Geomatematička analiza podataka pirolize površinskih uzoraka gornjojurskih naslaga područja Like i Dalmacije

Račić, Nikolina

Master's thesis / Diplomski rad

2017

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering / Sveučilište u Zagrebu, Rudarsko-geološko-naftni fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:169:237654

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**

Repository / Repozitorij:

Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering Repository, University of Zagreb

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
RUDARSKO–GEOLOŠKO–NAFTNI FAKULTET
Diplomski studij geologije

GEOMATEMATIČKA ANALIZA PODATAKA PIROLIZE POVRŠINSKIH UZORAKA GORNJOJURSKIH NASLAGA PODRUČJA LIKE I DALMACIJE

Diplomski rad

Nikolina Račić
G – 251

Zagreb, 2017. godine

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
RUDARSKO–GEOLOŠKO–NAFTNI FAKULTET
Diplomski studij geologije

GEOMATEMATIČKA ANALIZA PODATAKA PIROLIZE POVRŠINSKIH UZORAKA GORNJOJURSKIH NASLAGA PODRUČJA LIKE I DALMACIJE

Diplomski rad

Nikolina Račić
G – 251

Zagreb, 2017. godine

Sveučilište u Zagrebu
Rudarsko-geološko-naftni fakultet

Diplomski rad

GEOMATEMATIČKA ANALIZA PODATAKA PIROLIZE POVRŠINSKIH UZORAKA GORNJOJURSKIH NASLAGA PODRUČJA LIKE I DALMACIJE

NIKOLINA RAČIĆ

Diplomski rad izrađen: Sveučilište u Zagrebu
Rudarsko-geološko-naftni fakultet
Zavod za geologiju i geološko inženjerstvo
Pierottijeva 6, 10000 Zagreb

Sažetak

Istraživanje naftno-geološkog sustava često započinje sa pojavama ugljikovodika na površini terena. Upravo se veliki broj stijena s organskom tvari nalazi na površini u područjima Like i Dalmacije. U ovom radu kartirani su parametri pirolize gornjojurskih naslaga površinskih uzoraka matičnih stijena spomenutog područja. Vrijednosti parametara pirolize preuzete su iz doktorske disertacije dr. sc. gospođe Troskot-Čorbić. Kao rezultat dobivene su karte površinske rasprostranjenosti parametara pirolize na podlozi odgovarajućih listova Osnovnih geoloških karata te njihova interpretacija. Zaključeno je da bi se matične stijene boljih svojstava vjerojatno nalazile na većim dubinama ispod mlađih krednih slojeva te da bi to trebalo potvrditi analizom bušotinskih podataka, odnosno izradbom odgovarajuće smještenih bušotina.

Ključne riječi: piroliza, površinska rasprostranjenost, inverzna udaljenost, Dinaridi, Hrvatska
Diplomski rad sadrži: 31 stranicu, 3 tablice, 12 slika, 2 priloga i 16 referenci.
Jezik izvornika: hrvatski
Diplomski rad pohranjen: Knjižnica Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta, Pierottijeva 6, Zagreb

Mentor: Dr. sc. Josipa Velić, prof. emerita, RGNF
Ocjenjivači: Dr. sc. Josipa Velić, prof. emerita, RGNF
Dr. sc. Tomislav Malvić, izv. prof., RGNF
Dr. sc. Željko Andreić, red. prof., RGNF

Datum obrane: 17. 11. 2017., Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Sveučilište u Zagrebu

University of Zagreb Master's Thesis

Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering

GEOMATHEMATICAL ANALYSIS OF PYROLYSIS DATA FROM SURFACE SAMPLES OF UPPER JURASSIC SEDIMENTS IN LIKA AND DALMATIA AREA

NIKOLINA RAČIĆ

Thesis completed at: University of Zagreb
Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering
Institute of Mineralogy, Petrology and Mineral deposits
Pierottijeva 6, 10 000 Zagreb

Abstract

Exploration of petroleum system often begins with surface hydrocarbon occurrences. Many organic-rich sediments occur on the surface in Lika and Dalmatia area. In this study, parameters obtained from pyrolysis data of the Upper Jurassic source rocks are mapped. Pyrolysis data is derived from dr. sc. Mrs. Troskot-Čorbić doctoral thesis. Resulting mapped parameters are superimposed on basic geological maps and appropriate interpretation is suggested. As a result there are mapps of surface distribution of pyrolysis data on the background of appropriate Basic geological maps and its interpretation. Further geological studies could determine areas where these source rocks exist at greater depths and possibly enter more mature stages by drilling new exploration wells.

Keywords: Pyrolysis, surface distribution, inverse distance, Dinarides, Croatia

Thesis contains: 31 pages, 3 tables, 12 figures, 2 additions and 16 references.

Original in: Croatian

Thesis deposited in: Library of Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering, Pierottijeva 6, Zagreb

Supervisor: PhD Josipa Velić, Emerita Professor

Reviewers: PhD Josipa Velić, Emerita Professor
PhD Tomislav Malvić, Associate Professor
PhD Željko Andreić, Full Professor

Date of defence: 17th November, 2017. Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering, University of Zagreb

Zahvaljujem svojoj mentorici, dr. sc. Josipi Velić, prof. emerita, na vremenu, savjetima i podršci tijekom izrade diplomskog rada.

Hvala dr. sc. Tomislavu Malviću, izv. prof. na savjetima, posebno unutar područja geomatematike odnosno geostatistike.

Rad su pregledali, te dali korisne prijedloge kako ga poboljšati članovi Povjerenstva za obranu diplomskog rada doc. dr. sc. Ana Maričić i dr. sc. Duje Smirčić, kojima također zahvaljujem.

Hvala obitelji, mami Ružici na omogućenom studiranju i vjeri u uspjeh, te hvala svim dragim kolegama koji su taj period učinili divnim.

Svima Vam veliko hvala!

SADRŽAJ:

POPIS SLIKA ..... **II**

POPIS TABLICA ..... **III**

POPIS PRILOGA ..... **III**

1. UVOD **1**

2. ZEMLJOPISNI POLOŽAJ ISTRAŽIVANOG PODRUČJA **2**

3. GEOLOŠKE ZNAČAJKE ISTRAŽIVANOG PODRUČJA **3**

3.1.Geokemijska obrada matičnih stijena **5**

3.1.1. Rock Eval piroliza **5**

4. TEORETSKE OSNOVE O STATISTIČKOJ OBRADI GEOLOŠKIH PODATAKA **7**

4.1. Metode procjene pri izradi geoloških podataka **7**

4.1.1. Metoda inverzne udaljenosti **8**

5. REZULTATI **9**

5.1. Sjeverni dio istraživanog područja **10**

5.2. Južni dio istraživanog područja **16**

6. RASPRAVA I ZAKLJUČAK **21**

7. POPIS LITERATURE **24**

8. PRILOZI **26**

POPIS SLIKA:

Slika 2-1: Zemljopisni polozaj istraživanog područja (*http://geoportal.dgu.hr/*)..... 2

Slika 3-1: Pojednostavljeni stratigrafski stup Hrvatskog dijela Jadranskog bazena s formacijama i potencijalnim intervalima matičnih stijena (VELIĆ et al., 2015.) 4

Slika 3-2: Tijek pirolize s primjerom zapisa vrijednosti S_1, S_2 i S_3 (TISSOT & WELTE, 1978) 6

Slika 5-1: Karta postotnog udjela ugljika iz organskih spojeva dobivena metodom inverzne udaljenosti s ekvidistancijom 0,1 % C_{org} na podlozi isječka OGK lista Knin (Grimani et al., 1972)..... 11

Slika 5-2: Karta udjela ugljikovodika parametara S_1 i S_2 ekvidistancije 0,5 mg CH/g stijene na podlozi isječka OGK lista Knin (Grimani et al., 1972) 12

Slika 5-3: Karta udjela CO_2 iz parametra pirolize S_3 ekvidistancije 0,02 mg CO_2 /g stijene na podlozi isječka OGK lista Knin (Grimani et al., 1972) 13

Slika 5-4: Karta površinske rasprostranjenosti maksimalne temperature pirolize (Tmax/°C), ekvidistancije 0,2 °C na podlozi isječka OGK lista Knin (Grimani et al., 1972)..... 14

Slika 5-5: Isječak Osnovne geološke karte lista Knin (Grimani et al., 1972) šireg područja lokaliteta Palanka..... 15

Slika 5-6: Karta postotnog udjela ugljika iz organskih spojeva dobivena metodom inverzne udaljenosti s ekvidistancijom 0,2 % C_{org}, isječak OGK listova Drniš (Ivanović et al., 1977) i Sinj (Papeš et al., 1982)..... 17

Slika 5-7: Karta sadržaja ugljikovodika iz parametara pirolize S_1 i S_2 dobivena metodom inverzne udaljenosti s ekvidistancijom 1, isječak OGK listova Drniš (Ivanović et al., 1977) i Sinj (Papeš et al., 1982)..... 18

Slika 5-8: Karta udjela CO_2 iz parametra pirolize S_3 ekvidistancije 0,05 mg CH/g stijene, isječak OGK listova Drniš (Ivanović et al., 1977) i Sinj (Papeš et al., 1982)..... 19

Slika 5-9: Karta površinske rasprostranjenosti maksimalne temperature pirolize (T_{max}), ekvidistancije 4 °C, isječak OGK listova Drniš (Ivanović et al., 1977) i Sinj (Papeš et al., 1982)..... 20

POPIS TABLICA:

Tablica 5: Lokaliteti i oznake područja istraživanja 9

Tablica 5-1: Srednje vrijednosti rezultata pirolize za odabrane lokalitete 10

Tablica 5-2: Srednje vrijednosti rezultata pirolize za odabrane lokalitete 16

POPIS PRILOGA:

Prilog 1: Tablice početnih vrijednosti parametara pirolize za 9 lokaliteta sjevernog dijela istraživanog područja 26

Prilog 2: Tablice početnih vrijednosti parametara pirolize za 8 lokaliteta južnog dijela istraživanog područja 29

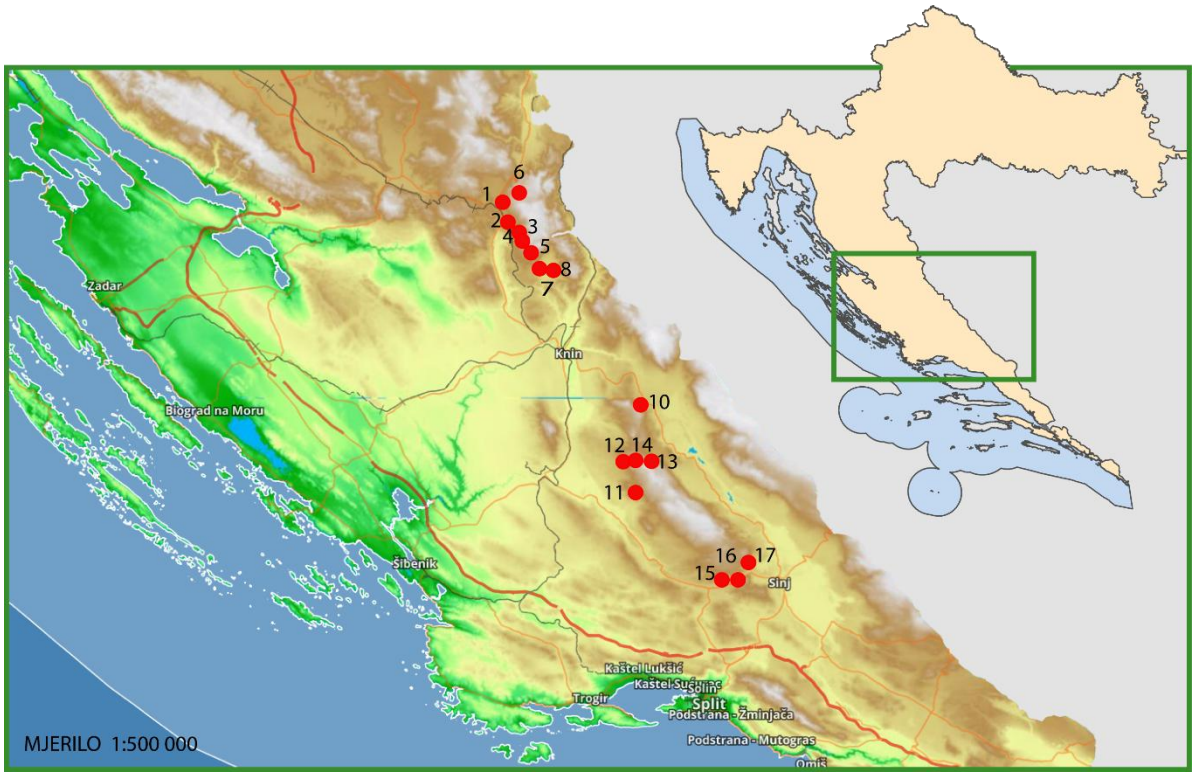
1. UVOD

Istraživanje naftno-geološkog sustava može započeti s pojavama ugljikovodika i matičnih stijena na površini. Kako bi došli do krajnjeg cilja odnosno pouzdanog modela zamke potencijalno ispunjene ugljikovodicima, između ostalih analiza kao što su stratigrafske i strukturne, izvode se i geokemijske analize. Cilj geokemijskih analiza je odrediti matični potencijal te povezanost matične stijene s akumulacijama ugljikovodika. Pri proučavanju organske tvari naftnomatičnih stijena koristi se postupak pirolize u kojem se stijena zagrijava do 550 °C, točnije *Rock Eval* piroliza (ESPITALIE et. al., 1985). Tim postupkom dobiju se količine slobodnih ugljikovodika termički oslobođenih na 250 °C (S_1) i ugljikovodika nastalih krekiranjem kerogena na 460 °C (S_2). Skupna količina opisanih ugljikovodika predstavlja ukupni naftni potencijal (S_1+S_2). Upravo ovi podatci uz temperaturu pri kojoj je došlo do maksimalne količine generiranja ugljikovodika (T_{max}) i sadržaj CO_2 nastao krekiranjem kerogena (S_3) korišteni su u ovom radu pri geomatematičkim analizama matičnih stijena područja Like i Dalmacije. Cilj rada je izraditi karte površinskih rasprostranjenosti parametara pirolize kako bi se bolje predočila svojstva izdanaka matičnih stijena na istraživanom području.

Iako na ovom području ne postoje svi uvjeti za akumulaciju komercijalnih količina ugljikovodika, geokemijske analize se provode u svrhu boljeg razumijevanja svojstava matičnih stijena.

2. ZEMLJOPISNI POLOŽAJ ISTRAŽIVANOG PODRUČJA

Na slici 2-1 prikazano je područje na kojem su prikupljeni uzorci stijena za analiziranje. Radi se o Vanjskim Dinaridima, o području Like i Dalmacije, geološki gledano o centralnom dijelu Jadranske karbonatne platforme gdje je u literaturi poznato Lemeško korito. Karta smjestišta izrađena je na Geoportalu Državne geodetske uprave (*http://geoportal.dgu.hr/*).



Slika 2-1: Zemljopisni položaj istraživanog područja (*http://geoportal.dgu.hr/*).

3. GEOLOŠKE ZNAČAJKE ISTRAŽIVANOG PODRUČJA

Istraživano područje Like i Dalmacije regionalno gledano pripada području Vanjskih tj. Krških Dinarida. To je područje koje je predmet mnogih geokemijskih istraživanja u svrhu utvrđivanja naftnomatičnog potencijala stijena na površini te njihove korelacije sa bušotinskim podacima.

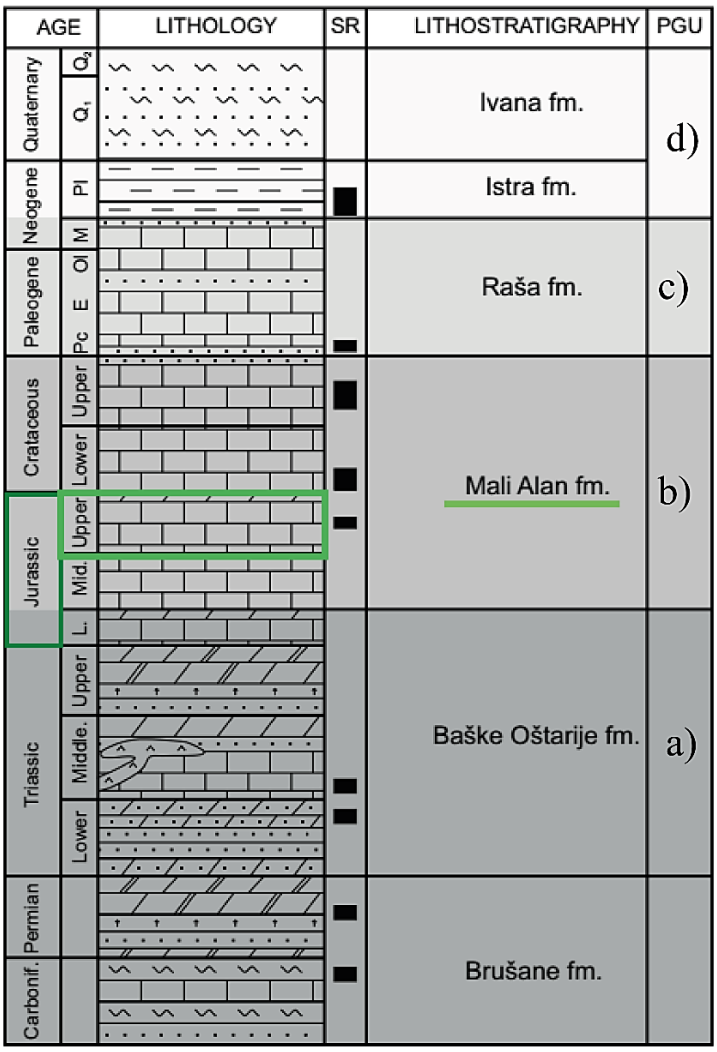
Vanjski Dinaridi su pretežno izgrađeni od karbonatnih stijena (vapnenaca i dolomita), sporadično i od klastita starosti mlađeg paleozoika, mezozoika i neogena. Te stijene su prvenstveno nastale taloženjem u plitkim morima. Da se radi o potencijalno naftonosnom području ukazivale su brojne pojave asfalta i taložnih stijena s primarnim organskim tvarima na površini terena (VELIĆ, 2007). Unutar ovoga rada analizirane su gornjojurske naslage obogaćene organskim tvarima zbog široke rasprostranjenosti na istraživanom području te mogućeg naftnogeološkog potencijala. Radi se pretežno o karbonatnim i karbonatno-rožnjačkim facijesima starosti od gornjeg oksforda do najstarijeg titona poznatih kao Lemeš naslage taložene unutar centralnog dijela jadranske karbonatne platforme (FURLANI, 1910; CHOROWICZ & GEYSSANT, 1972; VELIĆ et al., 2002).

U geološkoj povijesti krških Dinarida zabilježene su dvije glavne tektonske faze: ekstenzija u donjoj juri (toarcij) praćena formiranjem Jadranske karbonatne platforme te dezintegracija platforme u gornjoj kredi. Ove faze zajedno s promjenama u taložnom okolišu tijekom neogena i kvartara označavaju granice taložnih megasekvencija. Određene su četiri megasekvencije (slika 3-1): a) pred-platformna megasekvencija od gornjeg karbona do donje jure; b) donjojurska do gornjokredna megasekvencija koju obilježava Jadranska karbonatna platforma; c) post-platformna paleogenska i neogenska megasekvencija; d) pliocenska do holocenska megasekvencija (VELIĆ et al., 2015). Istraživane naslage prema tome pripadaju drugoj megasekvenciji, točnije formaciji Mali Alan.

Regionalna ekstenzijska tektonika za vrijeme toarcija rezultirala je raspadom Tetiske megaplatforme i formiranjem triju manjih, izoliranih platformi: Apeninske, Apulijske i Jadranske karbonatne platforme (VLAHOVIĆ et al., 2005).

Tijekom mlađe jure, već u oksfordu, započeli su prvi kompresijski pokreti koji su za posljedicu imali taloženje karbonata pretežno muljne potpore u okolišima karbonatne rampe. Na Jadranskoj karbonatnoj platformi središnji dijelovi blago tonu zbog tangencijalnih naprezanja te dolazi do stvaranja produbljenih prostora – Gorskokotarskog i Lemeškog

korita. Tijekom mlađe jure izmijenili su se različiti taložni okoliši od platformnih plićaka do gotovo bazenske sedimentacije omogućivši uvjete za taloženje karbonatnih naslaga obogaćenih organskom tvari. Lemeško korito se prostiralo preko današnjih lokaliteta od Karlovca, Bihaća, koritom rijeke Une, preko Ličke Plješivice, Udbine, Donjeg Lapca, Poštaka, Knina, Dinare i Svilaje do Dabra. Nastalo je u središnjem, dubljem dijelu karbonatne platforme te je imalo izravnu vezu s otvorenim oceanskim područjima (VELIĆ et al, 2002; VLAHOVIĆ et al., 2005).



Slika 3-1: Pojednostavljeni stratigrafski stup Hrvatskog dijela Jadranskog bazena s formacijama i potencijalnim intervalima matičnih stijena (VELIĆ et al., 2015)

3.1. Geokemijska obrada matičnih stijena

Kao što je već prethodno spomenuto, na ovom području ne postoje svi uvjeti za nakupljanje komercijalnih količina ugljikovodika, međutim analiziranje matičnih stijena koje se pojavljuju u velikom broju na površini pomaže u razumijevanju njihovih svojstava, te u stvaranju slike procesa koji su doveli do razvoja okoliša u kojem su taložene. Rezultati niza geokemijskih tehnika omogućavaju determinaciju matičnih stijena te procjenu njihove generativne sposobnosti, kao i njihove veze s prisutnim ugljikovodicima. Iz tog razloga su geokemijska istraživanja neophodna u definiranju naftnogeoloških odnosa određenog područja. Matična stijena definirana je kao bilo koja stijena koja je sposobna generirati i otpustiti ugljikovodike. Sposobnost generiranja ugljikovodika u matičnoj stijeni definirana je sadržajem kerogena, točnije sadržajem ugljika iz organske tvari (C_{org}) .

Proces maturacije stijena najbolje se prati pirolitičkim tehnikama. Najpoznatija od njih je *Rock Eval* piroliza (ESPITALIE et al., 1977).

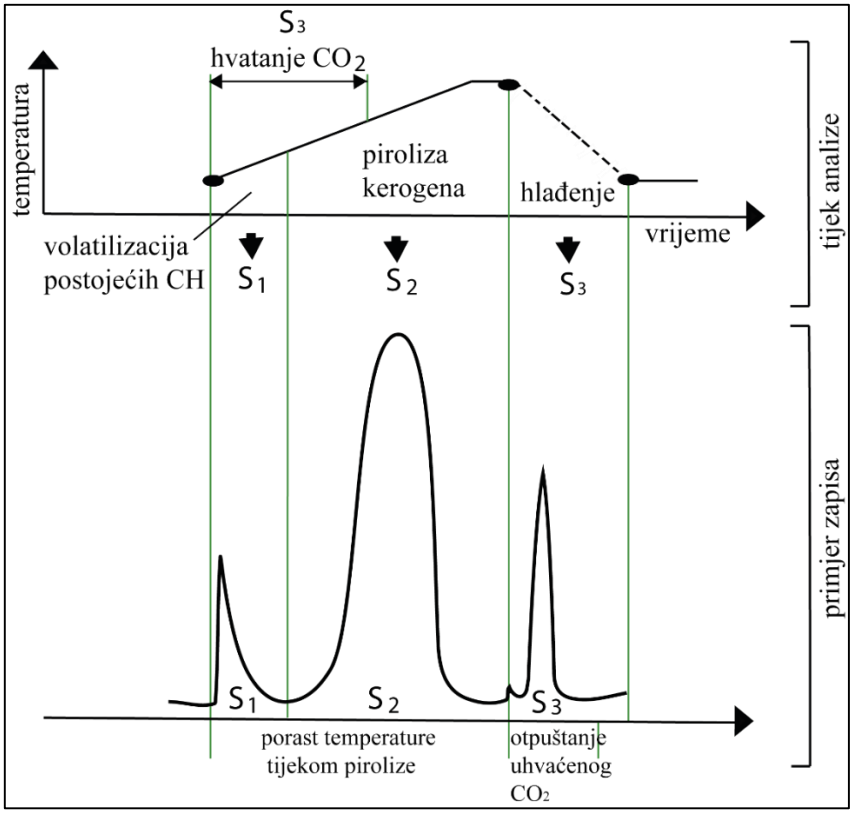
3.2. *Rock Eval* piroliza

Površinski uzorci stijena analizirani su na pirolizatorima prema postupcima koje je opisao ESPITALIE et.al (1977). Uzorak se smrvi u prah te se postupno zagrijava do 550 °C u atmosferi bez kisika kako bi došlo do njegove termalne razgradnje. Kada se dosegne temperatura od 250 °C dolazi do otpuštanja slobodnih ugljikovodika. Njihova količina se na dijagramu prikazuje kao pik S_1. Daljnjim zagrijavanjem do temperatura od 420 do 460 °C termalno se razgrađuje kerogen te nastaju ugljikovodici i spojevi slični ugljikovodicima koji predstavljaju preostali matični potencijal (pik S_2). Vrijednost, odnosno pik S_3 predstavlja količinu nastalog ugljičnog dioksida te indicira sadržaj kisika u kerogenu (slika 3-2). Najviša temperatura (T_{max} [°C]) pri kojoj se odvija maksimalno generiranje ugljikovodika iz analiziranog kerogena parametar je termalne zrelosti organske tvari. Ovim postupkom dobiveni su sljedeći parametri korišteni u daljnjim analizama:

- C_{org} (tež. %) – sadržaj ugljika iz organske tvari
- S_1 (mg CH/g stijene) – sadržaj slobodnih ugljikovodika u stijeni

- S_2 (mg CH/g stijene) – sadržaj ugljikovodika nastalih krekiranjem kerogena
- S_3 (mg CO_2/g stijene) – sadržaj CO_2 nastao krekiranjem kerogena
- T_{max} (°C) – maksimalna temperatura pirolize

Parametri su izdvojeni u tablicama te su korišteni u postupcima geomatematičke analize kako bi se utvrdila njihova površinska rasprostranjenost.



Slika 3-2: Tijek pirolize s primjerom zapisa vrijednosti S_1, S_2 i S_3 (TISSOT & WELTE, 1978)

4. TEORETSKE OSNOVE O STATISTIČKOJ OBRADI GEOLOŠKIH PODATAKA

U današnje vrijeme teško je zamisliti bilo kakvu obradu većeg broja brojčanih podataka bez uporabe statistike odnosno određenih programskih alata. Upravo se u geologiji često pojavljuje veliki broj mjerenja na većim kilometarskim, kao i manjim metarskim i centimentarskim dimenzijama. Iz tog razloga se razvijalo područje matematike i statistike unutar geologije nazvano zasebnim disciplinama geomatematika odnosno geostatistika. Bilo je potrebno mnoštvo različitih mjerenja prikazati u prostoru što točnije i preglednije slijedeći stečena geološka načela i znanja. Također se javlja i problem premalog broja podataka primjerice kod mjerenja načinjenih ispod površine pa je potrebno donijeti zaključke iz ograničenog skupa mjerenja. Upravo iz tog razloga posegnulo se za geomatematikom unutar izrade ovoga rada kako bi rezultati pirolize površinskih uzoraka na velikom području – području Like i Dalmacije bili odgovarajuće grupirani te kartirani.

4.1. Metode procjene pri izradi geoloških karata

Geološke karte, osim grafičkog prikaza nekog skupa podataka, alat su koji krajnjem korisniku na jednostavan i efikasan način omogućavaju procjenu pojedine varijable u prostoru. Za izradu interpolacijskih karata nužno je odrediti vrijednosti odabrane veličine na mjestima na kojima ta veličina nije mjerena. Ova procjena vrši se pomoću različitih interpolacijskih metoda od kojih svaka ima svoja matematička pravila. Prije odabira same metode kartiranja nužno je napomenuti kako se problemu može pristupiti s dva stajališta, **determinističkog** i **stohastičkog**. Dok su deterministički kartirane varijable za odabranu metodu uvijek jednoznačne, odnosno isti ulazni set podataka daje uvijek isti rezultat, stohastičko kartiranje kod istog ulaznog seta podataka daje različita rješenja. Različita rješenja rezultat su stohastičkog krigiranja koje daje uvid u nesigurnost procjene varijable u pojedinim ćelijama geološkog modela. Stohastičko kartiranje temelji se na krigiranju dok su najpoznatije metode procjene kod determinističke izrade karata uz krigiranje još i metoda inverzne udaljenosti, metoda najbližeg susjedstva i metoda lokalne sredine (MALVIĆ, 2008).

U ovom radu pomoću programa Surfer 8.0™ korištena je metoda inverzne udaljenosti budući da je dala najbolje rješenje za mali broj ulaznih podataka.

4.2.Metoda inverzne udaljenosti

Kod metode inverzne udaljenosti vrijednosti odabrane veličine na mjestima na kojima ta varijabla nije mjerena procjenjuju se prema jednostavnom matematičkom izrazu (jednadžba 4.1):

$$Z_{IU} = \frac{\frac{z_1}{d_1^p}+\frac{z_2}{d_2^p}+\cdots+\frac{z_n}{d_n^p}}{\frac{1}{d_1^p}+\frac{1}{d_2^p}+\cdots+\frac{1}{d_n^p}} \qquad \textit{Jednadžba 4.1}$$

pri čemu je:

Z_{IU} – procijenjena vrijednost,

$d_1 \ldots d_n$ – udaljenosti lokacija 1...*n* od mjesta procjene Z_{IU},

p – eksponent udaljenosti,

$z_1 \ldots z_n$ – stvarne vrijednosti na lokacijama 1...*n*.

Vidljivo je kako svaka točka utječe obrnuto proporcionalno njenoj udaljenosti od lokacije gdje se procjenjuje vrijednost. Broj točaka koje se uključuju u procjenu određen je radijusom kružnice postavljene oko određenog smjestišta. Rezultat metode velikim dijelom ovisi o vrijednosti eksponenta udaljenosti, a koja se najčešće postavlja na 2 jer je time oblik karte odnosno zaobljavanje linija najjednostavnije (MALVIĆ, 2008).

5. REZULTATI

Kao što je vidljivo u drugom poglavlju ovog rada područje istraživanja obuhvaća veliku površinu sa 17 lokaliteta Like i Dalmacije. Budući da su lokaliteti raspodjeljeni na sjevernije područje (lokaliteti 1 do 9) te na južnije (lokaliteti 10 do 17) i između njih nema mjerenja, zbog točnijeg i preciznijeg kartiranja bit će kartirani kao dva zasebna područja. U sljedećoj tablici (tablica 5) prikazana su njihova imena, koordinate i oznake.

Tablica 5: Lokaliteti i oznake područja istraživanja

Oznaka	Lokalitet	E	N
1	Knin-Rastičevo I	5587686	4901497
2	Knin-Rastičevo	5588043	4899842
3	Poštak	5588758	4898601
4	Poštak-Dimići	5589172	4897190
5	Poštak-Škundrići	5589800	4896297
6	Poštak-sjever	5588740	4902680
7	Poštak-halda	5589854	4895791
8	Poštak-Vištice	5590198	4895413
9	Palanka	5585654	4888894
10	Kijevo-Kozjak	5607612	4869768
11	Svilaja-Lemeš	5603972	4856054
12	Vrlika-Lemeš	5605748	4864059
13	Vrlika-Maovice	5610716	4863209
14	Sedlo Lemeš	5607550	4862622
15	Muć-Bulići	5617535	4844119
16	Muć-Bulići I	5619359	4844518
17	Plana	5622902	4845218

Budući da je broj podataka malen na oba područja kartiranja (skup ulaznih vrijednosti ne premašuje 15 podataka) primjena geostatistike može biti neprimjerena. U takvim slučajevima bolje rješenje se dobija primjenom nekih jednostavnijih metoda poput metode inverzne udaljenosti (MALVIĆ, 2008) koja će biti korištena u ovom radu.

Izračunate su srednje vrijednosti podataka pirolize uzoraka s pojedinih lokaliteta te su one kartirane kako bi se prikazala njihova površinska rasprostranjenost. Tablice sa početnim vrijednostima zbog preglednosti rada bit će prikazane u prilozima.

Redom će biti prikazane karte površinske rasprostranjenosti: sadržaja ugljika iz organskih tvari, ukupnog generativnog potencijala (S1 + S2), sadržaja ugljičnog dioksida nastalog krekiranjem kerogena te karta maksimalne temperature pirolize i to prvo za sjeverni potom za južni dio istraživanog područja.

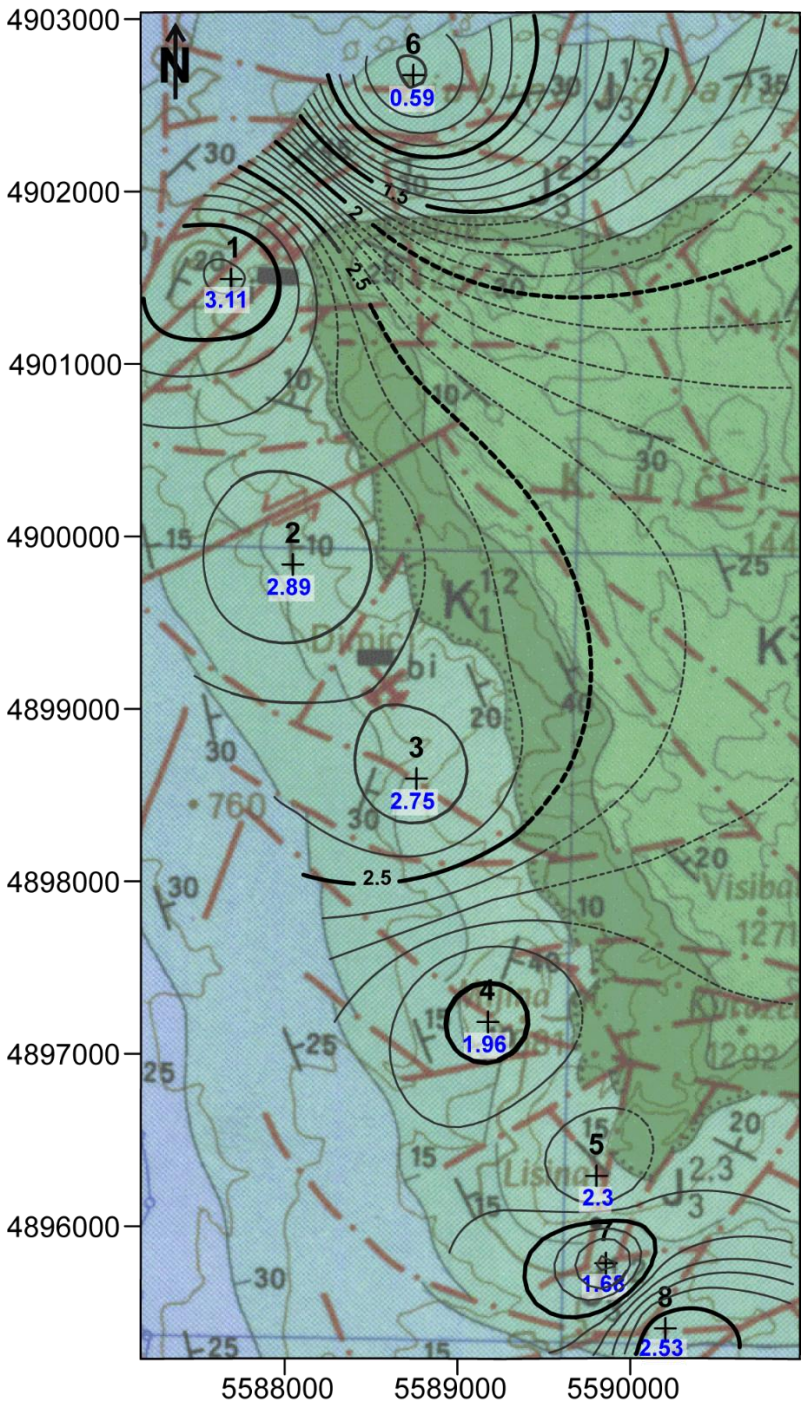
5.1. Sjeverni dio istraživanog područja

Sjeverni dio obuhvaća devet lokaliteta od točke Knin-Rastičevo I do Palanke. Na sljedećoj tablici prikazani su ulazni paramerti pirolize koji su potom kartirani.

Tablica 5-1: Srednje vrijednosti rezultata pirolize za odabrane lokalitete

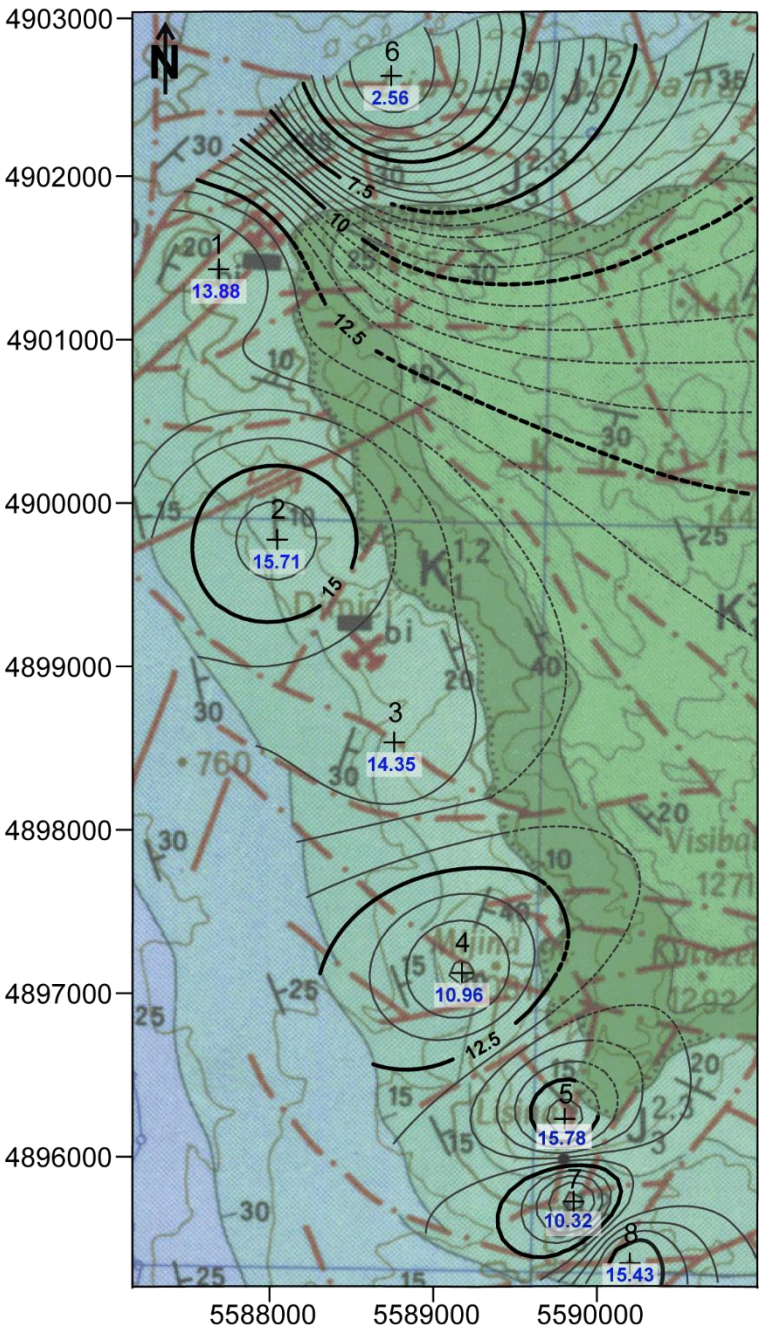
Oznaka	**C_{org}** težinski %	**S_1** mg HC/ g st	**S_2** mg HC/ g st	**$S_1 + S_2$** mg HC/ g st	**Tmax** °C	**S_3** mg CO_2/ g st
1	3,11	0,12	13,76	13,88	433,70	0,65
2	2,89	0,25	15,46	15,71	432,29	0,47
3	2,75	0,19	14,16	14,35	432,25	0,44
4	1,96	0,43	10,53	10,96	429,33	0,50
5	2,3	0,31	15,48	15,78	432,31	0,43
6	0,59	0,04	2,52	2,56	436,00	0,27
7	1,68	0,23	10,08	10,32	434,10	0,40
8	2,53	0,25	15,18	15,43	433,14	0,43
9	4,47	2,88	28,94	31,82	428,00	0,75

Na prvoj karti (slika 5-1) kartirane su vrijednosti sadržaja ugljika iz organskih spojeva i to za prvih osam lokaliteta. Radi se o području Poštaka, točnije naslagama gornje jure. Na područjima gdje naslage gornje jure nisu na površini izolinije će biti prikazane isprekidanom linijom. Na samom sjeveru oko vrha Poštak nalaze se guste izolinije što upućuje na veliku razliku u vrijednostima bliskih lokaliteta (lokaliteti 6 i 1). Upravo lokalitet 1 i pokazuje najvišu vrijednost ugljika iz organske tvari točnije 3,11 %. Na ostalim točkama vrijednost se kreće oko 2 % što i pokazuju izolinije koje su rjeđe na južnijem dijelu karte.



Slika 5-1: Karta postotnog udjela ugljika iz organskih spojeva dobivena metodom inverzne udaljenosti s ekvidistancijom 0,1 % C_{org} na podlozi isječka OGK lista Knin (Grimani et al., 1972)

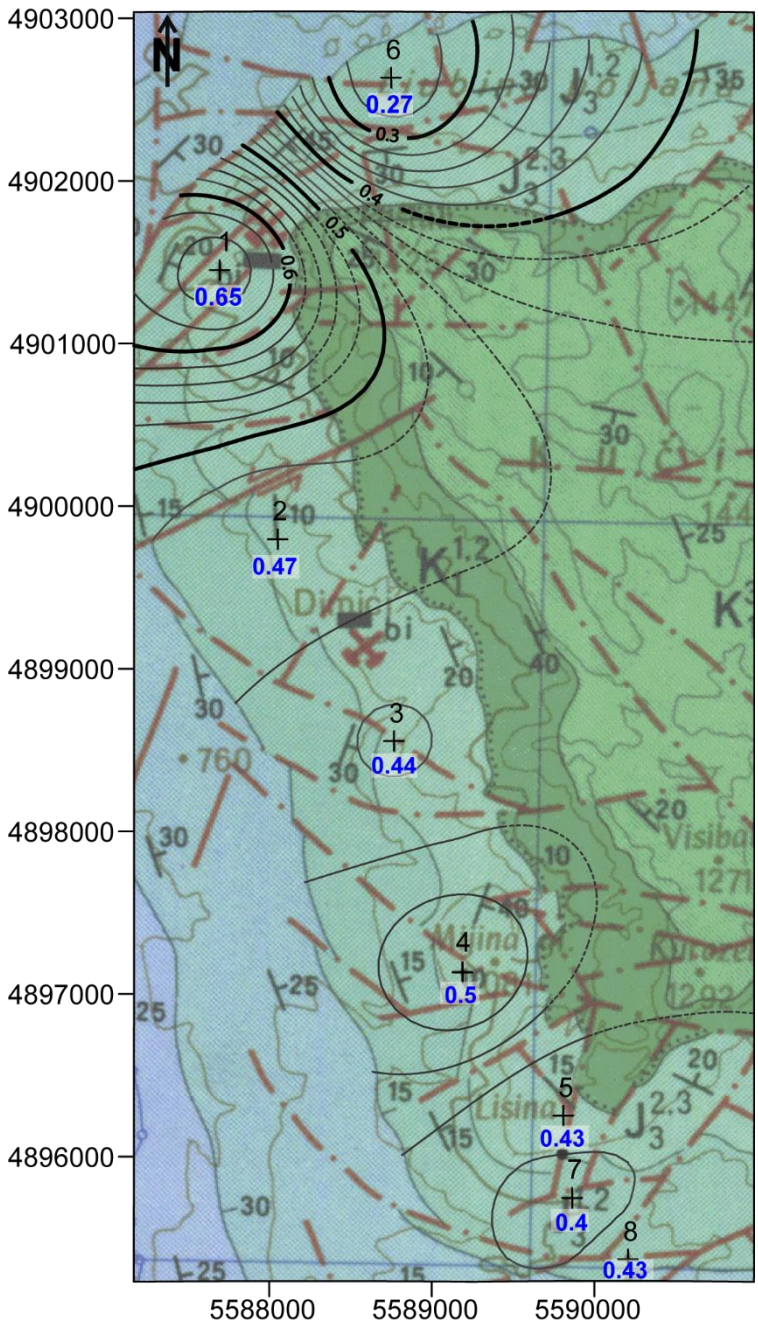
Druga karta (slika 5-2) prikazuje zbroj vrijednosti parametara S_1 i S_2 dobivenih iz pirolize. Ovakva vrijednost predstavlja ukupni generativni potencijal uzoraka istraživanih matičnih stijena.



Slika 5-2: Karta udjela ugljikovodika parametara S_1 i S_2 ekvidistancije 0,5 mg CH/g stijene na podlozi isječka OGK lista Knin (Grimani et al., 1972)

Kao što se može vidjeti oblik linija kartiranih parametara pirolize $S_1 + S_2$ prati oblike izolinija sa prve karte sadržaja ugljika iz organske tvari u uzorcima što je i bilo za pretpostaviti. Lokalitet 5 na lužnijem dijelu karte pokazuje najvišu vrijednost generativnog potencijala od 15,79 mg CH/ g stijene dok na lokalitetu 6 iznosi svega 2,56 mg CH/ g stijene.

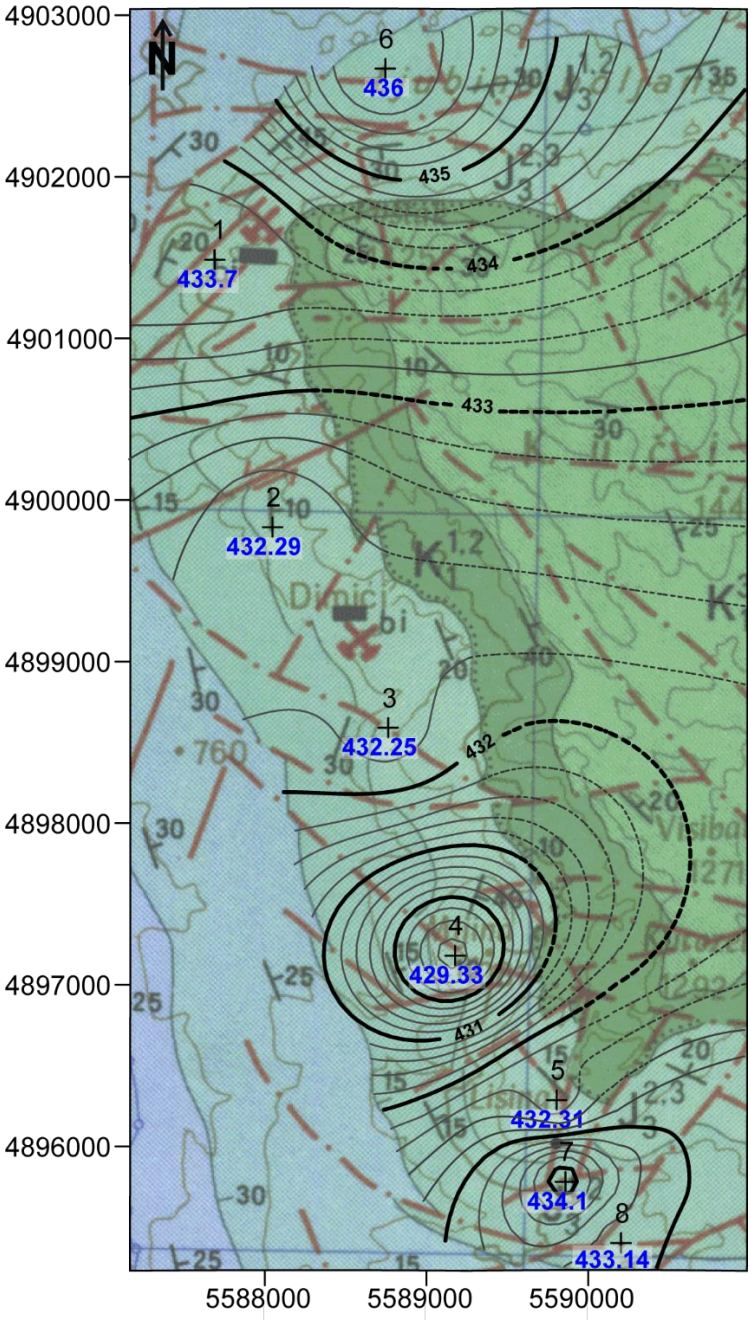
Upravo je i na prvoj karti baš na tom lokalitetu najniža vrijednost C_{org}. Na slici 5-3 prikazana je karta parametra S_3 točnije količine otpuštenog CO_2 nastalog krekiranjem kerogena.



Slika 5-3: Karta udjela CO_2 iz parametra pirolize S_3 ekvidistancije 0,02 mg CO_2 /g stijene na podlozi isječka OGK lista Knin (Grimani et al., 1972)

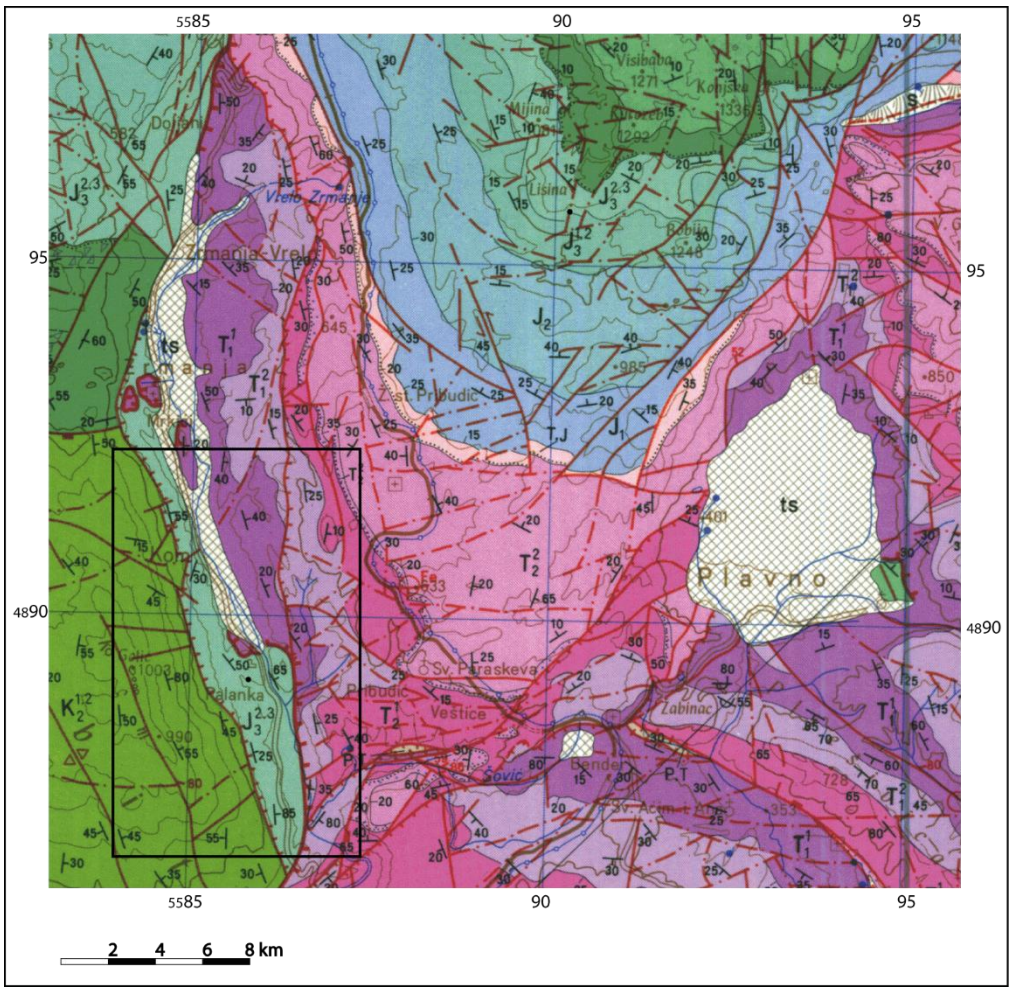
Ponavlja se jednaka situacija kao i na karti 5-1 saržaja ugljika iz organske tvari gdje lokalitet 1 ima najvišu vrijednost dok lokalitet 6 ima najnižu. Zbog toga se pojavljuje veliki

broj izolinija na tom području gdje je izražena promjenu vrijednosti na bliskim lokalitetima, dok se na ostatku karte vrijednosti kreću oko 0,4 mg CO_2 /g stijene. Na slici 5-4 kartirane su vrijednosti temperatura (T_{max} [°C]) pri kojima se odvija maksimalno generiranje ugljikovodika iz analiziranog kerogena. Lokalitet 6 pokazuje najvišu vrijednost temperature od 436 °C dok je ta vrijednost na lokalitetu 4 najniža, točnije 429,3 °C.



Slika 5-4: Karta površinske rasprostranjenosti maksimalne temperature pirolize (Tmax/°C), ekvidistancije 0,2 °C na podlozi isječka OGK lista Knin (Grimani et al., 1972)

Kao što se može vidjeti u tablici 5-1 lokalitet Palanka nije kartiran s ostalima budući da se nalazi značajno udaljenije od kartiranog područja. Također se između Palanke i ostalih lokaliteta prostiru starije naslage, točnije naslage trijasa i starije jure pa interpolacija podataka između ta dva područja nije moguća. Iz tog razloga na slici 5-5 prikazan je isječak područja Palanke s Osnovne geološke karte lista Knin.



Slika 5-5: Isječak Osnovne geološke karte lista Knin (Grimani et al., 1972) šireg područja lokaliteta Palanka

Ovaj lokalitet upravo predstavlja ekstrem u mjerenim vrijednostima pirolize svih lokaliteta sjevernog područja istraživanja. Količina ugljika iz organskih tvari iznosi 4,47 % dok vrijednosti parametara S_1 i S_2 više od dva puta premašuju vrijednosti prvih osam lokaliteta. Npr. vrijednost $S_1 + S_2$ iznosi 31,82 mg CH/g stijene dok za usporedbu prva manja vrijednost tog parametra iznosi svega 15,78 mg CH/g stijene.

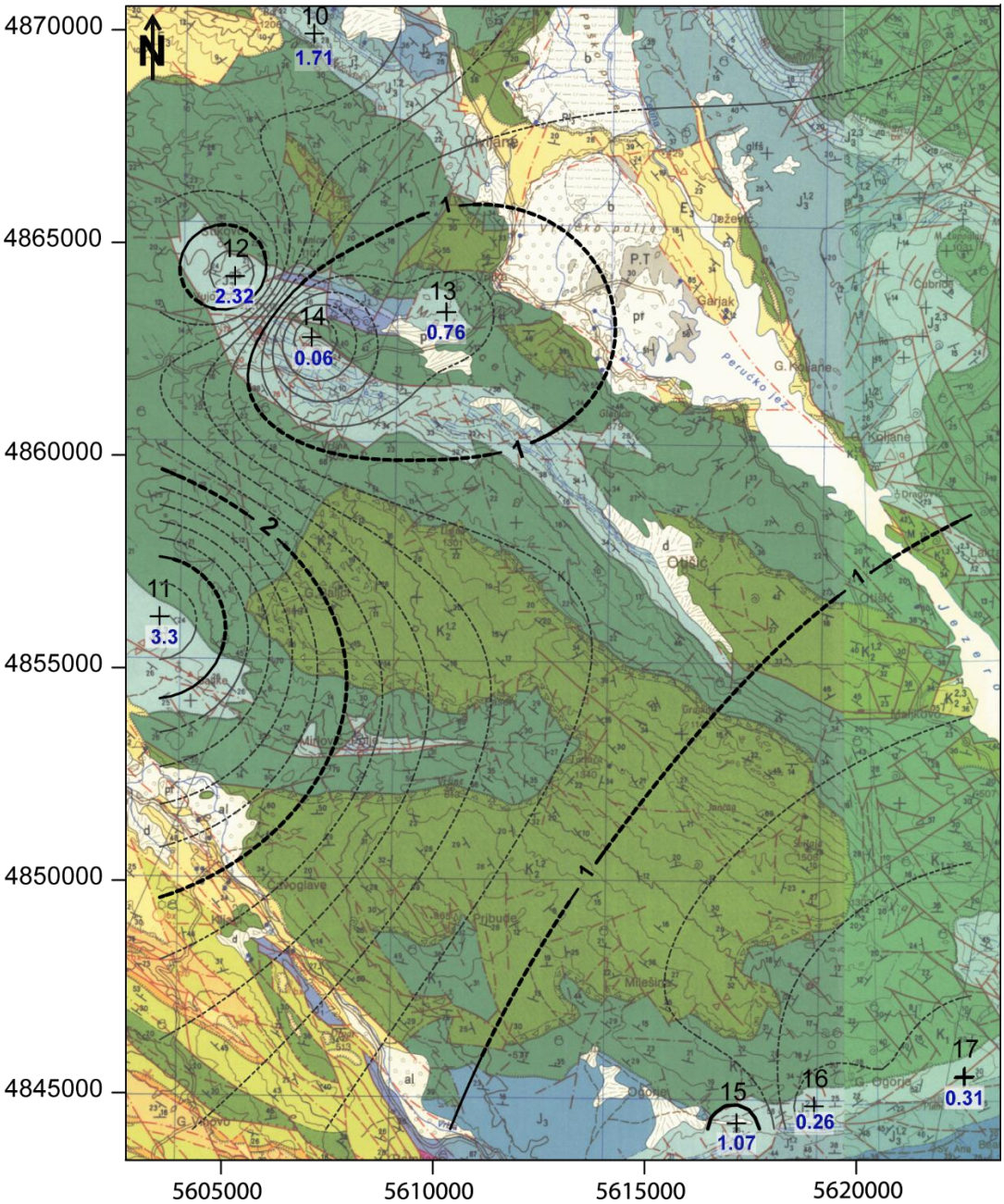
5.2. Južni dio istraživanog područja

Južni dio područja istraživanja obuhvaća osam lokaliteta i to od točke Kijevo-Kozjak do točke Plana. Na tablici 5-2 prikazani su ulazni paramerti pirolize koji su potom kartirani.

Tablica 5-2: Srednje vrijednosti rezultata pirolize za odabrane lokalitete

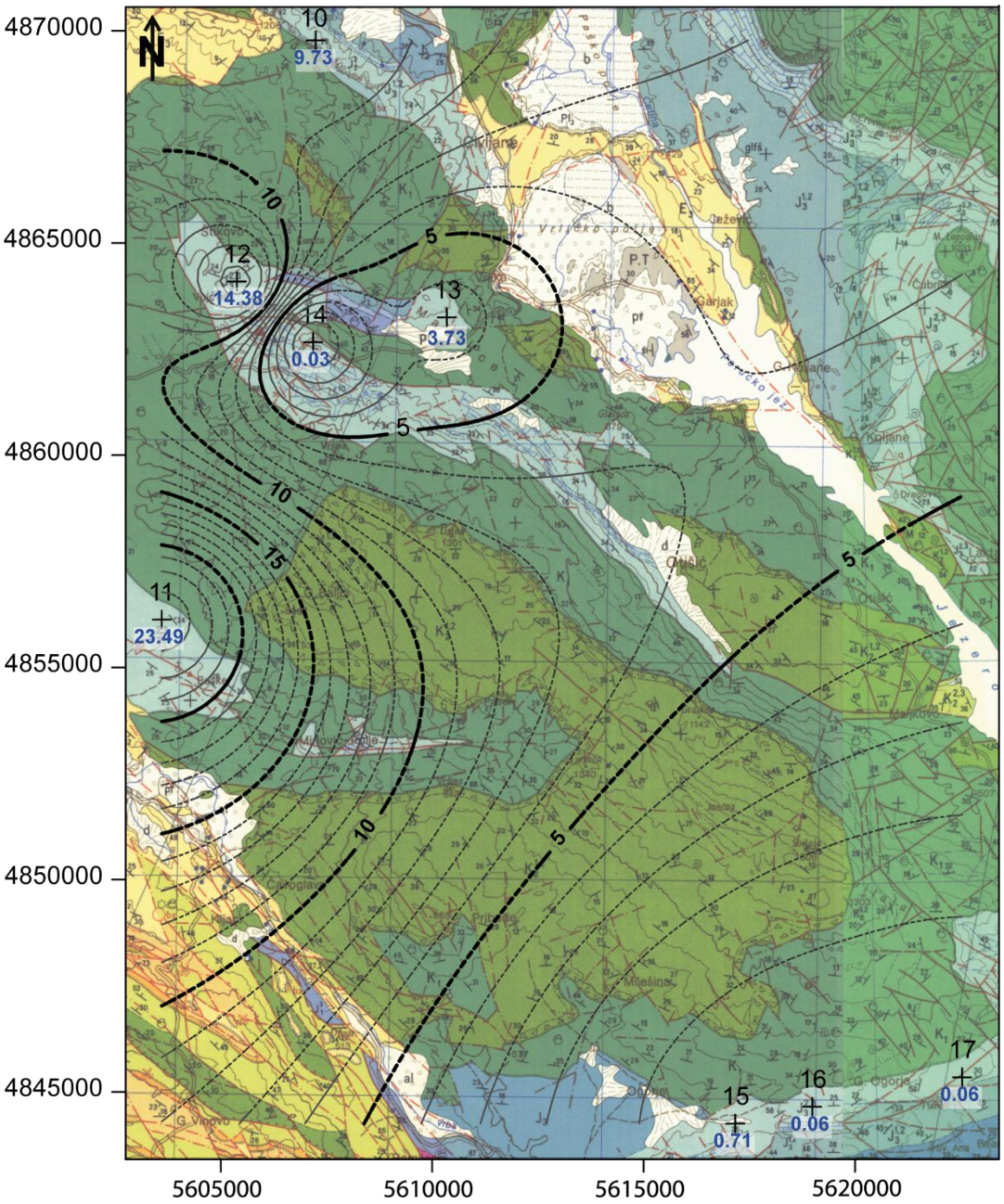
Oznaka	**C_{org}** težinski %	**S_1** mg HC/ g st	**S_2** mg HC/ g st	**$S_1 + S_2$** mg HC/ g st	**Tmax** °C	**S_3** mg CO_2/ g st
10	1,71	0,11	9,62	9,73	418,50	0,85
11	3,30	0,31	23,18	23,49	414,63	1,80
12	2,32	0,15	14,23	14,38	413,50	0,81
13	0,76	0,02	3,72	3,73	424,00	0,56
14	0,06	0,00	0,03	0,03	451,40	0,24
15	1,07	0,02	0,69	0,71	387,50	0,64
16	0,26	0,01	0,05	0,06	399,00	0,39
17	0,31	0,01	0,05	0,06	367,00	0,36

Na prvoj karti (slika 5-6) kartirane su vrijednosti sadržaja ugljika iz organskih spojeva. Kao podloga su korišteni dijelovi listova Osnovne geološke karte Drniš i Sinj, preciznije radi se o području naslaga gornje jure zapadno od Perućkog jezera. Najviša vrijednost nalazi se na lokalitetu 11 i to 3,3 % dok je najniža vrijednost 0,06 % lokaliteta 14.



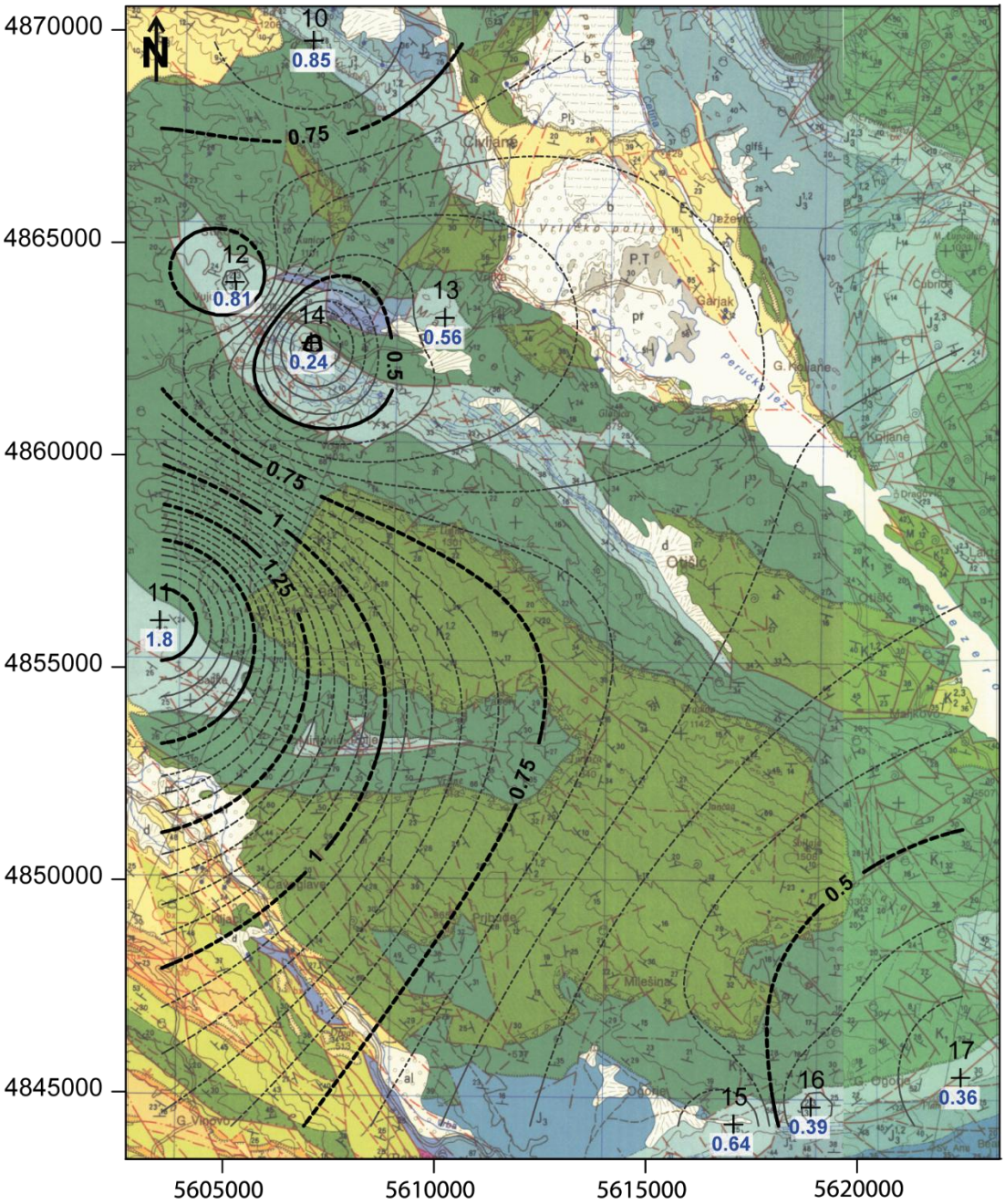
Slika 5-6: Karta postotnog udjela ugljika iz organskih spojeva dobivena metodom inverzne udaljenosti s ekvidistancijom 0,2 % Corg, isječak OGK listova Drniš (Ivanović et al., 1977) i Sinj (Papeš et al., 1982)

Na slici 5-7 kartirana je površinska rasprostranjenost zbroja parametara S_1 i S_2. Kao i na prethodnoj karti lokalitet 11 pokazuje najvišu vrijednost od 23,49 mg CH/g stijene, dok je ponovno na lokalitetu 14 vrijednost najniža (0,06 mg CH/g stijene). Osim lokaliteta 14 većinom se na sjevernom dijelu karte nalaze maksimalne vrijednosti dok se na južnom dijelu oko lokaliteta Plana nalaze najniže vrijednosti količine ugljikovodika po gramu stijene.



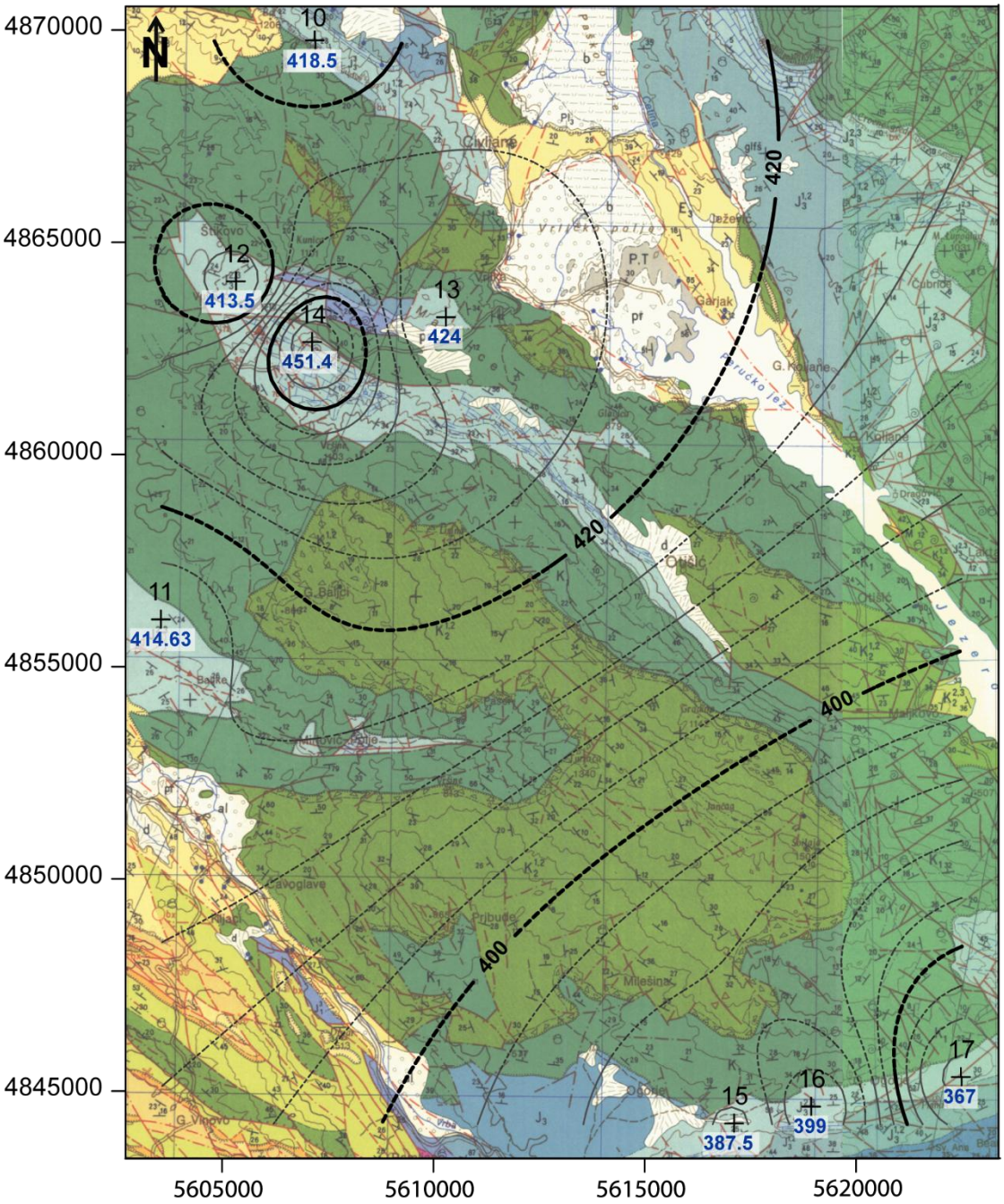
Slika 5-7: Karta sadržaja ugljikovodika iz parametara pirolize S_1 i S_2 dobivena metodom inverzne udaljenosti s ekvidistancijom 1 , isječak OGK listova Drniš (Ivanović et al., 1977) i Sinj (Papeš et al., 1982)

Na sljedećoj slici (slika 5-8) kartiran je parametar S_3 koji upućuje na sadržaj CO_2 nastao krekiranjem kerogena. Najniža vrijednost nalazi se na lokalitetu 14 s 0,24 mg CO_2/g stijene dok je najviša vrijednost 1,8 mg CO_2/g stijene zabilježena na lokalitetu 11.



Slika 5-8: Karta udjela CO_2 iz parametra pirolize S_3 ekvidistancije 0,05 mg CH/g stijene, isječak OGK listova Drniš (Ivanović et al., 1977) i Sinj (Papeš et al., 1982)

Slika 5-9 prikazuje kartu površinske rasprostranjenosti maksimalnih temperatura pirolize. Vrijednosti se nalaze između 367 °C lokaliteta 17 i 451,4 °C na lokalitetu 14. Na ovoj karti vidljivo je da su niže temperature grupirane na južnijem dijelu karte dok su na sjevernijem tepmerature više od 400 °C.



Slika 5-9: Karta površinske rasprostranjenosti maksimalne temperature pirolize (T_{max}/°C), ekvidistancije 4 °C, isječak OGK listova Drniš (Ivanović et al., 1977) i Sinj (Papeš et al., 1982)

6. RASPRAVA I ZAKLJUČAK

Kao rezultat dobiveno je osam karata izrađenih metodom inverzne udaljenosti koja se pokazala kao najbolja u ovom slučaju s malim brojem kartiranih vrijednosti te bez njihove prostorne zavisnosti. Prve četiri karte obuhvaćaju područje prvih osam istraživanih lokaliteta, točnije od točke Knin-Rastičevo I do točke Poštak-Vištice koji se nalaze na području od približno 28 km^2. Prva karta – postotnog udjela ugljika iz organskih spojeva (slika 5-1) pokazuje najnižu vrijednost na najsjevernijoj točki Poštaka (lokalitet 6 sa 0,59 C_{org}). Južnije od ovog lokaliteta izolinije su guste prema lokalitetu 1 koji je upravo točka s najvišom vrijednosti od 3,11 % C_{org}. Na ostalim lokalitetima vrijednost se kreće približno oko 2% točnije u intervalu od 1,68 do 2,89%. Prema tablici 6-1 većina uzoraka ima skromnu te moguću dobru do izvrsnu matičnu moć. Druga karta (slika 5-2) koja predstavlja zbroj vrijednosti parametara pirolize S_1 i S_2 prati oblike i raspored izolinija s prve karte. Ovakva situacija je očekivana budući da sadržaj kerogena, odnosno ugljika iz organskih spojeva upravo utječe na sposobnost matične stijene da generira ugljikovodike odnosno naftu. Vrijednosti se kreću između 2,56 i 15,78 mg CH/g stijene te treba uzeti u obzir da je lokalitet 6 s vrijednošću 2,56 ekstrem te da su sve ostale vrijednosti veće od 10 mg CH/g stijene.

Tablica 6-1: Naznake matične moći prema sadržaju ukupnog ugljika iz organskih spojeva (WAPLES, 1985)

Sadržaj ukupnog ugljika iz organskih spojeva	Značaj uzorka kao matične stijene
manje od 0,5%	neznatna
0,5 do 1,0%	moguća mala
1,0 do 2,0%	moguća skromna
više od 2%	moguća dobra do izvrsna

Količina CO_2 koja nastaje tijekom procesa pirolize prikazana je na trećoj karti (slika 5-3). Njegova količina indicira sadržaj kisika u kerogenu. Lokalitet 6 ponovno iskazuje najnižu vrijednost i to 0,27 mg CO_2/ g stijene te se ponavlja slučaj gustih izolinija prema lokalitetu 1 od 0,65 mg CO_2/g stijene. Južniji lokaliteti imaju vrijednosti oko 4 mg CO_2/g

stijene te su izolinije iz tog razloga rijetke. Treba uzeti u obzir da karbonatni uzorci često pokazuju velike vrijednosti parametra S_3 (VELIĆ, 2007).

Tablica 6-2: Stadiji zrelosti kerogena ovisno o temperaturi pri kojoj tijekom pirolize dolazi do maksimalnog izdvajanja ugljikovodika (VELIĆ, 2007)

T_{max}	Stadij zrelosti kerogena
manja od 435 °C	nezreli stadij
435 do 465 °C	zona nastajanja nafte
veća od 465 °C	zona nastajanja plina

Na slici 5-4 prikazana je karta površinske rasprostranjenosti maksimalne temperature pirolize. To je temperatura pri kojoj tijekom pirolize dolazi do maksimalnog izdvajanja ugljikovodika. Vrijednost joj raste s porastom zrelosti kerogena što je vidljivo u tablici 6-2. Najveći broj vrijednosti upućuje na graničnu zrelost odnosno prijelazni stupanj dijageneze u katagenezu jer se vrijednosti kreću u relativno uskom intervalu između 429,33 i 436 °C. Prema tome bi samo najsjevernija vrijednost karte odnosno planine Poštak spadala u zreli stadij zone nastajanja nafte. Na do sada opisane četiri karte, koje ujedno predstavjaju sjeverni dio istraživanog područja, primjećuje se velika razlika u bliskim vrijednostima najsjevernijih lokaliteta. Prema tome trebalo bi progustiti uzorkovanje te provjeriti radi li se zaista o takvom skoku vrijednosti ili su one ipak na malim udaljenostima značajno varijabilne. Isprekidanim izolinijama interpolirana su područja na kojima se gornjojurske naslage ne nalaze na površini. Na tim područjima stijene koje imaju povišen sadržaj organske tvari moguće imaju i bolja svojstva koja bi trebalo dokazati analizom bušotinskih podataka. Bolja svojstva imaju zbog promjene izvorne organske tvari uzrokovane atmosferskim djelovanjem koje često dovodi do smanjenja sadržaja organskog ugljika i topive organske tvari, kao i do oksidacijske degradacije koja povećava sadržaj kisika u kerogenu (WAPLES, 1984).

Kao što se može vidjeti u tablici 5-1 lokalitet Palanka nije kartiran sa ostalim lokalitetima sjevernog područja istraživanja budući da se nalazi značajno udaljenije od kartiranog područja. Također se između Palanke i ostalih lokaliteta prostiru starije naslage, točnije naslage trijasa i starije jure pa interpolacija podataka između ta dva područja nije moguća. Područje je to u blizini tektonskog okna Plavno gdje je došlo do navlačenja starijih naslaga na mlađe što dodatno otežava interpretaciju podzemlja (GRIMANI et. al., 1972). Ovaj lokalitet upravo predstavlja ekstrem u mjerenim vrijednostima pirolize svih lokaliteta sjevernog područja istraživanja. Količina ugljika iz organskih tvari iznosi 4,47 % što ukazuje

na dobru do izvrsnu matičnu moć uzorka. Vrijednosti ukupnog generativnog potencijala od 31,82 mg CH/g stijene više od dva puta premašuje vrijednosti prvih osam lokaliteta.

Nakon opisane prve četiri karte područja Poštaka slijede istovjetne četiri karte za južni dio istraživanog područja. Južni dio obuhvaća veću površinu od približno 416 km^2 unutar kojeg se nalaze mala područja površinskih gornjojurskih naslaga. Kartirano je osam lokaliteta od točke Kijevo-Kozjak do točke Plana. Prva karta (slika 5-6) prikazuje postotni udio ugljika iz organskih spojeva u rasponu vrijednosti od 0,06 do 3,3%. Gotovo svi uzorci pokazuju neznatnu do moguću malu matičnu moć. Uzorci su grupirani na lokalitetima gdje je bilo moguće površinsko uzorkovanje gornjojurskih naslaga te bi svakako trebalo na temelju bušotinskih podataka potvrditi interpolirana područja preko naslaga gornje krede. Također bi trebalo uzorkovati naslage prikazane na gornjem desnom dijelu karte da bi se upotpunila procjena. Sukladno toj karti i druga karta (slika 5-7) u odnosu na sjeverni dio pokazuje niže vrijednosti ukupnog generativnog potencijala. Vrijednosti se kreću od 0,06 do 23,49 mg CH/g stijene. Na slici 5-8 prikazana je karta sadržaja CO_2 nastalog krekiranjem kerogena. Vrijednosti su nešto više nego što su na karti sjevernog područja istraživanja, maksimalna vrijednost je 1,8 dok je minimalna 0,24 mg CO_2/g stijene. Zadnja karta prikazuje površinsku rasprostranjenost maksimalne temperature pirolize koja je ponovno vrijednostima slična kao i karta sjevernog područja. Ipak maksimalna vrijednost od 451°C spada u zreliji stadij kerogena. Međutim ostale vrijednosti poklapaju se sa granicom dijageneze i katageneze.

Zaključak za oba područja istraživanja je da treba detaljnije analizirati naslage perspektivnih područja, prvenstveno bušotinskih podataka budući da se gornjojurske naslage često nalaze prekrivene mlađim. Geotermalni gradijent na ovom području iznosi približno 1,5 °C na 100 metara pa se nalazi ugljikovodika očekuju na većim dubinama što otežava proces bušenja (VELIĆ, 2007). Daljnja naftnogeološka istraživanja morala bi utvrditi strukturne i tektonske odnose na širem području kako bi se moglo doći do matičnih stijena koje se pojavljuju na većim dubinama i u zrelijim stadijima.

7. POPIS LITERATURE

CHOROWICZ, J. & GEYSSANT, J. (1972): Présence des couches de Lemeš (calcaires à Ammonites subméditerranéennes du Malm) dans le Lika (Croatie, Yugoslavie). C. R. Acad. Sc. Paris, 275, 731-734.

ESPITALIE, J., DEROO, G. & MARQUIS, F. (1985): Rock Eval pyrolysis and its applications. Institut Francais du Petrole, 72 p.

ESPITALIE, J., LAPORTE, J.L., MADEC, M., MARQUIS, F., LEPLAT, P., PAULET, J. & BOUTEFEU, A. (1977): Méthode rapide de caractérisation des roches mères du leur potentiel pétrolier et de leur degré d'évolution. Rev. Inst. Franc. Petrole, 32, 23-42.

FURLANI, M. (1910): Die Lemeš-schichten. Ein Beitrag zur Kenntnis der Juraformation in Mitteldalmatien. Jahrb. Geol. Reichsanst., 60/1, 67-98.

GRIMANI, I., ŠIKIĆ, K. & ŠIMUNIĆ, A. (1972): Osnovna geološka karta 1:100.000. List Knin, L33-129. Institut za geološka istraživanja Zagreb (1962-1966), Savezni geološki zavod, Beograd.

IVANOVIĆ, A., SIKIRICA, V., MARKOVIĆ, S. & SAKAČ, K. (1977): Osnovna geološka karta 1:100.000, list Drniš, L33-141. Institut za geološka istraživanja zagreb (1967.1972), Savezni geološki zavod, Beograd.

MALVIĆ, T. (2008): Primjena geostatistike u analizi geoloških podataka. Sveučilište u Zagrebu, Rudarsko-geološko-naftni fakultet, 99 str., Zagreb.

PAPEŠ, J., MARINKOVIĆ, R. & RAIĆ, V. (1982): Osnovna geološka karta 1:100.000, list Sinj, L33-142. Institut za geološka istraživanja Zagreb (1971.1976), Savezni geološki zavod, Beograd.

TISSOT, B.P., & WELTE, D.H. (1978): Petroleum formation and occurence: a new approach to oil and gas exploration. Springer-Verlag, Berlin, 538 str.

TROSKOT-ČORBIĆ, T. (2011): Organski facijesi u gornjojurskim naslagama Gorskog Kotara, Like i Dalmacije. Doktorski rad, Sveučilište u Zagrebu, Rudarsko-geološko-naftni fakultet, 264 str.

VELIĆ, I., VLAHOVIĆ, I. & MATIČEC, D. (2002): Depositional sequences and paleogeography of the Adriatic Carbonate Platform. Mem. Soc. Geol. It., 57, 141-151.

VELIĆ, J., MALVIĆ, T., CVETKOVIĆ, M & VELIĆ, I. (2015): Stratigraphy and Petroleum Geology of the Croatian part of the Adriatic basin. Journal of Petroleum Geology, 281-300.

VELIĆ, J. (2007): Geologija ležišta nafte i plina. Sveučilište u Zagrebu, Rudarsko-geološko-naftni fakultet, 342 str., Zagreb.

VLAHOVIĆ , I., TIŠLJAR, J., VELIĆ, I. & MATIČEC D. (2005): Evolution of the Adriatic Carbonate Platform: Palaeogeography, main events and depositional dynamics. 220, 333-360.

WAPLES, D. W. (1984): Geochemystry in Petroleum Exploration. IHRD, Boston, 232 p.

Internet izvori:

Državna geodetska uprava: Geoportal Državne geodetske uprave [ONLINE], dostupno na: http://www.geoportal.dgu.hr [03.11.2017.]

PRILOZI:

Prilog 1: Tablice početnih vrijednosti parametara pirolize za 9 lokaliteta sjevernog dijela istraživanog područja

Lokalitet Oznaka uzorka	C_{org} %	S_1 mg HC/ g st	S_2 mg HC/ g st	Tmax °C	S_3 mg CO_2/ g st
Knin-Rastičevo I					
1	0,41	0,10	1,59	433,00	0,23
2	2,48	0,11	9,14	433,00	0,73
3	5,15	0,11	26,05	436,00	0,66
5	5,78	0,14	24,56	432,00	1,26
6	3,07	0,17	12,62	434,00	0,86
7	5,35	0,14	25,85	435,00	0,54
8	2,94	0,05	9,40	432,00	1,08
9	4,93	0,25	24,34	435,00	0,57
10	0,53	0,11	2,07	433,00	0,28
12	0,50	0,04	1,95	434,00	0,30
sr. vrij.	**3,11**	**0,12**	**13,76**	**433,70**	**0,65**

Lokalitet Oznaka uzorka	C_{org} %	S_1 mg HC/ g st	S_2 mg HC/ g st	Tmax °C	S_3 mg CO_2/ g st
Knin-Rastičevo					
24	0,42	0,22	2,55	429,00	0,28
27	2,84	0,81	15,05	433,00	0,45
29	0,33	0,19	1,57	425,00	0,30
30	9,00	0,27	53,39	435,00	1,04
31	2,76	0,07	11,57	434,00	0,58
33	0,58	0,08	2,26	435,00	0,20
34	4,33	0,11	21,82	435,00	0,43
sr.vrij.	**2,89**	**0,25**	**15,46**	**432,29**	**0,47**

Lokalitet Oznaka uzorka	C_{org} %	S_1 mg HC/ g st	S_2 mg HC/ g st	Tmax °C	S_3 mg CO_2/ g st
Poštak					
05/7-1	1,93	0,37	9,56	432,00	0,26
05/7-2	4,65	0,14	25,62	434,00	0,76
05/7-3	2,01	0,08	9,81	431,00	0,33
05/7-4	2,42	0,17	11,66	432,00	0,40
Sr. vrij.	**2,75**	**0,19**	**14,16**	**432,25**	**0,44**

Lokalitet Oznaka uzorka	C_{org} %	S_1 mg HC/ g st	S_2 mg HC/ g st	Tmax °C	S_3 mg CO_2/ g st
Poštak-Dimići					
2a	2,29	0,47	10,49	428,00	0,71
2c	0,52	0,48	1,98	427,00	0,27
2d	8,34	1,12	51,88	432,00	0,91
3	0,17	0,36	0,61	429,00	0,22
4	0,54	0,49	1,71	430,00	0,32
7	0,80	0,33	3,85	430,00	0,38
8a	3,90	0,24	20,10	426,00	1,14
8b	0,61	0,27	2,72	430,00	0,30
10a	0,45	0,13	1,39	432,00	0,25
Sr. vrij.	**1,96**	**0,43**	**10,53**	**429,33**	**0,50**

Lokalitet Oznaka uzorka	C_{org} %	S_1 mg HC/ g st	S_2 mg HC/ g st	Tmax °C	S_3 mg CO_2/ g st
Poštak-Škundrići					
PŠK-3	5,90	0,84	46,15	435,00	0,57
PŠK-3a	1,57	0,20	8,62	433,00	0,30
PŠK-3b	2,59	1,02	15,63	432,00	0,27
PŠK-3c	7,82	0,98	66,02	433,00	1,53
PŠK-12	8,87	0,55	51,74	436,00	0,58
PŠK-4	0,30	0,04	1,18	428,00	0,24
PŠK-5	0,17	0,05	0,53	435,00	0,07
PŠK-6	0,24	0,06	1,01	427,00	0,33
PŠK-7	0,73	0,09	3,12	429,00	0,33
PŠK-8	1,26	0,10	5,94	429,00	0,60
PŠK-9	0,29	0,06	0,85	431,00	0,28
PŠK-10	0,08	0,00	0,06	444,00	0,18
PŠK-11	0,14	0,00	0,35	428,00	0,31
Sr. vrij.	**2,30**	**0,31**	**15,48**	**432,31**	**0,43**

Lokalitet Oznaka uzorka	C_{org} %	S_1 mg HC/ g st	S_2 mg HC/ g st	Tmax °C	S_3 mg CO_2/ g st
Poštak-sjever					
PPŠ-3	2,40	0,18	11,74	428,00	0,62
PPŠ-1	0,09	0,01	0,07	440,00	0,19
PPŠ-2a	0,23	0,02	0,45	435,00	0,15
PPŠ-2b	0,09	0,00	0,13	441,00	0,19
PPŠ-2c	0,13	0,00	0,19	436,00	0,18
Sr. vrij.	**0,59**	**0,04**	**2,52**	**436,00**	**0,27**

Lokalitet Oznaka uzorka	C_{org} %	S_1 mg HC/ g st	S_2 mg HC/ g st	Tmax °C	S_3 mg CO_2/ g st
Poštak-halda					
PHA-1	0,46	0,12	1,46	430,00	0,33
PHA-2	0,11	0,01	0,17	439,00	0,21
PHA-3	0,07	0,00	0,01	443,00	0,26
PHA-4	3,96	0,63	22,47	434,00	0,85
PHA-5	0,29	0,07	1,19	430,00	0,17
PHA-6/0	0,38	0,07	1,57	429,00	0,33
PHA-6/1	4,60	1,20	29,63	433,00	0,59
PHA-6/2	6,59	0,23	43,59	434,00	0,56
PHA-7	0,22	0,01	0,61	433,00	0,40
PHA-8	0,09	0,00	0,13	436,00	0,31
Sr. vrij.	**1,68**	**0,23**	**10,08**	**434,10**	**0,40**

Lokalitet Oznaka uzorka	C_{org} %	S_1 mg HC/ g st	S_2 mg HC/ g st	Tmax °C	S_3 mg CO_2/ g st
Poštak-Vištice					
PŠV-1	0,97	0,16	4,47	435,00	0,20
PŠV-2	0,46	0,24	1,91	428,00	0,33
PŠV-5	0,53	0,16	2,01	429,00	0,35
PŠV-4	2,95	0,41	18,68	433,00	0,78
PŠV-3a	2,98	0,34	17,72	435,00	0,38
PŠV-3b	5,59	0,28	35,12	436,00	0,50
PŠV-3c	4,25	0,18	26,32	436,00	0,48
Sr.vrij.	**2,53**	**0,25**	**15,18**	**433,14**	**0,43**

Lokalitet Oznaka uzorka	C_{org} %	S_1 mg HC/ g st	S_2 mg HC/ g st	Tmax °C	S_3 mg CO_2/ g st
Palanka					
ECL 28-7	0,48	0,14	2,21	426,00	0,00
RD-111	4,18	1,90	23,23	426,00	1,63
05/8-1	7,30	4,83	49,19	429,00	0,40
05/8-2	5,92	4,66	41,12	431,00	0,23
Sr. vrij.	**4,47**	**2,88**	**28,94**	**428,00**	**0,75**

Prilog 2: Tablice početnih vrijednosti parametara pirolize za 8 lokaliteta južnog dijela istraživanog područja:

Lokalitet Oznaka uzorka	**C_{org}** %	**S_1** mg HC/ g st	**S_2** mg HC/ g st	**Tmax** °C	**S_3** mg CO_2/ g st
Kijevo-Kozjak					
5	0,38	0,01	1,72	425,00	0,32
7	4,01	0,39	23,23	414,00	1,64
8	1,59	0,06	9,11	420,00	0,93
9	2,92	0,16	16,66	413,00	0,94
10	0,70	0,01	3,09	421,00	0,73
11	0,66	0,02	3,93	418,00	0,51
Sr. vrij.	**1,71**	**0,11**	**9,62**	**418,50**	**0,85**

Lokalitet Oznaka uzorka	**C_{org}** %	**S_1** mg HC/ g st	**S_2** mg HC/ g st	**Tmax** °C	**S_3** mg CO_2/ g st
Svilaja-Lemeš					
1	1,33	0,00	5,70	421,00	1,30
2	6,46	0,80	49,60	412,00	2,10
3	2,00	0,10	14,20	412,00	1,60
4	3,68	0,30	24,30	413,00	1,90
5	3,35	0,20	25,00	413,00	1,60
6	2,59	0,30	20,90	412,00	1,60
7	5,55	0,70	39,70	414,00	2,50
8	1,47	0,10	6,00	420,00	1,80
Sr. vrij.	**3,30**	**0,31**	**23,18**	**414,63**	**1,80**

Lokalitet Oznaka uzorka	**C_{org}** %	**S_1** mg HC/ g st	**S_2** mg HC/ g st	**Tmax** °C	**S_3** mg CO_2/ g st
Vrlika-Lemeš					
1	1,15	0,07	8,18	411,00	0,37
2	3,48	0,23	20,27	416,00	1,25
Sr. vrij.	**2,32**	**0,15**	**14,23**	**413,50**	**0,81**

Lokalitet Oznaka uzorka	**C_{org}** %	**S_1** mg HC/ g st	**S_2** mg HC/ g st	**Tmax** °C	**S_3** mg CO_2/ g st
Vrlika-Maovice					
4	0,79	0,02	3,82	425,00	0,44
8	0,73	0,01	3,61	423,00	0,68
Sr. vrij.	**0,76**	**0,02**	**3,72**	**424,00**	**0,56**

Lokalitet Oznaka uzorka	C_{org} %	S_1 mg HC/ g st	S_2 mg HC/ g st	Tmax °C	S_3 mg CO_2/ g st
Sedlo Lemeš					
Lemeš-1	0,06	0,00	0,03	451,00	0,18
Lemeš-2	0,05	0,00	0,01	477,00	0,30
Lemeš-3	0,05	0,00	0,01	442,00	0,21
Lemeš-4	0,05	0,00	0,07	443,00	0,26
Lemeš-5	0,07	0,00	0,01	444,00	0,27
Sr. vrij.	**0,06**	**0,00**	**0,03**	**451,40**	**0,24**

Lokalitet Oznaka uzorka	C_{org} %	S_1 mg HC/ g st	S_2 mg HC/ g st	Tmax °C	S_3 mg CO_2/ g st
Muć-Bulići					
30	0,11	0,01	0,07	333,00	0,25
31/1	2,02	0,03	1,31	442,00	1,02
Sr. vrij.	**1,07**	**0,02**	**0,69**	**387,50**	**0,64**

Lokalitet Oznaka uzorka	C_{org} %	S_1 mg HC/ g st	S_2 mg HC/ g st	Tmax °C	S_3 mg CO_2/ g st
Muć-Bulići I					
3	**0,26**	**0,01**	**0,05**	**399,00**	**0,39**

Lokalitet Oznaka uzorka	C_{org} %	S_1 mg HC/ g st	S_2 mg HC/ g st	Tmax °C	S_3 mg CO_2/ g st
Plana					
101	**0,31**	**0,01**	**0,05**	**367,00**	**0,36**

Izjava:

Izjavljujem da sam diplomski rad „Geomatematička analiza podataka pirolize površinskih uzoraka gornjojurskih naslaga područja Like i Dalmacije” izradila samostalno uz primjenu znanja stečenog na Rudarsko-geološko-naftnom fakultetu i uporabom navedene literature.

Nikolina Račić