

# **VELEBIT od vrha do dna – multidisciplinarno istraživanje seizmoloških značajki i tektonike područja Velebita**

## **IZVJEŠTAJ O OBAVLJENIM AKTIVNOSTIMA U OKVIRU GEOLOŠKIH ISTRAŽIVANJA U PROVOJ GODINI PROJEKTA**

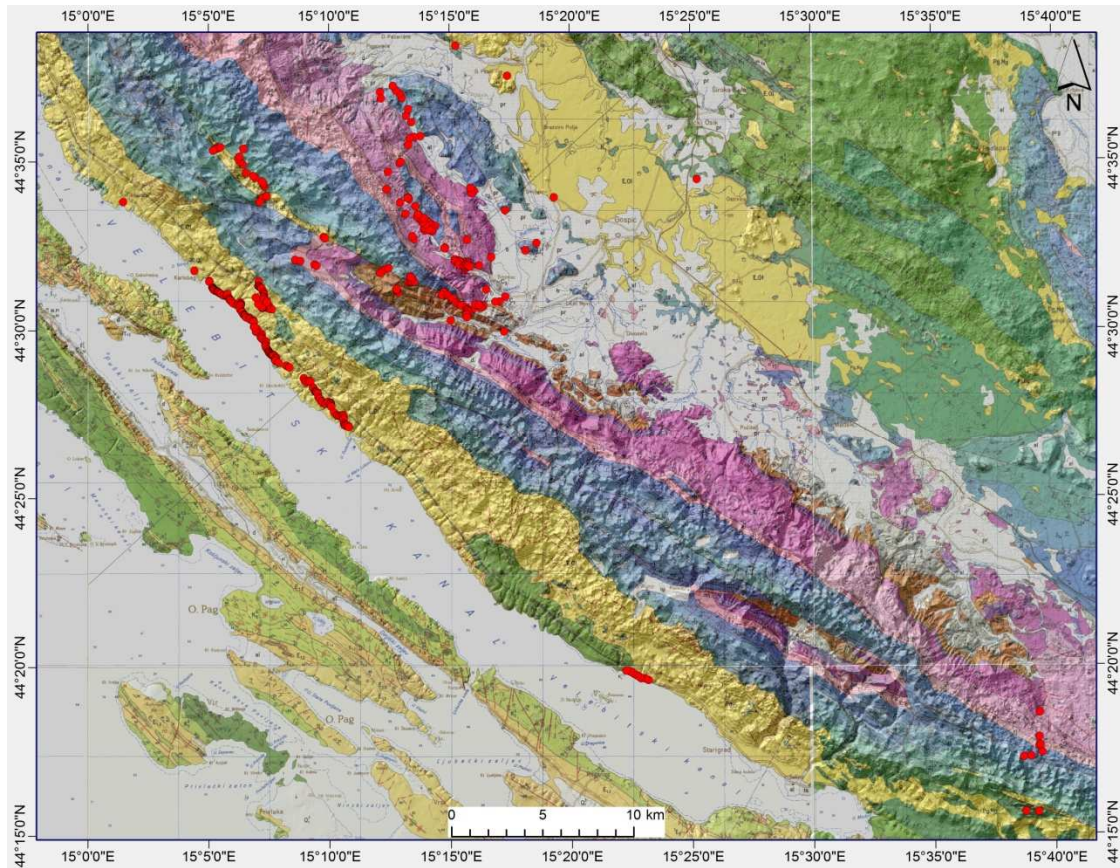
### **A8.1) Prikupljanje mikrotektonskih i strukturnih podataka na rasjednim plohama i smičnim pukotinama na području Velebita i okolice**

U okviru terenskih geoloških istraživanja u prvoj godini projekta VELEBIT tijekom 2015. i 2016. godine, analizirane su 344 terenske lokacije/izdanka (Slika 1) na kojima je izmjereno ukupno 620 podataka o orijentaciji i kinematskim značajkama rasjeda i smičnih pukotina, uz odredbu vrste i stratigrafske pripadnosti stijena na izdancima. Strukturni podaci izmjereni su geološkim kompasom, a prostorne koordinate lokacija terenskih mjerenja određene su korištenjem GPS uređaja Garmin 60CSr i Apple Ipad G4 GPS lokatora korištenjem aplikacije Avenza PDF Maps 2.1.1. Svi zabilježeni podaci su arhivirani u GIS bazu podataka projekta VELEBIT. S obzirom da su terenska geološka istraživanja u prvoj godini projekta provedena u cilju proračuna polja paleonapreznja zabilježenih u stijenama Velebita i okolice (Cilj O8), terenska mjerenja su pretežno bila usmjerena na izdanke na kojima je bio sačuvan cjelokupni zapis tektonskih pomaka po smičnim pukotinama i rasjedima, kao što je primjerice zabilježeno na izdanku VEL-259 (Slika 2).

### **A8.2) Obrada prikupljenih mikrotektonskih i strukturnih podataka te proračun polja paleonapreznja u softveru Win-Tensor**

Veći dio (oko 70%) u prvoj godini prikupljenih strukturnih podataka o orijentaciji i kinematskim značajkama rasjeda i smičnih pukotina obrađeni su i analizirani pomoću računalnog programa Win-Tensor (Delvaux, 2014). Ovaj program omogućio je prikaz izmjerenih podataka na dijagramima u stereografskoj projekciji te izdvajanje setova i grupa smičnih pukotina i rasjeda prema orijentaciji i kinematskim značajkama (Slika 3). Na temelju izdvojenih setova/ grupa rasjeda i smičnih pukotina, istim računalnim programom načinjen je i proračun orijentacije glavnih vektora paleonapreznja i to pomoću PBT metode i metodom pravih diedara (Slika 4). Preliminarnom kinematskom analizom izdvojeni su setovi smičnih pukotina izmjereni u zonama Ličkog i Oštarijskog rasjeda. U nastavku istraživanja na projektu

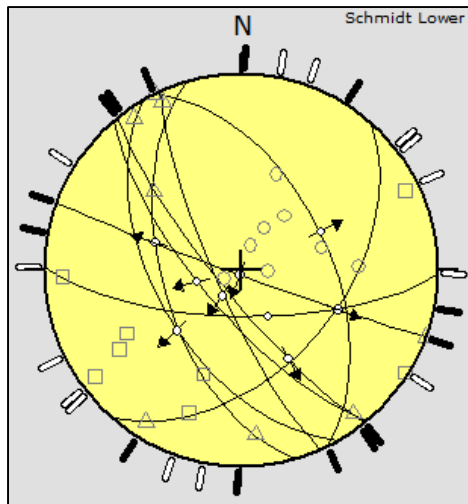
proračunata polja paleonaprezanja će se korelirati s poljima naprezanja u dijelu Velebita i u okolnom području koja su utvrđena ranijim istraživanjima te s napreznjima utvrđenim na temelju žarišnih mehanizama potresa, sve zajedno u cilju rekonstrukcije vremenskog slijeda paleonaprezanja i njihove korelacije s pojedinim fazama u tektogenezi Velebita.



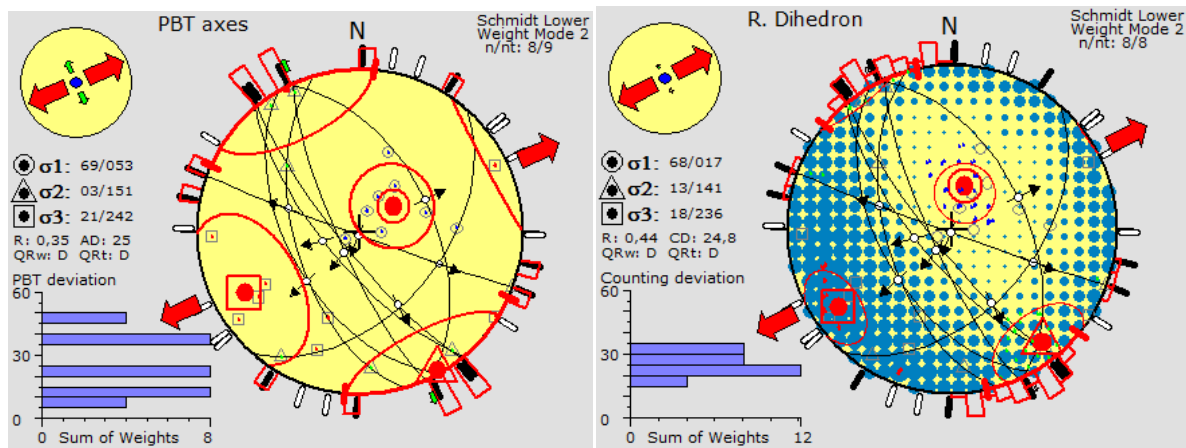
**Slika 1.** Lokacije terenskih mjerenja u prvoj godini projekta arhivirane u GIS bazi podataka i prikazane na geološkoj karti položenoj preko digitalnog modela reljefa.



**Slika 2.** Izdanak VEL-259 (X=5509885, Y=4927346) s odlično očuvanom lineacijom vlaknastih kristala kalcita u stepenastim agregatima na plohama konjugiranog para smičnih pukotina. Lineacija i položaj vlaknastih kristala ukazuju na normalni pomak po smičnim pukotinama koje su nastale u ekstenzijskom polju paleonaprezanja.



**Slika 3.** Prikaz izmjerenih podataka orijentacije i kinematskih značajki rasjeda i smičnih pukotina na izdanku VEL-259 u stereografskoj projekciji na donju polukuglu pomoću računalnog programa Win-Tensor (Delvaux, 2014). Koordinate izdanka VEL-259: X=5509885, Y=4927346.



**Slika 4.** Proračun orijentacije glavnih vektora paleonaprezanja pomoću PBT metode i metodom pravih diedara.

### A9.1) Uspostava i održavanje GIS baze geoloških, geofizičkih i bušotinskih podataka projekta VELEBIT

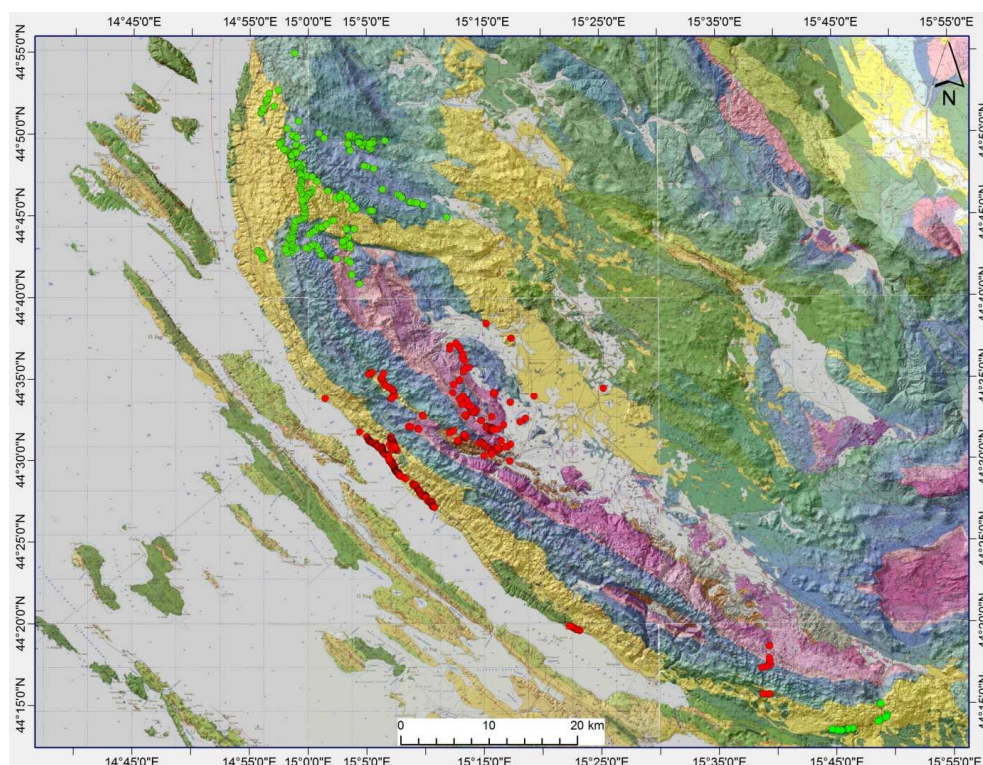
GIS baza podataka projekta VELEBIT sadrži prostorne koordinate terenski istraživanih lokacija/izdanaka, atributne tablice s izmjerenim strukturnim podacima na izdancima, podatke o litostratigrafskim karakteristikama stijena u kojima su načinjena mjerenja te ocjenu kvalitete izmjerenih terenskih podataka.

Radi razumijevanja strukturno-geoloških odnosa u području istraživanja i daljnju obradu terenski zabilježenih podataka, GIS baza projekta sadrži i georeferencirane topografske i geološke karte u kombinaciji s digitalnim modelom reljefa velebitskog i okolnog područja, što omogućava jednostavan i brz način skupnog ili pojedinačnog pregleda lokacija i podataka terenskih mjerenja.

Uz podatke prikupljene u prvoj godini projekta, projektna baza podataka također sadrži i lokacije i izmjerene strukturne podatke prikupljene u prethodnim istraživanjima na području NP Sjeverni Velebit i na području južnog Velebita (Slika 5). Na taj način u bazi je trenutno pohranjeno 636 terenskih lokacija/izdanaka s preko 900 izmjerenih strukturnih podataka.

Uz GIS-bazu podataka, terenski su podaci organizirani i u Microsoft Excel tablicama koje sadrže sljedeće informacije (Slike 6a i 6b):

- oznaku geografske točke (lokacije) terenskih mjerenja (npr. T-1);
- radnu oznaku lokacije terenskih mjerenja (npr. Vel-75);
- koordinate točaka u Gauss–Krügerovoj projekciji (5. zona);
- datum izvršenog terenskog mjerenja;
- oznake uzoraka za laboratorijske analize (npr. SV-2);
- oznake i broj snimljenih fotografija;
- orijentaciju slojevitosti, folijacije i/ili klivaža;
- orijentaciju pukotina;
- orijentaciju lineacije strija i tip pomaka;
- kvalitetu izmjerenih podataka (od 1 do 3 pri čemu 1 označava izvrsnu kvalitetu podataka) te
- terenski opis i komentar.



**Slika 5.** Lokacije terenskih mjerenja u prvoj godini projekta (crvene oznake) i terenskih mjerenja prethodnih istraživanja (zelene oznake) na području NP Sjeverni Velebit (2013.–2015. g.) i na području južnog Velebita (2013. g.) skupno arhivirane s podacima strukturnih mjerenja u GIS bazi

podataka projekta VELEBIT. Lokacije su prikazane na geološkoj karti položenoj preko digitalnog modela reljefa.

TM	OZNAKA	TERENSKA	x	y	VRIJEME	UZORAK	FOTOGRAFIJE	OPIS
T127	VEL-187	J-3	5518367,22	4934351,62	18.04.2016. 13:14:10 CEST		J-3	Izdana tamnosivim siltstona / sejlova u kojima je subhorizontalna laminacija S0 326/20, foto, po OGK T2, topografski iznad ovih stijena
T128	VEL-188	J-4	5518230,58	4934517,98	18.04.2016. 13:32:00 CEST		J-4	U blokovima vj diplopnog vapnenca izrazena folijacija S 50/75 i 48/85, foto, te S 26/85
T129	VEL-189	J-5	5518222,45	4934590,15	18.04.2016. 13:43:43 CEST		J-5	U vj diplopnog vapnenca S0 214/15 (?) te S0 200/40 u kojoj je dominantna folijacija S 20/73
T130	VEL-190	J-6	5518086,95	4934650,09	18.04.2016. 14:02:57 CEST		J-6	Na raskrižju sumskih putova, diplopnog vapnenca.
T131	VEL-191	J-7	5518171,45	4934766,17	18.04.2016. 14:17:01 CEST		J-7	Izdanak sigurnog diplopnog vapnenca (uzorak J-7) u kojem je izrazita folijacija S 280/85, foto
T132	VEL-192	J-8	5518444,84	4934591,19	18.04.2016. 14:32:28 CEST		J-8	S0 124/30 u tamnosivim majstorima po OGK J1
T133	VEL-193	J-9	5518118,81	4934787,55	18.04.2016. 14:49:52 CEST		J-9	Izdanak uz sumsku cestu diplopnog vapnenca, S0 168/33, SP 20-200, Is 80 Od SW, NE krilo prema gore, (1)
T134	VEL-194	J-10	5517995,42	4935228,42	18.04.2016. 15:08:30 CEST		J-10	Izdanci donje jure, S0 332/15 ?
T135	VEL-195	J-11	5517650,50	4935621,04	18.04.2016. 15:31:33 CEST		J-11	Izdanak crvekastih dolomita u kojima folijacija S 08/50, 358/55 te SP 40/58, Is 25 od SE, pomak ?, a nakon 10 m i S 174/76 vrlo izrazena
T136	VEL-196	J-12	5517562,77	4935679,16	18.04.2016. 15:42:52 CEST		J-12	Na ovom mjestu je sjeciste sumskih putova po kojima su markirane biciklisticke staze, foto, u Dolomitima Folijacija S 140/53
T137	VEL-197	Spomen Po	5517909,29	4933430,07	19.04.2016. 09:38:03 CEST		Spomen Podr	S0-210/30 u diplopnim vapnencima.
T138	VEL-198	J-13	5517821,08	4933585,01	19.04.2016. 09:55:27 CEST		J-13	Izdanak diplopnih vapnenaca na novom parkiralištu uz spomen centar, S0 210/25, foto
T139	VEL-199	J-14	5517452,31	4934813,29	19.04.2016. 10:07:27 CEST		J-14	Izdanak vapnenaca u kojima Set pukotina/izrazita folijacija S 312/55
T140	VEL-200	J-15	5517155,12	4935418,20	19.04.2016. 10:15:06 CEST		J-15	Izdanak diplopnog vapn S0 252/58, foto
T141	VEL-201	J-16	5516403,00	4936171,01	19.04.2016. 10:44:09 CEST		J-16	Izdanci crvenih klastita, boksa i sporadico lec a konglomerata (foto), moguc a S0 290/40
T142	VEL-202	J-17	5516486,17	4937116,87	19.04.2016. 11:09:52 CEST		J-17	Zasjekli na sumskom putu u kojem je izdanak diplopnog vapnenca S0 210/14
T143	VEL-203	J-18	5517128,44	4937584,13	19.04.2016. 11:44:24 CEST		J-18	Blokov donjojurskog vapnenca na padini ispo Pezelj vrha, S0 140/10, 130/30 te u istim vapnencima oko 10 m iznad po padini S0 155/15,
T144	VEL-204	J-19	5517189,30	4937656,51	19.04.2016. 12:14:46 CEST		J-19	Na Pezeljevom vrhu u vapnencima J1 S0 140/20, foto
T145	VEL-205	J-20	5525602,20	4935721,11	19.04.2016. 15:55:15 CEST		J-20	Izdanci kataklasticnih breca??? Uzorak breca-J-20. Monomiktina breca s jurskim fragmentima.
T146	VEL-206	J-21	5523025,23	4942377,48	19.04.2016. 16:13:09 CEST		J-21	Kataklastica breca- polimiktina s fragmentima jure i donje krede. J-21- uzorak. željezoviti oksidi u matrici.
T147	VEL-207	J-22	5520188,14	4944025,98	19.04.2016. 16:29:13 CEST		J-22	Monomiktina kataklastica u jurskim vapnencima. J-22. Uzorci J-22a i J-22b
T148	VEL-208	J-23	5516052,66	4941484,86	19.04.2016. 16:59:08 CEST			U koritu vodotoka koji se pruza po rasjednom kontaktu između trijasa i jure, S0 132/15 u jurskim vapnencima, u kojima po koritu potoka

**Slika 6a.** Tablični prikaz oznaka lokacija s koordinatama, terenskim opisom i izmjerenim strukturnim podacima dijela baze podataka na projektu VELEBIT.

TM	OZNAKA	x	y	VRIJEME	UZORAK	FOTOGRAFIJE	S0	S1	KLIVAŽ	OS BORE	SP	R1	LS	KARAKTER POMAKA
T144	VEL-204	5517189,30	4937656,51	19.04.2016. 12:14:46 CEST			140/20							
T145	VEL-205	5525602,20	4935721,11	19.04.2016. 15:55:15 CEST	J-20									
T146	VEL-206	5523025,23	4942377,48	19.04.2016. 16:13:09 CEST	J-21									
T147	VEL-207	5520188,14	4944025,98	19.04.2016. 16:29:13 CEST	J22a i J22b									
T148	VEL-208	5516052,66	4941484,86	19.04.2016. 16:59:08 CEST			132/15							
							154/40							
T149	VEL-209	5516093,26	4941134,36	19.04.2016. 17:25:42 CEST			80/40		90/80					
T150	VEL-210	5524649,71	4933218,29	20.04.2016. 09:16:43 CEST			54/5							
							330/3							
T151	VEL-211	5524037,95	4932812,38	20.04.2016. 09:56:56 CEST			174/32							
T152	VEL-212	5522160,75	4932440,13	20.04.2016. 10:30:12 CEST			194/18							
T153	VEL-213	5520825,49	4933380,52	20.04.2016. 10:57:17 CEST										
T154	VEL-214	5522910,95	4935010,10	20.04.2016. 10:57:28 CEST			300/20							
T155	VEL-215	5521218,07	4936072,40	20.04.2016. 11:13:47 CEST			60/25				240/55	90SE		normalni (2)
							350/10				210/82	80E		normalni lijevi (2)
							6/10				150/73	38S		normalni desni (3)
							322/20				130/45	90NE		normalni (2)
											130/45	0SE		desni pomak (2)
											242/85	0SW		desni pomak (1)
											190/70	90E		reversni (2)
											190/70	25W		normalni desni (2)
											190/70	0S		desni pomak(2)
											190/70	90E		normalni (2)
											40/66	90SE		normalni (1)
											222/50	50SE		reversni desni (3)
											150/85	22W		desni
											150/85	22W		lijevi
											10/25	0E		?
											140/50	30SW		normalni desni (1)
											102/80	90N		normalni (1)
											102/80	90N		lijevi(2)

**Slika 6b.** Tablični prikaz iz dijela baze projekta VELEBIT s oznakom lokacija, prostornim koordinatama i izmjerenim strukturnim podacima o orijentaciji slojeva, folijacije, klivaža, osi bora, dominantnih setova pukotina, rasjeda i/ili smičnih pukotina, lineacije strija i karaktera pomaka.