

# The Croatian dictionary of basic terms concerning unconventional hydrocarbon reservoirs

2<sup>nd</sup> Croatian congress on geomathematics and geological terminology, 2018

Monika Vidić<sup>1</sup>, Josipa Velić<sup>2</sup>, Tomislav Malvić<sup>3</sup>

Review scientific paper

University of Zagreb, Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering,  
Pierottijeva 6, 10000 Zagreb, <sup>1</sup>undergraduate student, <sup>2</sup>professor emerita, <sup>3</sup>professor



## Abstract

The lifetime of existing conventional fields in Croatia, from which hydrocarbons are being obtained, is approaching the end. Therefore, due to the requisite for the new reserves, the interest for the unconventional reservoirs where significant potential reserves are anticipated appears. Future research and retrieval from such reservoirs requires highly developed Croatian geological terminology to evade any misunderstandings and errors in describing such spaces. Here is lexicographically presented a short Croatian-Croatian dictionary of the most important terms used in the processing and determination of unconventional reservoirs in the Croatian part of the Pannonian Basin System. Over the time, such a dictionary will need to be extended to the new concepts, particularly those related to mapping and assessing the economics of the rocks of unconventional reservoirs.

**Keywords:** unconventional reservoirs, Croatian terminology, definitions

## 1. Introduction

The southwest part of the Pannonian Basin System (PBS) belongs to Croatia and has been explored to a high degree over the past 60 years (i.e. Velić, 2007). Existing fields that are being exploited are already in the late phase and their lifetime is approaching the end. At the time when energy independence has an increasingly important role, there is a strong need for the renewal of the reserves. Therefore, more and more attention is being paid to the study of potential unconventional reservoirs of this territory. Such reservoirs can be assumed in the Croatian part of the Pannonian Basin System with high probability, due to there are numerous conventional hydrocarbon systems with proven source rocks and migration pathways. There are two possible types of unconventional reservoirs in the Croatian part of the PBS. Those are marls of the source rocks and low permeability sandstones at the edges of proven conventional reservoirs. In both of the groups the aim is to prove economically significant and recoverable quantities of hydrocarbons. However, in order to be able to describe and categorize the possible reserves in accordance with the regulations, it is necessary to have developed necessary terminology within the professional vocabulary of the standard Croatian. For that reason, here is a lexical, Croatian-Croatian dictionary of basic terms related to unconventional reservoirs. By further exploring and exploiting, as well as by writing appropriate regulations on categorizing such reservoirs, this basic set of concepts will need to be prudently and distinctly expanded.

This paper is also a continuation of work on the development of geological terminology within the Croatian Geological Society and from professors at the University of Zagreb. It follows the presentation of the Croatian professional terminology given by Mesić Kiš (2016) for Geostatistics and Malvić & Velić (2016) for geomathematical concepts in economic geology and geological probability at the 1<sup>st</sup> Croatian Congress for mathematical geology and geological terminology.

## 2. Dictionary of selected terms

**secondary migration** – a process in which hydrocarbons migrate from source rocks to the trap, where they accumulate, and its range extends from several hundred meters to several kilometres.

Note: Secondary migration is not a fully effective process, namely, never are all the hydrocarbons expelled, and as a result, part of the hydrocarbons generated remains trapped in low-permeability lithofacies, which, if economically viable, may represent unconventional reservoirs.

See: hydrocarbon expulsion

**hydrocarbon expulsion** – a hydrocarbon migration process which involves their initial (primary) migration within the source rock, entering the reservoir rock and the beginning of the secondary migration.

See: primary migration; secondary migration

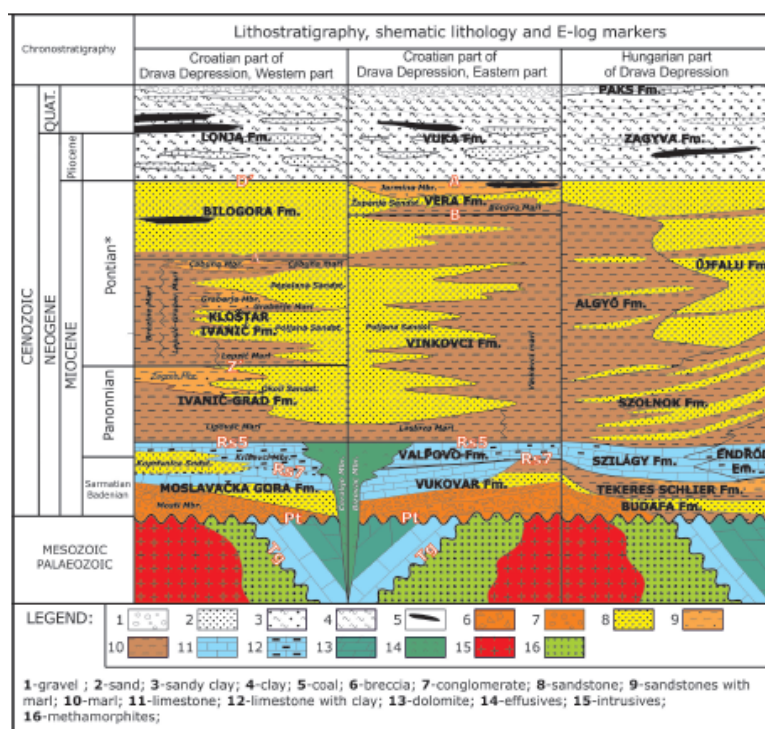
**kerogen** – the main organic matter in the source rocks, the insoluble polymer of a high molecular weight which is the starting material for the hydrocarbon generation.

Note: The source rocks in the Croatian part of the Pannonian Basin System are predominantly kerogen II and III carriers, with type II considered to be related with generating liquid hydrocarbons, while type III has a lower generative hydrocarbon capacity and is generally considered to be releasing gases (i.e. Velić, 2007).

**marl, marlstone** – source rocks in the Croatian part of the Pannonian Basin System, possible unconventional reservoirs in some parts of this area.

Note: large volumes of detritus that gave such rocks were deposited during the Upper Badenian and Sarmatian in the marine, and in the time of the Pannonian and the Lower Pontian in the lacustrine environment (i.e. Velić, 2007; Malvić 2012; Velić et al., 2015). Their deposition was mostly interrupted by the activity of alluvial fans (Badenian, Sarmatian) and turbidites (Pannonian, Pontian). Significant marl volumes have been proved to be source rocks in varying degrees of thermal maturity which have generated hydrocarbons in the past and present potential unconventional reservoirs nowadays.

Example:



**Figure 1:** Great thickness of marls inside lithostratigraphic members of Drava depression, pay attention to the lithology no. 10 in legend (from: Malvić et al., 2014)

See: source rock

**source rock** – rock from which at a certain level of thermal maturity is generated, released and expelled an economically viable volume of hydrocarbons (Velić, 2007).

Note: Source rocks with something greater permeability can represent unconventional reservoirs due to the easier stimulation of additional migration of the residual amounts of hydrocarbons after primary migration. Likewise, source rocks richer in organic matter and/or kerogen types I and II will generate and retain higher amounts of hydrocarbons than those of opposite traits.

See: marl, unconventional reservoir

**unconventional reservoir** – a reservoir which, compared to conventional one, is characterized by an effective porosity and permeability whose values are usually less than 10 % and  $10^{-3} \mu\text{m}^2$  (1 mD).

Note: Those values make unconventional reservoirs 10 to 100 times less permeable than conventional (i.e. **Malvić & Majstorović Bušić, 2012**). Exploitation of such reservoirs requires more complex and several times more expensive recovery methods such as hydraulic fracturing, horizontal and multilateral drilling. The recovered quantities and the time of recovery are several times shorter than in conventional reservoirs, which greatly reduces their profitability.

See: source rock

**primary migration** – migration of hydrocarbons within the fracture system of the source rock, whereby the length of that path is most often expressed in hundreds of meters. Fractures are usually very small and are classified as micro-fractures.

See: hydrocarbon expulsion

**low permeable sandstone** – marly and silty sandstones, which represent possible unconventional reservoirs in the Croatian part of the Pannonian Basin System (**Figure 1**, lithology no. 9 in legend).

Note: Such lithofacies were deposited in the edging parts of the brackish environment during the Pannonian and the Lower Pontian. The detritus was transported by the turbidity currents that brought materials from the Eastern Alps (i.e. **Velić, 2007; Malvić 2012**).

See: unconventional reservoir

**remained hydrocarbons in source rocks** – hydrocarbons that remained captivated in the source rock after their primary migration.

Note: Primary migration is not a fully effective process, particularly concerning the oil. The portion of remaining hydrocarbons ranges from 20 % to 70 % of the generated hydrocarbons depending on their molecular mass. The higher the molecular mass of the hydrocarbons, the lesser their mobility.

See: source rocks

**unconventional reservoir trap** – a structure where hydrocarbons accumulate in unconventional reservoirs.

Note: It may be a common structural trap, sometimes limited by a fault, especially in cases of the low-permeability reservoirs such as those of fine-grained sandstones and siltstones (i.e. **Velić et al., 2015**). In unconventional reservoirs of very low permeability (marls, shales) source rocks themselves represent a trap, but not in the classical petroleum geology sense, that is always determined by stratigraphy, tectonics and relation of the pressure and capillary forces.

See: unconventional reservoir

### 3. Conclusion

Even though only ten geological terms were given, their meaning is crucial for understanding and describing unconventional reservoirs expected to be brought to exploitation in the Croatian part of the Pannonian Basin System. There are clearly distinguished two basic lithofacies in which can be assumed hydrocarbon reserves in unconventional reservoirs. Those are marls as source rocks proven from Upper Badenian to Lower Pontian. The ones richer in organic matter, kerogen type II and thermally mature have been proven to have generated hydrocarbons that were expelled - they were released on the migration path and accumulated in numerous conventional reservoirs. Low-permeability sandstones dating from Pannonian and Lower Pontian are located on migration paths of hydrocarbons, which are today also proven in conventional reservoirs of well-permeable, middle-grained sandstones, mostly in (faulted) anticlines. Over the time, by accessing the recovering from unconventional reservoirs, the knowledge and clear distinction of terms such as primary and secondary migration, source rocks, expulsions, releasing and unconventional traps will be necessary. In addition to these terms, it will be necessary to develop and lexically elaborate a number of other terms related to geology concerning the unconventional reservoirs, but also the economics of gaining from them.

### 4. References

- Malvić, T. (2012): Review of Miocene shallow marine and lacustrine depositional environments in Northern Croatia. *Geological quarterly*, 56, 3, 493-504.
- Malvić, T., Bušić Majstorović, A. (2012): Unconventional hydrocarbon resources of the Bjelovar Subdepression (Pannonian Basin System) in Croatia: an overview. *Geologica Carpathica*, 63, 6, 481-489.
- Malvić, T., Sučić, A., Cvetković, M., Resanović, F., Velić, J. (2014.): Low permeability Neogene lithofacies in Northern Croatia as potential unconventional hydrocarbon reservoirs. *Central European Journal of Geosciences*.

- Mesić Kis, I. (2016): Hrvatski rječnik odabranih geomatematičkih i geostatističkih pojmova. Matematičke metode i nazivlje u geologiji (ur. T. Malvić i J. Velić), 29. X. 2016., Zbornik radova i sažetaka, Rudarsko-geološko-naftni fakultet, 1-11, 122 str.
- Malvić, T., Velić, J. (2016): Hrvatski rječnik odabranih geomatematičkih pojmova iz ekonomske geologije i geološke vjerojatnosti. Matematičke metode i nazivlje u geologiji (ur. T. Malvić i J. Velić), 29. X. 2016., Zbornik radova i sažetaka, Rudarsko-geološko-naftni fakultet, 13-19, 122 str.
- Velić, J. (2007): Geologija ležišta nafte i plina. Rudarsko-geološko-naftni fakultet, 342 str., Zagreb.
- Velić, J., Malvić, T., Cvetković, M. (2015): Geologija i istraživanje ležišta ugljikovodika. Rudarsko-geološko-naftni fakultet, 144 str., Zagreb.

## **Acknowledgment**

This work is done thanks to the financial support from the project “Mathematical methods in geology III” (led by T. Malvić), funded by the University of Zagreb, Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering in 2018.

# Hrvatski rječnik osnovnih pojmova nekonvencionalnih ležišta ugljikovodika

2<sup>nd</sup> Croatian congress on geomathematics and geological terminology, 2018

Pregledni znanstveni rad

Monika Vidić<sup>1</sup>, Josipa Velić<sup>2</sup>, Tomislav Malvić<sup>3</sup>

Sveučiliste u Zagrebu, Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Pierottijeva 6, 10000 Zagreb, <sup>1</sup>studentica preddiplomskog studija, <sup>2</sup>profesorica emerita, <sup>3</sup>redoviti profesor



## Sažetak

Radni vijek postojećih konvencionalnih polja iz kojih se pridobivaju ugljikovodici u Hrvatskoj se približava kraju. Uslijed potrebe za novim rezervama, budi se zanimanje za nekonvencionalna ležišta u kojima su predviđene značajne potencijalne rezerve. Buduće istraživanje i pridobivanje iz takvih ležišta zahtijeva razvijenu vrlo jasnu hrvatsku geološku terminologiju, kako bi se izbjegli svi nesporednosti i pogreške kod opisivanja takvih prostora. Ovdje je leksikografski prikazan kratak hrvatsko-hrvatski rječnik najvažnijih pojmova koji se koriste prigodom obradbe i određivanja nekonvencionalnih ležišta u hrvatskom dijelu Panonskoga bazenskog sustava. Vremenom će takav rječnik biti potrebno proširivati novim pojmovima, posebice onima vezanim uz kartiranje i ocjenu ekonomičnosti stijena nekonvencionalnih ležišta.

**Ključne riječi:** nekonvencionalno ležište, hrvatsko nazivlje, definicije

## 1. Uvod

Hrvatskoj pripada jugozapadni dio Panonskoga bazenskog sustava (skr. PBS) koji je u posljednjih 60 godina u visokoj mjeri istražen (npr. Velić, 2007). Postojeća polja privedena eksploataciji već su u podmakloj fazi i njihov radni vijek se bliži kraju. U doba kada energetska neovisnost ima sve značajniju ulogu, javlja se potreba za obnovom rezervi. Stoga se sve veća pozornost pridaje istraživanju potencijalnih nekonvencionalnih ležišta toga prostora. Ona se u hrvatskom dijelu Panonskoga bazenskog sustava (skr. HPBS) mogu pretpostaviti s velikom vjerojatnošću, posebice u svjetlu činjenice kako su u tom prostoru otkrivena brojna konvencionalna ležišta s dokazanim matičnim stijenama i migracijskim putovima. Dvije su moguće vrste nekonvencionalnih ležišta HPBS-a. To su lapori matičnih stijena te slabopropusni pješčenjaci na rubovima dokazanih konvencionalnih ležišta. U obje skupine cilj je dokazati ekonomski značajne i pridobive količine ugljikovodika. Ipak, da bi se moguće rezerve uopće mogle opisati te kategorizirati u skladu s propisima, potrebno je unutar strukovnog nazivlja standardnoga hrvatskog jezika imati razvijenu potrebnu terminologiju. Stoga je ovdje načinjen, leksikografski, hrvatsko-hrvatski rječnik osnovnih pojmova koji se odnose na nekonvencionalna ležišta. Daljnjim istraživanjem te privođenjem proizvodnji, te pisanjem odgovarajućih propisa o kategorizaciji takvih ležišta, ovaj osnovni skup pojmova trebat će smišljeno i jasno proširiti.

Ujedno ovaj rad predstavlja nastavak rada na razvoju geološke terminologije unutar aktivnosti Hrvatskoga geološkog društva i nastavnika geologije na zagrebačkom sveučilištu. On prati način prikaza hrvatske strukovne terminologije koju su na 1. hrvatskom kongresu o geomatematici i geološkom nazivlju dali Mesić Kiš (2016) za područje geostatistike te Malvić i Velić (2016) za geomatematičke pojmove u ekonomskoj geologiji i geološkoj vjerojatnosti.

## 2. Rječnik pojmova

**drugotna (sekundarna) migracija** – proces kretanja ugljikovodika od matične stijene do zamke gdje započinje nakupljanje ugljikovodika, a njezin raspon može biti od nekoliko stotina metara do nekoliko kilometara.

Napomena: Drugotna migracija nije u potpunosti djelotvoran proces, naime, nikada se ne otpuste sve količine ugljikovodika, stoga kao posljedica dio generiranih ugljikovodika ostaje zarobljen u slabopropusnim litofacijesima koji posljedično, ako se radi o ekonomski isplativim količinama, mogu činiti nekonvencionalna ležišta.

Vidi: istiskivanje ili otpuštanje ugljikovodika

Engl. *secondary migration*

**istiskivanje (ekspulzija) ili otpuštanje ugljikovodika** – proces migracije ugljikovodika koji obuhvaća njihovu prvotnu migraciju unutar matične stijene te ulazak u ležišne stijene i početak drugotne migracije.

Vidi: prvotna migracija; drugotna migracija

Engl. *hydrocarbon expulsion*

**kerogen** – glavna organska tvar u matičnim stijenama, odnosno netopljivi polimer velike molekularne mase koji predstavlja ishodišnu tvar za postanak ugljikovodika.

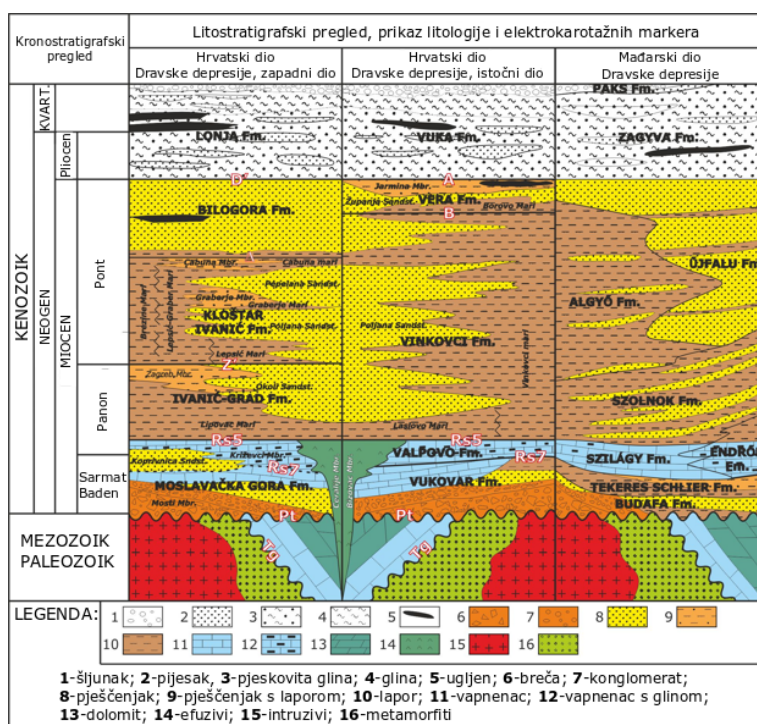
Napomena: Matične stijene u hrvatskom dijelu Panonskoga bazenskog sustava pretežito su nosioci kerogena II i III, pri čemu se onome tipa II pripisuje postanak tekućih ugljikovodika, dok kerogen tipa III ima niži generativni kapacitet ugljikovodika i općenito se smatra da se iz njega izdvajaju plinovi (npr. Velić, 2007).

Engl. *kerogen*

**lapor** – matične stijene u hrvatskom dijelu Panonskoga bazenskog sustava, moguća nekonvencionalna ležišta u nekim dijelovima toga prostora.

Napomena: veliki volumeni detritusa koji je dao takve stijene odlagani su tijekom gornjega badena i sarmata u morskom, a u vrijeme panona i donjega ponta jezerskom okolišu (npr. Velić, 2007; Malvić 2012; Velić et al., 2015). Njihovo taloženje najčešće je prekidano aktivnošću aluvijalnih lepezi (baden, sarmat) i turbidita (panon, pont). Značajni volumeni lapora dokazano su matične stijene u različitim stupnjevima zrelosti, a one koje su generirale ugljikovodike i potencijalna nekonvencionalna ležišta.

Primjer:



**Slika 1:** Velike debljine lapora unutar litostratigrafskih članova Dravske depresije, obratiti pozornost na legendu pod brojem 10 (iz: Malvić et al., 2014)

Vidi: matična stijena

Engl. *marl, marlstone*

**matična stijena** – stijena iz koje se pri određenoj razini termalne zrelosti generira, otpušta i istiskuje ekonomski isplativa količina ugljikovodika (Velić, 2007).

Napomena: Matične stijene s nešto većom propusnošću mogu predstavljati nekonvencionalna ležišta uslijed lakšega poticanja dodatne migracije zaostalih količina ugljikovodika nakon prvotne (primarne) migracije. Također, matične stijene bogatije organskom tvari i/ili karogenima tipa I i II generirat će i zadržati veće količine ugljikovodika od onih suprotnih svojstava.

Vidi: lapor, nekonvencionalno ležište

Engl. *source rock*

**nekonvencionalno ležište** – ležište koje se u odnosu na konvencionalno odlikuje efektivnom šupljikavošću i propusnošću čije su vrijednosti najčešće manje od 10 % te  $10^{-3} \mu\text{m}^2$  (1 mD).

Napomena: Te vrijednosti ukazuju na 10 do 100 puta manju propusnost od konvencionalnih ležišta (npr. **Malvić & Majstorović Bušić, 2012**). Iskorištavanje takvih ležišta zahtijeva složenije i višestruko skuplje metode pridobivanja poput hidrauličkog lomljenja, vodoravnog i multilateralnog bušenja. Pridobivene količine i vrijeme pridobivanja su nekoliko puta kraća negoli kod konvencionalnih ležišta, što uvelike smanjuje njihovu isplativost.

Vidi: matična stijena

Engl. *unconventional reservoir*

**prvotna (primarna) migracija** – migracija ugljikovodika unutar pukotinskoga sustava matične stijene, pri čemu se dužina toga puta najčešće izražava u stotinama metara. Pukotine su obično vrlo male pa ih se svrstava u mikropukotine.

Vidi: istiskivanje ili otpuštanje ugljikovodika

Engl. *primary migration*

**slabopropusni pješčenjaci** – laporoviti i silti pješčenjaci koji predstavljaju moguća nekonvencionalna ležišta u hrvatskom dijelu Panonskoga bazenskog sustava (**slika 1**, litološka oznaka broj 9).

Napomena: Takvi litofacijesi su odlagani u rubnim dijelovima bočatih okoliša tijekom panona i donjega ponta. Detritus je prenašan turbiditnim strujama koje su donosile materijal iz Istočnih Alpa (npr., **Velić, 2007; Malvić 2012**).

Vidi: nekonvencionalno ležište

Engl. *low permeable sandstone*

**ugljikovodici preostali u matičnoj stijeni** – ugljikovodici koji su nakon prvotne (primarne) migracije ostali zarobljeni u matičnoj stijeni.

Napomena: Prvotna migracija nije u potpunosti djelotvoran proces, što se osobito odnosi na naftu. Količine preostalih ugljikovodika se, ovisno o molekularnoj masi, kreću od 20 % do 70 % nastalih. Što je veća molekularna masa ugljikovodika, manja je njihova pokretljivost.

Vidi: matična stijena

Engl. *remained hydrocarbons in source rocks*

**zamka nekonvencionalnoga ležišta** – mjesto nakupljanja ugljikovodika u nekonvencionalnom ležištu.

Napomena: Može biti uobičajena strukturna zamka, ponekad ograničena rasjedom, posebice u slučajevima slabopropusnih ležišta poput sitnozrnatih pješčenjaka i silita (npr. **Velić et al., 2015**). Kod nekonvencionalnih ležišta vrlo male propusnosti (lapori, šejlovi) matične stijene same po sebi predstavljaju zamku, ali ne u klasičnom naftogeološkom smislu, koje su uvijek određene stratigrafijom, tektonikom te odnosom tlaka i kapilarnih sila.

Vidi: nekonvencionalno ležište

Engl. *unconventional reservoir trap*

### 3. Zaključak

Iako je riječ o samo deset geoloških pojmova, njihovo značenje ključno je za razumijevanje i opisivanje nekonvencionalnih ležišta kakva se očekuje privesti pridobivanju u prostoru hrvatskoga dijela Panonskoga bazenskog sustava. Jasno su razlučene dvije osnovne vrste litofacijesa za koje se predviđa dokazivanje rezervi ugljikovodika u nekonvencionalnim ležištima. To su lapori kao matične stijene dokazane od gornjega badena do donjega ponta. Oni bogatiji organskom tvari, kerogenom tipa II i termalno zreli dokazano su generirali ugljikovodike, koji su istisnuti - otpušteni na migracijski put te su nakupljeni u brojnim konvencionalnim ležištima. Slabopropusni pješčenjaci panona i donjega ponta smješteni su na migracijskim putovima ugljikovodika koji su također danas dokazani u konvencionalnim ležištima dobropropusnih, srednjozrnatih pješčenjaka, uglavnom u (rasjednutim) antiklinalama. Kako će se vremenom pristupiti pridobivanju iz nekonvencionalnih ležišta, poznavanje i jasna odredba pojmova poput prvotne i drugotne migracije, matične stijene, istiskivanja, otpuštanja i nekonvencionalne zamke bit će nužnost. Uz te pojmove bit će potrebno razviti i rječnički obraditi još niz drugih pojmova vezanih uz geologiju koja se odnosi na nekonvencionalna ležišta, ali i ekonomiku pridobivanja iz njih.

#### 4. Popis literature

- Malvić, T. (2012): Review of Miocene shallow marine and lacustrine depositional environments in Northern Croatia. *Geological quarterly*, 56, 3, 493-504.
- Malvić, T., Bušić Majstorović, A. (2012): Unconventional hydrocarbon resources of the Bjelovar Subdepression (Pannonian Basin System) in Croatia: an overview. *Geologica Carpathica*, 63, 6, 481-489.
- Malvić, T., Sučić, A., Cvetković, M., Resanović, F., Velić, J. (2014.): Low permeability Neogene lithofacies in Northern Croatia as potential unconventional hydrocarbon reservoirs. *Central European Journal of Geosciences*.
- Mesić Kis, I. (2016): Hrvatski rječnik odabranih geomatematičkih i geostatističkih pojmova. *Matematičke metode i nazivlje u geologiji* (ur. T. Malvić i J. Velić), 29. X. 2016., Zbornik radova i sažetaka, Rudarsko-geološko-naftni fakultet, 1-11, 122 str.
- Malvić, T., Velić, J. (2016): Hrvatski rječnik odabranih geomatematičkih pojmova iz ekonomske geologije i geološke vjerojatnosti. *Matematičke metode i nazivlje u geologiji* (ur. T. Malvić i J. Velić), 29. X. 2016., Zbornik radova i sažetaka, Rudarsko-geološko-naftni fakultet, 13-19, 122 str.
- Velić, J. (2007): *Geologija ležišta nafte i plina*. Rudarsko-geološko-naftni fakultet, 342 str., Zagreb.
- Velić, J., Malvić, T., Cvetković, M. (2015): *Geologija i istraživanje ležišta ugljikovodika*. Rudarsko-geološko-naftni fakultet, 144 str., Zagreb.

#### Zahvala

Rad je načinjen zahvaljujući i finacijskoj potpori istraživanju "Matematičke metode u geologiji III" (T. Malvić), omogućenoj od Rudarsko-geološko-naftnoga fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, 2018. godine.