



MUNI

Kartografické modelování IX

Topologické překrytí - Overlay

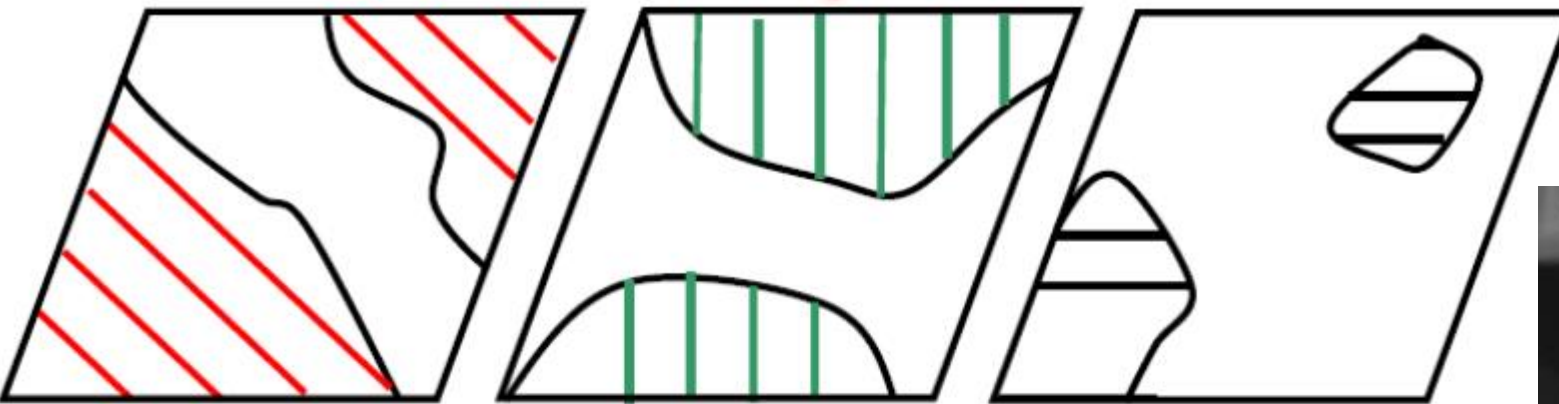
jaro 2023

Petr Kubíček

kubicek@geogr.muni.cz

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

Ian McHarg (1969) - Design with Nature



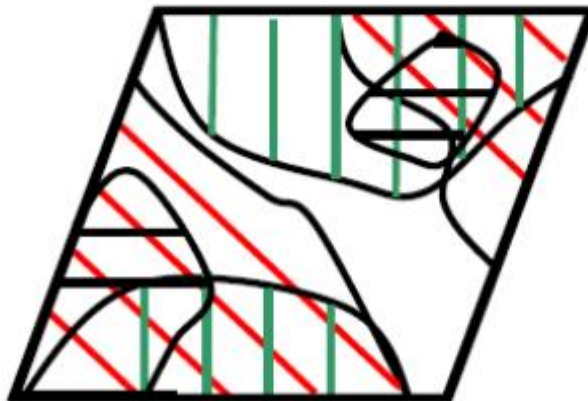
Agricultural

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



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.



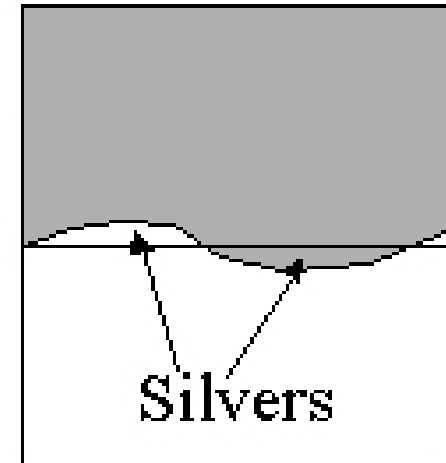
Z papíru do GIS

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.

Omezení

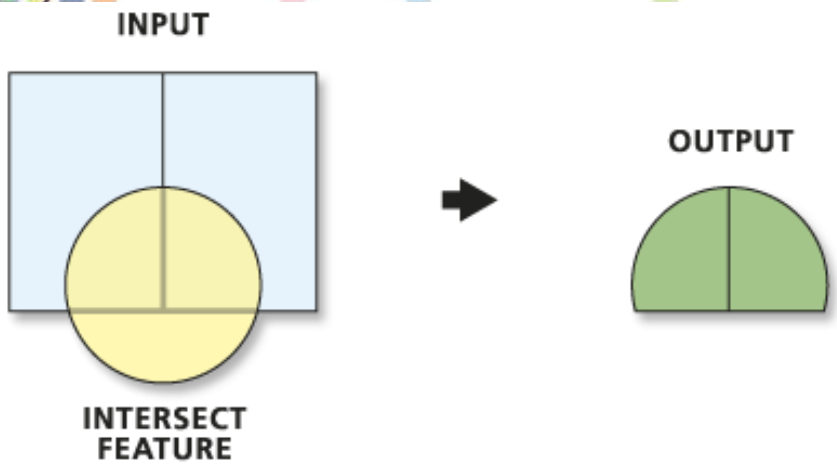
- 1) Časově a výpočetně náročné
- 2) Všechny faktory mají stejnou váhu
- 3) Nutná konverze nominální dat na ordinální či intervalová
- 4) S narůstající heterogenitou dat roste počet chyb
- 5) Zbytkové polygony
- 6) Nesmyslné výsledky, zejména při kombinaci přírodních a sociálních faktorů.



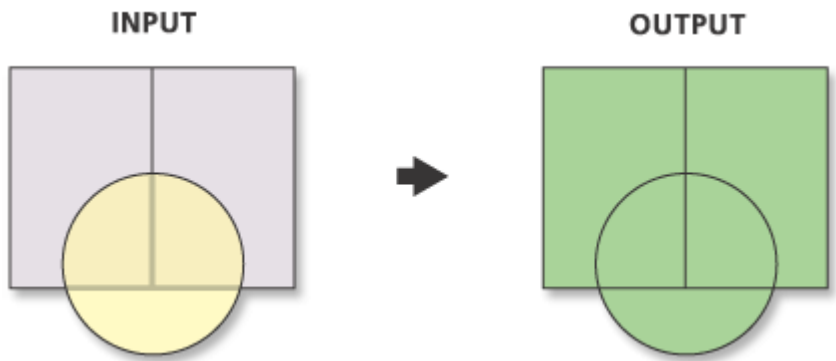
- Pro kombinaci vstupních objektů se opět používají pravidla výrokové (Booleovské) logiky.
- GIS systémy obvykle nabízejí:
 - **INTERSECT** (AND - průnik),
 - **UNION** (OR - sjednocení),
 - **IDENTITY** (?? přiřazení na základě prostorového umístění – zachovává všechny vstupní objekty).

Příklady overlay

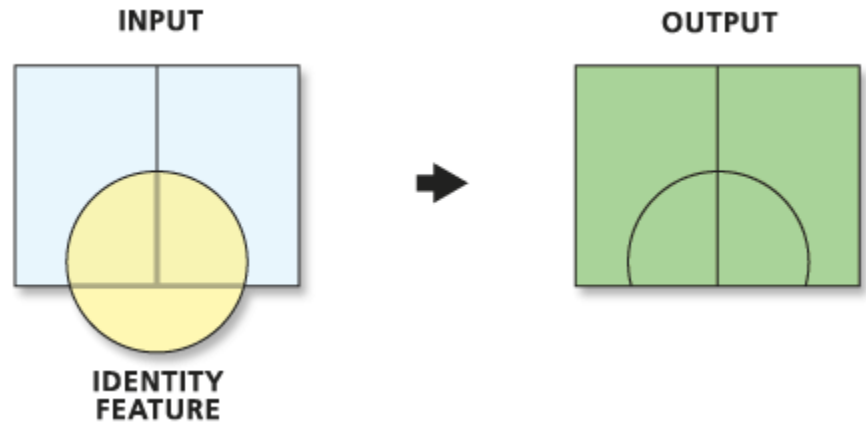
Intersect



Union



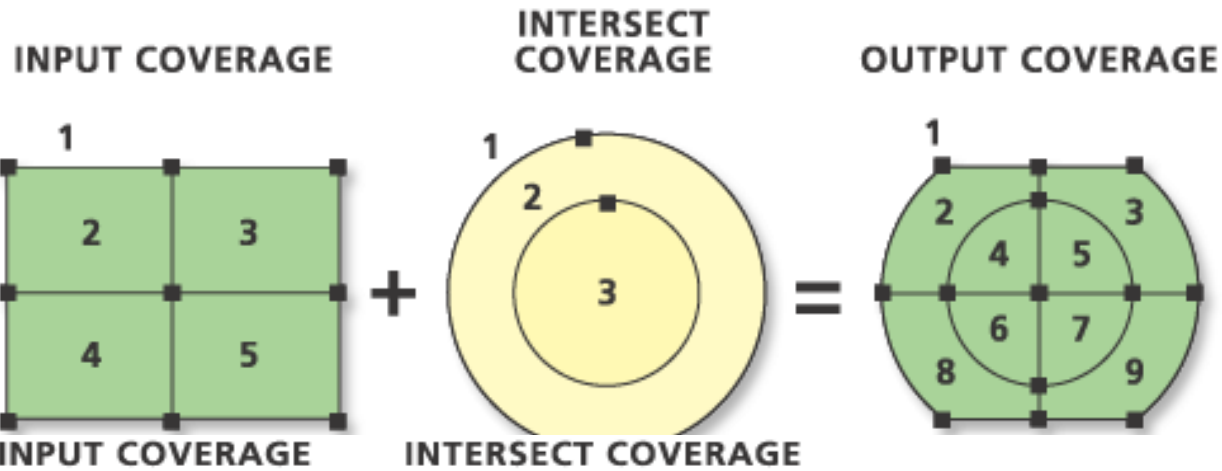
Identity
A OR (A AND B)



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.

Overlay vektor - intersect



ATTRIBUTE

1	
2	A
3	B
4	C
5	D

ATTRIBUTE

1	
2	102
3	103

OUTPUT COVERAGE

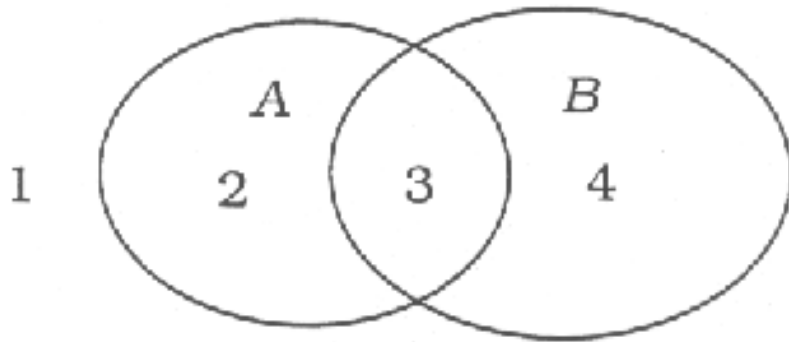
#	
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	

INPUT COVERAGE

#	ATTRIBUTE
1	
2	A
3	B
4	A
5	B
6	C
7	D
8	C
9	D

INTERSECT COVERAGE

#	ATTRIBUTE
1	
2	102
2	102
3	103
3	103
3	103
3	103
2	102
2	102



Intersect – zápis pomocí výrokové logiky

- 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

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.

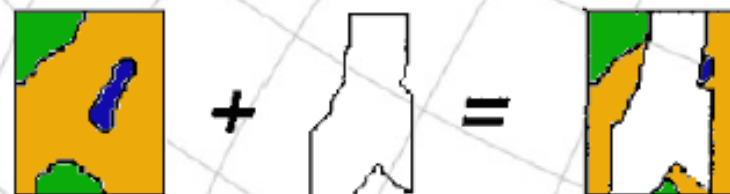
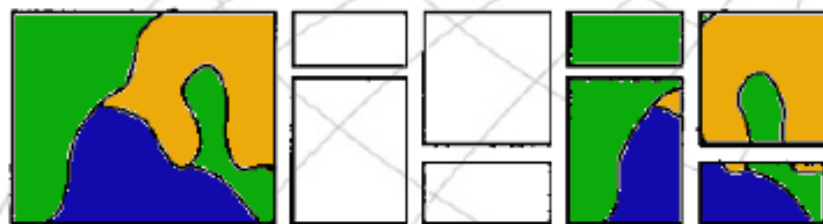
Další topologické operace

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

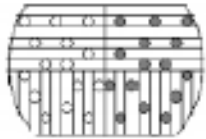

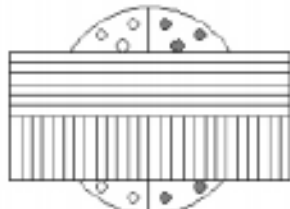

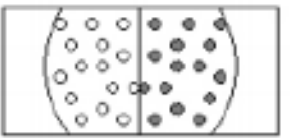
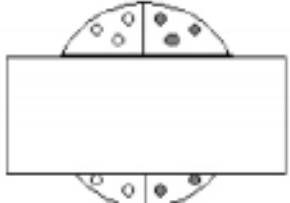
CLIP - ořízne vstupní vrstvu pomocí definovaných polygonů v druhé vrstvě.

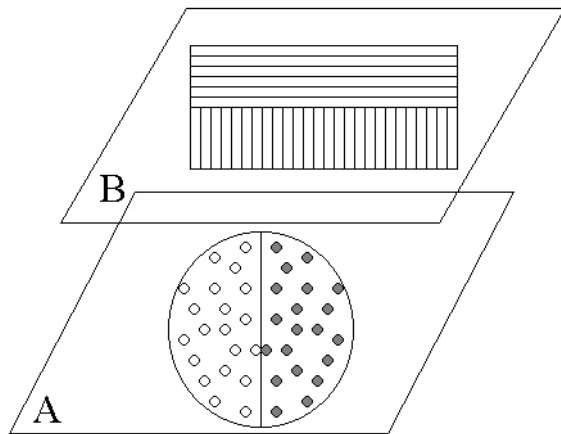
SPLIT - rozdělí vstupní vrstvu na části pomocí hranic definovaných polygony ve druhé vrstvě.

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



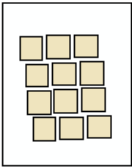
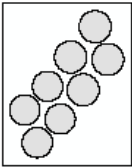

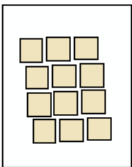
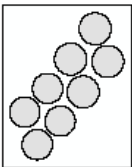
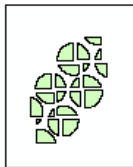
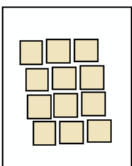
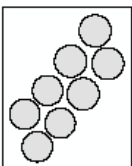
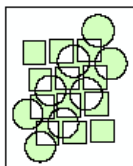
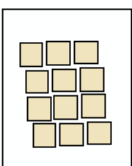
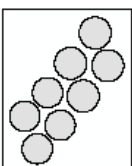
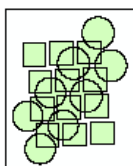
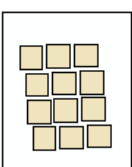
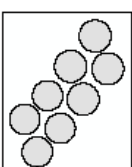
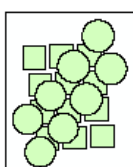
Hlavní typy overlay

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

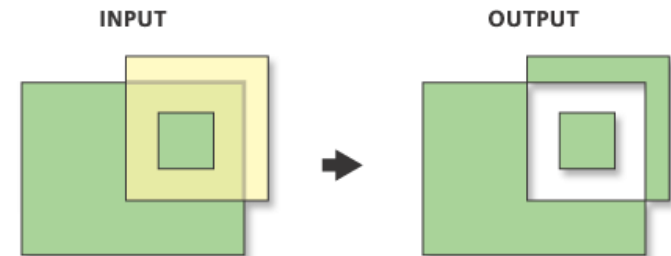




Overlay operace v ArcGIS Pro

Input features	Overlay features	Operation	Result
		Identity	
		Intersect	
		Symmetrical difference	
		Union	
		Update	

Symmetrical difference

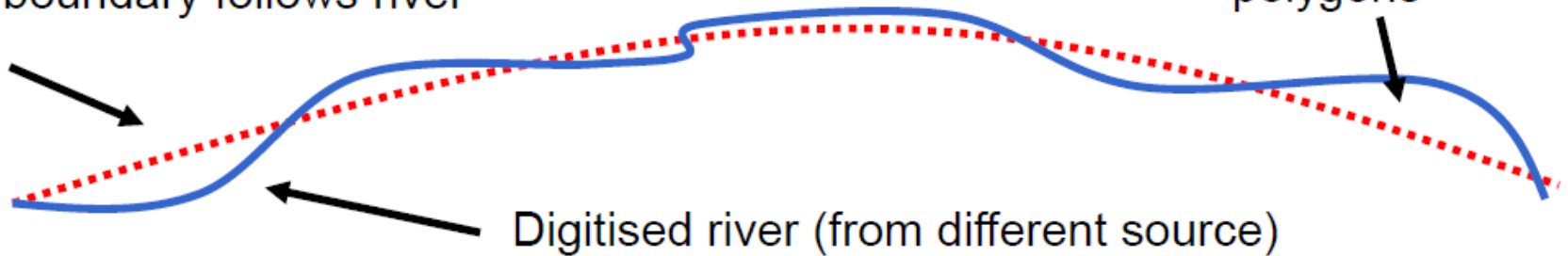




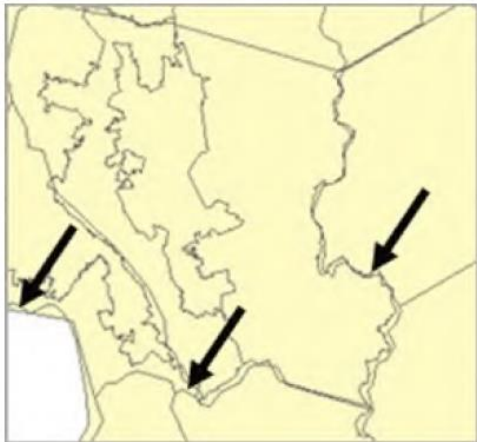
Nepřesnosti a zbytkové polygony (slivers)

Local boundary follows river

Overlay results in spurious sliver polygons



Digitised river (from different source)

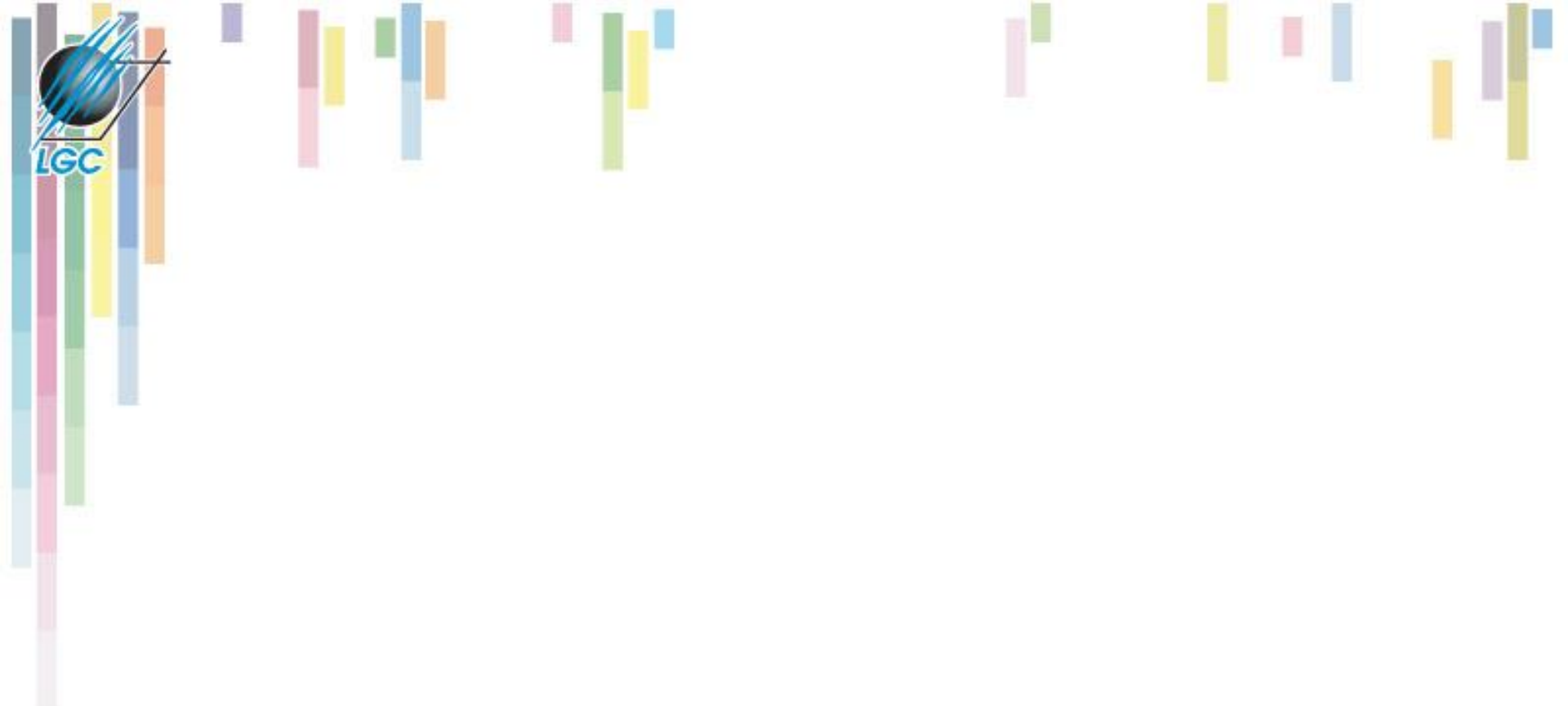


Jak odstranit?

- Změřit šířku polygonů – př. 1000 m.
- Nastavit v overaly operaci toleranci s polovičním poloměrem.
- Znovu provést operaci

XY Tolerance
(Optional)

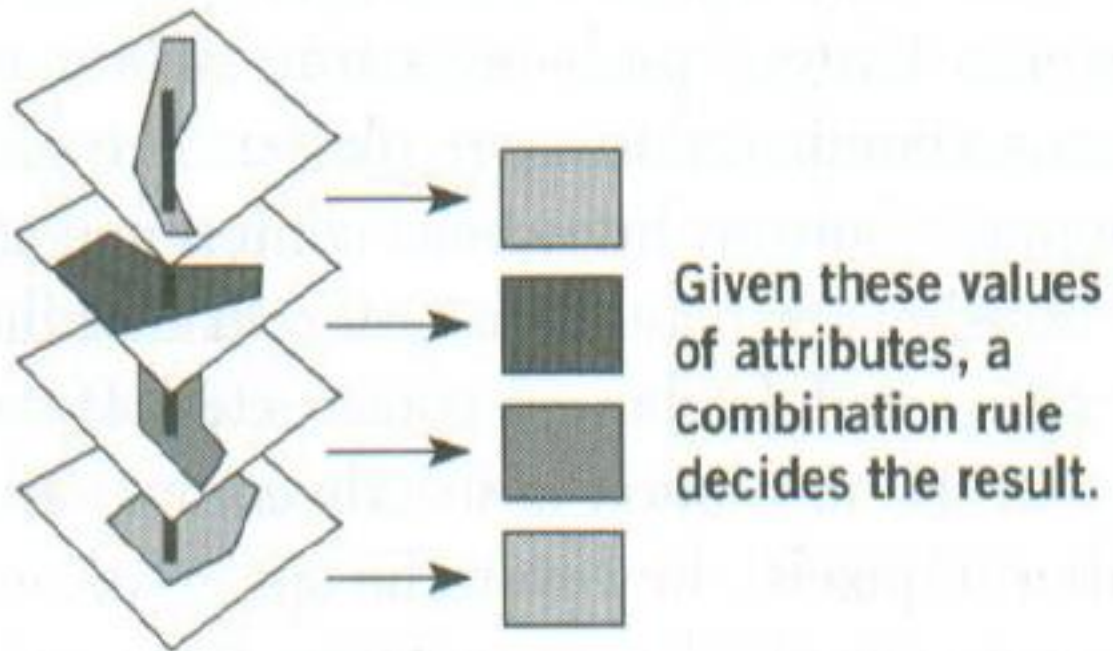
The minimum distance separating all feature coordinates (nodes and vertices) as well as the distance a coordinate can move in x or y (or both).



... A CO ATRIBUTY??

Chrismanova taxonomie pro atributy

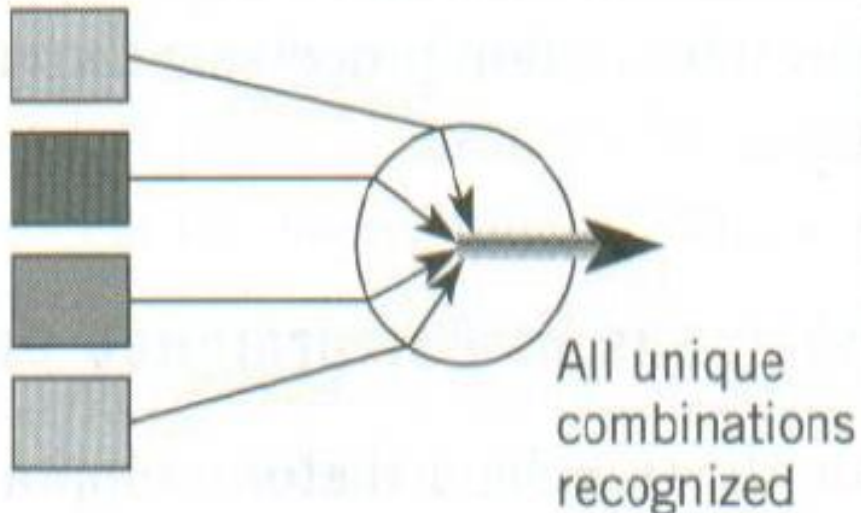
- Sada atributů pro oblast výzkumu – vychází z předpokladu, že potřebujeme zjistit všechny atributy pro všechny oblasti výzkumu



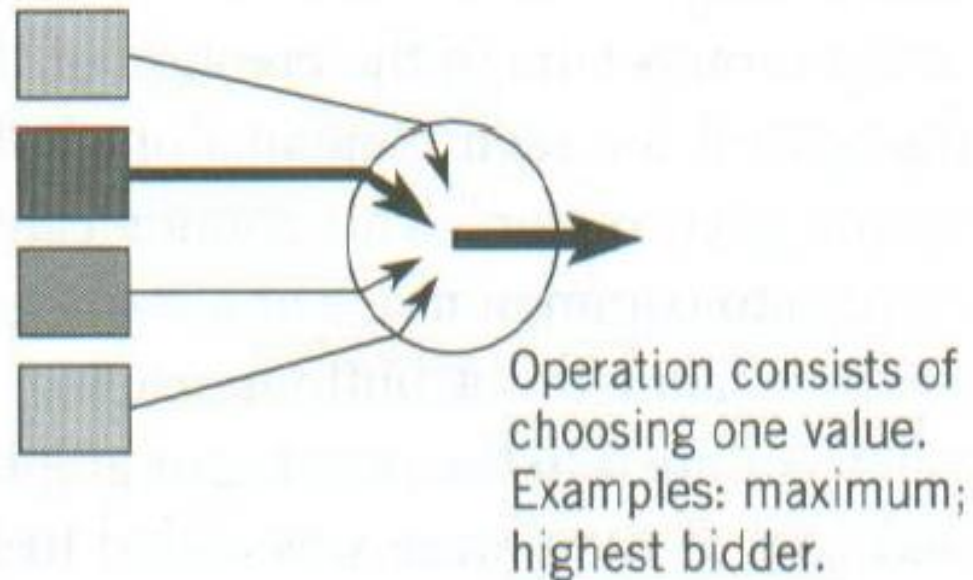
- Traditional McHarg's Polygon Overlay is Contributory method only.
- Modern GIS expands the attribute determination to Enumeration, Dominance, Contributory, and Interaction.

Základní pravidla (1)

- Pravidlo **výčtu** (enumeration) – všechny atributy jsou zachovány pro výstup

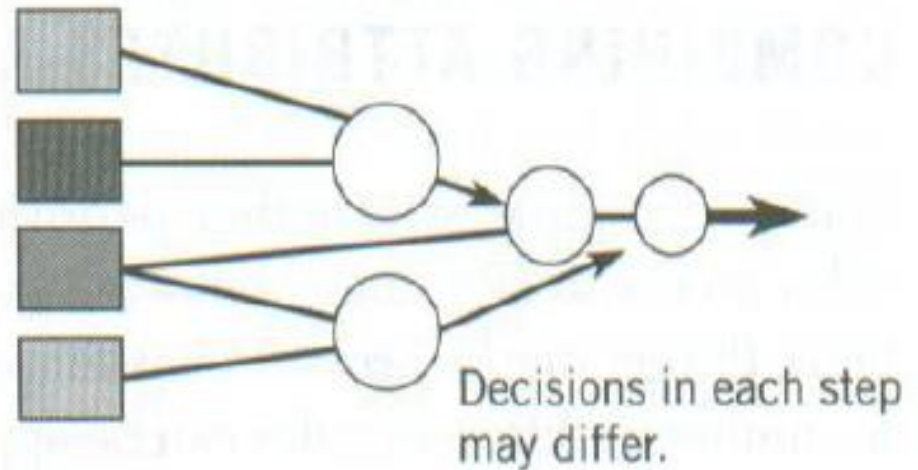
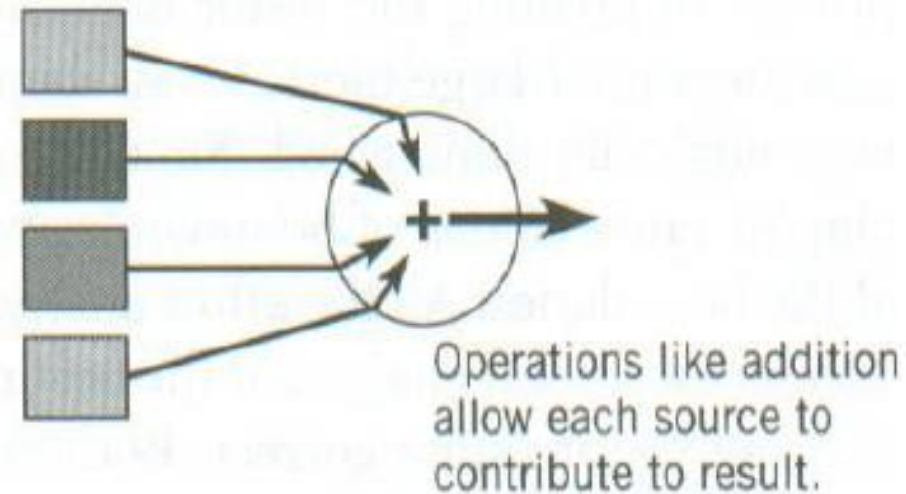


- Pravidlo **dominance** – pouze vybraná hodnota je zachována pro výstup



Základní pravidla (2)

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



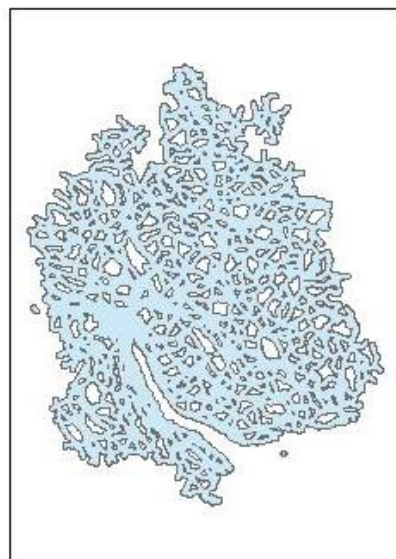
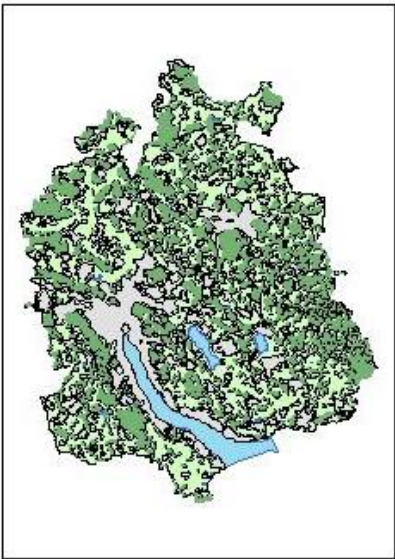
Pravidlo dominance

- 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° a 20° (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

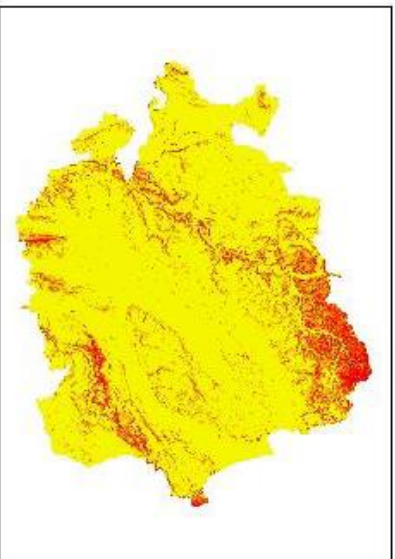
- Sonstiges
- Obstanlage
- Reben
- See
- Siedl
- Stadtzentr
- Stausee
- Wald



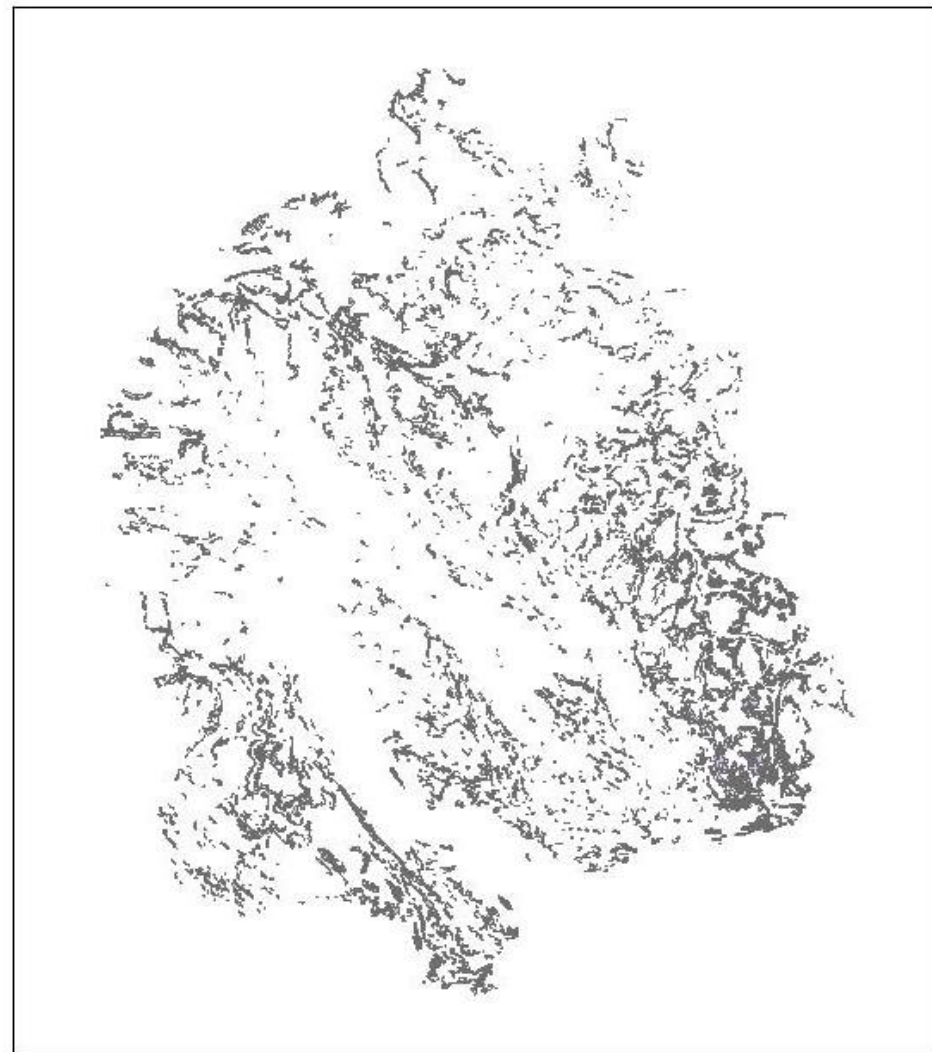
Within 400m of roads

Slope

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



AND



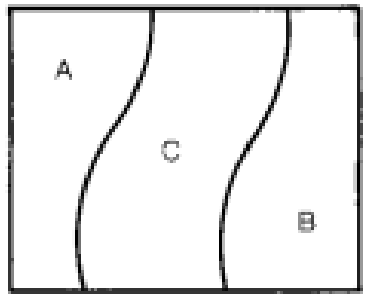
Areas within 400m of roads, which are open and between 10 and 20 degrees



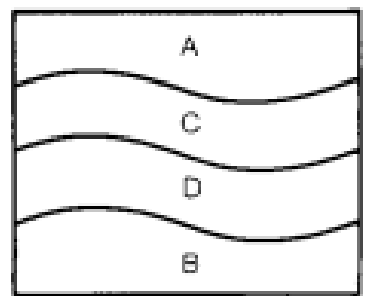
Pravidlo příspěvku (contributory)

- 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

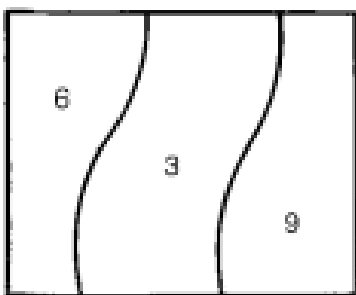


Factor types	Land uses				•	•	•
	R1	R2	R3	R4			
Factor 1 weight	3						
Type A	2	•	•	•			
Type B	3	•	•	•			
Type C	1	•	•	•			
Factor 2 weight	5						
Type A	2	•	•	•			
Type B	3	•	•	•			
Type C	1	•	•	•			
Type D	2	•	•	•			

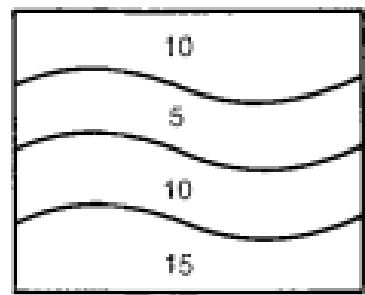
Step 1: map data factors by type

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

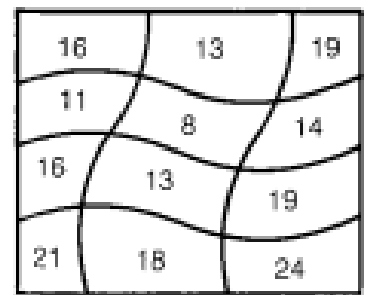
Factor 1 suitability map



Factor 2 suitability map



Composite suitability map



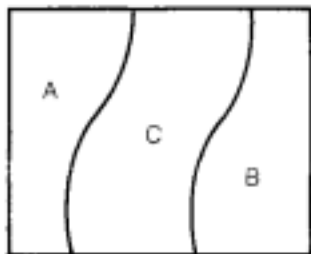
Step 3: map ratings for each land use, one set of maps for each land use

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

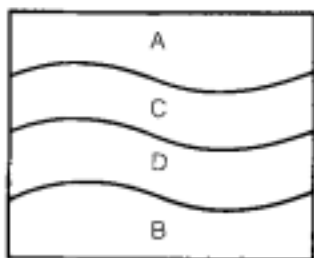
Pravidlo interakce

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

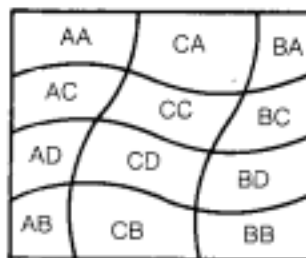
Factor 1 types map



Factor 2 types map



Composite land types map



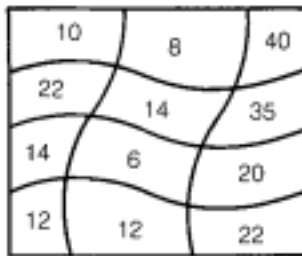
Step 1: map data factors by type

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