

Eesti NSV Teaduste Akadeemia
Geoloogia Instituut

A. A A L O E

Kaalijärve rühma meteoriidikraatri
nr. 5 uurimine

Direktor:

/K.Orviku/

ENSV Teaduste Akadeemia tegevliige

Geoloogia sektori

juhataja

/H.Palmre/

geol.-mineral.teaduste kandi-
daat

Tööde teostaja:

A. Aaloe

/A.Aaloe/

Noorem teaduslik töötaja,
geol.-mineral.teaduste kandi-
daat

SISUKORD

	lk
Sissejuhatus.....	3
Uurimistööde käik ja metoodika.....	6
Kraatri väliskuju ja ehitus.....	12
Täitematerjal.....	20
Meteoritraua leiud.....	26
Mõningaid küsimusi seoses kraatrite tekke- ga.....	33
Kaalijärve meteoriidikraatrite grupiprae- gune seisukord ja üldküsimusi.....	36
Kokkuvõte	41
Kasutatud kirjandus.....	44
Lisad.	

S I S S E J U H A T U S

Kaalijärve meteoriidikraatrite grupp, mis asub Saaremaal, Kingissepa rajoonis, Kingissepa linnast ca 20 km kirdes, Kaali külanõukogu piires, omab äärmiselt suurt teaduslikku väärtust. Esiteks on Kaalijärve kraatrid ainsad tuntud meteoriidikraatrid Euroopas ning tihedasti asustatud, kergesti juurdepääsetavas piirkonnas üldse. Teiseks osutuvad Kaalijärve meteoriidikraatrid paremini uurituks kogu maailmas, seda tänu I.REINWALDI töödele.

Kraatrid, õigemini küll peakraater, Kaali järv, tõmbasid endile teadlaste tähelepanu juba möödunud sajandi esimesel veerandil. Seda põhjustas esmajoones Kaali järve omapärane kuju. Järve tekke kohta on avaldatud kõige mitmekesisemaid arvamusi. Tekke põhjuseks loeti näiteks vulkaanilist tegevust - „maa-aluse tule eksplosiooni“ (I.W.L.LUCE 1827); gaasipurset, kusjuures järv oleks kujutanud endast maari (Wangenhein v. Qualen 1849, O.v. Lintsew 1919, C.Teichert 1927); karstilahtrit kas siis lubjakivides või tekkinud kipsi ehk kivisoola lahustumisel (E.Eichwald 1843, S.Kutorga 1853, Fr.Schmidt 1858, B.Doss 1909, J.Kark 1926, E.Kraus 1927); inimeste kätetööd muistse linnusena, kusjuures kaevu ülesandeid täitev looduslik järv oleks ümbritsetud kunstliku valliga (E.Eichwald 1854, Fr.Schmidt 1858). Meteoriiitset teket oletasid J.Kalkun 1922 ja A.Wegener (suusõnaliselt).

Nähtavasti karstistumishüpoteesist lähtudes tehti 1927.a. mäeinsener I.REINWALDILE Tööstus-Kaubandusministeeriumi poolt ülesandeks selgitada kivisoola või kipsimaardlate esinemise või-

malust Kaali piirkonnas ning koguda materjali kraatri tekkepõhjuse selgitamiseks. Rakendades rohkesti puurimist ja šurfiimist nii peakraatri kui ka „kuivjärvede“ nr. 1 ja 4 piires, samuti kogudes teisi andmeid, õnnestus I. REINWALDIL juba samal aastal küllalt põhjendatult otsustada, et kraatrid on meteoriiitse tekkega. I. REINWALD jätkas uurimistöid, mis kestsid 1939. aastani ning äratasid kogu maailmas suurt tähelepanu, edasi omal kulul, sest hoolimata tema mitmekordsetest avaldustest, ei leidnud kodanliku Eesti valitsus võimalust töid vähemalgi määral rahaliselt toetada. Sellest hoolimata olid nende tööde tulemuseks väga huvitavad andmed kraatrite ehitusest ja 1938.a. ka meteoriiitraua leid kraatritest nr. 2 ja 5. Seega oli lõplikult tõestatud kraatrite tekkimine meteoriiidi plahvatusel.

1954.a. asutati Eesti NSV Teaduste Akadeemia juurde Meteoriiitide komisjon, kes tõstis uuesti üles küsimuse Kaalijärve kraatrite uurimise jätkamisest. Seetõttu võeti TA Geoloogia Instituudi 1955.a. tööplaani teemana nr. 20 Kaalijärve meteoriiidikraatrite nr. 3 ja 5 uurimine. Kraater nr. 3 piires teostati vanema teadusliku töötaja E. POBULI poolt detailne magnetomeetriline mõõdistamine. Kraater nr. 5 juures nähti ette kaevamistööd kraatri morfoloogia selgitamiseks ja meteoriiidikildude otsimiseks. Need tööd tehti ülesandeks käesoleva aruande autorile ja n.t.t. (tollal aspirant) L. SARVELE.

Esitatud aruande eesmärgiks on anda kokkuvõtte 1955.a. suvel kraatris nr. 5 teostatud kaevamistöõde ja 1955.a. talvel toimunud kogutud materjali kameraalse läbitöötamise tulemustest. Kahtlemata oleks need tulemused võinud eriti väärtööde osas olla veel paremad, kuid tuleb arvestada asjaolu, et taolisi töid sooritati Eesti NSV TA Geoloogia Instituudis esmakordselt ning puudusid

igasugused kogemused, peale kirjanduslikest allikatest ammutatute. Siiski võimaldasid läbiviidud tööd tuua selgust nii mitmessegi küsimusse ning kohati andsid väärtuslikku materjali.

Siinkohal lubatagu mul avaldada suurimat tänu Geoloogia Instituudi direktorile, Eesti NSV Teaduste Akadeemia tegevliikmele prof. K. ORVIKULE, kelle poolt esutatud abi ning näpunäited osutusid töö käigus väga tulusateks.

UURIMISTÖÖDE KÄIK JA METOODIKA

Kaalis, kraater nr. 5 juures teostatud kaevamistööd osutusid esimesteks sellelaadseteks, mis on Eesti NSV Teaduste Akadeemia Geoloogia Instituudi töötajate poolt sooritatud. Kogemuste puudumise tõttu tuli töö metoodika suuremalt osalt kohapeal, töökäigus, välja selgitada. Seetõttu ei osutu kändlasti üleliigseks siinkohal nii töökäiku kui ka - metoodikat pikemalt käsitleda.

Nagu varemalt on mainitud, püstitati kaevamistöõdele järgmised eesmärgid: kraatri morfoloogia ja täitematerjali iseloomu selgitamine ning meteoriidikildude otsimine. Nende eesmärkide saavutamiseks otsustati risti läbi kraatri kaevata viimase aluspõhjaliste osadeni ulatuv kraav. Kraavi suunaks valiti, arvestades kohapealseid tingimusi nagu pöösastik, I. REINWALDI poolt 1937. a. suvel väljakaevatud materjali kuhi kraatri kagupervel jne., ligikaudselt NNW-SSO, haarates kraavi sisse ka I. REINWALDI šurfi aseme (vt. joon. 2).

Esimeseks tööks kujunes I. REINWALDI poolt kaevatud šurfi aseme puhastamine sisseloobitud prahist, rändrahnudest ja taimestikust (vt. foto 2). Väljakantud materjal, nagu edaspidinegi, sai toimetatud 1937. a. väljakaevatud materjali hunnikusse kraatri kagupervel. Edasi alustati šurfi keskosa süvendamist. Et kraatri põhja mitte rikkuda, jäeti esialgselt põhja peale 30-50 cm paksune lahtise materjali kiht, mis eemaldati alles siis, kui kaevamistööd olid kogu kraavi piires jõudmas lõppjärku. Järgne-

valt alustati, kasutades lähtekohana nimetatud šurfi, kraavi rajamist korraga nii NNW kui ka SSO suunas. Selleks tähistati esmalt pikettidega 1,5 m laiune siht, millelt kõrvaldati taimestik, muld ja kraatrisse uhitud materjal. Kaevamisel püüti kraavi seinamit hoida võimalikult vertikaalsena, sest nii selgus kõige paremini täitematerjali iseloom, eriti struktuur.

Täitematerjali kivisusest tingituna teostati kaevamist peamiselt väikeste raudkühvlite abil, väiksemad rahnud eraldati profiilist käsitsi, suuremad kangi abil. Lahtikaevatud materjal sorteeriti - suuremad rahnud transporditi kandraamiga väljakaevatud materjali hunnikusse, peenem materjal eraldati ning lasti võimaluste piires üks kuni paar päeva kuivada. Seejuures tuleb märkida, et materjali sorteerimisel tunti teravat puudust vähemalt ühest suurest puitraamile monteeritud sõelast, aukude diametriga 2-3 cm.

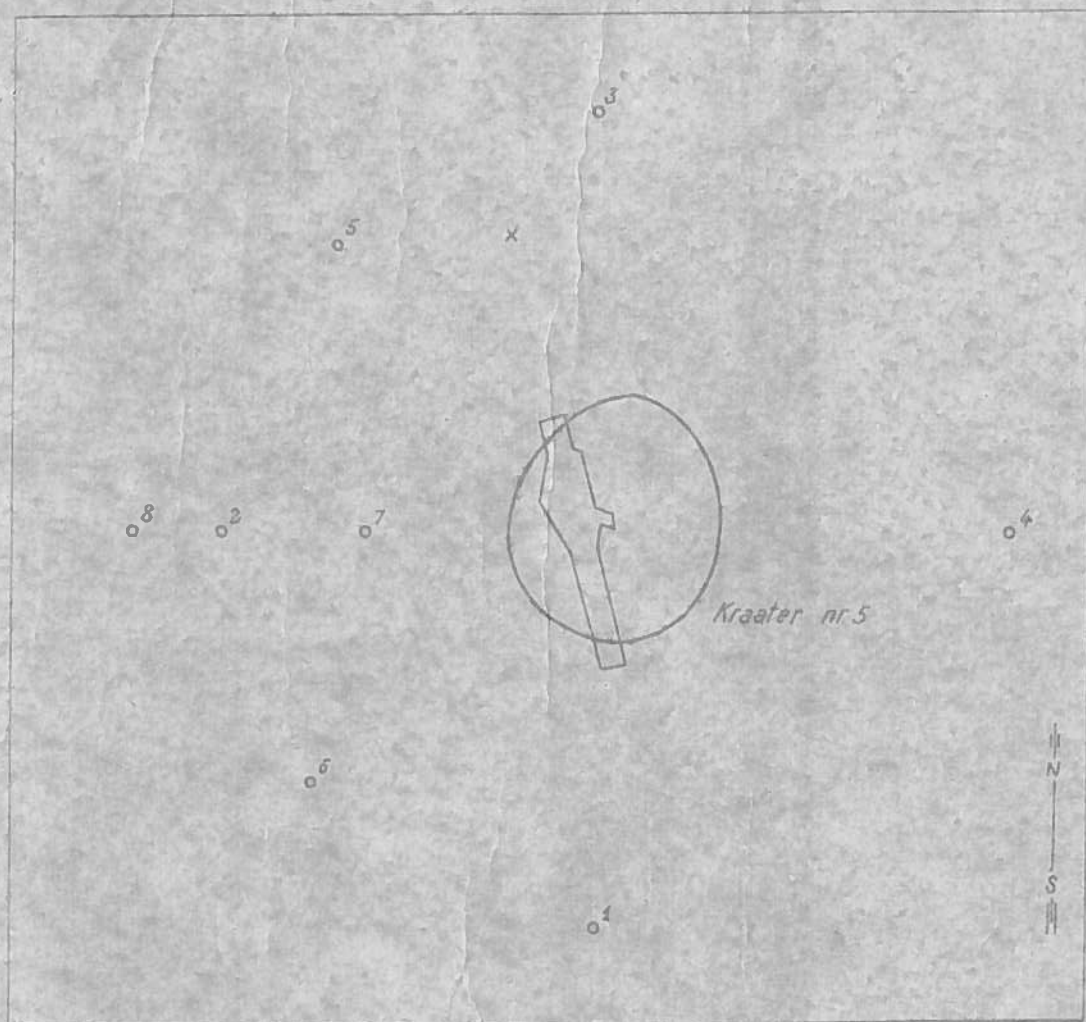
Meteoriidikildude otsimisele oli pidevalt rakendatud kaks, harvem kolm töölist. Neist üks täitis värske materjaliga puust kandikuid või tühjendas neid, teine korjas välja tigude kojad, sõetükikesed ning tugevajõulise hoburaudmagneti abil magnetilised osakesed. Peab ütlema, et magnetraua kasutamine meteoriidikildude otsimisel andis ootamatult efektiivse tulemuse. Nii korjati selle abil valdav osa materjalist, kuna palja silma abil leiti vaid seitse suuremat kildu. Pealegi tõi magnet välja ka kõige peenemad magnetilised osakesed, mis muidu oleksid jäänud märkamatuks. Et tööd kiirendada, laenati kohalikust 7.-kl. koolist veel paar hoburaudmagnetit, kuid need olid tunduvalt nõrgemad ning tõi välja vähem materjali. Näib, et edaspidi oleks tao-

listel töödel soovitav kasutada tugevat akumulaatori abil töötavat elektromagnetit, mis oleks spetsiaalselt kohandatud meteoriidikildude otsimiseks.

Tööde teisel perioodil, kus kraatrit läbistav kraav oli jõudnud juba ettenähtud pikkuseni, hakati teda süvendama, et jõuda kraatri põhjani. Süvendamist teostati peamiselt kühvli- te abil, et juhuslikult mitte rikkuda kraatri põhja. Eriti ettevaatlikult kaevati kraatri serva piirkonnas. Süvendamise tulemusena puhastati kraatri põhi kraavi ulatuses, osa põhja- poolsest servast ja meteoriidi löögijalg (vt. foto 7 ja 8). Viimase suhtes peab mainima, et kuigi I. REINWALD kuskil kraa- ter nr. 5 tekitanud meteoriidi löögijälje avastamist ei märgi, oli see siiski juba tema poolt 1937.a. lahti kaevatud ja pä- rast hoolikalt laudadega kaetud.

Katsed leida kraatri lõunapoolset aluspõhjalist serva jäid viljatuks, olgugi et kraavi pikendati ettenähtust 1,5 m võrra, jõudes plahvatusel puutumata põhimoreeniini. Kuigi vahepeal näis, et kaevamisel satuti juba üksikutele serva elementidele, osutusid need, nagu selgus välitöö viimastel päevadel, suurteks lahtisteks dolomiidirahnudeks (foto 10). Viimaste kõrvaldami- seks ei jatkunud enam aega.

Paralleelselt kaevamistöödega kraatris sai kaevatud kaheksa väikest - 50 x 50 x 50 cm - šurfi kraatri lähedusse (vt. joon.1), meteoriitse materjali esinemise tiheduse selgitamiseks kraatri lähemas ümbruses. Šurfid kaevati kultuurkihti, algul neli - kraatri servast 15 m kaugusel lõunas, läänes, põhjas ja idas. Kui selgus, et meteoriitne materjal on plahvatusel hajunud pea- miselt lääne suunas, kaevati veel neli šurfi - üks kraatri ser-



Joon. 1 . Kraater nr. 5 ja selle ümbrusse rajatud
surfide plaan.
Mõõt 1 : 400

Ristikesega on tähistatud loodimisel suvaliselt
20 m kõrguseks loetud algpunkt.

vast 7 m kaugusele, teine 20 m kaugusele läände ning 15 m kaugusele edelasse ja loodesse. Šurfidest väljakaevatud muld otsiti samuti magnetraua abil läbi ja eraldati magneetiline materjal.

Viimaseks tööks kraatri juures kujunes kraatri plaanistamine ning kõigi olulisemate detailide moodsustamine, joonistamine ja fotografeerimine, samuti kirjeldamine. Kraatri plaanistamine viidi läbi visiiriga varustatud taskukompassi ja mõõtlindi abil, seega väikese täpsusega. Kraatri plaan (joon.2) koostati algul moodsus 1:25, hiljem pantografeeriti 1:100. Ka üksikud detailid ja profiilid joonestati kohapeal moodsus 1:25 kuni 1:2, hiljem vähendati. Nurkade määramiseks kraatri serva ja meteoriidi löögijälje mõõtmisel kasutati mäekompassi. Täpsuste kõrgusvahede määramiseks kraatris kasutati nivelliiri, kus juures reeperi puudumise tõttu võeti kraatri NNW - servast 10 m kaugusel asetseva algpunkti (vt.joon.1) kõrguseks suvaliselt 20 m.

Välitööde viimasel päeval maeti lahtikaevatud ja puhastatud osa 40-50 cm paksuse mullakorraga, et kaitsta kraatri aluspõhjalist osa ilmastiku mõjude ja uudishimulike poolt tehtavate kahjustamiste eest.

Siinkohal võib tuua ka mõningaid arvulisi andmeid välitööde kohta.

Välitööst võttis pidevalt osa 7 inimest, 1 töötaja (L.SARV) viibis välitöödel ühe nädala. Kaevamistööd kraatris nr. 5 kestsid 15 tööpäeva. Kaevatud kraavi pikkus on ligi 14 m, laius 1,3-2,5 m, keskmine sügavus 2 m. Seega kaevati välja ligi 50 m³

materjali.

Kameraalse töö osas puhastati meteoriidikillud ettevaatlikult tolmukorrast ning kaaluti suuremad - 115 kildu - üksikult, ühe sajandiku grammi täpsusega.

Et eraldada peenemaid meteoriidikilde põhimoreenist pärinevast magnetiidist ja tolmust sõeluti nad ettevaatlikult käsisõelade abil fraktsioonidesse ning eraldati mitmekordse magnetrauaga separeerimise abil mittemagnetiline materjal magnetilisest.

Šurfiidest pärineva magnetilise materjali lähemal vaatlemisel avastati seal magnetiitkerakesed. Viimased korjati binokulaari all prepareerimisnõela abil välja. Suuremate magnetiitkerakeste eraldamisel osutus heaks abinõuks ka nõrgalt magnetiseeritud prepareerimisnõel.

Täitematerjali koostise selgitamiseks tehti kolm sõelanalüüsi, neist üks täitematerjali proovist kraatri keskosast, põhja lähedalt, teine profiili ülemisest osast. Kolmas sõelanalüüs tehti võrdluseks põhimoreenist. Kõigis fraktsioonides määrati lugemise abil protsentuaalne karbonaatsete kivimite sisaldus.

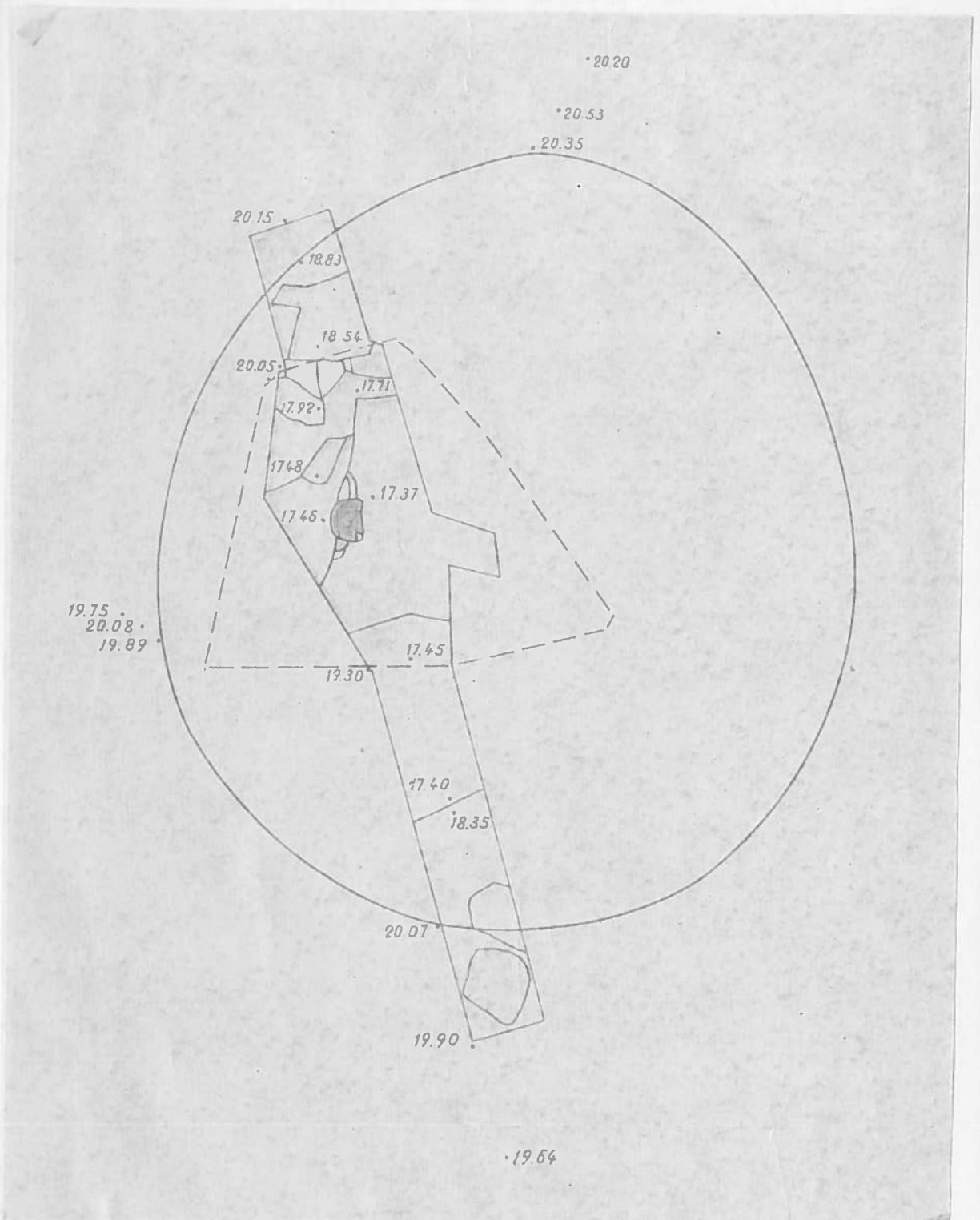
Lisaks nimetatule tehti mõningad õhikud kraatri täitematerjalist pärinevatest kaarma lademe dolomiidi tükkidest, et selgitada, kas on võimalik leida tunnuseid kivimi struktuuri muutmiseks põletamise või löögi tagajärjel. Esiailgu ei annud vaatlused ses suhtes positiivset resultaati.

KRAATRI VÄLISKUJU JA EHTUS

Kraater nr. 5 väliskuju oli eelnevate kaevamistega juba sedavõrd rikunud, et tema kindlakstegemine ilma pikemata osutus võrdlemisi raskeks. Nii asus kraatri läänepoolses, ilmselt ka kunagi sügavamas osas kunagise I.REINWALDI poolt kaevatud šurfi tugevasti kinnivarisenud kolmnurkne ase, servapikkustega 6 x 6 x 7 m. Šurfi aseme sügavus ulatus viimase keskosas ligikaudselt 1,4 meetrini. Kraatri kagupervele oli kuhjatud šurfist väljakaevatud materjal, mis kohati segas kraatri piirjoonte kindlakstegemist. Kraatri idapoolne osa on tihe- dalt kattunud sarapuu-pöösastega, harvemaid pöösaid leidub ka lääneküljel. Kuigi neist tulid mõningad kaevamistöõde käigus maha raiuda, segasid ülejäänud pöösad tunduval määral kraatri plaanistamist.

Võttes kokku I.REINWALDI ja autori poolt kogutud andmed, võib märkida, et kraater nr. 5 omas väliselt lameda kaussja kuju. Kraatri suurim sügavus on olnud 0,9 m. Tema piirjoon on ebakorrapärane, liginedes ellipsile, mille pikem telg (enam-vähem põhjalõuna suunaline) ulatub 13 meetrini, lühem telg 11,5 meetrini (vt. joon.2). Kohati võib jälgida katkendliku, maksimaalselt 1,2 m laiuse ja 0.35 m kõrguse ringvalli, pigem küll ringvalli sagemete esinemist kraatri pervel.

Välitööde kestel läbi kraatri kaevatud NNW-SSO suunaline kraav andis teatavaid andmeid ka kraatri ehituse kohta, kuigi ter-



Joon.2. Kraater nr. 5 ja sooritatud kaevamistööde
plaan. Mõõt 1 : 100 .
Katkendjoonega on tähistatud I.REINWALDI šurfi
ase, punasega meteoriidil löögijalg.

ve rida küsimusi jäi veel lahendamata.

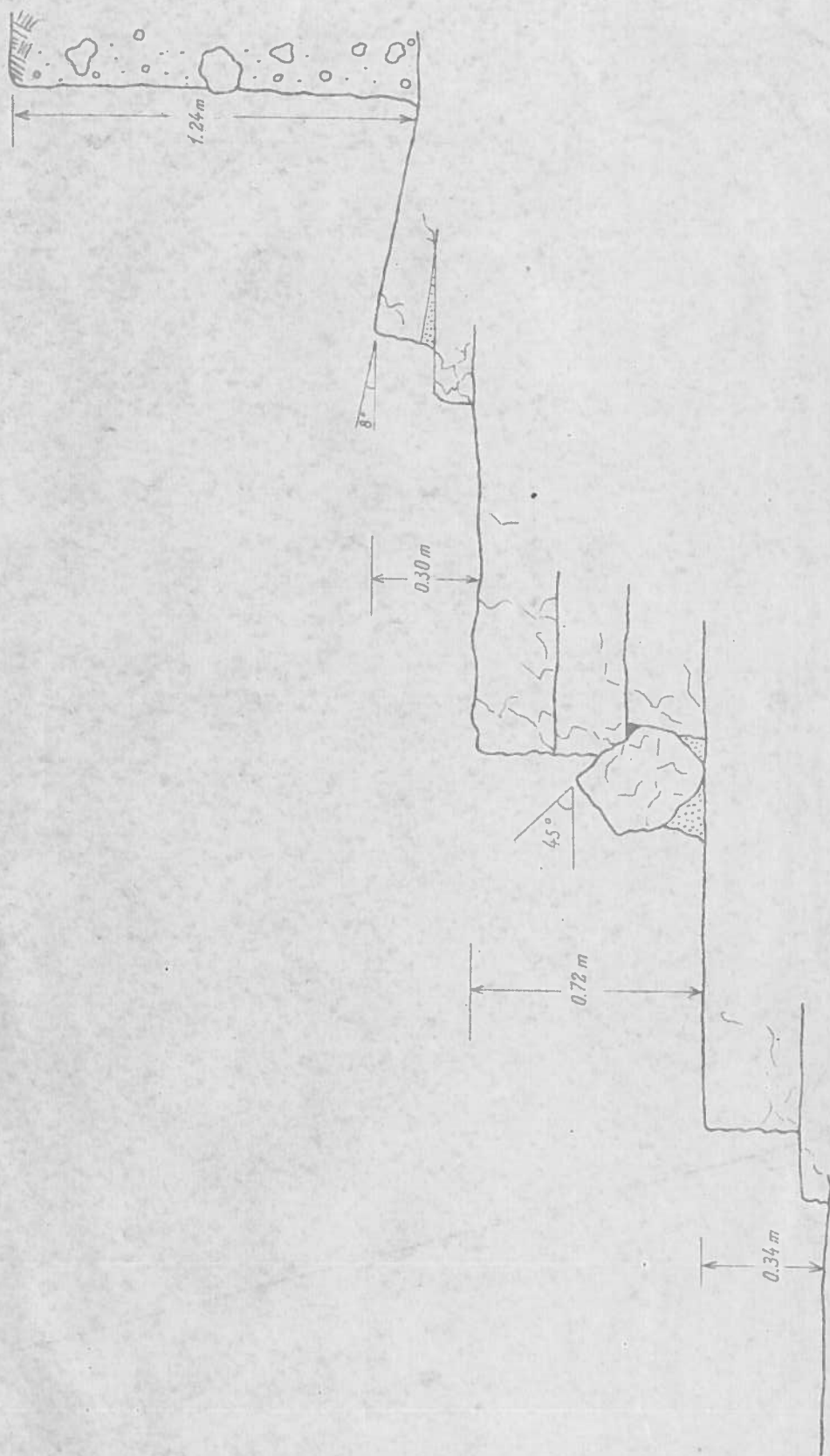
Kaevamistööl puhastati osa kraatri põhjapoolsest servast, põhjast ja meteoriidi löögijalg. Kogutud andmete järgi on kraater moodustunud vähemalt 1,2 m paksuses põhimoreenis ning selle all lamavates kaarma lademe paksukihilistes dolomiitides 1,5-1,6 m ulatuses. Seega on kraatri sügavus 2,7 - 2,8 m, kuid kuni arvestada sügavamaks punktiks meteoriidi löögijälje põhja, siis 3,0-3,1 m.

Kraatri põhjapoolses servas avanes järgnev pilt (joon.2 ja 3, foto 7): aluspõhja lainjas pealispind on siin 1,2-1,3 m sügavuses. Kraavi põhjatipus esineb pinnakattena 0,1 m paksuse mullakihi all eriti ülemises osas huumusesegane rohkesti kristalliinseid rändrahnede ja munakaid, seejuures ka kuni 30% dolomiidi rusu sisaldav põhimoreeni-laadne materjal. Dolomiidi rahnude sisaldus kasvab kiiresti profiili alumises osas, tõustes 50%-ni. Kirjeldatud materjali tuleks lugeda üleminekuliseks tüüpilise kraatri täitematerjali ja põhimoreeni vahel, mis asetsedes kraatri perifeerses osas jäi plahvatusel vähem segatuks.

Kraatri aluspõhjalise osa serv on kujunenud astmelisena. Võib eraldada põhiliselt kolm suuremat astet, mis omakorda kohati jagunevad väiksemateks.

Ülemist, 0.27 m kõrgusest astmest on ülemine pool peagu purustamata, esineb vaid nõrk lõhenemine. Osalt on ülemine kiht ülespoole painutatud kuni 8° ulatuses. Seevastu astme alumine osa on tugevasti purustatud ja lõhenenud.

Teine aste dolomiidis on kõige ulatuslikum, ca 0,72 m. Astme ülemine osa kuni 0.40 m ulatuses on suhteliselt purustamata,



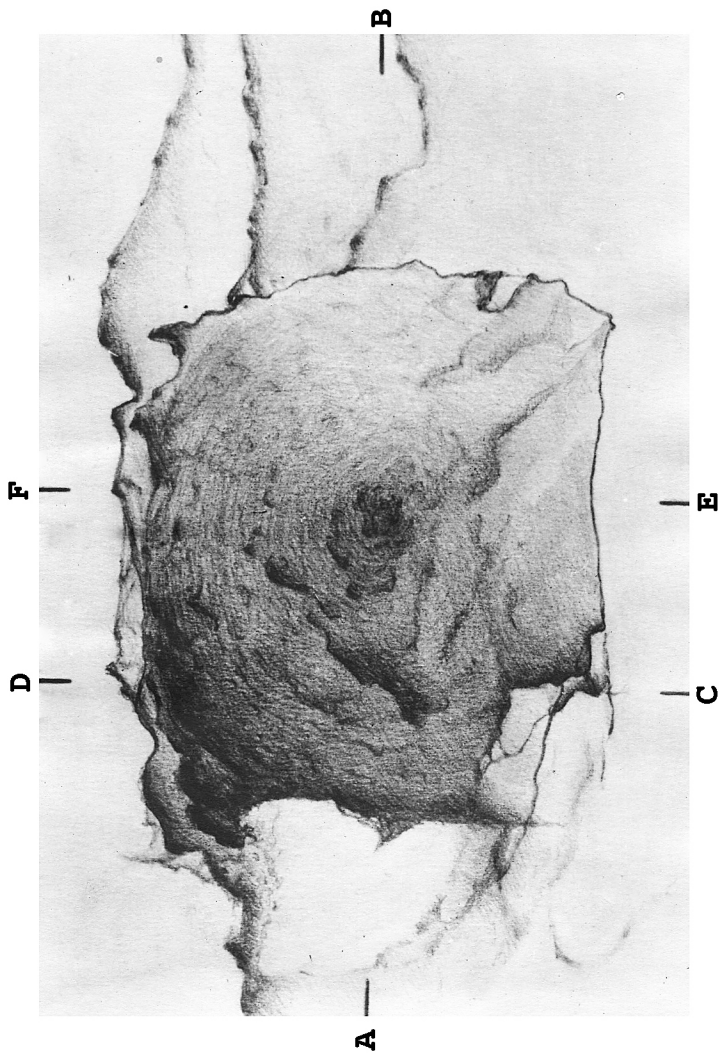
Joon. 3. Profiili kraaster nr. 5 põhjeseerast. Mõõt 1:20

ainult läbitud rohketest püstlõhedest. Astme keskmine osa koosneb tugevasti purustatud pealispinnaga dislotseeritud, osalt kuni 45° nurga all ülestõstetud ebakorrapärase kujuga dolomiidipankadest, mille all levib profiili valdavas osas peenendatud kuni jahustatud dolomiit.

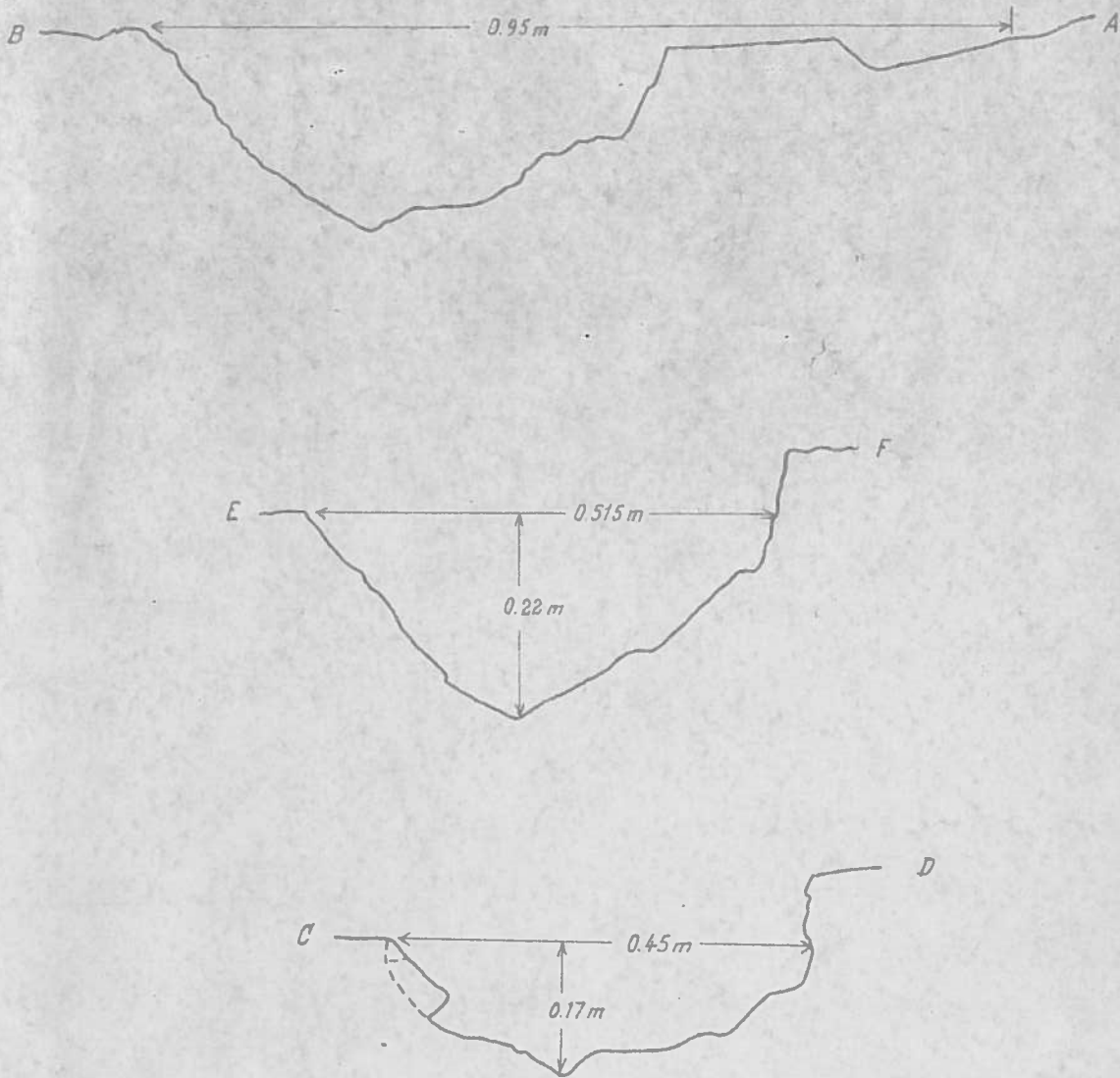
Madalama, kolmanda astme kõrgus on 0.34 m. Sellest ülemine 0.22 m suurune osa on suhteliselt tugev, vähe purustatud kiht, kuna alumine osa kraavi idapoolses osas on tugevasti lõhestatud. Seevastu kraavi läänepoolses osas moodustab astme alumine kiht kuni 0.09 m kõrguse NNO-SSW suunalise piki kraatri põhja kulgeva astme, mis riivab ka meteoriidi löögijälge selle läänepoolsel küljel (vt. foto 8, joon. 2).

Kraatri põhi selle kõige madalamas osas, meteoriidi löögijälje ümbruses, kujutab endast nõrgalt lainjat dolomiidi kihi pealispinda. Erilisi deformatsiooni ja põletamise tunnuseid, mida I. REINWALD on kirjeldanud kraater nr. 4 põhja puhul, ei leidu.

Meteoriidi löögijalg on plaaniliselt poolsõrjas lehtrikujuline süvend, mis asub ekstsentriliselt kraatri läänepoolses osas, ca 3 m kaugusel kraatri lääneservast. Jälje läbimõõt on põhja-lõuna suunas 60 cm, ida-lääne suunas 52 cm, sügavus 30 cm. Süvendi idakülg on suhteliselt sirge (joon. 4, foto 6 ja 9), keskmiselt 45° kallakuga tsentri suunas, olles ilmselt kujunenud kas piki lõhesid dolomiidis või dolomiidi lõhestumisel löögi puhul. Seevastu süvendi N-W-S külg läheneb kujult sepmendile kerapinnast, omades tugeva löögi, võib-olla ka põletuse tunnuseid. See osa löögijälje pinnast on tugevasti purustatud, lõhe-



Joon. 4. Skits meteoridi löögijäljest kraatrist
nr.5. Vaade ülevalt. Mõõt 1:8



Joon. 5. Kolm ristprofiili meteoriidi löögialjest
(vrd. joon. 4) Mõõt 1 : 8

nenud ja valdavas osas kaetud dolomiit-jahuga. Kahjuks oli meteoriidil löögijalg juba varemalt I.REINWALDI poolt lahti kaevatud. Seetõttu puuduvad andmed seda täitnud lahtise materjali ja selle asetuse kohta, mis ehk oleks andnud rohkem võimalusi löögi iseloomu selgitamiseks.

Lõuna suunas jätkub kraatri põhi puhastatud osa piires suhteliselt tasasena, tõustes ainult löögijäljest 1,5 m kaugusel mõne sentimeetri kõrguse astme võrra. Püüdes jõuda kraatri lõunaservani, satuti kaevamisel viimase piirkonnas 1,0-1,5 m sügavusel suurtele ilmselt lahtistele dolomiidirahnudele, mida aja puudusel enam ei suudetud kõrvaldada. Katsudes rahnudest kaevamisel mööduda, jõuti kraavi lõunapoolses otsas plahvatusest ilmselt puutumata põhimoreeniini. Kui oletada, et kraatri aluspõhjajaline serv on antud kohas maetud nende lahtiste rahnude alla (viimased arvatavasti ei kujuta emdist serva dislotseeritud osi), siis peaks aluspõhja pealispind asuma vähemalt 1,7-2,0 m sügavusel, seejärel vähemalt 0,5 m sügavamal kui kraatri põhjapoolses osas. Ilmselt on kraater tekkinud maetud nõrga aluspõhjalise astangu piirkonnas. See asjaolu võimaldab osaliselt ka selgitada teravat ebaühtlusmeetriat kraatri ehituses, nagu meteoriidil löögijälje ekstsentriilist asetust kraatris ning seda eriti kraatri serva suhtes (vt. oon.2).

TÄITEMATERJAL

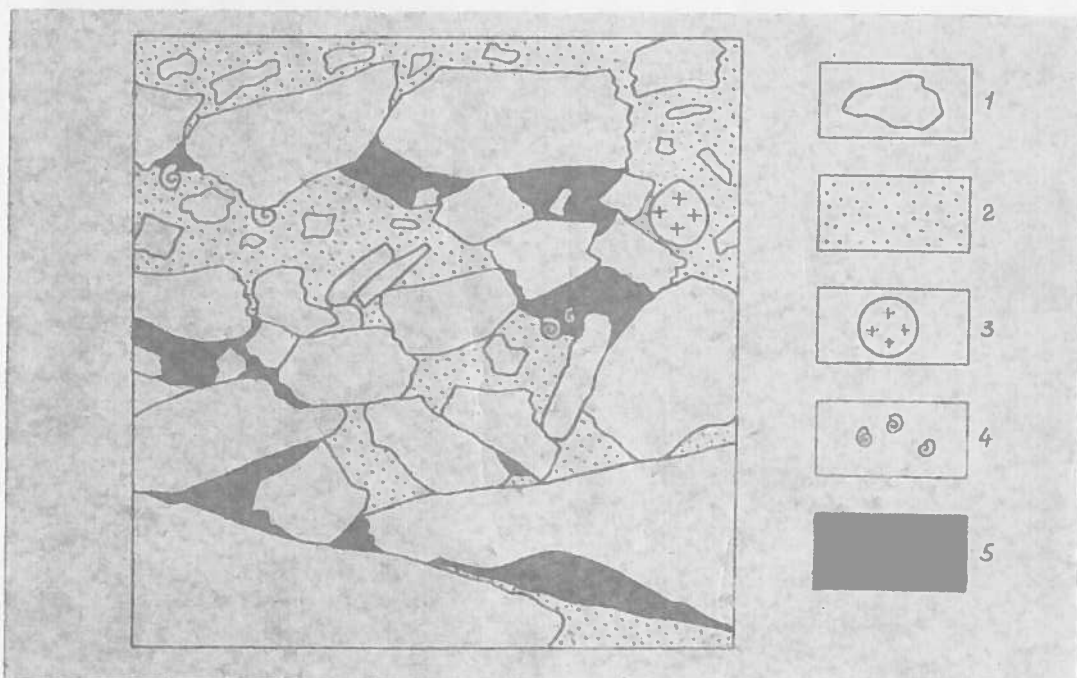
Kaalijärve meteoriiitkraatrite grupi kraatrid on kujunenud savikas põhimoreenis ja selle all lamavates Kaarma lademe paksukihilistes dolomiitides. Vastavalt täidab kraatreid omapärane, mõningal määral lokaalmoreeni meenutav materjal, mis on moodustunud plahvatusel purustatud dolomiidi mitmesuguse suurusega osade segunemisel põhimoreeni, huumuse ja mitmesuguste teiste osakestega.

Täitematerjalis leiduvad suuremad dolomiidirahnud ulatuvad läbimõõdus kuni 1 m. Dolomiidirahnud on ebakorrapärase kujuga, teravaservalised, ilma kulutamise tunnusteta. Enamikus on nad tugevasti lõhenenud ning sageli lagunevad kergesti väiksemateks osadeks. Mõningal juhtudel võib märgata, et dolomiidirahnud on pinnalt tugevasti purustatud, isegi jahustatud. Rahnude asend täitematerjalis on enam-vähem kaootiline. Vaid suuremad rahnud lamavad ligikaudu horisontaalselt (joon.6, foto 12).

Täitematerjali terasuurus, struktuur ja petrograafiline koostis on profiilis nii horisontaalselt kui ka vertikaalselt varieeruv. Üldiselt on reeglipärane, et suuremate dolomiidirahnude valdav levik piirdub täitematerjali alumise osaga, kuna profiili ülemises osas levib suhteliselt peenem materjal. Samuti on profiilis erinev põhimoreenist pärineva materjali sisaldus.

Välitöödel kaevatud kraavi keskosas, tähendab meteoriiidi löögijälje lähemas ümbruses, levib täitematerjalis valdavana pu-

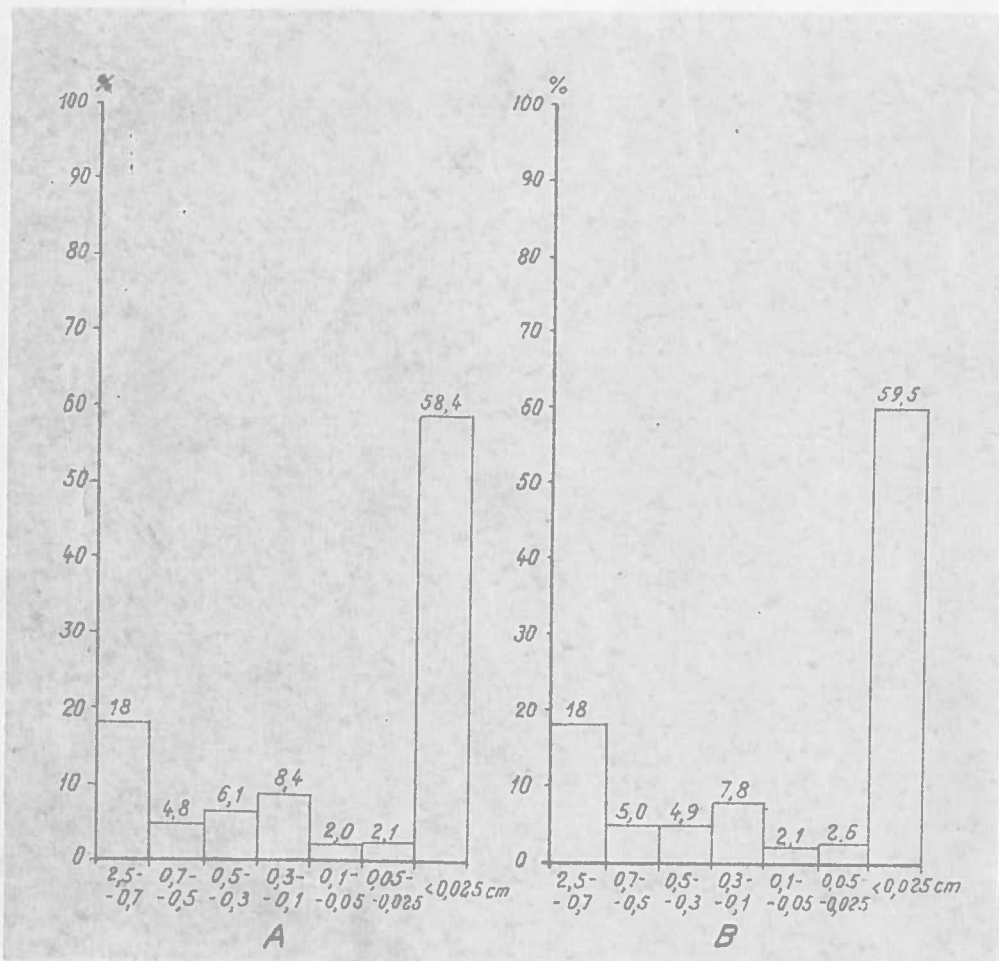
rustatud dolomiit, alates suurtest dolomiidirahnudest ja lõpetades peene dolomiitjahuga. Viimane koosneb valdavas osas peenetest dolemiidiromboedritest, mis viitab tema tekkimisele mehaanilisel purustusel (foto 15), samal ajal kui I.REINVALD kirjeldab peakraatrist ja kraatrist nr. 4 kogutud dolomiitjahu põlenuna. Profiili alumises osas, seoses tiheda suuremate rahnu-



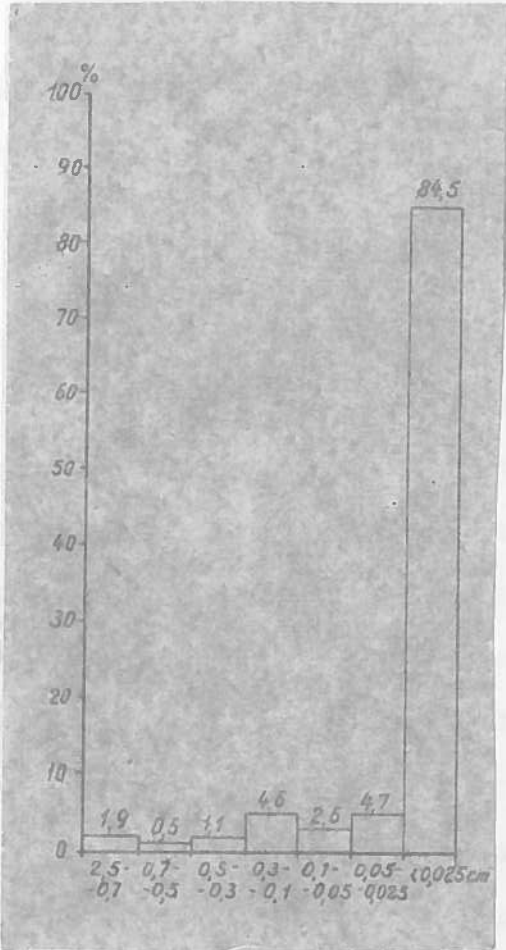
Joon. 6. Detail täitematerjalist kraater nr. 5 keskosas, profiili alumises pooles. Mõõt 1 : 5.

1. dolomiidirahnud, 2. täitematerjali peenem fraktsioon,
3. kristalliline munakas, 4. teod, 5. tühemikud täitematerjalis.

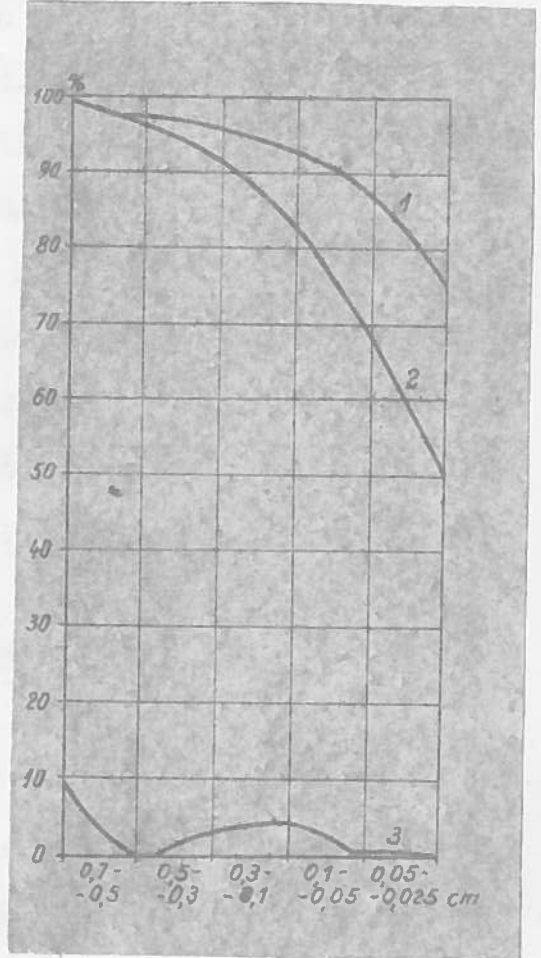
de esinemisega, leidub täitematerjalis ka rohkesti tühemikke sõltuvalt dolomiidirahnude asendist (vt. foto 12, joon. 6).



Joon. 7. Kraatri nr. 5 täitematerjali granulomeetriline koostis kraatri keskosas, A - täitematerjali profiili aluses, B - täitematerjali profiili ülemises pooles.



Joon.8 Kraatri lõunaservaga piirneva põhimoreeni granulomeetriline koostis.



Joon.9 Karbonaatsete osakeste sisaldus 1 - täitematerjalis profiili alumisest, 2 - ülemisest poolest, 3 - põhimoreenis.

Põhimoreenist pärinevat materjali (tardkivimilised rahnud, munakad, veerised jne), samuti huumust, esineb profiili alumises osas võrdlemisi vähe. Nagu selgub graafikust joon.nr.9, on taoline „võõras“ materjal esindatud peamiselt peenemate fraktsioonidena, mis osaliselt võisid sattuda kraatri alumisse ossa ka hiljem, pinnasevete toimel. Täitematerjali värvus selles piirkonnas on beež kuni pruunikas-hall.

Profiili ülemises osas esineb löögijälje lähemas ümbruses samuti doleemiidirikas täitematerjal. Kuid siin on märgatav suuremate rahnude harv esinemine (foto 11). Seejuures leidub suhteliselt rohkesti tardkivimilisi rahne ja munakaid. Viimastest võis osa ka hiljem, sekundaarselt kraatrisse sattuda. Siiski võib märkida huvitava faktina, et suhteliselt peenemate fraktsioonide levik on pea samane kui kraatri alumises osas (vt. joon. nr. 7). Põhimoreenist pärinevat materjali ning huumust esineb rohkem. Materjali värvus on sellest tingituna tumedam, violetjas-hall.

Kraatri perifeersete osade suunas võib täheldada põhimoreenist pärineva materjali osatähtsuse kiiret suurenemist. Täitematerjal muutub savikamaks, värvuselt tumedamaks, kuni kraatri serva piirkonnas toimub peagu märkamatu täitematerjali üleminek savikaks põhimoreeniks, mis karbonaatseid kivimeid sisaldab väga vähe (joon. nr. 9).

Üllatavaks osutus rohke gaströpooidide kodade esinemine, täitematerjalis, eriti selle ülemises osas. Kraatrist kogutud tiguude materjali vaatas läbi Eesti NSV TA Zooloogia ja Botaanika Instituudi noorem teaduslik töötaja J.VILBASTE, kelle andmetel

esinevad siin järgmised liigid:

Cepaea hortensis (Müll.)

Eulota fruticum (Müll.)

Trichia hispida (L.)

Cochlodina laminata (Mont.)

Goniodiscus rotundatus (Müll.)

Goniodiscus ruderatus (Stud.)

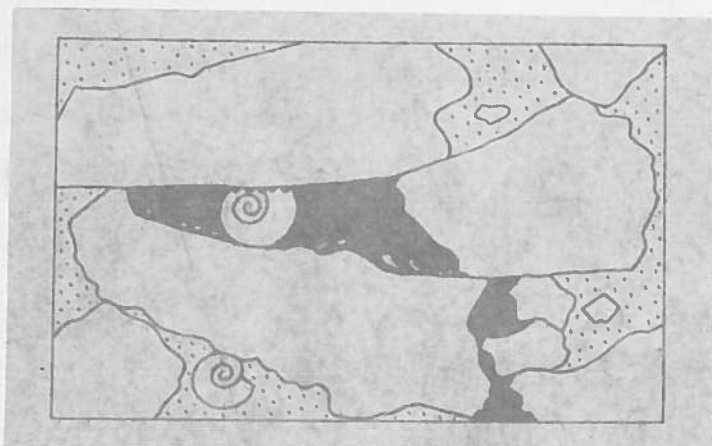
Retinella hammonis (Ström.)

Vitrea crystallina (Müll.)

Vallonia pulchella (Müll.)

Teed esinevad valdavalt fragmentidena, kuid sageli leidub täitematerjalis ka peagu terveid või eriti kraatri keskosas täitematerjalis esinevates tühemikes täiesti terveid kolaseid (foto 13). Võrdlemisi sagedasti võib jälgida, et tigude kojad on osaliselt purustatud nende le langenud dolomiidirahnude poolt (joon. 10). See asjaolu ei jäta kahtlust, et nad on sattunud täitematerjali plahvatuse puhul isegi osa tigude hilisemaks sattumiseks kraatrisse on võimalused väga piiratud.

Sporaadiliselt leidub täitematerjalis veel puuse tükkiesi (foto 14). Ka selle sattumist täitematerjali tuleb lugeda samasegseks kraatri tekkimisega. Samuti I. REINVALD on märkinud nii tigude kui ka puuse leidumist kraater nr. 5 täitematerjalis, kusjuures ta tähendas, et sütt leidub siin vähem kui kraatris nr. 2.



Joon. 10. Tigude mattumine täitematerjalis kraatri nr. 5 keskosas. Mõõt 1:2. Tingmärgid samad kui joon. 6.

METEORIITRAUA LEIUD

I. REINWALDI poolt 1937. ja 1938. aasta suvel kraatrist nr. 2 ja nr. 5 kogutud meteoriidikillud - 30 eksemplari, kogukaalus umbes 100 g - asuvad praegu kõik Moskvas NSV Liidu Teaduste Akadeemia Meteoriiitika Komitee kogudes. Seega ei leitud Eesti NSV Teaduste Akadeemia Geoloogia Instituudi fondides ühtegi Kaalijärve kraatritest pärinevat meteoriidikildu. Nimeetatud lünk tasandati 1955. a. toimunud välitöödel.

Kraatris nr. 5 toimunud kaevamistöõde kestel koguti esialse kaalumise järgi ligi 0,5 kg magnetilist materjali. Pärast kildude puhastamist ja söelumist jäi järele ca 450 g ulatuses meteoriidikilde diameetriga üle ühe millimeetri. Sellele lisandub meteoriiditse päritoluga osa materjalist diameetriga alla 1 mm. Viimases esineb aga kõrvuti peente meteoriiitraua osakeste ja magnetiiditse meteoriiditsemuga ka rohkesti põhimoreenist pärinevat magnetiiti, mis on ära tuntav oma korrapärase oktaeedrilise kristallivormi tõttu. Ligikaudselt hinnates moodustab meteoriiditse materjali kaal peenemates fraktsioonides 30-40 g.

Leitud meteoriidikillud on kõik väikesed. Üksikult kaaluti vaid suhteliselt suuremad killud, kokku 115 eksemplari, koguras-kusega 161,79 g. Nendest 51 kildu ületavad ühe grammi raskuse. 5 g raskuse ületavad vaid kuus kildu - 8,62 g, 8,48 g, 7,25 g, 7,08 g, 7,06 g ja 6,83 g (foto 18).

Suhteliselt väiksemad meteoriidikillud eraldati söelumisel erifraktsioonidesse ning kaaluti koos. Neist kilde läbimõõdus

0,7-0,5 cm on kogusummas 55,43 g, läbimõõdus 0,5-0,3 cm (foto 19) 84,95 g ja läbimõõdus 0,3-0,1 cm (foto 20) 146,25 g. Meteoritset materjali kas meteoriiditolmu või peente meteorittraua osakestena nagu eelpool on mainitud, leidub vähemal määral ka peenemates fraktsioonides, isegi fraktsioonis diameetriga alla 0,25 mm, kuid seda on võimatu eraldada põhimoreenist pärinevast magnetiidist. Siit nähtub, et kogutud meteoriidikildudest on suurem osa diameetriga alla 0,5 cm.

Lisaks kraatrist nr. 5 kogutud meteoriidikildudele koguti meteoritset materjali ka kraatri ümbruses kaevatud šurfidest ligikaudselt 20 g koguraskuses. Täpsemat arvu siin käesoleval momendil ei saa anda, sest nimetatud materjal koguti peamiselt kultuurkihist, kus tihti leidub ka „pseudometeorite“ - mitmesuguseid roostetanud metallitükikesi, mida sageli on meteoriidikillust raske eritleda. Samuti leidub kogutud materjalis rohkesti magnetiidi oktaeedreid.

Kildude leidmiseks tehti katsed ka peakraatris, otsides neid järve kallastel, kus kohati pinnas on taimestikuga kattumata. Paari tunni jooksul koguti ligi 200 g magnetilist materjali, kuid lähemal vaatlusel osutus sellest kaugelt suurem osa „pseudometeoritseks“, mitmesuguse kuju ja suurusega roostetanud rauatükikeseks. Osa materjalist võib siiski olla ka meteoriidikillud, ent hüpsemate analüüsides on seda küsimust võimatu lahendada.

Kõik suuremad kraatrist nr. 5 leitud meteoriidikillud esinevad löögijälje lähemas ümbruses, täitematerjali alumises pooles. Kraatri perifeersete osade sunnas, samuti täitematerjali ülemiss osas vähenes nende sisaldus kiiresti ja sealt leiti peamiselt liksamaid kilde.

Eelpoolmainitud šurfid (vt. joon. 1) kaevati kraatri ümbrusse, et selgitada, millises suunas toimus plahvatusel kraatrist väljapaiskunud meteoriidse materjali hajumine. Väikseid meteoriidikilde leiti kõigis šurfides, kuid nende levik pole kaugeltki ühtlane. Kõige rohkem meteoriidset materjali leiti šurfist nr. 8, mis asub kraatrist 20 m läänes, veidi vähemal määral kraatrist 15 m kaugusele läände, edelasse ja lõunasse kaevatud šurfidest (2, 6, 1). Ülejäänud šurfides (7,5,3,4), millest esimene oli kaevatud 7 m kaugusele kraatrist läände, teised 15 m kaugusele loodesse, põhja ja idasse, leidus kilde vähe. Seega näib, et kraatrist väljapaisatud meteoriidse materjali hajumine on toimunud peamiselt lääne ja lõuna vahemikus, põhjustatuna meteoriiidi langemise suunast (0 või SO 0) ning aluspõhja pealispinna reljeefist tingitud kraatri ebaühtlasest ehitusest (vt. lk. 19.).

Leitud meteoriidikillud on väga ebakorrapärase kujuga, kornarliku pinna ja teravate servadega (foto 18). Killud on sageli läbitud lõhedest ja lagunevad seetõttu suhteliselt kergesti. Pinnaalt on killud tugevasti roostetanud ning peagu alati kaetud limoniidiga tsementeerunud klastilise materjali, nn. raua-savika kilda kihiga, mistõttu nende leidmine palja silma abil täitematerjalist on väga raske.

Kildude petrograafiline ja keemiline iseloom on I. REINWALDI poolt kogutud materjali alusel juba võrdlemisi hästi tuntum õpitud. A. N. ZAVARITSKI ja L. G. KVAŠA (1) järgi on Kaalijärve meteoriid jämestruktuurne oktaedriit, mille poleeritud pinna söövitamisel ilmnes mõnevõrra omapärane struktuur: kuni 2,5 mm laius- te kamassiitkepikeste ja neid ümbritsevate teniitplaatide vahel

on jälgitavad väga peenterised felsiitjad plessiitsed osad.

Peale selle leidub rohkesti jämedaid schreibersiidi teri.

Kealijärve meteoriidi keemiline koostis on määratud A.Väürismaa (I) ja M.H.Hey (II) poolt.

	<u>I</u>	<u>II</u>
Fe	84,04	91,50
Ni	6,45	8,32
P	pole määratud.	-
Lahustumatu jääk..	0,53	-
	<hr/>	<hr/>
	91,02	99,82
	Fe : Ni = 13	Fe : Ni = 11

Seejuures märgib M.H.Hey väga väikest Cu ja Co sisaldust.

Šurfidest, väga vähesel määral ka kreaatrist kogutud magnetilise materjali hulgas leidus peale meteoriidikildude veel esimesel pilgul üllatavalt korrapäraseid kerakujulisi magnetilisi osakesi diameetriga 0,15 kuni 6,4 mm (foto 16). Lähemal vaatlemisel selgus, et kerakesed koosnevad ilmselt magnetiidist ja omavad kas sileda läikiva või koreda pinna. Üksikute purustatud kerakeste järgi võib otsustada, et väiksemad kerakesed, läbimõduga alla 0,5 mm, on vähemalt enamikus seest õõnsad, suuremad vahtja struktuuriga. Kerakesed diameetriga üle 2-4 mm ei koosne enam täiel määral magnetiidist, otsustades nende pinnal porsumisest tekkinud roostelaikude järgi. Kõrvuti kerakestega leidub ka ebakorrapärasema kujuga magnetiitseid osakesi - tilgakujulisi, kepjaid jne.

Taolisi magnetiitkerakesi on pinnasest rohkesti kogutud Sihhoote-Allini meteoriidisaju langemise piirkonnas. I.L.Krinovi järgi (2, lk. 121) on nende suurus seal 3 kuni 0,8 mm. Keemilisest analüüsist nähtus, et nad koosnevad magnetiidist (Fe_3O_4). Nende osakeste uurimise tulemusena jõudis I.L.Krinov otsusele, et nad kujutavad endist meteoriidi liikumisel atmosfääris tema sulas olekus asuvalt pinnalt lahtikisunud piisku - meteoriidi tolmu jälje osakesi (raudmeteoriidi, liikudes atmosfääris, kattuvad kuumenemisel sulamiskoorikuga, mis reageerides kõrge temperatuuri tõttu õhuhapnikuga, omandab magnetiitse koostise).

Toodud seletus ei anna siiski täiesti ammendavat vastust kõigi kaalist leitud magnetiitkerakeste tekke kohta. Nagu eespool märgiti, esineb koos väikeste, täiesti magnetiidist koosnevate kerakestega ka suuremaid, läbimõõdus kuni 6,4 mm küündivaid samalaadse struktuuriga kerakesi, mille koostises on magnetiidi kõrval ilmselt teatud osa ka nikkelraual. Taoliste suuremate kerakeste tekkimist langeva meteoriidi sulamiskoorikult lahtikisunud pritsmetena on väga raske seletada. Teiseks on magnetiitkerakeste esinemises märgatav teatav korrapära: peamine osa nendest koguti kraatrist läänes asuvas surfist nr. 8, teistest kraatrist lääne ja lõuna vahemikus asuvatest surfidest leiti vähem materjali ning ülejäänutest nimelt üksikuid kerakesi. Seega on magnetiitkerakeste levikutihedus samane kraatrist plahvatusel väljapaisatud meteoriidikildude levikuga. Kahtlemata tuleb antud küsimust veel täpsemalt uurida, kuid esialgu näib, et vähemalt osa magnetiitkerakestest kujutavad endist plahvatusel kraatrist väl-

japaisatud metallipritsmeid, mis, reageerides kõrgel temperatuuril õhuhapnikuga, omandasid magnetiitse koostise.

Nii kraatrist kui ka surfidest kogutud magnetilise materjali hulgas leidub korrapärase, ilmselt põhimoreenist pärinevate väikeste magnetiidikristallide kõrval veel ebakorrapärase kujuga teravanurgalisi magnetiitseid osakesi, mis suurelt osalt võivad olla meteoriitse päritoluga (meteoriiditolm). Ka on leitud surfist nr. 8 väikene, läbimõõdus 4 mm ulatuv ja 0,2-0,5 mm paksune tugevasti paindunud magnetiidist koosnev plaat (foto 17), mille pinnal võib jälgiäa üksikut magnetiitkerakest. Ilmselt on siin tegemist killuga meteoriidi sulamiskoorikust.

Tuleks veel peatuda lühidalt mõningatel küsimustel, mida peaks edasisel meteoriidikildude otsimisel silmas pidama.

Nagu märgitud, leiti kõik suuremad meteoriidikillud kraater nr. 5 tsentraalses osas, täitematerjali alumises pooles. Kahtlemata on kõige rohkem eeldusi suuremate kildude leidmiseks edaspidistel kaevamistel loogijäljest lääne poole jäävas kraatri osas - peamises kildude hajumise suunas - kraatri põhja lähedal. Kui kunagi avaneb võimalus kraatri ümbruse korrastamiseks, osutuks ses suhtes ka võib-olla päris tagajärjekaks kraatri keskosast pärineva I. REINWALDI poolt väljakaevatud materjali läbiotsimine magnetite abil.

Küsimusele, kui palju meteoriidikilde võiks leida väljaspool kraatreid, on raske vastata. Arizona (Cañon Diablo) kraatri uurimisel koguti väljaspoolt kraatrit otse tohutu hulk (20 t.) materjali. Henbury kraatrite ümbrusest on leitud kuni 400 kg raskusi meteoriidikilde. Ka on teada, et seni suurim, 90 g raskune Kaali

meteoriiidi kild, mille asukoht praegu on teadmata, leiti Kaali kooli õpilaste poolt põllult. Kuid teisest küljest tuleb arvestada, et Kaalijärve kraatritegrupp asub juba ammu asustatud piirkonnas ning üksikud meteoriidikillud võidi toormetallina ära korjata juba ürgkogukondliku korra ajal, nagu seda on ka oletanud I.REINWALD ja CL.FISHER (3).

E.POBULI (4) poolt 1955.a. suvel läbi viidud kraatri Nr.3 magnetomeetrilisel uurimisel avastati kraatri piires rida väikseid, suurusega kuni kümnekond gammat, ovaalse või venitatud kujuga mikroanomaaliaid. Nende mikroanomaaliate interpreteerimisel E.POBULI jõudis otsusele, et „kraatris nr. 3 esinevad mikroanomaaliad, kui nad üldse on põhjustatud meteorittrauast, peavad olema esile kutsutud keskmise suurusega meteoriidikildudest - kaaluga üle mõnese^{kümne} grammi või sellise üldmassiga väiksemate kildude kuhjumisest“ (~~4. lk....~~). Mikroanomaaliad esilekutsunud häirurid peaksid E.POBULI arvates asetsema 1-1,5 m sügavuses. Kui võrd need oletused on põhjendatud, peaksid mäitama vastavad kontrollkaevamised ühe või paari suurema mikroanomaalia piirkonnas.

MÕNINGAID KÜSIMUSI SEoses KRAATRITE TEKKEGA

Juba I.REINWALDI tööst alates pole mingit kahtlust, et Kaalijärve kraatritegrupp on meteoriidse päritoluga, tekita-
tud gigantse meteoriiidi poolt, mis säilitas atmosfääris lii-
kudes oma kosmilise kiiruse ning lagunemuna mitmeks erineva
suurusega osaks, põhjustas kraatritegrupi tekkimise.

Meteoriiidi langemissuunaks andis I.REINWALD umbes S00-
NW ja kaldenurgaks ca 40° , oletades seda peamiselt kraater
nr. 4 lahtikaevamisel saadud andmete järgi. Otsustades kraa-
ter nr. 5 ehituse järgi, võiks meteoriiidi langemissuund olla
umbes O-W, seega mitte kuigi palju erinev I.REINWALDI poolt
antust. Mis puutub kaldenurka, näib, et see on suhteliselt
väga suur olnud, kuid tuleb ka arvestada, et I.L.KRINOVI järgi
kaldenurk pikaajaliste vaatluste andmetel ei ületa 30° (2, lk.
69).

Nagu meteoriiidi löögijälje kirjelduses on mainitud, ligi-
neb jälje NW-S küljelt kujult sepmendile kerapinnast ning kannab
tugevaid löögi tagajärjel tekkinud purunemise tunnuseid, see-
vastu tema idapoolne küljelt näib olevat löögist puutumata. Siit
võib järeldada, et meteoriiidi läbimõõt oli mõnevõrra väiksem
tema löögijälje läbimõõdust. Ligikaudselt võib hinnata kraat-
ri nr. 5 löögijälje kujundanud meteoriiidi diameetriks 20-25 cm
ja tema kaaluks 0,03-0,05 t. Nimetatud arvud on toodud lähtu-
des otsestest mõõtmistest looduses kui ka teoreetilistest arvu-
tustest. Nimelt oleneb meteoriidikraatrite suurus meteoriiidi
langemiskiirusest ning massist. I.L.KRINOVI töös (2) on toodud

K.P. STANJUKOVITSI JA V.V. FEDÖNSKI poolt sooritatud teoreetiliste arvutuste tulemusena saadud empiiriline valem $B \sim \sqrt[3]{r^2 m}$ milles B tähistab kraatri raadiust, v meteoriidi langemiskiirust ja m massi. Asetades valemisse kraatri nr. 5 kohta teadaolevad andmed ($B=6,5 \text{ m} = 30$), leiame, et meteoriidi langemiskiiruseks võis olla ligikaudselt 3 km/sek. Kahtlemata võis langemiskiirus ka suurem olla, sest toodud valemis pole arvestatud erinevate pinnaste vastupanu meteoriidi aurustamisel tekkivale plahvatusele ning Kaalijärve kraatrid on kujunenud paksukihilistes dolomiitides, mille vastupanu oli kahtlemata suurem ükskõik milliste pudedate pinnaste vastupanust. Siiski annab see valem meile sõltuvuse kraatri suuruse ja meteoriidi massi vahel, kui langemiskiirust lugeda konstantseks, ca 3-4 km/sek. Seda võib teha kaalutlusel, et kiiruste vahe üksikute lagununud meteoriidi osade vahel ei tarvitsenud kuigi suur olla, sest arvestades suurt kaldenurka meteoriidi langemisel ja algul ühtse suure meteoriidi lagunemist (mis ilmselt küll ^{toimus} mitmes järgus) nn. purunemisvöös keskmise kõrgusega 12,5 km., on kraatrite hajumisellips väike, pindalaga umbes $0,25 \text{ km}^2$.

Seega võime lugeda kiiruse konstantseks, mis võimaldab arvutada ligikaudsed andmed ka teisi kraatreid moodustanud meteoriitide suuruse kohta. Arvutus on viidud läbi füüsikalises-ma-

temaatiliste teaduste kandidaat E. POBULI (4) poolt, kes sai järgmise tulemuse:

Kraater	Kraatri raadius	meteoriidi läbimõõt	meteoriidi kaal
nr. 1	17 m	0,50 m	550 kg
nr. 2	18	0,55	650
nr. 3	17	0,50	550
nr. 4	10	0,30	110
nr. 5	6,5	0,20	30
Kaali järv	⁵⁵ 110	^{1,65} 3,30	^{18 500} 150 000

Kraatritegrupi tekkimine on toimunud, nagu näitab kraatritest leitud maismaa-tigude fauna ja puusüsi, pärast litorina-mere taganemist Kaali ümbrusest. Tigudefauna (peale nimetatute märgib I. REINWALD veel Succinea putris L. esinemist) ökoloogiline analüüs viitas faktile, et selline liigiline koosseis võiks esmajoonel iseloomustada niisket võsastunud, rannikust mitte kuigi kaugel asetsevat piirkonda. Järelikult võis kraatrite tekkimine toimuda veel litorina-ajal, umbes 4000-5000 aastat tagasi. Loodetavasti avaneb kunagi võimalus kraatri nr. 5 täitematerjalist kogutud puusöe süsiniku radioaktiivse isotoobi määramiseks, mis kahtlemata annaks selles suhtes täpsemaid andmeid.

KAALIJÄRVE METEORIIDIKRAATRITE GRUPI
PRAEGUNE SEISUKORD JA ÜLDKÜSIMUSI

Kõrvuti kaevamistöödega kraatris nr. 5, külastati välitöö kestel kõiki üksikuid kraatreid. Et käesoleval ajal on teravalt ülesse tõstetud küsimus kraatrite uuesti looduskaitse alla võtmisest, mille puhul ehk avaneks ka võimalus teatud kor- rastustööde läbiviimiseks, tuleks siinkohal lühidalt vaadelda kraatrite praegust seisukorda ning mõningaid teisi kraatrite grupiga seotud küsimusi.

Peakraatri, Kaali järve ümbrus on suhteliselt korras. Kraatrit ümbritsev ringvall on kaetud tiheda metsaga. Võib-olla va- jaks viimane kohati puhastamist risust ning võsarinde osas har- vendamist. Piki ringvalli kulgeb jalgrada, millest viib kaks rada alla kraatris asuva järve juurde, neist üks kraatri kagu- nõlval, mis, suundudes Kaali koolihoone juurest järveni, on pea- miseks juurdepääsuteeks, teine kraatri kirdenõlval. Viimane ra- da, mis on väga järsk, nähtavasti kasutatud peamiselt laste poolt, oleks õigem sulgeda, et hoida kraatri nõlva rikkumisest.

Kraatri nõlvad selle madalamas osas, järve ümbruses, on võrdlemisi risustatud ning vajaksid puhastamist. Puhastamist kõnt- sast vajaks ka järv ise. I. REINWALDI poolt 1927. a. rajatud šurfi- de asemel kraatri nõlvadel on selgesti jälgitavad ning tekib kü- simus nende tasandamisest või uuesti lahtikaevamisest. Viimasel juhul oleks aga vaja ^{ix} nende katmine mingi katusega (paviljoniga).

Omaette küsimuse moodustavad turistide poolt jäetud monogrammid kraatrit selle sissekäigu juures ääristavatel dolomiitpankadel. Nagu kogemused näitavad, on taoliste rikkumiste vastu võitlemine pikema selgitustööta võimatu.

Halvem on „kuivjärvede“ olukord.

Kraater nr. 1 on väga tihedasti võsastunud, tema servadel kasvab ka suuri puid. I.REINWALDI poolt kaevatud šurfide tugevasti kinnivarisenud asemel on selgesti jälgitavad. Samas kõrval, kraatri sees, asuvad ka šurfidest väljakaevatud materjali kuhjad. Kraatri nõlvad on kohati täiesti maetud põldudel koristatud rändrahnude alla, neist mitmed on veerenud ka kraatri keskosas. Valdavas osas on need rändrahnud vanad ja sammaldanud, ilmselt lükatud kraatrisse enne I.REINWALDI töid. Kuid samas leidub ka värskemaid rahne, mõningad neist on lükatud isegi šurfide asemesse.

Kraater nr. 2 on kaetud tiheda võsaga, mida läbib üks vaevumärgatav jalgrada. Kraatris leidub üksikuid rändrahne, mis seal võisid juba varem olla. Kraater kujutab endast tegelikult kaksikkraatrit. I.REINWALDI poolt läbiviidud kaevamistöid toimusid põhjapoolses osas, kus leidub ka šurfi ase ning suure kuhjana sellest väljakaevatud materjal.

Kraater nr. 3 seisukord on võrreldes teiste „kuivjärvedega“ hea. Suurem osa kraatrist on lage, üksikuid sarapuupõõsaid kasvab vaid kraatri pervel. Suuremaid kaevetöid kraatris nr. 3 teostatud ei ole ja seetõttu on ta praegu ainsaks „kuivjärveks“ mille looduslik kuju on säilinud. Seda enam tekitab pahameelt asjaolu, et kraatri kirdenõlvale on buldooveriga lükatud rida suuri rändrahne ümbruskonna põldudel. Kraatri täpse kirjelduse leiab E.POBULI

aruandes (4).

Kraater nr. 4 on tihedasti võsastunud. Suuremat osa kraatrist läbib I.REINWALDI šurf, mis on tugevasti varisenud. Endise „kuivjärve“ kaju on siin võimatu rekonstrueerida. Seetõttu tuleks edaspidi plaani võtta šurfi puhastamine ning sellele mingi katuse ehitamine. Ka siia on alles hiljuti traktoriga veetud ümbruse põldudel rohkesti rändrahnne. Neist suurem osa asub kraatri pervel, kuid mõningad on ka kraatrisse veerenud.

Kraater nr. 5, kui kõige väiksem teadaolevatest Kaalijärve grupi meteoriidikraatritest tuleks aja jooksul täiesti lahti kaevata, samuti tema ümbrus korrastada - väljakaevatud materjal kaugemale transportida. Kuid loomulikult on täielik lahtikaevamine mõelda ainult juhul, kui esineb võimalus paviljoni ehitamiseks kaitseks ilmastiku mõjude ja juhuslike rikkumiste vastu.

Kraatris nr. 6 kasvav kuuse ja sarapuuvõsa on suhteliselt harv. Leiduvad ka üksikud suuremad puud. Kraatrit läbib keskosas jalgrada ja idaosas madal kiviaed. I.REINWALDI poolt kaevatud šurfi ase kraatri lõunamurgas on selgesti märgatav. Kraatri keskel asuva looduskaitse betoontulba juurde on ilmselt kuhjatud osa šurfist väljakaevatud materjalist. Teine materjali kuhi asub kraatri pervel.

Toodud lühidast ülevaatest selgub, et kraatrite korrastamine nõuab üsna suurt töökulu ning pole ilma pikemata läbiviidav. Esmajoones tuleks siiski mõelda konkreetsematele abinõudele kraatrite edaspidiseks kaitsemiseks rikkumiste eest, sest nagu nähtub, on ainuüksi looduskaitse märgist selleks liiga vähe abi.

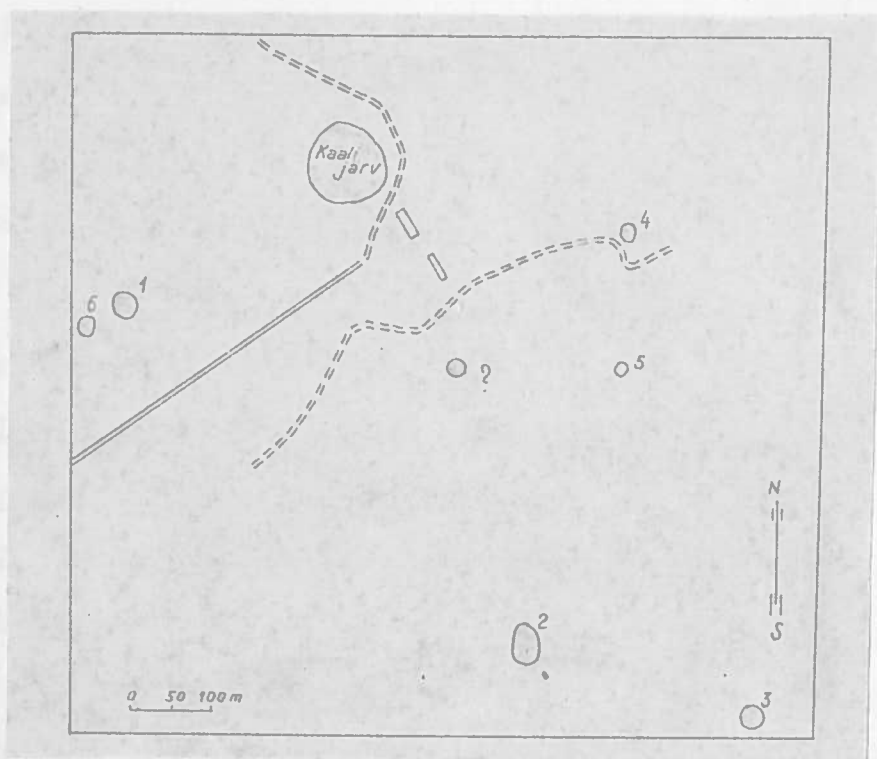
Oma 1928.a. töös (5) märgib I.REINWALD veel kuue väiksema kraatreid meenutava lohu esinemist kraatrite leviku piirkonnas. Vaatamata hoolikale otsimisele ei õnnestunud neid enam leida. Nähtavasti on need eriti traktoritega kündmise ja põldudel läbiviidud ulatusliku kivikoristamise tõttu täiesti tasanud.

Samas töös märkis I.REINWALD ka ühe kraatri esinemist umbes 2 km kaugusel peakraatrist edelas, metsas. See kraater on nimetatud töös märgitud kr. kuuega. Süvend, mis oli olnud veega täidetud, pidi kohalike elanike andmetel sarnanema kraatriga nr.3. Hilisemates töödes I.REINWALD seda kraatrit enam ei maini, vaid tähistab number kuuega kraatrist nr. 1 läänes, maantee ääres asuva vastleitud kraatri. Et küsimusse selgust tuua, võttis käesoleva aruande autor I.REINWALDI poolt märgitud piirkonnas ette pikema otsimise. Nagu selgus, levivad seal kohati liigniiskuse all kannatavad puisniidud. Näib, et I.REINWALDI viis algul eksitusse üks seal leiduvatest lamadatest, võrdlemisi ebakorrapärase kujuga lohkudest, mis veega täitununa võis tõesti sarnaneda meteoriidikraatrile.

Alles välitöö viimastel päevadel, kui juba puudus võimalus kontrollkaevamisteks ning ka täpsemateks mõõtmisteks, avastati osalt problemaatilise tekkega süvend, mis võiks osutada kaheksandaks meteoriidikraatriks käsitledavas grupis (vt.joon.11).

Süvend asub umbes 60 m Kaali koorejaamast lõunas, seega ca 200 m peakraatrist kagus, põllul. Süvendi lääneosa omab „kuivjärvele“ tüüpilise kaussja vormi. Viimase läbimõõt, silmaga hinnates, on ca 20 m ja sügavus 1,5 m. Süvendi madalam ja pisut kitsam idaosa on seevastu kahtlemata tekisvorm, omades rist-

küliku kuju. Nagu selgus vanemaid kohalikke elanikke küsitle-
des, on süvendit kasutatud omaaegse Kaali mõisa poolt virtsa-
basseinina. On täiesti usutav, et selleks otstarbeks võidi ka-
sutada lauda lähedal asuvat „kuivjärve”, seda ainult pisut laiend-
dades. Küsimuse lahendamine oleks kergesti läbiviidav ühe või
paari väikese šurfi kaevamisega süvendi piires.



Joon. 11. Kaalijärve meteoriidikraatrite grupi
plaan. Mõõt 1 : 100.

KOKKUVÖTE

Kaevamistööl del Kaalijärve meteoriidikraatrite grupi kraatri nr. 5 juures selgitati, et kraater, mida väliselt iseloomustab madal, kuni 0,9 m sügavune ja 13 m läbimõõduga ovaalne lohk, on kujunenud vähemalt 1,2 m paksuses põhimoreenis ja selle all lamavates Kaarma lademe dolomiitides 1,5-1,9 m ulatuses.

Kaevamistel puhastati osa kraatri põhjapoolsest aluspõhjalisest servast, mis on kujunenud astmelisena ning omab kohati tugevaid plahvatusel tekkinud purustuse jälgi. Samuti puhastati osa kraatri põhjast ja meteoriiidi löögijälg. Viimane on plaaniliselt poolsõrjas lehtrikujuline süvend kraatri põhjal, mõõtmetega 52 x 60 x 30 cm. Löögijälg asub eks-tsentriliselt kraatri läänepoolses osas. Kraatri lõunapoolne serv jäi kaevamistööl del leidmata ning tuleb arvata, et ta asub madalamal kui põhjapoolne, tingituna aluspõhja pealispinna reljeefist.

Kraatri täitematerjali moodustab plahvatusel purustatud ja põhimoreeniga segatud dolomiit. Vähemal määral leidub ka huumust. Dolomiidirikkam materjal levib kraatri tsentraalses osas. Perifeersete osade suunas muutub üha valdavamaks põhimoreenist pärinev materjal. Suuremaid dolomiidirahne leidub peamiselt täitematerjali alumises osas.

Täitematerjalist leiti rohkesti tigude kodusid, vähemal

määril ka puusütt, mis ilmselt on sattunud kraatrisse plahvatuse puhul.

Magnetraua abil koguti kraatri täitematerjalist arvukalt väikeseid, enamikus diameetriga alla 0,5 cm, tugevasti porsunud raudmeteoriidi kilde. Nii leiti kilde diameetriga üle 1 mm kogusalauga 450 g. Sellele lisandub veel peenem, samuti ka väljastpoolt kraatrit kogutud meteoriitne materjal. Suurima leitud kilde kaal on 8,62 g.

Et selgitada plahvatusel kraatrist väljapaisatud meteoriitse materjali hajumise suunda, kaevati kraatri ümbrusse 8 šurfi, millest koguti magnetilist materjali. Saadud andmed lubavad oletada, et materjali hajumine on toimunud peamiselt lääne-lõuna vahemikus.

Kraatri ümbrusest, vähem ka kraatrist, leiti mõningal määril magnetiitkerakesi diameetriga 0,15 - 6,4 mm. Osa kerakestest kujutab endist ilmselt meteoriidi liikumisel atmosfääris tema sulamiskoorikust lahtikisunud piisku, teine osa, suurema läbimõõduga, näib olevat tekkinud plahvatusel kraatrist väljapaisatud metallipritsmetena, otsustades nende leviku järgi.

Kraatri nr. 5 ja eriti meteoriidi löögi jälje ehitus näitab, et meteoriidi langemissuund on ligikaudselt O-W. Kraatri kujundanud meteoriidi diameetriks võib lugeda ca 20-25 cm ning massiks 30-50 kg.

Otsustades leitud maismaafauna ja puusõe järgi, on kraatrite tekkimine toimunud pärast litoria mere taganemist antud piirkonnast, oletavasti 2000-3000 a. e. m. a.

Paralleelselt kaevamistöõdega kraatris nr. 5 tutvuti ka teiste kraatritega. Seejuures avastati peakraatrist ca 160 m sügavusel

osalt problemaatilise tekkega süvend, mis võiks osutada, kui seda vastavad kaevamised tõestavad, kaheksandaks meteoriidikraatriks Kaalijärve grupis.

KASUTATUD KIRJANDUS

1. А. Н. Заварицкий и Л.Г. Квата. Метеориты СССР. Коллекция Академии наук СССР. АН СССР, Москва, 1952.
2. Е.Л. Кринов. Основы метеоритики. Москва, 1955.
3. Cl. FISCHER. The Meteor Craters in Estonia. Natural History, vol. XXXVIII Nr. 4. New-York, 1936.
4. E. POBUL. Kaalijärve meteoritkraatri Nr. 3 magnetomeetrilise uurimise. Käsikiri. Eesti NSV Teaduste Akadeemia Geoloogia Instituut. Tallinn, 1956.
5. I. REINWALDT. Bericht über geologische Untersuchungen am Kaalijärv (Krater von Soll) auf Ösel. Tartu Ülikooli Geoloogia-Instituudi Toimetused Nr. 11. Tartu, 1928.
6. I.A. REINWALDT. Kaali järv - the Meteorite Craters on the Island of Ösel (Estonia). Tartu Ülikooli Geoloogia-Instituudi Toimetused Nr. 30. Tartu, 1933.

7. I. REINWALD. *Meteoorkraatrid Saaremaal. Looduskaitse I.*
Tallinn, 1937.

8. I. REINWALD. *The Kaalijärv Meteor Craters (Estonia). Tartu*
Ülikooli Geologia-Instituudi Toimetused Nr. 55.
Tartu, 1939.

L I S A D

1. Kraatrist nr. 5 kogutud suuremad meteoriidikillud.

1. 8,62 g	31. 1,53 g	61. 0,82 g
2. 8,48	32. 1,52	62. 0,80
3. 7,25	33. 1,45	63. 0,79
4. 7,08	34. 1,33	64. 0,79
5. 7,05	35. 1,29	65. 0,78
6. 6,83	36. 1,27	66. 0,75
7. 4,37	37. 1,23	67. 0,75
8. 2,84	38. 1,23	68. 0,74
9. 2,73	39. 1,19	69. 0,73
10. 2,67	40. 1,17	70. 0,72
11. 2,65	41. 1,15	71. 0,70
12. 2,55	42. 1,14	72. 0,70
13. 2,42	43. 1,09	73. 0,68
14. 2,38	44. 1,08	74. 0,67
15. 2,37	45. 1,06	75. 0,66
16. 2,35	46. 1,06	76. 0,65
17. 2,31	47. 1,06	77. 0,63
18. 2,30	48. 1,05	78. 0,63
19. 2,24	49. 1,04	79. 0,63
20. 2,19	50. 1,03	80. 0,63
21. 2,10	51. 1,00	81. 0,61
22. 2,08	52. 0,97	82. 0,61
23. 1,91	53. 0,89	83. 0,61
24. 1,87	54. 0,87	84. 0,59
25. 1,84	55. 0,87	85. 0,58
26. 1,82	56. 0,86	86. 0,58
27. 1,81	57. 0,84	87. 0,58
28. 1,65	58. 0,83	88. 0,57
29. 1,57	59. 0,83	89. 0,54
30. 1,56	60. 0,83	90. 0,51

91.	0,48
92.	0,48
93.	0,46
94.	0,46
95.	0,46
96.	0,45
97.	0,43
98.	0,42
99.	0,41
100.	0,41
101.	0,40
102.	0,40
103.	0,39
104.	0,38
105.	0,38
106.	0,37
107.	0,33
108.	0,31
109.	0,30
110.	0,28
111.	0,28
112.	0,26
113.	0,21
114.	0,20
115.	0,16

Tahvel I

- foto 1. Vaade kraatrilile nr. 5 lääne suunast.
2. I.Reinwaldi poolt 1937.a. rajatud šurfi ase kraatris.
3. Meteoriidikildude otsimine magneti abil.
4. Materjali sorteerimine, meteoriidikildude otsimine ja (tagaplaanil) kraatri põhjapoolse aluspõhjalise serva puhastamine.
5. Üldvaade tööpaigale.
6. Meteoriiidi löögijalg, põhja suunast pil-distatuna.



1



2



5



3



4



6

Tahvel II

foto 7. Puhastatud osa kraatri nr. 5 põhjapoolsest servast. Vasara varre pikkus 40 cm.

8. Osa kraatri nr. 5 põhjast, meteoriiidi löögijälg ning põhjapoolne serv.



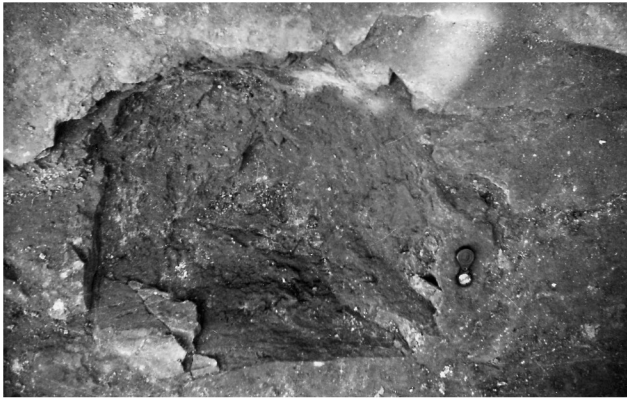
7



8

Tahvel III

- foto 9. Ülaltpaade meteoriiidi löögijäljele.
Mõõduks 7 x suurendusega luup.
10. Kraatrit läbistava kraavi lõunapool-
ne osa suurte lahtiste dolomiidirah-
nudega.
11. Täitematerjal kraatri nr. 5 tsentraal-
ses osas, profiili ülemises pooles.
12. Täitematerjal kraatri tsentraalses osas,
põhja lähedal.



9



10



11



12

Tahvel IV

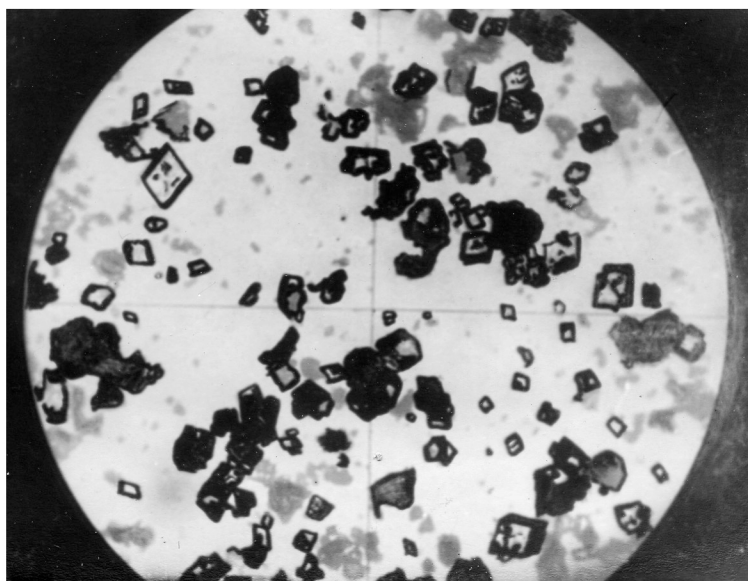
- foto 13. Tigude kojad täitematerjalis kraatri keskosas.
14. Süsi (foto keskel) kraatri täitematerjalis.
15. Dolomiitjahu kraatri serva piirkonnast. Suurendus 100 x.
16. Magnetitkerakesed. Suurendus 9 x.
17. Tükike meteoriiidi magnetitsest sulamiskoorikust magnetitkerakesega pinnal. Suurendus 9 x.



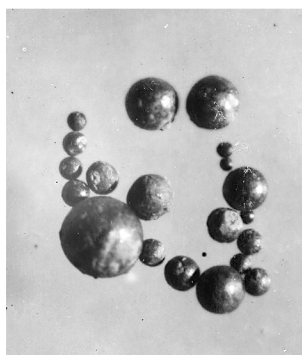
13



14



15



16

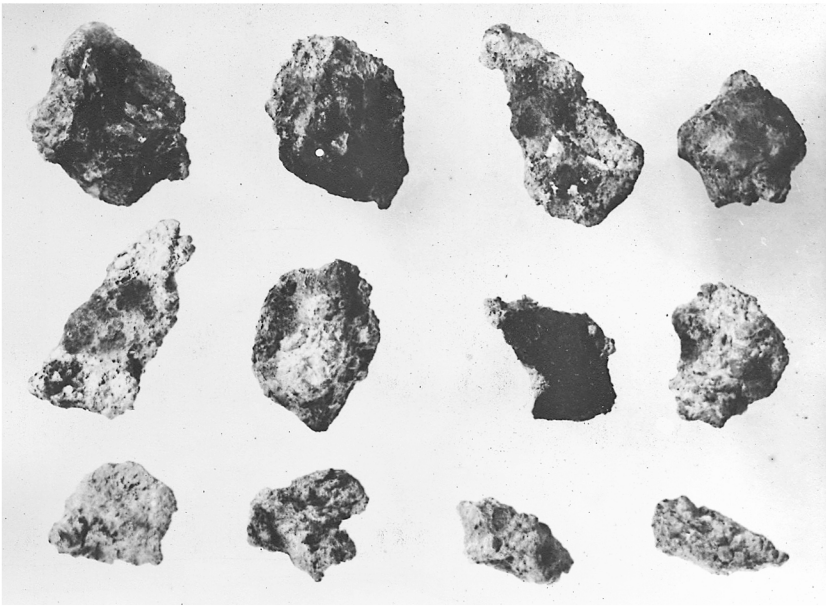


17

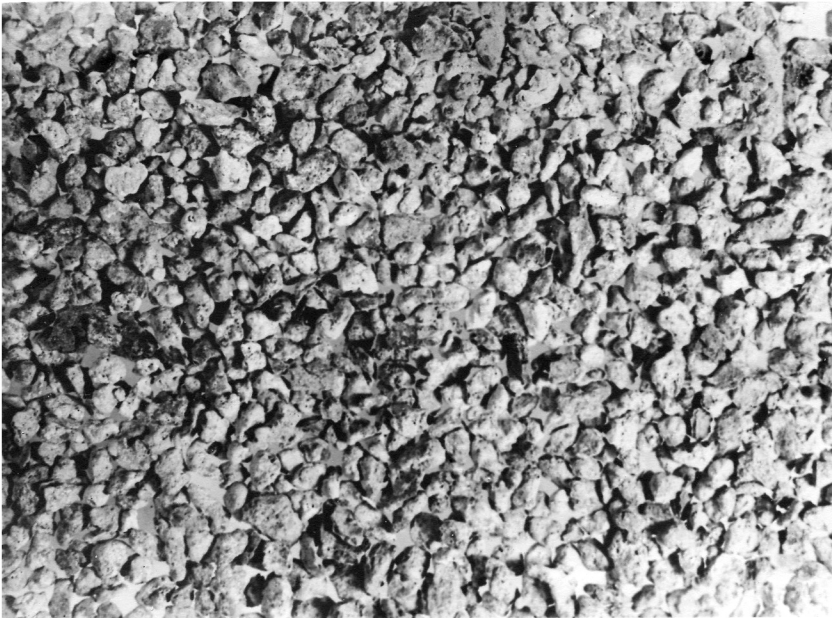
TAHVEL V

- foto 18. Suuremaid (kaaluga 8,26 - 1,33 g)
kraatrist nr. 5 kogutud meteoriidiki-
kilde. 1 x 1.
19. Meteoriidikillud diameetriga 0,5-0,3
cm. 1 x 1.
20. Meteoriidikillud diameetriga 0,3-0,1
cm. 1 x 1.

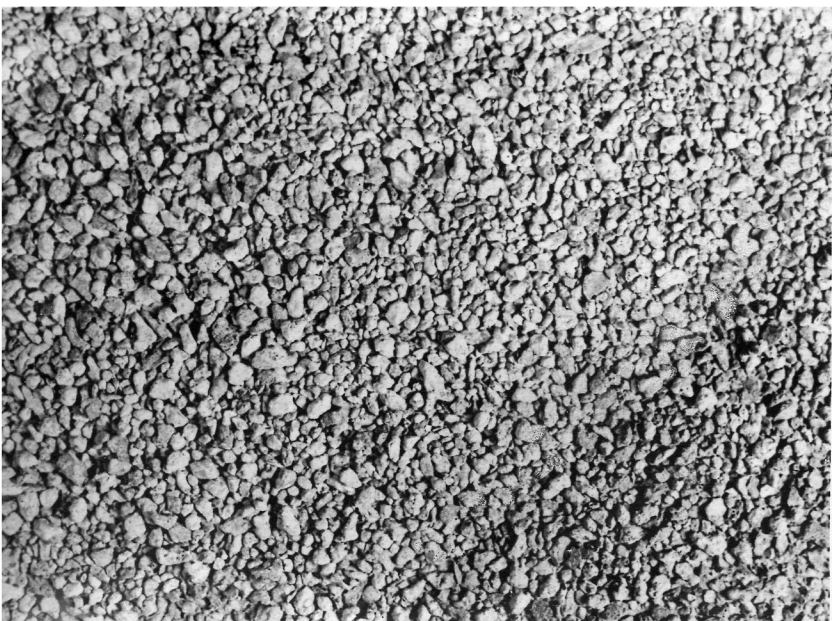
Autori fotod.



18



19



20