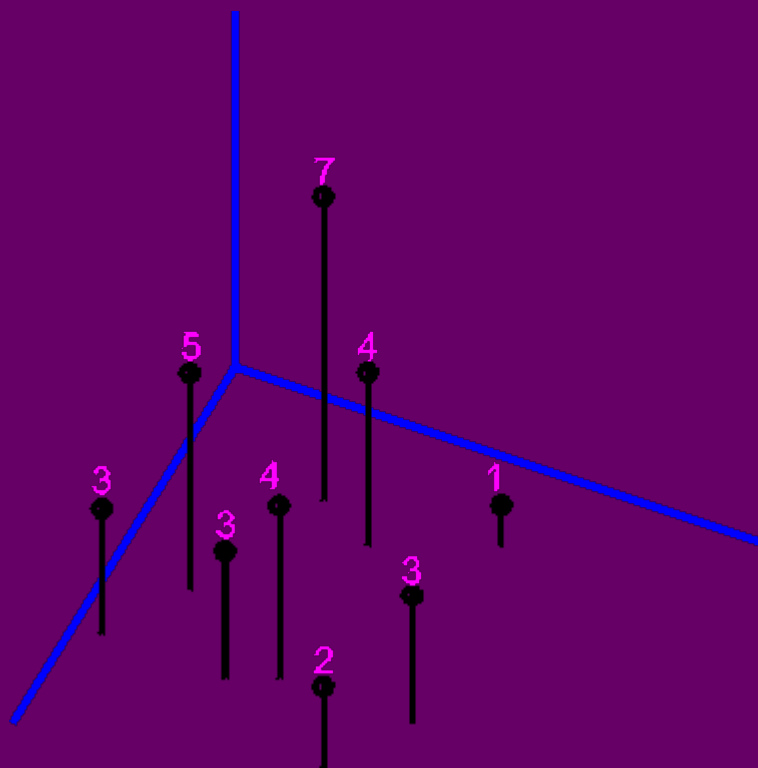
Tlak	Teplota	Objem
1,0	0	23,16
1,0	20	24,85
1,0	40	26,55
1,0	60	28,25
1,5	0	15,44
1,5	20	16,57
1,5	40	17,70
1,5	60	18,83
2,0	0	11,58
2,0	20	12,43
2,0	40	13,28
2,0	60	14,12
3,0	0	7,72
3,0	20	8,28
3,0	40	8,85
3,0	60	9,42
5,0	0	4,63
5,0	20	4,97
5,0	40	5,31
5,0	60	5,65



Metody lokálních odhadů v prostoru

- **velmi** nepravidelně - rozmístěno několik bodů, ve kterých jsou známy hodnoty veličiny, kterou sledujeme
- Úkolem:
 - poskytnout **co nejlepší odhad hodnoty sledované veličiny** v libovolném místě zájmové plochy, na základě několika známých hodnot.

Tato základní formulace úlohy definuje tzv. **bodové odhady**.



Metody lokálních odhadů v prostoru

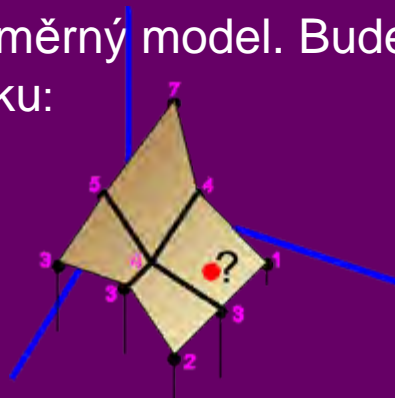
- Tato formulovaná úloha je v praxi asi nejčastěji řešená.
- Je to **trojrozměrná úloha**:
 - dva rozměry - **souřadnice** x a y tvoří zájmová plocha - terén,
 - třetím rozměrem - **sledovaná veličina**.
- V **geo- praxi je úloha čtyřrozměrná**: známé body leží ne v rovině, ale v prostoru - v horninovém bloku, geologickém tělese ap.:
 - Poloha bodu - dána **souřadnicemi** x a y udávajícími průmět bodu na zemský povrch, a
 - **souřadnicí** z udávající např. hloubku, nadmořskou (podmořskou) výšku ap.
 - čtvrtý rozměr - **hodnoty sledované veličiny**

Metody lokálních odhadů v prostoru

blokové odhady - známé hodnoty jsou vázány ne na body, ale jsou získávány ze vzorků **určité plochy s** nebo **určitého objemu v** .

- Cílem metod je v tomto případě **získat nejlepší odhad sledované veličiny v jiné ploše s (objemu v)** dané polohy na základě těchto známých hodnot.
- Další výklad - bodové odhady a trojrozměrný model. Budeme tedy řešit problém naznačený na obrázku:

•



Metody lokálních odhadů v prostoru

- Data:

Poloha lokalit je dána vzdáleností v [m] od poledníku, jdoucího 15 km východně od poledníku 18°, a od rovnoběžky, jdoucí 83 km severně od rovnoběžky 49°.

Lokalita	Východně	Severně	SO ₄
Mariánské Hory	2935	7217	52,050
Svinov	351	6726	32,980
Zábřeh	1516	3884	50,960
Hladnov	7197	7217	43,190
Kunčice	8107	3	42,280
Vítkovice	4811	5550	?

- Úkol: určit SO₄ ve Vítkovicích

Metody lokálních odhadů v prostoru – metoda nejbližšího souseda

1. Metoda nejbližšího souseda

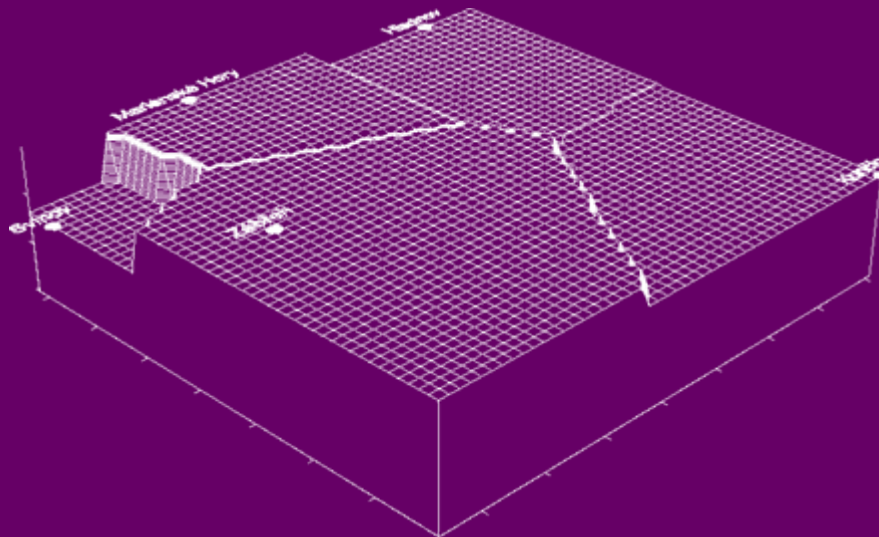
metoda - nejjednodušší a nejrychlejší.

Používá se často pro první prostorový náhled na zadaná data.

Odhadem hodnoty v místě X je prostě **hodnota nejbližšího známého místa.**

Pro Vítkovice je nejbližší
místo v Mariánských Horách,

**odhadem hodnoty SO₄ ve
Vítkovicích touto
metodou je hodnota 52,050.**



Metody lokálních odhadů v prostoru – metoda trojúhelníková

2. Metoda trojúhelníková

odhad neznámé hodnoty pomocí **lineární závislosti**.

Lineárním útwarem je ve trojrozměrném prostoru **rovina**.

Rovina ζ je dána rovnicí

$$\zeta \equiv a.x + b.y + c$$

přesněji:

bod $P = [x_P, y_P, z_P]$ **leží v rovině** ζ , jestliže pro x_P , y_P a z_P platí

$$z_P = a \cdot x_P + b \cdot y_P + c \quad (1)$$

Metody lokálních odhadů v prostoru – metoda trojúhelníková

Rovnice roviny obsahuje tři koeficienty.

pro **určení konkrétní roviny** (tj. určení jejich koeficientů \underline{a} , \underline{b} a \underline{c}) jsou zapotřebí **tři známé body** $P=[x_1, y_1, z_1]$, $Q=[x_2, y_2, z_2]$, $R=[x_3, y_3, z_3]$.

Pro ně musí platit

$$\begin{aligned}z_1 &= a \cdot x_1 + b \cdot y_1 + c \\z_2 &= a \cdot x_2 + b \cdot y_2 + c \\z_3 &= a \cdot x_3 + b \cdot y_3 + c\end{aligned}\quad (2)$$

Protože všechny x_i , y_i a z_i jsou známé, řešením této soustavy jsou hledané koeficienty \underline{a} , \underline{b} a \underline{c} té roviny, která body P , Q a R prochází.

Metody lokálních odhadů v prostoru – metoda trojúhelníková

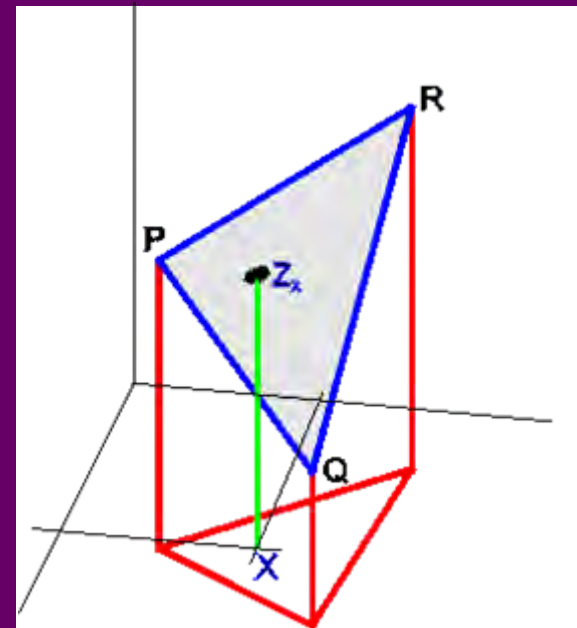
- **Dáno:** několik trojic hodnot chápaných jako souřadnice bodů v prostoru
- **Úkolem:** odhadnout z-ovou hodnotu v místě o "půdorysu" x , tj. v místě s danými souřadnicemi $[x_0, y_0]$.
 - Vyberme proto tři "body" P, Q a R tak, aby x **ležel uvnitř trojúhelníku** získaného **jako průmět trojúhelníku** PQR (viz následující obrázek).

Metody lokálních odhadů v prostoru – metoda trojúhelníková

známými body P , Q a R je určena rovina,
jejíž koeficienty lze určit řešením soustavy (2).

Hledaný odhad z_x je pak dán vztahem

$$z_x = a.x_0 + b.y_0 + c$$

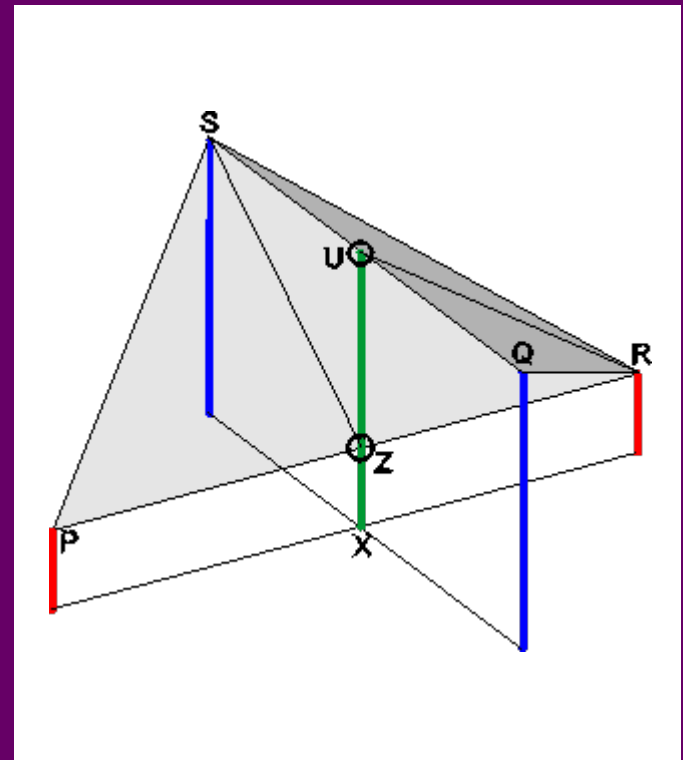


Metody lokálních odhadů v prostoru – metoda trojúhelníková

U trojúhelníkové metody je prvek
náhodnosti - viz následující data:

$$P=[1,1,1], Q=[3,1,10], S=[3,1,10], \\ R=[3,3,1].$$

Jaký je odhad pro $x=[2,2]$?



Metody lokálních odhadů v prostoru – metoda trojúhelníková

- viz předchozí obrázek.

náhodnost spočívá ve volbě trojúhelníka.

Je-li zvolen PRS, je odhadem hodnota 1.

Je-li zvolen QRS, je odhadem hodnota 10, tedy diametrálně odlišná.

problém: velký rozdíl mezi "sousedními" hodnotami. Bohužel právě takový charakter má většina geodat, proto zvláště na taková data není radno metodu aplikovat.

Dobré výsledky v případech, kdy sledované hodnoty v "blízkých" místech nemají příliš velký rozptyl.

Metody lokálních odhadů v prostoru –

metoda inverzní vzdálenosti

3. Metoda inverzní vzdálenosti (MIV)

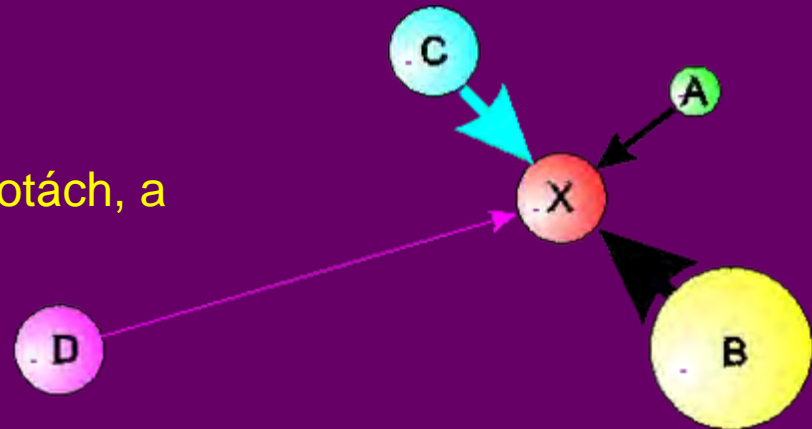
je jednou z metod, označovaných jako "příspěvková".

Hodnotu sledované veličiny v místě **X** si lze představit jako **souhrn příspěvků z jednotlivých známých míst do X**.

Jednotlivé **příspěvky** jsou **závislé**

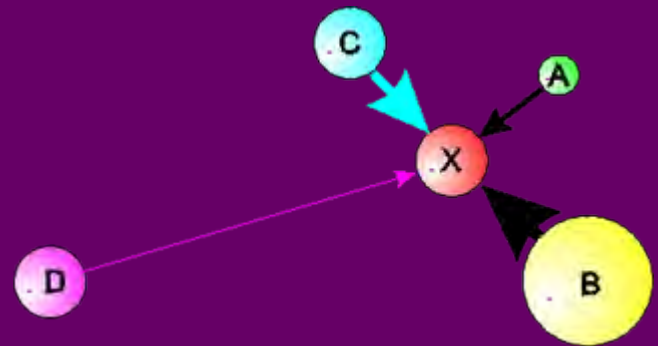
1. na jednotlivých známých hodnotách, a

2. na vzdálenostech od bodu **X**.



Metody lokálních odhadů v prostoru – metoda inverzní vzdálenosti (MIV)

- Velikost příspěvku se zdá
- **přímo úměrná velikosti hodnoty**. (z A s hodnotou 1 do místa X menší než příspěvek z místa B s hodnotou 10)
- **nepřímo úměrná vzdálenosti** (do místa X z místa C vzdáleného 10 větší než příspěvek z místa D vzdáleného 50).



Metody lokálních odhadů v prostoru – metoda inverzní vzdálenosti

Nebereme v úvahu:

- vektorový tvar
- případnou konstantu

a označíme-li M_i **známou hodnotu** v i -tém místě (= vzdálenost i -tého místa od místa X ,

$M_x =$

pak **neznámou hodnotu** M_x v místě X lze odhadnout jako souhrn

$$M_x = \sum_{i=1}^j \frac{M_i}{r_i^k} \quad (3)$$

- kde k je vhodná mocnina vzdálenosti (např. 1 nebo 2, nebo i třeba 1,3).

Metody lokálních odhadů v prostoru – metoda inverzní vzdálenosti

- i -tý příspěvek je tím větší, čím je větší M_i a tím menší, čím je větší r_i .

Nevýhoda metody:

když se místo X nekonečně blíží nějakému místu se známou hodnotou (např. k prvnímu) (r_1 se nekonečně zmenšuje) $\rightarrow M_1/r_1$ a tím i celý součet (3) se nekonečně zvětšuje.

když se místo X nekonečně blíží nějakému místu, hodnota M_x by se měla tím více blížit hodnotě M_1 a ne růst nade všechny meze.

Vztah (3) tedy není obecně použitelný !!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!

Metody lokálních odhadů v prostoru – metoda inverzní vzdálenosti

Úprava této metody

$$M_x = \frac{\sum_{i=1}^j \frac{M_i}{r_i^k}}{\sum_{i=1}^j \frac{1}{r_i^k}}$$

M_x je přímo úměrné M_i a nepřímo úměrné r_i , a navíc platí

$$\lim_{r_x \rightarrow 0} M_x = M_i$$

Metody lokálních odhadů v prostoru

Metody deterministické:

až do teď

Výpočet na základě interpolačního výpočtu z okolních hodnot

Metody geostatistické:

od teď

Výpočet na základě **statistického vyhodnocení** mezi okolními hodnotami s využitím: **autokorelace** (statistického vztahu okolních bodů)

Ize je využít jak k výpočtu hodnot (ploch), tak ke **stanovení přesnosti** v těchto bodech

Geostatistika

Literatura:

Edward H. Isaaks, R. Mohan Srivastava:

Applied geostatistics, 1989

Geostatistika — náhodné procesy

Máme 4 mince, hodíme 3 z nich:

pokud prvním dvěma padne orel a třetí bude panna, pak čtvrtou minci nastavíme jako 3., jinak orel

pravidlo nastavení 4. mince **není to náhodný proces**

Obdobná závislost v prostorových nebo časových situacích je nazývána **autokorelací**

Geostatistika

Je skupina interpolačních algoritmů založených na **metodě krigingu**

Je to **statistická analýza prostorově umístěných dat**:

Sledujeme prostorovou autokorelaci, spojitost jevů apod.

Oblasti sledování geostatistiky

1. Statistický popis prostorově lokalizovaných dat
2. Statistický popis prostorového uspořádání objektů
3. Koncept prostorové autokorelace
4. Strukturní analýza a popis prostorové autokorelace strukturními funkcemi
5. Konstrukce spojitých polí metodami krigingu
6. Objektivní metody klasifikace jevů

Geostatistika- úlohy geostatistiky

Postup práce tvorby ploch z dat pomocí geostatistiky

1. Prozkoumat data - pomocí **semivariogramů** – obdoba metody inverzní vzdálenosti
2. Na základě předchozího kroku **vybrat vhodný model** – který vyhovuje existujícím bodům
3. Provéřit, jak je vybraný model vhodný – **rovnice pro krigování** se nacházejí v maticích a vektorech získaných ze semivariogramů, které jsou funkcí prostorových autokorelací mezi měřeními vzorkovými lokalitami, které se získají ze semivariogramů; matice a vektory určují váhy krigování, které se připojí ke každé měřené hodnotě

Geostatistika- úlohy geostatistiky

4. Pokud existuje více modelů, **porovnat** je
5. Z vah pro krigování **vypočítat hodnoty** v neměřených lokalitách

Geostatistika- metody geostatistiky

Geostatistika využívá:

deterministické metody - viz předchozí přednášky a

geostatistické metody - viz následující přednášky

Geostatistika- Semivariogramy

Semivariogram

je základní geostatistický nástroj pro vizualizaci, modelování a využití **prostorové autokorelace** regionalizované proměnné.

semivariance je **míra variance (rozptylu)**. To, jak se hodnoty proměnné z mění při přechodu od x k $x+h$ (tj. při změně vzdálenosti o h), je možno vyjádřit vztahem

$$\gamma(h) = \frac{1}{2n} \sum_i [z(x_i) - z(x_i + h)]^2 \quad (1)$$

Začít 10.4.

Výpočet empirického semivariogramu

Výpočet empirického semivariogramu

Vypočítá se eukleidovská vzdálenost mezi body i a j

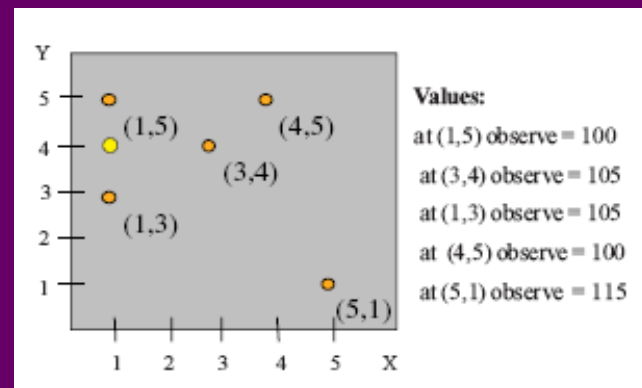
Vypočte se její druhá mocnina

Semivariance je

její polovina - 5 bodů,

10 vzdáleností

$$\gamma(h) = \frac{1}{2n} \sum_i [z(x_i) - z(x_i + h)]^2 \quad (1)$$



Locations	Distance Cal.	Distances	Difference ²	Semivariance
(1,5),(3,4)	$\text{sqrt}[(1-3)^2 + (5-4)^2]$	2.236	25	12.5
(1,5),(1,3)	$\text{sqrt}[0^2 + 2^2]$	2	25	12.5
(1,5),(4,5)	$\text{sqrt}[3^2 + 0^2]$	3	0	0
(1,5),(5,1)	$\text{sqrt}[4^2 + 4^2]$	5.657	225	112.5
(3,4),(1,3)	$\text{sqrt}[2^2 + 1^2]$	2.236	0	0
(3,4),(4,5)	$\text{sqrt}[1^2 + 1^2]$	1.414	25	12.5
(3,4),(5,1)	$\text{sqrt}[2^2 + 3^2]$	3.606	100	50
(1,3),(4,5)	$\text{sqrt}[3^2 + 2^2]$	3.606	25	12.5
(1,3),(5,1)	$\text{sqrt}[4^2 + 2^2]$	4.472	100	50
(4,5),(5,1)	$\text{sqrt}[1^2 + 4^2]$	4.123	225	112.5

Geostatistika- Semivariogramy

kde $\gamma(h)$ je semivariance proměnné z pro vzdálenost h .

hodnota semivariance je závislá na hodnotě vzdálenosti h ;
je tedy funkcí h a jako s funkční závislostí s ní lze nakládat.

Geostatistika- Semivariogramy

Úloha:

vypočítat semivariance pro různé vzdálenosti zadaných bodů.

Jsou-li data (jako např. v této tabulce) k dispozici s pravidelnou vzdáleností (zde 1.52 m), lze počítat semivarianci s pravidelným přírůstkem (1.52 m).

Nejsou-li data takto pravidelně, zvolí se minimální krok m , který dělí množinu vzdáleností jednotlivých bodů na třídy tak, že v každé třídě je dostatečný počet hodnot.

Tak krok např. $m=2$ znamená, že všechna data se vzájemnou vzdáleností d např. $11 \leq d < 13$ budou zahrnuta do výpočtu podle (1) pro $h=12$.

Geostatistika- Semivariogramy

Tabulka 1S s hodnotami po 1,52 metru hloubky

Hloubka [m]	Zn [%]	Hloubka [m]	Zn [%]	Hloubka [m]	Zn [%]	Hloubka [m]	Zn [%]
45.40	8.44	68.20	0.35	91.00	0.70	119.88	3.34
46.92	6.21	69.72	0.35	92.52	1.01	121.40	6.80
48.44	4.01	71.24	0.34	94.04	0.95	122.92	3.84
49.96	3.23	72.76	0.39	95.56	1.20	124.44	3.21
51.48	2.62	74.28	0.66	97.08	1.87	125.96	3.90
53.00	1.20	75.80	1.40	98.60	2.56	127.48	3.58
54.52	1.02	77.32	4.35	100.12	4.48	129.00	4.32
56.04	0.62	78.84	7.47	101.64	8.73	130.52	6.00
57.56	0.20	80.36	7.06	103.16	9.64	132.04	2.70
59.08	0.14	81.88	4.93	104.68	15.28	133.56	3.27
60.60	0.13	83.40	3.05	112.28	7.56	135.08	4.80
62.12	0.24	84.92	2.42	113.80	6.87	136.60	6.31
63.64	0.22	86.44	1.34	115.32	7.16	138.12	7.05
65.16	0.24	87.96	0.56	116.84	5.51	139.64	7.24
66.68	0.22	89.48	0.53	118.36	2.61	141.16	8.19

Geostatistika- Semivariogramy

Základní schéma výpočtu pro vzdálenost h sestává z následujících kroků:

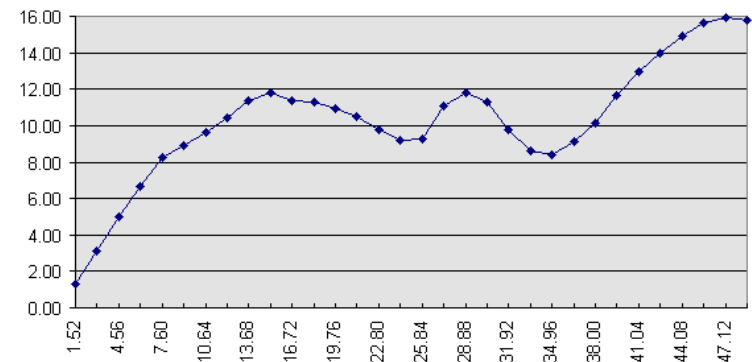
- v úvahu se vezmou všechny **takové páry z_i a z_j** , jejichž vzdálenost padne do třídy pro h
- vypočtou se **rozdíly hodnot těchto párů**
- **sečtou se kvadráty** těchto rozdílů
- součet se **vydělí dvojnásobkem počtu párů**

Geostatistika- Semivariogramy

Po provedení uvedeného výpočtu pro všechny hodnoty h se získá řada hodnot nazývaných **experimentální semivariance**. Pro data z tabulky 1 jsou hodnoty experimentální semivariance tyto:

$$\gamma(h) = \frac{1}{2n} \sum_i [z(x_i) - z(x_i + h)]^2 \quad (1)$$

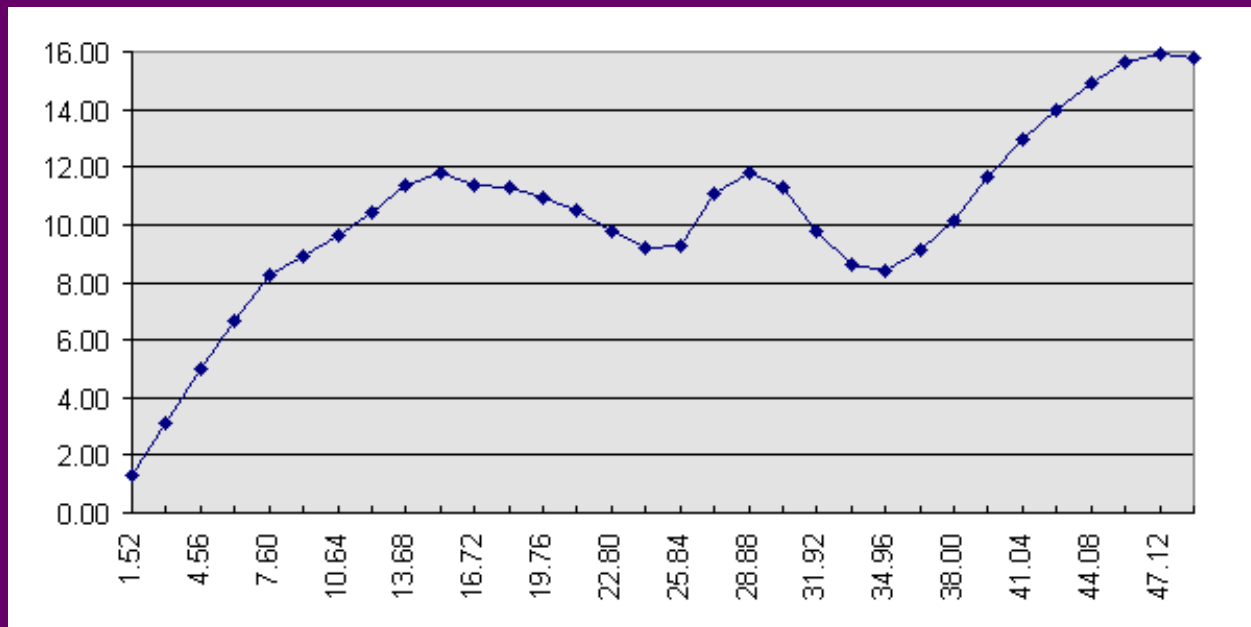
Vzdálenost [m]	Exper. semi-variance	Počet párů	Vzdálenost [m]	Exper. semi-variance	Počet párů
1.52	1.32	116	25.84	9.29	78
3.04	3.09	112	27.36	11.06	76
4.56	5.01	108	28.88	11.82	74
6.08	6.68	104	30.40	11.31	72
7.60	8.23	102	31.92	9.74	72
9.12	8.91	100	33.44	8.62	72
10.64	9.60	98	34.96	8.43	72
12.16	10.42	96	36.48	9.13	72
13.68	11.37	94	38.00	10.12	70
15.20	11.79	92	39.52	11.64	68
16.72	11.34	90	41.04	12.99	66
18.24	11.30	88	42.56	14.00	64
19.76	10.91	86	44.08	14.93	62
21.28	10.47	84	45.60	15.64	60
22.80	9.74	82	47.12	15.89	58
24.32	9.19	80	48.64	15.78	56



Geostatistika- Semivariogramy

experimentální semivariogram = graf hodnot experimentální semivariance.

Pro hodnoty z předchozí tabulky ukazuje experimentální semivariogram **obrázek Y**

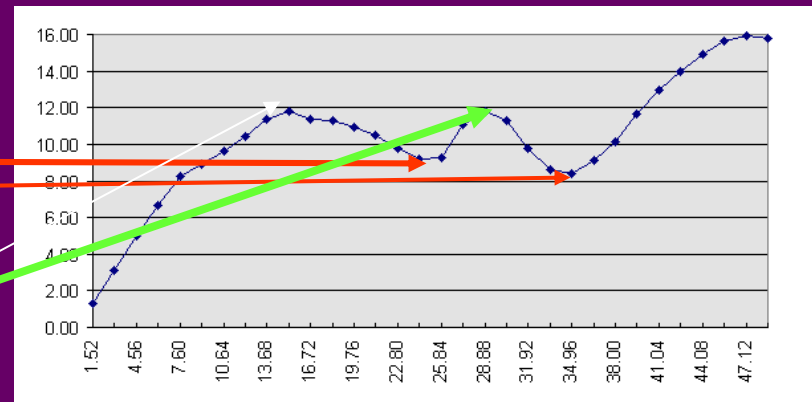


Geostatistika- Semivariogramy

Na křivce semivariogramu:

pokles na úrovni okolo 25 [m] a
na úrovni okolo 35 [m].

lokální maxima na úrovních okolo 15
resp. 30 [m].



To znamená, že je výrazně
menší difference mezi daty vzdálenými 25
[m]
než mezi daty vzdálenými 15 [m] nebo
30 [m].

Geostatistika- Semivariogramy

Obrátíme-li se zpět na data v **tabulce 1S**, zjistíme, že semivariogram popisuje maximy a minimy data regulárně: **hodnoty okolo 47 metrů** jsou výrazně "hodně rozházené" a vyšší než "okolí", stejně tak hodnoty **okolo 81 metrů**.

Vzdálenosti mezi těmito lokalitami (47 a 81) jsou 34 resp. 35 metrů, což je v dobré shodě s grafem na **obr. Y**.

- Tabulka 1S

Hloubka [m]	Zn [%]	Hloubka [m]	Zn [%]	Hloubka [m]	Zn [%]	Hloubka [m]	Zn [%]
45.40	8.44	68.20	0.35	91.00	0.70	119.88	3.34
46.92	6.21	69.72	0.35	92.52	1.01	121.40	6.80
48.44	4.01	71.24	0.34	94.04	0.95	122.92	3.84
49.96	3.23	72.76	0.39	95.56	1.20	124.44	3.21
51.48	2.62	74.28	0.66	97.08	1.87	125.96	3.90
53.00	1.20	75.80	1.40	98.60	2.56	127.48	3.58
54.52	1.02	77.32	4.35	100.12	4.48	129.00	4.32
56.04	0.62	78.84	7.47	101.64	8.73	130.52	6.00
57.56	0.20	80.36	7.06	103.16	9.64	132.04	2.70
59.08	0.14	81.88	4.93	104.68	15.28	133.56	3.27
60.60	0.13	83.40	3.05	112.28	7.56	135.08	4.80
62.12	0.24	84.92	2.42	113.80	6.87	136.60	6.31
63.64	0.22	86.44	1.34	115.32	7.16	138.12	7.05
65.16	0.24	87.96	0.56	116.84	5.51	139.64	7.24
66.68	0.22	89.48	0.53	118.36	2.61	141.16	8.19

Geostatistika- Semivariogramy

teoretický semivariogram

Chování semivariogramu lze – (pro "rozumná" data) - popsat takto:

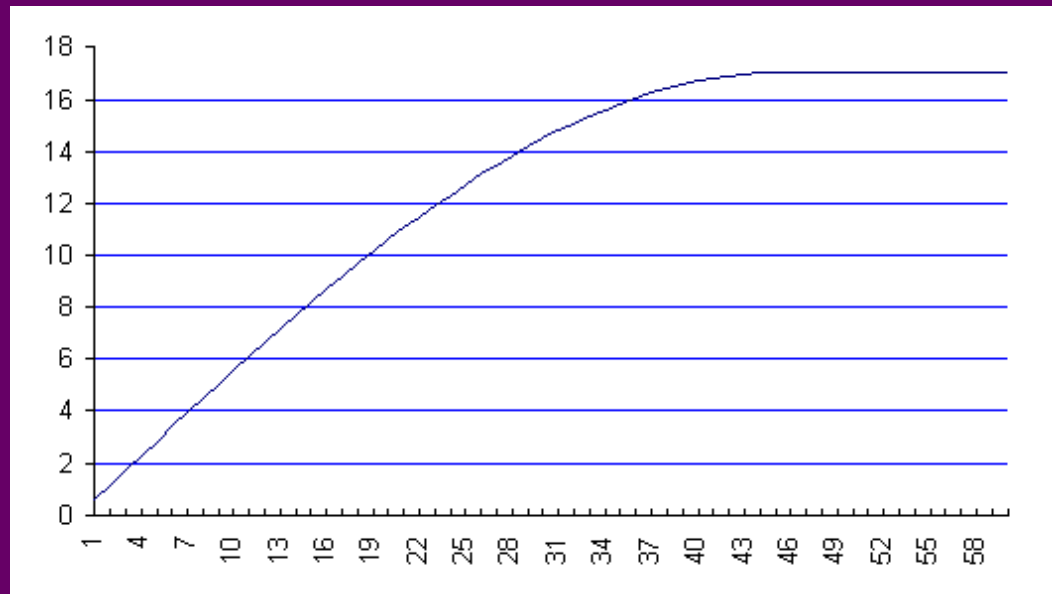
1. **velmi blízká data** mají velmi **malou odchylku**
2. data ve větších vzdálenostech mají větší odchylky, avšak **odchylky pro velmi vzdálená data** a **velmi velice vzdálená data** se už zas tak moc neliší
3. **od jisté vzdálenosti už vzájemné odchylky nerostou** - např. proto, že vzdálenost překračuje rozměry zkoumané plochy nebo tělesa.

Takto se chová např. křivka na **obr. X**

Geostatistika- Semivariogramy

Křivka pro teoretický
semivariogram

Obr. X



Tuto křivku lze vyjádřit vztahem,

Kde $a = konst$

$$\gamma(h) = C \left(\frac{3h}{2a} - \frac{h^3}{2a^3} \right) \quad \text{pro } h \leq a \quad (2)$$
$$\gamma(h) = C \quad \text{pro } h \geq a$$

Geostatistika- Semivariogramy

- Semivariogram % Zn na obr. Y by celkem měl tendenci se ideálnímu semivariogramu na obr. X zhruba podobat, nebýt dvou lokálních minim.
- Obecně lze říci, že v praxi se mnoho dat chová právě takto: až na větší či menší odchylky celkem tvar funkce (2) sledují. Ovšem na druhé straně je stejně tak mnoho dat, které tento tvar vůbec nesledují.
- Funkční vztah - např. (2) - který pokud možno **dobře sleduje (modeluje) experimentální semivariogram**, se nazývá **teoretický semivariogram**.

Geostatistika- Semivariogramy

strukturní analýza

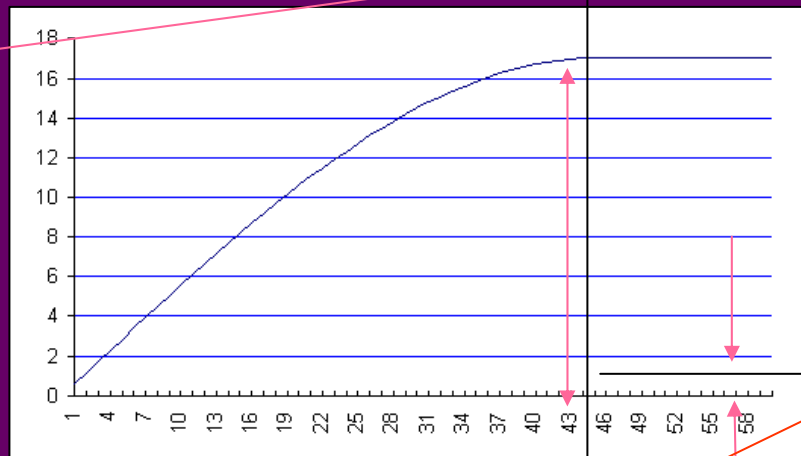
= proces hledání teoretického semivariogramu pro daný experimentální semivariogram.

Model nalezený pro danou množinu dat závisí na experimentálních i teoretických předpokladech.

Vlastnosti, které prakticky vedou k určení konkrétního teoretického modelu, jsou

1. **přítomnost nebo absence "ploché části"** semivariogramu - to znamená, že se zvětšující se vzdáleností hodnoty variance nemění (existuje tzv. **práh(sill)**); v rovnici (2) je **dán konstantou C**);
2. **vzdálenost, ve které semivariance dosáhne prahové hodnoty** (tzv. **dosah (range)**); v rovnici (2) je **dán konstantou a**);
3. **chováním v počátku** (tj. semivariance mezi velmi blízkými body)

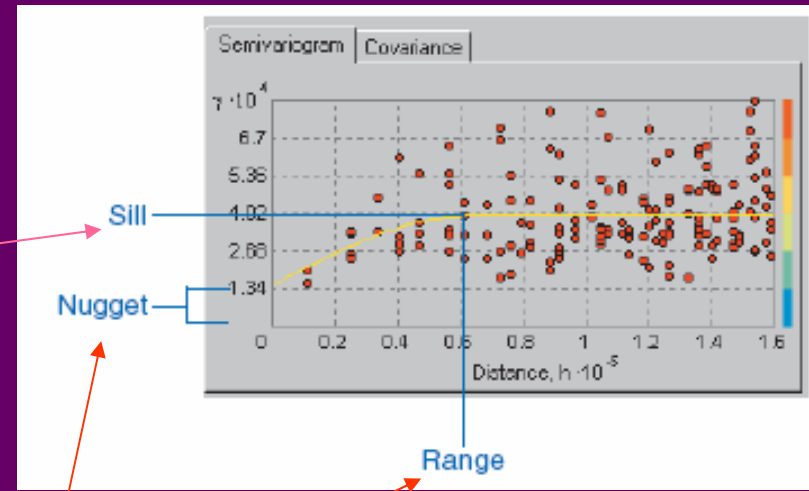
Geostatistika- Semivariogramy



práh

dosah

Zbytkový rozptyl



Sill

Nugget

Range

Geostatistika- Semivariogramy

Dosah je **mírou korelace** uvnitř množiny dat;
"dlouhý" dosah indikuje **vysokou korelaci**,
"krátký" dosah **korelaci nízkou**.

Hodnota **prahu** je rovna **celkovému rozptylu**.

zbytkový rozptyl (nugget effect) = hodnota na ose y v počátku;
velmi často nenabývají experimentální semivariogramy v počátku nulové hodnoty; protínají osu y v nenulové hodnotě

To může ukazovat na

1. **rozptyl menší než je "vzorkovací" vzdálenost**, nebo na
2. **malou přesnost měření**, kdy např. jsou v datech obsaženy **dva vzorky ze stejného místa, pokaždé s jinou hodnotou**.

Geostatistika- Semivariogramy

Modely experimentálních semivariogramů

- **Sférický** model je popsán výše uvedenou rovnicí (2):

$$\begin{aligned} \gamma(h) &= C \left(\frac{3h}{2a} - \frac{h^3}{2a^3} \right) && \text{pro } h \leq a && (2) \\ \gamma(h) &= C && \text{pro } h \geq a && \end{aligned}$$

- **Exponenciální** model je dán vztahem

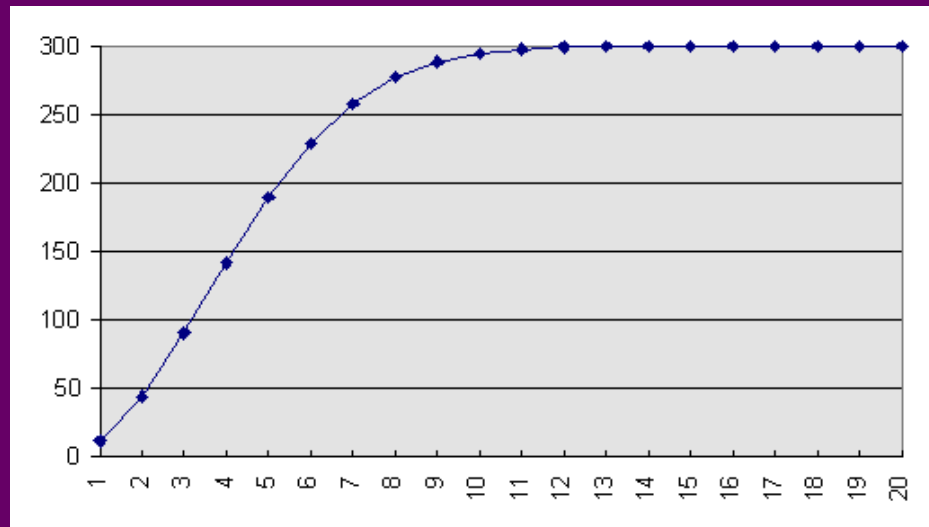
$$\gamma(h) = C \left(1 - e^{-k \times a} \right) \quad (3)$$

- **Gaussův** model je popsán rovnicí

$$\gamma(h) = C \left(1 - e^{-\frac{k^2}{a^2}} \right) \quad (4)$$

Geostatistika- Semivariogramy

Gaussův model stejně jako sférický vykazuje **výrazný práh**, ale **v okolí počátku se chová parabolicky**, jak to ukazuje obrázek



Geostatistika- Semivariogramy

Složené modely

Př. pro tento semivariogram:

Pro $h < 14$

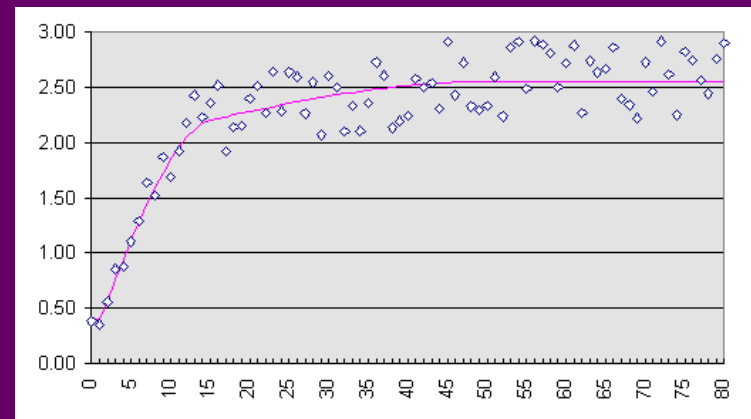
$$\gamma(h) = 0.40 + 1.55 \left(\frac{3}{2} \frac{h}{14} - \frac{1}{2} \left(\frac{h}{14} \right)^3 \right) + 0.60 \left(\frac{3}{2} \frac{h}{50} - \frac{1}{2} \left(\frac{h}{50} \right)^3 \right)$$

pro h mezi 14 a 50

$$\gamma(h) = 0.40 + 1.55 + 0.60 \left(\frac{3}{2} \frac{h}{50} - \frac{1}{2} \left(\frac{h}{50} \right)^3 \right)$$

a pro $h > 50$

$$\gamma(h) = 0.40 + 1.55 + 0.60$$



Geostatistika- Semivariogramy -Směrovost semivariancí

Směrovost semivariancí

Pro data, vykazující anizotropii,

konstrukce dílčích semivariogramů pro stanovené **směrové tolerance**.

V nejjednodušším případě **rozdělme všesměrové pole rovnoměrně** např.
na směry:

**sever \pm 22.5o, jih \pm 22.5o, východ \pm 22.5o, západ \pm 22.5o,
severovýchod \pm 22.5o, jihovýchod \pm 22.5o, jihozápad \pm 22.5o,
severozápad \pm 22.5o**

Geostatistika- Semivariogramy - Směřovost semivariancí

a zkonstruujeme **osm dílčích směrových semivariogramů** tak, že do každého z nich zahrneme pouze ty dvojice daných bodů, jejichž **směrový vektor padne do intervalu** směrů daného dílčího semivariogramu.

- jde o **směrově symetrický problém** (míra variance mezi body **A** a **B** je stejná jako mezi body **B** a **A**), stačí tedy konstruovat pouze polovinu počtu semivariogramů. Po zjištění jejich dosahů se tyto dosahy zanesou do růžicového diagramu obsahujícího ty směry, pro něž byly dílčí semivariogramy sestaveny.

Geostatistika- Semivariogramy - Směrovost semivariací

- Anizotropická množina dat je charakterizována
 - směrem **maximální variance** a
 - směrem **minimální variance**.

- Tyto směry jsou směry **hlavní** a **vedlejší poloosy** tzv. **elipsy anizotropie**. Elipsa anizotropie je pak zjistitelná jako elipsa, která aproximuje dosahy vynesené do shora zmíněného růžicového diagramu.

Geostatistika- Semivariogramy - Směrnost semivariací

Praktický příklad uvažuje soubor odběrních míst podzemní vody v oblasti Nové Vsi a sleduje jejich analýzu na pH.

Pro tato data bylo použito směrového rozdělení podle předchozích odstavců. Ze zkonstruovaných semivariogramů byly zjištěny následující hodnoty dosahů:

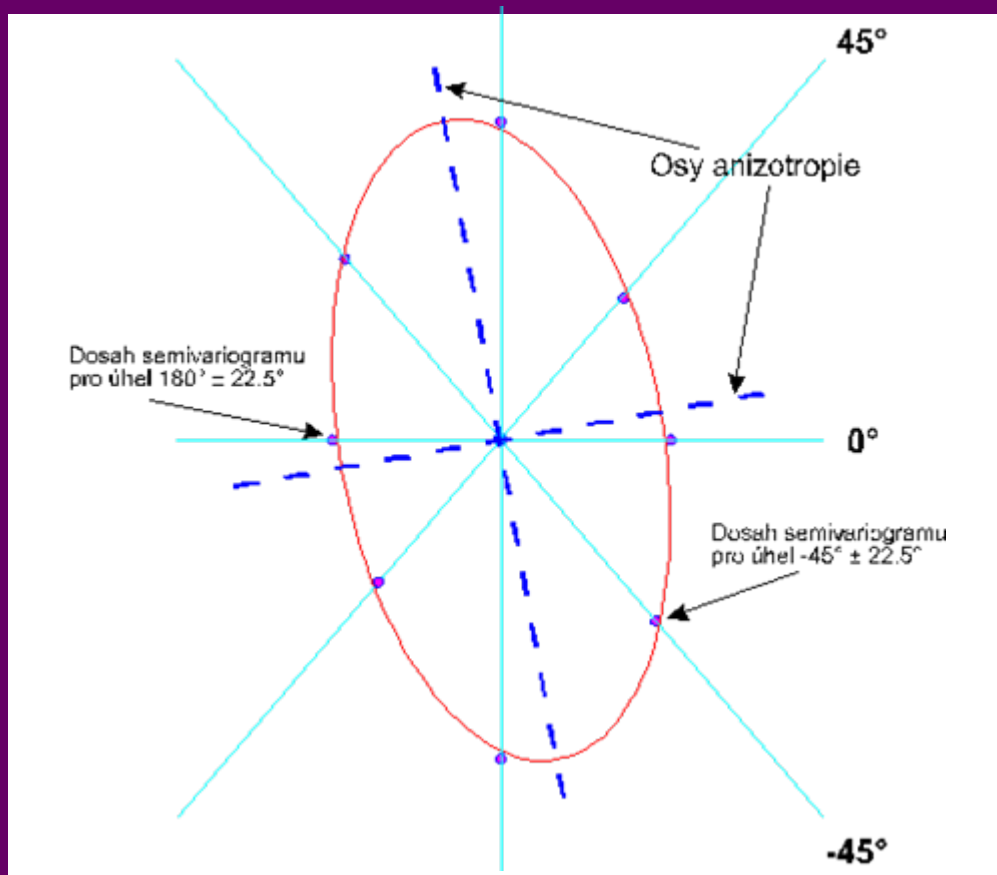
Směr	Dosah [m]
Východ	3154.230
Severovýchod	3518.480
Sever	5951.340
Severozápad	4492.220

Geostatistika- Semivariogramy - Směřovost semivariancí

Na [obrázku Z](#) je uvedena konstrukce elipsy anizotropie z příkladu.

- Na směry východ, severovýchod ... jsou vyneseny hodnoty dosahů.
- Následně je zkonstruována elipsa tyto body aproximující. Osy elipsy (čárkovaně) jsou **osy anizotropie**.
- Odečtem úhlů lze konstatovat, že maximální dosah odpovídá 105° (měřeno od východu proti směru hodinových ručiček) - něco méně než severo - severo - západ.

Geostatistika- Semivariogramy - Směřovost semivarianci



Obr. Z

Geostatistika — predikce náhodných procesů s autokorelací

- Krigování je tedy založeno na 2 procesech:
 - 1) semivariogramech a kovarianční funkci (prostorová autokorelace)
 - 2) predikci neznámých hodnot
- Jedná se o 2 odlišné úlohy — lze proto říci, že geostatistika užívá tato data dvakrát —
 - nejprve pro odhad prostorové autokorelace
 - pak pro predikci

Geostatistika — pojem stacionárnost

Pojem **stacionárnosti** (neměnnosti) je dvojitý v geostatistice:
myšlenka stacionárnosti je důležitá pro opakovatelnost řešení

1. **Stacionárnost průměru** – průměr je konstantní mezi vybranými vzorky a nemění se změnou polohy
2. **Stacionárnost 2. řádu** je předpoklad, že kovariance mezi dvěma body ve stejné vzdálenosti a ve stejném směru je konstantní

To umožňuje modelovat neznámé hodnoty a určovat jejich nejistotu

Geostatistika — modelování semivariogramu

Předpokládáme **stacionárnost 2. řádu**, proto lze
sledovat autokorelaci = modelovat v prostoru = provádět
strukturální analýzu = vytvářet variografii

1.krok - vytvoření **empirického semivariogramu**

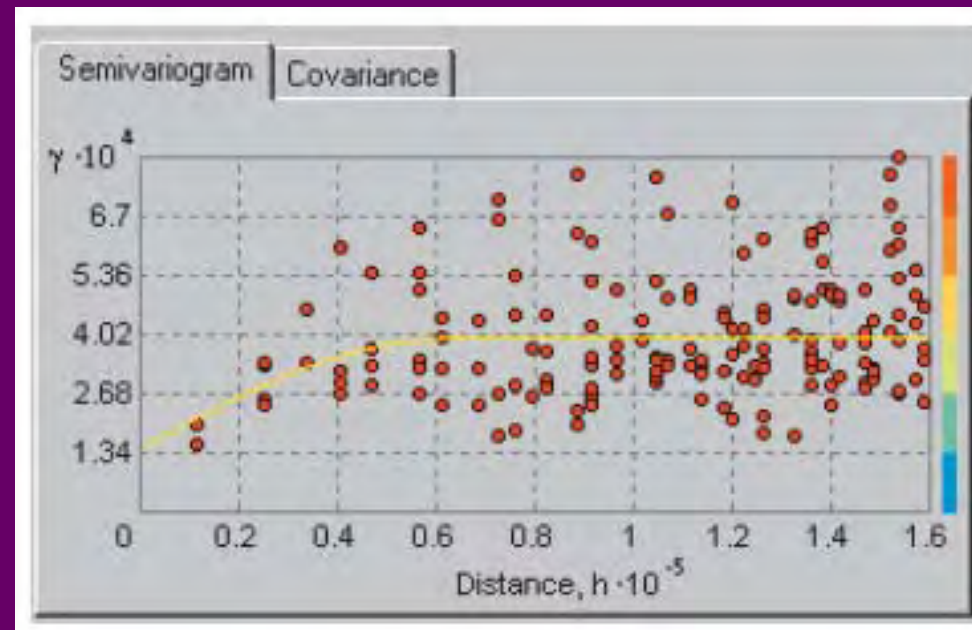
Semivariogram (vzdál. h) = 0,5.průměr[(hodnota v i – hodnota v j)²]
pro body ve vzdálenosti h

Geostatistika — modelování semivariogramu

Osa y – průměrné hodnoty
semivariogramu

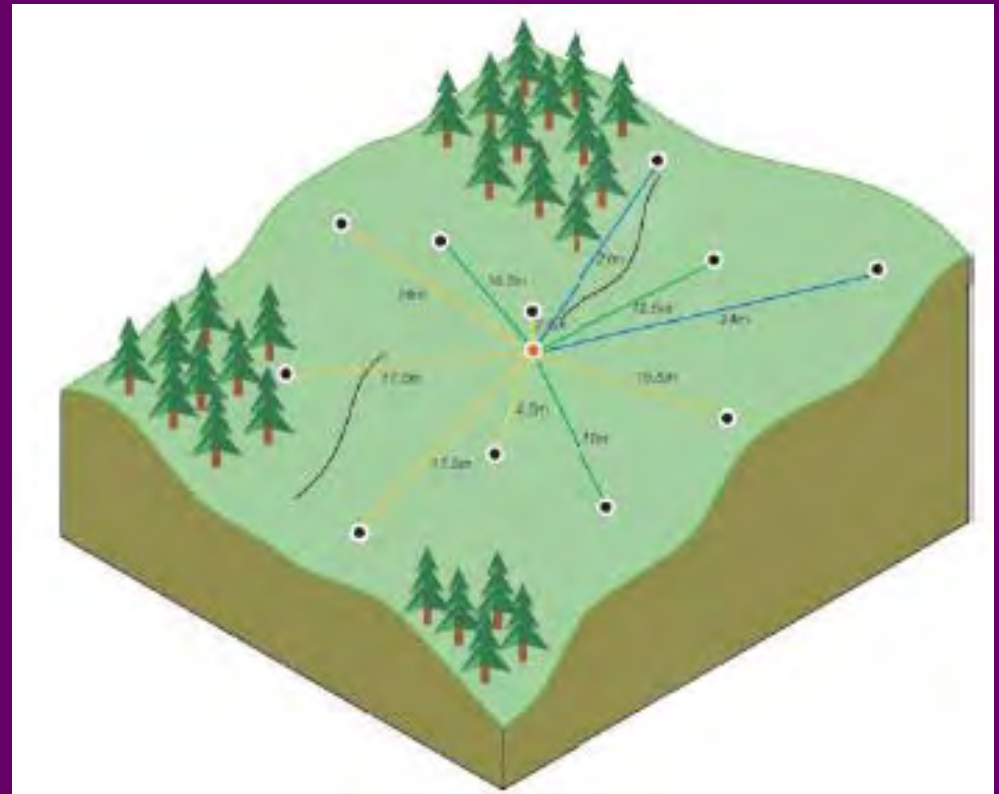
Osa x – vzdálenosti

Nepočítají se mezi všemi body, ale
Vytvářejí se skupiny = bin



Geostatistika — tvorba empirického semivariogramu

- Na obrázku ukázka párů bodů z červeného bodu

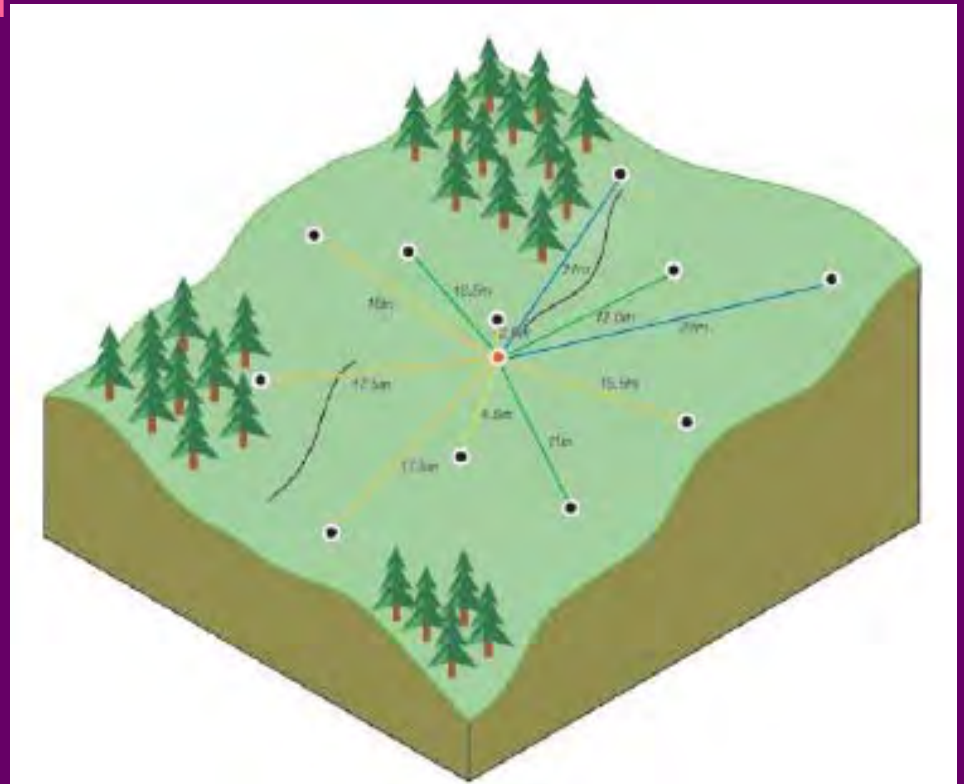


Geostatistika — tvorba empirického semivariogramu

Rozdělení vyhodnocovaných bodů do skupin (bin) je dvoufázové:

1. Vytvoření všech párů
2. Seskupení párů pro stejnou vzdálenost

stejná barva = 1 skupina

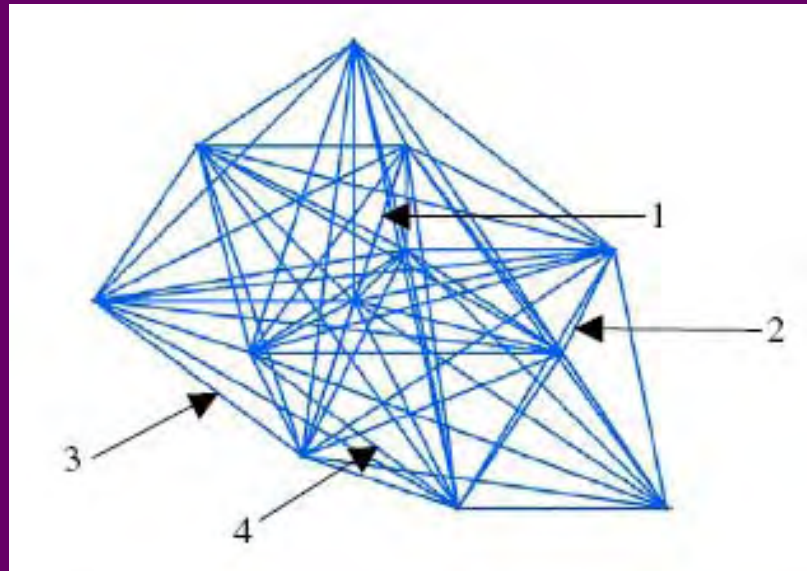
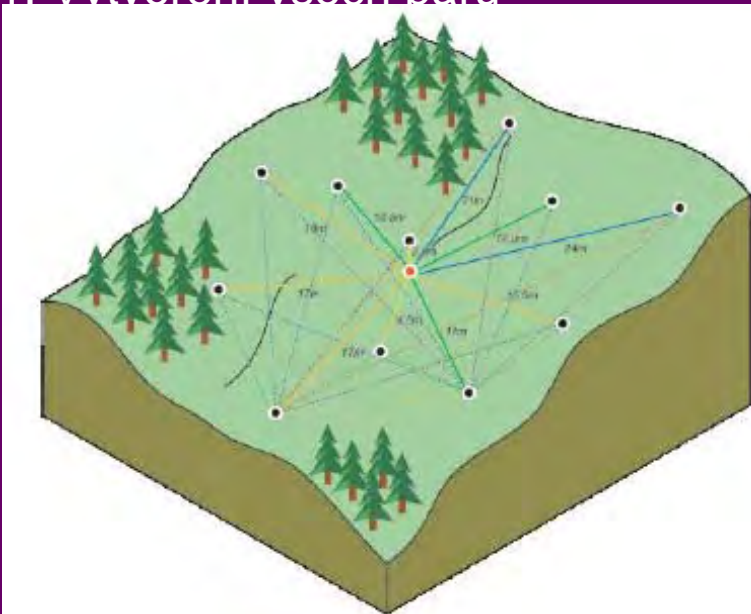


Geostatistika — tvorba empirického semivariogramu

Rozdělení vyhodnocovaných bodů do skupin je dvoufázové:

1. Vytvoření všech párů
2. Seskupení párů pro společnou vzdálenost a směr

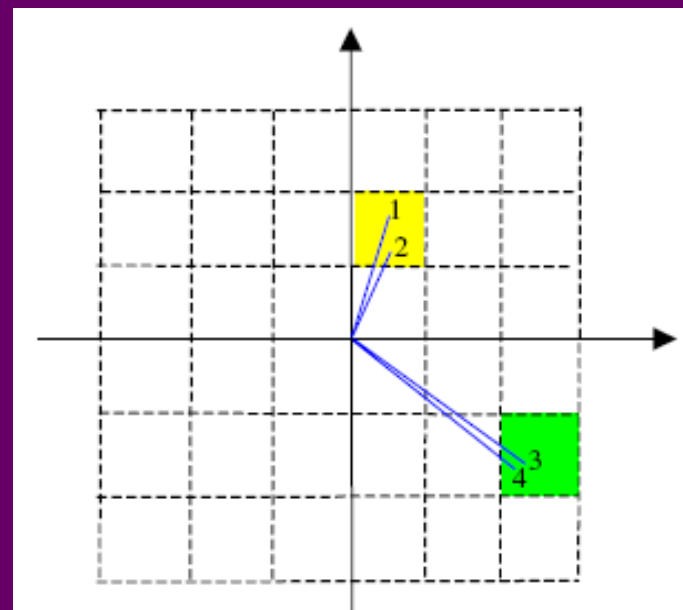
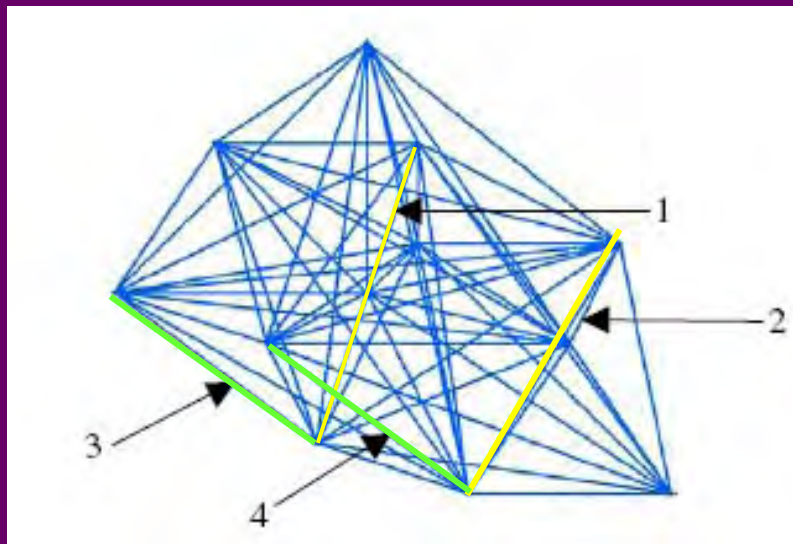
1. Vytvoření všech párů



Geostatistika — tvorba empirického semivariogramu

2. **Seskupení párů** pro společnou vzdálenost a směr

Vytvoření grafu, kde všechny páry mají společný počátek – na grafu pak výsledek společná vzdálenost a směr určí skupinu (čtverec v grafu)



Geostatistika — tvorba empirického semivariogramu

2. Seskupení párů pro společnou vzdálenost a směr

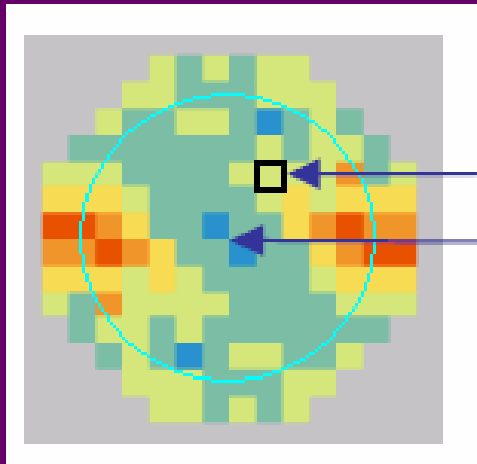
- Pro spojnice 1 a 2 se vypočte **2. mocnina vzdálenosti** koncových bodů,
- Vypočítá se její **průměrná hodnota**
- Ta se **násobí 0,5**

Toto je tedy jedna hodnota semivariogramu

Geostatistika — tvorba empirického semivariogramu

To se vypočítá pro každou skupinu: teplé barvy = vyšší hodnoty

vyšší hodnoty dále od středu, tedy nepodobnost narůstá se vzdáleností



Skupina

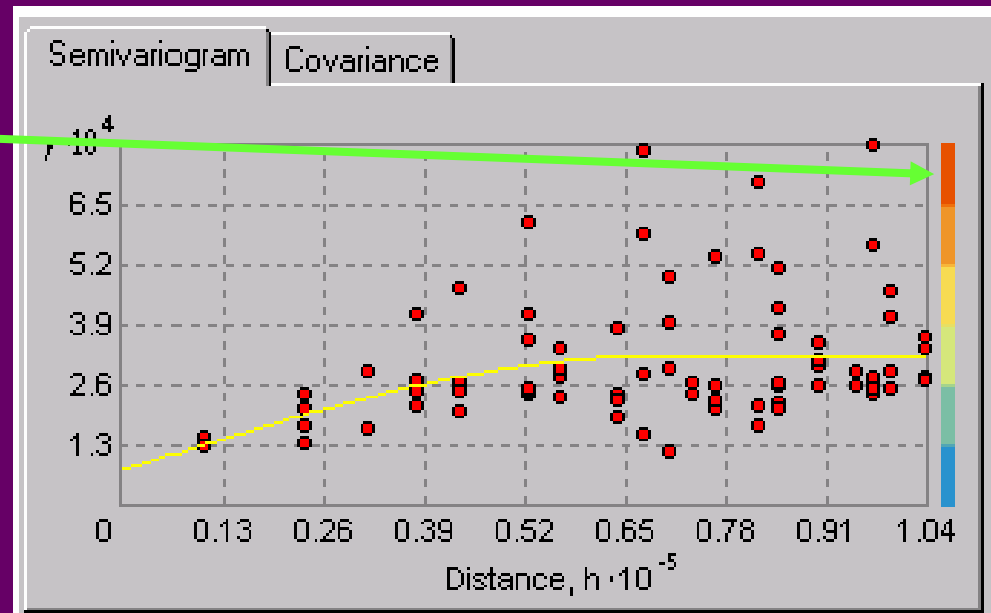
Střed povrchu variogramu

Geostatistika — tvorba empirického semivariogramu a vytvoření modelu

- Nepodobnost (disimilarity) roste se vzdáleností, jednotlivé body jsou semivariogramy skupin

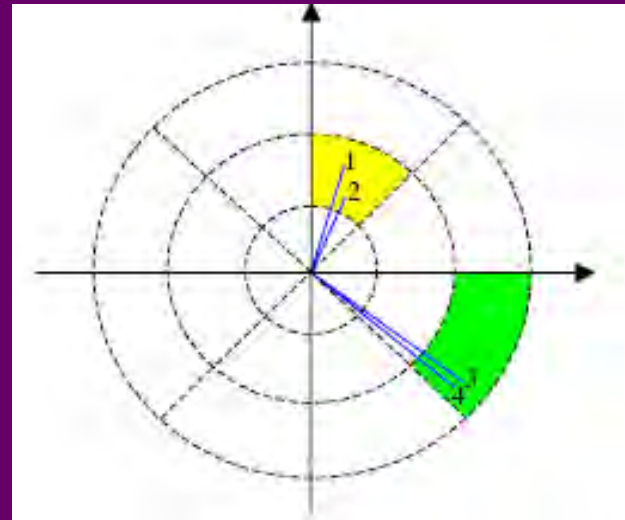
Hodnoty barevného sloupce odpovídají povrchu variogramu

Model semivariogramu = žlutá křivka



Geostatistika — tvorba empirického semivariogramu a vytvoření modelu

jiná metoda pro seskupení:
do **radiálních seskupení**



Geostatistika — tvorba empirického semivariogramu a vytvoření modelu

Seskupování pro směrově anizotropní hodnoty

Úhel tolerance – úhel v rámci něhož jsou hodnoty zahrnuty pro dílčí vzdálenosti

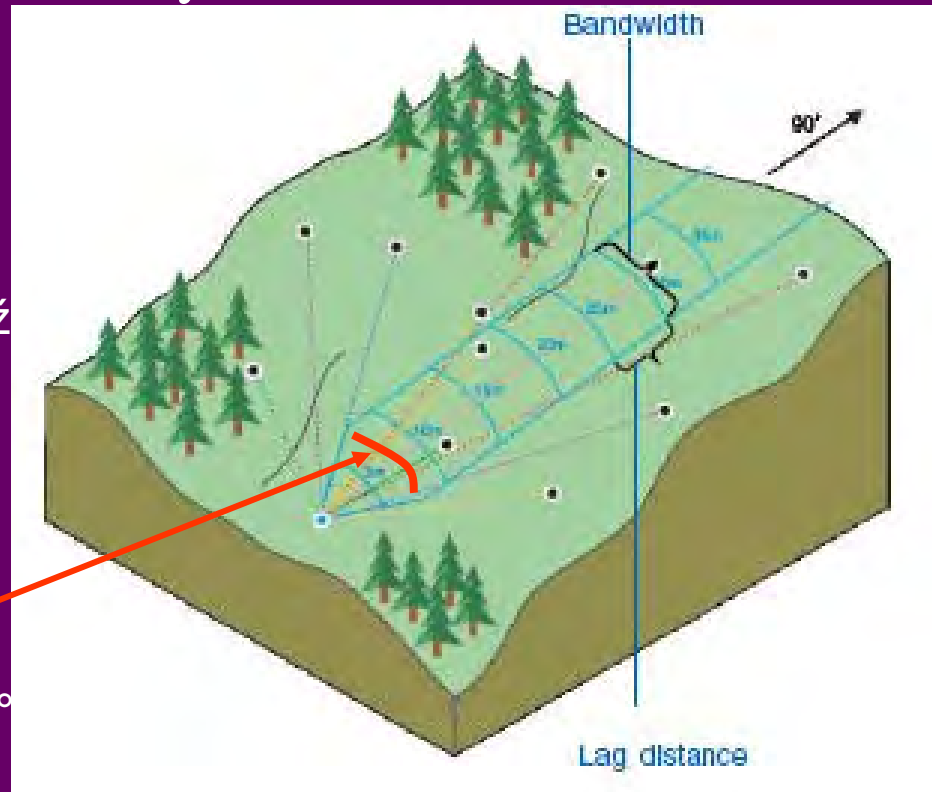
Seskupování pro úhel 90°

Šířka pásu (bandwidth) = 5 m

Úhel tolerance (tolerance angle) 45°

Dílčí vzdálenost (lag distance) je

5 m



Geostatistika — tvorba empirického semivariogramu a vytvoření modelu

Seskupování pro směrově anizotropní hodnoty

Páry jsou vytvářeny v jednotlivých úhlech tolerance a dílčích vzdálenostech

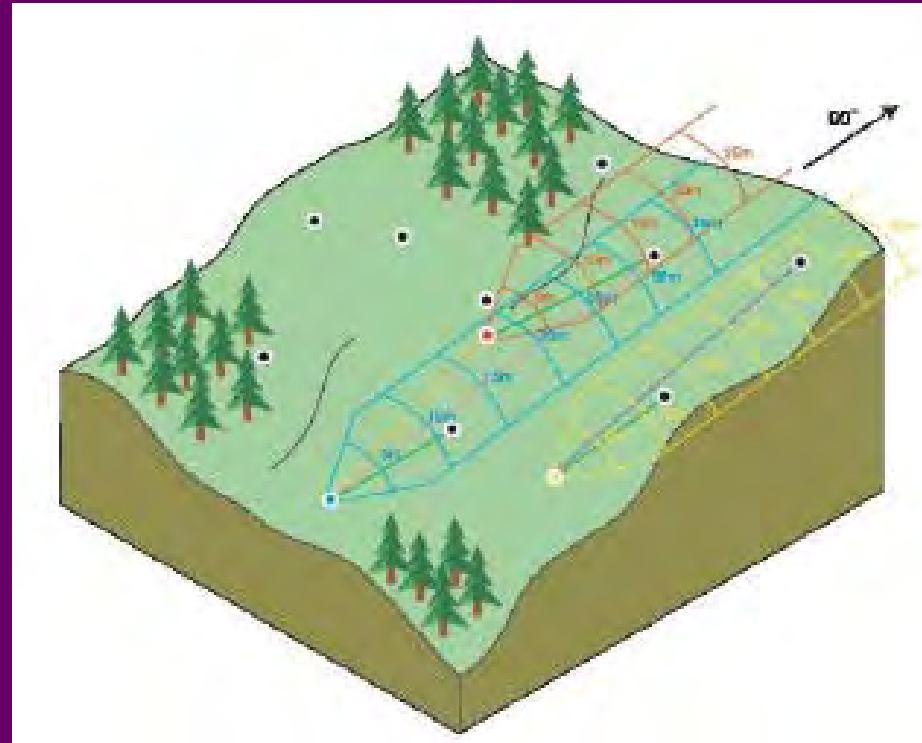
Geostatistika — tvorba empirického semivariogramu a vytvoření modelu

Příklad směrového seskupování pro 3 body

V tomto případě je **menší počet párů** než v případě jednoho bodu

Páry jsou

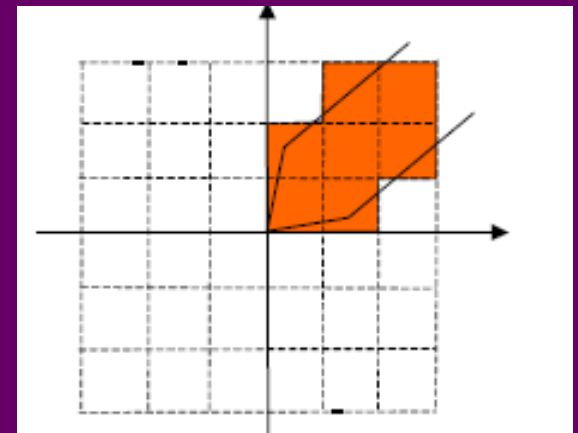
- seskupeny podle společných směrů a vzdáleností
- jednotlivé skupiny jsou zprůměrovány a každý průměr tvoří jeden bod semivariogramu



Geostatistika — tvorba empirického semivariogramu a vytvoření modelu

Alternativa s mřížkovou metodou

1. všechny páry jsou seskupeny
2. vytvoří se směrové podskupiny, jak ukazuje obrázek
3. skupina bude součástí grafu semivariogramu, jestliže střed buňky na ploše semivariogramu se nachází ve směru hledání



Geostatistika — tvorba empirického semivariogramu a vytvoření modelu

Výběr dílčí vzdálenosti

- velká = může dojít k nepostižení autokorelace
 - malá = může být hodně skupin, které jsou **prázdné**, případně je v nich **málo hodnot pro reprezentativnost**
1. Jsou-li vzorky zobrazeny v **mřížce**, ta nám pomůže se stanovením dílčí vzdálenosti
 2. **Pomocné pravidlo** – dílčí vzdálenost krát jejich počet by měl být roven polovině největší vzdálenosti ze všech párů bodů
 3. Je-li **rozsah modelu semivariogramu malý** v porovnání s empirickým semivariogramem – je nutné **zvětšit lag**
je-li malý, je nutné zmenšit **lag**


Geostatistika —vytvoření modelu

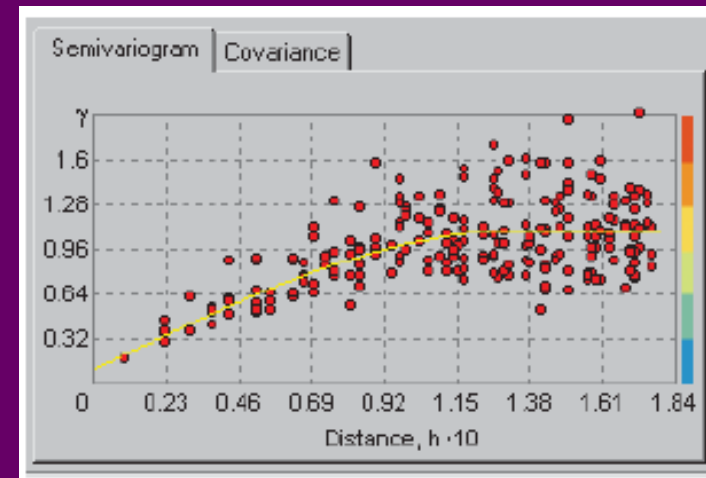
Modelování semivariogramu/kovariance = velmi důležité pro predikci hodnot v místech, kde nejsou měřené body – pro krigování

Je to obdoba hledání regresní funkce

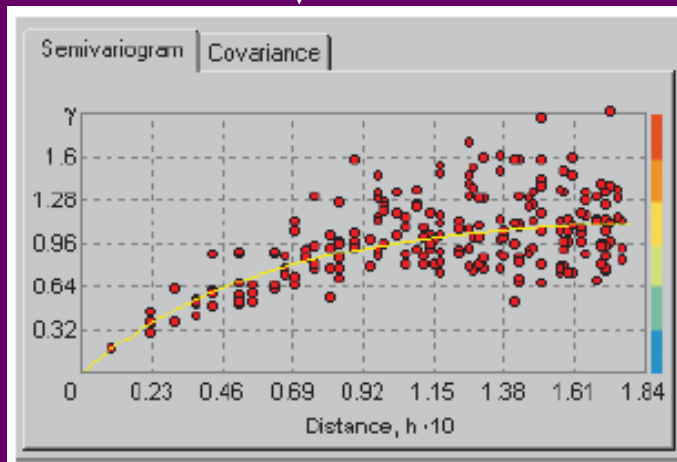
Existují různé typy modelů empirických semivariogramů

Geostatistika —vytvoření modelu

Sférický model – v určité poloze 
klesá podstatně autokorelace (až k nule)
a roste semivariance
Velmi často používaný



Exponenciální model 



používá se tam, kde s rostoucí vzdáleností do nekonečna exponenciálně klesá prostorová autokorelace

velmi často používaný

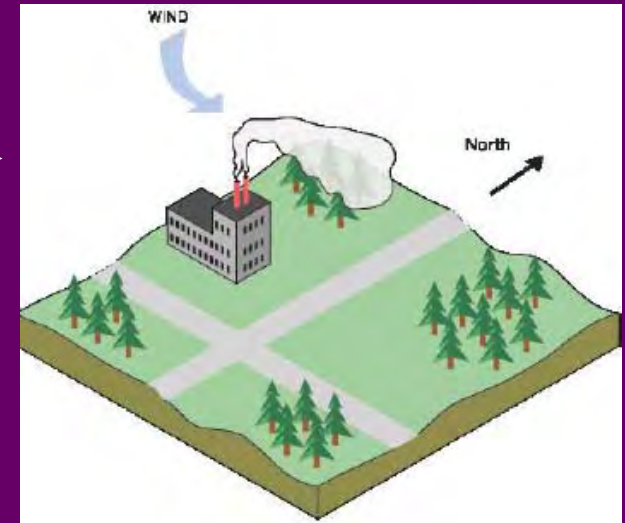
Geostatistika —vytvoření modelu

Směrové vlivy:

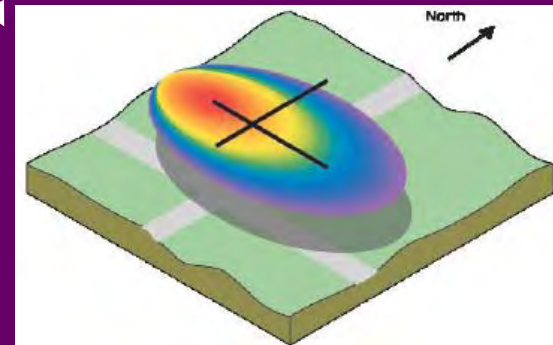
trend – globální směrový vliv -
ovlivňuje veškerá měření, lze ho
určit deterministickým
způsobem – polynomem

lze **odstranit** ze zkoumání
měřených bodů a pak **opět**
použít pro predikci =
odstranění trendu (**detrending**)

anizotropie = lokální směrový vliv –
není předem známa, modeluje
se jako náhodná chyba



Znečištění



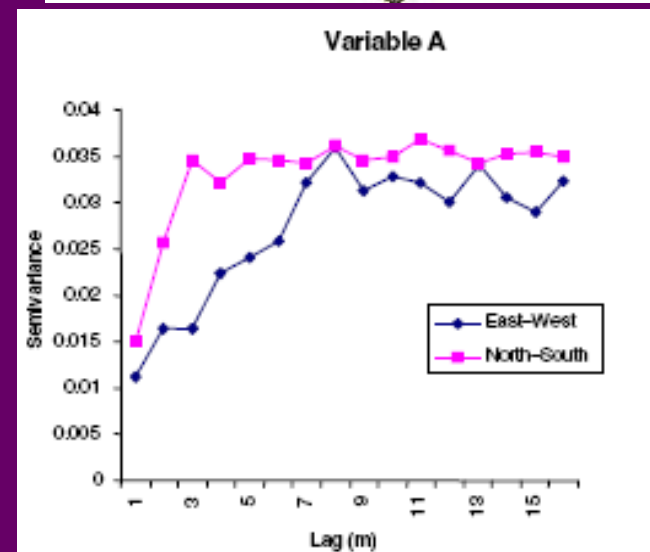
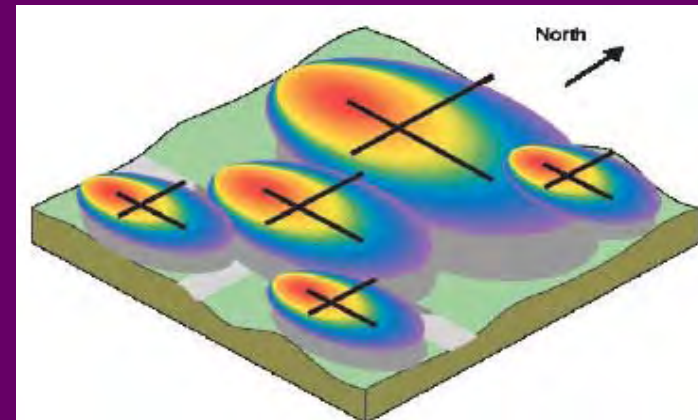
Geostatistika —vytvoření modelu

Anizotropie – většinou nelze vyjádřit deterministickým způsobem

- Je charakteristika náhodného procesu, který má v určitém směru větší autokorelaci než v jiném
- ..

Empirický semivariogram se liší v obou směrech

V S-J směru strmější



Geostatistika —vytvoření modelu

izotropie – semivariogram je stejný ve všech směrech

Geostatistika- Metody lokálních odhadů v prostoru - krigování

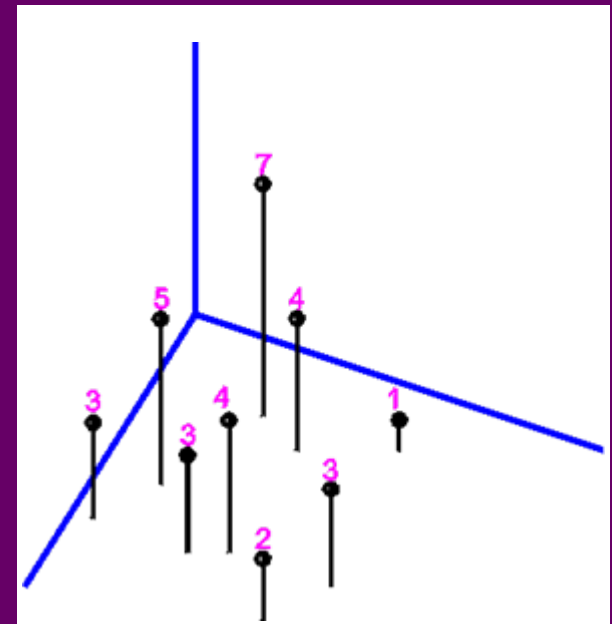
Krigování

na zájmové ploše - obecně **velmi** nepravidelně - rozmístěno několik lokalit, ve kterých jsou známy (např. po analýze odebraného vzorku) hodnoty veličiny, kterou sledujeme - viz obr.

Úkolem je poskytnout co **nejlepší odhad** hodnoty **sledované veličiny** v libovolném místě zájmové plochy, a to na základě oněch několika známých hodnot.

To je definice tzv. **bodového krigování**.

Výchozím elementem je zde **bod v terénu** a známá hodnota sledované veličiny v něm.



Geostatistika- Metody lokálních odhadů v prostoru - krigování

V geo- praxi je úloha často chápána čtyřrozměrně:

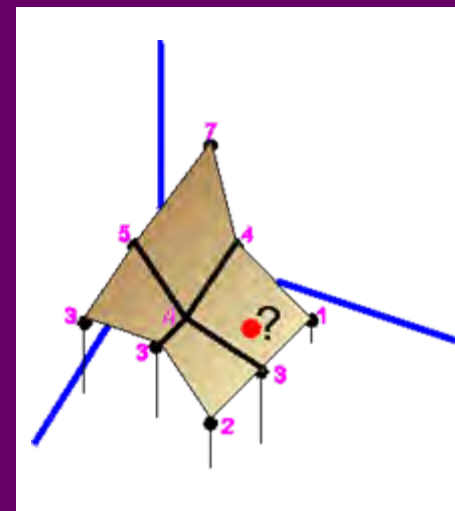
1. známé body leží ne v rovině, ale v prostoru - v horninovém bloku, geologickém tělese ap.
2. poloha bodu je dána souřadnicemi x a y udávajícími **průmět bodu** na zemský povrch, a souřadnicí z udávající např. **hloubku, nadmořskou (podmořskou) výšku** ap.
3. Hodnoty sledované veličiny jsou pak **čtvrtým rozměrem**.

Geostatistika- Metody lokálních odhadů v prostoru - krigování

V obou případech je možno formulaci úlohy rozšířit na tzv. **blokové krigování**.

Znamé hodnoty jsou vztaženy **ne k bodům**, ale jsou získávány ze vzorků určité plochy **s** nebo z určitého objemu **v**.

Cílem krigování je v tomto případě získat nejlepší odhad sledované veličiny **v jiné ploše s (objemu v)** dané polohy na základě těchto známých hodnot.



Geostatistika - Metody lokálních odhadů v prostoru — bodové krigování

Krigování je jedna z metod, kterou by bylo možno označit jako "příspěvková".

Hodnotu sledované veličiny v místě X je souhrnem příspěvků z jednotlivých známých míst do X .

Jednotlivé příspěvky jsou závislé především na

1. jednotlivých známých hodnotách, a na
2. vzdálenostech vzájemných i od bodu X ,
3. na struktuře sledované veličiny na celé ploše a dalších okolnostech

Geostatistika- Metody lokálních odhadů v prostoru

— bodové krigování

odhad v místě X je součet vážených známých hodnot,

$$Z_X = \sum_{i=1}^n \mu_i \times Z_i \quad (1)$$

kde na váhy μ_i je kladena podmínka normalizace

$$\sum_{i=1}^n \mu_i = 1 \quad (2)$$

Geostatistika - Metody lokálních odhadů v prostoru — bodové krigování

Odhad stanovený vztahem (1) se liší od skutečné (nezměřené, nám neznámé) hodnoty sledované veličiny.

chyba odhadu = rozdíl mezi těmito dvěma hodnotami

Existuje **jediná n-tice koeficientů μ_i** taková, že **chyba odhadu** je právě pro tuto n-tici **minimální**.

Určení těchto koeficientů je založeno na **minimalizaci rozptylu odhadů σ^2** :

Geostatistika - Metody lokálních odhadů v prostoru – bodové krigování

Určení těchto koeficientů je založeno na **minimalizaci rozptylu odhadů** σ^2

$$\sigma^2 = K_{X,X} - 2 \cdot \sum_i \mu_i \cdot K_{X,i} + \sum_i \sum_j \mu_i \cdot \mu_j \cdot K_{i,j} \quad (3)$$

v místě X , přičemž $K_{i,j}$ jsou kovariance mezi i -tým a j -tým známým bodem vázané se semivariancemi vztahem

$$K_{i,j} = \gamma(\infty) - \gamma(h_{i,j}) \quad (4)$$

a hodnoty $K_{X,X}$ resp. $K_{X,i}$ jsou vypočítávány dle (4) z hodnot semivariací aproximovaných pro vzdálenosti $h_{X,X}$ resp. $h_{X,i}$.

Geostatistika - Metody lokálních odhadů v prostoru – bodové krigování

Minimalizace σ^2 vede k soustavě $(n+1)$ lineárních rovnic

$$\begin{array}{cccc|c}
 \mu_1 \times \gamma(h_{1,1}) & \mu_2 \times \gamma(h_{1,2}) & \dots & \lambda & \gamma(h_{x,1}) \\
 \mu_1 \times \gamma(h_{1,2}) & \mu_2 \times \gamma(h_{2,2}) & \dots & \lambda & \gamma(h_{x,2}) \\
 \dots & \dots & \dots & & \\
 \mu_1 \times \gamma(h_{1,n}) & \mu_2 \times \gamma(h_{2,n}) & \dots & \lambda & \gamma(h_{x,n}) \\
 \mu_1 & \mu_2 & \dots & 0 & 1
 \end{array} \quad (5)$$

O n neznámých μ_i a další jedné neznámé λ (tzv. Lagrangeův multiplikátor).

Geostatistika - Metody lokálních odhadů v prostoru – bodové krigování

Předchozí soustavu lze zapsat v maticovém tvaru jako

$$\|\Gamma\| \times \|M\| = \|\Gamma_x\|$$

z čehož plyne řešení pro neznámou matici $M = \begin{bmatrix} \mu_1 \\ \mu_2 \\ \dots \\ \mu_n \\ \lambda \end{bmatrix}$

$$\|M\| = \|\Gamma\|^{-1} \times \|\Gamma_x\|$$

Geostatistika -Metody lokálních odhadů v prostoru – bodové krigování

Nejlepší odhad v bodě X je pak dán vztahem (1)

$$Z_X = \sum_{i=1}^n \mu_i \times Z_i$$

a variance(rozptyl) tohoto odhadu vztahem

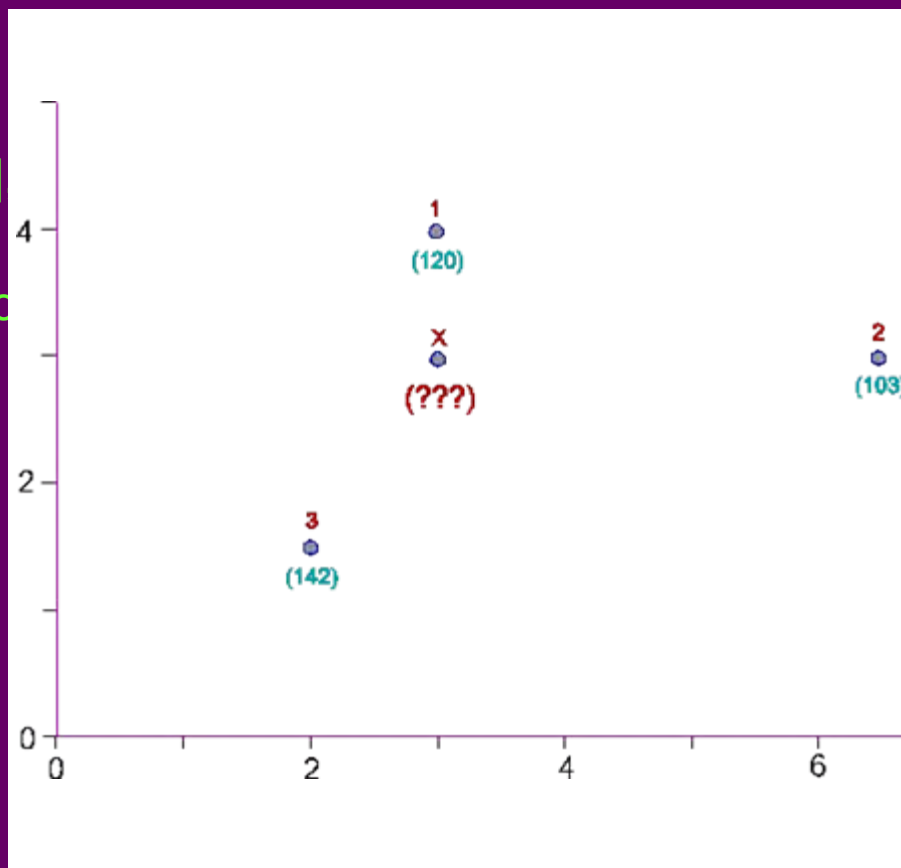
$$s^2 = \sum_{i=1}^n \mu_i \times \gamma(h_{X_i}) + \lambda$$

Kde $\gamma(h) = \frac{1}{2n} \sum_i [z(x_i) - z(x_i + h)]^2$ (1) je semivariance pro vzdálenost h

Geostatistika - Krigování – příklad

ve třech bodech terénu,
v němž je zavedena lokální
souřadnicová soustava v [km]
máme měřenou úroveň hladiny
vody v [m] podle následujícího
obrázku.

Spočtíme odhad hladiny vody v
bodě **X**.



Geostatistika - Krigování – příklad 1

- za model zvolíme lineární semivariogram bez zbytkového rozptylu se směrnici přímky rovné 4.0 m²/km. Platí tedy

$$\gamma(h) = 4 \times h$$

Pro zjištění prvků rozšířené matice soustavy je tedy zapotřebí

- zjistit **souřadnice jednotlivých bodů**
- zjistit **vzájemné vzdálenosti** mezi nimi
- zjistit **hodnoty semivariancí** pro zjištěné vzdálenosti.

Krigování – příklad 1

Hodnoty zjištěné
v těchto třech
krocích jsou
následující:

$$\gamma(h) = 4xh$$

Bod	Souřadnice X	Souřadnice Y	Hladina vody	
1	3.0	4.0	120	
2	6.3	3.4	103	
3	2.0	1.3	142	
X	3.0	3.0	???	

z - do [km]	1	2	3	X
1	0.000	3.354	2.879	1.000
2		0.000	4.785	3.324
3			0.000	1.972
X				0.000

Semivariance	1	2	3	X
1	0.000	13.416	11.517	4.000
2		0.000	19.142	13.297
3			0.000	7.889
X				0.

Geostatistika - Krigování – příklad 1

Řešíme tedy soustavu

μ_1	μ_2	μ_3	λ	
0	13.416	11.517	1	4.000
13.416	0	19.142	1	13.297
11.517	19.142	0	1	7.889
1	1	1	0	1

λ Lagrangeův multiplikátor

→ Součet vah = 1

Řešením je čtveřice $[\mu_1, \mu_2, \mu_3, \lambda] = [0.5954, 0.0975, 0.3071, -0.7298]$.

Geostatistika - Krigování – příklad 1

$$Z_X = \sum_{i=1}^n \mu_i \times Z_i$$

- Hledaný odhad je dán vztahem (1)
- nutno tedy **určit koeficienty** μ_1, μ_2, μ_3 . Tyto koeficienty jsou výsledkem řešení soustavy lineárních rovnic (5).

- Jako prvky rozšířené matice soustavy (5) vystupují hodnoty semivariance.

$\mu_1 \times \gamma(h_{11})$	$\mu_2 \times \gamma(h_{12})$...	λ	$\gamma(h_{X,1})$
$\mu_1 \times \gamma(h_{12})$	$\mu_2 \times \gamma(h_{22})$...	λ	$\gamma(h_{X,2})$
...		
$\mu_1 \times \gamma(h_{1n})$	$\mu_2 \times \gamma(h_{2n})$...	λ	$\gamma(h_{X,n})$
μ_1	μ_2	...	0	1

- Protože jde o aproximované hodnoty, je prvním úkolem **stanovení modelu** (=teoretického semivariogramu), který **odečtení semivariací** pro dané vzdálenosti umožní.

Geostatistika- Krigování – příklad 1

Odhad hladiny vody v bodě X je tedy s ohledem na (1)

- $Z_X = 0.5954 \times 120 + 0.0975 \times 103 + 0.3071 \times 142 = 125.1 \text{ [m]}$

s variancí chyby odhadu s ohledem na (8)

- $s^2 = 0.5954 \times 4 + 0.0975 \times 13.416 + 0.3071 \times 7.889 - 0.7298 \times 1 = 5.3826 \text{ [m}^2\text{]}$

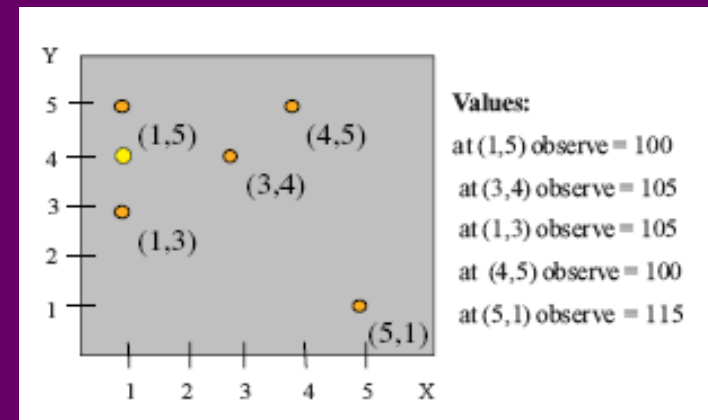
Geostatistika - Krigování – příklad 2

5 výškových hodnot

Vytvoříme hodnotu po bod s , kde $x=1$ a $y=4$
 $s(1,4)$ – žlutý bod,
kde $s(1,5)=100$

$$Z(s) = \mu + \varepsilon(s)$$

Model je založen na konstantním μ (neexistuje žádný trend) a náhodné chybě $\varepsilon(s)$, která je stacionární



Geostatistika - Krigování – příklad 2

Předpovídaná hodnota je
kde $Z(s_i)$ je měřená hodnota
a váha v daném bodě je λ_i

$$\hat{Z}(s_0) = \sum_{i=1}^N \lambda_i \cdot Z(s_i)$$

s_0 je poloha bodu, kde hledám novou hodnotu

N je počet měřených bodů

- Pokud je váha funkcí pouze vzdálenosti je to **MIV (met. inv. vzdál)**
- Pokud je určena pomocí semivariogramu, vzdálenosti a vztahů mezi hodnotami– je to **ordinární krigování**

Geostatistika - Krigování – příklad 2

- Pokud hledáme hodnoty pro **větší počet bodů**, předpokládáme, že část odchylek pro predikované body bude záporných a část kladných, tedy **součet se bude blížit k nule**,

$$\left(Z(s_0) - \sum_{i=1}^N \lambda_i \cdot Z(s_i) \right)^2$$

- Minimalizací tak získáme rovnici:

$$\mathbf{\Gamma} * \boldsymbol{\lambda} = \mathbf{g}$$

or

$$\begin{pmatrix} \gamma_{11} & \cdots & \gamma_{1N} & 1 \\ \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ \gamma_{N1} & \cdots & \gamma_{NN} & 1 \\ 1 & \cdots & 1 & 0 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} \lambda_1 \\ \vdots \\ \lambda_N \\ m \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \gamma_{10} \\ \vdots \\ \gamma_{N0} \\ 1 \end{pmatrix}$$

$$\begin{array}{cccc|c} \mu_1 \times \gamma(h_{1,1}) & \mu_2 \times \gamma(h_{1,2}) & \cdots & \lambda & \gamma(h_{x,1}) \\ \mu_1 \times \gamma(h_{1,2}) & \mu_2 \times \gamma(h_{2,2}) & \cdots & \lambda & \gamma(h_{x,2}) \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ \mu_1 \times \gamma(h_{1,n}) & \mu_2 \times \gamma(h_{2,n}) & \cdots & \lambda & \gamma(h_{x,n}) \\ \mu_1 & \mu_2 & \cdots & 0 & 1 \end{array}$$

Geostatistika - Krigování – příklad 2

Účelem je určit z rovnice $\lambda_i s$,

- takže vzorec pro předpověď bude
- $\sum_i \lambda_i Z(s_i)$
- Většinu hodnot lze určit z **variogramu**
- Matice Γ obsahuje hodnoty z **modelovaného semivariogramu** mezi všemi páry bodů, kde $\gamma_{i,j}$ představuje hodnoty modelovaného semivariogramu mezi lokalitou i a j .
- Neznámá m je odhadnuta pro hodnoty bez nějakého trendu

Geostatistika - Krigování – příklad 2

Výpočet empirického semivariogramu

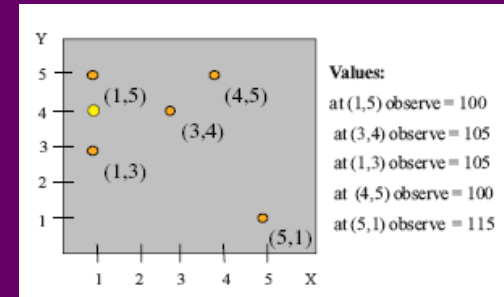
Vypočítá se eukleidovská vzdálenost mezi body i a j

Vypočte se její druhá mocnina

Semivariance je

její polovina - 5 bodů,

10 vzdáleností



Locations	Distance Cal.	Distances	Difference ²	Semivariance
(1,5),(3,4)	$\text{sqrt}[(1-3)^2 + (5-4)^2]$	2.236	25	12.5
(1,5),(1,3)	$\text{sqrt}[0^2 + 2^2]$	2	25	12.5
(1,5),(4,5)	$\text{sqrt}[3^2 + 0^2]$	3	0	0
(1,5),(5,1)	$\text{sqrt}[4^2 + 4^2]$	5.657	225	112.5
(3,4),(1,3)	$\text{sqrt}[2^2 + 1^2]$	2.236	0	0
(3,4),(4,5)	$\text{sqrt}[1^2 + 1^2]$	1.414	25	12.5
(3,4),(5,1)	$\text{sqrt}[2^2 + 3^2]$	3.606	100	50
(1,3),(4,5)	$\text{sqrt}[3^2 + 2^2]$	3.606	25	12.5
(1,3),(5,1)	$\text{sqrt}[4^2 + 2^2]$	4.472	100	50
(4,5),(5,1)	$\text{sqrt}[1^2 + 4^2]$	4.123	225	112.5

Geostatistika - Krigování – příklad 2

- Pro větší počet bodů velmi narůstá počet vzdáleností,
- Proto se body rozdělují do skupin (bin)
- Pak se bere průměrná hodnota jejich semivariance ze skupin

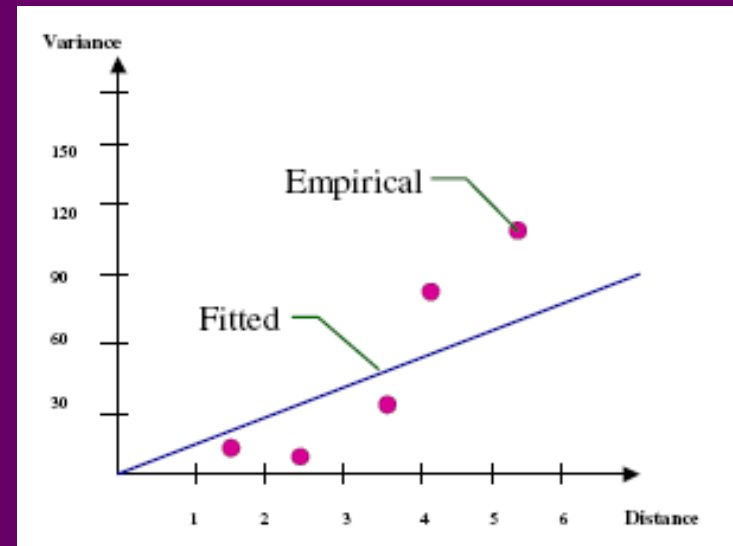
Binning the Empirical Semivariogram				
Lag Distance	Pairs Distance	Av. Distance	Semivariance	Average
1+2	1.414, 2	1.707	12.5, 12.5	12.5
2+3	2.236, 2.236, 3	2.491	12.5, 0, 0	4.167
3+4	3.606, 3.606	3.606	50, 12.5	31.25
4+5	4.472, 4.123	4.298	50, 112.5	81.25
5+	5.657	5.657	112.5	112.5

Geostatistika - Krigování – příklad 2

Pak se hledá vhodný model
Vynese se závislost průměrné
vzdálenosti a semivariance

Empirický semivariogram nelze
použít, protože, bychom mohli
dostat záporné směrodatné
odchyly pro nově zjišťované
hodnoty

Je nutné vytvořit model, který
vyhovuje hodnotám pro různé
vzdálenosti



Geostatistika - Krigování – příklad 2

Pro jednoduchost zvolíme regresní metodu nejmenších čtverců procházející počátkem

- Pak je jakákoliv hodnota semivariance = sklon \cdot Vzdálenost,
- kde vzdálenost je dána vzdáleností mezi 2 místy a je označena h
- V tomto příkladě je semivariance = $13,5 \cdot h$

Geostatistika - Krigování – příklad 2

Nyní je třeba vypočítat matici Γ

γ_{12} pro body (1,5) a (3,4)

$$\text{semivariance} = 13,5 \cdot 2,236 = 30,19$$

Vzdálenosti jsou převzaty z předchozí tabulky

	(1, 5)	(3, 4)	(1, 3)	(4, 5)	(5, 1)	
	Γ Matrix (Gamma)					
(1, 5)	0	30.19	27.0	40.5	76.37	1
(3, 4)	30.19	0	30.19	19.09	48.67	1
(1, 3)	27.0	30.19	0	48.67	60.37	1
(4, 5)	40.5	19.09	48.67	0	55.66	1
(5, 1)	76.37	48.67	60.37	55.66	0	1
	1	1	1	1	1	0

Geostatistika - Krigování – příklad 2

Maticová rovnice pro ordinární krigování,

$$\Gamma \cdot \lambda = g$$

$$\|\Gamma\| \times \|\lambda\| = \|\Gamma_x\|$$

Je nutné vypočítat váhy λ – jednoduchá maticová operace

$$\lambda = \Gamma^{-1} * g$$

$$\|\lambda\| = \|\Gamma^{-1}\| \times \|\Gamma_x\|$$

Inverzní matice Γ

Inverse of Γ Matrix (Gamma)					
-0.02575	0.00704	0.0151	0.00664	-0.00303	0.3424
0.00704	-0.04584	0.01085	0.02275	0.0052	-0.22768
0.0151	0.01085	-0.02646	-0.00471	0.00522	0.17869
0.00664	0.02275	-0.00471	-0.02902	0.00433	0.28471
-0.00303	0.0052	0.00522	0.00433	-0.01173	0.42189
0.3424	-0.22768	0.17869	0.28471	0.42189	-41.701

Geostatistika - Krigování – příklad 2

Vypočítáme g vektor pro neměřené hodnoty

Volíme bod (1,4), vypočítáme vzdálenosti do ostatních bodů

Z těchto vzdáleností vypočítáme pomocí určené semivariance hodnoty g

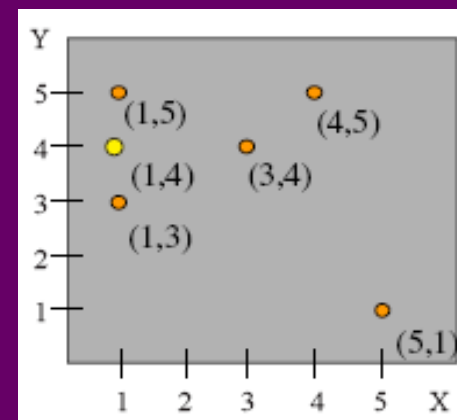
Point	Distance	g Vector for (1,4)
(1,5)	1	13.5
(3,4)	2	27.0
(1,3)	1	13.5
(4,5)	3.162	42.69
(5,1)	5	67.5
		1

Geostatistika - Krigování – příklad 2

Byla vypočtena matice Γ a vektor g
A můžeme vypočítat váhy λ

Výpočet nové hodnoty

Weights	Values	Product	
0.46757	100	46.757	
0.09834	105	10.3257	
0.46982	105	49.3311	
-0.02113	100	-2.113	
-0.0146	115	-1.679	
-0.18281		102.6218	Kriging Predictor

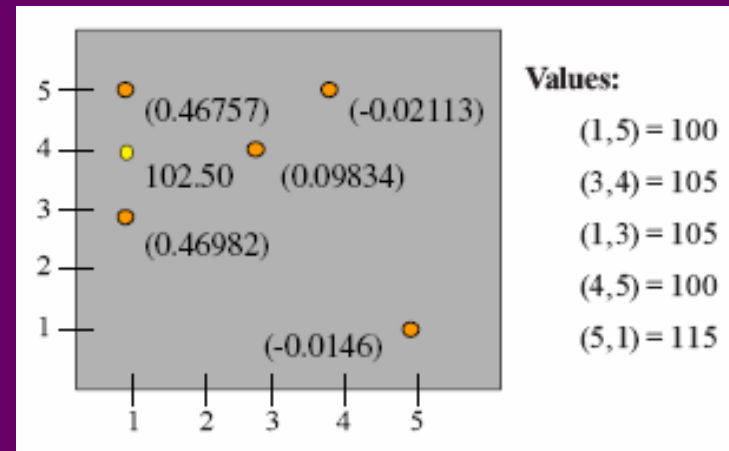


Pak **vynásobíme** hodnoty pro jednotlivé body vahami a **sečteme**, a tím získáme hodnotu pro bod (1,4)

Geostatistika - Krigování – příklad 2

Prozkoumání nově vypočtených hodnot

- bližší hodnoty mají větší váhu
- Vztah je vhodnější než váha podle vzdálenosti



Geostatistika - Krigování – příklad 2

- Výhoda statistického přístupu:
je možné statisticky posoudit velikost nejistoty vypočtené hodnoty:
 - vynásobí se každá hodnota ve vektoru vah každou hodnotou ve vektoru g
 - sečtou se
 - výsledkem je variance (=rozptyl) krigování pro počítanou hodnotu
 - druhá odmocnina rozptylu je směrodatná odchylka krigování σ

V našem případě je $\sigma = 3,6386$

Geostatistika - Krigování – příklad 2

Mají-li chyby **normální rozdělení**, platí, že

95% předpovědních intervalů (**predictor intervals**) lze získat z výpočtu

$$\text{vypoč } _ \text{hodnota } _ \text{krigování} \pm 1,96 \cdot \sqrt{\text{rozptylu } _ \text{krigování}}$$

hodnota 1,96 vychází z normálního rozdělení, kde 95% hodnot je v intervalu -1,96, + 1,96,

tedy jestliže vypočítáváme hodnoty opakovaně ze stejného modelu, tak platí toto tvrzení

Geostatistika - Krigování – příklad 2

V našem případě je předpovědní interval:

95,49 až 109,75, tedy

$102,62 \pm 1,96 \cdot 3,64$

G Vector	Weights (λ)	g Vector Times Weights
13.5	0.46757	6.312195
27.0	0.09834	2.65518
13.5	0.46982	6.34257
42.69	-0.02113	-0.90204
67.5	-0.0146	-0.9855
1	-0.18281	-0.18281
	Kriging Variance	13.2396
	Kriging Std Error	3.6386

Statistický popis prostorově lokalizovaných dat

Statistický popis bodů

– body jsou:

- bodové objekty (**vrtý**)
- body, kde jsou měřeny hodnoty (**srážkoměrné stanice**)
- náhrady ploch – těžiště (průsečík nejdelší a nejkratší osy objektů)

– 17.4.

Statistický popis prostorově lokalizovaných dat - body

Popisná statistika bodových objektů

Charakteristika: polohy
 rozptylu
 asymetrie
 špičatosti

Statistický popis prostorově lokalizovaných dat

– body - Charakteristiky polohy

Charakteristiky polohy:

$$(\bar{x}_{mc}, \bar{y}_{mc}) = \left(\frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}, \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n} \right)$$

Průměrný střed – nevýhodné u **shlukovaných bodů**

$\bar{x}_{mc}, \bar{y}_{mc}$ souřadnice průměrného středu

x_i, y_i souřadnice bodu i

n je počet bodů

Statistický popis prostorově lokalizovaných dat

– body - Charakteristiky polohy

Vážený průměrný střed – pro větší počet měření v jednotlivých lokalitách

$$(\bar{x}_{wmc}, \bar{y}_{wmc}) = \left(\frac{\sum_{i=1}^n w_i x_i}{\sum_{i=1}^n w_i}, \frac{\sum_{i=1}^n w_i y_i}{\sum_{i=1}^n w_i} \right)$$

Kde w_i jsou váhy jednotlivých bodů

Statistický popis prostorově lokalizovaných dat

– body - Charakteristiky polohy

Agregovaný průměrný střed

$$(\bar{x}_{amc}, \bar{y}_{amc}) = \left(\frac{\sum_{i=1}^n F_i x_i}{N}, \frac{\sum_{i=1}^n F_i y_i}{N} \right)$$

Je alternativou váženého průměru

Místo hodnot X, Y jsou souřadnice čtverců s agregovaným počtem bodů uvnitř čtverce

N je celkový počet buněk s body

F_i je počet bodů uvnitř čtverce

x_i, y_i souřadnice čtvercových buněk

Statistický popis prostorově lokalizovaných dat

– body - Charakteristiky polohy

Mediánový střed – možné definice:

1. Definice – průsečík linií vedených z mediánů na obou osách
2. Střed, který rozdělí všechna data do 4 skupin se stejným počtem bodů
3. Střed, odkud je nejmenší vzdálenost do všech bodů,
 x_i, y_i , souřadnice jednotlivých bodů
 u, v souřadnice mediánového středu

$$\min \sum \sqrt{(x_i - u)^2 + (y_i - v)^2}$$

Statistický popis prostorově lokalizovaných dat

– body - Charakteristiky polohy

Vážený mediánový střed

Určuje se **iteračně**

Na začátku výpočtu je
Pak se iteračně určuje

u_p, v_t

$$\min \sum f_i \sqrt{(x_i - u)^2 + (y_i - v)^2}$$

$$(u_0, v_0) = (x_{me}, y_{me})$$

Konec výpočtu, je-li vzdálenost
mezi u_p, v_t a u_{t-1}, v_{t-1} menší
než stanovený práh

f_i váha

u, v souřadnice mediánového středu

$$u_t = \frac{\sum f_i x_i / \sqrt{(x_i - u_{t-1})^2 + (y_i - v_{t-1})^2}}{\sum f_i / \sqrt{(x_i - u_{t-1})^2 + (y_i - v_{t-1})^2}}$$

$$v_t = \frac{\sum f_i y_i / \sqrt{(x_i - u_{t-1})^2 + (y_i - v_{t-1})^2}}{\sum f_i / \sqrt{(x_i - u_{t-1})^2 + (y_i - v_{t-1})^2}}$$

Statistický popis prostorově lokalizovaných dat

– body - Charakteristiky rozptylu

Směrodatná vzdálenost (**standard distance**) – je v metrech

Je mírou rozptylu hodnot kolem průměrného středu

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - x_{mc})^2 + \sum_{i=1}^n (y_i - y_{mc})^2}{n}}$$

Nereprezentativní u shlukově rozmístěných ploch

Statistický popis prostorově lokalizovaných dat

– body - Charakteristiky rozptylu

Vážená směrodatná vzdálenost (weighted standard distance)

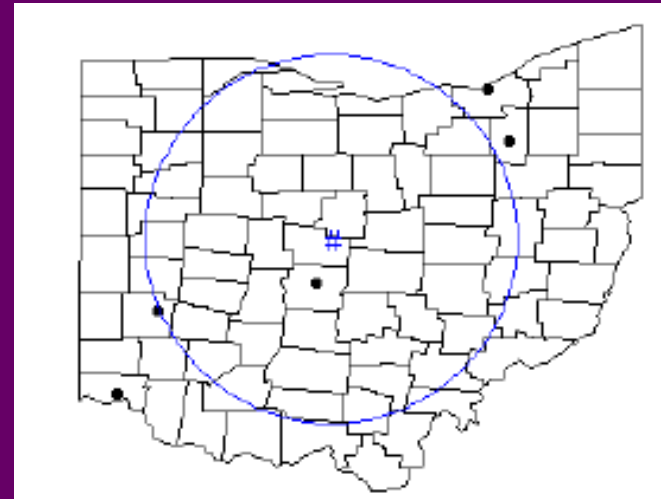
$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n f_i (x_i - x_{mc})^2 + \sum_{i=1}^n f_i (y_i - y_{mc})^2}{\sum_{i=1}^n f_i}}$$

Používá se jako kružnice se středem v průměrném středu a poloměrem = vážené směrodatné vzdálenosti

Statistický popis prostorově lokalizovaných dat

– body - Charakteristiky rozptylu

- Poloha váženého průměrného středu a kružnice směrodatné vzdálenosti
- Vahami jsou počty obyvatel



Statistický popis prostorově lokalizovaných dat

– body - Charakteristiky rozptylu

Koeficient relativního rozptylu (coefficient of relative dispersion)

- Poměr směrodatné vzdálenosti a poloměru kruhu ($=A_k$) se stejnou plochou, jako má studovaná oblast, někdy se používá poloměr studované země

$$CRD = 100 * \frac{SD}{A_k} = 100 * \frac{SD}{\sqrt{\frac{R}{\pi}}} = 100 * SD * \sqrt{\frac{\pi}{R}}$$

$$R = \pi \cdot A_k^2$$

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - x_{mc})^2 + \sum_{i=1}^n (y_i - y_{mc})^2}{n}}$$

Statistický popis prostorově lokalizovaných dat

– body - Charakteristiky rozptylu

Elipsa směrodatných odchylek (**standard deviational ellipse**) – lépe postihuje jevy v jejich prostorovém rozmístění – tzv. **směrovost** (directional bias)

Určuje se

- **směrodatná odchylka** podél **obou hlavních os** a a b
- **úhel rotace** – úhel mezi směrem k severu a osou y ve směru hodinových ručiček

Statistický popis prostorově lokalizovaných dat

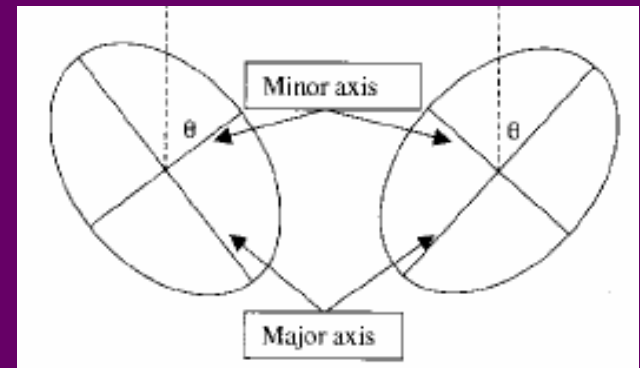
– body - Charakteristiky rozptylu

Souřadnice středu rotace x_{mc}, y_{mc}

Souřadnice bodu i $x_i' = x_i - x_{mc}$
 $y_i' = y_i - y_{mc}$

Úhel rotace mezi směrem k severu a osou y ve směru hod ručiček

$$\tan \theta = \frac{\left(\sum_{i=1}^n x_i'^2 - \sum_{i=1}^n y_i'^2 \right) + \sqrt{\left(\sum_{i=1}^n x_i'^2 - \sum_{i=1}^n y_i'^2 \right)^2 + 4 \left(\sum_{i=1}^n x_i' \sum_{i=1}^n y_i' \right)^2}}{2 \sum_{i=1}^n x_i' \sum_{i=1}^n y_i'}$$



Je-li $\tan \theta > 0$, osa y je hlavní osa a uvažujeme $\arctan \theta$ (rotace po směru hodinových ručiček)

Je-li $\tan \theta < 0$ (rotace proti směru hodinových ručiček) je nutné přidat 90°

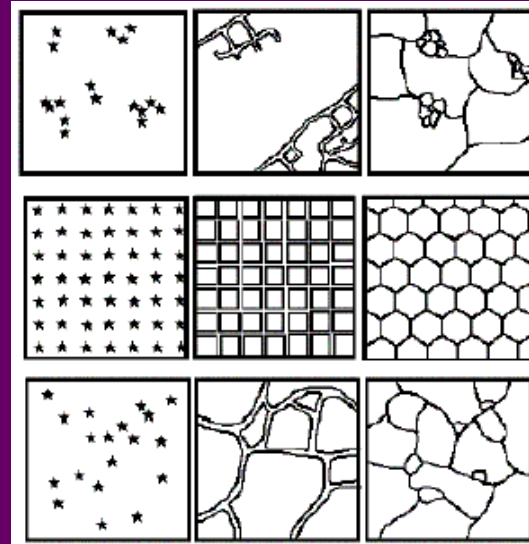
Statistický popis prostorově lokalizovaných dat – statistická deskripce prostorových vztahů

1. Základní vzory uspořádání bodů -deskripce

Shlukové (clustered)

Pravidelné (regular)

Náhodné (random)



Statistický popis prostorově lokalizovaných dat – statistická deskripce prostorových vztahů

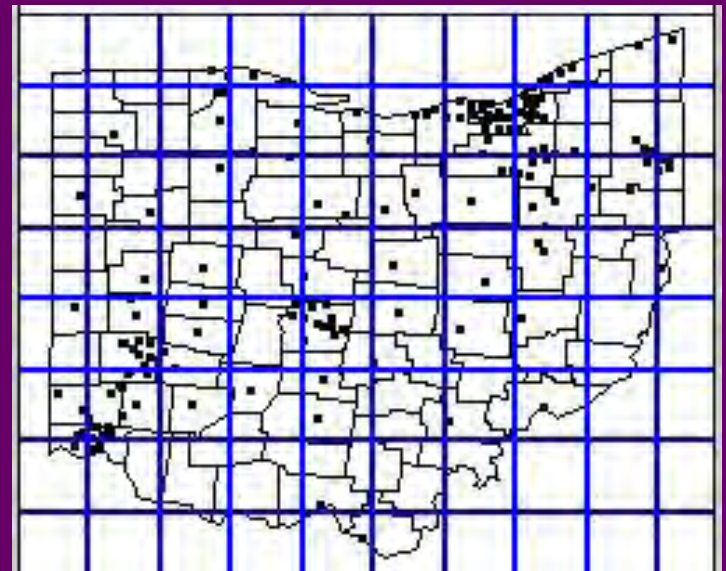
Základní metody statistického popisu prostorových dat

1. Analýza kvadrátů (Quadrat analysis):

Hodnotí se hustota bodů v prostoru

Určuje se zda rozdělení bodů je náhodné,
či nikoliv

Volba dílčích ploch - víceúhelníky

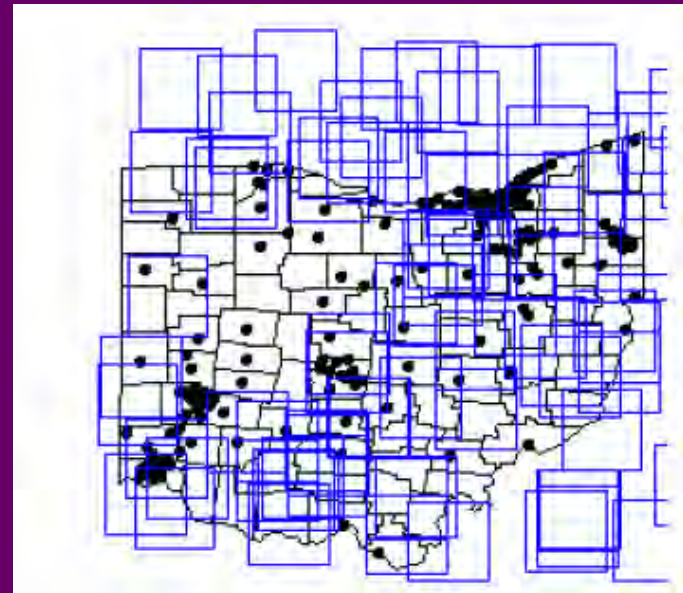


Statistický popis prostorově lokalizovaných dat – statistická deskripce prostorových vztahů

Náhodná volba kvadrátů

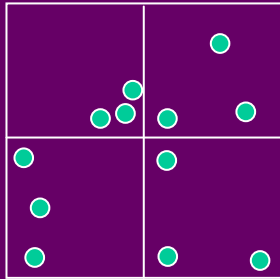
Optimální velikost kvadrátů (KV):

$KV = 2 \times \text{plocha území} / \text{počet bodů} = 2A/n$



Statistický popis prostorově lokalizovaných dat – statistická deskripce prostorových vztahů

- Analýza kvadrátů **neřeší rozložení bodů uvnitř** kvadrátů

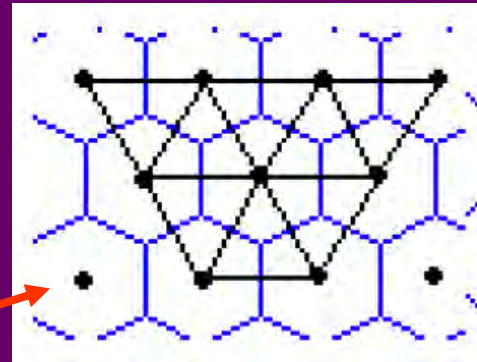


Řeší pouze **hustotu** bodů v kvadrátech

Statistický popis prostorově lokalizovaných dat – statistická deskripce prostorových vztahů

2. Analýza nejbližšího souseda

Založena na pozorování průměrné vzdálenosti (**spacing**) mezi nejbližšími sousedy a u známého vzorku



Homogenní oblast

Vzdálenost mezi body = $1,075 \cdot \sqrt{A/n}$

A je plocha studované oblasti,
 n počet analyzovaných bodů

Statistický popis prostorově lokalizovaných dat – statistická deskripce prostorových vztahů

Vyhodnocení pomocí *R*-statistiky $= r_{obs}/r_{prum}$

r_{obs} naleznou **nejmenší vzdálenost** u každého bodu ke všem jeho sousedům
vypočítám z těchto minim **průměrnou hodnotu**

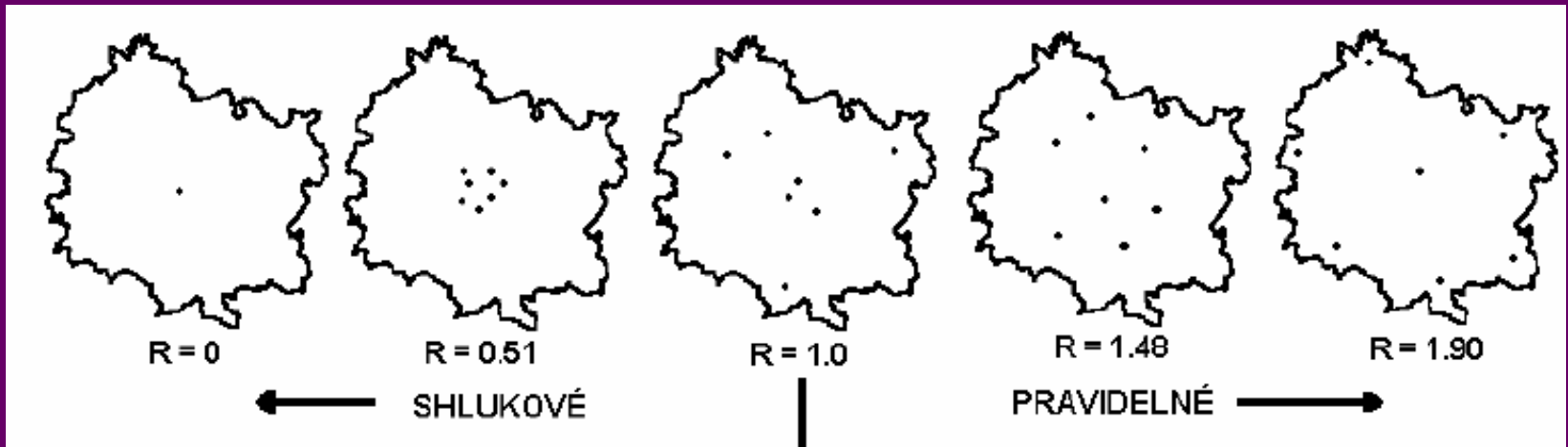
r_{prum} – očekávaná průměrná hodnota pro teoretické náhodné rozložení

$R < 1$ pro **clusterové** uspořádání

$R > 1$ blíží se **pravidelnému** uspořádání

$$r_{prum} = \frac{1}{2\sqrt{\frac{n}{A}}}$$

Statistický popis prostorově lokalizovaných dat – statistická deskripce prostorových vztahů



Výsledky metody nejbližšího souseda jsou velmi citlivé na měřítko

Statistický popis prostorově lokalizovaných dat – statistická deskripce prostorových vztahů

3. Prostorová autokorelace

Metoda založená na 1. zákoně geografie – **blízké si body budou mít blízké si hodnoty a naopak**

Tato metoda pracuje tedy i s hodnotami(=atributy)

Hodnotí se koeficient prostorové autokorelace: nejčastěji

Gearyho koeficient

Moranův index

Statistický popis prostorově lokalizovaných dat – statistická deskripce prostorových vztahů

Moranův index – podobnost

$$c_{ij} = (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})$$

výraz pro kovarianci

Moranův index,

kde s^2 je výběrový rozptyl

$$I = \frac{n \sum \sum w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{W \sum (x_i - \bar{x})^2}$$

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}$$

Míra podobnosti $d_{ij} = 1/w_{ij}$

X_i je hodnota v ploše i

Pro sousedy s obdobnými hodnotami je Mor. Index kladný

Statistický popis prostorově lokalizovaných dat

– statistická deskripce prostorových vztahů

Moranův index,

kde x_i – hodnota proměnné v ploše i ,

w_{ij} – jsou váhy

W – matice vah se počítá se např. z binární matice sousedství

a pak je $W = 2x$ počtu hranic

$$I = \frac{n \sum \sum w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{W \sum (x_i - \bar{x})^2}$$

I je v rozsahu -1 (negativní autokorelace)

+1 (pozitivní autokorelace)

0-ová autokorelace

$$E_I = -\frac{1}{(n-1)}$$

Statistický popis prostorově lokalizovaných dat – statistická deskripce prostorových vztahů

Podobnost v Gearyho poměru

$$c_{ij} = (x_i - x_j)^2$$

Gearyho poměr v rozsahu 0 - 2,

$$C = \frac{(n-1) \sum \sum w_{ij} (x_i - x_j)^2}{2W \sum (x_i - \bar{x})^2}$$

kde σ^2 je rozptyl

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{(n-1)}$$

Statistický popis prostorově lokalizovaných dat – statistická deskripce prostorových vztahů

Gearyho poměr, C-index

$$C = \frac{(n-1) \sum \sum w_{ij} (x_i - x_j)^2}{2W \sum (x_i - \bar{x})^2}$$

kde x_i – hodnota proměnné v ploše i ,

w_{ij} – jsou váhy

W – matice vah

Výpočet vah – z binární matice, případně stochasticky

Hodnoty v rozsahu 0 – pozitivní autokorelace

1 – nulová prost. autokorelace

2 – negativní autokorelace

Statistický popis prostorově lokalizovaných dat

– statistická deskripce prostorových vztahů

Obecná G-statistika

Bere v úvahu lokální vlastnosti

- $w_{ij}(d)$ je váha podle vzdálenosti,

$w_{ij}(d) = 1$, je-li plocha j ve vzdálenosti menší než d od plochy i

$$G(d) = \frac{\sum \sum w_{ij}(d) x_i x_j}{\sum \sum x_i x_j}$$

Suma vah W , přičemž vztahy jsou určeny

vzdáleností - páry x_i a x_j nejsou zahrnuty je-li jejich vzdálenost větší než d

$$W = \sum_i \sum_j w_{ij}(d)$$

Statistický popis prostorově lokalizovaných dat – statistická deskripce prostorových vztahů

LISA – Local Indicator of Spatial Autocorrelation (vztažené k
ploše i)

Je to lokální verze Moranova

$$I_i = z_i \sum_j w_{ij} z_j$$

$$z_i = \frac{(x_i - \bar{x})}{\sigma}$$

z_i odchylka od průměru

nebo

a Gearyho indexu

$$c_i = \sum_j w_{ij} (z_i - z_j)^2$$

Statistický popis prostorově lokalizovaných dat

– statistická deskripce prostorových vztahů

Označme:

n počet bodů

$w_{i,j}$ vzdálenost bodu x_i a x_j

$c_{i,j}$ podobnost atributu v bodech i a j různé podle Morana a Gearyho

$x_{i,j}$ hodnota atributu v bodě i

$$SAC = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij} \cdot w_{ij}$$

Koeficient prostorové autokorelace SAC
(spatial autocorrelation coefficient)

Statistický popis prostorově lokalizovaných dat

– statistická deskripce prostorových vztahů

Prostorové uspořádání	Gearyho poměr C	Moranův index I
Shlukové uspořádání, sousední body vykazují podobné hodnoty	$0 < C < 1$	$I > E(I)$
Náhodné uspořádání, body nevykazují znaky podobnosti	$C \sim 1$	$I \cong E(I)$
Pravidelné uspořádání, sousední body vykazují rozdílné charakteristiky	$1 < C < 2$	$I < E(I)$

$E(I) = -1/(n-1)$ platí pro případ nulové prostorové autokorelace

Pokud spolu plochy sousedí je $w = 1$, pokud nesousedí $w = 0$

Statistický popis prostorově lokalizovaných dat

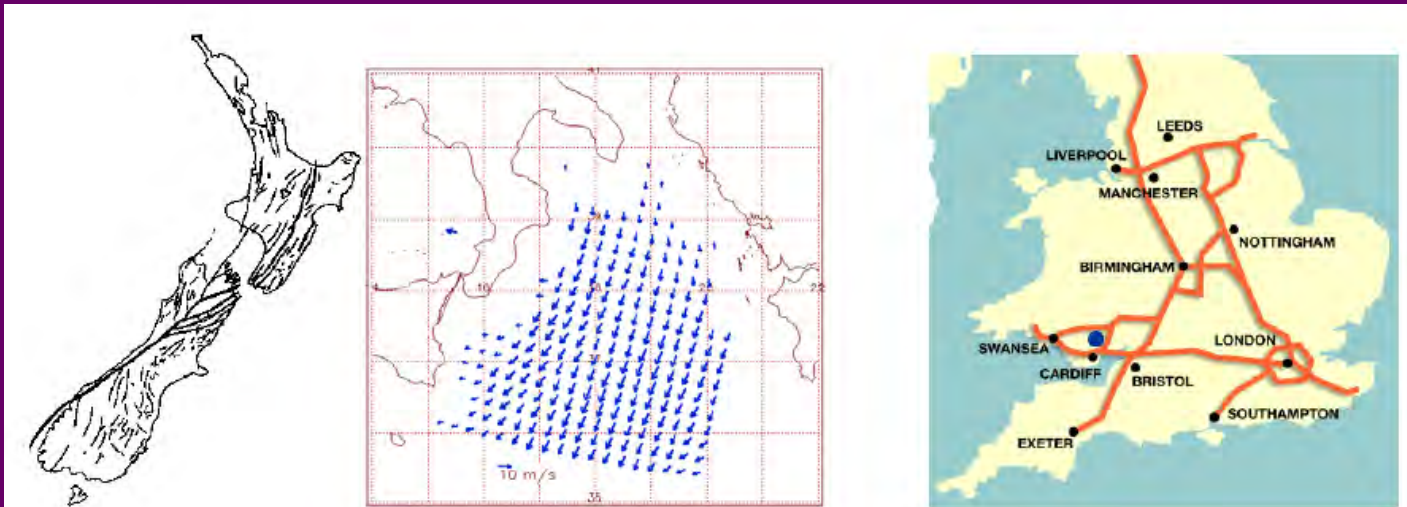
– statistická deskripce prostorových vztahů liniových prvků

Linie:

prosté linie – lze určit délku a orientaci (např. **zlomy**)

trajektorie – lze určit velikost, orientaci a směr (**směr větrů**)

sítě - lze určit topologii (**říční síť**)



Statistický popis prostorově lokalizovaných dat

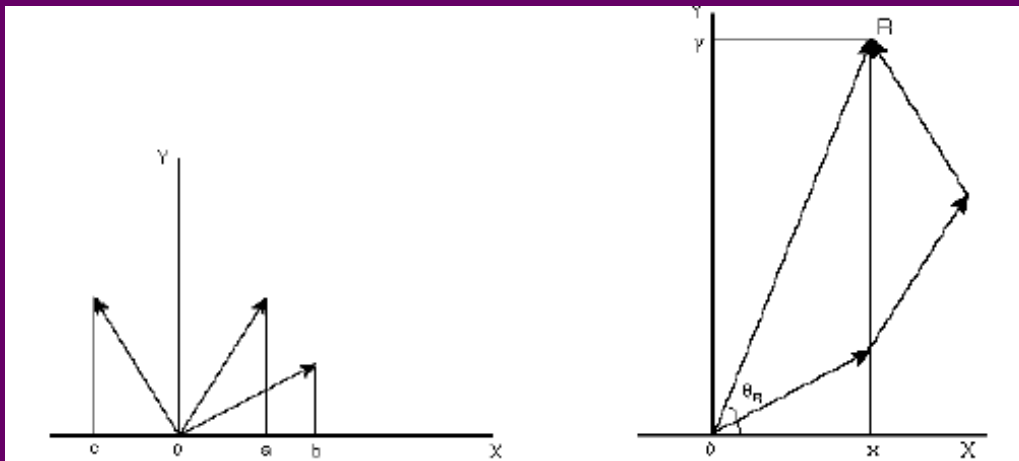
– statistická deskripce prostorových vztahů liniových prvků

1. směrová charakteristika (directional characteristics)

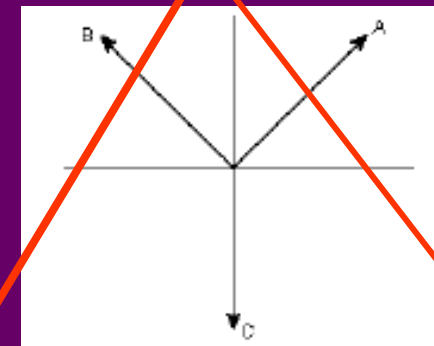
Určuje **křivost**:
$$= \frac{\text{skutečná délka}}{\text{spojnice koncových bodů}}$$

Statistický popis prostorově lokalizovaných dat – statistická deskripce prostorových vztahů

2. Směrový průměr (directional mean) je to vektorový součet



~~Aritmetický průměr =
nevhodný~~



Statistický popis prostorově lokalizovaných dat

– statistická deskripce prostorových vztahů

Směr výsledného vektoru

x_suma .. součet délek vektorů ve směru x

y_suma .. součet délek vektorů ve směru y

$$\tan \theta_R = \frac{x_suma}{y_suma}$$

Všechny vektory jsou jednotkové, pak **sinus je délka ve směru osy y**
cosinus je délka v směru osy x

$$\tan \theta_R = \frac{\sin \theta_a + \sin \theta_b + \sin \theta_c}{\cos \theta_a + \cos \theta_b + \cos \theta_c}$$

*platí pro trojici
vektorů na
předchozí straně*

Statistický popis prostorově lokalizovaných dat – statistická deskripce prostorových vztahů

Obecně je tangenta výsledného vektoru

$$\tan \theta_R = \frac{\sum_v \sin \theta_v}{\sum_v \cos \theta_v}$$

A směrový úhel \arctan – je-li $x > 0$ a $y > 0$ - *I. kvadrant*

je-li $x < 0$ a $y > 0$ - *II. kvadrant*

je-li $x < 0$ a $y < 0$ - *III. kvadrant*

je-li $x > 0$ a $y < 0$ - *IV. kvadrant*

$$\theta_R = \arctan \frac{\sum_v \sin \theta_v}{\sum_v \cos \theta_v}$$

Statistický popis prostorově lokalizovaných dat

– statistická deskripce prostorových vztahů

3. Směrový rozptyl (circular variance - CV)

Směrový průměr pro vektory

- s úhlem blízkým nule se blíží součtu jejich délek
- s úhlem blízkým 180° se blíží nule

To lze zkoumat pomocí délky výsledného vektoru

$$SR = v \sqrt{\left(\sum_v \sin \theta_v \right)^2 + \left(\sum_v \cos \theta_v \right)^2}$$

Směrový rozptyl $CV = 1 - SR / n$

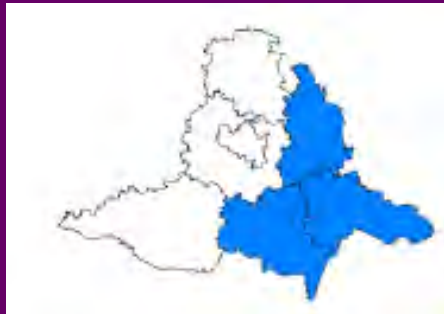
Statistický popis prostorově lokalizovaných dat

– statistická deskripce prostorových vztahů

Prostorové uspořádání ploch

Míry prostorového uspořádání ploch: určuje **prostorová autokorelace**, podle níž **blízké lokality mají blízké hodnoty**

pozitivní (shlukové)



Neplatí podmínka náhodnosti jevů
jevů(rozptýlené)

negativní



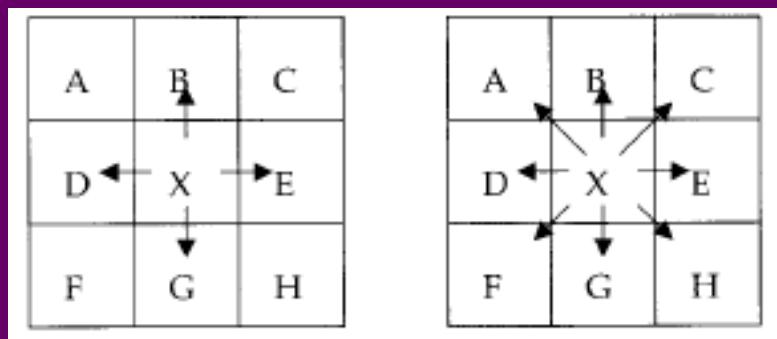
Platí podmínka náhodnosti

Statistický popis prostorově lokalizovaných dat

– statistická deskripce prostorových vztahů

Způsob určení sousedství

Rock case (tah věží) = čtyřsousedství Queen case (tah královnou)=
8sousedství



Statistický popis prostorově lokalizovaných dat

– statistická deskripce prostorových vztahů

1. Binární matice konektivit

Prvek $c_{ij} = 0$, nejsou sousedi
 $= 1$, jsou sousedi

<i>Id</i>	<i>Brno_venko</i>	<i>Blansko</i>	<i>Vyškov</i>
Brno-venkov	0.0000	1.0000	1.0000
Blansko	1.0000	0.0000	1.0000
Vyškov	1.0000	1.0000	0.0000

Na diagonále nuly, matice je symetrická

2. Matice se normovanými řádkovými vahami

Nahrazení binárních hodnot vahou w_{ij} vypočtenou jako poměr mezi hodnotou c_{ij} a součtem v řádku = počtem sousedů
má-li plocha 4 sousedy je $w_{ij}=0,25$

Na diagonále nuly, matice není symetrická

Statistický popis prostorově lokalizovaných dat

– statistická deskripce prostorových vztahů

3. Váhy definovány vzdálenosti centroidů

Centroid – bod polygonu vypočtený z výrazu, kde p_i jsou vrcholy polygonu

$$c_P = \frac{p_1 + p_2 + \dots + p_n}{n}$$

$w_{ij} = 1/d_{ij}$ kde $d_{i,j}$ jsou vzdálenosti centroidů

$w_{ij} = 1/(d_{ij})^2$ pro případ, kdy vliv sousedních hodnot klesá rychleji

Statistický popis prostorově lokalizovaných dat

– statistická deskripce prostorových vztahů

Míry prostorové autokorelace:

globální – jedna hodnota je vypočtena pro celou studovanou oblast:
zpracování nominálních dat = statistika charakteru sousedství (JCS)

intervalových dat } Moranův index, Gearyho poměr
poměrových dat } G-statistika

lokální – použijí se výpočty pro sledování změn lokálních

Local Indicator of Spatial Association (LISA), lokální
verze G-statistiky

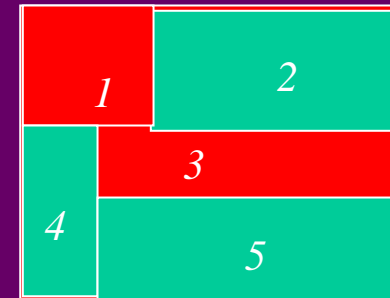
Statistický popis prostorově lokalizovaných dat

– statistická deskripce prostorových vztahů

statistika charakteru sousedství (JCS = joint count statistics)

Testuje, zda se jedná o negativní (clustered) nebo pozitivní (random) autokorelaci

Příkl. 2 typy ploch – červené R (bez vegetace)
tyrkysové T s vegetací
Typy sousedství: RR, RT, TR, TT



Náhodné uspořádání – každá možnost 0,25

Je-li $RR + TT > 0,5$, tedy plochy se stejným sousedstvím více jak 50%,
je to pozitivní autokorelace

Je-li $RR + TT = 0,5$ – náhodné uspořádání

Je-li $RR + TT < 0,5$ je to záporná autokorelace

Statistický popis prostorově lokalizovaných dat

– statistická deskripce prostorových vztahů

Počet vztahů:

RR 2

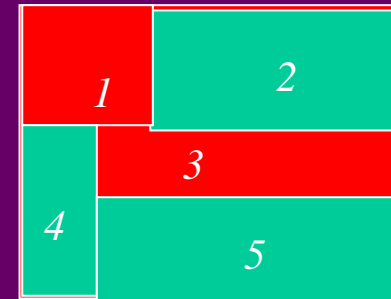
TT 2

RT 5

TR 5

matice sousedství

0	1	1	1	0
1	0	1	0	0
1	1	0	1	1
1	0	1	0	1
0	0	1	1	0



Z matice vyplývá, že počet vztahů je 14 (počet jedniček)

$RR+TT = 4$

$14/4 < 0,5$ – negativní autokorelace = nepodobné plochy se shlukují

Databázové systémy v GIS

GIS je tvořen :

1. Daty
2. SW
3. HW
4. postupy
5. člověkem

Databázové systémy v GIS

Informační systém :

Umožňuje účelný sběr dat, uchování, zpracování a poskytování informací

Mezní změny v IS –

- oddělení datových struktur od programů a samostatné uložení dat
- vypuštění popisu datové struktury z aplikačních programů a zajištění přístupu k datům prostřednictvím systému řízení báze dat

Databázové systémy v GIS

Databáze je místo, kam se ukládají všechny údaje, a je to SW

System řízení báze dat (SŘBD) = DataBase Management System (DBMS) – SW –obstarává přístup k datům

1. Spravuje data
2. Stará se o fyzické uložení dat
3. Zajišťuje efektivní integritu databáze
4. Řeší víceuživatelský přístup k datům

Databázové systémy v GIS

Příklady DBMS:

Oracle, MS SQL Server, Sybase, Informix, Progress

Nejčastěji používané jsou **relační databáze**, kde údaje jsou uspořádány do **relací**, které jsou vyjádřeny formou tabulky

Tabulka obsahuje informace o jedné třídě

Databázové systémy v GIS

Základní činností IS s databází je **operace s evidencí** – (seznam obyvatelstva, map, studentů, ..., číslované faktury apod.) – dříve kartotéky

Požadavky na databázi:

1. **založení evidence** – co sledovat, jaké vlastnosti - studenti – jméno bydliště, datum narození, mailová adresa, ...
2. **naplnění daty**
3. **změna napsaných dat** – student ukončil studium, změnil bydliště, ...

Databázové systémy v GIS

Požadavky na databázi:

4. **doplnění dalších sledovaných údajů** – přidání nové informace – členství ve sportovním klubu
5. **mazání dat** – student ukončil studium
6. **zapsání nových dat** – studenti dalšího prvního ročníku

Databázové systémy v GIS

Požadavky na databázi:

7. **vybírat údaje** – vybrat ty, kteří se narodili před rokem ..., jejichž křestní jméno je Jan, ...

8. **řadit seznamy** – podle abecedy, data narození, ...

9. **vypočítávat další údaje** – jaký je průměrný věk, kolik jich bydlí v Praze

Databázové systémy v GIS

Požadavky na databázi:

- 10. tvořit aplikační nadstavby:
 - A. formuláře – často odpovídají původním papírovým – pro snadné vyplňování
 - B. tiskové sestavy – jednotlivých formulářů, i jiných odvozených sestav
 - C. export/import – mezi databázemi, ale i textovými editory, tabulkovými procesory, statistickými aplikacemi, GIS

Databázové systémy v GIS

Víceuživatelské prostředí – právo editovat pouze **vybraní pracovníci**

Nutno nastavit **uživatelská práva** – mohou být **víceúrovňová**

Základní práva:

čtení

úprava (= editace = modifikace) dat

Mohou být **různá k celým tabulkám** nebo **jednotlivým atributům**

Databázové systémy v GIS

Správu databáze provádí **správce databáze**:

kontrola a testování integrity

přidělování práv

pravidelné zálohování (denně, týdně, ...)

pravidelná archivace (měsíčně, ...)

Databázové systémy v GIS

Problémy práce se soubory

– do souborů se ukládala data v 70. letech

Vyhledání konkrétního záznamu – znamená prohlédnout celý soubor – časově náročné – doba narůstá s velikostí souboru

Uzamčení souboru – lze – pro omezení práv – ale nelze na úrovni záznamu a odemykání je zdlouhavé

Databázové systémy v GIS

Řešení předchozích úloh v databázi:

- Rychlejší přístup k datům
- Snadné vyhledávání podle kritérií
- Zabudované mechanismy pro víceuživatelský přístup k datům
- Zabudovaný systém přístupových práv

Databázové systémy v GIS

Modelování reality

je úkolem databáze – nejvyšší úroveň = **reálný svět**

Zadavatel – určí objekty a údaje o nich – to ale není snadné – často vyžaduje **spolupráci s analytikem IS**

Analytik provádí **datovou a funkční analýzu**

IS používá **řada uživatelů** – každý jenom část

Pohledy jednotlivých uživatelů na databázi = **externí schémata**

Databázové systémy v GIS

externí schémata – analytik provádí na základě požadavků jednotlivých uživatelů tak, aby překrývající se požadavky **nezpůsobily násobný výskyt entit a atributů**

datová analýza –

proces **poznávání objektů reálného světa a jejich vazeb**
jakými entitami a atributy budou objekty popsány

Výsledkem datové analýzy (po integraci požadavků z externích schémat) je informační struktura zvaná **konceptuální schéma databáze**

Databázové systémy v GIS

Konceptuální schéma databáze:

definována entita (třída): **pacient**

definovány atributy entity: **jméno, datum narození, bydliště, tlak, ...**

Proces, kdy je vytvářen model reálného světa podle požadavků externích schémat = **konceptuální modelování**

Funkční analýza = analýza **chování objektů** v reálném světě

Na 24.4.

Databázové systémy v GIS

Funkční analýza pacientova chování:

je nutno znát různé charakteristiky jeho zdravotního stavu – např.

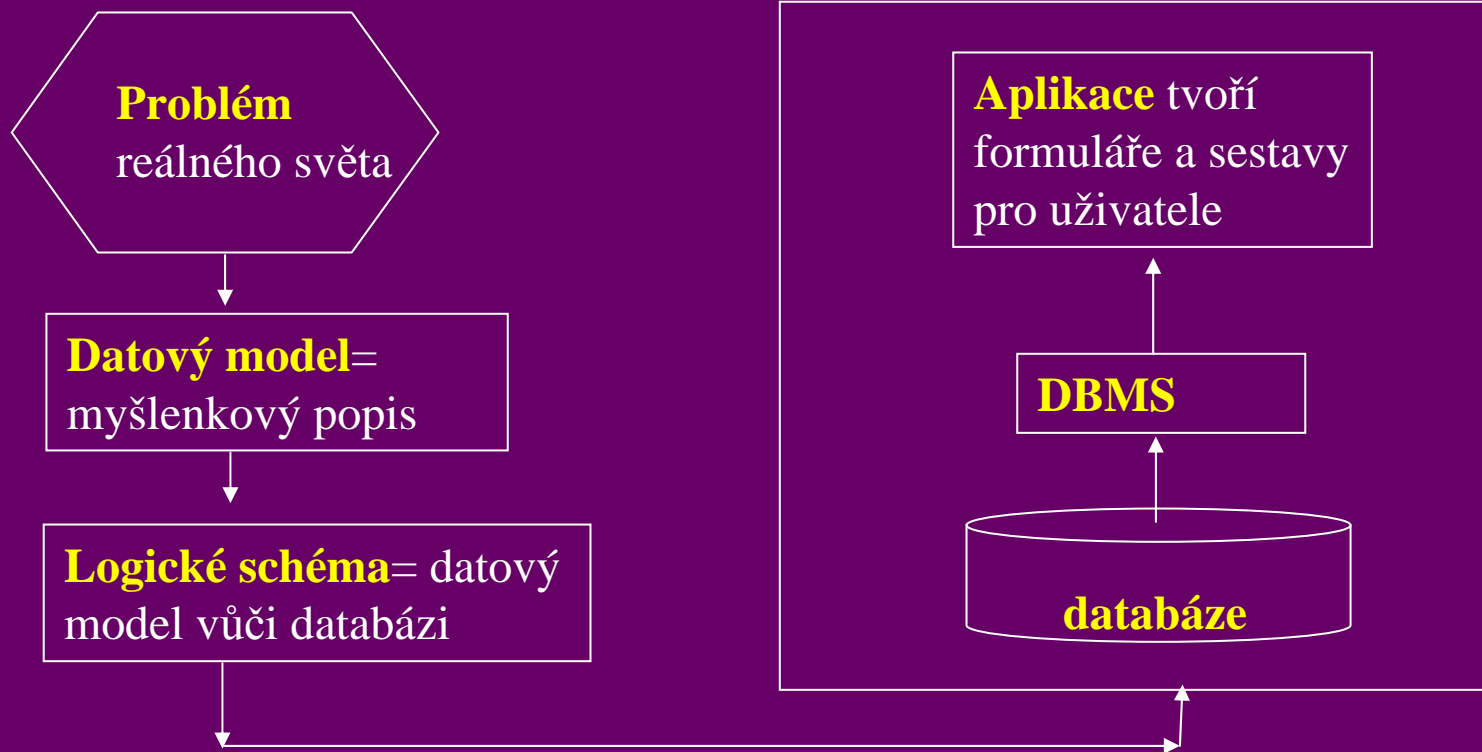
– zvýšený tlak

- omezení výběru léků na jiné choroby,
- léky na snížení choroby,
- pravidelná kontrola,
- omezení pohybu v přírodě – zákaz vysokohorské turistiky

Datová a funkční analýza se vzájemně doplňují, i když vedou k různým popisům

Databázové systémy v GIS

Postup a realizace datového modelování



Databázové systémy v GIS

2. Datový model = 2. nejvyšší úroveň **po reálném světě**, pak je
3. Implementační vrstva – souvisí s výběrem DBMS
4. Logické schéma = realizace **konceptuálního (datového) schématu** v konkrétním DBMS
5. Aplikační programy využívají data **podle externích schémat**
6. Interní schéma databáze = **nejnižší úroveň** fyzická úroveň uložení dat na médiu počítače
Interní schéma databáze definuje **fyzické záznamy**, fyzickou reprezentaci dat

Databázové systémy v GIS

Schéma vývoje databáze odpovídá *životnímu cyklu vývoje IS*

popis **reality** = zadání

analýza externích schémat a jejich integrace do konceptuálního schématu
= datová či objektová analýza

analýza požadavků na chování systému = funkční analýza

převod logického modelu do databázového = datový návrh

realizace aplikačních úloh = implementace

Databázové systémy v GIS – typ dat

Datové typy: podle ISO 9075 (1992)
pro SQL 92:

character
character varying
bit
bit varying
numeric
decimal
integer
smallint

float
real
double precision
date
currency
timestamp
interval

Databázové systémy v GIS – typ dat

Datové typy přidané: podle ISO 1999 pro SQL

character large object

binary large object

boolean

Databázové systémy v GIS – typ dat

Nejběžnější datové typy

textový - označení text, character, string, varchar apod.

číselný – numeric

datumový – date

logický – logical, boolean, YesNo, ano/ne

Databázové systémy v GIS – typ dat

Pro ukládání **grafických dat** – specifické datové typy:

původně do datových typů velkých rozměrů – **BLOB** (**binary large object**)

v současné době tak, aby bylo **možno vyhledávat topologické vztahy**

Databázové systémy v GIS – typ dat

Varianty typů dat pro MS Access:

Text – řetězec znaků v délce max. 255 (i mezery, speciální znaky, číslice, interpunkci)

Př. **Jméno i telefonní číslo, ...**

Zadání délky: pro jméno v ČR stačí 20 znaků

Memo – pro uložení poznámek (např. koníčky členů organizace, nelze postavit lať pro měření apod.), délka max. 65 535 znaků

není běžně u všech databází

Databázové systémy v GIS – typ dat

Číslo — lze s ním provádět operace

podtypy:

byte (bajt) = 8 bitů (0 – 255)

celé číslo (**integer**) = 2 byty = 16 bitů signed : - 32 768 až +
32767

16 bitů unsigned : 0, 65 535

dlouhé celé číslo (**long integer**) = 4 byty = 32 bitů :

- 2 147 483 648 až + 2 147 483 647

Databázové systémy v GIS – typ dat

- jednoduchá přesnost = desetinné číslo
pro **záporné** číslo od $-3,402823 \text{ E}38$ do $-1,401298 \text{ E-45}$
pro **kladné** číslo od $+1,401298 \text{ E-45}$ do $+3,402823 \text{ E}38$

velikost 4 byty, 7 platných číslic
- dvojitá přesnost = desetinné číslo
pro **záporné** číslo od $-1,7976... \text{ E}308$ do $-4,940... \text{ E-324}$
pro **kladné** číslo od $+4,940... \text{ E-324}$ do $+1,7976... \text{ E}308$

velikost 8 bytů, 15 platných číslic

Databázové systémy v GIS – typ dat

desetinné číslo = od $-1 \text{ E } 28 - 1$ do $1 \text{ E } 28 - 1$

velikost 12 bytů, počet platných číslic je 28

Čím nižší rozsah, tím rychlejší zpracování

Datum/čas – datum narození, vklad do katastru – Access s tím umí zacházet (vybere data jednoho měsíce, přičte týden, ...)

Měna – data s přesností od 1 do 4 desetinných míst, max přesnost 15 řádů před deset. čárkou
velikost 8 bytů

Databázové systémy v GIS – typ dat

Automatické číslo – vkládá Access sám podle velikosti (může i náhodně) – pro klíčový atribut (ID = key number)

Ano/ne – pouze 2 možnosti – vlastník řidičského průkazu, muž / žena

Objekt OLE – např. list aplikace MS Excel, dokument MS Word, obrázek, zvuk, který je propojený s tabulkou aplikace MS Access, nebo vložený do tabulky

velikost omezena na 1 byte – např naskenované foto, naskenované podpisy

Výčet – není to samostatný datový typ, je dán seznamem nebo samostatnou zdrojovou tabulkou – např. klasifikace ploch podle zemědělského využití

Databázové systémy v GIS - klíče

kandidátní klíč – je atributová hodnota umožňující jedinečné označení objektu

osoby – v ČR – **rodné číslo** – nemají cizinci bez státní příslušnosti

knihy – **ISBN**

auto - **SPZ** – během užívání se mění

Pokud žádný z atributů není kandidátním číslem – zvolí se umělý nazývaný **primární klíč**, který je **atributem** (automatické číslo)

vloží se nový objekt s novým ID

Databázové systémy v GIS - klíče

Primární klíč nesmí mít hodnotu **NULL**

NULL neznámá hodnota

Cizí klíč je atribut v tabulce, který přidáme **do tabulky z jiné tabulky** – nemusí už být jedinečný

Číslování ulic – americký typ adres – jedinečné pro světové strany

Číslo domů - číslo ulice už se opakuje

Databázové systémy v GIS - vztahy

Vztah je vazba mezi dvěma nebo více entitami,

Vazba mezi 2 entitami je vyjádřena pomocí **vztahu (relace)**

Je realizován **primárním klíčem** v jedné tabulce a **cizím klíčem** ve druhé

Oba klíče musejí být **typově kompatibilní** = stejný rozsah hodnot
(= **stejná doména**)

tedy je-li **primární klíč** celé číslo, musí být i **cizí klíč** celé číslo

Databázové systémy v GIS - vztahy

Vztah 1 : 1 (kardinalita)

manžel – manželka, stát – hlavní město, ...

Vztah 1 : N

matka/otec – vlastní děti, stát – řeky,

Vztah M : N

nejsložitější – je nutno jej **dekomponovat** na vztahy 1 : N

Databázové systémy v GIS - vztahy

stat

ID_ST	nazev
101	Belgie
102	Lucembursko
103	Francie

jazyk

ID_JA	ured_jazyk
1	francouzština
2	holandština
3	němčina
4	lucemburština

vazba

ID_ST	ID_JA
101	1
101	2
101	3
102	1
102	3
102	4
103	1

vazební tabulka , kde ID_JA
je cizí klíč

Databázové systémy v GIS - vztahy

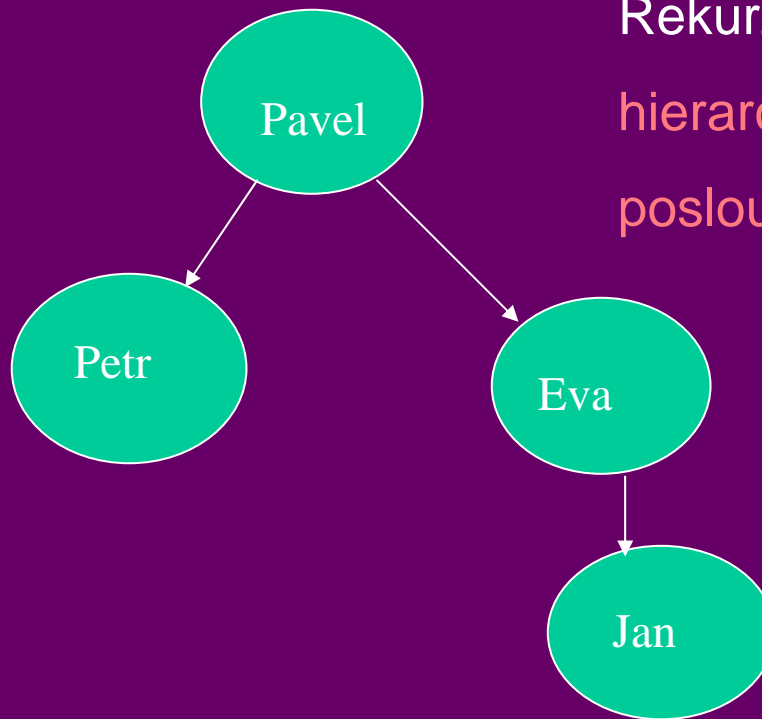
rekurzivní typ vztahu – vztah mezi entitami stejného typu:

jedna osoba je vedoucí jiné osoby, ale je podřízenou opět jiné osoby

Obr. viz další str.

ID	jmeno	prijmeni	je_veden_osobou ID
1	Pavel	director	NULL
2	Petr	manager	1
3	Eva	manager	1
4	Jan	employee	3

Databázové systémy v GIS - vztahy



Rekurzivní vztah vyjadřuje:
hierarchii,
posloupnost

Databázové systémy v GIS – integrita a integritní omezení

Integrita databáze = požadavek na **správnost a aktuálnost** dat

To lze zajistit:

integritou entit

atributovou integritou

referenční integritou

přechodovou integritou

Databázové systémy v GIS – integrita a integritní omezení

integrita entit

zajištěna zadáním **primárního klíče** (klíčového atributu)

atributová integrita

zajišťována od začátku volbou **možných hodnot** (**domén**)

Volba domén:

1. události na elektrorozvodné síti budované po roce 1965 –
doména pro datum = 1965 až současný rok, měsíc 1 – 12, den 1 – 28/29/30/31
2. datum a jiné hodnoty bývají nabídnuty i **výběrem** – tedy z číselníku

Databázové systémy v GIS – integrita a integritní omezení

3. zadávání adres – výběr z nabídnutých ulic

jinak by ulice Jana Masaryka byla někdy **J. Masaryka**, **Jana Masaryka**, což jsou **dvě různé ulice** z hlediska databáze

4. Lze nastavit automatické opravy (u MS Access se to nazývá **masky**) – jména vždy velkým písmenem

Databázové systémy v GIS – integrita a integritní omezení

Vstupní maska – používá se u textových polí (v tabulkách a dotazech) a u polí se seznamem ve formulářích

skládá se ze znakových literálů (mezery, tečky, čárky a uvozovky)

SLOUŽÍ PRO KONTROLU VSTUPNÍCH DAT pro kontrolu:

Text

Datum/čas

Měna

číslo

Databázové systémy v GIS – integrita a integritní omezení

Referenční integrita a její důsledky

Je provázanost při vztahu 1 : N

Mám 10 škol a v nich 2000 žáků

ID_sko	nazev	mesto	ulice
1	ZDŠ	Praha	Úzká
2	gymnázium JK	Praha	Parléřova

škola

studující

ID	ID_sko	prijmeni	jmeno	datum_naro
302	1	Ulč	Jan	29/12/1998
303	2	Ulčová	Anna	14/01/1992

↗
Cizí klíč

Databázové systémy v GIS – integrita a integritní omezení

Referenční integrita **nedovolí**:

vymazat záznam v tabulce : skola, je-li tento údaj cizím klíčem v tabulce N

přidat záznam do tabulky N (studující), není-li v první tabulce odpovídající záznam školy

Referenční integrita **nedovolí** **osiřelé záznamy** (=není udána škola)

Databázové systémy v GIS – integrita a integritní omezení

Je povoleno **odstraňování souvisejících polí v kaskádě** – odstranění záznamu 1 a všech záznamů N, kde entita s daným primárním klíčem byla odstraněna:

Nemůžu zlikvidovat žáky (*teoreticky ano ☹, ale nejsme vrazi*), ale opravit jejich cizí klíč na ID jejich nové školy

Dvě relace s touto úzkou vazbou = **master + detail, parent + dependent** (hlavní a závislá)

Databázové systémy v GIS – integrita a integritní omezení

povinnost členství ve vztahu

do některého vztahu musí vstupovat každá entita třídy entit = **povinné (obligatorní) členství**

do některého ne = **nepovinné (fakultativní) členství**

Př. : Ne všichni obyvatelé ČR jsou majiteli nemovitostí (fakultativní)
Všichni jsou absolventy ZŠ (obligatorní)

Databázové systémy v GIS – integrita a integritní omezení

Přechodová integrita

Definují se stavy, mezi kterými **může k přechodu docházet**

Svobodný člověk – se **může** oženit/provdát, **nemůže** rozvést

Ženatý/vdaná **může** přejít do stavu **vdovec/vdova**, **rozvedený/á**

Databázové systémy v GIS – indexování = fyzická organizace dat

kartotéka u lékaře:

- 1) **neuspořádaná** – dlouhé hledání (v průměru prohledávám polovinu karet, jednoduché ukládání)
- 2) **uspořádaná** – rychlé hledání pomalejší ukládání než v 1)

problémy

- 1) Jak najdu pacienty, kteří musejí být očkováni ve věku 10 – 11 let?
- 2) Jak pozvat pacienty na preventivní prohlídku po 2 letech od poslední návštěvy?

Databázové systémy v GIS – indexování = fyzická organizace dat

Jak najdu pacienty, kteří musejí být **očkováni ve věku 10 – 11 let**?

1. Každý **pacient** dostane číslo (**ID**) při první návštěvě, je zařazen do **jmenné kartotéky**
2. Mám **další kartotéku**, kde jsou uvedena **data narození – ID** pacientů a **karty jsou seřazeny podle data narození** (jsou jim tedy přiděleny **indexy** – v případě kartotéky je to dáno pořadím)
3. Pak stačí ve 2. kartotéce **vybrat správná data narození** a podle **ID** již najdu jména a adresy

Databázové systémy v GIS – indexování = fyzická organizace dat

Indexy **nepoužíváme vždy**

Vyplatí se **pro atributy s velkou variabilitou**

Nevýhody indexů

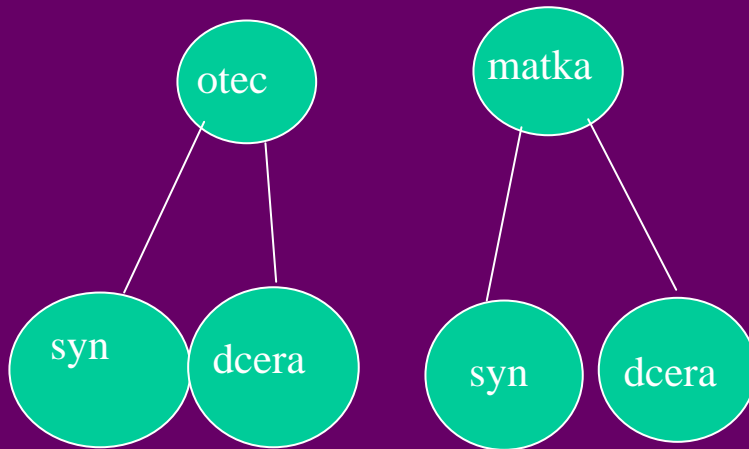
Indexy **zvětšují objem dat**

Při změnách je **nutno je aktualizovat**

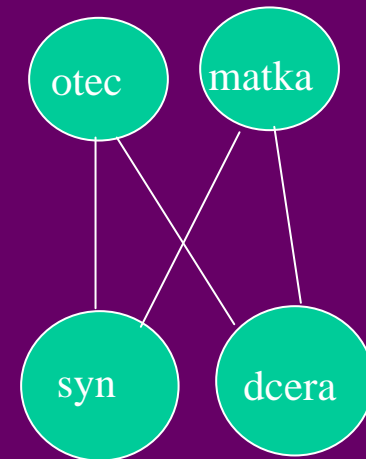
Databázové systémy v GIS – logická organizace dat = druhy modelů

Hierarchický – stromová struktura viz přednášky 3. ročník

Hierarchicko-síťový - viz přednášky 3. ročník



Hierarchický model



Hierarchicko-síťový

Databázové systémy v GIS – logická organizace dat = druhy modelů

Relační model – model tvořený tabulkami

Vlastnosti tabulek:

- Každá tabulka má své jméno
- Uživatel se nemusí starat o fyzickou strukturu a uložení dat
- Data jsou uživateli vždy zobrazena ve formě tabulek
- Nezáleží na pořadí sloupců v tabulkách
- Nezáleží na pořadí řádků v tabulkách
- Každá entita (objekt) má svůj řádek
- Žádné dva řádky nejsou identické

Databázové systémy v GIS – logická organizace dat = druhy modelů

Relační algebra

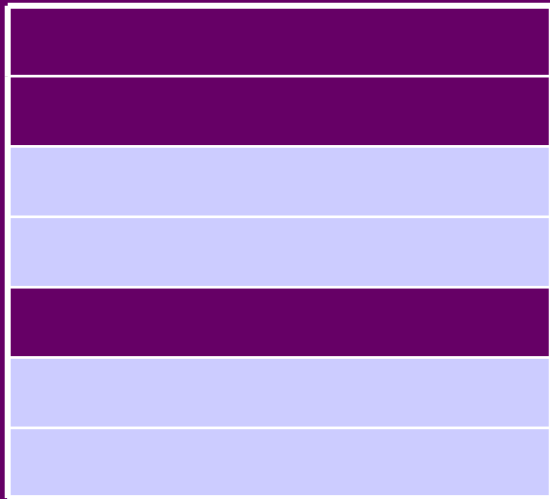
je množina operací na relačním modelu (je to opakování)

Unární operace – probíhají na jediné relaci (tabulce)

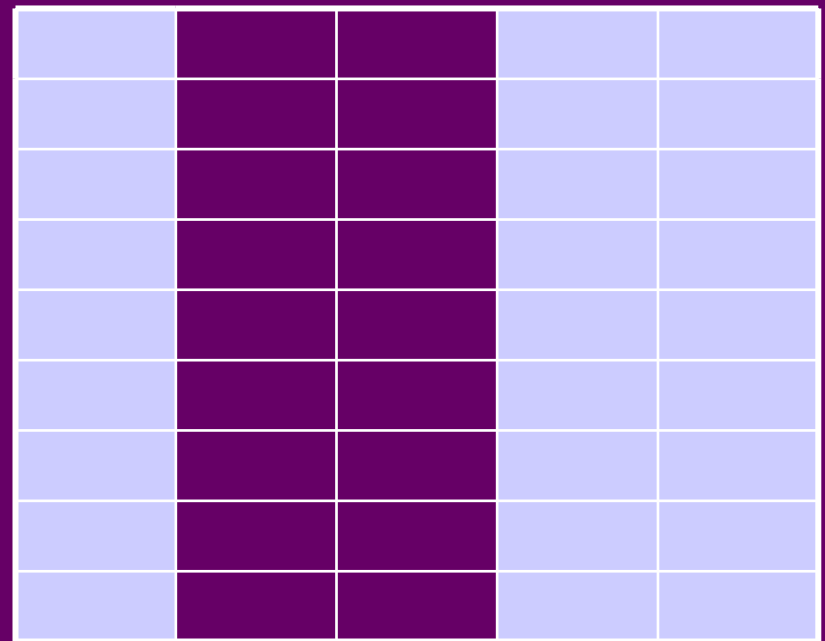
- **Selekce** = výběr určitých entit podle kriteria
- **Projekce** = výběr určitých polí (=atributů)

N-ární operace – probíhají na více relacích (většinou dvou)

Databázové systémy v GIS – logická organizace dat = druhy modelů



selekce



projekce

Databázové systémy v GIS – logická organizace dat = druhy modelů

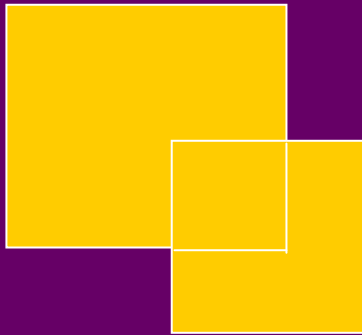
N-ární operace

jsou operace mezi větším počtem tabulek

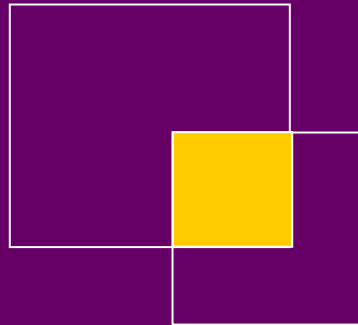
- Množinové operace
- Spojení

Databázové systémy v GIS – logická organizace dat = druhy modelů

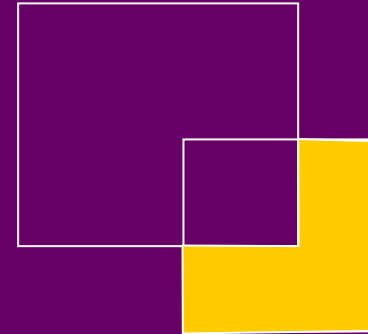
Množinové operace



sjednocení (union)



průnik (intersection)



rozdíl (difference)

Databázové systémy v GIS – logická organizace dat = druhy modelů

Spojení

kombinuje dohromady větší množství tabulek

- vnější (outer join) –
 - levé
 - pravé
 - plné
- vnitřní (inner join)
- křížové (cross join) – *kartézský součin*

Databázové systémy v GIS – logická organizace dat = druhy modelů

Vnější spojení levé – ke všem záznamům levé tabulky se vyhledají záznamy z pravé tabulky

Relace X

atribut_A	atribut_B
A1	B1
A2	B1
A3	B2
A4	B4

Relace Y

atribut_B	atribut_C
B1	C22
B2	C23
B3	C24

atribut_A	atribut_B	atribut_C
A1	B1	C22
A2	B1	C22
A3	B2	C23
A4	B4	NULL

Databázové systémy v GIS – logická organizace dat = druhy modelů

Vnější spojení pravé – ke všem záznamům pravé tabulky se vyhledají záznamy z levé tabulky

Relace X

atribut_A	atribut_B
A1	B1
A2	B1
A3	B2
A4	B4

Relace Y

atribut_B	atribut_C
B1	C22
B2	C23
B3	C24

atribut_A	atribut_B	atribut_C
A1	B1	C22
A2	B1	C22
A3	B2	C23
NULL	B3	C24

Databázové systémy v GIS – logická organizace dat = druhy modelů

Vnější spojení plné – použijí se všechny záznamy obou tabulek, u chybějícího atributu se vloží NULL

Relace X

atribut_A	atribut_B
A1	B1
A2	B1
A3	B2
A4	B4

Relace Y

atribut_B	atribut_C
B1	C22
B2	C23
B3	C24

atribut_A	atribut_B	atribut_C
A1	B1	C22
A2	B1	C22
A3	B2	C23
A4	B4	NULL
NULL	B3	C24

Databázové systémy v GIS – logická organizace dat = druhy modelů

vnitřní (inner join) spojení – spojí se záznamy pro společné položky (atributB), a to jen tehdy, když existují položky v obou tabulkách, ostatní záznamy v tabulkách nejsou

Relace X

atribut_A	atribut_B
A1	B1
A2	B1
A3	B2
A4	B4

Relace Y

atribut_B	atribut_C
B1	C22
B2	C23
B3	C24

atribut_A	atribut_B	atribut_C
A1	B1	C22
A2	B1	C22
A3	B2	C23

Databázové systémy v GIS – logická organizace dat = druhy modelů

Křížové spojení (cross join) – je vlastně kartézský součin (m záznamů x n záznamů)

záznamy pro B3 a B4 jsou nepoužity, protože neexistuje atribut _A pro B3 a atribut _C pro B4

přes společný atribut dochází ke spojení a ten se již nepřenáší

Relace XX

atribut_A
A1
A2
A3

Relace YY

atribut_C
C22
C23

atribut_A	atribut_C
A1	C22
A1	C23
A2	C22
A2	C23
A3	C22
A3	C23

Databázové systémy v GIS – normalizace a normální formy

Zásada návrhu relačních modelů = **zamezit redundaci** (opakovanému výskytu) dat

Začátek návrhu:

řada nenormalizovaných tabulek podle představ uživatele – zde se ale opakovaně vyskytují určité hodnoty :

návrh IS pracoviště:

telefonní číslo v tabulce *zamestnanec*

telefonní číslo v tabulce *místoposti*

Databázové systémy v GIS – normalizace a normální formy

Normalizace je proces rozložení původně nenormalizovaných tabulek do soustavy většího počtu menších tabulek tak, aby nedošlo ke ztrátě informací obsažených v původní tabulce

Tento proces se nazývá **bezztrátová dekompozice**, neboť je možné vytvořit **původní relaci**

Databázové systémy v GIS – normalizace a normální formy - 1.NF

1. Normální forma

Relace je v 1. normální formě, když je každý její atribut **atomický**

Atomický atribut

- nemá přesnou definici
- atributy, jejichž domény jsou v jistém smyslu množiny jednoduchých hodnot, čísel, znaků apod. již dále nedělitelných

Databázové systémy v GIS – normalizace a normální formy - 1.NF

Příklad nenormalizované tabulky – 1. spojení více entit

cisloObj	kodZakaz	datumObj	polozka	cenaCelk
10	JAPA	01.10.2007	Mapa ČR 1:500 000, vodstvo,lesy,polohopis	4500 Kč
20	JICS	01.10.2007	RZM200 celá ČR, Mapa ČR 1:500 000-železnice	61500 Kč

polozka – neatomický atribut

Je spojena **objednávka** a **položka objednávky** – to jsou **2 různé entity**, tedy **2 relace**

Databázové systémy v GIS – normalizace a normální formy – 1.NF

Dekompozice

cisloObj	kodZakaz	datumObj
10	JAPA	01.10.2007
20	JICS	01.10.2007

objednavka

cisloObj	cislo_polozky	polozka	cena_kus
10	1	Mapa ČR 1:500 000 - vodstvo	1500
10	2	Mapa ČR 1:500 000 -lesy	1500
10	3	Mapa ČR 1:500 000 - polohopis	1500
20	1	RZM200 celá ČR	60 000
20	2	Mapa ČR 1:500 000 - železnice	1500

polozka_obj

Databázové systémy v GIS – normalizace a normální formy - 1.NF

Příklad nenormalizované tabulky – 2. opakování položky 1

cisObj	kodZak	poloz1	mnozst	poloz2	mnozst	poloz3	mnozst	poloz4	mnozst
1	ATHJ	kabel	1	podložka	1	myš	1	CD	10
2	PSCV	HDD	1	myš	3	CD	20		

Je opakována položka, čímž:

1. je nákup omezen na 4
2. v případě 2. objedn – jsou 2 pole NULL

Databázové systémy v GIS – normalizace a normální formy - 1.NF

Dekompozice – 2 tabulky:

ID	cisObj	kodZak
1	100	ATHJ
2	101	PSCV

objednavka

Nemusí být, je-li cisObj
číslováno s ohledem i
na rok

ID	cisObj	poloz	mnozst	jednotka
1	100	kabel	1	kus
2	100	podložka	1	kus
3	100	myš	1	kus
4	100	CD	10	kus

polozka

Databázové systémy v GIS – normalizace a normální formy - 1.NF

Příklad nenormalizované tabulky – 2. opakování položky 2. typ

opakovaná měření v jednom dni

stanice	prutok_0:00	stav_0:00	prutok_5:00	stav_5:00	prutok_12:00	stav_12:00
Podolí	50	4,8	52	4,9	52	4,9
Podbaba	55	4,6	56	4,8	57	4,8

úprava

stanice	datum	čas	prutok	stav
Podolí	17. 1. 2007	0:00	50	4,8
Podbaba	17. 1. 2007	0:00	55	4,6

Databázové systémy v GIS – normalizace a normální formy - 1.NF

Chyba daná složeným kódem

Příklad označení geomorfologické jednotky v ČR:

IA-1A-b – je vhodné pro kódy vytvořit samostatnou tabulku

kod	nazev	typ
I	Šumavská soustava	soustava
IA	Českoleská podsoustava (oblast)	podsoustava
IA-1	Český les	celek
IA-1A	Čerchovský les	podcelek
IA-1A-a	Haltravská hornatina	okrsek
IA-1A-b	Nemanická vrchovina	okrsek

Databázové systémy v GIS – normalizace a normální formy – 2.NF

2. Normální forma

Relace je v druhé normální formě,

1. pokud je v **1. normální formě** a
2. všechny její **neklíčové atributy** jsou závislé na každém atributu složeného klíče

Databázové systémy v GIS – normalizace a normální formy – 2.NF

Příklad –

v následující tabulce je **neklíčový atribut** (tel.číslo) závislý **pouze na 2. části složeného klíče** (dodav. jmeno), čímž je

vyrobek_jmeno a dodav_jmeno

vyrobek_jmeno	dodav_jmeno	data	tel_cislo
Chráněná území přírody ČR	T-MAPY	vektorová data	234 567 678
Silniční síť ČR	T-MAPY	vektorová data	234 567 678
RZM 10	ČÚZK	rastrová data	765 234 675

Databázové systémy v GIS – normalizace a normální formy – 2.NF

dodav_jmeno	tel_cislo
T-MAPY	234 567 678
ČÚZK	765 234 675

vyrobek_jmeno	dodav_jmeno	data
Chráněná území přírody ČR	T-MAPY	vektorová data
Silniční síť ČR	T-MAPY	vektorová data
RZM 10	ČÚZK	rastrová data

obě tabulky jsou ve 2. NF

Databázové systémy v GIS – normalizace a normální formy – 3. NF

3. normální forma

Relace je ve třetí normální formě, jestliže je **ve 2.NF** a navíc všechny její **neklíčové atributy jsou tranzitivně nezávislé na primárním klíči**

Příklad:

Typy map a jejich měřítko jsou **závislé neklíčové atributy** – v tabulce mnou zakoupených listů

Řešení – samostatná tabulka pro **jmeno_mapy** a **meritko** (viz níže)

jmeno_mapy	popis	meritko
RZM 10	Rastrová základní mapa ČR	1 : 10 000
RZM 50	Rastrová základní mapa ČR	1 : 50 000
RZM 200	Rastrová základní mapa ČR	1 : 200 000

Databázové systémy v GIS – normalizace a normální formy – 3. NF

Příklad:

závislé neklíčové atributy: jméno města a jeho PSČ v adresách

Řešení: samostatná tabulka pro města a jejich PSČ

Databázové systémy v GIS – normalizace a normální formy

Postup normalizačního procesu:

1. Nenormalizovaný tvar
2. Eliminace atributů, jejichž prvky jsou opět relace = 1.NF
3. Odstranění částečné závislosti neklíčových atributů na klíči = 2.NF
4. Eliminace tranzitivní závislosti neklíčových atributů na primárním klíči = 3.NF

Databázové systémy v GIS – normalizace a normální formy

Další normální formy

BCNF (Boyle – Coddova NF)

jsou-li všechny **neklíčové atributy navzájem nezávislé** a navíc jsou všechny **kandidátní klíče úplně nezávislé navzájem**

4.NF

obě se používají málo

5.NF

Databázové systémy v GIS – jazyk SQL

1. Návrh 1974 – SEQUEL (Structured English Query Language)
2. Pak zkrácen název na SQL
3. 1977 – firma ORACLE – první komerčně úspěšný databázový systém podporující SQL
4. Řada variací
5. Standardizace – ISO a ANSI – první normy 1999

Databázové systémy v GIS – jazyk SQL

SQL obsahuje příkazy pro:

1. Definici dat
2. Editaci dat
3. Výběr dat
4. Definici přístupových práv
5. Transakce

Databázové systémy v GIS – jazyk SQL pro definici dat

```
CREATE DATABASE jmeno_databaze
```

```
CREATE DATABASE fakulta
```

Databázové systémy v GIS – jazyk SQL pro definici dat

```
CREATE TABLE jmeno_tabulky  
  (seznam_atributu_tabulky_oddelenych_carkami seznam  
  integritnich omezeni)
```

```
CREATE TABLE student  
  (cislo CHARACTER(6) NOT NULL PRIMARY KEY,  
  jmeno CHARACTER(15)  
  prijmeni CHARACTER(25) NOT NULL  
  datum DATE DEFAULT 1.1.1900 );
```

Ukázka různých možností definice domén

Databázové systémy v GIS – jazyk SQL pro definici dat

Příkazy nastavující integritu dat:

NOT NULL - musí být hodnota zadána

DEFAULT – počáteční hodnota

UNIQUE – všechny hodnoty ve sloupci musí být unikátní (**AutoNumber**)

PRIMARY KEY - primární klíč

FOREIGN KEY – cizí klíč

CHECK – zadaný logický výraz kontroluje hodnotu atributu = definuje
přídavné integritní omezení (**neexistuje 30. únor, 31. duben apod.**)

CONSTRAINT – integritní omezení

Databázové systémy v GIS – jazyk SQL pro definici dat

CHECK (rozloha < 3000 AND rozloha > 400)

CHECK (VALUE IN ('listopad', 'prosinec', 'leden', 'únor', 'březen'))

DROP TABLE *jmeno_tabulky*
(smazání tabulky)

DROP TABLE student

Databázové systémy v GIS – jazyk SQL pro definici dat

`ALTER TABLE jmeno_tabulky změna 1 [změna 2]`
(změna v tabulce)

`ALTER TABLE student ADD rodne_cislo CHARACTER(11)`
přidá sloupec `rodne_cislo` typu alfanumerického řetězce o délce 11 znaků

`ALTER TABLE student DROP datum`
smaže sloupec (= atribut = pole)

`ALTER TABLE student MODIFY jmeno CHARACTER(20)`
změní počet znaků u sloupce `jmeno` z 25 na 20

`ALTER TABLE student ADD INDEX RC (rodne_cislo)`
vytvoří nový index pro atribut `rodne_cislo` s názvem `RC`

Databázové systémy v GIS – jazyk SQL pro definici dat

```
CREATE INDEX [UNIQUE] jmeno_indexu ON nazev_tabulky  
  sloupec [ASC nebo DESC]  
(vytvoření indexu)
```



ASC – seřazení hodnot vzestupně (ascending)

DESC - seřazení hodnot sestupně (descending)

UNIQUE – jde o primární index

```
CREATE INDEX osobní_cislo ON student cislo
```

```
DROP INDEX jmeno_indexu  
(smazání indexu)
```

Databázové systémy v GIS – jazyk SQL pro definici dat

Vytváření pohledů = view

Vytvářejí se tabulky, které jsou pouze virtuální a obsahují pouze vybrané atributy a záznamy – např. uvidíme seznam zaměstnanců, ale ne jejich platy, které jsou tajné

```
CREATE VIEW nazev_pohledu [pojmenování_sloupce] AS select
```

```
Create VIEW InformaceZam (CisloZam, prijmeni, jmeno) AS SELECT  
cislo,prijmeni,jmeno FROM Osoba
```

V pohledu **InformaceZam** došlo k přejmenování položky **cislo** na **CisloZam**

Databázové systémy v GIS – jazyk SQL pro editaci dat

Pro vkládání, odstraňování a aktualizaci dat

```
INSERT INTO jmeno_tabulky ([jmena_sloupcu]) VALUES (seznam  
hodnot)
```

(vložení řádku nebo některých atributů)

[jmena_sloupcu] co je v hranatých závorkách je **volitelné**

Databázové systémy v GIS – jazyk SQL pro editaci dat

toto je vložení 1 řádku:

```
INSERT INTO Osoba VALUES ('101','Jana','Vydrová',65,'01.05.72')
```

atributy typu text se musí uzavřít do apostrofů, číselné hodnoty ne

Lze vložit jen některé hodnoty:

```
INSERT INTO Osoba VALUES (101,'Jana','Novotná')
```

Databázové systémy v GIS – jazyk SQL pro editaci dat

```
UPDATE jmeno_tabulky SET atribut=nova_hodnota WHERE  
atribut=specificka_hodnota
```

```
UPDATE Osoba SET prijmeni='Mašková' WHERE cislo='101'
```

Aktualizuje atribut **prijmeni** pro danou podmínku **cislo='101'**

```
DELETE FROM jmeno_tabulky WHERE podmínka
```

(Smaže všechny záznamy vyhovující podmínce následující za WHERE)

Databázové systémy v GIS – jazyk SQL pro výběr dat

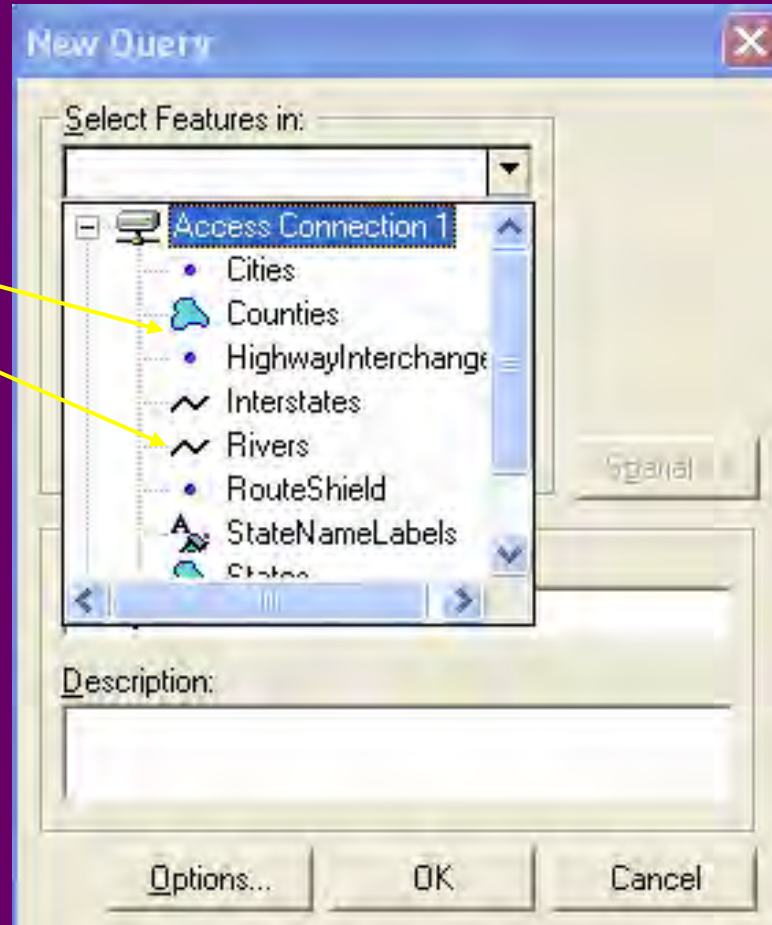
SELECT seznam_jmen_atributu

(výběr podle daných kritérií)

```
FROM seznam_jmen_tabulek  
[WHERE podmínka]  
[GROUP BY typ_skupiny]  
[HAVING where_definice]  
[ORDER BY attribute]
```

Databázové systémy v GIS – jazyk SQL pro výběr dat

Interface GIS
select from



Databázové systémy v GIS – jazyk SQL pro výběr dat

```
SELECT * FROM Osoba
```

* všechno

```
SELECT prijmeni,jmeno FROM Osoba
```

(tento příkaz vybere všechna příjmení a jména z tabulky Osoba)

```
SELECT prijmeni & ' ' & jmeno AS JmenoOsoby,datum FROM Osoba
```

(spojí příjmení a jméno do jednoho sloupce s názvem **JmenoOsoba** z tabulky Osoba)

Databázové systémy v GIS – jazyk SQL pro výběr dat

ORDER BY atribut1,atribut2,...

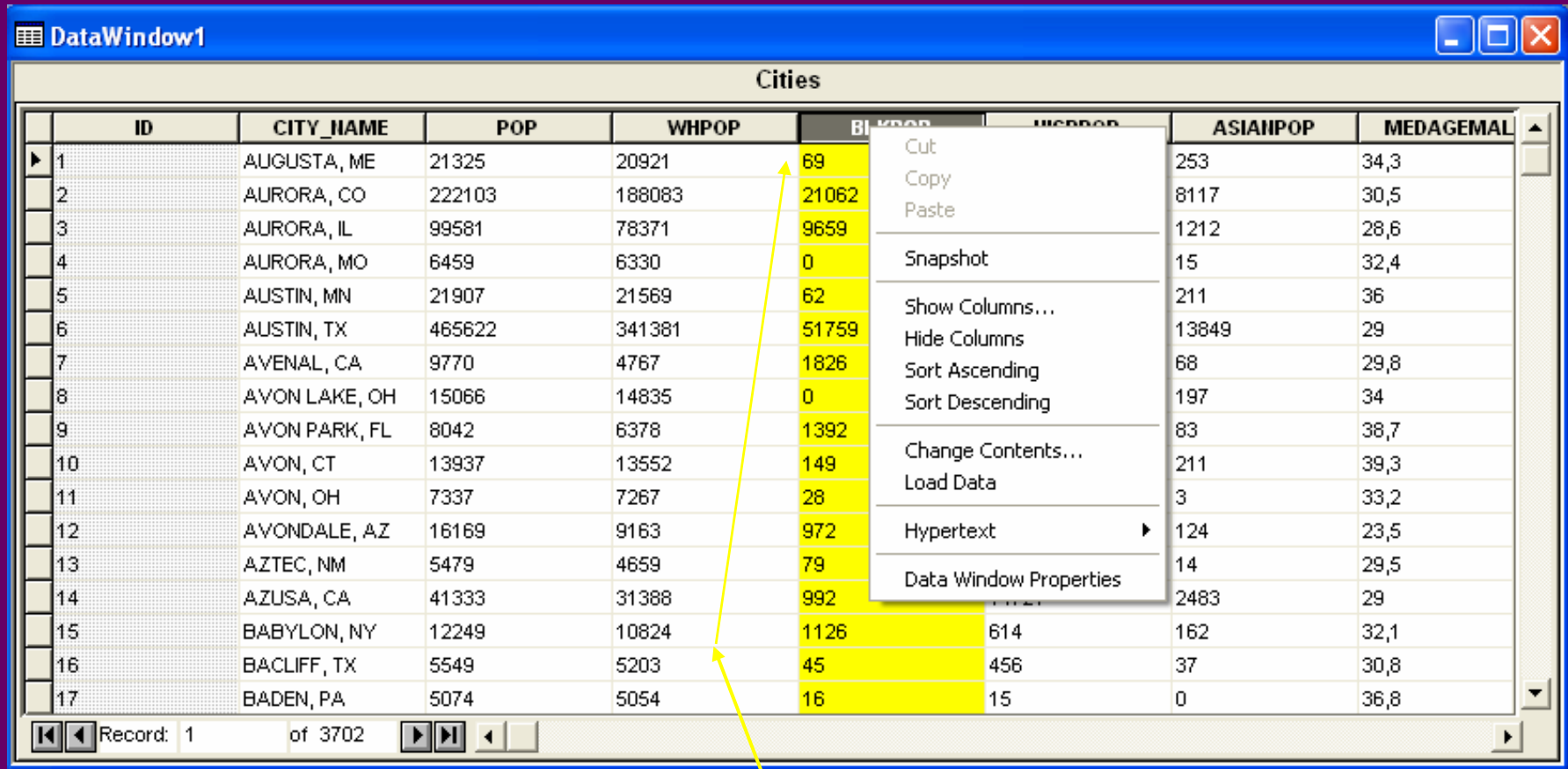
(seřadí podle abecedy od A, pro seřazení od Z se přidá DESC)

ORDER BY prijmeni,jmeno

SELECT DISTINCT jmeno FROM Osoba

(vybere příjmení, kde se křestní jméno (jmeno) vyskytuje pouze jednou – je-li tam 10 různých příjmení s křestním jménem Jana, vybere pouze jedno)

Databázové systémy v GIS – jazyk SQL pro výběr dat



The screenshot shows a window titled "DataWindow1" displaying a table of cities. The table has columns: ID, CITY_NAME, POP, WHPOP, BI (highlighted in yellow), WHPOP, ASIANPOP, and MEDAGEMAL. The data is sorted by WHPOP in descending order. A context menu is open over the BI column, and a yellow arrow points to the "ORDER BY" clause in the SQL query at the bottom of the window.

ID	CITY_NAME	POP	WHPOP	BI	WHPOP	ASIANPOP	MEDAGEMAL
1	AUGUSTA, ME	21325	20921	69		253	34,3
2	AURORA, CO	222103	188083	21062		8117	30,5
3	AURORA, IL	99581	78371	9659		1212	28,6
4	AURORA, MO	6459	6330	0		15	32,4
5	AUSTIN, MN	21907	21569	62		211	36
6	AUSTIN, TX	465622	341381	51759		13849	29
7	AVENAL, CA	9770	4767	1826		68	29,8
8	AVON LAKE, OH	15066	14835	0		197	34
9	AVON PARK, FL	8042	6378	1392		83	38,7
10	AVON, CT	13937	13552	149		211	39,3
11	AVON, OH	7337	7267	28		3	33,2
12	AVONDALE, AZ	16169	9163	972		124	23,5
13	AZTEC, NM	5479	4659	79		14	29,5
14	AZUSA, CA	41333	31388	992		2483	29
15	BABYLON, NY	12249	10824	1126	614	162	32,1
16	BACLIFF, TX	5549	5203	45	456	37	30,8
17	BADEN, PA	5074	5054	16	15	0	36,8

Record: 1 of 3702

Interface GIS ORDER BY atribut1,atribut2,...

Databázové systémy v GIS – jazyk SQL pro výběr dat

Podmínka WHERE

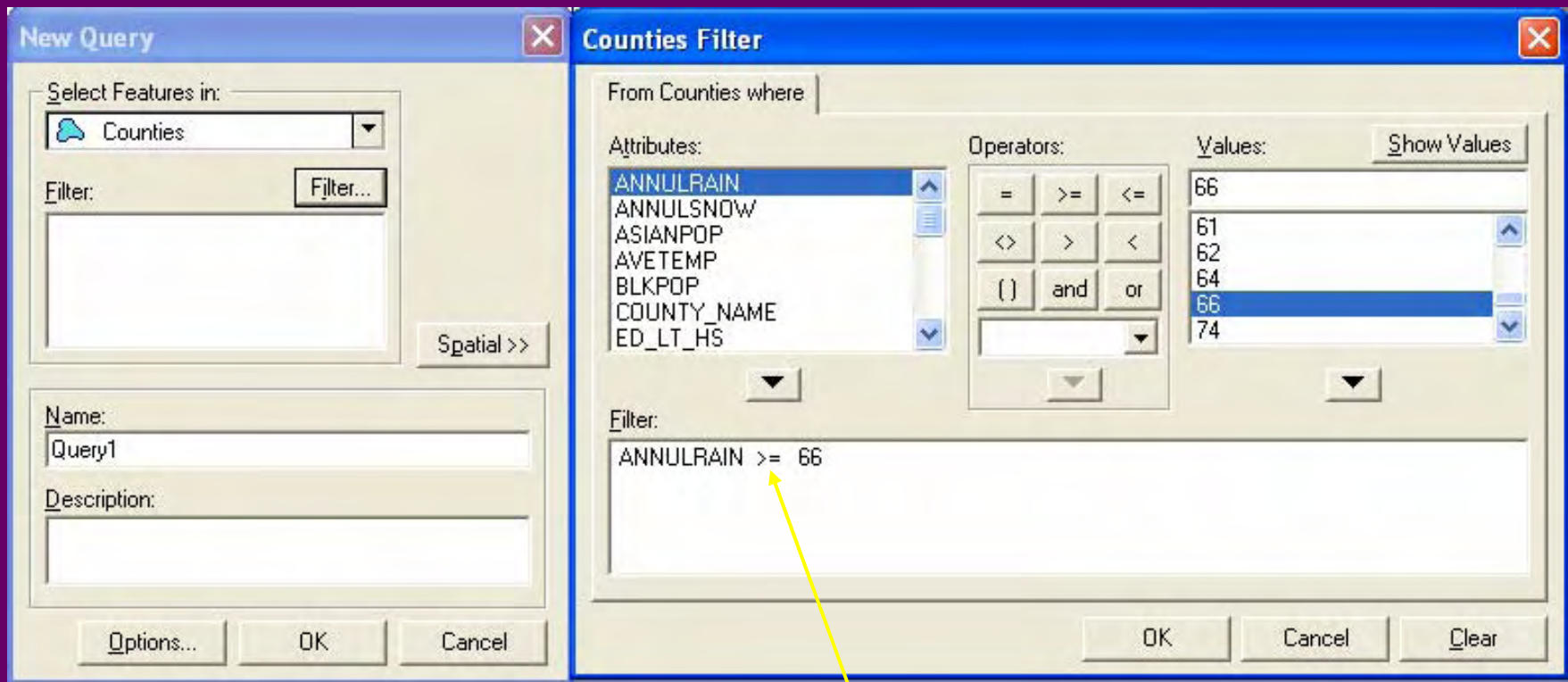
```
SELECT * FROM Osoba WHERE cislo='101'
```

(vybere všechny záznamy, kde cislo je rovno 101)

```
SELECT FROM Osoba WHERE datum >'31.12.1982' AND datum <  
'5.5.1989' ORDER BY datum
```

(vybere všechny záznamy, kde datum je mezi 1.1.1983 a 4.5.1989 a seřadí je podle data)

Databázové systémy v GIS – jazyk SQL pro výběr dat



v GIS **SELECT FROM**

WHERE podmínka – syntaxe zajištěna

Databázové systémy v GIS – jazyk SQL pro výběr dat

Relační operátory pro podmínku WHERE: <>, <, >, >=, <=

Logické operátory pro podmínku WHERE: NOT, AND, OR

Další operátory pro podmínku WHERE: BETWEEN dolní mez AND horní mez (obě krajní hodnoty jsou zahrnuty)

IN (seznam prvků množiny)

IS NULL

LIKE vzor (pro porovnání řetězců,
kde

_ je jeden znak

% je pro skupinu znaků

Databázové systémy v GIS – jazyk SQL pro výběr dat

grupovací funkce GROUP BY atribute

(spojení řádků pro stejnou hodnotu jednoho klíče=atributu)

```
SELECT vyska  
FROM Osoba  
GROUP BY vyska
```

Databázové systémy v GIS – jazyk SQL pro výběr dat

Agregační funkce : COUNT, SUM, MAX, MIN, AVG

COUNT (počítá záznamy včetně duplicit)

```
SELECT COUNT(vyska) AS PocetOsob FROM Osoba  
SELECT COUNT(cislo) AS PocetOsob FROM Osoba
```

(výsledek se může lišit, protože všechny atributy nemusí být vyplněny a funkce COUNT přeskakuje NULL hodnoty)

```
SELECT COUNT (*) AS PočetOsob FROM Osoba
```

(vrací počet všech záznamů v tabulce, i když není uvedena žádná položka)

Databázové systémy v GIS – jazyk SQL pro výběr dat

```
SELECT COUNT(vyska) AS PocetOsobNad180  
FROM Osoba  
WHERE vyska > 180
```

(výsledkem je tabulka, kde s jedním nově pojmenovaným sloupcem PocetOsobNad180 udávající počet osob větších než 180 cm)

```
SELECT AVG (vyska) AS AvgOfVyska  
Min(vyska) AS MinOfVyska  
Max(vyska) AS MaxOfVyska  
FROM Osoba
```

(výsledkem jsou 3 spočítané hodnoty – průměrná, minimální a maximální výška)

Databázové systémy v GIS – jazyk SQL pro výběr dat

Agregační a grupovací funkce lze spojit:

```
SELECT vyska, COUNT(vyska) AS PocetOsob  
FROM Osoba  
GROUP BY vyska  
ORDER BY vyska
```

(výsledkem je tabulka, kde jsou pro jednotlivé výšky uvedeny počty osob)

Databázové systémy v GIS – jazyk SQL pro výběr dat

Pokud pracujeme se skupinami a chceme **podmínku pro celou skupinu** nejen pro jednotlivé řádky původních tabulek, dává se tato podmínka ne za WHERE, ale za HAVING

```
SELECT seznam_atributu  
FROM seznam_tabulek  
[WHERE podmínka]  
[GROUP BY seznam_atributu  
[HAVING podmínka_pro skupinu ] ]
```

Databázové systémy v GIS – jazyk SQL pro výběr dat

```
SELECT vyska, Count(vyska) AS CountOfVyska  
FROM Osoba  
GROUP BY vyska  
HAVING (Count(Osoba.Vyska)>2)
```

vyska	PocetOsob
180	4

Databázové systémy v GIS – jazyk SQL pro výběr dat

Výběr z více tabulek

```
SELECT Osoba.prijmeni, Osoba.jmeno, Stav.stav
```



Spojení tabulek : **inner join**
left join
right join
full join
cross join

Databázové systémy v GIS – jazyk SQL pro výběr dat

inner join = vnitřní spojení přes společný atribut, kde existují hodnoty v obou tabulkách

```
SELECT seznam_atributů  
FROM prvni_tabulka  
INNER JOIN druha_tabulka  
ON podminka
```

Databázové systémy v GIS – jazyk SQL pro výběr dat

left/right outer join = vnější spojení společný hodnoty – je všechny hodnoty v levé tabulce přes atribut, pokud neexistuje společná záznam NULL

```
SELECT seznam_atributů  
FROM levá_tabulka  
LEFT JOIN prava_tabulka  
ON podmínka
```

Leva/prava – záleží na směru pohledu

Databázové systémy v GIS – jazyk SQL pro výběr dat

full join = plné spojení všechny hodnoty v obou tabulkách přes společný atribut, pokud neexistuje společná hodnota – je ve společném záznamu NULL

```
SELECT seznam_atributů  
FROM levá_tabulka  
FULL JOIN prava_tabulka  
ON podmínka
```

Databázové systémy v GIS – jazyk SQL pro výběr dat

cross join = křížové spojení spojí se všechny hodnoty v levé tabulce se všemi hodnotami v pravé tabulce (kartézský součin hodnot)

```
SELECT seznam_atributů  
FROM levá_tabulka  
LEFT JOIN prava_tabulka  
ON podmínka
```

Databázové systémy v GIS – jazyk SQL pro výběr dat

Příkazy SELECT mohou být i na více úrovních :

```
SELECT * FROM Osoba WHERE OsobCis NOT IN (SELECT  
OsobCis FROM Dite)
```

Vyber všechny osoby z tabulky Osoba, které nemají dítě

Databázové systémy v GIS – jazyk SQL pro definici přístupových práv

GRANT –uděluje práva

REVOKE- odebírá práva

Databázové systémy v GIS – jazyk SQL pro výběr dat

právo	apikováno na	povoleno uživateli
SELECT	tabulky, sloupce	vybírat záznamy z tabulky
INSERT	tabulky, sloupce	vkładat nové záznamy do tabulky
UPDATE	tabulky, sloupce	aktualizovat hodnoty v záznamech
DELETE	tabulky	mazat záznamy v tabulce
INDEX	tabulky	vytvářet a odstraňovat indexy v tabulkách
ALTER	tabulky	upravovat strukturu tabulky
CREATE	databáze, tabulky	vytvářet nové databáze, tabulky
DROP	databáze, tabulky	odstranit nové databáze, tabulky

Databázové systémy v GIS – jazyk SQL pro editaci přístupových práv k datům

```
GRANT [seznam práv] [(atributy)]  
ON jmeno_objektu  
TO {PUBLIC |uživatel1, [uživatel2]... }
```

Př. Výběr z tabulky Vyrobek je povolen všem uživatelům:

```
GRANT SELECT  
ON Vyrobek  
TO PUBLIC
```

Databázové systémy v GIS – jazyk SQL pro editaci přístupových práv k datům

Právo mazat a měnit ceny výrobků má pouze majitel

```
GRANT DELETE, UPDATE (cena_vyrobku)
ON Vyrobek
TO Majitel
```

Příkaz REVOKE – opačný operátor
REVOKE [seznam práv] [(atribut)]
ON jmeno_objektu
FROM Majitel

Databázové systémy v GIS – jazyk SQL pro transakce

Transakce zajišťují integritu a nedělitelnost změn dat podle zásady **Všechno, nebo nic**

Př. Převod finančních částek z jednoho účtu na 2.:

1. odepsání částek z účtu 1.
2. připsání částek na účet 2.

Jsou-li oba účty v pořádku, je to operace jednoduchá

Pokud je druhý účet chybný, částky by se měly vrátit na původní účet

Částka byla odečtena z 1. účtu a nedostala se na druhý – DBMS tuto **transakci stornuje**

Databázové systémy v GIS – jazyk SQL pro transakce

Transakce buď proběhne celá, nebo se zruší

SAVE POINT – uloží se okamžité nastavení

COMMIT – je potvrzena platnost transakce

ROLLBACK [TO SAVE POINT] - zruší všechny změny od uložení

Př. Změna částek při zdražení (pro jistotu):

SAVE POINT pro_jistotu

UPDATE zboží SET cena = cena *1,2

Databázové systémy v GIS – jazyk SQL pro transakce

Př. Vložení nového majitele do katastru a jeho vlastnického vztahu
Nový záznam o majiteli do tabulky majiteli
Nový záznam do Listu_vlastnictví

Musejí se provést oba příkazy

Pokud jen jeden, máme majitele bez pozemku anebo pozemek bez majitele

Databázové systémy v GIS - řazení, filtry a dotazy v Access

řazení

z menu lze volit: Záznamy/Seřadit:

seřadit sestupně/vzestupně podle jednoho atributu –

seřadí se celé řádky

filtrování – provádí se operací selekce nad relací **pomocí:**

- filtrace** – Filtrace podle výběru,
Rozšířený filtr nebo řazení
- Filtr podle formuláře

Filtr nelze uložit natrvalo

Databázové systémy v GIS - řazení, filtry a dotazy v Access

Filtrování pomocí dotazu

výhoda oproti filtrům – lze je uložit trvale

dotaz specifikuje práci s daty – z výsledků lze tvořit další dotazy

2 základní typy dotazů:

1. **výběrové** – pouze vybírají a zobrazují - patří sem i **agregační dotazy**
2. **akční** – provádějí i změny hodnot atributů, nové tabulky

Lze vytvářet i **parametrické dotazy** (= vstupní hodnota podmínky je zadána parametrem)

Databázové systémy v GIS - řazení, filtry a dotazy v Access

Výběrové dotazy: provádějí relační operaci selekce nebo projekce (lze i najednou)

Př. Vybrat všechny studenty s příjmením od A do L (=selekce) a neuvádět jejich rodná čísla (=projekce)

Agregační dotazy : vypočítají počet, průměr, maximum, minimum

Databázové systémy v GIS - řazení, filtry a dotazy v Access

Akční dotazy –

aktualizační dotaz – mění hodnoty některých atributů – změny ročníků po ukončení předchozího apod.

vytvářející dotaz – vytváří novou tabulku v dané nebo jiné databázi

přidávací dotaz – přidá nové záznamy nebo z jedné tabulky do druhé

odstraňovací dotaz – odstranění záznamu podle kriteria – student dostudoval

Databázové systémy v GIS - řazení, filtry a dotazy v Access

Př.

Student na fakultě

1. přijat – přidávací dotaz
2. ukončení ročníků – aktualizací dotaz
3. ukončení studia – odstraňovací dotaz

Databázové systémy v GIS – SQL pro prostorová data

Databáze – nebyly vytvářeny pro prostorové objekty – ale pro
textové a číselné

GIS potřebují ukládat
jak **geometrická**,
tak **atributová** data
a rovněž **obrazová** data-

a to je pro DBMS - obtížné

Databázové systémy v GIS – SQL pro prostorová data

1999 – nová norma ISO

Rozšířena norma pro SQL na **SQL/MM (SQL MultiMedia)** – pro práci s netabulkovými daty a složitými daty

pracuje s prostorovými objekty (Spatial) a úplnými texty (Full Text)

Nová norma SQL1999 – pro práci s objektovými daty

Databázové systémy v GIS – SQL pro prostorová data

Princip – uložit geometrické objekty do tabulek

atribut s geometrickými daty = **prostorový atribut**

tabulka s **prostorovým atributem** – **prostorová tabulka**

Databáze je rozšířena o **prostorové typy dat** – má nové datové struktury a nové funkce

Databáze rozšířeny o **moduly pro řízení objektů**

Databázové systémy v GIS – SQL pro prostorová data

Moduly pro řízení prostorových objektů – **funkce modulující chování prostorových objektů vnořeny do DBMS** –to optimalizuje dotazy

Využívají se **UDT** – uživatelem definované typy
a **UDF** – uživatelem definované funkce,

nebo **ADT** a **ADF** – abstraktní datové typy a funkce,

které jsou použitelné i pro jiné struktury nejen geometrické

Databázové systémy v GIS – SQL pro prostorová data

Open GI konsorcium (OGC) definovalo **normu pro uložení, výběr, dotazování a aktualizaci jednoduchých prostorových objektů**

OGC popisuje prostorové objekty **geometrickým modelem založeným na hierarchii objektů**

Třída **Geometry** je abstraktní třída – každý objekt má svou souřadnici

Jednodimenzionální modely – body a křivky

Dvoudimenzionální – povrchy

Kolekce je multimnožina – mohou tedy tam být 2 body stejné

Pokračovat 22.5.

Databázové systémy v GIS – SQL pro prostorová data

Křivka (curve) je dána posloupností bodů

Podtřídy třídy curve určují způsob interpolace

Linie (=lomená čára) je lineární interpolace

Linie je tvořena 2 body = **počátečním a koncovým**

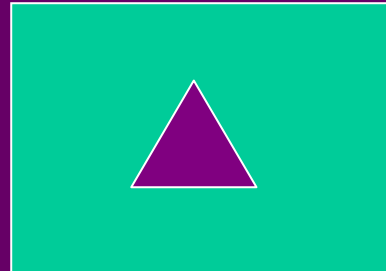
Křivka je jednoduchá, jestliže sama sebe nikde neprotíná

Uzavřené křivky mají společný počáteční a koncový bod

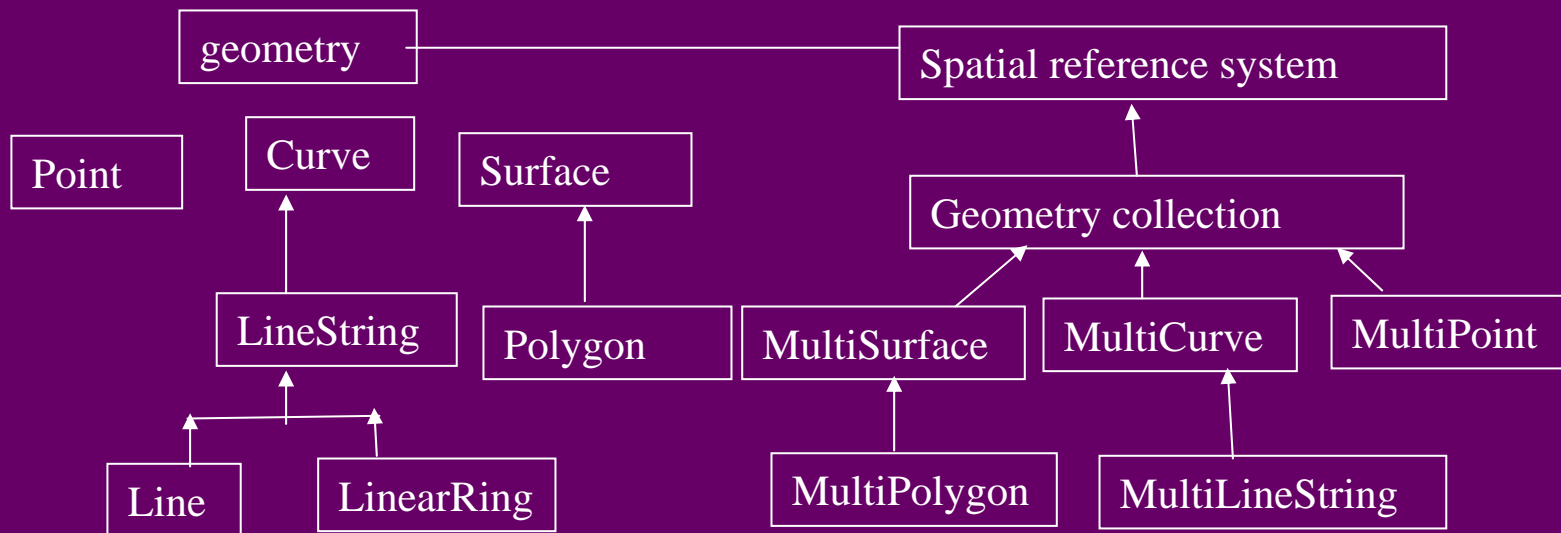
Databázové systémy v GIS – SQL pro prostorová data

Polygony jsou dány vnější a vnitřními hranicemi,

vnitřní hranice definují díry (hole)



Databázové systémy v GIS – SQL pro prostorová data



Přehled tříd

Databázové systémy v GIS – SQL pro prostorová data

Pro jednotlivé třídy specifikovány metody

Na úrovni Geometry jsou

základní metody : Dimension, Boundary

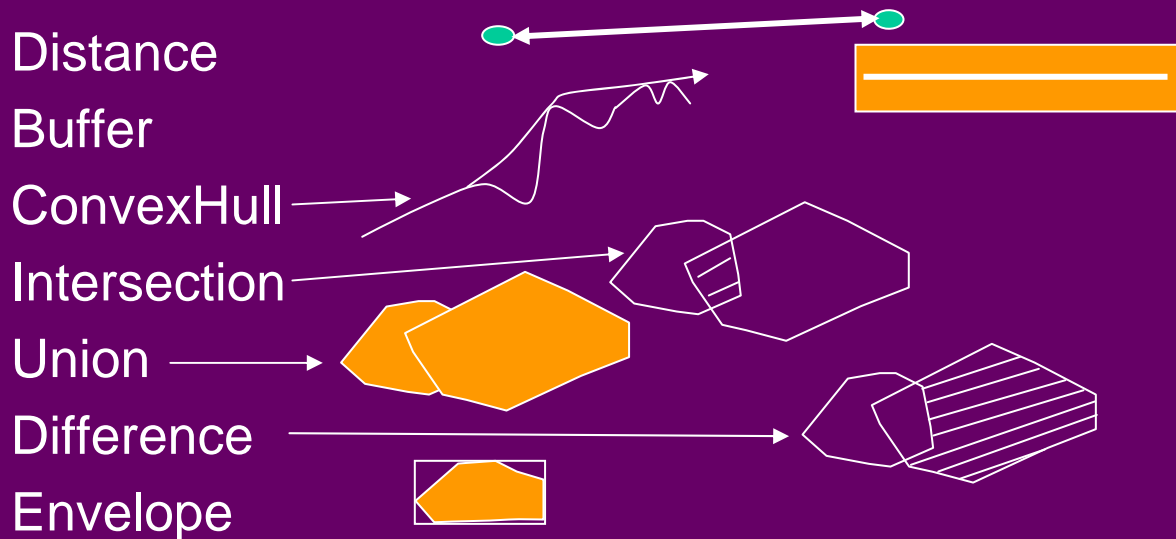
a **metody pro porovnání objektů**: Equals, Disjoint, Intersects, Touches, Crosses, Within, Contains, Overlaps, Relate

Výsledkem je TRUE, pokud je výsledek z porovnání shodný



Databázové systémy v GIS – SQL pro prostorová data

Další metody prostorové analýzy



Metadata

Jsou data o datech

Jsou charakteristiky sloužící k popisu jiných dat

Mohou mít také své vlastní atributy – tím vznikají **vyšší úrovně metadat**

Měla by být organizována pomocí **metainformačních systémů**

Metadata

Jsou ukládána do archivů, tak jako data do databází

Metadata jsou uložena v systémových tabulkách, lze je číst, ale **nelze editovat** (ne INSERT, UPDATE, DELETE)

Jejich obsah je popsán v dokumentaci o databázovém prostředí

Obsah systémových tabulek lze zjistit pomocí SELECT

Metadata - příklady

Popis dat – nezbytný – bez něj data nedávají smysl

Příklad dat bez popisu:

(1, 100, 150, 0,0064),

(2, 120, 145, 0,0044),

měla by to být data o koncentraci látky ve vodě ve vrtech

Čísla 1,2 – čísla vrtů?

Čísla 100, 120, 150, 145 – souřadnice? U nás jak S-JTSK, tak Gauss- Krieger mají zcela jiné hodnoty

Hodnoty 0,0064, 0,0044 – koncentrace v mg/l?

Metadata - příklady

Metadata 1

Položky záznamů:

ID vrtu,

souřadnice x , y v lokálním souř. systému, osy orientovány jako S-JTSK,
počátek ve vrtu č. 2, který má $x=1\ 103\ 563$ a $y=512\ 534$

Koncentrace Cd v mg/l

Měřeno v červnu roku 2004

Metadata - příklady

Metadata 2

Veškeré informace u firmy ASDR, u Ing. A. Svobodové,
tel. +420 606 435 766,
E-mail: svobodova@asdr.com

Metadata - příklady

Metadata 3

Položky záznamů:

ID vrtu,

souřadnice x , y v lokálním souř. systému, osy orientovány jako S-JTSK, počátek ve vrtu č. 2, který má $x=1\ 103\ 563$ a $y=512\ 534$

Koncentrace Cd v mg/l

Měřeno v červnu roku 2004

Veškeré informace u firmy ASDR, u Ing. A. Svobodové,
tel. +420 606 435 766,
E-mail: svobodova@asdr.com

Metadata - příklady

Metadata 1

možnost přímo využít data

Metadata 2

kontakt na osobu, která dodá metadata 1

Metadata 3

optimální

Standardizace metadat

- Normy pro metadata:
 - ISO 19 115
 - INSPIRE pro implementaci pravidel
 - Dublin Core
- Technická implementace
 - XML jako výměnný formát
 - ISO 19 139 pro používání metadata
- Právní problémy
 - Nařízení INSPIRE, která jsou pro určité soubory upravena jednotlivými vládami

Standardizace metadat — Dublin Core

- **Dublin Core** = soubor metadatových prvků, jehož záměrem je usnadnit vyhledávání elektronických zdrojů.
 - Původně byl vytvořen jako popis zdrojů na WWW sestavený přímo autorem,
 - postupně ale zaujal instituce zabývající se formálním zpracováním zdrojů, jako jsou muzea, knihovny, vládní agentury a komerční organizace.
- Vedení Dublin Core sídlí ve Spojených státech, konkrétně v OCLC ve státě Ohio v *Úřadu pro výzkum a speciální dokumenty*.
- Struktura Dublin Core je v současnosti používána v řadě zemí Severní Ameriky, Evropy, Asie a Austrálie a počet zemí se postupně zvyšuje.

Standardizace metadat — Dublin Core

- Přehled a linky k plné specifikaci všech metadatových termínů vytvářených iniciativou Dublin Core Metadata na:

<http://dublincore.org/usage/documents/overview/>.

Metadata — standardizace metadat

Datová sada (data set) – kolekce dat - je obecnější označení než:

Datový soubor (data file) – je konkrétní soubor

Datová sada je logický celek v rámci určitého informačního systému /je tvořen jedním nebo více datovými soubory

Datovou sadou můžeme rozumět i_

mapu

atlas

údaje dané matriky

Metadata — standardizace metadat

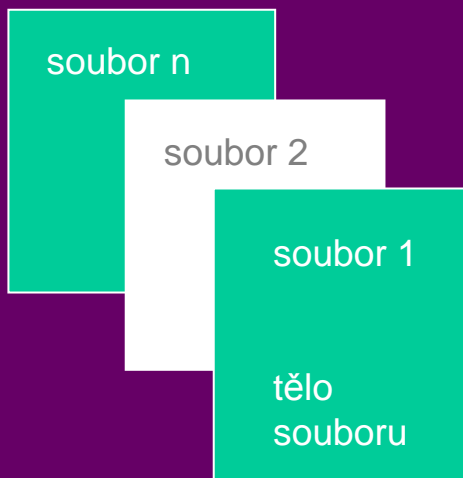
Metadatové hladiny —

z hlediska teorie zpracování mají metadata 3 úrovně :

1. fyzická (orto) — jak jsou data uspořádána na paměťovém médiu
2. logická (para) — popis obsahu dat - hodnoty vlastností jsou součástí samotných dat, bývají zde údaje o vztazích a integritní omezení
3. meta — popis typu datové sady
 - důvod vzniku
 - historie
 - kvalita
 - identifikace v rámci nějakého systému
 - podmínky šíření
 - vztah osob a organizací k datům

Metadata — standardizace metadat

ORTO úroveň



01110101100001...

0111010001001...

Metadata — standardizace metadat

PARA úroveň

atributy záznamu

Název pole	Datový typ	Doména	Popis	omezení
Shape	line		Silnice 1	
Cislo	character	6	Číslo třídy	
..	

vztahy mezi objekty

.....

vztahy mezi atributy

Metadata — standardizace metadat

META úroveň (Růžička, 2002)



Metadata — standardizace metadat

základ standardizace metadat:

1995 — definování **Dublin Core** na setkání odborníků v USA = snaha pokusit se o univerzální popis informačního zdroje pro všechny skupiny uživatelů

ucelený systém je v USA — **NSDI (National Spatial Data Infrastructure)** — je o forma veřejného metainformačního portálu — přehled o dostupných datech USA

Austrálie — **Australian Spatial Data Infrastructure** — portál pro přístup k metadatům různých organizací

Metadata – MIDAS

MIDAS

metainformační systém geodat v ČR
obsahuje META úroveň

Institut geoinformatiky VŠB TU Ostrava
<http://gis.vsb.cz/midas>

3 tisíce datových sad – pro veřejnou správu a samosprávu

Metadata – MIDAS

Struktura:

identifikace datové sady

základní popis

prostorové schéma – geometrická struktura

rozsah dat – časový a prostorový

kvalita dat – původ, užití, časový údaj, úplnost, ...

Metadata – MIDAS

vyhledávání:

data DPZ: v záložce *klasifikace* – „Prostorová data“

velký počet datových sad – letecká a družicová data

v údajích „*Popis vzniku*“ – údaje o autorech klasifikací, použitý SW,

v údajích o polohové přesnosti – přesnost snímku v metrech

Metadata – MIS

Metainformační systém MŽP (Ministerstvo životního prostředí)

odpověď na otázky:

Jaké informace jsou k dispozici?

Kdo je za ně zodpovědný?

Jak lze tyto informace získat?

adresář v MIS – kontakt na odborníky v životním prostředí, jejichž aktivity souvisejí s daty v tomto systému

Metadata – ČSN

ČSN EN ISO 19115

NAVIGÁTOR

VYHLEDÁVÁNÍ

Vyhledat:

[Rozšířené](#)

PŘIHLÁSIT

Jméno:

Heslo:

[Registrace](#)

SEZNAMY NOREM

- [Seznam norem 2007](#)
- [Jakost](#)
- [Stavební normy](#)
- [Požární normy](#)
- [Elektro normy](#)
- [Vytápění](#)
- [Vodovody a kanalizace](#)
- [TNV a TNO](#)
- [Publikace IN-EL](#)
- [Publikace ČSN](#)

[CENÍK](#) | [KOŠÍK](#) | [POKLADNA](#) | [NASTAVENÍ](#) | [ODHLÁSIT](#)

Zobrazeny záznamy 151 až 180 (celkem 185)

| [Předchozí](#) | [1](#) | [2](#) | [3](#) | [4](#) | [5](#) | [6](#) | [7](#) | [Další](#) |

Katalog	Označení Název	Cena s DPH	Počet kusů
71464	ČSN ISO 9735-6 (979735) Elektronická výměna dat pro správu, obchod a dopravu (EDIFACT) - Pravidla syntaxe aplikační úrovně (číslo verze syntaxe: 4, číslo vydání syntaxe: 1) - Část 6: Bezpečnostní autentizace a potvrzení (zpráva AUTACK)	480,-	<input type="text" value="0"/>
67054	ČSN ISO 9735-7 (979735) Elektronická výměna dat pro správu, obchod a dopravu (EDIFACT) - Pravidla syntaxe aplikační úrovně (číslo verze syntaxe: 4, číslo vydání syntaxe: 1) - Část 7: Pravidla bezpečnosti pro dávkovou EDI (důvěrnost)	480,-	<input type="text" value="0"/>
68774	ČSN ISO 9735-8 (979735) Elektronická výměna dat pro správu, obchod a dopravu (EDIFACT) - Pravidla syntaxe aplikační úrovně (číslo verze syntaxe: 4, číslo vydání syntaxe: 1) - Část 8: Přidružená data v EDI	330,-	<input type="text" value="0"/>
67055	ČSN ISO 9735-9 (979735) Elektronická výměna dat pro správu, obchod a dopravu (EDIFACT) - Pravidla syntaxe aplikační úrovně (číslo verze syntaxe: 4, číslo vydání syntaxe: 1) - část 9: Správa bezpečnostních klíčů a certifikátů (zpráva KEYMAN)	480,-	<input type="text" value="0"/>
76606	ČSN ISO/IEC 11179-1 (979736) Informační technologie - Registry metadat (MDR) - Část 1: Rámec	480,-	<input type="text" value="0"/>

77370	ČSN EN ISO 19109 (979828) Geografická informace - Pravidla pro aplikační schéma	760,-	<input type="text" value="0"/>	
75292	ČSN ISO 19110 (979829) Geografická informace - Metodologie katalogizace vzhledů jevů <input type="checkbox"/> objednat normu včetně změn <input type="checkbox"/> objednat pouze změny	720,-	<input type="text" value="0"/>	
70377	ČSN ISO 19111 (979830) Geografická informace - Vyjádření prostorových referencí souřadnicemi <input type="checkbox"/> objednat normu včetně změn <input type="checkbox"/> objednat pouze změny	640,-	<input type="text" value="0"/>	
73038	ČSN EN ISO 19112 (979831) Geografická informace - Vyjádření prostorových referencí geografickými identifikátory	420,-	<input type="text" value="0"/>	
70086	ČSN ISO 19113 (979832) Geografická informace - Zásady jakosti <input type="checkbox"/> objednat normu včetně změn <input type="checkbox"/> objednat pouze změny	560,-	<input type="text" value="0"/>	
73039	ČSN EN ISO 19114 (979833) Geografická informace - Postupy hodnocení jakosti <input type="checkbox"/> objednat normu včetně změn <input type="checkbox"/> objednat pouze změny	760,-	<input type="text" value="0"/>	
71350	ČSN ISO 19115 (979834) Geografická informace - Metadata <input type="checkbox"/> objednat normu včetně změn <input type="checkbox"/> objednat pouze změny	1130,-	<input type="text" value="0"/>	
73991	ČSN ISO 19116 (979835) Geografická informace - Polohové služby <input type="checkbox"/> objednat normu včetně změn <input type="checkbox"/> objednat pouze změny	720,-	<input type="text" value="0"/>	

Přístup k datům

rozhraní ODBC

pro přístup v Microsoft Windows (i pro jiné platformy) – je univerzální rozhraní – Open Database Connectivity = mezičlánek mezi danou aplikací a databázovým systémem

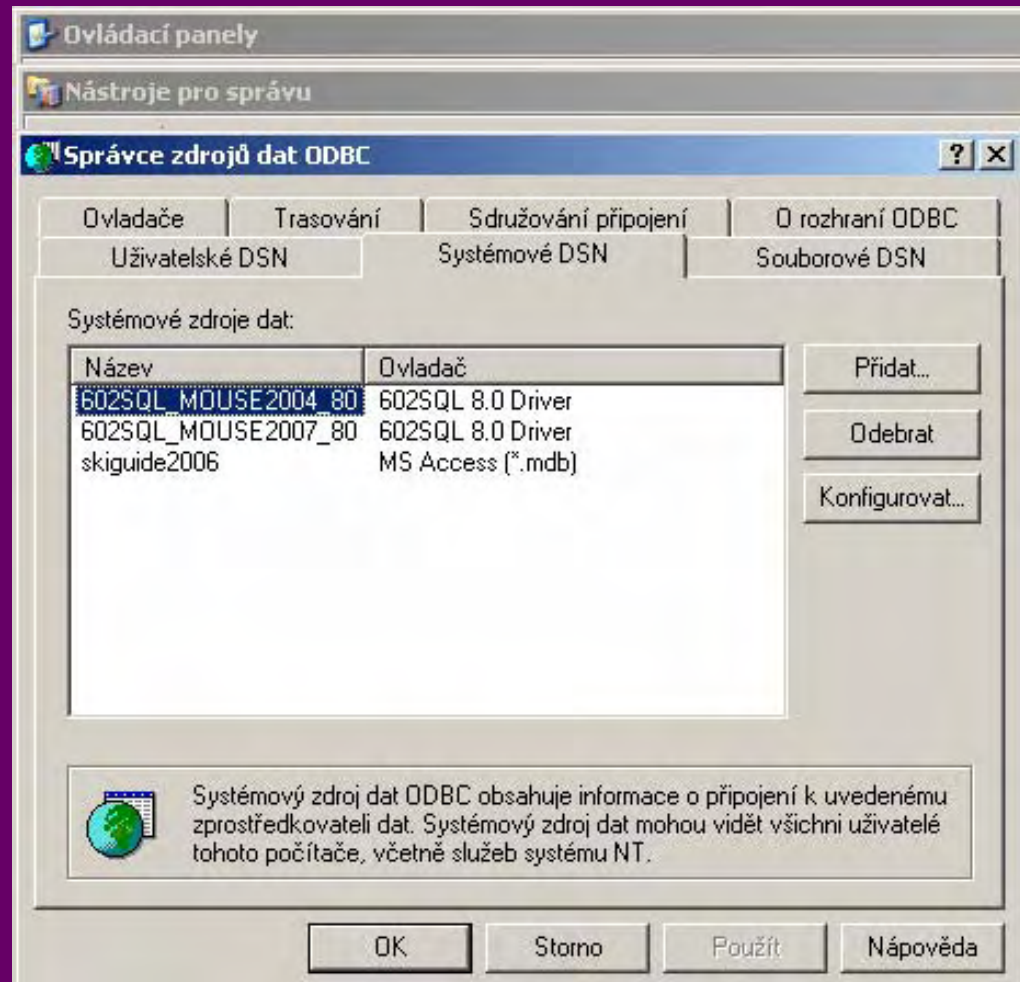
v současných GIS SW je pro propojení s některými DB již v GIS nástroj –

GeoMedia - New Connection – výběr Access

data z databázového systému – většinou ve formě tabulky

Přístup k datům

konfigurace ODBC

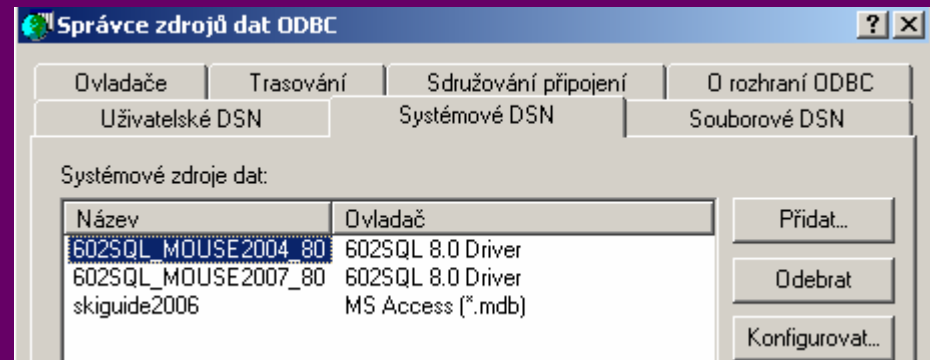


Přístup k datům

registrace nového zdroje:

systemové DSN(Data Source Name)

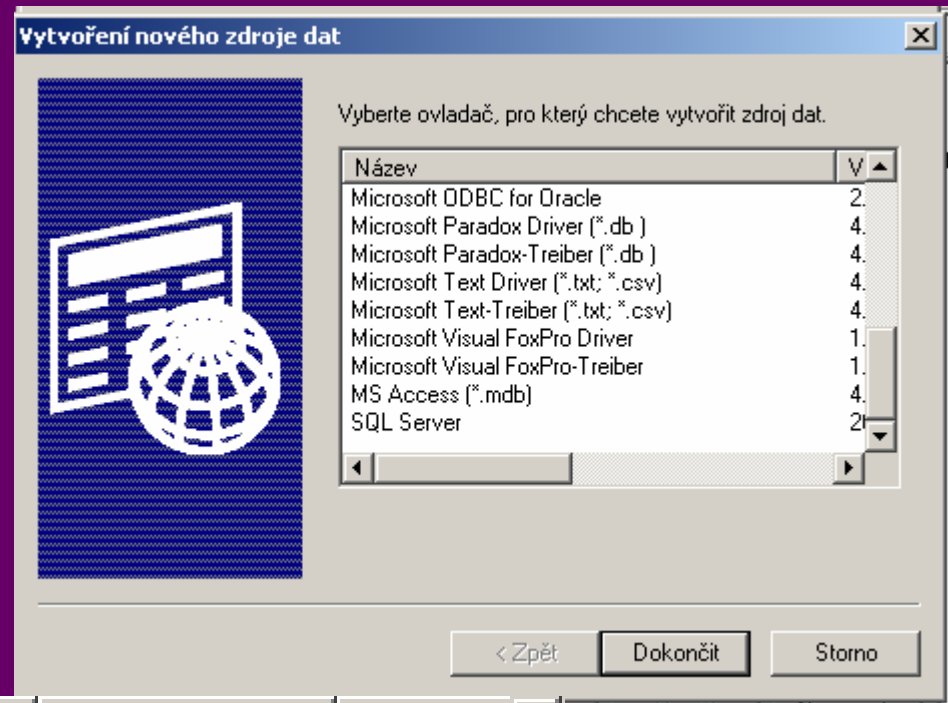
tlačítko Přidat



Přístup k datům

tlačítka Přidat – objeví se

pro připojení databáze
 Access – vybrat



Název	Verze	Společnost
Driver do Microsoft Access (*.mdb)	4.00.6304.00	Microsoft I

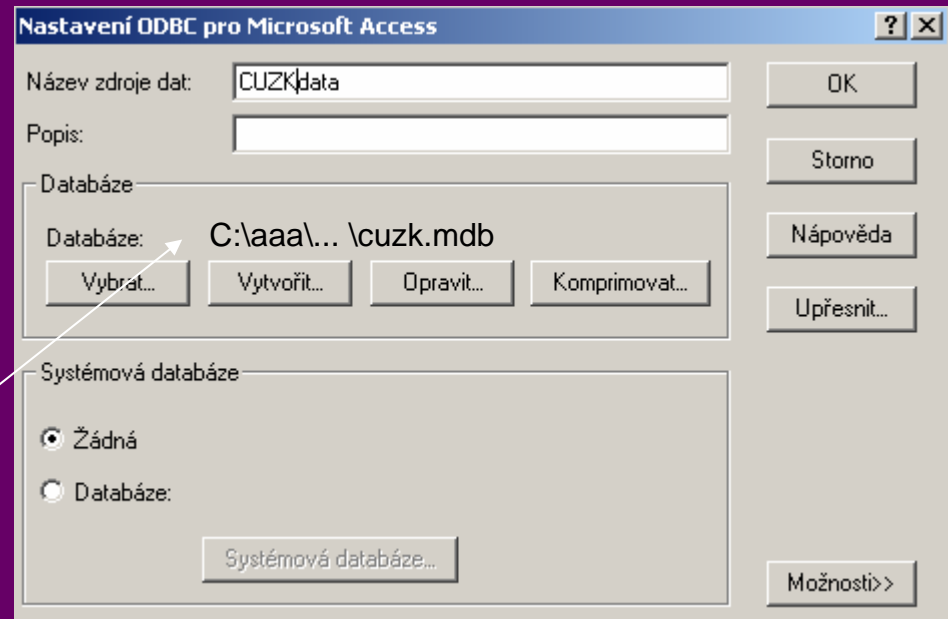
a vytvoříme přístup s námi zvoleným názvem

Přístup k datům

a vytvoříme přístup s námi zvoleným názvem: CUZKdata

pomocí tlačítka Vybrat:

vyberu tuto databázi – objeví se cesta k ní



CASE nástroje

CASE = Computer Aided Software Engineering

jsou programy pro podporu návrhu a programování databází

Slouží pro návrh malých i velkých systémů – u velkých se bez nich neobejdeme

Pomocí grafického návrhu se navrhuje **struktura systému**, co má systém dělat a s jakými daty

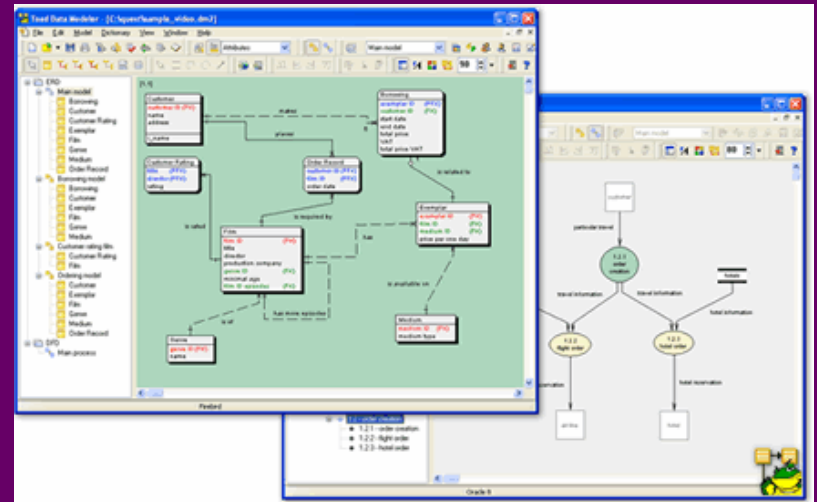
CASE nástroje



CASE studio2.25 – program pro vizuální navrhování **datových struktur**

Lze jím vytvářet:

- entitně relační diagramy = ERD
- Data Flow Diagramy = DFD
- Reverse Engineering – z existující databáze vytvoří model struktury
- Správce verzí
- Detailní logické i fyzické HTML reporty
- aj.



CASE nástroje

Řada velkých produktů obsahuje vlastní CASE nástroje

- Oracle 9i – má **Oracle Designer**
- ESRI pro návrh geodatabáze – **Microsoft Visio Enterprise** s komponentou **ArcGIS CASE Tools**
- ...

Většina podporuje metodologii:

UML = Unified Modelling Language

Analýza dat

= Využívání dat pro získání informací:

- Pravidelné prohlížení **statických reportů**
- Denní **obecný přehled o stavu** bez zájmu o detaily (*vyšší manažer*)
- Od připravených dotazů k **složitějším detailům** podle dílčích výsledků (*analytik*)
- Průzkumy pro vyhledání neobvyklých vztahů mezi daty na základě **formulace hypotéz** (*analytik*)

Analýza dat

2 možné analytické přístupy podle existence či neexistence fyzických vazeb ve zkoumaných datech

- **OLAP** = On-Line Analytical Processing existence fyzických vazeb
- **Data mining** (=dolování dat) –mimo rámec fyzických vazeb

Analýza dat

OLAP

Přístup k datům prostřednictvím různých pohledů na informace ze zdrojových dat – z prostoru dat = z **vícerozměrné krychle**

Př. Demografické údaje pro území od úrovně obcí za několik let

1 dimenze = hodnoty území počtu obyvatel – z toho hierarchie :
obec, pověřená obec, okres, kraj, země – získání vztahů

1 dimenze = čas – počty narozených dětí za den, měsíc, rok, ..

1 dimenze = věková struktura obyvatel

Analýza dat

OLAP

- Přejchod od nižší úrovně hierarchie k vyšší = **roll-up**
- Přejchod od vyšší k nižší = **drill-on**

Analýza dat

Data mining

= proces extrakce relevantních předem neznámých nebo nedefinovaných informací z velkých databází

Analýzy označované jako **data-driven** = odvozované **z obsahu dat**, ne specifikované uživatelem

Analýza dat

Data mining

Metody:

- Clustering = **shlukování** podle obdobných charakteristik (= objem prodeje, komodita, lokalita)
- Klasifikace = **profil každé skupiny** objektů definováním podstatných atributů
- Predikce = závislost hodnoty jednoho atributu na ostatních a **předpověď hodnoty atributu v závislosti na ostatních**
- Asociace = odvozuje z hodnot jedné transakce možnosti výskytu v jiných transakcích
- Odhalování **sekvenčních vzorů** = nachází obdobné vzory v transakcích z podobnosti logiky posloupnosti jejich operací
- Odhalování **obdobných časových sekvencí** - z podobnosti časové logiky posloupnosti jejich operací

Normalizace (standardizace) dat v GIS

Open GIS Consortium

Ustaveno v 1994 – v současné době cca 240 organizací – výrobní podniky i
univerzity
nevládní orgán

účel – sjednotit pomocí mezinárodních norem formáty pro různé
typy dat pro GIS pro jejich zjednodušené předávání na
národních i mezinárodní úrovni při používání nestranných SW

Open GIS Consortium

Catalogue Service - ebRIM (ISO/TS 15000-3)

normy pro služby týkající se **metadat** – pro úlohy

- nalézt data,
- vyhledávat je
- dotazovat se jich z rozdílných katalogových serverů,

aby bylo možné **publikovat a vyhledávat:**

- soubory popisných informací (metadat) pro data,
- služby a s nimi související informační objekty

Open GIS Consortium

Coordinate Transformation -

poskytuje interface pro **obecnou lokalizaci**:

1. souřadnicové systémy a
2. souřadnicové transformace.

Tato specifikace umožňuje prodejcům vyvinout vzájemně **interoperabilní souřadnicové komponenty transformace pro** geoprostorový software

Open GIS Consortium

Filter Encoding –

definuje XML **kódování pro filtrování**.

- Filtr specifikuje vlastnosti objektů pro **vytváření podskupin** těchto objektů
- Cílem je, aby bylo možné pracovat pouze s **vybranými objekty** např. je vystínovat různou barvou, nebo je uložit do jiného formátu.
- Jakákoli služba vyžadující schopnost dotázat se prostřednictvím webu může využít kódování pomocí XML

Open GIS Consortium

Geographic Objects –

definuje otevřený soubor běžných na jazyce nezávislých abstrakcí pro:

- popis,
- řízení,
- vybarvení a
- manipulaci s geometrickými a geografickými objekty v programovacím prostředí

Open GIS Consortium

Geographic Objects

- Tato specifikace umožňuje vývojářům jednou **definovat interoperabilní geoprostorovou aplikaci** a poté postavit tuto aplikaci na platformách jako je C++ or Java.
- Tato software **podporuje malý soubor geometrických typů** (body, linie a jiné tvary potřebné pro mapování
- a **grafiku**, která se použije **pro vizualizaci**,
- a **schopnost pracovat s hardwarem** jako je myš, klávesnice, display ...

Open GIS Consortium

Geographic Objects

Jakmile vývojáři vytvoří software, který se řídí těmito specifikacemi, jsou schopni:

- kreslit mapy s detailními symboly,
- podporovat změnu dat v mapách a
- nabízet animace na jakékoliv platformě

Open GIS Consortium

Grid Coverage Service –

definuje metody, které umožňují interoperabilitu mezi

- implementacemi softwarů od poskytovatelů dat
- a poskytovatelů softwarů pro **rastrovou analýzu** a zpracování
- družicová data, digitální foto, DTM, ..

Open GIS Consortium

Location Services (OpenLS) –

je otevřená platforma pro aplikační služby založené na lokalizaci :

Vymezuje poměr a vztah OpenLS s ohledem na jiné specifikace a standardizace

Primárně je cílem OpenLS definovat přístup k různým datům

Open GIS Consortium

Location Services (OpenLS)

5 služeb:

1. Přístup k on-line zdrojům – Zlaté stránky –
2. služby pro vyhledání polohy mobilního objektu
3. transformuje a popisuje místo, jako je jméno místa, ulice, PSČ do normovaného popisu místa s bodovou geometrií

Open GIS Consortium

4. Vytváření map z jakýchkoliv prostorových dat
5. Lokalizace na komunikacích, navigaci a propojení

Open GIS Consortium

Simple Features CORBA — Common Object Request Broker Architecture

definuje interface, který umožňuje

- **transparentní přístup ke geografickým datům**, která jsou v různých zpracovatelských systémech v různých počítačových platformách

Open GIS Consortium

Web Map Service —

poskytuje 3 operace:

- GetCapabilities (služba),
- GetMap (mapa),
- GetFeatureInfo (informace)

pro získání pohledů ve formě mapy, přičemž jsou data získávána ze vzdálených a heterogenních zdrojů

- Lze provádět operace překrytí, dotazy

Open GIS Consortium

Web Feature Service –

umožňuje klientovi nalézat a aktualizovat geoprostorová data kódovaná v **Geography Markup Language (GML)** z mnoha Web Feature Services.

- Vytvářet nový geoprvek
- Mazat geoprvek
- Aktualizovat geoprvek
- Uzamknout geoprvek
- Získat nebo dotazovat se geoprveku vymezením prostorového nebo neprostorového typu

Data pro GIS v ČR

Portály:

- veřejné správy
- Ministerstva životního prostředí (CENIA)
- ČÚZK
- Českého statistického úřadu

 **Česká republika**

- » [Informace o ČR](#)
- » [Prezident](#)
- » [Parlament](#)
- » [Vláda](#)
- » [Ministerstva](#)

Kraje



 **Evropská unie**

- » [Informace o EU](#)



[Občan](#)



[Podnikatel](#)



[Cizinec](#)

Novinky z veřejné správy

- 2.2.2007** *Ministerstvo zdravotnictví ČR - [Tisková konference](#) - Onemocnění listeriózou, komplexní informace...*
- 2.2.2007** *Ministerstvo zemědělství ČR - [O podpory na ekologické zemědělství a péči o krajinu bude možné žádat už na jaře](#) - Podpory z Programu rozvoje venkova na období 2007 až 2013...*
- 2.2.2007** *Ministerstvo informatiky ČR - [TESTA II - Eurodomain akreditována na stupeň EU VYHRAZENÉ](#) - Eurodoména (páteřní síť a tzv. centrální platforma)...*
- 2.2.2007** *Kancelář prezidenta republiky - [Prezident rozhodl o konání doplňovacích voleb do Senátu](#) - Prezident republiky Václav Klaus 1. února...*
- 2.2.2007** *Kancelář prezidenta republiky - [Prezident jmenoval rektora VŠUP](#) - Prezident republiky Václav Klaus jmenoval...*

[Další Novinky z veřejné správy >>>](#)

Povinně zveřejňované informace

- 1.2.2007** *114/1992 Sb. - [Plán péče o PR Velké Doly](#) - Krajský úřad Moravskoslezského kraje, odbor životního prostředí...*
- 1.2.2007** *114/1992 Sb. - [Plán péče o PP U Čtvrtečkova mlýna](#) - Krajský úřad Královéhradeckého kraje, odbor životního prostředí...*
- 1.2.2007** *114/1992 Sb. - [Plán péče o PP Na Hadovně](#) - Krajský úřad*

Kurzy

- » [E-learningové kurzy](#)

Užitečné

- » [Obchodní věstník](#)
- » [Veřejné zakázky](#)
- » [Katalog informačních zdrojů](#)
- » [Práce](#)
- » [Náhled do katastru nemovitostí](#)
- » [Krizové řízení](#)
- » [Dopravní zpravoदाइství](#)
- » [Povodňové informace](#)
- » [Ptačí chřipka - informace](#)
- » [Mapy](#)
- » [Digitální vysílání](#)
- » [Bezpečně Online](#)

Oblasti veřejné správy

- » [Právo a zákony](#)
- » [Práce a sociální věci](#)
- » [Obchod - průmysl](#)
- » [Finance](#)
- » [Vnitro](#)
- » [Ochrana a bezpečnost](#)

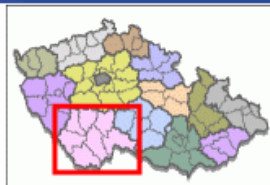
Úřady veřejné správy

- » [podle regionů](#)
- » [podle druhu](#)

Činnosti úřadů

- » [vyhledávání](#)

Zobraz území na mapě



» [Jihočeský kraj](#)

Vyhledávání v adresáři

Vyhledávání nad celým adresářem



Úřady podle regionů

Jihočeský kraj

Okresy:

[České Budějovice](#) | [Český Krumlov](#) | [Jindřichův Hradec](#) | [Písek](#) | [Prachatice](#) | [Strakonice](#) | [Tábor](#) |

Obce s rozšířenou působností:

[Blatná](#) | [České Budějovice](#) | [Český Krumlov](#) | [Dačice](#) | [Jindřichův Hradec](#) | [Kaplice](#) | [Milevsko](#) | [Písek](#) | [Prachatice](#) | [Soběslav](#) | [Strakonice](#) | [Tábor](#) | [Trhové Sviny](#) | [Třeboň](#) | [Týn nad Vltavou](#) | [Vimperk](#) | [Vodňany](#) |

Obce s pověřeným obecním úřadem:

[Bechyně](#) | [Blatná](#) | [České Budějovice](#) | [České Velenice](#) | [Český Krumlov](#) | [Dačice](#) | [Hluboká nad Vltavou](#) | [Horní Planá](#) | [Jindřichův Hradec](#) | [Kaplice](#) | [Lišov](#) | [Milevsko](#) | [Mirovice](#) | [Mladá Vožice](#) | [Netolice](#) | [Nová Bystřice](#) | [Nové Hradky](#) | [Písek](#) | [Prachatice](#) | [Protivín](#) | [Sezimovo Ústí](#) | [Slavonice](#) | [Soběslav](#) | [Strakonice](#) | [Suchbát nad Lužnicí](#) | [Tábor](#) | [Trhové Sviny](#) | [Třeboň](#) | [Týn nad Vltavou](#) | [Veselí nad Lužnicí](#) | [Vimperk](#) | [Vodňany](#) | [Volary](#) | [Volyně](#) | [Vyšší Brod](#) | [Zliv](#) |

Úřady se sídlem v Jihočeském kraji:

- » [Agentura ochrany přírody a krajiny ČR - správy chráněných krajinných oblastí a národních parků](#)
- » [Celní ředitelství](#)
- » [Celní úřady](#)
- » [Česká obchodní inspekce - inspektoráty](#)
- » [Český hydrometeorologický ústav - pobočky](#)
- » [Český statistický úřad - krajská pracoviště](#)
- » [Finanční ředitelství](#)
- » [Finanční úřady](#)
- » [Hasičský záchranný sbor ČR](#)
- » [Inspektoráty práce](#)
- » [Institút technické inspekce - pobočky](#)
- » [Investiční odbory městských úřadů](#)
- » [Kanceláře europoslanců](#)
- » [Kanceláře poslanců](#)
- » [Kanceláře senátorů](#)
- » [Katastrální úřady](#)

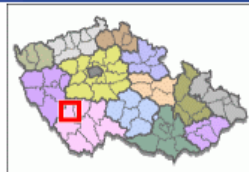
Úřady veřejné správy

- » [podle regionů](#)
- » [podle druhu](#)

Činnosti úřadů

- » [vyhledávání](#)

Zobraz území na mapě



» [okres Strakonice](#)

» [Jihočeský kraj](#)

Vyhledávání v adresáři

Vyhledávání nad celým adresářem

[?](#)

Úřady podle regionů

okres Strakonice

Jihočeský kraj

Obce s rozšířenou působností:

[Blatná](#) | [Strakonice](#) | [Vodňany](#) |

Obce s pověřeným obecním úřadem:

[Blatná](#) | [Strakonice](#) | [Vodňany](#) | [Volyně](#) |

Obce:


[Bavorov](#) | [Bělčice](#) | [Bezdědovice](#) | [Bílsko](#) | [Bratronice](#) | [Březí](#) | [Budyně](#) | [Buzice](#) | [Čečelovice](#) | [Cehnice](#) | [Čejetice](#) | [Čepřovice](#) | [Čestice](#) | [Číčenice](#) | [Doubravice](#) | [Drahonice](#) | [Drachkov](#) | [Drážov](#) | [Droužetice](#) | [Dřešín](#) | [Hajany](#) | [Háječek](#) | [Hluzín](#) | [Horní Poříčí](#) | [Hornosín](#) | [Hoslovice](#) | [Hoštice](#) | [Chelčice](#) | [Chlum](#) | [Chobot](#) | [Chrástovice](#) | [Jinín](#) | [Kadov](#) | [Kalenice](#) | [Katovice](#) | [Kladruhy](#) | [Kocelovice](#) | [Krajníčko](#) | [Kraselov](#) | [Krašovice](#) | [Kreinice](#) | [Krtý-Hradec](#) | [Kuřimany](#) | [Kváskovice](#) | [Lažánky](#) | [Lažany](#) | [Libějovice](#) | [Liběčice](#) | [Litochovice](#) | [Lnáře](#) | [Lom](#) | [Mačkov](#) | [Malenice](#) | [Mečichov](#) | [Měkvynec](#) | [Milejovice](#) | [Miloňovice](#) | [Mnichov](#) | [Mutěnice](#) | [Myštice](#) | [Nebřehovice](#) | [Němčice](#) | [Němčice](#) | [Nihošovice](#) | [Nišovice](#) | [Nová Ves](#) | [Novosedly](#) | [Osek](#) | [Paračov](#) | [Pivkovice](#) | [Pohorovice](#) | [Pracejovice](#) | [Předmít](#) | [Přední Zborovice](#) | [Předslavice](#) | [Přechnovice](#) | [Přeštovice](#) | [Radějovice](#) | [Radomyšl](#) | [Radošovice](#) | [Rovná](#) | [Řepice](#) | [Sedlice](#) | [Skály](#) | [Skočice](#) | [Škvořetice](#) | [Slaník](#) | [Sousedovice](#) | [Štěchovice](#) | [Štěkeň](#) | [Stožice](#) | [Strašice](#) | [Strunkovice nad Volýnkou](#) | [Střelské Hoštice](#) | [Tchořovice](#) | [Truskovice](#) | [Třebohostice](#) | [Třešovice](#) | [Ulehle](#) | [Únice](#) | [Uzenice](#) | [Uzeničky](#) | [Vacovice](#) | [Velká Turná](#) | [Volenice](#) | [Záboří](#) | [Zahorčice](#) | [Zvotoky](#) |

Úřady se sídlem v okrese Strakonice:


- » [Celní úřady](#)
- » [Finanční úřady](#)
- » [Kanceláře senátorů](#)
- » [Katastrální úřady - pracoviště](#)
- » [Krajské hygienické stanice - územní pracoviště](#)
- » [Krajské veterinární správy - inspektoráty](#)
- » [Majetkoprávní odbory městských úřadů](#)
- » [Matriční úřady](#)
- » [Městské a obecní úřady](#)
- » [Obecní živnostenské úřady městských úřadů](#)
- » [Odbory dopravně-správních agend městských úřadů](#)
- » [Odbory sociálních věcí a zdravotnictví městských úřadů](#)





Portál veřejné správy

Činnosti úřadů
» [vyhledávání](#)

Zobraz území na mapě

» [obec Blatná](#)
» [POU Blatná](#)
» [ORP Blatná](#)

Úřady podle regionů
město Blatná
Jihočeský kraj >> [okres Strakonice](#)
Obec s rozšířenou působností
Obec s pověřeným obecním úřadem

Základní statistická data 


První písemná zpráva	1235	Počet obyvatel 	6690
Hladmořská výška	440 m n.m.	Podíl žen 	51,5 %
Základní školy 	2	Průměrný věk 	40
Podnikatelské subjekty 	1365	Další statistické informace	

» **Městský úřad Blatná**

Části obce:
Blatenka | Blatná | Čekanice | Drahenický Málkov | Hněvkov | Jindřichovice | Milčice | Řečice | Skalčany

[Nejbližší místa veřejného přístupu k internetu](#)

Správní obvod obce s rozšířenou působností Blatná:
[Bělčice](#) | [Bezdědovice](#) | [Blatná](#) | [Bratronice](#) | [Březí](#) | [Buzice](#) | [Čečelovice](#) | [Halany](#) | [Hornosín](#) | [Chlum](#) | [Chobot](#) | [Kadov](#) | [Kocelovice](#) | [Lažánky](#) | [Lažany](#) | [Lnáře](#) | [Lom](#) | [Mačkov](#) | [Myštice](#) | [Předmít](#) | [Sedlice](#) | [Škvořetice](#) | [Tchořovice](#) | [Uzenice](#) | [Uzeničky](#) | [Záboří](#)

Seznam úřadů s působností pro město Blatná:


Úřady veřejné správy

- » [podle regionů](#)
- » [podle druhu](#)

Činnosti úřadů

- » [vyhledávání](#)

Vyhledávání v adresáři

Vyhledávání nad celým adresářem

[?](#)

Úřady podle regionů

[Finanční úřady \(Jihočeský kraj\) \(okres Strakonice\)](#)

Nadřízený úřad: [Finanční ředitelství v Českých Budějovicích](#)

Finanční úřad v Blatné

- » [Informace o obci a správním území Blatná](#)
- » [Finanční úřad v Blatné - agendy evidované na Portálu veřejné správy](#)

 [Zobrazit úřad na mapě](#)

 [Zobrazit úřad na fotomapě](#)

Informace o úřadu

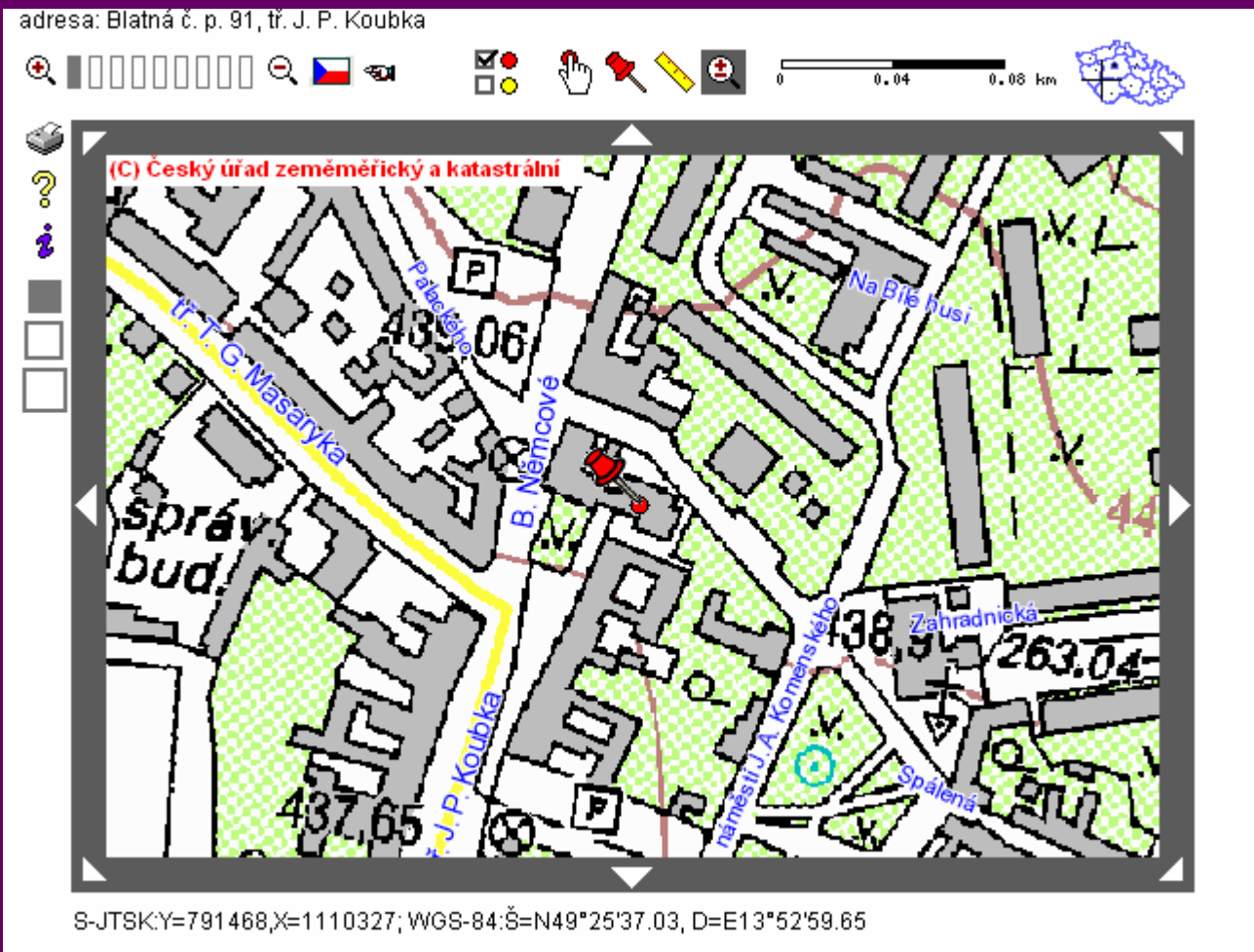
1. Oficiální název	Finanční úřad v Blatné
4. Kontaktní spojení	Třída J.P. Koubka 91 38801 Blatná Telefon 383 452 111 Fax 383 452 399 E-mail: podatelna@blt.cb.ds.mfcr.cz
5. Případné platby můžete poukázat (bankovní spojení)	neuvедeno
6. IČ	neuvедeno
Číslo úřadu	106
Úřední hodiny	neuvедeno

[Další informace o úřadu](#)

[Administrace \(vč. změnového řízení\)](#)

Portál veřejné správy - zobrazení vybraného finančního úřadu na mapě

adresa: Blatná č. p. 91, tř. J. P. Koubka



(C) Český úřad zeměměřický a katastrální

S-JTSK:Y=791468,X=1110327; WGS-84:Š=N49°25'37.03, D=E13°52'59.65

Portál veřejné správy

Data – **mapový zdroj** – pouze výběr je uložen podle umístění:

kraj –

okres –

obce s rozšířenou působností: –

obce s pověřeným obecním úřadem

až k přesné adrese pro :

seznam úřadů s působností pro město

Portál veřejné správy — oblasti veřejné správy

- [Právo a zákony](#)
- [Práce a sociální věci](#)
- [Obchod - průmysl](#)
- [Finance](#)
- [Vnitro](#)
- [Obrana a bezpečnost](#)
- [Zahraničí](#)
- [Doprava](#)
- [Školství](#)
- [Kultura](#)
- [Životní prostředí](#)
- [Zemědělství](#)
- [Místní rozvoj](#)
- [Zdraví](#)
- [Informatika](#)

STAV ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ V JEDNOTLIVÝCH KRAJÍCH ČESKÉ REPUBLIKY V ROCE 2004

Hlavní město PRAHA

STŘEDOČESKÝ KRAJ

JIHOČESKÝ KRAJ

PLZEŇSKÝ KRAJ

KARLOVARSKÝ KRAJ

ÚSTECKÝ KRAJ

LIBERECKÝ KRAJ

KRÁLOVÉHRADECKÝ KRAJ

PARDUBICKÝ KRAJ

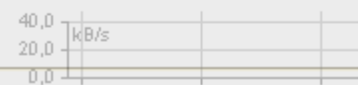
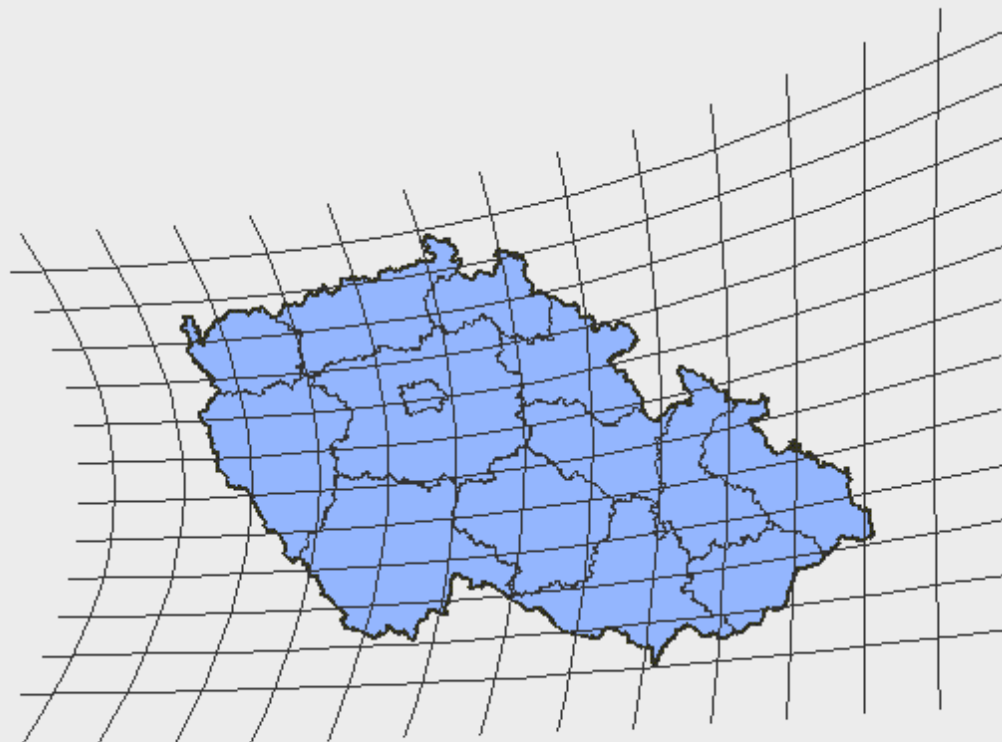
KRAJ VYSOČINA

JIHOMORAVSKÝ KRAJ

ZLÍNSKÝ KRAJ

OLOMOUCKÝ KRAJ

MORAVSKOSLEZSKÝ KRAJ



Portál veřejné správy

1. ZÁKLADNÍ INFORMACE O ÚZEMÍ

Praha

- Rozloha kraje (km²): **496,1**
- Počet obyvatel: **1 165 617**
- Hustota obyvatelstva (obyvatel.km⁻²): **2 349,6**

Portál veřejné správy

2. OVZDUŠÍ

- 2.1 Emise
- 2.2 Imise
- 2.3 Program realizace snižování znečištění ovzduší v roce 2004

Portál veřejné správy

3. VODA

- 3.1 Zásobování pitnou vodou
- 3.2 Chráněné oblasti přirozené akumulace vod
- 3.3 Stav povrchových vod, přehled největších znečišťovatelů
- 3.4 Odpadní vody
- Významné akce ke snížení množství znečištění vypouštěného v odpadních vodách ukončené v roce 2004
- 3.5 Havárie

Portál veřejné správy

4. PŮDA

5. HORNINOVÉ PROSTŘEDÍ

6. PŘÍRODA

7. LESY

Portál veřejné správy

8. ODPADY

- Stavby pro odpadové hospodářství ukončené v roce 2004

9. STARÉ EKOLOGICKÉ ZÁTĚŽE

10. DOPRAVA

Portál veřejné správy

11. ČINNOST KRAJE V OBLASTI PÉČE O ŽIVOTNÍ
PROSTŘEDÍ

12. AKTIVITY NEZISKOVÉHO SEKTORU V OBLASTI
OCHRANY ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

13. PRIORITNÍ PROBLÉMY V OCHRANĚ ŽIVOTNÍHO
PROSTŘEDÍ

Portál MŽP



Aktuální informace

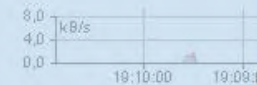
- » Aktuální zpravodajství
- » Připravované akce
- » Kalendárium - přehled významných událostí
- » Archiv zpravodajství

Rozcestník k informacím

- » Tematický přehled zdrojů
 - » O vzduší
 - » Voda
 - » Ochrana přírody a tvorba krajiny
 - » Odpady
 - » Půda a geologie
 - » Environmentální rizika
 - » Integrovaná prevence
 - » Dobrovolné nástroje
- » Metainformační systém ŽP

Informační systém statistiky

- » Indikátory ŽP



Portál MŽP

Tématické zdroje –

data = souhrnné info pro celou

republiku:

- ovzduší
- voda
- půda a geologie
- environmentální rizika
- integrovaná prevence
- dobrovolné nástroje

MŽP - ovzduší

- Český hydrometeorologický ústav (ČHMÚ)
 - www.chmi.cz :

Informační systém kvality ovzduší (ISKO)

- soustřeďuje a všeobecně zpřístupňuje naměřená data z významných **sítí monitorujících látky znečišťující ovzduší**.
- Umožňuje tak efektivnější všeobecné využití nákladně získávaných dat.

MŽP - ovzduší

- ČHMÚ
- zdravotní ústavy
- Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti (VÚLHM),
- ČEZ a.s.,
- řada institucí a ústavů resortu zemědělství - Výzkumný ústav rostlinné výroby
- Ekotoxa.
- Centrum dopravního výzkumu (CDV) bilance emisí z dopravy

MŽP - ovzduší

ČHMÚ

Registr emisí a zdrojů znečišťování ovzduší (REZZO)

REZZO 1 - zvláště velké a velké zdroje znečišťování – nad 5 MW

REZZO 2 - střední zdroje znečišťování od 0,2 do 5 MW -

REZZO 3 - malé zdroje znečišťování do 0,2 MW - skládky paliv,
surovin

REZZO 4 - mobilní zdroje znečišťování - silniční motorová vozidla

MŽP voda

- Výzkumný ústav vodohospodářský T.G.Masaryka (VÚV TGM)
www.vuv.cz
- Český hydrometeorologický ústav (ČHMÚ)

MŽP voda

Informační systémy pro oblast ochrany vod

- Hydroekologický informační systém (HEIS)

On line přístup HEIS ČHMÚ: <http://hydro.chmi.cz/ojv/>

On line přístup HEIS VÚV: <http://heis.vuv.cz/>

MŽP voda -HEIS

- Evidence zdrojů a užívání vody
 - obsahuje data z oblasti **vodního hospodářství** –
 - povrchových vod,
 - podzemních vod a užívání vody
- Metainformace,
 - která informuje uživatele o realizovaných projektech a jejich řešitelích, dostupných datech, vydávaných publikacích, výzkumných zprávách

MŽP - ochrana přírody a tvorba krajiny

- Agentura ochrany přírody a krajiny ČR (AOPK ČR)

www.nature.cz

správa a péče o chráněné krajinné oblasti, národní přírodní rezervace, národní přírodní památky a správa a péče o ptačí oblasti, příprava podkladů pro jejich vyhlášení. Zpracovává plány péče CHKO, přírodních rezervací a národních přírodních památek.

MŽP - ochrana přírody a tvorba krajiny

- Správa Národního parku a Chráněné krajinné oblasti Šumava - <http://www.npsumava.cz>
- Správa Krkonošského národního parku - <http://www.krnap.cz>
- Správa Národního parku České Švýcarsko - www.npcs.cz
- Správa Národního parku Podyjí - <http://www.nppodyji.cz>
- Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví - <http://www.vukoz.cz>





MŽP - odpady

- Výzkumný ústav vodohospodářský T.G.Masaryka (VÚV TGM)
- Informační systém odpadového hospodářství (ISOH)
 1. část - Data o produkci a nakládání s odpady a
 2. část - Data o zařízeních pro úpravu, využívání a zneškodňování odpadu.

MŽP - půda a geologie

- Česká geologická služba <http://www.cgu.cz>
- Česká geologická služba – GEOFOND
<http://www.geofond.cz>
- **Geologický informační systém cca** 10 vrstev geologických map
1 : 50 000

Informační portál České geologické služby

Mapový server ČGS 
Datové zdroje ČGS 
Knihovna - katalogy 
On-line obchod publikací 



© Česká geologická služba

Česká geologická služba

Česká verze externích ww stránek

Czech Geological Survey

English version of the CGS homepage

Svět geologie

Populárněji o geologických vědách

Intranet ČGS

Vstup pro autorizované návštěvníky (stará verze Intranetu [zde](#))

MŽP - environmentální rizika

- Ministerstvo životního prostředí (MŽP) www.env.cz

K zabezpečení a kontrolní činnosti vlády České republiky Ministerstvo životního prostředí koordinuje ve věcech životního prostředí **postup všech ministerstev** a ostatních ústředních orgánů státní správy České republiky

MŽP - integrovaná prevence

**CENIA, česká informační agentura
životního prostředí** <http://www.cenia.cz>

- **Integrovaný registr znečišťování (IRZ)**

www.irz.cz

- informace o emisích a přenosech znečišťujících látek odborné a široké veřejnosti

MŽP - integrovaná prevence

CENIA

- **Informační systém EIA** : <http://www.ceu.cz/eia/is/>
- **slouží k vedení evidence posuzovaných záměrů a ke zveřejňování dokumentů souvisejících s procesem posuzování vlivů na životní prostředí na internetu**

MŽP - mapové služby

Veřejně přístupné geografické informační systémy (GIS) resortu životního prostředí

- Mapový server CENIA
- Mapový server AOPK ČR
- Mapový server ČGS
- Mapový server Geofondu (dříve samostatná org., nyní součást ČGS)
- Mapové služby HEIS VÚV

Mapový server CENIA

Textové vyhledávání

Zadejte lokalitu/adresu/území:

-920000;-1260000;-420000;-910000

[Vyčistit pole](#)

Hledat

Funkce aplikace



Mapový výřez



Mapový server CENIA

- II. vojenské mapování
- Chráněná území
- Chráněné oblasti přirozené akumulace vod
- Biosférické rezervace UNESCO
- CORINE 2000 & CORINE 1990
- **Lesní plochy** a jejich **změny** podle CORINE Land Cover mezi roky 1990 a 2000

Konec 22.5.

Mapový server CENIA

- Plochy **luk a pastvin** a jejich **změny** podle CORINE Land Cover mezi roky 1990 a 2000
- Plochy **orné půdy** a jejich **změny** podle CORINE Land Cover mezi roky 1990 a 2000
- Plochy **stálých kultur** a jejich **změny** podle CORINE Land Cover mezi roky 1990 a 2000
- Plochy **umělých povrchů** a jejich **změny** podle CORINE Land Cover mezi roky 1990 a 2000

Mapový server CENIA

- NATURA 2000
- Přírodní parky
- Geologická mapa ČR
- Geomorfologické členění ČR
- Důlní činnost
- Sesuvy

Mapový server CENIA

- Adresy poštovních úřadů
- Hranice působnosti finančních úřadů
- Hranice působnosti matričních úřadů
- Hranice působnosti stavebních úřadů
- Hranice senátních volebních obvodů
- Hranice územních jednotek

- Hustota zalidnění

Published by CENIA (C) ARCDATA, ČSÚ



0 76923m



Application created by
IC, MGE Data 2002-2006

- + Obce a komunikace M
- + Finanční úřady M
- + Uliční síť M

Mapový server CENIA

- Topografické mapy AČR
- Typologie české krajiny
- Územní systémy ekologické stability
- Povodně 2006
- Vektorová mapa pozemních komunikací
- Větrné elektrárny - střet s ochranou přírody

Published by CENIA (C) ARCDATA, ČÚZK, MMR ČR

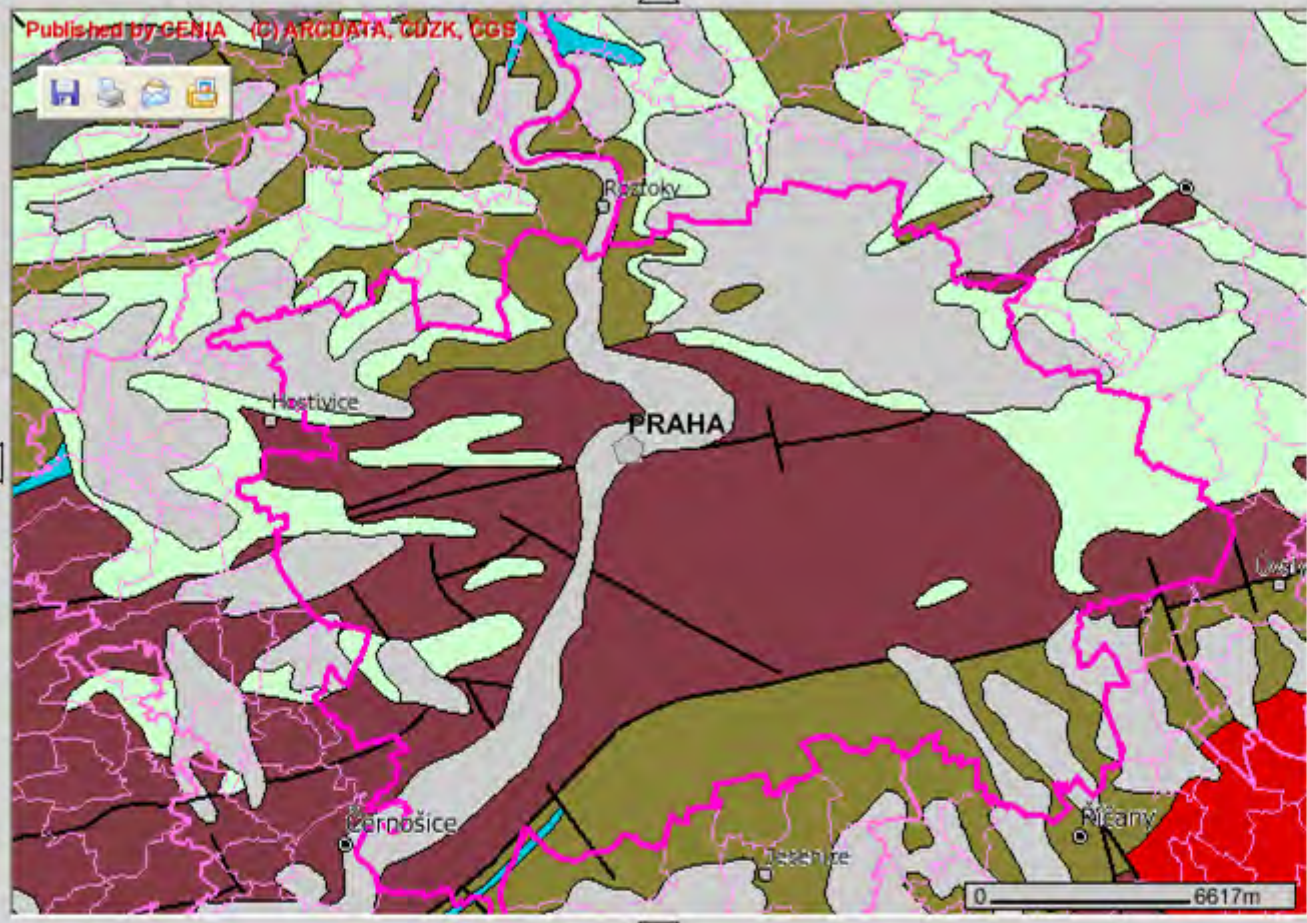


- Kraje
- Smery propojení reg.biokoridoru
- Nadreg. biocentra
- Reg. biocentra
- Osy nadregion. biokoridoru
- Reg. biokorodory stavající
- Nadreg. biokoridory
- Lesy vybrane I



Application created by
(C) MGE Data 2002-2006

Published by GENIA (C) ARCDATA, GÚZK, GGS



- mezozoické horniny (pískovce, jílovce)
- mezozoické horniny alpsky zvrstvené (pískovce, břidlice)
- ortoruly, granulity a velmi pokročilé migmatity v moldanubiku a proterozoiku
- paleozoické horniny zvrstvené a metamorfované (fylity, svory)
- paleozoické horniny zvrstvené, nemetamorfované (břidlice, droby, kremenec, vapence)
- permokarbonské horniny (pískovce, sleper jílovce)
- pestrá série moldanubika (svorové ruly, pararuly az migmatity s vložkami vapence, erlanu, kvarcitu, grafitu a amfibolitu)
- proterozoické horniny assyntsky zvrstvené různá silně variskem zpracované (břidlice, fylity, svory az pararuly)
- tercierní horniny (pesky, jíl)
- tercierní horniny alpsky zvrstvené (pískovce, břidlice)
- tmavé granodiority, syenity (durbachitova rada)
- ultrabazity v moldanubiku a proterozoiku
- vulkanické horniny tercierní (odcice, fonolity)
- vulkanické horniny zčásti metamorfované, proterozoické az paleozoické (amfibolity, diabasy, melafyry, porfyry)
- zuly (granitová rada)



Application created by
 (C) MGE Data 2002-2006

Mapový server CENIA

Mapy lze připojit pomocí **wms** služeb – mapy jsou zprostředkovány ve formě rastrů

Český statistický úřad

- <http://www.czso.cz>

1. SOUHRNNÉ UKAZATELE NÁRODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ



- [Ekonomika](#)
- [Lidé a společnost](#)
- [Mezinárodní srovnání, EU](#)
- [Trh práce a mzdy](#)
- [Věda, výzkum, informační technologie](#)
- [Životní prostředí a zemědělství](#)
- [Souhrnná data](#)

Nežádanější

- [Inflace](#)
- [Intrastat](#)
- [Makroekonomické údaje](#)
- [Nejnovější ekonom. údaje](#)
- [Obyvatelstvo \(demografie\)](#)
- [Publikace](#)
- [Regiony, města, obce](#)
- [Ročenky](#)
- [Rychlé informace - archiv](#)
- [Sčítání lidu](#)
- [Základní údaje o ČR](#)

Registry a databáze

- [VEŘEJNÁ DATABÁZE](#)
- [Databáze zahrani. obchodu](#)
- [Klasifikace a číselníky](#)
- [Národní statistický portál](#)
- [Registr ekonom. subjektů](#)
- [Registr sčítacích obvodů](#)
- [VOLBY.CZ](#)

Sběr dat

- [Výkazy](#)
- [Elektronický sběr dat](#)
- [Program zjišťování](#)

10 | ROČENKY [Tisk](#) | [Archiv](#)

Statistická ročenka České republiky 2006

Číslo jednací:
 Kód: **10n1-06**
 Periodicita: roční
 Územní členění: ČR, Obl, K

Informační služby; tel: 274052304
 e-mail: infoservis@czso.cz

Kontakt: Ing. Dana Sálusová
 e-mail: dana.salusova@czso.cz

V plném rozsahu bude publikace dostupná 1.3. 2007

- [Předmluva](#)
- [Redakční rada](#)
- [Seznam tabulek](#)
- [Seznam grafů a kartogramů](#)
- [Měřicí jednotky](#)
- [Zkratky](#)
- [Použité značky v tabulkách publikace](#)
- [Přehled platných statistických klasifikací a číselníků](#)

- [PDF](#)
- [PDF](#)
- [PDF](#)
- [Html](#)
- [PDF](#)
- [PDF](#)
- [PDF](#)

1. SOUHRNNÉ UKAZATELE NÁRODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ

2. ÚZEMÍ A PODNEBÍ



Český statistický úřad

2. Území a podnebí

- Průměrné srážky v roce 2005
- Průměrná teplota vzduchu v roce 2005

3. Životní prostředí

- Podíl jednotlivých kategorií zdrojů na emisích celkem v roce 2004
- Způsob zneškodnění kalů z ČOV v roce 2005
- Měrné emise oxidu uhelnatého (REZZO 1 - 3) v roce 2004

Český statistický úřad

4. Obyvatelstvo

- Živě narození na 1 000 obyvatel v roce 2005
- Věkové složení obyvatelstva k 31. 12. 2005
- Snoubenci podle věku v roce 2005

5. Národní účty

- Oblastní HDP na 1 obyvatele v zemích Visegrádské čtyřky v roce 2003
- Oblastní HDP na 1 obyvatele v zemích EU 25 v roce 2003
- deset nejvyšších, deset nejnižších

Český statistický úřad

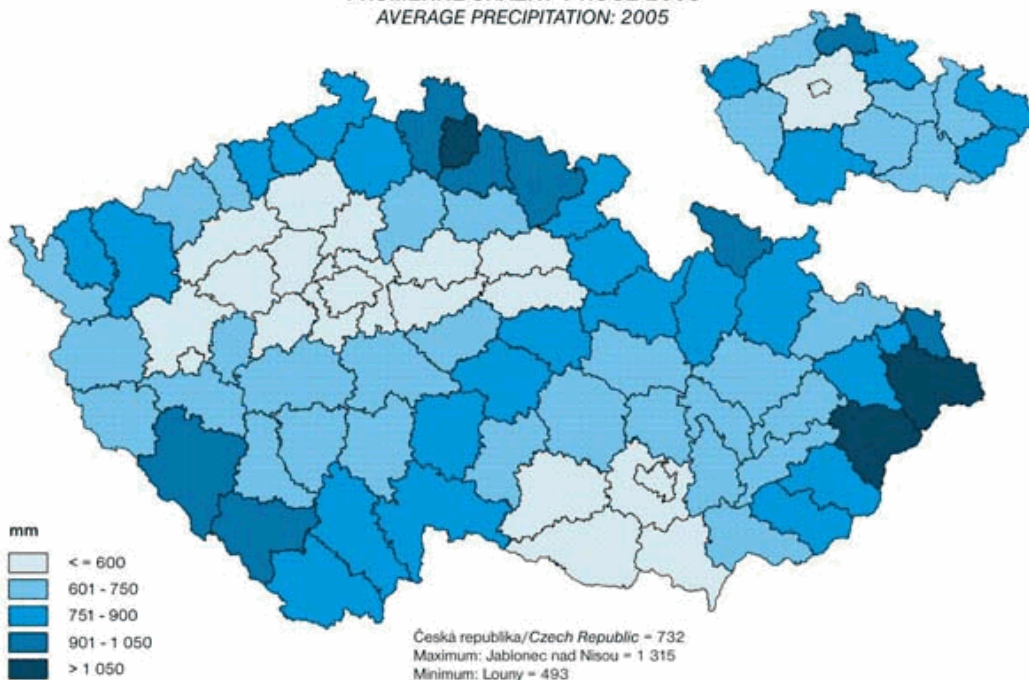
► Obsah

Grafy

2. ÚZEMÍ A PODNEBÍ

2. AREA AND CLIMATE

PRŮMĚRNÉ SRÁŽKY V ROCE 2005
AVERAGE PRECIPITATION: 2005



Český úřad zeměměřický a katastrální

The screenshot shows the homepage of the Geoportal website. At the top, there is a navigation bar with the following elements:



- Logo of the Czech Surveying and Cadastre Authority (ČÚZK) on the left.
- The title "Geoportál" in the center.
- The subtitle "Vítejte na GEOPORTÁLU Zeměměřického úřadu!" below the title.
- Navigation links: "Hlavní strana", "Mapové služby", "Obchodní modul", and "English".
- A "Přejít" button on the right.

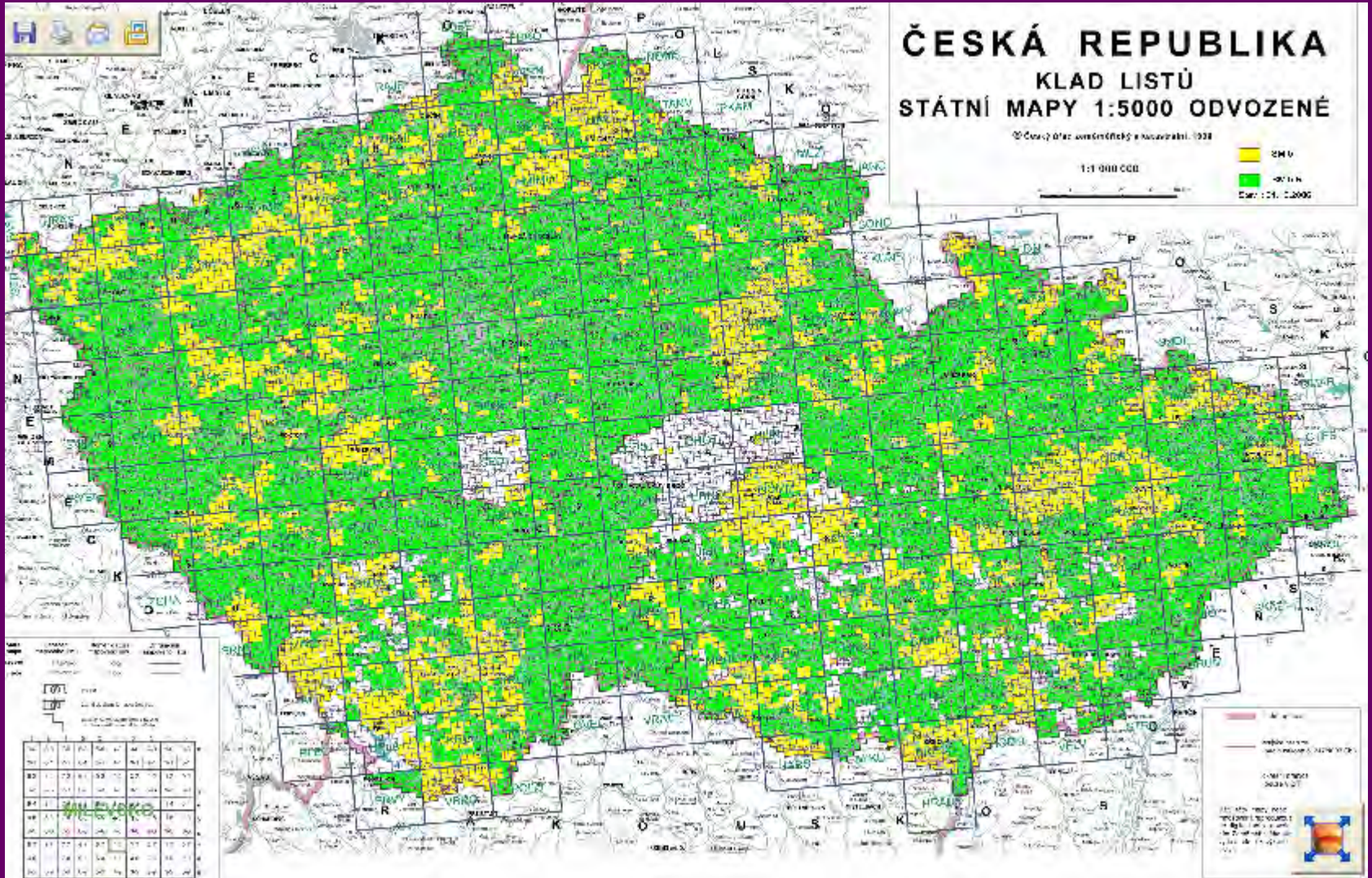
The main content area features three service tiles:

- Mapové služby**: "On-line přístup k datům". Description: "Přístup k placeným mapovým službám umožňuje on-line využití geografických podkladů, např. jejich připojení do geografických informačních systémů." Button: "VSTUP".
- Obchodní modul**: "Objednávky dat a tištěných map". Description: "Aplikace pro objednávání digitálních a tištěných geografických podkladů a přístupu k mapovým službám." Button: "VSTUP".
- Archivní mapy**: "Prohlížení archiválií ÚAZK". Description: "Aplikace umožňuje bezplatné prohlížení archiválií Ústředního archivu zeměměřictví a katastru (ÚAZK). Prozatím jsou přístupná data z postupného skenování **Císařských povinných otisků stabilního katastru Čech (1824-1843)**." Button: "VSTUP".

At the bottom of the page, there is a footer with the logo and name "ČÚZK Český úřad zeměměřický a katastrální" on the left and "Copyright © 2005 Zeměměřický úřad" on the right.

Český úřad zeměměřický a katastrální

<ul style="list-style-type: none">[-] DIGITÁLNÍ DATA<ul style="list-style-type: none">[-] STÁTNI MAPOVÉ DÍLO<ul style="list-style-type: none">[-] SM5 - VEKTOR<ul style="list-style-type: none">[-] Vekt. kat. sl. SM5<ul style="list-style-type: none">• Metadata• Výběr dat+ Vekt. výš. sl. SM5[-] SM5 - RASTR<ul style="list-style-type: none">[-] Rast. kat. sl. SM5<ul style="list-style-type: none">• Metadata• Výběr dat[-] Rast. výš. sl. SM5<ul style="list-style-type: none">• Metadata• Výběr dat	<ul style="list-style-type: none">[-] RZM 10<ul style="list-style-type: none">[-] RZM 10 - barevná<ul style="list-style-type: none">• Metadata• Výběr dat[-] RZM 10 - po vrstvách<ul style="list-style-type: none">[-] RZM 10 - úplný obsah<ul style="list-style-type: none">• Metadata• Výběr dat[-] RZM 10 - louky, pastviny<ul style="list-style-type: none">• Metadata• Výběr dat[-] RZM 10 - lesy<ul style="list-style-type: none">• Metadata• Výběr dat[-] RZM 10 - výškopis<ul style="list-style-type: none">• Metadata• Výběr dat[-] RZM 10 - vodstvo<ul style="list-style-type: none">• Metadata• Výběr dat[-] RZM 10 - polohopis<ul style="list-style-type: none">• Metadata• Výběr dat[-] RZM 10 - popis<ul style="list-style-type: none">• Metadata• Výběr dat	<ul style="list-style-type: none">[-] RZM 25<ul style="list-style-type: none">+ RZM 25 - barevná+ RZM 25 - po vrstvách[-] RZM 50<ul style="list-style-type: none">+ RZM 50 - barevná+ RZM 50 - po vrstvách[-] RZM 200<ul style="list-style-type: none">+ RZM 200 - barevná+ RZM 200 - po vrstvách[-] RMČR 500<ul style="list-style-type: none">+ RMČR 500 - barevná+ RMČR 500 - po vrstvách[-] RMČR 1M<ul style="list-style-type: none">+ RMČR 1M - barevná+ RMČR 1M - po vrstvách[-] ZABAGED<ul style="list-style-type: none">[-] ZABAGED@ - polohopis<ul style="list-style-type: none">• Metadata• Výběr dat[-] ZABAGED@ - výškopis<ul style="list-style-type: none">• Metadata• Výběr dat	<ul style="list-style-type: none">[-] ORTOFOTO<ul style="list-style-type: none">[-] Ortofoto<ul style="list-style-type: none">• Metadata• Výběr dat[-] SOUBOR SPRÁV. HRANIC<ul style="list-style-type: none">+ SPRAVHRAN10+ SPRAVHRAN50+ GEONAMES[-] TIŠTĚNÉ PRODUKTY<ul style="list-style-type: none">+ Státní mapa 1 : 5 000+ ZM středních měřítek+ Mapy územních celků+ MSR+ Klady m.l. SMD+ Tematické státní mapy+ Ostatní tištěné produkty+ Tisk ortofot+ Tisk archiválií[-] MAPOVÉ SLUŽBY<ul style="list-style-type: none">+ MAPOVÉ SLUŽBY - Open GIS WMS+ DATA ARCHIVÁLIÍ Košík Mé objednávky
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



Český úřad zeměměřický a katastrální

Ke každým datům je k dispozici:

- Formáty digitálních dat
- Klad listů (Základních map středních měřítek)
- Obsah a pořadí vrstev (RZM10 ze ZABAGED® - po vrstvách)
- Značkový klíč nové (Základní mapy 1 : 10 000)

Český úřad zeměměřický a katastrální

Metadata k datům ČÚZK

Barevné ortofoto, v kladu listů Státní mapy 1:5000 Metadati

Informace o produktu	
Kód produktu	63410
Název	Barevné ortofoto, v kladu listů Státní mapy 1:5000
Výdejní jednotka	mapový list ORTOFOTO (5 km ²)
Cena za jednotku	150Kč
Výdejní formáty	TIFF(JTSK), TIFF(UTM), JPG(JTSK), JPG(UTM), MrSID(JTSK), MrSID(UTM)
Souřadnicové systémy	S-JTSK, WGS84 (umístovací soubory jsou dodávané pro oba souř. systémy)
Popis	Barevné ortofoto, v kladu listů Státní mapy 1:5000

[Stav aktualizace produktu](#)
[Zobrazit kompletní metadata](#)



The image is an aerial photograph of a city street. The street is wide and paved, with a central lane and side lanes. Buildings of various heights and colors are visible on both sides of the street. The image is presented in a window with standard operating system icons (save, print, mail, copy) in the top left corner.

Centrum pro regionální rozvoj České republiky

http://www.crr.cz/index.php?menu=44

homepage mapa stránek napište nám kontakt english český

O NÁS REGIONY PROGRAMY 2004-2006 PROGRAMY 2007-2013 EIC

Regiony

V první části této kapitoly naleznete informace o **regionálním informačním servisu**, který Centrum pro regionální rozvoj ČR metodicky řídí a zároveň usměrňuje vznik, výstavbu a provoz jednotlivých regionálních informačních servisů. Jsou zde i informace o společném nadstavbovém **Integrovaném regionálním informačním systému** – IRIS, který byl vybudován v návaznosti na RIS za účelem správy a distribuce datového fondu regionálních informací.

V druhé části naleznete **informace o územích**, která jsou předurčena pro implementaci předvstupních fondů, strukturálních fondů a iniciativ Společenství.

V třetí části pak získáte kontakty na jednotlivé **řídící i územní orgány** v členění podle programů spolufinancovaných EU, za které zodpovídá Ministerstvo pro místní rozvoj.

Čtvrtá část podává informaci o **regionálních rozvojových agenturách**, kontaktech na ně a jejich rozmístění v rámci České republiky.

Poslední aktualizace: 24. 4. 2006

Centrum pro regionální rozvoj ČR
Vinohradská 46
120 00 Praha 2
tel: +420 221 580 201
fax: +420 221 580 284
e-mail: crr@crr.cz

Regionální informační servis
Integrovaný regionální informační systém
Regiony pro implementaci fondů EU
Územní orgány pro implementaci fondů EU
Regionální rozvojové agentury

Navigační mapa krajů Česká republika
Česká republika
Globální vyhledávání
rozsířené hledání
EURO INFO CENTRE
IRIS
RIS
Mapový Server

Centrum pro regionální rozvoj České republiky

Na základě usnesení vlády ČR

č. 682/2000 ze dne 12.7.2000

bylo MMR, resp. Centrum pro regionální rozvoj (CRR ČR) pověřeno metodicky řídit a usměrňovat

vznik, výstavbu a provoz jednotlivých

regionálních informačních servisů (RIS).

Centrum pro regionální rozvoj České republiky

- Projekt je orientován na podporu spolupráce regionů v evropském kontextu.
- Dodržuje informační strukturu krajů a jako otevřený systém je schopný pružného a plynulého rozvoje jak co do obsahu, tak i technologického rozvoje.

Centrum pro regionální rozvoj České republiky

- Portál regionálních informačních servisů (RIS) je obsahově zaměřen zejména na subjekty zabývající se regionálním rozvojem.
- Jedná se o 13 samostatných regionálních informačních servisů s krajskou působností, jejichž osnova je společná, a tím umožňuje uživateli snadnou orientaci napříč všemi RIS.

Centrum pro regionální rozvoj České republiky

- Aplikace postoupila do finále soutěže
- „Geoaplikace 2003“ (soutěž CAGI)
- v rámci programu konference „Informace ve státní správě a samosprávě“ v Hradci Králové 2004 a získala zde 1. místo



Adresy (UIRADR)



- obecná mapa
- admin. členění
- euroregiony
- mikroregiony
- turistika
- projekty EU
- ekonom. subjekty
- weby obcí
- příroda
- doprava
- rozvojové plochy
- tematické mapování



Volitelné vrstvy
(od 1:30 000)

- Okresní čísla (p) - 2004
- Ortofoto čísla (p) - 2005 (lokálně)
- Ortofoto čísla (p) - 2003 (od 1:6300, www.cuzk.cz)
- Územní čísla (p) - 2005
- Územní čísla (p) - 2003
- Podkladová data @ ČÚZK - WMS



Informace k místu

Zeměpisné souřadnice (WGS-84):
13° 21' 36" , 49° 47' 6"
(13.359555, 49.785353)

Přibližná výška: 374 metrů n. m.

- Obec**
Plzeň
- Obec s rozšířenou působností**
Plzeň
- Okres**
Plzeň-město
- Kraj**
Plzeňský kraj
- NUTS II**
Jihozápad

77 km



Centrum pro regionální rozvoj České republiky

Velmi silným podpůrným nástrojem je mapový server, který umožňuje sledovat nejen

místní,
regionální, ale i
přeshraniční rozvoj.

Prostřednictvím **mapového serveru** je možné statistická data krajské i okresní úrovně a regionální rozdíly z IRIS dynamicky zobrazovat nad mapou.

Centrum pro regionální rozvoj České republiky

K dispozici jsou

- rastrové
- vektorové mapové podklady
- v různých měřítkách až po úroveň plánů měst včetně vektorových dat přeshraničí - SABE 2001

Ústav pro hospodářskou úpravu lesa - OPRL

OBSAH OBLASTNÍCH PLÁNŮ ROZVOJE LESŮ (OPRL)

Textová část

- rámcové stanovení funkčního potenciálu - produkční, mimoprodukční (voda, půda, rekreace, genofond, ochrana přírody)
- přehled veřejných zájmů (kategorizace) a výhled vývoje
- přehled překrytu účelovosti lesů - priority funkcí
- rozbor přírodních podmínek

Ústav pro hospodářskou úpravu lesa - OPRL

- rozbor ohrožení imisemi a dalšími škodlivými činitel
- základní hospodářská doporučení pro hospodářské soubory
- návrh dlouhodobých opatření ochrany lesa včetně schválených územních systémů ekologické stability
- návrh využití nepůvodních dřevin
- údaje o stavu lesa (rozbor platných lesních hospodářských plánů) včetně historického vývoje hospodaření - návrh optimalizace dopravního zpřístupnění a limitujících těžebně-dopravních technologií.

Ústav pro hospodářskou úpravu lesa - OPRL

Grafické a tabelární přehledy.

Digitální a analogové mapy (1 : 10 000 - 50 000)

- přehledová mapa lesních oblastí,
- typologická mapa,
- mapa lesních vegetačních stupňů,
- mapa cílového hospodářství,

Ústav pro hospodářskou úpravu lesa - OPRL

- mapa dlouhodobých opatření ochrany lesů,
- mapa funkčního potenciálu lesů,
- dopravní mapa,
- mapa deklarovaných funkcí lesa,
- mapa územního systému ekologické stability (ÚSES).

Ústav pro hospodářskou úpravu lesa - OPRL

Data **Oblastních plánů rozvoje lesů** poskytuje

Ústav pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem (ÚHÚL)
prostřednictvím

Informačního a datového centra (IDC).

Aktuální pravidla pro poskytování dat jsou umístěny na Internetu:
www.uhul.cz.

Ústav pro hospodářskou úpravu lesa

PŘÍRODNÍ LESNÍ OBLASTI (PLO)

- Území vylišená na základě jednotných podmínek geologických, klimatických, orografických a fyto geografických. Česká republika je rozčleněna na 41 přírodních lesních oblastí, např.:
 - Krušné hory
 - Předhoří Hrubého Jeseníku
 - Předhoří Šumavy a Novohradských hor
 - Jablonec n. Nisou

GIS a státní správa

V roce 2006 utratila

vláda USA 3mld USD

vláda ČR 100 mil Kč

Státní správa

Veřejná správa:

- Státní správa
- Územní samospráva
- Orgány státní moci

Státní správa:

ministerstva, ČÚZK, ČSÚ

Územní samospráva: vykonávána

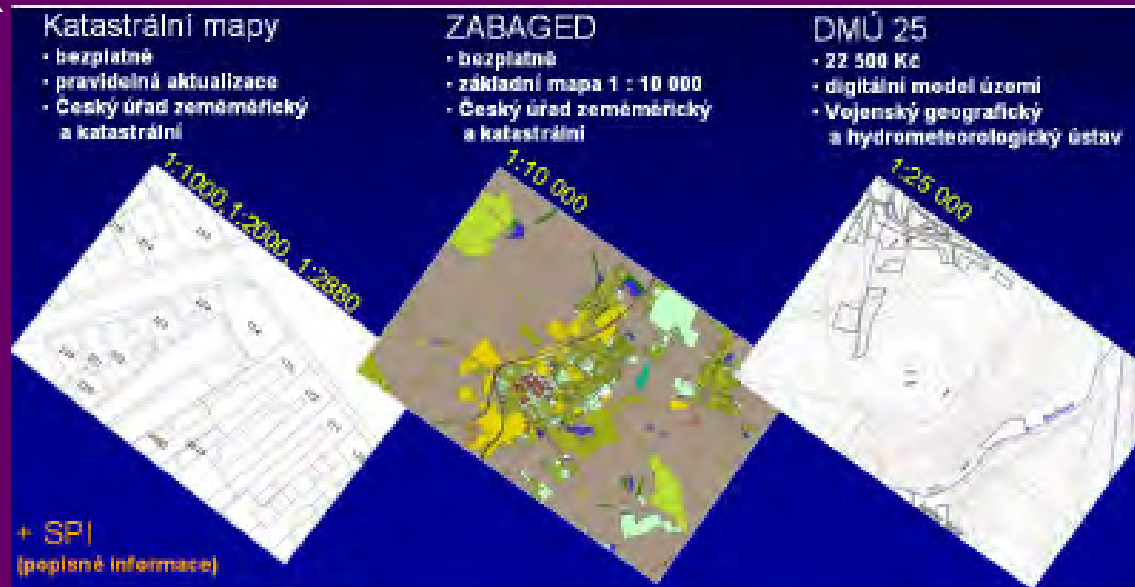
kraji a obcemi

Veřejný sektor – orgány veřejné správy



Historie GIS veřejné správy

- 70. – 90. léta – ukládání pomocí dřevných štítků 40 registrů integrovaného IS ČR
- 1992 – 90 pracovišť GIS – většinou produkty ESRI
- 2003 – převod z okresních úřadů na krajské
- 2005 – zavádění mapových serverů
- 2007 – nový stavební zákon



Historie GIS veřejné správy

2007 –

- webový přístup k geodatům
- GIT (geoinformační technologie do každé obce)
- Mobilní GIT laické veřejnosti
- GIT jsou integrovány do IS

Magistrální města

Stav GIT – odlišný v jednotlivých městech

Vliv osobní aktivity jednotlivých pracovišť

Různé využívání GIS – i v rámci jednotlivých pracovišť

Závislé na přístupu volených orgánů

Obce s rozšířenou působností

- Velká odlišnost na jednotlivých obcích
- Velká odlišnost na jednotlivých pracovištích
- Velká závislost na úzkém počtu odborníků
- Velké využívání externích služeb na budování GIS
- Neochota poskytovat mapových služeb veřejnosti
- Omezené poskytování mapových služeb obcím v regionu

GIS aplikace na internetu



The screenshot shows the website of the Prague Magistrát (City of Prague). The header includes the logo with the text 'PRAHA PRAGA PRAG' and 'Magistrát Hlavního Města Prahy'. A navigation bar contains 'Hlavní stránka', 'Úřad', and 'Volené'. Below this is a section titled 'Základní údaje' with a sub-section 'Mapy'. The 'Mapy' section contains a list of map-related services, with 'Mapy z externích zdrojů' highlighted in orange and featuring a right-pointing arrow.

Magistrát
Hlavního Města Prahy

Hlavní stránka Úřad Volené

Základní údaje

Mapy

- Informační mapa
- Územní plán
- Cenové mapy
- Cyklotrasy
- Povodeň 2002
- Ortofotomapy
- **Mapy z externích zdrojů** >
- Tvorba map na MHMP
- Členění Prahy

Cenová mapa stavebních pozemků pro rok 2008

Správce oblastí: **Správce Cenové mapy**

Nastavení mapy



Rok cen. mapy: 2008

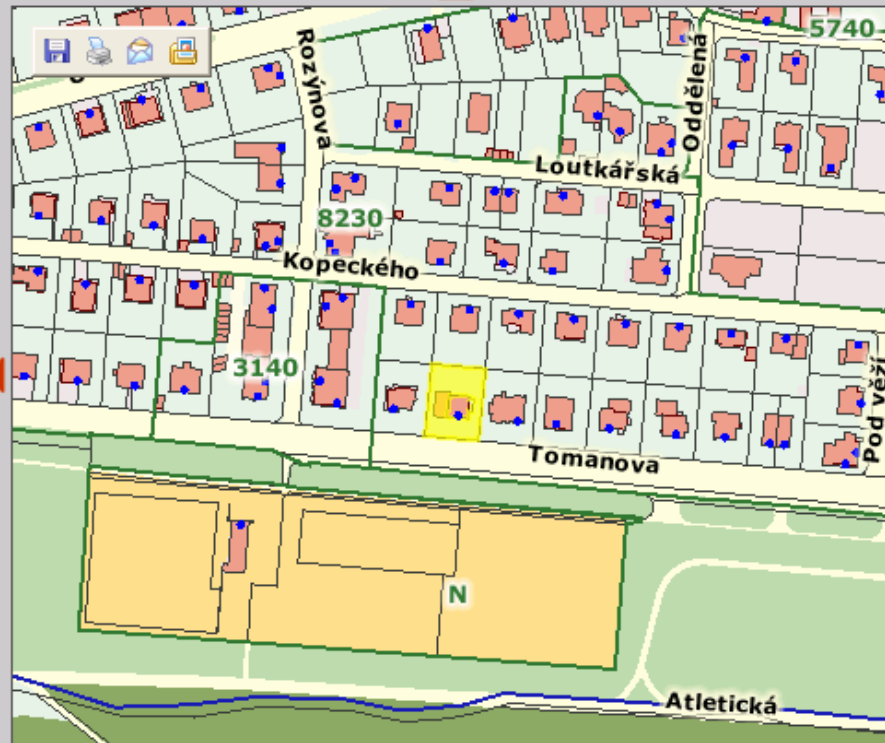
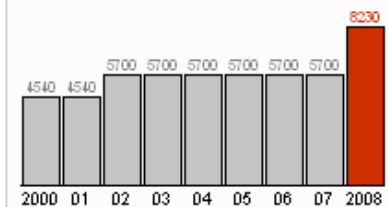
Letecké snímky

Územní plán hl.m. Prahy - výkres č.4
 - plán využití ploch - platný stav k 15.9.2006...

Velkost a legenda



Vývoj ceny



Vyhledávání

Parcela Adresa

Kat.úz.: Břevnov

Č.parc.: 1771

Nové vyhledávání ?

Informace

Katastrální území

Název Břevnov

Parcela

Číslo parcely 1771/1

Cena 2008

Mapový list 44

Cena **8230 Kč**

Skupina 2560

Funkční využití území

Popis [OB](#)

(kliknutím na kód regulativu získáte bližší informace)

Veká podpora GIS



GIS portál města Plzně <
průvodce mapami, aplikacemi a službami GIS

GIS | INFORMACE O GIS | ODKAZY | DOWNLOAD | KONTAKTY |

Geografický portál města Plzně

GSHTML - HTML prohlížeč GIS dat s předdefinovaným obsahem zaměřený převážně na veřejnost



* Nevyžaduje žádnou další instalaci, pouze povolit v prohlížeči JavaScript

Vyhledávání adres



Předdef. mapy



GSWEB - WWW klient pro náročnější uživatele



GSWEB vyžaduje instalaci sw Java

3D model



Interaktivní 3D vizualizace modelu města Plzně představuje letecké snímky (ortofotomapy) města a okolí natažené na digitální model terénu.

Tento model umožňuje vyhledávání objektů, získání základních informací, natáčení, přibližování, ale hlavně **interaktivní průlety nad územím** podle přání uživatele nebo podle předdefinovaných tras.

V centru města jsou k dispozici **3D budovy** a v historickém jádru jsou budovy pokryté dokonce **texturami fasád** (fotografiemi).

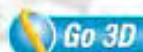
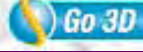
K dispozici je celá řada dalších grafických vrstev, které je možno libovolně zobrazovat.


Prohlížeč SW **TerraExplorer** se nainstaluje před prvním spuštěním projektu automaticky (pro instalaci je nutné povolení zabezpečení : min. PowerUser (pro W2000)).



4,2MB **Demo video ukázka** průletu kolem náměstí v Plzni.

Spouštění projektů přes Internet

-  **Go 3D** 3D plná verze – obsahuje komplet data
-  **Go 3D** 3D odlehčená verze – neobsahuje 3D budovy s texturami v historickém centru města
-  **Go 3D** IX. Turistická olympiáda IVV 2005 - ukázky tras 28.7.-31.7.2005

Povodňový model Plzeň	
OBSAH	
ZÁKLADNÍ ÚDAJE	
	Úvodní strana
	Souhrn, údaje k projektu
	Souř. a výškový systém
	Popis projektu
	Zpracovatelský team
	O těchto stránkách
	Instalace
	Použité zkratky
PODKLADY	
	Topologické podklady
	Hydrologické podklady
	Studie PPO
OBJEKTY	
	Seznam objektů
	Mapa objektů
VÝPOČTY	
	Koncepce PPO
VÝSTUPY	
	Popis výsledků
	Zápl. čáry, aktivní zóny
	Podélný profil
	Příčné profily
	Výsledky 2D modelů

Aktuálně: Seriál o třídění odpadů

- Představujeme se
- Město a odpady
- Koncepční materiály
- Legislativa
- Encyklopedie
- Dokumenty ke stažení
- Zajímavosti

Mapa sběrných míst na území města Plzně

[Tříděný odpad \(papír, plast, sklo, bio\)](#)
[Velkokapacitní kontejnery](#)
[Sběrné dvory](#)
[Sběrný obnošeného šatstva](#)

- Mapa stránek
- Odkazy
- Fotogalerie
- Napište nám
- SMS funkce

Hledat



Malá podpora GIS

www.olomouc.eu introm



Statutární město Olomouc

Hlavní menu	Elektronická úřední deska 
O městě 	<ul style="list-style-type: none">povolení k odběru podzemních vod v k.ú. Hlubočky - Dušan Vavroch Vyvěšeno: 22.05.2008, sejmuto: 21.06.2008Rychlostní komunikace R 35, stavba 3508 Křelov - Slavonín, 1. etapa - vodní díla Vyvěšeno: 22.05.2008, sejmuto: 07.06.2008Informace o záměru statutárního města Olomouce pronajmout a následně odprodat část pozemku parc. č. st. 104/1 zast. pl. a nádvoří a pozemky parc. č. 104/2 zast. pl. a nádvoří, parc. č. 104/3 zast. pl. a nádvoří, vše v k.ú. Černovír, obec Olomouc. Vyvěšeno: 23.05.2008, sejmuto: 16.06.2008
Samospráva 	Aktuality
Magistrát 	<u>Vandalové poškodili Trojici</u> Tiskové zprávy 23. 05. 2008  
Bezpečnost 	V nočních hodinách ze čtvrtka na pátek poškodili neznámí vandalové pískovcové skulptury ve spodní části Sloupu Nejsvětější Trojice na Horním náměstí. Celý článek...
Dopravní aktuality 	
Pro turisty 	Usnesení Rady města Olomouce ze dne 20. 5. 2008 Usnesení RM 22. 05. 2008  
Pro podnikatele 	Usnesení ze 47. schůze Rady města Olomouce konané v úterý 20. května 2008.
Město a projekty EU 	
Pro osoby se zdravotním postižením 	
Městské organizace 	
Instituce a úřady 	
Radniční listy 	
Kultura a sport 	
Zajímavé odkazy	
Vyhledávání	
<input type="text"/>	
Server města 	
<input type="button" value="Odeslat"/>	

Soukromé firmy

Poskytovatelé placených služeb, SW a dat

velký počet –

různé části republiky

Někdy převažují služby,

někdy data

někdy SW

Soukromé firmy

Dále jsou uvedeny abecedně

Soukromé firmy - Arcdata Praha, s.r.o.



archeologie
architektura
cestovní ruch, turistika
civilní obrana
dálkový průzkum Země
doprava
geologie
hasiči
inženýrské sítě
kartografie
katastr nemovitostí
kriminalistika

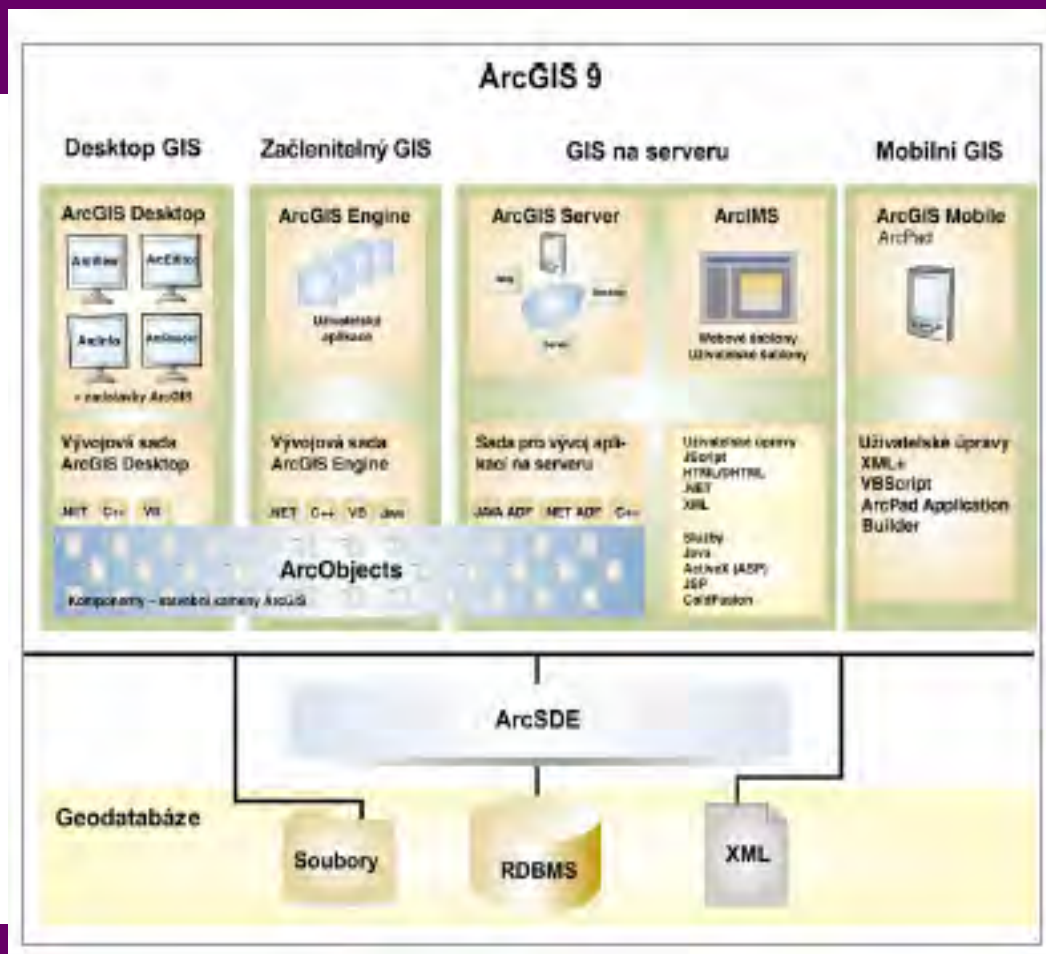
krizové řízení
lesnictví, zemědělství
logistika
marketing
navigace
obchod
obrana státu
odpadové hospodářství
ochrana přírody
památková péče
pojišťovnictví
policie

pozemkové úpravy
regionální rozvoj
správa majetku
stavebnictví
školství
telekomunikace
těžba nerostů
trh s nemovitostmi
územní plánování
veřejná správa
vodohospodářství
vojenství
záchranná služba
zdravotnictví
životní prostředí

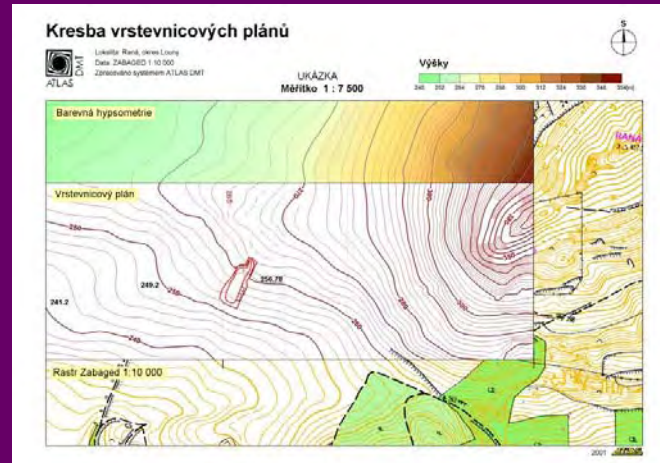
Arcdata Praha, s.r.o.

Nejnovější verze systému ArcGIS nabízí nástroje pro:

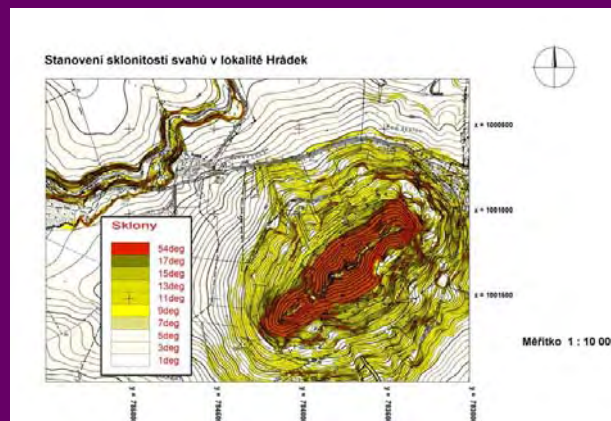
- ▶ Desktop GIS – produkty řady ArcGIS Desktop (ArcView, ArcEditor, ArcInfo) umožňují pracovat s GIS na jakékoli úrovni v uživatelsky přívětivém prostředí. Jejich možnosti umocňují volitelné specializované nadstavby. Součástí ArcGIS Desktop je i volně šiřitelný prohlížeč map ArcReader. ArcReader pracuje s mapovými dokumenty vytvořenými pomocí nadstavby ArcGIS Publisher.
- ▶ Začlenitelný GIS – ArcGIS Engine poskytuje sadu knihoven, s jejichž pomocí lze vytvářet uživatelské aplikace GIS.
- ▶ GIS na serveru – ArcIMS (internetové řešení GIS), ArcGIS Server (nástroje pro vývojáře webových služeb GIS).
- ▶ Práci s daty uloženými v RDBMS – ArcSDE (server pro uložení a práci s daty GIS v relační databázi).
- ▶ GIS do terénu – ArcPad.



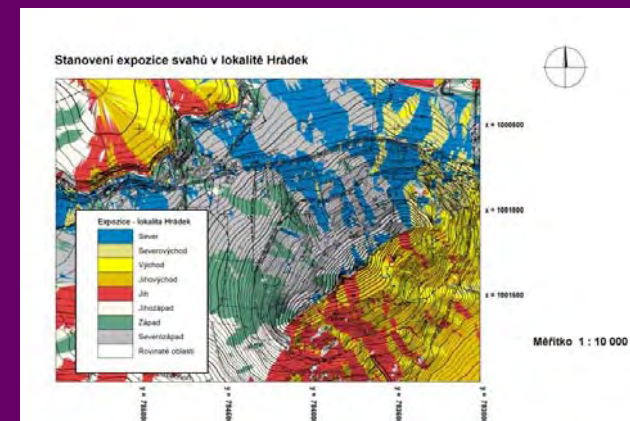
Soukromé firmy - Atlas



Mapa vrstevnic -
hypsometrie



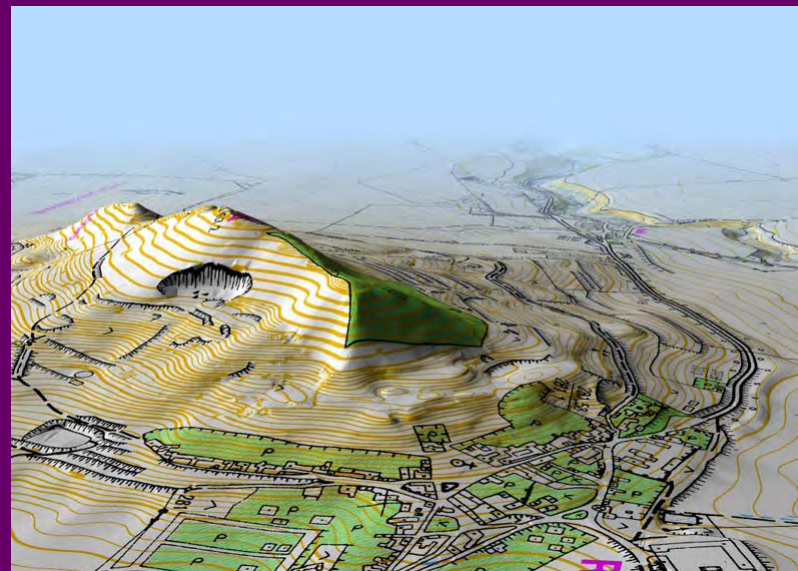
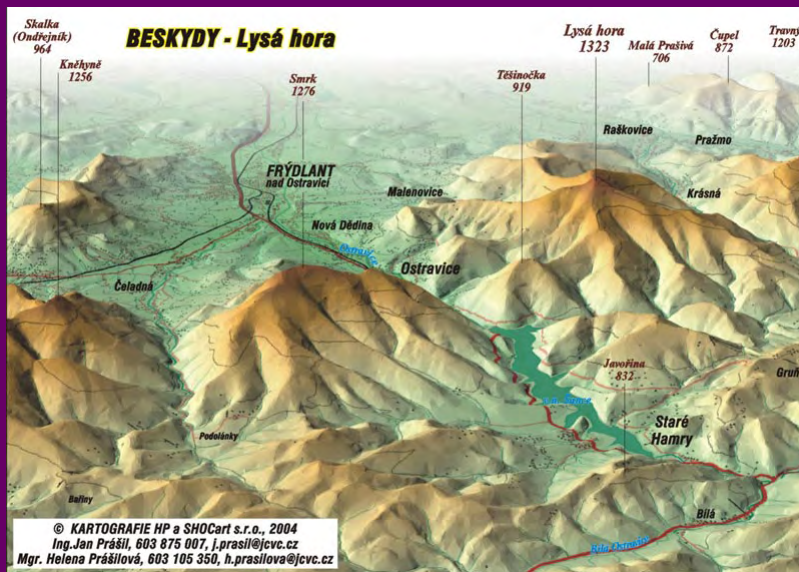
sklony



orientace

Soukromé firmy - Atlas

pohledové mapy



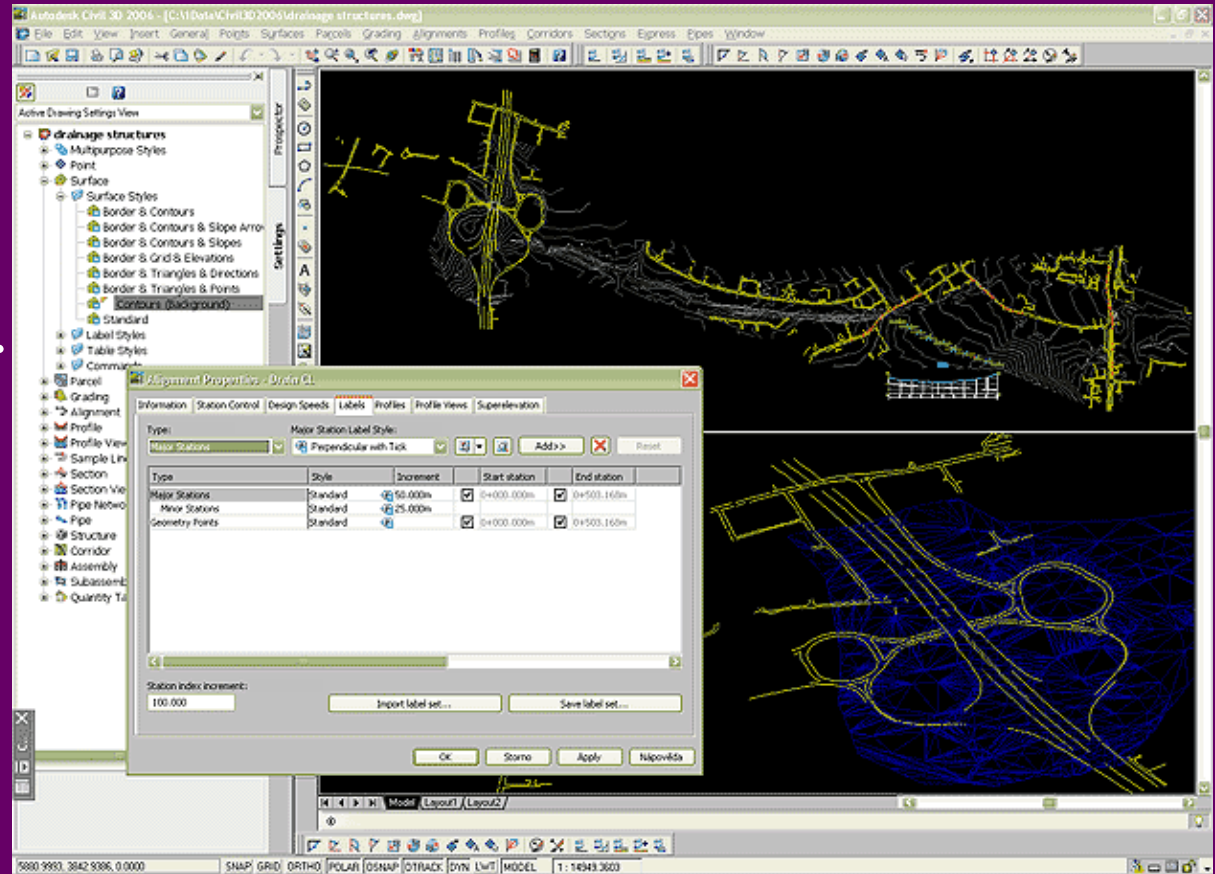
Soukromé firmy - Autodesk

- infrastruktura (oblast GIS a mapování)
- komplexní řešení pro geodety,
- komplexní řešení pro kartografy,
- komplexní řešení pro projektanty pozemkových úprav,
- komplexní řešení pro správce majetku,
- komplexní řešení pro inženýrských sítí,
- komplexní řešení pro technických zařízení
- a další odborníky i laiky, kteří se v této oblasti pohybují.

Soukromé firmy - Autodesk

Software

- Autodesk Map 3D,
- Autodesk Civil 3D a
- Autodesk MapGuide.



Soukromé firmy - Autodesk

- Práce se seznamy souřadnic
- Tvorba a aktualizace 3D modelů terénu -> analýzy nad modely terénu
- Tvorba příčných a podélných profilů
- Výpočty kubatur (stanovení výkopů a násypů)
- Modelování a úprava zemních těles
-
- Modelování dopravního koridoru

Soukromé firmy – Bentley Systems ČR s.r.o.



Nabídka společnosti je primárně zaměřena na následující oblasti:

- ▶ státní správa, samospráva, telekomunikační a distribuční společnosti,
- ▶ dopravní projektování a správa dopravní infrastruktury,
- ▶ projektování průmyslových, výrobních a technologických celků,
- ▶ stavebnictví, architektura, správa areálů a budov.

Software:

- Geospatial Server
- Geo Web Publisher
- Bentley Map
- Bentley Descartes
- Bentley I/RAS B

Soukromé firmy – Berit



informační technologie a návazné služby v oblasti

- geografických (GIS),
- provozně-technických informačních systémů (TOMS) a
- informačních systémů pro správu majetku

Soukromé firmy – Berit

Software

- **LIDS** je otevřený, škálovatelný softwarový systém společnosti BERIT, který funkčně pokrývá oblast nazývanou **AM/FM/GIS/NIS**
 - pro pracovní skupiny až po celopodniková nasazení
- **TOMS** - řízení a zajištění provozu **energetických, vodárenských, plynárenských nebo teplárenských distribučních společností**, kde zabezpečuje informační podporu pro plnění strategického úkolu, kterým je distribuce a prodej příslušného média - elektrické energie, vody, plynu, tepla aj.

Soukromé firmy – Central European Data Agency, a.s. (CEDA)

StreetNet – silniční komunikace
ČR a SR včetně místních
komunikací



geokódování, lokalizace,
adresní body
silniční a uliční síť
administrativní mapy, PSČ
lokalizační tabulky
mapy velkých a středních
měřítek
navigační databáze
zájmové body

MultiNet™ - bezešvá vektorová
mapa silnic Evropy pro
navigaci – řada dat –
administrativní členění, funkční
využití

- ▶ **ČR City** – Ucelená kolekce mapových podkladů měst a obcí České republiky v měřítku 1 : 10 000 obsahující uliční síť, zástavbu, vodní toky a plochy, zeleň a železnici. Všechny vrstvy jsou doplněny databázovými atributy.
- ▶ **ČR 150, 500** – Vysoce kvalitní mapy ČR v měřítku 1 : 150 000 a 1 : 500 000, které popisují kompletní silniční síť, sídla, vodní toky a plochy, lesy a železnice včetně stanic. Mapové vrstvy jsou doplněny o databázové informace o jednotlivých objektech.
- ▶ **ČR Admin** – Mapové vrstvy administrativního členění ČR včetně databázových atributů a standardního kódování územních jednotek. Mapa obsahuje hranice obcí, okresů, krajů, oblastí a ČR.

Soukromé firmy – Data System, s.r.o.

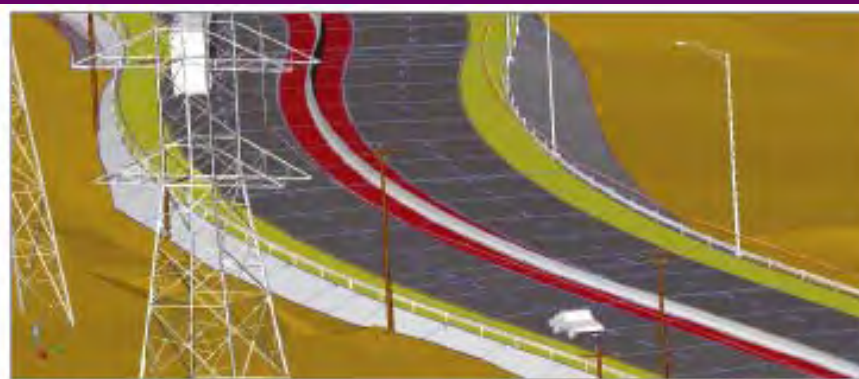
Autodesk SW



ŘEŠENÍ

archeologie
geodézie
inženýrské sítě
odpadové hospodářství
pozemkové úpravy
územní plánování
vodohospodářství

Teplíce



Návrh silničního koridoru

Soukromé firmy – Digis, spol. s r.o.

Firma se sídlem v Ostravě
Software



PROMEBA slouží k práci s geografickými daty. Funkce se soustředí převážně na data katastru nemovitostí, ale je možné přidávat jakékoliv další mapové vrstvy, např. adresní body, inženýrské sítě, ortofotomapu, pasporty apod.

AMEBA Desktop je určena především jako profesionální aplikace GIS, její možnosti však přesahují do dalších aplikačních oblastí (Informace o parcele, Územní plán, Nemovitý majetek, Životní prostředí, Zeleň, Komunikace, Osvětlení, Pasport odpadových nádob, Pasport teplovodních kanálů apod.).

AMEBA Web – zpřístupní geografická data v prostředí internetu

Soukromé firmy – Digis, spol. s r.o.

AMEBA Desktop je určena především jako profesionální aplikace GIS, její možnosti však přesahují do dalších aplikačních oblastí (Informace o parcele, Územní plán, Nemovitý majetek, Životní prostředí, Zeleň, Komunikace, Osvětlení, Pasport odpadových nádob, Pasport teplovodních kanálů apod.).

Soukromé firmy – GB-geodezie, spol. s r.o.



„GIS data na míru“

- ... od rastrových dat (skener s atestem ČÚZK) a jejich zpracování po 2D i 3D vektorové modely
- ... od jedné vrstvy po kompletní mapové podklady
- ... od jednoduchých tabulek po složité databázové struktury
- ... od malé obce po celorepublikové řešení

„a také klasické geodetické práce“

- **kompletní geodetická zaměření**, libovolné CAD/CAM formáty
- **dokumentace rozvodů inž. sítí**, od vyhledání stávajících po DSP
- **práce v katastru nemovitosti**, od záborových elaborátů na rozsáhlých dopravních stavbách po řešení problematiky věcných břemen
- **komplexní geodetické podklady pro projekční činnost**, 3D modely, podélné a příčné profily, výpočty kubatur
- **geodetické práce na stavbách**, vč. zajištění funkce OG
- **zaměření a tvorba stavebních dokumentací**
- **speciální práce inž. geodézie**
 - deformace objektů, měření jeřáb. drah
 - dokumentace

Soukromé firmy — Geotronics Praha, s.r.o.

V oblasti geografických informačních systémů GEOTRONICS Praha dodává řešení pro sběr dat a aktualizaci GIS pomocí GPS pro všechny cílové skupiny uživatelů.

Geotronics Praha



Soukromé firmy — Gepro, spol. s r.o.

MISYS komplexní modulární GIS

Obsahuje několik desítek modulů
účelových pasportů – zeleně, ..

Pro řešení problematiky evidence,
plánování a údržby sledovaných
objektů

MISYS – View podporuje služby
wms



Potřebám zeměměřičů slouží komplexní geodetický systém KOKEŠ umožňující mimo jiné práci s novým výměnným formátem VFK katastru nemovitostí.

Produkt MAPA3 je určen k podpoře týmové tvorby, správě a údržbě digitálního mapového díla.

System UPLAN je aplikací systému MISYS pro potřeby zpracování územně plánovací dokumentace.

Produkt PROLAND obsahuje specializované funkce k projektování pozemkových úprav.

Pasport

Pasport –

zjednodušená dokumentace (evidence) majetku, jeho stavu, apod.
formát pasportu je dán požadavkem a předmětem evidence

Nejrozšířenějšími druhy pasportů:

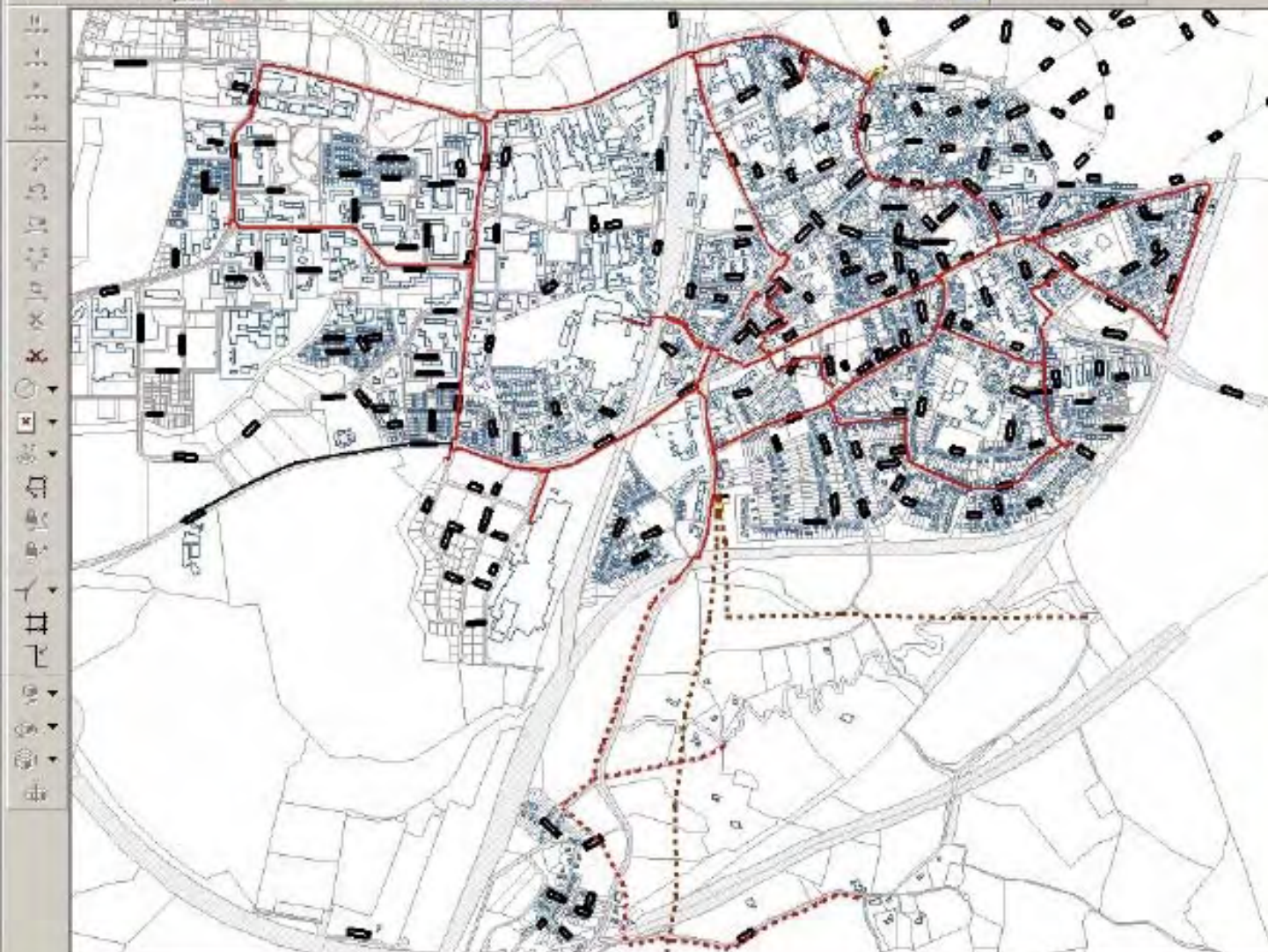
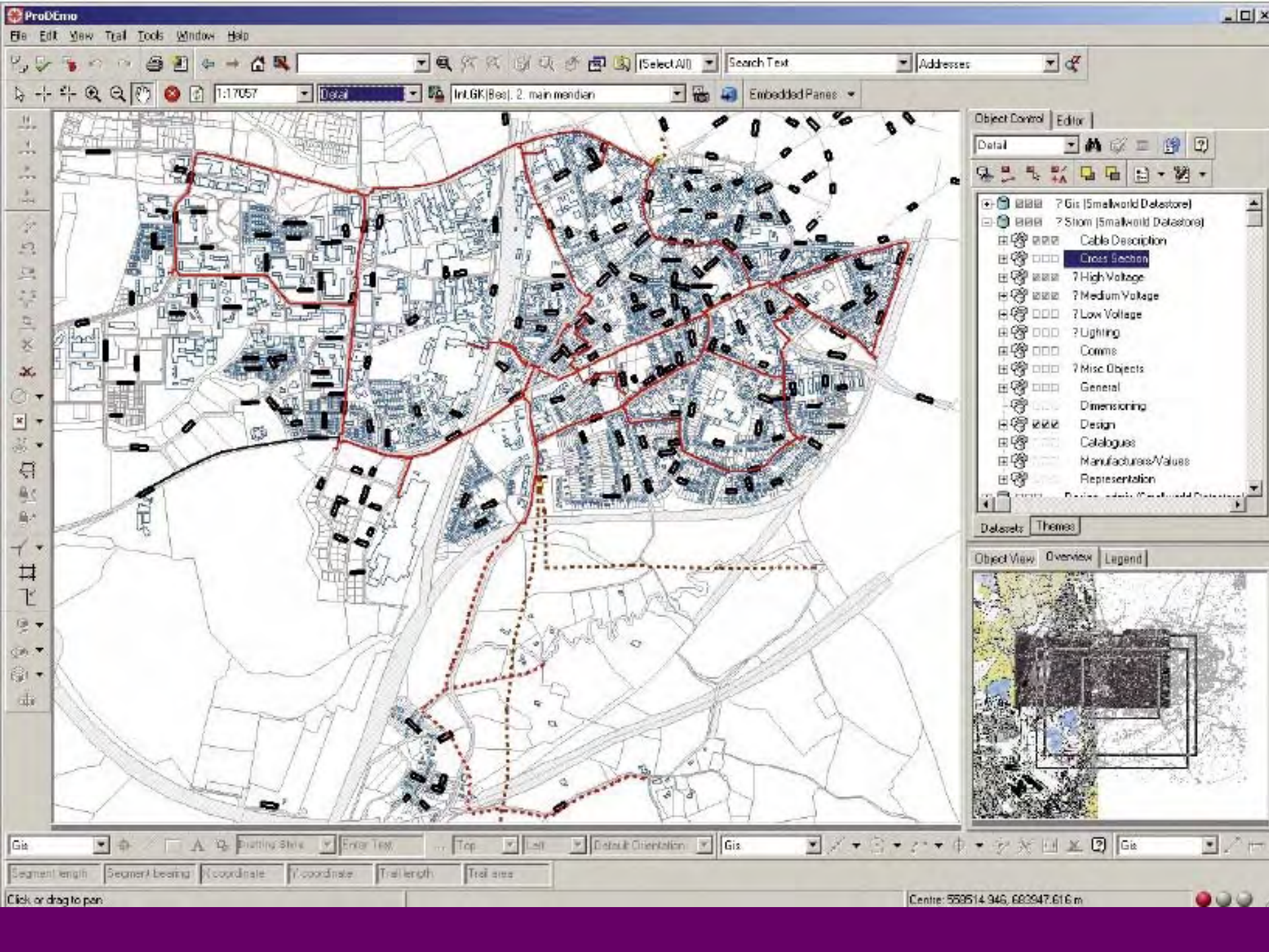
- pasport komunikací,
- pasport svislého dopravního značení,
- pasport zeleně,
- pasport veřejného osvětlení
- ..

Soukromé firmy — Globema s.r.o.

Distributor Smallworld GIS



- ▶ EL.GIS – inventární systém pro energetické sítě určený pro distributory elektřiny
- ▶ EC.GIS – inventární a řídicí systém pro sítě dálkového vytápění
- ▶ GAZ.GIS – inventární systém pro plynárenské sítě určený pro distributory zemního plynu
- ▶ WK.GIS – inventární systém pro vodovodní a kanalizační sítě
- ▶ xGIS.NET – internetová / intranetová aplikace pro prohlížení databází EL.GIS, EC.GIS, GAZ.GIS
- ▶ SW XML Connector – rámcová struktura založená na GML2 pro přizpůsobení výměny dat a integrace Smallworld s dalšími systémy
- ▶ SW.NET – rámcová struktura přizpůsobující Smallworld



Object Control Editor

Detail

- Gis (Smallworld Datastore)
- Strom (Smallworld Datastore)
 - Cable Description
 - Cross Section
 - High Voltage
 - Medium Voltage
 - Low Voltage
 - Lighting
 - Comms
 - Misc Objects
 - General
 - Dimensioning
 - Design
 - Catalogues
 - Manufactures/Values
 - Representation

Object View Overview Legend

An inset map in the bottom right corner provides a detailed view of a selected object. The object is a dark, rectangular structure, possibly a transformer or a utility cabinet, which is highlighted with a black border. The inset map shows the object's location relative to the surrounding street network and other features.

Soukromé firmy – HSI, spol. s r.o.

Facility management – správa budov



AMI – řešení pro facility management

- ▶ správa majetku
- ▶ správa dokumentů
- ▶ pasportizace budov a staveb
- ▶ řízení údržby
- ▶ řízení pronájmů
- ▶ rezervace zdrojů (osoby, vybavení, místnosti a další)
- ▶ propojení popisných, grafických a multimediálních údajů
- ▶ využití GPS pro podporu údržby a poruchových služeb
- ▶ vazba na další podnikové systémy

Soukromé firmy – Intergraph ČR, spol. s r.o.

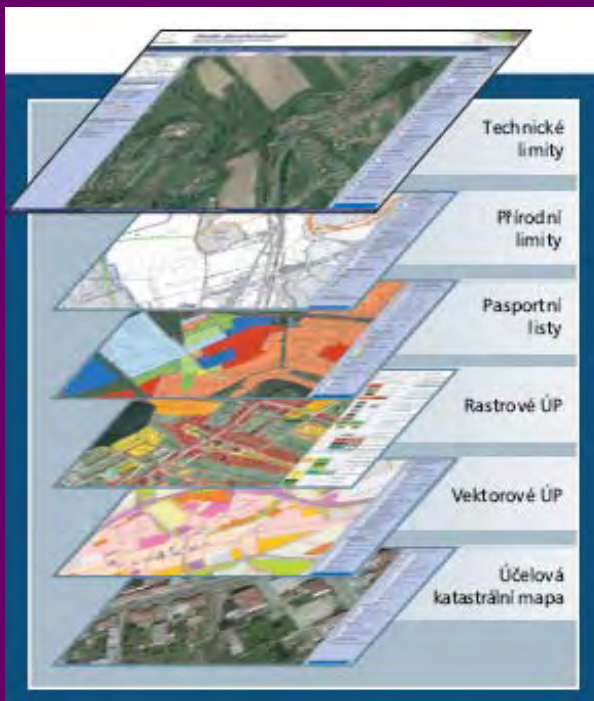
- Intergraph ČR, spol. s r.o.



civilní obrana
dálkový průzkum Země
doprava
geologie
hasiči
inženýrské sítě
kartografie
katastr nemovitostí
krizové řízení
lesnictví, zemědělství
logistika
navigace

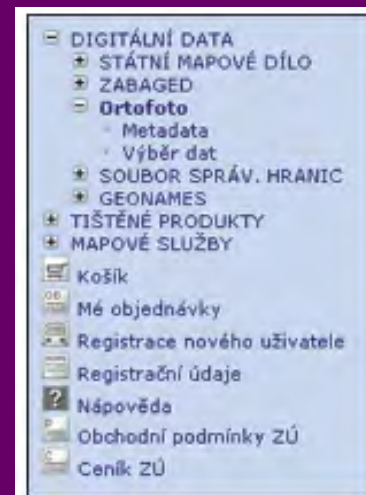
obrana státu
policie
regionální rozvoj
správa majetku
telekomunikace
územní plánování
veřejná správa
vodohospodářství
vojenství
záchranná služba
životní prostředí

Soukromé firmy – Intergraph ČR, spol. s r.o.



Geoportál Zeměměřického úřadu (<http://geoportal.cuzk.cz>)

- státem garantované aktuální mapové podklady on-line
- 1. místo Geoaplikace roku 2004, Kategorie A- GIS pro lepší služby veřejné správy



Geoportál Krajského úřadu Jihomoravského kraje (<http://up.kr-jihomoravsky.cz>)

- územní plány jako služba veřejnosti a starostům měst a obcí
- on-line přístup pro každého
- řešení, provoz a údržba na klíč

Soukromé firmy – Sitewell s.r.o.

dodávky kompletního řešení prostorově orientovaných informačních systémů se zaměřením na správu majetku, provozně technické a územně identifikační informační systémy. Zásadním prvkem našich dodávek je orientace na bezpečné webové portálové aplikace a jejich využití v prostředí intranetu i internetu. Významným aspektem je zaměření firmy na vývoj aplikačního software s orientací na grafiku. Základem našich řešení jsou pokrokové technologie Oracle Spatial, Autodesk, Earth Resource Mapping a Adobe.



Soukromé firmy – SmartGIS

Olomouc

SOFTWARE

doprava
krizové řízení
intranetové řešení – komplexní
vnitropodnikový systém
včetně CRM

ŘEŠENÍ

archeologie
cestovní ruch, turistika
civilní obrana
doprava
geologie
inženýrské sítě
katastr nemovitostí
krizové řízení
lesnictví, zemědělství
marketing
obchod
odpadové hospodářství
ochrana přírody
památková péče
regionální rozvoj
správa majetku
telekomunikace
trh s nemovitostmi
územní plánování
veřejná správa
vodohospodářství
životní prostředí
energetika



Soukromé firmy – T-mapy spol. s r.o.

Hradec

Králové

Stěžejní produkty

- ▶ T-WIST – webová technologie pro mapové i databázové informační systémy
- ▶ T-MapServer – systém pro komplexní práci s mapou
- ▶ Webový publikační systém – systém pro databázově založenou úpravu www stránek
- ▶ databázové aplikace základního informačního systému
- ▶ Registry (Registr nemovitostí, Územně identifikační registr, Registr obyvatel, Registr ekonomických subjektů, Policejní registr obyvatel)
- ▶ Majetkové aplikace (Evidence nemovitého majetku, Majetek - požadavky, Evidence správců pozemků, Evidence pronájmů majetku...)
- ▶ Správní a evidenční aplikace (Volby, Přestupky, Evidence písemností, Evidence smluv, Evidence investičních akcí, Veřejné zakázky, Evidence usnesení, Úřední deska...)
- ▶ Ostatní aplikace (Pasport památek, Ochrana půdního fondu, Reklamy, Volnočasové aktivity, Evidence nestátních zdravotnických zařízení, Fotoarchiv...)



Soukromé firmy – T-mapy spol. s r.o.

Geografická data pro všestranné využití (rastr a vektor)

- ▶ plány měst ČR – 1:10 000 (pokryto 141 měst ČR)
- ▶ Česká republika (výškopis, polohopis, tematická náplň)
– 1 : 50 000, 1 : 200 000
- ▶ Slovensko – 1 : 250 000, Evropa – 1 : 1 000 000

Soukromé firmy - TopolSoftware

Firma TopoL Software je česká firma, která vyvíjí a distribuuje software v oblasti GIS, digitální fotogrammetrie a v dalších oblastech, kde se používají geografické informace. Tyto systémy jsou distribuovány nejen v České republice, ale také v zahraničí, a to hlavně v Německu, Itálii, Španělsku, Slovensku, Rusku, Turecku, Indii a Íránu.



Soukromé firmy - TopoSoftware

Příklad nasazení TopoLu v Evropské unii

Každá státní administrativa, která z fondů Evropské unie zprostředkovává dotace pro zemědělce, je nucena zajistit

aparát, pomocí kterého důsledně eviduje a sleduje jakým způsobem jsou dotace využívány. Pravidla EU pro funkci tohoto aparátu jsou známa jako IACS (Integrated Administration and Control System). Pro řešení grafické části dotační problematiky byl durynskou státní správou vybrán systém GIFIS (Geografisch Interaktives FachInformationsSystem), který se opírá o poslední verze programu TopoL xT. Pro ukládání dat byla vybrána databáze Oracle.

Soukromé firmy - TopoL Software

Řešení pro fotogrametrii

Firma TopoL Software společně s firmou Atlas nabízejí také řešení pro fotogrametrii. Jedná se o produkt **PhoTopoL Atlas**. Jedná se o výkonný systém, který je nabízen v několika variantách od varianty umožňující

pouze ortofoto překreslení až po variantu umožňující stereo vyhodnocení a tvorbu 3D animací. Systém PhoTopoL Atlas je v současnosti používán jak soukromými firmami, školami pro výuku tak i státními organizacemi jako například Geografickým ústavem španělské armády.