



# Kartografické modelování IV - Overlay

jaro 2015

**Petr Kubíček**

**kubicek@geogr.muni.cz**

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



# Zonální statistika jako tabulka

- Výstup ve formě tabulky
- `ZonalStatisticsAsTable (ZoneRas, "Value", ValRas, OutTable, "ALL")`

1	1	0	0
NoData	1	2	2
4	0	0	2
4	0	1	1

ZoneRas

0	1	1	0
3	3	1	2
NoData	0	0	2
3	2	1	0

ValRas

 Value = NoData

=

Rowid	VALUE	COUNT	AREA	MIN	MAX	RANGE	MEAN	STD	SUM	VARIETY	MAJORITY	MINORITY	MEDIAN
1	0	5	5	0	2	2	0.6	0.8	3	3	0	1	0
2	1	5	5	0	3	3	1	1.095	5	3	0	3	1
3	2	3	3	1	2	1	1.667	0.471	5	2	2	1	2
4	4	1	1	3	3	0	3	0	3	1	3	3	3

# Určete maximální a průměrný erozní potenciál pro jednotlivé kategorie sklonu svahu

## INPUT layers

### Zone layer

(with integer slope values)

2	2	3	3
1	2	2	3
1	1	2	2
0	1	1	2

Slope (degrees)

### Value raster layer

(tonnes/ha/yr)

10	14	30	32
5	15	17	28
6	6	16	20
1	5	8	22

Erosion potential map

Cell size = 30m

## OUTPUT table

Rowid	VALUE	MAX	MEAN
1	0	1.00	1.00
2	1	8.00	6.00
3	2	22.00	16.29
4	3	32.00	30.00

- The "VALUE" column contains the integer slope values.
- The "MAX" and "MEAN" columns contain the maximum and mean erosion potential rates for each integer slope value, respectively.
- Note that "zonal statistics as table" produces a lot of information and is not limited only to "MAX" and "MEAN" (see slide 25).

Reference: ESRI



# Zonální geometrické funkce

- Pro jednotlivé zóny vypočítává geometrické charakteristiky - plocha, obvod, tloušťka (nejnižší bod v zóně), centroid...
- Obvod – jak vnitřní, tak vnější hranice (polygon s otvorem), sčítání všech hran.
- *OutRas = ZonalGeometry (InRas1, "VALUE", "PERIMETER")*


1	1	0	0
	1	2	2
4	0	0	2
4	0	1	1

InRas1

=

14.0	14.0	14.0	14.0
	14.0	8.0	8.0
6.0	14.0	14.0	8.0
6.0	14.0	14.0	14.0

OutRas

 Value = NoData



# Zonální geometrie jako tabulka

*ZonalGeometryAsTable(InRas1,"VALUE",Out\_Geom,1)*

1	1	0	0
	1	2	2
4	0	0	2
4	0	1	1

InRas

---

VALUE	AREA	PERIMETER	THICKNESS	XCENTROID	YCENTROID	MAJORAXIS	MINORAXIS	ORIENTATION
0	5.0	14.0	0.5	2.300	2.100	2.338	0.681	60.714
1	5.0	14.0	0.5	1.900	2.100	2.668	0.596	126.061
2	8.0	8.0	0.5	3.167	2.167	1.286	0.743	135.000
4	2.0	6.0	0.5	0.500	1.000	1.128	0.564	90.000

# Najděte PLOCHU zastavěného území pro jednotlivé kategorie sklonu svahu

## INPUT layers

### Zone layer

(with integer slope values)

2	2	3	3
1	2	2	3
1	1	2	2
0	1	1	2

Slope (degrees)

### Value raster layer

(1 = built-up/developed area)

	1	1	1
1	1	1	1
1	1	1	
1	1		

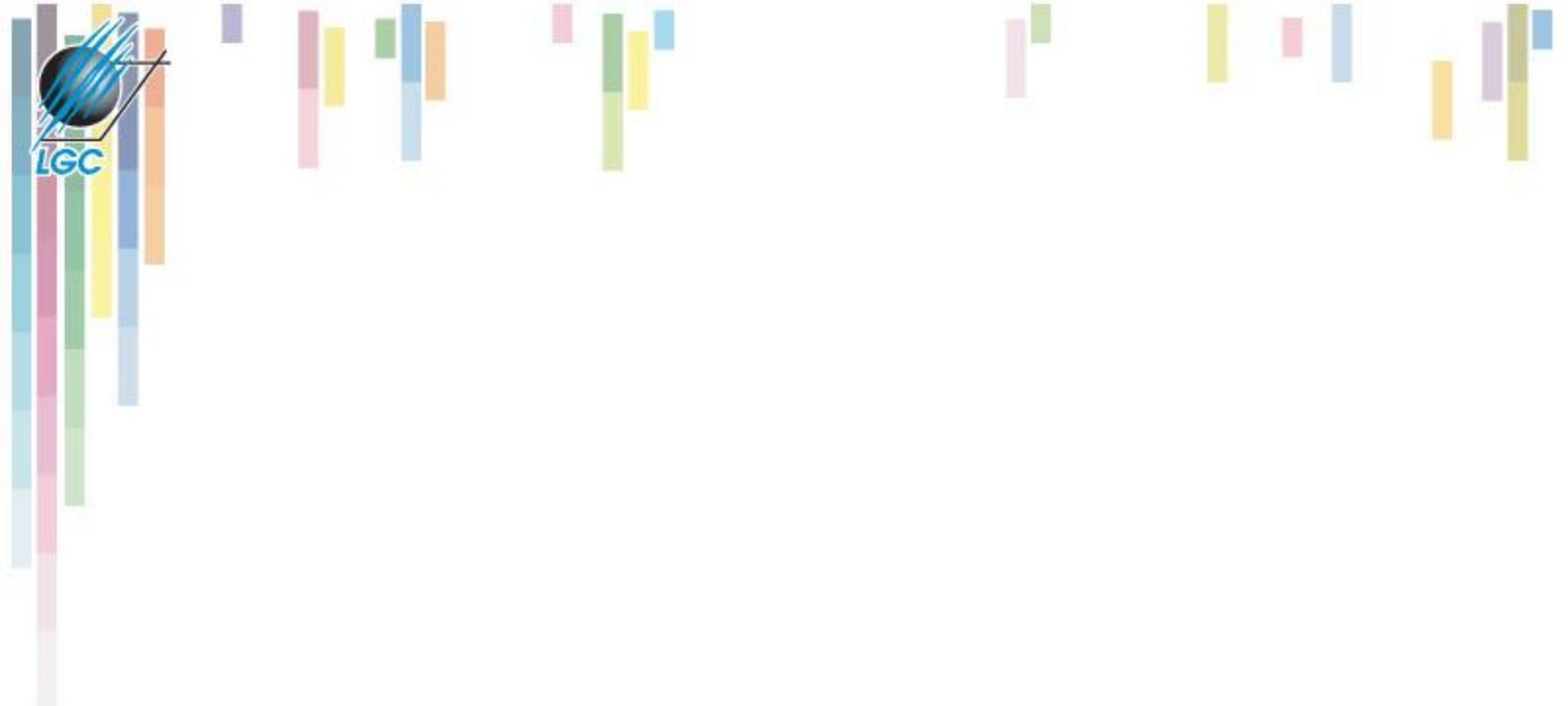
Built-up/developed area map

Value= No Data

## OUTPUT table

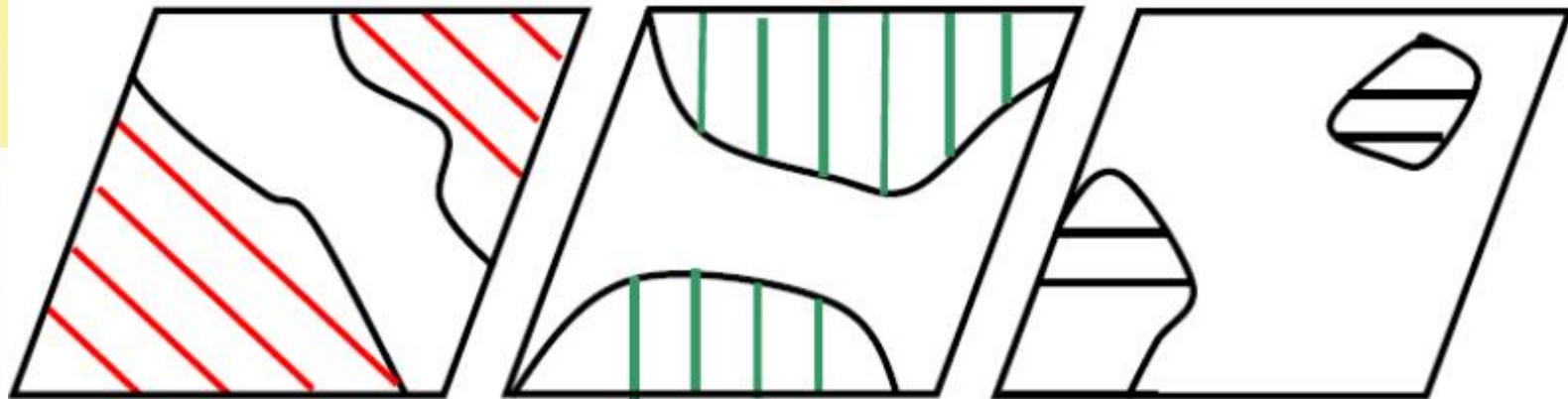
Rowid	VALUE	VALUE_1
1	0	900
2	1	3600
3	2	3600
4	3	2700

- The “VALUE” column contains the integer slope values.
- The “VALUE\_1” column contains the area (m<sup>2</sup>) of built-up/developed areas for each integer slope value.



# TOPOLOGICKÉ PŘEKRYTÍ

# Ian McHarg (1969) - Design with Nature



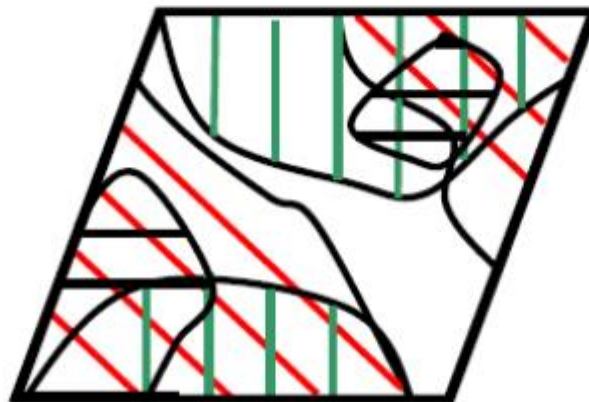
Agricultural

Aquifers

Ecology

**Route for road**

*Lightest area  
is most suitable*

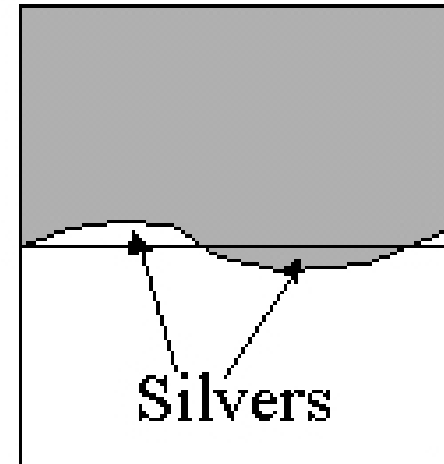


Each transparency must be the same **scale**, **projection** and be manually **registered** so that features sharing the same location overlap



# Omezení

- 1) Time Consuming and Numerically Intensive -  $(n1 + n2) \leq N \leq \infty$
- 2) All factors are treated evenly
- 3) Force the conversion of nominal data to ordinary or interval
- 4) Multiply errors, and the errors increase with the increase of the heterogeneity
- 5) Silver polygons
- 6) May come up with meaningless results (mix of nature and social, hard to explain)



# Topologické překrytí

- Obecně **dotazování dvou nebo více informačních vrstev** se označuje jako topologické překrytí (overlay) těchto vrstev.
- Původně se tento problém řešil překrytím dvou tématických 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.



## Z papíru do GIS

Overlay polygonů je výpočetně náročný – jedna z hlavních úloh GIS.

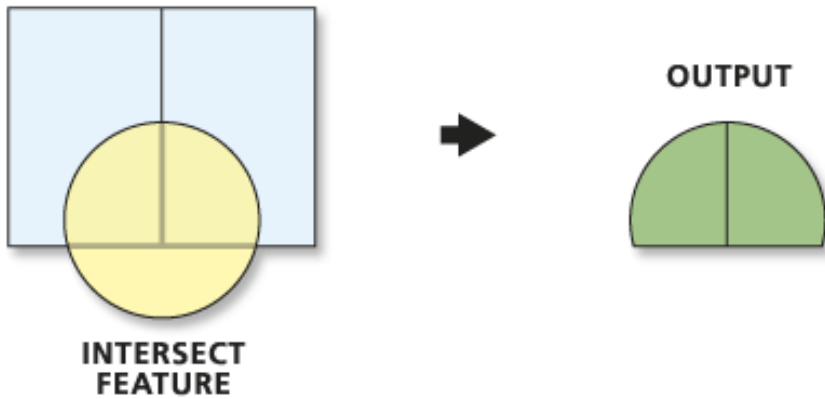
- V případě overlay je nutné:
  - Vypočítat **průsečíky** polygonů z jednotlivých vrstev a vytvořit nové polygony.
  - Vytvořit **atributovou** tabulku reprezentující všechny atributy pro nové polygony
  - **Označit** nově vzniklé polygony, případně spojit sousední polygony, pokud mají stejnou novou hodnotu.
  - Vyhodnotit **chyby** vzniklé při procesu (sliver polygons)
- Přesný postup závisí na tom, zda byla vytvořena topologie jednotlivých vrstev.

# Overlay

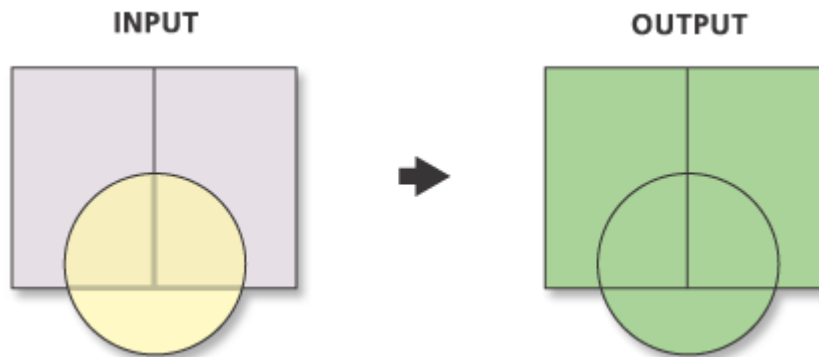
- Pro kombinaci vstupních objektů se opět používají pravidla výrokové (Booleovské) logiky.
- GIS systémy obvykle nabízejí:
  - **INTERSECT** (AND - průnik),
  - **UNION** (OR - sjednocení),
  - **IDENTITY** ( ?? přiřazení na základě prostorového umístění – zachovává všechny vstupní objekty).

# Příklady overlay

**Intersect**

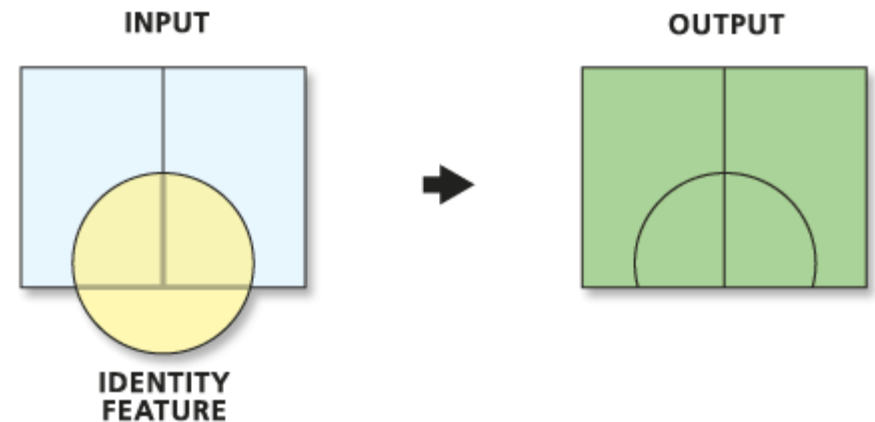


**Union**



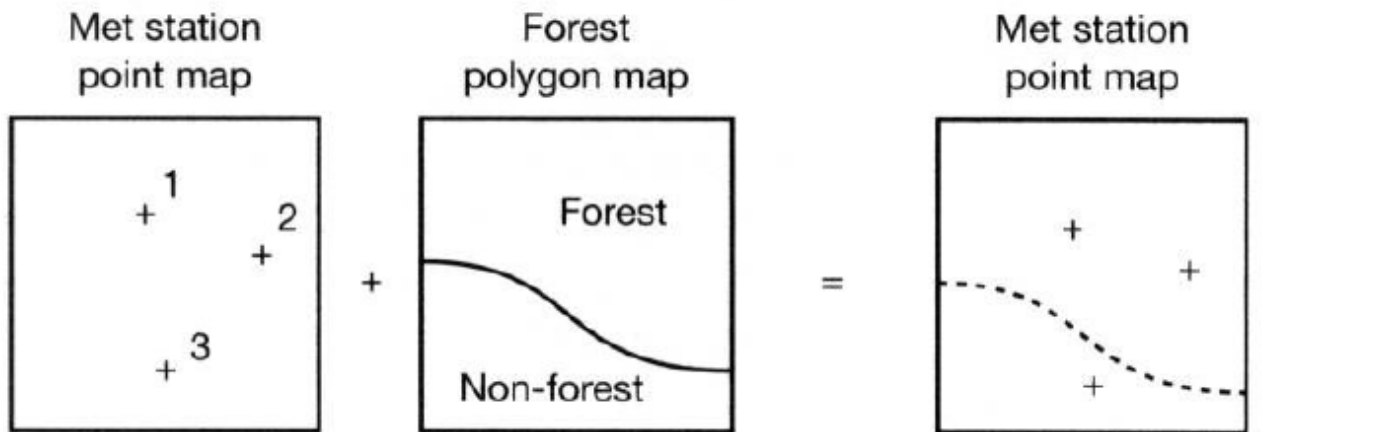
**Identity**

**A OR (A AND B)**



# Základní typy geometrického překryvu (overlay)

- Point in polygon
- Line in polygon
- Polygon on polygon



Met station attribute table

Point ID	Land use
1	Forest
2	Forest
3	Non-forest

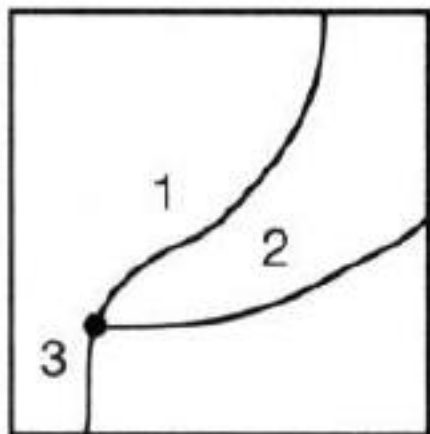
point-in-polygon example



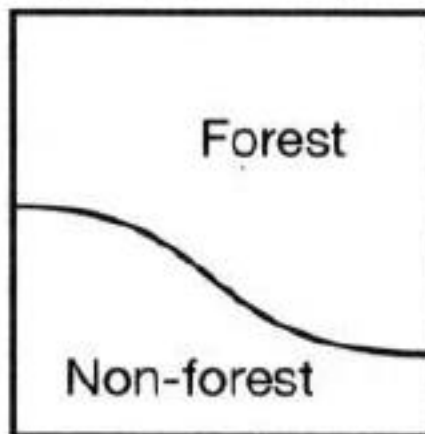
# Základní typy geometrického překryvu (overlay)

- **Line in polygon**

Road  
line map



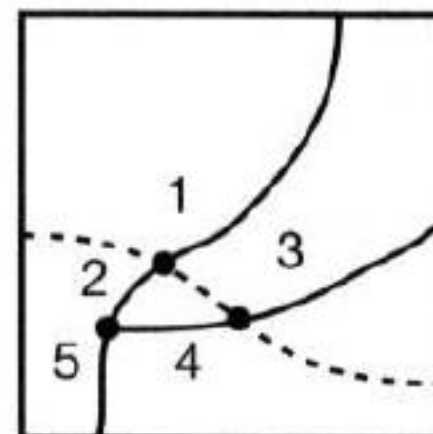
Forest  
polygon map



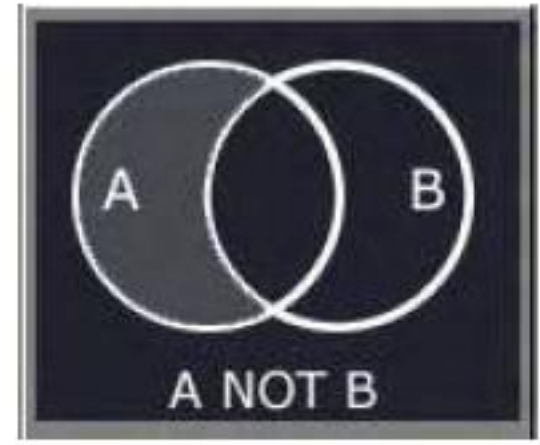
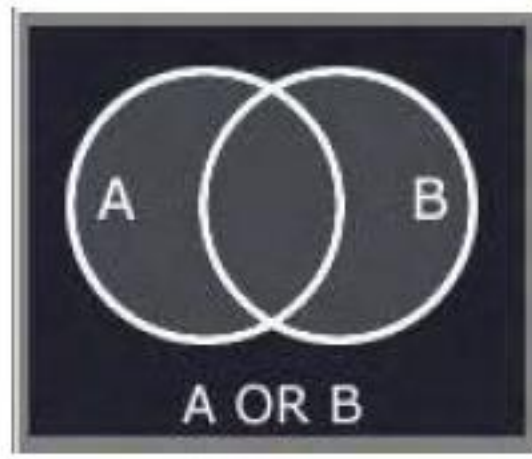
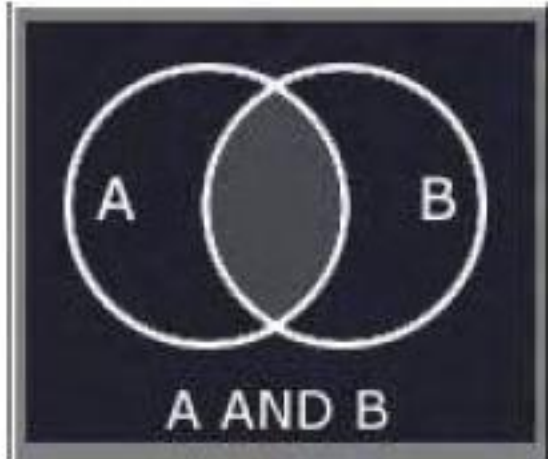
+

=

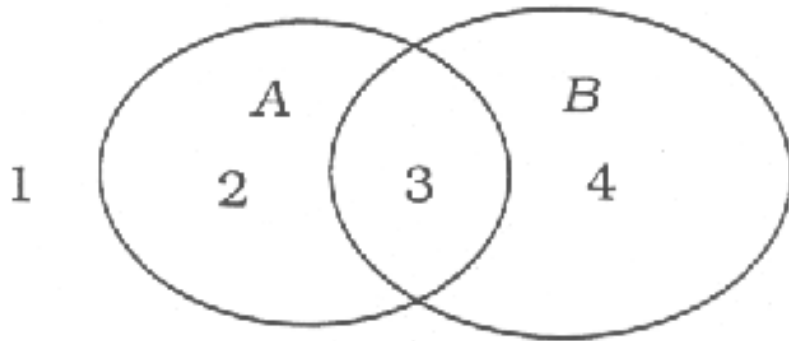
Road  
line map



- **Polygon on polygon**







# Intersect

- Boolean koncept – 16 možností

Intersection Concept

1	2	3	4	
1	1	1	0	A.OR.(NOT B)
1	1	1	1	NOT NULL
1	1	0	0	NOT B
1	1	0	1	(NOT A).OR.(NOT B)
1	0	1	0	(A.AND.B).OR.((NOT A).AND.(NOT B))
1	0	1	1	(NOT A).OR.B
1	0	0	0	(NOT A).AND.(NOT B)
1	0	0	1	NOT A
0	1	1	0	A
0	1	1	1	A.OR.B
0	1	0	0	A.AND.(NOT B)
0	1	0	1	(A.AND.(NOT B)).OR.((NOT A).AND.B)
0	0	1	0	A.AND.B
0	0	1	1	B
0	0	0	0	NULL
0	0	0	1	(NOT A).AND.B

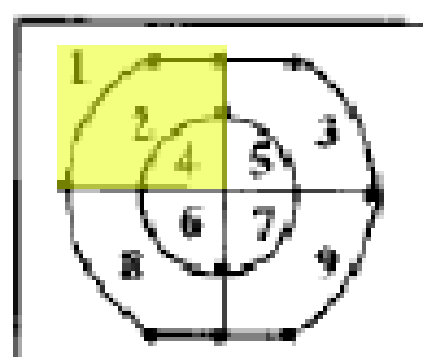
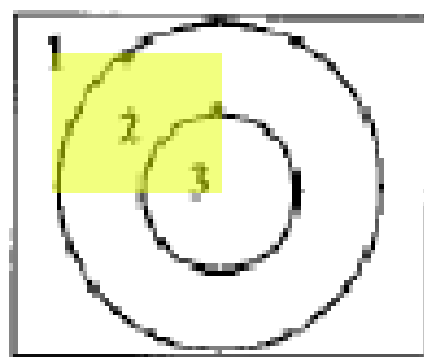
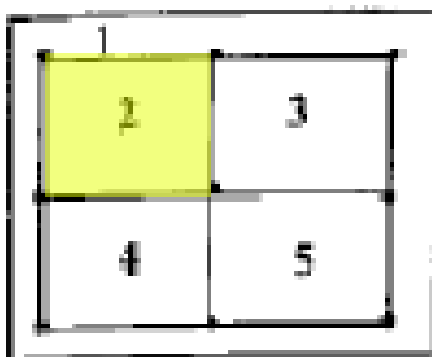
# Overlay – hlavní rysy

- 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.
- Tím se topologická překrytí liší od prostorových dotazů, kde žádné nové vrstvy nevznikají.

Vstupní vrstva

Překrývající vrstva

Výstupní vrstva



Vstupní vrstva	
#	Atribut
1	
2	A
3	B
4	C
5	D

Překrývající vrstva	
#	Atribut
1	
2	102
3	103

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



# Další topologické operace

Dalšími případy topologických operací jsou: **CLIP** a **ERASE, UPDATE** a **SPLIT**

- mají tu vlastnost, že **atributy** nejsou spojovány, ale **přejímány ze vstupní vrstvy** (jedna vrstva je vždy vstupní 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 spíše patří do kategorie **restrukturalizace** dat.

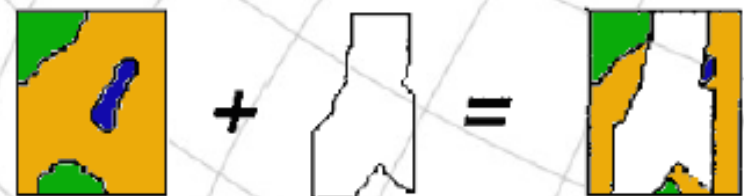
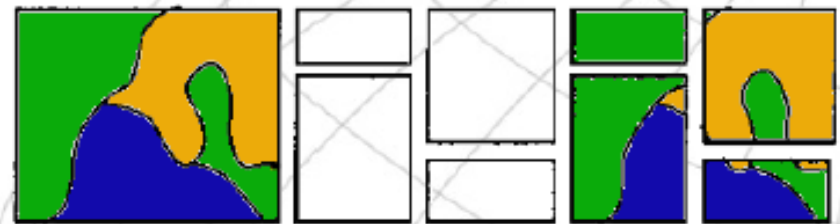
# Další topologické operace

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

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

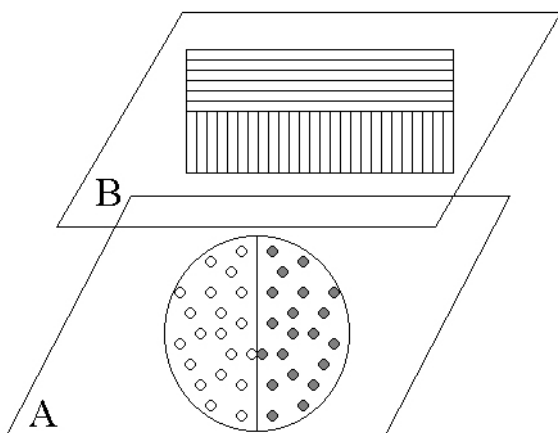
**SPLIT** - rozdělí vstupní vrstvu na části pomocí hranic definovaných polygony ve druhé vrstvě.

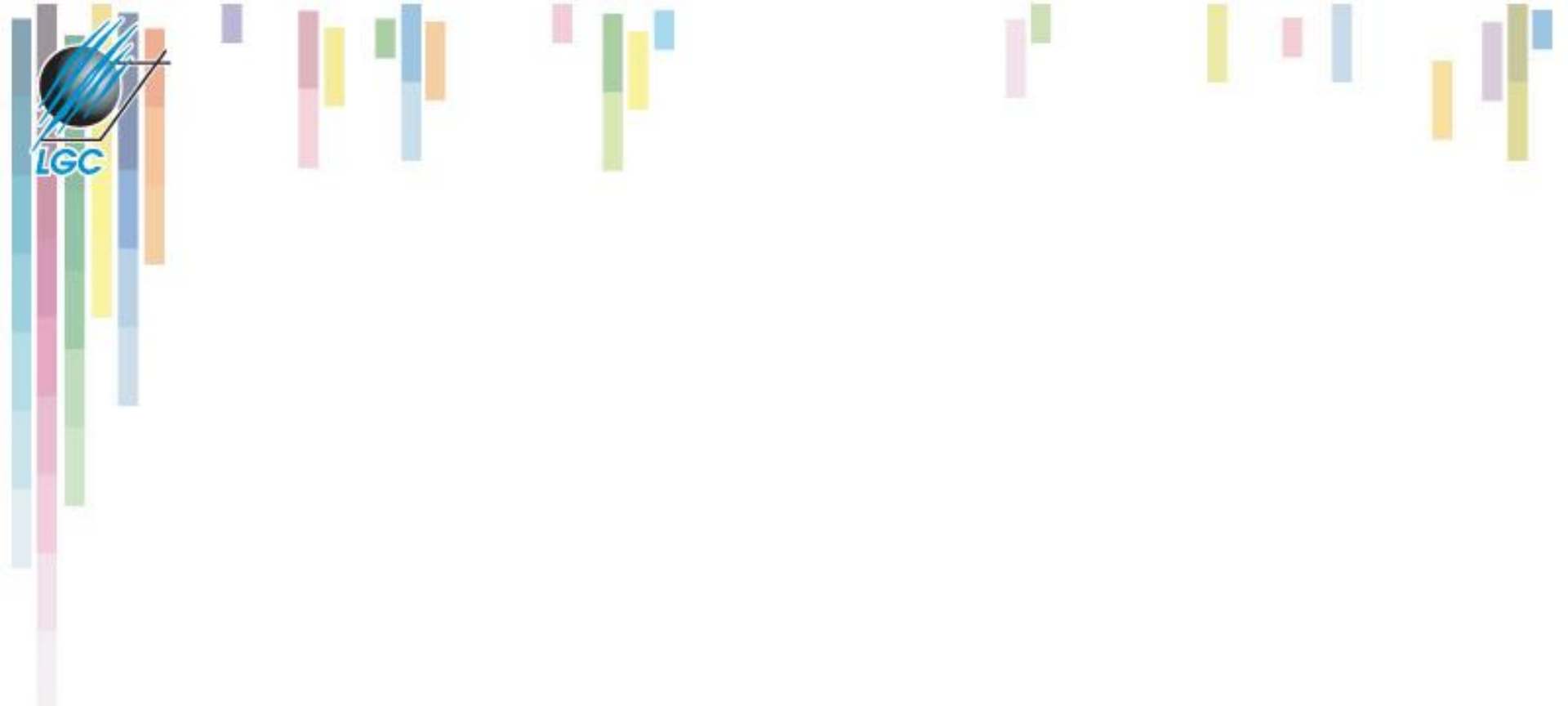
**ERASE** - opak CLIP odstraní části vstupní vrstvy pomocí polygonů definovaných v druhé vrstvě.



# Hlavní typy overlay

Polygon Overlay	Logic Expression	Geometric Change	Result
Intersect	A .AND. B	Only features in the area common to both coverages will be preserved.	
Union	A .OR. B	All polygons from both coverages will be split at their intersections and preserved in the output coverage	
Update	(A .AND. (NOT B)) .AND. B	Replaces the input coverage areas with the update coverage polygons using a cut-and-paste operation	
Identity	A .OR. (A .AND. B)	All features of the input coverage, as well as those features of the overlay coverage that overlap with the input, are preserved.	
Clip	(A .AND. B) .OR. B	Features from the input coverage that overlap with the overlay coverage.	
Erase	A .AND. (NOT B)	Erase the input coverage features that overlap with the overlay coverage.	

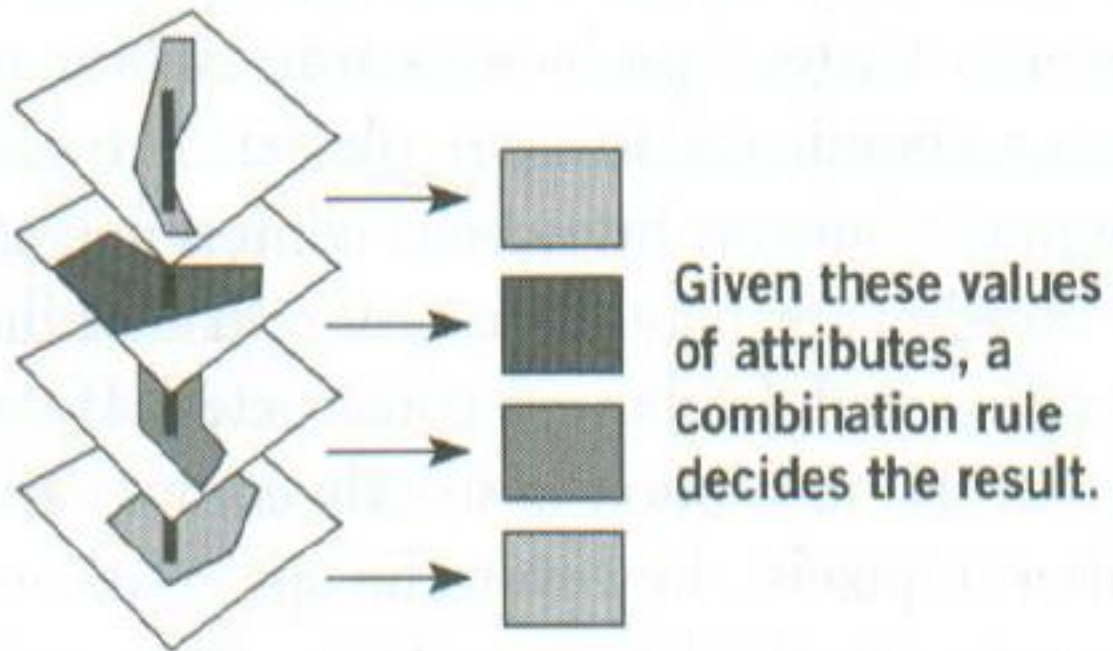




**... A CO ATRIBUTY??**

# Chrismanova taxonomie pro atributy

- Sada atributů pro oblast výzkumu – vychází z předpokladu, že potřebujeme zjistit všechny atributy pro všechny oblasti výzkumu

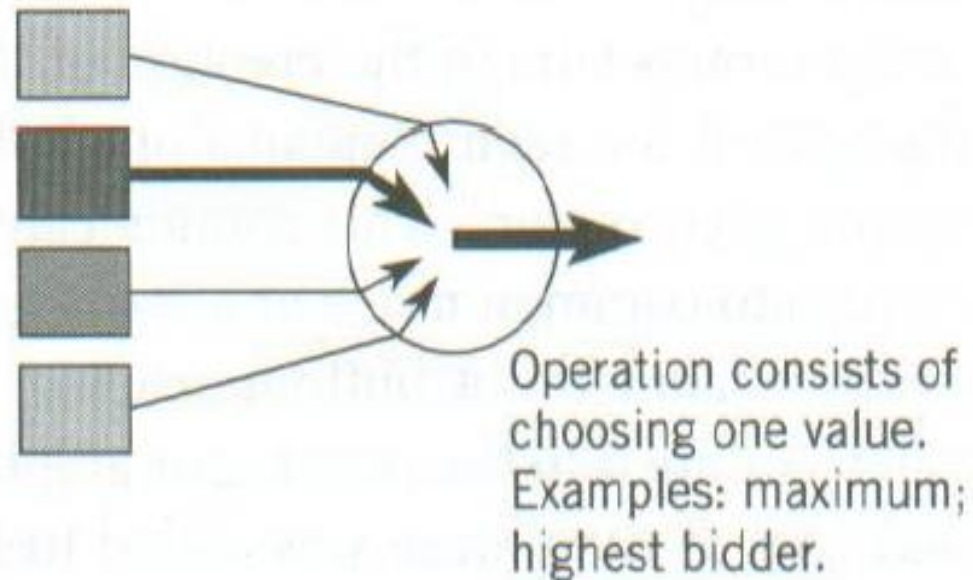
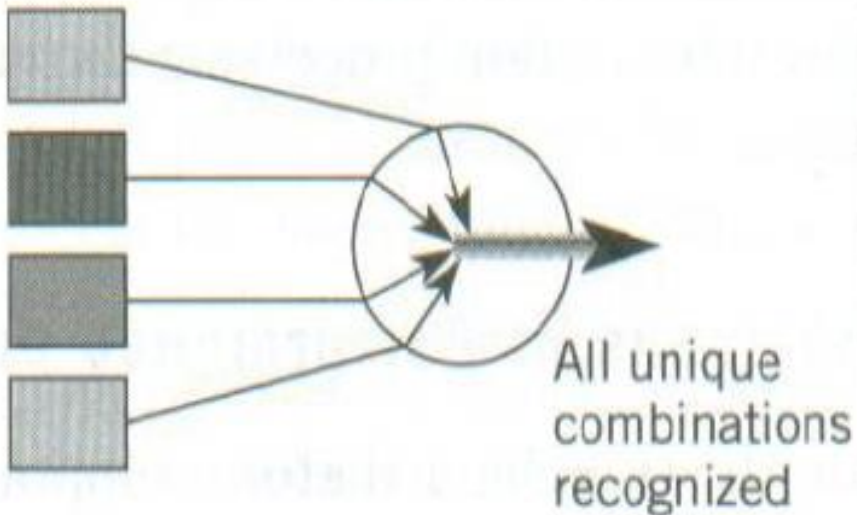


- Traditional McHarg's Polygon Overlay is Contributory method only.
- Modern GIS expands the attribute determination to Enumeration, Dominance, Contributory, and Interaction.



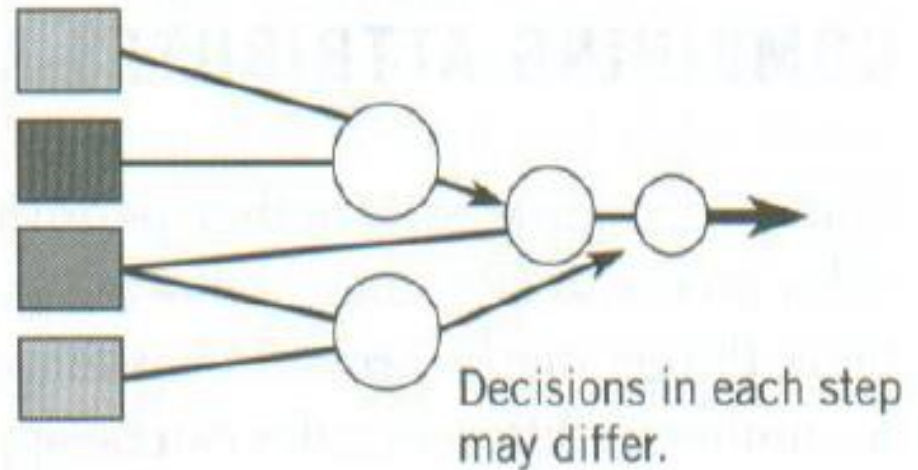
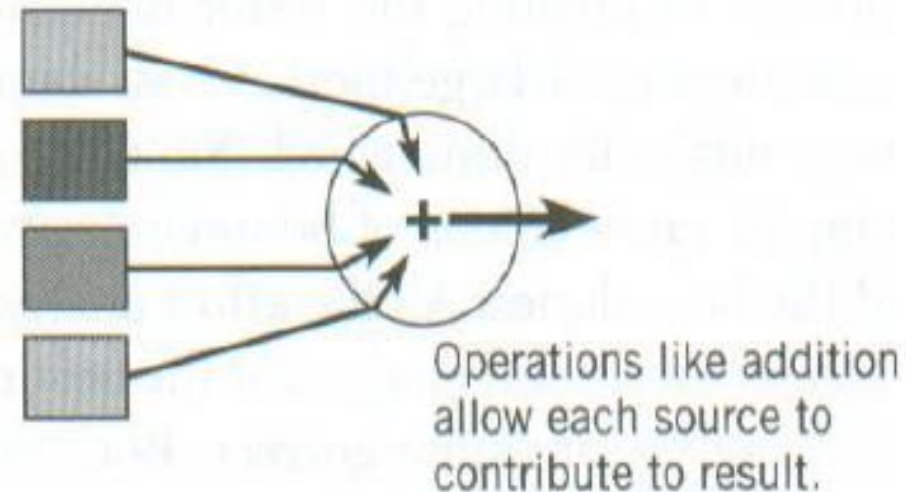
# Základní pravidla (1)

- Pravidlo **výčtu** (enumeration) – všechny atributy jsou zachovány pro výstup
- Pravidlo **dominance** – pouze vybraná hodnota je zachována pro výstup



## Základní pravidla (2)

- Pravidlo **příspěvkové** – všechny atributy přispějí k výsledku
- Pravidlo **interakce** – vždy dvě hodnoty přispějí do výsledku



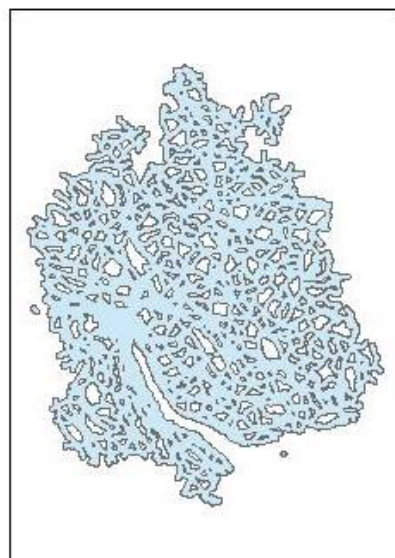
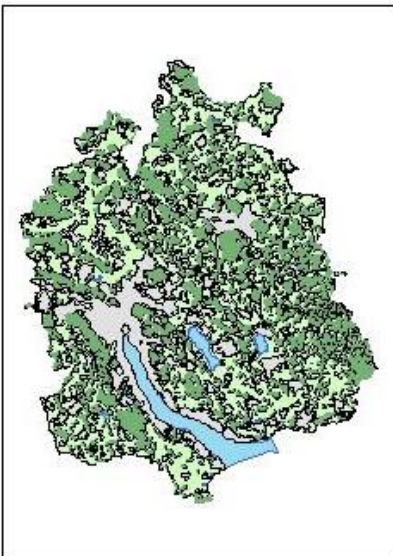
# Pravidlo dominance

- Pro nově vzniklou oblast je vybrána pouze jedna hodnota, ostatní jsou ignorovány.
- Jakmile najdeme vylučovací hodnotu, není potřeba hledat další.
- Použití Boolean pravidel
- Často užitá při analýze vhodnosti (suitability analysis).

- Najděte oblasti vhodné pro výuku lyžování
- **Musí splnit následující kritéria:**
  - Land cover v kategorii „open“
  - Do vzdálenosti 400 m od silnice (přístupnost).
  - Svažitost mezi  $10^{\circ}$  a  $20^{\circ}$  (optimální pro lyžařské svahy).
- Pokud **kterékoliv** z kritérií není splněno, pak není území vhodné pro dané využití.
- Provedeme overlay všech tří datových sad a následně využijeme operace „AND“ na attributech nových polygonů, abychom našli vhodnou oblast.

### Landcover

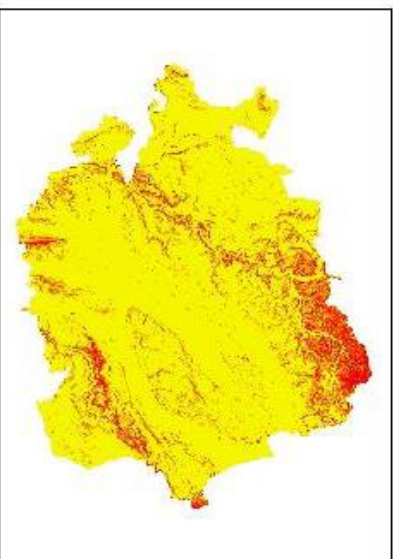
- Sonstiges
- Obstanlage
- Reben
- See
- Siedl
- Stadtzentr
- Stausee
- Wald



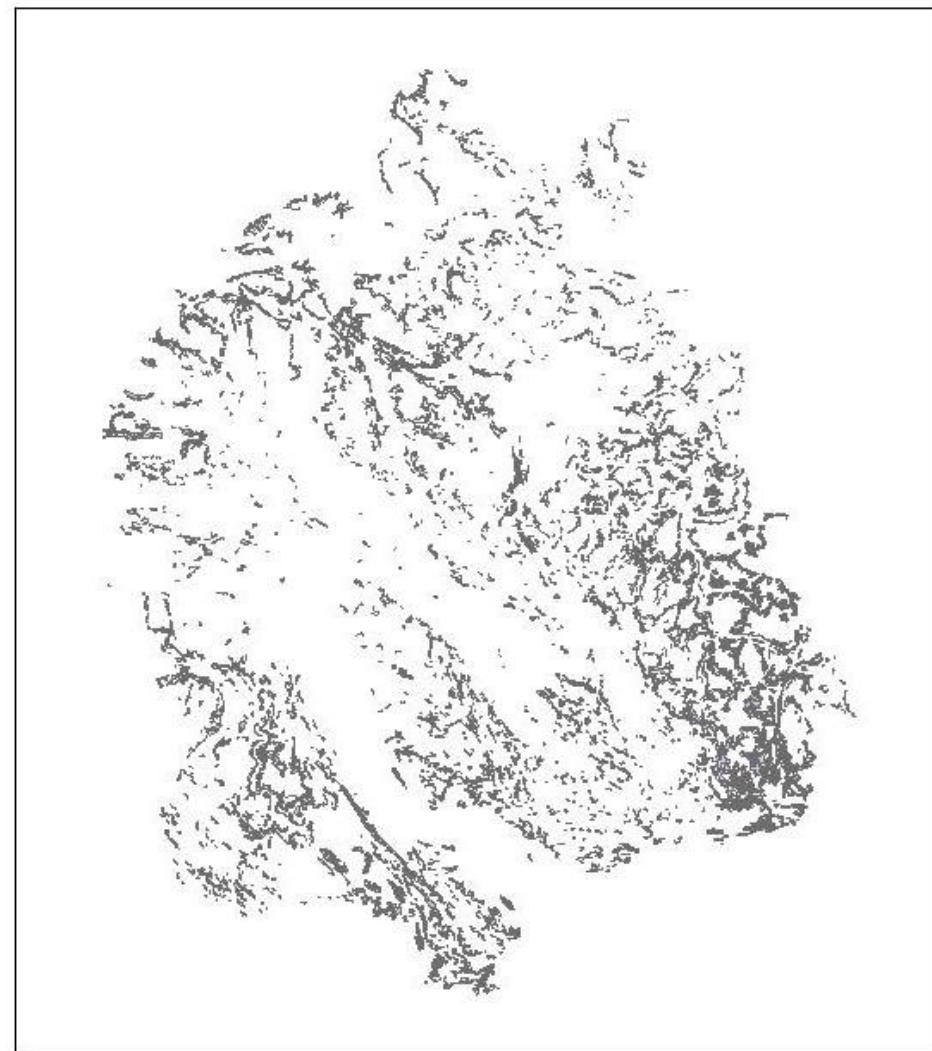
Within 400m of roads

### Slope

- 5 - 10
- 11 - 15
- 16 - 20
- 21 - 30
- 31 - 55



**AND**



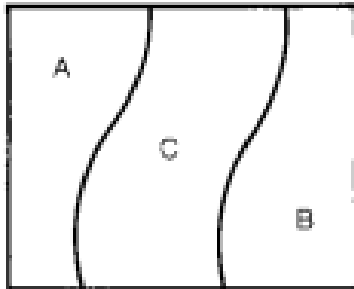
Areas within 400m of roads, which are open and between 10 and 20 degrees



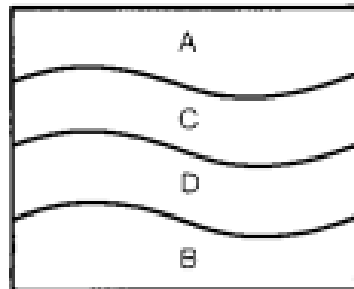
# Pravidlo příspěvku (contributory)

- Využity hodnoty ze všech vstupních vrstev.
- Hodnoty jsou následně kombinovány pomocí vybrané aritmetické operace (obvykle součet)
- Předpokládáme, že hodnoty jsou nezávislé
- Výsledek závisí na tom, jak jsou příspěvky počítány – nezávisle či s vahami.
- Odlišné kombinace mohou dávat stejné výsledky:  
**Př:  $1 + 1 + 2 + 2 = 6 = 1 + 1 + 1 + 3$**   
– **Otázka relevance hodnot a jejich vah**
- Pravidlo může využívat i jiné funkce (násobení).

Factor 1 types map



Factor 2 types map

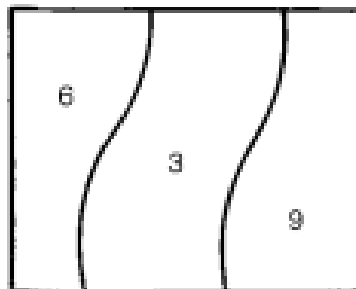


Factor types	Land uses				•	•	•
	R1	R2	R3	R4			
Factor 1 weight	3						
Type A	2	•	•	•			
Type B	3	•	•	•			
Type C	1	•	•	•			
Factor 2 weight	5						
Type A	2	•	•	•			
Type B	3	•	•	•			
Type C	1	•	•	•			
Type D	2	•	•	•			

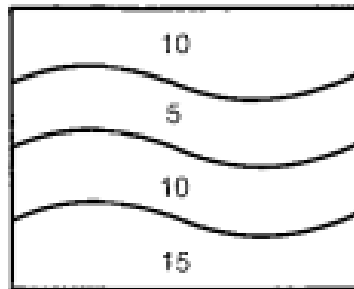
Step 1: map data factors by type

Step 2: rate each type of each factor and weight each factor for each land use

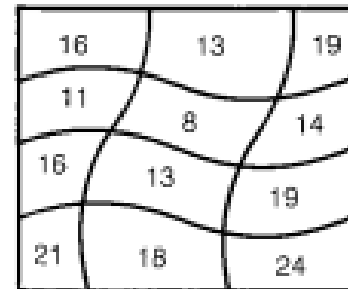
Factor 1 suitability map



Factor 2 suitability map



Composite suitability map



Step 3: map ratings for each land use, one set of maps for each land use

Step 4: overlay single-factor suitability maps to obtain composite, one map for each land use

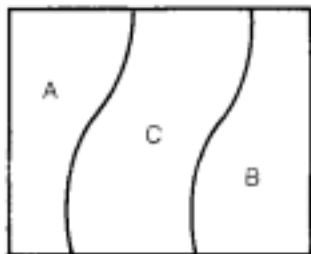
# Pravidlo interakce

V reálném světě je většina faktorů vzájemně provázání (předchozí pravidlo to přehlíží).

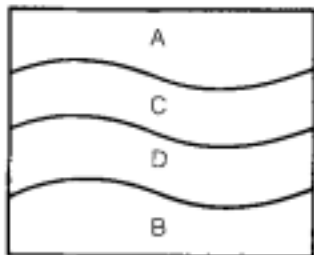
- Zde předpokládáme, že vrstvy jsou **závislé**.
- Přístup 1 – vyzkoušíme všechny možné kombinace a ohodnotíme je – problém s počtem a nepřehledností ( $10 \times 4 \times 3 \times 4 = 480$  pro 4 vrstvy s 10, 4, 3 a 4 proměnnými).
- Reálně je počet kombinací menší v důsledku prostorové autokorelace (Toblerův zákon).
- Nejsou příliš časté – velká komplexita.



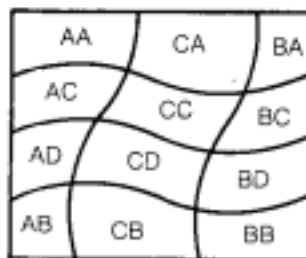
Factor 1 types map



Factor 2 types map



Composite land types map



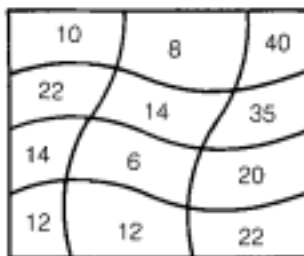
Step 1: map data factors by type

Step 2: intersect factor types maps to obtain composite

Nalezení  
možných  
**kombinací** a  
jejich  
následné  
**ohodnocení**

Regions	Land uses			
	R1	R2	R3	R4
AA	10.0	•	•	•
AB	12.0	•	•	•
AC	22.0	•	•	•
AD	14.0	•	•	•
BA	40.0	•	•	•
BB	22.0	•	•	•
BC	35.0	•	•	•
BD	20.0	•	•	•
CA	8.0	•	•	•
CB	12.0	•	•	•
CC	14.0	•	•	•
CD	6.0	•	•	•

Composite suitability map



Step 3: rate each region for each land use

Step 4: map suitability ratings for each land use, one map for each land use