

VII

ANTROPOGEENI GEOLOGIA

TALLINN 1961

VIIMASE MANDRIJÄÄ SERVAMOODUSTISTEST PANDIVERE KÕRGUSTIKUL

E. RÄHNI

Põhja-Eesti pinnakatte on kujundanud põhiliselt viimane mandrijää ja selle sulaveed. Nende tegevuse tagajärjel on kõnesoleval alal geomorfoloogiliselt kõige enam esile kerkinud oosid ja servamoodustised. Viimased on Pandivere kõrgustiku piirides kohati väga selgekujulised, klassikalised. Nende esialgne kuju on hästi säilinud, sest nendeni ei ole ulatunud Balti mere basseini jääajajärgsel ajal esinenud veekogude veed, ka oli jääajajärgne aeg liiga lühike, et nende kuju oleks võinud märkimisväärselt muudata teiste geoloogiliste protsesside mõjul.

Varasemad autorid (Hausen, 1913; Ramsay, 1929; Tammekann, 1940), käsitledes kõnesoleva ala servamoodustisi, on piirdunud vaid nende üldise napisõnalise kirjeldamise ning levikupildi esitamisega. Siinsete mandrijää pinnavormide leviku põhjal on nad püüdnud näidata ka liustiku taganemist. Nii on W. Ramsay (1929) vastaval kartogrammil näidatud Põhja-Eestist taganeva liustiku 8 servaasendit. Siinseid liustikulisi reljeefivorme on lühidalt, kuid komplekssemalt käsitlenud A. Öpik (1938). Ta kirjeldas Naistevälja seljaku sisemist ehitust, väites, et mandrijää on selle aluspõhjalise kõviku servale paisutanud.

Oosid on radiaalsed moodustised, mis oma pikliku kuju ja jääkriimudele rööpse asendiga tähistavad mandrijää liikumissuundi. Marginaalsed servamoodustised, mis asetsevad risti ooside suunale, peegeldavad liustiku serva pikemaid või lühemaid seisakuid liustiku taandumisel, ostsillatsioonid jm. Kõnesoleval alal ei ole oosid ja servamoodustised ühesuguse levikutiheduse ja reljeefisusega. Pandivere kõrgustiku keskosas (Neitla, Ebavere, Väike-Maarja jne.) on sagedased oosid, kuna marginaalsed servamoodustised kohati puuduvad. Kõrgustiku äärealadel võib paiguti täheldada aga vastupidist — valdavad on mitmesugused marginaalsed moodustised, kuna radiaalsed oosid on nõrgalt arenenud või piiratud levikuga.

Morfoloogilise ehituse ja teatud määral ka tekketingimuste erinevuse järgi jaotuvad Pandivere kõrgustiku servamoodustised järgmiselt: 1) kruusa-liivaväljad, 2) künklik reljeef, 3) madalad seljakud, 4) suured seljakud, 5) seljakuliste ja kuppeljate vormide kaarjad ahelikud, 6) mõhnastikud.

Esitatud klassifikatsiooni puhul ei tule sugugi arvata, et Pandivere kõrgustikul leidub ainult mainitud reljeefivorme. Nagu looduses ikka, nii esineb ka käesoleval juhul palju ebamääraseid ja üleminekulisi vorme ja vormide rühmi. Kohati muutub künklik reljeef peaaegu märkamatuks lainjaks või siis kruusa-liivaväljadeks jne. Künklik reljeef ei koosne ainult küngastest, vaid ka seljakutest, kuplitest jne. Nii radiaalsed kui ka marginaalsed oosid muutuvad kohati madalateks, katkendlikeks — ei saa vahet teha, kus lõpevad oosid ja algab künklik ala või mõhnastik.

Üldiselt on künklik reljeef ja madalad seljakud omased peamiselt kõrgustiku keskosale, kuna kõrgustiku äärealasid iseloomustavad seljakulised moodustised ja kruusa-liivaväljad.

Kruusa-liivaväljade ehituse lähemal vaatlemisel näeme, et neid ei saa võrrelda klassikaliste sanduritega Islandil. Nende pealispinnad ei alane seaduspäraselt, omaaegselt liustiku servast kaugenemisel, s. o. distaalses suunas, samuti ei ole nende pealispind liigestatud lehvikukujuliselt kulgevate sulavee uuristusjälgedega. See on ka loomulik, sest Pandivere kõrgustiku kruusa-liivaväljad on kujunenud jääpaisjärvedes, subakvaatselt. Seetõttu on nende pealispind kohati laudtasane või mõnel juhul liigestatud mitmesuguste termokarstiliste lohkedega. Pandivere kõrgustiku kruusa-liivaväljade kontuurid on ebamäärased ning setete paksus nende piirides küllaltki kõikum (1—10 m). Siinsete kruusa-liivaväljade ulatus ja kuju oleneb suurel määral vanemast reljeefist, mille ebatasasusi on täitnud liustiku sulavetest kuhjatud kruusad ja liivad. Kruusa-liivaväljad asuvad mõhnastike või künkliku reljeefi vahetus läheduses, olles viimastega ka seotud; eraldi asetsevaid kruusa-liivavälju on üldiselt vähe ja nad on pindalalt väikesed. Erandiks on Pandivere kõrgustiku põhjanõlva piiravad ulatuslikud sandurid (Suru, Viitna, Kemba, Sämi jne.), mis esinevad teistest servamoodustistest eraldi.

Pandivere kõrgustiku kruusa-liivaväljad koosnevad liustikujõgede väga mitmesuguse terasuurusega setetest. Jämedamad setted (veeristik, kruus) koosnevad üldiselt lubjakiviveeristest, peenemad (liivad) enamasti kvartsi-terakestest. Kruusa ja liivade kihilisus on valdavalt rõhtne (foto 1). Kuid esineb ka rõhtkihiliste kihikomplekside vaheldumist kald- või põimjas-kihiliste kihikompleksidega.

Nagu juba mainitud, ei koosne künklik reljeef ainult küngastest, vaid ka seljakulistest ja kuppeljatest pinnavormidest ning nendega seotud mitmesugustest lohkvormidest (foto 2). Suhtelised kõrgused on siin 1—5 m, mõnel juhul ka suuremad. Künkliku reljeefi proksimaalne ja distaalne piir on enamasti siirdeline — vormid muutuvad pidevalt madalamateks ja laugemateks ning künkliku reljeefiga ala asendub üleminekuliselt kruusa-liivaväljadega.

Künkliku reljeefiga alal levivad jääsulavee kruusad ja liivad ning moreen, kusjuures valdavad on jämedad, veeriste- ja munakaterikkad kruusad. Moreen ja liiv esineb enamasti pindmiselt, moreen ka kruusade lamamina. Täielikult moreenist koosnevaid pinnavorme on künklikus reljeefis harva. Künkliku reljeefi kruusad ja liivad on väga mitmesuguselt kihitatud. Lainjamatel aladel kohtame peamiselt rõhtkihilisi kruusasid. Rahutuma reljeefiga aladel on kihilisus üldiselt mitmekesisem ja vahelduvam. Siin esineb põimjas-, diagonaal- ja mitmesugust kaldkihilisust, isegi rikutud tekstuuriga ning moreeniga segatud kihikomplekse.

Madalate seljakute kivimiline koostis sarnaneb üldjoontes künkliku reljeefi siseehitusele. Erinevuseks on madalates seljakutes suurem räharikka, läbipesemata kruusa hulk.

Madalate seljakute levik on seotud tavaliselt künkliku reljeefi levikuga. Kohati seljakud n. ö. kasvavad välja künklikust alast, piirates viimast tavaliselt distaalsest (Männikvälja) küljest.

Suured üksikud seljakud ja künnised koosnevad hästi läbipeetud ja sorditud liustiku-sulavete setetest (Hurtja, Sauevälja-Pühamäe, Pankase jne.), samuti tolmusest kihitamata kruusast (Varesemägi jne.) või üksikutel juhtudel ka moreenist (Võlumägi). Reljeefiga liigestatud seljakute ja künniste siseehitus on aga mitmekesisem — leidub rikutud lasumusega kruusakihite, moreeniläätsi, rändkivide külve jne. (Jäneda-Pruunakörve, Mardijüri jne.).



Foto 1. Rõhtkihilised liivad sanduris Sonda lähedal.

Autori foto.



Foto 2. Künklik reljeef Saksi lähedal.

Autori foto.



Autori foto.
Foto 3. Põimjaskihilised peened kruusad ühes Männikvälja—Pukametsa seljakus.



Autori foto.
Foto 4. Aastamoreen Kuivajõe—Männikvälja künklikul maastikul.

Seljakute ja kupliliste pinnavormide kaarjad ahelikud on sageli väga mitmesuguse kivimilise koostisega (Männikvälja—Pukametsa; foto 3). Sageli koosnevad nad aga kogu ulatuses ainult hästi läbipeetud ja kihitatud sulaveesetetest (Aegviidu—Paukjärve). Kaarjad servamoodustised ei koosne ainult seljakutest, vaid kohati ka kuplilistest ja lavajatest reljeefivormidest, mis vahelduvad mitmesuguste lohkvormidega. Paiguti jääb mulje, et on tegemist kitsa kaarekujulise mõhnastikuga (Jussjärve, Aegviidu lähedal). Mõnel juhul moodustavad kaare ainult kuplite read (Kiku Neeruti lähedal).

Marginaalse mõhnastiku morfoloogiline ehitus sarnaneb üldjoontes künkliku reljeefi morfoloogiale, kusjuures mõhnastike erinevuseks on üksikud selgepiirilised reljeefielemendid (kuplid, seljakud, lavad, sulglohud jne.). Samuti kõiguvad mõhnastikul kõrgusvahed palju suurema amplituudiga kui künklikul alal (paiguti üle 20 meetri). Pandivere kõrgustiku mõhnastikud koosnevad peamiselt liivadest, kruusa levik on teisejärguline. Üldiselt on sulaveed mõhnastike setteid paremini läbi pesnud ja sortinud kui künklikul alal. Reljeefsemateks marginaalseteks mõhnastikeks Pandivere kõrgustiku piirides on Punamäe ja Voose.

Kuigi Pandivere kõrgustiku suhtelised kõrgused on väikesed, võrreldes mägistega alade suhteliste kõrgustega, on tema reljeef jäävoolude liikumisele ja servamoodustiste ning ooside tekkele kohati suurt mõju avaldanud. Nii asuvad oosid vanades aluspõhjalistes vagumustes (Paunküla, Koeravere—Rakvere, Porkuni—Neeruti) või kallakulistel aladel (Roela—Mõdriku jne.). Reljeefsed servamoodustised paiknevad Pandivere kõrgustiku äärealadel (Aegviidu—Koitjärve, Kemba) või aluspõhjalistes nõgudes ja rahutu reljeefiga aladel (Hurtja, Mardijüri, Männikvälja—Pukametsa jne.). Kõigest sellest järeldame, et liustik, vähemalt oma hääbumise perioodil, pidi olema võrdlemisi õhuke. Õhukese jääga on seletatav ka väikeste kohalike jääkeelte edasitung ning erineva morfoloogilise ehitusega servamoodustiste levik. Paksust, massiivsest jääst moodustunud liustikuserva esinemise puhul oleksid siin kujunenud ühtlase kivimilise ehituse ja pideva levikuga suured servamoodustised, nagu Salpauselkad Soomes, Jaamankangas Karjalas jne.

Meie alalt taanduva mandrijää servast ettekujutuse loomisel ei tohi lasta end mõjutada Gröönimaa liustikujää servadest, mis saavad oma järskuse liustikujää murdumise tõttu liustike laskumisel merre. Arvatavasti oli Pandivere kõrgustikul ja üldse Põhja-Eestis hääbuva mandrijää serv palju laugem, kui tänapäeva mäestikuliustike soojal eesmaal sulavad servad. See võis aegamööda madalduda, eriti neil juhtudel, kui serva ees ei lainunud pidev sulaveekogu jääpaisjärve näol, nagu see esines Väike-Maarja ümbruses. Võib arvata, et liustiku jääne serv ei olnudki nähtav, kuna väljasulav sisemoreen kattis õhukest jääserva pidevalt pakseneva moreenikihiga. Näib ka, et liustiku sulaveed ei ole vaadeldavat ala märkimisväärselt uuristanud, sest siin puuduvad täiesti vastavad orud, välja arvatud vana aluspõhjaline vagumus Porkuni ürgoru näol. See aga tõstab üles küsimuse, kas ei valitsenud Pandivere ala vabanemisel mandrijääst siin ajuti suhteliselt sademetevaene kuiv kliima, millal jää ei hääbunud ainult sulamise, vaid ka kuivamise tõttu, nagu seda esile tõstetakse osaliselt Põhja-Saksamaa suhtes (Solger, 1935).

Eeldades, et Pandivere kõrgustiku künklikku reljeefi moodustavate kruusade-liivade lamamis esinevaks moreeniks on viimase jäätumise põhi-moreen, võib järeldada, et siinse glatsiaalse maastiku kujunemisel on viimase sõna öelnud liustiku sulaveed. Tavaliselt on liustiku sulavete kujundatud künklike kuhjevormide teket püütud seletada materjali välja-

sulamisega surnud jääst. Arvatakse (Gripp, 1929 jt.), et sulaveed voolasid osaliselt surnud jäätsoonide all kanalites ja kruusa-liivaväljad kujunesid osaliselt surnud jäätsoonide ees jääpankade vahel. Pandivere kõrgustiku keskosa künklikud alad ei moodustu aga ainult kaootilise asetusega kün-gastest, vaid ka kuplite kaarjaist kogumikest ning pidevatest seljakutest. Kuna viimased sisaldavad kohati ka moreenset materjali, siis pidid nad tekkima kindla jääserva ees. Pidev jääserv aga ei oleks saanud eksisteerida liustiku toitealast lahutatud, nn. surnud jääpankade puhul. Järelikult ei saa kõnesoleva ala glatsiaalse reljeefi teket seletada ainult surnud jää sulamisega. Samuti ei saa surnud jää sulamisega seletada kõiki kihirikkeid ning moreeni- ja liivalaikude esinemist kruusaküngastes. Tõenäoliselt on sinne glatsiaalmaastik tekkinud mitmes järgus vastavalt kliimatingimus-tele ja liustiku dünaamikale.

Kui künkliku reljeefi pinnavormid koosneksid kõik enam-vähem ühesu-gusest kivimmaterjalist — kruusast või liivast —, peaksime nende teket ette kujutama järgmiselt. Pärast moreeni settimist või ka settimise ajal, kui liustiku serv oli ebatasaseks ja õhukeseks sulanud, hakkasid eralduma ka üksikud jääpangad. Järgnes jää intensiivne sulamine, millest tingituna pääsesid hulgaliselt liikvele ablatsiooniveed, mis katsid kruusa ja liivaga kogu õhukese, ebatasase ja lõhelise jääserva ning ka jääservast eraldunud üksikud surnud jäätükid. Hiljem hakkasid setete alla mattunud jäätükid sulama ning tasasest kruusa-liivaväljast sai künklik ala. Siis aga muutus liustik ajuti aktiivseks ja liikus edasi, mille tõttu kujunes terviklik ja pidev jääserv. Jääserva ette kuhjus nüüd vallidena sulavete materjal. Nii näe-megi künkaid marginaalsete seljakutega (Kuivajõe-Männikvälja) vaheldu-vat. Künklikus reljeefis võime kohata ka moreenilaike, rändkivide külve ja väikesi kruusa-liivavälju ning nende all rikutud asendiga kruusakihte. Sel-lest järeldub, et kohati on liustik koguni künklikule alale peale tunginud. Tekib küsimus, kas liustik üle künkliku reljeefi liikudes viimast ei tasan-danud ja millist mõju avaldab liustik kobedatest setetest koosnevatele reljeefivormidele. Üldiselt võib öelda, et liustik hävitab varasemaid pinna-vorme ja setteid seda enam, mida väiksemad on need pinnavormid ja mida õhemad on vastavad setted, teisest küljest aga, mida paksem on liustikukate ja mida kestmamalt viimane üle vaadeldava ala liigub. Antud juhul on tegemist õhukese jää ja suhteliselt piiratud liikumisega, mis lubab oletada liustikujää vähest mõju varem kujunenud künkliku reljeefi pinnavormidele ja, nagu me seda näemegi, kihtide rikkumist paari meetri sügavuseni. Siin-kohal ei ole liigne meenutada ka näiteks H. Spethmanni (Spethmann, 1912) tähelepanekuid liustikujää serva kohta Vatnajökulis Islandis, kus liustik liikus üle otsamoreeni viimase kuju vigastamata.

Kui künkliku reljeefi üksikud pinnavormid koosnevad eriilmelistest sulaveesetetest (ühed kruusast, teised liivast) ja on hästi läbi pestud ning sorditud, võib arvata, et need kuplid ja kuhikud kujutavad endast väikesi deltasid. Nad kuhjusid liustiku serva ette kivimmaterjalidest, mida lius-tiku pinnalt ja lõhedest kandsid voolavad sulaveed. Võib eeldada, et lius-tiku servas esinesid võrdlemisi kindlad lõhestikud ning kuhjatavate setete lähtematerjal oli juba jääs teatud määral sorditud ja läbi pestud.

Eespool öeldu näitab, et künkliku reljeefi kujunemine on küllaltki tüsilik protsess, kusjuures olid tegevad kaks täiesti erinevat jõudu — liustikujää ja liustiku sulavesi; jää valmistas materjali ette ja transportis seda liustiku servani, sulavesi aga setitas selle jääserva ette fluvioglatsiaalsete setete ja pinnavormidena. Viimased kujunesid hiljem, mattunud jää sulades, ümber. Seejuures muutus varasem setete kihilisus osalt ka uuesti peale-tungiva jää tegevusel. Seega tõusis jää tegevus pärast setete kuhjumist kohati uuesti esiplaanile.

Laugemate, eriti täiesti tasaste kruusa-liivaväljade puhul, nagu Pandivere kõrgustiku põhjanõlval, ei ole servamoodustiste väliskuju ega siseehituse kujunemisel jää osatahtsus peale setete kuhjumise esile kerkinud ja seda sellepärast, et liustiku kruusa-liivaväljade tekkimise ajal oli jää väikese aktiivsusega ning tema serva ees eksisteeris juba püsiv sulaveekogu. Setetesse mattus siin vähe jäätükke (veevoolud kandsid need ära). Pealegi võisid mattuda ainult need jäätükid, mis sisaldasid palju kivimaterjali ning jäid seetõttu jääpaisjärve põhja. Seepärast leiame kruusa-liivaväljadel vaid üksikuid väikesi lohkvorme sõllike näol.

Suurte marginaalsete seljakute kujunemise puhul saavutasid tasakaalu liustikujää sulamine ja liustiku serva pealetung. Liustiku serv püsis ühel ja samal kohal, kuid liustik ise liikus: nii palju, kui jääd ära sulas, tuli teda toitealalt juurde. Arvestades pinnavormide suurust (Sauevälja, Hurtja jne. — suhteline kõrgus üle 10 m), pidi tasakaal liustiku servaalal valitsema võrdlemisi pikka aega, kusjuures liustik pidi sisaldama ka küllaldaselt kivimaterjali.

Põhiliselt samasugune stationsaarne iseloom oli liustiku serval ka suurte kuplite ja kuhikute kuhjumise ajal. Kui seljakute kujunemisel toimus settimine laial rindel jääserva ees, siis ümara põhijoonisega vormide puhul pidi see toimuma põhiliselt ühes punktis. Seega voolas sulavesi esimesel juhul liustiku serva ette kogu liustiku pinda mööda või tihedasti üksteise kõrval voolavate niredena, kuplite ja kuhikute puhul aga üht kindlat teed — arvatavasti lõhet mööda. Mõningate suurte seljakute puhul (näit. Mardijüri Uljaste järvest põhja pool) ei saa väita, et settimine oleks toimunud kogu aeg paigal seisva jääserva tingimustes. Ajuti on liustik servakuhjatisele peale tunginud, rikkudes varasemaid setete tekstuure ja osalt setteid isegi ära kandes. Pealetunginud jää sulamisel on hiljem kruusa-liivasetetele kuhjunud moreen, rändkivid, sulaveeliiv jne.

Veelgi enam on jääserv tegev olnud seljakuliste ja kuppeljate vormide kaarjate ahelike kujunemisel (Männikvälja—Pukametsa). Juba nende omapärane kaarjas kulg kõneleb aktiivse liustiku olemasolust (vt. joon. 1). Kui mõnede vallide kohta (Kuivajõe, Vatku jne.) võib öelda, et nad on nn. aastamoreenid (foto 4), siis kaarjate ahelike tekkimi-



Joon. 1. Mandrijää serva asend Männikvälja—Pukametsa servamoodustiste teise kaare kujunemisel. 1 — markantsemad servamoodustised, 2 — kruus-liiv, 3 — mandrijää serv, 4 — tähtsamad sulavee vooluteed.

seks ei piisa kaugeltki ühest aastast, vaid nende kujunemine on kindlasti kestnud aastakümneid.

Männikvälja—Pukametsa servamoodustiste kujunemisest lähema ülevaate saamiseks peame heitma pilgu kogu ala arengule. Vaadeldaval alal

levivad viirsavid. Pärast viirsavide settimist tungis liustik uuesti kõnesolevale alale, rikkudes viirsavide tekstuuri (Pölula karjäär). Sulaveed kandsid ebamäärase liustikuserva ette liiva ja kruusa, mis mattis enda alla poole Aravuse voorest. Hiljem kujunes välja kindlama asendiga liustikuserv Sae lava ja veelgi hiljem Männikvälja—Savi seljaku kohal. Liustiku idapoolsem osa, mis jäi Kunda ürgorgu, õigemini Kunda—Avakuse aluspõhjalisse vagumusse, tungis uuesti mõnevõrra edasi, jäädes siis visalt püsima Männikvälja—Nikri—Pukametsa joonel. Selle aja jooksul kuhjasid sulaveed liustiku serva ette seljakuid, lavajaid seljakuid, kupleid jm. Enne taganemist valgusid jäämassid veel kord mainitud vormidele kohati peale, jättes endast maha suurte rändkividega moreeni. Põhiliselt samalaadse tekke ja reljeefivormidega on ka järgmine servamoodustiste kaar. Liustiku järgneval taganemisel tekkis kaarjate servamoodustiste ja liustiku serva vahele kohalik jääpaisjärv, mis murdis läbi Nikri—Nõva ja Nikri—Rihula kohal olevatest servamoodustistest. Mainitud uurdeorgu kasutavad ka tänapäeva jõed, kuid vastupidise voolusuunaga.

Kirjeldatud Männikvälja—Pukametsa servamoodustistega sarnanevad ka Aegviidu—Paukjärve servamoodustiste kompleksid, ainult selle vahega, et seal esinenud jääpaisjärvest väljavoolanud veed ei kujundanud uurdeorge.

Võrreldes eespool kirjeldatud kaarjate servamoodustiste üksikuid reljeefielemente Taganurga ja Punamäe mõhnastiku pinnavormidega, näeme, et nad on peaaegu täiesti sarnased nii pinnamoe kui setete iseloomu poolest. Mõhnastiku erinevuseks on vaid see, et pinnavormid ei asetse korrapäraselt reas, vaid enamasti korrapäratult. Samuti leidub mõhnastikul suhteliselt rohkem termokarstilisi pinnavorme ning sellest tulenevaid kihilisuse rikkeid. Kõike seda arvestades võib järeldada, et ka mõhnastik oli kujunemise ajal piiratud suhteliselt püsivate jäämassidega, millede dünaamika ei ole aga nii selge nagu kaarjate servakuhjatiste puhul.

*Eesti NSV Teaduste Akadeemia
Geoloogia Instituut*

KIRJANDUS

- Gripp, K., 1929. Glaziologische und geologische Ergebnisse der Hamburgischen Spitzbergen-Expedition 1927. *Ahh. d. Vat. Ver. Hamburg*, Bd. 22.
- Hausen, H., 1913. Über die Entwicklung der Oberflächenformen in den russischen Ostseeländern und angrenzenden Gouvernements in der Quartärzeit. *Fennia* 34,3.
- Ramsay, W., 1929. Niveauverschiebungen, eisgestaute Seen und Rezession des Inlandsees in Estland. *Fennia* 52,2.
- Solger, F., 1935. Die Entstehung der nordost-deutschen Bodenformen während der Eiszeit. *Deutsche Urzeit*. Bd. III.
- Spethmann, H., 1912. Forschungen am Vatnajökull auf Island und Studien über seine Bedeutung für die Vergletscherung Norddeutschlands. *Zeitschr. d. Ges. Erdkunde*. Bd. 1.
- Tammekann, A., 1940. Mannerjää viimane retsessioon ja otsmoreenid. Ettekannete kokkuvõtted (4. Eesti loodusteadlaste päev 18. ja 19. märtsil 1940. a. Tartus). Eesti NSV Teaduste Akadeemia juures asuva Loodusuurijate Seltsi kirjastus. Tartu.
- Öpik, A., 1937. Porkuni-Tamsalu ümbruse geoloogiast. «Eesti Loodus», V, nr. 5.

О КРАЕВЫХ ОБРАЗОВАНИЯХ ПОСЛЕДНЕГО ОЛЕДЕНЕНИЯ НА ПАНДИВЕРЕСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

Э. РЯХНИ

Резюме

На основе морфологии и в известной мере различных условий образования краевые образования на Пандивереской возвышенности подразделяются на 1) гравийно-песчаные поля, 2) холмистый рельеф, 3) низкие (высотой в несколько метров) гряды, 4) большие гряды (высота более 10 м), 5) дугообразные цепи гряд и холмов, 6) камы. Между всеми названными формами рельефа имеются многочисленные переходы.

Краевые образования Пандивереской возвышенности состоят главным образом из водно-ледниковых гравия и песка.

Сравнительно ровный рельеф и спокойный характер слоистости (фото 1) гравийно-песчаных полей показывают, что они образовались в условиях приледниковых озер на широком фронте перед краем ледника.

Холмистый рельеф образовался перед маломощным, часто трудно прослеживаемым краем ледника. Местами на формирование холмистого рельефа большое влияние оказывало последующее таяние погребенных льдин (фото 2). О временном наступлении ледника на уже сформировавшийся холмистый рельеф говорят нарушения текстуры более ранних отложений этого рельефа и встречаемость морены в пределах холмистого рельефа. На активность края ледника указывают и маргинальные цепи низких гряд, из которых отдельные, вероятно, являются так называемыми годовыми моренами (Куйвайыэ, фото 4).

Большие гряды образовались во время более длительной остановки края ледника. Талые воды выносили из ледника гравий и песок, отлагая их перед краем ледника.

Во время образования дугообразных цепей гряд и холмов (фото 3, Аэвйиду—Паукярве, Мянниквяля—Пукаметса и др.) ледниковый язык стоял длительное время на одном месте, имея при этом сравнительно большую мощность. Параллельное расположение дугообразных цепей (рис. 1) наиболее ясно отражает ритмическое отступление ледника с Пандивереской возвышенности.

Поскольку по форме рельефа камы морфологически в общих чертах сходны с грядами, холмами, плато и другими дугообразными краевыми образованиями, то следует полагать, что условия образования камов были в общих чертах такими же, но с той лишь разницей, что край ледника не подвергался таким ритмичным колебаниям, как при отложении дугообразных краевых образований.

*Институт геологии
Академии наук Эстонской ССР*

ÜBER DIE RANDBILDUNGEN DES LETZTEN INLANDEISES AUF DEM HÖHENGEBIET VON PANDIVERE

E. RÄHNI

Zusammenfassung

Der verschiedenen morphologischen Struktur und in einem gewissen Grad auch den unterschiedlichen Entstehungsbedingungen nach können die Randbildungen auf dem Höhegebiete von Pandivere wie folgt eingeteilt werden: 1. Sand- und Schotterfelder; 2. hügeliges Relief; 3. niedrige, nur einige Meter hohe Rücken; 4. grössere Rücken von einer Höhe über 10 m; 5. bogenförmige Gürtel der Rücken und Kuppeln; 6. Kames.

Alle diese Formen und Formengruppen weisen zahlreiche Übergänge auf. Die Randbildungen des Höhegebiets von Pandivere bestehen vornehmlich aus glazifluvialen Kies und Sand.

Das relativ ebene Relief der Sand- und Schotterfelder und der verhältnismässig ruhige Charakter der Schichtung (Abb. 1) bezeugen, dass sie sich in den Eisstauseen auf breiter Front vor dem Eisrand gebildet haben.

Das hügelige Relief hat sich allem Anschein nach vor einem dünnen, zerklüfteten Eisrand gebildet. Dabei hat das nachträgliche Schmelzen grösserer, in die glazifluvialen Ablagerungen begrabener Eisblöcke bei der Ausbildung des hügeligen Reliefs eine grosse Rolle gespielt (Abb. 2). Von zeitweiligem Vorstoss des Eisrandes gegen bereits gebildete Formen des hügeligen Reliefs geben Störungen in der Textur früherer Ablagerungen Zeugnis, sowie auch das Vorkommen der Moräne auf Kies und Sand. Für einen aktiven Eisrand sprechen auch marginale Gürtel niedriger Rücken, wovon einige wahrscheinlich sogenannte Jahresmoränen darstellen (Kuivajõe, Abb. 4).

Die grösseren Rücken haben sich während längerer Gleichgewichtsperioden des Eisrandes gebildet, indem die Schmelzwässer Schotter und Sand aus dem Gletscher herauswuschen und vor dem Eisrand ablagerten.

Bei der Bildung bogenförmiger Gürtel der Rücken und Kuppeln (Aegviidu—Paukjärve, Männikvälja—Pukametsa usw.; Abb. 3) verblieb die Gletscherzunge längere Zeit an derselben Stelle; dabei muss sie ziemlich dick gewesen sein. Die parallele Anordnung der bogenförmigen Gürtel (Fig. 1) widerspiegelt am besten das rhythmische Zurücktreten des schwindenden Gletschers.

Da die Reliefformen der Kames im allgemeinen den Rücken, Kuppeln und Plateaus der bogenförmigen Randbildungen ähnlich sind, so ist anzunehmen, dass auch die Entstehungsbedingungen der Kames ähnliche waren, doch mit dem Unterschied, dass die rhythmischen Schwankungen des Eisrandes bei der Bildung der Kames nicht so ausgesprochen waren, als bei der Entstehung der bogenförmigen Randbildungen.

*Institut für Geologie
der Akademie der Wissenschaften
der Estnischen SSR*