

Geomorfološke i inženjersko-geomorfološke osobine otoka Hvara i ekološko vrednovanje reljefa

Andrija Bognar*

Na temelju metode geomorfološke analize i sinteze, terenskog istraživanja i kartiranja, prikazane su osobine, geneza i evolucija reljefa. Analiza recentnih geomorfoloških procesa i orografskih osobina otoka omogućila je utvrđivanje njegovih inženjersko-geomorfoloških osobina. U radu je izvršeno i ekološko vrednovanje reljefa.

Cljučne riječi: morfostruktura, krš, derazija, hrbat, polje, pobrđe, obala, padine, zaravan, ekološko vrednovanje, potencijal.

Geomorphological and Engineering-geomorphological Characteristics of the Island of Hvar and Ecological Evaluation of Relief

On the basis of the performed geomorphological analyses and synthesis, fieldwork and mapping, genesis and relief evolution have been determined. By analysis of recent geomorphological processes and orographic features the engineering-geomorphological characteristics of the island have been studied. After few quantitative and qualitative parameters ecological evaluation has been accomplished.

Key words: morphostructure, karst, derasion, ridge, polje, hills, coast, slopes, plateau, ecological evaluation, potential

Otok Hvar s arhipelagom do sada nije sustavno geomorfološki istraživan. O reljefu otoka u najopćenitijim crtama govori se u okviru regionalno-geografskih studija i monografija ili pak u okviru nekih geoloških radova (vidi literaturu). Tek u posljednjih nekoliko godina započinju detaljna geomorfološka istraživanja reljefa otoka za potrebe izrade detaljnih geomorfoloških karta listova Omiš, Vis i Ston u mjerilu 1:100.000 i studije prirodnih osobina otoka Hvara i njegova arhipelaga (Bognar A. i ostali, 1989.). Izvršeno je detaljno geomorfološko kartiranje na radnim podlogama 1:25.000. Uz terenske korištene su metode geomorfološke analize i sinteze.

GEMORFOLOŠKI POLOŽAJ

Hvar je najduži jadranski otok – 68 km. Izdužen je pravcem istok-zapad, slično kao i otok Brač. Površina otoka obuhvaća 299,66 km² a ukoliko se uračunaju otočić Šćedro (7,50 km) i 14 Paklenih otoka, dakle čitavo područje općine ima površinu od 312 km².¹⁾ Po svojoj veličini drugi je srednjedalmatinski a četvrti jadranski otok. Najveća širina Hvara je 5 km. Duži-

* Dr. izv. prof. Geografski odjel, Prirodoslovno-matematički fakultet, 41.000 Zagreb, Marulićev trg 19, YU.

na obala samog otoka Hvara iznosi 254,2 km, a otoka Šćedra 25,3 km, pa prema, tome zauzimaju drugo, odnosno 29 mjesto među jadranskim otocima. Obale Hvara su izuzetno razvedene. Koeffcijent razvedenosti iznosi 4,14,2 po čemu je iza Paga i Dugog otoka treći najrazvedeniji otok Jadrana. Vrijednost koeffcijenta razvedenosti Šćedra znatno je manja -2,61. U geotektonskom smislu Hvar je dio jedinstvene tektonske jedinice srednjedalmatinskih otoka koji ulaze u okvire Vanjskih Dinarida (Tumač ... 1977). Složena je morfostruktura jedinica s boranoljuskavom strukturno-genetskom građom u okviru koje se mogu izdvojiti tri manje morfostrukturne cjeline: hrbat-antiklinala, polje-antiklinala i pobrđe-antiklinala. Morfotektonski ulazi u okvire zone Vanjskih Dinarida. Morfostrukturno gledajući pripada tipu borano-navlačnih i ljuskovih planina dinarskog orogena (A. Bognar, 1987). Submorfološka je cjelina mezomorfološke regionalne cjeline Srednjedalmatinskog otočja.

GEOLOŠKE OSOBINE³⁾

GRAĐA I SASTAV

Dominiraju vapnenci i dolomiti mezozojske starosti. Znatno je manji udio tercijskih i kvartarnih naslaga.

Mezozoik. Dolomiti i vapnenci donje krede izgrađuju jezgru antiklinale Hvara. Otkrivene su u središnjem i zapadnom dijelu otoka: područje Pitavskih plaža, Vršnik, Svirče, Selca i V. Groblje. Dobro uslojeni *dolomiti* s proslojcima kalcilutita predstavljaju one diagenetskog i vapnovitog tipa s preko 75% (CaMg (CO₃)₂). Vapneno-glinena supstanca je nepravilno uklopljena. Debljina im iznosi oko 400 m. *Vapnenci* predstavljaju gornji superpozicijski član (debljina 200 m) koji zatvara krila dolomitne antiklinale. Morfološki se ističu kao greben, u odnosu na jače destruirane dolomite u osnovi, prema kojima je prijelaz litološki kontinuiran.

Dolomiti s proslojcima vapnenca, uslojeni vapnenci, uslojeni i gromadasti vapnenci i uslojeni vapnenci, talože se kontinuirano na d. kredi. Debljina im je skoro 180 m. Tamnosivi *dolomiti* s proslojcima okružuju d. krednu antiklinalu (debljina 600 m). Izgrađuju i jezgru sekundarne antiklinale Stari grad-Vrboska, kao i jezgru antiklinale I od Jelse. Klasificirani su kao diagenetski dolomitični vapnenci, vapnoviti dolomiti i dolomiti. Vapnenci proslojci i leče su dobro uslojeni.

Dobro uslojeni *vapnenci* g. krede debljine od 400 m okružuju duž čitavog otoka Hvara krila glavne otočne antiklinale.

Dobro *uslojeni i gromadasti vapnenci* također g. kredne starosti zauzimaju rubne dijelove krila antiklinale. Rasprostiru se na obalni pojas. Izgrađuju i otok Šćedro i Paklene otoke. Pretežno su dobro uslojeni. Rijetka je pojava leča dolomita odnosno vapnovitog dolomita. Debljina im je 600 m. *Uslojeni vapnenci* sudjeluju i u sastavu područja Sućuraja i između Hvara i Milne.

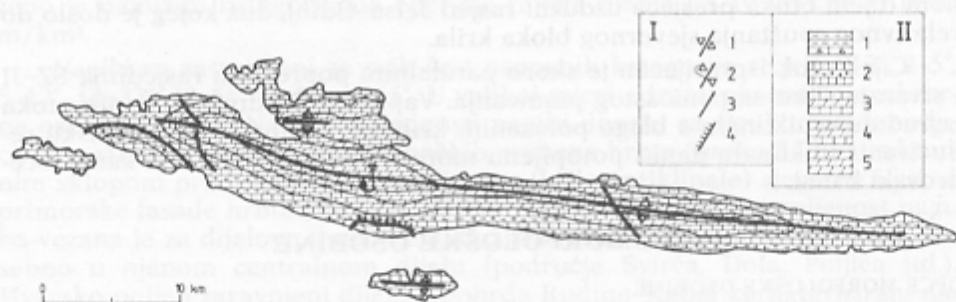
Kenozoik. Paleogenske naslage veoma su ograničenog rasprostranjenja. Pojava im je vezana za područje između Hvara i Milne, za rt Laroče, uz obalu kod Sv. Nedjelje i Z od Pitavskih plaža.

Foraminiferski vapnenci diskordantno leže na krednoj podlozi kod Hvara i Milne a na rtu Laroče izgrađuju krila male prevrnute eocenske sinklinale. Predstavljani su kompleksom breča (2 m) s boksitičnim vezivom, zatim 2 m debelim smeđim vapnencima itd. Foraminiferske naslage vapnenca debele su oko 100 m. Lapor i leže kontinuirano na foraminiferskim vapnencima. Započinju s nekoliko m gomoljastih laporovitih vapnenaca sa galukonitom. Unutar lapora dolaze do 2 m debeli proslojci biokalcirudita i biokalkarenita.

Naslage kvartarnih sedimenata otkrivene su na više mjesta, međutim, najveće rasprostranjenje imaju u Velom polju. Predstavljene su deluvijalnim, proluvijalnim, koluvijalnim sedimentima padinskog (derazijskog) porijekla i aluvijalnim naslagama.

Koluvijalne naslage predstavljene su siparišnim granulometrijski zoniranim brečama. Pojava im je vezana za područja vapnenačkih strmaca na završetku linearnih žljebova točila. Najveće rasprostranjenje imaju na južnoj padini Hvarskog hrpta-antiklinale (Pitavske plaže, Sv. Nedelja itd.)

Deluvij je zastupljen spiranjem pretaloženim kršjem, brečama i grizom. Spiranjem akumuliran materijal je uslojen i oblikuje manje konuse. Deluvijalni konusi oblikovani su na svim padinama, posebno tamo gdje u sastavu dominira dolomit koji se mehanički brže troši nego vapnenac.



Sl. 1. Geološka karta otoka Hvara

I Tektonika: 1. Os uspravne ili kose antiklinale, 2. Os prevrnute antiklinale, 3. Rasjed bez oznake karaktera, utvrđen, 4. Celo ljsuske; utvrđeno i pokriveno; II Litostratigrafija: 1. lapori s proslojcima foraminiferskih vapnenaca (E 2,3), 2. uslojeni i gromadasti vapnenci (K_2^3), 3. uslojeni vapnenci s proslojcima dolomita ($K_2^{1,2}$), 4. dolomiti s proslojcima vapnenaca ($K_2^{1,2}$), 5. dolomiti (K_1^1).

Fig. 1 Geological map of the island Hvar

I Tectonic 1. Axis of verticale or oblique anticline, 2. Axis of overturned anticline 3. Fault without character denotation; observed 4. Front of overthrust structure, observed and covered; II Lithostratigraphy: 1. Marls with inlayers of Foraminiferal limestones (E 2,3), 2. Stratified and unstratified limestones (K_2^3), 3. Stratified limestones with inlayers of dolomite ($K_2^{1,2}$), 4. Dolomites with inlayers of limestones ($K_2^{1,2}$), 5. Dolomites (K_1^1).

Proluvij je bujicama taložen veoma heterogen materijal (kršje, pijesak, crvenica). Oblikuje plavine na završecima svih jaruga na južnim i sjevernim padinama hrbta, posebno između Sv. Nedelje i Pitavskih plaža. Proluvijalni materijal miješa se i sa fluvijalnim plavinskim materijalom u S dijelu V. Polja.

Aluvij je sediment fluvijalnog porijekla, predstavljen pijescima i siltom karbonatnog sastava te pretaloženom crvenicom. Najveće površine su mu utvrđene u V. Polju, gdje dijelom predstavlja fragmente većih fluvijalnih plavina pleistocenske starosti koje su danas velikim dijelom destruirane: Stari grad, Vrbanja, Jelsa, Vrbovska i Svirče.

TEKTONSKA STRUKTURA

Naslage koje sudjeluju u sastavu otoka Hvara, osim onih kvartarnih, doživjele su uglavnom plikativne deformacije. Konstatiran je visoki stupanj poremećenosti: nakon intezivnog boranja dolazi do fleksurnog istezanja, lomljenja i formiranja luskove građe.

Otok strukturno predstavlja izduženu krednu antiklinalu. Brusje–Sućuraj s pružanjem I–Z i blagim tonjenjem prema I. Južno joj je krilo jače ustrmljeno, jednim dijelom (od Pitavskih plaža do Hvara) prebačeno i duž reverznog rasjeda natisnuto na lapore eocenske sinklinale i foraminiferske vapnence (Rt Zarače). Paralelno s glavnom pruža se sekundarna antiklinala Stari Grad–Vrbovska. Relativno je izdignuta u odnosu na sjeverno krilo antiklinale Brusje–Sućuraj. Sjeverno krilo antiklinale Brusje–Sućuraj na istočnom dijelu otoka presjeca uzdužni rasjed Jelsa–Gdinj, duž kojeg je došlo do relativnog spuštanja sjevernog bloka krila.

Cijeli otok ispresijecan je skoro paralelnim poprečnim rasjedima SZ–JI i stvaraju sliku stepeničastog pomicanja. Vapnenci Šćedra i Paklenih otoka izgrađuju antiklinalu s blago položenim krilima. Vezana je za tektonsku reduciranu sinklinalu danas potopljenu morem na liniji Paklenski kanal–Šćedrovski kanal.

GEOMORFOLOŠKE OSOBINE

OPĆE MORFOLOŠKE OSOBINE

Reljef otoka je pretežno brdskih osobina. Izuzetak tome čini ravan polja u njegovom zapadnom dijelu. Maksimalna denivelacija terena dostiže vrijednost od 628 m (vrh Sv. Nikola). U reljefnoj strukturi otoka jasno se izdvajaju tri dijela i to:

Hrbat, polje i pobrđe Rudine–Kabal. Reljefno najmarkantniji je hrbat koji čini kičmu trupa otoka. Izdužen je pravcem I–Z u dužini od 68 km. Litološki sastav i tektonska struktura bitno su utjecali na osobine njegova reljefa u kojem se ističe dva usporedna gorsko-vapnenačka grebena između kojih se oblikovao sistem žljebastih udolina, uvala i ravnjaka (Plama) vezan za trošivije dolomite. Strukturno predisponirane sjeverne i južne padine hrbta svojim se najvećim dijelom odlikuju relativno velikom ustrmljenošću (nagibi pretežno preko 12°, pa i 32°). Najveće visine hrbat doseže u centralnom dijelu zapadne polovice otoka sa preko 400 pa i 500 m. Prema zapadu i istoku hrbat se postepeno snižuje, tako da mu veći dio tih

dijelova ulazi u hipsometrijske kategorije ispod 300, 200 i 100 m nadmorske visine.

Hvarsko polje čini središnji dio zapadne polovice otoka. U svom nastanku je tektonski predisponirano a današnje ravnjačke osobine dobilo je kombinacijom djelovanja korozijskih, padinskih i fluvijalnih procesa. Najveći dio polja niži je od 50 m.

Sjeverni dio zapadne polovice otoka čini relativno nisko vapnenačko pobrđe Rudine–Kabal. Veći dio mu je ispod 100 m i uglavnom je male reljefne energije. Maksimalnu visinu pobrđe doseže u svom reljefno dinamičnijem krajnjem zapadnom dijelu na poluotoku Kabal (Bila Glava 129 m).

Reljefnost. U skladu s dominantnim utjecajem endogenih procesa (boranje, rasjedanje) koji su u znatnijoj mjeri usmjerili djelovanje egzomorfoloških procesa (korozija, padinski, fluvijalni i abrazijski procesi) reljef otoka ima specifična morfometrijska obilježja:

Vertikalna raščlanjenost (energija reljefa) pokazuje znatne razlike po pojedinim reljefnim cjelinama, ali i unutar njih samih. Hrbat otoka je najrašćlanjeniji, posebno u tektonski najizdignutijem centralnom dijelu njegove zapadne polovice. (pretežno preko 100 m/km², a u zoni grebena Sv. Nikole i preko 300 m/km²). Znatno niže kategorije raščlanjenosti pokazuju zapadni i istočni niži, dijelove hrpta. Reljef je tu slabo (10–40 do 40–60 m/km²) do umjereno raščlanjen (60–100 m/km²). Pretežno slabu raščlanjenost reljefa pokazuje i vapnenačko pobrđe Rudine–Kabal (10–40 m/km² do 40–60 m/km², iznimno 60–100 m/km²). Zaravnjeno Hvarsko polje obilježeno je najnižim kategorijama energije reljefa manje od 10 m/km² i 10–40 m/km².

Nagibi su zastupljeni sa svih šest osnovnih kategorija reljefa 0–2°, 2–5°, 5–12°, 12–32°, 32–55° i više od 55°. U velikoj mjeri odražavaju morfostrukturne osobine reljefa. Najviše vrijednosti nagibi dosežu sa strukturno-denudacijskim strmcima najviših vapnenačkih grebena hrpta (preko 55°) i strukturnim sklopom predisponiranim padinama (krila antiklinale) sjeverne i južne primorske fasade hrpta (12–32° i 32–55°). Relativno velika ustrmljenost nagiba vezana je za dijelove fluvio-denudacijski raščlanjene dolomitne zone, posebno u njenom centralnom dijelu (područje Svirča, Dola, Poljica itd.). Hvarsko polje i zaravnjeni dijelovi pobrđa Rudine–Kabal karakteriziraju nagibi manji od 2°. Izuzetak u tome čine nešto strmije primorske padine pobrđa i poluotoka Kabal (12°–5° i 5–12°).

MORFOSTRUKTURNE OSOBINE

Hvar je složena morfostrukturna reljefna cjelina koju čine tri manje jedinice: hrbat-antiklinala, pobrđa antiklinale – i zaravan-antiklinala. Prve dvije obzirom na poklapanje reljefa s geološkom građom predstavljaju konform-

ne morfostrukture, dok treće spomenuta ima sve osobine diskoformne morfostrukture. Konformne morfostrukture su i otoci antiklinale Šćedro i Pakleni otoci koji su od hrpta antiklinale Hvar odvojeni jednom udolinom-sinklinalom potopljenom morem u postpleistocenskom razdoblju. Prevladavanje destruktivskih vrsta egzoreljefa, krškog, fluviookrškog, abrazijskog i padinskog reljefa na hrptu i pobrđu nesumnjiv su dokaz da su to tektonski i danas aktivne morfostrukture koje se izdižu.

Hrpt predstavlja »živu«⁴⁾ antiklinalu koja se razvija, što je morfološki izraženo veoma izrazitom energijom reljefa, nagibima i prevladavanjem denudacije. Definirano je to oblikovanjem strukturno-litološki usmjerenih grebena (rezistentniji vapnenci) sa strmcima (nagibi slojeva do 80°) i žljebom (u trošivijim dolomitima) na neotektonski aktivnijom i izdignutijom centralnom dijelu hrpta od vrha Humac (604 m) do vrha Sv. Nikola (628 m). Slični morfostrukturni odnosi karakteristika su, mada slabije izraženi zbog manjeg intenziteta pozitivnih tektonskih pokreta, i istočnih dijelova hrpta. Prevlad izdizanja nad denudacijom ($T > D$) jasno je istaknuta u prvom trendu energije reljefa, koja pokazuje najviše pozitivne vrijednosti upravo u navedenim dijelovima hrpta; koncentracija izolinijske s većim pozitivnim vrijednostima odgovara endogeno najaktivnijem području. U prilog tome govori i intenzitet erozijskog usijecanja dolina na području sjeverne fasade centralnog dijela hrpta, koja u slučaju dolina Do i Svirče premašuju 100 m. Dodati treba da te, ali i druge, manje susjedne, danas suhe, doline imaju tipično V izrez poprečnog profila što odgovara mehanizmu voda gornjeg toka, dakle, vremenski dugom i kontinuiranom izdizanju što je u uvjetima stalnog povećanja nagiba stimuliralo eroziju. Iako današnje klimatske prilike ne pogoduju fluviodenudacijskim procesima, koji su najbolji posredni indikatori osobina tektonskog režima, to još uvijek ne znači smirivanje pozitivne tektonske aktivnosti. Na to uostalom ukazuje i relativno živa seizmičnost otoka (D. Cvijanović, 1989.). Znatno manju tektonsku aktivnost pokazuje struktura polja-antiklinale. Kako su za nju vezane znatne akumulacije padinskih i fluvijalnih naslaga (dijelom reliktnih plavine!) to je očito da ta morfostruktura u odnosu na ostale dvije pokazuje tendencije relativnog spuštavanja. Dobar pokazatelj toga su izrazito negativne vrijednosti prvog trenda energije reljefa tog dijela otoka. Međutim, erozijski karakter fragmentirane nekadašnjih fluvijalno-proluvijalnih akumulacija u iskošenom dijelu ravni polja, bliže sjeverne fasade hrpta, istodobno su i posredni dokaz da je u nedavnoj prošlosti polje pokazivalo pozitivnu tektonsku dinamiku u odnosu na danas potopljene dijelove Hvarskog kanala, koji su očigledno bili područja intenzivnog spuštavanja tokom pleistocena. Razumljivo je stoga i destrukcija nekad suvislog akumulacijskog plašta korelativnih naslaga Hvarskog polja.

Elementi morfostrukture. I sjeverna i južna padina hrpta-antiklinale spadaju u kategoriju onih *strukturno denudacijskog* karaktera. Generalno gledajući poklapaju se s krilima antiklinale (vidi kartu nagiba i geološku kartu). Izuzetak čini abrazijski podsječene strukturne padine, naročito zapadno od naselja Sv. Nedelja na južnoj obali otoka. Tu su oblikovani *strukturno pre-disponirani* imponantni *klifovi* visine 20–30 m. *Rasjedni odsjeci* najbolje su sačuvani na južnoj obali hrpta zapadno od naselja Hvar; abrazijskom i denudacijom su dijelom preoblikovani, pa se fragmentarno pojavljuju.

Visine im se kreću i do 50 m. Značajni rasjedni odsjek, mada denudacijom znatno preoblikovan, je i onaj između Gdinja i Jelse na sjevernom krilu antiklinale, duž kojeg je došlo do blokovskog spuštanja dijela sjeverne padine hrbta. Veoma lijepo je to izraženo izolinijama negativne vrijednosti prvog trenda energije reljefa. *Strukturalni strmci* (eskarpmeni) dalji su važni morfološki elementi otoka. Oblikovani su na litoškim kontaktima dolomita i vapnenca, posebno tako gdje su slojevi naglašeno ustrmljeni (i do 80°). Najljepše su razvijeni u vršnom dijelu južnog i sjevernog grebena centralnog dijela hrbta.

EGZOGENI RELJEF

U skladu s prevladavajućom karbonatnom litoškom osnovom na otoku i pripadajućem otočnom arhipelagu dominira krški i fluviokrški reljef. Korozijsko ili krško oblikovanje reljefa vezano je za vapnenačku podlogu a kombinacija korozijskog i fluviudenudacijskog reljefa obilježava dolomitna područja. Relativno velik udio strmih padina uzrokovao je da su do izražaja došli i padinski procesi (derazija). Morfološko djelovanje mora vezano je za usku obalnu zonu.

Dominantni recentni morfološki procesi i reljefni oblici. 1. Fluvijalna erozija i akumulacija u današnjim klimatskim i tektonskim uvjetima vezana je za aktivnost povremenih tokova u okolici Jelse (vodotok u dolini Klokun) i naselja Do. Bujičast karakter vodotoka uvjetovao je i izgradnju pregrada u njihovim dolinama. 2. *Padinski* (derazijski) *proces i oblici* karakteristični su za sve padine otoka, međutim, prema intenzitetu njihova djelovanja i pojava pokazuju se znatne razlike. U pravilu najizraženiji su na strmim padinama u čijem sastavu sudjeluju dolomiti, koji su mehanički znatno trošniji od vapnenaca, na strukturno-denudacijskim strmcima centralnog dijela zapadne polovice otoka (vidi geomorfološku kartu). Među padinskim procesima najveće značenje imaju osipanje, urušavanje, spiranje i jaruženje. *Osipanja i urušavanja* uvjetovana su intenzivnom mehaničkom rastrožbom dolomita ali i vapnenaca ukoliko su im slojevi strukturno ustrmljeni (denudacijsko-strukturalni eskarpmeni južnog grebena). Veoma izraženo urušavanje uočeno je i uz rasjedne odsjeke uz obalu Z od naselja Hvar. Jako zagrijavanje ljeti i procesi regelacije (smrzavanje i odmrzavanje) tokom hladnijih zima osnovni su uzroci mehaničke rastrožbe na višim grebenima. Na strmcima oblikuju se točila (žljebovi) a na njihovom području akumulacijski konusi sipara. U uvjetima velikih nagiba (preko 32°) natanje atmosferskom vodom narušava stabilnost siparišnog materijala koji se stoga, dalje osipa niz padinu oblikujući *koluvijalne zastore*. Veoma su izraziti na južnoj padinskoj fasadi iznad Sv. Nedelje, Ivan Dola i Zavale (Pitavskih plaža). Za ta područja karakteristična su i jaka *spiranja*, koja također pridonose zastiranju stjenovite podloge pretaloženim rastrošnim materijalom (nezaobljeno kršje, cementirane breče, silt, pijesak). Spiranjem akumuliran materijal (deluvij) oblikuje manje deluvijalne konuse. Spiranje je prisutno i na svim ostalim dolomitičnim dijelovima otoka. Deluvijalne akumulacije čine i najveći dio materijala akumuliranog u ponikvama i uvalama istočnog dijela otoka.

Jaruženje je, izuzev u Velom polju gotovo sveprisutan morfološki proces. Brojne jaruge obilježje su obje primorske fasade hrbta Hvara ali i pobrđa Rudine-Kabal. Ipak, jaruženje je najintenzivnije na južno eksponiranim strmim (12–32° i više od 32°) padinama hrbta Hvara. Međusobno su usporedne i svojom disekcijom bitno pridonose velikoj raščlanjenosti prostora i pojačanom spiranju. Najveća čestina njihove pojave vezana je za istočni dio južne padine između Zavale i Sučuraja (i do 9–10 jaruga na km²). Intenzivno diseciraju i primorsku padinu zapadno od Sv. Nikole, naročito oko Zračice. Duge i veoma duboke jaruge karakteristika su sjeverne fasade hrbta posebno zapadno od Starigrada. Jaruge pobrđa Rudine-Kabal uglavnom su pliče i dijelom su ispunjene stabiliziranim bujičnim materijalom, što ukazuje na manji intenzitet recentnog bujičenja. »Ušća« jaruga u more obilježena su oblikovanjem bujičnih (proluvijalnih) plavina. Ukoliko nedostaju pokazatelj je to veće starosti jaruga i njihovog djelomičnog potapanja postpleistocenskom ingresijom mora.

Kliženja u kombinaciji s urušavanjem uočena su samo na flišnim odsjecima u zapadnom dijelu naselja Hvar. Predstavljaju ozbiljnu prepreku daljnjem teritorijalnom širenju grada.

3. Korozijski procesi (krški) i oblici dominiraju na vapnencima, dolomitnim vapnencima i, manje, dolomitima. Na vapnenačkim površinama oblikovani su razni tipovi krškog reljefa: *stjenoviti, ogoljeli i boginjavi krš*. Ljutog krša ima malo. Vezan je za manje škraparske površine, naročito u istočnom dijelu otoka. Na relativno zaravnjenim terenima Plame, oko Bogomolja i Gdinja česta je pojava plitkih ponikava. Tamo gdje su učestale, razvijen je tipičan boginjavi krš. Oblikovanje im je predisponirano ukrštavanjem brojnih poprečnih rasjeda. Dna većine ponikava ispunjena su padinskim, rahlim materijalom, koji predstavlja pogodnu podlogu za razvoj poljodjelskih djelatnosti.

Udoline i uvale u centralnom dijelu istočne polovice otoka po svom nastanku vezane su za slabije propustne dolomitne zone. Pored litološkog sastava njihovo oblikovanje je preduvjetovano i rasjednom tektonikom (razdrobljen stijenski kompleks podložniji je egzogenoj destrukciji: korozija i padinski procesi).

Speleološki objekti (spilje ili pećine) su rijetke. Manjih su dimenzija. Primjer toga su Grapčeva pećina, Pukova spilja, Tauna spilja, Babina spilja, Spilja iznad naselja Sv. Nedelja i Spilja na otoku Šćedro.

Zaravni i brojne, danas, suhe doline (naročito u centralnom dijelu zapadne polovice hrpta oko naselja Pitve, Vrsnika, Svirčea i Dola) oblikuju *fluviokrški tip reljefa*. Znatni broj suhih dolina je okršen i ispunjen stabiliziranim padinskim naslagama (proluvij i deluvij), koje su podloge za oblikovanje autropogenih terasa.

Zaravan Plame oko Gdinja i Bogomolja, na koji se nadovezuje *pediment* sjev. fasade hrbta, i zaravnjeni vršni dio pobrđa Rudine-Kabal rezultat je kombiniranog aplanativnog (uravnjavanje) djelovanja korozijskih, fluvijalnih i padinskih procesa u geološkoj prošlosti. Predstavlja jedan od najstarijih elemenata reljefa otoka Hvara. Zaravan je, de facto, fragment jednog daleko većeg denudacijskog nivoa koji je neotektonskim pokretima razdrobljen, s time da su mu neki dijelovi izdignuti a neki spuštani, i danas su is-

pod morske razine. Tragovi tog starog denudacijskog nivoa-zaravni utvrđeni su i na otoku Braču, i to u području Vidove Gore (500–700 m). Diferencijalnim tektonskim pokretima razdobljeni dijelovi zaravni, iste starosti i geneze kao zaravan Plame, mogu se smatrati, najvjerojatnije i današnji nivo Hvarskog polja i zaravnjeni dio pobrđa Rudine–Kabal. Sto se tiče starosti zaravni u nedostatku odgovarajućih analiza korelativnih sedimenata, koji su destruirani, može se na temelju podataka geoloških osobina otoka (tumač 1977), pretpostaviti da je njen nastanak vezan za razdoblje nakon pirenejskih pokreta koncem eocena. Najvjerojatnije da je zaravan već postojala prije početka neotektonske etape razvoja u srednjem miocenu, pošto je nakon toga jakim radialnim pokretima sasvim sigurno doživjela razlamanje. Vršni dio hrbta od Huma do Sv. Nedjelje denudacijom je preoblikovan u dva grebena s žljebom između njih; superpozicijski promatran stariji je od zaravni. Nema, međutim, nikakvih geoloških podataka po kojima bi se utvrdio vremenski interval nastanka tog dijela otoka. Lijepo razvijen *pediment* sjeverne fasade hrbta, oblikovan padinskim procesima intenzivnom fluvijalnom disekcijom i tektonskim pokretima je razdobljen na manje fragmente.

Specifičan tip reljefa predstavljaju obale, oblikovane abrazijskim procesima mlata valova i akumulacijskim aktivnostima mora. Velika vrijednost koeficijenta razvedenosti otoka Hvara (4,14) i njegovog otočnog arhipelaga (Šćedro 2,61 itd.) uvjetovala je i veliku dužina obale (Hvar 254,2 km, Šćedro 25,3 km itd.)

Prevladavaju abrazijske obale (preko 99%), dakle one destruktivnog tipa. Na njihovo oblikovanje bitnog utjecaja imala je građa i tektonika otoka. Po svom morfografskom tipu obale se dijele na visoke i niske. Tip *visokih obala* dijeli se na dvije vrste, i to klifove (nagib preko 55°) i klifaste obale (nagib 12–32° i preko 32°). Pojava klifova i klifastih obala u većini slučajeva uvjetovana je strukturnim i tektonskim odnosima. Visoke obale najzastupljenije su na južnoj obalnoj fasadi, što je i razumljivo obzirom na veliku ustrmljenost JZ krila antiklinale hrbta Hvara (cca 70–80°) i pojavu rasjednog odsjeka zapadno od naselja Hvar i jak utjecaj juga. Obzirom na relativnu mladost obale (nastala postpleistocenskom ingresijom mora prije cca 10.000 godina) pravih abrazijskih klifova je malo. No, na jak utjecaj abrazije upućuje postojanje brojnih podkapina i manjih abrazijskih pećina. Abrazija je posebno jaka na klifovima s monoklinalnom strukturom slojeva. Klifaste obale karakteristika su obala sjeverne fasade hrbta Hvara zapadno od Starigrada. Nastanak im je uvjetovan nešto većom ustrmljenošću konsekvantno položenih slojeva S krila antiklinale Hvara. Litološki gledano visoke obale vezane su za raznovrsne stijenske komplekse: vapnenice, dolomite, fliš i padinske naslage.

Niske obale su najrasprostranije. Oblikovane su u monoklinalnim, horizontalnim i konsekvantno položenim slojevima vapnenačkih i dolomitnih naslaga. Ulaze u kategoriju niskih stjenovitih obala. Jak utjecaj abrazije i korozije na monoklinalne vapnenačke obale izvršen je oblikovanjem »nemirnog« korozivno-abrazijskog mikroreljefa (škrape, manje »depresije«, stjenoviti blokovi itd.).

Niske obale u klastičnim sedimentima tzv. *žala* su rijeđe. Oblikovane su u abrazijom razdobljenom padinskom materijalu, posebno između Zavale (Pitavske plaže) i naselja Sv. Nedelja na južnoj obali. U sastavu plaža sudje-

Tab. 1. Vodeci recentni morfološki procesi

Vrsta i tip morfološkog procesa	Uzroci djelovanja	Intenzitet djelovanja	Vrsta akumulacije	Reljefni oblici i položaj
1. Klizanje	Gravitacija, klizna ploha u flišu	Epizodno	Solifluxium	Strmi odsjeci u flišu u Z dijelu naselja Hvar
2. Urušavanje i osipanje	Sinrzavanje, odmrzavanje, korozija, potresi, abrazija, antropogene aktivnosti	Nagibi preko 32°, epizodno, sezonski	Delapsijum (sipari), Kalapsijum-urušeni blokovi, Koluvij (zastori, kršja na padini)	Točila i sipari na strmcima najviših grebena, Klifovi, Usjeci.
3. Spiranje	Padalinska voda + gravitacija	sezonski	Deluvij-padinski materijal (silt, pijesak, sitno kršje)	Deluvijalni konusi, posebno na južnim padinama
4. Jaruženje	Kinetičko djelovanje bujica niz padinu	Sezonski i epizodno	Proluvij (heterogeni materijal: kršje, pijesak, silt, sljunač)	Plavine na završecima jaruga, južni dio polja i brojne plavine u uvallama i dragama, sjeverne i južne padine hrbita
5. Derazija (padinski procesi pod 1, 2, 3 i 4)	Gravitacija, rastrožba, kinet. energija, bujica, smrzavanje i odmrzavanje, padalinska voda	Sezonski i epizodno	Solifluxium, delapsijum, kolapsijum, Koluvij, deluvij i proluvij	Na svim padinama hrbita, klifovima, pobrdama
6. Fluvijska erozija i akumulacija	Destruktivna i akumulacijska aktivnost povremenih vodotoka	Sezonski (proljeće, jesen, zima)	Sljanci, pijesci, mulj	U dolinama u dolomitnoj zoni centralnog dijela hrbita
7. Korozija	Otapanje CaCO ₃ atmosferskom i podzemnom vodom	Stalno i sezonski	Crvenica	Posebno izraženo u vapnenačkim zonama a manje u dolomitu
8. Eolska korozija, deflacija i akumulacija	Snaga vjetrova - bura i jugo	Sezonski i epizodno (slabo izraženo)	Manje prašinske i pjeskovite akumulacije u pukotinama	Sjeverna padina hrbita - narobito
9. Abrazija	Mlat valova mora	Stalno do sezonski jako izraženo	Abrazijski materijal u području (valunice i blokovi)	Izraženo na svim obalama a posebno na klifovima južnog dijela otoka
10. Antropogeni procesi	Rudarske i građevinske djelatnosti	Stalno i sezonski	Nanos, plavina, kršje, suborrida	Kamenolomi, nasipi, usjeci, subozidi

luje pijesak i valutice. Manje šljunkovite i pješčane plaže oblikovane su i u brojnim uvalama i dragama. Materijal koji sudjeluje u sastavu plaža predstavlja aktivnošću mora pretaložene plavinske (poluvijalne) sedimente.

INŽENJERSKO-GEOMORFOLOŠKE OSOBINE

Reljef je jedan od osnovnih činilaca koji oblikuje pejzaž. Na njemu se sprovodi najveći dio društvene aktivnosti, nosi naselja, puteve, vodotoke, na njemu se razvija tlo i vegetacija. Oblikuju ga prirodni, prirodno-antropogeni i čisto antropogeni morfološki procesi. Upravo stoga, oblik reljefa, njegove promjene i stabilnost, kao i morfološki procesi koji ga oblikuju imaju mjestimično odlučujuću ulogu u gospodarskim djelatnostima i općenito u razmještanju stanovništva. Od posebnog je stoga, interesa izvršiti vrednovanje osobina reljefa s inženjersko-geomorfološkog aspekta, tj. ocjena njegove podobnosti za gradnju istraživanog područja. Naglasak je pri tome na vrednovanju reljefa s aspekta njegovog cjelokupnog ravnotežnog stanja. Izdvojene su tri osnovne kategorije reljefa:

1. Prikladan za provođenje odgovarajućih građevinskih zahvata
2. Relativno prikladan za gradnju
3. Neprikladan za gradnju

Uz analizu energije reljefa i nagiba veoma je važno utvrditi osobine eg-zogenih procesa koji bitno utječu na ravnotežno stanje terena.

Analizirane osobine vrednovane su na slijedeći način:

1. Energija reljefa (relativna visinska razlika m/jedinične površine – m/km²)

Kategorije	Opis	Bonitetna kategorija
do 10 m	Zaravnjen reljef	1
10–40 m	Slabo raščlanjene ravnice	1–2
40–60 m	Slabo raščlanjen reljef	2–1
60–100 m	Umjereno raščlanjen reljef	2
100–300 m	Raščlanjen reljef	2–3
više od 300 m	Izrazito raščlanjen reljef	3

2. Kako se reljef može shvatiti kao zajednica padina različitih kategorija nagiba to im se u okviru vrednovanja treba pokloniti posebna pažnja. U tom smislu pri ocjeni građevinske koristivosti reljefa uzete su u obzir slijedeće kategorije padina.

Kategorija nagiba	Opis	Bonitetna kateg.	Koristivost
0–2°	Ravnice	1	veoma povoljne za gradnju
2–5°	Blago nagnut teren	1–2	povoljne za gradnju
5–12°	Nagnut teren	2	povoljne s uređenjem
12–32°	Znatno nagnut teren	2–3	nepovoljne, korisive za gradnju samo uz značajne zahvate
32–55° i više	Veoma strme padine	3	Nepodesne za gradnju

Nešto je različitiije vrednovanje padina sa aspekta njihovog ravnotežnog stanja i s obzirom na prevladavajuće destruktivske morfološke procese:

Kategorija padina	Ravnotežno stanje	Bonitetna kategorija
Padina s aktivnim klizištima	mobilno	3
Padine s aktivnim spiranjem i jaruženjem	mobilno	2-3
Padine ugrožene urušavanjem i osipanjem	mobilno	2-3
Padine s fosilnim tragovima spiranja i jaruženja	potencijalno mobilno	2
Padine s fosilnim tragovima osipanja i urušavanja	potencijalno mobilne	2
Stabilne padine i zaravnjeni tereni	stabilno	1

Prostor otoka Hvara pokazuje s inženjersko-geomorfološkog gledišta velike različitosti. Analizom i premjerom stabilnosti i mobilnosti reljefa, uzimajući pri tome u obzir i osobine geološke građe, litološkog sastava i tektonske strukture, odgovarajućim terenskim kartiranjem i zapažanjem došlo se je do slijedećih relevantnih rezultata:

Tab. 2. Inženjersko-geomorfološka ocjena boniteta područja Hvara za građevinske zahvate i izgradnju

Geomorfološki položaj	S aspekta			
	Energija reljefa	Nagibi	Ravnotežno stanje i mobiln.	Bonitetna kategorija
JZ padina (Rt Pelegrin-Sv. Nedjelja)	2,1-2	2,2-3	2	2
JZ padina (Sv. Nedjelja-Zavala)	3,2-3	2,3	2,-3,2	2-3,2
J padina (Zavala-Sučuraj)	2-3,2	2-3,2	2-3,2	2-3,2
S padina (Sučuraj-Jelsa)	2-3	2-3,2	2-3	2-3
S padina (Jelsa-Starigrad)	2,2-3	2,2-3	2	2
S padina (Starigrad-Rt Pelegrin)	2-3	2-3	2-3	2-3
Vršni dio hrbta (Sučuraj-Zastrazišće)	1-2,2	1,1-2	1-2,2	1-2
Vršni dio hrbta (Zastrazišće-vrh Sv. Nikola)	3	3	3	3
Vršni dio hrbta (vrh Sv. Nedjelja-Rt Pelegrin)	2-3,1	2,2-3	2-3,2	2-3,2
Velo polje	1	1	1	1
Pobrđe Rudine-Kabal-zaravnjen dio	1	1	1	1
- padine	1-2	2,1-2	2,1-2	1-2

EKOLOŠKO VREDNOVANJE RELJEFA

Razvoj se danas na različitim područjima života odvija tako brzim tempom, društvo i gospodarstvo doživljavaju tako korjenite izmjene, što u svjetskim, a također i u našim uvjetima ima velikog utjecaja na znanost i stavlja je pod nove zadatke. Međusobni utjecaji i veze između znanosti i prakse postaju stalne i veoma uske. Ne samo da znanost pomaže razvoj prakse, već i ona u znatnoj mjeri utječe povratno. Praksa, naime, često zahtijeva rješenje takvih problema koje znanost mora da riješi. Upravo stoga, sve je više primijenjenih znanstvenih radova. Takve prirode je i ovaj kao dio jedne šire znanstvene studije o prirodnim osobinama otoka Hvara i njegovog arhipelaga.⁵⁾

U V O D

Pod prirodnim okolišem (materijalno-fizička priroda) podrazumijeva se prirodni okoliš u užem (geosfera, ekosfera) širem smislu (tehnosfera – tzv. preoblikovani – izmijenjeni prirodni okoliš). Vrednovanje geosfere, odnosno tehnosfere, uključuje slijedeće datosti i energetske potencijale:

1. Prirodni okoliš (geosfera, ekosfera)
 - 1.1. Datosti prirodnog okoliša – reljef, litologija, klima, vode (uključujući more), biosfera (kvazi primarna)
 - 1.2. Energetski izvori prirodnog okoliša – mineralni izvori, hidrometeorološki izvori, pedološki i biosferni potencijal
2. Preoblikovani–izmijenjeni prirodni okoliš (tehnosfera)
 - 2.1. Datosti izmijenjenog prirodnog okoliša – antropogeni reljef, tehnogeni objekti, uzgajane biljne kulture, degradirana i revitalizirana tla, onečišćena vodna područja
 - 2.2. Energetski izvori izmijenjenog okoliša – energetske izvori uzgajanih biljaka, turistički potencijali

Vrednovanje reljefa kao samostalnog činioca među datostima prirodnog okoliša predstavlja jedan od najtežih zadataka. Naime, izuzev u slučaju mineralnih resursa i energetske izvora, reljef se može uzeti u obzir kao preduvjet pojavnog oblika i načina utjecaja svih ostalih prirodnih datosti u prostoru i utječe na kvalitativne osobine površinskog i pripovršinskog dijela stjenskog kompleksa, na osobine klime, tla, vegetacije, koeficijent otjecanja itd. Vrednovati se ipak mora jer se aspekti vrednovanja pojedinih korisnika mogu u znatnoj mjeri razlikovati. Upravo stoga, vrednovanje reljefa temelji se na takvom grupacijsko-razrednom uvrštavanju koje omogućuje vrednovanje prostora s aspekta koristivosti različitih gospodarskih grana.

PRISTUP I METODA

Metoda relativnog kvalitativnog vrednovanja reljefa je dobro definirana (tab. 3 i 4). Izvedena je iz čitavog niza kvantitativnih pokazatelja:

Reljefni oblici – elementi sistematizirani su na temelju reljefnih tipova, a unutar njih prema grupama reljefa i elementima oblika. U okviru vrednovanja uzeti su u obzir neposredni i posredni utjecaj reljefa na turističku i poljoprivrednu valorizaciju prostora, građevinske djelatnosti, rast vegetacije i njezino iskorišćavanje. Pri tome reljef je uvršten i grupiran u niz me-

đusobno kvalitativno različitih razreda. Svaki razred raspolaže s odgovarajućom količinom bodova, s jasno naznačenim gornjim i donjim graničnim vrijednostima. Količina bodova svakog pojedinog razreda dovedena je u vezu s odgovarajućim hijerarhijskim intervalom kvalitativnih vrijednostnih kategorija:

Radi što točnijeg vrednovanja primijenjen je i princip negativnog bodovanja, koji se koristi kao korektivna vrijednost u slučaju kada neke od osobina reljefa djeluju kao ograničavajući faktor s gledišta njegove društveno-gospodarske valorizacije. Ograničavajućim osobinama reljefa, uzimajući u obzir i njihove relativno međusobne odnose, data je određena količina bodova, koja će pri konkretnom vrednovanju za toliko smanjiti maksimalno datu vrijednost bodova. Ukoliko se pojavljuje više ograničavajućih osobina,

Bonitetna kategorija	Razred	Broj bodova
9	najvrijedniji tereni	91-100
8	veoma vrijedni tereni	81- 90
7	pretežno vrijedni tereni	71- 80
6	relat.manje vrijedni tereni	61- 70
5	pretežno manje vrijedni tereni	51- 60
4	relativno nepogodni tereni	41- 50
3	pretežno nepogodni tereni	31- 40
2	nepogodni tereni	21- 30
1	vrlo nepogodi tereni	11- 20
0	izrazito nepogodni tereni	1- 10

to se od maksimalne količine bodova oduzimala suma korektivnih vrijednosti. Tako preostala količina bodova odredila je kvalitativni (bonitetni) rang vrednovanog reljefnog oblika-elementa. Brojčani pokazatelj vrijednosnog ranga upisan je arealnom oznakom (šrafatura) na karti unutar koje je izdvojen reljefni oblik-element.

REZULTATI

Na otoku Hvaru i njegovom arhipelagu zastupljeni su svih deset vrijednosnih kategorija reljefa s aspekta ekološkog vrednovanja. U tom pogledu otok pokazuje mozaičnu sliku. Vrijedi taj zaključak, međutim, samo u slučaju ukoliko se posmatraju elementi reljefne strukture pojedinih reljefnih jedinica. Ove posljednje pokazuju svojevrsnu harmoničnu homogenost različitosti jedna u odnosu na drugu. Sličan zaključak može se izvesti i u slučaju obala, kojima je posvećena specifična pažnja obzirom na njihova velika značenja za turističku valorizaciju otoka. (Vidi tab. 4.)

Hrvat koji čini najveći dio otoka ekološki je najnevrednija reljefna cjelina. Odnosi se to posebno na centralni dio njegove zapadne polovice, gdje je većina padina ocijenjena s bonitetnom vrijednošću 0, a samo manji dio s 1, što je i razumljivo obzirom na njihovu veliku raščlanjenost i nagibe te izraženu mobilnost. Za veći dio grebena, koji su uski i relativno visoki, vrijede slični zaključci. Eventualnu pažnju zaslužuju isključivo s gledišta planinarstva. Uvale i manja polja zbog svog visinskog položaja (400-500 m) i prometne izoliranosti imaju relativno malu ekološku vrijednost (kategorija 1-3). Samo viši i širi dijelovi suhih dolina ili onih s povremenim tokom imaju nešto veće mogućnosti za poljodjelsku valorizaciju (3).

Istočni niži dio hrpta (200–350 m) između Sućuraja i Zastraišća reljefno je nešto vrijednije područje, osobito vršni dio. Sukcesije polja, uvala i zaravni na trošivijim dolomitima, manja reljefna energija i nagibi, osnov su razvoja, danas još uvijek, ekstenzivnih poljodjelskih aktivnosti (kategorija 2–3). Strme padine hrpta naglašeno raščlanjene bezbrojnim jarugama ekološki su gledano gotovo posve bezvrijedne za bilo kakvu gradnju ili poljoprivredno iskorišćivanje.

Zapadni, također niži, dio hrpta reljefno je intenzivno raščlanjen, međutim, vršni dijelovi grebena su širi i ekološko vrijedniji (2–3) s aspekta poljodjelskog iskorišćivanja i naseljavanja u odnosu na grebensku strukturu centralnog dijela.

Obale hrpta Hvara su ekološki najvrijedniji element njegove reljefne strukture. Vrijedi to naročito za južno eksponirane niske konsekvantne stjenovite obale i pjeskovito-šljunkovite plaže na kojima je abrazija slabije izražena, a prometno su relativno lako dostupne (8–9). Izoliranije položene niske obale, iako, prirodno veoma pogodne, imaju nešto nižu bonitetnu vrijednost (7). Klifovi predstavljaju nedostupne strmce, no, obzirom na bizarnost mikroreljefnih oblika (podkapine, škrape, spilje) i zastrašujuću spektakularnost mlata valova predstavljaju odgovarajući turistički atraktivan element reljefa obale (0–1). Klifaste obale sjeverne obale između rta Pelegrin pa gotovo do samog Starigrada također su ekološki manje vrijedne (1–2).

Hvarsko polje između Jelse i Starigrada svojom zaravnjenošću (minimalni nagibi i neznatna reljefna energija) ekološki je najvrijednija reljefna jedinica (7–9) otoka, što je i razumljivo obzirom na mogućnosti kompleksne, društveno-gospodarske valorizacije. Tu su najvrijednije agrarne površine, što je od posebnog interesa za snabdjevanje turističkog tržišta hranom, prometno najprohodniji tereni a velike su mogućnosti i za dalje širenje naselja i naseljenosti. Uz naselje Hvar tu se nalaze obale, najpogodnije za izgradnju odgovarajućih pristanišnih kapaciteta za prihvat većeg broja turista i izgradnju marina.

Pobrđe Rudine–Kabal u svom središnjem i istočnom dijelu je niska zaravan pogodna za izgradnju (7) a dijelom i za poljodjelsko iskorišćivanje (poljica, uvale). Obale tog dijela otoka su konsekvantne niske stjenovite obale veoma pogodne za dalji razvoj kupališnog turizma (7–8). Posebnu turističko–građevinsku vrijednost imaju manje slikovite drage. Zapadni dio pobrđa koji je reljefno raščlanjeniji ima znatno veće nagibe, turistički gledano manje je vrijedan prostor. Izuzetak tome čine njegove južno eksponirane stjenovite obale u Starigradskom zaljevu.

POZIVNE BILJESKE

1. Veliki geografski atlas Jugoslavije, 1987. Prema podacima osnovne geološke karte K 33-34 Jelsa 1 : 100.000 ukupna površina Hvara sa Šćedrom i Paklenim otocima iznosi 314,6 km²
2. Koeficijent razvedenosti obale otoka predstavlja omjer stvarne dužine obale kada bi otok imao oblik kruga iste površine.
3. Za analizu geoloških osobina, posebno potpoglavlje, grada i sastav i tektonsku strukturu, korišten je Tumač Osnovne geološke karte 1 : 100.000 K 33-34 Jelsa (autori: I. Borovčić, S. Martinčić, Z. Majcen i N. Magaš). Izuzetak čini razrada naslaga kvartarne starosti, koje su detaljnije obrađene od strane autora.
4. Terminologija po N. P. Kostenko, Razvitije skladčatih i razravnih deformacija o orogenom reljefu, Nedra, Moskva, 1972.
5. A. Bognar, T. Šegota, D. Cvijanović, M. Bogunović, I. Trinajstić, B. Sekulić, I. Blazek i D. Mihljević, Otok Hvar s arhipelagom – Prirodna osnova-osobine i kompleksno ekološko vrednovanje s aspekta društveno-gospodarske (posebno turističke) valorizacije, Urbanistički institut SRH, Zagreb 1989.

LITERATURA

- Andelković, M., (1988): Geologija Jugoslavije, Građevinska knjiga, Beograd
- Bognar, A., (1987): Reljef i geomorfološke osobine Jugoslavije, Veliki geografski Atlas Jugoslavije, Liber, Zagreb
- Cvijanović, D., (1989): Seizmičnost otoka Hvara, Otok Hvar s Arhipelagom – Prirodna osnova – osobine i kompleksno ekološko vrednovanje s aspekta društveno-gospodarske (posebno turističke valorizacije), Urbanistički institut SRH, Zagreb
- Gerashimov, I.P., (1976): Novije ideje o geografiji I. Problemi modelirovanija i informaciji, Progres, Moskva
- Góczán, L., (1984): A természeti környezet tényezőinek relativ értékelése, MTA-FKI, Elmélet-Modszer-Gyakor lat. 31, Budapest
- Haase, G., (1978): Zur Abteilung und Kennzeichnung von Naturpotenzialen, Petermans Geog. Mitteilungen br. 2.
- Leser, H., (1976): Landschaftsökologie, Stuttgart
- Luttig, G., (1975): Geoscience and the potential of the natural environment, Deutsche UNESCO-Kommission, Köln, velag. Dek. München
- Kertész, A., Evaluation of the physical environmental potential of the Danube Bend Mountains for agriculture and Tourism, Elmélet – Modszerek – gyakorlat 39, MTA-FKI, Budapest
- Pécsi, M., (1979): A földrajzi környezet új szemléletű regionális vizsgálata, Geonomia és Bányászat 12, 1-3, Budapest
- Somogyi, S., (1987): Magyarország természeti adottságainak idegenforgalmi szempontú értékelése, MTA-FKI, Budapest
- Tumači za listove Vis, Jelsa, Biševo, Svetec i Jabuka, Autori: I. Borovčić i ostali, S. Martinčić i ost., P. Raffielli i ost., Osnovna geološka karta 1 : 100.000, Savezni geološki zavod, Beograd (1977).
- Kalodera, A., (1976): Evolucija reljefa otoka Korčule, Geografski glasnik br. 38, GDH i OOUR Geografski odjel PMF-a, Zagreb
- Bognar, A., Šegota, T., Cvijanović, D., Bogunović, M., Trinajstić, I., Sekulić, B., Blazek, I. i Mihljević, D. (1989): Otok Hvar s arhipelagom – Prirodna osnova-osobine i kompleksno ekološko vrednovanje s aspekta društveno-gospodarske (posebno turističke) valorizacije, Urbanistički Institut SRH, Zagreb