

Geologický model spodnosarmatských písčitých obzorů podzemního zásobníku plynu Tvrdonice

Kopal Lukáš, Helešicová Kateřina and Čížek Pavel.¹

Geological Model of the Lower Sarmatian Reservoir Sands in the Underground Gas Storage Tvrdonice (SE Czechia)

Based on 3D seismic interpretation and the well logs reinterpretation was created the new geological model of the Early Sarmatian reservoirs of the UGS Tvrdonice situated in the southern part of Hrusky field - Czech part of Vienna Basin. The interpretation of the seismic data and creating of geological model was performed using SW Petrel.

Interpretation of 3D seismic data brought these results:

Knowledge of detailed fault framework (position of main (lanžhot-hrusky) fault, existence of the splitting off faults and opened fault blocks), localization and extent of sedimentary bodies, their connectivity or isolation, what led to the new approach in the interpretation of the well tops.

Facial analysis of the well logs was done using model curves and basic facies (channel, levee, crevasse, and floodplain) was recognized.

Distribution of petrophysical properties was estimated from the well logs (porosity permeability) in the heterogenous sedimentary bodies.

Upper mentioned results and new geological model are directly applicable for the projects of the localization of the new production wells for increasing daily production rate and storing capacity.

Key words: UGS, 3D seismic interpretation, facial analysis petrophysical properties, geological model

Úvod

Pro zpřesnění geologické stavby skladovacích obzorů na PZP Tvrdonice (jižní část ropoplynového ložiska Hrušky - česká část vídeňské pánve) byla provedena interpretace 3D seismiky a reinterpretace nových i starších karotážních měření a z nich vytvořen nový 3D geologický model spodnosarmatských obzorů. Interpretace seismických dat a tvorba geologického modelu probíhá na SW Petrel jehož součástí jsou i moduly faciálního a petrofyzikálního modelování.

Interpretace 3D seismiky přinesla tyto poznatky:

- Detailizaci tektonické stavby (průběh lanžhotsko-hrušeckého hlavního zlomu, existence odštěpných zlomů a otevřených meziker)
- Poznání geneze poloklenbových struktur studovaných obzorů spojené s postsedimentární aktivitou lanžhotsko-hrušeckého zlomu a jeho těsnící funkcí pro studované obzory.
- Zpřesnění lokalizace a rozsahu sedimentárních těles, jejich spojitost nebo izolovanost, vedlo k novému pojetí interpretace geologických rozhraní ve vrtech.

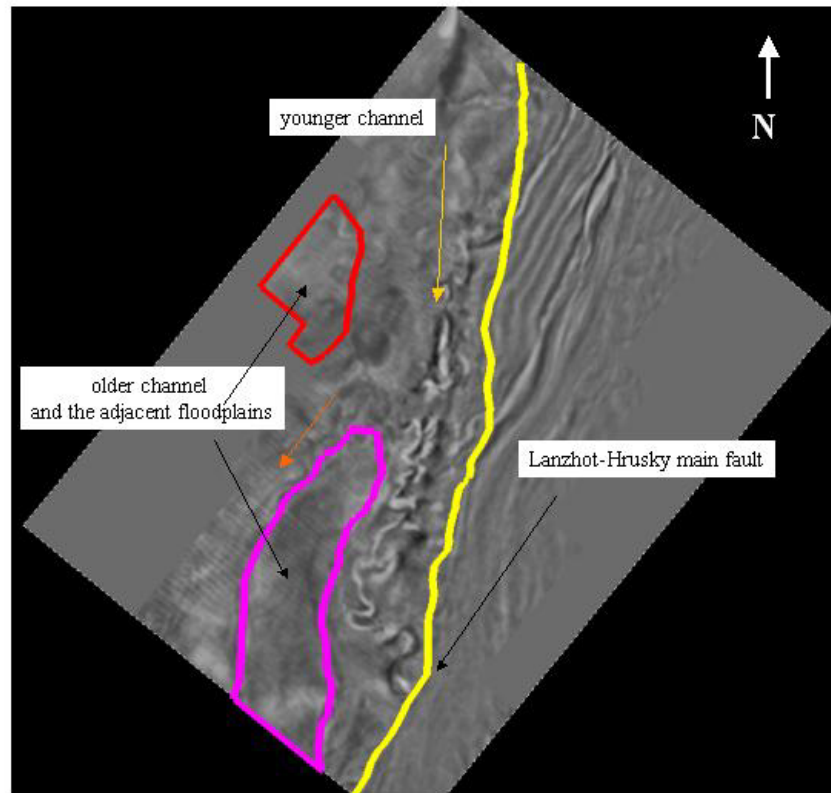
V rámci pokleslé i vysoké kry lze sledovat existenci dvou výrazných fenoménů. Jedná se o sedimentární tělesa záplavových plošin s vrstevnatou stavbou, druhým fenoménem jsou mladší výplně koryt meandrujících a divočících řek jejichž toky erodovaly vrstevnatá tělesa záplavových plošin. Tento typ sedimentace je více zastoupen v přízlovové oblasti a na jihozápadním okraji zkoumaného území. Naopak vrstevnatá tělesa jsou zachována v jižní střední části. Skladovací objekty 12.-14. sarmatu jsou tedy převážně vázány na výplně koryt meandrujících řek v přízlovové oblasti následně vyklenuté. Koryta toků, patrná ze seismických řezů, pokračují z pokleslé kry na vysokou za hlavní lanžhotsko-hrušecký zlom, což potvrzuje jeho postsedimentární aktivitu (Obr. č.1) Kopal et al. (2003).

Faciální analýza

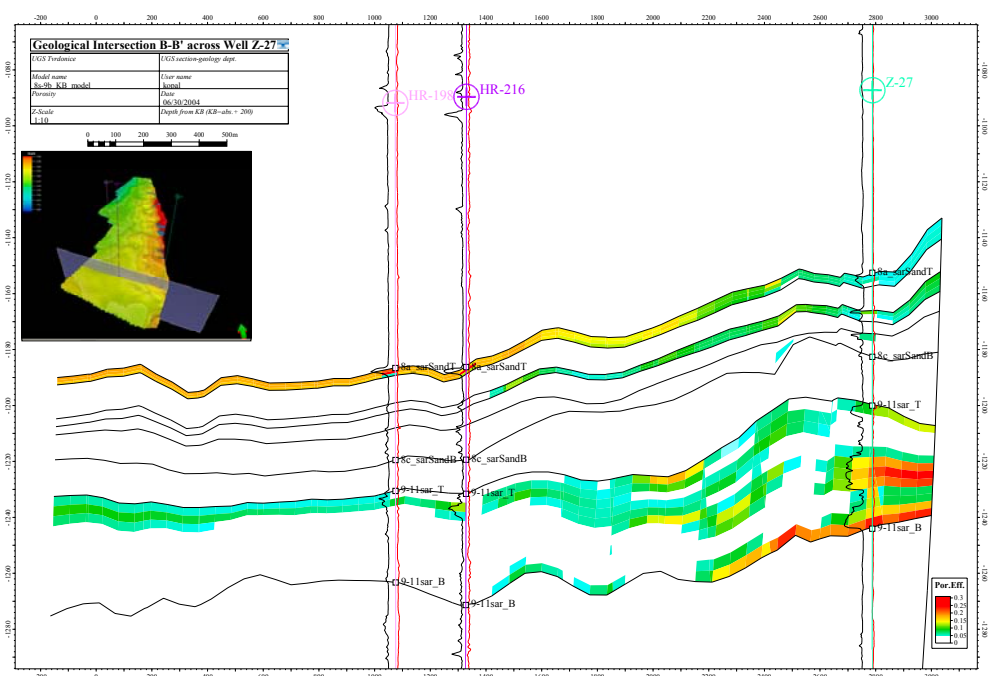
Pro zpřesnění geologického modelu jsou do zpracování implementována interpretace sedimentárních facií. Podle seismického obrazu komplexu 12.-14. sarmatu vývoj probíhal ve dvou sedimentačních cyklech. První byl, starší delto-fluviální s distribučními kanály a rozsáhlými záplavovými plošinami, druhý fluviální typu divočících řek s častým překládáním koryt spojeným s erozí sedimentů prvního cyklu s výrazně vyšší dynamikou prostředí při bázi, která směrem do nadloží poklesává, což se projevuje zmenšováním zrnitosti sedimentů. V případě

¹ Kopal L., Helešicová K., Čížek P., Transgas a.s. Praha, pracoviště, Pražská 158, 642 00 Brno (Recenzovaná a revidovaná verzia dodaná 4. 10. 2004)

pisčitého komplexu 9.-11. sarmatu se jedná o fluviální sedimentaci meandrujících toků rovněž s klesající dynamikou prostředí směrem do nadloží.



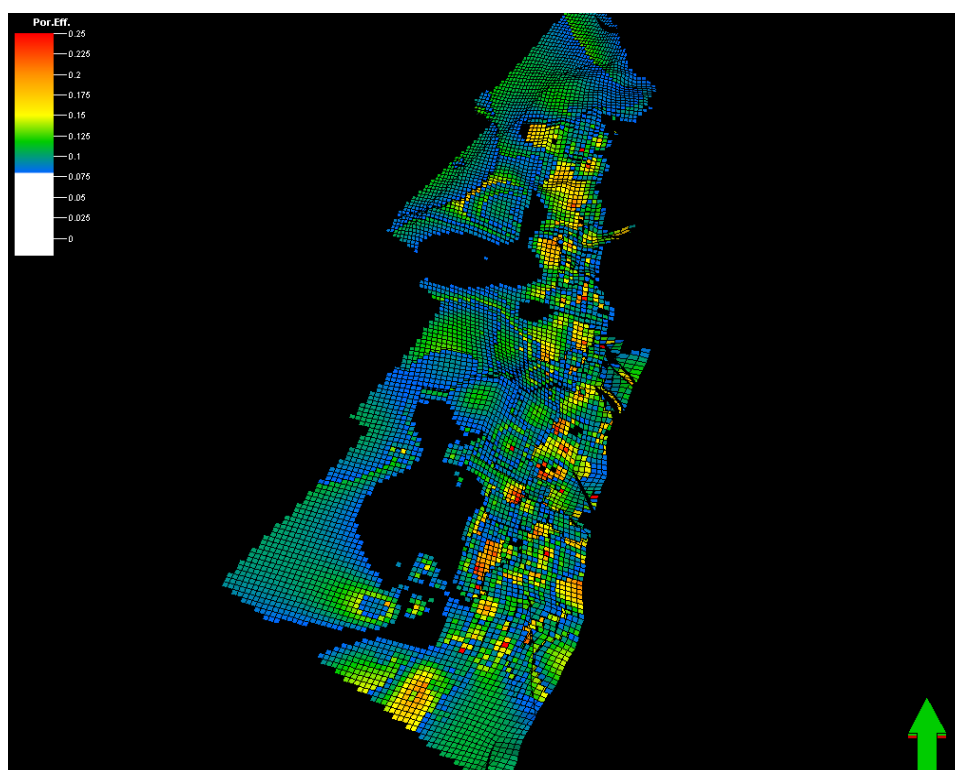
Obr. 1 Časový horizontální řez přes spodnosarmatské obzory ukazující na fluviální charakter sedimentace.
Fig. 1 Timeslice across Early Sarmatian horizons indicating fluvial sedimentation environment.



Obr. 2: Geologický řez přes vrt Z-27 ukazující na vertikální komunikaci efektivních poloh v komplexu 9.-11. sarmatu.
Fig. 2 Geological crosssection across the well Z-27 illustrating vertical connectivity of the reservoir in the sandy complex of the 9.-11. Sarmatian.

Těmto prostředím odpovídá charakter sedimentace a typy vyskytujících se facií. Interpretace sedimentárních facií je prováděna pomocí modelových křivek reprezentující daná prostředí porovnávaných s karotážními křivkami spontánní polarizace. Byly vyčleněny tyto základní faciie:

1. kanály (channel sand), výrazná a mocná tělesa písků s velmi dobrým kolektorským vývojem, hrubozrnější sedimenty uložené v dynamickém prostředí bez vertikálního trendu (blocky).
2. okraje kanálů (channel margin), výrazná tělesa písků ukládaná při okraji kanálu vykazují směrem do nadloží zjemňování materiálu (fining upward).
3. březní valy (levee sand), vyskytují se podél okrajů kanálu směrem do nadloží (fining upward) a dále od kanálu se vyskytují jemnozrnější materiály. Obecně mají horší vývoj než sedimenty faciie okraje kanálu.
4. průvaly (crevasse splay sand), Vznikají při zvýšeném průtoku provalením březních sedimentů a následným rozlitím na záplavovou plošinu. Vyznačují se nahoru hrubnoucím vývojem (coarsening upward) v řezu klínovitým a v půdorysu vějířovým tvarem. Poblíž kanálu se jedná vesměs o tělesa s dobrým kolektorským vývojem. Směrem dál od kanálu dochází ke zjemňování materiálu.
5. záplavové plošiny (background floodplain). Prostředí zaplavované pouze při povodních, patrné stopy vegetace, jemnozrné laminované sedimenty s občasným střídáním písčitého materiálu usazeného při povodních (serate) nebo úplně s jeho absencí (muddy). Hamilton et al. (1999)



Obr. 3 3D zobrazení distribuce poróznosti v rámci sedimentárních těles komplexu 9.-11. sarmatu.

Fig.3 3D view of porosity distribution in sedimentary bodies of the sandy complex of the 9.-11. Sarmatian.

Petrofyzikální vlastnosti

Pórovitost a propustnost spodnosarmatských obzorů byla dříve hodnocena v rámci reinterpretační karotážních měření ložiska Hrušky Půckem, et al. (1996). Byl proveden nový výpočet efektivních pórovitostí jak metodou petrofyzikálních rovnic tak z porozitních měření akustické, hustotní a neutronové karotáže. Pro výpočet koeficientu propustnosti bylo použita metodika využívající Nerstenovu rovnici. Cílem nových výpočtů bylo získání reálnějších hodnot fyzikálních vlastností a vytvoření spojených křivek hodnot efektivní pórovitostí a propustnosti použitelné ve 3D modelu petrofyzikálních vlastností.

Při zpracování těchto křivek byly v procesu Upscaling Well logs přiřazeny hodnoty křivky hodnotám buněk v 3D gridu penetrovací vrty.

Řešení vnitřní stavby komplexů

Vnitřní stavbu řešíme v novém zpracování pomocí modulů faciálního a petrofyzikálního modelování SW Petrel. S použitím faciálního modelu byla provedena řízená interpolace kolektorských vlastností v rámci jednotlivých sedimentárních těles a facií spodnosarmatských obzorů. vypočítaných z karotážních křivek. Na základě takovéto distribuce fyzikálních vlastností hornin (propustnost a pórovitost) byly vyčleněny efektivní a neefektivní polohy v komplexech 9.-11. a 12.-14.sarmatu. V některých částech struktury došlo v rámci obou komplexů k vertikálnímu i laterálnímu propojení efektivních poloh a lze v těchto místech počítat s hydrodynamickou komunikací (viz obr. č. 2). Pro snadné vymezení těchto míst komunikace byl aplikován vlastnostní filtr definovaný hodnotou efektivní porozity větší než 8% a hodnotou propustnosti větší než 10 mD (viz obr.č. 3). Použitím této metodiky a výše zmíněných nástrojů umožňuje výrazné zpřesnění geologického modelu ložiskových i zásobníkových struktur zvláště ve složitých podmínkách faciálně proměnlivého prostředí.

Závěr

Výše zmíněné výsledky a nový geologický model jsou přímo aplikovatelné pro matematické modelování a návrhy lokalizací nových vtláčně-odběrových sond za účelem zvýšení výkonu a skladovací kapacity.

References

- [1] Hamilton, D., S., Ambrose, W., A., Barba, R., E., De Angelo, M., Tyler, N., Yeh, J., S., Dunlap, D., B., Laubach, S. E.: Hydrocarbon production Opportunities Defined by Integrated Reservoir Characterization, 1999
- [2] Guarico13/10 Area, *Eastern Venezuela, Internal Teikoku Oil de Sanvi-Guere Report*. 6 s.
- [3] Kopal, L., Helešicová, K., Čížek, P.: Etapová zpráva interpretace geologické stavby komplexu, 9. – 11. sarmatu na PZP Tvrdonice na základě 3D seismického měření. *MS Transgas. Brno, 2003.*
- [4] Půček, F.: Reinterpretace karotážních měření ložiska Hrušky., *MND Hodonín., 1996.*