



Geoinformatika

IX – GIS modelování, geoinformační infrastruktury a standardy

jaro 2014

Petr Kubíček

kubicek@geogr.muni.cz

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



Analytické nástroje GIS

Analytické možnosti GIS můžeme rozdělit do následujících skupin:

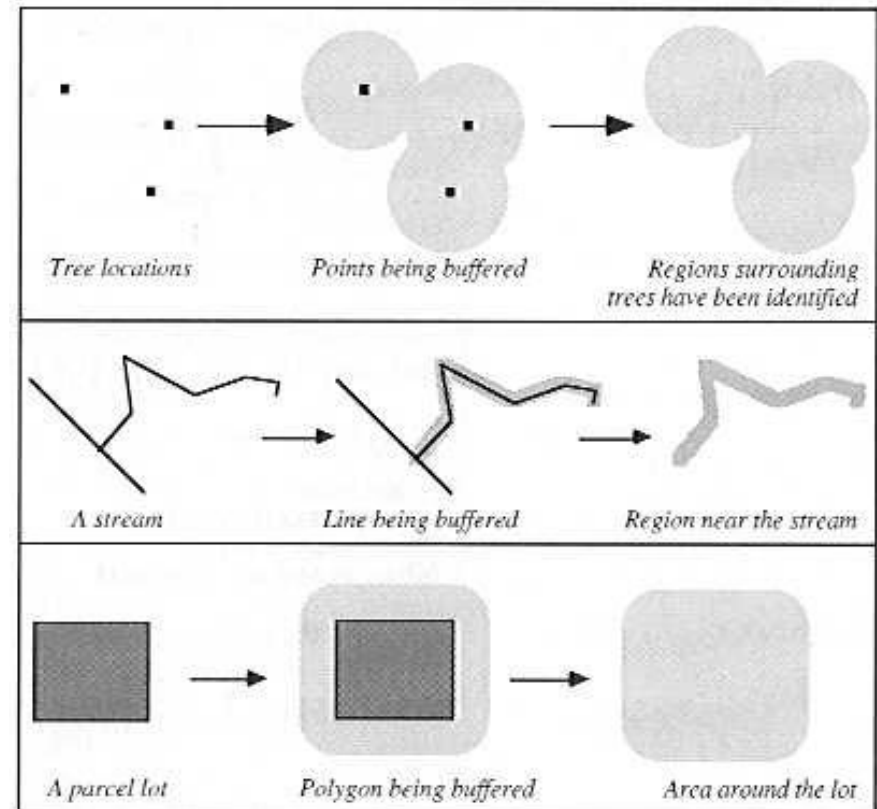
- měřicí funkce,
- atributové i prostorové dotazy (nástroje na prohledávání databáze),
- topologické překrytí,
- mapová algebra,
- **vzdálenostní analýzy,**
- **analýzy sítí,**
- **analýzy modelu reliéfu a dalších povrchů,**
- **statistické analýzy.**

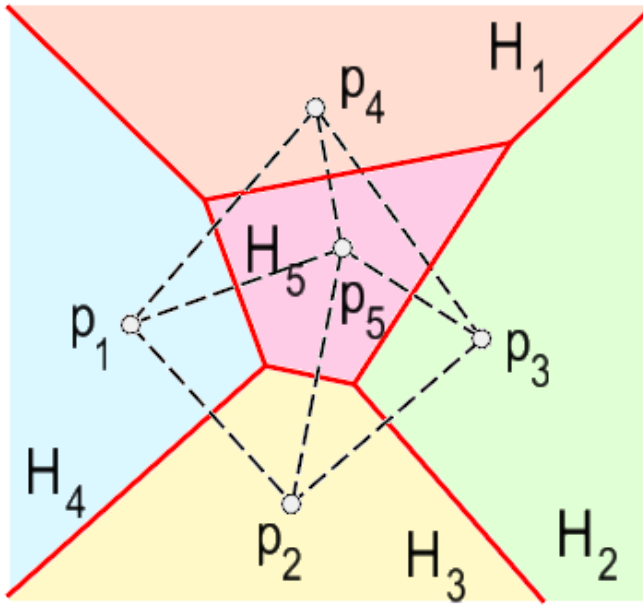
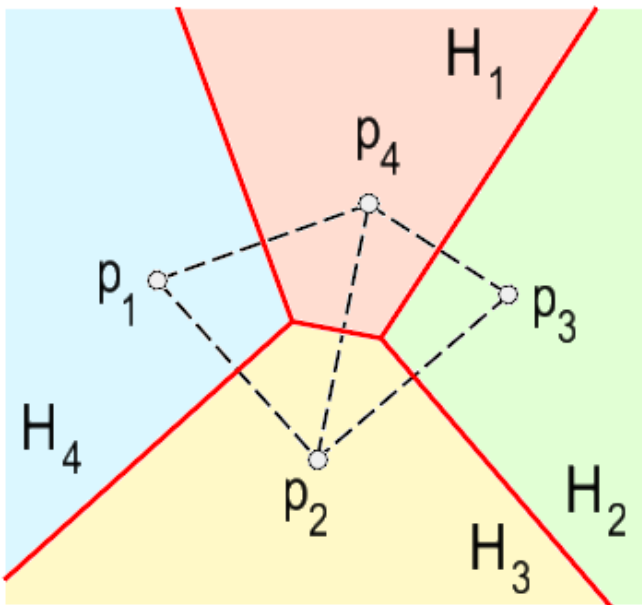
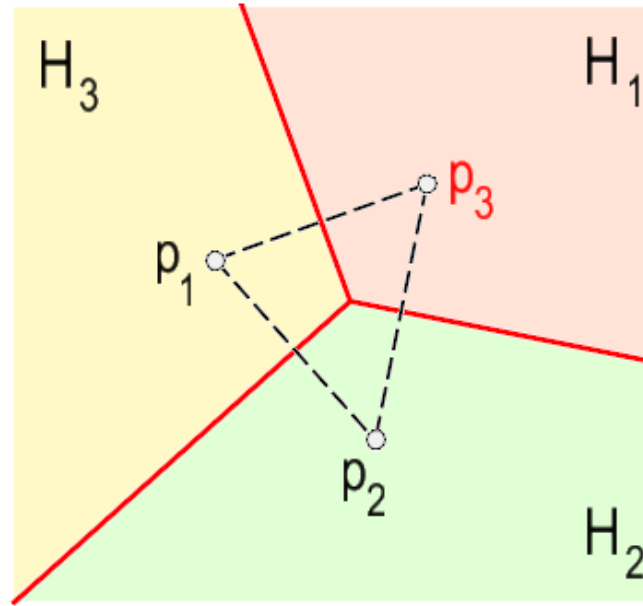
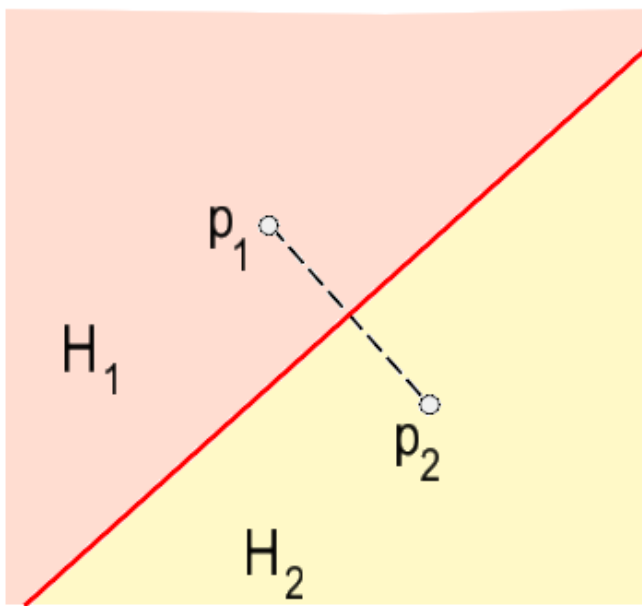


VZDÁLENOSTNÍ ANALÝZY

Analýza vzdáleností - opakování

- Tvorba obálek (buffer)
- Analýzy sousedství (Proximity analysis) – Thiesen polygons, Voronoi – konstrukce??





Vzdálenostní funkce

VEKTOR

RASTR

- Základem je Euklidovská vzdálenost

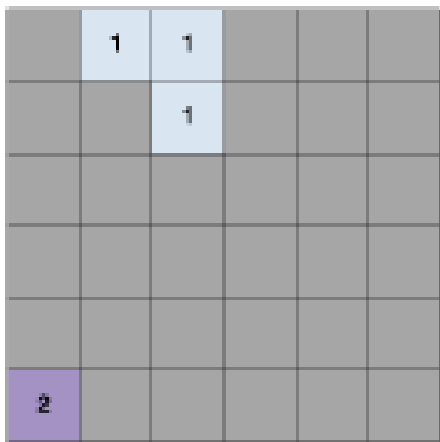
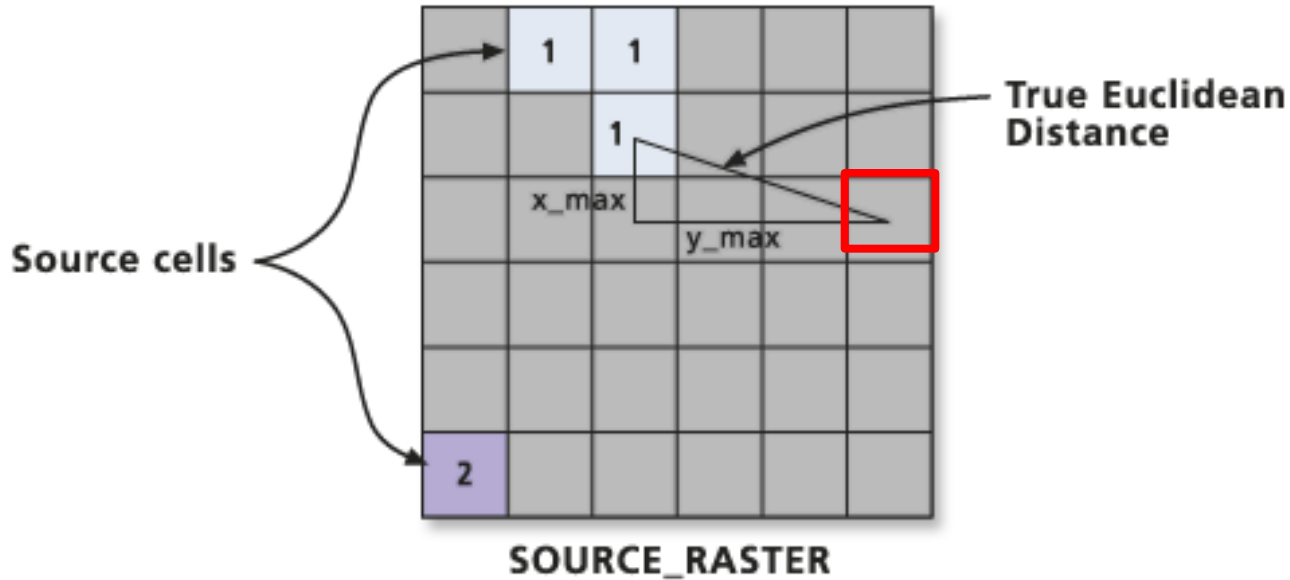
- Matice vzdáleností
- Identifikace nejbližšího souseda

- **Obálka**

- **Obálka**
- **Nákladové vzdálenosti**
 - Funkce šíření a proudění



Euklidovské vzdálenosti

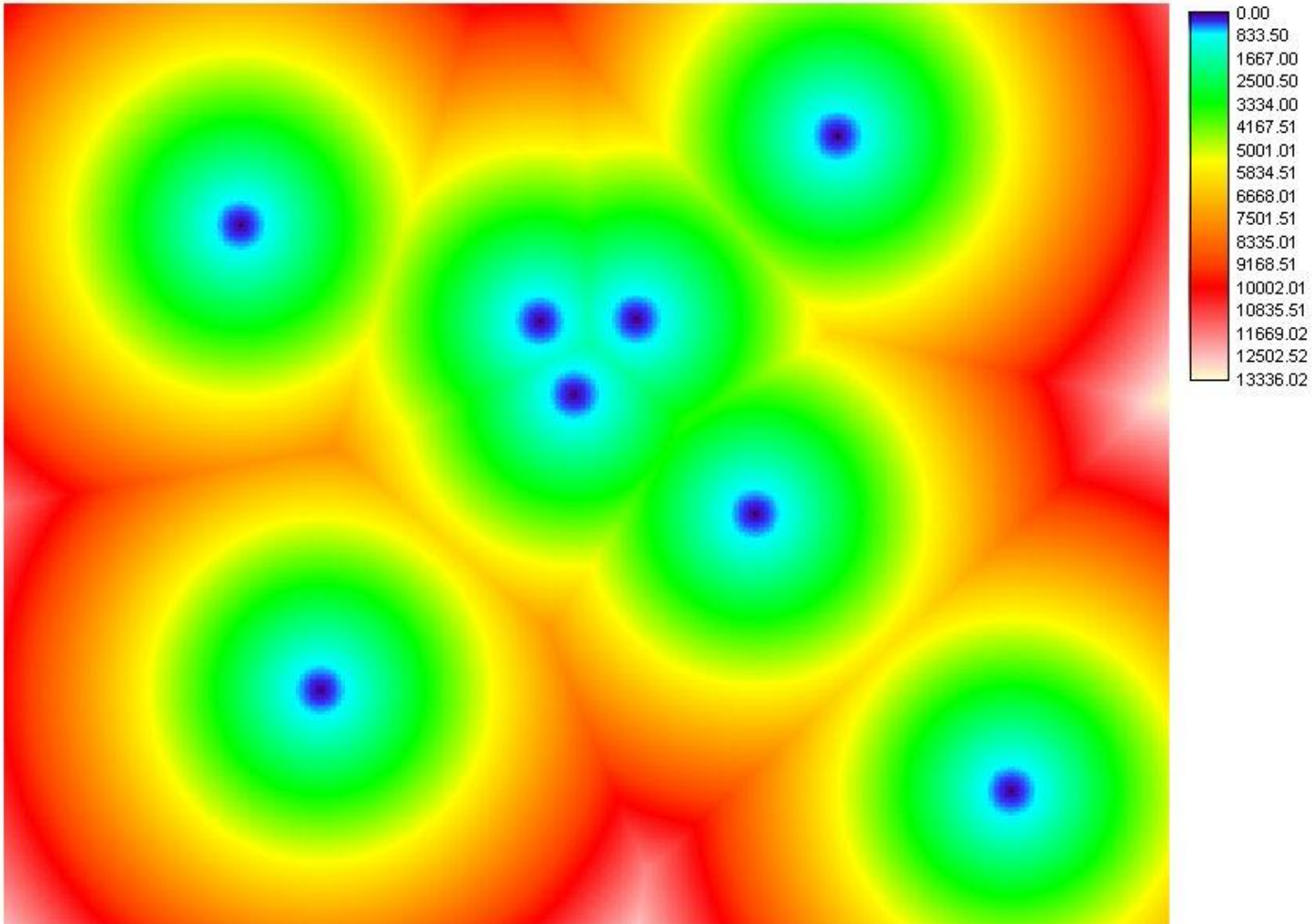


=



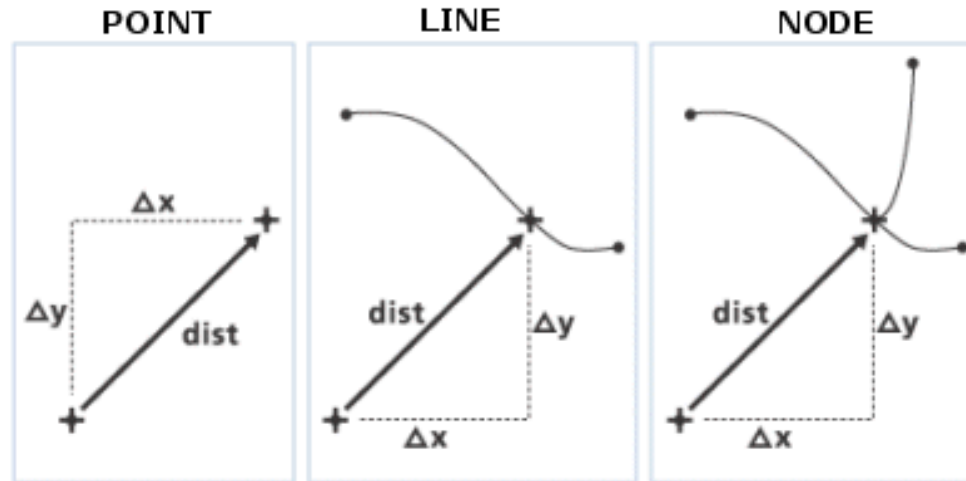
Value = NoData

Euklidovské vzdálenosti (2)

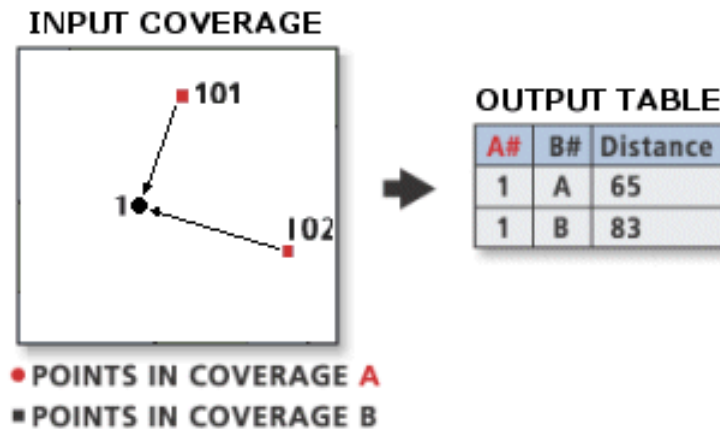


Vzdálenost objektů

- **Nejbližší objekt**



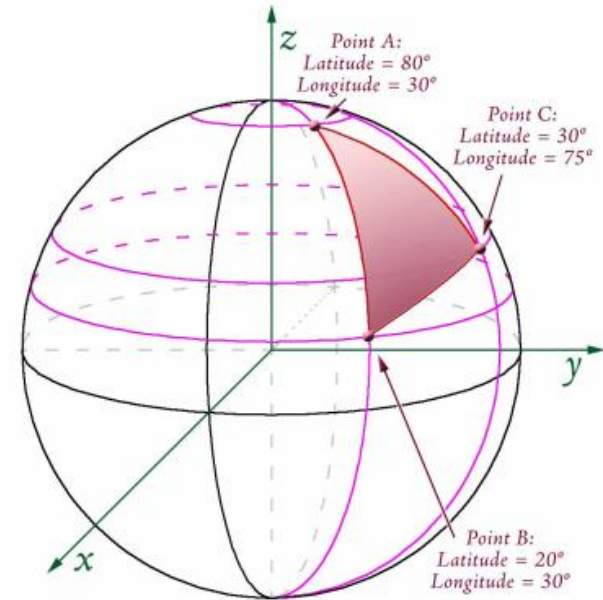
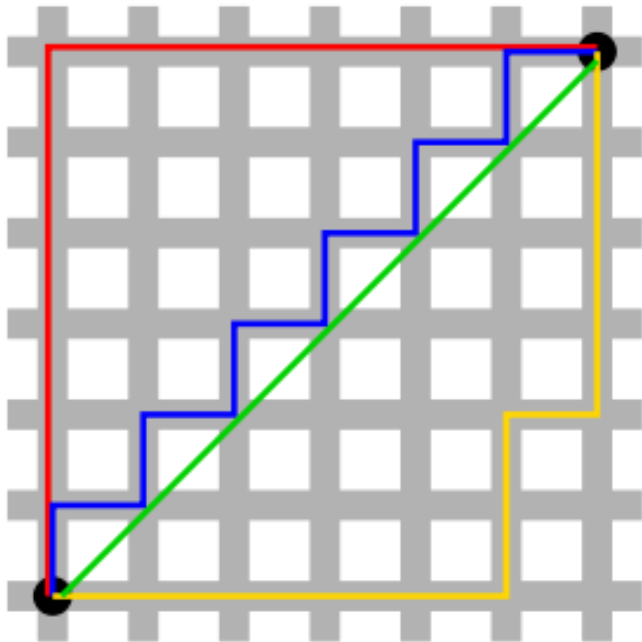
- **Vzdálenost všech objektů**





Neuklidovské vzdálenosti

- Sférická vzdálenost
- Manhattan distance
- Nákladové vzdálenosti



$$\sqrt{72} \approx 8.4853$$

Vážené vzdálenosti

- Vážená vzdálenost si všímá jedné podstatné vlastnosti, a to, že při běžných vzdálenostních analýzách se vůbec neuvažují vlivy okolí, vše je měřeno **vzdušnou čarou** za ideálních podmínek.
- V reálném světě ale tento model zdaleka **neodpovídá skutečnosti**.



Faktory ovlivňující vzdálenost

- **Vlastnosti** reálného světa ovlivňující reálnou vzdálenost:
 - objekty (antropogenní prvky, krajinný pokryv) nacházející se na povrchu,
 - průběh terénu, s ním související převýšení,
 - převládající směr větru,
- následně se modelují jako **faktory** ...
- Faktory modelující vlastnosti reálného světa:
 - **frikční povrch,**
 - **faktor terénu (reliéfu),**
 - **vertikální faktor,**
 - **horizontální faktor,**
- se skládají do výsledného **povrchu nákladů** (nákladového vzdálenostního povrchu).



ANALÝZY SÍTÍ



Analýzy nad vektorovou sítí

- Analýzy sítí jsou významnou oblastí aplikace GIS.
- V podstatě se jedná opět o hledání nejkratší vzdálenosti, ale s tím rozdílem, že sítě jsou vektorovou reprezentací.
- Sít' tvoří (orientovaný) ohodnocený graf, skládající se z **uzlů** (průsečíků) a **hran** (linií).



Postup tvorby sítě:

- Je třeba **získat liniovou vrstvu**, nad kterou budou analýzy prováděny (ulice, rozvody, kanalizace).
- Tato data musí být **topologicky čistá** (hlavně musí splňovat **konektivitu a znalost směru**) – nutná a v zásadě postačující podmínka pro analýzy sítí.
- Následně lze síti přiřadit **pravidla**, která určují, **jak je možné se pohybovat mezi jednotlivými uzly**.

Pravidla uzlová a hranová:

- **Uzlová pravidla** definují směr pohybu uzlem.
 - Například, pokud budu mít uliční síť, na některých křižovatkách není povoleno odbočení doleva či doprava.
- **Hranová pravidla** definují směr a rychlost pohybu po hraně.
 - Ulice mohou být jednosměrné, uzavřené, s nadefinovanou maximální a průměrnou rychlostí.



Vlastní analýzy nad sítí

- **Hledání optimální trasy** – jde o vyhledání optimální trasy mezi dvěma nebo více body (ve stanoveném pořadí nebo bez) na základě ceny cesty (vzdálenost, čas, ...). Analýza umí produkovat i pokyny o cestě pro řidiče.
- **Hledání cesty do nejbližšího zařízení** – jde o vyhledání optimální trasy do nejbližšího (optimálního) zařízení.
- **Alokace zdrojů** – vyhledání všech lokalit, které jsou od vybraného objektu vzdáleny nějakou cenou cesty.
- **Úloha obchodního cestujícího** - optimalizace tras s určitým počtem zastávek.
- **Dijkstra algoritmus** - algoritmus sloužící k nalezení nejkratší cesty v grafu.



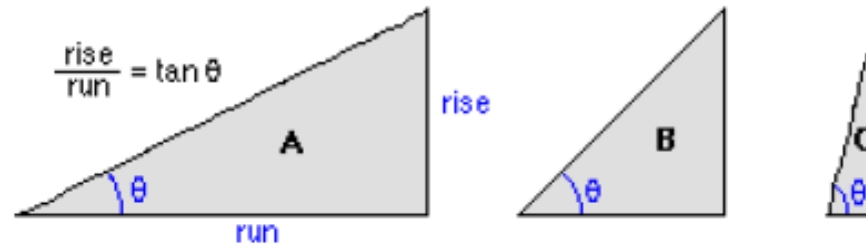
ANALÝZY RELIÉFU (PRO RASTROVÝ DATOVÝ MODEL)

Sklon svahu

- Vychází z definice první parciální derivace povrchu.
- Technicky řešeno pohybem okna 3x3 nebo 5x5 pixelů.
- Mnoho metod, ale všechny na stejném principu 1. derivace.

Degree of slope = θ

Percent of slope = $\frac{\text{rise}}{\text{run}} * 100$



Degree of slope =

30

45

76

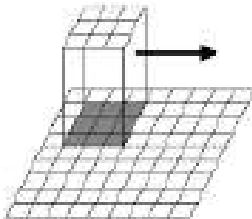
Percent of slope =

58

100

373

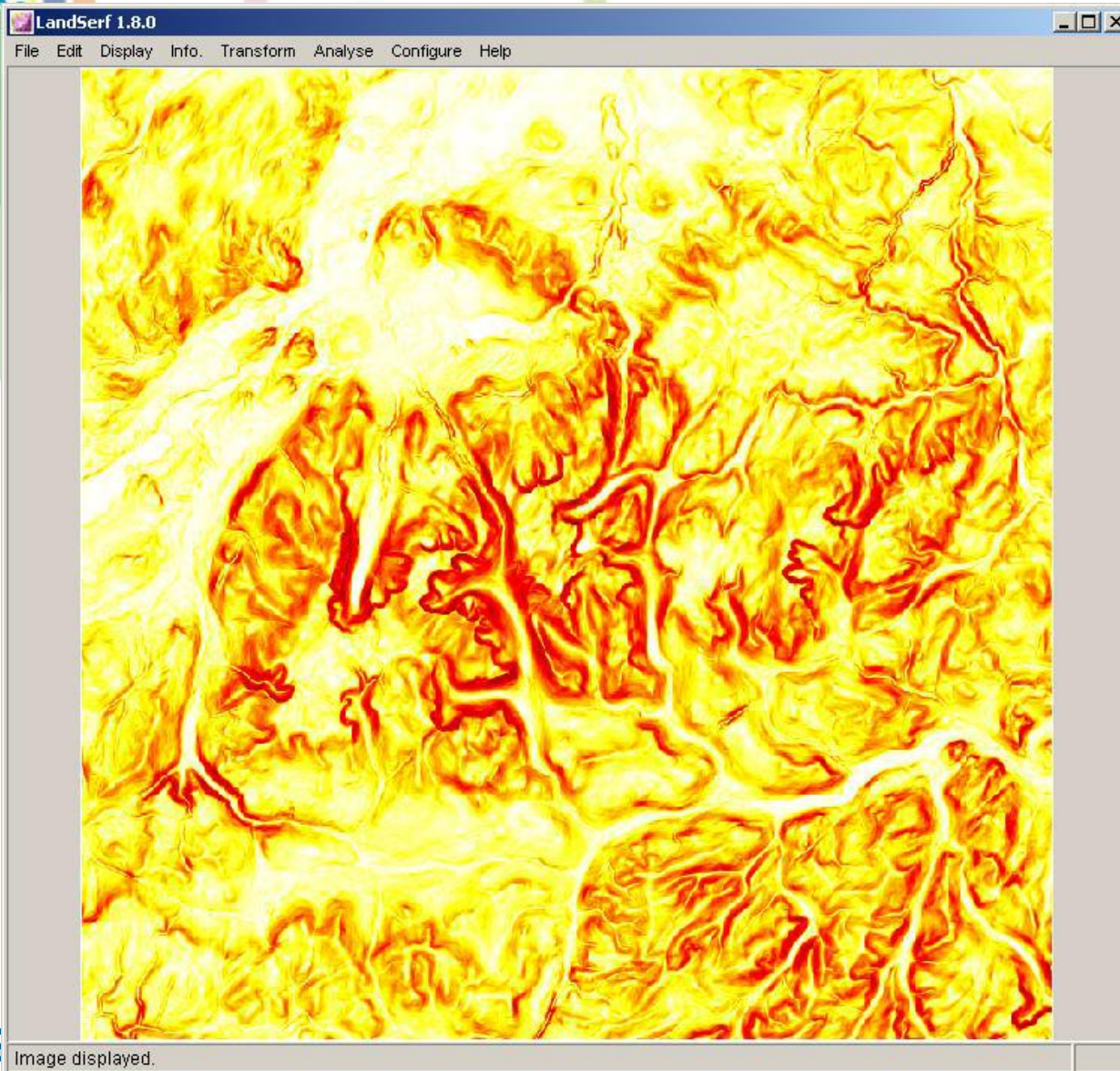
Comparing values for slope in degrees versus percent



Realizace výpočtu pomocí fokální funkce.



Příklad





Další charakteristiky reliéfu

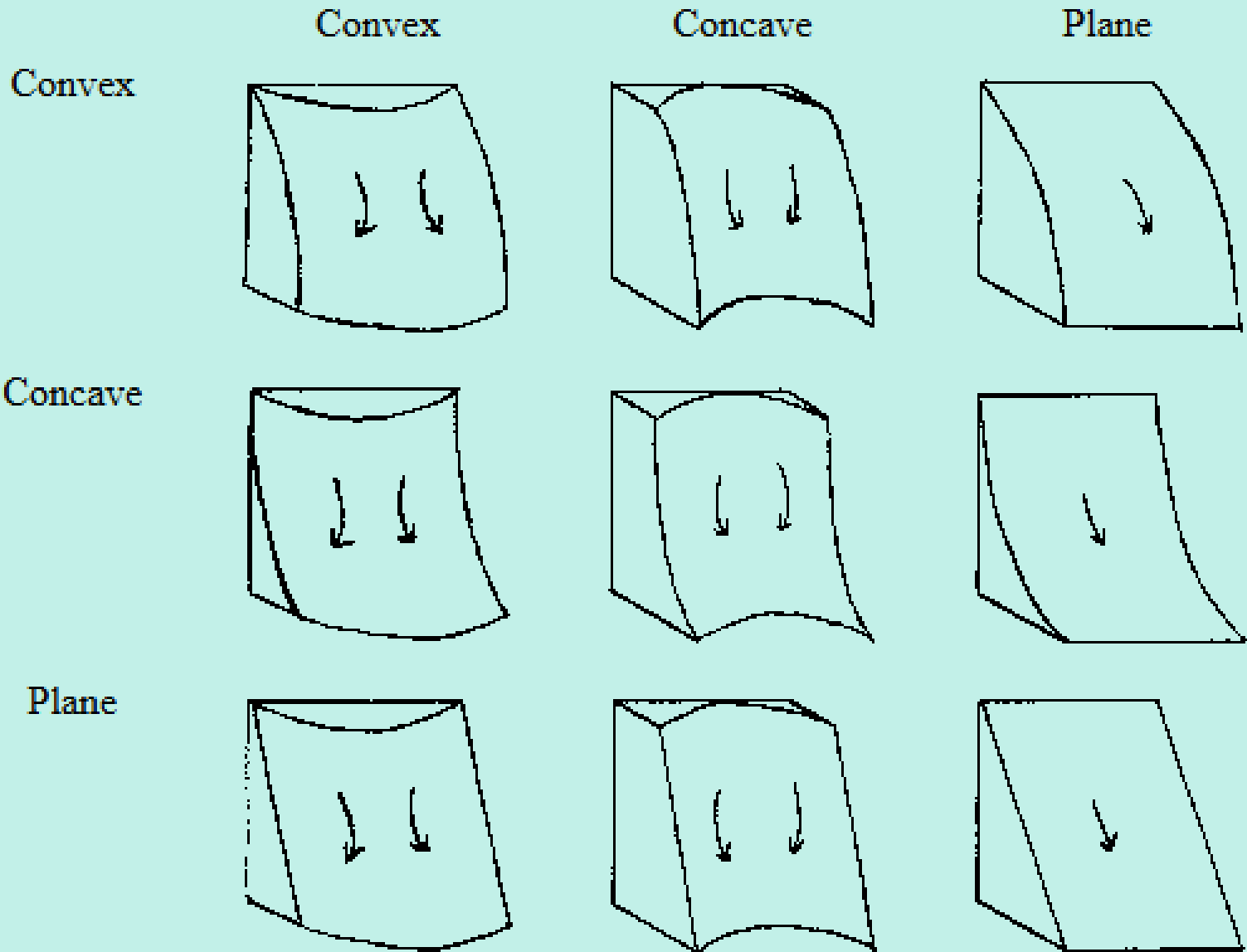
Expozice (aspect)

- Opět založeno na první derivaci ve dvou směrech x a y .
- Měřeno od severu (0°) ve stupních po směru hodinových ručiček, 8 kategorií.
- Nejen pro určení orientace svahu, ale také základní algoritmus pro určení směru proudění v buňce – základ hydrologických analýz



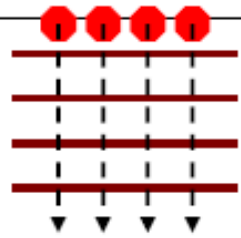
Horizontální a vertikální zakřivení

- Založeno na **druhé derivaci** změn povrchu.
- Lze si představit např. jako křivku vzniklou průsečíkem roviny kolmé k povrchu a tohoto povrchu – záleží na směru roviny vzhledem k povrchu!

Horizontální a vertikální zakřivení



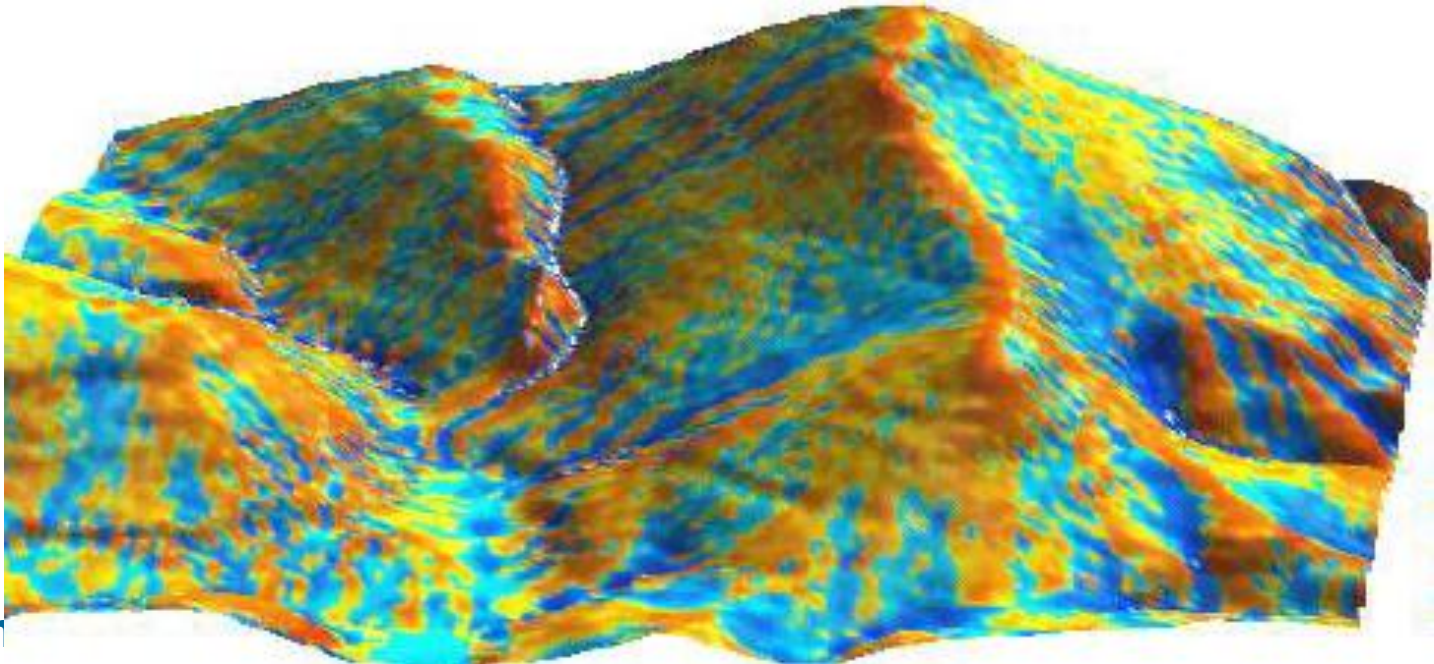
Cvičení – zkuste nakreslit vrstevnice pro níže uvedené křivosti reliéfu 😊

	Gradient		
Aspect	Convex	Concave	Planar
Convex			
Concave			
Planar			



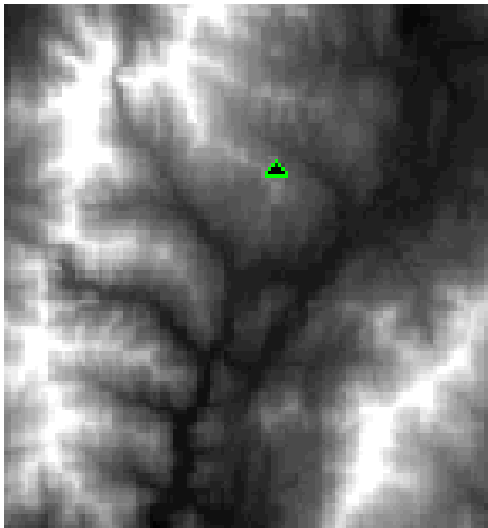
Zakřivení (ukázka)

- Horizontální a vertikální křivost reliéfu -zásadní pro hydrologické analýzy:
 - Akumulace vody ale i substrátu – eroze
 - Přímá souvislost s vlhkostí stanoviště (vertikální zakřivení)
- Zjištění konkávních (chráněných) a konvexních (exponovaných povrchů) může být využito i v mnoha jiných oborech (např. predikce výskytu druhů, akumulace apod.)

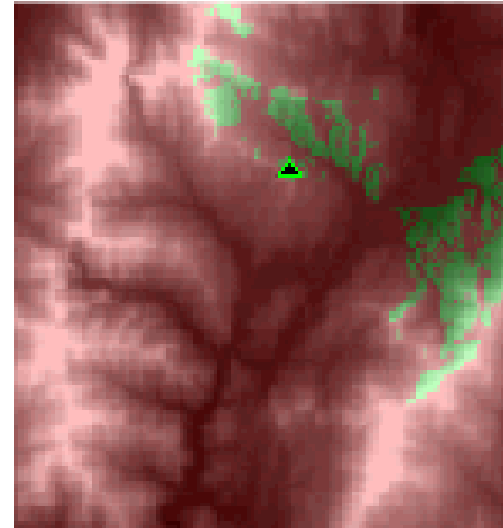


Analýza viditelnosti

- Identifikace oblastí viditelných z určitého místa.
- Řada aplikačních úloh



Input surface with
observer point



Output viewshed



Viditelnost mezi body (Line of Sight LoS)

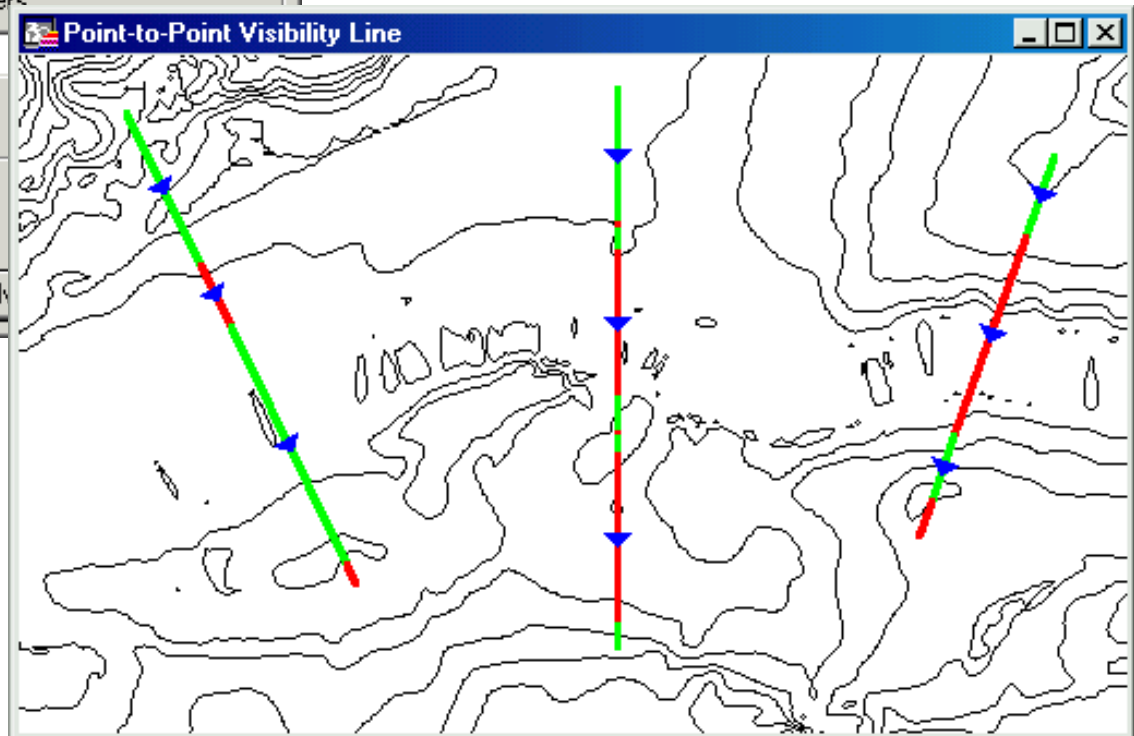
Point-to-Point Visibility [X]

Grid:

Viewing parameters

Looking from:	X: <input type="text" value="496,045.936251"/>	Y: <input type="text" value="4,996,263.545007"/>
Height above surface:	<input type="text" value="10"/>	Meters
Looking to:	X: <input type="text" value="514,437.162273"/>	Y: <input type="text" value="5,006,017.999516"/>
Height above surface:	<input type="text" value="1.000000"/>	Meters
Earth curvature model:	<input type="text" value="Normal Earth Curvature"/>	
Number of samples:	<input type="text" value="100"/>	

Plot on map Create results table

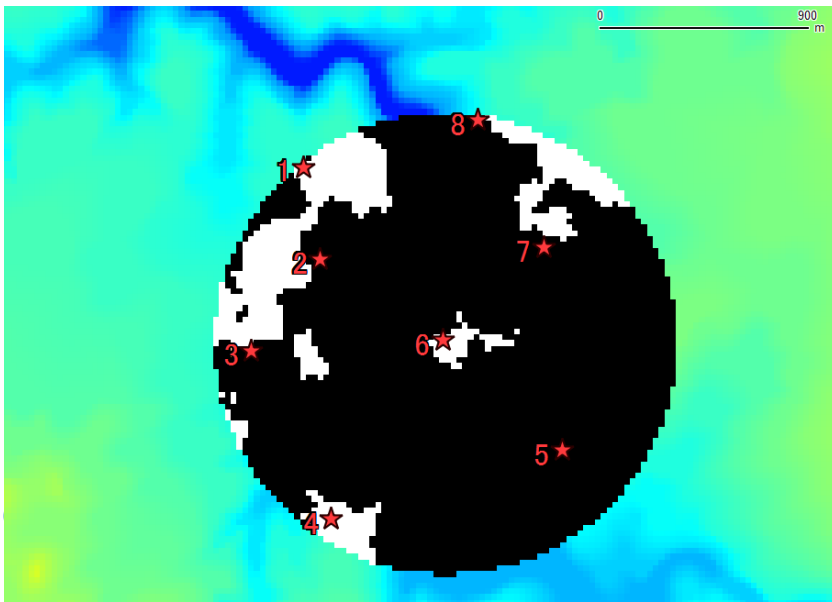
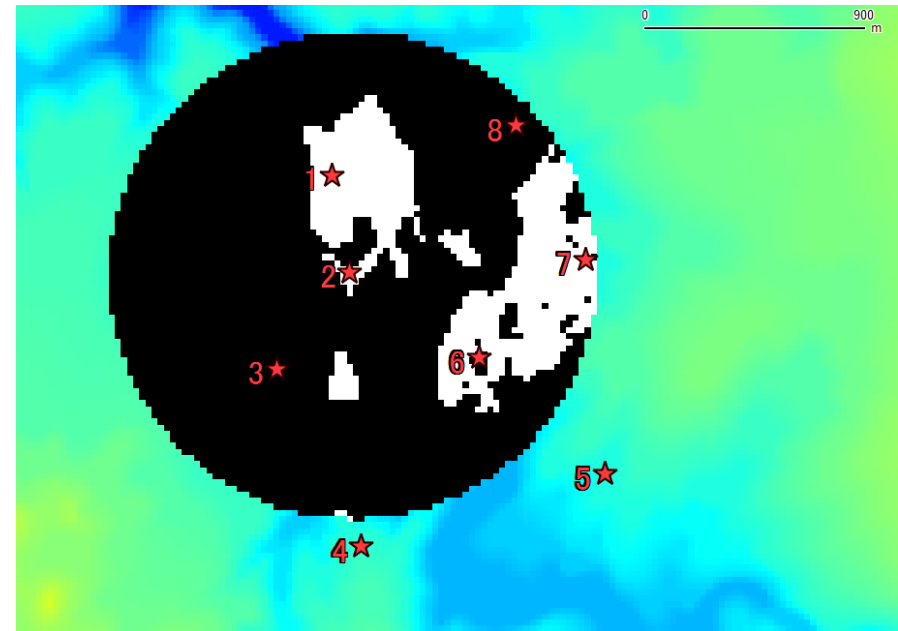
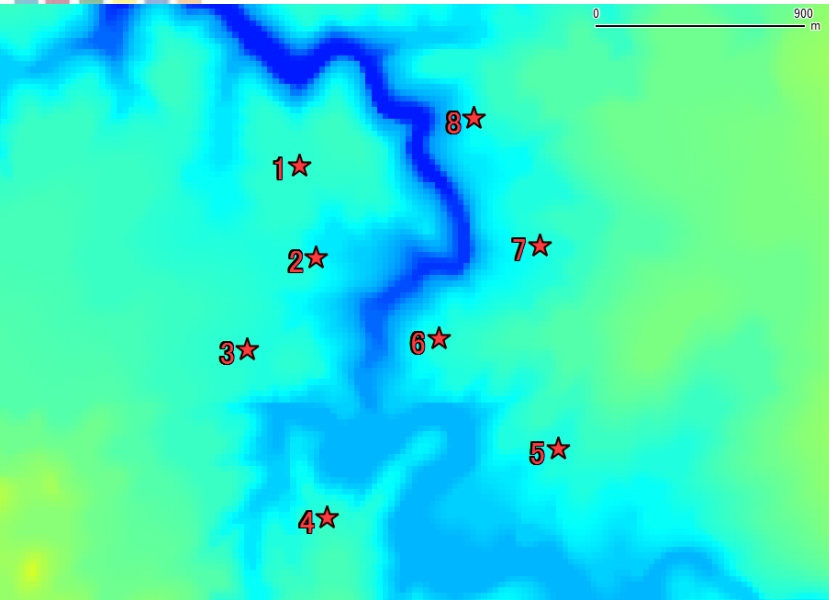


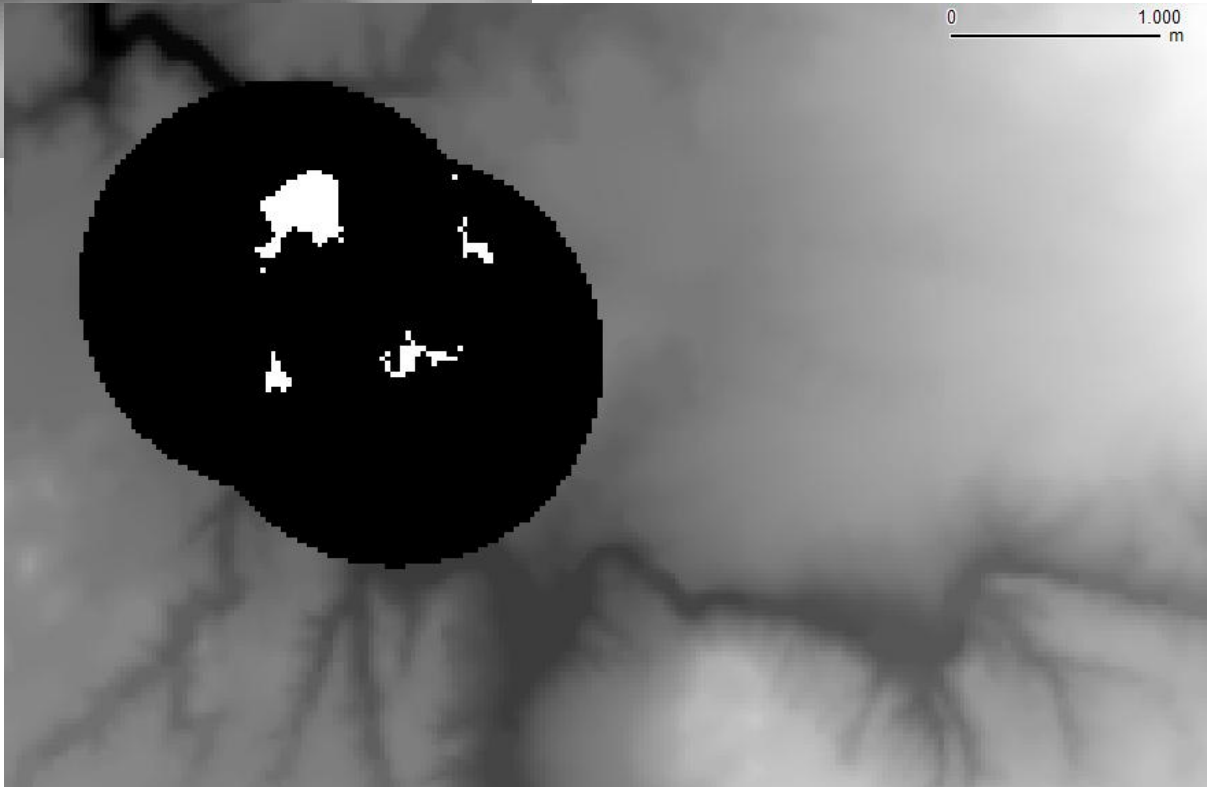


Viditelnost (Multiple Viewshed)

- „Která místa jsou z daných pozorovatelem viditelná?“
- „Z kolika pozorovatelem je viditelný daný objekt/místo?“
- Rozdělení území podle toho, z kterých míst je viditelné.
- Situace pro 5 pozorovacích míst. Atributová tabulka rástrové vrstvy obsahuje sloupce pro každý pozorovací bod a pomocí hodnot „1“ a „0“ rozlišuje, zda jsou místa označená danou hodnotou z tohoto bodu viditelná.

Analýza viditelnosti z více bodů





OR

Geoinformatika



HYDROLOGICKÉ ANALÝZY

Směr odtoku

- Směr odtoku je takový směr, kterým při simulaci povrchového odtoku odtéká voda z dané buňky.
- Podle toho, zda je pro danou buňku povolen pouze jeden směr odtoku (směr odpovídající největšímu spádu) či směrů více, jedná se buď o **jednosměrný** (single flow) či **vícsměrný** (multiple flow) **odtok**.
- ArcGIS určuje pouze jednosměrný odtok pomocí algoritmu SFD8 (Single Flow 8- Direction), též nazývaný D8 – fokální analýza.



Směr odtoku - kódování

78	72	69	71	58	49
74	67	56	49	46	50
69	53	44	37	38	48
64	58	55	22	31	24
68	61	47	21	16	19
74	53	34	12	11	12

Elevation surface



2	2	2	4	4	8
2	2	2	4	4	8
1	1	2	4	8	4
128	128	1	2	4	8
2	2	1	4	4	4
1	1	1	1	4	16

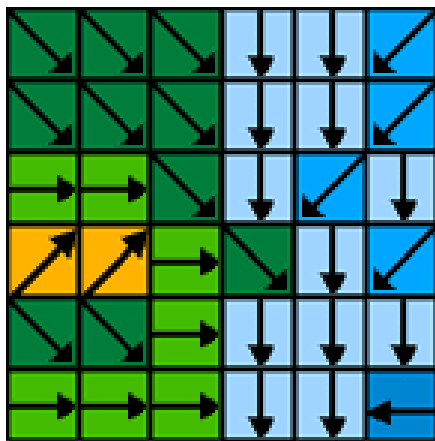
Flow direction

32	64	128
16		1
8	4	2

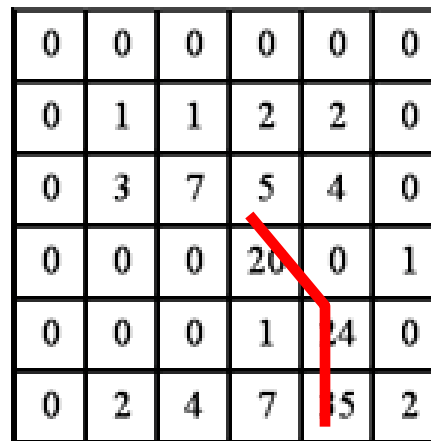
Direction coding

Akumulace odtoku (flow accumulation)

- Akumulace** vody v buňce neboli akumulace odtoku je dána **součtem hodnot buněk**, které **přispívají** do dané buňky.



Flow direction

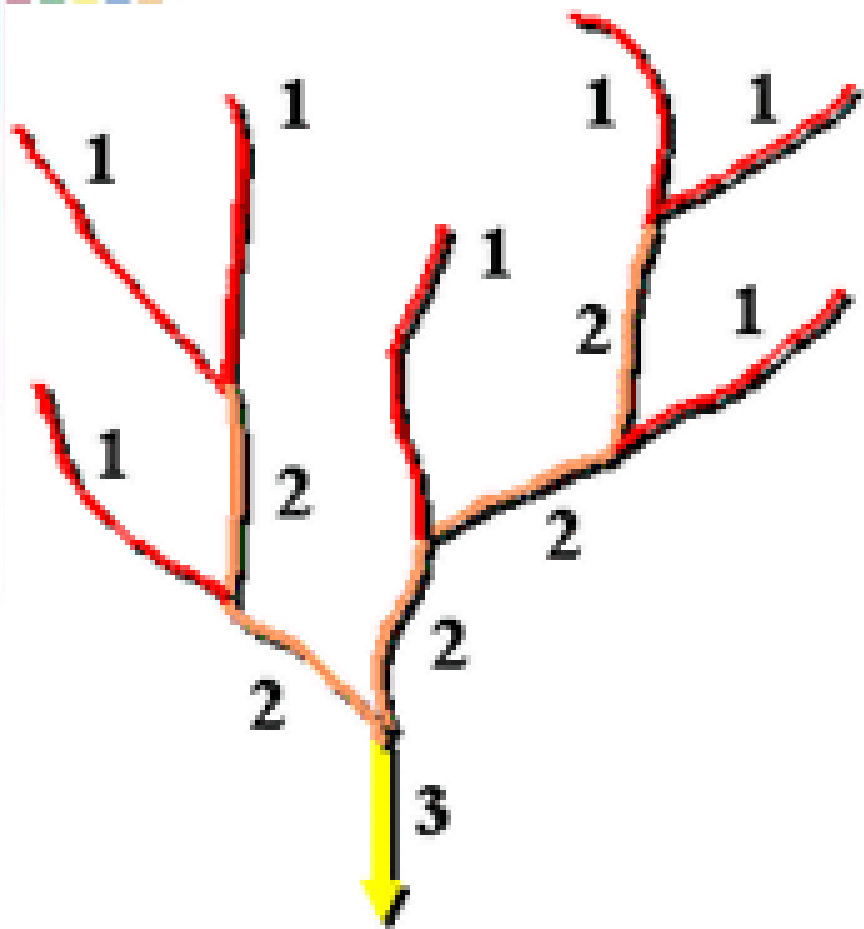


Flow accumulation

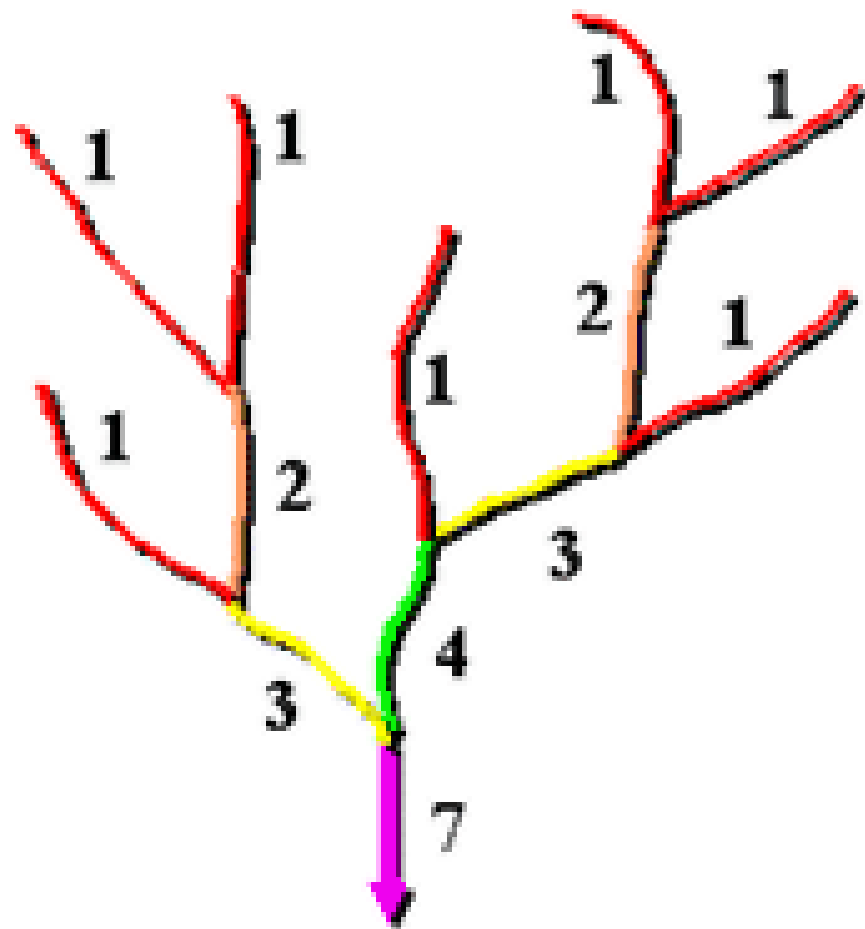
- **Údolnice (max)**
- **Hřbetnice (0)**



Řády toků – Strahler a Shreve



Strahler



Shreve



GEOSTATISTIKA

Geostatistika

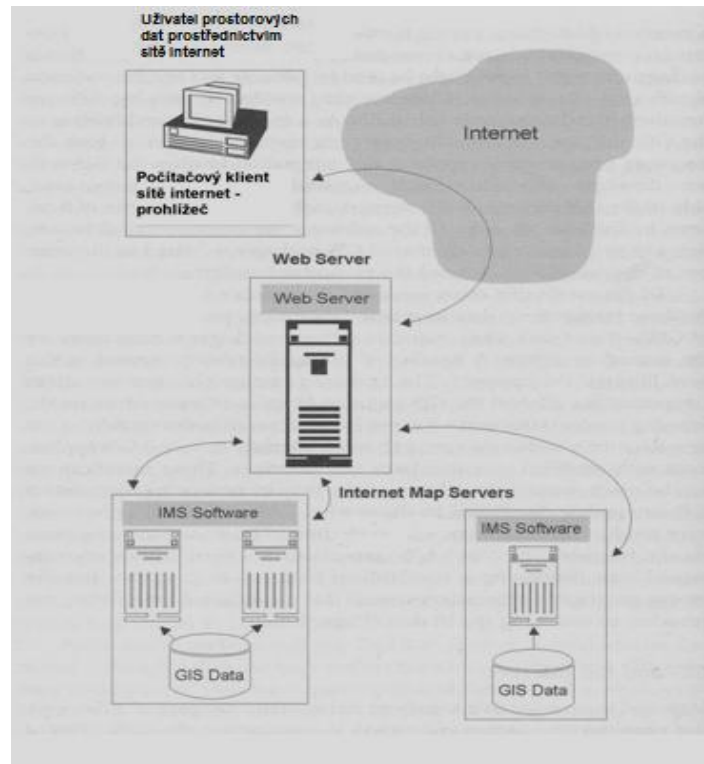
- V **širším slova smyslu** – statistická analýza prostorově lokalizovaných dat.
- Geostatistika v **užším slova smyslu** – skupina **interpolačních algoritmů** založených na metodě krigingu.
- Pomocí „**klasických**“ statistických metod lze vhodně analyzovat především **atributová data** – jejich kvantitativní či kvalitativní vlastnosti. Velmi omezeně však jimi lze charakterizovat prostorové vlastnosti objektů a jevů.
- Tyto **prostorové vlastnosti** jako např. spojitost **jevů**, prostorovou autokorelaci, prostorové uspořádání (strukturu) lze charakterizovat právě pomocí **geostatistických metod**
- **Více v předmětu „Základy geostatistiky“ (doc. Dobrovolný).**



GEOINFORMAČNÍ INFRASTRUKTURY

Geoinformační infrastruktury (?)

- **Geografické informační systémy (GIS) – technologický základ**
- **Formáty – SHP, DGN, DXF – SDTS**
- **Internet – klient x server architektura**



Vznik GII

- Nejen technologie, ale také ostatní součásti systému, jakými jsou organizační, datové a politické aspekty.
- GII, SDI, prostorové datové infrastruktury.
- Clinton (1994):

„Národní geoinformační infrastruktura (NGII) zahrnuje technologii, pravidla, standardy a lidské zdroje nezbytné pro sběr, zpracování, ukládání, šíření a zlepšení využití geoinformací“



Evropský rámec GII2000

- **Evropská geoinformační infrastruktura:**
„Evropský **politický rámec** vytvářející nezbytné podmínky pro dosažení cílů. Zahrnuje všechny nařízení, regulativy, pobídky a struktury vytvořené jak na úrovni EU institucí, tak na úrovni států“ (Evropská komise, 1995).

Překážky organizačního a politického charakteru (!).



Národní geoinformační infrastruktura

„Národní geoinformační infrastruktura České republiky - Program rozvoje v letech 2001 – 2005“ (NEMOFORUM), NGII byla popsána jako:

„Soubor vzájemně provázaných podmínek, které v prostředí ČR umožňují zajistit a zpřístupnit co největšímu okruhu uživatelů širokou škálu geoinformací uživatelsky vhodnou formou při plném využití potenciálu moderních (geo)informačních a komunikačních technologií“ .

Proč INSPIRE?

Environmentální požadavky

- **Potřeba lepších informací pro podporu environmentální politiky**
- **Zlepšení existujících informačních toků**
- **Sdílení informací**



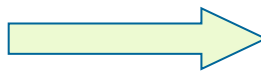
Situace v Evropě

- Nedostatečná přeshraniční koordinace/ koordinace mezi různými úrovněmi v rámci států
- Nedostatek standardů
- Data špatně využitelná



Data o životním prostředí

- 90% dat je prostorové povahy



EC Directive establishing an infrastructure for spatial information in the Community – INSPIRE



STANDARDY V GEOINFORMATICE

Standardy v GI

- **Standardy definují „*lingua franca*“ nebo obecné dohody, které napomáhají dosáhnout interoperabilitu mezi jednotlivými IS a IT komponentami.**
- ***De jure* standardy – vytvářené oficiálními standradizačními autoritami**
- ***De facto* standardy – vytvářené komerčními organizacemi na základě širokého konsensu a obecné akceptace.**
- **Liší se legislativní závazností, stejná technologická relevance.**



Hlavní standardizační organizace

- **ISO (International Standardisation Organisation) ISO/TC 211 – Geographic information/Geomatics**
- www.isotc211.org
- „developing a suite of standards for digital geographic information and describes **interoperability** ... “
- **Evropská komise pro normalizaci - CEN (Comité Européen de Normalization, Brussels) CEN/TC 287 - technický výbor pro geografickou informaci**
- www.centc287.org
- **CZ - Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví**



ISO/TC 211 Standardy (1)

- ISO 6709:1983 – Standard representation of latitude, longitude and altitude for geographic point locations
- ISO 19101:2002 – Reference model
- ISO/TS 19103:2005 - Conceptual schema language
- ISO 19105:2000 – Conformance and testing
- ISO 19106:2004 – Profiles
- ISO 19107:2003 – Spatial schema
- ISO 19108:2002 – Temporal schema
- ISO 19109:2005 – Rules for application schema
- ISO 19110:2005 – Feature cataloguing methodology
- ISO 19111:2007 – Spatial referencing by coordinates
- ISO 19112:2003 – Spatial referencing by geographic identifiers
- ISO 19113:2003 – Quality principles
- ISO 19114:2003 – Quality evaluation procedures
- ISO 19115:2003 – Metadata
- ISO 19116:2004 – Positioning services
- ISO 19117:2005 – Portrayal



ISO/TC 211 standardy (2)

- ISO 19118:2005 – Encoding
- ISO 19119:2005 – Services
- ISO/TR 19120:2001 – Functional standards
- ISO/TR 19121:2000 – Imagery and gridded data
- ISO/TR 19122:2004 – Qualification and certification of personnel
- ISO 19123:2005 – Schema for coverage geometry and functions
- ISO 19125:2004 – Simple feature access – Part 1-2
- ISO 19127:2005 – Geodetic codes and parameters
- ISO 19128:2005 – Web Map Server Interface
- ISO 19131:2007 – Data product specification
- ISO 19133:2005 – Location-based services – Tracking and navigation
- ISO 19134:2007 – Location-based services – Multimodal routing and navigation
- ISO 19135:2005 – Procedures for item registration
- ISO 19136:2007 – Geography Markup Language (GML)
- ISO 19137:2007 – Core profile of the spatial schema
- ISO 19138:2006 – Data quality measures
- ISO 19139:2007 – Metadata – Implementation specification



De facto standardy

Cílem standardizace na nízké úrovni je zajištění **interoperability GIS v technologické oblasti** - tedy na úrovni **programových aplikací** tvořících základ pro tvorbu GIS.

Obecné:

- **IEEE** - Institute of Electrical and Electronics Engineers, IEEE-1451- senzorová interoperabilita (OGC SWE specifikace).
- **Oasis** - Organization for the Advancement of Structured Information Standards, e-standardy - **UDDI**, CAP.
- **W3C**- World Wide Web Consortium, specifikace SVG, XML, SOAP, RDF a OWL.

Geoinformační:

- **OGC** - Open Geospatial Consortium
- **INSPIRE**- Infrastructure for Spatial Information in Europe (<http://inspire.jrc.it>) - evropská direktiva pro tvorbu SDI zaměřenou na problematiku životního prostředí.

The slide features a decorative header with a grid of vertical bars in various colors (blue, green, yellow, orange, pink, purple) and a logo in the top-left corner. The logo consists of a stylized globe with blue lines and the letters 'IGC' in blue. The main title is 'Základní specifikace OGC' in a large, bold, blue font with a slight shadow effect.

Základní specifikace OGC

- **Web Map Service (WMS)**
- **Web Feature Service (WFS)**
- **Web Coverage Service (WCS)**
- **Web Map Context (WMC)**
- **Geography Markup Language (GML)**
- **Catalog Service (CAT)**
- **Simple Features Specification (SFS)**

The slide features a decorative background on the left side consisting of several vertical bars of varying heights and colors (blue, green, yellow, orange, pink, purple). In the top-left corner, there is a logo for 'IGC' which includes a stylized globe and the letters 'IGC' in blue.

Rozhraní OGC Web Mapping

- **definována společná rozhraní, která umožňují klientům připojovat a zobrazovat data z různých mapových serverů, pokládat dotazy na jejich vlastnosti.**
- **rozhraní jsou implementována přes protokol HTTP a zprávy v jazyce XML (GML)**
- **Web Map Server (WMS)**
- **Web Feature Server (WFS)**



Co je to rozhraní?

Zaklínadlo, které vyvolá určité chování

Sezame,
otevři se





Zaklínadla a jejich části

Zaklínadlo	<i>Mluvčí</i>	<i>Posluchač</i>	<i>Chování</i>	<i>Autorita</i>
Sezame, otevři se!	Alibaba	Hora (skryté dveře)	Hora (skryté dveře) Se otevře	Pohádky 1001 noci
Get Map	(Tenký) klient	(geo)Datový server	Zobrazí se mapa	OGC



Rozhraní Web Map Server

- **3 protokoly:**

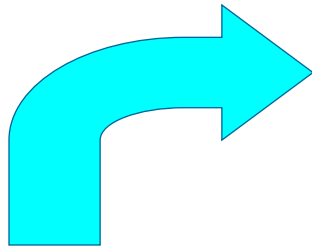
- **GetCapabilities** (P) – metadatový popis informačního obsahu a možných parametrů požadavku
- **GetMap** (P) – mapový obraz s definovanými geoprostorovými a rozměrovými parametry
- **GetFeatureInfo** (N) – požadavek na informace o určitém mapovém prvku

Možnost rozšíření funkčnosti - Cascading Map Servers (datové konverze, transformace v reálném čase)

- SLD – Style Layer Descriptors

WMS

LGC



GetCapabilities

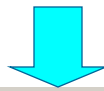
SERVERS ... - Microsoft Internet Explorer

The WMS Server You Selected:

TITLE	IDC-UHUL OPRL (Version 1.1.0)		
SRS	EPSG:4326		
BBOX	MinX: -180	MinY: -90	
	MaxX: 180	MaxY: 90	
<input type="checkbox"/> Select All Layers	Styles		
<input checked="" type="checkbox"/> IDC-UHUL OPRL	default		
<input checked="" type="checkbox"/> Forest Typology	default		
<input type="checkbox"/> Forest vegetation grade	default		
<input checked="" type="checkbox"/> Target economy	default		
<input checked="" type="checkbox"/> Cadastral areas	default		
<input type="checkbox"/> Forest_districts	default		
<input type="checkbox"/> boundaries	default		
<input type="checkbox"/> annotations	default		
<input checked="" type="checkbox"/> Forestry maps 1:5000	default		
<input checked="" type="checkbox"/> Map SMO 1:5000	default		
FORMAT	image/gif		
BGCOLOR	Off White		
TRANSPARENT	False		
EXCEPTIONS	application/vnd.ogc.se_xml		

OK Cancel

Geoinformatika



Refresh

Fit All

Default



SERVERS

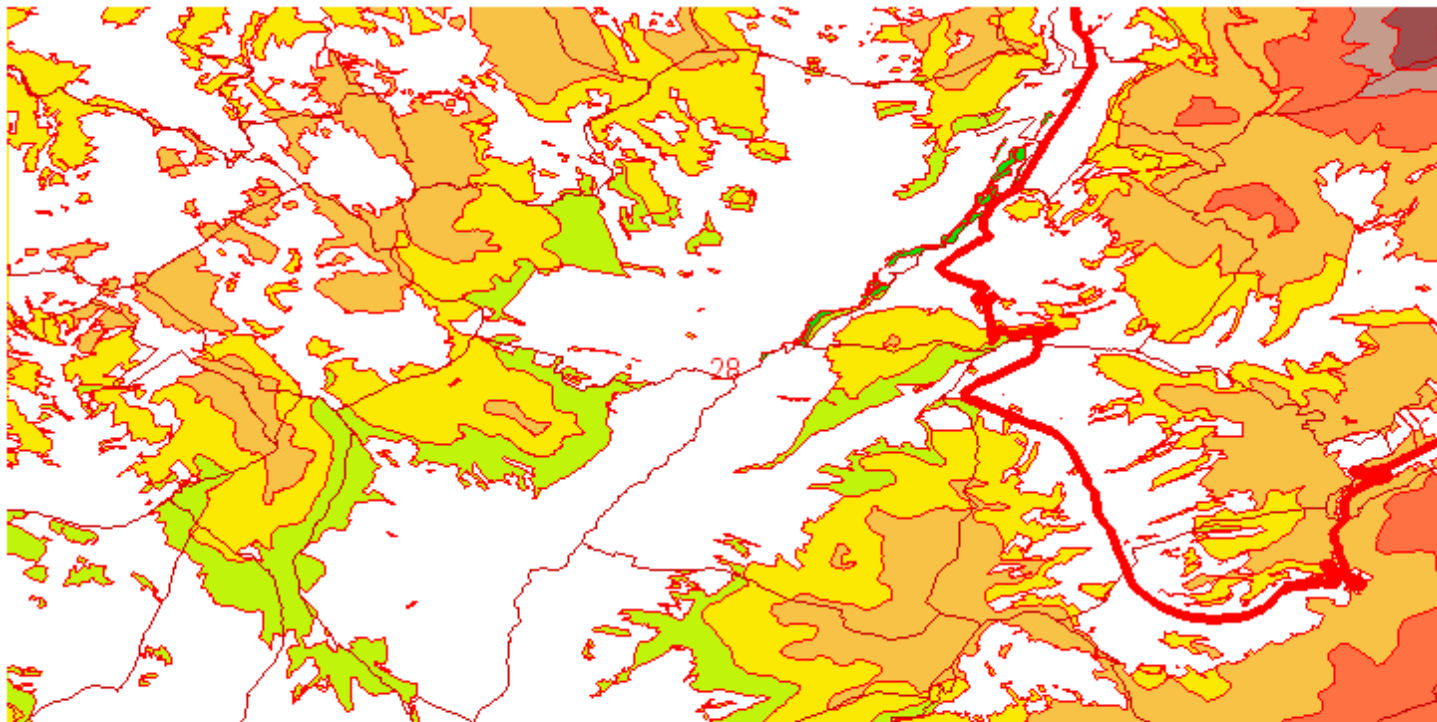
LAYERS

EMIRES JESENIK
REGION MAP:
_EMIRES JESENIK
REGION MAP

IDC UHUL OPRL:

- MAP SMO 1:5000
- FORESTRY MAPS
1:5000
- ANNOTATIONS
- BOUNDARIES
- FOREST DISTRICTS
- CADASTRAL AREAS
- TARGET ECONOMY
- FOREST
VEGETATION
GRADE
- FOREST TYPOLOGY
- IDC UHUL OPRL

17.1428,50.0739



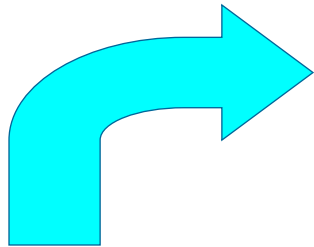
16.938,49.9715



WMS

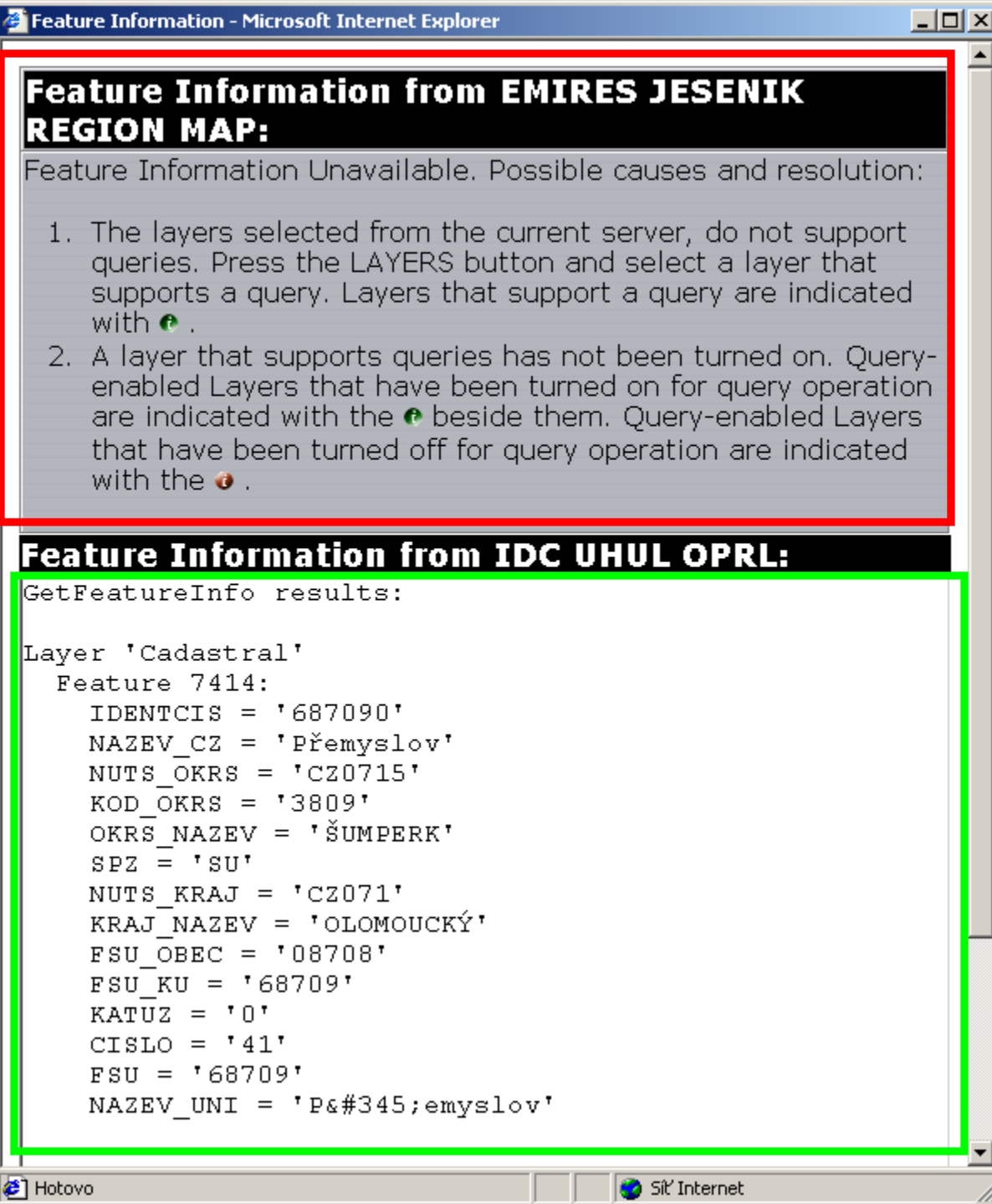


LGC



GetFeatureInfo




Geoinformatika



The screenshot shows a Microsoft Internet Explorer browser window with the title "Feature Information - Microsoft Internet Explorer". The main content area is divided into two sections, each with a different border color.

Feature Information from EMIRES JESENIK REGION MAP:

Feature Information Unavailable. Possible causes and resolution:

1. The layers selected from the current server, do not support queries. Press the LAYERS button and select a layer that supports a query. Layers that support a query are indicated with .
2. A layer that supports queries has not been turned on. Query-enabled Layers that have been turned on for query operation are indicated with the  beside them. Query-enabled Layers that have been turned off for query operation are indicated with the .

Feature Information from IDC UHUL OPRL:

GetFeatureInfo results:

Layer 'Cadastral'

Feature 7414:

IDENTCIS = '687090'

NAZEV_CZ = 'Přemyslov'

NUTS_OKRS = 'CZ0715'

KOD_OKRS = '3809'

OKRS_NAZEV = 'ŠUMPERK'

SPZ = 'SU'

NUTS_KRAJ = 'CZ071'

KRAJ_NAZEV = 'OLOMOUCKÝ'

FSU_ÖBEC = '08708'

FSU_KU = '68709'

KATUZ = '0'

CISLO = '41'

FSU = '68709'

NAZEV_UNI = 'Přemyslov'

The browser's status bar at the bottom shows "Hotovo" on the left and "Síť Internet" on the right.



WFS – Web Feature Services

Umožní klientovi získávat geodata ve tvaru GML z několika WFS.

GML obsahuje popis geometrických vlastností, ale nikoliv vizualizace.

Operation

GetCapabilities

DescribeFeatureType

GetFeature /

LockFeature

Transaction

Základní WFS (read-only)

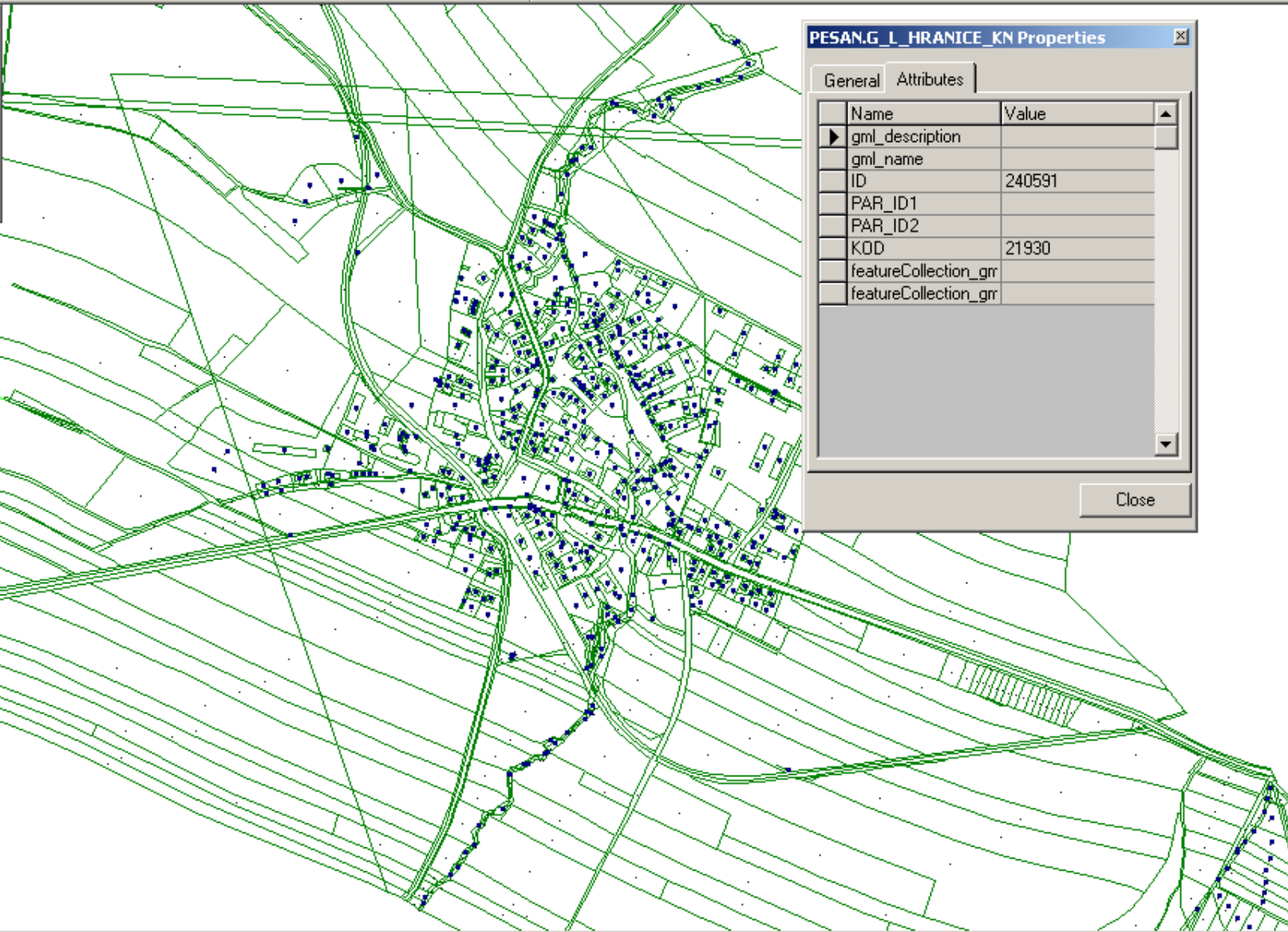
Transakční WFS

GML katastrální data - Bylany

Projected Distance(m);Azimuth(d:m:s) 0.0; 0:00:00.0

Legend

- ZNACKY_KN
- HRANICE_KN
- texty
- hranice
- znacky
- parcely



PESAN.G_L_HRANICE_KN Properties

General | Attributes

Name	Value
gml_description	
gml_name	
ID	240591
PAR_ID1	
PAR_ID2	
KOD	21930
featureCollection_gr	
featureCollection_gr	

Close



Komplexní GIS schéma

Transformace dat

- modelu
- polohy
- formátu

Sběr dat

- editace
- import

Uložení dat

- | | |
|-------------|------------------------------|
| Návrh | - struktura
- datové typy |
| Manipulace | - dotazování
- indexování |
| Dokumentace | - metadata |

Analýza dat

- průzkum
- modelování

Prezentace dat

Vizuální

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

Nevizuální

- export
- řídicí povely