

Slovník sekvenčné stratigrafie

Rastislav Synak

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

AGEOS Sequence stratigraphic dictionary

Abstract: Sequence stratigraphy represents the study of cyclic sedimentary patterns within the stratigraphic succession, as they form in response to various factors, such as fluctuations in sea level (fall or rise), tectonics, and variations in sediment supply or space available for sediment to accumulate. Depositional sequence is the fundamental stratal unit of sequence stratigraphy, bounded by subaerial unconformities. It represents the final depositional unit of one full cycle of sea level changes and it consists of subdivisions called systems tracts, which are defined on the basis of internal stratal stacking patterns, position within the sequence and types of bounding surfaces.

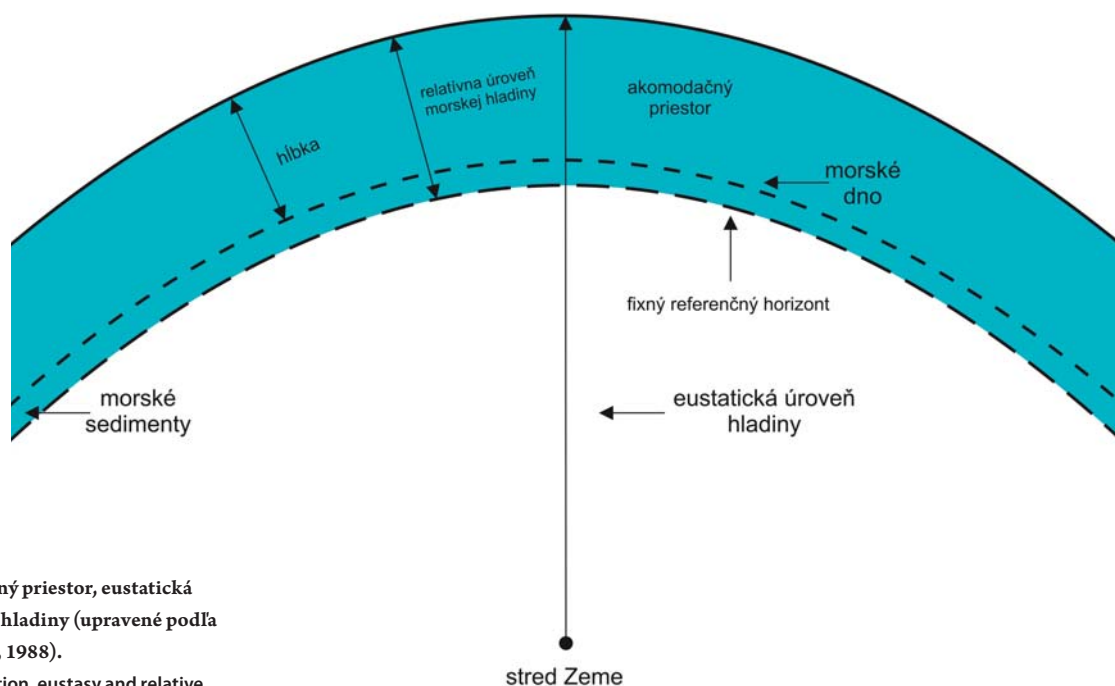
Key words: sequence stratigraphy, sequence, systems tracts, key surfaces, parasequences

1. ZÁKLADY SEKVENČNEJ STRATIGRAFIE

Zhrnutie základných pojmov

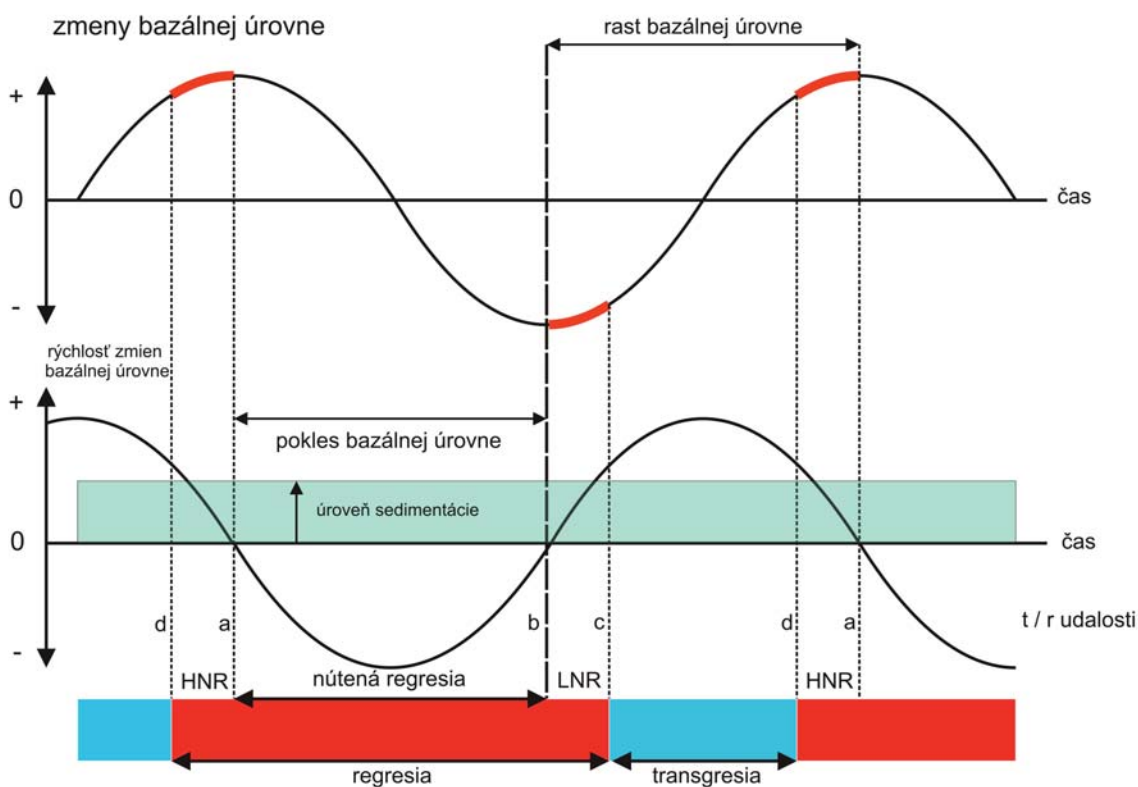
Výsledná podoba a vnútorná architektúra sedimentárnej sukcesie je ovplyvnená spôsobom usadzovania prinášaného sedimentárneho materiálu v závislosti na pôsobení faktorov, ktoré sa uplatňujú v sedimentačnom priestore. Tento priestor označujeme ako **akomodačný priestor** (Obr. 1) a je definovaný ako potenciálny priestor, v ktorom je možná akumulácia sedimentu (Jervey, 1988). Akomodačný priestor vyplňaný sedimentárnym materiálom je tvorený a deštruovaný v závislosti na zmenách v pozícii bazálnej úrovne. V praxi teda môžeme ako akomodačný priestor označiť časť medzi aktuálnym zemským

povrchom alebo morským dnom a tzv. **bazálnou úrovňou** (*base level*). Bazálna úroveň predstavuje teoretickú hranicu, nad ktorou sa uplatňujú procesy erózie, a do úrovne ktorej sa akumuluje sedimentárny materiál (používa sa aj označenie rovnovážny profil; napr. Posamentier & Allen, 1999). Vzťah medzi podmienkami v akomodačnom priestore a momentálnou pozíciou bazálnej úrovne hlavnou mierou ovplyvňuje sedimentáciu. Zjednodušene povedané, rast bazálnej úrovne vytvára akomodačný priestor a jej pokles má naopak za následok jeho deštrukciu. Samotné pohyby bazálnej úrovne sú ovplyvňované v najväčšej miere externými faktormi (eustázia, tektonika, prínos sedimentu a klimatické zmeny), v miere menšej sú to diagenetické a environmentálne faktory (účinky vlnenia a morských prúdov). Jej pozícia sa pre zjednodušenie kladie na úro-



Obr. 1. Akomodačný priestor, eustatická a relatívna úroveň hladiny (upravené podľa Posamentier et al., 1988).

Fig. 1. Accommodation, eustasy and relative changes of sea-level (Posamentier et al., 1988; modified).



Obr. 2. Pohyby bazálnej úrovne a koncept transgresie, normálnej a nútenej regresie (upravené podľa Catuneanu, 2002).

Fig. 2. Base level changes and concept of transgression, normal and forced regression (Catuneanu, 2002; modified).

veň morskej hladiny, aj keď v skutočnosti sa v dôsledku vplyvu energie vlnenia a morských prúdov nachádza pod touto úrovňou (Schumm, 1993). Termínom **eustázia** (Obr. 1) sa označujú globálne pohyby morskej hladiny (merané vzhľadom na stred Zeme), pojem **relatívna úroveň morskej hladiny** (Obr. 1) predstavuje úroveň, ktorej pozícia je kontrolovaná spoločným účinkom eustázie a tektoniky (výzdvihom resp. subsidenciou). Objem prinášaného sedimentu do depozičného systému predstavuje ďalší dôležitý faktor pôsobiaci na výslednú architektúru sedimentárnej sukcesie. Je kontrolovaný fyziogeografiou, tektonikou a klimatickými pomermi v zdrojovej oblasti prinášaného materiálu (Emery & Myers, 1996). Interakcia medzi pohybom bazálnej úrovne a úrovňou prínosu sedimentárneho materiálu ovplyvňuje zmeny v hĺbke morského pobrežného prostredia a pohyby pobrežnej línie (Obr. 2, 3). **Transgresia** je definovaná ako posun pobrežnej línie smerom na pevninu. Jej posun má za následok posun facií týmto smerom a prehlbovanie morského prostredia v blízkosti pobrežia. Posun facií smerom k pevnine označujeme ako **retrogradácia** facií a vzniká v prípade, keď prínos sedimentu do panvy je menší ako rýchlosť vytvárania akomodačného priestoru (rastu bazálnej úrovne). Termínom **regresia** označujeme posun pobrežnej línie smerom do panvy. Pri morskej regresii pozorujeme splytčovanie prostredia v blízkosti pobrežia. Výsledkom regresie je **progradácia** – posun facií v sukcesii smerom do panvy. **Normálna regresia** vzniká v prípade, keď je množstvo sedimentu prinášaného do panvy väčšie ako úroveň vytvárania akomodačného priestoru (pokles

bazálnej úrovne). Špeciálnym typom regresie je **nútená regresia**, ktorá vzniká nezávisle na prínose sedimentu a je spôsobená poklesom morskej hladiny. V prípade keď je prínos sedimentu a tvorba akomodačného priestoru v rovnováhe, dochádza ku vzniku **agradácie**. Fázy progradácie, agradácie a retrogradácie a z nich vyplývajúca architektúra stavby sedimentárnych vrstiev nie je tvorená nepretržitým sledom sedimentov, ale sukcesia je zložená z menších progradáčnych jednotiek, označovaných ako **parasekvencie**. Parasekvenciu definoval Van Wagoner (1995) ako „relatívne konformnú sukcesiu geneticky príbuzných vrstiev, alebo súborov vrstiev, ohraničenú záplavovými povrchmi“. Z pozorovania plytkomorských sedimentov vyplynulo, že ich vnútorná stavba je tvorená jednotkami s nahor hrubším trendom zrnitosti, oddelených tenkými povrchmi, ktoré reprezentujú prehlbovanie depozičného prostredia a predstavujú morský záplavový povrch. Parasekvencie sa formujú v dôsledku výkyvov v rovnováhe medzi prínosom sedimentu a pomerov v akomodačnom priestore. Výkyvy v prínose sedimentárneho materiálu sú spôsobné najmä v dôsledku autocyklických procesov vo fluvialnom systéme ako napr. avulzia rieky, alebo pôsobením klimatických vplyvov. Do väčších celkov spojené parasekvencie označujeme ako parasekvenčné sústavy. V závislosti na tom, v ktorej fáze pohybu pobrežnej línie vznikla sústava parasekvencií rozoznávame tri typy usporiadania týchto sústav: (i) **retrogradačná**, (ii) **progradačná** a (iii) **agradáčna sústava parasekvencií** (Obr. 3).

2. SEKVENCIA

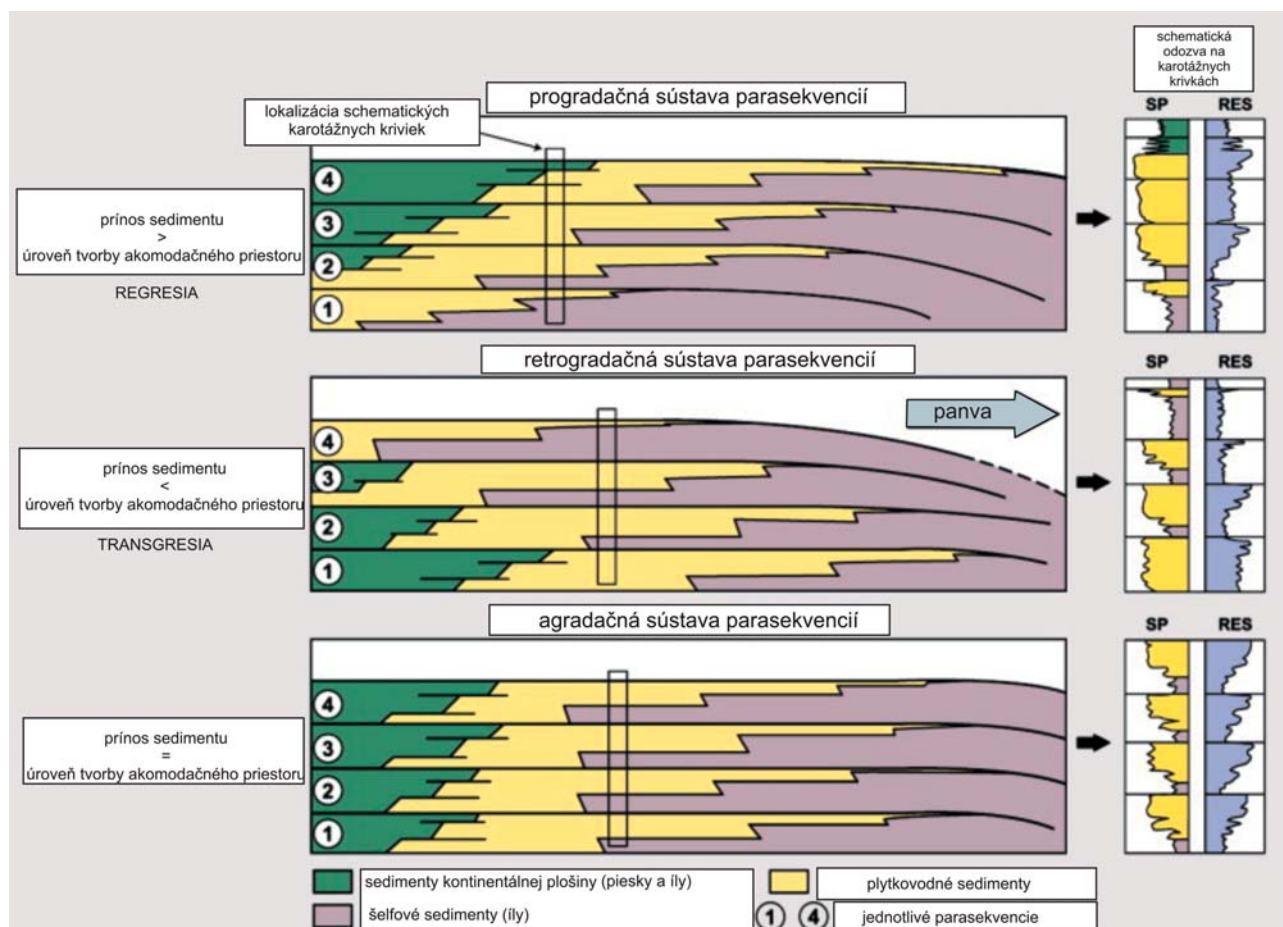
Sekvencia predstavuje základnú stavebnú jednotku používanú v sekvenčno-stratigrafických modeloch a reprezentuje jeden kompletný cyklus depozície ohraničený na vrchole a báze hranicou – eróznou diskordanciou, alebo iným zvoleným povrchom. Jej časový rozsah je kontrolovaný cyklom tvorby a deštrukcie akomodačného priestoru v dôsledku pôsobenia tektonickej subsidencie, eustatických zmien hladiny a prínosu sedimentu (Emery & Myers, 1996). Jej definícia vznikla na základe pozorovania seizmických dát, na ktorých bol prvýkrát zavedený pojem seizmická sekvencia a je definovaná ako „relatívne konformná sukcesia geneticky príbuzných vrstiev ohraničená diskordanciami, a s nimi korelovateľnými konformitami“ (Mitchum et al., 1977). Sekvencia je tvorená tzv. systémovými sústavami (koncept sústav definovali Brown & Fischer, 1977). Systémová sústava vo vnútri sekvencie je definovaná štýlom vertikálneho usporiadania vrstiev, pozíciou v sekvencii a typmi ohraničujúcich povrchov (Van Wagoner et al., 1990).

V priebehu vývoja modelov sekvenčnej stratigrafie vznikli na základe voľby rôznych stratigrafických povrchov za ohraničujúce povrchy rozličné typy sekvencií (Obr. 4). Definícia systémových sústav v tejto práci vychádza z depozičnej sekvencie (sensu Hunt & Tucker, 1992; Plint & Nummedal, 2000), ktorej

hranice sú tvorené povrchom subaerickéj erózie a jej korelatívnej konformity. Medzi ďalšie typy sekvencií patria, **genetická sekvencia** (ako ohraničujúci povrch využíva povrch maximálnej záplavy) a **T-R sekvencia** (ako ohraničujúci povrch používa povrch subaerickéj erózie a/alebo výmoloový povrch a ich korelatívny transgresívny povrch). Typy sekvenčnej hranice bývajú v literatúre označované aj ako sekvenčné rozhrania typu 1 (SB1), resp. typu 2 (SB2). Sekvenčné rozhranie typu 1 je charakterizované subaerickým obnažením, subaerickou eróziou, spojenou so zarezávaním riečnych tokov a s významným hiátom. Vzniká v prípade, keď pokles eustatickej hladiny presiahne úroveň subsidencie, teda v prípade relatívneho poklesu hladiny. Sekvenčné rozhranie typu 2 vzniká v prípade, keď je rýchlosť eustatického poklesu hladiny menšia ako úroveň subsidencie. Je charakterizovaná subaerickým obnažením, bez subaerickéj erózie spojenej s rejuvenizáciou tokov a posunom facií smerom do panvy (Vail et al., 1987).

Sekvenčno-stratigrafické povrchy

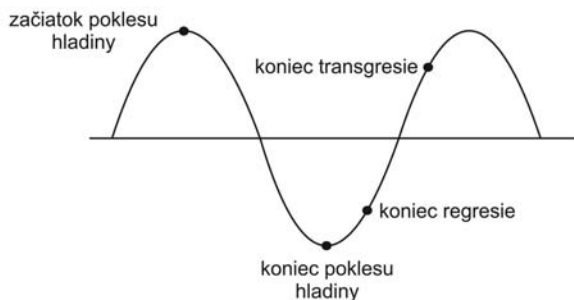
Kľúčové povrchy sekvenčnej stratigrafie sú tvorené stratigrafickými povrchmi, ktoré môžu aspoň sčasti slúžiť ako hranice oddeľujúce rozdielne genetické typy usadenín (Catuneanu et al., 2009). Povrchy sú definované vzhľadom na dve krivky,



Obr. 3. Progradačná, retrogradačná a agradačná parasekvencia sústava (upravené podľa Van Wagonera et al., 1988).

Fig. 3. Progradational, retrogradational and aggradational parasequence set (Van Wagoner et al., 1988; modified).

Sekvenčný model		Depozičná sekvencia II	Depozičná sekvencia III	Depozičná sekvencia IV	Genetická sekvencia	T-R sekvencia
Udalosti						
koniec transgresie	NR	HST	skorá fáza HST	HST	HST	RST
	T	TST	TST	TST	TST	TST
koniec regresie	NR	neskorá fáza LST (klin)	LST	LST	neskorá fáza LST (klin)	RST
	FR	skorá fáza LST (vejár)	neskorá fáza HST	FSST	skorá fáza LST (vejár)	
začiatok poklesu hladiny	NR	HST	skorá fáza HST	HST	HST	



sekvenčné rozhranie ————

povrch v systémovej sústave - - - - -

Dep. sekv. II	Haq et al. 1987, Posamentier et al. 1988
Dep. sekv. III	Van Wagoner et al. 1988, 1990, Christie-Blick 1991
Dep. sekv. IV	Hunt a Tucker 1992, 1995, Plint a Nummedal 2000
Genetická sekv.	Galloway 1989, Frazier 1974
T-R sekv.	Embry 1993, 1995, Curray 1964

Obr. 4. Používané sekvenčné modely (podľa Catuneanu, 2002).

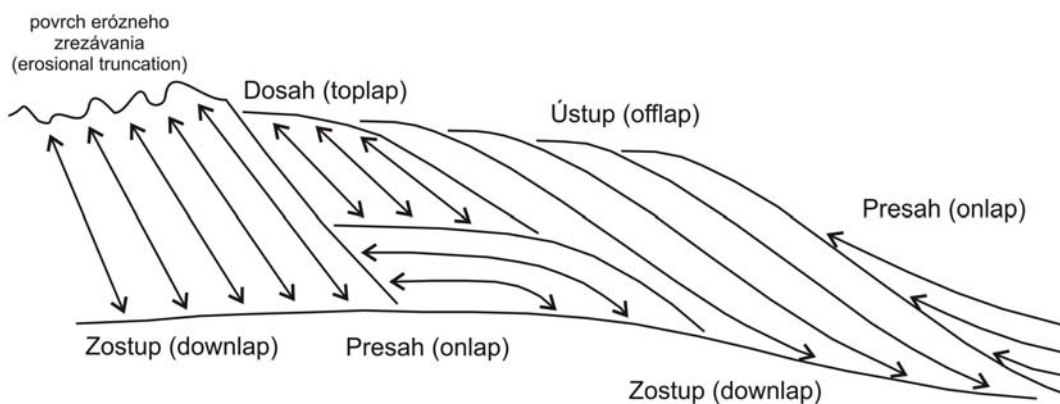
Fig. 4. Sequence models currently in use (according to Catuneanu, 2002).

a to krivku zmien bazálnej úrovne a z nej vyplývajúcu krivku pohybov pobrežnej línie (Obr. 6). Z hľadiska pozície na krivke zmien bazálnej úrovne, môžeme povrchy rozdeliť na tie, ktoré vznikajú pri poklese bazálnej úrovne (povrch subaerickéj erózie, bazálny povrch nútenej regresie) a pri raste bazálnej úrovne (transgresívny povrch, povrch maximálnej záplavy a výmolvový povrch).

Typy ukončenia vrstiev (Obr. 5) sú definované geometrickým vzťahom medzi vrstvou a povrchom, o ktorý sú ukončené. Určené boli na seizmických dátach ako ukončenia seizmických reflexov a sú zásadným kritériom pre určovanie sekvenčných hraníc na seizmických dátach. Na seizmickom profile sú charakterizované geometrickým vzťahom medzi reflexom a stratigrafickým povrchom, o ktorý je ukončený. Termíny a definície prebraté z práce Vail et al. (1977) boli následne využité na opis vnútorného usporiadania sekvencie a na určenie stratigrafických povrchov a systémovej sústavy. Mitchum et al. (1977) definovali nasledovné ukončenia vrstiev (reflexov): (i) povrch erózneho zrezávania (*erosional truncation*); (ii) dosah (*toplap*); (iii) presah (*onlap*); (iv) zostup (*downlap*) a (v) ústup (*offlap*). **Povrch erózneho zrezávania** je ukončenie vrstvy o nadložný

erózný povrch. **Dosah** je ukončenie seizmických reflexov o nadložný horizontálny resp. nízko sklonený povrch, interpretovaný ako výsledok nedepozície a iba minimálnej erózie. **Presah** predstavuje ukončenie nízko sklonených seizmických reflexov o spodný strmší stratigrafický povrch. Tento povrch reprezentuje zmenu z morských podmienok depozície na eróziu alebo nedepozíciu (Emery & Myers, 1996). **Zostup** je ukončenie strmo sklonených reflexov o bazálny planárny povrch. Zostup je generálne pozorovaný na báze progradujúcich klinoforiem v plytkomorskom prostredí a aj v hlbokovodných podmienkach. **Ústup** predstavuje usporiadanie vrstiev generované progradáciou vrstiev smerom do panvy. Ústup je produktom poklesu morskej hladiny a indikuje stav nútenej regresie.

Povrch subaerickéj erózie (Sloss et al., 1949) je povrch nedepozície alebo erózie, ktorý sa vytvoril počas poklesu bazálnej úrovne. Povrch vzniká procesmi ako fluvialná erózia, zarezávanie riek, pôsobenie vetra, alebo bypass sedimentu. Povrch sa priebežne vyvíja počas pádu hladiny mora a rozširuje sa smerom do panvy, v ktorej predstavuje pokračovanie tohto povrchu korrelatívna konformita. Pôsobením procesov subaerickéj erózie vzniká najväčší stratigrafický hiát v sedimentárnom zázname.



Obr. 5. Typy ukončenia vrstiev (podľa Catuneanu, 2002).

Fig. 5. Stratal terminations (according to Catuneanu, 2002).

Svoj maximálny rozsah dosahuje na konci obdobia nútenej regresie (Catuneanu, 2002, 2006; Catuneanu et al., 2009).

Korelatívna konformita (sensu Hunt & Tucker, 1992; Plint & Nummedal, 2000; Catuneanu, 2002) predstavuje pokračovanie povrchu subaerickéj erózie smerom do panvy, kde sa už neuplatňujú erózne procesy. Povrch sa formuje koncom poklesu bazálnej úrovne, počas posledných fáz nútenej regresie. Na reflexno-seizmických dátach väčších mierok sa dá vystopovať v mieste ukončenia povrchu subaerickéj erózie. V plytkovodnom prostredí môžeme za povrch korelatívnej konformity označiť rozhranie medzi rýchlo progradujúcimi sedimentami nútenej regresie v spodnej časti a agradačnými sedimentami normálnej regresie vo vrchnej časti profilu, resp. na povrchu progradujúcich sedimentov podmorského vejára (Hunt & Tucker, 1992; Catuneanu, 2006). Podľa skoršej definície (Posamentier et al., 1988) bol vznik korelatívnej konformity umiestnený aj na začiatok poklesu bazálnej úrovne. Takto definovaný povrch korelatívnej konformity tvorí hranicu depozičnej sekvencie II (Obr. 4).

Transgresívny povrch (Posamentier & Vail, 1988) oddeľuje progradujúce sedimenty uložené počas normálnej regresie od nadložných, prvých transgresívnych retrogradačných usadení, a teda predstavuje prvý dôležitejší záplavový povrch v sekvencii. Zmena z progradačných na retrogradačné sedimenty nastáva pri raste morskej hladiny na pobreží v momente, keď úroveň rastu hladiny presiahne množstvo prinášaného sedimentu. Identifikácia povrchu v morských podmienkach je relatívne ľahká a povrch sa dá vystopovať na vrchole nahor hrubnúcich regresívnych sedimentov. Povrch býva označovaný aj ako povrch maximálnej regresie (Helland-Hansen & Martinsen, 1996).

Povrch maximálnej záplavy (Frazier, 1994; Posamentier et al., 1988; Van Wagoner et al., 1990) predstavuje povrch depozície v momente, keď sa pobrežná línia nachádza najďalej na pevnine, inými slovami počas stavu maximálnej transgresie. Povrch oddeľuje sedimenty usadené počas transgresie (retrogradačné sedimenty) od nadložných regresívnych progradačných sedimentov normálnej regresie (Emery & Myers, 1996). V morskom prostredí sa povrch nachádza na vrchole nahor sa zjemňujúcich usadení.

Výmolový povrch je transgresívny povrch diskontinuity, ktorý vzniká v dôsledku erózie v prostredí pobrežnej planiny pri

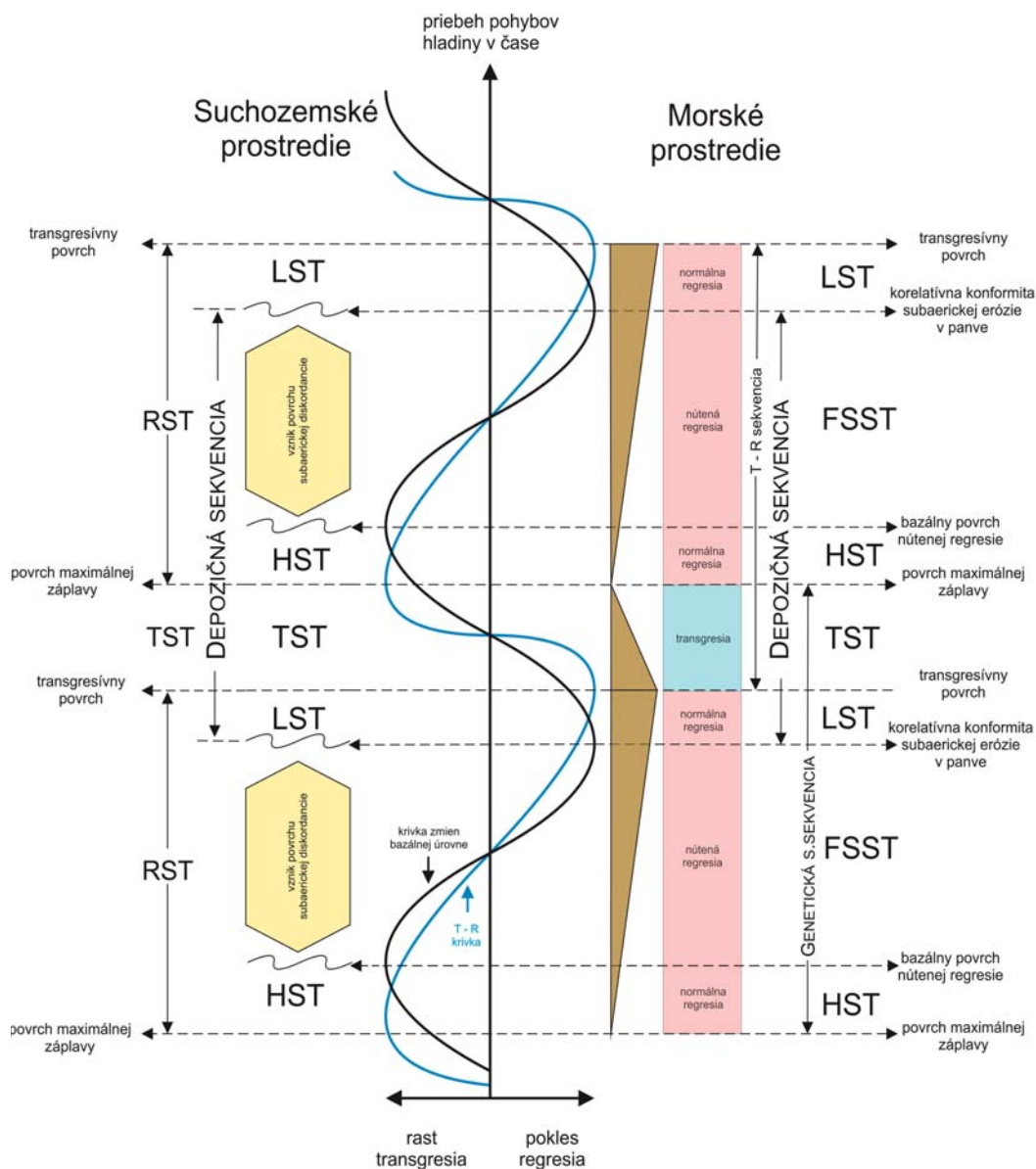
stúpaní morskej hladiny a nachádza sa pod transgresívnymi sedimentami. V prípade neexistencie pobrežných sedimentov môže výmolový povrch odstrániť časť podložných regresívnych sedimentov a aj povrch subaerickéj erózie, a tým tvorí hranicu sekvencie (Embry, 1995).

Bazálny povrch nútenej regresie definovali Hunt & Tucker (1992) ako povrch, ktorý ohraničuje sedimenty usadené v morskom prostredí počas nútenej regresie od podložných sedimentov normálnej regresie.

3. SYSTÉMOVÉ SÚSTAVY

Depozičná sekvencia môže byť rozdelená na svoje komponenty, nazývané systémové sústavy. Každá systémová sústava je tvorená geneticky príbuznými sedimentami (napríklad sedimenty nútenej regresie, transgresívne alebo regresívne sedimenty). Ako prvý zaviedli termín systémová sústava Brown & Fisher (1977). Interpretácia sedimentov a určenie systémovej sústavy je závislé na vnútornom usporiadaní sedimentov, pozícii vo vnútri sekvencie a typoch ohraničujúcich povrchov. Systémové sústavy sú definované aj pozíciou na krivke zmien bazálnej úrovne. Definícia systémových sústav v tejto práci vychádza z depozičnej sekvencie, obsahujúcej štyri systémové sústavy: (i) **systémová sústava nízkeho stavu hladiny**; (ii) **transgresívna systémová sústava**; (iii) **systémová sústava vysokého stavu hladiny** a (iv) **systémová sústava klesajúceho stavu hladiny** (Hunt & Tucker, 1992; Plint & Nummedal, 2000). Sekvenčnú hranicu v tomto prípade reprezentuje povrch subaerickéj erózie a jej korelatívnej konformity, sformovanej na konci poklesu bazálnej úrovne (depozičná sekvencia IV). Ďalšie typy sekvencií s rôznym označením systémových sústav a umiestnením sekvenčných hraníc sú opísané na obr. 4.

Systémová sústava nízkeho stavu hladiny (Obr. 6, 7) predstavuje bazálnu sústavu (stratigraficky najstaršiu) v sekvencii. Jej spodná hranica je tvorená povrchom subaerickéj diskordancie a jej korelatívnej konkordacie (Hunt & Tucker, 1992; Plint & Nummedal, 2000). Vrchné ohraničenie sústavy je tvorené transgresívnym povrchom. Sústava sa tvorí počas počiatočného rastu morskej hladiny v momente, keď je úroveň rastu bazálnej



Obr. 6. Kľúčové povrchy, systémové sústavy a sekvencie (podľa Catuneanu, 2002).

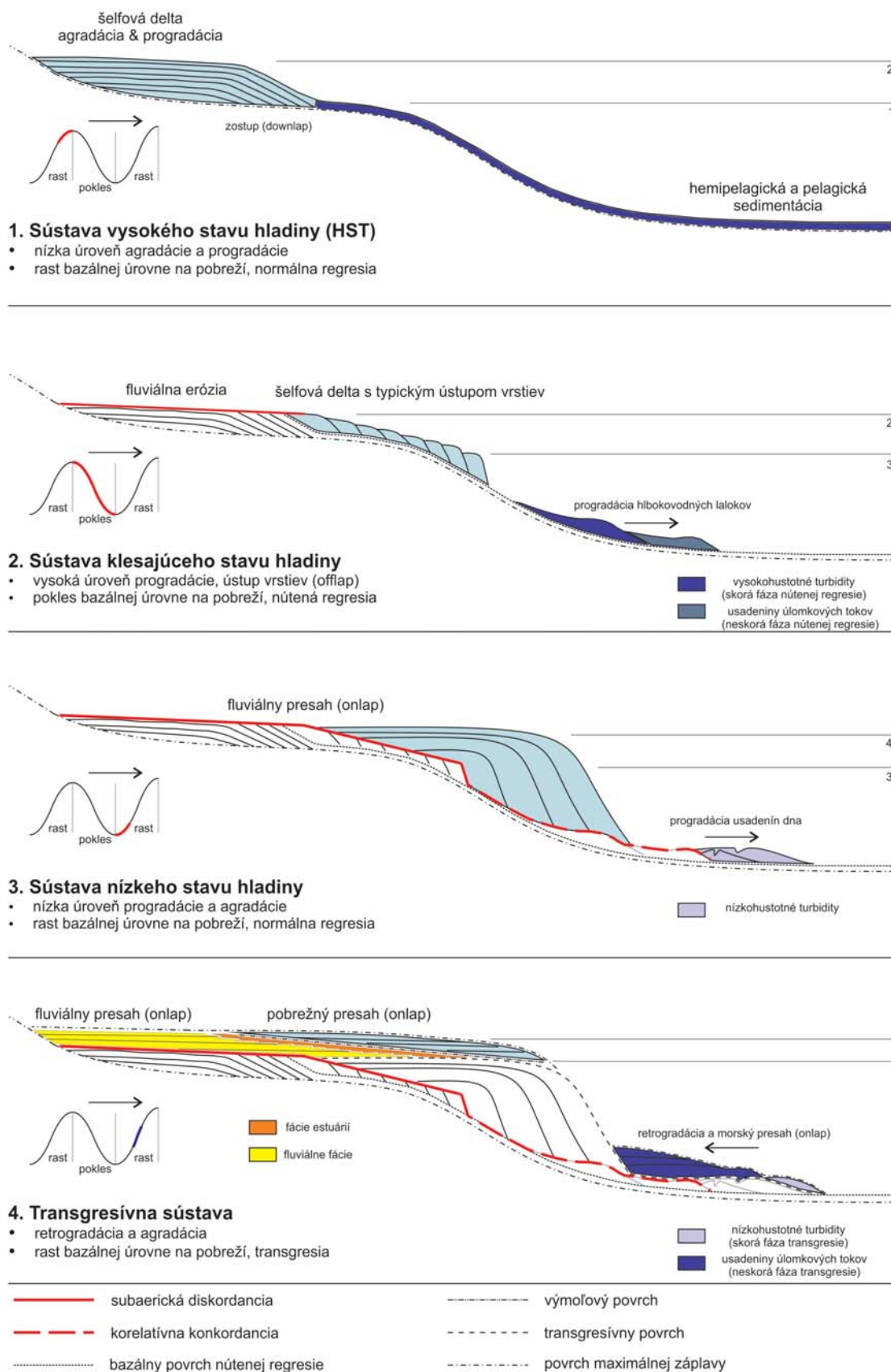
Fig. 6. Key surfaces, systems tracts and sequences (according to Catuneanu, 2002).

úroveň menšia ako prínos sedimentov. V pobrežnom a morskem prostredí sú typické progradčné a agradčné sedimenty klinu nízkeho stavu hladiny (Posamentier & Allen, 1999). Sedimenty sústavy nízkeho stavu hladiny sú tvorené najhrubozrnnejšími horninami v sekvencii (vrchná časť v nahor hrubnúcich sedimentoch).

Transgresívna systémová sústava (Obr. 6, 7) sa usadzuje počas rastu morskej hladiny, ktorého úroveň je rýchlejšia ako prínos sedimentu. Na báze je ohraničená transgresívnym povrchom a na vrchole povrchom maximálnej záplavy. Je charakteristická výhradne retrogradčnými sedimentami a nahor sa zjemňujúcim vertikálnym profilom. Vnútrná štruktúra sústavy je typická dosahovým (onlap) ukončením vrstiev na pobreží a zostupovým (downlap) ukončením o transgresívny povrch v panve. Počas transgresie je časť pobrežia a šelfu vystavená

účinkom vln a erózií v dôsledku čoho vzniká tzv. výmolvový povrch (Emery & Myers, 1996; Catuneanu, 2002). Smerom do panvy je typické vytvorenie tenkých vrstiev jemnozrných sedimentov označovaných ako kondenzovaný horizont v dôsledku nedostatočného prísunu sedimentov (Posamentier & Allen, 1999). Transgresia mora je dokumentovaná nástupom nových druhov fauny, predovšetkým v uzavretých vnútrokontinentálnych moriach. Postupne sa takisto zvyšuje diverzita spoločenstiev, abundancia, obsah planktonických foriem a výskyt druhov foraminifer (Kováč, 2000; Reháková, 2000).

Sústava vysokého stavu hladiny (Obr. 6, 7) sa formuje počas poslednej fázy rastu morskej hladiny, keď úroveň sedimentácie presiahne úroveň tohto rastu, a teda sa prejavuje normálnou regresiou na pobreží. Vnútrná stavba sedimentov vznikajúcich v sústave vysokého stavu hladiny je tvorená ranou agradčnou



Obr.7. Architektúra depozičnej sekvencie, systémových sústav a povrchov (podľa Catuneanu, 2002).

Fig. 7. Architecture of depositional sequence, systems tract and surfaces (according to Catuneanu, 2002).

a neskoro progradacnou fázou. Sústava je na báze ohraničená povrchom maximálnej záplavy. Vrchnú hranicu tvorí povrch subaerickéj diskordancie v pobrežnom a fluvialnom prostredí a bazálny povrch nútenej regresie v hlbokomorskom prostredí. Ukončenia vrstiev v smere na pevninu sú typické dosahovou (onlapovou) geometriou a smerom do panvy je typické zostupové (downlapové) ukončenie vrstiev na povrch maximálnej záplavy. Sedimenty v morskem pobreží sú typické nahor sa zhrubujúcim trendom – predstavujú najspodnejšiu časť nahor sa zhrubujúceho profilu regresívnych usadenín, v dôsledku posunu facií smerom do panvy (Catuneanu, 2002, 2006). Pre vysoký stav hladiny v depozičných systémoch s dominantným prínosom klastického materiálu sú typické deltové systémy s topsetovým usporiadaním v prostredí deltovej plošiny a progradáciou čela delty. Sústava vysokého stavu hladiny sa prejavuje vyrovnanosťou a vysokou diverzitou druhov a hojnosť fosílií dosahuje svoje maximum (Kováč, 2000; Reháková, 2000).

Sústava klesajúceho stavu hladiny (Obr. 6, 7) zahŕňa všetky sedimenty usadené počas poklesu bazálnej úrovne v morskej časti panvy spolu so súbežným vznikom povrchu subaerickéj diskordancie v pobrežnej časti panvy a vo fluvialnom prostredí. Sedimenty usadené počas poklesu morskej hladiny na pobreží sú typické výrazným progradacným usporiadaním a ústupovým (offlapovým) ukončením vrstiev na vrchole (Plint & Nummedal, 2000; Catuneanu, 2002). Vrchnú hranicu sústavy tvorí kompozitný povrch, zložený zo subaerickéj diskordancie a jej korelatívnej konformity a povrchom morskej erózie (Hunt & Tucker, 1992; Plint & Nummedal, 2000). Na báze je sústava ohraničená bazálnym povrchom nútenej regresie. Počas poklesu hladiny mora pozorujeme opäť nízko diverzifikované spoločenstvá mikrofosílií a ich adaptáciu na plytkovodné, stresové paleoekologické podmienky (Kováč, 2000; Reháková, 2000).

Literatúra

- Brown Jr.L.F. & Fisher W.L., 1977: Seismic stratigraphic interpretation of depositional systems: examples from Brazilian rift and pull apart basins. In: Payton C.E. (Ed.): Seismic stratigraphy – applications to hydrocarbon exploration. *American Association of Petroleum Geologists Memoir*, 26, 213–248.
- Catuneanu O., 2002: Sequence stratigraphy of clastic systems: concepts, merits and pitfalls. *Journal of African Earth Sciences*, 35, 1–43.
- Catuneanu O., 2006: Principles of sequence stratigraphy. Elsevier, Amsterdam, 375 s.
- Catuneanu O., Abreu V., Bhattacharya J.P., Blum M.D., Dalrymple R.W., Eriksson P.G., Fielding C.R., Fisher W.L., Galloway W.E., Gibling M.R., Giles K.A., Holbrook J.M., Jordan R., Kendall C.G.St.C., Macurda B., Martinsen O.J., Miall A.D., Neal J.E., Nummedal D., Pomar L., Posamentier H.W., Pratt B.R., Sarg J.F., Shanley K.W., Steel R.J., Strasser A., Tucker M.E. & Winker C., 2009: Towards the standardization of sequence stratigraphy. *Earth-Science Reviews*, 92, 1–33.
- Christie-Blick N., 1991: Onlap, offlap, and the origin of unconformity bounded depositional sequences. *Marine Geology*, 97, 35–56.
- Curry J.R., 1964: Transgressions and regressions. In: Miller R.L. (Ed.): Papers in Marine Geology. Macmillan, New York, 175–203.
- Embry A.F., 1993: Transgressive–regressive (T–R) sequence analysis of the Jurassic succession of the Sverdrup Basin, Canadian Arctic Archipelago. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 30, 301–320.
- Embry A.F., 1995: Sequence boundaries and sequence hierarchies: problems and proposals. In: Steel R.J., Felt V.L., Johannessen E.P. & Mathieu C. (Eds.): Sequence Stratigraphy on the Northwest European Margin. *Norwegian Petroleum Society Special Publication*, 5, 1–11.
- Emery D. & Myers K.J., 1996: Sequence Stratigraphy. Blackwell, Oxford, United Kingdom, 297 s.
- Frazier D.E., 1974: Depositional episodes: their relationship to the Quaternary stratigraphic framework in the northwestern portion of the Gulf Basin. University of Texas at Austin, Bureau of Economic Geology. Geological Circular Volume 4, 28 s.
- Galloway W.E., 1989: Genetic stratigraphic sequences in basin analysis. I. Architecture and genesis of flooding-surface bounded depositional units. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, 73, 125–142.
- Haq B.U., Hardenbol J. & Vail P.R., 1987: Chronology of fluctuating sea levels since the Triassic. *Science*, 235, 1156–1166.
- Helland–Hansen W. & Martinsen O.J., 1996: Shoreline trajectories and sequences: description of variable depositional-dip scenarios. *Journal of Sedimentary Research*, 66, 4, 670–688.
- 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.
- Hunt D. & Tucker M.E., 1995: Stranded parasequences and the forced regressive wedge systems tract: deposition during base-level fall – reply. *Sedimentary Geology*, 95, 147–160.
- Jervey M.T., 1988: Quantitative geological modeling of siliciclastic rock sequences and their seismic expression. 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 Publication*, 42, 47–69.
- Kováč M., 2000: Geodynamický, paleogeografický a štruktúrny vývoj karpatsko-panónskeho regiónu v miocéne: Nový pohľad na neogénne panvy Slovenska. VEDA, Bratislava, 202 s.
- Mitchum Jr.R.M. & Vail P.R., 1977: Seismic stratigraphy and global changes of sea-level. Part 7: Stratigraphic interpretation of seismic reflection patterns in depositional sequences. In: Payton C.E. (Ed.): Seismic stratigraphy – applications to hydrocarbon exploration. *American Association of Petroleum Geologists Memoir*, 26, 135–144.
- 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.
- Posamentier H.W. & Vail P.R., 1988: Eustatic controls on clastic deposition II – sequence and systems tract models. 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 Publication*, 42, 125–154.
- Posamentier H.W. & Allen G.P., 1999: Siliciclastic sequence stratigraphy: concepts and applications. *SEPM Concepts in Sedimentology and Paleontology*, 7, 210 s.
- Posamentier H.W., Jervey M.T. & Vail P.R., 1988: Eustatic controls on clastic deposition – conceptual framework. 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 Publication*, 42, 110–124.
- Reháková D., 2000: Calcareous dinoflagellate and calpionellid events versus sea-level fluctuations recorded in the West-Carpathian (Late Jurassic/Early Cretaceous) pelagic environments. *Geologica Carpathica*, 51, 4, 229–243.

- Schumm S.A., 1993: River response to base level change: implication for sequence stratigraphy. *Journal of Geology*, 101, 279–294.
- Sloss L.L., Krumbein W.C. & Dapples E.C., 1949: Integrated facies analysis. In: Longwell C.R. (Ed.): Sedimentary facies in geologic history. *Geological Society of America Memoir*, 39, 91–124.
- Vail P.R., Mitchum Jr.R.M. & Thompson S.III., 1977: Seismic stratigraphy and global changes of sea level. In: Payton C.E. (Ed.): Seismic stratigraphy – applications to hydrocarbon exploration. *American Association of Petroleum Geologists Memoir*, 26, 49–205.
- Vail P.R., Colin J.P., Chene R., Kuchly J., Mediavilla F. & Trifilirff V., 1987: La stratigraphie séquentielle et son application aux corrélations chronostratigraphiques dans le Jurassique du Bassin de Paris. *Bulletin de la Societe Geologique de France*, 7, 8, 1301–1321.
- Van Wagoner, J.C., 1995. Overview of sequence stratigraphy of foreland basin deposits: terminology, summary of papers, and glossary of sequence stratigraphy. In: Van Wagoner J.C. & Bertram G.T. (Eds.): Sequence Stratigraphy of Foreland Basin Deposits: Outcrop and subsurface examples from the Cretaceous of North America. *American Association of Petroleum Geologists Memoir*, 64, 9–11.
- Van Wagoner J.C., Posamentier H.W., Mitchum R.M., Vail P.R., Sarg J.F., Loutit T.S. & Hardenbol J., 1988: An overview of sequence stratigraphy and key definitions. 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 Publication*, 42, 39–45.
- Van Wagoner J.C., Mitchum Jr.R.M., Campion K.M. & Rahmanian V.D., 1990: Siliciclastic sequence stratigraphy in well logs, core, and outcrops: concepts for high-resolution correlation of time and facies. *AAPG Methods in Exploration Series*, 7, 55 s.

Summary: Sequence stratigraphy represents the study of cyclic sedimentary patterns within stratigraphic succession, as they form in response to various factors, such as fluctuations in sea level (fall or rise), variations in sediment supply or space available for sediment to accumulate. Depositional sequence is the fundamental stratal unit of sequence stratigraphy, bounded by subaerial unconformities. It represents the final depositional unit of one full cycle of sea level changes and it consists of subdivisions called system tracts, which are interpreted based on stratal stacking patterns, position within the sequence and types of bounding surfaces. Sequence stratigraphic surfaces are defined relative to a curve of the base level changes and to a curve, which represents associated shoreline shifts. Main bounding surfaces are: (i) subaerial unconformity; (ii) correlative conformity; (iii) transgressive surface, and (iv) maximum flooding surface. Sequence stratigraphic model as defined in this paper includes four systems tracts: (i) highstand systems tract; (ii) falling stage systems tract; (iii) lowstand systems tract, and (iv) transgressive systems tract (depositional sequence IV; sensu Hunt & Tucker, 1992; Plint & Nummedal, 2000). Highstand systems tract is bounded by the maximum flooding surface at the base and it represents the late stage of base level rise. Following falling stage systems tract consists of sediments accumulated during the base level fall and it is bounded by the subaerial unconformity and its correlative conformity at the top (Hunt & Tucker, 1992; Plint & Nummedal, 2000; Catuneanu, 2002). Lowstand systems tract forms during the early stage of base level rise, normal regression and it is bounded by transgressive surface at the top. Transgressive systems tract consists of sediments package deposited during transgression at the shoreline and it is bounded by maximum flooding surface at the top.