

FLORISTIČKE, MIKROKLIMATSKE I GEOMORFOLOŠKE ZNAČAJKE PONIKVE JAPAGE NA ŽUMBERKU (HRVATSKA)

FLORISTIC, MICROCLIMATIC AND GEOMORPHOLOGICAL FEATURES OF COLLAPSED DOLINE JAPAGE ON THE ŽUMBERAK (CROATIA)

Nenad BUZJAK¹, Suzana BUZJAK², Danijel OREŠIĆ³

SAŽETAK: Urušna ponikva Japage nalazi se u zapadnom dijelu Žumberka. Istraživanjem je utvrđeno da je oblikovana u tektonski razlomljenim karbonatnim naslagama gornjokredne starosti (vapnenci i breče). Svojim dimenzijama ističe se kao najveća takva pojava na području Žumberka. Volumen ponikve je oko 54 000 m³. Mjerenjima mikroklimatskih parametara u Japagama (s prekidima od 2007. do 2009. godine) dokazana je temperaturna inverzija u toplom dijelu godine. U vegetacijskom periodu 2007. i 2008. godine na području Japaga istraživana je i flora. Popisivane su vrste koje rastu na različitim dubinama i ekspozicijama. Ukupno je zabilježeno 59 svojti biljaka. Od vrsta svojom nazočnošću prevladavale su paprati i to posebice u donjem dijelu ponikve i na dnu gdje je smanjena osvjetljenost i povećana vlažnost zraka i tla u odnosu na rub ponikve. Zabilježene biljke podvrgnute su i analizi ekoloških indikatorskih vrijednosti i životnih oblika.

Ključne riječi: Žumberak, Japage, flora, ekološke indikatorske vrijednosti, mikroklima, geomorfologija

UVOD – Introduction

Žumberak je smješten na prijelazu između Alpa, Dinarida i Panonskog bazena, zbog čega se odlikuje složenom geološkom građom i reljefnom strukturom obilježenih tektoniziranim naslagama različitih litostratigrafskih značajki te velikom raščlanjenošću različitih morfogenetskih tipova reljefa. Dominantni tipovi reljefa, zahvaljujući raširenosti tektonski razlomljenih karbonatnih naslaga (posebice gornjotrijaskih dolomita i gornjokrednih vapnena i breča) su krški i fluviokrški reljef sa specifičnom hidrografskom strukturom i reljefnim oblicima, među kojima se brojnošću ističu ponikve – njih gotovo 3200 (Buzjak 2002, Buzjak 2006).

Žumberak i u fitogeografskom pogledu predstavlja most između Alpa i Dinarida (Trinajstić 1995).

Veći dio prekriven je šumom. U nižem brdskom području najčešća je šuma hrasta kitnjaka i običnoga graba (*Epimedio-Carpinetum betuli* (Ht. 1938) Borhidi 1963), na strmijim toplim obroncima šuma hrasta medunca i crnoga graba *Ostryo-Quercetum pubescentis*, (Ht. 1950) Trinajstić 1979, a u najvišim predjelima, bukove šume sveze *Aremonio-Fagion* (Horvat 1938) Borhidi in Török et al. 1989. Većina travnjačkih površina nastale su krčenjem šuma (livade, pašnjaci), a samo mali dio je prirodnoga porijekla. Velika floristička raznolikost Žumberka očituje se u broju zabilježenih biljnih svojti (1006 biljnih svojti bez kultiviranih biljaka) koji čini petinu ukupne flore Hrvatske (Vrbek 2005).

PODRUČJE ISTRAŽIVANJA – Research area

Ponikva Japage smještena je na SZ padini Kordine u blizini Sošica (zapadni Žumberak; sl. 1), generalnog na-

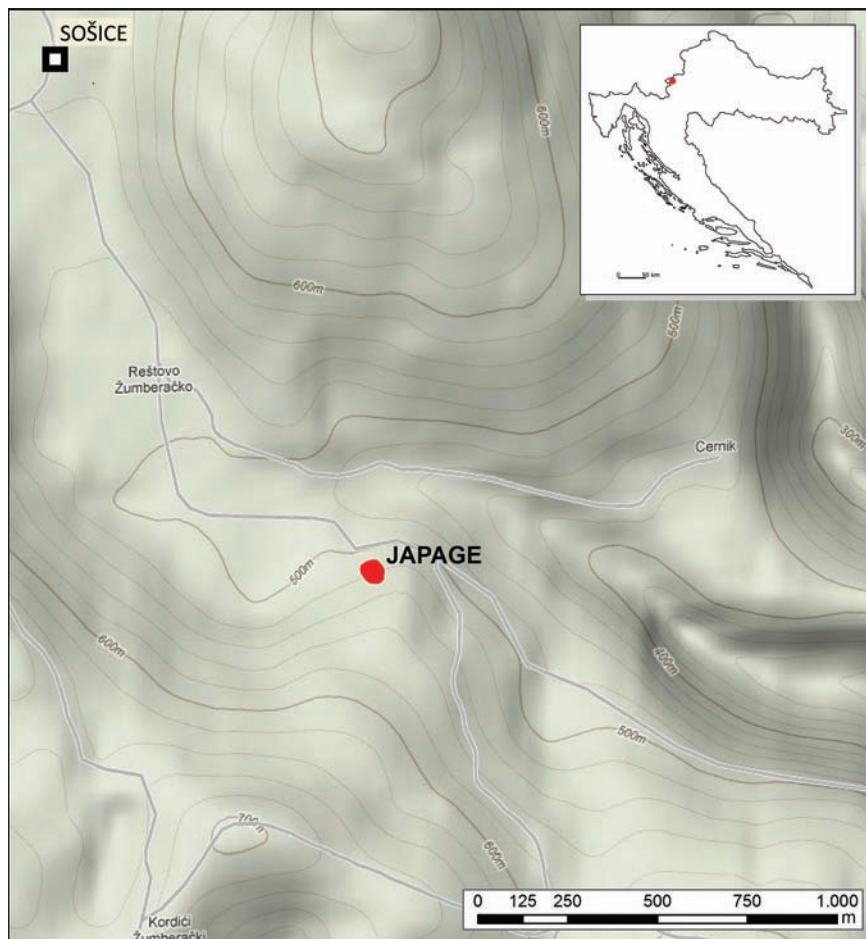
giba 3. i 4. kategorije (5°–32°). Radi se o tipu pokrivenog krša uz mjestimično izbijanje stijene na površinu, što je najizraženije na sjevernom i južnom rubu. Djelomično stjenovita površina i plitko tlo glavni su razlozi isključivanja okolice ponikve iz agrarnog iskorištavanja vidljivog na zapuštenim površinama u njejoj blizini.

Japage se nalaze na dodiru šume hrasta kitnjaka i običnoga graba (*Epimedio-Carpinetum betuli* (Ht.

¹ Doc. dr. sc. Nenad Buzjak, Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno matematički fakultet, Geografski odsjek, Marulićev trg 19/II, 10000 Zagreb, Hrvatska, e-mail: nbuzjak@gmail.com

² Dr. sc. Suzana Buzjak, Hrvatski prirodoslovni muzej, Demetrova 1, 10 000 Zagreb, Hrvatska, e-mail: Suzana.Buzjak@hpm.hr

³ Doc. dr. sc. Danijel Orešić, Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno matematički fakultet, Geografski odsjek, Marulićev trg 19/II, 10000 Zagreb, Hrvatska, e-mail: doresic@geog.pmf.hr



1938) Borhidi 1963) i šume bukve s bekimom (*Luzulo-Fagetum* Meusel 1937).

Područje Žumberka prema Köppenovoj klasifikaciji ima umjereno toplu kišnu klimu s toplim ljetom, bez izrazitog suhog razdoblja (Cfbw[']). Srednja siječanjska temperatura zraka područja na kojemu se nalaze Japage je unutar izoterme 0°, a srpanjska 18°, dok je srednja godišnja temperatura zraka 9°. Srednja godišnja količina padalina je oko 1300 mm (Dujmović 1994). Postoje dva maksimuma padalina, u kasno proljeće i kasnu jesen. Najmanje padalina ima zimi.

Slika 1. Geografski smještaj Japage
Figure 1 Geographical location of Japage

Geološki uvjeti oblikovanja ponikve – *Geological conditions of doline evolution*

Ponikva Japage smještena je na terenu oblikovanom u naslagama gornjokrednih vapnenačkih breča. U naslagama se često mogu naći ulošci i nodule rožnjaka, čiji se nastanak objašnjava djelomičnom do potpunom silicifikacijom (Šikić i sur. 1979). Breče su cenomanske do senonske starosti. One diskordantno leže na trijaskim i jurskim naslagama, a debljina im je mjestimično procijenjena do 100 m. Nastale su pretaloživanjem stijena neposredne podloge – trijaskih dolomita, jurskih vapnenaca i rožnjaka te donjo- i gornjokrednih vapnenaca. Zbog toga sadrže različite nesortirane fragmente, najčešće jurske i kredne, pa je moguće pogrešno zaključiti da se radi o starijim naslagama. Istočno od ponikve rasjedni je kontakt gornjokrednih i gornjotrijaskih naslaga, koje su opisane kao bijeli do sivi, srednje do sitnozrnati dolomit, u kojemu se mjestimično javljaju

stromatolitne lamine (Pleničar i Premru 1977, Šikić i sur. 1979). Dolomit je kasnodijagenetski, a u mikroskopskom pregledu djeluje kao breča s izrazito dolomitiziranom osnovom u kojoj su različiti fragmenti mudstona s kalcitnim žilicama, kalcitno trunje te mikritni fragmenti. Mikrofosilna zajednica, ako je postojala, uništena je dolomitizacijom (Cvetko Tešović i Dobronić 2009). U bližoj okolini zabilježene su naslage gornjokrednog fliša, jurskih vapnenaca te gornjotrijaskih dolomita (Pleničar i Premru 1977, Pleničar i sur. 1976).

Položaj urušne ponikve Japage te uz nju vezane speleološke objekte uvjetovan je intenzivno razlomljenom rasjednom zonom. Glavni regionalni rasjed pružanja 22-202 križa se s nekoliko manjih rasjeda i pukotinskih sustava (Navratil i sur. 2009).

MATERIJAL I METODE – Material and Methods

S obzirom na svoju posebnost u krajoliku Žumberka, ponikva Japage je sklopu znanstveno-istraživačkog projekta u suradnji Speleološkog kluba "Samobor" i JU PP "Žumberak-Samoborskog gorja" 2006.–2009. bila interdisciplinarno istraživana s geološkog, geomorfološkog,

speleološkog, mikroklimatskog i botaničkog stajališta (N. Buzjak 2009). Budući da postojeće kartografske podloge nisu pogodne za kartiranje, istraživanju je prethodilo topografsko snimanje ponikve. Na obodu i u ponikvi odabrane su fiksne točke. Radi georeferenciranja poda-

taka, GPS prijemnikom određene su koordinate odabranih točaka u mreži. Odnosi među točkama mjereni su optičkim kompasom i padomjerom Suunto, s točnošću očitavanja od 1°. Udaljenosti su mjerene laserskim daljinomjerom Leica Disto A2. Izmjereni podaci obrađeni su u softveru Compass, Speleoliti i ESRI ArcMap 9.2. U sklopu geološkog istraživanja određeni su tipovi naslaga, starost, okoliši taloženja, inženjersko-geološka i strukturno-geološka analiza. Geomorfološkim istraživanjem utvrđeni su geomorfološki oblici i procesi oblikovanja ponikve i speleoloških objekata u njoj. Mikroklimatska mjerenja obavljena su s prekridima 2007.–2009. elektroničkim termohigrografima Onset Hobo Pro RH Temp i U23 Pro V2, a trenutačna mjerenja termometrima Hanna Checktemp, PCE-T317 i termohigrometrom PCE-310 radi utvrđivanja mikroklimatskih značajki ponikve, te njihovih utjecaja na geomorfološke procese i biljni pokrov.

U sklopu istraživanja flore u vegetacijskom razdoblju 2007. i 2008. godine popisivane su vrste na različitim dubinama i ekspozicijama, a dio njih je ucrtan na profilima S-J i I-Z (S. Buzjak 2009). Vrste koje nisu mogle biti određene ubrane su i naknadno determinirane, a herbarizirani materijal pohranjen je u Herbarsku zbirku CNHM. Prilikom determinacije vrsta korišteni su standardni ključevi i ikonografije (Domac 1994, Horvatić i Trinajstić 1976–1981, Jávorka i Csapody 1991,

Pignatti 1982, Trinajstić 1975–1986 i Tutin i sur. 1968–1980, 1993). Nazivi svojti usklađeni su prema bazi podataka *Flora Croatica Database* (Nikolić 2010). Zabilježene biljke podvrgnute su analizi životnih oblika i ekoloških indikatorskih vrijednosti. Prema Zakonu o zaštiti prirode (Anonymus 2005 i 2008) i Pravilniku o proglašenju divljih svojti zaštićenim i strogo zaštićenim (Anonymus 2009) izdvojene su zaštićene svojte. Životni oblici određeni su prema *Flora Croatica Database* (Nikolić 2010) i *Landolt-u* (1977). Za prikaz životnih oblika korištene su sljedeće kratice: h – hemikriptofiti, g – geofiti, n – nanofiti, p – fanerofiti, c – hamefiti, t – terofiti, ep – epifiti, li – liane, z – drveni hamefiti. Ekološke indikatorske vrijednosti određene su prema *Landolt-u* (1977). Jedino za vrste *Scopolia carniolica* i *Polystichum illyricum* nisu nađene vrijednosti, te su određene prema fitocenološkoj vezanosti za druge vrste, na temelju srodnosti i osobnog iskustva. Korišteni su sljedeći ekološki indikatori: vlažnost (F; pokazuje prosječnu vlagu tla tijekom vegetacijske sezone), pH tla (R; označava sadržaj slobodnih H-iona u tlu), osvjetljenost staništa (L; označava prosječni intenzitet osvjetljenosti potreban za rast biljke tijekom vegetacijske sezone), temperatura (T; određuje, na temelju nadmorske visine na kojoj biljka raste, prosječnu temperaturu kojoj je biljka izložena tijekom vegetacijske sezone).

REZULTATI I RASPRAVA – Results and discussion

Geomorfološke značajke ponikve – *Geomorphological features of doline*

Duljina osi oboda ponikve Japage u smjeru sjever-jug je 64 m, a u smjeru istok-zapad 63 m. Dubina između najniže točke oboda i dna je 15 m. Najveća visinska razlika, između najviše točke oboda i dna, je 37,7 m. Volumen ponikve je oko 54 000 m³. Svojim dimenzijama ističe se kao najveća takva pojava na području Žumberka. Klasificirana je kao *urušna ponikva* s karakterističnim strmim stjenovitim padinama i zaravnjenim dnom pokrivenim kamenim blokovima, što je posljedica urušavanja podzemne šupljine.

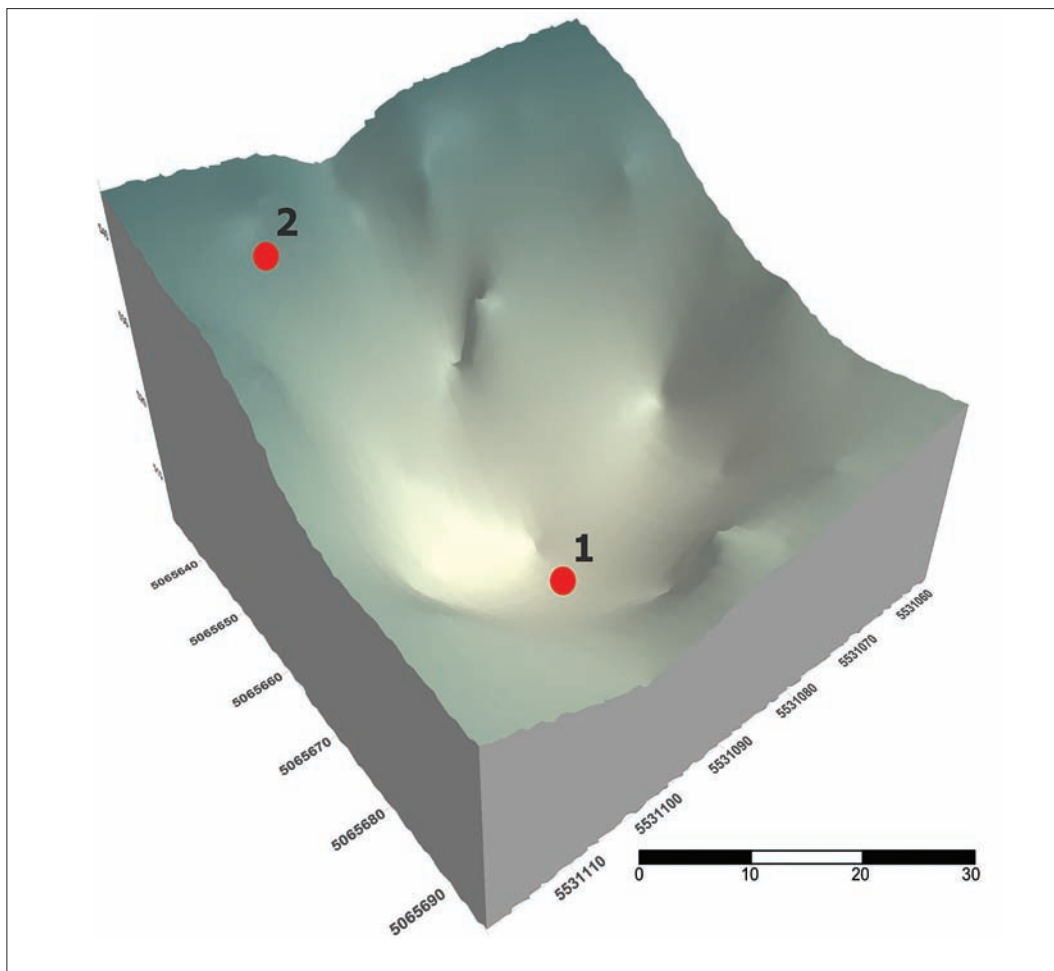
U ponikvi su dominantni recentni geomorfološki procesi padinski procesi i okršavanje. Padinski procesi su zbog velikih nagiba i velike količine tla i materijala nastalog mehaničkim raspadanjem matične stijene prisutni na svim padinama. Prevladavajući padinski pro-

cesi su urušavanje, odroni i osipanje, a uočeni su još puženje i spiranje. Urušavanje krovine odgovorno za oblikovanje zatvorene depresije je kronološki gledano stariji proces, a odroni na strmcima mlađi. Potonji se povremeno odvijaju i danas, a rezultat su nestabilnosti stijenske mase uzrokovane tektonskom razlomljenošću naslaga, kriofrakcije i fitogenog utjecaja. Raščlanjenost, slijeganje i nestabilnost površine dna posljedica je taloženja urušenog materijala - blokova i kršja. Osipanjem kršja na strmim padinama oblikovani su manja točila i sipari na sjevernoj i južnoj padini. Od prostranijih akumulacijskih oblika u podnožju JI padine oblikovan je prostrani koluvijalni konus s bazom širine 26 m, a u podnožju sjeverne padine konus s bazom širine 13 m (Buzjak i Dobronić 2009).

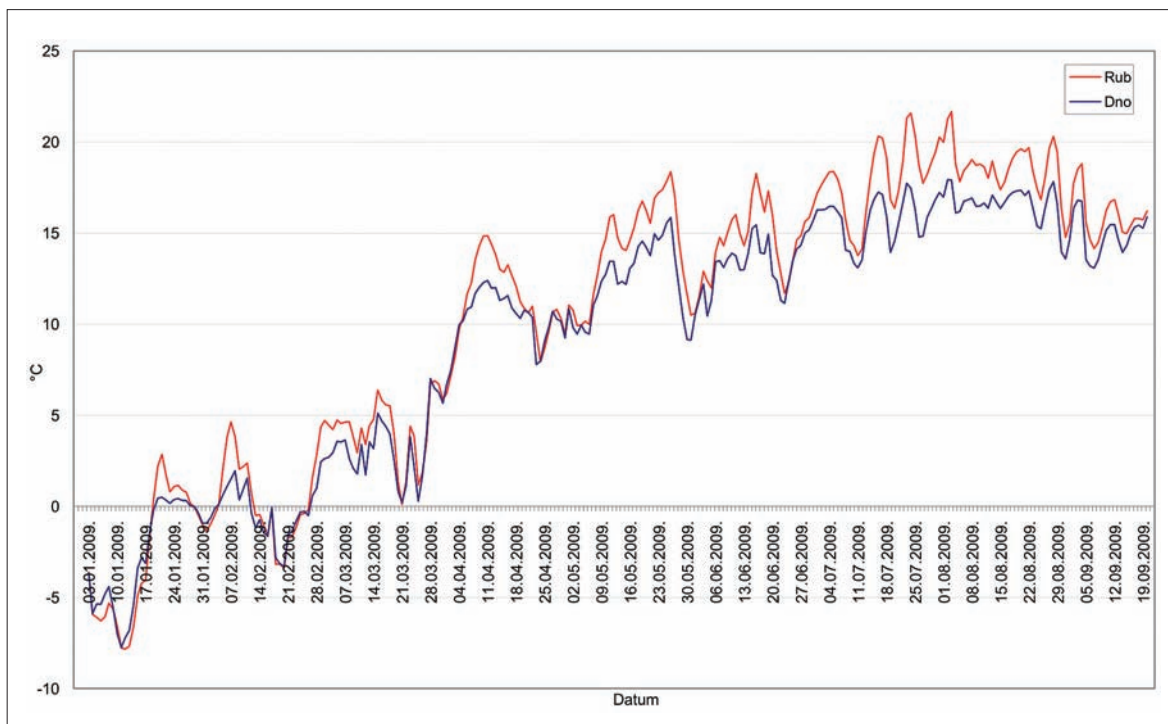
Mikroklima Japaga – *Japage's microclimate*

Mjerne točke za mikroklimatska mjerenja bile su na dnu (z = 505 m n. v., 15 cm iznad tla) i JI rubu (z = 533 m n. v. 15 cm iznad tla; sl. 2). Iz podataka o hodu srednjih dnevnih temperatura vidljivo je da je dno najhladniji dio ponikve (sl. 3). Dno također ima najveći amplitudu i odstupanja vidljive iz vrijednosti standar-

dne devijacije (s) i koeficijenta varijacije (V) (tab. 1). Najniža temperatura zraka zabilježena je na dnu ponikve zbog temperaturne inverzije i manje količine Sunčeve radijacije, koja do njega dopire u manjoj količini zbog morfologije ponikve i zasjenjenosti vegetacijom. Temperaturna inverzija najizrazitija je tijekom ljetnih



Slika 2. Položaj mjernih točaka (1-dno, 2-rub)
 Figure 2 Position of the measuring points (1-bottom, 2-edge)



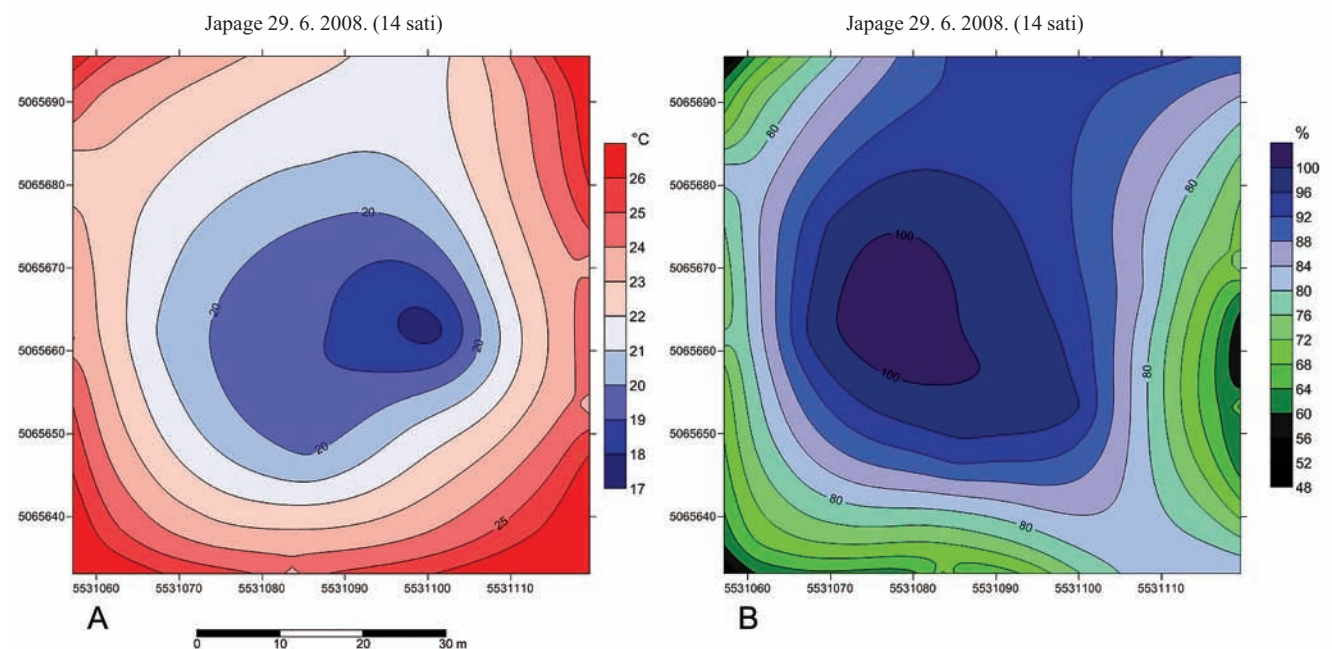
Slika 3. Hod srednjih dnevnih temperatura
 Figure 3 Average daily air temperature cycle (Dno= bottom, Rub= edge)

Tablica 1. Prosječne vrijednosti temperature (T) i relativne vlažnosti zraka (u) u razdoblju 3. 1. – 20. 9. 2009.

Table 1. Average air temperature (T) and relative humidity (u) for period 3. 1. – 20. 9. 2009.

	T (°C)		u (%)	
	Dno	Rub	Dno	Rub
prosjeak/	9,23	17,71	95,49	84,54
max	19,27	23,36	100,00	100,00
min	-8,80	13,46	43,74	22,50
amplituda	28,07	9,90	56,26	77,50
s	7,12	1,99	7,19	13,80
V	77,20	11,25	7,53	16,32

mjeseci kada se površina oko ponikve zagrijava znatno jače od njenog dna. Te se karakteristike očitavaju i u relativnoj vlažnosti zraka. Ovi odnosi još su zorniji ako se promotre rezultati trenutnih mjerenja, koji ukazuju na izraženu temperaturnu inverziju (sl. 4).



Slika 4. Trenutačne vrijednosti temperature (A) i relativne vlažnosti zraka (B)
Figure 4. Current values of air temperature (A) and relative humidity (B)

Flora – Flora

Na području Japaga ukupno je zabilježeno 59 svojti biljaka. Sedamnaest svojti, odnosno 29%, od ukupnog broja zabilježenih svojti zaštićeno je Zakonom o zaštiti prirode (Anonymus 2005 i 2008) i Pravilnikom o proglašenju divljih svojti zaštićenim i strogo zaštićenim (Anonymus 2009), a tri svojte se nalaze u Crvenoj knjizi vaskularne flore Hrvatske (Nikolić i Topić 2005; tab. 2).

Od ukupnog broja zabilježenih svojti 12 su paprati: *Asplenium ruta-muraria*, *Asplenium scolopendrium*, *Asplenium trichomanes*, *Athyrium filix-femina*, *Dryopteris affinis* ssp. *borreri*, *Dryopteris dilatata*, *Dryopteris filix-mas*, *Polypodium vulgare*, *Polystichum aculeatum*, *Polystichum illyricum*, *Polystichum setiferum* i *Pteridium aquilinum*. To je skoro polovica od ukupnog broja (25 svojte) do sada zabilježenih svojti

paprati za područje Žumberka i Samoborskog gorja (Hršak 2002, Kletečki 2009). Podvrsta *Dryopteris affinis* ssp. *borreri* do sada nije zabilježena za područje Žumberka, što je vjerojatno rezultat determinacije do razine vrsta, a ne njezine nezastupljenosti. Osim što su paprati zastupljene sa znatnim brojem svojti, također su zastupljene i sa znatnim brojem primjeraka. Vrsta *Polystichum setiferum* raste u gornjem dijelu istočne padine u znatnom broju primjeraka, dok na suprotnoj padini dominira *Polypodium vulgare*. Jedino su vrste *Polystichum aculeatum* i *Asplenium ruta-muraria* zabilježena samo na nekoliko mjesta. U donjem djelu ponikve od paprati dominiraju *Asplenium scolopendrium*, *Dryopteris dilatata*, *Athyrium filix-femina*, *Dryopteris affinis* ssp. *borreri*, a od ostalih vrsta *Geranium robertianum*, *Cardamine trifolia*, *Cardamine impatiens*,

Tablica 2. Popis zabilježenih svojti Japaga: U – ugroženost, W – životni oblici, NT – gotovo ugrožena svojta
 Table 2 The list of the taxa recorded in Japaga: U –threatend, W – lfe forms, NT – nearly threatened

POPIS SVOJTI		U	W
1.	<i>Acer campestre</i> L. – klen	p	
2.	<i>Actaea spicata</i> L. - klasasta habulica		g/h
3.	<i>Adoxa moschatellina</i> L. - obična moškovića		g
4.	<i>Anemone nemorosa</i> L. - bijela šumarica		g
5.	<i>Arum maculatum</i> L. - pjegasti kozlac		g
6.	<i>Asarum europaeum</i> L. - šumski kopitnjak		g/h
7.	<i>Asplenium ruta-muraria</i> L. - zidna slezenica		h
8.	<i>Asplenium scolopendrium</i> L. - obični jelenak		h/ep
9.	<i>Asplenium trichomanes</i> L. - smeđa slezenica		h
10.	<i>Athyrium filix-femina</i> (L.) Roth - šumska bujadika		h
11.	<i>Cardamine bulbifera</i> (L.) Crantz - lukovičasta režuha		g
12.	<i>Cardamine enneaphyllos</i> (L.) Crantz - devetolisna režuha		g
13.	<i>Cardamine impatiens</i> L. - uškasta režuha		h/t
14.	<i>Cardamine trifolia</i> L. - trolisna režuha		g
15.	<i>Carpinus betulus</i> L. - obični grab		p
16.	<i>Castanea sativa</i> Miller - pitomi kesten		p
17.	<i>Chrysosplenium alternifolium</i> L. - izmjeničnolisna žutina		h
18.	<i>Clematis vitalba</i> L. - obična pavitina		p/li
19.	<i>Cornus</i> sp. - drijen		p
20.	<i>Corylus avellana</i> L. - sivosmeđa lijeska		n
21.	<i>Crataegus</i> sp. - glog		n
22.	<i>Cruciata glabra</i> (L.) Ehrend. - proljetna broćika		h
23.	<i>Cyclamen purpurascens</i> Mill. - šumska ciklama	NT	g
24.	<i>Daphne mezereum</i> L. - obični likovac	NT	n
25.	<i>Dryopteris affinis</i> (Lowe) Fraser-Jenkins ssp. <i>borreri</i> (Newm.) Fraser-Jenkins		h
26.	<i>Dryopteris dilatata</i> (Hoffm.) A.Gray – velika paprat		h
27.	<i>Dryopteris filix-mas</i> (L.) Schott – šumska paprat		h
28.	<i>Epimedium alpinum</i> L. - biskupska kapica		g
29.	<i>Euonymus latifolius</i> (L.) Mill. - širokolisna kurika		n
30.	<i>Euphorbia carniolica</i> Jacq. - kranjska mlječika		h
31.	<i>Fagus sylvatica</i> L. - bukva		p
32.	<i>Galium sylvaticum</i> L. - šumska broćika		g
33.	<i>Gentiana asclepiadea</i> L. - šumski srčanik	NT	h
34.	<i>Geranium robertianum</i> L. - smrdljiva iglica		t/h
35.	<i>Glechoma hirsuta</i> Waldst. et Kit. - čupava dobričica		h
36.	<i>Hedera helix</i> L. - bršljan		p/z/li
37.	<i>Lamium galeobdolon</i> (L.) L. - žuta mrtva kopriva		h
38.	<i>Lamium orvala</i> L. - velika mrtva kopriva		h
39.	<i>Lonicera xylosteum</i> L. - crvena kozja krv		n
40.	<i>Lunaria rediviva</i> L. - srebrenka		h
41.	<i>Mercurialis perennis</i> L. - višegodišnji prosinac		g/h
42.	<i>Mycelis muralis</i> (L.) Dumort. - zidna salatika		h
43.	<i>Oxalis acetosella</i> L. - šumski cecelj		g/h

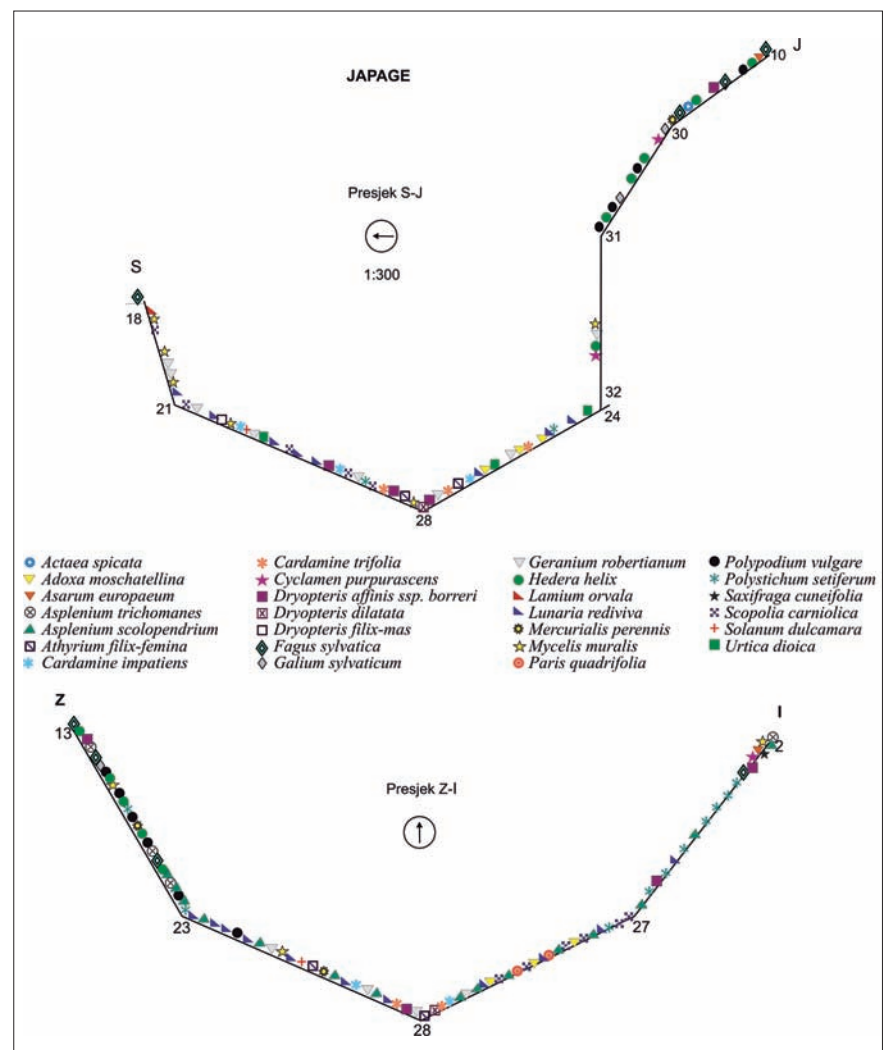
	POPIS SVOJTI	U	W
44.	Paris quadrifolia L. - četverolisni petrov križ		g
45.	<i>Picea abies</i> (L.) Karsten - smreka		p
46.	Polypodium vulgare L. - obična oslad		c
47.	<i>Polystichum aculeatum</i> (L.) Roth - bodljikava papratnjača		g/h
48.	Polystichum illyricum Borbás		h
49.	<i>Polystichum setiferum</i> (Forssk.) Woyнар - čekinjаva papratnjača		h
50.	<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn - orlovska bujad		g
51.	<i>Pulmonaria officinalis</i> L. - ljekoviti plućnjak		h
52.	<i>Sambucus nigra</i> L. - crna bazga		n
53.	Sanicula europaea L. - europska zdravčica		h
54.	<i>Saxifraga cuneifolia</i> L. - klinastolisna kamenika		c
55.	Scopolia carniolica Jacq. - bijeli bun		h
56.	<i>Senecio ovatus</i> (P.Gaertn., B.Mey. et Scherb.) Willd. - kostriš		h
57.	Solanum dulcamara L. - paskvica		n/li
58.	Symphytum tuberosum L. - čvorasti gavez		g
59.	<i>Urtica dioica</i> L. - dvodomna kopriva		h

* Svojte označene bold su zaštićene Zakonom o zaštiti prirode

* The taxa in bold are protected by the Natura Protection Act

Chrysosplenium alternifolium, *Lunaria rediviva* i *Scopolia carniolica* (sl. 5), vrste koje uglavnom dobro podnose zasjenu i povećanu vlažnost zraka i tla (sl. 6). Na NW izloženoj padini na stijeni iznad spilje prevladavaju *Asplenium trichomanes*, *Saxifraga cuneifolia* i *Scopolia carniolica*. U neposrednoj blizini ponikve u sloju drveća raste *Fagus sylvatica*, *Picea abies*, *Castanea sativa*, *Acer campestre*, *Carpinus betulus*, a od grmlja *Daphne mezereum*, *Crataegus* sp., *Euonymus latifolius*, *Corylus avellana*, *Clematis vitalba* i *Lonicera xylosteum*.

Analiza životnih oblika ukupnog broja zabilježenih svojti pokazala je kako najviše ima hemikriptofita (37,29 %), zatim dolaze po zastupljenosti geofiti s 20,34 %, fanerofiti i nanofiti s podjednakim udjelom od 10,17 %, te geofiti/hemikriptofiti



Slika 5. Raspored najzastupljenijih biljaka u Japagama na presjecima S-J i I-Z

Figure 5 Distribution of the most common plants in Japage in the profiles N-S and E-W

s 8,47 %. Ostali životni oblici zastupljeni su s po jednom ili s dvije svojte. Analiza ukupnog broja zabilježenih svojti za područje Žumberka također je pokazala prevlast hemikriptofita (43,67 %) i geofita (19,64 %) (Vrbek 2005). Ovakav odnos životnih oblika odgovara umjerenom klimatskom pojasu gdje se Japage i nalaze.



Slika 6. Dno ponikve Japage obraslo papratima (1. 7. 2007.)
Figure 6 The bottom of Japage overgrown by ferns (1. 7. 2007.)

Analiza ekoloških indikatorskih vrijednosti – Analysis of ecological indicator values

F – vlažnost

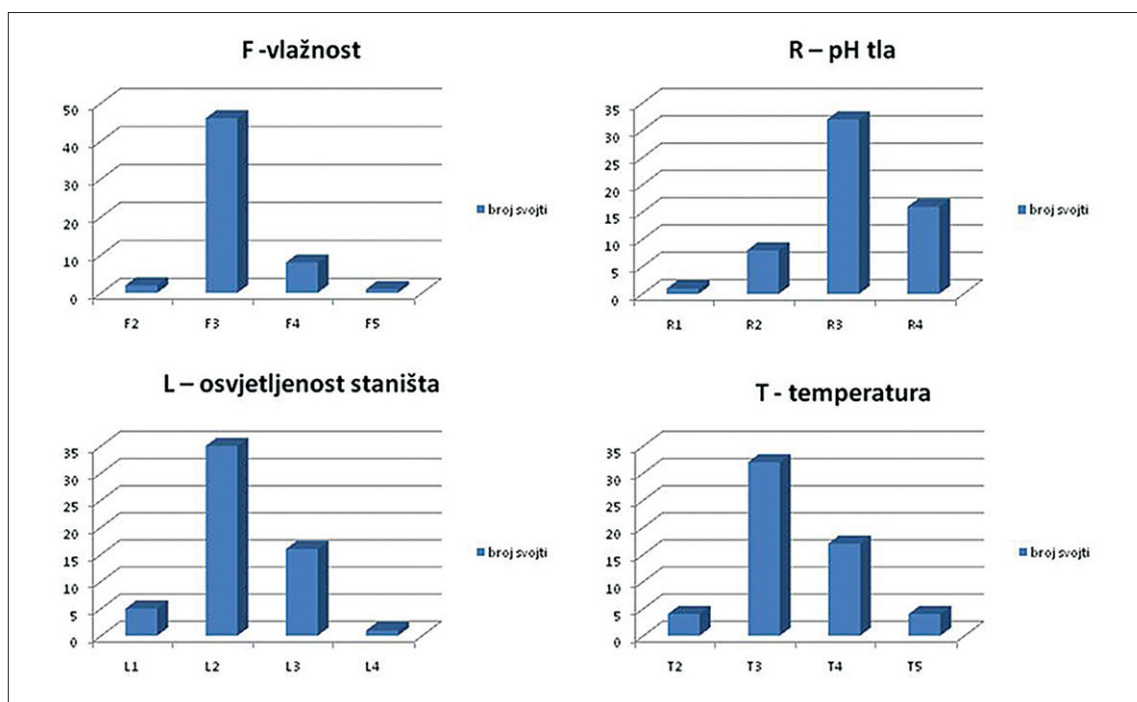
Među zabilježenim svojtima znatno prevladavaju biljke umjerenom suhих do vlažnih tala (F3, 46 svojti, 80,70 %), zatim slijede biljke uglavnom vlažnih do vrlo vlažnih tala (F4, 8 svojti, 14,04 %), te dvije svojte (3,51 %) koje rastu na uglavnom suhim tlima (*Asple-*

nium ruta-muraria i *Galium sylvaticum*) koje su zabilježene na samom rubu ponikve (sl. 7). Također je zabilježena samo jedna vrsta (*Chrysosplenium alternifolium*) koja predstavlja biljke uglavnom stalno vlažnih tala (F5) i to na dnu i u donjem dijelu ponikve na W ekspoziciji.

R – pH tla

Među zabilježenim svojtima prevladavaju biljke uglavnom slabo kiselih tala, ali koje mogu rasti i na neutralnim do slabo alkalnim tlima (R3, 32 svojte, 54,24 %) i biljke uglavnom alkalnih tala (R4, 16 svojti, 36,16%) (Sl. 6). Biljke uglavnom kiselih tala (R2) zastupljene su u manjem broju (8 svojti, 9,04 %). Kod analize ekoloških

indikatorskih vrijednosti svakako treba uzeti u obzir da su indikatori rađeni za drugo fitogeografsko područje, a poznato je da se biljke ne ponašaju jednako u svim dijelovima svojega areala. Tako primjerice vrsta *Fagus sylvatica* koja prema L a n d o l t - u (1977) ima vrijednost R1 kod nas se ne može smatrati indikatorom vrlo kiselih tala.



Slika 7. Grafički prikaz analiziranih ekoloških indikatorskih vrijednosti za svojte zabilježene u Japagama
Figure 7. Graphical representation of the analyzed ecological indicator values for taxa recorded in Japage

L – osvjetljenost staništa

Među zabilježenim svojcima prevladavaju biljke koje većinom rastu na sjenovitim mjestima koje su ujedno i indikatori zasjenjenih staništa (L2, 35 svojci, 61,4 %) i biljke koje većinom rastu u polusjeni, rijetko na punom svijetlu (L3, 16 svojci, 28,07 %), dok su biljke vrlo sjeno-

viti mjesto zastupljene sa znatno manjim brojem (L1, 5 svojci 8,77 %). Također je zabilježena samo jedna biljka koja većinom raste na punom svijetlu, a katkad može opstati i u slaboj sjeni (*Asplenium ruta-muraria* L.). Ta vrsta zabilježena je na stijeni na rubu ponikve.

T – temperatura

Analiza vrijednosti temperature pokazala je da među zabilježenim svojcima prevladavaju biljke uglavnom planinskih područja, koje su također česte u brdskom i subalpskom području – to su uglavnom široko rasprostranjene vrste (T3 – 32 svojci, 56,14 %) i biljke uglavnom brdskih područja, rasprostranjene u nižim područjima središnje Europe (T4 – 17 svojci, 29,82 %). Biljke uglavnom

toplijih područja koje većinom rastu u južnoj Europi (T5) i biljke uglavnom subalpskih područja (T2) zastupljene su sa po 4 svojci (7,02 %). Analiza indikatorskih vrijednosti temperature za svojci zabilježene na području Žumberačke gore pokazala je prevlast biljaka uglavnom brdskih područja (T4 – 42 %) te znatan udio biljaka široke rasprostranjenosti (T3 – 38%) (Vrbek 2005).

ZAKLJUČCI – Conclusions

Mikroklimatskim mjerenjima utvrđeno je da je temperaturna inverzija najizrazitija tijekom ljetnih mjeseci kada se površina oko ponikve zagrijava znatno jače od njenog dna. Dno je u sjeni veći dio dana, pa prima manju dozu sunčeve radijacije. Sjenovitost dna ponikve rezultat je: njene morfologije (oblika), morfometrije (dimenzija – promjera oboda, promjera dna, nagiba i dužine padina, dubine), ekspozicije lokaliteta i pojedinih padina ponikve, obraštenosti lokaliteta vegetacijom koja dodatno utječe na izmjenu energije između tla i prizemnog sloja atmosfere. Zbog toga su tlo i stijene vlažnije u ponikvi, što dodatno utječe na razlike između dna te toplijeg i sušnijeg ruba. Zanimljivo je da su najveće amplitude zabilježene u proljetnom razdoblju. To je razumljivo s obzirom na vrlo velike temperaturne razlike između sve toplijih dana i još uvijek svježih noći kada je pred zoru za vedra vremena česta pojava vrlo niskih temperatura i mraza.

U ponikvi Japage zabilježeno je 59 svojci biljaka, od kojih je sedamnaest zaštićeno Zakonom o zaštiti prirode, a tri se nalaze i u Crvenoj knjizi vaskularne flore Hrvatske kao gotovo ugrožene (NT). Od životnih oblika prevladavaju hemikriptofiti i geofiti, što odgovara umjerenom klimatskom pojasu gdje se Japage i nalaze. Od vrsta, u skladu s prethodno navedenim ekološkim uvjetima staništa, svojom nazočnošću prevladavale su paprati, i to posebice u donjem dijelu ponikve i na dnu, gdje je smanjena osvjetljenost i povećana vlažnost zraka i tla u odnosu na rub ponikve. S obzirom na floristički sastav ponikve, odnosno prema analizi ekoloških indikatorskih vrijednosti florističkog sastava, zaključili smo da je tlo u Japagama umjereno vlažno, uglavnom slabo kiselo do alkalno, te da se radi o sjenovitom staništu na kojemu prevladavaju biljke široke rasprostranjenosti koje mogu rasti u brdskim, planinskim i subalpskim područjima.

ZAHVALA – Acknowledgement

Osim iz projekta ostvarenog u suradnji s PP “Žumberak-Samoborsko gorje”, istraživanja su dijelom potpomognuta sredstvima i opremom znanstvenog projekta Geomorfološka i geokološka istraživanja

krša RH br. 119-1191306-1305 Ministarstva znanosti, obrazovanja i športa Republike Hrvatske.

LITERATURA – References

- Anonymus, 2005: Zakon o zaštiti prirode. Narodne novine 70/05, Zagreb.
- Anonymus, 2008: Zakon o zaštiti prirode. Narodne novine 139/08, Zagreb.
- Anonymus, 2009: Pravilnik o proglašavanju divljih svojci zaštićenim i strogo zaštićenim. Narodne novine 99/09, Zagreb.
- Buzjak, N., 2002: Speleološke pojave u Parku prirode “Žumberak-Samoborsko gorje”. *Geoadria* 7/1:31–49.

- Buzjak, N., 2006: Geomorfološke i speleomorfološke značajke Žumberačke gore i geokološko vrednovanje endokrškog reljefa. Doktorska disertacija. Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb.
- Buzjak, N. (ur.), 2009: Geomorfološko i geokološko istraživanje urušne ponikve Japage. SK “Samobor”, Elaborat, 94 str., Samobor.
- Buzjak, S., 2009: Floristička i ekološka istraživanja Japaga. U: Buzjak, N. (ur.): Geomorfološko i

- geokološko istraživanje urušne ponikve Japage. SK "Samobor", Elaborat, 69–92., Samobor.
- Buzjak, N., D. Dobronić, 2009: Geomorfološke i speleološke značajke ponikve Japage. U: Buzjak, N. (ur.): Geomorfološko i geokološko istraživanje urušne ponikve Japage. SK "Samobor", Elaborat, 32–55., Samobor.
- Cvetko Tešović, B., D. Dobronić, 2009: Geološka obilježja Japaga. U: Buzjak, N. (ur.): Geomorfološko i geokološko istraživanje urušne ponikve Japage. SK "Samobor", Elaborat, 5–28, Samobor.
- Domac, R., 1994: Flora Hrvatske: priručnik za određivanje bilja. Školska knjiga, 503 str., Zagreb.
- Dujmović, I., 1994: Geomorfološke osobine sjeveroistočnog dijela Žumberačke gore. Magistarski rad, Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb.
- Horvatić, S., I. Trinajstić, (ur.), 1967–1981: Analitička flora Jugoslavije 1. Zagreb.
- Hršak, V., 2002: Taxonomic and chorologic revision of the *Polypodium vulgare* complex in Herbarium Croaticum and the Ivo and Marija Horvat Herbarium. *Acta Bot. Croat.* 61, 45–49.
- Jávorka, S., V. Csadpoy, 1991: *Iconographia Europae austroorientalis*. Acad. Kiado, 576 p., Budapest (Reprint).
- Kletečki, N., 2009: Papratnjače (Pteridophyta) Parka prirode "Žumberak-Samoborsko gorje" Magistarski rad, Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb.
- Landolt, E., 1977: *Ökologische Zeigerwerte zur Schweizer Flora*. Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes der ETH, Stiftung Rübel, 208 p., Zürich.
- Navratil, D., T. Novosel, T. Vujnović, 2009: Inženjersko-geološka i strukturno-geološka analiza lokaliteta Japage. U: Buzjak, N. (ur.), 2009: Geomorfološko i geokološko istraživanje urušne ponikve Japage. SK "Samobor", 29–31.
- Nikolić, T., J. Topić (ur.), 2005: Crvena knjiga vaskularne flore Hrvatske. Ministarstvo kulture, Državni zavod za zaštitu prirode, 693 str., Zagreb.
- Nikolić T. (ur.), 2010: Flora Croatica baza podataka. On-Line (<http://hirc.botanic.hr/fcd>), Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Botanički zavod.
- Pignatti, S., 1982: *Flora d'Italia* 1–3. Edagricole, Bologna.
- Pleničar, M., U. Premru, M. Herak, 1976: List Novo Mesto L 33–79, Osnovna geološka karta Jugoslavije, 1:100 000, Savezni geološki zavod, Beograd.
- Pleničar, M., U. Premru, 1977: Tolmač za list Novo Mesto L 33-79, Osnovna geološka karta Jugoslavije, 1:100 000, Savezni geološki zavod, 61 str., Beograd.
- Šikić, K., O. Basch, A. Šimunić, 1979: Tumač za list Zagreb L 33–80, Osnovna geološka karta Jugoslavije, 1:100 000, Savezni geološki zavod, 81 str., Beograd.
- Trinajstić, I. (ur.), 1975-1986: Analitička flora Jugoslavije 2. Liber, Zagreb.
- Trinajstić, I., 1995: Samoborsko gorje, a Refuge of various floral elements between the Alps and the Dinaric mountains. *Acta Bot. Croat.* 54, 47–62.
- Tutin, T. G., V. H. Heywood, N. A. Burges, D. M. Moore, D. H. Valentine, S. M. Walters, D. A. Webb (eds.), 1968-1980: *Flora Europaea* 2–5. Cambridge University Press, Cambridge
- Tutin, T. G., N.A. Burge, A. O. Chater, J. R. Edmondso, V. H. Heywood, D. M. Moore, D. H. Valentine, S. M. Walters, D. A. Webb (eds.), 1993: *Flora Europaea* 1. Cambridge University Press, Cambridge.
- Vrbeek, M., 2005: Flora i nešumska vegetacija Žumberka. Doktorska disertacija. Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb.

SUMMARY: Collapsed doline Japage is located in the western part of Žumberak Mt. (Fig. 1), formed in tectonically crushed Upper Cretaceous carbonate layers (limestone and breccia). Apart from karstification, which is evident in two speleological features, its development is today mostly affected by the slope processes (collapsing, landsliding and soil creeping). The length of the peripheral axis of the collapsed doline Japage is 64 m in the N-S direction, and 63 m in the E-W direction. In terms of dimensions, it is the largest such phenomenon on the territory of Žumberak. The depth between the lowest point of the periphery and the bottom is 15 m. The highest altitude difference is 37.7 m. The

doline's volume is 54.000 m³. The measurement of microclimatic parameters in Japage (carried out from 2007 to 2009) proved temperature inversion during the warm part of the year (Fig. 2). The relative air humidity is higher at the bottom, and lower towards the margins of the doline's rim (Tab. 1). During the vegetation period in 2007 and 2008, the flora of Japage doline was also researched. Plants growing at various depths and expositions were registered, and a part of them was recorded in the profiles N-S and E-W (Fig. 5). The listed plants underwent the analysis of ecological indicator values and life forms. Altogether 59 plant taxa were registered (Tab. 2). Seventeen of them, i.e. 29% of the total number of the recorded taxa is protected by the Nature Protection Act, and three are listed in the Red Book of Vascular Flora of Croatia as near threatened (NT). The life form analysis showed the predominance of hemicryptophytes and geophytes, corresponding to the moderate climate zone Japage belongs to. Ferns were the predominant species, particularly in the lower part of the doline and at its bottom, which has less sunlight and higher air humidity and soil moisture compared to the doline's upper marginal parts (Fig. 6). Based on the analysis of ecological indicator values of the doline's floristic composition (Fig. 7), we came to the conclusion that the soil in Japage is moderately moist, mostly low acidic to alkaline. It is a shadowy habitat predominated by widespread plants that can grow in colline, mountainous and sub-alpine areas.

Key words: Žumberak, Japage, flora, ecological indicator values, microclimate, geomorphology