

ELUTA LOODUSMÄLESTISTE UURIMINE JA KAITSE



EESTI TEADUSTE AKADEEMIA LOODUSKAITSE KOMISJON

ELUTA LOODUSMÄLESTISTE UURIMINE JA KAITSE

Toimetanud geoloogiadoktor professor Enn Pirrus

TTÜ GEOLOOGIA INSTITUUT
RAAMATUKOGU

Nr. *4831*.....

TARTU–TALLINN 2003

Toimetuskolleegium: Urmas Tartes (esimees)
Enn Pirrus (toimetaja)
Vaike Hang

Kaanekujundus: Piret Smagar

Kogumiku väljaandmiskulud kattis Keskkonnaministeerium

ISBN 9985-50-365-1

© Teaduste Akadeemia Kirjastus



Teaduste Akadeemia Kirjastus

SISUKORD

Saateks	5
<i>Enn Pirrus</i> . Eesti Ürglooduse Raamat – geoloogiliste looduse mälestiste üleriigiline andmebaas	7
<i>Kalle Suuroja</i> . Balti klint loodusemälestisena	19
<i>Kaarel Orviku</i> . Kes või mis põhjustab mererandade muutusi	39
<i>Anne Kleesment</i> . Koopad Devoni liivakivis – teke ja areng	51
<i>Lauri Palumets, Hendrik Proosa</i> . Virulase koobas Tuhalas	64
<i>Enn Pirrus</i> . Hiidrahnud loodusemälestistena	75
<i>Sten Suuroja, Kalle Suuroja, Ülo Kestlane</i> . Neugrund-bretša – unikaalne juhtkivim	89
<i>Mall Hiimäe</i> . Eluta looduse mälestusmärgid rahvapärimustes	100
<i>Hella Kink, Avo Miidel, Anto Raukas, Rein Vaher</i> . Loodusemälestised Pakri poolsaarel ja saartel	110
<i>Katrin Erg, Enno Reinsalu, Ingo Valgma</i> . Kas põlevkivi kaevandamine on võimalik kaitsealadel?	116
<i>Vaike Hang</i> . Eesti Teaduste Akadeemia Looduskaitse Komisjoni trükised 1955–2003	123
<i>Vaike Hang</i> . Eerik Kumari looduskaitsepreemia laureaate	127
Bioloogiadoktor Arvi Järvekül 27.XII 1929–4.XI 2002	131
Järveuurija Aare Mäemets 18.I 1929–24.XI 2002	134

CONTENTS

Preface	6
<i>Enn Pirrus</i> . Estonian book of primeval nature as a general database for geosites. Summary	18
<i>Kalle Suuroja</i> . The Baltic Klint as a nature monument. Summary	38
<i>Kaarel Orviku</i> . Who or what can cause coastal changes. Summary.	50
<i>Anne Kleesment</i> . Caves in Devonian sandstone – formation and development. Summary	62
<i>Lauri Palumets, Hendrik Proosa</i> . Virulase cave in Tuhala. Summary	74
<i>Enn Pirrus</i> . Giant boulders as natural monuments. Summary	88
<i>Sten Suuroja, Kalle Suuroja, Ülo Kestlane</i> . Neugrund-breccia – an excellent pilot-stone. Summary	99
<i>Mall Hiimäe</i> . Monuments of non-living nature in folk heritage. Summary	109
<i>Hella Kink, Avo Miidel, Anto Raukas, Rein Vaher</i> . Geosites of the Pakri peninsula and islands. Summary	115
<i>Katrin Erg, Enno Reinsalu, Ingo Valgma</i> . Oil shale mining possibilities in protected areas. Summary	121
<i>Vaike Hang</i> . Publications of the Commission for Nature Conservation of the Estonian Academy of Sciences 1955–2003. Summary	126
<i>Vaike Hang</i> . Eerik Kumari Nature Conservation Prize winners. Summary	130
Arvi Järvekülg, Doctor of Biology. 27.12.1929–4.11.2002	133
Aare Mäemets – limnologist. 18.01.1929–24.11.2002	135

SAATEKS

Kaasaegses loodushoius seisavad esiplaanil elusorganismid – taimed ja loomad, sest kasvava majandustegevuse mõjudele ja neist põhjustatud muutustele ökosüsteemides ja kliimaoludes reageerivad just eluvormid väga tundlikult – kiiresti ning sageli pöördumatult. Eluta looduse objektid, sealhulgas unikaalseid geoloogilisi protsesse fikseerivad loodusemälestised alluvad niisugustele mõjutustele vähemal määral, kuigi arenev ehitus-, kaevandamis- või maaparandustegevus ei jäta puudutamata neidki. Meenutagem kasvõi hüdroelektrijaamade tarbeks rajatavaid veehoidlaid, väetisreostusest põhjustatud veekogude eutrofeerumist, randades liikuvate hoovuste ja settevoolude tõkestamist sadamamuulidega jne, rääkimata oluliste geoloogiaobjektide otsesest hävimisest lõhketöödel või ehitiste rajamisel. Kõik see on sundinud viimastel aastakümnetel aktiveerima tegevust ka eluta loodusemälestiste säilitamise valdkonnas ning selleks on loomisel ka rahvusvaheliselt toimivad teenistused ja organisatsioonid.

Meie koduplaneedi eri piirkondadel on selles töös täita erinev roll ning Eestigi pole siin erandiks. Pigem vastupidi, Eesti loodushoiutraditsioonidest tulenevalt on geoloogiliste loodusemälestiste säilitamisse antud juba eeskujuvääriv panus, näiteks unikaalsete rändrahnude kaitse korraldamisel, aga ka kõigi siinsete tähelepanuväärivate geoloogianähtuste arvelevõtmisel. Seetõttu on mõistetav, miks aeg-ajalt on tarvilik teha läbikäidud teest vahekokkuvõtteid ning seada tuleviku jaoks uusi sihte.

Sellest tulenevalt valis Teaduste Akadeemia Looduskaitse Komisjon 22. mail 2003. aastal toimunud traditsioonilise ettekannete päeva teemaks “Eluta loodusemälestiste uurimine ja kaitse”, mida innukalt toetas vabariigi Keskkonnaministeerium.

Käesolevas kogumikus avaldatakse põhiline osa nimetatud nõupidamise ettekannetest, millele on lisatud veel mõned teemalähedased mõttearendused ja Komisjoni tegevust kajastavad materjalid. Kindlasti aitab käesolev kogumik loodushuvilistel paremini mõista ka eluta looduse säilitamise probleemistikku ja selle tähendust meie kõigi jaoks.

Eesti Teaduste Akadeemia
Looduskaitse Komisjon

PREFACE

Nowadays, nature conservation is, in the first place, focused on living organisms – plants and animals – which are most sensitive to changes in ecosystems and climatic conditions due to increasing economic activity and thus can undergo rapid and often irreversible changes. Inanimate nature objects, including those recording unique geological processes are less endangered, although continuous construction work, mining and land improvement activities do not spare them, either. Water reservoirs founded at hydroelectric stations, eutrophication of water bodies as a consequence of fertilizer pollution, or the prevention of currents and washing away of shore sediments by building harbour moles can be given as an example, not to mention direct destruction of important geosites through blasting and construction work. To avoid such effects, active measures have been taken to protect inanimate nature objects in recent decades including setting up international services and organisations.

Every region of the planet Earth has to perform a specific task in this context. Estonia is not an exception. Vice versa, proceeding from nature conservation regulations adopted in Estonia, a lot has been done to protect geosites, for example, by organising the protection of unique giant erratic boulders and recording remarkable geological phenomena. From time to time, it is necessary to sum up the results obtained and discuss further prospects.

On the agenda of the traditional assembly meeting of the Commission for Nature Conservation of the Estonian Academy of Sciences held on 22 May 2003 was the problem “The investigation and protection of inanimate nature objects”. The topic was also approved by the Ministry of the Environment of Estonia.

The present publication includes most of the reports performed at this meeting, while some treatments on the same problem and the materials reflecting the activities of the commission have been added. It is intended to be of help to those who want to learn more about the protection of geosites and their importance to all people.

Commission for Nature Conservation
of the Estonian Academy of Sciences

EESTI ÜRGLOODUSE RAAMAT – GEOLOOGILISTE LOODUSMÄLESTISTE ÜLERIIGILINE ANDMEBAAS

Enn Pirrus

Tallinna Tehnikaülikool

ÜLDMÕISTETEST

Geoloogiliste ehk eluta loodusmälestiste mõiste ja nende kaitse korraldamine ei ole eriti vana idee. Asjalikumalt võime sellest rääkida ehk alates Yellowstone'i rahvusparki rajamisest 1872. aastal ja vastavate organisatsioonide loomisest Euroopas viimase poolsajandi jooksul. Põhjus on lihtne: kui eluslooduse esindajate pöördumatu hävimine liikide väljasuremise teel sai kõigile silmnähtavaks ja valusalt tajutavaks, siis “kivisse talletatud” unikaalsed loodusobjektid näisid seisvat väljaspool ohtu – nad olid kõvast ja eluta ainest ning enamasti ka küllaltki suured. Ent inimtegevuse hoogustudes – eriti maavarade kaevandamisel, suurte ehitiste rajamisel, veehoidlate kujundamisel ning muudelgi maaparandustöödel – hakkas oht varitsema neidki ja mõnigi neist on tänaseks juba hävinud. Seepärast on arusaadav, miks ka eluta loodusmälestiste – unikaalsete geoloogiaobjektide kaitsele või vähemasti nende arvelevõtmisele on nüüd hakatud pöörama üha rohkem tähelepanu ja loodud isegi vastavaid rahvusvahelisi organisatsioone – Euroopas näiteks PROGEO.

Eestil ei tule oma seisundit selles suhtes häbeneda. Just siin oldi sellelgi suunal üheks teerajajaks. Nimetada tuleks eelkõige Eestist pärit (Kammeris sündinud) baltisakslasest Peterburi akadeemikut Gregor von Helmerseni (1803–1885), kes juhtis tähelepanu ühele meie omanäolisemale loodusmälestiste rühmale – suurtele rändrahnudele kui võimsa mandrijääkilbi tegevuse eksimatutele tunnistajatele. See asjaolu polnud sugugi juhuslik. Veel ülemöödunud sajandil käis aktiivne diskussioon mandrijäätumise toimumise ja olemuse üle ja just suurte rändrahnude paiknemine kaugel nende lähtekivimite avamusest pani vaidlustele punkti. Veendugem ise – meie suurimaid rahne Ehalkivi Kunda lähedasel mererannal on 930 m³ mahuga,

mis teeb tema massiks umbes 2500 tonni. Milline teine geoloogiline jõud suutnuks ta toimetada siia Soomest või olgu siis sügavalt lahepõhjust?

Innustatuna akadeemiku juurdeminekust hakatigi Eestis suuri kivihiidusid süstemaatiliselt arvele võtma, nende koostist ja liikumisteed uurima. Eriti innukalt asus sellel suunal tegutsema Looduseuurijate Selts. Aja jooksul siirduti rahnude juurest ka teiste oluliste loodusobjektide juurde ja nii on jõutudki tänasesse päeva.

Siinkohal on vajalik määratleda mõiste **loodusmälestis**. Kui käsitleda probleemi kõige üldisemas plaanis, siis iga looduses esinev ja uurija poolt käsitlev geoloogiline objekt on loodusmälestis, sest ta annab tagajärjena edasi maakooses kunagi toimunud protsessi olemuse. Niiviisi toimides ei jõuaks me tegelikkuses kuhugi, sest vaadeldavaid üksusi oleks lõpmatu hulk. Kuid uuritavate geoloogiliste objektide hulgas leiame piiratud koguse eriti huvitavaid objekte, mis *väga ilmekalt ja ühetähenduslikult avavad neid tekitanud protsessi olemuse*. Nende puhul tekib tahtmatult soov demonstreerida seda teistele uurijatele või koguni tahe seda püsivalt säilitada ja eksponeerida. Paraku sõltub selline lähenemine uurija suvast ning on ülimalt subjektiivne. Siit viib edasi aga spetsialistide kollektiivne otsustus, mille alusel omistatakse nähtusele vastav üldtunnustatud staatus. Niisiis on geoloogiline loodusmälestis spetsialistide poolt tunnustatud erakordne ja ilmekas geoloogiline objekt, mis väärrib säilitamist muutmata kujul ja mida on otstarbekas demonstreerida loodushariduslikel eesmärkidel võimalikult laialdaselt. Selline kokkuleppeline määratlus on võetud aluseks Eesti eluta looduse mälestiste käsitlemisel ja toimib tänaseni edukalt.

Loodusmälestisel peavad olema ka teatud mõõtmelised piirid. Miinimummõõde on lihtsama käsitlusega: paleontoloogiline leid, haruldane mineraal vms, mis viiakse muuseumi või kollektsiooni pole enam loodusmälestis. Ta on kontekstist lahti rebitud ja teda tuleks vaadelda eksponaadi või kollektsionisäilikuna. Siit tuleneb loodusmälestise oluline lisatunnus: ta peab olema looduses vaadeldav, kontekstis kõige ümbritsevaga. Loodusmälestise maksimummõõde tekitab aga suuremaid probleeme. On ju loodusmälestiseks rändrahn, paljandi või allika kõrval sageli mõni pinnavorm, mäemassiiv, kiviülv või karstiaala, mis hõlmab sageli märkimisväärse pindala, lähenedes maastikutüübile või kaitsekorralduslikult koguni kaitsealale. Piiritlemine ähmastub, seda on kogetud kõikjal, ka Eestis. On püütud kehtestada mingi pindalaline piirväärtus, näiteks 10 km². Meie oludes tundub see liiga suure ja puhtformaalsena. Eesti loodusmälestiste käsitlemisel oleme püstitanud lisatingimuse: loodusmälestis peaks olema terviklikult nähtav ühest-kahest punktist. Kui ta vajab vaatlemiseks suuremate vahemaade läbimist, on ta midagi muud – maastikuüksus, kaitseala vms.

Loomulikult tekitab see üksikjuhtudel diskussioone, kuid lohutust pakub asjaolu, et looduses polegi ju alati selgeid mõisteid ning üksteisest arusaamiseks tuleb ka uurijatel teha alatasa kokkuleppeid.

Märkigem veel, et küsimuse teeb keerukamaks asjaolu, et üks loodusemälestis võib paikneda teise sees. Näiteks Laiuse voor, meie suurim ja ilmekaim. Tema lael paikneb pisike Silmaallika soo, sügava 18 m turbalasundiga täitunud sõlli (liustikutekkelise sulglohu) näide huvitava allikasilmaga selle keskel. Samuti võib kogukas hiidrahn paikneda ilmekal karsti-alal või jõeorus. Kõik sõltub neil puhkudel sellest, mida me vaatlema läheme, niisiis võib loodusemälestisena käsitleda üheaegselt nii üht kui teist.

Viimasel ajal on loodusemälestise mõistes hakanud levima nimetus **geotoop** (ingl. k. ka *geosite*). Mõiste kõlab kuidagi bioloogiliselt, viitab ökoloogilisele käsitlusele või vähemasti mingile kooslusele. Autor ei kuulu termini pooldajate hulka, õnneks ei leia me seda mõistet veel ka kodumaises entsüklopeedias. Äärmisel juhul võiks terminit kasutada geoloogilise loodusemälestise kohta, millel on kompleksne sisu – so kajastab üheaegselt erinevaid geoloogilisi protsesse. Näitena võiks tuua Taevaskoja paljandi, kus peaaegu võrdsete komponentidena jälgime Devoni-aegseid kihte, kaasaegse jõe uuristustegevust oru pörkeveerul ning allikakoobaste teket kivimi lõhesüsteemides. Geotoobiks võiks olla ka Põhja-Eesti paekallas: Vana-Paleosoikumi kihtide esinduslik läbilõige, geomorfoloogiline suurvorm (Ürg-Neeva ja mere kulutustegevus), neotektoonilise rannatõusu näide. Näib kehtivat reegel: mida suurem on objekt, seda enam on tal šansse olla ka geotoop käsitletavas mõttes.

Võiks juhtida tähelepanu veel mõistepaarile **loodusemälestis** ja **loodusemälestusmärk (-monument)**, mille eristamisvajadust püüdis propageerida Eesti looduskaitse nestor Eerik Kumari (1912–1984) – vt EL, 1972, 1, lk 44–47. Ta juhtis tähelepanu, et esimene termin on liiga ühekülgne, tõstes esile üksnes minevikulise, tekkeloolise külje, jättes samal ajal kõrvale objekti esteetilise ja rahvusliku aspekti. Tema arvates tuleks loodusemälestiste seas loodusmonumentidena esile tõsta niisuguseid objekte, millele oleks omane grandioosus, ainulaadsus ja ülevus ning mis seeläbi iseneselikult sisendab inimeses aukartust looduse loomingu vastu.

Paraku on tänapäeva inimesed pragmaatilisemad ning esteetika ja aukartus on taandumas konkreetsemate mõistete taha. Seetõttu ei ole leidnud tema käsitlus järgimist, mille üheks põhjuseks oli ka mõlema sõnauhendi kõlaline lähedus meie emakeeles. Sellele vaatamata tasub E. Kumari mõtteavaldusi aeg-ajalt lugeda ja kellelgi ei ole keelatud nimetada meie imposantsemaid loodusemälestisi loodusemälestusmärkideks ehk -monumentideks. Kuid see on pigem belletristika, mitte teadusliku terminoloogia valdkond.

GEOLOOGILISTE LOODUSMÄLESTISTE REGISTREERIMISEST EESTIS

Nagu eespool öeldud, algas see tegevus suurte rändrahnude arvelevõtust, mis koondus Eesti Looduseuurijate Seltsi vastavasse kartoteeki. Andmestik laekus aktiivsetelt kodu-uurijatelt kogu Eestist, kes omakorda said innustust enne II maailmasõda ilmunud loodusteaduslikelt ajakirjadelt "Loodus", "Loodusevaatleja", "Eesti Loodus", "Loodushoid ja Turism" jt. Neis ilmus sellekohaseid üleskutseid, aga ka loendeid leituist ja arvelevõetuid. 1937–39. a ilmus ka riiklikke otsuseid looduskaitse alla võetavate objektide kohta, milles eluta looduse objektidest fikseeriti 210 suurt rändrahnud, 15 tervisemuda leiukohta ja kolm geoloogilist kaitseala. Sõda katkestas alanud tegevuse. Uus tegevus hoogustus 50-ndatel aastatel E. Kumari juhtimisel, mille käigus vaadati üle ka eluta looduse tähelepanuväärivad objektid, revideeriti varasemaid loendeid, uuendati seadusandlust ning moodustati rida kaitsealasid. Geoloogiliste loodusmälestiste osas tõsteti uudsenägemisele 34 maastiku üksikelementi, millele otsustati kehtestada kaitse. Need grupeeriti pinnavormideks (4), astanguteks-pankadeks (8), jugadeks (7), karstialadeks (5) ja paljanditeks-koobasteks (10). Rändrahnude arvuks kujunes nüüd 222, kusjuures varasemast kustutati rida vähemtähtsaid. Need tulemused fikseeriti 1959. aastal seadusaktiga, mis on kehtiv tänaseni, ning millesse on hiljem tehtud vaid vähesed täiendused, peamiselt kohalike omavalitsusorganite otsustega. See pöördeiline sündmus Eesti looduskaitstes on leidnud suurepärase kajastuse 1960. aastal avaldatud kogumikus "Looduskaitse teatmik", kust saab detailse ülevaate saavutatust, millel siinkohal pole seetõttu vajadust pikemalt peatuda. Märkigem vaid, et tehtu käigus selgus vajadus veelgi laiendada eluta loodusmälestiste ringi ning, et seda süsteemselt teha, oluks tarvis välja töötada mingi teoreetiline alus. Selleks ajaks oli astunud olulisi samme ka teistes riikides ning üha selgemaks muutus hinnaliste objektide kaitsmise vajadus ülemaailmses kontekstis – so lähtudes Eesti geoloogilise regiooni kordumatust omapäras.

Nimetatud asjaolu silmas pidades tuleb Eesti alal hoida ja kaitsta just seda, mis on tähtsad kogu maailmale. Ilus jõekäär või jaanitulepaik koos kultuuriloolise ja esteetilise aspektiga on teaduslikus looduskaitstes ning globaliseerivas maailmas paratamatult nihkumas tagaplaanile. Seetõttu tuleb edasises juhinduda just siinsest geoloogilisest spetsiifikast ning esile tuua see, mis on kordumatu kogu maailmas.

Niisuguseid põhisuundi on kolm:

1. Vana-aegkonna kivimid ja fossiilsed elukooslused neis – alates Kambriumi kuni Devonini – so ajalõik 600–400 miljonit aastat tagasi.

Võib küsida, miks just see. On ju nimetatud periood jätnud jälgi kõikjal maailmas ja loonud uurimisvõimalusi lõpmatul hulgal. Paraku pole see nii. Selleaegsed settekivimid on mujal tugevasti litifitseerunud ja moondunud, fragmentaarselt säilinud ja seetõttu paljudeks uuringuteks kõlbmatud. Eesti piirkond iidse tõusuala Fennoskandia kilbi nõlval on aga süvavajumistest säästetud, kivistised ja setendid hästi säilinud, kunagised merebasseinid tervikuliselt esindatud. Kõik see võimaldab just siin uurida paljusid detaile, mis mujal kättesaamatud. Seetõttu on Eesti kujunenudki nende kihide etaloonseks regiooniks kogu maailma jaoks, millele on oma lisa andnud siinsed kauaaegsed uurimistraditsioonid ja erakordselt rikkalik puurimisandmestik, mis on samuti ebatavaline ülemaailmses ulatuses.

2. Viimase mandrijää poolt kujundatud pinnamood ja settekompleks.

Võib siingi küsida, milles seisneb Eesti eripära: haaras ju Kvaternaaari jäätumislaine kogu põhja-poolkera laialdased alad ja selle jälgi võib leida mujalgi? Eesti omapära on aga kordumatu selles suhtes, et asudes jäätumiskeskuse läheduses markeerib ta kahe geoloogilise regiooni piiri. Siit põhja poole jääb kaljukivimitest kilbi-ala, lõuna poole aga pehmemate settekivimitega kaetud lavamaa. Kõik mandrijää tumise erijooned fikseeruvad siin eriti selgesti nii pinnamoes kui setendites ja loovad võimaluse nende igakülgseks uurimiseks. Lisandub veel võimalus mandrijääst vabanemisele kaasneva isostaatilise maatõusu jälgimiseks vanade rannajoonte baasil.

3. Kosmogeensete meteoriidstruktuuride rohkus ja mitmekesisus.

Seda erijoont võib käsitleda küll looduse juhukingitusena Eesti alale, kuid mitte ainult. Siinsete uurijate sihikindel tegevus ja elanikkonna kõrge teadlikkusetase on nimetatud omapära tublisti tugevdanud. Ilma nende komponentideta ei oleks Eesti meteoriidikraatrite hulgas Tsöörikmäe ega Simuna struktuure, võib-olla oleks tõlgendamata ka Ilumetsa ja Neugrundi nähtuste olemus. Igal juhul on need ilmingud oma vormirohkuses Eestis olemas ja lausa kohustavad end loodusmälestistena käsitlema, eriti viimastel aastatel üha intensiivistuva Maa ja kosmosekade seose uurimise taustal.

Neis kolmes põhisuunas tulebki aktsenteerida Eesti eluta loodusmälestiste käsitlemist.

Kui 1959. aastal läbiti Eesti süsteemse loodushoiukorralduse esimene etapp, millest oli juttu eespool, sai peagi selgeks, et selles on siiski mõndagi puudujäävat ja juhuslikku, mõnikord koguni emotsioonidele tuginevat. Üldise loodushoiuaktiivsuse tõusu taustal hakkas saabuma uusi ettepanekuid looduskaitsemeetmete rakendamiseks ja see erines tunduvalt regiooniti. Kus oli rohkem aktiivseid inimesi, seal oli infovoog tugevam ja ka tagajärjed sisukamad. Sai ka arusaadavaks, et kõike tähelepanuväärset oma looduses me riiklike kaitsemeetmetega katta ei suuda – tuleb teha valik. Õige valiku saab teha aga võimalikult täielikust algkogumist, mis teisisõnu eeldas kõigi tähelepanuväärsete arvelevõttu ja registreerimist.

Siit sündis geoloog Herbert Viidingul (1929–1988) 80-ndate aastate alguses idee koostada analoogiliselt eluslooduse punasele raamatule üleriigiline ülevaade eluta looduse tähelepanuväärsetest objektidest, mida nüüd tunneme Eesti Ürglooduse Raamatuna.

EESTI ÜRGLOODUSE RAAMATU KOOSTAMINE

H. Viiding töötaski välja niisuguse andmebaasi raamistiku ning metoodilised alused, süstis järjekindlalt seda ideed lähematesse kolleegidesse ja saavutas ettevõtmisele riikliku ja ühiskondliku tunnustuse. Tähtsamad märgid sellel teel on järgmised:

Idee algatus ja arutelu Eesti TA Looduskaitse Komisjonis ning TA Keemia, Geoloogia ja Bioloogia Osakonnas	1980–1982
Otsus Eesti NSV Ürglooduse Raamatu sisseseadmise kohta ENSV MN Presiidiumi Keskkonnakaitse ja Loodusvarade Ratsionaalse Kasutamise Komisjoni istungil 17. mail 1982	1982
Metoodika väljatöötamine, aprobeerimine objektidel, tutvustamine trükisõnas (H. Viiding, EL, 1985, 3, lk 138–145)	1983–1988
Esimeste maakondlike kokkuvõtete valmimine (Ida- ja Lääne-Viru)	1990
Maakondlikud kokkuvõtted Tallinna, Harju-, Järva-, Rapla-, Lääne-, ja Hiiumaa kohta. Vastutav täitja Ü. Heinsalu	1991–1994
Eriuuring endistel varem ligipääsmatutel militaaraladel. Vastutav täitja H. Kink	1997
Maakondlikud kokkuvõtted Saare-, Pärnu-, Viljandi-, Valga-, Võru-, Põlva-, Tartu- ja Jõgevamaa kohta. Vastutav täitja E. Pirrus	1995–2001

Nagu eelnevast näha, H. Viiding oma alustatud töö vilju ise ei näinud. Esimene köide (Ida-Virumaa) ilmus alles 1990. aastal, poolteist aastat pärast mõtte algataja surma. Tööd asus korraldama geoloogiakandidaat Ülo Heinsalu (1928–1994), kelle käe all valmisid Ida- ja Lääne-Virumaa, Tallinna, Harju-, Rapla-, Järva-, Lääne- ja Hiiumaa ülevaadet, ligikaudu pool kavandatud mahust. Peale tema lahkumist manalateele 1994. aastal läks töö korraldamine üle geoloogiadoktor Enn Pirrusele (sünd. 1935), kelle juhtimisel valmisid Saare-, Pärnu-, Viljandi-, Valga-, Võru-, Põlva-, Tartu – ja Jõgevamaa osad. Töösse hõlmati peamiselt Geoloogia Instituudi teadurid (17 aasta jooksul 19 inimest), kes tundsid vastavaid valdkondi nii regiooniti kui süvitsi. Eriti suure panuse andsid töösse geoloogiakandidaadid K. Müürisepp ja H. Kink – viimasega tugevnes töö veekaitseline osa. Väljastpoolt tuleb nimetada V. Hangi, kes otseselt osales küll episooditi, kuid ettevõtmist pidevalt toetas ja innustas.

Töö kestis väga pikka aega – 17 aastat. Sellest kulus hoovõtuks ja ettevalmistuseks 4 ja maakondlike ülevaadete koostamiseks 13 aastat. Arusaadavalt muutus töö ilme selle aja jooksul mõneti, sealhulgas ka meetoodiliselt lähenemiselt. Kui H. Viidingu alguses ettekujutuses hõlmas see peamiselt looduskaitsega seonduvaid üksikobjekte, siis hilisemates käsitlustes nihkus raskuspunkt väärtuslike loodusobjektide süsteemsele arvelevõtmisele, sõltumata nende konkreetsest looduskaitsest staatusest. Eriti olulise muutuse tegi andmebaas läbi H. Kingu lisandumisel töörühma 1994. aastal, mil maakondlikes kokkuvõtetes loobuti objektide tähestikulisest järjestamisest ja siirduti materjali esitamisele valdade lõikes. See muutis suure materjalihulga käsitlemise palju hõlpsamaks ja kõrvaldas rida segavaid probleeme. H. Kink täiendas loodusmälestiste loendit ka olulisemate järvede ja soodega ning algatas andmebaasi arvutiseerimise Keskkonnaministeeriumi infokeskuse juures, mis praeguseks on jõudmas lõpufaasi ja mis väärrib eraldi käsitlust. Alates 1992. aastast asus tööd tõhusalt rahaliselt toetama ka Keskkonnaministeerium, kuid põhiline töö tehti siiski Geoloogia Instituudi jõudude ja vahenditega.

EESTI ÜRGLOODUSE RAAMATU SISU

Nagu öeldud, seati andmebaasi koostamisel põhieesmärgiks kõigi tähtsate geoloogiliste loodusobjektide registreerimine üle Eesti ja seda maakondade kaupa. Maakond võeti põhiüksuseks seetõttu, et see oli võimalik realiseerida üheaastase uurimisperioodi vältel. Tuli ju peale objektide valiku ja nende lähteandmete töötlust neid kõiki looduses külastada, täiendavalt uurida, mõõdistada, piiritleda ja nende looduskaitsest seisundit

hinnata. Seda sai ökonoomselt teha erineva iseloomuga objektidele üheaegset transporti korraldades. Pealegi sai seejuures tõhusat abi maakonnaorganite juures asuvate keskkonnateenistuste osakondade töötajatelt, kes olid maakonna asjadega kursis ning töö tulemustest ka otseselt huvitusid.

Andmebaasi aluseks võeti objektide klassifikatsioon, mille töötas välja H. Viiding ja mis töö käigus modifitseerus järgmiseks:

Aluspõhjalised paljandid ja koopad

Pinnavormid

Liustikutekkelised (voored, otsamoreenid, oosid, mõhnad, sõllid)

Vooluveetekkelised (orud, joad)

Rannikumoodustised (rannavallid, astangud, pangad, luited)

Mattunud orgaanilised setted

Põhjaveega seotud objektid

Karstivormid

Allikad

Sood

Järved

Rändrahnud ja kivikülvid

Spetsiifilised objektid (meteoriidikraatrid, tektoonikanähtused, ravimuda ilmingud jt)

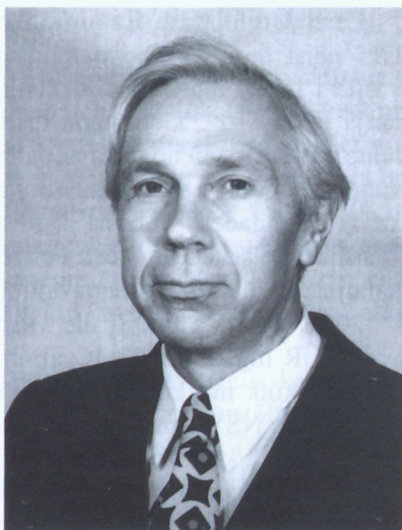
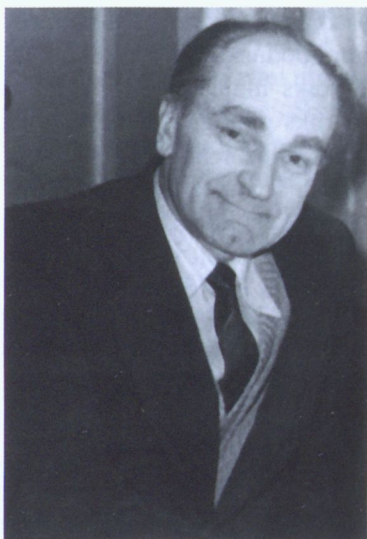
Nagu toodud liigitusest nähtub, hõlmata sellise grupeerimisega praktiliselt kogu Eesti maapinna eluta looduse kompleks. Samast loendist ilmneb ka töö üks peamisi ebakõlasid: üksikobjektide hulka, mis kavandati algselt andmebaasi põhiühikuks, lisandus pindalaline aspekt. See muutis loodusmälestise mõiste ebamäärasemaks ja lähendas mõnedki neist maastikutüübile, mille säilitamist on võimalik korraldada vaid kaitsealana. Ilmes see selgesti mõnede pinnavormide ja jõeorgude puhul, aga ka karstialade ja isegi kivikülvide juures. Eriti tugevnes see järvede ja soomassiivide sisselülitamise puhul, mille juures lisandus veel täiendavalt bioloogilisi ja üldmaastikulisi aspekte. Täitjate vahel toimunud diskussiooni tulemusel jõuti siiski kompromissini, mille põhjal lülitati andmebaasi vaid need järved ja sood, millel on oluline ja väga ilmikas seos põhjaveerežiimiga (toitumisaspekt) või on nad geoloogiliselt omapärase arengu- looga (sood). Viimaseid käsitletakse siis loodusmälestisena.

Iga registreeritud loodusmälestise kohta koostati ankeet – nn andmepass, mis koosneb kolmest lehest. Neile kanti järgmised andmed:

– Nimetus, asukoht, lühiiseloostus

– Tähtsus, looduskaitsealine seisund, ettepanek kaitsemeetmeteks, uuritus, kirjandus

– Joonised: asukohaskeem väikese- ja suuremõdulisena, objekti kujutis



Eesti Ürglooduse Raamatu koostajaid.

Ülal vasakul: mõtte algataja ja sihtide seadja Herbert Viiding (1929–1988),

ülal paremal: töö juht aastatel 1990–1994 Ülo Heinsalu (1928–1994),

all: rändrahnude innukas mõõdistaja Karl Müürisepp (1907–1996).

Selline ankeetpassi süsteem osutus kasutamisel väga mugavaks: objekti otsima minnes võib selle köitest välja võtta, vajadusel koopia teha, olude muutumisel täiendada või asendada jne.

Loodusmälestiste grupeeringu iga rühma kohta sisaldab maakonna köide ka üldistava lühikokkuvõtte nende eripärast antud piirkonnas.

Eesti Ürglooduse Raamatu kõik osad koostati neljas eksemplaris. Üks neist anti Keskkonnaministeeriumi looduskaitse osakonda, teine vastava maakonna keskkonnatalitusele, kaks ülejäänud säilitatakse töö täitja juures TTÜ Geoloogia Instituudis: üks puutumatu algeksemplari, teine pidevalt täiendatava tööalusena. Nõudlus tehtu järgi on tuntav, vähemalt Geoloogia Instituudis, arvatavasti kasutatakse seda aktiivselt ka maakondades. Parema kättesaadavuse tagamiseks ja andmebaasi kaasajastamiseks asuti seda H. Kingu alarühma poolt viima ka elektronkandjale, millel on arusaadavalt oma spetsiifika ja probleemidki.

2001. aastal, kui anti üle viimane Jõgeva maakonna ülevaateköide, võib EÜR lugeda lõplikult valminuks. Ühtekokku on temas 16 numbrilist osa (kõik maakonnad + eraldi Tallinn) ja üks lisaköide varem ligipääsmatute NSVL militaarterritooriumide kohta. Töödeldud köidetes on see materjal küll sulatatud vastava maakonna (peamiselt Harjumaa) köitesse. Kokku moodustab EÜR paberkandjal 33 käsikirjalist paarisajaleheküljelist üksikköidet üldmahuga 6500 lk. Neil on registreeritud 2528 loodusmälestist, mis grupeeruvad järgmiselt:

Aluspõhjalised paljandid ja koopad	277
Pinnavormid	159
Liustikutekkelised	72
Vooluveetekkelised	32
Rannikumoodustised	50
Mattunud orgaanilised setted	5
Karstivormid	110
Allikad	222
Järved	76
Sood	73
Rändrahnud ja kivikülvid	1600
Spetsiifilised objektid	11

Valdava osa registreeritud objektidest (ligikaudu 2/3) moodustavad suured rändrahnud ja kivikülvid – Eestile nii omased loodusmälestised, mida püüti arvele võtta ka maksimaalse täiuslikkusega. Sõltuvalt paigutuse territoriaalsest ebahütlusest, aga ka mõnest muust asjaolust on registreeritud loodusmälestiste jaotumus üle Eesti üsna ebahütlane – suurim on nende osakaal Harjumaal (rändrahnud) ja Saaremaal (rohked rannikupangad). Mujal surub nende osakaalu alla soostunud alade suurem pindala. Siiski ei tule tabelis toodud arve võtta punktuaalse täpsusega – mõndagi neis veel muutub: midagi lisandub, midagi kustutatakse edasisel revideerimisel, muutusi võib ette tulla muudelgi asjaoludel.

EDASINE TEGEVUS

Niisiis on põhiline ettekujutus Eesti geoloogilistest loodusmälestistest nüüd EÜR näol olemas. See võimaldab teha kaalukaid järeldusi nii teaduslike uuringute tarvis kui ka looduskaitsete meetmete planeerimisel. Materjali sellesuunalistele üldistustele on ka asutud. A. Kleesment on töödeldud andmestiku Devoni liivakivikoobaste seisundi kohta (2003), E. Pirrus põhjavee mehaanilise uuristustegevuse nähtustest (2003), analüüsitud on Devoni liivakivide seni väheuuritud lõhelisust (Kleesment, Pirrus, 2000), planeeritud on põhjalik kokkuvõtte rändrahnudest ning karstinähtustest jne.

Samas on mõisteta, et selle hinnalise andmebaasi tegelik kasutamine on suure mahu tõttu paber kandjal mitmeti raskendatud, mistõttu tuleb tingimata jätkata selle töötlust parema käsitlemise eesmärgil. Töötlust arvuti variandis juba märkisime. Rea piirkondade kohta on H. Kingu ettevõtmisel õnnestunud avaldada populaarses vormis lühiülevaateid tähtsamate loodusmälestiste kohta antud piirkonnas (seeria "Loodusmälestised" 1–6, 1997–2000; 10, 2002; 8, 9, 2003). Oluliseks tööks, mida on aktsepteerinud ka Keskkonnaministeerium, on arvelevõetud **loodusmälestiste kategoriseerimine** nende teadusliku tähtsuse järgi. On ju mõisteta, et üle 2500 loodusmälestise tähtsus teaduse ja Eesti looduse säilitamise seisukohast pole kaugeltki ühesugune, ka pole niisuguse hulga riiklik kaitse mõeldavgi. On hädatarvilik teha sellest valik, seejuures põhjendatud ja kõige väärtuslikumat esile tõstev. Niisugune töö on praegu käimas, esimene etapp (pinnavormid, meteoriidikraatrid) ka juba läbitud. EÜR andmebaasi hoolikalt läbi vaadates saavad eksperdid – oma valdkonda tundvad spetsialistid – siin õigeid otsusi teha. Seega on EÜR koostamiseks kahe aastakümne jooksul tehtud hiigeltöö oma ülesande igati täitnud ning Eesti loodusesõbrad võivad uhked olla, et selline resultaat on saavutatud. Ja polegi tähtis, et iga loodusmälestise juures seisaks tingimata looduskaitsetulp ning toimiks maaomanikuga sõlmitud vormikohane leping – hoopiski tähtsam, et me teaksime niisuguse objekti olemasolust ja seda avalikkusele teadvustaksime. EÜR andmebaas täidab sedagi ülesannet: sissekanne tema soliidsesse loendisse on üheks oluliseks kaitsemeetmeks Eesti looduse omapära säilitamisel.

KIRJANDUS

- Kleesment, A. 2003. Lõhest liivakivis saab koobas. Eesti Loodus, 7/8, 50–53.
Kleesment, A., Pirrus, E. 2000. Fracture systems in Devonian sandstones, South Estonia. Eesti TA Toimetised, 49 (4), 284–293.

- Kumari, E. 1972. Mis on loodusmälestusmärk? Eesti Loodus, 1, 44–47.
Kumari, E. (toim.) 1960. Looduskaitse teatmik. Tallinn, Eesti Riiklik Kirjastus, 338 lk.
Pirrus, E. 2003. Põhjavee mehaanilisest uuristustegevusest Eestis. Keskkonnatehnika 1/03, 20–22.
Viiding, H. 1985. Eesti ürglooduse raamat. Eesti Loodus, 3, 135–145.

ESTONIAN BOOK OF PRIMEVAL NATURE AS A GENERAL DATABASE FOR GEOSITES

Enn Pirrus

Summary

In nature protection traditions of Estonia not only animate nature, but also inanimate natural objects, especially big boulders, have been important. Nowadays, due to increasing economic activity, many of them may be endangered. That is why constant preservation measures need to be adopted.

Geological objects are unique around the world and each country should preserve what is nonrecurring on its territory. Estonia has the following points of interest:

- Unique Palaeozoic sedimentary basins and their fossils;
- Surface structure and sedimentary complex of the last glaciation;
- Well-preserved unique meteorite craters.

In order to make the right choice from a number of objects, a universal database was needed for storing information about all important geosites in Estonia. This work was commenced by Dr Herbert Viiding in 1980, under the title “Estonian Book of Primeval Nature”. It took about 20 years to compile this overview of roughly 2500 remarkable geosites, organised by counties (Table 2). The database is now electronic, having a 3-page datasheet for each entry. From the recorded data, answers can be found for a number of scientific problems (e.g., jointing of rocks, suffosion, karst, glacier transfer, etc.). Objects in the database can be grouped according to their scientific value, which in turn allows to direct the state’s nature protection programmes scientifically.

BALTI KLINT LOODUSMÄLESTISENA

Kalle Suuroja

Eesti Geoloogiakeskus

SISSEJUHATUS

Balti klindile tähenduse otsimist alustame pealkirja sõnapaarist. *Balti* – see on rahvad ja keelerühm, meri ja maad, kultuur ja ajalugu, üsna erinevate käsitlustega siinsete rahvaste kõnepruugis. Valdavalt tähistatakse sellega siiski regiooni, sest siinset merd nimetavad selle ääres elavad rahvad igaüks omamoodi ja enamjaolt ikka lähtuvalt ilmakaarest, mis suunda see neist jääb.

Taani-rootsi algupäraga, rannaastangut tähistava sõnaga *klint* on lood mõnevõrra lihtsamad, kuigi eestlastel sarnase tüvega sõna puudub ja siin nimetatakse sellist aluspõhja kivimeist rannaastangut hoopis *pangaks*. Et sõna "*pank*" tähistab eesti keeles ka rahandusasutust ja üht-teist muudki, siis on segaduste vältimiseks proovitud kasutusele võtta mitmeid teisi omakeelseid liitsõnu – pankrannik, paekallas, paerannik. Enim kasutatud ja samas ka kõige eksitavama sisuga neist on *paekallas*. Esiteks ei ole Balti klindi astangud valdavalt mitte paest, vaid liivakivist või savikivimeist ning geoloogid eristavad oma töös selgepiirilisel veekogusid, millel on kallas (jõgi, järv) või rand (meri, ookean).

Balti klint – see on Läänemere äärne, enam kui 1200 km pikkune aluspõhja kivimeisse murrutatud tänapäevaste ja iidvanade kulutusastangute süsteem. Balti klint saab alguse Rootsi ranniku lähedalt merepõhjast Ölandi saarest lõuna pool ja kulgeb sealt piki saare läänerannikut läbi Läänemere ning üle Eesti põhjaranniku kuni Laadoga järveni Venemaal. Lähte- ja lõpp-punkti järgi on Balti klinti nimetatud ka **Öland-Laadoga** (rootslased) ehk **Balti-Laadoga** (venelased) klindiks.

Balti klint jälgib suurel määral Ida-Euroopa platvormi kahe osa, Balti kilbi ja Vene lava vahelist piiri. Sellest piirist põhja pool (Ölandi klindilõigul lääne pool) avanevad maapinnal ja merepõhjas kõvad kulumiskindlad kristalsed kivimid (siinkohal tard- ja moondekivimite koond-

mõistena) ja lõuna pool (Ölandi klindilõigul idas) tunduvamalt pehmemad ja kulumisaltimad settekivimid (lubjakivid, liivakivid, savid jne).

Balti klindi mõiste määratlemine ei ole aga siiski nii ühene. Kui lähendada eelpakutud, ligilähedaselt Balti kilbi ja Vene lava piiri markeerivate kulutusastangute süsteemi käsitlevast definitsioonist, siis võiks selle koosseisu arvata ka nn **Siluri klindi**. See on Gotlandi saarest lõuna pool merepõhjast algava ja läbi Läänemere ning Saare- ja Muhumaa põhjaosa kuni Mandri-Eesti keskosani kulgeva, Siluri ladestu lubjakividesse murrutatud rannaastangute vöönd. Sarnaselt Balti klindiga on ka seda alg- ja lõpp-punktide järgi nimetatud nii **Gotland - Saaremaa** kui **Gotland - Lääne-Eesti klindiks**.

Senini, ja seda põhiliselt traditsioonidest lähtuvalt, on Balti klindi koosseisu arvatud siiski üksnes selle väga laia (üle 300 km!) murrutusastangute süsteemi kõige põhjapoolsemad – põhiliselt Vendi, Kambriumi ja Ordoviitsiumi ladestu settekivimitesse murrutatud astangud. Siit tuleneb ka selle astangusüsteemi kohta tarvitata küllaltki õnnestunud nimetus – **Kambrium-Ordoviitsiumi klint**. Kolmas nimetus on targu kõrvale jäetud, sest Vendi kivimid märkimisväärseid astanguid, vähemalt maismaal, ei moodusta.

Sedasi määratletud Balti klindi laius, kui mõned ekstreemsused, näiteks klindiaastanguisse järsult lõikunud klindilahtede ja -orgude veerud kõrvale jätta, on 2–50 km, mis suureneb üldjoontes läänest itta. Klindi kõrgus on 100–300 m, kasvades samuti läänest itta. Pikkusest oli juba juttu, see on linnulennuliselt 1200 km, aga kui ka astangujoone looklemist arvestada, siis umbkaudu 1700 km.

BALTI KLINDI LIIGESTUSEST

Balti klindil on eristatavad neli alaregiooni ehk regionaalset klinti neile igäühele omaste iseärasustega.

1. Ölandi klint algab Ölandi saarest umbes 10 km lõuna pool ja kulgeb sealt ligi 150 km ulatuses piki saare läänerannikut, et siis saare põhjatiipus, *Öland Norra Uddeni* lähistel uuesti Läänemere voogudesse kaduda. Kalmari väinas on klindivööndi laius 15–25 km ja selle kõrgus (vahemaa paeplatoolt kuni kristalse aluskorran) umbkaudu 100 m. Saare lõunaosas on Ölandi klint esindatud põhiliselt kaheastmelise ja kuni 50 m kõrguse Degerhamni tüüpi astanguga. Borgholmist põhjas on valdavaks Ölandi tüüpi, st lubjakividesse murrutatud kuni 15 m kõrgune astang (foto 1). Ölandi klindil on eristatud veel kuus väiksemat erinäolist klindilõiku.



Foto 1. Läänepoolne osa klindist on markeeritud Ölandi saarel suhteliselt madala murrutusastanguga Siluri lubjakivides.

2. Läänemere klint on ligi 500 kilomeetrine osa Balti klindist, mis kulgeb Läänemere põhjas Ölandi Põhjaneeme (*Öland Norra Udden*) ja Osmussaare (*Odenholm*) vahemikus. Mere sügavus klindiplateo kohal on valdavalt 20–50 m ja see suureneb Läänemere keskosas kuni 160 meetrini. Klindivööndi laius on siin valdavalt 2–5 km ja kõrgus, mis suureneb üldjoontes läänest itta, 100–160 m. Võrreldes mererannas nähtavate kujunemisjärgus astangutega on merealused järsakud laugemad ja ka mõnevõrra sügavamalt mattunud. Läänemere klindil on eristatud seitse iseseisvat struktuurset üksust ehk klindilõiku.

3. Põhja-Eesti klindi ehk pankranniku nime kannab Balti klint Osmussaare ja Narva vahel (linnulennuliselt ligi 300, astangujoont pidi umbes 450 km). Osmussaare ja Pakri poolsaare vahelise ala ligi 50 kilomeetril ilmutab kõrgenev klint end vaid neljal saarel: Osmussaarel, Krassil, Suur- ja Väike-Pakril. Pakri poolsaare ja Narva vahemikul pakub Põhja-Eesti klint välja kogu oma suuruse ja võimsuse, ilu ja võlu (fotod 2–6). Kui 1700 km pikkusel Balti klindi astangujoonel on otseselt paljanduvaid astanguid vaid ligi 280 km, siis umbes 240 km sellest langeb Põhja-Eesti klindi arvele. Klindivööndi laius suureneb 3–5 kilomeetrilt lääneosas kuni 40 kilomeetrini idas. Laiuse järsk suurenemine

toimub Lahemaa kohal, kus veetalune, kirdesse suunduv Vendi astang eraldub lõunapoolsemast ja moodustab kahe astangu vahele lameda terrassi.

4. Ingeri klint – see on Narva jõest Laadoga järve suubuva Sjassi jõeni ulatuv enam kui 200 kilomeetri pikkune osa Balti klindist. Siin klindiaastang lamendub ja on enamasti mattunud Kvaternaari setete alla (fotod 7, 8). Veelgi ida pool Balti klint kaob Devoni liivakivide alla ja pole enam astanguna jälgitav. Seetõttu võib aluspõhja kivimite paljandeid Ingeri klindil kohata üksnes klindiplateosse ja selle terrassidesse sügavalt lõikunud jõgede orgudes. Koporje ja Lopuhinka ümbruses saavutab Balti klindiplateo siiski oma maksimaalse kõrguse – kuni 140 m ümp. Maksimaalne on selles regioonis ka klindivööndi laius – kuni 50 km Peterburi lähistel.

PÕHJA-EESTI KLINDI (PANKRANNIKU) LIIGESTUSEST

Põhja-Eesti klint, kuigi ainult osa Balti klindist, on liialt suur, et seda tervikuna hoomata ning seepärast on see jagatav üheksaks regionaalseks klindilõiguks ja viimased omakorda 95-ks üksikobjektiks: klindiplateo, -poolsaareks, -neemikuks, -saareks, -laheks, -oruks. Sellisel jaotamisel on lähtunud August Tammekannu (1940) poolt välja pakutud jaotusskeemist.

A. Tammekannu poolt 1940. aastal avaldatud Balti klinti käsitleva monograafia ilmumisest on möödunud siiski üle kuue aastakümne ning selle kestel on teadmised ja arusaamad nii Balti klindi kui selle osaks oleva Põhja-Eesti klindi olemusest oluliselt täienenud ja üksjagu ka muutunud. Kui nimetatud autori ajal tunti Põhja-Eesti klinti üksnes silmale nähtava järgi, siis tänapäeval on abiks olnud ka puurimisandmed, mis võimaldavad jagada uuritava objekti reaks suhteliselt iseseisvateks klindilõikudeks.

1. Loode-Eesti saarestiku klindilõik hõlmab ligi 50 kilomeetrise osa Põhja-Eesti klindist Osmussaare ja Pakri saarte vahemikus. Seda, Lääne ja osaliselt Harju maakonna piiresse jäävat pangalõiku iseloomustab saareline ehitus ja merealuste astangute esinemine, millest üle veepinna kerkivad üksnes mõningate klindipoolsaarte (Osmussaare, Krässgrundi, Ragö) tipmised osad. Sellesse pangalõiku jääb ka Neugrundi meteoriidikraater, mille paekatteline keskplateo kujutab pangaehituslikust seisukohast lähtuvalt endast üksikut klindisaart. Siia kuuluvad järgmised 13 üksust (läänest itta): 1. Osmussaare klindipoolsaar; 2. Sundsteini klindi-

laht; 3. Neugrundi klindisaar – meteoriidikraater; 5. Sandgrundi klindineemik; 6. Keibu klindilaht; 7. Krässgrundi klindisaar; 8. Stora-Rågö klindilaht; 9. Rågö klindipoolsaar; 10. Pakri klindilaht; 11. Madise klindineemik; 12. Pakri klindipoolsaar; 13. Pakri klindisaar (foto 2).

2. Lääne-Harju klindilõik hõlmab ligi 100 km Põhja-Eesti klindist Paldiski – Tallinna vahemikus ja seda iseloomustab loode suunas eenduvate klindipoolsaarte (Pakri, Laulasmaa, Türisalu, Suurupi, Kakumäe) vaheldumine sügavalt mandrisse lõikunud klindilahtedega (Lahepera, Keila, Väana, Harku). Suur osa Põhja-Eesti klindi kujunemisyrgus olevaist astanguist (foto 3) jääb just sellesse lõiku. Siia kuuluvad järgmised kaheksa üksust (läänest itta): 14. Lahepere klindilaht; 15. Illurma klindineemik; 16. Laulasmaa klindipoolsaar; 17. Lohusalu klindisaar; 18. Keila-Joa klindilaht; 19. Türisalu klindipoolsaar; 20. Väana klindilaht; 21. Suurupi klindipoolsaar.

3. Tallinna klindilõik hõlmab ligi 20 kilomeetrise osa Põhja-Eesti klindist Rocca al Mare ja Maardu vahemikus ning selle olemuse määratlejaks on Tallinna klindilahestik sügavate mattunud ürgorgude ja nende vaheliste klindipoolsaarte, -neemikute ja -saartega. Siia kuuluvad järgmised 11 üksust (läänest itta): 22. Harku klindilaht; 23. Kakumäe klindi-



Foto 2. Omapärane on klindilõik Väike-Pakril: Ordoviitsiumi kihtidest varisevad paeplaadid moodustavad murrutusjoonele sageli kaitsva kilbistiku.

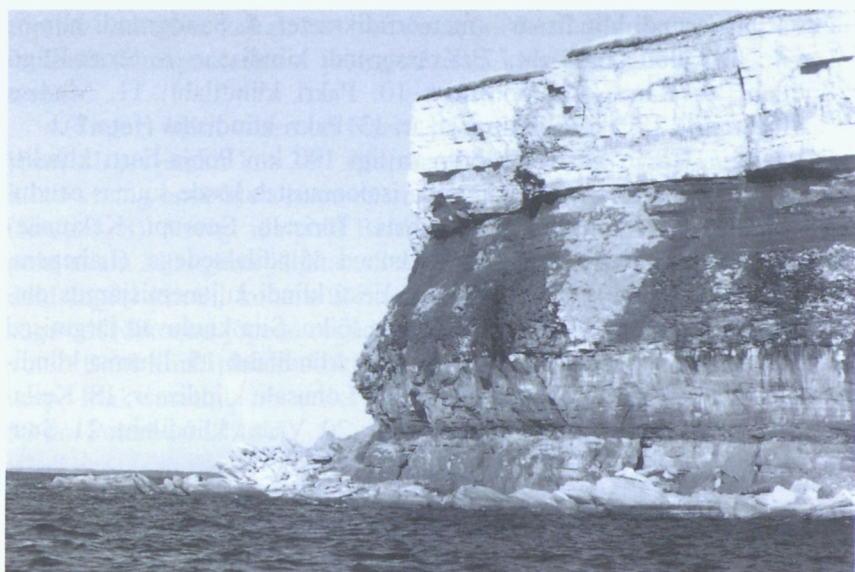


Foto 3. Võimsa vertikaalseinana laskub merre Pakri klindilõik. Sellel on hästi näha kõik paljanduvad erivanuselised ja eriilmelised settekiivimikihid.

neemik (foto 4); 24. Kopli klindilaht; 25. Toompea klindisaar; 26. Ülemiste klindilaht; 27. Lasnamäe klindiplateo; 28. Pirita klindiorg; 29. Iru klindipoolsaar; 30. Merivälja klindilaht; 31. Viimsi klindisaar; 32. Muuga klindilaht.

4. Ida-Harju klindilõik hõlmab ligi 70 kilomeetrise osa Põhja-Eesti klindist Maardu ja Muuksi klindineemikute vahemikus ning sellele on iseloomulik osaliselt mattunud pangajoone eemaldumine merest 0,5 kuni 8 km kaugusele. Siia kuulub siiski ridamisi klindineemikuid, -poolsaari, -saari, -lahtesid ja -orge, mis moodustavad järgmised 14 üksust (läänest itta): 33. Kallavere-Ülgase klindipoolsaar; 34. Ihasalu-Jägala klindilaht; 35. Ruu klindineemik; 36. Kodasoo klindilaht; 37. Kaberla-Valkla klindipoolsaar; 38. Kiiu klindilaht; 39. Määpea klindineemik; 40. Kuusalu klindilaht; 41. Loo klindineemik; 42. Sõitme klindiväin; 43. Kahala klindilaht; 44. Hirvli klindilaht; 45. Tsitre klindisaar; 46. Muuksi klindineemik.

5. Lahemaa klindilõik hõlmab ligi 40 kilomeetrise osa Põhja-Eesti klindist Muuksi ja Palmse vahemikus ja seda iseloomustab merest eemaldunud (umbes 5 km) ja tugevasti liigestatud, osaliselt või täielikult mattunud klindias tang. Ordoviitsiumi ja Kambriumi astang on siin teineteisest eraldatud 2–3 km laiuse terrassiga. Lahemaa maastikule ise-

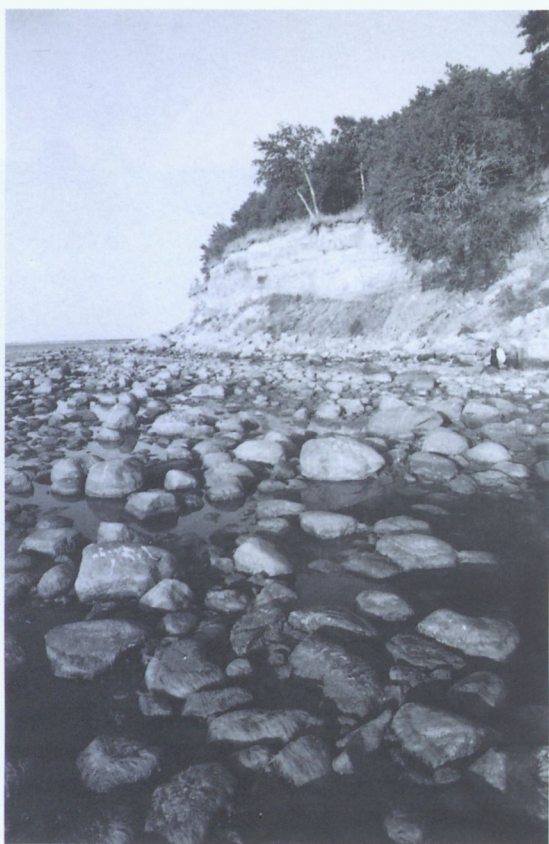


Foto 4. Klindilõiku Kakumäel ei tohiks me nimetada paekaldaks. Katvat paelasundit siin ei ole – kogu järsak on murrutatud Kambriumi liivakivisse

loomulikud, kaugele merre eenduvad poolsaared ja sügavad lahed on eristatavad ka klindijoonel. Siia kuuluvad 13 üksust: 47. Pudisoo klindilaht; 48. Kolga-Aabla klindiorg; 49. Kolga klindineemik; 50. Liidikõrve klindilaht; 51. Kolgaküla klindipoolsaar; 52. Lohja klindilaht; 53. Valgejõe klindiorg; 54. Joaveski klindineemik; 55. Loobu klindiorg; 56. Vatku-Muike klindipoolsaar; 57. Palmse klindiorg; 58. Eru klindilaht; 59. Käsmu klindilaht.

6. Lääne-Viru klindilõik hõlmab ligi 60 kilomeetrise osa Põhja-Eesti klindist Virumaa lääneosas, Palmse ja Kalvi vahemikus ja seda iseloomustab kõrge (keskmiselt 60 m ümp) paeplatoo, suhteliselt sirgjooneliselt kulgev lauge astang ning osaline mattumine (foto 5). Nii



Foto 5. Kõrgeim paelavaserv Põhja-Eesti klindil asub Sagadi piirkonnas. Paraku on mere poole aeglaselt laskuv poolmattunud klindijärsak siin vaevutajutav.

Kambriumi terrassi laius (kuni 5 km) kui ka seda ääristava astangu kõrgus (kuni 35 m) on siin maksimaalsed. Klindilõigul on eristatavad kümme üksust: 60. Sagadi-Vihula-Karula klindiplateo; 61. Vihula klindior; 62. Varangu klindilaht; 63. Selja-Kaliküla klindiplateo; 64. Toolse klindilaht; 65. Korismäe klindineemik; 66. Kunda klindilaht; 67. Malla klindiplateo; 68. Kongla klindior; 69. Pada klindilaht ja org.

7. Ida-Viru klindilõik haarab umbes 70 kilomeetrise osa Põhja-Eesti klindist Virumaa idaosas Kalvi ja Sillamäe vahemikus ning seda iseloomustab monoliitselt ja suhteliselt sirgjooneliselt kulgev kuni 55 m kõrgune Ontika tüüpi ühtne Kambrium-Ordoviitsiumi astang (foto 6). Eristub 16 üksust: 70. Kalvi klindisaar; 71. Aseri klindilaht; 72. Rannu-Kõrkküla klindiplateo; 73. Purtse klindilaht; 74. Purtse Hiimäe klindisaar; 75. Moldova-Aa klindilaht; 76. Saka-Ontika klindiplateo; 77. Toila klindilaht ja Pühajõe klindior; 78. Pühajõe klindipoolsaar; 79. Voka klindilaht koos Konju klindioruga; 80. Päite klindiplateo; 81. Sõtke klindilaht koos samanimelise klindioruga; 82. Kannuka klindineemik; 83. Perjatse klindior; 84. Perjatse klindineemik; 85. Pimestiku klindiväin.

8. Vaivara klindilõiguna on vaadeldav ligi 15 kilomeetrine osa Põhja-Eesti klindist Virumaa idaosas Sillamäe ja Meriküla vahemikus, mida ise-

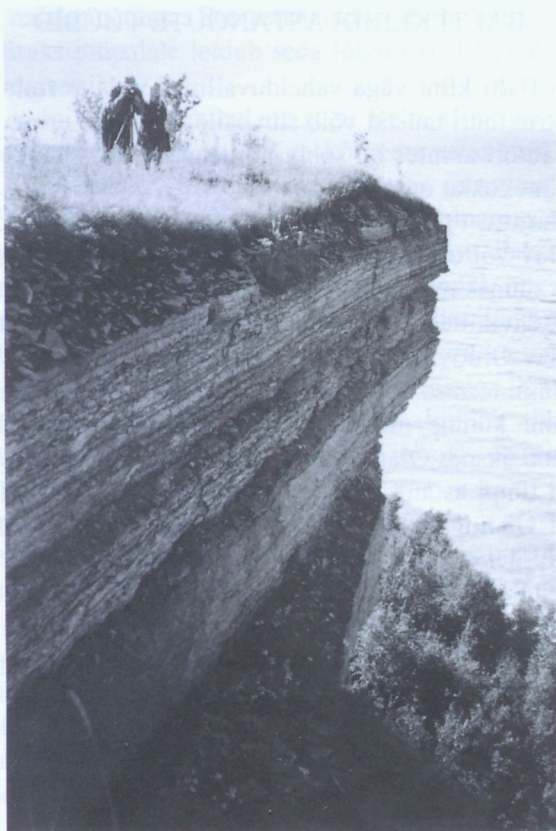


Foto 6. Seevastu ida pool (Päites) on 40 m kõrgune klindiserv eristuv selgepiirilise murrusjärsakuna, mis sellest, et temagi jalam on kinni kasvamas laialehise metsaribaga.

loomustavad tektooniliselt mõjustatud ja tugevasti deformeeritud astangud. Siia kuuluvad järgmised kolm üksust: 86. Pimestiku klindisaared; 87. Vaivara Sinimägede kerkeala; 88. Udria klindisaar.

9. Narva klindilõik hõlmab 15 kilomeetrise idapoolseima osa Põhja-Eesti klindist Meriküla ja Narva vahemikus, kus pangaastang eemaldub juba lõplikult merest. Paelasund on siin kuni Tõrvajõeni sarnaselt Vaivara pangalõigule tugevasti deformeeritud ning paeplatoo kõrgus väheneb 25–30 m ümp tasemeni. Eristub seitse üksust: 89. Meriküla klindilaht; 90. Puhkova-Olgina klindiplatoo; 91. Orasoja kanjon; 92. Tõrvajõe kanjon; 93. Hoovi klindisaar; 94. Pähklikmäe klindisaar; 95. Narva klindiorg.

BALTI KLINDI ASTANGUTE TÜÜBID

Niisiis on Balti klint väga vahelduvaimeline ja vormirohke. Üldise astangulise struktuuri taustal võib siin esile tõsta rida erinevaid astangu-tüüpe, mida autori arvates on sobiv nimetada nende tüüpkuju esinemis-kohta järgi. Ühtekokku on neid 14.

1. Degerhamni tüüpi iseloomustab osaliselt mattunud 5–15 m kõrgune paljanduv või osaliselt mattunud paeastang, mille ees on 1–3 km laiune, lääne suunas madalduv valdavalt Kambriumi maarjaskilta, liiva-kividesse või savikiltadesse murrutatud lauge astanguga terrass. Sellest kõrgemale jääv Ordoviitsiumi paeplatoo on suures osas hõlmatud alva-riga, Kambriumi terrass on aga kultuuristatud ja lõpeb enamjaolt meres, mõnikord kuni kümne meetri kõrguse astanguga. Degerhamni tüüpi astangut esineb üksnes Ölandi klindi lõunaosas (lõuna pool Borgholmi).

2. Ölandi tüüpi astang (foto 1) on murrutatud paekividesse ja selle tüüpalaks on Ölandi saare põhjaosa Äleklinta'st põhja pool. Astangu kõrgus küünib harva üle kümne meetri, tavaliselt jääb see 2–8 m piiri-
desse. Peale Ölandi leidub seda tüüpi astangut ka veel mitmel pool Põhja-Eesti pankrannikul Pakri poolsaarest lääne pool.

3. Merealuse astangutüübi puhul on tegu veealuse astanguga, mis on vaid tinglikult käsitletav ühtsena. Tegelikult erinevad needki üksteisest nii astangute arvu, kõrguse ja terrasside laiuse poolest, kuid ligipääsma-tuse tõttu on nende alaliigitamine raske. Üldiselt on merealused astan-gud maismaal näha olevaist tunduvalt lamedamad ning mandriliustike siluvate jälgedega.

4. Neugrundi tüüpi astangu puhul on tegemist samuti veealuse, kuid erandliku tekkelooga astanguga. Eristub kuni 70 m kõrgune (koos setete alla mattunud jalamiga enam kui 100 m) üheastmeline klindiaastang, mis ulatub Neugrundi meteoriidikraatri keskosas süvikut katvatest Ülem-Ordoviitsiumi lubjakividest kuni ringvalli kristalse aluskorra purustatud moondekivimiteni. Astang ümbritseb kraatrit poolkaarjalt põhjakaarest kümnekonna kilomeetri ulatuses ja seda tüüpi astangut võib näha ainult siin.

5. Väike-Pakri tüüpi astangut iseloomustavad suured (kuni kümme-kond meetrit läbimõõdus), astangu najale toetuvad paelahmakad (foto 2). Selline astang kujuneb siis, kui murrutusalasse sattuvad kõvemate (lubja-kivi) ja pehmemate (glaukoniiitliivakivi) kivimlasundite piirikihid. Lained murrutavad kõva lubjakivilasundi alla pehmesse liivakivisse meetrite sügavusi kulpaid ja seda kuni paelasundi varisemiseni. Kui lubjakivi-lasund ei asu liialt kõrgel, siis jäävadki murdunud paelahmakad üht äärt

pidi astangu najale toetuma. See astangutüüp levib murrutataval nüüdisrannal ning lisaks tüüpalale leidub seda lõiguti veel Ölandi põhjaosas ja Osmussaare idarannikul.

6. Pakri tüüpi astangu puhul on tegu Balti klindi ühe kaunima ja atraktiivsema, kuid samas mitte kõige kõrgema astanguga. See on eelkõige 15–30 m kõrgune, merelainete aktiivses murrutusvööndis olev Kambrium-Ordoviitsiumi astang, mille jalamit iseloomustavad konsolideerumata varinguvööndid (foto 3). Tüüpalaks on Pakri neem, kuid üksiklõike leidub veel Türisalu ja Rannamõisa pangal.

7. Suurupi tüüpi astanguvööndi puhul on Ordoviitsiumi lubjakivide ja Kambriumi liivakivides olevad astangud eraldatud teineteisest mõne meetri kuni kilomeetri laiuse nn Kambriumi terrassiga. Kaasaegse mere murrutusvööndisse jääb neist seejuures vaid alumine ehk Kambriumi astang. Suurupi pangatüübi levila piirdubki üksnes Suurupi poolsaare põhjaosa kümnekonna kilomeetriga.

8. Kakumäe tüüpi astang erineb eelmisest selle poolest, et siin puudub lähikonnas kattev Ordoviitsiumi paeplatoo ja kogu astang on murrutatud üksnes Kambriumi liivakividesse. Selle astangu kõrgus on 5–10 m ja ta leviala piirdubki üksnes tüüpalala, st Kakumäe poolsaare ranniku 4–5 kilomeetriga (foto 4).

9. Valkla tüüpi astanguvööndi puhul on tegu juba merekauge, osaliselt paljanduva või mattunud 20–40 m kõrguse astanguga, mille jalamil eristub kohati 1–3 erineva laiusega terrassi. Astangu tüüpalaks on Kaberla-Valkla klindipoolsaart põhjakaarest ääristav klindiaastang. See on levinumaks pangatüübiks Põhja-Eesti pankranniku ligi 100 kilomeetrit alates Tallinnast kuni Palmseni.

10. Kunda tüüpi astanguvööndile on iseloomulik kõrge (50 m ümp) ja merekauge (1–10 km) paeplatoo olemasolu, mille ette jääb osaliselt mattunud kaheastmeline astanguvöönd (foto 5). Ordoviitsiumi ja Kambriumi astangut eraldab siin kuni 1–5 km laiune terrass. Kunda tüübil on sarnaseid jooni nii Suurupi kui Valkla tüübiga, kuid erinevalt Suurupi tüübist on Kambriumi astang siin tunduvamalt kõrgem (30–35 m). Valkla tüübist eristab seda aga kõrgem ja laiem Kambriumi terrass. Kunda astangul lõikuvad Kambriumi terrassi sagedasti lühikesed ja sügavad sälkorud.

11. Ontika tüüpi astang on nii Põhja-Eesti pankranniku kui Balti klindi kõrgeimaks (30–55 m) paljanduvaks astanguks. Astangu ülaosaks on Kesk-Ordoviitsiumi lubjakividest ja nendelalustest Alam-Ordoviitsiumi liivakividest 10–20 m kõrgune vertikaalne sein. Allapoole jääv järsak 10–20 m, milles paljandub Kambriumi liivakivi, on samuti kal-

dega üle 45° ja see eendub eelmisest kohati kitsa, mõne kuni kümnekonna meetri laiuse terrassina. Astangu alaosa 10–20m moodustab Kambriumi sinisavi lihkeplokkidest koosneva laugema (10–30°) mõnekümne kuni paarisaja meetri laiuse jalami, mis on ühtlasi ka tüüpilise laialehelise pangametsa levialaks (foto 6). Ontika tüüpi astang on valdavaks Kalvi ja Sillamäe vahemiku enam kui 50 kilomeetril.

12. Vaivara tüüpi puhul on tegu keeruka kujunemislooga klindiaastanguga ja seda iseloomustab eeskätt katva paelasundi tihe lõhelisus. Kui tavaliselt on paelasundis üks diaklasslõhe mõne meetri kohta, siis tihelõhelisuse esinemise korral on neid kümme ja enamgi ühel meetril. Nii nende lõhede kui ka siinse pangatüübi kujunemisel on olnud tegevad nii maakoore tektoonilised tõusu- ja vajumisliikumised, mandriliustike surve kui ka Kambriumi savide ebäühtlane voolamine (diapiiristumine) viimaste surve all. Seda tüüpi astangu tüüpalaks on enam kui kolme kilomeetri pikkune ja kuni 50 m normaalasendist kõrgemale tõstetud hiidpangaste ahelik – Vaivara Sinimäed.

13. Isuri tüüpi astanguvööndit iseloomustab Balti klindi kõrgeim (100–130 m ümp), suhteliselt lauge, osaliselt mattunud ja laugenõlva-



Foto 7. Kaugemal idas, merest eemal asuval Ingeri klindil on kunagine hiidjärsak vähemilmekas ja mõnikord liigestatud. Metsastunud Duderhofi kõrgendik kujutab endast analoogiliselt meie Toompeale klindisaart.

liste terrassidega maastik, mis ääristab Ingeri klindil Isuri klindiplateo põhjanõlva enam kui 80 km ulatuses Koporje–Lopuhinka–Gostilitsõ–Ropsha–Krasnoe Selo vahemikus. Astanguvööndi kõrgus on siin selle 1–3 km laiuse juures kuni 70 m ja see ulatub paeplatood katvatest Kesk-Ordoviitsiumi lubjakividest 20–30 m sügavuselt Kambriumi savilasundisse. Aluspõhja kivimid paljanduvad siin üksnes astanguvööndisse sügavalt (20–30 m) lõikunud jõgede kallastel. Isuri tüüpi astanguala on tugevasti modifitseerinud ka varasem mandriliustike tegevus, igatahes selle ülaosa ei ole kujundanud üksnes pärastjääaegsete veekogude rannamurrutus (fotod 7, 8).

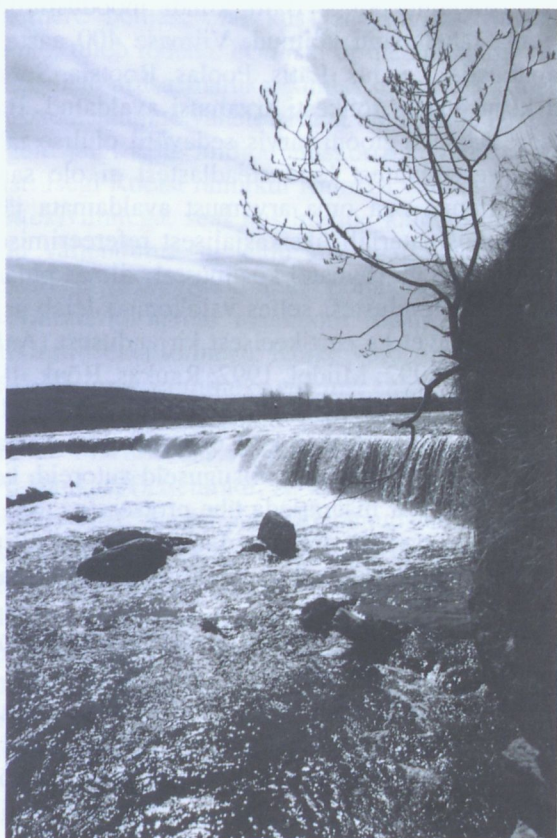


Foto 8. Ingeri klindil annab madaldunud klindiaastangust tunnistust üksnes jõesäng (Tosno).

14. Putilovo tüüpi klindiastangut esineb samuti üksnes Ingeri klindil. Selle paeplatoo on Isuri tüübi omast tunduvamalt madalam (umbes 50 m ümp), kuid 20–30 m kõrgune Ordoviitsiumi astang on see-eest lõiguti tunduvamalt järsem (30–45°). Putilovo tüüpi astang ääristab Putilovo klindiplatood põhjast enam kui 20 km ulatuses. Putilovo klindiastang on nähtavasti pärastjääaegse, kaasaegsest tunduvalt ulatuslikuma Laadoga järve poolt murrutatud rannaastang.

BALTI KLINDI TEKKEST

Niikaua kui inimene on Läänemere lähikonda asustanud, on siinse võimsaima loodusmonumendi – Balti klindi moodustumise küsimus ikka ja jälle tema tähelepanu köitnud. Viimase 400 aasta jooksul on selles kohta nii Eestis, Leedus, Lätis, Poolas, Rootsis, Soomes, Saksakui Venemaal kirjasõnaski rohkesti arvamusi avaldatud. Balti klint on olnud Läänemere äärsel regioonil tarvis sedavõrd olulise tähtsusega, et peaaegu ükski arvestatavatest loodusteadlastest ei ole saanud sellest vaikimisi mööda minna ega oma arvamust avaldamata jätta. Säastes lugejat selle kirjandusmaterjali üksikasjalisest refereerimisest peatume alljärgnevalt vaid kõige üldisematel küsimustel, silmas pidades asjaolu, et varasematest mõttearendustest selles valdkonnas leiab asjasthuvitatud lugeja vajalikku lisateavet ka eestikeelsest kirjandusest (Aaloe, Miidel, 1967; Einasto, Saadre, 1992; Miidel, 1992; Raukas, Rõuk, 1995; jt).

On iseloomulik, et viimase 150 aasta kestel toimunud aruteludes Balti klindi tekke üle on avaldatud küll mitmeid üsna vastakaid seisukohti, kuid on üsna väheseks jäänud niisuguseid autoreid, kes on püüdnud astanguvööndi olemust määratleda ühe protsessiga. See on ka igati loomulik, sest looduses on kõik protsessid mingil määral üksteisega seotud ja teisiti ei saa see olla ka sellise hiigelvormi puhul nagu seda on Balti klint.

Nii on tänaseks kõrvale jäetud klindi tektooniline tekkehüpotees, mis eeldas murranguliste rike ulatuslikku levikut Valgemere – Taani väinade joonel. Vaatamata sellise seletusviisi kordvale esindatusele erialakirjanduses, ei ole niisuguseid rikkestruktuure kusagil leitud. Tunnustuseta on jäänud ka glatsiaalse tekke hüpotees, mille alusel põhiosa oleks omistatud mandriliustiku kulutustegevusele. Geomorfoloogiline olustik ega ka arvutuslik analüüs ei anna sellise seletusviisi kinnituseks mingeid tõsisemaid pidepunkte.

Enam arvestatav on nn Ürg-Neeva hüpotees, mis seostab klindi tekke kunagi Balti kilbi kõvade ja Vene lava katvate pehmemate settekivimite piiril voolanud hiiglasliku jõega (Gembel, Nilson, 1959). Lõuna suunas kergelt kaldu pealispinna kulumiskindlatest kristalsetest kivimitest aluskord surus kirdest edelasse voolavat Ürg-Neevat vastu pehmematest settekivimitest koosnevat lõunakallast ning nii need astangud üksteise järel kujunesidki. Astangute teket soodustas pealiskorra settekivimite lasundi kuesta-laadne struktuur, st enam-vähem paralleelsete kivimikihtide lõunasuunaline kallakus ja erinevused nende kulumiskindluses. Ürg-Neeva oli ka see, mis kivimitelt kulutatud materjali kaugele Põhjammerre ära kandis. Siiski alandavad mitmed tähelepanekud oluliselt Ürg-Neeva hüpoteesi läbilöögivõimet. Vaadeldes Balti klindi astangute kulgu Läänemere põhjas, alal kus jääajajärgne rannamurrutus neid muutnud ei ole, tuleb tõdeda, et miski ei meenuta siin kunagise hiidjõe kaldapealseid. Jääb arusaamatuks, kuidas tekkisid mitmete kilomeetrite laiused terrassid astangute vahele? Ka ei ole Soome lahe ega Läänemere põhjas mingeid jälgi selle hiidjõe aluskorra kõvadesse kivimeisse süüvinud sängist. Isegi Rootsi rannikul Kalmari väina piirkonnas, aluskorra kontaktil settekivimitega, seal kus hiidjõe kaldapurustused kõige paremini peaksid väljenduma, ei leidu ainsamatki viidet sellele. Muidugi võiks kõike seda ja veel paljutki muud põhjendada jääaja-järgsel ajal või siis veelgi varem toimunud maakoore tõusu ja vajumisega, või ka mandriliustiku hilisema toimega. Kõike võib, aga seejuures kerkib tahtmatult kiuslik küsimus, et milleks siis just Ürg-Neeva?

Valdav osa Balti klinti uurinud teadlastest (A. Amontov, T. Floden, H. Hausen, A. Martinsson, A. Miidel, B. Možajev, K(arl) Orviku, V. Puura, A. Raukas, F. Schmidt, A. Tammekann jpt) on avaldanud üht- või teistmoodi oma poolehoidu ülddenudatsioonilisele hüpoteesile. Nende arusaamade kohaselt hakkasid Balti klindi astangud formeeruma umbes 60 milj. aasta eest Paleogeenis, millal leidis aset maakoore lõhenemine ja lahknemine Atlandi ookeanis, Norrast läände jääval alal ning algas maapinna mitmesaja meetrine tõus Ida-Euroopa platvormi äärealadel. Tõusuliikumistega kaasnes omakorda kulutuse intensiivistumine ning esmase astangu teke kulutusala ida- või lõunapiiri pehmemates settekivimites. Fennoskandia kilbi poolsel küljel, kõvade kristalsete kivimite levialal, astangut ei tekkinud. Maapinna jätkuv tõus ja sellega kaasnev erosioonibaasi alanemine, ilmselt Neogeeni ajastul, põhjustas astangu suurenemise ja võimalike uute astangute tekke. On väljendatud ka seisukohta (Možajev, 1973), et Balti klindi Ordoviitsiumi astang eraldab erivanuselisi regionaalseid tasanduspindasid – peneplaine. Kahjuks

jäävad needki käsitlused oletuslikule pinnale, sest geoloogid on suutelised midagi ütlema vaid aja kohta, millest on säilinud otseseid tõendeid, kivimeid või setteid. Balti klindi tsoonis need aga vahepealse aja, so umbes 350 miljoni aasta kohta, puuduvad. Seetõttu põhineb paljugi ebamäärastel rekonstruktsioonidel ja võrdlustel naaberaladega, kus vastava vanusega kivimid või setted on säilinud.

Maismaalise denudatsioonikontseptsiooni kõrval on klindi teket püütud seostada ka mingite hüpoteetiliste suurveekogudega, mille rannamurrutusprotsessid seletaksid parimini kõnealuse astanguvööndi katkematu pidevuse. Paraku ei ole nendest veekogudest midagi teada – setendeid ei ole nad endast jätnud.

Igal juhul on klindiastangute kujunemisel, ja seda pea kõigi hüpoteeside kohaselt, olnud määravaks kristalse aluskorra kõvadel moonde- ja tardkivimitel lasuva mõnevõrra pehmema settekivimilasundi väike kallakus (mõni meeter kilomeetri kohta) lõuna või ida suunas (Ölandi klindil). Koos erinevustega siinsete kivimite kulumiskindluses põhjustas selline lasumus siin pika maismaperioodi kestel nn kuesta-laadse reljeefi püsimise, mis oli kahtlemata astanguliste vormide tekke peamiseks eelduseks nii maismaalistel kui ka veekogudega (jõesed, järved, mered) seotud kulutusprotsessidel.

On tähelepanuväärne, et Balti klindi astangud on kujunenud ikka enam-vähem ühtedes ja samades kivimikompleksides ning ka nende kõrgused on võrreldavad vaatamata sellele, millisel tasemel merepinnast nad parasjagu asuvad. Seejuures on tasemete vahed tõesti märkimisväärsed. Nii näiteks on Balti klindi kõige silmatorkavam, lubja- ja liivakivilasundi piiri tähistava paeplatoo aluspind Ölandi klindil merepinnast kuni 5 m allpool või siis sellest 50 m kõrgemal. Läänemere põhjas laskub see kuni 160 m amp. Põhja-Eesti pankrannikul klindil on see tase 15 meetrist amp kuni 65 meetrini ümp, et siis Ingeri klindil tõusta kuni 140 meetrini ümp. Tasemete vahe on seega umbes 300 meetrit! Samas on teada, et paeplatoo pealsed kihid moodustasid Kesk-Ordoviitsiumi aegses madalmeres kogu Balti klindi ulatuses ühel ajal ja enam-vähem ühel sügavusel. Sellest võib järeldada, et maakoore erisuuruste vertikaalsete liikumiste amplituud Balti klindi põhiastangu joonel on pika aja jooksul olnud küllaltki suur. Siit tuleneb omakorda järeldus, et klindiastangu peamiseks kujunemiseelduseks olid siiski kivimite erinevad tugevusomadused.

Kahtlemata tuleb Balti klindil eristada erivanuselisi astanguid. Kui Kambriumi-Ordoviitsiumi astangu kujunemine Ölandil või Osmussaarel alles kestab, siis samasuguse, Kvaternaari setete alla mattunud astangu

formeerumine Põhja-Eesti klindi Lahemaa lõigul jõudis lõpule juba jääaja-eelsel ajal ning Läänemere põhja klindil võib-olla juba miljonite aastate eest. Niisiis on tegemist äärmiselt keerulise ja väga pikka aega kestnud protsessiga, mis ei ole olnud kaugeltki kogu aeg ühesuunaline. Siin on mitmeid kordi vaheldunud maapinna tõus selle vajumisega, veekogude pealetung nende taandumisega, astangute teke nende tasandumisega. Suur osa sellest, mis meil tänapäeval Balti klindil silma hakkab, on seotud jääaja järgsel perioodil toimunuga. Pärastjääaegne Läänemeri oma arengu erinevates faasides (Balti Jääpaisjärv, Joldiameri, Antsülusjärv, Litoriina- ja Limneameri) on olnud seotud põhiliselt veetaseme järk-järgulise alanemise ja kaldaalade tõusuga. Nende veekogude randades toimunud murrutus on Balti klinti tugevasti ümber kujundanud ja üldjuhul on see viinud astangute arvu vähenemisele ja nende järsemaks ning kõrgemaks muutumiseni.

Balti klint sellisena nagu see oli enam-vähem pärast viimast jääaega on säilinud vaid Läänemere põhjas. Viimase jäätumise mandriliustikud on Balti klindist 3–4 korral üle käinud, kusjuures iga järgnev neist on moonutanud varasemaid pinnavorme, mida peame alati arvestama. Oma jälje on klindile jätnud ka jääajajärgne maatõus, mis Põhja Eestis on 0 kuni 3 mm aastas. Pidevalt kahandab see kohti, kus taanduv meri ikka veel astangule ligi pääseb ja murrutus kestab. Neid ongi üsna vähe järele jäänud: umbes 30 km Ölandi klindil ja 130 km Põhja-Eesti klindil. Viimasest 17 km langeb Loode-Eesti klindilõigu, 43 km Lääne-Harju klindilõigu ning 70 km Ida-Viru klindilõigu arvele.

Värskete varingute jäljed, siin-seal astangu kohal rippu jäänud vanemad ehitised, tühjusesse suunduv maantee – kõik need räägivad sellest, et astangute teke ei ole Balti klindil kaugeltki veel lakanud. Klindiastangute taandumise või pealetungi (oleneb kustpoolt vaadata), kiirust määrata ei olegi nii lihtne, sest häid reeperid selle inimlikus mõttes küllaltki aeglase protsessi mõõtmiseks on vähe.

Ühe sellise harvadest võimalustest annab 1765. aastal Osmussarele (Odensholmile) ehitatud tuletorn. Tuntud baltisaksa geoloog Karl Eduard Eichwald (1840) märgib, et tema saarel oleku ajal (1827) oli ligi 70 aasta eest seitsme sülla (1 vene süld vastab 2,16 meetrile) kaugusele astangust ehitatud tuletorni ja astangu vahe kahanenud juba ligi viie sülla võrra. 1850. aastal ehitati varisemisohutu sattunud vanast tuletornist sadakond meetrit sisemaa poole uus ja kõrgem. Vana tuletorni alusmüüri on meri tänaseks juba pea täielikult neelanud. Arvutus annab astangu taandumise kiiruseks siin 8–9 cm aasta kohta. On huvitav märkida, et see on umbes samas suurusjärgus meie suuremate (Narva,

Jägala, Keila) joaastangute taandumise kiirusega. Taandumiskiirusest saab rääkida üksnes kujunemisjärgus ehk teisisõnu, meremurrutuse tsoonis olevate astangute puhul, sest kohtades, kus meri enam astangufronti ega isegi mitte selle jalomit murrutama ei küüni, on põhjust rääkida vaid taandarenevast ehk lamenduvast astangust.

Viimase mandriliustiku ahistusest vabanes Balti klint 11 000–13 000 aasta eest – Ölandi ja Ingeri klint mõnevõrra varem, Läänemere ja Põhja-Eesti klint veidi hiljem. Meie teadmised selle suurvormi ja mandriliustiku suhetest on enam kui kasinad. Kas “roomas” pealetungiv mandriliustik üle varasemate klindiaastangute kõikeväära buldooserina või siis aupaklikult ja hiilimisi, end selle ebatasasustega kohandades? Arvatavasti on tõde siingi kusagil vahepeal. Tükati ilmnev astanguserva muljutus ja sellest lahtikistud ning kaugele sisemaale kantud hiidpangased annavad justkui tunnistust kohutavast jõust. Samas aga võib tõdeda, et kohati on liustik klindist justkui jälgi jätmata üle libisenud ja seda jääajaeelset suurvormi väärikalt tunnustanud.

KLINT LOODUSMÄLESTISENA

Eeltoodud arutlus ei jäta kahtlust, et Ida-Euroopa loodeserval sette-kivimite levilat piirav aukartustäratavate mõõtmetega astanguvöönd – Balti klint – kuulub tähelepanuväärsete loodusmälestiste kategooriasse. Mitte ainult ülevad vaated tema servalt merele ega ka võimsate loodusjõudude tahtmatu tunnetamine selle mistahes lõigul, vaid palju muudki olulist kätkeb siinse suurvormi olemuses. Meenutagem kasvõi klindi klimatoloogilist tähendust: klindiesises niiskes ja soojas merelises olustikus kasvab lopsakas laialehine põlismets, kontrastina karmivõitu põhjamaa tingimustele lõunapoolsel sisemaal. Siin paiknevad paelavalt laskuvad veejoad, klindiserva uuristuvad sügavad kanjonorud, kordumatud ja mõeldamatud ülejäanud tasandikulises Eestis. Ja ikkagi on ta eelkõige tähelepanuväärne geoloogiline fenomen, mille tekkelooline külg pakub veel palju peadmurdmist ja ometi annaks selle lahtimõestamine uusi teadmisi geoloogiliste protsesside tõlgendamiseks kogu maailmas. Ka ei saa märkimata jätta astangupaljandites avanevaid Vana-Aegkonna unikaalseid kivimeid – iidsete mereolustike kajastajaid, mida just siin on võimalik jälgida ulatuslikel horisontaallõikudel, kõigi rõhtsuunaliste üleminekuvormidega. Klint on geoloogiliseks laboratooriumiks paljude nähtuste tundmaõppimiseks ja seetõttu hästi teada erialainimestele. Võime olla uhked, et valdav ja esinduslikum osa Balti

klindist paikneb just Eestis, Soome lahe lõunapiirde 250 km pikkusel lõigul. Oleme selle väärtuse vastutavad haldajad.

Kas Balti klint vajab kaitset?

Vastus saab olla üks, kuid on siiski kahene. Võimsa suurvormina kaitseb ta ennast ise, ka pealetungiva inimtegevuse eest. Raskesti ligipääsetava, kohati ohtliku ja kasutamiskõlbmatu järsakseinana ulatub kahjustav majandustegevus temani harva. Arenev sadamaehitus, süva-veelasud, jäätmehoidlad ning üksikutele karniisilõikudele rajatud eliit-eramud on meil küll juba olemas, kuid need ei suuda veel oluliselt mõjutada üldpilti. On ka ulatuslikum kogemus klindilõigu tasandamisest Kakumäel Tallinna serval, kuid seegi tulemus ei ole üheselt taunitav.

Mereäärset klindivööndit kaitseb ka seadusandlus.

See kõik ei tähenda, et peaksime olema hoolimatud. Meil on küllaldaselt huvitavaid ja teaduslikult väärtuslike paljanditega klindilõike, mis on kaitstud üksikobjektidena või maastikukaitsealade koosseisus ja esialgu ei näi olevat vajadust nende ringi laiendada. Olukord võib aga muutuda ning selleks tuleb ka valmis olla.

Kõige olulisemaks tuleb pidada juurdepääsu võimaldamist kõigile selle suurvormi uurijatele, kes püstitavad endale ülesandeid veel lahendamata küsimuste edasiviimiseks. Endisaegne piirivalverežiim tõkestas seda oluliselt, kuid säilitas paljutki selle suurvormi olemusest ehedal kujul.

KIRJANDUS

- Aaloe, A. ja Miidel, A. 1967. Eesti pangad ja joad. Tallinn, Eesti Raamat, 72 lk.
- Eichwald, E. 1840. Kurtze Anzeige einer geognostischen Untersuchung Ehtlands und einiger Inseln der Ostsee. Die Urwelt Russlands. Heft 1.
- Einasto, R. ja Saadre, T. 1992. Põhja-Eesti paekallas. Eesti Loodus, 12, 690–695.
- Gembel, A. V., Nilson, O. A. 1959. Balti (Ordoviitsiumi) klindi tekkest. Üleliidulise Geograafia Ühingu Toimetised, 91/4 (vene k.).
- Miidel, A. 1992. Balti klindi päritolu. Eesti Loodus, 5, 76–82.
- Možajev, B. N. 1973. Vene tasandiku loodeosa nüüdistektoonika. Leningrad, Nedra. 229 lk. (vene k.)
- Raukas, A., Rõuk, A.-M. 1995. Pinnamood ja selle kujunemine. – Eesti. Loodus. Raukas, A. (koost.). Tallinn, Valgus, Eesti Entseklüpeediakirjastus, 120–175.
- Tammekann, A. 1940. The Baltic Glint. I. Morphography of the Glint. Publications Institutii Universitatis Tartuensis Geographici, 24. 104 lk.

THE BALTIC KLINT AS A NATURE MONUMENT

Kalle Suuroja

Summary

The Baltic Klint is an extensive (total ca 1200 km long) system of coastal escarpments (cliffs) reaching from the surroundings of the island of Öland (Sweden) in the west up to Lake Ladoga (Russia) in the east. Therefore it is sometimes called also the Öland-Ladoga (in Sweden) or Ladoga-Baltic Klint (in Russia). By rocks exposed in the escarpments it is called Cambrian-Ordovician Klint. This system of coastal escarpments has formed during the last some tens of millions years at the boundary of the hard Proterozoic crystalline rocks (in the west and north) and softer Palaeozoic sedimentary rocks (in the east and south).

The Baltic Klint begins on the seabed, tens of kilometres to the south of Öland and continues thence ca 150 km along its western coast. Therefore, this part of the Baltic Klint is called the Öland Klint. It is divided into six klint regions of different setting: 1. Ottenby; 2. Degerhamn; 3. Mörbylånga; 4. Färjestaden-Borgholm; 5. North-Öland, 6. Böda.

Eastwards, the Baltic Klint passes along the seabed for ca 500 km and is known as Klint in the Baltic Sea. It is divided into seven klint regions: 1. Norra Öland; 2. Hall Grund; 3. Strombus; 4. Gotska Sandön; 5. Central Deep; 6. Hiiumaa; 7. Hiiumaa-Osmussaar. In the region of the Central Deep the klint plateau lies up to 160 m u.s.l.

From the island of Osmussaar up to the Narva River the Baltic Klint runs along the northern coast of Estonia for ca 300 km and is therefore called the North-Estonian Klint. It is not the longest, but it is the most attractive and highest part of the Baltic Klint. From the total 1750-km front of the Baltic Klint only 280 km are exposed (not covered with the Quaternary deposits or water), and from this 240 km belong to the North-Estonian Klint. Within the latter nine klint regions are distinguished: 1. Northwestern Estonia; 2. Western Harju; 3. Tallinn; 4. Eastern Harju; 5. Lahemaa; 6. Western Viru; 7. Eastern Viru; 8. Vaivara; 9. Narva.

To the east of Narva River, up to submerging near Lake Ladoga, the ca 250 km long section of the Baltic Klint is known as the Ingermanland Klint. The latter is divided into 9 klint regions: 1. Luga; 2. Kotly; 3. Isuri; 4. Ropsha; 5. Duderhoff-Pulkovo-Pushkin; 6. Isuri-Tosna; 7. Putilovo; 8. Volkhov; 9. Syass. The highest point of the Ingermanland Klint as well of the whole Baltic Klint plateau (about 140 m a.s.l.) is located in the surroundings of Koporje.

KES VÕI MIS PÕHJUSTAB MERERANDADE MUUTUSI

Kaarel Orviku

AS MERIN

Eesti rannik on väga mitmepalgeline, puhkajale atraktiivne, uurijatele nagu looduslik laboratoorium. Siin leiame enamiku Läänemere ranniku aktiivselt arenevate rannatüüpide näiteid. Kahjuks on selle loodusliku labori ukсед juba ligi 15 aastat rannaprotsesside uurijatele üsna suletud, sest 90. aastate algul lõpetati Eestis sellisuunalised süvauuringud. Kahjuks neid pole taas alustatud siiani. Probleem on aga tõsine, mis eeskätt avaldub sagedastes ebapädevates otsustustes rannikeskkonna probleemide lahendamisel või nende käsitlemisel ainult arvutimudelite abil, ilma tegelike mereranna looduskeskkonna iseärasusi arvestamata.

Ometi on Eesti Vabariigi uuestisünni järel aktiivselt asunud taastama endisi meretraditsioone. Järsult on kasvanud huvi ranna-alade taaskasutuselevõtmise vastu. Korrastatakse ja laiendatakse vanu sadamaid, kavandatakse ja ehitatakse uusi, luuakse võimalusi mereturismi arendamiseks. Rannikul areneb puhkemajandus, aga ka elamuehitus (Orviku, 2003).

Kõik see toob kaasa vajaduse senisest enam tundma õppida rannikeskkonna looduslike protsesse, et vältida väärotsustusi selles tundlikus ja sageli suuri kulutusi nõudvas tegevussfääris. Täna on teada, et mererandade arengus on üha enam otsustavaks saamas kaks põhitegurit:

1) rannapurustuste ulatuse ja -protsesside intensiivsuse ülemaailmne mitmekordistumine

2) inimtegevuse tunduv aktiviseerumine rannikul

Tõepoolest, viimastel aastakümnetel on kogu maailmamere rannikul täheldatud nüüdisrandade loodusliku seisukorra olulist halvenemist. Näib nagu varasemad üldtunnustatud teoreetilised seisukohad justkui ei peaks enam paika. Eeskätt kehtib see kuhjerandade hulka kuuluvate liiva- ja kruusarandade kohta.

RANNAD ON KRIISIS

Rahvusvaheliselt tunnustatud teadlaste (Bird, 1985; jt) uurimistööde tulemusel on selgunud, et vaid 10% kuhjelisi liivarandu areneb reeglipäraselt – st, et neile tuleb vähehaaval liiva juurde. Umbes 20% püsib neist veel stabiilsena. Ülejäänud liivarannad (ca 70%) alluvad tugevatele tormipurustustele ja neilt kantakse liiva hoopis minema. Sellest protsessist pole kõrvale jäänud ka Läänemere sh Eesti rannik.

Pikaajalised vaatlused Eesti rannikul on näidanud, et aktiivselt arenevate rannalõikude piires võib rannajoone taganemiskiirus ulatuda 3–4 meetrini aastas (Orviku jt, 2003). Erakordselt tugevate tormiperioodide ajal, nagu see oli näiteks 2001. aasta sügisel, võib rannajoon üksikutes ranna lõikudes ühekordselt nihkuda maa suunas mitukümmend meetrit (Harilaid).

Kujunenud olukorda analüüsid kerkib tahtmatult päevakorda küsimus – millega on seotud selline viimaste aastakümnete randade loodusliku seisundi halvenemine. On selles süüdi inimtegevuse aktiveerimine rannikul või on selle põhjuseks looduslike tingimuste, eeskätt kliima globaalsed muutused?

Jääb mulje, et laiema üldsuse, ranniku uusasukate, aga ka samuti paljude erinevate erialade spetsialistide arvates mererandade ehituses ja arengus, setete dünaamikas ja kogu rannikukeskkonnas tervikuna toimuvad muutused on palja silmaga selgelt nähtavad ja ei vajagi tõsisemat juurdlemist. Näiline lihtsus ja arusaadavus rannikul toimuvast randade arengust ei peegelda kaugeltki seal toimuvate protsesside tegelikku keerukat iseloomu.

RANNAPROTSESSIDE OLEMUSEST

Mererandade ehitust ja arengut käsitavates monograafiates ja kõrgkooli õpikutes, aga ka mõnedes lastele mõeldud hästi illustreeritud väljaannetes on peaaegu alati juba sissejuhatuses tavaliselt tähelepanu juhitud nendele loodusjõududele, mis randa kujundavad – tormilained, hoovused ja tuul (King, 1972; jt). Seejuures käsitatakse randade arengu põhilise jõuna üheselt tugevat tormilainetust ja sellest põhjustatud murdusvoolu. Viimase jõud avaldub eriti selgesti kõrge meretasemega tugeva tormi ajal laugel tel liivarandadel.

Vaatamata sellele üldtunnustatud tõdemusele hinnatakse meil siiski liiga sageli randade arengus ja rannasetete dünaamikas tugevasti üle

püsihoovuste osa. Mitmeid probleeme püütakse seletada ka laevalainete mõjuga (vt Orviku, 2001). Sellest tuleneb ka olulisi möödalaskmisi praktiliste küsimuste lahendamisel, randade kaitsemeetmete kavandamisel. Näiteks soovitatakse Pärnu supelranda kaitsta tammidega, mis takistaks hoovuste liikumist ja rannasetete ärakannet rannast Pärnu lahe keskossa (vt Orviku, Palginõmm, 2002). Pirita liivase supelranna ja rannamändide parimaks kaitseks loetakse ranna ja metsa piirile kavandatud promenaadi jne. Siia kuuluvad ka vaidlused näiteks mitmesuguseid arvutusi teinud füüsikute ja loodusvaatlustele tuginevate loodusteadlaste vahel, milles nõutakse tingimata hoovuste modelleerimist. On väljendatud ka seisukohti, et rannaliiv Liivi lahes Kuramaa rannikul liigub tänu hoovustele nagu jõgi ja suundub sealt Sõrve säärele (Kuramaa – Sõrve vahel on sügavused ca 25 m!) ja sealt piki randa Nasvani välja, kust sadamamuulid suunavad selle Abruka suunas. Samalaadseid arutlusi leidub ka Lehtmaa sadama kohta Hiiumaal ja mitmel pool mujalgi (vt Raukas jt, 1994). Absurdsena kõlab samuti väide, et Prangli lõunaranniku merepõhja liivamaardla ja saare rannaliiv on seotud hoovustega, mis toovad saare lõunarannikule liiva piki selle kivist läänerrannikut Kuradimuna ja Nygrundi ümbrusest, enam kui 50 m sügavuselt. Milline “mäestikujõgi” seal merepõhjas ikkagi voolab?

Liivarandades täheldatavad muutused on mõnikord tekitanud arvamuse nagu võiks liiv mererannalt lõplikult kaduda. Tegelikult ei kao liiv enamasti kuhugi, vaid lihtsalt kuhjub teises kohas. Hea näide on kogu Pärnu lahe randade arengukäik Läänemere eri arengustadiumitel (Orviku, Palginõmm, 2002). Liivarannad on siin püsinud kestvalt, aga sugugi mitte kogu aeg samades paikades! Liivarandu ja rannikuluiteid on Eesti kerkival rannikul kõikjal maismaal vanade rannajoonte piires, pole nad kuhugi kadunud!

Rannahoovuste osa ei saa küll kuidagi eitada, kuid nende rolli on enamasti liiva ärakandel siiski tugevasti üle hinnatud.

KUHJERANDADE MUUTUSTEST EESTIS

Arvestades mererandade arengu ja rannaprotsesside tõlgendamise suurt praktilist tähtsust on autor pidanud seda oma viimaste aastate uurimistöö üheks põhiülesandeks. Ülesanne pole olnud aga sugugi kerge, sest iga konkreetset rannalõiku ja iga nähtust tulnuks uurida pikema aja vältel nii ajas kui ruumis, et maksimaalselt tõe lähemale jõuda. Pikaajaliste vaatlusriidadega arvestamine Eesti rannikul pole aga

reeglina võimalik, sest aastakümneid oli andmete kogumine NL piiritsooni randadest seotud suurte raskustega. Napid on praegugi kättesaadavad ja arvestatavad vaatlusandmed, võrreldavad kaardid, aerofotod, fotod jne. Seetõttu on sageli väga raske anda tõele lähedast ekspert hinnangut randade arengutendentside, setete liikumise iseärasuste, eriti rannaprotsesside kvantitatiivse külje kohta.

Paljuaastaste uurimiste tulemused (Orviku, 1987, 1991, 1992, 1995; jt) kinnitavad siiski, et Eesti mererannad arenevad eriti intensiivselt ja isegi hüppeliselt *erakordsete looduslike tingimuste kokkulangemisel*. Niisugusteks olulisteks mõjufaktoriteks kogu Läänemeres näivad olevat:

1) ajutine erakordselt kõrge ajuvee tase,

2) sügis-talvine tugev tormiperiood või ka ühekordne lühiajaline torm (nagu 15. nov. 2001),

3) soojade talvede tõttu jäävaba rannikumeri ja külmumata rannasetted.

Niisuguste tegurite koosmõjul võib setete murrutuse ja kuhje vahekorid ja seetõttu randlate dünaamiline looduslik tasakaal saada sedavõrd rikutud, et erakordsete tormide vahelistel suhteliselt rahulikel perioodidel ei pruugi purustatud randade looduslik tasakaal enam taastudagi ning neis tingimustes kujunenud pinnavormid jäävad püsima (Orviku, 1974a). On põhjust arvata, et 2001. aasta novembritormi ajal Eesti rannikul toimunud suured muutused, eriti randade purustused ongi just sellised, mille tagajärjed meie kerkiva ranniku tingimustes enam ei taastu.

Harilaiu näide

Harilaiu poolsaarel Loode-Saaremaal kui looduslikult intensiivselt arenevas piirkonnas on viimastel aastatel koostöös Tartu Ülikooli ja Tallinna Pedagoogikaülikooli uurijatega alustatud rannakeskkonna süva-uuringuid, mille esimesed tulemused on ka trükivalgust näinud (Orviku, jt, 2003).

Randade dünaamika ja evolutsiooni iseärasuste seisukohalt on Harilaiu poolsaar Saaremaal üks huvitavamaid ja üksikasjalikumalt uuritud rannikualasid Eestis – rannajoone muutusi on siin jälgitud ligi 50 aasta kestel.

Kogu poolsaare “selgrooks” näib olevat loode-kagu sihis orienteeritud mandrijää sulavete poolt kujundatud kuhjeline pinnavorm, mis jätkub kagu suunas rannalähedasel merepõhjal ulatusliku madalana ning on tänapäeval veel allpool merepinda. Maakoore aeglase kerkimise käigus lainetuse mõjutusooni sattudes on see esmane pinnavorm aegade jooksul tormilainete tegevusel muutnud oma esialgset kuju ning asendit.

Ligikaudu saja aasta jooksul on selle poolsaare äärmise loodetipu – Kiipsaare neeme varasem põhja-loodesse orienteeritud telgjoon praegu-seks orienteeritud põhja-kirdesse (seega nagu pöördunud ida poole umbes $30\text{--}35^\circ$). Neem ise on muutunud seejuures pikemaks ja kitsamaks. Kiipsaare looderannikul, nimetatud telgjoonest põhja pool valitsevad praegu intensiivsed kulutusprotsessid, kirderannal aga valdab kuhjumine ja setete ränne kagu suunas.

Kiipsaare neeme looderanniku intensiivse murrutuse tõendiks on 1999. aasta lõpul erakordselt tormisel perioodil (14 tormipäeva, edelaja läänetuule maksimaalse kiirusega 25 m/s ning mere veetasemega +132 cm) vanadesse rannavallidesse kujunenud värske rannajärsak, ning rannaliiva ärakanne valdavalt põhja ja ümber neeme tipu kagu suunas. Värskest kujunenud rannajärsakus oli selgesti nähtav nüüdisrannajoone ja omaaegsete rannavallide lõikumine (foto 1). 1933. aastal Kiipsaare neeme keskele ehitatud tuletorn on kulutus-kuhjeptsesside tulemusel tänaseks jõudnud veepiirile ning tema paljastunud vundament on koos torniga vajunud kuni 10° mere poole kaldu (foto 2).



Foto 1. Harilaiu poolsaare liivane kirdenurk, Kiipsaare neem on kulutus-kuhjeptsesside tulemusel ca 30° võrra nagu pöördunud ida poole. Värskest kujunenud rannajärsaku jalamiisjon lõikab vanu rannavalle ligikaudu sama nurga all. (Foto K. Orviku, september 2003)



Foto 2. Harilaiu poolsaare liivasesse kirdenurka, Kiipsaare neeme keskele 1933 a ca 150 m kaugusele rannajoone ehitatud tule torn asub kulutus-kuhje protsesside tulemusel tänaseks otse veepiiril. (Foto K. Orviku, mai-september 2003)

Intensiivsetest kulutus-kuhje protsessidest Kiipsaare neeme põhjatiipus annavad tunnistust ka 2000. aasta kevadel läänerannas liivaastangu murrutuse tulemusel nähtavale tulnud puupaadi jäänused, millede vanuseks mereajaloolaste (B. Pao, V. Mäss) hinnangul on ligikaudu 150 aastat. Tõenäoliselt oli see “laevuke” tugeva tormiga Harilaiu karile sattunud ning seejärel Kiipsaare neeme tollaegset asendit arvestades selle idaranniku lähistel tormilainetega randa kantud. Laevahukust möödunud ca 150 aasta jooksul mattus see laevuke üha enam rannaliivade alla ning alles 1999./2000. aasta sügis-talvised tugevad tormid tõid paadivraki uuesti nähtavale, ent seekord juba Kiipsaare neeme vastasküljel – läänerannal. Seega võib piltlikult öelda, et 100–150 aasta jooksul on Kiipsaare neeme liivane tipp nagu rullunud üle paadivraki. Järgnevate aastate tugevad tormid on jätkuvalt murrutanud neeme lääneranda, mistõttu paadi jäänused on tänaseks uuesti merre uhutud.

Viimaste aastate märgatavaimad muutused fikseeriti Kiipsaare neemel peale 2001. aasta novembri tormi. Neeme põhjatiipus mõõdeti rannajoone taandumist kohati kuni 30 meetrit, mis räägib veenvalt lühiajaliste ekstreemsete tormikahjustuste tohutust mõjust rannakeskkonnale.

Ilmastikutegurite ja rannaprotsesside vahelised seosed tulevad aga veelgi selgemini esile Harilaiu lõunaosas – nn Kelba nukal, kus esineb hästi väljakujunenud kruusa-veeristiku vallidest koosnev maasäär. Selle maasääre arengut iseloomustab pidev pikenemine ning uute vallide teke. Maasäärt moodustavad kruus ja veeristik on tõenäoliselt enamuses pärit peamiselt Harilaiu edelarannikult Kõverrahu ümbruse kivistelt madalatel, osaliselt ka edelaranniku esiselt rannikult, mis tugevate läänekaarte tormide korral allub intensiivsele murrutusele. Selle kruusa-veeristikranna kulutus-kuhjepiirkonna rannalähedane merepõhi võrrelduna Kiipsaare neeme lähiümbruse veeluse reljeefiga on suhteliselt järsunõlvalisem ning ühtlasema geoloogilise ehitusega (Orviku, 1974b).

Viimaste aastate mõõtmisandmed näitavad üsna selgelt, et intensiivselt pikenev maasäär kasvab suurel määral maasääre proksimaalses ehk tüveosas vanade rannavallide murrutusel kujunenud rannakruusast-veeristikust. Maasääre tüveosas selgelt esinev murrutusastang vanades rannavallides ja rannajoone korduvmõõdistamisel ilmnenud rannajoone taganemine on selle kindlaks tõestuseks ning viitab rannasetete üldisele defitsiidile kuhjeranna lähiümbruses kivistel madalatel ja rannikul maasäärest loode pool.

Kelba nuka maasääre ehituses on selgesti eristatavad erineva kasvukiirusega perioodidest pärit rannavallide seeriad ja nende asendid. Olemasolevate materjalide võrdlemisel on selgelt täheldatav uute kruusa-veeristikuvallide kujunemine ja selle tulemusel maasääre oluline pikene- mine ja laienemine. Protsess toimub loodest piki randa liikuva värske kruusa ja veeristiku kuhjumisel uuteks rannavallideks, mis moodustavad maasääre arengus kasvujätkeid. Maasääre juurdekasvu kiirus on XX sajandi algusest kuni kaheksakümnendate alguseni suurenenud umbes 1,5 korda. Järgnevad võrreldavad ajavahemikud (1981–1990 ja 1990–1995) näitavad aga maasääre kasvukiiruse jätkuvat tõusu. Järelikult on Kelba nukal, arvestades maasääre pindala suurenemist viimase paarikümne aasta kestel, see olnud umbes neli korda kiirem kui eelneval kaheksakümnel aastal.

Küdema maasääre näide

Rannaprotsesside intensiivistumine viimastel aastakümnetel tuleb selgelt esile ka naabruses asuval ja ligikaudu samasuunaliselt orienteeritud uurimisalal Küdema lahes, kus Panga pank ja sellest lõunasse jääv kruusast ja veeristikust koosnev nn Küdema maasäär moodustavad ühtse dünaamilise kulutus-kuhjesüsteemi. Maasääre arengut on detailsemalt

uuritud 1963. aastast alates. Välitöödel tehtud geodeetilised mõõdistused tõendavad maasääre distaalse (pangast kaugema) osa eriti kiiret juurdekasvu 1970-ndatest aastatest alates (Orviku, 1992, 1993; jt). Nii näiteks on maasääre pikenemine aastatel 1972–1983 olnud ca 4–5 korda kiirem kui eelneval aastakümnel (1963–1972). Ka järgnevatel mõõtmisperioodidel (1983–1989 ja 1989–1991) on maasääre juurdekasv olnud ligikaudselt sama intensiivne.

Seega võib väita, et nii Kelba kui ka Küdema kruusast ja veeristikust koosnevate maasäärte juurdekasv on viimasel 20–30 aastal kiirenenud ning seda enam-vähem ühesugusel määral. Rannaprotsesside aktiveerumise perioode randade arengus on täheldatud ka Järve rannas (Orviku, 1991, 2001) ja Ruhnu saarel (Orviku, Palginõmm, 1998).

Ruhnu saare näide

Suuri muutusi on täheldatud pea igal aastal Ruhnu saare idarannikul Limo liivaranna piires. Pikaajalistest vaatlustest on selgunud (Lepland, 1994), et rannaliivade liikumine – transport piki saare idarannikut toimub harilikult põhjast lõunasse, kus see lõpuks kuhjub eelluidetega liivarannal, seda järk-järgult laiendades. Sellele viitab saare geoloogilis-geomorfoloogiline ehitus ja areng, eelkõige ulatuslik luitemaastik saare lõunarannikul.

1990. aasta veebruari lõpu tugeva lõunakaarte tormi järel kanti järjekordselt Limo liivarannast piki rannajoont, seekord aga põhja suunas ära ca 10 000 m³ liiva ühe jooksva kilomeetri rannajoone kohta (Orviku, Palginõmm, 1998). Vahetusid kulutus- ja kuhjealade asukohad. Ulatuslik rannaastang murrutati idaranniku lõunaosa kuhjelise liivaranna eelluidetesse ning liiv kanti vastupidiselt paljuaastaste keskmisele liikumissuunale piki randa põhja suunas. Selle tulemusel kuhjus ligi 1,5 km pikkune ja 15–20 m laiune liivakeha kohta, kus harilikult toimus murrutus Devoni kivimeisse. Vanade luidetesse kujunenud murrutusjärsaku ette moodustus siin lai liivarand. See 1990. aastal kujunenud liivakeha kulutati omakorda järgneva viie aasta jooksul põhjakaarte tormide poolt täielikult ning liiv kanti tagasi lõuna poole ja kuhjati umbes 10–15 m laiuseks, uute eelluidetega kuhjeliseks liivarannaks.

Kõik eeltoodu näitab veenvalt, et Eesti aktiivsetel randadel toimuvad muutused on seotud tugevate murrutusprotsessidega tormiperioodidel ja seletatavad nende käigus tekkivate tugevate murdlusvooludega, mis kannavad liikuma pääsenud materjali edasi piki rannikut. Mingite probleemiliste püsihoovuste olemasolu siin ei täheldata. Muidugi on pikema ajalõigu kestel jälgitavad protsessid kindla suunitlusega, mis on põhjus-

tatud tugevate tormide valdavast suunast, seega kontrollitavad kliimaatilise olustiku poolt.

Iseküsimus on tormimurrutuste viimastel aastakümnetel selgelt tajutav tugevnemistrend Eesti rannikul. Olles kontrollitav ilmastikufaktorite poolt võib selles väljenduda tõepoolest globaalne kliimamuutuste suund, kuid ilmastikunähtuste keeruka avaldumisviisi tõttu ei või seda siiski veel täie kindlusega väita. Igal juhul vajab see suundumus arvestamist nii edasises uurimistöös kui ka praktilistes ettevõtmistes mererannal.

GLOBAALSETE KLIIMAMUUTUSTE AVALDUMISVORMID

Kliima soojenemisega kaasnev oletatav maailmamere tõus on aeglane protsess ligikaudse kiirusega 1,5–2,0 mm/aastas. Selline aeglane veetõus ei mõjuta otseselt tänapäevaseid rannaprotsesse, sest Läänemere põhjaosas näib seda kaasajal kompenseerivat vähemalt samaväärne aeglane maakoore kerkimine. Pikemas perspektiivis, so 50–100 aasta pärast, võib aga merevee taseme mõningane (vähene)gi tõus väga laugedel rannikutel põhjustada juba märgatavaid elukeskkonna muutusi.



Foto 3. Ühekordse erakordselt tugeva tormi purustused Saaremaal Tagalahe rannikul Veere sadamast põhja pool iseloomustavad sellise tormi võimsust ja purustuste ulatust. (Foto K. Orviku, dets 2001)

Rannaprotsesside intensiivistumise seisukohalt omab erilist tähtsust hoopis ühekordsete erakordsete tormide mõju kõrge ajuvee tingimustes, mille tulemusel kasvab tormilaine kõrgus ja jõud mitmekordseks ning lai- netuse energia vabaneb keskmisest veepiirist tunduvamalt kaugemal maa pool, näiteks rannaluidete jalamil. Intensiivistuv tsüklonaalne tegevus on kaasa toonud tugevate tormide sagenemise. Purustavalt tugevad tormid järgnevad üksteisele sellise sagedusega, et randade looduslik seisund ei jõua vahepealsetel perioodidel enam loomulikul teel taastuda. Rannaprot- sesside tajutav elavnemine Eestis näib seda kinnitavat (foto 3).

Põhjapoolsematel laiuskraadidel pikendab tormilainete tegevusaega sagenevate soojade talvede tõttu külmumata meri ja rannasetted. Väheneb rannajää vastuseisev mõju murrutusele. Eestis on sellegi tendentsi tun- nused olemas.

Kindlaid seoseid globaalsete kliimamuutuste ja rannaprotsesside akti- viseerumise vahel on lühikeste vaatlusriidade põhjal siiski veel raske lõpli- kult kinnitada, kuid nende süvendatud uurimine on edaspidi hädavajalik.

LÕPETUSEKS

Kogu maailmas, sh ka Eesti rannikul on märgatavalt kasvanud ini- mese sekkumine loodusprotsesside käiku. Üha ulatuslikumad hüdro- tehnilised tööd ja rajatised võivad ebasoovitavalt muuta rannasete liiku- mise looduslik tasakaalu. Mitte alati ei arvestata ei terviklike kulutus- kuhjesüsteemide iseärasustega ega ka rannaprotsesside seotust naaber- piirkondadega. Kohati võetakse ehituste tarbeks kasutusele mereliiva (Prangli, Naissaar) või isegi rannaliiva (Klooga-Rand), nõrgendades sel- lega liivarandade looduslikku kaitsevõimet. Rahnude eemaldamine rannikumerest näiteks supelranna tegemise nimel (Aegna saar – foto 4) või muudeks vajadusteks on otsene loodusliku lainemurdja likvideeri- mine, mis avab tormilainetele vaba juurdepääsu ka juba hääbunud rannaastangutele.

Hinnanguliselt võib inimese mõtlematut sekkumist rannaprotsesside kulgu praegu veel käsitada teisejärgulisena. Enamasti toobki loodus- seaduste eiramine kahju vaid inimesele endale, sest loodus karistab seaduserikkujaid omal moel.

Kuigi kaasajal määravad rannikukeskkonna arengut eelkõige loodus- likud protsessid, tuleb rannikukeskkonna arengutendentside prognoosi- misel tingimata arvestada ka inimteguri mõjutustega, mis võib randade pikaajalist looduslikku arengut ühes või teises suunas mõjutada. Neid



Foto 4. Looduslikul teel moreeni murrutusel kujunenud rahnudest nn kivisillutise eemaldamine supelranna tegemise eesmärgil on avanud tormilainetusele vaba juurdepääsu rannaastangule ja rannapurustused on vältimatud. (Foto K. Orviku, aprill 2002)

looduskeskkonna ja inimfaktori suhteid tuleb globaalsete kliimamuutuste mõju taustal edaspidi hoolikalt uurida, et vältida randadel ulatuslikke ja taastumatu id looduskahjustusi.

KIRJANDUS

- Bird, E.C.F. 1985. *Coastline changes*, Wiley Interscience. New York. 219 p.
- King C. A. M. 1972. *Beaches and Coasts*. New York. St. Martin's Press. 570 p.
- Lepland, A. 1994. Saare rannad. – Ruhnu saare geoloogiline minevik ja tänapäev. A. Raukas ja T. Talvi (toim.). Tallinn – Kuressaare, 25–35.
- Orviku, K. 1974a. Nüüdisranna uurimistulemuste kasutamine Läänemere ajaloo selgitamisel. *Baltica*, 5. Vilnius, 163–170, (vene k.).
- Orviku, K. 1974b. Eesti mererand. Tallinn, 112 lk, (vene k.).
- Orviku, K. 1987. Eesti rannik ja selle muutused. *Eesti Loodus*, 11, 712–719.
- Orviku, K. 1991. Tugevad tormipurustused Eesti rannikul – kas süvenev konflikt inimese ja looduse vahel? Eesti saarte ja rannikualade loodus. XVI Eesti Looduseuurijate Päeva ettekannete kokkuvõtteid. Tartu, 13–14.
- Orviku, K. 1992. *Characterisation and Evolution of Estonian Seashores*. (Doctoral thesis at Tartu University). – Tartu, Tartu Ülikool, 20 p.

- Orviku, K. 1993. Nüüdisrandla. – Eesti šelfi geoloogia. J. Lutt ja A. Raukas (toim.). Tallinn, 29–39.
- Orviku, K. 1995. Lääne – Eesti saarestiku randade looduslik seisund ja inimtegi osa nende arengus. Hiiumaa loodus. XVIII Eesti Looduseuurijate Päeva ettekannete kokkuvõtted. Tartu, 18–24.
- Orviku, K. 2001. *Kuivõrd randade muutustes on süüdi laevaliiklus. Eesti Laevanduse Aastaraamat. Eesti Meremeeste Liit. Tallinn, 47–54.*
- Orviku, K. 2003. Relationship between human activity and shore development. International Symposium on Human Impact and Geological Heritage. Tallinn, 102–104.
- Orviku, K. Palginõmm, V. 1998. Looduse ja sadamate vahekordadest Liivi lahe rannikul. Edela-Eesti loodus. XXI Eesti Looduseuurijate Päeva ettekannete kokkuvõtted. Tartu, 15–29.
- Orviku, K., Palginõmm, V. 2002. Pärnu lahe ranniku geoloogiast ja randade arengust. XXV Eesti Looduseuurijate Päeva ettekannete kokkuvõtted. Tartu, 23–34.
- Orviku, K., Jaagus, J., Kont, A., Ratas, U. and Ravis, R. 2003. Increasing Activity of Coastal Processes Associated with Climate Change in Estonia. *Journal of Coastal Research*, **19**, 2. West Palm Beach, Florida, 364–375.
- Raukas, A., Bird, E., Orviku, K. 1994. The Provenance of beaches on the Estonian Islands of Hiiumaa, Saaremaa. *Proc. Estonian Acad. Sci. Geol.*, **43**, 2, 81–92.

WHO OR WHAT CAN CAUSE COASTAL CHANGES

Kaarel Orviku

Summary

As a result of long-term natural processes over the last few decades, the situation of most of our shores, especially of sandy beaches, has worsened gradually.

As shown by studies, active natural coastal development evolves spasmodically when coinciding with unfavourable conditions like:

- high motion of the sea caused by extremely strong winds;
- high level of storm surges occurring with strong winds;
- ice-free sea, due to mild winter and non-freezing shore sediments.

Human activity on the coasts has activated this process.

KOOPAD DEVONI LIIVAKIVIS – TEKE JA ARENG

Anne Kleesment

TTÜ Geoloogia Instituut

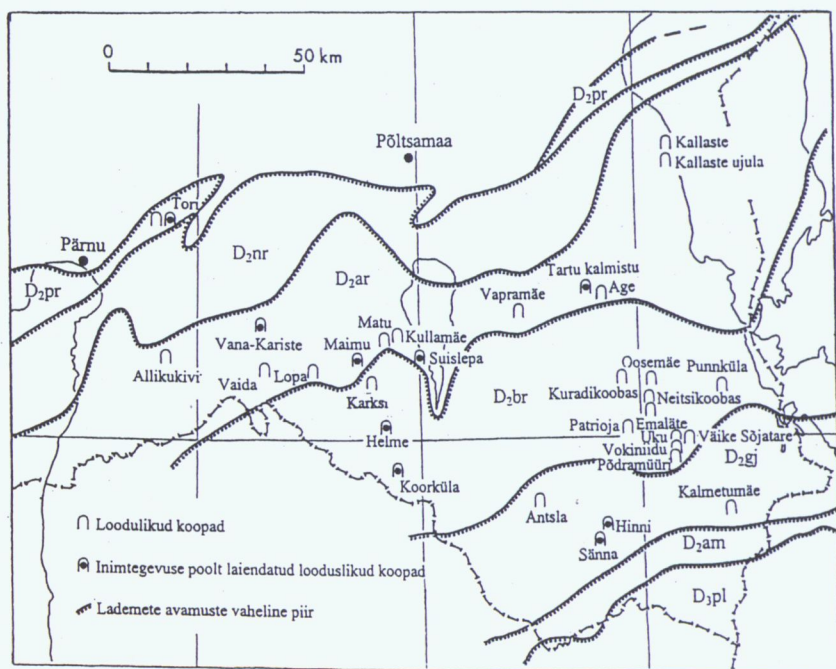
Lõuna-Eestis avaneb paljude jõgede ja järvede kallastel, aga ka sätk-
orgude järskudel veerudel valgete, kollakate, punakate või kirjuvärviliste
seintena Devoni liivakivi. Sageli on liivaseintes uurdeid, harvem ka
tähelepanuväärseid tühemikke – koopaid. Koopad on Eesti Devoniga seotud
loodusmälestiste hulgas kõige varem ja kõige rohkem käsitlemist
leidnud objektid. Esimene teadaolev kirjalik mäрге on 17/18 sajandi vahetusel
ilmunud Kelchi kroonikas, kus kirjeldati 18 kambriga koobaste süsteemi
Ahja jõe ääres, mis oli kohalike elanike jaoks pelgupaigaks Ivan
Julma sõjakäikude ajal (Hupel, 1774). Pelgupaikadeks on rahvajuttude
järgi kasutatud paljusid teisigi koopaid ning Põhjasõja ajal olevat Rootsi
kuningas Karl XII peatuskohana kasutanud Eestis Vaida koobast
Hendrikantsu orus ja Kingo koobast Väike-Emajõe lähedal. Peale pelgupaikade
on koopad rahvapärimeste järgi olnud Vanapagana elupaigaks, ühendus- ja
põgenemisteedeks kindluste, kirikute ja kloostrite juures, aga ka varanduste
peitmise kohaks. Enim on kirjandusallikates käsitletud Tartus paiknevaid
Aruküla koopaid ja seda seoses tänini selgitamata tekkeaja ning eesmärgi
tõttu. Tuntud on need koopad ka kalafossiilide rikkaliku leiukohana ning
objektiga on seotud tänaseidki looduskaitseprobleeme (Kreutzwald, 1844;
Kruse, 1844; Luha, 1930; Mark, 1958 jne).

Aastatel 1996–2002, Eesti Ürglooduse Raamatu koostamise käigus läbi
viidud revisjonil registreeriti ligikaudu 50 koobast ja üle 150 uurde
(Kleesment, 2003). Koobastest on täielikult loodusliku tekkega 35, millele
lisandub üheksa inimkäte poolt laiendatud loodusliku algtekkega koobast
(tuntumad Helme, Koorküla, Maimu) ning kaks inimtegevusel tekitatud
koobaste süsteemi (Piusa, Aruküla). Devoni koopaid on aastatel 1961–84
uurinud Ülo Heinsalu (1987). Paljude koobaste kohta on ka varasemaid
andmeid.

KOOBASTE TEKE

Devoni koopad on valdavas osas koondunud jõeorgude kallastele. Eriti palju on neid Ahja, Võhandu, Tarvastu ja Halliste jõe orgudes. Need on sufosioonilise tekkega, st on kujunenud põhjavee mehaanilise uuristuse tulemusel. Peipsi ja Võrtsjärve kaldajärsakutel on ka mõningaid abrasioonilise – lainete murrutava tegevuse tulemusel tekkinud koopaid. Eesti geoloogilises läbilõikes võib koopaid enam kohata Aruküla ja Burtneki lademe liivakompleksides (joonis 1). Koobaste pikkus on 4–37 m, kõrgus 0,8–5 m, tühikute suurim laius ulatub kaheksa meetrini.

Koobaste sufosioonilise tekke puhul uuristab kivimlokkide sügavusest reljeefinõlvale väljuv juba voolusängideks koondunud põhjavesi kivimisse käigud ja käikude süsteemid. Liikudes mööda vettpidavate kihtide pealispinda kasutavad põhjavee voolud Devoni liivakivimassi-

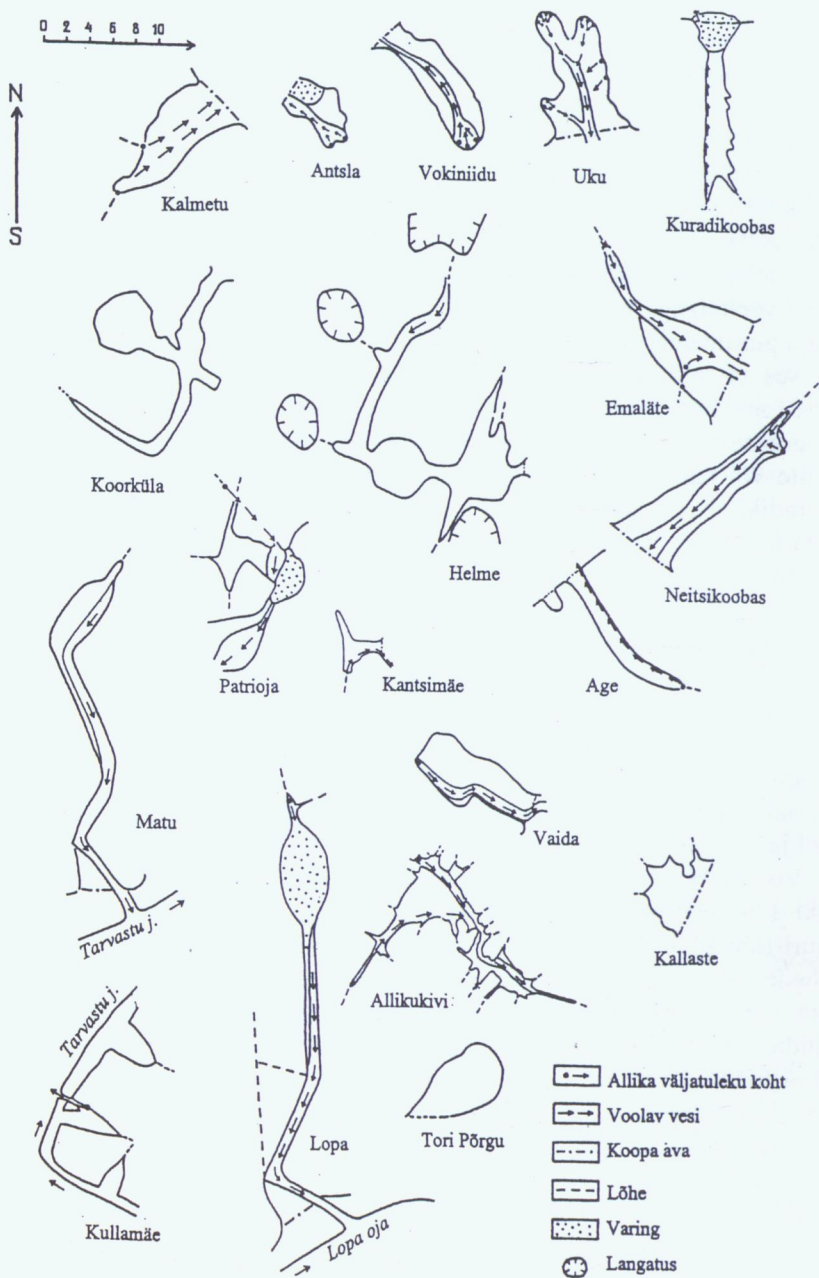


Joon. 1. Suuremate koobaste asukoha skeem Devoni lademe avamuskaardil. D₂pr – Pärnu lade; D₂nr – Narva lade; D₂ar – Aruküla lade; D₂br – Burtneki lade; D₂gj – Gauja lade; D₂am – Amata lade; D₃pl – Plavinasade lade.

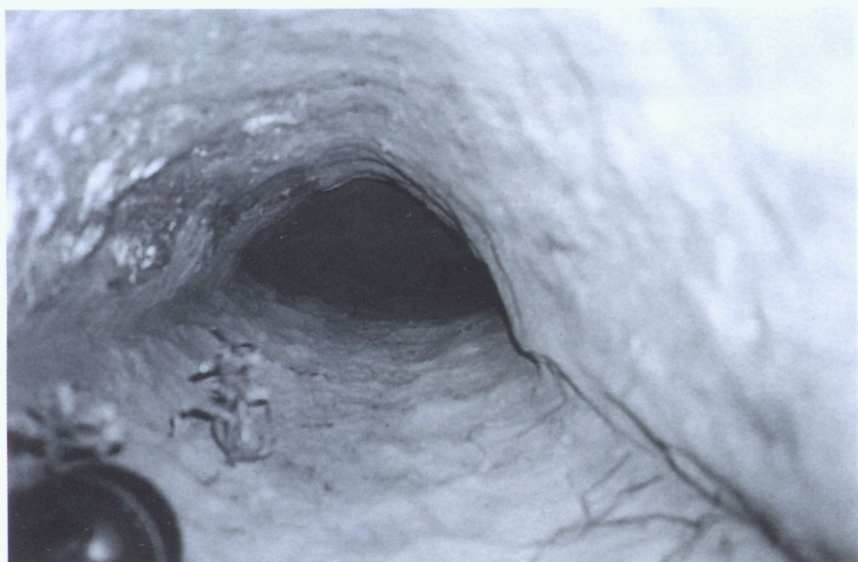
vides olevaid lõhede süsteeme kui kõige soodsamaid läbipääsuteid. Lõhede avardamise tulemusel tekivad sageli inimesele läbipääsetavad sakilised käigud või ühesuunalised tunnelid, lõhede lõikumiskohtadesse mõnikord sageli ka grotilaadsed tühemikud. Käikude-tunnelite orientatsioon langeb kokku valdavate lõhesüsteemide suunaga Devoni kivimites (Kleesment, Pirrus, 2000). Selgelt valdab neis loode-kagu (290–310°) ja kirde-edela (40–60°) suund. Vähem on põhja-lõunasuunalisi koopakäike (joonis 2).

Koobaste sufosioonilise tekke tõestuseks on neist välja voolavad erineva veehulgaga allikaojad. Allikaoja kannab kivimassiivist pidevalt välja purdmaterjali – eelkõige peenliiva. Purdmaterjali väljakande intensiivsus ja hulk sõltub allika veerohkusest. Allika kohal tekib esmalt uure, seejärel avaram koobas. Koobaste kuju sõltub lõhede arvust ja paigutusest. Tihti tekivad paralleelsete lõhedega piiritletud pikkade tunnelite või hargnevate käikudega vormid nagu seda on Neitsikoobas ja Kuradikoobas Ahjal ning Age koobas Mõra jõe orus (joonis 2), Punnküla koobas ja Väike Sõjatare Võhandul ning Vapramäe koobas Voika jõe orus. Pikemate koobaste puhul muutub tunnelkäik tavaliselt looklevaks, jälgides lõhedega etteantud suundasid. Ka võib neil puhkudel olla tegemist ühe või mitme veerohke allika olemasoluga tunneli või käigu lõpus. Koopa ava võib olla nii kumer kui ka kolmnurkne. Kuigi püsivam on kumera kujuga ava (Pirrus, 2003; joonis 3, 4) on lõhede ristumiskohtades sageli kolmnurkse kujuga koopaavasid (joonis 5). Avaramad tühemikud tekivad enamasti kohtadesse, kus koopa seintes on mitu allikat. Selliste koobaste esindajateks on Uku koobas Võhandu jõel ja Emaläte Ahjal (joonis 2).

Voolav vesi kannab purdmaterjali välja ka kivimassiivi sügavusest. Piki lõhesüsteeme moodustunud käike võib kohati tekkida küllaltki suuri tühemikke – grotte. Nende tekke eelduseks on tavaliselt mitmete lõhede ristumine. Soodsate tingimuste korral leiab lõhede ristumiskohas aset laest varisenud purdmaterjali pidev väljakanne kitsaste kanalite kaudu, mille tagajärjel kooparuum avardub. Sellise koopa heaks näiteks on Allikukivi koobas, mille suurima groti läbimõõt ulatub kuue meetrini. Tõenäoliselt tekkisid taolised suured grotid ka Helme ja Koorküla koobaste puhul. Viimaste seinad on inimese poolt hiljem siledaks lihvitud, sest looduslike koobaste seintel kujunevad tavapärased skulptuursed vormid pole siin enam säilinud. Väiksemad grotid on Lopa ja Matu koobaste lõpuosas. Rahvapärimate järgi viisid vanasti kitsad käigud suurtesse tühemikesse ka Kullamäe urgudes Tarvastu jõel. Grott on tänapäeval samuti Kantsimäe koopas Tilleorus (joonis 2).



Joon. 2. Ühtsesse mõõtkavva viidud 19 koopa ilmakaarte järgi orienteeritud plaanid.



Joon. 3. Oosemäe liivaseina Ahja jõel on 20. sajandi lõpus jõudnud tekkida 6 meetri pikkune käik. *E. Pirruse foto.*



Joon. 4. Antsla koopa ava näitab varisemise tõttu kitsenemistendentsi. *E. Pirruse foto.*



Joon. 5. Neitsikoobas Ahjal on säilitanud sajandeid nii oma pikkuse kui ka ava kolmnurkse kuju. *E. Pirruse foto.*



Joon. 6. Murrutuskulpad Kallaste pangal on kohati väga tiheda paigutusega. *E. Pirruse foto.*

Lainete purustava toime tagajärjel tekkinud abrasiionikoopad moodustavad koobaste teise vähemlevinud tüübi. Neid on Eesti Devoni liivakivides ainult Peipsi läänekaldal Kallaste pangal. Ligikaudu ühe kilomeetri pikkusel rannajärsakul paiknevas 11 paljandis on sadakond ümara (joonis 6), harvem ka nelinurkse kujuga madalat uuret ning kolm nende ühinemisel kujunenud suuremat tühikut (koobast). Viimastest on kõige suurem 6,8 m pikkune avar tühemik panga põhjaosas (joonis 2), kõige maalilisem aga keerulise konfiguratsiooniga murrutuskoobas Kallaste linna supluskoha juures. Võrtsjärve idakaldal paikneva Tamme panga jalamil on tänapäeval ainult rida väikseid abrasiionilisi uurdeid, suuremaid koopastruktuure siin praegu ei leidu.

Ka abrasiionivormide kuju on paljudel juhtudel seotud lõhelisusega ja seda nii koopa ava kui ka soppide vormimisel koopa seintesse.

KOOBASTE ARENG

Liikuva vee mõjusfääris paiknevad koopad on pidevas arengus. Lainetuse või vooluvee toimel eemaldatakse kivimimassiivist pidevalt materjali ning tekkinud tühiku pindala suureneb kuni kriitilise piirini, mil algavad lagede ja seinte varingud. Varingumaterjal kantakse abrasiionikoobaste puhul ära suurte ajavahemike järele, peamiselt kõrge veetaseme ja tormilainetuse ajal. Sufosiooniliste koobaste puhul sõltub varingumaterjali ärakande kiirus allikate veerohkusest ja voolukiirusest. Ka see võib olla kõikuv, sõltudes aastaajast, aga ka sademeterohkusest, kuigi põhjaveerežiimi eripära seda tugevasti leevendab. Varingute puhul võivad mõned väljavoolud kaduda, mõned otsivad ummistuste kohal uusi vooluteid. Koopa säilivus sõltub ka asjaolust, mil määral suudavad allika- või koopalähedased pinnaveed varingumaterjali eemale kanda.

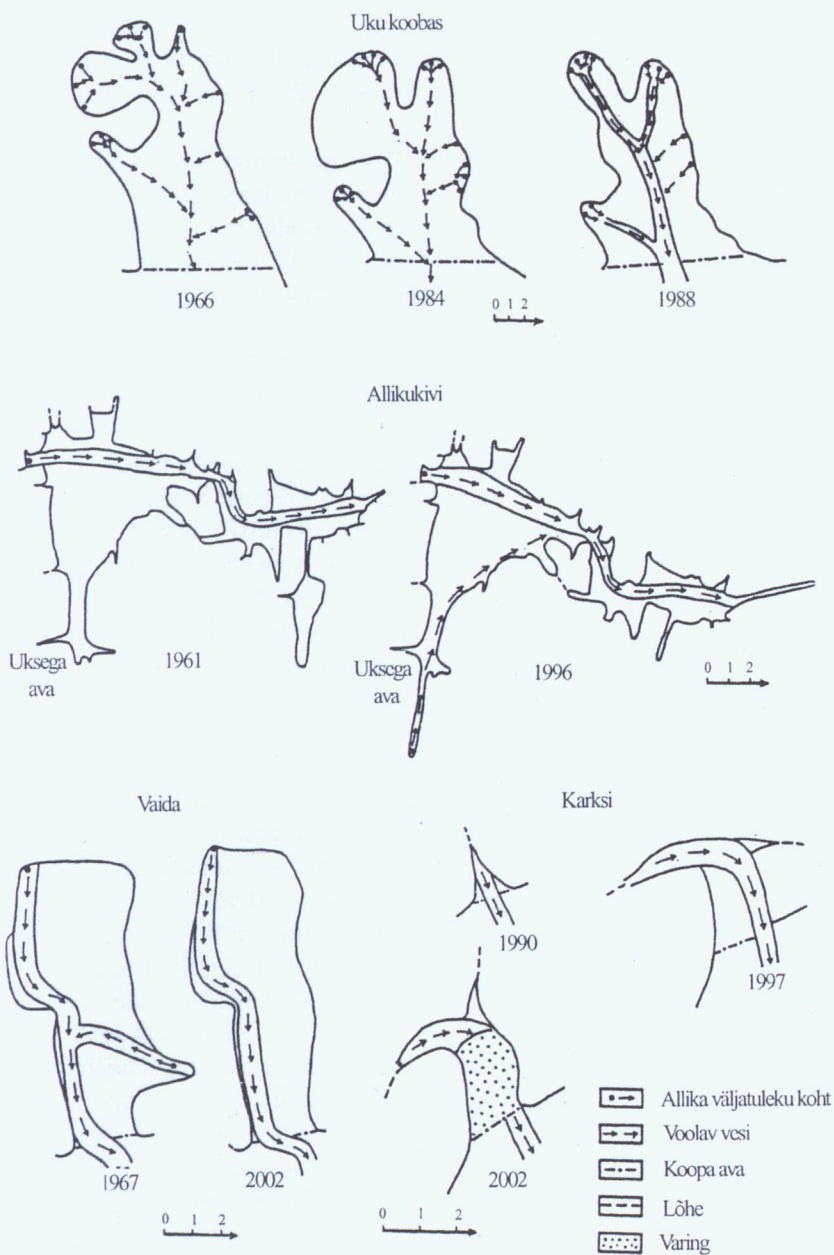
Koobaste muutlikkusest räägivad mõõdistuste kordusandmed. Üksikute koobaste kohta on üsna täpseid andmeid juba 19. sajandi ja veel varasemates trükistes. Hinnatavamad on aga Ü. Heinsalu 1961–1984. aastate plaanid ja mõõdistused, mida saab hästi võrrelda 1996–2002. aastate autori ülemõõtmistega 15 koopa kohta (tabel). Võrdlus näitab, et 20–40 aasta jooksul pole väga suuri muutusi toimunud. Enamikul juhtudel võib täheldada siiski mõningast taandarengut. Hävinud on ainult Järvepera koobas, millest on jäänud vaid paari meetri sügavune uure sellest välja voolava vähese veehulgaga allikaga. Tunduvalt on vähenenud ka Ahja jõel asuv Vanakivi koobas, mille pikkus ulatub tänapäeval ainult nelja meetrini. Koobaste pikkuse üldist vähenemist võiks ehk seletada

maaparandustööde mõjuga, mis viimastel aastakümnetel on mõnevõrra kahandanud liivapinnasesse filtreeruva vee hulka.

Ü. Heinsalu poolt aastatel 1961–1984 mõõdetud Eesti 15 pikemat koobast ja nende pikkus aastateks 1996–2002

Jrk nr	Nimi	Pikkus, m 1961–1984	Pikkus, m 1996–2002
1.	Allikukivi	33	33
2.	Matu koobas (Põrgu)	29,5	29,1
3.	Lopa Põrgu	25	37
4.	Uku	14,5	11
5.	Neitsikoobas	14	14
6.	Tiketare (Punnküla)	14	14
7.	Kalmetumäe (Jõksi)	12	10,2
8.	Age	11	13,5
9.	Vokiniidu	10	10
10.	Emaläte	10	8
11.	Järvepera	10	2
12.	Kuradikoobas	9,5	9,5
13.	Vaida (Annienu)	9,5	9,7
14.	Vanakivi	9	4
15.	Tori Põrgu	8,5	7

Koobaste plaanide kõrvutamine näitab aga alati teatud muutusi. Huvitava arenguga on Võhandu kallastel Burtnieki lademe ülemisse ossa, Abava kihtidesse uuristatud Uku koopa areng ligikaudu 30 aasta jooksul (joonis 7). Esimene detailplaan on sellest koopast tehtud Ü. Heinsalu poolt 1966. aastal. Tema poolt 18 aastat hiljem tehtud plaanilt on näha, et tegevuse on lõpetanud allikate rühm vasakpoolse seina tagumises ja parempoolse seina koopasuulähedases osas. Parempoolses seina keskmises ja tagaseina parempoolses osas on tekkinud täiendavaid väljavoolukanaleid. Avar sopp on tekkinud tagaseina lähedusse vasakul küljel. Viimase tekke põhjuseks on olnud suur koopa esimese osa varing 1983. aasta sügisel, mil koopaava kohalt varises alla kümne meetri laiune, kaheksa meetri kõrgune ja viie meetri paksune liivaplokk, ummistades koopaava täielikult. Koopa pikkus vähenes, allikate väljavool oli tõkestatud, mistõttu uuristatigi sisemine tühik. Lõplikult kanti koopa ette kuhjunud liivavall ära 1984. aasta kevadise Võhandu jõe suurvee ajal, kui oli aktiveerunud ka allikate tegevus. Veel 14 aastat hiljem tehtud plaan näitab tagumise avara sopi kadu ja koopa mõningat kitsenemist toimunud varin-gute tagajärjel



Joon. 7. Koobaste arengut saab jälgida eri aegadel tehtud plaanide võrdlemisel.

Koopa kitsenemist viimase 35 aasta jooksul võib täheldada ka Viljandimaal Hendrikantsu orus oleva Vaida koopa puhul. Ka siin on tegemist ühe koopasopi kadumisega seoses allika tegevuse lakkamisega (joonis 7).

35 aasta jooksul pole mõõtmiste järgi muutunud Allikukivi koobaste pikkus (tabel), kuid mõnevõrra teisenenud on koopaplaani detailid. On lisandunud täiendav sissevool koopaava kõrvale, kus on tekkinud nelja meetri pikkune lisakäik. Laienenud on ka allika väljavoolukanal orunõlvale ja täielikult kinni varisenud suur külgmine tühik väljavoolukoridori lõpuosas (joonis 7).

12 aasta jooksul on jälgitud koopa tekkeprotsessi Karksis Halliste ürgoru paremal veerul. Kunagine rahvamuistendites kajastamist leidnud Karksi Põrgukoobas asus praegusest allikakoopast ca 50 m ülesvoolu ja on nüüd täielikult kinni varisenud. Olemasoleva koopa kohal oli 1990. aastal pisut üle ühe meetri sügavune 0,5 m kõrguse avaga uure, millest voolas välja veerohke allikas. 1997. aastaks oli juba jõudnud formeeruda 2,3 m kõrguse kolmnurkse avaga peaaegu 4 meetri pikkune koobas. Veel viis aastat hiljem oli allikaoja mattunud varingu alla, seejuures oli koopaava kõrgus ning koopa pikkus jäänud samaks, mis näitab, et laest varisenud liiva polnud allikaoja suutnud märgataval hulgal minema kanda. Koopa tagaosas oli aga toimunud ühe sopi kinnivarisemine ja teise teke (joonis 7). Edasine areng sõltub koopaaja veerohkusest ja selle materjali ärakande suutlikkusest.

Koopaplaani muutusi võib täheldada veel Antsla koopa puhul. Siinne suhteliselt lai koopaava on viimastel aastatel tunduvalt kitsenenud, kuna vasaku koopaseina avapoolse osa piirkonnas on ülekaalus varisemisprotsessid ning seinte uuristamist enam ei toimu (joonis 4).

Pikemat ajalugu jälgides võime tõdeda paljude trükisõnas kajastamist leidnud koobaste hääbumist. Hävinud on rahvamuistenditest tuntud Öisu, Koodioru ja vanad Karksi koopad, samuti Kullamäe urgude (käikude) lõpus olnud maa-alused tühikud, osa Allikukivi ja Helme koopasüsteemidest, mille asemel on tänapäeval koobaste naabruses sügavad langatuslehid (joonis 2). Samuti on tänaseks täielikult hävinud Väike-Emajõe orus asunud Kingo Põrgu koobas, mida Vaida koopa kõrval olevat Karl XII pelgupaigana kasutanud. Sellest oli väike osa säilinud veel 1976. aastal (Heinsalu, 1987). Enamikul juhtudel on koobaste taandareng toimunud looduslikel põhjustel: kinnivarisemise, allikate tegevuse lakkamise või veehulga vähenemise tõttu. Harvem on koobaste hävimisele kaasa aidanud inimtegevus. Nii on Saesaare paisjärve üleujutuse tagajärjel ligipääsmatuks osutunud või koguni hävinud kõige pikema teadaoleva ajalooga

Oosemäel asunud Vanakivi koopad. Teise tegurina tuleb märkida koopa-profiilide ülearust laiendamist, mille tagajärjel nende lagi muutub ebakindlaks ja põhjustab ulatuslikke varinguid koos langatustega maapinnal (Helme, Koorküla).

Samas võime tõdeda, et sajandeid on vaid väheste muudatustega püsinud Neitsikoobas, Kuradikoobas ja Emalätte koobas Ahjal, Vokiniidu ja Tiketare (Punnküla) koobas Võhandul, Vaida (Annienu) koobas Hendrikantsu orus (tabel). Need on koopad, kust veerohke allikas suudab kanda ära varisenud ja maapõuest kaasahaaratud materjali. Teiselt poolt peavad ka koopaseinte profiil ja kivimiline iseloom olema selline, mis tagab püsivuse. Nii on mitusada aastat püsinud mõned Helme ja Koorküla maa-alused saalid, Maimu koopa süvend jt. On täheldatud ka mõnede uute koobaste teket ja koobaste pikenedamist. Oosemäe liivaseina Ahjal on tekkinud kuue meetri pikkune käik, Lopa Põrgu käigu lõppu on 20. sajandi lõpukümnenditel kujunenud maa-alune grott (tabel, joonis 2). Nagu öeldud eespool on uus koobas hakanud tekkima Karksis (joonis 7). Loodi Põrgu paljandis Viljandimaal oli 2002. aasta suvel tekkinud väike uure ($0,8 \times 0,5 \times 1$ m), millest hoogsalt voolas välja veerohke allikas. Veel 1997. aastal oli selles kohas sile sein.

KOOPAD LOODUSMÄLESTISTENA

Seega on koopad Eesti alal huvitavad, kuid üsna muutliku olemusega loodusmälestised, mida mõjutab ja vormib pidevalt toimiv geodünaamiline faktor. Just selle faktori mõjujõu ja tegevuse uurimiseks pakuvad koopad soodsaid võimalusi ning seepärast on neid tarvis säilitada võimalikult looduslähedastena ja inimtegevuse poolt mõjutamatutena. Seda on küllaltki raske teha, sest huvitavate loodusobjektidena pälvivad nad üha rohkem turistlikku huvi ning seetõttu ilmneb nende juures ikka sellele kaasnevaid ebameeldivusi. Peamiseks on koopaseinte murendamist soodustav nimele sissekraapimine liivaseintesse, mõnikord ka koopaavasse süüdatav lõke või muu tavarisisustus. Suuremaid probleeme on olnud linnasisesel Kallaste pangal ja Aruküla koobastes Tartu põhjapiiril.

Samas võib öelda, et enamik Devoni koopaid paikneb vähekülastatavates ja mõnikord koguni raskesti ligipääsetavates kohtades, mis tagab nende loodusliku ilme säilimise. Ka on koobastesse sisenemisel selgesti tajutatav eluohtlikkus, mis hoiab ära nii mõnegi väärteto, eriti pikemate koopakäikude juures. Paiknemine järskudel jõeoruveerudel tõrjub koobastest eemale ka kahjustava ehitustegevuse. Niisiis on enamiku koopa-

süsteemide juures tagatud nende pikaajalise jälgimise võimalus, mida tulebki kasutada maasiseste protsesside uurimisel.

KIRJANDUS

- Heinsalu, Ü. 1987. Eesti NSV koopad. Tallinn, Valgus, 160 lk.
- Hupel, A. W. 1774. Nachrichten von Lief- und Ehtland. Riga, 590 lk.(lk.263).
- Kleesment, A. 2003. Lõhest liivakivis saab koobas. Eesti Loodus 7/8, 50–53.
- Kleesment, A., Pirrus, E. 2000. Fracture systems in Devonian sandstones, South Estonia. Eesti TA Toimetised, 49, 4, 284–293.
- Kreutzwald, F. R. 1844. Mytische Beleuchtung des Labyrinths bei Dorpat. Inland, 44, 698–702.
- Kruse, F., 1844. Das Labyrinth bei Dorpat. Inland, 41, 645–658.
- Luha, A. 1930. Rüükalade suurkivistisi Eestis. Loodusevaatleja, I, 5, 129–133.
- Mark, E. 1958. Aruküla koobastikust. Eesti Loodus, 1, 38–40.
- Pirrus, E. 2003. Põhjavee mehhaanilisest uuristustegevusest Eestis. Keskkonnatehnika 1, 20–22.

CAVES IN DEVONIAN SANDSTONE – FORMATION AND DEVELOPMENT

Anne Kleesment

Summary

During the revision of geological objects in Devonian sandstone outcrops of South-Estonia in connection with the compilation of the Book of primeval nature (1996–2002) fast 50 caves and more than 150 gullies were measured and described. Among them about 35 caves are of full and 9 of preliminary natural origin. The length of caves is up to 37 m, the height up to 5 m and diameter up to 8 m. Most of the caves have suffossional origin and are formed in result of outlet of detrital material from sandstone complexes by groundwater streams, forming springs in places of junction of streams in river valleys. In sand scarps on Kallaste and Tamme cliffs, notches forming in connection with outwearing action of lake waves occur.

Fractures cutting the Devonian sandstone complex provide pathways for water streams. In favourable conditions the running water widens them, creating straight tunnel-like, zigzag-shape or grotto-kind cavities, which forms are determined by fracture systems. Caves may form in out-running places of springs, also within sandstone complexes. The places of

junction of joints of different directions and dips are favourable for formation of bigger cave structures. The bulk of existing spring streams also determine the cave space. The spacing of fractures influences also the shape of cave openings. However, the most persistent arch-like opening is dominating, in cases of perpendicular fracture surfaces triangular cave openings occur.

Cave structures are in continuous development. On the one hand, the running water enlarges the caves, on the other hand, their roofs may turn unstable and they can collapse. If the running groundwater stream cannot carry out the collapsing detrital material, the cave can be destroyed. Also the groundwater streams change their pathways and abounding. Many ancient caves known from publications do not exist today. In the other hand, it is possible to follow the formation of new cave structures. For example, instead of the ancient the Karksi Hell cave (not existing for about 50 years).

VIRULASE KARSTIKOOBAS TUHALAS

Lauri Palumets, Hendrik Proosa

Tartu Üliõpilaste Looduskaitsering

Harjumaal paikneval Tuhala karstialal, Virulase talu maadel asuv koobas pälvis viimati aktiivset tähelepanu 1997. aastal, kui koopa taasavastas toona 16-aastane Kauri Sild (vt *Postimees*, 97.09.24.). Hiljem mõõdeti koos Virulase talu peremehe Aare Silla ning Tuhala maastikukaitseala juhataja Ants Taliojaga (1998) nööri abil koopa pikkuseks 54 meetrit, mis andis alust arvata, et tegemist on Eesti suurima karstitühemikuga, kuhu saab siseneda ka inimene. Meediast läbi käinud teade, nagu olekski koobas avastatud alles kaheksakümnendatel või koguni 1997. aastal, ei vasta tõele. Virulase talu peremehe andmetel säilitati seal ilmasõdade aegu toidukraami ning talu meeshingedel oli sinna hea mobilisatsiooni eestki peitu pageda. Koopa asukohta hoiti seepärast laiema avalikkuse eest salajas. Ka varjas koopa sissekäiku põõsastik ning suudmekurisule kuhjunud puurisu. Alles 1986. aastal tutvus koopaga karstiuurija Ülo Heinsalu (1928–1994), kuid tal õnnestus selles liikuda kõigest kümne meetri kaugusele suudmest, sest edasiminekut takistas tollane liiga kõrge veeseis (Heinsalu, 1987).

Virulase koobas kujutab endast klassikalist karstikoobast, kuhu maapinnal asuva kurisu kaudu neeldub suurvee ajal osa Tuhala jõe liigvett. Virulase talu ümbruses on mitmeid teisigi kurisuid, näiteks tuntud Ämmaauk ja Äiaauk, kuid nendes asuvad neeldumisavad on märkimisväärselt kitsamad ja risu täis, mistõttu nende uurimine ja kirjeldamine on jäänud väliste vaatluste tasemele ning ulatuslikemate koopatühemike kohta neis pole otseseid andmeid.

Peale taasavastamist jõudis uudis Eesti pikimast koopast küll aja- kirjandusse, kuid koobas ise peale esimese kümne meetri oli kuni viimase ajani korrektselt kirjeldamata. Seda viga otsustasid 2003. aasta septembris parandada koos Tartu Üliõpilaste Looduskaitseringi liiget, haarates uurimisgruppi geolooge, geograafi ja bioloogi. Töös osalesid

peale autorite veel Martin Liira, Mats Meriste, Marko Puksing ja Olivia Till.

Uuringu tulemused ongi esitatud allpool.

METOODIKAST

Koobaste kui kordumatute loodusobjektide uurimiseks ei ole olemas ühtset meetodikat, mistõttu ka Eestis on erinevate uurijate poolt toodud andmed, eriti mõõtmisandmed, sageli väga erinevad. Nii mõõtis Ülo Heinsalu 1983.aastal Lõuna-Eestis paikneva Lopa liivakivikoopa pikkuseks ~25 meetrit (Heinsalu, 1987), geograafiamagister Ain Vellak 1997. aastal 68 meetrit (Tõnisson, Vellak, 2002). Kuigi liivakivis asuvad koopad võivad muutuda varingute ja voolava vee mõjul üsna kiiresti, ei ole niisugune koopa pikenemine siiski usutav. Tegelik põhjus peitub hoopis täiesti erinevas lähenemises mõistele “koopa pikkus”. Esimesi juhul liideti koopa peakäigu lõikude pikkused suudmest kaugeima seinani, teisel juhul mõõdeti koopa kõigi käikude pikkused ja liideti need kokku, nagu soovitab Rahvusvahelise Speleoloogide Liidu 1967. aastal vastu võetud “Koobaste pikkuste ja sügavuste määramise kord” (vt Kask, 1967).

Muidugi on mõlemal meetodil omad eelised ja puudused. Lihtsate koobaste puhul on peakäigu määramine kerge ülesanne, aga vähegi keerukamate ja hargnevate süsteemide puhul tuleb ette probleeme. Viimasel juhul tekib kahtlemata vajadus saada ettekujutus kõikide käikude kogupikkusest, siis aga on juba palju mõõtja subjektiivsusest, sest pole alati selge, milline urge koopaseinas järjekordseks kõrvalkäiguks mõõta ja milline mitte. Suurte mitmesajameetriste koobaste puhul ei ole säärane pedantlikkus iga prao mõõtmisel oluline, kuid Eesti tingimustes, kus koobaste pikkused ulatuvad harva mõnekümne meetrini, võib saada väga erinevaid tulemusi. Virulase koopa puhul on väljapääsuks koopa horisontaallõike detailse plaani koostamine, millelt saab teha mõlemat tüüpi mõõtmisi.

VARUSTUSEST

Kergesti ligipääsetavates koobastes ei tekita varustus erilist probleemi – piisab seljariietest ja valgusallikast, mis aitab teed leida. Hoopis teine on lugu aga Eesti karstikoobastega, mille tüüpiliseks näiteks võikski tuua Virulase koopa. Siin on tegemist kitsaste urgude kogumiga, kus tuleb tegutseda peamiselt kõhuli või külili ning vaid harvades kohtades on võimalik end

veidi mugavamalt tunda. Seepärast on esmaseks vajaduseks koopas piisavalt soe ja paremal juhul veekindel riietus. Mõttekas on kasutada kõhu peal pehmendust, mis kaitseb teravate kivide eest ning võimaldab mugavamalt roomata ja puhata. Ka tuleb ennast riietada võimalikult liibuvatesse ja ühes tükis olevatesse rõivastesse. Esiteks on siis võimalik ennast suruda kitsastesse kõrvalkäikudesse ning nende läbipääsmatuse korral sealt tagurpidi välja vingerdada. Valgusallikatena on maa all parimad otsa ette kinnitavad lambikesed, mis hoiavad käed vabad ja suunavad valgust sinna, kuhu parasjagu vaja. Samas ajavad asja ära ka taskulambid ja küünlad. Muuseumis on küünal parim vahend autofookusega fotoaparaatide teravustamiseks.¹

Kindlasti on soovitatav panna koopasse ronimiseks kätte kindad, kuna pikka aega paljaste kätega savis ja kiviklibul roomata pole just meeldiv. Kasuks tuleb ka kiiver või pehme peakate, mis kaitseb jaheduse ning juhuslike muhkude eest. Samuti hoiab see juukseid saviseks saamast.

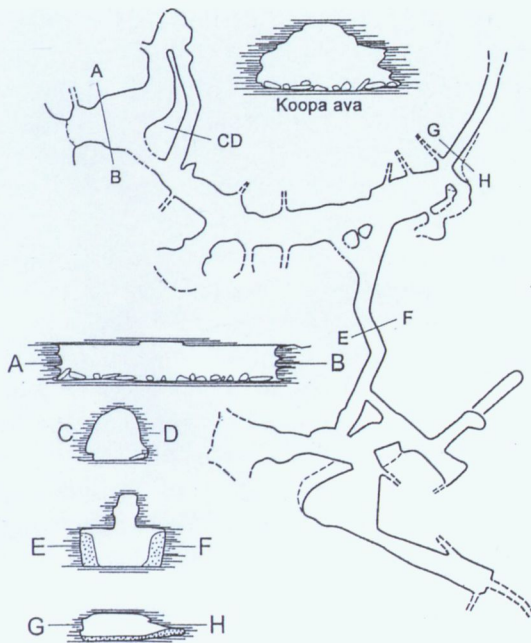
Lisavarustusest, mis võib kasuks tulla, võib mainida väikest kühvlit või labidat, mille abil vajaduse korral settekihti eemaldada. See võimaldas Virulase koopaski uurida üht väga madalat kõrvalkäiku, kuhu ilma savikihti eemaldamata poleks sisse mahtunud.

KOOPA PLAANI KOOSTAMINE

Et karstikoobas on madal ja pime pole siin võimalik kasutada täiuslikumaid nivelleerimisvõtteid ning rahulduda tuli lihtsaima kesklõikasimuutmeetodiga, kasutades mõõdulinti ja tavakompassi. Et koobas asub üldjoontes samas tasapinnas, siis ei tekkinud seal vajadust klinomeetri järgi. Igast olulisemast koopalõigust joonistati silmamõõduline üldistatud ristprofiil (joonis 1). Vältimaks hilisemaid arusaamatusi, kirjeldasime ja mõõtsime üle terve koopa ning tööme eraldi välja nii peakäigu kui ka käikude kogupikkuse.

Koopaaava kurisu põhjalähedasel kallakseinal on peidus rohurindes ning osalt vooderdatud laest alla langenud paeplaatidega (foto 1). Pääs maa alla on vaid 75 cm kõrge ja 150 cm lai ning aheneb kiiresti. Algukses tundub, et koopasse on võimalik siseneda põlvili, kuid juba vähem kui meetri kaugusel on koopa lagi sedavõrd madaldunud, et edasi pääseb vaid roomates. Samas laieneb koobas pea kolme meetrini (AB), mis annab tunnistust karstumisprotsessi kulgemisest kõige soodsamat

¹ Autorid vabandavad fotode halva kvaliteedi pärast, kuid tingimused ja varustus ei võimaldanud seekord paremat. Ettekujutuse koopa sisemusest nad siiski annavad.



Joonis 1. Virulase koopa üldskeem ja erinevate käiguosade ristlõiked.

kivimikihti jälgides. Koopas on jahe ja niiske. Temperatuur on Virulase peremehe andmetel püsivalt 6°C, mida kinnitasid ka seekordsed mõõtmised.

Tunneli lae moodustab alguses sile paeplaat ja põrand on üle külvatud plaatjate kivitükkidega. Mitmed kitsad kõrvalkäigud suunduvad peakäigust vasakule, kuid ei võimalda edasipääsu. Mõnevõrra kaugemal keerab peakäik järsult paremale ja laskub seejuures umbes 60 sentimeetrit. Eelnev käiguosa jätkub veel umbes 3 meetrit, moodustades umbsopi, kuhu on kogunenud puuksi ja mulda. Kas see risu- ja settehunnik on vaid aeglasema veevooluga nurka kuhjatud mass või varjab ta mõnda ummistunud kõrvalkäiku, on raske öelda. Jätkates teekonda jõuab koopa kauneimasse ossa (CD), mis kujutab võlvja lae ja sileda põrandaga sümmeetrilist tunnelit (foto 2). Laes ja seintel võib märgata hulgaliselt väljapestud fossiile – brahhiopode, koralle, jms. Need kivistised pärinevad ajast, mil sel kohal loksus alles soe Ordoviitsiumi meri. Jälgi, mis annaks tunnistust kaasaegsete loomade elutegevusest koopas, ei leidu, sest kevadise suurvee ajal uhitakse koobas põhjalikult läbi. Vanad set-



Foto 1. Koopaava kurisu nõlval on vaevumärgatav.



Foto 2. Suudmelähedane tunnelkäik (CD) on tüüpilise võlvkoopana paremini läbitav.

ted ja muu materjal kantakse maa-alustesse sügavustesse ning uued savi- ja mullakihid katavad koopa põranda ja seinad. Siiski märkasime me nii koopa seintel kui ka laes mitmeid liblikaid.

Edasi roomates hakkab silma paremalt läbi kitsa avause tungiv päeva- valgus. Tegemist on paralleelse otseühendusega esimesse koopalõiku, mis on läbipugemiseks liialt kitsas, kuid pole välistatud, et järgmised suurveed selle avardavad.

Käänakul, kust paistis valgus, on koopa seinal huvitav uuristusvorm. Alul tundub, et tegemist on kivistunud puujuurega, kuid tegemist on ilmselt kivist välja prepareerunud fossiilstruktuuriga. Sarnaseid pruuni kattekile ja valkja sisuga moodustisi võib ümberkaudu märgata teisigi. Mõned neist meenutavad puujuuri, teised aga lapikuid koorikuid (foto 3). Milliste organismidega on tegu, see vajab veel täpsemat uurimist.

Mööda kiviklibust käiku edasi roomates võib märgata mitut paremale avanevat külgtunnelit ja -lõhet (foto 4). On näha, et nad jätkuvad veel mitmeid meetreid ja saavad arvatavasti kokku ühes laiemas kõrval- käigus. Selle põhi on täis mulda ja risu, mis hetkel takistab põhjalikumat



Foto 3. Koopaseintel võib tumedate skulptuuridena kohata kivimist välja prepareerunud lahustumisele vastupidavamaid fossiilimoodustisi.

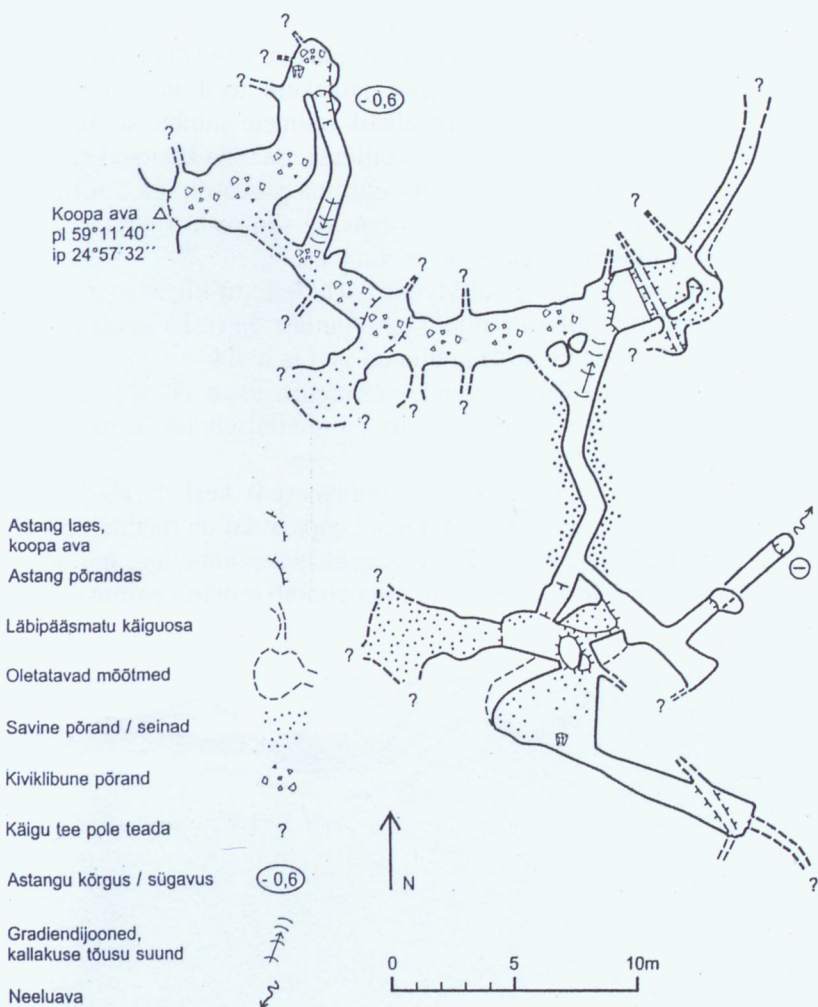


Foto 4. Siin-seal suubub koopa peakäiku avardunud lõhedest moodustunud uurdeid.

uurimist. Peremehe arvates võib siit viia käik KIRSTUAUKU, kuid kuna viimane asub mõnevõrra kaugemal, siis võib olla tegemist mõne koopa-avale lähema avausega.

Antud käiguosast pisut edasi pöörab peakäik veelkord järsult paremale ja laskub parkümmend sentimeetrit. Samas sihis, kuid vastasuunas kulgevana, on koopa seinas kitsas ent küllaltki pikk lõhe. Oma põhjakirde-lõunaedela suunaga kuulub ta siin valdavasse tektooniliste lõhede süsteemi. Virulase koopa käigud järgivad enamasti seda suunda (joonis 2) või kulgevad sellega enam-vähem risti.

Enne teekonna jätkamist piki peakäiku tasub veel pöörata tähelepanu avausele vasakul, kahe kivimiploki vahel. Kuigi oma kõrgeimas kohas



Joonis 2. Virulase koopa sisetingimustik ja orientatsioon ilmakaarte suhtes.

on ta vaid 30 cm kõrge, tasub sealt siiski läbi roomata, sest teisel pool avanevad uued urked ja käiguosad. Seal asub ka väga madal tunnel, mille me ristisime *Liira käiguks* agara kaaslasel Martin Liira järgi (GH). Sellesse urgu pugemine nõuab tõsist kinnijäämise kartuse allasurumist (foto 5). Tunneli kõrvalt suundub paremale ka üks ringkäik, mis peale mõnemeetrist eraldumist jälle samasse veidi laiemasse ja kõrgemasse

ruumi siseneb. Selle “minisaali” puhul on tegemist savise põranda ja saviste seintega grotiga, kus on hea veidi puhata, istuda ja jalgu sirutada.

Peale mõningast hingetõmbamist jätkakem teed mööda peakäiku (EF). Siit avaneb vasakule ka kõrvalkäik mitmete sumbuvate harudega. Otsesuunas jõuame Virulase koopa saaliossa. Saalina käsitatakse ülejäänud koopast oma mõõdetelt – peamiselt oma pikkuselt (ca 5 m) ja laiuselt (ca 4 m) – erinevat lõiku. Ka kõrgus on siin pisut suurem (90 cm), kuigi see pole üldjuhul määravaks mõõtmeks.

Saal on laest alla langenud kivimiplokkide tõttu liigestatud eri tasapindadeks, mistõttu ühtset muljet kogu ruumist on raske saada (foto 6). Seda takistab ka mõnda nurka kuhjunud savi ja muld.

Saalist lähtuvad mõned käigud – esimesest osast läände ning tagumisest sopist kagusse. Esimene neist on suhteliselt lai ja madal ning suuresti mulda täis kantud.

Teine suundub allavarisenud kivimimaterjali keskelt koopa kõige kaugemasse soppi. See ongi koht, kuhu koopa avast on mõõdetud koopa peakäigu pikkus. Käik lõpeb kitsa läbipääsmatu tunneliga, mis märgatavalt jätkub veel mitmeid meetreid ning pöörab seejärel paremale.



Foto 5. Valdavas osas on koobas küll lai, kuid siiski vaid roomates läbitav.



Foto 6. Koopa lõpus avarduv saaliosa on laest alla varisenud kiviplokkide poolt liigestatud eri tasapindadeks, mistõttu ühtset muljet kogu ruumist on raske saada.

LÕPETUSEKS

Koopa peakäigu pikkuseks kujunes 58 meetrit ja läbitavate käikude kogupikkuseks üle 90 meetrit. Koopa mahuks võiks hinnata umbkaudset 40–45m³, seega iga jooksva käigumeetri kohta tuleks vaid ligikaudu 0,5 m³ vaba ruumi. Kuigi need arutlused on äärmiselt ennatlikud ja vajavad täpsustamist tulevikus, on siiski selge, et tühemikus on suuteline vabalt liikuma vaid õhk ja vesi, inimesele nõuab temasse pääsemine suurt pingutust ja julget ettevõtmist. Muidugi ei pruugi ka tehtud mõõdistused lõplikeks jääda, sest potentsiaali käikude edasiseks pikendamiseks ja laienemiseks või hoopistükkis kinnivarisemiseks on siin veel küllalt. Esines kõrvalkäike, mis ahenesid kiiresti inimesele läbipääsmatuks, kuid jätkusid veel mitme meetri ulatuses ja nähtavasti laienesid mõnikord uuesti, pöördues seejärel nurga taha. Samas võib varingute tulemusel hoopis toimuda käikude mattumine ja sulgumine.

Edasisi probleeme võib tekitada asjaolu, et paekihi paksus koopa laes on väga õhukene, ulatudes kohati vaevalt meetrini. 1972. aasta kevadel varises Ämmaaugu kõrval sisse ulatuslik maa-alune tühemik ning kujunes

3,6 meetri sügavune ja 24 meetri pikkune karstilehter, mis aegamööda kasvab. Paljandunud ajutine koopaava, aga varises samal kevadel kinni (Heinsalu, 1987).

Niisiis on Tuhala karstipiirkond veel hoogsas dünaamilises arengus ja seda tuleb pidevalt jälgida. Käesolevgi uuring annab teatud momendifikseeringuna Virulase koopast sellesse töösse omapoolse panuse. Mõeldav oleks siinset ala uurida ka moodsate meetoditega, näiteks georadariga.

Maailmamastaabis ei ole üheksakümmend meetrit muidugi mingi märkimisväärne suurus, kuid Eesti oludes on tegemist kaaluka objektiga, sest pikad maa-alused looduslikud tunnelkäigud on siin seotud üksnes salajõgedega, kuhu sissepääs on tõkestatud. Virulase koobas Tuhalas on niisiis meeldivaks erandiks.

KIRJANDUS

- Kask, I. 1967. Koobaste pikkuse ja sügavuse määramise kord. Eesti Loodus, 10, 437.
Heinsalu, Ü. 1987. Eesti NSV koopad. Tallinn, Valgus, 160 lk.
Talioja, A. 1998. Eesti pikim koobas – Tuhala karstiala üllatus. Eesti Loodus, 3, 136–137.
Tõnisson, A., Vellak, A. 2002. Uusi uurimisandmeid liivakivipaljanditest. Looduskaitsealaseid töid VII. Tartu Üliõpilaste Looduskaitsering.

VIRULASE CAVE IN TUHALA

Lauri Palumets, Hendrik Proosa

Summary

The results of a scientific research conducted in 2003 on Estonian longest karst cave are discussed, its most important forms are described (photos), and a plan of the cave is presented (Fig. 1). The cave has a low ceiling (max 0.9 m) and is passable only by crawling. It widens in some places, its floor is terraced, and its narrow or dead-end passages springing from the main gallery spread along the fractures. The morphology of the cave has been determined by karst which has been following convenient layers and fissure systems. Passages clogged by collapsed material, clay and branches prove that significant changes occur in the cave during annual floods. Therefore, in the future, the given plan allows us to follow the dynamics of karst development. The cave is located at Tuhala landscape protection area and can be regarded as an individual object. Due to its difficult accessibility, it is not threatened by human activity.

HIIDRAHNUD LOODUSMÄLESTISTENA

Enn Pirrus

Tallinna Tehnikaülikool

Üheks omanäolisemaks elemendiks Eesti maastikul on rändrahnud – viimase jääaja liustiku poolt lähtepaigast lahti rebitud ja võõrsile kantud kivimürakad. Just Eestis on see loodusmälestiste rühm eriti oluline ja esinduslik, mis tuleneb meie territooriumi erakordsest geograafilisest asendist. Paikneme ju kahe erineva geoloogiaprovinci – kaljuse Fenno-skandia ja settekivimilise kattega Ida-Euroopa lavamaa piirialal, mis teeb rändrahnude olemuse siin eriti selgeks ja üldmõistetavaks ning annab soodsa võimaluse rändrahnudega seonduva käsitlemiseks ülemaailmseski ulatuses (Raukas, 1995). Kuid teise tegurina ei tohi tähelepanuta jätta viimase jäätumise keskme – Põhja-Skandinaavia – lähedust Eestile. Seetõttu oli mandrijää paksus siin suur ja tema toime kivisele aluspinnale väga tugev, mistõttu ka edasitoimetatud rahnude hulk kujunes silmatorkavalt suureks. Nii viisi kohtamegi rändrahnud kõikjal ja väga erinevas suuruses ja kujul.

Eesti rahnurikkust käsitledes tuleks rahnud jagada kolme rühma:

Hiidrahnud (ümbermõõduga üle 25 m)

Suured rahnud (ümbermõõduga 10–25 m)

Väikesed rahnud (ümbermõõduga alla 10 m) ja kiviikulid.

Käesolevas tuleb juttu ainult **hiidrahnudest**, mille andmestik on käesolevaks ajaks üsna põhjalikult läbi töötatud ja mis pälvivad oma suurusega alati tähelepanu. Nad on tõelised loodusmonumendid – neile ei hakka peale aeg ega inimene, isegi lõhkeaine on nende suhtes üsna abitu. Suuremas osas on nad Eestis ka riikliku kaitse all, tõsi küll, siiski mitte kõik. Hiidrahnud on Eestis teada 87. Märkimisväärne, et teise kategooria nn suurte rahnude hulk on kusagil tuhande ümber ning väiksemate kogus, mõistagi, loendamatu. Ka nende rahnurühmade uurimisel on ühteist tehtud, kuid süsteemikindlamat käsitlust veel ei ole.

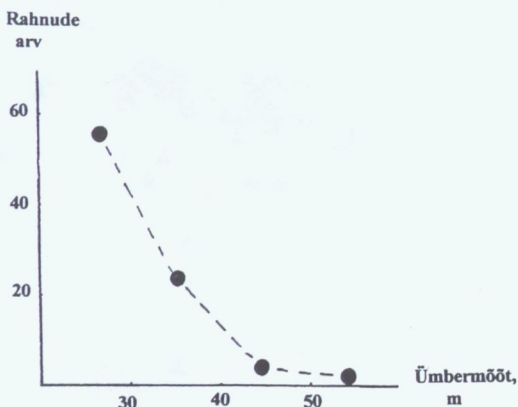
HIIDRAHNUDE SUURUS

Hiidrahnude piiritlemiseks on H. Viiding (1986) püstitanud kaks parameetrit – ümbermõõdu (vähemalt 25 m) ja suurima läbimõõdu (vähemalt 10 m). Kuigi looduses on midagi piiritleda kindla arvnäitaja järgi sageli võimatu või vähemasti tinglik, siis hiidrahnude puhul on nende kriteeriumide kasutuselevõtt hästi õnnestunud ja nad kontrollivad teineteist vastastikku. Valdavatel juhtudel Eesti hiidrahnudest ühtuvad need näitajad täielikult ja vaid 16 juhul (86-st) on rahnudel ümbermõõduga üle 25 m läbimõõt pisut väiksem (8,7–9,3 m), mis on igati loomulik rahnu põhiplaani isomeetrisuse korral – so juhul kui kaks ristuvat läbimõõtu on lähedased. Teiselt poolt, üle 10 m suurima läbimõõduga rahnude puhul on ümbermõõt pisut väiksem (24,7–24,9 m) vaid neljal korral, mis on omane erakordselt pikliku kujuga rahnudele.

Kolmas parameeter – rahnude kõrgus – hiidrahnude piiritlemisel arvesse ei tule, sest see sõltub eelkõige rahnude mattumissügavusest pinnasesse. Nii on mõnede hiidrahnude puhul nende kõrgus vaid 1,4–1,8 m (Laagri, Oru, Sidani, Antu), samal ajal kui pinnasest tervikuna välja prepareerunud rahnude puhul ulatub see 7,6–7,8 meetrini (Ehalkivi, Tammispea, Vaindloo). Viimane piir on olemuselt huvitav, sest peegeldab arvatavasti lõhenevuskarakteristikat lähtekivimassiivides ja lubab teha mõningaid huvitavaid järeldusi. Igal juhul on ilmne, et kõik Eesti hiidrahnud paigutuvad maapinnal lapiti – st nende kõrgus on alati väiksem laiusest. Liistakuliselt kaldu või serviti paiknevaid rahne peaaegu ei ole, erandeid on vaid üks (Tammispea). See näitab, et juba liikuv jäämassis saavutasid hiidrahnud nähtavasti oma raskuskeskme suhtes tasakaaluasendi ja see kinnistus veel lõplikul väljasulamisel liustikukehast. Ebastabiilsesse servitiasendisse ei saanud need kivimürakad jääda niisiis ka ümbritsevas moreenis, seda näitab Eesti hiidrahnude andmestik veenvalt.

Vaadates hiidrahnude jaotumust suurusnäitajate järgi näeme tavapärasest pilti – mõõtmete vähenedes kasvab nende arv eksponentsiaal-funktsioonile lähedaselt (joonis 1). Rahne ümbermõõduga üle 50 m on kolm (Ehalkivi, Kabelikivi, Toodrikivi), 50–40 m – neli, 40–30 m – 23, 30–25 m – 56.

Kõrgusparameetrite suure kõikumuse tõttu on rahnude maapealse nähtava osa maht ja sellest tulenev mass väga muutlik. Suurimate hiidrahnude puhul ulatub see üle 500 m³, so kaal üle 1300 tonni. Enamasti jääb hiidrahnude maht siiski 200–300 m³ piiresse, andes massiks 400–800 tonni. Tõsi, paljude sama rühma väiksemate rahnude puhul pole nende

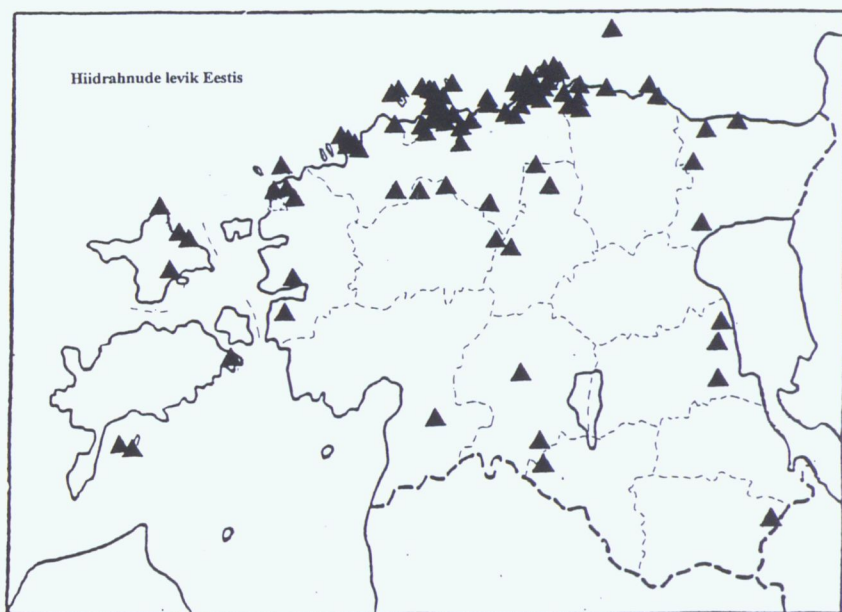


Joon. 1. Hiidrahnude jaotumus übermõõdu järgi.

mahtu usaldusväärselt määratud, mistõttu toodud arvud iseloomustavad eelkõige kõrgemaid piiriväärtusi. Ometi iseloomustavad nad küllaltki ilmekalt mandriliustiku hiiglaslikku kandejõudu.

HIIDRAHNUDE LEVIK EESTIS

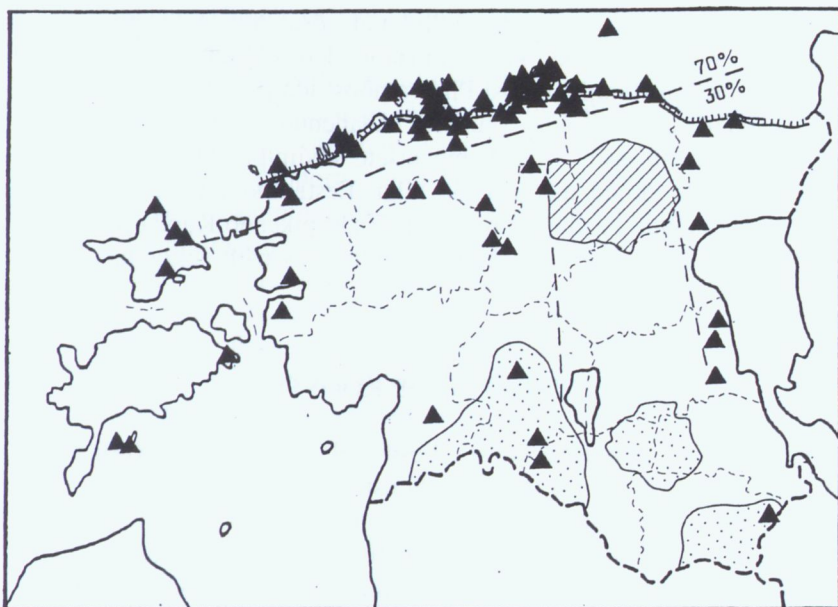
Huvipakkuv on hiidrahnude levikupilt Eesti territooriumil. Juba teoreetilistestki arutlustest võib järeldada, et hiidrahnude hulk peaks järkjärgult kahanema lõuna suunas: on ju meie lõunapoolsetes naaberriikides neid teada vaid üksikuid. Ent konkreetse kaardipildina avab see andmestik mitmeid täiendavaid seaduspärasusi (joonis 2). Hiidrahnude hulk on suurim Loode-Eesti põhjarannikul, sealhulgas nii klindiesisel tasandikul kui ka kõrgemal, paelava servavööndis – kokku umbes 70% kõigist rahnudest. Sügavamale sisemaale on jõudnud neist vaevalt kolmandik. Seejuures on kahanemistrendi vektor suunatud lõunakagusse, markeerides niisiis hästi mandriliustiku liikumise peasuuna. Rahnude hulga järsk vähenemine Soome lahe lõunapiirdel juhib tahtmatult mõttele siinse suurvormi – paekalda tõkestavast mõjust rahnude rände. Vaatamata jää tohutule kandejõule vajasid temasse haaratud suured rahnud liustikukeha alumisse ossa ning selle raskendatud tõusul 40–50 m kõrguse paelava servani võisid paljudki neist pöördumatult haakuda põhimoreeni või aluspõhja ebatasasustesse. Statistiliselt vaadelduna pole see barjäär siiski nii selge. Rahnude koguhulgast on vaid



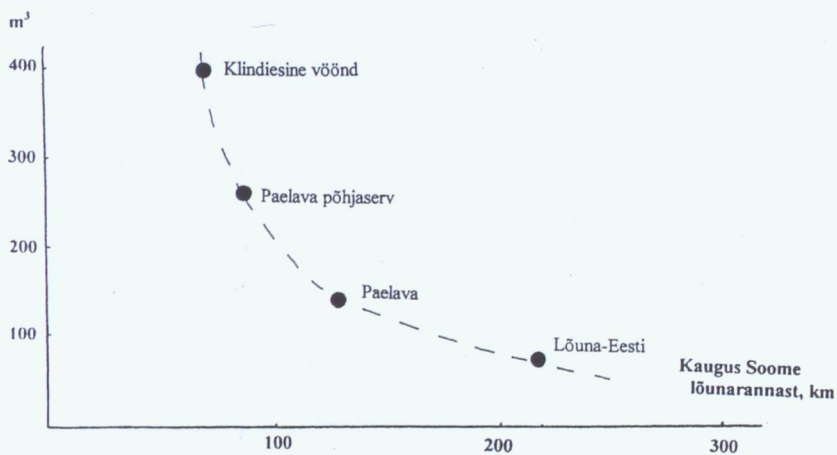
Joon. 2. Hiidrahnude paiknemine Eestis.

39%, jäänud pidama klindiesisele madalikule, üle poole, sealhulgas paljud gigandidki on ületanud selle tõkkejoone (Pakri rahnud, Ellandvahe, Aruküla, Pärnamäe, Ukukivi jt). Paekaldaesise rannikuvööndi väikest pindala arvestades on sellele pidama jäänud hiidrahnude hulk siiski suhteliselt suur, mistõttu paelava põhjaserva tõkestavat toimet tuleb vaieldamatult arvestada. Selgesti tuleb see esile paeala enese piires. Lääne-Eesti madalikul ja saartel, kus paene astang selgekujulisena puudus, kandus rohkesti hiidrahnne lõunasse. Teise aluspõhjalise suurvormi Pandivere kõrgustiku varjealal puuduvad hiidrahnud täiesti, samal ajal on piki Peipsi-Pihkva nõgu liikunud jääkeel kandnud mitmeid rahne Tartu- ja isegi Võrumaale (joonis 3). Lõuna-Eesti saarkõrgustike mõju hiidrahnude rändele on rahnade vähesuse tõttu raskesti hinnatav, ka tuleb siin arvestada nende võimalikku maetust tüseda pinnakattekompleksi sisse.

Peale hiidrahnude hulga olulise vähenemise kahaneb lõuna suunas järkjärgult ka nende suurus. Hästi on see näha paremini mõõdistatud rahnade ruumala järgi, mis on esitatud joonisel 4. Jaotades Eesti ala neljaks alavööndiks kauguse järgi eeldatavast lähtealast – Soome rannikust, saame keskmiste näitajate kõverjoone, mis järsult alaneb lähtealast eemaldudes. Kaugele Lõuna-Eestisse jõuavad vaid alla 100 m^3 ruumalaga rahnud.



Joon. 3. Hiidrahnude paigutuse sõltuvus reljeefi suurvormidest.



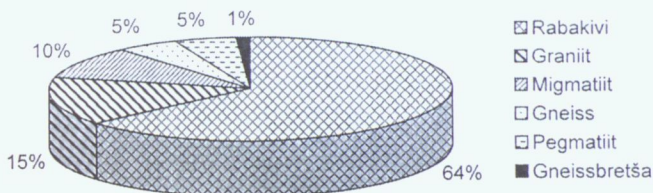
Joon. 4. Eesti hiidrahnude keskmise ruumala kahanemine põhjast lõunasse.

Hoopis raskem on seletada hiidrahnude osatähtsuse vähenemist ida suunal, nii Kirde-Eestis kui ka Venemaa loodeosa klindiesisel tasandikul. Nähtavasti oli liustikujää Peipsi-Pihkva nõost ida pool tunduvalt õhem ja tema kandejõud siia jõudes oluliselt kahanenud, mistõttu isegi soodne Viiburi rabakivimassiiv oma kompaksete kivimiplokkidega ei ole sellesse piirkonda jätnud märgatavaid jälgi. Eesti hiidrahnude levikupildis täheldatav rahnudesageduse murdejoon 70:30 pikeneb Kunda piirkonnast mõtteliselt juba Soome lahe akvatooriumile, mis näib eeltoodud arutlust omakorda kinnitavat (joonis 3).

HIIDRAHNUDE KOOSTIS

Hiidrahnude kivimiline koostis Eesti alal ei peegelda niivõrd Fennoskandia lähteala üldist geoloogilist ehitust, kuivõrd just eri kivimitüüpide võimet anda liustikuliseks kaugtranspordiks piisava vastupidavusega suurplokke. Seetõttu valdavad hiidrahnude hulgas Fennoskandia kilbi lõunaserva postorogeensed rabakivigraniidid, mille oluliseks jooneks on hilisema metamorfismi puudumine neis massiivides. Sellest tuleneb alge tardumisjärgse ristsuunalise lõhenevuse säilimine kivimeis, mis võimaldaski liustikel siit lahti rebida suuremaid tahukakujulisi plokke.

Rabakivid moodustavad hiidrahnudest 64%, kuigi nende osakaal Lõuna-Eesti suunal tugevasti väheneb. Märkimisväärne on ka vanemast Svekofenniidide metamorfismivööst pärinevate mitmeilmeliste peeneraliste graniitide osa (15%), mis moodustavad moondekivimi kompleksides massiivsemaid läätsjaid vahetasemeid. Tüüpiliste moondekivimite graniit- ja migmatiitgneisside osakaal on suhteliselt väike (15%) ja nende seas ongi ülekaalus just migmatiseerunud erimid – so kivimid, milles osaline ülessulamine moondel on kihitatud kompleksidele täien-davat tugevust lisanud (joonis 5). Seevastu tuleb märkida pegmatiitsete



Joon. 5. Hiidrahnude kivimiline koostis.

soonkivimite tähelepanuväärivat osalust (5%). Aluselisi süva- ega purskekivimeid Eesti hiidrahnude hulgas ei ole – korrapäratu ja tihe lõhenevus-karakteristika välistab nende säilimise suuremate plokkidena liustiku-transpordil. Ka on nende osakaal lähtekivimite hulgas tagasihoidlik. Ette-ruttavalt märkigem, et väiksema suuruskategooria rahnude koostises rahnude kivimilised proportsioonid muutuvad: kahaneb rabakivigraniitide ja suureneb kergemini purustatavate gneisside osakaal.

Seega on hiidrahnude kasutamine juhtkivimitena väga piiratud, sest nad peegeldavad laias vööndis Eestist põhja pool avanevaid väheste individuaaltunnustega kivimtüüpe, mille konkreetseid lähtealasi ei saa üheselt tuvastada. Erandiks on vaid Neugrundi impaktstruktuurilt pärinev Toodrikivi, mille päritolukoht seisab väljaspool kahtlust. Samast pärinevaid rahne esineb ka väiksemate rahnude seas, mistõttu nad väärivad erikäsitlust (Pirrus, 1997; Suuroja jt, 2003 – vt samas kogumikus).

RAHNUDE MORFOLOOGIA

Hiidrahnude kuju on üsna mitmekesine sõltuvalt juhufaktorist nende lahtimurdmisel lähtemassiivist. See raskendab rahnude tüpiseerimist nende väliskuju alusel. Esineb ümardunud kontuuriga rahne, nende kõrval aga ka nurklikke ja tasapinnaliste lõhenevuseraldistega erimeid, millest mõnedki on veel hiljemgi, eriti pärast väljasulamist jäämassist täiendavalt lõhenenud ja eraldiseisvaid tükke andnud. Üksikuid tasaseid lõhepindu annavad ka mitmed valdavalt ümarapinnalised rahnud, mis osutab sellele, et mõnedki neist on lahti rebitud juba eelnevalt ümardunud silekaljudest. Siiski ei saa välistada ka ümardumisfaktorit liustiku-jää sees – paljudel rahnudel võib näha tasapinnaliste tahkude lõikumis-joonte hilisemat ümardumist või koguni täiuslikku munajat väliskuju (Ehalkivi, Majakivi jt).

Rahnude põhiplaanide mõõtmisandmed (tabel, joonis 6) näitavad, et ülekaalukas osa kuulub isomeetrilise või nõrgalt ovaalse põhiplaaniga rahnudele, mille pikitelje mõõt ületab laiuse vaid vähesel määral – 1,1–1,4 korda. Nendest näitajatest tunduvalt väiksema kõrguse tõttu võime öelda, et rahnud lebavad maapinnal enamjaolt lapiti, vähemalt maapealses vaadeldavas osas, niisiis tasakaaluasendis, mida ka hiljem rahnust üle liikunud jäämass ei suutnud enam oluliselt muuta. See järeldus on igati loomulik, võttes arvesse rahnude sadadesse tonnidesse ulatuvat massi.

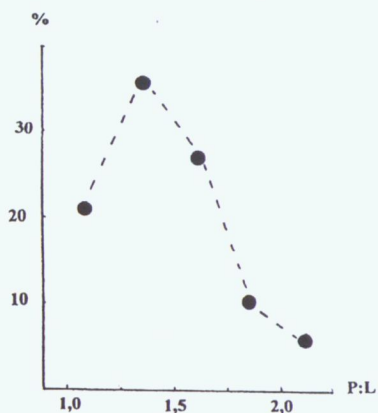
Tabel. Hiidrahnud Eestis

	Pikkus	Laius	Kõrgus	Überm.	Maht, m ³	Kivim
Tallinn						
Kuradisadul (Nurmiku t.)	11,3	5,9	3,1	28,4		Rabakivi
Merivälja hiidrahn	10,0	5,8	3,0	26,4	238	Gneiss
Männiku hiidrahn	11,9	9,5	5,7	34,4		Rabakivi
Rahumäe hiidrahn	10,7	4,5	4,2	27,8		"
Harjumaa I (saared)						
Lemmikneeme I Aegna	8,7	8,0	2,5	26,8		"
Lemmikneeme II "	10,0	8,1	3,3	27,9		"
Lemmikneeme III "	12,5	8,4	3,6	35,1		"
Põlendikukivi Nais- saar	10,6	7,4	7,0	28,8		"
Lehtmetsa kivi "	10,3	7,4	3,3	30,8		"
Punane kivi Prangli	11,1	8,8	2,8	31,1		"
Harjumaa II (mandriosa)						
Algaja kivi	10,1	6,4	2,7	29,1		Gneiss
Aruküla hiidrahn	14,2	8,4	6,2	34,4	360	Rabakivi
Augu Suurkivi	10,5	7,2	6,9	28,3		"
Ellandvahe rahn	12,0	8,9	5,9	31,3	332	"
Hansumäe rahn	10,2	7,8	4,5	31,2	200	"
Hara Suurkivi	11,0	6,9	4,5	29,4		Apliitgraniit
Jaani-Mardi Suurkivi	13,2	9,2	5,7	34,5	288	Silmisgraniit
Jaani-Tooma Suurkivi	11,8	8,6	7,5	27,6	274	Rabakivi
Kabelikivi	19,3	14,9	6,4	58,0	728	"
Kakukivi = Saunakivi	9,3	9,0	4,6	28,5		Pegmatiit
Kandukivi	10,0	5,8	2,9	27,7		Rabakivi
Kiviheinamaa kivi	10,6	6,5	5,4	28,2		"
Kupu kivi	12,5	8,7	5,8	33,2	238	Pegmatiit
Kõrendakivi	11,7	6,2	3,2	30,8		Rabakivi
Lalumäe kivi	16,3	13,7	4,5	43,7	317	"
Leetse mõisa rahnudekogum						
I Kaheosaline	19,6	~6	2-3	~55		"
II Kruusaalune	11,0	8,6	1,8	29,8		"
III Korrapäratu			2,4	29,4		"
Leetse Lodukivi (Sarapuu r.)	10,3	5,1	4,0	24,8		"
Luubakivi	10,1	7,9	4,1	26,4		"
Maisiniidi kivi	12,1	9,7	6,6	33,1	397	"
Majakivi	15,1	11,0	7,0	40,9	584	Migmatiit
Mardimiku kivi	9,2	8,1	4,3	27,3		Rabakivi
Painuva kivi	12,2	11,0	5,2	34,1	340	"
Pakri Neosti hiidrahn	11,2	5,2	5,0	28,0		"
Pärnamäe hiidrahn	12,7	9,2	5,8	31,1	284	"
Taari rahn	13,6	9,8	5,8	34,9	264	"

Tabeli järg

	Pikkus	Laius	Kõrgus	Ümberm.	Maht, m ³	Kivim
Tammispea I	10,2	7,1	3,9	29,2	120	“
Tammispea II	11,2	7,1	7,8	27,8	262	“
Tammneeme Tiirukivi	8,9	6,8	5,5	26,2		Migmatiit
Ukukivi	12,6	10,0	5,7	35,1	236	Rabakivi
Viinistu Mustkivi	8,1	5,9	4,0	26,7		“
Viinistu Tiirukivi	9,2	7,2	5,3	26,0		Migmatiit
Äksi hiidrahn	10,0	8,1	3,4	26,0	185	Gneiss
Lääne-Virumaa						
Ehalkivi	16,5	14,3	7,6	49,6	930	Pegmatiit
Ellukivi	9,3	8,1	3,0	27,4		Graaniit
Kaarnakivi	10,6	5,6	5,5	24,5		Ggneissgraniit, porf.
Lodikivi (Lindakivi)	9,3	7,3	6,5	25,6	144	Rabakivi
Ojakivi	11,6	10,0	6,0	33,0	274	“
Tagaküla Suurkivi	10,0	6,1	4,5	28,2		Gneissgraniit
Tõugu Saunakivi	10,1	7,1	3,4	26,4		“
Vahakivi (Nõiakivi)	9,0	8,4	5,2	25,6	164	Apliitgraniit
Vaindloo rahn	15,3	10,1	7,7	38,6	480	Rabakivi
Ida-Virumaa						
Oru pargi rahn	10,7	8,3	1,7	26,5		Pegmatiit
Sidani rahn	11,0	9,0	2,5	29,9	49	Migmatiit
Sirtsu rahn	10,5	6,7	2,6	27,1	75	“
Varja rahn	10,0	8,3	3,5	27,6	155	Rabakivi
Hiiumaa						
Antu kivi	10,5	5,1	2,4	26,5	66	“
Hiisaare Silmakivi	11,8	8,1	4,7	32,4	310	“
Kukka kivi	16,0	11,3	3,9	42,1	324	Porfüürne graniit
Kõpu Suurkivi	10,7	7,5	5,3	28,4	175	Rabakivi
Tahkuna kivi	10,9	9,1	4,6	30,3		“
Läänemaa						
Hiiekivi (Tõllukivi)	10,0	8,0	3,0	25,0	82	“
Remmelmanni Lodurahn	10,1	7,2	4,6	27,5		“
Ridase Hiiekivi	11,2	8,2	4,3	30,1		“
Rooslepa Laevarahn	11,0	7,0	4,5	28,9		“
Rooslepa Põhjarahn	8,9	6,8	3,6	26,5		“
Toodrikivi (<i>meres</i>)			~10			Gneissbretša
Truumanni kivi I	11,0	7,3	3,3	28,9		Rabakivi
Truumanni kivi II	11,4	7,3	5,1	30,0		“
Raplamaa						
Pahkla Suurkivi (“Eesti k.k.”)	10,1	9,7	4,3	29,7	197	“
Tamme Suurkivi	9,8	6,0	3,8	24,9		“

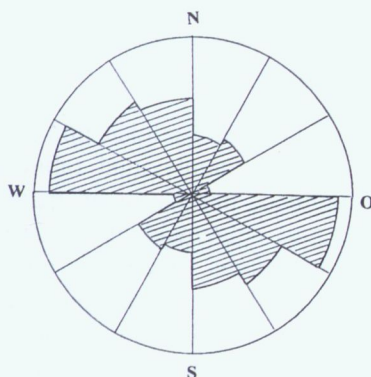
	Pikkus	Laius	Kõrgus	Überm.	Maht, m ³	Kivim
Vahastu Suurkivi	10,0	6,0	2,7	28,5		Graniit
Järvamaa						
Eevakivi (Pullevere)	9,0	8,5	3,3	25,3		Graniit
Rehesaare (Sauna- kivi)	10,0	4,9	5,2	26,0		"
Vissuvere Suurkivi	9,4	6,7	2,7	25,6		Porfüürgraniit
Saaremaa						
Kõrkvere Aavakivi	9,8	6,9	4,5	25,2		Migmatiit
Vahase saare I (lõunapoolne)	12,2	8,2	5,2	31,7	242	Rabakivi
Vahase saare II (põhjapoolne)	10,8	7,5	4,1	28,6		"
Pärnumaa						
Soo-otsa rahn	9,2	6,7	3,0	25,0		Migmatiit
Viljandimaa						
Iivakivi	10,5	5,8	3,0	25,7	46	Gneiss
Labidakivi	10,4	5,2	3,3	24,4	80	Migmatiit
Tartumaa						
Kikaste Suurkivi	10,5	8,2	2,3	26,7		Rabakivi
Laanekivi	7,6	6,0	2,8	25,0		"
Sookalduse (Polli) Suurkivi	10,3	5,4	4,3	29,0		"
Valgamaa						
Ala Helgikivi	11,8	7,4	2,0	30,2		Gneissgraniit, porf.
Võrumaa						
Laagri metsarahn	10,5	8,0	1,5	29,5		Migmatiit
Jõgeva- ja Põlvamaal hiidrahnud puuduvad						



Joon. 6. Hiidrahnude jaotumus põhiplaani piklikkuse (P:L) järgi.

RAHNUDE ORIENTEERITUS

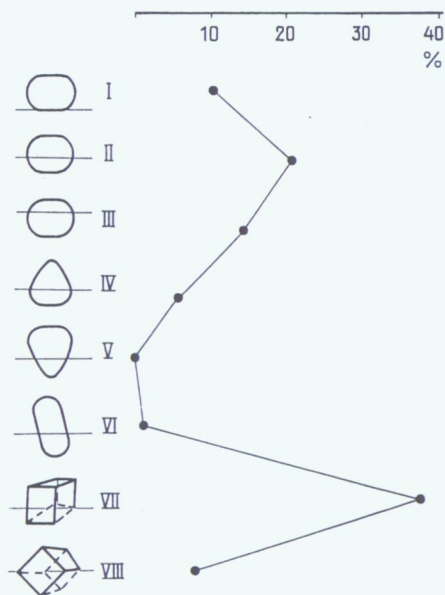
Siiski esineb hiidrahnude seas ka pikliku kujuga kehi, millel pikkus ületab enam kui poolteist korda laiuse. Niisuguseid on 35 86-st (40%). Nende puhul pakub huvi pikitelje orienteeritus maapinnal. Võiks ju eeldada, et sellised rahnud käitusid liustikumassi aluseni jõudes justkui väikeste kaljuvoortena, mis oma lahtisuse tõttu võinuksid tundlikult reageerida liustiku liikumisele ning pöörata oma pikitelje vastavalt nihete peasuunale. 32 rahnu pikitelgede roosdiagramm (joonis 7) andiski huvitava, kuid raskesti seletatava tulemuse. Suurem osa rahnude pikitelgedest orienteerub lääneloode suunale $270\text{--}300^\circ$, mida on aga raske seostada liustiku liikumisega. Siiski on valdav loode-kagu sektori üldsuund (72%), samal ajal kui kirde-edela orientatsioon on allasurutud. Ilmselt on mõõtmiste vähene arv ebapiisav korrektsete statistiliste järelduste tegemiseks, kuid ilmnev tendents on siiski intrigeeriv ja nõuab tulevikus teiste, hiidrahnudele mõõtmetelt lähenevate suurte kivide kaasamist samalaadsesse analüüsi.



Joon. 7. 32 pikliku hiidrahnu peatelje orientatsioon ilmakaarte suhtes.

VÄLISKUJU JA LASUMUS

Rahnude rühmitamiseks nende väliskuju järgi on kasutatud 8-klasulist tingsüsteemi, milles iseloomustatakse nii rahnu väliskontuuri kui ka suhet maapinnaga – so lasumust ja mattumissügavust (joonis 8). Skeemi ülemine osa I–VI kehtib ümarakontuuriliste või korrapäratumate rahnude kohta, alumine VII–VIII tahukakujuliste plokkrahnude kohta.



Joon. 8. Hiidrahnude jaotumussagedus rahnude põhitüüpide lõikes.

Arvestades rabakivirahnude ülekaalukat hulka hiidrahnude seas, on tulemus ootuspärane. Nii on enamlevinud rahnutüübiks (38%) maapinnal lapiti lasuv risttahukas, mis alusel on mattunud ühel või teisel määral pinnasesse ning mis selgemaid ümardumisjälgi näitab üksnes tahkude lõikumisservadel. Hoopis vähem on sama tahukat leida tugevasti kallutatud asendis (8%). Teise enamlevinud rühma (21%) moodustavad osaliselt pinnasesse toetuvad korrapäratud või ümarjad rahnud, millele järgnevad kas pinnasesse maetud ja üksnes ülaosas paljanduvad (15%) või siis pinnasest täielikult vabastatud rahnud (11%). Esimesed on enam tüüpilised Ida- ja Lõuna-Eesti mandrialale, teised rannupiirkonnale põhjas ja saartel. Püramiidseid-koonusjaid rahne on vähe, nende pöördasendis paiknevaid üldse mitte. Püstasendis plaatjaid hiidrahnude on vaid üks. Niisiis peegeldab rahnude välisilme eelkõige nende kivimilist koostist ja fikseerumist maapinnal üldiste füüsikaseaduste järgi ning liustiku kande- ja kulutusomapära nende morfoloogias ja positsioneerimises märgataval viisil ei kajastu.

TÄHTSUS JA KAITSE

Kõigest eeltoodust nähtub, et rikkalik suurte rahnude kooslus Eestis võimaldab siin esile tuua olulisi jooni mandrijää tegevuses, mistõttu seda kogumit tuleb käsitleda kaaluka ja unikaalse loodusmälestisena – jäätumisperioodi monumendina. Sellest tuleneb ka otsene looduskaitse-line järeldus: ükskõik kui tähtis poleks iga üksikrahn turistlikust, ajaloolisest, õppeotstarbelisest, esteetilisest või rekreatiivsest seisukohast, on teaduslikust seisukohast oluline säilitada kogu kooslus tervikuna. Selle kahjustamine oleks suur kaotus teadusmaailmale (vt ka Smurr, 2001).

Eestis on olukord selle loodusmälestise säilitamiseks ka soodus. Hiidrahnude hävitamisest inimese poolt siin usaldusväärseid teateid peaaegu ei ole. On teada vaid üksikud raskesti kontrollitavad andmed (Iru Ämm, Naissaare Suurkivi, mõned rahnud rannikumeres), kuid need ei suuda veel kahjustada üldpilti. Ajalooliste traditsioonide tõttu on enamus hiidrahnudest ka riikliku kaitse all. Käesoleva revisjoni käigus selgus, et kaitse alla võtmata on neist 87-st siiski veel 20%. Mõnede puhul on hiidrahnu staatus püstitatud alles hiljuti, mitmete juurde avanes juurdepääs alles peale militaarobjektide likvideerimist, mõnede puhul on kaitsemeetmed ka vormistuslikult viimistlemata (Lehtmetsa, Prangli, Algaja, Hansumäe, Hara, Kaku, Kandu, Kõrenda, Leetse, Maisiniidi, Tammispea II, Saunakivi, Rooslepa, R Emmelmanni, Toodrikivi jt.). Nendega tulebki lähiajal tegelda. Hiidrahnude üldarv on tänaseks peaaegu stabiliseerunud. Tõsi, kontrollimisel on veel üksikute juhtude mõõdistusandmed ning akvatooriumiala uurimine võib tuua veel omapoolseid korrektiive, kuid tänaseks hiidrahnude kohta teadaolevat see enam oluliselt ei muuda.

Lõpetuseks märkigem, et Eesti suurte rändrahnude hulgas on veel kümneid tähelepanuväärseid, mis küll oma formaalsete parameetrite tõttu ei kuulu otseselt hiidrahnude klassi, kuid on neile lähedased ning avalikkusele ka hästi teada. Paljud neist on ka looduskaitse all. Needki rahnud leiavad edasise töötluuse suurte rahnude (10–25 m) reas ja vastava võrdluse hiidrahnude grupeeringuga. Hiidrahnude alal tehtu märgib maha teatud tähised, mida mööda sel teel liikuda.

KIRJANDUS

- Pirrus, E. 1996. Suured rändrahnud – võõrsilt pärit omad. *Eesti Loodus*, 4, 118–119.
Pirrus, E. 1996. Suured rändrahnud akvatooriumigeoloogia uurimisel. *Eesti Geoloogia Seltsi Bulletin*, 2/96, Soome lahe geoloogist, Tallinn, 42–45.

- Raukas, A. 1995. Estonia – a land of big boulders and rafts. *Quaestiones Geographicae*. Special issue, 4, 247–253.
- Smurr, R. W. 2001. Loodusmonumendid kui rahvuse monumendid: Eesti rändrahnude tähendusest. *Kunst.ee*, 1, 44–48.
- Suuroja, S., Suuroja, K., Kestlane, Ü. 2003. Neugrund-bretša – unikaalne juhtkivim (vt samas kogumikus).

GIANT BOULDERS AS NATURAL MONUMENTS

Enn Pirrus

Summary

Big erratic boulders are characteristic geological sites in Estonia. This is due to Estonia's location near the centre of the last inland glaciation, as well as on the border of two clearly distinguishable geological regions: the Fennoscandian Shield of crystalline rocks and East-European Craton composed of sedimentary rocks.

Among boulders there are giant ones with the perimeter of over 25 metres (Fig 1), whose weight can be up to several hundred tons. There are 87 such boulders in Estonia (Table 1). The majority of them are located around the Gulf of Finland (Figs. 2 and 3), both their density and average size decreasing towards the inland areas (Fig. 4). The most common rock types in boulders are post-orogenic rapakivi-granites and migmatites, which are preserved the best as large monolithic rocks (Fig. 5). The boulders lie flat on the ground, horizontally shaped like a circle or an oval (Figs. 6 and 8). The elongated boulders predominantly have a NW-SE orientation, but it is not clear if this has any connection with the direction of the mainland glacier movement (Fig. 7).

Giant boulders are well preserved in Estonia, only a few of them have been destroyed. Most boulders are under state protection as natural monuments, but for scientific purposes the whole collection needs to be protected.

NEUGRUND-BRETŠA – SUUREPÄRANE JUHTKIVIM

Sten Suuroja, Kalle Suuroja, Ülo Kestlane

Eesti Geoloogiakeskus, TTÜ Geoloogia Instituut

SISSEJUHATUS

Neugrundi meteoriidikraatri, selle Soome lahe värvasuul Neugrundi madala piirkonnas asuva hiidstruktuuri (läbimõõt ringmurrangu joonel 20–21 km) kosmogeenne päritolu tehti lõplikult kindlaks 1998. aastal (Suuroja, Suuroja, 2000). Struktuuri avastamist võib õigustatult lugeda Eesti viimaste aastakümnete suursaavutuste hulka. Selles avastamisloos on oma osa olnud ka rändkividel. Nii tavatses üks Nõva kandi vana rannamees ikka öelda: “Meil on siin rannas kahesuguseid kive – ühed on nagu need raudkivid ikka ja siis need teistsugused”. “Teistsugused” said geoloogidelt itaalia keelest tuleneva gneiss-breccia nime, tänapäeval nimetame neid omakeelse põhisõnaga Neugrund-bretšaks (foto 1).

Gneiss-bretša esmamainimise ja nimeandmise au kuulub maailmas laialt tuntud eesti soost astronoomi ja meteoriidiplahvatuste teooria ühe rajaja Ernst Öpiku nooremale, geoloogist vennale Armin Öpikule (1898–1983). Osmussaare geoloogiat uurides kirjeldas ta saare suurimate rändrahnude (Osmussaare Kaksikud) kivimit just selle nime all (Öpik, 1927). Küsimust sellest, kust sellise omapärase väljanägemisega rändkivid võiksid pärineda, autor ei teinud ning leppis tavakohase seletusega, et kõik kristalsetest kivimitest rändkivid on Eestisse mandriliustike poolt toodud kusagilt Lõuna-Soomest, Kesk-Rootsist või siis Läänemere põhjast.

On paradoksaalne et just Armin Öpiku astronoomist vanem vend oli juba avaldanud artikli (Öpik, 1916), milles oli tõestanud, et meteoriidiplahvatused võivad tekitada kuitahes suuri kraatreid ning mistahes väljanägemisega bretšakivimeid. Ja nüüd, kümnekond aastat hiljem leiab tema noorem vend siisamast, otse koduukse eest, hiiglasliku meteoriidikraatri läheduses kivimeid, milles ei oska veel plahvatuse jälgi näha! Muidugi oli



Foto 1. Neugrund-bretša rahnud paistavad mererannal tõepoolest erilistena.

väga raske ära tunda asja, mille olemasolust keegi maailmas veel teadlik ei olnud. Selleks, et teadus jõuaks tõdemuseni, et ka meteoriidiplahvatused on suutelised hiiglaslike kraatreid tekitama, kivimeid aurustama, sulatama ja mägedena bretša-laadseid kivimeid tekitama, kulus veel ligi pool sajandit.

Põhjalikumalt uuris Eesti gneiss-bretšade koostist ja päritolu A. Öpiku kolleeg Nikolai Thamm (1933) ning seda A. Öpiku poolt Osmussaarelt ja Toomaninalt võetud proovide põhjal. Bretšade koostise määramine erilisi probleeme ei valmistanud – siin aitasid õhikud ja keemilised analüüsid. Päritolu selgitamisega olid lood keerulisemad. Lähtudes rändkivide üldtunnustatud päritolukontseptsioonist, pöördus N. Thamm Rootsi ja Soome kolleegide poole järelpärimistega, et ega nende territooriumil juhtumisi sarnase koostise ja väljanägemisega kivimeid ei leidu? Kolleegid eitasid säärase olemasolu. Selle põhjal sai uurija, toetudes tolle aja arusaamadele, teha ainult ühe järelduse – gneiss-bretšad pärinevad Läänemere põhjast, nende levialalt põhja või loode poole jäävalt akvatooriumialalt. Kivimi geneesi üle pikalt ei diskuteeritud, sest tollaste arusaamade kohaselt võisid sarnaseid bretšasid moodustada üksnes vulkaaniplahvatused.

Järgnevail aastail mainisid gneiss-bretšat seoses oma rändkivide alaste uuringutega, tuntud geoloogid Karl Orviku (1934, 1935, 1939, 1940) ja

Herbert Viiding (1955, 1957, 1958, 1976, 1984), fikseerides ka nende kivimite mitmeid uusi esinemisalasisid Lääne-Eestis ja saartel. Kivimite lähteala ja päritolu küsimust ei selgitanud aga nemadki.

Pöördeliseks selles suhtes sai XX sajandi viimane aastakümme, kui Eesti geoloogiateenistuse kaardistajad, kes eelnevalt olid uurinud Kärkla meteoriidikraatrit, hakkasid kaardistama Loode-Eestit ja selle rannikuala (Suuroja jt, 1987; 1998). Siin sagedasti kohatavad gneiss-bretšast rändkivid ja nende suur sarnasus Kärkla meteoriidikraatri uurimisel täheldatud kivimitega, viisid neid tahtmatult mõttele, et sarnase välimuse taga võib olla peitunud ka sarnane genees (Suuroja, Saadre, 1995; Suuroja jt, 1997; 1998). Järgnevate aastate uuringud (Suuroja, Suuroja, 1999; 2000; 2003; Suuroja jt, 2001) tõestasid igati püstitatud hüpoteesi paikapidavust. Kui lõplikult oli selgunud nii gneiss-bretšade päritolu kui ka lähteala, nimetati senini umbmäärast nime kandnud kivimid nende lähteala järgi ümber Neugrund-bretšaks (Suuroja jt, 2001; Suuroja, Suuroja, 2003).

NEUGRUND-BRETŠA KOOSTISEST

Vaadeldavad kivimid on tekkinud 535 miljonit aastat tagasi tänapäevase Neugrundi madala piirkonnas toimunud ligi ühe kilomeetrise läbimõõduga meteoriidi plahvatuse tagajärjel siinse ala kristalse aluskorra moondekivimite arvel.² Bretšad koosnevad Loode-Eesti kristalses aluskorras hästi tuntud moondekivimite (mitmesugused gneisid, migmatiidgraniidid, amfiboliidid) kõikvõimalikus suuruses (mõnest millimeetrist kuni kümnete meetriteni) nurgelistest tükkidest, mis on tsementeeritud samade kivimite peenpurdse, kohati isegi impakt-sulamit sisaldava massiga. Selgelt äratuntavat klaasjat sulamit neis siiski ei ole säilinud, sest see on aegade jooksul asendunud mikrokristalse, osaliselt savimineraalidest (illidi, smektiidi, kaoliniidi) massiga, milles aga kohati võivad olla säilinud esialgsed, sulamile omaseid struktuurid. Meteoriidiplahvatusel tekkinud kivimitena leidub siin šokimoonde tunnustega mineraale ja neis omakorda PDF-struktuure (esitähed ingliskeelsest väljendist *Planar Deformation Features* – nn planaarsed elemendid kvartsis). Viimaseid esineb seejuures nii aluskorra kivimite kildudes kui ka Kambriumi ja Vendi liivakivide kvartsiteerades.

Nii aluskivimi koostise kui ka tsementeeriva maatriksi osakaalu poolest on Neugrund-bretšad väga mitmesugused: alates tiheda lõhedevõrguga läbitud punakast gneissgraniidist või siis rohekashallist amfibolii-

² meteoriidi langemisaeg on veel diskuteeritav – Toim.



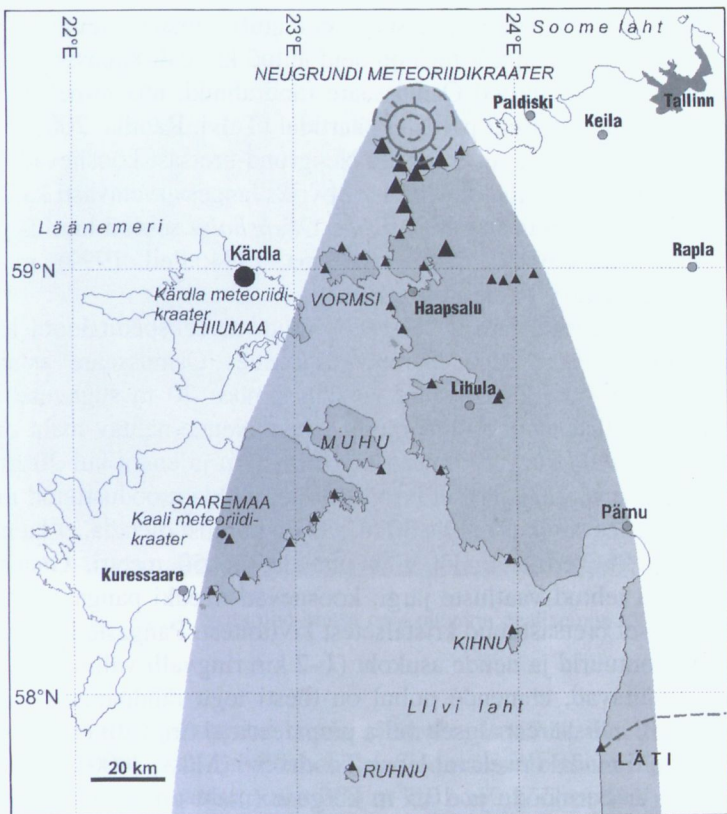
Foto 2. Lainete poolt lihvitud pindadel muutub nähtavaks nende keerukas siseehitus.

dist, kuni sellisteni, kus valdavaks on hoopis laavavoolu meenutav tsementeeriv maatriks (foto 2). Arusaadavalt on oma koht ka vahepealsetel, üleminekulistel vormidel.

NEUGRUND-BRETŠA RÄNDKIVIDE LEVIKUST

Tänaseks on vaaveldavast kivimist koosnevaid rändrahne (rändkive läbimõõduga üle ühe meetri) mitmesuguste uuringute ja kaardistamistööde käigus (Suuroja, Saadre, 1995; Suuroja jt, 1998) kokku loetud üle tuhande, rääkimata siis juba mitu korda suuremast arvust väiksematest rändkividest-munakatest (läbimõõt 0,1–1 m). Meteoriidikraatri ringvallilt lahti kistud rändkivide, hajumislehvik hõlmab senini registreeritud leidude kohaselt mitu tuhat ruutkilomeetrit (joonis). Lõuna suunas ulatub see ligi 200 km alal Läti põhjapiiri ja Ruhnu saareni ning ja ida- lääne suunas üle 100 km vööndis Pärnu lähistelt kuni Saaremaa keskosani.

Neugrund-bretša rändkive on leitud nii Osmussaare kesk- ja lõunaosast kui ka saare lääne- ja lõunaranniku lähedasest merest. Rahnu mõõtmeteni küündivaid on kokku loetud 142. Tuntumaiks neist on eelmainitud Osmussaare Kaksikud. Need on osad ühest lõhenenud hiid-



Joonis. Neugrund-bretša koostisega rahnude hajumislevik Lääne-Eestis.

rahnust, mis 1940–41. a kaitsehitiste rajamisel said tugevasti kannata: praeguseks on neist säilinud üksnes riismed. Kaksikute kivimiks on migmatiidistunud amfiboliidi baasil moodustunud bretša. Kuna piirid liitva maatriksi ja klastide (nurgeliste purdosakeste) vahel on siin üleminekulised, siis on väga raske määrata ühe või teise komponendi osakaalu kivimis.

Sealsamas, Osmussaare lääneranniku läheduses (ca 300 m rannast) ligi kahe meetri sügavuses vees lebab saare suuruselt teine hiidrahn – Skarvan See on samuti tükikideks lõhutud, kuid seda vee ja jää poolt. Omapärane nimi tuleneb ilmselt kormorani rootsikeelsest nimest *skarv*. Skarvani algkivimiks on olnud migmatiidistunud biotiitgneiss. Rahnu monoliitsena säilinud osa kõrgus merepõhjast on kuus meetrit ja selle esialgne maht võis olla ligi 400 m³. Osmussaare Lõunasadama läheduses meres leidub

veel hulganisti tähelepanuväärsse suurusega amfiboliitset Neugrund-bretšast rändrahnne ja sukeldumistega on neid leitud ka sealt kagusse jääva ala merepõhjast. Paljud suured Osmussaare rändrahnud, mis nimelistena on äramärkimist leidnud isegi paljudel kaartidel (Talvi, Randla, 2001; Kivistik, 2001) ja nende seas nii mõnedki Neugrund-bretšast koosnevad, hävitati aastail 1940–41. Selle ettevõtmise ohvriks langes arvatavasti ka legendide kohaselt saare rootsikeelse nimega *Odensholm* seotud kuulus Odini kivi *Odinstain* (Eichwald, 1840- vt Põlma, 1984; Peil, 1999), mis aga oletatavasti ei olnud Neugrund-bretšast.

2003. aastal uurimislaeval “Marel” tehtud mereekspeditsiooni käigus avastati külgvaate sonariga merepõhja uurides Osmussaare astangust 1–2 km ida pool nn Osmussaare süvikus umbes 70 m sügavuse mere põhjas kolm tõeliselt hiigelsuurt rändpangast. Nende nähtav maht on üle 100 000 m³ ja seda kuni 200 meetrise läbimõõdu ja enam kui 20 m kõrguse juures. Kuna jääajajärgsel perioodil merepõhja moodustunud mudakihi paksus selles süvikus on üle 30 m, siis on põhjust oletada, et ka nende pangaste tegelik vertikaalmõõt võib ulatuda üle 50 meetri. Otsustades videorobotiga tehtud vaatluste järgi, koosnevad needki pangased meteoriidiplahvatusel bretšastunud kristalsetest kivimitest. Pangaste kohati sirgjoonelised kontuurid ja nende asukoht (1–2 km ringvalli välimisest äärest väljapool) näitavad, et nende puhul on tõesti tegu rändpangastega, aga mitte ringvalli välisäärest algselt välja prepareeritud ringvalli osadega.

Sandgrundi madala paelaval lebab Toodrikivi (Mäss, 2000), mida selle 54 meetrise übermõõdu ja 10,5 m kõrguse (maht umbkaudu 1500 m³) võis pidada, ja seda kuni eelmainitud Osmussaare süviku tõeliste hiidlaste leidmist, nii Eesti, Baltimaade kui ka kogu Põhja-Euroopa kvaternaarse jäätumisala suurimaks rändrahnuks. Viimane koosneb samuti migmatiidistunud amfiboliidi arvel moodustunud Neugrund-bretšast .

Läänemaal Noarootsi vallas, Dirhami sadamast Linnamäele suunduva maantee esimesel kilomeetril, umbes 30 m teest lääne pool männimetsa all on umbes 100 m³ mahu ja 19 meetrise übermõõduga (pikkus 7 m, laius 6 m, kõrgus 3,5) Neugrund-bretšast koosnev nn Dirhami rändrahn (foto 3), mis on moodustunud migmatiidistunud biotiitgneisist. Sisestruktuurist põhjustatud konarliku pealispinna tõttu kattuvad maismaal paiknevad bretšarahnud sagedasti tiheda sambla ja muu taimestikuga.

Dirhami ja Riguldi vahemiku ligi 10 km pikkusel ja umbes 100 m laiusel rannaribal on kokku loetud ligi 3000 rändkivi (rahnud, munakad), millest 314 ehk umbes 10% olid Neugrund-bretša koostisega. Kogu hajumisoreooli piires on Neugrund-bretša rändkivide osakaal siiski tunduvamalt väiksem ega ületa tõenäoliselt 1%.



Foto 3. Maismaal kattub Neugrund-bretša oma mügarja pealispinna tõttu kiiresti taimkattega. Dirhami rahn.

Palju ja suuri Neugrund-bretša rändrahne, millest üks küünib ka ka hiidrahnu mõõtmetereni on Rannakülas Toomaninal. Siinne Suurkivi asub otse Nõva sadama vastas, kaist 200 m ida pool. Umbes ühe meetri sügavuses vees asuva kivi mõõtmed on: übermõõt 25 m, pikkus 8 m, laius 7 m, kõrgus 6 m ja maht umbkaudu 250 m³. Suure osa Toomanina bretšarahnude aluskivimiks on olnud amfiboliit, üksnes Suurkivi puhul on see tugevasti algselt migmatiidistunud, mida näitavad kuni meetri paksused lõheroosad pegmatiidoosid selle külgedel. Üksiktükkide suurus Suurkivil võib küündida mitme kuupmeetri. Suuruselt Suurkivile järgmine on Toomanina kogumikus nn Üksiklane, mis paikneb teistest lääne pool ja erineb ka aluskivimi koostise (gneissgraniit) poolest. Kaks Merilõvideks kutsutavat ja keskmist rahn (foto 1) ning neljast rahnust koosnev Neliku grupp täiendavad Neugrund-bretšarahnude rida Toomaninal.

Läänemaal Oru vallas Salajõe külas, Linnamäe-Dirhami maantee 6. kilomeetrilt läände suunduva tee ääres (mõnisada meetrit suurest teest) asuvad lähestikku ühel põllul ca 200 m-se vahega kaks Neugrund-bretšast looduskaitsealust suurt rändrahnu (Pirrus, 1997). Teepoolsema Allika rändrahnu maht on ca 50 m³ ja selle übermõõt 19 m (pikkus 5,0 m; laius 4,5; kõrgus 3,2 m). Teest kaugem Kasemetsa rändrahn on

veidi suurem (maht ca 60 m³) ja übermõõt 18 m (pikkus 6,5 m; laius 4,5 m; kõrgus 3,8 m). Mõlema kivi aluskivimiks on olnud migmatiidistunud biotiitgneiss.

Lääne maakonnas Taebla vallas Palivere lähistel ca 200 m² asuv Allikmaa rändrahnude (foto 4) kogumik koosneb viiest suurest kuuest keskmisest Neugrund-bretša rahnust. Nende tihe koosinemine ja kiviline sarnasus (migmatiidistunud biotiitgneiss) viitavad sellele, et kivikuhjatis on moodustunud ühe hiidrahnu lagunemisel. Allikmaa rahnuderühma seostas esmakordselt Neugrundi meteoriidiplahvatusena Enn Pirrus (1997). Allikmaa lähikonnast, isegi Palivere vallseljaku liustike vooluvete setete seest, on samuti leitud kaks Neugrund-bretšast koosnevat munakat.

Mitmeid Neugrund-bretša väikemaid rahne ja suuri munakaid on leitud ka lõunapoolselt Lääne-Eesti rannikualalt, näiteks Tõstamaa poolsaarelt. Kontrollimata andmeil olla üks suur munakas leitud ka Põhja-Lätist Riia lahe kaldalt, küll aga võib pea kindel olla ühe säärase leiust Ruhnu saarelt (Orviku, 1935; Viiding, 1955). Neugrund-bretšast rändkive on hulganisti leitud ka Muhumaalt ja Saaremaa idaosast. Viimati mainitute puhul vajavad märkimist nende suhteliselt tagasihoidlikud mõõtmed, mis ulatuvad vaid harva keskmise munakani.



Foto 4. Tugeva lõhestatuse tõttu lagunevad Neugrundilt pärinevad hiidrahnud kergesti teravanurgelisteks rahnukogumiteks. Allikmaa rahnud.

NEUGRUND-BRETŠA JUHTKIVIMINA

Oma kordumatu välisilme ja kindlalt piiritletud leviala (Neugrundi meteoriidikraater) tõttu on vaadeldav kivimirühm heaks juhtkivimiks. Nende levikuoreool võimaldab jälgida kraatrialalt üle käinud mandriliustike liikumissuundi ja veel mõndagi muud kvaternaari ajastul aset leidnud kulutuse ja settekuhjumisega seotut. See kõik ootab alles lahti mõtestamist. Omades praegu küll mõningast ülevaadet Neugrund-bretšast rändkivide levikust, on nende kogumahu hindamine siiski väga raske. Esialgsete, üsna spekulatiivsete, põhiliselt levikuoreooli pindalast lähtunud arvestuste (Suuroja, Suuroja, 2001) kohaselt võis see küündida mõne miljoni kuupmeetriini. Lähtudes aga kraatrit ümbritseva ringvalli rekonstruktsioonist (Suuroja, Suuroja, 2003), võib vallilt ära kantud materjali kogust hinnata mitme miljardi kuupmeetriini. Muidugi on raske eristada, milline osa kraatrivallist on kulutatud plahvatusjärgselt, enne selle mattumist hilisemate setendite alla, ja milline pärast selle teistkordset avanemist, st Kvaternaarse jäätumise kestel. Mõnedel kaalutlustel võib oletada, et põhiline erosioon leidis aset plahvatusjärgsel perioodil. Raskesti seletatav on siiski Kesk-Ordoviitsiumi Kunda eal ca 475 miljoni aasta eest ehk ligi 60 miljonit aastat pärast Neugrundi meteoriidiplahvatust toimunud ja ilmselt Neugrundi kraatrialalt lähtunud šokimoonde ilmingutega kvartsi sissekanne selleaegsetesse setetesse (Suuroja jt, 2003). Otsustades kraatrisüvikus esindatud ümbrisalaga sarnaste kivimite järgi oli kraatriala suurel määral mattunud hilisemate setendite alla enne teistkordset erosioonilist avanemist maapinnal Kvaternaariajastu jäätumise eel. Siit näeme, et Neugrundi kraatristruktuuriga on seotud veel palju lahendamata küsimusi, millele saab leida vastuseid üksnes edasidel uurimisel, eelkõige andmestiku lisandumisel kraatritäite kivimitest.

Nii või teisiti näitab Neugrundil moodustunud eripärase kivimitüübi levik, et mandriliustikuga seotud setenditesse sattus seda üsna suurel hulgal. See on vaevalt seletatav kulutusega üksnes piiratud levilaga ringvalli harjalt, tõenäoliselt mängis siin oma osa ka plahvatusel laiemale alale paiskunud hiidplokkide materjal, mis koos kraatrivalli hilisema paljandumisega mandriliustiku jaoks ümbrusest justkui välja prepareeriti. Sellest näib rääkivat Neugrund-bretša leidude suur hulk nii kraatrialast lääne kui ka ida pool, mida on raske seletada jää liikumise üldsuunaga.

KIRJANDUS

- Kivistik, A. (toim.). 2001. Osmusaar. Odensholm. Matkakaart moods 1:12 500.
- Mäss, V. 2000. Hiidrahn Soome lahe väraival. Eesti Maaparandajate Selts. Toimetised, 4, 84–85.
- Orviku, K. 1934. Andmete kogumisest suurte rändrahnude kohta Eestis 1933. Eesti Loodus, 5, 121–123.
- Orviku, K. 1935. Gneiss-breccia suurte rändrahnude kivimina. Eesti Loodus, 4, 98–99, 30–32.
- Orviku, K. 1939. LUS-i suurte rändrahnude arhiiv ja selle osa suurte rändrahnude looduskaitse teostamisel. Eesti Loodus, 1, 37–42.
- Orviku, K. 1940. Uusi suuri rändrahnene Eestis. Eesti Loodus, 1, 47–49.
- Peil, T. 1999. Settlement history and cultural landscapes on Osmussaar. Estonia Maritima, 4, 5–38.
- Pirrus, E. 1997. Suured rändrahnud akvatooriumigeoloogia uurimisel. Eesti Geoloogia Seltsi Bülletään, 2/96, 42–45.
- Põlma, L. 1984. E. Eichwald ja Osmussaar. Eesti Loodus, 11, 742–744.
- Suuroja, K., Saadre, T., Kask J. 1999. Geology of Osmussaar Island. Estonia Maritima, 4, 39–64.
- Suuroja, K., Kadastik, E., Ploom, K. 1998. Loode-Eesti suuremõõtkavalise (1:50 000) geoloogilise kaardistamise aruanne. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn, 210 lk.
- Suuroja, K., Kirsimäe, K., Ainsaar, L., Kohv, M., Mahaney, W., Suuroja, S. 2003. The Osmussaar Breccia in Northwestern Estonia – Evidence of ca 475 Ma Earthquake or an impact? In: Koeberl, C., Martiney-Ruiz, F. (eds.) Impact Markers in the Stratigraphic Record, Impact Studies, 3, Springer, Berlin-Heidelberg, 333–347.
- Suuroja, K., Saadre, T., 1995. Loode-Eesti gneissbretšad senitundmatu impaktstruktuuri tunnustajaina. Eesti Geoloogiakeskuse Toimetised, 5/1, 26–28.
- Suuroja, S., All, T., Plado, J., Suuroja, K. 2002. Geology and Magnetic Signatures of the Neugrund Impact Structure, Estonia. In: J. Plado, L. J. Pesonen (eds.) Impacts in Precambrian Shields. Impact Studies. Springer Verlag. Berlin-Heidelberg-New York. 277–294.
- Suuroja, K., Koppelmaa, H., Kivisilla, J., Niin, M. 1987. Nõva-Haapsalu piirkonna geoloogilise süvakaardistamise mõõtkavas 1:200 000 aruanne. ENSV Geoloogia Valitsus, Tallinn, 220 lk (vene keeles).
- Suuroja, K., Suuroja, S., 1999. Neugrund structure – a submarine meteorite crater at the entrance to the Gulf of Finland. Estonia Maritima, 4, 161–189.
- Suuroja K., Suuroja S., 2000. Neugrund Structure – the newly discovered submarine early Cambrian impact crater. In: Gilmour I, Koeberl C (eds) Impacts and the Early Earth. Springer Verlag, Berlin-Heidelberg. Lecture Notes in Earth Sciences, 91, 389–416.
- Suuroja, K., Suuroja, S., Puurmann, T., 1997. Neugrundi struktuur kui impaktkraater. Eesti Geoloogia Seltsi Bülletään, 2/96, 32–41.
- Suuroja, K., Suuroja, S. 2003. The Neugrund marine impact structure (Gulf of Finland). Springer Verlag, Berlin-Heidelberg. Impact Studies (in press).
- Talvi, T., Randla, T. 2001. Osmussaar. Matkakaardi seletuskiri.
- Thamm, N. 1933. Über eine Gneissbreckzie im Glazialgeschiebe der Insel Osmussaar (Odensholm). TÜ Geol. Inst. Toim., 34, 14 lk.

- Viiding, H. 1955. Eesti NSV rändkivide petrograafiast. Looduseuurijate Seltsi Aastaraamat, 48, 377–389.
- Viiding, H. 1957. Rändrahnud loodusmälestusmärkidena. Looduseuurijate Seltsi Aastaraamat, 50, 1957, 169–182.
- Viiding, H. 1958. Rändrahnu osa loodusmälestusmärkide hulgas. – Eluta looduse kaitse. Tallinn, 22–31.
- Viiding, H. 1976. Andmete kogumisest Eesti suurte rändrahnu kohta. – Eesti NSV maapõue kaitsest. Tallinn, 148–161.
- Viiding, H. 1984. Eesti mineraalid ja kivimid. Tallinn, Valgus.
- Õpik, A. 1927. Die Inseln Odensholm und Rogö. Ein Beitrag zur Geologie von NW-Estland. Acta. Univ. Tartu, A, 12, 2, 69 lk.
- Õpik, E. 1916. Remarque sur la théorie météorique des cirques lunaires. Bulletin de la Société Russe des Amis de l'Étude de l'Univers (vene keeles, prantsusekeelse resümeeaga), 3, 125–134.

NEUGRUND-BRECCIA – AN EXCELLENT PILOT-STONE

Sten Suuroja, Kalle Suuroja, Ülo Kestlane

Summary

In western Estonia, on the islands (Osmussaar, Vormsi, Muhu, eastern Saaremaa, Ruhnu, Kihnu) and mainland, on an area of several thousands square kilometres numerous specific erratics consisting of the so-called Neugrund-breccia are observed.

The dimensions of these erratics reach from pebbles (still distinguishable) to gigantic blocks (more than 100 m in diameter and more than 10 000 m³ in volume). Several such gigantic boulders have been discovered on the 60–70 m deep seabed not far from the Island of Osmussaar (2–3 km north-of it). The Neugrund-breccia consists of crystalline rocks (gneisses, granitoids, migmatites, amphibolites) typical of the crystalline basement of north-eastern Estonia, which were shock metamorphosed by the Neugrund meteorite explosion (impact) presumably 535 million years ago.

By its specific origin (meteorite explosion) and expression (shock-metamorphosed impact breccia) and restricted distribution area the Neugrund-breccia is an excellent pilot-stone. Its distribution fan is followed on an area of more than 200 km from north to south (up to the coast of northern Latvia) and ca 100 km from west to east (from central Saaremaa up to Pärnu in south-west Estonia).

ELUTA LOODUSE MÄLESTUSMÄRGID RAHVAPÄRIMUSES

Mall Hiiemäe

Eesti Rahvaluule Arhiiv

KOHAMUISTENDID KUI FOLKLOORILIIK

Rikkalik maastikuobjektide – kivide, veekogude, puude jne kohta jutustatav rahvapärimus on tõend rahva paiksusest, maastikutundmisest ja -kasutusest. Eesti folklooris on see teemavaldkond küllaltki hästi esindatud. Folkloristlikus liigituses kuuluvad sellised tekstid enamjaolt muistendite alla, tavakeeles nimetatakse neid legendideks. Nimetus *muistend* on kunstlik tuletis, mis vihjab jutustatava minevikulisusele. Fr. R. Kreutzwald on kasutanud mõisteid *ennemuistsed* ja *paiklikud ennemuistsed* jutud, vt kogumikku “Eestirahva ennemuistsed jutud” (1866); Jakob Kõrv avaldas folkloorse rahvaraamatu “Eesti-rahva muistejutud ja vanadkõned” (1881). *Paiklike* või *paikliste* juttude kogumine oli Jakob Hurda 19. sajandi lõpukümnete rahvaluule suurokogumise aegadel mõnevõrra tagaplaanil (vt kogumisüleskutset “Paar palvid Eesti ärksamaile poegadele ja tütardele” (1888, vt Hurt, 1989).

Kohamuistendite kogumisaktsiooni korraldamiseni jõuti 1927. aastal loodud Eesti Rahvaluule Arhiivis enne Teist maailmasõda. Võistukogumisest võttis 1938/39. õppeaastal osa 269 kooli (Viru- kui Tartumaalt 41 kooli, Harjumaalt 37 kooli, jne), osalenud külakoolid on nüüdseks pea eranditult kadunud. Kogumisaktsiooni tulemuseks oli 37 köidet mahuga 16 158 lk, kogutu annab hea ülevaate eesti kohapärimuse üldpildist enne nõukogude okupatsiooni (vt Kindel, 2002).

RÄNDRAHNUDE ESINDATUSEST KOHAPÄRIMUSES

Kohapärimuseks nimetatakse tänapäeva folkloristikas kõiki paigasidusaid rahvajutte ja pärimusteateid. Rändrahnud on siin üsna popu-

laarsed, üheks põhjuseks nähtavasti nende silmatorkavus maastikupildis. Rahvajutumotiividest on siinkohal võimalik välja tuua vaid osa. Kivide tuntuusest ja tähendusest kõnelevad neile antud nimed.

Linaleokivi on Haldi juures meres. Seal kohal vanasti leotati linu. Nüüd on saanudki kivi nimeks Linaleokivi.

ERA II 222, 184 (7) < Kuusalu khk, Viinistu k (1939).

Nimede saamislood ei tarvitse tõsilugudena jutustatud olla, sageli on tegemist humoristliku seletuse või rahvaetümolooilise arutlusega.

Üksikuid suuri kive on kõige sagedamini määratletud ohvrikivideks (vt Tvauri, 1999). Teada on neid kirjelduste järgi üle neljasaja. Suur on ohvrikivide esindatus Lääne-Eestis, eriti rohkesti on neid teada mere-ranniku alal Haapsalu lahest Pärnu laheni ja ka Saaremaa idaosas ning Muhumaal. Ohvrikivid paiknevad nagu lohukividki asustuse ning kultuuristatud maade lähedal. Mõõtanmeid (enamasti kõrgus) on arhiivitekstides esitatud umbes neljandiku teadaolevate ohvrikivide puhul. Need on enamasti väheldased, alla 1,5 m kõrgused kivirahnud. Eeliseid ohvrikivi staatust omada on jäljetaoliste süvenditega kivil (nt looma – härja või kitse jälg; hiiu – Kalevipoja või vanakurja jälg vm). Raviotstarbeliste kivide puhul on nn jäljed, lohud ja rõmed olulisteks haigusmeediumi asetamise või tervistava vee võtmise kohtadeks. Nimetused kajastavad enamasti otstarvet: Tohtrikivi, Kärnakivi, Nõiakivi.

Väikeselohuliste kultuskivide ehk lohukivide levikuala hõlmab Põhja-Eestit. Rahva seas on neid peetud ohvrikivide hulka kuuluvaiks, kuid nende algne tähendus on ebaselge. Arheoloogide arvates on tegemist kuuluvusega maaviljeluskultuuri juurde – nimelt paiknevad lohukivid põllipõldude aladel. Muistendites jäävad ka hiidude tegutsemisest kivilde näpupäljed ja istumisasemed; kivide asukohta seletatakse kandmisega (kiriku, kindluse, silla, tee vms ehitamiseks), viskamisega (kirikutorni, lossi, vaenlaste, hundi pihta). Kivi võib oma väliskujult meenutada mingit eset (lootsikut, luisku, isteaset, peapatja, mõõka vms).

Järvamaad ja Lääne-Virumaad hõlmab piirkond, kus kivi saamisluu on seotud kivikmuutumiseiga karistuseks mingite normide rikkumise eest. Seletused põhjuste kohta võivad varieeruda ka ühe ja sama muistise puhul.

Kestla-Oidul olevat olnud tige inimene ja see tegi parajasti heinakuhja. Kuhi on olnud juba pooleldi valmis, kui hakanud vihma sadama ja müristama. Mees hakanud hirmsasti vanduma ja kiruma, miks vihm ei lase tema heina valmis teha. Ja samal hetkel lõi välk kuhja ning kuhi

muutus kiviks. Mees on kuhja otsas ning hoiab kuhjavardest kinni. Kivi nimetatakse kuhjakiviks.

ERA II 215, 528/9 (33) < Lügänuſe khk, Püſſi v, Voorepere k (1939).

Kestlas tehti ühekõrra eina-maarjapäeval eina. Siis akkas äkki müristama ja liüema. Ja kõik nie läks kividest. Kõik pualiskane einakuhi, saadud ja härjed ka. Mina käisin ühekõrra Kestlas marjal, siis nägin neid kivesi. Nüüd on näved suas ja metsas, aga ennevanast õli säääl einamaa.

ERA II 215, 499 (5) < Lügänuſe khk, Püſſi v, Aa as (1939).

Kivid on koha kui maastikulise märgi ja inimese kui pärimusekandja vastastikuse suhte olulised indikaatorid. Märgi staatuses kivi on orientiir, pidepunkt asukoha määratlemisel ka igapäevases inimestevahelises suhtluses, ilma et rahvapärinus asjasse puutuks. Rahvatraditsioonis on tüüpiline, et kivi märgib kellegi (Põhjasõjas langenud väepealiku, pulmarongide kokkupõrkes surma saanud pulmaliste) surma- või matusepaika. Samuti on kivi maasse peidetud varanduse tähiseks.

Virumaal Metskülas on väike Pasti mägi. Selle mäe otsas on kivi, mille sees on inimese ja kitse jälg. Inimesed arvavad, et säääl kivi läheduses on õlleankru täis kulda. Illukal Illuka vallas meie heinamaal on teine kivi, mis ka peab tähendama, et ka säääl asub rahapada. Selle kivi peal on nimelt raiutud kühm märgiks, et selle kivi all või läheduses peab see rahapada olema.

ERA II 215, 411 (1–2) < Iisaku khk (1939).

Suur osa muistendeid kividest jutustab seosest üleloomulike olenditega. Need on äratuntavaks märgiks loodusmaastikus, kui haldja või muu üleloomuliku yaimolendi jälgedele sattunu eksib. Niisugused kivid võivad saada ka sobiva nimetuse: Libahundikivi, Kuradikivi, Tondikivi, Katkukivi, Näkikivi, Ussikuningakivi.

Vahastu ja Kuimetsa vahelise maantee ääres on suur kivi (umbes 5 m kõrge ja 9 m pikk). Vanarahvas räägib, et seal all elada usside kuningas. Usside kuningas olla hüüglasuur ja kroon peas. Ainult üks kord olla seda nähtud, siis olnud ta ümber kivi keeratud.

ERA II 223, 578/9 (4) < Juuru khk, Kuimetsa v, Kaomäe k (1939).

Atraktiivsed, pillkupüüdvad, vaimses kultuuris kord juba tähelepanu leidnud rändrahnud seovad, nagu põlispuudki, endaga taas uusi erinevaid motiive, enam eeliseid on suuremate liiklusteede ääres asuvatel kividel. Ülemiste järve kivi Tallinna piiril on hiiu- ja vägilasmuistendeis põlle-

paeltest pudenenud, teda on mainitud järverännumuistendites ja eshatoloogilistes seletustes.

Ülemiste järves on kivi, see oli vee sees. Tõnuküla tark üteld, et enne viimast päeva kivi tuleb kuivale. Nüüd mõne aasta eest oli kuival.
ERA II 77, 740 (1) < Kose khk, Triigi v (1934).

Tänapäeva uusususundis on käibele tulnud ka veel energiakivi mõiste. Need on kivid, mille pinna puutumisel usutakse neist inimesele energiat (väge, jõudu) üle kanduvat. Kontaktmaagia pole iseendast uus nähtus, näiteks setud on lootnud abi saada haige kehaosa surumisest vastu Meeksi Jaanikivi.

ISELOOMUSTAVAT VEEKOGUDEST

Kõige arvukamalt on kohapärimuses esindatud järved ja allikad, vähem on juttu jõgedest. Muistendeid järvedest ja allikatest iseloomustab vanapärasus ja rahvusvaheliselt tuntud motiivistiku suur osakaal. Esile tuleb tõsta jutte järvede rändamisest, rännu põhjuseks on sageli mingi eetilise normi rikkumine (vee reostamine, kalade raiskamine või solvamine, inimeste eksimused), järve mujalesaatmine nõidusega või üleloomulike olendite tegutsemise tagajärjel, mõnikord ka veekogu lahkumine omal tahtel.

Vagula järve tekkimise kohta seletas minu isa, et Tammula olla praegusel Vagula järve kohal asunud. Siis tulnud suur must härg maad kaapides ja hüüdnud: "Tagane, Tambla, Vakul vaos!" Härja taga tulnud suur must kohutav pilv. Tammula hakanud kartma ja vajunud Võru linna alla, tema asemele aga vajunud pilvest maha Vagula järv.
ERA II 79, 627 (10) < Urvaste khk, Kärjala v (1934).

Kirjeldatud on järve teekonda, nimetatud paiku, kus järv varem asus, tutvustatud rändamisviisi: taeva alla tõustes või maadpidi liikudes, kellegi – härja, linnu, veevaimu juhtimisel või tumeda pilve kujul. Üldhinnangus on järverännumuistendites keskne mingi kaose või konflikti katastroofiline lahendus: maailmakord taastub, kui keegi või miski (heinaline, kariloomad, küla) veemassiivi alla mattub ning seejärel saabub tasakaal.

Äksi kiriku saamise lugu oli nii. – Õpetaja oli pühapäeval kantslis. Piksepilv tuli kohina ja mürinaga. Õpetaja ütelnud: "Saadjärv läheb!" Järv kukkunud alla. Saadjärv olnud enne Säraku soos Puustuse all. Kalamehed sõitnuvad lootsikuga Saadjärvel ja jäänud kirikutorni otsa.

Kiriku torn pidi järves paistma, sest kirik on järve põhjas. Pärast ehitati kirik praegusesse asukohta.

RKM II 368, 57/8 (19) < Äksi khk, Saadjärve v, Kõnnujõe k (1983).

Veekogu põhjas võib näha olla kirikukell, Rootsi kuninga tõld või lihtsalt mingi varandus. Samuti võib veekogudes ja nende lähistel kohata kala- või inimesetaolisi veteolendeid. Rahvausundis võib inimesi uputavaks näkiks saada kestahe varem sellesse veekogusse uppunu, kelle hing ei saa rahu. Vette uppunu nimi võidakse anda ka veekogule või siis juba olemas olevale paiganimelile oma seletus anda.

Võrumaal Piigastes, Janutjärve ümbruses on palju Rootsi sõja aegsed pikerkuisi ja ümarikke kääpaid. Janutjärv on kahe mäe vahel. Lahingu ajal on seisnud venelased ühel pool järve, rootslased teisel pool. Sõjamehed olla niivõrd janunenud olnud, et järve tühjaks joonud. Sellest saanudki järv nimetuse – Janutjärv.

ERA II 22, 15/6 < Urvaste khk (1928).

Allikate populaarsus rahvausundis näib olevat seotud kujutlusega, et maapõuest voolav vesi kannab endas maa väge, mis on kasutatav raviotstarbel. Kõige sagedamini on allikavett pruugitud haigete silmade raviks. Mitmete terviseallikate puhul on märgitud ilmakaar, kuhu allikas jookseb: põhja suunas, vastu päeva, lõunasse vm. Allikas nähtavad veeolendid pole kardetavad hingi nõudvate uputajatena, pigem on tegemist demoniseerunud vetevalitsetajatega.

Uudesmõisas old Siniallika tõlp. Üks vaim pidi olema allika vahiks. Pailu inimesi viisid vett, kui aigust oli, maa-alusi või nii. Muidu ei tohtind võtta, kui raha sinna allikasse. Kui ei visand, siis see vaim ei lase aidata. Mehe moodi pidi olema.

Me läksime ükskord mustikale, ühekorraga – saime sinna allika juure, see oli ilus sinine allikas. Üks poiss, ribus riides, tagus mööda puid kolks-kolks. Me pistime jooksma, et see on Siniallika tõlp. Läksime koju, rääkisime teistele, teised irmutasid takka, et muidugi tõlp. Ribus riides oli, vahtis ülespoole. Nüüd on allikas ikka ühtemoodi, ei ole seal tõlpi kedagi ega viida raha enam.

ERA II 77, 69/70 (12–13) < Jüri khk < Kose khk, Tuhala v (1934).

KARST, PAAS, KOOPAD RAHVAJUTUTEEMAKS

Kohanimi Kurisoo või Kurisu annab märku karstinähtustest. Maa-aluse veesoone olemasolu tõendatakse neis juttudes mingi ebatavalise juhtumiga: kurisusse vajunud härgade ike, käest pillatud puukurikas, veepang, lapsehäll, vette sukeldunud part või hani olevat leitud sellest paigast märksa kaugemalt.

Veekogu. Kord mõisaajal mindud Suure Kurisule härgi jootma. Härjad aga kukkunud sisse ja uppunud ära ning jäänudki sinna. Seal on niisugune neelukoht, kus kõik, mis vette langeb, läheb maa alla. Need sooned lähevad mööda maa-alust ja voolavad jälle välja Köögu õue taga. Seda küla, Kurisu, ongi selle veekogu järele hüüdma hakatud ja see nimi on selle külal tänapäevgi.

ERA II 229, 469/70 (2) < Reigi khk, Kõrgessaare v, Reigi k (1939).

Maa-alustest teedest on isegi enam jutte kui maa-alustest jõgedest või veesoontest. Teedest jutustamisel on tähelepanu pööratud nende ots- tarbele. Usku maa-aluste teede ja salakäikude olemasolusse kinnitavad paemurdudes nähtud tühikud.

Triigi mõisa alt keldrist on vanasti läind maa-alune tee Kuimetsa mõisa Iida mäele. Iida mäel olla selle salatee võlv sisse kukkunud.

ERA II 57, 352 (67) < Jüri khk, Rae v (1932).

Jutud maa-alustest teedest on tuntud kogu maal, ometi on ulatuslikumad neist tunnuslikud paeses Põhja-Eestis. Tavaliselt nimetatakse nii alg- kui lõpp-punkti. Selleks on lossid, mõisad, kirikud ja teised vanaaegsed hooned. Tihe teedevõrk olevat Lääne-Virumaal Pandivere kõrgustiku piirkonnas. Kiltsi loss on ühendatud Vao tornlinnusega, see omakorda Väike-Maarja kiriku ning Porkuni lossiga, Porkunist viib maa-alune tee Rakvere Vallimäele. Rakvere on otsekui keskus, kuhu rahvapärimuse järgi on ühendustee olnud veel ka Voore mäelt, Toolse lossist, ja Kundast või Lontova sadamast. Ühendusjoone võib tõmmata ka Toolse lossi – Haljala kiriku – Vinni mõisa vahele. Teedega on ühendatud Jõhvi kindluskirik ning Edise, Kukruse ja Tammiku mõis, Kose kirik ja Ravila mõis, Paide loss ja Mäo mõis, Ridala kirik ja Haapsalu loss. Kohanimi Hanilagi tulenevat sellest, et maa-alust teed pidi jõudnud hani sinna välja. Maa-aluste teede kulgemisel pole veekogud takistus- eks: maa-alust pidi pääsevat Narvast Jaanilinna või Peipsi järve alt Irboskast Piirissaarde.

Koopaid on peetud muistsete sõdade aegseteks pelgupaikadeks, erakute või röövlite eluasemeks, ent ka üleloomulike olendite asupaigaks. Arvatavalt inimeste rajatud käike lähtub koobastestki, eriti kaugele kulgevad need Tori põrgust.

Sügavaid õõnsusi Tori jõe liivakivi kaldas kutsutakse Tori põrguks. Vanasti olevat sääl õõnestee olnud. Hanele olevat kuljus kaela pandud ja siis õõnesteel lastud ning mõne aja pärast jõudnud hani Peipsi järve välja.

ERA II 21, 409 (2) < Saarde khk, Tali v, Lindi k (1929).

Hane väljailmumise paikade seas on veel märgitud Tánassilma jõge, Viljandi järve, Võrtsjärve, isegi merd. Kõige kaugem teekond maa-alust pidi on aga olnud Taevaskojast: nimelt hagijal Väike-Taevaskojast Riiga ja jänesel Suur-Taevaskojast Kiievisse.

FOLKLOORILIIIGIST DISTSIPLIINIDEVAHELISEKS UURIMISOBJEKTIKS

Lisaks sellele, et kohapärimus lubab nautida maastikuobjektidest inspireeritud fabuleerimisoskust ning võimaldab jälgida usundiliste arusaamade väljendumist nendega seoses, on uurijahuvi selle pärimuseliigi vastu keskendunud teistelegi aspektidele. Vaatenurga avardumine on seotud uurimisparadigmade muutumisega folkloristikas 20. sajandi lõpukümnendil, folkloristika suundumisega filoloogilise kallakuga distsipliinist etnoloogilise kallakuga distsipliiniks.

Püüti leida võimalusi uudseid tulemusi andvaks uurimistööks, samuti oli vaja lisaks varem Eesti Rahvaluule Arhiivis koostatud temaatilis-topograafilises süsteemis tekstikartoteegile luua toimiv elektrooniline andmebaas, mille abil teha kaasaegsel tasemel uuringuid. Praeguseks sisaldab see andmebaas umbes 15 000 kirjet. Näidispiirkondi on kolm: Läänemaalt Hanila, Karuse ja Martna kihelkond, Tartumaalt Nõo ja Otepää kihelkond, Võrumaalt Rõuge ja Vastseliina kihelkond ning ortodoksse näidisalana Setumaa. Teistest piirkondadest on tekste sisestatud valikuliselt. Suurest tekstikorpusest on võimalik päringuga kätte saada nii mälestise liigi (näiteks koopad) kui ka eri piirkondade (näiteks Jüri kihelkond) või konkreetse kinnismuistise (näiteks Otepää linnamägi) kohta käivat pärimust (vt Rimmel, 2002).

Tänapäeva folkloristikas pole esiplaanil kohasidusa pärimusteksti kunstiväärtus, vaid paik, *topos* kui teksti meedium. Tähelepanu keskmes

on koha kui maastikulise märgi ja inimese kui pärimusekandja vastastikuse suhte avaldumine. Kohapärimuse vahendusel ilmnevad väärtushinnangud, piirkondlikud erinevused ja selle põhjused, maastiku roll rahvusliku ja lokaalse identiteedi kujunemisel.

Uue vaatenurga alt jälgituna äratas kohapärimus peagi tähelepanu ka teiste teadusvaldkondade uurijate seas. Sellest õpiti leidma arheoloogilist informatsiooni, eriti oluliseks sai see muistsete külastute ja põldude asukohtade väljaselgitamisel. Sama temaatika kuulub tänapäeva maastiku-geograafia ning paleobotaanika huviorbiiti, abiks õietolmuanalüüsid. Pärändkooslused on käsitatavad ajalooliselt kujunenud mälestistena, mis vajavad säilitamist ja kaitset kogu Euroopas (nt puisniidud kui kaduv kooslus).

LOODUSMÄLESTISTE SOTSIOKULTUURILISEST TÄHENDUSEST TÄNAPÄEVAL

Mõiste *loodusmälestis* sobib kõige enam kasutamiseks geoloogiliste objektide kohta, ent sellesse mõistesse kuuluvaks on peetud ka põlispuid ning relikitseid taime- ja loomaliike. Tunnusjooneks on üksikobjektide puhul olnud monumentaalsus, ainulaadsus, mis annab looduse loomingule mälestise staatuse (Kumari, 1973). Kui see mõiste edaspidigi kasutusse jääb, lisaksin neile tunnusjoontele inimvälisus kestvalt püsinud väärtushinnangute olemasolu kriteeriumi. Paljud Eesti maastike loodusobjektid on sidunud endaga rikkalikult rahvapärимust, ent ei paelu ei monumentaalsuse ega ainulaadsusega.

Inimese ja looduse suhte analüüsimise juurde kuuluvad tänapäeval ka maastikukasutuse mono- ja multietnilised aspektid. Oleme asunud senisest enam loodusmälestisi turistidele eksponeerima, kuid maastiku etniseerimise probleematika on läbi uurimata. Jutt on maastiku n-ö kodusdamisest, sh võõraste (migrantide) jaoks või võõraste poolt, selliselt, et see protsess oleks võimalikult vähe destruktiivne. Põhja-Eesti pankranniku kui loodusmälestusmärgi ja rahvussümboli tähtsusest kõneleb pankranniku kujutise kasutamine emblemaatilise elemendina Eesti Vabariigi rahal. Vaatepildi suurejoonelisuse eksponeerimiseks ehitatud vaateplatvorm aga leidis siinse piirkonna asukate poolt uutmoodi kasutuse kui paik, kus abiellujate ühtekuuluvuse märgiks toimub tabaluku kinnikeeramise ja võtmete allaviskamise rituaal.

Eluta looduse objektide seotus mineviku vaimse kultuuriga kõneleb ökoloogilisest eluviisist, kõnekas on rahvapärимuses avalduv sakraalsuse-

taju. Nüüdseks on need ajad minevikku jäänud, mil loodusobjekti kaitses tema sakraalsus kohaliku kogukonna maailmapildis. Näiteks on omaaegse maaparanduse käigus paigast lükatud ja ära veetud kümneid ohvrikive, kalmekohtade ning aardepeidikute tähiseid. Arheoloogiaprofessor Valter Lang (2001) on sellist toimimisviisi käsitanud kui näidet kommunistliku religiooni mõjuvõimust.

Praegusaja ühiskonna märksõnad on keskkonnakaitse ja säästva arengu strateegiad. Ent üksikobjektide kaitse pole vähem aktuaalne, sest need on seotud paikse kogukonna identiteeditajuga. Ligipääsu võimaldamine nii maastikul kui pärimuskultuuris atraktiivsetele objektidele, nende reklaamimine, tutvustamine, vaadete avamine toob kaasa enamal või vähemal määral ka maastikupildi muutumise. Mida loodusemälestistest salajas hoida, mida külastajale “müüa” ja kuidas, selle üle tuleks mõelda eraldi iga vaatamisväärsuse puhul. Tendentsi kohastuda turisti mentaliteediga ilmutab ka rahvapärilisus, näiteks on eelistatavad draamaatilised, hirmuelamust pakkuvad või üldinimlikest tunnetest jutustavad lood, oluline on muistise sidumine külastaja isikuga (nt võimalus kivikangrusse oma soovikivi visata, energiakivilt jõudu ammutada, jne). Tegemist on sotsiokultuurilise nähtusega, kus folkloori mugandatakse vastavalt kasutajaskonna huvidele. Nõuded pole alati ühesed. Praegusaja tugevamaid opositsioone ongi lokaalse identiteedi säilitamise vajadus ja renoveerimispuud (näiteks võib tuua juba 1844. aastal Fr. R. Kreutzwaldi poolt pärimusliku sõjapalgupaigana tutvustatud Aruküla koobastiku kujundamise päkapikkude jõulukoduks).

Territoriaalse identiteedi olemasolu ning tähtsust on eriti rõhutanud ühiskonnateadlased. Mõisteid *loodus – kultuur, füüsiline – vaimne, kohalik – globaalne, mina – teine* on seoses maastikutajuga analüüsinud kultuurigeograaf Tiina Peil (2001). Tema arvates “on nii säilinud maastikuelemendid ja üksikobjektid kui nende mitmeti juhuslikud kujutised võti, mille abil tõlgendada keskkonda, selle elanike väärtusi ja valitsevaid seisukohti ajalises perspektiivis”. Teoloogiaprofessor Toomas Paul (2002) rõhutab seost pärimuskultuuriga: “Need on inimeste uskumused ja nendest juhitud teod, mis annavad territooriumile tähenduse.” Temale sekundeerib semiootikaprofessor Peeter Torop (2002): “Identiteeditunne on nii tähtis, et sellele tuleb peale maksta ja seda eriti väikestes kultuurides. Paigasuhe on selle olulisimaid osi.”

KIRJANDUS

- Hurt, J. 1989. Mida rahvamälestustest pidada. Artiklite kogumik. Tallinn.
- Kindel, M. 2002. ERA 1938/1939. aasta kohamuistendite võistluskogumine. Kogumisest uurimiseni. Artikleid Eesti Rahvaluule Arhiivi 75. aastapäevaks. Eesti Rahvaluule Arhiivi Toimetused 20. Koost. M. Hiimäe. Tartu, 100–114.
- Kumari, E. (koost.) 1973. Looduskaitse. Eesti NSV Teaduste Akadeemia Looduskaitse Komisjon. Tallinn.
- Lang, V. 2001. Maastik ja kultuurmaastik arheoloogias. Maastik: loodus ja kultuur. Maastikukäsitlusi Eestis. Publicationes Instituti Geographici Universitatis Tartuensis 91. Toim. H. Palang, H. Sooväli. Tartu, 78–85.
- Paul, T. 2002. Lokaalne ja globaalne. Postimees, nr 26, 2. veebruar, 11.
- Peil, T. 2001. Maastike keskel. Maastik: loodus ja kultuur. Maastikukäsitlusi Eestis. Publicationes Instituti Geographici Universitatis Tartuensis 91. Toim. H. Palang, H. Sooväli. Tartu, 57–66.
- Rommel, M.-A. 2002. Kohapärimuse digitaliseerimine Eesti Rahvaluule Arhiivis. Kogumisest uurimiseni. Artikleid Eesti Rahvaluule Arhiivi 75. aastapäevaks. Eesti Rahvaluule Arhiivi Toimetused 20. Koost. M. Hiimäe. Tartu, 115–132.
- Torop, P. 2002. Tartu väärikusest. Tartu Postimees, nr 40, 27. veebruar, 8.
- Tvauri, Andres 1999. Ohvrikividest. – Mäetagused, nr 11. Tartu, 34–57. <http://www.folklore.ee/tagused/nr11/kivi.htm>.

MONUMENTS OF NON-LIVING NATURE IN FOLK HERITAGE

Mall Hiimäe

Summary

An electronic database for folk belief records dealing with non-living nature objects was recently created in the Estonian Folklore Archives. It contains folklore motives that have been collected during more than a hundred years. Due to changes in research paradigms at the end of the 20th century, this material fascinates not only folklorists but also researchers who are interested in the relationship of nature and man. Some topical research aspects are: forms of local identity, changes in mentality, the question of endangeredness of monuments due to their exposing in tourism industry, etc.

LOODUSMÄLESTISED PAKRI POOLSAAREL JA SAARTEL

Hella Kink, Avo Miidel, Anto Raukas, Rein Vaher

TTÜ Geoloogia Instituut

Pakri poolsaar asub Harjumaal Pakri ja Lahepere lahe vahel. Paelaval paikneva poolsaare pikkus on 12 km, laius keskmiselt 5 km ja pindala 40 km². Pakri saared asuvad 2–3 km Paldiski linnast läänes ja neid eraldab mandrist Kurkse väin ning poolsaarest Pakri laht. Saarte ja laidude kogupindala on 24,7 km². Asudes ürgse reljeefi suurvormi – Balti klindi – kaasajal aktiivselt murrutataval lõigul on Pakri poolsaare ja saarte piirkond huvitavate ja atraktiivsete geoloogiliste vaatamisväärtustega ala. Vaatamata militaarsole minevikule (piirkond oli endise Nõukogude Liidu sõjaväe kasutuses aastail 1939–1940 ja 1944–1995), on siinsed loodusobjektid hästi säilinud ning pakuvad koos ajaloomälestistega palju vaatamisväärsust nii uurijatele kui ka turistidele.

Teaduslikult, maastikuliselt ja esteetiliselt on kõige väärtuslikumaks Pakri klint ehk paekallas, mille kõrgus on poolsaarel kuni 24,8 m, saartel kuni 13 m. Poolsaare tipus paljanduvad Alam-Kambriumi Tiskre kihistu liivakivid, Kambriumi ja Ordoviitsiumi piiri sisaldav Kallavere kihistu (kiltsavi vahekihtidega liivakivid), Alam-Ordoviitsiumisse kuuluvad Türisalu kihistu kiltsavi (diktüoneemakilt), Varangu ja Leetse kihistu glaukoniiitliivakivid ning neil lasuvad lubjakivid. Poolsaarel asuvad Pakerordi lademe ja Leetse kihistu tüüpläbilõiked (stratotüübid) ja mitmete kivististe tüüpleiukohad.

Pakri saarte vähema vertikaalulatuslega klintil paljanduvad Alam- ja Kesk-Ordoviitsiumi terrigeensed ja karbonaatsed kivimid. Väike-Pakri saare klintil on Kunda lademesse kuuluva Pakri kihistu stratotüüp ning paljude kivististe, eriti käsijalgsete esma- ja tüüpleiukoht.

Pakri pankranniku ainulaadsus tulenebki avatusest merele. Siinne ala kerkis merest esmakordselt 9000–8500 aastat tagasi ja on tänu jätkuvale murrutusele taandunud aiva lõuna poole. Värskes järsakulises seinas on



Foto 1. Pakri klindijärsak avab suurejoonelise vaate nii merele kui ka kivist jalgealusele.

kõik kivimid hästi jälgitavad ning Pakri poolsaare läänerannal ilmneb kujukalt Eesti geoloogilise ehituse põhijoon – kihtide seaduspärane kallakus lõunasse. Nii on Väike-Pakri saarel väljakujunenud murrutus-kulbastega valdavalt laiusesuunaline pankrand üksnes karbonaatkivimite. Poolsaare tipus on aga murrutuskulpad juba Kambriumi liivakivis. Pakri paekallas on tüüpiline murrutuspank, mille morfoloogia sõltub kivimite kõvadusest ja neid läbivatest tektoonilistest lõhedest. Saare kaguosas on ka astmelist kaljuranda. A. Öpik (1927) eraldas panga morfoloogia järgi selle arengus kolm staadiumi: osmussaare, pakri ja pakerordi. Poolsaare idaosas on klint kahestmeline.

Pakri klint on ulatusliku Balti klindi üks osa (vt K. Suuroja artiklit käesolevas kogumikus) ja on tähelepanuväärne just ulatusliku ning erakordselt rikkalikku hästi säilinud fossiile sisaldavate Kambriumi ja



Foto 2. Klindilt laskuvad alla mitmed väikejoad

Ordoviitsiumi kivimite paljandina. Just seepärast on Balti klint kandidaadiks maailma looduspärandi nimistusse kandmiseks ning värskelt murrutataval Pakri piirkonnal on siin täita oma osa.

Pakri poolsaare pangalt laskub viis juga. Veehulk neis on küll väike ja tõelise joana funktsioneerivad nad vaid veerikastel perioodidel. Joastangud on tekkinud pärast maismaastumist viimase 8000–4000 aasta jooksul ja nad on head Ordoviitsiumi kivimite paljandid, ilmestades suurvee ajal ka maastikku. Klindi jalamil avaneb arvukalt allikaid, mille vesi pärineb poolsaarel ja saartel pinnasesse imbunud sademetevest. Valdavalt on need langeallikad (vooluhulk 1–5 l/s), kuid poolsaare idarannikul on mattunud klindi jalamil ka tõusuallikaid ja allikasookesi. Huvipakkuv on Väike-Pakri saare põhjaosas paiknev Djupmosani soo, kus võib jälgida väga noort soostumisprotsessi.



Foto 3. Liivakiviplaadidel võib näha ka aastamiljonite eest kujunenud laineviresid.

Pakri poolsaarele ja saartele on Soome kaljupinna avamuselt jääkan-dega jõudnud arvukalt rändrahnne, sh küllaltki suuri. Neosti rändrahn pool-saarel kuulub isegi hiidrahnude klassi (läbimõõt üle 10 m, übermõõt üle 25 m). Vähematraktiivsemaid ning osalt pinnasesse mattunud hiidrahnne leidub ka Leetse mõisa lähedal. Mitmed suurrahnud moodustavad huvi-tava reastuse ja tähistavad muistse Litoriinamere rannajoont. Loodus-kaitse all on (1939, 1959) poolsaarel veel Põllküla rahn (rabakivi, kõrgus 4,0 m, übermõõt 22,1 m), saartel Väike-Pakri Suurkivi ja Suur-Pakri Suurkivi. Tähelepanu vääriwad ka Pärnasalu ja Ubaniidi kivilülvid. Kokku on rändrahnne ja kivilülve Eesti Ürglooduse Raamatus registreeritud 22.

Eluta loodus on substraadiks elusloodusele. Ka Pakri klint on mit-mete kaitsealuste liikide kasvukohaks. Tähelepanuväärsed on erinevad lookooslused ja pangametsad ning rändrahnude samblafloora. Pakri neeme klindiastringul pesitsevate krüüslite koloonia on Eestis ainu-laadne ja ühtlasi nende üks lõunapoolsemaid pesitsuspaike maailmas.

Haruldaste ja teadusliku väärtusega geoloogiliste objektide, elusloo-duse koosluste ja liikide kaitseks loodi 1998. aastal Pakri maastikukaitse-ala pindalaga 1451 ha. Maastikukaitseala hõlmab valdava osa Pakri pool-saare paekaldast, lahustükina kuulub kaitsealasse Väike- ja Suur-Pakri saare põhjaosa, saartevaheline meri, Kappa ja Björgränne saar ning Väike-



Foto 4. Suured rändrahnud paelaval markeerivad ridadena kunagise rannajoone.

Pakri saare lõunaosa. Pakri maastikukaitseala kaitse-eeskiri ja tzoneering kinnitati Vabariigi Valitsuse 5. mai 1998. a määrusega nr. 97. 2001. a valmis Pakri maastikukaitseala kaitsekorralduskava. Kokku on Eesti Ürglooduse Raamatus arvel Pakri poolsaarel ja saartel 35 väärtuslikku loodusemälestist (tabel), neist paikneb maastikukaitsealal 23. Lähemalt saab Pakri piirkonna loodusemälestiste kohta teavet ilmunud trükistest (Eesti Loodus, 1999; Einasto, 1996; Kink (koost.), 1996, 2000; Kink jt, 1997, 1998, 2002).

Tabel. Pakri piirkonna geoloogilised loodusemälestised

Klindilõigud	Leetse mõisa rahnud
Pakri poolsaare klint	Leetse lodurahn (Sarapuu võrgukuuride rahn)
Paldiski linnasisene pank	Põllküla rahn
Väike-Pakri saare paerand	Musukivi
Joad	Väike-Pakri Suurkivi
Pakri juga	Suur-Pakri Suurkivi
Valli juga	Suur-Pakri Lepiku rahn (Bisagidbyn)
Vanaaseme juga	Leetse Saunakivi
Raja (Põllküla) juga	Pallase rahn
Kaasiku juga	Teemulde Mäekivi
Rändrahnud	
Neosti rändrahnud	

Pärna rahn	Muud	
Kaasiku rahn		Väike-Pakri rannavallistik
Väike-Pakri lääneranna kivi		Suur-Pakri järvikud
Väike-Pakri lõunaranna kivi		Djupmosani soo
Väike-Pakri Äusternäse rahn		Süvasoo
Suur-Pakri teetammi rahn		Allikad poolsaarel ja saartel
Suur-Pakri puhkeplatsi rahn		
Ubaniidi kivikülv		
Pärnasalu I ja II kivikülv		

KIRJANDUS

- Einasto, R. 1996. Pakri paekallas on Ontika omast madalam, kuid ... Eesti Loodus, 8, 245–256.
- Kink, H., Erg, K., Miidel, A., Nõlvak, J., Raukas, A. 2002. Loodusmälestiste väärtuse hindamisest Pakri poolsaare ja saarte näitel. Keskkonnatehnika, 1, 42–44.
- Kink, H., Mens, K., Miidel, A., Truus, L. 1997. Pakri poolsaare loodusobjektid tuleks kaitse alla võtta. Keskkonnatehnika, 2, 9.
- Kink, H., Miidel, A. 1999. Loodusharulduste säilitamine endistel sõjaväealadel. Rmt.: Endise Nõukogude Liidu sõjaväe jääkreostus ja selle likvideerimine. A. Raukas (koost. ja toim.). EV Keskkonnaministeerium, Tallinn, 95–109.
- Loodusmälestised, 5. Harjumaa: Paldiski, Pakri poolsaar ja saared. 2000. H. Kink (koost.), A. Raukas (toim.). Tallinn, 32 lk.
- Pakri. 1999. Eesti Loodus, 8, 319–330.
- Pakri poolsaar – loodus ja inimtegevus. 1996. H. Kink (koost.), A. Miidel (toim.). Tallinn, 94 lk.
- Pakri saared – Loodus ja inimtegevus. 1998. H. Kink (koost.), A. Miidel (toim.) Tallinn, 97 lk.
- Öpik, A. 1927. Die Inseln Odensholm und Rogö. Ein Beitrag zur Geologie von NW-Estland. Tartu Ülikooli Geoloogia Instituudi Toimetused, 9, 69 lk.

GEOSITES OF THE PAKRI PENINSULA AND ISLANDS

Hella Kink, Avo Miidel, Anto Raukas, Rein Vaher

Summary

Remarkable geosites of the geologically attractive area (Pakri Islands and Peninsula), where the Baltic Klint is abraded, are described. Addition of such geosites to the nature trails of the Pakri Landscape Reserve gives a view of main natural beauty: coastal cliff, Palaeozoic sedimentary rocks, big erratic boulders, small waterfalls.

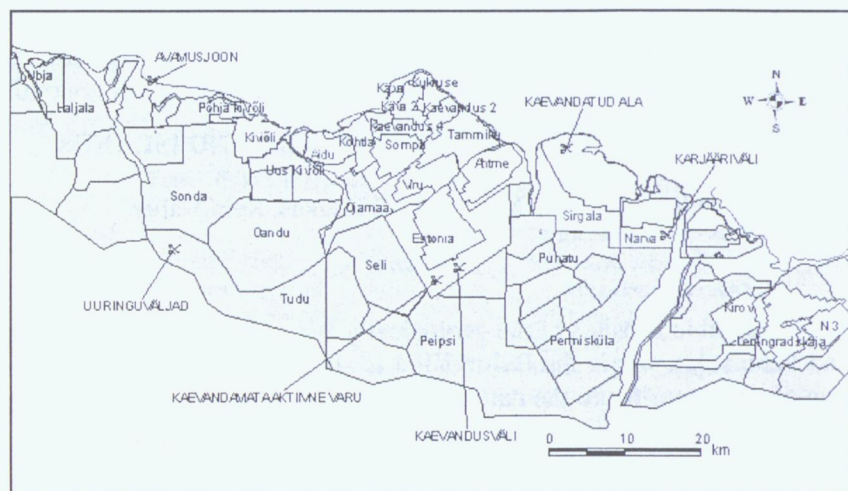
KAS PÕLEVKIVI KAEVANDAMINE ON VÕIMALIK KAITSEALADEL?

Katrin Erg, Enno Reinsalu, Ingo Valgma

Tallinna Tehnikülikool

Maavara kaevandamiseks on valida mitmesuguseid tehnoloogilisi mooduseid ja viise. Sobiva ja vastuvõetava kaevandamistehnoloogia valikut suunavad eelkõige majanduslikud võimalused ja keskkonnakaitse- lised piirangud. Eesti põlevkivimaardla selles osas, kus valdavad metsad ja sood ning kus tootsa kihindi lasumissügavus on kuni 30 m, on eelistatav avakaevandamine. Neil aladel töötavad Narva ja Aidu karjäär (joonis 1).

Põlevkivi on Eesti ainukene maavara, mida majanduslikus mõttes on mõistlik kaevandada ka allmaamoodusel. Valdavalt on see otstarbekas sügavusel üle 30 m. Kuid kui tegemist on keskkonnohoiust lähtuvate



Joonis 1. Eesti põlevkivimaardla kaart.

piirangutega, võib osutada allmaakaevandamine mõttekaks ka madalama lasumise puhul. Näiteks seal, kus maa on tihedalt asustatud või kõrge maaviljelusväärtusega. Valdavalt on allmaakaevandamine siiski kasutusel maardla selles osas, kus kihindi lasumissügavus on 40–70 m piirides – Estonia ja Viru kaeveväljal (joonis 1).

Põlevkivi allmaakaevandamisel on võimalik kasutada mitmeid kaevandamisviise, mis jaotuvad tinglikult kamber- ja lankkaevandamiseks. Kaevandamisviiside oluline erinevus seisneb lae käitluses ja sellest tulevas toimes põlevkivi peal lasuvatele kivimitele ja maapinnale.

Maardlate ekspluaterimise keskkonnamõju sõltub nii kaevandamise moodusest kui ka viisist. Avakaevandamise puhul pööratakse kattekivimid segi ja tekib täiesti uus pinnase struktuur ning veerežiim. Allmaakaevandamise mõju keskkonnale on võrreldes avakaevandamisega mõnevõrra leebem: kivimid küll deformeeruvad, kuid nende omavaheline asend ei muutu. Kivimeis tekivad lõhed, nende ehitusgeoloogilised omadused muutuvad ja maapind vajub. Viimane sõltub suuresti kasutusel olnud kaevandamisviisist (tabel 1). Kaevandatud ala ja selle ümbruskonna veerežiim muutub, kuid veekihtide paigutus üldises plaanis säilib.

Kaasajal on allmaakaevandamisel kasutusele jäänud ainult kamberkaevandamisviis lae püsiva hoidmisega (tabel 1, viimane rida). Kuigi

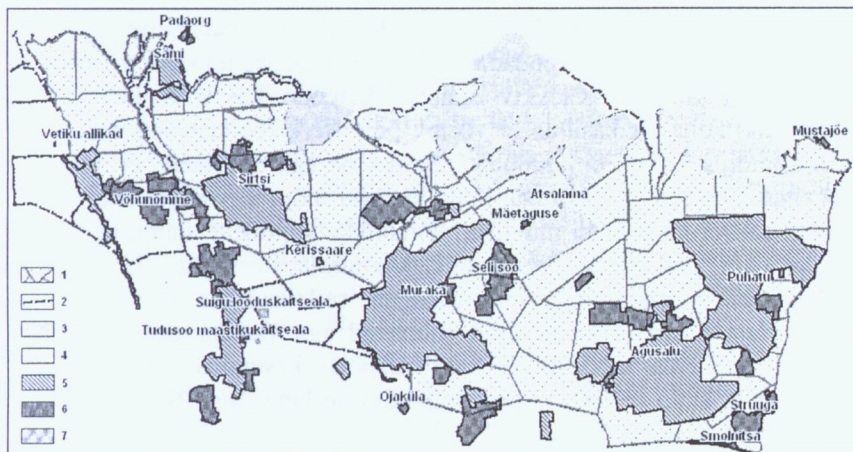
Tabel 1. Põlevkivi allmaakaevandamise mõju keskkonnale
(Toomik, 1997; Reinsalu jt, 2002)

Kaevandamine	Kaevandamisviis	Pinnareljeef	Maapinna suurim vajumine, m	Langatusnõlva kaldenurk, °	Kaitseala kategooria (vt tab 2)
Lankkaevandamine	Ruumtervikkaevandamine	Deformeeritud, kergelt lainjas, stabiilne	0,6–0,7	2–6	IV
	Käsilaava	Deformeeritud, lainjas, stabiilne	0,8–0,9	2–7	IV
	Kombainlaava	Deformeeritud, lainjas, stabiilne	<1,0	4–7	IV
Kamberkaevandamine	Lae lühiajalise hoidmisega	Deformeerimata, tasane, ebastabiilne, stiihilised vajumised	1,5-1,7	4-11	III
	Lae püsiva hoidmisega	Deformeerimata, tasane, stabiilne	0,02	0	II

sellele kaevandamisviisile on omane suur põlevkivi kadu maapinda hoidvates tugitervikutes (kuni 25% varust ehk 0,33 t iga väljatud ja kaubastatud põlevkivi tonni kohta), on seda teed mindud just keskkonnanahoiu sunnil. Suurel kaol on otsene tagasimõju. Väljamata põlevkivihulga tõttu lüheneb kaevanduse tööperiood ning selle ajavahemiku piires, milleks Eesti kütuse- ja energeetikamajanduse pikaajaline arengukava plaanib põlevkivi kasutamist, tuleb rajada uusi kaevandusi. Kompenseerimaks kaevandamise kahjulikku keskkonnamõju on töötavate kaevanduste ja karjääride ümber ning nende vahel moodustatud loodushoiu-, looduskaitse- ja maastikukaitsealasid. Niisuguste kaevandamispiirangutega aladele jääv põlevkivi varu (umbes 1,3 mlrd t) on peaaegu võrdne kogu praeguse kaevandamisväärse ehk aktiivse varu kogusega. Nii läheb Eesti energeetika pikaajaline arengukava keskkonnakaitseliste piirangute tõttu passiivseks kuulutatud varu kasutamise küsimuses otseesse konflikti üldsusega. Sellele vastuolule tuleks leida lahendusi.

Keskkonnamõju hindamise protseduur on maailmas aastakümnete jooksul välja kujunenud suhteliselt standardne protsess (Phillips, 2001). Samal ajal on protsessi sees kasutatavate meetodikate valik äärmiselt lai. Hindamiseks põlevkivi varu kasutamist piiravaid tingimusi järgisime Eesti sellealast meetodikat ning rakendasime keskkonnaekspertide ja omavalituste kogemusi looduskeskkonna mõjude hindamise valdkonnas. Et Eesti põlevkivimaardla alal on erineva kaitstusega reguleeritud piirkondi, tuli silmas pidada ka rahvusvaheliselt käsitatavaid põhimõtteid. Rahvusvahelise Looduskaitseliidu (IUCN) määratluses jäetakse looduskaitseala osaliselt või tervenisti seaduste või muude ettekirjutustega ümbritseva looduse kaitsmise eesmärgil aktiivsest kasutusest välja. Siiski on selline lähenemine liialt üldine ning ei arvesta erinevate kaitsestaatuste rohkust, seda siis ka mitte Eesti põlevkivimaardlas. Seetõttu on Rahvusvaheline Looduskaitseliit loonud ka detailsema klassifikatsioonisüsteemi, milles kaitsekorraldust silmas pidades eristatakse järgmisi kategooriaid:

1. Range kaitse (puutumatu loodusega alad, reservaadid, looduskaitsealad).
2. Ökosüsteemi säilitamine ja rekreatsiooni tagamine (rahvuspark)
3. Loodusmälestiste säilitamine.
4. Säilitamine aktiivse korraldamise teel (liigi vms elupaiga korraldamise ala).
5. Maastiku säilitamine ja sellealased piirangud.
6. Ökosüsteemide säästlik kasutamine.



Joonis 2. Looduskaitselelt tsoneeritud põlevkivimaardla.

Tingmärgid: 1 – põlevkivi varu plokkide piirid; 2 – maardlaväliste, uuringuplokkide piirid; seal paiknev põlevkivi ei ole maavarana arvel; 3 – ammendatud allmaakaevandamise ala; 4 – ammendatud avakaevandamise ala; 5 – I kategooria kattuväli, kus varu võib maha kanda; 6 – II kategooria kattuväli, kus allmaakaevandamine on võimalik eritingimustel; 7 – III kategooria kattuväli, kus allmaakaevandamine ei tohiks olla keelatud

Eesti põlevkivimaardla alal on 25 loodushoiuala, 8 looduskaitseala, 13 maastikukaitseala ning 3 kaitsealust parki, kusjuures peaaegu pooltel on kaitse-eeskiri vananenud. Nende kaitsealade piirikirjedused ja majandustegevuse kitsendused erinevate vööndite kaupa on määratud kaitstavate loodusobjektide seaduse alusel. Seadusest tulenevalt on kaitseala inimtegevusest puutumatuna hoitav või looduskaitse erinõuete kohaselt kasutatav ala, millel säilitatakse, uuritakse ja tutvustatakse loodus- ja/või kultuuriobjekte, taime-, seene- ja loomaliike, kooslusi, ökosüsteeme, maastikke ja nende mitmekesisust. Lisaks eelnevale on põlevkivimaardla alal veel 57 kaitstavat looduse üksik- või ürglooduseobjekti, mis võivad olla teadusliku, ajaloolis-kultuurilise või esteetilise väärtusega: puu, rändrahn, karstivorm, paljand, allikas jne. Objekti kaitse alla võtmisega moodustub selle ümber 50 m raadiusega piiranguvöönd, milles ei tohi majandusliku tegevusega kahjustada objekti. Peale loetletud eluta looduse objektide on põlevkivimaardla piirkonnas kaitse alla võetud veel 12 linnu-, looma- ja 38 taimeliiki.

Olukorda komplitseerib aga asjaolu, et mitte ühegi looduskaitseala põhimääruses ega kaitse-eeskirjas ei ole määratletud kaitstava maapõue-

ruumi ulatus. Eesti maapõueõiguse kohaselt saab maapinnalt lähtuvat keeldu täie rangusega rakendada vaid pärastjääaegse tekkega maavarade, seega mitte kindlasti põlevkivi suhtes. Maapõue, kus lasub lähituleviku projektide kohaselt kasutusele võetav põlevkivi, loodushoidu reguleeriv seadusandlus justkui ei puudutaks. Samas on aga mõistetav, et maapõue sügavuses toimuv avaldab igal juhul teatavat mõju ka maapinnale. Nime- tagem kasvõi veerežiimi muutusi, võimalikke vajumeid, müra, rääkimata maapinnale ulatuvatest kommunikatsioonirajatistest jne. Loodushoiu seisukohast on muidugi lihtsam igasugune sellelaadiline tegevus keelusta- da. Majanduslikud kaalutlused suunavad aga vastupidiselt – pole ju mõistlik jätta rikas looduslik ressurss maapõues kasutamata. Tekibki küsi- mus, kas ei leidu mõlemaid pooli rahuldavaid lahendusi. Näib, et mõned võimalused on siiski olemas.

Tuginedes informatsioonile, mille saime Eesti Vabariigi Keskkonna- ministeeriumi Info- ja Tehnokeskuse Loodusbüroo Eesti Looduse Info- süsteemi Looduskaitseregistrist (EELIS) 31 MapInfo kaardikihina, püü- sime analüüsida erinevate looduskaitsealade sisu ja eesmärgid ning kate- goriseerida neid alasiid kaevandamisvõimaluste seisukohast lähtuvalt. Kasutasime seejuures TTÜ mäeinstituudis loodud mäendusliku geoinfo- süsteemi MGIS abi (Valgma, 2002).

Vastavalt sellele analüüsile võib jaotada need alad, kus otseselt põrku- vad keskkonnakaitse ja põlevkivienergeetika arendamise huvid, nelja kategooriasse (tabel 2).

Tabel 2. Maardlate ja looduskaitsepiirkondade ning -objektide kattuvate alade kategooriad

Kategooria	Allmaakaevandamine	Avakaevandamine
I	Maavara kaevandamise piirang on range, maavara varu kustutatakse riigi maavarade registrist	
II	Kaevandamine on võimalik kokkuleppel haldajaga või teiste pädevate isikutega, ja/või nende poolt seatud tingimustel; varu kaevandamisväärsuse kategooriat (aktiivne / passiivne) ei muudeta	Kehtib avakaevandamise keeld; varu on passiivne, kuni puudub allmaakaevandamise tehnoloogia või selle kasutamise majan- duslik põhjendus
III	Kaevandamine on lubatud kooskõlasta- misega kui ei kahjustata kaitstavat ala või üksikobjekti	Kaevandamine on lubatud kokkuleppel haldajaga või teiste pädevate isikutega
IV	Kaevandamine on lubatud kooskõlastu- seta, kuna objekt ei oma enam kaitsealust väärtust.	

Põlevkivimaardla piires on inimtegevusest puutumatusena hoitavaid või looduskaitse erinõuete kohaselt kasutatavaid kaitse alla võetud mitmeid piirkondi. Läänepiirile ulatub ka rahvuspark, kus on keelatud igasugune kaevandamine. On aga ka maastikukaitsealad, looduskaitsealad; kaitsealused liikide ja üksikute ürglooduse objektidega piirkonnad, kus lähenemine võiks olla paindlikum. Lähtudes nende piirkondade tundlikkusest ning kaitsemeetmete iseloomust võib kooskõlastatult haldajaga leida sobivaid kaevandamismooduseid ning loodusele olulist kahju tekitamata maapõues olevat ressursi vähemalt osaliselt kasutusele võtta. Ülalpakutud kategoriseerimisskeem võiks olla selles ettevõtmises sobivaks teejuhiks.

Igal juhul tuleb põlevkivi varu selles piirkonnas jaotada nelja rühma:

1. Absoluutne kaevandamiskeeld, ka sügaval maapõues.
2. Potentsiaalne kaevandamisvõimalus eritingimustel.
3. Kaevandamisvõimalus kaevandajapoolsete lisahoidemeetme rakendamisel.
4. Kaevandatav.

Ülaltoodud skeemist lähtuvalt saab konkreetseid lahendusi leida ning vastavat varu ümberhindamist läbi viia.

Töös on kasutatud Eesti Vabariigi Keskkonnaministeeriumi Info- ja Tehnokeskusest saadud (EELIS) andmeid.

Uuring on tehtud ETF grand'i G4870 „Põlevkivi ressurss“ raames.

KIRJANDUS

- Reinsalu, E., Toomik, A., Valgma, I. 2002. Kaevandatud maa. TTÜ mäeinstituut, 97 lk.
- Toomik, A. 1999. Allmaakaevandamise mõjud maapinnale ja nende hindamine. – Põlevkivi kaevandamise ja töötlemise keskkonnamõjud Kirde-Eestis, 6, 109–129.
- Phillips, A. 2001. Mining and Protected areas. Mining, Minerals and Sustainable Development, 62, England, 19 p.
- Ingo Valgma. Geographical Information System for Oil Shale Mining. (Doctoral dissertation). TTU, 2002.

OIL SHALE MINING POSSIBILITIES IN PROTECTED AREAS

Katrin Erg, Enno Reinsalu, Ingo Valgma

Summary

The aim of the paper is to present oil shale mining possibilities in protected areas, and to suggest a way forward that would help build trust between the two sectors of mining and conservation.

The paper introduces an idea of protected areas and their categorisation, and shows why they are important; briefly identifies the importance of internationally recognised protected areas and describes the kind of impacts that mining and associated activities have upon protected areas.

Oil shale mining has environmental consequences for protected areas, whether operations are undertaken within them or nearby. Mining companies often go to great lengths to minimise the potentially adverse environmental effects of their operations and should embark on a systematic journey towards the eventual acceptance of the principle that Category I protected areas should be off limits for all aspects of mining.

EESTI TEADUSTE AKADEEMIA LOODUSKAITSE KOMISJONI TRÜKISED 1955–2003

Vaike Hang

EPMÜ Zooloogia ja Botaanika Instituut

Eesti TA Looduskaitse Komisjoni esimene trükis “Eesti kaunis loodus” (toimetaja Endel Varep) ilmus 1957. aastal ja oli sõjajärgses Eestis esimene loodusfotoalbum. Veel uuelgi sajandil on nõutavad 1960. aastal ilmunud “Looduskaitse teatmik” (toimetaja Eerik Kumari) ja E. Kumari koostatud mahukas käsiraamat “Looduskaitse” (1973). Komisjoni egiidi all ilmunud artiklikogumikud on temaatilised, neis on põhiliselt avaldatud ettekannete päevade materjalid. Komisjon oli looduse kalendri väljaandmise algataja – esimene ilmus 1963. aastal Vambola Maavara koostatuna (edasi jätkasid selle väljaandmist teised asutused). Komisjon on oma ligi viiekümne tegevusaasta jooksul avaldanud 46 mitmesugust artiklikogumikku (neist kaks käsikirjana) või käsiraamatut (lisaks 23 pisitrükist – ettekannete päevade resolutsioonid). Järgnev väljaannete bibliograafiline nimestik on reastatud ilmumisaastate järgi.

- Eesti kaunis loodus /fotoalbum/. 1957. Endel Varep (toim.). Eesti Riiklik Kirjastus, Tallinn, 184 lk.
- Teadusliku uurimistöö organiseerimisest looduskaitse alal. Looduskaitse bulletin nr. 1. 1959. E. Kumari (toim.). Tartu, 58 lk.
- Kumari, E. Nature Conservation in the Estonian S.S.R. 1960. E. Varep (editor). Tallinn, 15 lk.
- Looduskaitse teatmik. 1960. E. Kumari (toim.). Eesti Riiklik Kirjastus, Tallinn, 339 lk.
- 50 aastat looduskaitset Eestis. Looduskaitse bulletin nr. 2. 1961. E. Kumari (toim.). Tartu, 120 lk.
- Water Deposits and Wetlands Require Conservation. 1962. V. Masing (editor). Tallinn, 73 lk.
- Looduse kalender 1963. 1962. V. Maavara (koost.). Eesti Riiklik Kirjastus, Tallinn, 110 lk.
- Maastike kaitsest ja planeerimisest Eesti NSV-s. 1964. E. Varep (toim.). Tartu, 156 lk.

- Õhku tuleb kaitsta saastamise eest. Artiklikogumik. Käsikiri TA Looduskaitse Komisjonis. 1964. (M(ihkel) Kask (toim.). Tartu, 118 lk.
- Taimestiku ja loomastiku looduskaitsest. 1967. J. Eilart (toim.). Valgus, Tallinn, 101 lk.
- Veevarude kasutamise ja kaitse probleeme Eesti NSV-s. 1969. V. Masing (toim.). Tartu, 54 lk.
- Loodus kutsub /fotoalbum/. 1969. E. Varep (toim.). Eesti Raamat, Tallinn, 170 lk.
- Looduskaitsele kasvatustöö organiseerimisest pioneerilaagrites. 1969. A. Valsiner (koost.). Tallinn, 12 lk.
- Kool ja looduskaitse. 1970. A. Valsiner (toim.). Tartu, 68 lk.
- Kodumaiste taimede kasutamisest haljastamisel. 1970. M. Margus (toim.). Tartu, 72 lk.
- Looduskaitse ja teaduslik uurimistöö. 1972. O. Renno (toim.). Tartu, 108 lk.
- Man and Environment. 1973. E. Kumari (editor). Valgus, Tallinn, 71 lk.
- Looduskaitse /käsiraamat/. 1973. E. Kumari (koost.). Valgus, Tallinn, 836 lk.
- Eesti loodusharulduste kaitseks. 1975. O. Renno (toim.). Valgus, Tallinn, 224 lk.
- Eesti NSV maapõue kaitsest. 1976. H. Viiding (toim.). Valgus, Tallinn, 190 lk.
- Põhjavee kasutamisest ja kaitsest Eesti NSV-s. 1978. Ü. Heinsalu (toim.). Tallinn, 125 lk.
- Eesti NSV pinnavee kasutamine ja kaitse. 1980. A. Mäemets (toim.). Valgus, Tallinn, 156 lk.
- Atmosfääriõhu kaitsest Eesti NSV-s. Artiklikogumik. Käsikiri TA Looduskaitse Komisjonis. 1982. P. Luiga (toim.). Tartu, 118 lk.
- Eesti NSV rannikumere kaitse. 1982. A. Järvekülg (toim.). Valgus, Tallinn, 116 lk.
- Punane raamat. Eesti NSV-s kaitstavaid taime- ja loomaliike. 1982. E. Kumari (toim.). Valgus, Tallinn, 48 lk.
- Looduskaitse ja puhkus. 1983. E. Varep (toim.). Valgus, Tallinn, 128 lk.
- Looduskaitse õiguslik reguleerimine. 1984. V. Raudsalu (toim.). Eesti Raamat (rotaprint), Tallinn, 159 lk.
- Looduskaitse ja põllumajandus. 1984. I. Randalu (toim.). Tartu, 84 lk.
- Gustav Vilbaste juubeliüritused (voldik). 1985. V. Hang (koost.). Tartu, 6 lk.
- Eerik Kumari 75. sünniaastapäevaks (voldik). 1987. V. Hang (koost.). Tartu, 6 lk.
- Taimeriigi kaitsest Eesti NSV-s. 1988. L.-M. Laasimer (toim.). Valgus, Tallinn, 145 lk.
- Herbert Viidingu 60. sünniaastapäevaks (voldik). 1989. V. Hang ja Ü. Heinsalu (koost.). Tartu, 6 lk.
- Looduskaitse ja ökoloogiline kasvatus Eestis. 1990. V. Masing (toim.). Eesti TA rotaprint. Tallinn, 132 lk.
- Endel Varepi 75. sünniaastapäevaks (voldik). 1990. V. Hang (koost.). Tartu, 6 lk.
- Lahkme-Eesti looduskasutus ja -kaitse. 1991. Ü. Heinsalu ja A. Mäemets (toim.). Eesti TA rotaprint. Tallinn, 48 lk.
- Loomariigi kaitsest Eesti NSV-s /pühendatud prof. dr. Eerik Kumari (1912–1984) mälestusele/. 1992. V. Lilleleht (toim.). Valgus, Tallinn, 232 lk.
- Mullakaitse probleeme Eestis. 1992. L. Reintam (toim.). Valgus (rotaprint), Tallinn, 166 lk.
- Tööstustsivilisatsioon ja inimese tervis. 1992. H. Jänes (toim.). Tallinn, 124 lk.
- Eesti metsade kaitse ja kasutamine. 1992. A. Örd (toim.), Eesti TA rota-print, Tallinn, 124 lk.
- Eesti jõgede ja järvede seisund ning kaitse. 1994. A. Järvekülg (toim.). Teaduste Akadeemia Kirjastus, Tallinn, 242 lk.



- Mets ja inimene /pühendatud dotsent Lembit Muiste 23. IV 1921–10. XI 1994 mälestusele/. L. Muiste ja P. Muiste (toim.). Teaduste Akadeemia Kirjastus, Tartu–Tallinn, 136 lk.
- Eesti looduse mitmekesisus ja selle kaitse. 1998. Vilju Lilleleht (toim.). Teaduste Akadeemia Kirjastus, Tartu–Tallinn, 128 lk.
- Eesti punane raamat. Ohustatud seened, taimed ja loomad. 1998. Vilju Lilleleht (koost. ja toim.). Tartu, 150 lk.
- Linnade haljastud ja nende kaitse. 2001. Heiki Tamm (toim.). Teaduste Akadeemia Kirjastus, Tartu–Tallinn, 142 lk.
- Jäätmed ja loodushoid. 2002. Aleksander Maastik (toim.). Teaduste Akadeemia Kirjastus, Tartu–Tallinn, 118 lk.
- Eluta loodusmälestiste uurimine ja kaitse. 2003. Enn Pirrus (toim.). Teaduste Akadeemia Kirjastus, Tartu–Tallinn, 136 lk.

**PUBLICATIONS OF THE COMMISSION FOR NATURE
CONSERVATION OF THE ESTONIAN ACADEMY OF
SCIENCES 1955–2003**

Vaike Hang

Summary

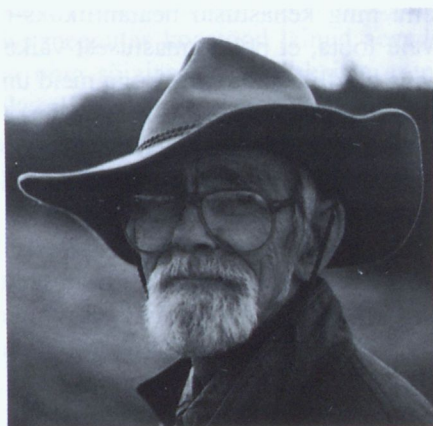
During the nearly 50 years of existence the Commission for Nature Conservation of the Estonian Academy of Sciences has published forty-six collections of various articles and handbooks. In the bibliography added the items are given in chronological order.

EERIK KUMARI LOODUSKAITSEPREEMIA LAUREAATE

Vaike Hang

EPMÜ Zooloogia ja Botaanika Instituut

Eesti Keskkonnaministeerium annab alates 1989. aastast välja möödunud sajandi tuntud loodusteadlase ja looduskaitsetegelase Eerik Kumari (1912–1984) nimelist looduskaitsepreemiat. Seni juba 15. korda ja autasu saanud on 19 (neljal aastal on preemia saajaid olnud kaks). Tema nimelise looduskaitsepreemia laureaatideks valitakse looduskaitsetegelased, kes oma tööd on teinud niisama põhimõttelekindlalt ja eetilisel nagu E. Kumari ning on oma tegevusega aidanud tõsta rahva ökoloogilist haritust. Laureaatide looduskaitse tegevust on tutvustatud Teaduste Akadeemia Looduskaitse Komisjoni artiklikogumikes. Igal aastal on neid õnnitlenud ajakiri “Eesti Loodus”. Seekord kahel viimasel aastal Eesti tähtsaima looduskaitsepreemia laureaatidest Edgar Valterist ja Jaan Eilartist.



Edgar Valter

E. Kumari preemia laureaadiks 2002. aastal valiti kunstnik ja lastekirjanik – pokuraamatute autor **Edgar Valter** (sünd. 1929 Tallinnas). Paremat kokkukõla pole olemas kui selle aasta looduskaitsekuu teema “Laps ja loodus” ning looduskaitsepreemia saaja Edgar Valter. Ta on tuntud lasteraamatute illustraator, maalikunstnik, loonud vabagraafikat, eksliibriseid, plakateid. Tema humoristlikke karikatuure on ilmunud paljudes ajakirjades ja ajalehte-

des. 1994 ilmus esimene autoriraamat "Pokuraamat", seejärel õpetlikud "Kuidas õppida vaatama" ja "Pokuaabiks". Ta on jõudnud trükkis avaldada omakirjutatud ja joonistatud raamatuid terve tosina.

Igal aastal antakse E. Kumari preemia vastvalitud laureaadile üle meie looduskaitsekuu (12. mai – 5. juuni) lõpetamise päeval s.o. rahvusvahelisel keskkonnapäeval 5. juunil. Nii ka seekord. Keskkonnaministeeriumis toimunud pidulikul ja päikesepaistelisel aktusel olid vaadata E. Valteri pokuraamatud, laste joonistused ja ka E. Kumari elu- ja tegevust tutvustav näitus. Esinesid Tartu Poku lasteaia lapsed meeleolukates päris-pokude riietuses. Kahju, et E. Valter ise aktusel ei saanud osaleda.

Aktusel oli meeldiv kuulata kõnet Valterist, mille pidas E. Kumari preemia 2001. aasta laureaata ajakirja "Eesti Looduse" kauaaegne toimetaja Ann Marvet. Ta avas täielikult Valteri missiooni olemuse. Kõige tähtsama on A. Marvet kokku võtnud oma kirjas Keskkonnaministeeriumile: ... "Oleme palju rääkinud vajadusest kujundada lastes loodushoidlikkust, Edgar Valter on juba suure töö ära teinud. Ta on avanud laste silmad kõige tavalisemale, sageli tähelepanematule loodusele. "Pokuraamat" üllatas meeldivalt: muidu nii põlatud soomättad ärkasid ellu ning kehastusid heatahtlikuks-rõõmsameelseks pokurahvaks. Jääb vaid loota, et pokuarmastusest väikeses hinges kasvab koos selle kandjaga hoidlik suhtumine kogu meid ümbritsevasse loodusesse. Olen veendunud, et Edgar Valteri raamatutest vaimustunud põlvkond suhtub praegusest märksa kriitilisemalt nii soode kuivendamisse kui ka muusse looduse ümberkujundamisse ega ole valmis loodusväärtusi esimesel võimalusel raha vastu vahetama."...

Ann Marvet oli ka saadikuks, kes E. Kumari preemia dokumendid ja nende juurde kuuluva TA Looduskaitse Komisjoni kingituse (E. Kumari bibliograafia ja fotoportree) E. Valterile koju kätte toimetas.

2003. aasta E. Kumari preemia laureaadiks on taimegeograaf, maastikuökoloog, kultuuriloolane ja tuntud looduskaitsetegelane **Jaan Eilart** (sünd. 1933). Ta on töötanud Zooloogia ja Botaanika Instituudis, olnud Teaduste Akadeemia Looduskaitse Komisjoni teadussekretär. Asutanud Tartu üliõpilaste looduskaitseringi (1958) ning olnud selle juhendaja aastakümneid. Olnud Eesti Looduskaitse Seltsi asutajaid ja esimees, praegune auesimees. Rajanud 1966 TRÜ looduskaitse ja kodu-uurimise kabineti, lugenud kõrgkoolides looduskaitse- ja kodu-uurimise aluseid. Esinenud lugematuid kordi õpetajate täienduskoolitustel, juhendanud õppematku ja loodusesõprade kogunemisi, mille eest on ta osavõtjailt kõvasti kiita saanud. Avaldanud monograafia "Pontiline ja pontosarmatiline element Eesti flooras" (1963). Eesti ja inglise keeles on temalt

ilmunud “Inimene, ökosüsteem ja kultuur” (1976), “Looduse õppe-
 rajad” (1986, koostaja ja autoreid)
 jt. Avaldanud 1000 ringis loodus-
 kaitsealaseid, kultuuri- ja kodu-
 uurimuslikke ning teaduslikke kir-
 jutisi. Talle on omistatud teenelise
 looduskaitseja aunimetus (1985) ja
 Valgetähe teenetemärgi III klass
 (1997).



Jaan Eilart

Jaan Eilartile looduskaitsepreemia üleandmisel meenutas kesk-
 konnaminister Villu Reiljan, kui
 kehvalt ta üliõpilaspõlves juubila-
 rile arvestusel vastanud (pole tead-
 nud, miks Rõuge järved nii süga-
 vad on) ja millise mulje see varane
 kohtumine temasse jättis. Värske
 laureaadi tegemistest kõneles pikemalt Looduskaitse Seltsi praegune
 esimees Juhan Telgmaa. J. Eilart ise meenutas koostööd läinud aegade
 looduskaitse- ja kultuuritegelastega ning sõjajärgse looduskaitse aren-
 guid meil ja mujal maailmas. Abiks oli tema raamatutest ja artiklitest
 näituseks seatud väljapanek. TA Looduskaitse Komisjoni esimees
 Urmas Tartes andis laureaadile kingituseks E. Kumari bibliograafia ja
 fotoportree. 2003. aastal valiti J. Eilart ka Eesti Kodu-uurimise Seltsi
 auliikmeks. Jaanipäeval sai ta 70 aastaseks.

Eerik Kumari looduskaitsepreemia laureaadid 1989–2003

1989	Fred Jüssi
1990	Aare Mäemets
1991	Rein Maran
1992	Viktor Masing
1993	Mari Reitalu
1994	Madis Aruja
1995	Ilse Rootsmäe
	Lemming Rootsmäe
1996	Linda Metsaorg
	Arvi Järvekülg

1997	Hella Kink Juhan Lepasaar
1998	Vaike Hang Anto Raukas
1999	Vilju Lilleleht
2000	Veljo Ranniku
2001	Ann Marvet
2002	Edgar Valter
2003	Jaan Eilart

EERIK KUMARI NATURE CONSERVATION PRIZE WINNERS

Vaike Hang

Summary

In 2002, the Eerik Kumari Nature Conservation Prize was awarded to Edgar Valter – painter, children’s writer and nature protector. In 2003, the prize was awarded to a plant and environment ecologist, culture historian and nature conservation promoter Jaan Eilart. Every year the prize is declared and handed over on 5 June, the Environmental Day celebrated all over the world. The list of the Kumari Nature Conservation Prize winners from 1989 to 2003 is included.

BIOLOOGIADOKTOR ARVI JÄRVEKÜLG

27. XII 1929 – 4. XI 2002



Eesti tuntuim hüdrobioloog, kompromissitu looduskaitaja Arvi Järvekülg sündis Viljandimaal Kabala vallas. Õppis Villeveres ja Türil. TRÜ lõpetas zooloog-hüdrobioloogina 1954. aastal. Järgnes aspirantuur Zooloogia ja Botaanika Instituudis. Kodutalust kaasa saadud tööarmastus, tahtekindlus ja järjekindel uurijavaim tõid esimese teaduskraadi Eesti jõevähi uuringutest väga lühikese ajaga (bioloogiakandidaat, 1957). Järgmisel aastal ilmus monograafia “Jõevähk Eestis” ka raamatuna. Ilmunud on temalt üle 180 teadusliku töö, lisaks mitusada artiklit teatmeteostele. Koguteoses “Eesti järved” (1968) on temalt ülevaated vähi-

majandusest 150 suurema Eesti järve kohta. Koos Ivar Veldrega valmis populaarteaduslik raamat “Elu Läänemeres” (1963).

Aastatel 1963–1969 töötas Arvi Järvekülgi Tallinna mereihtioloogia laboris, kus uuris Läänemere põhjaloomastikku (doktoritöö, 1975) ja kujunes sel alal rahvusvaheliselt tunnustatud juhtivaks teadlaseks. 1979. aastal ilmus kapitaalne teos Läänemere idaosa põhjaloomastikust. Ta oli aastaid bioloogiaekspert Soome lahe kaitse küsimustes Läänemere uurimise rahvusvahelistes programmides. Arvi Järvekülgi (artiklis “Mõtisklusi merest”, 1974) on kirjutanud: ... “Elukutsest tingituna olen viibinud palju merel ja rännanud mererannikuil. Meri öeldakse olevat inimesele sama hea kaaslane kui tulelõke. Jõudehetkel mere ääres ei hakka kunagi igav. Üksinda merd vaadeldes laskud mõtisklustesse. Mõnikord lähevad mõtted nagu tahtmatult Läänemerele endale ja tema tulevikule. Need mõtted on aga mõnevõrra murelikud. Tekib midagi võla või süütunde taolist mere ees. Tõepoolest, inimene on mere suhtes tihti käitunud hoolimatult. Oleme harjunud temalt võtma kõike, mis meil tarvis, ja andma talle tagasi ainult seda, mis meile enestele ülearune ja koormav, küsimata, kas see on merele hea või halb”...

1969. aastal tuli Arvi Järvekülgi tagasi Zooloogia ja Botaanika Instituuti, kus töötas surmani, 2002. aasta sügislehtede langemiseni – novembrikuu esimeste päevadeni. ZBI-s on ta juhtinud merebioloogia sektorit, korraldanud kompleksseid hüdrobioloogilisi uurimistöid Eesti rannikumeres ja jõgedel. A. Järvekülje juhendatud jõgede uurimistöö võtab kokku tema koostatud ja toimetatud 750-leheküljeline monograafia “Eesti jõed” (2001). Professorina on ta lugenud TÜ-s üldise hüdrobioloogia, Läänemere ökoloogia, veekogude fauna ja looduskaitse kursusi.

Arvi Järvekülje teadustöö lahutamatuks osaks oli looduskaitse. Ta oli Eesti Teaduste Akadeemia Looduskaitse Komisjoni liige 1971. aastast ning Eerik Kumari järglasena juhtis komisjoni tööd 12 aastat (1984–1996). Osales looduskaitse seaduse eelnõu ettevalmistamisel ning Eesti punasesse raamatusse kantavate taime- ja loomaliikide nimekirjade ja E. Kumari-nimelise looduskaitsepreemia põhimääruse koostamisel. Viimase puhul leidis ta, et seda preemiat väärivad eelkõige need loodusteadlased, looduskaitsetegelased ja looduskaitseideede propageerijad, kes seda tööd on teinud aateliselt, põhimõttekindlalt, omakasupüüdmatult ja tulemuslikult, järginud seega E. Kumari eeskujuga ja aidanud tõsta inimeste ökoloogilist haritust. Just sellise inimesena pälvis Arvi Järvekülgi ka ise E. Kumari-nimelise looduskaitsepreemia 1996. aastal. Tema kui ausa, rahvuslikult meelestatud, kompromissitu ja erudeeritud tead-

lase tööd on korduvalt tunnustatud: K. E. v. Baeri preemia (1980), suur looduskaitsemärk (1988), Läänemere Tuleviku Kaitse Ahvenamaa Fondi auhind (1992), Valgetähe V klassi teenetemärk (2001). Lisaks pingsale teadustööle jõudis Arvi Järvekülg oma kodusse arhiivi koguda mitmetesse tuhandetesse ulatuva postkaardikogu ning selle suure põhjalikkusega maailma maade ja linnade kaupa süstematiseerida. Seda imetleti mõne aasta eest tema sünnipäevanäitusel Tartus Baeri majas.

ARVI JÄRVEKÜLG, DOCTOR OF BIOLOGY

27. 12. 1929 – 4. 11. 2002

Summary

Arvi Järvekülg was an internationally renowned hydrobiologist, author of several monographs and about two hundred scholarly papers. At Tartu University, Professor Arvi Järvekülg lectured on hydrobiology, ecology of the Baltic Sea, water fauna and nature conservation at Tartu University. Nature conservation was a very important aspect in his investigations. For twelve years he acted as the chairman of the Commission for Nature Conservation of the Estonian Academy of Sciences. Arvi Järvekülg was a winner of K. E. v. Baer Prize and Kumari Nature Conservation Prize and several other awards.

JÄRVEUURIJA AARE MÄEMETS

18. I 1929 – 24. XI 2002



Eesti teadlaskond kaotas 2002. aasta novembris teisegi rahvusvahelise tuntusega loodusteadlase, meie teenekaima järveurija ja -kaitsja, bioloogiakandidaat Aare Mäemetsa.

Aare Mäemets sündis Tallinnas vedurijuhi peres, õppis Tallinna 10. Keskkoolis. Lõpetas Tartu Ülikooli zooloogina 1954. aastal ning 1955. aastast alates on tema elu ja töö olnud seotud Zooloogia ja Botaanika Instituudiga (bioloogiakandidaat, 1961). Aare Mäemets oli Võrtsjärve limnoloogiajaama üks asutajaid ning Eesti järvede tüpologia ja kaitse aluste väljatöötaja. Tema uurimistöö hõlmas üle 700 Eesti järve. Temalt on ilmunud trükis 300 teaduslikku ja populaarteaduslikku tööd, sealhulgas monograafia “Eesti järved” (1968 – koostaja, toimetaja ja üks autoreid). Tuntud on mahukas populaarteaduslik raamat “Eesti NSV järved ja nende kaitse” (1977). Keegi ei oska kokku lugeda neid õpetajaid ja matkajuhte, kes on mööda Eestit rännanud, teejuhiks A. Mäe-

metsa raamat "Matk Eesti järvedele". Kindlasti on neid inimesi olnud väga palju, ega muidu oleks see raamat ilmunud neljas trükis (1969, 1974, 1977, 1989), trükiarvuks 20 000–25 000. Neljanda trüki eessõnas kurdab autor, et meie tavaline matkamees ei tunne kuigi hästi oma väikest sünnimaad, veelgi vähem ollakse tuttavad meie ilusate järvedega, ei osata neid õigesti hinnata.

Aare Mäemets oli ka tunnustatud loodusfotograaf, umbes 100 postkaardi autor. Tuntud on tema postkaardikomplektid Eesti järvedest, Eesti jõgedest, Viljandist või mujalt Lõuna-Eestist. Tema enda fotokogus on pilte üle 10 000. Ta oli ka sügava ajaloo huviga, tundis põhjalikult Vabadussõja ajalugu. Juhtis Rannu Muinsuskaitse Klubi tööd ja oli Soome "Vanamo" seltsi kirjavahetajaliige.

Aare Mäemets oli Teaduste Akadeemia Looduskaitse Komisjonis aktiivselt tegev alates 1971. aastast kuni tervise halvenemiseni 1998. aastal. Tegutses komisjoni asesimehena 27 aastat ning töö komisjonis oli talle väga südamelähedane. Ta tundis suurt rõõmu talle omistatud E. Kumari-nimelisest looduskaitsepreemiast (1990). A. Mäemets korraldas komisjoni ettekandepäevi, toimetas artiklikogumikke, pidas arvukaid ettekandeid järvekaitseteemadel, juhtis ekskursioone, esines õpetajate täienduskursustel jm. On üks punase raamatu autoreid.

Teadustöö ja loodushoiuideede järjekindel propageerimine trükisõnas tõi talle ridamisi tunnustusi: ENSV riikliku preemia (1972), K. E. v. Baeri medali (1984), suure looduskaitsemärgi (1988), Valgetähe teise järgu teeneteristi (2001).

Vaike Hang

AARE MÄEMETS – LIMNOLOGIST

18. 01. 1929–24. 11. 2002

Summary

Aare Mäemets, Cand.Sc., the most renowned Estonian limnologist and lake protector, also well known abroad, was the author of the typological classification and nature conservation principles of Estonian lakes. He investigated over 700 Estonian lakes and has published over 300 scientific and popular scientific papers. He is the compiler, editor and one of the authors of the book "Eesti järved" (Estonian lakes), 1968.

His book “Eesti NSV järved ja nende kaitse” (Lakes of the Estonian SSR and their protection), 1977, and “Matk Eesti järvedele” (A trip to Estonian lakes – four editions, the last in 1989) are also widely known. Aare Mäemets also took great interest in history and was a good nature photographer, the author of more than 100 postcards. He was the vice-chairman of the Commission for Nature Conservation of the Estonian Academy of Sciences for twenty-seven years.

Vaike Hang





ELUTA LOODUSMÄLESTISTE UURIMINE JA KAITSE

ELUTA LOODUSMÄLESTISTE UURIMINE JA KAITSE