

VII

ANTROPOGEENI GEOLOGIA

TALLINN 1961

KARSTINÄHTUSTE LEVIK JA OMAPÄRA EESTIS

U. HEINSALU

Käesoleval ajal mõistab suurem hulk uurijaid karsti all geoloogilist protsessi, mis tekib ja areneb vees lahustuvais kivimeis, nagu lubjakivid, dolomiit, kips ja kivisool, ning väljendub spetsiifilises pindmiste ja maa-aluste morfoloogiliste vormide kompleksis, hüdrograafilise võrgu ja põhjavete tsirkuleerimise omapäras.

Eesti NSV-s esinevad karstinähtused ordoviitsiumi ja siluri vanusega karbonaatsete kivimite kompleksis, mis koosneb suuremalt osalt dolomiitsetest lubjakividest ja lubjakaist dolomiitidest. Puhtaid lubjakive ja dolomiite ning teisi kivimeid, näiteks põlevkivi, merglit ja liivakivi esineb ordoviitsiumis ja siluris suhteliselt vähe. Karbonaatsed kivimid levivad Põhja- ja Kesk-Eestis ning Lääne-Eesti saartel, olles kaetud enamasti väikese paksusega antropogeeni setetega. Neil on vaid õige väike, ligikaudu 15' kallakus lõunasse või lõunakagusse, alates Kesk-Eestist on nad kaetud keskdevoni liivakivide kompleksiga.

Maapinnal avaldub karst Eestis enamikul juhtudel pinnavete neeldumises ja väga mitmesuguse kuju ning suurusega lohkjates ja lehterjates pinnavormides, mis on kujunenud vee neeldumiskohtades, nn. kurisutes. Karst võib maapinnal väljenduda ka pinnase sisselangemises, s. o. karstilehtrite kujunemises maa-aluste karstiõõnsuste kohal, mida on tekitanud maa all voolanud vesi. Lõpuks tõendavad karsti olemasolu ka väiksemad või suuremad aluspõhjalised allikad, mis on sagedasti karstivete väljavoolu kohtadeks (Heinsalu, 1958).

Maa-aluste karstivormide esinemist tähistab esmajoones karstivormide olemasolu nende kohal maapinnal. Karstiõõnsuste kohta Eestis saab andmeid ka otsese karstikoobaste jälgimise ja uurimise teel, kuid see on võimalik üsna harva. Andmeid maa-aluste karstivormide kohta saab veel puurikukkumiste järgi puurkaevude või geoloogilise uurimise otstarbel tehtavate puuraukude puurimisel.

Karstinähtuste levikut Eestis iseloomustab joonis 1. Seni teadaolevate üksikute kurisute, nende rühmade ja ahelate üldarv Eesti NSV ordoviitsiumi ja siluri avamusalal ulatub veidi üle 190.

Hüdrograafilise võrgu arengu seisukohalt jagunevad kurisud järgmiselt.

1. Kurisud jõgede ja ojade vooluteedel, milledest on teada 10. Siia kuuluvad kurisud Kostiveres Jõelähtme jõel (Harju raj.), Erra jõel (Kohtla-Järve raj.), Kuivajõel ja Katajõel (Kose lähedal), Pajaka ojal (Märjamaa raj.), Vasaristi ojal (Harju raj.) jt.

2. Kurisud, milledega lõpevad ojade voolusängid. Neid on üle 15. Suuremad neist on: Kurisoo kurisu Hiiumaal Kõrgessaare lähedal; Tuui, Kūde-

maa ja Kalja kurisu Saaremaal Mustjala lähedal; Salajõe kurisud ja kurisu Turvaste ojal Haapsalu rajoonis; kurisu Kadaka külas Kohila lähedal. Mõnedes neist ojadest voolab vesi suurema osa aastast, osa jäävad aga suviti kuivaks. Ka Pae küla ja Kuimetsa karstiväljadel Rapla rajoonis lõpeb ojade voolusäng.

3. Kurisud, milledesse ei suubu jõgi ega oja, kuid mis on ajutiste vooluvete neeldumiskohaks, moodustavad suure enamuse Eestis esinevaist karstinähtustest. Neid on üle 140. Vesi neeldub neis vaid kevadel, üksikutes ka teistel aastaaegadel pärast kestmamaid sadusid.

Kurisutest lähtuvate maa-aluste voolukanalite kohale on üksikuid karstilehtreid tekkinud paarikümnel juhul, suuremal arvul aga vaid mõnel üksikul juhul, näiteks üldtuntud Kostivere, Uhaku, Kuimetsa ja Kata karstiväljadel. Nimetatud karstiväljadel esinevad nad kogu sellel alal, mis jääb kurisute ja maa-aluse jõe väljavoolu kohtade vahele. Väiksema vooluhulgaga maa-aluste jõgede kohal esineb karstilehtreid vaid kurisu läheduses.

Karstiallikate arv ei ole teada. Kindlasti on neid aga sadu, millest suuremaid võib olla mõnikümneid.

Karstikoopaid on Eesti karstipiirkonnas teada vaid mõnel üksikul karstiväljal. Maapinnal avaneb neid Kuimetsa, Paeküla ja Palamulla karstiväljal Rapla rajoonis, Kostivere karstiväljal Harju rajoonis ning Kõrgessaare kurisus Hiiumaal.

Kui jätta kõrvale karstiallikad, võib öelda, et holotseenete karstinähtuste levik Eestis ei ole sugugi ühtlane (joon. 1). Lääne-Eesti mandriosas on enamik neist koondunud Keila ja Rapla rajooni, saartel aga Hiiu- maa lõunaossa ning Mustjala ja Kaarma ümbrusse. Ida-Eestis on rohkesti karstinähtusi teada Väike-Maarja ja Kohtla-Järve rajoonis. Sellise karstinähtuste levikupildi on põhjustanud peamiselt kaks asjaolu. Esiteks — Eesti NSV territoorium on karsti osas väga ebaühtlaselt läbi uuritud. Neis rajoonides, kus esineb rohkesti karstinähtusi, on teostatud detailseid geomorfoloogilisi ja hüdrogeoloogilisi uurimisi. Teiseks — Eesti NSV karbonaatsete kivimite avamusalal esineb rohkesti piirkondi, kus tingimused karsti arenemiseks on pinnakatte iseloomu või kohaliku erosioonibaasi asetuse tõttu ebasoodsad. Nii esineb Lääne-Eestis rannikulähedasi alasid, kus absoluutsed kõrgused on väga väikesed, samuti leidub seal ka rohkesti alasid, kus aluspõhja katavad viirsavid, mis ei lase atmosfääriatel otse aluspõhja tungida. Põhja-Eesti keskosas levib ulatuslikum suure paksusega liivade ala, Ida-Eestis on aga rohkesti soostunud alasid. Viimaste esinemist põhjustavad tavaliselt samuti aluspõhja katvad savid. Kesk-Eestis, põhja pool devoni avamusala piiri on teada vaid üksikuid karstinähtusi. Karsti vähesuse põhjuseks on siin nähtavasti üldiselt paksem ja sagedasti moreenist koosnev pinnakate. Ala detailne uuritus on aga veel vähene.

Võib arvata, et vaatamata nendele üldistele karstinähtuste praeguse leviku ebaühtluse põhjustele, Eesti ala geoloogia üha detailsema uurimisega ka karstinähtuste levikupilt edaspidi tugevasti muutub. Näiteks on TA Geoloogia Instituudi töötajad viimastel aastatel Saaremaa aluspõhja geoloogia uurimisel leidnud rea karstinähtusi, mis muutsid oluliselt meie teadmisi kaarma lademe karstumisest. Uusi karstinähtusi on kindlaks tehtud ka teistes Eesti NSV rajoonides — Pandivere kõrgustikul, Jõhvi ümbruses ja mujal.

Maapinnal nähtuvate karstivormide paiknemise kohta reljeefis võib öelda järgmist. Enamikus kohtades, eriti aga Keila rajoonis, Hiiumaal ja Pandivere kõrgustikul esinevad need karstivormid äravooluta nõgude servaaladel kurisute näol. Nimetatud rajoonides ja ka mujal on aluspõhja reljeefis rohkesti madalaid kõrgendikke ja nendevahelisi nõgusid, kus pinnakatteks on enamasti väikese paksusega moreen. Viimast katab paljudes

karsti levimiskohtades liiv. Aluspõhjaliste nõgude kohal levivad tavaliselt soised alad. Ohuke pinnakate nõgude servaaladel, kohati ka selle väike savisisaldus ja kevadistest lumesulavetest tingitud üleujutused võimaldavadki seal kurisute hõlpsamat kujunemist.

Analoogiline olukord ilmneb ka Saaremaal Mustjala ümbruses, kus kurisud on kujunenud luidetega kaetud litoriinaaegsete rannavallide taga (Luha, 1931). Rannavallid takistavad seal maapinnal voolavate vete äravoolu mere suunas, mistõttu nende taha kogunevad veed on endale maaalused äravooluteed rajanud (joon. 2).



Joon. 2. Saaremaal litoriina rannavallide taga paiknevate karstinähtuste skeem. 1 — rannavallid, 2 — umborg, mis lõpeb kurisuga, 3 — ajutised allikad, 4 — alalised allikad, 5 — soostunud alad.

Karstinähtusi esineb mitmes kohas ka selliste nõgude äärealadel, kus holotseenis varem esinenud väljavooluta veekogud on hiljem soostumise tagajärjel kinni kasvanud või muudel põhjustel kuivaks jäänud. Näitena võib nimetada Rabivere raba ümbrust Kohila lähedal, kus karstinähtusi esineb kolmes kohas: Kadaka ja Oandu küla juures ning Hageris. Maa-pealse äravoolu puudumise tõttu kujunesid neis kohtades kurisud ja maa-alune äravool. Selliste karstiväljade areng on tunduvalt aeglustunud, sest neist läbivoolavad aastased veehulgad on tänapäeval tunduvalt väiksemad kui varem.

Ida-Eestis esineb valdav osa karstinähtusi Väike-Maarja rajoonis ja selle ümbruses, paiknedes seega enamasti Pandivere kõrgustiku idaosas. Et karsti on suhteliselt vähem teada kõrgustiku lääneosas, on seletatav peamiselt selle piirkonna vähese uuritusega. Enamik karstinähtusi Pandivere kõrgustikul esineb üksikute kurisute ja rohkete veerikaste allikatena. Viimased paiknevad kõrgustiku nõlvadel. Sagedamini kui mujal on ilmnenud Pandivere kõrgustikul ka puurikukkumisi puurkaevude rajamisel, šahtkaevude kaevamisel aga veega ja veeta või liiva ja saviga täidetud karstiõnsusi.

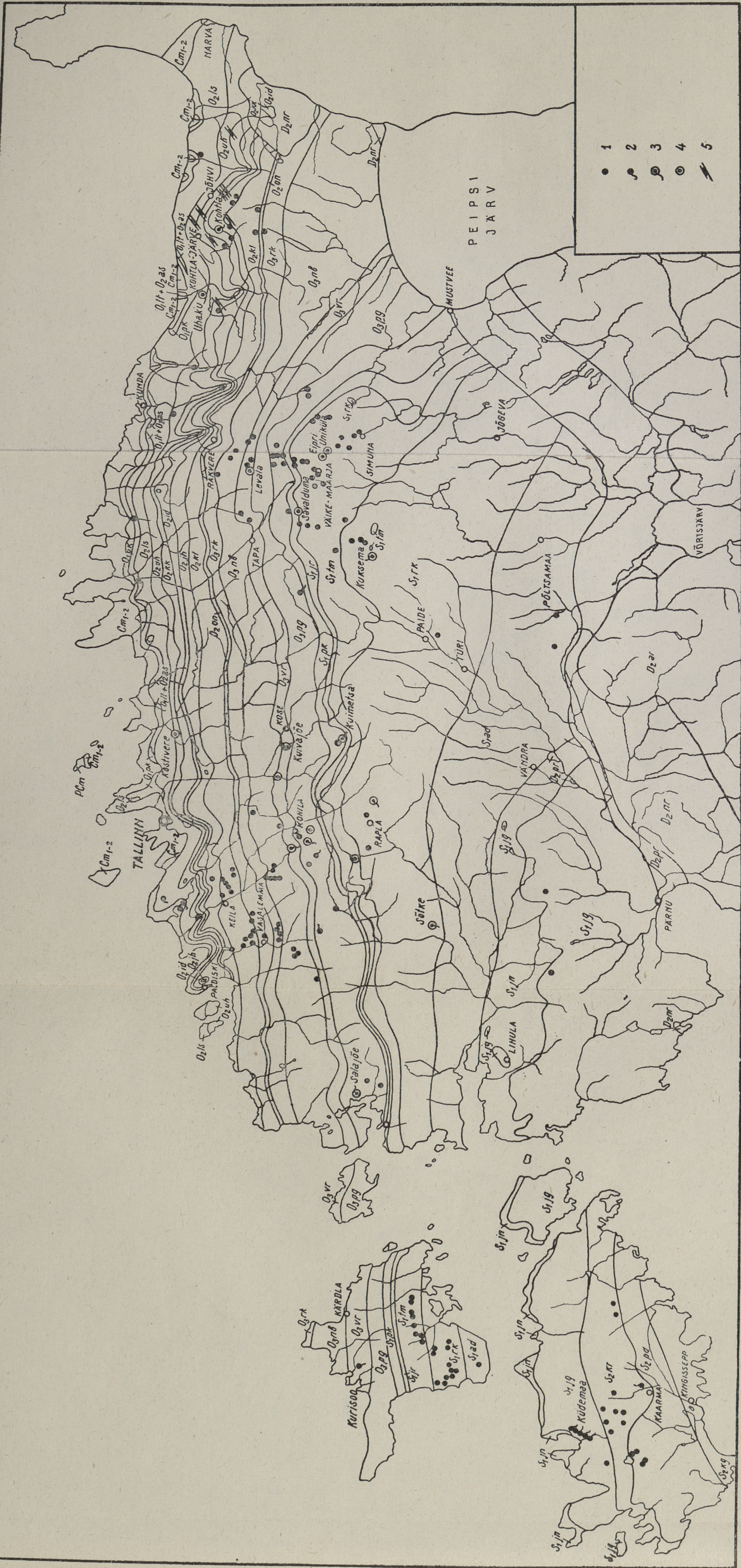
Karstinähtuste iseloom Pandivere kõrgustikul näitab, et siin on paremini kui mujal säilinud vana, jääajaeelne aluspõhja reljeef ja selles esinevad vanemad karstivormid.

Eesti põlevkivibasseinis on läbi viidud rohkesti geoloogilisi, hüdrogeoloogilisi ja insenerigeoloogilisi töid, mille tulemusel on selles piirkonnas palju karstinähtusi selgunud. Paljud neist esinevad kaevandusväljadel, sageli just kaevandusvete äravoolukraavides, kujutades väikesi pugemeid tektooniliste lõhede kohal. Kuna Kirde-Eestis esinevates tektoonilistes rikkevööndites on lõhed peamiselt saviga täidetud, siis ei ole karsti elustumiseks ja arenemiseks siin soodsaid tingimusi. Ainult tänu selles piirkonnas kaevandustega rikutud hüdrogeoloogilisele režiimile ja kaevanduskäikude suurele drenivale mõjule elustub karst tektooniliste rikkevööndite kohal.

Jääajaeelseid, kvaternaarsete ja vanemate setetega täidetud karstivorme on Eestis registreeritud mitmel pool. Meie teadmised nende levikust on aga siiski veel üsna piiratud üksikasjalikumate andmete vähesuse tõttu aluspõhja reljeefist ja vanade karstiõõnsuste esinemisest. Mis puutub aga karsti esinemisse tektoonilistes rikkevööndites Kirde-Eestis, siis näitavad kaevanduskäikude rajamisel saadud andmed, et vana karst on siin laialt levinud. Peaaegu kõigis kaevandustes on ilmnenud nii tektoonilisi rikkevööndeid kui ka üksikuid lõhesid, milledes esineb savi ja liivaga täidetud karstiõõnsusi (Газизов, 1958). Lähemad uurimised on aga näidanud, et savi ja liiva esinemine rikkevööndites ei ole tingitud ainult karstumise tagajärjel tekkinud tühikute täitumisest, vaid see on rikkevöönditesse sattunud suurel määral juba tektooniliste liikumiste käigus, s. o. lõhede kujunemise ajal.

Karsti uurimine Eestis on näidanud, et karstinähtusi esineb peaaegu kõigi ordoviitsiumi ja siluri karbonaatseist kivimeist koosnevate lademetes avamusaladel. Karsti ei ole senini teada volhovi lademes, mis on kindlasti tingitud selle lademe väga väikesest avamusalast. Samuti ei ole karsti teada ka juuru ja jaani, kaugatuma ja ohesaare lademes. Juuru ja jaani lademe kivimi merglisus on karsti arenemiseks ilmselt ebasoodne, kaugatuma ja ohesaare lademe väikeselt avamusalalt aga puuduvad vastavad andmed. Karstinähtuste arv lademetes järgi on väga erinev, sõltudes ühelt poolt puhtamate, s. o. karstumiseks soodsamate lubjakivide esinemisest, teiselt poolt aga lademetes avamusalade erinevast pindalast ja uuritusest. Näiteks on karstinähtusi vähe teada rakvere lademe avamusalalt, kuigi rakvere lade koosneb põhiliselt vähese saviainesisaldusega lubjakividest. Enam karstunud lademeteks võib suhteliselt puhaste lubjakivide valdavuse alusel pidada lasnamäe ja rakvere ladet Harju ja Keila rajoonis, nabala, vormsi ja pirgu ladet Rapla rajoonis, porkuni ja tamsalu ladet Väike-Maarja rajoonis ja jaagarahu ning kaarma ladet Saaremaal. Võib öelda, et karstinähtuste esinemine Eesti ordoviitsiumi ja siluri avamusala piires ei sõltu selgelt ühe või teise lademe litoloogilisest iseloomust. Eredaks näiteks karsti kohta tugevasti merglistes lubjakivides on Uhaku karstiväli uhaku lademes.

Rääkides karsti iseärasustest Eestis, tuleb puudutada karsti arenemise tingimusi, milledest need iseärasused tulenevad. Olulisemaks neist on Eesti aluspõhja karbonaatse kivimikompleksi kivimilised iseärasused. Võib öelda, et kõigis Eesti ordoviitsiumi ja siluri lademetes esineb õhukesti mergli- ja savivahekihikesi, kohati aga ka paksemaid põlevkivi- ja merglikihte. Lademed või lademe osad, kus neid sagedamini leidub, moodustavad veekindlaid ja suhteliselt vettpidavaid hüdrogeoloogilisi horisonte, mille sage esinemine karstuvast kivimikompleksis takistab aga oluliselt karsti arenemist sügavusse. Seetõttu, vaatamata tihedale tektooniliste lõhede võrgule, on



Joon. 1. Karstinähtuste esinemine Eesti NSV-s. 1 — kurisud, millede neelduvad ajutised vooluveed, 2 — kurisud, millede neeldub oja, 3 — suurem karstiväli, kus karstivormid esinevad maa-aluse jõe kohal, 4 — suurem karstiväli, kus maa-alust jõe ei esine, 5 — karst tektoonilistes rikkivõõndites. Aluspõhja avamused: PCm — eelkambrium; Cm₁₋₂ — alam- ja kesk-kambrium. Ordoviitsium: O_{1pk} — pakorordi lade; O_{1jt} + O_{2as} — leetse, volhovi, kunda, aseri lade; O_{2uh} — uhaku lade; O_{2oh} — kukruse lade; O_{2id} — ida-vere lade; O_{2jh} — jõhvi lade; O_{2kl} — keila lade; O_{2on} — oandu lade; O_{2rk} — rakvere lade; O_{3nr} — nabala lade; O_{3vr} — vormsi lade; O_{3pg} — pirgu lade; Silur: S_{1pk} — porkumi lade; S_{1jr} — juuru lade; S_{1im} — tamsalu lade; S_{1rk} — raikküla lade; S_{1ad} — adavere lade; S_{1jn} — jaani lade; S_{1jg} — jaagarahu lade; S_{2kr} — kaarma lade; S_{2pd} — paadla lade; S_{2kg} — kaugatuma lade; Devon: D_{2pr} — pärnu lade; D_{2nr} — naroova lade; D_{2ar} — aruküla lade.



Foto 1. Jääkpangased Kostivere karstiväljal.

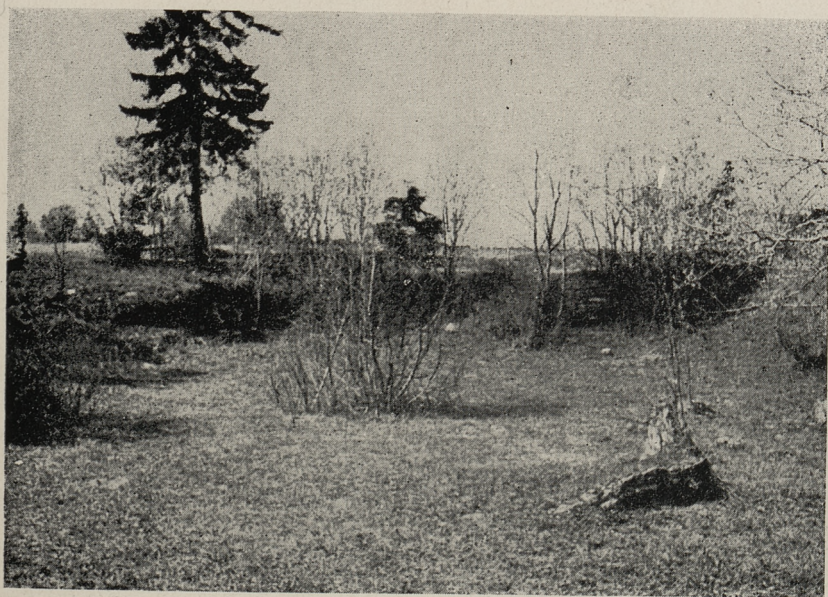


Foto 2. Karstiorg Kuimetsa karstiväljal.



Foto 3. Looduslik sild Kostivere karstiväljal.



Foto 4. Karstilehter Kuksema karstiväljal.

Eestis intensiivsest karstumisest haaratud vaid aluspõhja pindmine osa. Et karst on Eestis madal, nähtub hästi karstivormide väikesest sügavusest maapinnal — enamik karstilehtritest ulatub vaid mõne meetri sügavusele aluspõhja. Nende sügavuse suurenemist pidurdab karstivete horisontaalse tsirkulatsiooni algus. Karstivete horisontaalse tsirkulatsiooni väike sügavus on tingitud rohkest kohalike vettpidavate horisontide esinemisest. Vaatamata maakerkele ja sellest tingitud erosioonibaasi pidevale alanemisele holotseenis, algab karstivete horisontaalne tsirkulatsioon Põhja-Eestis suurtel aladel juba sügavusel mõnest meetrist kuni 8—10 meetrini, arvestades aluspõhja pealispinnast. See ilmneb nii veepinna sügavusest kaevudes kui ka karstiväljadel tehtud vahetutest tähelepanekutest. Nii näitab rea suuremate salajõgede loodimine, et kõrguste vahe kurisute põhja ja allikate vahel ei ületa 5—7 meetrit (vt. tab. 1). Kui kõrguse vahega kurisu põhja ja allika vahel liita kurisu sügavus, siis ilmneb, et Eesti suurematel karstiväljadel ei saa karstivete horisontaalse tsirkulatsiooni võond alata sügavamal kui 10 m. Enamikul juhtudel on sügavus aga tunduvalt väiksem.

Tabel 1

Karstivälja nimetus	Kurisu sügavus (m)	Kurisu põhja ja allikate kõrguse vahe (m)	Allikate kaugus kurisust (km)
Kostivere	3	4	2,5
Kuivajõe	4,2	5,5	2,1
Uhaku	3,8	2	0,4
Nabala	3,7	6,3	1,2
Hageri	2,7	6,9	1,6
Turvaste	1	6,7	0,6
Salajõe	5,8	2,5	1,3
Kadaka	3,5	5	1,5
Aravete	1,6	1,5	0,9
Kuimetsa	1,5	2,7	2,3

Karstivete horisontaalse tsirkulatsiooni võondi maapinnalähedus on Eesti karstipiirkonna üheks iseärasuseks, mis etendab siin karsti arengus tähtsat osa. Kuna karstivete horisontaalse tsirkulatsiooni võond on väga maapinnalähedane, tõuseb kevadise lumesulamise ajal ja pärast kestvamaid sadusid karstivete tase kuni aluspõhja pealispinnani ja isegi üle selle. Seetõttu on maa-aluste jõgedega seotud karstiväljadel rohkesti mitmesuguseid karstivorme, mis on kujunenud osalt maa-aluse, osalt aga maapealse voolu tagajärjel. Nimelt täituvad suurveeaegadel kõik maa-alused karstiõõnsused ning veetase tõuseb nii kõrgele, et see on näha maapinnal avanevais avalõhedes ja karstilehtrites või nende liitvormides. Seetõttu on neil karstiväljadel pindmiste karstivormide areng kõige intensiivsem kevadise suurvee ajal, mil karstivormid on lühemat aega täitunud neist läbivoolava veega. Sel viisil arenevate karstivormide ulatuslikumaks ja tüüpilisemaks esinemisalaks Eestis on Kostivere karstiväli.

Pidades silmas asjaolu, et karstivete sesoonsete kõikumiste võond sageli kuni aluspõhja pealispinnani ulatub, võib öelda, et Eesti karstivaldkonnas puudub karstivete vertikaalse tsirkulatsiooni võond suurtel aladel üldse või on siis väga õhuke. Selle põhjal võib esile tõsta nn. karstivete hüdrodünaamilise profiili eesti tüüpi (Максимович, Хейнсалю, 1959), milles karstivete

esimeseks vööndiks on sesoonsete kõikumiste vöönd. Teistsugune hüdrodünaamiline profiil esineb Eestis Pandivere kõrgustiku keskosas, kus karstivete horisontaalse tsirkulatsiooni vöönd asetseb keskmiselt 15—20 m sügavusel. Selles piirkonnas on sesoonsete kõikumiste vööndi peal ka karstivete vertikaalse tsirkulatsiooni vöönd.

Tuleb rõhutada, et nimetatud karstivete hüdrodünaamiline profiil Eestis ei ole tingitud ainult nõrgast aluspõhja karstumisest, vaid ka veel teistest vaadeldava ala ajaloolis-geoloogilistest tingimustest. Nendeks tingimus on väikesed absoluutsed ja suhtelised kõrgused ning lühike jääaja järgne karstumisaeg, mille vältel suhteliselt vettpidavas ja halvasti karstuvad horisondid aluspõhjas ei ole karstivetele läbitavaks muutunud. Mis puutub aga jääajaajal ajal tekkinud vertikaalse tsirkulatsiooni vööndisse, siis selles esinenud karstivormid on suurel määral mandrijää denudatsiooni tagajärjel hävinenud.

Selliste Eestis esinevate karsti arenemise tingimuste juures, kus karstiväljadel maapealsete karstivormide arenemine sügavusse on piiratud, tektooniliste lõhede võrk on tihe ja aluspõhja kattev pinnakate on väga õhuke või kohati koguni puudub, on arenenud ja arenevad kõige mitmesugusamad karstivormid. Karstivormide suur mitmekesisus avaldub seejuures eriti suurematel kamardunud tüüpi karstiväljadel, nagu Kostivere ja Pae (Heinsalu, 1959). Seal võib kohata näiteks kitsaid ja sügavaid avalõhesid ja mitmesuguse kujuga lehtreid — küll lameda põhjaga järsuseinalisi kastjaid vorme, küll nende edasisel arenemisel nõlvade lamendumise tagajärjel kujunenud liudjaid ja koonusjaid vorme. Kastjad karstilehtrid kujunevad avalõhedevaheliste kivimipangaste altõonestuse ja selle tagajärjel nende langatumise tulemusena. Kohtades, kus lõhedevahelised kivimipangased sel viisil massiliselt langatuvad, kujunevad lamedapõhjalised, lõhedest liigestatud järskude nõlvadega karstiorud. Nende põhjas esineb osaliselt säilinud viltusi kivimipangaseid, nn. kivilaudu (foto 1). Et lõhedevahelised kivimipangased on karsti tagajärjel hävinud aluspõhjas enam-vähem ühe tasemeni, millest edasi karsti areng on olnud aeglasem, siis võib öelda, et sellised karstiorud ja lehtrid, mis on kujunenud paljude kõrvuti asetsenud kivimipangaste langatumisest tekkinud lehtrite liitumisel, on võrreldavad poljedega (foto 2). Nende läbimõõt on aga ainult kuni mõnikümme meetrit ja sügavus samuti 3—4 m.

Lõhedevaheliste langatunud kivimipangaste esinemisaladel võib kohata veel selliseid haruldasi karstivorme, nagu looduslikud sillad, millel on aga väga väikesed mõõtmed (foto 3). Nende ava kõrgus ei küüni meetrini. Karstivormide järskudes seintes esineb veel väikseid kulpaid ja nišše ning koopa-avasid, milledesse mahub vaid harva inimene pugema. Et koopad asuvad maapinnast arvates väikeses sügavuses, siis on üksikutel juhtudel nende lagede sisselangemisest kujunenud karstikaevude ja šahtide sügavus ka vaid mõni meeter.

Seega on Eesti karsti omapäraks nii maa-aluste kui ka maapealsete karstivormide miniatuurisus, võrreldes klassikaliste karsti esinemise piirkondadega, näiteks Krimmis, Kaukaasias, Uraalis, Jugoslaavias. Karstivormide esinemine Eestis miniatuurisel kujul pakub häid võimalusi nende arengu üksikasjalikumaks selgitamiseks, millel peaks olema ka teatav tähtsus suuremate karstialade uurimisele mujal.

*Eesti NSV Teaduste Akadeemia
Geoloogia Instituut*

- Heinsalu, Ü., 1958. Maa-alused jõed ja nende avaldusvormid. Eluta looduse kaitse Eesti NSV-s. ENSV TA Geoloogia Instituudi väljaanne. Tallinn.
- Heinsalu, Ü., 1959. Kostivere karstiaala. Loodusuurijate Seltsi aastaraamat, kd. 51.
- Luha, A., 1931. Salajõgedest Mustjalas Saaremaal. «Loodusevaatleja», nr. 3.
- Газизов М. С., 1958. К вопросу о морфологии и происхождении глубинного карста в Прибалтийском сланцевом бассейне. Тр. Ин-та геол. АН ЭстССР, II.
- Максимович Г. А., Хейнсалу Ю. И., 1959. Новый тип гидродинамического профиля в Эстонской карстовой области. Изв. АН ЭстССР, т. VIII, Сер. техн. и физ.-мат. наук, № 3.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ И СВОЕОБРАЗИЕ КАРСТОВЫХ ЯВЛЕНИЙ В ЭСТОНСКОЙ ССР

Ю. ХЕЙНСАЛУ

Резюме

В Эстонской ССР карст развивается в карбонатной толще ордовика и силура. Общее число отдельных курису, их групп и цепей, известных в эстонской карстовой области, немногим превышает 190. С точки зрения развития гидрографической сети места нахождения курису распределяются следующим образом: 1) курису, расположенные по рекам и ручьям — 10; 2) курису, которыми кончаются слепые ручьи — более 15; 3) курису, в которые не вливаются реки и ручьи, но которые поглощают временные водотоки — более 140. Отдельные карстовые воронки над подземными карстовыми каналами, исходящими из курису, имеются в нескольких десятках мест. В большом количестве они находятся только в нескольких карстовых участках.

Известные в Эстонии карстовые явления распространены неравномерно, что в большой мере обусловлено различной степенью изученности территории, а также различными мощностью и характером четвертичных отложений. В районах распространения ленточных глин, мощных песков и болот карстовые явления встречаются редко.

Карстовые явления отмечаются на выходах почти всех стратиграфических горизонтов ордовика и силура. Не наблюдается ясной приуроченности карстовых явлений к определенным стратиграфическим горизонтам ордовика и силура, несмотря на различия в их литологическом составе.

В карстующейся толще Эстонии имеется ряд водоупорных и относительно водоупорных слоев. Последние обуславливают характерное для эстонской карстовой области неглубокое залегание зоны горизонтальной циркуляции. Небольшая же амплитуда горизонтальной циркуляции предопределяет предел углубления поверхностных карстовых форм. На некоторых карстовых участках карстовые воронки достигают зоны горизонтальной циркуляции и в них появляется вода уже при незначительном подъеме уровня карстовых вод. Таким образом, активным карстом в эстонской карстовой области захвачена только самая верхняя часть карбонатной толщи ордовика и силура.

Поверхностные и карстовые формы Эстонии имеют незначительные размеры, но большое разнообразие. Встречаются воронки разнообразных форм, зияющие трещины, останцы и естественные мосты. Карстовые во-

ронки и долины, которые развивались до определенного конечного уровня закарстования и образовались при слиянии ряда отдельных воронок, можно сравнивать с полями.

*Институт геологии
Академии наук Эстонской ССР*

VERBREITUNG UND EIGENART DER KARSTERSCHEINUNGEN IN DER ESTNISCHEN SSR

Ü. HEINSALU

Zusammenfassung

In der Estnischen SSR entwickelt sich der Karst im Schichtenkomplex des Ordoviziums und des Silurs. Die Gesamtzahl der im estnischen Karstgebiet bekannten einzelnen Ponore, ihrer Gruppen und Ketten, übersteigt um ein Geringes 190. Vom Standpunkt der Entwicklung des hydrographischen Netzes verteilen sich die Befindungsorte der Ponore folgendermassen: 1) die an Flüssen und Bächen befindlichen — 10; 2) Ponore, in welche Bäche münden — über 15; 3) Ponore, die keine Flüsse oder Bäche, wohl aber zeitweilige Wasserläufe aufnehmen — über 140. An einigen Dutzend Stellen gibt es vereinzelt Dolinen über unterirdischen Karstkanälen, die von Ponoren ausgehen. In grösserer Zahl sind solche Dolinen nur in einigen Karstgebieten zu finden.

Die in Estland bekannten Karsterscheinungen sind ungleichmässig verteilt, was teils in der verschiedenen Mächtigkeit und im verschiedenen Charakter der quartären Ablagerungen seinen Grund hat, teils aber einfach dadurch bedingt ist, dass das Territorium nicht gleichmässig erforscht ist. Die geringste Zahl von Karsterscheinungen finden wir in den Gegenden, wo Bändertone, mächtige Sandschichten und Moore vorherrschen.

Karsterscheinungen kommen im Bereich des Anstehenden fast aller Stufen vor. Dabei hängen sie durchaus nicht ausgesprochen von bestimmten Stufen des Ordoviziums und des Silurs ab.

In den verkarsteten Schichtenkomplexen Estlands sind wasserdichte und relativ wasserdichte Schichten häufig anzutreffen. Deshalb ist für das estnische Karstgebiet eine in geringer Tiefe liegende Zone der horizontalen Zirkulation charakteristisch, welche die vertikale Ausdehnung der oberflächlichen Karstformen beschränkt. An einigen Orten reichen die Dolinen bis an die Zone der horizontalen Zirkulation, so dass das Wasser schon bei geringem Steigen des Wasserstandes in den Dolinen zum Vorschein kommt.

Der aktive Karst umfasst also in den estnischen Karstgebieten nur den obersten Teil des karbonatischen Schichtenkomplexes des Ordoviziums und Silurs.

Die oberflächlichen Karstgebilde Estlands sind zwar wenig ausgedehnt, doch sehr mannigfaltig. Es sind Dolinen verschiedener Form, offene Klüfte, Restblöcke und Naturbrücken zu verzeichnen. Dolinen und Karsttäler, die durch Verschmelzung einzelner Formen entstanden und bis zu einem bestimmten Niveau entwickelt sind, können Poljen gleichgestellt werden.

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