

DRAGUTIN ŠIKIĆ, ANTUN MAGDALENIĆ,
ZELJKO BABIĆ i BORIS RALJEVIĆ

ZAPAZANJA O POTRESU U DALMACIJI I HERCEGOVINI

S 11 slika na 4 table i 1 kartom u prilogu

Tokom siječnja 1962. osjetio se u području Dalmacije i Hercegovine niz potresa. Potresi nisu izazvali nikakve značajnije geološke ili hidrogeološke promjene. Potresima su prouzročena znatna oštećenja građevinskih objekata, a izazvana su trešnjom, odronjavanjem stijena i klizanjem tla. Građevinski objekti su se različito ponašali obzirom na udaljenost od tektonskih linija, tlo na kom je izvedena građevina i način građenja.

Tokom siječnja 1962. osjetio se u području Dalmacije i Hercegovine niz potresa, koji su prouzročili znatne materijalne štete. Zabilježena su tri jača potresa i to 7. I u 11^h 03^m, 11. I u 06^h 05^m i 21. I u 03^h i 51^m, te uz njih veći broj malih potresa i tutnjava. Glavni potres bio je 11. I.

Jače potrešeno područje obuhvaća prostor između Makarske, Imotskog i Čapljine do Ploča, te obalni pojas do Dubrovnika s poluotokom Pelješcom i otocima Hvarom, Korčulom i Lastovom. Potres se osjetio još u širem području, ali znatno slabije. Najviše je stradalo obalno područje od Podgore do Ploča obuhvaćajući Opuzen i Metković. Potres je postepeno slabio prema Imotskom, Dubrovniku i Lastovu.

Potresi su se osjetili kao pojava mehaničke trešnje i podrhtavanja tla i kao akustična pojava podzemne tutnjave. Potresom je prouzročeno odronjavanje stijena, kretanje odronjenih stijena, te rastresivanja i klizanja tla. Nisu zapažene nikakve primarne geološke ili hidrogeološke promjene, o čemu smo se uvjerali obilazeći sve značajnije točke potresa i razgovarajući sa stanovništvom čitavog jače potrešenog kraja.

I

Potresima zahvaćeno područje izgrađuju naslage mezozoika, tercijara i kvartara.

Trijaski dolomiti su sastavni dio građe sjeverne okolice Dubrovnika i zapadno od njega. R. Radoičić (1958) spominje trijasku dolomitu

okolice Ploča. Jursko-kredni sedimenti predstavljeni su vapnencima i dolomitima, kojih je najviše gronjokrednih. Donjokredni vapnenci i jurski vapnenci i dolomiti nalaze se uglavnom u području uz more, počevši istočno od Mosora do Dubrovnika, zajedno s gornjokrednim vapnencima i dolomitima, koji se uz to prostiru i u čitavom ostalom području. Stariji paleogenski sedimenti su zastupani liburnijskim i foraminiferskim vapnencima i flišom. Fliš se sastoji od lapora i pješčenjaka i u podređenoj ulozi konglomerata, breča i vapnenaca. Starije paleogene naslage čine sastavni dio građe jugozapadnih padina gorskih nizova kako na kopnu tako i na otocima. Pojave paleogena se podudaraju s rasporedom tektonskih linija ovoga područja. Oligomiocenski lapori, pješčenjaci i konglomerati javljaju se lokalno u istočnom dijelu Imotskog polja i oko Mostara.

Značajniju ulogu imaju kvartarni sedimenti. Oni su različiti genetski i smještajem. Jezerski sedimenti sastoje se od sitnih pijesaka i vapnenog mulja taloženih unutar krških polja. Fluvioglacialni konglomerati i breče grade terase gornjeg toka Neretve, od Mostara prema Čapljini. Rječni mulj, pijesak i šljunak ispunjavaju doline donjeg toka Neretve, a nalazimo ih i istaložene preko fluvioglacialnih sedimenata okolice Čapljine. Uz obalu kod Makarske, Podgore, Drvenika, Vale, Zaostroga i Gradca potoci i bujice su nanесли znatne količine miješanog kršja, valutica, zemlje i lapornog mulja. Siparišta i kršje prekrivaju strme padine gorskih grebena, koji u obalnom području sežu i do mora. Uz obalu su sipari često vezani u breče. Na siparišnom materijalu izgrađen je veliki dio naselja obalnog područja. Krupniji vapneni blokovi i komadi također se nađu na strmim padinama, kako u obalnom području, tako i u unutrašnjosti. Crvenica i crna zemlja nemaju većeg značenja, što se ne odnosi na rastresiti pokrov sive zemlje, kojeg redovito nalazimo na flišu.

II

Potresno područje nalazi se unutar pojava trijaskih sedimenata. U područjima s naslagama starijim od jurskih vapnenaca i dolomita potres se mnogo slabije odrazio. Stoga se može izdvojiti mlađi mezozojsko-tercijarni bazen sa svojim obilježjima. Unutar čitavog bazena izmjenjuju se naslage mlađih mezozojskih vapnenaca i dolomita sa paleogenim vapnenim i klastičnim sedimentima. Time se odjeljuju manja, uža, međusobno paralelna područja s dinarskim pružanjem, kao dijelovi većeg strukturnog sklopa. Ustvari, odjeljuju se ljuške čitave tektonske cjeline potresnog područja. Rasjedni i navlačni kontakti skoro su svi smješteni na granicama mezozojskih vapnenaca i dolomita s naslagama paleogena. Glavne rasjedne i navlačne dislokacije prati niz manjih rasjeda. Oni se međusobno odvajaju, spajaju i paralelno prate. Tako se svaka ljuška dijeli u manje ljuške s podređenom ulogom.

Obalna tektonska linija prolazi južnom stranom grebena Mosora, Biokova i Rilića granajući se prema Pasičini i Gradcu, a spajajući se dalje od Neuma prema Dubrovniku.

Vrgoračka tektonska linija brazdi od Dugopolja i Dolca (sjeverno od Mosora), južnim padinama Miovine, Šibenika i Matokita preko Vrgorca i Prologa k Metkoviću. Jedan njen manji krak odvaja se preko Debelog brda i Prudske drage.

Klobučka tektonska linija ide južnim obodom Imotskog polja preko Drinovca, Klobuka, Vitine i Ljubuškog dalje od Čapljine.

Imočanska tektonska linija brazdi sjevernim obodom Imotskog polja preko Grude i Bekije prema Neretvi, sjeverno od Čapljine.

Tektonske linije na otocima i poluotoku Pelješcu obilježene su na kopnu ili se pružaju pod morem.

Tektonska zbivanja odvijala su se u nekoliko navrata. Laramijska faza dovodi do izdizanja prvih kopnenih površina. Ilirska faza (odnosno podfaza) formira početne tektonske oblike današnjih struktura. Pirenejskom fazom stvorene su današnje strukture. Savska faza dovela je do izvjesnih spuštanja i stvaranja oligomiocenskih jezera. Cvijić (1924) spominje pliocenska kretanja, vezana za pliocenske terase Neretve.

U mlađem geološkom razdoblju (kvartar) nailazimo na nekoliko pojava koje indiciraju tektonske pokrete.

Zapadno i istočno od Makarske na padinama prema moru, javljaju se uslojene kvartarne breče. One su diskordantne prema starijim eocenskim naslagama i nagnute prema sjevero-istoku do 12°. Radi se o pokretima prije stvaranja breča (Soest, 1941), ali i pokretima nakon njihovog stvaranja.

Dolina Neretve pokazuje pokrete uzdizanja u gornjem toku i spuštanja u donjem toku. U prvom dijelu pokreta spuštanjem donjeg toka dolazi do taloženja fluvioglacijalnih naslaga i stvaranja fluvioglacijalnih terasa. Kod daljnjeg spuštanja donjeg toka, Neretva se usijeca u fluvioglacijalne terase gornjeg toka i zasipa nanosima fluvioglacijalne terase donjeg toka (Cvijić, 1924).

Jača tektonska kretanja bila su u obalnom području. Ovdje se u kontaktu s eocenskim flišom uz kredne nalaze jurske i dijelom trijaskе naslage. Jača navlačenja zapažena su kod Podgore, Zaostroga i Gradca, gdje nalazimo i navlačke kao zaostatke nekadašnjeg pokrova. Slično je kod Dubrovnika, ali bez navlačaka (Petković, 1935). Poznato je navlačenje krednih vapnenaca Klobuka kod Vitine (Witt Puyt 1941).

III

Prema sakupljenim podacima sva značajnija potrešena i oštećena mjesta nalaze se uz i na opisanim dislokacijama. Podgora, Drašnice, Podace, Zaostrog, Pasičina, Opuzen i Ston su na obalnoj dislokaciji. Antonović, Kasaba (Zavojane), Vrgorac, Milošići i Metković su na Vrgoračkoj dislokaciji. Kameni Most, Runovići, Drinovci, Klobuk, Vitina i Ljubuški su na Klobučkoj, a Imotski na Imočanskoj. Obalni dio mjesta Podgora i Drašnica su nešto dalje od dislokacijske linije.

POSLJEDICE POTRESA U GEOLOŠKOM POGLEDU

U posljedice geološkog značenja, koje su izazvali potresi možemo ubrojiti velika odronjavanja kamenih blokova sa strmih padina i stvaranje novih sipara, pukotina u siparišnim brečama i pokrete tla, klizanja.

Odronjavanje kamenih blokova i pokreti tla su najupadljiviji efekti potresa u tim planinskim područjima.

Prilikom potresa došlo je do odronjavanja kamenih blokova sa strmih padina Biokova od Makarske do Gradca, zatim sa Miovijske, Matokita i Rilića. Manjih odvaljivanja (kamenih blokova) bilo je i na drugim mjestima.

Najveći odroni desili su se iznad Zaostroga i Brista. Kod Zaostroga je nastao novi sipar, a procijenjena količina materijala iznosi oko 120.000 m³. Veličina blokova je bila različita. Odronjeni materijal se kretao niz padinu i postepeno se usitnjavao. Pojedini komadi kotrljali su se sve do mora. Česti su bili blokovi od 10–20 m³, a najveći blok što smo ga izmjerili iznosio je oko 500 m³ kamena (kod Zaostroga).

Pukotine koje su primijećene na terenu nastale su u siparišnom materijalu. Takvih pukotina možemo vidjeti u Podgori, Drašnicama, Živogošću i Podacama. Na nekim mjestima se mogu pratiti po 100 i više metara. Pukotine u primarnim stijenama u vapnencima i eocenskom flišu nisu primijećene.

Potresima je poremećena stabilnost sipara i siparišnih breča, pa je došlo do lokalnih pokreta tla. Ta kretanja nisu većeg intenziteta, ali su ipak izazvala znatna razaranja na pojedinim građevinama. Na mnogim mjestima vide se tragovi kretanja i prije potresa.

Na hidrogeološkim pojavama, prema našim zapažanjima i prema iskazu mještana, nisu primijećene nikakve bitnije i trajnije promjene. Nije zapažena pojava novih izvora, ni smanjenje odnosno povećanje izdašnosti postojećih izvora. Navodno je na nekim izvorima poslije potresa istjecala mutna voda.

DJELOVANJE POTRESA NA GRAĐEVINE

Potresima je oštećen veći broj naselja, nastala su manja oštećenja na komunikacijama, a izvjesne štete pretrpjeli su vinogradi i maslinjaci.

Sva oštećenja možemo podijeliti u dvije grupe:

1. oštećenja nastala samim potresom (trešnjom)
2. oštećenja sekundarnog karaktera – od odronjavanja kamenja i klizanja tla.

Oštećenja nastala samim potresom su najbrojnija, ali ujedno i slabije izražena od onih sekundarnog karaktera, tj. odronjavanja kamenja i klizanja tla.

Prema prikupljenim podacima i promatranjima na terenu intenzitet oštećenja pojedinih objekata ovisi o mnogim faktorima. Najvažniji su:

1. udaljenost od epicentralnog područja,
2. geološka građa terena,
3. tektonski odnosi i morfološke prilike
4. način gradnje objekata.

Prema podacima Bureau Central International de Séismologie u Strasbourg u epicentri glavnih potresa nalaze se za 7. I u Podgori, za 11. I iznad Makarske i za 21. I na Biokovu iznad Podgore.

Blizina epicentra u Podgori, uz nepovoljnu geološku građu terena, osobito je došla do izražaja, te su pričinjene velike štete na pojedinim objektima. Međutim na ostalom području blizina epicentra nije imala toliki utjecaj kao drugi navedeni faktori.

Geološka građa terena i tektonske linije imaju veliki utjecaj na intenzitet razaranja objekata. Sva značajnije oštećena mjesta nalaze se na tektonskim linijama ili uz njih.

Pojedine vrste stijena su se različito vladale pri potresu, pa je i njihov utjecaj na stupanj razaranja različit. Sigurnost gradnje opada od čvrstih stijena – vapnenca, preko fliša do sipara i aluvijalnih nanosa.

Kao najpovoljnije podloge za gradnju pokazale su se čvrste stijene – vapnenci. Tu je intenzitet oštećenja, uz iste ostale uvjete, najmanji. Ovo se lijepo vidi na niz mjesta od Makarske do Metkovića i iza Biokova. Mjesto Drašnice je dijelom građeno na čvrstim stijenama (iznad ceste), a jednim dijelom na siparima. Kuće građene na vapnencima su manje oštećene. Slično je i u Metkoviću te Opuzenu, koji se dijelom nalaze na čvrstim stijenama, a jednim dijelom na nekonsolidiranom aluvijalnom nanosu Neretve.

Kao karakterističan primjer, kako geološki sastav terena utječe na intenzitet oštećenja građevina, možemo navesti i zaseoke u Zavojima. Kuće su građene pretežno na laporima koji je na površini rastrošeni, ili na vrlo tankom siparišnom pokrivaču, a manji broj na vapnencima. Oštećenja su znatna. U Kasabi je i jedna betonska kuća toliko raspucana da je napuštena. U zaseoku Čepo kuće na vapnencima su prošle s manjim oštećenjima dok su na laporima i siparima teško stradale, iako međusobna udaljenost iznosi svega stotinjak metara.

Sipari i siparišne breče su vrlo nepovoljne kao podloga za gradnju. Nalazimo ih na padinama od Makarske do Ploča, a u manjoj mjeri iza Biokova. Dijelom su vezani karbonatnim vezivom i crvenicom, a ima i dosta nevezanog materijala. Veličina odlomaka je različita. Koji puta su to čitavi blokovi vapnenca (Gradac).

To su nestabilni materijali i bez potresa, što je vidljivo na niz mjesta, u obliku slijeganja terena, stvaranja pukotina i odlamanja pojedinih partija sipara. Za vrijeme ovih potresa ti procesi su došli još jače do izražaja tako da su nastale nove pukotine i kretanja siparišnih materijala. Sva naselja, koja su građena na tim materijalima – doživjela su velika razaranja, a neka su potpuno uništena. To je pretežno dio naselja u primorskom području od Makarske do Ploča. Na ovom području su i površinske manifestacije potresa najviše došle do izražaja. Osobito je teško stradala Gornja Podgora, Drašnica uz obalu, Podaca (zaseok Mala i Selo) i Brist.

Velika oštećenja se vide na objektima, koji su izgrađeni na aluvijalnom nanosu, osobito ako je nivo podzemne vode visok. Na aluvijalnom nanosu je građen samostan u Zaostrugu, koji je znatno oštećen. Uz rijeku Neretvu su jače oštećena ona naselja koja se nalaze na nekonsolidiranom aluvijalnom nanosu.

Opisani tektonski odnosi uz pogodan raspored naslaga, morfološke uvjete i okršavanje uvjetovao je stvaranje slabo povezanih vapnenih blokova i manjih komada stijena na grebenima. Prilikom potresa došlo je do odvaljivanja tih blokova. Blokovi su pričinili mnogo štete na zgradama, putevima, vinogradima i maslinama. Skoro svi zaseoci od Makarske do Ploča koji se nalaze pod stijenama stradali su od odronjavanja kamenja, a neki su još uvijek ugroženi.

Na intenzitet oštećenja znatan utjecaj ima način gradnje i dubina temeljenja. Građevine čvrste betonske konstrukcije lakše su podnijele potrese. Veći dio kuća je građen iz kamenih blokova koji su međusobno slabo vezani, a uz to su neke građevine izrazito slabe i stare, te su stoga slabo izdržale trešnju.

Na putevima došlo je do oštećenja od odronjavanja većih blokova kamenja i manjim dijelom od slijeganja terena. Između Podgore i Drašnica, gdje cesta prolazi ispod strmih padina Biokova, oštećenja izazvana odronjavanjem kamenih blokova su najizrazitija. Kretanjem tla zahvaćen je dio ceste u zaseoku Letice u Podgori.

Neka naselja su skoro potpuno uništena ili ugrožena od odronjavanja kamenja i kretanja tla, pa će se morati premjestiti. Kod određivanja lokacija i izgradnje novih naselja mora se voditi računa o utjecaju navedenih faktora na intenzitet oštećenja, kako bi se smanjile štete kod eventualnih potresa u budućnosti.

Zavod za geologiju i paleontologiju
Tehničkog fakulteta, Zagreb,
Pierottijeva 6

Primljeno 7. 1. 1963.

LITERATURA

- Anić, D., Šikić, D. & Mamužić, P. (1955): Geološko kartiranje područja Podgora-Ploče-Metković. Arhiv Inst. za geol. istr., Zagreb.
- Cvijić, J. (1924): Geomorfologija I., Beograd.
- Montagne, D. G. (1941): Geologie und Paläontologie der Umgebung von Štatanovac, Dalmatien. Utrecht.
- Petković, K. (1985): Prilog poznavanju unutrašnje tektonske grade autohtonog terena u okolini Dubrovnika i njegov odnos prema navučenom delu. Geol. anali Balk. poluost., 13/2, Beograd.
- Radović, R. (1958): Rezultati mikropaleontološkog ispitivanja sedimenata sa područja Ploče-Gradec, Arhiv Zav. geol. istr., Beograd.
- Rutgers, A. Th. C. (1941): Geologische Karte des Südöstlichen Teiles des Biokovo und seines Hinterlandes, Dalmatien. Utrecht.
- Soest, J. (1941): Geologie und Paläontologie des Zentralen Biokovo, Dalmatien. Utrecht.
- Šikić, D., Mamužić, P., Milan, A. & Jović, P. (1955): Konačni izvještaj o geološkom kartiranju područja Imotski, Makarska, Ljubuški i Metković. Arhiv Inst. geol. istr. Zagreb.

- Šikić, D. (1956): Geološko istraživanje i kartiranje područja Split, Arhiv Inst. geol. istr. Zagreb.
- Voorwijk, C. H. (1938): Geologie und Paläontologie der Umgebung von Omāš, Dalmatien. Utrecht.
- Witt Puyt, J. F. C. (1954): Geologische und paläontologische Beschreibung der Umgebung von Ljubuški, Herzegovina. Utrecht.

D. ŠIKIĆ, A. MAGDALENIĆ, Ž. BABIĆ
and B. RALJEVIĆ

OBSERVATIONS ON AN EARTQUAKE IN DALMATIA AND HERCEGOVINA

In the course of January 1962, a number of earthquakes were felt in the area of Dalmatia and Hercegovina.

During the earthquake rockfalls from steep slopes occurred, fissures were formed in the talus material, and landslides took place. The rock blocks were of different size. Blocks of 10–20 cu. m. were rather frequent, the largest amounting to about 500 cu. m.

With regard to hydrology no permanent changes were observed. From some springs turbid water was issuing after the earthquake.

Heavy damage was done to buildings. It resulted from the earth's trembling, falling of rock blocks and landslides.

The extent of the damage depended on several factors. According to the gathered data, the main factors were as follows:

- 1) Distance from the epicentre
- 2) Geological composition of the ground
- 3) Tectonic relations and morphologic conditions
- 4) Type of building.

Both the geological composition of the terrain and the tectonic lines were of the greatest influence to the force of building destruction.

All the more important cases of damage were found to be either on the tectonic lines themselves or along the same.

During the earthquake the rocks behaved in different ways. Objects built on compact rocks – limestones – suffered the least damage. They represent the most suitable ground for building. The degree of stability then decreases with the use of flysch, talus materials and alluvial deposits respectively, the latter being unsuitable for building purposes.

*Institute of Geology and Palaeontology,
Technological Faculty, Zagreb,
Pierottijeva 6*

Received 7th January 1963

TABLA I - PLATE I

1. Kameni blok zapremine cca 500 m³ - Zaostrog
1. *Stone-block of about 500 cu. m. - Zaostrog*
2. Kameni blok u kući - Drašnice
2. *The house damaged by a stone-block - Drašnice*
3. Kameni blok - Drašnice
3. *A stone-block - Drašnice*



1



2



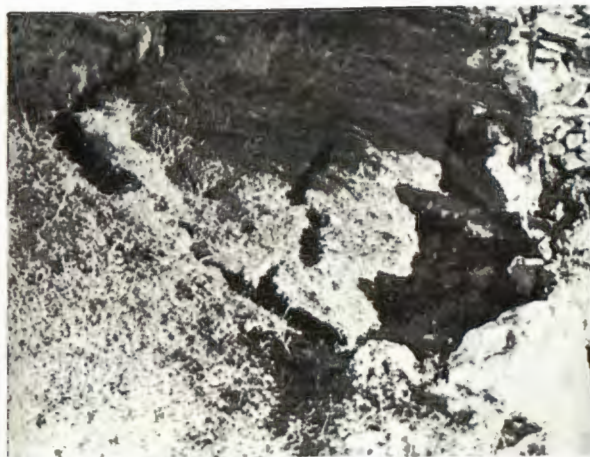
3

TABLA II - PLATE II

4. Odron kamena zapremine oko 120.000 m³ - Zaostrog
4. *A rockfall of nearly 120,000 cu. m. - Zaostrog*
5. Pukotina u vezanom siparištu - Podaca
5. *Fissure in the cemented talus material - Podaca*
6. Cesta Podgora-Drašnice oštećena odronom kamenja
6. *The road Podgora-Drašnice, damaged by rockfall*



4



5



6

TABLA III - PLATE III

7. Oštećena crkva u selu Kraj-Drašnice
7. *Damaged church at the Kraj village-Drašnice*
8. Oštećeni samostan Zaostrog
8. *Damaged monastery - Zaostrog*

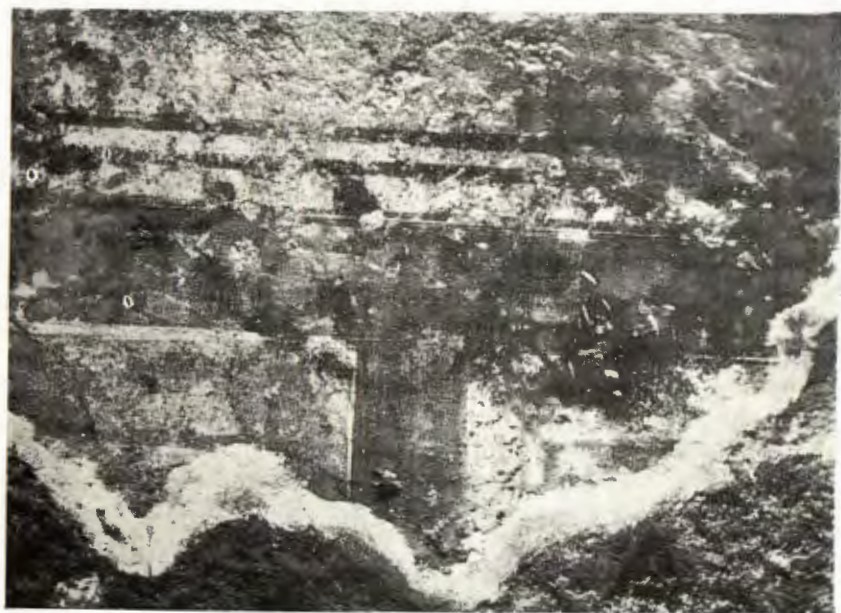


TABLA IV - PLATE IV

9. Porušena kuća - Podgora
9. Demolished houses - Podgora
10. Srušene kuće - Drašnice
10. Demolished houses - Drašnice
11. Srušene kuće - Podgora
11. Demolished houses - Podgora



9



10



11

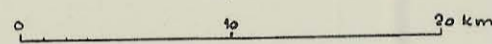
PREGLEDNA TEKTONSKA KARTA

POTRESNOG PODRUČJA DALMACIJE I HERCEGOVINE 1962

(S INŽENJERSKOGEOLOŠKIM PODACIMA)

GENERAL TECTONIC MAP

EARTHQUAKE AREA IN THE DALMATIA AND HERCEGOVINA



LEGENDA :

- tektonske linije
faults
- oštećenja uslijed potresa
damages due to earthquakes
- mesta oštećena i ugrožena
od odrona kamenja
localities damaged and endangered
by rockfalls from mountains
- klizišta—posljedica potresa
landslides—resulting from earthquakes

Prema: D. Aniću, D. Šikiću, P. Mamužiću, A. Milanu
 According to: D.G. Montagneu, K. Petkoviću, A. Rutgersu,
 J. Soestu, CH Voorwijku i J.C. Wit Puytu

obradili: D. Šikić, A. Magdalenić
 Prepared by: Ž. Babić, B. Raljević

