

HIDROGEOLOŠKA POTENCIJALNOST GORSKIH I PRIGORSKIH VODONOSNIKA NA PODRUČJU ORLICE I IVANŠČICE U HRVATSKOM ZAGORJU



VODITELJ PROJEKTA:

Prof. dr. sc. Ivan Dragičević

DEKAN:

Prof. dr. sc. Zoran Nakić

Zagreb, prosinac 2016

PROJEKTNI ZADATAK: HIDROGEOLOŠKA POTENCIJALNOST GORSKIH I PRIGORSKIH VODONOSNIKA NA PODRUČJU ORLICE I IVANŠČICE U HRVATSKOM ZAGORJU

NARUČITELJ: HRVATSKE VODE (Ulica grada Vukovara 220, Zagreb)

IZVRŠITELJI: RUDARSKO-GEOLOŠKO-NAFTNI FAKULTET (Pierottijeva 6, Zagreb)

HRVATSKI PRIRODOSLOVNI MUZEJ (Demetrova 1, Zagreb)

VODITELJ PROJEKTA: Prof.dr.sc. Ivan Dragičević, dipl.ing.geol.

SURADNICI: Prof. dr. sc. Davor Pavelić

Prof. dr. sc. Eduard Prelogović

Prof. dr. sc. Darko Mayer

Prof. dr. sc. Tatjana Vlahović

Mag. ing. geol. Ivica Pavičić

Dr. sc. Iva Mihoci

Dr. sc. Draško Holcer

Dipl. ing. geol. Dragan Bukovac

Saša Šiper, geol. teh

Jurica Rašić, teh

Sadržaj:

| | |
|---|-----|
| 1. UVOD | 1 |
| 2. GEOGRAFSKE I KLIMATSKE ZNAČAJKE | 3 |
| 3. GEOLOŠKE ZNAČAJKE | 6 |
| 3.1. Paleozoik..... | 6 |
| 3.2. Mezozoik | 7 |
| 3.2.1. Trijas | 7 |
| 3.2.2. Jura | 9 |
| 3.2.3. Kreda | 10 |
| 3.3. Kenozoik..... | 11 |
| 3.3.1. Oligocen-Miocen (Ol,M)..... | 11 |
| 3.3.2. Neogen..... | 12 |
| 3.3.3. Pliokvartar (Pl,Q) | 14 |
| 3.3.4. Kvartar (a, dpr) | 15 |
| 4. RECENTNI GEOLOŠKI STRUKTURNI SKLOP I TEKTOSKA AKTIVNOST ... | 26 |
| 4.1. Položaj Strahinščice i Ivanščice u regionalnom strukturnom sklopu | 27 |
| 4.2. Strukture i rasjedi..... | 28 |
| 4.2.1. Odražavanje struktura i rasjeda u reljefu | 28 |
| 4.2.2. Klasifikacija struktura i rasjeda | 30 |
| 4.3. TEKTOSNKA DINAMIKA, ODNOSI I POMACI STRUKTURA..... | 37 |
| Primjeri odražavanja struktura i rasjeda u reljefu..... | 41 |
| Primjeri najvažnijih rasjeda strukturnog sklopa..... | 47 |
| Primjeri rasjeda sustava ZSZ – IJI do SZ – JI koji presijecaju Strahinjčicu i Ivanščicu | 61 |
| Primjeri najvažnijih rasjeda koji se pružaju duž većih lokalnih uzdignutih struktura Strahinjčice i Ivanščice i njihovih središnjih dijelova | 75 |
| Primjeri reversnih rasjeda koji se pružaju duž najistaknutijih dijelova struktura, te prateći rasjedi najvažnijima i rasjedi koji ukazuju na položaje i pomake struktura. | 82 |
| Primjeri rasjeda koji se nalaze unutar struktura | 88 |
| Primjeri bora | 98 |
| 5. HIDROGEOLOŠKE ZNAČAJKE | 100 |
| 5.1. Srednje i gornjotrijaski dolomitno-vapnenački vodonosnik | 101 |
| 5.2. Badenski karbonatno-klastični vodonosnik | 111 |
| 6. VOLUMEN PORNOG I PUKOTINSKOG PROSTORA..... | 120 |
| 7. EKOLOŠKA VALORIZACIJA PROSOTRA STRAHINJČICE I IVANŠČICE..... | 123 |
| 7.1. Lokacija područja..... | 123 |
| 7.2. Ekološke karakteristike NATURA 2000 područja STRAHINJČICA..... | 124 |
| 7.3. Tipovi staništa te njihova procjena na području Strahinjčice | 125 |

| | |
|---|-----|
| 7.4. Opće karakteristike područja | 129 |
| 7.4.1. Prijetnje, pritisci i aktivnosti..... | 130 |
| 7.5. Ekološke karakteristike NATURA 2000 područja LIVADE UZ BEDNJU I ... | 130 |
| 7.5.1. Tipovi staništa te njihova procjena..... | 131 |
| 7.5.2. Opće karakteristike područja | 132 |
| 7.5.3. Prijetnje, pritisci i aktivnosti..... | 132 |
| 7.6. Ekološke karakteristike NATURA 2000 područja LIVADE UZ BEDNJU II .. | 132 |
| 7.6.1. Opće karakteristike područja | 134 |
| 7.6.2. Prijetnje, pritisci i aktivnosti..... | 134 |
| 7.7. Ekološke karakteristike NATURA 2000 područja VRŠNI DIO IVANŠČICE | 135 |
| 7.8. Ostale važne vrste flore i faune na području Ivančice su:..... | 139 |
| 7.8.1. Opće karakteristike područja | 140 |
| 7.8.2. Prijetnje, pritisci i aktivnosti..... | 140 |
| 8. ZAKLJUČAK I ODABRANI I PREDLOŽENI LOKALITETI ZA DALJNA DETALJNIJA ISTRAŽIVANJA..... | 141 |
| Literatura:..... | 144 |
| PRILOZI:..... | 150 |

Popis slika:

| | |
|--|----|
| Slika 2.1. Zemljopisni položaj Strahinjčice i Ivanščice | 3 |
| Slika 2.2. Prosječne mjesecne temperature zraka za razdoblje 2004. do 2013. godine. | 4 |
| Slika 2.3. Godišnje oborine za postaje Krapina, Bednja i Novi Marof. | 5 |
| Slika 3.1. Geološka karta Strahinjčice i Ivanščice..... | 16 |
| Slika 3.2. Geološki stup Strahinjčice i Ivanščice..... | 17 |
| Slika 4.1. Seizmotektonska aktivnost zapadnog dijela Panonskog bazena. | 40 |
| Slika 4.2. U obuhvaćenom struktturnom sklopu Strahinjčice i Ivanščice prevladava kompresija prostora. Stvara se istaknuti reljef. | 41 |
| Slika 4.3. Pogled na središnji najistaknutiji dio Ivanščice uzdignut između reversnih rasjeda koji se pružaju krilima strukture. Ističu se vrhovi: Ivanščica (1) i Oštrc (2).... | 42 |
| Slika 4.4. Zona Periadriatik – Drava rasjeda (1) predstavljena je nizom rasjeda. U zoni promatranog rasjeda nastaju relativno veće uzdignute strukture: Kranjčeci – Šuškovec brda (3) i Dubovec – Lepoglava (4). | 43 |
| Slika 4.5. Zona Periadriatik – Drava rasjeda (1) pruža se preko Lepoglave i Ivanca.. | 44 |
| Slika 4.6. U slici je prikazan odsječeni, strmi obronak u zoni rasjeda Krapina – Kalnik (2) kod Kuzmineca Veterničkog. Trasa rasjeda na površini pruža se podnožjem obronka..... | 45 |
| Slika 4.7. Osobito izražen strmac u reljefu nastao je u zoni ogranka rasjeda Vuglovec – Prigorec – Topličica (6) koji presjeca Ivanščicu. Rasjed u slici pruža se podnožjem strmca i ima položaj 65/85 (T-101, selo Podrute). | 46 |
| Slika 4.8. U primjeru u točki motrenja T-3 izdvajaju se strije koje označavaju položaj rasjeda: 230/80/20/reversni desni. | 48 |
| Slika 4.9. Najbolji izdanak rasjeda nalazi se u kamenolomu u T-2 sjeverno od Đurmanca.. | 49 |
| Slika 4.10. U detalju izdanka rasjeda u T-2 vidljivo je da promatrani rasjed siječe rasjed položaja 115/90/30/reversni koji se nalazi u zoni Periadriatik – Drava rasjeda (1). To ukazuje na stalne izražene horizontalne pomake. | 50 |
| Slika 4.11. Naglašena horizontalna komponenta pomaka krila osobito je zapažena u izdancima rasjeda u dijelu promatrane zone između Đurmanca i Gornjeg Jesenja. Susreću se i rasjedi vergencije prema J. | 51 |
| Slika 4.12. a) T-11. Kamenolom kod Koprivnice Zagorske. Otkrivena je paraklaza glavnog rasjeda 1a iz promatrane zone..... | 52 |
| Slika 4.13. T-11. Kamenolom Koprivnica Zagorska..... | 53 |
| Slika 4.14. a) T-8. Zapadno od Gornjeg Jesenja. Pojedini rasjedi predstavljeni su i zdrobljenim zonama..... | 54 |

| | |
|---|----|
| Slika 4.15. Još se ističe izdanak rasjeda koji se pruža duž relativno veće lokalno uzdignute strukture Kranjčeci – Šuškovec brda (3). a) T-25. Južno od Cerja Jasenjskog. | 55 |
| b) Strije pokazuju položaj 0/85/90/reversni..... | |
| Slika 4.16. Rasjed se u dolini rijeke Sutle zapadno od Đurmanca odvaja od zone Periadriatik – Drava rasjeda (1). Pruža se duž granice strukturne jedinice Strahinščica – Ivanščica – Kalnik – Varaždinsko topličko gorje – Dugo brdo (1)..... | 56 |
| Slika 4.17. U nekoliko točaka motrenja otkriveni su rasjedi unutar glavne zone.. .. | 57 |
| Slika 4.18. a) Istiće se izdanak rasjeda u pijescima pliocenske starosti. Izdanak se nalazi u Gornjoj Batini južno od sela Martinščica uz rub karte. b) T-111. Krapina. Manji izdanak pratećeg rasjeda iz promatrane zone..... | 58 |
| Slika 4.19. a) Rasjed se pruža duž južne granice Ivanščice. b) U primjeru u T-84 kod Topličice otkrivena je paraklaza rasjeda koja se svija po nagibu. | 59 |
| Slika 4.20. a) T-102. Madžarevo. b) Na strmoj dionici rasjeda strije pokazuju položaj 302/85/50/reversni lijevi. | 60 |
| Slika 4.21. Rasjed je predstavljen je zonom širine do 150 m (Golubovec). | 61 |
| Slika 4.22. To je najvažniji rasjed promatranog sustava. Izdvojen je izdanak u T-58. | 62 |
| Slika 4.23. T 58. Cesta Prigorec – vrh Ivanščice. | 63 |
| Slika 4.24. T-83. Kamenolom Turčini kod Topličice. | 64 |
| Slika 4.25. a) i b). T 83. Detaljni prikaz velikih strija na izdanku rasjeda. | 65 |
| Slika 4.26. Od glavne zone rasjeda Vuglovec – Prigorec – Topličica (6) izdvajaju se ogranci. a) Izabran je primjer izdanka rasjeda u T-59 kod izvora Žgano vino. b) Vrlo izražene strije označavaju položaj 11/80/20/reversni desni. | 66 |
| Slika 4.27. Rasjed se pruža paralelno dolini rijeke Bednje. a) T 108. Podevčovo. Glavni rasjed iz zone predstavljen je zonom. b) Strije pokazuju položaj 14/85/30/normalni desni. | 67 |
| Slika 4.28. a) T 107. Selo Opati. Izdvaja se u zdrobljenoj zoni. b) Strije (strijelica) na izdanku pokazuju položaj 266/80/40/reversni desni..... | 68 |
| Slika 4.29. Postoje i ogranci promatranog rasjeda. Izdvojen je primjer otkriven u kamenolomu u T 110 u Podevčevu. Značajno je uzdizanje lokalne strukture između ovog ogranka i glavne zone. | 69 |
| Slika 4.30. U T-27 kod planinarskog doma otkrivena je zona paralelnih rasjeda. | 70 |
| Slika 4.31. Vrlo je uočljiv izdanak rasjeda u Loboru u T-42 na završetku doline potoka Reka. | 71 |
| Slika 4.32. a) T-49. U zoni šest paralelnih rasjeda izmjeren je položaj 229/45/20/reversni desni. b) T-50. U zoni se nalaze tri paralelna rasjeda položaja 55/70/10/reversni desni..... | 72 |

| | |
|---|----|
| Slika 4.33. U zonama rasjeda duž čijih krila prevladava horizontalna komponenta pomaka uvijek dolazi do otvaranja prostora. | 73 |
| Slika 4.34 a) T-78. Selo Mikulčić. b) T-80. Sjeverno od sela Mikulčić kroz duboko usječenu dolinu pruža se rasjed položaja 75/75/45/reversni desni.. | 74 |
| Slika 4.35. Najprije se izdvaja izdanak rasjeda nađenog u T-86. Pruža se duž veće lokalne uzdignute strukture Kozjak – Drenovec (8)..... | 75 |
| Slika 4.36. a) Važan je izdanak rasjeda u T-55 uz cestu Ivanec – Prigorec iz dva razloga. b) Drugo, u krovinskom krilu rasjeda pješčani slojevi su znatno borani. To je dokaz prisutne kompresije prostora..... | 76 |
| Slika 4.37. a) T-74. Cesta Ivanečka Železnica – Ivanec. b) Strije na otvorenom izdanku pokazuju položaj 144/65/20/reversni desni..... | 77 |
| Slika 4.38. a) Od rasjeda vergencije prema J vrlo je uočljiva zona otkrivena u T-1 u Podgori Krapinskoj. b) Strije na otvorenim izdancima pokazuju položaj 40/55/55/reversni lijevi. | 78 |
| Slika 4.39. a) T-21. Kamenolom u dolini Oćure. b) Isti rasjed u T-20. kod sela Malogorski. | 79 |
| Slika 4.40. a) T-58. Cesta Prigorec – vrh Ivanščice. b) Zbog dijagonalnog pružanja dionice rasjeda prema orijentaciji maksimalnog kompresijskog stresa pomaci krila rasjeda su blagog nagiba u lijevo. | 80 |
| Slika 4.41. T-71. Dolina Ivaničke Železnice. Izdanak glavnog rasjeda koji se pruža duž središnjeg najuzdignutijeg dijela Ivanščice ima vergenciju prema S. | 81 |
| Slika 4.42. a) T-7. Kamenolom uz cestu Podgora Krapinska – Žutnica. Uočava se zona paralelnih rasjeda. b) Izražene strije..... | 82 |
| Slika 4.43. Najbolji i najveći izdanak koji prati zonu koja se pruža duž sjevernog krila Strahinščice nalazi se u T-31 u kamenolomu kod Žutnice. | 83 |
| Slika 4.44. Vrlo je dobar i sadržajan primjer rasjeda otkriven u T-31 u istom kamenolomu. | 84 |
| Slika 4.45. Dobar primjer pratećeg rasjeda zone Vuglovec – Prigorec – Topličica (6) otkriven je u T 61 na cesti Prigorec – Vrh Ivanščice. | 85 |
| Slika 4.46. Dobar izdanak rasjeda koji se pruža duž sjevernog krila najistaknutijeg dijela Ivanščice izdvojen je u T 97 u kamenolomu uz cestu Bela – Podrute. Mjeren je položaj 120/65/85/reversni desni..... | 86 |
| Slika 4.47. a) T-46. Kamenolom u dolini Oćure. | 87 |
| Slika 4.48. Često se pojavljuju rasjedi paralelni pružaju osi strukture. | 88 |
| Slika 4.49. a) T-23. Dolina Oćure. | 89 |
| Slika 4.50. Kod izvora Žgano vino u T-59 nalazi se veliki izdanak zone rasjeda. Uočava se glavni rasjed i ogranci različitog nagiba (a). Odnosi rasjeda u zoni upućuju da se radi | |

| | |
|---|-----|
| o rasjedu koji je paralelan osi strukture koja se uzdiže. Upravo kod izraženog uzdizanja pojavljuju se normalni rasjedi u odnosima kakvi se vide u izdanku. Vrlo izražene strije pokazuju položaj 5/65/80/normalni desni (b)..... | 90 |
| Slika 4.51. Izvor rijeke Lonje nalazi se u T-105. | 91 |
| Slika 4.52. Dobar je primjer rasjed koji se pruža kroz duboko usječenu gotovo ravnočrtnu dolinu koja presijeca istočni dio Ivanšćice..... | 92 |
| Slika 4.53. a) T-23. Dolina Očure. b) T-7. Kamenolom uz cestu Podgora Krapinska – Žutnica..... | 93 |
| Slika 4.54. a)T-61. Cesta Prigorec – vrh Ivanšćice. b) T-46. Kamenolom Očura.. | 94 |
| Slika 4.55. Dobar primjer rasjeda s desnim gotovo horizontalnim pomakom krila koji se nalazi unutar strukture otkriven je u kamenolomu u T-110 u Podečevu..... | 95 |
| Slika 4.56. Primjer rasjeda u čijoj je zoni nastao dio dolina uz cestu Bela – Podrute otkriven je u T-96 kod većeg izvora..... | 96 |
| Slika 4.57. a) Najbolji primjer normalnog rasjeda s lijevim pomakom krila nalazi se u kamenolomu uz cestu Podgora Krapinska – Žutnica (T-7). b)T-43. Dolina Bučva potoka zapadno o crkve Marije Gorske..... | 97 |
| Slika 4.58. a) T-4. Uz cestu Đurmanec – Rogatec. Uočljiva bora u krovinskom krilu rasjeda položaja 210/55/10/normalni desni. b) T-11. Kamenolom kod Koprivnice Zagorske..... | 98 |
| Slika 4.59. a) T-64. Cesta Prigorec – vrh Ivanšćice. b) T-22. Dolina Očure. | 99 |
| Slika 5.1. Sekundarna, pukotinska poroznost, cm mjerilo (T-14, nedaleko od sela Tušaki)..... | 102 |
| Slika 5.2. Sekundarna poroznost, subvertikalni rasjedi, pukotine, dekametarsko mjerilo (T-31, kameolom, Zagora)..... | 103 |
| Slika 5.3. Glavni diskontinuiteti su pukotine i slojne plohe (T-34, istočno od St. Glolubovca)..... | 103 |
| Slika 5.4. Krški oblici razvijaju se na plohi reversnog rasjeda, 55/70/10 r.d. (T-50, južno od Lepoglave). | 104 |
| Slika 5.5. Rasjed paralelan s kompresijskim stresom. Ovi su rasjedi i pukotine vrlo značajne za tok podzemne vode (T-38, Vugi jarek)..... | 105 |
| Slika 5.6. Reversni rasjedi i bore vrlo značajni za razvoj poroznosti (T-39, sjeverno od Vinipotoka)..... | 106 |
| Slika 5.7. Pukotine paralelne rasjedu koji je paralelan dolini. Značajno za tok podzemne vode uzduž rasjeda (T-42, Vinipotok)..... | 107 |
| Slika 5.8. Niz pukotine paralelnih glavnog rasjedu (T-42, Vinipotok). | 108 |
| Slika 5.9. Rasjedi i pukotine u neposrednoj blizini izvora „Žgano vino“ (T-58, izvor Žgano vino, Prigorec)..... | 109 |

| | |
|---|-----|
| Slika 5.10. Grandiozni rasjedi u jako razlomljenim T2,3 dolomitima (T-59, izvor Žgano vino, Prigorec)..... | 109 |
| Slika 5.11. Hidrogeološka karta Strahinjčice i Ivanščice (temeljni geološki podaci preuzeti su sa OGK mjerila 1:100 000, listovi Rogatec (Aničić & Juriša, 1983) i Varaždin(Šimunić, et al., 1982) | 113 |
| Slika 5.12. Geološki i hidrogeološki stup Strahinjčice i Ivanščice..... | 114 |
| Slika 5.13. a) Hidrogeološki profili A-A', B-B', C-C'; b) Hidrogeološki profili D-D' i E-E'; c) Hidrogeološki profili F-F' i G-G'; d) Hidrogeološki profili H-H' i I-I'; e) Hidrogeološki profili J-J' i K-K' | 119 |
| Slika 6.1. Slikoviti prikaz metode umnoška površine i debljine vodonosnika..... | 120 |
| Slika 7.1. Granice Natura 2000 područja na predmetnom području Strahinjčica – Ivanščica..... | 124 |
| Slika 7.2. Kodom staništa 9180 zastupljene su šume velikih nagiba i klanaca <i>Tilio-Acerion</i> | 126 |
| Slika 7.3. Zajednica <i>Arnico-Nardetum</i> | 127 |
| Slika 7.4. Zaraštavanje staništa vrištinama i drugim vrstama. | 127 |
| Slika 7.5. Natura 2000, područje Strahinjčica. | 130 |
| Slika 7.6. Natura 2000 područje Livade uz Bednju I sa kodom staništa HR2001408. | 132 |
| Slika 7.7. Kod staništa 6510 - Nizinske košanice (<i>Alopecurus pratensis</i> , <i>Sanguisorba officinalis</i>)..... | 133 |
| Slika 7.8. Natura 2000 područje Livade uz Bednju II sa kodom staništa HR2001409. | 135 |
| Slika 7.9. Natura 2000 područje Vršni dio Ivanščice sa kodom staništa HR2000371. | 136 |
| Slika 7.10. Zajednica <i>Bromo-Plantaginetum</i> | 137 |
| Slika 7.11. Zajednica <i>Onobrychido-Brometum</i> | 137 |

Popis tablica:

| | |
|---|-----|
| Tablica 6.1. Površine, postotni udjeli i minimalna, srednja i maksimalna debljina geoloških jedinica i volumeni pornog prostora pojedinih vodonosnika dobiveni množenjem volumena stijene s poroznosti..... | 121 |
| Tablica 6.2. Rezultati izračuna volumena pornog prostora korištenjem trapezoidalne metode izračuna volumena | 122 |

Popis grafičkih priloga:

Prilog 1: Strukturno-geomorfološki odnosi i utjecaj tektonskih pokreta u oblikovanju reljefa

Prilog 2: Najvažniji struturno-geološki podaci

Prilog 3: Recentni geološki strukturni sklop, strukture, rasjedi i tektonska aktivnost

Prilog 4: Područja i lokaliteti potencijalni za daljnja hidrogeološka istraživanja



1. UVOD

Kompleksna geološka i hidrogeološka istraživanja u okviru projekta „Hidrogeološka potencijalnost gorskih i prigorskih vodonosnika na području Orlice i Ivanščice u Hrvatskom Zagorju“ izvedena su prema ugovoru br. 10-107/15. od, 03.03.2016 godine, koji su sklopile Hrvatske vode, kao Naručitelji, i Rudarsko-geološko-naftni fakultet Sveučilišta u Zagrebu, kao Izvršitelj ugovorenih radova, temeljem rezultata natječaja javne nabave.

Radovi su izvedeni sukladno projektnom zadatku – „Hidrogeološka potencijalnost gorskih i prigorskih vodonosnika na području Orlice i Ivanščice u Hrvatskom Zagorju“ koji je sastavni dio ugovora. U projektnom zadatku je konstatirano da su regionalne hidrogeološke strukture kilometarskih dimenzija razvijene na više mjesta u području Orlice (Strahinščice) i Ivanščice u Hrvatskom Zagorju. Njihova prisutnost redovito se poklapa sa značajnim geomorfološkim strukturama. Sadrže vodu visoke kvalitete koja je značajan mogući resurs za vodoopskrbu. Do danas provedena hidrogeološka istraživanja na nekim su lokalitetima dala zadovoljavajuće rezultate glede mogućnosti pridobivanja podzemne vode iz gorskih i prigorskih vodonosnika. Međutim, takva istraživanja niti približno ne daju pravu sliku o raspoloživim količinama podzemne vode, njezinoj kakvoći, strukturnom položaju stijenskih kompleksa u kojima je sadržana voda, kao i hidrološkoj bilanci. U pravilu naselja u gorskim i prigorskim područjima sjeverne Hrvatske u ljetnim mjesecima oskudijevaju u potrebama za pitkom vodom, pa bi realizacije ovakvih projekata pripomogle rješenjima problema vodoopskrbe u tim područjima.

Visoka kakvoća podzemne vode iz gorskih i prigorskih vodonosnika, ekološka očuvanost područja napajanja i relativno jednostavna zaštita daju dodatno opravdanje za sustavna istraživanja. Strateško značenje gorskih i prigorskih vodonosnika, odnosno zaliha vode koje se u njima nalaze, nalažu potrebu dugoročnih istraživanja.

Tijekom realizacije ovog projekta obavljena su kompleksna geološka, geomorfološka, strukturno-geološka, hidrogeološka, ekološka i druga potrebna istraživanja. Ona su se sastojala od slijedećeg:

- 1) Prikupljanje, sistematizacija i valorizacija podataka dosadašnjih istraživanja
- 2) Geološko, geomorfološko i hidrogeološko rekognosciranje područja gdje su na površini razvijeni vodonosnici
- 3) Definiranje geoloških i hidrogeoloških okvira geneze, rasprostranjenja i struktornog položaja vodonosnika



- 4) Izračun volumena vodonosnika
- 5) Procjena fizikalnih osobitosti vodonosnika
- 6) Određivanje glavnih hidrogeoloških parametara vodonosnika
- 7) Kvantificiranje zaliha i kakvoća podzemne vode u definiranim velikim hidrogeološkim strukturnim jedinicama
- 8) Odabir najizglednijih područja unutar velikih hidrogeoloških struktura iz kojih se najracionalnije može pridobiti podzemna voda za vodoopskrbu.
- 9) Ekološka valorizacija prostora

Područje Orlice (Strahinjčice) i Ivanščice izgrađuju uglavnom karbonatne stijene srednjeg i gornjeg trijasa te sedimentne stijene neogenske starosti od kojih neke predstavljaju i regionalno značajne vodonosnike. Gorski vodonosnici, poglavito dolomiti, a dijelom i badenski vapnenci, karakterizirani su značajnom sekundarnom poroznosti, a u manjoj mjeri pojavljuju se i tercijarna (krška) i primarna poroznost. Nužan uvjet za razvoj sekundarne poroznosti je tektonska poremećenost stijena. Kako su gorski vodonosnici područja Strahinjčice i Ivanščice uglavnom srednje i gornjotrijaski dolomiti i badenski vapnenci, koji su intenzivno tektonizirani kroz geološku prošlost, značajniji rasjedi i rasjedne zone, pogotovo recentno aktivni rasjedi, imaju veliki utjecaj na regionalni tok podzemne vode. Da bi mogli prepostaviti smjerove toka podzemne vode potrebno je interpretirati recentni strukturni sklop pa je svrha provedenog istraživanja bila definirati geološke i hidrogeološke značajke gorskih vodonosnika, geomterije vodonosnika te interpretirati strukturni sklop, zone glavnih rasjeda i rasjede koji imaju veliki značaj u toku podzemnih voda. Također su područja potencijalna za daljnja istraživanja prema strukturno — geološkim i hidrogeološkim značajkama podjeljena u dvije kategorije. Područje je ekološki valorizirano što će se trebati uzeti u ozir kod budućih detaljnijih istraživanja i zahvata u prostoru (bušenje, izvedba zdenaca, formiranje crpilišta i dugotrajno iskorištavanje podzemnih voda).

Sve radove izveli su stručnjaci Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu i Prirodoslovnog muzeja iz Zagreba, tijekom 2016. godine.

U nastavku se daju rezultati postignuti predmetnim istraživanjima.

2. GEOGRAFSKE I KLIMATSKE ZNAČAJKE

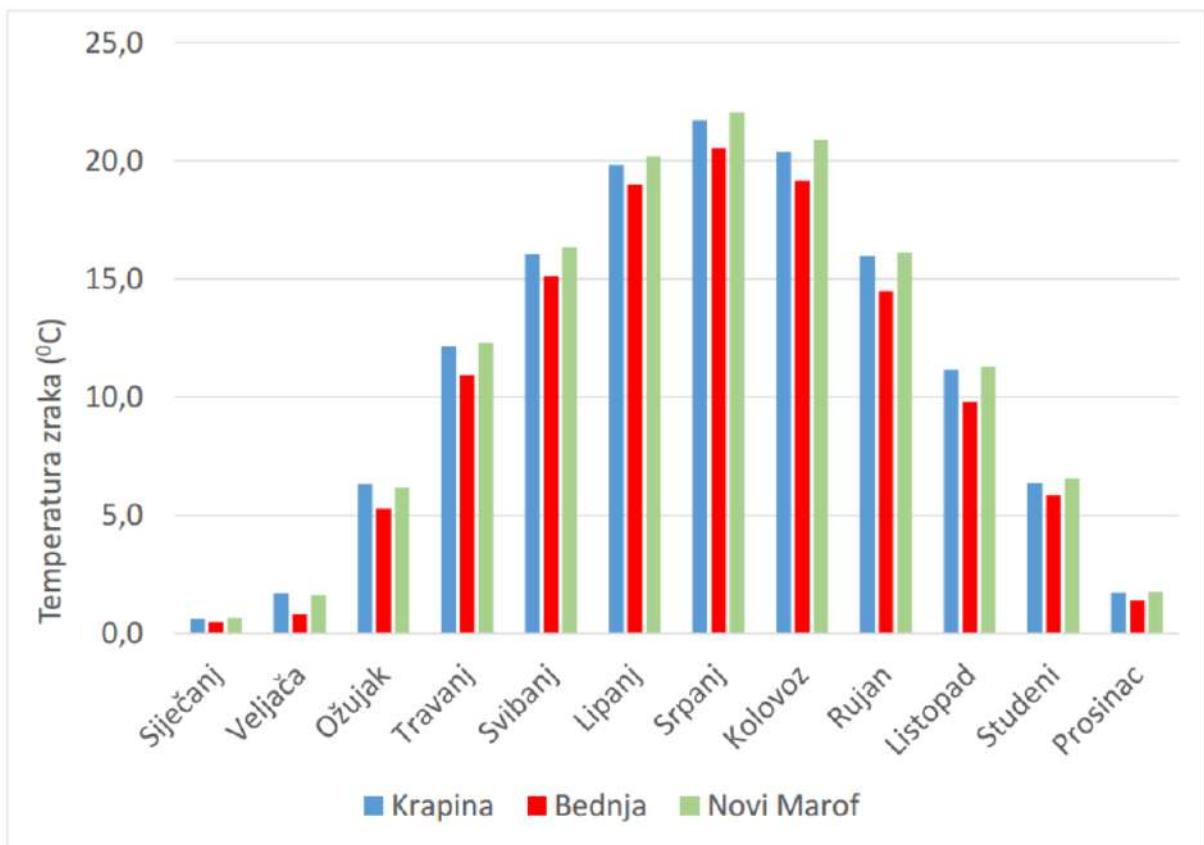
Istraživno područje obuhvaća šire područje Strahinjčice i Ivanščice, ukupne površine 625 km² (slika 2.1 i 3.1). Ivanščica i Strahinjčica smještene su u sjeverozapadnoj Hrvatskoj, točnije u Hrvatskom Zagorju (slika 2.1). Strahinjčica se prostire od zapada prema istoku između potoka Krapinice na zapadnoj strani, Krapine na južnoj strani, Velikog i Sutinskog potoka na istočnoj strani. Od Ivančice je dijeli klanac Očura, a od Brezovice klanac Sutinsko. Njezina duljina iznosi oko 21 km, a širina sa bočnim brežuljcima od 10 do 12 km, dok se širina grebena kreće od 1 do 4 km (<http://www.pd-strahinjcica.hr/gorje/strahinjcica/>; 6.10.2016). Nema izrazitog vrha a najviša kota – 846 metara nalazi se na sjevernom grebenu. U profilu glavnog grebena od zapada prema istoku ističe se nekoliko uzvisina – vrhova: Slon 445 m, Gorjak 678 m, Goleš 685 m, Sušec – 846 m i Sekolje 738 m, a dalje od planine uzdižu se brdo Sv. Jakova – 474 m i Vaternica – 511 m (<http://www.pd-strahinjcica.hr/gorje/strahinjcica/>; 6.10.2016). Ivanščica, kao istočni nastavak Strahinjčice, također se pruža pravcem zapad-istok u dužini oko 26 km od Očure na zapadu do Presečnog na istoku. Najviši vrh smješten je u središnjem dijelu masiva na visini 1061 m n. m. Ostali vrhovi idući od zapada prema istoku su: Veliko kalce (725 m n. m.), Košenica (746 m n. m.), Jelenska pećina (927 m n. m.), Skalovka (766 m n. m.), Oštrc (746 m n. m.), Belige (974 m n. m.), Mrzljak (748 m n. m.), Mindžalovec (659 m n. m.), Mala Ivanščica (711 m n. m.), Ham (679 m n. m.) i drugi.



Slika 2.1. Zemljopisni položaj Strahinjčice i Ivanščice

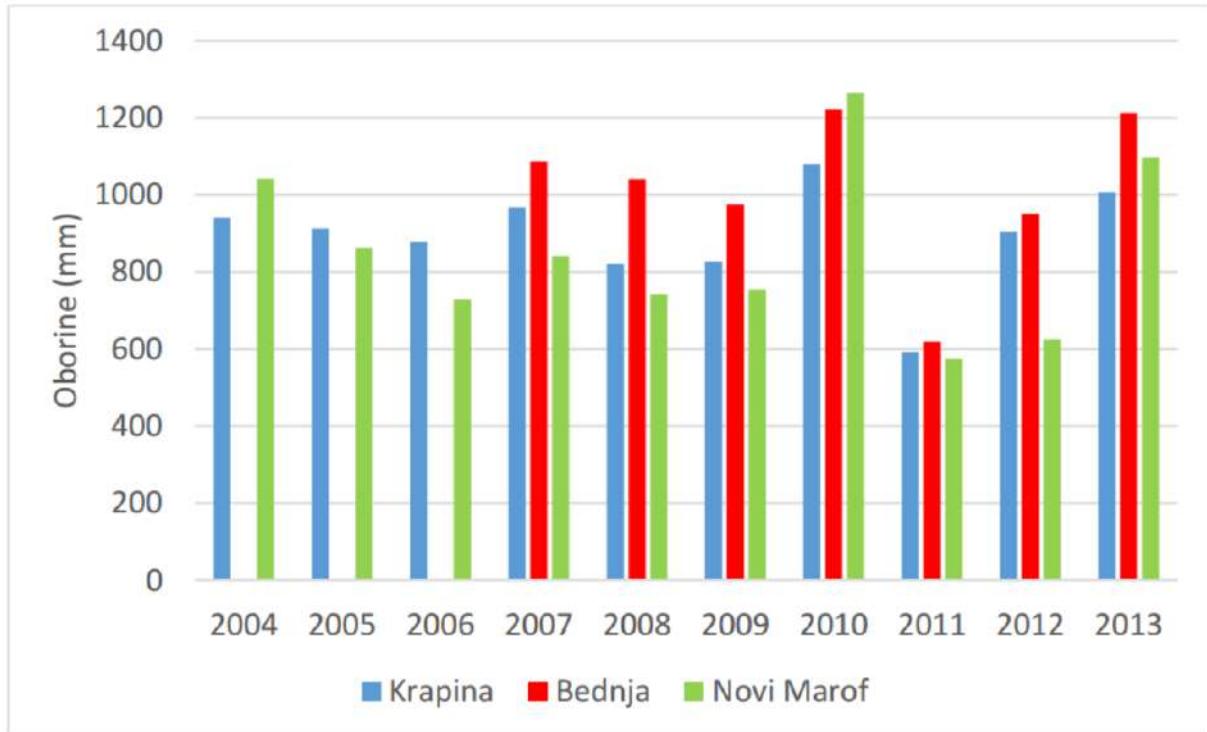
Područje Strahinjčice i Ivanščice karakterizira umjereno kontinentalna klima (Zaninović i dr., 2008). Prema podacima Državnog hidrometeorološkog zavoda (DHMZ-a) prosječna godišnja temperatura za hidrometeorološke postaje Bednja, Krapina i Novi Marof u razdoblju

od 2004. do 2013. Godine bila je $10,9^{\circ}\text{C}$ (BAČANI, 2014). Najhladniji mjesec je siječanj s prosječnom temperaturom $0,6^{\circ}\text{C}$, a najtoplji srpanj s prosječnom temperaturom $21,4^{\circ}\text{C}$ (sl. 2.2).



Slika 2.2. Prosječne mjesечne temperature zraka za razdoblje 2004. do 2013. godine (BAČANI, 2014).

U istom razdoblju (2004. – 2013.) godišnja količina oborina se za tri razmatrane postaje kretala od 592 do 1264 mm (sl. 2.3), s prosječnom vrijednošću od 920 mm. Najviše oborine padne u rujnu, prosječno 104 mm, a najmanje u siječnju, prosječno 51 mm (sl. 2.4) (BAČANI, 2014).



Slika 2.3. Godišnje oborine za postaje Krapina, Bednja i Novi Marof (BAČANI, 2014).

3. GEOLOŠKE ZNAČAJKE

Područje Strahinšćice i Ivanšćice karakterizira vrlo zamršena geološka građa sa stijenama na površini koje su stratigrafskog raspona od gornjeg paleozoika do holocena (slika 3.1). Podloga za prikaz i opis geoloških jedinica koje su izložene na površini Ivanšćice i Strahinšćice su Osnovne geološke karte, mjerila 1:100 000, listovi: Rogatec (ANČIĆ & JURIŠA, 1983), i Varaždin (ŠIMUNIĆ, et al., 1982), pripadajući tumači Rogatec (ANČIĆ & JURIŠA, 1983), Varaždin (ŠIMUNIĆ, et al., 1982) te drugi stručni i znanstveni radovi. Površinska geološka građa istraživanog područja prikazana je preglednom geološkom kartom (slika 3.1) i geološkim stupom (slika 3.2) a potpovršinska geološka građa prikazana je geološkim profilima (slike 3.3). Važno je istaknuti da su rasjedi na preglednoj geološkoj karti (slika 3.1) preuzeti s osnovne geološke karte mjerila 1: 100 000, listovi Rogatec (ANČIĆ & JURIŠA, 1983) i Varaždin (ŠIMUNIĆ, et al., 1982). Ovim istraživanjem izrađena je nova interpretacija recentnog strukturnog sklopa (prilog 3) te ta interpretacija korištena kod dalnjih analiza i rangiranja hidrogeoloških struktura.

3.1. Paleozoik

Gornjopaleozojske stijene pojavljuju se na površini na sjevernim padinama Ivanšćice te na nekoliko manjih izdanaka u okolini Lepoglave. Najstarije stijene u istraživanom području su: kvarc-scricitni, glaukofanski, albit-kvarc-muskovitski i sericitni škriljavci. Na sjevernim padinama Ivanšćice, južno od Prigorca i u izvorišnom dijelu potoka Željeznice vidljiva je izmjena slabo metamorfoziranih sitnozrnatih i krupnozrnatih škriljavih grauvaka te tinjčastih siltita. Grauvake su izgrađene od slabo do srednje sortiranog detritusa, pretežno uglatog oblika. Sastav detritusa je slijedeći: kvarc, kvarcit, čestice kvarcnih, kvarc-sericitnih i sericitnih škriljavaca te klorita, biotita i granita (?). Matriks je klorit-sericitni, s primjesama kvarca i mjestimičnim impregnacijama limonita. Tinjčasti siltiti, koji se pojavljuju kao proslojci ili leće unutar grauvaka, predstavljaju njihove sitnozrne ekvivalente.

Najveći dio gornjopaleozojskih stijena sastoji se od krupnozrnatih, tinjčastih, grauvaknih pješčenjaka, sive i tamnosive boje, koji se izmjenjuju sa crnim šejlovima. Petrografska sastav ovih pješčenjaka vrlo je sličan prije opisanim crvenosmeđim pješčenjacima, ali u matriksu nema primjesa limonita. Na spomenutom lokalitetu (kod Prigorca) zapažen je kontinuitet sedimentacije od crvenosmeđih, krupnozrnatih grauvaka do klastita donjeg trijasa. Ovaj kontinuirani prijelaz iz gornjeg paleozoika u donji trijas zapažen je i u zapadnim dijelovima Ivanšćice te na sjevernim padinama Medvednice.

3.2. Mezozoik

Mezozojske stijene izgrađuju središnje dijelove i djelomično obronke Ivanščice i Strahinjčice. Dominiraju stijene trijaske starosti.

3.2.1. Trijas

Od svih mezozojskih stijena, stijene trijasa imaju najveće rasprostranjenje na istraživanom području. Zastupljeni su klastičnim i karbonatnim sedimentima donjeg, srednjeg i gornjeg trijasa, a u srednjem trijasu pojavljuju se još eruptivi i piroklastiti.

Donji trijas (T₁)

Sedimenti donjeg trijasa otkriveni su na sjevernim padinama Ivanščice, te kao manji izdanci na potezu od Margečana preko Lepoglave, dok im je debljina u ostalim dijelovima istraživanog područja značajno manja. Na mnogo mjesta, gdje se u bazi donjeg trijasa nalaze gornjopaleozojski klastiti, zapažen je njihov kontinuirani slijed. Najčešće na gornjopaleozojskim grauvaknim pješčenjacima i šejlovima, slijedi izmjena crvenosmeđih, sivih i žutih, tinjčastih pješčenjaka, siltita i šejlova, a ponekad se pojavljuju oolitični vapnenci i lapori. Mjestimično se na granici nalaze sivi, sitnozrnati, silt-glinoviti dolomiti čija debljina iznosi nekoliko metara. Ponekad su prividno uškriljeni, što potječe od paralelne orientacije listićavih minerala na slojnim plohama. Detritični sastojci pješčenjaka, kao i prije spomenutih dolomita su: kvarc, feldspati i muskovit. U pjščenjacima i tinjčastim silitima na području Ivanščice i Strahinjčice nađena je dosta slabo sačuvana makrofauna. Mjestimične su i pojave ostataka fosila. U pješčenjacima su česti ostaci i kamene jezgre školjaka: *Myacites fassaensis*, *Pseudomonotis clarai*. Tamnosivi vapnenci su homogene strukture, izgrađeni iz sitnozrnatog sparitskog kalcita. Često sadrže nekarbonatne primjese veličine pijeska, silta ili gline. To su obično kvarc i limonimo-glinovite supstance, dispergirane ili koncentrirane u mikrostilolitima. Uz ove vapnence pojavljuju se i biomikrospariti. U njima dolaze nepravilno orijentirane ljušturice školjkaša i ostaci mikrofosila. Neki tipovi vapnenca izgrađeni su isključivo iz karbonatnog biogenog detritusa: pločica krinoida i foraminifera, a rjeđi su intraklasti, peleti i ooliti. Na sjevernim padinama Ivanščice ponekad na crvenosmeđim donjotrijaskim klastitim leže sitnozrni tankopločasti i listićavi vapnenci, te metamorfozirani (mramorizirani) vapnenci.

Srednji trijas (T₂)

Najznačajniji i najzastupljeniji litološki član srednjeg trijasa u području Ivanščice i Strahinjčice su tamnosivi dolomiti. Uzrok sive boje na dolomitu je organska tvar (ŠIMUNIĆ et al. 2006). Anizik je utvrđen isključivo superpozicijski, dok ladinik obilježavaju tanke zone i leće fosiliziranih vapnenaca i klastita. Bazu anizika čine svijetlosivi i sivi pretežito gromadasti

vapnenci, dolomitizirani vapnenci i dolomiti s neodredivim ostacima fosila. U srednjem trijasu su još zastupljeni tamnosivi pločasti vapnenci i laporoviti vapnenci, lapori, šejlovi i zelenkasto obojeni piroklastiti. Sedimentološke analize pokazale su da se mogu razlikovati dolomiti sa sačuvanim reliktima struktura prvobitnih karbonatnih stijena mikritnog i kalkarenitnog tipa. Sadržaj CaCO_3 komponente u kalcitičnim dolomitima najčešće se kreće do 10 %, a vrlo rijetko dosiže i do 30 %.

Vapnenci iz karbonatno-klastičnih zona određeni su kao mikriti, biomikriti i intrabiospariti. Negdje je vidljiva dolomitizacija i silifikacija, a neki su pjeskoviti. Crvena boja vapnenaca potječe od željezovite supstance. Srednjotrijatske piroklastične stijene, često nazvane „*pietra verde*“ određene su kao izmjenjeni kristaloklastiti i kristalovitrklastični tufovi, tufni peliti i vapnoviti tufovi. U zapadnim dijelovima Ivanšćice, može se vidjeti postupan prelaz tamnosivih pločastih vapnenaca donjem trijasa u tamnosive dolomite srednjeg trijasa.

Tijekom srednjeg trijasa pretežno su se taložili plitkovodni vapnenci čiji je postanak vezan za grandioznu trijasku karbonatnu platformu. Ove stijene su kasnije dolomitizirane i tektonski razdvojene, a na temelju fosila i superpozicije mogu se podijeliti na razdoblja anizika i ladinika. Dolomiti i vapnenci anizičke starosti formiraju većinu „planinskog lanca“ Ivanšćica – Strahinjčica – Ravna Gora – Koštrun (ŠIMUNIĆ et al., 1997., 2006). U srednjem aniziku dolazi do promjene u sedimentaciji iz plitkovodnih karbonata sa dubokovodnim klastičnim i vulkanskim naslagama, te su takve stijene prisutne u svim planinama Hrvatskog Zagorja (DRAGIČEVIĆ et al., 1998). Determinirani fosili su alge i foramenifere: *Meabdropa dinarica*, *Glomospira densa*, *Macroporella alpina* (ŠIMUNIĆ et al., 1982.). Na temelju geološke karte i prikazanog geološkog stupa smatra se da je debljina naslaga starosti anizika oko 450 metara. U ladiniku se nastavlja sedimentacija plitkovodnih vapnenaca koji su kasnije dolomitizirani i rekristalizirani. Determinirani fosili: *Uvanella irregularis*, *Dictyocoelia manon*, *Ladinella porata*. Debljina ladiničkih naslaga se sa sigurnošću ne može odrediti zbog kontinuirane i istovrsne sedimentacije u gornjem trijasu. Prema geološkoj karti i geološkom stupu prepostavlja se debljina do 300 metara.

Uz navedene stijene, na mnogo mesta konstatirane su pojave tufova, koji najčešće s njima alterniraju. Zbog toga će tufovi, kao i bazični eruptivi biti posebno opisani. Nakon sedimentacije opisanih stijena došlo je do smirivanja prilika u bazenu i ponovne sedimentacije karbonatnih naslaga. Najveći dio tada istaloženih karbonata dolomitiziran je kasnjim diagenetskim procesima. Mjestimično su u dolomitima ostali sačuvani algalni i tufitični vapnenci.

Gornji trijas (T₃)

Dio dolomitno-vapnenačkih naslaga u centralnom dijelu Ivanščice uvrštene su u gornji trijas. To su pretežno stromatolitni, intraklastični, srednjерznasti dolomiti s rijetkim ulošcima vapnenaca te dolomitne intrabazenske breče. Kod postanka plitkovodnih sedimenata najvažniju ulogu imale su modrozelene alge (Al. ŠIMUNIĆ i An. ŠIMUNIĆ 1979). One su se intenzivno razvijale u povoljnim prilikama koje su vladale u srednjem i gornjem trijasu. U fazi rane dijogeneze najveći dio plitkovodnih vapnenačkih sedimenata je dolomitiziran.

Bazalt (β)

Na sjevernim padinama Ivanščice te na sjevernim padinama i u središnjem dijelu Strahinjčice, uz srednjjetrijaske klastične sedimente i tufove, pojavljuju se trošni sivozeleni i maslinastozeleni eruptivi koji su određeni kao bazalti, andezit-bazalti i spilitizirani bazalti. Njihovo pojavljivanje vezano je uz vulkansku aktivnost izlijevno-eksplozivnog tipa, koja je bila uzrokvana tektonskim pokretima početkom anizika i u ladiniku. Najveće količine eruptiva poznate su u zapadnom dijelu Ivanščice između Lepoglave i Loborskog Golubovca te u izvorišnom dijelu potoka Željeznice. Kod Lepoglave se nalazi veliki kamenolom u Vudelja potoku u kome se eksploriraju spilitizirani bazalti, andezit-bazalti i tufovi. Sastoje se od gromadastih ili debelouslojenih sivih sitnozrnatih vapnenaca i dolomita. Vapnenci su određeni kao algalni biomikriti, fosiliferni i peletski mikriti. U blizini tektonskih kontakata ponegdje se pojavljuju krupnozrnati metamorfozirani vapnenci.

Eruptivi su mandulaste teksture s porfirno izlučenim hipidiomorfnim i alotriomorfnim kristalima feldspata, rjeđe monoklinskog piroksena. Rijetko dolaze samostalno, već su najčešće uloženi u sitnozrne klastite i piroklastite. Zbog toga je njihova starost određena na temelju superpozicije sa stratigrafski dokumentiranim karbonatuim naslagama.

3.2.2. Jura

Donja i srednja jura (J_{1,2})

Na gornjotrijskim naslagama kod Mrzljaka (kota 742), kontinuirano se nastavljaju sitnozrnati vapnenci, čija mikrokristalasta osnova uklapa rijetke ostatke ljuštura malih puževa, dijelove stapki krinoida i rijetke onkoide. U njima je mjestimično koncentrirana bituminozna supstanca. Donojurski i trijaski vapnenci s ovog lokaliteta predstavljaju dio razorene navlake. Sekundarni blokovi lijaskih vapnenaca nađeni su još sjeverno od Podruta, kod starog grada Belec i kao olistoliti unutar krednih klastita na Kalniku. Nalazi plitkovodnih donojurskih vapnenaca na području Ivanščice, Medvednice (ŠIKIĆ 1965) i u Žumberku (ŠIKIĆ i dr., 1979) ukazuju da je na području sjeverne Hrvatske nastavljena kontinuirana plitkovodna sedimentacija iz gornjeg trijasa u donju juru. ŠIKIĆ i dr. (1979) prepostavljaju da je do

razbijanja trijasko-lijaske „karbonatne platforme“ došlo tijekom gornjeg lijsa. BABIĆ (1976) je opisao kondenziranu sedimentaciju lijsa i dogera na području Ivanšćice.

Jura-Kreda (J,K)

Nakon raspada trijasko-lijaske „karbonatne platforme“ došlo je do prekida u sedimentaciji koja je trajala do gornjeg malma. Tada je na korodiranoj trijaskoj podlozi započela sedimentacija tankopločastih, žutih i svjetlosivih vapnenaca. Vapnenci su određeni kao radiolarijski biomikriti, pelecipodno-radiolarijski biomikriti, te fosiliferni mikriti. Za sve navedene vapnence je karakteristično da se sastoje od guste mikrokristalaste i kriptokristalaste kalcitne osnove koja uklapa sitne radiolarije, rjeđe tekstularije i kalpionele. Primjećeni su kristalići kvarca i pirita. Neki slojevi vapnenaca su rekristalizirani ili silicificirani. Mjestimično, kao npr. sjeverno od Podruta, zapažena je silicifikacija svih vapnenaca unutar otvorenog geološkog profila. Vapnenci se često izmjenjuju s radiolarijskim šejlovima i radiolarijskim rožnjacima. U gornjim dijelovima stupa pojavljuju se i pješčenjaci i koji predstavljaju prelaz u kredne vulkanogeno-sedimentne naslage. Ukupna debljina ovih naslaga ne prelazi 50 m. One se protežu u obliku uskog isprekidanog pojasa od kolektorske stanice Zagorskog vodovoda (Reka potok) do Male Ivanšćice. U istočnom dijelu Ivanšćice pojavljuju se samo kao mali izolirani izdanci. Granica jursko-krednih vapnenaca prema trijaskim dolomitima i vapnencima je erozijsko-diskordantna. U vapnencima su na mnogo mjesta nađene vrste *Calpionella alpina* i *C. eliplica* koje ukazuju na stratigrafski raspon titon-valendis.

3.2.3. Kreda

Kredne naslage nalaze se na južnim i jugoistočnim padinama Ivanšćice.

Otriv-turon (K_{1,2})

Naslage vulkanogeno-sedimentnog kompleksa u istraživanom području, pobuđivale su pažnju brojnih geologa zbog velikog broja litoloških članova, rijetkih nalaza fosila i teške međusobne komparacije. Prvi je „kredu s ofiolitima u Ivanšćici“ opisao HERAK (1960), a zatim slijede brojni radovi koji su navedeni u pregledu geoloških istraživanja. Za ove naslage je karakteristična česta nepravilna izmjena pješčenjaka, radiolarijskih šejlova, laporu, rožnjaka, vapnenaca, silicificiranih vapnenaca i tufova. Uz navedene sedimenme stijene pojavljuju se spilitizirani dijabazi i gabri. Ostatke tih naslaga, samo iz različitih nivoa, danas nalazimo na spomenutim planinama. Sedimenti baze nalaze se samo na području Ivanšćice. Prema terenskim zapažanjima čini se da u bazi dominiraju krupnije zrnati sedimenti nad sirnozrnatim, koji opet prevladavaju u višim horizontima. Sedimentacija sitnozrnatih komponenata ukazuje na smanjen donos terigenog materijala. To je moglo biti uvjetovano različitim faktorima, kao npr. produbljavanjem bazena, udaljavanjem obale, smanjenjem energije turbiditnih tokova i sl. Ovaj dio naslaga pružao je mnogo manji otpor kasnijim boranjima, tako da je mjestimično

dolazilo do raskidanja slojeva i potpunog gubitka slojevitosti. Na području Ivanščice među krednim sedimentima prevladavaju pješčenjci sive ili sivozelene boje koji su prema sastavu određeni kao grauvake. Izgrađeni su iz angulamog, dosta dobro sortiranog detritusa. Šejlovi i lapori su peliti sive i sivosmeđe boje, dok su radiolarijski šejlovi obično crvenosmeđi zbog primjesa hematita i limonita. U radiolarijskim šejlovima su brojni ostaci rekristaliziranih radiolarija. Vapnenci s radiolarijama i sa spikulama spongija su sitnozrnasti dubokovodni sedimenti.

Unutar navedenih krednih naslaga pojavljuju se blokovi različitih stijena decimetarskih, metarskih i dekametarskih dimenzija. To su srednjezrnat kalcitski dolomiti te stromatolitski vapnenci i dolomiti srednjeg i gornjeg trijsa, onkolitski i sitnozrnat vapnenci donje jure, vapnenci s filamentima i radiolarijama gornje jure, sitnozrnat vapnenci s kalzionelama i radiolarijama titon-valendisa te možda vapnenci i pješčnjaci donje krede. Starost olistolita je uglavnom paleontološki dokazana.

Bazični eruptivi (88)

Veće mase bazičnih eruptriva izdvojene su na južnim padinama centralnog i istočnog dijela Ivanščice te u središnjem dijelu Strahinjčice. U svim navedenim lokalitetima eruptivi su genetski vezani uz kredni vulkanogeno-sedimentni kompleks. Odnos prema sedimentima je najčešće tektonskog karaktera, jer su eruptivi prilikom boranja predstavljali cjelovite mase, koje su pružale otpor tangencijalnim potiscima. U nekim kamenolomima vidi se utiskivanje eruptivnog tijela među slojeve sedimenata (GOLUB & VRAGOVIĆ, 1960), a na području potoka Ljuba uz granicu eruptiva i vapnenaca, i kontakt-metamorfne promjene. Na temelju iznesenog može se zaključiti da je do probaja eruptiva došlo istovremeno sa sedimentacijom vulkanogeno-sedimentnih naslaga. Na temelju petrografske i kemijske analize izdvajaju se dijabazi, spilitizirani dijabazi, spiliti, gabri i lave. Na terenu se najčešće pojavljuju dijabazi, spilitizirani dijabazi i spiliti, dok se ostali tipovi stijena rjeđe nalaze. Dijabazi imaju ofitsku do intersetalnu strukturu, rjeđe i porfiroidnu.

3.3. Kenozoik

3.3.1. Oligocen-Miocen (Ol,M)

Ove stijene karakterizirane su erozijskom diskordancijom prema starijim, permskim ili trijaskim stijenama. Uglavnom su to glinoviti lapori, pjeskoviti lapori, gline, pješčenjaci i lapori. Mjestimično se mogu naći breče i konglomerati u izmjeni s navedenim stijenama. Gline i lapori su uglavnom sive boje, mjestimično rumeno sive debljine slojeva od nekoliko cm do nekoliko dm. Pjesak je također sive do rumeno-sive boje slabe do srednje sortiranosti. Pješčenjaci su

cm-dm debljina, rijetko dosežu do 0,5 m. Zrna su uglavnom kvarcna, milimetarskih dimenzija, no ponekad, pješčenjaci lateralno prelaze u dobrosortirani konglomerat. Oligocensko-miocenska starost ovih naslaga određena je na temelju fosila (vidjeti detaljnije u ANČIĆ & JURIŠA, 1983).

3.3.2. Neogen

U istraživanom području najveće površine uz trijaske stijene, pokrivaju neogenske naslage. Zastupljeni su svi katovi u rasponu donji miocen - gornji pont. Izdvajanje kronostratigrafskih jedinica izvršeno je prvenstveno na osnovi paleontološke dokumentacije, uz uvažavanje superpozicijskih i strukturnih odnosa. U neogenu su zastupljeni sedimenti marinske, brakične i kaspibrakične-oslađene sredine, dijelom u pravilnom slijedu, a za razdoblje donjeg i srednjeg miocena karakteristična je povremena vulkanska aktivnost.

Donji miocen (egeg, egenburg) - (M₁)

Ovaj stratigrafski član ima znatno rasprostranjenje u području Strahinjčice i Ivanščice a njegov veći dio sačinjavaju naslage poznate pod nazivom „**oligocenske ugljonošne naslage**“. Paleontološka dokumentacija te strukturni i superpozicijski odnosi sugeriraju raspon starosti eger-egenburg, no prema ŠIMUNIĆ, et al., 1982 za sada nema pouzdanih kriterija za odvajanje ovih katova donjeg miocena. Na potezu Očura-Krušljevac donjomiocenske naslage prate starije stijene u kontinuiranoj zoni različite širine, a u njenom nastavku zastupljene su u širem području Varaždinskih Toplica. Na površini ih nalazimo sjeverno i južno od Strahinjčice i Ivanščice gdje prekrivaju velike površine.

Donjomiocenske paralične naslage primarno leže diskordantno na starijoj podlozi, a nastale su kao produkt intenzivne erozije izdignutog reljefa. Znatna varijabilnost litofacijesa i okoliša u bočnom i vertikalnom smislu te sinsedimentacijski vulkanizam ukazuju na značajnu tektonsku aktivnost u vrijeme njihovog stvaranja. Dominantan litološki član su klastiti, pijesci, pješčenjaci, konglomerati i šljunci, a zastupljeni su još lapor, gline, tufovi i ugljen. Pijesci su raznih nijansi sive, smeđe ili žute boje, obično srednje do slabo sortirani. Glavni mineralni sastojak je kvarc, a značajnije su još zastupljeni feldspati i čestice stijena. Pješčenjaci su u svježem stanju sive do tamnosive boje, a trošenjem poprimaju razne nijanse smeđe boje. Determinirani su kao litoareniti i sublitoareniti. Detritus je angularan do subangularan, rjeđe poluzaobljen, obično dobro sortiran. Krupozrnati ekvivalenti litoarenita i sublitoarenita su polimiktni konglomerati i breče s veličinom detritusa pretežno 0,5 do 2 cm. Trošenjem konglomerata i breča nastaju šljunci koji mjestimično pokrivaju značajne površine, a njihov dominantan sastojak je kvarc. Lapor dolaze u dosta pravilnoj izmjeni s pješčenjacima.

Donjomiocenske naslage sadrže marinsku i brakičnu mikro- i makrofaunu. Debljina donjomiocenskih naslaga iznosi do 500 m.

Tufovi (Θ)

Tufovi su prisutni kao manje ili veće pojave u više nivoa bez uočljive pravilnosti. Pojave većeg rasprostranjenja zastupljene su kod Lepoglave i Vuglovca te u širem području Lojnice. Pretežno su sivo i zelenkastožućkaste boje. S obzirom na petrografske karakteristike razlikuju se dva osnovna tipa tufova. Jedni su tipični staklasti tufovi s djelomično devitrificiranom osnovom i relativno rijetkim porfiroklastima, koji su određeni kao kvarc i feldspati. Drugi tip tufova su stijene s vitričnom i perlitskom strukturom, s čestim mjehurićima i pukotinama koji su posljedica brzog hlađenja lave. Porfiroklasti su hipidiomorfnog i alotriomorfnog oblika, a određeni su kvarc, kiseli plagioklasi i biotit. Ova vrsta tufova obično se javlja u višim nivoima donjeg miocena, odnosno u blizini granice s badenom.

Andeziti (a)

Jugozapadno od Lepoglave i kod naselja Lepoglavska Ves nalaze se zelenkasti do sivozelenkasti, dijelom trošni eruptivi određeni kao andeziti. Vezani su za zonu naslaga donjeg miocena, a kod Lepoglavske Vesi na njima transgresivno leže badenske naslage. Andeziti su stijene porfirne strukture s pilotaksitskom osnovom. Porfirno izlučeni minerali su feldspati (sraslaci ili zonarno građeni andezini) te rompski pirokseni (hipersten i monoklinski augit). Veličina porfiroklasta je do 1,6 mm. Pilotaksirska osnova izgrađena je od mikrolita plagioklasa i zrna piroksena, koje uklapa staklasta masa. Andeziti kod Lepoglave ranije su eksploatirani u građevinske svrhe.

Baden (M_4)

Naslage badena su najzastupljeniji član neogena i svojim većim dijelom okružuju starije stijene. Baden karakteriziraju marinski sedimenti, zastupljeni su vapnenački sedimenti, pjeskoviti vapnenci, glinoviti vapnenci i kalcitični lapori, a pojavljuju se još i konglomerati i breče.

Badenske naslage su uglavnom transgresivne na starije stijene, a u istraživanom području, transgresivne su uglavnom na trijaske dolomite. Na granici s dolomitima nalaze se breče i konglomerati, a zatim slijede litavci i litotamnijski vapnenci te kalcitični pješčenjaci i lapori. (ŠIMUNIĆ i HEĆIMOVIĆ, 1981). Determinirani su značajni makrofosili: *Pycnodonta cochlear*, *Chlanys opercularis*, *C. Latissima*, *Amussium corneum denudatum*, *Phacoides borealis*, a od mikrofosila: *Martinotiella communis*, *Vaginalina legumen*, *Uvigerina macrocarinata*.

Sarmat (M₅)

Naslage sarmata čine tanki slojevi sitnozrnatih pijesaka i lapora, te pjeskoviti vapnenci, kalcitični lapori, glinociti i bituminozni lapori (ŠIMUNIĆ, 2006). Naslage sarmata su konkordantne i kontinuirane na badenskim naslagama. Naslage sarmata čine ponajviše tankouslojeni i lističavi vapnenci i lapori, a manje gline, pijesci i konglomerati. Determinacijom fosila školjke: *Ervilia dissita dissita* i *Articulina sarmatica*, dokazuje da su sedimenti taloženi u plitkoj brakičnoj vodi.

Panon

Naslage panona čine tankouslojeni i pločasti vapnenci i lapori. Ovi slojevi se još zovu i „*Croatica*“ naslage (JENKO, 1944) na temelju puža *Radix Croatica*. Naslage panona leže konkordantno na naslagama sarmata (ŠIMUNIĆ, 2006). Početkom panona (donji panon) dolazi do desalinizacije zagorskog bazena te postaje slatkvodno jezero što u potpunosti mijenja faunu i floru. Kako je već navedeno, dolazi do taloženja tankouslojenih vepenaca i lapora. Uz naziv „*Croatica* slojevi“ još se koristi i naziv „*bijeli lapori*“. Na temelju fosila zaključak je da su klimatski uvjeti bili slični današnjim. Debljina ovih naslaga je oko 50 metara (ŠIMUNIĆ i HEĆIMOVIĆ, 1981).

Gornjopanonske naslage se razlikuju na dva dijela: donji laporoviti i gornji pješčani. U donjem dijelu taloženi su debelouslojeni i gromadasti, vapnenački i glinoviti lapori. Nadalje su odlagani debeli slojevi pijesaka, koji se izmjenjuju s tankim proslojcima glinovitih lapora. Ponekad su taloženi slojevi i leće sitnozrnatog, dobro zaobljenog, kvarcnog šljunaka. Ovakav raspored sedimenata ukazuje na jake struje i podvodna klizanja, zbog čega njihov postanak valja vezati uz “mutne tokove” koji su transportirali klastični materijal s područja Alpa u Panonski bazen (PIKIJA, 1982). Sedimenti gornjeg panona u osnovi leže preko donjopanonskih naslaga. Najčešće su razvijeni u facijesu „*banatica* naslaga“ koje su izgrađene od različitih lapora. Pojavljuju se i laporoviti pijesci koji su karakteristični za područje Hrvatskog zagorja. Starost gornjeg panona dokazana je na temelju determiniranih makrofosila: *Congeria banatica* i *Gyraulus tenuistriatus*.

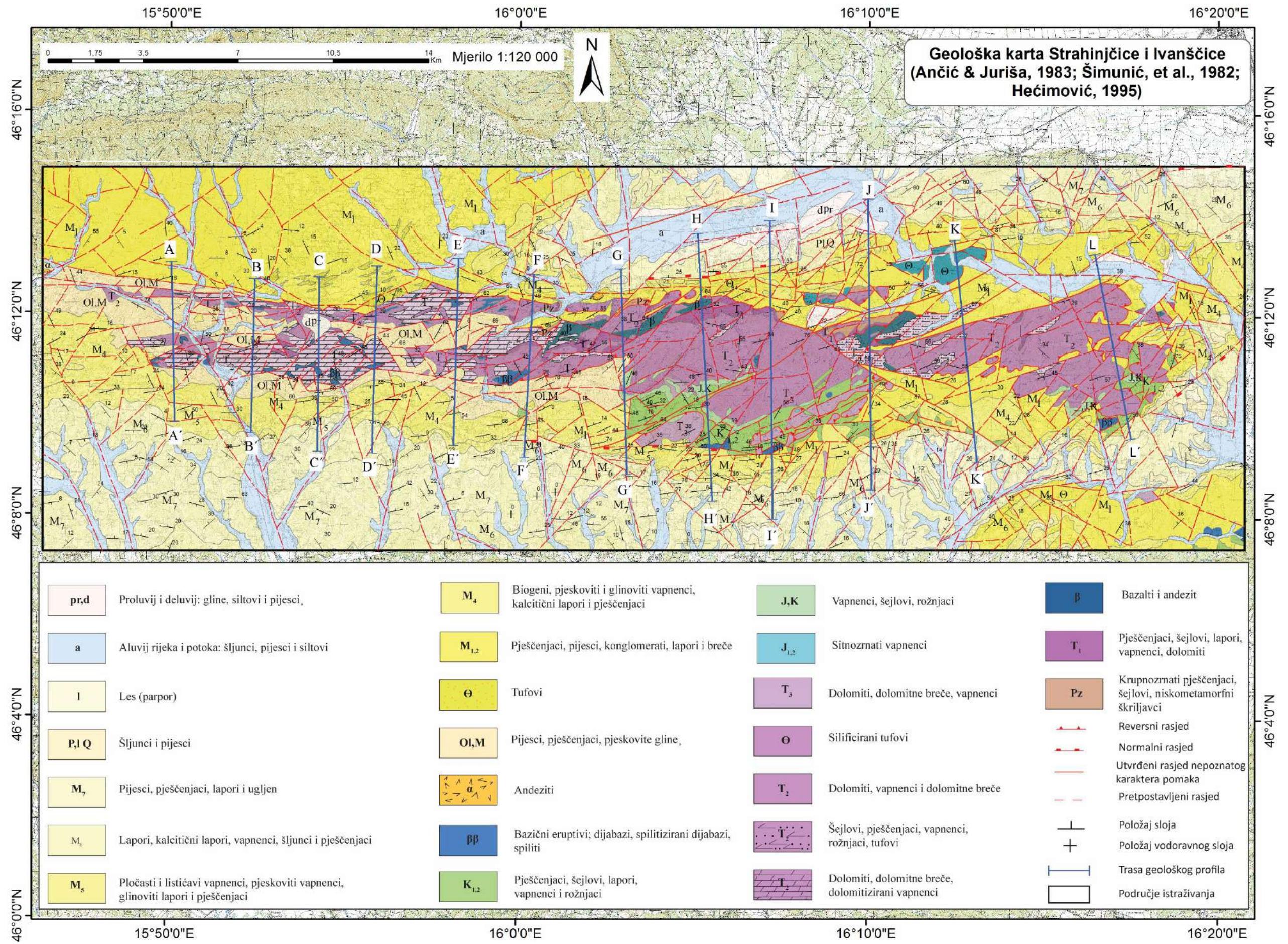
3.3.3. Pliokvartar (Pl,Q)

Na području Hrvatskog zagorja pojavljuju se sivi žuti i crvenosmeđi pijesci, šljunci i gline. Pliokvartarne naslage leže diskordantno preko starijih neogenskih članova. Šljunci su slabo zaobljeni, a među njima dominiraju valutice izgrađene iz kvarca, rožnjaka, eruptiva i tufa. Sastav valutica ukazuje na lokalno porijeklo materijala. Pijesci su različite granulacije, a odlikuje ih visok postotak kvarcnih zrna. Starost ovih naslaga nije potpuno utvrđena, ali se pretpostavlja, da su nastale u slatkvodnim jezerima, koja su se održala i u donjem pleistocenu (ŠIMUNIĆ, 1986)



3.3.4. Kvartar (a, dpr)

Naslage kvartara se mogu podijeliti na pleistocenske i holocenske naslage. Zbog manjka podataka, naslage kvartara su izdvojene prema genetskim tipovima a u istraživanom području pojavljuju se les, aluvij i proluvij i deluvij.



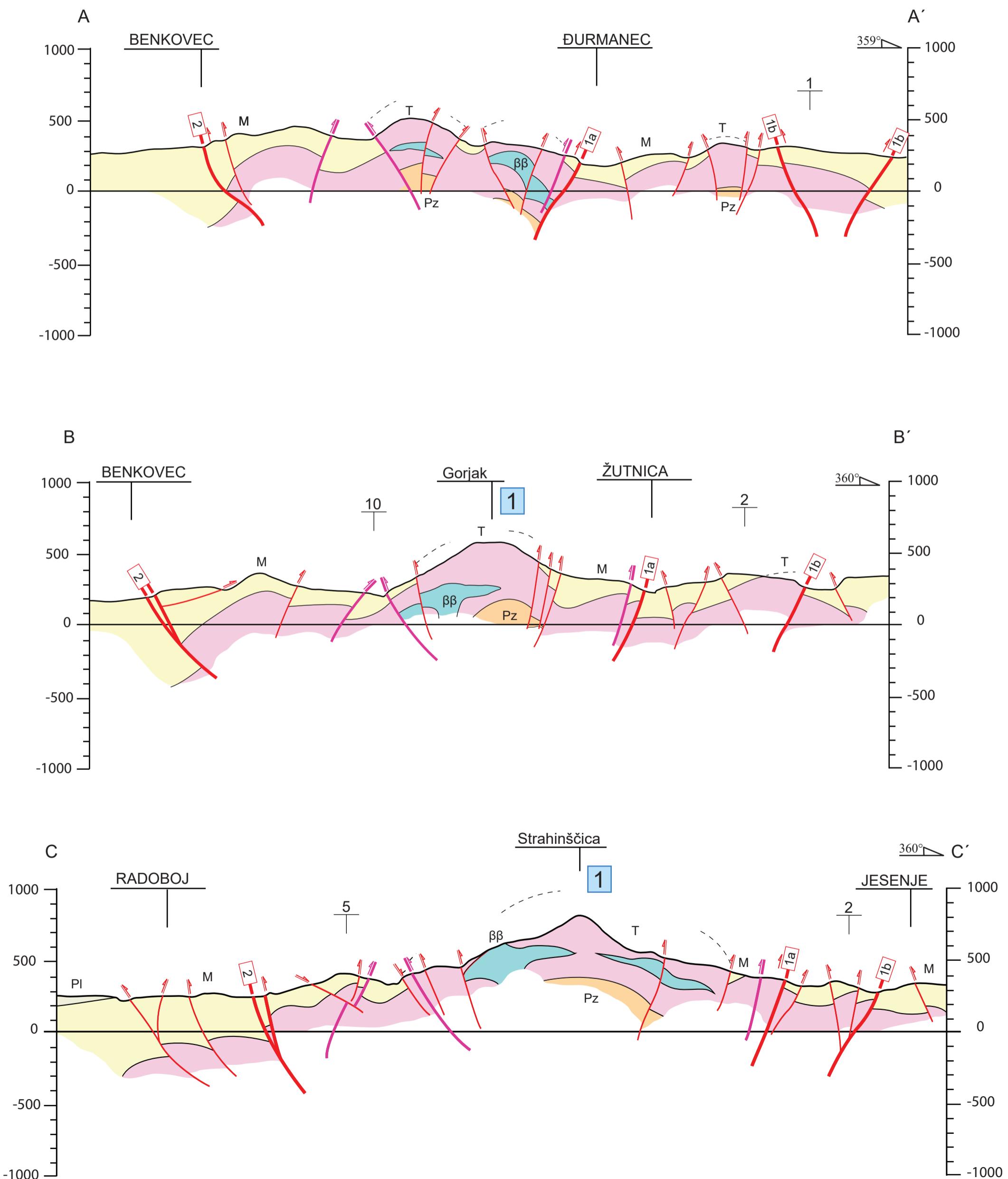
Slika 3.1. Geološka karta Strahinjčice i Ivanščice (ANČIĆ & JURIŠA, 1983; ŠIMUNIĆ et al., 1982; HEĆIMOVIĆ, 1995).

GEOLOŠKI STUP

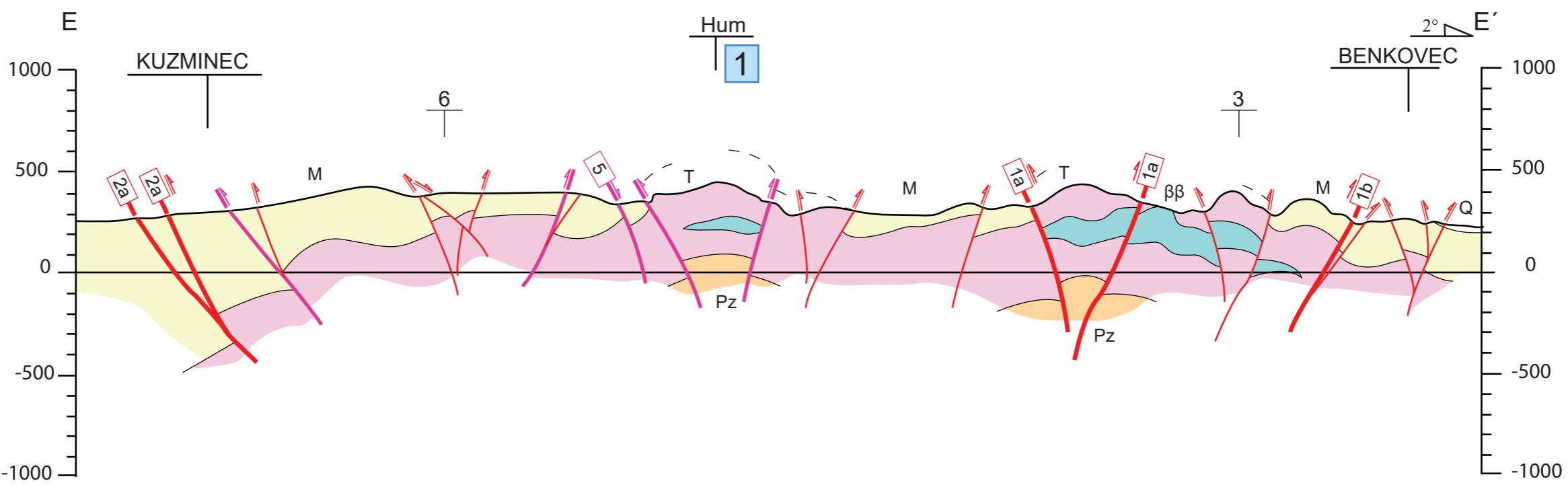
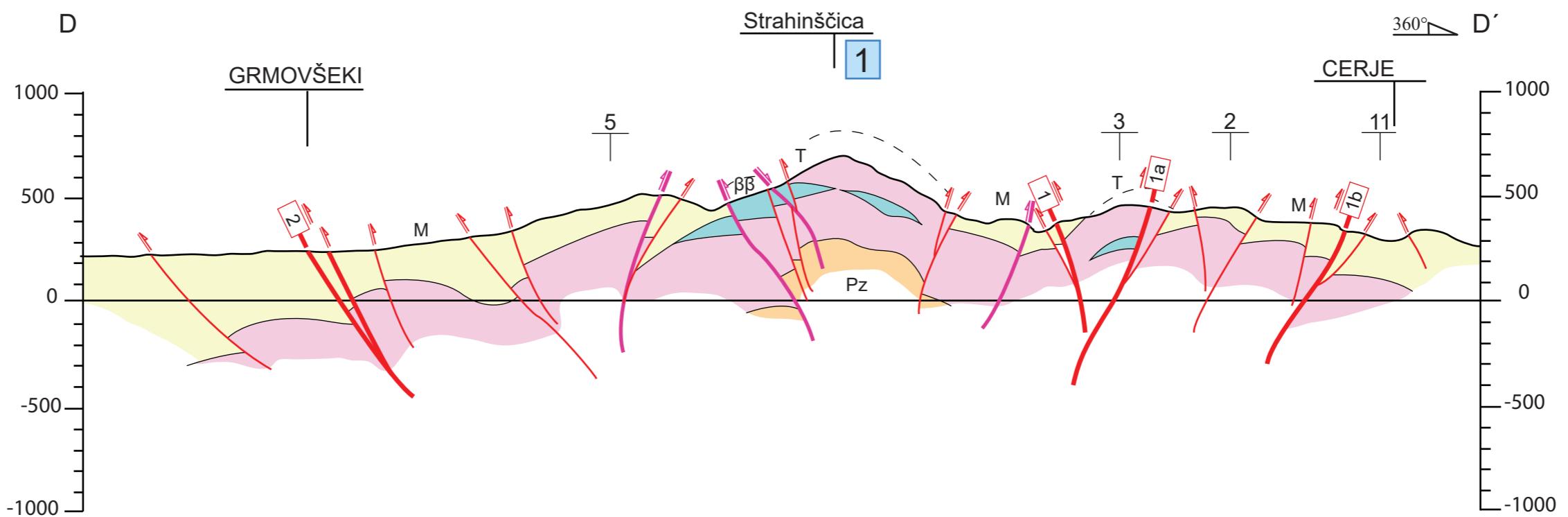
| STAROST | GRAFIČKI PRIKAZ | | DEBLJINA (m) | TEKSTUALNI OPIS |
|-----------------|-----------------|--------------------------|--------------|---|
| Holocen | | dpr a | do 100 | Proluvij Aluvij |
| Plio-kvartar | | Pl, Q | 100 | Izmjena šljunaka, pjesaka s proslojcima gline |
| | | M ₇ | 300 | Pjesaci s proslojcima pješčenjaka i pjeskovito-glinovitih lapor, leće šljunaka i gline i ugljen; Congera croatica, Congera rhomboidea Latori s rijetkim proslojcima pjesaka i pješčenjaka, pjesaci s proslojcima pjeskovitih lapor i pješčenjaka; |
| | | M ₆ | 200-700 | Pjesaci, pješčenjaci, pjeskoviti i siltozni latori, sitnozrnatи šljunci, gline i ugljen Latori i kalcitčni latori s proslojcima pjesaka, pješčenjaka, sitova i lapor; Congera banatica Vapnenci i latori s proslojcima pjesaka; Radix croatica |
| | | M ₅ | Do 100 | Pjesaci, pješčenjaci, konglomerati, latori, gline i tufovi |
| | | M ₄ | 150-300 | Biogeni pjeskoviti i laporoviti vapnenci, kalcitčni latori, pješčenjaci i latori |
| | | M _{1,2} | oko 300 | Izmjena pjesaka, pješčenjaka, konglomerata, šljunaka, lapora, gline, tufova i ugljen |
| OLIGOSEN-MIOCEN | | Θ | | |
| KREDA | | Ol, M | oko 500 | Pjesak, pješčenjak, pješčana gлина, konglomerati, breče, latori |
| | | K _{1,2} | 500-1000 | Nepravilna izmjena pješčenjaka, šejlova, lapor, vapnenca, silicificiranih vapnenaca i tufova, blokovi dolomita, vapnenaca, pješčenjaka i eruptiva trijaske, jurske i kredne starosti |
| Jura, d. kreda | | J, K J ₁₊₂ | oko 100 | Vapnenci, rožnjaci i šejlovi; Calpionella alpina |
| TRIJAS | | T ₃ | 100-300 | Vapnenci, dolomiti i dolomitne breče |
| | | Θ | | |
| | | T _{2,3} | 400-750 | Stromatolitni i intraklastični dolomiti, dolomitne breče i rijetki ulošci vapnenaca; Ladinella porata i megalodonide |
| | | T ₁ | 50-200 | Tufovi Dolomiti, vapnenci, i dolomitne breče |
| | | Pz | >100 | Izmjena konglomeratičnih i krupozrnatih pješčenjaka i šejlova |

Slika 3.2. Geološki stup Strahinjčice i Ivanšćice (ANČIĆ & JURIŠA, 1983; ŠIMUNIĆ et al., 1982).

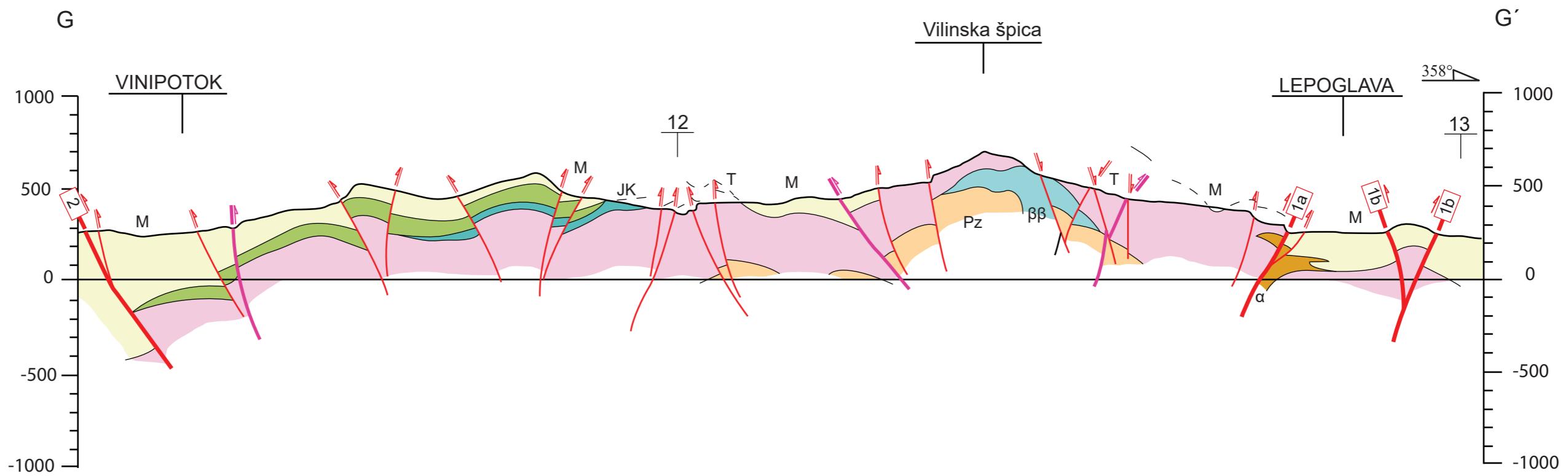
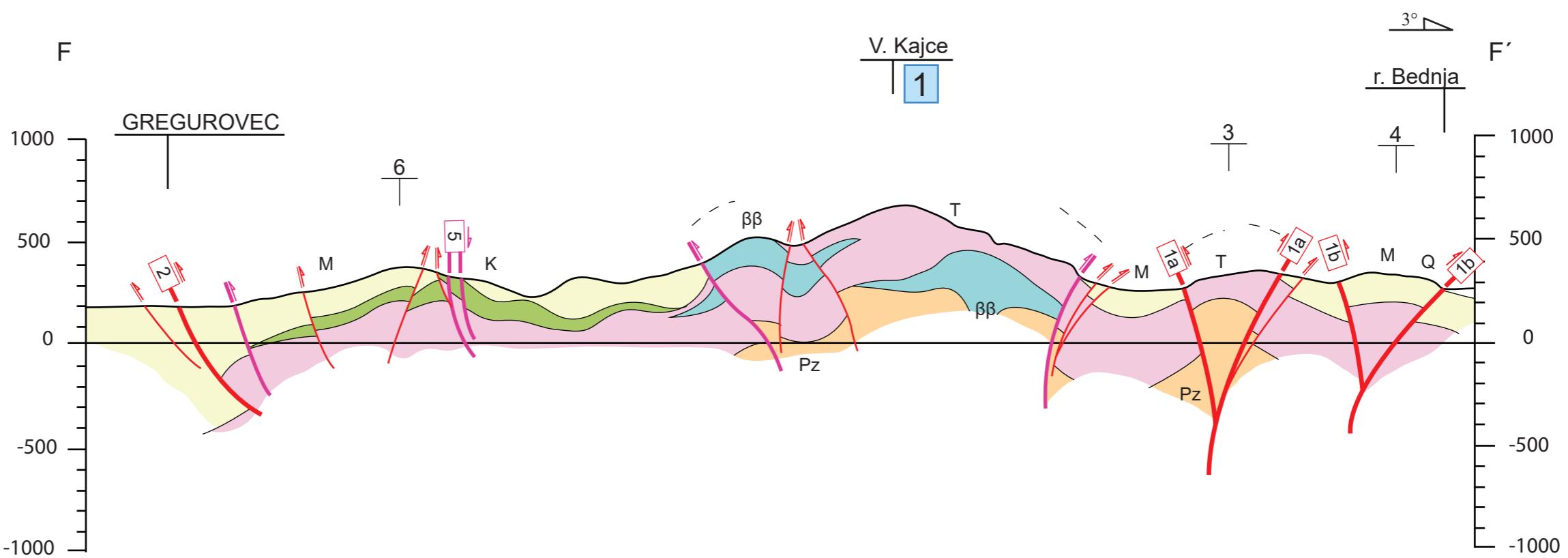
Geološki profili A-A', B-B', i C-C'



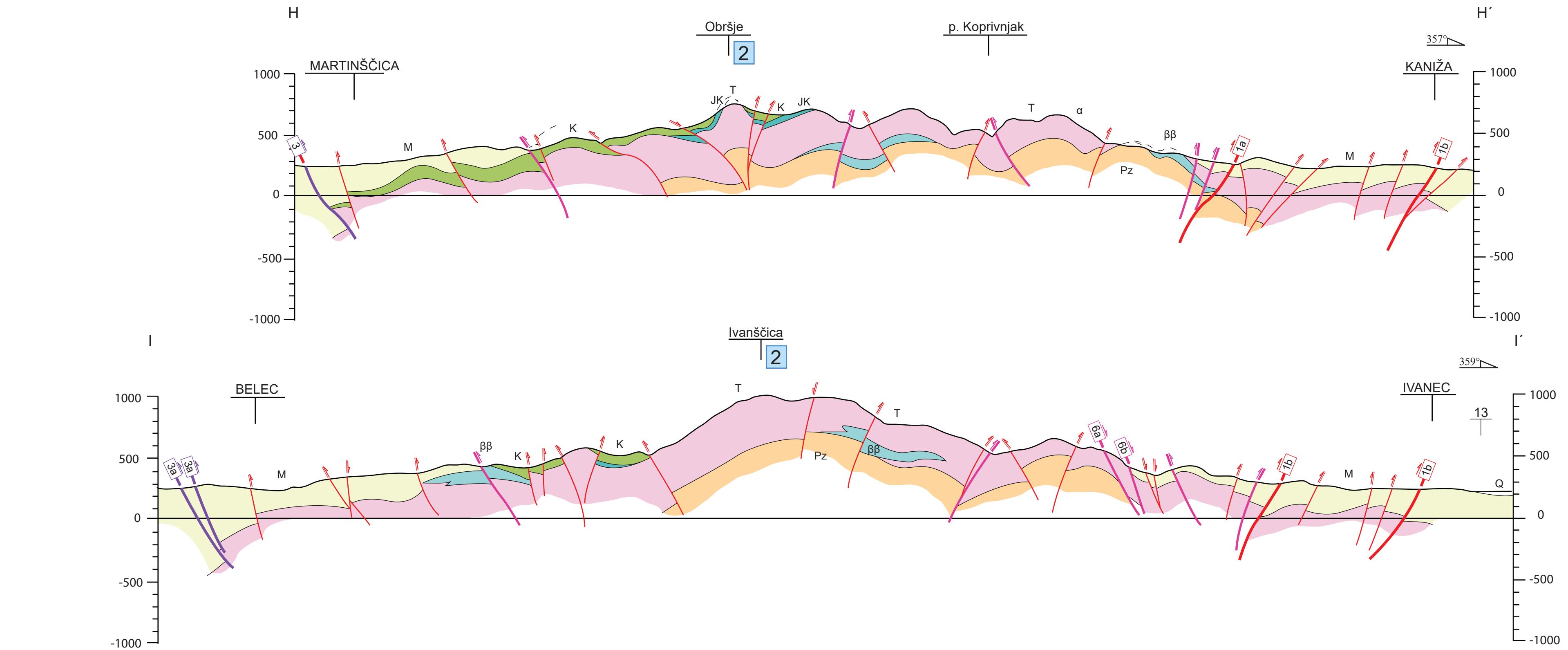
Geološki profili D-D', i E-E'



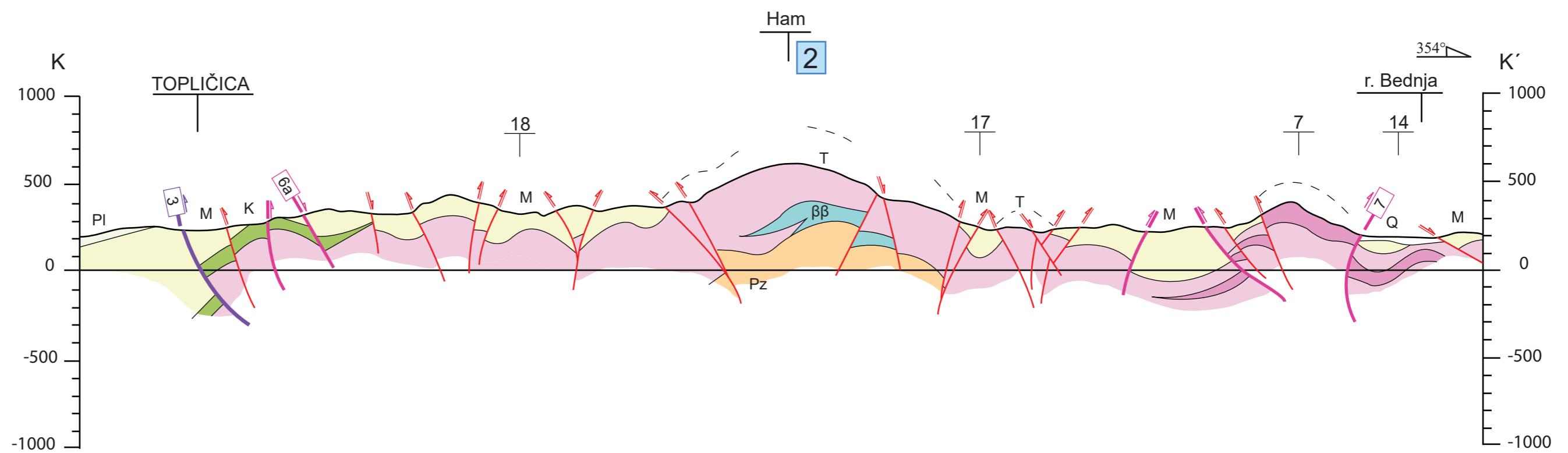
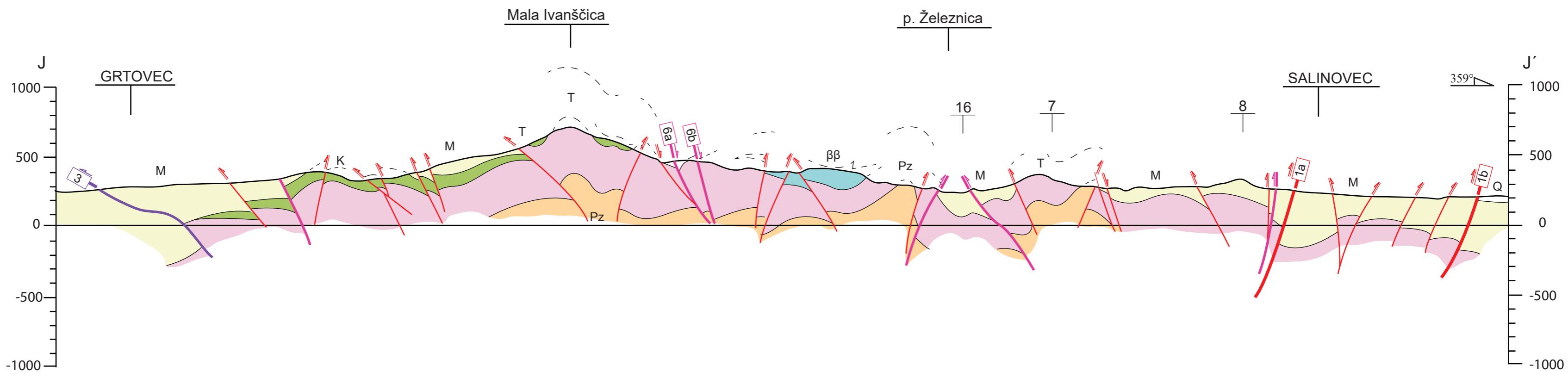
Geološki profili F-F', i G-G'



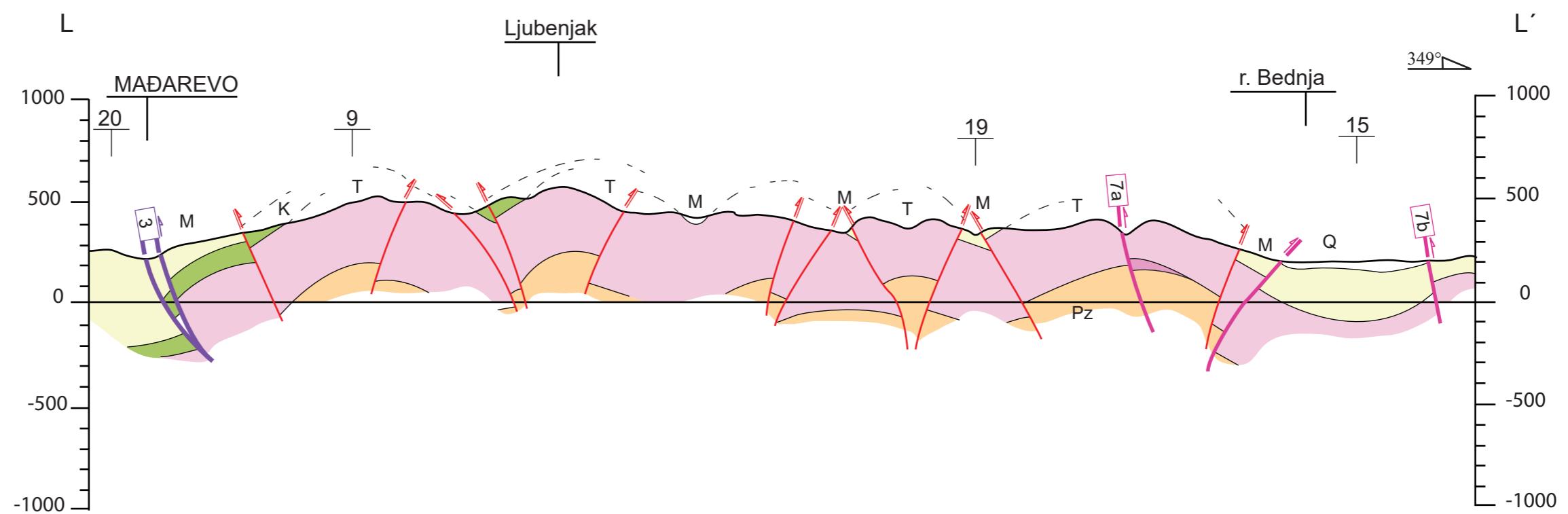
Geološki profili H-H', i I-I'



Geološki profili J-J', i K-K'



Geološki profil L-L'



GEOLOŠKI PROFILI

Legenda:

A. STIJENE NA POVRŠINI

Q KVARTAR: ALUVIJ RIJEKA I POTOKA, SIL TOVI, PIJESCI, ŠLJUNCI, MJESTIMICE PROLUVIJALNI PIJESCI I DELUVIJALNI SILTVOI S FRAGMENTIMA STIJENA, PRAPOR

PI PLIOCEN: PIJESCI, PJEŠČENJACI, LAPORI I GLINE

M MIOCEN: U DONJEM DIJELU PRETEŽITO PJEŠČENJACI, LAPORI, MJESTIMICE KONGLOMERATI I TUFOVI, ZATIM VAPNENCI, PRETEŽITO I LAPOROVITI VAPNENCI, LAPORI I PJEŠČENJACI, TE U GORNjem DIJELU LAPOROVITI VAPNENCI, LAPORI I PJEŠČENJACI

a MIOCEN: ANDEZIT U DONJEM DIJELU

K KREDA: PJEŠČENJACI, LAPORI, VAPNENCI

B DIJABAZ, SPILITI

JK JURA. KREDA: VAPNENCI I ŠEJLOVI

T TRIJAS: U DONJEM DIJELU ŠEJLOVI, LAPORI, VAPNENCI, I DOLOMITI, ZA TIM DOLOMITI I VAPNENCI, TE U GORNjem DIJELU DOLOMITI, DOLOMITNE BREĆE I VAPNENCI

θ U SREDnjem dijelu silificirani tufovi

ββ U donjem dijelu bazalt i andezit bazalt

Pz PALEOZOIK: pretežito pješčenjaci i šejlovi

— GRANICE između pojedinih kompleksa stijena

B. STRUKTURE

1

VELIKE UZDIGNUTE STRUKTURE:
1 - STRAHINŠČICA; 2 - IVANŠČICA;

1

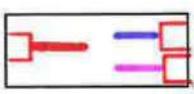
RELATIVNO VEĆE LOKALNE UZDIGNUTE STRUKTURE UNUTAR
STRAHINŠČICE, IVANŠČICE I ZONE PERIADRIATIK - DRAVA RASJEDA:
1 - LUKOVČAK; 2 - JELOVICA - BELAŠ; 3 - KRAJČEC - ŠUŠKOVEC BRDA;
4 - DUBOVEC - LEPOGLAVA; 5 - CEROVEČKO BRDO - MALA GORA;
6 - GORA VETERNIČKA; 7 - KAMENA GORA - HAMEC;
8 - KOZJAK - DRENOVEC; 9 - MADŽAREVO

10

RELATIVNO VEĆE LOKALNE SPUŠTENE STRUKTURE:
10- STRAHINJE; 11 -JESENJE; 12 - STARI GOLUBOVEC; 13 - DOLINA RIJEKE
BEDNJE IZMEĐU LEPOGLAVE I IVANCA; 14 - JASENOVEC; 15 - DOLINA
RIJEKE BEDNJE IZMEĐU MARGEČANA I BELETINCA; 16 - PRIGOREC -
ŽELEZNICA; 17 - ČIVAČA; 18 - VODICE; 19 - PODEVČEVO; 20 - KAMENA
GORICA

C. RASJEDI

- NAJAVAŽNIJI I TEKTONSKI NAJAKTIVNIJI RASJEDI STRUKTURNOG SKLOPA
(a, b - GLAVNI RASJEDI IZ ZONA)



1- PERIADRIATIK - DRAVA RASJED; 2 - RASJED
KRAPINA - KALNIK; 3 - RASJED LOBOR - NOVI MAROF;
5 - RASJED GALOVIĆI - GOLUBOVEC - PETROV A GORA;
6 - RASJED VUGLOVEC - PRIGOREC - TOPLIČICA;
7 - RASJED SALINOVEC - MARGEČAN - PODEVČEVO - OŠTRICE;



GLAVNI OGRANCI NAJAVAŽNIJIH RASJEDA STRUKTURNOG SKLOPA

- OSTALI VAŽNI RASJEDI STRUKTURNOG SKLOPA



NAJAVAŽNIJI RASJEDI KOJI SE PRUŽAJU DUŽ VEĆIH LOKALNIH UZDIGNUTIH STRUKTURA STRAHINŠČICE I IVANŠČICE I NJIHOVIH SREDIŠNJIH DIJELOVA



OSTALI RASJEDI KOJI SE PRUŽAJU DUŽ NAJISTAKNUTIJIH DIJELOVA POJEDINIХ STRUKTURA, ZATIM PRATEĆI RASJEDI NAJAVAŽNIJIMA I RASJEDI UNUTAR VEĆIH ZONA, TE RASJEDI UNUTAR STRUKTURA I RASJEDI KOJI UKAZUJU NA POLOŽAJE I POMAKE STRUKTURA I NJIHOVIH DIJELOVA



OZNAKE ZA POMAKE KROVINSKIH KRILA RASJEDA

Slika 3.3. a) Geološki profili A-A', B-B', C-C'; b) Geološki profili D-D' i E-E'; c) Geološki profili F-F' i G-G'; d) Geološki profili H-H' i I-I'; e) Geološki profili J-J' i K-K'; f) Legenda za geološke profile.

4. RECENTNI GEOLOŠKI STRUKTURNI SKLOP I TEKTONSKA AKTIVNOST

Strahinjčica i Ivanščica nalaze se u Panonskom bazenu ili detaljnije u njegovom zapadnom rubnom dijelu. Strukturne značajke Strahinjčice i Ivanščice te okolnih velikih struktura ukazuju da se u regionalnom strukturnom sklopu zasebno izdvaja strukturalna jedinica Strahinjčica – Ivanščica – Kalnik – Varaždinsko topičko gorje – Dugo brdo (1 u prilogu 3). Postanak strukturalne jedinice uvjetovan je pružanjem i osobito tektonskim pomacima u zoni Periadriatik - Drava rasjeda (1 u prilogu 3).

Prostor strukturalne jedinice, pa tako i Strahinjčice i Ivanščice recentno je tektonski aktivn. Tomu svjedoče dvije činjenice. Najprije to su različiti položaji stijena na površini, te osobito izdanci kvartarnih naslaga koji se nalaze u zonama rasjeda. Primjerice to su aluvijalne riječne naslage u zoni Periadriatik-Drava rasjeda između Lepoglave i Ivaneca i izdanaka praporja na obroncima Ivanščice između Ivaneca i Novog Marofa. Na prisutnu tektonsku aktivnost izravno upućuju i pojave potresa (slika 4.1). Obuhvaćena strukturalna jedinica pridružuje se seismotektonskoj aktivnosti zapadnog rubnog dijela Panonskog bazena. Litološki sastav stijena i njihov položaj na i blizu površine, te njihova znatna razlomljenost upućuju da u provedenim proučavanjima zasebnu cjelinu predstavljaju najvažnije strukturno-geološke osobitosti obuhvaćenog područja. Pri tom je poglavito bilo važno prikupiti podatke o tektonskoj dinamici recentnog strukturnog sklopa. Naglasak je stavljen na klasificiranje struktura i rasjeda, posebice prikupljanje terenskih strukturno-geoloških podataka, te uočavanje odnosa djelovanja endogenetskih i egzogenetskih procesa i njihovog utjecaja na prisutne hidrogeološke odnose.

U radu su korišteni dosadašnji podaci objavljenih i najnovijih stručnih radova. Podrobno je provedeno strukturno-geološko kartiranje zbog prikupljanja podataka o rasjedima, njihovim aktivnim dionicama, te veličini i pomacima struktura. Uočavanje položaja i odnosa rasjeda izvršeno je i pomoću obrade satelitskih snimaka i raspoloživih geofizičkih podataka.

Najprije se izdvajaju ishodišni podaci o stijenama na površini i strukturnim odnosima sadržanim u Osnovnoj geološkoj karti listova Rogatec (ANIČIĆ & JURIŠA, 1984) i Varaždin (Šimunić i dr., 1981). Novi dopunski podaci polučeni su u disertacijama ŠIMUNIĆA (1992) i HEĆIMOVIĆA (1995). Posebno su važni podaci koji su doprinijeli klasifikaciji struktura i rasjeda, te odredbi prostornih strukturnih odnosa (ZAGORAC, 1975; BADA & HORVATH, 1998; PRELOGOVIĆ i dr. 1998; LUČIĆ i dr. 2001; PRELOGOVIĆ & KUK, 1998b). Iste su važnosti spoznaje o postanku struktura u regionalnom prostoru, tektonskoj aktivnosti i režimu

stresa (GRÜTHAL & STROMEYER, 1992; HORVATH, 1993; ROYDEN & HORVATH, 1998; PRELOGOVIĆ i dr., 1998; 1999; MOORSE & TWISS, 1999; BADA i dr., 2006). Naposljetu su korišteni najvažniji geomorfološki, seismološki i seismotektonski podaci (CVIJANOVIĆ i dr. 1979; HERAK i dr. 1995; PRELOGOVIĆ i dr. 1997; PRELOGOVIĆ & KUK, 1998a; KUK i dr., 2000).

4.1. Položaj Strahinjčice i Ivanščice u regionalnom strukturnom sklopu

U obuhvaćenom zapadnom rubnom dijelu Panonskog bazena, izdvajaju se dvije strukturne jedinice. Ističe se Strahiščica-Ivanščica-Kalnik-Varaždinsko topičko gorje-Dugo brdo (1 u prilog 3). Moguće se jedinici priključuje i krajnji sjeverozapadni dio Bilogore. Druga je strukturalna jedinica Macelj-Ravna gora (2). Između spomenutih jedinica pruža se zona Periadriatik-Drava rasjeda (1). Unutar jedinica odvajaju se pojedine velike strukture koje obuhvaćaju navedena brda. Strukture su reversne, a njihovim krilima pružaju se reversni rasjedi suprotnih vergencija ili pomaka krovinskih krila.

Najvažnije je istaknuti recentne regionalne tektonske pokrete. Bitan je položaj Zapadnog rubnog dijela Panonskog bazena. U regionalnom sklopu on se nalazi u uklještenom položaju prema pomacima u Dinaridima, Južnim i Istočnim Alpama. To uvjetuje transpresiju promatranog prostora. Ona znači da postoji kompresija prostora uz generalni desni tektonski transport kompleksa stijena dijela Zemljine kore koje izgrađuju Zapadni rubni dio Panonskog bazena (slika 4.1). Ključni su pomaci prostora prema jugoistoku. U nastanku velikih struktura unutar jedinice Strahinjčica-Ivanščica-Kalnik-Varaždinsko topičko gorje-Dugo brdo (1) primaran je položaj pojedinih kompleksa stijena veće gustoće koje se nalaze bliže ili dalje od površine. One se izravno odupiru regionalnim tektonskim pomacima prema jugoistoku. Nastaje kompresija prostora i oblikovanje reversnih struktura. Pri tome je odlučujući položaj i pružanje zone Periadriatik-Drava rasjeda (1). Po važnosti to je transkurentni rasjed regionalnog pružanja. Izražena je desna horizontalna komponenta pomaka krila osobito zapadno od obuhvaćenog područja (slika 1). Zbog položaja kompleksa stijena veće gustoće koje se odupiru pomacima, pojavljuje se promjena pravca pružanja Periadriatik-Drava rasjeda (1) i nastaju dva kraka. Od glavne zone odvaja se rasjed, Krapina-Kalnik (2). U prostoru između ta dva rasjeda koji imaju suprotne vergencije nastaje velika kompresijska struktura tzv. tipa pop-up, odnosno izdvojena strukturalna jedinica Strahinjčica-Ivanščica-Kalnik-Varaždinsko topičko gorje-Dugo brdo (1). Stalnim tektonskim pokretima izdvajaju se pojedine velike i lokalne strukture duž čijih se krila uvijek pružaju reversni rasjedi suprotnih vergencija.

U Strahinjčici i Ivanščici stijene veće gustoće prodiru na površinu. U recentnom strukturnom sklopu kompresija prostora pojavljuje se i unutar zone Periadriatik-Drava rasjeda (1), gdje također nastaju lokalne reversne strukture. Na površini se nalaze izdanci karbonatnih

stijena, ali i klastičnih paleozojskih i većinom mezozojskih stijena, te izdanci dijabaza, spilita, andezita i bazalta (prilog 2). Oko, mjestimice i unutar uzdignutih dijelova Strahinjčice i Ivanščice, na površini se prostiru i izdaci neogenskih stijena: pretežito laporanog pješčenjaka, vapnenca i konglomerata. Uočavaju se različiti položaji i pružanja slojeva svih prisutnih stijena i značajna njihova razlomljenošć. U geološkim kartama (ŠIMUNIĆ i dr. 1981; ANIČIĆ & JURIŠA, 1984) zbog znatne razlomljenošći nije bilo moguće izdvojiti pružanje većih bora. Najvažnije je naglasiti da raznolikosti stijena i njihovi položaji u prostoru izravno utječu na oblikovanje struktura i pomake njihovih dijelova u uvjetima stalno prisutne tektonske aktivnosti.

4.2. Strukture i rasjedi

U proučavanju tektonskih pokreta primarno je potrebno detaljno razraditi odnose rasjeda i struktura, te odrediti vrste pomaka i prostore najvećih deformacija strukturnog sklopa. Prikupljeni podaci prikazani su u prilozima. Važna je činjenica da tektonski pokreti obuhvaćaju čitav prostor litosfere. U strukturnom sklopu su posebno važni rasjedi koji dijele veće kompleksne stijene u dubini i dopiru do površine. Razrada rasjeda prema položaju i važnosti u sklopu omogućava razlučiti velike i lokalne strukture i odrediti njihove granice u dubini i na površini. U provedenim istraživanjima stalno se vodilo računa o rasprostranjenosti i odnosima stijena i na njihove moguće deformacije. Bilo je važno odrediti lokalne strukturne odnose u uvjetima inicijalnih regionalnih tektonskih pokreta i položaja Stahinjčice i Ivanščice.

4.2.1. Odražavanje struktura i rasjeda u reljefu

U Strahinjčici i Ivanščici u uvjetima kompresije prostora stvara se istaknuti reljef. Zbog izravnog utjecaja tektonskih pokreta u oblikovanje reljefa potrebno je detaljnije istaknuti strukturno-geomorfološke odnose. Prikupljeni podaci prikazani su u prilogu 1. Izdvojeni su osnovni oblici reljefa i raščlanjenost erozijske mreže. Naglašeni su podaci koji upućuju na pružanje rasjeda, te postojanje i pružanje uzdignutih i sruštenih lokalnih struktura. U prilogu 1 označeni su i izvori, jer se oni uvek pojavljuju u zonama rasjeda. Posebno su konturnim linijama označene lokalne strukture koje su u recentnom strukturnom sklopu u izdizanju i sruštanju. Odmah treba naglasiti da su spomenute konture u potpunosti korelativne s izdvojenim velikim i lokalnim strukturama dobivenima pomoću strukturno-geoloških podataka.

Najprije se ukazuje na oblike reljefa koji su povezani s položajem i aktivnošću struktura (prilog 1). U istaknutom reljefu zapaža se znatna raščlanjenost. Označene su sve doline.

Najviše dolina u kojima nema stalnih vodotoka ima u uzdignutom reljefu. Te doline su različitog pružanja i duljine. Naglašava se da pojedine doline primarno nastaju u zonama rasjeda. Uočljive su i veće doline sa stalnim vodotocima. Različite duljine dolina u istaknutom reljefu označavaju asimetrične strukture. Duž uzdignutih struktura erozijska mreža uvijek oblikuje centrifugalni tip erozijske mreže. Središtem mreže pruža se razvodnica. Najuočljivije deformacije erozijske mreže koje ukazuju na uzdizanje lokalnih struktura jesu deformacije dolina u obliku luka i naglašeno suženje dolina (prilog 1). Primjerice izražene su deformacije dolina rijeka Krapinice i Oćure, te potoka Velika, (Gotalovec), Reka (Lobor) i Koruščak (Podevčovo). I duž manjih potoka ili čak dolina bez stalnog vodotoka (osobito u Ivanšćici) uočavaju se njihove deformacije. Suženja dolina pojavljuju se duž njihovih dionica u najuzdignutijim dijelovima struktura gotovo posvuda. Često su dionice suženja dolina manjeg pružanja, jer se pojavljuju u krovinskim krilima aktivnih rasjeda. To se događa stoga jer su pojedine strukture uvijek uzdignute između reversnih rasjeda. Najbolji je primjer najistaknutiji središnji dio Ivanšćice koji je uzdignut između reversnih rasjeda koji se pružaju krilima strukture (slika 4.2). Potrebno je istaknuti da su lokalno uzdignute strukture prisutne u širokoj zoni Periadriatik-Drava rasjeda (1). Njihov nastanak uvjetovan je stalnim povećanjem kompresije prostora (slika 4.3). Te se lokalne strukture izravno održavaju u reljefu. U prostoru postojanja spuštenih struktura prepoznatljiv je centripetalni tip erozijske mreže. U strukturnom sklopu u uvjetima kompresije spuštene strukture su obično stisnute između uzdignutih struktura, pa se cijeloviti centripetalni tip erozijske mreže može izdvojiti samo na nekoliko mjesta, npr. kod Žutnice, Gornjeg Jesenja i u dolini Vodice (sjeverno od Topličice). Najizraženije su spuštene strukture u dolini rijeke Bednje. Ipak spušteni dijelovi struktura prepoznatljivi su na mjestima naglog proširenja većih dolina primjerice kod Strahinje, Lepoglave, Lobora, Petrove Gore, Topličice, Ivanečke Železnice, Podevčeva i Novog Marofa (prilog 1).

Rasjedi se zbog prisutne aktivnosti osobito održavaju u reljefu. Pružaju se najčešće, duž strmih, odsječenih obronaka i strmaca. Ti oblici reljefa uvijek nastaju u krovinskim krilima reversnih rasjeda, npr. slike 4.2-7. Na više mjesta su u prilogu 1 označni strmi, odsječeni obronci. Vrlo često se pojavljuju duboko usječene, ravnocrtne doline, koje su nastale u zonama rasjeda (slike 4.3, 4.4 i 4.5). U prilogu 1 osobito se ističu doline rijeka Žutnice, Železnice, Lonje i Bistrice, te doline potoka Strahinje, Bučve i Jagnjedovca kod Lobora, pojedinih potoka u zoni Periadriatik-Drava rasjeda (1) i više dolina u istočnom dijelu Ivanšćice.

U zonama rasjeda najučestalije jesu koljeničaste anomalije dolina i zone spajanja više dolina. Pojavljuju se posvuda. Uočljivi su primjeri koljeničastih anomalija većih dolina npr. Krapine (Podgora Krapinska), Oćure (Golubovec), Bednje i njezinih pritoka (Ivanečki Vrhovec) i nekoliko većih dolina između Lepoglave i Ivaneca. Anomalije spajanja više dolina vrlo su

uočljivi primjeri nađeni kod Lobora, Gore Veterničke, u Lepoglavi, oko Gornje Selnice i južno od Seljaneca u Seljanečkom dolu (prilog 1). Još je potrebno istaknuti pomake pružanja razvodnica koji se događaju na mjestima gdje rasjedi presijecaju strukturu uz horizontalni pomak krila. Uočljivi su primjeri na Dunajevom bregu kod Đurmaneca, kod Planinarskog doma na Strahinjčici, unutar središnjeg dijela Ivanščice i istočnom dijelu Ivanščice (prilog 1).

Prikazani oblici reljefa ukazuju na izravno odražavanje struktura i rasjeda u reljefu. Brojnost prikupljenih geomorfoloških podataka sigurno dokazuje stalno prisutnu tektonsku aktivnost. Najvažnije jest da su prikupljeni strukturno-geomorfološki podaci znatno doprinijeli određivanju odnosa i tektonske dinamike u obuhvaćenom strukturnom sklopu.

4.2.2. Klasifikacija struktura i rasjeda

Strukture Strahinjčice i Ivanščice imaju pružanje Z-I. Duž njihovog sjevernog krila pruža se zona Periadriatik-Drava rasjeda (1 u prilogu 3). Duž južnog krila najprije se pruža rasjed Krapina-Kalnik (2), a potom i rasjed Lober-Novi Marof (3). Navedeni rasjedi su reversni. Najvažniji su u obuhvaćenom strukturnom sklopu. Također i unutar Strahinjčice i Ivanščice pružaju se reversni rasjedi suprotnih vergencija koji su uglavnom paralelnog pružanja sa spomenutim najvažnijim rasjedima. Ustanovljeno je da pojedini rasjedi odvajaju glavne središnje uzdignute dijelove struktura Strahinjčice i Ivanščice (oznake 1 i 2 u prilogu 3). Daljinjom razradom unutar tih središnjih dijelova bilo je moguće odvojiti još i pojedine veće lokalne strukture. Za preglednije uočavanje pružanja središnjih dijelova Strahinjčice (1) i Ivanščice (2), mogućih njihovih pomaka i najaktivnijih dijelova potrebno je pratiti pružanja najistaknutijih dijelova. Najprije se najistaknutiji dio strukture Strahinjčice pruža od Brezovice Petrovske, JZ od Đurmaneca, preko bila Strahinjčice i sjeveroistočnih dijelova Ivanščice (vrhovi: Kalce, Vilinska špica i Koprivnjak) do zone rasjeda Vuglovec-Prigorec-Topličica (6). Taj najistaknutiji dio promatrane strukture pruža se neposredno uz zonu Periadriatik-Drava rasjeda (1). To upućuje na tektonsku aktivnost i kompresiju prostora u krovinskom krilu tog rasjeda. Struktura središnjeg dijela Ivanščice i manje okolne uzdignute strukture prate se od Gore Veterničke do zone rasjeda Vuglovec-Prigorec-Topličica (6). U širem prostoru tog rasjeda zapažaju se deformacije najistaknutijih dijelova Ivanščice uz desne pomake. Istočnije središnji dio osobito se ističe s dva najistaknutija dijela strukture sve do sela Podevčovo. Pružanje osi rezidualnih gravimetrijskih anomalija i veće lokalne uzdignute strukture Madžarevo (9) ukazuju na prisutnu tektonsku aktivnost i kompresiju prostora.

Pružanja i odnosi reversnih rasjeda suprotnih vergencija omogućili su izdvojiti pet relativno većih lokalnih uzdignutih struktura duž sjevernih i južnih krila Stabinščice i Ivanščice, ali izvan njihovih središnjih dijelova. To su: Cerovečko brdo-Mala gora (5 u prilogu 3), Gora Veternička (6), Kamena gora-Humec (7), Kozjak-Drenovec (8) i Madžarevo (9). I unutar zone Periadriatik-Drava rasjeda izdvajaju se tri relativno veće uzdignute strukture: Lukovčak (1), Jelovica-Belaš (2) i Kranjčeci-Šuškovec brda (3). Na više mjesta postoje i manje lokalne strukture koje se uočavaju položajem i pružanjem reversnih rasjeda suprotne vergencije. Između lokalnih uzdignutih struktura i pogotovo duž podinskih krila prije spomenutih najvažnijih rasjeda bilo je moguće izdvojiti 11 relativno većih lokalnih spuštenih struktura. Posebno se južno od Strabinščice i Ivanščice prostire Mihovljanski podbazren (5).

Još je važno istaknuti da su duž središnjih dijelova Strabinjčice (1) i Ivanščice (2) kompleksi stijena veće gustoće najbliže površini. Maksimumi izostatskih gravimetrijskih anomalija pokazuju položaje i dublje prostiranje tih stijena. Ističu se osi maksimuma u strukturi Strabinščice i njezinom istočnom nastavku južno od Lepoglave, te u istočnom dijelu Ivanščice između brda Ham i Tisovec. Posebno se ističu maksimumi jugoistočno od Đurmaneca i kod vrha Ivanščice. Rezidualne gravimetrijske anomalije pokazuju položaje stijena veće gustoće blizu površine. Značajni su maksimumi u Strabinjčici kod Očure, te u istočnom dijelu Ivanščice unutar veće izdignute strukture između Podruta i Drenovca. Najveći gravimetrijski minimumi nalaze se u Krapini i označavaju spušteni dio Mihovljanskog podbazena (5).

Ključni podaci potrebni za odredbu strukturnih odnosa i osobito recentne tektonske dinamike strukturnog sklopa dobiveni su terenskim kartiranjem. Otkriveno je 115 izdanaka rasjeda. U priloženim slikama posebno je izdvojeno 45 rasjeda. Položaji točaka motrenja prikazani su u prilogu 2. Na izdancima rasjeda provedena su potrebna mjerena strukturnih elemenata. Mjereni su podaci koji označavaju tip, genezu i položaj rasjeda u strukturnom sklopu, vrstu pomaka krila, te odnose kompresijskog stresa i deformacije struktura. Zbog boljeg pregleda lokacija točaka motrenja u prilogu 2 označene su granice izdanaka sa stijenama na površini, te je označena njihova starost i najvažniji položaji slojeva.

Najprije se ističu najvažniji i tektonski najaktivniji rasjedi strukturnog sklopa. Prvenstveno se ukazuje na Periadriatik-Drava rasjed (1 u prilogu 3). Regionalnog je pružanja. Predstavljen je zonom širine 500-1600 m. Pojedini rasjedi iz zone odražavaju se u reljefu strmim obroncima, duboko usječenim i ravnocrtnim dolinama (slike 4.4 i 4.5). U zoni se nalazi nekoliko paralelnih rasjeda, a uočeni su i ogranci. Bitna značajka jesu izraženi horizontalni pomaci. Strije na izdancima pokazuju naglašene desne horizontalne pomake zapadno i oko Đurmaneca i Gornjeg Jesenja (slike 4.8, 4.9, 4.10, 4.11 i 4.14). U brojnim izdancima nagibi rasjeda su između 65° - 90°, najčešće 75°-85°. Rasjedi u zoni su reversni, a glavni rasjedi 1a i

1b imaju vergenciju prema S. Samo u točki motrenja T-3 otkriven je normalni rasjed položaja 150/65/10/normalni desni. Izdanak glavnog rasjeda iz zone 1a izdvojen je u T-11 kod Koprivnice Zagorske položaja 185/75/15/reversni desni (slika 4.12a). Najbolji su izdanci njegovog neposrednog ogranka nađeni u kamenolomu u T-2 položaja 2015/85/0/horizontalni desni (slike 4.9 i 4.10). Kod rasjeda koji se nalaze unutar zone izabrani su primjeri nađeni u točkama T-8 i T-11. Mjereni su položaji 165/75/15/reversni desni (slika 4.13) i 125/85/5/reversni desni (slika 4.14). Uz Strahinjčicu i Ivanščicu stvara se kompresija prostora, pa se unutar promatrane zone uzdižu lokalne reversne strukture. U krilu strukture Kranjčec-Šuškovec brda (3) u T-25 južno od Cerja Jesenjskog otkriven je rasjed položaja 0/85/90/reversni (slika 4.15).

Zapadno od Đurmaneca u dolini rijeke Sutle od zone Periadriatik-Drava (1) rasjeda odvaja se rasjed Krapina-Kalnik (2). Pruža se duž granice strukturne jedinice Strahinščica – Ivanščica – Kalnik – Varaždinsko topičko gorje – Dugo brdo (1). Održava se u reljefu strmim obroncima i strmcima (slike 4.2, 4.6 i 4.16). Rasjed je reversni, vergencije prema J i JZ. Predstavljen je zonom širine 100-200 m. Između Krapine i Gregorovca Veterničkog glavni ogrank znatno proširuje zonu. Mjereni su nagibi 55° i 85°. Trasa rasjeda prati se u obuhvaćenom području do Lobora, gdje se nastavlja prema Kalniku. Izdvojeni su dobri izdanci u T-112 i T-114 kod Krapine položaja 18/85/reversni i 75/55/reversni (slike 4.16 i 4.17), te nešto južnije od obuhvaćenog područja u Gornjoj Batini (slika 4.18a). Izdanak pratećeg rasjeda nađen je u T-111 u Krapini. Rasjed ima položaj 90/85/40/reversni lijevi (slika 4.18b).

Duž južnog krila Ivanščice, pruža se rasjed Lober-Novi Marof (3) koji graniči toj velikoj strukturi. Rasjed je reversni vergencije prema J. Predstavljen je zonom širine do 250 m. Mjereni su kutovi nagiba 50°-85°. Između sela Matrinščica (Lobor) i Kamena Gorica izdvojeni su ogranci glavne zone istog pružanja i vrlo strmih nagiba. Između Gornje Selnice, Topličice i Kamene Gorice trasa rasjeda je pomaknuta u desno duž zona rasjeda sustava ZSZ-IJI do SZ-JI. Najbolji izdanci nađeni su u zonama ogranaka u T-84 kod Topličice položaja 13/85/85/reversni desni (slika 4.19) i u T-102 u Madžarevu položaja 302/85/50/reversni lijevi.

U obuhvaćenom struktturnom sklopu znatna se važnost pridaje rasjedima sustava ZSZ-IJI do SZ-JI. Presijecaju Strahinščicu i Ivanščicu. Predstavljeni su zonama različite širine i nagiba između 50° i 85° najčešće između 75 i 85°. Postoje i ogranci i prateći rasjedi pojedinim većim zonama. Najvažnije jest da duž njihovih krila prevladava desna horizontalna komponenta. Svakako njihova aktivnost utječe na pomake pojedinih dijelova struktura. Podaci pokazuju da se pojedini rasjedi odvajaju od zone Periadriatik-Drava rasjeda (1). Potrebno je istaknuti da je uslijed horizontalnih pomaka u zonama rasjeda prisutno otvaranje prostora, pa ti rasjedi znatno doprinose cirkulaciji podzemne vode. Zbog položaja u sklopu, te utjecaja na

odnose i pomake najistaknutijih dijelova struktura izdvojena su tri rasjeda koji pokazuju najveću aktivnost. Stoga su pridruženi najvažnijim rasjedima strukturnog sklopa.

Najprije se ukazuje na rasjed Galovići-Golubovec-Petrova Gora (5). Predstavljen je zonom širine do 150 m. Uočavaju se i ogranci. U reljefu postoje strmi obroni i mjestimice usječene doline. Horizontalni desni pomak izražen je oko Petrove Gore. Najbolji izdanak otkriven je južno od sela Malogorski u T-19. Položaj rasjeda iznosi 20/80/35/reversni desni (slika 4.21). najvažniji rasjed promatranog sustava pruža se na dionici Vuglovec-Prigorec-Topličica (6). Istaknuta je zona širine do 200 m. Postoje ogranci i nekoliko pratećih rasjeda (prilog 3). Svaki od tih rasjeda predstavljen je vlastitom zonom različite širine. U reljefu su osobito izraženi strmi obronci (Prigorec), i strmci (Topličica). U izdancima su mjereni normalni, gotovo horizontalni desni pomaci znatnih amplituda. Primjerice pomaci najistaknutijih dijelova Ivanščice iznose 1400-2000 m kod Male Ivanščice. Kod Prigorca u izdanku glavnog rasjeda mjeran je položaj 196/80/25/normalni desni. U toj točki nalazi se paraklaza glavnog rasjeda s izraženim strijama. Predstavlja tzv. gorsko zrcalo i uvršten je u zaštićeni geološki primjer. Položaj rasjeda je 227/80/20/normalni desni (slika 4.23). Osobito je važan izdanak rasjeda u kamenolomu Turčini kod Topličice. Na paraklazi su vrlo izražene strije koje pokazuju položaj 70/85/5/normalni desni (slike 4.24 i 4.25). Još se ističu ogranci promatrane zone oko Prigorca i Topličice. Izabran je primjer izdanka rasjeda u T-59 kod izvora Žgano Vino. U slici 4.26 vidljiva je zona paralelnih rasjeda širine oko 20 m. Mjeran je položaj 11/80/20/reversni desni. Od rasjeda sustava ZSZ-IJI do SZ-JI u najvažnije zone sklopa izdvojen je i rasjed Salinovec-Margečan-Podevčeve-Oštice (7). Rasjed je normalan. Važno je naglasiti da su u njegovojo zoni nastali veće lokalne spuštene strukture i dolina rijeke Bednje. Naglašava se da je kod Oštice duž promatranog rasjeda horizontalno pomaknut rasjed Lobor-Novi Marof (3) od 2 km. Uzdignute lokalne strukture i kompresija prostora nalaze se oko Podevčeva (prilog 3). Od glavnih rasjeda iz zone ističu se dva primjera: u T-108 kod Podevčeva položaja 14/85/30/normalni desni (slika 4.27) i u T-107 kod sela Opatin položaja 226/80/40/reversni desni (uzdignuta lokalna struktura). Ogranak promatranog rasjeda nađen je u kamenolomu kod Podevčeva duž krila uzdignute strukture. U T-110 ima položaj 140/85/10/reversni lijevi (slika 4.29).

U rasjede sustava ZSZ-IJI do SZ-JI pridružuje se još nekoliko rasjeda koji presijecaju Strahinjčicu i Ivanščicu (prilog 3). Odražavaju se u reljefu posebice na dionicama kroz uske duboko usječene doline npr. kod Krapine, Strahinje Radobojske i Lobora. Uočavaju se strmi obronci i strmci (slika 4.7). Uvijek su predstavljeni zonama različite širine. Izdvojeno je šest primjera izdanaka rasjeda: T-27 između sela Zagora i Radoboja položaja 50/70 (slika 4.30), T-42 između sela Maričevac i Leopglave položaja 78/85/30/normalni desni (slika 4.31), T-49 i T-

50 između Lepoglave i Gornje Selnice položaja 229/45/20/reversni desni i 55/70/10/reversni desni (slike 4.32 i 4.33), T-78 u selu Mikulčići položaja 70/50/50/normalni desni (slika 4.34a), te u T-80 sjeverno od sela Mikulčići položaja 75/75/45/reversni desni (slika 4.34b).

U prilogu 3 posebno su izdvojeni najvažniji rasjedi koji se pružaju duž većih lokalnih uzdignutih struktura Strahinščice i Ivanščice i njihovih središnjih dijelova. Rasjedi su reversni suprotnih vergencija. Predstavljeni su zonama različite širine i nagiba između 40° i 80° . Ima i ogranača i pratećih rasjeda koji su uočljivi duž sjevernog krila Strahinščice, zatim duž južnog krila Ivanščice, između Petrove Gore i Gornje Selnice, te duž sjevernog krila Strahinščice između Prigorca i Bela.

Najprije se izdvajaju izdanci rasjeda između kojih su uzdignute veće lokalne strukture Kamera gora-Hamec (7) i Kozjak-Drenovec (8). Rasjedi vergencije prema J nalaze se u T-86 (Ivanečka Železnica) položaja 36/45/75/reversni desni (slika 4.35) i T-55 (Ivanec) i položaja 336/40 (slika 4.36). Vrlo dobar je izdanak rasjeda vergencije prema sjeveru nađen u T-74, položaja 144/65/20/reversni desni (slika 4.37). Rasjed se pruža duž južnog krila Strahinščice vergencije prema jugu otkriven je u velikom izdanku paralelnih rasjeda položaja 40/55/55/reversni lijevi (T-1, slika 4.38). Duž sjevernog krila Strahinjčice otkriveni su izdanci rasjeda vergencije prema sjeveru i to u T-21 položaja 210/80/reversni i u T-20 položaja 156/40/80/reversni desni (slika 4.39). Od rasjeda koji se pružaju duž središnjeg dijela Ivanščice zanimljivi su primjeri u čijim je zonama primjećeno otvaranje prostora. Prvi rasjed u T-58 kod Prigorca ima položaj 140/80/20/reversni lijevi (slika 4.40). Drugi je rasjed položaja 190/60/50/reversni desni nađen u T-71 u dolini Ivanečke Železnice (slika 4.41).

Uz do sada istaknute rasjede u obuhvaćenom struktturnom sklopu potrebno je izdvojiti i reversne rasjede koji prate pružanje najvažnijih rasjeda struktturnog sklopa. Uvijek su predstavljeni zonama različite širine i najčešće strmih nagiba između 60° i 85° . Najbolji primjeri pratećih rasjeda glavnom rasjedu koji se pruža duž sjevernog krila Strahinjčice i Ivanščice, ali i Periadriatik-Drava rasjeda (1) nađeni su u kamenolomima kod Žutnice. Najprije je u T-7 uočena zona 3 paralelna rasjeda položaja 132/75/85/reversni desni (slika 4.42). Posebno se ističe široka zona paralelnih rasjeda u izdanku u T-31. Mjerenje položaja 160/85/25/reversni lijevi. U istoj točki motrenja nađena je otkrivena paraklaza rasjeda na kojoj su izražene dvije generacije strija. To je vrlo značajno otkriće, jer izravno ukazuje na promjene tektonske aktivnosti i pomaka dijelova Strahinjčice i Ivanščice u geološkom razvitku. Mjerenja pokazuju slijedeće pomake krila rasjeda (slika 4.44): starija generacija-200/60/90/reversni i mlađa generacija-200/60/60/reversni desni.

Dobar primjer pratećeg rasjeda zone Vuglovec – Prigorec - Topličica (6) otkriven je u T-61 uz cestu Prigorec – vrh Ivanščice. Položaj iznosi 266/80/40/normalni desni (slika 4.45).

Još su u strukturnom sklopu znatno prisutni rasjedi koji se pružaju duž najistaknutijih dijelova struktura. Mjestimice se paralelno tim rasjedima pružaju njihovi prateći rasjedi. Rasjedi su reversni različitih vergencija, širina zona i nagiba između 60° i 85° . Izdvojeni su uočljivi primjeri u Strahinjčici i Ivanščici. Ističu se sljedeći izdanci rasjeda: u T-97 položaja 120/65/85/normalni desni (slika 4.46), zatim u T-46 položaja 315/85/reversni (slika 4.47a), te u T-95 položaja 168/60/65/reversni desni (slika 4.47b).

Završnu skupinu čine rasjedi koji se nalaze unutar struktura. Učestalo su otkriveni u točkama motrenja. U prilogu 3 označeni su samo neki od tih rasjeda koji izravno ukazuju na pomake dijelova struktura. Njihov položaj i učestalost može se otkriti u prikazu dolina erozijske mreže u prilogu 1. U zonama pojedinih rasjeda sigurno su nastale doline. Najvažnije jest da podaci o spomenutim rasjedima znatno doprinose uočavanju razlomljenosti, pomaka i aktivnosti struktura. Mogu biti normalni i reversni. Njihov nastanak i aktivnost ovise o općim tektonskim pokretima, uvjetima kompresije prostora i pomacima struktura i njihovih dijelova. Pojavljuju se skupine rasjeda: paralelno pružanju osi strukture, paralelno orientaciji kompresijskog stresa i dijagonalno na pružanje struktura u čijim zonama prevladava horizontalna komponenta pomaka krila. Zbog brojnosti izdvaja se više primjera rasjeda.

Često se pojavljuju rasjedi paralelni pružanju osi strukture. Mogu biti normalni i reversni i uvijek su predstavljeni zonama najčešće manjih širina. Najprije se pokazuju izdanci rasjeda u T-41 kod Lobora položaja 200/70 (slika 4.48), zatim u T-23 u dolini Očure položaja 30/40/reversni (slika 4.49a) i u T-76 kod Gornje Selnice položaja 300/55/80/reversni desni (slika 4.49b). Najbolji primjer zone rasjeda nalazi se u T-59 kod izvora Žgano Vino. Odnosi normalnih rasjeda mogu poslužiti za primjer zone rasjeda koja se obično pojavljuje u uvjetima kompresije prostora paralelno pružanju osi. Položaj glavnog rasjeda iznosi 5/65/80/normalni desni (slika 4.50). Promatranoj skupini rasjeda pridružuju se rasjedi na izvoru rijeke Lonje. Očito u zonama rasjeda postoji širenje prostora. Mjereni su položaji 300/60 i 347/80 (slika 4.51).

Rasjedi paralelni orientaciji kompresijskog stresa osobito su važni zbog širenja prostora u njihovim zonama. Zbog toga pojedini rasjedi u izdancima nemaju tragove strija. Važni rasjedi označeni su i u prilogu 3. Izdvajaju se izdanci: u T-104 (istočni dio Ivanščice) rasjed ima položaj 50/85/30/reversni desni (slika 4.52), T-23 (Očura) mjeren je položaj 80/80 (slika 4.53a), te u T-7 (Podgora Krapinska) 140/90 (slika 4.53b).

Unutar struktura učestalo su izdvojeni rasjedi duž čijih krila prevladava najčešće desna, ali i lijeva horizontalna komponenta pomaka krila. I u zonama tih rasjeda dolazi do širenja prostora. U zonama različite širine rasjedi mogu biti normalni i reversni, najčešće strmog nagiba između 60° i 85° . U slikama su izdvojeni najbolji primjeri. Rasjedi s desnim



prevladavajućim horizontalnim pomakom krila predstavljeni su u T-61 uz cestu Prigorec-vrh Ivanščice položaja 266/80/40/normalni desni (slika 4.54a), zatim u T-46 u kamenolom Očura položaja 78/60/10/normalni desni (slika 4.54b), te u T-110 u Podevčevu položaja 68/80/20/reversni desni (slika 4.55). Od rasjeda s lijevim pomakom krila izdvajaju se primjeri: u T-96 uz cestu Bela-Podrute položaja 350/85/20/normalni lijevi (slika 4.56) i u T-43 kod Lobora položaja 120/75/15/reversni lijevi (slika 4.57).

Još je potrebno naglasiti da se zbog prevladavanja kompresije prostora recentnog strukturnog sklopa u zonama rasjeda naslage boraju. Ta činjenica izravno pomaže pri izdvajaju tektonskih najaktivnijih dijelova struktura. Posebno su izdvojene bore u krovinskim krilima četiri važna rasjeda. U izdancima unutar zone Periadriatik-Drava rasjeda (1) bore se nalaze u krovinskim krilima rasjeda položaja 210/55/10/normalni desni, (T-4, slika 4.58a) i 165/75/15/reversni desni (T-11, slika 4.58b). U središnjim dijelovima Strahinšćice i Ivanščice bore se nalaze u krovinskim krilima rasjeda položaja 75/80/20/reversni desni (T-64, slika 4.59a) i rasjeda položaja 320/40/50/reversni desni (T-22, slika 4.59b).

4.3. TEKTOSNKA DINAMIKA, ODNOSI I POMACI STRUKTURA

Za ocjenu tektonske aktivnosti bitni su pomaci struktura koji se odražavaju u mjerenim pomacima krila rasjeda. Oni izravno ovise o inicijalnim regionalnim tektonskim pokretima. Pri tom su primarni pokreti izraženi duž krila Periadriatik-Drava rasjeda (1) uz prevladavanje desne horizontalne komponente pomaka krila. Razmještaj, veličina i položaj prisutnih kompleksa stijena veće gustoće u dubini predstavljaju zapreku regionalnim tektonskim pokretima. To je rezultiralo postupnim stvaranjem struktura tipa „pop-up“ i izdvajanje strukturne jedinice Strahinjčica – Ivanščica – Kalnik – Varaždinsko topičko gorje – Dugo brdo (1) u regionalnom strukturnom sklopu. Strahinjčica (1) i Ivanščica (2) (u prilogu 3) predstavljaju velike uzdignute strukture duž čijih se krila pružaju reversni rasjedi suprotnih vergencija.

Zbog tektonskih pokreta u strukturnom sklopu uspostavlja se polje stresa. O orijentaciji stresa ovise deformacije i pomaci struktura koje su oblikovane u uvjetima kompresije prostora. Stoga je bilo potrebno odrediti recentni odnos kompresijskog stresa i mogućih deformacija dijelova obuhvaćenog strukturnog sklopa. Za ocjenu djelovanja stresa važni su uspostavljeni odnosi i pružanja velikih i lokalnih struktura, te položaji i pružanja najvažnijih rasjeda sklopa i rasjeda unutar struktura. Orientacija lokalnog kompresijskog stresa dobivena je iz mjerenih podataka u izdancima rasjeda (prilog 2). Pokazuje odnose unutar i između lokalnih struktura, te u krilima rasjeda ovisno o tipu, genezi i položaju u sklopu. Maksimalni kompresijski stres odnosi se na osnovne strukture odnose i bitne deformacije obuhvaćenog strukturnog sklopa Strahišćice i Ivanščice.

Orientacija maksimalnog kompresijskog stresa i najvažniji osnovni pomaci struktura prikazani su u prilogu 3. Uočava se promjena orijentacije i to blago u lijevo idući od juga prema sjeveru. Ističu se sljedeći potezi i orientacija stresa:

- Krapina 344-164°, Đurmanec 335-155°;
- Gora Veternička 350-170°, Celje Jesensko 335-155°;
- Zajezda 0-180°, Prigorec 337-157°;
- Madžarevo 340-160°, Bela 340-160°, Margećan 332-152°.

Navedena promjena orijentacije maksimalnog kompresijskog stresa uvjetuje i različite pomake struktura i njihovih dijelova i, što je najvažnije, retrogradnu rotaciju dijelova strukturnog sklopa. U uvjetima kompresije prostora i retrogradne rotacije nastaju reversne strukture i rasjedi, te pomaci struktura i njihovih dijelova ulijevo. Posljedica jest nastajanje sustava rasjeda ZSZ-IJI do SZ-JI s prevladavajućom desnom horizontalnom komponentom pomaka krila. Na

retrogradnu rotaciju upućuju i promjene pružanja rasjeda i najistaknutijih dijelova struktura. Primjerice pružanje Strahinščice je Z-I, zatim najzapadnijeg dijela kod Brezovice Petrovske ZJZ-ISI, te njezinog istočnog nastavka i najistaknutijih dijelova Ivanščice ZJZ-ISI. Također u istočnom dijelu Ivanščice zamjetne su promjene pružanja dijelova struktura uz zonu najvažnijeg rasjeda sustava ZSZ-IJI do SZ-JI Vuglovec-Prigorec-Topličica (6). To dovodi npr. Između Topličice i Novog Marofa do promjene pravca pružanja rasjeda i najistaknutijih dijelova struktura od orijentacije ZSZ-IJI u pravac Z-I. Između Ivaneca i Margečana, te oko Podevčeva važan je pravac ZSZ-IJI.

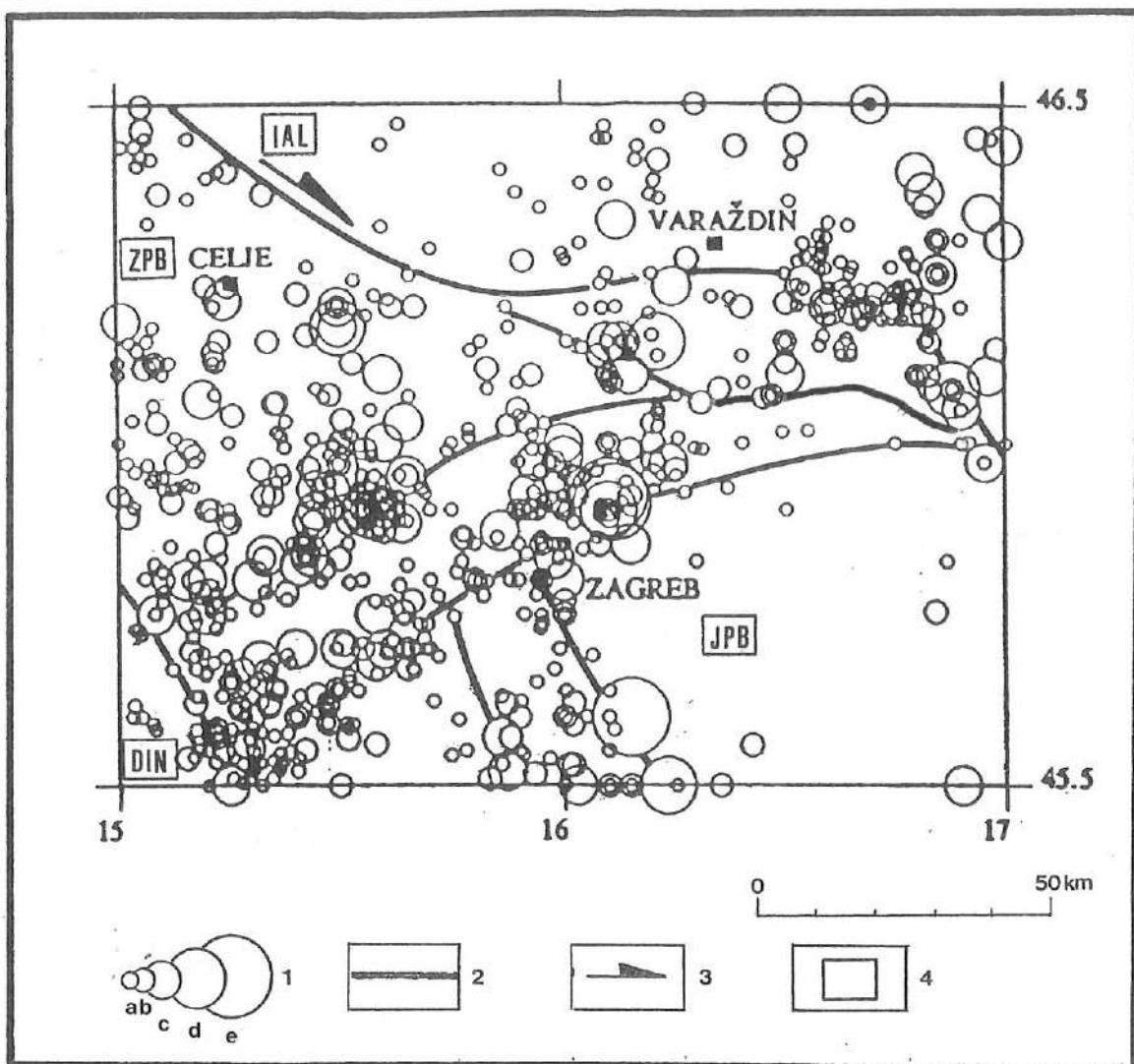
Najvažniji je odnos orijentacije maksimalnog kompresijskog stresa i pružanja rasjeda i struktura. Općenito se razabire da je orijentacija stresa gotovo poprečna, a mjestimice i poprečna na pružanje struktura i rasjeda u njihovom krilima. Takav odnos rezultira stvaranjem reversnih struktura i pretežito gotovo poprečnih do poprečnih pomaka struktura duž krila najvažnijih rasjeda sklopa. Mjestimice orijentacija stresa je dijagonalna na pružanje struktura, pa su i pomaci krila rasjeda dijagonalni. To je prisutno između Cerja Jesenskog i Ivanačca. Na sustav rasjeda ZSZ-IJI do SZ-JI, te osobito na zonu Periadriatik-Drava (1) rasjeda oko Đurmaneca orijentacija kompresijskog stresa je pod kutom oko 30° . To rezultira horizontalnim pomacima krila rasjeda. Još se naglašava da na mjestima poprečne orijentacije stresa u uvjetima kompresije prostora nastaju rasjedi duž čijih krila prevladava desna, ali i lijeva horizontalna komponenta pomaka krila. U zonama tih rasjeda mogu nastati usječene doline. Također, u zonama rasjeda koje su paralelne orijentaciji stresa nastaje širenje prostora. Na više mjesta postoje veće, duboko usječene doline. Najvažnije su označene u prilogu 3.

Na recentnu tektonsку aktivnost izravno ukazuju pojave potresa. U prilogu 3 označeni su potresi koji su se dogodili u zadnjih 50 godina. Zabilježeno je 50 potresa magnitude do 3,4 i dva potresa magnitude do 4,9 s epicentrima južno od Ivaneca i kod Podruta. Od starijih potresa od veće jakosti izdvojena su dva. Potres koji se dogodio prije 1900 godine bio je intenziteta VIII $^\circ$ MCS Ijestvice. Imao je epicentar kod Đurmaneca. Početkom 20-og stoljeća dogodio se kod Topličice potres magnitude oko 5,5 i intenziteta oko VIII $^\circ$ MCS Ijestvice.

Epicentri potresa pokazuju da je tektonska aktivnost osobito prisutna duž zone Periadriatik-Drava rasjeda (1). Pri tom se uzima u obzir da je taj rasjed reversan. Također, potresi pokazuju veću kompresiju prostora u Strahinščici i prisutnu njenu rotaciju koja izaziva veću tektonsку aktivnost duž zone rasjeda Krapina-Kalnik (2) u dubini. Pojedini epicentri potresa paralelni su i s pružanjem rasjeda sustava ZSZ-IJI do SZ-JI, osobito rasjeda Vuglovec-Prigorec-Topličica (6). Pojave potresa veće jakosti paralelno pružanju zone rasjeda Lobor-Novi Marof (3) posljedica su izražene kompresije prostora koja nastaje zbog pomaka i rotacije Ivanščice, ali i položaja i pomaka Kalnika.

Svakako hipocentri potresa povezani su u dubini sa zonama rasjeda i to osobito najvažnijih rasjeda strukturnog sklopa. Na temelju prikupljenih podataka u prilogu 3 izdvojene su najaktivnije dionice rasjeda. Pri tom je interesantno naglasiti da je prema svjetskim mjerilima moguće na temelju duljine najaktivnije dionice rasjeda odrediti maksimalnu moguću magnitudu potresa (WELLS & COPPERSMITH, 1994):

- Periadriatik-Drava (1), duljina dionice između Đurmaneca i Lepoglave 13 km, moguća magnituda potresa 6,3;
- Rasjed Krpaina-Kalnik (2), duljina dionice između Krapine i Gore Veterničke 8km, moguća magnituda potresa 6,0;
- Rasjed Lobor-Novi Marof (3), duljina dionice između Topličice i Madžareva 8km, moguća magnituda potresa 6,0.

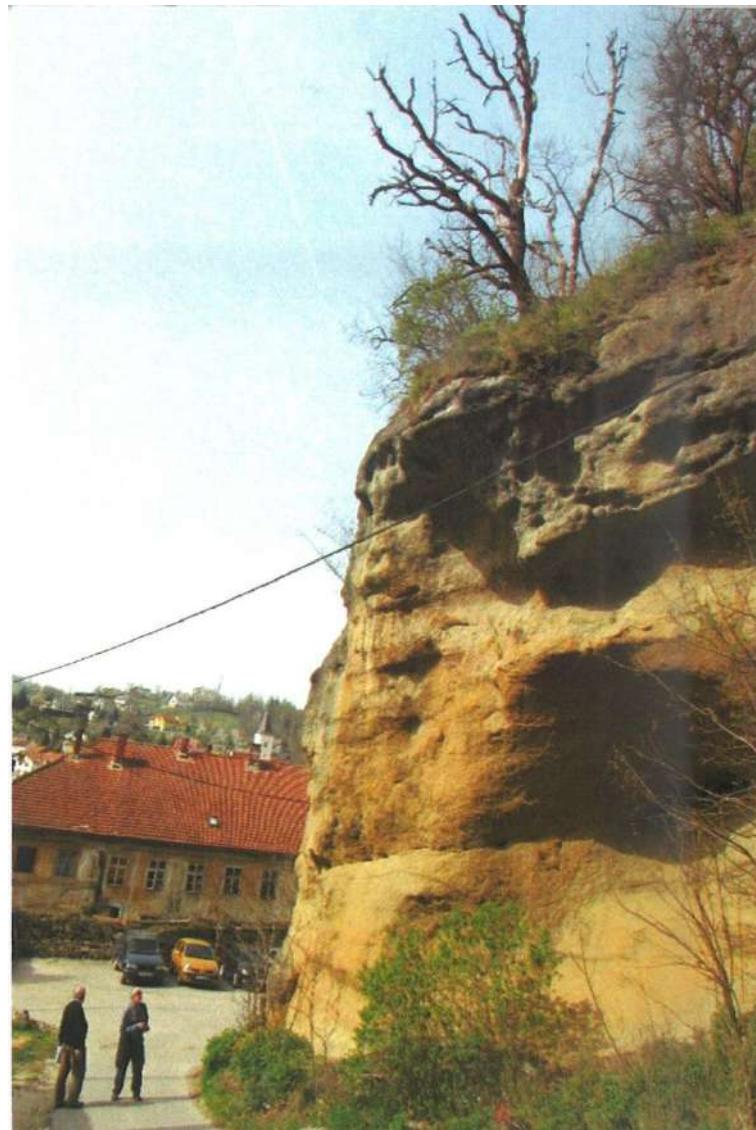


Legenda:

1 – EPICENTRI POTRESA MAGNITUDE: a – 2-2,9, b – 3-3,9, c – 4-4,9, d – 5-5,9, e – 6-6,9; 2 – NAJAVAŽNIJI RASJEDI STRUKTURNOG SKLOPA; 3 – SMJER REGIONALNOG POMAKA STRUKTURNIH JEDINICA ; 4 – ZAPADNI RUBNI DIO PANONSKOG BAZENA (ZPB), JUŽNI RUBNI DIO PANONSKOG BAZENA (JPB), DINARIDI (DIN) I ISTOČNE ALPE (IAL).

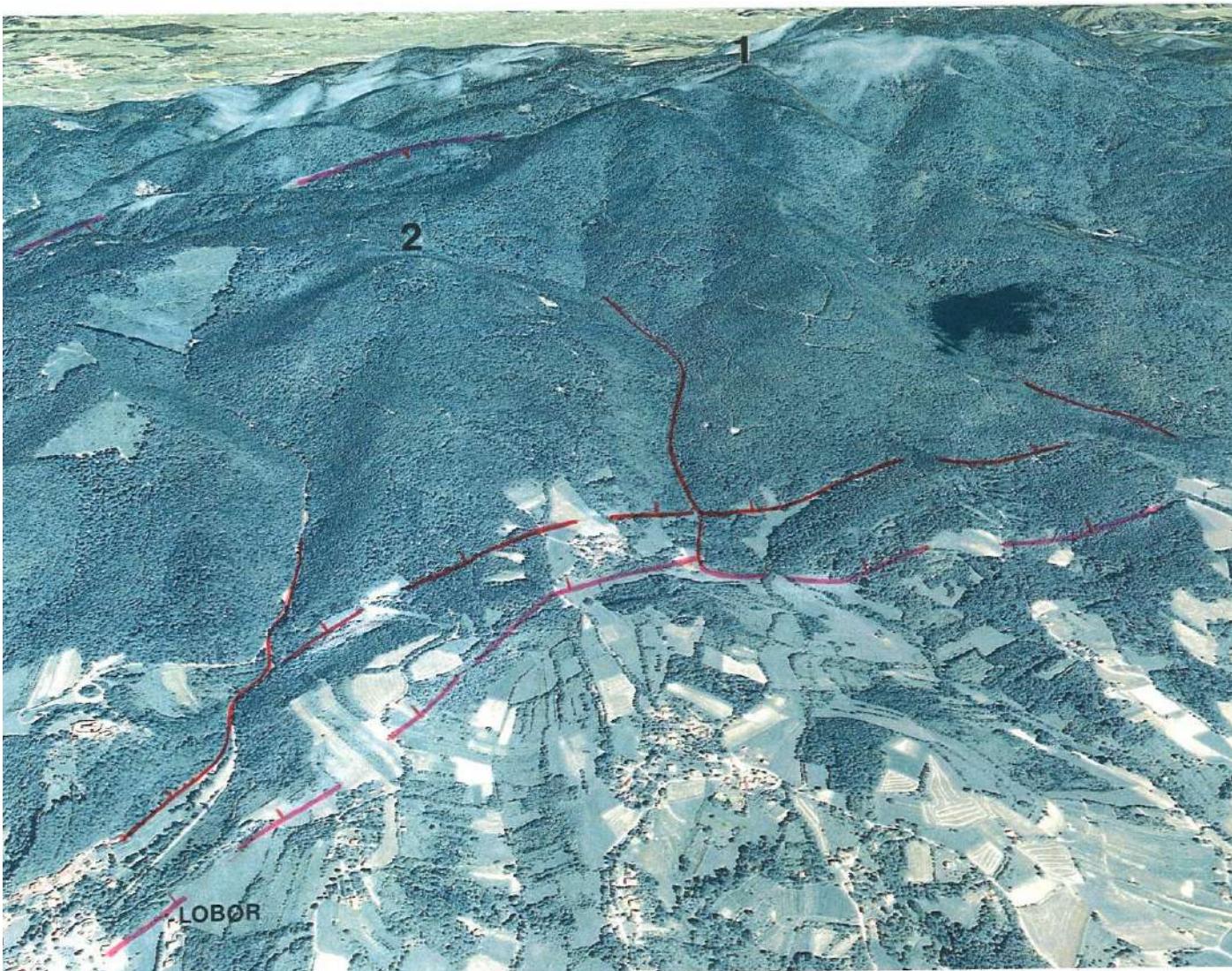
Slika 4.1. Seizmotektonska aktivnost zapadnog dijela Panonskog bazena.

Primjeri odražavanja struktura i rasjeda u reljefu

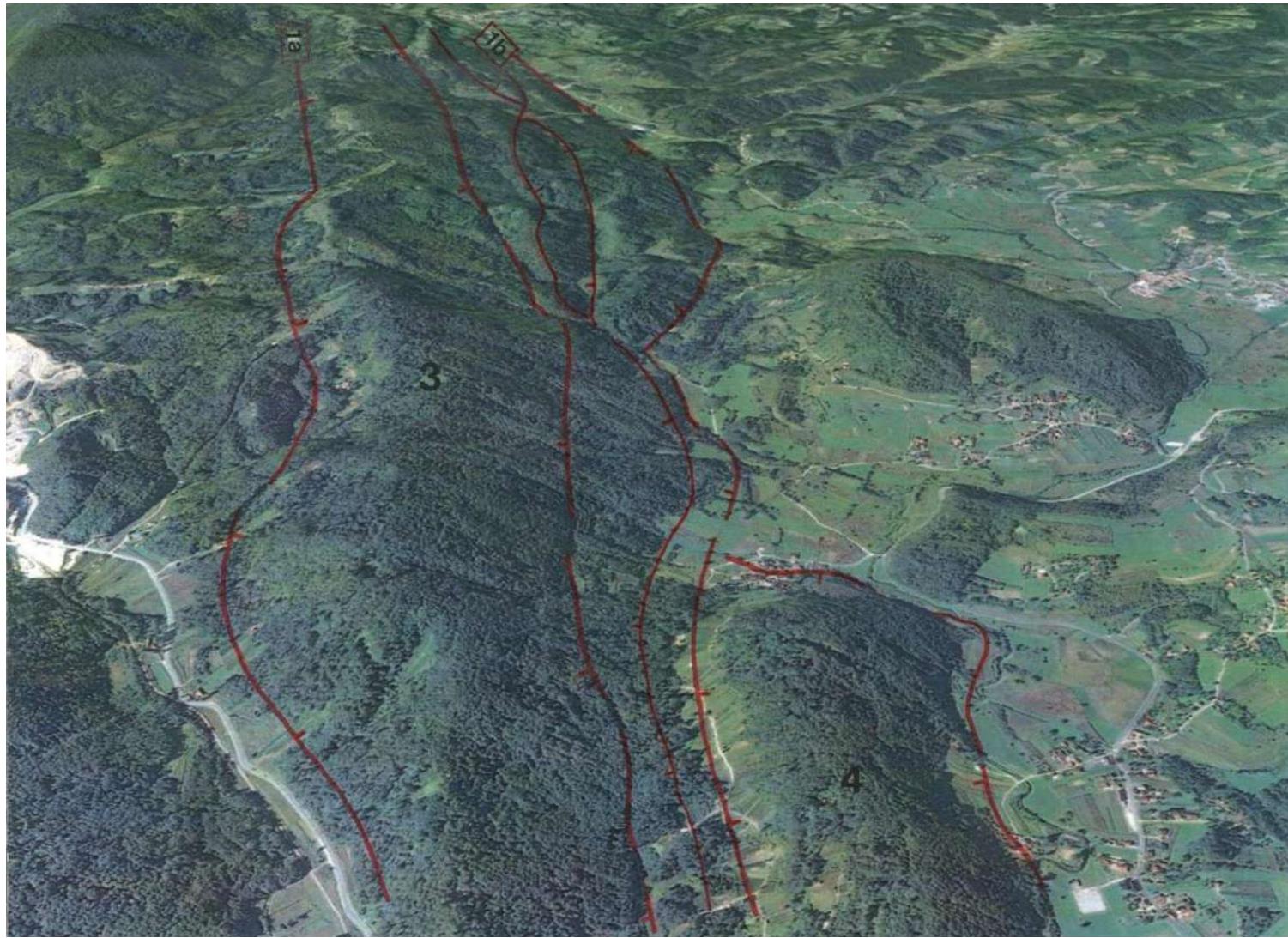


Slika 4.2. U obuhvaćenom strukturnom sklopu Strahinjčice i Ivanščice prevladava kompresija prostora. Stvara se istaknuti reljef. Ističu se nizovi brda koji označavaju lokalne reversne strukture i osobito središnje dijelove Strahinjčice i Ivanščice. Rasjedi se najčešće pružaju duž strmih, odjesečenih obronaka i strmaca. Osobito su uočljive duboko usječene, često ravnočrte doline koje su nastale u zonama rasjeda. Izravno odražavanje struktura i rasjeda u reljefu znak su prisutne tektonske aktivnosti.

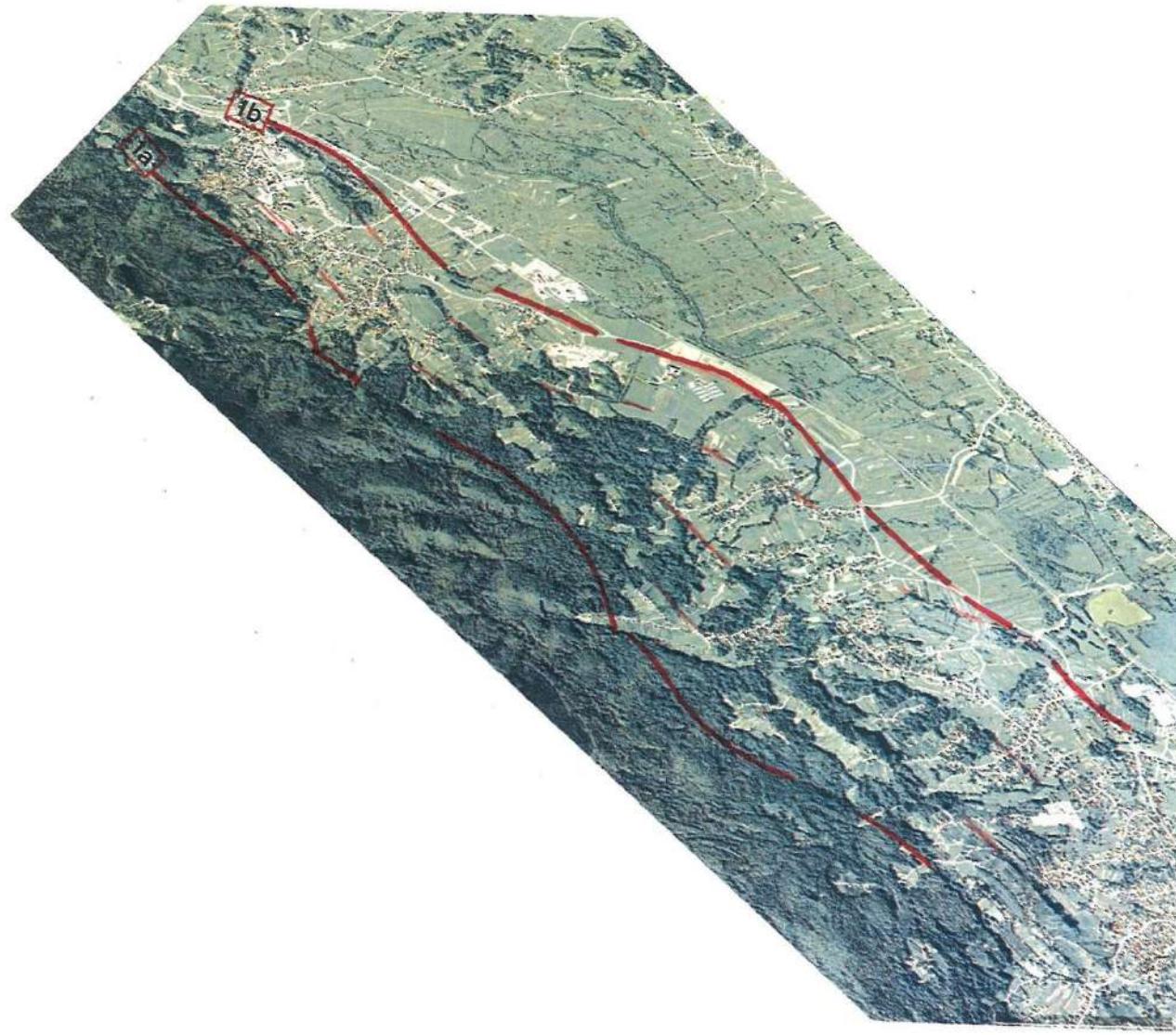
U primjeru u točki motrenja T-111 u Krapini nalazi se izraženi strmac u reljefu nastao zbog reversnog pomaka krovinskog krila rasjeda Krapina – Kalnik (2).



Slika 4.3. Pogled na središnji najistaknutiji dio Ivanščice uzdignut između reversnih rasjeda koji se pružaju krilima strukture. Ističu se vrhovi: Ivanščica (1) i Oštroc (2). Duboke doline u Ivanščici nastale su u zonama rasjeda.



Slika 4.4. Zona Periadriatik – Drava rasjeda (1) predstavljena je nizom rasjeda. Zbog desnih regionalnih tektonskih pomaka prema JI i odupiranja stijena veće gustoće u dubini Ivanščice stvara se kompresija prostora i uzdizanje struktura. I u zoni promatranog rasjeda nastaju relativno veće uzdignute strukture: Kranjčeci – Šuškovec brda (3) i Dubovec – Lepoglava (4).



Slika 4.5. Zona Periadriatik – Drava rasjeda (1) pruža se preko Lepoglave i Ivanca. Pojedini rasjedi iz zone odražavaju se u slici reljefa kao tamne crte. To je odraz duboko usječenih ravnocrtnih dolina i strmih obronaka. Širina zone u slici kod Ivanca dosije 1500 m.



Slika 4.6.- Pojedini rasjedi odražavaju se u reljefu strmim obroncima zbog reversnog uzdizanja krovinskih krila. U slici je prikazan odsječeni, strmi obronak u zoni rasjeda Krapina – Kalnik (2) kod Kuzmineca Veterničkog. Trasa rasjeda na površini pruža se podnožjem obronka.

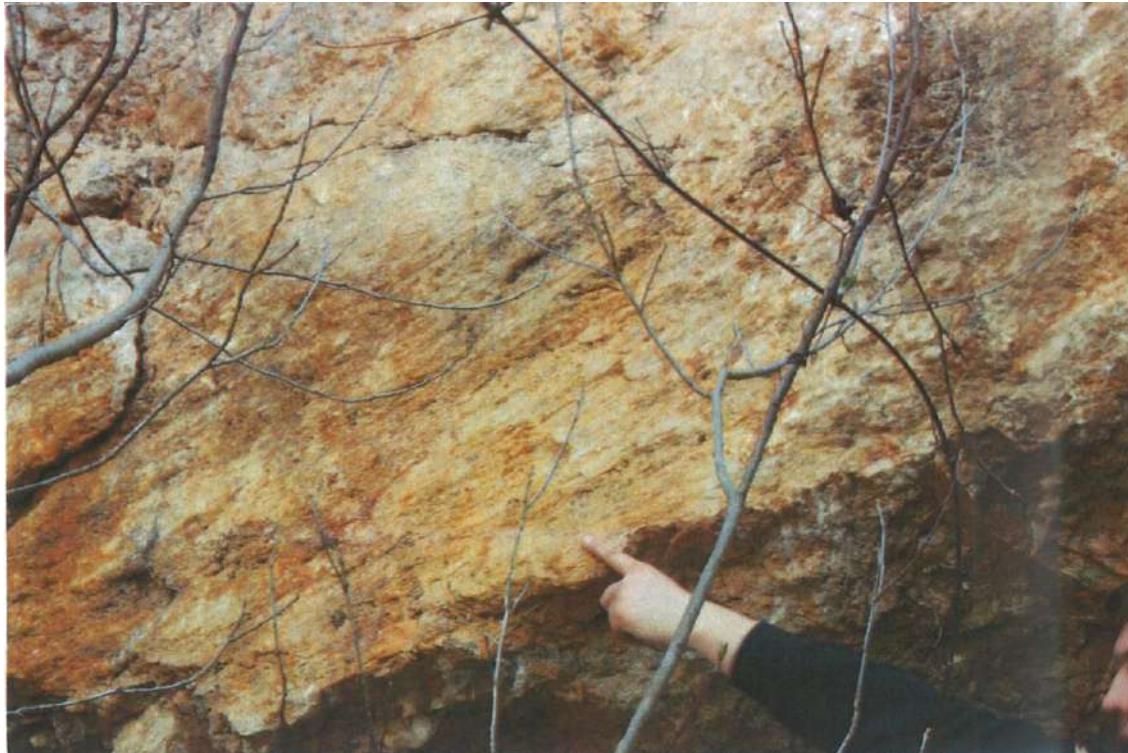


Slika 4.7. Osobito izražen strmac u reljefu nastao je u zoni ogranka rasjeda Vuglovec – Prigorec – Topličica (6) koji presjeca Ivanščicu. Rasjed u slici pruža se podnožjem strmca i ima položaj 65/85 (T-101, selo Podrute).

Primjeri najvažnijih rasjeda strukturnog sklopa

- PERIADRIATIK – DRAVA RASJED (1)

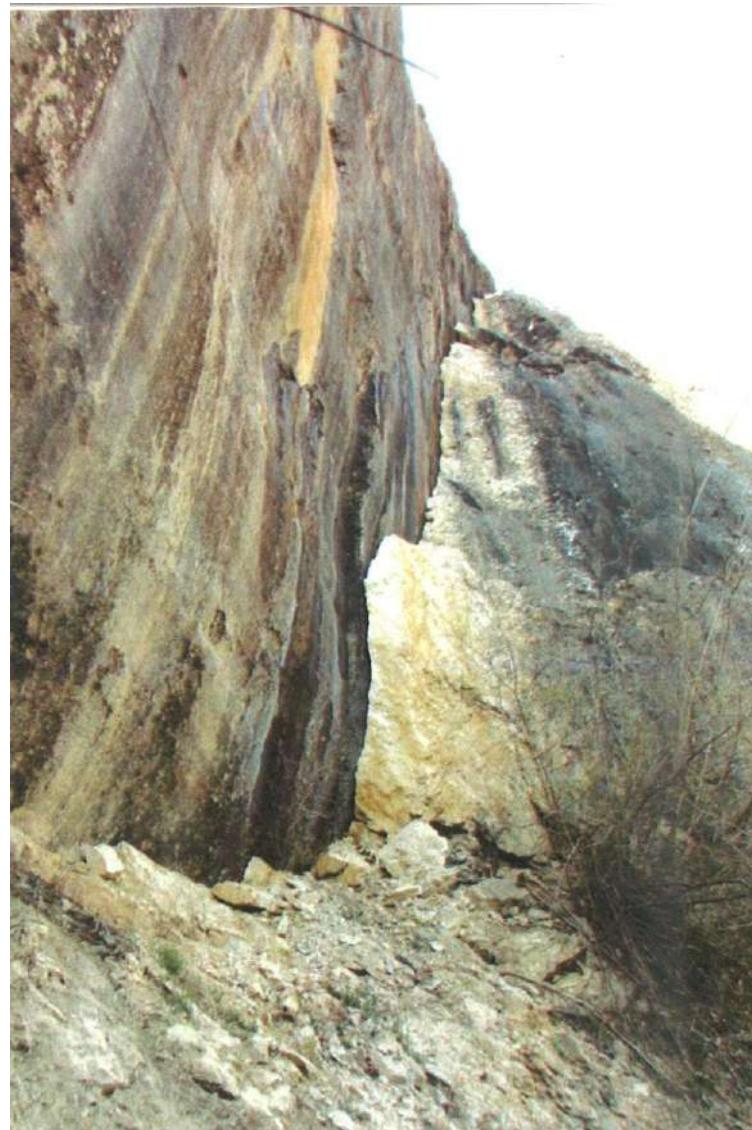
Rasjed je regionalnog pružanja. Predstavljen je zonom širine 500 – 1600 m. Postoje i ogranci zone. Bitna značajka rasjeda jesu izraženi horizontalni desni pomaci koji kod Radgone dosižu više kilometara. Prevladavaju reversni rasjedi vergencije prema sjeveru. Uz Strahinjčicu i Ivanščicu stvara se kompresija prostora, pa se unutar zone oblikuju lokalne uzdignite strukture duž čijih se krila pružaju reversni rasjedi suprotnih vergencija.



Slika 4.8. Na brojnim izdancima rasjeda iz zone pojavljuju se izražene strije. U primjeru u točki motrenja T-3 izdvajaju se strije koje označavaju položaj rasjeda: 230/80/20/reversni desni (230 – smjer nagiba rasjeda, 80 – kut nagiba rasjeda, 20 – kut zakosa strija koji pokazuje reversni pomak krovinskog krila rasjeda u desno).



Slika 4.9. Najbolji izdanak rasjeda nalazi se u kamenolomu u T-2 sjeverno od Đurmanca. Rasjed je neposredni ogrank glavnog rasjeda 1a. Vrlo izražene strije pokazuju položaj 205/85/0/verticalni desni.



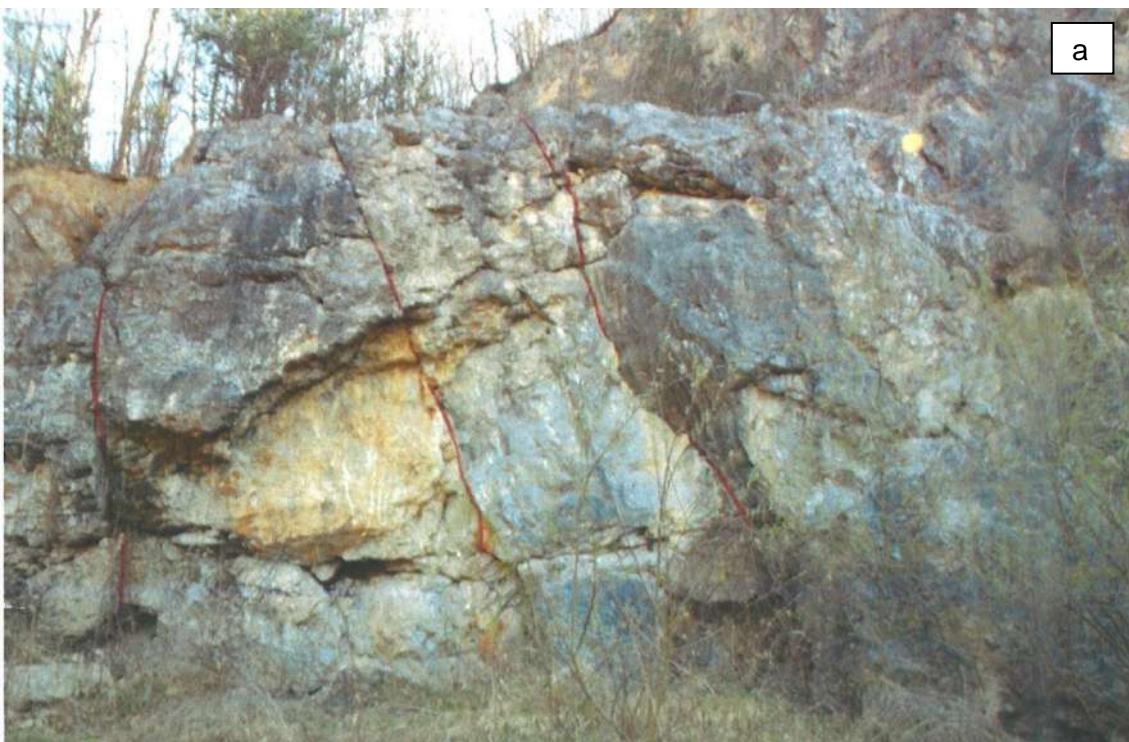
Slika 4.10. U detalju izdanka rasjeda u T-2 vidljivo je da promatrani rasjed siječe rasjed položaja 115/90/30/reversni koji se nalazi u zoni Periadriatik – Drava rasjeda (1). To ukazuje na stalne izražene horizontalne pomake.



Slika 4.11. Naglašena horizontalna komponenta pomaka krila osobito je zapažena u izdancima rasjeda u dijelu promatrane zone između Đurmanca i Gornjeg Jesenja. Susreću se i rasjedi vergencije prema J.

a) T-9. Donje Jesenje. U izdanku neposrednog ogranka glavnog rasjeda 1a strije pokazuju položaj 335/85/20/reversni desni.

b) T-10. Donje Jesenje. Vrlo izražene strije otkrivene su na izdanku rasjeda koji se pruža duž lokalne uzdignute strukture. Položaj 28/85/10/reversni desni.



a



b

Slika 4.12. a) T-11. Kamenolom kod Koprivnice Zagorske. Otkrivena je paraklaza glavnog rasjeda 1a iz promatrane zone. Mjeren je položaj 185/75/15/reversni desni.

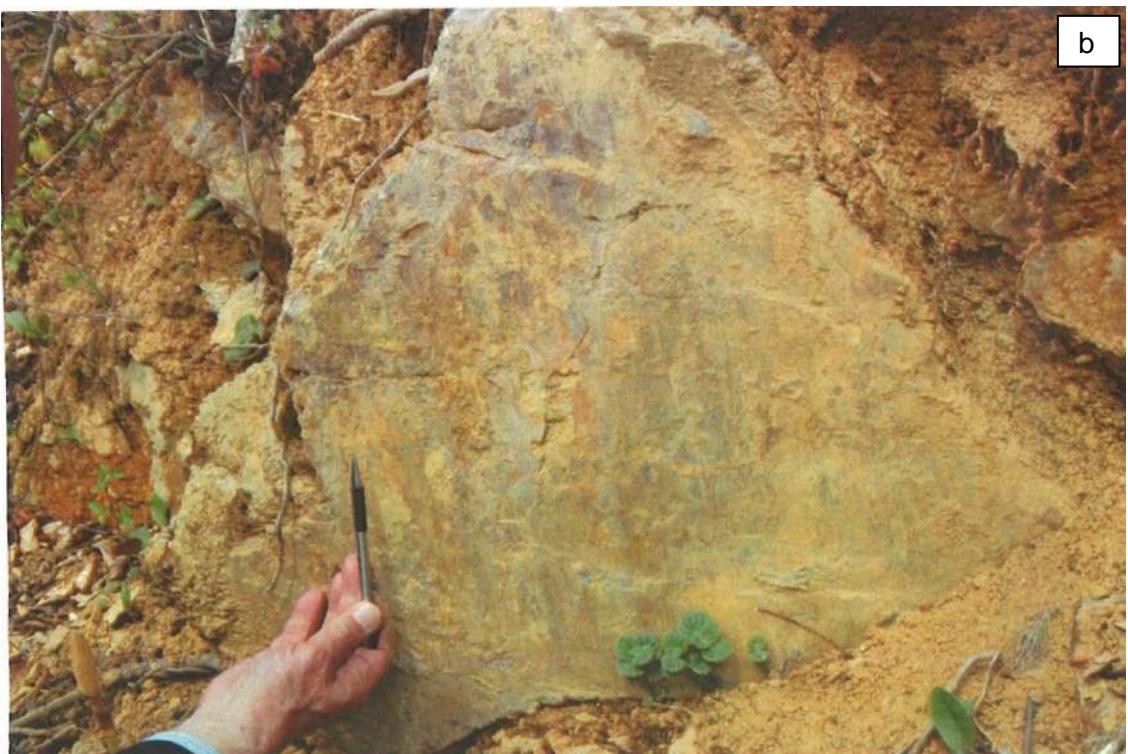
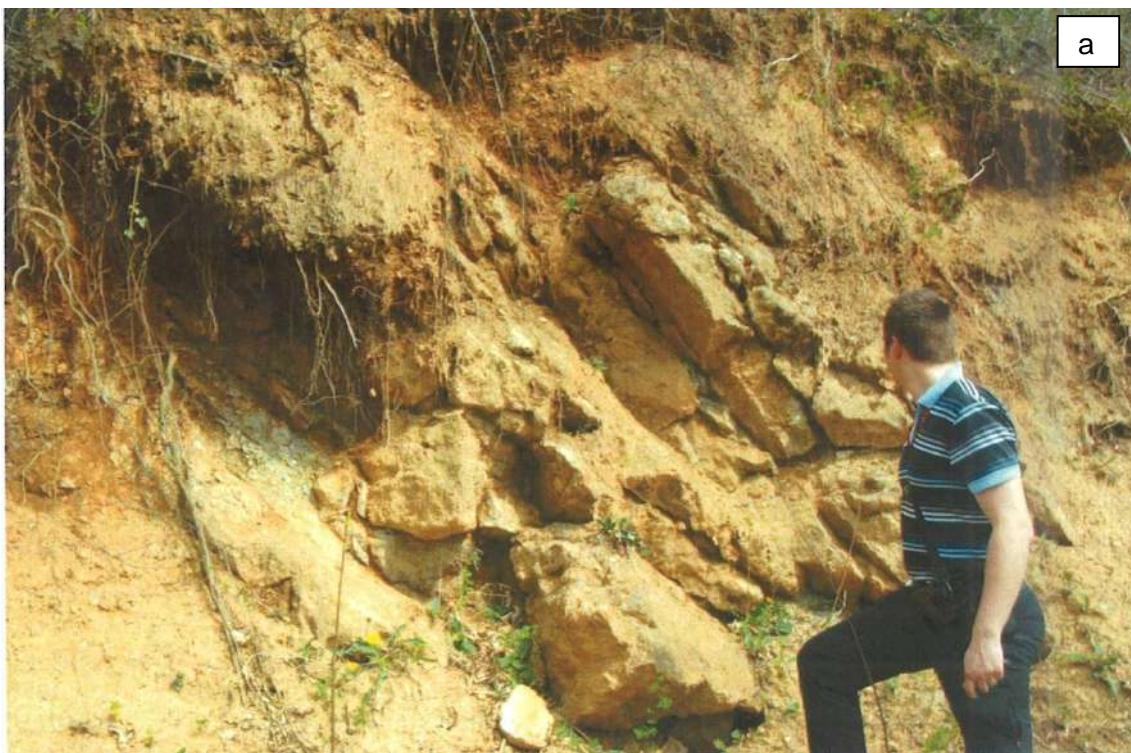
- b) T-3. Kod sela Lukovčak uz cestu Đurmanec – Radgona. Rasjed iz promatrane zone predstavljen je vlastitom zonom. U izdanku se nalaze tri paralelna rasjeda položaja 150/65/10/normalni desni. Takvi normalni pomaci pojavljiju se samo lokalno i znak su moguće promjene nagiba rasjeda duž pružanja.



Slika 4.13. T-11. Kamenolom Koprivnica Zagorska. U pojedinim točkama motrenja postoje relativno veći izdanci rasjeda. U primjeru je vidljiva i zdrobljena zona rasjeda. Mjeren je položaj 165/75/15/reversni desni.



Slika 4.14. a) T-8. Zapadno od Gornjeg Jesenja. Pojedini rasjedi predstavljeni su i zdrobljenim zonama.
b) Na izdanku rasjeda (a) postoje i izražene strije koje označavaju položaj 125/85/5/reversni desni.



Slika 4.15. Još se ističe izdanak rasjeda koji se pruža duž relativno veće lokalno uzdignute strukture Kranjčeci – Šuškovec brda (3). a) T-25. Južno od Cerja Jasenjskog. Uočava se zona rasjeda u pješčenjacima miocena. b) Strije pokazuju položaj 0/85/90/reversni.

RASJED KRAPINA – KALNIK (2)



Slika 4.16. Rasjed se u dolini rijeke Sutle zapadno od Đurmanca odvaja od zone Periadriatik – Drava rasjeda (1). Pruža se duž granice strukturne jedinice Strahinščica – Ivanščica – Kalnik – Varaždinsko topičko gorje – Dugo brdo (1). Rasjed je reversni, vergencije prema J i JZ. Predstavljen je zonom širine 100 – 200 m. Horizontalni pomak izražen je zapadno od Krapine. Dobar izdanak otkriven je u T-112 kod sela Petrovsko zapadno od Krapine. U krupozrnastim pješčenjacima strije nisu izražene. Paralelni rasjedi u primjeru imaju položaj 18/85/reversni.



Slika 4.17. U nekoliko točaka motrenja otkriveni su rasjedi unutar glavne zone. U primjeru u T-114 u Krapini nalazi se rasjed položaja 75/55/reversni. Zapaža se svijanje rasjeda po nagibu i sinklinalno svijanje slojeva u podinskom krilu. To je dokaz da je rasjed reversni.



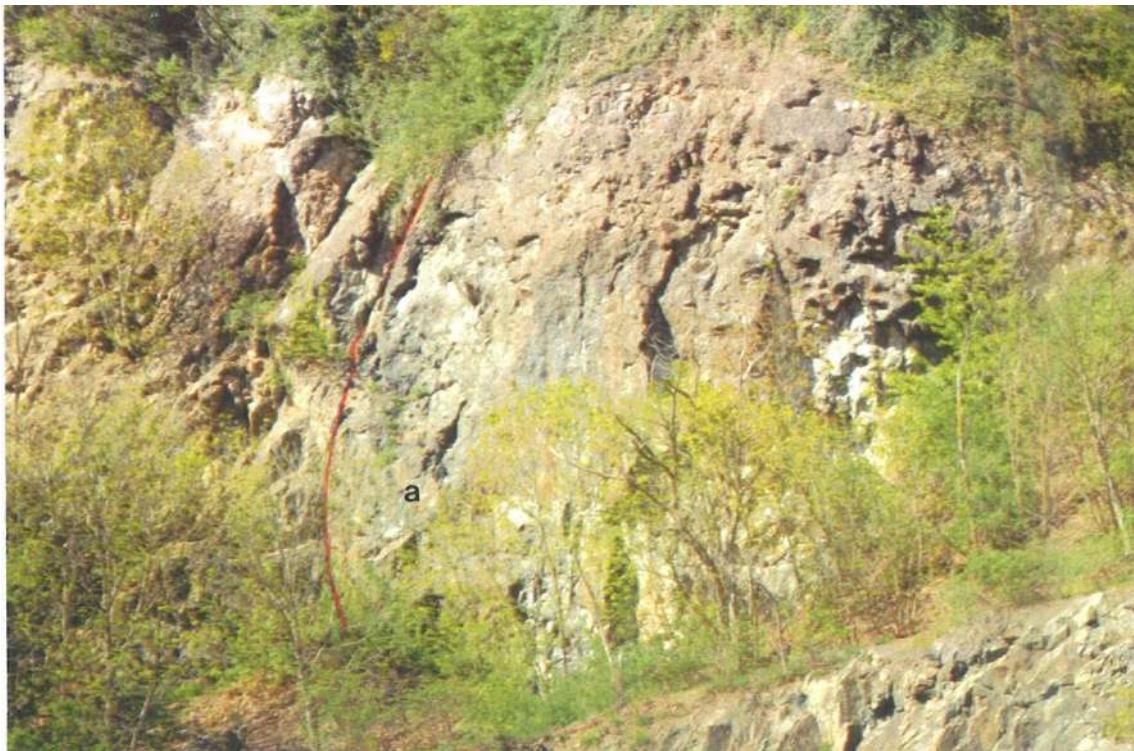
a



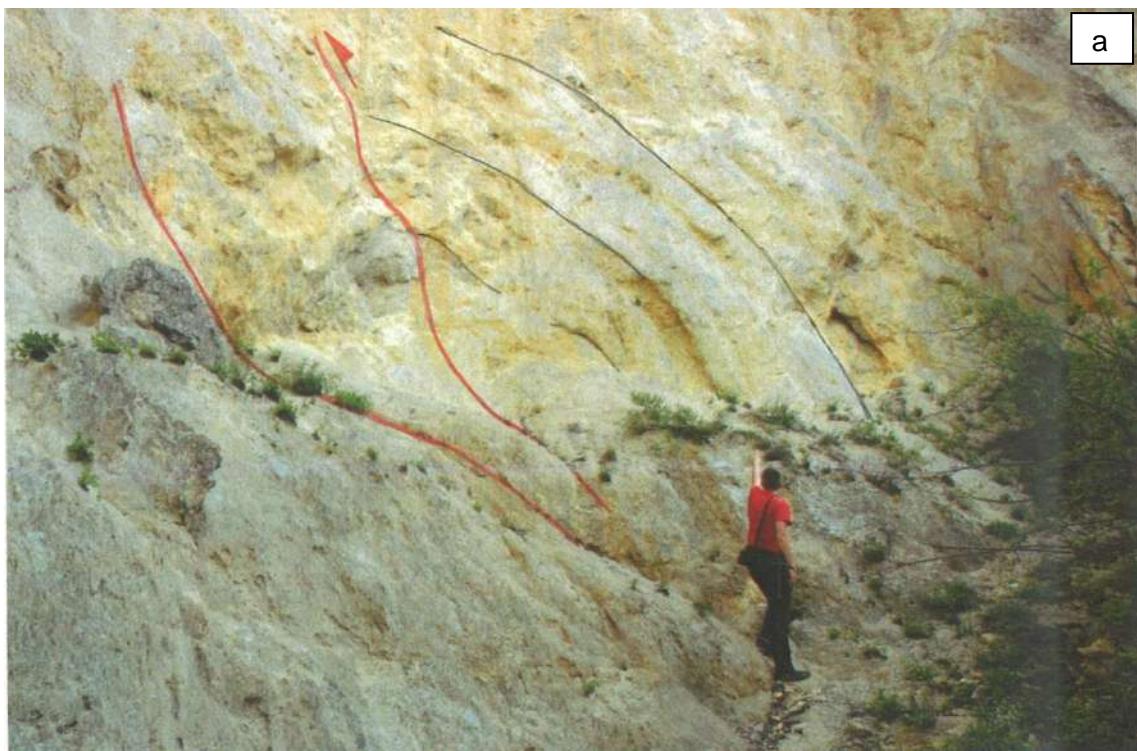
b

Slika 4.18. a) Istim se izdanak rasjeda u pijescima pliocenske starosti. Izdanak se nalazi u Gornjoj Batini južno od sela Martinščica uz rub karte (točka motrenja nije označena u prilogu 2). Dobro uslojeni pijesci u krovinskom krilu rasjeda čine antiklinalu, što je dokaz reversnih pomaka krila. Najvažnije jest da postojanje rasjedanja pliocenskih pijesaka ukazuje na prisutnu tektonsku aktivnost. b) T-111. Krapina. Manji izdanak pratećeg rasjeda iz promatrane zone. Mjeren je položaj 90/85/49/reversni lijevi.

RASJED LOBOR – NOVI MAROF (3)



Slika 4.19. a) Rasjed se pruža duž južne granice Ivanščice. Nekoliko izdanaka uglavnom se nalazi u miocenskim naslagama koje su većinom prekrivene obradivim zemljištima. Najbolji izdanci nađeni su u zonama neposrednih ogranača glavnog rasjeda. b) U primjeru u T-84 kod Topličice otkrivena je paraklaza rasjeda koja se svija po nagibu. U podnožju izdanka mјeren je položaj 13/85/85/reversni desni.



Slika 4.20. a) T-102. Madžarevo. U kamenolomu je otkrivena zona rasjeda. Uočava se svijanje dva paralelna rasjeda iz zone i osobito izražena bora u krovinskom krilu. b) Na strmoj dionici rasjeda strije pokazuju položaj 302/85/50/reversni lijevi.

Primjeri rasjeda sustava ZSZ – IJI do SZ – JI koji presijecaju Strahinjčicu i Ivanščicu

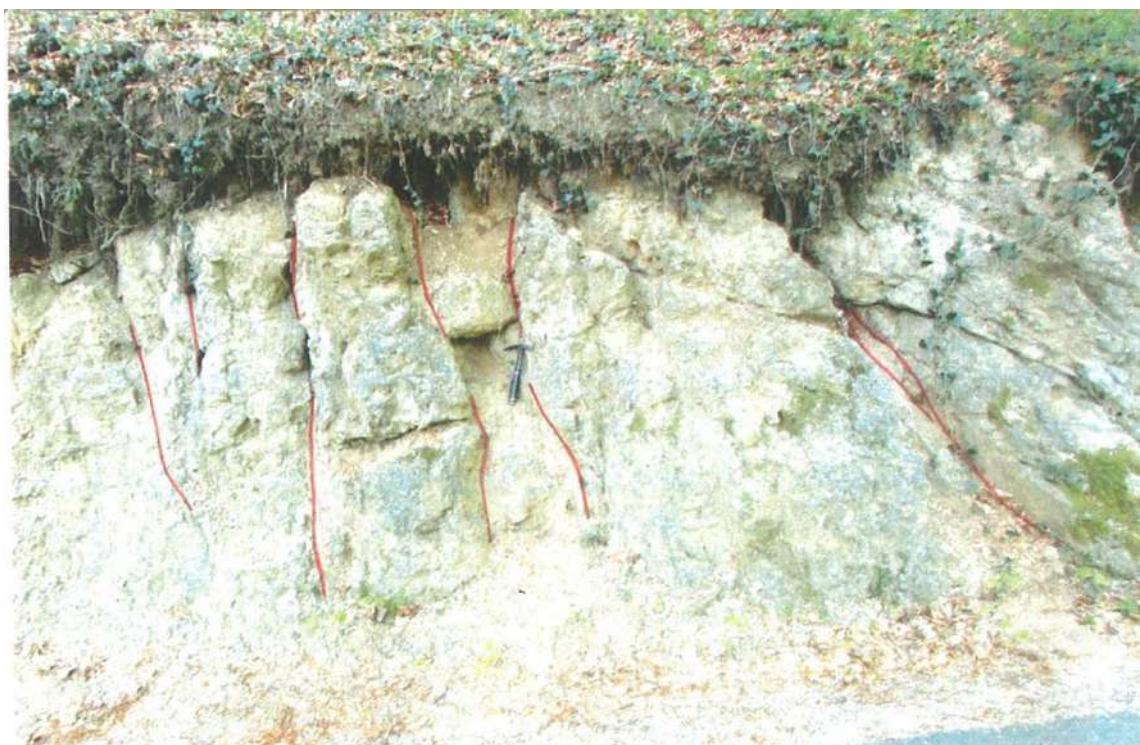
U obuhvaćenom strukturnom sklopu izdvojeno je nekoliko zona rasjeda. Najvažnije jest postojanje desne horizontalne komponente pomaka krila. To ukazuje i na pomake pojedinih dijelova Strahinjčice i Ivanščice. Ističu se tri najvažnija rasjeda.

- RASJED GALOVIĆI – GOLUBOVEC – PETROVA GORA (5)

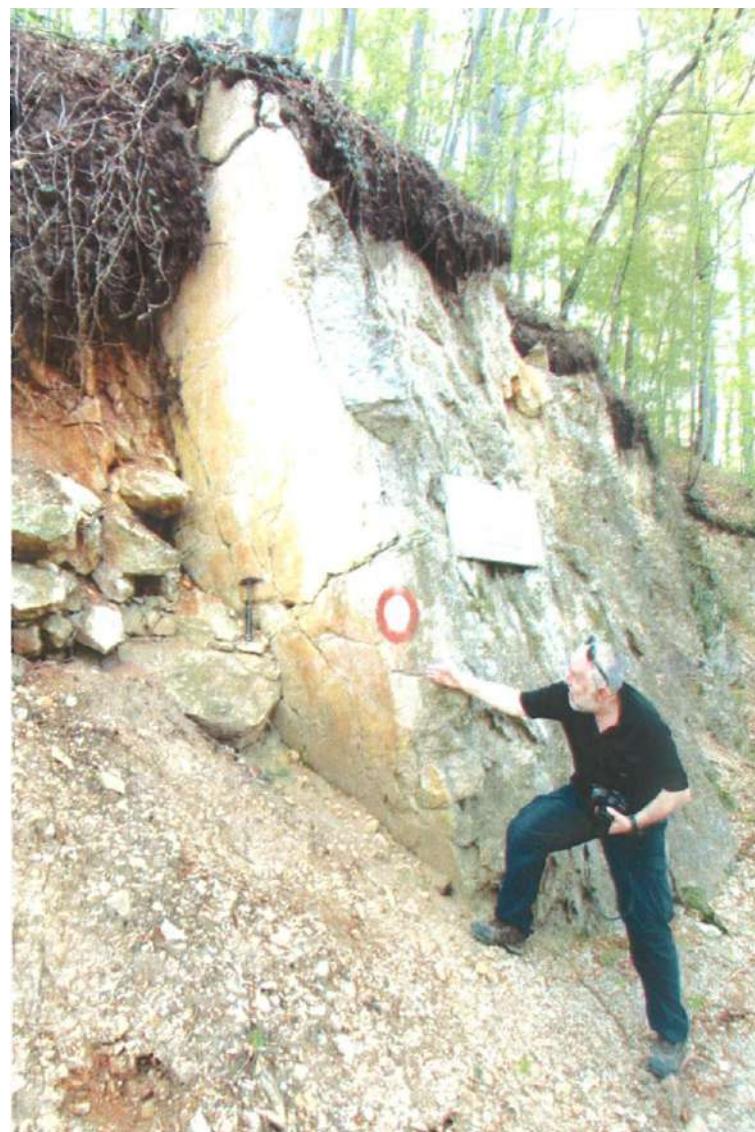


Slika 4.21. Rasjed je predstavljen je zonom širine do 150 m (Golubovec). Postoje i ogranci zone. Najbolji izdanak sa strijama nađen je južno od sela Malogorski u T-19. Mjeren je položaj 20/80/35/reversni desni.

- RASJED VUGLOVEC – PRIGOREC – TOPLIČICA (6)



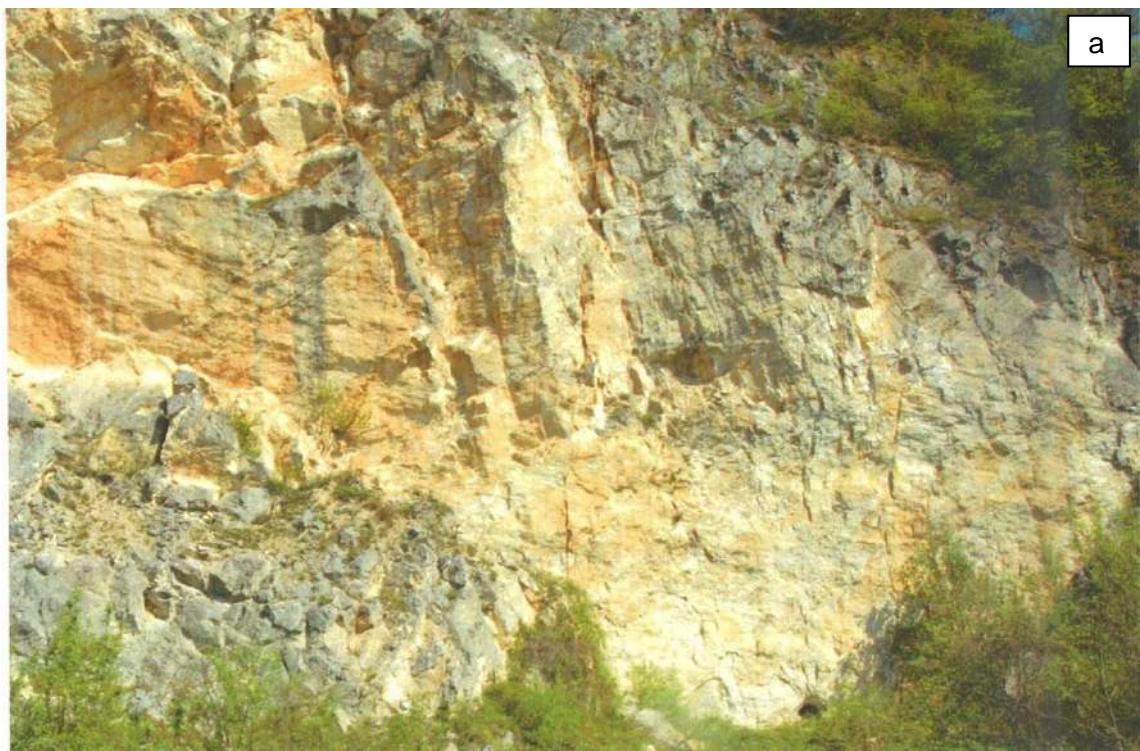
Slika 4.22. To je najvažniji rasjed promatranog sustava. Predstavljen je zonom širine do 200 m. Postoje izravni ogranci zone i brojni prateći rasjedi. Ističu se normalni pomaci krila. Nekoliko izdanaka nalazi se kod sela Prigorec uz cestu za vrh Ivanšćice. Pojedini rasjedi iz zone predstavljeni su vlastitim zonama. Izdvojen je izdanak u T-58. Paralelni rasjedi u zoni imaju položaj 196/80/25/normalni desni.



Slika 4.23. T 58. Cesta Prigorec – vrh Ivanščice. U izdanku se nalazi velika paraklaza glavnog rasjeda iz promatrane zone. Izdanak tog rasjeda s izraženim strijama izdvaja se kao gorsko zrcalo i uvršteno je u zaštićeni geološki primjer. Vidljiva je i zdrobljena zona. Položaj rasjeda je 227/80/20/normalni desni.



Slika 4.24. T-83. Kamenolom Turčini kod Topličice. Duž čitavog izdanka pruža se glavni rasjed iz promatrane zone. U izdanku se osobito ističu velike strije koje pokazuju gotovo horizontalni pomak krila.

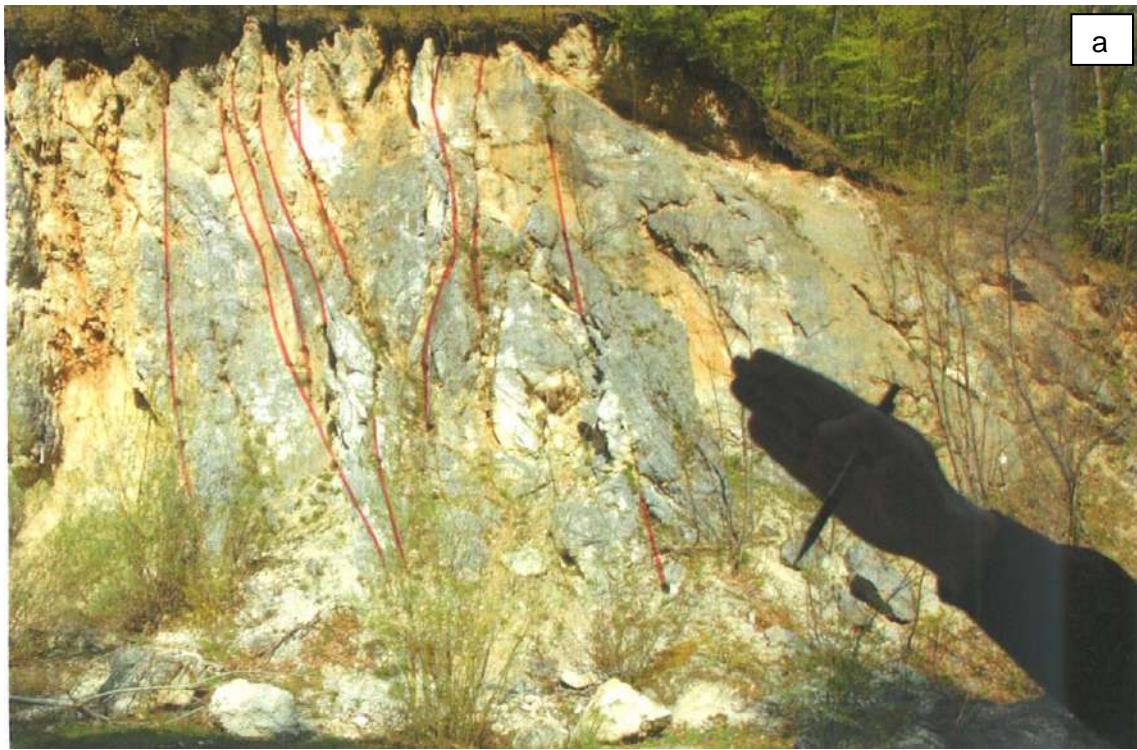


a



b

Slika 4.25. a) i b). T 83. Detaljni prikaz velikih strija na izdanku rasjeda. Pokazuju položaj 70/85/5/normalni desni.



a



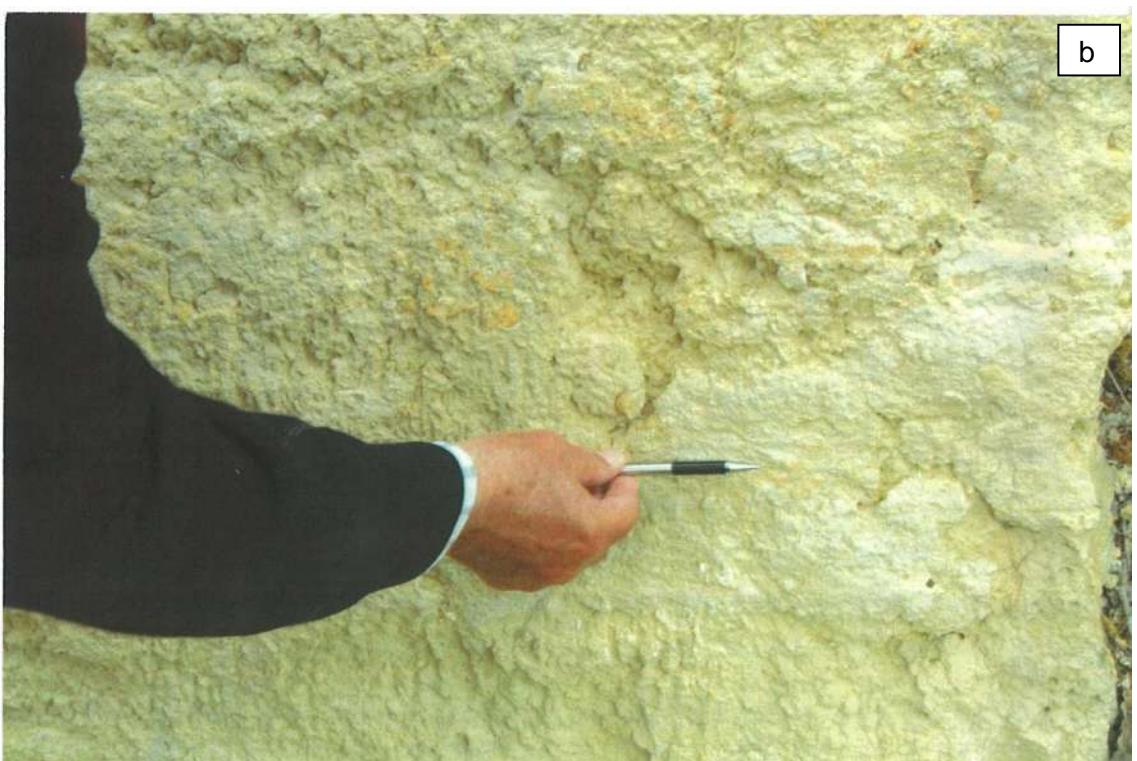
b

Slika 4.26. Od glavne zone rasjeda Vuglovec – Prigorec – Topličica (6) izdvajaju se ogranci. Pojedini su predstavljeni vlastitim zonama različite širine. a) Izabran je primjer izdanka rasjeda u T-59 kod izvora Žgano vino. Postoji zona paralelnih rasjeda širine oko 20 m. b) Vrlo izražene strije označavaju položaj 11/80/20/reversni desni.

- RASJED SALINOVEC – MARGEČAN – PODEVČEVO – OŠTRICE (7)

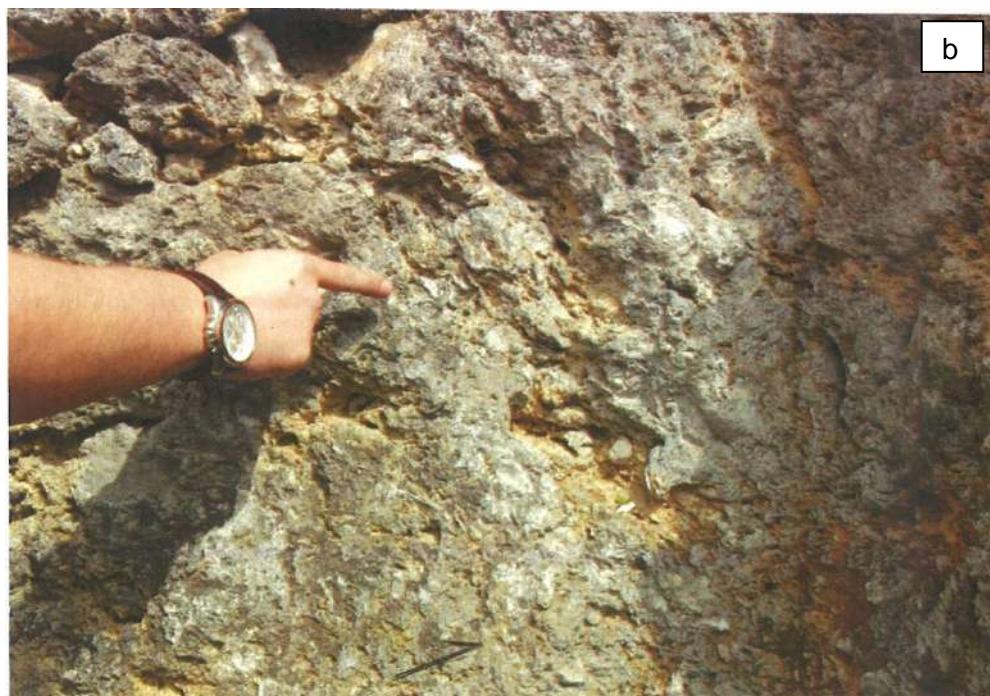


a

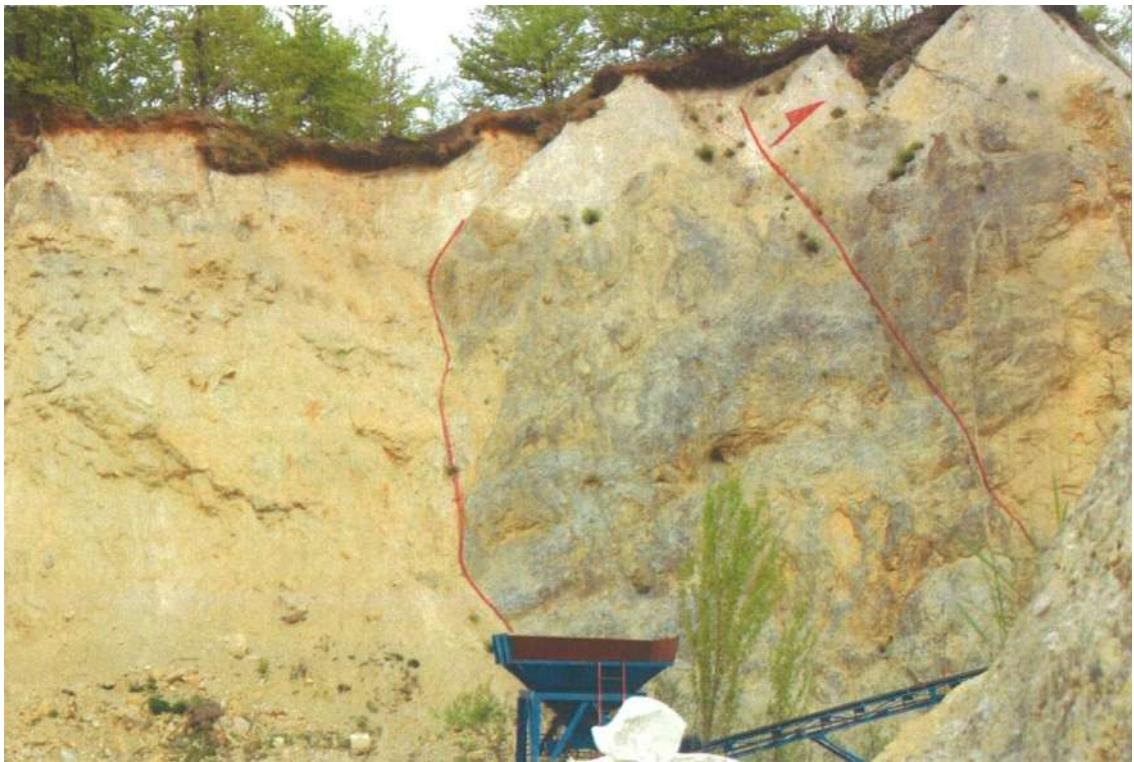


b

Slika 4.27. Rasjed se pruža paralelno dolini rijeke Bednje. Zbog horizontalnog pomaka njegovih krila u zoni su nastale relativno veće lokalne spuštene strukture. Rasjed je normalan, a kompresija prostora i pojavljivanje reversnih pomaka uz oblikovanje uzdignutih lokalnih struktura nalazi se oko sela Podevčevo. a) T 108. Podevčevo. Glavni rasjed iz zone predstavljen je zonom. Uočava se svijanje rasjeda po nagibu. b) Strije pokazuju položaj 14/85/30/normalni desni.



Slika 4.28. a) T 107. Selo Opati. Izdvaja se u zdrobljenoj zoni. b) Strije (strijelica) na izdanku pokazuju položaj 266/80/40/reversni desni.



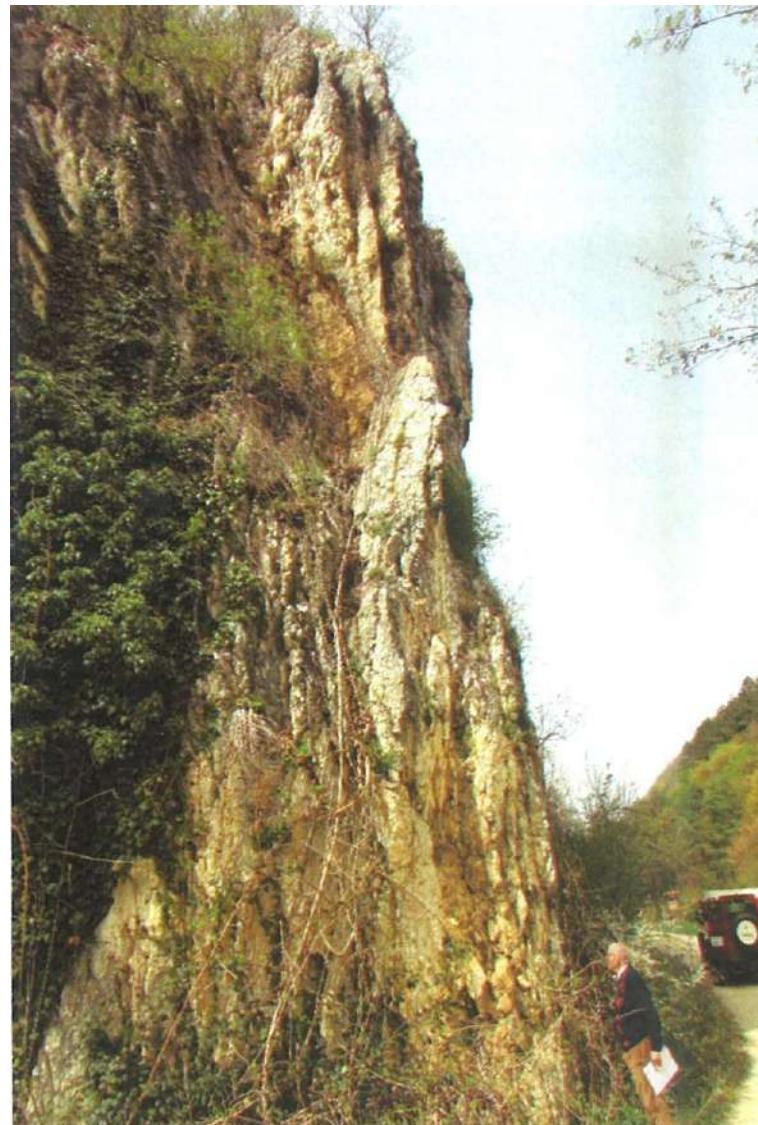
Slika 4.29. Postoje i ogranci promatranog rasjeda. Izdvojen je primjer otkriven u kamenolomu u T 110 u Podevčevu. Značajno je uzdizanje lokalne strukture između ovog ogranka i glavne zone. Mjeren je položaj 140/85/10/reversni lijevi.

PRIMJERI RASJEDA SUSTAVA ZSZ – IJI DO SZ – JI

Rasjedi presijecaju Strahinjčicu i Ivanščicu. Predstavljeni su zonama različitih širina, a i rasjedi su različitog karaktera. Izabrano je nekoliko primjera.



Slika 4.30. Najprije se izdvaja zona koja presijeca Strahinjčicu između sela Zagora i Radoboj. U T-27 kod planinarskog doma otkrivena je zona paralelnih rasjeda. Izdanci su slabije otkriveni, pa je mjeran samo položaj rasjeda 50/70.



Slika 4.31. Vrlo je uočljiv izdanak rasjeda u Loboru u T-42 na završetku doline potoka Reka. Rasjed se pruža između sela Marićevec kod Lepoglave do Lobora. Napominje se da je pružanje doline potoka Reka paralelno orijentaciji maksimalnog kompresijskog stresa, pa je moguće i recentno njezino širenje.

U izdanku se razabire niz paralelnih rasjeda položaja 78/85/30/normalni desni.

Osobito se ističe rasjed koji se pruža između Lepoglave i Gornje Selnice. Najbolji izdanci otkriveni su u kamenolomu južno od Lepoglave. Otkriveno je da rasjed predstavlja zonu širine oko 150 m. Granični rasjedi te zone imaju vlastite zone.



Slika 4.32. a) T-49. U zoni šest paralelnih rasjeda izmjerena je položaj 229/45/20/reversni desni. b) T-50. U zoni se nalaze tri paralelna rasjeda položaja 55/70/10/reversni desni.



Slika 4.33. U zonama rasjeda duž čijih krila prevladava horizontalna komponenta pomaka uvijek dolazi do otvaranja prostora. Ti prostori svakako omogućuju izravnu cirkulaciju podzemne vode.

U primjeru u zoni rasjeda izdvojenog u T-49 nađen je izdanak koji pokazuje znatno otvaranje prostora.

Još je izdvojen rasjed koji presijeca Ivanščicu i dopire do sela Mikulčić. Moguće je da predstavlja ogranak rasjeda izdvojenog u kamenolomu južno od Lepoglave.



Slika 4.34 a) T-78. Selo Mikulčić. Rasjed je sustava SZ – JI i položaja 70/50/50/normalni desni. b) T-80. Sjeverno od sela Mikulčić kroz duboko usječenu dolinu pruža se rasjed položaja 75/75/45/reversni desni. Uočava se zona paralelnih rasjeda širine oko 10 m.

Primjeri najvažnijih rasjeda koji se pružaju duž većih lokalnih uzdignutih struktura
Strahinjčice i Ivanščice i njihovih središnjih dijelova

Rasjedi su važni u obuhvaćenom strukturnom sklopu. Uvijek su reversni, ali različitih, suprotnih vergencija. Predstavljeni su zonama različite širine, pa i različitog nagiba. U prilogu 3 posebno su označeni.



Slika 4.35. Najprije se izdvaja izdanak rasjeda nađenog u T-86. Pruža se duž veće lokalne uzdignite strukture Kozjak – Drenovec (8). Rasjed iz zone pruža se paralelno izdanku. Mjeren je položaj 36/45/75/reversni desni.



a



b

Slika 4.36. a) Važan je izdanak rasjeda u T-55 uz cestu Ivanec – Prigorec iz dva razloga. Najprije rasjed se nalazi u pješčanim naslagama. Paralelni rasjedi u zoni imaju položaj 336/40. Pruža se duž sjevernog krila veće uzdignute strukture Kozjak – Drenovec (8). b) Drugo, u krovinskom krilu rasjeda pješčani slojevi su znatno borani. To je dokaz prisutne kompresije prostora.



a



b

Slika 4.37. a) T-74. Cesta Ivanečka Železnica – Ivanec. U manjem kamenolomu vrlo je uočljiv rasjed koji se pruža duž veće uzdignute strukture Kamena Gora – Hamec (7). b) Strije na otvorenom izdanku pokazuju položaj 144/65/20/reversni desni.



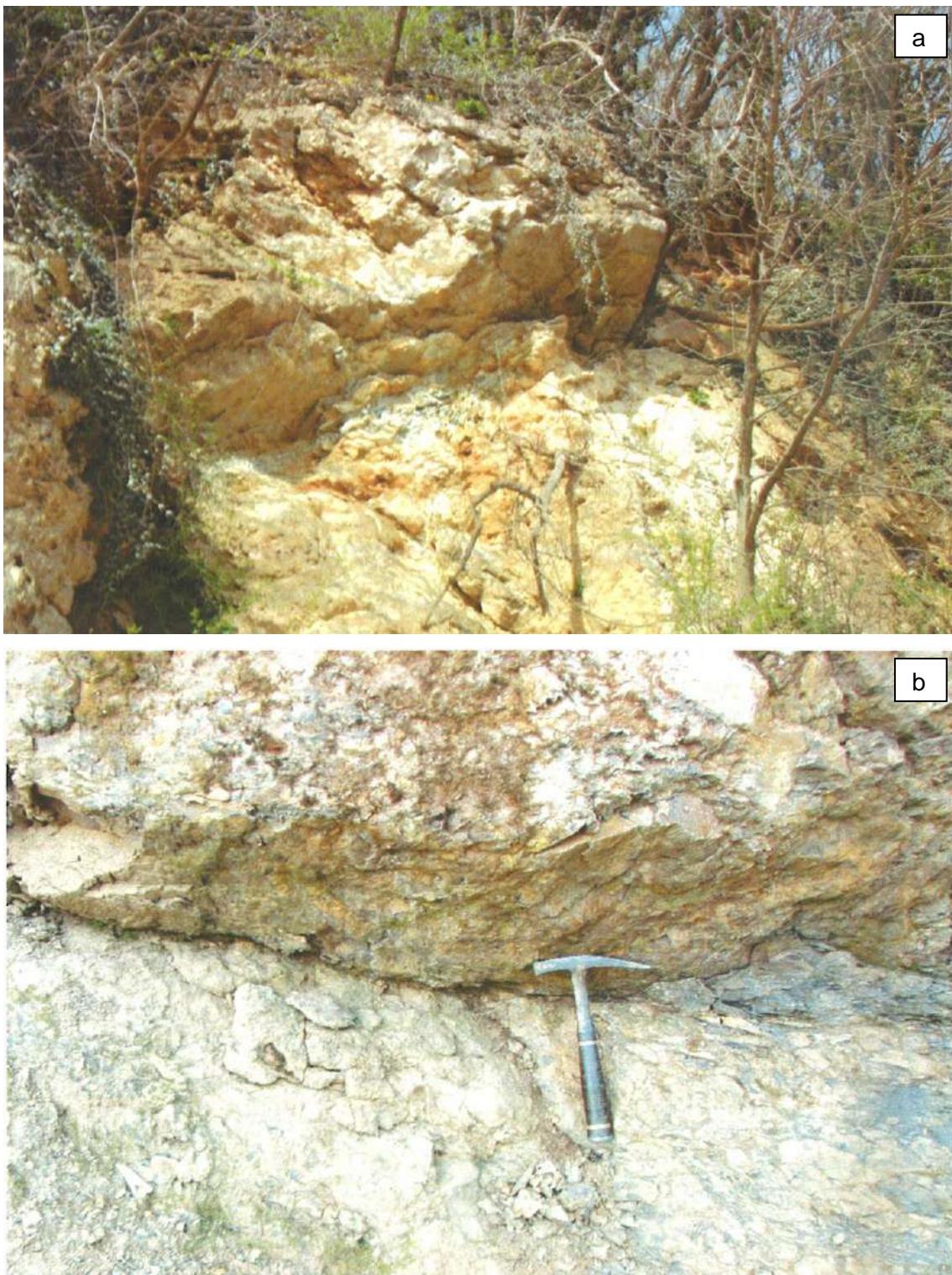
a



b

Slika 4.38. a) Od rasjeda vergencije prema J vrlo je uočljiva zona otkrivena u T-1 u Podgori Krapinskoj. Rasjed se pruža duž južnog krila središnjeg dijela Strahinšćice (1). U zoni širine oko 10 m nalaze se paralelni rasjedi. b) Strije na otvorenim izdancima pokazuju položaj 40/55/55/reversni lijevi.

Značajka rasjeda koji se pružaju duž većih lokalnih uzdignutih struktura jest njihovo odražavanje u reljefu i pojavljivanje većih dobro otkrivenih izdanaka.



Slika 4.39. a) T-21. Kamenolom u dolini Očure. Rasjed vergencije prema S pruža se duž središnjeg uzdignutog dijela Strahinščice i Ivanščice. Položaj 210/80/reversni. b) Isti rasjed u T-20. kod sela Malogorski ima položaj 156/40/80/reversni desni.



a



b

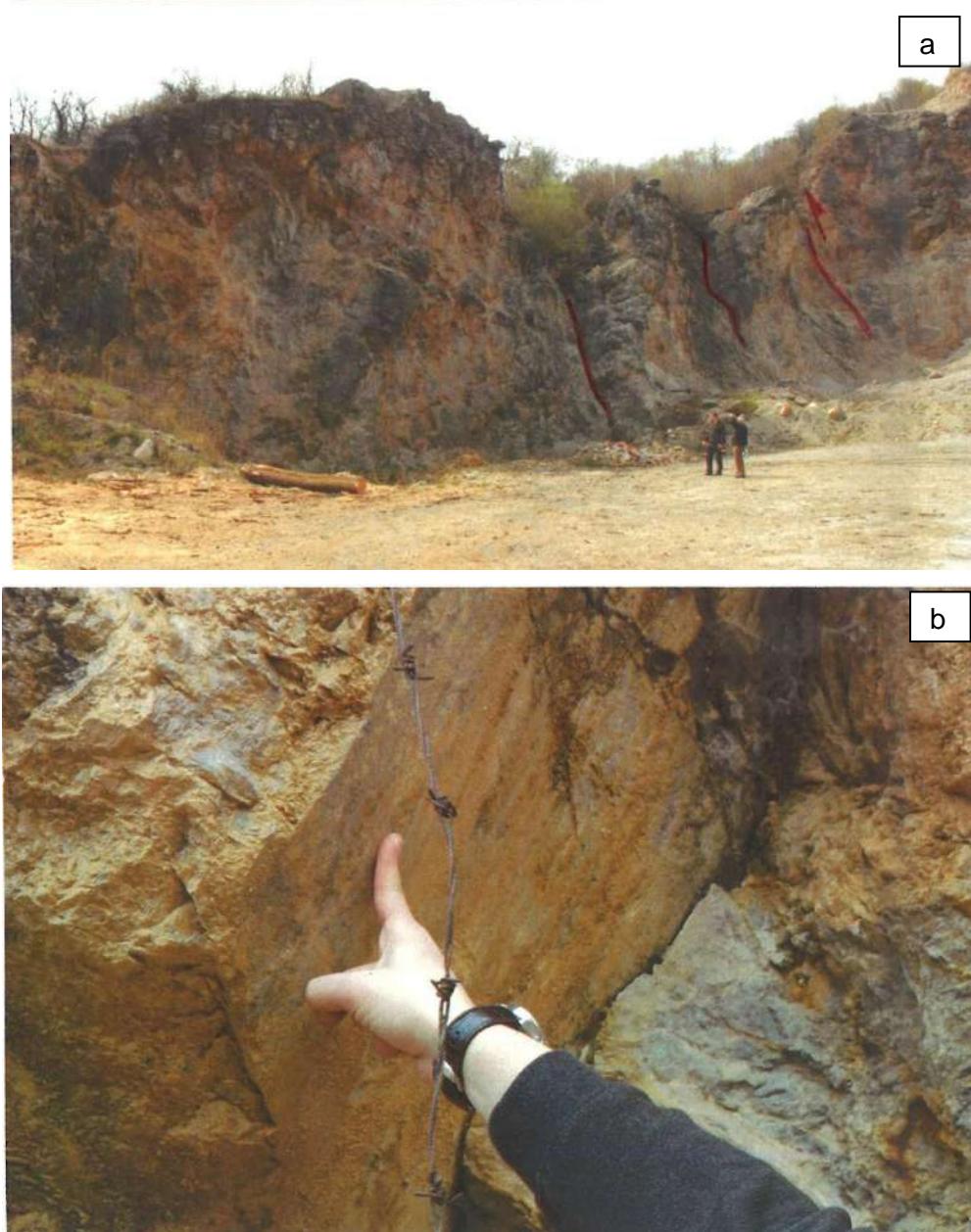
Slika 4.40. a) T-58. Cesta Prigorec – vrh Ivanščice. Izdvojen je dio zone reversnog rasjeda koji se pruža duž središnjeg dijela Ivanščice. Rasjedi u zoni svijaju se po nagibu, pa nastaju šupljine. b) Zbog dijagonalnog pružanja dionice rasjeda prema orijentaciji maksimalnog kompresijskog stresa pomaci krila rasjeda su blagog nagiba u lijevo. Položaj – 140/80/20/reversni lijevi.



Slika 4.41. T-71. Dolina Ivaničke Železnice. Izdanak glavnog rasjeda koji se pruža duž središnjeg najuzdignutijeg dijela Ivanšćice ima vergenciju prema S. Mjeran je položaj 190/60/50/reversni desni. Značajno je otvaranje prostora u zonama rasjeda.

Primjeri reversnih rasjeda koji se pružaju duž najistaknutijih dijelova struktura, te prateći rasjedi najvažnijima i rasjedi koji ukazuju na položaje i pomake struktura.

Najvažnije rasjede struktturnog sklopa svugdje prate pojedini rasjedi najčešće na relativno manjoj udaljenosti od glavnih zona. Duž sjevernog krila najuzdignutijeg središnjeg dijela Strahinščice i Ivanščice rasjedi su prateći i glavnom rasjedu koji se pruža njihovom granicom.



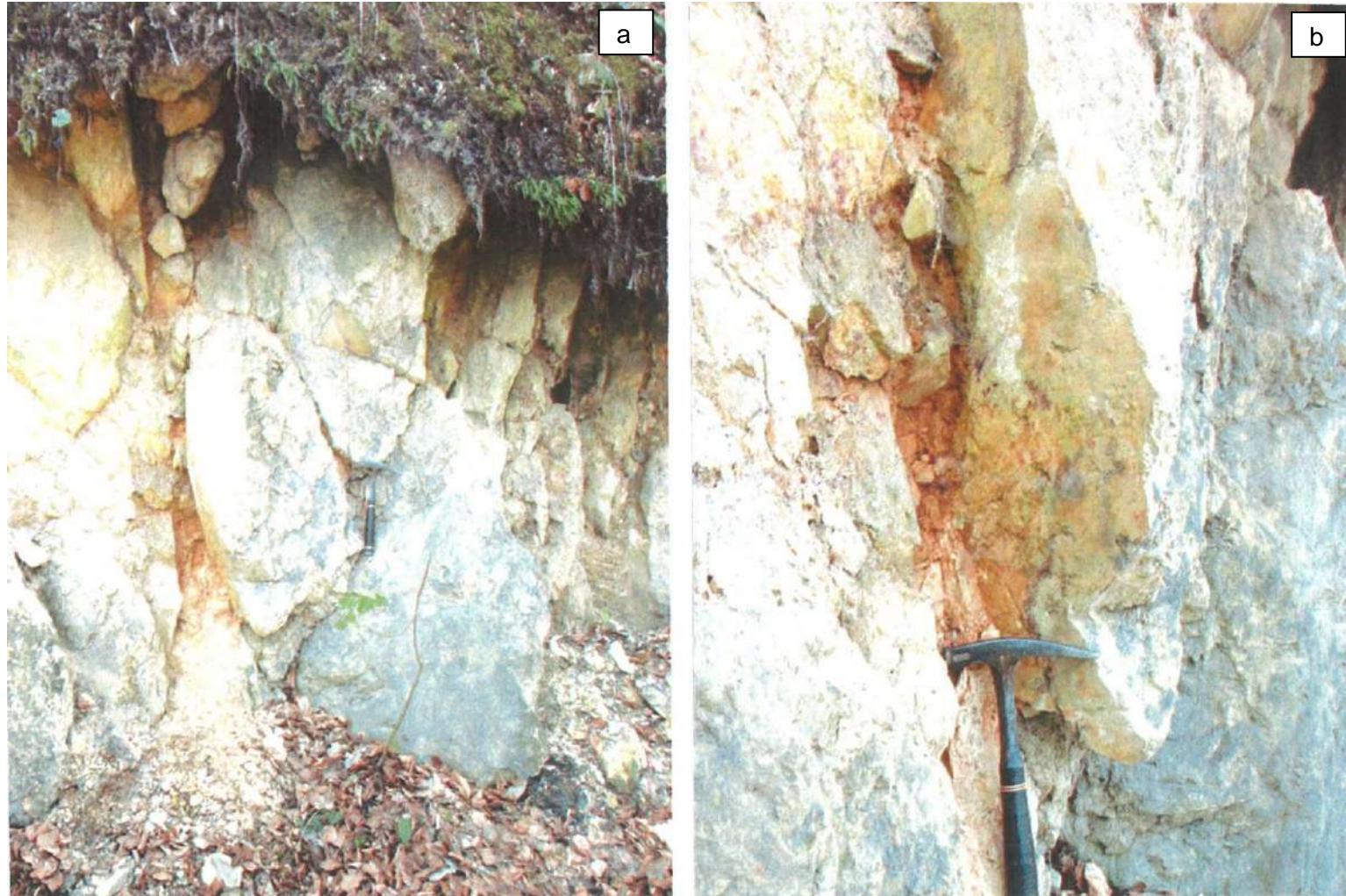
Slika 4.42. a) T-7. Kamenolom uz cestu Podgora Krapinska – Žutnica. Uočava se zona paralelnih rasjeda. b) Izražene strije pokazuju položaj 132/75/85/reversni desni.



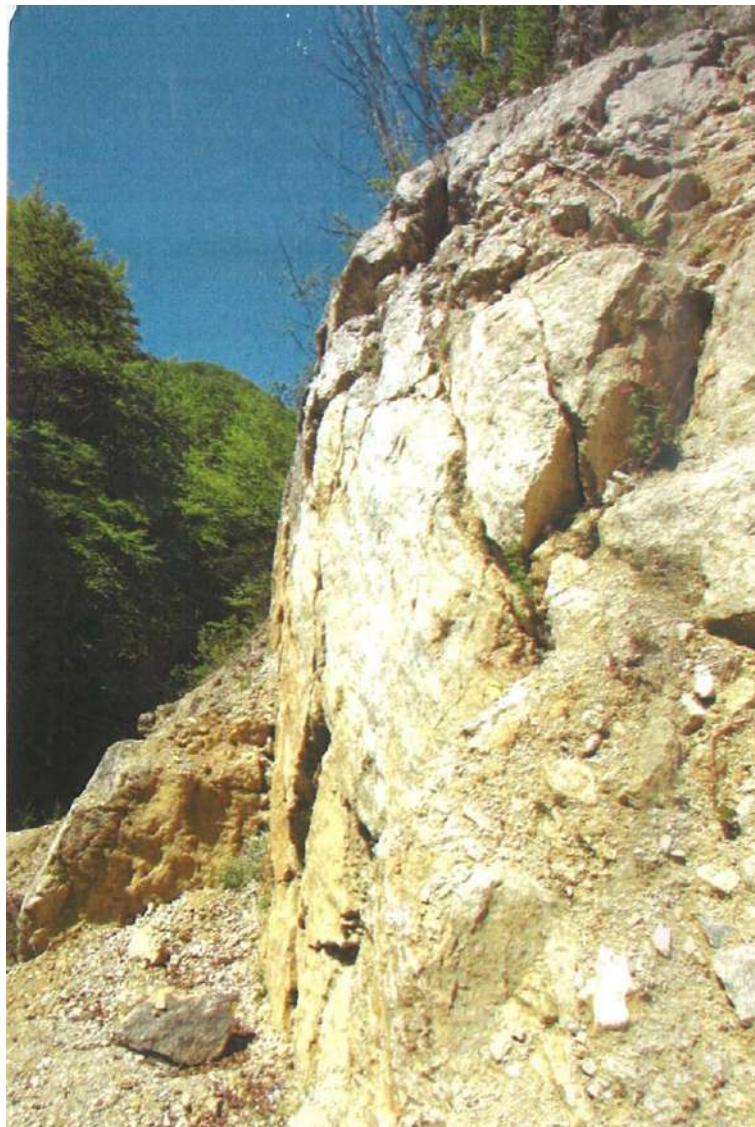
Slika 4.43. Najbolji i najveći izdanak koji prati zonu koja se pruža duž sjevernog krila Strahinščice nalazi se u T-31 u kamenolomu kod Žutnice. Vrlo je istaknuta široka zona niza paralelnih rasjeda položaja 160/85/25/reversni lijevi.



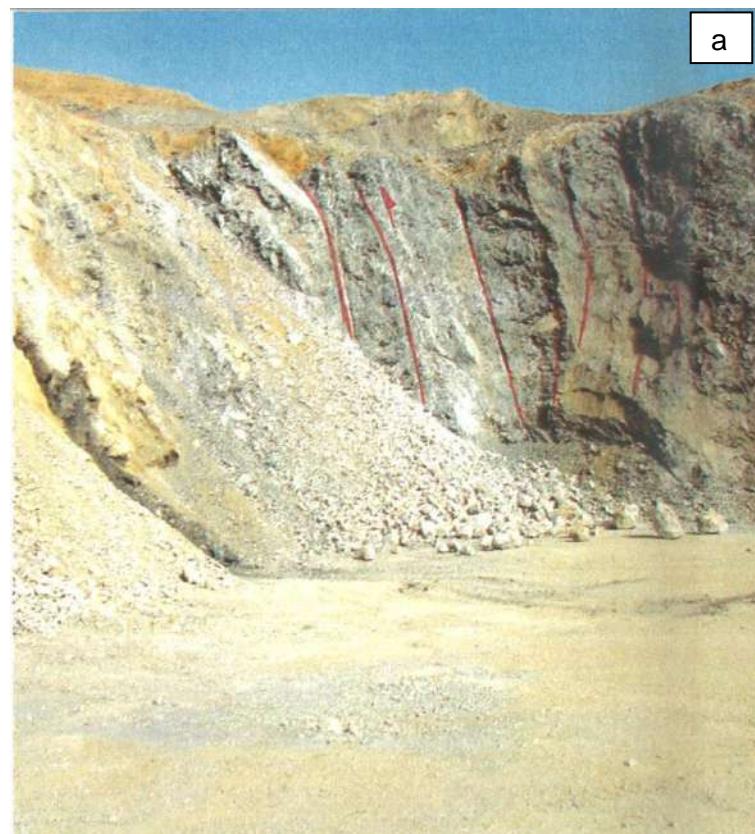
Slika 4.44. Vrlo je dobar i sadržajan primjer rasjeda otkriven u T-31 u istom kamenolomu. U izdanku se nalazi velika paraklaza (a) na kojoj postoje dvije generacije strija (b – strijelice). One ukazuju na promjene pomaka struktura i tektonske aktivnosti. Podaci su slijedeći: starije strije pokazuju položaj 200/60/90/reversni, a mlađe strije pokazuju položaj 200/60/60/reversni desni.



Slika 4.45. Dobar primjer pratećeg rasjeda zone Vuglovec – Prigorec – Topličica (6) otkriven je u T 61 na cesti Prigorec – Vrh Ivanščice. Uočljiva je zona rasjeda u kojoj pojedini rasjedi imaju vlastite zdrobljene zone. Vrlo izražene strije pokazuju položaj 266/80/40/normalni desni.



Slika 4.46. U obuhvaćenom strukturnom sklopu posebno su važni rasjedi koji se pružaju duž pojedinih manjih uzdignutih struktura i njihovih najistaknutijih dijelova. Rasjedi su reversni, suprotnih vergencija. Dobar izdanak rasjeda koji se pruža duž sjevernog krila najistaknutijeg dijela Ivanšćice izdvojen je u T 97 u kamenolomu uz cestu Bela – Podrute. Mjeran je položaj 120/65/85/reversni desni.



a



b

Slika 4.47. a) T-46. Kamenolom u dolini Očure. Izdanak rasjeda koji se pruža duž manje uzdignute strukture predstavljen je zonom širine do 20 m. Paralelni rasjedi u zoni imaju položaj 315/85/reversni. b) T-95. Cesta Bela – Podrute. Rasjed pripada zoni koja se pruža paralelno najistaknutijem dijelu Ivanšćice. U položaju 168/60/65/reversni desni ističe se relativno blaži nagib rasjeda.

Primjeri rasjeda koji se nalaze unutar struktura

Unutar struktura mogu se pojaviti rasjedi različitog sustava. Podaci i o njima znatno doprinose uočavanju razlomljenosti, pomaka i aktivnosti strukture. Mogu biti normalni i reversni. Njihov nastanak i aktivnost ovise o općim tektonskim pokretima, uvjetima kompresije prostora i pomacima struktura i njihovih dijelova.



Slika 4.48. Često se pojavljuju rasjedi paralelni pružanju osi strukture. U T-41 u dolini Reka potoka kod Lobora vrlo je uočljiv rasjed položaja 200/70. Paralelan je pružanju osi u lokalnoj strukturi Ivanšćice.



a



b

Slika 4.49. a) T-23. Dolina Očure. Rasjedi u izdanku pružaju se paralelno graničnim rasjedima najistaknutijeg dijela krajnjeg istočnog dijela Strahinjčice. Imaju položaj 30/40/reversni. b) T-76. U dolini sjeverno od Gornje Selnice. Manji izdanak rasjeda koji se pruža paralelno osi uzdignute strukture koja obuhvaća Malu Ivanščicu. Mjeren je položaj 300/55/80/reversni desni.



a



b

Slika 4.50. Kod izvora Žgano vino u T-59 nalazi se veliki izdanak zone rasjeda. Uočava se glavni rasjed i ogranci različitog nagiba (a). Odnosi rasjeda u zoni upućuju da se radi o rasjedu koji je paralelan osi strukture koja se uzdiže. Upravo kod izraženog uzdizanja pojavljuju se normalni rasjedi u odnosima kakvi se vide u izdanku. Vrlo izražene strije pokazuju položaj 5/65/80/normalni desni (b).

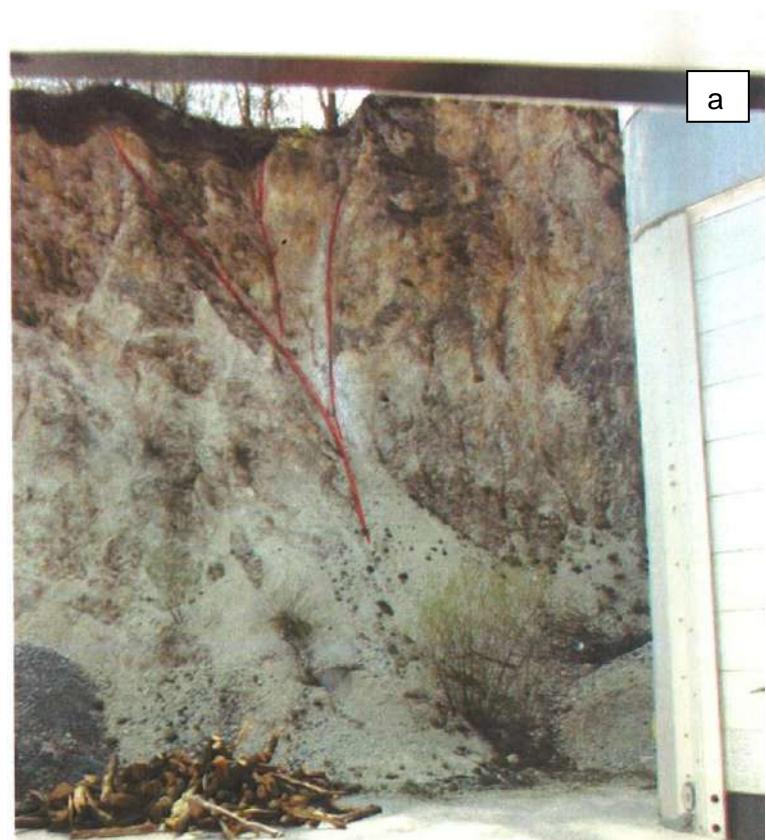


Slika 4.51. Izvor rijeke Lonje nalazi se u T-105. U izdanku se nalaze dva rasjeda: a – položaja 300/60/ i b – položaja 347/80. Rasjedi su paralelni pružanju osi strukture. Vjerovatno su normalni, jer se u uvjetima uzdizanja najistaknutijeg dijela strukture primarno pojavljuju normalni rasjedi različitog nagiba.

Na više mesta obuhvaćenog područja nađeni su rasjedi u čijim zonama postoji širenje prostora. Ono primarno nastaje u uvjetima kad je orijentacija kompresijskog stresa paralelna pružanju rasjeda. Često na paraklazama nema jasnih otisaka strija.



Slika 4.52. Dobar je primjer rasjed koji se pruža kroz duboko usječenu gotovo ravnocrtnu dolinu koja presijeca istočni dio Ivanščice. Dolina je paralelna orijentaciji maksimalnog kompresijskog stresa što uvjetuje stalno širenje doline. Rasjed uz istočni usjek doline nađen u T-104 ima položaj 50/85/30/reversni desni.



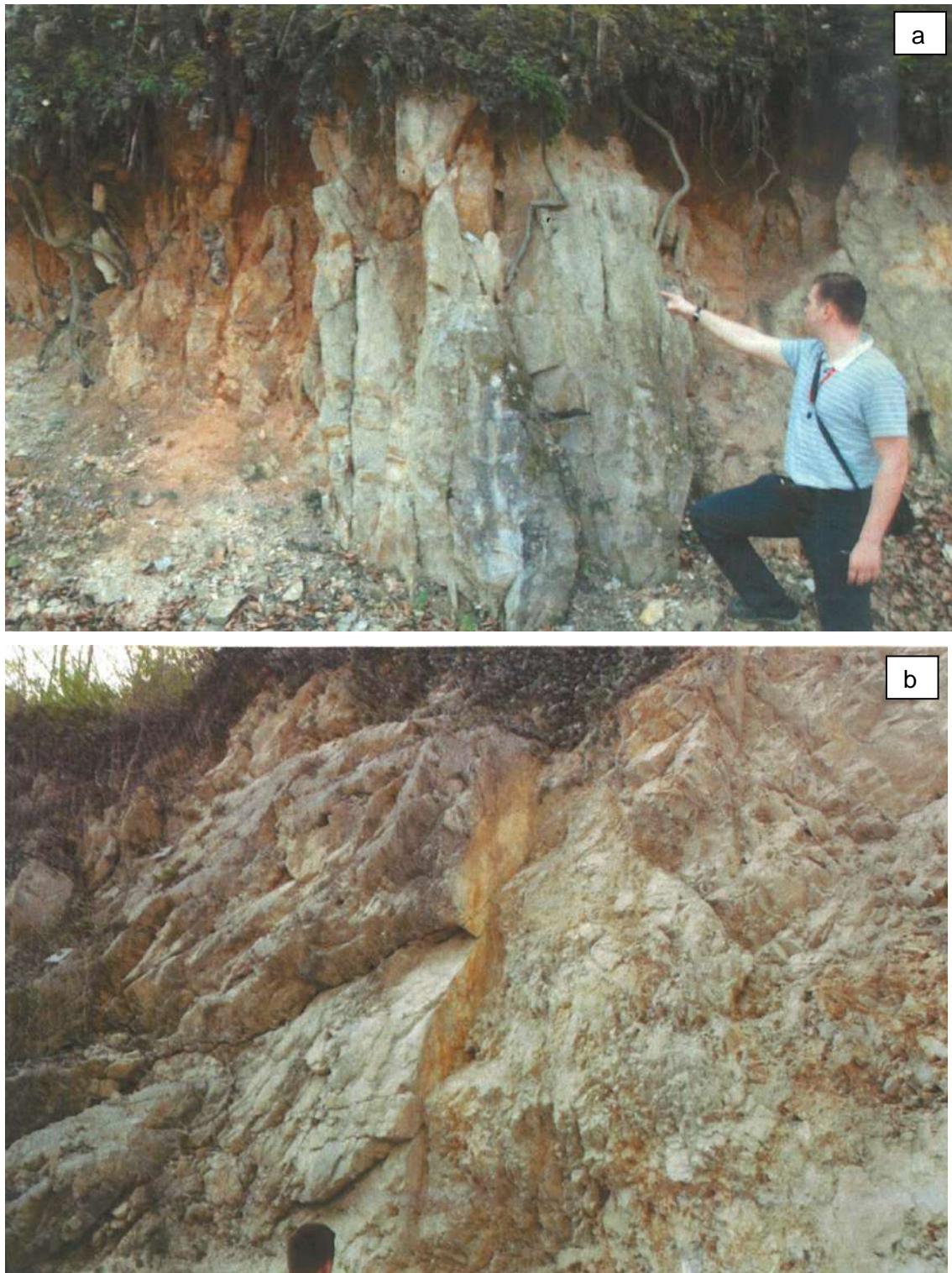
a



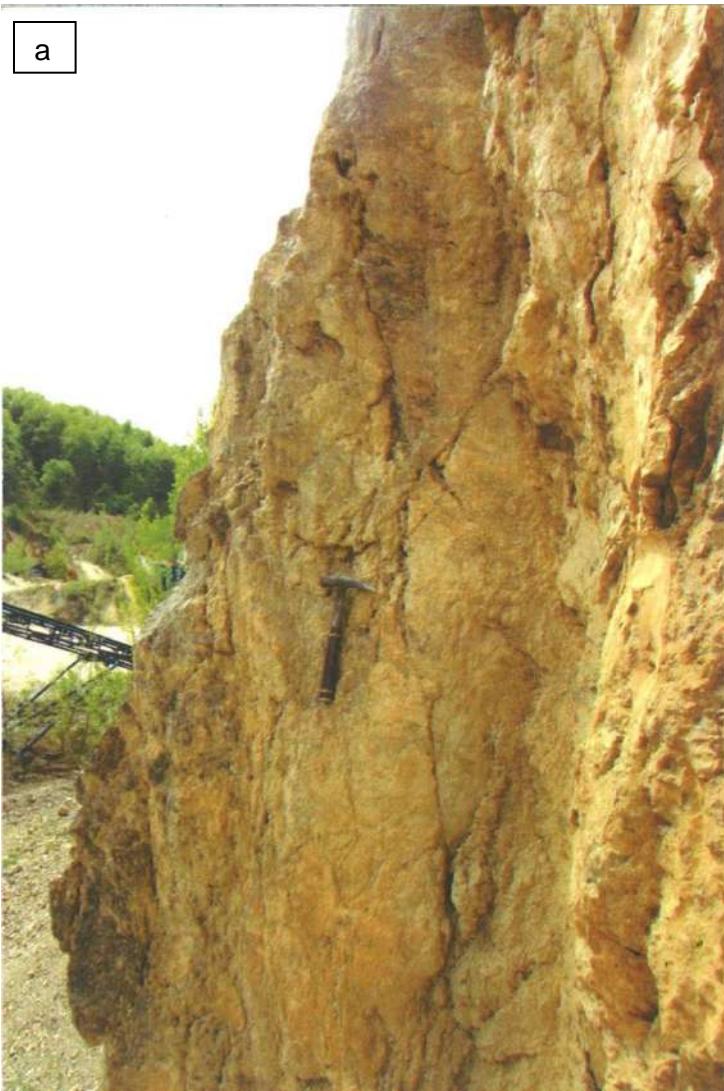
b

Slika 4.53. a) T-23. Dolina Očure. Dijelovi doline paralelni su orientaciji maksimalnog kompresijskog stresa. U kamenolomu je izdvojena zona rasjeda u kojoj su rasjedi različitog nagiba. Zbog položaja glavnog rasjeda 80/80 i orientaciji stresa vjerojatno se radi o primjeru početka širenja prostora u zoni rasjeda. b) T-7. Kamenolom uz cestu Podgora Krapinska – Žutnica. Dobar primjer širenja prostora u zoni rasjeda koji je paralelan orijentaciji lokalnog kompresijskog stresa. Mjeren je položaj 140/90.

Unutar struktura učestalo su izdvojeni rasjedi duž čijih krila prevladava najčešće desna, ali i lijeva horizontalna komponenta pomaka krila. Također rasjedi mogu biti normalni i reversni. U zonama dolazi i do širenja prostora, što je važno u tumačenju hidrogeoloških odnosa.



Slika 4.54. a)T-61. Cesta Prigorec – vrh Ivanšćice. Zona paralelnih rasjeda koji se nalaze unutar najistaknutijeg središnjeg dijela Ivanšćice. Mjeran je položaj 266/80/40/normalni desni. b) T-46. Kamenolom Očura. Izdanak jednog od rasjeda u čijoj je zoni nastala dolina Očure. Mjeran je položaj 78/60/10/normalni desni.



Slika 4.55. Dobar primjer rasjeda s desnim gotovo horizontalnim pomakom krila koji se nalazi unutar strukture otkriven je u kamenolomu u T-110 u Podečevu (a). Strije pokazuju položaj 68/80/20/reversni desni (b).



Slika 4.56. Primjer rasjeda u čijoj je zoni nastao dio dolina uz cestu Bela – Podrute otkriven je u T-96 kod većeg izvora. Rasjed pokazuje lijevi gotovo horizontalni pomak krila. Mjeren je položaj 350/85/20/normalni lijevi.

a



b



Slika 4.57. a) Najbolji primjer normalnog rasjeda s lijevim pomakom krila nalazi se u kamenolomu uz cestu Podgora Krapinska – Žutnica (T-7). Na otvorenom izdanku rasjeda uočavaju se i izražene strije. Rasjed je paralelan pružanju duboko usječene pravocrte doline. Položaj rasjeda je 130/80/5/normalni lijevi. b) T-43. Dolina Bučva potoka zapadno o crkve Marije Gorske. Primjer rasjeda koji se pruža kroz dolinu unutar središnjeg najistaknutijeg dijela Ivanšćice. Mjeren je položaj 102/75/15/reversni lijevi.

Primjeri bora

Tektonski pokreti unutar obuhvaćenog strukturnog sklopa uvjetuju kompresiju prostora.

Stijene se boraju osobito u krovinskim krilima rasjeda zbog reversnih pomaka krila.



Slika 4.58. a) T-4. Uz cestu Đurmanec – Rogatec. Uočljiva bora u krovinskom krilu rasjeda položaja 210/55/10/normalni desni. To je zona Peradriatik – Drava rasjeda (1). b) T-11. Kamenolom kod Koprivnice Zagorske. Također u zoni Periadriatik – Drava rasjeda (1) postoji relativno velika bora u krovinskom krilu rasjeda položaja 165/75/15/reversni desni.



a



b

Slika 4.59. a) T-64. Cesta Prigorec – vrh Ivanščice. U krovinskom krilu rasjeda položaja 75/80/20/reversni desni vidljiva je bora. Rasjed se nalazi unutar najistaknutijeg središnjeg dijela Ivanščice. b) T-22. Dolina Očure. Prijelazni središnji dio Strahinščice i Ivanščice. Uočljiva je bora u krovinskom krilu rasjeda položaja 320/40/50/reversni desni.

5. HIDROGEOLOŠKE ZNAČAJKE

Hidrogeološke značajke stijena koje izgrađuju Strahinjčicu i Ivanščicu rezultat su sedimentoloških i strukturnih značajki.

Na temelju hidrogeoloških značajki izdvojene su 4 hidrogeološke jedinice koje su prikazane na hidrogeološkoj karti (slika 5.11), hidrogeološkom stupu (slika 5.12) te hidrogeološkim profilima (slike 5.13).

Hidrogeološke jedinice podijeljene su na:

- 1) **a-Kwartarni šljunčani pjeskoviti sedimenti uz primjese gline-DOBRA PROPUSNOST**
- 2) **dpr, I, PI,Q – pijesci, siltovi, šljunci i gline - PROMJENJIVA PROPUSNOST**
- 3) **T_{2,3}, M₄, J₁₊₂ - karbonatne stijene i karbonatno-klastični kompleks-DOBRA PROPUSNOST**
- 4) **M₇, M₆, M₅, M₁, α, ββ, OI,M, K_{1,2}, JK, β, Θ, T₁, Pz,-Klastične stijene i magmatske stijene -NISKA PROPUSNOST DO NEPROPUSNO**

U gorske i prigorske vodonosnike Strahinjčice i Ivanščice, pripradaju srednje i gornjotrijaski dolomiti (T_{2,3}), badenski karbonatno-klastični kompleks (M₄²) te karbonatne i klastične stijene jure (J_{1,2}). Važno je napomenuti da se lokalno značajne količine vode mogu nalaziti i u metamorfnim kompleksima te efuzivnim stijenama. Karakter istraživanja je regionalni te takve pojave neće biti detaljno analizirane u ovoj fazi istraživanja. U geološkom smislu sedimentne stijene koje čine gorske vodonosnike širokog su vremenskog raspona i petrografske su raznovrsne (DRAGIČEVIĆ et al., 1996).

Prema površinskoj raspodjeli u Strahinjčici i Ivanščici, najznačajniji je srednje i gornjotrijaski dolomiti i vapnenci, slijede ih badenski karbnoantno klastični kompleks te karbonati i klastiti jure. Potpovršinska rasprostranjenost im je značajno veća nego površinska što je prikazano na geološkim profilima. Razlog tome je vrlo zamršen strukturni i tektonski sklop koji je rezultat nekoliko tektonskih faza koje su se odvijale kroz geološku prošlost.

Prigorski vodonosnici su kompleksi sedimentnih stijena veoma heterogenog sastava, koji se nalaze na mjestima gdje značajniji gorski vodotoci ulaze u prostrane ravnice (DRAGIČEVIĆ et al., 1996). To su zapravo sedimentacijski konusi odnosno aluvijalne prigorske lepeze nastale donosom značajnijih količina krupnoklastičnih taložina vodom tekućicom iz gorskog zaledja (DRAGIČEVIĆ et al., 1996). Široko su rasprostranjeni u

podnožjima gorskih masiva i zbog znatnog prisustva krupnoklastičnih sedimenata su hidrogeološki značajni.

5.1. Srednje i gornjotrijaski dolomitno-vapnenički vodonosnik

Srednje i gornjotrijaski karbonatni vodonosnici ($T_{2,3}$) izgrađuju 84 km^2 površine unutar istraživnog područja što čini 13,5 %. Udio se čini relativno mali jer istraživano područje obuhvaća i priogorski dio Strahinjčice i Ivanščice gdje su na površini uglavnom neogenske stijene koje prekrivaju starije stijene pa i sredne i gornjotrijaske dolomite. Zbog toga se bez obzira na relativno mali udio u površinskoj građi, može pretpostaviti njihovo značajno potpovršinsko rasprostiranje vidljivo na geološkim profilima (slike 3.3). U prilog tomu ide i činjenica da postoje bušotine koje su nabušile srednje i gornjotrijaske stijene koje su diskordantno prekrivene neogenskim sedimentima. U normalnom stratigrafском slijedu, podinu vodonosnika čine donjotrijske i paleozojske klastične i metamorfne stijene koje hidrogeološki predstavljaju izolatore. U krovini najčešće preko njega leže transgresivno i diskordantno naslage neogena. Uglavnom se radi o nepropusnim do slabopropusnim naslagama osim u slučaju kada se na trijaskim karbonatima nalaze badenski karbonatni klastični kompleksi kada oni zajedno čine jednu, hidrogeološki povoljnu hidrauličku cjelinu.

Petrografska sastav trijaskog dolomitno-vapneničkog vodonosnika je jednostavan. Najčešći litotipovi su ranodijagenetski dolomiti koji su naknadno izmijenjeni rekristalizacijskim procesima, te različiti tipovi plitkomorskih vapnenaca, također naknadno izmijenjeni procesima rekristalizacije i dolomitizacije. Trijaski karbonatni kompleks okarakteriziran je platformskom karbonatnom sedimentacijom, što je omogućilo više manje taloženje debelog slijeda karbonatnih naslaga, više od 1000 m. Što se tiče poroznosti razvijene u ovom vodonosniku prisutne su primarna i sekundarna.

Primarna ili sinsedimentacijska poroznost u vapnencima i dolomitima razvijena je u više tipova (poroznost biogene skeletne rešetke, unutarzrnska i međuzrnska poroznost, fenestralna i sklonišna poroznost) (DRAGIČEVIĆ et al., 1997). Uloga ove poroznosti u hidrogeološkom smislu, tj. koliko i kako sudjeluje u toku podzemne vode, nije dovoljno istražena. Prema dosadašnjim procjenama kreće se od 1-3 %.

Sekundarna ili postsedimentacijska poroznost široko je rasprostranjena u ovom gorskom vodonosniku. Na temelju terenskih podataka i podataka iz prethodnih istraživanja može se sa sigurnošću reći da su razvijeni brojni tipovi sekundarne poroznosti (interkristalna, moldička, šupljinska, prslinska, poroznost trošenja ...) no najznačajniji su rasjedi i pukotine (slike 5.1-5.10).

U regionalnom mjerilu za tok podzemne vode sigurno glavnu ulogu imaju regionalno unačajni rasjedi (prilog 3). Idući prema krupnijim mjerilima, puktine sigurno imaju veliki značaj u toku podzemne vode (slike 5.1-5.10).



Slika 5.1. Sekundarna, pukotinska poroznost, cm mjerilo (T-14, nedaleko od sela Tušaki).



Slika 5.2. Sekundarna poroznost, subvertikalni rasjedi, pukotine, dekametarsko mjerilo (T-31, kameolom, Zagora).



Slika 5.3. Glavni diskontinuiteti su pukotine i slojne plohe (T-34, istočno od St. Glolubovca).



Slika 5.4. Krški oblici razvijaju se na plohi reversnog rasjeda, 55/70/10 r.d. (T-50, južno od Lepoglave).



Slika 5.5. Rasjed paralelan s kompresijskim stresom. Ovi su rasjedi i pukotine vrlo značajne za tok podzemne vode (T-38, Vugi jarek).



Slika 5.6. Reversni rasjedi i bore vrlo značajni za razvoj poroznosti (T-39, sjeverno od Vinipotoka).



Slika 5.7. Pukotine paralelne rasjedu koji je paralelan dolini. Značajno za tok podzemne vode uzduž rasjeda (T-42, Vinipotok).



Slika 5.8. Niz pukotina paralelnih glavnom rasjedu (T-42, Vinipotok).



Slika 5.9. Rasjedi i pukotine u neposrednoj blizini izvora „Žgano vino“ (T-58, izvor Žgano vino, Prigorec).



Slika 5.10. Grandiozni rasjedi u jako razlomljenim T2,3 dolomitima (T-59, izvor Žgano vino, Prigorec).

Vrijednosti efektivne poroznosti procijenjene su na temelju promatranja izdanaka na 5-25 %. Vrijednost 5 % može se očekivati u većem dijelu istraživanog područja. U rasjednim zonama, gdje su stijene intenzivno razlomljene, poroznost može dosezati do 25 %. Ta područja nisu široka i treba ih tražiti u zonama najvažnijih rasjeda strukturnog sklopa te u zonama recentno aktivnih rasjeda. Njezina je uloga u hidrogeološkom smislu najznačajnija za nakupljanje i tok podzemne vode. Transmisivnost i vodopropusnost kao i drugi hidrogeološki parametri nisu mjereni no kao ilustracija mogu poslužiti podaci pokusnog crpljenja zdenca BV-1 u Vratnom na Kalniku gdje su utvrđene vrijednosti transmisivnosti između $T=2,9 \cdot 10^{-3}$ m²/s i $T=5,7 \cdot 10^{-3}$ m²/s. Kako je zdencem zahvaćen samo dio dolomitnog vodonosnika na dubini između 400 i 430,3 m ispod površine terena, može se dati samo gruba procjena koeficijenta vodopropusnosti od oko $1 \cdot 10^{-4}$ m/s, što približno odgovara srednjezrnatom pijesku (DRAGIČEVIĆ et al., 1997; MAYER et al., 1994).

Temperatura vodonosnika je veoma važna značajka. Dolomitočno-vapnenački vodonosni kompleks se nalazi u vrlo zamršenim geološkim strukturama i pojavljuje se na dubinama i ispod 2000 m. Zbog toga u većim dubinama vodonosnik sadrži topu vodu, odnosno termomineralnu vodu koja se pojavljuje na brojnim termomineralnim vrelima ili je zahvaćena dubokim bušotinama, odnosno zdencima. Do koje dubine se u pojedinim strukturama nalazi hladna podzemna voda, odnosno kakvi su odnosi između hladne i tople vode bit će istraženo u sljedećim fazama. Mjesto i način postanka vodonosnika je važan parametar, jer su time uglavnom predodređene geokemijske karakteristike vodonosnika, o čemu direktno ovisi kakvoća vode. Dolomitno-vapnenački vodonosnik nastao je dugotrajnim taloženjem u plitkomorskim uvjetima. U takvim široko rasprostranjenim taložnim okolišima, vladali su oksidacijski uvjeti, što je rezultiralo povoljnim geokemijskim odnosima za podzemne vode koje se danas u njima nalaze (DRAGIČEVIĆ et al., 1997). Prema dosadašnjim podacima može se reći da se radi o visokokvalitetnoj vodi, hidrokarbonatnog tipa (DRAGIČEVIĆ et al., 1997). Na temelju navedenih podataka može se reći da su u ovim vodonosnicima uskladištene velike zalihe statične no i dinamičke podzemne vode. Da se radi o staroj podzemnoj vodi pokazuju rezultati analize apsolutne starosti podzemne vode u bušotini u Vratnom, za koju je utvrđeno da je stara 4500 ± 170 godina (DRAGIČEVIĆ et al., 1997).

Dolomitno-vapnenački vodonosnik se u području Strahinjčice i Ivanščice uglavnom napaja infiltracijom oborinskih voda. Infiltracija do danas nije kvantificirana. Površina vodonosnika na više mjesta dože i nekoliko km², u pravilu je prekrivena tankim, rahlim površinskim pokrivačem od šumskog tla, pretpostavlja se da veliki dio oborinskih voda ponire u podzemlje. U prilog toj pretpostavci ide činjenica da su na dijelovima površine terena

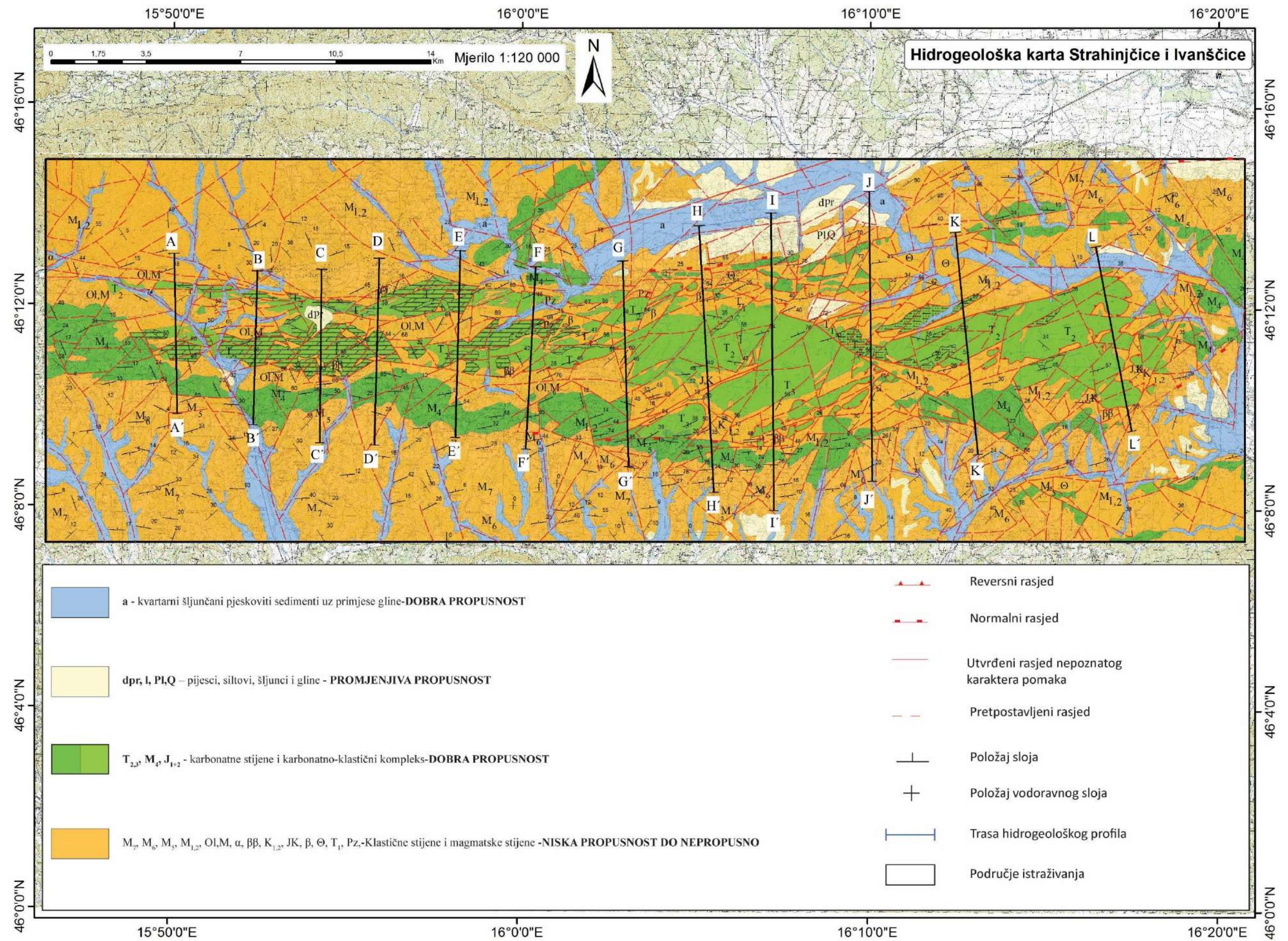
izgrađenim od srednje i gornjotrijaskih dolomita rijetke vododerine te se pojavljuju vrtače. Vrtače ukazuju na koncentrirano poniranje vode u podzemlje. S obzirom na uspostavljenu ravnotežu između napajanja i zaliha kroz vrlo dugo razdoblje, može se reći da su obnovljive zalihe podzemne vode približno jednake godišnjoj količini istjecanja na izvorima vezanim za dolomitno-vapnenački vodonosnik. Na kontaktu vodonosnika s nepropusnim, uglavnom mlađim naslagama nalaze se brojni izvori izdašnosti između 0,1 i 20-ak l/s. Ovi izvori predstavljaju mjesta preljevanja "viška" vode koja se tijekom godine akumulira u vodonosniku, infiltracijom oborinskih voda (DRAGIČEVIĆ et al., 1997).

5.2. Badenski karbonatno-klastični vodonosnik

Ovaj je vodonosnik također je široko rasprostranjen, često no sa čestim bočnim i vertikalnim prijelazima u litotipove nepovoljnih hidrogeoloških svojstava. U površinskoj geološkoj građi sudjeluje s 10 % odnosno 61,5 km². Badenski karbonatno-klastični vodonosnik je transgresivan na različite stratigrafske članove stijena u podlozi. Od nepropusnih stijena, najčešće su različiti paleozojski sedimenti ili metamorfni kompleksi, zatim sedimentni i vulkanogeno-metamorfni slijed donjeg trijasa, kredni vulkanogeno-sedimentni slijedovi i fliški kompleks te prebadenski sitnozrnati glinovito-laporoviti litotipovi (DRAGIČEVIĆ et al., 1997). Često, a u hidrogeološkom smislu izrazito povoljno, stijene ovog vodonosnika leže preko dolomitno-vapnenačkog vodonosnika srednjeg i gornjeg trijasa (DRAGIČEVIĆ et al., 1997). U krovini dolazi široko rasprostranjeni i lako prepoznatljivi slijed sarmatskih sitnozrnatih laporovito-glinovito-pjeskovitih sedimenata. U recentnim strukturnim odnosima veoma često susrećemo rasjedne kontakte ovog vodonosnika s veoma različitim stijenskim kompleksima. Petrografska sastav ovog vodonosnika kako proizlazi iz samog naslova, je veoma raznovrstan (DRAGIČEVIĆ, et al., 1997). U karbonatnom dijelu vodonosnika prevladavaju različiti tipovi plitkomorskih vapnenaca, gotovo isključivo biogenog porijekla. Prevladavaju biohermalni i biostromalni koralinacejsko-briozojsko-koraljni vapnenci, kao i produkti njihovog razaranja energijom morske vode (DRAGIČEVIĆ et al., 1997). Klastični dio vodonosnika predstavljaju najčešće polimikni konglomerati i breče. Gornjobadenski karbonatni kompleks je rezultat je transgresije nakon tektonske aktivnosti vezane za alpsku orogenezu. Kako je badenski vodonosnik poremećen uglavnom samo neotektonskim pokretima, gornjobadenske naslage manje su poremećene u odnosu na trijaske. U vapnenačkom dijelu vodonosnika nazočne su sve vrste poroznosti, primarne (poroznost grebenske rešetke) i sekundarne za vapnence (DRAGIČEVIĆ, et al., 1997). U klastičnom dijelu vodonosnika prevladava primarna poroznost

(međuzrnska, unutarzrnska). U slučaju kada su klastiti povezani karbonatnim vezivom, može biti razvijena disolucijska sekundarna poroznost (DRAGIČEVIĆ et al., 1997).

Badenski karbonatno-klastični vodonosnik nastao je u marinskim, pretežito plitkovodnim sredinama koje su bile bogate kisikom i značajnijom dinamikom mora, dakle u oksidacijskim uvjetima taloženja što mu određuje temeljne geokemijske karakteristike (DRAGIČEVIĆ et al., 1997). Zato se vode koje se danas nalaze u vodonosniku odlikuju visokom kakvoćom i pripadaju vodama hidrokarbonatnog tipa. Temperatura ovog vodonosnika je za sada malo poznata. Iz podataka dubokih bušotina zna se da se ovaj vodonosnik može nalaziti i na dubinama od više stotina metara (DRAGIČEVIĆ et al., 1997). Prema dostupnim podacima kada je badenski vodonosnik transgresivan na srednje i gornjotrijaski vodonosnik, u njemu se mogu nalaziti termalne, odnosno termomineralne vode, a one prirodnim putem i najčešće istječu iz njega (DRAGIČEVIĆ 1997). Kako se radi o djelomično karbonatnom vodonosniku, i u ovim stijenama na površini mogu biti izražene krške forme u obliku vrtača, što ukazuje na koncentrirano, točkasto poniranje vode u podzemlje.



Slika 5.11. Hidrogeološka karta Strahinjčice i Ivanščice (temeljni geološki podaci preuzeti su sa OGK mjerila 1:100 000, listovi Rogatec(Anićić & Juriša, 1983) i Varaždin(Šimunić, et al., 1982)

GEOLOŠKI STUP

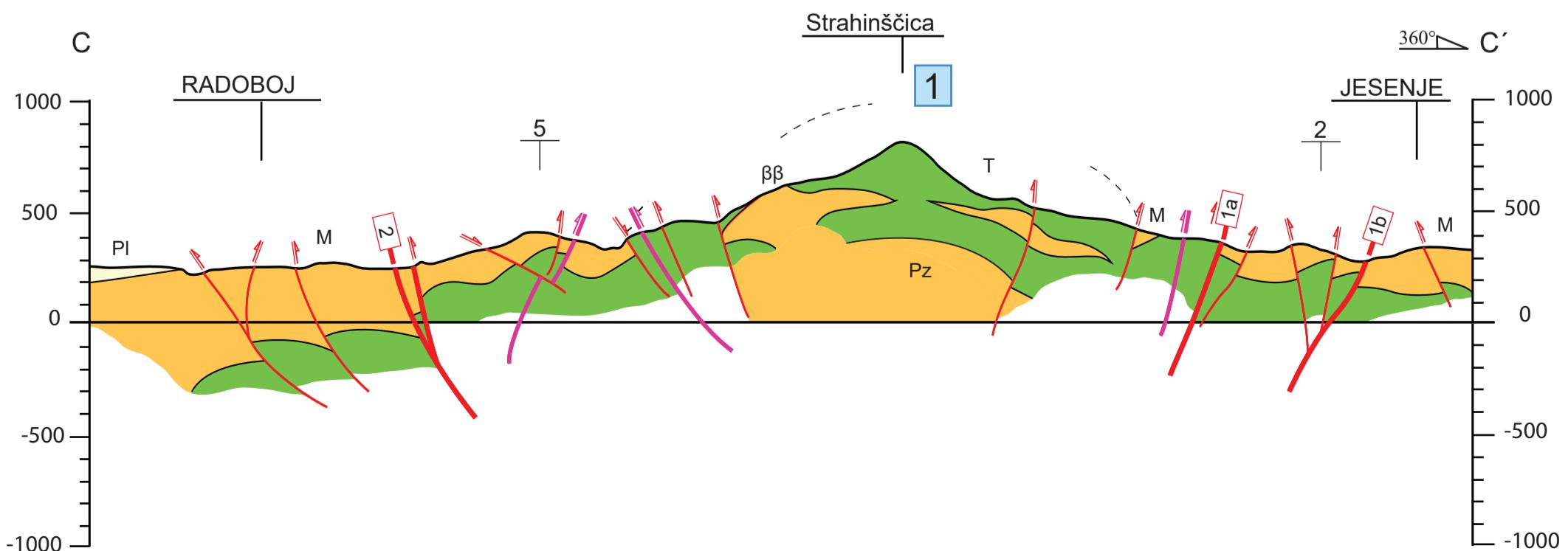
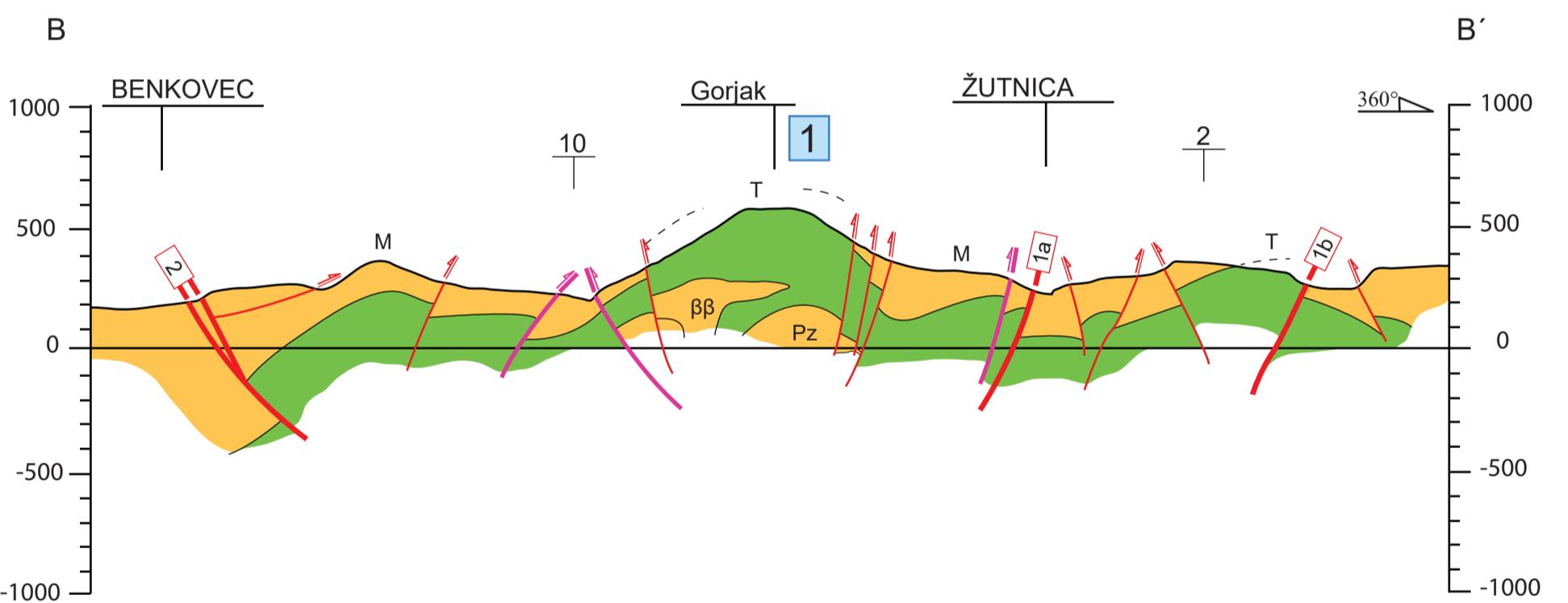
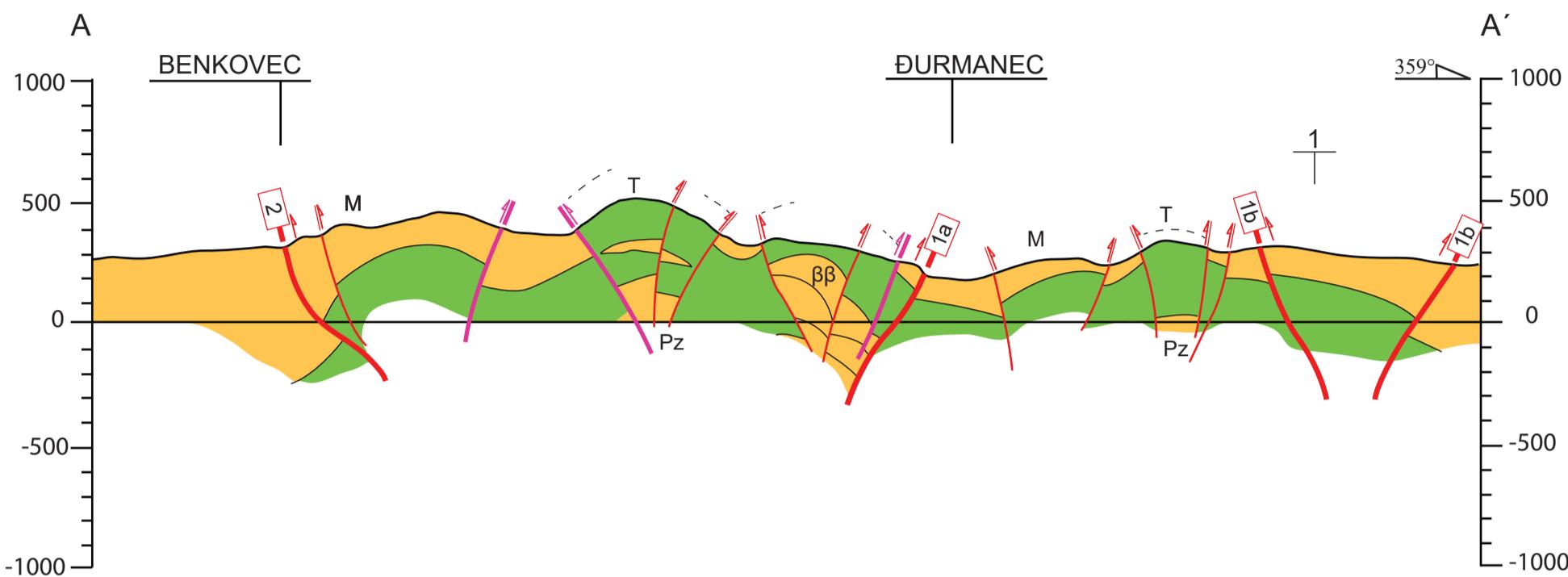
| STAROST | GRAFIČKI PRIKAZ | | DEBLJINA (m) | TEKSTUALNI OPIS |
|--------------|-----------------|----------------------|--------------|--|
| Holocen | | dpr a | do 100 | Proluvij Aluvij |
| Plio-kvartar | | Pl, Q | 100 | Izmjena šljunaka, pjesaka s proslojcima glina |
| | | M ₇ | 300 | Pjesaci s proslojcima pješčenjaka i pjeskovito-glinovitih lapor, leće šljunaka i glina i ugljen; Congera croatica, Congeria rhomboidea |
| | | M ₆ | 200-700 | Latori i rijetkim proslojcima pjesaka i pješčenjaka, pjesaci s proslojcima pjeskovitih lapor i pješčenjaka; |
| | | M ₅ | Do 100 | Pjesaci, pješčenjaci, pjeskoviti i siltozni latori, sitnozrnni šljunci, gline i ugljen |
| | | M ₄ | 150-300 | Latori i kalcitični latori s proslojcima pjesaka, pješčenjaka, siltova i lapor; Congeria banatica |
| | | M _{1,2} | oko 300 | Vapnenci i latori s proslojcima pjesaka; Radix croatica |
| | | Θ | oko 500 | Pjesak, pješčenjak, pješčana glina, konglomerati, latori, glina i tufovi |
| | | OI, M | | Izmjena pjeska, pješčenjaka, konglomerata, šljunaka, lapor, glina, tufova i ugljen |
| | | K _{1,2} | 500-1000 | Biogeni pjeskoviti i laporoviti vapnenci, kalcitični latori, pješčenjaci i latori |
| | | J, K _{J1+2} | oko 100 | Izmjena pjeska, pješčenjaka, konglomerata, šljunaka, lapor, glina, tufova i ugljen |
| | | T ₃ | 100-300 | Nepравилна измена пјешћенјака, шељова, лапора, вапненца, силифираних вапненача и туфова, блокови доломита, вапненача, пјешћенјака и еруптивна тријаска, јурске и кредне старости |
| | | Θ | | Serpentinit, dijabazi, spilitirani |
| | | T _{2,3} | 400-750 | Vapnenci, rožnjaci i шељovi; Calpionella alpina |
| | | | | Vapnenci, dolomiti i dolomitne breče |
| | | | | Stromatolitni i intraklastični dolomiti, dolomitne breče i rijetki ulošci vapnенача; Ladinella porata i megalodonide |
| | | | | Tufovi |
| | | | | Bazalti |
| | | T ₁ | 50-200 | Tinjasti pješčenjaci, šeљovi, latori, oolitični vapnenci, dolomiti; <i>Meandrospira pussila</i> , <i>Natilia costata</i> |
| | | Pz | >100 | Izmjena konglomeratičnih i krupnozrnnih pješčenjaka i šeљova |

HIDROGEOLOŠKI STUP

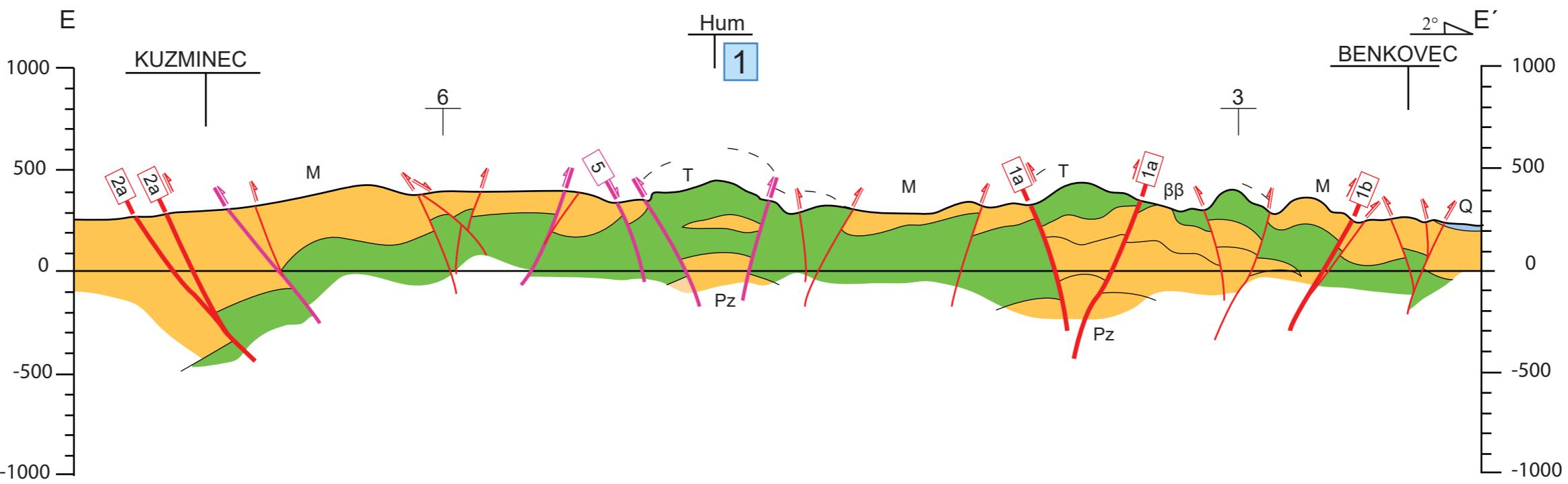
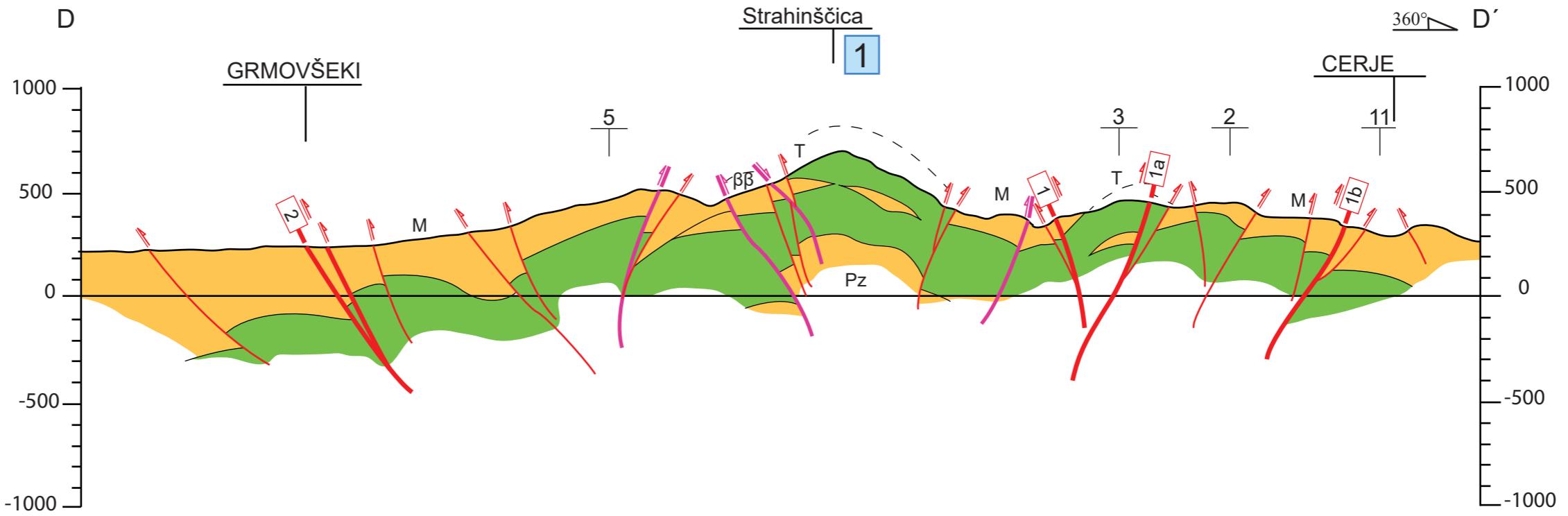
| STAROST | GRAFIČKI PRIKAZ | | DEBLJINA (m) | TEKSTUALNI OPIS |
|--------------|-----------------|----------------------|--------------|---|
| Holocen | | dpr a | do 100 | Proluvij - naslage promjenjive propusnosti Aluvij - međuzrnska poroznost- dobra propusnost |
| Plio-kvartar | | Pl, Q | 100 | Niska propusnost do nepropusno |
| | | M ₇ | 300 | Niska propusnost do nepropusno |
| | | M ₆ | 200-700 | Niska propusnost do nepropusno |
| | | M ₅ | Do 100 | Niska propusnost do nepropusno |
| | | M ₄ | 150-300 | karbonatno-klastični kompleks - primarna + pukotinska poroznost - dobra propusnost |
| | | M _{1,2} | oko 300 | Niska propusnost do nepropusno |
| | | Θ | oko 500 | Niska propusnost do nepropusno |
| | | OI, M | | Niska propusnost do nepropusno |
| | | K _{1,2} | 500-1000 | Niska propusnost do nepropusno |
| | | J, K _{J1+2} | oko 100 | Niska propusnost do nepropusno |
| | | T ₃ | 100-300 | Dolomitno vapnenački kompleks - pukotinska poroznost - dobra propusnost |
| | | Θ | | |
| | | T _{2,3} | 400-750 | |
| | | T ₁ | 50-200 | Niska propusnost do nepropusno |
| | | Pz | >100 | Niska propusnost do nepropusno |

Slika 5.12. Geološki i hidrogeološki stup Strahinjčice i Ivanščice.

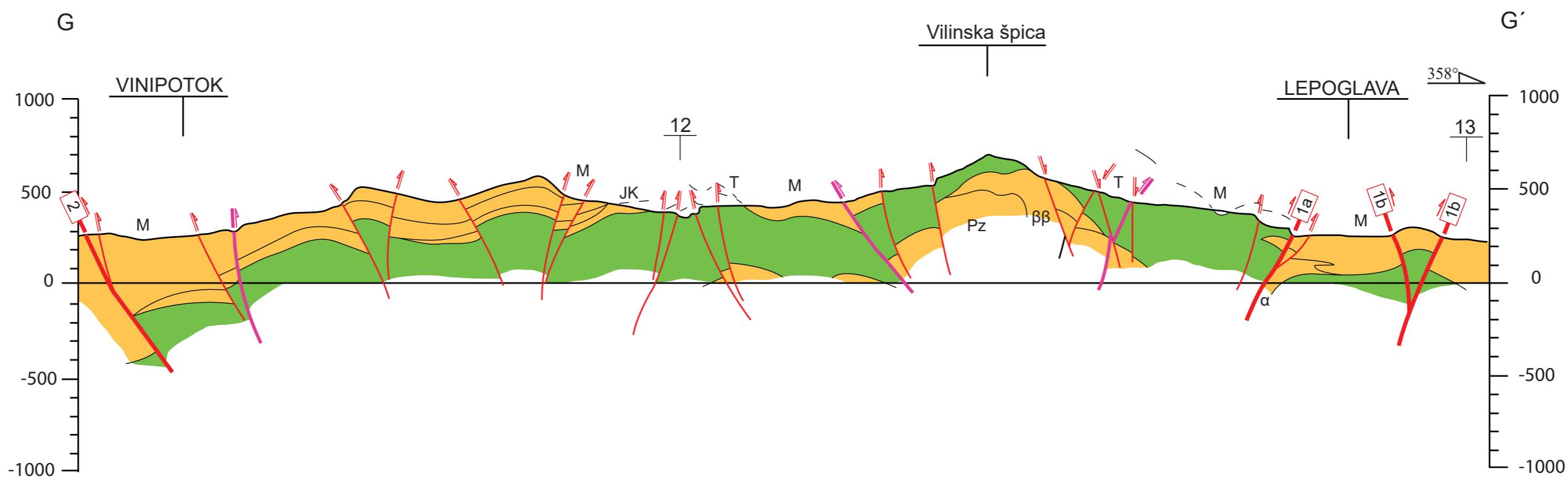
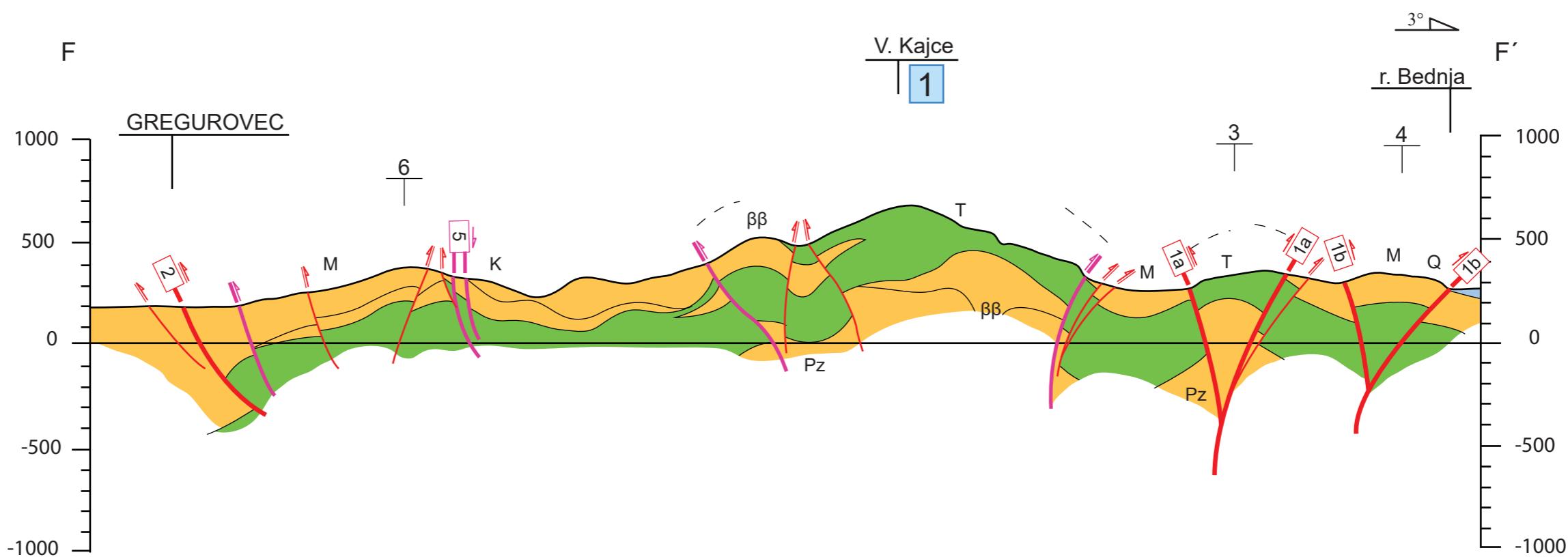
Hidrogeološki profili A-A', B-B' i C-C'



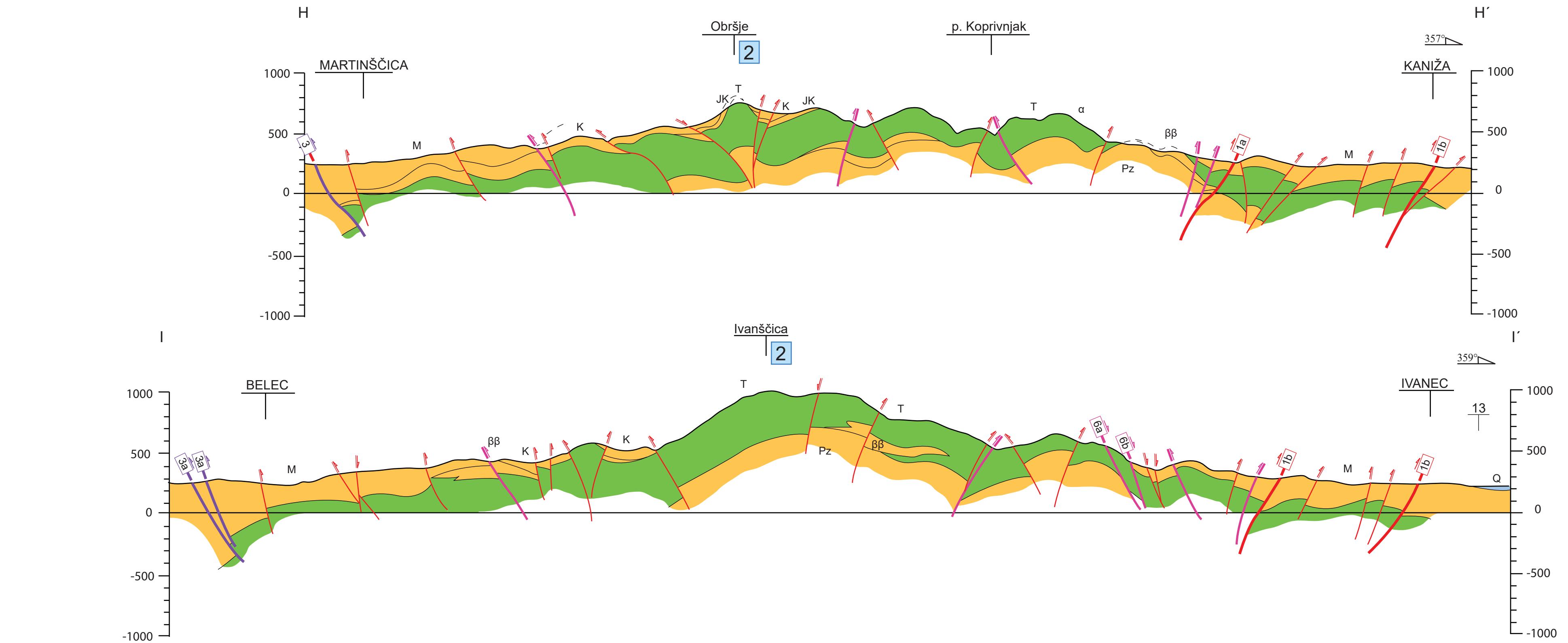
Hidrogeološki profili D-D' i E-E'



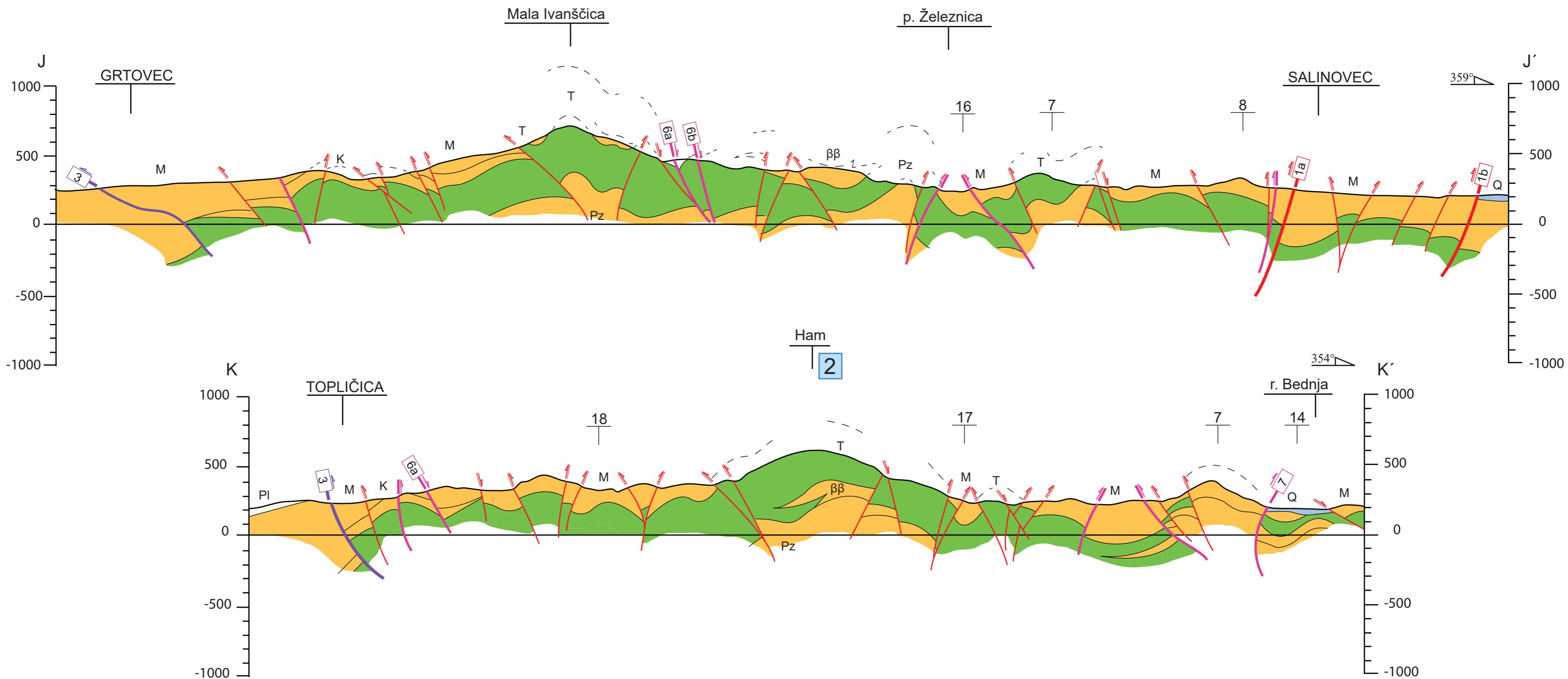
Hidrogeološki profili F-F' i G-G'



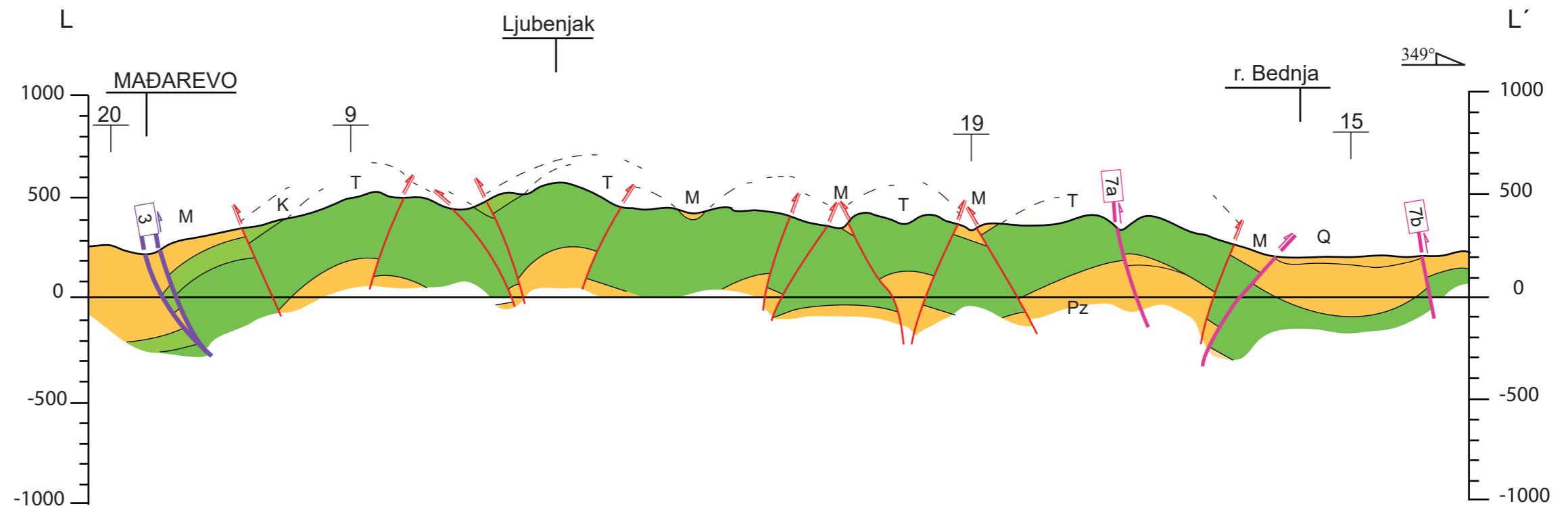
Hidrogeološki profili H-H' i I-I'



Hidrogeološki profili J-J' i K-K'



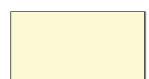
Hidrogeološki profil L-L'



a - kvartarni šljunčani pjeskoviti sedimenti uz primjese gline-**DOBRA PROPUSNOST**



T_{2,3}, M₄, J₁₊₂ - karbonatne stijene i karbonatno-klastični kompleks-**DOBRA PROPUSNOST**



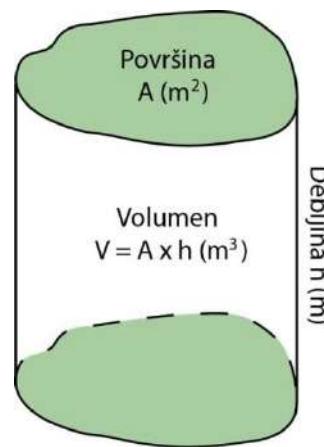
dpr, l, Pl, Q - pijesci, siltovi, šljunci i gline - **PROMJENJIVA PROPUSNOST**



M₇, M₆, M₅, M_{1,2}, Ol, M, α, ββ, K_{1,2}, JK, β, Θ, T₁, Pz, -Klastične stijene i magmatske stijene - **NISKA PROPUSNOST DO NEPROPUSNO**

6. VOLUMEN PORNOG I PUKOTINSKOG PROSTORA

Volumen pornog i pukotinskog prostora izračunat je dvjema metodama. Prva, jednostavna metoda, temelji se na umnošku površine vodonosnika, debljine preuzete s geološkog, odnosno hidrogeološkog stupa te poroznosti. Jednostavnost metode daje nam zalihe velike pouzdanosti tj. minimalne zalihe vode unutar promatranih vodonosnika. Razlog tome je što prilikom izračuna ovom metodom, koristi se samo površinska raspodjela vodonosnika (slika 6.1), ne uzimaju se u obzir potpovršinska raspodjela i strukture. Strukturni sklop je iznimno važan u područjima planina i gora jer su stijene često bile/još uvijek su izložene snažnim kompresijskim naprezanjima koje mogu uzrokovati i poudvostručenje debljina, a time i povećanje poroznosti i zaliha podzemne vode.



Slika 6.1. Slikoviti prikaz metode umnoška površine i debljine vodonosnika.

Ovu metodu treba uzeti samo orijentacijski jer ne daje realne rezultate s obzirom na navedene nedostatke. Glavna prednost metode je što daje „sigurne“ tj. najmanje moguće vrijednosti zaliha podzemne vode. Zalihe manje od dobivenih ovom metodom nerealno je očekivati s obzirom da se pouzdano zna da se vodonosnici značajno više rasprostiru potpovršinski nego površinski. Poroznosti su preuzete iz dosadašnjih radova u kojima je poroznost gornjotrijaskih dolomita procjenjena na 5-25 %. Poroznost od 25 % može se očekivati u rasjednim zonama glavnih rasjeda, gdje su ti dolomiti zdrobljeni do dimenzija šljunaka. Iznosti oko 5 % mogu se očekivati u većem dijelu volomuna vodonosnika. Gornjotrijaski dolomiti primarno su vrlo slabo porozni s poroznostima rijetko većima od 1 %. Glavninu poroznosti čini sekundarna odnosno pukotinska poroznost.

Tablica 6.1. Površine, postotni udjeli i minimalna, srednja i maksimalna debljina geoloških jedinica (preuzeto s listova OGK, i geoloških stupova) i volumeni pornog prostora pojedinih vodonosnika dobiveni množenjem volumena (izračunato množenjem površine i debljine) stijene s poroznosti.

| | Površina (km ²) | Postotak (%) | Min. Debljina (m) | Sred. Debljina (m) | Max. Debljina (m) | Min. volumen pornog prostora (km ³) | Sred. volumen pornog prostora (km ³) | Max. volumen pornog prostora (km ³) |
|----------------------------|-----------------------------|--------------|-------------------|--------------------|-------------------|---|--|---|
| M _{4²} | 61,42 | 9,8 | 150 | 225 | 300 | 0,46 | 0,69 | 0,92 |
| T _{2,3} | 83,87 | 13,2 | 500 | 750 | 1000 | 2,09 | 3,14 | 4,2 |
| UKUPNO | 145,29 | 23 | 650 | 975 | 1300 | 2,55 | 3,83 | 5,12 |

Iz tablice 6.1 vidljivo je da su minimalne zalihe podzemne vode koje se mogu očekivati iz oba vodonosnika 2,55 km³ a maksimalne 5,12 km³. Kako su maksimalne/minimalne vrijednosti dobivene korištenjem maksimalnih/minimalnih debljina i poroznosti od 5 %, rezultate treba usporediti s drugom metodom. Na rezultat najviše utječe debljina vodonosnika koja je uvrštena u izračun te je upitno može li se očekivati u cijelom području debljina 500 m ili više.

Kao što je već više puta spomenuto, ovakav izračun je ilustrativan, za stjecanje dojma o redu veličine iznosa poroznosti. Druga metoda izračuna volumena poroznosti pukotinskog prostora temelji se na geološkoj interpretaciji građe podzemlja i geometrije i volumena vodonosnika. Metoda je temeljna na određivanju volumena vodonosnika između regionalnih subparalelnih shematskih geoloških profila te množenja tog volumena s vrijednostima poroznosti kako bi se dobio porni prostor dostupan za usklađenje podzemne vode. Da bi se izračunao volumen vodonosnika potrebno je izračunati površinu presjeka vodonosnika na profilima i pomnožiti ju s udaljenosti između profila. Površina poprečnog presjeka može se izračunati na više načina, ručno ili softverski. Površine vodonosnika na profilima izračunate su u softveru AutoCAD 2016.

Za udaljenosti profila je uzeta srednja vrijednost udaljenosti krajnjih točaka susjednih profila. Takav odabir udaljenosti između profila opterećuje izračun određenom pogreškom, no zanemarivom s obzirom na cilj izračuna i regionalno mjerilo istraživanja. Precizniji izračun mogao bi se dobiti izradom 3D modela podzemlja, a to bi se radilo u sljedećoj fazi istraživanja.

Prikazana metoda ovisni o geološkoj interpretaciji prikazanoj na geološkim profilima a vidljivo je da su debljine trijaskih stijena često i manje od 500 m koliko je uzimano prosječno od prve metode. Bez obzira na sigurnu veliku rasprostranjenost srednje i gornjotrijaskog vodonosnika i ispid neogenskih naslaga, interpretacija nije sezala predelko zbog nedostatka podataka. Volmen poronog i pukotinskog prostora (pri 5 % poroznosti) ovom metodom procjenjen je na 2,53 km³ (tablica 5.2). To je više nego kod prve metode no ne previše jer su

debljine trijaskih naslaga na profilima uglavnom manje od 500 m a interpretacija nije išla duboko pod nego en gdje trijaskih stijena sigurno ima, no nema podataka za interpretaciju.

Volumeni pornog i pukotinskog prostora za badenski karbnoatno klastični kompleks nisu računati pošto ih na temelju prikupljenih podataka nije bilo moguće izdvojiti i prikazati na profilima.

Tablica 6.2. Rezultati izračuna volumena pornog prostora (korištene su poroznosti 5 % za oba vodonosnika) korištenjem trapezoidalne metode izračuna volumena.

| Vodonosnik | Volumen stijene (km ³) | Volumen pornog prostora (km ³), por = 5% | Volumen pornog prostora (km ³), por = 15% | Volumen pornog prostora (km ³), por = 25% |
|------------|------------------------------------|--|---|---|
| T2,3 | 50,67 | 2,53 | 7,6 | 12,67 |

Volumeni dobiveni s obje metode ukazuju na veliki volumen pornog i pukotinskog prostora koji ako je ispunjen podzemom vodom predstavlja zalihe podzemne vode. Takvi iznosi daju i veliki potencijal ovih vodonosnika za buduću vodoopskrbu a struktturnom analizom predložena su potencijalna područja za daljnja detaljnija istraživanja (prilog 4) gdje bi se najlakše mogla zahvatiti podzemna voda.

7. EKOLOŠKA VALORIZACIJA PROSOTRA STRAHINJČICE I IVANŠČICE

Područje istraživanja STRAHINJČICA – IVANŠČICA ekološki je značajno jer obuhvaća četiri NATURA 2000 područja:

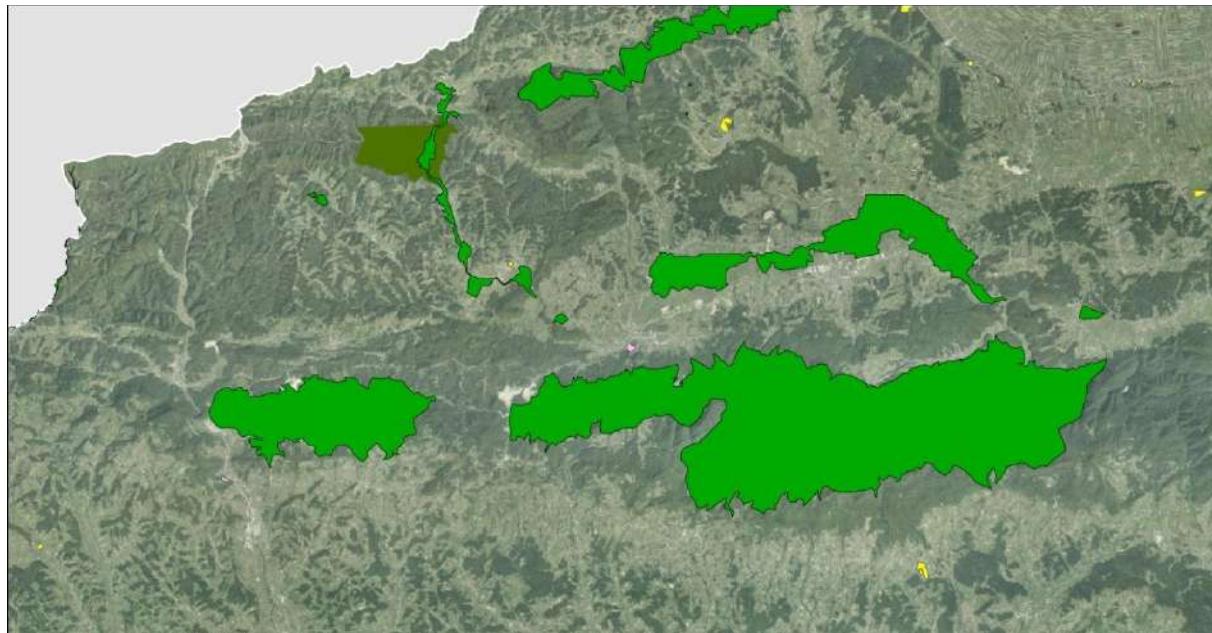
- **planinu Strahinjčicu,**
- **livade uz rijeku Bednju I,**
- **livade uz rijeku Bednju II te**
- **vršni dio planine Ivanščice.**

„Cilj upravljanja Natura 2000 područjima je održati ili poboljšati povoljno stanje očuvanosti ciljnih vrsta i staništa“. Često je to moguće bez propisivanja bitnih ograničenja, kroz provođenje mjera očuvanja od strane ljudi koji u suživotu s prirodom dijele svoj životni prostor s ugroženim vrstama i staništima. Većinu aktivnosti i zahvata u Natura području moguće je provesti uz mjere ublažavanja mogućih negativnih utjecaja. Prijedlozi većih razvojnih projekata ili promjena načina korištenja zemljišta trebat će proći postupak ocjene prihvatljivosti za ekološku mrežu. Bude li ocjena pozitivna, zahvat će se dopustiti i ako se nalazi u Natura području. Tako je zato što Natura 2000 podržava načelo održivog razvoja (<http://www.dzzp.hr/ekoloska-mreza/natura-2000/upravljanje-područjima-natura-2000-719.html>).

U tom smislu na navedenom području koje ulazi u granice Natura 2000 područja treba eventualne buduće zahvate u prirodu i okoliš prilagoditi održavanju ili poboljšanju povoljnog stanja očuvanosti ciljnih vrsta i staništa.

7.1. Lokacija područja

Natura 2000 područje Strahinjčica - Ivanščica obuhvaća 4 važna područja - planinu Strahinjčicu, livade uz rijeku Bednju I i II te vršni dio planine Ivanščice (<http://www.bioportal.hr/gis/>) (slika 7.1)



Slika 7.1. Granice Natura 2000 područja na predmetnom području Strahinjčica – Ivanščica.

Prema Državnom zavodu za zaštitu prirode (<http://www.dzzp.hr/ekoloska-mreza/natura-2000/ekoloska-mreza-rh-natura-2000-1300.html>) ekološka mreža Republike Hrvatske, proglašena je Uredbom o ekološkoj mreži (NN 124/2013) te izmijenjena Uredbom o izmjenama Uredbe o ekološkoj mreži (NN105/15), a predstavlja područja ekološke mreže Europske unije Natura 2000. Ekološku mrežu RH (mrežu Natura 2000) prema članku 6. Uredbe o ekološkoj mreži (NN 124/13, 105/15) čine područja očuvanja značajna za ptice - POP (područja značajna za očuvanje i ostvarivanje povoljnog stanja divljih vrsta ptica od interesa za Europsku uniju, kao i njihovih staništa, te područja značajna za očuvanje migratoričnih vrsta ptica, a osobito močvarna područja od međunarodne važnosti) i područja očuvanja značajna za vrste i stanišne tipove - POVS (područja značajna za očuvanje i ostvarivanje povoljnog stanja drugih divljih vrsta i njihovih staništa, kao i prirodnih stanišnih tipova od interesa za Europsku uniju).

7.2. Ekološke karakteristike NATURA 2000 područja STRAHINJČICA

Natura 2000 područje Strahinjčica sa kodom staništa HR2001115 proteže se na 1358.567 Ha sa kordinatama: dužina - 15.9049733316 i širina - 46.1849048837 (<http://www.biportal.hr/gis/>). Prema <http://www.biportal.hr/gis/> na maloj površini od oko 60 km² Strahinjčica ima veliku vegetacijsku raznolikost. Na planini Strahinjčici zabilježeno je više od 1000 biljnih vrsta i podvrsta, a uže područje je izabранo kao jedan od 94 botanički važnih

područja u Hrvatskoj. Na južnoj strani planine, u podnožju Krapine i Radoboja, nalaze se mozaični travnjaci, vinogradi, termofilno grmlje te nekoliko polja i voćnjaka. Postoji rastuća zajednica suhih kontinentalnih travnjaka (*Festuco-Brometea*) koji su važna staništa za orhideje. Oko 32 vrsta orhideja, 55 vrsta leptira i 50 vrsta ptica zabilježeno je na planini Strahinjčici. Zbog velike populacije vretenca *Cordulegaster heros*, područje je od značaja za očuvanje ove vrste u kontinentalnoj biogeografskoj regiji. Ujedno to je i jedino stanište vrste *Eriogaster catax* u kontinentalnoj biogeografskoj regiji. Važno je stanište za vrstu *Lucanus cervus* i vrstu *Rosalia alpina*. Područje je to s malim dijelovima staništa tipa 6230*. Važno je područje za stanišni tip *Tilio-Taxetum* i *Epimedio-Carpinetum betuli*.

7.3. Tipovi staništa te njihova procjena na području Strahinjčice

Na području Strahinjčice nekoliko je važnih tipova livadnih i šumskih zajednica koji su predstavljeni kodovima 6110, 6210, 6230, 8210, 9180 i 9110 (Alegro i sur., 2010, Borovečki-Voska i sur., 2010, 2011, 2012, Vukelić 2012, <http://www.biportal.hr/gis/>).

Kodom staništa 6110 označene su otvorene kserotermofilne pionirske zajednice na karbonatnom kamenitom tlu. Ocjena staništa karakterizirana je sljedećim značajkama: dobra reprezentativnost (stupanj zastupljenosti tipa staništa na mjestu), relativna površina (dio područja prirodnog stanišnog tipa u odnosu na ukupnu površinu pokrivenu tim prirodnim stanišnim tipom unutar nacionalnog područja) iznosi 2-15 %, dobro je očuvanje (stupanj očuvanosti strukture i funkcija prirodnog stanišnog tipa) te dobra vrijednost globalne procjene (globalna procjena vrijednosti mjesta za očuvanje uroženih prirodnih staništa).

Kodom staništa 6210 označeni su suhi kontinentalni travnjaci (*Festuco-Brometalia*) (važni lokaliteti za kaćune). Ocjena staništa označena je sljedećim parametrima: odlična reprezentativnost na relativnoj površini (dio područja prirodnog stanišnog tipa u odnosu na ukupnu površinu pokrivenu tim prirodnim stanišnim tipom unutar nacionalnog područja) od >15 %, očuvanje je odlično (stupanj očuvanosti strukture i funkcija prirodnog stanišnog tipa) te dobra vrijednost globalne procjene (globalna procjena vrijednosti mjesta za očuvanje uroženih prirodnih staništa).

Kodom staništa 6230 označene su europske suhe vrištine i travnjaci trave tvrdače kao vrijedno stanište. Ocjena staništa je dobra reprezentativnost tog stanišnog tipa na tom području, relativna površina (dio područja prirodnog stanišnog tipa u odnosu na ukupnu površinu pokrivenu tim prirodnim stanišnim tipom unutar nacionalnog područja) iznosi < 2 %,

očuvanje je odlično (stupanj očuvanosti strukture i funkcija prirodnog stanišnog tipa), a dobra je vrijednost globalne procjene - globalna procjena vrijednosti mesta za očuvanje uroženih prirodnih staništa.

Kodom staništa 8210 reprezentirane su karbonatne stijene sa hazmofitskom vegetacijom. Ocjena staništa je odlična reprezentativnost na relativnoj površini (dio područja prirodnog stanišnog tipa u odnosu na ukupnu površinu pokrivenu tim prirodnim stanišnim tipom unutar nacionalnog područja) od < 2 %, očuvanje je odlično (stupanj očuvanosti strukture i funkcija prirodnog stanišnog tipa) te je izvrsna vrijednost globalne procjene (globalna procjena vrijednosti mesta za očuvanje uroženih prirodnih staništa).

Kodom staništa 9180 zastupljene su šume velikih nagiba i klanaca *Tilio-Acerion* (slika 7.2.).

Ocjena staništa obuhvaća odličnu reprezentativnost (stupanj zastupljenosti tipa staništa na mjestu), relativna površina (dio područja prirodnog stanišnog tipa u odnosu na ukupnu površinu pokrivenu tim prirodnim stanišnim tipom unutar nacionalnog područja) iznosi > 15 %, očuvanje je odlično (stupanj očuvanosti strukture i funkcija prirodnog stanišnog tipa) a vrijednost globalne procjene izvrsna (globalna procjena vrijednosti mesta za očuvanje uroženih prirodnih staništa).



Slika 7.2. Kodom staništa 9180 zastupljene su šume velikih nagiba i klanaca *Tilio-Acerion* (preuzeto iz Vukelić, 2012).

Kodom staništa 9110 predstavljene su Ilirske hrastovo-grabove šume (*Erythronio-Carpinion*) (slike 7.3 i 7.4). Ocjena staništa: dobra reprezentativnost (stupanj zastupljenosti tipa staništa na mjestu, relativna površina (dio područja prirodnog stanišnog tipa u odnosu na ukupnu površinu pokrivenu tim prirodnim stanišnim tipom unutar nacionalnog područja) iznosi < 2 %, dobro očuvanje (stupanj očuvanosti strukture i funkcija prirodnog stanišnog tipa) te dobra vrijednost globalne procjene (globalna procjena vrijednosti mesta za očuvanje ugroženih prirodnih staništa)(<http://www.bioportal.hr/gis/>).



Slika 7.3. Zajednica Arnico-Nardetum (preuzeto iz J. Topić: Staništa
http://www.dzzp.hr/dokumenti_upload/20100316/dzzp201003161341480.pdf)



Slika 7.4. Zaraštavanje staništa vrištinama i drugim vrstama (preuzeto iz J. Topić: Staništa
http://www.dzzp.hr/dokumenti_upload/20100316/dzzp201003161341480.pdf).

Za eventualne buduće zahvate staništem se mora upravljati na način očuvanja populacija vrsta navedenih u članku 4. Direktive 2009/147/EC i Dodatku II Direktive

92/43/EEC. Na području Strahinšćice od posebnog su značaja vrste (Franković, 2009, Grbac, 2009, Hrašovec, 2000, Koren i Gomboc, 2014, Kuljerić, 2012, Lauš, 2014, <http://www.bioportal.hr/gis/>):

Bombina variegata (žuti mukač) naveden je na Direktivi o staništima Dodatak IV, Grupa A (Amphibians), kod 1193, populacija je učestala odnosno trajna, gustoća populacije (veličina i gustoća populacije vrsta koje su prisutne na mjestu u odnosu na populacije prisutne unutar nacionalnog teritorija) iznosi < 2 %, očuvanje staništa je dobro (stupanj očuvanja značajki staništa koja su važna za dotične vrste i mogućnosti obnove), populacija nije izolirana unutar proširenog područja rasprostranjenosti, a dobra je i globalna procjena vrijednosti mesta za očuvanje vrsta.

Cordulegaster heros (gorski potočar) naveden je na Dodatku IV Direktive o staništima, Grupa I (Invertebrates), kod 4046, populacija je učestala odnosno trajna, gustoća populacije (veličina i gustoća populacije vrsta koje su prisutne na mjestu u odnosu na populacije prisutne unutar nacionalnog teritorija) je 2 – 15 %, očuvanje staništa za vrstu je dobro (stupanj očuvanja značajki staništa koja su važna za dotične vrste i mogućnosti obnove), populacija nije izolirana unutar proširenog područja rasprostranjenosti, dobra globalna procjena vrijednosti mesta za očuvanje vrsta.

Eriogaster catax naveden je na Direktivi o staništima Dodatak II, Grupa I (Invertebrates), kod 1074, populacija je učestala odnosno trajna, gustoća populacije (veličina i gustoća populacije vrsta koje su prisutne na mjestu u odnosu na populacije prisutne unutar nacionalnog teritorija) iznosi > 15 %, očuvanje je dobro (stupanj očuvanja značajki staništa koja su važna za dotične vrste i mogućnosti obnove), populacija je (gotovo) izolirana, dobra je i globalna procjena vrijednosti mesta za očuvanje vrsta.

Lucanus cervus (obični jelenak) naveden je u Direktivi o staništima Dodatak II, Grupa I (Invertebrates), kod 1083, populacija je učestala odnosno trajna, gustoća populacije (veličina i gustoća populacije vrsta koje su prisutne na mjestu u odnosu na populacije prisutne unutar nacionalnog teritorija) je < 2 %, očuvanje staništa je dobro (stupanj očuvanja značajki staništa koja su važna za dotične vrste i mogućnosti obnove), populacija nije izolirana unutar proširenog područja rasprostranjenosti, dobra je i globalna procjena vrijednosti mesta za očuvanje vrsta.

Rosalia alpina (alpska strizibuba) navedena je na Direktivi o staništima Dodatak IV, Grupa I (Invertebrates), kod 1087, populacija je učestala odnosno trajna, populacija je rijetka (veličina i gustoća populacije vrsta koje su prisutne na mjestu u odnosu na populacije prisutne unutar nacionalnog teritorija) < 2 %, očuvanje staništa je dobro (stupanj očuvanja značajki

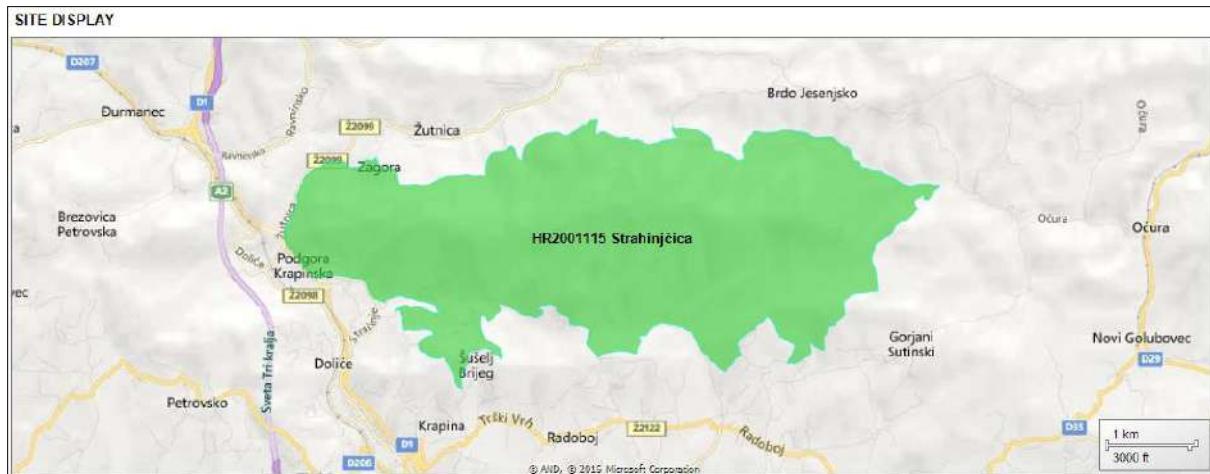
staništa koja su važna za dotične vrste i mogućnosti obnove), populacija nije izolirana unutar proširenog područja rasprostranjenosti, dobra je i globalna procjena vrijednosti mesta za očuvanje vrsta.

Himantoglossum adriaticum (jadranska kozonoška) navedena je na Direktivi o staništima Dodatak II i IV, Grupa P (Plants), kod 4104, populacija je učestala odnosno trajna, gustoća populacije iznosi (veličina i gustoća populacije vrsta koje su prisutne na mjestu u odnosu na populacije prisutne unutar nacionalnog teritorija) 2 – 15 %, očuvanje staništa je dobro (stupanj očuvanja značajki staništa koja su važna za dotične vrste i mogućnosti obnove), populacija nije izolirana unutar proširenog područja rasprostranjenosti, dobra globalna procjena vrijednosti mesta za očuvanje vrsta.

Ostale važne vrste flore i faune za Natura 2000 područje Strahinjčica su (<http://www.biportal.hr/gis/>): *Carex echinata* (zvjezdasti šaš), *Carex flava* (žuti šaš), *Carex nigra* (crni šaš), *Carex panicea* (prosasti šaš), *Cyperus flavescens* (žućkasti oštrik), *Dactylorhiza majalis* (lisnati kačun), *Dianthus giganteus* ssp. *croaticus* (hrvatski klinčić), *Eriophorum latifolium* (širokolisna suhoperka), *Iris croatica* (hrvatska perunka), *Lilium carniolicum* (kranjski ljiljan), *Lilium martagon* (ljiljan zlatan), *Ophrys apifera* (pčelinja kokica), *Ophrys fuciflora* (bumbarova kokica), *Ophrys insectifera* (muhina kokica), *Orchis militaris* (kacigasti kačun), *Orchis pallens* (bljedoliki kačun), *Orchis tridentata* (mali kačun), *Platanthera bifolia* (mirisavi dvolist), *Taxus baccata* (tisa).

7.4. Opće karakteristike područja

Opće značajke Natura 2000 područja Strahinjčica odnose se na N08 Vrištine, žbunje, makija i garig 7,22 %, N15 Ostale oranice 8,34 %, N16 Listopadne šume 83,88%, N23 Ostalo zemljište (uključujući gradove, sela, ceste, razvaline, minska područja, industrijska područja) 0,56 % (slika 7.5).



Slika 7.5. Natura 2000, područje Strahinjčica.

7.4.1. Prijetnje, pritisci i aktivnosti

Visok negativan utjecaj: A02.01 Intenzivne poljoprivrede, A03.03 Odustajanja/Nedostatka košnje, E01 Urbaniziranih područja, ljudskog stanovanja, I01 Invazivnih vrsta, K02 Evolucija biocenoza, sukcesija.

Srednje negativan utjecaj: A04.03 nedostatka ispaše, A07 Korištenja biocida, hormona i kemikalija, B03 Eksplotacije šuma bez presađivanja ili ponovnog prirodnog rasta, C01 Rudarstva i eksplotacije, D01 Cesta, puteva i željeznica, E02 Industrijskih ili komercijalnih područja, G01.04.01 Planinarenja i penjanja po stijenama, H Onečišćenja, J01 Požara i gašenja požara.

Nizak negativan utjecaj: F04 Sakupljanja/Uklanjanja kopnenih biljaka.

7.5. Ekološke karakteristike NATURA 2000 područja LIVADE UZ BEDNUJU I

Natura 2000 područje Livade uz Bednju I sa kodom staništa HR2001408 proteže se na 226.4343 hektara sa kordinatama: dužina - 15.961 i širina - 46.238. Rijeka Bednja i cijela dolina Bednje je važno područje ekološke mreže, posebice s obzirom na staništa livada i pašnjaka te s njima povezane vrste. To je nekoliko stanišnih tipova uključujući: nizinske livade sa vrstama *Alopecurus pratensis* (livadni repak), *Sanguisorba officinalis* (ljekovita krvara), travnjaci beskoljenke (*Molinion caeruleae*) i hidrofilni rubovi viših zeleni s rijekama i šumama te vrstama *Convolvulion sepia* (ladolež), *Filipendulion* ssp., *Senecion fluvialis*. Vlažne livade u blizini rijeke Bednje predstavljaju važna staništa za vrstu leptira plavca *Lycaena dispar* i vrstu šarencu *Euphydryas aurinia* (<http://www.bioportal.hr/gis/>).

7.5.1. Tipovi staništa te njihova procjena

Natura 2000 područje Livade uz Bednju I pokrivaju sljedeća staništa važna za očuvanje(Alegro i sur., 2010, Borovečki-Voska i sur., 2010, 2011, 2012, Vukelić 2012, <http://www.bioportal.hr/gis/>): Kod staništa 6430 - Preplaninska i planinska vegetacija visokih zeleni (Nizinske zajednice visokih zeleni). Ocjena staništa: reprezentativnost je dobra (stupanj zastupljenosti tipa staništa na mjestu), relativna površina (dio područja prirodnog stanišnog tipa u odnosu na ukupnu površinu pokrivenu tim prirodnim stanišnim tipom unutar nacionalnog područja) iznosi < 2 %, dobro je i očuvanje staništa (stupanj očuvanosti strukture i funkcija prirodnog stanišnog tipa) te vrijednost globalne procjene (globalna procjena vrijednosti mjesta za očuvanje uroženih prirodnih staništa).

Kodom staništa 6510 predstavljene su nizinske košanice (*Alopecurus pratensis*, *Sanguisorba officinalis*). Ocjena staništa: reprezentativnost je odlična (stupanj zastupljenosti tipa staništa na mjestu), relativna površina (dio područja prirodnog stanišnog tipa u odnosu na ukupnu površinu pokrivenu tim prirodnim stanišnim tipom unutar nacionalnog područja) iznosi >15%, odlično je i očuvanje staništa (stupanj očuvanosti strukture i funkcija prirodnog stanišnog tipa) te dobra vrijednost globalne procjene (globalna procjena vrijednosti mjesta za očuvanje uroženih prirodnih staništa).

Vrste od posebnog očuvanja i upravljanja staništem navedene u članku 4. Direktive 2009/147 / EC i navedene u Dodatku II Direktive 92/43 / EEC i njihove stanišne evaluacije Natura 2000 područja Livade uz Bednju I su dvije vrste leptira (Šašić-Kljajo i Mihoci, 2009):

Šarenac *Euphydryas aurinia* (močvarna riđa) navedena na Direktivi o staništima Dodatak II, Grupa I (Invertebrates), kod 1065, populacija je učestala odnosno trajna, gustoća populacija (veličina i gustoća populacije vrsta koje su prisutne na mjestu u odnosu na populacije prisutne unutar nacionalnog teritorija) iznosi na području < 2 %, dobro je očuvanje (stupanj očuvanja značajki staništa koja su važna za dotične vrste i mogućnosti obnove), populacija nije izolirana unutar proširenog područja rasprostranjenosti, a globalna procjena vrijednosti mjesta za očuvanje vrsta je značajne vrijednosti.

Plavac *Lycaena dispar* (kiseličin vatreći plavac) naveden na Direktivi o staništima Dodatak II, Grupa I (Invertebrates), kod 1060, populacija je učestala odnosno trajna, gustoća populacija (veličina i gustoća populacije vrsta koje su prisutne na mjestu u odnosu na populacije prisutne unutar nacionalnog teritorija) je < 2 %, očuvanje je dobro (stupanj očuvanja značajki staništa koja su važna za dotične vrste i mogućnosti obnove), populacija nije izolirana

unutar proširenog područja rasprostranjenosti, a globalna procjena vrijednosti mjesta za očuvanje vrsta je značajne vrijednosti.

Ostale važne vrste flore i faune Natura 2000 područja Livade uz Bednju I odnose se na vretence *Aeshna grandis* (veliki kralj) te važnu biljnu vrstu *Dactylorhiza majalis* (lisnati kačun).

7.5.2. Opće karakteristike područja

Opće značajke područje livade uz Bednju odnose se na (<http://www.bioportal.hr/gis/>): N08 Vrištine, žbunje, makija i garig, 0,14 %, N10 Vlažni travnjaci, mezofilni travnjaci 60,30 %, N15 Ostale oranice 16,81 %, N16 Listopadne šume 1,96 %, N17 Crnogorične šume 1,22 %, N19 Mješovite šume 1,91 %, N23 Ostalo zemljište (uključujući gradove, sela, ceste, razvaline, minska područja, industrijska područja) 17,66 %.

7.5.3. Prijetnje, pritisci i aktivnosti

Visok negativan utjecaj predstavljaju (<http://www.bioportal.hr/gis/>): A03.03 Nedostatak košnje, J02.05 Modificiranje vodenih tokova (Modificiranje hidrografskog funkciranja), a nizak negativan utjecaj: H Onečišćenja, I01 Invazivne vrste (slika 7.6).



Slika 7.6. Natura 2000 područje Livade uz Bednju I sa kodom staništa HR2001408.

7.6. Ekološke karakteristike NATURA 2000 područja LIVADE UZ BEDNU II

Natura 2000 područje Livade uz Bednju II sa kodom staništa HR2001409 proteže se na 1144.9204 Ha sa kordinatama: dužina - 16.1264462637 i širina - 46.2352502494 (slika 7.8). Rijeka Bednja i cijela dolina Bednje je važno područje ekološke mreže, posebice s obzirom na stanište livada i pašnjaka te s tim povezane vrste. To je nekoliko tipova staništa, uključujući:

nizinske livade (*Alopecurus pratensis* (livadni repak), *Sanguisorba officinalis* (ljekovita krvara)), travnjaci beskoljenke (*Molinion caeruleae*) i hidrofilni rubovi viših zeleni s rijekama i šumama (*Convolvulion sepia* (ladolež), *Filipendulion* spp., *Senecion fluvialis*). Vlažne livade u blizini rijeke Bednje predstavljaju važna staništa za vrstu leptira *Lycaena dispar* (Šašić-Kljajo i Mihoci, 2009). Navedeno područje je jedno od pet staništa za vrstu *Phengaris teleius* (Šašić-Kljajo i Mihoci, 2009).

Tipovi staništa te njihova procjena na staništu prema Alegro i sur., 2010, Borovečki-Voska i sur., 2010, 2011, 2012, Vukelić 2012, <http://www.biportal.hr/gis/> su:

Kodom staništa 6430 predstavljena je pretplaninska i planinska vegetacija visokih zeleni (Nizinske zajednice visokih zeleni). Ocjena staništa odnosi se na dobru reprezentativnost (stupanj zastupljenosti tipa staništa na mjestu), relativna površina (dio područja prirodnog stanišnog tipa u odnosu na ukupnu površinu pokrivenu tim prirodnim stanišnim tipom unutar nacionalnog područja) od < 2 %, dobro očuvanje (stupanj očuvanosti strukture i funkcija prirodnog stanišnog tipa) te dobru vrijednost globalne procjene (globalna procjena vrijednosti mjesta za očuvanje uroženih prirodnih staništa).

Kodom staništa 6510 predstavljene su nizinske košanice (*Alopecurus pratensis*, *Sanguisorba officinalis*) (slika 7.7). Ocjena staništa odnosi se na odličnu reprezentativnost (stupanj zastupljenosti tipa staništa na mjestu), relativna površina (dio područja prirodnog stanišnog tipa u odnosu na ukupnu površinu pokrivenu tim prirodnim stanišnim tipom unutar nacionalnog područja) od > 15 %, odlično očuvanje (stupanj očuvanosti strukture i funkcija prirodnog stanišnog tipa) te dobru vrijednost globalne procjene (globalna procjena vrijednosti mjesta za očuvanje uroženih prirodnih staništa).



Slika 7.7. Kod staništa 6510 - Nizinske košanice (*Alopecurus pratensis*, *Sanguisorba officinalis*). (preuzeto iz J. Topić: Staništa http://www.dzzp.hr/dokumenti_upload/20100316/dzzp201003161341480.pdf)

Vrste navedene u članku 4. Direktive 2009/147 / EC i navedene u Dodatku II Direktive 92/43 / EEC i njihove stanišne evaluacije na ovom Natura2000 području su (Šašić-Kljajo i Mihoci, 2009):

Plavac *Lycaena dispar* (kiseličin vatreći plavac) naveden na Direktivi o staništima Dodatak II, Grupa I (Invertebrates), kod 1060, populacija je učestala odnosno trajna, gustoća populacije (veličina i gustoća populacije vrsta koje su prisutne na mjestu u odnosu na populacije prisutne unutar nacionalnog teritorija) je < 2 %, očuvanje je dobro (stupanj očuvanja značajki staništa koja su važna za dotične vrste i mogućnosti obnove), populacija nije izolirana unutar proširenog područja rasprostranjenosti, a globalna procjena vrijednosti mesta za očuvanje vrsta je značajne vrijednosti.

Phengaris teleius (veliki livadni plavac) naveden je na Direktivi o staništima Dodatak IV, Grupa I (Invertebrates), kod 6177, populacija je učestala odnosno trajna, populacija je rijetka na staništu (veličina i gustoća populacije vrsta koje su prisutne na mjestu u odnosu na populacije prisutne unutar nacionalnog teritorija) sa < 2 %, no očuvanje je dobro (stupanj očuvanja značajki staništa koja su važna za dotične vrste i mogućnosti obnove), a populacija je gotovo izolirana, globalna procjena vrijednosti mesta za očuvanje vrsta je značajne vrijednosti.

Ostale važne vrste flore i faune su biljke *Allium angulosum* (bridasti luk) , *Carex panicea* (prosasti šaš) te leptir *Phengaris alcon alcon* (močvarni plavac).

7.6.1. Opće karakteristike područja

N07 Cretovi, močvare, vodena vegetacija 3,36 %, N10 Vlažni travnjaci, mezofilni travnjaci 90,48 %, N12 Opsežne kulture žitarica (uključujući rotaciju kultura s redovnim mirovanjem) 0,19 %, N15 Ostale oranice 4,73 %, N16 Listopadne šume 0,02 %, N23 Ostalo zemljište (uključujući gradove, sela, ceste, razvaline, minska područja, industrijska područja) 1,22 %.

7.6.2. Prijetnje, pritisci i aktivnosti

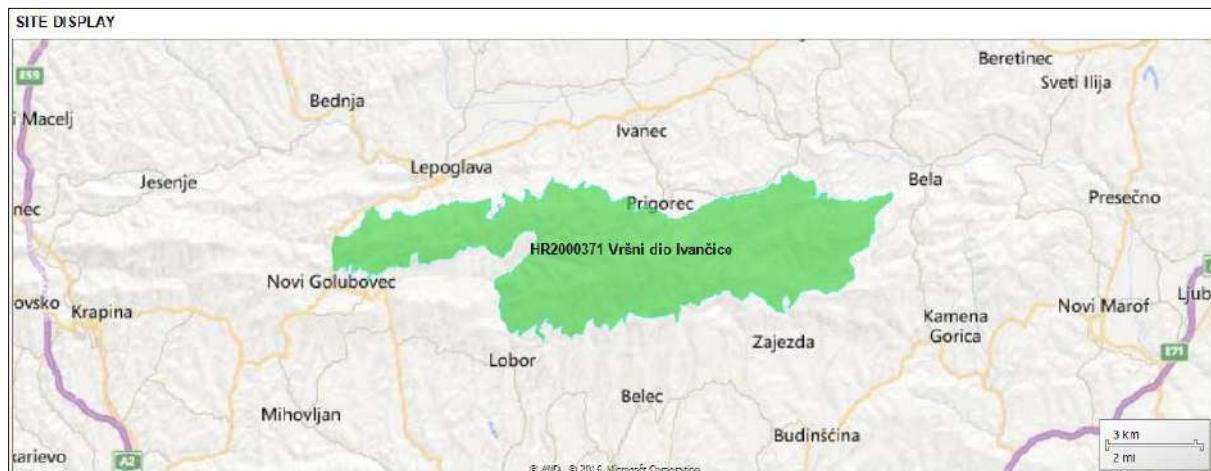
Visok je negativan utjecaj od sljedećih radnji J02.05 Modificiranje vodenih tokova, (Modificiranje hidrografskog funkcioniranja), srednje negativan od A03.03 Odustajanja/Nedostatka košnje, a nizak H Onečišćenja i I01 Invazivnih vrsta.



Slika 7.8. Natura 2000 područje Livade uz Bednju II sa kodom staništa HR2001409.

7.7. Ekološke karakteristike NATURA 2000 područja VRŠNI DIO IVANŠČICE

Natura 2000 područje Vršni dio Ivančice sa kodom staništa HR2000371 proteže se na 6075.1956 Ha sa kordinatama: dužina - 16.1214259059 i širina - 46.1843042313 (slika 7.9). Ivančica je najviša planina u sjevernoj Hrvatskoj s najvišim vrhom 1.061 m nadmorske visine. Proteže se u smjeru istok - zapad, a nalazi se između rijeke Save i Drave (<http://www.bioportal.hr/gis/>). Područje značajno doprinosi prisustvu leptira vrste *Leptidea morsei* i vrste *Lycaena dispar* te danje medonjice *Euplagia quadripunctaria*. Zbog velike populacije vrste *Cordulegaster heros*, područje je od značaja za očuvanje u kontinentalnoj biogeografskoj regiji. Važno je područje za vrstu *Pulsatilla grandis*, vrstu *Rosalia alpina*, *Lucanus cervus*, *Morimus funereus* te šišmiša *Myotis bechsteinii*. Važno područje za stanišni tip 9180 - *Tilio-Taxetum* koji je razvijen u malim fragmentima.



Slika 7.9. Natura 2000 područje Vršni dio Ivanšćice sa kodom staništa HR2000371.

Tipovi staništa (slike 7.10 i 7.11) te njihova procjena prema Alegro i sur., 2010, Borovečki-Voska i sur., 2010, 2011, 2012, Vukelić 2012, <http://www.bioportal.hr/gis/> na vršnom djelu Ivanšćice su:

Kodom staništa 6210 predstavljeni su suhi kontinentalni travnjaci (*Festuco-Brometalia*) (važni lokaliteti za kaćune). Ocjena staništa: odlična reprezentativnost, relativna površina (dio područja prirodnog stanišnog tipa u odnosu na ukupnu površinu pokrivenu tim prirodnim stanišnim tipom unutar nacionalnog područja) iznosi < 2 %, očuvanje staništa je dobro (stupanj očuvanosti strukture i funkcija prirodnog stanišnog tipa) te je dobra i vrijednost globalne procjene (globalna procjena vrijednosti mesta za očuvanje uroženih prirodnih staništa).

Kodom staništa 8210 predstavljene su karbonatne stijene sa hazmofitskom vegetacijom. Ocjena staništa: reprezentativnost je dobra (stupanj zastupljenosti tipa staništa na mjestu), relativna površina (dio područja prirodnog stanišnog tipa u odnosu na ukupnu površinu pokrivenu tim prirodnim stanišnim tipom unutar nacionalnog područja) iznosi < 2 %, dobro je i očuvanje (stupanj očuvanosti strukture i funkcija prirodnog stanišnog tipa) te dobra vrijednost globalne procjene (globalna procjena vrijednosti mesta za očuvanje uroženih prirodnih staništa).

Kod staništa 9180 predstavljaju šume velikih nagiba i klanaca *Tilio-Acerion*. Ocjena staništa: odlična reprezentativnost (stupanj zastupljenosti tipa staništa na mjestu), relativna površina (dio područja prirodnog stanišnog tipa u odnosu na ukupnu površinu pokrivenu tim prirodnim stanišnim tipom unutar nacionalnog područja) iznosi >15%, odlično je očuvanje tog staništa (stupanj očuvanosti strukture i funkcija prirodnog stanišnog tipa) te izvrsna vrijednost globalne procjene (globalna procjena vrijednosti mesta za očuvanje uroženih prirodnih staništa).

Kodom staništa 91K0 predstavljene su Ilirske bukove šume (*Armonio-Fagion*). Ocjena staništa: odlična reprezentativnost (stupanj zastupljenosti tipa staništa na mjestu), relativna površina (dio područja prirodnog stanišnog tipa u odnosu na ukupnu površinu pokrivenu tim prirodnim stanišnim tipom unutar nacionalnog područja) iznosi 2-15 %, odlično očuvanje (stupanj očuvanosti strukture i funkcija prirodnog stanišnog tipa) te izvrsna vrijednost globalne procjene (globalna procjena vrijednosti mesta za očuvanje uroženih prirodnih staništa).

Kod staništa 91L0 predstavlja Ilirske hrastovo-grabove šume (*Erythronio-Carpinion*). Ocjena staništa: dobra reprezentativnost (stupanj zastupljenosti tipa staništa na mjestu), relativna površina (dio područja prirodnog stanišnog tipa u odnosu na ukupnu površinu pokrivenu tim prirodnim stanišnim tipom unutar nacionalnog područja) iznosi < 2 %, dobro

očuvanje (stupanj očuvanosti strukture i funkcija prirodnog stanišnog tipa) te dobra vrijednost globalne procjene (globalna procjena vrijednosti mesta za očuvanje ugroženih prirodnih staništa).



Slika 7.10. Zajednica Bromo-Plantaginetum (preuzeto iz J. Topić: Staništa http://www.dzzp.hr/dokumenti_upload/20100316/dzzp201003161341480.pdf).



Slika 7.11. Zajednica Onobrychido-Brometum (preuzeto iz J. Topić: Staništa http://www.dzzp.hr/dokumenti_upload/20100316/dzzp201003161341480.pdf)

Vrste značajne za očuvanje, a navedene u članku 4. Direktive 2009/147 / EC te u Dodatku II Direktive 92/43/EEC su (Franković, 2009, Grbac, 2009, Hrašovec, 2000, Šašić i Mihoci, 2009, Koren i Gomboc, 2014, Kuljerić, 2012, Lauš, 2014, <http://www.bioportal.hr/gis/>):

Bombina variegata (žuti mukač) - Direktiva o staništima Dodatak IV, Grupa A (Amphibians), kod 1193, populacija je prisutna, gustoća populacija (veličina i gustoća populacije vrsta koje su prisutne na mjestu u odnosu na populacije prisutne unutar nacionalnog teritorija) je < 2 %, dobro je očuvanje (stupanj očuvanja značajki staništa koja su važna za dotične vrste i mogućnosti obnove), populacija nije izolirana unutar proširenog područja rasprostranjenosti, globalna procjena vrijednosti mesta za očuvanje vrsta je značajne vrijednosti.

Cordulegaster heros (gorski potočar) - Direktiva o staništima Dodatak IV, Grupa I (Invertebrates), kod 4046, populacija je učestala odnosno trajna, gustoća populacije (veličina i gustoća populacije vrsta koje su prisutne na mjestu u odnosu na populacije prisutne unutar nacionalnog teritorija) je 2-15 %, dobro je i očuvanje staništa (stupanj očuvanja značajki staništa koja su važna za dotične vrste i mogućnosti obnove), populacija nije izolirana unutar proširenog područja rasprostranjenosti, dobra je i globalna procjena vrijednosti mesta za očuvanje vrsta.

Euplagia quadripunctaria (danja medonjica) - Direktiva o staništima Dodatak IV, Grupa I (Invertebrates), kod 6199, populacija je učestala odnosno trajna, gustoća populacije (veličina i gustoća populacije vrsta koje su prisutne na mjestu u odnosu na populacije prisutne unutar nacionalnog teritorija) iznosi 2-15 %, dobro je i očuvanje staništa (stupanj očuvanja značajki staništa koja su važna za dotične vrste i mogućnosti obnove), populacija nije izolirana unutar proširenog područja rasprostranjenosti, dobra je i globalna procjena vrijednosti mesta za očuvanje vrsta.

Leptidea morsei (Grundov šumski bijelac) navedena je na Direktiva o staništima Dodatak IV, Grupa I (Invertebrates), kod 4036, populacija je vrlo rijetka, gustoća populacije (veličina i gustoća populacije vrsta koje su prisutne na mjestu u odnosu na populacije prisutne unutar nacionalnog teritorija) je < 2 %, prosječno ili smanjeno očuvanje (stupanj očuvanja značajki staništa koja su važna za dotične vrste i mogućnosti obnove), populacija je (gotovo) izolirana, dobra je i globalna procjena vrijednosti mesta za očuvanje vrsta.

Lucanus cervus (obični jelenak) - Direktiva o staništima Dodatak II, Grupa I (Invertebrates), kod 1083, populacija je učestala odnosno trajna i vrlo rijetka, populacija (veličina i gustoća populacije vrsta koje su prisutne na mjestu u odnosu na populacije prisutne unutar nacionalnog teritorija) iznosi < 2 %, dobro je očuvanje staništa (stupanj očuvanja značajki staništa koja su važna za dotične vrste i mogućnosti obnove), populacija nije izolirana unutar proširenog područja rasprostranjenosti, dobra je i globalna procjena vrijednosti mesta za očuvanje vrsta.

Plavac *Lycaena dispar* (kiseličin vatreni plavac) naveden na Direktivi o staništima Dodatak II, Grupa I (Invertebrates), kod 1060, populacija je učestala odnosno trajna, gustoća populacije (veličina i gustoća populacije vrsta koje su prisutne na mjestu u odnosu na populacije prisutne unutar nacionalnog teritorija) je < 2 %, očuvanje je dobro (stupanj očuvanja značajki staništa koja su važna za dotične vrste i mogućnosti obnove), populacija nije izolirana unutar proširenog područja rasprostranjenosti, a globalna procjena vrijednosti mesta za očuvanje vrsta je značajne vrijednosti.

Morimus funereus (mrka strizibuba) - Direktiva o staništima, Grupa I (Invertebrates), kod 1089, populacija je učestala odnosno trajna i vrlo rijetka, populacija (veličina i gustoća populacije vrsta koje su prisutne na mjestu u odnosu na populacije prisutne unutar nacionalnog teritorija) iznosi < 2 %, dobro je očuvanje (stupanj očuvanja značajki staništa koja su važna za dotične vrste i mogućnosti obnove), populacija nije izolirana unutar proširenog područja rasprostranjenosti, dobra globalna procjena vrijednosti mjesta za očuvanje vrsta.

Rosalia alpina (alpska strizibuba) navedena je na Direktivi o staništima Dodatak IV, Grupa I (Invertebrates), kod 1087, populacija je učestala odnosno trajna, gustoća populacije (veličina i gustoća populacije vrsta koje su prisutne na mjestu u odnosu na populacije prisutne unutar nacionalnog teritorija) je < 2 %, dobro je očuvanje staništa (stupanj očuvanja značajki staništa koja su važna za dotične vrste i mogućnosti obnove), populacija nije izolirana unutar proširenog područja rasprostranjenosti, dobra globalna procjena vrijednosti mjesta za očuvanje vrsta.

Myotis bechsteinii (velikouhi šišmiš) nalazi se na Direktivi o staništima Dodatak IV, Grupa M (Mammals), kod 1323, populacija je učestala odnosno trajna, gustoća populacije (veličina i gustoća populacije vrsta koje su prisutne na mjestu u odnosu na populacije prisutne unutar nacionalnog teritorija) iznosi < 2 %, dobro je očuvanje staništa (stupanj očuvanja značajki staništa koja su važna za dotične vrste i mogućnosti obnove), populacija nije izolirana unutar proširenog područja rasprostranjenosti, globalna procjena vrijednosti mjesta za očuvanje vrsta je značajne vrijednosti.

7.8. Ostale važne vrste flore i faune na području Ivančice su:

Važne biljne vrste: *Pulsatilla grandis* (velika sasa), *Dactylorhiza majalis* (lisnati kačun), *Daphne cneorum* (crveni likovac), *Dianthus giganteus* ssp. *croaticus* (hrvatski klinčić), *Equisetum hyemale* (zimska preslica), *Eriophorum latifolium* (širokolisna suhoperka), *Ilex aquifolium* (božikovina), *Lilium carniolicum* (kranjski ljiljan), *Lilium martagon* (ljiljan zlatan), *Ophrys insectifera* (muhina kokica), *Orchis militaris* (kacigasti kačun), *Orchis pallens* (bljedoliki kačun), *Orchis tridentata* (mali kačun), *Platanthera bifolia* (mirisavi dvolist), *Taxus baccata* (tisa), *Vicia onobrychioides* (grahorkasta grahorica).

7.8.1. Opće karakteristike područja

N15 Ostale oranice 1,31 %, N16 Listopadne šume 95,60 %, N19 Mješovite šume 2,76%, N23 Ostalo zemljište (uključujući gradove, sela, ceste, razvaline, minska područja, industrijska područja) 0,33 %.

7.8.2. Prijetnje, pritisci i aktivnosti

Srednje je negativan utjecaj J03.01 Smanjenja ili gubitka određenih obilježja staništa, a nizak negativan utjecaj: B02 Šuma i plantaža za korištenje i upravljanje, F03.01 Lova, G01 Sportskih, zabavnih i rekreacijskih aktivnosti, H04.01 Kiselih kiša, M01.02 Suša i manjih oborina.

8. ZAKLJUČAK I ODABRANI I PREDLOŽENI LOKALITETI ZA DALJNA DETALJNIJA ISTRAŽIVANJA

Tijekom 2016. godine u području Strahinšćice i Ivanščice (Hrvatsko Zagorje), provedena su raznovrsna i opsežna regionalna geološka i hidrogeološka istraživanje sa zadaćom egzaktne ocjene i procjene hidrogeološke potencijalnosti u gorskim i prigorskim vodonosnicima spomenutih gora.

Na temelju provedene klasifikacije struktura i rasjeda unutar obuhvaćenog strukturnog sklopa, zatim položaja, odnosa i pomaka pojedinih struktura ili njihovih dijelova, te ocjene postojanja koncentracija podzemnih voda unutar karbonatnih stijena i moguće cirkulacije u podzemlju duž pojedinih zona rasjeda izvojeni su prostori pogodni za daljnja istraživanja. Prikazani su u prilogu 4. Ti prostori podijeljeni su u dvije kategorije s obzirom na mogući redoslijed dalnjih istraživanja. Pri tom se naglašava da jednako u obzir mogu doći prostori izdvojeni u obadvije kategorije ovisno od potreba vodoopskrbe pojedinih užih ili širih područja. Najvažnija jest cirkulacija podzemne vode duž zona rasjeda. Poglavito su važne zone rasjeda duž čijih krila prevladava horizontalna komponenta pomaka krila i rasjeda koji se pružaju paralelno orijentaciji kompresijskog stresa. Posebno se ističu prostori veće kompresije. Položaji i pružanja pojedinih velikih ili lokalnih struktura i pomaci njihovih dijelova mogu utjecati na cirkulaciju i koncentraciju vode u podzemlju, pogotovo zbog različite rasprostranjenosti, debljina i strukturnog položaja izolatorskih stijena.

Posebno su značajna područja i lokaliteti na kojima neogenske stijene transgresivno i diskordantno naliježu na trijaske dolomitne vodonosnike, koji na hipsometrijski višim, značajnim površinama, infiltracijom primaju značajne količine oborinskih voda koje gravitacijski odlaze u podzemlje. Pri tome pokrovne neogenske stijene, ujedno i pretežito izolatorske stijene, zaustavljaju i/ili usporavaju podzemne vode u njihovom kretanju iz dubljih dijelova vodonosnika prema površini. Opisani mehanizam nakupljanja podzemnih voda ispod neogenskih taložina uvjetuje i posebne hidrodinamičke uvjete (vode pod tlakom). Ovakva područja odnosno lokaliteti su široko rasprostranjena i brojna i nalaze se u podnožju Strahinšćice i Ivanščice s njihove sjeverne i južne strane. Na ovim lokalitetima vrlo je izgledna arteška voda što je vrlo povoljno u smislu pridobivanje podzemne vode.

U prvu kategoriju uključeni su prostori 13 lokacija. One nose oznaku **A₁- A₁₃** i prikazana su na posebnoj karti (prilog 4):

A₁ Đurmanec-Žutnica-Krapina.

A₂ Benkovec-Petrovski.

A₃ Kamenečki-Veternica-Grgurovec Veternički.

A₄ Malogorski-Golubovec.

A₅ Stari Golubovec.

A₆ Vojnovec Loborski-Vinipotok.

A₇ Juranščina-Gornja Selnica-Topličica-Gotalovec.

A₈ Podvečovo.

A₉ Završje Podbelsko.

A₁₀ Željeznica.

A₁₁ Salinovec.

A₁₂ Ivanec-Vuglovec.

A₁₃ Maksovo Vrelo.

Za obuhvaćanje prostora oko lokacija svrstanih u drugu kategoriju uzeti su u obzir isti strukturno-hidrogeološki odnosi. Ukupno je izdvojeno 10 prostora-lokaliteta. Oni imaju oznake od **B₁** do **B₁₀**, i prikazana su na karti (prilog 4)

Đurmanec-Gornje Jesenje-Muričevac-Lepoglava (B₁)

Petrovsko (B₂)

Strahinje Radobojsko (B₃)

Trški Vrh (B₄)

Gorjani (B₅)

Petrova Gora (B₆)

Stari Lobor (B₇)

Martinščina (B₈)

Vitešivec-Prigorec-Seljanec-Podrute (B₉)

Madžarevo-Remetinec (B₁₀)

Razmatrajući regionalne geološke i hidrogeološke odnose te posebice strukturne položaje definiranih vodonosnika u istraživanom području, došlo se do jedinstvenog zaključka da su gorski i prigorski vodonosnici vrlo potencijalni u smislu zahvaćanja i pridobivanja pozemnih voda visoke kakvoće. Pri tome je vrlo povoljno što se područja napajanja nalaze u hipsometrijski višim područjima Stahinšćice i Ivanšćice koja su podalje od svakodnevnih ljudskih utjecaja (područja očuvana u ekološkom smislu). Zbog toga su vode u predmetnim vodonosnicima vrlo visoke kakvoće a područja napajanja neće biti teško štititi od antropogenih utjecaja.

Izdvojeni lokaliteti koji su potencijalni za daljnja istraživanja zahtijevaju daljnju razradu u smislu detaljnosti i raznovrsnosti dalnjih istraživačkih metoda i postupaka. Svaki lokalitet je poseban i nema jedinstvene šablone za daljnja istraživanja. No za sve lokalitete vrijede univerzalna istraživačka pravila i postupci. Oni se sastije od slijedećeg:

- Detaljno geološko i hidrogeološko kartiranje
- Detaljno kartiranje rasjeda i zona rasjeda jer su to zone povećane poroznosti, privilegiranog gibanja podzemnih voda i područja značajnije infiltracije voda s površine u podzemlje
- Izrada hidrogeološkog trodimenzionalnog modela
- Odabir geofizičke metode ili metoda za istraživanje
- Lociranje i prognoza istraživačko piezometarskih bušotina
- Definiranje područja napajanja vodonosnika
- Lociranje, projektiranje i izvođenje istraživačko-pokusnog zdenca

Svi dodatni istraživački postupci kao i nužne analize ovisit će o samim karakteristikama lokaliteta predviđenog za detaljnija istraživanja.

Literatura:

Alegro, A., Bogdanović, S., Brana, S., Jasprica, N., Katalinić, A., Kovačić, S., Nikolić, T., Milović, M., Pandža, M., Posavec-Vukelić, V., Randić, M., Ruščić, M., Šegota, V., Šincek, D., Topić, J., Vrbek, M. i Vuković, N. (2010): Botanički važna područja Hrvatske. Školska knjiga, Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb.

Ančić, B., Juriša, M. (1983.): Osnovna geološka karta SFRJ, 1: 100 000. List Rogatec L 33-68, Beograd.

Ančić, B., Juriša, M. (1983.): Tumač za list OGK – Rogatec L 33-68, Beograd.

Babić, Lj. (1976): Stratigrafski slijed i paleogeografska evolucija Ivanščice od giornog trijasa do gornje krede. 8. Jugosl. Geol. Kongres 2, 53-62, Ljubljana.

Baćani, L. (2014): Hidrogeološka i hidrokemijska obilježja južnih obronaka Ivanščice. Diplomski rad. Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Sveučilište u Zagrebu. Zagreb.

Bada, G. & Hoivath, F., (1998.): Present - day geodinamics of the Pannonian basin and its surroundings: a review. The Pannonian basin, CEI CERGOP, Reports on geodesy, 51 – 75, Warsaw.

Bada, G., Horvath, F., Toth, L., Fodor, L., Timar, G. & Cloetingh, S. (2006): Social aspects of ongoing defomration in the Pannonian Region. The Adria Microplate: GPS Geodesy, Tectonics and Hazards, 385-402, Springer.

Baza podataka Hrvatske šume d.o.o.

Borovečki-Voska, L. (2012): Istraživanje zajednica brdskih travnjaka te zaštićenih i rijetkih biljnih svojst u sastavu zajednica stijena i termofilnih šuma i šikara s prijedlogom zonacije Natura 2000 područja na širem području Strahinjščice, Krapinsko-zagorska županija.

Borovečki-Voska, Lj., Šincek, D. i Čičmir, R. (2011): Elaborat projekta "Istraživanje i raščlanjivanje svojst te rješavanje taksonomskih problema vezanih uz rod *Himantoglossum* (Orchidaceae) (*H. adriaticum* Baumann, *H. hircinum* (L.) Spreng. i *H. caprinum* Spreng.) u Republici Hrvatskoj. Prvi dio - kontinentalna Hrvatska". Izvještaj.

Cvijanović, D., Prelogović, E., Kranjec, V., Skoko, D., Zagorac, Z., Bahun, S. & Olujić, M. (1979.): Seizmotektonska karta Hrvatske i susjednih područja . Geofizički zavod PMF, 1 - 79, Zagreb.

Čukušić, A., Mihoci, I., Šašić, M. (2014): Projekt integracije EU Natura 2000 - Terensko istraživanje i laboratorijska analiza novoprikupljenih inventarizacijskih podataka za taksonomske skupine: Actinopterygii i Cephalaspidomorphi, Amphibia i Reptilia, Aves, Chiroptera, Decapoda, Lepidoptera, Odonata, Plecoptera, Trichoptera. Prvo kvartalno izvješće za skupinu Lepidoptera za Državni zavod za zaštitu prirode. Natura - Društvo za zaštitu prirode Hrvatske.

Dragičević, I., Blašković, I., Mayer, D., Žugaj, R., Tomljenović, B. (1997): Gorski i prigorski vodonosnici sjeverne Hrvatske (izvješće o radovima u 1996. godini). Fond stručne dokumentacije RGNF, Zagreb.

Dragičević, I., Blašković, I., Mayer, D., Žugaj, R., Tomljenović, B. (1998): Gorski i prigorski vodonosnici sjeverne Hrvatske (izvješće o radovima u 1997. godini). Fond stručne dokumentacije RGNF, Zagreb.

Franković, M. (2009): Znanstvena analiza vrste vretenaca (Odonata) s Dodatka II Direktive o zaštiti divlje flore i faune, Technical report, Arkaarka, Obrt za poslovne usluge i savjetovanje, Zagreb.

Franković, M. (2009): Znanstvena analiza vrste vretenaca (Odonata) s Dodatka II Direktive o zaštiti divlje flore i faune, Technical report, Arkaarka, Obrt za poslovne usluge i savjetovanje, Zagreb.

Golub, Ij. & Vragović, M. (1960): Natrijski dijabazi i spilit kod Gotalovca u Hrvatskom Zagorju. Acta geol. 2, (Prir. Istraž. JAZU 29), 83-93, Zagreb.

Grbac, I. (2009): Znanstvena analiza vrsta vodozemaca i gmazova (Eurotestudo hermanii, Emys orbicularis, Bombina bombina i Bombina variegata) s dodatka II Direktive o zaštiti prirodnih staništa i divlje flore i faune.

Grünthal, G. & Stormeyer, D. (1992): The recent crustal stress field in the Central Europe: Trajectories and finite element modeling. Jour. Geophys. Res. 97/B8, 11.805-11.820.

Hećimović, I. (1981): Strukturno-geomorfološka istraživanja između Medvednice, Ivanščice i Kalnika. Magistarski rad, Sveučilište u Zagrebu.

Hećimović, I. (1995.): Tektonski odnosi šireg područja Kalnika Disertacija Rud.-geol.naftni.fak., 1 -152, Zagreb.

Herak, M. (1960): Kreda s ofiolitima u Ivanščici (Sjeverozapadna Hrvatska). Acta geol. 2 (Prir. Istrž. JAZU, 29), Zagreb.

Herak, Ma., Herak, D. Markušić, S (1995): Revision of the earthquake catalogue and seismicity of Croatia. *Terra Nova*, Vol 8, 86-94.

Horvath, F., (1993.): Towards a kinematic model for the formation of the Pannanian basin. *Tectonophysics*, 226: 333 -357.

Hrašovec, B. (2009): Znanstvena analiza kornjaša sa popisa iz Dodatka II Direktive o zaštiti prirodnih staništa i divlje faune i flore s prijedlogom važnih područja za očuvanje vrste u RH. Šumarski fakultet, Zagreb.

Koren, T. i Gomboc, S. (2014): Istraživanje faune noćnih leptira na području ekološke mreže Natura 2000 Strahinjščice i Ivanščice u Krapinsko-zagorskoj županiji. Završni izvještaj projekta. Hrvatsko društvo za biološka istraživanja, Zagreb.

Kuk, V., Prelogović, E., Sović, L., Kuk, K & Šariri, K. (2000): Seizmiološke i seismotektonske značajke šireg zagrebačkog područja. *Građevinar*, 52 (11), 647-653, Zagreb.

Kuljerić, M. (2012): Vodena tijela, vodozemci i gmazovi Krapinsko-zagorske županije (Strahinjčica, Ivančica, Macelj Gora, Kunska i Cesargradska Gora), Konačno izvješće projekta

Lauš, B. (2014): Istraživanje saproksilnih kornjaša na području ekološke mreže Natura 2000 Strahinjščice i Ivanščice u Krapinsko – zagorskoj županiji. Preliminarni izvještaj. Udruga BIOM.

Lauš, B. i Temunović, M. (2015): Istraživanje saproksilnih kornjaša na području ekološke mreže Natura 2000 Strahinjščice i Ivanščice u Krapinsko – zagorskoj županiji. Konačni izvještaj. Udruga BIOM. Zagreb.

Lučić, D., Saftić, B., Krizmanić, K., Prelogović, E., Britvić, V., Mesić, I. & Tadej, J. (2001): The Neogene evolution and hydrocarbon potential of the Pannonian Basin in Croatia. *Marine and Petroleum Geology*, 18, 133-147 p. Royden L. H. & Horvath, F., Eds. (1998.): The Pannonian basin. A Study in basin evolution. AAPG Memoir, 45, 1-394, Tulsa & Budapest.

Mayer, D., Dragičević, I., Urumović, K. (1994): Analiza i reinterpretacija rezultata hidrogeoloških istraživanja na području općine Križevci. *Hidroprojekt-ing*, Zagreb.

Moores, E. & Twiss, R.J. (1999): *Tectonics*. Freeman and Co, New York.

Pavlinić, I. i Đaković, M. (2010): Znanstvena analiza dvanaest vrsta šišmiša s Dodatka II Direktive o zaštiti prirodnih staništa i divlje faune i flore za potrebe prijedloga potencijalnih NATURA 2000 područja za šišmiše. Hrvatski prirodoslovni muzej, Zagreb.

Pikija, M. (1982): Turbiditne karakteristike dijela gornjopanonskih sedimenata u području Mihovljan-Lobor (SZ Hrvatska). Geol. Vjesnik 25. Zagreb.

Prelogović, E. & Kuk, V. (1998a): Seismotektonika aktivnost zapadnog dijela Hrvatske. Znan. Skup „Andrija Mohorovičić“, 115 -124, Zagreb.

Prelogović, E. & Kuk, V., (1998b): Autocesta Krapina - Macelj : seismološka i seismotektonika studija. Zagreb.

Prelogović, E., Kuk, V., Buljan, R., Tomljenović, B. & Skoko, D. (1999): Recent tectonic movements and earthquakes in Croatia. Geodynamics of the Alpe-Adria area by means of terrestrial satellite methods. Proc., 255-262, Zagreb-Graz.

Prelogović, E., Saftić, B., Kuk, V., Velić, J., Dragaš, M. & Lučić, D. (1998): Tectonic activity in the Croatian part of the Pannonian basin. Tectonophysics, 297, 283 -293, Elsevier.

Prelogović, E., Saftić, B., Kuk, V., Velić, J., Dragaš, M. & Lučić, D. (1998): Tectonic activity in the Croatian part of the Pannonian Basin. Tectonophysics 297, 283-293. Elsevier.

Prelogović, E; Bognar, A. & Mihaljević, D., (1997.): Geomorphological evidence of neotectonic acitivity in NW-Croatia. Z. Geomorph. N. F. Suppl.- Bd. 110, 27 - 36, Berlin – Stuttgart.

Šašić-Kljajo, M. i Mihoci, I. (2009): Znanstvena analiza vrsta noćnih i danjih leptira s Dodatka II Direktive o zaštiti prirodnih staništa i divlje faune i flore za potrebe izrade prijedloga potencijalnih NATURA 2000 područja. Hrvatski prirodoslovni muzej, Zagreb.

Šikić, K. (1965): The lower Jurassic on the Northern slopes of Medvednica. Buil. Sci. Cons. Acad. Yougosl., (A), 10/12, 417-418, Zagreb.

Šikić, K., Basch, O. & Šimunić, An. (1979): Osnovna geološka karta list Zagreb i tumač osnovne geološke karte list Zagreb. 1:100 000. Sav. Geol. Zavod. Beograd.

Šimunić An., Pikija, M., Hećimović, I. (1983): Osnovna geološka karta SFRJ M 1:100.000, list Varaždin. Institut za geološka istraživanja Zagreb, Savezni geološki zavod Beograd.

Šimunić An., Pikija, M., Hečimović, I. i Šimunić Al. (1981): Osnovna geološka karta SFRJ M 1:100.000, Tumač za geološku kartu list Varaždin. Institut za geološka istraživanja Zagreb, Savezni geološki zavod Beograd.

Šimunić An., Šimunić Al. i Milanović, M. (1979): Geološka građa Ivanščice i Ravne gore. Geol. vjesnik, 31, 157-174, Zagreb.

Šimunić, A. (1992.): Geološki odnosi središnjeg dijela Hrvatskog Zagorja. Disertacija. Rud-geol.-naftni fak, 1 -189, Zagreb.

Šimunić, A., (2006): Geološke osobitosti hrvatskog Zagorja, Zagreb.

Šimunić, An. & Hećimović, I. (1980): Tektonski odnosi sjeverozapadne Hrvatske (Centralni dio Hrvatskog zagorja i dio Kalničkog prigorja). Fond stručne dokumentacije Hrvatskog geološkog instituta. Zagreb.

Šimunić, A., Pikija, M., Hečimović, I. (1982.): Osnovna geološka karta SFRJ, 1:100 000, list Varaždin L 33-69, Beograd.

Šimunić, A., Pikija, M., Hečimović, I. (1982.): Tumač za list OGK – Varaždin L 33-69, Beograd.

Šimunić, Al., Šimunić, An (1980): Petrografska sastav i geneza trijaskih naslaga Ivanščice, Kalnika i Ravne gore; Geološki vjesnik, 32, Zagreb, 243-253 str.

Šimunić, An., Šimunić, Al., (1997): Triassic Deposits of Hrvatsko Zagorje, Geologica Croatica, 50/2, 2 Figs, Zagreb, 243-250 str.

Šincek, D. (2011): Elaborat projekta "Praćenje populacija i kartiranje staništa biljnih svojstava: velika sasa (*Pulsatilla grandis*), alpski jaglac (*Primula auricula*), kranjski ljiljan (*Lilium carniolicum*), bazgov kačunak (*Dactylorhiza sambucina*) i ljetni jednoist (*Ophioglossum vulgatum*) na području Ivanščice, županija Krapinsko-zagorska". Izvještaj. Javna ustanova za upravljanje zaštićenim prirodnim vrijednostima Krapinsko-zagorske županije i Planinarsko društvo „Ravna gora“ Varaždin.

Šincek, D., Čičmir, R. i Borovečki-Voska, Lj. (2012): Elaborat projekta "Istraživanje i raščlanjivanje svojstava te rješavanje taksonomskih problema vezanih uz rod *Himantoglossum* (Orchidaceae) (*H. adriaticum* Baumann, *H. hircinum* (L.) Spreng. i *H. caprinum* Spreng.) u Republici Hrvatskoj". Izvještaj.



Wells, D.L. & Coppersmith, K.J. (1994): New empirical relationship among Magnitude, Rupture Length, Rupture Width, Rupture Area and Surface Displacement. Bull. Seismol. Soc. Am. Vol 84, No4, 974-1002.

Zagorac, Ž. (1975.): Interpretacija gravimetrijskog reziduala i njena primjena u području Savske i Dravske potoline. Disertacija Rud.-geol.-fak., Beograd, 1 - 86, Beograd.

Zaninović, K., Gajić-Čapka, M., Perčec Tadić, M. (2008): Klimatski atlas Hrvatske / Climate atlas of Croatia 1961–1990., 1971–2000. Državni hidrometeorološki zavod, Zagreb.

<http://www.pd-strahinjcica.hr/gorje/strahinjcica/>; 6.10.2016



HIDROGEOLOŠKA POTENCIJALNOST GORSKIH I PRIGORSKIH VODONOSNIKA NA
PODRUČJU ORLICE I IVANŠČICE U HRVATSKOM ZAGORJU



PRILOZI:

STRUKTURNO-GEOMORFOLOŠKI ODNOSI I UTJECAJ TEKTONSKIH POKRETA U OBLIKOVANJU RELJEFA

0 25 km

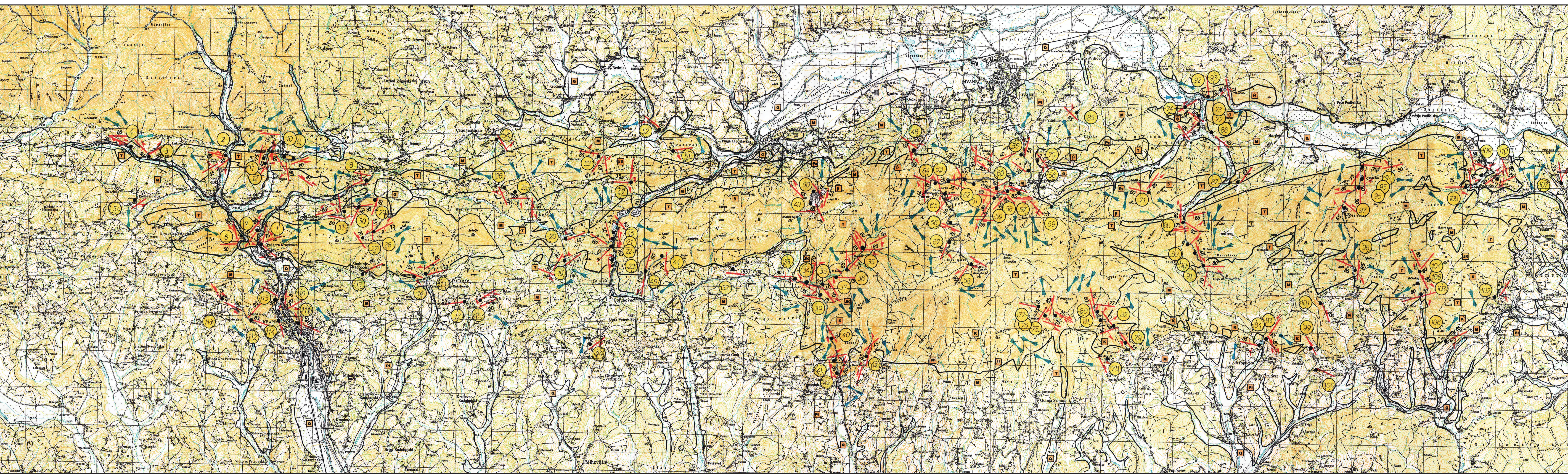
mjerilo: 1:25 000

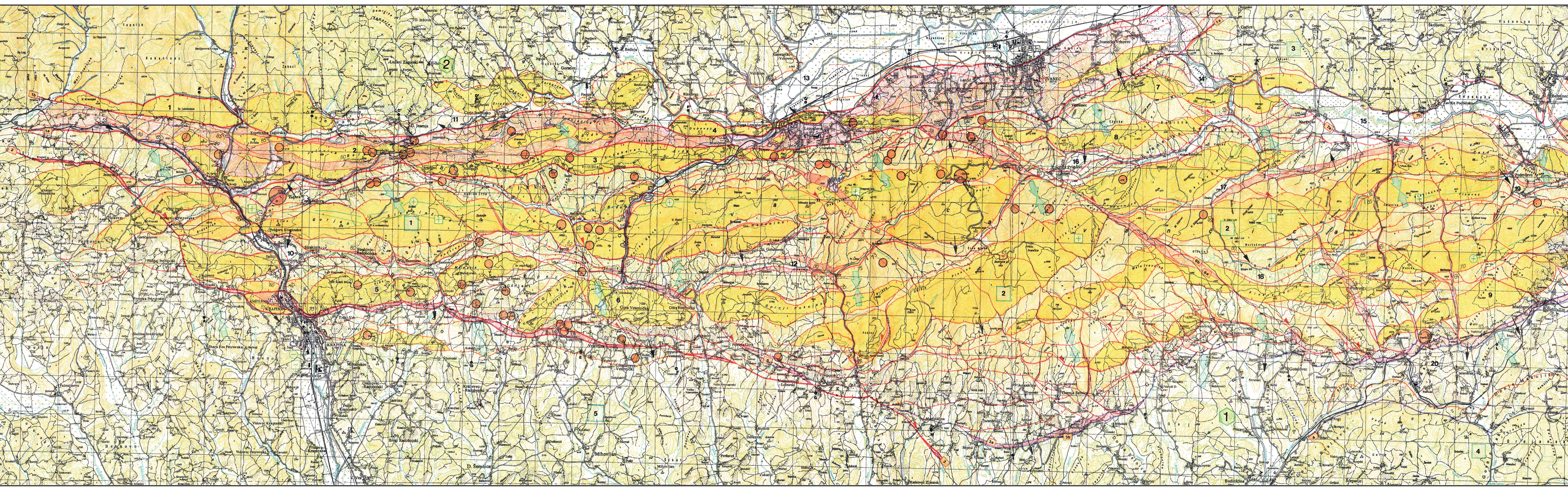


NAJVAŽNIJI STRUKTURNO-GEOLOŠKI PODACI

0 25 km

mjerilo: 25 000





**RECENTNI GEOLOŠKI
STRUKTURNI SKLOP
STRUKTURE, RASJEDI I
TEKTONSKA AKTIVNOST**

0 25 km

mjerilo: 1:25 000

Legenda:

A. STRUKTURE

- 1 - REVERSNE RASJEDI
- 2 - NORMALNE RASJEDI
- 3 - RASJEDI NEODREDENOG KARAKTERA
- 4 - KUT NAGIBA RASJEDA
- 5 - ZONE RASJEDA

B. RASJEDI

- 1 - NAJVAŽNI TEKTONSKI NAJAKTIVNI RASJEDI STRUKURNOG SKLOPA (a-b) GLAVNI RASJEDI I ZONA
- RASJEDI GRANIČNI STRUKTURNI JEDINICI STRAHINSČICA - IVANSČICA - KALNIK - VARAŽDINSKO TOPLIČKO GORJE - DUGO BRDO;
 - 1 - PERIADRATIK - DRAVA RASJED;
 - 2 - RASJED KAPINA - KALNIK
- RASJEDI GRANIČNI NAJVAŽNI RASJEDI KALNIKU:
 - 3 - RASJED LOPOR - NOVI MAROF;
 - 4 - RASJED MARETIĆ - LJUBIŠTICA
- NAJVAŽNJI RASJEDI SUSTAVA ZS - III DO SZ - JI KOJI PRESIJECAJU STRAHINSČICU IVANSČICU:
 - 5 - RASJED GALOVIĆ - GOLUBOVEC - PETROVA GORA;
 - 6 - RASJED VUGLOVCI - PRIGOREC - TOPLIČICA;
 - 7 - RASJED SALINOVEC - MARGČEAN - PODEVECO - OŠTRICE;
 - 8 - RASJED RADOVAN - BLETINIEC - PRESENO
- GLAVNI OGRANCI NAJVAŽNIJIH RASJEDA STRUKURNOG SKLOPA
- OSTALI VAŽNI RASJEDI STRUKURNOG SKLOPA
- NAJVAŽNI RASJEDI KOJI SE PRUŽAJU DUŽ VEĆIH LOKALNIH UZDUNUTIH STRUKURA STRAHINSČICE IVANSČICE I NJIHOVIH SREDJENIH DIOJAVA
- OSTALI RASJEDI KOJI SE PRUŽAJU DUŽ NAJISTAKNUTIJIH DUELOVA POJEDINIH STRUKURA, ZATIM PRATIĆI RASJEDI NAJVAŽNIJA I RASJEDI UNutar većih zona, te RASJEDI UNutar struktura i RASJEDI KOJI UKAZUJU NA POLOJAJE I POMAKE STRUKURA I NJIHOVIH DIOJAVA

C. TEKTONSKA AKTIVNOST

- ORIENTACIJA MAKSIMALNOG KOMPRESIJSKOG STRESA
- EPICENTRI POTRESA KOJI SE DOGODILI U ZADNJIM PEDESET GODINA:
 - MAGNITUDE: a - DO 3,4, b - 3,5 - 4,9
 - EPICENTRI NAJJAČIH POTRESA:
 - a - MAGNITUDE 5,2 - 5,6 KOJI SE DOGODIO NAKON 1901. GODINE;
 - b - INTENZITETA VIII MCS KOJI SE DOGODIO PRIJE 1960. GODINE
- NAJAKTIVNije DIONICE NAJVAŽNIJIH RASJEDA STRUKURNOG SKLOPA
- SMJER POMAKA DUELOVA STRUKTURA UZ POVRŠINU
- RASJEDI S PREDLAZAVAJUCOM HORIZONTALNOM KOMPONENTOM POMAKA KRILA
- GEOLOGSKI PROFIL

Područja i lokaliteti potencijalni
za daljnja hidrogeološka istraživanja

