



Geoinformatika

VI – Analýza dat jaro 2022

Petr Kubíček

kubicek@geogr.muni.cz

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

- **Prostorové analytické možnosti GIS tvoří jádro GIS, tedy to, co GIS odlišuje od ostatních informačních systémů.**
- **Mezi otázky, na které nám GIS umožňuje odpovědět patří:**
 - Co se nachází na?
 - Kde se nachází?
 - Jaký je počet?
 - Co se změnilo od?
 - Co je příčinou?
 - Co když?
 - **WHAT? – WHERE? – WHEN? - What if..**



Analytické nástroje GIS

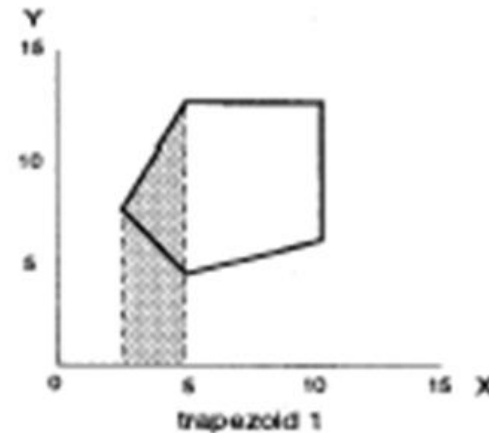
Analytické možnosti GIS můžeme rozdělit do následujících skupin:

- 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.

- GIS poskytují funkce na **měření vzdáleností a ploch**.
- Geografické informační systémy umí používat **různé délkové jednotky** (stopy, cm, ...), případně mezi nimi automaticky provádět převody.
- Při projektech v malém měřítku, a tedy většího plošného obsahu, má na měření vliv také **zakřivení zemského povrchu**, takže GIS produkty mohou **umožňovat započítat i tento faktor**.
 - konformní - nedochází ke zkreslení úhlů,
 - ekvivalentní - nedochází ke zkreslení ploch,
 - ekvidistantní - nezkrsluje délky ve směru určité soustavy křivek.
 - kompenzační - dochází k deformaci všech geometrických prvků (úhlů, délek i ploch), ale hodnoty deformací nejsou extrémní.

Měření ploch

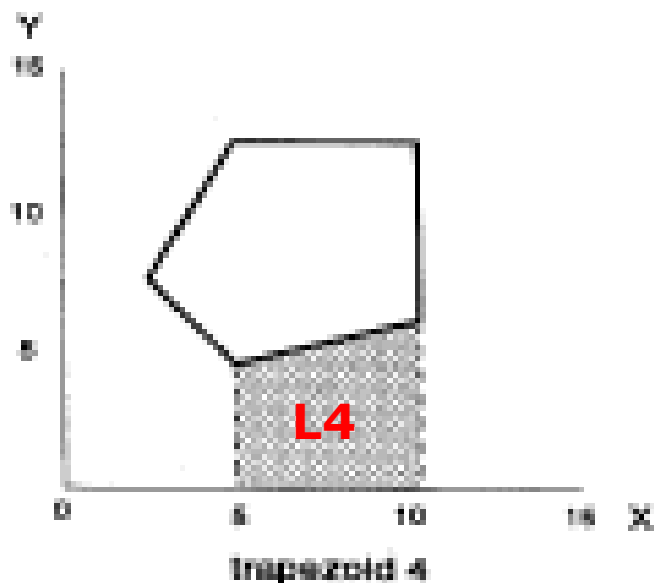
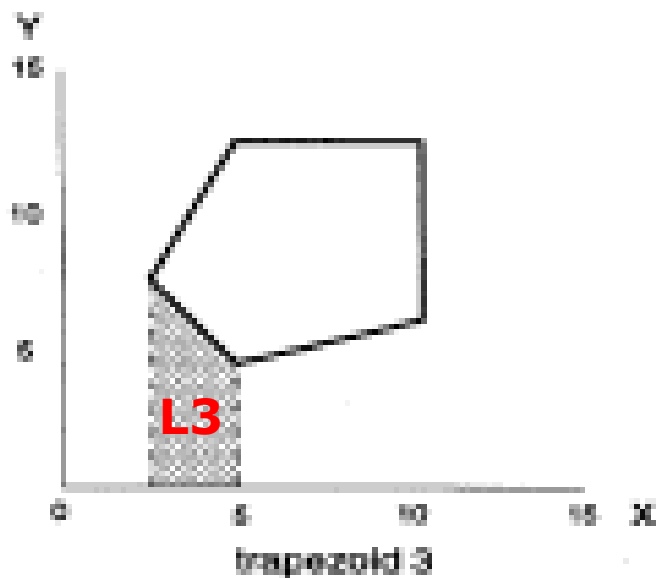
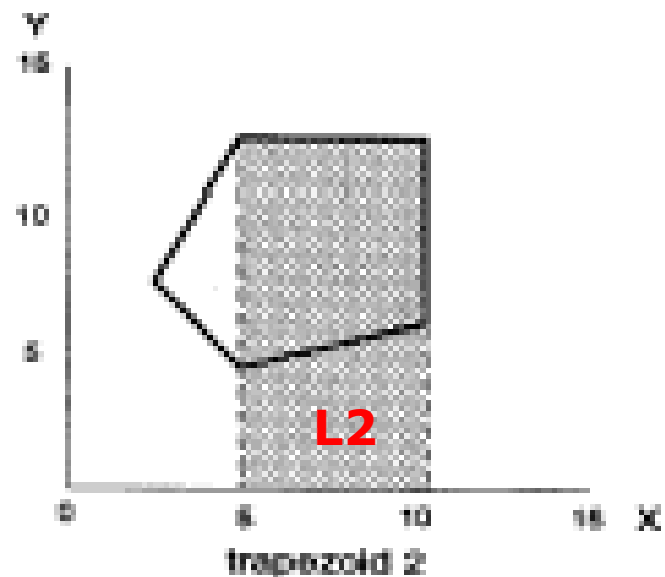
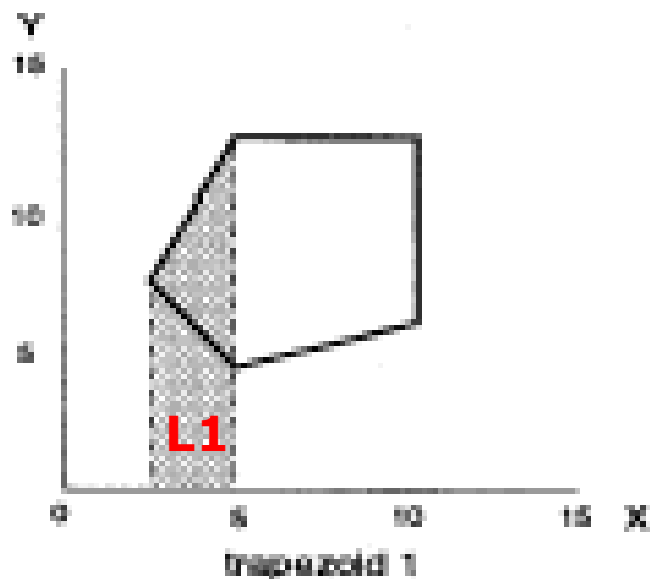
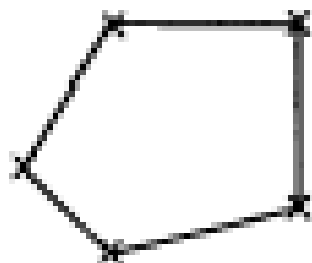
- **Ruční měření – čtvercová metoda, planimetrie, ... časově náročné, nepřesné (opakovaná měření).**
- **Plochy ??**



- $\text{Plocha} = (x_2 - x_1) * (y_2 + y_1) / 2$
- $T_1 = (5 - 2) * (12 + 8) / 2 = 30$

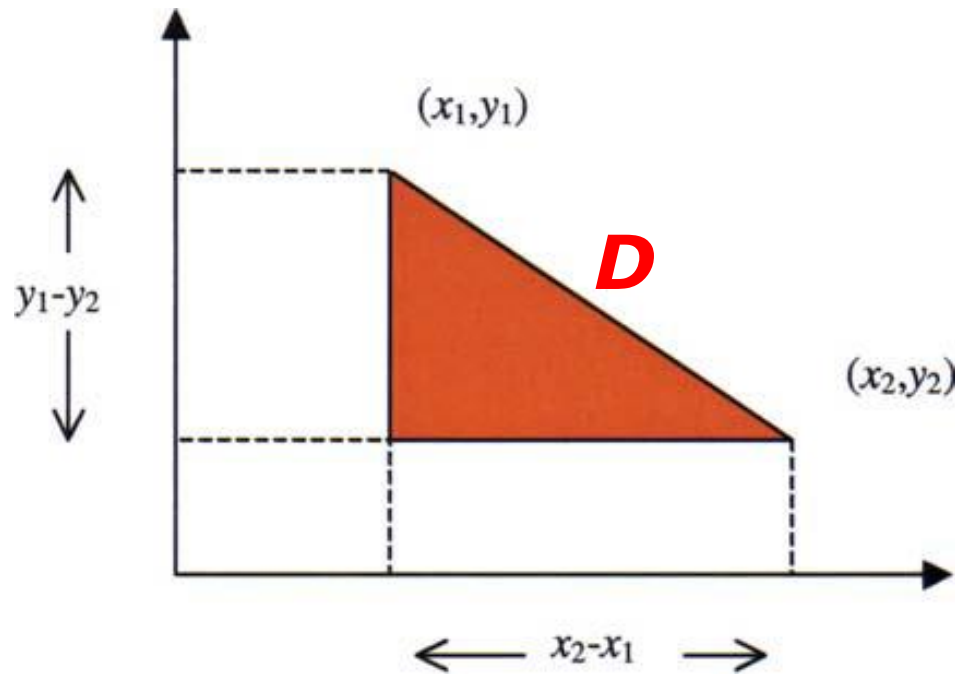
Celková plocha = (L1 + L2) - (L3 + L4)

Plocha = (30 + 84) - (165 + 51.5) = 62.5



Měření vzdáleností

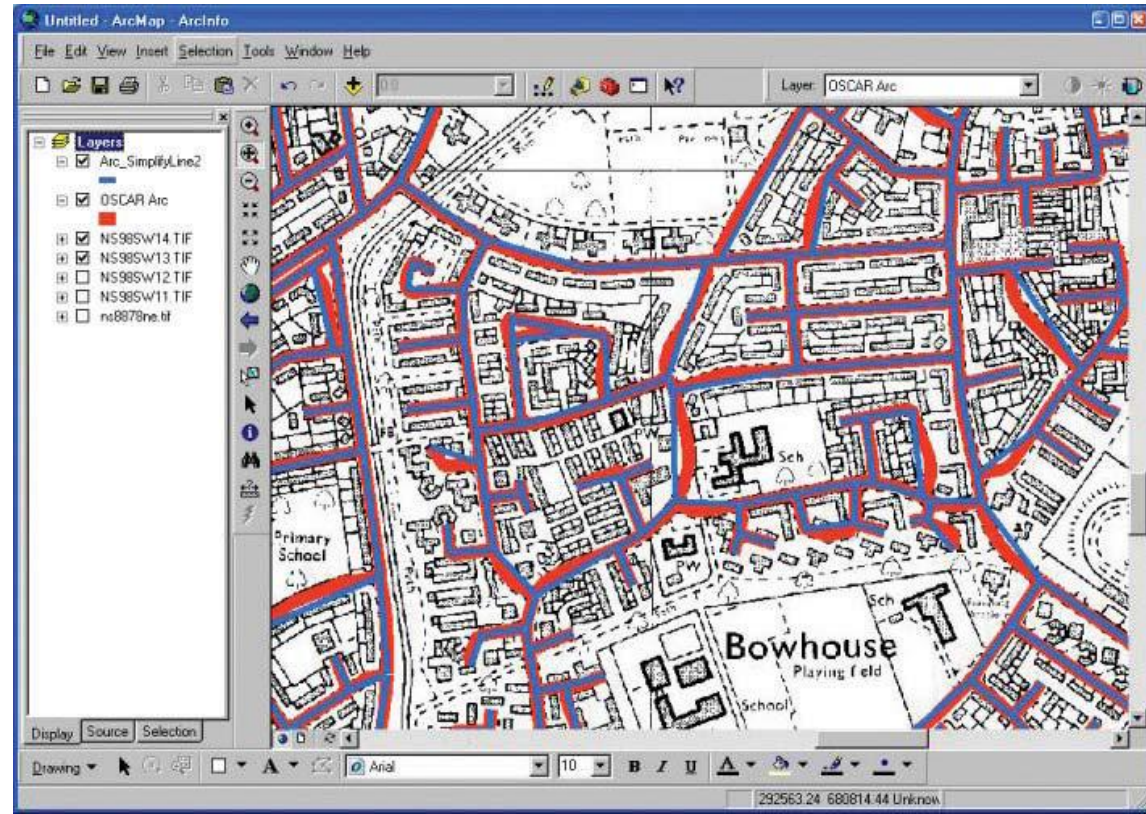
- Metrika – nejkratší vzdálenost v rovině.



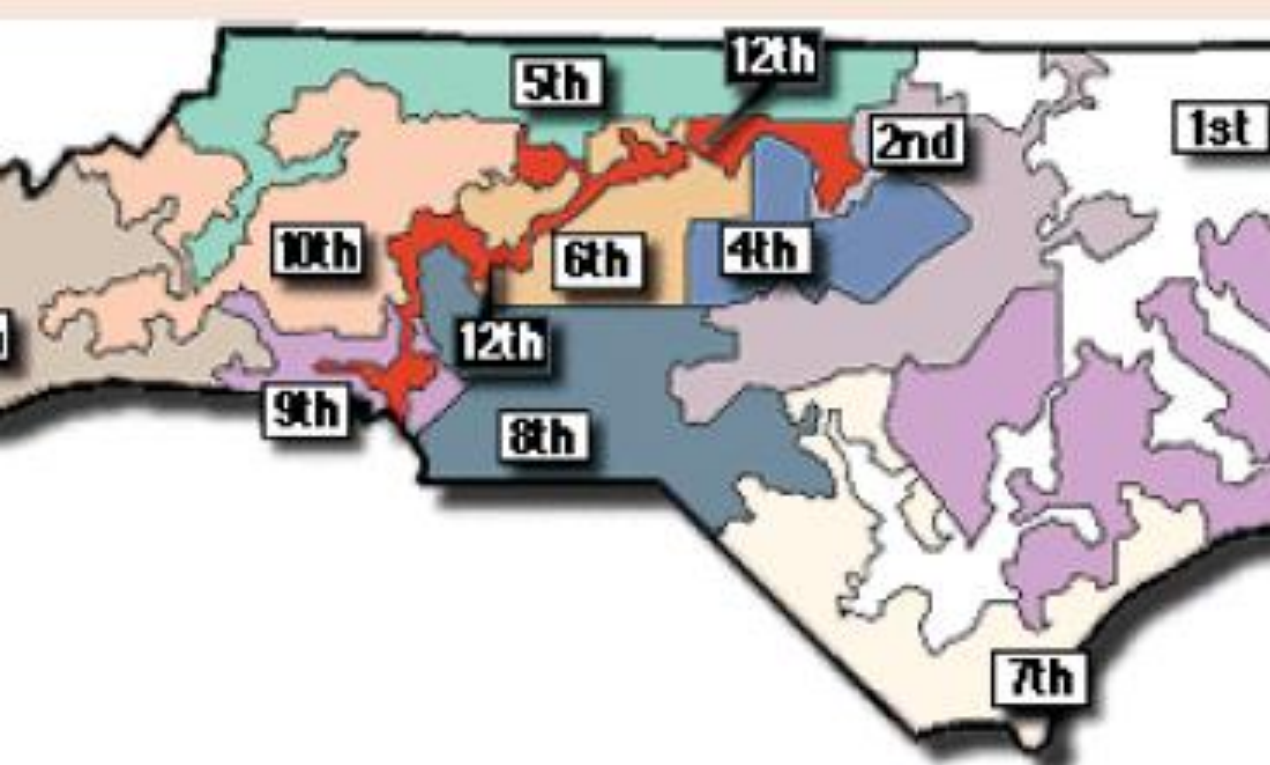
$$D = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$$

Komplexní měření vzdálenosti

- Zjednodušená reprezentace objektivní reality.
- „A GIS will almost always underestimate the true length of a geographic line.“



Měření tvaru



S - kompaktnost

- **P** – obvod (perimeter)
- **A** – plocha (area)
- $3,54 = 2x\sqrt{\pi}$
- **S=1** pro kruh.

$$S = P / 3.54\sqrt{A}$$



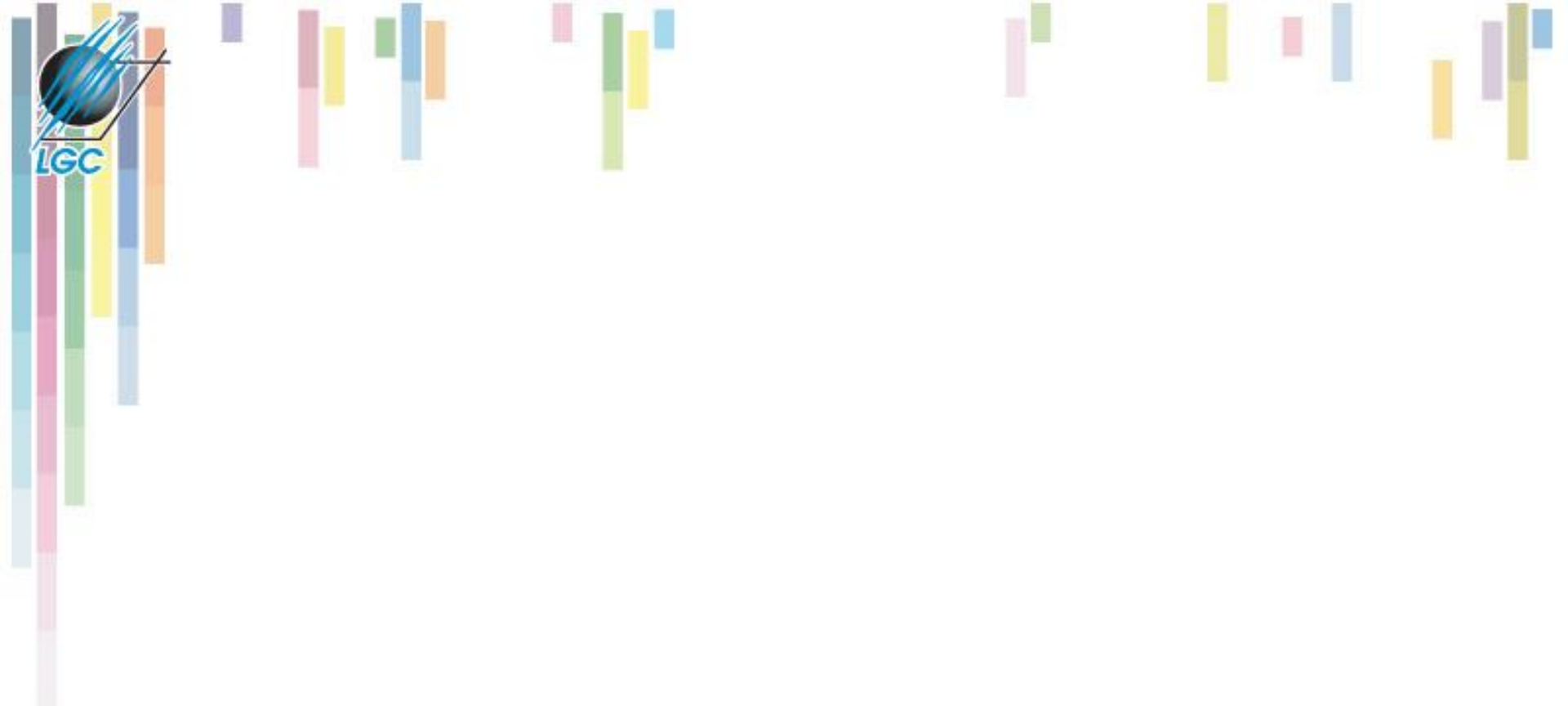
Dotazy na geografická data

- Dotazováním se vybírají údaje, které odpovídají specifickému kritériu nebo podmínce.
- Dotazovací operace má obvykle tři hlavní komponenty:
 - 1) Specifikace **údajů**, kterých se týká.
 - 2) Formulace **podmínek**, kterým musí údaje vyhovovat.
 - 3) Instrukci, co se má na vybraných údajích **vykonat**.
- Dotaz (Query) má tedy obecně následující strukturu: „Vyber z **údajů typu T** takové, které **vyhovují podmínce P** a **vykonej na nich operaci O.**“

Typy dotazů

Dotazy můžeme v GIS rozdělit na:

- **Atributové** - dotaz typu: "které geografické objekty (lokality) mají definovanou vlastnost".
 - *Například: "Zvýrazni všechna města v ČR, která mají více jak 10 000 obyvatel".*
- **Prostorové** - dotaz typu: "co se nachází na tomto místě, co se nachází v této oblasti".
 - *Například: "Zvýrazni všechna města v ČR, která **leží v Jihomoravském kraji**".*
- **Kombinované** - dotaz typu: "které objekty splňují definovanou vlastnost a zároveň se nacházejí v nějaké oblasti".
 - *Například: "Zvýrazni všechna města v ČR, která mají **více jak 10 000 obyvatel a zároveň leží v Jihomoravském kraji**".*



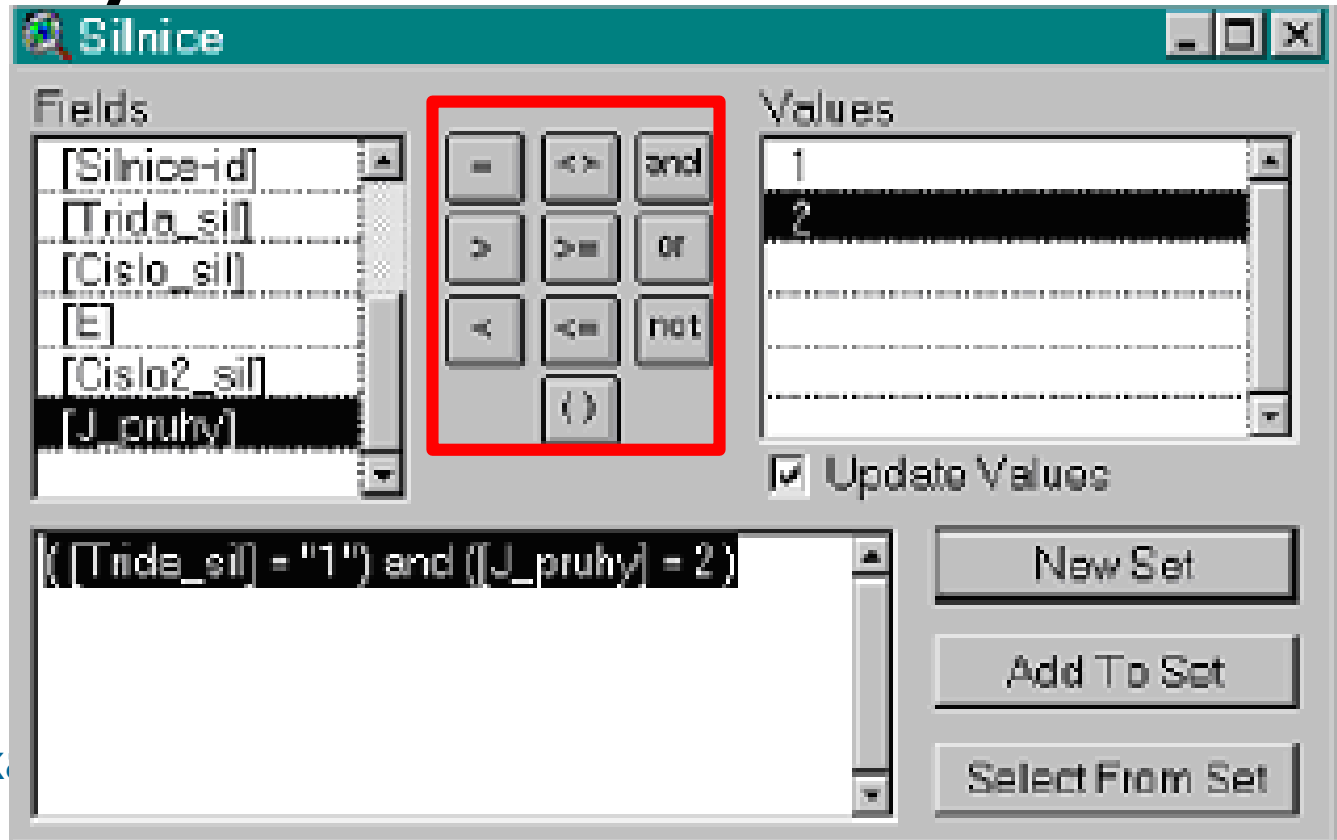
ATRIBUTOVÉ DOTAZY

Atributové dotazy

Dotazují se na **atributy (vlastnosti)** geografických dat!

- **Lze je uskutečnit různými způsoby:**
 - **Identifikace** jednotlivého **objektu na základě** jeho jména, označení či jiného **atributu**.
 - *Př. Vypiš všechny vlastnosti dálnice D5 v souboru dat „silnice“.*
 - **Vyhledání** všech **objektů splňující intervalové či logické podmínky** jednoho nebo více atributů.
 - *Př. Vyber všechny silnice 1. třídy mající dva jízdní pruhy.*

- Datový soubor „silnice“ má dva atributy:
 - třídu silnice (1,2,D,R,o) a počet pruhů (1,2).
- **Vyber všechny silnice 1. třídy, které mají 2 jízdni pruhy**



The screenshot shows a GIS software interface for creating a selection set. The window title is "Silnice". It features a "Fields" list on the left with "[J_pruhy]" selected. A central toolbar contains logical operators: "=", "<>", "and", ">", ">=", "or", "<", "<=", "not", and "()". The "Values" list on the right contains "1" and "2". The "Update Values" checkbox is checked. The main text area shows the query: "([Trida_sil] = "1") and ([J_pruhy] = 2)". Buttons for "New Set", "Add To Set", and "Select From Set" are visible on the right.



Dotazy na geografická data

- Pro vyhledávání **intervalových podmínek** je možné použít operátorů $<$, $>$, $=$, $<=$, $>=$, $<>$.
- Intervalové podmínky jdou dále kombinovat pomocí **logických operátorů** (AND, OR, NOT) využívajících pravidel Boolean logiky.

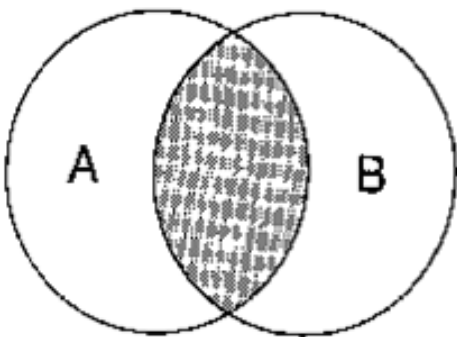
Dotaz (Query):

- **SELECT * FROM SILNICE WHERE TRIDA_SIL="1" and J_PRUHY=2**

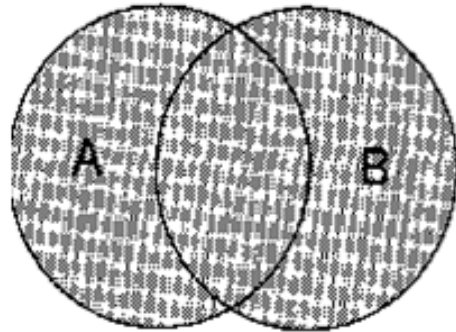


Logické operátory

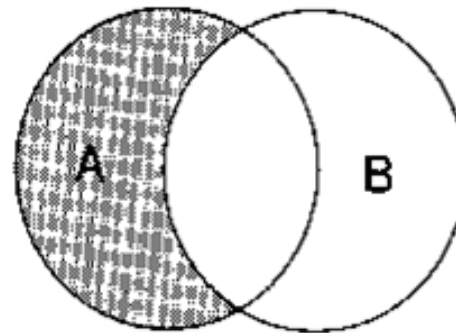
- Pro dva prvky.



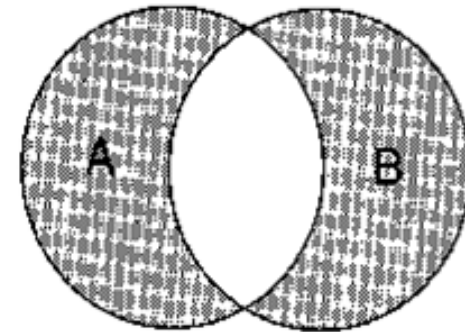
A AND B



A OR B



A NOT B

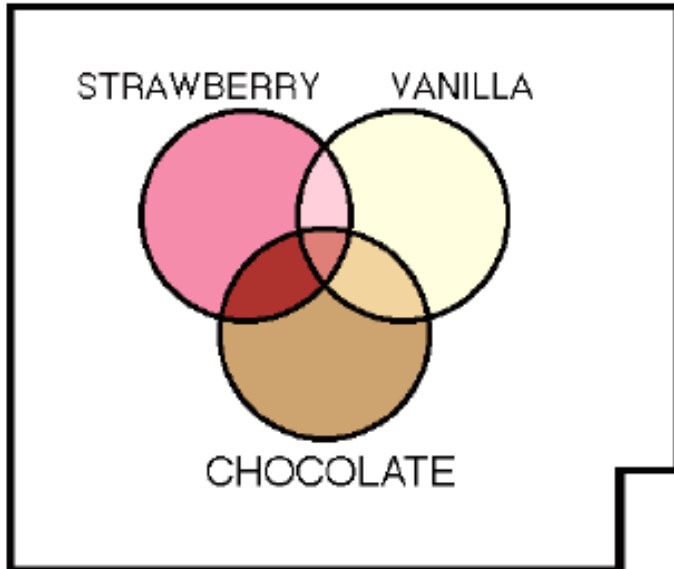


A XOR B

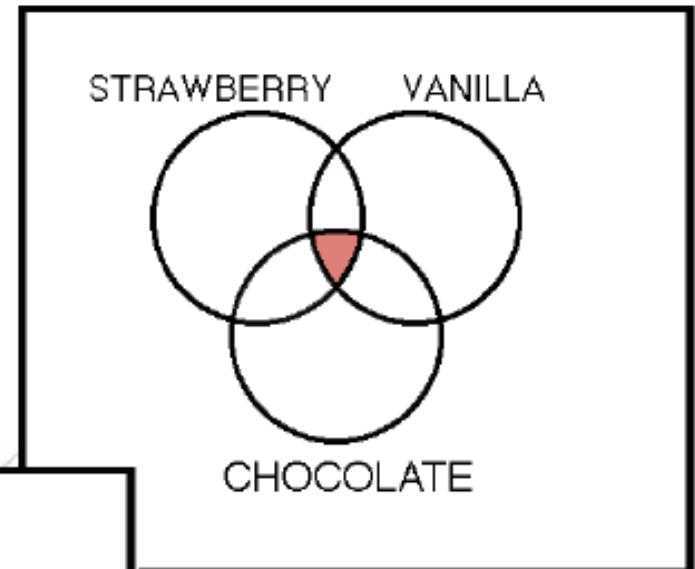
<i>AND</i>	Conjunction	Results in "true" for all areas that meet both the first and the second criterion	"Which areas are forested and steep?"
<i>OR</i>	Disjunction	Results in "true" for all areas that meet either the first or the second criterion, independent on the areas overlapping or not. In other words, at least one criterion has to be "true"	"Which areas are forested or steep?"
<i>XOR</i>	Exclusive disjunction	Results in "true" for all areas that meet either the first or the second criterion but not both	"Which areas are either forested or steep but not both at the same time?"
<i>NOT</i>	Negation	Results in "true" for all areas that meet the first criterion but not the second.	"Which areas are forested but not steep?"

Logické operátory - kombinace

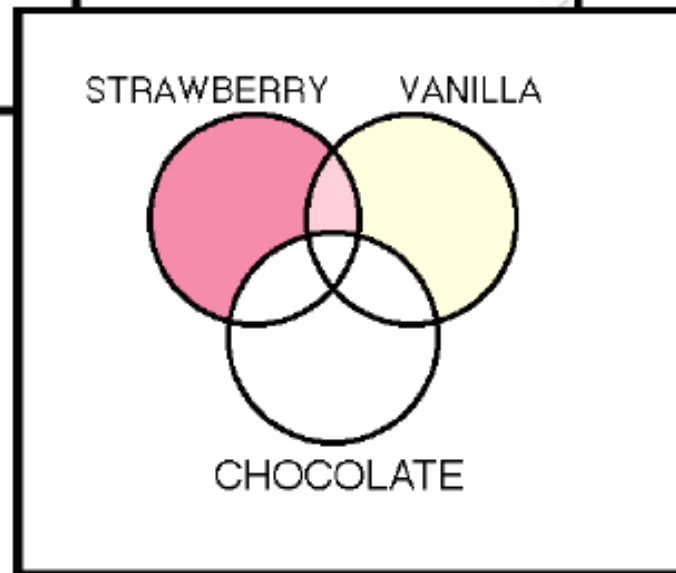
S or V or Ch



S and V and Ch



S or V and not Ch



Logické operátory - rastr

Využití země

Pastvina



Pole



Les



0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	1	1	1
0	0	0	0	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1

AND OR NOT XOR

Sklon

0 - 10 %



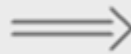
10 - 20%



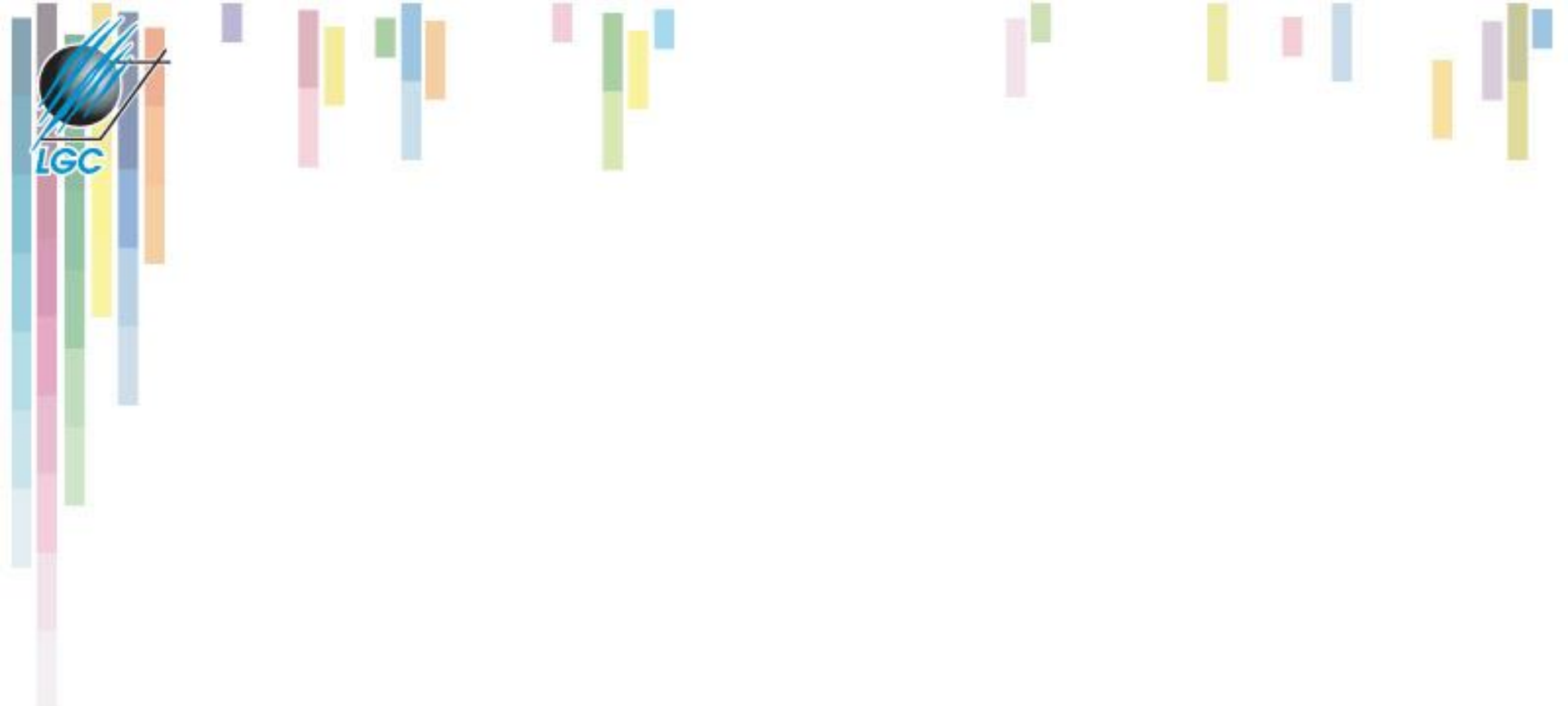
>30%



0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	0	1	1	0	0	0
0	0	0	0	1	1	0	0
0	0	0	0	1	1	1	1
0	0	0	1	1	1	1	1
0	0	0	1	1	0	0	0
0	0	1	1	0	0	0	0



0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	1	1	1
0	0	0	0	1	1	1	1
0	0	0	1	1	0	0	0
0	0	1	1	0	0	0	0



PROSTOROVÉ DOTAZY



Prostorové dotazy

- Dotazují se na **prostorové vlastnosti a vztahy (geometrii a topologii)** geografických dat!
- **Lze je uskutečnit různými způsoby:**
 - Identifikace geografického objektu na základě jeho **souřadnic**, a to buď ručně (zadáním souřadnic) nebo interaktivně (ukázáním na objekt myší).
 - **Prohledávání prostoru různých geometrických tvarů** (obdélníky, kružnice, polygony, linie) za účelem nalezení prvků, které splňují podmínku dotazu.



Prohledávání prostoru různých geometrických tvarů

- **Nejčastější podmínky prostorového dotazu:**
 - překrývají se – průnik,
 - dotýkají se (linií, bodem),
 - jsou obsaženy v nějaké oblasti/prvku,
 - obsahují nějaký prvek,
 - jsou identické,
 - jsou v nějaké vzdálenosti od určitého prvku/oblasti,
- ...

Prostorové predikáty

Binární (boolean) funkce vyjadřující specifické prostorové vztahy pro dvojici geometrických prvků. Pokud splňují podmínku = TRUE, pokud ne = FALSE

- **Prvky mohou mít rozdílné geometrie (bod, plocha, linie...). Pouze X,Y souřadnice – platnost v 2D!**
- **Predikáty zkoumají vždy **vnitřek, hranice a vnějšek geometrického prvku.****
- **Binární topologické predikáty** jsou založeny na množině průniku hranic a vnitřku dvou objektů.

Prostorové predikáty

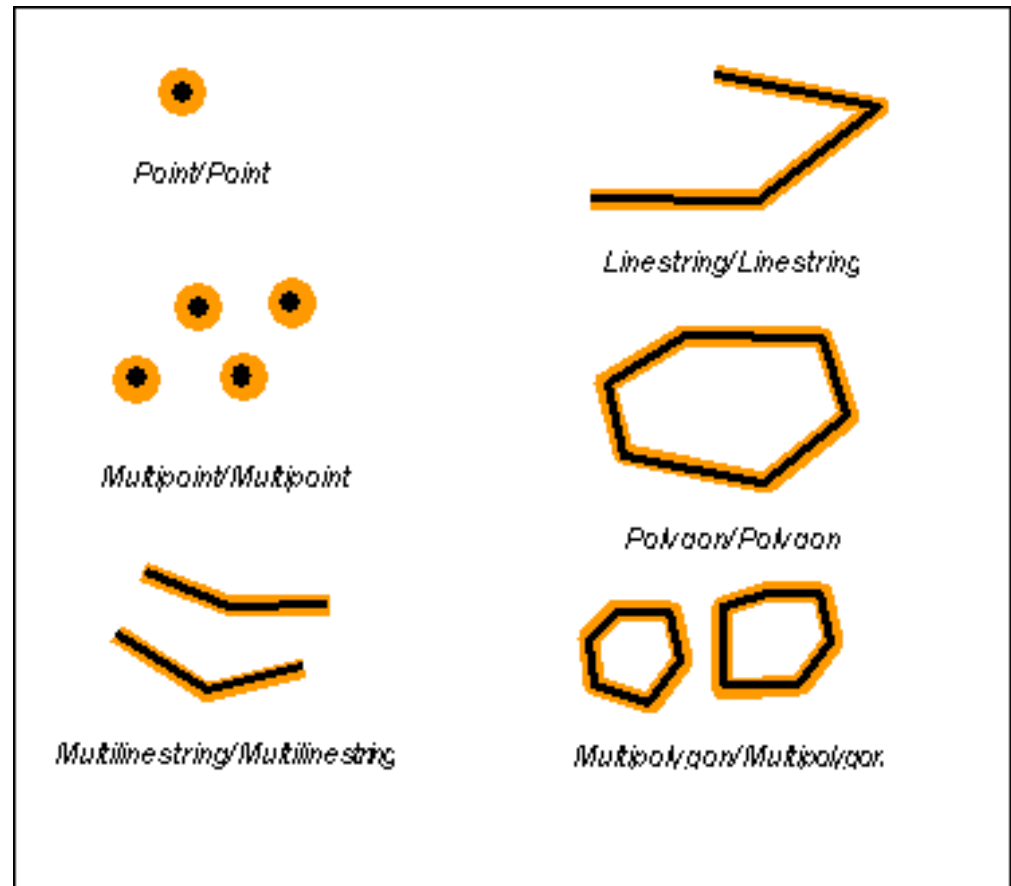
- Equal
- Disjoint
- Intersects
- Touch
- Overlap
- Cross
- Within
- Contains

Přesné podmínky platnosti predikátů souvisí s implementací v konkrétním SW!

Equal

- **Equal** returns **t (TRUE)** if **two geometries of the same type** have identical X,Y coordinate values.

Equal vrátí **TRUE** pokud jsou **hranice a vnitřky** geometrických objektů shodné.

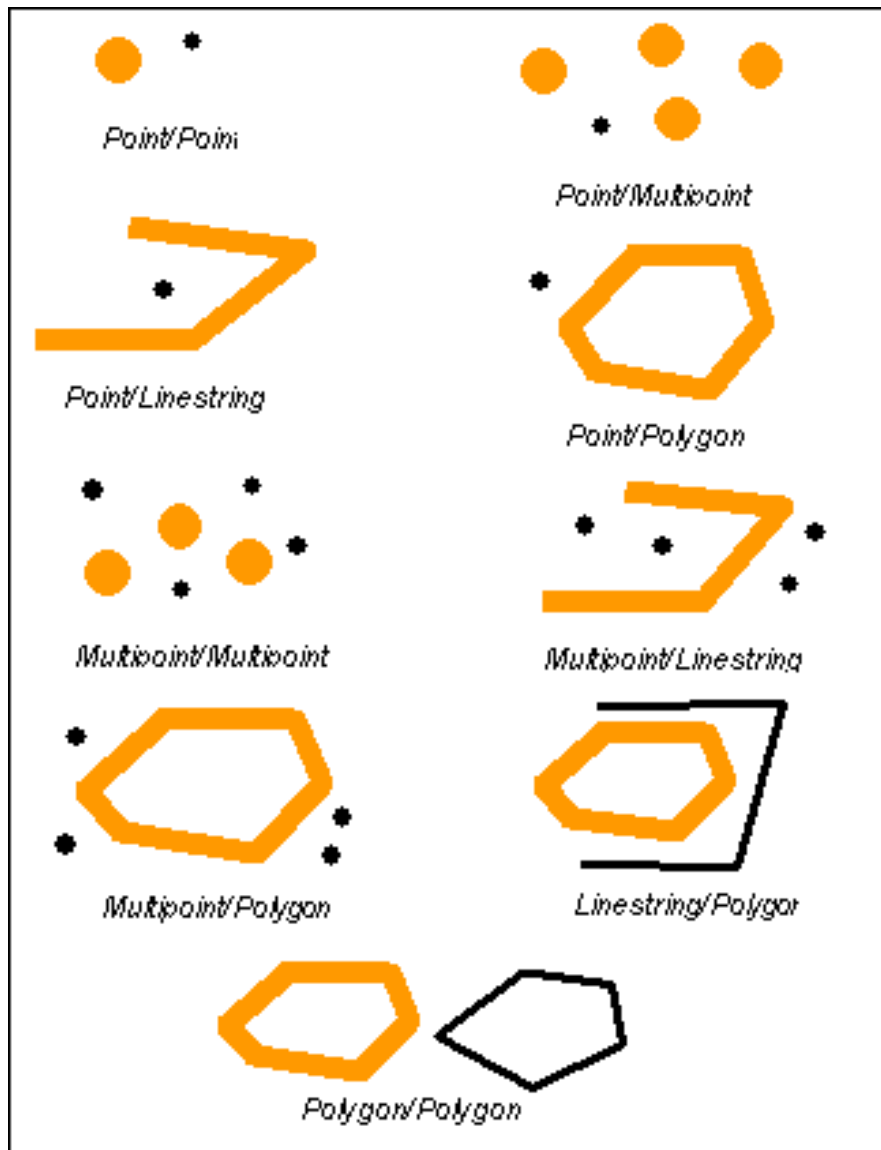




Intersect

vrací TRUE pokud mají geometrické objekty nenulový průnik a **Disjoint**

- Intersects returns t (TRUE) if the intersection does not result in an empty set. Geometrické objekty mají nenulový průnik.
- Disjoint returns t (TRUE) if the intersection of the two geometries is an empty set. Hranice a vnitřky geometrických objektů neprotínají.





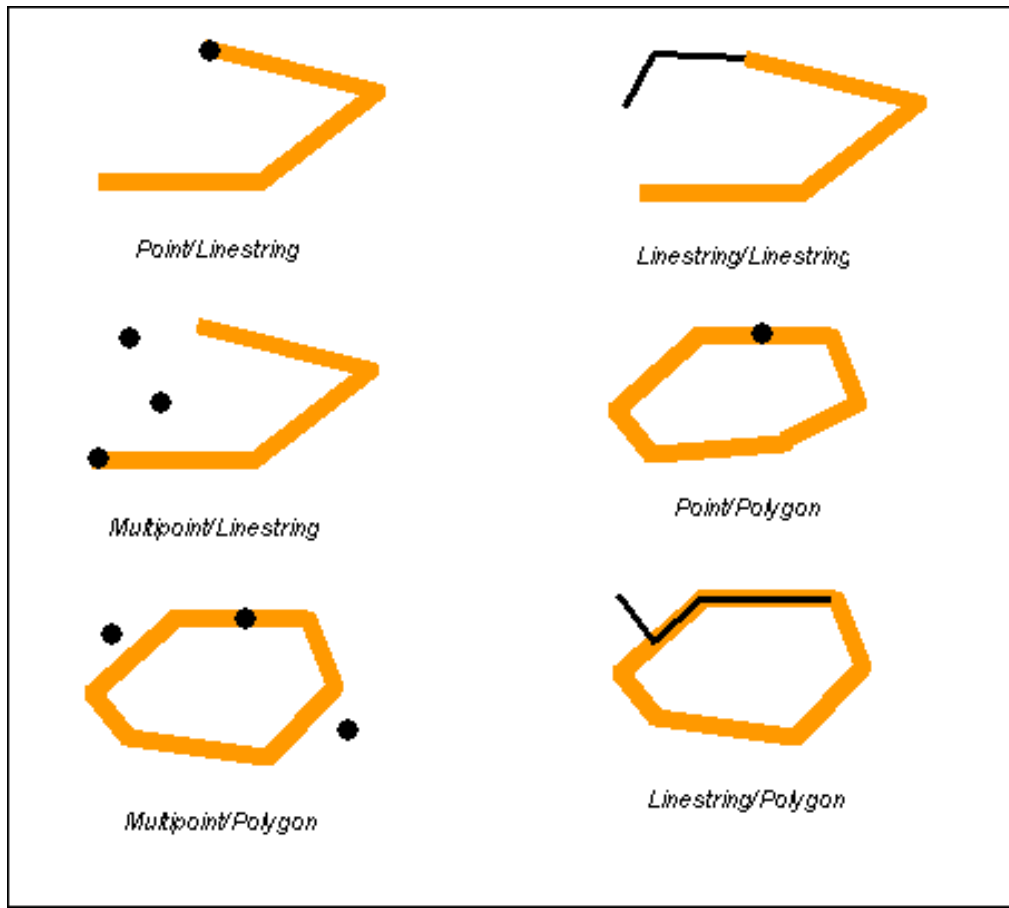
Touch vrací TRUE pokud se hranice geometrických objektů protínají ale vnitřky ne

Touch returns t (TRUE) if none of the points common to both geometries intersect the interiors of both geometries. Hranice geometrických objektů protínají ale vnitřky ne.

		b		
		Interior	Boundary	Exterior
a	Interior	F	T	*
	Boundary	*	*	*
	Exterior	*	*	*

		b		
		Interior	Boundary	Exterior
a	Interior	F	*	*
	Boundary	T	*	*
	Exterior	*	*	*

		b		
		Interior	Boundary	Exterior
a	Interior	F	*	*
	Boundary	*	T	*
	Exterior	*	*	*





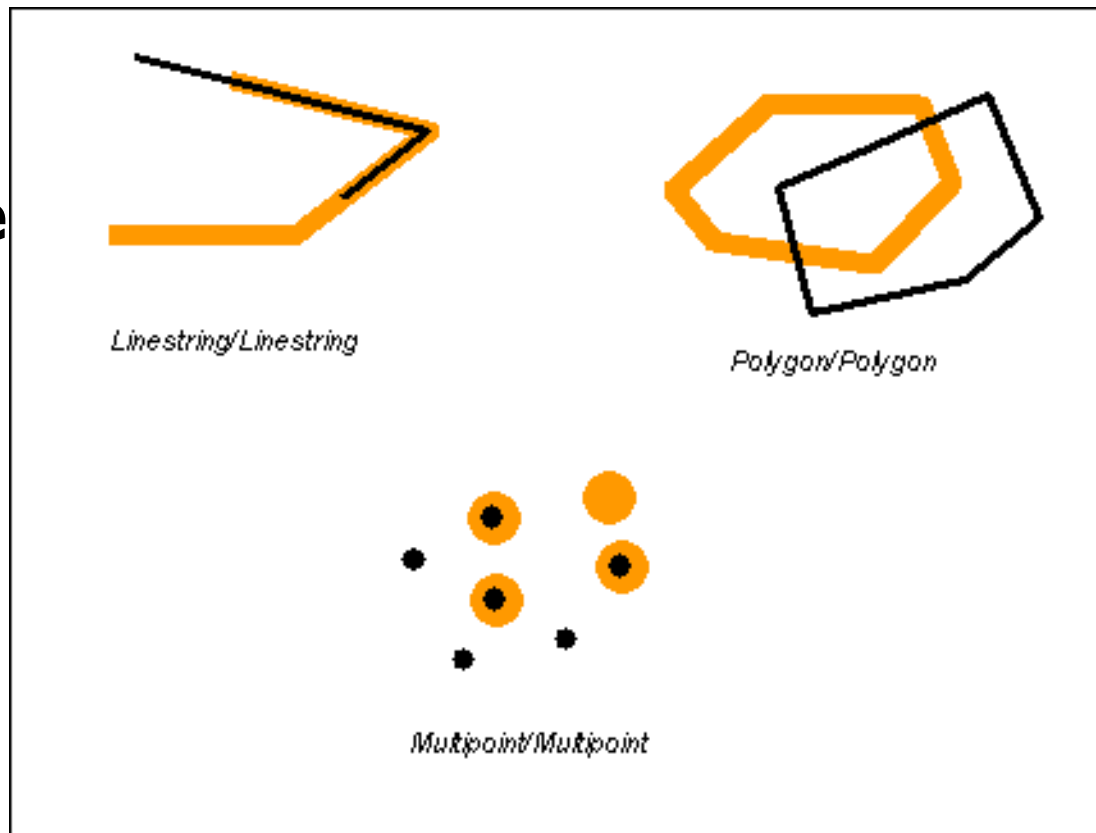
Overlap vrací TRUE pokud mají **vnitřky** geometrických objektů nenulový průnik

- **Overlap** compares **two geometries of the same dimension** and returns t (TRUE) if their intersection set results in a geometry different from both but of the same dimension.

Výsledek musí být tvarově odlišný, ale stejné geometrie.

Vnitřky geometrických objektů mají nenulový průnik.

Geoinformatika

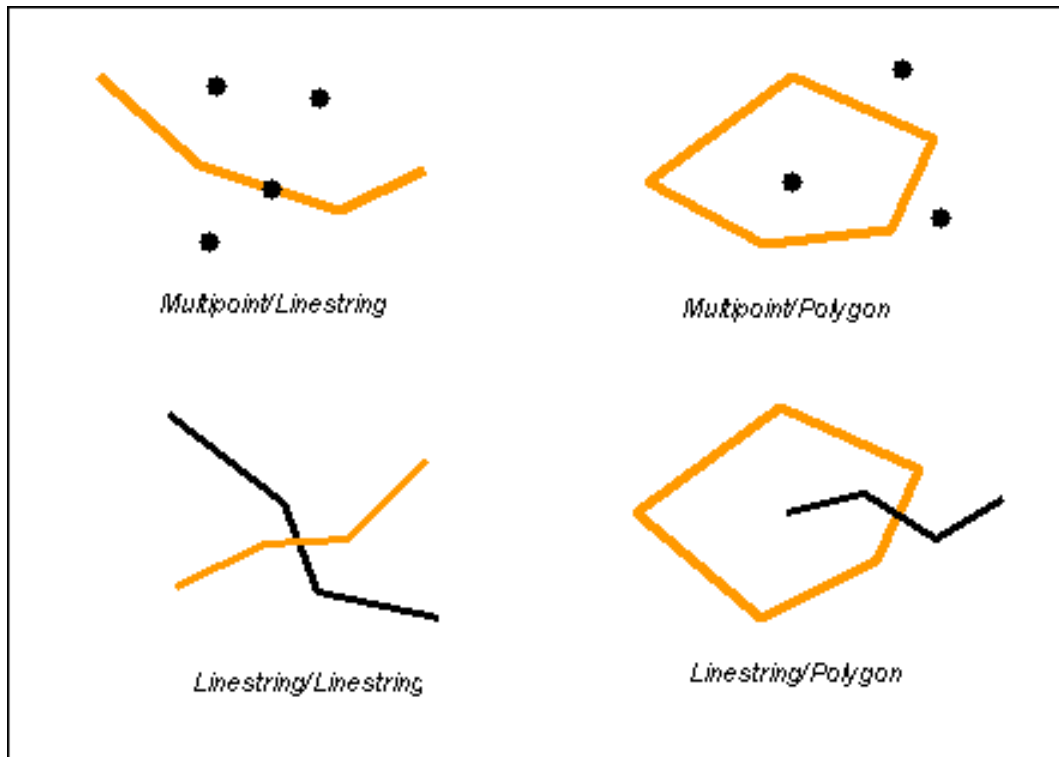




Cross vrací TRUE pokud povrch protíná vnitřek geometrického objektu v křivce

Cross returns t (TRUE) if the intersection results in a geometry whose **dimension is one less than the maximum dimension of the two source geometries** and the intersection set **is interior to both source geometries**. Cross returns t (TRUE) for only multipoint/linestring, multipoint/polygon, linestring/linestring, linestring/polygon, and linestring/multipolygon comparisons.

TRUE = povrch protíná vnitřek geometrického objektu v křivce

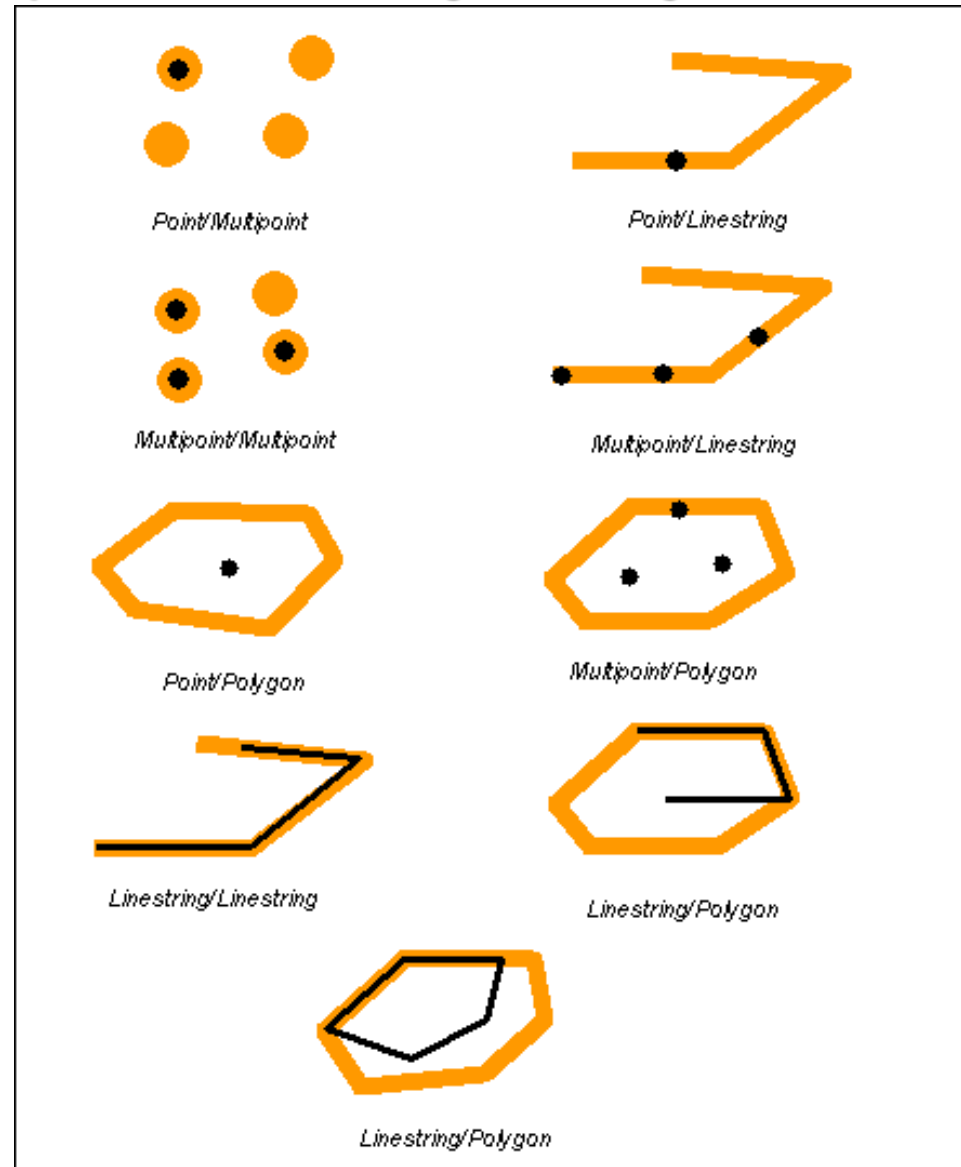




Within

vrací TRUE pokud se vnitřek objektu neprotíná s vnějškem jiného

- **Within** returns **t** (TRUE) if the first geometry is completely within the second geometry. **Within** tests for the exact **opposite** result of **contains**.
- Vnitřek objektu neprotíná s vnějškem jiného.

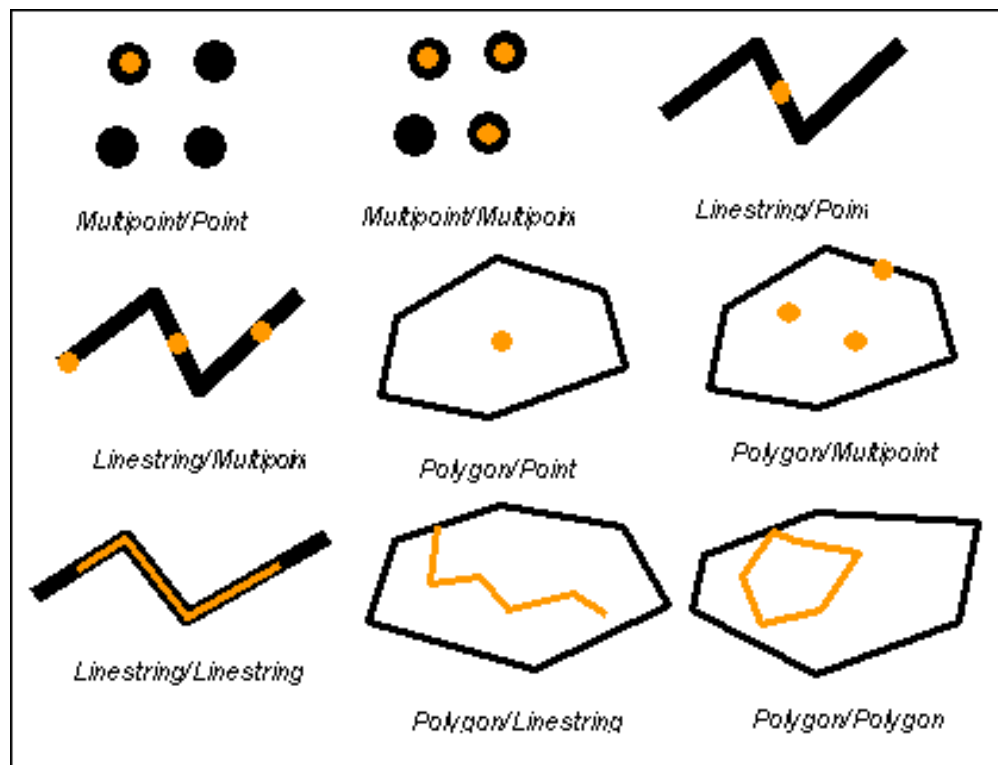


Contains

vrací TRUE pokud geometrický objekt obsahuje jiný objekt.

- Contains returns t (TRUE) if the second geometry is completely contained by the first geometry. The contains predicate returns the exact **opposite** result of the **within** predicate.
- geometrický objekt obsahuje jiný objekt.

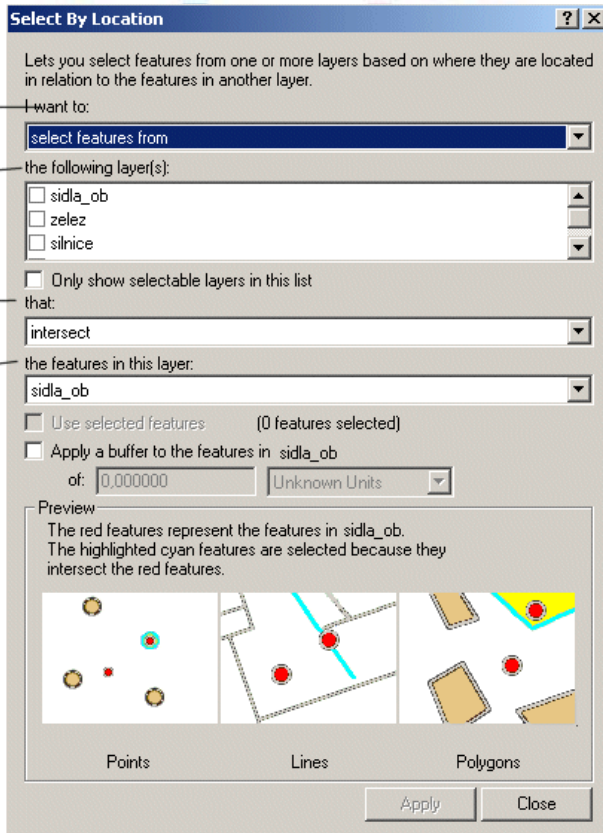
		b		
		Interior	Boundary	Exterior
a	Interior	T	*	*
	Boundary	*	*	*
	Exterior	F	F	*





Prostorové predikáty – ve zkratce ☺

- **Equal** vrací TRUE pokud jsou **hranice a vnitřky** geometrických objektů **shodné**.
- **Disjoint** vrací TRUE pokud se **hranice a vnitřky** geometrických objektů **neprotínají**.
- **Intersect** vrací TRUE pokud mají geometrické **objekty nenulový průnik**.
- **Touch** vrací TRUE pokud se **hranice** geometrických objektů **protínají** ale **vnitřky ne**.
- **Cross** vrací TRUE pokud **povrch protíná vnitřek** geometrického objektu v **křivce**.
- **Within** vrací TRUE pokud se **vnitřek** objektu **neprotíná s vnějškem** jiného.
- **Contains** vrací TRUE pokud geometrický objekt obsahuje jiný objekt.
- **Overlap** vrací TRUE pokud mají **vnitřky** geometrických objektů **nenulový průnik**.

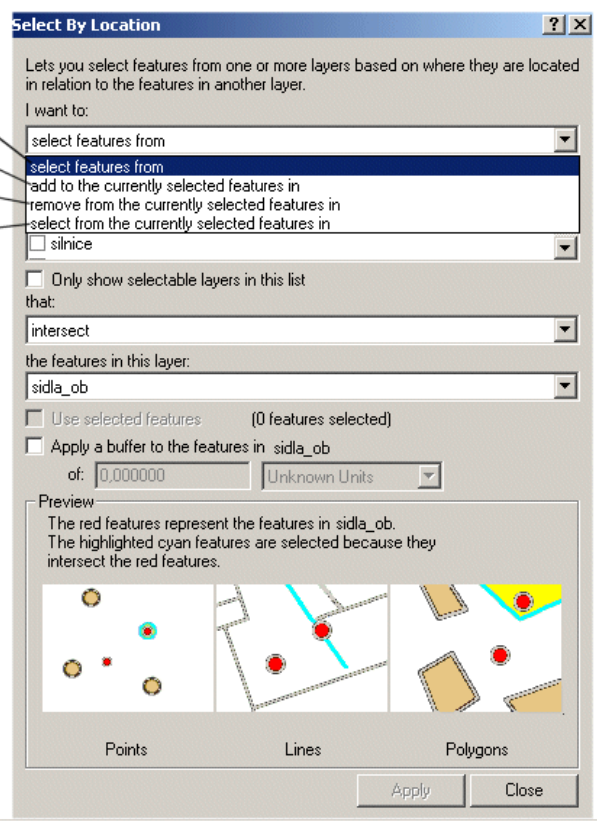


Chci

následujících vrstev

které

prvky z této vrstvy



vybrat prvky z

přidat právě vybrané prvky do

odstranit z právě vybraných prvků v

vyber z právě vybraných prvků v

Select by location in ArcGIS Pro

Select By Location



Lets you select features from one or more layers based on where they are located in relation to the features in another layer.

I want to:

select features from

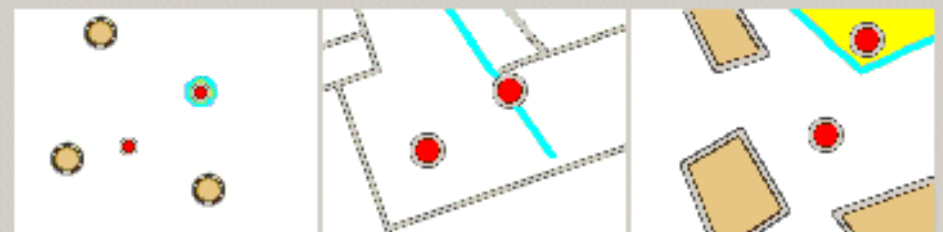
the following layer(s):

- sidla_ob
- zelez
- silnice

Only show selectable layers in this list that:

intersect

- intersect**
- are within a distance of
- completely contain
- are completely within
- have their center in
- share a line segment with
- touch the boundary of
- are identical to
- are crossed by the outline of
- contain
- are contained by
- intersect the red features.



Points

Lines

Polygons

Apply

Close

kříží

jsou ve vzdálenosti (včetně)

úplně obsahují

jsou kompletně obsaženy

mají svůj střed v

sdílejí liniový segment

dotýkají se hranice

jsou identické s

jsou překříženy obrysem

obsahují

jsou obsaženy

Kombinované dotazy

- Jedná se v podstatě o řetězení a kombinování atributových a prostorových dotazů tak, aby výsledek odpovídal požadované informaci.
- Jak atributové, tak prostorové dotazy pracují pouze s jednou informační vrstvou.
- Kombinované dotazy umožňují práci i s více vrstvami (či množinami objektů),
 - Je zde opět možnost propojovat je pomocí operátorů Booleovské logiky, podobně jako u atributových dotazů.
 - Kombinované dotazy také zčásti mohou využívat topologické překrývání vrstev.

Dotazy vektor x rastr

- U **vektorové reprezentace** se zpracovávají údaje **atributových tabulek** připojených k jednotlivým vektorovým objektům.
- U **rastrové** se zpravidla zpracovávají údaje uložené v **buňkách** jednotlivých vrstev (teoreticky lze i u rastrových reprezentací mít připojené atributové tabulky).
- U **vektorů** je vždy vybrán **celý objekt**, u **rastrů** je vybírána vždy konkrétní **buňka** či skupina buněk.