

## ГРАНИЦАТА КРЕДА/ТЕРЦИЕР В КАРПАТСКИЯ ТИП ГОРНА КРЕДА ПРИ С. КЛАДОРУБ, ВИДИНСКО

Димитър Синьовски, Борис Вълчев, Димка Христова-Синьовска

Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски", София 1700, България

### РЕЗЮМЕ

Настоящото изследване на скалите на Кладорубската свита, която е част от "Карпатския тип горна креда", разкрива съществуването на нов разрез на граничния интервал креда/терциер на територията на България. Интервалът включва граничните нанофосилни зони *Micula prinsii* и *Biantholithus sparsus*. На границата между двете зони е установен тъмен слой с дебелина 4 см, маркиращ голямата смяна в състава на нанопланктонните асоциации. Литоложкият анализ на граничния интервал между -2.75 m и +4.00 m показва, че тази част от разреза е представена главно от алевролити, докато варовиците и мергелите са в подчинено количество.

### ВЪВЕДЕНИЕ

Границата креда/терциер е белязана от глобално импактно събитие преди 65 милиона години. Тя е представена от неколкосантиметров слой, установен в глобален мащаб и характеризира се с повишено съдържание на иридий, редки елементи, шокъв кварц, микротектити и редки минерали. Този слой е установен за първи път от Alvarez et al. (1980) и той маркира голямата промяна в земната флора и фауна – изчезване на голяма част от планктонните организми (над 90% от варовития нанопланктон и планктонните фораминифери, които стоят в основата на хранителната верига), на около 60% от покритосеменните видове, много групи ехиниди, корали, топлолюбиви молюски и примитивни бозайници. Това ниво маркира и пълното изчезване на амонитите, белемнитите, рудистите и иноцерамусите от бивалвиите, неринеидите и актеонелидите от гастроподите, морските влечуги, динозаврите и т. н. (Barnes et al., 1996).

През последното десетилетие на територията на България бяха установени постепенни преходи между кредни и палеогенски седименти в различни разрези от Предбалкана и Старопланинската структурна зона.

Настоящото изследване е посветено на изучаването на ново разкритие на граничния интервал креда/терциер на територията на Западния Предбалкан, намиращо се в рамките на т. нар. "Карпатски тип креда" във Видинска област.

### ПРЕХОДНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ

Граничният интервал креда/терциер на територията на България е установен в различни фащиални типове:

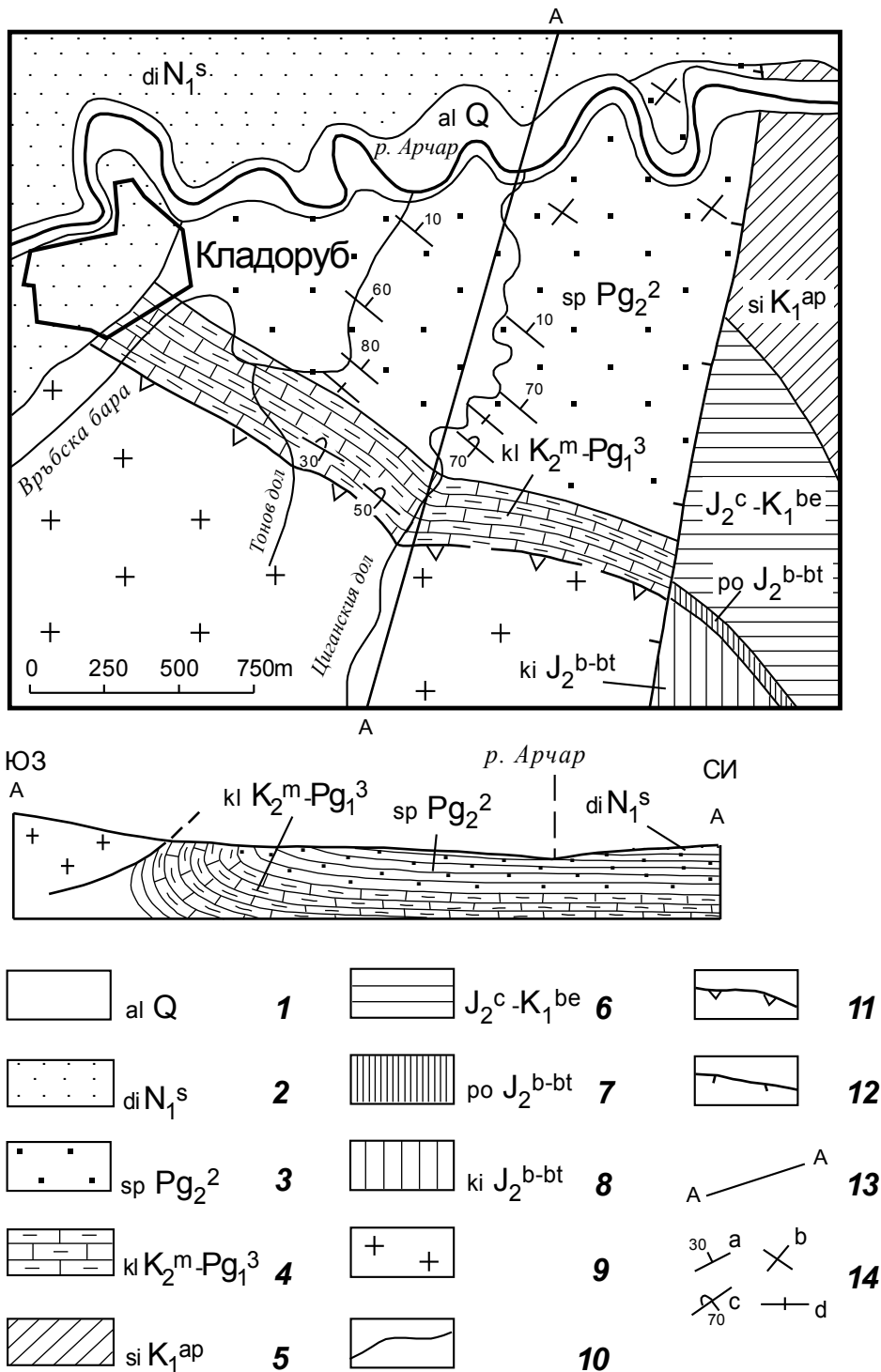
варовиково-мергелни периоди при гр. Бяла, Варненско (Stoykova, Ivanov, 1992) и с. Люти дол, Врачанско (Стойкова и др., 2000; Sinnyovsky, 2001); в турбидитни отложения край с. Емона, Бургаско (Sinnyovsky, Stoykova, 1995), с. Козичино и Айтоския проход (Sinnyovsky, Vangelov, 1997) и по р. Мараш южно от гр. Котел (Стойкова и др., 2000); циклични варовикови последователности при с. Моравица (Синьовски, 1998) и гр. Мездра (Стойкова и др., 2000), Козя река, р. Разкраченица и Чудните скали (Вангелов, Синьовски, 2000; Sinnyovsky, 2001). Въпреки това границата е геохимично доказана само в три от изброените разкрития – при гр. Бяла (Preisinger et al., 1993a,b), при с. Моравица, западно от гр. Мездра (Синьовски, 1998) и разкритието по Козя река, източно от Чудните скали (Вангелов, Синьовски, 2000; Sinnyovsky, 2001).

Седиментните скали в околностите на с. Кладоруб са описани за първи път като "Лутесиен" от Берегов (1937), който приема нормално положение за преобърнатите пластове и счита "глините" за "по-млади" от "песъкливия комплекс". По-късно скалите са включени в т. нар. "Синайска креда", "Банатска креда" или "Карпатски тип креда".

Терминът "Синайска креда" е въведен от Ст. Бончев (1923) за сенонските флишки отложения по р. Тимок. В. Цанков в Цанков и др. (1960) цитира мнението на проф. Filipescu, че те са сходни с "Банатския тип креда" и се различават значително от "Синайската креда" в Румъния. В същата статия скалите, разкриващи се югоизточно от с. Кладоруб, са описани като "синкави мергели с прослойки от песъчливи мергели" с мастрихтска възраст. За първи път възрастта на скалите е доказана с находки от амонити, иноцерамуси и глоботрунканиди.

Терминът "Карпатски тип креда" е въведен в българската геоложка литература от Ц. Цанков (1961, 1963) за замяна на термина "Синайска креда" и за отличаване на кредните скали, разкриващи се северно от линията

Връшка чука – Киряево – Раковица - Рабиша – Кладоруб, от кредните седименти в Западния Балкан. Този тип горна креда е споменат и от В. Цанков (1968).



Фигура 1. Геоложка карта и геоложки разрез (А-А) на изучената площ до с. Кладоруб, Видинско (по Sinnyovsky, Petrov, 2000 с изменения и допълнения): 1 – алувиални отложения; 2 – Димовска свита: пясъчници и варовици; 3 – Старопатишка свита: конгломерати, пясъчници и аргилити; 4 – Кладорубска свита: алевролити, алевроитови варовици и мергели; 5 – Симоновска свита: ургонски варовици; 6 – Западнобалканска карбонатна група (Яворецка, Гинска и Гложенска свита): микритни ядчести варовици; 7 – Полатенска свита: варовити пясъчници и пясъчливи варовици; 8 – Киперска свита: пясъчници и конгломерати; 9 – палеозойски гранити; 10 – литостратиграфска граници; 11 – възсед; 12 – разсед; 13 – линия на геоложки разрез; 14 – знак за ориентировка на пластовете: а) наклонени, б) хоризонтални, с) преобърнати, д) вертикални.



Ц. Цанков (1961) описва взаимоотношенията между Южните Карпати и Балканидите в района, използвайки стратиграфски данни от доклада на Връблянски и др. за геоложкото картиране, проведено през 1959.

Ц. Цанков (1963, 1964) дава нови палеонтологички доказателства за биостратиграфското поделение на мастрихта при с. Кладоруб на базата на амонитна фауна. В долината на Връбска бара южно от селото той описва разкритие с дължина около 90 m с преобърнати пластове, от "пепеляво-сиви и сивозелени алевроитови мергели".

Мастрихтската възраст на скалите е доказана с богата макро- и микрофосилна асоциация. Макрофосилите са представени от иноцерамуси с доминиращи видове *Inoceramus regularis* d'Orbigny, *Inoceramus balticus* Böhm and *Inoceramus impressus* d'Orbigny и амонити - *Baculites anceps leopoliensis* Nowak, *Diplomoceras cylindraceum* (Defrance), *Hauericeras sulcatum* (Kner), *Pseudokosmaticeras brandti* (Redtenbacher), *Pseudokosmaticeras galicianum* (Favre), *Pseudokosmaticeras galicianum tercense* (Seunes), *Pachydiscus gollevillensis* (d'Orbigny), *Pachydiscus neubergicus* (Hauer), доказващи присъствието на мастрихтската зона *Constrictus*. Останалите амонитни таксони са с по-широко стратиграфско разпространение. Авторът докладва и богата микрофосилна асоциация, изградена главно от представители на родовете *Anomalina* и *Globotrunkana*.

По-късно Tzankov (1972) нарича тези скали "Кладорубски комплекс" ("Kladorub Komplex") Според Тенчов, Йолкичев (1993) това е голо име. Рангът на Кладорубската свита е посочен от Филипов и др. (1995), но името "Кладорубска свита" е използвано за малки разкрития около с. Раковица на геоложката карта на България, картен лист Заечар и Бор (Дечева и др., 1990) и при с. Кладоруб на картен лист Видин (Филипов и др., 1992). То е определено от Тенчов (1993) като голо име. Всички автори приемат мастрихтската възраст и литоложкия състав на свитата.

През полевия сезон 1998 картировъчен отряд на "Геология и геофизика" АД, София, предостави 4 проби за нанофосилен анализ. Беше установено, че 3 от пробите са с мастрихтска възраст, но четвъртата съдържа горно-палеоценска нанофлора. По този начин стратиграфският обхват на свитата беше коригиран на мастрихт – горен палеоцен (Sinnyovsky, Petrov, 2000).

#### ГЕОЛОГО-СТРУКТУРНА ПОЗИЦИЯ

Кладорубската свита се разкрива югоизточно от с. Кладоруб под формата на изтеглена в направление СЗ-ЮИ тясна ивица с дължина 2 km и ширина 300 m. Разкритията са ограничени в долините на Връбска бара, Тонов дол и Циганския дол, югоизточно от селото (фиг. 1). Разкритието в долината на Връбска бара, описано от Ц. Цанков (1964) и посочено като типов разрез (Tzankov, 1972), е почти напълно закрито. Независимо от това свитата е добре разкрита в Циганския дол на 1,3 km И-ЮИ от Връбска бара. Пластовете са преобърнати и притежават ориентация 200-220°/30-60°.

Според предшестващите изследователи Кладорубската свита е изградена от пясъчливи и алевроитови мергели с мастрихт – палеоценска възраст.

Долната граница се маркира от разломно нарушение от възседен тип. По него Кладорубската свита контактува с палеозойските гранити на Белоградчишкия плутон (фиг. 1). Горната граница на свитата е размивна с еоценските конгломерати на Старопатишката свита. На изток свитата контактува с юрските скали на Полатенската свита и Западнобалканската карбонатна група по разлом от разседен тип. На запад скалите на Кладорубската свита се покриват от неогенските теригенни седименти на Димовската свита

#### РЕЗУЛТАТИ

Настоящото изследване представя предварителните резултати от изучаването на граничния интервал кредата/терциер, проведено в рамките на изследователската програма на МГУ "Св. Иван Рилски" през полевия сезон 2001. Обект на изследването е финозърнестата карбонатно-алевроитова последователност на Кладорубската свита, разкриваща се югоизточно от с. Кладоруб, Видинско.

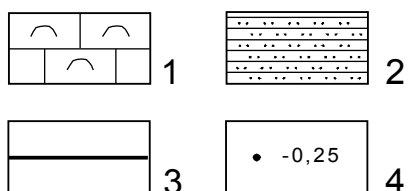
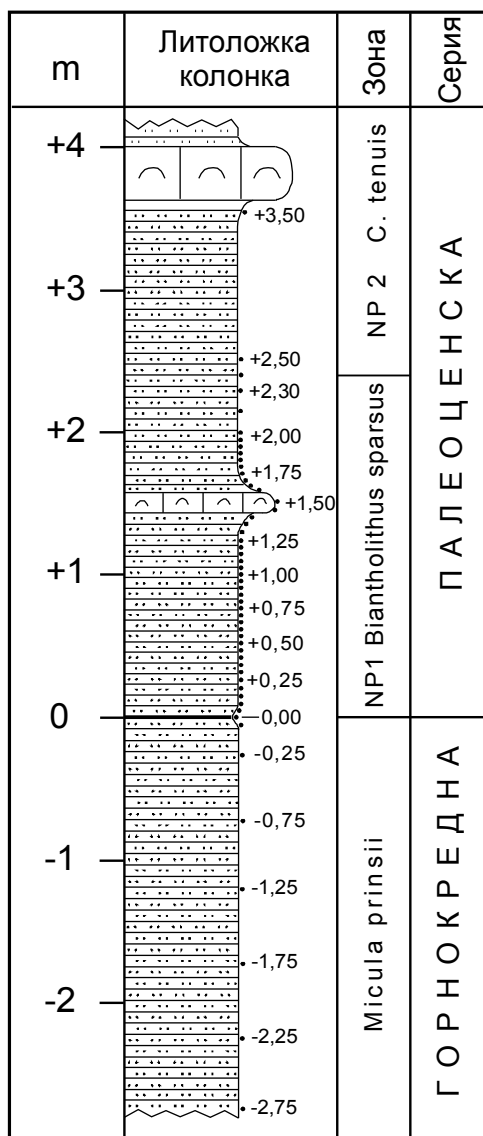
Коригирането на стратиграфския обхват на свитата предоставя сериозни възможности за установяването на нов постепенен преход през границата кредата/терциер на територията на България.

Първоначалното опробване в Циганския дол, проведено в началото на лятото на 2001 г., разкрива три важни факта: 1) по-широк стратиграфски обхват на свитата (горен кампан – горен палеоцен); 2) несъответствие между предходните литоложки описания и настоящите резултати; 3) непрекъснатост на разреза, сравнително добра разкритост, отсъствие на значителни гънки и разломи. Тези факти са добра основа за: 1) установяване на граничния слой между кредата и палеогена; 2) ревизия на литоложкия състав на Кладорубската свита; 3) детайлна биостратиграфска подялба на кампан-палеоценския интервал на базата на варовит нанопланктон и планктонни фораминифери.

Настоящото изследване е посветено на локализирането на граничния слой между кредата и палеогена и на литологията на изучавания граничен интервал.

**Границата Кредата/Терциер.** При настоящото изследване е направено литолошко и палеонтолошко изследване на 7 m от граничния интервал (фиг. 2). Той се намира на около 50 m северно от каптажа в Циганския дол. В неговия обхват беше установено присъствието на три нанофосилни зони – най-горните нива на мастрихтската зона *Micula prinsii*, както и двете най-долни палеоценски зони – NP 1 *Biantholithus sparsus* и NP 2 *Cruciplacolithus tenuis*.

Присъствието на двете гранични зони позволи локализирането на тъмен слой с дебелина 4 cm, маркиращ рязка промяна в състава на нанопланктонните асоциации.



Фигура. 2. Разрез на К/Т границата в Кладорубската свита, намираща се в Циганския дол на 1.3 km ЮИ от с. Кладоруб, Видинско: 1 – здрави пластове от биокластични варовици; 2 – алевролити, алевритови варовици, хиповаровици и мергели; 3 – тъмно оцветен слой на границата К/Т; 4 – образец

Пробите под този слой съдържат богата нанофосилна асоциация, представена от над 50 кредни вида. С най-голям брой екземпляри са представени: *Micula decussata* (Vekshina), *Micula wastika* Stradner & Steinmetz, *Watznaueria barnesae* (Black), *Cribrosphaerella ehrenbergi* (Arkhangelsky), *Gartnerago obliquum* (Stradner), *Broinsonia enormis* (Shumenko), *Arkhangelskiella cymbiformis* (Vekshina), *Microrhabdulus decoratus* (Deflandre), *Eiffelithus turriseiffeli* (Deflandre), *Kamptnerius magnificus* Deflandre, *Chiasmozygus litterarius* (Gorka), *Predis-*

*cosphaera cretacea* (Arkhangelsky), *Prediscosphaera columnata* Perch-Nielsen, *Prediscosphaera microrhabdulina* Perch-Nielsen, *Prediscosphaera grandis* Perch-Nielsen, *Ceratolithoides aculeus* (Stradner), *Zygodiscus spiralis* Bramlette & Martini etc. Представени са и всички горномастрихтски маркери: *Lithraphidites quadratus* Bramlette & Martini, *Nephrolithus phrequeus* Gorka, *Micula murus* (Martini), *Micula prinsii* (Perch-Nielsen).

Палеоценската нанофосилна асоциация е с коренно различен състав. Таксономичното разнообразие в първите проби над границата - +5 и + 10 cm, е изключително ниско. Срещат се единични деформирани форми, представени от най-многобройните кредни видове *Micula decussata* (Vekshina), *Watznaueria barnesae* (Black), *Arkhangelskiella cymbiformis* (Vekshina) и някои други. Почти 95% от асоциацията е представена от оцеляващите видове *Braarudosphaera bigelowi* Gran & Braarud и *Thoracosphaera operculata* Bramlette & Sullivan. *Cyclagelosphaera reinhardtii* Markalius *inversus* (Deflandre) и *Neocrepidolithus dirimosus* Perch-Nielsen също са често срещани оцеляващи таксони.

Първият палеоценски вид *Biantholithus sparsus* (Bramlette & Martini) се появява непосредствено над границата между +5 и +10 cm. Така долната граница на зона NP 1 *Biantholithus sparsus* се маркира едновременно от изчезването на кредните видове и появата на зоналния маркер. *Cyclagelosphaera alta* Perch Nielsen е друг палеоценски вид, появяващ се в този интервал. Първият екземпляр е намерен в проба KLA +0.75 m. Дебелината на зона NP 1 *Biantholithus sparsus* е 2.40 m (фиг. 2). Първата поява на *Cruciplacolithus primus* Perch\_Nielsen, *Cruciplacolithus intermedius* (van Heck & Prins) маркира долната граница на зона NP 2 *Cruciplacolithus tenuis*. Най-ниските нива на зоната се характеризират и с присъствието на други круциплаколити - *Cruciplacolithus primus* Perch\_Nielsen, появяващ се непосредствено под зоналната граница, *Cruciplacolithus tenuis* (Stradner), *Cruciplacolithus asymmetricus* (van Heck & Prins) и *Coccolithus cavus* Hay & Mohler.

**Литология на Кладорубската свита.** Досега скалите на Кладорубската свита са описвани като различни типове мергели – пясъчливи, алевритови, варовити, с редки прослойки от варовици (виж “Предходни изследвания”) на базата на полеви определения. Гранулометричният анализ на проби от настоящото изследване показва високо съдържание на теригенен компонент.

Само две от изследваните проби могат да бъдат класифицирани като мергели : проба KLA -0.75 силно алевритов мергел с 28.49% CaCO<sub>3</sub>, 26.92% пелит и 43.51% алеврит, и проба KLA +2.10 алевритов мергел с 33.40% CaCO<sub>3</sub>, 26.40% пелит и 39.40% алеврит.

Три от пробите са класифицирани като алевролити: граничният слой, проба KLA +0,05 – глинесто-карбонатен алевролит с 51% алеврит, 27.85% CaCO<sub>3</sub>, 13.65% пелит и 7.50% псамит; проба KLA -0.05 - пясъчливо-карбонатно-глинест алевролит с 50% алеврит, 17.90% CaCO<sub>3</sub>, 20.05% пелит и 12.05% псамит; проба KLA +3.50 - глинесто-

карбонатен алевролит с 52.30 % алеврит, 31.55% CaCO<sub>3</sub>, 14.60% пелит и 1.55% псамит.

Интервалът непосредствено над граничния слой е по-карбонатен. Проба KLA +0.20 е класифицирана като глинесто-алевроитов варовик с 63.60% CaCO<sub>3</sub>, 17.80% алеврит, 18.10% пелит и 0.50% псамит. Проба KLA -2.75 е от смесен тип, класифицирана като глинесто-алевроитов хиповаровик: 49.20% CaCO<sub>3</sub>, 25.16% алеврит, 24.65% пелит и 0.77% псамит.

Тези резултати показват, че съдържанието на карбонатния и алевроитовия компонент е доминиращо в повечето от пробите, но вариациите в присъствието на пелитния компонент е критично за определянето на скалите като мергели или алевролити. На базата на тези резултати може да се направи изводът, че основният скален тип в граничния интервал на Кладорубската свита е алевролит, а не както е възприемано от всички предишни изследователи мергел.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Настоящите резултати потвърждават уникалната възможност за всеобхватно изследване на граничния интервал кредата/терциер на територията на България. След публикациите от последните години за граничния слой в различни фашиални типове от Предбалкана и Старопланинската структурна зона, това разкритие дава възможност за детайлно изучаване на границата във финозърнести теригенни скали. Разрезът на Кладорубската свита е най-пълният в България по отношение на граничния интервал, предоставящ добре разкрита непрекъсната последователност от горния кампан до най-горния палеоцен. Нанофосилните доказателства от граничния интервал между кредата и терциера позволяват по-нататъшни биостратиграфски, геохимични, седиментоложки и минераложки изследвания. Разрезът предоставя добри възможности за бъдеща корелация на границата в различни фашиални типове.

## ЛИТЕРАТУРА

Берегов, Р. 1937. Терциерът в Северозападна България.- *Сп. Бълг. Геол. д-во*, 9, 3, 185-260.

Бончев, С. 1923. Геология на Тимошката крайнина. *Сп. Бълг. природоизпит. д-во*, 10, 1-20 (I-III).

Вангелов, Д., Д. Синьовски. 2000. Нови данни за стратиграфията на горнокредно-палеогенските скали и развитието на седиментационните обстановки в част от Източния Предбалкан.- *Год. СУ, Геол.-геогр. ф-т*, 93, кн. 1 – Геология, 39-64.

Дечева, А., Л. Филипов, И. Хайдутков, Ц. Цанков, Е. Коюмджиева, Н. Попов. 1990. *Геоложка карта на НР България, картен лист Заечар и Бор, М 1:100 000*. С., КГМР, Предпр. за геоф. проучв. и геол. картиране.

Синьовски, Д. 1998. Високоразделителна стратиграфия на горнокредно-палеоценските скали в Мездренско. *Год. МГУ*, 42, св. 1 - Геол., 7-19.

Стойкова, К. и др. 2000. Интегрирани стратиграфски, седиментоложки и минералого-геохимични изследва-

ния на границата Кредата/Терциер в България.- *Сп. Бълг. Геол. д-во*, 61, 1-3, 61-75.

Тенчов, Я., 1993. Кладорубска свита.- В: Тенчов, Я. (ред.), *Речник на българските официални литостратиграфски единици*. С., Изд. БАН, с. 163.

Тенчов, Я., Н. Йолкичев, 1993. Кладорубски комплекс.- В: Тенчов, Я. (ред.), *Речник на българските официални литостратиграфски единици*. С., Изд. БАН, с. 163.

Филипов, Л., А. Дечева, Е. Коюмджиева, Н. Попов, Ц. Цанков, 1992. *Геоложка карта на България, картен лист Видин, М 1:100 000*. С., КГМР, Предпр. за геоф. проучв. и геол. картиране.

Филипов, Л., А. Дечева, Е. Коюмджиева, Н. Попов, Ц. Цанков, И. Хайдутков. 1995. *Обяснителна записка към геоложка карта на България М 1:100 000, картен лист Видин*. С., ЕТ "Аверс", 60 с.

Филипов, Л. 1995. Кладорубска свита. В: Филипов Л., Г. Чешитев (Ред.) *Обяснителна записка към геоложка карта на България, М 1:100 000, картен лист Заечар и Бор*. С., ЕТ "Аверс", с. 20.

Цанков, В., 1968. Горна кредата.- В: Цанков, В. (ред.), *Стратиграфия на България*, С., "Наука и изкуство", 253-294.

Цанков, В., Н. Димитрова, Ю. Стефанов, Б. Връблянски 1960. Стратиграфски изследвания на юрата и кредата в Северозападна България.- *Тр. Геол. Бълг., сер. стратигр. и тект.*, 1, 203-247.

Цанков, Ц. 1961. Бележки за взаимоотношенията между Южните Карпати и Балканидите в Северозападна България.- *Тр. Геол. Бълг., сер. стратигр. и тект.*, 3, 173-251.

Цанков, Ц. 1963. Стратиграфия карпатского типа мела в районе Кулы (северозападная Болгария). – В: *КБГА, V съезд, Бухарест*, 1961, Науч. Сообщ., 3, Секц. II (Стратигр.), 207-219.

Цанков, Ц. 1964. Амонити от мастрихта при с. Кладоруб, Белоградчишко (Северозападна България).- *Тр. Геол. Бълг., сер. палеонт.*, 6, 143-187.

Alvarez, L. W., W. Alvarez, F. Asaro, H. V. Michel. 1980. Extraterrestrial Cause for the Cretaceous/Tertiary Extinction.- *Science*, 208, 1095-1108.

Barnes, C. D. Hallem, D. Kaljo, E. G. Kauffman, O. H. Walliser. 1996. Global Event Stratigraphy. In: Walliser, O. H. (Ed.) *Global Events and Event Stratigraphy in the Phanerozoic*. Springer, Berlin-Heidelberg, 319-333.

Preisinger, A., S. Aslanian, K. Stoykova, F. Grass, H. J. Mauritsch, R. Sholger. 1993a. Cretaceous/Tertiary boundary sections on the coast of the Black Sea near Bjala (Bulgaria).- *Paleogeogr. Paleoclim. Paleoecol.*, 104, 219-228.

Preisinger, A., S. Aslanian, K. Stoykova, F. Grass, H. J. Mauritsch, R. Sholger. 1993b. Cretaceous/Tertiary boundary sections in the East Balkan area, Bulgaria.- *Geol. Balc.*, 23, 5, 3-13.

Sinnovsky, D. 2001. Periodites from the Cretaceous-Tertiary boundary interval in several sections from East Bulgaria. - *C. R. de l'Acad. bulg. Sci.* 54, 4, 65-73

Sinnovsky, D. 2001. A refined nannofossil biostratigraphy of the allochthonous Ljutidol Formation and underlying autochthonous sediments in the type locality near the village of Ljuti dol, south of Mezdra. - *Ann. MGU*, 43-44, Part I - Geol., 11-20.

- Sinnyovsky, D., K. Stoykova. 1995. Cretaceous / Tertiary boundary in the Emine Flysch Formation, East Balkan (Bulgaria).- *C. R. de l'Acad. bulg. Sci.*, 48, 3, 45-48.
- Sinnyovsky, D., D. Vangelov. 1997. Biostratigraphy and relationships between Dvoynica and Tepetarla Formations in the East Balkan, Eastern Bulgaria. - *C. R. de l'Acad. bulg. Sci.*, 50, 2, 63-66.
- Sinnyovsky, D., G. Petrov. 2000. Nannofossil evidences for Maastrichtian-Paleocene age of Kladorub Formation in North-west Bulgaria.- *C. R. de l'Acad. bulg. Sci.*, 53, 11, 41-44.
- Stoykova, K. H., M. I. Ivanov. 1992. An uninterrupted section across the Cretaceous/Tertiary boundary at the town of Bjala, Black Sea Coast (Bulgaria).- *C. R. de l'Acad. bulg. Sci.*, 45, 7, 61-64.
- Tzankov, Tz. 1972. Jungalpidische Deformationen im Krajna-Gebiet (Nordwestbulgarien).- *Geologie*, 21, 1, Berlin, 24-60.

# CRETACEOUS/TERTIARY BOUNDARY IN THE CARPATHIAN TYPE UPPER CRETACEOUS NEAR THE VILLAGE OF KLADORUB, VIDIN DISTRICT

Dimitar Sinnyovsky, Boris Valchev, Dimka Christova-Sinnyovska

University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", Sofia 1700, Bulgaria

## ABSTRACT

The present study of the Kladorub Formation, which is a part of the "Carpathian type Upper Cretaceous", revealed a new K/T boundary interval section in Bulgaria. The studied interval comprises the boundary nannofossil zones of the Cretaceous and Paleocene - *Micula prinsii* and *Biantholithus sparsus*. Between these boundary zones, a 4 cm dark layer was established, marking the great change in the calcareous nannoplankton. The lithological analyses of the boundary interval between -2.75 m to +4.00 m showed that this part of the section is represented mainly by siltstones and minor limestones and marls.

## INTRODUCTION

The Cretaceous/Tertiary boundary is marked by a giant impact event 65 million years ago. It is expressed by a few centimetres thin layer, recognized worldwide by an iridium and associated trace metal spike, shocked quartz, microtektites and rare minerals. This layer was first established by Alvarez et al. (1980). It marks the great change in the Earth floras and faunas – major plankton extinction (more than 90 % of the calcareous nannoplankton and planctonic foraminifers that are in the beginning of the nutrient chain), about 60 % of angiosperm species, many groups of echinoids, corals, warm water molluscs and primitive mammals. This level also marks the final extinction of ammonites, belemnites, rudistid and inoceramid bivalves, nerineid and actaeonellid gastropods, marine reptiles, dinosaurs etc. (Barnes et al., 1996).

During the last decade a gradual transition between Cretaceous and Paleogene deposits has been established in many Bulgarian sections from the Fore-Balkan and Stara Planina structural zone.

The present investigation is devoted to a new outcrop of the Cretaceous/Tertiary boundary interval on the territory of the West Fore-Balkan, established in the rocks of the so called "Carpathian type Cretaceous" in Vidin district.

## PREVIOUS RESEARCH

The Cretaceous/Tertiary boundary interval was established in different facial types in Bulgaria: limestone-marl periodites near Byala, Varna district (Stoykova, Ivanov, 1992) and Ljuti dol, Vratsa district (Sinnyovsky, 2001; Стойкова и др., 2000); turbidites near Emona, Bourgas district (Sinnyovsky, Stoykova, 1995), Kozichino and Aytos Pass (Sinnyovsky, Vangelov, 1997) and Marash river south of Kotel (Стойкова и др., 2000); a cyclic limestone succession near Moravitsa (Синьовски,

1998) and Mezdra (Стойкова и др., 2000), Kozya river, Razkrachenitsa and Chudnite skali (Вангелов, Синьовски, 2000; Sinnyovsky, 2001). Nevertheless, the boundary is geochemically proved only in three of these outcrops – the first one near Bjala (Preisinger et al., 1993a,b), the outcrop near Moravitsa, west of Mezdra town (Синьовски, 1998) and the outcrop along Kozya river, east of Chudnite skali (Вангелов, Синьовски, 2000; Sinnyovsky, 2001).

The sedimentary rocks in the surroundings of the village of Kladorub were first described as "Lutetian" by Бегеров (1937) who accepted the overturned beds as normal and considered younger age for the "shales" as compared to the "sandy complex". Later they have been included into the so-called "Sinaya Cretaceous", "Banat Cretaceous" or "Carpathian type Cretaceous".

The term "Sinaya Cretaceous" was introduced by Ст. Бончев (1923) for Senonian flysch deposits along Timok River. В. Цанков (in Цанков et al., 1960) cited the opinion of prof. Filipescu that these rocks were very similar to the "Banat type Cretaceous" and differ significantly from the "Sinaya Cretaceous" in Romania. In this paper, the rocks SE of Kladorub are described as 'bluish marls with interbeds of sandy marls' of Maastrichtian age. This is the first age determination of the rocks and is proved by ammonites, inoceramids and globotruncanides.

The term "Carpathian type Cretaceous" was introduced in the Bulgarian geological literature by Ц. Цанков (1961, 1963) to substitute the term "Sinaya Cretaceous" and to distinguish the Cretaceous rocks exposed north of the line Vrushka Chuka – Kiryaevo – Rakovitsa - Rabisha – Kladorub from the Cretaceous sediments in the West Balkan. This type Upper Cretaceous was mentioned by В. Цанков (1968).

Ц. Цанков (1961) described the relationships between the South Carpathian and Balkan structures in the area using



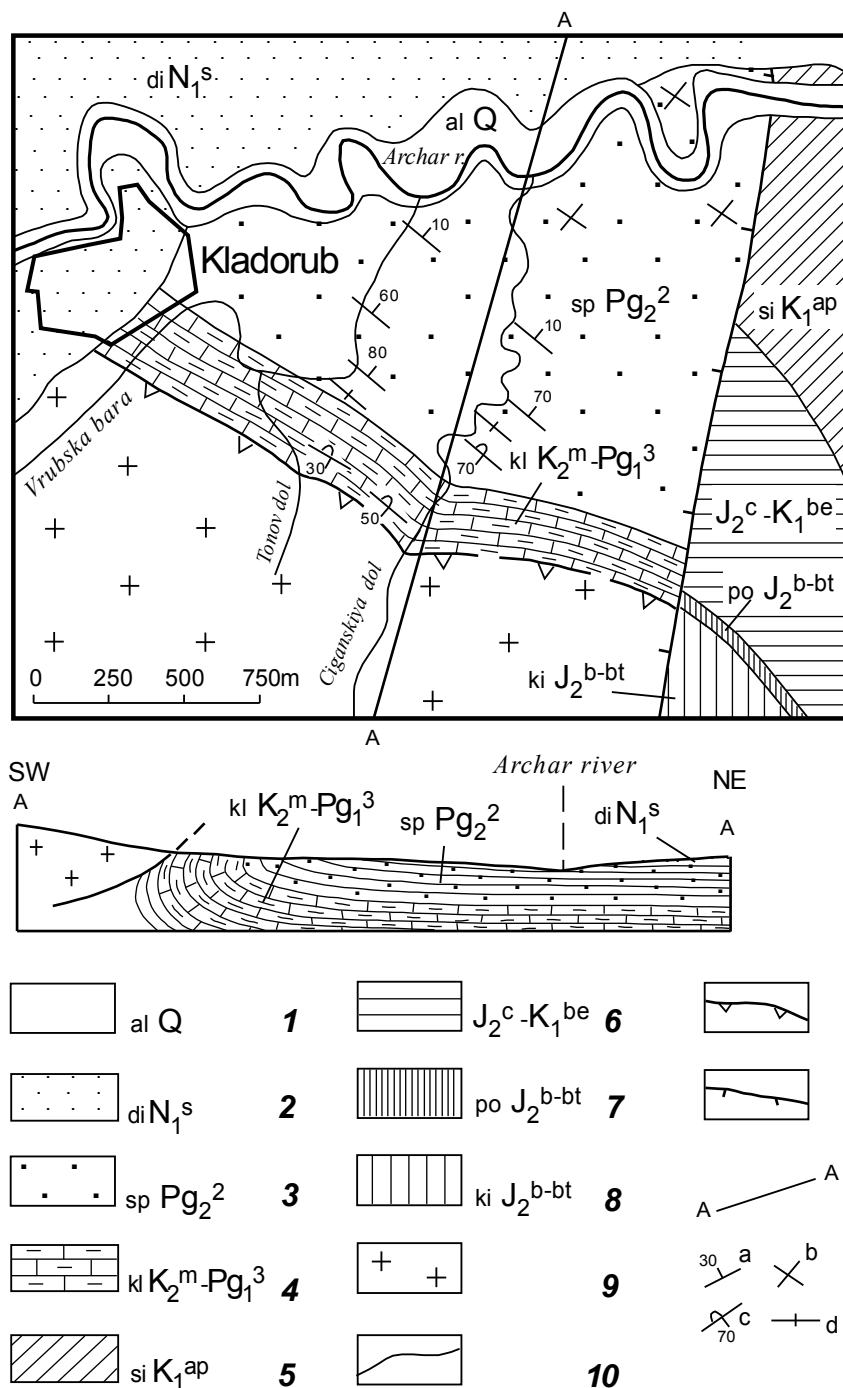


Figure 1. Geological map and geological section A-A of the studied area near Kladorub village, Vidin district (after Sinnyovsky & Petrov, 2000 with additional data): 1 – fluvial deposits; 2 – Dimovo Formation (Sarmatian): sandstones and limestones; 3 – Staropatica Formation (Eocene): conglomerates, sandstones and shales; 4 – Kladorub Formation (Upper Campanian – Upper Paleocene): siltstones, silty limestones and marls; 5 – Simeonovo Formation (Aptian): Urgonian limestones; 6 – West Balkan Carbonate Group: Javorets, Ginci and Glogene Formations (Callovian – Berriasian): micrite nodular limestones; 7 – Polaten Formation (Bajocian-Bathonian): carbonate sandstones and sandy limestones; 8 – Kiper Formation (Bajocian-Bathonian): sandstones and conglomerates; 9 – Belogradchik Pluton (Paleozoic): granites; 10 – lithostratigraphic boundary; 11 – reverse fault; 12 – normal fault; 13 – line of geological section; 14 – dip and strike: a) inclined, b) horizontal, c) overturned, d) vertical

stratigraphic data from the report on the geological mapping of Връблянски et al., carried out in 1959.

Further paleontological determinations of the ammonite fauna and biostratigraphic subdivision of the Maastrichtian near Kladorub were made by Tz. Tzankov (1963, 1964). He described an about 90 m long outcrop of overturned 35-45° to

the north beds of 'ash-gray or gray-greenish silty marls' along Vrubaska bara, south of the village of Kladorub. Rich macrofossil and microfossil assemblages proved Maastrichtian age of these rocks. The macrofossils are represented by inoceramids with prevailing *Inoceramus regularis* d'Orbigny, *Inoceramus balticus* Böhm and *Inoceramus impressus* d'Orbigny, and ammonites *Baculites anceps leopoliensis*

Nowak, *Diplomoceras cylindraceum* (Defrance), *Hauericeras sulcatum* (Kner), *Pseudokossmaticeras brandti* (Redtenbacher), *Pseudokossmaticeras galicianum* (Favre), *Pseudokossmaticeras galicianum tercense* (Seunes), *Pachydiscus gollevillensis* (d'Orbigny), *Pachydiscus neubergicus* (Hauer), determining the Maastrichtian Constrictus Zone. The other ammonites determined in this association are of longer stratigraphic range. The author reported also a rich Maastrichtian microfossil assemblage composed mainly of representatives of the genera *Anomalina* and *Globotruncana*.

Later Tzankov (1972) named these rocks "Kladorub Complex". According to Тенчов, Йолкичев (1993) this is a nude name. The rank of the Kladorub Formation was pointed by Филипов et al. (1995), but the name "Kladorub Formation" was used for small outcrops near Rakovitsa village on the geological map of Bulgaria, Sheet Zaechar and Bor (Дечева et al., 1990), and near Kladorub village – on Sheet Vidin (Филипов et al., 1992). This name was qualified by Тенчов (1993) as a nude name. All of these authors did not argue the Maastrichtian age and lithological characteristics of the unit.

During the field season 1998, the mapping team of Geology and Geophysics Enterprise, Sofia, provided 4 samples for nannofossil analyses. It was found that three of the samples are of Maastrichtian age but the fourth one contained Upper Paleocene nannoflora. Thus, the stratigraphic range was amended to Maastrichtian – Upper Paleocene (Sinnyovsky, Petrov, 2000).

#### GEOLOGICAL SETTING

The Kladorub Formation crops out SE of Kladorub Village as a narrow, 2 km long and 300 m wide strip trending NW-SE. The outcrops are restricted along Vrubaska bara, Tonov dol and Ciganskiya dol SE of the village (Fig. 1). The outcrop along Vrubaska bara, described by Ц. Цанков (1964) and pointed as "type section" of the unit (Tzankov, 1972), is almost totally covered. Nevertheless, the unit is well exposed along Ciganskiya dol, 1,3 km E-SE of this outcrop. The beds are overturned with strike and dip 200-220°/30-60°.

According to previous investigations, the Kladorub Formation comprises sandy and silty marls of Maastrichtian-Paleocene age.

The lower boundary of the unit is a reverse fault along the boundary with the Paleozoic granite of Belogradchik pluton (Fig. 1). The upper boundary with the Eocene conglomerates of Staropatica Formation is unconformable. The eastern boundary is a normal fault with Jurassic rocks – Polaten Formation and the West Balkan Carbonate Group. Neogene terrigenous sediments of the Dimovo Formation cover the unit to the west.

#### RESULTS

This paper presents preliminary results on the K/T boundary interval, obtained during the 2001 field season in the frame of the research program of the University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski". Subject of the study is the fine-grained

carbonate-siltstone sequence of the Kladorub Formation which crops out SE of the village of Kladorub, Vidin District.

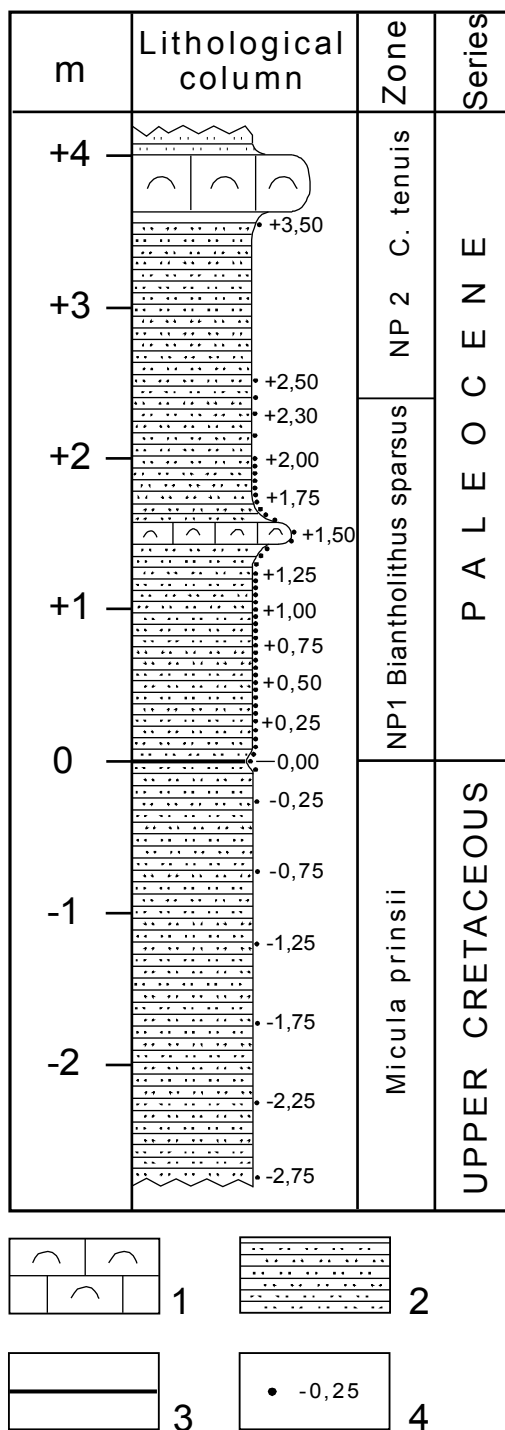


Figure 2.. Section of the K/T boundary interval in Kladorub Formation, situated in the valley of Ciganskiya dol, 1.3 km SE of Kladorub village, Vidin district: 1 – compact bioclastic limestone beds; 2 – siltstones, silty limestones, hypolimestones and marls; 3 – dark-colored K/T boundary layer; 4 – sample

The corrected stratigraphic range of the unit provides a good opportunity to establish a new gradual transition across the K/T boundary in Bulgaria.

The first sampling in Ciganskiya dol, carried out in the beginning of the summer of 2001, revealed three important

facts: 1) wider stratigraphic range of the sequence (Upper Campanian – Uppermost Paleocene); 2) discrepancy between the former lithological description of the unit and the present results; 3) uninterrupted section – relatively well exposed and without significant faults and folds. All these facts allowed to: 1) establish the K/T boundary layer; 2) revise the lithological composition of the Kladorub Formation; 3) refine the biostratigraphical subdivision of the Campanian – Paleocene interval on the basis of calcareous nannoplankton and planktic foraminifera.

The present study presents new data about the position of the K/T boundary layer and the lithology of the investigated boundary interval.

**K/T boundary.** Detailed lithological and paleontological studies were focused on the K/T boundary interval, restricted within 7 m (Fig. 2). It is located about 50 m North of the reservoir catchment in Ciganskiya dol. Three nannofossil zones are present in the investigated boundary interval – the top of the uppermost Maastrichtian *Micula prinsii* Zone, the lowermost Paleocene NP 1 *Biantholithus sparsus* Zone and NP 2 *Cruciplacolithus tenuis* Zone.

The presence of the two boundary zones allowed locating a dark, 4 cm thick layer, marking sharp change in the calcareous nannoplankton assemblages.

The samples below this layer contain rich nannofossil association represented by more than 50 Cretaceous species. The most abundant forms are: *Micula decussata* (Vekshina), *Micula 31wastika* Stradner & Steinmetz, *Watznaueria barnesae* (Black), *Cribrosphaerella ehrenbergi* (Arkhangelsky), *Gartnerago obliquum* (Stradner), *Broinsonia enormis* (Shumenko), *Arkhangelskiella cymbiformis* (Vekshina), *Microrhabdulus decoratus* (Deflandre), *Eiffelithus turriseiffeli* (Deflandre), *Kamptnerius magnificus* Deflandre, *Chiasmozygus litterarius* (Gorka), *Prediscosphaera cretacea* (Arkhangelsky), *Prediscosphaera columnata* Perch-Nielsen, *Prediscosphaera microrhabdulina* Perch-Nielsen, *Prediscosphaera grandis* Perch-Nielsen, *Ceratolithoides aculeus* (Stradner), *Zygodiscus spiralis* Bramlette & Martini etc. All Upper Maastrichtian markers are also present *Lithraphidites quadratus* Bramlette & Martini, *Nephrolithus phrequeus* Gorka, *Micula murus* (Martini), *Micula prinsii* (Perch-Nielsen).

The composition of the Paleocene nannofossil association is entirely different. The taxonomical diversity in the first samples +5 and +10 cm above the boundary is drastically reduced. There are single reworked forms represented by the most abundant Cretaceous species *Micula decussata* (Vekshina), *Watznaueria barnesae* (Black), *Arkhangelskiella cymbiformis* (Vekshina) and some other species. Nearly 95% of the nannofossil association is represented by the survivors *Braarudosphaera bigelowi* Gran & Braarud and *Thoracosphaera operculata* Bramlette & Sullivan. *Cyclagelosphaera reinhardtii* Markalius *inversus* (Deflandre) and *Neocrepidolithus dirimosus* Perch-Nielsen are also relatively frequently encountered survivors.

The new Paleocene species *Biantholithus sparsus* (Bramlette & Martini) appears immediately above the

boundary layer between +5 and +10 cm. Thus, the lower boundary of NP 1 *Biantholithus sparsus* is marked by both the disappearance of the Cretaceous species and the appearance of the zonal marker. *Cyclagelosphaera alta* Perch-Nielsen is another Paleocene species appearing in this interval. The first specimen was found in sample KLA+0.75 m. The thickness of the NP 1 *Biantholithus sparsus* is 2.40 m (Fig. 2). The first appearance of *Cruciplacolithus intermedius* (van Heck & Prins) marks the lower boundary of the NP 2 *Cruciplacolithus tenuis*. The lower level of the zone is characterized by the presence of another cruciplacoliths *Cruciplacolithus primus* Perch-Nielsen, appearing just below the zonal boundary, *Cruciplacolithus tenuis* (Stradner), *Cruciplacolithus asymmetricus* (van Heck & Prins) and *Coccolithus cavus* Hay & Mohler.

**Lithology of the Kladorub Formation.** So far the rocks of the Kladorub Formation, based on field determinations, have been described as different types of marls – sandy, silty and calcareous with rare limestone interbeds (see “Previous research”). The present granulometrical study of several samples from the K/T boundary interval shows high terrigenous content.

Only two of the investigated samples may be classified as marls: sample KLA –0.75 – very silty marl with 28.49% CaCO<sub>3</sub>, 26.92% clay and 43.51% silt, and sample KLA +2.10 – silty marl with 33.40% CaCO<sub>3</sub>, 26.40% clay and 39.40% silt.

Three of the samples are classified as siltstones: the boundary layer, sample KLA +0.05 – clayey-carbonate siltstone with 51% silt, 27.85% CaCO<sub>3</sub>, 13.65% clay and 7.50% sand; sample KLA –0.05 – sandy-carbonate-clayey siltstone with 50% silt, 17.90% CaCO<sub>3</sub>, 20.05% clay and 12.05% sand; sample KLA +3.50 – clayey-carbonate siltstone with 52.30 % silt, 31.55% CaCO<sub>3</sub>, 14.60% clay and 1.55% sand.

The interval immediately above the K/T boundary layer is more carbonate. Sample KLA +0.20 is classified as clayey-silty limestone with 63.60% CaCO<sub>3</sub>, 17.80% silt, 18.10% clay and 0.50% sand. Sample KLA –2.75 is a mixed type, classified as clayey-silty hypolimestone: 49.20% CaCO<sub>3</sub>, 25.16% silt, 24.65% clay and 0.77% sand.

These samples show that carbonate and silt components are predominant in most of the samples, but the variation of the clay component is critical for determining the rock as marl or siltstone. On the basis of these results it may be concluded that the main rock type in the boundary interval of the Kladorub Formation is not marl but siltstone.

## CONCLUSION

The present results confirm the unique opportunity for complex investigation of the K/T boundary interval in Bulgaria. After the recent publications on the boundary layer from several facial types in the Fore-Balkan and Stara Planina structural zone, this outcrop provides opportunities for detailed study of this boundary in fine-grained terrigenous rocks. The section of Kladorub Formation is the most complete boundary section in Bulgaria, covering a well-exposed, complete stratigraphic interval from the Upper Campanian to the

uppermost Paleocene. The nannofossil evidence for the K/T boundary interval allows further biostratigraphic, geochemical, sedimentological and mineralogical investigations. This section is a good basis for future correlation of the boundary in different facial environments.

#### REFERENCES

- Alvarez, L. W., W. Alvarez, F. Asaro, H. V. Michel. 1980. Extraterrestrial Cause for the Cretaceous/Tertiary Extinction.- *Science*, 208, 1095-1108.
- Barnes, C. D. Hallem, D. Kaljo, E. G. Kauffman, O. H. Walliser. 1996. Global Event Stratigraphy. In: Walliser, O. H. (Ed.) *Global Events and Event Stratigraphy in the Phanerozoic*. Springer, Berlin-Heidelberg, 319-333.
- Preisinger, A., S. Aslanian, K. Stoykova, F. Grass, H. J. Mauritsch, R. Sholger. 1993a. Cretaceous/Tertiary boundary sections on the coast of the Black Sea near Bjala (Bulgaria).- *Paleogeogr. Paleoclim. Paleoecol.*, 104, 219-228.
- Preisinger, A., S. Aslanian, K. Stoykova, F. Grass, H. J. Mauritsch, R. Sholger. 1993b. Cretaceous/Tertiary boundary sections in the East Balkan area, Bulgaria.- *Geol. Balc.*, 23, 5, 3-13.
- Sinnyovsky, D. 2001. Periodites from the Cretaceous-Tertiary boundary interval in several sections from East Bulgaria. - *C. R. de l'Acad. bulg. Sci.* 54, 4, 65-73
- Sinnyovsky, D. 2001. A refined nannofossil biostratigraphy of the allochthonous Ljutidol Formation and underlying autochthonous sediments in the type locality near the village of Ljuti dol, south of Mezdra. - *Ann. MGU*, 43-44, Part I - Geol., 11-20.
- Sinnyovsky, D., K. Stoykova. 1995. Cretaceous / Tertiary boundary in the Emine Flysch Formation, East Balkan (Bulgaria).- *C. R. de l'Acad. bulg. Sci.*, 48, 3, 45-48.
- Sinnyovsky, D., D. Vangelov. 1997. Biostratigraphy and relationships between Dvoynica and Tepetarla Formations in the East Balkan, Eastern Bulgaria. - *C. R. de l'Acad. bulg. Sci.*, 50, 2, 63-66.
- Sinnyovsky, D., G. Petrov. 2000. Nanofossil evidences for Maastrichtian-Paleocene age of Kladorub Formation in North-west Bulgaria.- *C. R. de l'Acad. bulg. Sci.*, 53, 11, 41-44.
- Stoykova, K. H., M. I. Ivanov. 1992. An uninterrupted section across the Cretaceous/Tertiary boundary at the town of Bjala, Black Sea Coast (Bulgaria).- *C. R. de l'Acad. bulg. Sci.*, 45, 7, 61-64.
- Tzankov, Tz. 1972. Jungalpidische Deformationen im Krajna-Gebiet (Nordwestbulgarien).- *Geologie*, 21, 1, Berlin, 24-60.
- Берегов, Р. 1937. Терциерът в Северозападна България.- *Сп. Бълг. Геол. д-во*, 9, 3, 185-260.
- Бончев, С. 1923. Геология на Тимошката крайнина. *Сп. Бълг. природоизпит. д-во*, 10, 1-20 (I-III).
- Вангелов, Д., Д. Синьовски. 2000. Нови данни за стратиграфията на горнокредно-палеогенските скали и развитието на седиментационните обстановки в част от Източния Предбалкан.- *Год. СУ, геол.-геогр. ф-т* 93, кн. 1 – Геология, 39-64.
- Дечева, А., Л. Филипов, И. Хайдутков, Ц. Цанков, Е. Коюмджиева, Н. Попов. 1990. *Геоложка карта на НР България, картен лист Заечар и Бор, М 1:100 000*. С., КГМР, Предпр. за геоф. проучв. и геол. картиране.
- Синьовски, Д. 1998. Високоразделителна стратиграфия на горнокредно-палеогенските скали в Мездренско. *Год. МГУ*, 42, св. 1-геол., 7-19.
- Стойкова, К. и др. 2000. Интегрирани стратиграфски, седиментоложки и минералого-геохимични изследвания на границата Крета/Терциер в България.- *Сп. Бълг. Геол. д-во*, 61, 1-3, 61-75.
- Тенчов, Я., 1993. Кладорубска свита.- В: Тенчов, Я. (ред.), *Речник на българските официални литостратиграфски единици*. С., Изд. БАН, с. 163.
- Тенчов, Я., Н. Йолкичев, 1993. Кладорубски комплекс.- В: Тенчов, Я. (ред.), *Речник на българските официални литостратиграфски единици*. С., Изд. БАН, с. 163.
- Филипов, Л., А. Дечева, Е. Коюмджиева, Н. Попов, Ц. Цанков,. 1992. *Геоложка карта на България, картен лист Видин, М 1:100 000*. С., КГМР, Предпр. за геоф. проучв. и геол. картиране.
- Филипов, Л., А. Дечева, Е. Коюмджиева, Н. Попов, Ц. Цанков, И. Хайдутков. 1995. *Обяснителна записка към геоложка карта на България М 1:100 000, картен лист Видин*. С., ЕТ "Аверс", 60 с.
- Филипов, Л. 1995. Кладорубска свита. В: Филипов Л., Г. Чешитев (Ред.) *Обяснителна записка към геоложка карта на България, М 1:100 000, картен лист Заечар и Бор*. С., ЕТ "Аверс", с. 20.
- Цанков, В., 1968. Горна крета.- В: Цанков, В. (ред.), *Стратиграфия на България*, С., "Наука и изкуство", 253-294.
- Цанков, В., Н. Димитрова, Ю. Стефанов, Б. Връблянски 1960. Стратиграфски изследвания на юрата и кредата в Северозападна България.- *Тр. Геол. Бълг., сер. стратигр. и тект.*, 1, 203-247.
- Цанков, Ц. 1961. Бележки за взаимоотношенията между Южните Карпати и Балканидите в Северозападна България.- *Тр. Геол. Бълг., сер. стратигр. и тект.*, 3, 173-251.
- Цанков, Ц. 1963. Стратиграфия карпатского типа мела в районе Кулы (северозападная Болгария). – В: *КБГА, V съезд, Бухарест*, 1961, Науч. Сообщ., 3, Секц. II (Стратигр.), 207-219.
- Цанков, Ц. 1964. Амонити от мастрихта при с. Кладоруб, Белоградчишко (Северозападна България).- *Тр. Геол. Бълг., сер. палеонт.*, 6, 143-187.