

Program SedPak – model sedimentárnej architektúry usadenín vrchného bádenu viedenskej panvy

Rastislav Synak

Katedra geológie a paleontológie, Prírodovedecká fakulta, Univerzita Komenského v Bratislave, Mlynská dolina G, 842 15 Bratislava; synak@fns.uniba.sk

AGEOS Modelling of sedimentary architecture using the SedPak software – a case study of the Upper Badenian sediments (Vienna Basin)

Abstract: SedPak software provides a conceptual framework for modeling the sedimentary fill of basins by visualizing stratal geometries as they are produced between sequence boundaries. It is designed to model and reconstruct clastic and carbonate sediment geometries which are produced as a response to changing rates of tectonic movements, eustasy, and sedimentation. The simulation enables the evolution of the sedimentary fill of a basin to be tracked, defines the chronostratigraphic framework for the deposition of these sediments, and illustrates the relationship between sequences and systems. The possibilities of use the SedPak software to simulate infilling of a sedimentary basin and to demonstrate the basics principles of sequence stratigraphy are shown on the example of Upper Badenian deposits in the Vienna Basin.

Keywords: SedPak software; computer modelling; sedimentary architecture; Vienna Basin; Late Badenian

1. ÚVOD

SedPak je modelovací program, slúžiaci na simuláciu vyplňania sedimentárnych paniev. Predstavuje nástroj pre modeláciu sedimentárnej architektúry usadenín v panve, ktorá je výsledkom spoločných účinkov faktorov ako zmeny relatívnej hladiny mora, tektonických pohybov a prínosu sedimentárneho materiálu. Simulácia v programe je dobre využiteľná na otestovanie hypotéz navrhovaných na vysvetlenie geometrie zobrazenej v stratigrafických sekvenciách, ktorá vznikla pôsobením vyššie zmienovaných faktorov. Princípy fungovania a postupnosť tvorby sedimentárneho modelu v programe SedPak sú demonštrované na vrchnobádenskú deltovej telesa v slovenskej časti Viedenskej panvy.

2. PROGRAM SEDPAK (METODIKA)

Program SedPak bol vyvinutý na Univerzite Južnej Karolíny na Katedre geologických a počítačových vied. Pracuje pod operačným systémom Linux a spolu s dokumentáciou je voľne k dispozícii na adrese <http://sedpak.geol.sc.edu/>.

Prvý krok tvorby modelu spočíva v definovaní iniciálnych parametrov, ako časový rozsah modelácie v miliónoch rokov a priestorový rozsah modelovaného regiónu resp. panvy. V úvode modelácie je ďalej možné zvoliť si pôsobenie rozličných faktorov na tvorbu sedimentárnej stavby, ako zahrnutie pelagickej resp. karbonátovej sedimentácie, účinky subsidencie, kompaktácie, alebo vlnenia. Modelácia prebieha v modelačných stĺpcoch, ktorých počet je možné si zvoliť a opakuje sa v závislosti na počte zadávaných časových intervalov. Nasledujúcim krokom je definícia vhodného iniciálneho povrchu sedimentačného priestoru.

Program takisto umožňuje vytvoriť ďalšie povrchy panvy v definovaných vekoch. Ako iniciálny povrch simulácie slúži povrch najstarší, ďalšie definované povrchy predstavujú povrchy erózie. V ďalších fázach modelácie sa postupne definuje subsidencia oblasti (subsidencia sa môže zdefinovať pre celý iniciálny povrch, alebo len pre niektoré jeho časti, ktoré môžu subsidovať resp. vyzdvihovať sa rôznymi rýchlosťami), počiatočná úroveň morskej hladiny a jej meniaci sa úroveň v čase. Prínos sedimentárneho materiálu do panvy sa definuje zvlášť pre piesčité a/alebo ílované zložky. Prínos materiálu je v programe definovaný ako prínos štvorcového kilometra materiálu za obdobie tisíc rokov, na zdefinovanú depozičnú vzdialenosť. Táto vzdialenosť predstavuje priestor uvádzaný v km, do ktorého je sedimentárny materiál v panve ukladaný. Nastavenie depozičných parametrov umožňuje meniť uhol depoziácie a to zvlášť pre aluviálnu, plytkovodnú a hlbokovodnú časť prostredia. Uhol depoziácie predstavuje hranicu, nad ktorou nedochádza k usadzovaniu materiálu, ale začínajú sa uplatňovať procesy erózie.

Geometria klastickej sedimentácie je vo veľkej miere ovplyvňovaná práve množstvom prineseného ílovitého a/alebo piesčitého materiálu s predpokladaným vznikom klastického materiálu mimo hraníc regiónu simulácie. Vkladanie dát do programu je riešené intuitívne a údaje je možné vkladať pomocou dvojrozmerných kriviek v tzv. plotri. Parametre ako úroveň subsidencie, prínos materiálu, alebo pohyby morskej hladiny je možné definovať postupne sa meniace v čase. Po zadaní vstupných dát a spustení programu, sa vykoná modelácia sedimentárnej geometrie vzhľadom na pravidlá erózie a depoziácie v postupnosti krokov: aluviálna erózia na pobreží, sedimentácia aluviálnych a morských klastík, eventuálna sedimentácia karbonátovej resp. pelagickej zložky. V konečnej fáze simulácie sa vykonávajú prípadné účinky kompaktácie sedimentov, účinky energie vln a vetra,

či termálnej subsidencie. Podobu vytvoreného vykresleného modelu je možné interaktívnou editáciou dát veľmi variabilne prispôbovať pre dosiahnutie požadovanej finálnej geometrie sedimentárnej sukcesie. Následne sa dajú využiť rôzne možnosti vizualizácie konečného modelu (zobrazenie sedimentácie na Wheelerovom chronostratigrafickom diagrame, vyznačenie sekvenčno-stratigrafických systémových sústav, vkladanie karotážnych záznamov a seizmických dát, opis facií).

3. MODEL SEDIMENTÁRNEJ ARCHITEKTÚRY

3.1. Litostratigrafia a sekvenčná stratigrafia

Vrchný bádén je definovaný ako časové obdobie medzi 13,65-12,7 milióna rokov (Gradstein et al., 2004). Sedimentárny záznam obdobia je tvorený panvovými a plytkovodnými okrajovými členmi. Panvové faciie predstavuje studienčanské súvrstvie, tvorené hlavne jemnozrnnými šedými a šedozelenými vápnitými ílmi a ílovcami hrúbky 400-600 m (Špička, 1969). Zaraďujú sa do bulimínovo-bolivínovej biozóny (Grill, 1941). Panvové faciie sa usadili v podmienkach stratifikovaného vodného stĺpca so zníženým obsahom kyslíka na dne panvy. Smerom do nadložja obsahujú vzrastajúci počet piesčitých telies (Jiříček, 1988).

Okrajový člen studienčanského súvrstvia tvoria sandberské vrstvy. Na báze súvrstvia je brekcia, resp. štrk/zlepenec, vyššie sú usadené piesky a riasové (litotamniové) vápence. Maximálna hrúbka vrstiev je 90-100m a sú usadené na východnom okraji Viedenskej panvy (Vass, 2002).

Vrchnobádenské usadeniny boli transportované predovšetkým zo západnej časti panvy v podobe rozsiahlej paleo-delty. V dôsledku začínajúcej regresie na konci bádenu sa ukladá gajarský deltový systém v podobe čela delty a ústových valov. Sedimenty gajarského súvrstvia sú tvorené prevažne piesčitými sedimentmi a ich hrúbka je približne 100 m (Vass, 2002). Záver vrchnobá-

denskej sedimentácie reprezentujú vysladené vrstvy s foraminiferami rodu *Ammonia* (Andrejeva-Grigorovič et al., 2001).

V oblasti Viedenskej panvy bolo v miocénom vrstevnom slede pôvodne definovaných 9 sekvenčno-stratigrafických cyklov 3. rádu, označovaných ako VB1-VB9 (Kováč et al., 2004). V období seravalu (vrchný bádén až sarmat), boli v práci Kováč et al. (2008) potvrdené a upresnené dva cykly tretieho rádu VB7 a VB8, ktoré je možné viac menej porovnávať s globálnymi cyklami TB 2.5 a TB 2.6 (podľa Haq et al., 1988, Haq, 1991).

Vrchnobádenský cyklus (VB7, Kováč et al., 2004) začína novou transgresiou po predchádzajúcom poklese hladiny mora. Transgresívne usadeniny sú reprezentované sandberskými vrstvami na východnom okraji Viedenskej panvy, kde prekrývajú predneogénne podložie a ich báza reprezentuje sekvenčnú hranicu typu SB1 (Baráth et al., 1994; Kováč et al., 2008). Táto smerom do panvy prechádza do sekvenčnej hranice typu SB2, bez vplyvu subaerickej erózie. Nad ňou je detekovateľná sústava nízkeho stavu hladiny, ktorá je v priestore Viedenskej panvy viditeľná len na karotážnych krivkách na báze progradujúceho súboru sedimentov nad hranicou medzi stredným a vrchným bádénom (Kováč et al., 2004). Sústava vysokého stavu hladiny je v období vrchného bádenu reprezentovaná deltovým systémom, ktorý do Viedenskej panvy vstupoval zo západu a prejavuje sa postupnou progradáciou deltového telesa smerom na východ.

3.2. Pribeh modelácie

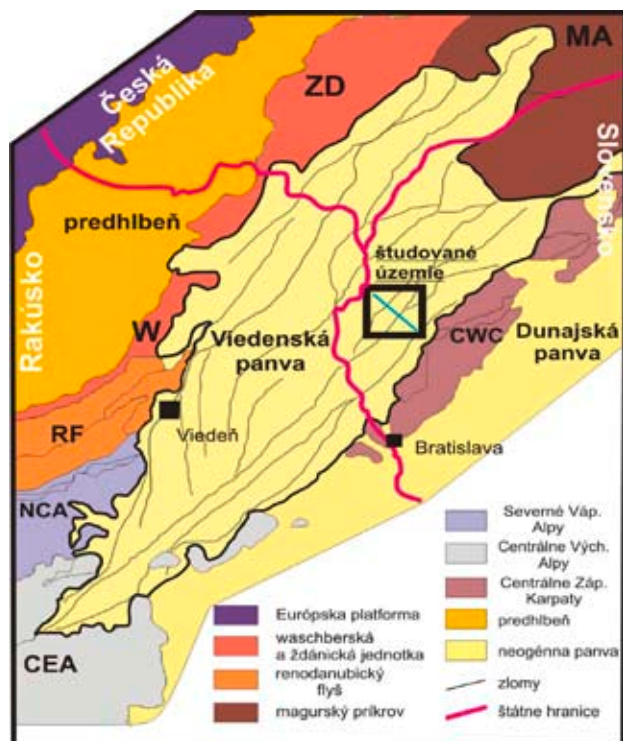
3.2.1. Vstupné údaje

Prvým krokom pri tvorbe modelu je už spomínaná definícia základných parametrov tvoreného modelu (časový a priestorový rozsah modelácie, smer prínosu sedimentárneho materiálu) a zahrnutie účinku subsidencie do modelácie (Obr. 1). Interpretácia použitého seizmického rezu z oblasti Jakubova (Kováč et al., 2008) poskytla informácie o vnútornej a vonkajšej architektúre vrchnobádenského deltového telesa, v ktorom do-



Obr. 1. Nastavenie základných parametrov v programe SedPak.

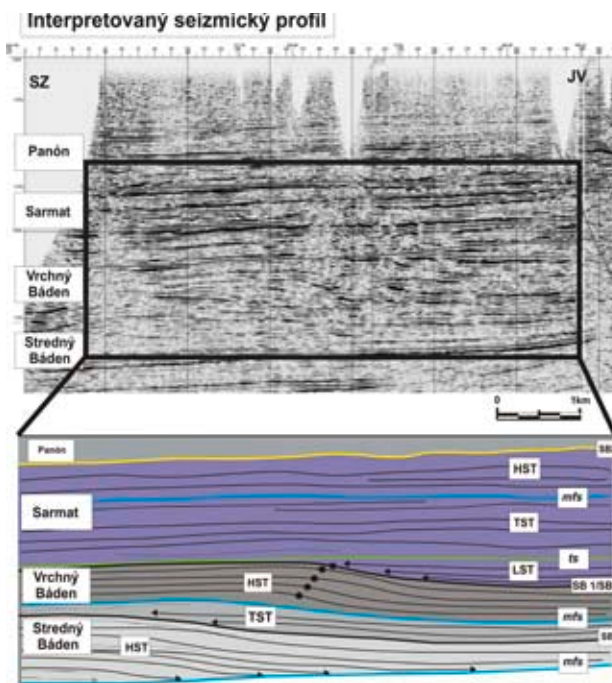
Fig. 1. Basic parameters setup in the SedPak software.



Obr. 2. Študované územie s vyznačenou orientáciou seizmického profilu. W – waschberská jednotka, ZD – žďánická jednotka, RF – renodanubický flyš, MA – magurský príkrov, CEA – Centrálné Východné Alpy, NCA – Severné Vápencové Alpy, CWC – Centrálné Západné Karpaty (upravené podľa Kováč et al., 2008).

Fig. 2. Studied area with marked orientation of the seismic line. W – Waschberg Unit, ZD – Žďánice Unit, RF – Rhenodanubian Flysh Zone, MA – Magura Group, CEA – Central Eastern Alps, NCA – Northern Calcareous Alps, CWC – Central Western Carpathians (modified from Kováč et al., 2008).

minuje progradáčne usporiadanie vrstiev prejavujúcich sa zostupným ukončením reflexov v spodnej časti (Obr. 2, 3). Smerom na východ vrstvy (časové línie) postupne prechádzajú do paralelného usporiadania. Progradujúce sedimenty deltového systému smerom do východnej časti panvy reprezentujú typické usadeniny sústavy vysokého stavu hladiny mora. V západnej časti profilu je viditeľné prostredie deltovej plošiny. Informácie o hrúbke sedimentov boli určené z mapy hrúbok vrchnobádenských usadenín (Jiříček, 1979). Hodnoty hrúbky sedimentov by mali v modeli dosiahnuť približne 150-200 m v priestore deltovej plošiny a až do 400 m v deltovom laloku. Možné rozmedzie pohybov hladiny od začiatku jej stúpania, počas vysokého stavu hladiny až po jej opätovný pokles na konci vrchného bádenu v metroch bolo stanovené na približne 70-80 m (ústna informácia L. Sliva & N. Hudáčková-Hlavatá, podobné hodnoty boli použité aj v práci Feitcherová (2005)). Miera subsidencie v oblasti Malacky bola stanovená na hodnotu 90-100 m za dané obdobie s postupným vyznievaním ku koncu vrchného bádenu (Lankreijer et al., 1995). Prínos sedimentárneho materiálu je možné v modelácii zadať z oboch okrajov modelovanej panvy, a to zvlášť pre ílovitý a piesčitý materiál. V priebehu modelácie vrchnobádenských sedimentov bola postupnou editáciou



Obr. 3. Interpretovaný seizmický profil. LST – systémová sústava nízkeho stavu hladiny, TST – transgresívna systémová sústava, HST – systémová sústava vysokého stavu hladiny, mfs – povrch maximálnej záplavy, ts – transgresívny povrch, SB1/SB2 sekvenčná hranica typu1/typu2, bodka – progradácia počas vysokého stavu hladiny, šípka – ukončenie seizmických reflexov (upravené podľa Kováč et al., 2008).

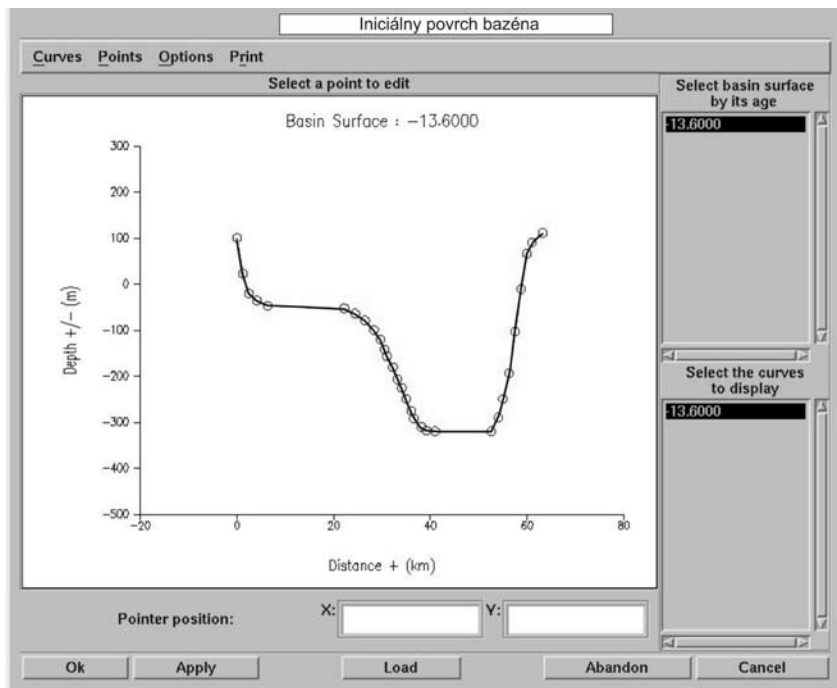
Fig. 3. Interpreted seismic profile. LST – lowstand systems tract, TST – transgressive systems tract, HST – highstand systems tract, mfs – maximum flooding surface, ts – transgressive surface, SB1/SB2 – type 1/type 2 sequence boundary, dot – progradation during highstand systems tract, arrow – seismic reflexes terminations (modified from Kováč et al., 2008).

vstupných údajov (zmeny v prínose sedimentárneho materiálu, úrovni subsidencie, pohyboch morskej hladiny) vytvorená séria modelov s cieľom vytvoriť najvhodnejší model sedimentácie vo vrchnom bádene pri splnení požadovaných proporcií modelu, ku ktorým patrili najmä tvar a geometria vrstiev deltového tela a hrúbka sedimentov deltovej plošiny, deltového čela a svalu delty. Priebeh tvorby finálneho modelu, spolu s použitými vstupnými dátami je opísaný v nasledujúcej časti.

Modelácia vrchnobádenských usadenín v tejto práci vychádza z definície depozičnej sekvencie, obsahujúcej 4 systémové sústavy, a to: systémová sústava nízkeho stavu hladiny, transgresívna systémová sústava, systémová sústava vysokého stavu hladiny a systémová sústava klesajúceho stavu hladiny. Sekvenčnú hranicu v tomto prípade reprezentuje povrch subaerického erózie a jej korelatívnej konformity, sformovanej na konci poklesu bazálnej úrovne (Hunt & Tucker, 1992; Plint & Nummedal, 2000; Catuneanu, 2002).

3.2.2. Tvorba modelu

Iniciálny povrch sedimentačného bazéna (Obr. 4) – zobrazený iniciálny povrch je definovaný pre počiatočný vek 13,6 milióna rokov. Treba si uvedomiť, že iniciálne hĺbky viditeľné



Obr. 4. Iniciálny povrch panvy v počiatočnom veku modelácie (13,6 milióna rokov).

Fig. 4. Initial basin surface of the simulation in start time (13.6 Ma).

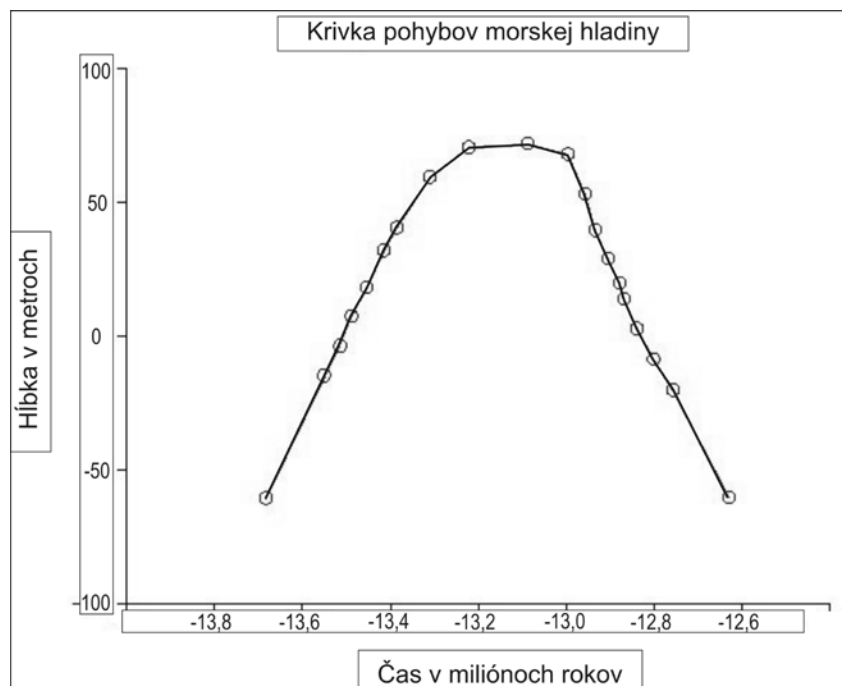
na obrázku predstavujú hĺbky pred účinkom subsidencie. Na ľavej strane sa nachádza plytší priestor pre vytvorenie deltovej plošiny, ktorej požadovaná hrúbka na modeloch by mala dosiahnuť hodnoty od 150-200m. Pravý (východný) strmší okraj priestoru odzrkadľuje odhadovanú pozíciu Malých Karpát.

Krivka zmien morskej hladiny (Obr. 5) – pohyb morskej hladiny počas vrchnobádanskeho cyklu tretieho rádu je nastavený v rozmedzí 80m.

Subsidencia (Obr. 6) – hodnota subsidencie za obdobie 13,65-12,7 miliónov rokov pre centrálnu časť panvy je okolo 100m. Subsidencia je premenlivá v čase so znížením jej rýchlosti

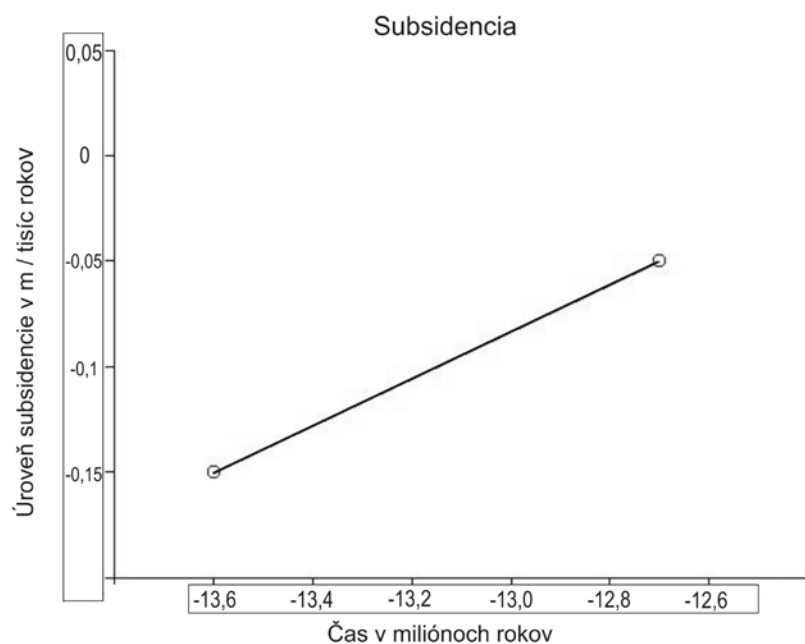
ku koncu vrchného bádenu (menej výrazná termálna subsidencia). Na začiatku simulácie je hodnota subsidencie stanovená na hodnotu 0,15 m/1000 rokov a jej intenzita v priebehu modelácie vyznieva až na konečnú hodnotu 0,05 m/1000 rokov. Daný trend odzrkadľuje chovanie poklesu Viedenskej panvy zistené v jej severnej časti (Lankreijer et al., 1995; Kováč, 2000). V okrajových častiach panvy sa efekt subsidencie uplatňuje tiež, ale je nastavený na menšie hodnoty.

Prínos sedimentárneho materiálu (Obr. 7) predstavuje najvariabilnejšiu premennú v modelácii, a takisto najmenej jasnú položku v dôsledku absencie údajov o konkrétnych množstvách



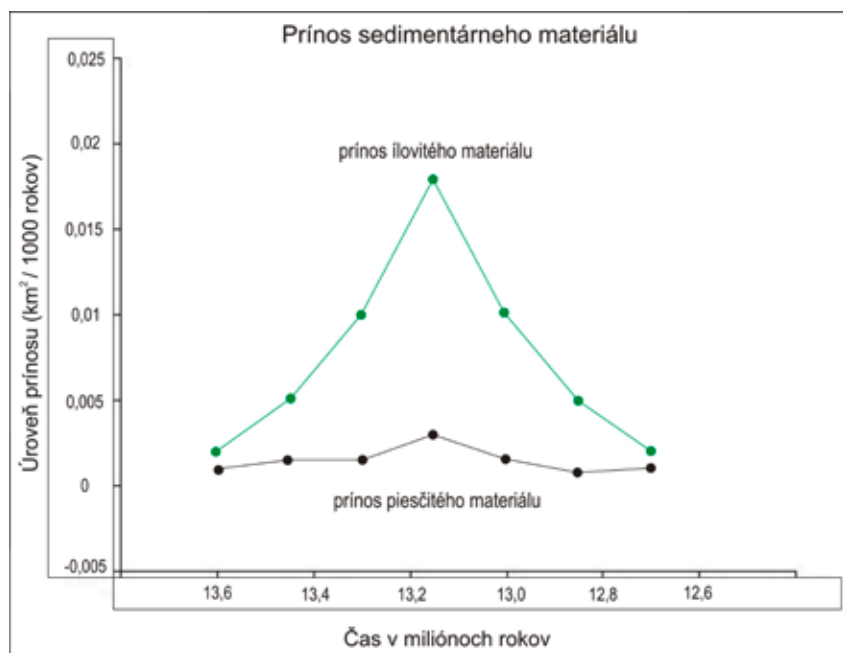
Obr. 5. Krivka zmien morskej hladiny.

Fig. 5. Sea-level changes curve.



Obr. 6. Krivka subsidencie.

Fig. 6. Subsidence curve.



Obr. 7. Krivky prínosu sedimentárneho materiálu.

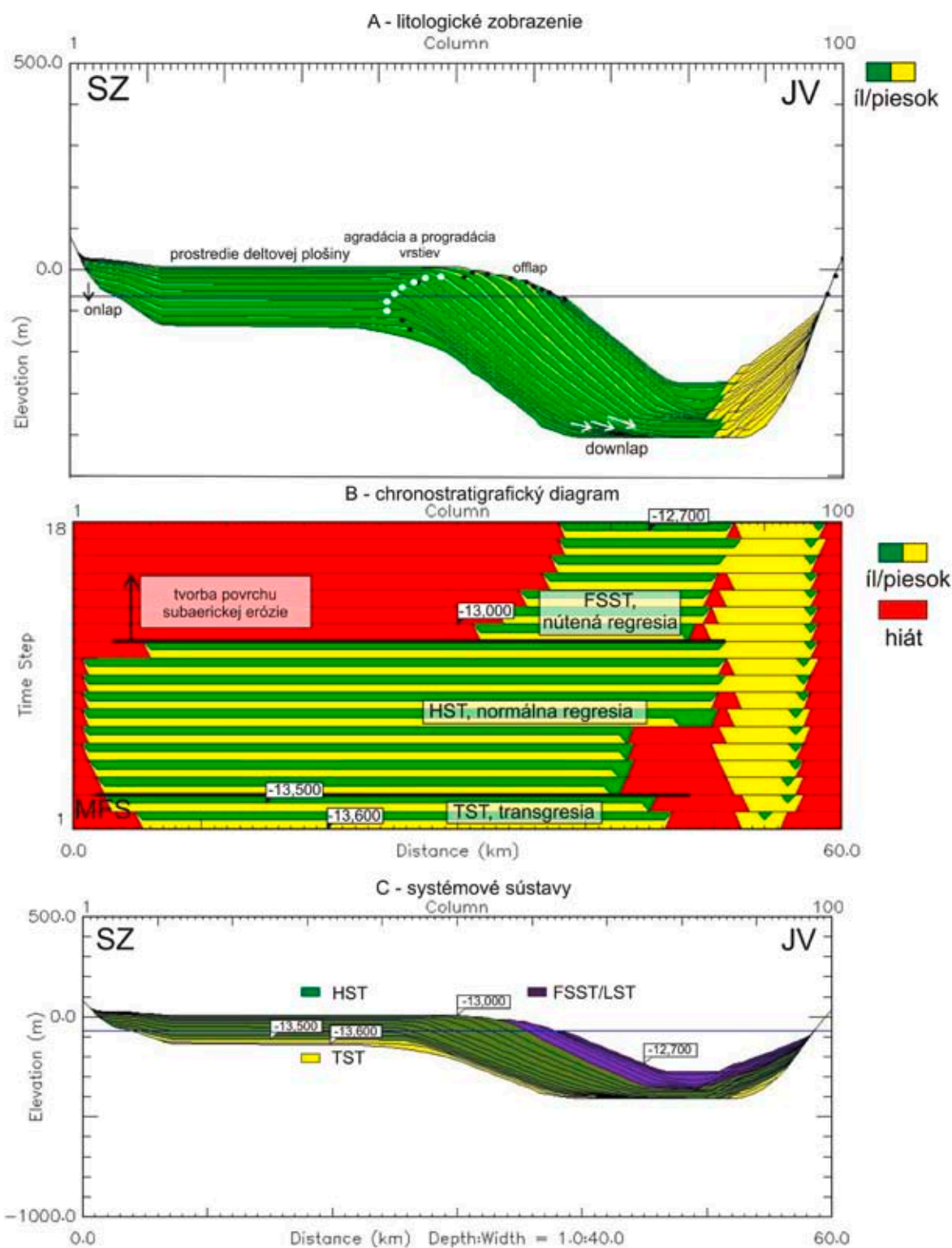
Fig. 7. Sediment supply curves.

sedimentárneho materiálu prineseného do panvy. Prínos klastík do panvy prebieha z oboch strán. Z ľavej strany vyšší prínos ílovitého materiálu a nižší prínos piesčitého materiálu, ktorý sa prejavuje najmä v progradujúcom čele delty. Hodnoty prínosu piesčitého, hrubozrnnejšieho materiálu z pravej strany výrazne presahujú hodnoty ílovitého materiálu z dôvodu prítomnosti západného okraja Malých Karpát, ktorý je zdrojovou oblasťou hrubozrných klastík. Informácie o východnom okraji Viedenskej panvy sú známe v obmedzenej miere. Zmena hodnôt prínosu materiálu a jeho depozičných parametrov predstavuje dôležitý spôsob ovplyvňovania výslednej sedimentárnej architektúry modelu. Po dosiahnutí vhodného finálneho modelu si je možné

z použitých hodnôt utvoriť základnú predstavu o množstve prineseného materiálu a takisto o ďalších parametroch depozície (depozičné uhly ukladania a depozičné vzdialenosti).

3.2.3. Finálny model

Po zadání vstupných údajov a spustení simulácie vykoná program modeláciu sedimentácie v panve, spolu s eventuálnym zahrnutím ďalších navolených faktorov. Pri zachovaní požadovaných vstupných údajov (hrúbka sedimentov, pohyby hladiny, subsidencia) sa vo finálnom modeli podarilo relatívne verne simulovať vyplnenie sedimentárneho bazéna deltovým systémom progradujúcim na juhovýchod, a takisto vznik geometrie tejto



Obr. 8. Finálny model sedimentárnej architektúry usadenín vrchného badenu. Časť A – litologické zobrazenie, časť B – chronostratigrafický diagram, časť C – prehľad systémových sústav. HST – systémová sústava vysokého stavu hladiny, TST – transgresívna systémová sústava, FSST – systémová sústava klesajúceho stavu hladiny, LST – systémová sústava nízkeho stavu hladiny, MFS – povrch maximálnej záplavy, onlap – dosah, offlap – ústup, downlap – zostup.

Fig. 8. Final sedimentary architecture model of the Upper Badenian deposits. Part A – lithological view, part B – chronostratigraphic diagram, part C – systems tracts overview. HST – highstand systems tract, TST – transgressive systems tract, FSST – falling stage systems tract, LST – lowstand systems tract, MFS – maximum flooding surface.

sedimentárnej výplne pozorovanej na seizmickom reze (Obr. 8a). Na modeli je zreteľná agradačná a progradáčna zložka sedimentov usadených počas vysokého stavu hladiny a takisto zostupové (downlap) ukončenie progradujúcich vrstiev delto-vých usadenín v panve. Pri následnom poklese morskej hladiny došlo k vytvoreniu typickej ústupovej geometrie vrstiev (offlap). Pribeh sedimentácie je zobrazený na chronostratigrafickom diagrame (Obr. 8b) a na obrázku s vyznačením sekvenčno-stratigrafických systémových sústav (Obr. 8c). Sedimentácia na modeli začína uložením sedimentov v transgresívnej systémovej sústave malej hrúbky pri stúpaní morskej hladiny. Povrch maximálnej záplavy predstavuje bazálny povrch nadložných sedimentov sústavy vysokého stavu hladiny. Tieto sedimenty predstavujú smerom na JV progradujúci vrchnobádenský delto-vý lalok, ktorý sa uložil práve v podmienkach vysokého stavu hladiny. Pri následnom poklese hladiny prichádza k vytváraniu povrchu subaerickej erózie a uloženiu sedimentov systémovej sústavy klesajúceho stavu hladiny (Obr. 8c). Sedimentácia (už nezahrnutá v modelácii) pokračuje usadením sedimentov nízkeho stavu hladiny nad sekvenčnou hranicou, v podmienkach normálnej regresie pri následnom raste hladiny (Obr. 2).

Model vrstevného sledu zhodujúceho sa zo stavom a architektúrou usadenín dokumentovaných seizmickým rezom z oblasti Jakubova prispel k objasneniu množstva prinášaného materiálu do študovanej časti viedenskej panvy. Jeho hodnoty sú nasledovné: prínos jemnozrnného materiálu zľava (JV) v rozmedzí 0,01-0,018 km²/1000 rokov a prínos hrubozrnného materiálu zľava (JV) v rozmedzí 0,0015-0,003 km²/1000 rokov pri vysokom stave hladiny (Obr. 7).

4. ZÁVER

Cieľom vyššie opísanej modelácie sedimentárnej architektúry vrchnobádenských sedimentov viedenskej panvy bolo overiť možnosti programu SedPak pre prácu s konkrétnym geologickým prostredím (práca so vstupnými údajmi a s finálnym modelom), a takisto aj možnosti využitia sekvenčno-stratigrafických poznatkov. Program SedPak sa ukázal byť užitočným a vhodným nástrojom pre takýto typ modelácie, najmä pre flexibilný spôsob vkladania a editácie dát, ktorý má za následok okamžité rozpoznanie efektu ich zmeny. K ďalším kladom programu patrí variabilita vstupných údajov, pomocou ktorých je možné namodelovať väčšinu sedimentologických efektov a kvalitné grafické výstupy s veľkým množstvom rozličných typov zobrazení.

Podakovanie: Práca bola finančne podporená Agentúrou pre vedu a výskum z projektov APVV – ESF-EC-0006-07, APVV-0280-07 a projektu EUROCORES – SOURCE & SINK.

Literatúra

- Andrejeva-Grigorovich A. S., Kováč M., Halásová E. & Hudáčková N., 2001: Litho and biostratigraphy of the Lower and Middle Miocene sediments of the Vienna Basin (NE part) on the basis of calcareous nannoplankton and foraminifers. *Scripta Fac. Sci. Nat. Univ. Masaryk. Brun. Geology*, 30, 23-27.
- Baráth I., Nagy A. & Kováč M., 1994: Sandberg member – Late Badenian marginal sediments on the Eastern margin of the Vienna Basin. *Geologické Práce, Správy*, 99, 59-66.
- Catuneanu O., 2002: Sequence stratigraphy of clastic systems: concepts, merits and pitfalls. *Journal of African Earth Sciences*, 35, 1-43.
- Feitcherová P., 2005: Model depozície usadenín vrchného bádenu vo Viedenskej panve. Diplomová práca, PriF UK, Katedra geológie a paleontológie, Bratislava, 84 s.
- Gradstein F. M., Ogg J. G. & Smith A. G. (Eds.), 2004: A geologic time scale 2004. Cambridge University Press, 1-610.
- Grill R., 1941: Stratigraphische Untersuchungen mit Hilfe von Mikrofaunen im Wiener Becken und den benachbarten Molasse-Anteilen. *Oel und Kohle*, 37, 595-602.
- Haq B. U., 1991: Sequence stratigraphy, sea-level change and significance for the deep sea. *Special Publications of the International Association of Sedimentologists*, 12, 3-39.
- Haq B.U., Hardenbol J. & Vail P.R., 1988: Mesozoic and Cenozoic chronostratigraphy and cycles of sea-level change. In: Wilgus C.K., Hastings B.S., Kendall C.G.St.C., Posamentier H.W., Ross C.A. & Van Wagoner J.C. (Eds.): Sea Level Changes – An Integrated Approach. *SEPM Special Publications*, 42, 71-108.
- Hunt D. & Tucker M.E., 1992: Stranded parasequences and the forced regressive wedge systems tract: deposition during base-level fall. *Sedimentary Geology*, 81, 1-9.
- Jiříček R., 1979: Tektogenetický vývoj karpatského oblouku během oligocénu a neogénu. In: M. Mahel (Ed.): Tektonické profily Západných Karpát. Konferencie, Sympóziá, Seminára, GÚDŠ, Bratislava, 205-215.
- Jiříček R., 1988: Stratigraphy, paleogeography and thickness of sediments in the Neogene Vienna Basin. *Zemní Plyn a Nafta*, 4, 583-622.
- Kováč M., 2000: Geodynamický, paleogeografický a štruktúrny vývoj karpatsko-panónskeho regiónu v miocéne. Nový pohľad na neogénne panvy Slovenska. VEDA, Bratislava, 202 s.
- Kováč M., Baráth I., Harzhauser M., Hlavatý I. & Hudáčková N., 2004: Miocene depositional systems and sequence stratigraphy of the Vienna Basin. *Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg*, 246, 187–212.
- Kováč M., Andreyeva-Grigorovich A., Bajraktarević Z., Brzobohatý R., Filipescu S., Fodor L., Harzhauser M., Nagymarosy A., Oszczytko N., Pavelić D., Rögl F., Saftić B., Sliva L. & Studencka B., 2007: Badenian evolution of the Central Paratethys Sea: paleogeography, climate and eustatic sea-level changes. *Geologica Carpathica*, 58, 6, 579-606.
- Kováč M., Sliva L., Sopková S., Hlavatá J. & Škulová A., 2008: Serravallian sequence stratigraphy of the Northern Vienna Basin: high frequency cycles in the Sarmatian sedimentary record. *Geologica Carpathica*, 59, 6, 545-561.
- Lankreijer A., Kováč M., Cloetingh S., Pitoňák P., Hlůška M. & Biermann C., 1995: Quantitative subsidence analysis and forward modeling of the Vienna and Danube basins: thin-skinned versus thick-skinned extension. *Tectonophysics*, 252, 433-451.
- Plint A.G. & Nummedal D., 2000: The falling stage systems tract: recognition and importance in sequence stratigraphic analysis. In: Hunt, D. & Gawthorpe, R.L. (Eds.): Sedimentary response to forced regression. *Geological Society of London Special Publication*, 172, 1-17.
- Špička V. 1969: Rozbor mocností, rozšíření a vývoje neogénu v oblasti Vídeňské pánve. In: Adam Z., Dlabáč M., Gašparík J., Janáček J., Jurková A., Kocák A., Mořkovský M., Seneš J., Špička V. & Vass D. (Eds.): Paleogeografie a mapy mocností neogénu Západných Karpát. *Západné Karpaty*, 11, 128-156.

Vass D., 2002: Litostratigrafia Západných Karpát: neogén a budínsky paleogén. GÚDŠ, Bratislava, 200 s.

Summary: The aim of this work was to examine the possibilities of use SedPak software to simulate infilling of sedimentary basin and its sedimentary architecture in a case study on the Upper Badenian deposits of the Vienna Basin.

The SedPak software was created at the University of South Carolina, and it was developed by the Stratigraphic Modeling Group of the Departments of Geological Sciences and Computer Science. It provides a simulation tool that models the sedimentary architecture. This architecture is mainly resulting from the interaction between these factors: eustatic sea level changes, tectonic movement and sediment supply. The SedPak software works on Linux systems and can be downloaded for free from SEPM webpage <http://sedpak.geol.sc.edu/>.

The first step of creating a model of the sedimentary architecture is to setup the basic parameters of the model (start and stop time, start and end of modelling basin, top and bottom elevation), and also to include factors on simulation (subsidence, compaction, air isostasy or hardgrounds). Further necessary input data are defined by two dimensional curves on a tablet called plotter. The modelling continues by defining following input data: initial basin surface, subsidence, sea-level changes and sediment supply. Sedimentary geometries in program are created by the infilling of a two dimensional basin from both sides with clastic sediments (curves for shale and sand sediments can be defined separately). After entering the input data program reads the parameters and generates sedimentary geometries according to depositional and erosional rules.

For modelling of the Upper Badenian sediments in the Vienna Basin were used input data and parameters described below:

The seismic line from the Jakubov area (Kováč et al., 2008) provides the basic information about external and internal architecture of the Upper Badenian deltaic lobe (Figs. 1 and 2). This system consists of typical prograding clinoforms, with downlap strata terminations in the basin, deposited during sea-level highstand conditions.

The first step of modelling consists of setup a basis parameters (Fig. 3) and creation of the initial basin surface (Fig. 4).

Fig. 5 shows a rate of sea-level changes, which was evaluated to 70-80 meters during the Late Badenian. The magnitude of subsidence was determined from subsidence history curves (Lankreijer et al., 1995) and was evaluated to 90-100 meters during the Upper Badenian (Fig. 6). Values of sediment material supply represent the most variable and also not very well known parameter in the modelling.

A series of models was created by subsequent modifying of the input parameters, especially sediment supply values, in order to obtain appropriate final model of the Upper Badenian sediments. The final model (Fig. 8a) shows relatively good agreement with the Upper Badenian deltaic lobe shape and internal architecture shown on the seismic line. Sediment supply values used in the final model were: supply of the clay material between 0.01-0.018 km²/1000 years and supply of the sand between 0.0015-0.003 km²/1000 years during sea-level high stand (Fig. 7). These values present the basic image of the sedimentary material amount needed to creating the Upper Badenian deltaic system.