

ERIC FOUACHE

*Université Paris XII – Val-de-Marne 61
avenue du General de Gaulle
94010 Creteil cedex, France*

SANJA FAIVRE

*Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno matematički fakultet
Geografski odsjek
Marulićev trg 19/II
HR - 10000 Zagreb*

JEAN JACQUES DUFAURE

*Université Paris IV
191 rue Saint Jacques
75005 Paris, France*

VLADIMIR KOVAČIĆ

*Zavičajni muzej Poreštine-Poreč
Decumanus 9
HR - 52440 Poreč*

FRANCIS TASSAUX

*Université Michel de Montaigne Bordeaux
Maison de l'Archéologie
3307 Pessac Cedex, France*

PIERRE TRONCHE

*Maison de l'Archéologie
3307 Pessac Cedex, France*

MORSKA RAZINA U RIMSKO DOBA NA PODRUČJU ISTRE

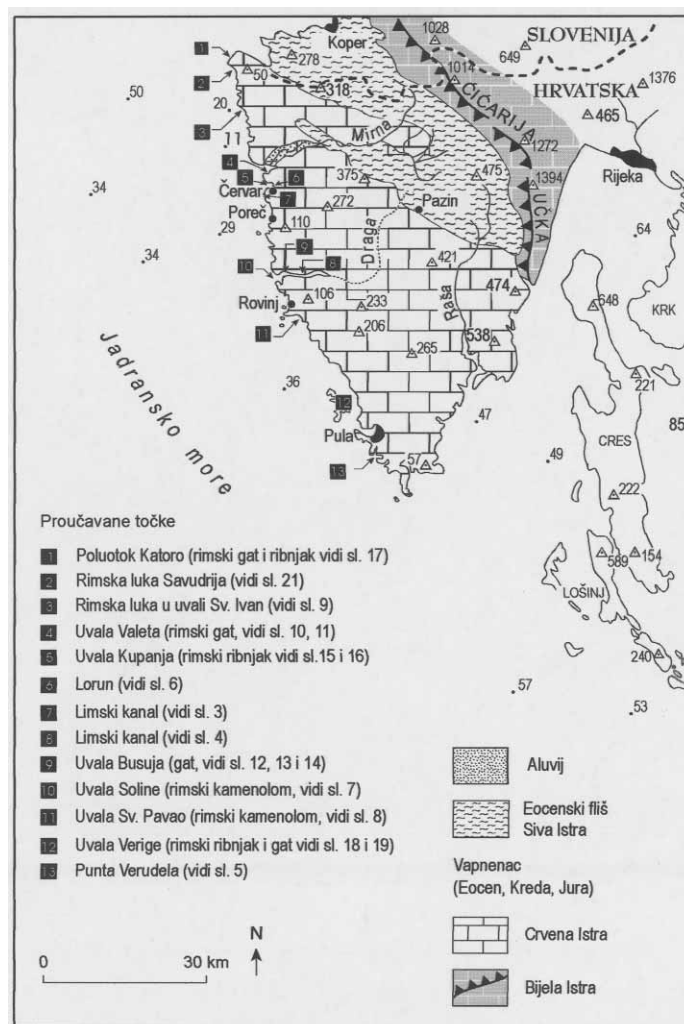
UDK 551.462 : 902.6] (497.5-3 Istra) "652"

Izvorni znanstveni rad

Brojnost potopljenih arheoloških ostataka na obalama Istre jasno govore o recentnom potapanju obale. Na temelju tih ostataka do sada su date mnoge procjene o promjeni relativne morske razine. U ovom smo radu također pokušali dati odgovor na to pitanje proučavajući i preklapajuću geomorfološke i arheološke indikatore.

UVOD

Već je odavno poznato da je istarsko primorje (sl.1) pretrpjelo recentno potapanje (DALONGEVILLE 1978; 1980; AMBERT 1978). Na njegovim obalama, isključivo vapnenačkim, djelovanje korozije mora malo je vidljivo. Može se uočiti stvaranje kontinentskih krških oblika, osobito škrapa, dok na pješćanim obalama dominiraju uglati blokovi i arheološki ostaci iz rimskog doba i srednjeg vijeka. Ta opažanja potvrđuju da je na području Istre nivo mora najviši ikada postignut bio u holocenu od kraja flandrijske transgresije (5500–6000 BP) (FOUACHE, 2001). Učestalost potopljenih ostataka iz rimske epohe, koji potječu iz I. ili II. st. poslije Krista, dovela je do različitih procjena nivoa mora u rimskom dobu. DEGRASSI (1955) ga je procijenio na najmanje 1,5 m ispod današnjeg nivoa dok je u novije vrijeme VRSALOVIĆ (1979) predlagao 2 m. Istraživanja koja smo obavili na kopnu i u podmorju od 1999. godine u okviru međunarodnog arheološkog projekta »Ulje Istre«¹ te projekta »Dynamiques et evolutions du littoral Adriatique et occupation humaine a l'Holocène (Albanie, Croatie)« pod vodstvom Erica Fouacha, dovela su do toga da si ponovno postavi-



Slika 1.

mo to pitanje. Stoga smo precizno odredili pokazatelje morske razine koje smo koristili u našim istraživanjima i prema kojim je morska razina u I. i II. st. poslije Kr. bila 50 do 60 cm niža od današnje.

METODE

Za proučavanje promjena nivoa mora raspoložemo s tri tipa markera: biološkim, geomorfološkim i arheološkim. U ovom radu korelirani su geomorfološki i arheološki markeri.

Geomorfološki markeri, koji se razvijaju u mediolitoralnoj zoni, teoretski se dijele na dvije vrste: fosilne plaže (beachrocks) i potkapine. Zbog nepostojanja taloženja pješčanih nanosa u Istri se nigdje ne mogu uočiti fosilne plaže tipa beachrocks, tj. materijal s plaža učvršćen karbonatnim

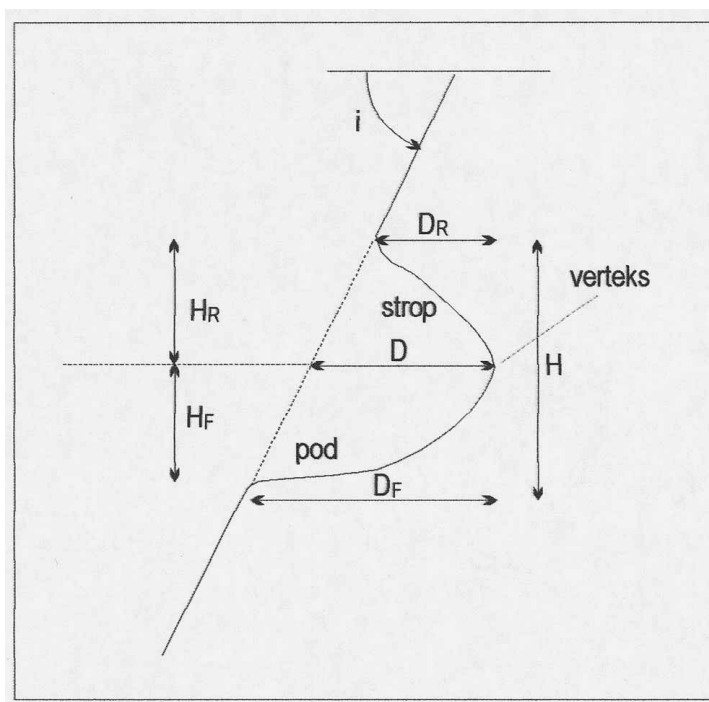
1 Istraživanja su započeta 1994. godine. Sudjeluju od početka: Zavičajni muzej Poreštine-Poreč, Université de

Bordeaux (Francuska), a od 2003. godine i Università di Padova (Italija).

vezivom. S druge strane, podnožja strmaca oblikovana u izdancima jurskih i krednih vapnenaca, mjestimično debelo uslojenih, koji su se često iskorištavali u rimskim kamenolomima, pogodna su za oblikovanje potkapine kao i za očuvanje eventualnih fosilnih potkapina. Potkapine su najčešći korozijski oblici na vapnenačkim strmcima (GUILCHER 1954; DALONGEVILLE 1986; PIRAZZOLI 1986). Marinska korozija stvara udubljenje čije su strane više ili manje otvorene. U profilu potkapine obično razlikujemo pod, strop i verteks (sl. 2.). Visina potkapine ovisi o amplitudi plime i oseke ali i o ekspoziciji samog strmca. Što je potkapina više izložena udarcima valova, strop je sve viši a verteks odgovara srednjoj razini mora. Kada se nalazimo pred fosilnom potkapinom ispod ili iznad današnje morske razine, verteks predstavlja glavni geometrijski reper koji pokazuje srednju razinu mora. Nažalost, potopljenu potkapinu teško je pouzdano datirati. Da bi se to moglo načiniti, potrebno ju je korelirati s arheološkim markerima koji također potvrđuju fazu stabilizacije morske razine na jednom odgovarajućem geometrijskom nivou.

Ideja o korištenju arheoloških ostataka smještenih u obalnom pojasu radi pokušaja rekonstrukcije promjena morske razine već je dugo poznata (NEGRIS, 1903; 1904; DEGRASSI 1955). Međutim, metodu je zapravo sistematizirao Flemming (1969; 1979), a zatim Schmiedt (1975) i Blackman (1973a; 1973b; 1982a; 1982b). Mi smo također modificirali protokol istraživanja (FOUACHE et. al. 1999; 2000; FOUACHE 2001).

Treba naglasiti da pomoću arheoloških markera ne možemo sa sigurnošću rekonstruirati krivulje eustatičke promjene morske razine. Rekonstruirati se mogu jedino, kao uostalom i kod drugih markera, bili oni biološki ili geomorfološki, krivulje relativne promjene morske razine. Jedino se u tektonskom i geomorfološkom kontekstu mogu pokatkad formulirati hipoteze o porijeklu i brzini tih promjena.



Slika 2.

Osobito je važno uspostaviti tipologiju arheoloških ostataka. Ponajprije, treba eliminirati arheološke ostatke koji nisu *in situ*, bilo da je riječ o olupinama (ostacima brodoloma), o arheološkim spomenicima koji su dospjeli u more ili bilo kojim drugim izoliranim arheološkim ostacima. Najzanimljiviji su ostaci infrastruktura koje su u doba njihova nastanka imale direktnu vezu s morskom razinom. To su na primjer: lučke strukture, nasipi, valobrani, spremišta za brodove, obalni kamenolomi kao i ribnjaci koji su bili vrlo popularni u rimsko doba, u I. i II. st. poslije Krista (PIRAZZOLI 1979; 1980). Ako se te arheološke strukture danas nalaze na kopnu, rad je uvelike olakšan (PIRAZZOLI et al. 1994). Naprotiv, ako se ti ostaci danas nalaze pod morem, često je teško procijeniti je li posrijedi jednostavno urušavanje dijelova arheoloških struktura s kopna ili izdizanje morske razine a još je teže odrediti kada se to dogodilo. Ako je riječ o potapanju dijelova kopna, tj. o izdizanju morske razine treba zaroniti te pronaći precizne repere kao što su npr. temelji pojedinih građevina. Često se dolazi do rješenja preklapajući arheološke i geomorfološke markere stoga je preporučljiv timski rad.

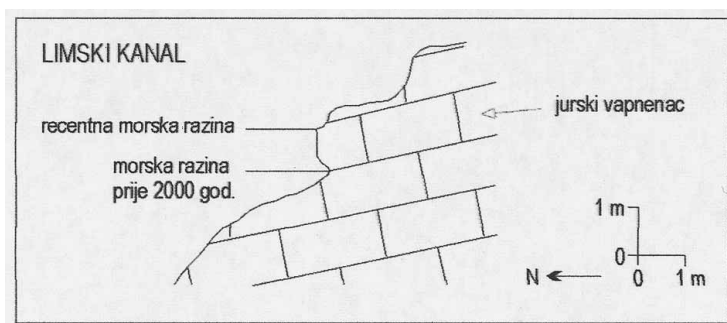
Najprije smo iz postojeće literature (DEGRASSI 1955; VRSALOVIĆ 1979.) načinili izbor najpovoljnijih lokacija na prostoru Istre. Zadržali smo isključivo arheološke ostatke *in situ*. Potom smo izdvojili one ostatke koji se nalaze na kopnu (kamenolomi i zidovi) od arheoloških ostataka koji su još pri izgradnji imali direktnu vezu s morskom razinom (npr.: gatovi, ribnjaci i dr.). Nakon toga istraživali smo potopljene strukture mjereći dubinu blokova koji imaju jasno definiranu arhitektonsku funkciju. Mjere dobivene na taj način korigirali samo prema amplitudama plime i oseke, uzimajući u obzir meteorološke uvjete. Tako na primjer jaki zapadni vjetar može dovesti do lokalnih anomalija morske razine.

REZULTATI

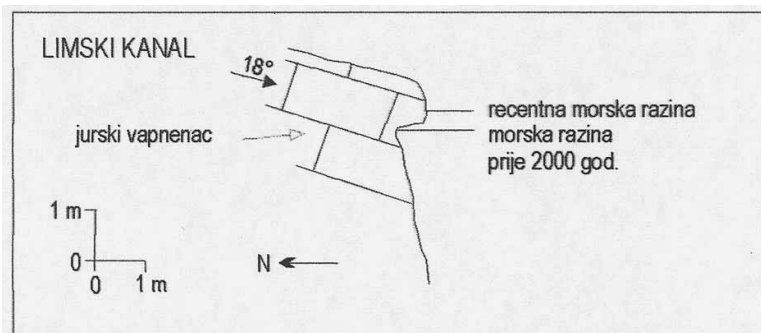
Potopljena potkapina 50 cm ispod današnje morske razine

Potopljena fosilna potkapina koju je opisao Pirazolli (1980) može se naći na više mjesta na istarskoj obali. Uglavnom su to zaštićena mjesta i ona gdje u litološkom sastavu prevladava debelo uslojeni vapnenac. Zanimljivo je da u tim istim zonama, u današnjoj mediolitoralnoj zoni, nema kontinuirane recentne potkapine. Fosilne potkapine nema ili je pak teško uočljiva u zonama veoma izloženim mlatu valova te u onima u čijem litološkom sastavu prevladavaju tanko uslojeni pločasti vapnenci.

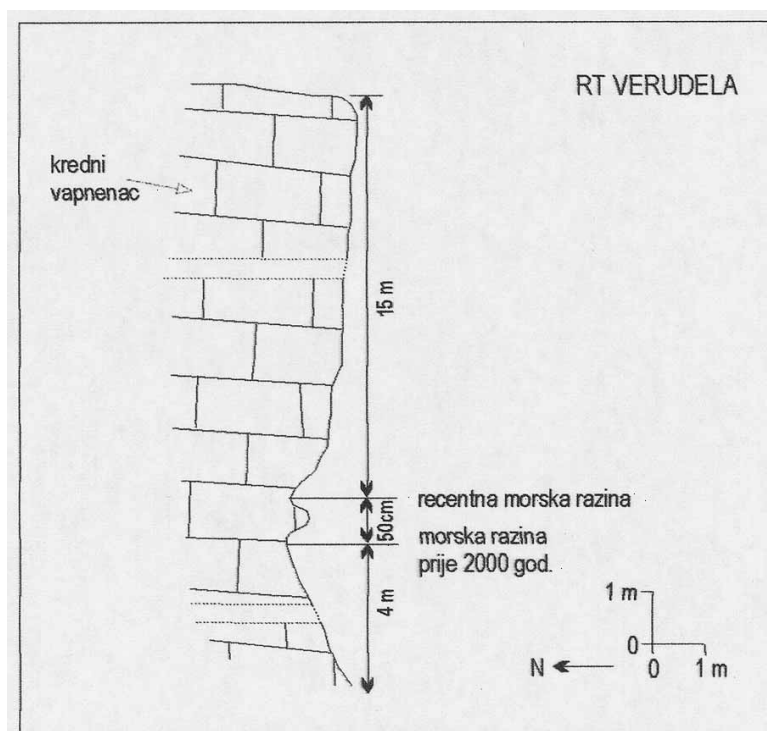
Potkapinu možemo vidjeti npr. na ulazu u Limski kanal (sl. 3), u njegovoj unutrašnjosti (sl. 4) te na rtu Verudela južno od Pule (sl. 5). Potkapinu smo također pronašli na brojnim mjestima na



Slika 3.



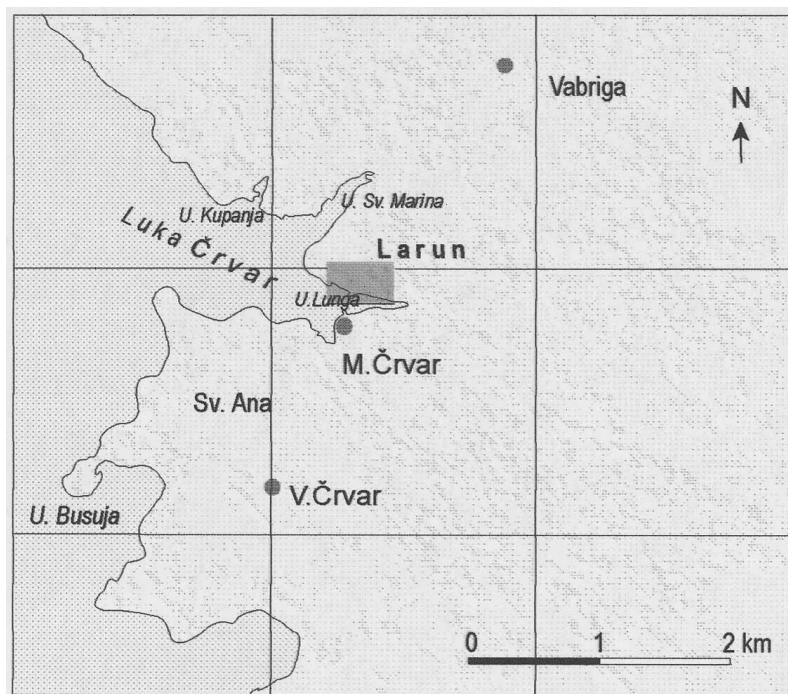
Slika 4.



Slika 5.

prostoru Kvarnera (FOUACHE et al. 2000). Kao što je to uočio Pirazolli (1980), profil potkapine je uglavnom asimetričan, jer je strop potkapine uglavnom horizontalan a verteks se uvijek nalazi na dubini od 0,5 m do 0,6 m. Taj korozijski oblik neosporno svjedoči o postojanju jedne dosta duge faze stabilizacije morske razine na nižem nivou od današnjega.

Jedan dio arheoloških markera potvrđuje da ta faza stabilizacije odgovara antici, točnije I. i II. st. poslije Krista. U to se doba istarska obala ističe mnoštvom velikih rimskih senatorskih imanja, što objašnjava brojnost primorskih vila i Filinae, tvornica amfora, koje se pripisuju tom razdoblju. Arhetip tih vila je vila Lorun (sl. 6), (BALDINI et al. 1994; TASSAUX et al. 2001). Degrassijeva is-

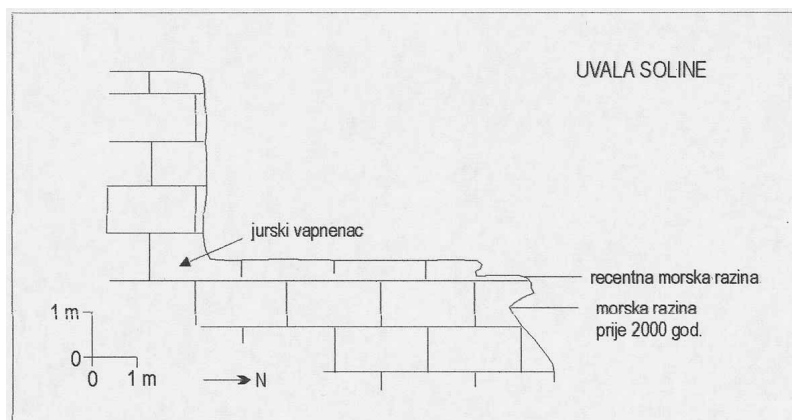


Slika 6.

traživanja (1955) pokazala su da je svaka od tih vila imala barem jedan gat, pokatkad cijelu luku, kao što je to slučaj u uvali Sv. Ivan, a često i ribnjak.

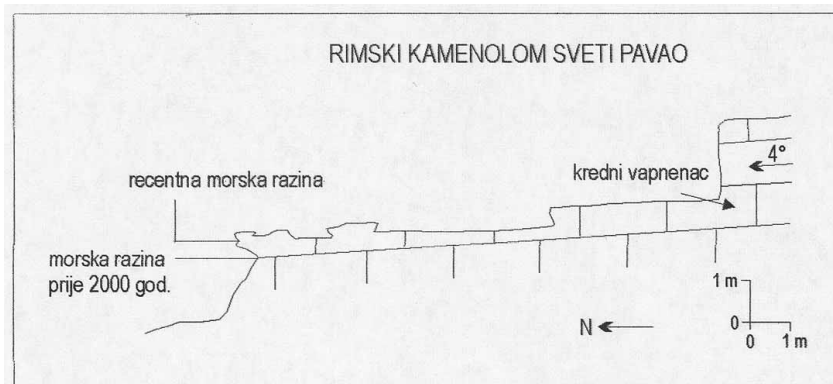
Dokazi o rimskoj starosti potkapine

Sve te građevine iziskivale su otvaranje brojnih kamenoloma. Mnogi od njih nalaze se upravo u obalnoj zoni. Dva kamenoloma privukla su našu pažnju budući da radovi Matijašića (1998: 56) potvrđuju da su bili iskorištavani isključivo u rimsko doba. Jedan se nalazi u uvali Soline (sl. 7) a



Slika 7.

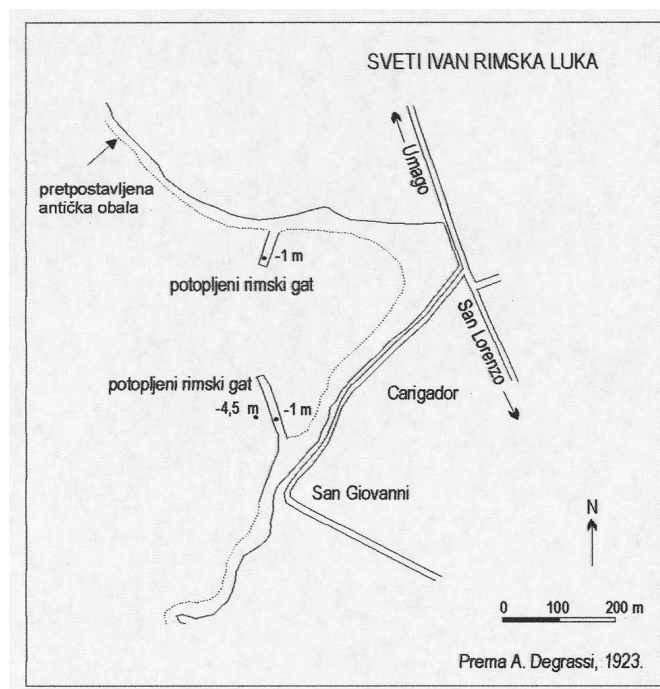
drugi u uvali Sv. Pavao (sl. 8). U oba slučaja nivoi iskorištavanja (eksploatacijski podovi) se danas nalaze u nivou današnje morske razine ili su pak na visini od 40 cm. Misli se tu na najniže eksploatacijske nivoe. U njihovom podnožju jasno je uočljiva fosila potkapina slična prethodno opisanima.



Slika 8.

Da je morska razina bila za oko 50 cm niža od današnje potvrđuju i druge dvije skupine arheoloških ostataka. Riječ je o potopljenim gatovima i ribnjacima.

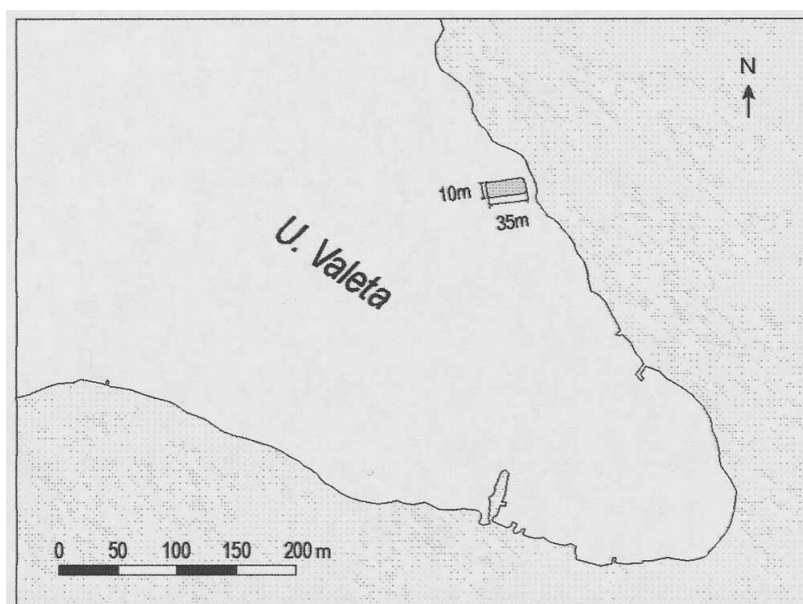
Ostaci rimske luke u uvali Sv. Ivan (sl. 9) su zadivljujući. Dva nasuprotna nasipa zatvaraju uvalu. Temelj tih nasipa nalazi se na dubini većoj od 5 metara. S obzirom na oblik i sadašnju bati-



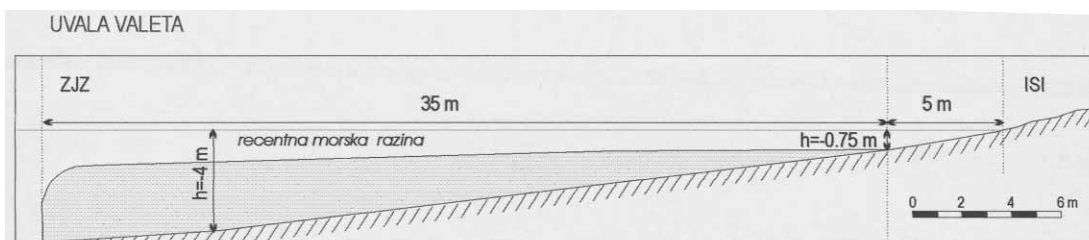
Slika 9.

metriju uvale tj. činjenicu da se gatovi nalaze nekoliko metara od današnje obalne linije na dubini od 40 cm, morska razina u rimsko doba nije mogla biti bitno niža od pola metra. Slično je i s gatovima koji se nalaze malo južnije. U uvali Valeta, usprkos snažno turistički preoblikovanim obalama, slijedeći podatke Degrossija (1955) uspjeli smo identificirati jedan potopljeni kameni gat 35 m dug i 10 m širok. On se sastoji od velikih vapnenačkih blokova, vjerojatno iz rimskog doba (sl. 10). Nasip započinje 5 metara od obale na dubini od 70 cm (sl. 11). Vjerojatno je riječ o kamenom bloku koji čini temelj nasipa. Sama građevina je dakako bila viša. Podmorsko istraživanje uvale Busuja rezultiralo je pronalaskom još jednoga gata dužine 27 metara (sl. 12). Danas su sačuvani samo temeljni blokovi. Da bi ova građevina mogla imati svoju funkciju, ni u ovom slučaju nije moguće smanjiti nivo mora toga doba za više od 50-tak cm (sl. 13 i 14).

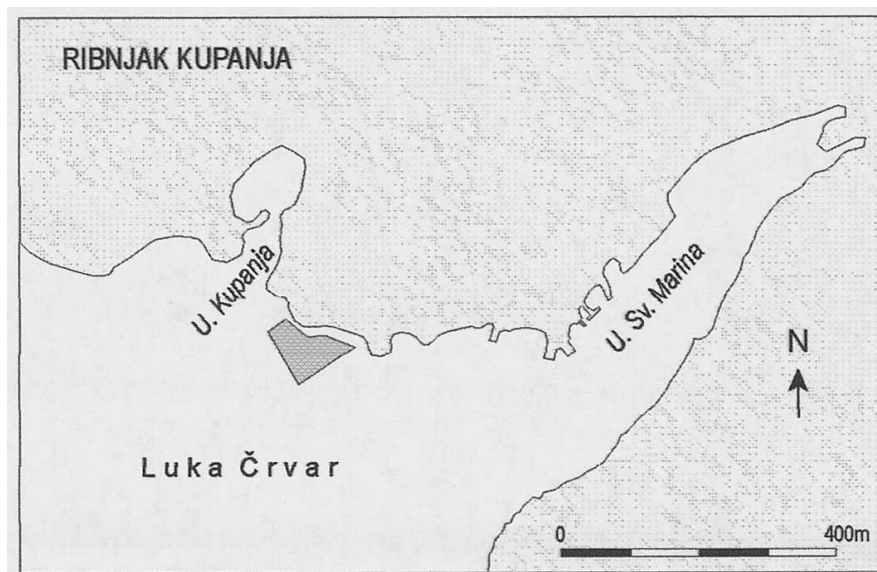
Treći tip arheološkog markera koji smo istraživali jesu ribnjaci. Na aviosnimkama koje smo dobili na korištenje u Zavičajnome muzeju u Poreču, istočno od uvale Kupanja, vrlo se jasno uočava ribnjak koji se sastoji od više bazena (sl. 15). To potvrđuju i podmorska istraživanja koja smo provedli *in situ*. Uočili smo da se *in situ* blokovi najbliži obali nalaze na 60 cm dubine. Najveća dubina danas ne prelazi više od 2,70 m (sl. 16). Te iste mjere nalazimo i kod ribnjaka uz poluotok Katoro (sl.



Slika 10.



Slika 11.



Slika 15.

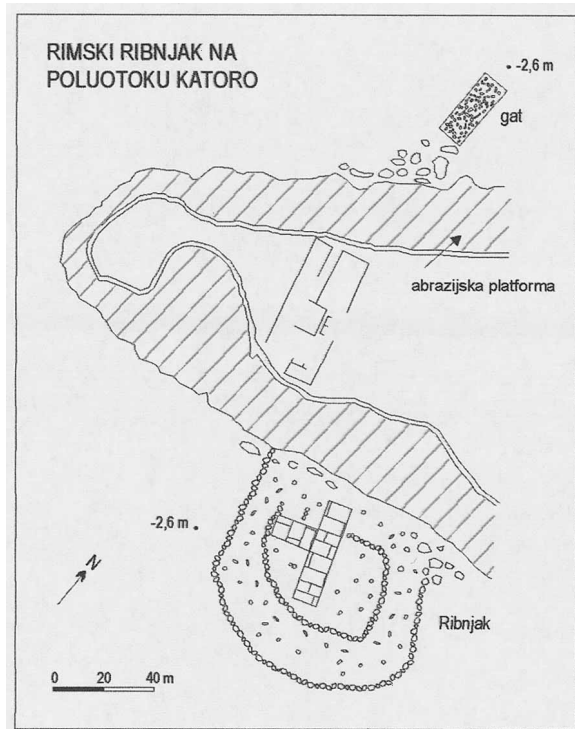


Slika 16.

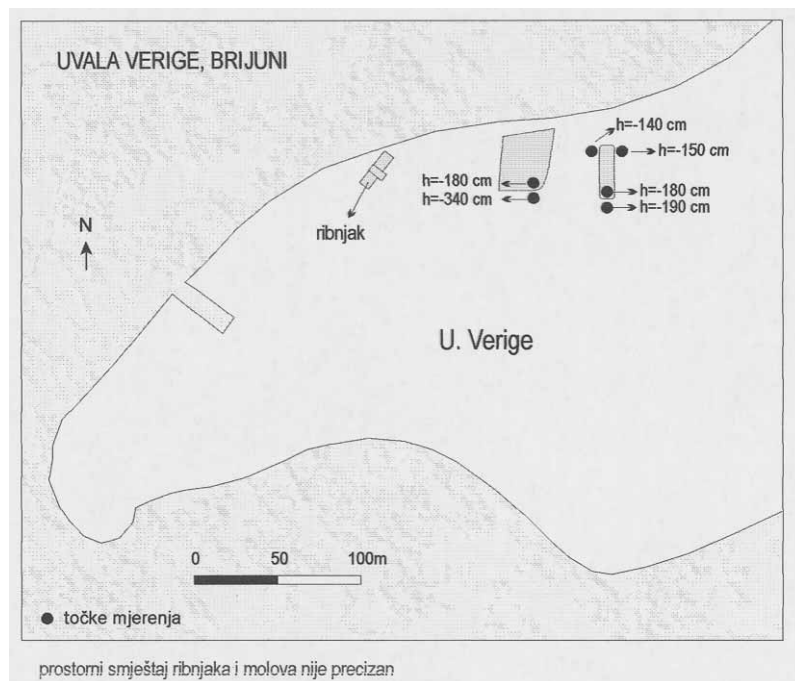
17) a još ljepše to možemo vidjeti mjereći ribnjak u uvali Verige na Brijunima. Riječ je o izrazito očuvanom ribnjaku i ostacima gata dugog nekoliko desetaka metara (JURIŠIĆ 1997; BEGOVIĆ DVORŽAK 1990) (sl. 18. i 19).

DISKUSIJA

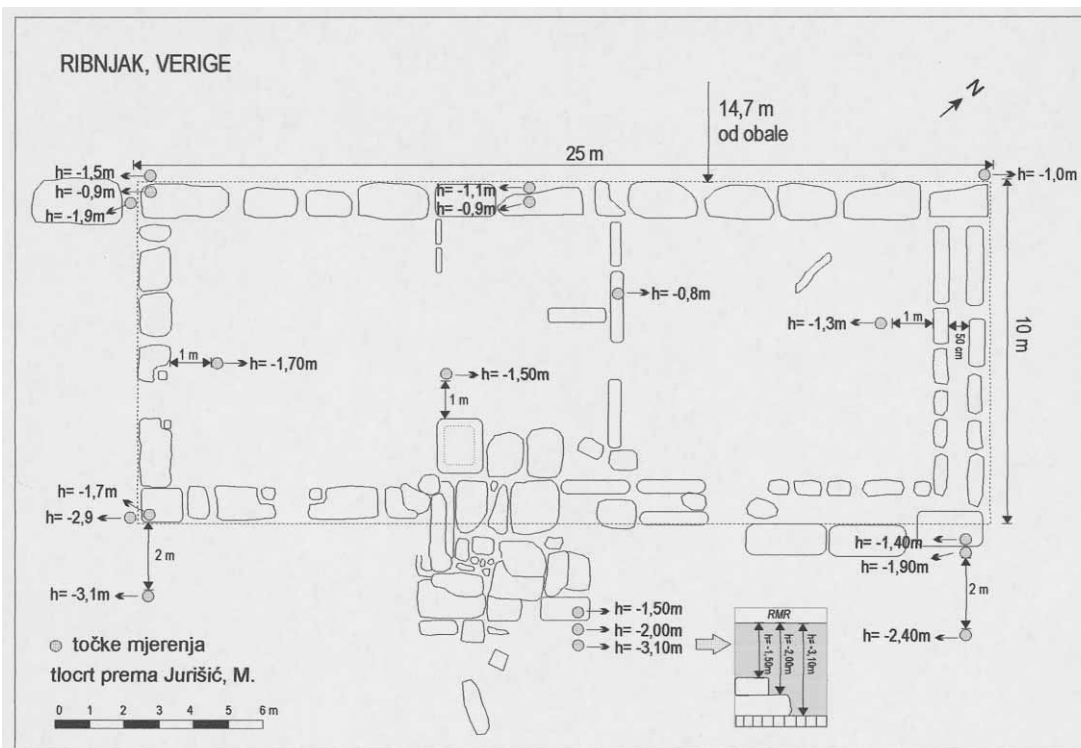
Geomorfološki i arheološki pokazatelji se dakle podudaraju i omogućuju nam da odredimo nivo morske razine u I. i II. st. poslije Krista na oko 50 cm ispod današnje. Znatna razvijenost fosilne potkapine i njena dobra očuvanost svjedoče dakle o fazi stabilizacije morske razine u rimsko doba. Ako uzmemo u obzir vrijednosti biokorozije u vapnencima u mediolitoralnoj zoni prema Torunskom (1979) koje iznose od 1,7 mm do 1 mm godišnje, ta faza stabilizacije bi trajala oko 500 godina. Budući da laboratorijski uvjeti nikada ne odražavaju stvarne uvjete, taj broj treba koristiti samo kao red veličine. Činjenica da je potkapina danas potopljena svjedoči o tome da je izdizanje morske razine bilo toliko brzo da se potkapina ne uništi, a s druge strane dovoljno sporo da se profil potkapi-



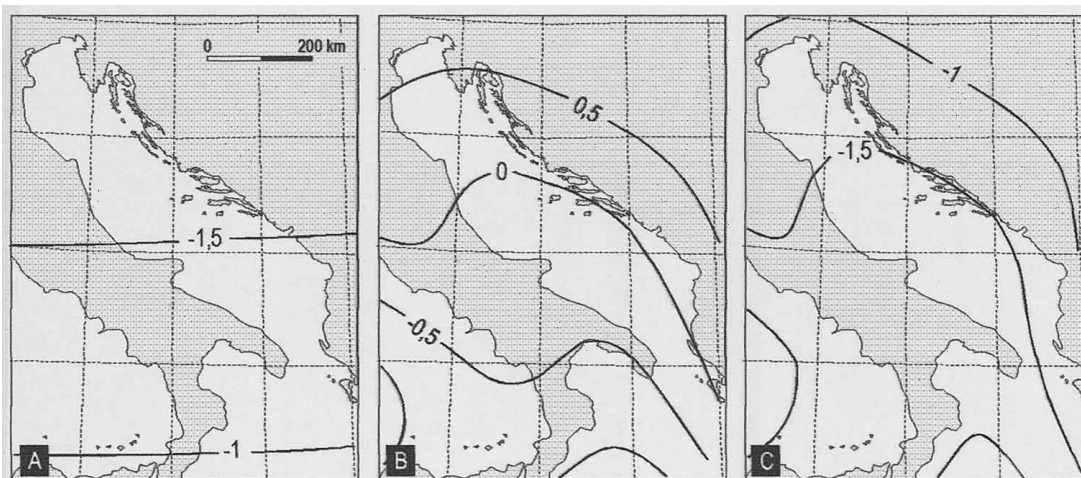
Slika 17.



Slika 18.



Slika 19.



Slika 20.

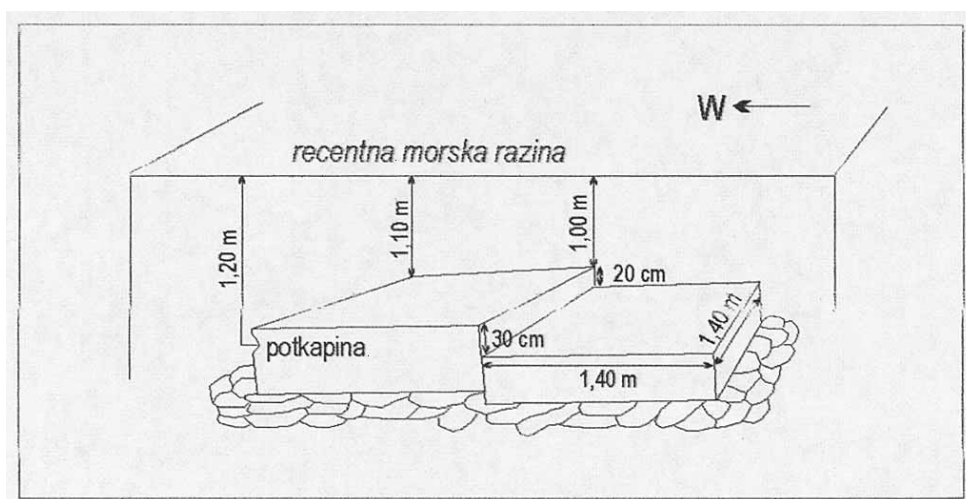
ne mogao deformirati. Naime, na profilima nekih potkapina uočena je asimetrija obilježena zaravnjenim stropom što otkriva pomicanje verteksa prema gore. To znači da je izdizanje bilo toliko brzo da se strop nije stigao ukositi ali dovoljno brzo da se verteks izdigne. S obzirom na navedena zapa-

žanja smatramo da Pirazzolijeva ideja (1980) o regionalnom spuštanju kopna kao posljedici potresa nije prihvatljiva. Suprotno tome, smatramo da je u prostoru gdje nismo uočili jasne tragove neotektonskih pokreta i gdje je historijska seizmička aktivnost vrlo slabog intenziteta (ANDERSON – JACKSON 1987; HERAK 1986; KUK et al. 2000) riječ o eustatičkom izdizanju morske razine koje je relativno brzo, oko 0.04 cm godišnje ubrzano u posljednja dva stoljeća na oko 0,1 cm godišnje kao posljedica globalnog zagrijavanja.

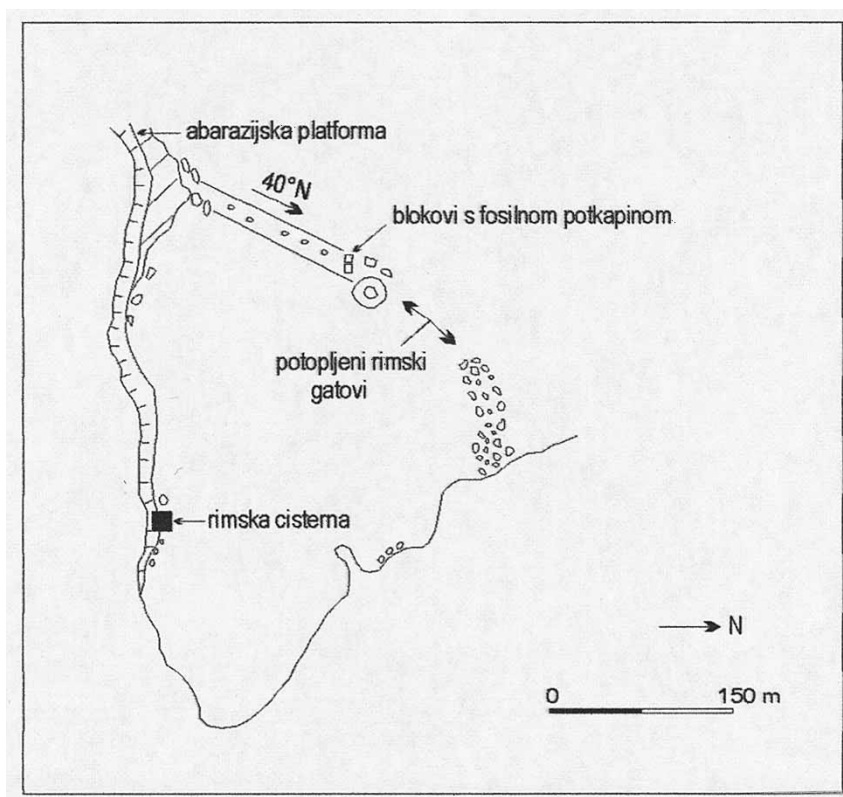
Ovi zaključci osporavaju matematičke modele koje su izradili Lambeck i Johnston (1995) za prostor sjevernog Jadrana. Oni smatraju da se u 2000 godina morska razina na prostoru Istre podigla za barem 1 m (sl. 20). Prema Pirazzoliju (1997) neslaganje podataka za prostor sjevernog Jadrana može biti posljedica toga što izostatsko postglacijalno izdizanje Alpa nije uključeno u model. Ta vrijednost od 50 cm, pripisana je eustatičkom izdizanju tijekom posljednjih 1500 god. Izmjerena je također na provansalskoj francuskoj obali (PIRAZZOLI – THOMMERET 1973; LABOREL et al. 1994; MORHANGE et al. 1996; VELLA 1999; VELLA – PROVANSAL 2000) ali i na tirenskoj talijanskoj obali (PIRAZZOLI 1979). Ta bi vrijednost, izgleda, mogla odgovarati postrimskom eustatskom izdizanju te predstavljati najviši nivo ikada postignut flandrijskom transgresijom.

ZAKLJUČAK

Ovo istraživanje potvrđuje interes povezivanja geomorfoloških i arheoloških pokazatelja radi datiranja nekadašnjih, danas potopljenih, obalnih linija gdje su radiometrijska datiranja bezuspješna. Ovaj rad također potvrđuje potrebu uspoređivanja podataka dobivenih mjerenjem na terenu s podacima dobivenim matematičkim modeliranjem ali i arheološko bogatstvo istarske obale. Da li je cijela Istra imala jednaku evoluciju obalne linije u posljednjih 2000 godina? To nam se čini neosporno za prostor između Umaga i Pule. Područje Savudrijske sinklinale, na sjeveru Istre, čini se obilježeno većim vrijednostima od 50 cm, kao posljedica neotektonskih pomaka. Jedna potkapina pronađena na bloku rimskog gata u Savudrijskoj luci (sl. 21., sl. 22.), koji se nažalost čini malo pomaknut, ukazuje na postrimsku promjenu morske razine od oko 1,2 m.



Slika 21.



Slika 22.

Jugoistočno od Istre u Bakarskom zaljevu koji se proteže duž rasjednih eskarpmana također su izmjerene nešto veće vrijednosti (BENAC 1992). Na Kvarnerskim otocima vrijednosti promjene morske razine bliske su onima na zapadnoj obali Istre. Naš istraživački program se nastavlja te ćemo se potruditi dati odgovor na još neka pitanja.

BIBLIOGRAFIJA

- AMBERT, M. 1978 – Le littoral de l'Istrie: premières observations géomorphologiques. *Méditerranée*, 1–2/1978: 47–56.
- ANDERSON, H. – J. JACKSON 1987 – Active tectonics of the Adriatic region. *GeophysJRAstroSoc*, 91/1987: 937–983.
- BALDINI, M. – R. MATIJAŠIĆ – F. TASSAUX 1994 – Fouille de la villa de Loron (Croatie). *Congrès de la Société Archéologique de Croatie Poreč, 22–26 oct. 1994. IzdHAD*, 18, 1994: 193–212.
- BEGOVIĆ DVORŽAK, V. 1990 – Antička vila u uvali Verige na Brijunima. *VAMZ*, 3. s., 23/1990: 97–110.
- BENAC, Č. – Recentni geomorfološki procesi i oblici u području Riječkog zaljeva. *Geografski glasnik* 54/1992: 1–18.

BLACKMAN, D. J.

- 1973a. The Harbors of Phaselis. *IJNA*, 2/1973, 2: 355–364
- 1973b. Evidence of sea-level change in ancient harbours and coastal installations. *Colston Papers* 32/1973: 115–139.
- 1982a. Ancient harbours in the Mediterranean, part 1. *The International Journal of Nautical Archaeology and Underwater Exploration*, 11/1982, 2: 79–104.
- 1982b. Ancient harbours in the Mediterranean, part 2. *The International Journal of Nautical Archaeology and Underwater Exploration*, 11/1982, 3: 185–211.

DALONGEVILLE, R.

- 1978. Le littoral actuel yougoslave. *Bull.Labo.Rhod.Géomorphologie*, 3/1978: 5–11.
- 1980. Morphologie Littorale du calcaire en yougoslavie«. *Bul.lLabo.Rhod.Géomorphologie*, 8/1980: 3–16.
- 1986. *Formes de corrosion et de construction organogène des littoraux actuels calcaires de Méditerranée, termes de comparaison en Mer Rouge*. Thèse de doctorat d'Etat. Université de Bretagne Occidentale, 2 Vol., 374p. et 149p.

DEGRASSI, A. 1955 – I porti romani dell'Istria. *Anthemone*, Firenze, 1955: 119–169.

FLEMMING, N.C. 1969 – Archaeological evidence for eustatic change of sea-level and earth movements in the Western Mediterranean during the last 2000 years. *Boulder: The geological Society of America. Special Paper*, 109/1969: 125.

FLEMMING, N.C. 1980 – Archaeological indicators of sea-level. Les indicateurs de niveaux marins, séminaire du 2 décembre 1978. *Océanis. Fascicules Hors-Série*, 5/1979–1980: 184–191.

FOUACHE, E. 2001 – Dynamiques holocènes continentales et littorales et variations de la ligne de rivage de l'Adriatique au sud de la Turquie. *Vol III HDR »Approche Géoarchéologique en domaine balkanique et méditerranéen: géomorphologie, paléo-environnements, histoire«*. Université de Paris IV: 274P.

FOUACHE, E. – S. FAIVRE – J.-J. DUFAURE – V. KOVAČIĆ – F. TASSAUX 2000 – New observations on the evolution of the Croatian shore between Poreč and Zadar over the past 2000 years. *Zeitschrift für Geomorphologie* (Berlin – Stuttgart), Suppl., 122/2000: 33–46.

FOUACHE, E. – P. SIBELLA P. – R. DALONGEVILLE 1999 – Holocene variations of the shoreline between Antalya and Andriake (Turkey). *International Journal of Nautical Archaeology*, 28/1999, 4: 305–318.

GUILCHER, A. 1954 – *Morphologie Littorale et sous-marine*. Paris, 1953: PUF 216p.

HERAK M. 1986 – A new concept of geotectonic of the Dinarides. *Acta geol*, 16/1986: 1–42.

JURIŠIĆ, M. 1997 – Antički ribnjak u uvali Verige na Brijunima. Prilog poznavanju antičkih ribnjaka i srodnih objekata na Jadranu. *IzdHAD*, 18, 1997: 163–168.

KUK, V. – E. PRELOGOVIĆ – I. DRAGIČEVIĆ 2000. Seismotectonically Active Zones in the Dinarides. *GeolCroat*, 53/2000, 2: 295–303.

LABOREL, J. – C. MORHANGE – R. LAFONT – J. Le CAMPION – F. LABOREL-DEGUEN – S. SARTORETTO 1994 – Biological evidence of sea-level rise during the last 4500 years on the rocky coasts of continental southwestern France and Corsica. *Marine Geology*, 120/1994: 203–223.

LAMBECK K. – P. JOHNSTON 1995 – Land subsidence and sea-level change: contributions from the melting of the last great ice sheets and the isostatic adjustment of the earth. In: F.-J. BARENDIS –

- F.-H. BROWER – F.H. SCHRODER (éd.). Actes du colloque *Land Subsidence*, LaHague, 16–20 Octobre 1995. Rotterdam 1995, Balkema: 3–18.
- MATIJAŠIĆ, R. 1998 – *Gospodarstvo Antičke Istre*. 1998: 635p.
- MORHANGE, C. – J. LABOREL – A. HESNARD – A. PRONE 1996. Variation of relative mean sea level during the last 4000 years on the Northern shores of the Lacydon, the ancient harbour of Marseille. *Journal of Coastal Research*, 12/1996, 4: 841–849.
- NEGRIS, Ph. 1903 – Observations concernant les variations du niveau de la mer depuis les temps historiques et préhistoriques. *C.R. Acad. Sciences*. Paris, II: 222–224.
- NEGRIS, Ph. 1904 – Vestiges antiques submergés. *MdI*, 29/1904: 340–363
- PIRAZZOLI, P.
- 1979. Sea-level variations in the Northwest Mediterranean during Roman Times. *Science*, 194/1979: 519–521.
 - 1980. Les viviers à poissons romains en Méditerranée. In: *Les indicateurs de niveaux marins*, séminaire du 2 décembre 1978. *Océanis. Fascicules Hors-Série*, 5/1979–80: 184–191.
 - 1980. Formes de corrosion marine et vestiges archéologiques submergés: interprétation néotectonique de quelques exemples en Grèce et en Yougoslavie. *Ann. Inst. Océanogr.*, 56/1980: 101–111.
 - 1986. Marines notches. In: *Sea-Level Research: A Manual for the Collection and Evaluation of Data*. O. Van de PLASSCHE ed. 1986: 361–400.
 - 1997. Mobilité verticale des côtes méditerranéennes à la fin de l'Holocène : une comparaison entre données de terrain et modélisation isostatique. In: *Transformation and evolution of the Mediterranean Coastline*, sous la direction de F. BRIAND et A. MALTONADO. *Bulletin de l'Institut Oceanographique de Monaco*, N° spécial, 18, 1997: 15–33.
- PIRAZZOLI, P. – J. THOUMERET 1973. Une donnée nouvelle sur le niveau marin à Marseille à l'époque romaine. *CRAS*, 277, 1973, D: 2125–2128.
- PIRAZZOLI, P. – J. AUSSEIL-BADIE – P. GIRESSE – E. HADJIDAKI – M. ARNOLD 1994. Historical environmental changes at Phalasarna harbour, west Crete. *Geoarchaeology*, 7/1994, 4: 371–392.
- SCHMIEDT, G. 1975 – *Antichi porti d'Italia, gli scali fenicio, punici i porti della Magna Grecia*. Firenze, 1975, 152 p.: Istituto Geografico militare.
- TASSAUX, F. – R. MATIJAŠIĆ – V. KOVAČIĆ (eds.) 2001. *Loron (Croatie), un grand centre de production d'amphores à huile istriennes (Ier-IVe s. ap. J.-C.)*. Bordeaux, 2001: Ausonius. 250p.
- TORUNSKI, H. 1979 – Biological erosion and its significance for the morphogenesis of limestone coasts and for nearshore sedimentation (Northern Adriatic). *Senckenbergiana maritima*, 11/1979: 193–265.
- VELLA, C. 1999 – Perception et évaluation de la mobilité du littoral holocène sur la marge orientale du delta du Rhône. Thèse de l'Université de Provence, Aix-Marseille I, 1999.
- VELLA, C. – M. PROVANSAL 2000. Relative sea-level rise and neotectonic events during the last 6500 yr on the southern eastern Rhône delta, France. *Marine Geology*, 170/2000: 27–39.
- VRŠALOVIĆ, D. 1979 – *Arheološka Istraživanja u Podmorju Istočnog Jadrana*. Zagreb, 1979.

SLIKE – FIGURES

- Sl. 1. Lokacijska karta i morfostrukturna skica Istre.
Fig.1. Location and morphostructural sketch of the Istra Peninsula.
- Sl. 2. Shema potkapine (prema: PIRAZZOLI 1986)
Fig.2. Geometric characteristics of the notch profile (adapted from: PIRAZZOLI 1986)
- Sl. 3. Potkapina na ulazu u Linski kanal.
Fig.3. The notch at the entrance to the Lim Channel.
- Sl. 4. Potkapina u unutrašnjosti Limskog kanala.
Fig.4. The notch in the Lim Channel.
- Sl. 5. Potkapina na rtu Verudela.
Fig.5. The notch on the Verudela Cap.
- Sl. 6. Lokacija vile Lorun.
Fig.6. Location of villa Lorun.
- Sl. 7. Potkapina u uvali Soline.
Fig.7. The notch in the Soline Bay.
- Sl. 8. Potkapina u uvali Sveti Pavao.
Fig.8. The notch in Sveti Pavao Bay.
- Sl. 9. Rimska luka u uvali Sveti Ivan (prema: DEGRASSI 1923).
Fig.9. Roman harbour in Sveti Ivan Bay (adapted from: DEGRASSI 1923).
- Sl. 10. Skica uvale Valeta.
Fig.10. Sketch of Valeta Bay.
- Sl. 11. Profil potopljenog gata u uvali Valeta.
Fig.11. Profile of the submerged jetty in the Valeta Bay.
- Sl. 12. Skica uvale Busuja.
Fig.12. Sketch of Busuja Bay.
- Sl. 13. Profil potopljenog gata u uvali Busuja.
Fig.13. Profile of the submerged jetty in Busuja Bay.
- Sl. 14. Tlocrt potopljenog gata u uvali Busuja.
Fig.14. The layout of the submerged jetty in Busuja Bay.
- Sl. 15. Lokacija ribnjaka na rtu uz uvalu Kupanja.
Fig.15. Location of the fish-pond on the Kupanja Bay headland.
- Sl. 16. Profil ribnjaka na rtu uz uvalu Kupanja.
Fig.16. Profile of the submerged fish-pond on the Kupanja Bay headland.
- Sl. 17. Ribnjak na poluotoku Katoro.
Fig.17. Fish-pond on Katoro peninsula.
- Sl. 18. Skica uvale Verige.
Fig.18. Sketch of Verige Bay.
- Sl. 19. Ribnjak u uvali Verige (prema: JURIŠIĆ 1997).
Fig.19. Fish-pond in Verige Bay (adapted from: JURIŠIĆ 1997).
- Sl. 20. Morska razina prije 2000 godina (LAMBECK – JOHNSTON 1995).
A) glacio-izostatska komponenta.

B) hidro-izostatska komponenta.

C) ukupna promjena relativne morske razine.

Izostatske varijacije srednje razine mora su izražene u metrima u odnosu na današnju morsku razinu. Tako negativne vrijednosti govore da je morska razina prije 2000 godina bila niža od današnje.

Fig.20. Variations of the relative sea level 2000 years ago (LAMBECK – JOHNSTON 1995).

A) glacio-isostatic component.

B) hydro-isostatic component.

C) total isostatic variation of the relative sea level.

The isostatic variations of the relative sea level are expressed in meters in relation to the present sea level. Thus the negative values indicate that the sea level was lower than the present one.

Sl. 21. Blok potopljenog rimskog gata s potkapinom u Savudriji.

Fig.21. Block with the notch on the submerged Roman jetty of Savudrija.

Sl. 22. Rimska luka Savudrija (prema CUSMANI, u: DEGRASSI 1962).

Fig.22. Roman harbour of Savudrija (according to CUSMANI, in: DEGRASSI 1962).

SUMMARY

THE SEA LEVEL IN ISTRIA IN ROMAN TIMES

The shores of Istra have long been acknowledged as being characterised by a recent submerision. Numerous submerged Roman ruins on the Istrian peninsula have led to different estimations of the sea level in the Ist and IInd century AD. Degrassi (1955) proposed 1.5 m below the recent mean sea level, while Vrsalović (1979) proposed 2 m. In investigations, carried out since 1999 as part of two international projects: »The oil of Istria« (archaeological project) and »Dynamics and evolution of the Adriatic littoral and human occupation in Holocene (Croatia, Albania)« (geomorphological project), the question arose again. We have determined precise archaeological markers such as Roman fish-tanks, quarries, jetties and the tidal notch as a geomorphological marker. According to our investigations the sea level in the Ist and IInd century AD varied between 50 and 60 cm below the recent level.

Rukopis primljen 15. XII. 2003.
Rukopis prihvaćen 23. XII. 2003.