

UDK 549.521.51:551.532.24:551.734.3:551.793:552.124.4(474.2)

*Anne-Liis KLEESMENT**, *Enn PIRRUS**, *Rudolf PUUSTUSMAA***

DEVONI RAUAKONKRETSIOONID VEERISTENA KVATERNAARISETETES

Lõuna-Eesti Põlva—Võru vahelisel alal leidub liustikujõgede kruusades rohkesti mitmesuguse kujuga götiidikonkretsioone. Neis sisalduva liiva mineraalne koostis on lähedane keskdevoni Burtneki lademe liivakivide omale, mistõttu on ilmne konkretsioonide pärinemine nende kivimite paljanditest Ahja jõe orus. Konkretsioonide suure hulga sattumist hilisemasse kruusa võis soodustada oru laiusesuunaline asend ja looklev kuju. Nimetatud tegurid võimendasid liustiku eksratsiooni selles piirkonnas.

Põlva—Võru vahelisel alal Lõuna-Eestis leidub teele veetud kruusas rohkesti mugula- või koorikukujulisi raudhüdrosiididest kujundatud tumepruune kivimkehi, mille päritolu kohta puudusid seni usaldusväärsed andmed. Esialgne uuring näitas, et need kivid pärinevad peamiselt Kari-oja orundis paiknevatesse oosidesse rajatud kruusavõtukohtadest — Marimäe ja Kuningamäe karjääridest (Pirrus, Puustusmaa, 1991). Välisilmelt võis neid pidada kohalikust aluspõhjast pärinevateks konkretsioonideks, kuid kuna teated niisuguste moodustiste kohta aluspõhjakiivimitest olid üpris napid (Девон и карбон Прибалтики, 1981, lk. 137), tuli pidada võimalikuks ka nende kaugemat, erraatilist päritolu. Leidude suur hulk kruusas viitas nende kivide üsnagi rikkale allikale mandrijää kulutustegevuse võõndis.

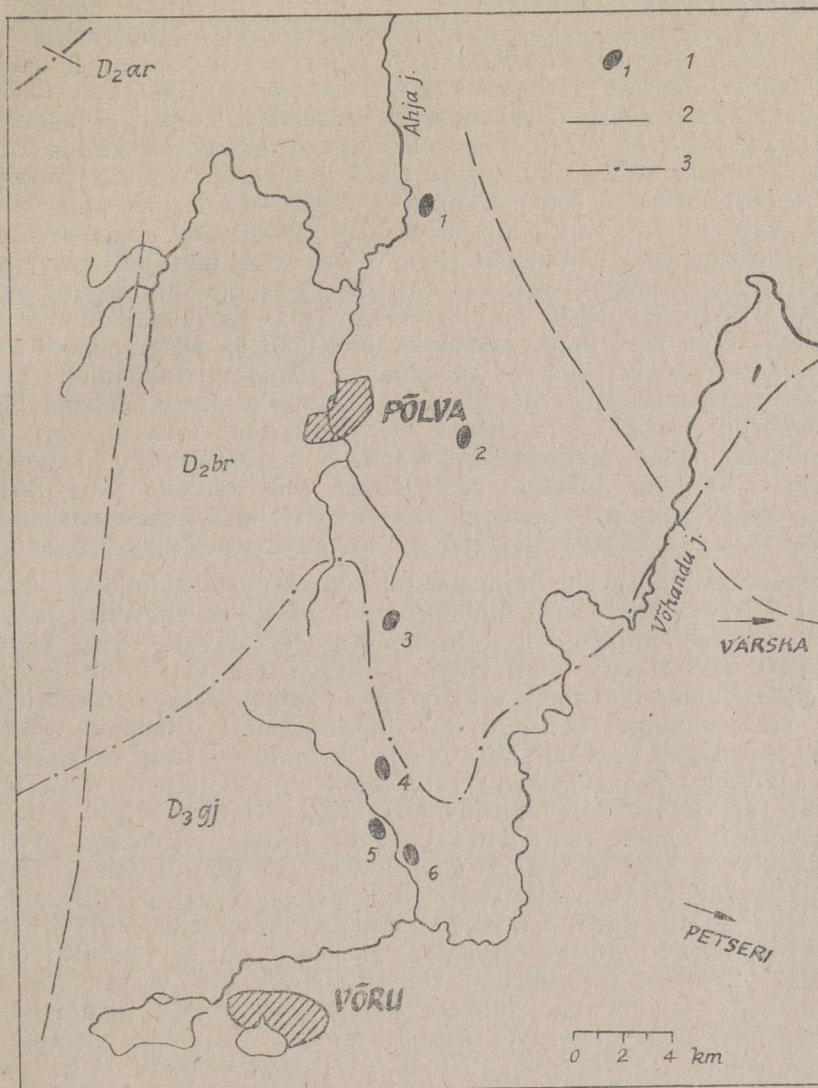
Probleemi edasisel uurimisel selgusidki mõned uued asjaolud. Piirkonna kruusakarjääride süstemaatiline ülevaatus näitas, et konkretsioonidega on rikastunud üsna kitsas meridionaalne võõnd piki Ora—Karijõe orundit (joon.). Lääne pool — Saverna kruusavõtukohtades — need kivid kaovad, ida pool puuduvad piisavad kontrollivõimalused, kuid üksikleidudest on teateid veel Värskast ja isegi Petseri lähikonnast.

Oluline on aga materjali iseloomu muutus põhjast lõunasse. Kui lõunapoolsemates leiukohtades (Kuningamäe, Marimäe, Lauga) esineb see ümbriskivimitest täielikult välja prepareerunud muguljate ümarvormide või ümardunud plaadikatketena, siis põhja pool lisanduvad suuremad vormitud lahmakad, nurgelised tükid ja kargjalt koorikulised karkassvormid, mille tühikutes võib näha ka kollaseks oksüdeerunud liiva. Kõige põhjapoolsemas, Kooskora leiukohas, Põlvast 7 km põhja pool, täheldati ka õhukesi, mõne millimeetri paksusi rauakoorikuid, mida võib leida ka Taevaskoja piirkonna Burtneki liivakivide paljandeist. Satuti isegi otsesele tõendile — rüükala hambale ühes plaatjas vormis.

* Eesti Teaduste Akadeemia Geoloogia Instituut, Estonia pst. 7, EE-0105 Tallinn, Estonia.

** Eesti Geoloogiakeskus, Piiri 5, EE-3053 Keila, Estonia.

Kivimaterjali ülevaatusel meenus E. Kurikule, et 1950. aastatel leidis ta ühest Taevaskoja ümbruse paljandist, praeguseks vee alla jäänud nn. Kindapäka mäelt suure konkretsioonilis-koorikulise moodustise mõõtmetega $1 \times 1, 1 \times 1,8$ m. Sellal ei pälvinud see küll rohkemat tähelepanu, kuid välipäevikusse tehtud detailjoonis ei jäta kahtlust, et niisugused moodus-



Devoni rauakongretsioonide leiud kvaternaari liustikujäsetetes.

1 — leiukohad (1 — Kooskora, 2 — Lutsu, 3 — Naruski, 4 — Lauga, 5 — Marimäe, 6 — Kuningamäe), 2 — kongretsioonide levikuala piir, 3 — Aruküla, Burtnieki ja Gauja lademe avamusalade piir.

Finds of Devonian iron concretions in Quaternary glaciofluvial sediments.

1 — Outcrops (1 — Kooskora, 2 — Lutsu, 3 — Naruski, 4 — Lauga, 5 — Marimäe, 6 — Kuningamäe), 2 — the distribution boundary of concretions, 3 — the distribution boundary of Aruküla, Burtnieki, and Gauja regional stages.

tised olidki lähteallikaks lähikonna kvaternaarisetetes esinevatele konkretsoonifragmentidele. Nimetatud uurija osutas veel teiselegi seesuguste konkretsoonide leiukohale, ja nimelt Riia lahe idarannikul, Burtnieki liivakivide avamuspiirkonnas. See näitab, et konkretsoonid neis kihtides olid regionaalselt laialdase levikuga ja et nende sattumine mandrijää poolt ümberpaigutatud kuhjatistesse on igati seaduspärane.

Peab aga märkima, et konkretsoonifragmentide koondumisel just Võru—Põlva vahelisse piirkonda pidi olema mingi eriline põhjus. Üks põhjusi võiks olla konkretsoonide erakordselt rikkalik moodustumine nimetatud piirkonna devoni kivimites, midagi postsedimentatsioonilise maagistunise taolist. Paraku ei ole meil selle kohta praegu faktandmeid. Andmete puudumine mõistagi ei tähenda, et konkretsoonikoldeid ei tasuks just siit sihikindlalt otsida. Vastupidi, konkretsoonifragmentide küllus kvaternaarisetetes lausa suunab uuringule. Kuid on olemas ka teine tähelepanu vääriv eeldus, nimelt geomorfoloogiline tegur. Mandrijää teele jäänud Ahja ürgorg oli oma aluspõhjajärsakutega kahtlemata intensiivsemaid eksaratsioonibarjääre liustikumassi teel — siit rebiti lahti palju kiviplukke ja pihustati need moreeni. Just Põlvast põhja pool on Ahja ürgorg järsult hambuliste loogetega. Need muutsid liikuva jää kokkupuutepinna aluspõhjajärsakutega 2—3 korda pikemaks, järelikult ka eksaratsiooni samavõrra intensiivsemaks, kui see avaldunuks lihtsama orukontuuri puhul. Siit võiski moreen kohaliku aluspõhja materjaliga oluliselt täieneda. Nimetatud materjal pudenes oma nõrga tsementeerituse tõttu kiiresti laiali ning vabastas endas leiduvad konkretsoonid ja rauakoorkud kaugemale kanduvate veeristena. Edasine rikastumine võis toimuda juba liustiku-jõgedes, mille voolusängides konkretsoonimaterjal koos Fennoskandiast pärineva tugevate aluskorraveeristega munakate põhimassi moodustab.

Konkretsioonide eneste kujunemispilti on kruusalasunditesse ümberpaigutatud fragmentide järgi muidugi raske taastada. On siiski selge, et tegemist on raudhüdrosiidide nõrgvormidega liivakivides. Seda kinnitab liivateradest karkassi säilimine kõigis götiidiga tugevasti tsementeerunud kehades. Sealjuures on konkretsooniprotsess kulgenud sageli selektiivselt, valides ümbriskivimist eelkõige jämedateralisemad vahekihid. Seetõttu kohtabki neis sageli 3—4 mm läbimõõduga kvartsi- või isegi päevakiviteri, samuti saviveeriseid ja üksikuid faunafragmente, mistõttu tsementeeritud materjali samastamine devoni tüüpikivimitega tekitaski algul kõhklusi. Jämepeurrurikkad mõne sentimeetri paksused läätsjad kihised on Burtnieki liivakivides siiski olemas ja konkretsoonilise götiidi ladestumine on nende paremaid filtratsioonitingimusi arvestades täiesti ootuspärane. Et götiidikuhjed moodustavad valdavalt kihilisust markeerivaid plaate (need ühinevad mõnikord mitmekorruselisteks karkassideks) ja tunduvalt vähemal hulgal kerajaid isomeetrilisi või mitmetsentrilisi vorme, siis võib arvata, et nende kujunemine leidis aset katageneetilisel teel, liivakivilasundis liikuva põhjavee toimel või koguni lasundi väljumisel maapinnale (Девон и карбон Прибалтики, 1981, lk. 137). Pole võimatu, et kuhjed on tekkinud üsnagi hiljuti, võib-olla isegi alles Ahja jõe orundi eksisteerimise ajal, markeerides ruarikaste vete kunagisi allikaid orunõlvadel. Sel puhul pole ka välistatud orgu täitvate kvaternaarisetete mõningane mõju konkretsooniprotsessile, kas või näiteks eri vanusega setendite kontaktivööndis omapärase geokeemilise barjääri moodustamise teel. Mingeid kindlamaid tõendeid selle kohta pole.

Pealegi näitab röntgenanalüüs, et götiit on neis moodustistes küll peitkristalliline, kuid selge kristallstruktuuriga, mis eristab teda kvaternaari-ajastu märksa amorfsema struktuuriga samalaadsetest ühenditest, näiteks tüüpilisest soorauast (Лауринсон, Пиррус, 1985). Spektraalanalüüsi andmetel on götiit siin ka mangaanivaene (0,06—0,25%), see viitab samuti konkretsoonide kujunemisele just põhjavete toimel.

Konkretsioonide tühimikes esineva pureda liiva lõimis ja mineraalne koostis
Granulometric and mineral compositions of sand filling the cavities of concretions

A. Granulomeetriline koostis, %

Nr.	Leiukoht	Iseloomustus	Tera suurus, mm			
			>0,25	0,25—0,1	0,1—0,05	<0,05
1.	Karjäär Põlvast põhja pool	Koorikuliste vormidele kleepunud liiv	9,0	18,0	72,0	1,0
2.	Lutsu karjäär	Liiv mitmekihilise koorikulise konkretsiooni-karkassi tühikutest	85,9	7,6	5,4	1,1
3.	„	„	74,9	20,0	4,4	0,7
4.	Marimäe karjäär	Liiv ümara konkretsiooni tuumataühimikust	71,4	17,1	8,6	2,9

B. Kerge fraktsiooni koostis, %

Nr.	Kvarts	Ortoklass	Mikrokliin	Plagioklass	Kaltsedon
1.	89,3	9,6	0,4	0,7	—
2.	94,6	5,4	—	—	—
3.	91,0	7,1	0,5	1,4	—
4.	90,9	8,3	—	0,4	0,4

C. Raske fraktsiooni üldkoostis, %

Nr.	Raudhüd- roksiid	Leuko- kseen	Ilme- niit	Vilgud, kloriit	Glauko- niit	Dolo- miit	Püriit	Läbipaist- vad alloti- geensed mineraalid
1.	71,6	1,2	11,1	2,4	—	6,1	—	7,6
2.	75,4	—	6,8	—	—	—	—	17,8
3.	73,0	0,2	17,0	—	—	—	—	9,8
4.	20,4	3,9	49,4	1,5	0,4	—	0,7	23,7

D. Läbipaistvate allotigeensete mineraalide koostis, %

Nr.	Tsirkoon	Turma- liin	Granaat	Stauro- liit	Disteen	Rutiil	Amfibool	Varia
1.	—	(33,3)	(66,7)	—	—	—	—	—
2.	7,3	2,9	73,7	6,6	5,8	2,2	1,5	—
3.	—	0,8	69,5	20,3	8,5	—	0,8	—
4.	20,6	5,9	36,7	20,6	8,8	2,9	1,5	3,0

Õhikute uurimine näitas, et konkretsioonide raudoksiididega tsementeerumine toimus eelkõige terade ümber krustifikatsiooniliste götiidikilede (0,015—0,050 mm) moodustumise teel. Algselt olid need ilmselt kolloidsed, erinevate pinnalaengute toimel liibunud ümbrised, mis hiljem radiaalseteks kristallagregaatideks formeerusid ja kristalliseerumisjõuga purdterasid üksteisest kahe optimaalse kilepaksuse võrra eemale nihutasid. Tulemuseks kujunes tüüpiline põhitsement (teradel ei ole kokkupuutepunkte!) ja selle optimaalne, kivimi algpooride mahtu pisut ületav hulk (30—40%). Et protsess toimus nimelt nõnda, sellele viitavad selgesti õhikus nähtavad tumedad liitumisjooned krustifikatsioonikilede vahel, samuti kolme või enama tera vahele jäänud tühikud ning nende edasine täitumine paremini kristallunud hilisema götiidiga.

Kristalliseerumisjõud lõhkus tsemendi tungimisel lõhedesse märgatavalt ka paljusid purdteri, seda võib õhikutes näha. Tsement on kontaktidel purdteradega olnud sööbiva toimega, teravdanud nurki ja sopistanud terade pinda, kuid ei ole sügavamaid uuristustaskuid tekitanud. Enam-söövitunud pinnaga on konkretsioonides esinevad kvartsiitidest pärinevad polükristallilised terad, mida jämedamate kvartsiitide hulgas kohtab üsna sageli (kuni 18%). Peale kvartsi ja kvartsiidi on konkretsioonide materjalis veel kaootiliselt paiknevaid muskoviidilehekesi (kuni 15%) ja päevakive (plagioklassi, ortoklassi, mikrokliini — keskmiselt 5%).

Konkretsioonide või koorikuliste karkasside õõnsustesse suletud liivast tehti proovid immersioonianalüüsiks. Tulemused on esitatud tabelis.

Liiva granulomeetriline koostis on muutlik, kuid devoni ümbriskivimi fooniga võrreldes tunduvalt jämedateralisem: konkretsioonimoodustus on ilmselt eelistanud jämepurrurikkaid vahekihte.

Kerge fraktsiooni koostis ühtib õhikutes täheldatuga, analüüsiks ettevalmistamisel on välja uhutud vaid muskoviit.

Raskete mineraalide üldkoostis on väheinformatiivne ja varjutatud rohke raudhüdrosiidihulga poolt. Viimane aga näitab veenvalt, et konkretsioonidega vahetult põimuv liivmaterjal on samuti läbi teinud ilmse oksüdatsioonitsükli ja nähtavasti olnud ka pisikeste konkretsioonialgmete kujunemise tandriks.

Allotigeensete läbipaistvate mineraalide kooslus on aga kõige teaberrikkam ja kinnitab veenvalt, et konkretsioonide-koorikute emakivimiks on olnud Burtnieki liivakivid. Sellest räägib suur granaadi hulk, eelkõige aga metamorfsetest lähtekivimitest pärinevate stauroliidide ja disteenide kõrge sisaldus, mis on vaadeldavale tasandile väga iseloomulik, seda eriti Kagu-Eestis (Девон и карбон Прибалтики, 1981). Just see tunnus, aga ka ebapüsivate amfiboolide tühine sisaldus ei luba liivas oletada mingit kvaternaariilivade lisandit, isegi ebapuhtalt tehtud proovivõtmise võimalust silmas pidades.

Eeltoodu näitab, et mitme soodustava teguri kaasmõjul võis devoni kivimites asetleidnud teisejärguline konkretsiooniprotsess jätta kvaternaariajastu jäätmissetetesse märgatavaid jälgi ja anda neis lokaalseid kuhjeidki. Kui see protsess on seotud üksnes Burtnieki liivakividega Taveaskoja ümbruses, on materjali koondumine Põlva—Võru vahemikku päris mõistetav. Et samavanused kihid paljanduvad aga ka Võhandu alamjooksul (joon.), on võimalik neid kive leida ehk sellestki orust lõuna pool. Usaldusväärsem andmestik siit veel puudub ja üksikleid Värskas või Petseri piirkonnast võivad olla seletatavad mitmeti — ka loomuliku haju-vusega ülalkirjeidatud piirkonnast. Probleemi tuleb selgitada edaspidi. Seni ei ole niisuguseid konkretsioone liustikujõgede materjalis märgitud (Калм, 1986).

- Pirrus, E., Puustusmaa, R.* 1991. Marimäe kõverad kivid. — Eesti Loodus, 6, 360—363. Девон и карбон Прибалтики. 1981. Зинатне, Рига.
- Калл В. Э.* 1986. Петрографический состав флювиогляциальных отложений Эстонской ССР. — Уч. зап. Тартуск. ун-та, 759. Литология платформенных пород Эстонии. Труды по геологии, X. Тарту, 79—94.
- Лаурингсон А., Пиррус Э.* 1985. К характеристике болотных руд железа, применяемых в первобытной металлургии Северной Эстонии. — Изв. АН ЭССР. Геол., 34, 2, 68—72.

Esitanud A. Raukas

Toimetusse saanud
1. VII 1992

Anne-Liis KLEESMENT, Enn PIRRUS, and Rudolf PUUSTUSMAA

OCCURRENCE OF DEVONIAN CONCRETIONS AS PEBBLES IN QUATERNARY SEDIMENTS

In recent years glaciofluvial gravel deposits situated between Põlva and Võru, South Estonia (Fig.), have yielded abundantly platy, kidney-shaped, more rarely ball-shaped nodules of dark brown colouring. Their composition shows iron hydroxide firmly cementing relatively coarse (up to 5 mm) grains of quartz, feldspar, and micas. Roundness of these nodules with the average size of 5—10 cm increases regularly from north to south, but it can be observed distinctly already at the range of 20 km. In the north, near Põlva, they are often represented by coarse angular clasts with a many-storeyed frame texture. The pattern of this frame, but also cores of some more southern rounded nodules contain soft sand. Its analysis (Table) has revealed the mineralogical composition identical with that of the sediments of the Burtnieki Stage exposed abundantly in the Ahja River Valley. Cementing iron oxide is represented by recrystallized goethite, which forms fine (0.015—0.050 mm) rimmed overgrowths around mineral grains. Merging of such films, however, causes the development of matrix-rich cement with floating grains, commonly making up 25—40% of the nodule.

The nodules observed are fragments of big concretions, occurring very rarely in sandstones of the Burtnieki Stage. The abundance of these concretions in the Quaternary cover of this region can obviously be explained by the zigzag outline of the Ahja River Valley north of Põlva. The contact of the moving glacier with the exposed bedrock was extensive here, exaration of local Devonian sandstones was maximal. Weakly cemented sandstones broke and crumbled rapidly, particularly during the glaciofluvial process; hard concretions, however, preserved and enriched the pebble fraction of gravel.

Анне-Лийс КЛЕЕСМЕНТ, Энн ПИРРУС, Рудольф ПУУСТУСМАА

ГАЛЬКООБРАЗНЫЕ ДЕВОНСКИЕ КОНКРЕЦИИ В ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ

При разработке месторождений флювиогляциального гравия между Пылва и Выру в Южной Эстонии (рисунок) часто встречаются плитчатые, причудливо-почковидные, реже шарообразные желваки темно-коричневого цвета. Составляющие их относительно грубые (до 5 мм) зерна кварца, полевых шпатов и слюды крепко сцементированы гидроокисью железа. Округленность желваков, размером в среднем 5—10 см, закономерно возрастает с севера на юг, что четко наблюдается уже в пределах 20 км. На

севере — около Пылва — они нередко представлены крупными остроугольными обломками многояжно-каркасового строения. В текстуре этого каркаса, а также в ядрах некоторых округленных желваков с более южных участков присутствует сыпучий песок, который, судя по минеральному составу (таблица), идентичен отложениям буртниецкого горизонта, обильно обнажающимся в долине р. Ахья. Цементирующая окись железа представлена раскристаллизованным гетитом, который образует тонкие (0,015—0,050 мм) крустификационные каемки вокруг минеральных зерен, а при сливании таких пленок между собой — базальный цемент, составляющий до 25—40% объема желвака.

Рассматриваемые желваки являются фрагментами крупных катагенетических конкреций в песчаниках буртниецкого горизонта, где они, хотя и редко, встречаются. Обогащенность этими конкрециями четвертичного покрова данного региона можно объяснить зигзагообразным очертанием участка древней долины р. Ахья севернее Пылва. Контакт двигавшегося ледника с обнажениями коренных пород был здесь протяженнее и, соответственно, экзарация местных песчаников девона — максимальной. Слабощементированные песчаники быстро разрушились и рассыпались, особенно в цикле водноледниковой обработки, а крепкие конкреции сохранились и обогатили галечную фракцию гравия. Каких-либо достоверных данных о повышенной конкреционности материнских девонских песчаников в данном районе в настоящее время не имеется.