

ЛИТОФАЦИАЛНА ХАРАКТЕРИСТИКА НА ПЕТРОХАНСКАТА ТЕРИГЕННА ГРУПА В ЧАСТ ОТ ЗАПАДНА СТАРА ПЛАНИНА. III. ПСАМИТНОДОМИНИРАНИ ЕОЛИЧНИ ЛИТОФАЦИЕСИ

Георги Айданлийски

Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски", 1700 София; ajdansky@mgu.bg

РЕЗЮМЕ. Делът и разнообразието на еоличните литофациеси, установени в разреза на Петроханската теригенна група в обхвата на Берковската единица, е ограничен. Въпреки това, те представляват важен фациален и палеогеографски индикатор. Основно са представени косослоести разновидности. Средномасщабните единици от литофациес Stre (пясъчник, мулдовидно-косослоест, в единични или съставни серии, еоличен) възникват при надлъжна и диагонална миграция на езиковидни или сърповидни пясъчни вълни и валове, върху или около дюните, при променлив режим на ветровете, докато едромасщабните и гигантски серии се интерпретират като резултат от миграция на бархановидни дюни. Широко разпространение имат и средномасщабните единици от литофациес Spe (пясъчник, плоскопаралелно-косослоест, в единични или съставни серии, еоличен), продукт от седиментация в подветрения склон на пясъчни дюни от всички основни морфоложки типове или резултат на миграция на едромасщабни напречни пясъчни дюни с праволинейни гребени. Преходането от високоъгълна косослоеста към субхоризонтална слоестост при основата на сериите, най-често е резултат от преработка на основата на дюната от успоредни на билото ѝ ветрове. Другият широко разпространен литофациес - Sle (пясъчник, нискоъгълно-косослоест, еоличен), е типичен продукт на седиментация при високоенергетичен ветрови режим, в наветрения склон и билото на едромасщабните дюни или подветрения склон и фланговете на нискорелефните дюни. Той често преходва в или се замества от литофациес She (пясъчник, хоризонталнослоест, еоличен) характерен за отложенията от междюдюнните пространства. Значително по-ограничено разпространение има литофациес Sre (пясъчник, ребра от всички типове, еоличен), представен предимно от асиметрични, нискоамплитудни, единични или серии от ребра, генерирани в междюдюнните пространства и наветрения склон на дюните. Преобладаващата част са възходящи ребра, принадлежащи изключително на подкритичният тип.

LITHOFACIAL CHARACTERISTIC OF THE PETROHAN TERRIGENOUS GROUP IN PART OF WESTERN STARA PLANINA MOUNTAIN. III. PSAMITIC-DOMINATED AEOLIAN LITHOFACIES

George Ajdanlijsky

University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", 1700 Sofia; ajdansky@mgu.bg

ABSTRACT. The portion and the variety of the aeolian lithofacies determined in the Petrohan Terrigenous Group profile in Berkovitsa Unit is limited. Despite of this they are important facial and palaeogeographical indicator. The cross-bedding varieties are mainly presented. The medium-scale units of lithofacies Stre (sandstone, trough-crossbedded, solitary or co-set, aeolian) are generated through the longitudinal and diagonal migration of linguoid and barchanoid sand waves and bars over or around the dunes in condition of variable wind regime, while the large-scale and giant sets are interpreted as result of migration of barchanoid dunes. Wide distribution have also the medium-scale units of lithofacies Spe (sandstone, planar-crossbedded, solitary or co-set, aeolian) which are product of sedimentation in toe slope of sand dunes from all main morphological types or migration of large-scale transversal dunes with straight crest. The transition from high-angle cross-bedding to sub-horizontal lamination at the sets' base, most often is result of reworking of the dune toe by parallel to its crest winds. The other wide distributed lithofacies Sle (sandstone, low-angle cross-bedding, aeolian) is a typical product of sedimentation in high-energy wind regime in the area of windward slope and the crest of large-scale dunes or leeward slope and flanks of the low-relief dunes. Often this lithofacies passes or is replaced by lithofacies She (sandstone, horizontal laminated, aeolian) that is typical for the deposits of inter-dune areas. Significantly restricted is the distribution of lithofacies Sre (sandstone, ripple-marks from all types, aeolian) represented mainly by asymmetric, low amplitude, solitary or co-sets of ripples generated in inter-dune areas and windward slope of the dunes. The predominant part of them is climbing ripples, that belongs mainly to subcritical type.

Въведение

Въпреки твърде ограниченото си разпространение и разнообразие, еоличните литофациеси, установени в разреза на Петроханската теригенна група в обхвата на Берковската единица, Западна Стара планина, представляват важен фациален и палеогеографски индикатор за възстановяването на процесите и условията на седиментотрупване на територията на СЗ България през раннотриаската епоха. Настоящата работа е част от поредица от публикации, в които се въвеждат и интерпретират литофациални единици, установени в континенталните класични последователности в долната част на долнотриаската серия от обхвата на Берковската единица.

Основно, при идентифицирането на еоличните литофациеси, са използвани критериите, приложени от Чаталов и Георгиев (Catalov, Georgiev, 1989), като е обърнато особено внимание на типа на контакта на слоевете с долната повърхност на сериите, както и посоката и ъгълът на потъване на слоевете, с цел изясняване на енергията на транспортращата палеосреда и транспортращия агент (еоличен или воден; Jorling, 1965). При изучаване микрорелефа на повърхността на кварцови зърна от слабо споени разновидности е използван сканиращ електронен микроскоп. За целта са опробвани слабо литифицирани интервали. След стандартна за метода подготовка на пробите (Khrlinsley, Doornkamp, 1973; Khrlinsley et al., 1976) е изучена

фракция 2ф-4ф. Анализът е приложен за установяване на следи от еоличен транспорт на седиментите.

Видът на контакта на слоевете с долната повърхнина, дебелината на сериите и типът слоестост, са описани съгласно класификационната номенклатура на Allen (1963).

Описание на псамитнодоминираните алувиални литофациеси

В изследвания район, в разреза на Петроханската теригенна група, са отделени и дефинирани общо пет еолични псамитнодоминирани литофациеси. Обозначаването им е съобразно принципите, заложи в предложената от Miall (1977) номенклатура.

Литофациес Stre – пясъчник, мулдовидно-косослоест, с единични или съставни серии, еоличен

Описание

Литофациес Stre обхваща предимно средно- до едрозърнести пясъчници, средно до много добре сортирани, изграждащи единични или групирани мулдовидно-косослоести серии, главно от ξ (кси)-тип коса слоестост. Долната граница на сериите е жлебовидна, със сравнително полегати склонове. Горната е равна или слабо изпъкнала.

Слоеве са успоредни или асиметрично сходящи към долнището. Сериите се характеризират с ритмична слоестост, обусловена от редуване на по-дебели (1-3 cm) и по-едрозърнести слоеве, и по-тънки – от порядъка на няколко милиметра, по-дребнозърнести слоеве. Дебелината на сериите варира от 25-35 cm до над 1.8 m. Формата на телата е клиновидна до лещовидна.

Характерна е както нормална, така и обратна градационна слоестост. В скалите почти напълно отсъства слюда и интраформационни късове.

Интерпретация

Средномащабните единици на този литофациален тип възникват вследствие променлив режим на ветровете. При подобни условия процесите на ветрова ерозия водят до образуване на мулдовидни вдълбавания и до съпътстващото ги запълване със седименти. Като цяло това води до надлъжна и диагонална миграция на езиковидни или сърповидни пясъчни вълни и валове върху или около дюните (Reineck, Singh, 1973; Rubin, Hunter, 1983; Rubin, 1987; Clemmensen, Blakey, 1989). В по-голямата си част те са привързани към наветрения склон (Limarino, Spalletti, 1986) или периферните билни участъци на бархановидните и параболични дюни (McKee, Douglas, 1971; Shen, 1988; Krapeta, 1990). Според McKee (1966) подобни процеси протичат и в останалите основни морфоложки типове дюни.

Едромасщабните и гигантски серии се интерпретират като резултат от миграция на бархановидни дюни (Allen, 1963; Steel, 1983; Krapeta, 1990).

Литофациес Spe – пясъчник, плоскопаралелно-косослоест, с единични или съставни серии, еоличен

Описание

Представен е от плоскопаралелно-косослоести, средно до добре сортирани пясъчници, изграждащи α (алфа)- и β (бета)-тип единични, и ξ (кси)-тип съставни косослоести серии с почти паралелни или сходящи, предимно равни долна и горна граници.

В горната част на сериите слоевете са със стръмен наклон (28° - 35°), докато в долната част този ъгъл бързо намалява и слоевете често стават субхоризонтални до хоризонтални. Рядко се наблюдават ъглови контакти с основата. Често наблюдаваните реактивационни повърхности са равни или слабо огънати.

Слоестостта има ритмичен характер, подобно на описаната при литофациес Stre, като разликата в гранулометрията на съседни слоеве е в порядъка до 0.5-0.75 mm. Обикновено в горната част на сериите слоевете са с неясни граници и няколко пъти по-дебели, отколкото в долната си, тангираща част. Върху междулойната повърхност, предимно в долната част на сериите, понякога се наблюдават зърна с размер на гравий. В отделни случаи, върху основата на сериите се развиват неравни слоеве или издължени лещи с дебелина до сантиметър, изградени от по-едри и по-добре заоблени зърна.

Формата на телата е предимно пластовидна до слабо клиновидна. Дебелината на единичните серии варира от няколко дециметра до над 1.55 m и само в един случай достига до 4.8 m. Горната граница на сериите има предимно ерозионен характер.

Интерпретация

Средномащабните единици от литофациес Spe са продукт от седиментация в подветрения склон на пясъчни дюни от всички основни морфоложки типове (McKee, 1966; Glennie, 1970; Galloway, Hobday, 1983; Ross, 1983; Loope, 1983; Mader, 1985; Clemmensen, Blakey, 1989). Други автори считат, че този тип отложения се продуцират в резултат на миграция на едромасщабни напречни пясъчни дюни с праволинейни гребени (Kocurek, Dott, 1981; Clemmensen, Hegner, 1991; Krapeta, 1990).

Равните, субхоризонтални ограничителни повърхности, са резултат от еолична ерозия, преустановена до нивото на грунтовете води или от миграция една върху друга на едромасщабни макроформи (McKee, Moiola, 1975; Brookfield, 1977; Gradzinski et al., 1979; Mader, 1982). Развитие на реактивационни повърхности указва за променлив (по сила и направление) характер на въздушните потоци, обтичащи тялото, резултат от изменения в морфологията на тялото или на сезонни причини (Brookfield, 1977).

Прехождането от високоъгълна косослоеста към субхоризонтална слоестост при основата на сериите, най-често е резултат от преработка на основата на дюната от успоредни на билото ѝ ветрове (Kocurek, 1996) или от развитието на серии от много нискоамплитудни възходящи ребра с почти хоризонтална повърхност на миграция (Hunter, 1977).

Описаните остатъчни набогатявания, изградени от добре заоблени по-едри зърна, са развити върху алувиални пясъчникови седименти, съдържащи интракласти. Подобни слоеве, означените като "хайвероподобни" пясъчници (Glennie, 1970), са интерпретирани като основа на еолични дюни в обхвата на бреговите банки на алувиалните канали. Отсъствието на слюда в покриващата ги косослоеста серия потвърждава тази интерпретация.

Литофациес Sre – пясъчник, с ребра от всички типове, еоличен

Описание

Представен е предимно от асиметрични, нискоамплитудни, единични или серии от ребра с амплитуда до 5 cm, изградени от добре сортиран дребно- до средно-, по-рядко едрозърнест пясъчник. Преобладаващата част са възходящи ребра, принадлежащи изключително на подкритичният тип на Hunter (1977). Преобладава вълновидната и сърповидна форма на гребените. Сериите показват отчетлива обратна градационна слоестост. Глинести драперии и фрагменти, както и слюда напълно отсъстват.

В телата от литофациес Sre добре се проследяват само горната и долната им ограничителни повърхнини. Челните слоеве са полегати и равни, но в по-голямата част от сериите тези слоеве са трудно различими или дори неразличими. Проследяването на отделните тела по площ е ограничено. Дебелината на съставните серии не надхвърля 25 cm.

Интерпретация

Според McKee (1979), вероятността седиментите от този литофациес да се съхранят в разреза е сравнително малка. Те се причисляват към образуванията от междудюнните пространства и тези от наветрения склон на дюните (McKee, Douglas, 1971; Градзиньский, 1980; Galloway, Hobday, 1983; Stam, 1994). Развитието и запазването им в подветрения склон е възможно в участъци с преобладаване на влаещ начин на транспорта (Kocurek, 1996). Това е указание за намаляване наклона на подветреният склон, обикновено свързано с усиляване на ветровата енергия.

Принадлежността на възходящите ребра към подкритичния тип е отличителен белег за еоличните образувания и отразява високоенергетичната им среда на образуване (Sharp, 1963; Kocurek, Dott, 1981; Clemmensen, Blakey, 1989). Отчетливата обратна градационна слоестост е следствие от сегрегационни процеси в областта на гребените на ребрата (Kocurek, Dott, 1981; Hunter, Richardson, 1988; Anderson, Bunas, 1993).

Литофациес Sle – пясъчник, нискогълно-косослоест, еоличен

Описание

Към този литофациес се отнасят дребно- до среднозърнести, добре сортирани, нискогълни, предимно плоскопаралелно-косослоести пясъчници, изграждащи единични или групирани серии. Основата на сериите е преобладаващо равна, ерозионна. Горната граница е равна, рязка. При лоша разкритост може да се сбърка с литофациес She.

Слоеве показват описаната в литофациес Sre ритмична слоестост. По междуслоевите повърхности се наблюдават броеници от зърна от груб пясък до дребен гравий. Дебелината на отделните слоеве е няколко милиметра.

Формата на телата е преобладаващо клиновидна. Средната дебелина на отделните серии е от порядъка на един-два дециметра, но понякога могат да достигнат дебелина до 1.3 m. В отделни случаи се наблюдава постепенен вертикален и латерален преход в седиментите на литофациес She.

Интерпретация

Според Glennie (1970), McKee (1966), McKee and Tibbits (1964) и Ross (1983), отложенията от литофациес Sle са типичен продукт на седиментация при високоенергетичен ветрови режим, в наветрения склон и билото на едромашабните дюни. Други (Limarino, Spalleti, 1986; Kocurek, 1987; Heps, 1988) приемат този тип отложения като характерни за подветрения склон и фланговете на нискорелефните дюни. Според Clemmensen and Blakey (1989), подобни нискогълни косослоести серии се развиват при латерална акреция в подветрената страна на дюни или прирусови валове, при диагонални второстепенни ветрови потоци или в пясъчните покрови от междудюнните пространства (McKee, Tibbits, 1964; Chan, 1989; Karpeta, 1990).

Литофациес She – пясъчник, хоризонталнослоест, еоличен

Описание

Представен е от хоризонталнослоести, добре и много добре сортирани пясъчници, с характерно ритмично редуване на дребнозърнести с грубозърнести ламини. Сортировката е много добра. Дебелината на отделните слоеве варира от 2-3 mm до 3 cm. Слоеве са издържани на значителни разстояния. На отделни повърхности се наблюдава характерната за литофациеса „прътовидна текстура“, представляваща редуване на слоеве с контрастна гранулометрия. В отделни серии са развити тънки лещи, изградени от нискоамплитудни еолични ребра. Наблюдава се както нормална, така и обратна градационна слоестост.

Телата са с плоска, пластовидна форма. Средната дебелина на единиците е в диапазона 15-30 cm, максималната – 1.2 m.

Интерпретация

Седиментите от този литофациес са образувани от влачен материал при много силни ветрове. Те изграждат значителна част от пясъчните покрови на междудюнните пространства (McKee, Tibbits, 1964; Hunter, 1977; McKee, 1979; Clemmensen, Abrahamsen, 1983; Chan, 1989; Clemmensen, Blakey, 1989; Clemmensen, Hegner, 1991). Други изследователи приемат етапност в тяхното образуване: редуване на седиментация в условията на високоинтензивна (седиментира се предимно по-едър, транспортиран главно посредством влачен материал) и нискоинтензивна (преобладава седиментацията на по-дребния, суспензиран материал) среда (Schwan, 1988).

Флуктуациите във ветровия режим са индикирани от ритмичната прътовидна слоестост (Mader, 1985). Schwan (1986, 1987) свързва този тип отложения с изменение на нивото на грунтовите води, водещо до омокряне или изсушаване на междудюнното пространство.

Развитието на отложения от литофациеси Sle и Sre в горнището на литофациес She маркира постепенно понижаване на ветровата сила или миграция на едромасщабна макроформа (Kocurek, 1996).

Съгласно Langford (1989) и Langford and Chan (1989) в случаите, когато еолични комплекси са развити върху алувиални отложения и са в непосредствена близост до активни алувиални русла, шансът да се запази част от тях (обикновено най-долната) е значителен, въпреки каналовата ерозия.

Заклучение

В изучените разрези на Петроханската теригенна група в обхвата на Берковската единица, Западна Стара планина, са описани и интерпретирани общо пет псамитнодоминирани еолични литофациеса – Stre, Spe, Sle, She и Sre. Тяхното плочно разпространение, стратиграфска и палеогеографска позиция и комплексна седиментна архитектура ще бъдат обект на следващи публикации.

Литература

Градзinski, P., A. Костецкая, А. Радомский, Р. Унгур. 1980. *Седиментология*. М., Недра, 646 с.

Allen, J. R. L. 1963. The classification of cross stratified units. With notes on their origin. – *Sedimentology*, 2, 93-114.

Anderson, R. S., K. L. Bunas. 1993. Grain size segregation and stratigraphy in aeolian ripples modeled with a cellular automation. – *Nature*, 365, 740-743.

Brookfield, M. E. 1977. The origin of bounding surface in ancient aeolian sandstones. – *Sedimentology*, 14, 303-332.

Catalov, G., V. M. Georgiev. 1989. Aeolian sediments in the Rotliegend south of the village of Kirchevo Teteven anticlinorium, Central Fore-Balkan. – *C. R. Acad. Bulg. Sci.*, 42, 10, 67-70.

Chan, M. A. 1989. Erg margin of Permian White Rim Sandstone, SE Utah. – *Sedimentology*, 36, 235-251.

Clemmensen, L. B., K. Abrahamsen. 1983. Aeolian stratification and facies association in desert sediments, Arran basin (Permian), Scotland. – *Sedimentology*, 30, 311-339.

Clemmensen, L. B., R. C. Blakey. 1989. Erg deposits in the Lower Jurassic Wingate Sandstone, northeastern Arizona: oblique dune sedimentation. – *Sedimentology*, 36, 449-470.

Clemmensen, L. B., J. Hegner. 1991. Aeolian sequence and erg dynamics; The Permian Corrie sandstone, Scotland. – *J. Sediment. Geol.*, 61, 5, 768-774.

Eolian Sediments (Eds. Heps, P., S. G. Fryberger) 1988. *Sediment. Geol., Spec. Publ.*, 55, 12, 1-184.

Galloway W. E., D. K. Hobday. 1983. *Terrigenous Clastic Depositional Systems. Applications to Petroleum, Coal, and Uranium Exploration*. Springer-Verlag, New York, 423 p.

Glennie, K. W. 1970. *Desert Sedimentary Environments. Developments in Sedimentology*, 14, Elsevier, 222 p.

Gradzinski, R., J. Gagol, A. Slaczka. 1979. The Tumlin sandstone (Holy Cross Mts, Central Poland): Lower Triassic deposits of aeolian dunes and interdune areas. – *Polska Akademia Nauk*, 29, 2, 151-175.

Hesp, P. 1988. Morphology, dynamics and internal stratification of some established foredunes in southeast Australia. – *Sediment. Geol.*, 55, 17-41.

Hunter, R. E. 1977. Basic types of stratification in small eolian dunes. – *Sedimentology*, 24, 361-387.

Jopling, A. V. 1965. Hydraulic factors controlling the shape of laminae in laboratory deltas. – *J. Sediment. Petrol.*, 35, 777-791.

Hunter, R. E., B. M. Richmond. 1988. Daily cycles in coastal dunes. – *Sediment. Geol.*, 55, 43-67.

Karpeta, W. P. 1990. The morphology of Permian palaeodunes – a reinterpretation of the Bridgnorth sandstone around Bridgnorth, England, in the light of modern dune studies. – *Sediment. Geol.*, 69, 59-75.

Khrinsley, D. H., J. C. Doornkamp. 1973. *Atlas of Quartz Sand Surface Texture*. Cambridge University Press, 91 p.

Khrinsley, D. H., P. F. Friend, R. Klimentidy. 1976. Aeolian Transport Texture of the Surface of Sand of Early Triassic Age. – *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 87, 130-132.

Kocurek, G. 1987. Origins of low-angle stratification in aeolian deposits. – In: *Aeolian Geomorphology* (Ed. Nickling W. G.), *Proceedings of the 17th Annual Binghamton Geomorphology Symposium*, Allen and Unwin, Boston, 177-193.

Kocurek, G. A. 1996. Desert aeolian systems. – In: *Sedimentary Environments, Processes, Facies and Stratigraphy* (Ed. Reading H. G.), Blackwell, 125-153.

Kocurek, G., R. H. Dott Jr. 1981. Distinctions and uses of stratification types in the interpretation of aeolian sand. – *J. Sed. Petrol.*, 51, 2, 579-595

Langford, R. P. 1989. Fluvial-aeolian interactions: Part I, modern systems. – *Sedimentology*, 36, 1023-1035.

Langford, R. P., M. A. Chan. 1989. Fluvial-aeolian interactions: Part II, ancient system. – *Sedimentology*, 36, 1037-1051.

Limarino, C. O., L. A. Spalletti. 1986. Aeolian Permian deposits in West and Northwest Argentina. – *Sediment. Geol.*, 49, 109-127.

Loope, D. B. 1983. Aeolian origin of Upper Paleozoic sandstones, Southeastern Utah. – *J. Sed. Petrol.*, 54, 563-580.

Mader, D. 1982. Aeolian sands in continental red beds of the middle Buntsandstein (Lower Triassic) at the Western margin of the German basin. – *Sediment. Geol.*, 31, 191-230.

Mader, D. 1985. *Aspects of Fluvial Sedimentation in the Lower Triassic Buntsandstein of Europe*. Springer, 626 p.

McKee E. D. 1966. Structures of dunes at White Sand National Monument, New Mexico (and a comparison with structures of dunes from other selected areas). – *Sedimentology*, 7, 1-69.

McKee, E. D. 1979. Introduction to a study of global sand seas. – In: *A Study of Global Sand Seas* (Ed. McKee, E.), *U. S. Geol. Surv., Prof. Pap.*, 1052, 3-18.

McKee, E. D., J. R. Douglass. 1971. Deformation of lee-side laminae in aeolian dunes. – *Geol. Soc. Am. Bull.*, 82, 359-378.

McKee E. D., R. J. Moiola. 1975. Geometry and growth of the White sand dune field, New Mexico. – *U. S. Geol. Surv., J. Res.*, 3, 59-66.

- McKee E. D., G. C. Tibbitts Jr. 1964. Primary structures of a seif dunes and associated deposits in Libya. – *J. Sed. Petrol.*, 34, 5-17.
- Miall, A. D. 1977. A review of the braided river depositional environment. – *Earth Sci. Reviews*, 13, 1-62.
- Reineck, H.-E., I.B. Singh. 1973. *Depositional Sedimentary Environments. With Reference to Terrigenous Clastics*. Springer, Berlin-Heidelberg, 437 p.
- Ross, G. M. 1983. Bigbear erg: A Proterozoic intermontane aeolian sand sea in the Hornby Bay Group, northwest territories, Canada. – In: *Aeolian Sediments and Processes* (Eds. Brookfield M., T. Ahlbrandt), *Development in Sedimentology* 38, Elsevier, Amsterdam, 483-519.
- Rubin, D. M. 1987. *Cross-bedding, Bedforms and Paleocurrents*. – *Soc. Econ. Paleont. Miner., Conc. Sediment. Paleont.*, 1, 187 p.
- Rubin, D. M., R. E. Hunter. 1983. Reconstructing bedforms assemblages from compound crossbedding. – In: *Aeolian Sediments and Processes* (Eds. Brookfield M. E., T. S. Ahlbrandt), *Development in Sedimentology* 38, Elsevier, Amsterdam, 407-427.
- Schwan, J. 1986. The origin of horizontal alternating bedding in Weichselian aeolian sands in Northwestern Europe. – *Sediment. Geol.*, 49, 73- 108.
- Schwan, J. 1987. Sedimentologic characteristics of a fluvial to aeolian succession in Weichselian Talsand in the Emsland (F.R.G.). – *Sediment. Geol.*, 52, 273-298.
- Schwan, J. 1988. The structure and genesis of Weichselian to Early Holocene aeolian sand sheets in Western Europe. – *Sediment. Geol.*, 55, 197-232.
- Sharp, R. P. 1963. Wind ripples. – *J. Geol.*, 71, 617-636.
- Sneh, A. 1988. Permian dune patterns in Northwestern Europe Challenged. – *J. Sediment. Geol.*, 58, 1, 44-51.
- Stam, J. M. T. 1994. *Process-based modelling of aeolian bedforms*. Profeschrift, Technische Universiteit Delft, 169 p.
- Steel, R. P. 1983. Longitudinal draa in the Permian Yellow Sands of north-east England. – In: *Aeolian Sediments and Processes* (Eds. Brookfield M., T. Ahlbrandt), *Development in Sedimentology* 38, Elsevier, Amsterdam, 544-550.