

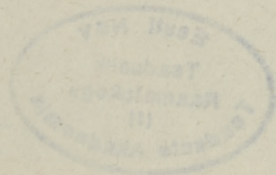
Ep. 5.12

EESTI NSV TEADUSTE AKADEEMIA
АКАДЕМИЯ НАУК ЭСТОНСКОЙ ССР

GEOLOGIA INSTITUUDI
UURIMUSED

ТРУДЫ
ИНСТИТУТА ГЕОЛОГИИ

V



TALLINN 1960

СОСТАВ, РАСПРОСТРАНЕНИЕ И УСЛОВИЯ СУЩЕСТВОВАНИЯ ФАУНЫ ЙИХВИСКОГО И КЕЙЛАСКОГО ВРЕМЕН

А. ОРАСПЫЛЬД

Введение

Изучением палеонтологии древнего палеозоя Эстонии занимались многие исследователи, начиная с первой половины прошлого века. Что касается специального палеоэкологического изучения фауны, то до 50-х годов текущего века систематических исследований в этой области в Эстонии не проводилось.

В связи с ростом молодых кадров палеонтологов, в Эстонии стали больше уделять внимания палеоэкологическим исследованиям, и к настоящему времени у нас по этому разделу изучения фауны имеются некоторые результаты. Ввиду того, что фауна различных систематических групп и разных горизонтов изучена неравномерно, нам пришлось ограничиться исследованием лишь некоторых горизонтов.

Так как во время образования одного или двух горизонтов экологические условия в пределах Эстонии изменялись, в общем, относительно мало, то полученные результаты палеоэкологических исследований не дают ожидаемого эффекта. Однако и в этом случае они заслуживают внимания, и поэтому автор приводит в нижеследующем некоторые материалы, полученные им в результате изучения фауны йихвиского и кейлаского горизонтов среднего ордовика Эстонии, общий литологический и палеонтологический характер которых сравнительно однороден.

Но прежде чем приступить к рассмотрению вопроса, необходимо коротко остановиться на истории изучения йихвиского и кейлаского горизонтов в Эстонии.

Первые данные о слоях, отнесенных к йихвискому и кейласкому горизонтам, имеются в работе акад. Ф. Б. Шмидта (Schmidt, 1858). Правда, в этой работе Ф. Б. Шмидт еще не рассматривал кейлаский горизонт в качестве самостоятельного горизонта, а относил соответствующие слои в Западной Эстонии к прежнему ракверескому горизонту, а в Восточной Эстонии — к йихвискому горизонту. На геологической карте, опубликованной Гревингом в 1879 г., кейлаский горизонт обозначен Ф. Б. Шмидтом уже как самостоятельная стратиграфическая единица. А в работе 1881 г. Ф. Б. Шмидтом дана уже более детальная литологическая и палеонтологическая характеристика йихвиского и кейлаского горизонтов.

Кроме Ф. Б. Шмидта, стратиграфию йихвиского и кейлаского горизонтов в пределах Эстонии рассматривали в своих работах и многие другие геологи (Раймонд, Беккер, Эпик, Скупин, Януссон, Мяннилл

и др.); из этих работ внимание заслуживают исследования В. Яануссона (Jaanusson, 1945) и особенно Р. Мянниля (1950*, 1958). Р. Мянниль первым, по сравнению с предшествовавшими исследователями, дал более детальное литологическое описание пород йыхвиского и кейлаского горизонтов, рассмотрел, правда в кратком виде, фациальные различия в пределах кейлаского горизонта и привел довольно полный список фауны для этих горизонтов.

В. Яануссон (Jaanusson, 1945) биостратиграфически расчленил йыхвиский горизонт на два подгоризонта — алувереский и верхний [ванамыйзаский по Р. Мяннилю (1950)]. Р. Мянниль (1950, 1958), в свою очередь, выделил в кейласком горизонте два подгоризонта — ристнаский и лаагрский. Им выделены также некоторые литостратиграфические единицы — пачки.

Кроме стратиграфических, проводились и специальные литологические (Э. Юргенсон 1953) и палеоэкологические (А. Ораспыльд 1953) исследования йыхвиского и кейлаского горизонтов. Основываясь на исследованиях Р. Мянниля и своих личных наблюдениях, автор настоящей статьи дает краткий обзор состава, распространения и условий существования фауны йыхвиского и кейлаского времен в пределах Центральной и Северной Эстонии.

Йыхвиское время

В центральной и северной частях Эстонии йыхвиский горизонт представлен в основном мелкодетритовыми известняками мощностью 5—13 м, количество глинистого материала в которых, по данным Э. Юргенсон (Jürgenson, 1953), ритмически изменяется в пределах 10—30%.

Несмотря на широкое распространение йыхвиского горизонта, его фауна известна главным образом по материалам, собранным из обнажений. Это относится и к кейласкому горизонту.

Фауна йыхвиского горизонта по составу весьма разнообразная и богатая. Общее число видов и подвидов ее достигает 170-ти, из которых основную часть составляют брахиоподы, трилобиты, гастроподы, мшанки и остракоды. Другие группы (граптолиты, ругозы, иглокожие и пр.) имеют второстепенное значение.

Палеоэкологические наблюдения показали, что виды из разных систематических групп представлены малым числом особей. Относительно часто встречаются: из брахиопод — *Platystrophia lynx lynx* Eichw., *Lepetaena rugosoides* Oraspöld, *Clitambonites schmidti epigonus* Öpik, *Porambonites baueri* Noetl., *Porambonites schmidti* Noetl., *Pseudocrania depressa* Eichw., *Estlandia pyron silicificata* Öpik, *Cyrtototella kuckersiana frechi* (Wysog.), *Clinambon anomalus* (Schloth.); из трилобитов — *Asaphus (Neoasaphus) nieszowskii jevensis* Schm., *Iliaenus jevensis* Holm, *Chasmops maximus* Schm.; из гастропод — *Subulites amphora* Eichw., *Holopea? baltica* Kok.; из остракод — *Pseudorakverella optata* Sarv, *Bichilina prima* Sarv, *Tallinnopsis memorabilis* (Neckaja), *Ctenototella bidens* (Krause), *Sigmoopsis cornuta* (Krause).

Типичными для йыхвиского горизонта являются и цилиндрические «стилолитоподобные образования» с острым кончиком. По мнению Р. Мянниля, мы имеем здесь дело с проблематическими организмами без твердого скелета.

* R. Männil. Materjale Viru ja Harju seeria piirilademete (D₁-E) stratigraafiaist. Рукопись. 1950.

Интересно при этом отметить, что сравнительно многочисленными особями представлены виды, известные уже из верхней части идавереского горизонта, и единичными — виды, встречающиеся только в йыхвиском горизонте.

Изменения в составе фауны как во времени, так и в пространстве были в йыхвиское время незначительными.

Состав фауны показывает, что в йыхвиское время в северной части Эстонии распространялся богатый в видовом отношении бентос (как прикрепленный, лежачий так и подвижной). Это свидетельствует о хорошем газовом режиме в придонных слоях и о нормальной солености воды.

Принимая во внимание характер захоронения фауны, можно полагать, что влияние движения воды на дно было умеренным. В переносе глинистого материала и мелкого детрита, несомненно, значительную роль играли морские течения.

Центральный и северный районы Эстонии представляли собой часть шельфа со средними глубинами, которая находилась под постоянным влиянием открытого моря.

Возможно, что в зависимости от колебательных движений интенсивность приноса глинистого материала в море неоднократно изменялась, но в перемещении глинистого материала важную роль играли, несомненно, и морские течения. Наблюдения на обнажениях показали, что колебания в количестве глинистого материала не оказали влияния на видовой состав бентоса, они лишь в некоторой мере повлияли на частоту встречаемости отдельных форм.

Из-за отсутствия достаточных доказательств остается пока неясным, чем было вызвано некоторое обеднение бентоса во второй половине йыхвиского времени в северо-западной части Эстонии.

Кейлаское время

Кейлаский горизонт по литологическому разнообразию несколько отличается от йыхвиского, но и в нем преобладают в общем более или менее мергелистые детритовые известняки, в которых количество нерастворимого глинистого материала колеблется в пределах 10—30% (Jürgenson, 1953). Мощность горизонта, по данным бурения, — 27 м, в полосе выхода — 15—20 м.

Фауна кейлаского горизонта отличается большим разнообразием видового состава (общее число видов и подвидов около 150). Здесь встречаются в основном те же группы, что и в йыхвиском горизонте: брахиоподы, трилобиты, гастроподы, мшанки (ветвистые, полусферические и др.), остракоды и некоторые другие. Наблюдается сходство также и в видовом составе, особенно между фауной йыхвиского горизонта и ристнаского подгоризонта кейлаского горизонта. В ристнаском подгоризонте, кроме типичных кейласких форм [*Porambonites ventricosus* Kut., *Leptaena cryptoides* Orasp., *Conolichas deflexus* (Ang.), *Conolichas aequilobus* (Steinh.)], встречаются и такие формы, как *Platystrophia lynx lynx* Eichw., *Leptaena rugosoides* Orasp., *Clinambon anomalus* (Schloth.), *Estlandia pyron silicijcata* Öpik, *Holopea? baltica* Kok. и другие, известные уже из йыхвиского или из верхней части идавереского горизонта. В северо-западной части Эстонии для ристнаского подгоризонта характерны и «стилолитоподобные образования» с конусовидной формой, без острого кончика.

Соотношение различных групп фауны и их распространение в центральной и северной частях Эстонии говорит о том, что в кейлаское время продолжали существовать в общих чертах те же экологические условия, что и в йыхвиское время, но с некоторыми изменениями. В центральной части Эстонии изменения условий среды протекали вообще значительно медленнее, чем в северной. Р. Мянниль (1950) отмечает, что уже в Раплаской скважине не найдено ни одного ископаемого, характерного только для кейлаского горизонта, а фауна из Выхмаской скважины приближается уже к типичной фауне, распространенной в верхах идаввереского горизонта.

Изменения в экологических условиях проявились главным образом во второй половине кейлаского времени в северо-западной части Эстонии. Здесь мы встречаем в основном светло-серые плотные биоморфные и крупнодетритовые известняки (пяэскюлаская пачка), содержащие сравнительно мало глинистого материала (2—15% по Э. Юргенсон, 1953). Основную часть фауны составляют брахиоподы, гастроподы, и наутилоидеи. Из брахиопод типичными являются: *Leptaena rugosoides* Orasp., *Sowerbyella trivialis* Rõõmusoks, *Platystrophia lynx lynx* Eichw., *Clinambon anomalus* (Schloth.), *Kjerulfina occidentalis* (Orasp.), *Porambonites ventricosus* Kut., из гастропод — *Holopea? baltica* Kok., *Eotomaria nobilis* (Eichw.), *Clathrospira inflata* Kok. Все перечисленные виды представлены довольно многочисленными экземплярами.

Часто встречаются и наутилоидеи (крупные прямые формы). Из-за плохой сохранности точные данные об их родовом и видовом составе пока отсутствуют.

Местами в большом количестве обнаружены членики цистоидей и водоросли из рода *Cyclocrinus*.

Представители других групп фауны присутствуют реже. Из трилобитов встречаются: *Asaphus (Neoasaphus) nieszkowskii kegelensis* Schm., *Conolichas deflexus* (Ang.), *Chasmops maximus* Schm. и др. Мшанки представлены главным образом полусферическими формами. Очень мало найдено остракод. Интерес представляет то обстоятельство, что из этих слоев до сих пор нет данных о проблематических «стилолитоподобных образованиях».

На основе анализа фауны мы можем сказать, что рассматриваемый участок моря характеризуется более односторонним составом фауны по сравнению с другими его участками.

Учитывая тот факт, что в рассматриваемое время в северо-западной части Эстонии отлагались относительно «чистые» известняки, а на всей остальной территории образовались более или менее мергелистые известняки, можно полагать, что северо-западные районы Эстонии были несколько обособлены от других участков моря.

Судя по частоте нахождения водорослей, глубина моря должна была быть здесь меньшей, чем в остальных районах. Возможно, что благоприятным условием для развития водорослей и наутилоидей являлась и относительно чистая вода (в мергелистых известняках их найдено меньше).

На рассматриваемом участке моря перед концом кейлаского времени экологические условия снова изменились. Образовались глинистые биоморфные и крупнодетритовые известняки (сауэская пачка). Состав фауны становится еще более однообразным. Основную часть макрофауны составляют брахиоподы, причем в массовом количестве или часто встречаются: *Clinambon anomalus* (Schl.), *Dalmanella kegelensis* Alich., *Sowerbyella (Sowerbyella) forumi* Rõõmusoks, *S. (S.) trivialis* Rõõmusoks, *Kjerulfina occidentalis* (Orasp.), *Platystrophia lynx attenuata* Alich. *Vellamo magna* Orpik обилен в самых верхних слоях сауэской пачки.

Наряду с брахиоподами часто встречаются и остракоды, особенно *Bolbina lehtmetsaensis* Sarv, *Tallinnopsis iewica* (Neckaja), *T. grandis* Sarv, *T. ovalis* Sarv, *Pseudostrepula asymmetrica* Neckaja, *P. estona* Sarv, *Pyxion? keilaensis* Sarv.

Другие группы, например мшанки (в основном ветвистые формы), трилобиты, наутилоидеи и т. д., имеют в составе фауны второстепенное значение.

Раковины и отдельные створки брахиопод часто ориентированы выпуклостью вверх или встречаются в виде скоплений без особой ориентировки. В то же время некоторые представители *Clinambon anomalus* (Schl.) найдены и в прижизненном положении.

Упомянутые особенности захоронения позволяют предполагать, что при образовании рассматриваемых слоев в северо-западной части Эстонии имело место более сильное влияние подвижной водной среды на дно. Возможно, что это было обусловлено постепенным поднятием территории и в связи с этим уменьшением глубины моря. В то же время возросла и интенсивность приноса глинистого материала как в северо-западные, так и в восточные районы Эстонии. По исследованиям Э. Юргенсона (Jürgenson, 1953), мергелистые известняки содержат до 30% глинистого материала.

Обеднение видового состава фауны и одновременное увеличение количества особей было обусловлено уменьшением глубины моря и солёности воды в северо-западной части Эстонии. По мнению Р. Мянниля, в окрестностях Румму в конце кейлаского времени образовались и гемикосмитовые известняки. Эта точка зрения нуждается все же в уточнении.

Что касается фациальных условий во второй половине кейлаского времени в восточной и средней частях Эстонии, то по сравнению с предыдущим этапом изменения условий среды были там в общем незначительными.

Перед концом кейлаского времени, несомненно, увеличился принос глинистого материала и в восточной части Эстонии. Возможно, что и здесь произошло некоторое уменьшение глубины моря. Но состав фауны оставался по-прежнему довольно разнообразным, хотя некоторые виды и были представлены более многочисленно, чем раньше. Можно предполагать, что солёность воды здесь была нормальной или близкой к нормальной.

По частоте нахождения типичными формами в восточной части Эстонии являются: *Clinambon anomalus* (Schl.), *Kjerulfina asmussi* (Vern.), *Platystrophia lynx lynx* Eichw., *P. lynx attenuata* Alich., *Leptaena rugosoides* Orasp., *Dalmanella kegelensis* Alich. Часто встречаются и *Hesperorthis pljussensis* Alich., *Opikina anijana grandis* Alich., *Platystrophia crassoplicata* Alich., которые в северо-западной части Эстонии отсутствуют или встречаются очень редко. Наряду с брахиоподами часто встречаются и трилобиты [*Chasmops muticus* Schm., *Leiolichas illaenoides* (Nieszk.)], мшанки и остракоды (*Tsitrella longata* Sarv, *Tetradella consona* Sarv, *Sigmobolbina quanta* Sarv, *Sigmoopsis lamina* Sarv, *Bichilina prima* Sarv.)

Следует отметить, что различия в фауне между северо-западными и остальными районами Эстонии во второй половине кейлаского времени проявлялись не столько в видовом составе, сколько в частоте встречаемости видов.

Отчетливые качественные изменения в составе фауны произошли на границе кейлаского и вазалеммаского времен в связи с формированием в пределах Северной Эстонии новых фациальных условий.

Метабентонитовые слои

Говоря об условиях йыхвиского и кейлаского времени, необходимо упомянуть и о метаботонитовых слоях. На границе идавереского и йыхвиского горизонтов, в йыхвиском горизонте, на границе последнего и кейлаского горизонтов и ристнаского и лаагриского подгоризонтов кейлаского горизонта встречаются своеобразные прослои метаботонитов мощностью 2—8 см или несколько больше. На эти прослои обратил внимание Р. Мянниль (1947, 1950) *, который указал на их важное значение для корреляции. Литология этих метаботонитов рассмотрена Э. Юргенсон (1950, 1958).

Метаботониты представлены глинистой или мергелистой породой, происхождение которой связывается с вулканической деятельностью в Скандинавии.

Опираясь на данные работ Р. Мянниля и автора, можно сказать, что метаботониты и палеонтологически отличаются от других слоев. Весьма характерными для них являются разветвленные ходы червей. Местами довольно часто встречаются представители брахиопод из родов *Sowerbyella* и *Dalmanella*, раковины которых ориентированы выпуклостью вверх. Кроме них найдены еще отдельные трилобиты и остракоды. Конечно, данные о составе фауны в метаботонитах далеко еще не полные, но имеющиеся материалы свидетельствуют о том, что условия во время отложения метаботонитов отличались от условий, господствовавших во время образования подстилающих отложений, и оказали определенное влияние на общее развитие фауны в йыхвиское и кейлаское время. Интересно то, что после прекращения образования метаботонитов, соответствующие участки морского дна населялись фауной, довольно сходной с прежней, существовавшей до накопления метаботонитов.

Что касается разветвленных ходов в метаботонитах, то можно думать, что грунтоеды, с которыми связаны эти ходы, существовали в основном после прекращения отложения метаботонитов.

Тартуский государственный университет

ЛИТЕРАТУРА

- Алихова Т. Н. 1951. Брахиоподы средней и верхней части нижнего силура Ленинградской области и их стратиграфическое значение. ВСЕГЕИ.
- Алихова Т. Н. 1953. Руководящая фауна брахиопод ордовикских отложений северо-западной части Вусской платформы. Тр. ВСЕГЕИ, Госгеолиздат, М.
- Мянниль Р. М. 1958. Основные черты стратиграфии кейлаского горизонта (Дп, ордовик) в Эстонии. Изв. АН ЭССР, т. VII, сер. техн. и физ.-мат. наук, № 3.
- Ораспыльд А. Л. 1956. Новые брахиоподы йыхвиского, кейлаского и вазалемма-ского горизонтов. Тр. Ин-та геол. АН ЭССР, I.
- Юргенсон Э. А. 1958. Метаботониты Эстонской ССР. Тр. Ин-та геол. АН ЭССР, II.
- Jaanusson, V. 1945. Über die Stratigraphie der Viru-resp. Chasmops-Serie in Estland. Geol. fören i Stockholm förhandl., B. 67, H. 2.
- Jürgenson, E. 1953. D_I—D_{III} lademete (ordoviitsium) litoloogia ENSV-s. Dissertatsioon. ENSV TA Geoloogia Instituut. Tallinn.
- Oraaspõld, A. 1953. Jõhvi, Keila ja Vasalemma ea brahhiopoodide-, trilobiitide-, gastropoodide- ja ostrakoodidefauna ökoloogia. Dissertatsioon. Tartu Riiklik Ülikool.
- Schmidt, Fr. 1858. Untersuchungen über die silurische Formation von Estland, Nord-Livland und Oesel. Arch. Naturk. Liv-, Ehst- u. Kurl., Ser. I, Bd. II. Dorpat.
- Schmidt, Fr. 1881. Revision der ostbaltischen silurischen Trilobiten nebst geognostischer Übersicht des ostbaltischen Silurgebiets. Mém. Acad. Sci. St.-Pétersb., ser VII, t. XXX, № 1.

* R. Männil. Idavere lademe stratigraafia ja fauna Eesti NSV-s. Tartu Riiklik Ülikool. 1947. Рукопись. R. Männil. Materjale Viru ja Harju seeria piirilademete (D_I—E) stratigraafia. ENSV TA Geoloogia Instituut. 1950. Рукопись.

JÕHVI JA KEILA EA FAUNA KOOSSEIS, LEVIK JA OLELUS- TINGIMUSED

A. ORASPÖLD

Resümee

Jõhvi lade koosneb litoloogiliselt valdavalt peenedetriidilistest lubjakividest, millede savika materjali sisaldus rütmiliselt muutub.

Jõhvi lademe fauna on mitmekesine ja rikkalik, koosnedes ca 170 liigist ja alamliigist, kusjuures tüüpilised on brahhiopoodide, trilobiitide, gastropoodide, sammalloomade ja ostrakoodide esindajad.

Paleoökoloogilised vaatlused on näidanud, et liigid on esindatud enamasti keskpärase indiviidide arvuga.

Fauna kosseis ja levik, samuti setete litoloogiline iseloom annavad tunnistust sellest, et jõhvi eal esines Kesk- ja Põhja-Eesti piirides keskmiste sügavustega šelfimeri, mis oli pidevalt avamere mõju all. Vee liikumise mõju põhjale on olnud mõõdukas. On võimalik, et sõltuvalt kõikumise liikumise iseloomust muutus savika materjali juurdevool merre, kuid pole kahtlust selles, et savimaterjali jaotusel meres etendasid küllalt olulist osa ka hoovused. Elutingimused (gaasirežiim, soolsus jne.) olid jõhvi ea meres kõigiti soodsad ja võimaldasid rikkaliku ning mitmekesise põhjaelustiku olemasolu.

Keila lade on jõhvi lademega võrreldes litoloogiliselt mõnevõrra mitmekesisem, kuid ka selles lademes esinevad enam-vähem valdavalt merglised detriitsed lubjakivid.

Fauna koosneb ca 150 liigist ja alamliigist ning valdavalt esinevad samad grupid, mis jõhvi lademeski.

Fauna ilmest võib järeldada, et keila ea esimesel poolel valitsesid jõhvi eale üsna lähedased ökoloogilised tingimused. Keila ea teisel poolel esinesid selgemad erinevused Loode-Eesti alal, kus kujunesid tihedad helehallid biomorfid ja jämedadetriidilised lubjakivid (pääsküla kihistik) ning ka võrdlemisi suure savisisaldusega lubjakivid (sauke kihistik). Ida- ja Kesk-Eesti alal kujunevad keila ea teisel poolel ka merglised lubjakivid.

Kui Kesk- ja Ida-Eestis jääb elustik ea teisel poolel koosseisult endiselt mitmekesiseks, siis Loode-Eestis muutub elustiku liigiline koosseis samal ajal tunduvalt ühekülsemaks. Küll aga torkab silma rea liikide suur indiviididerikkus. Sellised muutused olid tõenäoliselt tingitud savimaterjali ebaühtlasest juurdevoolust Loode-Eesti alale, sügavuse vähenemisest ja vee liikumise mõju suurenemisest põhjale, eriti keila ea lõpu- poolel.

Tartu Riiklik Ülikool

THE COMPOSITION, DISTRIBUTION AND ENVIRONMENTAL CONDITIONS OF THE FAUNA OF JÕHVI AND KEILA TIMES

A. ORASPÖLD

Summary

The Jõhvi stage is lithologically chiefly represented by fine detritical timestones, the clay substance which is rhythmically varying.

The fauna of the Jõhvi stage is varied and abundant, consisting of about 170 species and subspecies, the most typical of which are the rep-

representatives of brachiopods, trilobites, gastropods, bryozoans, and ostracods.

The paleoecologic observations have shown that the species are mostly represented by a moderate number of individuals.

The composition and distribution of the fauna, as well as the lithological character of the sediments give evidence of the fact that at the Jõhvi time the central and northern parts of Estonia were inundated by a shelf-sea which was under a constant influence of the open sea. The action of the moving water on the bottom was moderate. It is possible that, owing to the inconstant movement of the water, the influx of the clay substance into the sea was varying, but there is no doubt that the currents played a sufficiently important part in the distribution of the clay substance in the sea. The conditions of life (the gas regime, salinity, etc.) in the sea at the Jõhvi time were in all respects favourable for an abundant and varying bottom fauna.

The Keila stage, if compared with the Jõhvi stage, is lithologically somewhat more varying, but here, as well, marly detrital limestones predominate.

The fauna consists of about 150 species and subspecies, mostly of the same groups as those found in the Jõhvi stage.

The character of the fauna shows that the ecological conditions in the first half of the Keila time were very similar to those prevailing at the Jõhvi time. More outspoken differences occur in the northwest part of Estonia in the second half of the Jõhvi time, where compact light-grey biomorphous and coarse-detrital limestones (Pääsküla member), as well as limestones, comparatively rich in clay substance (Saue member) were formed. In the eastern and central parts of the Estonian territory marly limestones were also formed in the second part of the Keila time.

The composition of the fauna in the central and eastern parts of Estonia remained varying in the second half of the Keila time, whereas in the northwest it became considerably poorer. Striking, however, is the great number of individuals of some species. These changes were probably due to the inconstant influx of the clay matter into the territory of Estonia, as well as to the decrease of the depth and to an increased action of the moving water on the sea-bottom, and that especially towards the end of the Keila time.

State University of Tartu