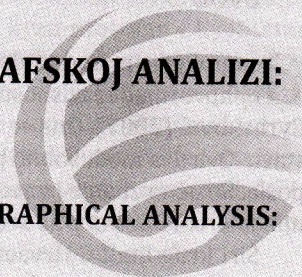


## PRIMJENA GIS TEHNOLOGIJE U GEOGRAFSKOJ ANALIZI: PRIMJER OTOKA VISA (HRVATSKA)

### ABSTRACT

### APPLICATION OF THE GIS TECHNOLOGY IN GEOGRAPHICAL ANALYSIS: AN EXAMPLE OF THE ISLAND OF VIS (CROATIA)



### SAŽETAK

U razvijenim zemljama svijeta alati za obradu podataka postaju sve sofisticiraniji i lakši za upotrebu. Primjena GIS tehnologije zauzima sve veće značenje u hrvatskoj geografiji. Međutim, dostupnost pojedinih geografskih podataka širem krugu znanstvenika još je uvijek otežana. Iz tog razloga u radu je opisana jedna od metoda izrade digitalnog modela reljefa (DMR), digitalizacijom topografske karte 1:25000, na temelju koje je uz pomoć GIS tehnologije napravljena napredna geografska analiza na primjeru otoka Visa. Iz formiranog DMR-a te korištenjem različitih metoda i algoritama integriranih u softverima, izrađeni su rasterski i vektorski slojevi nagiba, ekspozicije, hipsometrije s konkretnim numeričkim vrijednostima.

Mogućnost korištenja dobivenih podataka je višestruka, ne samo u geografiji nego i u drugim znanstvenim disciplinama koje proučavaju geografski prostor. Oni mogu imati odlučujuću ulogu u praćenju, analizi i donošenju racionalnih upravljačkih odluka koje su nužne za očuvanje okoliša u kojem živimo i kojeg ćemo ostaviti u naslijeđe budućim generacijama. Glavni alati u cjelokupnom procesu geografske analize bili su: *ArcInfo*, s aplikacijama i ekstenzijama i *WinTopo*.

**Ključne riječi:** GIS, geografska analiza, Vis, digitalni model reljefa, *ArcInfo*

### ABSTRACT

Tools for data processing have become more sophisticated and simpler to use in developed countries. The application of GIS technology has become significant in Croatian geography. However, the attainability of some geographical data to numerous scientists is still difficult. That's the reason why one of the ways to create DEM (digitalizing topo maps 1:25000 ratio) in is described in this paper. Geographical analysis of Vis was made using DEM and GIS technology. Raster and vector's layers of slope, aspect and elevation (with concrete numerical values) were created by using different methods and algorithms.

Possibilities of using data are multiple, not only in geography but also in other scientific methods that study geographic space. They can have a decisive role in tracking, analyzing and making rational managing decisions that are necessary to preserve the environment. Main tools used in geographical analysis process were *ArcInfo* with applications and extensions and *WinTopo*.

**Key words:** GIS, geographical analysis, Vis, digital elevation model, *ArcInfo*

<sup>1</sup> Ante Šiljeg, prof., Sveučilište u Zadru, Odjel za geografiju, Dr. Franje Tuđmana 24i, asiljeg@unizd.hr



## UVOD

Geografija je prirodno-društvena znanost o objektima, pojavama i procesima u geosferi i njihovoj međuzavisnosti te o funkcionalnom uređenju prostora i odnosu čovjeka i okoliša CVITANOVIĆ (2001). Ona se treba temeljiti na odgovarajućem stručnom znanju i moralnom stavu. Ova dva međusobno povezana preduvjeta temelj su geografskog istraživanja i svakog posla. Stručno znanje između ostalog odnosi se i na vladanje tehničkim alatima, a jedan od njih je *ArcGIS Desktop* sa svojim proizvodima, aplikacijama i ekstenzijama.

Širi krug ljudi u Hrvatskoj je geografiju počeo percipirati kao faktografiju, sporednu znanost, a ne kao interdisciplinarnu znanost koja ima izrazite mogućnosti da pridonese donošenju pametnijih odluka u prostoru. Teško je istaknuti razloge i navesti moguća rješenja, navedenog stanja. Međutim, činjenica je da bi geografi vratili mjesto i ugled koji im pripada moraju eksplicitno djelovati, biti ujedinjeni i intenzivnije integrirati GIS u geografsku struku. Geografija u 21. stoljeću ne može biti nastavnička, deskriptivna znanost već mora težiti upotrebi sofisticiranih tehničkih alata čime će u doba kapitalizma postati prepoznatljiva i konkurentna.

Cilj geografije je na temelju podataka istražiti, opisati, protumačiti sve pojave i procese koji su, uzročno-posljedično i funkcionalno međusobno povezani i isprepleteni. Dostupnost podatka u Republici Hrvatskoj, koji imaju veliko značenje u istraživanju, je otežana iz različitih razloga: birokracija, cijena, tajnost podataka itd., što predstavlja znatne probleme u naprednoj analizi i čini geografe nekonkurentnima na znanstvenom i komercijalnom tržištu. Cilj ovog rada je prikazati jedan od načina prikupljanja i izrade podataka, točnije digitalnog modela reljefa, te uz pomoć istog i naprednog GIS alata (*ArcGIS Desktopa*) napraviti jednostavne i napredne analize na primjeru otoka Visa.

## METODE ISTRAŽIVANJA

U znanstvenom procesu su korištene različite metode, tehnike i procedure, a završni cilj je bilo njihovo integriranje, u svrhu dobivanja što boljih i kvalitetnijih rezultata. Kvalitetna geografska analiza temeljena na GIS metodama odnosi se u prvom redu na analizu digitalnog modela reljefa, pravilnu mrežnu matricu koja reprezentira kontinuirane promjene reljefa kroz prostor BURROUGH (1986). Metode primijenjene u radu su: prikupljanje primarnih (topografske karte Visa u mjerilu 1:25000) i sekundarnih podataka (*Corine Land Cover*, Digitalni atlas Republike Hrvatske), obrada podataka, analiza, primjena GIS alata *ArcGIS Desktop*, izrada karata, usporedba i sinteza.

Prvi korak bio je izraditi DMR na temelju topografskih karta. Da bi se iste mogle koristiti trebalo ih je najprije georeferencirati. Zatim je izvršeno grupiranje boja TK25, reklasifikacija, izdvajanje slojnica, automatska vektorizacija, pridodavanje atributa (visina), izrada TIN-a i na kraju DMR-a, na temelju kojeg je napravljena analiza. Dobiven je DMR rasterske GRID strukture, veličine ćelija 25 metara. Radi lakše analize svi rasterski slojevi su konvertirani u vektore i pohranjeni u *ArcCatalog*. Korišten je Duekerov *feature model* odnosno geometrijski prikaz geografskih elemenata da bi se pojednostavio prikaz prostora. Ovaj model svodi geografske elemente na točke, pravce i poligone. Dakle, polja, nagibi itd. su prikazana kao poligoni. Sljedeći korak bio je unijeti vrijednosti u atributnu tablicu slojeva iz koje su preko različitih opcija koje nudi alat, dobiveni kartografski prikazi. Za analizu su korištena četiri sloja: hipsometrija, nagibi, ekspozicija i obradive površine.





Primjena GIS-a je omogućila detaljnu analizu i automatsko preklapanje slojeva (*overlay*), klasificiranje i uređivanje podataka po skupinama, njihovu brzu pretragu i kvalitetan kartografski prikaz. Analiza je rađena uz pomoć aplikacije *ArcToolbox* unutar koje se nalaze mnogobrojne ekstenzije, da bi se dobili odgovori na određena pitanja ili da bi se pronašla rješenja za određeni problem. Geografska analiza zahtijevala je uključivanje više od jednog geografskog skupa podataka. U radu korištena metoda 3x3 kvadrata. Ove metode temelje se na matematičkim računima promjena visina između središnje i neposrednih susjednih ćelija DMR. Nakon spomenutog koncepta rada pristupilo se detaljnoj analizi gdje su korištena tri uobičajena tipa geografske analize: analiza blizine, preklapanja i analiza mreže.

## GEOGRAFSKI INFORMACIJSKI SUSTAV

Geografski informacijski sustavi – GIS (eng. *Geographical Information System*) različito se definiraju od pojedinih autora, što je i razumljivo s obzirom na broj znanstvenih disciplina koje ga primjenjuju. ABLER (1988) kaže da je GIS istovremeno teleskop, mikroskop, računalo, fotokopirni aparat regionalne analize i sinteze prostornih podataka. GIS je alat - automatizirani sustav za prikupljanje, pohranjivanje, pretraživanje, analizu i prikaz prostornih podataka CLARKE (1999). GIS je složena tehnologija bazirana na računalnoj obradi, koja uključuje 5 osnovnih komponenti: ulazne podatke (*input*), upravljanje podacima (*management*), reaktiviranje, odnosno pronalaženje i smještanje na pravo mjesto podataka (*retrieval*), rukovanje i analiziranje (*manipulation, analysis*) i prikazivanje izlaznih podataka (*output*) OLUJIĆ (2001). GIS je geometrijski model prikaza prostora, u GIS-u su podatci vezani za linije, točke i poligone i tako su pohranjeni za istraživanja i analize CLARKE (1999). GIS je posao vrijedan milijarde dolara - porast korištenja GIS-a je marketinški fenomen začuđujućeg opsega. On će se zasigurno toliko integrirati u naš svakodnevni život da će uskoro biti nemoguće zamisliti kako smo funkcionirali bez GIS-a CLARKE (2001). Goodchild ga naziva *Geographical information science*, termin koji se preferira u SAD-a GOODCHILD (1992). On služi kao polazište za različita istraživanja, prihvaća ideje i napretke GOODCHILD (1992). Sve definicije ističu važnost prostornih podataka, međutim ne treba zaboraviti da su podatci samo jedna od šest sastavnica unutar sustava. Svi podatci na zemljinoj površini sastoje se od dva oblika: lokacijski i atributni element. To znači za svaki podatak (npr. jaruga, vrh) ima x,y,z koordinate, te da joj se u svakom trenutku mogu pridodati atributni podatci (visina, duljina itd.).

Geografski informacijski sustav se sastoji od šest sastavnica: ljudi, softver, hardver, podatci, procedure i internet LONGLEY ET AL (2005). One imaju jednako značenje i međusobno ovisne jedna o drugoj. U radu je korišteno 6 osnovnih GIS funkcija koje su objašnjene u metodologiji: prikupljanje, spremanje, upiti, analize, prikaz, izlazni rezultati.

## IZRADA DIGITALNOG MODELA RELJEFA

ESRI internet GIS rječnik kaže da je digitalni model reljefa digitalno površinsko predstavljanje terena s nizom z vrijednosti (URL 1). DMR je skup točaka na površini Zemlje čije su prostorne koordinate pohranjene na nosioce pogodne za kompjutorsku obradu FRANČULA (2004). DMR se izrađuje na različite načine, međutim u razvijenim zemljama najčešće se dobiva daljinskim istraživanjima. Postoji više metoda (tehnika) izrade DMR, TOUTIN

(1995); CROSETTO, PÉREZ ARAGUES (2000); GELAUZ ET AL (2003); SANLI ET AL (2006); u radu su navedene tri: 1) **Interferometrička** - tehnika za generiranje podataka DMR je interferometrički sintetski radar; 2) **Stereoskopska** - DMR je izrađen pomoću metode korelacije slike (snimka) koji su snimljeni pod različitim kutovima; 3) **Metoda digitalizacije** - DMR izrađeni korištenjem postojećih karata (npr. topografska karta).

Pri projektiranju DMR jedne države uputno je osloniti se na prikaz reljefa *izohipsama na topografskim kartama* FRANČULA (2004). U obzir dolaze ova mjerila ACKERMANN (1994): 1:200 000 (ovisno o površini države), 1:50 000/1:25 000, 1:10 000/1:5000. Obično se uzima da je visinska točnost jednaka 1/4 ili 1/5 ekvidistancije pa bi visinska točnost DMR bila za te tri razine 10 m, 2 m i 0,5 m. ACKERMANN (1994) predlaže za navedene tri razine razmak između točaka od 100 m, 40 m i 10 (5) m.

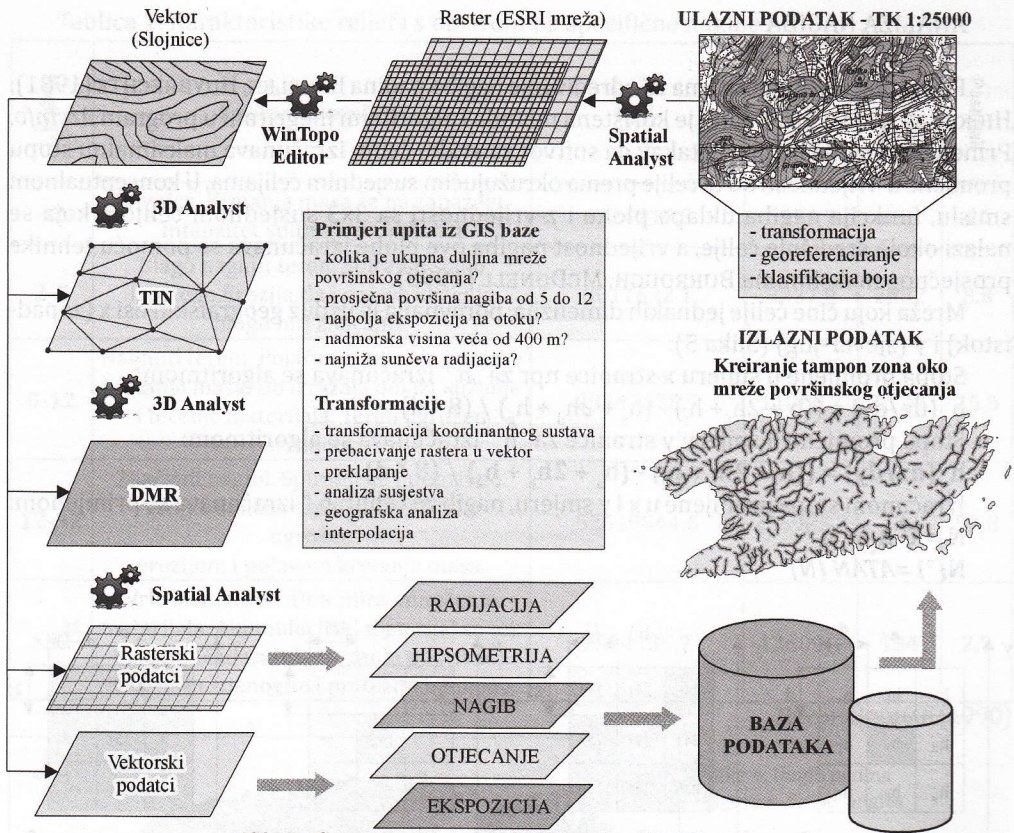
Odlične rezultate u izradi i obradi DMR postižu GIS programi (*ArcGIS Desktop*, *ILWIS*, *GRASS*, *MapInfo*). Za potrebe rada korišten je *ArcGIS Desktop* sa svojim proizvodima (*ArcInfo*), aplikacijama (*ArcMap*, *ArcToolbox*, *ArcCatalog*), ekstenzijama (*Spatial Analyst*, *3D Analyst*) te program *WinTopo Pro* za automatsku vektorizaciju.

S obzirom na visoku cijenu i nedostupnost prva dva DMR-a u radu će se detaljnije objasniti proces izrade DMR-a korištenjem topografske karte 1:25000 (Slika 1). Prvi korak bio je georeferencirati karte uz pomoć ekstenzije *Georeferencing*, pridodati im Gauss-Krugerovu projekciju (Basselov elipsoid) i pospremiti u aplikaciju *ArcCatalog*. Kod georeferenciranja korišteno je više referentnih točaka (geografskih dužina i širina) koje su očitane s Gauss-Krugerove mreže. Ekstenzija nudi više oblika transformacija, u radu je korištena *Affina* (polinom prvog reda). Zatim je uz pomoć ekstenzije *3D Analyst* napravljeno grupiranje 7 dominantnih boja. Tako su na primjer slojnice imale oker boju, odnosno RGB šifru (R-180, G-140, B-35), more svijetlo plavu itd. Slijedeći korak bio preko *Spatial Analysta* izvršiti reklasifikaciju dominantnih boja, čime su dobivene nove vrijednosti s drugim šiframa. ESRI rječnik navodi da je reklasifikacija proces uzimanja vrijednosti ulaznih ćelija i njihovom zamjenom sa novim vrijednostima. Reklasifikacija se često koristi za pojednostavljenje ili promjenu interpretacije rasterskih podataka promjenom jedne vrijednosti na novu vrijednost, odnosno grupiranja raspona vrijednosti u pojedinačne vrijednost. Preko opcije *Symbology* od navedenih 7 vrijednosti izvučene su samo slojnice u rasterskom obliku.

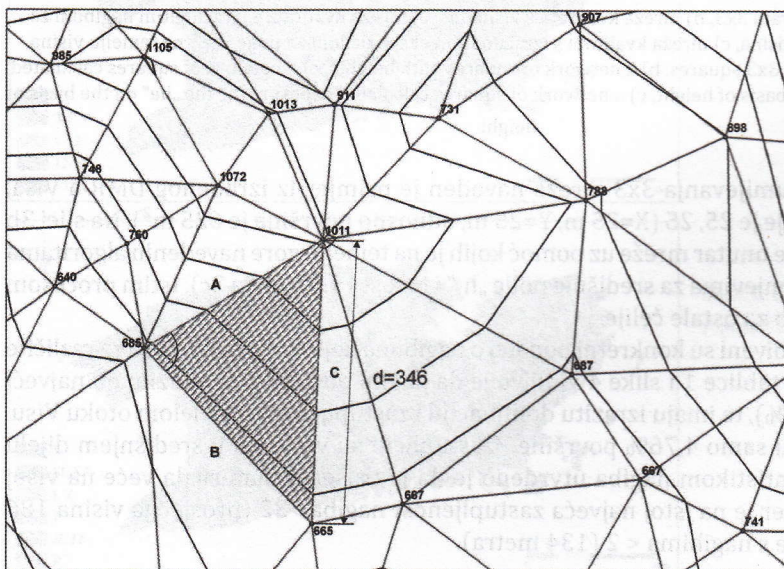
Uz pomoć softvera *WinTopo* izvršena je automatska vektorizacija rastera, pri čemu je korištena Zhang Suen metoda i metoda hvatanja na sredinu piksela (*snap to pixel centre*). U istom softveru napravljene su potrebne korekcije, uklonjen je nepotreban sadržaj i sve slojnice su spojene u homogenu cjelinu. Vektorizirane slojnice prebačene su u *ArcInfo*, gdje je preko *Editora* svakoj slojnici pridodan atribut, točnije z vrijednost (visina). Gustoća lomnih točaka (*vertex*) u pojedinoj slojnici bila je iznimno gusta, što je omogućilo kvalitetniju izradu TIN-a (*triangulated irregular network*). TIN - nepravilno raspoređena čvorišta i linije s trodimenzionalnim koordinatama (x, y i z). Točke su različito raspoređene na temelju algoritama, koji određuju koje su najviše točke potrebne za točan prikaz terena KREVELD (1994). Na slici 2 prikazana je mreža i princip rada TIN-a, naveden je primjer interpolacije slojnica unutar generirane mreže (plavog trokuta), točnije između 3 vrha, kuta i linije. Kao primjer uzeta je ekvidistancija od 100 metara. Može se vidjeti da udaljenost između vrhova 1011 i 665 koje povezuje linija c iznosi 346 metara i da se između njih nalaze 4 slojnice.

Na osnovi linijskog sloja slojnice pomoću *3D Analysta* kreiran je TIN, koji je kasnije konvertiran u raster. Time je dobiven rasterski podatak (DMR) uz pomoć kojega su kasnije napravljene analize.





Slika 1. Shema procesa izrade DMR i geografske GIS analize  
Figure 1. Schematic process of DEM and geographic GIS analysis making



Slika 2.  
Triangulacijska  
nepravilna mreža  
Figure 2.  
Triangulation  
irregular network

## ANALIZA NAGIBA

Postoji veći broj algoritama za određivanje nagiba padina ENGELN, HUYBRECHTS (1981); HICKEY ET AL (1994). U radu je korištena metoda i algoritmi integrirani u program *ArcInfo*. Princip računanja nagiba je takav da softver za svaku ćeliju izračunava maksimalnu stopu promjene u vrijednosti od te ćelije prema okružujućim susjednim ćelijama. U konceptualnom smislu, funkcija nagiba uklapa plohu i z-vrijednosti sa 3x3 susjednom ćelijom koja se nalazi oko središnje ćelije, a vrijednost nagiba ove plohe izračunava se pomoću tehnike prosječnog maksimuma BURROUGH, McDONELL (1998).

Mreža koju čine ćelije jednakih dimenzija, poravnana je uzduž geografskih osi x (zapad-istok) i y (sjever-jug) (Slika 5).

Stopa promjene u smjeru x stranice npr za „ $h_e$ “ izračunava se algoritmom:

$$h_x (dz/dx) = ((h_c + 2h_f + h_i) - (h_a + 2h_d + h_g)) / (8 * d)$$

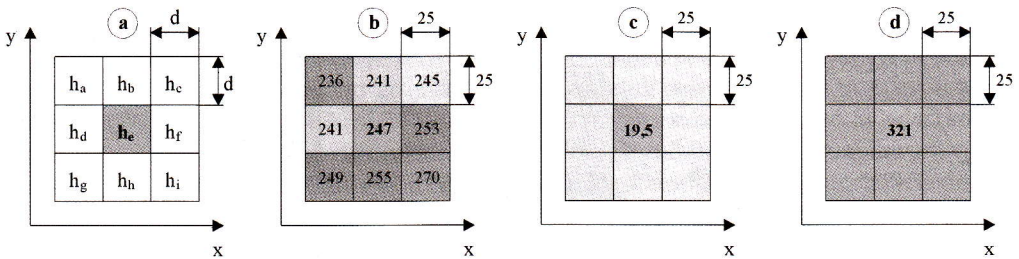
Stopa promjene u smjeru y stranice za „ $h_e$ “ izračunava se algoritmom:

$$h_y (dz/dy) = ((h_g + 2h_h + h_i) - (h_a + 2h_b + h_c)) / (8 * d)$$

Izračunom stopa promjene u x i y smjeru, nagib za ćeliju „ $h_e$ “ izračunava se primjenom:

$$N = \sqrt{h_x^2 + h_y^2}$$

$$N(^{\circ}) = ATAN(N)$$



Slika 3. a) mreža kvadrata 3x3, b) mreža kvadrata s visinama, c) mreža kvadrata s izračunatim nagibom za polje „ $h_e$ “ na temelju visina, c) mreža kvadrata s izračunatom ekspozicijom za polje „ $h_e$ “ na temelju visina  
 Figure 3. a) a network of 3x3 squares, b) a network of squares with heights, c) a network of squares calculated slope for the „ $h_e$ “ on the basis of height, c) a network of squares calculated exposure for the „ $h_e$ “ on the basis of height

Radi boljeg razumijevanja 3x3 mreže naveden je primjer iz izrađenog DMR-a Visa. Dimenzija jedne ćelije je 25, 25 ( $X=25$  m,  $Y=25$  m, odnosno površina je  $625$  m<sup>2</sup>). Na slici 3b mogu se vidjeti visine unutar mreže uz pomoć kojih je na temelju gore navedenih algoritama dobiven nagib u stupnjevima za središnje polje „ $h_e$ “ i iznosi  $19,5^{\circ}$  (Slika 3c). Istim procesom izračunava se i nagib za ostale ćelije.

GIS analizom dobiveni su konkretni podatci o nagibima koji se mogu koristiti za različite potrebe i analize. Iz tablice 1 i slike 4 vidljivo je da nagibi od 12 do 32 zauzimaju najveći dio površine (57,88%), te imaju izrazitu dominaciju i zastupljenost na cijelom otoku Visu. Nagibi  $<2$  zauzimaju samo 4,76% površine i zastupljeni su većinom u središnjem dijelu otoka. Zonalnom statistikom nagiba utvrđeno je da je trošenje materijala veće na višoj nadmorskoj visini, jer je na istoj najveća zastupljenost nagiba  $>32$  (prosječna visina 186 metara). Suprotno je s nagibima  $<2$  (134 metra).

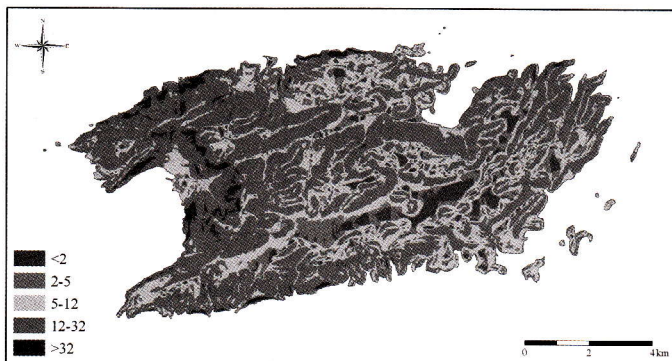




Tablica 1. Karakteristike reljefa s obzirom na specifične nagibe

Nagib (°)	Karakteristike reljefa*	Površina (m <sup>2</sup> )	Srednjiak (m)	Zastupljen. geoblojck.	Postotak
<2	Ravnica. Kretanja masa se ne zapažaju. Intenzitet spiranja minimalan	4324217,5	6571,7	658	4,7
2-5	Blago nagnut teren. Spiranje slabo izraženo. Erozija tla i pojave kliženja mogu biti značajne.	8011632,1	3227,8	2482	8,8
5-12	Nagnuti tereni. Pojačano spiranje i pojave kretanja masa. Do izražaja dolazi kliženje i tečenje materijala. Teren ugrožen erozijom.	23447678,7	11060,2	2120	25,8
12-32	Značajni nagibi. Spiranje je intenzivno. Veoma snažna erozija. Teren jako ugrožen erozijom i pojavom kretanja masa.	52610844,6	236985,7	222	57,8
>32	Vrlo strm teren. Dominira odnošenje materijala. Akumulacijski materijal se tek mjestimično zadržava (tanki pokrivač). Padine su stjenovite i pretežito ogoljene.	2504135,7	13609,4	184	2,7

\*Izvor: BOGNAR (1990)


 Slika 4. Nagib padina  
 Figure 4. Slope angles

 Slika 5. Ekspozicija padina  
 Figure 5. Slope aspect

## ANALIZA EKSPOZICIJE

Ekspozicija se može shvatiti kao smjer nagiba koji predstavlja njezinu orijentaciju s obzirom na strane svijeta PAHERNIK (2007). Pri tome se kut određuje najčešće od pravca sjevera u smjeru kazaljke na satu. U konceptnom smislu, funkcija ekspozicije uklapa plohu i z-vrijednosti sa 3x3 susjednom ćelijom oko središnje ćelije. Smjer u kojemu je ploha okrenuta predstavlja ekspoziciju za središnju ćeliju BURROUGH, McDONELL (1998).

Stopa promjene u x smjeru za ćeliju „ $h_e$ “ izračunava se sljedećim algoritmom:

$$h_x (dz/dx) = [(h_c + 2h_f + h_i) - (h_a + 2h_d + h_g)] / 8$$

Stopa promjene u y smjeru za ćeliju „ $h_e$ “ izračunava se sljedećim algoritmom:

$$h_y (dz/dy) = [(h_g + 2h_h + h_j) - (h_a + 2h_b + h_c)] / 8$$

Uzimajući stopu promjene u x i y smjeru za ćeliju „ $h_e$ “, ekspozicija se izračunava:

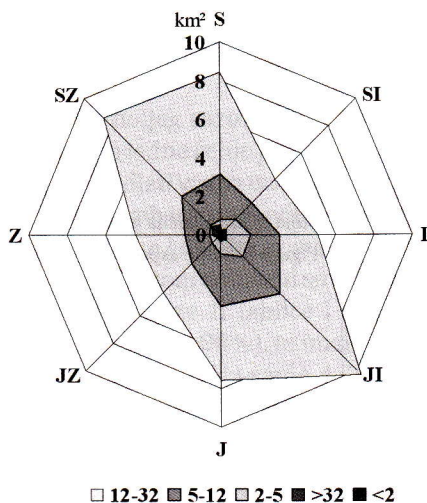
$$E = 57.29578 * \text{ATAN}^2 (h_y - h_x)$$

Nakon toga vrijednost ekspozicije konvertira se radi usmjeravanja vrijednosti smjera (0-360 stupnjeva), prema sljedećem pravilu: ako je ekspozicija < 0 (ćelija = 90.0 – ekspozicija), ako je ekspozicija > 90.0 (ćelija = 360.0 – ekspozicija + 90.0) BURROUGH, McDONELL (1998).

Tablica 2. Opća pogodnost orijentacije od 1 do 5

Opća orijentacija	Opća pogodnost*	Površina (m <sup>2</sup> )	Srednjak (m)	Zastupljen. geooobjek.	Postotak
S	Hladna orijentacija (1)	13070004,1	6238,7	2095	14,4
J	Izvrсна orijentacija (5)	12725754,8	20393,8	624	14,0
I, Z	Dobra orijentacija (3)	17519080,9	25624,7	1364	19,3
SI, SZ	Umjereno hladna (2)	20908429,8	29643,7	1691	23,0
Jl, JZ	Topla orijentacija (4)	24408391,0	30436,1	1625	26,9
R	Nema orijentacije	2271138,8	9307,9	244	2,5

\*Izvor: CAVRIĆ ET AL (2010)



Slika 6. Distribucija nagiba padina prema ekspoziciji  
Figure 6. Distribution of the slope angles by aspect

Analizom ekspozicije uočljivo je da je topla orijentacija (JI, JZ) najzastupljenija sa 26,9%. Izvršnu opću orijentaciju (J) ima čak 14% otoka, što zasigurno svrstava Vis u jedan od najpovoljnijih otoka što se tiče iste (Slika 5). Zonalna statistika ekspozicije ukazuje na gotovo ravnomjernu prosječnu zastupljenost svih ekspozicija s obzirom na nadmorsku visinu. Srednjak za sve iznosi 165, minimum 157 (SZ padine), maksimum 172 metra (S padine).

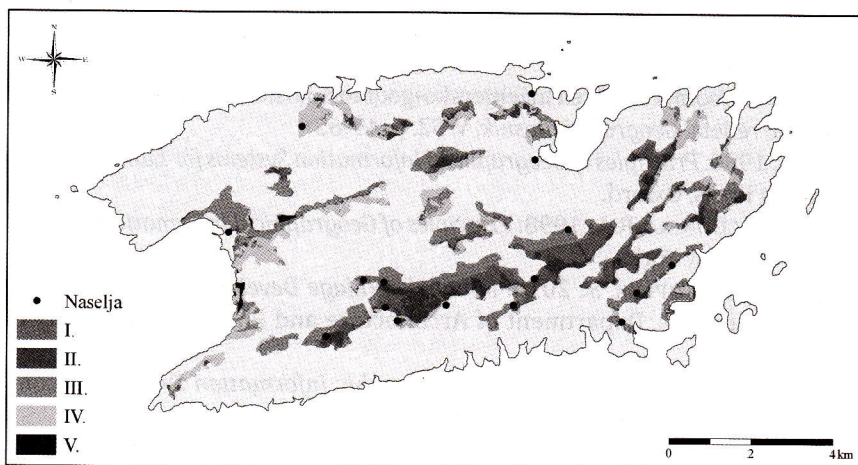
Analizirajući distribuciju nagiba padina s obzirom na ekspoziciju (Slika 6) uočljiva je jasna





orijentacija strmijih padina ( $12-32^\circ$ ) nasuprotnim ekspozicijama JI-SZ, koje su zastupljene prvenstveno u središnjem dijelu otoka. Analizom je potvrđena činjenica da Vis nema dinarski pravac pružanja SI-JZ. Krivulje unutar grafa kod nižih nagiba padina ne pokazuju dominantan smjer nasuprotnih padina, što govori o reljefu pobrđa te međusobno različito eksponiranih dijelova blagih padina zaravni. Tako kategorija padina  $<2^\circ$  ima gotovo okrugli ocrtni dijagram distribucije ekspozicije, odnosno ujednačenu zastupljenost svih razreda ekspozicija. Ekspozicija padina nagiba preko  $32^\circ$  vezana je isključivo za SZ dio Visa i šire područje oko Komiže. Postave li se u odnosu na ekspoziciju padina i visinski razredi jasno se uočava dominantni smjer otvorenosti padina paralelan na smjer dinarskog pravca pružanja glavnih reljefnih cjelina.

Otok Vis agrarno je valoriziran još od 4. stoljeća prije Krista ZANINOVIĆ (1997). Kao u prošlosti tako i danas poljoprivreda ima značajnu ulogu. Na Visu prema podacima *Land Corina* (2001) ukupno ima 22,5% kultiviranih parcela ( $20,29 \text{ km}^2$ ), od čega se čak 41,6% odnosi na vinograde i maslinike. Iz tog razloga jednostavnom GIS analizom (*overlay*) napravljena je klasifikacija povoljnosti kultiviranih površina na temelju istih, ekspozicije i nagiba (Slika 7). Za klasifikaciju je korištena metoda jednakih frekvencija, na temelju koje je dobiveno je 5 klasa. Napravljeno je pet velikih grupa unutar kojih su kombinirani svi nagibi pojedinačno (posloženi od manjih prema većim npr.  $<2$  i tako dalje) sa svim ekspozicijama, navedenim u tablici jedan. Po ovoj metodi granice klasa određene su tako da se u svakoj klasi našao jednaki broj podataka (kombinacija). Analizom je utvrđeno da prvoj kategoriji pripada čak 19,98% kultiviranih površina, od čega najveći dio otpada na središnji i istočni dio otoka. U drugoj kategoriji je 15,08% površina, trećoj 38,15%, četvrtoj 26,05%. Samo je 0,8% kultiviranih parcela u petoj kategoriji i one se odnose na nagibe veće od  $32$  gdje dominira odnošenje materijala. Akumulacijski materijal se tek mjestimično zadržava (tanki pokrivač), a poljoprivreda je moguća samo izgradnjom suhozida. Činjenicu da je starije stanovništvo, prilikom izgradnje naselja, uzimalo u obzir spomenute parametre (nagib, ekspoziciju, polje) potvrđuje podatak da se čak 13 od 16 naselja otoka Visa nalazi u prve tri kategorije (od toga se u I. kategoriji nalazi 4, u drugoj 4 i 5 naselja u trećoj).



Slika 7.  
Klasifikacija  
kultiviranih  
površina  
Figure 7.  
Classification  
of cultivated  
area

## ZAKLJUČAK

Primjena GIS-a ponudila je višestruke mogućnosti: kartiranje i vizualizaciju, upravljanje geografskim podacima, prikupljanje i uređivanje podataka te geografsku analizu različitih vrsta podataka u prostoru. Zajedno s GIS-om, geografija može pomoći korisnicima da razvijaju vještinu prostornog razmišljanja i aktivnog sudjelovanja u procesu stjecanja geografskog znanja, te da lakše razumiju kompleksne geografske odnose. Ishod treba biti pojava *geografskog pristupa*, novog načina razmišljanja i rješavanja problema koji integrira geografske podatke na način koji svi razumijemo i s kojim ćemo lakše upravljati našim planetom (URL 2). Ovaj pristup omogućuje nam *stvaranje* znanja na temelju mjerenja, organizacije podataka, analize i modeliranja različitih procesa i njihovih međusobnih odnosa. Geografski pristup pomaže u davanju odgovora na niz važnih pitanja, primjerice: *Gdje se nalazi problem koji pokušavamo riješiti ili analizirati? Ima li određeno mjesto predispozicija za poljoprivredni razvoj, turizam itd.?*

Dostupnost geografskih podataka širem krugu znanstvenika u Republici Hrvatskoj još je uvijek otežana. Prikazani postupak izrade rasterskih i vektorskih podataka na ovaj način je dugotrajan, ali nužan za kvalitetniju analizu. GIS je pomogao da se dobiju konkretne informacije o prostoru, koje se mogu koristiti za potrebe različitih struka..

Analizom je potvrđena činjenica da Vis nema dinarski pravac pružanja SI-JZ. Na Visu prevladavaju nagibi 12 do 32 koji zauzimaju 57,88% površine te imaju izrazitu dominaciju i zastupljenost na cijelom otoku. Izvrsnu opću orijentaciju (J) ima čak 14% otoka, što zasigurno svrstava Vis u jedan od najpovoljnijih jadranskih otoka što se tiče iste. Otok ima izrazite prirodne predispozicije za poljoprivredu (35,06% kultiviranih parcela se nalazi u prve dvije kategorije), o čemu svjedoči i vrlo rana naseljenost.

## LITERATURA

1. ABLER, R.F., 1987: The National Sciences Foundation National Center for Geographic Information and Analysis. *International Journal of Geographical Information Systems*, V. 1. p. 303-326.
2. ACKERMANN, F., 1994: Digital Elevation Models - Techniques and Application, Quality Standards, Development. *Proceedings of the Symposium Mapping and Geographic Information Systems*, ISPRS, USA, V. 30. p. 421-432.
3. BOGNAR, A., 1990: Geomorfološke i inženjersko-geomorfološke osobine otoka Hvara i ekološko vrednovanje reljefa. *Geografski glasnik*, V. 52. p. 49-65.
4. BURROUGH, P.A., 1986: *Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment*. Clarendon Press, Oxford.
5. BURROUGH, P.A., McDONELL, R.A., 1998: *Principles of Geographical Information Systems*. Oxford University Press, New York.
6. CAVRIĆ, B., ŠILJEG, A., TOPLEK, S., 2010: *Mmanoko Village Development Plan*. Phase: Report of Survey and Analysis, Department of Architecture and Planning, University of Botswana, Gaborone.
7. CLARKE, K.C., 1999: *Getting Started With Geographic Information Systems*. Second Edition. Prentice Hall, Upper Saddle River, New York.
8. CLARKE, K.C., 2001: *Getting Started With Geographic Information Systems*. Third Edition. Prentice Hall, Upper Saddle River, New York.





9. CROSETTO, M., PÉREZ ARAGUES, F., 2000: Radargrammetry and SAR Interferometry for DEM Generation: Validation and Data Fusion. SAR Workshop: CEOS Committee on Earth Observation Satellites; Working Group on Calibration and Validation, Proceedings of a Conference held 26-29 October 1999, Toulouse, France. Edited by Robert A. Harris and L. Ouwehand. Publisher: Paris: *European Space Agency*, 2000. ESA-SP, V. 450. p. 367.
10. CVITANOVIĆ, A., 2002: *Geografski rječnik*. Hrvatsko geografsko društvo – Zadar, Zadar.
11. ENGELEN, G., HUYBRECHTS, W., 1981: A Comparison of Manual and Automated Slope Maps. *Catena*, V. 8. p. 239-249.
12. FRANČULA, N., 2004: *Digitalna kartografija*. 3. prošireno izdanje, Sveučilište u Zagrebu, Gedetski fakultet, Zagreb.
13. GELAUTZ, M., PAILLOU, P., CHEN, C.W., ZEBKER, H.A., 2004: A Comparative Study of Radar Stereo and Interferometry for DEM Generation. In Proceedings of the Fringe 2004 Workshop, Frascati, Italy, ESA SP-550, June 2004.
14. GOODCHILD, M.F., 1992: Geographical information science. *International Journal of Geographical Information Systems*, V. 6. p. 31-45.
15. HICKEY, R., SMITH, A., JANKOWSKI, P., 1994: Slope Length Calculations from a DEM within Arc/Info Grid. *Comput. Environ. and Urban Systems*, V. 18. p. 365-380.
16. KREVELD, M.J., 1994: Efficient methods for isoline extraction from a digital elevation model based on triangulated irregular networks. *UU-CS* (Ext. rep. 1994-21), Department of Computer Science, University of Utrecht.
17. LONGLEY, P.A., GOODCHILD, M.F., MAGUIRE, D.J., RHIND, D.W., 1999: *Geographical Information System*. Volume 1. John Wiley & Sons, Inc., New York.
18. OLUJIĆ, M., 2001: *Snimanje i istraživanje zemlje iz svemira*. HAZU i Geostat d.o.o., Zagreb.
19. PAHERNIK, M., 2007: Digital Analysis of the Slopes of Rab Island. *Geoadria*, Hrvatsko geografsko društvo – Zadar, Zadar, V. 12. p. 3-22.
20. SANLI, F.B., ABDIKAN, S., 2006: Comparing a Stereoscopic DEM with an Interferometric DEM Using the Same RADARSAT Data Pair. *ISPRS Commission VII Mid-term Symposium Remote Sensing: From Pixels to Processes*, Enschede, the Netherlands, 8-11 May 2006. p. 69-75.
21. TOUTIN, T., 1995: *Generating DEM from Stereo Images with a Photogrammetric Approach: Examples with VIR and SAR data*. *EARSel Advances in Remote Sensing*, V. 4. p. 110-117.
22. URL 1: <http://resources.arcgis.com/glossary/term/390> (16.06.2010.)
23. URL 2: <http://www.gis.com/content/geographic-approach> (23.06.2010.)
24. ZANINOVIĆ, M., 1997: Grčka podjela zemljišta na otoku Visu, *Opusc. Archaeol.* 21. p. 77-84.