



## SEDRA – KAMEN KOJI TEČE

doc.dr.sc. **Amira Galić**, dipl.ing.geol.  
Građevinski fakultet Sveučilišta u Mostaru  
prof.dr.sc. **Maja Prskalo**, dipl.ing.građ.  
Građevinski fakultet Sveučilišta u Mostaru

**Sažetak:** Proces stvaranja sedre često je vezan za krška područja, odnosno područja prekrivena naslagama krečnjaka i dolomita. Takvo su područje Dinaridi koji pokrivaju veliki dio Bosne i Hercegovine. Nadaleko poznati vodopadi i slapovi na rijeci Trebižat – Mlade stvoreni geološkim i geotektonskim procesima stvorili su preduvjet za stvaranje vodopada, koji su paralelnim i naknadnim procesima stvaranja sedre oblikovali i recentno oblikuju vodopade.

**Ključne riječi:** sedra, koeficijent propusnosti, Koćuša, Kravice.

## CALCAREOUS SINTER - THE FLOWING STONE

**Abstract:** The process of formation of calcareous sinter is often related to karst areas, or areas covered by limestone and dolomite deposits. Such an area is the Dinaric Alps, which cover a large part of Bosnia and Herzegovina. The widely known waterfalls and cascades on the Trebizat - Mlade River, formed by geological and tectonic processes, provided the precondition for formation of waterfalls. Through parallel and subsequent processes of formation of calcareous sinter, they have been shaping the waterfalls.

**Key words:** calcareous sinter, coefficient of permeability, Kocusa, Kravice.



## 1. UVOD

Razmišljajući o ideji održavanja 1. simpozija *Hercegovina – zemlja kamena* i temama o kojima je potrebno razgovarati na tom simpoziju, činilo se neopravdanim zaobići sedru, tako karakterističnu upravo za Hercegovinu. Jedinstveni je to prirodni fenomen kamena koji u svojoj genezi prolazi cijeli niz transformacija toliko nespecifičnih za kamen, čiji je postanak i opstanak neraskidivo povezan sa živim svijetom, bakterijama, biljkama i ljudima, da nam se može učiniti na trenutak da je i to živa tvar. Preplanuli turisti se dive sedrenim slapovima Koćuše i Kravice, opće popularni rafteri spuštaju se preko brojnih sedrenih pragova, bezobzirni „ljubitelji“ etno-građevina zidaju zdanja od tih okamenjenih slapova, a struka, na žalost, još uvijek nema jedinstven i čvrst stav o ovom fenomenu.

## 2. TERMINOLOGIJA

Sedra je jedan od naziva koji se koristi za posebnu vrstu kamena velike poroznosti, kalcijev karbonat po kemijskom sastavu, koji nastaje iz vode bogate otopljenim kalcijevim karbonatom, složenim nizom povezanih reakcija i procesa koje pojednostavljeno zovemo precipitacija\*. Marić (1951.) smatra sedru (ili tuf) kalcijevim karbonatom istaloženim na biljkama, a travertin sedimentom u koritima krških rijeka i na slapovima. Pevalek (1958.) predlaže naziv sedra za kalcijev karbonat istaložen na svjetlu iz slatke vode, razlikujući onaj kojeg proizvode fotosintetske biljke i cijanobakterije od u mraku nastalih siga (za koje smatra da u njihovom postanku sudjeluju bakterije). Herak (1984.) pravi razliku između sedre (na površini) i sige (u podzemlju), bez obzira na porijeklo. Tišljara (1987.) definira travertin kao šupljikavu, slojevitú stijenu koja nastaje anorganskim izlučivanjem kalcita, primjerice na slapovima i u blizini vodopada (područje prskanja vode), dok za njega sedra (tufa, vapnenački sinter) predstavlja produkt izlučivanja na biljkama u vodi i cijanobakterijama. Sedrom ili travertinom Stilinović i Plenković-Moraj (1999.) nazivaju i sedru barijera i jezerski sediment Plitvičkih jezera. U hrvatskom jeziku postoji još nekoliko naziva koji se koriste kao sinonim za sedru: bigar, vodeni kamen, lehnjak, vodeni mačak. Travertin i tufa su međunarodni termini koji vjerojatno vode podrijetlo iz latinskog jezika (*Lapis tiburtinus*, *thophus*).



Slika 1. Detalj sedre snimljen uz vodopad Kravice

\*Precipitacija (taloženje) je izdvajanje nove faze iz homogenog sustava (kristalizacija, kondenzacija i slični procesi spadaju ovamo), ali obično pod precipitacijom podrazumijevamo nastajanje čvrste faze, bilo kristalne, bilo amorfne, iz otopine ili taljevine.



### 3. GENEZA

Ne ulazeći u detalje biokemijskih procesa, postanak sedre u krškim područjima može se pojednostavljeno opisati u nekoliko faza. Oborinske vode koje dospiju na površinu krških predjela, u kontaktu s organskom tvari (korijenje biljaka, bakterije i gljivice) bivaju obogaćene ugljičnim dioksidom (CO<sub>2</sub>). To utječe na povećanje topljivosti kalcijeva karbonata jer nastaje mnogo topljiviji hidrogenkarbonat prema reakciji:



Posljedica toga je da mineral kalcit „teče otopljen“ u većini krških površinskih i podzemnih vodenih tokova. Zbog toga su krške vode poznate kao „tvrde vode“ jer imaju povećanu koncentraciju CaCO<sub>3</sub>.

Fizičko-kemijsko uklanjanje CO<sub>2</sub> odvija se dehidratacijom i izlaženjem plina iz vode preko njene površine. Ovim procesima pogoduju evaporacija, povišena temperatura i bilo kakva mehanička pobuda vode koja joj povećava dodirnu površinu s atmosferom. Na vodopadima razbijanjem vode u kapljice površina mnogostruko naraste i tu se često opaža nagli pad količine otopljenog CO<sub>2</sub> i s tim povezana precipitacija kalcita na mahovine, listove, grančice i kamenje. Uloga živih organizama u procesu stvaranja sedre je znanstveno potvrđena ali je kod različitih autora naglašena u različitom stupnju. Kako se kristali kalcita najčešće talože preko biljaka u okruženju, nakon njihova odumiranja u talogu zaostaje veliki broj šupljina, što sedru čini jako poroznom.

Fenomeni oblikovanja sedrenih barijera, u geološkom smislu, vrlo su mladi. Razlog tomu je činjenica da složeni procesi razlaganja i taloženja vapnenca zahtijevaju posebne klimatske uvjete koji su na prostorima Dinarida postojali od kraja ledenog doba (oko 12.000 do 15.000 godina). Ispitivanja starosti aktivnih sedrenih barijera, koja su rađena na sedimentima Plitvičkih jezera pokazala su kako je njihova starost od 6 do 7 tisuća godina (Horvatinčić, 1999.).



Slika 2. SEM snimak recentne sedre preuzeta iz [eskola.chem.pmf.hr/udzbenik/sedra/sedra\\_01.php3](http://eskola.chem.pmf.hr/udzbenik/sedra/sedra_01.php3)



#### 4. NAČIN POJAVLJIVANJA

Ova specifična sedimentna tvorevina ima nekoliko karakterističnih oblika pojavljivanja koji su vezani za krške vodene tokove. U plitkim dijelovima rijeka zbog kontinuiranog kotrljanja vapnenačkih i dolomitnih oblutaka nastaju krupni onkoidi s debelom sedrenom ovojnicom.



Slika 3. Odlomci i riječno dno prekriveni sedrom u koritu Trebižata

Sedra gradi podvodne pragove i pregrade (barijere), koje rastu i izdižu se iznad vode, rastući stalno u visinu i širinu. Pregrade predstavljaju vapnenaste tvorevine, koje su tvrdi, šupljikavi i lomljivi vapnenac, prepun ostataka mikroskopskih alga i okamenjenih vodenih mahovina što rastu na slapovima.



Slika 4. Sedreni pragovi nizvodno od Koćuše

Stvaranje vodopada a samim tim i njegovo očuvanje je rezultat geoloških, bioloških i hidroloških procesa. Geološki i geotektonski procesi su stvorili preduvjet za stvaranje vodopada, koji su paralelnim biološkim i hidrološkim procesima stvaranja sedre oblikovali i recentno oblikuju vodopad. Proces stvaranje sedre je dugotrajan jer je brzina rasta sedre na barijerama vrlo mala.





Neke ranije procjene, temeljene na analizi odnosa starosti sedrenih barijera, određene metodom  $C_{14}$ , i debljine naslaga, dale su prosječnu brzinu rasta razine od 1,35 cm godišnje. Međutim, neki noviji podatci o rezultatima procjena brzine rasta sedrenih barijera do kojih se je došlo originalnim hidrološkim pristupom na Kozjačkom jezeru (Rubnić i ostali, 2008.) govore da brzina rasta sedrenih barijera u analiziranom razdoblju iznosi prosječno 0,56 cm/god. Također je poznato da je brzina rasta sedrenih barijera različita na različitim mjestima, te kad nizvodna barijera raste brže, jezero može potopiti uzvodnu barijeru.



Slika 5. Sedreni slap Kravice



Slika 6. Sedreni slap Koćuša

To prirodno oblikovanje nije uvijek kreativno. Ono povremeno poprima i destruktivnu formu, posebice u vrijeme hidroloških maksimuma kada krškim vodotocima protječu i do 10 puta veće količine vode. Ove velike količine vode mogu narušiti stabilnost pojedinih dijelova sedrenih barijera koje su ljeti duže razdoblje izložene insolaciji, isušivanju i pucanju. To stalno ponavljanje isušivanja i pucanja ljeti, iza čega slijede periodi obilnih kiša i naglog povećanja protoka povremeno rezultira otkidanjem dijelova sedre, ili čak potpunim probijanja barijere, kao što se desilo na Stubičkom buku (slika 7), oko kilometar nizvodno od vodopada Kravice, gdje se nalazi prirodno suženje korita.



Slika 7. Dijelovi polomljenog Stubičkog buka



Otkinuti dijelovi, ovisno o njihovoj veličini i transportnoj moći vode, bivaju nošeni i dalje usitnjavani. Obično, nakon izvjesnog vremena i pređenog puta, u nekoj mirnijoj fazi, ti ulomci bivaju istaloženi zajedno s česticama gline, praha i pijeska i deponirani, u glavnom, na proširenjima uz riječno korito (slika 8.). Zahvaljujući tim destruktivnim fazama, osim barijera i pregrada u samom vodotoku, sedra je dosta zastupljena i u kvartarnim riječnim nanosima pored krških rijeka, i to u vidu odlomaka različitih dimenzija, koji su pomiješani s pjeskovito-glinovitom frakcijom.



Slika 8. Kvartarni riječni nanos uzvodno od Kravica

## 5. HIDROGEOLOŠKE ZNAČAJKE

Sedra ima veliku šupljikavu poroznost, spužvastog tipa koja je posljedica dijelom truljenja tkiva vodenog bilja, a dijelom zbog otapanja. Usprkos toj činjenici sedra nema veliku vodopropusnost, jer pore nisu međusobno dobro povezane, a često bivaju zapunjene sitnozrnim česticama koje rijeka nosi. U paketima sa sitnozrnim aluvijalnim naslagama vodopropusnost im je još manja. U nastavku su prezentirani rezultati hidrogeoloških istraživanja u području dva najveća vodopada na vodotoku Tihaljina-Mlade-Trebižat: Koćuša i Kravice.

### KOĆUŠA

U geološkoj građi prostora na kojem se nalazi sedrena barijera Koćuša zastupljeni su sljedeći kronostratigrafski i litološki članovi: karbonatne tvorevine kredne starosti, flišne naslage eocenske starosti i kvartar u vidu aluvijalnih pjeskovito-glinovito-muljevutih naslaga, kolvijalnih tvorevina u podnožjima padina i izvorskih sedimenata u vidu sedre.



Tablica 1: Litološki stup na području vodopada Koćuša

vrsta stijene	simbol	litološki sastav
tehnogene tvorevine		nasip od smeđe pjeskovite gline s komadima sedre i šljunka
kvartarne tvorevine		sedra u vidu pragova i barijera, ali i kao drobina i ulomci
		aluvijalne tvorevine glinovito-muljevito-pjeskovitog sastava
		koluvijalne tvorevine u vidu vapnenačke drobine i dolomitnog grusa
osnovne stijene		eocenski fliš
		vapnenci, dolomitni vapnenci i vapnenačke breče

Sedra je zastupljena u riječnom koritu u vidu sedrenih barijera i pragova, kao i na riječnim obalama izvan samog korita. Obiluje šupljinama i porama i često sadrži glinu, pijesak, mulj, a rjeđe zdobljeni vapnenac. Sedra koja se nalazi na površini je uglavnom u čvrstom stanju, dijelom trošna i raspadnuta, a u dubljim dijelovima slabo vezana i s više glinovite frakcije. Debljina naslaga u kojima ima sedre, a koje su iznad aluvijalnih naslaga, promjenjiva je u rasponu od 2.40 do 14.00 metara.

U riječnom koritu ovi su materijali pretrpjeli kolmaciju i stvorili na taj način slabo vodopropusan sloj, a ispod njega nalaze se materijali veće vodopropusnosti. Ovo potvrđuju i podatci istražnog bušenja na pregradnom mjestu i na uzvodnom profilu u kojima se zapaža da su razine podzemnih voda u neposrednoj blizini slapa niže od razina voda u rijeci, a na uzvodnom profilu razine podzemnih voda su u bušotinama iste kao u rijeci.

Pojave podzemnih voda uzvodno od slapa registrirane su na različitim dubinama koje variraju od 2.50-8.00 m, a nakon što su prošla 24 sata od završetka bušenja, razine podzemnih voda su se ustalile na dubinama od 1.10 do 10.50 metara. Od sedam bušotina u kojima je konstatirana sedra, samo je u jednoj (ST-1) registrirano pojavljivanje podzemnih voda tijekom bušenja. Ovi su podatci predstavljeni u tablici 3.5.4.

Tablica 2. Dubina do razine podzemne vode u bušotinama uzvodno od vodopada Koćuša

Oznaka bušotine	Dubina bušotine	Sredina u kojoj se javlja voda	Podzemna voda	
			PPV	RPV
B-1	16.00	Sedra	-	2.90
B-2	15.00	Muljevi	3.90	3.00
B-3	15.10	Sedra	-	9.90
B-4	15.00	Muljevite gline	2.50	2.30
B-5	5.00	Pjeskovite gline	-	1.10
B-6	5.00	Sedra	-	3.30
P-1	25.00	Muljevi	7.80	7.00
P-2	22.40	Sedra	-	5.40
ST-1	25.00	Sedra	8.00	7.80
TC-1	20.20	Sedra	-	10.50
TC-2	17.00	Sedra	-	-





Tablica 3. Dubina do razine podzemne vode uz vodopad Koćuša

Oznaka bušotine	Dubina bušotine	Voda se javlja u:	Podzemna voda	
			PPV	RPV
B-3	15.10 m	sedri	-	9.90 m
P-1	25.00 m	mulju	7.80 m	7.00 m
P-2	22.40 m	sedri	-	5.40 m

Terenska ispitivanja vodopropusnosti rađena su metodom „Lefranc“ koja se primjenjuje u sredinama s intergranularnom poroznošću. Ovom metodom dobiveni su terenski rezultati koeficijenta filtracije (k) koji se razlikuju od lokacije do lokacije i kreću se u intervalu od  $2,55 \times 10^{-3}$  do  $7,29 \times 10^{-6}$  cm/s, što upućuje da se radi sredinama manje vodopropusnosti. Rezultati promjena u vremenu (vrijednosti koeficijenta filtracije smanjuju se tijekom izvođenja pojedinih faza pokusa) ukazuju kako postoji mogućnost migracije najsitnijih čestica, što može dovesti do daljnjeg smanjivanja vodopropusnosti.

Tablica 4. Rezultati ispitivanja vodopropusnosti metodom „Lefranc“

Oznaka bušotine	Etaža ispitivanja (m)	Koeficijent vodopropusnosti (cm/s)	Opis sredine
B-1	2.65-3.10	$2.55 \times 10^{-3}$	2.65-2.75;tamnožuta masna glina, visoko plastična, meke do srednje tvrde konzistencije 2.75-2.85;slabo vezana sivo-žuta sedra 2.85-3.10;dobro vezana sedra sa tragovima kaverne
	11.60-13.40	$7.29 \times 10^{-6}$	Tamno siva prašinstava muljevita glina, mjestimično (11.60-12.00 i 13.00-13.40) zaglinjen fini sitnozrni pijesak i prah
B-2	0.67- 1.37	$1.85 \times 10^{-3}$	Nasip, slabo zbijen pjeskovito prašinsti materijal-zaglinjen sa ulomcima vezane sedre
	5.40- 6.00	$1.64 \times 10^{-4}$	Sivi do tamnosivi fini sitnozrni pijesak i prah i nešto glinovitih čestica
P-1	0.82- 1.52	$1.11 \times 10^{-4}$	Pjeskovito-prašinstava glina sa malo šljunka i ulomaka sedre
	2.65- 3.40	$2.84 \times 10^{-5}$	Fini sitnozrni pijesak s glinom i prahom, te malo sitnozrnog šljunka
	11.90-12.40	velika	Krupnozrni sedrasti pijesak, nešto zaglinjen sa ulomcima vezane sedre



## KRAVICE

Područje oko slapa Kravice u geološkom smislu izgrađeno je od gornjokrednih vapnenaca, eocenskih vapnenaca i klastita, i kvartarnih aluvijalnih i izvorskih sedimenata (sedre).

Tablica 5. Litološki članovi i njihova hidrogeološka uloga na prostoru vodopada Kravice

VRSTA STIJENE	SIMBOL	LITOLOŠKI SASTAV	HIDROGEOLOŠKA ULOGA
KVARTARNE TVOREVINE		sedra u vidu pragova i barijera, ali i kao drobina i ulomci	promjenljiva
		aluvijalne tvorevine glinovito-muljevito-pjeskovitog sastava	potpuna do djelomična pokrovna barijera
		koluvijalne tvorevine u vidu vapnenačke drobine i dolomitnog grusa	hidrogeološki kolektor ili provodnik ovisno o podlozi
OSNOVNE STIJENE		eocenski fliš alveolinsko-numulitski vapnenci liburnijske naslage	potpuna do djelomična viseća barijera
		vapnenci, dolomitni vapnenci i vapnenačke breče	hidrogeološki kolektor

U svrhu boljeg upoznavanja debljine, građe i drugih značajki kvartarnih tvorevina krajem 2008. godine urađeno je više istražnih bušotina. Između ostalog, na tri bušotine (ST-2A, KR-2A i KR-1B) ispitivana je i vodopropusnost „in situ“ metodom Lefranc koja je primjerena sredinama intergranularne poroznosti, a rezultati su prikazani u tablici 6.

Tablica 6. Rezultati ispitivanja vodopropusnosti metodom „Lefranc“

Oznaka bušotine	Etaža (m)	Koeficijent filtracije cm/sec
ST-1A	2.00-4.00	$31.33 \times 10^{-5}$
KR-2A	0.50-3.00	$19.1 \times 10^{-5}$
	3.500-7.80	$18.6 \times 10^{-5}$
KR-1B	13.50-14.50	$7.07 \times 10^{-5}$

Kao i u prethodnom slučaju slapa Koćuša, i ovdje su terenska ispitivanja pokazala smanjenje vodopropusne moći s vremenom, što ukazuje na moguću migraciju sitnih čestica, i što može dovesti do zatvaranja putova kojima se kreće podzemna voda. To bi moglo pojasniti činjenicu da iako uzvodno postoje značajni gubici vode iz vodotoka (navodnjavanje u Vitinsko-ljubuškom polju i prirodno otjecanje u Vrgoračko polje), navedene hidrogeološke značajke osiguravaju dovoljno malu vodopropusnost aluvijalnih tvorevina da u vrijeme najnižih razina podzemnih voda nisu uočljivi značajniji gubici vode iz riječnog korita u dijelu uzvodno od slapa Kravice.



## 6. GEOMEHANIČKE ZNAČAJKE

U površinskim dijelovima terena sedra je najčešće u čvrstom stanju, u manjoj ili većoj mjeri, trošna i raspadnuta. U dubljim dijelovima geološkog profila ona je slabo dijagenetski vezana zbog nezavršenog procesa kalcifikacije i veće zastupljenosti glinovite frakcije. Premda velike poroznosti, ali šupljikavog tipa, sedra nema veliku vodopropusnost. U debljim slojevima u paketu sa sitnozrnim aluvijalno-deluvijalnim naslagama su male vodopropusnosti i predstavljaju viseću barijeru.

Pjeskovito prašinaste frakcije, trošna sedra, nalazi se na dubini od oko 5,0 metara od dna korita rijeke. U ovom materijalu ima i sitnih prašinih frakcija, tako da je došlo do "kolmiranja" i stvaranja slabovodopropusnog sloja. Iz navedenih razloga je važno da se sačuva ovaj sloj, a ispod njega se nalaze slojevi većih vodopropusnosti.

Dobivene vrijednosti koeficijenta filtracije, ovisno od metode i lokacije kreću se u granicama  $K = 1,2 \times 10^{-8} \text{ cm/s}$  do  $2,5 \times 10^{-5} \text{ cm/s}$

Numeričku analiza koeficijenta propusnosti temeljena je na određivanju granulometrijske krivulje i korištenjem Terzaghijeve metode.

Gravel (G) = -%

Sand (S) = 13%

Silt (M) = 46%

Clay (C) = 41%

$$K = \frac{C}{n_t} \left[ \frac{n - 0.13}{\sqrt[3]{1-n}} \right]^{-2} \times d_{ef}^2 \text{ (cm/sec)}$$

Može se zaključiti kako su sedrasti pijesci male vodopropusnosti i da uslijed mogućnosti migracije najsitnijih čestica postoje barijere malih vodopropusnosti, što konačno može osigurati vododrživost korita rijeke, a time i akumulacije.

Za geotehničke proračune mogu se usvojiti sljedeće mjerodavne vrijednosti:

### Sedrasti pijesak

- kut unutrašnjeg trenja  $\varphi = 29^{\circ}$
- zapreminska težina  $\gamma = 15/10 \text{ kN/m}^3$
- kohezija  $c = 0$
- vodopropusnost      slabo vodopropusni
- modul kompresije       $MV = 5 \text{ MPa}$

Ako bi dubine temeljenja bile 1,5 metar, tada bi dopuštena nosivost bila oko  $\sigma = 166 \text{ kN/m}^2$ .



## 6. ZAKLJUČAK

Geološki procesi ne prestaju, nego se samo pretaču jedan u drugi. Tvorba kamena traje i danas, iako mi iz svoje perspektive to vrlo teško uočavamo. Ali traje i destrukcija. Nju sasvim dobro možemo uočiti i za vrijeme trajanja jednog ljudskog života. Formiranje sedrenih barijera posljedica je djelovanja velikog broja bioloških, kemijskih, geoloških i hidroloških čimbenika, koji su međusobno isprepleteni, ovisni. Sedra je dokaz kako kamen nema samo jedno lice i jedno naličje. Ona je dokaz da kamen nije samo za zidanje, oblaganje, nasipanje... Sedra je kamen za rekreaciju, turizam, kamen za čistu vodu, čisti zrak – ona je kamen za zaštitu naše prošlosti i naše budućnosti. Sedra je kamen koji teče našim vodama, našim prostorom i našim vremenom.

## LITERATURA

1. Prskalo, M., Marijanović, P., Geomechanical characteristics of travertine and its natural degradation order in the karst basin of Trebižat, *Proceedings of the European rock mechanics symposium EUROCK 2010 - Rock Mechanics in Civil and Environmental Engineering* / Zhao, Labiouse, Dudt & Mathier (eds) (ur.). Lausanne, London: Taylor & Francis Group, London, UK ; CRC Press/Balkema, 2010. 119-122
2. Pedley, H.M. (1990.): "Classification and environmental models of cool freshwater tufas". *Sedimentary Geology* 68: 143–154.
3. Tišjar, J. (1987.): Petrologija sedimentnih stijena.– Rudarsko-geološko-naftni fakultet Zagreb, Tehnička knjiga, 242 str., Zagreb.
4. Pevalek, I. (1958.) zbornik "Plitvička jezera Nacionalni park"
5. Herak, M.: Geologija, 1984., Školska knjiga
6. Marić, L., Sistematska petrologija, 2. izd., Školska knjiga
7. Galić, A.: "Hidrogeološki uvjeti područja vodenih akumulacija u zapadnoj Hercegovini" doktorska disertacija
8. Galić, A., Prskalo, M.: "Utjecaj hidrogeoloških čimbenika na ekološku osjetljivost područja slapa Kravice"; Međunarodna znanstvena konferencija Transformacija ruralnog područja u uvjetima tranzicije i integriranja u Europsku Uniju; Kupres, 7.-10. svibnja 2009
9. Stilinović, B., Plenković-Moraj, A. „Voda pršti - sedra raste“ *Prirod : popularno naučni prilog "Glasnika" Hrvatskog prirodoslovnog društva*, god.89 (1999.), 4=861, str. 17-19
10. Horvatinčić, N. (1999.) Starost sedre Plitvičkih jezera. *Priroda: mjesečnik za popularizaciju prirodnih znanosti i ekologije*, 89, 20-22
11. Rubinić, J., Zwicker, G., Dragičević, N. „Doprinos poznavanju hidrologije Plitvičkih jezera – dinamika kolebanja razine jezera i značajne promjene“ *Savjetovanje: Hidrološka mjerenja i obrada podataka; Plitvice, Hrvatska*, 26-28.11.2008.
12. Investigation works for preparation of the Feasibility Study for Power Harnessing of T-M-T Basin MHPP Kravica and MHPP Stubica, 2008. Mostar.