



მეწყრული ტერიტორიის მოწყლადობის შეფასება სტატისტიკური მეთოდით



გიორგი გაფრინდაშვილი

6-9 ივნისი 2011 წელი

კლასიფიკაცია



Natural Hazards (extreme geophysical and biological events)

Geologic	Earthquakes, volcanic eruptions, landslides, avalanches
Atmospheric	Cyclones, tornadoes, hail, ice and snow
Hydrologic	River floods, coastal floods, drought
Biologic	Epidemic diseases, wildfires

Technological Hazards (major accidents)

Transport accidents	Air crashes, train crashes, ship wrecks
Industrial failures	Explosions and fires, release of toxic or radioactive materials
Unsafe public buildings and facilities	Structural collapse, fire
Hazardous materials	Storage, transport, miss-use

Context hazards (global change)

Climate change	Sea-level rise, frequency change of extreme events
Environmental degradation	Deforestation, desertification, loss of natural resources
Land pressure	Intensive urbanization, concentration of essential facilities
Super hazards	Catastrophic Earth changes, impact of near-Earth objects

პროცესის მახასიათებლები



- ხელშემწყობი ფაქტორები
- სიცრცეში გავრცელება
- ხანგრძლივობა
- წარმოქმნის დრო
- სიხშირე
- სიმძლავრე
- მეორადი პროცესები



მეწყრის სახელწოდებით აღინიშნება ადგილის ამგებელი ნაშაღის ან ძირითადი ქანების მოწყვეტილი და გადაადგილებული მასა, რომელსაც მთლიანად, ან ცალკეულ ბლოკს რამდენადმე შენარჩუნებული აქვს გადაადგილებამდე სტრუქტურული თავისებურება.



მეწვერების სტატისტიკა (1903-2007)



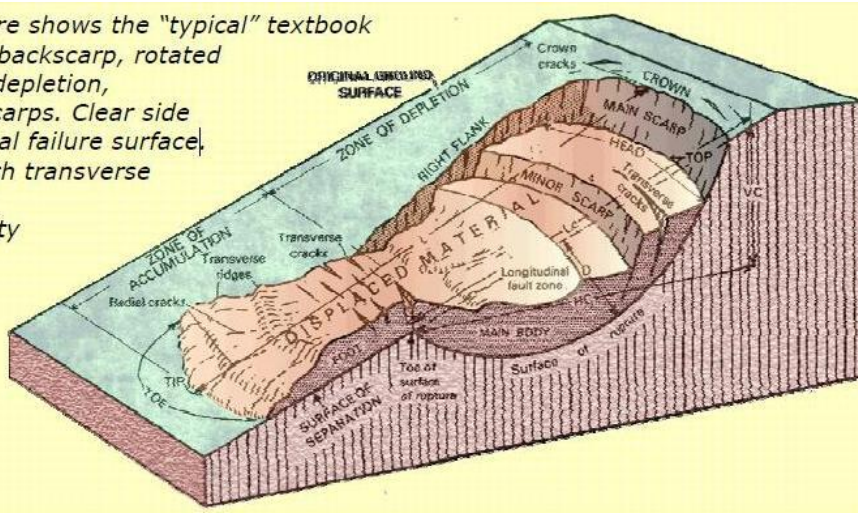
Continents	Events	Killed	Injured	Homeless	Affected	Total Affected	Damage US (000's)
Africa	23	745	56	7,936	13,748	21,740	No data
Americas	145	20,684	4,809	186,752	4,485,037	4,676,598	1,226,927
Asia	255	18,299	3,776	3,825,311	1,647,683	5,476,770	1,534,893
Europe	72	16,758	523	8,625	39,376	48,524	2,487,389
Oceania	16	542	52	18,000	2,963	21,015	2,466
Total	511	57,028	9,216	4,046,624	6,188,807	10,244,647	5,251,675

მეწყრის ძირითადი ნიშნები



მეწყრის შემადგენელი ელემენტებიდან აღსანიშნავია: მოწყვეტილი და გადაადგილებული მასა ქანებისა, რომელსაც მეწყრის სხეული ეწოდება, მოწყვეტის კედელი, რომელსაც უმეტესად რკალისებრი ამფითეატრული ფორმა აქვს და დიდი დახრილობა ახასიათებს, მეწყრის ფსკერი, მისი ცოცვის ზედაპირი, მეწყრის ბოლო ე. ი. ენა და ნაპრალები, რომლებიც მეწყრის ზედაპირზე შეინიშნება.

Figure 3.L.2: The figure shows the "typical" textbook landslide with a clear backscarp, rotated blocks in the zone of depletion, separated by minor scarps, and a rotational failure surface. Displaced material with transverse cracks in the zone of accumulation. In reality there are many different types and many will not look like this.

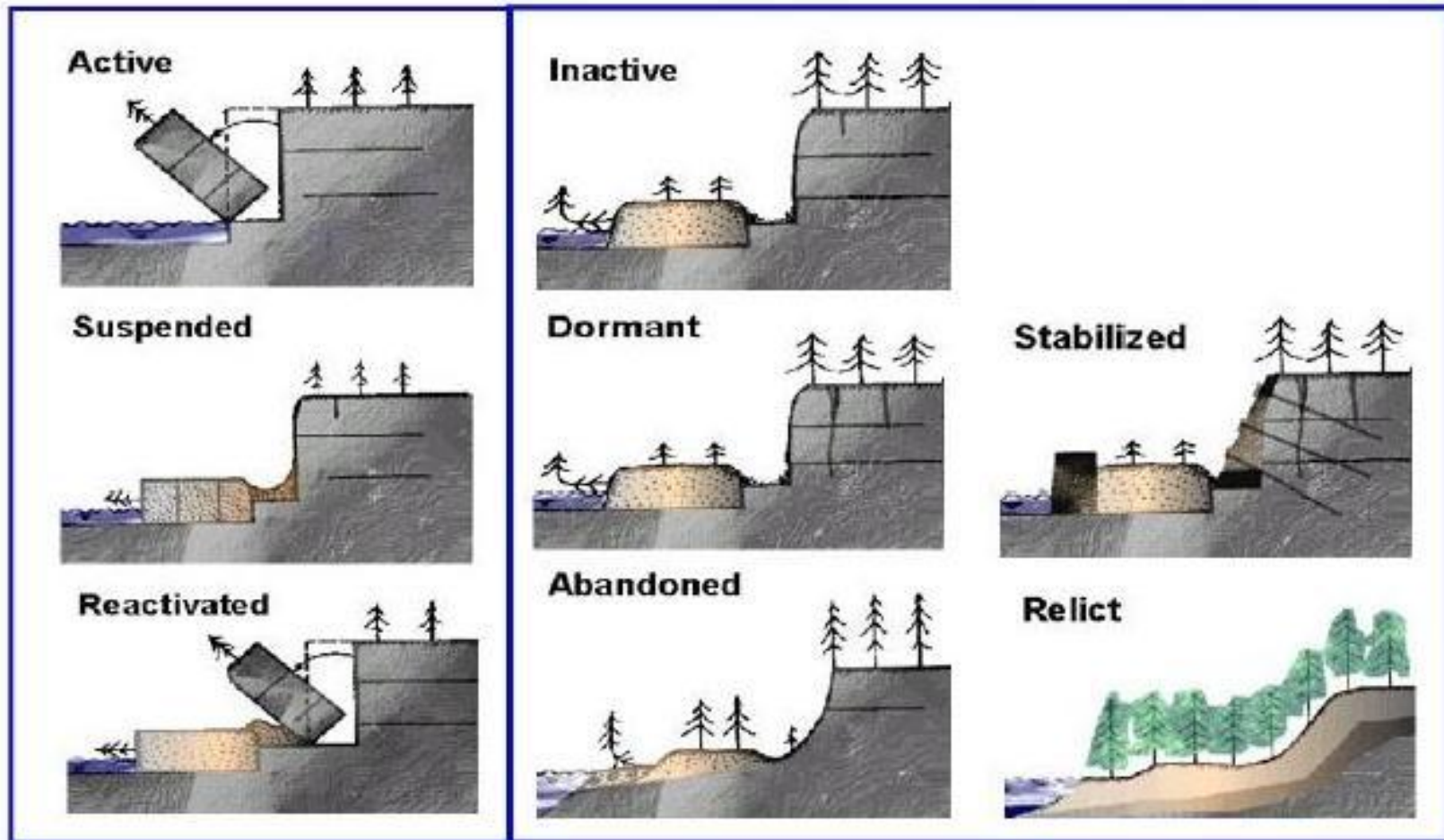


მეფხრის ბამომწვევი პირითადი მიზნუბი



1. გლობალური კლიმატური ცვლილებების საერთო ფონზე გეოლოგიური პროცესების მაპროვოცირებელი უარყოფითი მეტეოროლოგიური მოვლენების მნიშვნელოვნად გახშირება და ზრდა (პირველ ყოვლისა ატმოსფერული ნალექების და ტენიანობის გაზრდა);
2. ადამიანის მასშტაბური ზემოქმედება გარემოზე;
3. მაღალი ინტენსივობის მიწისძვრების გააქტიურება;

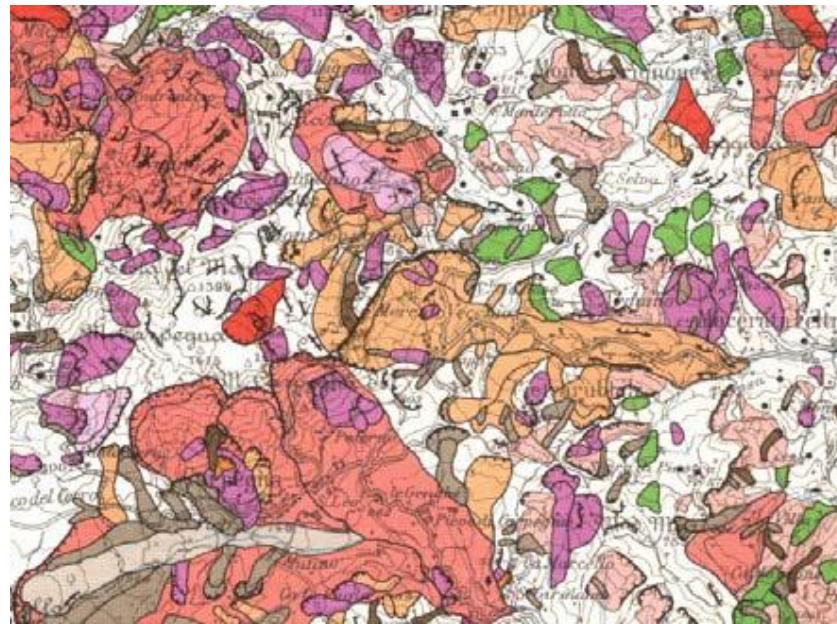
მეწიწის სტატუსი





Group	Data layer and types	Relevance for landslide susceptibility and hazard assessment	Scales of analysis			
			R	M	L	D
Digital Elevation Models	Slope gradient	Most important factor in gravitational movements	L	H	H	H
	Slope direction	Might reflect differences in soil moisture and vegetation	H	H	H	H
	Slope length/shape	Indicator for slope hydrology	M	H	H	H
	Flow direction	Used in slope hydrological modeling	L	M	H	H
	Flow accumulation	Used in slope hydrological modeling	L	M	H	H
	Internal relief	In small scale assessment as indicator for type of terrain.	H	M	L	L
	Drainage density	In small scale assessment as indicator for type of terrain.	H	M	L	L
Geology	Rock types	Based on engineering properties on rock types	H	H	H	H
	Weathering	Depth of profile is an important factor	L	M	H	H
	Discontinuities	Discontinuity sets and characteristics	L	M	H	H
	Structural aspects	Geological structure in relation with slope angle/direction	H	H	H	H
	Faults	Distance from active faults or width of fault zones	H	H	H	H
Soils	Soil types	Engineering soils with genetic or geotechnical properties	M	H	H	H
	Soil depth	Soil depth based on boreholes, geophysics and outcrops	L	M	H	H
	Geotechnical prop.	Grainsize, cohesion, friction angle, bulk density	L	M	H	H
	Hydrological prop.	Pore volume, saturated conductivity, PF curve	L	M	H	H
Hydrology	Water table	Spatially and temporal depth to ground water table	L	L	M	H
	Soil moisture	Spatially and temporal soil moisture content	L	L	M	H
	Hydrologic components	Interception, Evapotranspiration, throughfall, overland flow, infiltration, percolation etc.	M	H	H	H
	Stream network	Buffer zones around streams	H	H	H	L
Geomorpho-logy	Physiographic units	First subdivision of the terrain in zones	H	M	L	L
	Terrain Mapping Units	Homogeneous units of lithology, morphography and processes	H	M	L	L
	Geomorpholy	Genetic classification of main landform building processes	H	H	M	L
	Slope facets	Geomorphological subdivision of terrain in slope facets	H	H	H	L
Landuse	Land use map	Type of land use/ land cover	H	H	H	H
	Land use changes	Temporal varying land use/ land cover	M	H	H	H
	Vegetation	Type, canopy cover, rooting depth, root cohesion, weight	L	M	H	H
	Roads	Buffers around roads in sloping areas with road cuts	M	H	H	H
	Buildings	Slope cuts made for building construction	M	H	H	H

მეწერების შეფასების მეთოდოლოგია



მეწერული საშიშროების შეფასების მეთოდოლოგია



Heuristic მეთოდი - ამ მეთოდში სპეციალისტის
აზრი უმნიშვნელოვანესია

სტატისტიკური მეთოდი

Runout შეფასება

მეწყრული საშიშროების შეფასება სტატისტიკური მეთოდით



$$W_i = \ln\left(\frac{\text{Densclas}}{\text{Densmap}}\right) = \ln\left(\frac{\frac{\text{Area}(S_i)}{\text{Area}(N_i)}}{\frac{\sum \text{Area}(S_i)}{\sum \text{Area}(N_i)}}\right)$$

W_i = წონა რომელიც მიცემული აქვს სხვადასხვა პარამეტრულ რუკას (მაგ: ლითოლოგია, ფერდობების დახრილობა)

Densclas = მეწყრის სიმჭიდროვე პარამეტრულ რუკაზე.

Densmap = მეწყრის სიმჭიდროვე მთლიან რუკაზე.

$\text{Area}(S_i)$ = ტერიტორია, რომელიც მოიცავს მეწყრებს, პარამეტრული რუკის ერთ-ერთ კლასზე.

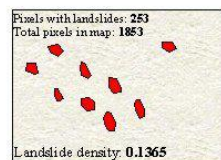
$\text{Area}(N_i)$ = ერთ-ერთი პარამეტრული რუკის საერთო ფართობი.

მეწყრული საშიშროების შეფასება სტატისტიკური მეთოდით

Bivariate statistical analysis

Landslide occurrence map

For other types the process is repeated.
Only 1 landslide type is analyzed at the time.



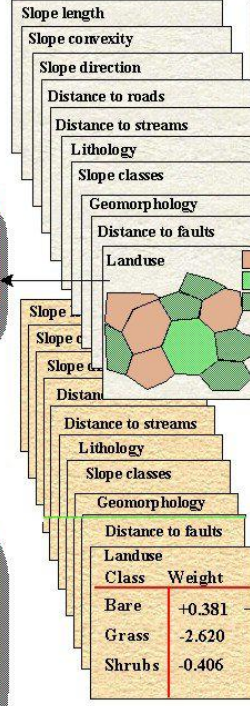
1. Overlay of the first factor map and the landslide map. Calculation of landslide densities for each class and the overall landslide density in the entire map.

Landslide	Slide	Npix	Densclas
Bare	Yes	200	0.2000
Bare	No	800	0.2000
Grass	Yes	3	0.0099
Grass	No	300	0.0099
Shrubs	Yes	50	0.0909
Shrubs	No	500	0.0909

2. Calculate a weight value for each class in the first factor map using:
- information values, or
- weights of evidence, or
- certainty factors.
The landslide density in a class is related to the overall landslide density in the map

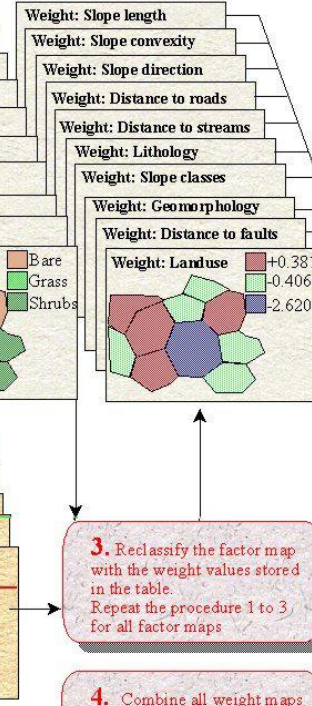
Parameter maps

Selection of relevant factors for the prediction of landslides should be made first. Only some are shown.



Weight maps

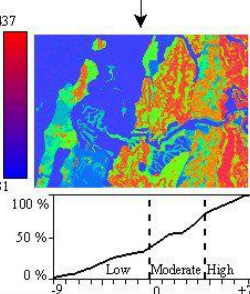
Resulting from step 3



3. Reclassify the factor map with the weight values stored in the table. Repeat the procedure 1 to 3 for all factor maps

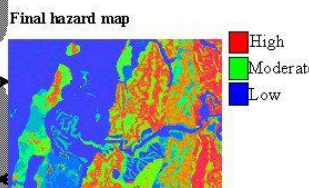
4. Combine all weight maps into a single map using certain combination rules.

Hazard scores



5. Reclassify the hazard scores into 3 classes: high, moderate and low hazard

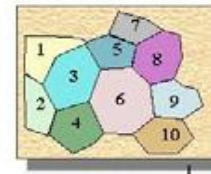
6. Overlay hazard map with landslide map & calculate landslide density for the three classes. Adjust boundaries until the result is correct.



Multivariate statistical analysis

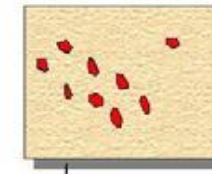
Sampling units

Either pixels, slope units, or unique conditions polygons



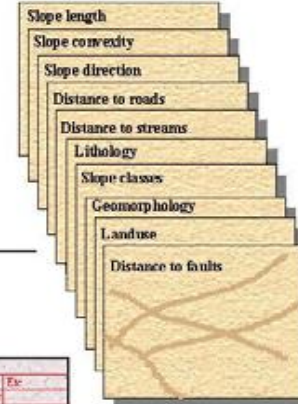
Landslide occurrence map

For other types the process is repeated. Only 1 landslide type is analyzed at the time.



Parameter maps

Selection of relevant factors for the prediction of landslides should be made first. Only some are shown.



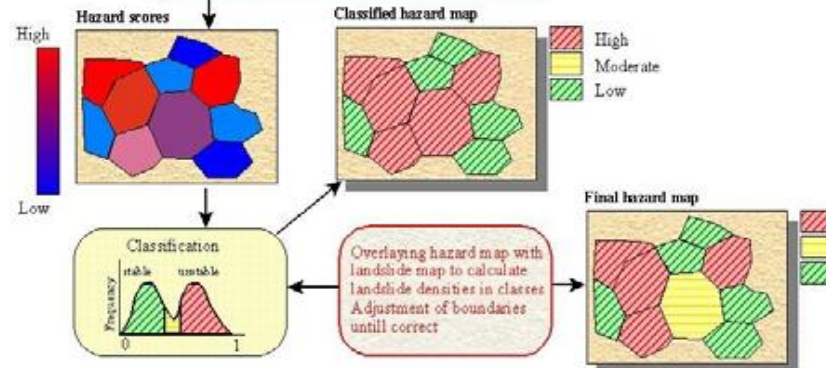
In GIS the landslide map and the factor maps are crossed with the sampling units, so that for each unit the presence/absence is indicated. Result is stored in a matrix

Matrix

Resulting from map overlay in GIS

Sample unit	Landslide	Variables										Ex
		Distance to road (Landslide < 25 m)	Distance to road (Landslide > 25 m)	Crack	Shrub	Forest	Lithology and stone	Slope < 30 deg	Slope > 30 deg	Land use	Land use	
1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	
2	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	
3	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
4	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	
5	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0	
6	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
7	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	
8	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	
9	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	
10	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	

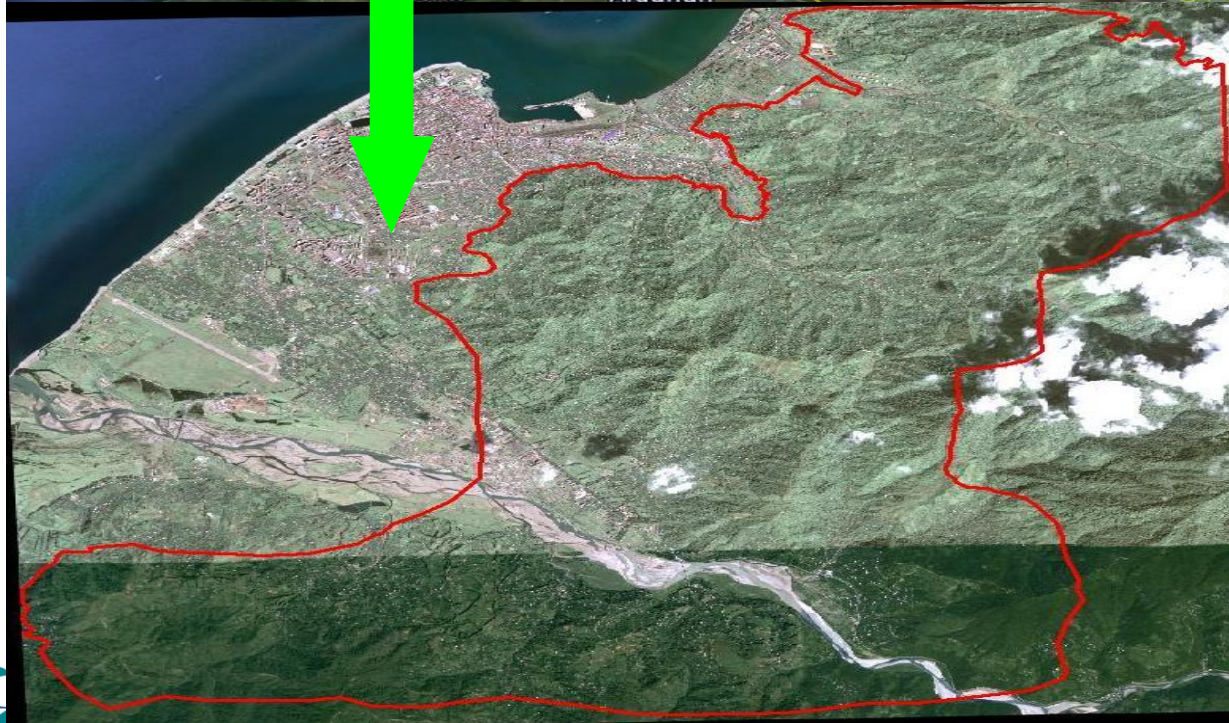
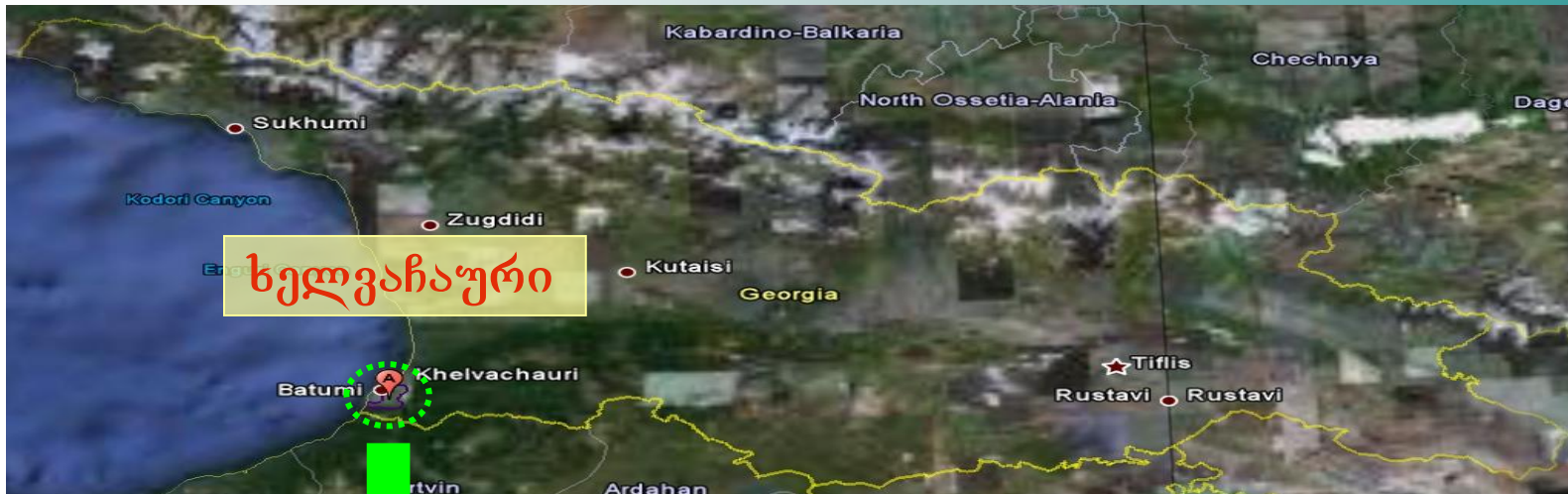
The matrix is exported to a statistical package for multivariate analysis (multiple regression, discriminant analysis). Display of hazard score for each sampling unit.



მეწერული საშიშროების შეფასება ხელვაჩაურის მუნიციპალიტეტში



საკვლევი ტერიტორია



ფართობი: 97.5 კმ²

თემი: 5

სოფელი: 30

მოსახლეობა:
38,000

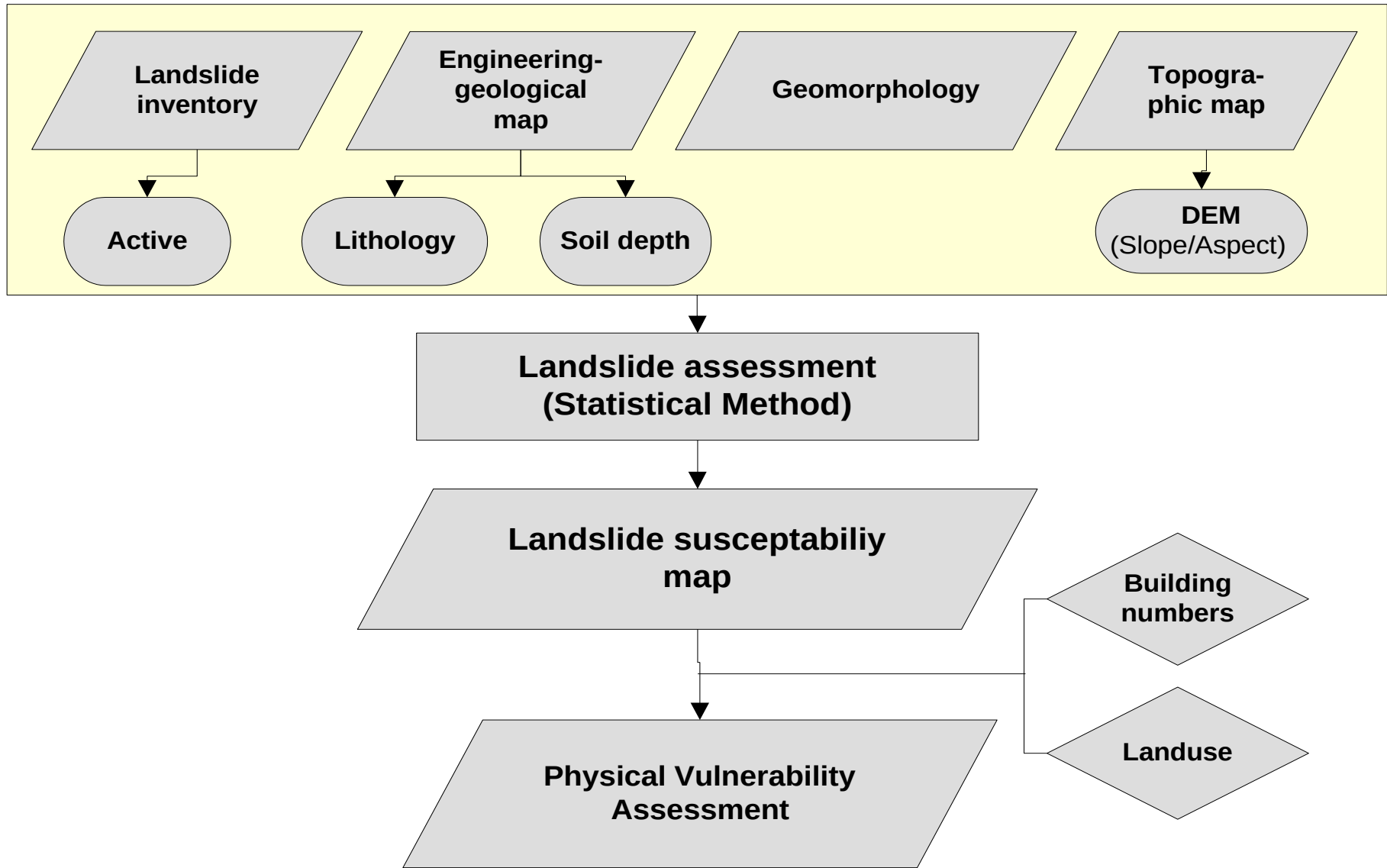


Our Hope for
Humankind



ITC an Associated Institution of the
UNITED NATIONS
UNIVERSITY





მასალები პროექტისათვის



- მეწყობის რუკა – საინჟინრო-გეოლოგიური ანგარიშებიდან და Google-earth-დან ინტერპრეტირებული
- საინჟინრო-გეოლოგიური რუკა (მასშტაბი 1:25 000) 1976-1980 წელი
- ტოპოგრაფიული რუკა 1:50 000 მასშტაბში
- გეომორფოლოგიური რუკა
- ნიადაგების რუკა

მეწყრული საშიშროების შეფასება სტატისტიკური მეთოდით

$$W_i = \ln\left(\frac{\text{Densclas}}{\text{Densmap}}\right) = \ln\left(\frac{\frac{\text{Area}(\text{Si})}{\text{Area}(\text{Ni})}}{\frac{\sum \text{Area}(\text{Si})}{\sum \text{Area}(\text{Ni})}}\right)$$

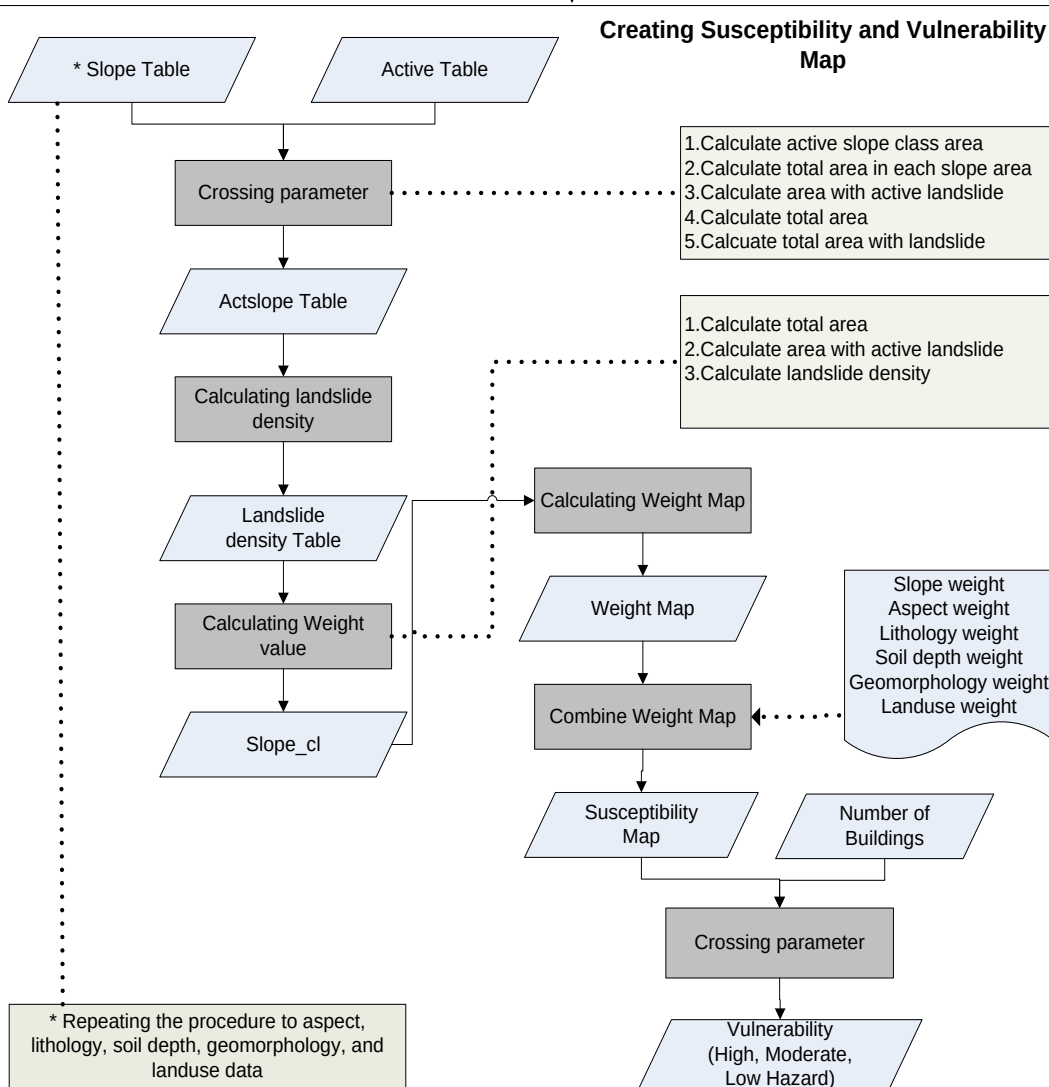
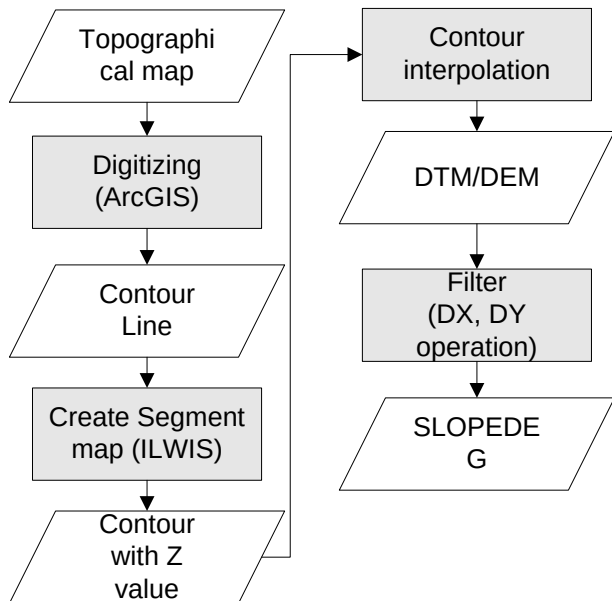
სადაც W_i არის წონა რომელიც მიენიჭა n პარამეტრულ რუკას: ფერდობი, ექსპოზიცია, ლითოლოგია, გეომორფოლოგია, მიწათსარგებლობა და ნიადაგები.

Densclas არის მეწყრის სიმჭიდროვე პარამეტრული რუკის კლასში. ენსმაპ არის მეწყრის სიმჭიდროვე მთელს რუკაზე.

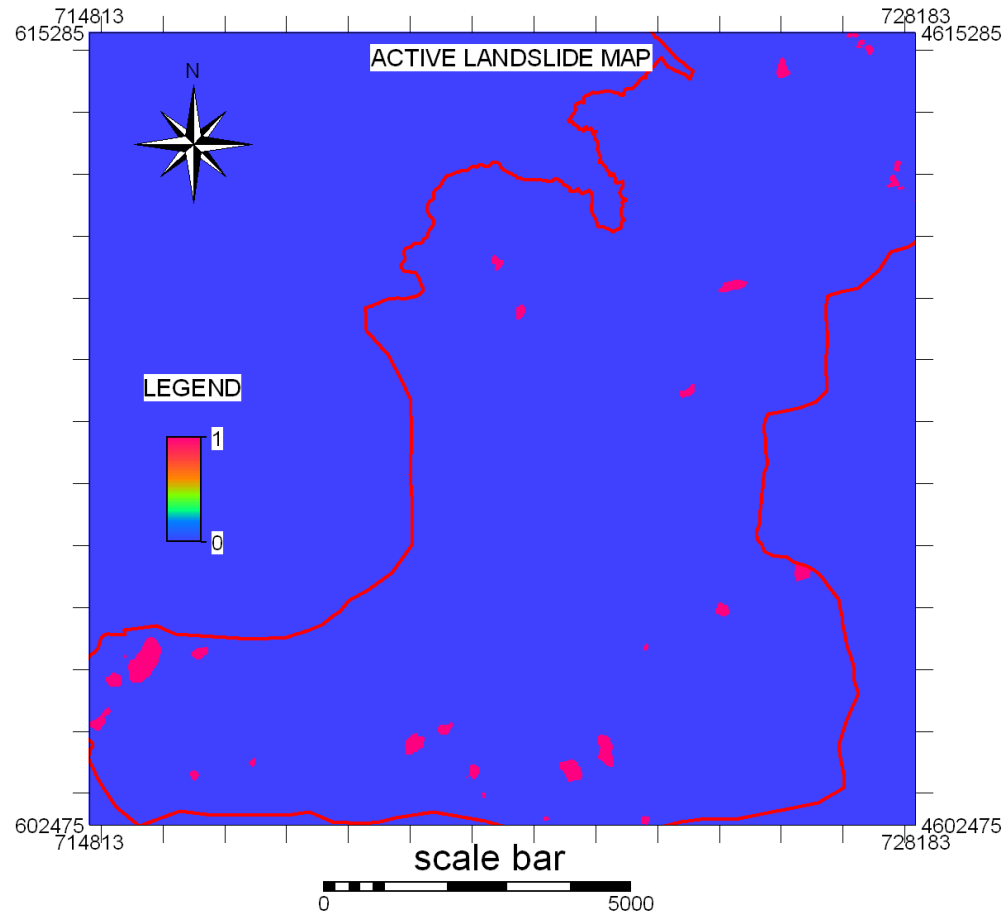
Area (Si) არის ტერიტორია, რომელიც მოიცავს მეწყრებს, გარკვეული პარამეტრული რუკის კალსში.

Area (Ni) გვიჩვენებს ცალკეული პარამეტრული რუკის საერთო ფართობს.





მეწყრების რუკა

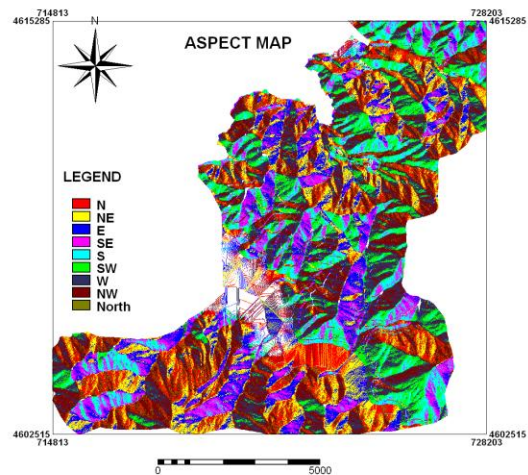


38 აქტიური მეწყერი

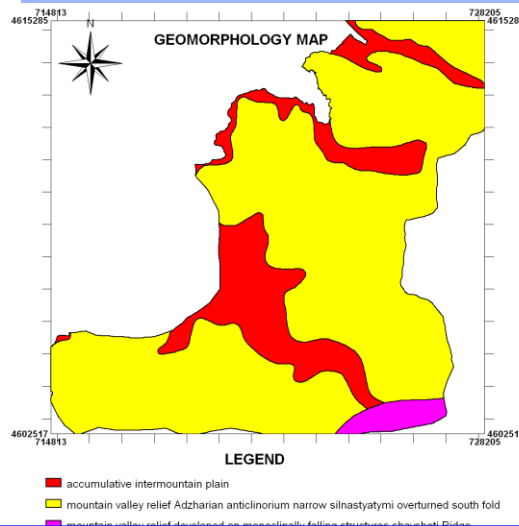
მაკროეკოციური ფაქტორები და შესაბამისი წონადი რუკები



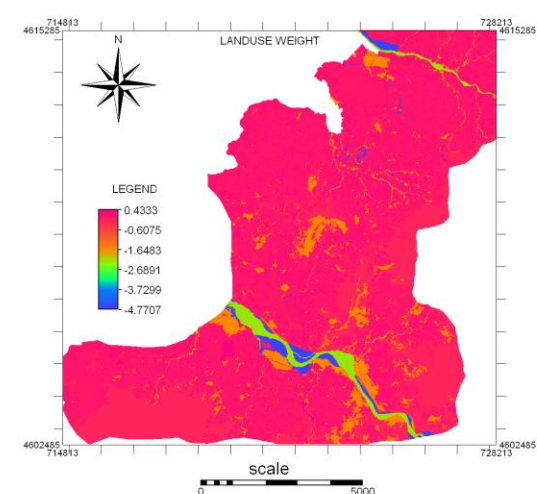
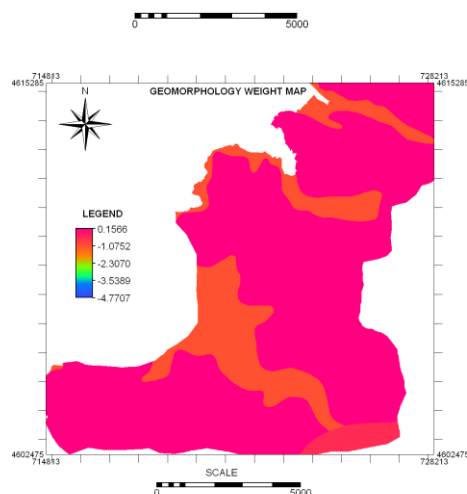
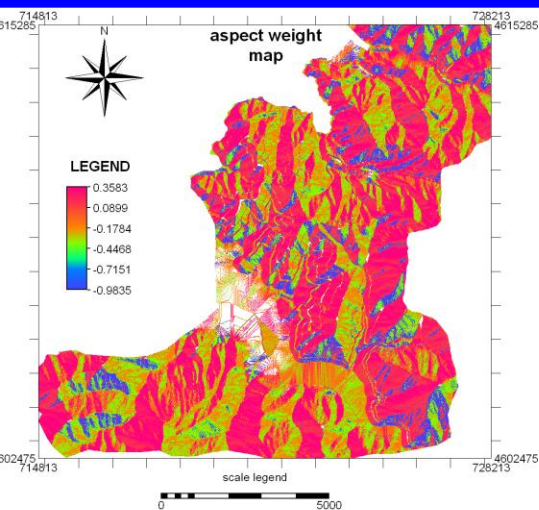
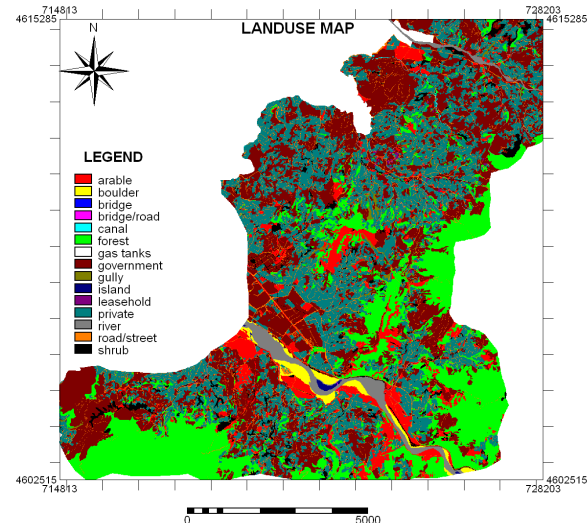
ფერდობების ექსპოზიცია



გეომორფოლოგია



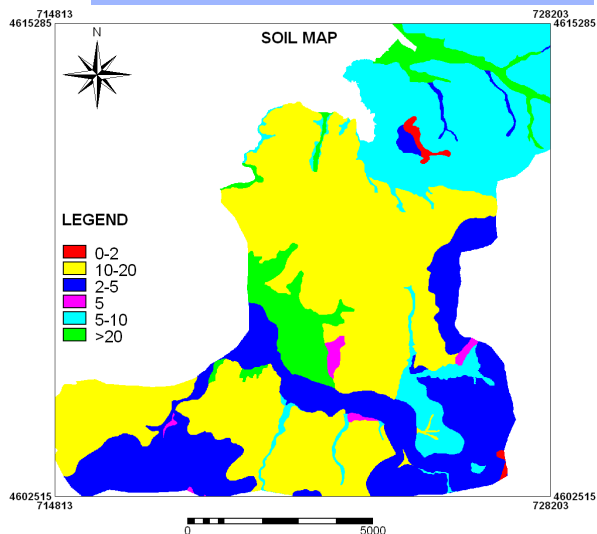
მიწათსარგებლობა



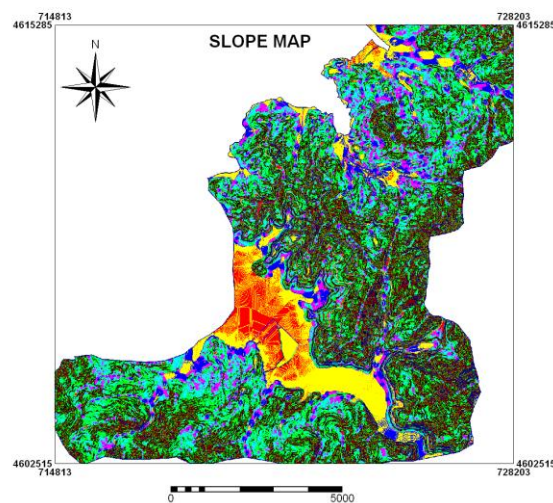
მაკროეკოციკრებული ფაქტორები და შესაბამისი წონადი რუკები



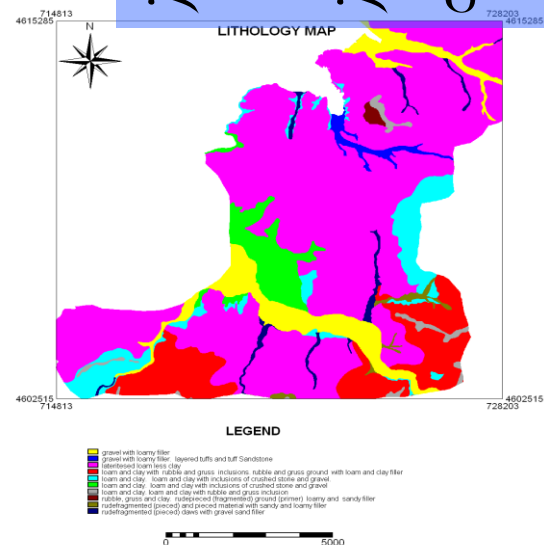
ნიადაგი



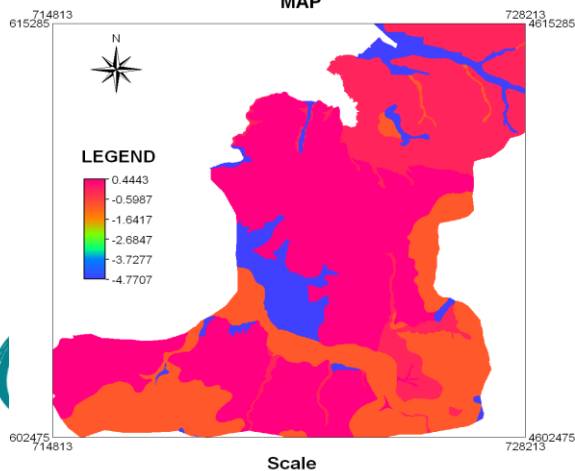
ფერდობი



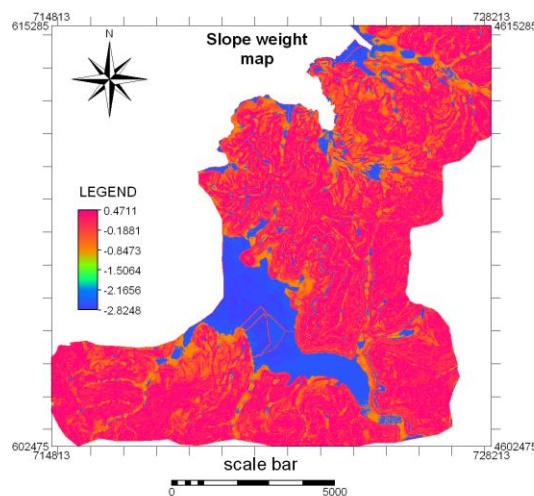
ლითოლოგია



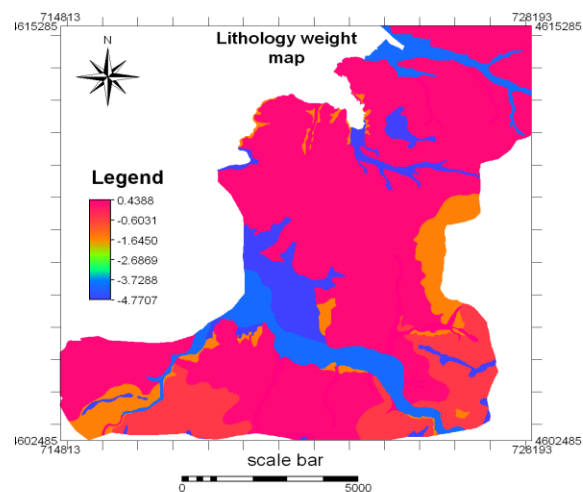
SOIL WEIGHT
MAP



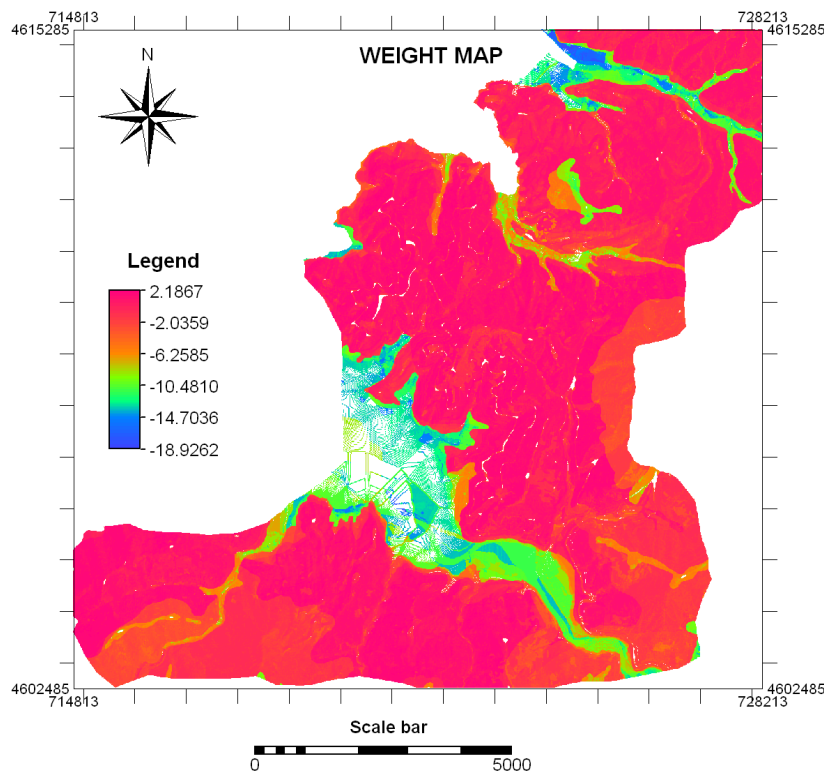
Slope weight
map



Lithology weight
map

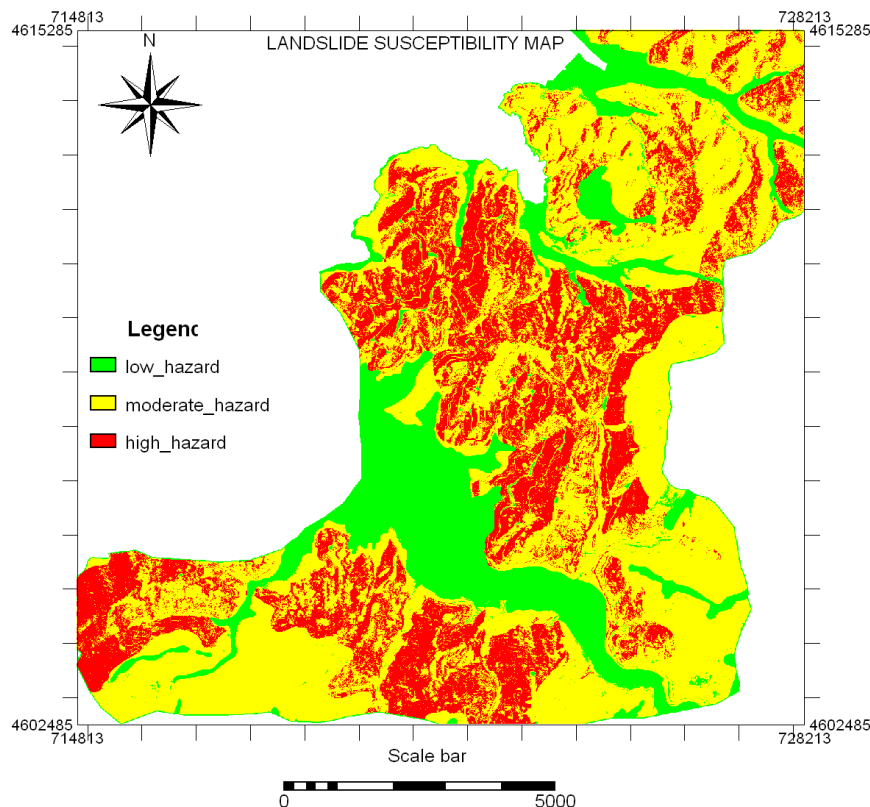


საბოლოო წონადი რუკა



Causative factor maps	ASPECT	Geomorphology	Landuse	Lithology	Slope(in degree)	Soil depth (in meter)
Most influential types	NW	mountain	private use	laterized loam and clay	19-24	10-20

მეწყრული საშიშროების შეფასება



- მაღალი: 1.1 ~ 2.2
- საშუალო: -4 ~ 1.1
- დაბალი: -18.9 ~ -4

HAZARD	Area (sq. km)	%
low hazard	18.0	18.4
moderate hazard	51.8	53.2
high hazard	27.7	28.4
Total area	97.5	100