

# DIE PALÄO GEOGRAPHIE UND FAZIEN DER KAMBRISCHEN ABLAGERUNGEN IM BEREICH DER OSTEURO PÄISCHEN PLATTFORM

VINCAS KORKUTIS

VINCAS KORKUTIS, 1984: Die Paläogeographie und Fazien der kambrischen Ablagerungen im Bereich der osteuropäischen Plattform. *Bull. Geol. Soc. Finland* 56, Part 1—2, 189—201.

Die kambrischen Ablagerungen im baltischen Gebiet sind weit verbreitet und sie bestehen aus marinen — terrigenen Sedimenten, die bestimmte charakteristische paläontologische Merkmale haben (Tafel 1 und 2). Die Mächtigkeit der Ablagerungen übersteigt 250 m.

Die meisten unterkambrischen Ablagerungen (*Mobergella*, *Holmia* und *Protolenus* Zonen) sind im westbaltischen Gebiet verbreitet (Abb. 1). Die lithologisch-paläontologische Karte zeigt folgende drei Zonen: Zone 1 ist aus Sandsteinen bis zu 85 % und Aleuroliten bis zu 15 % zusammengesetzt; Zone 2 aus Sandsteinen 30—60 %, Aleuroliten 5—40 % und Tonen 5—20 %; Zone 3 aus Tonen bis zu 65 %, Aleuroliten 20—35 % und Sandsteinen 5—15 %. Die Mächtigkeit der Ablagerungen reicht bis zu etwa 100 m (Zemyté — 80 m, Jagodnaja — 107 m).

Die mittelkambrischen Ablagerungen (*Paradoxides oelandicus* und *P. paradoxissimus* Zonen) sind im west- und mittelbaltischen Gebiet verbreitet (Abb. 2). Die lithologisch-paläontologische Karte zeigt vier Zonen: Zone 1 ist aus Sandsteinen bis zu 95 % und Aleuroliten bis zu 5—15 % zusammengesetzt; Zone 2 aus Sandsteinen bis zu 50 %, Aleuroliten 5—30 % und Tonen 5—15 %; Zone 3 aus Tonen bis zu 50 %, Aleuroliten 5—25 % und Sandsteinen 5—15 %, Zone 4 aus Tonen bis zu 65 %, Aleuroliten 25—35 % und Sandsteinen 5—10 %. In einigen Bohrungen wurden Karbonate bis zu 3—5 % gefunden. Die Mächtigkeit der Ablagerungen reicht bis zu 150 m (Zemyté — 109 m, Jagodnaja — 159 m).

## ABSTRACT

Cambrian deposits composed of marine — terrigenous sediments having paleontologic characteristics are widely distributed throughout the Baltic region (Tables 1 and 2). The thickness of the Cambrian deposits exceed 250 m.

The majority of the Cambrian deposits (of the *Mobergella*, *Holmia* and *Protolenus* zones) occur in western Baltic regions (Fig. 1). The paleogeographic map shows three lithological facies zones: 1) with up to 85 % sandstones and up to 15 % aleurolites; 2) up to 30—60 % sandstones, 5—40 % aleurolites and 5—20 % clays; 3) up to 65 % clays, 20—35 % aleurolites and 5—15 % sandstones. The deposits may be as much as 100 m thick (Zemyte — 80 m, Jagodnaja — 107 m).

The Middle Cambrian deposits (of the *Paradoxides oelandicus* and *P. paradoxissimus* zones) are distributed in the western and central Baltic regions (Fig. 2). Four lithological facies zones can be distinguished on the paleogeographic map: 1) with up to 95 % sandstones and 5—15 % aleurolites; 2) up to 50 % sandstones, 5—30 % aleurolites and 5—15 % clays; 3) up to 50 % clays, 5—25 % aleurolites and 5—15 % sandstones; 4) clays up to 65 %, 25—35 % aleurolites and 5—10 % sandstones. Rocks containing up to 3—5 % carbonates have been found in some drill holes. The deposits are up to 150 m thick (Zemyte — 109 m, Jagodnaja — 159 m).

Key words: Cambrian, Baltic region, paleogeography, fossils.

V. Korkutis: Lithuanian Geological Research and Survey Institute, Sevcenkos 13, 232600 Vilnius, Lithuania (USSR).

## Einleitung

Die Ablagerungen des Kambriums sind im ganzen Gebiet Litauens weit verbreitet. Sie bestehen aus terrigenen Bildungen mariner und schelfischer Herkunft, die eine Mächtigkeit von über 250 m haben können. An den Grenzen der Republik findet man kambrische Ablagerungen unter einer dicken Decke paläozoischer, mesozoischer und känozoischer Schichten, wo sie nur mit Hilfe von Tiefbohrungen erreichbar sind. Sie liegen in 200 bis 2100 m Tiefe.

Das erste Tiefbohrloch in Vilnius wurde im Jahre 1948 gebohrt, und damals wurden die unterkambrischen und mittelkambrischen Ablagerungen sowie das kristallische Fundament erreicht. Seither sind neue Bohrungen in anderen Gebieten Litauens gemacht worden, die viel neues geologisches Material über die Paläographie und die Fazien der kambrischen Ablagerungen ergaben. Später zeigte sich, dass die Sedimentgesteine in den westlichen und in den östlichen Teilen Litauens verschiedenes Alter haben, was sich durch die ungleiche tektonische Geschichte der geologischen Entwicklung dieser Regionen erklären lässt. Als Erster hat V. Korkutis (1966) hierauf aufmerksam gemacht. Er hat mit Hilfe von detaillierten lithologischen und paläontologischen Forschungen bewiesen, dass die kambrischen Bildungen in den westlichen Gebieten Litauens jünger sind als die »blauen Schlicke« der östlichen Gebiete. Später hat V. Korkutis (1968, 1971, 1972 und 1981) eingehend auch die wesentlichen Schnitte des kambrischen Systems beschrieben und die Reste der Makrofauna gesammelt und erforscht.

Die tektonische Struktur des südbaltischen Gebiets (Mazurische Hebung) bedingte die Verschiedenheit der kambrischen Ablagerungen und ihre Verteilung in verschiedene fazielle Zonen. Im westlichen Teil Litauens findet man die vollständigsten Schnitte, die seine mittlere Zone charakterisieren. Das Zentrum Litauens liegt im östlichen Teil der Baltischen Syneklise, in der die kambrischen Schnitte unvollständig

sind. Die dritte strukturfazielle Zone liegt in den östlichen Gebieten Litauens, wo die für die Moskauer-Syneklise charakteristischen Gesteine verbreitet sind.

Die kambrischen Ablagerungen im Baltikum werden aufgrund ihrer lithologisch-faziellen Merkmale und der paläontologischen Charakteristik stratigraphisch eingeteilt in unterkambrische (*Subholmia*-, *Mobergella*-, *Holmia*- und *Protolenus*-Zonen) und mittelkambrische (*Paradoxides*-Zone) Ablagerungen.

## Unterkambrische Ablagerungen

Die ältesten Gesteine des Unterkambriums sind im östlichen Teil des Baltischen Beckens verbreitet und lagern diskordant auf den tiefer liegenden Vendbildungen. Sie gehören zur baltischen Serie der Osteuropäischen Tafel und korrelieren mit Sedimenten der Moskauer-Syneklise. Der Lontowa-Horizont-Stratotyp kommt in Nordostland nicht weit von der Stadt Kunda vor und ist 74,3 m mächtig (Mens, Pirrus 1977). In Litauen füllt der »blaue Schlick« die breite Džukijes-Biegung, die am Rande der Moskauer-Syneklise entlanggeht. Die Mächtigkeit der Decke ist sehr verschieden und variiert zwischen 204 m (Bohrung Pöskos) und 978 m (Bohrung Pliavins, Sowjetrepublik Lettland). Die Mächtigkeit der kambrischen Sedimente ist in den einzelnen Bohrungen verschieden und variiert von ein paar Meter bis zu 115,5 m in der Bohrung Tverečius.

Die baltische Serie lagerte sich in einem flachen marinen Becken ab, als die östlichen und nördlichen Gebiete des Baltikums allmählich untertauchten. Vor der Lontowa-Zeit transgressierte das Meer in Form von Buchten von der Moskauer-Syneklise her. Sonst war die baltische Region Festland mit schwach differenziertem Relief. Davon zeugen die Verwitterungskruste im Hangenden der Vend- und älteren Bildungen sowie auch die verwitterten Oberflächen in der Basis der baltischen Serie.

Die klastischen Sedimente wurden aus den denudierten Gebieten gebracht, die nord- und westwärts von dem Sedimentationsbecken der unterkambrischen Periode lagen.

Die Zwischenlagen von Konglomeraten und schrägschichtigem Sandstein im »blauen Schlick«, die Trockenrisse und Wellenrippeln zeugen davon, dass sich das terrigene Material in einem seichten marinen Becken abgelagert hat. Das Becken wurde ostwärts tiefer, weil die Menge des klastischen terrigenen Materials des Lontowa-Horizonts gleichmässig von Osten nach Westen zunimmt.

Aus den abgelagerten blaugrünen und grün-grauen Sedimenten in dem dort anzutreffenden Pyrit darf man schliessen, dass das Milieu in dem marinen Becken im früheren Kambrium labil und reduziert war. Im Lauf der einzelnen Zeitperioden wechselte dieses Milieu zwischen oxydiert und reduziert, darum findet man in den Profilschnitten die glaukonitischen Zwischenlagen. Das Klima war wahrscheinlich ziemlich warm und feucht (V. Korkutis u.a., 1972; Aren B. u.a. 1979; Brangulis A., 1979; Makhnach A., 1958, 1970; Tynni R., Donner J., 1980; Tynni R., 1982; Vidal G., 1981).

Die organische Welt im Meer war nicht reich. Hier lebten Anneliden, Brachiopoden und Akritarchen (Sokolov B., 1974; Timofejev B. und andere, 1976).

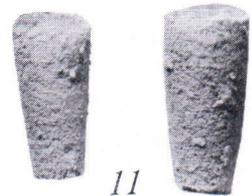
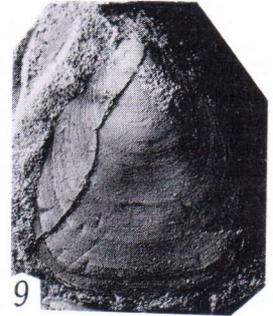
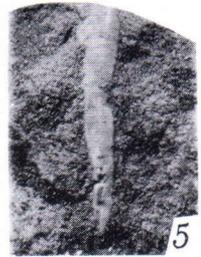
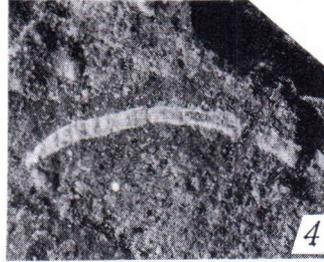
Die Basis der Schichtenfolge besteht aus dunkelgrauem geschichtetem Ton mit dichtgepackten Sandsteinen. Die Sandsteine sind feinkörnig, quarzig, und sie enthalten Feldspat, Pyrit, Glimmer und Glaukonit. Oben auf den Sandsteinen lagern graugüne, plastische, feinschichtige, glimmerhaltige Tone mit mehreren Sandsteinzwischenschichten, die mit Pyrit und Glaukonit bereichert sind. Bei der Analyse der Thermokurve wurde festgestellt, dass das Grundmineral der Tone Hydroglimmer aus dem Lontowa-Horizont ist. Die Tone haben oft eine Beimischung von Kaolinit. Im mittleren Teil des Profils sind die Tone farbig: grüngrau, rotviolett und gelblichbraun. In dieser Schicht

findet man reichliche Reste von Anneliden: *Sabellidites cambriensis* Yan., *Yanichevskyites petropolitanus* (Yan.) Sok., *Platysolenites anti-quissimus* Eichw. Von Akritarchen *Granomarginata prima* Naum., *Gr. squamacae* Volk., *Tasmanites tenellus* Volk., *Leiomarginata simplex* Naum., *Leiosphaeridia* sp.

Die Ablagerungszonen *Mobergella*, *Holmia* und *Protolenus* liegen nur in den westlichen Gebieten des Baltischen Beckens. Unterkambrische Bildungen findet man in vollständigen Schnitten, welche auf dem kristallischen Fundament lagern. In manchen Gebieten im Osten lagern unterkambrische Schichten diskordant auf der Verwitterungskruste der »blauen Schlicke«. Nach der Erforschung der Aisčiu-Serie teilte V. Sakalauskas (1966) sie in drei Schichtenfolgen ein, nämlich Gegés, Virbalio und Kybartu.

Die erste Schichtenfolge, die Gegés-Suite, besteht aus dunkelgrauen und graugrünen Argilliten, die manchmal mit hellen Sandsteinen und Aleuroliten abwechseln. Bezeichnend für die Schichtenfolge sind braune und dunkelgrüne, eisenhaltige Oolithzwischenlagen mit vergrösserter Eisenmenge. In manchen Zwischenlagen ist Glaukonit enthalten. Als Stratotyp der ersten Schichtenfolge ist das Profil der Bohrung Kybartai-22 in 1361—1390 m Tiefe erklärt worden. Sie hat eine Mächtigkeit bis zu 29 m.

In den westlichsten Schnitten der Bohrung Salantai-1 kommen grüngraue Argillite und Tone vor mit 6—7 Zwischenlagen von glaukonitischen Sandsteinen und eisenhaltigen Oolithen. Die mineralogischen Analysen ergaben, dass die Zwischenlagen, die eine grössere Eisenmenge haben, aus Quarzkörnern von 0,1 bis 1 mm Grösse mit Einmischung grober Fraktionen bestehen. Der Zement ist dunkelbraun göthit-hämatitisch oder grün und dunkelgrün chamositisch. In allen Zeitperioden sind Sandsteine mit Texturen vom »Kräksten«-Typus verbreitet. Überall sieht man Spuren der im flachen Meer stattgehabten Sedimentation, schrägwellige

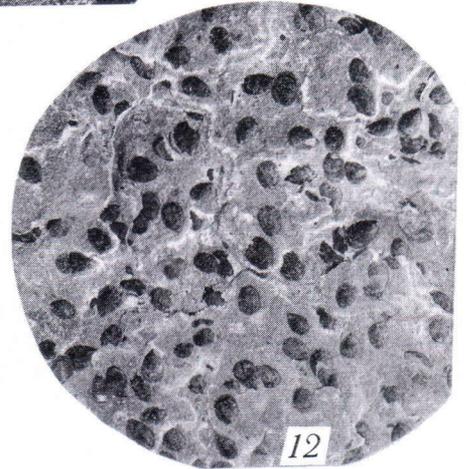
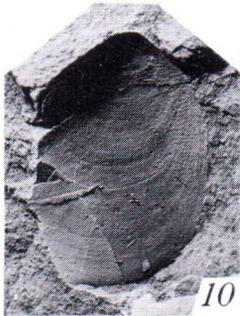
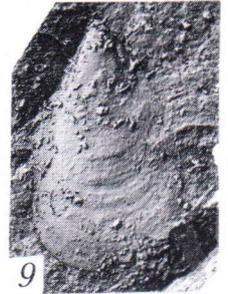
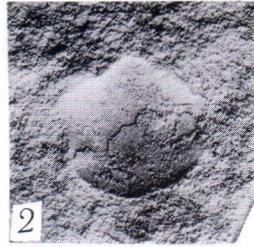
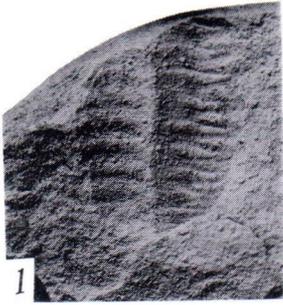


## Tafel I

- Fig. 1. *Sabellidites cambriensis* Yanichevskij. Unterkambrium, Zone Subholmia, Osteuropäische Plattform. 1— Die allgemeine Gestalt des Wurmes mit klarer Segmentation, Litauische SSR, Bohrung Vilnius, Tiefe 364.0 m. Nr. 23a—8,  $\times$  10.
- Fig. 2. *Yanichevskyites petropolitanus* (Yan.) Sokolov. Unterkambrium, Zone Subholmia, Osteuropäische Plattform. 2— Die allgemeine Gestalt des Wurmes, Estnische SSR, Bohrung Chirvli, Tiefe 137.2 m. Nr. 76—8,  $\times$  3.
- Fig. 3. *Volborthella tenuis* Schmidt. Unterkambrium, Zone Holmia, Osteuropäische Plattform. 3— Massenanhängung von Muscheln und Kernen, Lettische SSR, Bohrung Paviosta, Tiefe 1423.95 m. Nr. 91—8,  $\times$  3.
- Fig. 4. *Yanichevskyites petropolitanus* (Yan.) Sok. . Unterkambrium, Zone Holmia, Osteuropäische Plattform. 4— Die allgemeine Gestalt des Wurmes, Lett. SSR, Bohrung Paviosta, Tiefe 1423.90 m. Nr. 75—8,  $\times$  4.
- Fig. 5. *Hyolithellus* sp. Unterkambrium, die Zone Holmia, Osteuropäische Plattform, 5— Die allgemeine Gestalt, Lett. SSR, Bohrung Kolka, Tiefe 851.9—852.0 m. Nr. 83/3—8,  $\times$  5.
- Fig. 6—7. *Acrothelle bellapunctata* Walcott. Unterkambrium, Zone Holmia, Osteuropäische Plattform. 6— Abdruck der Klappe, Lett. SSR, Bohrung Paviosta, Tiefe 1378.4 m. Nr. 360—8,  $\times$  3. 7— Ventralklappe, Lett. SSR, Paviosta, Tiefe 1378.2 m. Nr. 359—8,  $\times$  3.
- Fig. 8. *Westonia finlandensis* Walcott. Unterkambrium, Zone Protolenus, Osteuropäische Plattform. 8— Ventralklappe, Lett. SSR, Paviosta, Tiefe 1342. 3 m. Nr. 357—8,  $\times$  3.
- Fig. 9. *Lingulella nathorsti* Linnarsson. Unterkambrium, Zone Protolenus, Osteuropäische Plattform. 9— Ventralklappe, Lett. SSR, Stirnas, 1147.1 m. Nr. 141—8,  $\times$  3.
- Fig. 10—12. *Volborthella tenuis* Schmidt. Unterkambrium, Zone Protolenus, Osteuropäische Plattform. 10— Die allgemeine Gestalt der Muscheln. Lett. SSR, Bohrung Paviosta, Tiefe 1367.85 m. Nr. 85—8,  $\times$  3. 11— Die allgemeine Gestalt zweier Muscheln, Litauische SSR, Bohrung Šakiai, 1430.65 m. Nr. 80a—8,  $\times$  3. 12— Ansammlung von Muschelkernen, Lett. SSR, Bohrung Paviosta, Tiefe 1354.50 m. Nr. 84—8,  $\times$  2.
- Fig. 13. *Strenuella insolita* N. Tschernyscheva. Unterkambrium, Zone Protolenus, Osteuropäische Plattform. 13— Krani-dium, Lett. SSR, Bohrung Paviosta, Tiefe 1329.5 m.,  $\times$  3.

## Table I

- Fig. 1. *Sabellidites cambriensis* Yanichevskij. Sub-holmia stage, Lower Cambrian, East-European platform. 1— General view of a worm with a distinct segmentation, Lithuanian SSR, Vilnius 364.0 m. No. 23a—8,  $\times$  10.
- Fig. 2. *Yanichevskyites petropolitanus* (Yan.) Sokolov. Sub-holmia stage, Lower Cambrian, East-European platform. 2— General view of a worm. Estonian SSR, Chirvli 137.2 m. No. 76—8,  $\times$  3.
- Fig. 3. *Volborthella tenuis* Schmidt. Holmia stage, Lower Cambrian, East-European platform. 3— Group of shells and piths. Latvian SSR, Paviosta 1423.95 m. No. 91—8,  $\times$  3.
- Fig. 4. *Yanichevskyites petropolitans* (Yan.) Sok. Holmia stage, Lower Cambrian, East-European platform. 4— General view of a worm. Latvian SSR, Paviosta 1423.90 m. No. 75—8,  $\times$  4.
- Fig. 5. *Hyolithellus* sp. Holmia stage, Lower Cambrian, East-European platform. 5— General view. Latvian SSR, Kolka 851.9—852,0 m. No. 83/3—8,  $\times$  5.
- Fig. 6—7. *Acrothelle bellapunctata* Walcott. Holmia stage, Lower Cambrian, East-European platform. 6— Fossil impression of a shell. Latvian SSR, Paviosta 1378.4 m. No. 360—8,  $\times$  3. 7 — Ventralside of a shell, Latvian SSR, Paviosta 1378.2 m. Nr. 359—8,  $\times$  3.
- Fig. 8. *Westonia finlandensis* Walcott. Protolenus Zone, East-European platform. 8— Ventralside of a shell, Latvian SSR, Paviosta 1342.3 m. No. 357—8,  $\times$  3.
- Fig. 9. *Lingulella nathorsti* Linnarsson. Protolenus Zone, Lower Cambrian, East-European platform. 9— Ventralside of a shell, Latvian SSR, Stirnas 1147.1 m. No. 141—8,  $\times$  3.
- Fig. 10—12. *Volborthella tenuis* Schmidt. Protolenus Zone, Lower Cambrian, East-European platform. 10— General view of shells, Latvian SSR, Paviosta 1367.85 m. No. 85—8,  $\times$  3. 11— General view of two shells, Lithuanian SSR, Šakiai 1430.65 m. No. 80a—8,  $\times$  3. 12— Group of shellpiths, Latvian SSR, Paviosta 1354.50 m. No. 84—8,  $\times$  2.
- Fig. 13. *Srenuella insolita* N. Tschernyscheva. Protolenus Zone, Lower Cambrian, East-European platform. 13— Cephalon, Latvian SSR, Paviosta 1329.5 m.  $\times$  3.



## Tafel II

- Fig. 1. *Strenuella insolita* N. Tschernyscheva. Unterkambrium, Zone Protolenus. 1 — Abdruck des Körpers, Lett. SSR, Bohrung Pavilosta, Tiefe 1312.5 m.  $\times 3$ , koll. K. Mens.
- Fig. 2. *Ellipsocephalus* sp. Unterkambrium, Zone Protolenus Osteuropäische Plattform. 2— Kranidium, Litauische SSR, Bohrung Gargždai — 4, Tiefe 2112.0 m.  $\times 3$ .
- Fig. 3—4. *Ceratiocaris* sp. Unterkambrium, Zone Protolenus Osteuropäische Plattform. 3— Gestalt mit klarer Segmentation, Litauische SSR, Bohrung Žarenai, Tiefe 2013.0 m. Nr. 176a—8,  $\times 2.5$ . 4— Gestalt mit klarer Segmentation, Lit. SSR, Bohrung Gargždai — 4, Tiefe 2108.5 m. Nr. 158—8,  $\times 5$ .
- Fig. 5. *Lingulella* sp. Unterkambrium, Zone Protolenus Osteuropäische Plattform. 5— Ventralklappe, Lett. SSR, Bohrung Stirnas, Tiefe 1140.0 m. Nr. 138—8,  $\times 5$ .
- Fig. 6. *Lingulella desiderata* (Walcott). Mittelkambrium Zone Paradoxides Osteuropäische Plattform. 6— Dorsalklappe, Lit. SSR, Bohrung Plungė — 3, Tiefe 1875.4 m. Nr. 151/8—8,  $\times 5$ .
- Fig. 7—9. *Lingulella ferruginea* Salter. Mittelkambrium, Zone Paradoxides Osteuropäische Plattform. 7— Ventralklappe, Lit. SSR, Bohrung Kražantė, Tiefe 1706.7 m. Nr. 191—8,  $\times 5$ . 8— Dorsalklappe, Lit. SSR; Bohrung Kražantė, Tiefe 1710.2 m. Nr. 196—8,  $\times 5$ . 9— Ventralklappe, Lit. SSR, Bohrung Kražantė, Tiefe 1713.05 m. Nr. 198—8,  $\times 5$ .
- Fig. 10. *Westonia finlandensis* Walcott. Mittelkambrium, Zone Paradoxides Osteuropäische Plattform. 10— Dorsalklappe, Lit. SSR, Bohrung Plungė — 3, Tiefe 1875.4 m. Nr. 151/2a—8,  $\times 5$ .
- Fig. 11. *Lingulella agnostorum* Wallerius. Mittelkambrium, Zone Paradoxides Osteuropäische Plattform. 11— Dorsalklappe, RTFSR, Bohrung Gusev — 2, Tiefe 1615.9 m. Nr. 117—8,  $\times 3$ .
- Fig. 12. *Lingulella ferruginea* Salter. Mittelkambrium, Zone Paradoxides Osteuropäische Plattform. 12— Massenhäufung von Ventral- und Dorsalklappen, Lit. SSR, Bohrung Kražantė, Tiefe 1712.8 m. Nr. 195/1—8, Natürliche Grösse.

## Table II

- Fig. 1. *Strenuella insolita* N. Tschernyscheva. Protolenus Zone, Lower Cambrian, 1— Fossil impression of thorax, Latvian SSR, Pavilosta 1312.5 m.  $\times 3$ . Coll. by K. Mens.
- Fig. 2. *Ellipsocephalus* sp. Protolenus Zone, Lower Cambrian, East-European platform. 2— Cephalon, Lithuanian SSR, Gargždai — 4, 2112.0 m.  $\times 3$ .
- Fig. 3—4. *Ceratiocaris* sp. Protolenus Zone, Lower Cambrian, East European platform. 3— View with a distinct segmentation, Lithuanian SSR, Žarenai 2013.0 m. No. 176a—8,  $\times 2.5$ . 4— View with a distinct segmentation, Lithuanian SSR, Gargždai — 4, 2108.5 m. No. 158—8,  $\times 5$ .
- Fig. 5. *Lingulella* sp. Protolenus Zone, Lower Cambrian, East-European platform. 5— Ventral side of a shell, Latvian SSR, Stirnas 1140.0 m. No. 138—8,  $\times 5$ .
- Fig. 6. *Lingulella desiderata* (Walcott). Paradoxides Zone, Middle Cambrian, East-European platform. 6— Dorsal side of a shell, Lithuanian SSR, Plungė — 3, 1875.4 m. No. 151/8—8,  $\times 5$ .
- Fig. 7—9. *Lingulella ferruginea* Salter. Paradoxides Zone, Middle Cambrian, East-European platform. Ventral side of a shell, Lithuanian SSR, Kražantė, 1706.7 m. No. 191—8,  $\times 5$ . 8— Dorsal side of a shell, Lithuanian SSR, Kražantė, 1710.2 m. No. 196—8,  $\times 5$ . 9— Ventral side of a shell, Lithuanian SSR, Kražantė, 1713.05 m. No. 198—8,  $\times 5$ .
- Fig. 10. *Westonia finlandensis* Walcott. Paradoxides Zone, Middle Cambrian, East-European platform. 10— Dorsal side of a shell, Lithuanian SSR, Plungė — 3, 1875.4 m. No. 151/2a—8,  $\times 5$ .
- Fig. 11. *Lingulella agnostorum* Wallerius. Paradoxides Zone, Middle Cambrian, East-European platform. 11— Dorsal side of a shell, RTFSR, Gusev — 2, 1615.9 m. No. 117—8,  $\times 3$ .
- Fig. 12. *Lingulella ferruginea* Salter. Paradoxides Zone, Middle Cambrian, East-European platform. 12— Group of ventral and dorsal sides of shells. Lithuanian SSR, Kražantė, 1712.8 m. No. 195/1—8, normal size.

Schichtung mit Wellenrippeln und Trockenrisen. In der Gegés-Suite wurden Spuren von Zephalopoden: *Volborthella tenuis* Schm. (Bohrung Šakiai—42, 1430,65 m Tiefe), von Krustentieren: *Ceratiocaris* sp. (Bohrung Gargždai—4, 2108,5 m Tiefe) und von Brachiopoden: *Lingulella* sp. gefunden. In der westlichen Schichtenfolge fanden sich Reste von Trilobiten: *Germaropyge? mendosa* Tch. (Bohrung Gargždai—6, 2095,5 m Tiefe) und *Ellipsocephalus* sp. (Bohrung Gargždai—4, 2112 m). In Lettland sind viel *Volborthella tenuis* Schm., *Luekatiella* sp., *Hyolithellus* sp. gefunden worden. Der in der Schichtenfolge Gegés-Suite angetroffene Akritarchenkomplex zeigt, dass sie ins untere Kambrium gehören.

Die zweite Schichtenfolge — Virbalio-Suite — ist an der gleichen Stelle wie die Schichtenfolge Gegés verbreitet, und sie lagert auf ihr mit allmählichen Übergängen.

Die Virbalio-Suite ist in den westlichen Gebieten mehr tonig und besteht aus Aleuroliten, seltener aus graugrünen sandig — aleurolitischen Argilliten und grüngrauen Tonen. Im oberen Teil dominieren die graugrünen Aleuroliten mit Zwischenlagen von hellgrauen Sandsteinen. Glaukoniten (bis 12 %) und Brachiopoden-trümmern. Im östlichen Teil Litauens ist die Schichtenfolge Virbalio-Suite sandiger.

Der Parastratotyp der Schichtenfolge Virbalio-Suite liegt in der Bohrung Kybartai—22 in 1322—1361 m Tiefe. Er besteht aus für die frag-

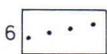
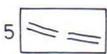
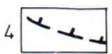
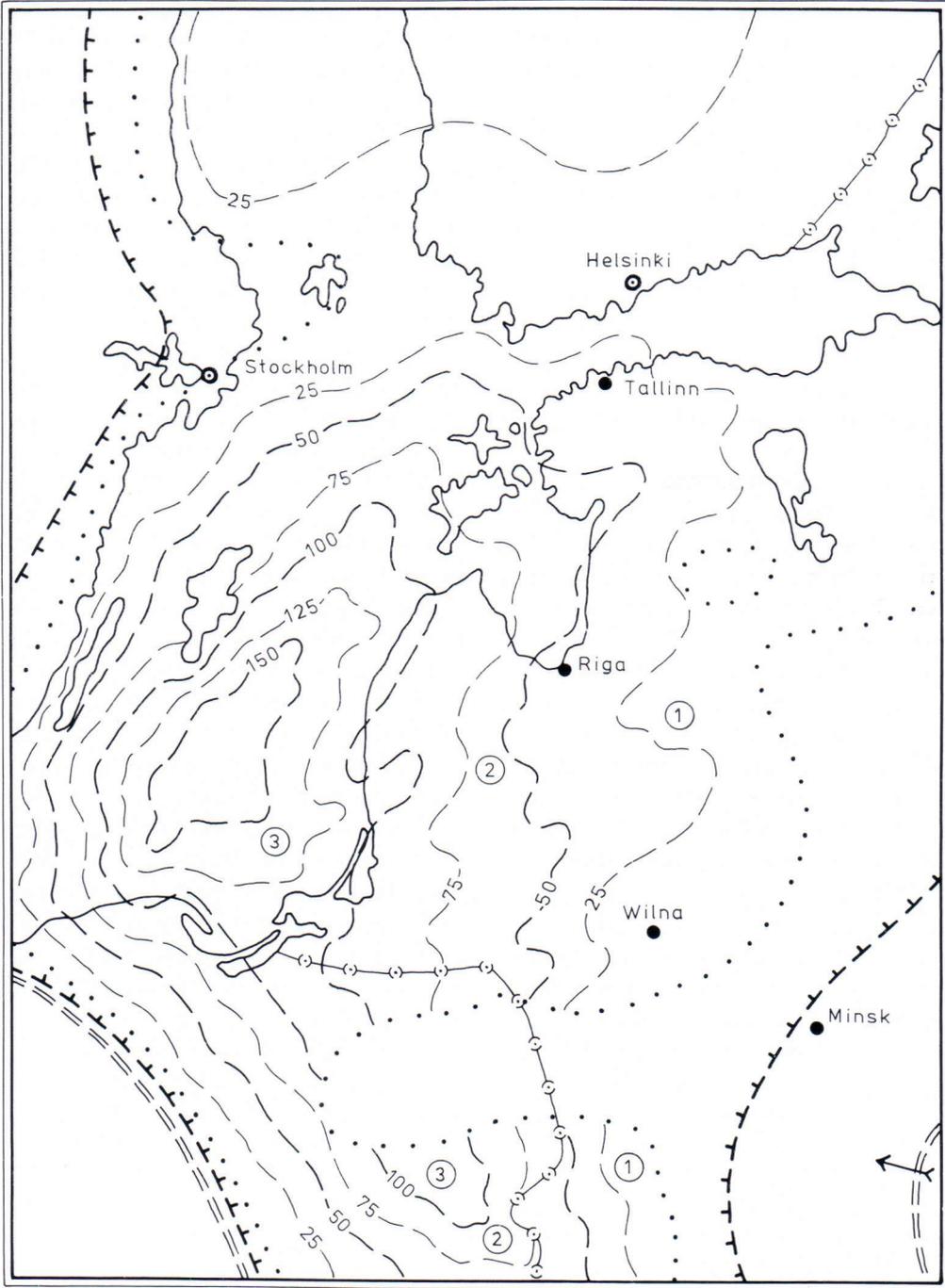
liche Schichtenfolge typischen Gesteinen, die auf dem Stratotyp der Gegés-Suite lagern. Hinsichtlich der sedimentfaziellen und lithologischen Zusammensetzung unterscheidet sich die Virbalio-Suite von dem früheren Meer insofern, als sich hier keine eisenreichen Sedimente ablagerten. Alle anderen physiogeographischen Bedingungen waren ähnlich. In den westlichen Gebieten des Baltischen Beckens lagerte sich graugrüner, toniger Schlamm ab. Nordwärts (in Richtung des heutigen Baltischen Schildes), südwärts (in Richtung der Masurischen Hebung) und westwärts (in Richtung des ehemaligen Fenno-Sarmatischen Randes) sieht man den faziellen Übergang der tonigen Sedimente in die psammitischen Ablagerungen. Das marine Becken war seicht, weil man überall in den Schichten sandige Zwischenlagen trifft, die tonhaltigen, feinen, syngenetischen Quarz führen. Das Becken wurde nach Westen hin tiefer, weil in dieser Richtung der Tongehalt und die gesamte Mächtigkeit der Gesteine zunehmen. In den Gesteinen der Virbalio-Suite finden sich Brachiopoden: *Westonia* cf. *finlandensis* Walcott (Bohrung Jurbarkas, 1480,1 m und 1538,4 m Tiefe; Bohrung Plungė, 1875,4 m), *Westonia* cf. *elongatus* Walcott (Lettland, Bohrung Pavilosta, 1335,02 m), ferner Trilobiten: *Strenuella* (*Comluella*) *insolita* N. Tchern (Lettland, Bohrung Pavilosta, 1324,0 m 1307,0 m), *Ellipsocephalus* sp.

Die paläogeographische Karte (Abb. 1) zeigt

Abb. 1. Lithologisch-paläogeographische Karte der unterkambrischen Ablagerungen im Baltikum

1. Zone von reichen Sandsteinen (bis 85 %) und Aleuroliten (bis 15 %).
2. Zone von Sandsteinen (60—30 %), Aleuroliten (40—5 %) und Tonen (20—5 %).
3. Zone von Tonen (bis 65 %), Aleuroliten (35—20 %) und Sandsteinen (15—5 %).
4. Hauptsächliche Bruchlinien.
5. SW—Grenze der Osteuropäischen Plattform.
6. Grenze der heutigen Verbreitung der unterkambrischen Ablagerungen.
7. Die Richtung der Meeresregression.
8. Wahrscheinliche Isopachen.

Fig. 1. The lithologic-palaeogeographic map of the Lower Cambrian of the Baltic basin. 1: Zone of sandstones (up to 85 %) and aleurolites (up to 15 %). 2: Zone of sandstones (60—30 %), aleurolites (40—5 %) and clays (20—5 %). 3: Zone of clays (up to 65 %), aleurolites (35—20 %) and sandstones (15—5 %). 4: Main fractures, 5: Southwestern boundary of the East European platform. 6: Boundary of present distribution of deposits. 7: Land relatively uplifted and direction of removal. 8: Supposed isopachytes.



die unterkambrischen Zonen (*Mobergella*, *Holmia* und *Protolenus*). Zone 1 ist zusammengesetzt aus Sandsteinen bis 85 % und Aleuroliten bis 15 %; Zone 2 aus Sandsteinen 60—30 %, Aleuroliten 40—5 % und Tonen 20—5 %; Zone 3 aus Tonen bis 65 %, Aleuroliten 20—35 % und Sandsteinen 15—5 %. Unterkambische Ablagerungen sind weitverbreitet und gut korreliert in Polen und Schweden (Lendzion K., 1968, 1976; Moczydlowska M., 1981, Vidal G., 1981).

### Mittelkambrische Ablagerungen

Die dritte mittelkambrische Schichtenfolge Kybartai-Suite lagert mit allmählichen Übergängen auf der Virbalio-Suite. Sie besteht aus dunklen Argilliten, Aleuroliten und Zwischenlagen von hellen Sandsteinen mit Glaukonit. Die Schichtung der Gesteine ist horizontal, seltener wellig und sehr selten linsenförmig. Die Zwischenlagen von Argilliten sind mächtiger und dominieren im Schnitt. In manchen Bohrungen haben sie eine Mächtigkeit bis zu einigen Metern und führen keine Sandsteine.

Das Becken blieb noch in der Zeitperiode der Virbalio-Suite bestehen, es war aber noch flacher, und überall lagerten sich sandige Küstenbildungen ab. Auch die Fläche des Beckens wurde kleiner — die Regression breitete sich in den zentralen Gebieten Estlands, sowie in den östlichen Gebieten Lettlands und Litauens aus. Die hydrodynamischen Verhältnisse des Beckens Kybartai-Suite waren stiller, weil es hier kaum typische »Kräksten«-Texturen gibt. Das

Klima war wahrscheinlich feucht und verhältnismässig warm. In diesen Schichten gibt es viele Brachiopoden — *Lingulella cf. ferruginea* Salt., *L. cf. desiderata* Walc., *L. cf. agnostorum* Wall., *L. lithuanica* Korkutis.

Der Parastratotyp der Schichtenfolge Kybartai-Suite liegt in der Bohrung Kybartai—22 in 1306,9—1322,3 m Tiefe. In diesem Intervall findet man den entsprechenden Akritarchenkomplex. Diese Ablagerungen repräsentieren die Zone *Paradoxides oelandicus*.

Das Profil des Kambriums im Baltischen Becken endet mit mächtigen Massen von Sandsteinen, die V. Sakalauska (1966) als Deimenos—Serie unterscheidet. Als Stratotyp bezeichnet er die Bohrung Pravdinsk—1 in 1852,4—1936,0 m Tiefe. Höher lagern die paläontologisch gut charakterisierten Bildungen des Ordoviciums, unten die Gesteine der Kybartai-Suite.

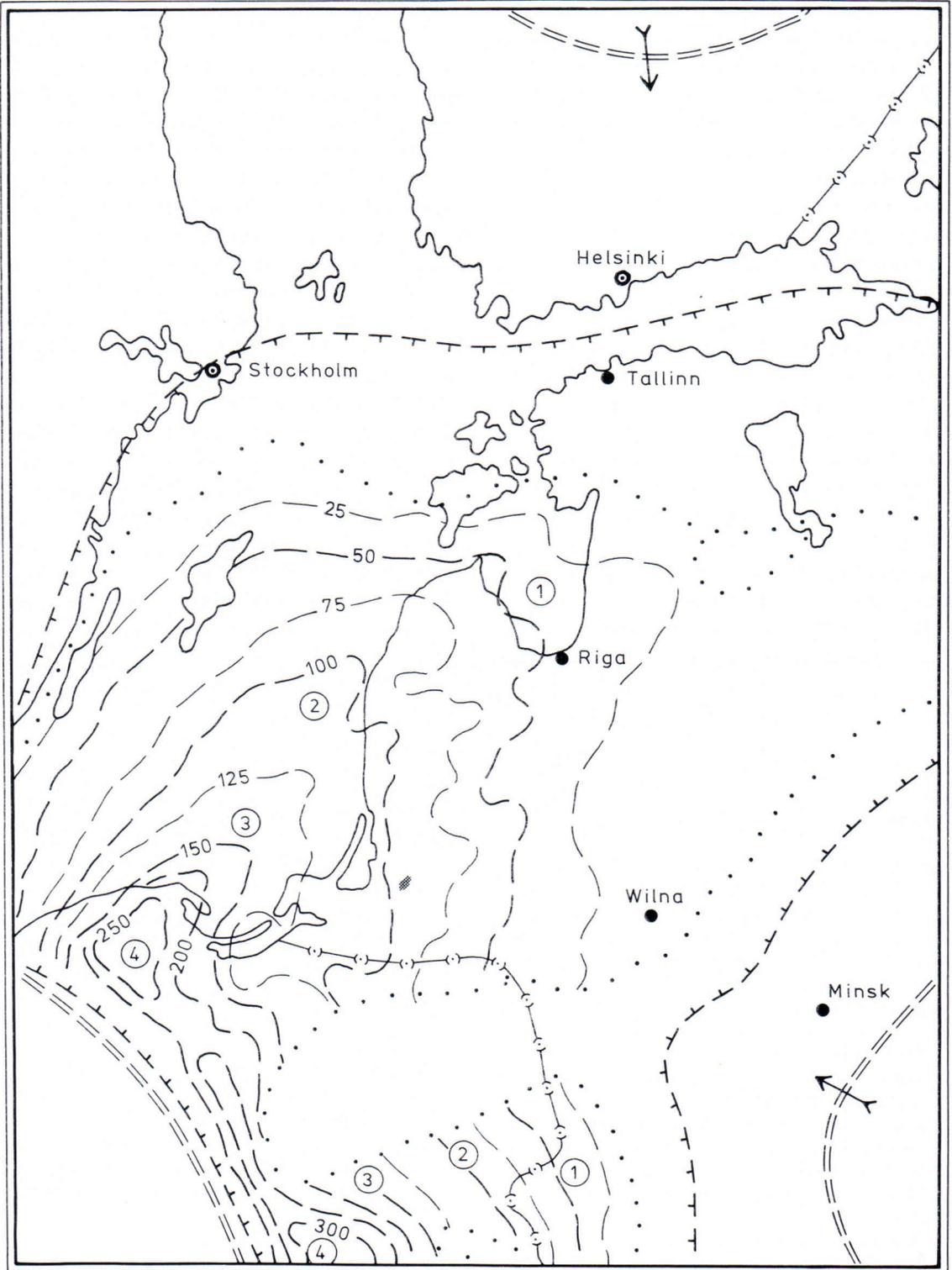
Die Deimenos-Serie ist charakterisiert von weissen, quarzischen Sandsteinen und dunkelgrauen, glimmerigen Argilliten. Die Sandsteine haben gute gemeinsame Merkmale, von feinkörnigen bis zu verschiedenkörnigen. Als Parastratotyp der Schichtenfolge Deimenos-Serie können die Ablagerungen in der Bohrung Kybartai—22 in 1279,6—1306,9 m gelten.

Während der Sedimentation der Deimenos-Serie war die baltische Region der Rand des mächtigen Fenno-Sarmatischen Kontinents, der teilweise vom seichten epikontinentalen Meer überflutet war. Im marinen Becken des Mittelkambriums lagerten sich weisse, quarzische Sandsteine ab. Im allgemeinen sind Zwischenlagen von dunklen, bitumhaltigen Tonen im Schnitt selten, aber ihre Menge nimmt

Abb. 2. Lithologisch-paläogeographische Karte der mittelkambrischen Ablagerungen im Baltikum

1. Zone von reichen Sandsteinen (bis 95 %) und Aleuroliten (bis 15 %).
2. Zone von Sandsteinen (bis 50 %), Aleuroliten (30—5 %) und Tonen (15—5 %).
3. Zone von Tonen (bis 50 %), Aleuroliten (25—5 %) und Sandsteinen (15—5 %).
4. Zone von Tonen (bis 65 %), Aleuroliten (35—25 %), Sandsteinen (10—5 %) und Karbonaten (bis 5 %).

Fig. 2. The lithologic-palaeogeographic map of the Middle Cambrian of the Baltic basin. 1: Zone of sandstones (up to 95 %) and aleurolites (up to 15 %). 2: Zone of sandstones (up to 50 %), aleurolites (30—5 %) and clays (15—5 %). 3: Zone of clays (up to 50 %), aleurolites (25—5 %) and sandstones (15—5 %). 4: Zone of clays (up to 65 %), aleurolites (35—25 %) and sandstones (10—5 %), carbonates (to 5 %).



westwärts, in Richtung des Tieferwerdens des Beckens zu. Man trifft dünne Zwischenlagen von weissen Tonen. Der kaolinitische Zement der Sandsteine zeugt davon, dass in dem Becken manchmal die Verwitterungskruste in Form von Kaolin abgelagert wurde.

Ausgangs des Mittleren Kambriums brach die Meeresverbindung, die zu Beginn der unterkambrischen Zone *Holmia-Protolenus* hier entstanden war, ab. Die ganze baltische Region wurde zu einem kontinentalischen Festland, wo Denudationsprozesse vorherrschten.

Die paläographische Karte (Abb. 2) zeigt die mittelkambrischen Zonen (*Paradoxides oelandicus* und *P. paradoxissimus*). Zone 1 ist zusammengesetzt aus Sandsteinen bis 95 % und Aleuroliten bis 15—5 %; Zone 2 aus Sandsteinen bis 50 %, Aleuroliten 30—5 % und Tonen 15—5 %; Zone 3 aus Tonen bis 50 %, Aleuroliten 25—5 % und Sandsteinen 15—5 %; Zone 4 aus Tonen bis 65 %, Aleuroliten 35—25 %, Sandsteinen 10—5 % und Karbonaten bis 5 %.

Die mittelkambrischen Sandsteine wurden von V. Korkutis (1971, 1976) in drei Schichten-

folgen eingeteilt (von unten nach oben), nämlich Vilkyčiai-Suite, Šiupariai-Suite und Degliai-Suite. Die Vilkyčiai-Sandsteine haben eine Mächtigkeit von 10 m bis 18 m in Gargždai—6, und in der Bohrung Jagodnaja bis 30 m. Die Šiupariai-Suite besteht aus aleurolitischen Tonen und Sandsteinen, in der Bohrung Degliai—2 9 m mächtig, in der Bohrung Gargždai—6 18 m und im Profil Jagodnaja 28,5 m. Die Degliai-Suite besteht aus weissen, mittel- und feinkörnigen Sandsteinen mit einer Mächtigkeit von 37 m im Profil Degliai—2, 25 m in Gargždai—6 und bis 43,5 m in der Bohrung Jagodnaja—1.

Zu Beginn des oberen Kambriums war die baltische Region wie ein kontinentalisches Festland mit nur kurzen Transgressionen. In dem geosynklinischen Becken Westeuropas, in Nordpolen und in den benachbarten Regionen lagerten sich aleuritische Tone und Muschelkalke ab mit guten Brachiopoden und Trilobiten, die in der Bohrung Żarnowec eine Mächtigkeit bis 10 m haben.

## Literatur

- Aren, B.; Brangulis, A.; Volkova, N.; Lendzion, K.; Mens, K.; Michniak, R.; Paskeviciene, L.; Pirrus, E.; Rozanow, A. & Yankauskas, T., 1979. Baltyskaja synekyza. In: Stratigrafiya dokembrijskich i kembrijskich otlozhenij zapada Vostochno — Europeiskoj platformy. Moscv, Nauka. 42—68.
- Brangulis, A. P., 1979. Kembrijskaja sistema. In: Geologizheskoje stroenije i poleznyje iskopaemyje Latviji — Ryga, Zinatne. 18—38.
- Korkutis, V. A., 1966. Trubzhatye zhervi nizhnego kembrija Juzhnoj Pribaltiki. In: Paleontologija i stratigrafiya Pribaltiki i Belorusii. I(VI) Vilnius, Mintis. 7—29.
- , 1968. Stratigrafiya kembrijskich otlozhenij Juzhnoj Pribaltiki. In: Stratigrafiya nizhnego paleozoija Pribaltiki i korelyatsiya s drugimi Regionami. Vilnius, Mintis. 53—68.
- , 1971. Kembriskie otlozheniya Baltiskogo basseina. Vilnius, Mintis. 176 S.
- , 1975. O konglomerate nizhnego kembrija Baltiskogo basseina i ego faune. In: Fauna i stratigrafiya paleozoija i mesozoija Pribaltiki i Belorusii. Vilnius, Mintis. 205—217.
- , 1976. Fauna kembrijskich otlozhenij Juzhnoj Pribaltiki i stratigraphyzeskoje zhazhenije. In: Materialy po stratigraphyi Pribaltiki. Vilnius. 23—25.
- , 1981. Late Precambrian and Early Cambrian in the East European Platform. Precambrian Research, vol 15, 75—94.
- , Lapinskas, P. P. & Lashkov, E. M., 1972. Lithologija i fatsii neftenosnych otlozhenij nizhnego paleozoija Juzhnoj Pribaltiki. Moscow, Nedra. 179 S.
- Lendzion, K., 1968. Razvitie i stratigrafiya kembrija severo — vostochnoj Polsh. In: Stratigrafiya nizhnego paleozoija Pribaltiki i korreliacija s drugimi Regionami. Vilnius, Mintis. 69—80.
- , 1976. Stratigrafiya kambriu zachodniej czesci syneklizy Perybaltyckiej. Biul. 270. In: Z badan geologicznych

- Nizu Polskiego, t. II, Biuletyn 270, Instytut geologiczny. 59—84.
- Makhnach, A. S.*, 1958. Drevnepaleozojskiye otlozheniya Belorussij. Izd. Akad. Nauk. BSSR. Minsk. 225 S.
- Makhnach, A. S., Bessonova, V. Y. & Veretennikov, N. V.*, 1970. Stratigrafizheskaya schema verchnego dokembriya Belorussii i smezhnykh raionov. Dokl, Akad. Nauk. BSSR. 14, 150—153.
- Mens, K. & Pirrus, E.*, 1977. Stratigraficheskiye razrezy kembriya Estonii. Tallin, Valgus. 68 S.
- Moczydlowska, M.*, 1981. Lower and Middle Cambrian acritarchs from northeastern Poland. Precambrian Research, vol. 15, 63—74.
- Sakalauskas, V. F.*, 1966. Novyje dannyye po stratigrafizheskoj scheme kembriskich otlozhenij Juzhnoj Pribaltiki. In: Tezisy dokl. XIX nauzhn. studenzheskoj konferenzij. Vilnius, Universitet.
- Sokolov, B. S.*, 1974. Periodichnost (etapnost) razvitija organiche — skogo mira i biostratigraficheskie granitsy. Geol. Geofiz. 3—9.
- Timofejev, B. V., German, T. N. & Michailova, N. S.*, 1976. Mikrofotofossilii dokembrija, kembrija i ordovika. Leningrad, Nauka. 1—107.
- Tynni, R.*, 1982. New results of studies on the fossils in the Lower Cambrian sediment deposits of the Söderfjärden Basin. Bull. Geol. Soc. Finland, Nr. 54. 57—68.
- Tynni, R. & Donner, J.*, 1980. A microfossil and sedimentation study of the Late Precambrian formation of Hailuoto, Finland. Geol. Surv. of Finland, Bull 311. 35 p.
- Vidal, G.*, 1981. Lower Cambrian acritarch stratigraphy in Scandinavia. Geol. För. Stockholm Förh. 103. 183—192.
- Manuscript received, January 9, 1984.*