

Rasterski model – prostorna analiza

Geoinformatika II, smjer: istraživački studij geografije, 4. semestar

Dr. sc. Aleksandar Toskić, izv. prof.
Geografski odsjek PMF-a
Sveučilišta u Zagrebu



Modeli prostornih podataka **Rasterski model**

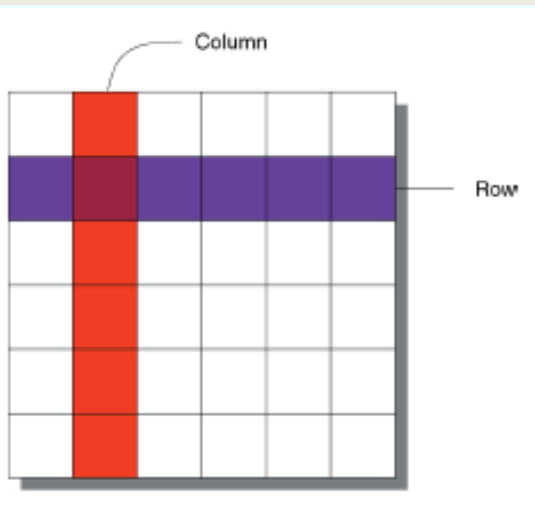
- Grafički elementi (picture element – pixel) koriste se kao gradbeni elementi (blokovi) za kreiranje osnovnih grafičkih elemenata – točke, linije i poligona.
- Entitet se stvara grupiranjem ćelija
- Princip mozaika (tesselation)
- Veličina piksela vrlo je bitna jer utječe na prikaz entiteta

ŠUMA	1	1	2	2	2
POLJOPRIVREDNO ZEMLJIŠTE	2	1	3	1	1
VODA	3	1	3	3	3

Termini:
Piksel/pixel
– ćelija/cell?



Rasterski podaci

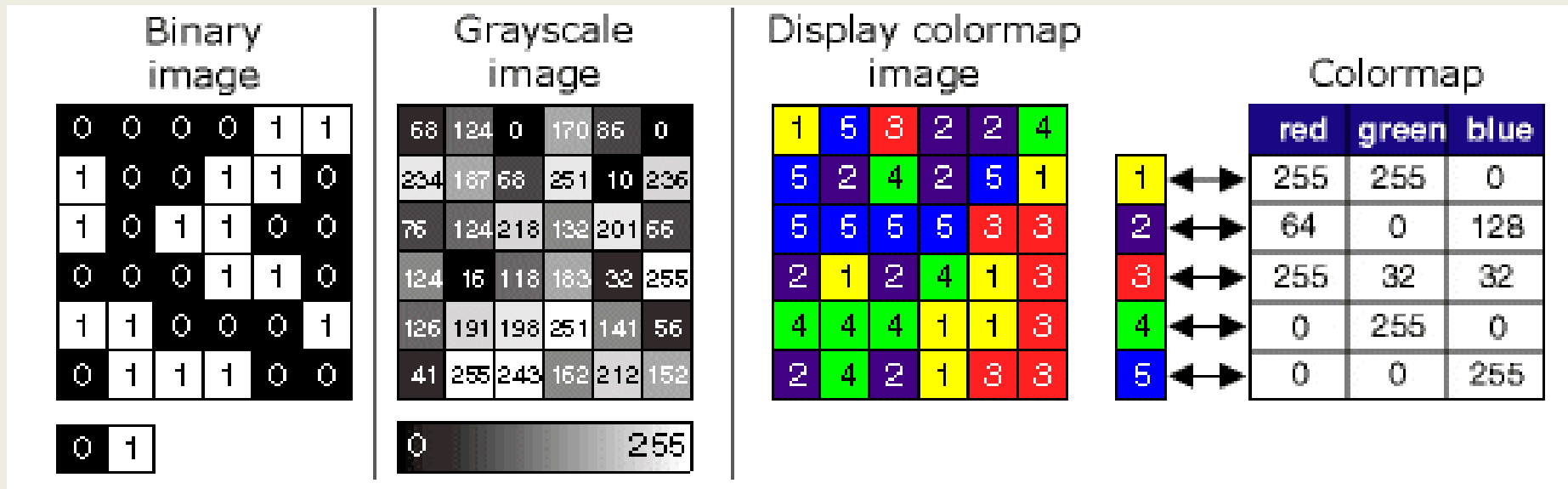


- Svakoj ćeliji – pridružena je brojčana vrijednost koja predstavlja kvalitativna obilježja ili kvantitetu fenomena koji je prikazan rasterskim modelom podataka.
- **Kvalitativno obilježje**: tip tala, tekstura tala, način iskorištavanja zemljišta, tipovi cesta, vrsta stambene izgradnje i sl.
- **Kvantitativna obilježja**: visina, nagib padina, orijentacija padina, vrijednosti buke, koncentracija pH i sl. (kontinuirane površine)
- Rasteri: satelitske i aerofotogrametrijske snimke – vrijednosti predstavljaju vrijednosti boje odn. odbijenog spektra EM zračenja.
- Vrijednosti: cijeli (kvalitativna ob.) i realni brojevi (kontinuirane površine)

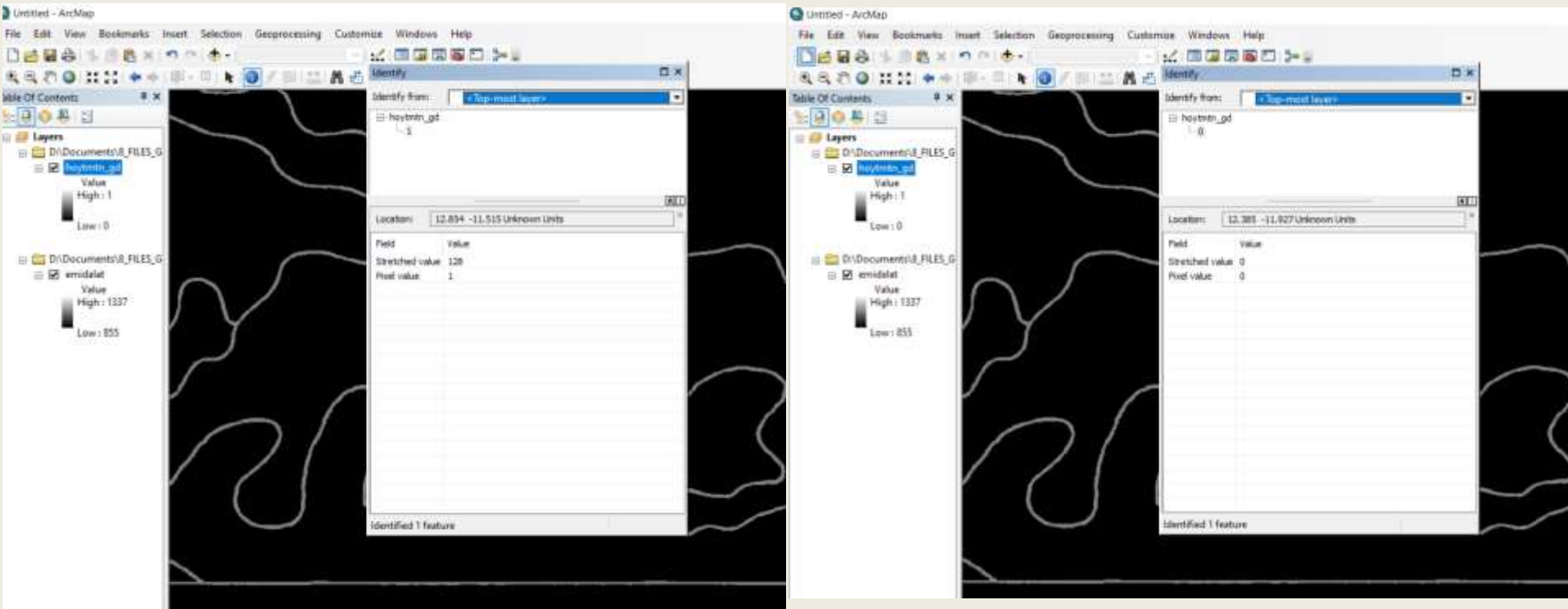


Modeli prostornih podataka **Rasterski model**

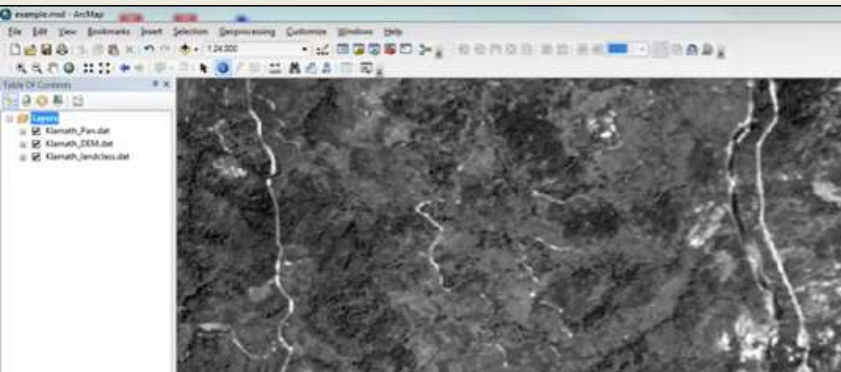
- 3 načina prikaza jednokanalnih rasterskih zapisa



Binarni zapis – 0 i 1



Pankromatski snimak LANDSAT



Identify

Identify from: <Top-most layer>

- Klamath_Pan.dat
 - 10-962

Location: 458,895.733 4,580,655.750 Meters

Field	Value
Stretched value	230
Pixel value	10-962

Layer Properties

General Source Key Metadata Extent Display Symbology Fields Joins & Relates Time

Show:
Vector Field
Unique Values
Classified
Stretch
Discrete Color

Stretch values along a color ramp

Color Ramp: [Color Ramp]

Color: [Color] Value: 1059 Label: [Label] Labeling: [Labeling]

0 Low: 0

Display Background Value: [0] [OK]

Use Hatched effect: [Hatched] Display NoData as: [NoData]

Stretch Type: Standard Deviations Histograms
n: 2.5 Invert

Apply Gamma Stretch: [1]

OK Cancel Apply

Pixel value – vrijednost u tom pikselu, Stretched value – 0-255 – samo za vizualizaciju na monitoru računala – računalo automatski prilagođava



DEM

The screenshot displays the ArcMap interface with a Digital Elevation Model (DEM) map. The 'Identify' tool is active, showing the following data:

Field	Value
Stretched value	78
Pixel value	162
Rowid	31
COUNT	2187

The 'Layer Properties' dialog is also open, showing the following raster information:

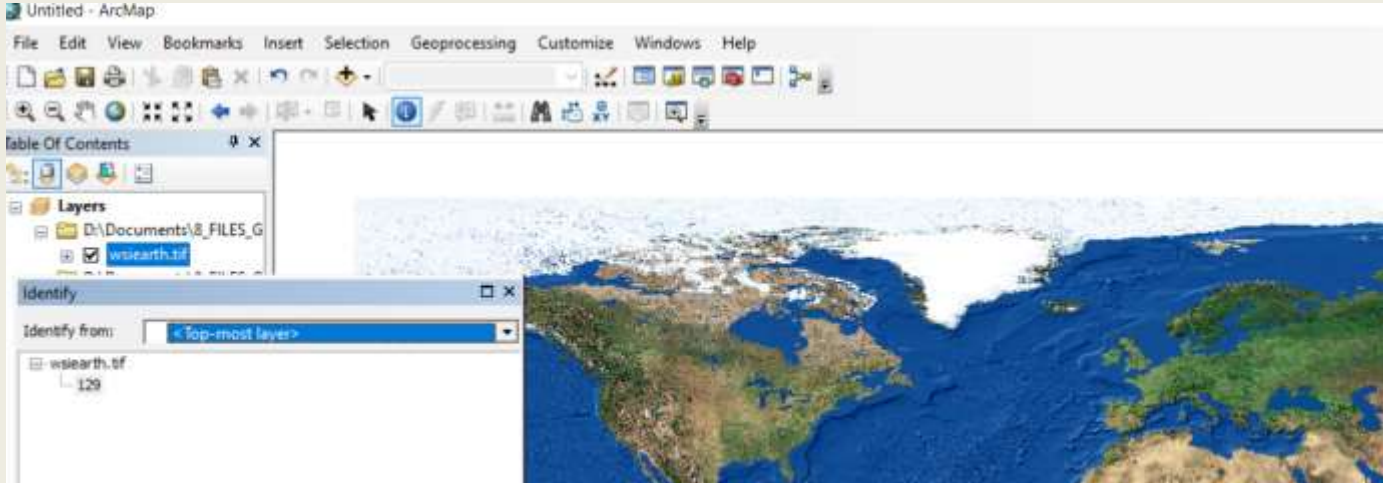
Property	Value
Raster Information	
Columns and Rows	1022, 840
Number of Bands	1
Cell Size (X, Y)	50, 50
Uncompressed Size	3.27 MB
Format	GRID
Source Type	Generic
Pixel Type	signed integer
Pixel Depth	16 Bit

The 'Data Source' section of the Layer Properties dialog shows:

Data Type:	File System Raster
Folder:	D:\Documents\8_FILES_GIS\Zagorje_proba\
Raster:	kz_zupan

The Table of Contents on the left shows several layers, including 'kz_zupan' (DEM) and 'elevzone_gd' (elevation zones).





Locations: 21.044 1.997 Unknown Units

Field	Value
Color Index	129
Color(a,r,g,b)	255,43,60,78
Count	15984
OID	129

Identified 1 feature



Locations: 15.244 45.779 Unknown Units

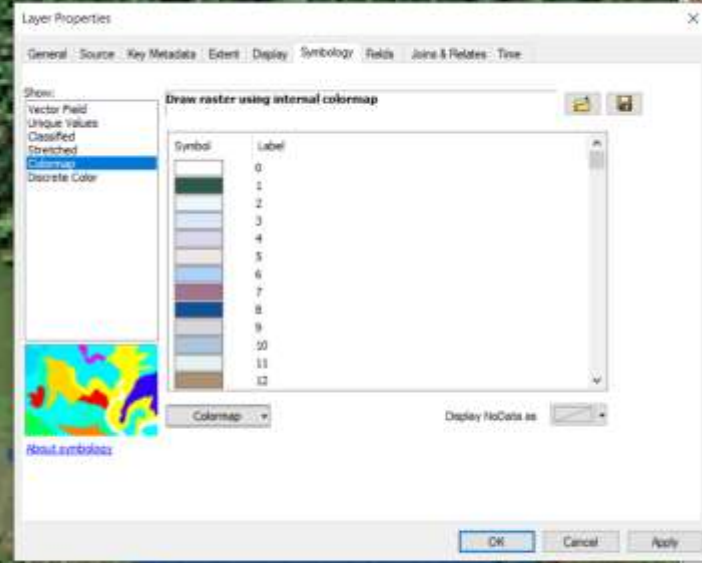
Field	Value
Color Index	250
Color(a,r,g,b)	255,110,214,115
Count	11214
OID	250

Identified 1 feature

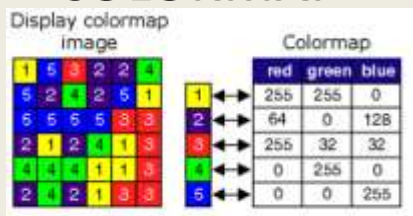
Locations: 15.244 45.779 Unknown Units

Field	Value
Color Index	250
Color(a,r,g,b)	255,110,214,115
Count	11214
OID	250

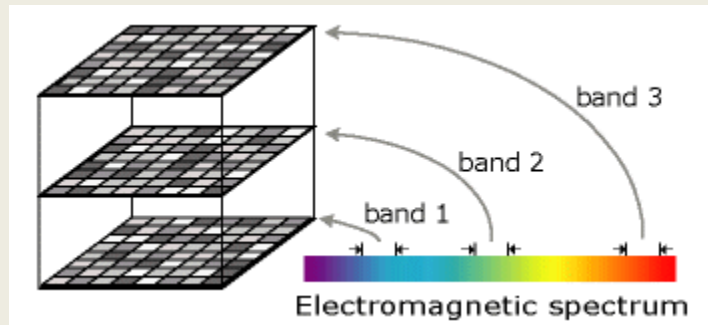
Identified 1 feature



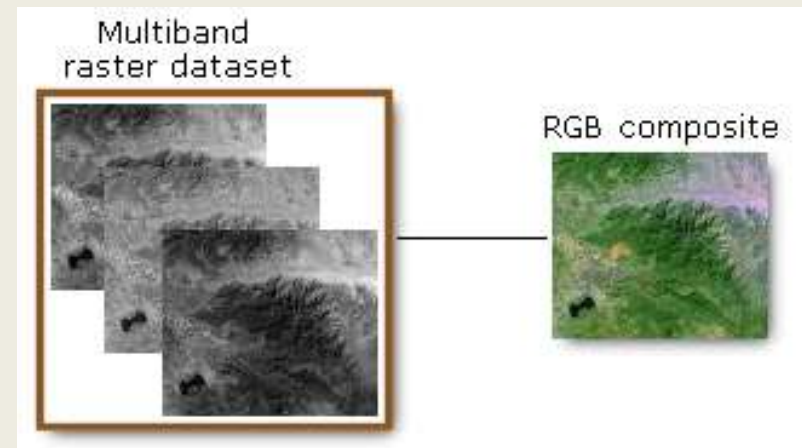
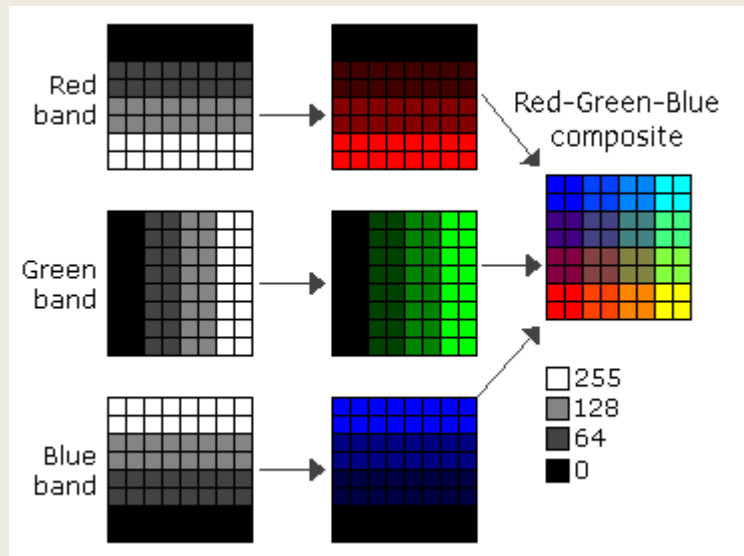
COLORMAP



Modeli prostornih podataka **Rasterski model**



- Multispektralni zapis (višekanalni – multiband)



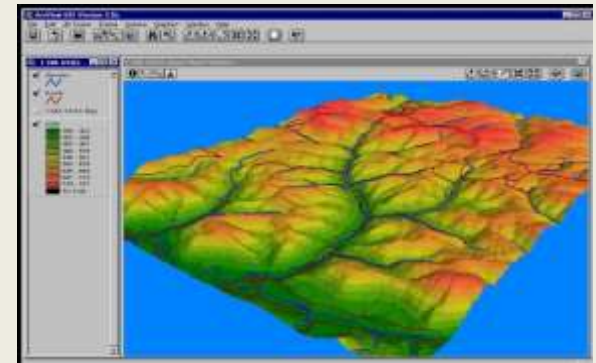
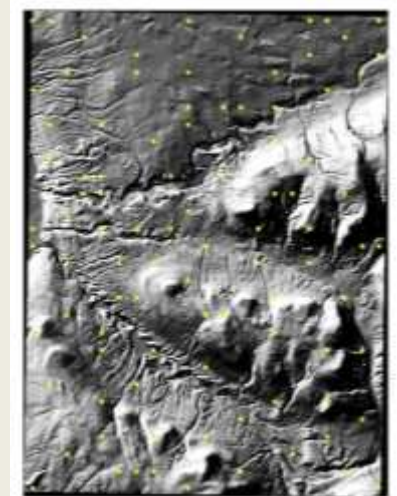
Modeli prostornih podataka **Rasterski model**

- Svaka ćelija nositelj vrijednosti:
 - Binarne – vrijednost koja označava (ne)prisutnost pojave
 - Pridružene kvalitete pojave (npr. Vrste tala: 1. podzoli, 2. smeđa tla itd., brojevi nemaju veze s vrstom tla – nužno objašnjenje svake vrijednosti)
 - Numeričke – vrijednost pojave (cijeli ili realni brojevi), npr. DEM (Digital elevation model)



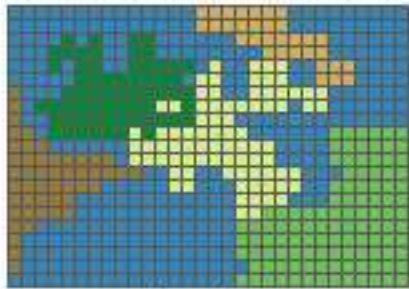
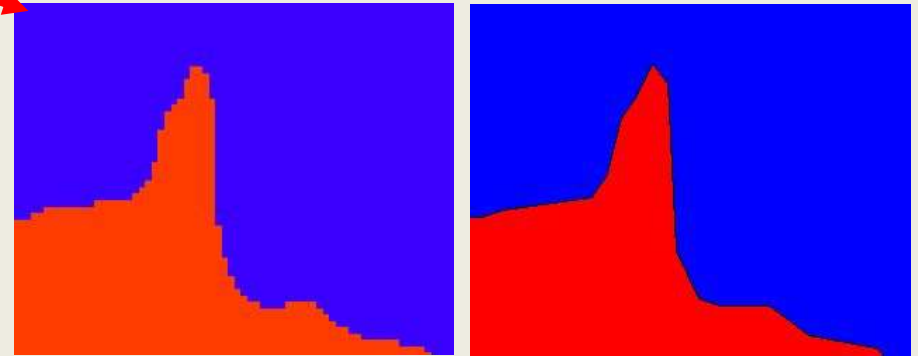
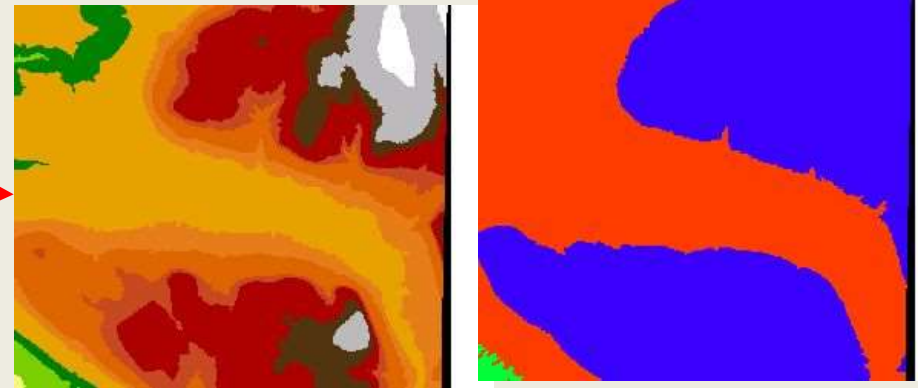
Kada koristiti rasterski model podataka?

- Rasteri su bolji za analize kontinuiranih elemenata (reljef)
- Bolji za vizualizaciju i modeliranje fenomena okoliša
- Rasterski podaci su jednostavna aproksimacija realnog svijeta te ih je moguće brzo i efikasno procesirati
- Rasterski GIS - geoprociranje se temelji na matrici (mozaiku) ćelija koja aproksimira stvarni svijet
- Preklapanje slojeva – vrlo jednostavno za procesiranje

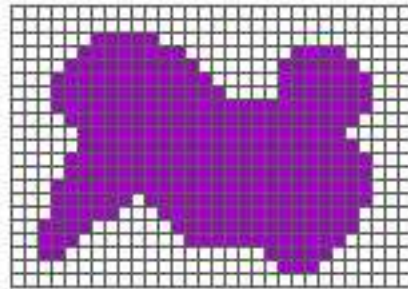


Osnovne operacije

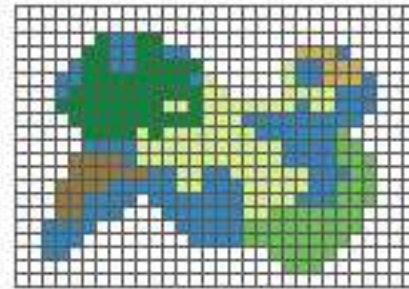
- Rasterski GIS omogućava korisniku temeljne postupke:
 - Reklasifikaciju
 - Pretvorbu
 - Pripremu za analizu
 - Definiranje područja (Set extent)
 - Mask CLIP)
 - Izvorni podaci – različita rezolucija



Input



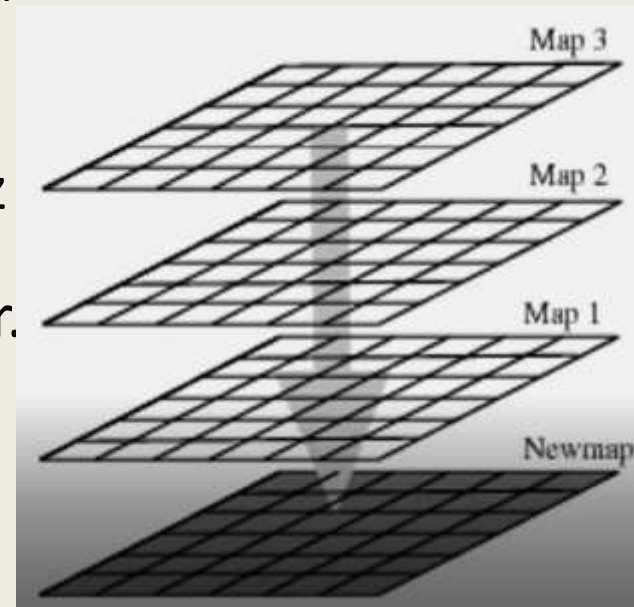
Mask



Output

Algebra karte (Map Algebra)

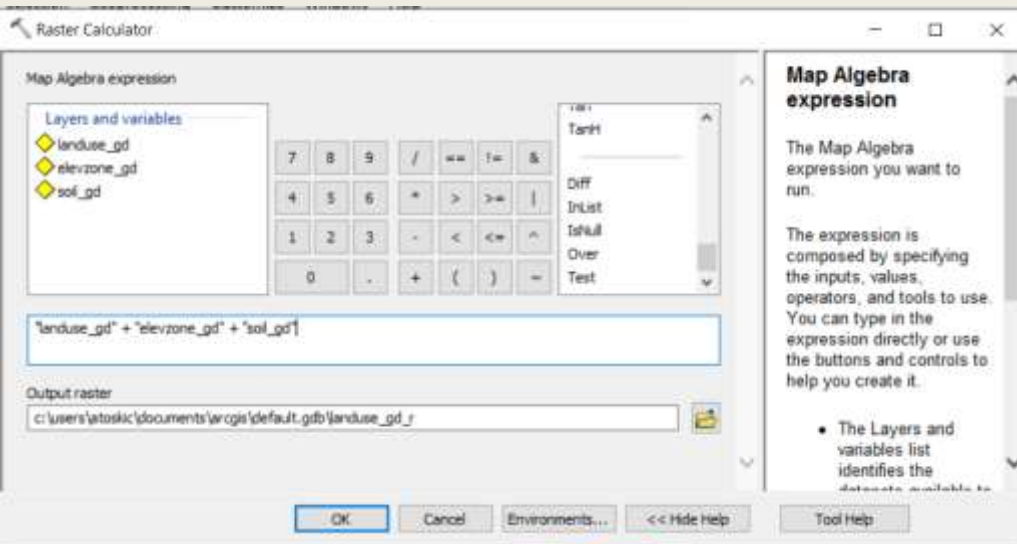
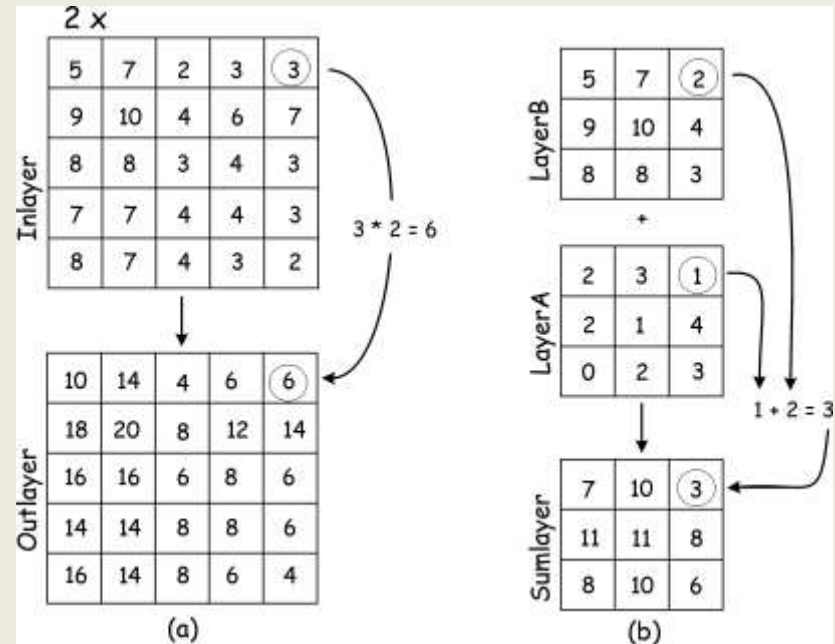
- Algebru karte kao način rukovanja geografskim podacima razvio je dr. Dana Tomlin na početku 1980ih godina
- Skup osnovnih operacija za rukovanje geografskim podacima u GIS-u gdje se iz jedanog, dva ili više rasterskih slojeva stvara novi rasterski sloj korištenjem npr. Algebarskih operacija (zbrajanje, oduzimanje i sl.)
- Provodi se kroz alat – Raster Calculator (Spatial analyst/Map Algebra)



Algebra karte

- Algebra karte – odnos ćelija u jednom ili više rastera koristeći matematičke operacije
- Temeljne matematičke operacije
 - Zbrajanje, oduzimanje, dijeljenje, množenje, max, min, sve operacije koje možemo naći u Excelu
- Jake analitičke funkcije

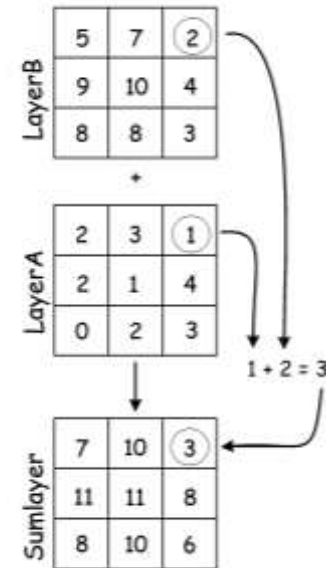
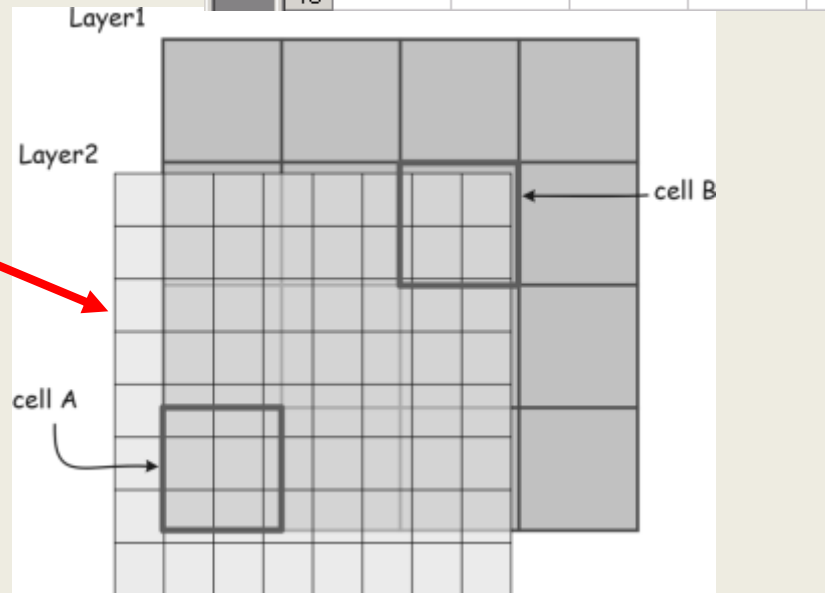
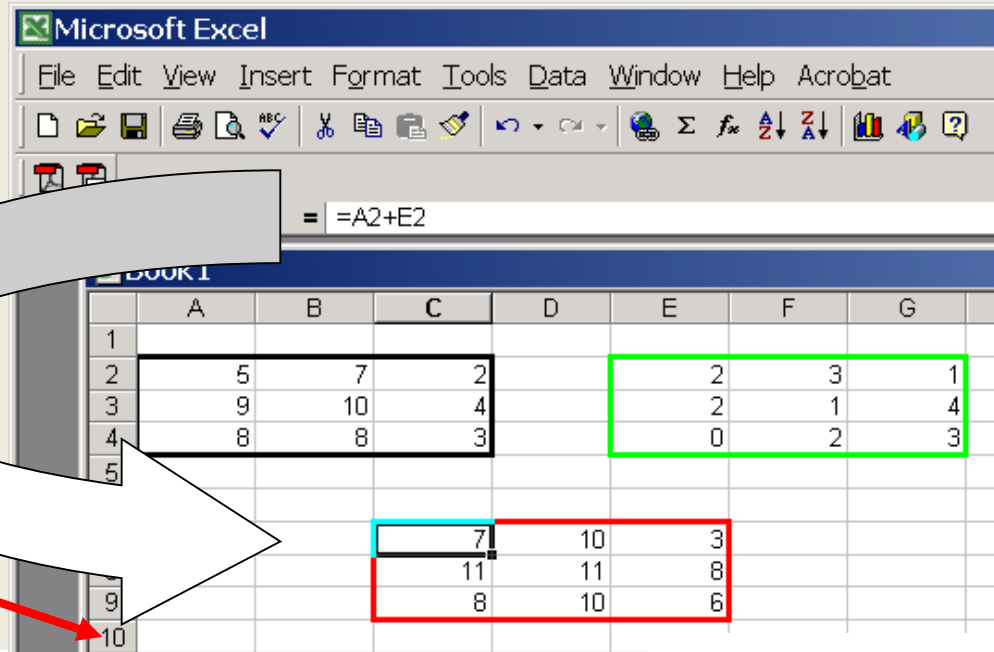
- Neke operacije u ARC/INFO
- $Outgrid = grid1 + grid2$
- $Outgrid = grid1 * 2$
- $Outgrid = \sin(grid1)$

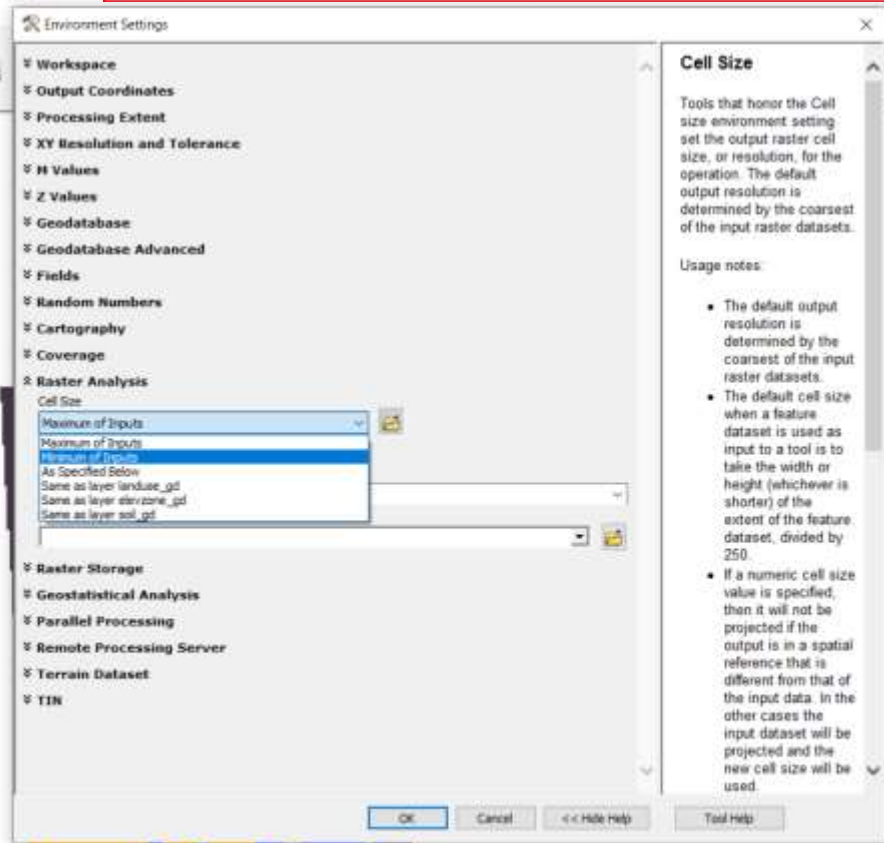
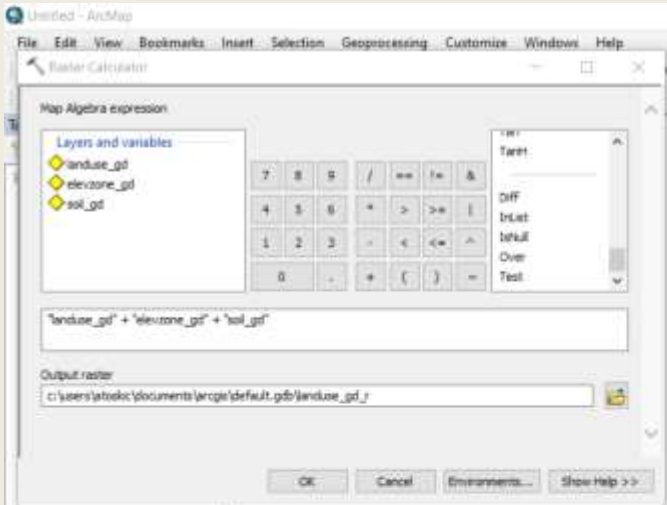
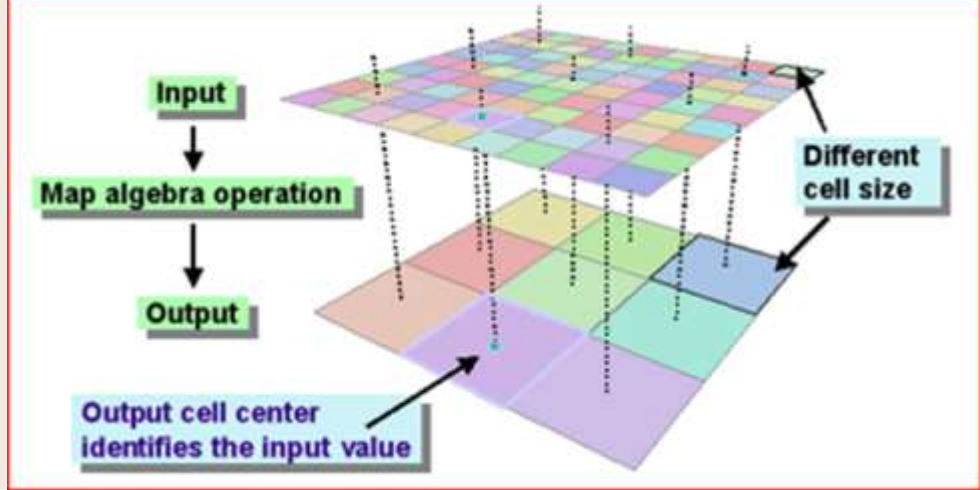


Algebra karte

- Algebru karte i rasterski GIS jednostavno je vizualizirati kao spread sheet. Primjer množenja i zbrajanja
- Kompjutorski vrlo efikasne operacije
- Ali:

- Slojevi se ne moraju poklapati
- Različita veličina ćelija





Cell Size

Tools that honor the Cell size environment setting set the output raster cell size, or resolution, for the operation. The default output resolution is determined by the coarsest of the input raster datasets.

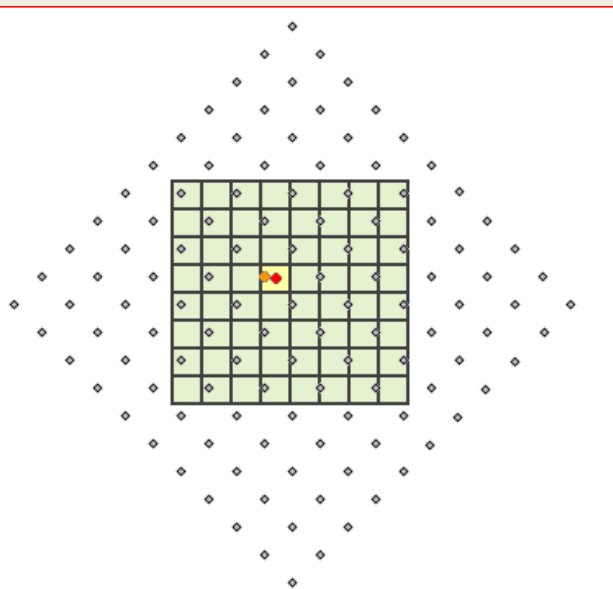
Usage notes:

- The default output resolution is determined by the coarsest of the input raster datasets.
- The default cell size when a feature dataset is used as input to a tool is to take the width or height (whichever is shorter) of the extent of the feature dataset, divided by 250.
- If a numeric cell size value is specified, then it will not be projected if the output is in a spatial reference that is different from that of the input data. In the other cases the input dataset will be projected and the new cell size will be used.

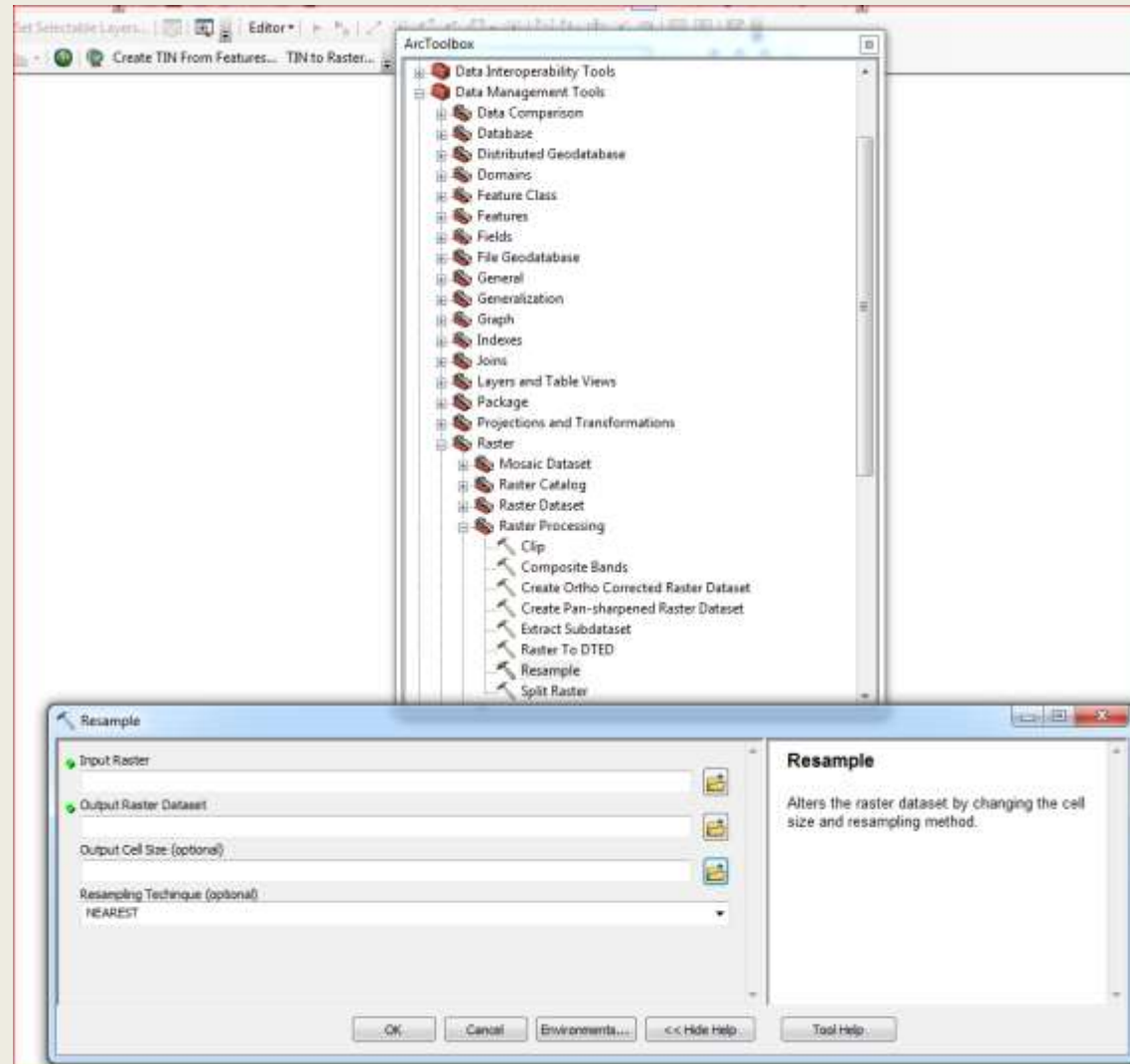


Algebra karte

- Prilagođavanje (mijenjanje) rezolucije (resampling)
- Ako se kombinira više slojeva u analizi
- Različite metode mijenjanja:
 - Metoda najbližeg susjeda i dr.



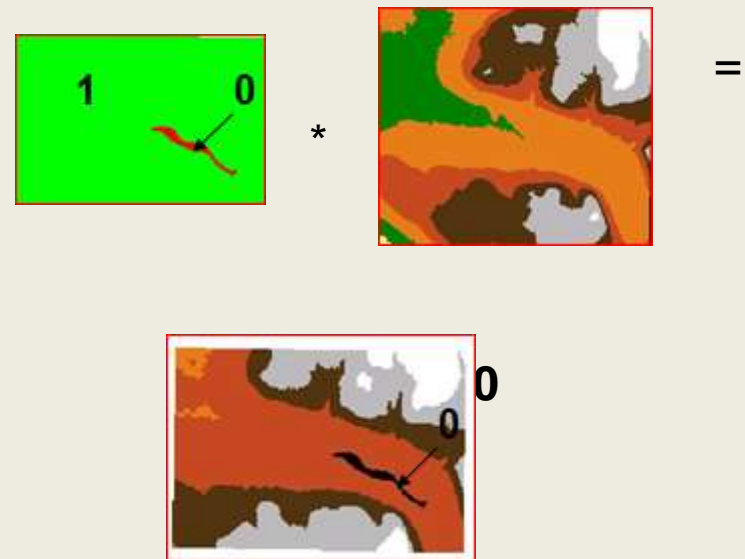
Nearest neighbor resampling example



Algebra karte

- Algebra karte – može se provesti bilo koji matematički izračun
 - Oprez!!!: neki imaju smisla, dok drugi nemaju
 - Primjer: raster – voda 0, kopno 1. Mogu se pomnožiti sa slojem visina (reljef). Izlazni podaci: reljef bez vodenih površina
 - Mogu se visinski podaci i sloj kopna i voda zbrojiti – izlaz: besmislen

$$\text{Grid1} * \text{Grid2} = \text{Grid3}$$

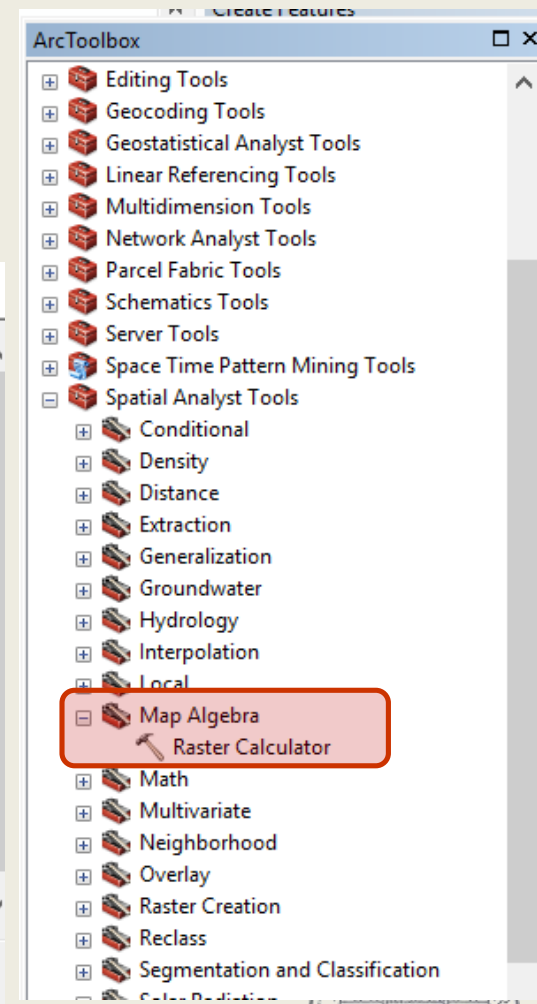
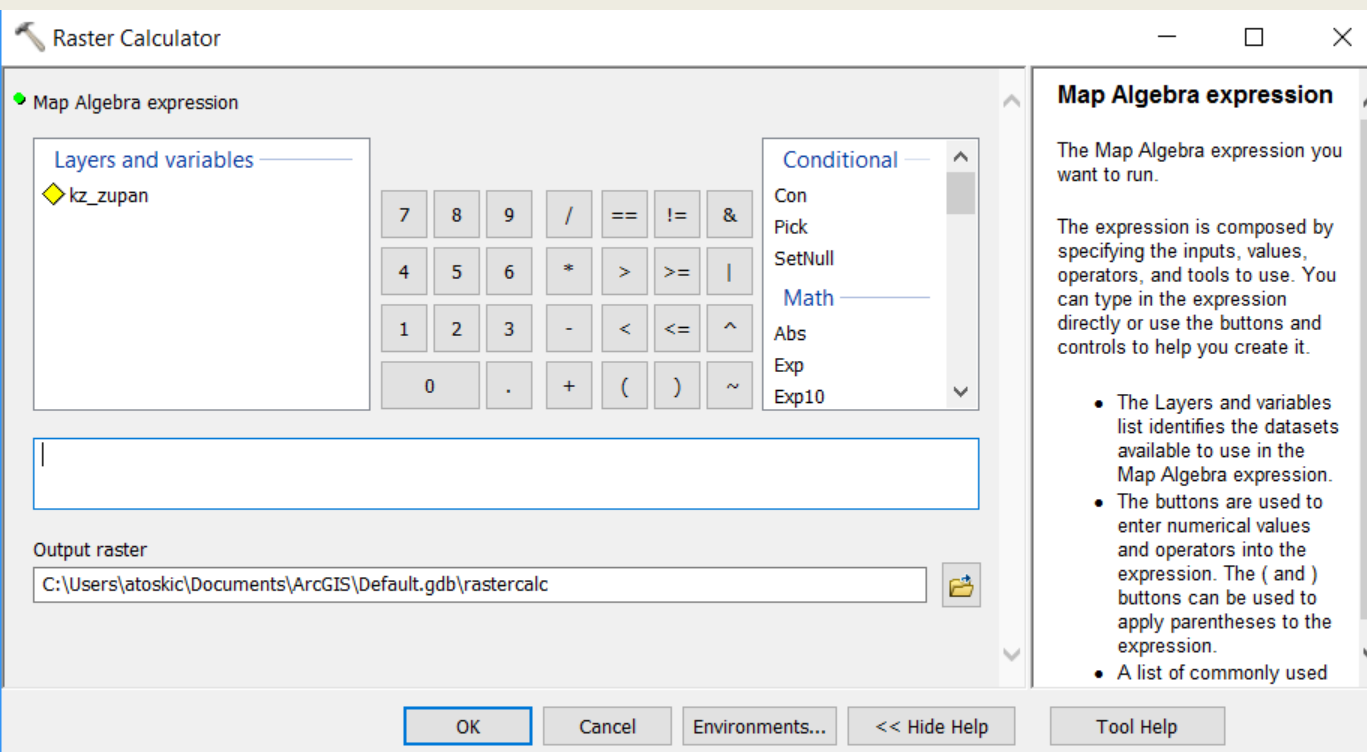


Algebra karte: operatori

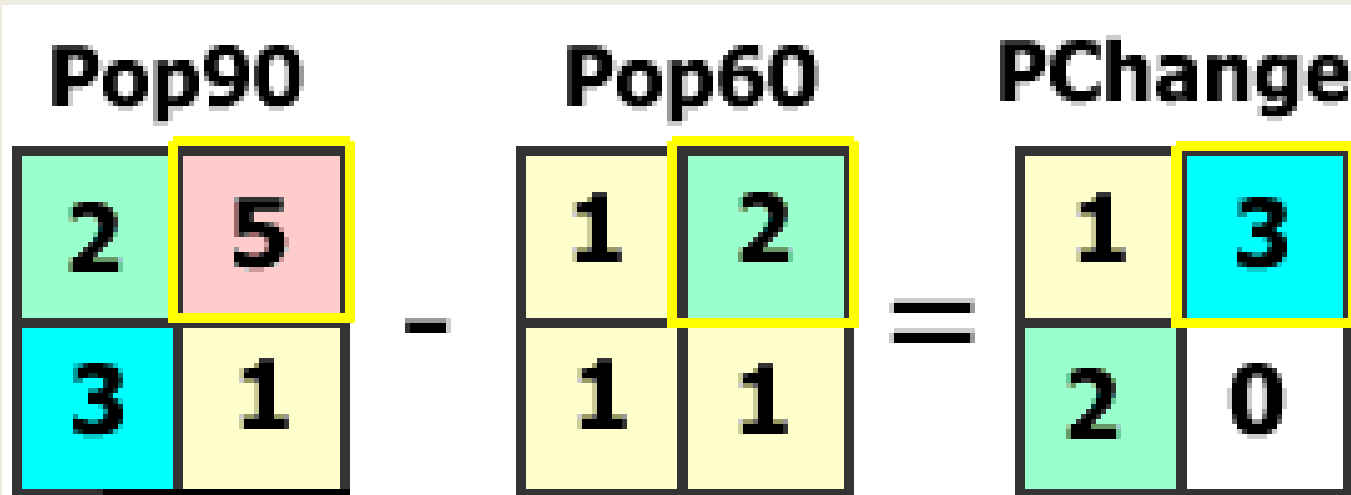
- **Arimetrički operatori**
 - temeljne matematičke funkcije + - * /
- **Booleovi operatori** (and, or, not) – stvara se raster s vrijednostima 1 i 0 (Y/N)
- **Logički** postupci na rasterskim podacima. DIFF, IN, and OVER
 - A DIFF B: Ako je vrijednost ćelija u rasteru A i rasteru B različite, zadržava se vrijednost ćelije u rasteru A, a ukoliko su vrijednosti iste ćelija dobiva vrijednost 0.
- **Relacijski operatori** <, >, ==, <=, >=, <>
 - usporedba dvaju brojeva (ukoliko odgovara uvjetima)



Aritmetički operatori

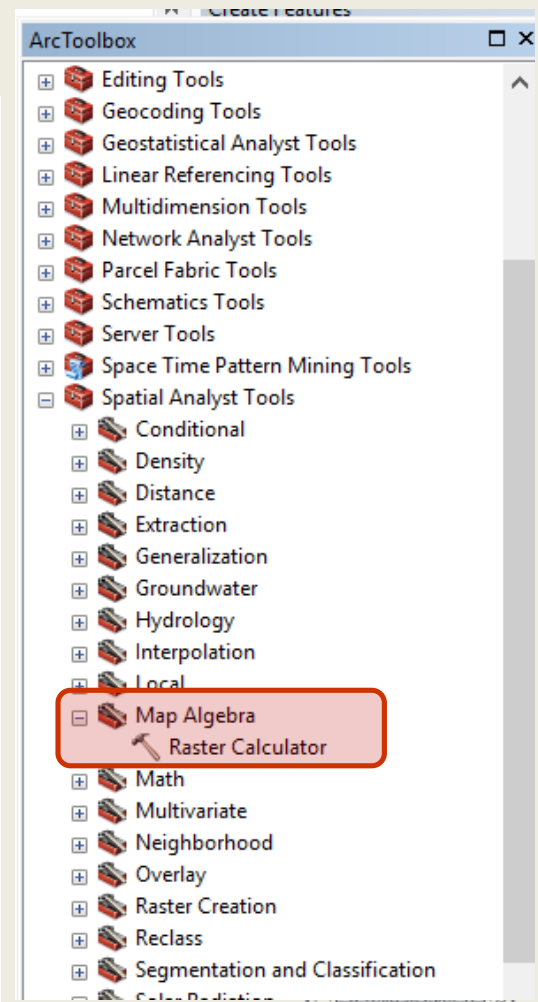


Aritmetički operatori

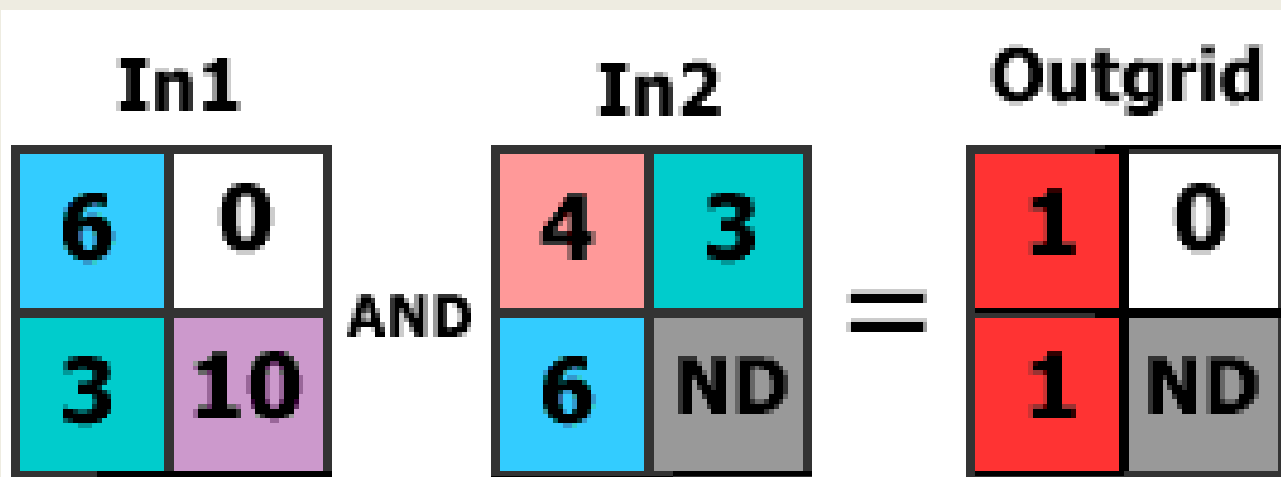


$$[\text{Pop90}] - [\text{Pop60}] = [\text{PChange}]$$

$$5 - 2 = 3$$



Booleovi operatori

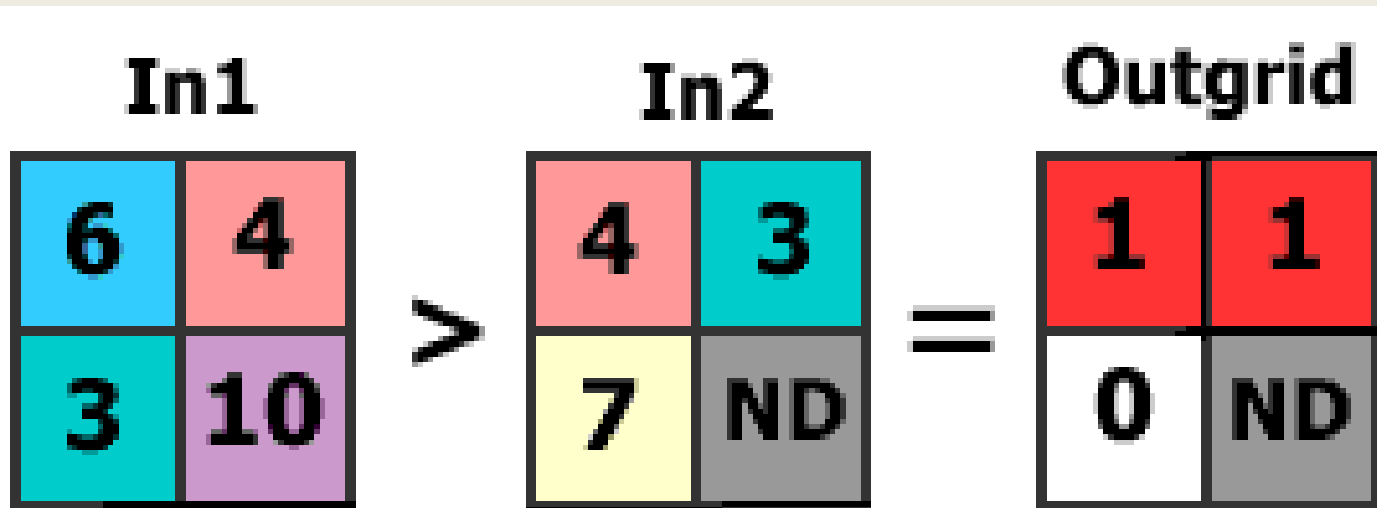


$$[\text{In1}] \text{ AND } [\text{In2}] = [\text{Outgrid}]$$

Da u jednom i drugom sloju ima pojave



Relacijski operatori

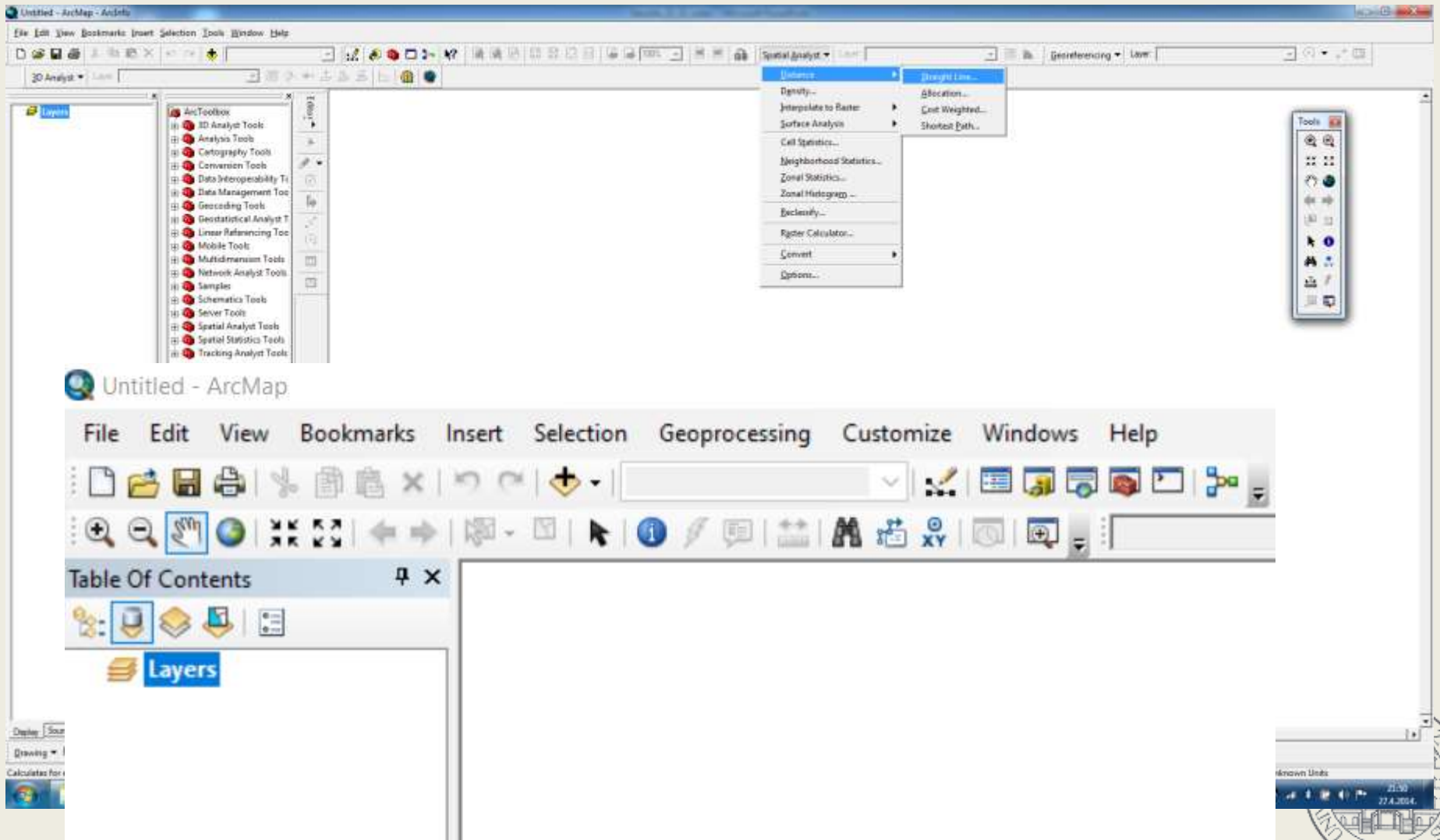


$$[\text{In1}] > [\text{In2}] = [\text{Outgrid}]$$

1 se pridružuje samo onim ćelijama u kojima je u prvom sloju veća vrijednost - ostale koje ne udovoljavaju uvjetu - 0

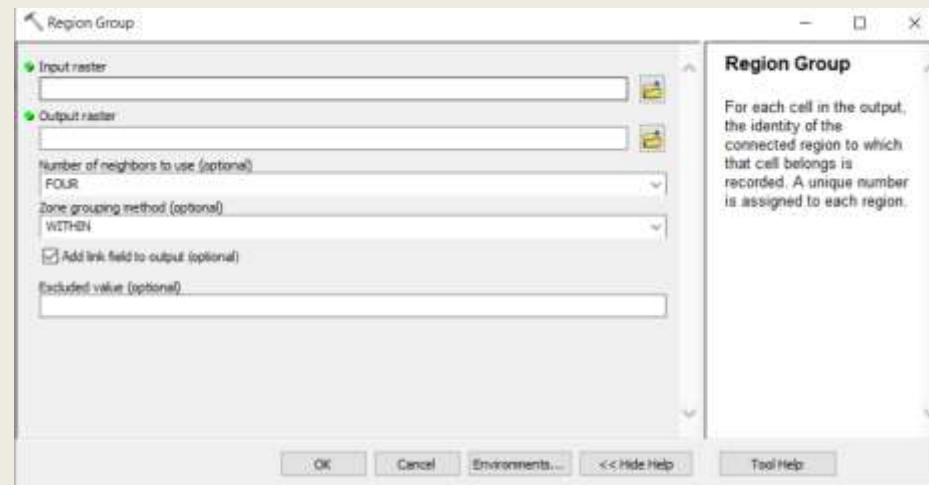
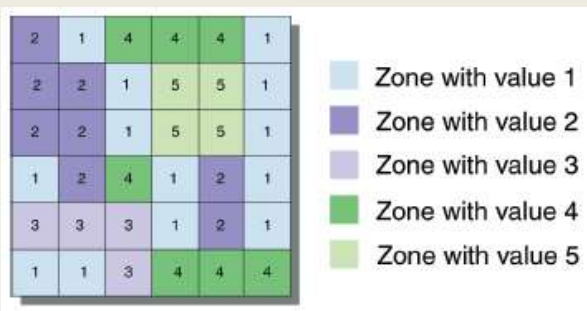


Rad u ekstenziji Spatial Analyst



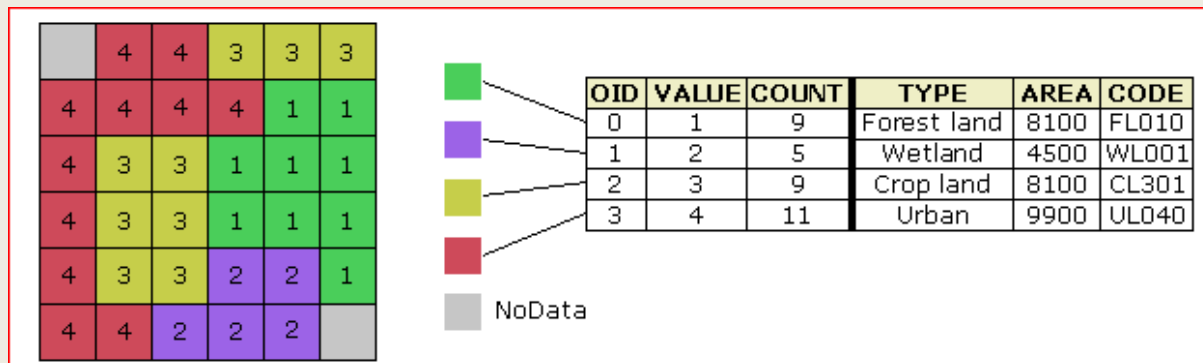
Rasterski podaci

- Spatial Analyst i 3D analyst
- **Zone (Zone)**
 - Dva ili više piksela iste vrijednosti
 - mogu biti spojeni (zgrada, jezero, cesta) ili razdvojeni (šume unutar države, zona obiteljskih kuća u gradu)
- **Regija (region)** – jedna zona ima više regija (Zona 2 sastoji se od dvije regije, Zona 4 od tri, Zona 5 od jedne)
- Spatial Analyst – alati koji pretvaraju regije u individualne zone
- Region group (Generalization)

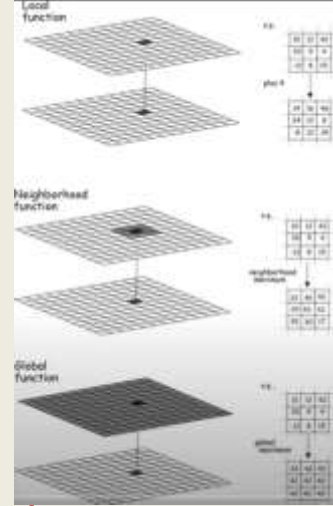


VAT – value attribute table

- GRID – format rasterski – ESRI
 - Cijeli brojevi - VAT
 - Realni brojevi – veliki broj vrijednosti pa nema VAT
- Atributivna tablica – kolone (obavezne):
 - Value /vrijednost pridružena zoni,
 - Count / broj piksela zone
- Broj kolona nije ograničen (druga obilježja)
- Svaka tablica mora imati svoje ime



Funkcije na rasterskim podacima



1. Funkcije povezane s jednim pikselom (lokalne funkcije)
 2. Funkcije koje obuhvaćaju susjedne piksele (funkcije susjedstva – focal functions)
 3. Funkcije koje obuhvaćaju piksele unutar zona (zonske funkcije)
 4. Funkcije koje obuhvaćaju cijeli raster (globalne funkcije – euklidska i ponderirana udaljenost)
 5. Specifične primijenjene funkcije (density, surface generation, surface analysis, hydrological analysis)
- Sve ove funkcije temelje se na geometrijskoj prezentaciji podataka, a ne samo na atributima.
 - Npr. lokalne funkcije – funkcija koja povezuje dva sloja ovisi o lokaciji i vrijednosti obilježja u izvornom i drugom sloju
 - Ostale funkcije – ovise o prostornoj konfiguraciji susjedstva/zone kao cjeline kao i o položaju pojedinih ćelija unutar njih.

(Kang Tsung Chang, 2010).



Lokalne funkcije

- Rad s pojedinačnim pikselima, vrijednost pridružena pikselu ovisi samo o tom pikselu
- Primjeri:
 - Aritmetičke operacije s konstantom ili drugim rasterom

2	0	1
2	4	0
3	ND	1

 $\times 3 =$

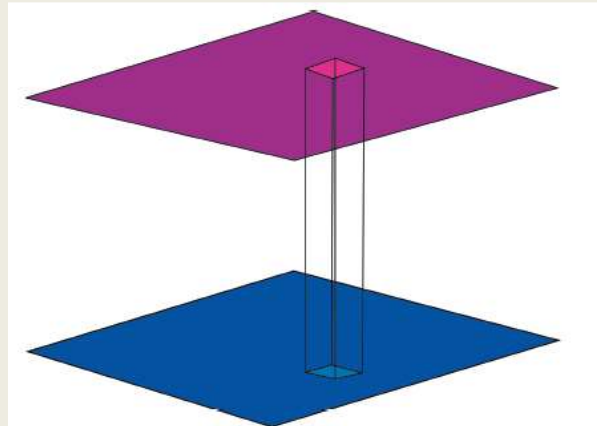
6	0	3
6	12	0
9	ND	3

- Logičke operacije, usporedbe s drugim rasterom (ima) (min, max, majority, minority, variety, itd.)



Lokalne funkcije

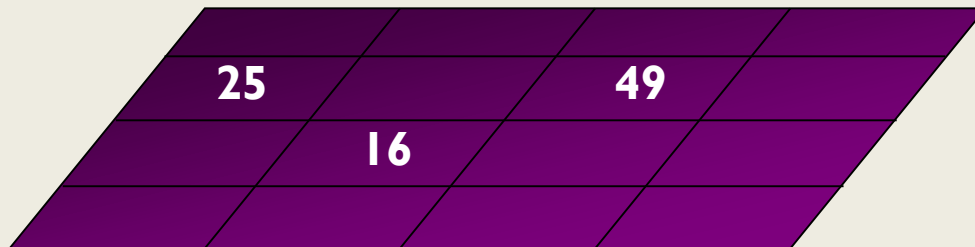
- Rezultat – funkcija vrijednosti na lokaciji jednog piksela u jednom ili više slojeva
 - Funkcije na jednom sloju – eksponencijalna i logaritamska (razvoj pojave)
 - Pretvaranje vrijednosti piksela u realnim brojevima (floating-point grid) u cijele brojeve (integer grid)
 - Pretvaranje nagiba mjenog u % u stupnjeve
 - Funkcije sa više slojeva (minimum, maksimum i dr.) – preklapanje
 - Slične su funkcijama vektorskog preklapanja slojeva ali su znatno efikasnije
 - Reklasifikacija



Lokalne funkcije



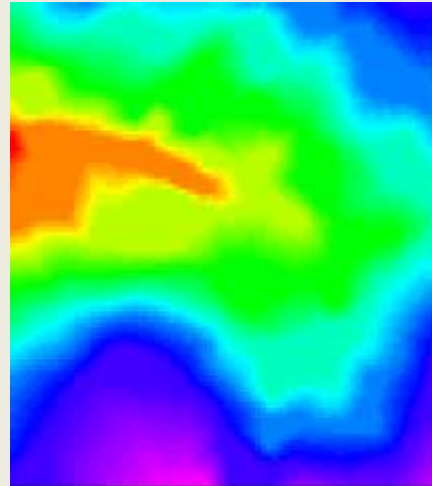
ulaz



izlaz = (ulaz)²



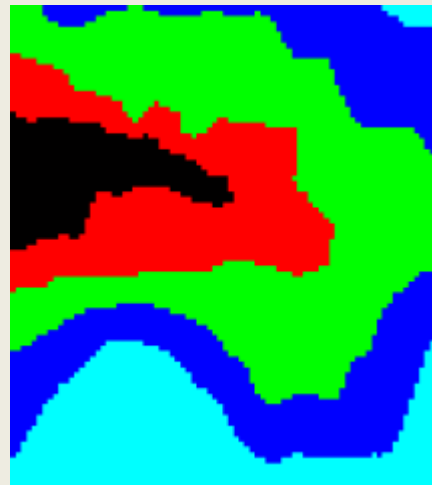
Primjeri



Ulaz



izlaz = $\tan(\text{ulaz})$



izlaz = $\text{reclass}(\text{ulaz})$



izlaz = $\log_2(\text{ulaz})$



Lokalne funkcije

- Primjena
 - Studije promjene (promjene vegetacijskog pokrova, i dr.)

1	1	1
1	1	1
1	3	3

Sloj 1
gt
Sloj 2

1	1	2
1	2	2
2	3	3

=

0	0	1
0	1	1
1	0	0

Sloj 1

- 1 – šuma
- 2 – grmolika vegetacija
- 3 - livade

Sloj 2

Izlazni sloj

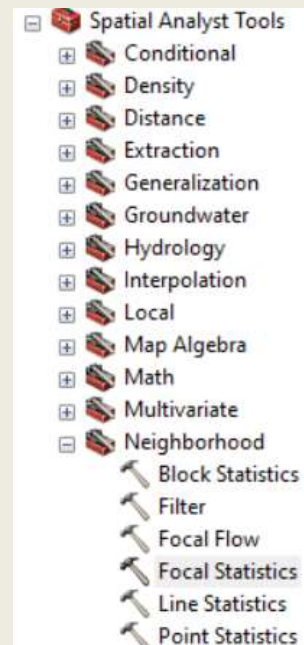
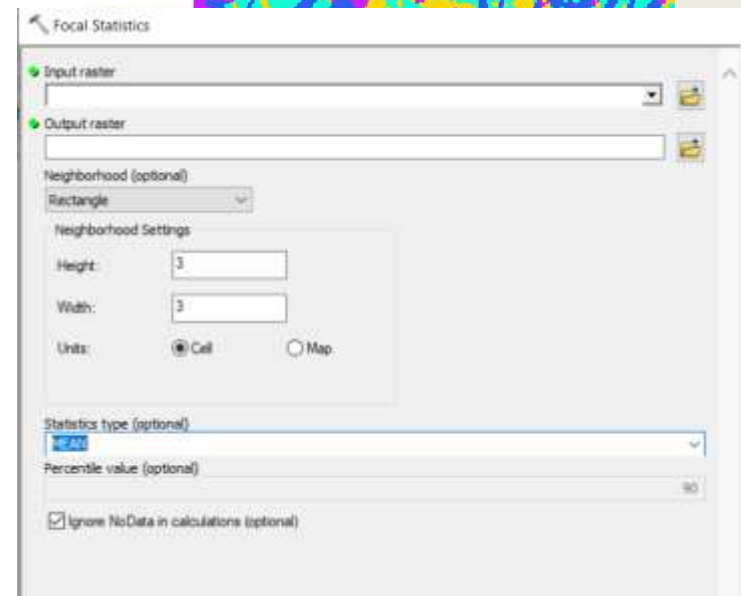
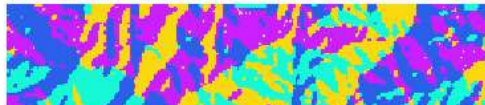
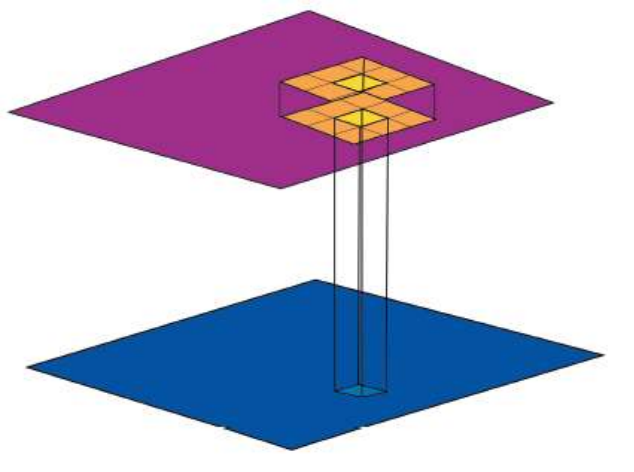
- zapisom 1 označen promjena šume u grmoliku vegetacija (degradacija)
- 0 – nema promjene



Funkcije susjedstva

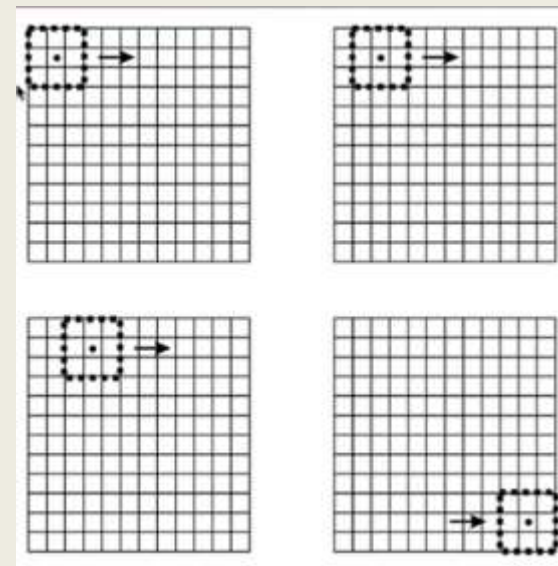
- Stvara se rasterski sloj podataka u kojem je vrijednost piksela u svakoj lokaciji funkcija ulazne varijable na toj lokaciji (pikselu) i okolnih lokacija u susjedstvu

Rezultat funkcije može biti aritmetička sredina, standardna devijacija, zbroj vrijednosti unutar bližeg ili daljeg susjedstva.



Funkcije susjedstva

Moving window – pomični prozor



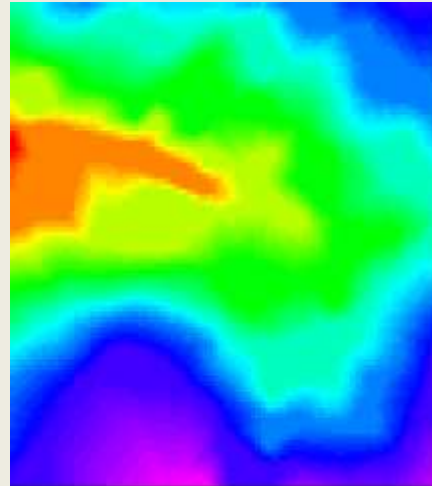
input



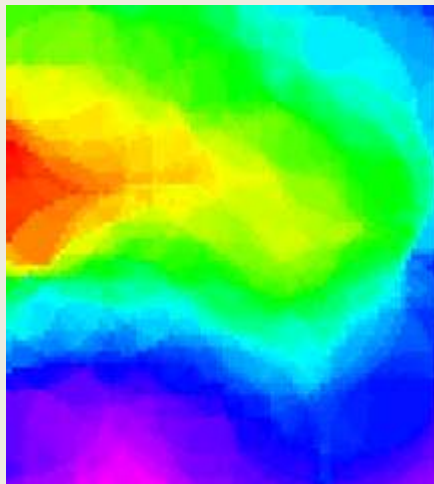
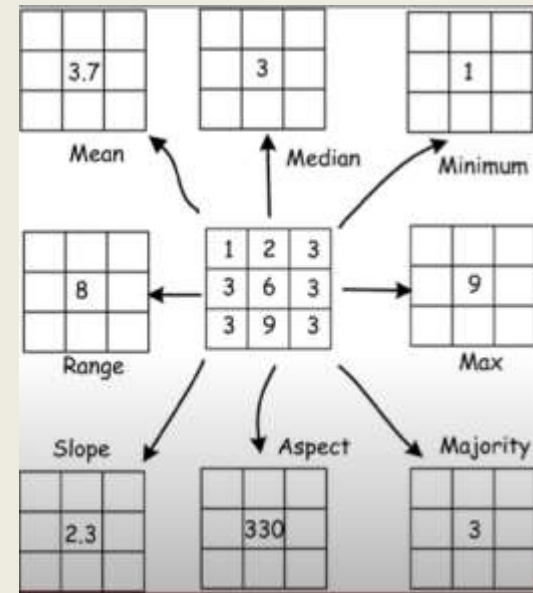
output = focalsum(input)



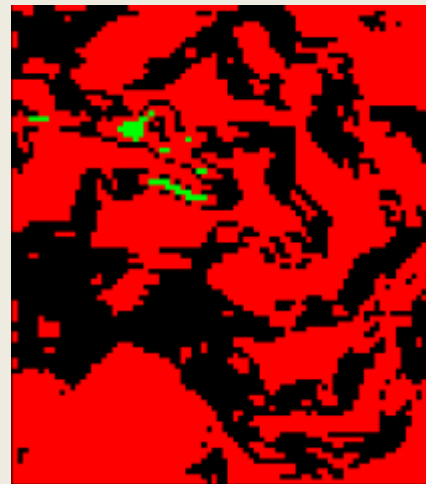
Primjeri



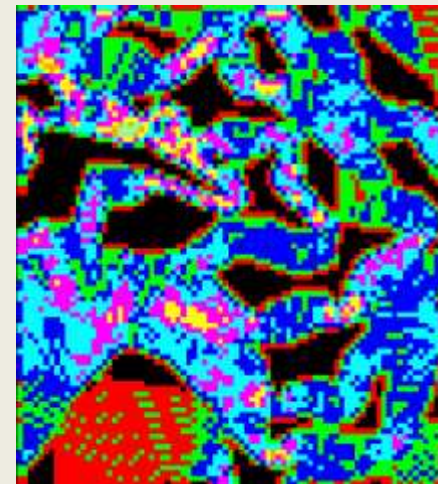
ulaz



izlaz = focalmean(ulaz, 20)



izlaz = focalstd(ulaz)



izlaz = focalvariety(ulaz)

Filteri susjedstva

- Tipovi funkcija susjedstva
 - Za procesiranje satelitskih snimaka (filtriranje odn. generalizacija)
 - Promjena vrijednosti piksela temeljena na vrijednosti susjednih piksela unutar filtera
 - Veličina, oblik, i obilježja filtera?
 - Filtriranje rasterskih podataka
 - temelji se na vrijednostima drugih piksela unutar određenog filtra i određenim pravilima (diversity, average, minimum, maximum, etc.)



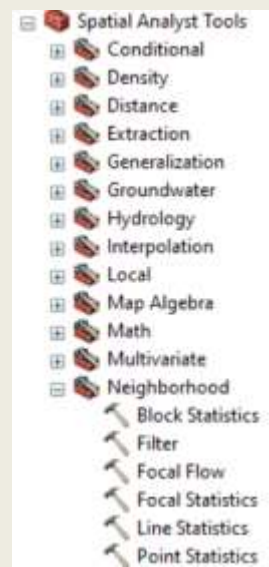
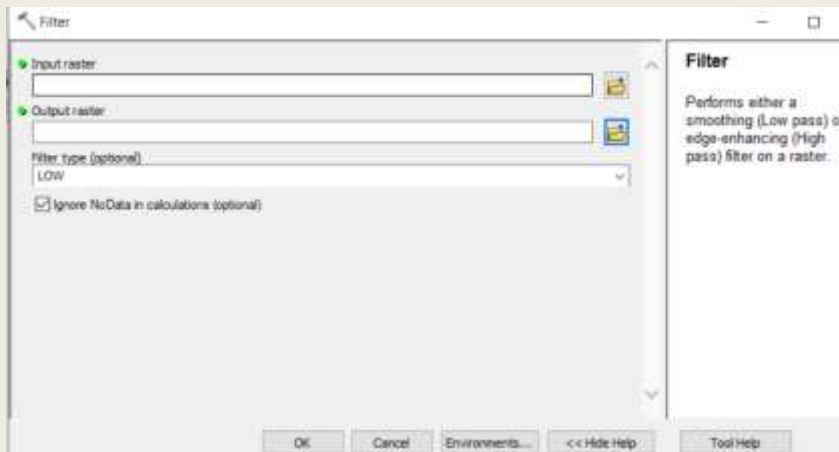
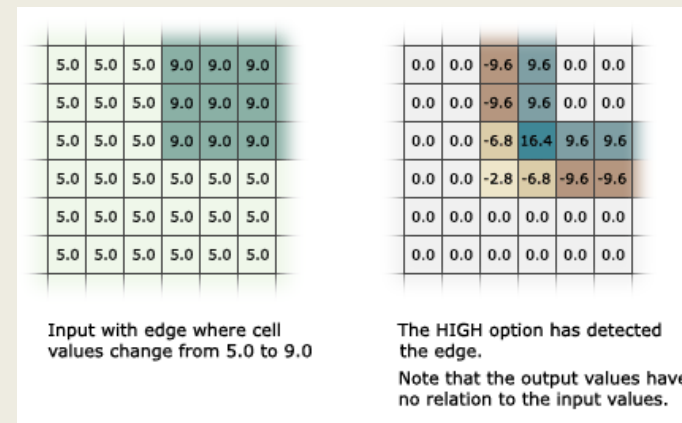
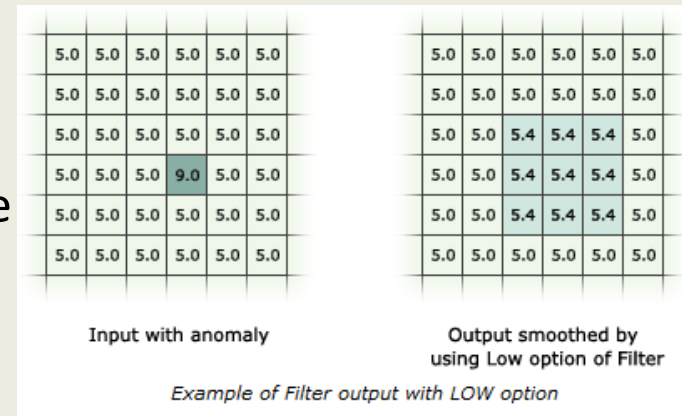
Filtriranje (Filter -

- **Low pass filter**

- Izračunava prosječnu (srednju) vrijednost za svako susjedstvo 3 x 3. Slično s alatom Focal Statistics s opcijom Mean. Učinak je smanjivanje ekstremnih vrijednosti u podacima.

- **High pass filter**

- naglašava komparativnu razliku između vrijednosti ćelije i njenih susjeda. Učinak je isticanja granica između entiteta (na primjer, tamo gdje voda graniči sa šumom) i na taj način “oštri” rubove između objekata.



Izvor: ESRI



Problem – rubne ćelije

Mean function kernels

corner

1/4	1/4
1/4	1/4

margin

1/6	1/6	1/6
1/6	1/6	1/6

corner

1/4	1/4
1/4	1/4

margin

1/6	1/6
1/6	1/6
1/6	1/6

main

1/9	1/9	1/9
1/9	1/9	1/9
1/9	1/9	1/9

margin

1/6	1/6
1/6	1/6
1/6	1/6

corner

1/4	1/4
1/4	1/4

margin

1/6	1/6	1/6
1/6	1/6	1/6

corner

1/4	1/4
1/4	1/4

example application,
lower right corner

10	12	13	12	11
8	11	12	12	10
7	9	10	11	9
8	9	9	11	8
9	10	12	10	8

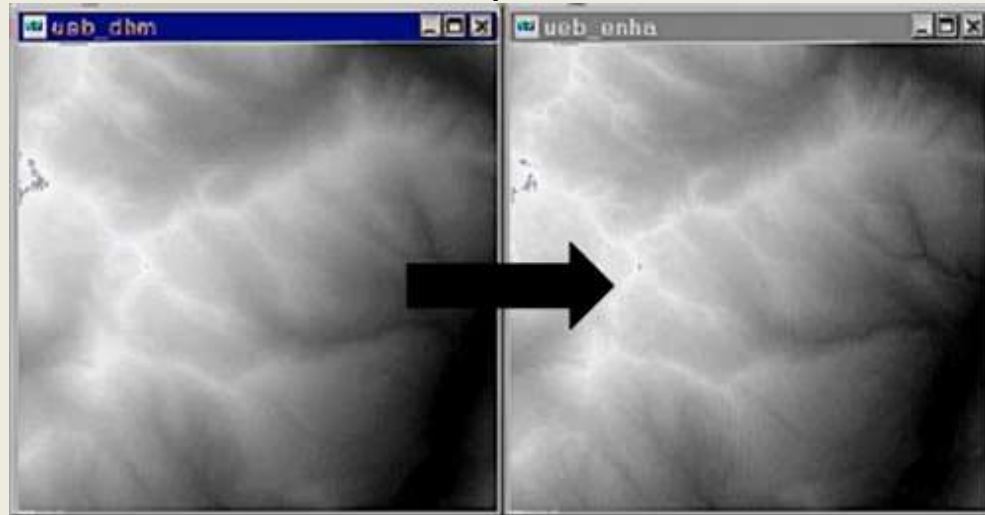
	9 1/4

$$\frac{1}{4} \cdot 11 + \frac{1}{4} \cdot 8 + \frac{1}{4} \cdot 10 + \frac{1}{4} \cdot 8 = 9 \frac{1}{4}$$

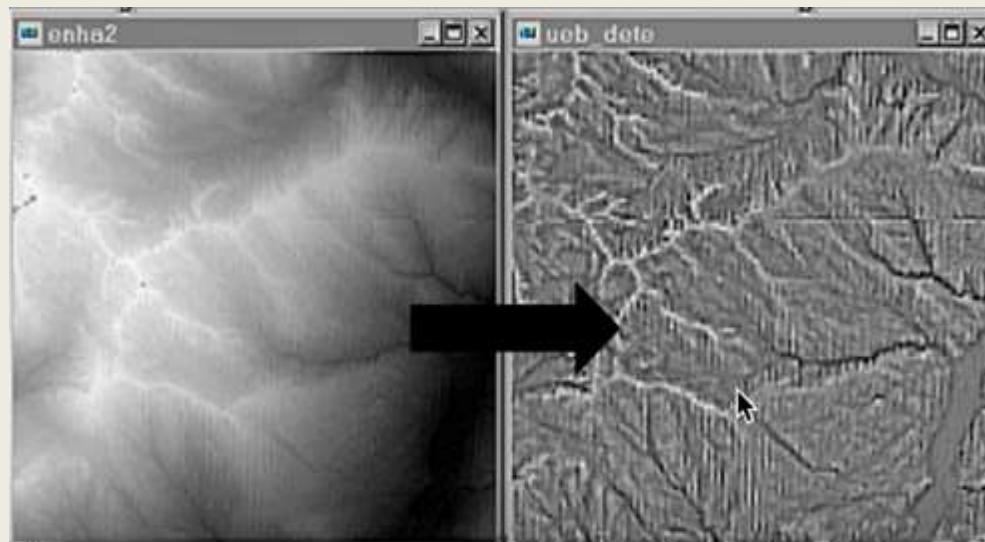


Primjer: DEM

Low pass

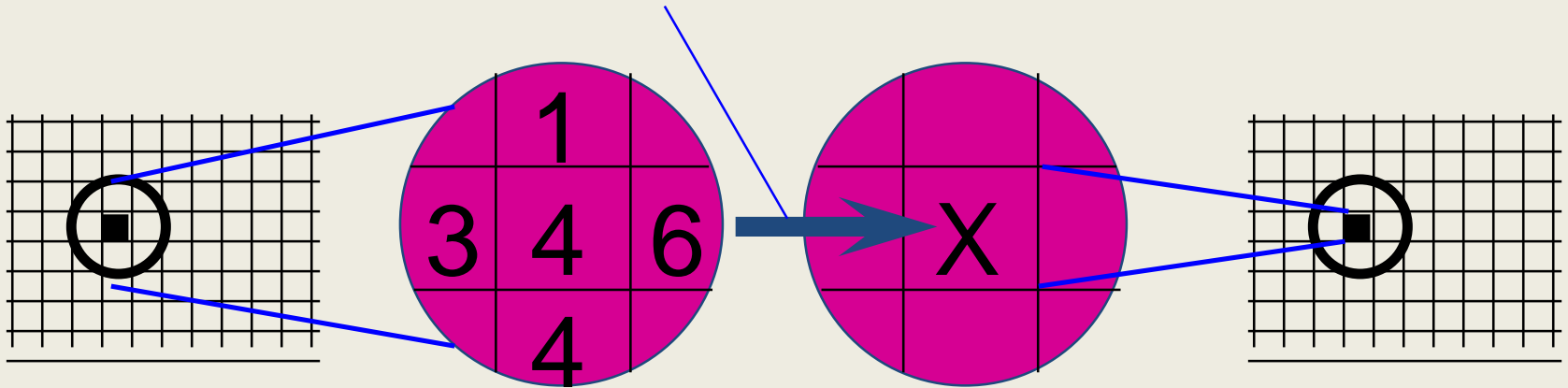


High pass



Funkcije susjedstva

Izbor funkcija



Funkcije:

Suma: $X = 18$

Prosjek: $X = 4$

Minimum: $X = 1$

Maximum: $X = 6$

Manjina: $X = 1$ (ili 3, ili 6)

Većina: $X = 4$

Raznovrstnost: $X = 4$

Medijan: $X = 4$

Devijacija: $X = 0$

Std. dev.: $X = 2$

...

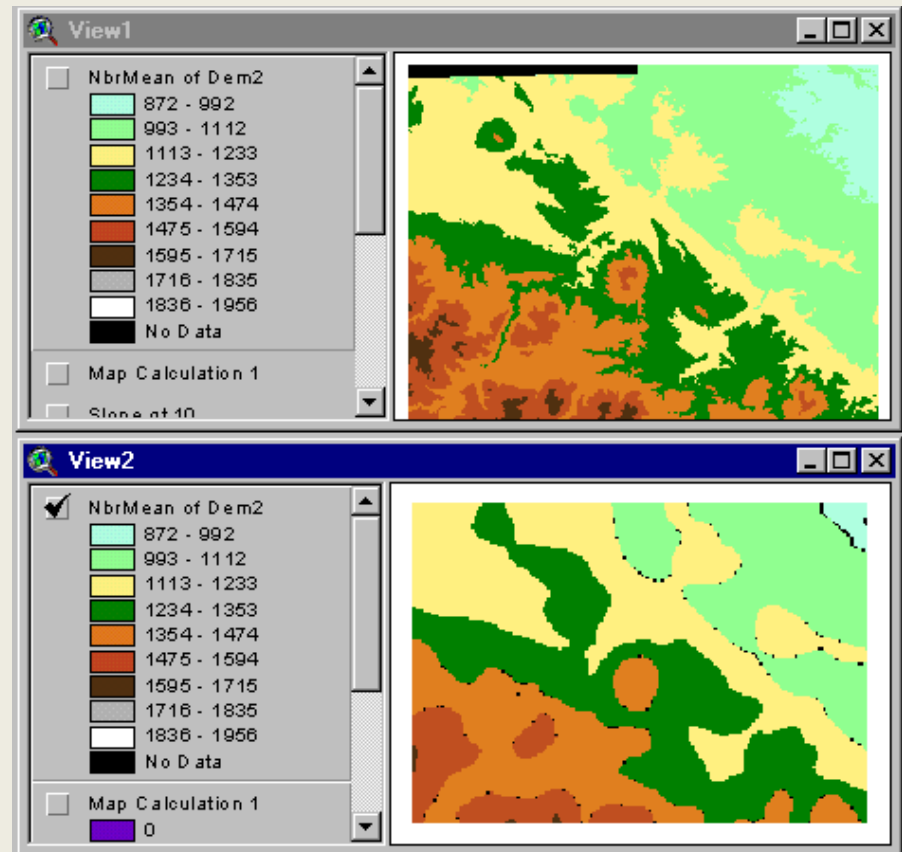


Funkcije susjedstva

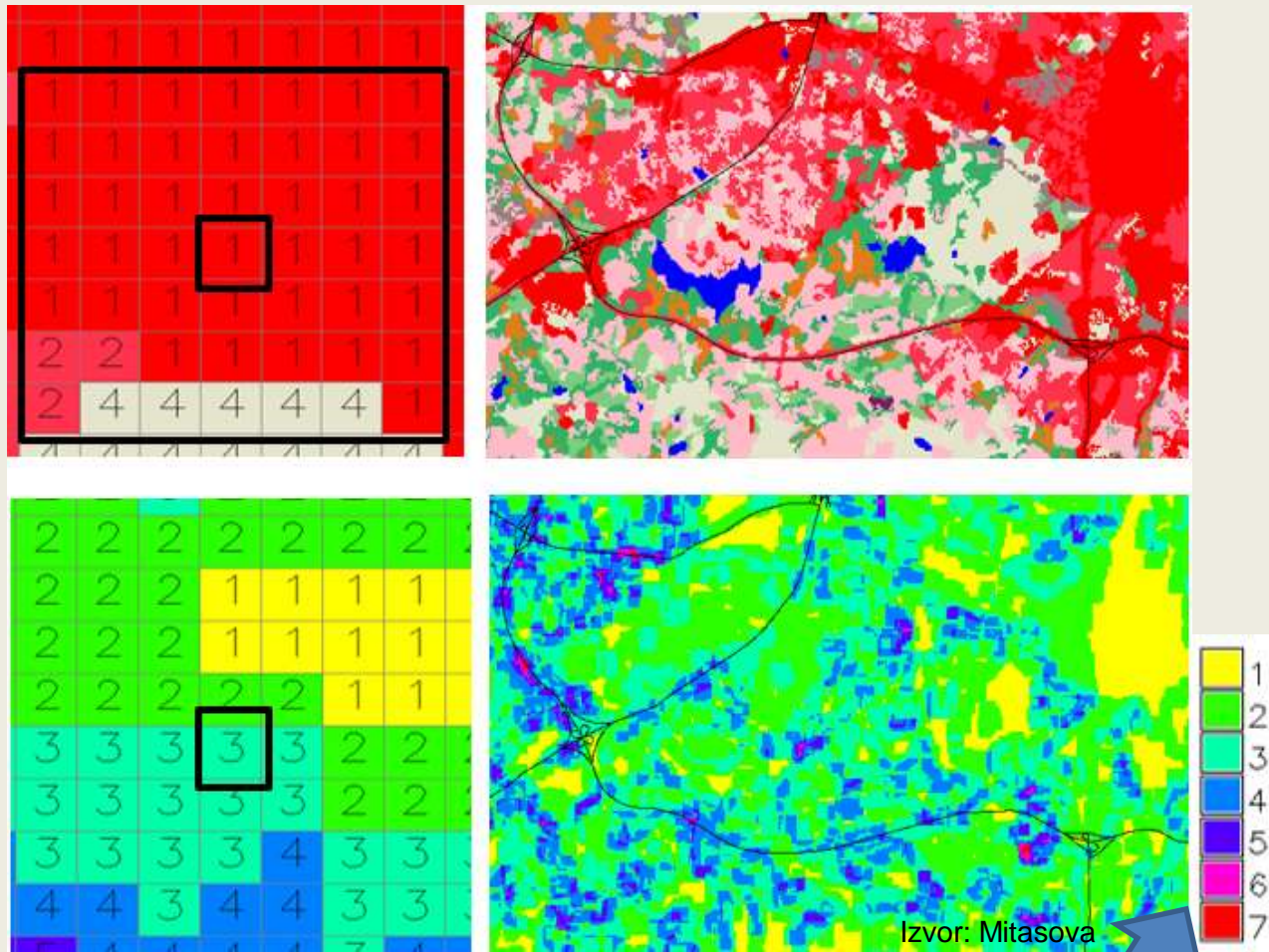
- Pridružuje vrijednost podatka pikselu temeljeno na njegovom susjedstvu (različito definiranom)
- primjena:
 - Generalizacija (pojednostavljivanje podataka),
 - Utvrđivanje raznolikosti pojave (vegetacije, životinjskih vrsta i sl.)
 - Poboljšanje rubova (veća razlika Max i min upućuje na rub),
 - Ugladivanje rubova (najfrekventnija vrijednost piksela uzima se kao vrijednost svih piksela unutar definiranog susjedstva)
 - Surface analysis – povezana s operacijama susjedstva (slope (nagib), aspect (orijentiranost))



Funkcije susjedstva: 10x10 filter na DMR-u (aritmetička sredina)

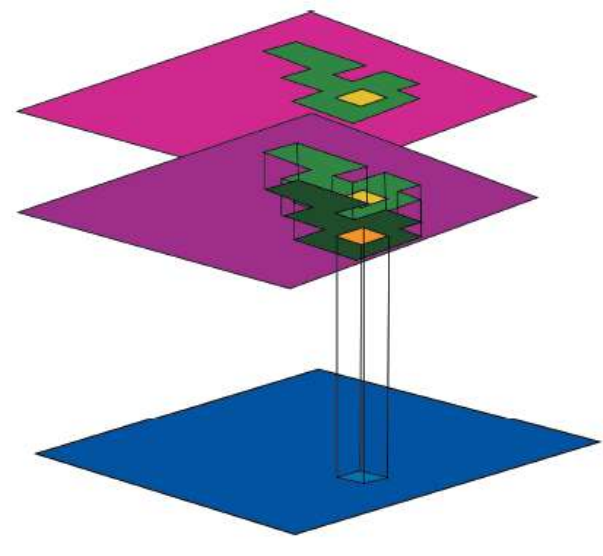


Funkcije susjedstva



Broj kategorija zemljišnog pokrova unutar susjedstva 7x7 ćelija



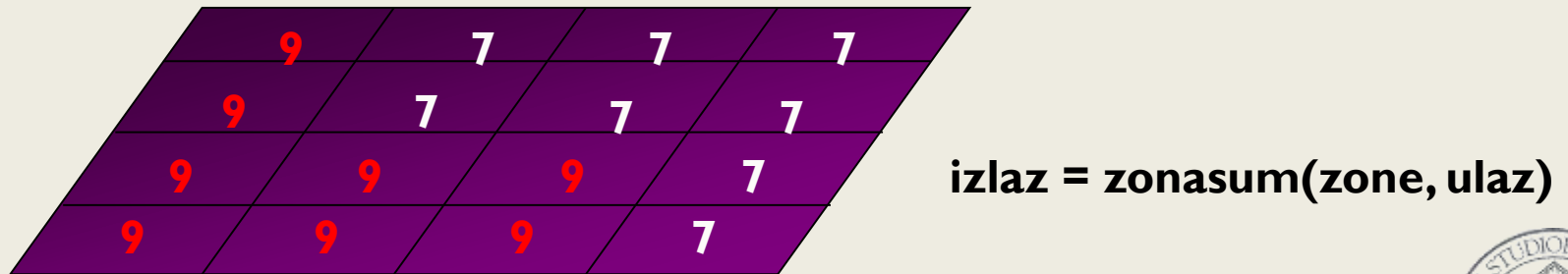
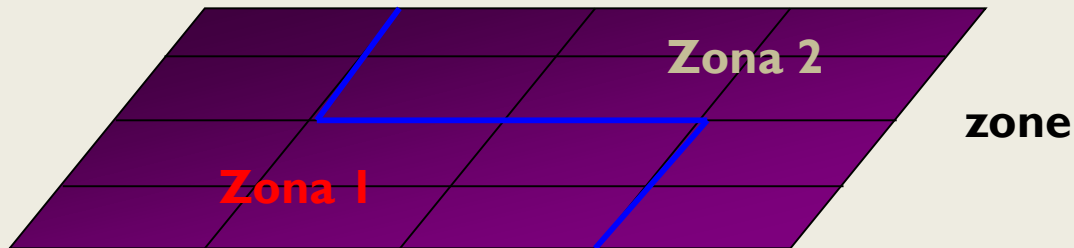
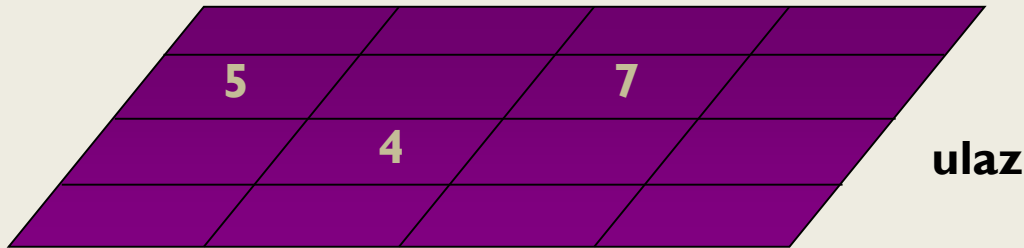


Zonske funkcije

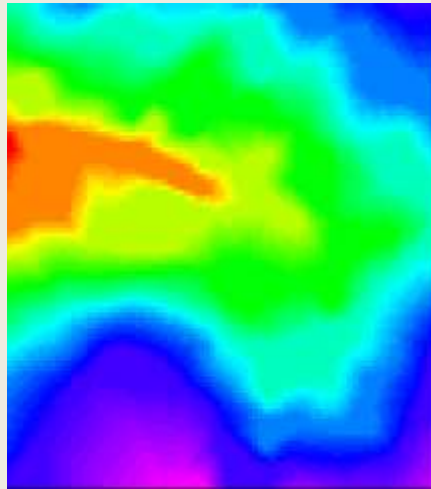
- Slične funkcijama susjedstva, a razlika je samo u definiranju piksela koji će biti uključeni u procesiranje
- Zone najčešće predstavljaju objekte (ista vrijednost piksela)
- Susjedstvo je kod zonskih funkcija određeno konfiguracijom zone izvornog rastera
- Aritmetička sredina, zbroj, minimum, maksimum
- Primjena: geoekologija (geometrijske mjere – area, perimeter, centroid, shape index i dr.)
- Prosječna nadmorska visina unutar zone šuma ili stambene zone



Zonske funkcije



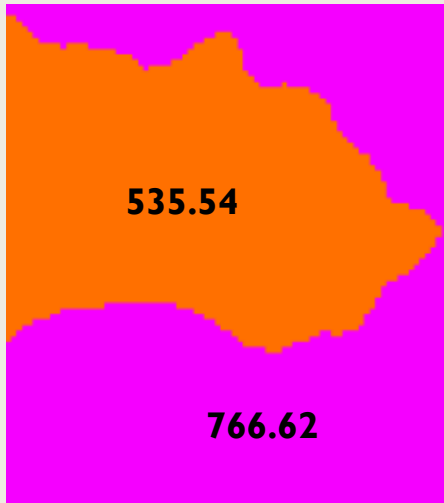
Primjeri



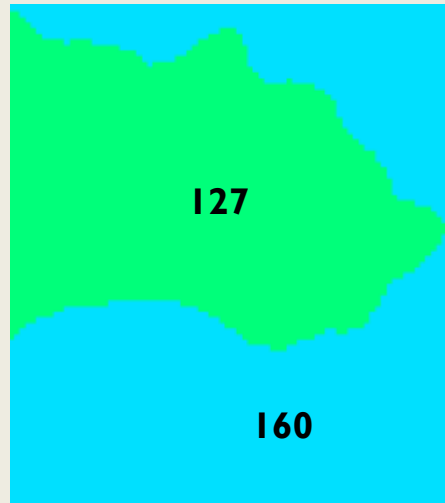
ulaz



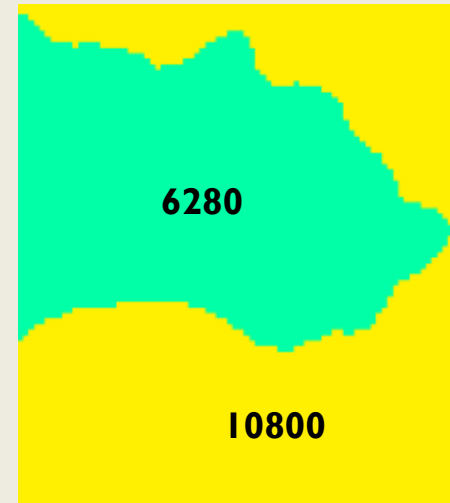
ulaz_zone



izlaz = zonalsum(ulaz_zone)



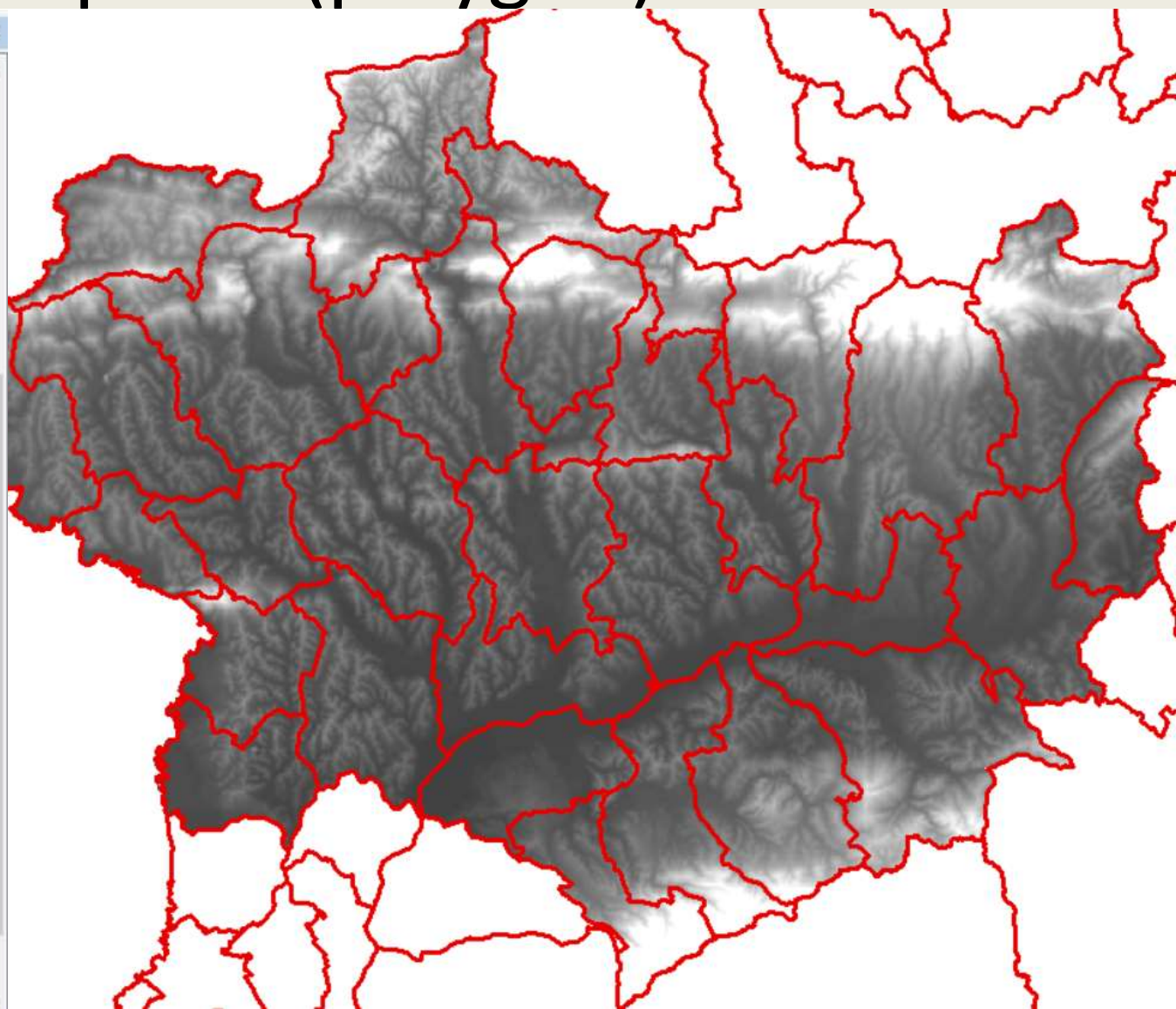
izlaz = zonalmax(ulaz_zone, ulaz)



izlaz = zonalperimeter(ulaz_zone)



DEM Krapinsko-zagorske županije i općine (polygon)



Zonal Statistics

Input raster or feature zone data
opcine

Zone field
OG_HB

Input value raster
kz_zupan

Output raster
C:\Users\atostka\Documents\ArcGIS\Default.gdb\ZonalSt_shp2

Statistics type (optional)
MEAN

Ignore NoData in calculations (optional)

Input value raster

Raster that contains the values on which to calculate a statistic.

OK Cancel Environments... << Hide Help Tool Help

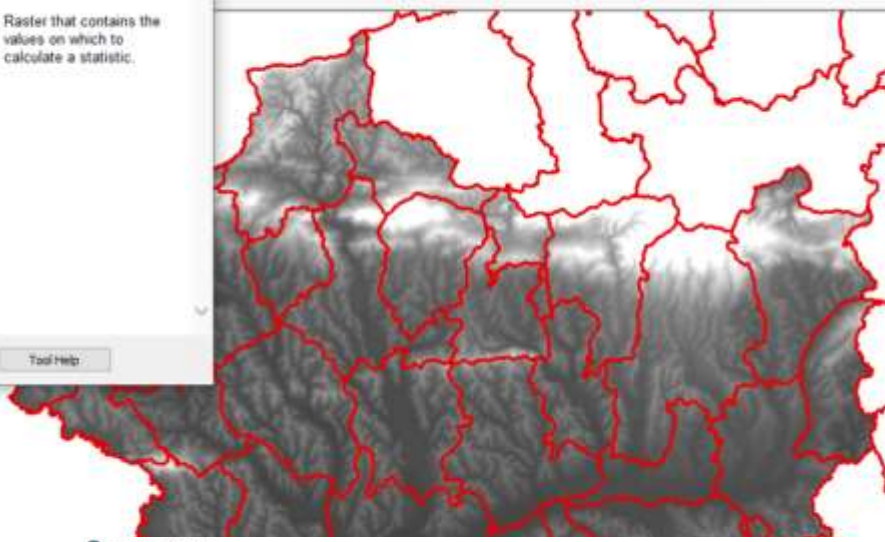
Statistics type (optional)

Statistic type to be calculated.

- **MEAN**—Calculates the average of all cells in the value raster that belong to the same zone as the output cell.
- **MAJORITY**—Determines the value that occurs most often of all cells in the value raster that belong to the same zone as the output cell.
- **MAXIMUM**—Determines the largest value of all cells in the value raster that belong to the same zone as the output cell.
- **MEDIAN**—Determines the median value of all cells in the value raster that belong to the same zone as the output cell.
- **MINIMUM**—Determines the smallest value of all cells in the value raster that belong to the same zone as the output cell.
- **MINORITY**—Determines the value that occurs least often of all

Geoprocessing Tools

- Overlay
 - Raster Creation
 - Reclass
 - Segmentation and Classification
 - Solar Radiation
 - Surface
- Zonal
 - Tabulate Area
 - Zonal Fill
 - Zonal Geometry
 - Zonal Geometry as Table
 - Zonal Histogram
 - Zonal Statistics
 - Zonal Statistics as Table



Untitled - ArcMap

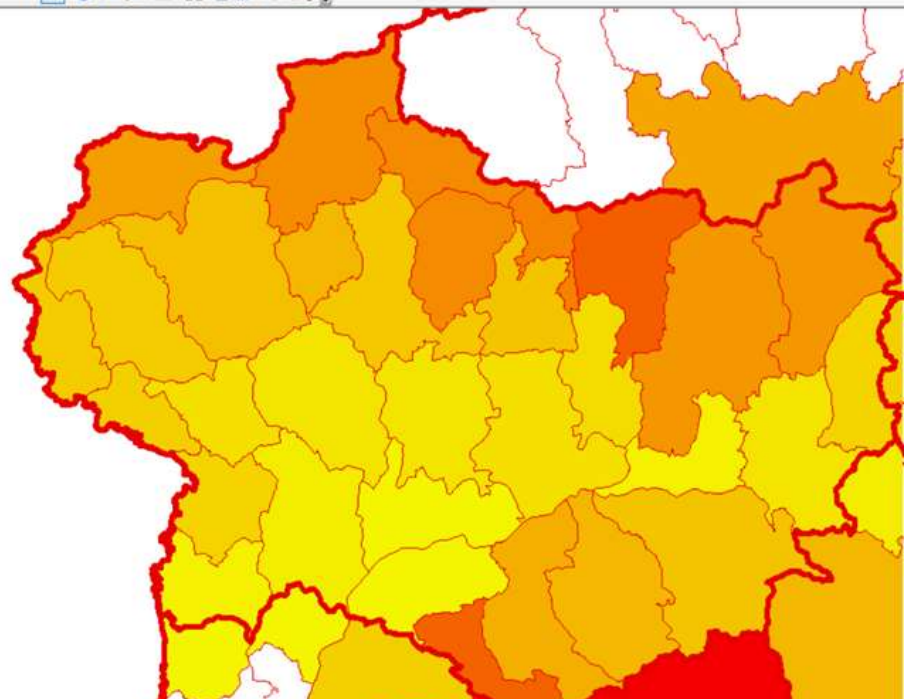
File Edit View Bookmarks Insert Selection Geoprocessing Customize Windows Help

Standard toolbar icons for navigation and editing.

Table Of Contents

Layers

- zup_lin
- opcine**
- ZonalSt_shp2
 - Value
 - High: 620.889
 - Low: 162.201
- kz_zupan
 - Value
 - High: 1059
 - Low: 0



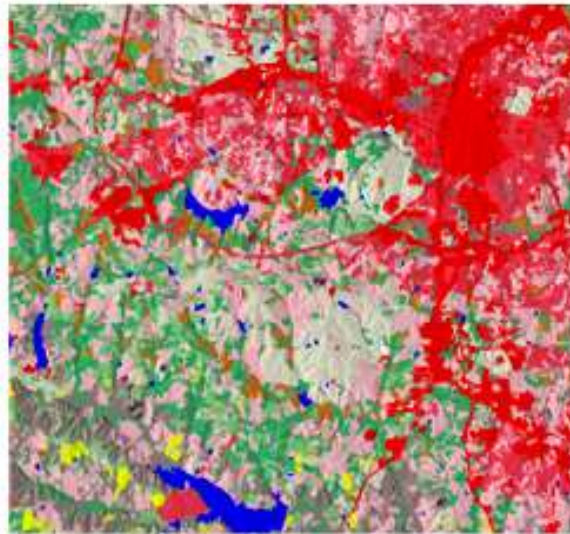
Zonske funkcije

Zonalna statistika za kvalitativne podatke:

- Raster 1: raster poligoni općina
- Raster 2: kategorije zemljišnog pokrova (24 kategorije)



Raster1



Raster2



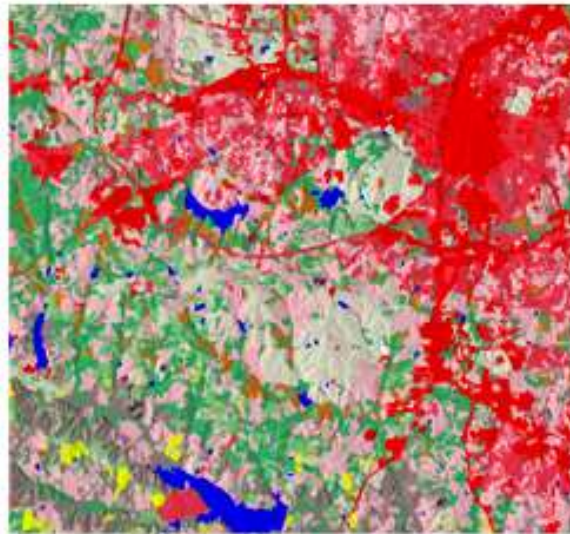
Zonske funkcije

Zonalna statistika za kvalitativne podatke:

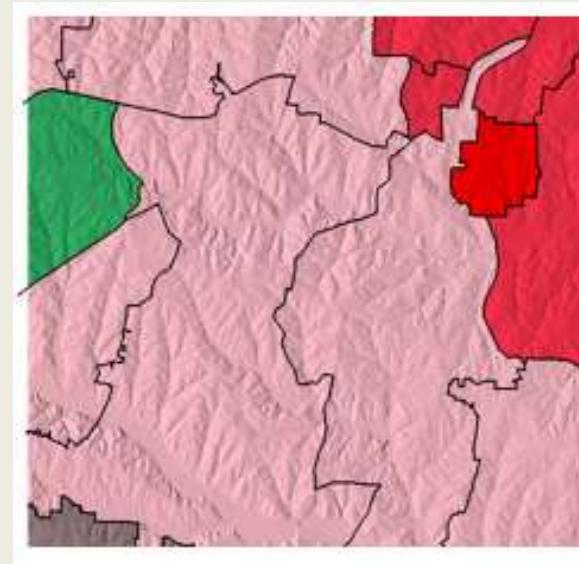
- Raster 1: raster poligona općina
- Raster 2: kategorije zemljišnog pokrova (24 kategorije)
- Rezultat: raster 3: najčešća kategorija zemljišnog pokrova u pojedinoj općini (najveća površina pod tim ZP)



Općine



Kategorije zemljišnog
pokrova

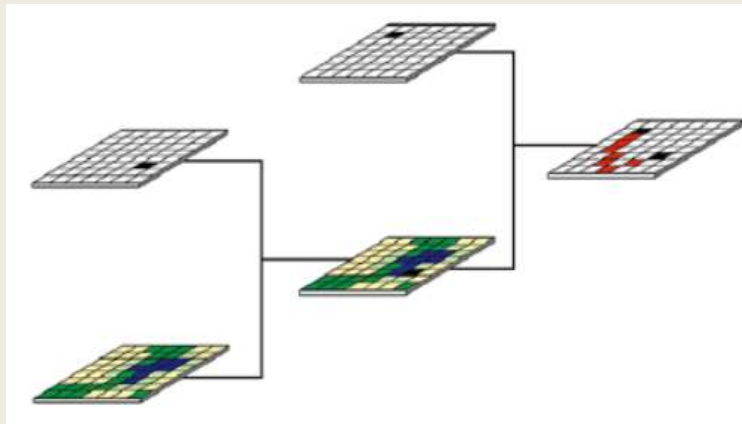


Rezultat



Globalne funkcije

- Izlazna vrijednost piksela potencijalno je funkcija svih piksela u ulaznom rasteru
- Dvije grupe globalnih funkcija:
 - Apsolutna udaljenost (euklidska)
 - Relativna udaljenost (weighted distance)



Hvala na pozornosti!

