

# Úvod do GIS

## Analýza a syntéza I

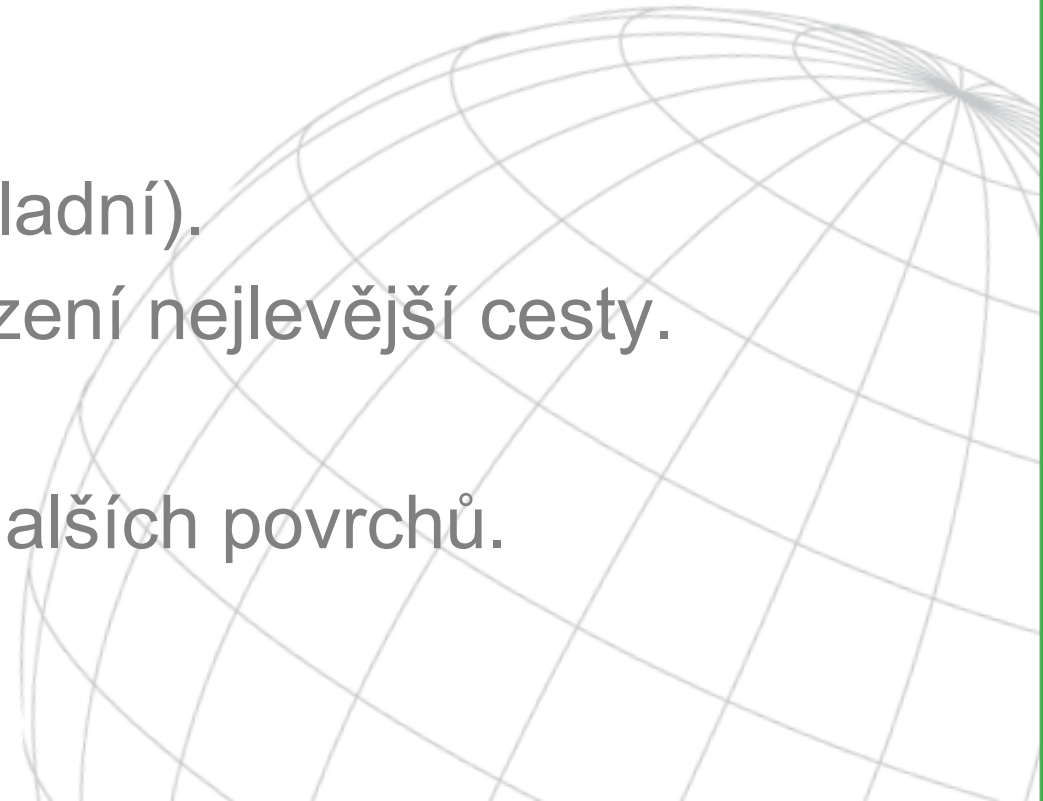
Pouze podkladová prezentace k přednáškám, nejedná se o studijní materiál pro samostatné studium.

Karel Jedlička



# Analýzy a syntézy v GIS

- Co je analýza a syntéza.
- Měřící funkce.
- Nástroje na prohledávání databáze (atributové i prostorové).
- Topologické překrytí.
- Mapová algebra.
- Vzdálenostní analýzy (základní).
- Vážená vzdálenost a nalezení nejlevější cesty.
- Analýzy sítí.
- Analýzy modelu reliéfu a dalších povrchů.
- Statistické analýzy.
- Analýzy obrazů, ...



# Analýza a syntéza

- **Analýza** je systematický přístup řešení problému. Dekompozice celku na jeho části, zkoumání vztahů mezi těmito částmi za účelem pochopení fungování celku.
- **Analýza dat** je systematický průzkum dat a jejich toku v reálném nebo plánovaném systému.
- **Informační analýza** je systematické vyšetřování informací a jejich toku v reálném nebo plánovaném systému.

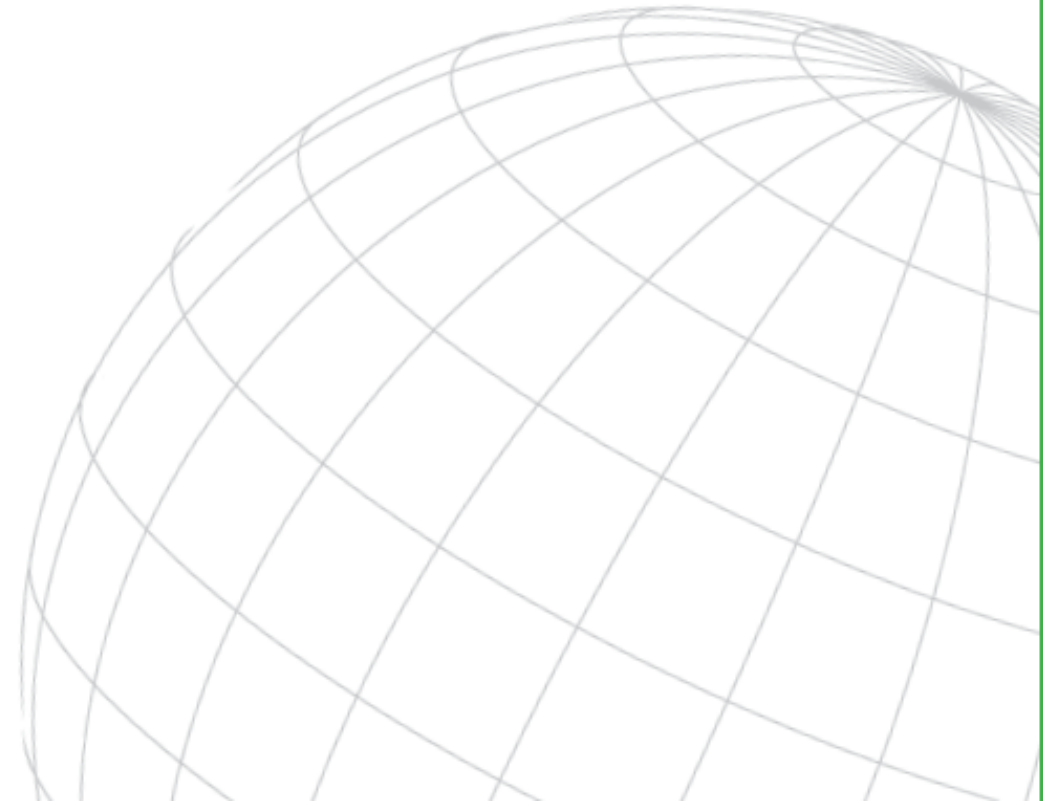
# Analýza a syntéza

- **Syntéza** je proces navazující na analýzu, kombinující jednotlivé analýzou vytvořené části (komponenty) a jejich vazby, takovým způsobem, že **vzniká nový** (předtím neexistující) **celek** (mající např. jinak kombinované prvky, jiné vazby, atp.).



# Analýza a syntéza

- **Prostorové analytické možnosti GIS tvoří jeho jádro**, 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?



# Analýza a syntéza

- Analytické možnosti GIS můžeme rozdělit do následujících skupin:
  - měřicí funkce,
  - nástroje na prohledávání databáze (atributové i prostorové),
  - topologické překrytí,
  - mapová algebra,
  - vzdálenostní analýzy,
  - analýzy sítí,
  - analýzy modelu reliéfu a dalších povrchů,
  - statistické analýzy,
  - analýzy obrazů,
  - ...



# Analýza a syntéza

- GIS umožňuje jednotlivé procesy automatizovat (tím i opakovat). Tím je zajištěna větší objektivnost a robustnost výstupů.
  - Jedná se zejména o skriptovací a programovací rozšiřování uživatelského rozhraní. Více v KGM/APA a AGI.
- Následující syntézu provádí uživatel, když vyhodnocuje výsledky jednotlivých analytických procesů.

# Měřicí funkce

- 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.



# Měřicí funkce

- Při měření je třeba dát **pozor na kartografické zobrazení**:
  - konformní – nedochází ke zkreslení úhlů,
  - ekvivalentní – nedochází ke zkreslení ploch,
  - ekvidistantní v určité soustavě křivek – nezkrsluje délky ve směru určité soustavy křivek (většinou ve směru poledníků, rovnoběžek, případně jiných křivek),
  - kompenzační – dochází k deformaci všech geometrických prvků (úhlů, délek i ploch), ale hodnoty deformací nejsou extrémní.
  - Více viz. předmět Matematická kartografie – MK1.

# Dotazy na geografická data

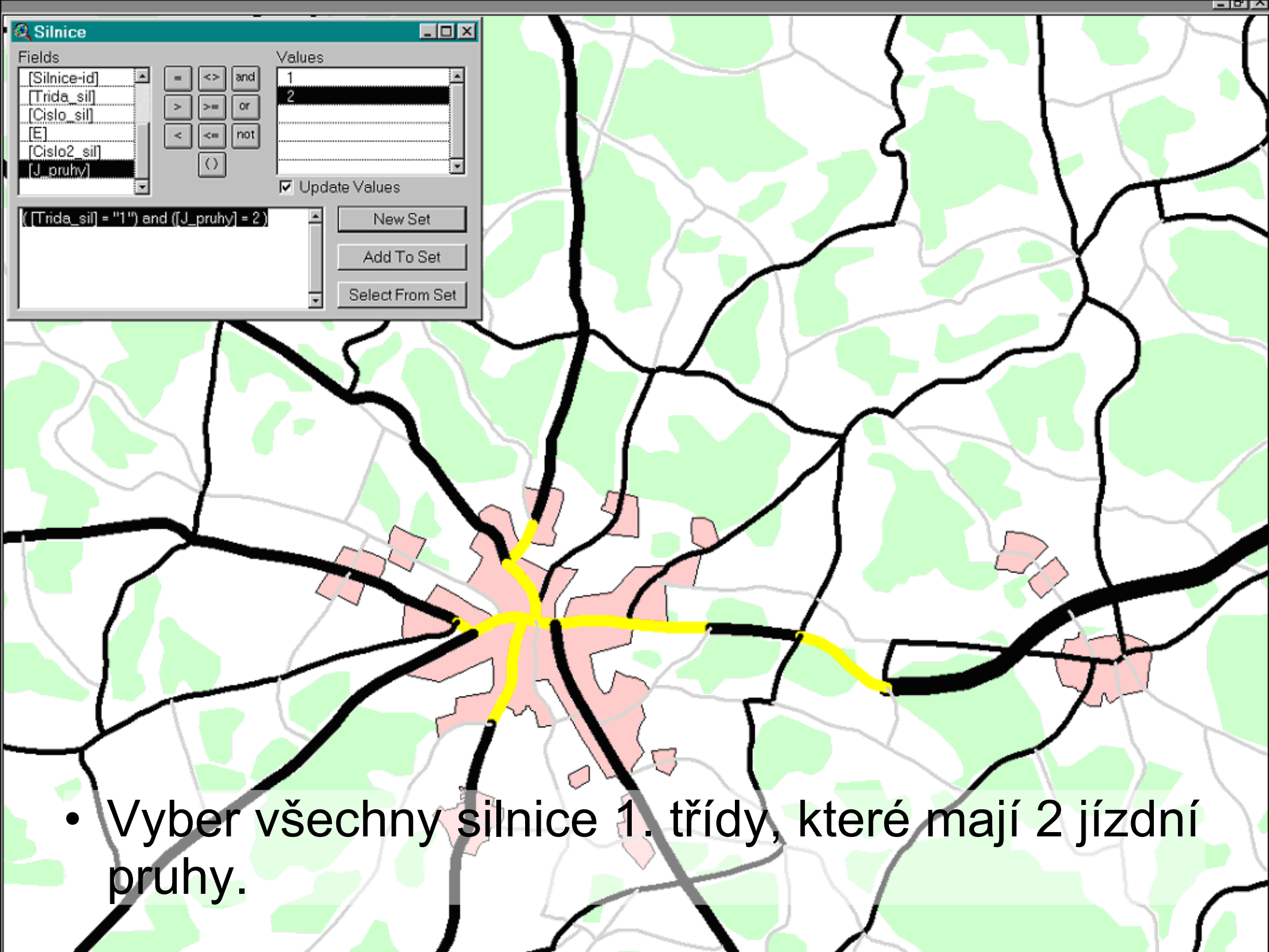
- Dotazováním se vybírají údaje, které odpovídají specifickému kritériu nebo podmínce.
- Dotazovací operace má obvykle tři hlavní komponenty:
  - 1) Specifikace údajů, kterých se týká.
  - 2) Formulace podmínek, kterým musí údaje vyhovovat.
  - 3) Instrukci, co se má na vybraných údajích vykonat.
- Dotaz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

# Dotazy na geografická data

- Dotazy můžeme v GIS rozdělit na:
  - **Atributové** – dotaz typu: "které geografické objekty (lokality) mají určitou 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 Plzeňském kraji".*
  - **Kombinované** – dotaz typu: "které objekty splňují určitou 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 Plzeňském kraji".*

# Dotazy na geografická data

- Atributové dotazy
  - Dotazují se na **atributy** geografických dat!
  - Lze je uskutečnit různými způsoby:
    - **Identifikace** jednotlivého **objektu na základě** jeho jména, označení či jiného **atributu**.  
*Vypiš všechny vlastnosti dálnice D5 ve vrstvě silnic.*
    - **Vyhledání** všech **objektů splňující intervalové či logické podmínky** jednoho nebo více atributů.  
*Vyber všechny silnice 1. třídy mající dva jízdní pruhy.*
- Vrstva silnic má dva atributy:
  - třídu silnice (1,2,D,R,o) a počet pruhů (1,2). Data jsou z roku 1996.



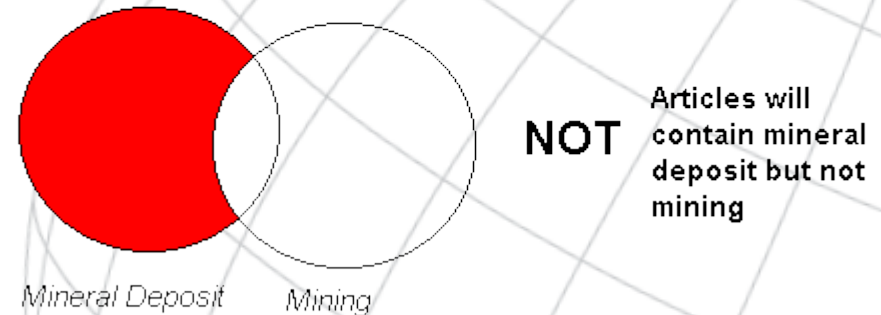
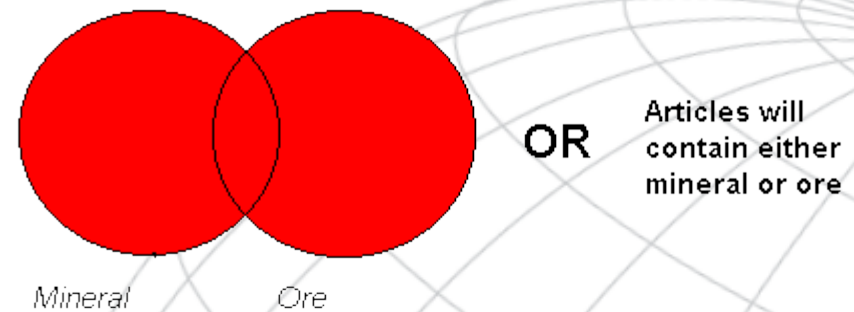
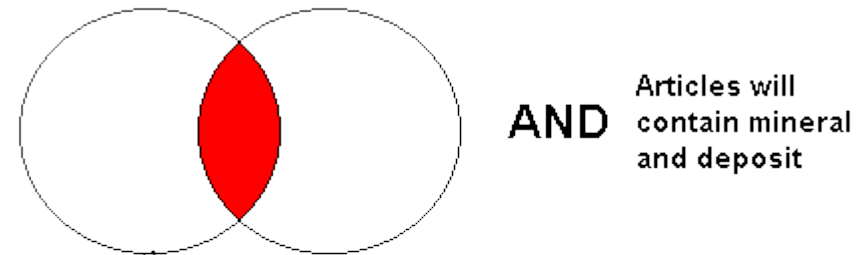
- Vyber všechny silnice 1. třídy, které mají 2 jízdní pruhy.

# Dotazy na geografická data

- Je vidět, že pro vyhledávání **intervalových podmínek** je možné použít relačních operátorů  $<, >, =, <=, >=, <>, \dots$
- Intervalové podmínky jdou dále kombinovat pomocí **logických operátorů** (AND, OR, NOT) využívajících pravidel Booleovské logiky.
- `SELECT * FROM SILNICE WHERE TRIDA_SIL="1" and J_PRUHY=2`

# Dotazy na geografická data

- Logické operátory

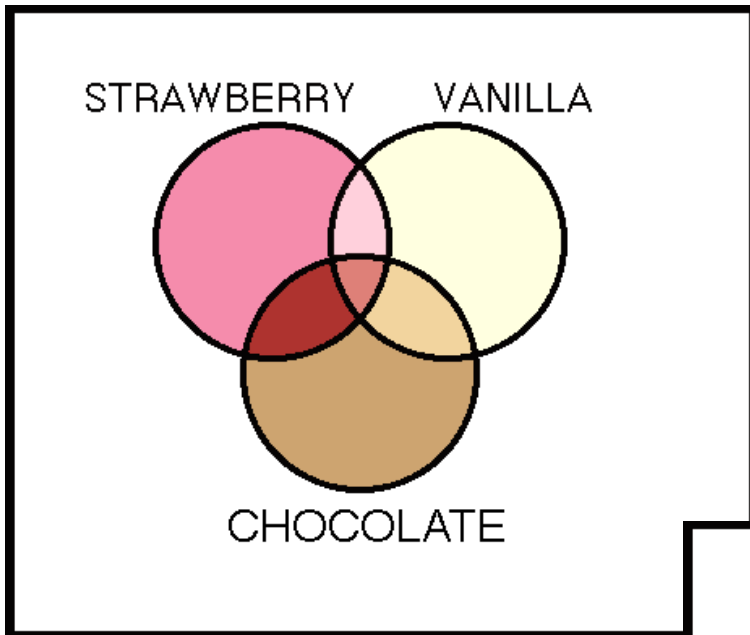


# Dotazy na geografická data

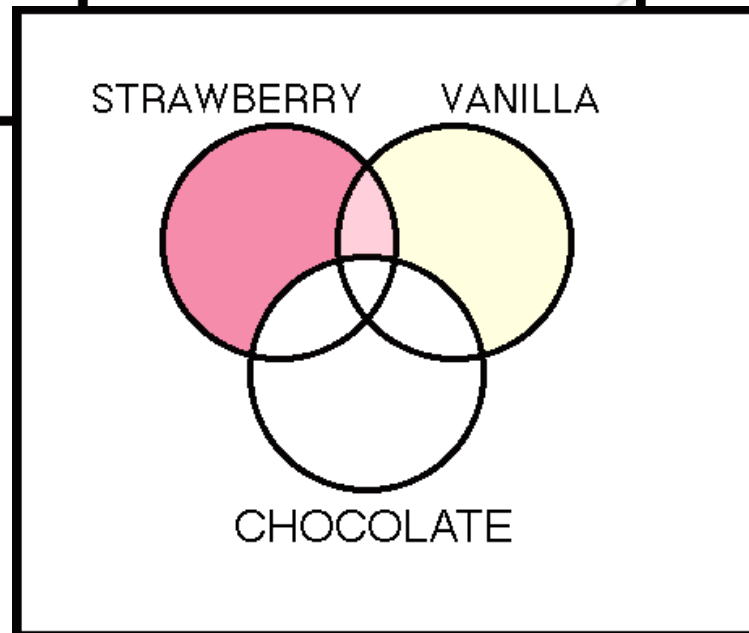
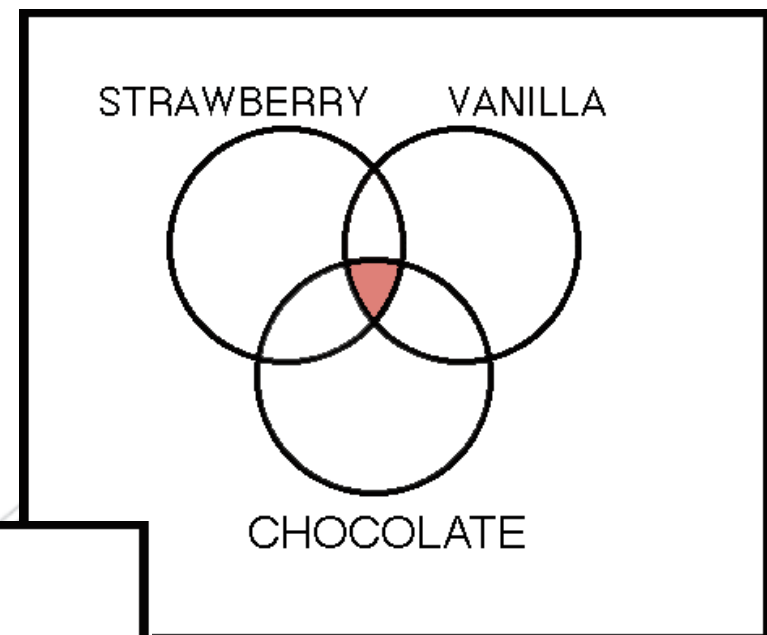
## Logické operátory - kombinace

S or V or Ch

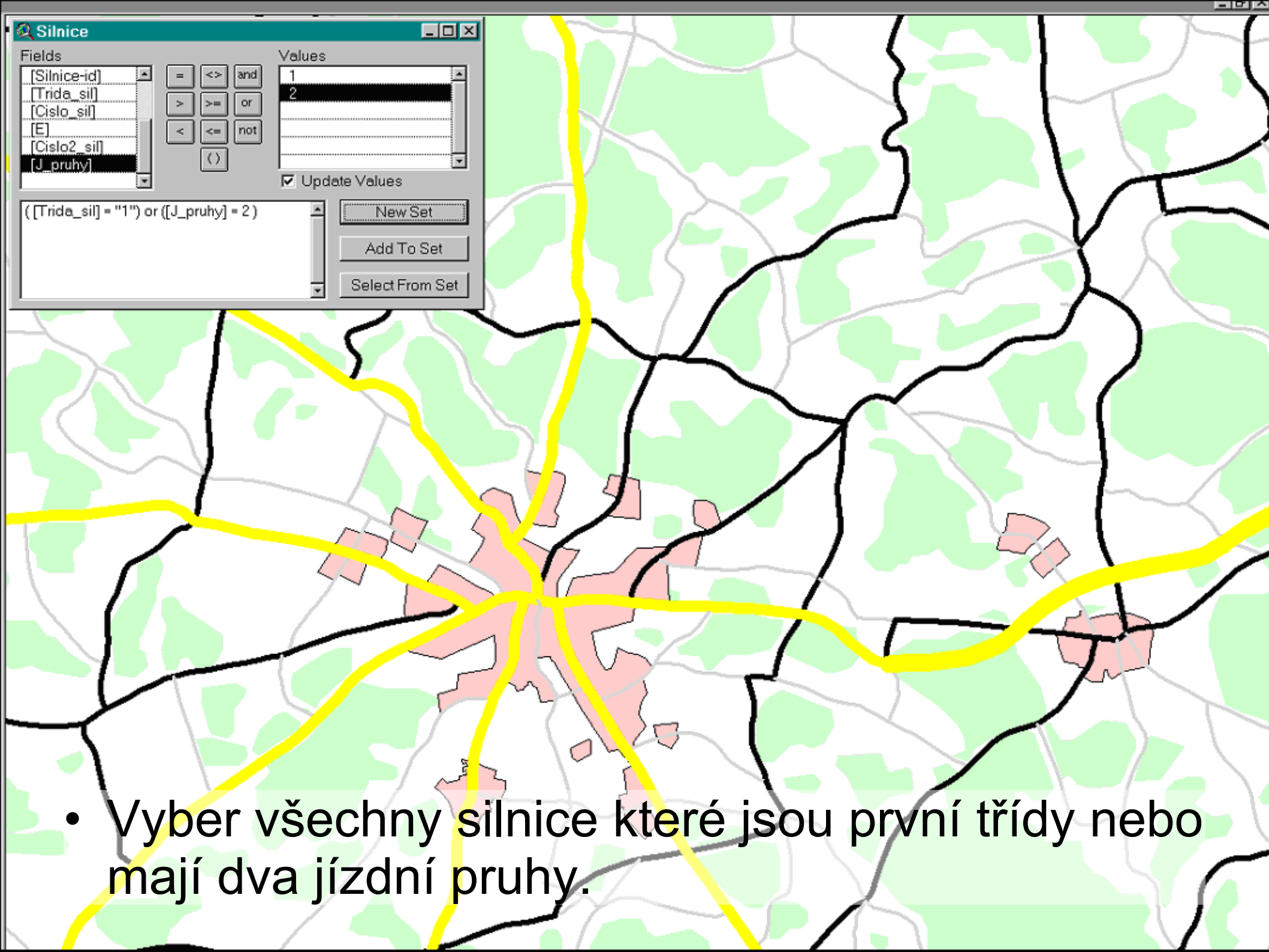
S and V and Ch



S or V and not Ch







- Vyber všechny silnice které jsou první třídy nebo mají dva jízdní pruhy.

**Silnice**

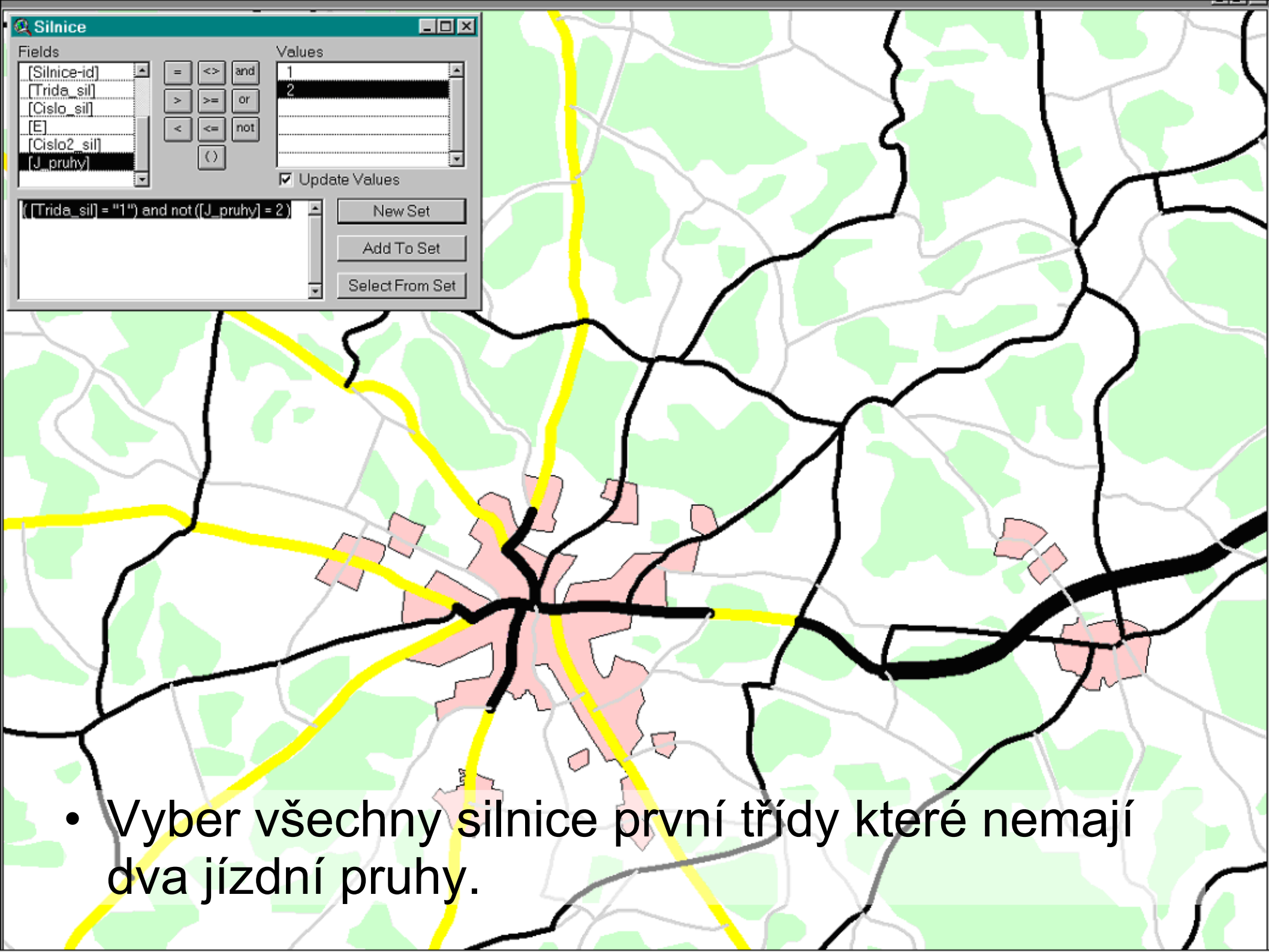
Fields	Values
[Silnice-id]	1
[Trida_sil]	2
[Cislo_sil]	
[E]	
[Cislo2_sil]	
[J_pruhy]	

Logical operators: =, <>, and, >, >=, or, <, <=, not, ()

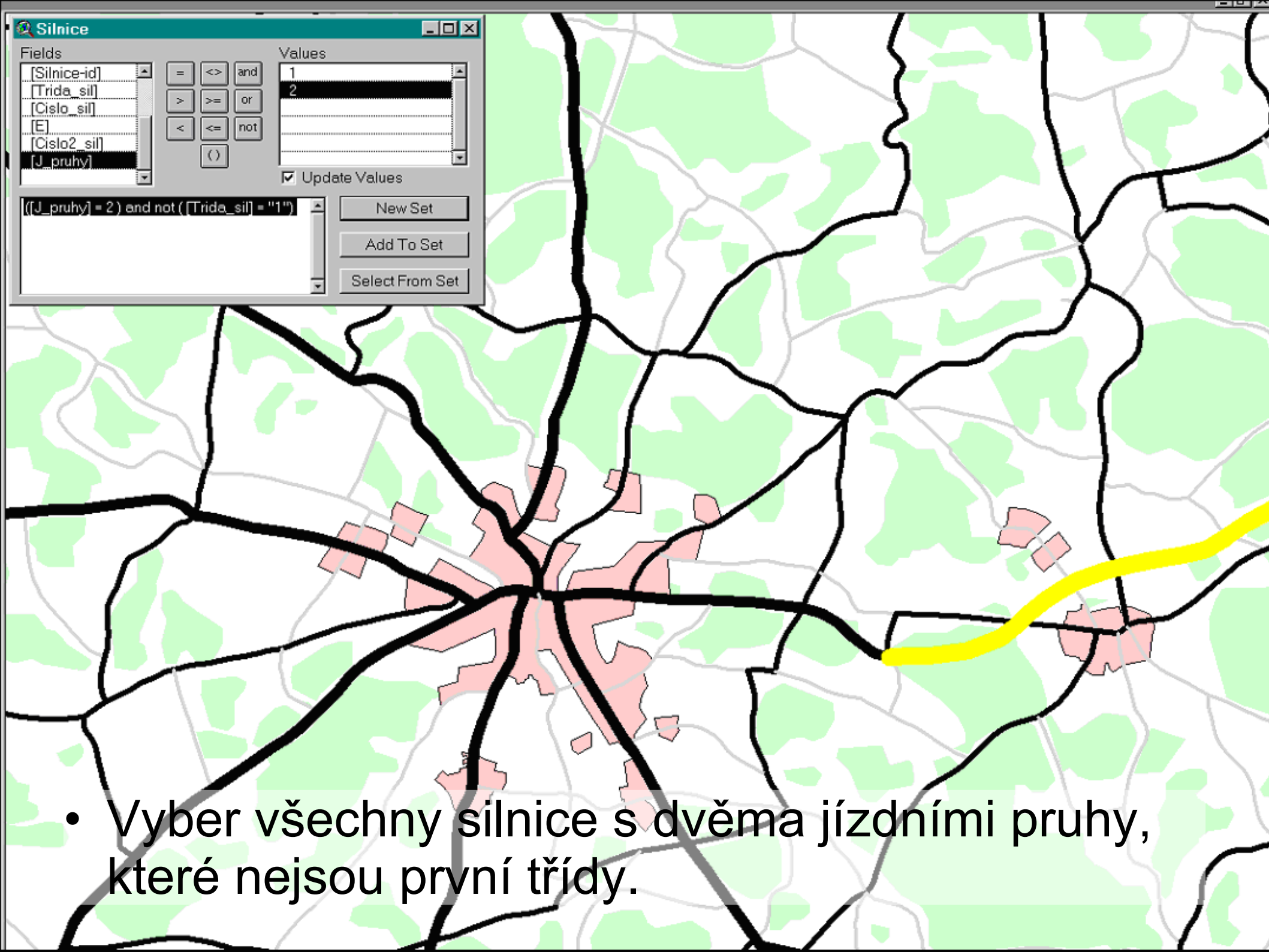
Update Values

Query: `(([Trida_sil] = "1") and not([J_pruhy] = 2))`

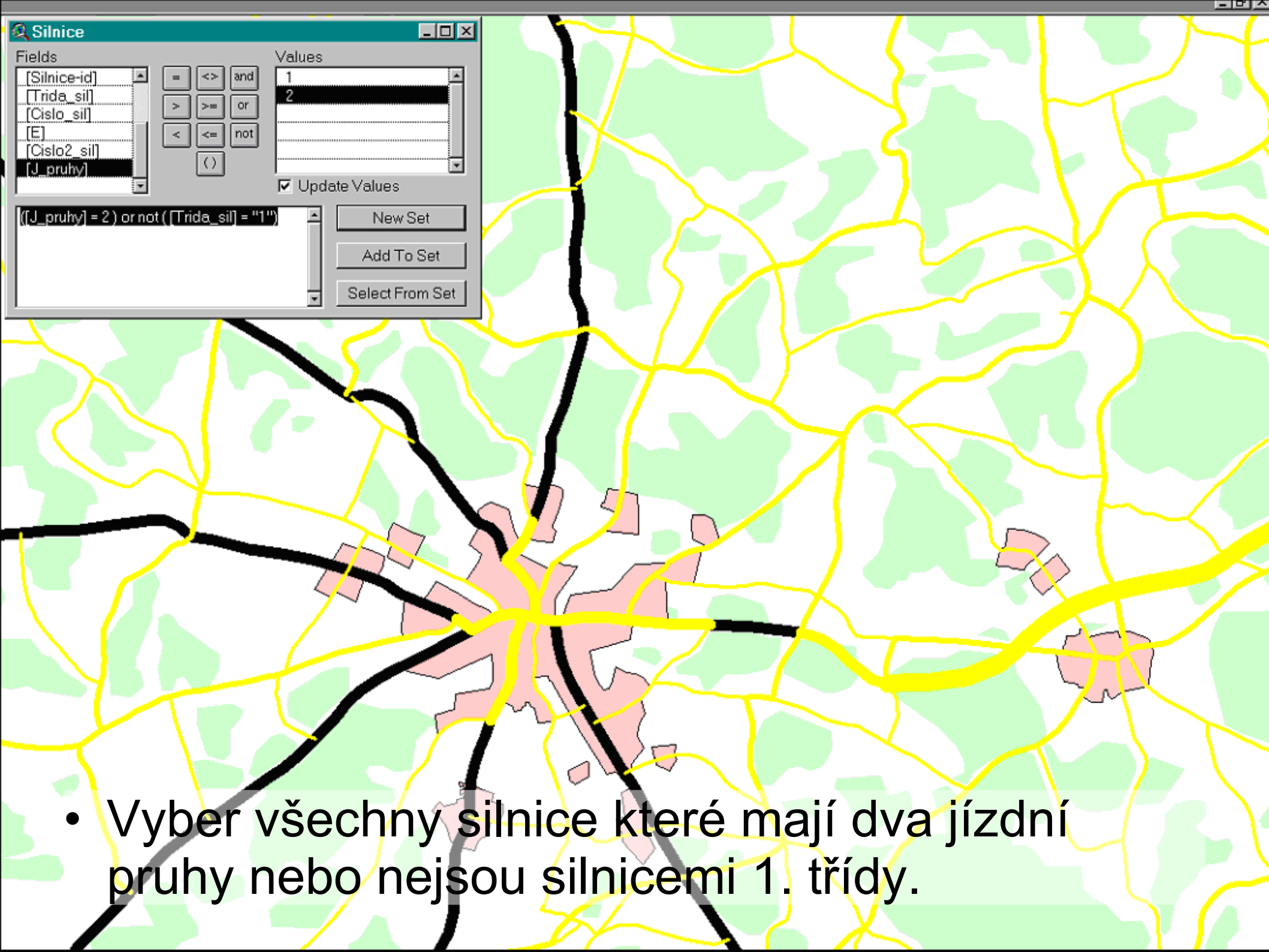
Buttons: New Set, Add To Set, Select From Set



- Vyber všechny silnice první třídy které nemají dva jízdni pruhy.



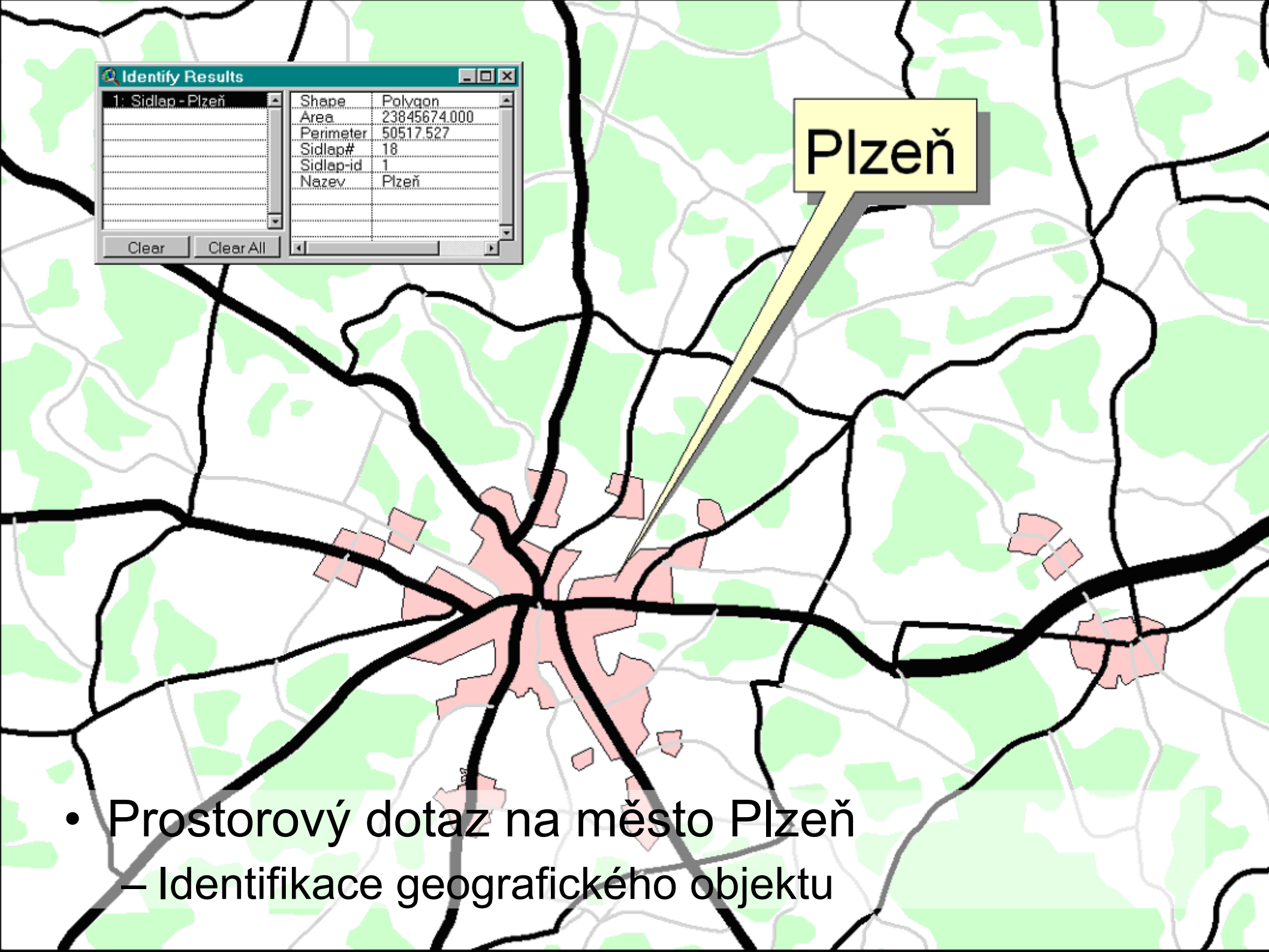
- Vyber všechny silnice s dvěma jízdními pruhy, které nejsou první třídy.



- Vyber všechny silnice které mají dva jízdni pruhy nebo nejsou silnicemi 1. třídy.

# Dotazy na geografická data

- 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.



Identify Results		
1: Sidlap - Plzeň	Shape	Polygon
	Area	23845674.000
	Perimeter	50517.527
	Sidlap#	18
	Sidlap-id	1
	Nazev	Plzeň

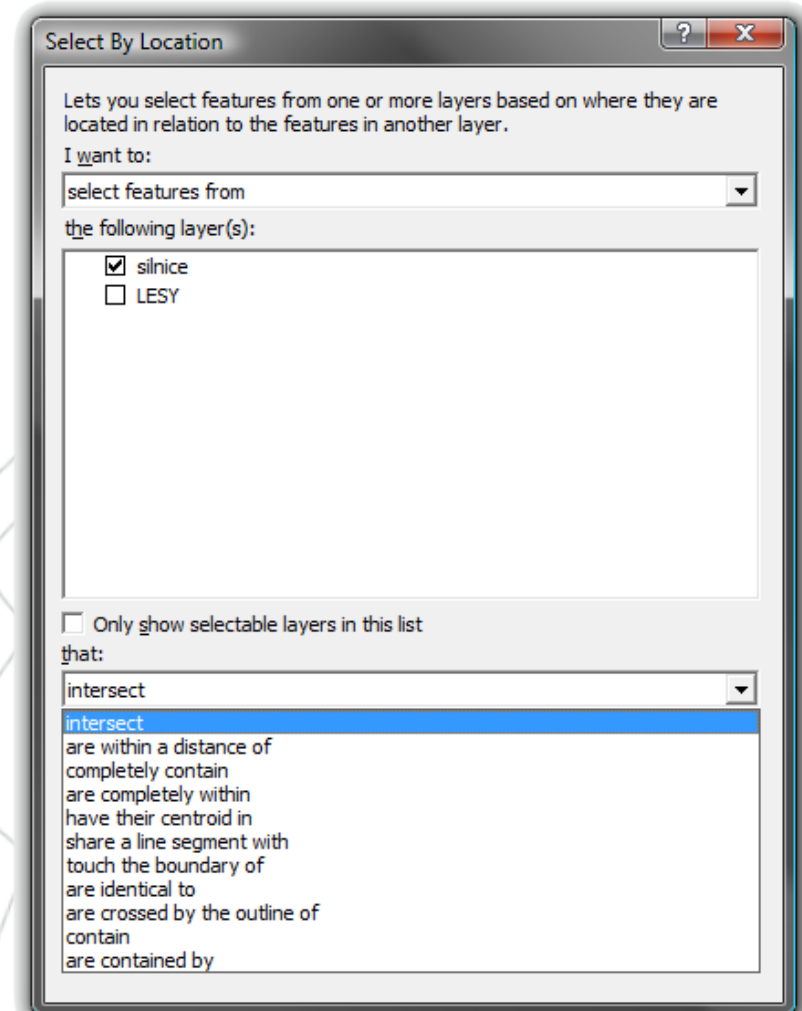
- Prostorový dotaz na město Plzeň
  - Identifikace geografického objektu

# Dotazy na geografická data

- 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 učitého prvku/oblasti, ...





- Vyhledej všechny lesy, kterými prochází tečkovaná linie:
  - prohledávání prostoru různých geometrických tvarů.



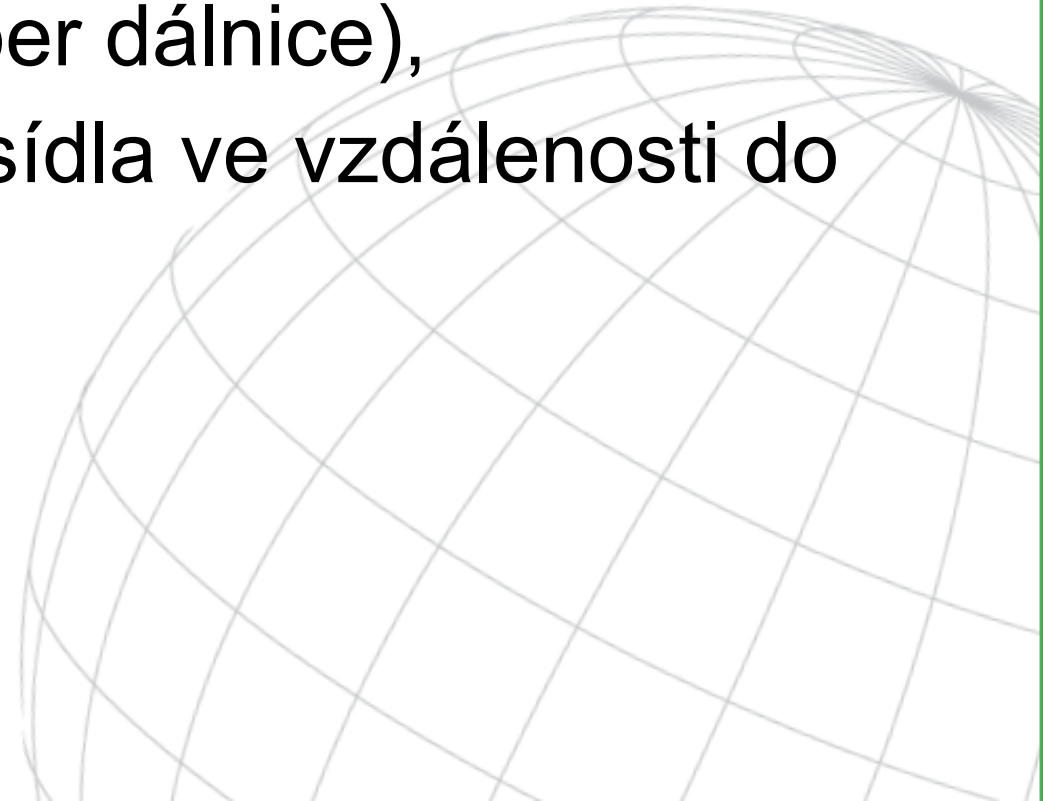
# Dotazy na geografická data

- Kombinované dotazy

- Jedná se v podstatě o řetězení a kombinování atributových a prostorových dotazů tak, aby výsledek odpovídal požadované informaci.
- Kombinované dotazy umožňují dotazovat geodata na základě atributů i prostorových vztahů, protože umožňují práci i s více vrstvami.
- Je zde opět možnost propojovat je pomocí operátorů Booleovské logiky, podobně jako u atributových dotazů.
- Kombinované dotazy také zčásti mohou využívat topologické překrývání vrstev, o kterém se více hovoří v další části.

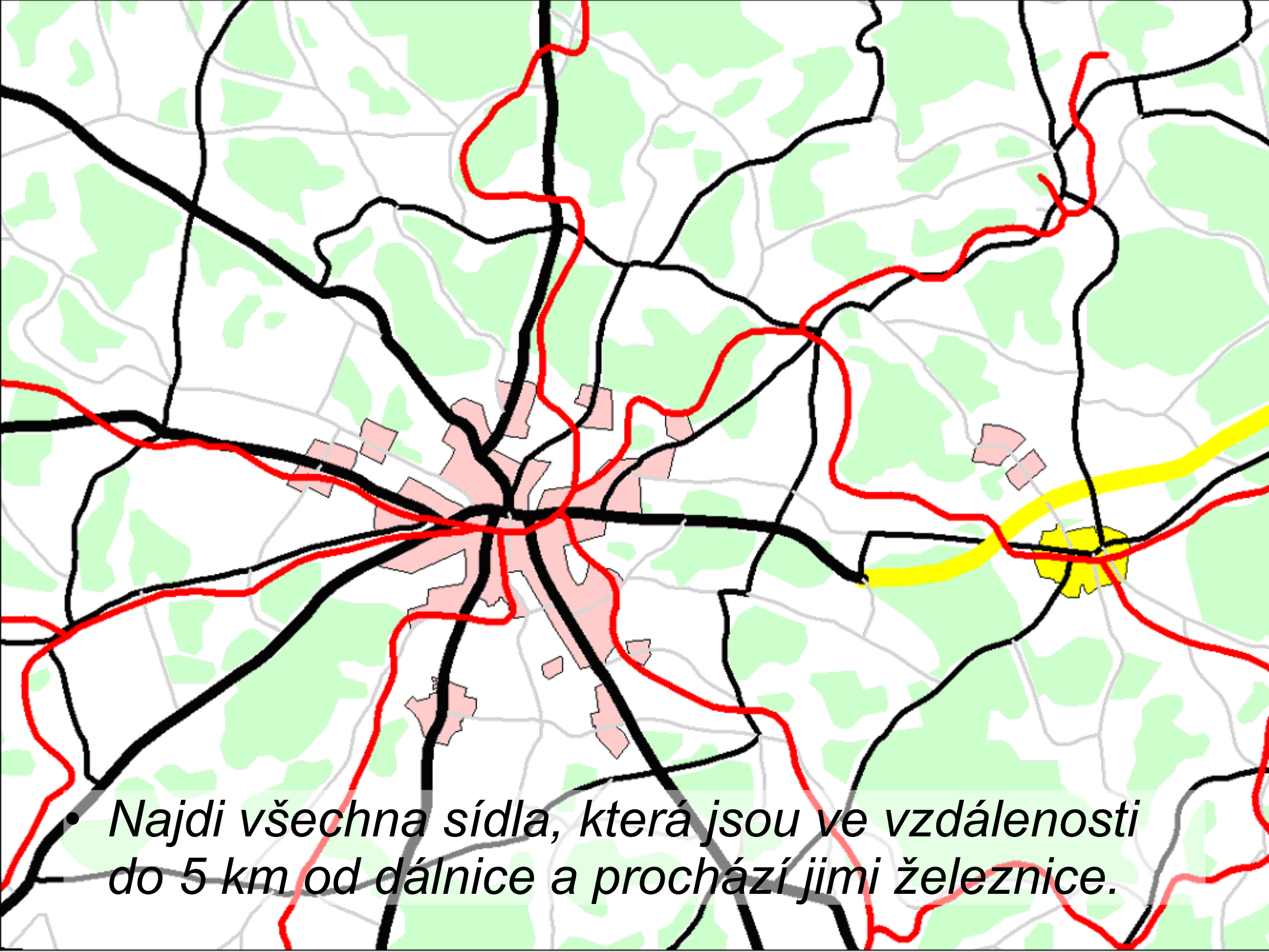
# Dotazy na geografická data

- *Najdi všechna sídla, která jsou ve vzdálenosti do 5 km od dálnice.*
- Je vidět, že nejdříve musela být provedena analýza atributová (vyber dálnice),
- poté prostorová (najdi sídla ve vzdálenosti do 5 km od dálnic).





- *Najdi všechna sídla, která jsou ve vzdálenosti do 5 km od dálnice.*



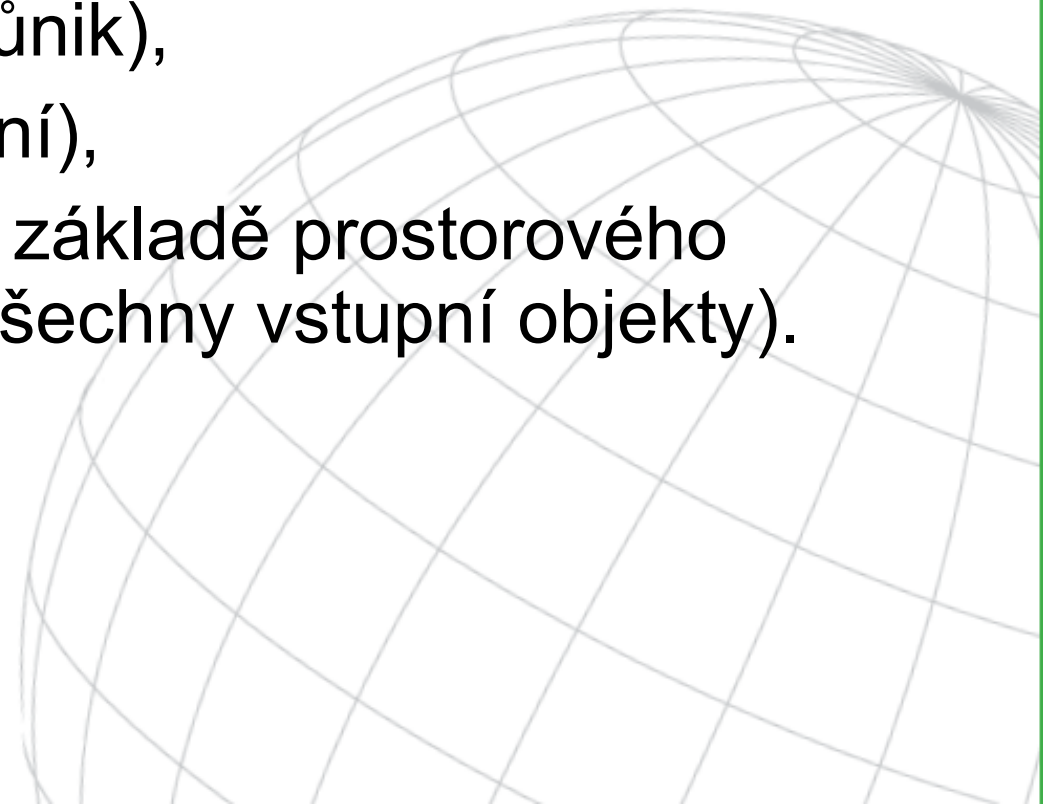
- *Najdi všechna sídla, která jsou ve vzdálenosti do 5 km od dálnice a prochází jimi železnice.*

# Topologické překrytí

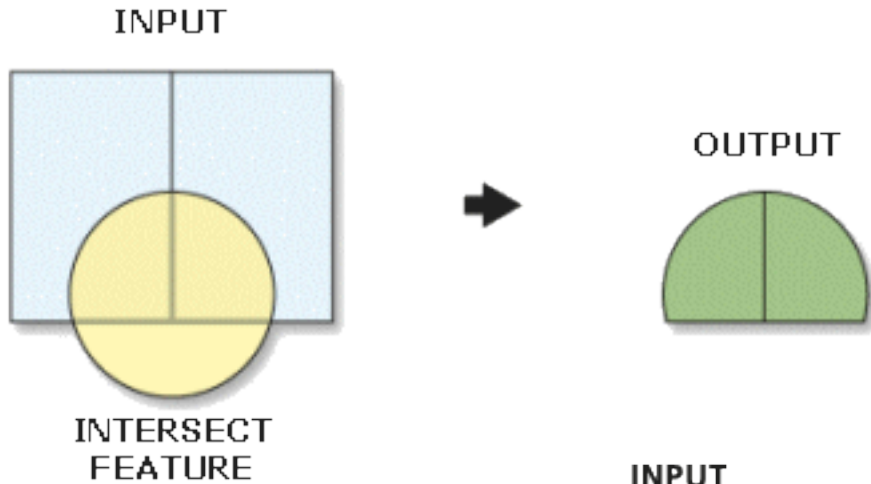
- Obecně **dotazování dvou nebo více informačních vrstev** se označuje jako topologické překrytí (overlay) těchto vrstev.
- Klasicky se tento problém řešil překrytím dvou tematických map na průhledných fóliích.
- Stejný problém se v GIS řeší pomocí základních algoritmů počítačové grafiky (test bodu v polygonu, hledání průsečíku dvou objektů, ořezávání).
- **Výsledkem postupu je vytvoření nových objektů** (vrstvy), které mají kombinace vlastností objektů ze zdrojových informačních vrstev.

# Topologické překrytí

- Pro kombinaci vstupních objektů se opět používají pravidla Booleovské logiky. GIS obvykle nabízejí:
  - **INTERSECT** (AND – průnik),
  - **UNION** (OR – sjednocení),
  - **IDENTITY** (přiřazení na základě prostorového umístění – zachovává všechny vstupní objekty).

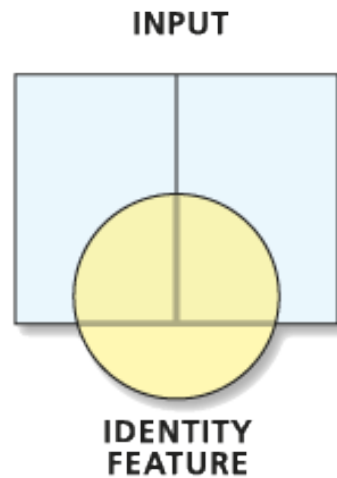


# Topologické překrytí

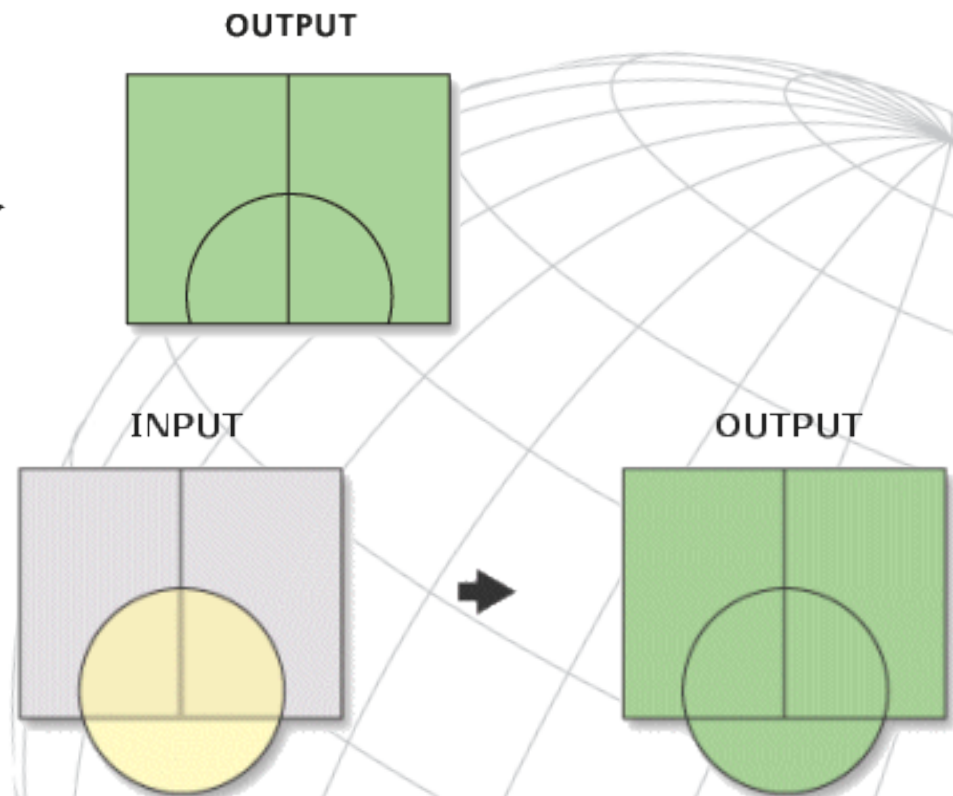


Intersect

Identity



Union



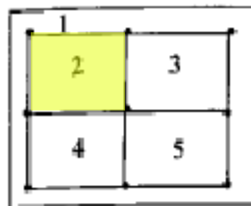
# Topologické překrytí

- Při těchto operacích dochází k **řešení vztahů bod, linie nebo polygon v polygonu** (výjimkou je sjednocení, které mohou provádět pouze mezi dvěma polygonovými vrstvami).
- Z procesu topologického překrytí **vznikají nové objekty (vrstvy)**, kterým jsou přiřazeny také atributy (viz následující snímek). Tím se topologická překrytí liší od prostorových dotazů, kde žádné nové vrstvy nevznikají.

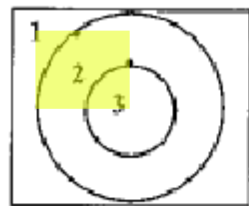


# Intersect

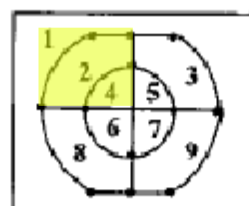
Vstupní vrstva



Překrývající vrstva



Výstupní vrstva



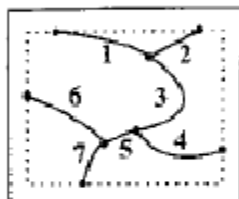
#	Atribut
1	
2	A
3	B
4	C
5	D

#	Atribut
1	
2	102
3	103

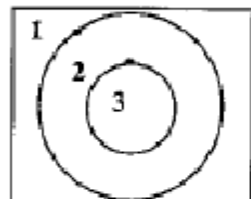
#	Vstupní vrstva		Překrývající vrstva	
	#	Atribut	#	Atribut
1	2	A	1	
2	2	A	2	102
3	3	B	2	102
4	2	A	3	103
5	3	B	5	103
6	4	C	3	103
7	5	D	3	103
8	4	C	3	102
9	5	D	2	102

## Polygon

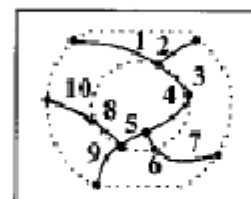
Vstupní vrstva



Překrývající vrstva



Výstupní vrstva



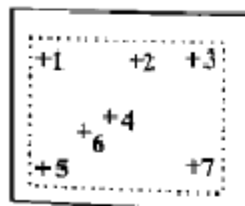
#	Atribut
1	A
2	B
3	A
4	C
5	A
6	D
7	A

#	Atribut
1	
2	102
3	103

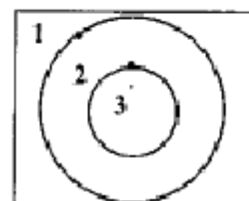
#	Vstupní vrstva		Překrývající vrstva	
	#	Atribut	#	Atribut
1	1	A	2	102
2	2	B	2	102
3	3	A	2	102
4	3	A	3	103
5	5	A	3	103
6	4	C	3	103
7	4	C	2	102
8	6	D	3	103
9	7	A	2	102
10	8	D	2	102

## Linie

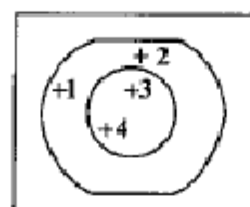
Vstupní vrstva



Překrývající vrstva



Výstupní vrstva



#	Atribut
1	A
2	B
3	C
4	D
5	E
6	F
7	G

#	Atribut
1	
2	102
3	103

#	Vstupní vrstva		Překrývající vrstva	
	#	Atribut	#	Atribut
1	1	A	2	102
2	2	B	2	102
3	4	D	3	103
4	6	F	3	103

## Body

# Topologické překrytí

- **Dalšími případy topologických operací** jsou: CLIP a ERASE, UPDATE a SPLIT
  - atributy přejímají pouze ze vstupní vrstvy (jedna vrstva je opět vstupní~datová a druhá na ní provádí výše uvedené operace).
  - Tyto funkce je možné zařadit i do kategorie restrukturalizace dat.
- Do topologických operací je možné zařadit i úlohy typu **DISSOLVE** ("rozpuštění" hranic objektů na základě stejného atributu) **MERGE** (spojení dvou vrstev do jedné a odstranění hranic mezi objekty se stejnými atributy),
  - opět lze zařadit i do kategorie restrukturalizace dat.

# Topologické překrytí

- Další operace topologických překrytí

**CLIP** – ořízne vstupní vrstvu pomocí definovaných polygonů v druhé vrstvě.



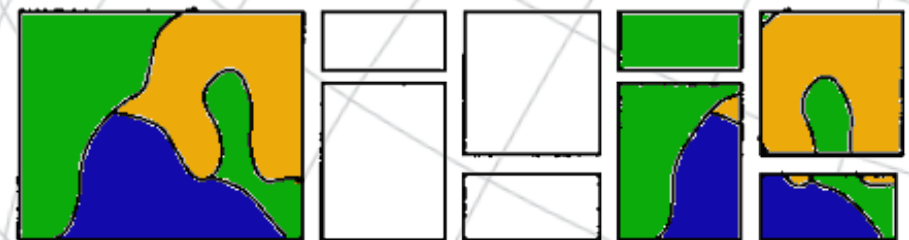
**ERASE** – opak CLIP odstraní části vstupní vrstvy pomocí polygonů definovaných v druhé vrstvě.



**UPDATE** – vyjme tu část vstupní vrstvy, která bude aktualizovaná druhou vrstvou a místo ní vloží prvky z druhé vrstvy.



**SPLIT** – rozdělí vstupní vrstvu na části pomocí hranic definovaných polygony ve druhé vrstvě.

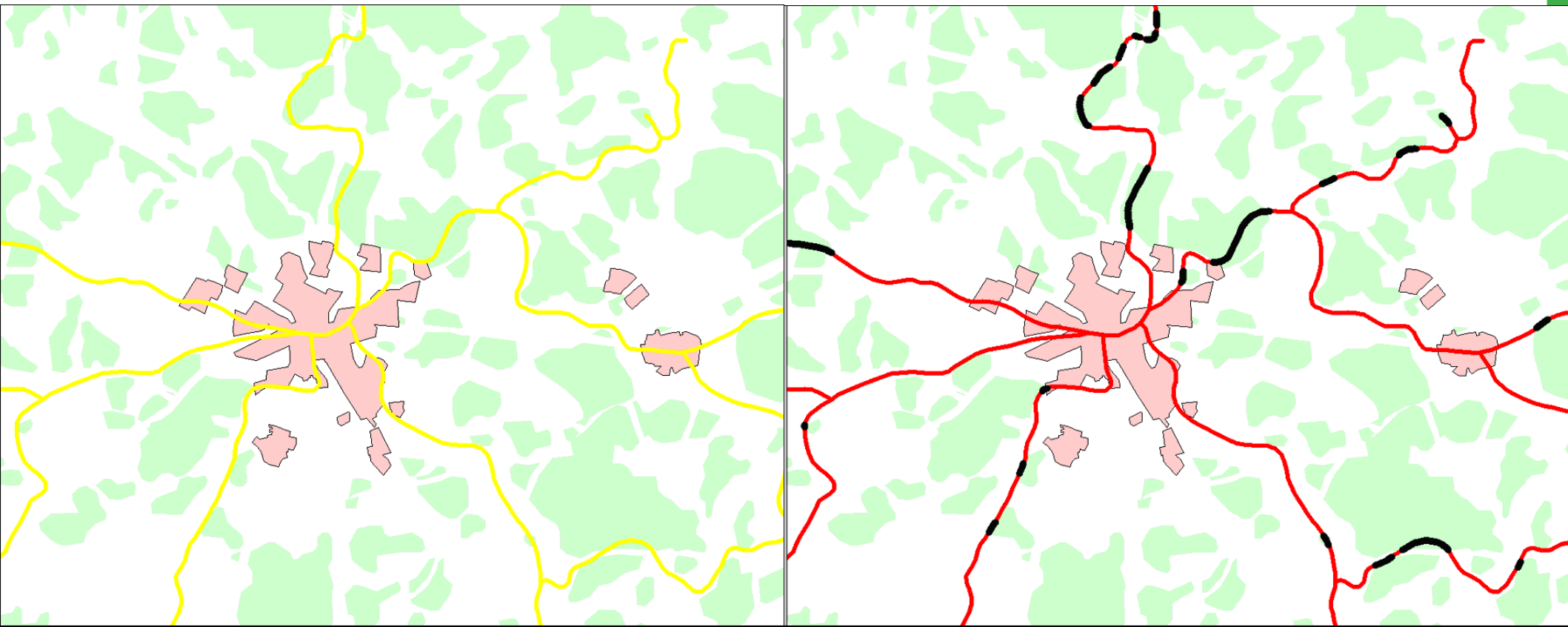


# Topologické překrytí

Nalezení všech úseků železnic procházejících lesem

Prostorový dotaz **x** Topologické překrytí

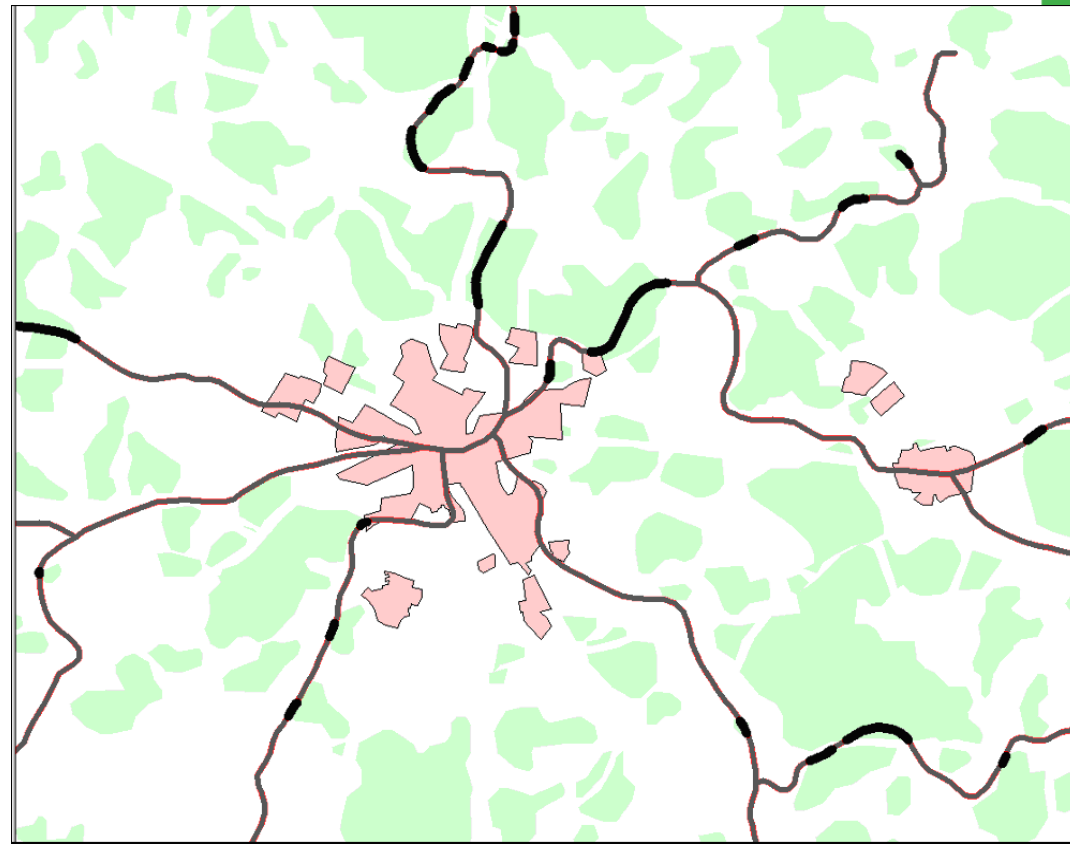
Intersect



# Topologické překrytí

Nalezení všech úseků železnic procházejících lesem

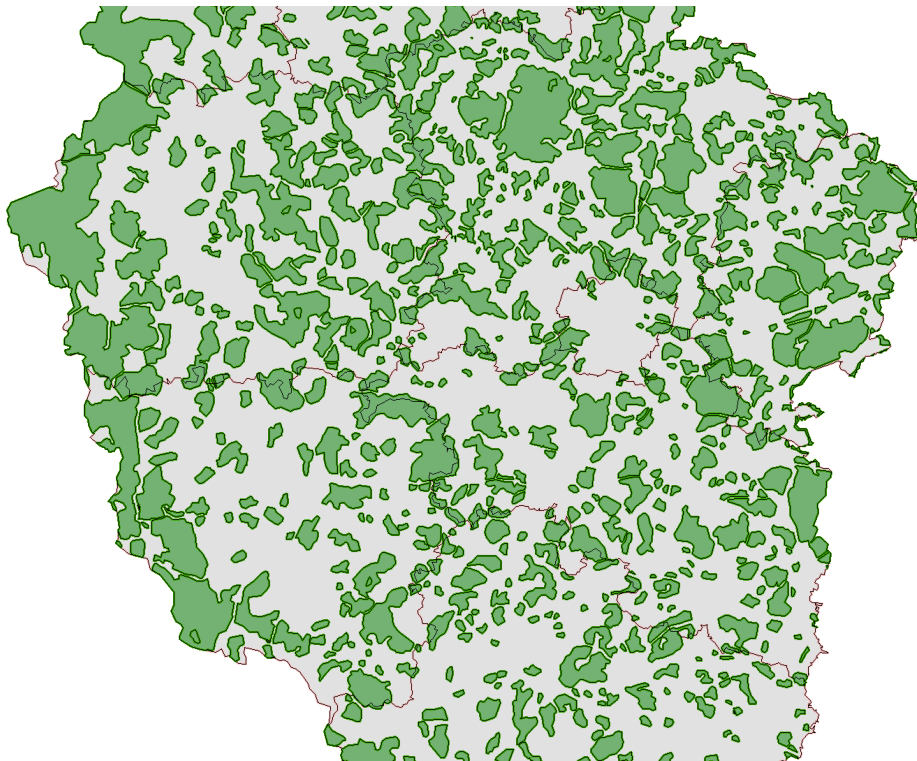
Identity



# Topologické překrytí

- Union

- (polygon - polygon): budu hledat nejvíce zalesněné okresy v Západočeské oblasti. Vezmu kraje (polygonovou vrstvu) a lesy (také polygon). Po provedení sjednocení dostanu vrstvu, kde budou jak části s lesem, tak i části bez lesa, ze kterých je pak snadné udělat požadovanou statistiku.



OID	NAZEV	Count	NAZEV	Sum AREA
6	Plzeň-město	21		50137629,519
8	Rokycany	86		293382037,609
2	Cheb	70		403332668,598
5	Plzeň-jih	145		433987227,942
9	Sokolov	73		508184206,128
1	Domažlice	99		518388004,048
7	Plzeň-sever	176		675832368,75
10	Tachov	108		747632961,299
3	Karlovy Vary	159		768493214,137
4	Klatovy	173		846643008,097

# Dotazy na geografická data

- Rozdíly dotazování vektorové a rastrové reprezentace:
  - U vektorové reprezentace se zpracovávají údaje atributových tabulek připojených k jednotlivým vektorovým objektům.
  - U rastrové se zpravidla zpracovávají údaje uložené v buňkách jednotlivých vrstev (není to ale podmínka, i u rastrových reprezentací je možné mít připojené atributové tabulky).
  - U vektorů je vždy vybrán celý objekt, u rastrů je vybírána vždy konkrétní buňka či skupina buněk.

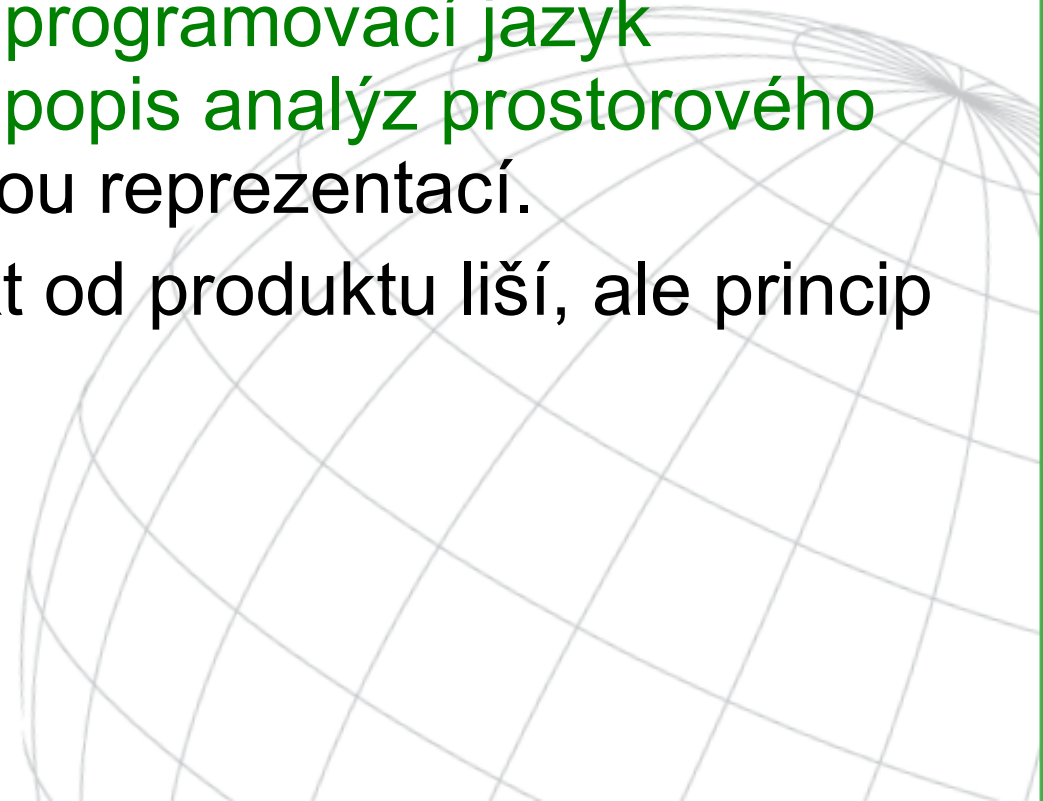
# Mapová algebra

- U **rastrových reprezentací** se místo dotazů a topologického překrytí používá nástroj zvaný **mapová algebra**. Ten je určen výhradně pro ně a umožňuje kombinovat rastrové vrstvy pomocí různých matematických operací.
- Tyto matematické operace se vykonávají buď na jedné nebo na dvou (i více) vrstvách a jejich **výstupem je vždy nová vrstva**, kterou je samozřejmě možné používat v dalších analýzách.
- **Řetězení** vytváří z mapové algebry mocný prostředek pro prostorové modelování a analyzování nad rastry.



# Mapová algebra

- Jazyk mapové algebry
  - Nástrojů mapové algebry je možné využívat pomocí speciálního jazyka (jazyka mapové algebry).
  - Jedná se o jednoduchý **programovací jazyk** navržený speciálně **pro popis analýz prostorového modelování** nad rastrovou reprezentací.
  - Jeho syntaxe se produkt od produktu liší, ale princip zůstává stejný.



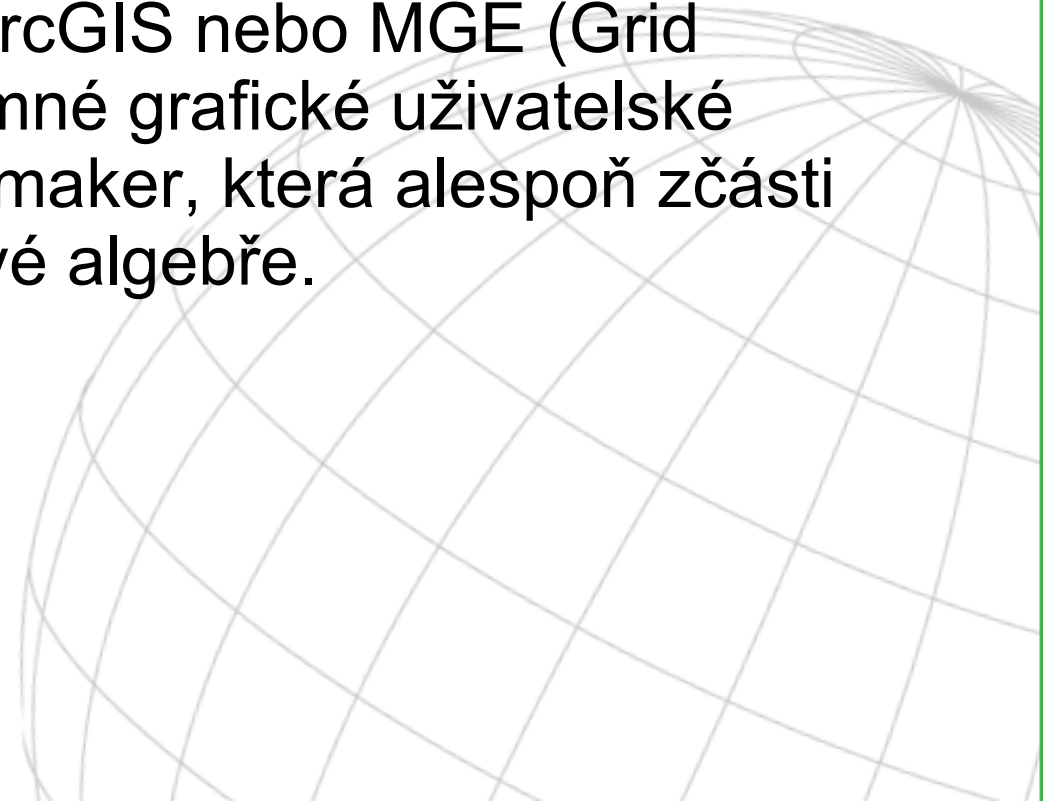
# Mapová algebra

- Struktura jazyka MA
  - Mapová algebra používá **objekty**, **činnosti** a **kvalifikátory činnosti**. Ty mají obdobné funkce jako **podstatná jména**, **slovesa** a **příslovce**.
  - **Objekty** slouží k uložení informací, nebo jsou to vstupní hodnoty. Jako objekty se používají rastry, tabulky, konstanty, ...
  - **Činnosti** jsou příkazy jazyka (**operátory a funkce**)
    - ~ vykonávají operace na objektech
    - **Operátory** jsou obvyklé matematické (+, -, \*, /, mod, div), statistické (např: suma, průměr), relační (>, <, >=, <=, <>) a logické operátory (and, or, not, xor).
    - **Funkce** mapové algebry se dělí na lokální, fokální, zonální a globální.

# Mapová algebra

- **Kvalifikátory** řídí jak a kde se vykonává činnost (pomocné konstrukce jazyka, podmínky, cykly, ...).

**Primární prostředí pro mapovou algebru je příkazová řádka**, produkty jako např. ArcGIS nebo MGE (Grid Analyst) ale poskytují i příjemné grafické uživatelské prostředí umožňující tvorbu maker, která alespoň zčásti nahrazují programy v mapové algebře.



# Mapová algebra

- Příklad jazyka mapové algebry

```

/* sl.aml *****
/* Usage: sl <elevation grid> <slope length grid> <LS value grid>
/* {FEET | METER} {cutoff value} {slope angle grid}

/* Create a depressionless DEM *****
    &run fil.aml %sl_elev% sl_DEM

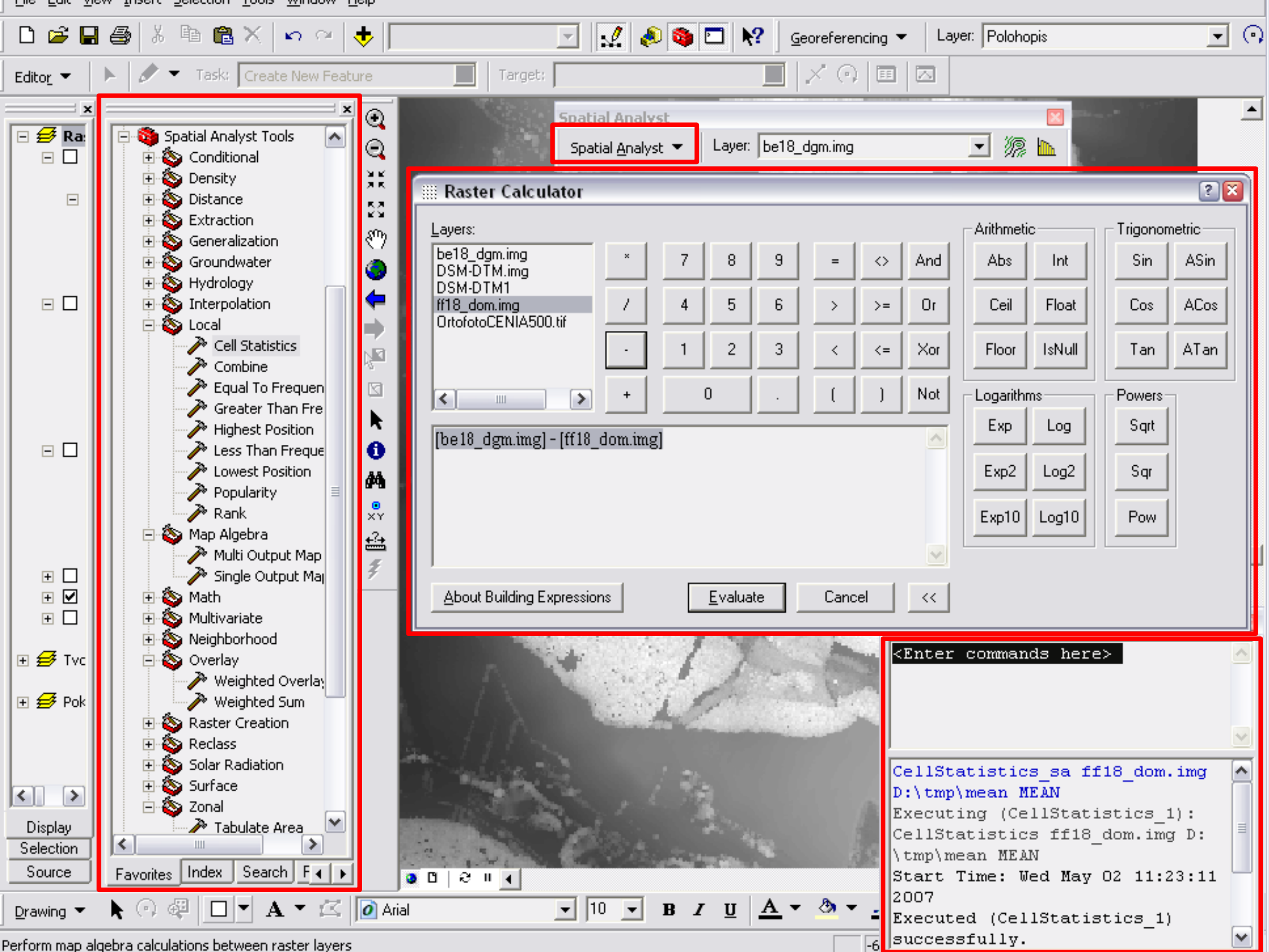
/* Create an outflow direction grid *****
    sl_outflow = flowdirection(sl_DEM)

/* Create a possible inflow grid *****
    sl_inflow = focalflow(sl_DEM)

/* Calculate the degree of the down slope for each cell *****
    &run dn_slope.aml sl_DEM sl_slope

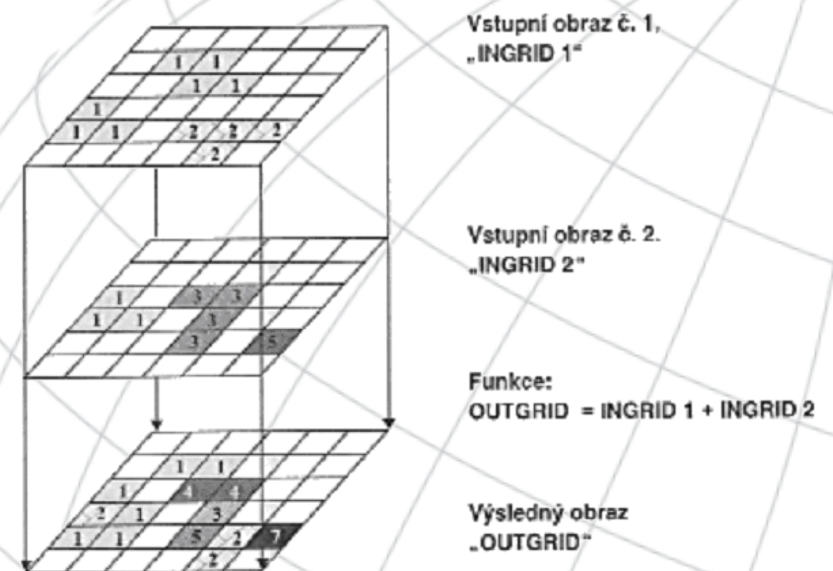
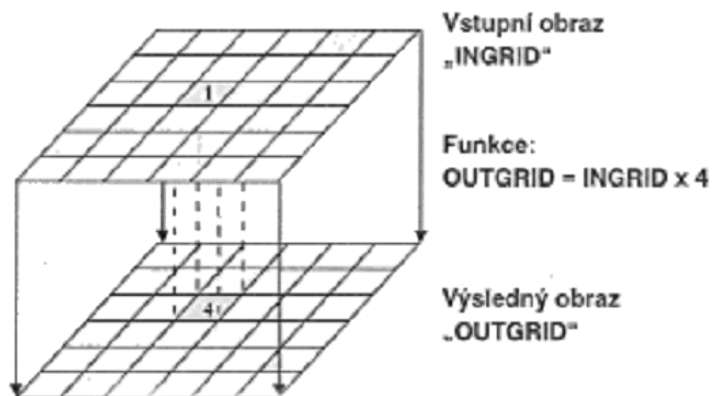
/* Calculate the slope length for each cell *****
    &sv cell_size = [show scalar $$cellsize]
    &sv diagonal_length = 1.414216 * %cell_size%
/* Convert to radians for cos--to calculate slope length
    if (sl_outflow in {2, 8, 32, 128})
sl_length = %diagonal_length% div cos(sl_slope div deg)
    else
sl_length = %cell_size% div cos(sl_slope div deg)
    endif

```



# Mapová algebra

- Z hlediska počtu zpracovávaných vrstev lze operace mapové algebry dělit na operace s jednou nebo více vrstvami.
  - Na jedné vrstvě jsou to nejčastěji skalární operace jako je připočítávání konstanty, násobení, atp. Jako příklad může posloužit tvorba 2x převýšeného DMR pro vizualizaci ve 3D.
  - Na více vrstvách jsou to operace jako sčítání vrstev, které se vykonávají s prostorově odpovídajícími si buňkami.



# Mapová algebra

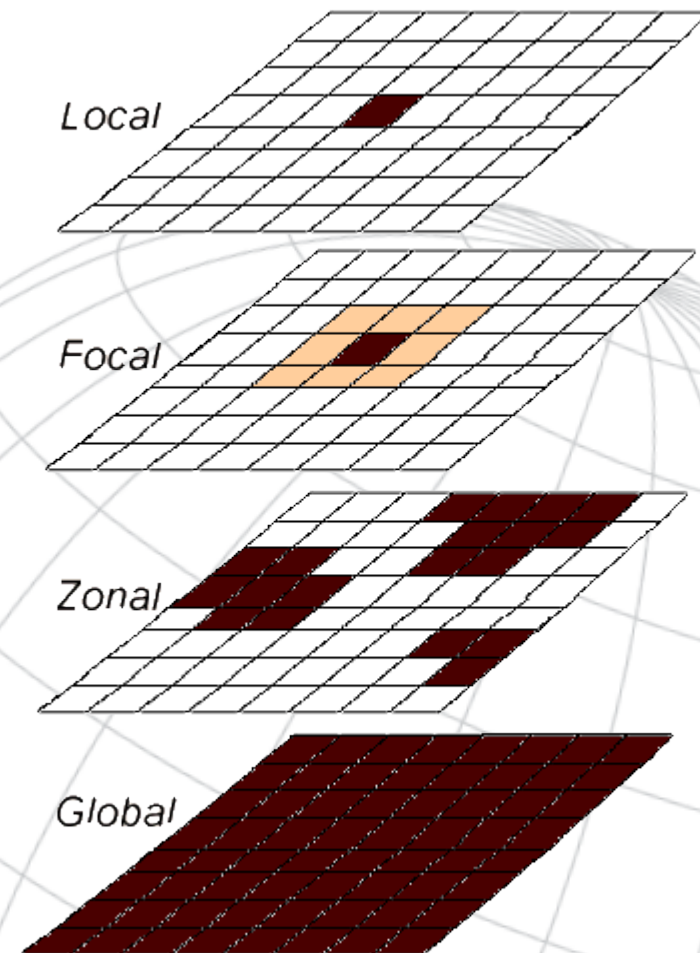
- Z hlediska oblasti ze které je počítána hodnota výsledné buňky dělíme funkce mapové algebry na:

**Lokální** – na individuální buňce, nová hodnota vzniká z individuální buňky jedné nebo více vrstev.

**Fokální** – v definovaném okolí, nová hodnota vzniká z definovaného okolí buňky.

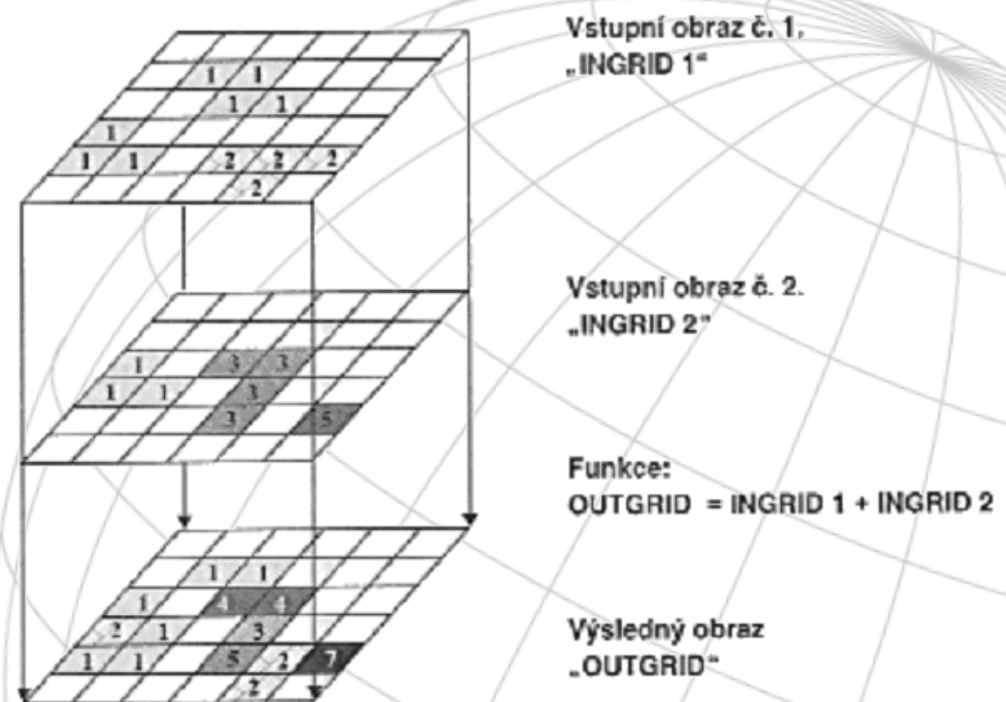
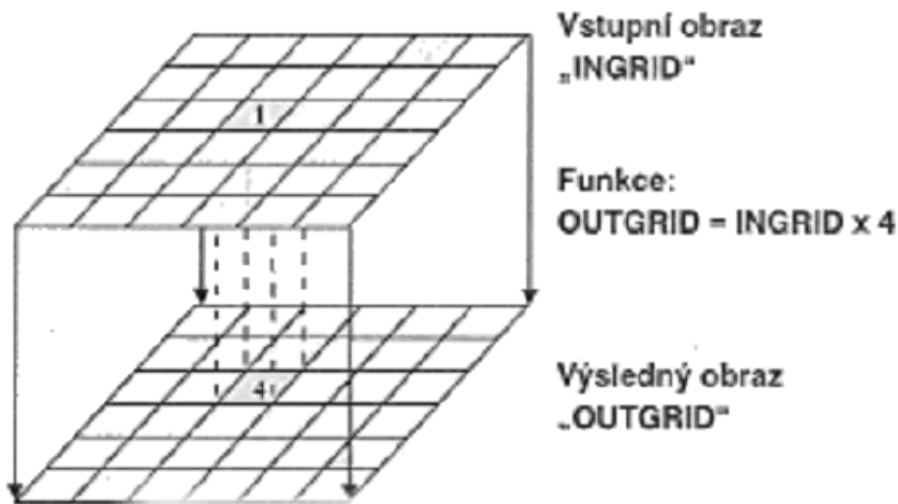
**Zonální** – na specifické oblasti, nová hodnota vzniká ze zóny definované v jiné vrstvě.

**Globální** – používají se všechny buňky informační vrstvy.



# Mapová algebra

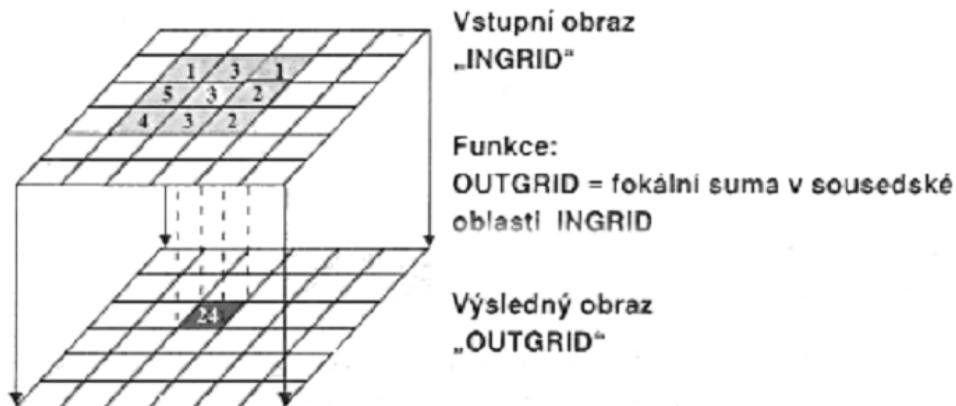
- **Lokální funkce** se obvykle dělí na matematické, trigonometrické, exponenciální, logaritmické, reklasifikační, selekční a statistické.





# Mapová algebra

- **Fokální funkce** se dělí na statistické funkce a na analýzy proudění. Většinou se provádějí na okolí 3x3 sousedních buněk, ale systémy často umožňují definovat sousedské okolí podle uživatele (kružnice, čtverec, ...).
  - Ze **statistických funkcí** jde o stanovení např. aritmetického průměru (v okolí), podobně sumy, odchylky, min, max, rozpětí a další.
  - U **analýz proudění** se počítá směr proudění (maximální rozdíl mezi hodnotou dané buňky a okolních buněk), rychlost proudění a další. Analýzy proudění jsou základem většího počtu dalších pokročilých analýz, jako jsou hydrologické analýzy, modelování eroze.

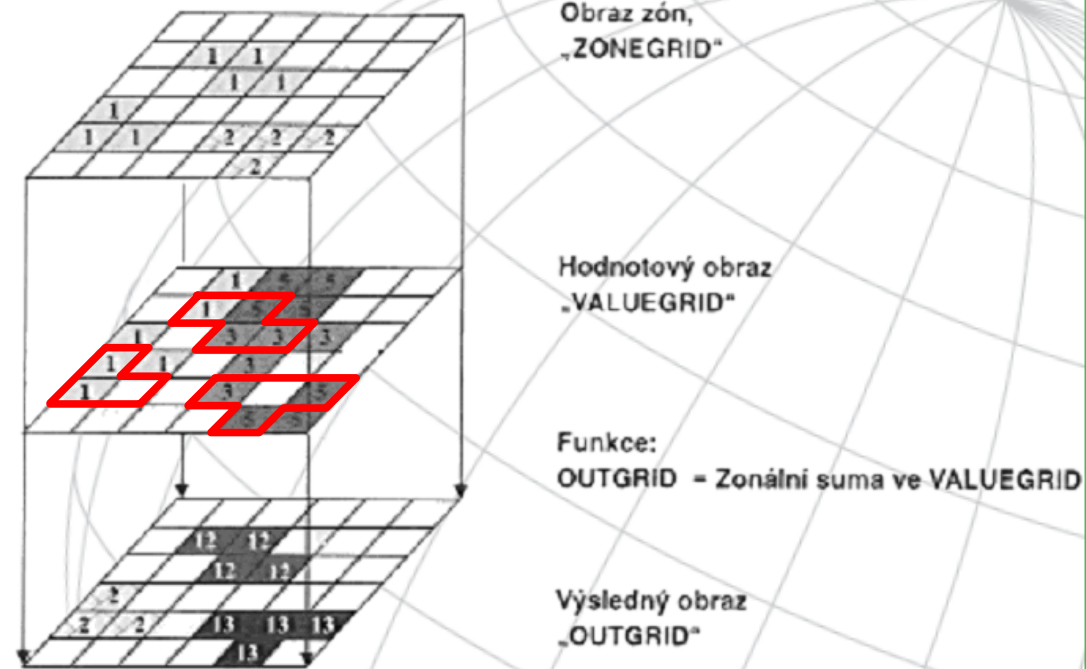


9	10	8
10	9	10
7	9	10

8	9	10	8	7	8
7	10	11	10	10	9
5	7	9	10	9	9
7	8	9	9	8	7
6	8	8	7	6	5
5	7	7	6	5	4

# Mapová algebra

- **Zonální funkce** je možné rozdělit na statistické a geometrické.
  - U statistických funkcí jde o **statistické zpracování hodnot analyzované informační vrstvy, které patří do zóny** definované v druhé informační vrstvě. Statistické funkce mohou být opět průměry, sumy, min, max.
  - Mezi **geometrické funkce** patří např. **stanovení plochy, obvodu a dalších charakteristik každé zóny**.



# Mapová algebra

- **Globální funkce** mapové algebry se zaměřují na vzdálenostní analýzy. Proto se často zařazují spíše ke vzdálenostním analýzám, o kterých budeme mluvit dále, nicméně je stále možné jejich využívání pomocí nástrojů mapové algebry.
- **Hodnota každé buňky výsledného rastru je počítána ze všech buněk zdrojového rastru.**

