

Utjecaj geološkoga hazarda na razvoj turizma na području Kvarnera (sjeveroistočni jadransko more)

Čedomir Benac, Rade Knežević

U radu se analizira utjecaj prirodnoga hazarda na ranjivost prostora te se procjenjuje stupanj mogućeg rizika na području Kvarnera kao jednoj od najvažnijih turističkih regija Republike Hrvatske. Sjeverni dio Kvarnera nalazi se na seizmotektonski aktivnom području, gdje su se već događali razorni potresi, pa se može očekivati da će se i ponoviti, iako se ne može prognozirati kada, gdje i s kojim intenzitetom. Posebnu pozornost valja posvetiti pojavama različitih tipova hazarda prouzročenih klimatskim promjenama, koje se već događaju, a procjenjuje se i njihovo ubrzanje na širem području, pa i na Kvarneru. Očekivani primarni učinci klimatskih promjena bit će podizanje razine mora te povećana žestina i učestalost olujnih nevremena. Te se pojave mogu pojaviti samostalno ili u međusobnoj interakciji s mogućnošću povećavanja rizika.

Ključne riječi: geološki hazard, seizmotektonika, klimatske promjene, turizam, Kvarner

The Influence of Geological Hazard on Turistic Development in the Kvarner Area (Northeastern Adriatic Sea)

This paper analyses the impact of natural hazards on spatial vulnerability, and seeks to assess the degree of potential risk from natural hazards to the Kvarner area, one of most important tourist region of the Republic of Croatia. The northern parts of the Kvarner area are located in a seismotectonically active area, in which destructive earthquakes have struck in the past and can be expected to strike again, although it is impossible to predict when, where and with what intensity. Special attention is focused on various types of hazards brought about by climate change that are taking place today and are estimated to accelerate throughout the broader region, the Kvarner area included. The expected primary effects of climate change will be seen in rising sea levels and in the increased intensity and frequency of stormy weather. Such phenomena may occur independently or may interact resulting in higher risk.

Key words: geological hazard, seismotectonic, climate change, tourism, Kvarner

UVOD

Prirodne katastrofe oduvijek su bile velika opasnost za ljude i njihova materijalna dobra. Dok ih je nekada izazivala isključivo evolucija Zemlje, danas na te elementarne nepogode utječe i ljudska aktivnost. Elementarne nepogode odnose sa sobom mnoge ljudske živote i pričinjaju veliku materijalnu štetu, a njihova se učestalost u globalnim razmjerima povećava (McGuire, 2005; Smith and Petley, 2008). Stoga je važna procjena hazarda prouzročenih prirodnim silama te rizika od materijalnih šteta prouzročenog njima.

Prirodni hazardi dijele se na dvije velike skupine: geološki hazard (seizmička aktivnost, vulkanske erupcije, ekstremno veliki valovi, odroni i klizišta, poplave i slijeganja terena) te atmosferski hazard (tornada, olujna nevremena i meteotsunami). Prirodni hazardi nisu jednokratni događaji, već se najčešće ponavljaju u nepravilnim vremenskim razmacima, s različitim intenzitetom. Katastrofalni događaji nisu česti, pa njihov utjecaj ne mora biti značajan unutar nekog razdoblja. Događaji manje magnitude mnogo su češći, stoga njihov akumulirani efekt može biti značajan (Bryant, 2005).

Rizik je očekivani stupanj štete kod pojavljivanja hazarda u odnosu na gubitak ljudskih života i imovine, kao i štetan utjecaj na okoliš. Rizik uključuje kvantifikaciju vjerojatnosti događaja nekog oblika hazarda koji može imati štetne posljedice. Ranjivost je stupanj gubitaka određenih elemenata ili grupe elemenata od rizika pojave prirodnih fenomena određene magnitude. Ranjivost je izražena na ljestvici od 0 (nema štete) do 1 (potpuna šteta ili gubitak).



Sl. 1. Pregledna geografska karta Kvarnera: brojevi pokazuju lokacije fotografija (vidi: sl. 2 do sl. 7)

Fig. 1 Generalized geographic map of the Kvarner area: the numbers show a locations of photos (see: fig. 2 to fig. 7)

Procjena geološkoga hazarda i stupnja rizika izazvanog njime, kao i prirodnoga hazarda i upravljanje rizikom opća je, konkretna i aktualna potreba društva, posebno izražena na ranjivim područjima kao što je Kvarner. Na području sjevernog Jadrana u bliskoj budućnosti očekuje se češća pojava ekstremnih klimatskih događaja praćenih izrazito visokim razinama mora i olujnim nevremenima. Zato se, uza stalno izraženu seizmotektonsku aktivnost te povećani antropogeni utjecaj, može očekivati povećani stupanj rizika, posebno u zonama veće ranjivosti, koje treba jasno odrediti i trajno opažati (Pine, 2009).

Kvarner je jedna od najvažnijih turističkih regija Republike Hrvatske (sl. 1). Dosadašnji pristup upravljanju geološkim i klimatskim hazardom na području Kvarnera izrazito je parcijalan i stoga vjerojatno nije ni učinkovit. Upravna tijela imaju nepouzdanu podlogu za gospodarenje prostorom u smislu zaštite okoliša i održivog razvoja. U skladu sa svjetskim znanstvenim

trendovima cilj ovog rada jest stvaranje učinkovite i ekonomične, znanstveno utemeljene metodologije upravljanja prirodnim hazardom.

Budući da je procjena prirodnoga hazarda i rizika znanstvena disciplina koja tek doživljava svoj zamah, u domaćoj literaturi relativno je malo radova iz tog područja. Osim znanstvenih radova regionalnoga karaktera (Nicholls and Hoozemans, 1996; Gams et al., 1997; Bolle, 2003; Stiros, 2009; Llasat, 2009) geološkim hazardom i ranjivošću obalne zone Kvarnera bavili su se Benac i dr., (2006) i Juračić et al., (2009).

POTRESI

Jadranska zona Hrvatske, pa tako i područje Kvarnera imaju izraženu seizmotektonsku aktivnost. Razlog je nadiranje jadranske mikroploče prema sjeveru i njeno podvlačenje pod Dinaride (Stiros, 2009; Tomljenović et al., 2010). Najveća je seizmotektonska aktivnost u zoni prosječne širine 30 km koja se proteže od Klane preko Rijeke i Vinodola, a obuhvaća i sjeveroistočni dio otoka Krka (Prelogović i dr., 1995; Prelogović et al., 1998, Herak et al., 1996). Osnovna značajka seizmičnosti jest pojava većeg broja relativno slabijih potresa u seizmički aktivnim razdobljima. Hipocentri, odnosno žarišta potresa nalaze se na dubini od svega 2 do 30 km, što je relativno plitko. Zato su potresi lokalni i obično ne zahvaćaju šire područje. Epicentralna su područja u Klani, samoj Rijeci, istočno od Omišlja i između Bribira i Grižana u Vinodolskoj dolini. Manja epicentralna zona nalazi se u dolini Kupe.

Dosad najjači potres na području Kvarnera dogodio se 1916. u zoni Bribir-Grižane. Imao je magnitudu $M = 5,8$ i intenzitet $7 - 8^\circ$ MCS (Biondić i dr., 1975). Prema novim saznanjima, najjači potresi mogu imati veću magnitudu. Seizmički valovi mogu do područja Rijeke također doći i iz dva susjedna epicentralna područja, furlanskog i ljubljanskog, gdje se mogu očekivati potresi većih magnituda (Herak et al., 1996).

Tsunamijski potresima zabilježeni su i na obalama Mediterana. Njihov je uzrok bila seizmička aktivnost, ali i vulkanske erupcije te ogromna podmorska klizanja prouzročena tim endogenetskim silama (Papadopoulos, 2009). Takvi fenomeni mogli bi uzrokovati velike štete turističkoj regiji europskog Mediterana, koja ostvaruje oko 37% svjetskoga turističkog prometa. Numeričke analize moguće pojave tsunamija provedene su na temelju potresa čiji je epicentar bio 1979. godine u Jadranskom podmorju uz crnogorsku obalu. Rezultati su pokazali vrlo male visine valova na prostoru sjeveroistočnog Jadrana (Orlić, 1984, 2005).

UTJECAJ MORA

Instrumentalni podaci upućuju na rast morske razine u centralnome Mediteranu od sredine 19. stoljeća (Lambeck et al., 2005; Vilibić, 2006). Recentni glacioeustatički rast jest $1,26$ mm/god. (Pirazzoli, 1996). Porast razine mora registriran je i na hrvatskoj obali Jadranskog mora (Orlić i Pasarić, 2000; Pasarić i Orlić, 2001). Predviđa se da će morska razina porasti na cijelome Mediteranu (Lambeck and Purcell, 2005), dok je prognoziran rast od 20 do 60 cm za obale Italije do kraja 21. stoljeća (Antonionioli and Silenzi, 2007). To će prouzročiti češće pojave ekstremno visokih razina mora (acqua alta) (Benac i dr., 2007).

Na području Kvarnera prevladavaju slabi i umjereni vjetrovi s čestim razdobljima tišine, dok su olujni vjetrovi brzine veće od 30 m/s rijetki i kratkotrajni. Rab (26,5) i Omišalj (12,8) mjesta su s najvećim brojem dana s olujnim vjetrovima, a Cres (1,1), Mali Lošinj (1,1) i Crikvenica (1,7) najmanjim (Penzar i dr., 2001). U relativno zatvorenim akvatorijima Kvarnera privjetrišta su kraća u odnosu na otvoreni dio Jadranskog mora i stoga valovi imaju manje visine pri istoj brzini vjetra u odnosu na otvoreni dio Jadranskog mora. Iako sjeveroistočni vjetar bura ima najveću učestalost i doseže najveću brzinu, vjetrovi koji pušu iz južnoga kvadranta, poglavito jugo, generiraju najviše valove. Zbog olujnog juga brzine 20 m/s mogu nastati valovi visine do pet metara na otvorenoj zapadnoj strani Cresko-lošinjskog arhipelaga (Tabain, 1997; Leder et al., 1998). Mjerenja su pokazala povećanje učestalosti vjetrova iz južnoga kvadranta tijekom posljednjih desetljeća na području Jadranskog mora (Pirazzoli, 1996).

Pokazalo se da je zbog olujnih vjetrova posebice iz južnih smjerova bilo znatnih šteta u obalnim zonama. Zbog uzajamnog djelovanja visoke razine mora i velikih valova 1. prosinca 2008. na mareografu u Bakru zabilježena je najviša razina mora od 117 cm iznad srednje razine. Štete su bile mnogobrojne i relativno velike, iako vjetrovi iz južnih smjerova nisu bili posebno jaki. Razlog je što su valovi doprli do mjesta do kojih dotad nisu mogli doprijeti (sl. 2).



Sl. 2. Odroni na obali kod naselja Stara Baška
Fig. 2 Rockfalls on the coast near Stara Baška settlement



Sl. 3. Razoreno tijelo žala kod Novog Vinodolskog
Fig. 3 Destroyed beach body near Novi Vinodolski

Budući da je veći dio obala Kvarnera hridinast i teško pristupačan, i lokacija pogodnih za kupališta ima malo (Benac i dr., 2007). Zbog težnje da se dobiju nove površine obale se često nasipavaju šljunčanim materijalom bez stručne pripreme ili je pak ona nedostatna jer prije projektiranja nisu obavljena oceanografska mjerenja. Takova umjetna žala najčešće su hidrodinamički nestabilna, pa su česti primjeri njihove djelomične erozije ili čak potpunog razaranja nakon oluja praćenih velikim valovima iz odgovarajućih smjerova (sl. 3).

Posljedica je ne samo ekonomska već i ekološka šteta. Jedan od značajnih novijih primjera jest lokacija novoizgrađenog žala na kupalištu uz bazenski kompleks na lokaciji Kantrida u Rijeci. Tijelo žala bilo je potpuno razoreno, a procijenjena šteta bila je višemilijunska.

Na području Jadranskog mora zabilježene su i izrazito nagle promjene morske razine zbog meteotsunamija (Penzar i dr., 2001). Tada u nekim zaljevima može doći do ekstremne plime i plavljenja nižih dijelova naselja te velikih materijalnih šteta. To se dogodilo u luci Malog Lošinja 15. kolovoza 2005. a ponovilo se 24. prosinca 2010., pri čemu su poplavljeni obala te prizemni dijelovi okolnih zgrada (sl. 4).



Sl. 4. Poplava luke u Malom Lošinj 24.12.2010. (foto: M. Basta)

Fig. 4 *Flash flood in the harbour of Mali Lošinj: 24.12.2010. (photo: M. Basta)*

BUJICE I URBANE POPLAVE

Globalne klimatske promjene popraćene su na prostoru sjeveroistočnog Jadrana izraženim porastom prosječne temperature zraka, promjenom godišnje raspodjele i povećanjem dnevnih količina padalina te produženjem sušnih razdoblja u toplijem dijelu godine (DHMZ, 2009). Klimatska je značajka jadranskog pojasa Republike Hrvatske ekstremno velika količina padalina u vrlo kratkom razdoblju (Šegota i Filipčić, 1996; Penzar i dr., 2001; DHMZ, 2009). Čini se da je posljednjih godina sve učestalija pojava više od 100 mm kiše u 24 sata, odnosno više od 50 mm u jednom satu. Posljedica toga dvije su pojave: bujični tokovi i poplave u urbanim sredinama.

Bujice se događaju naglo, za razliku od poplava nizinskih rijeka. Posebice su opasne zbog velike brzine vode, koja pritom može nositi velike količine kamenih blokova, granja i otpadnog materijala i tako prouzročiti izrazito velike štete, pa čak i ljudske žrtve. Povremeno se pojavljuju i u koritima koja mogu desetljećima biti suha. Ušća bujica u more najčešće su oblikovana kao prirodno šljunkovita žala koja su posebice atraktivna kao kupališta (sl. 5). Takav tip kupališta rijedak je na području Kvarnera zbog geološke građe i morfoloških značajki obale (Benac i dr., 2007; Juračić et al., 2009). Stoga su žala bujičnog podrijetla često okosnica turističke ponude.



Sl. 5. Kupalište na kraju povremeno aktivnog bujičnog toka, Beli, otok Cres (foto: Ž. Gržančić)

Fig. 5 The bathing area on the end of active torrent stream: Beli settlement, the Island of Cres (photo: Ž. Gržančić)

Najizraženiji primjer katastrofalnog događaja prouzročene bujicom na području Kvarnera dogodio se 20. kolovoza 1989. Procjenjuje se da je u jednom danu palo oko 250 mm kiše, a protok Bašćanske suhe ričine bio je oko $100 \text{ m}^3/\text{s}$. Gotovo je potpuno uništen kamp u Baškoj, pri čemu su dvije osobe stradale (Rubinić, 2009) (sl. 6).

Štete od pojave bujica ranije su zabilježene i u Mošćeničkoj dragi i Medveji, koje se također nalaze na krajevima bujičnih tokova. Usto sve veća urbanizacija nekada pretežito ruralnih sredina može prouzročiti stvaranje bujičnih tokova velike erozijske snage na lokacijama gdje prije nisu uočene. Jedan od primjera jest područje Barbata na otoku Rabu (sl. 7).



Sl. 6. Naplavna ravnica bujice Vela ričina, Baška, otok Krk (foto: Ž. Gržančić)

Fig. 6 Alluvial fan of Vela Ričina torrent, Baška, the Island of Krk (photo: Ž. Gržančić)



Sl. 7. Recentni podmorski nanos bujice: Barbat otok Rab (ortofoto 1:5000)

Fig. 7 Recent submarine fan of torrent near Barbat settlement, the Island of Rab (ortho photo 1:5000)

Posljednjih godina na Jadranu je zabilježeno više naglih poplava (*flash flood*) u urbanim sredinama. Tako je u Velom Lošinj u učinjena velika materijalna šteta kada je 30. listopada 1995. pala velika količina padalina, prema procjeni oko 200 mm u 24 sata (Rubinić, 2009). Naime sustavi oborinske kanalizacije u naseljima nisu niti mogu biti dimenzionirani za prihvat tako velikih količina voda u vrlo kratkom razdoblju.

DISKUSIJA

Potresi su vrlo neredovita pojava, a za njih također nije moguće predvidjeti ni trendove učestalost. Ni u razdobljima pojačane seizmičke aktivnosti, čak ni uz upotrebu modernih karata seizmičkoga hazarda nije moguće predvidjeti koje će područje biti obuhvaćeno glavnim udarom, a koje naknadnim.

U Republici Hrvatskoj još su uvijek važeće zastarjele karte seizmičnosti, temeljene na procjeni vjerojatnosti maksimalnog intenziteta seizmičnosti za neko područje ili na procjeni intenziteta seizmičnosti u povratnom razdoblju od 50, 100 200 ili više godina (Čaušević, 2001). Zemlje Europske unije imaju karte hazarda koje se baziraju na vjerojatnosti pojave određenog ubrzanja a_g u tlu kod pojave potresa određenog intenziteta. Na tom se principu temelje i propisi o proračunu stabilnosti konstrukcija. Stoga ni procjena seizmičkoga hazarda, a ni rizika nije moguća prije izrade modernih karata (Čaušević, 2010).

Bez obzira na navedeno poznato je da potresi intenziteta VI° prema MSC ljestvici mogu prouzročiti manja oštećenja, a oni VII° već i znatna oštećenja na građevinama slabije otporne konstrukcije (Bell, 1999; Bryant, 2005).

No na području Kvarnera ne postoje sistematizirani podaci o starosti i tipu konstrukcija građevina turističke namjene, kao ni o naknadnim rekonstrukcijama. Stoga nije moguće procijeniti potencijalne štete kod pojave potresa određenog intenziteta. Usto valja napomenuti da se kod takvih događaja vrlo često pojavljuju i oštećenja na vodovodnim i kanalizacijskim cijevima te energetskim kabelima na mjestima smanjene stabilnosti terena. Kod potresa se mogu očekivati odroni i zatrpavanje prometnica ili oštećenja nasipa na cestama, čak i kod potresa manjih intenziteta koji neće prouzročiti ozbiljnija oštećenja na objektima visokogradnje.

Znatno bi veći problem bio stradavanje i posljedice stradavanja turista. Procjene se temelje na činjenici da u strukturi noćenja sjeveroistočnog Jadrana, prema geografskom porijeklu, sudjeluje oko 70% turista iz prostora srednje i sjeverne Europe, gdje u posljednjem stoljeću nisu zabilježeni razorni potresi (Institut za turizam, 2010). U tim je državama rizik od seizmičkoga hazarda nizak, pa je i lošija educiranost turista o tome što treba učiniti i kako se ponašati u takvim slučajevima. Budući da se smatra da će visina valova generirana seizmičkom aktivnošću biti mala na području sjevernog Jadrana (Orlić, 1984, 2005), to je za procjenu rizika, a stoga i za turističko gospodarstvo važan podatak.

Posve je izvjesno da se povećava prirodni hazard zbog klimatskih promjena vezanih uz podizanje razine mora i češću pojavu olujnih nevremena praćenih padalinama ekstremnih satnih intenziteta.

Obale na području Kvarnera ugrožene su zbog djelovanja prirodnih i antropogenih čimbenika, koji mogu djelovati svaki za sebe ili u kombinaciji. Kod toga su posebno ugrožena prirodna žala. Analiza ekstremno visokih razina mora (*acqua alta*) na primjeru mareografa u Bakru pokazuje vjerojatnost znatno češćih plavljenja niskih i zaravnjenih predjela obale u odnosu na današnje stanje (Benac i dr., 2007). Zbog sve učestalijih ekstremnih padalina posljedica toga dvije su pojave: bujični tokovi i poplave u urbanim sredinama. Jedno od područja potencijalno visokog rizika jesu hoteli, a posebice kampovi smješteni na naplavnim ravninama bujičnih vodotoka, kao što je područje Mošćeničke Drage i Medveje na Liburnijskoj rivijeri ili Baške na otoku Krku.

Također treba napomenuti da je područje Mediterana zbog klimatskih prilika i kserofitnog tipa vegetacije jako izloženo šumskim požarima (Lloret et al., 2009). Zbog povećanja sušnosti i smanjene vlažnosti uvjeti za nastanak šumskih požara znatno su porasli. Dugoročno, zatopljenje može utjecati na rast indeksa opasnosti od požara tako da će se širiti utjecaji Csa (sredozemne s vrućim ljetom) klime kao i zarastanje kamenjarskih pašnjaka. Vjerojatnost požara tipa efekt dimnjaka (*blow up*) velika je jer za njegov nastanak postoje povoljni topografski uvjeti (Domingos, 2008).

Svake godine bilježi se oko tristo požara na području Jadrana, čija su posljedice višeznačne i teško otklonjive (Vučetić, V. i Vučetić, M., 2010). Primjer učinjene velike štete na području Kvarnera jest požar na Učki koji se proširio od Sisola prema Plominu sredinom kolovoza 2003.

Na području Kvarnera snijeg rijetko pada i kratko se zadržava. Iznimka su ekstremna razdoblja kao što je bila zima 1984./85., kad je ukupno bilo osamnaest dana sa snježnim prekrivačem, te 1976. godina, kada je izmjerena visina snijega od 52 centimetra (Knežević, 2005). Obilan snijeg najviše šteti zimzelenoj mediteranskoj i suptropskoj termofilnoj vegetaciji, pa su nakon takvih događaja zabilježene velike štete, posebice u parkovima.

ZAKLJUČAK

Ranjivost turističke djelatnosti na navedene očekivane tipove prirodnoga hazarda posebice je velika zbog niza poznatih razloga. Uz ekonomski efekt važan je i psihološki, odnosno osjetljivost potencijalnih korisnika na izbor mjesta za odmor. Osim primarnih efekata koji se mogu poistovjetiti s izravnim materijalnim štetama, sekundarni i tercijarni efekti potencijalnih rizika takva tipa mogu se samo procijeniti zbog smanjenja kvalitete turističke ponude, a možda i gubitka dijela turističkog tržišta.

Procjena geološkoga hazarda i stupnja rizika te upravljanje njima opća je, konkretna i aktualna potreba društva, posebno izražena na ranjivim područjima kao što je Kvarner. To je jedno od najvažnijih turističkih područja u Republici Hrvatskoj, a poznato je u kojoj je mjeri turistička djelatnost osjetljiva na prirodne katastrofe. Na području sjevernog Jadrana u bliskoj budućnosti očekuju se češći ekstremni klimatski događaji i visoke razine mora. Zato se, uza stalno izraženu seizmotektonsku aktivnost te povećani antropogeni utjecaj, može očekivati povećani stupanj rizika, posebno u zonama veće ranjivosti, koje treba jasno odrediti i trajno opažati. Dosadašnji pristup upravljanju prirodnim hazardom na području Kvarnera izrazito je parcijalan i stoga nedovoljno učinkovit. Jedan je od temeljnih nedostataka što upravna tijela nemaju pouzdane podloge za gospodarenje prostorom u smislu zaštite okoliša i održivog razvoja. U skladu sa svjetskim znanstvenim trendovima nužno je stvaranje učinkovite i ekonomične, znanstveno utemeljene metodologije upravljanja prirodnim hazardom i rizikom.

Uvođenjem regulatornih mjera razina potencijalnog rizika može biti umanjena i posljedice katastrofalnih događaja ublažene. Dosljedno tomu, određene mjere zaštite trebale bi biti uključene u procese prostornog planiranja jer prirodni hazardi mogu biti prepreka ekonomskom razvoju. Mjere umanjivanja od rizika prouzročеног prirodnim katastrofama trebaju biti kratkoročne (planovi spašavanja i evakuacije) i dugoročne (propisi i zakoni u

području građenja, mikrozoniranja na temelju određenog tipa hazarda, kontrola upotrebe prostora, osiguranje od mogućih šteta, porezne mjere i sl.). Analiza posljedica prirodnih katastrofa pokazala je da su ispravno planiranje i dosljedna provedba tih mjera bitno utjecali na smanjenje ljudskih žrtava i materijalne štete, za razliku od slučajeva gdje se to nije provelo.

Jedinice lokalne samouprave na području Kvarnera provode samo kratkoročne mjere. Obecavajuća je činjenica da će se u Cjelovitoj izmjeni i dopuni Prostornog plana Primorsko-goranske županije, čija je izrada u tijeku, posebna pozornost posvetiti upravo procjeni prirodnih hazarda te mjerama za izbjegavanje i umanjevanje mogućih rizika.

LITERATURA

- Antonoli, F., Silenzi, S., 2007: Variazioni relative del livello del mare e vulnerabilità delle pianure costiere italiane (The sea-level variations and vulnerability of Italian coastal lowlands), *Quaderni della Società geologica Italiana* 2, 1-29.
- Bell, F. G., 1999: *Geological Hazards: Their Assessment, Avoidance and Mitigation*, E& FN SPON, London-New York, 530.
- Benac, Č., Ružić, I., Žic, E., 2006: Ranjivost obala u području Kvarnera, *Pomorski zbornik* 44, 201-214.
- Biondić, B., Cvijanović, D., Skoko, D., Vulić, Ž., 1975: Seizmotektonska karta područja Rijeke, u: *Zbornik radova Jugoslavenskog simpozija o seizmičkoj mikrorajonizaciji*, 19, Plitvička Jezera, 1-5.
- Bolle, H.-J., 2003: Climate Variability, and Impact in the Mediterranean Area: an Overview, u: *Mediterranean Climate: Variability and Trends* (ur. Bolle, H.-J.), Springer, Berlin-Heidelberg-New York, 5-81.
- Bryant, E., 2005: *Natural hazard*, Cambridge University Press, New York, 312.
- Čaušević, M., 2001: *Potresno inženjerstvo*, Školska knjiga, Zagreb, 235.
- Čaušević, M., 2001: *Dinamika konstrukcija*, Tehnička knjiga, Zagreb, 626.
- Državni hidrometeorološki zavod (DHMZ), 2009: http://klima.hr/ocjene_arhiva.html (10. 11. 2010.).
- Gams, I., Bognar, A., Lazarević, R., 1997: Former Yugoslavia, u: *Geomorphological hazard of Europe* (ur. C. Embleton and C. Embleton-Hamann), Elsevier, Amsterdam-Lausanne-New York-Oxford,-Shannon-Tokyo, 487-500.
- Herak, M., Herak, D., Markušić, S., 1996: Revision of the earthquake catalogue and seismicity of Croatia, 1902-1992., *Terra Nova* 8, 86-94.
- Institut za turizam, 2010: Stavovi i potrošnja turista u Hrvatskoj, Zagreb, 1-7.
- Juračić, M., Benac, Č., Pikelj, K., Ilić, S., 2009: Comparison of the vulnerability of limestone (karst) and siliclastic coasts (example from the Kvarner area, NE Adriatic, Croatia), *Geomorphology* 107 (1-2), 90-99.
- Knežević, R., 2005: Održivi razvoj turizma u destinacijama koje ugrožavaju prirodne nepogode, u: *Održivi razvoj turizma* (ur. Vujić, V.), Fakultet za turistički i hotelski menadžment, Opatija, 44-57.
- Lambeck, K., Antonoli, F., Purcell, A., Silenzi, S., 2004: Sea-level change along the Italian coast for the past 10,000 yr., *Quaternary Science Reviews* 23, 1567-1598.
- Lambeck, K., Purcell, A., 2005: Sea-level change in the Mediterranean Sea since the LGM: model predictions for tectonically stable areas, *Quat. Sci. Rev.* 24, 1969-1988.
- Lloret, F., Pinol, J., Castellnou, M., 2009: Wildfires, u: *The Physical Geography of the Mediterranean* (ur. J. C. Woodward), Oxford University Press, Oxford, 541-558.

- Leder, N., Smirčić, A., Vilibić, I., 1998: Extreme values of surface wave heights in the Northern Adriatic, *Geofizika* 15, str. 1-13.
- Llasat, M. C., 2009: High magnitude storms and floods, u: *Physical Geography of the Mediterranean* (ur. Woodward, J. C.), Oxford Univ. Press, Oxford, 513-540.
- McGuire, B., 2005: *Global Catastrophes: A Very Short Introduction*, Oxford University Press, Oxford-New York, 132.
- Nicholls, R. J., Hoozemans, F. M. J., 1996: The Mediterranean: vulnerability to coastal implications of climate change, *Ocean and Coastal Management* 31, 105-132.
- Orlić, M., Pasarić, M., 2000: Sea-level changes and crustal movements recorded along the east Adriatic coast. *Nuovo Cimento della Societa Italiana di Fisica C, Geophysics and Space Physics* 23/4, 351-364.
- Orlić, M., 2005: Samo je Sjeverni Jadran zaštićen od razornih tsunamija, www.nacional.hr/.../samo-je-sjeverni-jadran-zasticen-od-razornih-tsu... (5. 12. 2010.).
- Papadopoulos, A., 2009: Tsunamis, u: *The Physical Geography of the Mediterranean* (ur. Woodward, J. C.), Oxford University Press, Oxford, 493-512.
- Pasarić, M., Orlić, M., 2001: Long-term meteorological preconditioning of the North Adriatic coastal floods, *Continental Shelf Research* 21, 263-278.
- Penzar, B., Penzar, I., Orlić, M., 2001: *Vrijeme i klima hrvatskog Jadrana*, Biblioteka Geographia Croatica, knjiga 16, Dr. Feletar, Zagreb, 258.
- Pine, J. C., 2009: *Natural Hazard Analysis: Reducing the Impact of Disasters*, CRC Press, Boca Raton-London-New-York, 285.
- Pirazzoli, P. A., 1996: *Sea Level Changes, The Last 20 000 Years*, Wiley, Chichester, New York, 211.
- Prelogović, E., Kuk, V., Jamičić, D., Aljinović, B., Marić, K., 1995: Seizmotektonska aktivnost Kvarnerskog područja, u: *Zbornik radova, 1. Hrvatskog geološkog kongresa, Opatija, 1995., 2, Zagreb, 487-490.*
- Prelogović, E., Kuk, V., Buljan, R., 1998: The structural fabric and seismotectonic activity of northern Velebit: some new observations, *Rudarsko-geološko-naftni zbornik* 10, 39-42.
- Rubinić, J., 2009: usmeno izlaganje, Sveučilište u Rijeci, Građevinski fakultet, Rijeka.
- Smith, K., Petley, D. N., 2008: *Environmental Hazards, Assessing risk and reducing disaster*, Routledge, 5th ed., London-New York, 377.
- Šegota, T., Filipčić, A., 1996: *Klimatologija za geografje*, 3. izdanje, Školska knjiga, Zagreb, 470.
- Tabain, T., 1997: Standard wind wave spectrum for the Adriatic Sea revised (1977-1997), *Brodogradnja* 45, 303-313.
- Tomljenović, B., Herak, M., Herak, D., Kralj, K., Matoš, B., 2010: New data on seismotectonic activity in Croatia, u: Horvat, M.: *Knjiga sažetaka 4. Hrvatskog geološkog kongresa, Šibenik, listopad 2010.*, Hrvatski geološki institut, Zagreb, 157-158.
- Vilibić, I., 2006: *Seasonal sea level variations in the Adriatic*, Institute of Oceanography and Fisheries, Split, 141-158.
- Vučetić, V., Vučetić, M., 2010: *Pomoć meteorologije u prognozi opasnosti požara raslinja*, Državni hidrometeorološki zavod, www.meteohmd.hr (10. 11. 2010.).

Primljeno (Received): 10 - 01 - 2011

Prihvaćeno (Prihvaćeno): 15 - 11 2011

Dr. sc. **Čedomir Benac**
Sveučilište u Rijeci
Građevinski fakultet
Viktora Cara Emina 5, 51 000 Rijeka
benac@gradri.hr

Dr. sc. **Rade Knežević**
Sveučilište u Rijeci
Fakultet za menadžment i turizam
Primorska 42, 51 410 Opatija
radek@fthm.hr

