

Využitie seizmických atribútov pri interpretácii 3D seizmických meraní

Kytková Bibiana, Hutman Patrik & Prochác Róbert

Euro-Geologic, a.s., Tomášikova 26, 821 01 Bratislava; e-mail: kytkova@egeo.sk, hutman@egeo.sk, prochac@egeo.sk

AGEOS Application of seismic attributes at the 3D seismic interpretation

Abstract: This article brings a short overview of commonly used seismic attributes with their basic characterization. It also discusses the possibility of their application for the hydrocarbon prospecting in two different areas. One of them is the Vienna Basin and the other one is the contact zone of the Bohemian Massif and the Western Carpathians (Vranovice and Nesvačilka Trough).

Key words: Seismic interpretation, attribute analysis, seismic attributes, amplitude, phase, frequency, coherency

1. ÚVOD

Interpretácia 3D seizmických meraní prináša jedinečný pohľad na podpovrchovú geologickú stavbu. Význačnou mierou prispieva k riešeniu úložných pomerov hornín a priebehu zlomových systémov, či k objasneniu vzniku a vývoja tektonicky komplikovaných oblastí. Intenzívny rozvoj metód interpretácie 3D seizmických meraní má veľký praktický význam, pretože v dnešnej dobe sú základnou metódou vyhľadávania a prieskumu ložísk uhľovodíkov. Interpretácia seizmického obrazu totiž umožňuje identifikovať nielen geologické štruktúry, ktoré môžu predstavovať potenciálne pasce uhľovodíkov, ale taktiež nesie informáciu umožňujúcu priamu indikáciu uhľovodíkov. V snahe získať z nameraného seizmického signálu čo najviac potrebných informácií, aplikujú sa pri jeho bežnom spracovaní aj prídavné procesy, ktorých úlohou je zlepšiť vizualizáciu určitých vlastností prostredia (Chambers & Yarus, 2002). Označujú sa ako seizmické atribúty. Ich analýza (atribútová analýza), teda analýza zmien v amplitúdach, fázach či frekvenciách, alebo spektrálna dekompozícia signálu a iné, je dnes už bežným prostriedkom pre spresnenie geologickej interpretácie alebo posúdenie kvality kolektorov.

2. ATRIBÚTOVÁ ANALÝZA

Vlastná atribútová analýza sa zakladá na extrahovaní veľkého množstva atribútov z 3D seizmických dát a ich následnej redukcie po porovnaní s dôležitými parametrami z vrtoch, s ktorými majú atribúty zmysluplný vzťah (Liner, 1999). Jednotlivé atribúty multiatribútovej analýzy by mali byť vybrané tak, aby podávali nezávislú informáciu o prostredí. Okrem vhodného výberu atribútov je dôležitá aj metóda, použitá na ich spojenie s hodnotami nameranými vo vrtoch a samozrejme je potrebné brať do úvahy aj spôsob spracovania dát (Chambers & Yarus, 2002).

Kľúčový význam pri interpretácii atribútov má vhodne zvolená farebná škála. Práve od výberu škály často závisí objavenie vzťahu medzi hodnotou atribútu a geologickými podmienkami (Hardage, 2008).

3. ROZDELENIE A VYUŽITIE ATRIBÚTOV

Seizmickými atribútmi sa nazývajú všetky informácie získané zo seizmických dát buď priamo meraním, alebo logickými, na základe skúseností získanými zdôvodnenými výpočtami. Ich štúdium dáva kvalitatívnu informáciu o geometrii a fyzikálnych parametroch podpovrchového prostredia (Taner, 2001).

Kým informáciu o fyzikálnych parametroch prostredia (napr. akustická impedancia, reflexný koeficient, rýchlosť či absorpcia) nesú hlavne atribúty založené na amplitúde, pre určenie geometrických tvarov a rozloženia reflektorov sa používa najmä fáza (Taner, 2001). Amplitúda, fáza a frekvencia sú základné atribúty, z ktorých je odvodený výpočet množstva ďalších atribútov ponúkaných bežne používanými softverovými balíkmi (Hardage, 2008).

3.1. Rozdelenie atribútov

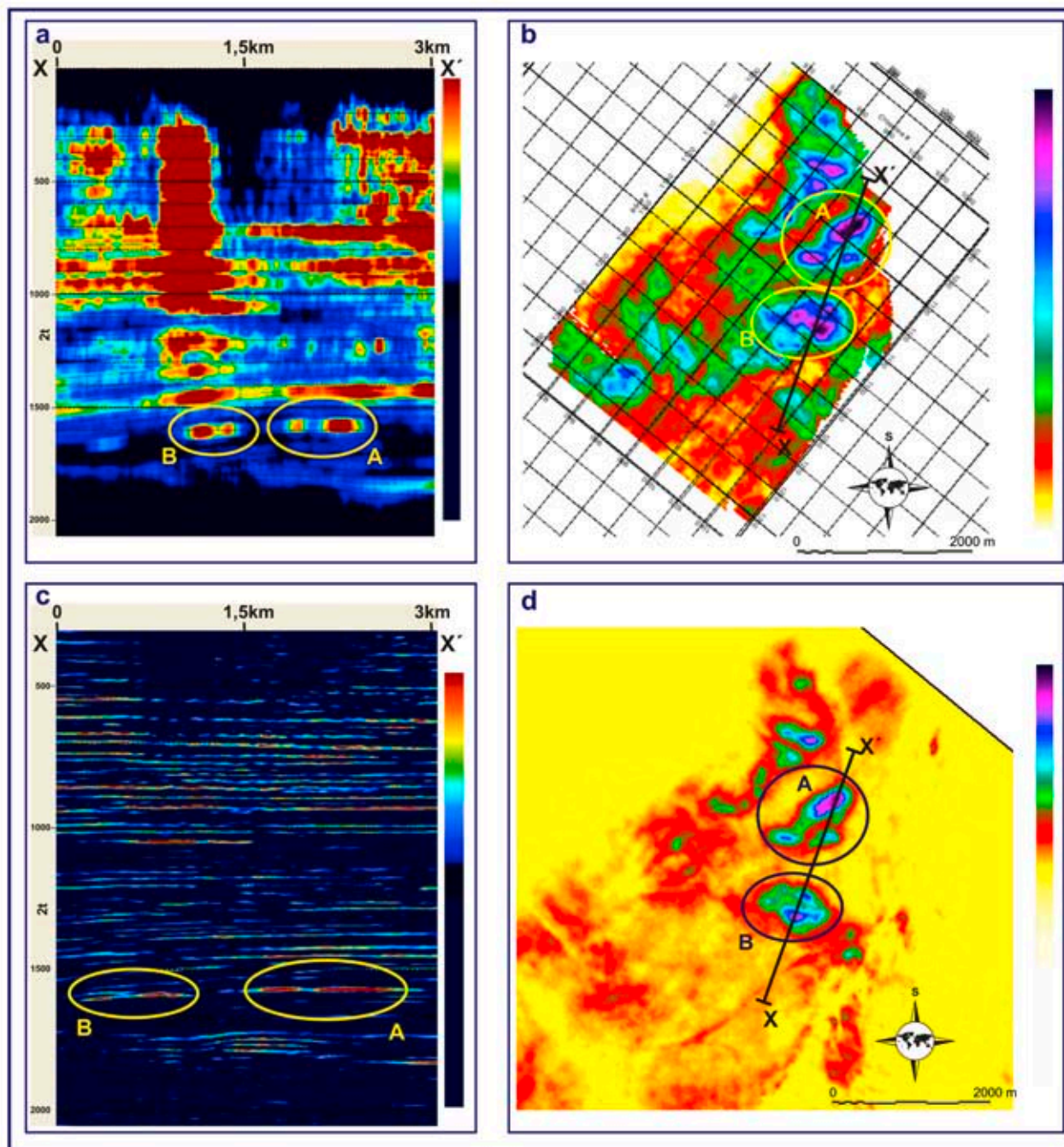
Atribúty môžeme rozdeliť na základe ich vzťahu ku geologickej stavbe do dvoch skupín – fyzikálne a geometrické atribúty. Fyzikálne atribúty opisujú fyzikálne vlastnosti a veličiny, a používajú sa hlavne na charakteristiku litológie a petrofyzikálnych vlastností (frekvencia, vlnový rozptyl, okamžitá a priemerná rýchlosť). Geometrické atribúty popisujú priestorové a časové vzťahy ostatných geologických javov. Napomáhajú stratigrafickej interpretácii a charakterizujú vlastnosti a priestorové vzťahy seizmických javov. Pomáhajú pri rozpoznávaní depozičných prostredí a príslušnej litológie (laterálna spojitosť, sklon, zakrivenie) (Taner, 2001).

Ďalším používaným spôsobom klasifikácie je rozdelenie atribútov na základe počtu trás potrebných k výpočtu – „single trace“ a „multi trace“ atribúty. Single trace atribúty na výpočet potrebujú len jednu trasu. Multi trace atribúty sú založené na vzťahu medzi susednými trasami a poskytujú informáciu o laterálnych variáciách v dátach, preto sú počítané z viac ako jednej trasy (koherencia, sklon-azimut, zakrivenie). V oboch prípadoch sa výpočet aplikuje na všetky trasy výskumu (Marfurt et al., 2002).

Okrem toho sa atribúty rozčleňujú na základe rôznych ďalších parametrov napr. vstupných dát: „pre-stack“ (predsumačné) a „post-stack“ (posumačné) atribúty (Taner, 2001), spôsobu merania vlastností signálu: okamžité a waveletové („response“) atribúty (Taner, 2001) alebo okamžité, globálne a lokálne (Fomel, 2007);

pôvodu: reflexné–odrazené a transmisné–prechodové atribúty (Taner, 2001); počtu meraných veličín: jednoduché–primitívne a kombinované–hybridné atribúty (Taner, 2001); atď.

Vo väčšine prípadov sú seizmické atribúty extrahované zo súboru dát pozdĺž interpretovaného horizontu alebo medzi dvo-



Obr. 1. Amplitúdové atribúty, oblasť Viedenská panva – 3D TVRDONICE. a) atribút energia, všeobecný profil SSV – JJZ; b) atribút RMS amplitúda počítaná pozdĺž mapovaného horizontu odpovedajúceho povrchu 10. badenského obzoru (okno +10 ms, -40 ms); XX' – označuje pozíciu všeobecného profilu.; c) atribút 1. derivácia amplitúdy, všeobecný profil SSV – JJZ; d) atribút energia, horizontálny rez na úrovni 1582 ms; XX' – označuje pozíciu všeobecného profilu. A) označuje potvrdené ložisko uhľovodíkov (vrty Hrušky 3, 158, 188, 211, Z51, Z52, Z53, Z58) a B) označuje predpokladané ložisko uhľovodíkov.

Fig. 1. Amplitude attributes, locality: Vienna Basin – 3D TVRDONICE. a) Energy, arbitrary line NNE – SSW; b) RMS amplitude extracted from a picked seismic horizon (top of 10th Badenian, window +10 ms, -40 ms); XX' – situation of arbitrary line; c) Amplitude 1st derivative, arbitrary line NNE – SSW; d) Energy, time slice at 1582 ms TWT; XX' – situation of arbitrary line. A – gas field, B – possibility of gas field.

Tab. 1. Prehľad seizmických atribútov využívaných pri interpretácii 3D seizmiky (upravené podľa Thapar, 2009; Barnes, 2001, 2006; Brown, 1996; Taner, 2001). Niektoré z atribútov sú uvedené v anglickom jazyku, vzhľadom na bežné používanie názvov v praxi.

Tab. 1. Overview of seismic attributes used in the interpretation of 3D seismics (based on Thapar, 2009¹⁾; Barnes, 2001⁴⁾, 2006²⁾; Brown, 1996³⁾; Taner, 2001⁵⁾).

amplitúdové		frekvenčné
post-stack		post-stack
okamžitá amplitúda ¹⁾²⁾	pomer amplitúd ¹⁾³⁾	okamžitá frekvencia ¹⁾²⁾³⁾
amplitúda – "peak" (maximálna, priemerná) ¹⁾²⁾³⁾	priemerná amplitúda ²⁾³⁾	priemerná okamžitá frekvencia ¹⁾³⁾
	celková amplitúda ²⁾³⁾	
amplitúda – "trough" (maximálna, priemerná) ¹⁾²⁾³⁾	priemerná energia ²⁾³⁾	derivácia frekvencie ¹⁾
	celková energia ²⁾³⁾	
RMS amplitúda ¹⁾²⁾³⁾	zmena amplitúdy ("half-time energy") ²⁾³⁾	dominantná frekvencia – "peak" ¹⁾
derivácie amplitúdy ¹⁾		dominantná frekvencia – "trough" ¹⁾
obálka trasy ("trace envelop") ²⁾	štandardná odchylka amplitúdy ²⁾	spektrálna dominantná frekvencia ¹⁾³⁾
		šírka pásma ("bandwidth") ²⁾³⁾
silá odrazu ("reflection strength") ²⁾³⁾	normalizovaná odchylka amplitúdy ²⁾	derivácia frekvencie
priemerná sila odrazu ³⁾	akustická impedancia ³⁾	sklon okamžitej frekvencie ("instantaneous frequency slope") ²⁾³⁾
pre-stack		
AVO ³⁾		spektrálna dekompozícia
fázové	korelačné ("multi – trace")	hybridné
post-stack	pre-stack	
okamžitá fáza ¹⁾²⁾	rýchlosť ³⁾	indikátor paralelného zvrstvenia ("parallel bedding indicator") ⁵⁾
kosinus okamžitej fáze (normovaná amplitúda) ²⁾	post-stack	
	sklon ³⁾	
priemerná fáza ²⁾	azimut ³⁾	indikátor tenkých vrstiev ("thin bedindicator") ⁵⁾
absorbčné	koherencia, spojitosť, „semblance“, „covariance“ ³⁾	
post-stack		
Q-faktor ¹⁾³⁾	zakrivenie ⁴⁾	indikátor chaotických zón ("chaotic zone indicator") ⁵⁾

ma vybranými horizontmi (Obr. 1b). Alternatívnou metódou je 2D alebo 3D extrakcia atribútov (Obr. 1d), ktorá sledovanie horizontov nevyžaduje (Steeghts & Drijkoningen, 1996). Závisí od zamerania analýzy, kvality dát, prípadne od konkrétnej lokality, ktorú si interpretátor zvolí.

3.2. Charakteristika a využitie vybraných atribútov

V snahe získať z nameraných dát čo najviac užitočných informácií, ktoré by uľahčili a upresnili interpretáciu (charakterizovali litologické zmeny a zvýraznili úložné pomery), odvodzujú sa stále nové a nové atribúty. Medzi tými, ktoré nesú podobnú informáciu (napr. o amplitúde) bývajú málokedy výrazné rozdiely, takže pri analýze stačí väčšinou použiť len jeden z nich. Často sa jedná len o rozdielne farebné zobrazenie toho istého fenoménu (Barnes, 2006). Bežne sa tiež môžeme stretnúť s rôznym označením rovnakého atribútu (napr. okamžitá amplitúda, obálka, sila odrazu a obálka energie). Mnohé z vytvorených atribútov nenesú dostatočne užitočnú a zmysluplnú informáciu (Barnes, 2006), preto treba dôkladne zvážiť ich výber a použitie.

Ďalej sa bližšie venujeme len charakteristike základných atribútov, ktoré sme sa snažili aplikovať vo vybraných oblastiach.

Samozrejme, pri podrobnejšej analýze konkrétnych objektov (štruktúr, horizontov) určite prinesú aj ďalšie z atribútov zaujímavé poznatky. Všeobecný prehľad atribútov je uvedený v tab. 1.

3.2.1. Fáza

Informácia, ktorú nesie atribút *okamžitá fáza* (prípadne *kosinus okamžitej fázy* – „normalizovaná amplitúda“) je nezávislá od veľkosti amplitúdy. To má za následok, že všetky udalosti (reflexy) sú zobrazované s rovnakou intenzitou. Tým sa zdôrazní priestorová spojitosť alebo nespojitosť reflexov a zvýraznia sa tektonické poruchy, vyklinenia, uhlové diskordancie, sekvenčné hranice, javy ako onlap/offlap a pod. (Taner, 2001).

3.2.2. Amplitúda

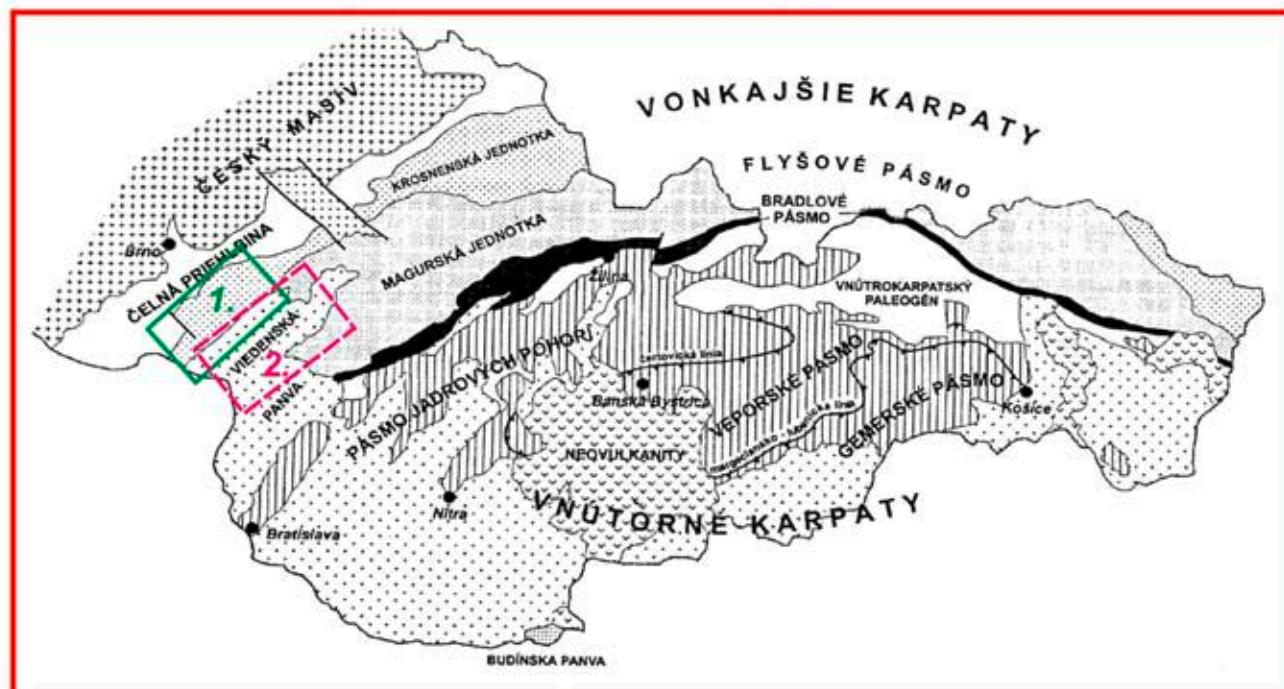
Atribúty *okamžitá amplitúda* (*reflection strength*) a *energia*, predstavujú celkovú energiu seizmickej trasy. Laterálne zmeny v energii zodpovedajú zmenám akustických vlastností a teda súvisia s litologickými zmenami. Veľmi často zmena energie (amplitúdy) indikuje sytenie horizontu uhľovodíkmi (Taner, 2001).

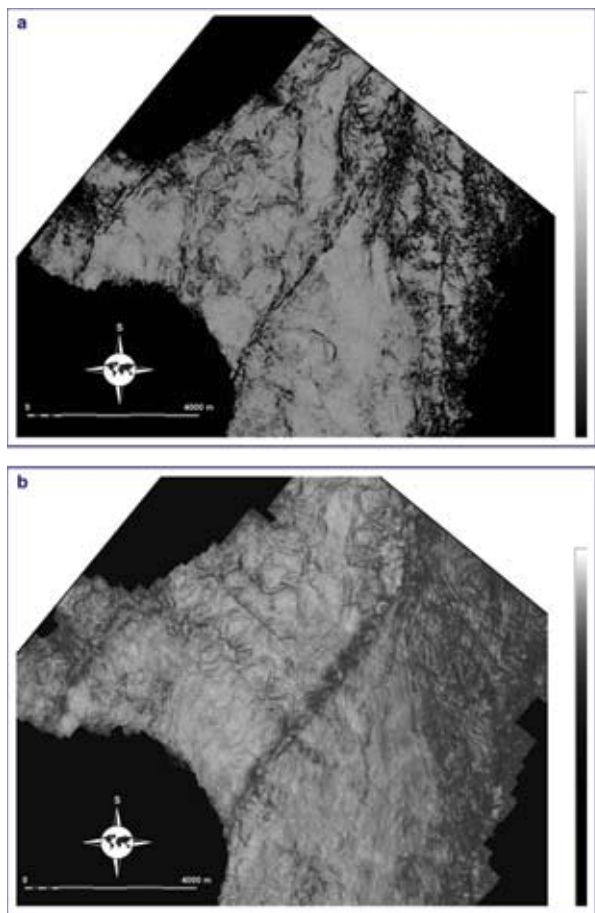
Hodnota atribútu *derivácia amplitúdy* seizmického signálu zodpovedá sklonu (ostrosti) jednotlivých vrcholov záznamu, nie magnitúda. Zobrazenie derivácie amplitúdy teda slúži



Obr. 2. Tektonické členenie Západných Karpát s vyznačením študovanej oblasti (upravené podľa Hók et al., 2001). 1) svahy Českého masívu; 2) Viedenská panva.

Fig. 2. Tectonic division of the Western Carpathians with the position of a studied area (based on Hók et al., 2001). 1) slopes of Bohemian Massif; 2) Vienna Basin.





Obr. 3. Oblasť Viedenskej panvy – 3D TVRDONICE, horizontálne rezy na úrovni 1174 ms. a) Atribút koherencia; b) Atribút similarita.
 Fig. 3. The Vienna Basin – 3D TVRDONICE, time slice at 1174 ms TWT.
 a) Coherency; b) Similarity.

na detekovanie ostrých rozhraní s výraznou zmenou litológie a diskontinuitami (Taner, 2001).

3.2.3. Frekvencia

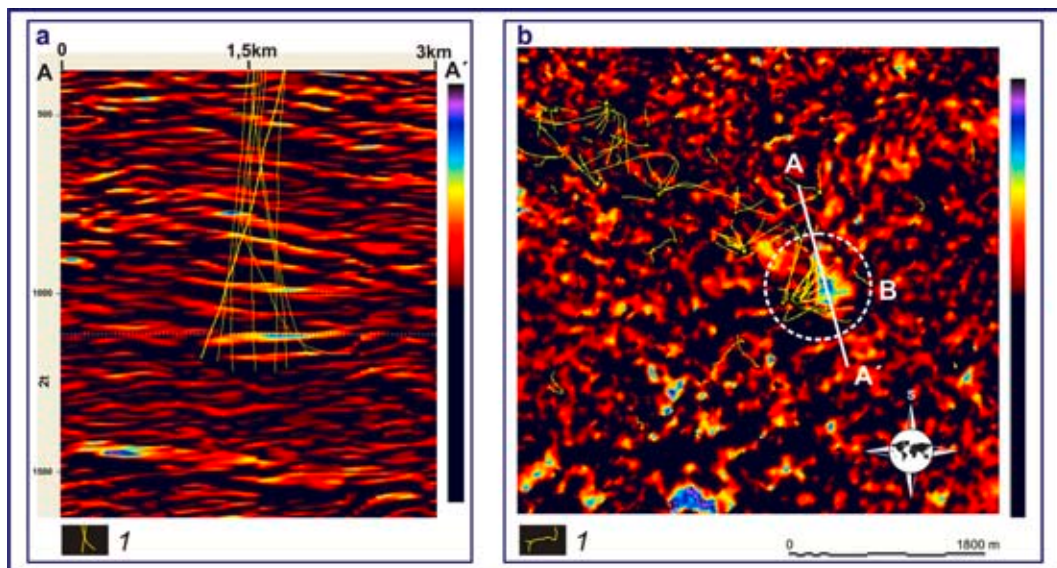
Atribút *okamžitá frekvencia* sa často používa na sledovanie zmien hrúbky a akustických vlastností hornín, pričom nižšie frekvencie sú charakteristické pre hrubé vrstvy, zväčša bohaté na piesky (prípadne karbonáty), vysoké frekvencie zodpovedajú ostrým rozhraniám alebo tenko vrstevnatým súborom. Nízko frekvenčné anomálie sa tiež používajú ako indikátor uhľovodíkov (Taner, 2001).

3.2.4. Spojitosť

Atribúty *koherencia, similarita a variancia* umožňujú na základe korelácie susedných seizmických trás, prípadne iných podobných matematických aparátov, zachytávať miesta s minimálnou podobnosťou signálu v laterálnom smere. Výsledkom je veľmi výrazné zobrazenie zlomov, rífov, pochovaných delť a kanálových systémov, čo uľahčuje ich mapovanie (Chopra & Marfurt, 2007). Okrem opisovaných atribútov je treba aspoň spomenúť aj AVO analýzu (Amplitude vs. Offset). AVO je klasickým príkladom *pre-stack* atribútu. Ide o náročnú, ale pri vyhľadávacom prieskume na ložiská uhľovodíkov často využívanú metódu, poskytujúcu veľmi dobré výsledky hlavne pri posudzovaní média aké obsahuje pórový priestor sledovaných hornín.

4. MOŽNOSTI UPLATNENIA NIEKTORÝCH ATRIBÚTOV VO VYBRANÝCH OBLASTIACH

Zaradenie atribútovej analýzy do vyhľadávania a prieskumu potenciálnych ložísk uhľovodíkov má pri dnešných poznatkoch a technických možnostiach veľký význam. Mnohokrát vedie



Obr. 4. Atribút 1. derivácia amplitúdy, oblasť svahov Českého masívu (Nesvačilská priekopa – ložisko UHŘICE JIH). a) všeobecný profil A-A' cez ložisko Uhřice Jih, 1 – trajektória vrto; b) Horizontálny rez na úrovni 1144 ms, B – označuje oblasť ložiska. 1 – trajektória vrto.
 Fig. 4. Amplitude 1st derivative, locality: slopes of the Bohemian Massif (Nesvačilka Trough – hydrocarbons field UHŘICE JIH). a) Arbitrary line A-A', 1 – well path; b) Time slice at 1144 ms TWT, B – area of the field, 1 – well path.

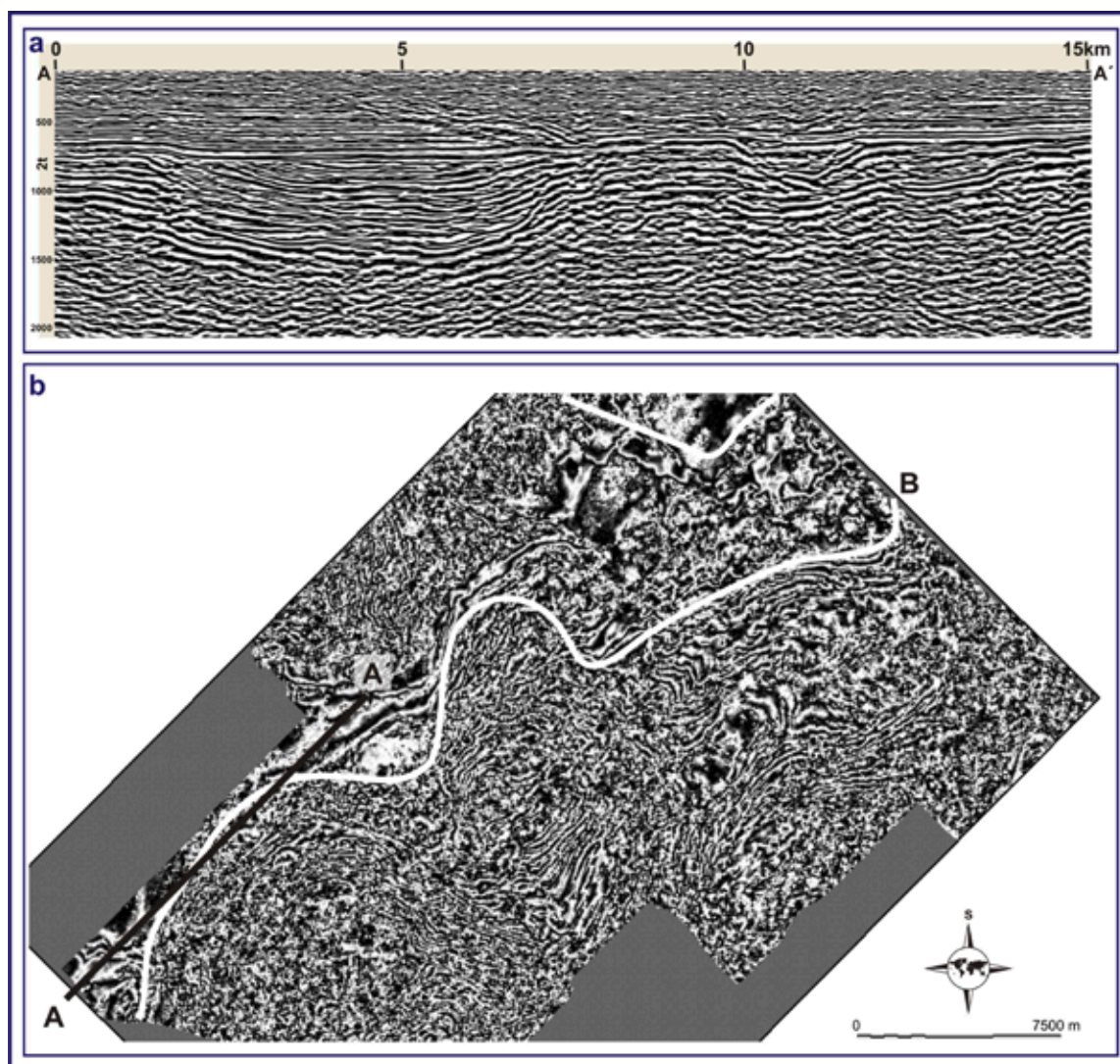
k upresneniu geologickej interpretácie a tak aj znižovaniu rizika negatívnych vrtov. Pri atribútovej analýze je treba zohľadniť veľa faktorov, okrem iného aj špecifikum konkrétnej lokality. My sme aplikovali niektoré z nich na dvoch lokalitách. Vo Viedenskej panve a v oblasti styku Českého masívu a Západných Karpát (svahy Českého masívu) (Obr. 2). Obe oblasti sú zaujímavé z hľadiska uhľovodíkového potenciálu, s pomerne podrobným seizmickým i vrtným prieskumom, čo je podmienkou pre použitie atribútovej analýzy.

Svahy Českého masívu – Vranovická a Nesvačilská priekopa sú tektonicky komplikovanou oblasťou, z veľkej časti prekrytou násunom flyšových príkrovov. Seizmický obraz je v mnohých miestach (hlavne v oblasti paleogénnej výplne priekop a pod násunom príkrovov) natoľko nespojitý, že atribúty založené na princípoch podobnosti (koherencia) neprinášajú také efektívne výsledky ako pri aplikovaní na dáta z Viedenskej panvy, kde umožňujú sledovať zlomové systémy a na horizontálnych rezoch i siete kanálov v sedimentoch sarmatu (Obr. 3). Podobne je

to aj s amplitúdovými atribútmi. Litologická rozmanitosť a nesúrodosť seizmického obrazu v oblasti svahov Českého masívu spôsobuje, že aj keď je na ložisku zaznamenaná zvýšená hodnota energie (amplitúdy, i jej derivácie; Obr. 4), tento jav v obraze okolitého prostredia zaniká. V takomto prostredí by bolo ťažké hľadať pozitívne kolektory na základe takýchto javov, skôr by sa dali použiť iba ako doplnok pri hodnotení potenciálnych štruktúr ložísk uhľovodíkov. Na rozdiel od Viedenskej panvy, kde kolektory sytené uhľovodíkmi na obraze amplitúdových atribútov vystupujú oproti okolitému prostrediu veľmi výrazne. Podobné anomálne javy možno v panvovej oblasti, pri zohľadnení ďalších indícií, pokladať za potenciálne ložiská uhľovodíkov (Obr. 1).

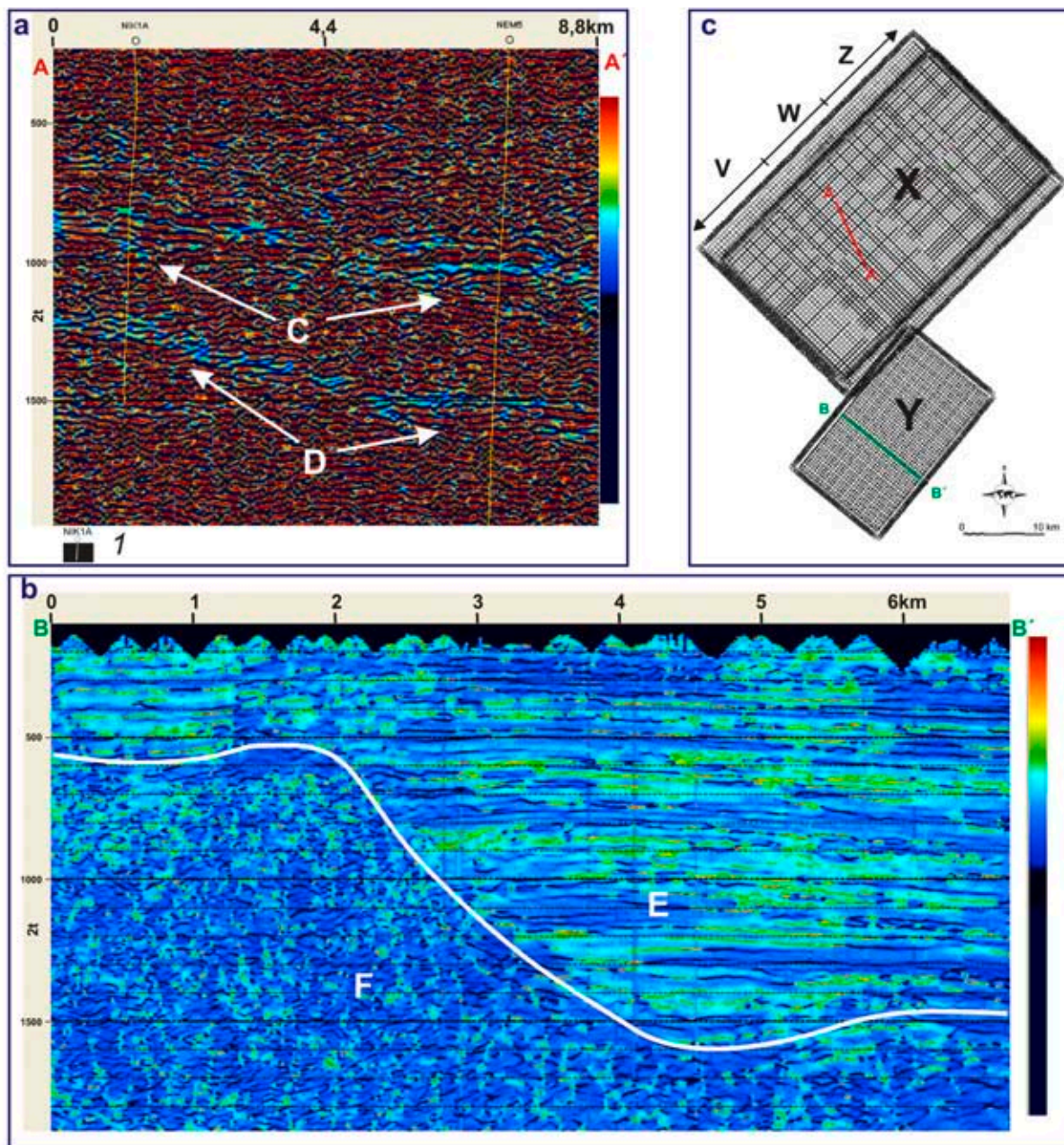
Najlepšie výsledky v oblasti svahov Českého masívu poskytli z aplikovaných atribútov tie, ktoré sú založené na fáze (Obr. 5). Zvýraznili diskordancie a umožnili mapovanie niektorých štruktúrnych javov.

Čo sa týka frekvenčných atribútov, pri globálnom pohľade na obe oblasti, je v niektorých miestach vidieť rozdielny



Obr. 5. Artibút kosinus okamžitej fázy, oblasť svahov Českého masívu. a) pozdĺžny profil A-A'; b) horizontálny rez na úrovni 544 ms, B – označuje severnú hranicu rozšírenia neogénnych sedimentov.

Fig. 5. Cosine of phase, locality: slopes of the Bohemian Massif. a) Inline A-A'; b) Time slice at 544 ms TWT, B – distribution boundary of the Neogene sediments.



Obr. 6. Atribút okamžitá frekvencia. a) všeobecný profil A-A' v oblasti svahov Českého masívu, C – ukazuje nízkofrekvenčný prejav kurdějovských karbonátov, D – vranovických karbonátov, 1 – trajektória vrtov; b) Priechny profil B-B' v oblasti Viedenskej panvy (3D VALTICE), E – neogénna výplň, F – podložie; c) Situačná mapa siete profilov 3D seizmických meraní, X – svahy Českého masívu, V – Vranovická priekopa, W – Nikolčicko-kurdějovský chrbát, Z – Nesvačilská priekopa, Y – Viedenská panva (oblasť Valtice).

Fig. 6. Instantaneous frequency. a) arbitrary line A-A', locality: slopes of the Bohemian Massif, C, D – low frequency parts (Jurassic carbonates), 1 – well path; b) Crossline B-B', locality: Vienna Basin – 3D VALTICE, E – Neogene deposits of the Vienna Basin, F – basement; c) Map of 3D seismic measurements, X – slopes of the Bohemian Massif, V – Vranovice Trough, W – Nikolčice – Kurdejov Horst, Z – Nesvačilka Trough, Y – Vienna Basin – Valtice.

frekvenčný obraz medzi podloží a výplňou priekop i panvy (Obr. 6b). V oblasti svahov Českého masívu sú miestami dobre pozorovateľné nízkofrekvenčné zóny zodpovedajúce jurským karbonátom (Obr. 6a). Podobný prejav však majú aj klastiká na báze paleogénnej výplne priekop. Detailnejšia analýza jednotlivých štruktúr a reflexných rozhraní, kde by sa frekvenčné atribúty mohli výraznejšie uplatniť (napríklad pri identifikácii veľmi tenkých vrstiev), je predmetom výskumu.

5. ZÁVER

Atribútová analýza nevyrieši všetky problémy a nejasnosti pri geologickej interpretácii 3D seizmických meraní, ale je užitočným prvkom, ktorý pri správnom používaní interpretáciu uľahčuje a upresňuje. Ide o rozsiahlu problematiku, ktorá si vyžaduje veľa času a pozornosti ako pri výbere vhodných atribútov, tak pri hľadaní ich geologického významu. Zatiaľ sme sa zamerali

iba na základné atribúty, aby sme si overili možnosti ich uplatnenia vo Viedenskej panve a na svahoch Českého masívu. Ďalším krokom bude výpočet hybridných (kombinovaných) atribútov ponúkaných interpretačným softvérom, prípadne i vytvorenie vlastných kombinácií a testovanie ich reakcií na rôznych typoch ložísk uhľovodíkov v oblasti juhovýchodnej Moravy. Taktiež by sme radi preverili možnosti využitia AVO analýzy vo Vranovickej a Nesvačilskej priekope.

Podakovanie: Ďakujeme vedeniu spoločnosti MND Production, a.s. a Euro-Geologic a.s. za poskytnuté údaje a softvér.

Literatúra

- Barnes A., 2001: Seismic attributes in your facies. *CSEG Recorder*, 26, 7, 41-47.
- Barnes A., 2006: Too many seismic attributes. *CSEG Recorder*, 31, 3, 40-45.
- Brown R., 1996: Interpretation of three-dimensional seismic data. *AAPG Memoir* 42, 223-259.
- Fomel S., 2007: Local seismic attributes. *Geophysics*, 72, 3, 29-33.
- Hardage B., 2008: 'Instantaneous' an Ideal Indicator. *AAPG Explorer*, 29, 3, 38-39.
- Hók J., Kahan Š. & Aubrecht R., 2001: Geológia Slovenska. Univerzita Komenského v Bratislave, Bratislava, 47 s.
- Chambers R., L. & Yarus J., M., 2002: Quantitative Use of Seismic Attributes for Reservoir Characterization. *CSEG Recorder*, 27, 6, 14-25.
- Chopra S. & Marfurt J. K., 2007: Seismic Attributes for fault-fracture characterization. Abstract, *CSPG CSEG Convention*, 243-247.
- Liner CH. L., 1999: Elements of 3-D Seismology. University of Tulsa, Department of Geosciences, Oklahoma, 450 pp.
- Marfurt K., Duncan W. & Constance P., 2002: Comparison of 3D edge detection seismic attributes to Vinton Dome Louisiana. 72nd Annual International Meeting: Society of Exploration Geophysicists, 577-580.
- Steeghs P. & Drijkoningen G., 1996: Extraction of attributes from 3D seismic data. In EAGE Technical Program, 58th EAEG Meeting, Amsterdam.
- Taner T. M., 2001: Seismic attributes. *CSEG Recorder*, 26, 7, 48-56.
- Thapar M. R., 2009: AVO and Seismic Attributes: Principles and Applications. International geophysical company – professional training. <http://www.igc-ok.com/avo.htm#chapter8>.

Summary: This paper demonstrates the usage of basic seismic attributes in the hydrocarbon prospection. Commonly used attributes (amplitude, frequency, phase and coherency attributes) were tested in two hydrocarbon reservoirs situated in different areas. The amplitude and coherency attributes look like a powerful tool in helping the interpretation and hydrocarbon prediction in the Vienna Basin. However, they are not so significant in the contact zone of Bohemian Massif and Western Carpathians. The horizontal slides through the coherency image of the Vienna Basin allow observing the fault systems and channeling networks. Also the significant amplitude manifestation of the saturated reservoir rocks makes the amplitude attributes useful for detection of hydrocarbons fields in this area. On the other hand, the amplitude demonstration of hydrocarbon fields is not so notable at the heterogeneous seismic image of contact zone of Bohemian Massif and Western Carpathians. This zone is tectonically very complicated and mostly covered by flysch nappes. Hence, the seismic image of this area (particularly in the part of the paleogene infill of the troughs) is so discontinuous, that the coherency attributes can not be successfully used.

Apart from this, the attribute based on phase had a good response in both areas and can be successfully used as an indicator of discontinuities and faults. Application of frequency attribute confirms its usage as a bed thickness indicator.

For the present there were used only primitive attributes. Knowledge of their application could help to select the proper ones and also the correct form of its application depending on locality and purpose. The further step will be the calculation of the hybrid attributes. We would like also to develop additional hybrid attributes based on our own experience. The results of this attribute analysis will be useful for the next seismic interpretation particularly aimed for discovering new hydrocarbon reservoirs in tested areas.