

EESTI DIKTÜONEEMA-KIHI UURIMINE

TEMA TEKKIMISE, VANADUSE JA LEVIMISE KOHTA

A. TAMMEKANN

DEUTSCHES REFERAT:

UNTERSUCHUNG DES DICTYONEMA-SCHIEFERS IN ESTLAND
NACH ENTSTEHUNG, ALTER UND VERBREITUNG

DORPAT 1924

Sissejuhatus.

Viimaste aastate jooksul on laiemalt tuttavaks saanud nn. „Kukruse põlevkivi“ kihid, mis moodustavad ühe osa Põhja-Eesti ordoviitsiumi ladestusse kuuluvast Kukruse ladestusest. Neid kihte on ka juba suureviisilisemalt kasutama hakatud, ning laialiselt kaevikuis avanenud kunstlikud paljastused on pakkunud ühtlasi häid võimalusi Kukruse lademe uurimiseks stratigraafilises ja paleontoloogilises suhtes. Hoopis vähem tuntud, uuritud ja alles kasutamata on aga geoloogilise eapoolusest vanem ja sügavamal lasuv teine Eesti „põlevkivi“ kiht — nn. diktüoneema-kildkivi, mille üksikasjalisem uurimiskatse ongi käesoleva töö aineks. Sarnane katse oleks ühendavaks sidemeks meie alam-ordoviitsiumi kohta käivate uurimuste reas, sest nii diktüoneema-kihi all oleva kui peallasuva kihtide kohta on juba olemas üksikasjalised monograafiad (Mickwitz'i ja Lamanski omad), kuna puudulikumalt on käsitatud diktüoneema-kihti ennast. Põhjuseks on siin arvatavasti selle kihi vähene fossiilide sisaldus, mis ei paku mingid väljavaateid stratigraafilis-paleontoloogilise uurimise jaoks, missugust meetodi tarvitsid eelnimetatud uurijad. Siin võimaldavad otsuste ja järelduste tegemist ainult kihi petrograafiline iseloom ning vahetõrge naabruskihtidega.

Diktüoneema-kildkivi asub umbes kambriumi ja alam-ordoviitsiumi piiril*) ja avaneb sellepärast Eestis ainult Põhja-Eesti paekalda alumises osas, või selle kõige lähemas ümbruses. Selgeid ja head ülevaadet pakkuvaid paljastusi on paeseinas võrdlemise vähe, iseäranis selle alumises osas, mis on enamasti rüüa ja taimkatte all. Teiseks on kihi kasutamine suurte kulude ja

*) Tema geoloogilise eapooluse küsimus tuleb eespool erilise harutuse alla.

raskustega ühendatud, sest teda katavad tüsedad lubjakivi lademed, kuna ta oma tüsedus on võrdlemisi väike. Need asjaolud on põhjuseks, et diktüoneema-kildkiviga seni nii vähe tegemist on tehtud, pealegi on meil käepärast Kukruse põlevkivi, mis suudab esialgu kõiki nõudeid rahuldada, ja alles selle lademe otsalõppemisel asutakse vahest diktüoneema-kildkivi kasutamisele.

Käesoleva kirjutuse tähtsamaks osaks on uuritava kihi üksikasjalikum stratigraafiline kirjeldus, milleks on kogutud materjali rohkearvuliste vaatluste ja uurimiste kaudu kohtadel, ning kontrollitud ja täiendatud seda materjali kirjanduses seni ilmunud vaatluste ja otsustega. Võrreldes sel teel saadud andmeid Eesti lähemas ja kaugemas naabruses olevate samalaadiliste lademeiga, püüti teha otsusi kihi tekkimise ja vanaduse kohta ning kindlaksmäärata tema levimispiire.

Selle kirjutuse ilmumist on võimaldanud peaasjalikult minu lugupeetud õpetaja, geoloogia dotsendi Dr. H. Bekker'i vastutulelikkus ja lahke kaasabi, mille eest võlgnen talle kõige tõsisemat tänu.

Kokkuseadja.

Tartus, 1923.

Kirjandus.

1. W. A. Hupel. 1774. Topographische Nachrichten von Lief- und Estland, II. Bd., p. 530—536, Riga.
2. J. B. v. Fischer. 1778. Versuch einer Naturgeschichte von Livland. I. Aufl. Leipzig 1778, 2. Aufl. Königsberg 1791.
3. J. G. Georgi. 1798. Geographisch-physikalische und naturhistorische Beschreibung des russischen Reiches. III. Theil, Königsberg.
4. В. В. Севергинъ. 1809. Опытъ минералогическаго описанія Россійскаго государства. Ч. I и II, СПб.
5. G. v. Helmersen. 1838. Der in Estland bei Fall und Tolks entdeckte brennbare Schiefer. Горн. Журн. 1838, III, p. 258—265.
6. — 1839. Über den bituminösen Thonschiefer und ein neuentdecktes brennbares Gestein im Übergangskalke Estlands. Bull. de l'Acad. des sc. St.-Petersburg, T. V, p. 56—73.
7. E. v. Eichwald. 1840. Fossile Reste in Übergangskalk von Estland und Odinsholm. Leonhard's und Bronn's Neues Jahrb. etc. p. 93—94.
8. — 1840. Записка о геогностическихъ изслѣдованіяхъ по берегамъ и на нѣкоторыхъ островахъ Финскаго залива. Первобытныи миръ Россіи, тетр. I, СПб., p. 1—15.
9. — 1840. Über das silurische Schichtensystem in Estland, St.-Petersburg.
10. — 1842. Neuer Beitrag zur Geognosie Estlands und Finnlands und über die Obolen und den silurischen Sandstein von Estland und Schweden. Die Urwelt Russlands, II, St. Petersburg.
11. A. Osersky. 1844. Geognostischer Umriss des nordwestlichen Estlands. Verhandl. d. miner. Ges. St. Petersburg, p. 105—164.
12. R. J. Murchison, E. de Verneuil, A. v. Keyserling. 1845. Geology of Russia in Europe and the Ural Mountains. Vol. I. Geology, London. Vol. II. Paléontologie, Paris.
13. Fr. Schmidt. 1858. Untersuchungen über die silurische Formation von Estland, Nord-Livland und Oesel. Archiv f. Naturkunde Liv-, Est- u. Kurlands, Dorpat, I. Serie, II. Bd., p. 1—247. Nachträge ib., p. 465—474.
14. J. Вock. 1869. Geognostische Beschreibung des untersilurischen und devonischen Systems im Gouv. St.-Petersburg. Матеріалы для геологіи Россіи, I, p. 101—189.
15. A. Kupffer. 1870. Über die chemische Constitution der baltisch-silurischen Schichten. Archiv f. Naturk. Liv-, Est- u. Kurl., Dorpat, I. Serie, V. Bd., p. 69—194.

16. G. Linnarson. 1873. Über eine Reise nach Böhmen und den russischen Ostseeprovinzen im Sommer 1872. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1873, p. 675—698.
17. C. Grewingk. 1879. Geognostische Karte der Ostseeprovinzen Liv-, Est- u. Kurland, 2. Aufl., 1:600,000. Erläuterungen dazu: Archiv f. Naturk. etc. Dorpat, I. Serie, VIII. Bd., p. 1—123.
18. Fr. Schmidt. 1879. Взглядъ на новѣйшее состояніе нашихъ познаний о силурійской системѣ СПБ. и Эстляндской губ. и о-ва Эзеля. Труды СИБ. О-ва естествоиспыт. X, p. 42—48.
19. — 1882. On the Silurian and Cambrian Strata of the Baltic provinces of Russia as compared with those of Scandinavia and the British Isles. Quart. Journ. Geol. Soc. London, p. 514
20. — 1882. Revision der ostbaltischen silurischen Trilobiten. Lief. I: Allgemeine geognostische Übersicht. Mém. de l'Acad. St. Petersburg, VII. Serie, T. XXX, № 1.
21. W. C. Brögger. 1882. Die silurischen Etagen 2 und 3 im Christiania-Gebiet. Christiania.
22. G. Holm. 1884. Сравненіе шведскихъ и восточно-балтійскихъ силурійскихъ и послѣдтретичныхъ отложений, основанное на геологическихъ экскурсіяхъ въ Эстл., Лифл. и СПБ. губ. въ 1883 и 1884 г. Изв. Геол. Ком. СПБ., III, p. 297—319.
23. — 1885. Beitrag zur Kenntniss der Quartär- und Silurbildungen der ostbaltischen Provinzen Russlands. Verh. Miner. Ges. St. Petersburg, N. S. XXII.
24. V. Rohon u. K. v. Zittel. 1886. Über Conodonten. Sitzber. d. Akad. d. Wiss. München, p. 108—136.
25. A. Karpinsky. 1887. Zur Geologie des Gouv. Pskov. Bull. de l' Acad. St. Petersb., XXXI, p. 473—484.
26. J. C. Moberg. 1890. Om en afdelning inom Ölands Dictyonemaskiffer såsom motsvarighet till Ceratopygeskiffern i Norge etc., Sveriges Geol. Undersökning, Ser. C. № 109.
27. — 1890. Om gränsen mellan Sveriges undersilur och kambrium. G. F. F. XII, p. 447—450.
28. — 1891. Om ett par synonymier. G. F. F. XIII, p. 215.
29. A. Karpinsky. 1892. Über das Vorkommen untersilurischer und cambrischer Ablagerungen im Gouv. Minsk. Bull. de l'Acad. St. Petersburg, Nouv. Série, III (XXXV) Nr. 1, p. 3.
30. B. Lundgren. 1894. Ännu en gång ett par ord om namnet Dictyonema. G. F. F. XVI.
31. A. Karnožitsky. 1895. Геологическія изслѣдованія въ юго-западной части Витебской губ. и въ сѣверныхъ частяхъ губ. Минской и Могилевской. Mat. для геол. Россіи, T. XVII, p. 113—132.
32. J. G. Andersson. 1896. Über Cambrische und Silurische phosphoritführende Gesteine aus Schweden. Bull. Geol. Inst. Upsala, II.
33. A. Mickwitz. 1896. Über die Gattung Obolus Eichw. Mém. de l' Acad. St. Petersburg, Sér. VIII, T. IV, Nr. 2.
34. J. C. Moberg. 1900. Nya bidrag till utredning af frågan om gränsen mellan undersilur och kambrium. G. F. F. XXII, p. 523—540.

35. W. W. Lamanski. 1901. Ислѣдованія въ области балтійско-ладожскаго глинта лѣтомъ 1900 г. Изв. Геол. Ком. СПБ. XX, p. 233—275.
36. — 1901. Neue Beiträge zur Vergleichung des ostbaltischen und skandinavischen Unter-Silurs. Centralbl. f. Miner., 1901.
37. — 1905. Древнѣйшіе слои силурійскихъ отложеній Россіи. Труды геол. ком. СПБ., Нов. сер., вып. 20.
38. A. H. Westergård. 1909. Studier öfver Dictyograptusskiffern. Meddel. från Lunds Geol. Fältklubb, Ser. B., nr. 4, Lund.
39. R. S. Bassler. 1911. The early palaeozoic Bryozoa of the Baltic Provinces. Smithsonian Inst. U. S. Nat. Mus., Bull. 77.
40. Br. Doss. 1912. Über die Herkunft des Naturgases auf der Insel Kokskär im Finnischen Meerbusen. Centralbl. f. Miner., 1912.
41. — 1913. Über die Herkunft des Naturgases auf der Insel Kokskär im Finnischen Meerbusen, nebst Bemerkungen über die Entstehung der Insel. Ib., 1913, p. 601—610.
42. A. v. d. Pahlen. 1913. Erwiderung auf B. Doss' Bemerkung zu den geologischen Verhältnissen auf der Insel Kokskär. Reval.
43. L. F. Fokin. 1913. О строеніи и продуктахъ распада битуминозныхъ горныхъ породъ Эстляндіи. Горн. Журн. LXXXIX, т. II, p. 137.
44. Br. Doss. 1915. Nochmals die geologische Natur der Insel Kokskär. Eine Erwiderung an Bar. v. d. Pahlen. Korr.-Bl. Naturforsch. Ver. Riga, LVII, p. 34, 96—120.
45. N. Pogrebov. 1916. О находкѣ асфальтообразнаго минерала въ нижнемъ силурѣ Эстляндской губ. Геол. Вѣстн. II, p. 143—144.
46. — 1916. Артезіанская буровая скважина близъ Гапсаля. Геол. Вѣстн. II, p. 197.
47. P. E. Raymond. 1916. The Correlation of the Ordovician Strata of the Baltic Basin with those of eastern North-America. Bull. Mus. Compar. Zool. at Harv. Coll., Vol. 56, № 3, p. 198.
48. H. v. Winkler. 1916. Объ эстляндскомъ диктонеомовомъ сланцѣ. Вѣстн. прикл. химіи, Москва, I, p. 289—290.
49. A. H. Westergård. 1917. Notiser rörande dictyograptusskiffern. G. F. F. XXXIX, p. 635.
50. S. W. Wjachsirew. 1917. Къ вопросу объ использованіи горючихъ сланцевъ южнаго побережья Финскаго залива въ продуктахъ, полученныхъ при сухой ихъ перегонкѣ. Вѣстн. Инженеровъ, III, p. 202—206.
51. E. v. Koken. 1918. Estland und die Insel Oesel. Der Geologe, Nr. 22, p. 395—402.
52. F. Beyschlag u. L. v. z. Mühlen. 1918. Die Bodenschätze Estlands. Zeitschr. f. prakt. Geologie, XXVI, p. 141—150.
53. H. Rosen. 1918. Die Bodenschätze Estlands. Die Ostsee, I, p. 9—12.
54. F. M. Behr. 1919. Die Vorkommen von Erdöl, Erdölgas und Brandschiefer in den baltischen Provinzen. „Petroleum“ XIV, p. 1—16.
55. N. Pogrebov. 1919. Прибалтійскіе горючіе сланцы. „Естеств. проиав. силы Россіи“ т. IV.
56. G. v. Doerpp. 1919. Über die technische Verwendung der baltischen Brennschiefer. Zeitschr. f. Dampfkessel- u. Maschinenbetrieb, 1919, Nr. 36, p. 273—275; Nr. 37, p. 283—286.

57. H. v. Winkler. 1921. Über Umfang und Abbauwürdigkeit estländischer Bodenschätze. *Mitteil. Geol. Inst. Univ. Greifswald.*, III.
 58. C. Gäbert. 1921. Über die Oelschiefer in Estland. „*Braunkohle*“, Halle, Nr. 48 u. 49, p. 597—625.
 59. H. Bekker. 1921. The Kuckers Stage of the Ordovician Rocks of NE Estonia. *Acta et Comment. Univ. Dorpat.* A II, Nr 1.
 60. H. v. Winkler. 1922. *Eestimaa geoloogia*, I. Tallinna.
 61. H. Bekker. 1922. Ülevaade Eesti ordoviitsiumi ja siluuri kohta käivatest uurimistest. „*Loodus*“ nr. 3—4, Tartu.
 62. A. H. Westergård. 1922. Sveriges olenidskiffer. I. Utbredning och lagerföljd. II. Fauna. 1. Trilobita. *S. G. U. Ser. Ca* № 18, Stockholm.
-

1. Ajalooline ülevaade.

Kõige esimesi märkusi Eesti diktüoneema-kildkivi ja tema naabruskihtide kohta leiame XVIII. aastasaja lõpul ilmunud Hupeli (1), Fischer'i (2) ja Georgi (3) töist. Hupel kirjutab (1, II, p. 533): „Durch Arsenik, Eisen und Kupfer mineralisierter Schwefelkies am häufigsten bey dem baltischen Haven, sonderlich etliche Werst davon unter dem Gut Leetz, theils im Wasser, theils im Sande am Ostseestrand“, (p. 535): „bey Reval am Seestrande wird mineralischer Markasit mit kleinen Würfeln in flachen arsenikhaltigen Schwefelkiesen gefunden,“ (p. 536): „Loser schwarzer Schiefer, schwarze Kreide; sehr weich, leicht, mit Untermischungen von gelben und brandgelben Ton. Man findet ihn bey Reval“. Sedasama kordab ka Fischer ja lisab veel 737 lk.: „Sonst findet man auch im Domberge unter dem kalkartigen Flözwerk einen harten, dunkelschwarzbraunen Schiefer, der in zolldicke Tafeln zerfällt, ingleichen einen schwarzbraunen Schiefer, der ziemlich locker und mit Schwefel fein durchgeadert ist. Ingleichen am harrischen Seestrande einen lockeren aus dünnen Blättern bestehenden Schiefer.“ — Georgi (3) nimetab, arvatavasti Hupeli järel, pikkas mineraalide reas muuseas „Schwarzer und schwärzlicher mürber trockner Schiefer bey Reval am Harrischen Strande,“ ja edasi „bläulich-schwarzer Schiefer in den Revalschen Flözen.“ — Ssevergin (4) teatab juba kildkivi põlemisest: „Въ заключеніе надлежитъ мнѣ также упомянуть о дымящейся горѣ въ сей (Эстляндской) губерніи, открывшейся при концѣ 1807 года. Оная находится около 20 верстѣ отъ Ревеля къ юго-западу, въ 180 саж. отъ Суропскаго маяка... Въ разженномъ или воспаленномъ состояніи находился собственно оный горючій шиферъ, загорѣвшійся, какъ сказываютъ, случайно отъ неосторожнаго раскладыванія огня пастухами въ семь мѣстѣ.“ Ssevergin kirjeldab ka juba kihtide järjekorda paeseinas: „Съ низу начиная отъ при-

лежащаго болота состоитъ она (гора) изъ глинь съ рѣдковкрапленнымъ колчеданомъ, потомъ слѣдуетъ песчаный камень, выше горючій шиферъ, а на вершинѣ известной камень слоистый.“

1839 a. tuli Keila-Joal diktüoneema-kildkivi põlevus juhuslikult avalikuks ja mõisa omanik krahv Benkendorff saatis kildkivi proove Peterburi, tema tehnilise väärtuse järelekatsumiseks. Seal leiti ta kütteaineks kõlbmatu olevat, liig suure järelejäägi tõttu (75%) põlemisel. Helmersen sõitis Keila-Joale, et koha geoloogilist ehitust lähemalt järeleuurida ja teeb sellel puhul mõnesuguseid teraseid tähelepanekuid kildkivi kohta (5,6).

1839 a. toob Murchison nn. „Übergangsgebirge“ uue liigituse, jagades neid kaheks pea ladestuks: siluuri ja devooni süsteemiks, ning kummagi veel reaks vähemaiks üksusiks. Meie uurijad püüavad nüüd teha sedasama meie paekalda lademeiga ja sarnastada neid Inglismaa omadega. Kohe peale Murchison'i töö ilmumist määrab L. v. Buch temale saadetud kivindite põhjal meie paekalda lademed siluur-ladestu hulka, ja samal ajal paralleeliseerib E. v. Eichwald (8,9) paekalda ülemist osa moodustavat lubjakivi Murchisoni Ludlow- ja Wenlock-lubjakividega, ning selle all olevat diktüoneema-kildkivi Wenlock-kildkiviga. Eichwald tarvitab siin ainult petrograafilisi ja stratigraafilisi analoogiaid, jättes tähelepanemata suuri lahkuminekuid kivindites ning jõudis sellepärast eksitsusele. Diktüoneema-kildkivi kohta tähendab ta muu seas (8), et kildkivi on küll läbiimbunud põlevate ainetega, kuid põleb liig aeglaselt ja tekitab palju väevli aurusid, nii et teda ei saa tarvitada kivisöe asemel, nagu seda on püütud teha Tallinna-Haapsalu maantee äärses Püharisti kõrtsis. Kivindina nimetab Eichwald *Gorgonia flabelliformis*'t, mille ta esimesena Eesti kildkivis ülesleidis, ja seab selle nn. „taimloomade“ (antozooide) hulka.

Osersky (11) õiendab Eichwaldi stratigraafilisi paralleele meie ja Inglismaa siluur-lademetete vahel sellega, et võrdleb meie obolus-liivakivi, diktüoneema-kildkivi ja glaukoniit-liiva Inglise Caradoc-liivakividega, kuna sinisavile vastaksid Llandeilo-flags. Kuid ka Osersky märkab suurt lahkuminekut kivindite sisalduses. Osersky oli ühtlasi esimene, kes pani tähele Baltiski poolsaarel konglomeraati obolus-liivakivi ja valge räni-liivakivi vahel.

1840. ja järgnevail aastail käis Murchison ühes Verneuili ja Keyserling'iga Venemaa geoloogiat uurimas, peatades muu seas ka Eestis. Selle töö viljana ilmusid esimesed Venemaa geoloogilised kaardid, mis olid muidugi sedavõrt üldised ja väiksemõõdulised, et neil ei tulnud esile seesugused peenused, nagu diktüoneema-kiht.

1845 a. ilmus Murchison'i uurimisreisu saavutusena „The Geology of Russia in Europe and the Ural Mountains“ (12), mille paleontoloogilise osa kirjutas Verneuil. Töö laaulatuslise ja üldise iseloomu tõttu leiab Eesti diktüoneema-kiht selles ainult kõige pealiskaudsemat nimetamist, kuna paleontoloogilises osas puudub kihi iseloomuline kivind täiesti.

1854 a. kirjeldab Eichwald veel kord üksikasjalisemalt Eesti siluur-lademeid. Selle järele on meie maa geoloogiline uurimine jõudnud teatud lõppstaadiumi, sest kasutatud ja läbitöötatud on kõik andmed, mis saavutatud esialgseil, pealiskaudseil seni ainult paekaldal toimetatud uurimisel. Grewingki avaldas 1855 a. selle töö lühikese kokkuvõtte. Nüüd tõusis tarvidus eriliste, üksikasjalisemate stratigraafiliste ja paleontoloogiliste uurimiste järele, et nende abil meie lademeid täies ulatuses ja võimalikult peenelt liigitada ning võrrelda teiste maade samalaadiliste moodustustega. Sarnase töö võtab esimesena käsile Fr. Schmidt, ja 1858 a. ilmunud kirjutuses (13) leiame juba pikemaid kirjeldusi iga üksiku lademe petrograafia ja kivindite kohta. Muu seas on nimetatud ka diktüoneema-kihi tähtsamad avamused, түsedus, kivindid ja mineraal-sisaldused. Schmidt peab meie diktüoneema-kihti Rootsi samalaadilise kihi jatkuks. Kildkivi kasutamise kohta tähendab ta, et seni pole sellega mingid vastavaid katseid tehtud.

1868 a. laiendab Bock (14) Schmidt'i tööd ka Peterburi kubermangu kohta. Uudisena leiab ta diktüoneema-kihis kondononte. A. Kupffer (15) analüüsib 1870 a. meie lademete, muu seas ka diktüoneema-kildkivi keemilist koosseisu ja teeb sel puhul rea täpsaid profiilide mõõtmisi.

Sel ajal võtab iseäralist hoogu Rootsimaa geoloogiline uurimine, ja Rootsi õpetlased käivad ka meie maal, et koguda andmeid meie ja Skandinaavia lademete võrdlemiseks. G. Linnarson paralleeliseerib omas reisikirjelduses (16) meie diktüoneema-kihti Rootsi Olenus-kildkiviga, millele omalt poolt vastaksid Ingliise „Lingula-flags“. Schmidt teeb vastu-reise Skandinaaviasse

ja avaldab selle tagajärjena Eesti siluur-ladestu uue liigituse, mis ilmus umbes ühel ajal Vene, Saksa ja Inglise keeles (18, 19, 20). Selles töös tunnistab Schmidt oma endised andmed diktüoneema-kildkivis sisalduvate graptoliitide kohta tühjaks ja nimetab *Dictyonema flabelliforme* kõrval ainult graptoliiti *Bryograptus Kjerulfi*. Diktüoneema-kihti paralleeliseerib Schmidt Rootsi ja Norra samanimelise kihiga, mis moodustab ülemise osa nn. Olenus-kildkividest. Inglismaal vastaks meie kihile Malvern Hilli Lingula-flags ülemine osa (Festiniog group).

Schmidt'i uus liigitus on läbiviidud ka teise trükina ilmunud Grewingki geoloogilisel kaardil (17).

Mõni aasta hiljem käis teine Rootsi geoloog G. Holm Eestis ja avaldas oma vaateid meie ja Rootsi lademete vahekorra kohta (22), mis sarnanevad üldiselt Linnarson'i ja Schmidt'i omadega. Samal ajal ilmus ka Brögger'i põhipaneva tähtsusega töö Norra kambro-siluuri kohta (21).

A. Mickwitz'i poolt sinisavis leitud alam-kambriumi fauna jäänused võimaldasid ka selle lademe sarnastamist teiste maade alam-kambriumi (Olenellus) lademeiga. Meie ja Skandinaavia geoloogide seas tõuseb elav huvi nende kõigevanemate lademete vastu, mille tagajärjena ilmub rida sellekohaseid töid (26, 27, 32, 34). Diktüoneema-kiht saab elava diskussiooni aineks, kord asetatakse ta kambriumi, kord alam-ordoviitsiumi ladestu hulka. Ilmub tendents võtta üksikut ladet või kihti põhjalikuma erilise uurimise aineks ja selgitada ta tekkimist ning vanadust. Sarnase uurimise osaliseks on saanud meie lademeist obolus-liivakivi A. Mickwitz'i (33) ja B-lade Lamanski poolt (37). Viimane diskuteerib ühtlasi pikemalt ordoviitsiumi ajastu algusel meie maal ja ümbruskonnas valitsenud füüsilis-geograafilisi tingimusi, randjoone nihkumisi, mere transgressioone ja regressioone.

Laiemat mõttetevahetust tekitab huvitav gaasi allikas Keri saarel, mida seatakse ühendusse diktüoneema-kildkiviga (40, 41, 42, 44).

Suure ilmasõja ajal tekkinud kütteinete ja õlide puudus sundis Vene valitsust pöörama tähelepanu Eesti õlikivide, muu seas ka diktüoneema-kildkivi peale, ning võeti ette rida sellekohaseid uurimisi (43, 48, 50, 55). Tööd jätkasid okkupatsiooni ajal Saksa sõjageoloogid, kes on hiljem avaldanud terve rea kirjutusi (52, 53, 54, 56, 58).

Kõige uuemaist töist Eestimaa geoloogia kohta tuleks nimetada Raymond'i (47), Bekker'i (59, 61) ja Winkler'i (57, 60) omasid. Kahe esimese autori töis on põhjendatud Eesti lademete nus otstarbekohasem liigitus. Diktüoneema-kihti on neis puudutatud ainult möödamines.

2. Põhja-Eesti paekalda moodustavate kambriumi ja alam-ordoviitsiumi lademete ülevaade.

Põhjapoolse osa Eestist moodustav madal, kergesti lainjas lausmaa, mille relieefis on tooniandjad aluspõhjaks olevad tasased siluuri ja ordoviitsiumi paelademed, kuna kvartäär-moodustusil on ainult kõrvaline tähtsus — lõpeb põhjas, Soome lahe rannikul, järsu astanguga, mida nimetatakse paekaldaks ehk klindiks, ja mis on arvatavasti pärit osalt postglatsiaalsest Ancyluse ja Litorina transgressiooni ajast, osalt aga moodustatud retsentsest abrasioonist. Nagu teada, ulatas postglatsiaalne meri praeguse Soome lahe piiridest hoopis kaugemale idasse ja selle tõttu jätkub ka paekallas, ehk küll ebaselgemal kujul, üle Narva edasi Peterburi kubermangu, Laadoka järve lõunakaldast mööda umbes kuni Äänisjärveni. Et see paekallas on kogu omal ulatusel ühtlase ehitusega ja arvatavasti ka ühtlase geneesiga, siis pani Lamanski 1901 a. ette (35) nimetada teda Balti-Laadoka paekaldaks (klindiks). Seda nimetust soovitab Lamanski tarvitada nii morfoloogilise kui stratigraafilise terminina, sest paekalda moodustamisest võtab osa enamasti üks ja sama kindel lademete kompleks. Nende lademete üldine lang on edelasse, sellepärast asuvad nad idas kõige kõrgemal tasemel, ning kaovad läänes pikkamööda Läänemere pinna alla. Kõige täielikuma läbilõike lademeist saame järjelikult paekalda idaosas, näiteks Lamanski poolt detailselt uuritud Volhovi jõe orus, kuna äärmises lääneosas (Osmussaarel) ulatuvad üle merepinna ainult kõige ülemised lademed. Ka on häid ja täielikke läbilõikeid Kirde-Eestis, Alutaguse rannikul — Aseril, Ontikal, Päitel.

a) Kambrium.

Paekalda läbilõikeis näeme selle jalal nn. „sinisavi“ (Schmidt A, lade), mis oma ülemises osas sisaldab

rohkesti liivaseid vahekihte ning läheb viimati üle muutliku petrograafilise iseloomuga savikaks liivakiviks. Kogu kompleks on vahelduvat rohekas-sinist või halli värv ja ilmub läänes nähtavale üle merepinna umbes Tiskri ja Kakumäe kohal, kuid siin on näha ainult ülemisi liivaseid kihte. Samuti on lugu ka Tallinnas, Suhkrumäel. Päris sinisave klassiliseks leiukohaks on Kunda, kus ta tõuseb umbes 20 m üle merepinna ja kus teda kaevatakse tsemendi tööstuse jaoks. Peterburi kubermangus moodustab ta paekalda jalal alluviaal-kuhjatistiga kaetud laiema tasase ala ja ulatub tõenäoliselt kuni Karjala poolsaareni.¹⁾

Sinisave kogupaksus arvatakse 90 — 100 m olevat, ja ta omab ka alumises osas rohkeid liivaseid vahekihte ning läheb lõpuks üle valgeks räni-liivakiviks, mille all on konglomeraadid ning viimati gneiss-alusringas. Nii tuleb sinisavi lugeda primäärseks kambriumi lademeks.

Väheseid orgaanilisi jäänuseid on leitud ainult ülemisis liivakais kihtides, ja need annavad põhjust võrrelda meie sinisavi (vähemalt tema ülemisi kihte) teiste analoogiliste alade alam-kambriumi või olenellus-kihtidega (Rootsi eofüüton-liivakivi).

Sinisavi ülemised liivased kihid lähevad ilma järsu piirjooneta üle helekollaseks, paiguti valgeks puhtaks räni-liivakiviks (Schmidt A₂ alumine osa), mis ei sisalda mingid kivindeid, ja mida tuleb pidada selletõttu rannaäärseks või mandrimoodustuseks (luited!). Teda paralleelseeritakse Rootsi fukoidliivakiviga, mis on samalaadilise petrograafilise iseloomuga ja lasub eofüüton-liivakivil.

b) Alam-ordoviitsium.

Valge räni-liivakivi pealispind on erodeeritud ja kuivamispragudest lõhestatud, ning kaetud sama liivakivi munakaist konglomeraadiga, mille ühendusaineks on peallasuv obolusliivakivi, brahiopoodi *Obolus apollinis* Eichw. rohkearvuliste jäänustega, mis enamasti purustatud ja segipaisatud. Kõik see on uueks meretransgressiooni tundemärgiks peale kauakestnud mandri-ajajärku ning siit tuleks õieti ordoviitsiumi algust lugeda²⁾. Kõige vanemaks ordoviitsiumi lademeks oleks sel korral obolus-

1) W. Ramsay, Om ett sannolikt fynd af kambrisk lera i Viborgs län. Fennia 19, nr. 3, 1903.

2) Võrdle Moberg'i (34), Lamanski (37) ja Bekkeri (61) töid.

liivakivi (Schmidti A₂ ülemine osa), mis algab eelnimetatud konglomeraadiga ja kujutab enesest punakas- või kollakas-pruuni, paiguti kõva, paiguti kergesti pudenevat räni-liivakivi, mis näitab kohati põimjat kihilisust (Luuga jõe kaldal Jamburi lähedal) ja sisaldab rohkeid õhukesi diktüoneema-kildkivi vahekihte. Obolus-karpe on iseäranis rohkesti lademe ülemises osas, moodustades siin paiguti vosvoririkkaid obolus-lasusid (Iru, Ülgase).

Õhuke kiht püriidi- või markasiidiga tihedasti läbiimbunud liivakivi eraldab obolus-ladet järgnevast diktüoneema-kildkivist (Schmidti A₃), mille üksikasjalisem kirjeldus ongi käesoleva töö peaaaineks.

Diktüoneema-kihil lasub esiteks õhem kiht rohelisi glaukoniit-teri sisaldavat savikat liiva, mis muutub ülevalpool mergliks ja viimati kõvaks paksupangaliseks lubjakiviks. See sisaldab samuti glaukoniit-teri, allpool õige rohkesti, ülevalpool ikka harvem ja harvem, kuni need viimati täiesti kaovad. Selgeks piiriks selle glaukoniit-lubjakivi ja järgneva vaginaat-lubjakivi vahel on õhuke kiht savikat konglomeraatset lubjakivi, peaaegu merglit, mis on tihedasti täidetud rohkete pruunide läätsekujuliste raua-oksüüdi terakestega ja kannab sellepärast alumise läätskihi¹⁾ nime. See on jällegi madal mere või rannaäärne moodustus, mida tõendab kihi enese liivakas koosseis, siis Lamanski poolt leitud erosiooni jäljed allolevas glaukoniit-lubjakivis ning paiguti alumise läätskihi aset täitev konglomeraat glaukoniit-lubjakivi munakaiga.

Paekalda ülemise osa moodustavad nimetatud vaginaat-lubjakivi ja sellel lasuv ehinosfäriit-lubjakivi. Nende vaheleliseks piiriks on ülemine läätskiht.

Diktüoneema-kildkivi katvate lademete liigituse ja rühmitamise asjus on geoloogide vaated lahku läinud. Schmidt nimetab 1858 a. (13) ainult kolme ladet: glaukoniit-liiv (Grünsand), glaukoniit-lubjakivi (Chloritkalk) ja vaginaat-lubjakivi (Vaginatenkalk). 1881 a. jagab ta (18) vaginaat-kihi päris vaginaat-lubjakiviks ja ehinosfäriit-lubjakiviks, ning võtab lademete tähtendamiseks süsteemi tarvitusele (A — kambrium, B₁ — glaukoniit-liiv, B₂ — glaukoniit-lubjakivi, B₃ — vaginaat-lubjakivi,

1) Läätskihte on paekaldas kaks: alumine — glaukoniit-lubjakivi ja vaginaat-lubjakivi vahel, ning ülemine — viimase ja ehinosfäriit-lubjakivi vahel.

C_1 — ehinosfäriit-lubjakivi). Hiljem jaotab ta kivindite põhjal glaukoniit-lubjakivi veel kaheks ala-lademeks: B_{2a} — *Planilimbata* — ja B_{2b} — *Expansus*-lubjakivi, ning eraldab alumise ja ülemise läätskihi iseseisvaiks lademeiks (B_{3a} , C_{1a}). Lamanski detailsed stratigraafilised ja paleontoloogilised uurimised (37) tõid esile B-lademe uue liigituse, mis on läbiviidud peaaesjalikult kivindite vertikaalse levimise seisukohalt. Kõige uuem, Raymond'i ja Bekkeri liigitus põhjeneb jällegi enam petrograafilisel alusel, kuna nimetatud autorid ühendavad glaukoniit-liiva ja lubjakivi Baltiski lademeks, ning alumise läätskihi ühes vaginaat-lubjakiviga Kunda lademeks. Ülemine läätskiht ühes alumise osaga ehinosfäriit-lubjakivist kannavad Bekker'il Aseri lademe nime (Raymond'i Dubowiki-formatsioon).

3. Diktüoneema-kihi üksikasjalisem stratigraafiline kirjeldus.

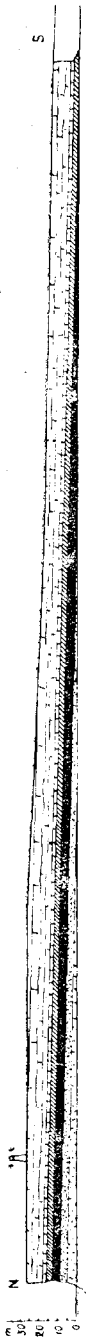
Nagu eelnevast lühikesest ülevaatest selgub, on diktüoneema-kiht maetud tüsedate liiva- ja lubjakivi-lademete alla ja tuleb päevavalgele ainult läbilõikeina paekaldas ning sellesse uuristunud jõeorgude veerudes. Kus mannerjää tegevuse või postglatsiaalse mere abrasiooni või jõgede uuristuse tagajärjel paekallas on langenud üksikuiks maadalamaiks astanguiks, või sellest on eraldunud saarelaadilised osad (Tallinna Toompea, Viimsi, Aseri), seal ilmub diktüoneema-kiht paiguti maapinna lähemale või moodustab vähemal ulatusel koguni astangu pealispinna.

Diktüoneema-kihi esimesed jäljed ilmuvad läänes Osmussaare ja Hiiu-Ristna nina rannal, laineist kaldale heidetud tükkide ja kildude näol. Kiht ise asub siin 4—6 m merepinnast madalamal ja moodustab tõenäoliselt merepõhja. Ka Suure- ja Väike-Pakri saarte põhjapoolsel pankrannikul on kiht merepinna all ja ilmub nähtavale alles vastasoleva Baltiski poolsaare rannikul. See koht on diktüoneema-kihi klassiliseks vaatluskohaks ja annab kihi väljanägemisest ning lasumissuhteist kõige selgema kujutuse. Sellepärast on ka diktüoneema-kiht ühes alloleva obolus-liivakiviga Raymond-Bekkeri liigituses nimetatud *Pakerorti* lademeks.

Baltiski linna kohal asub merepinnal glaukoniit-liiva kiht, mis siin küll kusagil otsekohe nähtavale ei tule, kuid mida võib järeldada üldisest kihtide langust. Vanast rannakindlustusest põhja poole seganeb randa paksu korrana katvate paeste veerkivide hulka rohkesti diktüoneema-kildkivi tükke, mis näitab kihi enese lähedust. Randa mööda põhja poole liikudes näeme peagi kildkivi ladet päevavalgele tulevat, ja tume-pruuni kihilise, koorduva põrandana madalat rannariba moodustavat. Sellel kohal tuli toime ka 1909 aastal tuntud kildkivi enesesütitus ja põlemine. Veel edasi põhja poole kaob maapinnalt diktüoneema-kildkivi ja rannariba moodustavad hallid konarlised markasiidiga läbiimbunud liivakivi pangad, mis ulatuvad madalikkude ning saarekestena veel tüki maad rannast eemale merde. Siit peale hakkab diktüoneema-kiht esinema ranna-astangus, esialgu selle alumises osas, kus ta on maetud paerusu ja allauhutud pideva glaukoniit-liiva alla. Umbes Baltiski linna ja Pakerorti tuletorni vahel kohal ilmub ühes värskelt-moodustatud paljastuses kildkivi ühes oma naaberkihtidega täies ulatuses nähtavale ja pakub häid võimalusi lähemaks vaatlemiseks. Rannariba ja kõige alumise osa astangust moodustab siin tõenäoliselt obolus-liivakivi, ehk seda küll näha pole. Nähtavale tuleb alles liivakivi keskosa, läbisutatud rohkearvulisest õhukesest 0,5—2,0 cm paksusist diktüoneema-kildkivi kihtidest. Sellele järgneb umbes 70 cm puhtamat roostepruuni liivakivi, mis sisaldab kokkukuhjatud hulkadena obolus-karpe ja siis räni-liivaga segatud rauapüriidi-lasu, kus esineb ka sama kivind. Holm'i (22) ja Mickwitz'i (33) tõenduse järele näitab obolus-kihi pealispind siin lainete uhtumise jälgi, ja selle põhjal seab H. v. Winkler (60) siia kambriumi ja ordoviitsiumi piiri, pidades seda sedimentatsiooni katkestuse tundemärgiks.

Rauapüriidi kihist eraldub selgesti järgnev päris diktüoneema-kildkivi lade, mis oma alumises osas sisaldab veel rohkeid, lühemal või pikemal ulatusel suiduvaid 1—2 cm paksusi rauapüriidi vahekihte, ülevalpool aga avaneb puhas ühtlane kildkivi. Kihi paksus on siin 4,5 m ja ta alumine pind asub umbes 4 m merepinnast kõrgemal.

Diktüoneema-kihile järgneb korrapäraselt esiteks glaukoniitliiv, mis omandab siin samuti maksimaalse tuseduse (ligi 4 m), ja siis, peale mergliseid vahekihte, paksud täpilised glaukoniitlubjakivi pangad. Nende tusedus on siin vastuoksa võrdlemis



1. joonis. Baltiski poolsaar, pikkuste mõõt 1 : 20.000, kõrguste mõõt 1 : 4000. Halbinsel Baltischport.

väike — umbes 1,5 m ja kasvab ida poole suuremaks, kuna glaukoniit-liiv ühes diktüoneema-kihiga idapool ikka õhemaks muutub ja suidub viimati Narva kohal, ilmudes siiski uuesti Peterburi kubermangus. Diktüoneema-kihil lasuvate lademetekogupaksus kuni rannaastangu ülemise ääreni on siin ligikaudu 12 m.

Edasi Pakerorti tuletorni poole aheneb rannariba ikka enam ja kaob viimati poolsaare otsa lähedal täiesti ning lained uhuvad otsekohe 21 m kõrgust vertikaalset paeseina. Murenemine ja rusu allavarisemine sünnib siin vahetpidamata, moodustades paekaldas alaliselt värsket ja ülevaatlikku suurepärase paljastuse. Kahjuks on sinna võimalik ainult paadiga ligipääseda ja kõrgemal asuvad kihid, nagu diktüoneema-kildkivi, on täiesti kättesaamatud. Kui usaldada Mickwitz'i (33) poolt siin tehtud mõõtmisi, mida toob ka Winkler (60), ja mis lähevad kaunis hästi ühte Holm'i (22) andmeiga, siis asub diktüoneema-kihi aluspind siin 7,8 m üle merepinna, kuna kihi oma tusedus on 4,5 m. See annab meile võimalust kihi langu väljaarvata, sest meil on teada koht, kus kiht merepinnani langeb (põhjapool vanu Baltiski rannakindlustusi, kus ranna moodustab püriidi kiht). Otsekohene kaugus nende punktide vahel on 2100 m, kõrguste vahe 7,8 m, järjelikult on lang $12'45''$, ehk ümmarguselt $\frac{1}{4}^{\circ}$ (1. joonis¹⁾).

Järsk laineist uhitud paekallas jätkub ligi kilomeetri ka poolsaare idaküljel. Väike oja, mis veerikkam ainult kevadeti, jõuab siin paekalda äärelle ja langeb ilusate kaskaadidena alla, uhtudes pudeva glaukoniit-liiva kohta sügava tüheme, ning paljastades selle all olevat diktüoneema-kildkivi. Selle koha profiil on kujutatud Gäbert'il (58, lk. 601), ta

1) Kõigis profiilides on tähendatud lainelise viirutusega sinisavi, rõhtsa viirutusega — selle ülemised liivakad kihid, täpiline on valge räni-liivakivi ja obolus-liivakivi, must — diktüoneema-kiht, viltune tihe viirutus — glaukoniit-liiv, hõre püstviirutus — glaukoniit-lubjakivi, sellest kõrgemal muud lubjakivi lademed ja lahtine pinnakate.

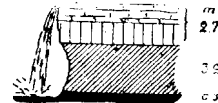
näitab siin kihi paksuse 4,0 m ja kõrguse üle merepinna 5,75 m. Viimane arv on, võrreldes eelmise profiiliga, pisut väike ja arvatavasti ebatäpne, sest rusukuhjatiste tõttu pole nii kerge profiili merepinnalt mõõta. Siin saaks tarvitada ainult nivelleerimist.

Edasi kagu poole langeb paekallas kaheks astanguks, milledest alumine, madalam kerkib umbes 5 m üle merepinna ja on moodustatud kambriumi räni-liivakivist ning obolus-kihi alumisest osast. Nende vaheline põhi-konglomeraat esineb astangu jalal, umbes praeguse abrasioonijooone kohal. Ülemine astang on kõrgem, kuid enamasti taimkatte all ja näitab harva paljastusi. Diktüoneema-kihti võib jälgida kogu aeg selle astangu alumises osas.

Seesugusena esineb paekallas kuni Leetse mõisani, kus mõlemad astangud ühinevad jällegi kõrgeks järsakuks. Diktüoneema-kiht asub siin õige merepinna ligi, lõunapool isegi merepinna all, ja ei tule rusu alt nähtavale.

Lahepere lahe lõunasoppis astub paekallas lauge veeruna tagasi sisemaa poole ja on maetud liiva kuhjatiste alla, mis katavad siin ka ranniku. Selgema kuju omandab ta alles lahe idakaldal, Laulasmaa kohal, muutes põhja poole ikka järsumaks. Kuid ka siin ei tule diktüoneema-kiht madala asendi tõttu veel hästi nähtavale ja esineb kõrgemal tasemel alles Laulasmaa — Joa vahelises, mere äärde ulatavas kõrges paekaldas. Kuid siin pole ta түseduse ja asendi kohta mõõtmisi tehtud.

Nüüd järgneb koht, mis on jällegi teatud määral klassiline diktüoneema-kildkivi uurimise ajaloos, — nimelt Keila-Joa oma ilusa kosega. Siin toimetas G. v. Helmersen 1838 a. esimesi täpsamaid diktüoneema-kihi uurimisi (5,6). Keila jõe suus on paekaldasse uuristunud ligi 2 km sisemaa poole ulatuv sopp, mis on nüüd täidetud alluviaalsete liivakuhjatistega. Paekalda joon jookseb üle jõe umbes km kaugusel jõe suust, mida võib otsustada jõe veerudes avanevate paljastuste järele. Jõeorg ulatub pisut maad paekalda sisse ja teeb siin järsu astangu, moodustades joa, mis selle vahe võrra oma esialgest asendist taganenud. Joa kohal avaneb 2. joonisel kujutatud profiil. Diktüoneema-kildkivi ulatub pisut üle jõe pinna. Jõe mööda allapoole astub oru veerudes aluspõhja kihtide asemele lahtine liiv, kuna veeru kõige alu-



2. joonis. Keila juga.
Kõrguste mõõt 1:500.
Fig. 2. Wasserfall des
Keila-Flusses.

mises osas, jõepinna ligi, võib veel jälgida tüki maad obolus liivakivi (ja edasi räni-liivakivi), mis näib alluviaalseile kuhjatisile põhjaks olevat. Diktüoneema-kiht jookseb siit liivakuhjatiste alla maetuna umbes E — W sihis kuni Laulasmaa pankrannikuni.

Keila jõest idas on paekallas esiteks jällegi maetud liiva alla ja tuleb alles Türisalu kohal selgemalt esile. Diktüoneema-kiht ei tule siin aga rusu ja taimkatte alt nähtavale. Edasi on paekaldasse Vihterpalu jõe kohal moodustunud lai orund, mis läänest selge paeseinaga piiratud. Siin avanevad hästi ülemised Kunda lademe kihid, kuna alumised on varjatud. Orundi põhi kerkib pikkamööda kagu sihis ja jõuab viimati kuni paeseina tasemeni, nii et siin peaks kusagil laiem diktüoneema-vöö avanema. Kahjuks on ta aga taimkattest varjatud.

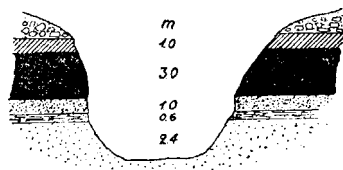
Vihterpalu jõest idapool oleval Suuropi poolsaarel moodustab paekallas jällegi kaks astangut, milledest ülemine asub Vihterpalu mõisa ja Suuropi tuletorni joonel ning pöörab sealt ida sihis Mäeranna küla poole. Alumine astang jookseb pea mere rannal ja on, nagu harilikult, kambriumi kihtidest moodustatud. Diktüoneema-kiht asub arvatavasti ülemise astangu jalal. Ida poole muutub alumine astang ikka kõrgemaks, sellele tulevad pikkamööda ülemise astangu kihid lisaks ja Tiskri rannal asub ta otse mere ääres ning näitab oma lael lubjakivi-kihte. Mereranna ja Harku järve vahel sulavad mõlemad astangud ühiseks laugeks nõlvaks, mis kaob peagi tüsedate liivakuhjatiste alla. Kakumäe poolsaarena esineval madalamal alal tulevad astangu lähemal maapinnale diktüoneema-kildkivi, obolus-liivakivi ja kambriumi räni-liivakivi, kuna poolsaare merepoolne osa on moodustatud sinisavi ülemisist liivakaist kihtidest. Samasugune koosseis on ka Kopli poolsaarel.

Tallinna linn asub madalas mereäärses lohus, kus paekalda lademed on äraodeeritud kuni sinisavini. Erosiooni jäänusena esineb ainult Toompea, mille pealispinna moodustab Tallinna lade. Kõrgem künnis ühendab Toompead liiva alla maetud paekaldaga Pärnu maantee ja Tõnismäe kohal. Sellel künnisel on kaevamisil tulnud avalikuks pealiskihina püriidi-lasu, mille all obolus-liivakivi. Paekallas tuleb jälle selgesti nähtavale Tartu maanteest alates ja kannab siin Ülemiste mäe nime. Siit on ta selgesti jälgitav kirde poole, Kadrioru takka üle Narva maantee kuni Suhkrumäeni, kus ta omandab maksimaalse kõrguse ja pöörab idasse, moodustades Piirita jõe orundi lõunaveeru. Paekalda

pealispinnaks on kogu sellel ulatusel Tallinna lade. Diktüoneema-kiht asub astangu keskosas, ja paljastub seal, kus Narva maantee, tõustes astangule, lõikub paekaldasse, ja veel paremini maanteedest pisut lõunas, kevadisist vetest uhitud „Hundikuristikus“ (3. joonis). Siin on astangu äärelt ülemised kihid äraerodeeritud ja 2,8 m paksusel diktüoneema-kihil lasub ainult 1 m glaukoniitliiva ning sellel kord mulda ja paerähka. Diktüoneema-kihi all on 0,25 m paksune püriidi-kiht, siis 1 m tihedat, obolus-rikast liivakivi ja 0.6 m liiva vaheldamisi diktüoneema-kihikestega, kuna profiili alumise osa moodustab 2,4 m valget räni-liivakivi. Selle ja eelmise kihi vahelist iseloomulist põhikonglomeraati pole siin märgata.

Kadriorus eraldub paekaldast madalam astang ja jookseb sellega paralleelselt, lossi kohalt „Russalka“ mälestussamba takka üle Piirita tee mere äärde, moodustades siin nn. „Suhkrumäe“. Sealt kuni Weissi mõisani on ta alatasa laineist abradeeritav ja siit selgub, et astangu lae moodustavad räni-liivakivi kõige alumised kihid. Diktüoneema-kildkivi peaks avanema järjekult ülemise astangu alumises või keskosas. Weissi mõisa kohal pöörab merepoolne astang samuti idasse ja läheb liivaga kaetud lauge nõlvana Kose ja Lükati vahel üle Piirita jõe, lähenedes Viimsi poolsaarel Miduranna küla kohal uuesti merele ja moodustades siin paiguti kaunis järske kaldaid. Viimsi poolsaare kõrgema keskosa moodustab paekaldast Piirita jõe orundiga eraldatud saarelaadiline osa, mis langeb järsult lääne ja põhja poole (kõrgemat nukka nimetatakse „Tornimäeks“) ja madaldub pikkamööda teistes sihtides. Poolsaare põhjapoolne madalam ots on paksude alluviaal-kuhjatiste all, kuna nende aluspõhja moodustab kahtlemata sinisavi.

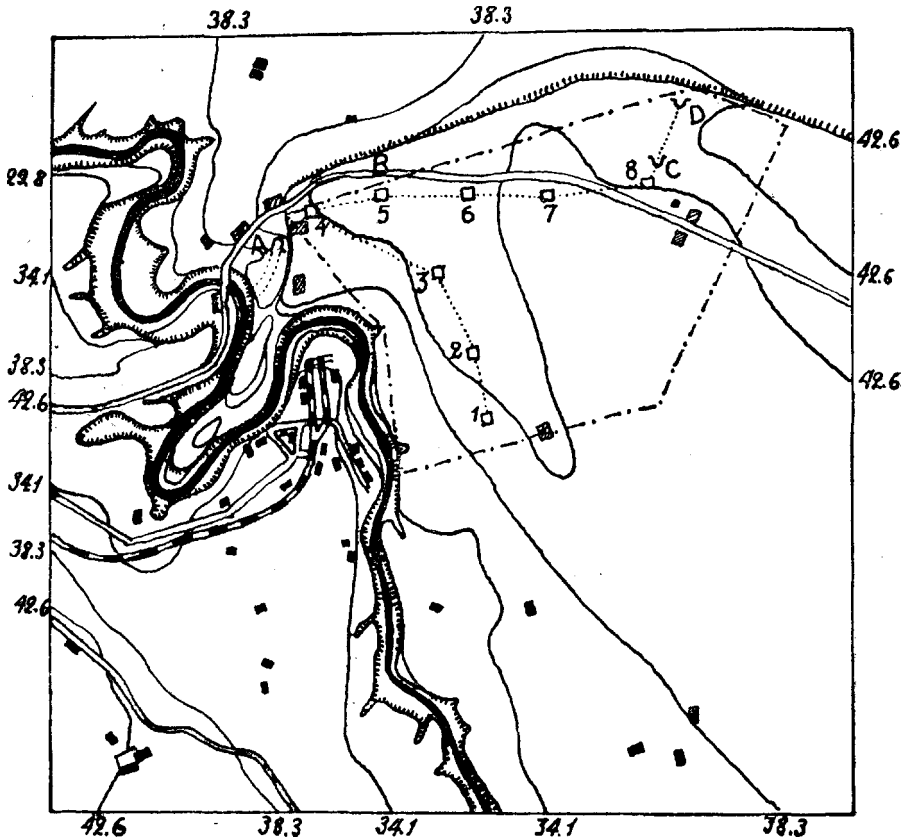
Huvitavad paljastused avanevad Irul, 10 km Tallinnast idas, kus Narva maantee läheb üle Piirita jõe (4. joon.). Siin tehti Vene valitsuse poolt suurejoonelisi kindlustuse töid ja kaheksa suurt, keskmiselt 20 m sügavat kaeviku (1—8) ulatuvad läbi pae ja diktüoneema-kildkivi kuni kambriumi liivakivini, olles isekeskis ühendatud maa-aluste käikudega. Vee ärajuhtimise otstarbeks on tehtud neli käiku ja sügavat kaeviku (A, B, C, D).



3. joonis. Hundikuristik, Tallinnas.
Kõrguste mõõt 1 : 500.
Fig. 3. „Wolfsschlucht“ bei Reval.

Diktüoneema-kildkivi түседus on siin 4—5 m (5. joonis), peal-
lasuvate liiva ja pae kihtide oma 6—9 m.

Irust idas võib jällegi jälgida kahte astangut, mis oman-
davad iseäranis selge kuju Rootsilalavere küla ja Ülgase mõisa
kohal. Viimases kohas tuleb läbilõikes ka diktüoneema-kiht umbes



4. joonis. Iru ümbrus, 1:25.000. (Gäbert'i järel).

— . . . — Diktüoneema-kildkivi kaevamiseks kohane ala.

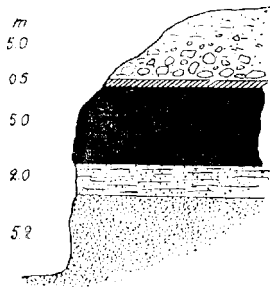
Fig. 4. Umgegend von Hirro. (Nach Gäbert).

— . . . — Zum Schieferabbau geeignete Fläche.

3 m түседusena nähtavale, kaetud 6—8 m түседuselt Baltiski ja
Kunda lademega. Paekallas jätkub siit pea järsuma pea laugema
astanguna kuni Jägala jõeni, kus ta kaob alluviaalsete kuhja-
tiste ja luudete alla. Selgeid läbilõikeid pakuvad siiski järsud jõeoru
veerud. 6. joonis kujutab parempoolse oruveeru läbilõiget pisut all-

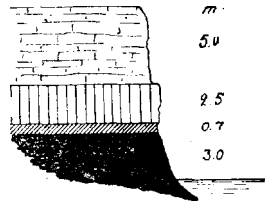
pool juga. Diktüoneema-kiht on siin otse jõepinnal ja tõuseb ülesse 3 m. Kihti võib jälgida ka mere poole mitmeis kaldajärsakuis.

Siit edasi idasse on paekallas lausk ja varjatud, tuleb koraks selgemalt esile Kaberla küla kohal, kus profiili moodustamisest võtavad arvatavasti osa lademed obolus-liivakivist kuni Kunda lademeni, ja omandab kõige selgema kuju Tsitri kohal, kus ta on umbes 1,5 km rannast eemal ja 28 m kõrge. Kõige ülemise osa astangust moodustab siin Aseri lade, kuna jalal on räni-liivakivi, mis ulatub mereni. Tsitrist idapool asub paekalda ees rida kaugele põhja poole ulatuvaid madalaid poolsaari, mis on koos nooremaist moodustusist ja ei näita kusagil aluspõhja. Arvatavasti on viimane sügavamal. Paekallas jookseb nende poolsaarte kohal merest eemal oleva lauge astanguna, mis enamasti



5. joonis. Kaevik Irus. Kõrguste mõõt 1:500.

Fig. 5. Grabung in Hirro.



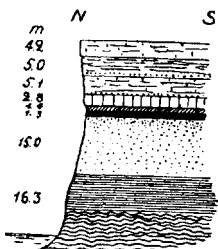
6. joonis. Jägala jõe pahem-poolne kallas, pisut allpool juga. Kõrguste mõõt 1:500. Fig. 6. Linkes Ufer des Jäggowal-Flusses, nördlich vom Wasserfall.

metsaga kaetud ja kus puuduvad head paljastused. Siiski on ta tervel sellel ulatusel, Tsitrist Kundani, topograafiliselt selgesti markeeritud kahekordse astangu näol, milledest alumine on moodustatud kambriumi lademeist (sinisavi ja räni-liivakivi), ülemises esinevad aga kõrgemad lademed.

Laiema kuulsuse on omandanud Kunda ümbrus, kus avanevad suurepäraseid paljastused merest pisut eemal olevas ranna astangus ja järskudes jõeveerudes. Siin on näha siiski ainult paekalda kõige alumisi lademeid, kuna diktüoneema-kildkivi esineb alles kaugemal lõunapool, teises astangus, mis jätkub siit edasi Malla mõisa ja Aseri poole.

Aseri kohal ühinevad mõlemad astangud jälle ühiseks 51 m kõrguseks paekaldaks (7. joonis). Huvitav on, et see kõrge paekalda osa esineb siin nagu saarena, sest ümberringi

on maapind tunduvalt madalam, ja vanemaist kihtidest moodustatud. Mere ääres Aseri ja osalt Tallinna lademeist koosseiv paepind madaldub lõuna poole kuni diktüoneema-kildkivi ja obolusliivani (otsustades mereäärse profiili ja kihtide üldise langu järele,



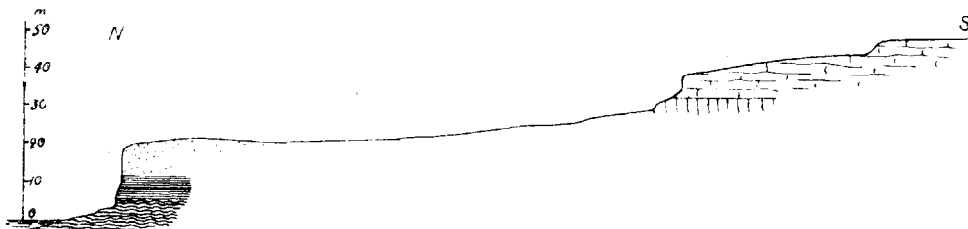
7. joonis. Aseri pankrannik, kõrguste mõõt 1:2000.

Fig. 7. Kliffküste von Aserin.

sest maa on siin üleni metsade, võsastikkude ja niitude all ning paljastused puuduvad). Narva-Tallinna maantee kohal näeme maapinda uuesti astangu näol tõusvat ja selle jalal avaneb paiguti glaukoniit-lubjakivi, ülevalpool järgneb aga Kunda lade. Nii on siin diktüoneema-kildkivi laiema ulatusel kas otse maapinnal või sellele õige lähedal.

Aseri Meriküla kohal eraldub merepoolsest kõrgemast astangust madalam umbes 11 m kõrgune järk, mis on moodustatud sinisavist ja räni-liivakivist ning mis astangute liitudes peagi jälle kaob. Ühtlasi läheb maantee kohal olev astang merele ja jõuab Suur-Kõrgküla kohal talle kõige lähemale, kust ida poole hakkab sellest uuesti eemalduma. Siit on pärit nivelleeritud profiil 8.

Uuesti astang merele ja jõuab Suur-Kõrgküla kohal talle kõige lähemale, kust ida poole hakkab sellest uuesti eemalduma. Siit on pärit nivelleeritud profiil 8.

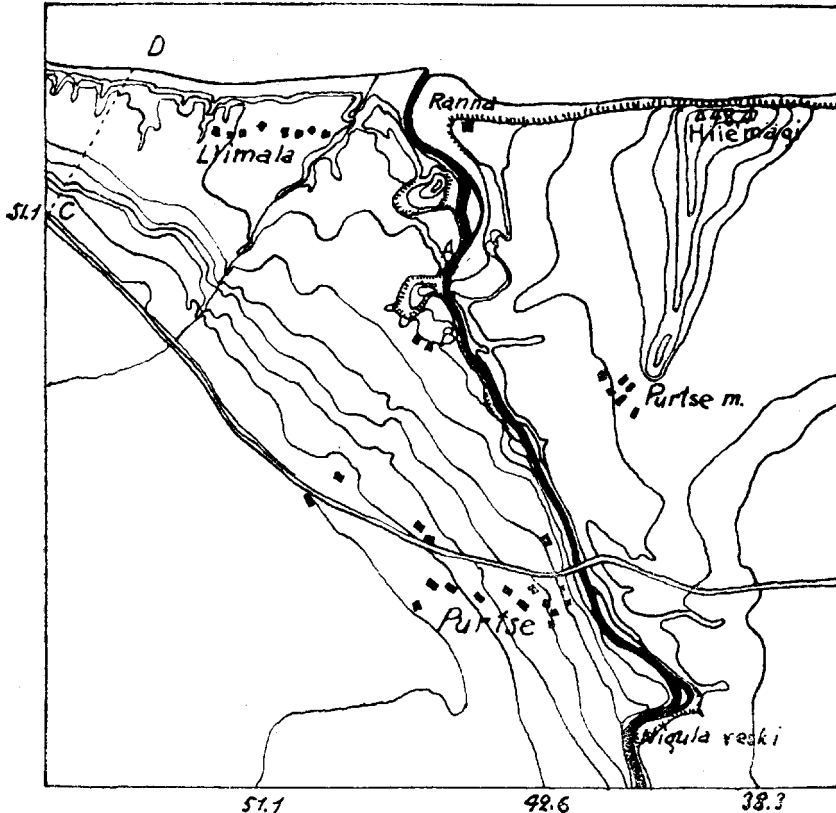


8. joonis. Kahe-astanguline rannik Aseri ja Purtse vahel, Kõrgküla kohal (CD, 9. joon.). Kõrguste mõõt 1:2000, pikkuste mõõt 1:8000.

Fig. 8. Zweistufige Küste bei Kõrgküla, zwischen Aserin und Alt-Isenhof.

Ülemine astang, eemaldudes rannast, moodustab Purtse jõe suus paekaldasse jällegi sopi, täidetud endise jõedelta liivaga, mida võib jälgida kolmnurksel alal praeguse jõe suu, Moldova küla ja Lüganuse kiriku vahel. Keset seda liivakuhjatist kerkib mere ääres üksik kõrgem, aluspõhjast koosseiv seljakukujuline kõrgendik, -- nn. „Hiimägi,“ nähtavasti endise delta harude vahele jäänud saar. Selle ülemises, pinnapoolses osas esineb Kunda lademe paas, kuna mujal, delta-liivaga täidetud alal on aluspõhja kihid kuni valge räni-liivakivini äraerodeeritud. Prae-

gune jõesäng asub vana delta lääneserval, nii et jõeoru pahemas veerus on näha igalpool ainult aluspõhja paljastusi, kuna paremas veerus on lahtine delta-liiv ja ainult veeru kõige alumises osas kambriumi liivakivi. Maantee sillast lõunapool, Nigula veski kohal, hakkab esinema ka paremas veerus paas ja siit jõge mööda ülespoole on mõlemad veerud paased. Mere poolt tulles näeme



9. joonis. Purtse jõe suu, 1:42.000.

Fig. 9. Mündung des Ise-Flusses.

diktüoneema-kildkivi kõige pealt ühes värskelt uhitud järsakus A (9. joon.) mis näitab päevapildil (10. joon.) kujutatud keerulist profiili. Peamass on moodustatud viltuvajunud ja segipaisatud räni-liivakivi pankadest, milles selgesti eralduvad roostepunased vahekihid, selle peal ja kõrval lasuvad ilma mingi korrapärasuseta diktüoneema-kildkivi, glaukoniit-liiva ja-lübjakivi üksikud pangad, asudes paiguti vertikaalselt või koguni ümberpööratud järjekorras.

Profiili parempoolses osas asub jõepinnal, hoopis madalamal tasemel kui ta tõeliselt peaks olema, nähtavasti allavarisenud suurem kihtide kompleks, mida kujutab teine päevapilt (11. joon.). Alumise tumedama osa moodustab diktüoneema-kildkivi, mille pealispind on selgesti erodeeritud ja laineline, sellele järgneb neid lohke täitev glaukoniit-liiv ja viimati paksud glaukoniit-lubjakivi pangad. Pisut maad jõge mööda ülespoole esineb teine



10. joonis. Paljastus Purtse jõe pahemas kaldas (9. joon., A).
Fig. 10. Aufschluss am linken Ufer des Ise-Flusses (A, Fig. 9).

järsk uhteveer B, kus kihid on omas loomulikus horisontaalses asendis:

- | | |
|---|-------|
| 1) glaukoniit-lubjakivi (murenenud) | 1 m |
| 2) glaukoniit-liiv | 0,5 — |
| 3) diktüoneema-kildkivi | 2,0 — |
| 4) obolus-liiv vaheldamisi diktüoneema-kildkiviga | 0,5 — |
| 5) puhas obolus-liiv | 1,5 — |
| 6) põhikonglomeraat | 0,2 — |
| 7) valge räni-liivakivi | 3,0 — |

Kihtide langule vastavalt asub diktüoneema-kildkivi lõunapool ikka madalamal tasemel, jõudes eelnimetatud Nigula veski kohal jõepinnani. Edasi on oru veerudes näha ainult kõrgemaid kihte. Jõest ida poole ulatuv madalam ala, täidetud delta-liivaga, näib olevat moodustatud glaukoniit-kihtidest ja enam mere poole diktüoneema-kildkivist ning obolus- ja valgest liivakivist. Viimane paljastub Moldova küla kohal oleval merepoolsel astangul,



11. joonis. Glaukoniit-liiva diskordantne lasumine diktüoneema-kihil eelmises paljastuses (10. joon.): *a* — glaukoniit-lubjakivi, *b* — glaukoniit-liiv, *c* — diktüoneema-kildkivi.

Fig. 11. Diskordante Lagerungen des Glaukonit-Sandes auf dem Dictyonema-schiefer im vorigen Aufschlusse (Fig. 10): *a* — Glaukonit-Kalk, *b* — Glaukonit-Sand, *c* — Dictyonema-Schiefer.

kuna ülemise astangu serval on näha Kunda ladet (12. joonis). Et maapind nende astangute vahel madaldub ühtlaselt ja aegamööda, siis peaks diktüoneema-kildkivi võrdlemisi laia vööna maapinnal esinema. Hilisemate kuhjatiste ja taimkatte alt ei tule ta aga kusagil nähtavale.

Saka mõisa kohal ühinevad mõlemad astangud jälle ja jätkuvad ühtlase kõrge paekaldana üle Ontika ja Valaste kuni Toila

ja Oruni, Pühajõe suus. Ontika kohal on paekalda kõrgus maksimumaalne — 55,6 m. Siin avanevat kaldapaljastust on mitmelt poolt mõõdetud ja kirjeldatud, nii et ma ei hakka seda enam kordama. Nimetan ainult, et diktüoneema-kihi paksus on siin 2,5 — 3,0 m ja ta aluspind asub umbes 35 m üle merepinna. Ei saa jätta tähelepanu pööramata nende suurte lahukuminekute peale, mis osutuvad mitmesuguste autorite mõõtmistes. Esiteks on andmed üksikute kihtide түседuse kohta lahukuminevad ja teiseks ei täida need andmed kunagi tervet 55 m:i kõrgust profiili. Mõõtmised on muidugi raskendatud alumisi kihte katva rusukalde tõttu, ja sellel põhjusel on arvatavasti just alumiste kihtide түседused liig väikseina näidatud.

Pühajõe suus on moodustunud paekaldasse harilikul viisil sopp, mis ulatub kuni Konju külani. Toila ja Oru vahel langeb



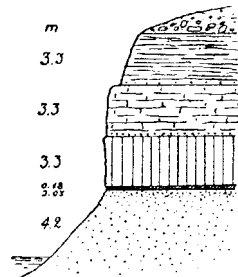
12. joonis. Rannik Moldova küla kohal, Purtse jõest idas. Kõrguste mõõt 1:2000, pikkuste mõõt 1:800
Fig. 12. Küste beim Dorfe Moldowa, östlich von Alt-Isenhof.

paekallas jõe poole kahe astanguna, milledest ülemine on moodustatud Kunda ja Baltiski lademeist, alumine aga räni-liivakivist. Vahepealne diktüoneema-kiht ei tule kusagil nähtavale, esineb aga arvatavasti ülemise astangu jalal. Samuti on lugu jõest idapool. Oru lossi juures on jõe paremas kaldas suurepärase räni-liivakivi ja obolus-liivakivi paljastused, samast lademest on ka Voka-Konju vaheline madalam rannikuosa. Konjust ida poole kerkib paekallas uuesti kõrgemaks ja omab Päite kohal jälle oma täie profiili — Kunda lademest kuni sinisavini. Paljastatud on aga ainult ülemised kihid, kuni glaukoniit-lubjakivini. Nüüd järgneb teine sopp — Sillamäe ja Kannuka kohal, Sõtkküla jõe suus, kus võib samuti tähele panna kahte astangut, mille vahepiiriks on umbes obolus-liiv ja diktüoneema-kildkivi. Viimane hakkab siin pikka-mööda suiduma. Paekallas omandab veel Vaivara, Utria (kus diktüoneema-kiht on veel umbes 1 m түседune) ja Meriküla kohal järsu seinakuju, kuid on siin võrdlemisi madal. Merikülalt

idapool eemaldub ta rannast ja jätkub liivakuhjatiste alla maetud lauge nõlvana kuni Narvani, kus paekaldasse on Narva jõe taganev juga uuristanud sügava kanjoni laadilise oru. Nagu teada, on siin diktüoneema-kildkivi ühes glaukoniit-liivaga täiesti suidunud ja ta aset täidab ainult õhuke kiht pruuni savi, mis Holm'i (22) järele sisaldab ka fossiili *Dictyonema flabelliforme*. Glaukoniit-lubjakivi on sellevastu õige tüse — 3,3 m (13. joonis).

Paekallas jätkub edasi Narvast ida poole Peterburi kubermangus kuni Laadoka ja Äänis-järveni, nagu selgub Strangways'i, Pander'i, Eichwald'i, Murchison'i, Bock'i ja Lamanski töist, ning tuleb siin ka diktüoneema-kiht uuesti nähtavale, omades Koporjes isegi maksimaalse tuseduse — 6 m. Ida poole väheneb see aga uuesti ja on Sakljuka jõe ääres ainult 0,8 m ning Volhovi ääres 0,4 m (35).

Diktüoneema-kihi ulatust Eestist lääne poole vaatleme allpool, Rootsi, Norra ja Inglise lademeiga võrdlemise puhul. Kui kaugemale lõunasse ta teiste kihtide all ulatub, pole tarviliste sügavpuurimiste puudumisel kindlasti teada. Üksikute eraldi seisvate avamustena tuleb diktüoneema-kiht nähtavale paiguti veel õige kaugel kagus ja lõunas. 1876 a. leidis Karpinsky (25) Pihkva kubermangus Lovati jõe oruveerudes, Kunitsõ küla kohal kambriumi ja kõige alumiste ordoviitsiumi lademetest saarekese, keset ümbritsevaid ülem-devooni lademeid. Umbes 4 m tusedune diktüoneema-kiht lasub siin otsekohe sinisavi ülemisel liivakail kihidel, milles leidub obolus-diktüoneema lademele iseloomuliste brahiopoodide jäänuseid (mitmesugused obolus-liigid). Vahepealsed liivakivid puuduvad aga täiesti. Diktüoneema-kiht erineb meie omast alaani sisalduse ja *Dictyonema flabelliforme* puudumise läbi. Diktüoneema-kihti katavad reeglipäraselt 0,7 m glaukoniit-liiva ja 0,9 m glaukoniit-lubjakivi, mis on siin ülemiseks lademeks. Kõrgemaist lubjakivi lademeist on leitud ümbrusest ainult mõned lahtised munakad. Lademed näitavad üldist langu loodesse ja selle tõttu peab Karpinsky seda kohta kambro-ordoviitsiumi lademeist moodustatud nõo lõunaservaks, millise nõo täidavad devooni lademed.



13. joonis. Narva jõe parem kallast, raudte silla kohal, kõrguste mõõt 1 : 500.

Fig. 13. Rechtes Ufer der Narowa, bei der Eisenbahnbrücke.

Hiljem (1891 a.) leidis Karpinsky (29) samalaadilise kambro-ordoviitsiumi sarekese Minski kubermangus Ravanitschi mõisa lähedal. Täiendavalt uuris seda kohta Karnožitsky (31), kes tegi ümbruses veel mõned sellelaadilised leidused. Diktüoneema-kiht, üldiselt 4,25 m tüsedune, on siin tublisti liivakas ja sisaldab isegi 2,35 m tüseduse liivakivi vahekihi. *Dictyonema flabelliforme* tuleb ette ainult kildkivi kõige alumises osas. Kihtide kompleks lasub obolus-liivakivil ning näitab kühmalaadiliselt langu iga ilmakaare poole.

1916 a. suvel leiti (46) Rohukülas, Haapsalu lähedal, kaevu puurimisel 160 m sügavusel 2,5 m tüsedune diktüoneema-kiht, millele järgnes 1,5 m kildkivi vaheldamisi liivaga ning siis puhas liivakivi.

4. Kihi petrograafia ja kemism.

Petrograafiliselt kujutab diktüoneema-kiht tuhmi tumepruuni värviga, niiskelt pea musta, kuivanult halkjas-pruuni, õhukese-kihilist, ühtlase koosseisu ja struktuuriga bituminoosset savikildkivi, mis lasub puhta kihina ilma lubjaste või saviste vahekihtideta. Lademes on ta rohkeist püstiõhedest läbistatud ning langeb selletõttu kergesti suuremaiks ja vähemaiks korrapäratu kujuga teravanurgalisiks tükkideks, mis pudenevad omakord üksikuiks lamedaiks 0,5—2,0 cm paksuseiks tahvlikesiks. Sarnasena on teda harilikult leida maast, murenenud olekus. Niiskelt on ta õige pehme (kõvadus 2) ja tuletab enam kildsavi meelde, kuivanult muutub aga tuntavalt kõvemaks (kõvadus kuni 3). Erikaal on ebaoluline püriidi sisaldusest ja kõigub 2—3 vahel. Bituumi sisaldus (16—22 %) on rohkeist organismide kõdunemisjäänusist, milledest äratuntavana ja määratavana on püsinud ainult mõned üksikud liigid (vaata järgmine peatükk). Bituumi võrdlemisi suur lämmastiku sisaldus (2—2,5 %) näib tõendavat, et need organismid on olnud pärit peaaesjalikult loomariigist (näiteks *Dictyonema*). Kuid tõenäoliselt ei puudu seal ka taimede, nimelt vetikate jäänused, nagu see selgub Bekker'i poolt (59, Pl. I. 5) toodud Baltiski diktüoneema-kildkivi lihvesta kujutusest: ühtlases kollakas-pruunis põhimassis esinevad rohkearvulised peened mineraal-osakesed ja nende vahel suuremad ümmargused või piklikud kehakesed, mida võib pidada *Chroococcaceae* või teiste sellelaadiliste üherakuliste vetikate jää-

nuseiks. Sarnasus Shoti bituumsete kildkividega ja meie Kukruse põlevkiviga on õige suur (59, Pl. I, 6).

Bituumi sisaldub annab diktüoneema-kildkivile ka põlevuse, mis on küll hoopis nõrgem kui Kukruse põlevkivil. Tulitikuga pole võimalik teda põlema süüdata, vaid selleks on tarvis suuremat leeki. Kord põlema süüdatud põleb ta ilma välise kuumuselisanduseta, ajab paksu suitsu ja haisevaid veevli. aure ning kustub kergesti. Suuremas kuumuses (ääsitules, suuremais tugeva tõmbega ahjudes) lõhkeb ta praksudes, viskab tükke laiali ning jätab peale põlemist rohke, mahu poolest pea vähenematu, telliskivipunase jäänuse.

Kõrvaliste ollustena leidub diktüoneema-kildkivis kõige pealt markasiidi ja püriidi suiduvaid vahekihte, triipe ja mugalaid, milledes peamassi moodustavate hall-kollaste rombiliste markasiidi kristallide seas on ka läikiv-kollaseid regulaarseid püriidi kristalle. Peale selle on markasiiti ja püriiti ülipeenete terakestena seganenud ka igale poole päris kildkivi põhimassi hulka. Kirde-Eestis näivad kildkivi tekkimis- või pärastised tingimused pisut teistsugused olnud olevat, sest markasiit sisaldub siin peaaesjalikult mugalaina, mis sagedasti porsumise tagajärjel juba ümbermoodustunud roheliseks läbipaistvaks rauavitrioliks. Pealolevaist lubjarikkaist kihtidest läbitungiva põhi-veega kokkupuutudes tekitab see kenu peeneid gipsikristalle ja kõrvalsaadusena raua oksüüd-hüdraati. Üksikute kivikildude pinnal võib näha ka üliõhukese rohelise kirmetesena mitmesuguseid sulfaate, mis samuti kivis sisalduva markasiidi porsumisel tekkinud. Kirde-Eestis leitava kildkivi teiseks iseärasuseks on temas sisalduvad ümmargused, okasõunte kujulised lubjapao-st tekkinud dolomiit-pseudomorfooside kogud (varem antrakoniit-mugalaiks nimetatud), millede keskuses võib veel selgesti näha primäärset lubjapao tuuma. Paiguti esinevad pseudomorfoosid pikkade püstkristallide reana. Need pseudomorfooside kogud on nähtavasti kildkivi enesega ühtlasi tekkinud, sest kristallid on terved ja kuni peenusteni väljakujunenud, ning kildkivi bituum täidab neis kõiki peeneid pilusid ja vahesid, ulatadus kuni kristallide keskuseni.

Kupffer'i (15) poolt 1874 a. toimetatud kildkivi analüüside järele otsustades, näitab see omas koosseisus suurt sarnasust sügavamas lasuva sinisaviga ja on samuti mõne põllupao-rikka ürgkiviliigi (Soome gneisside ja graniitide?) murenemissaadus.

Nagu juba nimetatud, põhjenevad bituumisisaldus ja sellega ühenduses olev põlevus rohkeil organismide kõdunemisjäänuseil. Kupffer avaldab arvamist (15 p. 116), et nende jäänuete kõdunemisel rikkalikult eraldunud süsihape on lubjapao kristallidest kaltsium-karbonaadi osaliselt lahutanud ja selle asemele võtnud kildkivi mineraal-massist magneesiumi- ja kaaliumi-oksüüdi, — vilgukivi ja ortoklaasi murenemissaaduseid.

Sattudes hiljem pealesettunud kihtide rõhumise alla ja, võib olla, metamorfoseerivate jõudude mõjukonda, tulid kildkivis kahtlemata mõnesugused muutused ja keemilised ümbermoodustumised toime. Bituumne aine destilleerus, tungides gaaside näol lõhede ja pragude kaudu peallasuvaisse kihtidesse, kus ta kondenseerus uuesti vedelikeks või kindlaiks ollusiks. Kunda paemurdudes, kui ka mujal leitud asfaldi pesakesed (4ε), ning kõige viimasel ajal suurt huvi äratanud naftataoliste õlide leidmine Hiiumaalt ja mujalt tulevad kahtlemata seada ühendusse all sügavas lasuva diktüoneema-kildkivi lademega. Sama iseloomuga on ka 10—15 a. tagasi palju kõne all olnud loomulik gaasi allikas Keri saarel, Soome lahes (40, 41, 42, 44).

Maapinnale ulatuv diktüoneema-kildkivi lade on olnud mitmel korral suuremate „maapõlemiste“ põhjuseks. Seesuguseid põlemisi on ajalooliselt kindlakstehtud: 1807 a. Suuropi tuletorni lähedal Ssevergini poolt (4), 1837 a. Keila-Joal Heilmersen'i poolt (5,6), 1840 a. L. v. Buch'i poolt Tallinna juures, 1864 a. F. Schmidti poolt Väike-Pakri saarel, siis kõigil veel meeles olev kildkivi põlemine Baltiskis 1909 a., ja Harku järve lähedal 1917 a. Kas on siin tegemist kildkivi isesütitusega, või on põlemist tekitanud juhuslikud tuletetegemised maapinnani ulatuval kildkivil, on raske otsustada. Igatahes pole ka isesütitus võimata, nagu seda selgitab Winkler (60 p. 45).

5. Fauna.

Coelenterata.

Class. Hydrozoa.

Graptolithina.

Dendroidea.

Genus **Dictyonema** Hall (*Dictyograptus* Hopk.) Hall, 1857, Palaeontology of New-York, II, p. 174.

Dictyonema flabelliforme Eichw.

1840. *Impressio plantae monocotyledonae?* Hisinger, Lethaea suecica, Suppl. II, Holmia, p. 5, t. XXVIII. f. 9.
1840. *Gorgonia flabelliformis*, Eichwald, Первобытныи миръ Россіи, I, p. 6.
1854. *Fenestella flabelliformis*, Eichwald, Bull. de la Soc. de natur. Moscou, 1854, p. 6.
1854. *Phyllograpta* sp., Angelin, Pal. suec. Pars I, P. IV,
1857. *Graptopora socialis*, Salter, Proc. Amer. Assoc. XI, p. 65.
1857. *Fenestella socialis*, Kjerulf, Geol. d. südl. Norw. p. 282
1858. *Dictyonema flabelliformis*, Schmidt, Untersuchungen über die Silurformation etc. p. 44, 224.
1859. *Dictyonema sociale*, Salter, Murchison Siluria, ed. 3, p. 562.
1859. *Dictyonema Hisingeri*, Göppert, Acta Leopold., Vol. XXVII, p. 31, t. XXXVI, f. 2 c, 4—11, t. XLV, f. 3—4.
1860. *Rhabdinopora flabelliformis*, Eichwald, Lethaea rossica, p. 369.
1865. *Dictyonema norwegicum*, Kjerulf, Veiviser etc., p. 1—2, fig. 1—3.
1865. *Dictyonema Graptolithinum*, Kjerulf, ib. p. 1—3, fig. 4, 5.
1882. *Dictyograptus flabelliformis*, Brögger, Sil. Etagen 2. u. 3., Christiania, p. 30.

See on ainuke Eesti diktüoneema-kihi jaoks täiesti kindlaks-tehtud fossiil. Eestis leidis teda esimesena Eichwald 1839 a. Baltiski lähedalt ja sarnastas Lonsdale'i poolt kirjeldatud polüübiga *Gorgonia assimilis*. Lehvikulaadilise kuju tõttu esitas ta kivindi *Gorgonia flabelliformis* nime all. Hiljem (1854 a.) seadis ta selle sammalloomakeste *Fenestella* hulka. Hisinger nime-tab fossiili koguni üheidulehise taime jäljendiks. Fossiili on kirjeldatud hiljem veel mitmesuguste nimede all, kuni viimati leidis

enam-vähem üldist tunnustamist Hall'i poolt seatud liiginimetus *Dictyonema*, millega võistleb osalt veel praegugi Hopkinsoni *Dictyograptus*. Esimesel nimetusel on igatahes selge prioriteet.

Fossiil kuulub nn. graptoliitide hulka, ja nimelt nende *Dendroidea* gruppi. Rabdosoom esineb kildkivi pinnal laialilaotatud lehvikukujulise võrguna ja algab, nagu harilikult graptoliitidel, teravaotsalise *sicula*'ga. Sellest jooksevad välja üksikud rabdosoomi harud, mis jagunevad dihotoomiliselt, ja on isekeski seatud ülipeenete põikharukestega. Selle läbi tekkinud silmused on pikliku püstküliliku kujulised. Rabdosoom on olnud omas loomulikus olekus lehtri- või mõrrakujuline, ja fossiilses seisukorras on ta kas kildkivi pinnale kokkusurutud või üksikuiks lamedaiks osadeks lahutatud. Seda on tõendanud mõned hästi alalhoidunud fossiilide leiud, kus on näha, et rabdosoomi harud asuvad tihedamini servadel ja harvemini keskel, ning äärmised harud on näha külje pealt (karikad selgesti näha), keskmised aga takka (antitekaalselt küljelt). Lõpuliku otsuse selles asjas andis üks Brögger'i poolt nimetatud (21 p. 32, tab. XII, f. 18) huvitav leid, kus rabdosoomi kaks poolt asusid kumbki isesugusel kildkivi pinnal, ja seisid siiski pidevas ühenduses äärmiste harude kaudu.

Karikad (*thecae*) katavad rabdosoomi harude sisemisi külgi nende tervel ulatusel, nii et kõrvalt vaadatult need harud näivad saelehe laadiliselt peenhambulisina. Seda on näha siiski ainult äärepoolseil harudel, sest keskmised harud, olles isekeski põikharukesiga seatud, asuvad alati tekaalse küljega vastu kivi. Lahtimurdunud osad heituvad aga harilikult küljeli ja näitavad hambulist tekaalset külge profiilis. See asjaolu andis põhjust eksi- arvamisele, et karikaiga on varustatud ainult rabdosoomi kõige ülemisest põikharust üleulatavad vabad otsad, nagu, näiteks, W. Dames'i¹⁾ skemaatiliselt kujutuselt näha.

Peale hambulise reana esinevate karikate võtavad rabdosoomi moodustamisest osa veel antitekaalsel küljel näha olevad umbsete torukeste laadilised rakud (vast pungamis- või sigimisrakud?). Varem (Brögger, p. 35) peeti neid lihtsalt kokkulutsutud ja deformunud rabdosoomi voltideks. Et rabdosoom on siiski koos mitmeliigilisist rakkudest, selgub ka Wiman'i²⁾ poolt val-

1) W. Dames, Beitrag zur Kenntnis der Gattung *Dictyonema* Hall, Zeitschr. d. deutsch. Geol. Ges. 1873, p. 383.

2) C. Wiman, Über die Graptolithen. Bull. Geol. Inst. Upsala, Vol. II.

mistatud läbilõikest (tab. X, fig. 14). Siin on ühtlasi näha ka isesugused peridermi paksendused rabdosoomi kahel pool külgedel.

Põikharukesed on peaharude külge kinnitamise kohtadel kolmnurkselt laiakspaisunud. Peenete keskosade katkemisel moodustavad need karikakujulisi jäänuseid, mis on tekitanud eksiarmamisi, et rabdosoomi harud kannavad ka külgedel kari-kate rida.

Massiivne tugitelg (*virgula*) puudub.

Dictyonema flabelliforme on küll iseloomustavaks fossiilikis kogu kihile, kuid leidub siiski hästi alalhoidunud eksemplaridena ainult üksikuis kohtades. Kõige paremad eksemplarid leiduda Schmidt'i järele (13 p. 15) alumisis, obolus-liivaga vahelduvais kihtides Valgejõe kaldais Nõmmeveski kohal, ning Baltiski poolsaarel. Mul läks korda leida mõnda head eksemplari ka Iru kaevikuist ning Purtse jõe äärest vastu Nigula veskit,

Väljaspool Eestit tuleb fossiil ette ka Rootsi (Östergötland, Skåne ja mujal), Norra, Bornholmi saare ja Inglise vastavais kihtides.

Genus *Bryograptus*, Lapworth.

Bryograptus Kjerulfi, Lapw. Tab. XII, f. 20 a.

1851. *Graptolithus Murchisoni*, Boeck, Bemerkn. ang. Graptolitheerne, P. 10, Tab. II, fig. 30.
1865. *Graptolithus tenuis*, Kjerulf, Veiviser etc. p. 1—3, fig. 6 a, A, B.
1880. *Bryograptus Kjerulfi*, Lapworth, On new British graptolites, Ann. and Mag. of. Nat. Hist. V. Ser. B. V, p. 164, Tab. V, fig. 22 a, b.
1882. *Bryograptus Kjerulfi*, Schmidt, Revision etc. I.

Peale *Dictyonema flabelliforme* on leitud kildkivist veel mõningaid muid fossiile, millised leiud aga seni lõpulikult kindlaks-tegemata.

Schmidt nimetab omas esimeses uurimises (13) terve rea graptoliite, kuid tunnistab hiljem ise need määramised tühjaks (20). Ta oletab küll kildkivis mitmesuguseid graptoliite, kuid täpsaks määramiseks puududa tarvilised hästi alalhoidunud eksemplarid. Üht, Purtse jõe kaldalt leitud liiki arvab ta siiski sarnanevat graptoliidiga *Bryograptus Kjerulfi* Lapw., mis tuleb ette Norra diktüoneema-kildkivi ja Inglise Lingula-flags ülemisis kihtides, *Dictyonema*'st kõrgemal. Pole muidugi võimatu, et meie

kildkivi lade sisaldab ka analoogilise ülemise kihi, ja tuleb oodata suure huviga *Bryograptus*'e uusi leide ning kindlaksmääramist. Kuna Norra diktüoneema-kildkivi läheb ilma järsu piirijooneta üle järgnevaks *Ceratopyge*-kildkiviks, on meie diktüoneema-kihi pealispind erodeeritud ja kaetud diskordantselt glaukoniiit-liivaga. Võib olla on meil *Bryograptus*-vöö enamal ulatusel ära-erodeeritud, ning sellepärast fossiil nii haruldane.

Varia.

Konodontid.

Peterburi kubermangu kambriumi ja siluuri lademete uurimisel leidis Bock (14) 1868 a. sealses diktüoneema-kihis nn. „konodonte“, mis juba varem (1830 a.) Panderi poolt Peterburi ümbruse sinisavist leitud ja kirjeldatud. Hiljem leidis neid sealtsamast veel Rohon, ja Osmussaarelt ning Baltiski poolsaarelt A. Mickwitz (33). Konodontidele pole seni veel leitud kindlat aset paleontoloogilises süsteemis. Pander pidas neid kõrgemate kalade hammasteks, mõned teised autorid haikalade või tsüklostoomide omadeks, või koguni trilobiitide kattedilbi äramurdunud okkaiks, kuni viimati Rohon ja Zittel näitasid üksikasjaliste mikroskoobilis-histoloogiliste ja anatoomiliste uurimiste varal (24), et konodontidel on kõige enam sarnasust anneliidide ja gefureede suuosadega. Kui lugu nii, siis on arusaadavam diktüoneema-kildkivi rohke lämmastiku sisaldus, kuna ainuüksi väheste graptoliitide jäänuseiga on raske seda seletada.

Obolus sp. (?)

Diktüoneema-kildkivi alumised, obolusliivaga vahelduvad kihid sisaldavad Mickwitzi järele (33) ka üksikuid obolus-lestade kilde. Arvatavasti on siin tegemist *Obolus apollinis*'ega, ja see oleks uueks tõenduseks, et diktüoneema-kildkivi moodustab obolus-liivakiviga ühise lahutamatu lademe. On siiski väga kahtlane, kas oboluse kilde on leitud päris kildkivi seest, tõenäoliselt asuvad need vast ainult kildkivi pinnal, vastu liivakivi. Igatahes peab arvama, et selles basseinis, kus settus diktüoneema-kildkivi, obolust ebakohaste ökoloogiliste tingimuste tõttu ei elanud, ja kildkivisse võisid sattuda mingil põhjusel ainult killud basseini põhjas lamavaist surnud lestadest.

Viimati nimetab Mickwitz (33) kildkivi fossiilina veel üht *Lingula* liiki, mida aga tervete eksemplaride puudumisel polla

võimalik lähemalt määrata. Võib olla on siin lõpuks tegemist ka ainult mõne obolus-killuga.

6. Diktüoneema-kihi võrdlemine naabrusalade vastavate kihtidega.

Eesti kaugemas ja lähemas naabruses on rida kambriumi ja ordoviitsiumi alasid, mis näitavad suuremat või vähemat sarnasust meie lademeiga fossiilide sisalduse suhtes ja osalt ka petrograafiliselt. Ei pruugi, muidugi, nimetada idapoolset naabrusala, Venemaad, mis moodustab meie alaga õieti ühise suure basseini, vaid ka üle Läänemere oleva Rootsi, Norra ja isegi veel kaugemal asuva Inglise ning Ameerika lademeil on meie omadega palju sarnasust. Nähtavasti on kogu see lai ala Põhja-Atlantika ümbruses moodustanud kambro-siluuri ajal ühise suure settumis-basseini, enam-vähem ühelaadilise faunaga, kus randjoone nihkumisist ja sellega kaasaskäivaist meresügavuse ning muude füüsilis-geograafiliste tingimuste muutusist on tingitud lademete kohalised lahkuminekul petrograafilise iseloomu ja tuseduse poolest, kuna fauna koosseisu määramises mängib tähtist osa ka liikide arenemine ja migratsioon. Kõige üldisemais joonis näib viimane toimetunud olevat Ameerikast Euroopasse, sest nimelt Ameerikas on rohkem ürgseid liike, kuna migratsiooni teeks on olnud tõenäoliselt põhja-jäämeri (39 p. 40—45).

Rootsi- ja Norra maal¹⁾ näeme kambriumi ja ordoviitsiumi lademeid üksikuil vähemal aladel, mis piiratud ümberringi ürg-kiviliikidest ning suurel määral dislotseeritud, purskkividest lõhutud, läbistatud ja metamorfoseeritud (iseäranis Norras). Kõige täielikum on lademete seeria Västergötlandis (Kinnekulle, Falbygden). Gneissil lasuvaile eofüüton- ja fukoid-liivakividele järgnevad esiteks Paradoxides- ja siis Olenus-kildkivid, mis petrograafiliselt sarnanevad suurel määral meie diktüoneema-kildkiviga, kuid sisaldavad iseärasusena bituumse lubjakivi läätsi ja vahekihte. Kildkivi ülemised kihid moodustavad iseäralise vöö trilobiitidega *Peltura* ja *Sphaerophthalmus*, ning sellele järgneb

1) Rootsi ja Norra kambro-siluuri alade kohta üldse vaata:

A. G. Högbom, Fennoskandia. Handbuch der regionalen Geologie, IV. Bd., 3. Abt., Heidelberg 1913.

J. C. Moberg, Historical-stratigraphical review of the Silurian of Sweden. S. G. U. Årsbok 4 (1900) № 1, Stockholm.

ilma kindla piirijooneta diktüoneema-kiht, mis paiguti puudub (Kinnekulle, Wåmb). Edasi järgnevad glaukoniiti sisaldavad Ceratopyge-kildkivi ja lubjakivi (iseloomulisiks fossiilideks *Ceratopyge*, *Symphysurus*, *Niobe* j. t.) ning alumine (*Phyllograptus*) kildkivi ja viimati rida lubjakivi lademeid, mis kannavad üldist nime „Orthocerenkalk“.

Üldjoontes sama on lademete järjekord ka Östergötlandis. Seeria algab kvartsiidi ja fossiilitu liivakiviga, mida Linnarson ja Tullberg võrdlevad Vestergötlandi fukoid-liivakiviga. Sellele järgneb rohekas-hall kild- ja lubjakivi, mis kivindite järele otsustades moodustab ülemineku kihi kesk-kambriumi *Paradoxides oelandicus* ja *Paradoxides Tessini* vööde vahel. Siit peale algab rida kildkivi-kihte (alunskiffer med orsten), mis esitavad kesk-kambriumi ülemist osa ja ülem-kambriumi (*Paradoxides Forchhammeri* vööst kuni *Peltura*-vööni). Kildkivide seeriat katkestab korraks 0,02 — 0,08 m түsedune lubjakas liivakivi, milles leidub brahiopoodide tükke. Nüüd järgneb jälle kildkivi väheste lubjakivi-läätsedega, mille ainsa kivindina esineb *Dictyonema flabelliforme* Eichw. Seda katavad vahelduva iseloomuga lubja-, liiva- ja kildkivid ning viimati tüübiline „Orthocerenkalk“. Iseäranis huvitav on kirjeldatud lademete seas liivakivi esinemine diktüoneema-kihi all¹⁾.

Lähemal siluuri-alal, Närke's, näitab ülem-kambriumi *Peltura*-vöö erodeerimise märke ja on kaetud fosforiiti sisaldava glaukoniit-lubjakiviga, mida võiks vahest paralleeliseerida teiste alade Ceratopyge-lubjakiviga. Sellel lasub roheline Schumardiakildkivi ja Planilimbata-lubjakivi. Viimased täidavad siin *Phyllograptus*-kildkivi aset, diktüoneema-kiht puudub aga täiesti.

Samuti on lugu kõige põhjapoolsemal, Rootsi-Norra piiril asuval laiaulatuslisel Jämtlandi siluur-alal. Ka siin pole diktüoneema-kiht esitatud.

Jämtlandi ja Närke vahel asuv Dalarna siluur-ala erineb selle poolest, et siin puuduvad kõik kambriumi lademed, ja pre-kambriilistel liivakividel lasub otsekohe konglomeraat ja lubjakivi, mis sisaldab brahiopoodi *Obolus*'e jäänuseid, ja millele järgneb glaukoniit-lubjakivi ning *Phyllograptus*-kildkivi.

Ölandi saare põhjaosas ja vastasoleval mandri rannikul

1) Hiljem (1903 a.) leidis C. Wiman sama liivakivi ka suuremas түseduses (2,08 m) Västanå kivimurrus, Östergötlandis (C. Wiman, 'Et nytt fund af Obolussandstein i Östergötland. G. F. F. XXV, 1903, p. 335—338).

(J. G. Andersson'i „Lääne-Balti siluuri-ala“) järgneb kesk-kambriumi Paradoxides-kihtidele (*Oelandicus* ja *Tessini* vööd) konglomeraat, alloleva Tessini-ja Oelandicus-lubjakivi munakaiga, millede ühendavas aineses tulevad ette *Obolus* ja *Agnostus pisiformis*. Konglomeraati katab õhuke kiht diktüoneema-kildkivi, mille hulka seganevad ülemises osas glaukoniidirikkad vahekihid, ning mis läheb viimati üle glaukoniiti sisaldavaks Ceratopyge-kildkiviks. Sellel lasuvad Ceratopyge- ja Orthoceras-lubjakivid. See andis Moberg'ile põhjust pidada diktüoneema- ning järgnevat Ceratopyge-kildkivi ühiseks lahutamatuks lademeks, ning seada sellepärast kambriumi-ordoviitsiumi piiriks diktüoneema-kihi all olevat obolus-konglomeraati. Gotlandi saarel puuduvad, nagu uuemal puurimisil selgunud, alaun-kildkivid täiesti, ja sinne kihtide järjekord sarnaneb Ida-Balti omaga.

Peale kirjeldatud siluuri-alade on Rootsis, Baltimere läänerannikul rändkivide abil kindlaks tehtud veel kaks siluuri-ala, mis moodustavad praegu mere põhja — üks Ahvenamaa saarte ja Gefle linna vahel (Põhja-Balti siluuri-ala), teine Gotlandi saarest põhjapool (Kesk-Balti siluuri-ala). Viimases tuleb avalikuks õige pikaajaline katkestus settumises, sest ülem-kambriumi *Peltura*-vööl lasub otsekohe nn. *Strophomena Jentzchi* konglomeraat, mis oma ea poolest kuulub Orthoceras-lubjakivi ülemisse ossa ja vastab umbes meie vaginaat-lubjakivi (B_3) ülemisile kihtele või koguni ülemisele läätskihile (C_1a).

Põhja-Balti siluuri-alal on C. Wiman'i poolt seni järgmised lademed kindlakstehtud:

Planilimbata-lubjakivi jne.

Ceratopyge-lubjakivi

Ceratopyge-kildkivi.

Obolus-liivakivi — *Obolus apollinis*'ega

Kesk- ja ülem-kambrium puuduvad.

Olenellus-liivakivi.

Mis puutub diktüoneema-kildkivisse, siis pole selle olemasolu või puudumise kohta lõpulikku otsust antud. Kildkivi *Dictyonema flabelliforme*'ga pole küll leitud, kuid väga võimalik, et see moodustab siiski vahelademe Obolus- ja Ceratopyge-lademete vahel. Wiman arvab siiski, et kihtide järjekord sarnaneb siin vast Dalarne omaga.

Kuna eelpool kirjeldatud siluuri-aladel etendavad peaosalt mitmesugused lubjakivid, mis rikkad trilobiitide, cephalopoodide

ja brahiopoodide poolest, on Rootsi kõige lõunapoolsema osa, Skåne, ordoviitsiumi lademed moodustatud peaaesjalikult graptoliite sisaldavaist kildkividest. Olenellus-liivakivile järgneb siin kesk- ja ülem-kambriumi kildkivide seeria, mille kõige ülemise osa moodustavad Dictyonema- ja Bryograptus-vööd. Nüüd järgneb Ceratopyge-lubjakivi, alumise graptoliit-kildkivi aset täitev Tetragraptus-kildkivi ja selle peal Orthoceras-lubjakivi.

Umbes samasugune on kihtide järjekord ka Bornholmi saarel. Ka siin esineb diktüoneema-kiht¹⁾.

Norramaal moodustavad lubjakivi läätsi sisaldavad mustad bituumsed kildkivid pideva rea, algades kesk-kambriumi *Paradoxides Tessini* vööga ja ulatades pea läbi kogu ordoviitsiumi. Piiri kambriumi ja ordoviitsiumi vahel seab Brögger (21 p. 7) pealepoole *Bryograptus*'t ja *Dictyonema*'t sisaldavat kildkivi vööd, mis lasub omakord Olenus-kildkivi Peltura-vööl. Ordoviitsiumi kõige vanema lademe moodustaksid selle liigituse järele Symphysurus- ning Ceratopyge-kildkivid ja Ceratopyge-lubjakivi, millele järgneb Phyllograptus-kildkivi.

Võrreldes kõiki neid Skandinaavia siluuri-alasid isekeskis näeme, et lademetes petrograafiline iseloom ja järjekord pole igalpool ühesugune, vaid mõni lade puudub paiguti, või on iselaadiliselt arenenud, kuid üldine sarnasus on siiski suur ja meie võime kokkuseada järgmise tüübilise rea:

4. Ordoviitsium:

- b) Orthoceras-lubjakivi (Planilimbata-, Limbata-, Lituut- jne. lubjakivid).
- a) alumine graptoliit-kildkivi (Phyllograptus-kildkivi).

3. Ülemineku ladestu kambriumi ja ordoviitsiumi vahel:

- c) Ceratopyge-lubjakivi
- b) Ceratopyge-kildkivi
- a) Dictyonema- ja Bryograptus-kildkivid

2. Kambriumi kildkivid:

- b) Olenus-kildkivid (ülem-kambrium)
- a) Paradoxides-kildkivid (kesk-kambrium)

1. Alam-kambriumi liivakivid (nn. eofüüton- ja fukoid-liivakivid).

Prekambriline ürgmägi.

1) Chr. Poulsen, Om Dictyograptusskiferen paa Bornholm. Medd. Dansk geol. For. Bd. 6, Nr. 8, 1922.

Selles tabelis on lademed täiesti vabalt liigitatud, ilma ühe või teise autori poolt tarvitatud süsteemist kinnipidamata, sest ainsaks põhimõtteks oli — leida selles ladestikus meie diktüoneema-kihile õige ja vastav koht. Lademed 3a, b ja c on eraldatud, võib olla formatsiooni-õpetuse seisukohalt lubamata, iseäraliseks ülemineku ladestuks, sest just neis lademeis tuleb ette kõige suuremaid lahkuminekuid ja muutusi üksikute siluuri-alade vahel. Sellepärast lähevad ka kambriumi ja ordoviitsiumi vahelise piiri asjus autorite arvamised lahku. Allolevad kild- ja liivakivid on aga kindlasti ja üksmeelselt arvatud kambriumi, samuti pealolevad — ordoviitsiumi.

Võrreldes eelmist kokkuvõtet meie lademete järjekorraga näeme üldiselt täielist vastavust. Ka meil moodustavad ladestu aluse alam-kambriumi savid ja liivakivid, mis sarnanevad Skandinaavia omadega ka fossiilide poolest. Kesk- ja ülem-kambriumi kihid *Paradoxides*'e ja *Olenus*'ega puuduvad meil küll täiesti, kuid kambriumi ja ordoviitsiumi piiril on jällegi vastavalt diktüoneema-kildkivi (võib olla ka *Bryograptus*-vöö?). Varem ülem-kambriumi ealiseks arvatud, diktüoneema-kihi all lasuv, obolus-liivakivi moodustab õieti diktüoneema-kihiga ühise lademe, ja on lihtsalt algava meretransgressiooni tundemärgiks, peale kauakestnud mandri-ajajärku. Loomulikult puudub see kiht neil Skandinaavia aladel, kus kogu kambriumi ajastu vältusel oli meri, ja kus *Olenus*-kildkivile järgneb pidevalt diktüoneema-kiht (Norra, Skåne, Västergötland, Ölandi lõunaosa). Samuti puudub ta ühes diktüoneema-kihiga seal, kus ülem-kambriumi ajastu lõpul algas mandri ajajärk ja *Peltura*-vööle järgneb otsekohe mõni noorem lade (Jämtland, Närke, Kesk-Balti siluuri-ala ja Wämb Västergötlandis). Paiguti leiame aga diktüoneema- ja *Peltura*-kihtide vahel liivakivi või konglomeraadi, mida võiks sarnastada meie obolus-liivakiviga. Seesugustena esinevad Ölandi põhjaosas obolus-konglomeraat, mis lasub otsekohe kesk-kambriumi kihtidel, Põhja-Balti siluuri-alal obolus-liivakivi, mis järgneb alam-kambriumi *Olenellus*-liivakivile ja Östergötlandis liivakivi brahiopoodide jäänustega. Dalarne obolus-konglomeraat on aga arvatavasti noorem, kui meie *Pakerorti*-lade, sest temale järgneb otsekohe glaukoniit-lubjakivi või *Phyllograptus*-kildkivi, ning ta oleks moodustunud umbes sellel transgressioonil, mil meie diktüoneema-kildkivi erodeeritud pind hakkas kattuma glaukoniit-liivaga. Selle transgressiooni jälgi pole aga Skandinaavias mujal kusagil kirjeldatud. Östergötlandis

| Ladestu | Lade | Eesti (Ida-Balti) | S k a n d i - | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------|------|----------------------|---------------|------------|----------|-------|---------|--------------|---------------|-------------------------|------------------|--|--|------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| | | | Põhja-Balti | Kesk-Balti | Jämtland | Närke | Dalarne | Östergötland | | | | | | | | | | |
| Ladestu | Lade | Eesti (Ida-Balti) | Põhja-Balti | Kesk-Balti | Jämtland | Närke | Dalarne | Östergötland | S k a n d i - | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | O r d o v i i t s i u m | Alam-ordovitsium | Glaukonitkalk | Limbatakalk | Limbatakalk | Plani-limbatakalk | Undre röd | Rödlett-kalk (Limbatakalk?) | |
| | | | | | | | | | | | | | Plani-limbatakalk | | | | Grönkalk och Phyllograptus-skiffer | Plani-limbatakalk |
| | | | | | | | | | | | | Glaukonitsand | Ton mit Kalkellipsoiden und Glaukonit-Schiefer | Phyllograptus-Schiefer | Schumardia-Schiefer | Phosphorit-führender Glaukonitkalk | Obolus gruskalk | Grönsand och Phyllograptus-skiffer |
| | | | | | | | | | | | | | | | Ceratopygekalk Ceratopyge-Schiefer | | | Kalkstein (Ceratopygekalk?) |
| | | | | | | | | | | | | Bryograptus-zone? Dictyonema-Schiefer | Dictyonema-Schiefer? | Obolus-Sandstein | | Obolus-Sandstein | Dictyonema-skiffer | |
| | | | | | | | | | | | | | | | K a m b r i u m | | | Ülem-Kesk-Alam- |
| | | | | | | | | | | | | Arhaikum | Urgebirge | Urberg | | | | |

| n a a v i a | | | | Inglise | Põhja- Ameerika |
|-------------------------------------|--|---|--|---------------------------|--------------------------------------|
| Öland | Västergötland | Skåne | Norra | | |
| Limbata- kalk | Limbatakalk | Orthocerenkalk | Megalaspiskalk 3α | Arenig | Chazy- limestone |
| Planilim- batakalk | Undre Graptolitskiffer | Tetragraptus- skiffer | Phyllograptus- skiffer (3b) | | |
| Grönsand | | | | | |
| Ceratopyge- kalk | Ceratopyge-kalk | Ceratopyge- kalk | Ceratopyge- kalk (3αγ) Ceratopyge- skiffer (3αβ) Symphysurus- skiffer (3αα) | Shine- tone- shales | |
| Ceratopyge- skiffer | Ceratopyge- skiffer | | | Tremadoc | Beekmantown limestone |
| Dictyo- nema- skiffer | Dictyonema- skiffer | Bryograptus- zone Dictyonema- zone | Bryograp- tus-zone Dictyo- nema-z. } 2e | | |
| Obolus-kon- glomerat | | | | | Podstam sandstone (Saratogian) |
| | Peltura-zone | Acerocare - zone Cyclognathus- Peltura- Eurycare- Parabolina- Olenus gibbosus- zone | Peltura-zone 2d Eurycare- „ 2c Parabolina-z. 2b Olenus, Agnos- tus-zone 2a | Lingula flags | |
| | Forchhammeri- zone Tessini-zone Oelandicus-zone | Forchhammeri- zone Tessini-zone | Forchhammeri- zone 1d Tessini-zone 1c | Menevian | St.-John or Acadian |
| Tessini-zone Oelandicus- zone | Fucoid-Sandst. Eophyton- Sandstein | Olenellus-Sand- stein | Konglomerat 1b Urberg 1a | Harlech Grit | Georgian |

Quebec group of Canada

järgneb diktüoneema-kihile harilikult roheline glaukoniit-liiv, kuid mingist diskordantsist nende vahel pole seni seal juttu olnud. Ölandil läheb diktüoneema-kildkivi pikkamööda ja ilma kindla piirita üle Ceratopyge-kildkiviks. Tõenäoliselt on olnud katkestus settumises ainult seal, kus puudub nn. Euloma-Niobe fauna (Ida-Balti, Kesk-Balti, Jämtland, Närke, Östergötland). Sellepärast paralleeliseerib Lamanski (37) täie õigusega meie glaukoniit-ladet (liiv ja lubjakivi) alles Phyllograptus-kildkivi ning Planilimbata ja Limbata- lubjakividega.

Inglismaa ja Põhja-Ameerika lademeiga võrdlemisel lepime ainult kõige üldisemate paralleelidega. Inglismaal läheb ordoviitsiumi lademe järjekord ja välimus juba tublisti Skandinaavia omadest lahku. Kõnealusel ajastul on Inglismaa olnud intensiivse vulkaanilise tegevuse alaks, ja kambriumi ning ordoviitsiumi lademeis moodustavad tähtsa osa vulkaanilise tuha ja laava kihid ning vahe-lademed. Kambriumi ja ordoviitsiumi ladestu jagatakse siin järgmisesse rühmadesse (kõrval on vastavad Skandinaavia lademed):

| Inglise: | | Skandinaavia: |
|------------------|------------------|---------------------------|
| Arenig | Ordovicianum | Orthocerenkalk |
| Skiddaw-slates | | Phyllograptus-skiffer |
| Tremadoc { | | Ceratopygekalk |
| | Shinetone-shales | Ceratopygeskiffer |
| { | Cambrium | Dictyonemaskiffer |
| Dictyonema-shale | | Olenidskiffer |
| Lingula flags | | Paradoxidesskiffer |
| Menevian | | Alam-kambriumi liivakivid |
| Harlech-Grit | | |

Meie diktüoneema-kildkivile vastav kiht moodustab siin alam-ordoviitsiumi Tremadoc-lademe alumise osa.

Põhja-Ameerika kambriumi lademed lahknevad Euroopa omadest sellega, et siin puudub lade iseloomulise trilobiidiga *Olenus*. Selle aset täidab aga trilobiit *Dicellosephalus*, mis esineb nn. Potsdam sandstone lademes. Viimast katab alam-ordoviitsiumi Quebec group ehk Canadian, mille alumist osa, Beekmantown limestone, tuleb paralleeliseerida meie Pakerorti lademega.

Tabelil lk. 42—43 on kokkuvõtlikult kujutatud eelpool kõne all olnud Põhja-Atlantika kambro-ordoviitsiumi settumisebasseini mitmesuguste alade (Ida-Balti, Skandinaavia, Inglise, Põhja-Ameerika) lademetete järjekord ja võrdlus.

7. Diktüoneema-kihi tekkimine ja vanadus.

Graptoliit-kildkiva, nende seas ka diktüoneema-kildkivi, on peetud seni süvamere moodustusiks. Selle põhjenduseks on toodud kivi peeneteralist koosseisu, fossiilide vähesust ja üheaolisust ning ühe ja sama liigi levimist äärmiselt laiadel aladel. Lamanski otsustab isegi sellelt vaatepunktilt Ida-Balti ja Skandinaavia siluuri-aladel toimetulnud transgressioonide ja regressioonide üle (37, p. 134, 135). Ka Eesti geoloogid näisid kõige hiljema ajani sellel arvamisel olnud olevat, — ja nii seisiski kogu aeg tähelepanemata õieti silmatorkav asjaolu, et diktüoneema-kildkivi on meil tihedas ühenduses obolus-liivakiviga, mille rannalähedase tekkimise üle ei või olla mingit kahtlust. Diktüoneema-kihid vahelduvad lademe alumises osas mitmekordselt obolus-liivaga, ja oletada sama mitmekordset süva- ja madal mere vaheldust oleks vaevalt võimalik.

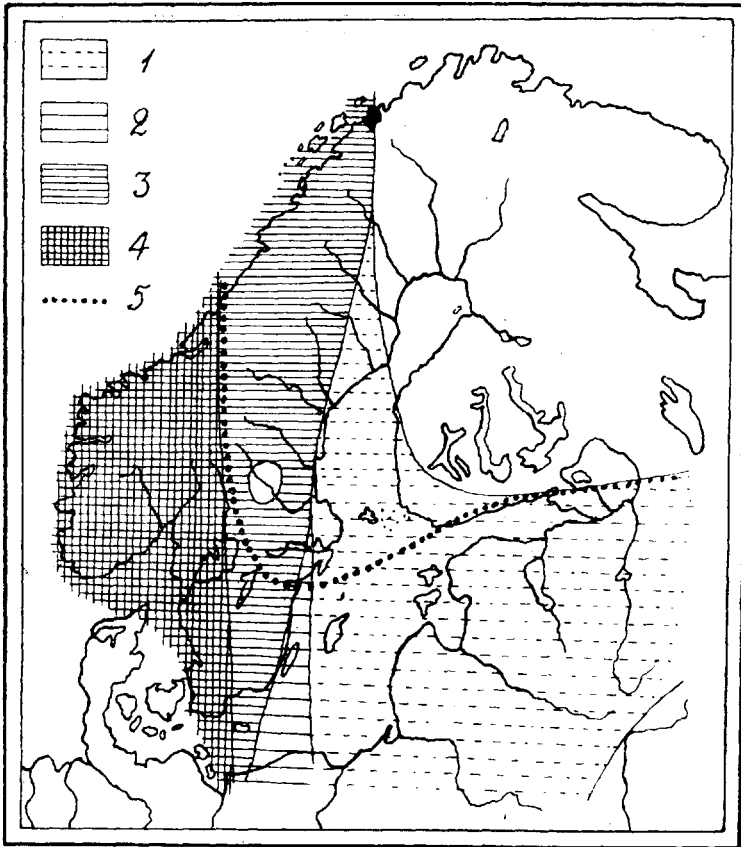
1921 a. ilmus H. Bekker'i dissertatsioon (59), kus diktüoneema-kildkivi on nimetatud juba madal mere setteks (p. 12). Umbes samal ajal avaldas seda arvamist ka prof. H. Scupin Tartu Loodusuurijate Seltsi koosolekul 27. oktoobril 1921 a. peetud kõnes: „Ist der Dictyonema-Schiefer eine Tiefseeablage rung?“¹⁾

Sellega pole muidugi otsust antud kõikide graptoliit-kildkivide kohta. Suurem jagu neist on kahtlemata süvamere (õigemini sügavama litoraalse ala) moodustused, sest läbi kogu kambriumi ja osalt ka ordoviitsiumi ajastu kestnud meri, kus settusid üksteiseks pidevalt üleminevad kildkivi lademed (Norras, Skånes) ja kus valitses imeväärne fauna ühtlus laiadel aladel, võis olla ainult süvameri. Ida-Balti ala oli aga diktüoneema-kihi settumisel isesuguseis tingimuses. Kõige tõenäolisem on, ja seda arvab ka prof. Scupin, et settumise basseiniks olid siin süvamerelest leetseljakuiga eraldatud madalad laguunid, mille stagnee-

1) Sitzungsber. Dorpat. Naturforsch. Ges. XXVIII, 1921, p. XIX.

riivas vees elutses ainult rikkalik *Dictyonema flabelliforme* fauna ja vahest ka vetikad. Settuvaks materjaliks olid mõne ortoklaasirikka ürgkiviiliigi (Soome kaljualuspõhjust?) peened murenemisaadused, mis tihedasti seganesid põhjavajuvate orgaaniliste jäänustega. Merepinna kõikumiste tagajärjel astusid need laguunid vahetevahel lahtise merega ühendusse, ja siis kattis orgaanilisest jäänuseist tekkinud õhukest sapropeliidilist diktüoneemakihti rannaliiv. Sarnane merest eraldumine ja sellega uuesti ühinemine sündis mitmekordselt, kuni viimaks basseini muutus kauemaks ajaks sügavamaks laguuniks, milles tekkis diktüoneemakihi ülemine, ilma liivaste vahekihtideta peamass.

Katsume nüüd lähemalt määrata meie diktüoneemakihi settumis-basseini ligikaudsed piirid ja vahekorra Skandinaavia basseini (14. joon.). Alam-kambriumi meri, milles settus sinisavi ja hiljem, mere taganemisel lääne poole, vastavad liivakivid Skandinaavias, ja milles Dalarne esines saarena, taganes kõige varem Ida- ja Põhja-Balti aladelt, nimelt alam-kambriumi lõpul, kuna muil aladel tekkisid samal ajal isesugused settumise tingimused. Nimelt hakkas basseinis seniste savide ja liivakivide asemel moodustuma kildkivi, mis ulatub pea ilma petrograafiliste muutusteta kuni ülem-kambriumi lõpuni. Kogu see aeg püsis Eesti mandrina. Kesk-kambriumi lõpul jõudis regressioon Olandi saareni, ja ülem-kambriumi lõpuks oli meri taganenud ka Kesk-Balti, Närke, Jämtlandi, Östergötlandi (?) ja osalt ka Västergötlandi aladelt, ning meri püsis veel ainult Västergötlandis, Skånes, Norras ja kaugemal läänes. Järjekorralise lademena esinevad obolus-liivakivid ja -konglomeraadid on uue, ida sihis liikuva transgressiooni tundemärgiks. Merest jäid siiski katmata Kesk-Balti siluuri-ala, Närke, Jämtland, osalt Västergötland ja, muidugi, ka Dalarne, sest siin puuduvad obolus-diktüoneema ja Ceratopyge-lademed. Ühtlasi tuli basseinis toime teistkordne settumistingimuste muutumine, sest ilmuvad esimest korda graptoliidid ja nimelt *Dictyonema*. Võiks oletada, et see oli ühenduses basseini üldise madaldumisega, millele pakuvad vahest kõige paremat tõendust Eesti diktüoneemakihi iseärasused, mis on seletatavad ainult madalmerega. Nüüd tõuseb huvitav küsimus, kui kaugemale ulatus meie alal obolus-diktüoneema-transgressioon. Kindel on, et meri lähenes läänest ja täitis kõige pealt praeguse Soome lahe aseme, mida arvatakse juba prekambriumis moodustunud olevat. Siit tungis ta aega-



14. joonis. Balti kambro-ordoviitsiumi settumisbassein:

- 1 — alam-kambriumi regressiooni ala.
- 2 — kesk- " " "
- 3 — ülem- " " "
- 4 — ordoviitsiumi meri enne obolus-diktüoneema transgressiooni.
- 5 — obolus-diktüoneema transgressiooni kirdepiir.

Fig. 14. Sedimentationsbassin des Baltischen Kambro-Ordovicium:

- 1 — Unterkambrisches Regressionsgebiet.
- 2 — Mittelkambrisches " "
- 3 — Oberkambrisches " "
- 4 — Das Ordovicium-See vor der Obolus-Dictyonema-Transgression.
- 5 — Nordostgrenze der Obolus-Dictyonema-Transgression.

mööda ümbruskonda edasi, ja kattis esiteks kambriumi räni-liivakivi ning kaugemal kagus (Pihkva kub.) otsekohe sinisavi. Transgressiooni ulatust selles sihis on raske määrata, kindlad on ainult kaks punkti — Pihkva kub. Kunitsõ küla ja Minski kub. Rava-

nitschi küla. Viimases on diktüoneema-kiht juba tublisti liivakas mis näitab vahest randjoone lähedust. Karpinsky¹⁾ jätkab ordoviitsiumi mere piire idas kuni Uurali mägedeni, kuid vaevalt ulatas see nii kaugele ajastu algul, kui settus diktüoneema-kiht. Settumise tingimused kogu selles laias basseinis polnud mitte ühtlased, nagu seda näitab kihi vahelduv tüsedus ja petrograafiline iseloom ning kohati suidumine (Narwa, Jamburi).

Obolus-liivakivi ja diktüoneema-kildkivi tekkimise ajal valitsenud olukordadest oli jutt juba eespool. Kauemat aega püsinud suuremas laguunilaadilises basseinis moodustus meie diktüoneema-kihi peamass, mis muutus viimati kas mandriks või sai eraldatud läänepoolsest pea-basseinist, ja viibis seesuguseis tingimuses kogu see aeg, mil läänepool moodustusid nn. *Euloma-Niobe* faunat sisaldavad lademed (Ceratopyge-lademed). Selle järele hakkas meri uuesti laienema, ujutas üle seni mandrina (või saartena) esinenud Jämtlandi, Dalarne, Närke, Östergötlandi ja Ida-Balti ala. Dalarnes oli see üldse esimeseks transgressiooniks. Neil uutel transgressiooni aladel esinevad setteina igalpool glaukoniidi-rikkad liiva või lubjakivi lademed, mis annavad jällegi tunnistust settete litoraalsest iseloomust. Eestis ei ulatunud transgressiooni piir esialgu endisest palju kaugemale, sest glaukoniit-liiva tüsedus vastab diktüoneema-kihi omale ja suidub ühes sellega Narva ja Jamburi kohal. Diktüoneema-kihi pealispind on paiguti erodeeritud (11. joon.), nähtavasti oli kiht neis kohtades ulatunud üle merepinna. See nähtus esineb peaasjalikult Kirde-Eestis, kus diktüoneema- ja glaukoniit-liiva kihid on õhemad. Alles järgneva glaukoniit-lubjakivi moodustumisel paisutas meri oma piirid laiemale ja kõigil Skandinaavia aladel hakkasid esinema sarnanevad tingimused, mis ühtlustusid täiesti järgneva *Orthoceras*-lubjakivi settumisel.

Võtame viimati kõne alla diktüoneema-kihi vanaduse (geoloogilise ea) küsimuse, ehk teisiti öeldes, püüame selgitada, kuhu tuleks seada kambriumi — ordoviitsiumi piir.

Diktüoneema-kiht on ühenduses kahe suurema transgressiooniga ning fauna muutusega. Esimese tähiseks on obolus-konglomeraat ja graptoliitide ilmumine, teist tunnistavad samuti

1) A. Karpinsky, Übersicht der physico-geograph. Verhältnisse des Europäischen Russlands während der verfloßenen geologischen Perioden. Beitr. z. Kenntn. d. Russ. Reiches, III. Folge, IV. Bd., St. Petersburg 1888.

erosiooni jäljed ning trilobiidi *Megalaspis*'e esile tulek. Vahepealne *Euloma-Niobe* fauna (kus ta esineb) on aga tihedas ühenduses diktüoneema-kildkiviga (26) ja tuleb lugeda sellega ühiseks lademeks. Kambriumi — ordoviitsiumi piiri võiks seada järjekult kas Peltura-vöö ja diktüoneema-kihi vahele või *Euloma-Niobe* (Ceratopyge) lademest kõrgemale. Kus aga kihtide seeria on pidev ja katkestamatu (Norra, Skåne, Västergötland), seal on piiri määramisel mõõduandvad ainult fauna vaheldused.

Ma ühinen täiesti Mobergi (27,34) Lamanski (37), Bekkeri (61) j. t. arvamisega ja pean kõige kohasemaks lugeda ordoviitsiumi algust suurest transgressionist, mil tekkis oboluskonglomeraat ja -liivakivi, nii et diktüoneema-kiht moodustaks ühes obolus-liivakiviga Baltikumi alal ordoviitsiumi kõige vanema (alumise) lademe. See piir on iseäranis tähendusrikas just meie (Ida-Balti) ala kohta, sest sellega algas siin mere valitsus ja uus sedimentatsioon peale kauakestnud mandri ajajärku. Teine, hilisem transgressioon (glaukoniit-liiva moodustumine) tõi aga esile ainult vähemaid kohalisi randjoone nihkumisi, ega pole ka mingi silmatorkava fauna muutusega ühenduses.

Untersuchung des Dictyonemaschiefers in Estland nach Entstehung, Alter und Verbreitung.

(Referat.)

Die vorliegende Arbeit enthält eine eingehendere Untersuchung des in Nord-Estland auftretenden und zum Kambro-Ordovicium gehörigen Dictyonemaschiefers. Nach einer Einleitung und einem entsprechenden Literaturverzeichnis folgt im 1. Kapitel ein historischer Überblick der bis jetzt erschienenen Angaben und Untersuchungen über diese Schicht, angefangen von den ersten am Ende des XVIII. Jahrhunderts erschienenen Arbeiten bis zur Gegenwart. Hieraus ersehen wir, dass die ersten Daten über die Brennbarkeit des Dictyonemaschiefers aus dem Jahre 1809 stammen (4)¹⁾. Im Jahre 1838 (5, 6) werden mit ihm die ersten Versuche einer technischen Ausnutzung angestellt, die aber ein negatives Resultat ergeben.

Im Jahre 1840 findet Eichwald (7) das charakteristische Fossil *Dictyonema flabelliforme*, und vergleicht die Schicht mit dem englischen Wenlock-Schiefer. Im J. 1844 parallelisiert Oser-sky (11) sie mit den Caradoc-Schichten Englands. Im J. 1858 beschreibt F. Schmidt in seiner grundlegenden Arbeit (13) genauer die Ausbreitung und Mächtigkeit des Dictyonemaschiefers an verschiedenen Stellen und rechnet ihn zum Kambrium. Zum Ordovicium rechnet ihn als erster Moberg (26, 27), dem sich später Lamansky (37) und Bekker (59, 61) anschliessen.

Der Dictyonemaschiefer tritt in Estland nur am nord-est-ländischen Glint und den in ihn erodierten Tälern und Schluchten zum Vorschein. Der Glint, der wahrscheinlich eine Abrasionsterrasse des postglazialen Meeres ist, erstreckt sich kontinuierlich in west-östlicher Richtung von Baltischport bis Narwa und von dort weiter, undeutlicher ausgedrückt, über Jamburg, vorbei am Ladoga-See, ungefähr bis zum Onega-See.

1) Die entsprechende Nummer des Literaturverzeichnisses, S. 5.

Den Glint bilden folgende Schichten (ihre nähere Beschreibung steht im 4. Kapitel):

| Forma- tion | Benennungen nach Raymond-Bekker. | Zeichen | Benennungen nach Schmidt. |
|-------------------------|--|--|---|
| Unteres Ordovici- um | Revaler Stufe . . . | C ₁ b. | Echinosphäriten-Kalk. |
| | Asserinsche Stufe . | C ₁ a. | Obere Linsenschicht. |
| | Kundasche Stufe . . } | B ₃ b. B ₃ a. | Vaginatenskalk. Untere Linsenschicht. |
| | Baltischporter Stufe } | B ₂ b. B ₂ a. B ₁ | Expansus-Kalk. Planilimbata-Kalk. Glaukonit-Sand. |
| | Packerorter Stufe. . | A ₃ | Dictyonema-Schiefer. |
| Kam- brium | Quarz-Sandstein . . | A ₂ | Unguliten-Sandstein. |
| | Mesonacis-Zone . . . } Blauer Ton } | A ₁ | Blauer Ton. |

Das 3. Kapitel enthält eine eingehendere stratigraphische Beschreibung des Dictyonemaschiefers, erläutert durch eine geologische Übersichtskarte des Glintes sowie Profile. Die ersten Spuren des Dictyonemaschiefers treten im Westen am Strande von Odinsholm und Dagerort in Form von vom Meere ausgeworfenen Scherben und Plättchen auf. Die Schicht selbst liegt hier unter dem Meeresspiegel und tritt erst auf der Halbinsel Baltischport zum Vorschein. Hier bildet sie zuerst einen schmalen Strandstreifen zwischen dem Meer und der Strandterrasse, um nördlicher schon als unterste Schicht dieser Terrasse aufzutreten. An der Spitze der Halbinsel, wo der ungefähr 21 m hohe Glint als steile Wand ins Meer hinabfällt, ist der Dictyonemaschiefer 4,5 m mächtig und liegt 7,8 m über dem Meeresspiegel. Danach können wir das allgemeine Fallen der Schicht berechnen, denn wir kennen den Ort, wo sie in der Höhe des Meeresspiegels liegt. Die Entfernung dieser beiden Punkte beträgt ungefähr 2100 m, der Höhenunterschied 7,8 m, folglich ist das Fallen 12'45", rund $\frac{1}{4}^{\circ}$ (Fig. 1 S. 18).

Der steile von den Wellen unterspülte Glint setzt sich auch auf der Ostseite der Halbinsel fort, hier flacher und zweistufig

werdend. Die untere am Meere gelegene Terrasse besteht aus kambrischem Quarzsandstein und dem unteren Teil der Obolus-schicht. Das sich zwischen ihnen befindende Grundkonglomerat liegt am Fusse der Terrasse, ungefähr in der Höhe der rezenten Abrasionslinie. Den Dictyonemaschiefer findet man stellenweise am Fusse der oberen Terrasse. Am Südeinschnitt der Lahe-pere-Bucht tritt der Glint als flacher Hang ins Land zurück und liegt unter Sandanhäufungen, die hier auch die Küste bedecken. Erst am Ostufer der Bucht, bei Laulasmaa, tritt er wieder deutlicher hervor, nach Norden zu immer steiler werdend. An der Mündung des Keila-Flusses ist ein ungefähr 2 km langer Einschnitt in den Glint erodiert, der jetzt mit alluvialen Sandanhäufungen gefüllt ist (Fig. 2 S. 19).

Beim Wichterpalu-Fluss hat sich eine breite Talung im Glint gebildet, die im Westen von einer deutlichen Terrasse begrenzt wird. Der Boden der Talung steigt allmählich in südöstlicher Richtung an und erreicht das Niveau des Glintes, so dass hier irgendwo der Dictyonemaschiefer in breiterer Ausdehnung zum Vorschein kommen müsste. Leider ist er aber durch die Vegetation verdeckt. An der steilen Kliffküste von Tischer, ungefähr 10 km westlich von Reval, kommt der Dictyonemaschiefer wieder zum Vorschein und bildet hier den oberen Teil des Kliffes, bedeckt von jüngeren losen Bildungen.

Die Stadt Reval liegt in einem niedrigen am Meere gelegenen Becken, wo die Schichten des Glintes bis auf den blauen Ton erodiert sind. Verschont von der Erosion ist nur der Domberg geblieben, dessen Oberfläche die Revaler Stufe bildet. Eine höhere Schwelle vereinigt den Domberg mit dem sandbedeckten Glint bei der Pernauschen Strasse. Angefangen von der Dörptschen Strasse tritt der Glint wieder deutlich zu Tage. Von hier aus kann man ihn in NE-Richtung bis hinter Kathrimental, über die Narwsche Strasse bis Marienberg verfolgen, wo er seine maximale Höhe erreicht und nach Osten abbiegt, den Südabhang der Brigittenflusstalung bildend. Der Dictyonemaschiefer liegt im mittleren Teil der Terrasse und schliesst sich bei der Narwschen Landstrasse und etwas südlicher in der sogenannten Wolfsschlucht auf (Fig. 3 S. 21). Auf der Halbinsel Wiems sehen wir wieder einen isoliert stehenden, inselartigen Teil des Glintes, den die Talung des Brigitten-Flusses vom übrigen Glint abtrennt.

Interessante Aufschlüsse des Dictyonemaschiefers eröffnen sich bei Hirro (10 km östlich von Reval), wo die Narwsche Landstrasse über den Brigitten-Fluss führt (Fig. 4 S. 22). Hier sind von der russischen Regierung grossartige Befestigungsarbeiten unternommen worden, und acht grosse, durchschnittlich 20 m tiefe Gräben (1—8) reichen durch den Kalkstein und Dictyonemaschiefer bis zum kambrischen Sandstein und sind miteinander durch unterirdische Gänge vereinigt. Fig. 5 S. 23 zeigt die Lagerung des Dictyonemaschiefers.

Östlich von Hirro können wir wieder zwei Terrassen verfolgen, die besonders deutlich beim Gute Ilgast zu Tage treten. Hier finden wir den Dictyonemaschiefer ungefähr 3 m mächtig, etwa 6—8 m hoch von der Baltischporter und Kundaer Stufe bedeckt. Von hier setzt sich der Glint bald als steilere, bald als flachere Stufe bis zum Jaggowal-Flusse fort, wo er sich unter den alluvialen Anhäufungen und Dünen verliert. Deutliche Profile kann man dennoch an den steilen Uferabhängen des Flusses sehen (Fig. 6 S. 23).

Weiter östlich ist der Glint flach und verdeckt. Beim Dorfe Kaberla tritt er noch einmal deutlicher hervor, wahrscheinlich von einem Teil des Obolussandsteins und den darauffolgenden Schichten bis zur Kundaschen gebildet, und wird am deutlichsten bei Zitter, wo er die Höhe von 28 m erreicht und 1,5 km vom Strande entfernt liegt. Östlich von Zitter liegt vor dem Glint eine Reihe von flachen weit nach Norden reichenden Halbinseln, deren Oberfläche aus jüngerem Material besteht und nirgends den Untergrund zeigt. Der Glint läuft hier als flache vom Meere abseits liegende Stufe fort, meist bewaldet und keine deutlichen Aufschlüsse aufweisend.

Eine weite Berühmtheit hat die Umgegend von Kunda durch die grossartigen Aufschlüsse an der vom Meere etwas abseits liegenden Strandterrasse und den steilen Flussufern erworben. Hier sind allerdings nur die alleruntersten Schichten des Glintes sichtbar, während der Dictyonemaschiefer erst südlicher in der zweiten Terrasse auftritt, die von hier weiter nach Malla und Asserin zu fortläuft. Bei Asserin vereinigen sich die beiden Strandterrassen wieder zu einem einheitlichen Glint (Fig. 7 S. 24). Die am Meeresufer an der Oberfläche gelegene Asserinsche und teilweise Revaler Stufe verflachen sich südlich bis zum Dictyonemaschiefer und Obolussandstein. An der Narwa-Revaler Landstrasse steigt die Oberfläche wieder in Form von

einer Stufe an, an deren Fuss stellenweise der Glaukonitkalkstein zum Vorschein kommt; auf ihn folgt die Kundasche Stufe. So liegt hier der Dictyonemaschiefer in weiterer Ausdehnung entweder gerade an der Oberfläche oder sehr nah davon entfernt.

Die erwähnte Terrasse bildet an der Mündung des Iseflusses wieder einen Einschnitt in den Glint, der mit dem Sande des früheren Flussdeltas angefüllt ist (Fig. 9 S. 25). Am Meeresufer, mitten in dieser Sandanhäufung, erhebt sich die einzige höhere und aus dem anstehenden Gestein bestehende rückenartige Erhebung, der sogenannte Hiimägi, dessen Oberfläche die Kundasche Stufe bildet, während rund herum der Boden bis auf den Quarzsandstein erodiert ist. An den Flussufern treten vom Meere her kommend nacheinander der kambrische Sandstein, die zwischenliegenden Schiefer- und Glaukonitschichten und schliesslich die Kalksteine zum Vorschein. Die Dictyonemaschicht sehen wir an einem frischen Aufschluss, der auf den beigefügten Photographien (Fig. 10, 11 S. 26, 27) ein kompliziertes Profil aufweist. Unter anderem ist hier deutlich die diskordante Lagerung des Glaukonitsandes auf der Dictyonemaschicht zu sehen (Fig. 11).

Entsprechend dem Fallen der Schichten liegt der Dictyonemaschiefer an den Hängen des Flusstales nach Süden zu immer niedriger und niedriger und erreicht schliesslich bei der Nigula-Mühle den Wasserspiegel des Flusses. Der Untergrund der östlich vom Flusse gelegenen flacheren und von Deltasand angefüllten Niederung scheint von Glaukonitschichten und zum Meere zu vom Dictyonemaschiefer, sowie dem Obolus- und kambrischen Sandstein gebildet zu sein. Letzterer ist an der beim Dorf Moldowa befindlichen Terrasse sichtbar (Fig. 12 S. 28), während man am Rande der oberen Terrasse die Kundasche Schicht findet. Da die Oberfläche zwischen diesen beiden Stufen sich allmählich verflacht, so müsste der Dictyonemaschiefer hier als verhältnismässig breiter Gürtel auftreten. Er kommt aber unter den losen Anhäufungen und der Pflanzendecke nirgends zum Vorschein.

Beim Gute Sackhof vereinigen sich die beiden Terrassen wieder und setzen sich als höherer Glint über Ontika und Walaste bis Toila und Oru, die in der Mündung des Heiligen-Flusses liegen, fort. Bei Ontika erreicht der Glint seine maximale Höhe — 55,6 m, und die Mächtigkeit des Dictyonemaschiefers beträgt hier 2,5—8 m in einer Höhe von

35 m über dem Meeresspiegel. An der Mündung des Heiligen-Flusses hat sich wie gewöhnlich ein Einschnitt in den Glint gebildet, der bis zum Dorfe Raustfer reicht. Zwischen Toila und Oru fällt der Glint in 2 Stufen zum Flusse ab, von welchen die obere aus Kalken der Kundaschen und Baltischportischen Stufe, die untere aber aus dem Quarzsandstein gebildet sind. Der dazwischenliegende Dictyonemaschiefer tritt nirgends zum Vorschein, liegt aber wahrscheinlich am Fusse der oberen Stufe. Östlich von Raustfer hebt sich der Glint wieder und erreicht bei Peuthof wieder sein vollständiges Profil. Nun folgt ein zweiter Einschnitt bei Sillamägi und Kannuka an der Mündung des Sottküla-Flusses, wo man wiederum zwei Stufen findet, deren Zwischengrenze ungefähr der Obolusandstein und der Dictyonemaschiefer sind. Bei Waiwara, Utria und Mereküll nimmt der Glint noch einmal die Gestalt einer steilen Wand an, die Dictyonemaschicht wird jedoch immer dünner und dünner und beginnt allmählich auszukeilen. Östlich von Mereküll tritt der Glint vom Meere zurück und setzt sich, von Sandanhäufungen bedeckt, als flacher Hang bis Narwa fort, wo der Dictyonemaschiefer vollständig verschwunden ist (Fig. 13 S. 29). An seiner Stelle liegt bloss eine dünne Schicht bräunlichen Tons, der nach Holm auch *Dictyonema flabelliforme* enthält.

Von Narwa reicht der Glint weiter nach Osten ins Petersburger Gouvernement bis zu dem Ladoga- und Onega-See. Hier kommt der Dictyonemaschiefer wieder zum Vorschein und erreicht bei Koporje sogar seine maximale Mächtigkeit — 6 m.

Die Ausbreitung des Dictyonemaschiefers westlich von Estland ist im 6. Kapitel erörtert. Wie weit in den Süden er unter den anderen Schichten reicht, ist nicht festgestellt. Jedenfalls ist er bei Hapsal noch vorhanden, wo er bei Bohrungen in einer Mächtigkeit von 2,5 m gefunden worden ist (46). Im Pleskauschen und Minsker Gouvernement hat Karpinsky (25, 29) einzelne Aufschlüsse entdeckt.

Das 4. und 5. Kapitel enthalten eine eingehendere Beschreibung der Petrographie und der chemischen Zusammensetzung des Dictyonemaschiefers, sowie der in ihm gefundenen Fauna. Der Verfasser meint, dass der von F. Schmidt genannte *Bryograptus Kjerulfi* in Estland nur an einzelnen Stellen in den obersten Lagen des Dictyonemaschiefers vorkomme, während

eine kontinuierliche Bryograptus-Zone wahrscheinlich zum grössten Teil wegerodiert sei.

Im 6. Kapitel wird die Aufeinanderfolge und der Charakter der Schichten der Silurgebiete Skandinaviens, Englands und N.-Amerikas behandelt, was in der beigegeführten Tabelle (S. 42—43) zusammengefasst ist. Um den Vergleich mit den Kambro-Ordovicium-Schichten Estlands zu erleichtern, sind die entsprechenden skandinavischen Schichten folgendermassen gruppiert:

4. Ordovicium.

b) Orthoceras-Kalk (Planilimbata-, Limbata-, Lituit- u. s. w. Kalk).

a) Der untere Graptolithen-Schiefer (Phyllograptus-schiefer).

3. Die Übergangsschichten zwischen Kambrium und Ordovicium.

c) Ceratopyge-Kalk.

b) Ceratopyge-Schiefer.

a) Dictyonema- und Bryograptus-Schiefer.

2. Kambrische Schiefer.

b) Olenus-Schiefer (Oberes Kambrium).

a) Paradoxides-Schiefer (Mittleres Kambrium).

1. Unter-kambrische Sandsteine.

Die sogen. Eophyton- und Fucoiden-Sandsteine oder Olenellus-Schichten.

Urberg.

Die Schichten 3a, b und c sind zu einer besonderen Gruppe vereinigt worden, weil gerade in diesen Schichten die grössten Unterschiede zwischen den einzelnen Silurgebieten vorkommen. Deshalb gehen auch die Meinungen verschiedener Autoren in betreff der Grenze zwischen Kambrium und Ordovicium auseinander. Die darunterliegenden Schiefer werden mit Bestimmtheit und einstimmig zum Kambrium, und die darüberliegenden zum Ordovicium gerechnet.

Die obige Tabelle mit der Reihenfolge der Schichten in Estland vergleichend, finden wir im allgemeinen eine völlige Übereinstimmung. Auch in Estland bilden die unterkambrischen Tone und Sandsteine die Unterlage der Formation, auch was die Fossilien anbetrifft denjenigen von Skandinavien gleichend. Die mittel- und oberkambrischen Schichten mit Para-

doxides und Olenus fehlen in Estland vollständig, während auf der Grenze von Kambrium und Ordovicium wieder in entsprechender Weise der Dictyonemaschiefer liegt. (Vielleicht auch die Bryograptus-Zone?)

Der unter dem Dictyonemaschiefer liegende und früher zum oberen Kambrium gezählte Obolussandstein bildet eigentlich mit dem Dictyonemaschiefer eine gemeinsame Zone und ist nur das Kennzeichen des Anfangs einer Transgression nach einer langdauernden Festlandsperiode. Natürlich fehlt diese Ablagerung in den skandinavischen Gebieten, wo während der ganzen kambrischen Periode Meer war und der Olenusschiefer direkt in den Dictyonemaschiefer übergeht (Norwegen, Schonen, Västergötland). Ebenso fehlen der Obolussandstein und der Dictyonemaschiefer da, wo am Ende des oberen Kambriums eine Festlandsperiode einsetzte, und der Peltura-Zone direkt eine jüngere Schicht folgt (Jemtland, Nerike, Mittel-Baltisches Silurgebiet und Wåmb in Västergötland). Stellenweise finden wir aber zwischen dem Dictyonemaschiefer und der Peltura-Zone Sandsteine oder Konglomerate, die man mit dem Obolussandstein Estlands vergleichen kann. Als solche treten auf in Öland das Oboluskonglomerat, sich direkt auf den mittelmkambrischen Schichten ausbreitend, im Nord-Baltischen Silurgebiet der Obolussandstein, der dem unterkambrischen Olenellus-Sandstein folgt, und in Östergötland Sandsteine mit Brachiopodenresten (vielleicht Obolus). Das Oboluskonglomerat von Dalarne ist wahrscheinlich jünger, als die Pakerorter Stufe in Estland, denn ihm folgt unmittelbar der Glaukonitkalkstein und der Phyllograptusschiefer. Es scheint zur Zeit der Transgression entstanden zu sein, als die erodierte Oberfläche des estländischen Dictyonemaschiefers sich mit Glaukonitsand zu bedecken begann. Von dieser Transgression sind aber in Skandinavien bis jetzt keine Spuren beschrieben worden. In Östergötland folgt, wie gewöhnlich, der grüne Glaukonitsand auf den Dictyonemaschiefer: eine Diskordanz dieser Schichten wird in der Literatur nicht erwähnt. In Öland geht der Dictyonemaschiefer allmählich ohne scharfe Grenze in den Ceratopyge-Schiefer über. Scheinbar ist eine Unterbrechung der Sedimentation nur dort aufgetreten, wo die sogenannte Euloma-Niobe-Fauna fehlt (Ost- und Mittel-Baltisches Silurgebiet, Jemtland, Nerike, Östergötland). Deshalb parallelisiert L a m a n s k y (37) mit vollem Recht unsere

Glaukonitschichten (Sand und Kalkstein) erst mit dem skandinavischen Phyllograptus-Schiefer und Planilimbata- sowie Limbata-Kalk.

Das 7. Kapitel behandelt die Entstehung und das Alter des Dictyonemaschiefers. Er, wie überhaupt die Graptolithenschiefer, ist bis jetzt für Tiefseeablagerungen gehalten worden, ungeachtet der auffallenden Tatsache, dass der Dictyonemaschiefer in Estland in enger Verbindung mit dem Obolussandstein steht, über dessen Entstehung als Küstenablagerung kein Zweifel sein kann. Erst im Jahre 1921 erklärten H. Scupin¹⁾ und H. Bekker (59) den estländischen Dictyonemaschiefer für eine Flachwasserablagerung. Am wahrscheinlichsten ist, dass das Ablagerungsbassin von der Tiefsee durch Sandbänke abgetrennte flache Lagunen waren, in deren stagnierendem Wasser sich eine reiche Fauna von *Dictyonema flabelliforme* und vielleicht auch einige Algen entwickelt hatten, während das Ablagerungsmaterial von einigen orthoklasreichen Gesteinsarten (Finnlands Felsgerüst) geliefert wurde, deren feine Verwitterungsprodukte sich dicht mit den zu Boden sinkenden organischen Resten vermengten. Infolge von Schwankungen des Meeresspiegels traten diese Lagunen von Zeit zu Zeit mit dem offenen Meer in Verbindung und dann wurde die dünne aus organischen Resten entstandene sapropelitische Dictyonemaschicht von Sand bedeckt. Solch ein Wechsel zwischen Trennung und neuer Vereinigung mit dem Meer ist mehrere mal vor sich gegangen, bis schliesslich das Bassin auf längere Zeit zur tieferen Lagune wurde, und sich die Hauptmasse des Dictyonemaschiefers, ohne Sandzwischenlagen, ablagerte.

Der Entwicklungsgang dieses Ablagerungsgebietes wäre in allgemeinen Zügen folgendes (Fig. 14 S. 47). Das unterkambrische Meer, in dem sich in Estland der blaue Ton und die ihm entsprechenden Sandsteine Skandinaviens ablagerten, und in dem Dalarne eine Insel darstellte, zog sich zuallererst aus dem Nord- und Ost-Baltischen Gebiet zurück, und zwar am Ausgang des unteren Kambrium, während in den anderen Gebieten andere Ablagerungsbedingungen entstanden (Schiefer an Stelle von Sandsteinen). Diese ganze Zeit über war Estland Festland. Am Ende des Mittelkambriums erreichte die Regression Öland, und am Ende des oberen Kambriums war das Meer schon aus dem

1) Sitzungsber. Dorp. Naturforsch. Ges. XXVIII, 1921, p. XIX.

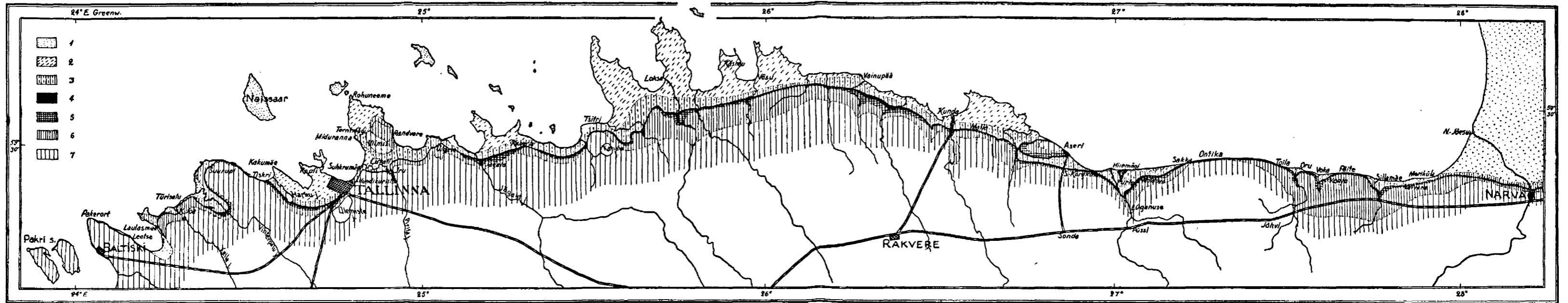
Mittel-Baltischen Gebiet, Nerike, Jemtland, Östergötland (?) und teilweise auch Vestergötland zurückgetreten und bedeckte nur noch einen Teil von Vestergötland, Schonen, Skandinavien, Norwegen und den weiteren Westen. Die folgenden Schichten von Obolussandstein und Konglomeraten sind die Kennzeichen einer neuen Transgression. Das Mittel-Baltische Gebiet, Nerike, Jemtland, Teile von Vestergötland (Wamb) und Dalarne blieben auch dann Festland. Zugleich trat auch eine zweite Veränderung der Ablagerungsbedingungen im Bassin ein: es erschienen zum ersten mal Graptolithen und zwar *Dictyonema*. Das Meer näherte sich Estland von Westen her und füllte vielleicht zuerst das Becken des Finnischen Meerbusens, das sich, wie man annimmt, schon im Prekambrium gebildet hat. Von hier aus drang es allmählich weiter nach Osten und Südosten ein. Die Ausdehnung der Transgression in dieser Richtung ist schwer zu bestimmen. Sicher sind nur zwei Punkte: das Dorf Kunitzy im Pleskauschen Gouvernement und das Dorf Ravanitschi im Minskischen. In letzterem ist der Dictyonemaschiefer stark sandig, was vielleicht auf die Nähe der Strandlinie deutet. Dass die Ablagerungsbedingungen in diesem ganzen weiten Gebiet nicht die gleichen waren, beweisen die Verschiedenheit der Mächtigkeit, des petrographischen Charakters und das stellenweise Auskeilen der Schicht (Narwa).

Das Bassin war vom westlichen Hauptbassin die ganze Zeit über getrennt, wo sich im Westen die die sogenannte Euloma-Niobe-Fauna enthaltenden Schichten (Ceratopyge-Schichten) bildeten. Danach erweiterte sich das Meer von neuem und überflutete die bis jetzt Festland (oder Inseln) gewesenen Jemtland, Dalarne, Nerike, Östergötland und das Ost-Baltische Gebiet. Für Dalarne war das die erste Transgression überhaupt. In Estland reichte die neue Transgressionsgrenze nicht viel weiter, als die frühere, denn die Mächtigkeitsverhältnisse des Glaukonitsandes entsprechen denjenigen des Dictyonemaschiefers, und sie keilen beide bei Narwa und Jamburg aus. Die Oberfläche des Dictyonemaschiefers ist stellenweise erodiert, wahrscheinlich hat sie hier über den Meeresspiegel hinaus gereicht. Erst während der darauffolgenden Bildung des Glaukonitkalkes erweiterte sich das Meer stärker, und in allen skandinavischen Gebieten setzten ähnliche Bedingungen ein, die sich bei der Ablagerung des Orthocerenkalkes vollständig ausgeglichen hatten.

Was das geologische Alter des Dictyonemaschiefers anlangt, so schliesst sich der Verfasser vollständig der Ansicht von Moberg (27, 34), Lamansky (37), Bekker (61) u. a. an, die die grosse Transgression, während der sich das Oboluskonglomerat und der Sandstein bildeten, für den Anfang des Ordoviciums halten, so dass der Dictyonemaschiefer im Verein mit dem Obolus-sand die älteste Stufe des baltischen Ordoviciums bildet. Diese Grenze ist gerade für's Ost-Baltische Gebiet besonders bedeutungsvoll, denn damit begann hier das Herrschen des Meeres und eine neue Sedimentation nach einer langen Festlandsperiode. Die zweite, spätere Transgression verursachte dagegen nur kleine Verschiebungen der Strandlinie und hatte auch keine auffallende Faunaveränderung zur Folge.

Põhja-Eesti paekalda geoloogiline ülevaate-kaart. — Geologische Übersichtskarte des nordestländischen Glintes.

1 : 600 000



**Kam-
brium**

1 — Kvartaär.
2 — sinisavi (aluspõhjane).
3 — valge ränliivakivi ja obolus-
liivakivi.

**Alam-
ordovitsium**

4 — diktioneema-kiht.
5 — Baltiski lade (glaukonit-liiv ja
lubjakivi).
6 — Kunda lade.
7 — Aseri ja kõrgemad lademed.

**Kam-
brium**

1 — Quartär.
2 — Blauer Ton (als Untergrund).
3 — Quarz-Sandstein und Obolus-
Sandstein.

**Unteres
Ordovicium**

4 — Dictyonema-Schiefer.
5 — Baltischportsche Stufe (Glaukonitsand
und -kalk).
6 — Kundasche Stufe.
7 — Asserinsche und hangende Stufen.

Sis u.

| | Lhk |
|---|-----|
| Sissejuhatus | 3 |
| Kirjandus | 5 |
| 1. Ajalooline ülevaade | 9 |
| 2. Põhja-Eesti paekalda moodustavate kambriumi ja alam-ordoviitsiumi lademete ülevaade | 13 |
| 3. Diktüoneema-kihi üksikasjalisem stratigraafiline kirjeldus | 16 |
| 4. Kihi petrograafia ja kemism | 30 |
| 5. Fauna | 33 |
| 6. Diktüoneema-kihi võrdlus naabrusalade vastavate kihtidega | 37 |
| 7. Diktüoneema-kihi tekkimine ja vanadus | 45 |
| Deutsches Referat | 50 |

14 joonist, 1 kaart.
